



GCCCE 2019

第23届全球华人计算机教育应用大会

The 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education



May 23RD - 27TH 2019

教师论坛论文集

Teacher Forum Proceedings

**科技人文的
前瞻智慧**



华中师范大学 武汉
Central China Normal University

前言

2019年5月，第23届全球华人计算机教育应用大会(Global Chinese Conference on Computers in Education, 简称GCCCE)在武汉华中师范大学隆重举行，这是由全球华人计算机教育应用学会(Global Chinese Society of Computers in Education, 简称GCSCE)主办的国际性学术会议，现已成为全球华人计算机教育应用研究和教学实践者之学术和教学交流的盛会。本届大会的主题为科技人文的前瞻智慧(The Wisdom in the Frontier of Scientific and Technical Humanities)，除各子会议外，跟往届大会一样，大会还设有教师论坛。

大会设立的教师论坛为从事K-12教育的教育研究人员、广大中小学教师搭建相互交流、沟通和学习平台，以此进一步推动教育信息技术在K-12教育中的深入拓展、实际运用和普及。本届教师论坛设有九大主题，包括：

- 信息技术融入K12学科教学
- 跨学科课程设计
- 各种创新教学模式(例如：翻转课堂、行动学习、游戏式学习等)
- 创客教育
- 信息素养教育
- 数字化内容创新设计
- 数字化学习政策推动与课程改革
- 教师专业发展
- 失败案例与教学反思等。

本届教师论坛共收录了来自中国大陆及港台地区的教师论文33篇。

在此，本人衷心感谢南洋理工大学的吴龙凯教授、台湾师范大学的张菟真教授、香港中文大学的温慧欣教授和澳门大学的刘振钊教授担任本论坛的执行副主席，为本届论坛的筹备、组织和论文的选编等工作贡献了热情和智慧。同时也特别鸣谢来自海内外26位中青年华人学者(Barry Lee Reynolds、王蒙、王晓璿、石映辉、吴声毅、吴蔼蓝、李平、林秋斌、金慧、侯明良、马宁、高瑞琳、张一春、张新华、张侨平、陈涛、黄涛、杨秀玲、廖长彦、赵国庆、刘世雄、刘明洲、蔡东钟、郑承昌、穆肃、赖阿福)担任本论坛繁重的论文评审工作，为本论坛的成功举办作出了不懈的努力和细致的工作。还有华中师大教育信息技术学院和国家数字化学习工程技术研究中心的同学们，在论文收集、整理过程中做了大量具体细致的工作。

在这本论文集与大家见面之际，首先我认为需要特别强调的就是感谢，感谢上述学者和贤者！感谢华中师大的同事和同学们！

最后，预祝本届中小学教师论坛的论文成果在推动教育技术进步当中结出丰硕的实践成果！

郑年亨(华中师范大学，中国)
2019GCCCE 教师论坛执行主席
2019年5月6日

以行動檢索任務搭配卡片遊戲、簡報與學習單之初中地球科學遊戲化教學活動設計與評估	
陳秋雯，李承泰，侯惠澤.....	4
結合協作學習、鷹架策略與 Google Form 技術之高中生物科遊戲化教學活動	
陳俊穎，李承泰，侯惠澤.....	12
基于微视频的小学信息技术翻转课堂案例研究	
薛树敏.....	21
基于虚拟现实环境的游戏化教学模式设计	
郑倩月，刘梁文.....	25
整合環景地圖與行動合作問題解決學習對學生的數學學習動機以及問題解決感知之影響	
簡邑容，賴阿福，蔡淑瑛，楊汶潔，李佳偉，吳明行，陳家亮，莊茜雯，陳志鴻.....	32
數位說故事教學策略對小學學童語文學習動機與歷程之探究	
陳妍潔，陳暉翔，陳貞仔，莊秀敏，賴阿福，楊政穎.....	41
以行動載具進行形成性評量的教學設計	
陳暉翔，鍾伯芬，劉巧玲，陳錦如，賴阿福，楊政穎.....	50
結合新興科技之主題探索式教學設計：以"再見忠孝樓"為例	
王蓓恩，賴阿福，周凡淇，林千瑜，顏嘉吟，鄒瑞嬋.....	59
透過學科深讀模式促進小學學童在自然主題的認知結構發展	
江莉萍，廖長彥，陳德懷.....	68
調查學科深讀模式於初中學生英文為外語學習之影響	
李佩蕻，廖长彦，陈德怀.....	76
“解密”教与学——数据驱动在语文教学实践中的独特魅力	
郑 玮.....	84
AI 輔助 GM5 遊戲以強化小學生思考與決策之教學探討	
陳建奇，吳佩育，賴阿福.....	92
小學學生應用運算思維學習遊戲設計之研究	
豐佳燕，陳明溥.....	101
運用 5E 學習環與資訊科技進行跨域主題探究之教學研究	

葉淑卿，賴阿福，林心茹，彭麗琦，嚴心梅.....	110
STEM 關愛共融課程 - 3D 打印義肢手應用與實踐	
曾祥俊，吳森森.....	119
Integrating Mobile Apps into Physics Lessons	
Li Chiu Fai	128
圖書館革命:創意新科技，閱讀新體驗	
陳俊銘，洪潔雯，.....	135
A Tasting Course of Artificial Intelligence for Junior Secondary Students	
Ka Ming Raymond, Lee.....	140
教師如何幫助學生在數字化環境學習	
歐陽子榮.....	144
於現實與虛擬之間提升學生的空間想像能力	
關子雋、簡嘉禧、趙慧怡.....	148
如何透過善用科技優化工具在數學課堂上促進學習中的評估	
彭健江，沈宛徽.....	155
資訊及通訊科技科 O2O 跨校學習圈	
何嘉琪，鄭國威.....	163
Enhance Learning and Teaching of STEAM education by integrated activity with ICT as a leading subject	
Hing Wing, Chong	171
Bridging in-class and real life vocabulary learning using a mobile learner-generated content tool: A case study	
Yanjie Song , Ka Man Lung, Hiroaki Ogata, Yin Yang, Nehal Hasnine, Kosuke Mouri	176
淺談「能力導向」與「知識導向」的二十一世紀學校課程發展	
楊少榮，陸建忠.....	187
齊來做個智慧市民	
鄭國威.....	192
How Flipping Classroom Cater Learning Diversity?	

Kelvin CHEUNG, LAI Ka Ki	199
The Unlimited Potentials of Artificial Intelligence in Schools	
Hing Yip Lau	205
擴增實境技術應用於英語情境課程之成效評估	
吳泰緯，尚漢鼎，陳淑玲，林怡萱，賴阿福，楊政穎， Robert Lee， Wilhelm Kukuk， Snyman Herman.....	208
創客教育 - 是潮流，還是需要 ？	
江文其.....	216
The Effective Use of Multimodal Texts and Tablet Apps to Facilitate the Learning and Teaching of Writing and Speaking	
Ming Yi Portia, Lee , Ho Wai, Man,.....	220
透過人面辨識系統初探數學在 STEM 中的角色及應用	
梁國豪.....	224
Conducting Effective Learning by Using Key Questions	
Suk Wah Cheng ,Chi Hoi Li	228

以行動檢索任務搭配卡片遊戲、簡報與學習單之初中地球科學遊戲化教學活動 設計與評估

Integrating Online Information Searching Tasks, Card-Games, Slides and Learning Sheets as a Gamification Teaching Activity for Junior High School Earth Sciences Course

陳秋雯¹²，李承泰¹，侯惠澤^{1*}

¹臺灣科技大學應用科技研究所/臺灣科大迷你教育遊戲研究團隊

²桃園市六和高級中學

* hthou@mail.ntust.edu.tw

【摘要】 本研究運用行動載具，結合「卡片」、「簡報」、「學習單」等三種教學媒材，並依據鷹架理論，強化認知設計元素與遊戲機制元素，設計一具有情境脈絡與培養高層次認知思考能力的遊戲化行動檢索解題任務的教學活動，以輔助初中學生認識潮汐，以及瞭解潮汐變化與月相之間的關係，並進而懂得如何運用在真實生活情境中。本研究並進行實徵分析，初步探究學生在運用此遊戲化教學模式後的學習成效、心流投入與對遊戲之接受度。研究結果發現，學習者在學習成效有達到顯著的進步，在教學活動中均有高度的心流與接受度。

【關鍵字】 遊戲化；遊戲式學習；行動檢索任務

Abstract: The study applied three teaching materials: cards, slides and worksheet, to offer students information searching and discussion tasks. This study designs a gamification teaching activity of the information searching tasks with a situational context. This teaching activity is to assist earth science teaching and learning in junior high school. The activity aims to support students develop the ability to understand tide and the relation between the tidal phenomenon and moon. The study applied empirical study to explore students' learning performance, flow state and game acceptance after this gamification teaching activity. The finding suggests that students' learning performance has significant improvement. Moreover, students reveal high state of flow in the activity and high game acceptance as well.

Keywords: Gamification, Game-based learning, Information searching tasks

1 前言

科學知識的建構是複雜的，對於科學知識的學習，學習者需要成熟的評判思考能力（Kuhn & Pearsall, 2000）。然而這樣的學習特性，往往造成學習者的學習困難和教師的教學困境（Erdura & Dagher, 2014）。因此，對於科學知識的學習，教學者需要教學鷹架來幫助學生學習如何批判性地評估科學知識的證據和解釋科學知識之間的關係（Greene, Hutchison, Costa, & Crompton, 2012），並構建正確的科學知識（Duschl, 2008）。

地球科學學門是科學領域重要的一環，包括許多對學生具有挑戰性的主題，例如：氣候變遷（Sadler, Klosterman, & Topcu, 2011）。Lombardi, Bailey, Bickel, & Burrell (2018)表

示，地球科學知識的特性包括：(a) 基礎科學原理是複雜的；(b) 過程經常發生在長時間和大空間尺度上；(c) 學生難以理解如何建構和解釋正確的科學知識。因此，教師如何將地球科學知識具體的呈現以幫助學習者學習，便成為一重要的課題。

資訊科技的發展，讓教學者可以在課堂上以圖片、影片、動畫等各式媒體素材輔助教學活動。藉由這些多媒體的運用，可以將地球科學知識的空間抽象概念具體化，將時間的變化尺度縮短，讓教師可以更為具體的講授數十億年星球的時空轉變或是地球上的各種自然現象 (Sit & Brudzinski, 2017; Pallant & Lee, 2015)。網路世代的來臨，教學媒體的應用也已從教室電腦、多媒體素材輔助教學衍變到行動載具的運用，如可攜式的筆記型電腦、平板電腦和手機等。目前已有許多的研究結果顯示，學生透過行動載具的使用在網路環境進行網路探究式學習活動對於學生在地球科學領域知識的學習動機與學習成效有正向的效果 (Mercier & Rata, 2017; Bitting, McCartney, Denning, & Roberts, 2018; Xiang & Liu, 2017)。然而網路資訊的搜尋和判斷網路資訊的正確性是一個複雜的認知過程 (Mason & Boldrin, 2008)，並不是每個學生都有足夠的網路檢索技能和判斷正確的網路資訊的能力，因此教師在學生進行資訊搜尋的過程中應給予適當的引導。

採用遊戲化教學活動，不僅能讓學生思考如何將各種所學知識運用在遊戲情境中解決問題，且能夠帶入探索知識的樂趣和促進學生自主學習的動機 (Mayer & Johnson, 2010)，因此遊戲化 (Gamification) 與遊戲式學習 (Game based-Learning) 已成為當今教育領域的重要議題。其中，結合桌上遊戲 (Board game) 的遊戲化教學不僅能讓學習者在遊戲情境中主動探索知識，且能促進培養高層次認知思考能力與學習者之間的社會互動，目前已有許多教師開始嘗試運用於教學活動中 (Wang, Chen, Hou & Li, 2017; Li, Wang, Chen, Kuo & Hou, 2017)。因此，具備悅趣化挑戰的情境脈絡、資訊搜尋解題任務與線索分析鷹架提示的遊戲化教學，可望能提升學習者的學習動機，並引導學生進行資訊搜尋行為與解決真實生活情境中的問題。

「卡簡單遊戲化教學模式」是臺灣科技大學迷你教育遊戲研究團隊 (Mini Educational Game Development Group in e-Learning Research Center, Taiwan University of Science and Technology) 所設計開發的一套遊戲化教學模式 (侯惠澤, 2017)。此模式依據遊戲理論、認知心理學、社會心理學理論與諸多遊戲式教學行動研究結果發現 (Lin, et al., 2017; Wang et al., 2017)，結合情境脈絡、協作討論、心流投入、鷹架線索、即時診斷等五個認知設計元素與自由度、不確定性、新奇感、控制感、成就感等五個遊戲機制，發展了比一般桌上遊戲更為簡化的卡片遊戲機制，搭配簡報與學習單，並給予學習者使用行動載具進行資訊檢索與討論任務的創新教學模式「卡簡單遊戲化教學模式」。其中卡片遊戲的設計著重提供同儕互動與自學動機，簡報媒體則提供情境脈絡與幫助學生專注聚焦，而學習單則扮演資訊檢索與討論任務的鷹架，提供學生網路搜查時的線索與提示，並作為學習歷程與回顧評估的關鍵角色。

目前已有初步的研究發現，應用此教學模式對於可以提昇學生內在動機，促成學生進行自學與討論的行為，並在小組協作及教師引導下，應用較為高階的認知思考能力，並提昇學習學習成效 (黃玉如、李承泰、侯惠澤、林上瑜, 2018; 沈秀君等人, 2018)。

綜合以上所述，本研究之目的：

- (1) 運用卡片、簡報與學習單等三種媒材，設計一遊戲化教學活動「早知潮有信」，並在教學活動中給予學習者使用行動載具進行資訊檢索與討論的任務，其教學目標在於幫助學生認識潮汐、培養判讀潮汐圖的能力，以及了解潮汐變化與月相之間的關係。
- (2) 進行實徵分析，探究初中學生在此教學模式中的學習成效、心流、接受度與不同性別在上述各面向之差異比較，並佐以教師的課室現場觀察，來初步評估此一教學模式運用在

初中地球科學學門的學習成效。

2 研究方法

2.1. 研究對象

為初步檢驗此遊戲化教學模式之有效性，本研究採用單一組前後測之實驗設計法。研究對象為台灣北部某完全中學初中部三年級學生，共三個班級 120 人參與本實驗，平均年齡 14.49 歲，其中男生 59 人，女生 61 人。三個班級學生由同一位地球科學科教師授課，授課教師亦為本研究之主要行動研究者，學生在施測前皆未曾參與過類似遊戲化學習活動。若本研究初步確認有成效後，方做為未來進一步比較實驗組與控制組之準實驗設計的基礎，更深入探討本教學模式的有效性與可行性。

2.2. 卡簡單遊戲化教學模式

本研究整合卡片遊戲、簡報與學習單等三種教學媒體，並結合資訊科技如平板電腦、手機，設計一具有悅趣化挑戰與情境脈絡的遊戲化行動檢索解題任務的教學活動「早知潮有信」，期望透過此遊戲化教學活動，讓學生認識潮汐、培養判讀潮汐圖的能力，以及了解潮汐變化與月相之間的關係，進而引導學生思考如何將其運用在真實生活情境中。

「早知潮有信」遊戲化教學活動包含三個階段，其說明如下：

(3) 第一階段：基本概念引導

教師首先以簡報方式介紹真實生活情境中與潮汐變化有關的活動或大自然現象，引發學生學習動機，進而說明日期、時間與月相之間的關係、潮汐的成因，以及日期、時間、月相與潮汐變化的相關性，並引導學生對於學習單上的問題與線索進行個人思索，檢核自身生活經驗中對於真實生活情境中與潮汐變化有關的活動或現象的了解。

(4) 第二階段：角色扮演卡片情境式學習遊戲模式

學生以 6-7 人為一組的分組方式進行遊戲化競賽，每組再細分為 3-4 人為一小組的 A、B 小組，教學活動故事情節為 A 小組先扮演旅行社專案經理的角色，負責規劃需考量潮汐變化的旅遊景點之行程，B 小組則扮演委託旅行社規劃行程的旅客。首先，由旅客指定旅行的日期卡和時間卡，日期卡有觀察者位於地球的方位與月亮、太陽之間的位置關係，時間卡則有月相與潮汐變化關係的說明，專案經理需從依旅客所指定的日期與時間，並從日期卡和時間卡上所給予的線索提示，進行小組討論並判斷漲潮與退潮的時間(圖1)，最後找出適合前往旅遊的景點(活動卡)(圖2)。活動卡背面有正確日期與時間卡的答案，可提供學生即時檢核，答對者可獲得點數獎勵。如果學生無法正確找出活動卡，則可使用點數向教師換取提示卡，學生可使用行動載具掃瞄提示卡上的 QR code，獲得更多的提示與資訊。10 分鐘後，A、B 小組角色互換，重新進行遊戲。本研究所設計之卡片與圖 3 所示，由左至右依序為日期卡、時間卡與活動卡。



圖 1 學生討論日期和時間卡的潮汐變化線索

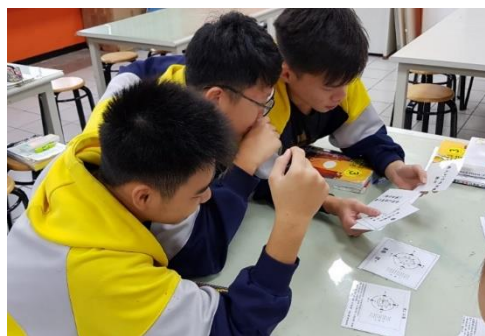


圖 2 學生討論選擇正確的活動卡

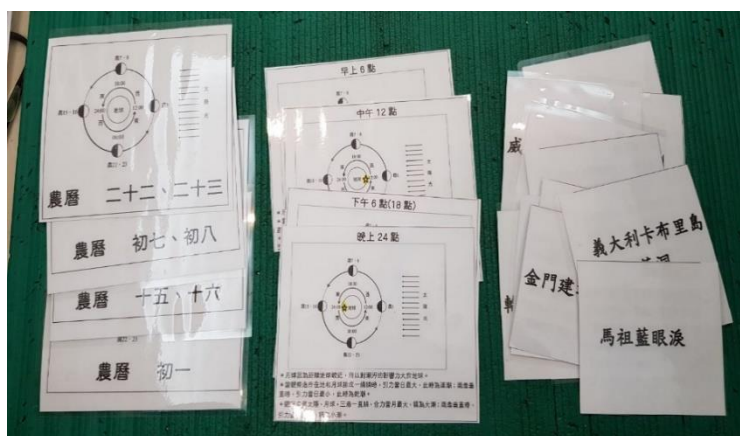


圖 3 潮汐變化遊戲化卡片

(5) 第三階段：行動檢索任務模式

教師設計三個需配合潮汐變化規劃行程的旅遊景點，每個任務的難易度皆不同，較難的任務可得到較多的點數，各小組可自行選擇欲挑戰的任務。學生需利用行動載具上網搜尋資料（圖4），尋找任務中旅遊景點的漲潮、退潮時間（圖5），找出適合前往旅遊的日期和時間，並搜尋可前往目的地的航班，規劃最適當的旅遊行程。遊戲結束後，並進行小組作品分享，說明規劃行程時的思考歷程和探索的策略。



圖 4 學生利用平板電腦搜尋資料



圖 5 學生搜尋景點漲、退潮時間

2.3. 研究工具

(1) 前後測學習單：本研究之前後測學習單均採用相同題目，設有8題封閉性試題，包含請學

生依照題目中所提供的月曆、潮汐表和月相圖，寫出正確漲潮與退潮的時間和潮汐與月相的正確關係。另有1題情境題，學生需判讀題目的生活情境內容，運用所學潮汐變化與月相關係的相關知識解決問題。所有題目均經由地球科學科專業教師所編制，並由研究者確認題目內容與卡簡單遊戲化教學模式的符合程度，具有專家效度。

- (2) 心流量表：為分析學習者對於遊戲化活動的投入程度，本研究採用Kiili (2006) 的心流問卷（中文版本為Hou & Chou, 2012進行翻譯），其評量分為促成心流的先決因素（Flow Antecedents）與心流經驗（Flow Experience）兩大維度。此問卷為李克特氏五點量表，共計22題，其Cronbach's $\alpha=0.939$ ，顯示具有非常高的內部一致性。
- (3) 遊戲接受度量表：為瞭解學習者對卡簡單遊戲化教學活動的接受程度（包含學習者認知此遊戲化學習活動是否有助於學習且容易理解），本研究參考Davis (1989) 所開發的科技接受度評量量表進行調整，並設計13題之題目，此問卷維度分別為認知有用性與認知易用性，其Cronbachs' $\alpha=0.952$ ，達到高度的內部一致性。

2.4. 研究流程

本研究於教學活動開始進行前 15 分鐘讓學生進行學習成效評量的前測，教學活動第一階段基本概念引導和遊戲規則說明 5 分鐘，第二、三階段遊戲各進行 20 分鐘，小組作品分享 5 分鐘，教學活動結束後填寫心流量表與遊戲接受度量表，最後 15 分鐘再進行學習成效評量的後測。

3 研究結果

3.1. 學習成效

本研究採用成對樣本 t 檢定 (paired t-test) 分析學生經過此卡簡單遊戲化教學活動後，學生的學習成效是否有所提升。結果如表 1， $t=-16.020$ ， $p=.000<.001$ ，達顯著差異，表示學生進行此教學活動後，對於認識潮汐與判讀潮汐表的能力，和瞭解潮汐變化與月相之間的關係，並進而懂得如何運用在真實生活情境中的學習成效有顯著的進步。

表 1 學習成效前、後測之檢定 (N=120)

項目	平均數	標準差	t-value
前測總成績	18.13	11.15	-16.020***
後測總成績	36.96	9.15	

*** $p<.001$

3.2. 心流、遊戲化教學活動接受度

學生對卡簡單遊戲化教學活動的投入程度與接受度結果如表 2 所示，學習者在心流維度與子維度的平均數均高於 5 點量表的中位數 3，整體心流 (Flow) 達到 4.28 分。此結果說明學習者在此遊戲化教學活動中均有心流投入狀態的表現，也一定程度說明運用此卡簡單遊戲化的教學，大部分學生皆能專注於遊戲情境中，對於學生的學習動機促進應可有所助益。

表 2 心流各維度之平均數與標準差 (N=120)

心流維度	平均數	標準差
心流先決因素 (Flow antecedents)	4.30	0.58
心流經驗 (Flow experience)	4.26	0.58
整體心流 (Flow)	4.28	0.55

遊戲接受度分析結果如表 3 所示，學習者在所有的接受度子維度平均數均在 5 點量表的 4 以上，表示學習者均認為此卡簡單遊戲化的教學活動，可有助於潮汐與判讀潮汐表的能力和瞭解潮汐變化與月相之間關係的知識習得，進而懂得如何運用在真實生活情境中，同時此遊戲化的學習活動方式簡單、容易理解且易於學習。

表 3 遊戲化教學活動接受度之平均數與標準差 (N=120)

維度	平均數	標準差
認知有用性	4.58	0.56
認知易用性	4.43	0.70
遊戲接受度	4.54	0.54

3.3. 性別差異比較

在性別差異比較方面，分析結果如表 4 所示，經由獨立樣本 t 檢定分析，男、女生在此卡簡單遊戲化教學活動中的學習成效、心流與接受度皆無顯著差異，顯示不同性別的學生在卡簡單遊戲化教學模式的學習成效與對學習活動的投入和接受程度相當。

表 4 性別差異比較

比較項目	男(n=59)		女(n=61)		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
前測總成績	17.03	9.96	19.18	12.19	-1.058	0.292
後測總成績	37.46	8.73	36.48	9.59	0.586	0.559
心流先決因素	4.34	0.49	4.26	0.65	0.769	0.444
心流經驗	4.30	0.48	4.22	0.66	0.777	0.439
整體心流	4.32	0.44	4.24	0.64	0.814	0.417
認知有用性	4.56	0.55	4.60	0.57	-0.396	0.692
認知易用性	4.50	0.68	4.36	0.72	1.111	0.269
遊戲接受度	4.54	0.52	4.54	0.55	0.016	0.988

3.4. 教師觀察與反思

除了上述量化分析，在施測過程中，實施教學的教師也觀察並紀錄學生的學習歷程。由於以往在此課程單元的教學方式皆是透過 ppt 的圖片，加以講述的方式說明潮汐的變化與月相之間的關係，學生較難理解所處在地球位置與月亮、太陽之間的位置關係，進而影響對於潮汐變化的理解。在「卡簡單遊戲化教學活動」的教學過程中，藉由所設計的時間卡與日期卡，學生只要在卡牌中自行找出所處在地球上的位置，接著藉著卡牌上所給予的線索資訊，判斷觀察者所在地球上的位置與月亮、太陽的位置關係，進而思考與判斷所處位置的漲、退潮時間，此遊戲機制讓觀察者與月亮、太陽之間的位置關係更具體化，因此學生對於自身所處在的位置與月亮、太陽之間的位置，與潮汐變化之間的關係就變得更容易理解。

另一方面，教學者觀察到學生在第三階段行動檢索任務模式的活動很投入，對於利用網路搜尋資料以完成任務的遊戲化活動有熱烈的討論。學生會主動討論任務中的提示和線索，主動檢視卡牌上的資訊，再利用平板電腦自行上網搜尋任務中各個旅遊景點的潮汐漲、退潮時間和相關資料，並討論適合前往觀光的時間和行程，以順利完成任務。此現象有別於以往講述式教學活動，學生在課堂中往往不會主動提問，也沒有彼此討論的機會。因此，以小組的活動方式，搭配行動檢索任務的教學活動可以看到學生自發性和知識性的探索行為產生，

小組成員之間也能有深入的討論。此外，教學者也觀察到以遊戲式的學習方式進行學習，降低了學生接觸自然科學領域的學習焦慮，提升了學習動機。

4 結論

本研究藉由經過初步運用「卡簡單遊戲化教學模式」搭配行動檢索與討論任務輔助初中學生於地球科學科教學進行施測與分析，研究結果發現，此教學模式可以達到促進學習者認識潮汐與判斷潮汐表的能力，以及瞭解潮汐變化與月相之間的關係，並進而懂得如何運用在真實生活情境中的學習成效有顯著效果，且心流與接受度總平均皆高於中位數 3，顯示學生對於卡簡單遊戲化教學活動有相當的投入程度與接受度。此外，在教師的觀察紀錄中，也發現到學生使用行動載具利用網路進行資訊檢索任務時，學生會產生自發性的知識探索行為，且衍生出自主性的學習策略與高層次的認知思考，並增進小組成員之間有意義的對話討論。本研究指出，卡簡單遊戲化教學模式可以提昇學生對於學習活動之參與動機，並達到適性化的鷹架引導，並進而促進學習者的學習成效。建議中學地球科學教師們可運用卡簡單遊戲化教學活動於實際教學現場。而未來的研究，則將進一步使用實驗組與控制組對照的實驗法，更深入探討此教學模式的可行性與有效性。

誌謝

本研究感謝臺灣科技事務主管部門的支持，計畫編號 MOST- 107-2511-H-011 -003 -MY3 及 MOST- 105-2511-S-011 -006 -MY3。

參考文獻

- 侯惠澤 (2017)。以認知理論設計素養導向迷你教育遊戲：「微翻轉遊戲式學習模式」在教學現場的推廣與研究。 *教育研究月刊*, 282, 6-42。
- 黃玉如、李承泰、侯惠澤和林上瑜 (2018)。以卡片遊戲、簡報與學習單搭配學生行動檢索任務之初中英文遊戲化教學活動。第二十二屆全球華人計算機教育應用大會(GCCCE 2018)，廣州，中國。
- 沈秀君、王嘉萍、林芙蓉、李承泰、王舒民和侯惠澤 (2018)。運用整合卡片遊戲、簡報科技與學習單之「卡簡單」遊戲化教學活動輔助高中化學科教學之行動研究。第二十二屆全球華人計算機教育應用大會(GCCCE 2018)，廣州，中國。
- Bitting, K. S., McCartney, M. J., Denning, K. R., & Roberts, J. A. (2018). Conceptual learning outcomes of virtual experiential learning: results of Google Earth exploration in introductory geoscience courses. *Research in Science Education*, 48(3), 533-548.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of research in education*, 32(1), 268-291.
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). **Reconceptualizing nature of science for science education**. In *Reconceptualizing the nature of science for science education* (pp. 1-18). Springer, Dordrecht.
- Greene, J. A., Hutchison, L. A., Costa, L. J., & Crompton, H. (2012). Investigating how college students' task definitions and plans relate to self-regulated learning processing and understanding of a complex science topic. *Contemporary Educational Psychology*, 37(4), 307-320.
- Kuhn, D., & Pearsall, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of cognition and Development*, 1(1), 113-129.

- Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.
- Lin, F. J., Wang, C. P., Zhung, H. C., Wang, H. Y., Wang, S. M., Li, C. T., Li, M. C., & Hou, H. T. (2017). *Paper Romance©-An Educational Simulation Game for Learning Papermaking with Contextual Scaffoldings for Elementary Students: The Evaluation of Learning Performance and Flow State*. The 6th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments. Hamamatsu, Japan.
- Lombardi, D., Bailey, J. M., Bickel, E. S., & Burrell, S. (2018). Scaffolding scientific thinking: Students' evaluations and judgments during earth science knowledge construction. *Contemporary Educational Psychology*, 54, 184-198.
- Mason, L., & Boldrin, A. (2008). **Epistemic metacognition in the context of information searching on the Web**. In M. S. Khine (Ed.), *Knowing, knowledge and beliefs: Epistemological studies across diverse cultures* (pp. 377–404). NY: Springer.
- Mayer, R. E., & Johnson, C. I. (2010). Adding instructional features that promote learning in a game-like environment. *Journal Education Computer Research*, 42(3), 241–265.
- Mercier, O. R., & Rata, A. (2017). Drawing the line with Google Earth: the place of digital mapping outside of geography. *Journal of Geography in Higher Education*, 41(1), 75-93.
- Pallant, A., & Lee, H. S. (2015). Constructing scientific arguments using evidence from dynamic computational climate models. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 378-395.
- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). Learning science content and socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change. In *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 45-77). Springer, Dordrecht.
- Sit, S. M., & Brudzinski, M. R. (2017). Creation and assessment of an active e-learning introductory geology course. *Journal of Science Education and Technology*, 26(6), 629-645.
- Wang, S. M., Chen, K. T., Hou, H. T., & Li, C. T. (2017). *A science history educational board game with augmented reality integrating collaborative problem solving and scaffolding strategies*. The 25th International Conference on Computers in Education, Christchurch, New Zealand.
- Xiang, X., & Liu, Y. (2017). Understanding "change" through spatial thinking using Google Earth in secondary geography. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(1), 65-78.

結合協作學習、鷹架策略與 Google Form 技術之高中生物科遊戲化教學活動

A Gamification Teaching Activity Integrated with Collaborative Learning, Scaffolding

Strategies and Google Form for Senior High School Biology Course

陳俊穎¹²，李承泰¹，侯惠澤^{1*}

¹臺灣科技大學應用科技研究所/臺灣科大迷你教育遊戲研究團隊

²臺中市弘文高級中學

* hthou@mail.ntust.edu.tw

【摘要】 本研究發展一個以 Google form 技術結合卡片遊戲、簡報科技與學習單等教學素材，整合協作學習與鷹架學習策略之遊戲化教學活動，以輔助高中生物科的教學。其教學目標在於培養高中學生認識生物演化證據的意義與類型，並能判別生物演化的證據類型。本研究採用準實驗設計法，研究對象為高中一年級學生共 80 人，實驗組使用卡簡單遊戲化教學法，控制組使用影片觀賞、簡報與教師講述教學法。研究結果發現實驗組學生的學習成效優於控制組，且有顯著進步，控制組學生則無顯著進步；實驗組學生在遊戲化教學活動中均有高程度的心流，亦有高度的接受度。

【關鍵字】 遊戲化；遊戲式學習；協作學習；鷹架學習

Abstract: This study designed A Gamification Teaching Activity Integrated with Collaborative Learning, Scaffolding Strategies and Google Form for senior high School Biology Course. A quasi-experimental design was used in this study. A total of 80 tenth grade students from two classes participated in this study and they were assigned into two different groups which are game-based learning group (experimental group) and video learning group (control group). The results showed that the experimental group students had better learning performance than to the control group, and the experimental group students had high average scores of flow and acceptance.

Keywords: Gamification, Collaborative learning, Scaffolding learning

1 前言

生物學是科學領域中一門獨特而堅固的學科 (Tsai, 2006; Wandersee, Fisher, & Moody, 2000)，其中演化是生物學中相當重要的概念 (Mayr, 2001)。目前所發展的演化論內容層次分為巨型演化與微型演化，巨型演化探討新物種或是生物分類群的源起，微型演化探討生物基因遺傳改變和天擇等因素，造成族群內基因的改變 (Campbell & Reece, 2005)。演化理論說明了地球上生命演變的歷史、生物之間的關係、以及生物依賴物理環境的整體原則，然而生物演化是長時間的時空演變，並且學生必須具備「遺傳」、「族群」的概念，但對於學生來說這樣的觀念是抽象、複雜且難以理解的 (Ferrari & Chi, 1998; Jensen & Finley, 1996)，因此學生往往在學習活動中難以建構出可以具體經驗到的演化概念。

以往傳統的生物演化概念教學方式大多是教師以歸納重點、整理表格等方法將知識內容整理好，利用簡報或板書的方式講述給學生聽，或者再加以圖片、影片或動畫形式呈現演化的歷程，但此教學方式並無法明顯且有效的提升學生的學習動機和成效，學生在學習活動中也難以有自主性學習和高層次認知思考的行為產生。

數位科技與網路的發展，讓教師得以藉此契機發展出許多創新教學方式，許多研究皆指出，應用資訊科技與遊戲式的教學活動可以促進學生在科學知識領域的學習動機和學習成效（Kao, Chiang, & Sun, 2017; Hung, Sun, & Yu; 2015）。然而既有的遊戲軟體對於完整生物課程的輔助又可能侷限在特定的單元，且數位遊戲式學習技術或遊戲軟體設計是高門檻的專業領域，自行設計遊戲對於教師是個沉重的負擔。另一方面，教師又受限於時間、成本、資訊能力與行政教學支援不足等因素，以至於無法將教學科技和擬進行的教學單元或內涵相結合。

本研究團隊（台灣科技大學迷你教育遊戲團隊）於2017年依據遊戲理論、認知理論、認知與社會心理學理論與許多遊戲式教學行動研究結果的發現（侯惠澤，2017; Hou et al., 2015; Lin, et al., 2017; Wang et al., 2017）提出整合情境脈絡、協作討論、心流投入、鷹架線索、即時診斷等五個認知設計元素與自由度、不確定性、新奇感、控制感、成就感等五個遊戲機制之「卡簡單遊戲化教學模式」（Gamification Teaching Activity Using Card-Games, Slides and Learning Sheets, CSLS）。運用不插電的桌上遊戲（Board game）之特色與機制，結合免費使用之資訊技術，改善上述之教學局限性，期能有助於提昇學生內在動機，促成學生能進行自學與討論，在不需額外增加過多不必要的科技介入與干擾與小組協作及教師引導下，能應用較為高階的認知思考能力，俾能提昇學習成效。其中 Google 公司（Google LLC）研發了許多免費技術，已有許多教師運用 Google 相關技術於教學中，研究結果也顯示能提升學生的學習動機和成效（Lee, 2018; Spaeth & Black, 2012）。

「卡簡單遊戲化教學模式」之特色在於整合卡片、簡報與學習單等三種教學模式，達到以下幾個效果與能力之培育：（1）卡片、簡報與學習單各自具備其特質與優勢，其中卡片遊戲的設計著重提供同儕互動與自學動機，簡報媒體則提供情境脈絡與幫助學生專注聚焦，而學習單則扮演學習歷程與回顧評估的關鍵角色；（2）透過情境脈絡與鷹架引導，使學生能具備高層次認知思考能力；（3）透過遊戲之控制感、樂趣與成就感促進學生自主學習動機；（4）透過每個卡簡單遊戲所對應之特定核心素養，以訓練學生具備該關鍵核心能力。目前已有初步的研究發現，應用此教學模式對於學生內在動機的提升，學生自主學習與討論行為的產生，並在小組協作及教師引導之學習成效皆有顯著的效果（陳鈺郢、王雅鈴、李承泰、侯惠澤，2018；黃玉如、李承泰、侯惠澤、林上瑜，2018；沈秀君等人，2018）。

因此，本研究之目的在於使用 Google form 技術，結合卡片、簡報科技與學習單等三種媒材，設計一卡簡單遊戲化教學活動「遺落的鯨生鯨世」。其教學目標為幫助學生學習生物演化證據的意義與類型，並能判別生物演化的證據類型。本研究採用準實驗設計法，實驗組使用「遺落的鯨生鯨世」卡簡單遊戲化教學活動進行教學，探討學習者之學習成效、心流與接受度，以及性別差異比較；控制組使用影片觀賞、簡報與教師講述之教學法，探討學習者之學習成效，並進一步探討實驗組與控制組之學習成效差異，同時佐以教師的課室現場觀察的質化資料，整合質量分析，來評估此一教學模式運用在高中生物科的有效性與可行性。

2 研究方法

2.1. 研究設計

為探究本研究所提出之遊戲化教學活動之有效性，本研究採用準實驗設計法，實驗組使用「遺落的鯨生鯨世」卡簡單遊戲化教學活動進行教學，探討學習者之學習成效、心流與接受度，以及性別差異比較；控制組使用影片觀賞、簡報與教師講述之教學法，探討學習者之學習成效。此兩組學生由同一位生物科教師授課，授課教師亦為本研究之主要行動研究者。此外，本研究邀請一位資深教師，於本次卡簡單遊戲化教學模式實施現場觀課，並進行觀課紀錄與教學反思。

2.2. 研究對象

本研究對象為台灣中部某高中一年級共兩個班級學生，一班為實驗組，其中男生 22 人，女生 17 人，共 39 人，平均年齡 15.51 歲，實驗組學生在施測前皆未曾參與過類似遊戲化學習活動；另一班為控制組，其中男生 24 人，女生 17 人，共 41 人，平均年齡 15.54 歲。

2.3. 卡簡單遊戲化教學設計與內容

本研究以 Google form 技術，結合卡片遊戲、簡報科技與學習單等三種媒材，設計一卡簡單遊戲化教學活動「遺落的鯨生鯨世」對高中學生進行施測。故事情境設定鯨族原本生長於遠古大陸的亞特蘭提斯帝國，但陸地遭淹沒後不得不到海裡生存，學生扮演與鯨族締結契約的人類，協助鯨族解開生世之謎。此遊戲化教學活動以分組分式進行，共有兩個活動階段，其說明如下：

第一階段：教師發給每組學生學生 4 張提示卡和 10 張證據卡（圖 1、2），並以簡報呈現遊戲活動中的情境故事引發學生學習動機。每張提示卡各代表 1 種演化證據類型，學生首先閱讀每張提示卡上有關演化證據類型的介紹與說明，進行個人思索，思考演化證據的定義，並將提示卡上的重點填寫於學習單，之後小組成員互相討論彼此摘錄的重點（圖 3）。



圖 1 提示卡正、反面

圖 2 證據卡正、反面



圖 3 學生將提示卡上重點填寫於學習單



圖 4 學生將證據卡配對於對應的提示卡

此外，學習單上所給予的階段性提問與線索，提供了適時的鷹架，讓學生可以依序回答與記錄個人的回答與小組的討論結果。緊接著學生閱讀證據卡上分別陳述鯨魚從陸地演化至海洋的不同類型的證據提示和說明，透過小組討論的方式將證據卡分類，並歸納證據的演化類型。讓學生可以依照提示內容來判別證據卡屬於何種證據類型，最後以配對的方式，將證據卡適當的排列在符合的提示卡下方（圖 4），證據卡背面亦有正確的演化證據類型，可提供學生即時檢核。一張證據卡與提示卡配對正確得點數 1 點，錯誤則扣 2 點，全部排列正確將另外加 3 點。此階段的主要目的在於透過遊戲化活動的方式，讓學生進行自主性的知識探索和小組協作學習，利用鯨魚的演化證據思考演化證據的類型，進而學習演化證據的概念。

第二階段：設有 3 個任務題型之解謎任務，學生需依簡報上所呈現之問題，進行小組討論，並以持有的證據卡來回答問題，學生並以行動載具掃瞄教師所提供之 QR code（圖 5），將小組的答案填寫於 QR code 連結之 Google form（圖 6），所填答之演化證據類型答對 1 種，每則獲得點數 1 點。Google form 之技術可同時呈現每組之答案，並統計結果，因此教師在學生完成每個任務後，將每組學生填答於 Google form 的結果顯示在投影布幕上，教師藉以進行答案的檢核，同時詢問各組學生答題的思考歷程（圖 7）。此外，教師也可透過 Google form 所呈現的學生答題結果，檢示學生的學習成效，對於學生在學習上的概念迷思和不足之處，進而重新和加以補充說明。在此階段的教學活動中，學習單的記錄與提示卡、證據卡上的說明提供了適時的鷹架，學生可先行檢視並複習在遊戲化教學活動第一階段所學有關於演化證據類型的知識，而小組討論的協作學習方式也激發了學生高層次認知思考行為的產生和增加同儕互動的機會。



圖 5 學生使用行動載具掃瞄 QR code



圖 6 學生將答案填寫於 Google form

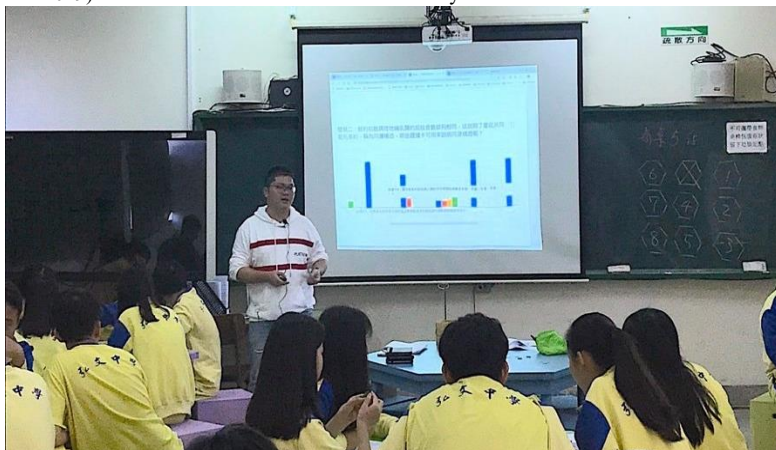


圖 7 教師以 Google form 檢核每組學生的答題狀況

2.4. 實驗程序

本研究除了藉由前後測試題評量實驗組與對照組之學習成效外，也針對實驗組學生對「遺落的鯨生鯨世」卡簡單遊戲化教學模式的心流投入程度和接受度與進行量測。施測流程如下：

- (1) 實驗組：教學活動前10分鐘填寫前測試卷，5分鐘運用簡報說明情境任務引起學生動機，40分鐘進行遊戲任務關卡。教學活動結束後，10分鐘讓每位學生填寫心流和接受度量表，最後15分鐘進行後測。
- (2) 控制組：教學活動前10分鐘填寫前測試卷，55分鐘進行影片觀賞和簡報講述的教學活動。教學活動結束後，最後15分鐘進行後測。

2.5. 研究工具

- (1) 前後測學習單：本研究之前後測學習成效評量均採用相同題目，依照高中生物課本演化單元（演化的證據）的內容作為出題範圍。題目包含三個部份：第一部分為配合題，學生需判別題目所示的演化證據分別屬於何種演化證據類型，此大題屬於記憶層次之問題。第二部份亦為配合題，請學生將四種演化證據類型與其含義作正確的連結，此大題屬於理解層次之問題。第三部份為演化專有名詞之理解，並舉一個實例進行說明，此大題屬於理解與應用層次之問題。
- (2) 心流量表：本研究採用Kiili (2006)的心流問卷（中文版本為Hou & Chou, 2012進行翻譯），分析實驗組學生對本研究設計之卡簡單遊戲化教學活動的投入程度，其評量分為促成心流的先決因素（Flow Antecedents）與心流經驗（Flow Experience）兩大維度。此問卷為李克特氏五點量表，共計22題，其Cronbach's α =0.946，顯示具有非常高的內部一致性。
- (3) 遊戲接受度量表：本研究參考Davis (1989)所開發的科技接受度量表進行調整，分析實驗組學生對本研究設計之卡簡單遊戲化教學活動的接受程度（包含學習者認知此遊戲化學習活動是否有助於學習且容易理解），並設計13題之題目，此問卷維度分別為認知有用性與認知易用性，其Cronbach's α =0.954，達到高度的內部一致性。

3 研究結果

3.1. 實驗組與控制組之學習成效分析

本研究首先採用成對樣本 t 檢定（paired t-test）分析實驗組與控制組學生各別進行教學活動後，學習成效是否有所提升。分析結果顯示，實驗組學生的後測成績與前測成績有顯著差異（ $t=-6.152^{***}$ ），顯示實驗組學生經過「遺落的鯨生鯨世」卡簡單遊戲化教學活動後，

其學習成效有顯著進步，然而控制組學生的前後測成績並未有顯著差異 ($t=-1.788$, $p=0.081>0.05$)。本研究進一步以共變數分析 (ANCOVA) 檢定實驗組與控制組學習成效之差異，迴歸斜率同質性檢定 $F=0.841$, $p=0.362>0.05$ ，未達顯著差異，表示未違反迴歸係數同質性假設，可繼續進行 ANCOVA。結果如表 1 所示， $F=6.685$, $p=0.000<0.001$ ，達顯著差異，表示實驗組學生經過「遺落的鯨生鯨世」卡簡單遊戲化教學活動後，對於認識生物演化證據的意義與類型和判別生物演化的證據類型的學習成效優於以影片觀賞、簡報與教師講述的教學方式。

表 1 實驗組、控制組學習成效後測之 ANCOVA 檢定

項目	樣本數	平均數	標準差	F
實驗組	39	30.33	7.31	6.685*
控制組	41	27.41	8.89	

* $p<.05$

3.2. 實驗組心流、遊戲化教學活動接受度之分析

學生對卡簡單遊戲化教學活動的投入程度與接受度結果如表 2 所示，學習者在心流維度與子維度的平均數均高於 5 點量表的中位數 3，整體心流 (Flow) 達到 4.00 分。此結果說明學習者在「遺落的鯨生鯨世」卡簡單遊戲化教學活動中均有心流投入狀態的表現，也一定程度說明大部分學生皆能專注於此遊戲化教學情境中，對於學生的學習動機促進應可有所助益。

表 2 實驗組心流各維度之平均數與標準差 (N=39)

心流維度	平均數	標準差
心流先決因素 (Flow antecedents)	4.07	0.66
心流經驗 (Flow experience)	3.94	0.68
整體心流 (Flow)	4.00	0.64

遊戲接受度分析結果如表 3 所示，學習者在所有的接受度子維度平均數均在 5 點量表的 4 以上，表示學習者均認為「遺落的鯨生鯨世」卡簡單遊戲化的教學活動，可有助於認識生物演化證據的意義與類型和判別生物演化的證據類型的習得，同時此遊戲化的學習活動方式簡單、容易理解且易於學習。

表 3 實驗組遊戲化教學活動接受度之平均數與標準差 (N=39)

維度	平均數	標準差
認知有用性	4.25	0.53
認知易用性	4.32	0.63
遊戲接受度	4.26	0.53

3.3. 實驗組性別差異比較

在性別差異比較方面，分析結果如表 4 所示，經由 Mann-Whitney U 檢定分析，男、女生此在卡簡單遊戲化教學活動中的學習成效、心流與接受度皆無顯著差異，顯示不同性別的學生在卡簡單遊戲化教學模式的學習成效、對學習活動的投入程度與接受度相當。

表 4 實驗組性別差異比較 (N=39)

比較項目	性別		Mann-Whitney U	Z	p
	男(n=22) Mean Rank	女(n=17) Mean Rank			
心流先決因素	20.02	19.97	186.5	-0.014	0.989
心流經驗	19.77	20.29	182	-0.142	0.887
整體心流	20.02	19.97	186.5	-0.014	0.989
認知有用性	19.39	20.79	173.5	-0.388	0.698
認知易用性	18.09	22.47	145	-1.226	0.22
遊戲接受度	18.75	21.62	159.5	-0.785	0.432
總成績前測	21.16	18.50	161.5	-0.725	0.468
總成績後測	18.27	22.24	149	-1.079	0.281

3.4. 教師觀察與反思

除了上述量化分析，在施測過程中，實施教學的教師也觀察並紀錄實驗組學生的學習歷程。教學者的觀察記錄提到「使用 Google form 技術的統計圖表功能，可以快速且清楚的看到各組答題的情形，並且可以讓學生的注意力聚焦在螢幕上。」觀課教師亦提到相同的現象「學生會好奇 Google form 所呈現的各組答案，並加以討論。」此發現顯示結合 Google form 技術的卡簡單遊戲化教學活動，除可以即時的呈現各組學生解決問題的答案，並統計全班學生答案分佈情形，教時亦可即時檢核學生的學習狀況，給予即時和正確的回饋，解決學生的迷思概念。另一方面，Google form 技術的運用，可以引起學生的好奇心，將專注力放在學習任務上，進而自主性的討論各組答案的不同，同時透過小組分享探索問題的思考歷程，皆有助於促進學習者高層次認知思考與有意義的討論行為的產生。

此外，在教師與觀課教師的觀察紀錄中皆提到，卡簡單遊戲化的教學活動對於學習動機與成效較不佳的學生特別有幫助。教學者發現原本就對自然科學領域較無興趣，且上課容易分心的學生，傳統講授式的機教學方式，較無法引起此類型學生的學習動機。但利用卡簡單遊戲化的教學方式，這些學生變得會主動與同組成員討論，進而產生心流投入狀況。觀課教師亦表示「原本上課需特別注意秩序管理的學生，在卡簡單的教學活動中變得專心且投入，上課教師不再需要為了少數學生的致序管理問題而分心和延誤教學進度。」此結果也顯示，藉由卡片遊戲機制的設計，可以提升學生的學習動機，讓學生專注在學習中。

4 結論

本研究藉由經過初步運用「卡簡單遊戲化教學模式」搭配 google form 之技術輔助高中學生於生物科教學進行施測與分析，研究結果發現，此教學模式可以達到促進學習者認識生物演化證據的意義與類型和判別生物演化的證據類型的學習成效有顯著效果，且心流與接受度總平均皆高於中位數 3，顯示學生對於「遺落的鯨生鯨世」卡簡單遊戲化教學活動有相當的投入程度與接受度。此外，在教師的觀察紀錄中，也發現到結合 Google form 技術的卡簡單遊戲

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

化教學模式可以提昇學生對於學習活動之參與動機，並達到適性化的鷹架引導，產生有意義的討論行為，並進而促進學習者的學習成效。而未來的研究，則將進一步更深入的探究學生間之討論內容架構、認知歷程以及行為模式 (Wang, Hou, & Wu, 2017)，以瞭解其學習歷程與成效的關聯，將助於了解學生在卡簡單遊戲化教學模式中的問題解決常見的學習效益與可能遭遇的困難，幫助研究者設計更即時有效的鷹架引導。

誌謝

本研究感謝臺灣科技事務主管部門的支援，計畫編號MOST-107-2511-H-011-003-MY3 及 MOST-105-2511-S-011-006-MY3。

參考文獻

- 侯惠澤 (2017)。以認知理論設計素養導向迷你教育遊戲：「微翻轉遊戲式學習模式」在教學現場的推廣與研究。*教育研究月刊*，282，6-42。
- 沈秀君、王嘉萍、林芙蓉、李承泰、王舒民和侯惠澤 (2018)。運用整合卡片遊戲、簡報科技與學習單之「卡簡單」遊戲化教學活動輔助高中化學科教學之行動研究。第二十二屆全球華人計算機教育應用大會(GCCCE 2018)，廣州，中國。
- 黃玉如、李承泰、侯惠澤和林上瑜 (2018)。以卡片遊戲、簡報與學習單搭配學生行動檢索任務之初中英文遊戲化教學活動。第二十二屆全球華人計算機教育應用大會(GCCCE 2018)，廣州，中國。
- 陳鈺郢、王雅鈴、李承泰和侯惠澤 (2018)。結合情境學習與多元鷹架之電腦輔助遊戲化教學活動輔助初中地理科教學：學習成效、心流與態度分析。第二十二屆全球華人計算機教育應用大會(GCCCE 2018)，廣州，中國。
- Bromfield Lee, D. (2018). Implementation and Student Perceptions on Google Docs as an Electronic Laboratory Notebook in Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 95(7), 1102-1111.
- Campbell, N., Mitchel, L., & Reece, J. (2000). *Biology, Concepts and Connections*. Pearson Benjamin Cummings, San Francisco, USA.
- Ferrari, M., & M. T. H. Chi (1998). The nature of naive explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1231-1256.
- Fisher, K., Wandersee, J. H., & Moody, D. E. (2001). *Mapping biology knowledge* (Vol. 11). Springer Science & Business Media.
- Hung, C. Y., Sun, J. C. Y., & Yu, P. T. (2015). The benefits of a challenge: student motivation and flow experience in tablet-PC-game-based learning. *Interactive Learning Environments*, 23(2), 172-190.
- Jensen, M. S., & Finley, F. N. (1996). Changes in students' understanding of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 879-900.
- Kao, G. Y. M., Chiang, C. H., & Sun, C. T. (2017). Customizing scaffolds for game-based learning in physics: Impacts on knowledge acquisition and game design creativity. *Computers & Education*, 113, 294-312.
- Mayr, E. (2001). *What evolution is*. New York. Basic Books.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

Spaeth, A. D., & Black, R. S. (2012). Google Docs as a form of collaborative learning. *Journal of Chemical Education*, 89(8), 1078-1079.

Tsai, C. C. (2006). Biological knowledge is more tentative than physics knowledge: Taiwan high school adolescents' views about the nature of biology and physics. *Adolescence*, 41(164), 691-704.

Wang, S. M., Hou, H. T., & Wu, S. Y. (2017). Analyzing the Knowledge Construction and Cognitive Patterns of Blog-based Instructional Activities Using Four Frequent Interactive Strategies (Problem Solving, Peer Assessment, Role Playing and Peer Tutoring): A Preliminary Study. *Educational Technology Research & Development*, 65(2), 301-323.

基于微视频的小学信息技术翻转课堂案例研究

A Case Study of Elementary School Information Technology Flipping Classroom Based on Micro Video

薛树敏¹

¹ 武汉经济技术开发区新城小学

* xueshumin@mails.ccnuc.edu.cn

【摘要】 本文结合现阶段小学信息技术教学中存在的学校机房硬件设施无法及时更新、信息技术课堂对实践操作能力要求较高、信息技术课堂教学环境的特殊性等问题，通过分析基于微视频的小学信息技术翻转课堂教学案例，明晰了基于微视频的信息技术学科翻转课堂解决的问题。

【关键字】 信息技术；实践操作；微视频；翻转课堂；教学案例

Abstract: This paper combines the problems of the school computer room hardware facilities that cannot be updated in time, the information technology classroom has high requirements for practical operation and the speciality of the information technology classroom teaching environment, and analyzes the primary school information technology based on micro video. Flipping classroom teaching cases clarified the problems that can be solved by the micro-video-based information technology discipline flipping classroom.

Keywords: Information technology, Practical operation, Micro video, Flip classroom, Teaching case

1 前言

信息化时代的来临促进着教育信息化的发展，翻转课堂是教育信息化发展的产物，微视频是翻转课堂教学模式中的重要教学方式。微视频与翻转课堂的结合，使得在任何时间、任何地点学习得以实现，并且极大地促进了学生的个性化学习，提升学生的学习效果。

2 小学信息技术教学中存在的问题

2.1. 学校机房硬件设施无法及时更新

我校的计算机机房中的一批电脑使用时间已将近 10 年，主机、键盘等老化、损坏严重，从而导致部分电脑无法被教师机接管，部分电脑对应的键盘也有不同程度的损坏，部分按键失灵等等。这样的硬件设施问题带来的结果就是部分学生不接受教师的管理，部分学生愿意学习却无法在机房进行及时的实际操作。而由于计算机使用时间久，有些新的软件无法下载安装，影响课时的安排。学校机房硬件设施的更新不及时是中小学的普遍现象。信息化社会设备的更新换代太快，学校作为教育单位，硬件设施的更新换代相对于社会上的其他科技公司确实会略慢。

2.2. 信息技术课堂对实践操作能力要求较高

信息技术课堂与语文、数学等其他课堂相比，对学生的实践操作能力要求较高。中小学信息技术课程标准指出：要借助信息技术课程帮助学生习得获取信息、传输信息、处理信息、应用信息的能力（基础教育信息技术课程标准,2012）。尤其是信息技术中的专题“信息加工与表达”这一部分，该专题由“文本”、“表格”、“图片”、“声音”、“动画”、“视频”、“综合”七个单元组成（段青,2012）。任何一个单元都要求学生在听取老师的讲解之后自行操作，独立完成相应任务。学生只有会操作了，才能真正达到对相应知识点的掌握。

2.3. 信息技术课堂教学环境的特殊性

中小学信息技术课程标准对课时的规定如下：小学阶段信息技术课程，不少于68学时，建议102学时。上机课时不少于总学时的70%（基础教育信息技术课程标准,2012）。正因为如此，学生信息技术课的大部分上课时间是在计算机教室。一周一次进计算机教室对学生来说是很兴奋的，我校学生平时运用电脑的时间不多，所以这种新鲜感会导致他们在课堂上更加活跃，更希望去表达自己、表现自己。

3 基于微视频的小学信息技术翻转课堂设计

翻转课堂在教学中的运用日趋广泛，很多地区的学校都在摸索翻转课堂的教学模式并希望将其运用到常态化的教学中。基于信息技术课堂中关于PowerPoint的教学，形成了以下教学设计：

基于微视频的翻转课堂教学流程(谢忠新,王其冰,2015)：

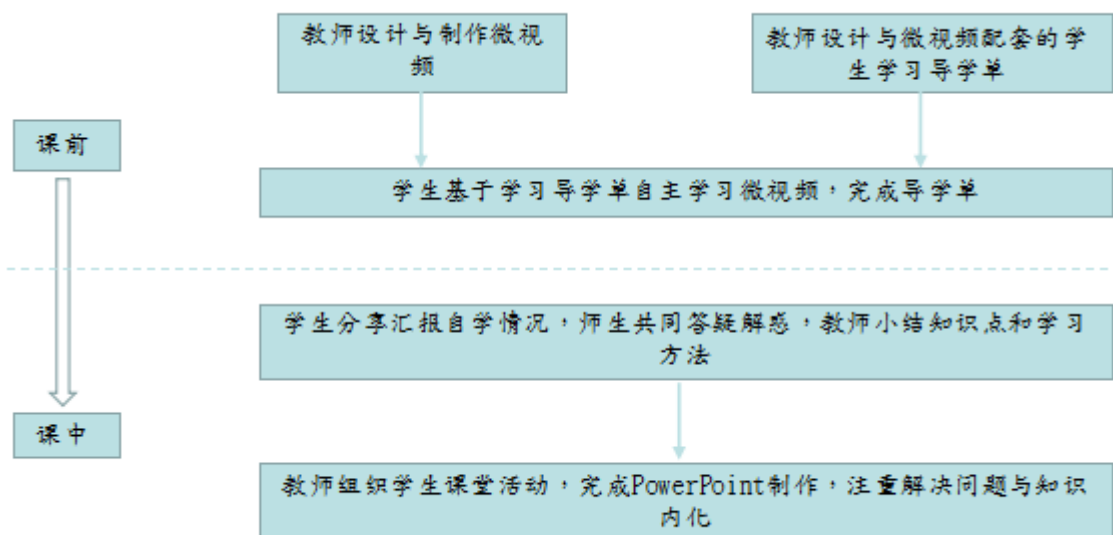


图1 基于微视频的翻转课堂教学流程图

基于微视频的小学信息技术翻转课堂教学主要包括两个环节：课前+课中。课前，教师将教学知识点梳理出来设计制作成逐个单一的微视频，连同对应的导学单，上传至武汉教育云平台，并在自己的班级中发布。学生在学习微视频的过程中完成导学单，遇到不懂的可反复观看微视频自学。课中，学生分小组进行自学情况的汇报，汇报讲解不清楚的地方，则有其他同学补充，教师在这一过程中小结知识点和学习方法。掌握课堂的知识要点之后，教师布置课堂活动任务，最终展示分享完成的作品。

下面是武汉市经济技术开发区新城小学的薛老师开展小学信息技术“绿色”校园我来创——初识 PowerPoint 的教学案例。本课是结合热点话题和武汉版五年级信息技术课本中的 PowerPoint 初识改编而成，教学对象为五年级学生。

课前：教师制作了有关 PowerPoint 简介和启动方法、PowerPoint 界面介绍、PowerPoint 中插入图片和文字的微视频，同时设计了对应练习的导学单，将相关微视频和导学单发布至武汉教育云平台。学生在此之前学习了 Word 和 Excel 等操作软件，并掌握了软件的基本操作。他们对电脑操作有着极大的兴趣，具备一定的自学能力，利用知识间的迁移可学习 PowerPoint 的基本操作。通过学生学与练结合的方式检查学生的自学情况。微视频的学习方式，也可以调动学生学习的积极性。同时，微视频为学生的泛在学习提供了机会，不懂的地方，学生可以反复看视频，满足学生的个性化学习需求。

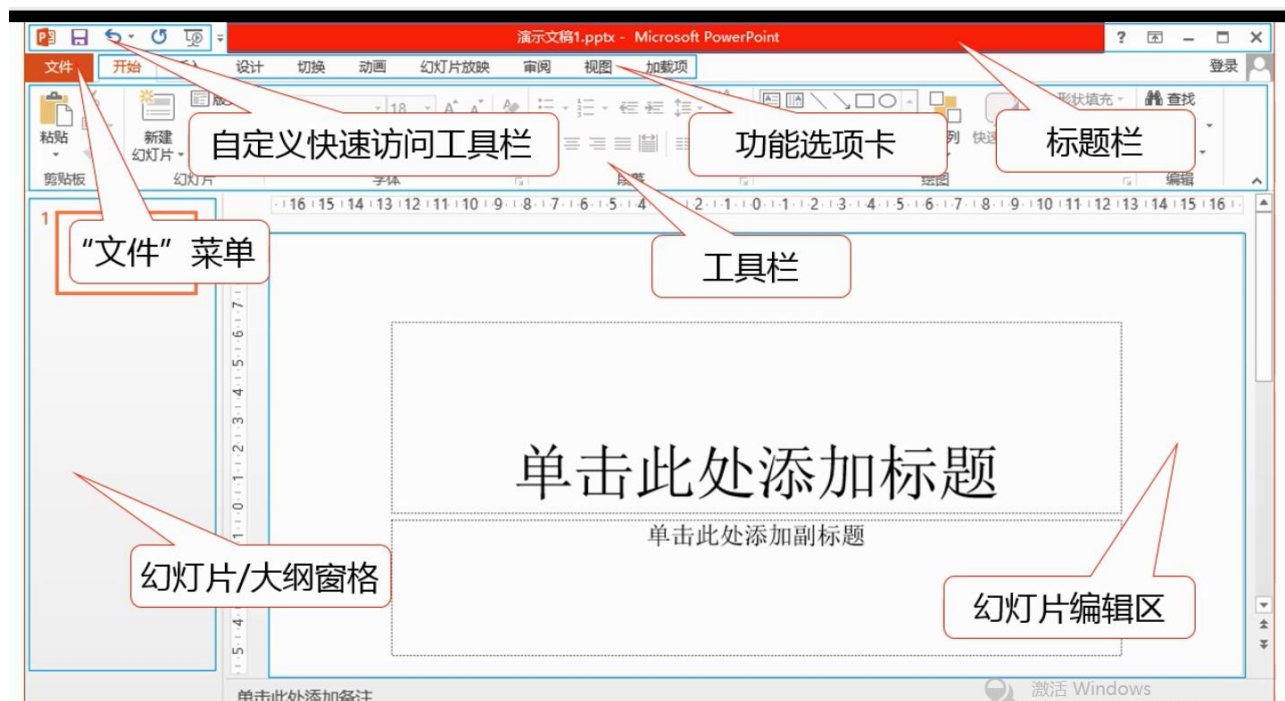


图 2 PowerPoint 界面介绍视频截图

课中：教师将教学过程分步进行，逐步引导，以任务驱动，更明确地帮助学生掌握 PowerPoint 的操作方法。

环节一：学生讨论对“绿色”校园的认识，发现“绿色”校园包含卫生、文明、绿色环境、“绿色”文化、节约等方方面面。围绕这一认识，利用 PowerPoint 以图文结合的方式去呈现自己的想法。这一环节的设置主要是针对目前社会的热点话题“绿水青山就是金山银山”引发学生开放性的思考对“绿色”校园的认识。从而在制作 PowerPoint 时能够把自己的所思所想以图文并茂的形式呈现出来。

环节二：学生汇报 PowerPoint 的操作方法并答疑解惑。学生上台分享自己学到的对 PowerPoint 界面的认识，怎样在 PowerPoint 中插入图片和文字等。学生通过自学能够掌握一定的知识点，但教师的引导也是必不可少的，可以帮助学生梳理所学知识。同时同学之间互相帮助，彼此答疑解惑也是对学生自学能力的一种认可。在本课的教学过程中，学生广泛交流，互相答疑解惑，取得了较好的教学效果。

环节三：制作“绿色”校园主题的 PowerPoint 演示文稿并进行多元评价。学生围绕以下要求制作演示文稿：（1）利用提前分发的“绿色”校园资料制作 PowerPoint 演示文稿；

(2) 主题突出“绿色”校园；(3) 演示文稿包含图片和文字介绍；(4) 幻灯片页数不少于4页；(5) 布局美观；(6) 完成之后上传至武汉教育云。学生操作到一定阶段，教师将巡视过程中存在问题的演示文稿和做的较好的演示文稿展示出来，引导学生围绕制作要求“主题突出”“图文并茂”“布局美观”进行评价，取长补短，指导学生修改或完善自己的演示文稿。通过 PowerPoint 制作演示文稿汇报自己对“绿色”校园的认识，将想法进行可视化的呈现，激发学生学习 PowerPoint 的兴趣。课堂展示环节，学生的 PowerPoint 演示文稿制作精美，观点新颖，听课的领导们给予了较高的评价。

4 基于微视频的信息技术学科翻转课堂解决的问题

4.1. 打破学习空间的局限性

利用微视频进行翻转课堂教学，学生通过下发的视频和导学单可以提前进行学习，不再受到学习空间的限制。学生可以利用周末的时间，在平板电脑或者台式电脑上学习，根据所学进行实时的操作训练，遇到不懂的地方可以尝试反复观看视频并自行操作直到理解相应知识点。学习不再仅仅局限于计算机教室。

4.2. 为学生课堂上的实践操作提供更多的时间

小学一堂课的时间通常是40分钟，而真正留给信息技术课堂的时间很明显少于40分钟。学生从教室到在计算机教室需要准备时间，开机、打开相应软件等等到正式进入上课状态又会占用部分时间，等到老师把基础知识讲解完，留给学生的操作时间已经不多。运用翻转课堂教学则能够为课堂节省部分时间，学生有充足的时间交流解答学习中存在的问题，也能有更多的时间去操作实践。

4.3. 提升学生的学习效果

本节课采用翻转课堂的教学方法，学生课前通过微视频学习 PowerPoint 的相关操作方法。由于课前的学习与了解，并且结合信息技术课所学，通过浏览器进行搜索，利用网络与班级学生获得交流。在课堂的展示环节，部分学生通过课前的自学已经制作好了“绿色”校园我来创演示文稿，素材丰富，内容新颖，体现了极强的 PowerPoint 操作技巧。学生的学习效果远高于利用传统方式进行教学的学生。

参考文献

- 中国教育技术协会信息技术教育专业委员会. **基础教育信息技术课程标准** (2012 版) [EB/OL]. http://www.ictedu.cn/upload/2012_05/12050408248528.pdf, 2012-05-04.
- 段青. (2012). **《基础教育信息技术课程标准(2012 版)》** 义务教育阶段基础模块内容标准解读. 中国电化教育(10), 28-32.
- 谢忠新, & 王其冰. (2015). 微视频在中小学信息技术学科教学中的应用. **中小学信息技术教育**(6), 62-65.

基于虚拟现实环境的游戏化教学模式设计

Design of gamification teaching mode based on virtual reality environment

郑倩月¹，刘梁文^{2*}

¹ 广州大学教育学院

² 贵州省黄平县平溪中学

* 2111708188@e.gzhu.edu.cn

【摘要】 随着智能化时代的到来，虚拟现实技术已成为各大领域炙手可热的话题。《地平线报告》多次将其列入教育中技术发展的趋势，我国将不断借鉴国际上已有的虚拟现实技术在教育中的探索与应用，充分发挥虚拟现实技术带给教育的革新。与此同时，“游戏化”的概念也逐渐崛起、壮大。如何利用虚拟现实技术开发真实、可操作性强、寓教于乐的教育游戏和如何把虚拟现实技术与教学深度融合，使其达到 1+1>2 的效果将是新时代教育的诉求。

【关键字】 虚拟现实环境；教育游戏；游戏化；教学模式

Abstract: With the advent of the intelligent era, virtual reality technology has become a hot topic in all fields. The Horizon Report has repeatedly listed it as a trend in technology development in education. China will continue to learn from the exploration and application of virtual reality technology in the world, and give full play to the innovation brought by virtual reality technology. At the same time, the concept of "gamification" has gradually emerged and expanded. How to use virtual reality technology to develop real, operability, educational and educational games and how to integrate virtual reality technology with teaching depth to achieve the effect of 1+1>2 will be the appeal of the new era education.

Keywords: virtual reality environment, Educational game, Gamification, Teaching mode

1 前言

教育乃是国家兴旺、发展的大事，何以教育、何为教育、如何教育一直以来都是莘莘学子不断探索、寻找的答案。随着时代的变迁、技术的革新，社会的发展，国家对于人才的需求日益增长。虚拟现实技术的沉浸感、交互性和构想性三大特征带给教育前所未有的体验，并被广泛应用于生活的方方面面。新时代对传统教育教学提出了新挑战：知识要富有诱惑性，教学要富有情境性、内容要富有趣味性。诚然，在现实需求下催生了“游戏化”教学理念。游戏化教学被广大教师所青睐，在教学过程中不断引入“游戏化”概念与游戏元素，以促进知识的新鲜度和激发学生的学习动机。教育中，虚拟现实技术与游戏化元素的出现将能够实现教育 1+1>2 的完美结合，培养创新型、全能型学生的发展。同样，虚拟现实技术的特点为游戏化教学的实现搭建了脚手架。因此，如何设计基于虚拟现实环境下的游戏化教学模式是一个亟待解决的问题。

2 虚拟现实技术

「虚拟现实技术(Virtual Reality Technology)是由交互式计算机仿真组成的一种媒体，能够感知参与者的位置和动作」，替代或者增强一种或者多种感官反馈，从而产生一种精神沉浸于或出现在仿真环境(虚拟世界)中的感觉。虚拟仿真技术能带给人类近似于真实的虚拟环境，个人能够凭借自己的构想，设计虚拟环境，沉浸于其中。虚拟仿真技术作为智能时代的高新技术无疑为生活的各方面带来便利。

虚拟现实技术起源于1963年，其思想来源于西方人利用风筝原理发明了飞机。经过几十年的发展与演变，现今，虚拟现实技术处于应用阶段，被广泛应用于军事航天、教育、医疗、商业等多个领域。虚拟现实技术主要包括三种类型：桌面式虚拟现实系统(Desktop VR)、完全沉浸式虚拟现实系统(Fully-immersive VR)、分布式虚拟现实系统(Distributed VR)。在教育领域主要使用的是完全沉浸式和分布式虚拟现实系统。

3 何为游戏化教学

教育信息化时代下，学习者对于知识的获取途径、种类逐渐有了更高的新需求，不在遵循于传统的教学模式，而是更加渴望有趣、互动、沉浸式的学习活动。唯有这样的教学活动方能实现终身学习、碎片化学习。传统的教学采用填鸭式教学方法，把学生当做知识存储的容器，不断把枯燥的信息传递给学生，强制性的进行信息加工，大部分学生都处于被动接受状态。长此以往，则导致学生思维固化，缺乏创新创造能力与思维。因此，国家提出了一系列的教育新理念，其中，“寓教于乐”就是广大教师所提倡的一种教学理念。

「英国计算机编程专家Pelling在2002年首次提出了“游戏化(Gamification)”概念，但知道2010年，这个概念才真正成为热门」。「游戏化，是指将游戏或游戏元素、游戏设计和游戏理念应用到一些非游戏情境中」。「在过去的几年中，游戏化已经逐渐成为一个流行趋势，被广泛应用于教育、工业、商业、环境、政府、营销等各式各样的情境之中」。游戏化概念的提出丰富了教学内容，刺激了学习者兴趣，使教学变得更加有趣。游戏化教学，就是指把游戏元素、设计与理念融入教与学当中，以促进学生学习动机、激发学习兴趣、获得沉浸式学习体验为直接目的的一种教学方式。师生可以利用游戏化教学活动平台进行交流，从单向信息传递转变为双向互动交流模式，「让教学者在轻松愉悦的教学体验中获得知识，技能，以培养正确情感态度的过程」。游戏化教学能够带给学习者新的体验与刺激，逐步引导学习者完成任务，并及时予以反馈——奖励或者惩罚，提升学习者的自我成就感，促进学习者更好的完成任务。游戏化教学带来的教育教学体验与虚拟现实技术给予教育的支持不谋而合，两者共生发展，互相弥补，相辅相成。

4 为何游戏化教学

教育中，技术的不断更新与迭代，使广大学者不断反思传统教育存在的不足与挑战。国家层面也是相当重视，教育部予以教学新改革，学界也纷纷提出各式各样的教学模式与方法，如：翻转课堂、个性化学习、协作学习、探究式学习、混合学习、泛在学习等等。的确，以上教学新形式能够带给教育一定程度的革新，给与教育新的生命力与活力。但无论哪一种教学模式与方法总会有缺陷，而教师的作用就是要扬长避短，结合多种模式与方法，充分发挥各自的价值，使得利益最大化，效果最优化，绩效突出化。

游戏化教学就是对传统教育教学的一次翻新。对传统教育而言，教育应该是规范的、固定的、基于黑板粉笔和课桌的有序教学活动。时代的变迁，技术的更新，教育的形式也不在仅仅局限于课堂教学中，更多一部分是学习者利用业余时间、碎片化时间进行的自主学习。游戏化教学的益处主要体现在以下几方面：

4.1. 激发学习动机

游戏无论是对于儿童、青少年、成年人的诱惑力都极大，儿童的天性喜欢玩耍，杜威也一直强调，儿童就是要从做中学，玩中学。儿童对于自身学习缺乏控制与约束，在没有教师或家长的指导情况下，很容易迷失自我，沉浸于网络的虚拟环境。青少年，虽说对游戏有了一定的辨识度，深知不能沉迷于游戏之中，可是由于学业压力，只有通过玩游戏的方式寻找放松。成年人在忙碌一天后，希望能够通过游戏解乏，了解新鲜事，增加生活的趣味性。可见，游戏渗透人类生活的多方面，体现在生活中的时时刻刻。试问，如果教育跟游戏一样有趣，能够有效的激发学生的学习动机与积极性，吸引学生注意力，那么教育还会乏味无趣吗？学习者还会出现注意力不集中，不专心学习的情况吗？据相关研究表明，游戏化教学有利于调动学生的教学积极性，激发教学动机，发展认知能力，「培养学生创造力、问题解决能力、协作能力等高阶能力，并从不同视角真实了其价值」。

4.2. 提供沉浸体验

游戏化教学中，学习者可根据自身需要，选择以角色扮演的方式，进行沉浸式学习体验，享受趣味学习的乐趣。学习者选择自己喜欢的角色，进行游戏，以游戏规则为学习目标，过关斩将，层层掌握每个环节，最终获得成功，达成学习目标。游戏过程的每个环节都会得到及时的信息反馈——是否闯关成功。诚然，教学的过程可以与游戏过程进行类比，游戏者在游戏失败结束之后，会得到及时的反馈，游戏者会根据归因理论进行自我反思，在好胜心的驱使下，不断挑战、前进，直至攻克难关，取得胜利。教学过程亦是如此，学习者在教师的引导下，不断探索知识的源泉。对问题层层剖析，抓住核心，解决问题。

4.3. 反馈学习成效

学习者通过沉浸式体验真实的游戏情境，玩家根据游戏规则，为获得游戏的最终胜利而逐步完成每个子任务。知识的获得亦是如此，层层深入、理解透彻。任务结束后，就会得到及时的结果反馈，是否闯关成功，一般对于闯关成功的玩家会予以积分或者金币等奖励，虽然大多都是虚拟的奖励，但是对于玩家而言，更多的是自我成就感与效能感的满足与提升。而失败的玩家则需要重返上一关卡重新挑战。失败的玩家则会反思不足、积累经验，小心谨慎完成再一次的挑战。游戏玩家对于游戏都有获胜的决心与渴望，因此，把游戏元素融入到知识的传递过程中，以游戏化的形式呈现知识，让学习者对于知识也是怀抱“尝试-失败-再尝试-成功”的决心，知识的学习不再是难题，最终都将会被学习者所掌握。

4.4. 促进协作学习

在社会发展中，游戏由最初的单机游戏逐渐变成多人游戏，这种形式的转变无疑在强调协作的重要性，同时强调了人机互动和人人互动。纵观当前的各大主流游戏，都是需要以团队的方式进行比赛。同理，在教育当中，作为终身学习者，应该学会集思广益，整合集体的智慧，实现个人的价值。协作学习的能力也已成为考核一名优秀学生的标准，懂得协作，才能更好的进行自我学习。游戏化教学中，通过社交方式倡导学习者之间掌握协作学习。研究表明，游戏的社交性对真实世界具有积极意义，「如协作性的游戏能提升游戏者的幸福感，发展亲社会情感，建立更强的社会联系」。

4.5. 培养计算思维

「游戏化是使用游戏机制和游戏化体验设计，数字化地鼓励和激励人们实现自己的目标」。游戏化，就需要学习者接触、使用电子化、数字化设备进行思维探索与训练。游戏中，游戏者往往会全身心的沉浸于游戏情境中，深入寻求游戏规则与游戏思维，力求获得最终的胜利。而教学，就是把游戏思维和规律与知识相融合，利用游戏化的元素促进学生对于知识的元认知。在游戏过程中，极大发挥学生想象力，培养学生计算思维。国际上对此已有不少成功的案例证明游戏化教学对学生计算思维培养具有不俗的效果，例如，「Berland 通过大型的桌面网络游戏来进行学习者群体计算思维的培养，通过对定性样本的分析发现网络游戏能够有效促进学生计算思维的发展」。

5 基于虚拟现实环境的游戏化教学模式设计

游戏化教学亦是把游戏元素融入到课堂教学中，改善传统以教师为中心的“满堂灌”式教学方式。教学的主体是学生，教师的角色不仅局限于引导者，更要高于引导者。「游戏化学习将转变“以教师为中心”的传统思路，让学生在教学活动中主动建构自我知识体系」。如何运用虚拟现实技术的特征，设计游戏化教学，以增强学习的趣味性，提升学习者的参与度，促进教学质量与效果的提升？本文以联通主义学习理论和建构主义学习理论为基础，构建了在虚拟现实环境中的游戏化教学模式（如下图所示），以期为促进游戏化教学与虚拟现实环境的融合，充分发挥两者优势，共同推动教学稳步发展。

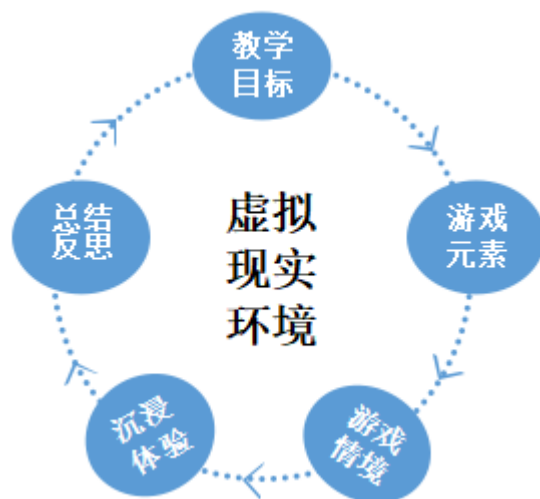


图 1 基于虚拟现实环境的游戏化教学模式

5.1. 明确教学目标

教学目标是课堂教学的指南针。教学之初，教师充当创造者的角色。首先，根据教学大纲结合学习者的认知风格和学习者个性化需求制定明确的教学目标，让学习者在满足需求之余还能丰富知识、体验趣味化学习，真正做到“从做中学，从玩中学”。教学目标如同游戏规则一样，起指导性、决定性的作用，将引领教学方向，指导游戏化学习设计。其次，选择相应教学内容，利用游戏化手段呈现教学内容，切勿为了游戏而游戏。一定是根据特定的教学内容，融入合适的游戏元素，以增添教学趣味性与互动性。最后，突出教学重难点，教学重难点的突出能够引导学生进行深度探究、发现问题、解决问题，完成知识内化到运用的转

变。再则，教学重难点的突出有利于游戏环节的设置，根据教学内容、重难点有序的融入游戏元素。

学习准备阶段，虚拟现实技术以具象化的方式为教学目标与内容的呈现提供了平台，以更具吸引力、启发性的形式进行教学导入。虚拟现实环境能够带给学习者真实性体验，变间接经验为直接经验，颠覆了传统课堂教学无法提供有利于学习者思考与学习的环境。简单的多媒体技术、AR\VR 技术能够简明扼要的呈现教学目标与内容，突出重难点。虚拟场景的导入调动了学习者的积极性与学习热情。具体、明确的教学目标、教学内容、重难点能够有效的引导学习者自主学习、培养知识内化与迁移的能力。

5.2. 设计游戏元素

在凯文·韦巴赫等构建的游戏化 DMC 系统中提到，「游戏化的机制元素表现为激发游戏者内在动机的一些基本游戏活动，如挑战、竞争、奖励、反馈等」。在进行教学设计时，适时适量的加入游戏元素，不仅能够激发学习者的兴趣、动机，还能增添学习的趣味性，真正做到寓教于乐，以学习者热爱的学习方式进行教学。据调查研究，绝大部分人都认为学习本是乏味、枯燥的过程。那么，如何使枯燥的事物变得活泼、生动、有趣，一方面取决于创造条件供学习者真情实感的体验，另一方面取决于在教学设计中，增添趣味性元素。基于终身学习的理念，「以学习者乐于接受的方式来激发其学习动机、培养其学习能力，最终帮助学生实现自主学习是教育的重要一环」。

变枯燥乏味的课堂为生动活泼的游戏体验，可以通过两方面实现。一是提供学习者真实体验，真实的学习环境能够激发学生的真情实感，把学习者置于真实问题情境中，利于学习者在学习过程中完善自我、实现自我追求与价值。二是教学设计融入游戏元素。游戏元素的主要功效是激发学生学习积极性、吸引学生注意力，使学习者深度沉浸在学习环境中。游戏元素的设计需要从动机、机制方面进行思考。适宜的加入挑战、机会、竞争、合作、反馈、奖励、交易、回合等元素，游戏元素的融入要考虑特定的学习环境需求，而竞争、合作与奖励是游戏必备的基本要素。

5.3. 游戏情境导入

导入是教学的开始，教学成功与否，很大一部分取决于导入设计得是否成功。因此，导入的设计一般采用音视频双声道刺激的方式，以吸引学习者注意力。但是故事等描述性导入与视听觉多媒体刺激的导入实则实施效果并不是很好，原因在于，它们仅仅提供一个情境化的场景，对于内容没有严格筛选，问题的提出没有明确的答案，学生的回答也将难以得到及时与准确的反馈，因而造成学习者问题的积累，不能及时消化。而采用游戏化的教学方式就能及时的给予学习者结果反馈，反馈信息有助于学习者成功完成学习任务。反馈不是简单地呈现行为产生的结果，对答案正确与否的判断，而是对目标进行的量化和细化，「因此反馈需要达到的效果是人们通过反馈知道如何分解问题，以及如何达到下一个目标」。

以景代物、化虚为实、虚实结合的近似真实情景能够有效的培养学生的思维与能力。虚拟现实环境具有的交互性能够有效的运用到游戏化学习中，设计真实、趣味、启发性的教学情境，学习者在情境中互动与学习。特别是对于抽象事物的理解与学习，虚拟现实技术与游戏化教学模式相结合将起到事半功倍的效果，既提供了模拟真实场景，又能给予学习者及时的学习反馈。值得注意的是，虚拟现实环境中的情景导入要具有一定的启发与诱导，要让学习者能够直观的透过现象看到事物的本质。

5.4. 沉浸式体验

沉浸式的体验提供给学习者自主探究、学习的平台，让学习者可以投身于虚拟情境中，虚拟现实技术能够将人置于一种逼真的环境中，就像在真实的客观世界中一样，给人以身临其境之感。虚拟现实技术的沉浸感给进行游戏化学习体验的学习者提供了临场感与角色扮演的优势。虚拟现实技术与游戏化教学同样重视沉浸性，这给沉浸式的学习体验提供了技术支持与服务体系保障。在虚拟情境中，学习者通过玩游戏的方式，切身体会游戏乐趣，获取、掌握、运用知识，最终形成游戏化思维，把复杂的知识通过简单、有趣的方式进行学习。

虚拟环境能够提供学习者沉浸式的体验学习环境，让学习者在体验、实践的过程中完成知识的构建与发展提供了有利的条件。学习者融入学习环境，易于产生心流体验。「Kiili认为，在教育游戏中，如果学习者感到心流体验，那么该游戏将对学习者产生积极影响」，提升学习者的集中注意力，有助于完成学习任务。首先，虚拟环境的设计要符合学生的认知发展和学习风格、贴近学生生活。比如，针对低年级学生，虚拟场景多以动画的形式呈现，动画元素更符合小学生的认知。其次，虚拟环境要具有动态性。大部分学习者对新鲜事物都具有极强的好奇心，想要接触、融入新的环境中。因此，虚拟场景设计拒绝单一化，静态化，多增添活泼元素和学生喜闻乐见的卡通人物。最后，除了利用信息技术实现虚拟环境的搭建，还可以通过简单的课堂场景改造，折纸、卡片、角色互换等形式实现游戏化的学习环境。

5.5. 总结与反思

总结与反思是教学设计中的关键环节，总结教学过程的优势，反思不足与缺陷，在不断实践探索的过程中，及时对虚拟现实环境下的游戏化教学进行补足与再设计。游戏化学习结束后，学习者在教师的指导下，分享游戏化学习的心得与体会、收获与展望。教师则需要及时检测、评价游戏化教学的效果，根据结果完善教学设计与游戏设计。

总结与反思的结果应可视化呈现，便于提供给师生指导与资源保存。可视化结果主要体现在以下两方面：学习者学习路径可视化，虚拟现实环境能够记录学习者游戏化学习的过程与结果。对学习者在学习过程中自身情况的变化、学习路径的轨迹进行归纳与总结。再此基础上，教师给予学习者反馈，提供建议或提供学习支架，以进一步实现学习者的个性化学习。奖励机制可视化，传统课堂的奖励形式单一且滞后，奖励失去了时效性。虚拟现实环境下的游戏化学习能够通过及时的游戏激励机制，对每位学习者的每一步操作、进步与成功给予精细化、精确化的奖励，有依有据，并且奖励形式灵活多样，可以采取积分、勋章、排行榜等形式。

6 结束语

虚拟现实技术的发展给游戏化教学提供了平台与技术支持。游戏化教学也已逐渐被广大教育者所接受，并都在各自的教学活动中进行尝试，但由于游戏化教学理论还不够完善、实践不够丰富，操作性不强等原因，致使游戏化教学仍处于初步探索阶段，未能正式走入课堂教学，因此游戏化教学还值得更进一步的深化与探究。于此同时，虚拟现实技术同样面临不够成熟的现状。唯有技术与方法、理论与实践的不断革新、深化、落地，才能彼此成长、相辅相成、深度融合。

参考文献

- 刘光然（2011）。*虚拟现实技术*。北京：清华大学出版社。
BURKE B.（2017）。*游戏化设计*。武汉：华中科技大学出版社。

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

(美)简·麦戈尼格尔 (2012)。《**游戏改变世界：游戏化如何让现实变得更美好**》。杭州：浙江人民出版社。

凯文·韦巴赫和丹·亨特 (2014)。《**游戏化思维：改变未来商业的新力量**》。杭州：浙江人民出版社。

孙彦彬 (2016)。《**游戏化翻转课堂教学模式的构建与实证研究——以“大学英语读写译”课程为例**》。《**现代教育技术**》，**26(11)**，80-86。

张金磊 (2013)。《**游戏化教学理念在翻转课堂教学中的应用研究**》。《**远程教育杂志**》，(1)，73-78。

尚俊杰和张露 (2017)。《**基于认知神经科学的游戏化教学研究综述**》。《**电化教育研究**》，(2)，104-111。

石晋阳和陈刚 (2016)。《**教育游戏化的动力结构与策略**》。《**现代教育技术**》，**26(06)**，27-33。

李宜逊、李虹和德秀齐 (2017)。《**游戏化学习促进学生个性化发展的实证研究——以 GraphoGame 拼音游戏为例**》。《**中国电化教育**》，(5)，95-101。

刘俊和祝智庭 (2015)。《**游戏化——让乐趣促进学习成为教育技术的新追求**》。《**电化教育研究**》，(10)，69-76。

Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). *Computers & Education. Assessing the effects of gamification in the classroom: a longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance*, **80**, 152-161.

Berland, M., & Wilensky, U. (2015). *Journal of Science Education and Technology. Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking*, **24(5)**, 628-647.

整合環景地圖與行動合作問題解決學習對學生的數學學習動機以及問題解決感

知之影響

Effects of the Use of Panoramic Map for Mobile Collaborative Problem-Solving Learning on Student's Mathematics Motivation and Problem-Solving Perception

簡邑容¹，賴阿福²，蔡淑瑛¹，楊汶潔¹，李佳偉¹，吳明行¹，陳家亮¹，莊茜雯¹，陳志鴻^{3*}

¹臺北市立南港小學

²臺北市立大學資訊科學系

³臺中教育大學 教師專業碩士學位學程

*duke.chchen@gmail.com

【摘要】在真實的學習環境，學生將藉由一系列的資料蒐集、分析，解釋與反思，以從中獲得內容知識，和高層次的思考技能。另一方面，文獻亦強調在問題解決導向學習的實踐上，學生需要全力投入於活動，方能獲取學習之成效。在現今資訊科技發達的學習環境，學生需要引導以合作完成問題解決任務，進而克服漸增地複雜、真實的問題，成為問題解決者。本研究整合環景地圖與行動合作問題解決學習，並應用於小學數學課程，以探討其對於學生數學學習成效的影響。研究結果顯示，應用此教學模式能顯著地提升學生的內在數學學習動機以及促進其問題解決之感知。

【關鍵字】環景地圖；合作問題解決；行動學習；數學學習動機

Abstract: In an authentic learning environment, students can attain content knowledge, and promote their high-order thinking skills by means of a serial data collection, analyses, explanation and reflection. On the other hand, previous research has emphasized that students need to engage in a problem-based learning environment for promoting their learning effectiveness. Nowadays, it is important for students to cope with the increasingly complex and authentic problems in a technology-rich learning environment, so as to become problem solvers. In this study, the panoramic maps are integrated into a mobile collaborative problem solving design in a mathematics course. The experimental results indicated that this approach can not only significantly improve students' learning motivation, but also enhance their perception of problem solving.

Keywords: panoramic map, collaborative problem solving, mathematics motivation

1 緒論

一般而言，小學數學教育之發展，經歷了「學科本位」、「學生本位」進而轉換為「能力本位」之探討，亦即強調學生能力的培養。此時，小學數學教育從注重計算技巧與應用問題的練習，朝向學生數學知識的主動建構。美國數學教師協會所組織的學校數學標準委員會（Commission on Standards for School Mathematics）於1989年指出，數學課程應該提供學生新的問題解決機會和情境，以提升其學習動機和數學技巧。其中，「幾何」是數學課程中的

一個重要的學習面向(Abu, Ali, & Hock, 2012)，也是幾個國際大型學生評量測驗（例如，The Programme for International Student Assessment, PISA)中一項主要的議題。據此，學生的幾何觀念與思考對於其數學表徵的能力，以及解決真實情境的問題均是息息相關的。

學生的高層次思考能力一直是受到關注的議題。例如，二十一世紀關鍵能力聯盟（Partnership for 21st century skills, 2015）主張二十一世紀之人才必須擁有三個面向之核心競爭能力，其包含「生活與職業(life and career)」、「資訊媒體和技術(information, media and technology)」以及「學習和創新(learning and innovation)」。再者，因應現今快速變化的社會所漸增的複雜性問題，培養學生 21 世紀的關鍵能力以增益其思考和行動，亦顯示出其重要性(Kelley & Knowles, 2016)。在提升學生的問題解決能力方面，問題解決導向學習(problem-based learning)是常見的教學策略。教師以提供問題、資源以及探索的機會，引導學生進行觀察、蒐集資料以及反思學習(Hoffman & Ritchie, 1997)。

在問題解決導向學習環境中，學生可以採用小組合作的方式，藉由實際的生活情境、真實的問題，進行一系列的資料蒐集、分析，解釋與反思。學生可從問題解決導向學習中獲得內容知識，和高層次的思考技能(Rovers, Clarebout, Savelberg, & van Merriënboer, 2018)。例如，Baran 和 Sozbilir (2018)的實證研究採用情境式問題導向的學習方式，據此以提升了學生對於概念學習的成就以及高層次的思考技巧。另一方面，文獻亦強調在問題解決導向學習實踐上，學生必須投入於學習環境中(Dunlap, 2005)，因此，提升學生對於問題解決導向學習任務的動機，亦是值得探討的議題。

受益於資料科技的快速發展，訊息的傳遞更為快速。在面臨豐富、多元、複雜的訊息和情境時，問題解決的能力更形重要。尤其是，以小組合作的方式強化問題解決的效益(Sears, & Reagin, 2013)。經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)主張在訓練獨立思考的個體時，除了個體自我本身的才能外，亦須具備能溝通協調、批判思考以及接納不同意見等之合作問題解決能力(collaborative problem solving, CPS)(OECD, 20117)。在 OECD 辦理的國際學生能力評估計畫(Program for international student assessment, PISA 2015)中，其發展了合作問題解決評量架構，強調三種主要核心能力，分別是「建構與保持共同的理解(establishing and maintaining shared understanding)」、「採取適當的行動來解決問題(taking appropriate action to solve the problem)」、「建立和維護團隊組織(establishing and maintaining team organization)」；再者，PISA 2015 以四個階段，檢測學生的合作問題解決能力，其分別為「探索與理解(exploring and understanding)」、「表達與形成(representing and formulating)」、「計畫與執行(planning and executing)」和「監控與反思(monitors and reflecting)」。

藉由資訊科技的輔助，學生參與合作問題解決活動，將有助於群體智慧的發展，並能以互補的方式增進其認知的素養，當學生以資訊科技建構有意義的互動，能促進和輔助合作的過程(Alvarez, Salavati, Nussbaum, & Milrad, 2013)。因此，在現今資訊科技發達的學習環境，不論是在正式或非正式的學習情境中，學生需要引導以合作完成問題解決任務，進而克服漸增地複雜、真實的問題，並成為問題解決者(Song, 2018)。近年來，隨著行動與無線科技的進展，許多教育以及教育研究者已將行動科技應用於校園學習中，並證實其對於學生學習的顯著效益(Zheng, Chen, & Kong, 2017)。例如，在 Choi、Land 和 Zimmerman (2018)的研究中，其探討學生在行動科技的支持下，於戶外真實的學習環境中，運用問題解決的策略，以辨別和獲得樹木生命的循環的相關資訊。

然而，在真實情境的重要性被強調的同時，研究者也提出在此包含真實世界以及豐富資訊的複雜教學環境中學習，仍是具有挑戰性的(Chen & Hwang, 2017)。因此，本研究將在學生

於真實學習情境，進行行動合作問題解決活動時，結合環景地圖的應用，給予學生所需的引導，以利其活動的實施，以及能力的培養。綜上所述，本研究將整合環景地圖與行動合作問題解決學習，應用於小學數學課程上，並探查其對於學生數學學習成效的影響。據此，本研究的問題分述如下：

- (1)探討「整合環景地圖與行動合作問題解決學習」，對於學生的數學學習動機之影響？
- (2)探討「整合環景地圖與行動合作問題解決學習」，對於學生的問題解決感知之影響？

2 整合環景地圖與行動合作問題解決學習模式設計

2.1. 行動合作問題解決學習模式

本研究以 PISA 2015 合作問題解決評量架構(如表 1 所示)為基礎，設計「整合環景地圖與行動合作問題解決學習」模式。PISA 2015 合作問題解決評量架構探討個人問題解決能力中必要的四大過程：探索與理解、表達與形成、計畫與執行，以及監控與反思為主軸，搭配合作解決問題能力的三大主要核心能力：建構與保持共同的理解、採取適當的行動來解決問題、建立和維護團隊組織，所發展出的 12 種教學模式。在此評量架構為基礎下，本研究將結合行動科技的優勢，讓學生可在不受時間以及地點的限制下，進行合作問題解決學習活動，以完成各項合作問題解決的任務。

表 1. PISA 合作問題解決評量架構 (引自 PISA, 2015)

問題解決過程	合作問題解決能力		
	建構與保持共同的理解	採取適當的行動來解決問題	建立和維護團隊組織
1.探索與理解	(A1)發現團隊成員的觀點和能力	(A2)發現合作互動的類型來解決問題，以及配合目標	(A3)了解解決問題的角色
2.表達與形成	(B1)建立一個共享的表徵形式與協商問題的含義(達成共識)	(B2)確定和描述要完成的任務	(B3)描述角色和團隊組織(對小組成員溝通合作的規則)
3.計畫與執行	(C1)與團隊成員溝通所要執行的行動的方法與策略	(C2)制定計畫	(C3)遵守合作的規則(例如，促進團隊成員執行任務)
4.監控與反思	(D1)監控和維持共同理解	(D2)監測行動結果評估解決問題的成功	(D3)監控，提供回饋與適應團隊組織和角色

2.2. 環景地圖應用

本研究發展之 360 環景地圖，學生可在 Google Map 上搜尋學校名稱，再點進地圖後，便可找到此學校各樓層的一些 360 環境地圖(如圖 1 所示)。學生在問題解決學習任務中，當習得各個不同角度的概念後，可透過學校專屬的 360 環景地圖，討論並制定實際到校園內各個定點的計畫。



圖 1. 學校教學現場之 360 環景圖示例

2.3. 整合環景地圖與行動合作問題解決學習過程

在問題解決學習活動設計上，本研究以數學領域之「幾何概念」為教學主題。教學目標包含以下 6 點：(1)能認識角度單位「度」，並使用量角器實測和畫出指定的角；(2)能認識銳角和鈍角；(3)能做角的合成與分解，並做角度的加減計算；(4)能理解旋轉角的意義；(5)能認識平角是 180 度，周角是 360 度；(6)能認識並分辨銳角、鈍角、直角、等腰、正三角形。

在問題解決學習活動過程中，學生將以分組方式，進行合作問題解決學習，並完成各項學習任務。例如，本文以認識角度(旋轉角)為例，呈現學生學習歷程，分述如下：

1. 探索與理解階段

在探索與理解階段，小組將合作地進行三個學習活動：(1)認識順/逆時針；(2)認識旋轉角(時鐘)；(3)時鐘角度例題解說與練習。此時，小組成員將運用「建構與保持共同的理解」、「採取適當的行動來解決問題」或「建立和維護團隊組織」的方式來進行合作問題解決任務。例如，某組的學生運用「(A2)發現合作互動的類型來解決問題，以及配合目標。」的方式，來解決問題。

2. 表達與形成階段

在表達與形成階段，小組將合作地進行二個學習活動：(1)幾何角度總整理；(2)歸納旋轉角的條件。如圖 2 所示，此時，某一組成員以「(B2)確定和描述要完成的任務」的方式，完成任務。

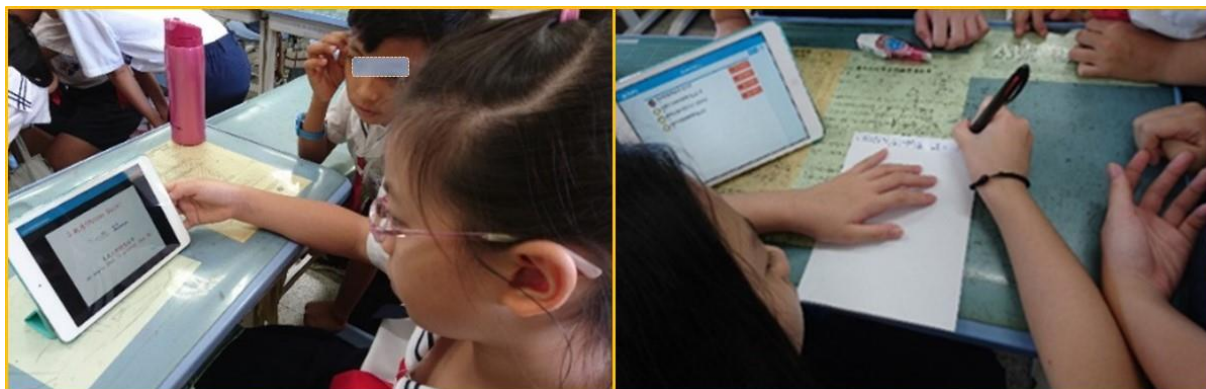


圖 2. 表達與形成_分析與歸納旋轉角的條件

3. 計畫與執行階段

在計畫與執行階段，小組將合作地進行二個學習活動(如圖 3 所示)：(1)運用 360 度環景圖，擬定任務區塊探索計畫—找尋旋轉角。(2)運用數學附件，測量找到的旋轉角，並將測量

過程錄影上傳。例如，某組的學生運用「(C1)與團隊成員溝通所要執行的行動的方法與策略」的方式，來解決問題。



圖 3. 運用 360 環景圖擬定探索計畫與校園實地探索

4. 監控與反思階段

在此階段，學生進行小組報告、討論、回饋與發表：(1)為什麼要有旋轉角?(2)旋轉角的應用。例如，某組的學生運用「(D2)監測行動結果評估解決問題的成功」的方式，以進行監控與反思。

3 研究方法

3.1. 實驗對象

本研究以臺北市某小學四年級四個班的 99 位學生為實驗對象，其年齡在 9 到 10 歲之間。其中，兩個班 52 位學生為實驗組，以整合環景地圖與行動合作問題解決模式學習；另兩個班 47 位學生為控制組，以行動合作問題解決模式學習。所有參與研究之學生都曾有運用行動科技，進行學習之經驗，在教室內也都備有每位學生上課時專屬的平板電腦。

3.2. 研究工具

本研究之工具包含軟、硬體設備，以及學生感知問卷。在硬體項目為 7.9 吋 iOS 平板電腦；軟體包含了「酷學習」教學系統、Protractor 量角器 APP；在問卷上則有數學學習動機、問題解決問卷。

「酷學習」為臺北市政府教育局提供之教學系統，其能讓教師透過學習平台，建置教學相關之教案、編輯學生學習任務。透過「酷學習」教學系統，學生能夠以分組的方式，在平台中上傳、繳交小組探索與討論後之相關成果。Protractor APP 能夠讓學生在戶外一邊探索、一邊確認生活中的角度。學生開啟 Protractor APP 時，可以透過此 APP 直接量出看到物件的角度，判斷該角度為什麼樣的角，並拍照紀錄。

數學學習動機問卷修改自 Hwang 和 Chen (2017) 的研究，其所發表之學習動機問卷，以探討學生在不同行動合作問題解決教學模式下的數學學習動機之變化情形。本問卷包含內在動機與外在動機兩個向度。內、外在學習動機向度的題目均為 3 題，並採用 5 等量表方式填答 (1 代表非常不同意，5 代表非常同意)。例如，在內在動機的題目範例：「在這樣的課堂中，我喜歡能引起好奇心的教材，就算是它可能是不容易學習的。」；在外在動機的題目範例：「對我來說，在這堂課上得到好的成績，是最能令我滿意的。」。問卷的 Cronbach's alpha 為 0.79，呈現可被接受的信度值。

問題解決感知問卷亦參考自 Hwang 和 Chen (2017) 的研究而發展。問卷的題目共有 5 題，採用 5 等量表之方式填答，例如，「除問題本身之外，我們應該還需要辨認與問題有關的原因。」問卷的信度值(Cronbach's alpha)為 0.78，表示其信度是可被接受的。

3.3. 實驗流程

本研究以準實驗的方式，探討應用環景地圖於行動合作問題解決學習，對於學生的數學學習成效之影響。實驗流程如圖 4 所示，首先，所有的實驗對象在上課前，均須填寫數學學習動機前測卷以及問題解決感知前測卷，以瞭解學生們在實驗處理之前，其數學學習動機以及問題解決感知之分布情形。接者，實驗組學生進行為期兩週之整合環景地圖與行動合作問題解決學習；同時，控制組學生則是運用行動合作問題解決模式學習。之後，所有學生填寫數學學習動機後測卷以及問題解決感知後測卷。最後，本研究選取兩組學生各 6 名，以 1 對 1 半結構式訪談的方式，深入瞭解學生對於此學習模式之看法。

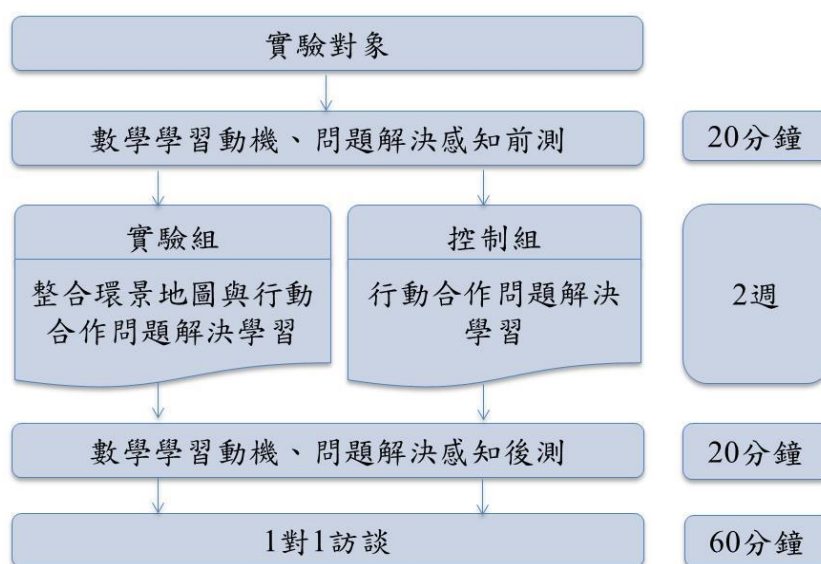


圖 4. 實驗流程

4 實驗結果

4.1. 整合環景地圖與行動合作問題解決學習對於學生的數學學習動機之影響

在環景地圖應用於行動合作問題解決學習，對於學生的數學學習動機之影響上，本研究以共變數分析(analysis of covariance, ANCOVA)的方式進行探討。其中，以學生的數學學習動機前測為共變項，學習模式為自變項、以及數學學習動機後測為依變項，並分成內、外動機兩個向度，分別執行與分析。

在內在動機向度上，在確認其未違反迴歸係數同質性($F=0.05, p>.05$)後，執行共變數分析，其結果如表 2 所示。在不同的實驗處理之後，兩組學生的內在數學學習動機已達顯著性差異($F=17.06, p<.001$)。再者，實驗組學生的內在數學學習動機之後測調整後平均值為 4.11 分(標準誤為 0.10 分);控制組學生的內在數學學習動機之後測調整後平均值為 3.54 分(標準誤為 0.10 分)。由此可知，整合環景地圖能提升學生在行動合作問題解決學習活動時之內在數學學習動機。

表 2. 學生的內在數學學習動機之描述性資料及 ANCOVA 的結果

個數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤	F 值
----	-----	-----	--------	-----	-----

實驗組	52	4.13	0.73	4.11	0.10	17.06***
控制組	47	3.52	0.95	3.54	0.10	

*** $p < .001$.

在外在動機向度上，在其通過迴歸係數同質性假設($F = 1.20, p > .05$)後，執行共變數分析。ANCOVA 的分析結果(如表 3)顯示，在不同的實驗處理之後，兩組學生的外在數學學習動機並未達到顯著性差異($F = 0.09, p > .05$)。由此可知，環景地圖並未顯著地影響學生在行動合作問題解決學習活動時之外在數學學習動機。

表 3. 學生的外在數學學習動機之描述性資料及 ANCOVA 的結果

	個數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤	F 值
實驗組	52	4.14	0.65	4.19	0.08	0.09
控制組	47	4.28	0.80	4.23	0.09	

4.2. 整合環景地圖與行動合作問題解決學習對於學生的問題解決感知之影響

本研究以共變數分析方式，探討整合環景地圖與行動合作問題解決學習，對於學生的問題解決感知之影響。其中，以學生的問題解決感知前測為共變項，學習模式為自變項、以及問題解決感知後測為依變項。

在確認其未違反迴歸係數同質性($F = 0.01, p > 0.05$)後，執行共變數分析，其結果如表 4 所示。兩組學生在經過不同的行動合作問題解決學習模式之後，在問題解決的感知上，達到顯著不同的差異($F = 13.91, p < .05$)。再者，由於實驗組學生的問題解決感知後測調整後平均為 4.25 分(標準誤為 0.07 分)；控制組學生的問題解決感知後測調整後平均為 4.02 分(標準誤為 0.07 分)。由此可知，整合環景地圖能提升學生在進行行動合作問題解決學習活動時之問題解決感知。

表 4. 學生的問題解決感知之描述性資料及 ANCOVA 的結果

	個數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤	F 值
實驗組	52	4.23	0.62	4.25	0.07	5.04*
控制組	47	4.03	0.78	4.02	0.07	

* $p < .05$.

4.3. 學生訪談

在學生進行整合環景地圖與行動合作問題解決學習活動後，本研究採取 1 對 1 半結構的方式，訪談學生對於此學習模式之看法。訪談結果摘錄如下：

- 我從這個活動學到很多團隊合作的方式。例如：到探索定點前的溝通—誰要圖選 360 度環景地圖的角度圖形、是不是需要輪流拍照(s05)。
- 我學到了如何用量角器測量角度，例如銳角、直角、鈍角，以及平角、周角等概念。活動過程中我們先從環景圖中找角，再到現場就比較找得到(s02)。
- 先看環景圖，再出去拍照，我覺得很有趣，希望下次還有這樣的活動(s06)。
- 活動探索過程：首先，我們必須拍照和排列，最後上傳。團體任務：我們必須觀察生活中的角，並拍照和標示出來。我的收穫：我學到了社會中有許多我們意想不到的事情正在等著我們去探索，所以我們應該用心探索(s01)。

5 討論與建議

本研究整合環景地圖於行動合作問題解決學習，並應用於小學數學課程，以探討其對於學生數學學習成效之影響。本研究結果顯示，應用此學習模式能顯著地提升學生的內在數學學習動機以及促進其問題解決之感知。

本研究發展之整合環景地圖與行動合作問題解決學習模式，有效地提升了學生的內在數學學習動機。依據 Dunlap(2005)的主張，在問題解決導向學習的實踐上，有賴於學生投入於學習環境以及學習任務。因此，本研究發展的教學模式，將有益於合作問題解決學習活動的實施與發展。

另一方面，整合環景地圖與行動合作問題解決之學習模式，顯著地促進了學生的問題解決之感知。此結果呼應於一些行動科技支持問題解決學習之研究，例如，Choi、Land 和 Zimmerman (2018)在行動科技的支持下，獲得問題解決導向學習的相關成效。應用本教學模式亦能符合 Song (2018)之主張，其認為在資訊科技發達的學習環境，引導學生合作問題解決，能克服複雜的問題，使學生成為問題解決者。

本研究發展之整合環景地圖與行動合作問題解決學習模式，能有效地提升學生的內在數學學習動機以及問題解決之感知。本研究建議後續的研究可朝向更大樣本的探討，以調查不同的變項與問題解決能力之關係，例如，自我效能或溝通表達能力。

參考文獻

- Abu, M. S., Ali, M. B., & Hock, T. T. (2012). Assisting primary school children to progress through their van Hiele's levels of geometry thinking using google sketchUp. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 64, 75-84.
- Alvarez, C., Salavati, S., Nussbaum, M., & Milrad, M. (2013). Collboard: Fostering new media literacies in the classroom through collaborative problem solving supported by digital pens and interactive whiteboards. *Computers & Education*, 63, 368-379.
- Baran, M., & Sozibilir, M. (2018). An application of context-and problem-based learning (C-PBL) into teaching thermodynamics. *Research in Science Education*, 48, 633-689.
- Chen, C. H., & Hwang, G. J. (2017). Effects of team competition-based ubiquitous gaming approach on students' interactive patterns, collective efficacy and awareness of collaboration and communication. *Educational Technology & Society*, 20(1), 87-98.
- Choi, G. W., Land, S. M., & Zimmerman, H. T. (2018). Investigating children's deep learning of the tree life cycle using mobile technologies. *Computers in Human Behavior*, 87, 470-479.
- Dunlap, J. C. (2005). Problem-based learning and self-efficacy: How a capstone course prepares students for a profession. *Educational Technology Research and Development*, 53(1), 65-83.
- Hoffmann, B. O. B., & Ritchie, D. (1997). Using multimedia to overcome the problems with problem based learning. *Instructional Science*, 25(2), 97-115.
- Hwang, G. J., & Chen, C. H. (2017). Influences of an inquiry-based ubiquitous gaming design on students' learning achievements, motivation, behavioral patterns, and tendency towards critical thinking and problem solving. *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 950-971.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 1-11.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

OECD. (2017). *PISA 2015 collaborative problem solving framework*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts>.

Partnership for 21st Century Skills (2015). *Framework for 21st century learning*. Retrieved from <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>.

Rovers, S. F., Clarebout, G., Savelberg, H. H., & van Merriënboer, J. J. (2018). Improving student expectations of learning in a problem-based environment. *Computers in Human Behavior*, 87, 416-423.

Sears, D. A., & Reagin, J. M. (2013). Individual versus collaborative problem solving: divergent outcomes depending on task complexity. *Instructional science*, 41(6), 1153-1172.

Song, Y. (2018). Improving primary students' collaborative problem solving competency in project-based science learning with productive failure instructional design in a seamless learning environment. *Educational Technology Research and Development*, 66(4), 979-1008.

Zheng, Q., Chen, T., & Kong, D. (2017). An empirical study on context awareness integrated mobile assisted instruction and the factors. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 1737-1747.

數位說故事教學策略對小學學童語文學習動機與歷程之探究

Developing Digital Storytelling Learning Activities for Enhancing Students' Language

Learning Motivation and Performance in an Elementary School

陳妍潔¹，陳暉翔^{1*}，陳貞仔¹，莊秀敏¹，賴阿福^{2*}，楊政穎²

¹臺北市立明湖人民小學

²臺北市立大學資訊科學系

^{1*}fly@mail.mhups.tp.edu.tw, ^{2*}laiahfur@gmail.com

【摘要】說故事常被用來提升學生口說表達與創造能力，近年來因為數位科技的發展，利用多媒體呈現故事內容，除了提升學生動機，進而提升其學習表現。本研究以5E學習環開發「故事創課e起來」之數位說故事教學活動，主要實施領域與對象為語文科小學二年級學生，學生在活動中進行劇本改寫、戲劇演出及以數位軟體編輯故事，透過生生與親子互評與自評的滾動式修正，以提升語文學習學習興趣、創造力及語文表達能力，研究結果希望作為教育現場教學的引用參考。

【關鍵字】數位說故事；語文表達能力；語文學習；學習動機；5E學習環

Abstract: Storytelling has long been used to assist the improvement of a students' narration and creation ability. Due to prompt information technology advancement, digital story with multimedia components can enhance the learners' motivation and learning achievement. This study adopted 5e learning cycle for developing a digital storytelling activities for second graders in Chinese language course. The students were asked to complete a digital story through rewriting of scripts, participating in plays, and editing stories by digital software and mobile device. In addition, peer assessment and self-assessment activities were conducted for revising the quality of digital story by inviting Students' parents to participate this activity. Through observation and teaching reflection, the research results reveal that digital storytelling strategy can promote the learners' learning interest, creativity and narration ability.

Keywords: digital storytelling, narration ability, language learning, learning motivation, 5-e learning cycle

1 前言

語文教育應幫助學生習得現代公民所需之聆聽、口語表達、標音符號與運用、識字與寫字、閱讀、寫作的的能力，藉由各類文本的閱讀欣賞與創作，激發創意，開拓生活視野，培養反省、思辨與批判的能力。語文教育的最大作用就是認識人生社會及深化自己的情感與思想，可是傳統語文科教學，偏重讀、寫訓練，忽略了聽、說，教師需改變傳統教學方式，因為傳統填鴨式的學習方式無法達成語文教育的目標（何三本，2002）。

明湖小學校訓為勤學、創新，期望豐富學生知識、培養學生創造力，以具備面對未來挑戰的知識、能力與態度，因此各領域教學均以培養學生主動學習的熱情、系統思考、解決問

題與互動溝通的能力為教學目標。語文領域更是著重培養學生的閱讀理解、溝通表達的能力，期望提升學生的基本能力。

因此，「故事創課e起來」課程以小學2年級上學期語文課本第8單元「國王的新衣」為教材，以5E學習環教學模式進行語文科教學，以「國王的新衣」為藍本進行劇本寫作教學，並使用數位說故事軟體依據完成的劇本製作成影片，期望透過完整的語文教學提升學生的學習興趣、創造力及溝通表達能力。

2 數位說故事

加拿大數位說故事圖書館(WVML)定義數位說故事是口述故事的自然發展，數位說故事使用敘述、文字、圖像和聲音等多媒體技術來表現故事內容，是個人敘事的數位表現、傳統說故事藝術的現代表現(WVML, 2014)。Engel指出說故事的重要功能：1.瞭解生活世界；2.解決問題；3.瞭解情感的世界；4.成為文化成員；5.交朋友和維持關係；6.建構自我；7.創造和改編，其中「創造和改編」指出了說故事與創造力的關係(引自劉漢, 2008)。數位故事製作過程表現個人自我，給予學生用美感手法去展現藝術技能、其批判思考力、和問題解決的能力，因為當學生在製作數位故事時，必須執行多項要務，如探討主題的重要意義、書寫劇本、進行電腦繪圖、個人旁白錄音、活用背景知識、及分析資訊和心情的作用去成功地表達故事(鍾生官, 2006)。

鄭麗齡(2011)設計數位說故事教學策略-就愛e起說故事，研究發現參與數位說故事課程的六年級學生在口語表達、文字表達上的能力有顯著的進步；數位說故事教學活動同樣能提升五年級學生的英語口語能力及學習英語的動機與學習態度(蘇珍慧, 2014)。張閔惠(2016)帶領學生於閱讀課觀察文本內容，分析、組織故事內容，進而搭配數位說故事製作結合圖文與故事文本的圖片素材，再進行故事影片的製作，最後進行數位說故事分享；數位說故事激發學生的好奇心，帶動學習的氣氛，引發學生的閱讀動機，進而提升學生之閱讀表現。

柯宏達(2013)以後設認知理論架構數位說故事專題活動以社會科教材為素材，讓五年級學生創作數位故事，研究結果顯示數位說故事專題活動有助於提升學生社會科的學習動機，更有助於提升學生的問題解決能力與創造力。柯昭伊(2015)於輔導活動課中帶領八年級學生運用數位說故事教學策略探索生涯發展，研究結果發現在撰寫劇本時引導學生發掘自己的內在特質，在理解自我的過程中，提升了學生的生涯探索能力及；課程實施過程中的分組討論，提升學生溝通表達的能力；探討主題、書寫劇本、製作數位故事的過程均提升學生批判思考的能力。

因此，本研究希望透過「故事創課e起來」數位說故事課程設計，提昇小學二年級學生語文學習興趣、創造力，與同儕分組合作及發表討論的過程提升學生的語文表達的能力。

3 教學實踐案例

基於上述研究結果與建議，本校教師組成教師專業學習社群，共同進行「故事創課e起來」課程設計，教材為康軒出版社編定之小學2年級上學期語文課本第8單元，單元名稱為「國王的新衣」。

3.1. 成立教師專業學習社群

本校為推動行動學習，帶領教師進入行動學習的領域，除積極辦理各項研習外，更於2013開始在臺北市立大學資訊科學系賴阿福教授及臺北教育大學課程與教學傳播課技研究

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

所劉遠楨教授指導下成立行動學習教師專業學習社群，除行動學習專業成長，專業成長內容包含主題課程規畫、語文、數學、社會領域與寫作教學備課，多次辦理行動學習公開觀課。2018年更參與臺灣十二年人民基本教育課程綱要先鋒學校試辦計畫，接受臺北市立大學趙曉美教授的指導，透過對談、反思、合作、共享，達到「自發、互助、共好」的精神。



圖 1 透過教師專業學習社群，一起「自發、互助、共好」。

3.2. 研究對象與研究工具

本研究對象為臺北市小學二年級學生，共 28 名，分班時採能力異質混合分組，學生程度與其他班級相同。

本校每間教室配有教學用 PC 一部、電子白板一部、單槍一台、無線網路 AP 一台，教師以手機錄製學生表演影片，學生使用 Apple iPad 操作 Toontastic 3D APP 進行數位說故事。教學過程中，教師使用 Airserver 投影軟體，將行動載具畫面投影至單槍上進行解說與討論。教師將錄製的學生戲劇影片及數位故事影片發布至 Line 通訊群組的相簿中，讓家長與學生於群組內進行親子互評。

3.3. 教學課程設計

「故事創課 e 起來」課程包含課文摘要、生字詞語、課文深究、寫作、聆聽與說話教學，除課文教材的教學外，寫作教學課程內容包含認識戲劇、劇本及劇本的寫作指導，聆聽與說話教學則透過戲劇演出的討論、互評，讓學生反覆修正劇本、表演方式。教學活動以 5E 學習環教學模式結合行動載具作為創新教學策略，期望透過 5E 學習模式幫助學生將知識拓展運用到不同的情境(Warner & Myers, 2011)。課程中不斷讓學生進行發表討論、透過觀賞錄影自評，更將戲劇演出及數位說故事成品放在班級群組讓家長與學生進行親子互評，讓孩子能夠觀摩別人的作品，同時也可以修正自己的作品，不斷的進步。

「故事創課 e 起來」課程總時數 26 節課，課程時間規劃如下：語文科單元教學部分，課文摘要 5E 教學 1 節、生字詞語 5E 教學 2 節、課文深究 5E 教學 2 節；延伸課程部分運用生活課、彈性時間及本校樂活課程進行教學，寫作 5E 教學 8 節，戲劇演出 5E 教學 4 節，數位說故事 5E 教學 8 節。

3.3. 課文摘要 5E 教學

透過課文摘要 5E 教學設計，希望學生能說出課文的主旨。教學活動分別為：活動一引起動機：請學生口說分享自己聽過的「國王的新衣」故事內容；活動二課文朗讀：依序全班共讀→分組朗讀→個別朗讀；活動三試說大意：教師提問，引導小組思考，小組討論後，發表大意（如圖 2）。



圖 2 透過朗讀課文、小組討論、上台發表讓學生了解課文大意

3.4. 生字詞語 5E 教學

生字詞語 5E 教學設計分成兩個教學活動，活動一詞語教學：學生分段朗讀各段課文，教師提出詞語，由學生發表或老師解釋詞意，並請學生試用詞與造句；活動 B 生字教學：每個詞語詞意討論後，教師提出生字，解釋字義，指導學生書空習寫及造詞。希望學生透過生字詞語 5E 教學活動能了解生字結構、新詞的意義，並能運用所學到的生字和語詞，如圖 3。



圖 3 透過字詞的結構、組成認識字詞的意義，並學會如何運用。

3.5. 課文深究 5E 教學

課文深究 5E 教學設計希望學生能認識文章段落、深入理解課文、熟練句型及能依據文句內容朗讀文章。分成四個教學活動（如圖 4），活動一課文閱讀理解：學生朗讀課文後，教師提問，引導學生討論、思考課文閱讀理解問題；活動二認識課文分段：導學生分辨形式段落(五段)和內容段落(三段)及課文結構；活動三短語及造句練習：課文短語及造句練習，小組討論後發表；活動四感受聲韻的美感教學：引導學生從朗讀感受聲韻的美感，並找出押韻字，進而教師指導學生課文朗讀。



圖 4 課文深究 5E 教學設計

3.6. 寫作 5E 教學—延伸活動 1

寫作深究 5E 教學設計（如圖 5）希望學生能認識劇本，練習劇本創作。分成二個教學活動，活動一認識劇本，透過欣賞影片國王的新衣引導學生討論與劇本相關的問題認識劇本的要素；活動二劇本創作：分段討論課文重點及欣賞影片，並寫出對話的重點，接著小組上台發表劇本，進行小組評分，及學生觀賞影片自評。



圖 5 學生分組進行劇本創作，並上台發表

3.7. 戲劇演出 5E 教學—延伸活動 2

戲劇演出屬於聆聽與說話教學的教學活動之一，透過戲劇演出 5E 教學設計，如圖 6。以舞台劇影片讓學生認識戲劇表演，接著讓學生實際演出自己創作的劇本，除了透過每一組學生的同儕互評，觀看影片進行小組自評外，並將影片放到班級群組，進行親子互評，如圖 7。希望透過自評、同儕互評及親子互評的互相觀摩學習，以提升學生聆聽語說話的能力。

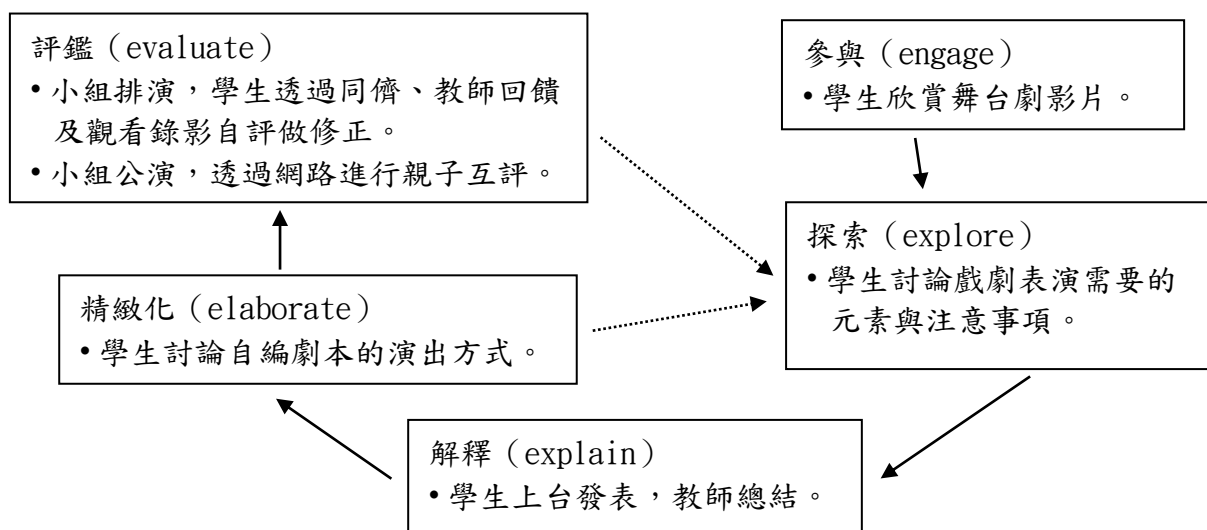


圖 6 戲劇演出 5E 教學設計



有人越念越小聲，希望可以改進，最後全組一起說：“哈哈，國王真的沒穿衣服啊！”大家都說得很好喔！

讚 · 回覆

圖 7 學生實際演出自己創作的劇本，並進行親子互評。

3.8. 數位說故事 5E 教學—延伸活動 3

數位說故事軟體提供場景、人物、背景音樂等素材，讓學生專注在文本的創作、劇本對話的錄製，也可以在軟體中繪製符合故事背景的素材，或使用行動載具的相機拍攝學生的臉孔製作人物，增加趣味性，如圖 8、圖 9。

數位說故事 5E 教學是聆聽與說話教學的第二項教學活動，透過數位說故事 5E 教學設計（如圖 10），先學習數位說故事軟體--Toontastic APP 讓學生認識數位說故事軟體如何呈現戲劇的起承轉合與表演的元素。在數位說故事課程開始前，教師利用 1 堂課進行行動載具的操作介紹，讓學生熟練透過 Toontastic 3D 照相製作人偶、使用行動載具錄音等基本操作方式。在實際拍攝自己創作的劇本後，進行小組自評及同儕互評，讓學生根據回饋及自省做修正後完成影片，最後再將影片放到班級群組，進行親子互評，如圖 11、圖 12。

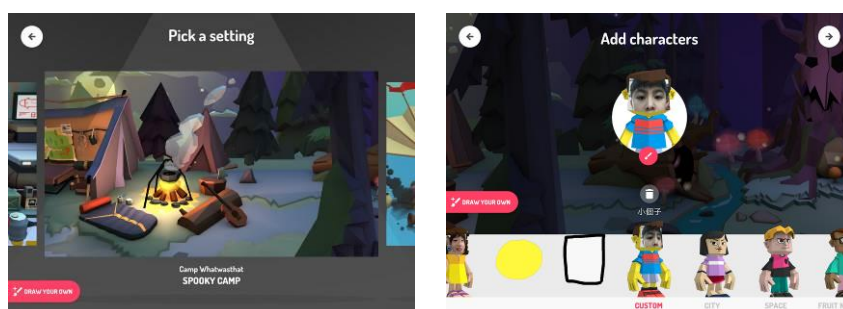


圖 8 數位說故事軟體提供場景、人物的素材，也可以拍照、自行創作素材

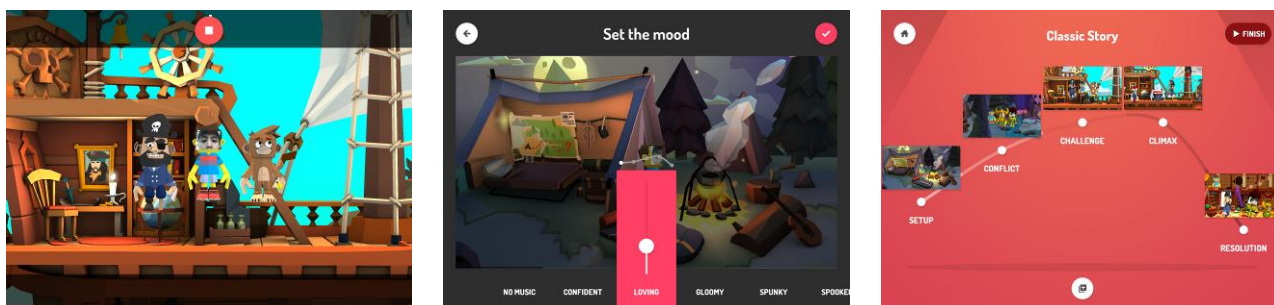


圖 9 可以多個學生同時操作角色走位及動作，錄製對話，並配合內建的音樂，調整故事情節的高低起伏。

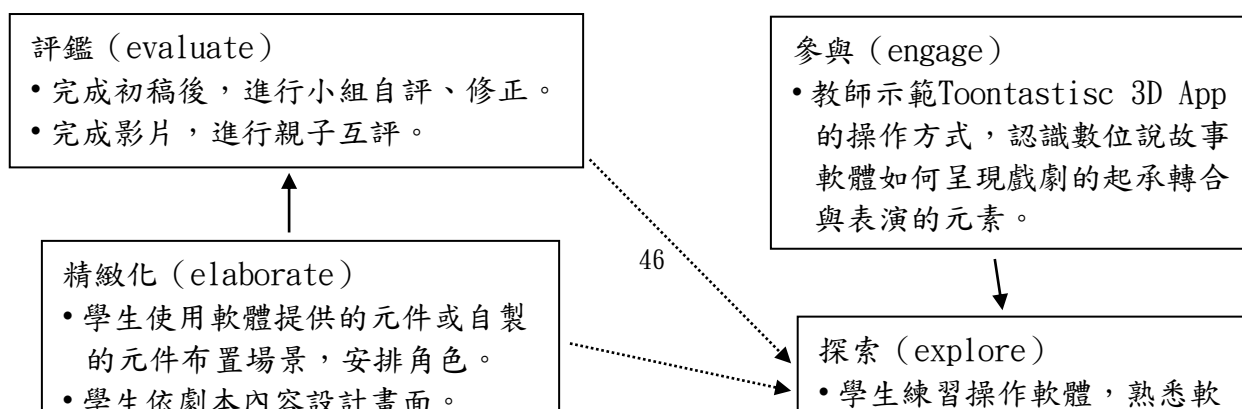


圖 10 數位說故事 5E 教學設計



圖 11 學生學習數位說故事 APP，並演出自己的劇本。



圖 12 家長於班級群組中給予學生作品回饋。

4 檢核評估

低年級寫作是由口說作文漸進到文字寫作，對於一般能力的學生而言從口說轉為文字就是小有挑戰性的活動，而透過團體創作，學生互相腦力激盪，可以幫助學生完成好的劇本。學生寫完劇本以後，透過實際念出劇本表演的過程，他們能修正語句，讓句子念起來更順暢，同時，也能察覺故事前後以及人物對話的連貫性。另外，故事體本身具有明確的結構，透過說故事軟體可以具體呈現故事「開始、經過、結果」的高低起伏，讓孩子更清楚的理解敘事性文章的結構。因此，劇本的創作可以提升學生的寫作能力及語言表達能力。

行動載具本身對學生就有吸引力，因此透過平板學習，學生能維持很高的興趣和參與度，在錄製故事的過程學生能互相協助、一起合作，力求小組的故事可以呈現得更完整。此外，用故事軟體讓學生演出故事，有別於以往在班上公開的戲劇表演或是站在台上演說，對於害羞內向的孩子，他們少了直接面對人群的壓力，更能輕鬆自在的表現自己。在故事創作方面，故事軟體省去了做道具的時間，學生只要選擇內建的素材，就能有人物、道具及場景

可以使用，讓學生可以專注在文本的寫作及口語的表達上。此外，故事軟體依照起承轉合將故事分段，學生可以直接修正不滿意的段落，不用每次修正都要重頭再來一次，可以減少失敗的機率，提高學生的成就感。

他們劇本寫得很好，在大街上時，對話有互相搭配。(Stu_08)

我們錄不好時，會有耐心重錄，再接再厲，所以我們就越來越好了。(Stu_07)

我喜歡用平板說故事，因為我比較不會緊張……下次我要用平板的方法演戲，因為很有趣。(Stu_16)

我喜歡用平板說故事，因為可以選你喜歡的角色，可幫角色塗顏色。(Stu_03)

我喜歡用平板說故事因為在台上會緊張用平板就不會緊張……下次說故事我想用平板說故事因為這樣可以學習也可以玩樂很輕鬆。(Stu_19)

從開始到做完故事，我學到很多形容詞。(Stu_22)

學生在錄製故事時，一開始對於角色的對話也只要平順唸過，但是在觀看錄製結果時，會發現說話的方式是否與故事的情節配合，……，學生會自行修正不恰當的對話段落，並在重新錄製時加入語調的變化及語速的改變……(Teacher)

使用數位說故事軟體讓學生演出故事，有別於以往在班上公開的戲劇表演或是站在台上演說，對於害羞內向的孩子，他們少了直接面對人群的壓力，更能輕鬆自在的表現自己。(Teacher)

透過行動學習對學生的吸引力，讓平時不太參與學習活動的學生也能一起融入課程，可以看出學生對於活動本身具有強烈的興趣之外，還能從活動中看到學生會彼此互相合作，當某些學生在錄製口語對話時，其他學生會協助操作故事中人物的走動及位置，並且還會在錄製故事時，提醒同學每一個段落該留意的部分，力求小組的故事可以呈現得更完整。(Teacher)

國王表現到位，大個子及小個子表演得很順，旁白口條清楚，整組表現很棒。(Parent_21)

大家都表演得很好，感受到表演有融入劇情內，能互相認真學習成長……(Parent_09)

大家聲音都好融入劇情中的角色，旁白講述的好清楚……而且透過一起合作完成動態影片很有意義。(Parent_26)

5 結論與建議

透過「故事創課 e 起來」完整的語文教學，除了讓學生學會生字、語詞、句型結構、欣賞文章、培養美感經驗外，更讓學生透過劇本創作、戲劇演出、數位說故事教學活動提升學生的創造力及寫作能力。錄製對話、製作數位故事的過程中可以發現，學生願意為了提升品質而重新錄製，透過自省發現缺點，在反覆練習的過程中不斷提升口語表達的能力。將科技融入教學活動，可以提升學生的學習興趣，提高學生的參與度，特別是個性害羞的孩子因為不用在眾人面前表演，因此更能自然的表現，幫助學生建立自信。

進行數位說故事時，受限於 APP 本身提供的角色、場景數量有限，所以有時影片角色、場景未能符合故事內容。若能透過拍照將學生的畫作匯入軟體中使用，或結合資訊課的電腦繪圖課程，讓學生先用平板或電腦畫出適合的素材，透過課程統整簡化教師的教學負擔，也可以讓學生有機會應用在其他學科學到的能力，深化學習的效果。

參考文獻

何三本 (2002)。九年一貫語文教育理論與實務。臺北：五南。

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

柯宏達 (2013)。數位說故事運用於小學五年級社會領域教學之行動研究-以 iPad 載具為例(未出版之碩士論文)。臺灣交通大學理學院科技與數位學習學程學位論文，新竹。

柯昭伊 (2015)。數位說故事對初中生生涯探索能力、批判思考能力與溝通表達能力之影響(未出版之碩士論文)。臺灣成功大學，臺南市。

張閱惠 (2016)。不一樣的閱讀課-淺談數位說故事在閱讀學上的運用。臺灣教育評論月刊，5 (6)，212-217。

鄭麗齡 (2011)。運用數位說故事提升小學高年級學童語文表達能力之行動研究(未出版之碩士論文)。臺灣臺北教育大學教育事業創新經營在職進修專班碩士論文，臺北市。

劉漢 (2008)。創意說故事後敘事模式的教學應用研究。臺北大學中文學報，4，1-34。

鍾生官 (2006)。數位說故事在統整藝術教育之應用。國際藝術教育學刊，4 (1)，51 - 63。

蘇珍慧 (2014)。運用數位說故事以提升小學學生之英語口語能力之研究(未出版之碩士論文)。康寧大學應用外語學系在職專班，臺南市。

Warner, A.J., & Myers, B.E. (2011). *Implementing inquiry-based teaching methods*. Retrieved from <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/WC/WC07600.pdf>

WVML. (2014). *Digital Storytelling Defined*. Retrieved January 15, 2019, from <https://librarydigitalstorytelling.wordpress.com/what/>

以行動載具進行形成性評量的教學設計

Using Mobile Devices for Formative Assessment of Instructional Design

陳暉翔^{1*}，鍾伯芬^{1,2}，劉巧玲¹，陳錦如¹，賴阿福^{3*}，楊政穎³

¹ 臺北市立明湖人民小學

² 臺灣臺北教育大學教育創新與評鑑在職專班

³ 臺北市立大學資訊科學系

^{1*} fly@mail.mhups.tp.edu.tw, ^{3*} laiahfur@gmail.com

【摘要】 教學過程中的形成性評量可以提供立即性的資訊，可以反映學生理解、思考的過程，作為教學的診斷。以建構反應題作為形成性評量，能更有效進行教學診斷，作為教師調整教學提供明確的方向。因此，本文以小學五年級學生為對象，結合行動載具及手寫註記 APP，運用建構反應題作為數學教學活動中的形成性評量，於評量後立即進行討論，教師依診斷資訊調整教學；研究結果顯示，此教學模式能提升學生的學習成就、學習態度及問題解決能力，並結合雲端科技保存學生學習歷程，作為學生學習的回顧，教師評鑑、檢核學生學習的依據。

【關鍵字】 形成性評量；建構反應題；行動學習；小學數學學習

Abstract: In the process of classroom-based teaching, formative assessment could provide real-time diagnostic information. The constructed-response items can be used for grasping the student's understanding and thinking methods effectively. Applying constructed-response items to conduct the formative assessment could offer accurate learning messages, and help the teachers adjust their teaching models. The purpose of the study was to adopt constructed-response item for conducting the formative assessment in math learning. The mobile devices and annotation-based APP were employed for the fifth graders in their formative assessment activities. After the formative assessment, the teachers would reflect and revise their teaching models based on diagnostic messages immediately. The research results show that this teaching model can enhance the learners' learning achievement, learning attitudes, and problem-solving abilities. In addition, the learners' problem-solving process preserved in the cloud system can be used for reflecting the learners' process, evaluating the learning performance, and measuring the teaching methods.

Keywords: formative assessment, constructed response item, m-learning, math learning of elementary school

1 前言

十二年國民基本教育課程綱要中提到，教師應於課堂上應用形成性評量探查學生的學習狀況、學習困難及與學習目標之間的落差，即時給予學生回饋或調整教學，以促進學生學習（臺灣教育事務主管部門，2018）。但是目前教育現場進行的教學評量以傳統的紙筆測驗為主，其結果過於強調記憶層次，忽略高層次的認知層次，容易造成教學與評量脫鉤（李坤崇，2006）。臺北市人民小學數學科基本學力檢測從 2007 年起以建構反應題評量學生的學

習成果，了解學生的學習狀況，從每年的檢測分析可發現建構反應題提供較多的學生學習訊息，可作為教師調整教學的依據，真正幫助學生學習。因此，本研究於教學過程中適時加入建構反應題作為課室中的形成性評量，並期望結合行動學習所具備的資訊交換方便快捷、方便保存、更容易進行合作學習等特性（蕭顯勝、蔡福興、游光昭，2005），幫助教師探查學生的學習狀況，提升學生的學習成效。

2 文獻探討

2.1 建構反應題與形成性評量

劉秋木（1996）認為評量能夠診斷學生的學習成效，教學中的形成性評量更能反映學生理解、思考的過程和困難的地方，以提供教師即時調整教學內容、方法，並進行補救教學、迷思概念的澄清。從學生學習的教度而言，評量應該能激勵學生主動的自我評量，讓學生主動說出自己學到的知識和概念，更能確認自己應如何運用適當的思考與學習歷程（田耐青，1999）。McMillan 將課室評量定義為蒐集資訊、評估資訊，並利用資訊來幫助教師改善教學，促進學生學習，而課室評量包含了解評量目標、決定蒐集資訊的方法、解讀評量的結果及運用評量的結果四個要素（引自林曉婷，2016），如圖 1。

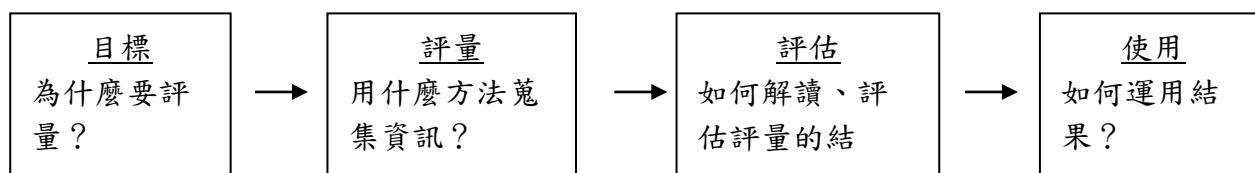


圖 1 課室評量的四個組成要素

資料來源：林曉婷（2016）。以建構反應題進行三年級數學課室評量之行動研究(未出版之碩士論文)(頁 26)，臺灣臺北教育大學，臺北市。

建構反應題是一種開放性的紙筆測驗試題類型設計，要求學生運用自己的知識技能、批判思維發展或建構出答案（Tankersley, 2007）。建構反應題可提供教師有關學生錯誤的迷思概念，利於做教學診斷或補救教學（張淑慧，2004），藉由個別學生答題敘述，教師可以比較清楚學生思維，便於從不同學生的迷思點切入，進行適性的指導，因此於課室中使用建構反應題進行教學診斷可提供明確的方向，立即調整教學的下一步驟，指引教師做出教學決定（胡詩菁、鍾靜，2015）。

本研究的教學設計以上述研究為基礎，於數學單元教學之前、中或後進行建構反應題的形成性評量，評量後立即進行討論，希望提升學生的學習成效且幫助教師於教學過程中根據學生回饋不斷的調整教學。

2.2. 行動學習

美國科教教育學會（ISTE）制定的 ISTE Standards for Students (2007) 中明訂學生要能運用數位科技進行個人學習，並幫助同儕學習；要能結合數位工具與批判思考技巧，進行研究，解決問題。而在 ISTE Standards for Teachers(2008)的標準中規範教師須鼓勵學生使用數位工具和資源，探索真實世界的問題和解決真實的問題，並利用協作工具來揭示和澄清學生對概念的理解和思考。

隨著行動載具及無線網路的普及，日益成熟的數位學習環境，提供不同於傳統的解決問題教學模式。在課堂上，學生能以行動載具進行學習活動，參與小組討論，回答教學問題，進行測驗。教師則透過數位化的教學環境，進行有別以往的教學活動，實施教學評量，記錄學生的學習成效，監督學生的學習狀況，以實踐個別化的教學設計。

從國內的相關研究可發現，結合行動載具的數位學習可以協助學生回顧自己的解題過程，進行重新回顧與省思；老師也可以透過回顧這些記錄，分析及掌握學生的遭遇到的瓶頸與問題進而改善教學方法及提供補救學習(鄭有為, 2010)。行動學習不僅可以有效提升學生數學的學習成效，更能提升學生的學習態度(溫仙賢, 2013)。

綜合以上，本研究以資訊科技輔助數學建構反應題先評量後討論的教學模式，希望能提升學生的學習效果及學習態度。

3 研究設計與實施

3.1. 研究對象

本研究對象為小學五年級學生，共二班 55 名，分班時採能力異質混合分組，學生程度與其他班級相同。學生三、四年級數學課大多是講述式的教學方式，五年級開始則進行討論式教學。自三年級開始，每學期進行一題建構反應題紙本測驗評量學生迷思概念，但測驗後並未進行討論；五年級上學期的第七單元開始每單元實施本研究之教學模式。

3.2. 研究工具

教師以 MS Power point 及 word 製作教材及試題，再透過 DS_Cloud 雲端硬碟上傳至學生用行動載具，學生進行測驗時使用的行動載具為 Apple iPad，以手寫記事 APP(Metamoji Note)紀錄解題過程。學生進行報告時利用 Wifi 將畫面投影至 Windows10 作業系統的電腦，透過單槍及電子白板進行報告與討論。

本研究之建構反應題優先選用臺北市數學學力檢測試題，其次為碩博士生之研究論文試題，這些試題均經專家審核，具有良好的專家效度，表 1 為本研究使用之建構反應題配合的單元名稱、出處及相對應的能力指標。

表 1 建構反應題配合的單元名稱、出處及相對應的能力指標

單元	出處	能力指標
L7 整數四則運算	臺北市 2010 年度數學學力檢測試題(楊美伶, 2014)	5-a-01 能在具體情境中，理解乘法對加法的分配律，並運用於簡化計算。
L8 平行四邊形、三角形、梯形面積	臺北市 2008 年度數學學力檢測試題(楊美伶, 2014)	5-S-05 能運用切割重組，理解三角形、平行四邊形與梯形的面積公式。
L9 時間的除法	小學時間概念建構反應題之學生解題研究(鄭惠雯, 2014)	5-n-15 能解決時間的乘除計算問題。
L10 小數的加減	以建構反應題探討小學學童小數知識之表現(巫佩蓉, 2014)	5-n-13 能將分數、小數標記在數線上。

3.3. 教學設計

本研究以行動載具於課室中使用建構反應題進行形成性評量，評量後立即進行討論，教學，階段如下：

3.3.1 課前準備階段：

成立教師備課社群：

邀請臺灣臺北教育大學數學暨資訊教育學系鍾靜教授蒞校指導如何進行建構反應題先評量後討論的教學，及如何分析評量結果、運用評量結果調整教學；邀請臺北市立大學資訊科學系賴阿福教授指導如何運將行動載具運用在課室中。

製作教材：

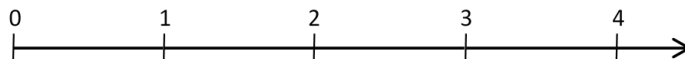
以從臺北市數學學力檢測試題及碩博士生研究論文中尋找符合欲測驗的能力指標之建構

反應題，製作成 PDF 檔，並透過雲端硬碟上傳至行動載具。



圖 2 成立教師備課社群，討論課程內容、學生迷思概念

範例：在下圖的數線上標示 A 的位置，使 A 點在 0.75 的位置，你是怎麼精確標示出 A 點的位置呢？把你的想法寫下來。



說明：本題不希望學生先測量每單位的長度，再將每格平分成 100 份取其中的 75 份，希望測驗學生是否會運用將小數換成分數後約分成 $\frac{3}{4}$ 再畫出 0.75 的位置。評閱標準如表 2：

表 2 評閱標準

類別	評閱標準
2-A	正確標出點的位置。將單位長平分成四份，取 3 份($0.75=\frac{3}{4}$)並清楚說明。
2-B	正確標出點的位置。將單位長平分成 10 份取 7.5 份，並清楚說明。
2-C	量出一大格是 30mm， $30 \times 0.75 = 22.5$ 。
2-D	分 5 等份，找出 0.6 和 0.8，取中間是 0.7，再取 0.7 和 0.8 的中間即為 0.75。
2-E	分 20 等分，取其中 15 等分。
1-A	正確標出點的位置，但未能清楚說明。
1-B	未正確標出點的位置，但說明清楚。
0-A	空白
0-B	用尺量，認為 $0.75 = 0.75\text{cm}$ ，學生將 0.75 與 0.75 公分混淆。
0-C	用尺量，認為 0.75 就是公公尺上的 75 小格。
0-X	其他

3.3.2 教學階段：

進行課程單元教學，以討論式教學法進行課程教學(如圖 3)：(1)教師佈題後先複習學生之舊經驗；(2)讓學生進行解題；(3)學生上台報告，與其他學生進行討論；(4)教師總結。



圖 3 討論式教學四步驟

3.3.3 評量階段

依據評量的能力指標不同，於課程教學的前、中或後以建構反應題進行 5~15 分鐘的形成性評量。評量進行時教師進行行間巡視，紀錄不同解題策略或有迷思概念的學生，讓學生於評量後上台報告，如圖 4。

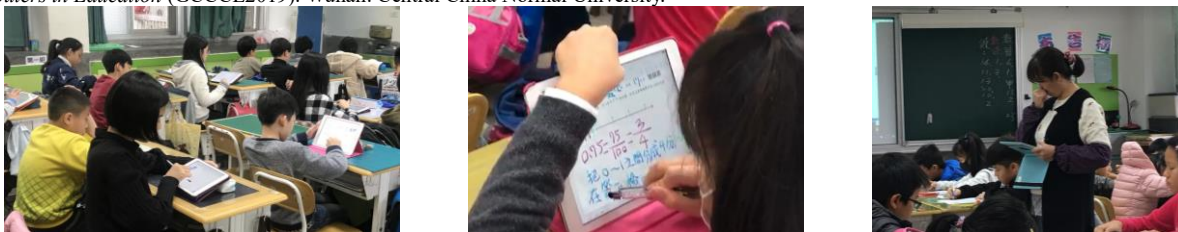


圖 4 學生於課室中以建構反應題進行形成性評量

3.3.4 討論階段：

評量結束後，教師依不同錯誤類型、不同解題策略安排學生上台報告(如圖 5)，安排的原則為錯誤策略先於正確解題策略、低階解題策略先於高階解題策略。學生上台報告時，台下學生除仔細聆聽外，更要與台上學生進行思辨。透過思辨的過程學生不僅可以釐清迷思概念，也可以學到不同的解題策略。

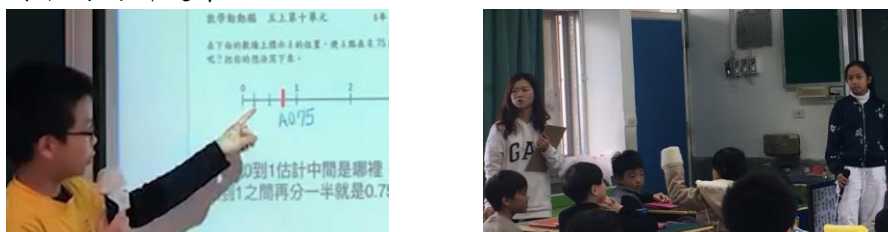


圖 5 學生依序上台報告，教師適度引導學生進行解題策略的討論

3.3.5 評閱統計階段：

評量、討論結束後，教師閱卷並依據評閱標準統計學生答題類型，可作為教師調整教學步驟的參考。

範例：結果分析如表 3。有 75%的學生能利用分數約分的特性畫出兩位小數在數線上的位置，另外有 15.38%的學生說明不清楚或分數的概念需要再加強；有 9.62%的學生不能理解兩位小數的意涵，需進行補救教學。

表 3 建構反應題結果分析

類別	評閱標準	範例
2-A 正確標出點的位置。將單位長平分四份，取 3 份 (0.75=3/4) 並清楚說明。	有 63.46%的學生利用 3/4 畫出 0.75 的位置，表示大部分的學生能理解兩位小數的意涵並利用分數約分的特性畫出兩位小數在數線上的位置。	
2-B 正確標出點的位置。將單位長平分 10 份取 7.5 份，並清楚說明。	有 9.62%的學生將單位長平分 10 份取 7.5 份，表示學生能理解小數的意涵並能利用分數的特性畫出兩位小數在數線上的位置。	
2-E 分 20 等分，取其中 15 等分。	有一位學生將單位長平分 20 份取 15 份，表示學生能理解小數的意涵並能利用分數的特性畫出兩位小數在數線上的位置。	

1-A 正確標出點的位置，但未能清楚說明。	有 11.54% 的學生可以正確標出 0.75 的位置，但未能清楚說明作法。	
1-B 未正確標出點的位置，但說明清楚。	說明清楚，但未能正確標示 0.75 的位置，表示學生能理解小數的意涵，但不清楚分數的概念。	
0-X 其他	有 9.62% 的學生不能理解兩位小數的意涵。	

3.3.6 修正教學階段：

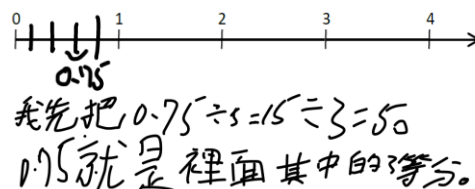
本階段除了以討論式教學法進行課程教學外，教師根據建構反應題的評量結果適度調整教學：(1)課程教學前進行舊經驗的評量，可發現學生先備經驗不足的部分；(2)課程教學中進行新概念的評量，可發現作為教學診斷，提供教師調整教學的依據；(3)課程教學後進行重要概念的評量，可了解學生的學習成效，作為補救教學的依據。

範例：根據結果分析(表3)可發現學生不清楚的概念，教師可於建構反應題討論的過程或事後的教學活動中補強學生的錯誤或迷思概念，如表4說明以小數加減建構反應題進行形成性評量後，教師如何運用評量結果進行教學策略的調整，進而幫助學生學習。

表4 運用建構反應題結果分析進行教學策略調整

類別	教學策略	範例
2-E	1. 學生能理解小數的意涵並能利用分數的特性畫出兩位小數在數線上的位置，討論時透過其他學生的問答，發現實際作畫時，要將 3cm 平分成 20 等份有困難，需要運用其他策略。 2. 透過這個難得的範例可以讓學生體會理論上可行的策略，在執行時可能有來自工具上或其他現實的困難。	
1-A	1. 對於能正確標出位置，但未能清楚說明作法的學生，教師應該讓學生多在課堂上發表，並有策略的引導學生說出自己的想法。 2. 教師也可以利用其他學生報告方式做為鷹架，分步驟講解如何上台報告，並讓不善言辭的學生依序逐步練習。	
1-B	1. 此類的學生熟練小數與分數互換的程序性步驟，但未能真正明瞭分數的概念。教師透過討論時的同儕問答讓學生產生認知衝突，進而再透過同儕的說明建構學生的分數概念。 2. 應在後續的教學過程中適時讓答錯的學生說明分數的意義，已確定學生是否真正了解。	

1. 學生不能理解兩位小數的意涵，教師可透過討論的互動過程幫助學生複習小數的意涵。
2. 教師應在接下來的教學過程中適時讓答錯的學生說明小數的意義，已確定學生是否真正了解。
3. 學習情形較不佳的學生，可以運用課間或課後進行補救教學。



4 檢核評估

本校自 2016 年開始每學期以一題建構反應題作為總結性評量，發現學生對於非例行性的題目有許多有創意的解法，但是也有許多學生無法清楚的解釋自己的解題過程。以建構反應題可以發現學生對於概念上的迷思，但是作為總結性評量發現學生的迷思後，礙於教學進度的限制，僅能在檢討考卷時幫助學生複習概念，無法在後續的教學活動中再三確認學生是否已經真正了解。今年度在兩位教授的指導下，將建構反應題作為形成性評量，可於教學活動中立即檢測學生學習狀況，並運用行動載具收集學生學習歷程，幫助學生學習。以下針對實施實驗課程以來學生學習及教師教學的改變提出說明：

4.1. 學生學習

學生喜歡使用行動載具上數學課，也喜歡建構反應題先評量後討論的教學模式，從學生的訪談中發現，學生認為使用行動載具上台報告畫面清晰，很高興能將自己的答案分享給同學。透過建構反應題的討論可以幫助自己釐清錯誤的觀念，可以看到不同的解題策略，中、低成就學生也可以學習高階的解法，更可以訓練口語表達能力，提升學生思考思辯能力及問題解決的能力。

數學動動腦這個課程很有趣，可以訓練發表能力，也可以訓練算數學能力……(Stu_23)

我覺得用平板上課很好玩、很方便，因為可以上台報告自己的算法，如果錯的話，同學還會告訴你正確的方法。(Stu_09)

……用平板滿有趣的，但是因為我比較內向，所以不太敢上台報告，我覺得數學沒有那麼好，有一些題目很難，但知道答案後會很開心，因為又可以學到新的數學了。(Stu_12)

數學動動腦非常好玩，因為它可以複習我們學過的數學……，上台的時候感覺很緊張，但是可以敞開心胸的一直講，難怪我這麼喜歡數學動動腦。(Stu_33)

數學動動腦……有很多有趣的題目讓全班討論，每個人都有不同的答案和想法，大家可以一起討論哪些方法是對的……，大家一起討論可以知道更多解題方法……。(Stu_45)

學生經由建構反應題的施測與上台分享，可更瞭解他人的解題策略，進而修正自己的想法，透過同儕語言的學習，似乎更能溝通，且在上台分享過程中……，所以學生的辨正勘誤能力、邏輯思考能力、口語表達能力、聆聽能力也增強許多。(Teacher_01)

五年級班上施作建構反應題，會在測驗結束後立即進行學生分享與討論，不僅可以立刻針對迷思做澄清，也可以讓學生於同學分享時，觀摩到不同的解題和思考方式。也可以讓學生發現同學的迷思概念為何，並以學生的角度去協助修正解題方法。(Teacher_02)

透過平板進行教學投影分享，也使學生之間更容易看清楚彼此的解題策略，進而隨時修正、提升自己的解題策略……。(Teacher_01)

4.2. 教師教學

透過行動載具進行教學，教師透過事先的教材準備，教師對教材內容更加瞭解，更能掌

握教學流程。透過建構反應題的施測與討論，教師能更瞭解學生的迷思概念，掌握學生的學習效果，可以幫助教師適時調整教學策略。而教師專業成長社群除了能幫助教師成長，透過同儕教師善意的雙眼調整自己的教學，更能減少教學準備工作，減輕教師的負擔。

教學中能透過建構反應題的施測，更加瞭解學生的迷思概念，也能經由學生分享的解題策略，更加掌握學生的程度與學習效過，教師更可隨時進行教學的修正與增強。(Teacher_01)

從教學夥伴觀課的回饋當中，我了解到我應該要更「慢」一點，多留一些空白並提升提問技巧，……，不急著替他們解答，而是給學生更多時間表達自己的想法，也許回答並不完整，卻可以透過更精確的提問來引導學生有新的理解、發現。(Teacher_02)

5 結論與建議

透過教師與學生的訪談研究者發現，以建構反應題作為課室形成性評量試題，可以提升學生的學習成就、學習態度、問題解決能力及批判思考能力，符合十二年國民基本教育課程綱要著重學生適應日常生活與面對未來挑戰，所必須具備的「知識」、「能力」和「態度」等核心素養培養的目標（臺灣教育事務主管部門，2014）。評量後的討論更為重要，因為透過與同儕、教師的互動，學生可以透過討論、質疑、思辨澄清概念，建構數學知識，符合十二年國民基本教育課程綱要數學素養導向教學的「課室教學活動能讓學生探索、解釋、應用和溝通」與「在課堂中整合教學與評量，支持學生的數學學習」的兩項原則（鄭章華，2018）。

透過研究的訪談可以得知透過行動載具的加入，讓課堂的分享、討論的教學流程更流暢，學生也更喜歡上數學課。透過雲端可以儲存學生的解題歷程，作為學生學習的回顧，教師評鑑、檢核學生學習的依據，期望未來也能有更方便操作的教學平台收集學生的學習歷程。

以建構反應題作為課室形成性評量試題，進行先評量後討論的教學，對教師而言是一個複雜且繁重的工作，教師需要具備足夠各種數學、評量、提問技巧、合作學習等的專業知能（鍾靜、陸昱任，2014）。為了設計融入資訊科技的教學活動，讓學生學會利用數位科技建構知識、學習批判思考與解決問題的能力(ISTE, 2007)，教師亦必須不斷提升自身的資訊能力。因此，建議教師參與各種研習或專業社群，提升自己的專業知能，才能有足夠的能力及信心面對未來的教學工作。

參考文獻

- 田耐青（1999）。**多元智慧理論**。臺北市：世紀領袖教育。
- 巫佩蓉（2014）。**以建構反應題探討小學學童小數知識之表現(未出版之碩士論文)**。臺灣臺北教育大學，臺北。
- 李坤崇（2006）。**教學評量**。臺北：心理。
- 林曉婷（2016）。**以建構反應題進行三年級數學課室評量之行動研究(未出版之碩士論文)**。臺灣臺北教育大學，臺北。
- 胡詩菁和鍾靜（2015）。數學課室中應用建構反應題進行形成性評量之研究。**臺灣數學教師**，36（2），26-48。
- 張淑慧（2004）。建構性題目的編製。載於王文中、呂金燮、吳毓瑩、張郁雯、張淑慧（合著），**教育測驗與評量：教室學習觀點**（201-220 頁）。臺北：五南。
- 臺灣教育事務主管部門（2014）。**十二年國民基本教育課程綱要總綱**。臺北：臺灣教育事務

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

主管部門。

臺灣教育事務主管部門 (2018)。十二年人民基本教育課程綱要人民中小學暨普通型高級中等學校—數學領域。檢索自 [https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-14987,c639-](https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-14987,c639-1.php?Lang=zh-tw)

1.php?Lang=zh-tw

溫仙賢(2010)。設計手寫註記系統支援小學數學課堂同步解題活動(未出版之碩士論文)。臺北市立教育大學，臺北。

楊美伶(2014)。學生數學組題思維探究—數學建構反應題解題分析(下)。臺北：教育局

鄭章華(2018)。淺論十二年人民基本教育課程綱要數學素養導向教學。臺灣教育雙月刊，709，83-92。

鄭惠雯(2014)。小學時間概念建構反應題之學生解題研究(未出版之碩士論文)。臺灣臺北教育大學，臺北。

劉秋木(1996)。小學數學科教學研究。臺北：五南。

鄭有為(2010)。設計手寫系統支援小學數學解題之同儕互評(未出版之碩士論文)。臺灣“中央大學”，桃園。

蕭顯勝、蔡福興和游光昭(2005)。在行動學習環境中實施科技教育教學活動之初探。生活科技教育月刊，38(6)，40-57。

鍾靜、陸昱任(2014)。以形成性評量為主體的課室評量新趨勢。教師天地，189，3-12。

International Society for Technology in Education (2007). *ISTE Standards for Students*. Retrieved from <http://www.iste.org/standards>

International Society for Technology in Education (2008). *ISTE Standards for Teachers*. Retrieved from <http://www.iste.org/standards/iste-standards/standards-for-teachers>

McMillan, J.H. (2011). *Classroom Assessment: Principles and Practice for Effective Standards-Based Instruction* (6th edition). Boston. Allyn & Bacon.

Tankersley, K. (2007). *Tests that teach: Using standardized tests to improve instruction*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

結合新興科技之主題探索式教學設計：以"再見忠孝樓"為例

Integrating New Information Technology to Develop Problem-based Learning Activities: "Zhongxiao building" as an Example

王蓓恩^{1*}，賴阿福²，周凡淇¹，林千瑜¹，顏嘉吟¹，鄒瑞嬋¹

¹ 臺北市西湖小學

² 臺北市立大學資訊科學系

^{1*} peien@hhups.tp.edu.tw, ² laiahfur@gmail.com

【摘要】問題導向學習策略能激發學生學習動機、增進實際問題解決能力，新興科技將成為教學與學習的重要工具；校內最具歷史的建築物—忠孝樓將拆除，為了保存這棟建築的珍貴歷史，我們採用問題導向學習策略與新興科技，以「再見忠孝樓」為主題規劃三大教學活動，先讓學生在「走進歷史」活動，以問題導向學習方式，了解忠孝樓歷史，並進行保存與推廣；再讓學生在「珍惜現在」活動，利用彩繪活動、建立3D模型及體驗虛擬忠孝樓，與忠孝樓產生更緊密的情感連結，進而在「展望未來」活動，學生從實體建築的興替，來反思自己的未來。經過此套課程後，學生藉由任務的達成，更了解忠孝樓歷史，也更懂得與同儕合作完成任務。而後發行的專刊及後續的教學活動，讓忠孝樓的歷史也被完整的保存。

【關鍵字】 問題導向學習；行動學習；數位典藏；深化教學

Abstract: *The strategy of problem-based learning can invoke the learners' learning motivation, and promoting their problem-solving abilities for handling practical problems. Due to prompt development of new information technology, digital devices and soft wares have become essential tools on teaching and learning. The most historic building on campus, Zhongxiao Building will be demolished in near future. In order to preserve the history of this building, we planned three major teaching activities under the theme of "Goodbye Zhongxiao Building" based on problem-based learning strategy. First the students have to understand, preserve and promote the history of Zhongxiao Building through many digital devices. Then, the students draw images on the Zhongxiao Building's wall and build a 3D model. Finally the students try to imagine their own future images through architectural history. After this course, the students learned more about the history of Zhongxiao Building through completing the tasks. They also know how to collaborate with their colleagues to finish the tasks. After issuing special issue and follow-up teaching activities, the history of Zhongxiao Building was preserved completely and archived in digitalized form.*

Keywords: Problem-based learning, Mobile learning, Digital archive, Deeper learning

1 前言

由於少子化及校舍結構安全的問題，學校最老、最有歷史的建築物：忠孝樓將於2019年暑假拆除，且不再重建。面對校史上的重大變革，本校教學團隊以「再見忠孝樓」為主題規劃一年的課程，期望透過本課程的進行，帶領學生重新認識這棟全校古老的建築物，並透過校友的訪問，重現西湖校園往日風華，為忠孝樓留下珍貴的文史影像紀錄，除了緬懷過

去，也要展望未來，當忠孝樓拆除後，校園便會呈現嶄新的面貌，這是西湖校史重要的里程碑，不論是過去、現在到未來，在校園中發生的點滴都會成為校史的一部分，而我們就是共同寫歷史的人。

2 問題導向學習(PBL)

問題導向學習(problem-based learning，簡稱PBL)，又稱問題引導學習法，乃是一種以問題為起點的教學方法。是給定學習者一個任務，利用小組合作學習、彼此腦力激盪的方法討論出問題的解答。而在討論的過程中，老師並不直接參與討論或給予解答，而是在旁做引導的角色(紀宗志，2003)。

Duch 等人(2001)認為PBL教學可讓學生學到的能力包括：(一)能批判思考、分析與解決複雜的問題；(二)能尋找、評估與使用適切的學習資源；(三)能組成團隊一起合作；(四)能展現有效的溝通技巧；(五)學會內容知識與智慧，成為終身學習者(引自閻自安，2015)。

PBL的實施採用Delisle(1997)所提出的方式：學習之初，教師提供問題，布置學習情境，讓學生了解預定的學習目標。然後，教師在黑板上以表格方式，要求學生寫下對問題的看法，詳列已知的訊息與未知但需收集的訊息，並且計劃如何採去行動以求解決問題。接著學生辨認必要的資源，以執行計畫中的任務，最後學生將實施的成果發表呈現，同時接受同儕互評與自評兩種評量(引自黃琚惠，2015)。

3 教學設計

採用問題導向學習策略與新興科技，以「再見忠孝樓」為主題規劃三大教學活動，如圖1；且依據教學活動的需求及學生資訊能力，使用不同的資訊工具，如圖2。

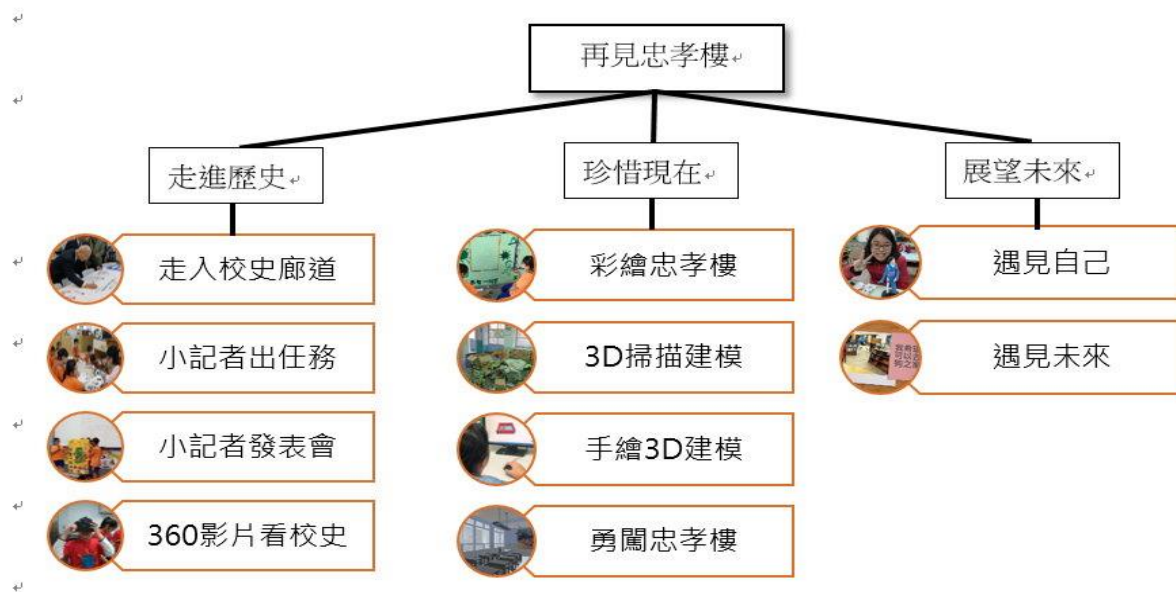


圖 1 教學活動架構



圖 2 資訊工

「再見忠孝樓」為主題三大教學主軸：走進歷史、珍惜現在、展望未來，我們從「走進歷史」開始，透過「忠孝樓拆除」這項議題，去探究這棟古老建築的歷史，進而保存歷史，讓這棟曾在校史中活躍的建築物，縱使不再實際佇立在校園中，也能讓校友懷念，讓新進師生感受到當年的校園生活。接著「珍惜現在」，讓六年級學生在建築物尚未拆除前，參與「遇見未來」與「彩繪忠孝樓」等一系列與忠孝樓有關的紀念活動，並嘗試 3D 掃描建模，建立線上忠孝樓，進行「勇闖忠孝樓」活動，期望藉由這項課程的實施，讓全校師生重新認識忠孝樓，完整教學活動架構詳見圖 1。

3.1. 走進歷史

忠孝樓拆除後，屆時校園面貌將有重大的改變。為了迎接這項改變，並且保留忠孝樓的回憶，我們特別在今年的課程中融入校史探究的部分，由四年級學生擔任小記者，訪問過去曾經在西湖小學就學與任教的校友與師長，從他們口述的歷史中，追尋屬於西湖的過往，並將這段校史整理後與全校師生分享，讓大家藉由小記者的分享報導後，對忠孝樓有更深一層的認識與情感。

此課程我們使用 PBL 教學模式進行教學(師資培育中心教學實習課程問題導向學習 (PBL) 手冊, 2015)，(一)呈現任務—走入校史廊道：忠孝樓即將拆除，需要保留其歷史並推廣；(二)分析任務—小記者出任務：學生需針對其任務思考眾多方案，教師利用表 1 的任務結果框架表擔任協助者，適時引導學生思考方案的可行性，接著在班上進行全班及小組討論，確認行動方案；(三)探究任務—小記者出任務：針對行動方案進行訪談活動 (四)呈現方案—小記者發表會：撰寫新聞報導，出版特刊並進行成果發表會，推廣至全校。(五)評估學習成果：利用活動過程的書面紀錄單、自評表與教師評分表，進行評量。

表 1 教師預設任務結果框架表

任務	我們已知道	我們想要知道的	如何達成任務
1. 保留忠孝樓歷史。 2. 報導忠孝樓。	忠孝樓在 2019 年暑假要被拆掉了。	1. 以前的忠孝樓是用來做什麼的？ 2. 為什麼忠孝樓要被拆了？ 3. 少了忠孝樓，對我們會有什麼影響？ 4. 如何保留忠孝樓？	1. 訪問學校校長、主任、老師、學長姐。 2. 出版忠孝樓特刊。 3. 製作校史影像。

3.1.1 走入校史廊道

為了讓保留的西湖校史能讓更多人看見，新成立的校史室揭幕了，其中陳列了西湖小學創校 39 年來許多珍貴的紀錄，當天我們邀請了歷任校長、校友們參與盛會，並透過現場參

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

與網路直播的方式，讓全校師生一同見證校史室的設立，透過校史室開幕活動，讓目前就讀西湖小學的學生能更了解西湖小學的歷史。

校史室開幕後，帶領學生們進入校史室參觀，透過牆上的老照片，櫥窗上的服裝，學生們看到興建中的校舍、早期的泥土跑道、忠孝樓旁的動物園……等，校史室陳列的文物吸引孩子的眼光，並且驚呼連連：「哇！以前的制服好漂亮」、「以前竟然還有動物園」，藉校史室開幕及參觀的活動引起孩子對校史的好奇心。

3.1.2. 小記者出任務

帶領學生參觀校史室過後，再到忠孝樓走一圈，引導學生觀察和現有的教學大樓有何不同？並詢問學生聽到忠孝樓將拆除時，心中出現的想法或疑問，將它紀錄下來(圖 3)，並給予「紀錄忠孝樓歷史」及「報導忠孝樓」的任務，再將剛剛紀錄的想法或疑問進行分類(圖 4)，最後決定「訪問師長及校友」及「出版專刊」為行動方案。

在「訪問師長及校友」的行動方案中，先將全班學生依照分類後的想法分成三組，這三組成員分別進行討論，討論過程中需擬定訪問的題目、分配訪問的任務及思考訪問時應注意的事項(圖 5)，學生進行討論時可使用行動載具進行查詢，豐富討論內容，最後將討論結果寫在紀錄表，接著全班討論訪問的技巧，教師擔任引導者，讓學生了解後，在教室模擬練習，進而修正訪問的題目與方式(圖 6)。



圖 3 紀錄想法



圖 4 想法分類



圖 5 討論訪問事項

3.1.3. 小記者發表會

訪問當天，四年級小朋友們化身小記者，做好事前準備：送邀請卡、架設影音設備(行動載具、錄音筆及攝影機)、擺放茶水點心，做足準備要大展身手。訪問過程中，學生進行發問、聆聽與紀錄，老師扮演協助與評量者，穿插在各組觀察學生訪問的情形，藉此評量學生的參與情形(圖 6、7)。

訪問過後回到教室，進行小組分享與討論，每位學生分享自己的紀錄(圖 8)，透過討論修正後，紀錄在行動載具的 Word 中，並放入雲端硬碟，供所有組員參閱。因將訪問稿重新整理成一份新聞報導，對於四年級學生來說有些挑戰性，因此讓學生撰寫新聞稿前，先進行「摘取重點」教學：先**小組共學**：老師利用雲端硬碟和「MetaMoJi Note」派送兩篇文章，讓學生以小組方式合作在行動載具上摘錄 5W1H，透過小組間的討論，讓所有孩子都能掌握方法，接著讓小組分享其摘錄的內容，讓各小組欣賞其他組的作品，一同討論出優劣，讓摘錄重點的技巧更為純熟；再**個人撰寫**：將自己紀錄的訪問稿先摘錄出 5W1H，讓老師批閱確認無誤後，遂開始進行新聞稿的撰寫，經過老師不斷修正與潤飾後，學生終於完成新聞稿了。(圖 9)接著發行特刊供全校觀看，並留作校史紀念(圖 10)。



圖 6 架設器材



圖 7 正式訪問

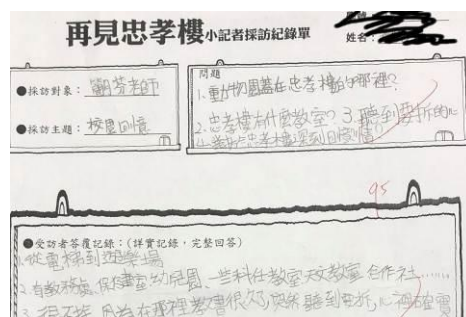


圖 8 訪問紀錄單

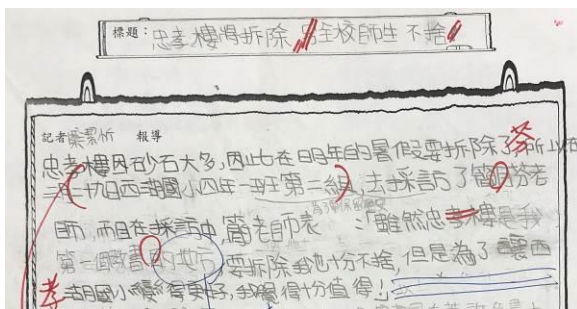


圖 9 撰寫新聞稿



圖 10 發行特刊

最後進行「再見忠孝樓發表會」，小朋友們將這學期所收集到的所有資料彙整成一份報告，發表給全校各年級聽，報告模式不限，雖然只有不到兩個禮拜的時間，但小朋友們還是發揮了潛力與團隊的創意，發展出各組不同的報告模式，有演戲的、製作影片的、製作簡報的、還有相聲組的……等，九組生動的報告，為「再見忠孝樓」首部曲畫下了句點，也向全校告知了 108 年暑假，忠孝樓即將被拆除的消息（圖 11）。



圖 11 成果發表會

3.1.4. 360 影片看歷史

在保留校史的過程中，除了文字和影像記錄外，口語播報也是很重要的。為了提升學生的口語表達能力，學校特別舉辦「西湖小主播」甄選活動及培訓課程。這套培訓課程共計 5 節課，引導學生從播報者應注意的儀態、口語表達入手，進而到新聞稿的閱讀與習寫，後整合成會寫會播報，並能及時完成錄影。

為了讓學生更瞭解忠孝樓的過去，由主任與培訓的小主播以 360 環景攝影機拍攝介紹忠孝樓歷史的影片（圖 12），將它置入行動載具之中，讓學生藉由 VR 影片瞭解忠孝樓過去的歷史。由於部分推廣對象是中年級學童，因此，在考量課程進行順利的狀況下，先由電腦老師在資訊課堂教授高年級學生了解 VR 眼鏡原理，會 Android 操作並能實際觀看影片，再到班上替中年級的學童安裝與操作（圖 13、14）。



圖 12 忠孝樓 3D 歷史影片



圖 13 指導手機看 VR 影片



圖 14 欣賞 VR 影片

在「走進歷史」這部分課程，學生從一連串的好奇，到了解忠孝樓歷史，進而以小記者的身分報導忠孝樓，但也發現光用文字的紀錄與報導，無法讓大部分的學生了解忠孝樓，因此延伸了建置 VR 影片的想法，利用影像的方式保存歷史。而四年級學生從接收任務、問題發想、資料收集，到最後完成任務，學生們從中獲得了採訪的技巧與新聞撰寫的能力，學到了與他人合作的能力與態度。

3.2. 珍惜現在

3.2.1. 彩繪忠孝樓

透過四年級小記者的成果發表，六年級應屆畢業生已瞭解忠孝樓的歷史，老師安排了彩繪忠孝樓的課程，讓所有的應屆畢業生，分組在忠孝樓畫下自己的創作，作為畢業留念並連結與忠孝樓的感情，此外，過了一個暑假，從四年級升上五年級的學生，也在忠孝樓彩繪了各式圖樣以及簽名框，讓全校的老師和學生都能夠在這裡簽下回憶。

3.2.2. 3D 掃描建模

為了讓學生瞭解如何保留忠孝樓模型，以及相關的科技應用。六年級學生在「展望未來」的課程中使用過 3D 掃描器，當時主要是以掃描人像為主，而它其實也可以用來針對封閉的空間進行掃描且建立成 3D 模型。而保存忠孝樓歷史除了前述的文字及影音保存外，其實也可以建立 3D 空間，因此在這個課程中我們將學生每三個人為一組，使用現有的兩台掃描器進行忠孝樓教室掃描，並輸出檔案，學生可藉此學習到 3D 掃描是將空間建模其中一種作法。(下圖 15)

3.2.3. 手繪 3D 建模

另外，除了利用 3D 掃描器外，也使用 TinkerCad 把 3D 建模過程做了很大程度的簡化，並內建許多常用的元件，如各種角柱、球……等等，同時也有其他使用者上傳的元件可以使用，學生可以利用這些元件能製作出 3D 模型。因此我們讓四年級學生實際使用 TinkerCad 軟體，建立學生的 3D 模型基礎，學習能力較強的學生可以藉著這個易學的軟體，建構出建築物，甚至可以建立一個簡易的教室 3D 模型 (圖 16)。



圖 15 3D 掃描建模



圖 16 手繪 3D 建模

3.2.4. 勇闖忠孝樓

以小學生的能力與本次教學使用的線上 3D 軟體而言，要讓學生將整個忠孝樓建模完成是一件相當困難的事情，因此，除了讓學生於電腦課程進行中學習 3D 建模軟體 (Tinkercad)，並實際嘗試建模外。本案教學團隊也試著對外尋求資源，終與臺北市立大學數學資訊系學生，以他們的畢業專題為基礎，在教導團隊老師使用 3D 建模課程的同時，也將忠孝樓的模型做了一相當大程度的建模。此外，我們也結合校友的力量，將此模型不足之處進行了補強，讓整個模型加入了虛擬展場的元素以及建立起一個完整校地的初步設計，而我們的教學團隊也投入了程式撰寫的行列，讓它能夠能為完整有趣。

為了能讓這個線上 3D 忠孝樓充分發揮學習平台的功用，本校資訊團隊投入研究 Unity 程式設計，並已能將「校友訪談」或是其它任何的影片嵌入至「忠孝樓教室」中，並也能將

學生 3D 課程建立好之模型匯入，這個忠孝樓 3D 模型就是一個虛擬世界的展示場（如圖 17）。

藉由 2018 年本校舉辦的兒童節慶祝大會，我們將忠孝樓模型的遊戲展出，當天有許多家長帶著孩子到現場體驗。許多家長對於何為推出這個遊戲感到不解，經過老師們的解說，才瞭解到原來我們的忠孝樓即將拆掉，也勾起許多長年在學校的校友與家長們的回憶。



圖 17 忠孝樓線上

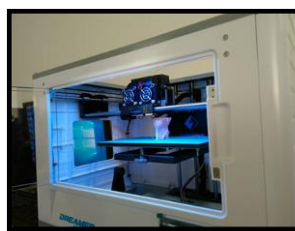


圖 18 3D 列印頭像



圖 19 創作人像作品

學生在「珍惜現在」的課程中，彩繪忠孝樓讓全校師生簽名留念，以表達對忠孝樓的不捨，並利用 3D 建模的概念，實際使用 Tinkercad 建立初步的忠孝樓模型，但在學習的過程中，發現要完整建立忠孝樓模型，是需要強大的知識與技能，而不是一件簡單的事。而在此課程中，學生學會如何運用新興科技，建立一個簡易的教室 3D 模型。

3.3. 展望未來

六年級學生在藝術與人文課程中，藉由 3D 立體造型及影片創作，進行自我生涯探究活動，而透過「忠孝樓的歷史保存與報導」這項活動，看到建築物建造、拆除，到最後空間的再造，進而思考自我的成長及未來發展的可能性。

3.3.1. 遇見自己

課程初教師先介紹「3D 建模」與「3D 印表機」基本概念，接著學生利用 3D 掃描器彼此掃描，最後將成品用 3D 印表機列印(如圖 18)。接著思考自己將會變成怎樣的人，並使用平板電腦搜尋相關資料，並在學習單上畫下自己夢想中的模樣。最後製作骨架及包覆黏土後，以夢想中的模樣為藍圖，在人偶上加上動作、衣服造型、完成頭髮、五官，創作出自己的數位公仔作品(如圖 19)。在畢業的前夕，老師讓學生帶著自己的公仔作品，象徵自己的過去與未來，並在校園的各個角落使用 360 攝影機留影。課程的最後，便以自己的未來形象在畢業前與忠孝樓合影(如圖 20)。



圖 20 學生的公仔作品與忠孝樓合影

3.3.2. 遇見未來

接著將自己的創作過程與脈絡(包括對自己未來的期待)，以照片、影片的方式記錄下來。使用「平板」、「Quik APP」，將紀錄的結果，以自己的方式，完成一部自己的創作紀錄片。而許多學生在錄製影片時，就主動挑選了忠孝樓的場景進行拍攝，除了當作回憶外，也紀念即將拆除的忠孝樓。到了畢業前夕，於資訊課製作自己的畢業影片，藉由此影片讓學

生可以對自己畢業的期許與希望在影片中自由的呈現。這屆的畢業影片就結合遇見未來課程，將課程中製作的人偶數位化，並將對自己的未來與校園的情懷製作進畢業影片當中(圖 21)。



圖 21 創作紀錄片

再見忠孝樓小記者採訪任務自評表					
小朋友					
再見忠孝樓小記者採訪任務結束了，請依據下面的敘述，給自己的表現打個分數。	5分	4分	3分	2分	1分
1. 為了完成小記者採訪任務，我主動認領工作。	✓				
2. 在小組討論中我提出(5-7)次個人意見，我有主動參與討論。		✓			
3. 在小組討論中，同學會聆聽彼此的意見，意見不一致時會溝通來取得共識。	✓				
4. 這次的任務，我分配到(新聞)工作，我有認真完	✓				

圖 22 採訪自評表

4 成效評估

本校以「再見忠孝樓」此專題進行學習，其中小記者課程模組係以問題導向(PBL)的教學模式進行，教學團隊成員希望藉由小組合作的模式提升學生解決問題的能力。在小組運作過程中採用學習單與自評表，期望透過自評表讓學生掌握學習重點，及有系統地呈現自己的進步與需要努力的空間，接著再輔以教師的觀察評量表。而其餘課程模組則採用實作評量，就學生進行學習的歷程及產生的作品進行評量，藉此了解學生學習情況。

4.1. 學習成效

「再見忠孝樓」的課程：透過學生的學習單及自評表(如圖 22)，發現學生在完成任務的過程中，從一開始新聞稿的草稿到後來的報導文章，其中文字的精鍊提升不少，也能寫出重點，並在成果發表時，將訪問稿所摘錄的重點呈現出來。

另外，計畫成員教師透過錄影及學生於後測問卷中：「經過這套課程後，自己最大的收穫是什麼？」撰寫的心得回饋裡：「學會如何和同學一起報告」、「讓我學會團隊合作」、「更會上台演講，也更會寫作文」、「我學會統整收集到的資料」、「讓我知道忠孝樓的歷史，並讓我增加上台報告的經驗」……得知大部分學生學到如何與他人分工合作，以及了解採訪工作要如何才能掌握重要訊息，因此「與人合作」及「提取訊息」這兩方面的能力是進步最多之處。

4.2. 教學省思

進行「小記者任務」教學時，因事先團隊的充分討論與準備，以及行政的全力支援，使得教學進程還算順利，僅在小組產出訪問題目時，出現較大的困難，深究其原因後發現，學生提出的問題大多為封閉性問題，無法進行深入的訪問，因此教師們臨時增加「問好問題」教學，讓學生了解何謂開放性問題，並能夠適時的追問訪談者，讓訪問的內容更豐富。

此外，在團隊運作過程中，資訊組長及系管師扮演著資訊技術支援與指導的工作，利用社群運作時間，帶領團隊教師實作，讓科技運用的能力在教學上產生加乘的效益。除了技術的精進外，資源的整合與運用也是教師在本計畫中最大的成長，為了完成小記者的採訪任務，團隊教師運用線上資源，連結西湖校友與退休老師的資源，共同完成校史紀錄的任務，並將成果分享在雲端資料庫，建立一套屬於西湖忠孝樓的數位校史，成功的完成保留留校史的歷史任務。

「珍惜現在」課程中，四年級使用 TinderCAD3D 繪圖軟體進行立體建築的建模，還算上手好用，大部分的學生皆能完成老師指派的作業，但利用 3D 掃描器進行空間掃描的效果則不好，無法建立可用的內部空間模型，使得學生有掃描空間的經驗，但並無法產出成果。

結論與建議

本研究以問題導向學習法及 3D、VR 等新興科技，有系統地設計「再見忠孝樓」系列化學習活動，經過「再見忠孝樓」課程後，四年級學生從中學到如何從問題或生活情境中找到答案，在小記者訪問中學到如何提問與修正及小組討論時應如何正確的分工與合作，此外，也透過課程的進行更了解忠孝樓的歷史。而六年級的學生學會如何進行 3D 掃描並用 3D 印表機列印作品，進而製作畢業影片，而部分學生選擇忠孝樓作為拍攝地點，顯示其忠孝樓是這群學生們心中深刻的回憶。從學生後測問卷中得知，學生經過此課程學習後，還想學的是 3D 繪圖及列印 3D 立體建築，因此接續「再見忠孝樓」的課程，我們將加入 3D 的課程，並思考其他保存忠孝樓歷史的方式，期望未來這棟建築物拆除後，仍然有可供校友們回憶的地方。

參考文獻

- 紀宗志(2003)。以『問題導向學習法 (PBL)』與『傳統主題學習法 (SBL)』增進學生在學習科學概念深度與廣度的比較研究。臺灣交通大學，碩士論文。
- 閻自安(2015)。問題導向式行動學習的整合應用：以高等教育為例。《課程研究》，10(1)，51-69。
- 黃琬惠(2015)。問題本位學習之統整設計模式。《人民教育》，55(2)，103-111。
- 輔仁大學(2015)。師資培育中心教學實習課程問題導向學習 (PBL) 手冊。2019 年 1 月 20 日，取自：<http://scholar.gu.edu.tw/課程大綱/upload/054421/content/972/D-E300-13087.doc>

透過學科深讀模式促進小學學童在自然主題的認知結構發展

Facilitating the Development of Primary School Children' Cognitive Structure through the Academic Reading Model

江莉萍^{1*}，廖長彥²，陳德懷¹

¹ 臺灣“中央大學”網路學習科技研究所

² 臺灣臺北護理健康大學 護理學院

* liping@mail.rhps.tyc.edu.tw

【摘要】 小學學童自低年級進入中年級階段，從原本的生活課程進入自然與生活科技領域，學習內容也從一般生活體驗開始聚焦到自然科之單一主題概念。為協助學童在自然科學習過程中，建立與主題相關之認知概念，本研究採用團隊發展之「學科深讀」模式，以「補充式文本」探究此模式在小學自然科實施之可行性，並以臺灣桃園某小學四年級學童共 23 人(男生 14 人、女生 9 人)實施前導研究，透過學習單紀錄與蒐集學生想法。初步結果顯示，透過此模式可以連結學生對自然科主題之先備經驗，並在閱讀、討論與分享的過程中，引發學生對主題之學習興趣，產出與主題相關之想法及概念。

【關鍵字】 學科深讀；多文本閱讀；認知結構；概念構圖

Abstract: As primary school students move from lower grades to higher grades and from life curriculum to in touch with science and technology, their leaning focus also switches from life experiences to science's single concept. In order to assist students to build the subject related cognitive structure, this study adopted a academic reading model for deep learning and complementary texts to delve the capability of this method in leaning natural science. This pilot recruited 23 4th graders (14 boys and 9 girls) from a primary school in Taoyuan, Taiwan. The preliminary result shows that, through this method students, can connect with their prior knowledge of natural science. It also stimulates students in learning subjects and brainstorming in ideas and concepts.

Keywords: the academic reading model, multiple texts reading, cognitive structure, concept map

1 前言

全球化時代，知識發展日新月異，在有限的教科書內容之外，學生必須擁有自我學習、廣泛閱讀的習慣與能力，才能避免讓知識的吸收過於單一。近年，世界各國無不以閱讀能力作為學習的基礎，例如：「經濟合作暨發展組織」OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) 於 1997 年開始籌畫的「國際學生能力評量計畫」(the Programme for International Student Assessment, PISA) 在 2009 年的主軸是閱讀，閱讀素養調查的內涵同時

包含閱讀相關的資訊蒐集，個人的部分包含讀者的興趣、自發性、社會互動及閱讀學習的時間和經驗(台灣 PISA 2009 報告)。「促進國際閱讀素養研究」(Progress in International Reading Literacy Study, 簡稱 PIRLS) 這項國際測驗計畫主要的目的則是在研究不同國家教育政策、教學方法下四年級兒童的閱讀能力(臺灣教育研究院)。再者，在小學義務教育階段，閱讀能力的培養更是所有學科的基石！臺灣教育事務主管部門在 2019 年「提升人民中小學學生閱讀素養實施計畫」中提及：面對數位浪潮及國際競爭，閱讀推動除在原有教育基礎持續努力之外，應積極規劃善用數位科技，改變教師教學及學生學習模式，以強化學生數位閱讀理解與重組應用知識能力(臺灣教育事務主管部門，提升人民中小學學生閱讀素養實施計畫)。因此，培養學生的閱讀能力是刻不容緩的，

然而，在資訊多樣化、多元化的年代，學校自然課本所提供的內容或課程模式，已漸漸跟不上世界的潮流，如多次教育評比第一的芬蘭已於 2016 年開始將學校課程改為以現象為主的教學方式，提倡「以現象為本的學習」(phenomenon-based project)，強調「跨界能力」的培養(洪詠善，2016)，不再只以單學科、單文本的課程教學為主，逐漸走向跨學科、主題多文本的方式培養學生的科學能力。具體而言，以科學學習領域來說，一般教科書的內容無法與日常生活、在地文化作緊密結合，反之，多元的科學普及讀物(簡稱科普)卻能加以即時的利用，教學之時補充一則新聞、一篇文章、一段影片、或一本書籍，都能反映一項嶄新的議題，以刺激學生的學習(萬榮水、林素嬌，2012)。以十二年人民基本教育課程綱要為例，新課綱重視學生對科學議題的探究能力與科學態度的學習表現，教師應讓教學現場有更多元化的課程活動(如探究教學、科普閱讀、實作活動等)以促進核心素養的涵育(薛雅純，2018)。再者，多年致力推動大量閱讀的陳德懷教授則針對未來學習的趨勢，提出「明日主題學習架構」，分為博覽群書、主題深度學習與主題研究三個主要部分(陳德懷，明日閱讀)，陳德懷教授之研究團隊以此為基礎，逐漸發展出主題深讀模式，將閱讀能力的培養更有層次的落實在教育第一線。

此外，在小學階段的學習領域中，自然與生活科技領域概念明確，但是範圍較廣，對於小學三年級學生而言，較難從單一的教科書內容獲取完整的概念。如果能夠在正式教育之外提供學生不同的科學閱讀模式，不僅能補充教科書的概念，更有助於學生提升對科學概念的理解(Wang, Wang, Tai, & Chen, 2010)。科學普及讀物內容多帶有自然科學知識的成分，比起其他文類，此訊息類文本少了些奇幻、童話的文學元素，反而更需要豐富多量的討論與對話，以促進孩子對文本及訊息的瞭解，進而維持孩子在閱讀時的熱情(陳奇蓮，2018)。另，閱讀理解科學文章的歷程包括從文章中擷取資訊的能力、正確解讀資訊的能力，並用自己原有的知識與經驗，綜合性思考判斷，提出自己的想法(王靜如，陳新豐，周錦婷，2013)。而適當的插圖可以吸引學生的注意力、誘發學習動機、加深對訊息的印象，並且以視覺化的方式具體表徵文字內容，使得讀者得以了解、組織、記憶相關概念，以學習各類文章(張菀真，辜玉旻，2011)。故本研究希望藉由學科深讀模式，以多文本之短篇科普文章為文體類型，搭配相關插圖，並結合提問與討論，協助學童建構或統整自然科主題相關訊息，建立自然科主題相關之認知結構。

2. 文獻探討

2.1 學科深讀

廖長彥、張菀真、陳秉成、陳德懷(2016)提出「提問式主題閱讀模式」，讓學生閱讀主題式的多文本，並結合 K-W-L 模式與閱讀提問策略，引發學生的興趣。在閱讀主題文章之後，學生依提問寫下筆記並與小組分享、討論，後續結合讀寫方式，將先前的筆記延伸為寫作活動。楊斐鈞(2017)延續此模式發展「主題深讀模式」，將寫作活動改為寫下想法，並探討想法運用與多文本理解的表現。曾園馨(2018)、張心怡(2018)則探討「主題深讀模式」在一般學校的適用性，藉由寫作教學或論證策略，將焦點從深度閱讀轉為深度學習，發展為「主題深學模式」。

2.2 多文本閱讀

大量閱讀的重要性已普遍受到重視，讓學生大量接觸文本更是目前各國在推動閱讀時所遵循的原則，然而，「多文本閱讀」的重要性，並非僅涉及「閱讀量」而已(唐淑華、蔡孟寧、林烘煜，2015)。多文本閱讀是以一個主題為主軸，尋找與主題相符的文章(楊斐鈞，2017)。文本本身的類型、文本與文本之間的互文性，也會影響學生對文本主題閱讀的歷程。多文本的類型十分多元，Hartman 與 Hartman(1994)將文本安排方式分為同伴式文本(companion texts)、補充式文本(complementary texts)、綜觀式文本(synoptic texts)、衝突式文本(conflicting texts)等。其中，統整各文本類型的互文性特徵，補充式文本的多篇文章環繞在同一主題，學生對於該主題的概念則能獲得更廣泛的知識，此類型的互文性特徵是較明顯的(楊斐鈞，2017)。

2.3 認知結構

Piaget 以「認知結構」(cognitive Structure)或基模(schema)來表徵儲存在大腦中的知識(吳穎滄，2003)。Ausbel 認為影響學生學習的首要關鍵是其先備知識，並以概念的發展(assimilation)發展出一派認知學習的理論，強調有意義的學習(meaningful learning)(Ausbel，1968)。Novak 及 Gowin 則根據 Ausbel 的理論，於 1984 年提出概念構圖 (concept map) 並應用在科學學習領域中，在他們的努力推動下，許多現場教學教師嘗試讓學生們以概念構圖當作學習策略，發現可以幫助學生達成有意義的學習，其主要關鍵即在於概念構圖是以學生為出發點，要求學生負起主動參與學習的責任(陳俊源，2002)。

3. 研究方法

3.1 研究對象

本前導研究以臺灣桃園某小學四年級學童共 23 人(男生 14 人、女生 9 人)為研究對象。該校推動閱讀教育不遺餘力，曾獲教育部閱讀磐石獎獎勵。在學校課程架構中，從一年級即規劃每班每週一節資訊課，讓學生逐年熟悉資訊設備之操作與使用。本研究結合學校自然科課程與閱讀教育，設計多文本主題閱讀教材，並設計提問學習單進行學習活動。

3.2 研究設計

本研究以團隊先前提出之「學科深讀」模式(楊斐鈞、廖長彥、張菀真、陳秉成、陳德懷，2017)結合自然科課程主題，設計「補充式多文本」之自然科閱讀活動，並以說明文文體搭配相關圖片為文本內容，共設計三個主題、每個主題各四篇文章。每個主題教學活動計 3 節課(120 分鐘)，教學主題一見表 1。教學活動中，觀察學生進行閱讀與討論之情形。教學活動後，依據蒐集資料進行分析。

表 1 主題一覽表

主題	主題文章一	主題文章二	主題文章三	主題文章四
[蜜蜂]	<建立美麗的家園>	<蜜蜂的舞語>	<叫我第一名-全能小工蜂>	<蜜蜂神秘消失事件>
設計 概念	•文章敘述群體性強的蜜蜂是如何建立家園。	•針對學童常觀察到的現象「蜜蜂飛舞」進行原因探究。	•藉由生動富有童趣的筆觸，讓學童認識「工蜂」在蜜蜂家族中的角色與工作。	•探討近幾年全球蜜蜂數量驟減的議題，讓學童學習到大自然萬物之間是息息相關的，人類必須尊重、愛惜生態環境！
主要 概念	•蜜蜂的家族角色與分工	•蜜蜂採蜜的方式	•蜜蜂的家族角色與分工	•蜜蜂採蜜與人類生活的相關
次要 概念	•女王蜂如何築巢 •築完巢之後女王蜂做了什麼 •蜂巢的外形與構築材料	•蜜蜂如何告訴同伴花源的位置	•工蜂在蜜蜂家族的角色	•蜜蜂對農作物的影響 •蜜蜂消失的可能原因 •如何挽救消失中的蜜蜂

3.3 活動設計

本研究採「學科深讀」模式設計自然領域教學活動。以「蜜蜂」為主題設計四篇文本，在正式進行課程前，實施「補充式文本」閱讀，以初步了解此模式運用在小學中年級學生自然科主題之可行性。活動設計分為探奇、述感與思辨三大階段，見圖 1：



圖 1：活動模式

探奇：此階段主要目的是引發學生的興趣與好奇心。透過閱讀「蜜蜂」主題的文字簡介與圖片，思考自己對此主題已知的內容，連結自我的先備知識。接著，閱讀四篇主題文章，將閱讀到的不同資訊與自己原本有的先備知識加以整合。

述感：此階段著重在提升學生對文本進行討論的興趣。閱讀四篇主題文本後，透過老師設計的四種鷹架提問：重點與摘要、釐清與闡述、連結與經驗、推論與猜測，引導學生將自己的想法或對文本內容的陳述記錄下來。接下來，進行小組分享與討論，從分享與討論的過程中，思考自己與他人對同一提問的觀點與想法，並檢視自己是否完整提取文本內容裡的認知概念。

思辨：此階段希望學生在經過述感的歷程之後，能以繪製個人概念圖的方式，整理關於主題的認知概念。最後透過同儕之間分享個人概念圖及老師總結的方式，鼓勵學生繼續延伸對主題的探索與興趣。

3.4 資料蒐集與分析

本前導研究主要希望初步了解此模式運用在小學中年級學生自然科主題之可行性。在活動過程中，教師為被動角色，不主動提供學生關於主題文章理解之協助，希望學生透過「學科深讀」模式，產出想法、建立與主題相關之概念。主題閱讀的四篇文本以補充式文本、說明文文體，並搭配相關圖片進行設計。經過多文本閱讀活動後，若學生回答提問之書寫內容不完整、中斷或未完成，則不納入分析。刪除不完整資料後，學生回答提問之個人想法人數共計 20 名。20 名學生所產生的個人想法數如表 1：

表 1.學生之個人想法數一覽表

鷹架提問	•重點與摘要	•釐清與闡述	•連結與經驗	•推論與猜測
想法數	45	26	16	17

4. 初步結果與討論

4.1<探奇階段>引起學生的學習興趣與好奇心

自然科主題內容廣泛，且與生活息息相關，本活動實施之時機點為正式進入課程主題前，初步研究發現，透過閱讀與主題相關之多文本，可連結學生對主題之先備經驗，引起學習興趣，激發學生之好奇心。

舉例：學生所提出不太清楚或想要進一步了解的部分

- 01.我想要進一步了解蜜蜂的蛹長什麼樣子。
- 02.為什麼一定要飛得快的雄蜂才能和女王蜂結婚？
- 03.為什麼蜜蜂受到驚嚇就會攻擊別人？
- 04.蜜蜂為什麼要採蜜？
- 05.為什麼蜜蜂要用跳舞的方式告訴同伴採蜜的地方？
- 06.蜜蜂跳舞的時候為什麼有分不一樣的舞呢？
- 07.蜜蜂除了用文章裡寫的舞蹈方式，告訴同伴花源的位置，還有沒有其他方法告訴同伴花源的位置？
- 08.蜜蜂消失為什麼會造成糧食短缺？

09.工蜂壽命為什麼只有 40-50 天？

10.為什麼蜜蜂要繞圓形？

4.2<述感階段>建立與主題相關之認知概念

閱讀主題多文本的過程中，針對鷹架的提問，寫下個人想法與陳述；接著進行小組內討論與分享、小組與小組之間觀摩；教師在活動實施前進行文本的設計與規劃，活動實施當中，教師卻是被動的角色，將主動學習權交給學生，透過學生之間的互動與想法產出，教師可從旁觀察到學生對於主題相關概念的迷思，進而在後續的教學活動中進行澄清或延伸學習。

舉例：學生在閱讀文章後所擷取的概念或摘要。但這些概念或摘要中也許包含迷思概念，待後續教學活動進行澄清與指導。

01.提問：蜜蜂如何告訴同伴花源的位置？

- (1) 繞 8 字型的字。
- (2) 用畫圓或畫 8 的方法來告訴同伴花朵的遠近。
- (3) 利用轉動自己的身體或跳舞來告訴同伴。
- (4) 用跳舞和轉圈來告訴同伴。
- (5) 用跳的方式告訴他們。
- (6) 蜜蜂如果找到了花源會先聞花的氣味，然後開始在草叢裡轉圈，告訴同伴花源的位置。

02.提問：蜜蜂是相當重視分工合作的一種昆蟲。請問工蜂主要負責那些工作？

- (1) 照顧小寶寶。
- (2) 守護家庭。
- (3) 把死亡的蜜蜂丟出家裡。
- (4) 幫忙建造蜜蜂的家。
- (5) 採花蜜、清理巢裡的垃圾，移除死去的蜜蜂。
- (6) 吸花蜜、打掃蜂巢、餵蜜蜂寶寶吃飯、趕走敵人。
- (7) 工蜂有內勤蜂和外勤蜂，內勤蜂主要負責把蜂窩裡不乾淨的東西和死亡的蜜蜂給清掉，外勤蜂負責出去採花蜜和花源。
- (8) 年輕的蜜蜂清理家中垃圾、屍體；大約 3~4 天的蜜蜂讓蜜蜂寶寶吃東西；大一點的蜜蜂蓋家；20 天的蜜蜂當阿兵哥。

4.3<思辨階段>培養學生整合多元文本的技能

在知識來源越來越多元的世代裡，學生取得知識的管道不再單一或狹隘。將此模式應用在教學過程中，可培養學生閱讀與分析單一主題、多元來源資料的能力，並延伸思考關於主題不同面向之議題。

舉例：蜜蜂如果消失了，對人類生活會造成糧食的短缺。你認為還有可能引起什麼影響？

01.農作物有可能不會生長，也沒有蜂蜜吃。

02.蜜蜂如果消失，可能會造成其他昆蟲的天敵消失，讓那些昆蟲大量繁殖。

5. 結論與未來研究建議

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

本研究延續團隊發展之學科深讀模式，應用於自然科學領域，以補充式文本為設計，短篇科普文章為文體類型，搭配相關插圖，結合提問與討論，希望協助學生透過多文本主題閱讀引起對學習主題之興趣，並建構或統整自然科學主題相關訊息，建立自然科學主題相關之認知結構。雖然教師在學生的閱讀活動之前或過程當中，並未進行傳統的講述式教學，而是以課堂前設計完成之主題文章及鷹架提問，從旁以被動者的角色，鼓勵學生進行閱讀，並記錄下自己的想法，但從學生的想法記錄中可以發現：透過多文本的主題閱讀，可以連結到學生的先備經驗與知識，引發學生對主題的興趣與好奇。藉由互文性的文章設計與提問，學生擷取文章中的相關概念，教師亦可從學生的想法記錄中得知學生正確或迷思的概念，甚至是對此主題延伸出的不同議題，以調整後續教學的內容。

惟本研究為一前導研究，暫以紙本為閱讀文本，且對於學生產出之想法與概念尚未進行整合與分析。以下針對後續研究提出未來研究之建議：

5.1 深化補充式文本的互文性

自然科學主題以知識性內容為主，以補充式文本進行設計時，建議應多加發揮文本之互文性特色與分析，讓學生透過閱讀的過程獲得與主題相關更廣泛之概念。

5.2 繪製概念構圖並做階層性分析

學生在探奇及述感階段，透過個人閱讀、小組分享與討論，會產出與主題相關之想法，甚至提取出與主題相關之關鍵概念，而這些想法的敘述與紀錄便是教學現場上相當珍貴的部分！建議在思辨階段，將述感階段所產出之想法與所提取出之概念，以學生個人繪製概念構圖之方式呈現，促進有意義之學習，並進行階層性分析，作為教師後續教學之參考方向。

5.3 將學科深讀模式應用在線上閱讀平台

此模式除了藉由多文本閱讀引發學生對主題學習之興趣，記錄個人想法之外，建議可以利用線上閱讀平台將多文本閱讀以可視化之環境呈現，不但可靈活、彈性地隨時選擇與閱讀主題文章，更可立即將自己的想法分享給同儕，進一步針對提問的紀錄進行同儕之間討論與共學，並透過平台記錄與管理學科深讀模式中所產生之思考、討論歷程。

參考文獻

- 廖長彥、張苑真、陳秉成和陳德懷(2016)。興趣驅動之提問式主題閱讀模式發展與評估。*教育學報*，44 (2)，1-25。
- 楊斐鈞 (2017)。主題深讀模式與平台之實踐：透過多文本閱讀與討論以提升學生想法運用與文本理解的表現。臺灣“中央大學”網路學習科技研究所，桃園縣。
- 曾園馨 (2018)。以多文本閱讀與概念圖進行寫作之行動研究：從主題深學到寫作。臺灣“中央大學”網路學習科技研究所，桃園縣。
- 張心怡 (2018)。社會科學主題深學：衝突式多文本閱讀與論證活動設計與實驗。臺灣“中央大學”網路學習科技研究所，桃園縣。
- 陳奇蓮 (2018)。在教室裡遇見法布爾—小學六年級學童科普閱讀教學研究。臺灣臺東大學進修部兒文所碩士班，台東縣。

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

- 洪詠善 (2016)。學習趨勢：跨領域、現象為本的統整學習。臺灣教育研究院電子報，134，
取自 <https://www.naer.edu.tw/bin/home.php>
- 萬榮水和林素嬌(2012)。人民小學教師選用科普補充教材的決策準據之研究：以自然與生活科技領域為例。文化事業與管理研究，特刊，69-87。
- 方朝郁(2005)。概念構圖在小學自然與生活科技領域教學上的應用。教育研究，13，127-138
- 王靜如，陳新豐，周錦婷(2013)。小學學童科學閱讀理解動態評量數位化教學之發展。課程實踐與教學創新，2013。
- 張菟真和辜玉旻(2011)。小學高、低閱讀能力學童圖文閱讀的理解策略。臺北市立教育大學學報：教育類。
- 唐淑華和蔡孟寧，林烘煜(2015)。多文本課外閱讀對增進初中學生理解歷史主題之研究：以[外侮]主題為例。教育科學研究期刊，60(3)，63-94。
- 薛雅純(2018)。從十二年人民基本教育課程綱要自然科學素養導向的探究教學。臺灣教育評論月刊，7(5)，259-262。
- 吳穎油 (2003)。建構主義式的科學學習活動對小學高年級學生認知結構之影響。臺灣交通大學教育研究所，新竹市。
- 陳俊源 (2002)。概念構圖式網路學習環境對認知結構影響之研究-以小學五年級學生岩石概念為例。臺南師範學院教師在職進修資訊碩士學位班，台南市。
- 楊斐鈞、廖長彥、張菟真、陳秉成和陳德懷。(2017)。主題深度閱讀模式的發展。第21屆全球華人計算機教育應用大會論文集 (83-86 頁)，北京，中國：全球華人計算機教育應用學會。
- Wang, J. R.; Wang, Y. C., Tai, H. J., & Chen, W. J. (2010). Investigating the effectiveness of inquiry-base instruction on student with different prior knowledge and reading abilities. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 801-820.

調查學科深讀模式於初中學生英文為外語學習之影響

Investigate the Effect of the Integration the Academic Reading Model into EFL in the Middle School Students

李佩蓁^{1*}, 廖长彦², 陈德怀¹

¹ 臺灣“中央大學”網路學習科技研究所

² 人民臺北護理健康大學

* lpj106554004@g.ncu.edu.tw

【摘要】 英文閱讀一直是英文學習中重要的一環，在教學現場發現多數初中生礙於對英文字彙的陌生而排斥學習，或深感習得無助。本研究嘗試透過學科深讀模式進行英文多文本閱讀活動，透過繪製心智概念圖和同儕討論等鷹架支持，期能拓展學生對英文主題閱讀的信心與能力。實驗邀請初中七年級共 42 位學生參與，並以小組形式於「明日星球」跨域主題閱讀平台上，進行英文主題多文本的閱讀活動。初步結果顯示，透過英文「學科深讀」模式能提升學生學習意願與信心、協助統整想法並增進對文本知識內容的理解程度。

【關鍵字】 多文本；學科深讀；閱讀理解；自我效能；英文為外語閱讀

Abstract: Reading has always been an important part of English learning. In middle school, lots of EFL students got learned helplessness and started againsting to learn English. This study attempts to use the academic reading model with English multi-text to develop the reading comprehension of students. Furthermore, through the stages of mind maps and peer discussions, it enhances students' confidence. There were 42 7th grader students participated in the reading activity of interdisciplinary theme. The results showed that this model can not only raise students' willingness and confidence in learning but also assist students to integrate ideas and the understanding of textual knowledge.

Keywords: multiple texts, academic reading model, reading comprehension, self-efficacy, EFL reading

1. 前言

身處教學第一線觀察目前臺灣中學教育現況，時常發現多數初中學習者仍對英文學習處於困境和習得無助感的情況，雖小學階段已降低學習英文的年齡，但多以遊戲學習或應付考試導向兩方面為主，對於需要學習協助的落後學生只能採取消極的補救；到了初中階段，延續小學學習的弱勢，學生礙於對英文單字的陌生與難度加深，對文章段落感到學習恐懼，漸漸失去英文學習的信心與興趣，後更因為缺乏英文聽說的應用機會，最終只能淪為「教室的客人」。這些學生大多未受到閱讀教學引導及家庭閱讀的興趣培養，導致英文程度 M 型化差異甚大，更嚴重缺乏學習意願與興趣（2017，李仰曼）。這可能有二個原因，一個可能是提供給學生的文章缺乏主題脈絡的引導；另一個則可能是文章缺少與學生生活經驗的連結。

為解決上述問題，過去已有研究者嘗試利用主題多文本的方式並調查其認知歷程，例如 Bråten 等人(2013)也提到多文本的好處包含了對文章廣泛且有較完整的理解，學習經常涉及到許多不同來源的文本閱讀與整合，若能透過多文本的大量閱讀引發學習興趣，並延伸至主題

閱讀學習等更高層的知識架構；林文毅（2017）也探討了多文本閱讀理解的本質與肯定價值，甚至最後成為成功的終身趣創者（廖長彥、張菟真、陳秉成與陳德懷，2016）。綜合上述原因，現今學生在學習英文的面臨困境，也許能運用主題多文本進行。故本研究嘗試運用學科深讀模式來幫助學生，具體而言，教學預先依據主題編輯的多篇英文文章，提供給學生進行主題閱讀，期能對台灣初中學生學習方面有所助益。然而，在國外多文本的研究範疇本文以母語閱讀為主，即利用英文多文本閱讀學習於英文學習，教學上已廣為應用且有多篇文獻提供經驗，可惜針對第二外語方面的研究較少，似乎也尚無有完整的研究成效和成果分享，本次研究希望利用課程安排拓展學科領域並觀察此學習科科深讀活動對於學生的影響，如增進學生英文閱讀理解的成效或是英文學習自我效能等。在本研究前已有國外學者調查大學生閱讀關於氣候變化的多文本後撰寫論點或摘要的研究。發現閱讀過程中，學生自發性筆記所表明了，互文性精要闡述策略與更深層次的整理解對學生在閱讀時構建知識息息相關（Hagen, Braasch, & Bråten, 2014）。

再者，學習語言最有效的方式之一就是配合實際生活所需並時常應用，有鑒於此，本次研究的多文本設定為跨領域文章，除了設計較能貼近學生周遭的主題外，相較於教科書文本也有趣許多，接續的設計活動更鼓勵在討論前自我摘要重點和記錄學習歷程，討論中發表自己想法與同儕分享，討論後整合資訊並提升後設認知與訓練解決問題的能力。特別指出「明日星球」數位閱讀平台的應用，主要是打破一般閱讀紙本文本的刻板印象（課堂上閱讀文本通常還需要抄寫文字或回答問題），且因應新興世代數位原民（digital native）的學習風格，提供線上閱讀文本的學習方式，在學習過程進行個人學習、重點撰寫（已經知道甚麼、學到甚麼、還想知道甚麼）、公開想法、小組討論中，即時同步地在全班公開分享，透過後續課程安排與同儕討論、互動過程建構更加完整的知識架構，鼓勵參與、提高對學習英文的自我效能。

2. 相關研究

2.1. 英文為外語的學習與多文本閱讀

英文已成為全球無所不在的國際語言，因此英文為第二外語的學習已在全世界迅速蔓延，各國也十分重視以英文為第二外語的學習，台灣的學生通常從小學三年級開始在學校接受教育，然而初中開始至高等教育通常著重於語法與翻譯（楊育芳，2016），教與學都相對重視英文字彙與文法，但在閱讀時應該更強調理解層次。談到文本類型，從單一文本中至多文本的閱讀策略發展，有充分的理由說明多文本更具認知要求的成就並需要更加發達的高階流程和更複雜的技能和策略，而不是僅限於單文本識字（Karimi, 2015; Bråten & Strømsø, 2003）。

「多文本閱讀」並非僅是「大量閱讀」而是需要靠「文本互織」的多文本提升閱讀品質，並強調閱讀的歷程（唐淑華、蔡孟寧、林烘煜，2015）。閱讀多文本的類型眾多，使用的方式和目的也各有優缺，Hartman 與 Allison(1996)具體建議教師可透過補充式文本(complementary texts)、衝突式文本(conflicting texts)、控制式文本(a controlling text)、綜觀式文本(synoptic texts)及對話式文本(dialogic texts)等五種文本組織方式，進行促進學生多文本互文性的教學（唐淑華、蔡孟寧、林烘煜，2015）。這也是在本研究中採用英文多文本設計閱讀理解活動，而非單文本學習的原因之一。

2.2 閱讀理解與心智圖

心智圖的應用廣泛，本次研究採用原因是考量在多文本的閱讀理解中，主要研究的核心價值並非要求學生背誦記憶，而是對文章的理解，相較於概念圖的階層化知識結構，搭配心

智圖像呈現較為彈性並訓練發散思維的連結，期能在認知層面上能有全盤的概念知識及結構。學習如何學，具有後設認知的概念。

關於閱讀理解，在教學上，參考建構主義發展出的交互教學法 (Reciprocal Teaching) 透過師生對話與同儕討論，以摘要、提問、澄清、預測等四步驟訓練學生的閱讀策略，並藉此提高學生的自我學習和監控能力及更高階層的閱讀理解 (Palincsar, & Brown, 1984)。而近期也有一些研究以交互教學法結合數位等研究 (翁筱涵, 2018)，更有學者分析閱讀理解策略初分為重點與摘要、澄清與闡述、連結與經驗、推論與猜測等四個提問策略 (廖長彥、張菟真、陳秉成、陳德懷, 2016)。故在本篇研究中主要運用交互教學法中的步驟加以延伸，並嘗試在以英文為外語學習的領域觀察本次多文本的研究設計搭配交互教學法的概念是否能產生相同的學習成效，而在教學與學習過程中又是否能發現更多預期外的收穫，尤其是後設認知、文本知識、拓展字彙量等項目，以作為學術上的貢獻。

3. 研究方法

3.1. 研究目的與問題

以英文多文本進行學科深讀的教學活動，嘗試利用「學科深讀」平台 (楊斐鈞、廖長彥、張菟真、陳秉成、陳德懷, 2017) 的提問和即時回饋進行研究活動，經學生學習歷程註記和資料整理的過程，觀察可否間接培養閱讀理解的概念提取能力。在小組討論的階段，除了可增進社交與合作學習的概念，因為同儕間較為輕鬆的交談、分享也可打破學習者原本對學習英文的恐懼，並願意嘗試參與討論，進而有所進步和產出，肯定自我價值。最後，運用心智圖繪製來了解學習者對閱讀理解知識歷程是否提升進行探討，也可觀察「學習如何學」等後設認知的發展情形。

3.2. 主題文章內容

在語言學習的主題文本中皆有相關的概念知識和字彙，主要採用主題文本較能幫助學生建構完整有系統的知識架構。本次設計的文本主題，係以與生活相關的環保議題為主軸，除了貼近學習者的周遭培養情意，更可藉由討論過程養成問題解決的能力。在本次安排的主題下各有四篇相關的文本，進行每篇文本閱讀活動階段會緊扣主題，並將文章歸納整理為有系統的資訊，準確抓到文本主旨與關鍵訊息。

如前所述，設計文本時考量能夠符合時事、引起學習動機，且能著重情意並鼓勵思考解決問題，文本主題及其相關四個多文本設計的題材以全球暖化為主軸。首先是以控制文本作為先備知識的聯結，內容編排乃是參考了臺灣教育事務主管部門審定版康軒出版社的課文

(Snowball and Fluffy, 初中英文 7 上 Lesson 3) 做為依據再加以改寫，接著也參考 NASA Observatory 網站、國家地理文章、ALL+互動英文雜誌等相關內容，作為貫穿同一主題的補充文本。選定主題文章後，對於文字的艱澀難度與句型架構長度將是研究活動設計中的關鍵，不僅須考量學生的英文程度，亦須考量其先備知識是否足夠消化這些相較於課文中更具有知識性與討論性的跨領域文本，為此編制文本時的字句斟酌對比了林微庭等人 (2016) 所提出的利用 Lexile Analyzer 探討臺灣高中英語教科書的研究，對照此 Lexile Analyzer 分析系統 L 值會發現初中七年級教材約在數據平均為 329L (各課文數值介於 200~400 上下)，對應到美國 K12 教育體約是等同於其小學二~三年級的程度。

在本研究主題的各文本中也依此標準及學生狀況，針對字句長度和難度之可讀性做了調整，教材編排順序由易至難的模式，前兩篇文本程度近似 K12 三到五年級，後兩篇文本程度

落在 K12 八至九年級左右，前兩個文本減低學習時的焦慮，後兩個文本採螺旋式學習理論加深加廣，提升學習動機和豐富學習內容，主題文本一覽表如表 1。

表 1 主題文本一覽表與文本難度編排

主題文本一覽表與美國 K12 教育各年級相對應所使用之文本 Lexile 數值			
主題	主題文本	文本 Lexile 數值	符應美國 K12 教育等級
Global Warming	文本一: Global Warming and the Polar Bear.	500L - 600L	2nd~3rd Grade
	文本二: What makes the Earth change?	700L - 800L	5th Grade
	文本三: What Is Global Warming?	1000L - 1100L	9th Grade
	文本四: Global Warming Causes Giant Iceberg Breaks Away.	900L - 1000L	8th Grade

3.3. 參與對象

本研究進行於台灣桃園市某初中一年級(七年級)，參與對象包括兩個班級共 42 名學生(男生 20 位女生 22 位)與一名英文專任教師。該校教室內均有設置無線網路並有穩定的連線設備，校內專用電腦教室共有兩間，每間教室同一時間，各有約 28 台電腦足夠一個班級使用，且網路連線正常。學生自小學就有接觸基本電腦操作打字，並有能力將所想以中文輸入電腦中。教師主要擔任輔助者，引導學習者進行活動，並且透過「學科深讀」平台觀看學生的學習狀態，最後，安排之後進行小組討論和組別心智圖繪製。

3.4. 設計流程

本次研究設計是參考以先前陳德懷教授提出的「好學論」以及趣創者「IDC」理論(Interest-Driven Creator)為基礎。本次活動分為三個階段：1)活動前：活動設計，設計一跨領域主題與其分項各四篇文本進行閱讀活動，並針對自我學習效能進行簡單問卷，和心智圖解說，確定學生具備足夠進行活動的先備知識。2)活動中：自主學習，學生各自在閱讀平台上進行閱讀，並依步驟共享、討論、觀看其他提問和建議。3)活動後：討論整合，同儕鷹架的討論將各自於活動中完成學習單，和小組同學進行討論並整合心智圖架構，提出各自觀點、針對提出議題構想解決方法。最後繪製出一張小組心智圖並上台進行全班分享。跨域主題閱讀活動進行時間一個主題活動分配時間為三節課，一節課45分鐘，共計135分鐘。最後將針對英語自我學習效能問卷、平台操作內容、分組討論狀況，小組心智圖繪製，觀察學習歷程中成長變化和多文本的閱讀理解成效。



圖 1：活動流程

3.5. 研究工具

本研究採用「學科深讀」閱讀平台中的跨域主題深讀系統進行英文多文本的讀寫活動。活動前，教師以先依據學生程度與編寫文本，且預先測試系統平台之操作並建置學生資料。活動中，學生登入至明日星球網站，點選跨域主題深讀系統加入正在進行的主題活動（依本次研究主題「Global Warming」為例），系統內容與進行步驟包含：「主題簡介、個人讀寫、小組討論、全班討論」四個階段，藉由教師引導，學生同步閱讀，並能參與討論，觀看小組與全班的分享內容。活動後，經由閱讀平台的摘要與概念共享，最後進行課堂小組討論，在同儕鷹架下逐漸建構完整知識與對主題文本內容有更全面廣泛的認知。活動進行和平台操作詳見圖 2 與圖 3。

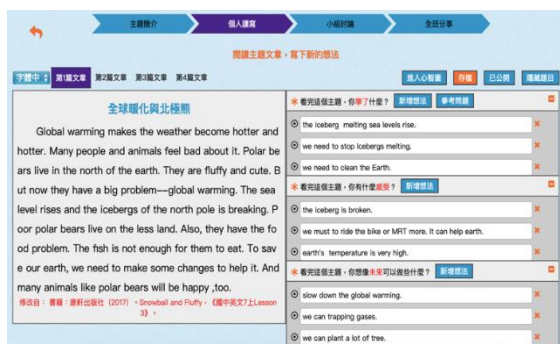


圖 2「跨域主題深讀」平台—個人讀寫



圖 3「跨域主題深讀」平台—全班分享

4. 初步發現

4.1. 對於英文閱讀的組織能力逐步增強

活動中，學生在閱讀平台學習時能掌握關鍵回答問題並嘗試發散思維，而每進行完一個部分也能同步觀看同儕的分享，利用老師預先設計的學習單主動註記想知道的知識於課後查詢，如：單字、片語、延伸問題等等，並在閱讀完成能大致繪製出自己的心智圖，並進行分組討論，如圖 4 所示。藉此聚焦、統整出關鍵與文本核心價值、構思、問題解決，最後分組合作完成心智圖，如圖 5。而在摘要、釐清策略下，學生在閱讀文章中，能漸漸掌握關鍵語詞等，且閱讀理解摘要的架構也參考 5W1H 策略整理出能符應四篇到文本的主要架構。

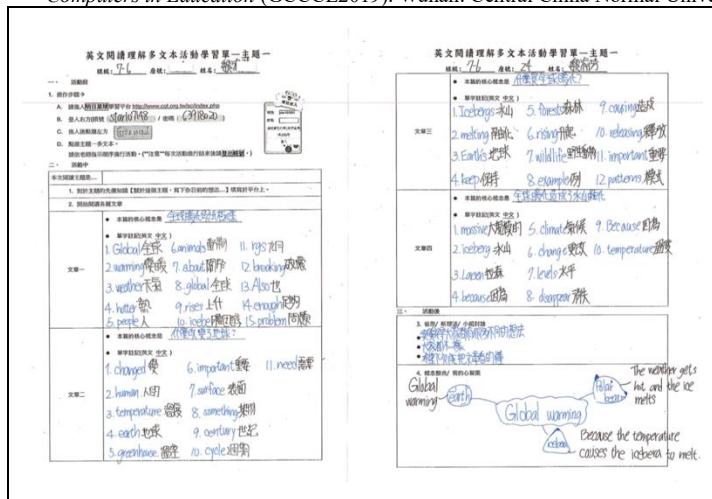


圖 4：「跨域主題深讀」學生學習單

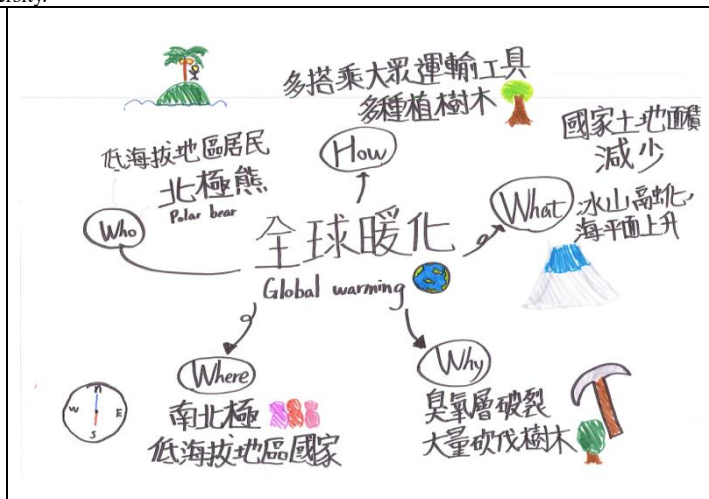


圖 5：「跨域主題深讀」平台—全班分享

4.2. 對於英文認知學習層面提升

一星期約一次的學習活動，活動中學生首先在平台上閱讀文本，接著依照平台四類提問回答問題，除數位平台學習外，學生將對於文本中不熟悉或完全陌生的單字註記於學習單上依學生程度抄寫，於課後查找生字。後對此閱讀模式越發熟悉，在每一篇文本中能依據上下本脈絡大致說出句意或文本闡述的方向及態度，有些學生閱讀唸出段句也漸漸不限以字彙為單位，口說(讀)部分更連貫、順暢，綜觀來看，對於英文篇章段落語意的說明以及語感方面的提升，是研究當中意外的發現。另，書寫表達的範例中，教師指導學生找關鍵，對主題文本的理解可以從 5W1H 方面切入，學生在閱讀平台上依照摘要、經驗、釐清、推理四類的提問進行簡單的回答描述，從系統上教師端觀看學生輸入第一篇文本的初始回答多用中文描述也較為簡短，但從第二、三篇文本開始有些學生開始以英文表達自己的看法，學生對閱讀書寫的具體成效從單字、片語進步為短句或段落，同時語文發展也漸漸從中文到英文表達。

4.3. 對於英文主題活動參與意願高

本研究進行的三個階段：活動前的四個文本設計，依 Lexile Analyzer 標準落在 500L~1000L 之間，想與目前教科用書的內容編排有所區別，難度稍微提高，但學生也相對感到興趣與挑戰。活動前的英語自我效能檢核表能明顯觀察出其學習意願和信心個體間落差甚大。活動中發現，學習態度方面，無論學生在「跨域主題深讀」閱讀中對文本的難易度接受程度為何，對於階段性活動參與度都頗高，而在小組討論時，教師在活動中擔任引導、協助者，更觀察到幾乎每一位學生都踴躍於發言並提供自我意見或嘗試解決問題；而從個別學習歷程來看，儘管學生們的先備知識和英語閱讀能力 M 型化差異甚大，英文字彙也是閱讀當中重要的一環，但學生反倒是因為對主題感到興趣而試著推敲上下文句的含意，雖繪製個人心智圖部分多以中文撰寫，經由小組討論活動後的心智圖，已多少可寫出幾個關鍵字詞的英文字彙，對於整個主題也有較全面性的知識架構，活動後，加深加廣的內容也促使學生有興趣願意額外花時間尋找相關資料。

學生利用跨域主題閱讀平台上可觀看其他同學想法和意見外，更可查看到自己輸入的文字畫面，除觀察模仿同儕的知識產出，可藉此更加了解自我學習狀況，發展後設認知。

5. 結論與未來工作

本研究以英文多文本進行的學科深讀教學活動，藉由「明日星球」學科深讀平台的提問和心智圖繪製，了解學生對於閱讀理解的組織能力逐漸提升和認知發展歷程的改變，小組討

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

論活動相較一般傳統教學也較能提高學習興趣，並願意參與發言和分享。而此次初探研究暫只設計單一主題與其文本，日後將繼續根據本研究架構設計二至三個不同主題，最後統整為一系列的研究數據，能更深入探究學生在每一閱讀階段認知結構的改變，包含理解程度提升的幅度，以及心智圖統整能力有更詳盡的解釋。英文閱讀理解中，字彙的重要性也將是探討重點，因此將再針對此一閱讀活動學生英文字彙增加的狀況，是否與閱讀本身相輔相成。學習情意部分，未來會進一步對學生學習興趣進行課室觀察，設計自我效能問卷探究其興趣與增強動機的層面進行延伸討論。

參考文獻

- 廖長彥、張菀真、陳秉成、陳德懷 (2016)。興趣驅動之提問式主題閱讀模式發展與評估。教育學報，44 (2)，1-25。
- 唐淑華, 蔡孟寧, & 林烘煜. (2015). 多文本課外閱讀對增進初中學生理解歷史主題之研究: 以 [外侮] 主題為例. 教育科學研究期刊, 60(3), 63-94.
- 李仰曼. (2017). 提升偏鄉中學生對英文學習之能力. 臺灣教育評論月刊, 6(2), 68-71.
- 林文毅. (2017). 篇章阅读新进展——多文本阅读理解本质特征分析. 应用心理学, 24(3), 280-288.
- 翁筱涵. (2018). 交互教學法結合即時反饋系統 ZUVIO 運用於初中學習障礙學生閱讀成效之研究. 淡江大學教育科技學系數位學習碩士在職專班學位論文, 1-127.
- EFL 學習者之學習概念, 學習策略與學業自我效能關係之研究: 結構方程分析. 2016.
- 楊斐鈞、廖長彥、張菀真、陳秉成、陳德懷。(2017)。主題深度閱讀模式的發展。第 21 屆全球華人計算機教育應用大會論文集 (83-86 頁)，北京，中國：全球華人計算機教育應用學會。
- 林微庭, 陳浩然, 劉貞好, & 江欣彝. (2016). 利用 Lexile Analyzer 探討臺灣高中英語教科書之可讀性. *Journal of Textbook Research*, 9(3).
- 陳德懷等人. (2018) Interest-driven creator theory: towards a theory of learning design for Asia in the twenty-first century Received: 11 June 2018 / Revised: 14 September 2018 / Accepted: 14 September 2018 @Beijing Normal University 2018
- Ferguson, L. E., Bråten, I., Strømsø, H. I., & Anmarkrud, Ø. (2013). Epistemic beliefs and comprehension in the context of reading multiple documents: Examining the role of conflict. *International Journal of Educational Research*, 62, 100-114.
- Hagen, Å. M., Braasch, J. L., & Bråten, I. (2014). Relationships between spontaneous note-taking, self-reported strategies and comprehension when reading multiple texts in different task conditions. *Journal of Research in Reading*, 37(S1), S141-S157.
- Bråten, I., & Strømsø, H. I. (2003). A longitudinal think-aloud study of spontaneous strategic processing during the reading of multiple expository texts. *Reading and Writing*, 16(3), 195-218.
- Hartman, D., & Allison, J. (1996). Promoting inquiry-oriented discussions using multiple texts. *Lively discussions*, 106-133.
- Brown, A. L., Palincsar, A. S., & Armbruster, B. B. (1984). Instructing comprehension-fostering activities in interactive learning situations. *Learning and comprehension of text*, 255-286.
- Karimi, M. N. (2015). EFL Learners' Multiple Documents Literacy: Effects of a Strategy-Directed Intervention Program. *The Modern Language Journal*, 99(1), 40-56.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

“解密”教与学——数据驱动在语文教学实践中的独特魅力

郑 玮

华中师范大学附属小学

zhengwei7464@163.com

【摘要】数据驱动教学重塑着教育教学领域的日常实践，为教师制定精准的教学决策提供了依据，促进教师从经验主义走向数据驱动。本文利用学业监测平台对本校一年级（1）班的三次语文单元测验数据进行了分析，认为数据驱动教学可以实现分类教学，课堂教学变得更加高效；可实现个性化教学，家校沟通更有章法；可让教育变得更加客观公正，学生更自信快乐。

【关键字】数据驱动；学业诊断；小学语文教学；教师决策；

1. 前言

数据驱动教学是当前国际教育信息化发展的前沿课程，呈现出科学化、精准化、智能化与个性化四个核心特征。（杨现民，2018）那么数据驱动可以给我们教育带来什么变化？海量的数据收集之后，成为一个个密码，我们该如何解密，并将其运用到我们的教育教学中，为我们的教育教学带来价值？这些问题，是我们在接触数据驱动教学时，应该要思考的问题。

数据的挖掘和精准的运用，是决定教学是否更有效的核心因素。万力勇等认为大数据可以为精准教学目标设定、精准教学内容推送、精准学习活动设计、学习行为记录与测评、精准决策与干预提供依据。（万力勇，黄志芳，黄焕，2019）邹逸等认为大数据时代，教师从“基于经验”走向“数据驱动”，教师的教学决策从组织协调、发展数据素养、创建数据概览、数据挖掘、检查教学、形成行动计划、制定评估行动进展计划到行动与评估，依赖“数据驱动”使教师教学的决策更有效。（邹逸，殷玉新，2018）廖凤喜认为，数据驱动教学有助于了解学生学习行为和特征，有助于对学生的学习效果进行评价，有助于教师进行教学反思。（廖凤喜，2018）钟绍春等认为学生学习行为的追踪和学习结果优劣的展示，应以学生学习大数据为依据，数据“能够为教师提供学习结果的反馈，同时也是调控和管理学习过程的一种途径或手段。”（钟绍春，唐烨伟，王春晖，2018）黄怀荣也认为教育教学管理机构应用现代科学技术为“学生、教师和家长等提供一系列差异化的支持和按需服务，能全面采集并利用参与者群体的状态数据和教育教学过程数据来促进公平、持续改进绩效并孕育教育的卓越”。（黄怀荣，2014）

由此可见，数据并不是目的，而是一个现象，或者是看待问题的一种途径和解决问题的手段。数据驱动可以为我们的教育教学过程和决策提供更精准的指导，可以更好地调控和管理教学过程和学生的学习过程。

基于本学期华中师范大学工程中心教育大数据学业监测平台对一年级（1）班三次测验所收集到的数据情况，我对教育数据驱动在语文教与学中的应用有了新的分析和认识。

2. 数据的魅力——让枯燥的数据说出动听的话语

数据本身是不会说话的，枯燥的数据也没有魅力，但是真实的教学数据不会“说假话”，它会赋予教师三种能力，分别是“显微镜”式的观察能力（看得更细，比如详细诊断学生得知识缺陷），“望远镜”式得预测能力（看得更远，比如预测学生的学习成效），

“导航仪”式的指导能力（看得更准，比如给予学生个性化的学习路径与方法指导）。（杨现民，2018）通过分析这些数据传递出来的信息和规律，可以帮助我们更准确地看待教育问题，并提出解决问题的方法。

通过分析一年级（1）班三次测验所收集到的数据情况，我们可以解读出以下信息。

2.1. 了解班级学生的整体学业状况

本学期我们进行了第一单元、二三单元综合卷、一年级语文拼音验收卷的学业质量监测，从三次报告总览中，我们看到本班学生学业水平总体较好，其中高分占比人数较多，优秀有1-2人，还有1名极端值学生，需要引起教师关注。

<p>报告总览</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 本次考试（作业）42人参加，全班43人，其中1人缺考； 露乐心 2 平均分96.2分，满分100分，最高分100分，最低分76分； 3 及格1人，优秀2人，高分39人，低分0人； 4 进步明显的学生：无 	<p>报告总览</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 本次考试（作业）43人参加，全班43人，其中0人缺考； 2 平均分98.1分，满分100分，最高分100分，最低分85分； 3 及格0人，优秀1人，高分42人，低分0人； 4 进步明显的学生：彭量宇、董家豪、周奕含、何昱强、刘牧遥、苗、冷彦飞 	<p>报告总览</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 本次考试（作业）43人参加，全班43人，其中0人缺考； 2 平均分97.7分，满分100分，最高分100分，最低分86分； 3 及格0人，优秀2人，高分41人，低分0人； 4 进步明显的学生：无
--	--	--

图1 第一单元、二三单元综合卷、一年级语文拼音验收卷报告总览

在报告纵览中，我们还可以了解到彭量宇、史铠文、李梓赫、田子宸、胡睿博、高翊航6位同学2次及2次以上考试成绩不够理想。

<ol style="list-style-type: none"> 1 需要关注的试题：[1]、[4]、[5]、[6]、[8]、 2 彭量宇、董家豪、史铠文、李梓赫、田子宸、本次成绩不太理想；
<ol style="list-style-type: none"> 1 需要关注的试题：[5]、[10]、[11]、 2 彭量宇、高翊航、史铠文、胡睿博、李梓赫、本次成绩不太理想；
<ol style="list-style-type: none"> 1 需要关注的试题：[3]、[6]、[7]、 2 徐子星、高翊航、李墨、张思哲、王伊澄、姜昕玥、艾乐、高翊航、李墨、胡睿博、李梓赫、田子宸、本次成绩不太理想；

图2 第一单元、二三单元综合卷、一年级语文拼音验收卷问题发现情况

大数据学业监测平台不仅可以帮助我们了解班级学生的整体学业状况，还可以帮助我们了解试卷的整体情况。从三套试卷的区分度可以看出，三份试卷较简单，分别只有0.10、0.06、0.07，这意味着老师对于试题的挑选时，难度分布应该均衡一点。

5.50 0.10 标准差 区分度	3.01 0.06 标准差 区分度	3.36 0.07 标准差 区分度
----------------------	----------------------	----------------------

图3 第一单元、二三单元综合卷、一年级语文拼音验收卷标准差、区分度总览

2.2. 了解学生的整体答题情况

大数据学业监测平台还可以帮助我们了解学生的整体答题情况，并分析出班级学生在题目上的掌握情况。

从答题总览中，我们发现第一单元试卷的第二、四题，得分率较高，但是标准差却很大，说明该道题目学生答题的离散程度较大，也就是意味着有部分孩子的答题情况不好，影

响了该道题的得分率，这提醒老师特别应该注意个别同学的学习情况。第三、六题的得分率不高，这意味着这道题目班级中有很多同学都掌握不好，要求老师应该重点关注这道题目。

题型	满分	班级平均分	班级最高分	班级最低分	班级得分率	标准差
一、解答题	8	8.0	8.0	8.0	100.0%	0.00
二、解答题	6	5.8	6.0	1.5	96.3%	0.76
三、解答题	8	7.8	8.0	6.0	97.7%	0.43
四、解答题	24	23.8	24.0	23.0	99.3%	0.37
五、解答题	20	19.9	20.0	18.0	99.4%	0.39
六、解答题	8	7.8	8.0	5.5	97.5%	0.48
七、解答题	12	11.8	12.0	4.0	98.5%	1.21
八、解答题	9	8.7	9.0	6.0	96.4%	0.77
九、解答题	5	4.5	5.0	1.0	89.8%	0.80

图4 第一单元试卷学生答题情况分析

题型	满分	班级平均分	班级最高分	班级最低分	班级得分率	标准差
一、解答题	8	7.9	8.0	4.0	98.2%	0.64
二、解答题	15	14.3	15.0	5.0	95.4%	1.90
三、解答题	15	13.9	15.0	8.0	92.9%	1.76
四、解答题	22	21.1	22.0	16.0	95.9%	1.43
五、解答题	8	7.7	8.0	4.0	96.4%	0.80
六、解答题	16	15.3	16.0	8.0	95.8%	1.67
七、解答题	12	12.0	12.0	12.0	100.0%	0.00
八、解答题	4	4.0	4.0	2.0	98.8%	0.30

图5 拼音验收卷学生答题情况分析

题型	满分	班级平均分	班级最高分	班级最低分	班级得分率	标准差
一、我能按顺序填空。	15	15.0	15.0	14.0	99.8%	0.17
二、我能把音节宝宝送回家。	12	11.5	12.0	2.0	95.7%	1.60
三、我能把整体认读音节用“O”圈出来	5	4.7	5.0	3.0	94.4%	0.52
四、看拼音，写汉字。	8	7.9	8.0	6.0	98.8%	0.42
五、我会拼，我会填。	10	9.4	10.0	5.0	93.6%	1.32
六、小小魔术师。	4	4.0	4.0	4.0	100.0%	0.00
七、根据图片，写汉字。	8	7.9	8.0	7.0	99.1%	0.25
八、读一读，画一画	8	8.0	8.0	8.0	100.0%	0.00
九、连一连，组词语	10	9.7	10.0	8.0	97.4%	0.59
十、仔细看图，用一两句话写一写图片上	20	19.5	20.0	15.0	97.7%	1.01

图6 第二三单元综合卷学生答题情况分析

同样，在拼音验收卷中，值得老师关注的是第7题的标准差较大，得分率较高，该道题目有个别学生答题情况不好。第9题的得分率不高，但是标准差相对不大，说明这道题目班级中有很多同学都掌握不好。

在第二、三单元综合卷中，第7题的得分率很高，标准差较大，说明学生答题离散程度较高，有个别学生答题情况不好。第3题的得分率不高，但是标准差相对不大，说明这道题目班级中有很多同学都掌握不好。

2.3. 了解学生的学业进步情况

通过班级排名，我们可以了解孩子通过几次测试之后反馈出来的学业进退步情况，帮助教师和家长了解孩子最近的学业状态，及时鼓励和孩子的学习态度，帮助孩子找到适合自己的学习方法和学习状态。

熊雨桐	20180024	1	↑ 16	100	8	张思哲	20180016	36	↓ 6	96	8	6
杨张逸帆	20180011	1	—	100	8	魏景乾	20180001	37	↓ 16	95.5	8	6
姚佳琪	20180043	1	↑ 25	100	8	李璿	20180023	38	↓ 37	95	8	6
王艺诺	20180009	1	↑ 20	100	8	张梓祺	20180018	38	↓ 8	95	8	6
冷度飞	20180002	1	↑ 16	100	8	高翊航	20180020	40	↓ 5	92.5	8	4.5
徐梓道	20180012	1	—	100	8	田子宸	20180021	40	↓ 2	92.5	8	6
何昱锦	20180022	20	↑ 8	99.5	8	李梓赫	20180031	42	—	91.5	8	4.5
刘钰清	20180005	20	↑ 1	99.5	8	胡睿博	20180013	43	↓ 42	85	8	1.5

图7 学生学业进步情况分析

2.4. 了解个别学生的答题情况

数据的另一魅力，就在于可以帮助我们了解个别学生的答题情况，使我们在教学中更加个性化、有针对性。我们选取班级的一位较典型的学生——小彭进行分析。从学生的报告分析中，我们可以了解到，彭量宇的百分等级情况总体上不高，但是呈上升趋势。同时，我们还可以了解到她在不同难度试题的掌握程度，并且还反馈出她需要关注的试题以及相关的未掌握的知识点情况。

图8 第一单元、二三单元综合卷、一年级语文拼音验收卷中学生小彭的考试总览

通过第一单元的大题得分率分析图，我们了解到该生在第二、四、六和八大题上比班级平均得分率更低，而在第五大题上则高于班级平均得分率，说明该生在笔画名称和识字方面掌握得不好，在汉字的书写掌握上得高于班级平均分。

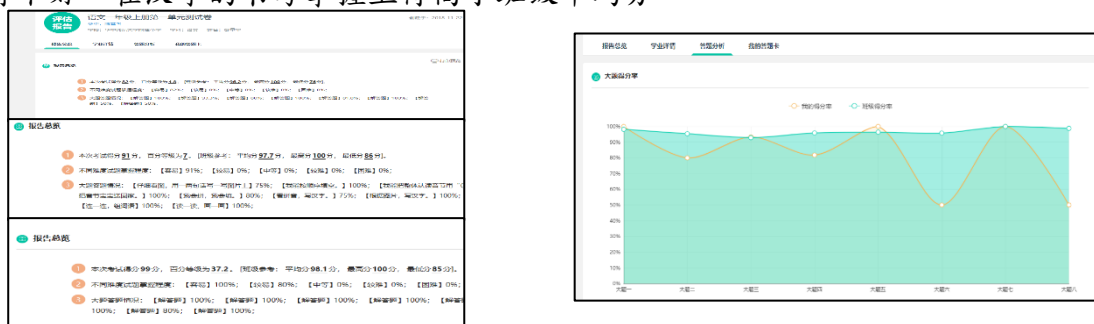


图9 第一单元试卷中学生小彭的大题得分率分析图

通过了解该生的答题卡，我们还发现该生失分的很大原因在于多次漏题。因此，相对于知识点的掌握水平上，我们更应该关注该生的考试态度和检查习惯这些元认知能力。

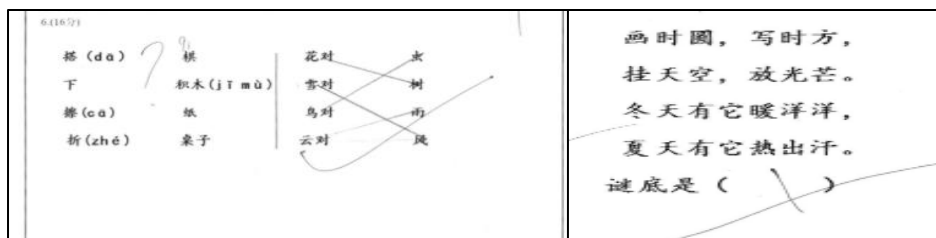


图10 第一单元试卷中学生小彭的答题卡情况分析

同样，在第二、三单元综合卷中，我们发现，该生在第四、五、十大题上，得分率比班级平均得分率更低。在第二、三和第九大题上，得分高于班级平均得分率。说明该生在韵母分类、整体认读音节的识记方面掌握得较好，而在看拼音写汉字、拼音拼写规律以及看图写话方面掌握得不够好。

在一年级拼音验收卷中，我们发现，学生小彭得整体答题情况与班级平均得分率相差不多，说明该生较前两次考试有很大的进步。第九大题得分率比班级平均得分率更低，说明该生拼音拼写规律掌握得不够好。

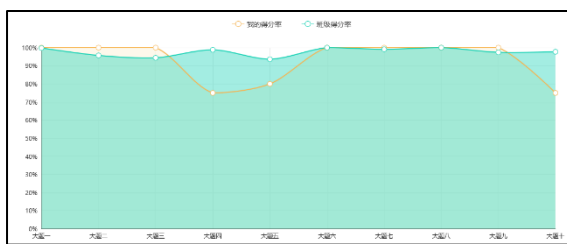


图 11 第二、三单元试卷中学生彭量宇的答题卡情况分析

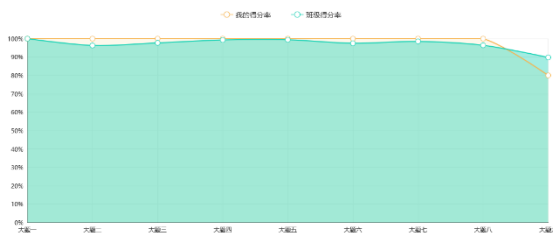


图 12 一年级拼音验收试卷中学生彭量宇的答题卡情况分析

综上所述，我们可以发现，小彭在笔画名称、识字、看拼音写汉字、拼音拼写规律、看图写话等方面掌握得不好。拼音拼写规律在两次考试中都存在严重失分的情况，而漏题情况在老师提醒并教授方法之后，没有再犯，考试态度和检查习惯这些元认知能力有很大的提高。

3. 数据的价值——让有趣的数据解答教与学的秘密

数据没有价值，也不能创造价值，真正能够带来价值的，是数据分析之后产生的信息的信息和行动的价值，是数据经过实时分析后及时地流向决策链的各个环节，成为使用者进行各种改革创新的内容和依据，教与学亦如此。

3.1. 基于数据驱动的教学诊断，可实现分类教学，课堂教学变得更加高效。

基于经验化的教学诊断，教师在批阅试卷的时候，只能通过第一印象以及不断翻阅学生答题情况，才能模糊了解到班级学生在知识点上的掌握情况。这种经验化的教学诊断，不仅不能区别到底是部分学生在该知识点的学习上遇到了困难或障碍，还是老师上课的时候并没有把知识点讲清楚；同样，这样的经验化的教学诊断，只能依托单次考试获得，而不能依托多次考试获得连续性的知识点掌握情况。

基于数据的分析，我们可以将考试收集到的数据分类，教师在教学时可以分类进行。一类是针对差生的补差教学，这类数据主要来源于测试中试题得分率高但是标准差大的题目，教师可以将该类学生集中起来专门辅导。一类是针对全班的二次教学，该类数据来源于测试中试题得分率低但是标准差不大的题目，这说明全班同学掌握得不够好，教师应该分析失分原因，并进行二次讲解。

通过三次单元测验，我发现在语文教学中，以下知识点我应该加强对差生的补差教学：

1. 对汉字笔画的掌握，特别是“横折、竖折、撇折”三种笔画的区别。
2. 对汉字的识记，并进行分类。

3. 培养差生的读题能力，要求差生在考试的时候不仅要认真听老师读题，同时也要学会培养自己借助拼音读题的能力。

以下知识点我应该进行二次讲解：

1. 培养学生的检查习惯，譬如第二、三单元综合卷中的第三大题，很多学生答题要求不明确，相同的整体认读音节被遗忘，导致漏圈扣分。
2. 对于易错汉字的笔顺进行强化讲解，譬如“火”的笔顺就是易错点。
3. 加强学生对要求会认读的生字转化为拼音的拼写能力。特别是“iu”和“you”的区别。
4. 强调拼音拼读规律中“小ü见到j q x y,去掉两点还读ü”的拼写规律。

譬如，就是此类题目，经过分析发现，学生主要是教师应该再次强调此类试题的答题要求。

通过分类教学，我们的教学不再是模糊的经验主义，这不仅使我们的教学更叫具有针对性，而且也节约了课堂时间。课堂教学更加高效、准确。

3.2. 基于数据驱动的学生报告，可实现个性化教学，家校沟通更有章法。

基于经验化的教学，教师在面对个别学生的学习情况时，也只能给出一个模糊的学习建议，并且每次考试之间的学习建议没有任何连续性。教师在与家长进行家校沟通时，语言的说服力也变得非常微弱。基于客观数据分析，以及对学生学习的跟踪，教师的教学和反馈也变得更加的个性化，家校沟通也变得更加简洁有效。

通过三次单元测试的数据反馈，我发现我们班上的彭量宇、史凯文、李梓赫、田子宸、胡睿博和高翊航是我需要重点关注的几位学生。在与他们的家长沟通时，我给出的反馈如下：

亲爱的小彭同学的家长：

您的孩子通过三次语文考试，我们发现她有了很大的进步，百分位等级上升了32位，值得表扬。但同时，她还有很多知识点掌握得还不够好，需要不断地努力，争取更大的进步。

经过数据分析，我们发现她在有些知识点的掌握方面比班上的大部分同学都做得更好：

1. 加减笔画变新字的题目得分比班级平均得分率更高。
2. 拼音中韵母的分类分得又对又好。
3. 整体认读音节的识记非常准确。

这说明孩子在这些知识点上听讲认真，掌握得非常好。

同时，我们还发现，彭量宇同学有些一些地方值得引起重视：

1. 漏题的情况在第一次单元测试中反复出现。
2. 看拼音写汉字还掌握得不够好。
3. 拼音拼写规律，特别是“ü”的变化规律还不是特别明确。
4. 看图写话方面，对于一个句子的完整表达，还不够熟练。

当然，小彭同学的漏题情况，在老师与她沟通之后，有了很大的改善，在接下来的两次考试中，她再也没有出现过同样的错误了。

不过，她的拼音拼写规律掌握的不太好，在两次考试中都在同样类型的题目中出现了严重失分，希望家长也引起重视。

小彭同学还有很大的进步空间，希望我们共同努力，帮助她成长。

对于史凯文、李梓赫、田子宸、胡睿博和高翊航等孩子，我们也可以给出如此详细的个性化的反馈，家校沟通更有效。学生的学习也变得更加有针对性了。

3.3. 数据驱动让教育变得更加客观、公正，学生也可以变得更加自信、快乐了。

基于经验化的教学，教师容易把学生分成所谓的好学生和差学生。学生好在哪里老师不清楚，学生差在哪里老师也很模糊。基于数据的分析，学生的学习有了连续性的监控，她不仅可以与其他同学进行横向比较，更重要的是，她还可以和自己进行比较。每个孩子都有她的优点和缺点。教师给家长的反馈也变得更加客观、公正。

譬如，即使是本班学习上有很大困难，长期处于班级倒数的小李同学，我给出的反馈，也会列出他的优点，将他与自己进行比较。

亲爱的小李同学的家长：

您的孩子通过三次语文考试，我们发现他有了进步，百分位等级上升了3位，说明他正在努力的路上，值得表扬……

经过数据分析，我们发现她在有些知识点的掌握方面比班上的大部分同学都做得更好：

他对于易错的汉字的笔顺掌握得很好，这道题是班级失分率比较高的题目，但是他都做到了全对，说明认真听讲了。

在汉字与拼音的匹配上面，他的得分率高于班级平均得分率，说明他平时认读汉字发音准确。

根据拼音画图，也画得非常好，说明他的拼音拼读准确。

在韵母分类方面，他也做得非常好。

……

同时，我们发现小李同学的漏题情况，在老师与他沟通之后，有了很大的改善，在接下来的两次考试中，他再也没有出现过同样的错误了。

不过，他的拼音拼写规律、识字、看拼音写汉字这三个知识点掌握的不太好，在三次考试中都在同样类型的题目中出现了严重失分，希望家长也引起重视。

4. 结语

总之，大数据学业质量监测报告帮助我们了解了更多班级学生的学业水平情况，也帮助我们更好地了解个别孩子的学习情况，为我们的教学和学生的学习提供了很多的帮助。枯燥的数据变成生动的语言，它独特的魅力，让我们的教育教学变得更加高效、个性化，也让我们的孩子们变得更加自信、快乐，数据的客观性和连续性也为我们坚持教育的客观、公正提供了依据，这就是数据驱动在语文教学实践中的独特魅力。

参考文献

杨现民（2018）。大数据提升教师教学决策力。《中小学数字化教学》，2018，5，1。

万力勇，黄志芳，黄焕（2019）。大数据驱动精准教学：操作框架与实施路径。《现代教育技术》，2019，1，31-37。

邹逸，殷玉新（2018）。从“基于经验”到“数据驱动”：大数据时代教师教学决策的新样态。《教育理论与实践》，2018，13，52-56。

廖凤喜（2018）。数据驱动教学：让教学变得更智慧。《才智——创新教育》，2018，79。

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

钟绍春，唐焯伟，王春晖（2018）。智慧教育的关键问题思考及建议。中国电化教育，2018，372，106-117。

黄荣怀（2018）。智慧教育的三重境界：从环境、模式到体制。现代远程教育研究，2014，6，3-11。

AI 輔助 GM5 遊戲以強化小學生思考與決策之教學探討

Enhancing the Elementary School's Students' Analytic Thinking and Decision-making Abilities through AI-assisted Program in the GM5 Game Playing Activities

陳建奇¹，吳佩育²，賴阿福^{3*}

^{1,2} 臺北市立光復人民小學

³ 臺北市立大學資訊科學系

¹kiki@kfps.tp.edu.tw, ^{3*}laiahfur@gmail.com

【摘要】 GM 5 遊戲的目的在訓練學生不被 AI 打敗的能力，透過一步一步地分析、思考、運算，慢慢的在腦海中找出不被對手打敗的方法，而最終學生腦中形成的策略就是挑戰 AI 運算的方法。在玩 GM 5 遊戲時會發現，總共有選牌、分析對手牌組、思考配置、以及攻擊對方的牌組等步驟，每一個步驟都只有一分鐘思考的時間，但其中所牽扯到的邏輯分析、數學運算、爾虞我詐相當複雜，因此本研究以 5E 學習環開發遊戲活動及 AI 程式，以幫助學生從兩張牌開始慢慢思考出他自己的策略是否能打敗對手、修正、再挑戰、完成最終策略(但隨時會再因應對手強弱變動)等循環，強化思考及決策能力。

【關鍵字】 AI；運算思維；決策；5E 學習環；玩遊戲活動

Abstract: The purpose of the GM5 game is to train children to overcome the challenge of AI. Through step-by-step analysis, thinking, and calculation, finding ways to not be defeated by opponents would be figured out in their minds slowly. When playing this game, there are four time-limited steps including selecting cards, analysis of opponents, thinking distribution, and attacking opponent. The logic analysis, mathematical operations, and intrigues involved in the game playing are quite complicated. Therefore, this game has the potential for enhancing the player's thinking and decision-making abilities. Nevertheless, a systematic learning activity and assistance tool are in demand for attaining this educational purpose. As a result, this study developed an AI program to assist students to reflect their own strategies, and adopted 5-e learning cycle for developing a game-playing activities.

Keywords: AI, Computational thinking, Decision making, 5-e learning cycle, Game playing activity

1 前言

學童學習程式語言可以幫助學童提升邏輯思考能力、批判思考能力以及如何學習的能力 (Papert, 1980)。資訊科技中運算思維是下一代必備的素養，應自小扎根 (台北市教育局，2018)。程式教學在全世界蔚為風潮，並且學習年齡有越來越小的趨勢，對於新世代的學童，AI 科技的崛起、通訊科技的發達都代表他們即將進入一個無人可預知的下一個 20 年，因此在學習中最重要的是在養成自主學習、啟發邏輯思考的習慣，嘗試解決問題。

幼兒的學習都從遊戲進行，「寓教於樂」是理想教育理念；因遊戲提供有意義的學習情境，在玩遊戲中學習者需運用問題解決能力及知識才能達到目標，進而促進認知發展及知識建構 (Erhel & Jamet, 2013; Huang, Huang, & Tschopp, 2010; Kim, Park, & Baek, 2009)，故教育

遊戲被視為學習動機及問題解決能力提升的有效教學策略(Moreno-Ger, Burgos, Martínez-Ortiz, Sierra, & Fern_andez-Manj_on, 2008; Prensky, 2003)；如何促進學童之思考與決策之能力是教育重要任務，因此本次教學實例重點在於運用 GM5 遊戲以強化小學生思考與決策之能力，且利用 AI 程式的運算，讓學生了解到 AI 技術與人腦的差異，並且教會學生模擬程式思考的模式。生活中與 AI 共存已經是事實，如何在科技時代中駕馭資訊、學習、創作是未來學生的生活能力，因此透過本課程學習運算思維的步驟，了解、模仿並內化，建立一套自己思維與決策的模式。

2 GM5 遊戲玩法介紹

金融戰略王的骨牌遊戲-Give me 5(簡稱 GM5)，是一款鄭振和博士(加州柏克萊大學統計博士，專長為人工智慧模型)發明，由香港 Walex Cosmos 公司發行的金融戰略遊戲中的其中一種骨牌玩法。而瑰寶魔鏡版本是將 2007-2009 的金融風暴醞釀及演變過程完整改編的冒險故事，在創新的人工智慧與大數據知識科技應用，將金融市場的真實事件轉換成骨牌形式，以便隨時可以動態模擬基金經理人的投資策略。

遊戲開始玩家須由裁判隨機出的 10 張骨牌中依照猜拳輸贏順序選取五張牌，每人手上有 5 張骨牌，玩家需要預估對手的出牌順序，配合籌碼的押注策略，可誘使對方玩家改變出牌的順序，也要考慮各種可能的牌組狀況，適時調整手中的籌碼配置，籌碼配置有五種選擇，分別是代表股票市場的史塔克、代表債券市場的邦迪、代表外匯市場的瑪妮、代表原物料市場的奧馬爾以及代表房地產市場的霍華德，期許透過不斷的比賽與練習、在熟悉骨牌故事後，將已經熟讀的情節轉化成金融知識，記取之前金融風暴的教訓並能在未來動態的金融市場贏得報酬最大化。

Give me 5 遊戲在訓練學生邏輯思考的能力，透過逐步分析、思考、運算，慢慢的在腦海中找出勝利的關鍵，透過 AI 輔助決策的運用來達成最終學生腦中形成決勝的策略。

3 人工智能輔助配置決策示例

GM5 由於一次要考量 10 張牌，所以初學的學生通常只考慮五寶中的其一或其二放置籌碼，最常見於初學者的配置法就是單壓 10 個籌碼於某個寶。我們在教學與比賽的過程中歸納出學生之所以這樣配置，其實是因為這樣比較好記牌也比較方便計算分數，但這樣的懶惰配置法，無法培養學生在瞬變的環境下動態配置的能力。利用程式算出的配置結果與學生的配置結果相互比較，先讓學生了解到程式可以算出最佳配置的結果，人腦可能沒辦法在短時間做運算，但人腦可以去模擬 AI 程式思考的方式，在短時間內找出最佳配置的策略，並且透過相互觀摩他人的思考模式的教學過來讓孩子能一步一步的修正、精進自己的思考模式，從而建構完整的邏輯思維與深度思考模式。

希望透過這樣的教學設計讓學生了解到即使 AI 程式運算速度再快，人腦還是有機會可以超越 AI 的。以下我們從簡單的兩張牌練習開始，學生每人配置一個配置盤，依照教師出的牌思考配置。

3.1. 兩張牌的配置(突破學生心防)



圖 1 教師出兩張牌

練習配置:看到這兩張骨牌的組合，你會如何配置呢?請將配置結果寫下來(配置板如圖 2)



圖 2 學生的配置板

在課堂上，有 70%的學生配置了[0,0,10,0,0]的配置，跟你的結果一樣嗎?學生在看到牌的一分鐘內就完成了配置，而且很得意地跟我說，他們兩回合的配置都一樣，將會得到 80 分。

因此，教師將本研究所開發程式執行的結果秀出來的時候，程式建議的配置為[2,0,8,0,0]，他們的反應是哄堂大笑，覺得怎麼會有這種配法呢?

```

第一張骨牌:-3,-5,5,4,-5
第二張骨牌:5,-4,3,3,3
--對手目前擁有骨牌--
card1:[-3,-5,5,4,-5]
card2:[5,-4,3,3,3]
--建議配置與風險評估值--
建議配置 [2,0,8,0,0]
    
```

圖 3 程式跑出的最佳解法

程式建議的配置為[2,0,8,0,0]，而且不管對手出的是哪一張牌，程式都可以得到 34 分，而第一輪得到 34 分後，第二輪就可以單壓在戰力為 5 的寶寶身上得到 50 分，總分會是 84 分!! 高於學生的 80 分!! (如圖 4)



圖 4 程式的配置法得分高於學生的配置法

當這個結果被公布後，原本覺得這兩張牌太簡單的學生噤聲不語，並且在下一輪的配置中，他們開始願意動腦並且嘗試不單押的配置法，基於程式僅在輔助的角色，因此不希望由學生自行運行程式，就像雖然有計算機可以快速算出正確答案，教師在四則運算教學中仍希望學生紙筆運算，僅將計算機計算結果作為驗算輔助。

3.2. AI 程式架構與配置

10 個籌碼配置在五個資產寶寶身上共有幾種配置方法呢？

表 1 10 個籌碼配置在五個資產寶寶的配置方式

史塔克	邦迪	瑪妮	奧馬爾	霍華德
10	0	0	0	0
9	1	0	0	0
9	0	1	0	0
9	0	0	1	0
9	0	0	0	1
...

我們用電腦將上表畫成圖，如圖 5，共有 1001 種配置方式；AI 程式架構如圖 6

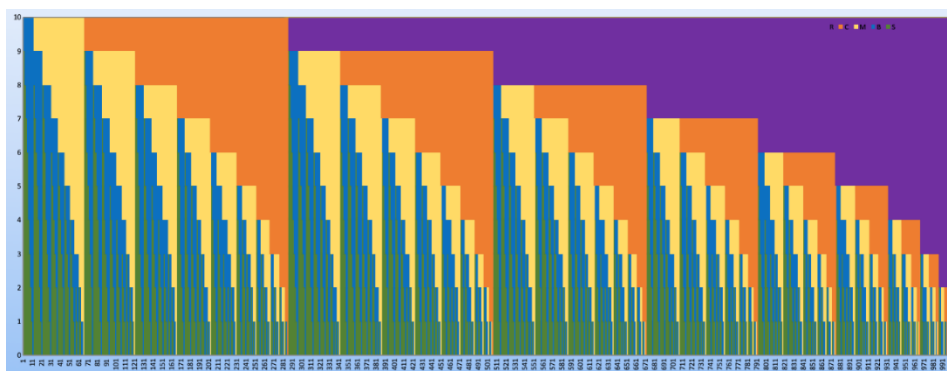


圖 5 1001 種配置方式

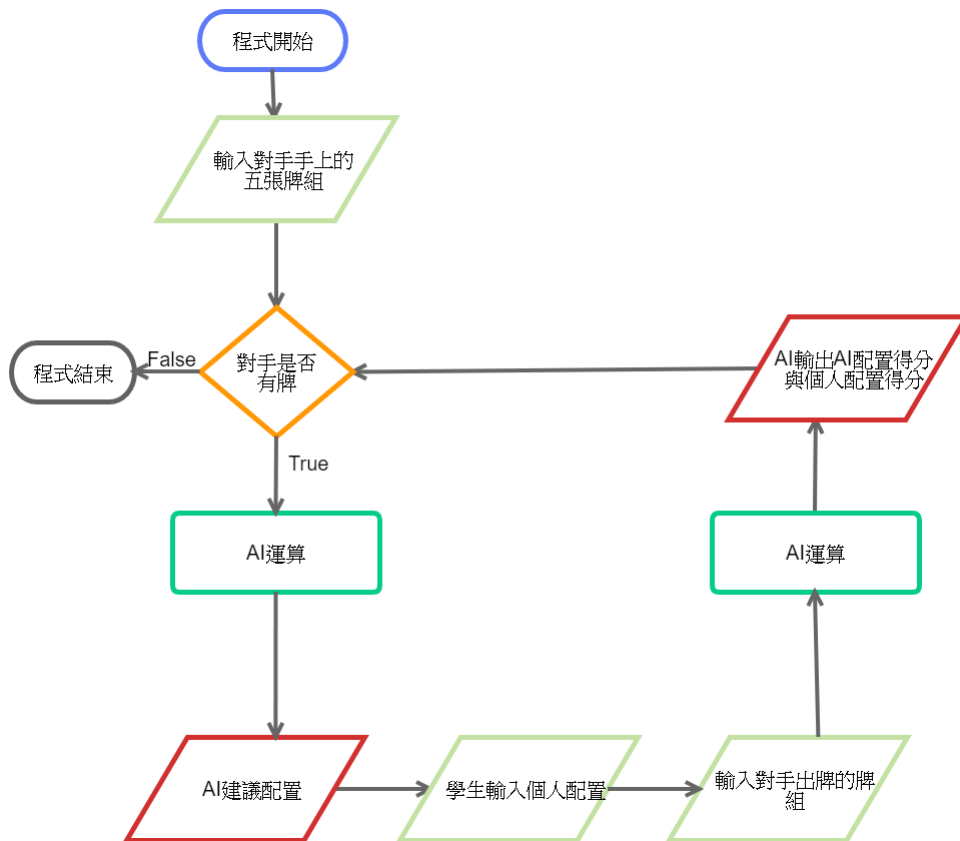


圖 6 AI 程式架構

3.3. 教學設計

因此，如果是使用程式算出最佳配置，電腦可以在一秒內算完 1001 種配置所得到的結果再加以比較後找出最棒的幾種配置，但如果是人腦呢？人腦無法於短時間內做完這些數字計算，因此在人腦的極限可以處理的範疇下，並盡可能的模擬 AI 思考的模式後，設計了下列步驟進行教學：

第一步驟：去除最不可能配置的寶寶



圖 7 第一步驟圖例

以這兩張骨牌組合為例，玩家不可能將籌碼配置在全負的邦迪、負最多的霍華德以及正不夠多的奧馬爾身上，因為配置在負分的寶寶身上將會拉低得分，因此我們只要聚焦在兩個寶四個數字上即可，大大的降低需要運算的數量。

第二步驟：找出剩下的寶中配置得分最高的寶寶



圖 8 第二步驟範例

以這兩張骨牌組合為例，被挑出的兩個寶是綠色的史塔克與黃色的瑪妮。

第三步驟：以二元一次方程式找出最佳解

$$\begin{cases} S + M = 10 \\ S * 5 + M * 3 = S * (-3) + M * 5 \end{cases}$$

$$M = 10 - S$$

$$S * 5 + (10 - S) * 3 = S * (-3) + (10 - S) * 5$$

$$5S + 30 - 3S = -3S + 50 - 5S$$

$$10S = 20 \quad S = 2, M = 8$$

以上面的三步驟解出的配置法不同於初學者的懶惰單押法，而且經過三步驟的思慮將思考模式做一系列的訓練後，經過不斷的反覆練習(比賽)養成短時間內全盤考量後的決策習慣。

透過每次兩小時的課程，一個月共四次的教學過程，教學者反覆用不同的牌組讓學生練習配置，在學生配置完後並記錄自己配置的思路分析，並且要求每個學生發表思考的邏輯，透過這個過程讓學生相互觀摩彼此的想法，思考自己的配置邏輯與他人的差異。之後再與 AI 程式的配置結果做比較後再次修正配置的邏輯，之後下一次的牌組出現時，以修正過的邏輯再配置、紀錄、比較(如圖 9)，一再的循環思維優化過程。如此的教學過程僅一個月就有了相當不錯的教學成果。



圖 9 教學流程圖

3.1. 5E 教學活動設計探討



圖 10 5E 教學設計

本研究採用美國 BSCS 之 5E 學習環(Bybee & Landes, 1988)進行教學活動設計，如圖 10 所示，每次兩小時的課程中完成一次學習循環，分述如後：

3.4.1. 參與/投入(engage)

教師利用卡片的小說故事情節引起學生參與學習的動機，引導學生的心智投入課程的主要概念當中，並將學生既有的玩遊戲、比賽經驗與課程內容相連結，同時偵測學生的數學運算基礎與概念，關注學生玩遊戲時的思考歷程。

學生能積極投入遊戲課程當中，並樂於參與。

3.4.2. 探索(explore)

教師在此過程中扮演協助的角色，協助學生進行探索。

在此階段，學生有足夠的時間思考策略，探討配置的狀況，基於先備概念、參考同學所學習到的新經驗，澄清並提出解釋。

3.4.2. 解釋(explain)

教師鼓勵學生對上一個階段探索的經驗盡量寫出合理的解釋，澄清概念後，再以學生的想法為基礎，將教學步驟分解後，分段講解，讓學生思考另一個層面的思維模式。

3.4.4. 精緻化(elaborate)

教師再次出題，激發學生能應用所學的概念來解決新的題目，並在解決過程中深化學生對於課程的理解。

學生在精緻化的階段要能將所學到的概念應用在新的解題上，並能明顯感覺不同於教學前的解法，盡量說出自己的想法以及所學到的新概念。

3.4.5. 評鑑(evaluate)

在整個教學過程中不斷的有評鑑的過程，學生對於自己的表現得的自評、對於其他學生表現的他評，教學前與教學後的自我成長評鑑。這個階段有助於學生自省與改善。

4 教學省思

一開始教學時沒有明確的方向，讓學生自由配置，無從了解學生的思考過程。但透過本研究逐一記錄學生的反饋慢慢的歸納出教學的脈絡，理解學生的思考歷程，達到教學的目的。

以1號同學為例，他在尚未進行教學前，配置的結果是10個籌碼全押在瑪妮，思路是因為他覺得這樣配置的分數是最高的(如圖11)(因為五寶中瑪妮的指數最高)，但經過教學後，針對一樣牌子會思考五寶之間的正負差異大小之後(如圖12)做出不同的配置，他將6個籌碼壓在邦迪是因為他認為邦迪的扣少(負分較少)，並且將籌碼分散到史塔克跟瑪妮身上，原因是這兩個寶寶也有正分，思考模式由原本的排除四個寶寶保留1個寶寶修正為排除最不可能的兩個寶寶後進行分散配置的設計。

2號同學為例，他在尚未進行教學前，每次配置都只找牌組中單一個都正的寶寶(如圖11)，這位同學是所有學生中玩GM5遊戲最久的學生，並且是常勝軍，因此他早就發展出一套自己的戰鬥法則，便是每次都看牌組中哪個寶最多就全壓在他身上。教學後會多思考一個寶寶，而且願意分散配置(如圖12)，他把較多的籌碼壓在史塔克，因為他認為史塔克的正分較高，而邦迪有兩張骨牌是正的，所以他願意也分散配置到邦迪身上。

NAME	Stock	Bondi	Monique	Omar	Howard	配置的想法是?
AI	2	0	8	0	0	電腦算的
1號同學	0	0	10	0	0	因為它的分數是最高的
2號同學	0	0	10	0	0	因為兩張牌馬尼都是加

圖 11 學生學習前自評表

NAME	Stock	Bondi	Monique	Omar	Howard	配置的想法是?
AI	2	6	2	0	0	電腦算的
1號同學	2	6	2	0	0	因為史塔克只有一個加，邦迪扣少加多瑪尼也只有一個加
2號同學	7	1	2	0	0	因為史塔克正的比較多邦迪有兩張是正的

圖 12 學生學習後自評表

透過這麼快節奏的教學步驟，學生快速的進行思考、思考模式建立、推翻思考模式、再修正，是相當有效率的教學設計。在教學中對教師也是一個相當也挑戰性的過程，個別化的給予建議、觀察孩子有形無形的改變都是幫助學童進行學習的重要步驟。

5 結論與建議

這門課程設計的緣由是因為發現學生常常自以為瞭解遊戲的玩法就等於會玩，不願意再精進玩法。因此經過教師們討論後，決定寫AI輔助程式來讓學生們知道只要願意思考、抽絲剝繭了解程式的思考模式後，拆解程式思考的邏輯後經由多次練習之後，是可以精進思考與邏輯思維的方式，進而幫助有效的決策。

以本次的教學實驗中，參與教學的學生共11位，其中7位男生、4位女生，9位五年級學生、2位六年級學生，本研究必須以四年級以上學生為教學對象是因為先備知識必須學習過乘法，經過三步驟講解後，四次練習下來，歷時一個月後，有學生可以憑一己之力做出跟程式算的差不多的配置決策，這對老師來講真的是很有成就感的鼓舞。

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

為探討此課程設計對於小學生思考與決策之學習成效，未來研究將開發或找到合適的評測量表，於教學前、後進行量表施測，以確實了解學生經由這樣的教學後在決策與邏輯思考能力的改變。

參考文獻

- Bybee, R.W., & Landes, N.M. (1998). The biological science curriculum study (BSCS). *Science and Children*, 25(8), 36-37.
- Erhel, S. & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & Education*, 67, 156-167
- Huang, W., Huang, W., & Tschopp, J. (2010). Sustaining iterative game playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing. *Computers & Education*, 55, 789-797.
- Kim, B., Park, H., & Baek, Y. (2009). Not Just Fun, But Serious Strategies: Using Meta-Cognitive Strategies in Game-Based Learning. *Computers & Education*, 52(4), 800-810.
- Moreno-Ger, P., Burgos, D., Martínez-Ortiz, I., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2008). Educational game design for online education. *Computers in Human Behavior*, 24(6), 2530-2540.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms-Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, Inc.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *ACM Computers in Entertainment*, 1, 1-4.

小學學生應用運算思維學習遊戲設計之研究

Using Computational Thinking Skills to Learning Game Design

豐佳燕^{1*}，陳明溥²

¹ 臺北市立大學附設實驗人民小學

² 臺灣師範大學資訊教育研究所

* yeni0412@gmail.com

【摘要】 運算思維一種透過拆解、抽象、通則化，演算，除錯和反覆等技能進行思考的方式。本研究以運算思維四個核心步驟任務分解、模式比對、抽象化及發展演算等歷程引導學生進行「臺北古城 FUN 風趣」專題遊戲設計，並探討運算思維融入遊戲設計的學習成效。從專家教師及學生自我評估的研究結果得知，學生透過運算思維歷程步驟學習設計遊戲，不僅能提升遊戲設計之學習成效，也增進問題解決的能力。因此，教師在設計專題遊戲創作教學時，建議將運算思維的模式導入活動中，引導學生解決問題的思考方式。

【關鍵字】 運算思維；密室逃脫遊戲；地圖街景遊戲

1 前言

在現今幾乎每個人，無論年齡大小，都被期望在新興科技發展的同時能夠擁有基本的電腦技能，而運算思維技能對於 21 世紀的每個人來說都是必不可少的，如同讀、寫、算基本素養技能之重要(Wing, 2014)。因此，在 21 世紀的數位時代裡，每個人都該將運算思維與分析能力結合在一起，每個人都需要具備運算思維來因應數位時代的潮流。

運算思維 (computational thinking, 簡稱 CT)一詞最早由 Wing(2006) 所提出，運算思維是運用電腦科學基本概念來解決問題、設計系統，以及瞭解人類的行為，即於設計系統時，藉由抽象化及分解之方法來解決問題之能力。所以，運算思維是一種思考模式，也是一種解決問題的方法，具備完整的運算思維能力才能善用運算工具解決日常生活中的問題。

遊戲一直是能吸引學生學習的最佳媒介，如果能藉由設計遊戲為學習的主體，將使學生樂於學習。因為遊戲設計的程式學習可視為複雜的問題解決歷程 (Schaefer & Warren, 2004; Swacha, Skrzyszewski & Syslo, 2010)，設計遊戲的過程會刺激學習、發展程式技能，以促進理解與知識的建構 (Denner, Werner & Ortiz, 2012)。遊戲設計提供了一個多元的學習環境，因為學習者需要發展遊戲規則、創作角色和對話，以及設計視覺的效果。本研究以運算思維歷程引導學生設計密室逃脫與地圖街景遊戲，以探討運算思維融入遊戲設計的課程設計與學習成效。

2 文獻探討

2.1 運算思維在教學上的應用

Wing(2006)將運算思維定位在所有人都普遍適用的態度和技能，而不僅僅是電腦科學家，定義運算思維是一個思考的集合，包括用適當的表徵來理解問題，透過抽象來合理化問題，並發展自動解決問題。也就是說，當我們遇到一個複雜問題時，它協助我們像

計算機科學家一樣進行思考，先將問題分解成數個子問題，從中找出規律、抽象化或釐清細節，進而縮減問題的範圍，最終解決問題。ISTE 和 CSTA (2011) 將運算思維技能定義為演算法思維，創造力，邏輯思維和解決問題技能的反映。Google 提出運算思維歷程主要包含以下四個核心步驟。

- (1) 問題分解 (Decomposition)：將一個問題拆分成數個步驟。
- (2) 模式識別 (Pattern Recognition)：預測問題發生的規律，並找出這個規律的模式來進行測試。
- (3) 抽象化 (Pattern Generalization and Abstraction)：找出導致這個模式的因素或準則。
- (4) 設計演算法 (Algorithm Design)：建立一個能解決類似問題並能重複實施的做法。

運算思維一種透過拆解、抽象、通則化，演算，除錯和反覆等技能進行思考的方式(Shute, Sun& Asbell-Clarke, 2017)。因此，教師在設計專題活動時讓學生以活用現有的工具與知識，一步步解決所遇到的問題，將運算思維的模式導入活動中，引導學生解決問題的思考方式。

2.2 遊戲設計與運算思維

程式設計是創造運算作品的主要方式，因為透過程式學習可以建立運算思維概念的過程，亦是展現運算思維的媒介，透過撰寫程式，能實作運算思維中的抽象化、流程控制、模式化、重複、除錯等能力(Kong, Chiu & Lai, 2018)。

學生在學習程式時，會建立運算思維概念的過程，Brennan 和 Resnick(2012)提出三個運算思維向度的框架：(1)運算概念，包含程式結構的使用(序列，循環，條件等)；(2) 運算實作，包含運算概念的使用，透過實作可以理解運算思維以及程式的概念；(3)運算觀點，透過程式設計表達自己的想法和創意，在學習過程中，透過與他人合作，可以發更多的想法和創意。最後，「用電腦運算的模式」去思考、提出、理解並分析問題。

3 研究方法

本研究以遊戲設計創作進行教學實驗，以運算思維歷程引導學生進行遊戲創作，探討運算思維融入遊戲設計的課程設計與學習成效。以下就研究對象、研究設計與研究工具分別說明。

3.1. 研究對象

本研究以小學 11 至 12 歲的六年級學生共 4 名 (男生 2 名，女生 2 名)為研究對象。學習者接受為期 8 週(每週 40 分鐘)以密室逃脫與地圖街景設計遊戲，所有的參與者皆學過簡報軟體、Scratch 程式。

3.2. 教學設計與內容

在本研究所指運算思維是指遇到問題時，經過一系列的思考步驟：任務分解、模式比對、抽象化、發展演算等歷程(圖 1)。教學者運用運算思維的四個步驟引導學生進行專題研究，以「臺北古城 FUN 風趣」為主題，製作線上密室逃脫與地圖街景虛擬遊戲。

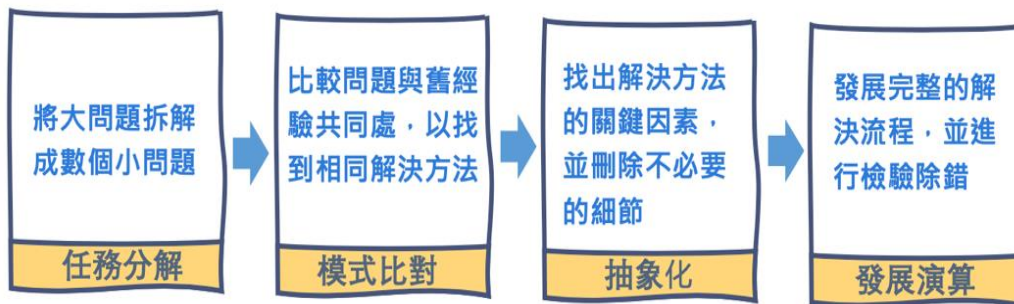


圖 1 以運算思維步驟進行專題研究之歷程圖

以「地圖街景虛擬遊戲」設計為例，說明以運算思維歷程引導學生設計遊戲的過程(表 1)。

表 1 「臺北古城 FUN 風趣」遊戲設計教學流程

流程	內容	運算思維能力
發想點子	<ul style="list-style-type: none"> 請教專家遊戲設計的秘訣。 思考遊戲導覽的景點位置。 分析遊戲內容的類型。 	任務分解
已知事實	<ul style="list-style-type: none"> 體驗別人做的遊戲，分析遊戲的元素。 找出遊戲謎題的類型，形成模組。 	模式比對
摘要重點	<ul style="list-style-type: none"> 利用模組化的題組進行謎題設計。 	抽象化
行動計畫	<ul style="list-style-type: none"> 列出小組如何執行解題的具體作法。 根據軟體或平台謎題/場景版型及流程完成遊戲設計。 	發展演算

(1)任務分解

- 為讓學生更了解如何製作地圖街景虛擬遊戲，引導學生擬定問題並訪問專家。
- 引導學生探討地圖街景虛擬遊戲的內容，分析與歸納其遊戲設計的特色，例如：以前情提要的故事劇情吸引玩家進入遊戲、劇情線索的鋪陳，讓玩家沈浸推理與分析。

(2)模式比對

- 引導學生分析地圖街景虛擬遊戲設計的類型，與過去所玩的遊戲進行比較，形成模組化。發現地圖街景遊戲是先以「故事劇情」吸引玩家進入遊戲，再透過「觸發事件」與「線索提示」在街景中找到地點，找到遊戲設計的模組化，如下圖所示。



圖 2 分析地圖街景虛擬遊戲的設計方式

(3) 抽象化

- 分析與歸納的地圖街景後，學生找到設計的關鍵因素，形成模組(表 3)。開始進行地圖街景遊戲設計。

表 3 地圖街景遊戲設計的關鍵因素

重點步驟	設定圖示																																	
1. 以故事情節來串連所有問題	<p>遊戲說明 剩餘字數 110 主題故事</p> <p>小杰是個住在臺北市的小孩，他的學校位於臺北古城內，也是古城內的唯一小學，附近的城門及特色景點。但他對學校附近的古蹟還是很陌生，讓我們跟著他一起來認識臺北古城吧！請先往右走一步開始。</p>																																	
2. 利用地圖經緯度設定目標地																																		
3. 設計場景	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>場景名稱</th> <th>功能操作</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>起點</td><td>編輯 刪除</td></tr> <tr><td>2</td><td>紅樓門口</td><td>編輯 刪除</td></tr> <tr><td>3</td><td>紅樓年代酒</td><td>編輯 刪除</td></tr> <tr><td>4</td><td>紅樓年代廳問題</td><td>編輯 刪除</td></tr> <tr><td>5</td><td>紅樓真正的門口</td><td>編輯 刪除</td></tr> <tr><td>6</td><td>蜂大咖啡</td><td>編輯 刪除</td></tr> <tr><td>7</td><td>傳送到北門</td><td>編輯 刪除</td></tr> <tr><td>8</td><td>北門</td><td>編輯 刪除</td></tr> <tr><td>9</td><td>北門正面</td><td>編輯 刪除</td></tr> <tr><td>10</td><td>北門郵局</td><td>編輯 刪除</td></tr> </tbody> </table>	#	場景名稱	功能操作	1	起點	編輯 刪除	2	紅樓門口	編輯 刪除	3	紅樓年代酒	編輯 刪除	4	紅樓年代廳問題	編輯 刪除	5	紅樓真正的門口	編輯 刪除	6	蜂大咖啡	編輯 刪除	7	傳送到北門	編輯 刪除	8	北門	編輯 刪除	9	北門正面	編輯 刪除	10	北門郵局	編輯 刪除
#	場景名稱	功能操作																																
1	起點	編輯 刪除																																
2	紅樓門口	編輯 刪除																																
3	紅樓年代酒	編輯 刪除																																
4	紅樓年代廳問題	編輯 刪除																																
5	紅樓真正的門口	編輯 刪除																																
6	蜂大咖啡	編輯 刪除																																
7	傳送到北門	編輯 刪除																																
8	北門	編輯 刪除																																
9	北門正面	編輯 刪除																																
10	北門郵局	編輯 刪除																																



- (4)發展演算
- 學生根據歸納出來的模組，依據地圖街景編輯器的規則與流程(圖 3)，完成地圖街景遊戲設計。



圖 3 地圖街景遊戲設計流程圖

運算思維歷程在密室逃脫與地圖街景遊戲設計的對應流程如圖 4 所示。

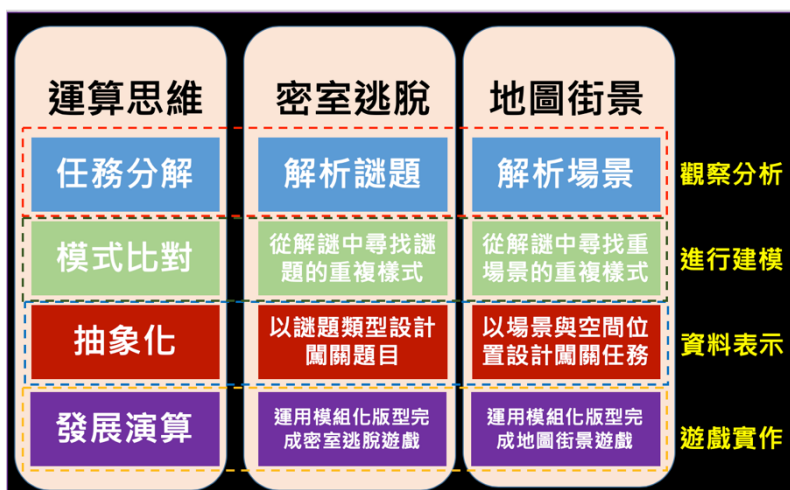


圖 4 利用運算思維歷程規劃「密室逃脫」與「地圖街景」遊戲設計

3.3. 研究工具

3.3.1 遊戲設計工具

本研究以密室逃脫線上平臺與地圖街景編輯器作為指導學生遊戲設計之工具，以下分別介紹：

(1) 線上密室逃脫遊戲設計平台

Holiyo 是一個密室逃脫遊戲設計的平台，提供一個適合老師設計及帶領學生利用密室逃脫遊戲(簡稱密逃)進行各種闖關解謎活動的遊戲平台(圖 5、圖 6)。此平台打破密室逃脫只能在特定密閉空間解謎的概念，將密室轉化為完成不同任務的活動目標。可讓學生從解

謎遊戲中，喚醒舊知識、連結既有經驗，提高學習動機與學習興趣。設計者可將想要傳達的事物，運用多種謎題的類型去設計題目，讓玩家覺得有挑戰，並激起玩家解謎的興趣。



圖 5 Holiyo 首頁



圖 6 Holiyo 登入畫面

(2) 地圖街景遊戲編輯器

地圖街景遊戲編輯器(Finding A Way)是由台灣科大迷你教育遊戲團隊(NTUSTMEG)發展一整合 Google Map 中的教學遊戲編輯器，完全免費提供教師與學生教育用途運用(圖 7)。學習者不需撰寫程式碼，可依據自己的教學或學習目標與劇情，設計一個可在 Google 街景中探究知識的遊戲。此編輯器同時整合情境學習與角色扮演理論，讓玩家在街景實境的虛擬空間中探索，而設計者可將想要傳達的事物用比較有趣的方式去了解，例如應用在歷史、數學、自然等學科，透過簡單的方式設計謎題。



圖 7 地圖街景遊戲平台

3.3.2 「臺北古城 FUN 風趣」遊戲設計之專家評分表

以「臺北古城 FUN 風趣」遊戲設計之專家評分表，包含任務分解、模式比對、抽象化、發展演算等四個向度，以了解學生在四個向度的學習成效。本量表採用為五點量表：1 代表非常不符合、2 代表不符合、3 代表普通、4 代表符合、5 代表非常符合，分數越高則表示其在運算思維的學習成效越好。

3.3.3 「臺北古城 FUN 風趣」遊戲設計之自我評分表

「臺北古城 FUN 風趣」遊戲設計之自我評分表，包含任務分解、模式比對、抽象化、發展演算等四個向度共 9 題，本量表採用為五點量表：1 代表非常不同意、代表不同意、3 代表普通、4 代表同意、5 代表非常同意，分數越高則表示對自我評估在運算思維的表現越好。

4 研究結果

透過運算思維一系列的問題解決歷程，引導學生完成「臺北古城 FUN 風趣」密室逃脫與地圖街景遊戲(圖 8、圖 9)。為了解學習運算思維技能對設計遊戲的學習成效，採以校內專家教師評分與學生自評學習表現，其結果如下：



圖 8 「臺北古城 FUN 風趣」密逃遊戲

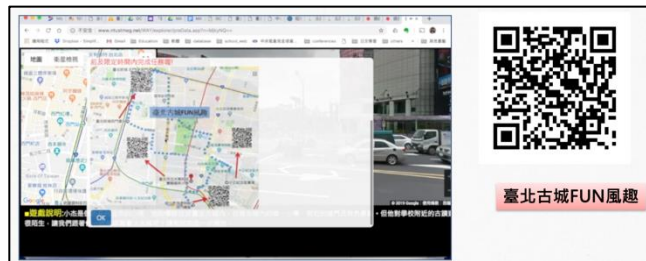


圖 9 「臺北古城 FUN 風趣」地圖街景遊戲

4.1 專家教師評量學習成果

經由二位校內專家教師以學生的學習歷程檔案及完成的遊戲作品進行評分，其結果從表 4 可得知，學生在運算思維評量獲得平均 4.62，其中以「抽象化」、「發展運算」階段的分數為最高(平均數=5.00 分)，顯示學生在歸納遊戲類型，並找到遊戲設計的關鍵因素等表現能力極佳，且最後能依循解決步驟完成遊戲。而在任務分解、模式比對、抽象法與發展演算等四個歷程步驟皆達到 4 以上的得分，顯示其學習成果佳，表示透過良好的運算思維歷程的引導，不但能提升運算思維能力，對遊戲設計也有助益。

表 4 「臺北古城 FUN 風趣」遊戲設計之專家評分結果

步驟	說明	平均
任務分解	將大問題拆解成數個小問題 <ul style="list-style-type: none"> 用心智圖畫出任務架構 以心智圖分析遊戲的元素 	4.00
模式比對	比較問題與舊經驗共同處，以找到相同解決方法 <ul style="list-style-type: none"> 利用表格歸納資料，找到共同處，建立模組 	4.50
抽象化	找出解決方法的關鍵因素 <ul style="list-style-type: none"> 摘要文章重點 找到遊戲設計關鍵因素 以模組化設計遊戲 	5.00
發展演算	發展完整的解決流程，並進行檢驗除錯 <ul style="list-style-type: none"> 用流程圖表示完成任務的步驟 能經由測試與除錯，完成遊戲設計 	5.00
平均		4.62

4.2 學生自評學習表現

學生從學習歷程檔案及完成的遊戲作品進行自我評估，其結果從表 5 可得知，學生對運算思維能力的自評結果獲得平均 4.15，其中以「模式比對」(平均數=4.38 分)高於平均數，表示學生在比較問題與舊經驗共同處時，能有效找到相同解決方法，並且能用表格歸納，最後建立模組。除此之外，在任務分解、模式比對、抽象法與發展演算等四個歷程步驟皆達到 4 以上的得分，顯示對自我學習表現感到滿意，對運算思維表現持有正向評價。

表 5 「臺北古城 FUN 風趣」遊戲設計之自我評估結果

步驟	說明	題項平均	向度平均
任務分解	會用心智圖畫出任務架構	4.00	4.00
	會以心智圖分析遊戲的元素	4.00	
模式	會運用過去所學來找到相同解決的方法	4.25	4.38

比對	<ul style="list-style-type: none"> 會用表格歸納與比較資料，找到共同模組 	4.50	
抽象化	<ul style="list-style-type: none"> 會摘要文章重點 	4.00	4.08
	<ul style="list-style-type: none"> 會找到遊戲設計關鍵因素 	4.00	
	<ul style="list-style-type: none"> 以模組化設計遊戲 	4.25	
發展 演算	<ul style="list-style-type: none"> 會用流程圖表示完成任務的步驟 	4.00	4.13
	<ul style="list-style-type: none"> 能經由測試與除錯，完成遊戲設計 	4.25	
總平均		4.15	

從訪問個別學生中，皆表示透過一系列運算思維歷程的學習，能增進對問題解決的能力。

- 我了解到運算思維並且將它運用在日常生活中，讓問題簡單化。我會把問題分解後再從過去的經驗找出解決辦法，並且了解關鍵的重點，就能有效解決問題，完成遊戲設計任務 (學生 1)。
- 我覺得 CT 的四個關鍵對我製作遊戲很有幫助，像是利用心智圖幫助了解整個活動的重點、用表格歸納、從文章中找重點、利用流程圖表示完成遊戲設計任務的步驟等技能 (學生 2)。
- 我認為 CT 是一種思考方式，是規劃問題與解決方案的好幫手。透過這次專題，我學到如何運用運算思維來分析以及思考事情 (學生 3)。
- 我覺得運算思維就是學習用電腦解決問題的方式來思考，我會將運算思維的步驟實際運用在我的學習中 (學生 4)。

5 結論與建議

本研究以運算思維歷程引導學生設計密室逃脫與地圖街景遊戲，並探討運算思維融入遊戲設計的學習成效。從專家教師及學生自我評估的研究結果得知，學生透過運算思維歷程步驟學習設計遊戲，不僅能提升遊戲設計之學習成效，也增進問題解決的能。然而思維風格是個人傾向找到解決方案時知識和能力使用相關的技能的表現方式，而運算思維是否會對遊戲程式設計的態度、創造性自我效能和程式學習自我效能，這些是未來值得探究的議題之一。

參考文獻

- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. 2012 Annual meeting of the American Educational Research Association (AERA'12), Canada.
- Denner, J., Werner, L. & Ortiz, E. (2012). Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts? *Computers & Education*, 58(1), 240-249.
- Denning, P. J. (2009). The profession of IT beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28-30. <https://doi.org/10.1145/1516046>. 1516054.
- ISTE, & CSTA. (2011). *Operational definition of computational thinking for Ke12 education*. Retrieved from <http://www.iste.org>

- Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.
- Kong, S. C., Chiu, M. M. & Lai, M. (2018). A study of primary school students' interest, collaboration attitude, and programming empowerment in computational thinking education. *Computers & Education, 127*, 178-189.
- Schaefer, S. & Warren, J. (2004). Teaching computer game design and construction. *Computer-Aided Design, 36*, 1501–1510.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review, 22*, 142–158.
- Skrzyszewski, A., Swacha, J., & Syslo, W. A. (2010). Computer game design classes: The students' and professionals' perspectives. *Informatics in Education-An International Journal, 9*(2), 249-260.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33– 35.
- Wing, J. (2014). *Computational thinking benefits society*, 40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing, 2014.
- Wing, J. M. (2011). *Computational thinking: What and why*. Retrieved January 23, 2019, from <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

運用 5E 學習環與資訊科技進行跨域主題探究之教學研究

Integrating 5e learning cycle and ICT to Conduct Interdisciplinary

Inquiry-based Learning Activities

葉淑卿¹，賴阿福^{2*}，林心茹¹，彭麗琦¹，嚴心梅¹

¹基隆市仁愛人民小學

²臺北市立大學資訊科學系

*laiahfur@gmail.com

【摘要】十二年國民基本教育課程綱要之課程規劃，鼓勵學校校訂課程規劃統整性主題、專題或議題等探究課程，有助於達成學生成為自發主動的學習者之課程發展理念。本研究為本校參與 2018 年度「臺灣教育事務主管部門中小學數位學習深耕計畫」之五年級「雞籠尋根」主題跨域課程，運用 5E 學習環教學模式以投入、探索、解釋、精緻化與評鑑五個學習階段，不同階段都讓學生運用資訊科技以解決問題，提供教學者聚焦於引導學生在不同階段的學習策略，使學習者擁有更多參與、自主學習的機會，在歷程中培養主動探索的習慣及溝通合作、批判思考、後設認知、創造分享等能力。透過小組合作共學：使用資訊工具取得並整理資料；進行田野調查、分析與詮釋資訊建立個人觀點；結合數位科技，運用多元形式闡述探究成果一同為學習負責。引導學生進行探究學習、培養學生探究能力是需要教學策略、運用教學模組的，5E 學習環是值得教師嘗試運用的教學模式。

【關鍵字】5E 學習環；跨域主題學習活動；探究式學習；資訊科技

Abstract: Inquiry-based learning is an effective learning approach. In order to enhance the learners' active learning attitudes, new curriculum outlines emphasis the school-based inquiry-oriented course in elementary and high schools. Nevertheless, the teachers often encounter dilemmas when conducting inquiry-based learning activities. With the prompt development of information and communication technology, may digital tools can be used for reducing the aforementioned teaching problems. Based on 5-e learning cycle, this study developed an interdisciplinary inquiry-based learning activities for helping the fifth graders to explore their local culture. The exploring topic is named after "Finding culture root of Keelung". This study divided the learning activities into five instructional modules including engagement, exploration, explanation, elaboration, and evaluation module. Every module adopted different ICT tools for solving problems including search data, organizing information, producing digital project works, and presentation. The research result revealed that the participant showed high attitudes and feeling toward their local culture and new learning method.

Keywords: 5-e learning cycle, Interdisciplinary theme-based learning activities, Inquiry-based learning, ICT

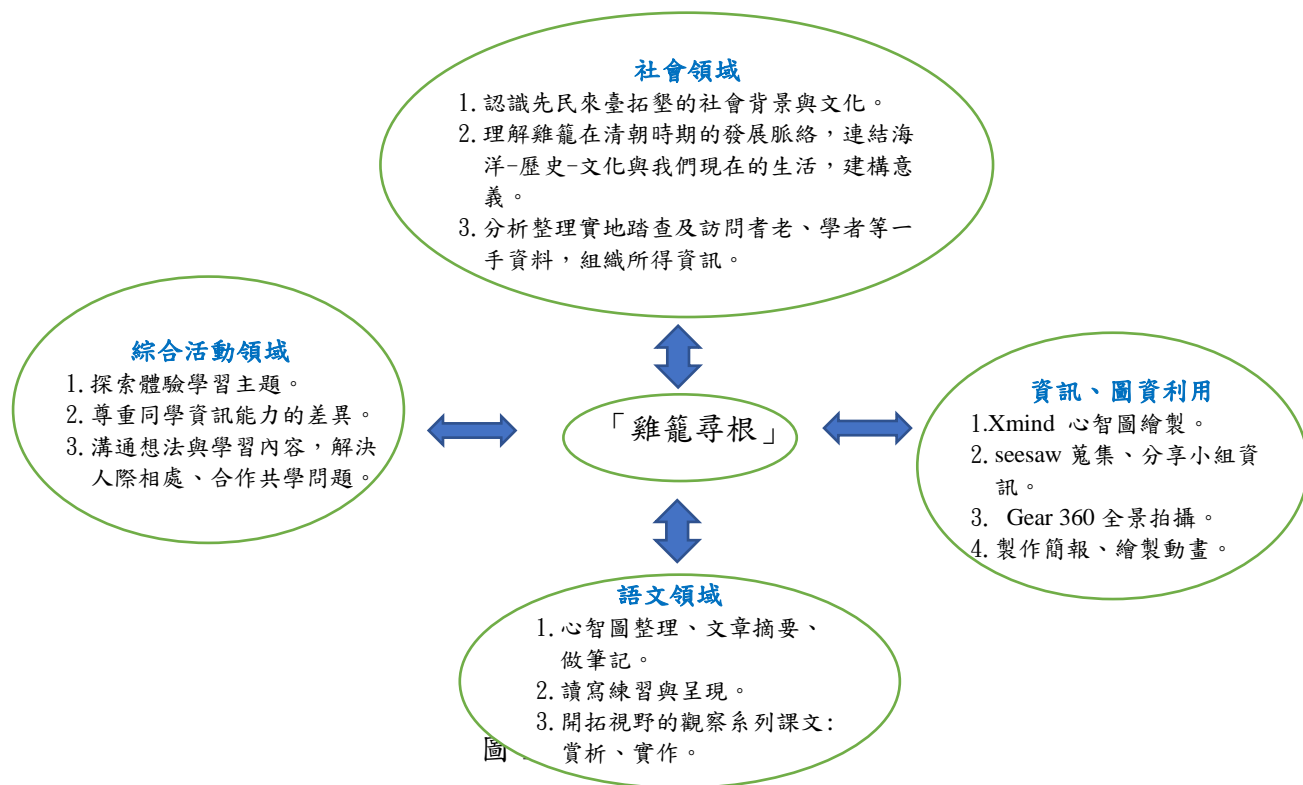
1 前言

杜威曾說過「教育即生活，生活即教育」，小學課程與教學應以生活為中心；臺灣十二年教育課綱之課程發展理念強調學生應該是自發主動的學習者，學校教育需要引發學生的學

習動機與熱情；課程發展主軸為「核心素養」，是人們要適應現在生活及面對未來挑戰應具備的知識、能力與態度，學校教育需要突破學科知識及技能、連結學生生活且能將學習實踐力行的發展(臺灣教育事務主管部門，2014)。但學生往往對於生活周遭環境及文化未加重視或一無所知，缺乏本土意識，如何改善此一現象乃教育重要任務；探究式學習(inquiry-based learning)是優異且有效的教學策略，能使學習意義化，提供學生與特定知識互動、促進高層次思考能力、科學過程技能及學習動機(Benson, & Bruce, 2001；Hung, Hwang, Lin, Wu, & Su, 2013；Hwang, Chiu, & Chen, 2015)；探究式學習可能是一種問題或任務型式活動，以激發學習者投入與參與，調查、探索及收集資料進而解決相關問題(Ikpeze & Boyd, 2007; Hwang, Chiu, , & Chen, 2015)；但在大班教學中，探究式學習常遇過許多教學困境，如學習活動耗時、學生收集及組織資料能不足等；由於資訊與通訊工具快速進展，行動載具普及，許多雲端軟體工具易用，正可以減少探索式學習之問題，且培養學生資訊工具應用能力；因此本研究特以鄉土教學活動為主，運用多元資訊工具，以5e學習環理論發展跨領域統整學習活動，試圖提升學生對於本土文化認識及促進愛家鄉之本土情懷。

2 「雞籠尋根」課程設計

2018 年度本校參與臺灣教育事務主管部門「中小學數位學習深耕計畫」，計畫中五年級「雞籠尋根」主題跨域課程以 5E 學習環教學模式(5E Learning Cycle)作為引導學生探究學習的教學模式。5E 學習環教學模式含有建構主義特性，源自美國生物課程改進計畫(BSCS)小學課程發展(Bybee & Landes,1988)，也被稱為 5E 建構式學習環教學模式、5E 探究式教學策略等。5E 學習環教學模式分為投入(engagement)、探索(exploration)、解釋(explanation)、精緻化(elaboration)與評鑑(evaluation)五個學習階段，為了提供學生有更多參與的機會、培養主動探索的習慣及後設認知的能力，並能為學習負責，5E 學習環教學模式是個值得嘗試的教學模式。



2.1. 課程設計理念

每年農曆七月，整個基隆市(舊名叫雞籠)都沉浸在「雞籠中元祭」熱烈的普度氛圍中，孩子問：為什麼會有這個祭典？為什麼要普度、放水燈？

延續孩子對基隆的好奇心，以五上社會領域「大航海時代、清朝時期的臺灣」中之「雞籠」為始，藉由爬梳歷史大小事、探索文史古蹟等經驗，在自己與鄉土間搭起一座橋梁。以雞籠尋根——「中元祭」及「砲臺」為主題，透過閱讀、使用資訊工具取得並整理資料，進行田野調查、分析與詮釋資訊等策略建立個人觀點，並結合數位科技運用，多元形式發表、闡述探究成果。以培養學生自主學習、批判思考、創造分享、溝通合作等能力。

2.2. 主題跨域課程與關聯

本課程以五年級社會領域「大航海時代的臺灣」、「清朝時期的臺灣」等單元為主要架構，引導學生覺知基隆與海洋息息相關的歷史發展；結合語文領域引導學生領略海洋的姿態、神秘與美感，理解人與海共存的智慧，學習注重海洋生態、珍惜海洋環境；加上綜合活動領域「戶外探索」實地踏查活動，以及海洋教育及資訊議題融入課程，從不同領域觀點對海洋臺灣、海洋社會與文化等議題加以探究、分析與思考，啟發學生連結過去基隆歷史與現代文化傳承、發展的脈絡，其關聯性如圖 1。

2.3. 課程目標

「雞籠尋根」之跨領域統整學習活動目標如下：(1)理解清朝時期漳泉械鬥與雞籠中元祭文化發展的關聯性。(2)解析基隆砲臺的地理位置、周邊環境，與其興建的背景因素。(3)蒐集雞籠中元祭與砲臺的相關資料，進行探究與實作，理解、欣賞多元豐富的文化內涵。(4)合作規劃與執行主題探究，運用合適的資訊媒體呈現小組學習成果。

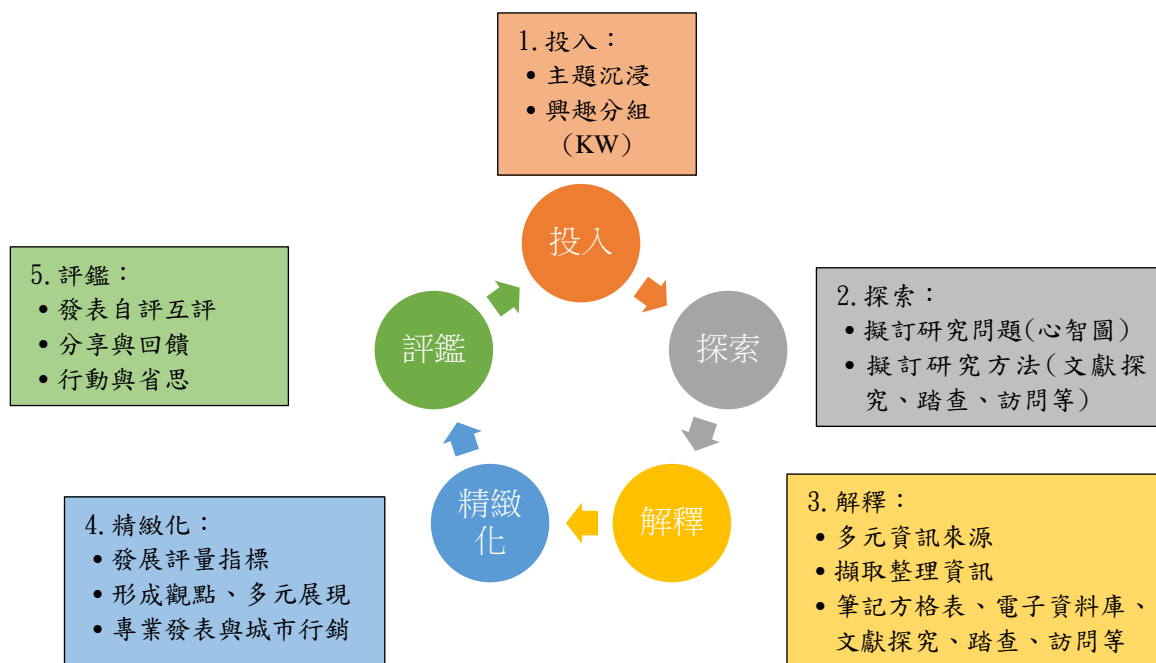


圖 2. 5E 學習環之跨領域統整學習活動架構

2.4. 5E 學習環之跨領域統整學習活動設計

5E 學習環之跨領域統整學習活動架構如圖 2 所示，依不同教學模組加以說明：

1. 模組一【投入】

模組一主要在於開啟對雞籠的好奇，連結生活經驗，內省已知與引起想知(KW)的學習興趣，並沈浸在與雞籠相關的歷史事件中。KW 從已知到想知，其教學過程：(1)教師展示

中元祭海報與水燈遊行、主普壇、砲臺等照片，詢問學生對雞籠中元祭或砲臺的印象與經驗，想一想：「關於雞籠中元祭/砲臺我知道什麼？(What do I know?)」「什麼是我不知道的，但是感到好奇的？(What do I want to know?)」；(2)學生相互分享，關於雞籠中元祭或砲臺(我知道(K).....)，且提問(我還想知道(W).....)；(3)記錄已知與想知：請學生在便利貼上，寫下關於雞籠中元祭或砲臺已經知道什麼，並標上 K；把想知道的問題，寫在便利貼，並標上 W。邀請學生盡情書寫，並提醒：一張便利貼只寫一件事(K)，或一個問題(W)；(4)依據學生感到好奇的疑問、想要知道的內容等，協助學生興趣分組；(5)展示已知與想知：分組後，各小組整理提問(W)，利用 POST IT 軟體記錄便利貼，並分享至 seesaw 平台。

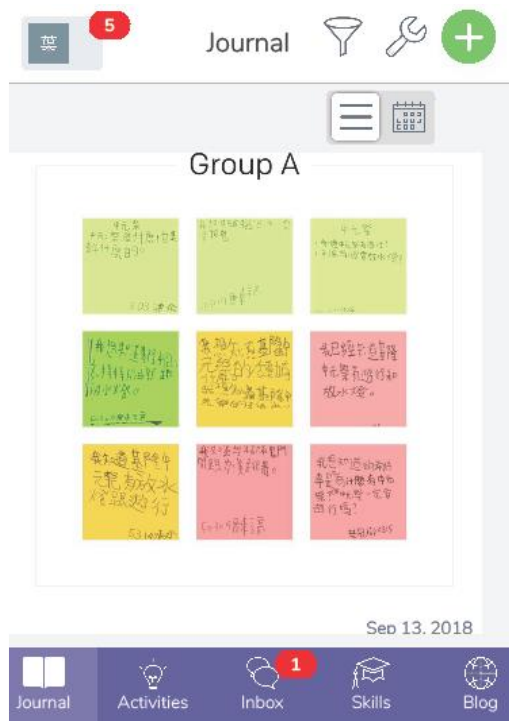


圖 3.學生將小組的提問分享至 seesaw 平台

2.模組二【探索】

模組二主要在於探索社會領域「大航海時代的臺灣、清朝時期的臺灣」課文中與基隆相關的人物、事件等，運用 Xmind 繪製心智圖；從中確定研究面向、利用六何法提出研究問題，分享至 seesaw 平台。其教學過程：(1)請學生回想並在組內討論關於前幾節課對雞籠的探究以及發現；(2)請學生列舉有關雞籠「中元祭」或「砲臺」主題相關的關鍵詞，並討論各關鍵詞在心智圖的那一個階層；(3)打開 Xmind 軟體，將關鍵詞以心智圖方式繪製出來，如圖 4；(4)各組將心智圖分享至 seesaw 平台。

接著確認研究主題，(1)各組說明小組心智圖，並分享最感興趣的主題面向；(2)各組在心智圖上圈出確定的研究面向；(3)討論與研究主題相關的可能資料來源。其次，擬訂研究問題：(1)討論心智圖中的關鍵詞並利用六何法提出研究問題：例如「為什麼雞籠中元祭每年由不同的姓氏主普？」「放水燈的意義是什麼？」等重要的探究問題；(2)請學生練習提出研究問題上傳 seesaw 分享，各組給彼此回饋；(3)各組將研究問題寫在便利貼，貼在筆記方格表上(如圖 4)。



圖4.(左)學生以 Xmind 繪製之心智圖；(右)學生利用筆記方格表整理問題、資料來源與摘要

3. 模組三【解釋】

模組三主要在於引導學生蒐集多元的資訊、導入研究工具與策略，深入問題研究。包括做筆記、圖書與電子資料庫查詢和引用、判斷資訊、整理資訊，並規劃踏查活動、邀請耆老導覽解說，與安排專家訪談，如：社區大學基隆文史講師、基隆宗親會總幹事、水燈文化保存人等，提供學生獲得並整理一手資料機會。

4. 模組四【精緻化】

模組四主要在於能整合小組的資訊，運用多元的溝通語文、符號，表達探究之過程、發現或成果。評估並選擇適當的敘事數位工具（PowerPoint、Prezi、ANIMOTO、ThingLink、AR 等），小組共同組織、創造學習成果。

同時，透過師生共同建構評量指標的歷程，引導學生從內容、格式、發表形式、團隊合作等不同面向思考，在學習過程中努力達到”非常出色”的水準，如圖 5。

其次，利用故事板統整資訊並規劃報告流程：(1)根據主題架構，在故事板上進行筆記資訊整理；(2)教師示範如何將筆記進行分類、比較與統整；(3)故事板上分為影部與聲部，影部呈現畫面，聲部進行文字的整理，如圖 6。

最後以數位敘事工具產出成果：(1)老師介紹並分享學長姐利用各種數位科技工具實例—SEESAW 協作平臺、PowerPoint、Prezi、ANIMOTO、ThingLink、AR 等軟體展現研究成果；(2)請學生小組討論，選擇想要學習的、適合呈現學習成果的簡報軟體，並完成故事板的內容與進度規劃；(3)學生參照故事板流程與圖文，利用數位敘事方式完成簡報或動畫，以呈現學習歷程與研究成果；(4)學生畫出主普壇、砲臺的圖案後，老師協助學生拍攝中元祭與砲臺的解說影片，並用 HP Reveal 連結製作 AR，如圖 6。

內容/分數 項目	10、9·非常出色	8、7、6·精熟	5、4、3發展中	2、1、0再加油
資訊的組織運用	有完整的概念發展與整理組織，並有詳盡的說明或圖表、例證支持。	有良好的概念發展及資料整理，能解釋概念並有好的例證及理由來支持。	有一些概念的發展及整理，附上例證及理由來解釋概念。	呈現貧乏的概念及組織。只用一點點的細節或理由解釋概念。
資料的正確性	發表成果中展現的資訊正確，並能清楚標示資料來源。	發表成果中包含正確資料，及少部分資料來源。	發表成果中有一些正確的資料，但缺乏資料來源。	缺乏資料或呈現錯誤的資料，也未標示資料來源。
書面報告	能以適合且高品質的方式，完整展現研究的歷程、成果與特色。	能以適合的方式，呈現研究的歷程、成果與特色。	能展現專題的研究成果，但缺乏特色。	無法完整展現專題的研究成果。
口頭發表	能清楚、完整說明內容，口語表達清晰、流暢(音量與速度適中)，能與聽眾互動。	能清楚說明內容，口語表達之音量、速度適中。	能說明內容，但音量過小或速度太快，無法讓人聽聽清楚。	無法清楚的說明內容，音量過小、速度太快，無法讓人聽聽清楚。
合作能力	團隊合作精神佳。	組員知道任務，部分時間能合作。	組員不清楚自己的任務、缺乏默契。	組員不知道自己的任務，未能合作。

圖 5. 同儕互評之評量指標



圖 6. (左)統整資訊之故事板；(中、右)以 HP Reveal 連結學生主普壇、砲臺圖案，製作 AR

5. 模組五【評鑑】

模組五主要在於各組發表(如圖 7、圖 8)分享的基隆市砲臺的歷史、構造、未來發展或是雞籠中元祭的由來、輪值方式、水燈遊行、特色等內容，共享學習成果且以評量指標進行同儕互評(圖 5)並，也藉由後測評量，引導學習反思。

提供學生成功的學習經驗是重要的，正式發表前先引導學生在班級內進行預演並相互評分，各組參照其他小組及老師的建議，修正簡報內容或表達、說明方式等，經過修改與練習後，才對其他班級同學與老師、主任、校長作正式發表。最後藉著「在專題探究過程中我如何學習？我學習到了什麼？我是否有效的解決了問題？」等提問，引導學生回顧思考學習歷程、培養其後設認知的能力，達到自我評鑑的目標。



圖 7. 成果發表



圖 8. 專題成果之一

3 研究結果與教學省思

3.1 認知成就

為評估本專題活動對於學生基隆鄉土認知成效之影響，在活動前後施予認知成就測驗卷，經成對樣本 t 檢定結果，如表 1， $t=-8.310$ ， $p<.001$ ，達顯著水準，表示學生對於基隆鄉土認知之後測($M=8.26$, $SD=1.514$)顯著優於前測($M=5.17$, $SD=2.037$)，且前後測答對率都有進步，顯示專題活動對於學生鄉土認知有正向影響。

表 1 成對樣本 t 檢定摘要

測驗	平均數	標準差	t	顯著性 (雙尾)
前測	5.17	2.037	-8.310***	.000
後測	8.26	1.514		

*** $p < .001$

3.2 教學省思

從課程設計之初到教學的歷程中，不斷思考孩子為什麼要學這個主題？這是個沉重卻需要面對的課題——「住在基隆的人，常因為不了解基隆的歷史文化、對基隆缺乏認同感，導致對生活所在地的陌生、沒有感覺。」藉由五年級社會領域學習臺灣史的課程，以「雞籠中元祭」及「砲臺」為主題，運用 5E 學習環教學模式，引導學生分組探究學習，期許學生對基隆的環境與文史發展有深入的理解，進而對生活所在地產生情感。

在「投入」的階段中邀請孩子回想每年暑假基隆海洋廣場公共藝術、社區或廟口、市場的普度等活動；也透過製作族譜的過程，讓孩子訪問家長，了解祖先從哪裡移民來臺…。從城市的文史切入，以臺灣史中與雞籠相關的內容，引起孩子想要了解雞籠的動機，從生活周遭環境開始探究雞籠。在「探索、解釋、精緻化」階段引導學生透過小組合作共學：大量閱讀、蒐集資料、整理資料；進行田野調查、分析與詮釋資訊建立個人觀點；結合數位科技，運用多元形式闡述探究成果。最後在「評鑑」階段，引導學生透過自評、互評評估學習理解程度與成效等。

在引導學生學習時，發現學生較有困難的地方是：找書籍資料、閱讀資料後的筆記整理、資料來源著錄等，小組同學常因這些原因停頓，教學者須定時檢視小組進度與內容，也須讓小組確實訂正，才能繼續完成對的紀錄，鼓勵與督促都是必要的。

運用 5E 學習環教學模式，教學者在教學過程中較能聚焦於引導學生在不同階段的學習策略，讓學習者擁有更多參與、自主學習的機會，並提供學習成就感，促進學生養成主動探索的習慣及溝通合作、批判思考、後設認知、創造分享等能力。

以下就學生、班級級任老師與協同教學教師的觀點，作為對課程與教學的回饋：

3.2.1. 學生心得

學生對於學習課程內容部分的想法：(1)每年暑假雞籠都會舉辦水燈首花車遊行，吸引很多人來參觀，還有中正公園上面有一個很大的主普壇，在那時候都會點燈、變得很漂亮……，但是為什麼會辦理這個活動呢？它跟基隆的歷史有什麼相關呢？這一次我們班以「雞籠中元祭」為探究主題，就是想要深入了解「雞籠中元祭」的由來與特色，更加認識基隆。(2)這次中元祭的課程，我學到中元祭的由來、姓氏輪值、遊形等等，這次的活動也非常有趣，希望下次可以再辦這種讓我們更深入了解家鄉文化的活動。

學生對對未來辦理雞籠中元祭的觀點：(1)應該讓更多人知道中元祭是有趣的；(2)可以把中正公園改為中元祭的基地，裡面的東西都變成與中元祭有關；(3)可以加入小學生喜歡的元素，例如：有人扮演我們喜歡的人物參加遊行；(4)希望中元祭可以把以前古代發生的事加入表演；(5)可以在電視節目播放中元祭活動，透過媒體報導讓全世界都知道中元祭的特色，讓她更國際化。

學生對學習的省思，包含(1)學到如何整理筆記、把研究成果用 ppt 和動畫做出來；(2)學會使用 ANMOTO；(3)做筆記的方法；(4)知道如何將資料總整理，放到文件上；(5)尋找資料，可以培養耐性；(6)更了解中元祭的習俗；(7)收集有用的資料；(8)發表時訓練口才、訪問曾子良教授——訪問的技巧。

3.2.2. 導師回饋

透過觀察，發現課程對學生的影響：實地參訪中元祭祀文物館及砲臺，讓學生增廣見識；結合資訊科技的紀錄，將孩子的學習延伸得更寬廣；聆聽耆老與水燈文化保存人導覽、分享，經由訪問獲得資訊，更加了解基隆在地文化特色。學生能更積極主動去思考民俗活動、古蹟代表的意義及未來發展的可能性。

以實地訪查及生活經驗開啟探究式課程，讓學習與生活關係更加緊密，並利用思考策略及科技工具進行知識的歸納、聚斂、分享及發表，使學習過程活潑有趣、學習成效多元豐富。在小組合作學習方面，增進學生思考、彼此討論、參與統整的能力；在發表部分，每個學生對於自己負責的主題內容有深入的了解；學生在完成小組任務中學習溝通合作，並且都有上臺的機會。

3.2.3. 協同教學教師省思

這個學年度學校有幸加入臺灣教育事務主管部門數位深耕行動計畫，進行跨領域的主題探究課程，以五年級的孩子為對象，我們嘗試結合社會、語文及綜合活動領域，藉由 AR 的科技，導入學生對於生長環境—基隆市的認識，進行家鄉的歷史尋根研究。

中元祭與砲臺在基隆歷史的發展中，扮演了重要的角色，深具在地特色，我們帶著學生進行資料蒐集、訪談學者、實地踏查研究，讓孩子完成了分組報告，再以 AR 呈現砲臺景點與中元祭的介紹，結合了領域課程與電腦數位科技，提升學生的學習成效。

過程中，我們發現五年級的孩子在做研究時，常會呈現出數位能力的落差，但在老師的引導及小組相互合作與協調下，在有限的時間內，完成了基本的成果，再透過不斷修正的過程，終於完成成品並發表。這段時間，孩子投入學習，體會科技的神奇效果，更體驗自主學習的喜悅與樂趣，實是非常難得的經驗。而在教學的過程中，我們也更加體會到了數位能力的重要，如果有更多的機會，教師也應該繼續不斷的深造與學習，善用現代科技輔助教學，以利陪伴學生研究與學習。

4 結論與建議

引導學生進行探究學習、培養學生探究能力是一件值得投入心力繼續努力的事，透過運用教學策略、教學模組能收事半功倍之效，5E 學習環提供具體可行的教學模式，讓教學者教學有方向、學習者學習有樂趣，是值得教學者再持續運用的。

參考文獻

- 林曉雯(2001)。小學自然科教師試行「學習環」之合作行動研究。屏東師院學報，14，953-986。
- 陳裕方、李文德（2005）。5E 建構式學習環教學與一般教學法 探究「生鏽」概念改變成效之研究。科學教育研究與發展季刊，39，16-38。
- 臺灣教育事務主管部門（2014）。十二年人民基本教育課程綱要總綱。臺北市：臺灣教育事務主管部門。
- 仁愛人民小學(2017)。2018 年度「中小學數位學習深耕計畫」教學實施計畫書，基隆市。
- Benson, A., & Bruce, B. C. (2001). Using the web to promote inquiry and collaboration: a snapshot of the Inquiry Page's development. *Teaching Education*, 12(2), 153-163.
- Bybee, R.W., & Landes, N.M. (1998). The biological science curriculum study (BSCS). *Science and Children*, 25(8), 36-37.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

Hung, P. H., Hwang, G. J., Lin, Y. F., Wu, T. H., & Su, I. H. (2013). Seamless connection between learning and assessment-applying progressive learning tasks in mobile ecology inquiry. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(1), 194-205.

Hwang, G. J., Chiu, L. Y., & Chen, C. H. (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computers & Education*, 81, 13-25.

Ikpeze, C. H., & Boyd, F. B. (2007). Web based inquiry learning: facilitating thoughtful literacy with WebQuests. *The Reading Teacher*, 60(7), 644-654.

NASA (2019, March 2). *5Es Overview: The 5E instructional model*. Retrieved from <http://www.nasa.gov/audience/foreducators/nasaclips/5eteachingmodels/index.html>

STEM 關愛共融課程 - 3D 打印義肢手應用與實踐

STEM Education - 3D Printed Prosthetic Arms

¹曾祥俊, ²吳森森

宣道會陳朱素華紀念中學

¹cctsang@caswcmc.edu.hk ²ssng@caswcmc.edu.hk

【摘要】 推動 3D 打印及相關技術，將開源 3D 打印義肢手套用在 STEM 教育上，學生除了動手製作義肢外，啟發學生創意地運用科技，幫助社會有需要人士解決他們生活上遇到的困難。有能力時，應該回饋社會，營建關愛共融的社會。

【關鍵字】 3D 打印；STEM 課程；義肢手；開源共享；

Abstract: We teach students 3D printing and the relevant technologies in our STEM education curriculum. By applying 3D printing technology, students can print prosthetic arms for those in need. Students work as makers in the production process, which inspires them to use creativity and technology to help those others in need in our society. We encourage students to use their abilities to contribute to the society and to build a “Care for all” society.

Keywords: 3D printing, STEM education, Prosthetic arms, Open source

1 活動背景

現今一代活在數碼社會，生活離不開電腦，香港的資訊科技教育亦要追上步伐，培育青少年學習更高端的科技知識，是身為前線科技老師的主要任務。香港學校近年積極大力推動 STEM 教育。當中，3D 打印技術應用是其中一個 STEM 課題，但大多數校本或校外的 3D 打印課程或活動課題，都是教授 3D 立體打印應用在製作裝飾品、紀念品或擺設等等。本人有幸於 2015 年認識了一班在香港利用 3D 打印技術來製作義肢給有需要人士使用的專業人士及組織，當中包括 Hong Kong Maker Club 聯合創辦人李再文(圖 1：右二)；「香港十大傑出青年選舉 2016」蔡文力 (Ed Choi) 博士現於塞拉利昂擔任公共衛生處實驗室科學家，設計並改良 3D 打印義肢至適合當地人士使用，為西非殘疾人士提供援助(圖 1：左二)；香港生物科技 3D 打印研究公司劉先生(圖 1：右一)



圖 1：於香港研究 3D 打印義肢不同界別的同路人

從他們的分享得知有不同的國家都正在使用開源 3D 打印的義肢設計文件(美國 e-NABLE NGO 組織)(圖 2)，印製及製作義肢手送贈給有需要的人士。這組織的宗旨是以較方便、舒適、美觀且低成本的方法，為有需要的人士製作義肢，成功製作的義肢，都可寄回該組織，讓有肢體障礙人士受惠。幫助手部傷健人士，並改善他們日常生活。有見及此，我

認為學界可以嘗試引入這種創新的技術於 3D 打印課程活動中。因此，就與幾位不同界別的有心專業人士嘗試把這個項目活動在本校進行 STEM 活動的試點。

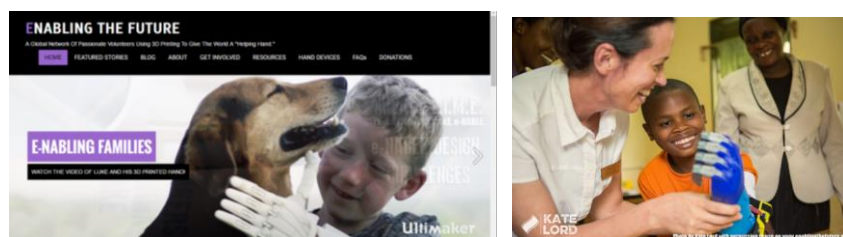


圖 2：美國 e-NABLE NGO 組織網頁及給予讓有肢體障礙人士提供免費 3D 打印義肢

2 教學法及教學目標

以 3D 打印義肢手技術及製作原理的工程個案，說明電腦科技、科學與工程的緊密關係，由專業人士向學生講解 3D 打印義肢手技術及製作原理，學生動手編輯 3D 義肢手模型、打印及裝嵌義肢手；學生親身接觸義肢人使用者，了解他們使用時所面對的困難。啟發學生創意地運用科技，幫助社會有需要人士解決他們生活上遇到困難。有能力時，應該回饋社會，營建關愛共融的社會。

➤ 以 3D 打印義肢手工程設計作為 STEM 學習平台

STEM教育是一個以解難發動製作為本的學習過程，通過工程設計(圖3)，找出解決問題的方法，再動手實踐。因此，工程設計是STEM教育的重要平台。學生以3D打印義肢手應用於工程設計能學會界定問題，構想改良意念，對相關科學原理進行研究以思考解決方案，設計方案，建立及製作模型，測試模型，評估，改良，發表，及持續優化(Atman et al.,2007; Hynes et al., 2011)。這個過程體現了綜合學習及應用知識及技能的目標。

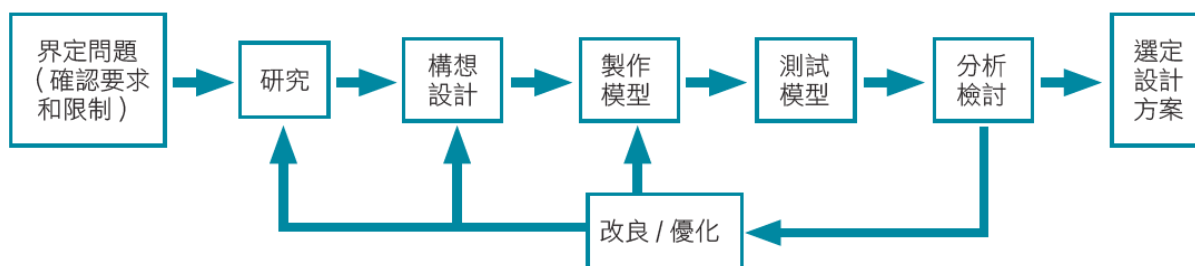


圖3：以工程設計的基本流程應用於3D打印義肢上為學生提供指引

➤ 以個人興趣推動自主學習，為學生創造空間，發展解難能力及創意

發展學生的解難能力及創造力，毫無疑問，學生需要一定程度的自主性，學習及思考解決問題的方法 (Flavell, 1979)，活動中我會以學生的「個人興趣或意向」作為他們學習的先決條件(圖 4)，再由學生自行建立學習目標，搜尋資料，動手創作，並反思學習所得及不足之處，從而認識自己的學習能力及特點，繼而發展自我監察及調控學習進程的能力(Gibbons, 2002)。

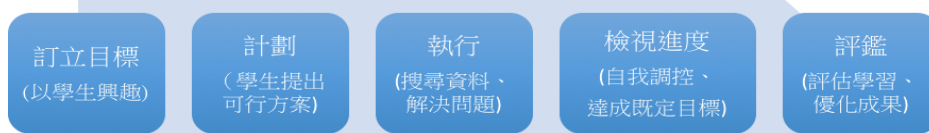


圖 4：以自主學習的五個階段引導學生成為主動的智識建構者

➤ 以個人興趣推動自主學習，為學生創造空間，發展解難能力及創意

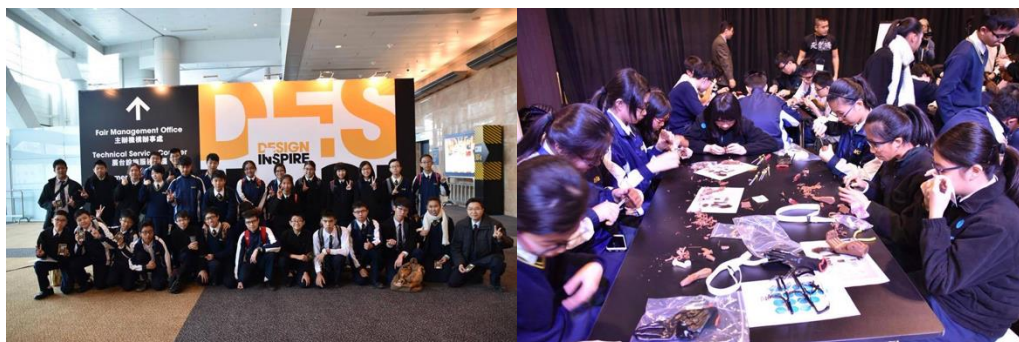
除學習實用的科技知識，激發他們的創意外，希望參加同學親自組織宣傳3D打印義肢相關活動，可把知識惠及社群。目的在提高社會的關注度及推廣傷健共融的信息。由籌劃、宣傳、報名、聯絡、場地佈置及小導師培訓等，期望全部由同學們親自組織及參與行動。鼓勵學生幫助有需要的人及關心社會各界事物。並灌輸正確價值觀給學生，讓學生知道傷健人士與一般四肢全的並沒有太大分別，減少以色眼鏡看待。



圖 5：3D 義肢手活動的組織架構

3 對象及人數

- 對象年級：中三至中四
- 參加人數：25 - 30位
- 參與條件：(只要附合以下其中一項條件便可)
 - 對3D打印技術應用有興趣的同學
 - 對參與社區關懷活動有興趣的同學
 - 對科創科技產品研發有興趣的同學



4 活動內容與實踐

活動目的是推動 3D 打印及相關技術，將 3D 打印義肢套用在 STEM 教育上，學生除了動手製作義肢外，啟發學生創意地運用科技，幫助社會有需要人士解決他們生活上遇到困難。有能力時，應該回饋社會，營建關愛共融的社會。本活動分為三個計劃階段進行：

4.1 計劃階段一：學習探索、了解體驗

- 參加校外義肢製作工作坊及親身接觸義肢人使用者

由專業人士向學生講解 3D 打印義肢手技術及製作原理，學生動手編輯 3D 義肢手模型、打印及裝嵌義肢手，整個流程體現出動手製作的 STEM 元素；學生親身接觸義肢人使用者，了解他們使用時所面對的困難。



圖 6：同學嘗試親身製作 3D 打印義肢及了解傷健人士的需要和不便

- 於校內動手製作，並使用 3D 打印機印製義肢

完成製作體驗班後，學生回校進行深層次學習及嘗試自己使用 3D 打印機印製義肢，大家互相分享製作心得及探討手部傷健人士的需要。



圖 7：大家互相分享製作心得及探討手部傷健人士的需要的照片

4.2 計劃階段二：運用科技、創意解難

- 根據「興趣或意向」作為構思與實踐

同學完成第一階段(大約 21 小時的培訓課程)後，期望同學已掌握 3D 打印於製作義肢手技術及有對手部修健人士有了解。因此，活動會根據同學的興趣或意向給予學生最大選擇去探討或實踐他們的計劃方案。活動會為學生分為兩組，分別為「3D 義肢應用於社會共融小組」及「義肢科技研發小組」。



- 「3D 義肢應用於推廣關愛共融小組」活動實踐
參與關愛共融小組的同學需於校外及社區策劃舉辦講座或工作坊，並向大眾宣揚 3D 打印義肢技術及了解關注手部傷健人士的需要。安排公眾人士體驗配戴義肢手

和親手製作義肢手送給傷健人士。由 2016 年 11 月至 2017 年 4 月間，關愛共融小組分別在學校、社區舉辦超過 4 次的宣傳活動宣揚傷健共融的精神。



圖 8：共融小組向不同的公眾人士介紹 3D 打印義肢，宣揚傷健共融

➤ 「義肢創新科技研發小組」活動實踐

創新科技研發小組由 5 名對科研有著濃厚興趣的同學組成，學生以 3D 打印義肢手應用及手部傷健人士日常生活來分析問題，以使用創作的科技或技術來進行研究以思考解決方案。同學們創新地運用 3D 掃描及混合實境技術，配合肌肉傳感器及義肢手發明一套軟件「Prosthetik Plus」；3D 掃描技術，讓打印義肢手的製作過程更快速、更準確，而混合實境技術則能令使用者在提供適應性訓練。

「Prosthetik Plus」發明品簡介：



圖 9：在截肢部位放上畫紙，戴上 HoloLens 穿戴式眼鏡掃描，便會見到虛擬手掌。



圖 10：「Prosthetik Plus」發明展示圖

(圖 10)左為感應器偵測前臂肌肉活動，用熒幕顯示該肌肉活動所代表的手部動作。
(圖 10)右為戴上 HoloLens 所見到的畫面，眼鏡用圖像識別技術，掃描一張畫了手

掌的畫紙，使用者便可看到虛擬手掌。(圖 11)透過給手部傷健人及專業士使用，作測試評估，使發明品不不斷改進及優化。

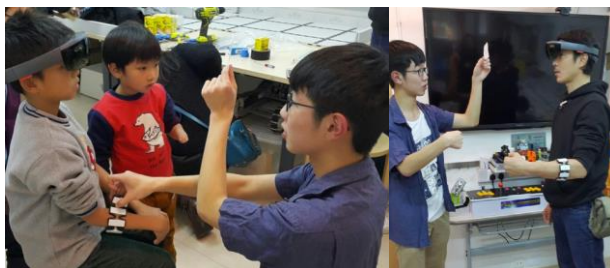


圖 11：「Prosthetik Plus」給使用者測試

學生利用了大約 5 個月的時間完成「Prosthetik Plus」發明品並參加不同比賽，獲得不少獎項，並得到各界的肯定及各傳媒的訪問報道。



圖 12：各科技發明比賽頒獎典禮上的合照

4.3 計劃階段三：創意發明、回饋世界

經過了活動半年後，兩組同學同心合力，「3D 義肢應用於推廣關愛共融小組」在校內、校外推廣宣揚 3D 打印義肢技術、關注手部傷健人士的需要，從而向大眾宣傳傷健共融及推廣其重要性。而「義肢創新科技研發小組」的發明更在《2016 我是發明家年度大獎》比賽中學組獲得金獎，因此獲得 3 萬月獎金。同學將發明與所學回饋社會，大家一致決定把一半獎金來幫助有需要的手部傷健人士，因此與 Hong Kong Maker Club 合作，於 2017 年 5 月 1 日舉辦「妙手救西非 共融創新機」3D 打印義肢手組裝大行動，目的在提高社會的關注度及推廣傷健共融的信息。由籌劃、宣傳、報名、聯絡、場地佈置及小導師培訓等，全部由兩小組學們親自組織。是次活動超過 200 名人公眾人士參與，完成組裝 44 對義肢手由「香港十大傑出青年選舉 2016」蔡文力博士(現於塞拉利昂擔任公共衛生處實驗室科學家)帶到西非供有需要仕使用。



圖 13：「妙手救西非 共融創新機」3D 打印義肢手組裝大行動大合照及活動照片



圖 14：完成組裝的義肢已成功送到西非及香港供有需要的手部傷健人士使用

5 活動計劃準備及所需的資源

為了讓同學們學習 3D 打印義肢手知識，我們的老師團隊亦於活動開始前親身預先參與不同的 3D 義肢工作坊、與專家對談，了解更多 3D 打印義肢手，釐清 STEM 教學方向之餘，亦學習更多教學技巧和軟、硬件應用，自我裝備，優化這次活動教學，提升教學效能。

除了老師進行深入的培訓外，我們會預先在暑假舉辦 3D 打印工作坊給學生報名參加，於這活動上招募對 3D 打印義肢有興趣的學生參加。

整個活動中所使用的硬件及軟件：

- 3D 打印機；數量 5 台
- 學校電腦室(於 30 台電腦上安裝免費 3D 設計軟件 Blender 3D)
- 模型打磨工具套裝；數量 20 套

6 活動評核及預期效果

活動分為三個階段來進行，每一個階段都設有相關的條件為學生評核。

計劃階段一評核：

- 學生能成功使用 3D 立體打印的設計、動手打印及組裝出一隻義肢手，並了解學習製作手臂義肢的相關知識，如下圖介紹：



圖 14：左邊是通過設計後，可用立體打印製作義肢，再需手動打磨調整及穿針引線，最後完成右邊的義肢作品。

- 學生需提交活動感想及簡單報告書，內容是以「手部傷健人士於日常不便的問題」為探討主題。

計劃階段二評核：

- 以學生構思的活動計劃書及發明品應用來作評估，是否達到活動的目標成效。
- 以學生於各宣傳活動中的表現，如主動參與、積極性、表達技能、分工合作等等，有效地展示製作成果，強化學習智識基礎。
- 學生能夠自我解決問題，提升學習成效，以活動及發明品的成效來作評核。
- 鼓勵學生的研究發明參加發明比賽，以評核成果，並且聽取評審專業意見、得以改良研究。

計劃階段三評核：

- 以參加活動人數及參家者對活動目的評語作評估成效。
- 專業人士及傳媒對本活動計劃或學生研究的回應作評核。
- 參加學生需提交一份「全年活動感受」來評估學生的學習成效。(附件 8 參與學生的感想及反思)

7 活動總結

STEM 主要元素是解難及動手製作與實踐。當面對真實的問題，如何實踐解決，因此衍生了 Maker 的理念，也是與傳統學習方式的分別之一。全球普遍教育著重績效評估，故多以低成本的「筆試」評論學習能力高低，培育人才不知不覺走向紙上談兵。然而實是求是的人都知道，紙上談兵是一回事，真正去做絕對是另一回事，也是學校與社會經常出現的差距。因此，活動使用 3D 打印義肢手應用作 STEM 課題活動，遂鼓勵學生明白傷健共融的重要性外，更引到學生創意思維、動手設計出真正使用的產品，幫助有需要的人，除了幫助提升青少年增長科技智識外，更培養個人品德。

活動以學生的「個人興趣或意向」作為他們於參加活動時分工的先決條件，這對學生們是最大幫助，因為當學生對他們的專題或發明研究感興趣時，憑著他們對科創探索熱誠，自主學習的態度，成為活動成功的一個動力。當學生在活動或比賽遇到困難時，懂得自我解決問題才是 STEM 教育的種要元素。正如是次同學們所採用混合實境技術配合肌肉傳感器使用，在當時已經超越了我所認識。他們能夠從專業網站提問、尋求協助、嘗試及再提問，正是我期望同學所學會的功課。

而在態度方面，雖然運用科技去幫助有需要的人士不是一個很創新概念，是次 3D 義肢組裝活動中，讓同學所發明的、所學的能發揚光大，為西非塞加利昂的傷健人士提供一點幫助，得到「回饋社會」實際經驗，是一個很難得的機會。

最後，在技能方面，同學們自行開發技術、解決難題、問人找答案及向外推廣，儼如一個團隊，這正是社會需要的科技創業新力軍。而且，這個活動已經成功培養第二代義肢製作團隊，他們亦已經開展另一個創科的方向。

8 致謝

- 非牟利組織 Hong Kong Maker Club (提供3D義肢應用講座、培訓及聯繫傷健人士跟學生接觸；於3D打印義肢手組裝大行動中擔任義工導師協助活動舉行)
- Raise 3D Printer 生物科技3D打印研究公司 (擔任整個活動的專業技術顧問，提供3D打印義肢手組裝大行動44隻3D義支手打印服務)

9 參考文獻

Atman, C.J., Adams, R.S., Cardella, M.E., Turns, J., Mosborg, Saleem, J.J. (2007). Engineering design process: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359-379.

Flavell, J.H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.

Gibbons, M. (2002). *The self-directed learning handbook: Challenging adolescent students to excel*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

Integrating Mobile Apps into Physics Lessons

Li Chiu Fai

Cognitio College (Kowloon)

* cclcf@cckln.edu.hk

Abstract: *Light meter was used to measure the illuminance and verify the Lambert's cosine law as suggested by textbook; however, it is difficult and expensive to prepare light meter for all students to use during a Physics lesson. As Lux Camera app in iPad can also measure the illuminance and verify the Lambert's cosine law, the use of Lux Camera app to verify the Lambert's cosine law was suggested in this study. The researcher also used Real Racing 3 app in iPad to demonstrate the centripetal force required by a car turning a bend with friction in the topic of uniform circular motion, Decibel X to measure sound intensity level, and Magnetometer app in iPad to measure magnetic flux density during Physics lesson.*

Keywords: Lambert's cosine law, arouse students' learning motivation, uniform circular motion, magnetometer, Decibel

1. Introduction

Students learned Lambert's cosine law by using light meter as suggested by textbook. However, it is difficult to provide light meter for all students. Author used the Lux Camera app in iPad to facilitate students to learn Lambert's cosine law by using it with iPad during Physics lesson. As it is difficult to understand how friction can provide centripetal force for a car rounding a bend in uniform circular motion, author used the Real Racing 3 to demonstrate how car will slip when friction is not enough to provide centripetal force when the velocity is too high, students can visualize the effect of friction in the uniform circular motion of a car rounding a bend. From the literature review, there were rapidly multiplying offerings of iOS apps appropriate for learning introductory laboratory physics. Apple's line of iOS products contain a dizzying variety of cameras, accelerometers, digital gyroscopes and compasses, GPS chipsets, and microphones (even within the same families of devices), so several of these products function best with particular devices by MacIsaac, D. (2012). iPads were used as tools for students to synthesize screencast video tutorials for students to access, review and evaluate. The iPads were utilized in a one-to-one tablet-to-student environment throughout the course of an entire school year by Nicholson-Dykstra, S., Van Dusen, B. and Otero, V. K. (2013). "mobile phone" as an experiment tool. Besides the use of mobile phones for documentation, experiments with mobile phones for analysing gravity acceleration and diffraction phenomena of infrared remote controls as well as experiments of the topic acoustics are discussed by Kuhn, J. and Vogt, P. (2013). So, author integrated mobile app in Physics lessons to facilitate students to learn Physics.

2. Provided a light meter in a very low cost by using a Lux Camera app

Author downloaded the Lux Camera app and Rotating Sphere Clinometer app to the iPads. Author distributed iPads to students for each of them and taught students to open the Lux Camera app to the iPads. Students used the camera of the iPad with light sensor facing the fluorescent tube in the direction parallel to the normal of the fluorescent tube surface and made sure that the parallel light beam was perpendicular to the surface of the iPad by measuring the angle by using the Rotating Sphere Clinometer app and record the reading of the light meter. Then, students used the camera with light sensor facing the fluorescent tube in the direction of 60 degree to the normal of the fluorescent tube surface measured by the Rotating Sphere Clinometer app and record the reading of the light meter. By using the corresponding reading to verify the Lambert's cosine law.

Consider a parallel light source (fluorescent tube) with a luminous flux Φ . Suppose the illuminated area is A when

light from the source falls perpendicularly on a plane surface. Then the illuminance on that area is $E = \frac{\Phi}{A}$

When the surface is tilted and the light hits the surface at an angle θ , the light beam spreads on a larger area A' . Since

$A' = \frac{A}{\cos\theta}$, the illuminance E' is given by:

$$E' = \frac{\Phi}{A'} = \frac{\Phi}{\frac{A}{\cos\theta}} = \left(\frac{\Phi}{A}\right) \cos\theta = E \cos\theta$$

This relation is referred to as Lambert's cosine law.

Light meters are used in photography to check the level of light so that photographers know the exposure time. It will be very expensive if teacher provides light meters to all students with each of them using a light meter to verify the Lambert's cosine law by themselves. However, it was free of charge to download Lux Camera app and installed it in iPad. It made use of the built-in light meters in iPad to measure the level of light. Teacher could transform an iPad into a light meter by installing Lux Camera app. In this way, teacher provided a light meter in a very low cost by using a Lux Camera app. It enhanced teacher-student and student-student interaction during Physics lesson because students asked teacher about whether their position of the iPad was correct, the angle measured by the Rotating Sphere Clinometer app was correct and the illuminance measured by the Lux Camera app was correct. Students discussed their measured value and the result of experiment with each other to verify the Lambert's cosine law. Students were also highly motivated that they also measured the level of light of the projector in the classroom, the torch of their mobile phones and the sunlight outside the classroom from the window. Students were motivated to explore daily life examples by themselves.



Figure 1. Lux Camera app.

3. Arouse Students' Learning Motivation

3.1. Using mobile app in learning uniform circular motion

Lux Camera app arouse students' learning motivation. Another app named as Real Racing 3 app also arouse students' learning motivation. As the graphic of Real Racing 3 app was very attractive, students paid extra attention during the Physics lesson of using Real Racing 3 app to learn uniform circular motion. The Real Racing 3 app has the options which can turn off the brake assist, steering assist and traction control. Author downloaded the Real Racing 3 app to the iPad. Author turned off the brake assist, steering assist and traction control. It showed that a car was making turns on a level road safely when its velocity was low. However, the car slipped sideways when its velocity was too high.

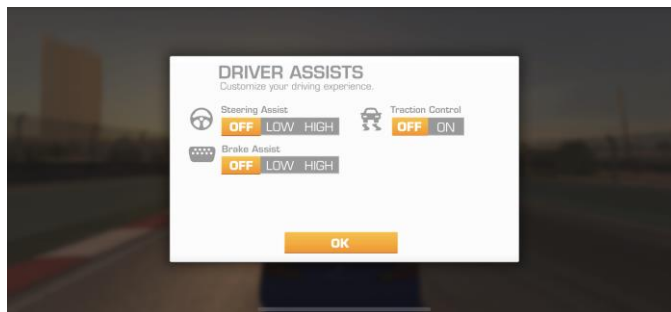


Figure 2. Real Racing 3 app with turning off the brake assist, steering assist and traction control.

When a car turns a corner, it performs circular motion. The car requires a centripetal force which depends on the radius of curvature r of the corner, the mass m and the linear speed v of the car. On a level road, the centripetal force required comes from the friction f between the road and the tyres.

$$f = \frac{mv^2}{r}$$

When the car turns a sharper corner (i.e. with a smaller r) at the same linear speed, it requires a larger centripetal

force and hence demands a larger friction. However, the friction has a maximum value, f_{max} . If the required centripetal

force exceeds f_{max} , the car can no longer keep its circular motion but skids off the road.

Students were motivated to use the Real Racing 3 app to make turns on a level road with different linear speed. Students visualized that the car skidded off the road when the friction was not enough to provide the required centripetal force because the linear speed of the car was too high.

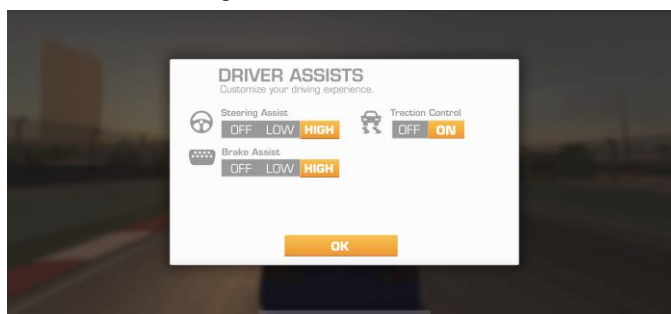


Figure 3. Real Racing 3 app with turning on the brake assist, steering assist and traction control.

Author turned on the brake assist, steering assist and traction control. Students observed that the car making turns on a level road with high linear speed was slow down to a lower linear speed when it was near a turn and it accelerated to a higher linear speed after it passed the turn. It verified that the car would not skid off the road only when the friction was enough to provide the required centripetal force because the linear speed of the car was not too high.



Figure 4. The car would not skid off the road.



Figure 5. The car making turns on a level road.

3.2. Using mobile app in learning sound intensity level

Real Racing 3 app arouse students' learning motivation. Another app named as Decibel X app also arouse students' learning motivation. Author downloaded the Decibel X app to the iPad. Author opened it and measured the sound intensity level in a classroom during a Physics lesson. Author spoke loudly in front of the iPad and showed the sound intensity level on the screen through a projector by mirroring the iPad using Apple TV. Students were motivated to speak in front of the iPad to check how loud which they could make the Decibel X app to show a higher value of sound intensity level. As we did not describe the loudness or energy of sound in terms of amplitude, but sound intensity level instead. It was measured in decibels (dB). The zero point, i.e. 0 dB, is called the threshold of hearing. It is not 'no sound' but rather the lowest sound intensity level that could be heard by the human ear. Students were motivated to keep quiet to see whether the reading of the Decibel X was zero. The reading still showed 20 even no one emitting any sound because the highway outside the classroom might affect the reading even though the classroom had installed double glass windows.

A sound intensity level meter could be used to measure sound intensity levels in different places. The scale of the output meter was marked in dB. It would be very expensive if teacher provided sound intensity level meters to all students with each of them using a sound intensity level meter to measure sound intensity level in different places. However, it was free of charge to download Decibel X app to and installed it in iPad. Teacher could transform an iPad into a sound intensity level meter by installing Decibel X app. In this way, teacher provided a sound intensity level meter in a very low cost by using a Decibel X app. It also enhanced teacher-student and student-student interaction during Physics lesson because students discussed with teacher and students to investigate the sound intensity level in different places.

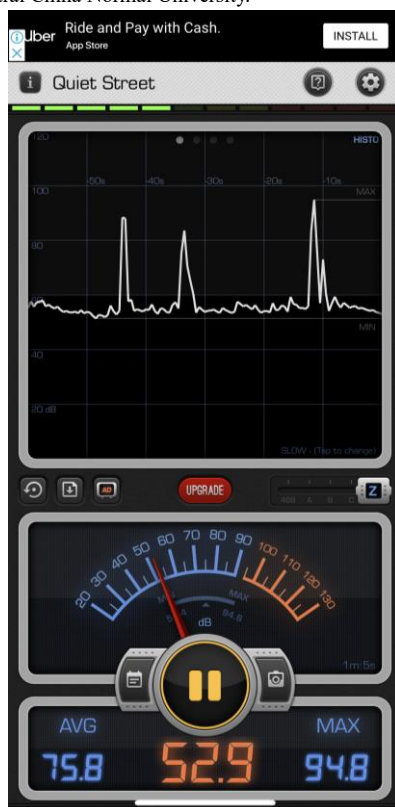


Figure 6. Decibel X app.

3.3. Using mobile app in learning magnetic flux density

Decibel X app arouse students' learning motivation. Another app named as Magnitude which was a Magnetometer app also arouse students' learning motivation. Author downloaded the Magnetometer app to the iPad. Author opened it and measured the magnetic flux density of the Earth in the direction parallel to the geographical North in a classroom during a Physics lesson.

By Faraday's law, Faraday introduced a model based on magnetic field lines. He proposed that an e.m.f. was induced in a conductor either when there was a change in the number of lines 'linking' (passing through) a coil, or when a conductor 'cuts' through the field lines. He used a quantity called magnetic flux. Its symbol was the Greek letter Φ . Magnetic flux was a quantity which measured the amount of magnetic filed lines crossing an area, its SI unit was the weber (Wb). Consider a magnetic field B incident normally (i.e., at 90°) to a single-turn coil of area A (in m^2). The magnetic flux Φ through that area was given by:

$$\Phi=BA$$

When the magnetic field B was not at right angles to the coil, only the filed component perpendicular to the coil (i.e. $B \cos\theta$) contributed to the magnetic flux. The magnetic flux then became $\Phi=(B \cos\theta)A$. Hence,

$$\Phi=BA \cos\theta$$

When the coil has N turns, the total magnetic flux through the coil, called magnetic flux linkage, was equal to $N\Phi$.

$$\text{Magnetic flux linkage} = N\Phi$$

Magnetic flux density was also called the magnetic field B . It could also be defined by rearranging the equation

$B = \frac{\Phi}{A}$. It was the magnetic flux per unit area. The unit of magnetic flux density was weber per metre squared ($Wb \ m^{-2}$) or tesla (T).

Students were motivated to use the Magnetometer app to measure different types of magnet, for example, the magnet in a transformer, the magnet in a motor, the magnet in a dynamo, ...e.t.c.

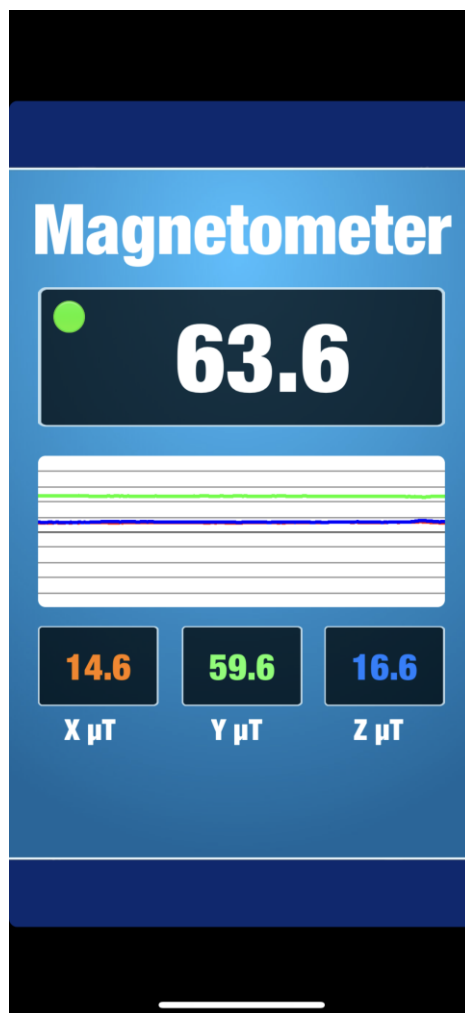


Figure 7. Magnetometer app.

4. Conclusion

Through the implementation of Lux Camera app and Real Racing 3 app during Physics lesson, both teachers and students reflected that students' learning motivation is enhanced. Besides, the cost of buying light meter was lower by replacing light meter by iPad with Lux Camera app. Students can visualize the effect of the angle between the normal of the fluorescent tube and the direction of camera and verify the Lambert's cosine law by using Lux Camera app and Rotating Sphere Clinometer app effectively. Students also visualized the relationship between the velocity of a car and the friction between the road and the tyre of a car when a car rounding a bend by using Real Racing 3 app. Further explorations will be done to study the effectiveness of implementing Lux Camera app, Rotating Sphere Clinometer app and Real Racing 3 app in enhancing students' academic performance in future.

Acknowledgements

We thank all the people who wrote previous versions of this document.

References

- Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.
- Kuhn, J. and Vogt, P. (2013). "Applications and Examples of Experiments with Mobile Phones and Smartphones in Physics Lessons", *Frontiers in Sensors (FS) Volume 1 Issue 4*, October 2013
- MacIsaac, D. (2012). "iOS physics learning apps (for Apple products iPhone, iPod Touch, iPad)", *The Physics Teacher* 50, 61 (2012); <https://doi.org/10.1119/1.3670096>
- Nicholson-Dykstra, S., Van Dusen, B. and Otero, V. K. (2013). "Teaching to Learn: iPads as Tools for Transforming Physics Student Roles", 2013 PERC Proceedings [Portland, OR, July 17-18, 2013]

圖書館革命:創意新科技，閱讀新體驗

Transformation of Libraries: Innovation Technology, New Reading Experiences

陳俊銘^{1*}，洪潔雯²，

¹ 聖公會李福慶中學

² 香港才能教育研究會

【摘要】 圖書館不單是知識的寶庫，更是教育發展的關鍵角色。隨著科技急速發展，圖書館的角色亦有著微妙的變化。學校圖書館由傳統只提供借還圖書的地方，發展到現在不少圖書館已經加入了各種科技如無線射頻技術(RFID)借還書服務及電子閱讀等。環顧國內外的圖書館發展，自造、創作空間已成為大方向。圖書館內增設的創客實驗室、配備不同的動手製作工具，讓學生進行自主性學習。本文將分享學校如何改善現有的圖書館設置以照顧學生多樣性。同時亦闡述在學校圖書館建設創客實驗室的優勢與挑戰。

【關鍵字】 數碼圖書館書館 1；電子學習 2；創客實驗室 3；數理工工實驗室 4

Abstract: With the ever-changing world and rapid development in technology, the efficiency, the role and use of libraries have changed significantly. In the past, libraries are a place to borrow and read books with librarians doing the borrowing procedures. In contrast, at present day, many libraries have adopted Radio Frequency Identification (RFID) system which allows more systematic shelf management of resources and self-service. Moreover, they have become a place for users to be creative and make after reading. Makerspace is becoming popular in libraries around the world, this paper discusses how school libraries can transform to enhance students' motivation and how learning can be facilitated in libraries with diversified students. In addition, the benefits of including STEM elements and makerspaces in libraries and the challenges faced by various parties will be discussed.

Keywords: Digital Library, eLearning, Fabrication Laboratory, STEM Laboratory

1 前言

課程發展議會於 2014 年更新《基礎教育課程指引(小一至小六)》，並以「學會學習 2.0」為題，闡明自「學會學習」課程改革的更新；2017 年《中學教育課程指引》的推展，邁進「學會學習 2+」的新階段。其中「從閱讀中學習」延伸出的「跨課程語文學習」和「資訊科技互動學習」是香港教育局在本地推行課程發展的兩個關鍵項目。本文將透過學校經驗分享，闡明科技閱讀對學生多樣化的正面影響。

在很多人心目中，推動閱讀和推廣科技是兩項完全不同的概念，甚至有人認為科技的急速發展導致人們過份使用電子產品而輕視了閱讀習慣的培養、兩者是互相矛盾的。筆者一直有留意學校閱讀推廣和資訊科技發展，發現現時校園閱讀推廣已進入多元化的發展，以照顧學生多樣性。同時，發展優質圖書館服務已成為學界新趨勢。以下是筆者在學校推行的科技閱讀工作，供讀者參考：

2 建構數碼化圖書館，推展「跨課程語文學習」及「跨課程閱讀」

2017 年更新的《中學教育課程指引》，建議學校將「從閱讀中學習」推展至「跨課程閱讀」及「跨課程語文學習」，故增加藏書量去迎合學生跨學科學習是必要的。可惜現時不少

學校圖書館藏書發展空間已飽和，書籍存放空間嚴重不足。故將現行的圖書館系統升級，進一步推行電子化閱讀，除有助資源或空間的共同分享及利用外，更能舒緩藏書飽和及空間不足的問題。再者，語言是文化的重要內涵，而語文教育的主要可概分為「聽、說、讀、寫」，目的是培養學生的語文能力。而語文能力的培養，必須經過大量的閱讀，經過反覆思考、練習及應用後，才能達至一定的水平。因此，運用具互動性的電子化閱讀，例如有聲書、動畫、互動遊戲等，供學生邊讀邊聽，正正能有助提升其閱讀、聆聽及發音能力，實有助學生的語文學習及發展。此外，電子化閱讀涵蓋的科目及主題廣泛，只需要使用一個平台，便能不受時間、地點的限制，並跳出傳統紙本的框架，加入互動及分享的元素，讓學生廣泛閱讀不同主題/課程的材料，拓寬學生的知識基礎，促進自主學習。

為迎合圖書館館務發展，逐步建構數碼化圖書館是需要的。除了進一步優化圖書館內的軟硬件，並設立圖書館無線射頻辨識系統。無線射頻辨識技術除有助提升圖書館日常運作效率，更重要是可透過有關技術訓練學生，讓學生能與時並進。學校是社會的縮影，圖書館如能引入與實際應用環境相符的設備，讓學生親自體驗及學習，相信對其獨立自主及終身學習將帶來莫大的幫助。透過建構數碼化圖書館，有學校為學生提供不同的工作坊，如「圖書館RFID應用」、「資訊素養課程」等，以培訓圖書館服務生，讓學生掌握新時代的資訊技巧及推行資訊素養教育。除了能訓練他們的領導能力及責任感，讓他們能處理圖書館日常工作外，更能協助圖書館推動閱讀、提升資訊素養；營造具資訊素養的閱讀氛圍，發展學生的知識、技能及態度，從而感染同學有效及符合道德地使用資訊及喜愛閱讀，以達至終身學習的目的。

3 引入科技及創新元素，推動擴增實境、虛擬實境閱讀

近年虛擬實境(Virtual Reality)和擴增實境(Augmented Reality)的應用在本地教育開始有上升的趨勢，但環顧學界虛擬實境課堂發展，都以播放360媒體(包括影片、相片或動畫)、進行虛擬觀景活動或設計虛擬實境內容為主流，在閱讀層面上推展仍是起步階段。

擴增實境是一種將虛擬物件擴增至現實環境的技術，它並不取代現實空間，而是希望在現實空間中增添一些虛擬資訊。在現實生活中，擴增實境的應用廣泛。曾有廣告商利用擴增實境技術將虛擬傢俱帶進顧客家中令產品銷量上升、亦不同的景點(如香港天際100)加入擴增實境技術讓遊人多角度探索旅遊熱點。虛擬實境則與擴增實境不同，利用電腦模擬技術、製作出虛擬的立體空間，當使用者穿戴式虛擬實境眼鏡後，會產生身處另一空間的錯覺。因此，虛擬實境常與互動遊戲結合、甚至有地產商開發虛擬實境程式供買家參觀樓盤。近年學界引入了不少支援擴增實境、虛擬實境的書籍以提升閱讀趣味。其中以「小王子」及「愛麗絲夢遊仙境」等經典文學作品最受歡迎。此類加入擴增實境、虛擬實境元素的書籍以遊戲閱讀方式讓學生「走進」書籍中。讀者只須要以智能電話及免費流動應用程式便可以閱讀到以與相關文學作品的動畫，讓閱讀變得有趣。這種運用擴增實境和虛擬實境的探究學習有助學生提升學習內在動機、培養主動學習習慣(Chiang, et al., 2014)。

2017/2018學年，政府資訊科技總監辦公室在學界推行資訊科技增潤活動，並以「在教育領域運用虛擬實境(虛擬實境)和擴增實境(擴增實境)技術」為題，以激發學生對新興科技及其在教育領域應用的興趣。筆者走訪了數間在計劃中以擴增實境及虛擬實境作為閱讀推廣的學校，並為其師生進行培訓。學校添購了擴增實境書籍、學生以擴增實境技術完成閱讀報告、利用虛擬實境技術閱讀書籍大綱。參與計劃的老師表示，使用擴增實境媒體，有助提升同學的閱讀興趣、更有學校的借書量因而有所提升。運用虛擬實境(虛擬實境)和擴增實境(擴增實境)技術推動閱讀看似複雜，但在本計畫中，我們主要應用坊間不同的免費軟件達成效果。例

如透過流動應用程式 HP Reveal 將閱讀報告片段與圖書封面連結完成擴增實境閱讀報告、利用網上平台 Story Sphere 進行圖書館遊蹤遊戲、甚或將自家製作的 360 影片上載至 YouTube 360 在虛擬實境 Cardboard 觀看。利用科技豐富原來的學習內容(Caldera-Serrano, 2014)亦有助個人化學習，科技對閱讀的影響絕對不能忽視！

我們向其中一間學校收集推行本科技閱讀計劃後對閱讀興趣的影響。數據顯示，計劃後同學的借書量大幅增加（人均借書量提升 23.7%），可見媒體藝術有助提升學生對閱讀的興趣。我們相信，只要善用擴增實境/虛擬實境媒體，必能幫助學生學習，同時亦可以推展至其他科目。我們相信，透過以上計劃的工作坊，能有效促進學生運用資訊科技能力進行閱讀，進一步實踐資源為本的概念；讓學生透過虛擬實境（虛擬實境）或擴增實境（擴增實境）技術，製作多元化的閱讀報告展示；並透過有關技術促進與各科組合作，甚或是館際合作，以支援學生「跨課程閱讀」，以拓展學生的知識基礎，連繫不同學科學習，善用資訊科技營造更好的閱讀氛圍。

4 配合校本及學生的需要，進行跨科聯課活動、促進自主學習

「跨科聯課」是學界近年具特色及高效的教學策略。透過使用多媒體資源，學校進一步開展電子閱讀計劃，把電子閱讀融入各科的教與學，讓學生學習相關知識與技能，培訓學生的資訊素養。根據教育局《中學教育課程指引》(2017) 分冊 3: 「有效的學與教：培養終身學習和自主學習者」一文提到，要達至自主學習，學生必須認識自己的信念、長處、能力、採用的策略，並且對自己的學習負責。我們可以透過發展電子圖書館，指導學生有方法去學、有能力去學、按自己需要去學及有動機去學，從而鼓勵學生自主學習。

5 營造自主學習環境，讓學生學會學習

身處資訊爆炸的年代，學校需建構一個鼓勵學生自主學習的環境，而電子圖書館便是一個良好的環境。教師透過電子圖書館，教導學生善用資訊科技，提升電子學習質素及資訊素養。透過教師及圖書館的協作，採用不同主題的閱讀策略，指導學生善用電子閱讀媒體，增進學習成效。資訊科技的進步將學與教提升至另一層次，電子圖書館可提供方便獲取資訊的途徑，讓學習打破形式及環境限制。電子圖書館讓閱讀不再局限於紙本上，讓學習不再局限於課室中。教師透過電子圖書館，讓學生學習知識、掌握學習策略、培養反思能力以及激發主動學習的意願。圖書館透過不同方式的協作，安排閱讀活動，讓學生涉獵不同領域的知識。

學生都各具獨特性，他們的能力、喜好也各有不同，此乃學生的多樣化。透過電子圖書館的多樣性，老師可為不同班別與不同程度的學生，選取合適閱讀之材料，協助學生訂立可行的閱讀目標，提供機會讓學生探索他們感興趣的課題，甚或老師亦可按教學進度，與圖書館協作，配合單元學習，推介全體學生閱讀同一本電子圖書，因材施教。此外，學生閱讀書籍後，可透過電子圖書館的互動性，在平台上用文字或其他多媒體形式表達自己的閱讀心得，同時也令學生能夠多讀、多寫、多看、多發表。教師也可即時提供回饋，將學生閱讀心得展示，讓學生互相學習，以增進師生間的聯繫及提升教學效能。

6 放眼创客圖書館，為本地學界提供新思考方向

创客實驗室(Fab Lab)源於麻省理工學院，是一個原型製作平台。透過培養製作者的好奇心和創造力，以自學、自造及知識共享的方式來鼓勵學習、創新和發明。创客實驗室近年在本地學界成為新寵，不少學校都從辦學團體或政府申請撥款建立，但選址一般都是學校的設

計與科技工場或電腦室、是本地化的數理科工實驗室(STEM Lab)。但如果到芬蘭、加拿大或美國等地交流，應不難發現圖書館才是創客實驗室的根據地。以芬蘭第一個創客實驗室 Aalto Fablab 為例，就正座落於埃斯波阿爾託大學圖書館內。現時該圖書館已經是當地一個完整的學習中心，擁有虛擬實境場地、視聽資源中心、大小不同的工作室，還有一個創客空間。隨著赫爾辛基地鐵擴建到阿爾託法布拉格街對面的新車站，該圖書館已成為地區內每個人都可以輕鬆到訪的自造空間、是創客的理想資源中心。

大型的創客實驗室的建造成本高昂，但如果在本地上學圖書館建設一個微型創客實驗室也是可行的。裡面可以包括激光切割機、立體打印設備、創客課程及網絡共享設備等。其實創客實驗室的建立，目的是提供資源給不同的類型的學生、根據他們的興趣進行研究(Cooper, 2013; Rendina, 2014)，是照顧學生多樣化的方法之一。另外，因應創客實驗室成立的共享概念，學校可以考慮加入一些使用開放源碼的學習資源如擴增實境 duino、Scratch、Raspberry Pi 或開源機械人等，讓學生在設計過程中概可參考不同資源、亦能創作出具創意的產品。其實創客實驗室的概念並不是只在國外，現在北京、上海、廣州、成都等地都興起這些自造空間，是培養學生自主學習和終身學習的地方(Educause, 2013; Wyld 2014)。創客實驗室活動涵蓋不同科目：人文、藝術、數理科工也能涉獵，有助推行跨學科和跨課程閱讀(Davee et al., 2015)。

創客文化有助學校推動學校圖書館轉營成為學生學習的新天地(Canino-Fluit, 2014)、是讓學校、學生改變學習模式的催化劑(Miller, 2015)，教師可以藉創客教育強調對生活和現實世界的認識與改造以提升學生的 STEM 素養(Colegrove, 2013)、讓創意和發明在學校發生。這種教育方式與教育家杜威提出的「做中學」一脈相承。只是資訊科技的應用進一步開拓了「動手做」的深度與寬度，同時亦提升了「做」的速度、使產品更能滿足現實的需要。

7 結論

學生的多樣化對學校教育帶來一定挑戰。因應個人化學習的需求，學校圖書館已由過去的傳統圖書借用中心、多媒體資源中心演變出今日的電子圖書館、虛擬/擴增實境閱覽中心及創客文化培訓基地。香港近年經歷多次課程改革：學制轉變、教學語言、評核方式等變革都是希望為學生學習帶來正面影響。要帶領學生成長，傳統智慧必須承傳：因此我們首要為學生建立良好的閱讀習慣和學習態度。另一方面，學校亦可以通過更新圖書館和教學設備，積極開展資訊科技在教學上的應用。我們深信，這些教學模式有助提升學生的學習動機而促進自學，而這個情況亦是大勢所趨、是未來教育界的大方向。

參考文獻

- Caldera-Serrano, J. *Augmented reality in television and proposed application to document management systems*. Profesional de la informacion, v. 23, n. 6, p.: 643-650, 2014.
- Chiang, T.; Yang, S.; HwanG, G. *An Augmented Reality-based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities*. Educational technology & society, v. 17, n. 4, p.: 352-365, 2014.
- Colegrove, P. (2013). *Editorial board thoughts: Libraries as makerspace?* Information Technology and Libraries, 32(1), 2.
- Cooper, J. (2013, September). *Designing a school makerspace*. Edutopia.
- Davee, S., Regalla, L., & Chang, S. (2015, May). *Makerspaces: Highlights of select literature*. Retrieved from <http://makered.org/wp-content/uploads/2015/08/Makerspace-Lit-Review-5B.pdf>

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

Educause. (2013, April). *Seven things you should know about... makerspaces*. Educause Learning Initiative.

Miller, K. (2015). *Book Review - Makerspaces: A Practical Guide for Librarians* by John J Burke, Lanham, MD., Rowman & Littlefield, 2014. *Australian Academic & Research Libraries*, 46(3), 223–224.

Rendina, D. (2014, July). *A peek at our future maker corner*. Renovated Learning.

Wyld, J. (2014, August 6). *Does this count as making?* ISTE Connects Blog.

A Tasting Course of Artificial Intelligence for Junior Secondary Students

Ka Ming Raymond, Lee

CCC Yenching College

admin@yenching.edu.hk

Abstract: *Artificial Intelligence (A.I.) has become a hot topic in recent years. Some secondary schools in Mainland China have included the studying of artificial intelligence in their formal information technology curricular. It is obvious that A.I. will become a core topic of information technology curriculum in the future. However, the current information technology curriculum in secondary schools of Hong Kong talks very little about this topic. In order to arouse the interest of students in this topic so that they can decide whether they will go further to study in the information technology field, the author has initiated a tasting course of artificial intelligence for junior form students in his serving school, targeted as an enrichment section of information technology in an S3 elite class. The course was implemented with reference to the 5E instructional model. Majority of students involved found the course interesting and they could eventually produce some useful products employing A.I. technologies. However, the course still has much room for improvement. More works could be done before we can provide an interesting and yet practical learning experience of A.I. to our students*

Keywords: artificial intelligence, face recognition, speech recognition, openCV, python, STEM, 5E instructional model, Google AIY voice kit

1. Introduction

Although the emergence of artificial intelligence could date back to 1950's, it is not until May, 2017 the AlphaGo program (devised by Google's DeepMind) defeated the world's number one Go player, China's Ke Jie, that A.I. has shocked the world again. In addition, the advancement of self-driving car technologies, the wide application of face-recognition technology in daily life, the emergence of unmanned store and many other new technologies, all are related to the use of A.I. Follow these are series of reports mentioning that a large percentage of human jobs will eventually be replaced by A.I. technologies. (Yan, 2017; Stark, 2018) Now people are puzzled by the potentials of A.I. – whether the development of A.I. a blessing or curse to human beings?

The author believes that to maximize the beneficial aspect of A.I. to human beings, people need to have a deeper understanding of A.I. A secondary school information technology curriculum that provides a basic coverage of various aspects of A.I. could help students to learn the pros and cons of A.I. properly. However, the current information technology curriculum in Hong Kong secondary schools talks very little about A.I. There is no mention on the basic concepts of A.I. and no A.I. programming techniques has been introduced. In view of this, the author has launched a 'tasting' course for A.I. on one of the secondary three classes.

2. Scope of the A.I. Course

As the target group of this tasting course is junior secondary students, the content of the course was carefully selected to make the course interesting, relevant to daily life but not too technical. Moreover, students would find it more interesting to join the course if they could produce something useful at the end of the course. Bearing this in mind, the author examined the current core application domains of A.I. – natural language recognition, image recognition, problem solving and planning as well as expert systems (湯曉鷗, 陳玉琨, 2018), and decided to choose natural language

recognition and image recognition as the core themes in the tasting course. However, the technical details of the two topics are only briefly covered so that junior secondary students will not find the course overwhelmingly difficult.

3. Course Content and Products

The course comprised of eight 45-minute teaching periods and an extended self-study period. The structure of the tasting course was based on the 5E instructional model (Nasagov, 2018). The learning process was divided into five stages – engagement, exploration, explanation, elaboration and evaluation.

In the engagement stage, which consisted of one teaching period, students are presented with videos of some A.I. in real life such as face-recognition security system, voice recognition smart home and autonomous driving vehicles. They also tried some A.I. related online applications such as chatbots and those games from Google A.I. experiments (Withgooglecom, 2018). These activities were used to arouse students’ interests in A.I.

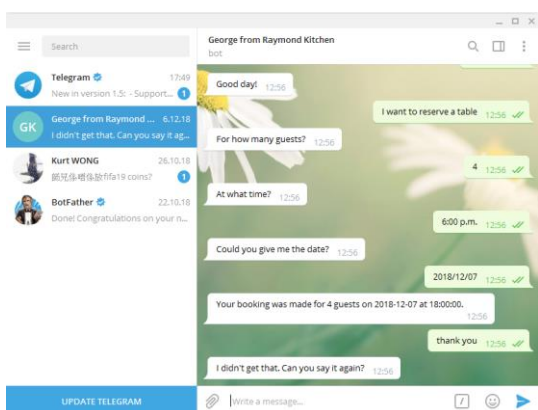


Figure 1. Playing with restaurant seat reservation chatbot



Figure 2. Playing with Google A.I. Experiment

In the exploration stages, which comprised of two teaching periods, students were asked to do some hands-on activities of face-recognition and speech recognition. For face-recognition, we used OpenCV (Readthedocsio, 2018) and Anaconda (Anacondaorg, 2018) as software tools, running in Windows PCs. Some pre-written Python programs were given to the students and they could do some simple face-recognition works such as identification of faces in a photo or counting the number of faces in a photo by simply modifying the given programs. For speech recognition, we used Google AIY voice kit (Withgooglecom, 2018) as the main tool, running in Raspberry Pi 3. Students used the Python programs download from Google AIY site, modified them and experienced natural language processing with A.I.



Figure 3. Working with Python program on face-recognition

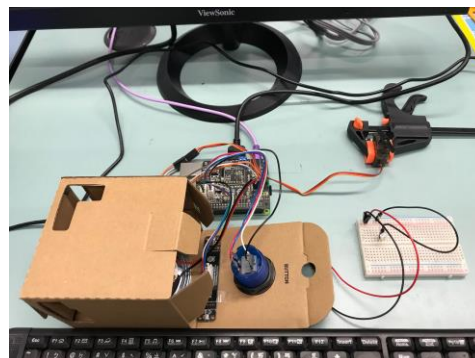


Figure 4. Hacking Google voice kit

Another teaching period was used in the explanation stage in which teacher explained the basic principles behind face-recognition and speech recognition, as well as the role played by A.I. in these two applications. The content in this stage was kept simple, avoiding the sophisticated mathematical background in these fields and used as many diagrams as possible to illustrate the essential concepts, so that even junior students would find the content manageable.

The fourth stage – the elaboration stage was a crucial stage in this course and three teaching period had been spent. In this stage, students incorporate what they have learnt from stages 1 to 3 with their own knowledge so as to create some useful face-recognition or speech recognition applications. To make their lives easier, students worked in groups of three. The performance of students in this stage varied. Nevertheless, some groups of students could manage to produce something very impressive. One group of students produced an automatic borrowing system which allows students to borrow some items (such as umbrella, calculators, etc.) from student union office without human intervention using their smart student cards. Face-recognition technology was employed to counter-check the identity of the borrower to prevent students from borrowing items by using the student cards of other people. Another group of students hacked the Google AIY voice kit and turned it to a voice-controlled smart home product by combining the voice kit with an Arduino circuit capable of sending infrared control signal. This set up allowed the students to control different electrical appliance remotely by speaking to the voice kit.

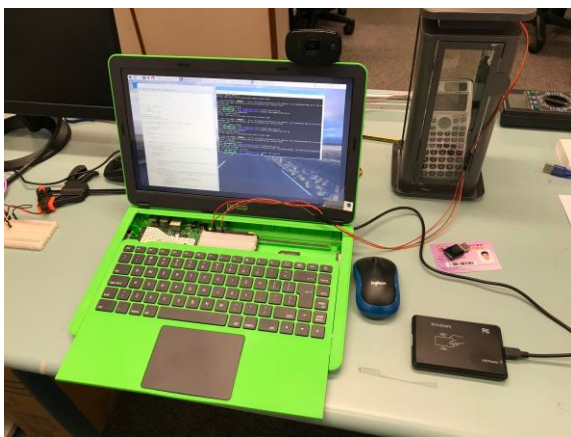


Figure 5. The prototype of i-borrowing system

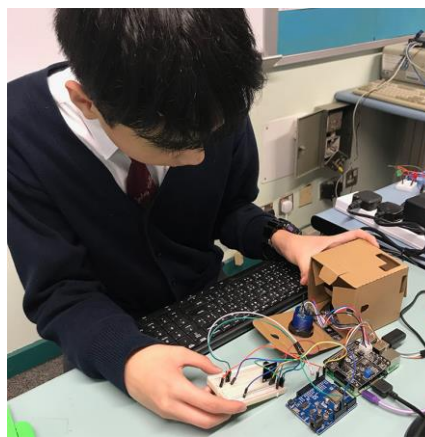


Figure 6. Control IR remote signal with Google AIY voice kit

In the last period (the evaluation stage) of the course, students presented their works in stage 4. Teachers and peers gave comments to their products. Those well-performed groups were invited to participate in large-scale open exhibitions and competitions. Through participating in these activities, students could further develop their knowledge and skill in the application of A.I. to solve daily problems.



Figure 7. Students showcase their products during Learning and Teaching Expo 2018 in Hong Kong

4. Limitations

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

A simple survey was carried out after the course to collect students' opinions. Over 80% of students found the course content interesting and more than 75% of students found the tasks in the exploration stage not difficult. On the other hand, only about 50% of students had the confidence of incorporating their previous knowledge with the concepts and skills they had learnt in this course to make something useful during the elaboration stage of the course. For those students showing negative confidence, their major problem was that the exploration and explanation stages of the course were too short and they could not grasp the necessary knowledge to allow them to do any elaboration works. The responses of the students were not unexpected since the course was targeted as an extended learning experience for elite class and only a very limited time was allocated for it. Furthermore, as the target group of this course was junior secondary students, the technical details of A.I. were kept to minimal. The result was that students could only construct products with very superficial application of A.I.

5. Conclusion

The A.I. tasting course was welcome by the majority of the students involved and some A.I. related products were produced at the end of the course, showing that even junior students could do A.I. However, such courses should be carefully designed and the content cautiously chosen so as to make them acceptable and manageable by junior secondary students. To design a good course of A.I. for junior secondary students is highly demanding and challenging for an individual. Life would be much easier if teachers from different educational institutes could cooperate together, probably through some kind of community of practice, to design learning programs in A.I. in order to help students to embrace this leading technology.

References

- Yan, S. (2017). Artificial intelligence will replace half of all jobs in the next decade, says widely followed technologist. Retrieved 11 January, 2018, from <https://www.cnbc.com/2017/04/27/kai-fu-lee-robots-will-replace-half-of-all-jobs.html>
- Stark, H. (2018). As Robots Rise, How Artificial Intelligence Will Impact Jobs. Retrieved 11 January, 2018, from <https://www.forbes.com/sites/haroldstark/2017/04/28/as-robots-rise-how-artificial-intelligence-will-impact-jobs/>
湯曉鷗, 陳玉琨。《人工智能基礎 (高中版)》。華東師範大學出版社。2018年3月
- Nasagov. (2018). *The 5E Instructional Model*. Retrieved 15 November, 2018, from <https://nasaclips.arc.nasa.gov/teachertoolbox/the5e>
- Withgooglecom. (2018). *A.I. Experiments*. Retrieved 15 November, 2018, from <https://experiments.withgoogle.com/collection/ai>
- Readthedocsio. (2018). *OpenCV-Python Tutorials*. Retrieved 22 November, 2018, from <http://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/>
- Anacondaorg. (2018). *Python : Anaconda Cloud*. Retrieved 22 November, 2018, from <https://anaconda.org/anaconda/python>
- Withgooglecom. (2018). *AIY Voice Kit*. Retrieved 15 November, 2018, from <https://aiyprojects.withgoogle.com/voice/>

教師如何幫助學生在數字化環境學習

歐陽子榮

明愛胡振中中學

auyeungtszwing@gmail.com

【摘要】 本文以多方面講述教師如何幫助學生在數字化環境學習，由學校環境教師可以擔當的角色，到教師在學校如何促進數字化學習，其目的和要解決的問題，以筆者的個人經驗寫出可行的方法，在文中可以看到香港政府、學校、老師和學生各持分者在數字化環境的互動情況。

【關鍵字】 數字化；數字化學習；翻轉課堂；移動裝置；自攜裝置

1. 前言

本文以多方面講述教師如何幫助學生在數字化環境學習，由學校環境教師可以擔當的角色，到教師在學校如何促進數字化學習，其目的和要解決的問題，以筆者的個人經驗寫出可行的方法，在文中可以看到香港政府、學校、老師和學生各持分者在數字化環境的互動情況。

2. 創造環境

在香港，每年學校均會獲配資源購買電腦設備及軟件，學校須自行決定購買所需設備，這是由於學校成立的年份和設備折舊的情況不一。所以，教師需要裝備硬軟件知識，適當運用資源，也要考慮校本情況，舉例說若購買移動裝置，所需的裝置包括移動裝置管理程式 (MDM)與否，以 iPad 為例就相差一半價錢了這要看學校活動和課堂需要而決定。

現在，少部份學校仍然視資訊科技為一組項目，每年舉辦一些活動推廣，這是落後於社會發展的。我認為應該全校發展，教師應該在學校推動數字化學習發展，從舉辦活動、上課到家課等等全部都可以數字化。舉例說，舉辦一個外出參觀活動，出發前教師就可以用一些虛擬實景裝置先到該地點考察，再向學生簡介時就可以講清楚集合地點，也可以讓學生清楚學習重點，到達地點後，學校若有足夠移動裝置，可以讓學生每人帶上一部做野外遊踪，不用像以前帶上筆和工作紙，更有效學習，習作可以是拍照和回答預設問題，回校後可以製作簡報繳交，再向同學展示成果，這樣學生的評估就變得立體了。整個系統上教師都可以幫助學生學習，部分學校會為全體學生購買自攜裝置，要求他們必須帶回校上課，這個學生就能給予老師即時回饋，也能在一些綜合展示軟件如 Padlet 看到共同學習的成果。部份學校會要求學生自行購買自攜裝置回校，教師須和家長溝通，經濟環境不好的學生由教師協助申請資助。當學生有足夠硬件後，學校的整個系統也可以數字化，學生經公共平台記下家課，以檔案形式繳交功課，教師以系統發佈家課，帶領討論，資料蒐集，學習就不再局限於課本而是可以由學生自發，教師給予學習目標和工作，教導學生如何應用軟件，如何聚焦學習範圍如何分辨資料真偽，如何表達學習成果，改變現有學習模式。

3. 跨學科課程設計

看過一個初中的課程設計是以跨學科 STEM 為學習目標的，以一個科學實驗為引入，配合樹莓牌小型電腦製作編程，實驗結果應用數學的座標和斜率知識，這無疑是一個完整的跨學科課程設計，唯獨當中涉及的協調和計劃無可比擬的複雜。首先是教學目標，教師須與科會協調，跨學科的教學目標是什麼。可以是學科之間的融會貫通，也可以是讓學生了解學科的應用層面，然後需要管理層和其他科會協調，盡量達致一致的教學目標。其二是科目之間的協調，如果當作一個活動來做是不難的，但是如果發展成一個有校本特色的課程就有難道了。每一科不同課題的教學進度要計劃，跨學科的分工要安排，誰負責任教，誰預備教材等等。其三是教師的專業知識，不應為數字而數字化，要學生學得其所，須注意教學內容的深度和闊度，以上例說明，揀選的科目實驗應該適合該年級的學生，要符合他們的程度，或者稍微淺一點的，以學生能掌握，較易上手的實驗融合其他科目，在這個環境下，科技、工程和數學就能應用了，以樹莓牌的編程應用需視乎學生的程度而做，可以是介紹性質的，也可以是高中學生的一個預習習作，在上例中，樹莓牌電腦配合傳感器在實驗中測量不同時間變化的溫度，低年級的學生可以認識編程，高年級選修資訊科技課的學生可以嘗試編寫，還有不同年級學生在實驗中須應用的數學，是把溫度時間化座標，還是應用座標斜率看趨勢關係，就要看教師對課程的熟悉度和取捨選題了。推廣開來，可以做開放課堂，讓其他學校來交流，其他科目的不同教師首先能看到一些科目上的資訊科技元素，如何幫助學生數字化學習，其次是對整體數字化學習的推動，當其他學校也有看到數字化學習可以應用到不同學科，甚至跨學科，自然躍躍欲試，使學生能夠透過多媒體，不同方式學習和回饋。

4. 課程模式

4.1. 失敗到成功的經驗

我的數字化學習嘗試，很多時候是基於一些失敗經驗，作為任教數學的老師，任教圖像化的課題，例如一些幾何定理，一些三維圖像及一些應用題，學生一時間透過平面課本很難明白，這個時候就會想到用軟件幫助，例如 Geogebra，但是用的時候預備需時，也不是每個學生能動手參與。到了現在，學生有移動裝置，也有其他平台如 DESMOS 就不同了，學生能夠互相問問題，透過改變代數發現不同圖像和他們的轉換關係。

4.2. 創新教學模式

首先是翻轉課堂模式，筆者的學校與 Google 合作，老師和學生都有其登入口口，學生能夠透過 google classroom 預習課程，討論議題和交功課，老師能夠將筆記簡報放上互聯網，也可以進行批改回饋，這種平台隨時隨地能用，數據紀錄比較有系統。見過一個分享是這樣的，體育老師教授籃球運動比賽知識，先用虛擬實境裝置拍下場地，學生使用虛擬實境裝置就能身歷其境，預習後，在課堂簡易就能聯繫起來。其二是走出課堂，以數學為例，學生往往要動手動腦才能有效學習，以學習尺規作圖為例，傳統教學就是以白紙和圓規為主導的，學生的感受記憶就會較少。現在可以移動裝置走出課堂，到外面找尋生活中的圖案，旋轉對稱或左右對稱，並設計自己喜歡的圖案，經計算後在操場再畫出來，這樣學生就會印象深刻。

4.3. 學習工具

數字化學習的工具很多，這是大趨勢，新一代都習慣用電腦和智能手機，知識面越來越廣，找尋資料越來越容易，如何分析及應用是一課題。若教師是教文科的，好多時需要附以圖片說明，以前是用簡報軟件，附以重點說明，現在可以使用如 NEARPOD 的互動簡報軟件，學生在學習老師教授的知識同時，可以答問題和給予回饋，與從前的一問一答模式完

全不同。老師問問題後可以讓學生表達意見，同學也能夠看到彼此不同的觀點和睇法。教師在教授知識時也可以用更新穎更多元化的方法，可以發鏈結到學生的移動裝置，透過更加多的圖片和影片幫助學生理解課題。

也有些科目，如宗教和倫理，需要教授學生抽象的概念如愛、家庭、信仰等等，需要老師分享自己的個人經驗，也要學生回饋和思考他們自己的人生經驗，這個時候好像 PADLET 的軟件就對講述自己的經驗，引申自己的睇法有幫助，他們可以找尋圖片，或以圖片幫助思考，當每人都分享完後，他們能從集合中看到自己與其他人經驗的相同之處和相異之處。

評估在教與學中佔重要的一環，教師需要透過學生回答問題、交功課和測考當中檢視學生的學習進度，現今，GOOGLE CLASSROOM 和 KAHOOT 等的平台和軟件都是好幫手。透過 GOOGLE CLASSROOM 學生能夠多接觸數字化學習，他們交功課、看筆記和測驗等都能夠在互聯網做，搜集資料也得心應手，他們能夠從電子學習平台看到自己的成績，老師也可以就他們交的功課給予即時回饋，這樣他們學習就更有效率，也能看到成績分析，學習較有動力。另外，課堂學習從前都是一問一答或單聲道模式，老師較難得知學生的學習進度和自己的教學進度，而有些課堂互動軟件如 KAHOOT 就能夠幫助老師作即時評估。學生以移動裝置回答問題，同學間以比賽形式上課，不會看到彼此的答案，計時結束後全班會即時知道答案，教師也可以由系統得知全班的成績分析以評估學生的學習情況和教學進度。

4.4. 教師的角色

時而勢逆，現今社會對學生的期望不僅是硬知識，更重要的是對資料的整理、判斷、應用、不同知識的融會貫通，教師不角色不只是傳授知識，而是教導學生數字化的學習方法，讓他們學會學習。其一，老師需要熟悉課程，啟導學生數字化學習，學生搜索甚麼關鍵字，甚麼課題應該延伸探究，甚麼是遠離課題皆是學問。其二是學習平台和工具的選擇，甚麼課題應該用甚麼學習工具，教師可以給予學生建議，如果做數字化學習才有效率。

5. 教師專業發展

政府方面，香港近年提倡 STEM 教育，教育局也增設專門小組跟進，提供到校支援，建立專業群體。到校支援的模式是由上而下，也由下而上的。先由學校申請到校支援，教育局專門小組會與學校的負責老師和管理層商討老師的調堂和會議等的時間安排，然後整年間專門小組也會到校提供支援，包括課堂設計、學校活動和教師交流，分享得到成功經驗後再推廣至跨校分享，可以是教師到個別學校分享，以工作坊的形式進行，教師較容易上手，也可以是邀請其他學校到校交流，以公開課堂的形式，到校參觀的老師可以學習課堂設計，參觀的老師觀課後也可以給予意見跟進。筆者認為這種由教師專業小組至跨校的模式有好處，也日趨成熟，原因是效率較高，也具有連續性，每間學校的教師科技掌握程度不一，任教資訊科技、數學、視藝科的教師一般對計算機的軟件應用認識較深，而教師對新事的接受程度和興趣也不一所以整體學校發展會比較慢而若有一些較易上手和有興趣的教師先起動，效果就會不同，由一個軟件程式開始到預備一個課堂，舉辦一個活動到跨校分享，一步步走來就會較為容易，學校就個別教師的工作安排也會較容易，一旦形成了一個教師的專業發展群體，推動跨科合作，跨校合作就會有持續的發展。

私人機構方面，其實教育局一直也有資源讓學校以校本情況決定購買一些軟件或邀請私人機構做一些講座式工作坊，但效果只能說見仁見智，歸根究底是未能配合學校情況發展，教師在應用上未能配合課程。本校現在的合作機構 Google 在配合教師和學生上運作得較好，其一是 Google 有強大的系統和雲端儲存支援教師、學校和學生能使用相關權限的戶口

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

協作，其二，和單一系統不同，它與其他平台能互相協調，直接用一個戶口就能登入不同平台並作記錄儲存，其三 Google 有技術人員支援教師如遇問題，可經電話查詢，技術人員也會到校舉行工作坊，解決老師的應用難題。

於現實與虛擬之間提升學生的空間想像能力

Enhancing spatial ability via Augmented Reality

*關子雋、簡嘉禧、趙慧怡

香港聖公何明華會督中學

* ktc@go.bhss.edu.hk、kkh@go.bhss.edu.hk、cwy@go.bhss.edu.hk

【摘要】 「空間能力」(spatial ability)是數學學習其中一個重要的能力，如何提升學生的空間能力相信是每一位數學教師都曾遇到的難題。隨著虛擬實境(Augmented Reality)軟件的開發門檻日漸降低，為相關課題的教學提供了更多的可能性。本文旨在分享本校把虛擬實境的技術運用於立體截面教學時的經驗。

【關鍵字】 空間能力；虛擬實境；數學；截面；Co-Spaces；Merge Cube

Abstract: Spatial Ability is one of the important skills in learning for Mathematics. With the aid of Augmented Reality technology, teaching could be carried out in a different way. This article is to discuss our teaching strategies used in enhancing the spatial ability of our students.

Keywords: spatial ability, augmented reality, mathematics, cross-section, Co-Spaces, Merge Cube

1 前言

空間想像能力是數學教育的其中一個主要目標，在教育局的數學課程文件中，「度量、圖形與空間」是數學課程三大範疇之一。空間想像能力可定義為個體能觀察、記憶二維或三維空間的形體，並在腦中進行旋轉、組合、展開、翻轉等的的能力。提升空間想像能力不但對學生學習數學的能力有幫助，且對其於物理、創造思維、化學、生物、地理和天文的學習均有莫大關係(黃毅英，1990)。

當前中學數學教學在處理立體圖形的課題時，大多利用實物模型，並伴以數學軟件GeoGebra 向學生展示不同立體的性質。然而，普遍學生遇到的學習難點在於他們未能把對立體圖形的認知拓展到對應的平面圖之中，他們未能從二維的圖像中理解相對應的立體結構。根據 Nicholson 與 Seddon 提出的觀點(1977)，學生的空間想像能力可分為 2 層架構，即：低層的從描述實物立體空間；以及高層的從平面圖中想像、描述所對應的關係。要讓同學建立起空間想像能力，關鍵點在於如何從低層的架構逐步、循序漸進地過渡到高層架構。

有見及此，本校教師運用虛擬實境技術(AR)，配合本校於初中推行的「自攜平板電腦計劃」，期望於數學教學中注入新元素。

2 擴增實境(Augmented Reality)

擴增實境(Augmented Reality)、虛擬實境(Virtual Reality)和混合實境(Mixed Reality)於日常生活中的應用日漸普及，而開發相關軟件的技術門檻亦日漸降低。相關技術的應用早已不再局限於遊戲範疇，而是廣泛地應用於工業、醫療、培訓之中。在教育方面，不少地區現正積

極推動利用虛擬現實技術提升教學效能：美國教育部於 2015 年舉辦了 EdSim Challenge，鼓勵不同科技企業開發教育相關的 AR/VR 軟件；韓國政府於 2017 年 2 月成立了虛擬現實與擴增現實研發中心(KoVAC, Korean Virtual Reality - Augmented Reality Complex)，期望推廣擴增實境和虛擬實境技術的應用於教育層面；而「中國國家教育事業發展『十三五』規劃」(2017)中亦明確指出虛擬現實技術是教育發展的一個重點：「全力推動信息資訊技術與教育教學深度融合……支援各級各類學校建設智慧校園，綜合利用互聯網、大資料、人工智慧和虛擬實境技術探索未來教育教學新模式。」，足見於日常教學之中應用虛擬現實技術乃目前大勢所趨。

甚麼是擴增實境？其中一個廣為接受的說法是由北卡羅萊納大學教授朗奴·阿祖瑪 (Ronald Azuma) 於 1997 年所提出的。他認為擴增實境包含 3 個性質：

- (1) 結合虛擬物件與實境；
- (2) 能夠與使用者作出即時互動；
- (3) 三維建構。

擴增實境(AR)與虛擬實境(VR)最大的分別在於，虛擬實境(VR)會把使用者從現實環境中隔絕出來；而擴增實境(AR)則會融合現實與虛擬環境，把虛擬的物件放置於現實的場境之中。而使用擴增實境(AR)時，裝置電腦需要先辨識「標籤」(Marker)的位置，然後將三維虛擬模型顯示出來。當操作者移動螢幕，就可調整三維虛擬模型的呈現角度 (蕭顯勝, 2013)。

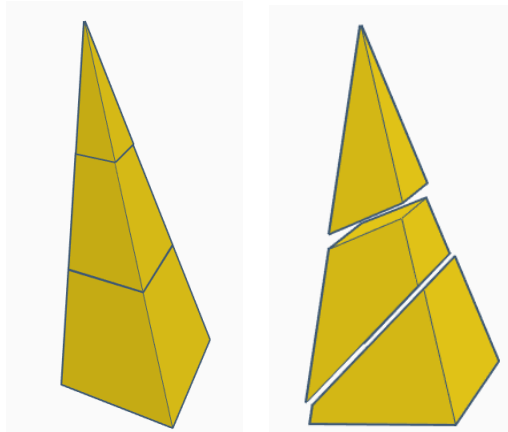
在教學上，擴增實境(AR)對學生學習產生不少正面幫助。在 STEM 教育方面，擴增實境(AR)教學能提升學生的學習動機及投入度，也可改善學生對 STEM 科目的態度 (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018)。除此以外，擴增實境(AR)的能供性及特徵亦從多角度輔助學生學習。首先，將知識以三維呈現時，學生更容易理解抽象的概念；其次，使用行動裝置和情境化擴增實境，可以增加學生社會互動和合作學習的機會；再者，透過人機互動，學生能獲得即時回饋；此外，結合虛擬物件與實境，將肉眼觀察不到的物體以虛構模式呈現出來；以及擴增實境(AR)能連接學校與其他學習場地 (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013)。如上所述，學生對於利用二維圖片理解立體結構感到困難，擴增實境(AR)正好回應學生學習數學的需要。

3 教學設計

為了量度是次以虛擬實境配合教學的成效，我們選取了兩班能力一般以及兩班能力稍遜的中一級同學進行對照實驗，各取一班以傳統教學，即以實物立體伴以數學軟件 GeoGebra 教學；而另一班則利用虛擬實境配合教學。最後以後測檢視學生的表現，從而討論是次教學法的成效。

3.1. 課題選取

課題方面，我們決定利用擴增實境與同學討論不同立體截面，並嘗試歸納哪些圖形有均勻橫切面，期望能藉以提升同學的空間想像能力。選取有關課題的原因是討論立體的截面時，學生們需要把二維的圖像轉化成三維圖像，並且要想像立體被切割後的截面形狀，過程中需要運用到空間旋轉和透視的能力；同時同學的學習成果亦較容易被量度。我們與同學討論了錐體和柱體的有平切截面和斜切截面(圖一)。



圖一 課堂中討論的兩種截面：平切截面和斜切截面

3.2. 課堂流程

整個課堂分成三個部分，分別是(1)實物觀察、(2)連結二維圖像和三維立體、(3)逐漸淡出：

3.2.1. 實物觀察

首先，同學們利用實物比較錐體和柱體的不同截面。同學被分成5人一組，每組同時配備了立體打印的平截立體和斜截立體，但每組所分配的立體均不相同，當中包括圓錐體、圓柱體、多角錐體和多角柱體。同學們需要於特定時間內，就著每個立體畫出各個截面。為了帶出均勻橫切面的概念，同學們需要就每個截面，討論它們的形狀、大小是否相同。這個部分的重點在於讓同學們具體建立截面的概念，明白何謂截面，回應著 Nicholson 與 Seddon 所提出的第一層空間認知(1977)，所以我們此部分沒有使用資訊科技帶出相關概念。

3.2.2. 利用擴增實境連繫平面與立體

要連繫第一層實物空間認知到第二層建立同學的抽象空間想像能力，我們運用了 Merge Cube 和 Co-Spaces 的虛擬技術把圖形由紙本上的平面，轉化成立體，並把分割過程呈現給同學眼前。

Merge Cube (圖二)是一個外形獨特的正方體，透過其獨特的表面圖案，平板電腦、智能手機能夠把立體圖案「張貼」於正方體上。



圖二 免費版本的 Merge Cube



圖五 把圓柱置於手中，並對其作出切割



圖六 切割後的立體

3.2.3. 逐步淡化

山東師範大學副教授楊澤忠(2006)認為要有效建立起學生的空間想像能力，除了需要利用輔助教材給學生展示由幾何圖形演變成立體圖形，讓學生進行剖分、整合外；還需要把輔助工具逐漸淡化。逐漸淡化就是把輔助工具的參與度按步減低，把立體圖像由多變少、由動變靜。把輔助工具消失以後，相關的表象便能建立於學生的腦海當中，這樣便能從第一層的描述實物立體空間過渡到第二層的抽象空間想像能力。

要達致逐步淡化的效果，下一步我們摒棄了 Merge Cube 的使用，同學只能保持一定距離觀察虛擬立體；而立體亦不能夠被分割開，需要學生們想像切割後的效果，並把截面記錄。當學生們未能自由轉動、從隨意角度觀察立體時，情況便類近於在紙張上看見的平面圖案，但此刻他們仍有一定的自由度觀察立體，讓他們過渡到能夠單純利用空間能力想像不同的截面形狀。最後總結經驗，與學生歸納哪些立體擁有均勻橫切面。

3.2.4. 評估

後測過後，我們利用 P 值檢視是次成績表現有沒有統計上的顯著差異。我們先假設實驗班別(x_1)和對照班別(x_0)的平均分數相等，並定義 p 值 = $P(\bar{X} > x_1 | \mu = x_0)$ ，假如 p 值小於 0.05，我們便定義兩組成績具顯著性差異。經過統計後，數據列於下表：

	能力稍遜班別	能力一般班別
實驗組人數	24	24
實驗組平均分數	51.58	70.67
對照組平均分數	46.96	68.67
對照組得分的標準差	12.47	13.08
p 值	0.035	0.227

在兩組的實驗中，雖然實驗組的表現均比對照組優異，但考慮到在兩組實驗中所得的 p 值，我們總結有關教學法對於能力一般的同學來說分別不大(p 值 0.227)。相反，對於能力稍遜的同學來說，是次的實驗教法對他們有顯著的幫助(p 值 0.035)。

3.2.5. 總結

總括而言，在是次的教學嘗試中，我們採取了三個步驟：首先，盡可能讓同學接觸各種立體的實物，由於立體打印技術的普及，我們能夠輕易設計出合符課堂需要的立體。然後，利用虛擬實境技術讓同學結合二維圖像和對應的三維立體實物，讓同學著手旋轉、切割立體；最後逐漸淡出輔助工具，讓同學從直觀思維過渡到抽象思維。而實驗結果顯示有關的教學策略對能力稍遜的同學來說成效較顯著。

4. 結語

隨著資訊科技發展迅速，使全球的經濟、科技、社會、文化都經歷著根本性的變化。有見及此，教育局自 98/99 學年起，於全港中小學推行了四個資訊科技教育策略，目的旨在提升學校的硬件、教師的專業力量及學生的數碼素養，積極並適切地應用資訊科技於教學範疇。這些策略不但能夠提升同學的學習興趣，並且能豐富各種的教學手法、利用全新的角度解釋向學生各種數學觀念。期盼未來可以配合不同科技發展，進一步提升學生在數學方面的學習效能。

參考文獻

- 邱美虹(2015)。〈另類翻轉教室——創造擴增實境的學習環境〉。《科學研習》，54 (10)，1-5。
- 黃毅英(1990)。〈立體數學遊戲與空間想像力之訓練〉。《數學傳播》，14 (4)，78-93。
- 楊澤忠(2006)。〈利用電腦幫助培養中學生的數學空間想像能力探討〉。《數學教育》，22，31-37。
- 蕭顯勝(2013)。〈應用擴增實境技術建構互動學習環境——以臺灣科學教育館為例〉。《教育科技與學習》，7，153-184。
- Ibáñez, & Delgado-Kloos. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education, 123*, 109-123.
- Nicholson, J. R., & Malcolm Seddon, G. (1977). The Understanding of Pictorial Spatial Relationships by Nigerian Secondary School Students. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 8(4)*, 381-400.
- Azuma R. (1997). A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 355-385.
- Thomas R. Lord, (1985). Enhancing the visuo-spatial aptitude of students, *Journal of Research in Science Teaching*, 100-102.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Instruction, 62*, 41-49.

如何透過善用科技優化工具在數學課堂上促進學習中的評估

How to facilitate assessment for learning in Mathematics classrooms through Technology-Enhanced Tool

彭健江¹，沈宛徽²

¹粉嶺公立學校 資訊科技及數學科組

²粉嶺公立學校 視覺藝術科及數學科組

* kkpang2000@yahoo.com.hk

【摘要】 透過進展性評估取代總結性評估日漸已成為已發展城市的教育發展大趨勢，如何在香港高小學習階段能夠運用電子學習(eLearning)中的善用優化科技評估工具(Technology-Enhanced Assessment Tool)，並營造能促進學習中的評估(Assessment for Learning)環境，同時以大數據科技能更有效地整理及分析課堂的學習數據(Learning Data)，藉此進一步加強照顧學生多樣性(Learner Diversity)，從而改善學生的學習效能。因此本校三年多前開始在高小的數學科嘗試運用即時電子評估工具，除了能提升學習動機外，亦作為其中一種促進學習中的評估工具，並讓一般津貼小學以善用優化科技工具作為促進學習中的評估的其中一個可行課堂實踐經驗。

【關鍵字】 電子學習；善用優化科技評估工具；促進學習的評估；學習多樣性；學習數據

Abstract: Using formative assessment is indeed a hot issue at the moment. Hong Kong's primary schools are now paying attention to the topic and are hoping to create an appropriate assessment for learning environment. As E-Learning plays an important role in the syllabus for KS2. We believe that e-Assessment is one of the valuable e-learning tool that can facilitate assessment for learning and can cater for learner diversity in primary schools, especially for upper primary students. Hence, our school have decided to incorporate free online e-assessment tools in the mathematics classrooms from P.4 to P6 since 2015. It not only increases students' motivation, but also aids teachers to create diversified learning activities. Furthermore, with the use of Big Data technologies, it helps to further improve students' learning efficiency. No doubt, Technology-Enhanced Assessment Tool is one of the most workable solution to cater for learner diversity in the general primary schools in Hong Kong.

Keywords: e-Learning, Technology-Enhanced Assessment Tool, Assessment for Learning, Learner Diversity, Learning Data

1 前言

根據聯合國教科文組織(2015)指出享受優質教育的權利是一項基本人權。而香港教育統籌委員會(2000)發表的香港教育制度改革建議亦指出適當地運用多元化的評核模式，包括靈活的進展性評估，減少量化，多進行分析性的評估，可以較全面地反映學生在不同方面的表現和學習需要。而 Hattie, J. (2009)指出在各個教學策略中進行形成性評估(Providing formative evaluation)的效度高(d effect size: 0.9)。同時莫慕貞(2017)亦指出「促進學習的評估就是要透過

評估，找出每名學生的「可發展區」，支援他們的學習。」，此外教育局 (2015) 推出「第四個資訊科技發展策略 - 加強學校無線網絡基礎設施」政策(簡稱：WiFi900 計劃)，並分階段提升學校無線網絡基礎設施及購置流動裝置供學生在課堂上使用。但教育局仍以校本形式讓學校自行計劃，因此大部份小學未必能充分善用優化科技評估工具促進學習中的評估。在這個現實環境下，藉這篇文章探討如何透過善用科技優化工具(Technology-enhanced Tool)在數學課堂上促進學習中的評估(Assessment for Learning)。

2 背景

本校建校至今已八十多年歷史，現共有 19 班約 600 多名學生，大部份學生來自基層家庭，而且有超過一半生源來自內地的跨境學童。同時本校的高小學習階段按學生的學業成績分班，因此高小部份班別出現嚴重的學習差異。此外本校的資訊科技組於 2015 年度成功申請教育局的「WiFi900」計劃(第一期)的學校，並制訂一個為期三年的校本高小電子學習計劃，目的以自主及探究學習模式，針對學生在數學、英文及電腦科的學習難點、延伸學習及促評的需要，再配合穩定的無線網絡系統、適合的流動電子裝置及電子學習資源，藉以提升學生的學習動機，及促進學與教的效能。綜合我們過去三年在電子學習成功實踐經驗後，我們相信在傳統的教學模式下再結合電子學習元素有利於加強照顧學生的多樣性，便於 2018 至 2019 年度上學期開始在高小數學科部份合適的單元嘗試以善用優化科技評估工具深化促進學習中的評估元素。

3 選用原因

首先被選用的善用優化科技評估工具(Technology-Enhanced Assessment Tool)是 Plickers，它是一個免費及較可靠的版本，同時學生無需使用個人電郵戶口資料作出登記，仍然能夠使用。另外這個評估工具能夠在不同平台內操作，讓老師能夠在不同的電子裝置上使用，包括：智能電話、平板電腦、筆記電腦及桌上電腦。再加上本校已經安裝全校性的高速無線網絡系統，因此老師無論在學校何時何地只要有一部能接駁上網的流動電子裝置便能進行即時電子評估活動。

4 推行方案

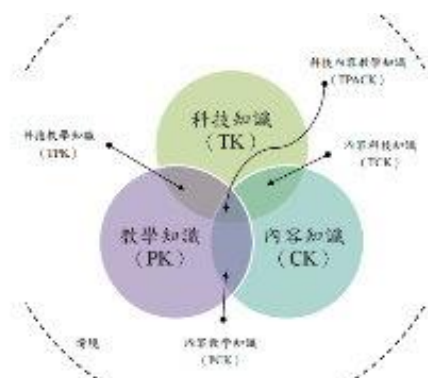


圖 1 科技內容教學知識
(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK)

資料來源：出自 Mishra 與 Koehler (2006)

4.1. 預備篇

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

級長需檢視原有的高小數學科課程，再加上學科教學科技知識(TPACK) (圖 1)的概念為基礎選擇合適的學科知識、教學法及科技。首先在較抽象的單元加入實際操作及桌上遊戲元素，例如：「圖形與空間」範疇的四邊形單元等等。以往我們只能透過學生的課堂練習/提問、課後功課、紙本進展性評估及總結性評估獲取學生的學習數據，但老師往往未能即時整理及分析有關的學習數據，從而未能作出適時的回饋。我們使用香港教育城建議使用的評估平台(Plickers)即時收集學生在課堂內的評估數據，並即時作出回饋及跟進。同時科任亦將相關的電子學習資源超連結上載到學習管理平台(Edmodo)，讓學生於課後仍然能夠進行自主學習。



圖 2 四邊形校本實作小組工作紙及個人課後工作紙



圖 3 免費學習管理平台(Edmodo)

Mon 19 November 2018 - Sun 25 November 2018					
		四邊形...	四邊形將會... 22 Nov 2018 ● 80%		
Name ^	Total	觀察左面的平面圖形，哪些圖形是	用右面四枝竹簽可組成以下哪一種	以下哪一項不是長方形的特性？	正方形和長方形有以下哪一種共同
Class Average	65%	21%	90%	79%	70%
何巧嵐	50%	A	B	D	B
劉崇炫	100%	C	B	D	C
叶佳蓉	67%	A	B	D	-

圖 4 免費網上即時評估平台(Plickers)

因此我們四年級數學科團隊根據張淑賢(2014)所提出的促進學習的評估原則及指標製作一系列合適的多元化小組學習活動連同工作紙(圖 2)，再配合在高小經常使用的學習管理平台(圖 3)及即時評估平台(圖 4)，藉以向學生發放更多有關本科的電子學習資源，包括：課堂簡報、工作紙、網站及影片及 GeoGebra 超連結。

表 1 2018-2019 年度 4B 班數學科(考一)的成績概覽

	分數
平均分：	56.6
最高分：	83
最低分：	16
標準差：	17.2

4.2. 學習篇

以本年度四年級的 4B 班其中兩節數學課(共 60 分鐘)為例，全班只有 29 人(表 1)，其中 4 人被確診有不同程度的學習困難，而其餘大部份學生的已備知識薄弱、學習動機低、自我形象及學習信心低落、及最重要是欠缺家庭適切的管教/學習支援，因此無論家長對子女或老師對學生的學習期望偏低。課前老師根據以往全港性評估系統(TSA)的分析報告找出普遍學生以直觀分辨矩形感困難，因此老師首先透過 Plickers 收集學生對已有知識的學習數據(圖 5)，並針對學習難點即時作出回饋。之後再使用 Plickers 收集學生將學會的知識數據作為前測(圖 6)，包括：長方形的特性、正方形的特性及比較長方形及正方形相同/不相同的特性。

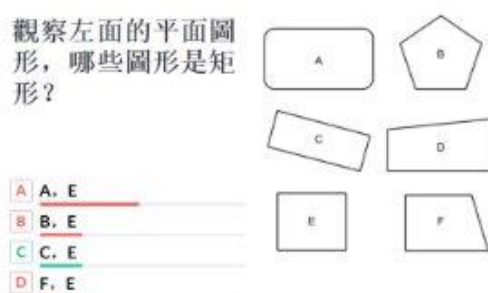


圖 5 以 Plickers 收集學生對已有知識的學習數據



圖 6 以 Plickers 收集學生對將學會的知識數據

首 5 分鐘科任透過 Plickers 的大數據(Big Data)分析功能再加上科任老師的專業回饋，藉以釐清學生對已有知識的學習難點(圖 5)，主要包括：如何正確地以直觀方法分辨矩形的特性，而學生的答對率只有 21%。

隨後 10-15 分鐘老師讓學生將長方形手工紙分別上下左右重疊對摺(圖 8)，並在實作工作紙(圖 2)內填寫有關長方形特性的探究結果。跟著學生需最少向其中一位組員分享探究結果(圖 8)，然後其中一至兩組亦被邀請向全班匯報探究結果(圖 9)，然後老師以 Plickers 收集學生對長方形特性的學習數據(圖 10)，並對未如理想的題目即時作出回饋。



圖 7 透過實際操作探究長方形及正方形的特性



圖 8 學生以數學語言向組員分享探究結果

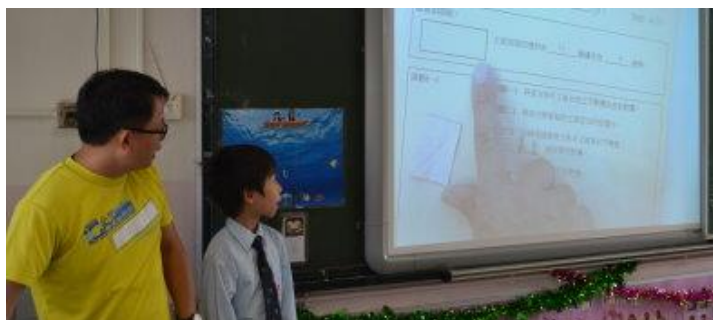


圖 9 學生以數學語言向全班分享探究結果



圖 10 以 Plickers 收集學生對長方形特性的學習數據

隨後 10-15 分鐘老師讓學生在原有的格仔紙加上直線(圖 7)，與原有的直線組成一個正方形，並在實作工作紙(圖 2)內填寫有關正方形特性的探究結果。跟著學生需最少向其中一位組

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

員分享探究結果(圖 9)，然後其中一至兩組亦被邀請向全班匯報探究結果(圖 9)，然後老師以 Plickers 收集學生對正方形特性的學習數據(圖 11)，並對未如理想的題目即時作出回饋。



圖 11 以 Plickers 收集學生對正方形特性的學習數據

隨後 5-10 分鐘課堂內老師安排學生二人一組，以「包剪揼」形式完成一個與長方形及正方形特性有關的桌上遊戲活動(圖 12)，藉此鞏固學生剛學會的知識。跟著老師以 Google 簡報及提問重溫本課堂的學習重點，包括：長方形的特性、正方形的特性及比較長方形及正方形相同/不相同的特性。



圖 12 學生以「包剪揼」形式完成一個與課題有關的桌上遊戲活動

跟著科任老師以 Plickers 收集學生對剛學會的知識數據作為後測(圖 13)，包括：長方形的特性、正方形的特性及比較長方形及正方形的特性，並對學生表現未如理想的題目即時作出回饋。



圖 13 以 Plickers 收集學生對剛學會的知識數據

最後學生可透過學習管理系統(Edmodo)查閱課堂內的教學簡報、工作紙及相關電子學習資源(圖 3)，並派發課後校本工作紙(圖 2)連同相關電子學習資源的二維條碼，於課後再次鞏固學生剛學會的知識。

4.3. 反思篇

根據前後測的數據分析，首先小評估 1(已有知識)顯示大部份學生(79%)的已有知識薄弱，因此科任需要立即釐清他們對已有知識學習的難點，所以學生在正式上課時的學習表現較預期理想。然後再進行小評估 2(將學會的知識)亦作前測，而學習數據分析顯示大部學生對分辨正方形及長方形特性表現理想，但當他們需要比較長方形及正方形的特性時答對率只有 70%。跟著課堂內以實作活動探究長方形及正方形的特性，分別再進行小評估 3 及 4，而學習數據顯示兩成至三成學生未能以數學語言分辨長方形及正方形的特性，但差不多全部學生能以圖像分辨長方形及正方形的特性。最後以桌遊活動再配合小評估 5(已學會的知識)，亦作為本課堂的後測，而學習數據分析顯示大部份學生(86%及 96%)能以數學語言及圖像分辨長方形及正方形的特性，而分析前後測的結果顯示他們在比較長方形及正方形的特性有大幅進步，答對率由 70%提升至 93%。

課後從該班抽出在數學科高中低能力的學生各一位進行訪談，前測方面(已有及將學會的知識)，無論高中低能力的學生皆認同課前的評估對他們的學習有幫助，高能力學生認為能提升數學科成績，而中等能力的學生則認為對將學會的知識有初步了解，同時低能力學生認為有預習作用。課堂內的小評估方面，無論高中低能力的學生皆認同課堂內的小評估對他們的學習有幫助，高能力學生認為能提升數學科成績，而中等能力的學生則認為能即時了解自己的學習進度，同時低能力學生認為能讓老師即時知道自己的學習進度繼而作出跟進。後測方面(已學會的知識)，無論高中低能力的學生皆認同課後的評估對他們的學習有幫助，高能力學生認為能提升數學科成績及升至精英班，而中低等能力的學生則認為自己及老師能即時了解學習進度。整體而言，各學生認為老師要留意其他/她同學的學習/評估態度，而高能力學生認為課堂內容以基礎知識為主，但中低能力的學生認為課堂活動能提升他們的學習表現。

課後與同級科任進行訪談，前測方面(已有知識)，有助學生重溫重點的已有知識及了解已有知識的學習難點。而前測方面(將學會的知識)，有助學生預習將學會的知識及尤其是相關的數學語言。此外課堂內的小評估及後測方面，需留意题目的深淺程度，如只集中長方形或正方形的題目效果更佳，再加上以學習數據作即時回饋，學生的學習表現有明顯進步。整體而言，只集中小點子的課題效果更佳，即長方形或正方形。而透過多元化學習活動，不單能提升學習興趣，而且亦能提升學習表現，但不可忽視班內學習能力較高的學生，並需積極培養學生對電子評估的正面態度。

根據以上的學習數據分析、學生及老師訪談結果，合適的多元化學習活動再配合善用優化科技工具對促進學習中的評估起了積極作用，並且能大幅提升中低能力學生的學習效能。

5 結論

無論聯合國教科文組織、本港自二千年開展的教育改革及海外教育研究亦強調促進學習中的評估的重要性，但由於當時學校的人力資源及資訊科技支援未能充分配合，再加上整體社會仍然以紙本總結性評估為主要評核方法，大部份學習中的評估只流於表面及形式化，未能如實反映促進學習中的評估成效，及進一步支援學生的學習。直至 2014 年教育局推出「第四個資訊科技教育策略」後的相關政策/資源及出現不同的免費、高效及易用的網上評估平台，便營造了一個有利以善用優化科技評估工具促進學習中的評估環境。另外本校的相關學習數據及師生訪談的分析結果，亦再次證明善用優化科技評估工具促進學習中的評估不單能提升學生的學習動機，而且亦能大幅改善學生的學習效能。如仍然以總結性評估為主要評估方法已經未能滿足現今社會對照顧學生多樣性的需要，因此我們應有「破格」的思維，由數學科

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

中部份合適的單元先做起，設計多元化的探究學習活動再配合即時評估平台的大數據分析功能，從而找出每名學生的「可發展區」，並能為師生創造更大的學與教空間迎接二十一世紀接種而來的機遇。

參考文獻

星島日報(2018)。新加坡逐步免中小學考試。擷取自網頁 <https://goo.gl/FmGsta>

聯合國教科文組織(2015)。聯合國教科文組織對2015年後教育的願景。擷取自網頁 <https://goo.gl/jya5dN>

香港教育統籌委員會(2000)。香港教育制度改革建議。擷取自網頁 <https://goo.gl/Zsg3AJ>

Hattie, J. (2009). *Visible Learning*. New York: Routledge

莫慕貞(2017)。「後TSA」評估策略：因材施教測 因材施教教。擷取自網頁 <https://goo.gl/FYudE3>

教育局(2015)。第四個資訊科技教育策略-加強學校的無線網絡基礎設施。擷取自網頁 <https://goo.gl/wdwTYE>

新竹縣教育研究發展暨網絡中心(2011)。科技內容教學知識(TPACK)理論架構對教師專業發展之啟示。擷取自網頁 <http://www.nc.hcc.edu.tw/ezfiles/119/1119/img/805/99017.pdf>

張淑賢(2014)。促進學習的評估原則及指標。擷取自網頁 [https://wlts.edb.hkedcity.net/filemanager/file/A&L3\(02\)_Berry.pdf](https://wlts.edb.hkedcity.net/filemanager/file/A&L3(02)_Berry.pdf)

資訊及通訊科技科 O2O 跨校學習圈

O2O Inter-school Learning Platform for ICT

何嘉琪^{1*}，鄭國威²

¹ 聖公會諸聖中學

² 嗇色園主辦可道中學

* gkkho@skhasms.edu.hk

【摘要】全球化趨勢下，資訊及通訊科技不斷進步，時空壓縮令世界各地的距離不斷拉近。學校作為社會縮影，將電子科技融入教學同樣令師生距離得以拉近，更導致電子學習漸成傳統教學以外的另一種新模式。上年度開始，聖公會諸聖中學何嘉琪老師與嗇色園主辦可道中學的鄭國威老師跨校合作建立「資訊及通訊科技科 O2O 跨校學習圈」，利用電子學習優勢將兩間學校的師生集合在一起，跨校資源共享，進一步把電子學習應用擴至更大的層面。

【關鍵字】 跨校學習圈；學習資源共享；學習新模式；

1. 前言

傳統課堂主要以課堂教學為中心，再加上學生需要學習的知識也隨時代有所增加，現今的傳統課堂少不免犧牲學生的參與性，導致互動有所不足。配合電子學習的優勢，可以突破課堂課時的局限，為學生建立全新學習模式。

2. 過程與體驗

配合電子學習的優勢，可以突破地域限制，讓兩間學校的學生在同一電子教室中互相交流，擴大學生的學習圈子，其次，透過課程資源共享(測驗、練習)能讓學生獲最大的得益。

其次跨校合作是能建立學校與學校間的伙伴關係，是學校提升學生與老師競爭力的重要策略，目的是希望透過不同的交流方式與資源共享的理念，強化各校自身的優勢。

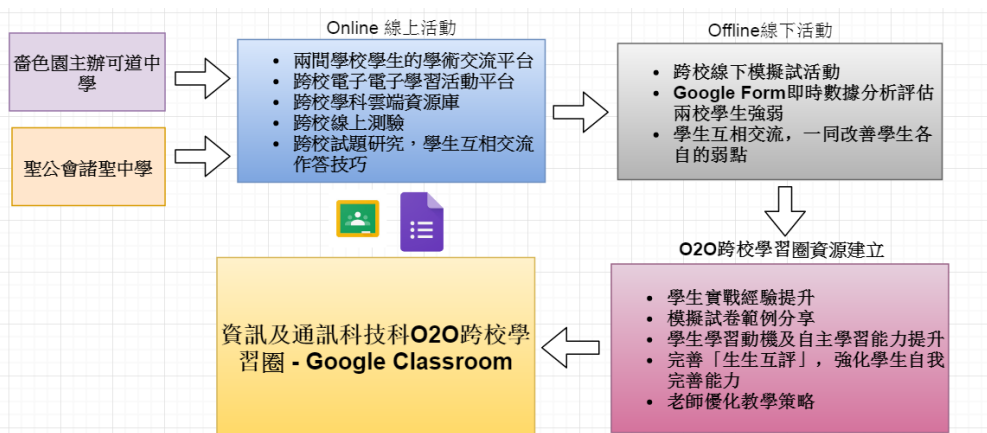


圖 1 跨校合作流程



圖 2 跨校電子教室將由兩間學校的老師共同管理，定期發放課程資源及測驗予學生

2.1. 利用電子學習平台 建立跨校學科雲端資源庫

利用 Google Classroom 配合 Google Drive 發放校本筆記及學科資源，以建立跨校資訊及通訊科技科的學科資源庫。學生能清晰有效率地尋找學科資源，學習自然更得心應手。



圖 3 Google Classroom 內的教學資源以單元(主題)分類，分別由兩校老師共同發放教學資源，以便兩校學生有效率地共用兩校的學科資源，提升學習成效。

2.2. 透過跨校電子學習活動，促成兩間學校學生的學術交流

傳統課堂主要以課堂教學為中心及課時上的局限，學生的參與性不足，導致師生互動有所不足。透過跨校電子教室，學生在課堂以外隨時隨地以智能手機輕鬆學習。能有效促成兩間學校學生之間的學術交流，提升兩校學生的學習動機及培養自主學習能力。

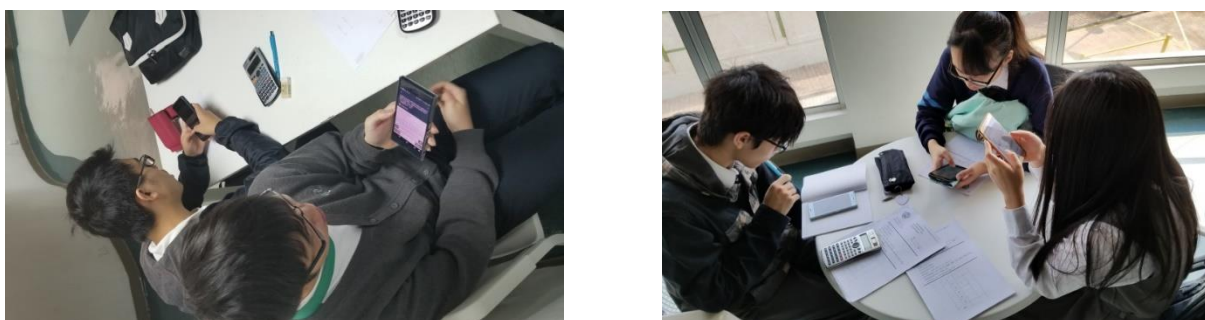


圖 4 兩校學生無論課堂內及課堂外學生都可以透過電腦及手機進入 Google Classroom 存取跨校課程資源及練習並進行兩校交流。

2.3. 利用電子學習優勢 建立跨校學習新模式

傳統課堂主要以課堂教學為中心，學生於課堂集中於知識上的吸收，少不免犧牲學生的參與性，導致互動有所不足。「O2O 跨校學習圈」利用 Google Classroom 電子學習平台為中心建立的一系列線上活動，為學生建立全新學習模式(跨校學術交流、生生互評、線上模擬試、即時評估及跟進)，讓兩校師生透過資訊科技帶來的便利，能於學習上有更多互動，讓學習更多樣化，提升學習效果。

2.4. 建立「無障礙學習」平台，打破不同學校的地域阻隔，擴闊學生視野，營造學生主導學習氛圍

利用 Google Classroom 平台的互評及協作功能，可有效提升學生主導學習的氛圍，學生深入探究試題，有效地利用 Google Classroom 平台對課題上作出提問，學習從此不再局限於學校之內。老師為同學解答之過程都會記錄於 Google Classroom，可使兩校學生受惠，而同學就課業所作的生生互評，亦有助提升學習氣氛。

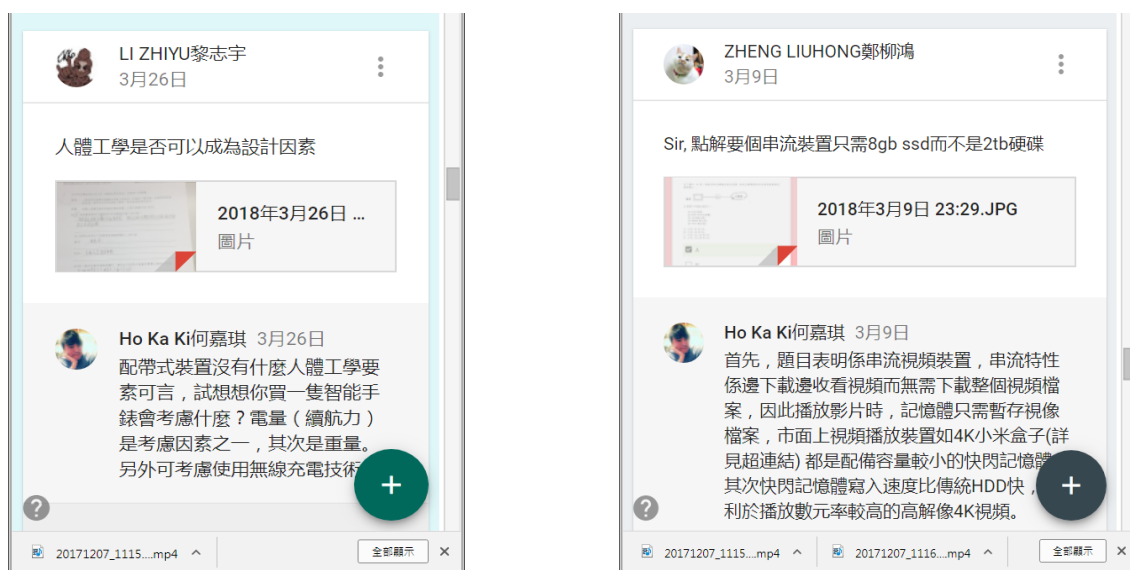


圖 5 學生利用 Google Classroom 平台對課題上作出提問，老師能即時給予回應

2.5. 利用 Google Classroom 完善「生生互評」，強化學生自我完善能力

於跨校試題研究中，兩校學生需要完成長題目作答，Google Classroom 設定已呈交答案的學生能觀看其他同學的答案，以便同儕間可透過智能裝置共同駢進。利用電子學習平台的優勢在於學習不受時間、場地的限制，任何同學均能參與交流其中。整個交流過程亦會記錄到所有同學的 Google Classroom 之中，集思廣益，發揮各校自身的優勢。



兩校學生能觀看其他同學的作答，從中互相學習



圖 6 兩校學生積極利用 Google Classroom 互相指導，同儕間生生互評

2.6. 老師拍攝教學影片建立跨校「翻轉教室」，以教學影片予學生預習，跨校資源共享，減低老師工作負擔

為促進學生自主學習，亦會發放自行拍攝的教學影片讓學生作課前預習，讓學生對將會學習的課題有基本概念，學生亦能隨時隨地溫故知新，從而提升教學果效。

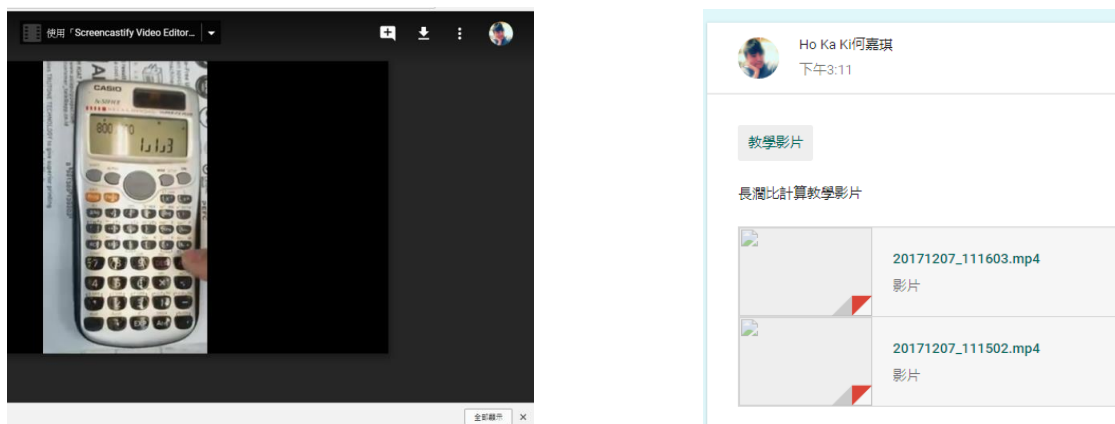


圖 7 老師拍攝教學影片跨校發放，能把受惠層面擴至最大，避免兩校老師花時間在相同工作之上，讓老師能把時間多放於優化教學策略之中。

2.7. 利用 Google Form 建立跨校 O2O(online to offline) 測驗及模擬試活動，透過即時數據分析

評估兩校學生強弱

由 Google Form 所建立測驗比傳統紙本測驗的優勝之處，在於它能自動批改測驗、對答案及即時產生學生表現分析報告。

兩校學生由線上(Online)走到線下(Offline)一同進行模擬試，利用 Google Form 建立跨校 O2O 測驗及模擬試活動，透過即時數據分析評估兩校學生強弱，以便學生互相交流，一同改善學生各自的弱點，並強化學生自身的優勢，整體提升合作學校彼此間的競爭力。

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.



圖 8 跨校 O2O Mock 測驗
發佈於 Google Classroom

圖 9 兩校學生由線上(Online)走到線下(Offline)一同
進行模擬試，第一部份是以智能裝置進入 Google
Form 進行測驗。

表 1 Google Form 提供多元化的圖表分析，協助老師評估兩校學生的強弱部份，針對弱點調整教學策略，提升教學效能。

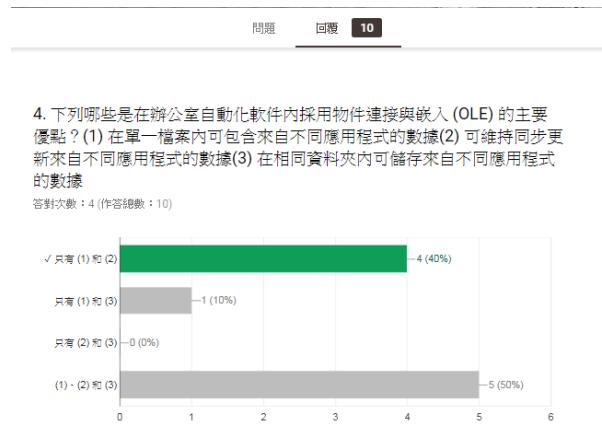


圖 10 跨校 O2O 模擬試活動除了 Google Form 測驗外，同學亦會作答友校老師的模擬試卷，以增加兩校學生的實戰經驗

圖 11 Google Form 能即時批改評分及產生學生表現分析報告，讓老師能即時就分析結果向兩校同學作回饋



圖 12 已批改的模擬試卷成績會於 Google Classroom 發佈，並會把表現優異的同學的試卷轉為數碼檔案上載至 Google Classroom 供兩校同學交流之用。

3. 電子學習的成效和影響

只要適當利用電子學習平台的優勢，可讓學習一事打破時間及地域上的限制。就觀察所得，都反映出學生的學習動機及教學效能都顯著上升，同時充利用雲端平台跨校共享資源及一些自動化批改功能，能有效地減輕老師工作壓力。

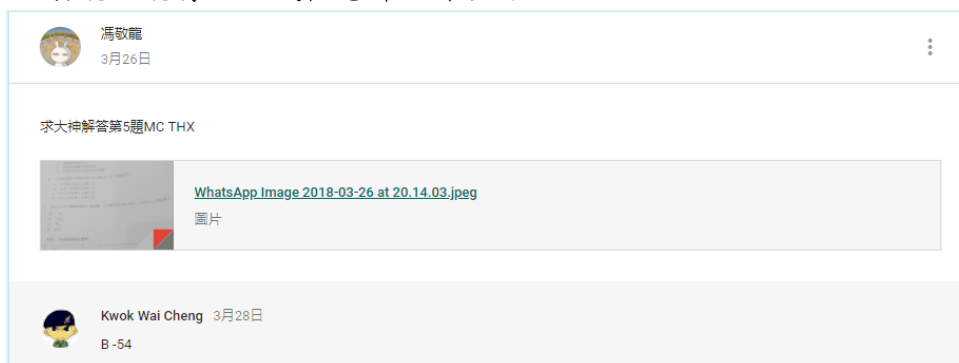
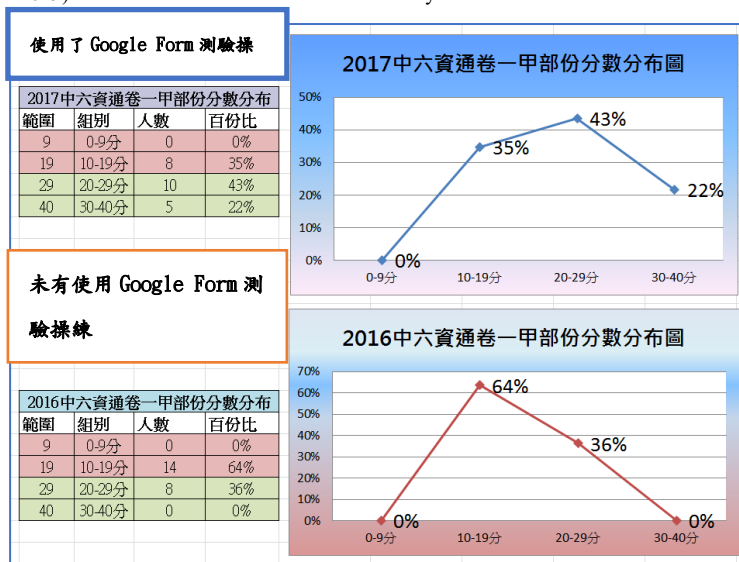


圖 13 中六學生已不用上課備戰 DSE 文憑試，然而「O2O 跨校學習圈」提供一個無障礙平台予兩校學生交流答題技巧及互相指導，由此可見「O2O 跨校學習圈」已成為跨校學習的新模式



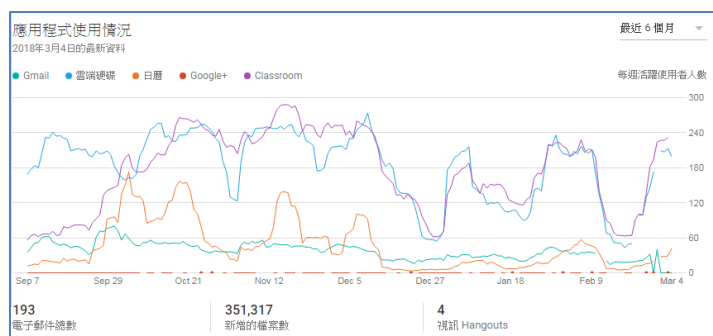
圖 14 「O2O 跨校學習圈」著重的是線上到線下的跨校師生交流，利用雲端科技的便利，將兩校師生拉近，能有效促成兩間學校學生之間的學術交流，提升兩校學生的學習動機及培養自主學習能力。

表 2 聖公會諸聖中學學生成績比較



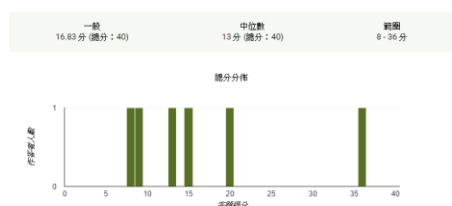
本年度 2017 中六資通科學生是首批使用 Google Form 測驗操練卷一甲部(40 分滿分)，從畢業試成績分析所見，於卷一甲部成績比 2016 年中六 ICT 畢業試有顯著提升
 30-40 分數組別由 2016 年為 0%，2017 年提升至 22%
 20-29 分數組別由 2016 年合格人數為 36%，2017 年提升至 43%
 10-19 分數組別由 2016 年不合格人數為 64%，2017 年降低至 35%

表 3 使用率



本人於 17 年 8 月開辦校內工作坊協助老師使用電子學習工具及分享本人的應用經驗，從數據所見，由 17 年 8 月至 18 年 3 月，Google Classroom 及 Google Drive 的使用人數高峰接近 300 人(本校學生人數約 475 人)，數據反映老師及學生都樂於使用電子學習工具

深入分析



- 經常答錯的問題
- 下列哪項大於 1/20(10)? (1) 80(16) (2) 1111000(2) (3) 1000000(2) 答對數: 2; 作答總數: 6
 - 下列哪項可能是十六進制數? (1) 99(2) 1011000(3) 2106 答對數: 1; 作答總數: 6
 - 30 GB + 200 MB 相當於 _____ 字節。 答對數: 1; 作答總數: 6
 - 下列哪項是指數值由大至小排列的? 答對數: 1; 作答總數: 6
 - 下列哪項可用圖標顯示? (1) 繁體中文字符 (2) 英文字元及符號 (3) 繁體中文字符 答對數: 1; 作答總數: 6
 - 下列哪項步驟可用來計算二進制數的二補碼? (1) 變換成十進二進制數的所有位元，即把「0」轉換為 _____ 答對數: _____

Quiz Start

1. 10111011011(2)的十六進制表達式為 _____。

答對次數: 4 (作答總數: 6)

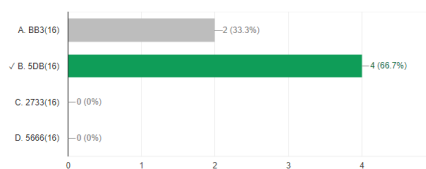
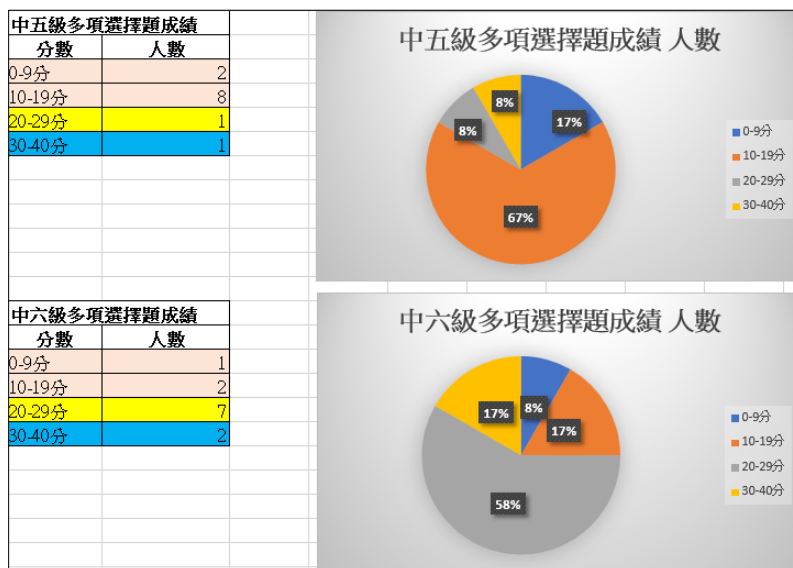


圖 14 Google form 具自動批改及分析報告功能

嗇色園主辦可道中學亦於 2017 年 9 月份開始在中六的資訊及通訊科技科推行 Google Classroom。設計由 Google Form 所建立測驗能自動批改測驗、對答案及即時產生學生表現分析報告，能有效即時知道學生學習進度及作出即時調整令課堂效能大大增加。

表 4 嗇色園主辦可道中學學生成績比較



- 本年度中六級資訊及通訊科技科學生是使用 Google Form 操練多項選擇題，從畢業試成績分析所見，於卷一甲部成績比 2016 年中五級時的多項選擇題有明顯的進步。
30-40 分數組別由 2016 年的 0 人數到 2017 年提升至 2 人
20-29 分數組別由 2016 年合格人數為 1 人數到 2017 年提升至 7 人
10-19 分數組別由 2016 年不合格人數有 2 人到 2017 年降低至 1 人

4. 參考文獻

- 香港教育城 (2016)。電子學習跨越突破。香港：香港教育城。
- 霍偉棟 (2017)。ICT 新世代——跨學科電子學習。香港：香港大學電子學習發展實驗室。

Enhance Learning and Teaching of STEAM education by integrated activity with ICT as a leading subject

Hing Wing, Chong¹

¹ Caritas Wu Cheng-chung Secondary School

* chw@cwcc.edu.hk

Abstract: *The purpose of this paper is to describe the implementation of integrated approaches to STEAM education with information and communication technology (ICT) as a leading subject in junior form. A framework for designing integrated STEAM activities will be introduced. The author will outline the teaching plan and discuss the teaching effectiveness of the lesson, which can provide valuable insight into STEAM coordination and curriculum design.*

Keywords: STEAM, integrated approach, information and communication technology, interdisciplinary

1. Introduction

The integrated approach is one of the strategies to promote STEAM education in secondary school. We recall the definition from Moore et al. (2014) who stated the integrated STEM education is an effort of combining some or all four disciplines of STEM into one unit that is based on connections between the subjects and real-world problems. In the Secondary Education Curriculum Guide Booklet 6D (2017), it mentioned that information technology is a essential strategy to facilitate the implementation of major renewed emphases (MRE) in the ongoing renewal of the school curriculum such as STEM education. The design of our integrated STEAM activity is base on the above ideas with ICT as the leading subjects and implemented in the junior form.

2. Design framework

The aims of the integrated STEAM activity in junior form is to increase students' coherent in different disciplinary and let student apply knowledge with their peers in meaningful situations connecting to real-life problems. The design framework of the integrated STEAM activities is as follow:

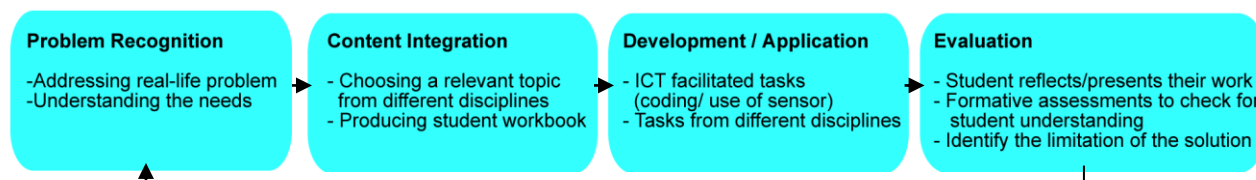


Figure 1. Design framework of integrated STEAM activities using ICT as leading subject.

2.1. Problem Recognition

The starting point of the design framework is to look for a real-life problem. They need to understand the rationale behind the topic and what to fulfill in the activity.

2.2. Content Integration

Teachers choose relevant topics from different disciplines to produce student workbook which scaffolding student learning. The focus of the workbook is to improve students’ awareness of the connections between the different disciplines.

2.3. Development/Application

A series of tasks are assigned to the student to facilities them to develop and apply their knowledge to construct the solution to the problems. The tasks are probably ICT related including programming assignment (coding) and usage of Arduino or raspberry pi or variety of sensors. Additionally, tasks from other disciplines will integrate into the activity.

2.4. Evaluation

This stage allows students to do reflection and presentation which can help them to process and organize their learning. It also helps teachers know whether students are in their learning process.

3. Implementation

The integrated STEAM activities will be carried out in the lesson of different subjects under the topic. There is no need to arrange an extra lesson for the integrated approaches. As the contents of the workbook are composed of topics from different disciplines, it is possible for the student to use it among the lessons of different subjects. The STEAM coordinator should arrange lessons appropriately to maintain the bonding of the activities.

There are many ways to structure an integrated STEAM lesson. Three examples of activities with different number of domains will be present in the following:

3.1. Metronome with silent mode

Intention: Students are required to create a metronome for musician of loud instruments or deaf musicians.

Table 1. Disciplinary content of “Metronome with silent mode”.

Subjects	Topic	Content
IS	- Relationship of voltage and current	- Resistance will alter the current in a circuit
	- Variable resistor	- Using variable resistor in a circuit
	- Ohm’s Law	- $V = IR$
Math	Unit conversion	- Application of unit conversion between different units of measurement for the same quantity - Score/temperature conversion
VA	Graphic design	Design Graphic icon to be displayed in the silent mode
IT	- mBlock/Arduino	- Input signal to mBlock to interact with program
	- Analog to digital conversion	- Blockly coding

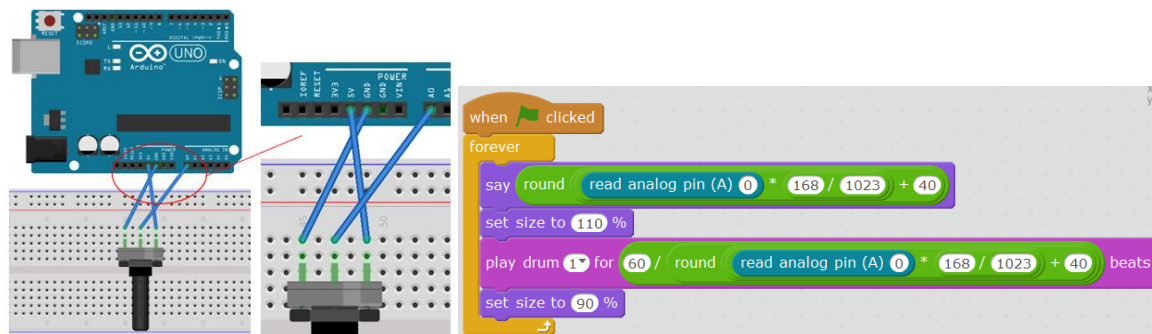


Figure 2. Circuit diagram and mblock program of metronome with silent mode

In the IS lesson, students will explore the relation of voltage (V) and current (A) by constructing circuit to see the brightness of the bulb by changing the rheostat. In the mathematics lesson, they learn how to convert a certain range of values to a specified scale. In the VA lesson, they design the graphic icon displayed in the silent mode. In the IT lesson, they use Arduino with 10 KΩ potentiometers to construct a circuit which can be used to read the voltage input from the user. Then the student needs to construct mblock program to control the output tempo of the metronome.

3.2. Water Boiling Detector

Intention: Students are required to build a device which will alert the user when the water temperature reaches the preset value.

Table 2. Disciplinary content of “Water Boiling Detector”.

Subjects	Topic	Content
IS	- Boiling point of water	- Measuring temperatures as water changes to steam
	- Change of state	- Working principle of temperature sensor
IT	- Data logger	- Construct a temperature logger
	- Temperature Sensor	- Python program in Raspberry Pi
Math	- Gradient of a line	- Data Visualization
		- Calculating the Gradient

In the IS lesson, students need to record the reading of the thermometer every minute until the water boiled. Then they plot a graph to show how the temperature changes with time. In the IT lesson, they construct a temperature logger using Raspberry Pi with a DS18B20 temperature sensor immersed in water. They also use python to write a program to log the temperature of the boiling water at a different time interval. In mathematics lesson, students can plot the data logged in Raspberry Pi to visualize the date. Data visualization is aiming at understanding abstract data. The temperature vs. time graph is a typical example.

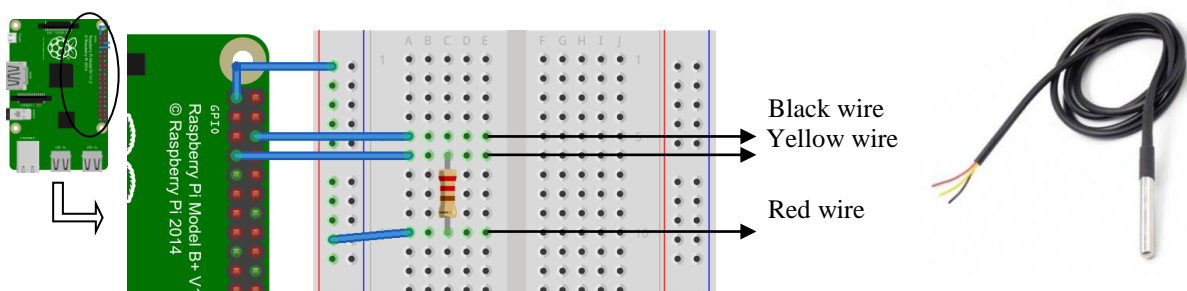


Figure 3. Circuit diagram of water boiling detector

3.3. Pulse Rate Monitoring

Intention: Students are required to build a device to estimate the recovery heart rate of a person.

Table 3. Disciplinary content of “Pulse Rate Monitoring”.

Subjects	Topic	Content
IS	- Pulse sensor principle	- Measure pulse by monitoring the flow of blood
	- How to use Pulse sensor	- Working principle of pulse sensor
IT	-Data logger	- Construct a pulse rate logger
	- Coding in Arduino IDE	- Use the pulse sensor library in to measure the pulse rate
PE	Recovery heart rate	- Heart rate and fitness
		- Definition of recovery heart rate
		- The Harvard step test
Math	- Data Handling	- Handling noise in a set of data
		- Calculate average
VA	- Housing design for pulse sensor	- Protect the sensor
		- Considering using the pulse sensor in different parts of the body such as fingers or ear skin

In the IS lesson, students learn the working principle of the pulse sensor. It measures the change in light intensity of LED on the sensor while blood flows inside the veins when the heart is pumping. In the IT lesson, they use the Arduino connected with a pulse sensor to monitor the pulse rate of a person before and after the exercise. In the PE lesson, the recovery heart rate will be presented to the student. It is a measure of how quickly a person returns to their resting heart rate after exercise. After a person performs the standard step test, the recovery heart rate can be estimated. In mathematics lesson, student use statistics measurement such as the mean, median and mode to obtain information about a population from a sample set of values. It will highlight the topic of handling extreme value (max and min) in a data set. In the VA lesson, they are going to design the housing for the pulse sensor to protect it. They may need to consider using the pulse sensor in different parts of the body such as fingers or ear skin.

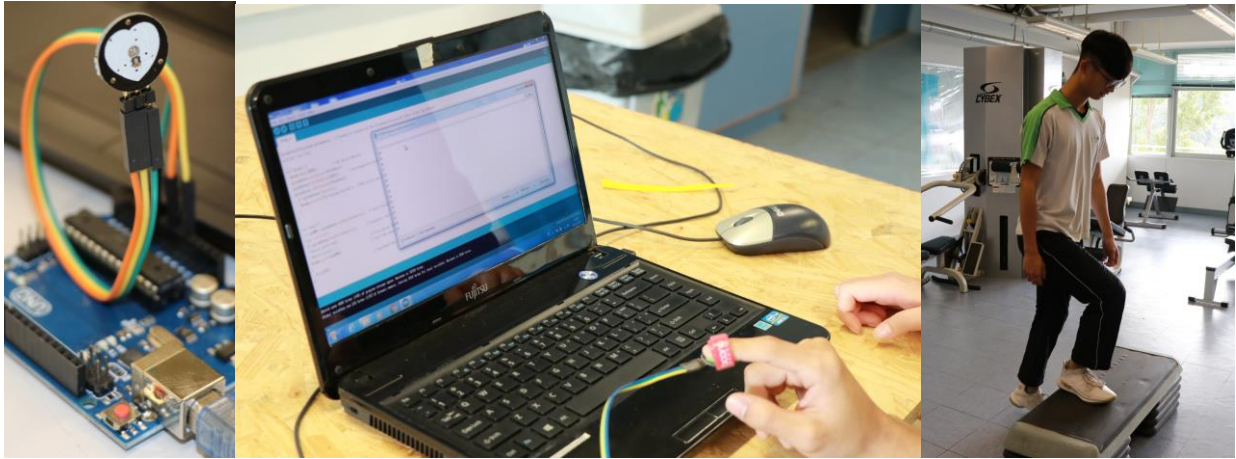


Figure 4. Estimating the recovery heart rate after the student perform step test.

4. Conclusion

After the implementation of the integrated STEAM activities, we have the following conclusion:

1. Better Attitudes - The integrated STEAM activities involve a series of tasks which helps to motivate students to engage in the lesson. The scaffolded learning approach caters for different learning styles and abilities of students. We have observed better student attitudes during this execution of the activities.

2. Better understanding of knowledge - The arrangements of the STEAM activities increases the cohesive learning of the different disciplines by developing students' appreciation and understanding of the different roles of each subject. Although the activities are carried out in the lesson of different subjects under the topic, the workbooks support students to contextualize their learning which improves the conceptual knowledge of students.

3. Encourage application of knowledge - Since the core of STEAM education is about practical application, we believe that this integrated approach can lead students to apply knowledge and skills to solve a problem. It also encourages students to make connections between their learning and the world beyond the classroom to tackle technological challenges.

References

- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. West Lafayette: Purdue University Press.
- The Curriculum Development Council. (2017). Booklet 6D: *Information Technology for Interactive Learning: Towards Self-directed Learning*. Hong Kong: The Education Bureau.

Bridging in-class and real life vocabulary learning using a mobile learner-generated content tool: A case study

Yanjie Song¹, Ka Man Lung^{2*}, Hiroaki Ogata³, Yin Yang¹, Nehal Hasnine³, Kosuke Mouri⁴

¹ Department of Mathematics and Information Technology, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

² Man Kiu Association Primary School, Hong Kong

³ Learning and Educational Technologies Research Unit, Kyoto University, Japan

⁴ Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan

* carmenlung@mkaps.edu.hk

Abstract: *Despite efforts have been invested in using digital technologies to enhance learners' language learning, rarely explored are studies aiming at bridging in-class vocabulary learning with real-life learning experiences in primary school education. This study aims at investigating what primary students learned by linking in-class and real life English vocabulary learning mediated by a mobile learner-generated content (m-LGC) tool; and what students' perception of the m-LGC use was. Case study approach was adopted. Data collection included student created learning logs and questionnaire. Both qualitative and quantitative methods were used to analyze data. The results show that students not only were able to apply the newly learned vocabulary to real life, but also were able to learn from peers about the vocabulary, and related culture. In the meantime, issues were identified, and future work is explored.*

Keywords: vocabulary learning, learner-generated tool, real life settings, student experiences

1. Introduction

In the digital age, English language learning and teaching in school education in Hong Kong aims to create a language-rich learning environment for students to use English for purposeful communication across informal and formal learning spaces (The Curriculum Development Council, 2017). Yet, several studies revealed that most Hong Kong local students have been involved in receptive activities instead of productive ones in English vocabulary learning due to exam-oriented learning, heavy reliance on teachers, and inadequate authentic and meaningful learning experiences (Hyland, 2014; Reinders, & Loewen, 2013). Although efforts have been invested in using digital technologies to enhance learners' language learning, the majority of the studies have been conducted in higher education (e.g., Wu, 2018). Rarely explored are studies aiming at bridging in-class vocabulary learning with real-life learning experiences in primary school education, which is the focus of this study.

2. Relevant literature

2.1. Receptive and productive knowledge of vocabulary

Vocabulary knowledge includes receptive and productive knowledge (Nation, 2001). Receptive knowledge tends to extract meaning of words from what one hears or reads using the methods of visual, verbal and translation. While productive knowledge involves in using words appropriately to express oneself usually in authentic learning environments, which is more difficult to achieve. However, receptive knowledge acquisition dominates learners' vocabulary learning process which may makes them feel that reciting English vocabulary a passive and boring learning

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

activity (Zhang, et al., 2016). How to motivate students to learn vocabulary is a major concern of primary school English education.

2.2. Language learning in real life experiences supported by technologies

From a sociocultural perspective, language acquisition is considered more than language forms, but involves the immediate social context that learners are likely to encounter in applying the acquired language knowledge as well as the new language knowledge that is expected in the immediate social context (Halliday, 2007). Many studies indicate that “Good” language learners usually involve more out-of-class learning activities to practice the target language (Reinders, 2014). However, Chick (2015) points out that the opportunities for Hong Kong school students to learn English outside of classroom are rare although they do use low cost media such as free English TV channels, English movies, online resources, and social networking supported by mobile technologies.

In addition, it is noted that the learning tasks have been pre-defined by the teachers in many vocabulary learning studies supported by mobile technologies (e.g., Huang, Liang, Su, & Chen, 2012). It is suggested that research should focus on investigating how to improve learners’ vocabulary learning via mobile learner generated learning content supported by mobile technologies in real life settings.

This study aims at exploring two research questions: (1) What did primary students learn in-class and real life English vocabulary learning using a mobile learner-generated content (m-LGC) tool? and (2) what was students’ perceptions of the m-LGC use?

3. This study

3.1. The mobile learner-generated content (m-LGC) tool

3.1.1. Main features and functions

The mobile learner-generated content tool (m-LGC tool) is adapted from SCROLL (System for Capturing and Reminding of Learning Log) originally developed by our research collaborators from Japan ((see Ogata et al., 2014). The main features and functions of m-LGC tool used in this study include learner generated vocabulary log creation (e.g., picture taking and uploading, text input, recording/video-taking, context with GPS), and the “recall” function which could help learners to recall the learned vocabulary in class by the automatic matching with the student created learning logs. Figure 1 shows the interface of the learner-generated content tool on mobile devices. When the learner enters the system, he/she could add learning notes in “Note” in terms of the English vocabulary, its translation in Chinese, pictures of the object representing the vocabulary, and vocabulary related audio or video recordings, which is GPS-location tagged (see Figure 2). Learners could review all personalized learning logs by clicking the “My logs” button. In addition, the tool could generate quizzes based on learners’ learning logs with the aim of helping learners to recall and reinforce what they have learned (see Figure 3).



Figure 1. The interface of m-LGC tool captured on iPad

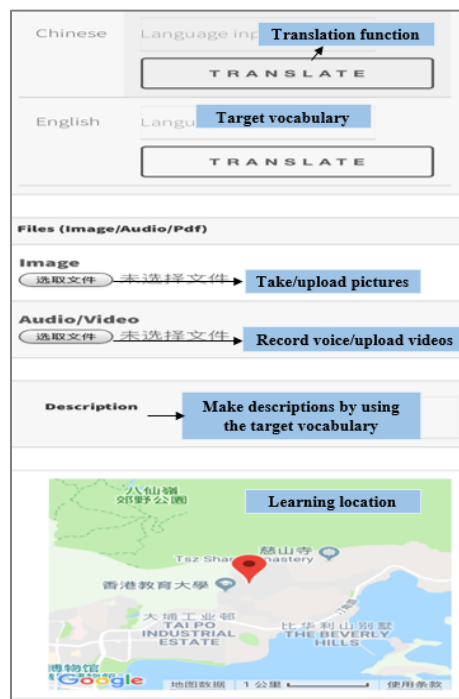


Figure 2. The main function of “Note”

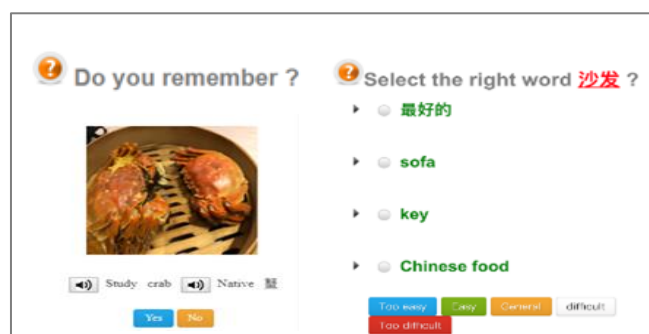


Figure 3. A question in the Quiz

3.1.2. Collaborative learning opportunities provided on the m-LGC tool

The m-LGC tool offers an opportunity for learners to learn from peers by sharing learning notes and comments. Learners can not only see their own learning logs but also reflect on what peers have learned and how peers describe the words.

3.2. Instructional design

The instructional design of bridging in-class learning and real life learning experiences leveraged by the m-LGC tool to enhance primary students' English vocabulary learning is presented in Figure 4.



Figure 4. Instructional design of bridging in-class learning and real life learning experiences leveraged by the m-LGC tool.

Figure 4 shows that learners learned new words focusing on receptive knowledge in class first, then applied the new words in real life focusing on productive knowledge leveraged by the leveraged by the mobile learner-generated content tool (m-UGC tool). The learners were also encouraged to write a sentence by using the word in "Description" and comment on others' postings. For example, the learner learned the new word "Macaroni" in class. Then after class, the learner took a picture of "Macaroni" encountered in real life, input the word, made audio/video recordings of the word with tagged location, and wrote a sentence "Macaroni is from Italy" (see Figure 5).

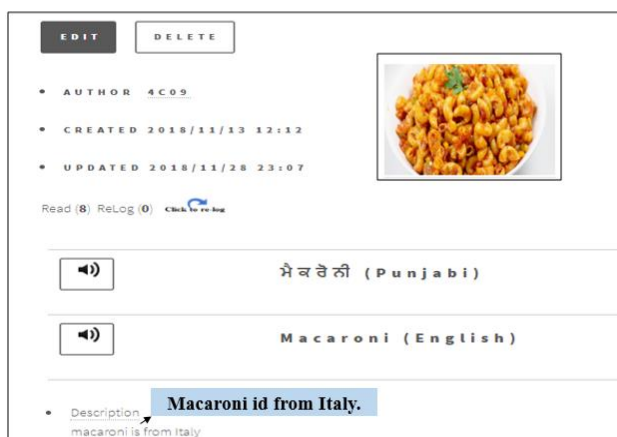


Figure 5. Example of “Macaroni”

3.3. Method

Case study approach was employed to explore how primary students bridged in-class and real life English vocabulary learning using the m-LGC tool, and their perceptions of the tool. The approach allowed the researchers and the teacher to capture the “lived reality” (Durrheim, & Dixon, 2004, p. 630) of how in-class and real-life vocabulary learning experiences interacted with each other using m-LGC tool.

3.3.1. Participants and topic of vocabulary learning

Twenty-three Grade 4 students (from 4C01 to 4C23) in a class of a Hong Kong school participated in the study for one semester. As the majority of the students in the class were originally from multiple nations. English is used as the medium of instruction. The topic of vocabulary learning reported in this article was “Eating Out” in Chapter 4 with 17 new words from Primary Longman Elect 4A (see Appendix I).

3.3.2. Data collection

Data collection included students’ vocabulary learning logs recorded on the m-LGC tool. In addition, a questionnaire about learners’ perception of the m-LGC tool use was also collected. The questionnaire consisted of 18 items with six constructs: perceived usefulness, perceived ease of use, attitude, self-efficacy, social influence and intention to use on a 5-point Likert scale (from 1 strongly disagree to 5 strongly agree).

3.3.3. Data analysis

Both qualitative and quantitative data analysis methods were adopted. Content analysis was adopted to analyze students’ vocabulary learning logs based on the variety of logs that students created using the m-LGC tool related to the vocabulary learned in class. In addition, some of the logs were irrelevant to the vocabulary learned in class and were also categorized. The categorized data were then quantified by counting the numbers of postings and variety. Quantitative data analysis method was employed to analyze the survey results with the assistance of SPSS version 21.

4. Results and discussion

4.1. Q1 : What did primary students learn in-class and real life English vocabulary learning using a mobile learner-generated content (m-LGC) tool?

Student created vocabulary learning logs were coded and categorized. There were 152 vocabulary learning logs (pictures and vocabulary) in total created by the students with 58 comments documented on the m-LGC tool. Among the 152 postings, 126 postings (82.89%) were related to the vocabulary learned on the topic of “Eating Out” in Chapter 4 (see Table 1). The rest of 26 postings were not included in the vocabulary listed in Chapter 4, in which 18 postings were related to the topic of “food”, 8 postings were irrelevant to the topic of “food” (see Table 2). It is noted that eight among 18 words in the vocabulary list in Chapter 4 could not be found in the students’ created logs. They were: Indian food, Chinese food, Italian food, Japanese food, spicy, cockroach, best and worst. Among 58 comments, 26 comments (44.83%) were about students’ feelings or attitude towards “food”, 31 comments (53.45%) were follow-up descriptions of peers’ postings, and one comment (1.7%) was a question of “Did you eat this”, asking his peer’s experience.

The categorized the learning logs were shown in Table 1. “Variety” of learning logs referred to different forms of students’ created vocabulary learning logs (e.g. different pictures representing the same word, or vocabulary only). There were eight learning logs (5.26%) with vocabulary only, seven learning logs belong to vocabulary listed in Chapter 4 (see Table 1), and only one learning log is about the word “transportation”, which is not included in Chapter 4(see Table 2).

Table 1. Summary of learning logs (Words in 4A Chapter 4)

Vocabulary	Posting	Variety	Vocabulary	Posting	Variety
Dishes	14	11	Beef	4	4
Tuna	10	8	Dumplings	4	4
Spaghetti	8	6	Tuna salad	3	2
Pork chop	8	8	Prawn salad	3	3
Salad	7	6	Soup noodles with dumplings	3	2
Prawn	7	4	Soup noodles with pork chop	3	3
Sauce	7	5	Beef curry	3	3
Soup	6	6	Spaghetti with meat sauce	2	1
Macaroni	5	4	Macaroni with mushrooms	1	1
Noodles	5	3	Spaghetti with mushrooms	1	1
Curry	5	4	Soup noodles	1	1
Mushrooms	5	3	Pork noodle soup	1	1
Chicken	5	5	Spaghetti sauce	1	1
Chicken curry	4	3			
<i>Subtotal</i>	96	76	<i>Subtotal</i>	30	27
Total Posting : 126			Variety : 103		

Table 2. Summary of learning logs (Words not in 4A Chapter 4)

Vocabulary	Posting	Variety	Vocabulary	Posting	Variety
Desk	6	6	Clock	1	1

Chair	3	3	Book	1	1
Cake	2	2	Pencil case	1	1
Seat	1	1	Eraser	1	1
Fries	1	1	Shasita	1	1
French fries	1	1	Bag	1	1
Chicken Joy	1	1	Transportation	1	0
Burger steak	1	1	P	1	0
Roti	1	1	Beef pepper rice with curry	1	1
<i>Subtotal</i>	17	17	<i>Subtotal</i>	9	7
Total Posting: 26			Variety: 24		

The top five students (4C01, 4C03, 4C09, 4C10, 4C13) created 79 vocabulary learning logs in total (51.97 % of the entire class' postings) while 13 students contributed less than five logs on average. In addition, the number of sentence descriptions was in accordance with the students' participation levels. The top five students contributed 78 postings of sentences (59.1%) where the newly learned word was used (see Figure 6).

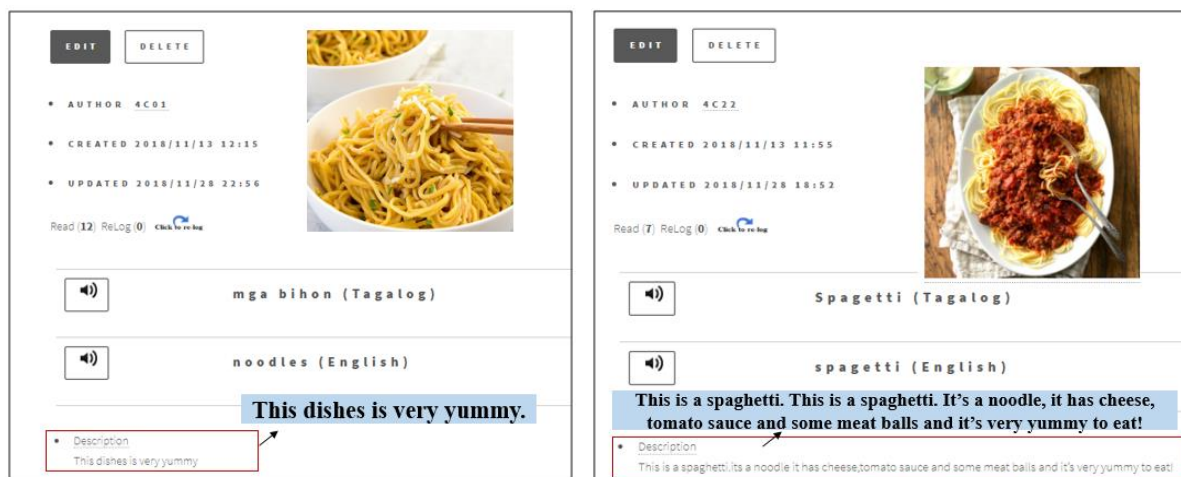


Figure 6. Two examples of learning logs with sentences description

We identified some interesting learning logs created by students. Figure 7 demonstrates a learning log about “Chicken joy” produced by one student and commented by two peers. Based on the newly learned word “chicken curry”, the student uploaded “Chicken joy” with the description of “Chicken joy is so yummy because it has curry”. Two students commented below: “I like chicken joy very much”; and “It is so yummy”. Another student created a “chicken curry” log with the description “This is a chicken curry. Chicken curry is sometimes spicy. The food is from India. And India loves to eat chicken curry.” (see Figure 8). The student made use of two new words, “chicken curry” and “spicy” in the description. One student uploaded a picture of salad (see Figure 9) with the written description “This is a salad. It is a healthy vegetable. They put sauce, a little bit of fruits and some yummy vegetables.” There were eight learning logs about “spaghetti”. All students showed feelings towards spaghetti, but one (see Figure 10) added the description: “This is a spaghetti. It’s a noodle, it has cheese, tomato sauce and some meat balls and it’s very yummy to eat!”

These logs show that the students were able to apply the words in real contexts mediated by the m-LGC tool, and tried to understand the food culture behind the vocabulary.

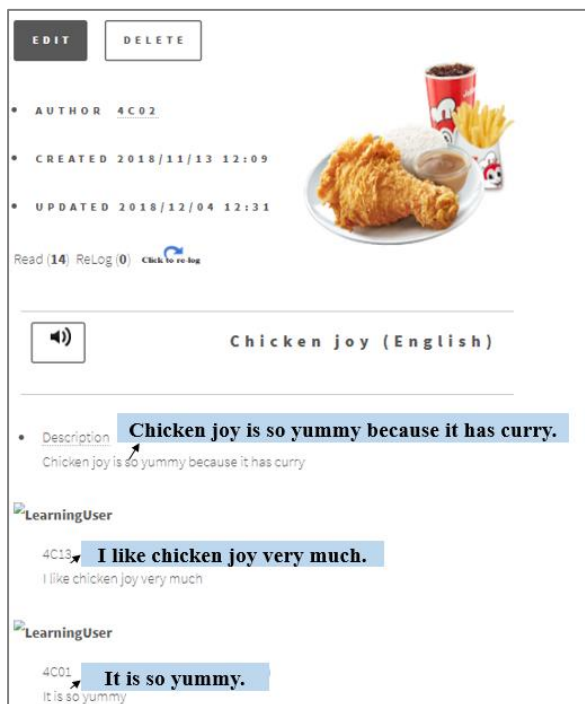


Figure 7. Chicken Joy

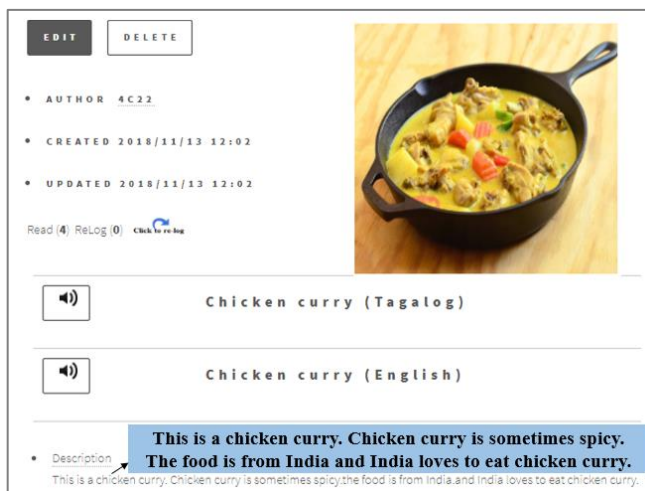


Figure 8. Chicken curry

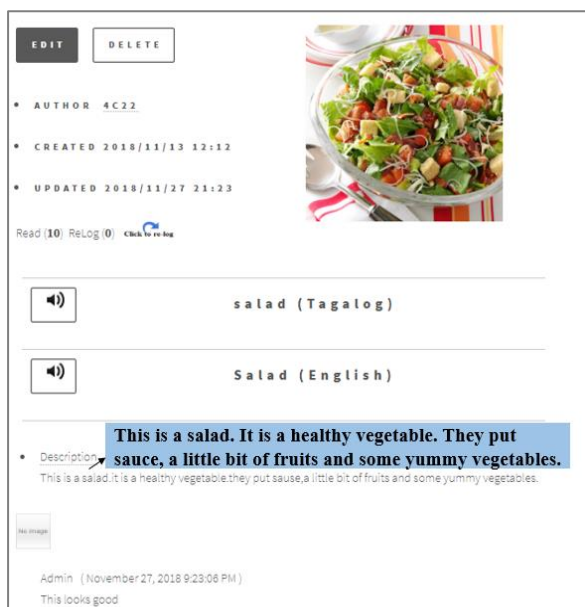


Figure 9. Salad

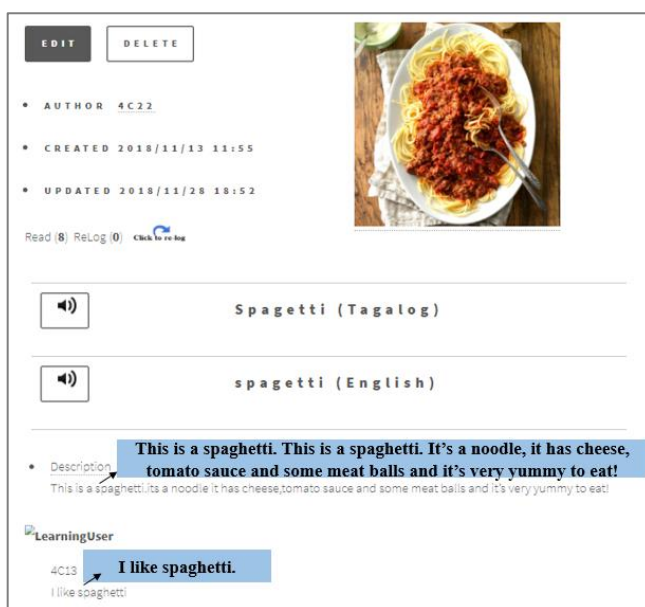


Figure 10. Spaghetti

Another interesting log was about "cake". Although the word "cake" was not new to peers, it attracted nine comments: "This is a very yummy cake I ever see!", "Big", "This cake looks so delicious", "I like cake very much", "This cake is so big", "Yes cakes are big jerk", "I love cakes they are so yummy", "It looks so tasty", "I like cake". Figure 11 shows the

log and the first two comments. These learning logs demonstrate the great potential of this m-LGC tool that could help students to learn vocabulary in real context in an interesting way.

Students also posted words that were not included in the learned vocabulary list and might be new to peers. For example, one student posted the log about “roti”, an Indian cuisine which was new to peers. In this case, peers could learn not only the meaning of the word, but also know the food culture by looking at the posted log.

4.2. Q2 : What was students’ perceptions of the m-LGC tool use?

The results of student perception of the m-LGC tool use were shown in Table 3.

Table 3. Student perception of the m-LGC tool use

Variables	Number of items	Number of respondents	Mean	STDEV
Usefulness	3	23	4	1
Ease of use	3	23	3.9	1.06
Attitude	5	23	4.05	1
Self-efficacy	3	23	3.9	1.18
Social influence	2	23	3.69	1.07
Intention	2	23	4.19	0.915

Table 3 shows that generally speaking, student perception was positive especially in terms of its usefulness, their attitude toward its use and their intention to use it. Their perceived ease of use and self-efficacy are also positive. The results are consistent and fit into the TAM model (Davis, 1989). However, social influence does not seem to be the most important factor influencing the tool use. This might be due to the fact that mobile technology has been embedded into our life, especially young generation (Song & Wen, 2018).

5. Future work

The m-LGC tool is designed to allow learners to create vocabulary learning logs with text input, picture-taking, audio or video making function to input the word learned in class, take picture of the object/scene related to the word, speak out the word, and make descriptions by applying the words in the authentic context and providing culture information they were aware of. It can also help students to bridge in-class and outside-class vocabulary learning by “recall” function though automatic matching of learning logs that are related to the new vocabulary learners have learned. The tool also provided students to learn from peers with the social function of making comments and viewing others’ logs.

However, there are some limitations. Firstly, we found among 23 students, 18 students (78.3%) input written description by using the target words. No student used the audio/video function. This might be due to the fact that the audio/video function does not work well due to the compatibility issues across different mobile devices. We need to improve the usability to help students make full use of the tool to support their vocabulary learning in real life. Secondly, although in this study, students created many interesting and meaningful vocabulary learning logs in real life, and learned from their peers, the participation level of students was not satisfying, we should identify the obstacles that caused the uneven levels of participation among the students. Thirdly, the learning tool is designed to help primary students to apply the newly learned vocabulary to real-life learning experiences. Students are encouraged to create learning logs out of the school to bridge in-class and out-of-class vocabulary learning. But we found most of the students created their learning logs in school. Only a few students made use of the tool at home or other places, which narrowed the learning context and might fail the objectives of linking in-class with real-life vocabulary learning supported by the m-LGC tool.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

We need to investigate and address the issues and provide support for the learners in the future in order to increase their capacity in learning by consolidating and applying the vocabulary learned in class into real life context in a seamless learning environment mediated by the m-LGC tool.

Acknowledgements

This study was funded by Internal Research Fund (R3950), The Education University of Hong Kong. We appreciate the funding support.

References

- Chik, A. (2015). Popular culture, digital worlds and second language learners. In J. Rowsell & K. Pahl (Eds.), *The Routledge Handbook of Literacy Studies* (pp. 339 - 353). London: Routledge.
- Davis, F. D. (1989). "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology", *MIS Quarterly*, 13 (3): 319–340
- Durrheim, K., & Dixon, J. (2004). Attitudes in the fiber of everyday life: The discourse of racial evaluation and the lived experience of desegregation. *American Psychologist*, 59(7), 626.
- Halliday, M. A. K. (2007). Is learning a second language like learning a first language all over again? In J. J. Webster (Ed.), *Collected works of M.A.K. Halliday: Vol. 9. Language and education* (pp. 174-193). New York, NY: Continuum.
- Huang, Y. M., Liang, T. H., Su, Y. N., & Chen, N. S. (2012). Empowering personalized learning with an interactive e-book learning system for elementary school students. *Educational Technology Research and Development*, 60(4), 703-722.
- Hyland, K. (2014). Re-imagining literacy: English in Hong Kong's new university curriculum. In *English Language Education and Assessment* (pp. 139-151). Springer, Singapore.
- Nation, I. S. P. (2001). *Learning vocabulary in another language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reinders, H. & Loewen, S. (2013). Autonomy and language learning behavior: The role of student initiation and participation in L2 Classrooms. *Study in English Language Teaching*, 1(1), 1-7.
- Reinders, H. (2014). Personal learning environments for supporting out-of-class language learning. *English Teaching Forum*, 52(4), 14-19.
- Song, Y. & Wen, Y. (2018). Integrating various apps on BYOD (Bring Your Own Device) into seamless inquiry-based learning to enhance primary students' science learning. *Journal of Science Education and Technology*, 27(2), 165-176.
- The Curriculum Development Council (2017). *English Language Education Key Learning Area Guide (Primary 1-Primary 6)*. Retrieved from goo.gl/m5W5fX
- Wu, T. T. (2018). Improving the effectiveness of English vocabulary review by integrating ARCS with mobile game-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning*.
- Zhang, H., Li, J., Jiao, L., Ma, W. and Guan, C. (2016). The Adjustment and Effects of Vocabulary Teaching Strategies in Flipped Classroom. *Creative Education*, 7, 1966-1973.

Appendix I

Vocabulary list in Chapter 4, 4A Primary Longman Elect:

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

Dishes, Tuna salad, Prawn salad, Spaghetti with meat sauce, Spaghetti with mushrooms, Soup noodles with dumplings, Soup noodles with pork chop, Chicken curry, Beef curry, Indian food, Chinese food, Italian food Japanese food, Spicy, Cockroach, Best, Worst

淺談「能力導向」與「知識導向」的二十一世紀學校課程發展

楊少榮，陸建忠

香港浸會大學附屬學校王錦輝中小學

syung@hkbuas.edu.hk

【摘要】 21世紀是一個知識爆炸年代，學校的角色是要令學生有能力面對這個年代，傳統的課程內容一般都只是集中於認識學科知識，所有考評都是針對著這個部分，但是以現有的課程時間，又怎能全部學會現今的知識呢？於是大家都明白到「學會學習」的重要性，學生要在完成學校的學習階段後，還願意及有能力不斷學習，這樣問題就來了，我們要解決的，不是學生們對學科知識的深入理解，而是要他們擁有一種不斷學習的態度和能力，這個範疇是學不來的，而是經過不斷反覆的試煉，潛移默化，讓他們習慣起來。本文旨在闡述了敝校的課程設計理念及課程如何執行兩部分，更欲拋磚引玉，讓其他先賢賜教，以優化我們的課程。

【關鍵字】 內隱知識；外顯知識；教學策略；學習知識的能力；行動學習模式

本校的辦學宗旨是一所致力培養學生能夠面對將來的學校 (A school for tomorrow)，即擁有「21世紀能力」的學生，除了最基本的「語文」及「資訊科技」運用能力外、其中備受各方認同的能力包括：

1. 羣體協作
2. 想象創新
3. 批判思考
4. 溝通技巧

這個課程的導向，不是以當下學科知識為最終的學習目標，而是將其作為學習的材料，釋放孩子們愛學習的本性，培養他們學習的習慣，讓孩子們掌握高效學習的元素，以能面對、適應、學習、甚至創造未來的知識。

1. 理論篇

以上述及的四類技能學理上稱為「內隱知識 (Tacit knowledge)」，正如 Michael Polanyi (1958) 所說的這些知識是「未被表述的知識」，與「外顯知識 (Explicit knowledge)」成了天與地的比較，傳統以來，學校以傳授「外顯知識 (Explicit knowledge)」即學科知識為主，教授「內隱知識 (Tacit knowledge)」只是偶爾點綴，因為要實踐的時間往往比傳統教學時間多達 4 - 5 倍，在有限的課程時間，所佔用的時間實在太長，而每年的考評，亦以學科知識的高低，來斷定學生的優劣而已。

奇怪的是，從學理推敲，只懂得死知識，如何面對未來？但只學「內隱知識 (Tacit knowledge)」，學科知識又顯得薄弱（不夠學習時數），下課後，家長們總是愛問孩子們你們究竟學了甚麼？孩子們又怎能回答呢？於是換來的評語總是「玩得開心、學業難堪」。若這是真的，為何科技和經濟的表現遠勝於我們的西方社會，在基礎教育階段都奉行這樣的教學取向呢？他們又有甚麼良芳妙藥，讓其孩子在成長後有著各人期望的成就呢！究竟「外顯知識 (explicit knowledge)」和「內隱知識 (Tacit knowledge)」的相互的關係是甚麼？他們的平衡點在那呢？他們與兒童成長年齡關係又是甚麼？那個先，那個後，那個是較重要呢？

正如 Singh (2008) 所說：Knowledge can be broadly categorized into two parts - explicit as well as tacit knowledge where both of them work interdependently and in turn lead the organization to the path of success.

要知道知識不是磚頭，不能逐一堆砌。人類知識的發展，不是在於知得越來越多，而是在於能將知識分門別類。人類獲取的新知識，並不是簡單堆砌起來的，而是不斷理解消化，濃縮精華。事實上，所謂「新」知識，多數都是從「舊」知識演化及推敲而來，並不是憑空出現，是經過消化，積累了大量訊息，再歸納成幾個簡單而精要的公式或定律，再由這些公式或定律，爆炸性地推展出更多相關的知識。所以從學理上看，能夠越早學會將知識納入不同的系統，融匯貫通，似乎就是 21 世紀教育的大方向。

根據 Piaget 的 Four Stages of Cognitive Development，我們知道兒童在七至十二歲左右，學習是基於實在的經驗；Erickson 的 8 Stages of Psychosocial Development 同齡兒童的學習是基於朋輩間的相互認同、支持和比較，成功感讓他們建立自信等。Albert Bandura 的 Social Learning Theory 指出，學習知識是自發的，是可從觀察環境的而來的。還有人類的好奇心和自學能力，就構成了現今課堂的教學策略，傳統的「教師教」、「學生學」的「外顯知識 (explicit knowledge)」傳授的模式，實未能滿足於上述「內隱知識 (Tacit knowledge)」的培養，由老師設計情景，讓學生們一起去面對，透過實踐、觀察、比較、反思、再造等五個階段，一起去解決當前的問題，老師就在他們最需要協助的時候出現，伸出援手，作出指導。

以上種種，基礎的教學導向明顯可見，從知識層面看，孩子們首要學的是” Know how” 的知識，因為當基礎打好後，所有在不斷發展的「外顯知識」都會因應孩子們需要，爆炸性地增長；從兒童成長的心理層面看，這個階段的孩子要從「做中學」、「學中思」、「思中解」；從老師的教學層面看，整個教學範式亦不得不改變，老師不再是知識的「傳授者」，而是學習知識的「促進者」，在孩子們最需要協助的時候作出適當的安排和指導，以滿足學生的需要。從教學執行層面看，人本化的課程設計是學生學習的原動力，要及時掌握學生的學習衝動是課堂運作的核心，延續這股學習熱情是教學的期望，這樣，學生的學習就不限於課堂，不限於老師所教的，而是學生想學的，意味著學習不再是為了別人的期望，而是滿足自己，這種無名的喜悅，就是學習的原動力，「自主學習」的理念就得以實踐。從學校層面看，劃時代的設施，完善了整個「學與教」的環境，電腦化及數位化的學習環境，是支援學生們的「互動學習」、「影像化」學生們的思考過程，和快速地廣納學生們的回應的基本設施，讓學生容易累積成功經驗，享受內在喜悅，同時強化他們的自信心。經過了各方的考量及設計，培養學生擁有「21 世紀技能」的願境又向前邁進一大步了。

家長們又問，我認同學理的推論，認同孩子的成長應該是這樣，認同爆炸性的知識增長模式，但他們始終要面對公開筆試，在這愉快學習的環境，怎可以讓他們識寫多一點字呢？在西方社會的教育考評制度下，也是要有公開筆試，不過也可透過有其他考評型式，如口試或做 project 等，公報成績模式可用分數、等級或評量指標等。不過，他們會讓擁有這些能力的孩子知道，文字才是眾人接受的表達工具，來表現出他們的才華和知識水平，要知道，只要他們有需要，以他們的能力，不難在短時間內，爆炸性地發展其識字的水平。總括而言，任何宏偉的建築，都有一個共通點，就是要有一個良好的地基，任何的良才也都同樣有一個「學習知識的能力」作為地基，來面對將來。

2. 實踐篇

本校是一所直資一條龍 12 年一貫制的學校，在管理上我們分成兩個部，即中學部及小學部，在課程發展上我們分成三個學習階段，分別為初、中及高等。本校 stem 課程發展採用一個傳統的課程模式，設定目標、內容、執行及評估等四個範疇，根據內容項目編入課堂時間表內，每班每星期三堂分階段推行。

由於本校的課程總目標，是根據學生的心理發展需要來訂定的，孩子們的認知發展乃由實踐開始，整合經驗，找出常規，讓個性化的思維模式得以鞏固。而 STEM 教育亦正提倡從「做中學、學而思、思能解」的相關概念。因而，我們嘗試將 STEM 與我校的課程總目標一併考慮，將 STEM 嵌入課程，得出了一個較鮮明的路向。打從一至四年級注重態度和行為的培養，讓孩子們對身邊發生的事情都感興趣，習慣以預設的行為如觀察、比較、反思及再造等來面對每一件事情，五至八年級則注重發展及掌握研習、思維、解難、創新、溝通、運算、協作及自理的各種技能，以資訊科技設備的支援下，面對各種新事物，我們相信當孩子們擁有以上的特質和能力，知識部份再也難不到他們，只要他們想學，一定會成功的。

在內容方面，我們分兩大主線，一是「科學」，二是「科技」；一般而言，科學活動部份所涉及的，不外乎有關於力、光、電、熱等的小玩意製作，所涵蓋的知識層次較易理解及應用；科技活動部份莫過於採用機械模型的製作及使用，來突顯 STEM 的特質，因為一個機械模型，從製作層面到使用層面，都可以包含各種各類的變化，例如從製作層面看，簡單由三、四部份到複雜幾十個部份去組成一個機械模型都可以；從使用層面看，當中的動力裝置也可以從手動到電動，電動裝置則機械式到電腦程式，程式裝置又可以由「直接操控」到「程式自動操控」，甚至由感應器組成的「自我操控」。由此來看，我們需要的課堂內容，真是手到拿來數不勝數。

根據以上的內容層次，我們大致可以將「科學」部份放在一、二年級，帶他們認識一個實在的世界，將所見所聞，嘗試學習如何整理資料，讓日後遇到類似情況，可以從容面對。在二年級尾段引入「直接操控」機械模型的「科技」活動，好讓孩子們帶著美好的回憶升到三年級時，可以利用小積木，動手製作自己心儀的機械模型。到四、五年級時，引入「編程」技術於操控機械模型活動上，就來得自然順暢了。由於過去數年，我們不斷製造很多適齡的成功經驗給他們，到六年級的孩子，他們都感覺到自己是有能力的，所以不會滿足於現狀，在這時我們再一次引入難度更高的小「線路板」編程技術，讓他們認識到要有軟硬件的配合，機械模型才可以富有生命。亦恰到好處地配七年級的「編程」課程。

解決理論層面後，就要進入課程執行部份，亦即整個項目成敗的關鍵所在，若只是空中樓角，不能落地，就沒有甚麼意思了。我校有三十班，課堂量每班每年最少涉及 70 堂，總數就是 2100 堂，動用教學人員也有 10 多人，為了有保證質素，老師有信心、有能力及有方向去教，學生樂於去學，又要符合 STEM 的要求，要設立一個以活動型式的「學與教」的環境就不用置疑，那麼是不是學生置身其中，就會自然學會呢？當然不是！所以，我們以學理為基礎，以 STEM 教育的期望為方向，以「行動學習模式」為藍本，締造了一個嶄新內容的「行動學習模式」，務求要有組織、有系統及有要求地，全面開通了一個課堂的運作模式，一本集有指引、問題、延伸學習材料的學習冊，來引發學生理解及掌握面對新事物時應有的態度和技巧。

這個學習模式，分成了五個階段，從製造、觀察、比較、反思、到再造，才會完成產品，當中插入兩次「學習性評估」，分別設置於「比較」及「再造」階段，以了解及支援學生的學習進程；在反思階段，插入一次老師深切介入環節，以增強、擴闊、鞏固及延展學生所需要的

知識部份，讓學生有意識地提升自己的產品的質量。此外，在整個學習過程中，學生可以無間斷地與組內及組外同學交流，參考各方的延伸資料，自主地及主動地因應自己的需要而學習。

課堂的主線是學生動手做，老師提供材料、要求及參考資料，學生們要自行構思及製作指定物品，完成第一件作品後，就要去觀摩其他組的作品，再就觀察後的結果與自己的產品作出比較，在反思部份，老師介入，提供更多資料，支援學生再造其作品。整個流程大約需要約 6 - 8 個課堂，全年就共有 8 個課題了。

課堂運作時，老師角色極為重要，作為一個學習的促進者，開放性的思維及與學生互動的技巧為關鍵項目，老師要從傳統的教學範式，轉到一個能讓學生較有思考空間的範式。如「從重結果到重過程」、「從尋找錯誤到覺醒學生的作為」、「從重判斷到重欣賞」、「從重專橫到包容」。由課堂設計開始，老師已經不能存有依書直說的心態，因為在課堂運作時，學生的反應或發現，老師都未必能夠預測到，反而，我們應該將「答與問」開放給學生，讓他們養成與羣眾一起學習的習慣，再配以互聯網的支援，相信一定水到渠成。

整個課程的發展，我們將 STEM 從「內容」看，解說成四科的混合體，從「執行」看，解說為一個「學與教」的模式，從「功能」看，解說為一個「解難」的訓練等。我們確信 STEM 不是一科，是一個以目標為本的、混合科本的、能令學生醉心於學習的教學手段。基於以上的信念，課程內容就可以拆牆鬆綁，千變萬化，老師可以因應自己的專長，設計相應的活動，配以適當的教學技巧，以達至 STEM 教育的目標。為了幫助我們的孩子能面對他們的將來，STEM 的核心價值從「做中學、學而思、思能解」，就必須早早種於孩子們的心底裡。

參考文獻

Bandura A (1962). *Social learning through imitation*. In M. R. Jones (Ed.).

CDI (2001). *Learning to Learn: The Way Forward in Curriculum Development*. HK

Government.https://www.researchgate.net/publication/259866020_Learning_to_Learn_The_Way_Forward_in_Curriculum_Development

CDI (2017). *The draft Secondary Education Curriculum Guide - Booklet 6C: Project Learning:*

Towards Integrating and Applying Knowledge and Skills across Disciplines-

http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/renewal/guides_SECG.html

CDI (2107). *The draft Secondary Education Curriculum Guide, the glossary (for "Entrepreneurial Spirit") in the introduction and "Fostering an Entrepreneurial Spirit" on page 25 of Booklet 2:*

Learning Goals, School Curriculum Framework and Planning -

http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/Guides/SECG%20booklet%202_20170531.pdf

Erikson (1950). *Childhood and Society*. New York. Norton.

Hong Kong Special Administration Region. *2015 Policy Address*. Retrieved from

<http://www.policyaddress.gov.hk/2015/eng/index.html>

Hord, S. (2004). Professional learning communities: An overview. In S. Hord (Ed.), *Learning*

together, leading together: Changing schools through professional learning communities. New York: Teachers College Press.

JRC Science For Policy Report (2016). *Entre Comp: The Entrepreneurship Competence*

Framework <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC101581/1fna27939enn>.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

Kember, D. (2000). *Action learning and action research: improving the quality of teaching and learning*. London: Kogan Page.

Legislative Council. (2016). *Promotion of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education*. LC paper No. CB(4)79/16-17(01))

Mansilla V. B. (2016). *Interdisciplinary Learning: A cognitive-epistemological foundation* .

Frodeman, Oxford Handbook of Interdisciplinarity. Second edition UK: Oxford University Press, 2016.

Mitchell, C., & Sackney, L. (2011). *Profound improvement: Building learning-community capacity on living system principles capacity for a learning community*. New York: Routledge.

Mwasalwiba E.S. (2010). Education + Training, Volume: 52 Issue: 1, 2010 *Entrepreneurship education: a review of its objectives, teaching methods, and impact indicators* –
<https://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/00400911011017663>

Nebraska symposium on motivation: 1962. Lincoln: University. Nebraska Press, 1962. Pp.2111-269.

Piaget, J. (1936). *Origins of intelligence in the child*. London: Routledge & Kegan Paul.

Polanyi, M. (1958) *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. University of Chicago Press. ISBN 0-226-67288-3.

Schön, D. (1987) *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.

Singh, S.K. (2008). Role of leadership in knowledge management: a study. *Journal of Knowledge Management*. Vol. 12 No. 4. Emerald group publishing limited.

The Economist Intelligence Unit (2016) EIU_Yidan prize forecast Education to 2030 –
https://www.eiuperspectives.economist.com/sites/default/files/EIU_Yidan%20prize%20forecast_Education%20to%202030.pdf

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

William, R. (1991). The impact of field education on student development: Research findings. *Journal of Cooperative Education*, 27, 29-45.

Zuber- Skerritt, O. (2001). Action learning and action learning: Paradigm, praxis and programs. In S. Sankara, B. Dick & R. Passfield (Eds.), *Effective change management through action research and action learning: Concepts, perspectives, processes and applications* (pp. 1-20). Australia, Lismore: Southern Cross University Press.

Zuber- Skerritt, O. & Teare, R. (2013). *Lifelong action learning for community development: Learning and development for a better world*. Rotterdam: Sense Publishing

2017 年施政報告教育局的政策措施 http://www.edb.gov.hk/sc/about-edb/legco/policy_address/ce_2017_panel_on_education_chi.pdf

齊來做個智慧市民

Be a Smart People

鄭國威^{1*}

¹ 嗇色園主辦可道中學

* ckw1@hodao.edu.hk

【摘要】 在科學日益普及的趨勢下，全球的經濟及科技發展帶來新的挑戰，未來的工作不能夠只能刻板倒模，學習上亦不能只有背誦。為了裝備學生應對未來的轉變，推行 STEM 教育是必須的。香港政府在 2018 年推出「香港智慧城市藍圖」，目的希望未來香港市民的生活更愉快、健康及聰明，以及讓城市更綠色、宜居、具可持續性、抗禦力和競爭力。本校上年度推行「齊來做個智慧市民」的課後課程。課程上，學生通過不同的任務、操作、製作、創作，學習編程及科學探究，學生之間互相合作及競爭，讓學習更為有趣及俱動力，為成為未來的智慧市民建立良好的基礎。

【關鍵字】 智慧城市；STEM；智慧市民；

1. 前言

STEM 一詞是源自美國是指科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)、數學(Mathematics)四個大範疇。這個框架適用於不同的學習領域，由基本的程式設計、編程，至更高階的解難，皆能應用在 STEM。STEM 教育著重學生綜合各學科的知識和技能去日常生活中遇到的問題。本校上年度推行「齊來做個智慧市民」的課後課程。課程上，學生通過不同的任務、操作、製作、創作，學習編程及科學探究，學生之間互相合作及競爭，讓學習更為有趣及俱動力，為成為未來的智慧市民建立良好的基礎。

2. 過程與體驗

「STEM 齊來做個智慧市民」課程，以 D&T(設計與科技科)及電腦科為主軸，科學科及數學科教授該科的知識，在相互配合下，目標是學生能創造屬於自己的創新物品以及優化和便利日常生活，以下是教學的流程圖：

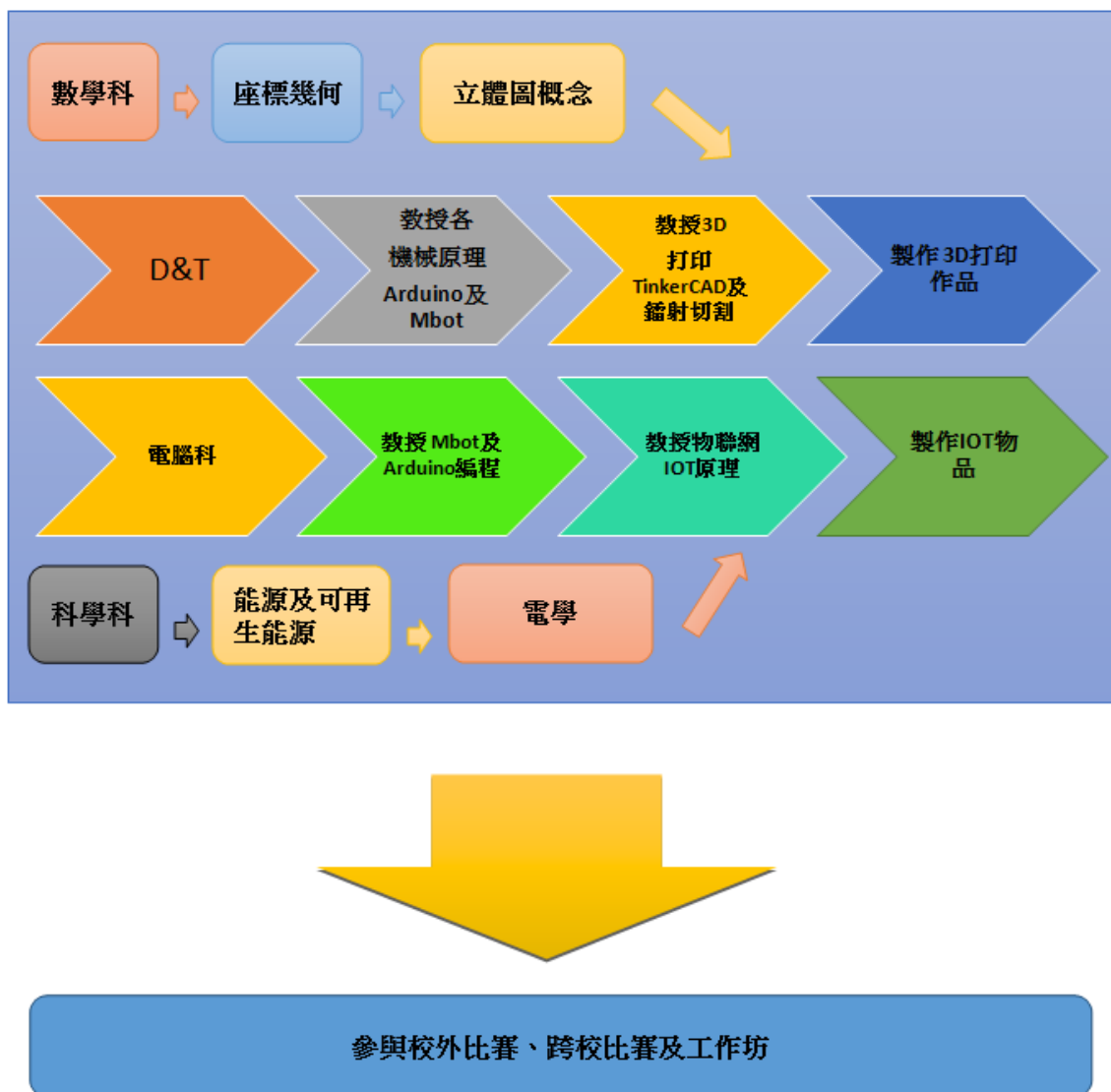


圖 1 計劃流程

2.1. 第一階段

本校的電腦科已在中一時教授學生編寫 Sctatch 編程，因此學生對編程會有一定程度的認識。基於此，課程以中二級設技與科技科、電腦科、數學科和科學科的課程進行合作教學，第一階段，設技與科技科先教授機械人的歷史及原理以引發學生的興趣並且介紹 Arduino 及 Mbot 的特點及限制，如此同時電腦科則教授 Mbot 及 Arduino 的編程讓學生能有效控制及掌握各儀器的運作。而數學科則教授座標幾何讓學生學習立體圖打好基礎，另外科學科教授學生對能源及可再生能源的認識。



圖 2 中二 Mbot 編程筆記

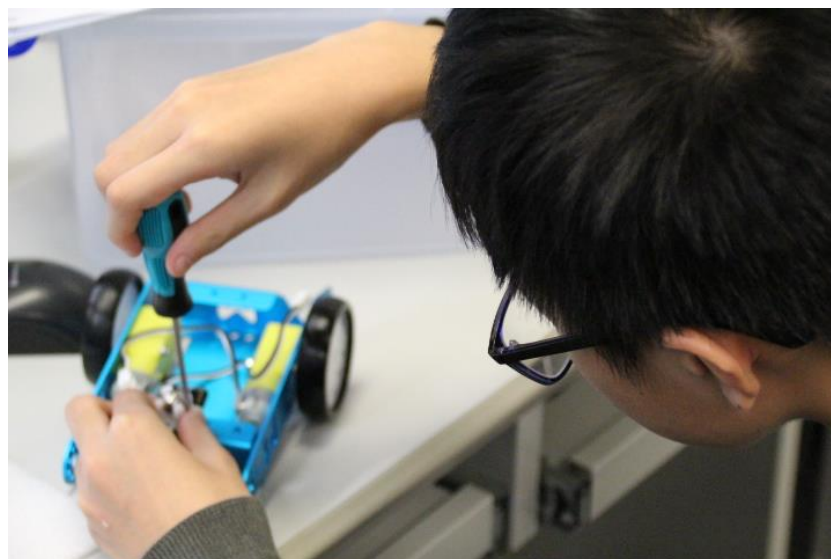


圖 3 學生組裝 mBot 機械人



圖 4 本校學生編寫程式使用 Mbot 的超音波感應器以控制遊戲內的人物移動

2.2. 第二階段

當數學科完成教授立體圖概念後設技與科技科教授學生組裝教授 TinkerCAD 3D 打印及鐳射切割技術該學生有效創造出屬於自己的 3D 立創物品。電腦科則教授物聯網 IOT 原理，同時給予一些問題讓學生去解難。而科學科則教授電學原理，為學生以 Arduino 和 Mbot 創作創新物品奠下良好基礎。



圖 5 學生以 TinkerCAD 繪畫出學校模型

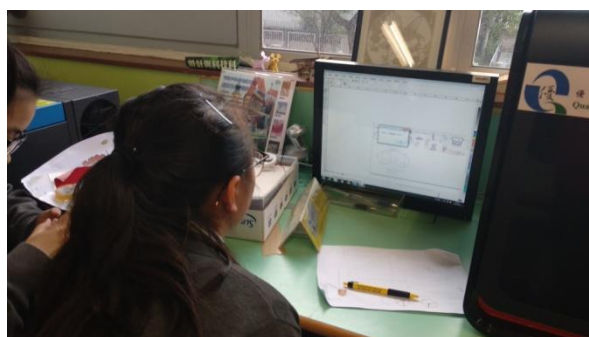


圖 6 學生以 CorelDraw 製作鐳射切割作品

2.3. 第三階段

當學生能握掌各項技術後，在電腦科上以專題研習方式引導學生創作創新物品，以「你對平日生活有什麼不滿？有什麼不便利？」為切入點，讓學生從生活中思考如何以各科學習到的知識去優化生活讓生活更為便利及舒適。

此外，亦會參觀各科技展覽及訪談創科人物以加深他們對創科的認識及興趣。



圖 7 學生樂此不疲地討論專題研習



圖 8 「星子之」陳易希先生與學生分享智慧城市心得

2.4. 第四階段

最後，從校內中挑選優秀學生參與跨校及校外比賽，讓學生從比賽中互相合作及競爭，讓學習更為有趣及具動力。



圖 9 學生在比賽中介紹創作的作品

過往欠缺跨科合作的教授，難以串連學生學到的知識應用在日常生活解難上，學生獲得各項基礎技能及知識，解決問題。互相配合，學生學習到的東西能夠應用到他其科目上，令學生學習動力大增加。學生得以應用數學課上學的概念在設計與科技科製作 3D 圖形並能打印出來為 Mbot/Arduino 加設裝備，使學生學習興趣大增。

此外，教師製作了教學影片，並上傳到 Google Classroom 網上學習平台，讓我學生自主學習知識和複雜的概念，而教師在 Google Classroom 製作不同形式評估學習，及時了解學生的學習進度，並且因應學生的進度及能力去調適教學，因材施教。

另一方面，現代教育方式著重跨校相互合作，本校本年度與聖公會諸聖中學合作攜手發展「STEM 齊來做個智慧市民」課程。在教學方面，兩校老師共同製作教材、共同備課、教學及分享教學心得。兩所學校的學生通的通過不同的任務、操作、製作、創作，學習編程及科學探究，他們互相合作及競爭，讓學習更為有趣及俱動力。

跨校合作該資源得以互相交換，讓獲得更優質的學習資源，帶來相互裨益。

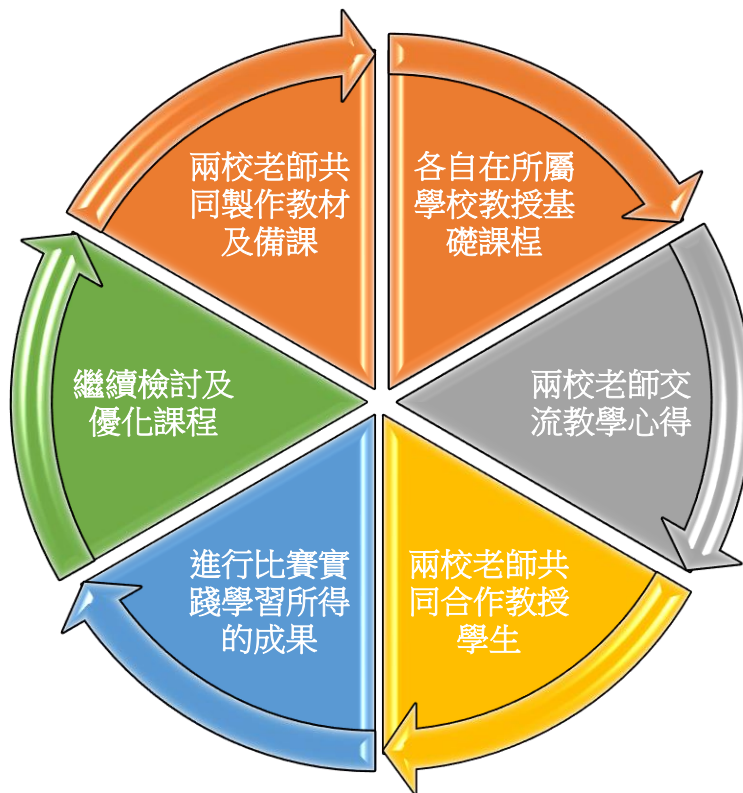


圖 10 教學流程



圖 11 可道中學的鄭老師與諸聖中學的何老師進行共同製作教材及備課

STEM 課堂提高學生對各科的興趣，從各科學習到知識應用在專題習作中並創造出屬於他們的作品，使他們滿足感及興趣大大增加。學生已於中一課堂學過基本編程技巧，中二為課程的延伸，學生會深化編程技巧，配合跨校協作製作教材，共同備課及互相觀課汲取經驗，取兩校的長處優化課程。

當學生在課堂學習機械人的基本操作及感應器的原理，會以小組任務形式進行跨校交流，藉此提升學生的解難、溝通、運算思維及創造力。學生以小組協作形式，共同開發出一套解決方案，透過不斷反覆嘗試，改良機械人的硬件設計和電腦程式的編寫，從錯誤和失敗中培養耐性及解難能力。課堂以外，學生透過小組協作於 Google Classroom 作交流平台，互相分享編程及設計成果，透過參加校外比賽，令學生的學習得以延續。

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

通過四科的合作及整合和跨校的合作，讓學生在這些科目裡能夠互通及互動地實行，學習及教學的效能相得益彰。

2.5 學生自我成立創客聯盟

在滿足感推動下，本校一群中二的學生自我成立「可道創客聯盟」。他們的理念為「一群喜愛科技、熱衷實踐的學生，以分享技術、交流理念為樂」，並在 Facebook 設下專頁(hdcmaker)，不時發放及交流技術心得，師生相互交流及推動，樂此不疲。



圖 12 可道創客聯盟 facebook 專頁

在「STEM 齊來做個智慧市民」課程下，本人相信我們的學生、未來的棟樑一定能如「香港智慧城藍圖」所展望的——他們定必成為「適應力強的人口，迎接科技的轉變及建立知識型社會，支援日後的創科發展」的智慧市民。

3. 參考文獻

鄧淑明博士 (2017)。智慧城市 3.0。香港：智慧城市聯盟。

創新及科技局 (2017)。智慧城市藍圖。香港：政府資訊科技總監辦公室。

How Flipping Classroom Cater Learning Diversity?

Kelvin CHEUNG^{1*}, LAI Ka Ki²

^{1,2}Maryknoll Secondary School

* kelvincheung.clst@gmail.com

Abstract: *In this paper, we reviewed literatures of flipped classroom, learning diversity as well as peer-tutoring. We also discussed the current problem we encountered in practicing flipped classroom. Concerning to this situation, we propose how stratified teaching approach could be adopted in flipped classroom, in both pre-learning and classroom practice. This is a conceptual paper that looks into the ways to improve pre-learning of students and make classroom teaching more dynamics. We aim to enrich the literature and offer another insight to researchers and educators that there are existing pedagogies we can borrow to perfect the pedagogies of using computer in education. With this understanding, researchers can research effectiveness of the pedagogies we propose in this paper; teachers can further explore practical pedagogies to facilitate students' learning based on our insights. Government officials can understand what kind of professional development should offer to teachers.*

Keywords: Flipped Classroom, Learning Diversity, Learning Motivation, Learning Achievement

1. Introduction

With the rapid advancement of Information Technology, flipped classroom has been a hot topic not only in academic field but also in formal school classroom practices. It aims to promote students' self-directed learning offer more time to teachers to carry out high-order learning activities. Teachers, in this scenario, become more important in terms of being key to knowledge construction.

Previous research on flipped classroom documented its theoretical grounds to justify its effectiveness in enhancing students' learning in both inside and outside classrooms (Bergmann & Sams, 2012; Berrett, 2012; Stone, 2012). The merits of flipped classroom are manifold. They include (a) Emancipating more in-class time for interactions among students and students-to-teachers (e.g. Bergmann & Sams, 2012), (b) Students shows better performance after teacher flipped the classroom (e.g. FLN, 2014; Moravec et al, 2010; Day & Foley, 2006), (c) Equipping students with attitudes of self-directed and life-long learning, (d) Students take control of learning pace as well as engaging in high order thinking (e.g. Kim et al., 2014) and (e) Students can solve their personal problems during learning (Bergmann & Sams, 2012). The above advantages of flipped learning can be summarized as students can become more active and positive in learning while teacher can design more high-order learning activities, all they can contribute to students' better performance.

Of interest as well to researchers studying flipped classroom have focused on the learning outcome, students' learning attitudes, students' satisfaction and teachers' concerns. They tend to categorize flipped classroom as a specific topic to study and therefore, the research insights have been limited. If we treat flipped classroom is a pedagogical approach that the time used in delivering basic knowledge in class and doing homework or applying knowledge out-of class time are exchanged (Hwang & Wang, 2015; Bergmann & Sams, 2012). Then flipped classroom can open itself to be combined with more different pedagogical approaches. In flipped classroom, beside the classroom practices, pre-learning at home

is also one of the core parts, however, this part has been discussed by limited literature. The problem of “how do students pre-learn at home” is important to this paradigm shift.

This is a conceptual paper that looks into the ways to improve pre-learning of students and make classroom teaching more dynamics. Researchers tend to assume students learn well at home and therefore, teachers can naturally carry out activities of applying knowledge in class. However, do students really have strong motivations to pre-learn at home through video? Did teachers consider learning diversity among students when making video? What pedagogical approach can we invent to perfect the implementation of flipped classroom? Would collaborative learning a ideal choice? Only by taking these questions into developing pedagogies of flipped classroom can we perfect flipped classroom’s practices. We can gain insights to develop instructional video for students’ pre-learning and effective pedagogies by reviewing literature related to learning diversity and peer-tutoring. With this understanding, researchers can find the current problems we have in students’ pre-learning and therefore, teachers can explore practical pedagogies to facilitate students’ learning. Government officials can understand what kind of professional development should offer to teachers. This chapter will first briefly discuss the current problems students generally encounter in pre-learning. Second, we will discuss the learning diversity and flipped classroom. Third, with holding these understanding, we will suggest the ways of implementing stratified teaching in flipped classroom as well as inclusion of peer-tutoring. It aims to document and enrich the current literature on discussing flipped classroom’s classroom practice.

2. The Current Problems of Students’ Pre-Learning Through Video

Previous researches documented ways of pre-learning in flipped classroom. The question researchers always ask is that “what could we do if students encounter difficulties in pre-learning?” Bergmann and Sams (2012) suggested students can take control of learning pace and therefore, they can watch many times of the same video to get themselves understand. It seems telling us every student could understand what the teachers teach by watching several times of the same video. However, can we really take this stand? Are there any other ways we can help weaker students to pre-learn easily?

Cheung et al. (2016) conducted a research on challenges in flipping classroom in Hong Kong. They pointed out several problems that students encountered in pre-learning. Their findings align with previous findings that students cannot have interaction during learning and no instant response from teacher are the major concern (Johnson, 2013; November & Mull, 2012). They also further elaborated students tend to give up when they find the content difficult. Their inactive learning attitude do post critical challenges to Bergmann and Sams. What can make students to persist to watch video more and more times to get things clear? Are most of the students active to learn? Do they have intention to control their learning pace?

Furthermore, the concept of Zone of Proximal Development suggested by Vygotskiĭ (1978) illustrated there are areas that learners cannot attend to without guidance. Most of the teachers would only adopt one-size- fits-all approach to make videos, however, this practice does not address the problem of learning diversity and therefore, the positive effects of flipped classroom approach will be weakened.

3. Learning Diversity and Flipped Classroom

Learning diversity is an everyday classroom issue that teachers have to consider (Biggs & Moore, 1993). If we consider learning is learner’s response to external stimuli such as teacher’s guidance (James, 2006), then “what” and “how” they response will become crucial to the whole learning process. There must have diversity. Felder and Brent (2005) illustrated that teachers have to adopt different pedagogies in classroom for students with different backgrounds, strengths, weaknesses, ambitions. With regard to this situation, they asserted that “compatibility of the student’s attributes

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

as a learner” and the “instructor’s teaching style” are important factors to students’ learning. In flipped classroom, though part of students’ learning is at home, however, as pre-learning, in essence, is also part of the whole learning process, therefore, learning diversity should also be considered. It helps us to explore the resolutions of kindling students’ motivation in pre-learning as well as becoming more persistent to learn even if they encounter difficult problems.

Literature documented teaching skills to cope with learning diversity. They support the implementation of stratified teaching by teacher. Yeung et al (2013) has summarized, for weaker students, a tailor plan could be provided by teacher to rekindle students’ learning interest and confidence. For the talented and gift students, mastery of acceleration, curriculum compacting, expert grouping, cluster grouping and mentoring are useful to advance their learning. Previous researches also pointed out the advantages of peer-tutoring that can improve students’ learning outcome (Clarkson & Luca, 2011). Students can also have higher learning satisfaction (Ghanie, 2015; Ghanie, 2013; Reid et al., 1997; Fantuzzo, 1989).

4. Stratified Teaching and Flipped Classroom

Literature Stratified Teaching is a way teacher adopted to deal with learning diversity among students. Researchers suggest teachers could adopt stratified teaching approach in goal setting, setting up teaching plans, such as deciding area of content to be taught, the teaching methods and assessments chose to employ (e.g. Yang, 2012). In flipped classroom, we can also employ the ideas to design pre-learning materials for students and teaching pedagogies. In this section, we will analyze it in subject-based to generate some concrete insights. As previous researches mainly focused on English and Mathematics education, therefore, we chose to take a social science subject, Liberal Studies to investigate. Liberal Studies has been a compulsory subject in the Hong Kong’s New Secondary School Curriculum since 2009 (Education Bureau, 2013). It is a subject combining with Social Sciences and Humanities. The suggested pedagogy teacher should use are issue-based inquiry learning. It aims to build up students’ ability of critical thinking to analyze issues, attitude of self-directed learning and equip students with different social sciences’ concepts. Therefore, the flow of teaching would be 1. Concepts acquisition; 2. Case studies. Stratified teaching can be combined with flipped classroom to implement the flow.

4.1 Pre-learning

In pre-learning, students can acquire the related concepts to be used to analyze the issue. We take the issue of “Poverty problem in Hong Kong” as an example. Before analyzing this issue, some basic concepts such as “Living quality”, “Wealth discrepancy”, “Poverty line”, “Social mobility” have to be scaffold to students to provide them basic background and knowledge foundation to analyze issue. In the video, teachers would present the definition, some statistics, result of empirical studies and examples. Due to the time constraints related to students’ attention span, each video is suggested not to be more than 3 minutes, therefore, one video can probably illustrate one concept. In order to cater learning diversity, teacher can create two levels of video. For weaker students, teacher can simplify the content, provide less factual information, utilize more metaphors in illustrating the concept. For more capable students, teacher can provide more factual information to describe the concepts, ask for more reflections and above all, ask some questions that students have to find the answer on their own. The philosophy behind is we have to get less capable students to have some basic understanding about the concept while we have to get more capable students to have a more comprehensive picture including “the definition, background, data, basic and some extended information”.

However, nowadays, teachers are occupied with tones of works, therefore, it may not be possible for them to create two

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

different sets of video. Concerning to this situation, teachers can consider create one video with two parts. The first part is for all students, presenting only definition and two to three examples related to the concept. The second part can be considered as “extended part” which would provide data, empirical studies, more examples and some reflective questions. Teacher can set goals with students, students can choose to complete one or two parts according to their abilities.

As reported by Cheung and Jong (in press), some students do not have interest to watch the video made by explain everything. They think the quality of video are not high. They do not have interest to watch the PowerPoint and whiteboard. Therefore, we suggest teachers can try to create video by animation, like the infographics on YouTube. It can make learning become more interesting.

What teacher can do if students have problems in learning even if having implemented stratified teaching approach? We think LMS and student mentoring approach are useful to this situation. Teacher can set up discussion forum, no matter it is on O365, Edmodo or even Facebook. After that, teacher can assign several elite students to manage the forum, answering peers’ questions. The advantages here can be, elite students can response peer’s needs in short time and it opens a platform for student’s interaction. They can help to resolve students’ learning difficulties in pre-learning, including answer their questions, substantiate learning motivation. All they can perfect the learning model of flipped classroom.

4.2 Classroom Teaching

How teacher implement classroom teaching is crucial to the whole education paradigm shift, educators suggested class time would be used to do homework (Huang et al, 2015) or conduct mastery learning (Bergmann & Sams, 2012), however, we think, in line with conducting high order learning activities, peer-tutoring and collaborative learning can be invented to preform stratified teaching in classroom. Teacher can also draw synergy among students. Teacher can set up two different goals for students at the beginning of the lesson, one is “foundation goal” and the other is “extended goal”; teacher can also design two different versions of worksheets according to students’ goal setting; in learning activity, teacher can assign heterogeneous grouping among students for practicing peer-tutoring and sharing. The flow is going to be illustrated in following paragraphs.

4.2.1 Setting up two different goals

At the beginning of the lesson, teacher can set up two different goals for students to achieve. Student of general abilities are required to achieve the “basic level” while more capable students to achieve the “extended level”. When we put it into the context of Liberal Studies, after students have pre-learnt the related concepts, they have to apply the concepts to do case studies. We take “Poverty problem in Hong Kong” as an example. When students have acquired the related the concepts (“Living quality”, “Wealth discrepancy”, “Poverty line”, “Social mobility”), teacher will offer several cases, each case is provided with the background and other related information about that person. Thereafter, students are required to complete the case analysis. Below is the example. The basic goal would be completing the first three questions, which are factual-base and descriptive. The extended goal would be having to complete the question 4 which are more analytical and related to offering suggestion. Those students who have more capacity to learn can challenge the extended goal to sharpen their thoughts and skills.

4.2.2 Design Two Different Levels of Worksheet

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

After setting the basic and tended goal, designing two different levels of worksheet is an approach to implement stratified teaching. In this practice, teacher can assign the worksheet according to students' ability. Teacher would provide different frameworks and learning guidelines for students depends on their cognitive styles and their language ability since Liberal Studies requires students to write essays.

Teacher can consider providing hints to students in one version and there are not any hints in another version after judging the motivation and coping style while students are facing more challenging learning task.

4.2.3 Peer-Tutoring: Heterogeneous Grouping among Students

The effectiveness of peer-tutoring has been researched by many researchers. Topping (1996) suggested that improvement could be shown by weaker students with the assistance by more capable students. Therefore, heterogeneous grouping can be practiced. While conducting the case analysis, a group of 3-4 students can be pair-up with at least 1 elite student in group would be ideal (Reid et al, 1997).

In case analysis, elite student can guide weaker student to complete answers step-by-step. Weaker students may also find difficult to jot down main point to answer question 1 and 2. At this moment, as theoretically, elite students will complete the answer at a faster pace, therefore, they can help their peers. As class time is limited, elite students can also complete the question 3 and 4, which are more critical and reflective. Teacher can invite them to share the ideas to the whole class and ask their group member to evaluate their answer. If their answer is in good quality, teacher can further invite them to share how they construct the answer step-by-step. Teacher can then draw the mind map on the blackboard to show the flow. Weaker students can copy the flow and take notes. Thereafter, they have to complete the question 3 to 4 on their own.

6. Conclusion

In this paper, we reviewed literatures of flipped classroom, learning diversity as well as peer-tutoring. We also discussed the current problem we encountered in practicing flipped classroom. Concerning to this situation, we propose how stratified teaching approach could be adopted in flipped classroom, in both pre-learning and classroom practice. We aim to enrich the literature and offer another insight to researchers and educators that there are existing pedagogies we can borrow to perfect the pedagogies of using computer in education.

References

- Hwang, G., Lai, C., & Wang, S. (2015). Seamless flipped learning: A mobile technology-enhanced flipped classroom with effective learning strategies. *J. Comput. Educ. Journal of Computers in Education*, 2(4), 449-473.
- Baepler, P., Walker, J.D., & Driessen, M. (2014). It's Not about Seat Time: Blanding, Flipping, and Efficiency in Active Learning Classrooms. *Computers & Education* 78, 227-36. Print.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Eugene, Oregon: International Society for Technology in Education.
- Berrett, D. (2012). How 'flipping' the classroom can improve the traditional lecture. *The Chronicle of Higher Education*, 31, 36-41.
- Biggs, J.B., & Moore, P.J., (1993). *The Process of Learning* (3rd ed.). New York: Prentice Hall.
- Day, J. A., & Foley, J. D. (2006). Evaluating a Web Lecture Intervention in a Human and Computer Interaction Course. *IEEE Trans. Educ. IEEE Transactions on Education*, 49(4), 420-431.

- Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.
- Cheung, K., Luk, E. T. H., & Jong, M. S. Y. (2016). Challenges in flipping Hong Kong's classrooms. *Proceedings of the 24th International Conference on Computers in Education (ICCCE2016)* (pp. 633-638). Mumbai, India.
- C. T. Reid , K.J. Topping & J. McCrae (1997) Reciprocal peer tutoring in undergraduate law studies, *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 4:3, 3-10.
- Clarkson, B. & Luca, J. (2002). Promoting Student Learning through Peer Tutoring – A Case Study. In P. Barker & S. Rebelsky (2002), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*: 1176-1181. Chesapeake, VA: AACE.
- Education Bureau & Hong Kong Examination and Assessment Authority (2013). *Liberal Studies Curriculum and Assessment Resource Package*. Retrieved December 1, 2017 from http://ls.edb.hkedcity.net/file/web_v2/C_and_A_guide/ENG_CARP.pdf
- Entwistle, N. (1988). Motivational Factors in Students' Approaches to Learning. in Schmeck, R.R., ed., *Learning Strategies and Learning Styles*, Ch. 2, New York, N.Y.: Plenum Press.
- Fantuzzo, J.W., Dimeff, L.A. and Fox, S.L. (1989). 'Reciprocal peer tutoring: a multimodal assessment of effectiveness with college students', *Teaching of Psychology* 16(3): 133-135.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2005). Understanding Student Differences. *Journal of Engineering Education*, **94(1)**, 57-72.
- Flipped Learning Network (FLN). (2014). The Four Pillars of F-L-I-P. Retrieved December 27, 2017 from http://blogs.gre.ac.uk/pcnb/files/2015/07/FLIP_handout_FNL.pdf.
- Hwang, G., Lai, C., & Wang, S. (2015). Seamless flipped learning: A mobile technology-enhanced flipped classroom with effective learning strategies. *J. Comput. Educ. Journal of Computers in Education*, 2(4), 449-473.
- Kim, M. K., Kim, S. M., Khera, O., & Getman, J. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: An exploration of design principles. *The Internet and Higher Education*, 22, 37-50.
- Moravec, M., Williams, A., Aguilar-Roca, N., & O'dowd, D. K. (2010). Learn before Lecture: A Strategy That Improves Learning Outcomes in a Large Introductory Biology Class. *Cell Biology Education*, 9(4), 473-481.
- November, A & Mull, B (2012). *Flipped Learning: A response to Five Common Criticisms*. Retrieved May 2 2016 from <http://www.eschoolnews.com/2012/03/26/flipped-learning-a-response-to-five-common-criticisms/2/>
- K.J. Topping (1996).The effectiveness of peer tutoring in further and higher education: A typology and review of the literature. *Higher Education* **32**: 321-345.
- Vygotskii, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Yang, L. (2012). Study on Reform of College English Stratified Teaching Based on School-based Characteristics. *English Language Teaching ELT*, 5(5).
- Yeung, P.M, Lee W.F. , Wong K.Y. & Wong P.M. (2013). Learning diversity at the NSS level: A preliminary study. *Hong Kong Teachers' Centre Journal*, (12). Hong Kong: Hong Kong Teachers' Centre.

The Unlimited Potentials of Artificial Intelligence in Schools

Hing Yip Lau

St. Margaret's Co-educational English Secondary & Primary School, Hong Kong

lhy@smcesps.edu.hk

Abstract: *Artificial Intelligence (AI) is a hot topic but how current teachers can prepare students for the waves of AI is a big issue. Schools inevitably need to plan how to implement this. Changing the curriculum is a feasible solution. In this article, the potential uses of AI in education will be explored and the experiences of implementing AI in the curriculum will be shared.*

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Big Data, Chatfuel, IBM Watson

1. Introduction

Artificial Intelligence (AI) has been a hot topic recently. A lot of AI experts have mentioned that AI can replace humans in different fields. It is predicted that a lot of job vacancies will be replaced by AI robots. Therefore we should prepare our students for the future in the era of AI. As you know, students are pillars of the future. But how can current teachers prepare students for the waves of AI? In addition, a lot of companies start to develop AI platforms and tools or apply AI applications in their industries; however, the section of education is still wondering what AI is. In this article, the potential uses of AI in education will be explored and the experiences of implementing AI in the curriculum will be shared.

AI is defined as the simulation of human intelligence processes by machines particularly computer systems (Rouse M., 2018). In general, machines based on the defined computer algorithms have the abilities to improve themselves automatically through experiences. Turing (1947) said “what we want is a machine that can learn from experiences.” Machines should have the perception of processing images, natural languages and eye vision. Machines can recognize pattern based on the images provided, understand and give responses to the natural languages that humans use. In addition, machines can recognize human facial expressions and gestures. Machines based on its algorithms also have the abilities to manipulate and move objects like AI robots. Furthermore, machines can build advanced logics into the computer systems so as to make decisions like humans and do high-level cognitive tasks. Apart from that machines can gather a large volume of raw data and dig out useful information as its knowledge.

2. What machines can do in schools

AI has been infused our lives gradually. Most mobile devices that people use have been implanted AI like talking with Google, Siri, and Cortana. People get used to use fingerprint, iris or face ID to do authorization. In addition, people often use recommendation engines like Trivago to plan their itineraries and book their tickets or hotels. Apart from that, news reporters modelling humans like Zhang Zhov has happened in China. Some more AI examples like AlphaGo beating the top chess player, Lee Sedol and self-driving cars on the road can be found easily. But how can AI changes schools?

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

Zhou and Lawless (2014) have mentioned that AI can form a smart tutoring system to support learning and teaching. Research by U.S. Department of Education has shown that well-designed tutoring programs use volunteers as tutors that can help children to improve children's reading skills. Although this research is related to human tutors, this can be applied in virtual tutors. But the big issue is how to design a well-designed virtual tutoring systems. It is difficult to rely on schools to initiate it because schools may not have the expertise to implement this. If machines (systems) have this experience, a large amount of data from different schools should be collected and be analyzed. Machines should also need to adapt the needs of different students in order to personalize the tutorials. Perhaps students have tutorials through a Chabot like students consulting teachers through the contemporary messengers such as "Whatsapp". Relevant education departments and AI leading companies should take the initiatives and link up with different parties such as schools to develop an AI system. In the long run, it can save a lot of human resources and make benefits to most students.

Zhou and Lawless (2014) have also mentioned AI can apply in learning activities. AI can monitor the performances of students and determine the best group combination for doing different activities so that they feel more satisfactory during the learning process. Dr. Xu Li, CEO (2019) of SenseTime has mentioned in an education talk that he has helped schools to capture the facial expressions of students to determine the learning atmospheres in the classrooms. Those data can be further analyzed so that teachers can design the best learning activities for their students.

Marr (2018) has suggested that AI can help school administration work such as marking students' work and provide suggestions for the students. Actually, this has happened for a few years but mainly focuses on marking multiple choice questions. Due to the advance of technology, AI should cater for different question types such as students' compositions. Once AI can do this task automatically, teachers can have more time to care for students' well-being. He has also mentioned that AI can be a tool for universal access. Students can use some online translators powered by AI to communicate with people all over the world and obtain online information without language barrier.

In the business field, companies use AI to analyze and predict their Sales and allocation of resources. Some AI tools like PowerBI and Tableau have special features for the needs of companies. This can also apply in individual student. Each student's strength, weakness, potential and progress can be traced so that schools can provide different strategies or individual needs according to students' performances.

3. Experiences of Applying AI in schools

As mentioned in the introduction, AI is a new trend and becomes more and more useful and important in future. Students is obliged to know the potentials of AI in their learning and future careers.

In my school, AI is an element that students can taste it. Students have the opportunity to attend technical talks about AI so that they can understand the uses and its potential in their studies. Although students may not have the abilities to formulate algorithms to build machine models, they can still make use of AI in solving their daily problems. Students have used "Chatfuel" platform to experience the building of chatbots. They have built different chatbots like ordering tickets, doing specific calculations, acting as a personal assistant and conducting interviews. Students have experienced that making a chatbot is fun and can apply in different occasions depended on the needs. Although the chatbots built by students may not be put in production at this moment, they can foresee the potentials of the chatbots that they have made.

Apart from that, students can make use of online AI services like IBM Watson. They can create labels, train the machines and write programs to perceive the specific items. They can perceive people whether they have mental diseases, eye-sight problems through the machines that they have trained. They can also understand the relationship among the samples that they provide, numbers of samples and the confidence level. This is another practical task that students can explore the potentials of AI.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

It seems AI can have a lot of applications but students should also be aware of the ethical issues raised by AI. Asimov (1950) has defined the three laws of robotics. In general, AI is an ally of humans instead of a competitor.

4. Conclusions

In HK, HKSAR has just mentioned that a special grant will be reserved for schools to let students explore the cutting-edge technologies such as AI in the 2019-2020 budget. This reflects that schools inevitably need to plan how to implement this. Changing the curriculum is a feasible solution but teachers may not be professionals in the latest technologies. Professional support from external parties seems to be a must for schools.

References

- Rouse, M. (2018). *AI (Artificial Intelligence)*. Retrieved Aug 2018, from <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/AI-Artificial-Intelligence>
- Turing A. (1947). *What we want is a machine that can learn from experience*. UK: London Mathematical Society.
- Zhou, M.Y., & Lawless, W.F. (2014). *An Overview of Artificial Intelligence in Education Encyclopedia of Information Science and Technology (3rd ed.)*
- Li X. (2019). *SRL Festival Joint-school Professional Development Day HKAHSS*.
- Marr B.(2018). *How Is AI Used In Education – Real World Examples of Today and A Peek Into The Future* Retrieved July, 25, 2018 from Forbes' web site
- Asimov I. (1950). *I, Robot* Greenwich.

擴增實境技術應用於英語情境課程之成效評估

The Effectiveness of Applying Augmented Reality to English Situated Learning in an Elementary School

吳泰緯^{1*}，尚漢鼎²，陳淑玲¹，林怡萱¹，賴阿福^{2*}，楊政穎²，Robert Lee¹，Wilhelm Kukkuk¹，Snyman Herman¹

¹ 臺北市蓬萊人民小學

² 臺北市立大學資訊科學系

^{1*} utaiweb@gmail.com, ^{2*} laiahfur@gmail.com

【摘要】本研究目的是探討搭配單字及片語的前導架構實施在擴增實境（Augmented Reality，簡稱AR）的課程，評估高年級學生英語理解方面的影響。對象為臺北市小學的272名高年級學生。以隨機分配方式參與登機體驗、環遊世界、西餐體驗等三種導入擴增實境的英語情境學習模組，其學習難度相同。參與者先預習單字和片語之前導架構，再進入情境體驗課程。課程結束後，再進行認知理解測驗、學習動機問卷、以及後設認知問卷。研究結果顯示三種導入AR課程的學生後測成績均顯著優於未導入AR課程。此外，有98.94%的同學表達擴增實境課程有助於理解；85.79%的同學感到最困難的部分是理解外師的口語內容。

【關鍵字】前導架構；擴增實境；英語情境課程；數位學習

Abstract: The purpose of this study is to examine the Effectiveness of implementation of Augmented Reality (AR for abbrev.) in English village curriculum in combination with the provision of advanced organizers on comprehension for elementary school students. All participants first received a comprehension pre-test that includes the vocabularies and sentence patterns of the upcoming scenario experience, and then they were randomly assigned to Cabin, Restaurant, or Travel Agency learning modules. After the classes, all participants were asked to take comprehension post-tests. The findings are: (1) AR implemented group performs significantly better than non-AR group in comprehension tests regardless scenario curriculum; (2) 98.94% participants expressed that AR Curriculum facilitated cognitive comprehension, however; there was still 85.79% felt it difficult to understand the oral message from foreign English teachers.

Keywords: advanced organizer, augmented reality, situated English curriculum, e-learning

1. 前言

臺北市英語情境中心積極推動轉型計畫，其內涵包括導入資訊科技、激發學習興趣、增進學習成效，以蓬萊小學為例，擴增實境技術導入三類情境，包含登機體驗、環遊世界、以及西餐體驗。無論參加何種情境的體驗，目的都是希望學生能對於各種主題的英語單字、常用句型能有深刻的了解。換句話說，學生開始體驗外師上課之後，首先會感受到與平時習慣的英語課不同，外籍教師不會為了讓學生容易聽懂，而刻意放慢說話的語速，學生也無暇逐字翻譯理解。因此在課程進行中，唯有鼓起勇氣增加與外師互動的機會，並

利用手邊的課本、平板上的 App 增加視聽的接觸量，才有可能在後測的作答得到高分、並且在情意面向的問卷中，做出滿意的回饋。

2. 相關文獻探討

若要提升資訊科技在英語教學上的認知成效，教師首先要試著將聲音、影像、文字，甚至是音樂納入教材，並搭配適當的教學法，才能有效率的提升學生對於單字和片語的理解 (Cotton, 2005; Katchen, 2001; Taylor, 2005)。根據先前研究 (Chang, 2007; Cotton, 2005; Greene, 2007; Kim, 2003)，納入字彙、片語或是常用俚語的暖身活動，都可以有效的喚起學生先前的生活經驗的是學習經驗，促進正式課程的學習。因此，本研究將會使用納入課程單字及句型的前測問卷作為前導架構，並比較實施教學之後的前後測問卷表現，探討導入擴增實境元素的英語學習，是否能更加提升學生的認知、情意，甚至是口語方面的表現。

2.1. 雙模理論與基模理論

Paivio (1986) 的研究中證實，若同時呈現口語及非口語的表徵，人類認知理解的程度將可有效提升。舉例來說，在本研究中三套情境課程的 App 皆包含了豐富的圖像文字及英語聽力元素，讓學習者能夠接收到視聽的刺激，因此能對學習者的認知產生有效的正面提升 (Sternberg, 2003)。

Barlett (1932) 首次提出了基模的概念 (schema)，指出基模是人類記憶的一部份，大腦利用個人先前的經驗，在日常生活中做出判斷、解決問題。舉例來說，本篇研究中的電腦輔助素材，納入相關字彙、片語的圖片或聽覺元素，正是為了喚醒學生在英語情境課程之前，經歷過的生活經驗及學習經驗，目的是在有限的課堂時間中，增進學習效率。

2.2. 前導架構

Ausubel (1960) 提出了前導架構的概念 (advanced organizers)，可以視為“... introductory material at a higher level of abstraction, generality, and inclusiveness than the learning passage itself (p. 252) (某種定義較廣泛的教材，用一言以蔽之概括後續教學的內容)”。

用於本篇研究中的前導架構，是課程開始之前，使用 Google 表單設計的前測試題，內容是課程內的單字、句型、圖片，讓學生可預覽課程中的元素，同時也讓教師在課程結束之後，能採用後測比較學生的成效。

2.3. 擴增實境在教學與學習應用

擴增實境可以結合文字、圖片、影像、3D 物件以及動畫等虛擬資訊且疊加於實體的物體中，讓使用者即時且同步地瀏覽虛擬的訊息和實際的物件，能增進使用者和環境的互動 (Cheng & Tsai, 2013; Ke & Hsu, 2015)，具有情境化學習之特質。近年來由於資訊科技成熟與普及，擴增實境技術已逐漸應用於中小學各領域教學與學習，如科普閱讀 (Lai, Chen, & Lee, 2019)、寫作 (Wang, 2017)、藝術欣賞 (Chang et al., 2014)；且已有許多研究證實，擴增實境融入教學活動上，能提升學習成就 (Bimber, 2007; Irawati, 2008; Yoon, Anderson, Lin, & Elinich, 2017) 及沉浸經驗。在英語學習上，陳志鴻、吳明行、陳家亮、莊玉玫、林玉姬、江秀珠 (2018) 開發多媒體教材及擴增實境英語學習系統，應用在昆蟲概念之英語多媒體閱讀上，結果顯示，此擴增實境英語學習系統能有效地提升學生的學習成就與動機。在真實的學習環境學習外語時，若能運用適當的行動學習系統進行活動，可以促進其認知的過程 (Shadiev, Hwang, Huang, & Liu, 2017; 陳志鴻等, 2018)；本校英語情境中心提供類真實情境學習的環

境，因此本研究結合行動載具及擴增實境教材，希望學習者更能專注且沉浸於學習任務，進而提升其學習成就與學習動機。

3. 研究工具和實驗流程

3.1. 研究對象

實驗對象為來自臺北市小學的 272 名高年級學生。實驗對象以隨機分配方式參與三種(登機體驗、環遊世界、西餐體驗)導入 AR 擴增實境的英語情境課程，其學習難度相同。教學者先帶領參與者預習單字和片語之前導架構，教導學生如何使用 AR 科技，再導入 AR 擴增實境的情境體驗課程。課程結束後，再進行認知理解測驗、學習動機問卷、以及後設認知問卷。

3.1. 前導架構

根據先前研究的定義 (Chung, 1999)，前導實驗中所用的前導架構，是學生於正式課程開始前，讓學生接受單字句型前測線上試卷，且進行複習或補救學習。試卷中的單字、句型來源，是從登機體驗、環遊世界、西餐體驗教案中隨機挑選出來，並排除了臺灣九年一貫課程中英語領域的 2000 個常用單字。這類測驗的目的，是讓體驗的學生有機會在情境體驗開始之前，先熟悉情境課程中將會聽見或是看見的英語字彙和句型。

3.2. 教學流程

受試學生首先被告知關於英情 AR 課程的細節，教師並提醒學生每個課程類型的時間。受試者先使用 iPad 回答基於課程設計的認知前測試卷，教師開始教學及 AR 體驗課程之後，受試者再回答後測認知問卷，以及學習動機問卷及後設認知問卷。實驗的流程：(1)受試者使用 iPad 填寫並上傳前測問卷(10 分鐘);(2)教師執行教學及 AR 體驗課程(40 分鐘);(3)受試者接受後測(10 分鐘);(4)受試者填寫並上傳學習動機問卷及後設認知問卷(10 分鐘)。

3.3. AR 教材

除了登機體驗課程之外，環遊世界及西餐體驗課程經前導實驗歷程後，學生反應較快完成平板闖關的同學，容易在課堂中有閒置的時間，因此在正式的研究中，三套課程都加入了使用平板或是學習單的複習小遊戲，例如單字配對遊戲(Memory Game)或是拼字遊戲(Word Search)。三套體驗課程的摘要說明如下：

3.3.1. 西餐體驗學習模組及 AR 教材

西餐體驗學習模組適用年段為高年級，課程時間為 80 分鐘，教學目標：(1)學生理解西餐體驗的單字，(2)學生理解點餐的流程，(3)學生能扮演男服務生或是女服務生的角色。西餐體驗介紹頁面、AR 教材畫面如圖 1 所示。

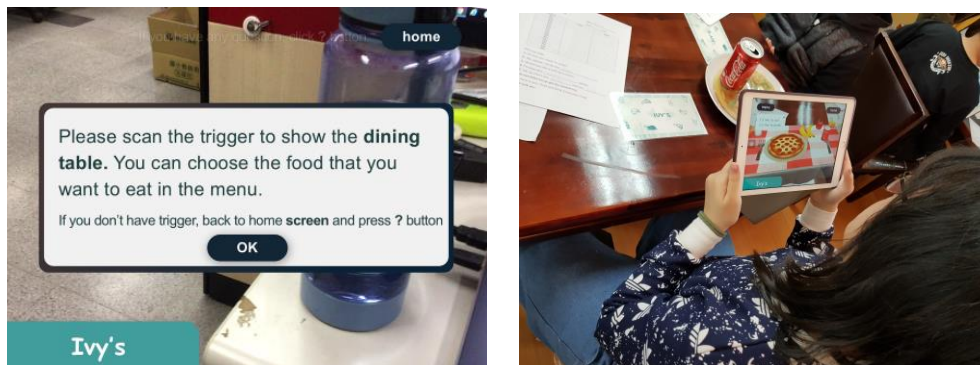


圖 1 (左)西餐體驗_介紹頁面 (右) 學生使用西餐體驗 AR 教材

3.3.2. 環遊世界學習模組及AR教材

環遊世界學習模組適用年段為高年級，如圖 2 所示，課程時間為 80 分鐘，教學目標：

- (1).學生知道各國的國旗、地標、美食；
- (2).學生能將各國的國旗、地標、美食建立連結；
- (3).生能說出各國的國旗、地標、美食。

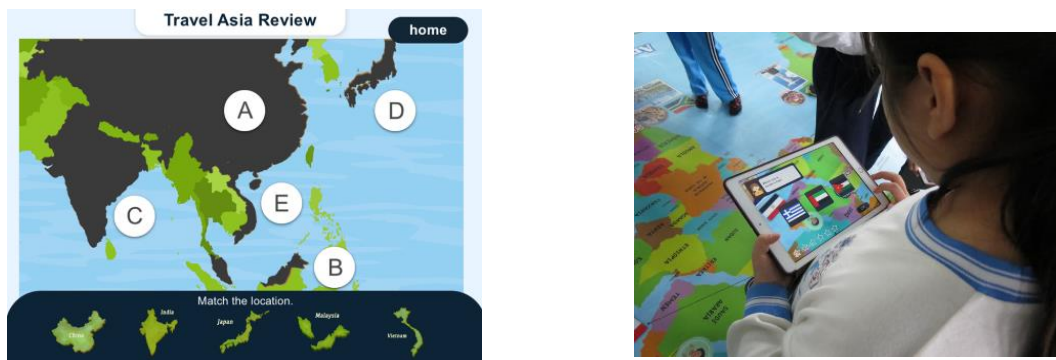


圖 2 (左)環遊世界_亞洲配對遊戲(右)學生進行解題

3.3.3. 登機體驗學習模組及AR教材

登機體驗學習模組適用年段為高年級，如圖 3 所示，課程時間為 80 分鐘，教學目標：

- (1).學生能習得受歡迎的旅遊國家；
- (2).學生知道機場報到櫃檯的流程；
- (3).學生知道機艙點餐的方式。

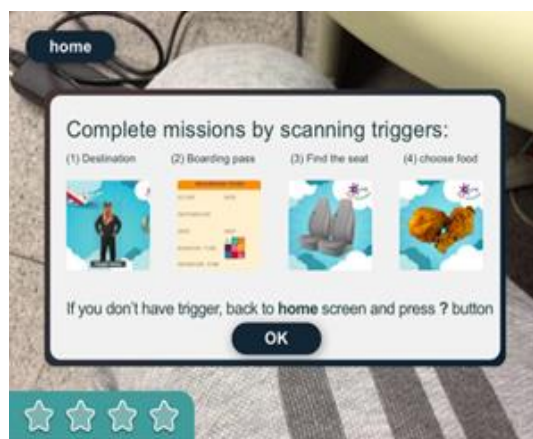


圖 3 登機體驗_介紹頁面

3.4. 研究工具

研究工具包含三套課程的認知理解測驗(The Comprehension Test) 後測試卷、學習動機問卷及後設認知問卷，上述各類型測驗，皆改編自先前研究，經前導實驗(Pilot Study)檢驗後，已修正或刪除不適當的題目。認知理解測驗皆包含 10-11 題課程中會出現的單字及句型。因量化的認知測驗題型，較難從中得知受試者對於相關課程的感受，例如學習者及教師對於本次學習歷程以及應用擴增實境 App 在課程中情意方面的感受，因此研究中也納入學習動機問卷及後設認知問卷，並邀請應用擴增實境技術於課堂中的師生接受訪談，希望透過訪談可以深入了解參與者的態度、感受、或是對於學習過程中的心得感想 (McDonough & McDonough, 1997)，收集到的訪談內容將進一步用於量化內容分析。

4. 研究結果與討論

4.1. 導入 AR 課程之學習成就

為探討接受導入 AR 課程學生在認知理解的表現是否優於未導入 AR 課程 (non-AR) 之學生，本研究針對參訪學校 105 學年度未導入 AR 課程(人數=350)學生及 106 學年度導入 AR 課程學生(人數=272)的後測成績，以獨立樣本 t 檢定進行比較，描述性統計結果如表 1。

4.1.1. 登機體驗學習模組

未導入 AR 之課程 (non-AR) 與導入 AR 之課程 (AR) 的平均數及標準差如下：未導入 AR 之課程 (non-AR) (M = 48.15, SD = 19.21)；導入 AR 之課程 (AR) (M = 63.46, SD = 14.79)。雷文檢定 (The Levene's homogeneity test)顯示認知理解測驗違反變異數同質性的假設 (F = 30.65, p < .05)。根據校正後的 t 檢定，發現是否導入 AR 課程，在登機體驗後測產生顯著差異 ($t_{(73.09)} = 3.98, p < .05, d = .89$)，表示接受導入 AR 之課程學生對於登機體驗學習成就顯著優於未導入 AR 課程。

表 1.未導入 AR 與導入 AR 英語情境學習模組在學習成就的描述性統計

課程	未導入 AR		導入 AR	
	M	SD	M	SD
登機體驗	48.15	19.21	63.46	14.79
環遊世界	47.36	19.02	62.09	15.40
西餐體驗	60.50	13.81	74.74	12.92

4.1.2. 環遊世界學習模組

未導入 AR 之課程 (non-AR) 與導入 AR 之課程 (AR) 的平均數及標準差如下：未導入 AR 之課程 (non-AR) (M = 47.36, SD = 19.02)；導入 AR 之課程 (AR) (M = 62.09, SD = 15.40)。雷文檢定 (The Levene's homogeneity test)顯示認知理解測驗違反變異數同質性的假設 (F = 8.93, p < .05)。根據校正後的 t 檢定，發現是否導入 AR 課程，在環遊世界後測產生顯著差異 ($t_{(66.84)} = 3.35, p < .05, d = .39$)，表示接受導入 AR 之課程學生對於環遊世界學習成就顯著優於未導入 AR 課程。

4.1.3. 西餐體驗學習模組

未導入 AR 之課程 (non-AR) 與導入 AR 之課程 (AR) 的平均數及標準差如下：未導入 AR 之課程 (non-AR) (M = 60.50, SD = 13.81)；導入 AR 之課程 (AR) (M = 74.74, SD = 12.92)。雷文檢定 (The Levene's homogeneity test)顯示認知理解測驗違反變異數同質性的假設 (F = 19.37, p < .05)。根據校正後的 t 檢定，發現是否導入 AR 課程，在西餐體驗後測產生顯著差異 ($t_{(77)} = 4.73, p < .001, d = 1.06$)，表示接受導入 AR 之課程學生對於西餐體驗學習成就顯著優於未導入 AR 課程。

4.2. 學生情意表現分析

學生接受三類 AR 課程之後，分別填寫學習動機問卷與後設認知問卷，以登機體驗學習模組為例，在心情感受方面，78%以上的同學表現出正向感受(1)這樣的上課方式，使我比以前更喜歡上課；(2)課程進行時，我的心情很愉快；(3)這樣的上課方式，我覺得對我學習更有幫助；在認知理解感受方面，67.3%以上的同學表現出正向感受；(4).我覺得我的學習能力有進步；(5).與外國老師的互動，是理解平板操作的關鍵；(6).使用擴增實境的教材，讓單字更容易理解。

4.3. 後設認知分析

關於“擴增實境的課程，包含什麼元素?(可勾選多個答案)”，學生回應:(1)觸發物 (Trigger) 例如機票、護照、登機證、相關圖像或 QR Code (96.4%)；(2)觸發後的影像、圖

像、3D 模型 (72.7%); (3)內容豐富的英語課本 (16.4%);(4)英語聽力 CD 光碟和光碟機 (10.9%);(5)平板電腦或手機 (85.5%)。

關於”在課堂中你遇到的問題是...?”，學生回應:(1)無法順利連上網路 (3.6%); (2)無法聽懂老師的指示 (25.5%); (3)無法理解 App 的操作方式 (9.1%); (4)App 的介面太難理解 (14.5%); (5)完全沒問題 (47.3%)。

關於“擴增實境的英文是什麼?(請勾選一個答案)”，學生回應: (1)iPad (14.5%);(2)Mac Computer (5.5%);(3)Mister (MR) (0);(4)Augmented Reality (AR) (80%)。

關於“課程中最有趣的環節，你還有印象嗎?(可勾選多個答案)”，學生回應:(1)與外國老師的互動 (49.1%);(2)使用 iPad 掃描擴增實境元素 (58.2%);(3)掃描後影音顯示在螢幕上的那一刻 (41.8%);(4)iPad 平板上的小遊戲 (63.6%)。

關於“課程中的擴增實境元素，你覺得有那裡可以更好嗎?(可勾選多個答案)”，學生回應:(1)觸發物(Trigger) 例如機票、護照、登機證、相關圖像或 QR Code 要更精緻漂亮 (43.6%);(2)觸發後的影像、圖像、3D 模型要更精緻漂亮 (50.9%);(3)課程中的單字句型可以再多一些 (27.3%);(4)外國老師與我的互動，可以再多一些 (47.3%)。

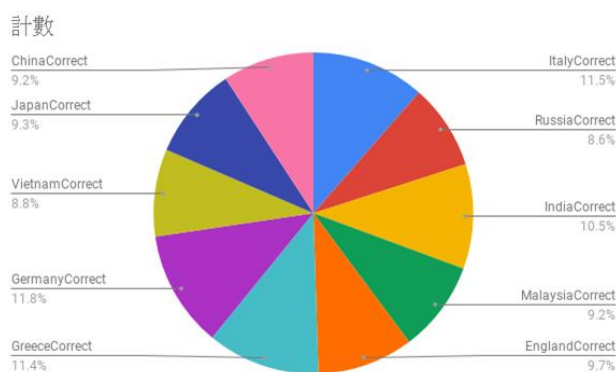


圖 4 環遊世界各國闖關成功比例

4.3. 學生 App 歷程分析

三類情境體驗課程中，教師引導學生開啟 App，透過使用者選單挑選各類課程，開啟 AR 擴增實境介面，在使用 App 期間，平板裝置皆會將學生個別點選的資料儲存到平板裝置上的暫存區，課程結束之後，教師則上傳至雲端空間。

以下以環遊世界為例，做簡要的說明：在環遊世界的 App 介面中，學生依序瀏覽歐洲五國及亞洲五國的國旗、地標及美食，教師通常指導學生先試玩一次課程介面、然後教學、最後則是結合平板遊戲競賽，因此學生至少會有三次亞洲及歐洲各國的學習歷程記錄。

圖 4 為環遊世界的 10 國課程中，美食、地標、國旗皆正確闖關的比率，由數據中可發現，10 國的成功闖關比例平均，顯示絕大部分的學生都能成功體驗 10 個關卡。圖 5 則以表單方式，紀錄並呈現學生答題正確及易錯的國家。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Russia Food	Japan Food	China Food	England Food	India Food	Italy Food	Germany Food	Greece Food	Malaysia Food	Vietnam Food			
2	correct	correct	correct	correct	NasiLem	correct	Gyro	correct	Bratwurst	PekingDuck	NasiLemak	NasiLemak	
3	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
4	correct	correct	correct	correct	correct	correct	PekingD	NasiLem	correct				
5	correct	correct	correct	correct	NasiLemal	correct	Bratwun	Gyro-Gy	correct	correct			
6	correct	correct	correct	correct	correct	correct	PekingC	NasiLem	correct	correct			
7	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	PekingC	correct	correct			
8	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
9	Bratwun	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
10	Bratwun	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
11	correct	correct	Bratwun	correct	NasiLem	correct	correct	correct	Bratwurst	NasiLemak	PekingDuck		
12	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
13	correct	Bratwun	Cunyu	NasiLemal	Bratwun	Bratwun	Gyro	Pa	PekingD	Bratwun	NasiLemak	PekingDuck	
14	Gyro	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
15	correct	correct	correct	correct	NasiLem	Bratwun	Gyro	correct	Cunyu	correct			
16	correct	correct	Bratwun	correct	correct	correct	correct	correct	Bratwurst	NasiLemak			
17	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
18	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
19	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
20	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
21	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
22	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			
23	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct	correct			

圖 5 後端平臺呈現測驗答題資料

5. 結論與建議

本研究結果如下：(1) 學生在接受擴增實境的教學之後，在認知方面的表現優於未接受 AR 擴增實境教學的同學；(2) 學生在接受擴增實境的教學之後，有八成以上皆表現出正向的情意感受；(3) 教師及學生對於導入擴增實境之後，透過訪談得知，AR 做為科技輔助，對於學習的動機有顯著提升，但對於真實情境的英語口語速度，仍感覺較快而不易理解。

此外，本研究提出三項建議：(1)以科技增加英文學習情境：以 AR/VR 科技融入原有學習課程，打破原有情境的硬體設施，可以再增加硬體以外的虛擬實體的物件，形成 1(原有情境)+1(科技融入)=∞(無限擴增的情境及課程) 的成效。課程轉型以學習者為中心，強調學習者主動的知識取得，尤其是學習者利用行動載具在自我導向學習(Self-directed Learning)的情境中，強調學習者主動取得知識的過程。(2)教室課程可結合行動學習：臺北市柯文哲市長認為，一生一平板計畫政策是推動智慧雲端教育講究的不是教育技術革新，而是運用網路雲端(柯文哲_臉書)。在此次蓬萊英情課程轉型是在原有課程中，加入讓學生透過平板來學習，主要運用在發展活動的目標下。增加了差異化學習及教師更能針對課程學習中、低程度的學生，給予更多的對話互動的機會。(3)師資結構增能的重要性：在先期實驗導入的評估中，團隊一致認為教師的增能成為此次課程轉型成功的關鍵。外師並不贊成科技導入與行動學習模式優於原先教學模式，且本校是此次計畫的第一批實施學校，並未有他校外師提供經驗。藉由凝聚團隊共識，發展課程發想，並運用數十次大小增能會議、研習與技術小組共同研考，終將劣勢轉型成為優勢。故，具備有專業能力以及科技內容教學知識(technological pedagogical content knowledge, TPACK)的教師，是有效地引導學生學習。在師資在運用科技融入教學的能力是起點，也是關鍵點。

參考文獻

- 陳志鴻、吳明行、陳家亮、莊玉玫、林玉姬、江秀珠(2018)。擴增實境英語學習系統對於學生學習成就與動機之影響。GCCCE2018 論文集。
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51, 267-272.
- Bimber, O. (2007). *The reality of mixed reality*. Weimar: Bauhaus-University.
- Chang, K. E., Chang, C. T., Hou, H. T., Sung, Y. T., Chao, H.L., & Lee, C.M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, 185-197.
- Chang, M. (2007). Learner control or program control? Students' experience and viewpoints. *2007 Conference on Technology Enhanced Foreign Language Instruction*.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.
- Chung, J. (1999). The effects of using video texts supported with advance organizers and captions on Chinese college students' listening comprehension: An empirical study. *Foreign Language Annals*, 32(3), 295-308.
- Cotton, R. (2005). Input variables in captions research. *Journal of Gifu University*, 54, 17-22.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

- Greene, R. S. (2007). A call for common sense: Minimizing affective filters in the Taiwan L2 classroom. *International Conference on ESL/EFL Teaching Practices*, HungKuang University.
- Irawati, S. (2008). 3D edutainment environment: learning physics through VR/AR experiences. *ACE 2008*, 3(1), 21-24.
- Katchen, J. E., Fox, T., Lin, L., & Chun, V. (2001). Developments in digital video. *Third Pan-Asian Conference "2001: A Language Odyssey"*.
- Ke, F., & Hsu, Y. C. (2015). Mobile augmented-reality artifact creation as a component of mobile computer-supported collaborative learning. *The Internet and Higher Education*, 26, 33-41.
- Kim, J. (2003). *Second language English listening comprehension using different presentations of pictures and video cues*. Unpublished PhD dissertation, The University of New South Wales.
- Lai, A.-F., Chen, C.-H., & Lee, G.-Y. (2019). An augmented reality-based learning approach to enhancing students' science reading performances from the perspective of the cognitive load theory. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 232-247.
- McDonough, J., & McDonough, S. (1997). *Research Methods for English Language Teachers*. Great Britain: Arnold.
- Paivio, A. (1986). *Mental representation: A dual-coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Shadiev, R., Hwang, W. Y., Huang, Y. M., & Liu, T. Y. (2017). Cognitive diffusion model: facilitating EFL learning in an authentic environment. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(2), 168-181.
- Sternberg, R. J. (2003). *Cognitive theory (3rd ed.)*. Belmont, CA: Thomson Wadsworth.
- Taylor, G. (2005). Perceived processing strategies of students watching captioned video. *Foreign Language Annals*, 38(3), 422-427.
- Wang, Y. H. (2017). Exploring the effectiveness of integrating augmented reality-based materials to support writing activities. *Computers & Education*, 113, 162-176.
- Yoon, S., Anderson, E., Lin, J., & Elinich, K. (2017). How augmented reality enables conceptual understanding of challenging science content. *Educational Technology & Society*, 20(1), 156-168.

創客教育 - 是潮流，還是需要？

江文其

樂善堂余近卿中學教師

kongmk@ykh.edu.hk

【摘要】 世界各地的教育部門為了裝備孩子迎接未來，都紛紛推行不同的教育改革。其中創客教育及 STEM 教育以融合跨學科的知識及綜合不同的共通能力而成為各地積極推行的項目。創客教育若適時適切地有效實踐，不但能培育出具備不同知識和技能的人才，更有助提高國際競爭力及協助國家發展。

【關鍵字】 創客教育；STEM 教育；創客；創客運動

1. 前言

教育是讓孩子為未來做好準備，世界正在不斷變遷，且步伐亦越趨快速，他們未來所面臨的挑戰難以預測。社會每個人都關心同一問題——如何賦予孩子能力以面對未來的挑戰，讓他們具備與世界接軌的競爭力。傳統的教學可以為孩子裝備好迎接將來不可預見的新挑戰嗎？我們的孩子究竟要學會甚麼知識、掌握甚麼技能、抱持甚麼態度？動手做的學習，正正提供了新的方向。從動腦開始「想」、到動手「做」、然後「用心」完成，經歷完整的「創作」的歷程，正培養了孩子面對未來最需要的能力：創新的能力、獨立自主思考的能力、主動的動機與解決問題的能力，這些能力正好可在創客教育中實踐。

2. 從創客中學習

創客教育來源於創客運動 (Maker Movement)。創客是一群喜歡及勇於創新的人，利用身邊的一切資源，將自己的創意變成現實，並通過互聯網平台與不同的專家及同好交換知識（如應用的軟體、硬體、材料及技術等），並樂於分享，從而促進互相進步。是一種文化，一種態度，也是一種學習方式。全球創客運動的蓬勃發展為教育新改提供了新的路向。創造的過程是學生獨立或小組協作地發現問題、分析問題，並利用多種工具與資源創造產品。解決問題的過程，是學生基於興趣、綜合多學科的知識尋找問題解決最佳方案。創客教育情境下的學生對自己的學習任務、方向與資源選擇有自主權，帶著問題學習的同時又為了解決問題，深度投入學習的過程中，更容易產生新的創意。學生因此不但發展了發現問題、分析問題與解決問題的能力，而且更容易保持學習的激情、增強學習的信心 (Kurti, Kurti & Fleming, 2014)。

創客教育締造了鼓勵學生思考及提升創新能力的平台，學習內容以專題研習為基礎 (project-based Learning)，以設計探索為目的，並利用科技技術及科學思考來解決問題。學習型態則是屬於以問題導向的學習 (problem-based learning)，這樣的學習內容與形態為典型的「從做中學」的學習方式 (Dewey, 1958)。促進重新思索課程規劃，逐步轉變成問題導向的學習。創客課程是一個具有明確學習目標的學習過程，於所涉及問題的科目知識中聚焦學習。學習內容涵蓋了 STEM - 科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering) 及數學 (Math) 四個範疇。而老師最需要確保學生「學習了什麼」以及「如何轉化為學生的專業知識

與專門領域」此兩大問題，在自造的過程中都可直接經由觀察其學習歷程，而掌握或評估學生是否具備了核心能力」(core competencies) (Executive Office of the President, 2014)

3. 創客教育的實踐要點

要應對未來的挑戰，知識探索及技能的掌握必須並行不悖。創客教育被預視將會在各地的教育界遍地開花，正因為其獨特的實行模式—從以往老師向學生教授課本知識的課程，翻轉成由學生自行思考問題再探索相關知識的經歷。創客教育的發展尚在起步階段，關於創客課程的推行可參考工程教育領域的 6E 教學模式 (Barry, 2014)。

3.1. 投入(Engage)

引發學生的好奇心及興趣。教師可透過提問、連結學生之前所學的知識、帶出重要性、說明設計及操作技術。

3.2. 探索(Explore)

提供學生建構學習經驗的機會，引導思考問題，鼓勵學生參與討論及於小組進行協作，自行找出答案。

3.3. 解釋(Explain)

學生解釋所學到的東西，並加以改良。在小組討論中解釋設計的概念，透過同學間的互動更深入的思考及澄清模糊的概念。

3.4. 工程(Engineer) (Extend/Elaborate)

學生將所學的知識應用到產品創造，將設計概念、原理及理論實現化，依照設計程序來測試及改良產品。

3.5. 豐富(Enrich)

讓學生做更深入的學習，將所學的知識及技能應用到更複雜的問題，又將原設計進行延伸，讓產品可作更廣的應用。

3.6. 評鑑(Evaluate)

採用開放性及多元化的評估設計，包括教師評估、學生自評及互評，尤重視過程的評估及回饋。

4. 創客教育的發展策略

然而，中小學的課程應如何配合，致令創客教育免於淪為流行於一時的一股風潮？在學校推動創客教育時，建議可注意以下六點的策略：

4.1. 校本特色，發展所長型塑創客藍圖

應思考學校現有的優勢(如：地理環境、校友脈絡、歷史成就、校園風氣與氛圍)，善用校外資源，進行創客教育的規劃。亦可將課程融入學校的中長程發展計畫，以建立有校本特色的創客課程。

4.2. 善用空間，建立創作環境

對於創客教育的推行，創客空間 (Maker Space) 是重要的一個場所。在學校可活化校內閒置空間或擴展現有課室的功能，加入合適的工具，讓學生於安全的環境下充分發揮創意。

但須避免抱著「人有我有」的心態，為创客空間添置不合適學生的機械。同時亦須制定教師、學生及管理人員的工作說明、設立專案計畫、安全管理規範、工具採購清單等實用性資訊 (Maker Media, 2013)。

4.3. 创客教育走向課程體系

不單是學生活動，创客教育亦可以不同模式於學校發生，融入常規課程。以課程模式於學校發展，訂立中長期的目標。讓學生得到的不只是知識，更有面對未來挑戰最需要的能力：創新的能力、獨立自主思考的能力、主動的動機與解決問題的能力，才能發揮出创客教育最大功能。

4.4. 改變學習思維，知識在自己手中在創造

创客教育重點在於動腦「想」、動手「做」、「用心」完成，學生獨立或小組協作地發現問題、分析問題，並利用多種工具與資源創造產品解決問題的過程，「以學生為中心」改變以往由老師主導的教育思維，在過程中適時適度引導學生。

4.5. 创客導師

教師是教育的實踐者，创客教育的實踐者並不只是教師。创客鼓勵學生創新，學生所研究的課題往往超越老師的本科知識。此時可引入不同的大學或相關業界提供專業顧問，他們可提供所需技術、知識及專業人員，成為创客教育導師。

4.6. 增強社區網絡，實現創作夢想

教育資源有限，社會力量無窮，中小學與大學及企業合作已不鮮見。學校可善用業界的技術及知識，讓學生的創作得以實現，作品不只局限於模型製作，而可發展成具實際用途的真實產品。現時香港多間大學及企業都積極支援中小學创客教育發展，積極回饋社會為教育作出貢獻。

5. 結語

创客教育是一個創新的教育模式，有別以往恆常的教學，不論在學校的硬件(課室，教具及設備)、軟件(課程內容、教師培訓及教件課材) 或評估機制都需要重新思考。

縱觀世界各地的教育發展趨向，各地教育部門都不斷投入資源於创客或 STEM 教育，它無疑是般難以阻擋的潮流，但必須避免「人有我有，照單執藥」的快速起動模式，否則只是藥石亂投，適得其反。發展创客教育不能拘泥於固有的模式程序，各校需按照自身的學校情況及學生需要，設計有校本特色及以學生學習為主的課程，並須持續優化，讓创客教育得以為學生帶來最大得著。创客教育因為它跨學科的獨特性，且糅合發展學生不同的能力，是孕育未來人才的必要琢磨器。與其論它是潮流還是需要，不如說创客教育既是潮流，但更是需要。

參考文獻

- Burke, DTE & Barry N. (2014). *6E Learning byDeSIGNTM Model. The Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 14-19.
- Dewey, J. (1958). *Experience and Nature (2nd ed)*. NY: Dover Publications.
- Executive Office of the President. (2014). *Building a nation of makers: Universities and colleges pledge to expand opportunities to make*. Washington, D. C.: The White House.

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

Hynes, M., Portsmore, M., Dare E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. Retrieved from https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1165&context=ncete_publications

Kurti, R. S., Kurti, D. L., & Fleming, L. (2014). *The Philosophy of Educational Makerspaces: Part 1 of making an educational makerspace*. *Teacher Librarian*, 41(5), 8-11.

Maker Media (2013). *Makerspace Playbook: School Edition*. Retrieved from <http://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf>

The Effective Use of Multimodal Texts and Tablet Apps to Facilitate the Learning and Teaching of Writing and Speaking

Ming Yi Portia, Lee^{1*}, Ho Wai, Man²,

^{1,2}Lok Sin Tong Yu Kan Hing Secondary School

* leemy@ykh.hk

Abstract: *The introduction of using multimodal texts in English teaching and learning has been implemented to develop students' literacy skills with effective use of tablet apps. Students were required to respond to the multimodal texts in their pre-learning task, and produce their own multimodal texts in the post-learning task. This strategy not only enhances students' literacy skills, but also develops students' self-directed learning and expands their 'learner can do unaided' in the zone of proximal development.*

Keywords: multimodal texts, literacy skills, self-directed learning, zone of proximal development, tablet apps

1. Introduction

The Education Bureau of HKSAR launched the Fourth Strategy on Information Technology in Education in 2015. By using IT in education, it aims to enhance the effectiveness of learning and teaching, classroom interaction, students' ability in self-directed learning, problem-solving and collaboration. For English Language, schools are encouraged to enhance language learning and teaching through the flexible use of electronic media such as digital resources and communication tools. It helps develop students' new literacy skills, increase students' learning motivation and facilitate students' self-directed learning.

2. Problem Statement

In a school with a certain number of students of lower socio-economic status, teachers need to develop an approach that better addresses students' needs and stretches their potential. The students often give excellent ideas and show strong creativity. Yet, they lack motivation and confidence, and to some extent, sufficient writing and speaking proficiency to deliver and articulate their ideas in English. The target group is 25 students from Form 2. These students had difficulties in expressing their ideas clearly in writing and speaking. To further elaborate, students did not have enough vocabulary to express their ideas and they could only deliver their messages using simple sentence patterns.

To tackle the above problems, the introduction of using multimodal texts in English teaching and learning has been implemented to develop students' literacy skills with effective use of tablet apps. Multimodal literacy refers to meaning-making that occurs through the reading, viewing, understanding, responding to and producing and interacting with multimedia and digital texts. It may include oral and gestural modes of talking, listening and dramatising as well as writing, designing and producing such texts (Walsh, 2010). This strategy not only enhances students' literacy skills, but also develops students' self-directed learning.

3. Using Multimodal Texts and Tablet Apps to Facilitate the Learning and Teaching of

Writing and Speaking

Enlightened by Vygotsky's Zone of Proximal Development, the difference between what a learner can do without help and what he or she can achieve with guidance and encouragement from a skilled partner, sheds light on the developmental stages of the students' self-directed learning, as teacher needs to provide appropriate and enough assistance for them to achieve tasks in their Zone of Proximal Development. Therefore, to pave the way for developing self-directed learning, the strategy begins with more teaching input, followed by scaffolding exercises and proceeding with students doing most of the learning by themselves. The goal is a learning transition from confirmation inquiry, to structured and guided inquiries (Bell, Smetana, & Binns, 2005). This way of active learning with increased student ownership would be one that effectively guides students to be self-directed learners (CDI, 2001). In order to enhance students' writing and speaking skills, students are provided with opportunities to process and create multimodal texts, where they can share information and ideas using tablet apps.

Two try-outs were conducted from September 2018 to January 2019. The target group of the two try-outs is the same group of students- 25 Form 2 students with average English ability.

3.1. The First Try-out

The first try-out was carried out between September and October 2018.

3.1.1. Multimodal Texts as Pre-learning Task

'Multimodal texts' are used as the lead-in of the unit where a stimulus is introduced to motivate students' learning. This activates learners' schema around a theme central to the core text to be studied. Students were asked to complete assigned multimodal text tasks as their pre-learning task at home. The multimodal texts are found in the tablet app- English Central.

In English Central, the teacher selected the multimodal texts which best suit the topic of the unit. English Central provides authentic, levelled language video content for teachers to choose from. In the pre-learning task, students had to watch the selected multimodal texts or videos first. By watching authentic videos, students had the chance to learn best through modelling of real language to real use. After watching the authentic videos for the first time, students then had to learn new vocabulary, idioms and target sentence patterns by filling in blanks while interacting with the video line. The chosen vocabulary items and target sentence patterns echo to the ones that students would encounter in their reading texts later in the lesson. After that, students had to speak the new words and phrases in context, where English Central would provide instant feedback on the students' pronunciation and fluency using Artificial Intelligence. This helps students compare their speeches at word and sentence levels, and analyse at phoneme level as well. Apart from helping students improve their pronunciation, this step equips students for the reading-aloud session in English lesson the following day. In English Central, grades and scores were given to the students immediately; therefore, students knew their results right after they finished their tasks. Students could make multiple attempts to score higher in their tasks, and the teacher would see their progress in the learning management system of English Central. This pre-learning task is served as a self-directed learning task. Teacher selected suitable multimodal texts for students according to their abilities and needs, and students had to understand and interpret the multimodal texts. Students would also understand how visual elements create and affect meaning, and what a particular word and phrase refer to in the previous and subsequent context. Follow-up discussions were brought back to school the next day.

3.1.2. Multimodal Texts as Post-learning Task

After students had come across their reading texts, they were directed to produce a text that was structurally and linguistically similar to the reading texts, with appropriate scaffolding by the teacher to sustain self-directed learning, followed by various forms of assessments by peers based on the rubrics devised by the teacher in accordance with the learners' levels of metacognitive development.

For the post-learning task, students were expected to creatively transform their written texts from the previous stage into their own multimodal texts. Students had the opportunities to organise and integrate information and ideas, and articulate and deliver their ideas in speech formats appropriate to context, purpose and audience. This stage is highly learner-centred as learners were given maximal assistance in their presentation, such as utilising interactive speech detection e-learning platforms to demonstrate their learning outcome in the redefinition process under the SAMR model.

Students were asked to produce their own multimodal texts, namely e-books, in the tablet app- Book Creator. Students first typed their written texts in the app, then they had to read the texts and record it using the recording function in the app. In this step, students, in fact, had to transfer the skills that they had learnt earlier in the pre-learning task, reading the target vocabulary and sentence patterns in English Central, into their post-learning tasks. Furthermore, students had to take pictures or search pictures online to provide visual elements to their multimodal texts and incorporate aspects of visual literacy which helped illustrate their written texts. As students produce multimodal texts they need to consider and understand features of design such as layout, composition, use of text and image or graphics– including aspects such as colour, size, medium, angles– and the way these would suit a specific audience (Walsh, 2010).

Selected student work was categorised under different domains of excellence for students to learn from one another and in the end transfer the skills to refine their own work to realise self-directed learning through discussions and practice. Students' retention of knowledge will be further enhanced.

3.2. The Second Try-out

The second try-out was carried out between November 2018 and January 2019. The approach was similar to the first try-out, but with more strategies in the pre-learning and post-learning tasks. The second try-out in fact transformed into a spiral that effectively informed teachers of the learners' progress and stages of development with improved self-learning awareness and capabilities.

3.2.1. Multimodal Texts as Pre-learning Task

Apart from asking students to merely watching videos, learning new words and phrases, and practising their speaking, students were also given a worksheet to complete at home. Students had to answer the questions related to the topic of the multimodal text, they also had to draw mind maps to illustrate the understanding, interpretation and analysis of the multimodal texts. This would equip students to acquire, decode, extract and organise information relevant to the topic of the multimodal texts. Furthermore, it helps make use of knowledge of the world to make sense of the students' reading texts later on.

3.2.2. Multimodal Texts as Post-learning Task

Instead of asking students to produce their multimodal texts in Book Creator, they were asked to produce their multimodal texts using Adobe Spark. Adobe Spark allows students to make graphics and videos in Spark Video and web pages in Spark Page. Students were asked to transform their written texts into a play script. Students took video footage of their drama, together with their written scripts, they made their own webpage.

4. Results

From students' work and results, we can see that students' literacy skills are developed with the help of e-learning. Students are able to understand, interpret and analyse different multimodal texts. From the data collected in the learning management systems, drafts and the end products- multimodal texts made by students, together with the observation by the teacher, we can see that students' learner dependence has been fostered, and 'learner can do unaided' in the zone of proximal development has been expanded in the try-outs. Students are learning in a spiral manner. Students were able to

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

apply their prior knowledge, the knowledge that they learnt from multimodal texts, into their next tasks. Students also stated that they found it easier to express themselves clearly in writing and speaking. Most importantly, students said that the use of e-learning helps improve their writing and speaking skills.

5. Conclusion

The approach which incorporates the use of multimodal texts and provides a better linkage between writing and speaking is a success. By adopting the effective use of e-learning throughout the teaching and learning process, students demonstrate self-directed learning. All in all, the approach is a success.

References

- Bell, Smetana, & Binns (2005). Simplifying inquiry instruction. Retrieved from https://www.mun.ca/educ/undergrad/scied/files/bell_simplifying-inquiry_2005.pdf
- Biggs, J. B., & Watkins, D. A. (2010). Motivating Students to Learn. In L. f. Zhang, J. B. Biggs, & D. A. Watkins, Learning and development of Asian students: what the 21st century teacher needs to think about (pp. 79-107). Singapore: Pearson Education South Asia.
- The Curriculum Development Council. (2001, September). Learning to Learn - The Way Forward in Curriculum Development. Retrieved from <https://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/cs-curriculum-doc-report/wf-in-cur/index.html>
- Walsh M. (2010). Multimodal Literacy: What does It Mean for Classroom Practice? *Australian Journal of Language and Literacy*, 33(3), 211–239.

透過人面辨識系統初探數學在 STEM 中的角色及應用

梁國豪

佛教覺光法師中學

leungkwokho@gmail.com

【摘要】學生經常會向數學老師提問「為甚麼我要學數學」、「數學在 STEM 中的角色只是測距、計時等，難道沒有其他應用嗎」。本課題旨在探討在初中階段與學生一起探討數學如何帶動 STEM 及於日常生活中的應用。近期報章經常強調國內的人面辨識系統協助警方捉拿通緝犯。人面辨識系統是如何運作？與數學有甚麼關係？研究結果顯示，學生能透過這類活動提升對數學應用的認知。數學與科技是如何配合。

【關鍵字】數學應用；STEM；人面辨識；科技教學

Abstract: Students always ask “Why do I need to study Mathematics?”, “What is the role of Mathematics in STEM other than measuring the distance or keeping the time?” The objective of this thesis is to investigate how Mathematics is integrated into STEM in our daily life. In recent years, face recognition has played an important role in catching criminals in China. How does face recognition work? What is the relationship between face recognition and Mathematics? There is clear evidence that students can understand more about the application of Mathematics, and the relationship between Mathematics and technology through participating in activities related to face recognition

Keywords: Application of Mathematics, STEM, Face Recognition, Technology Education

1. 前言

香港政府近年增撥資源到學校發展 STEM 教育。STEM 是指「Science」、「Technology」、「Engineering」及「Mathematics」四個範疇的統稱，是有集成性的，也就是說它應該是一個能夠為社會提供整體認識世界機會的橋樑，讓學生能把學習到的零散知識，變成一個互相聯系的整體(叶, 2016)。但各校的 STEM 發展也在於編程、機械人、創造。但在這過程中，數學的元素又有多少？不難讓人聯想到以上的問題。作為數學老師，我們可以做甚麼扭轉學生這樣的想法？筆者與教育局數學教育組於種籽計劃中合作，就著這個問題做了一系列的研究方向。鑑於近年「人面辨識系統」成為熱門的話題，我們就利用這個課題，讓學生探討數學在 STEM 中的應用及喚醒學生學習數學的目的為何。

本研究利用了 MS Excel 試算表作為數據處理的平台，再配合隨堂的數據收集，再利用線性回歸的方式把數據分析，得出屬於該班的人面特徵的數據方程，並且即堂進行測試，讓學生得知自己所建構的數學模組。從而讓學生知道數學中 STEM 教育中所扮演的角色。

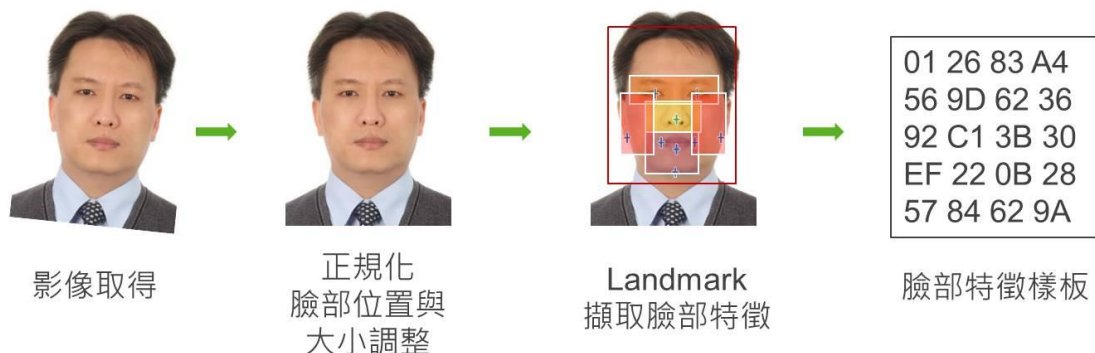
2. 現況分析

現在推行 STEM 教育往往是與科學、工程及科技的關係較為直接。而有學者認為 STEM 教育是在於增加學生對了解物件運作的原理及了解科技的用處。(Bybee, 2010)。至於數學在

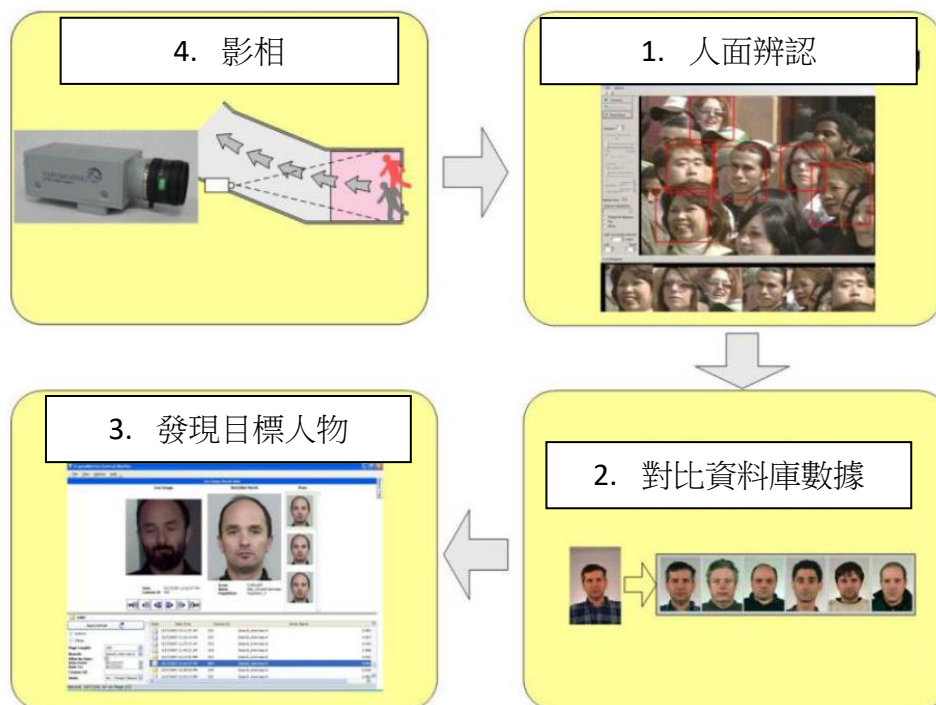
STEM 中究竟扮演著甚麼角色？扮演著科學的僕人 (Servant of science) 的角色？數學只能用於測速、計時、量度高度及重量嗎？訓練邏輯思維？數學如何才能把其功能呈現在學生眼前？

筆者就從一堂初中的「初探人面辨識系統」來演說數學在 STEM 中的功能，並解釋為甚麼數學好像在 STEM 中消失了一樣。

3. 初探人面辨識系統的原理



在取得影像後，先把影像的角度調節。再辨認面部特徵。從面部特徵再與資料庫的數據對比，從而辨認出需要尋找的人。



圖二：臉部辨識應用 - 觀察名單比對

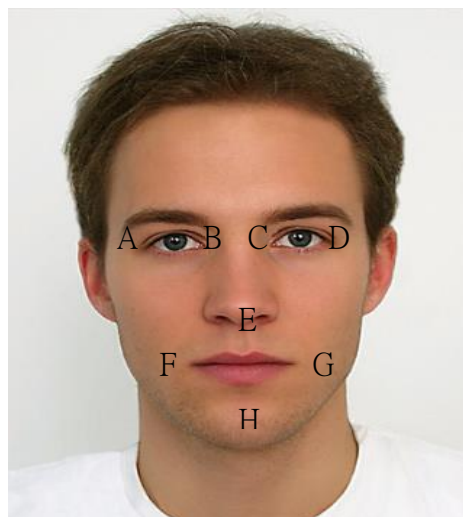
4. 課堂設計

課堂對象為中二其中一班學生。

學生已學會座標幾何及基礎統計學。但由於筆者在課堂中會用線性回歸這概念，把這概念與觀察數據趨勢合併，但只會提其概念，而不會把重點放在這處。

由於人的面部有太多特徵，筆者只能把課堂的流程簡化，只量度面部的部份特徵。

AD = _____	量度數值	標準化(除以 AD)
(i)AB (眼睛闊度)		
(ii)BC (雙眼距離)		
(iii)FG (咀部闊度)		
(iv)AE		
(v)EH		
(vi)AF		



上表是讓學生得知人面的特徵是指這些能夠容易被量化的資料。但因為初中學生只學會以座標系統 (x, y) 標示一組數據，所以我們只隨意挑選以上兩組數據作為參考資料。而「標準化」的意思是因為影相的人面圖像大小不一，所以經標準化後，圖像便能用同一標準作為參考資料 (徐，2018)。而筆者用 AD 作為參考標準，計算各項數據與 AD 的比例。

學生先為鄰座同學量度相關距離並記錄。接著，學生便把相關資料輸入電腦，以 Excel 作記錄，並立即繪畫圖像，用線性回歸找出最合適的直線。

在課堂中進行測試，倘若數據偏差大，可以質疑該圖像是否人類。若果誤判，便可以把該數據加入數據庫或從數據庫中刪除，優化線性回歸所得出的方程。

最後總結階段，學生仍會對如何製作實體的相機及如何只用相機辨認眼睛、鼻、咀等五官感到疑惑。這樣學生明白到成就一樣新技術，需要各方專家傾力合作才可出現。如何辨認人面上的五官，便要靠工程師設計相關的器材、編程專家要寫出效能高的程式，這樣才能發揮人面辨識系統的最大效用，及達到最終目標。

5. 總結

數學在 STEM 中的應用，往往並非以實體的姿態出現。而是隱藏在實體背後的原理。例如超聲波感應器，其計算的原理經已被編程及燒錄在微處理器內。這些是我們肉眼看不見，但數學的用處卻是不可缺少的部份。

實際上仍有很多的例子，例如以畫圖方式解鎖的手機，為甚麼只有九點便能足夠保障手機的私隱？這是涉及排列與組合課題。例如全球衛星定位系統為甚麼可以這樣準確地把我們身處的位置定位？這是涉及座標幾何及三圓定位的數學概念。這些概念是被應用到日常生活之中，但我們卻會忽略的地方。

筆者希望以這類課題作為引子，讓學生得知數學並非與他們距離很遠，只是數學的性質是較為「含蓄」，較難讓學生察覺她的美及存在。

6. 鳴謝

香港教育局數學教育組課程發展處

7. 參考文獻

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

Bybee, R. W. (2010). *What is STEM education?*. Retrieved 03/01/2019 from

<http://science.sciencemag.org/content/329/5995/996>

Ultrasonic Detection – Basics & Application. Retrieved 03/01/2019 from

<https://www.elprocus.com/ultrasonic-detection-basics-application/>

葉兆寧(2016)。美國優秀STEM課例評析及其本化。瀏覽日期 03/01/2019，來自

<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotat-KJJY201611009.htm>

徐宏民(2018)。人面辨識系統的技術環節。瀏覽日期 03/0/2019，來自

<https://www.digitimes.com.tw/col/article.asp?id=780>

8. 圖片來源

<http://www.dimensiondata.com.tw/epaper252/images/No252-1.jpg>

Conducting Effective Learning by Using Key Questions

Suk Wah Cheng¹, Chi Hoi Li²

^{1,2} HKCCCU Logos Academy

chengsw@logosacademy.edu.hk

Abstract: *The authors have been engaged in lesson planning which uses key questions as one of the tools for their design of lessons. This article is a research which focuses on students' depth of learning through the use of key questions for the Grade 8 Chinese Language and Grade 10 IBDP Physics students. By using three specific dimensions, namely, high-order questions, integrative approach and reflective approach, key questions have been used in the lessons. It was found that appropriate use of key questions could cater for learner diversity and increase the depth of learning. However, it might not lead to high academic performance which was confirmed in the other previous literature. Nevertheless, helping students to be deep learners could prepare them better as a life-long learner in future.*

Keywords: Key questions, Effective learning, Deep learning

1. Introduction

Effective learning has been a key issue in classroom teaching and learning. However, there is more information available nowadays than in the past. Students have to know how to find, select, process, connect and use relevant information. More than that, change is now a permanent state so that students have to have the capacity to learn, be capable of enhancing and transferring knowledge, and prepare themselves to work with others collaboratively and to become lifelong learners. Because of these, the contemporary goals of learning have been focused more on knowledge generation (construction) with others (co-construction), and less on independent knowledge acquisition (coverage) (Watkins & et al. 2007, p.18).

Moreover, teachers have found that they have to change their teaching strategies more frequently for students to learn better as the latter are different from their predecessors. The new generation, Generation Z, is more autonomous, independent, self-confident, technologically advanced and have affinity for texting and messaging. These Gen Z kids spend several hours a day in social media or searching for information from internet. They are able to absorb tons of new information through different forms of visualization every day. However, these kids have short attention spans and are less focused than their predecessors, so that it becomes very hard for teachers to capture and to hold their attention in order to have a better impact on their learning habits. Igel and Urquhart (2010) suggested that teachers could create ideal classroom environments so that *students feel part of an inquisitive community of investigators*. They also suggested using strategies such as posing and probing significant questions, which helped students to share what they have learnt.

The authors always think that there are *invariants* in the core of teaching and learning and conducting effective learning should be the main focus in education. Different strategies can be viewed as *equivalence* if they bring effective learning inside or outside classroom. Keeping students motivated to learn and engaging students to learn effectively are examples of invariants while experimental investigations, cooperative learning, eLearning, AR, VR, game-based learning, etc. are all equivalent if they help bringing effective and deep learning to students. However, which strategies to be used depend on different types of learners with different abilities; otherwise they may bring negative effects to student learning. Suitable use of key questions, the authors believe, would help catering for learners' diversity and bring deep learning. They can also bring good training of critical thinking skills and creativity to the students. More importantly, transfer of

knowledge can be done through deep learning, which can prepare students well to become life-long learners one day.

The purpose of this article is to answer the following two research questions:

- (1) Do key questions cater for learner diversity?
- (2) Do key questions produce deep learning?

2. Surface Learning vs Deep Learning

Although deep learning may not help students with high test scores (Campbell & Cabrera, 2014), teachers should still focus on teaching and learning which fosters students' opportunities to reach for deep levels of understanding. However, in Smith & Colby's (2007) study, they found that teachers tended to teach at surface levels and students generated surface responses. They also suspected that their finding was not uncommon among the general population of teachers and students. They proposed *that teachers need to understand, value, and foster deep approaches to learning in their students*.

Surface learners can recall facts, patterns or procedures but they cannot reflect on the underlying purposes. They can recall information or ideas but not their personal views. Deep learners, on the other hand, can give critical point of views towards the content knowledge and turn other's ideas into their own personalized structure of knowledge. They easily relate and integrate different ideas to previous knowledge and experience, so that they become more and more used to examine the logic of arguments in their learning. Although these distinctions are intuitive to most teachers, the surface and deep learning have already been well documented. Marton & Säljö (1976) completed the original work of deep and surface approaches to learning. In their study, students were instructed to participate in a study to read a text and were told they would be asked questions about it later. Students adopted two different approaches to the task, which were called deep approach and surface approach to learning. Students adopting deep approach put their focus on comprehending and understanding the text while those adopting surface approach attempted to remember the facts and the details from the text and focused on questions they thought they would be asked later. According to Marton & Säljö's framework, surface learners tended to focus on memorization or applying procedures which did not involve reflection while deep learners focused on the relationship of various aspects of the content, formulated hypotheses or beliefs about the structure of the problem or concept, and related more on obtaining the intrinsic learning and understanding. However, Smith & Colby (2007) found that there was evidence that deep learning could happen in classroom, but most often it did not. Nevertheless, their research has shown that teachers' efforts to foster deep learning outcomes did make a difference and they suggested teachers should devote themselves intentionally to teach for deep student learning.

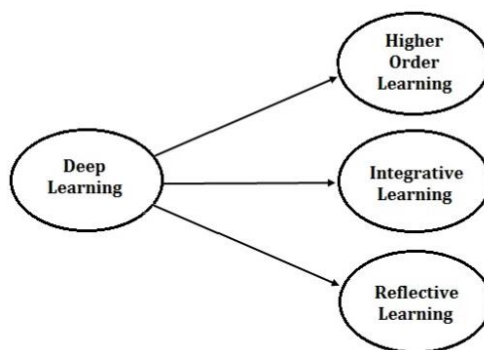


Figure 1. Three factors as manifestations of deep learning (Source: Campbell & Cabrera, 2014).

Three specific dimensions of deep learning behaviours are defined, which support the conceptual literature on approaches to learning (Nelson Laird et al., 2005). They are higher-order learning, integrative learning and reflective learning (Figure 1). The higher-order learning involves meaning-making and thorough understanding of the concepts. Students can analyze and synthesize the content, make judgements about the information and apply them to solve

problems. The integrative learning approach helps students to connect facts and ideas, integrate various sources and look at course materials from different perspectives. The reflective learning approach taps the metacognitive process and helps students to analyze and understand other people's views, and to change their own views about a topic.

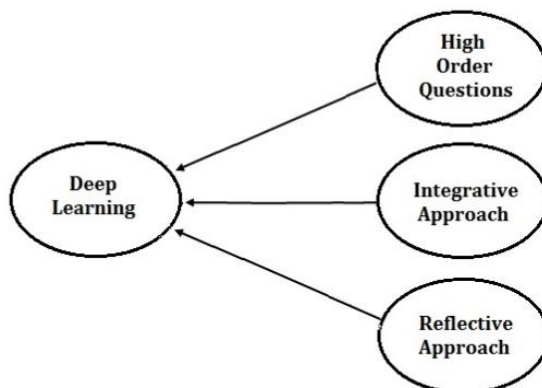


Figure 2. Design of key questions for bringing deep learning.

The authors reverse the process, i.e. by using the three specific dimensions in opposite direction, to design their key questions to bring deep learning in their lessons (Figure 2). High-order questions are designed with integrative approach and reflective approach, with learning arena of new technology.

New technology has opened up new spaces, leading to new pedagogical approaches and an expansion of its role. Thorpe (2012) suggested three areas which fostered new forms of pedagogical creativity, namely, educational resources, learning design and mobile learning. Change is a norm. Technology creates opportunities which change how students learn and effective learning can be strengthened by proactive pedagogy which works creatively with technology. Technology also revolutionizes learning processes and facilitates students to communicate, to exchange ideas and to co-construct knowledge. Regarding educational resources, Cress (2012) commented that although internet was not a learning technology itself, it changed the learning culture dramatically. It allows users to make use of abundance of resources, which support them to learn and to acquire new concepts. She also gave examples of how people applying their knowledge and building up new knowledge collaboratively from their individual experiences. However, there has been much erroneous information in the internet. For example, the rumors of the association between measles and autism have caused measles cases nearly doubled recently (United Nation, 2019). As good facilitators, teachers have to update their knowledge frequently to meet the challenges of huge amount of information coming every day. They have to check student ideas and concepts they get from the internet and help them critically questioning themselves about their own explanations and understanding, as well as the others'. In the following sessions, discussions of the methods and the result of the study followed.

3. Methods

This study sought to examine the relationship between the use of key questions and the depth of learning. The authors are Chinese Language teacher and Physics teacher in the same college. The two samples of students came from Grade 8 Chinese Language and Grade 10 Physics students who studied International Baccalaureate Diploma Programme (IBDP).

Grade 8 Chinese Language students

The diversity of this cohort of 34 students was great. There were students of strong ability in language and there were students of low ability. They were 1:1 iPad class. Every student has their own iPad in every lesson. There were 10 topics for the test period from September 2018 to January 2019 and students did not have much prior knowledge about the topics before lessons. One key question was designed to focus on the core content of every specified topic, highlighting cognitive conflicts, engaging students to be curious about the topic and helping them to read and to carry out self-study. The design

of the key questions broke the rule of moving from the simplest to more complex. Moreover, all “branches of questions” were taken away while the key was to train students critical thinking skills and to cater for learners’ differences by the use of leaps and bounds in questioning. Pre-tests (before introducing the topic) and post-tests (after the teaching and learning activities) were given to students and they were asked to answer the key question in the tests. It aimed at assessing students self-learning ability, ability of prediction and imagination, and the use of previous knowledge. The key question would be difficult to the students but it aimed at helping students to be able to learn, keeping them motivated, arousing their interests and promoting them to take initiatives in their learning.

Grade 10 Physics students

All IBDP students are equipped with a laptop for their lessons. This group of students was studying IBDP Physics and they came from two different blocks, with a total of 8 boys and 5 girls. Occasionally, the author would send out articles or require students to search information from the internet for answering some questions before the lessons. During lesson time, students could also search for information when questions were being discussed. The role of teacher was to help reshape their ideas through the use of key questions in the lessons. It was a good training to them and they would learn the techniques of narrowing down their searching and critically using the information, especially for preparing their internal assessment and writing their extended essay in future.

Apps were also used in lessons or practical sessions. Students were also required to run simulations for their experiments. In this case, teacher would lead them to think about their restriction and the difference between simulations and the reality by investigating the reasons and the assumptions behind.

During lessons, development of concepts and ideas were always done through experiential learning and discussions. Conflicts in learning were mainly used to tackle the misconceptions in Physics. However, students were not told explicitly that key questions were designed and used for each lesson in order to avoid Hawthorne effect.

Design of Key Question

Regarding the design of the key questions, several principles were followed:

- (1) They must not be closed questions.
- (2) Different sets of questions were designed at different stages whether in a lesson or in a unit with appropriate use of integrative and reflective approaches interchangeably.
- (3) Most of them were designed to raise cognitive conflicts.

The key design principle of the classroom setting was that it must be “learner-centered”, i.e. teachers must attend to and make use of what students bring to the classroom. In questioning, several rules were followed:

- (1) Genuine respect for different perspectives or answers from the students.
- (2) Being an active listener and providing (or helping other students to provide) constructive criticism.
- (3) No response such as “It’s correct” or “It’s not correct”.
- (4) Wait time used for students making up their arguments/answers.
- (5) Clarifying questions or asking students to clarify questions if there were a need.
- (6) Summary statements used as comprehension checks at different stages.

In lessons, teachers would elicit and attend to what students bring to classrooms and engage their ideas by making use of their contributions in teaching and learning. The key questions, at most 1 to 3, acted as a key to guide the whole process through different activities and uses of technology. The use of key question focuses on knowledge transformation of students rather than knowledge transmission. Students were always led to challenge their own view points. Where does your answer come from? Is it from the passage/the experiment results/any logical deduction? Is there any evidence? At the end of the lesson, teachers would lead students to make conclusion and help them to build up their own ideas.

Qualitative observations on student learning and quantitative assessments were both used. At the end of the test

period, questionnaires were used to assess the learning outcome and to evaluate the use of key questions on deep learning. 5-point Likert scale, namely, *strongly disagree*, *disagree*, *neither agree nor disagree*, *agree* and *strongly agree*, was used to rate the degree to which students agree or disagree with the statements shown in Table 1.

Table 1. Questionnaires to students to evaluate the use of key questions in lessons.

Question	Statement
1	I know there have been key questions in lessons.
2	I noticed that key/some question(s) is/are always repeated in a lesson.
3	There have been enough pauses for me to think before answering questions.
4	The (key) question(s) used in the lessons can
(a)	help guide me to develop the ideas in the lessons.
(b)	challenge my previous ideas/provide conflicts against my previous knowledge.
(c)	help me better understand the articles/teaching materials to be learnt.
(d)	better prepare me for doing homework/preparing tests and examinations.
(e)	help me to read the textbook/relevant materials after the lessons.
(f)	help me to increase the duration of memory retention of the learning materials.

4. Discussion of Results

Improvement of self study and reading ability in Grade 8 Chinese Language students

The learning platform, LoiLoNote, was used for students to read articles and answer key questions before lessons. There would be no grouping, nor discussion and students had to answer the key question from their own prior knowledge and personal experience. Teacher would not comment whether the answer was right or wrong, but would adjust the teaching progress according to the students' answers. When two or three teaching activities were over, students would be required to answer the key question again by submitting their answers to the LoiLoNote. The teacher would mark the answer again and analyze how the key questions had trained students' thinking by using the performance of how they answered the key questions.

Table 2. Results of pre-test and post-test of Grade 8 Chinese Language students.

Topic	Period	Pre-test Score		Post-test Score	
		Mean	Range	Mean	Range
1	September, 2018	1.59	1-3	2.89	1.5-4
2	September, 2018	1.80	1-3	3.07	2-4
3	October, 2018	2.29	1-3	3.25	2-4
4	October, 2018	2.56	1.5-3	3.34	2-4
5	October, 2018	2.27	1-3	3.35	2.5-4
6	November, 2018	1.97	1-3.5	3.21	2.5-4
7	November, 2018	2.22	1.5-3.5	3.16	2.5-4
8	December, 2018	2.98	2.5-4	3.07	2.5-4
9	January, 2019	3.10	2-4	3.40	3-4

The research period from September, 2018 to January, 2019 was further divided into 3 stages, i.e. at the beginning, at the middle and at the end, to assess students' performance in these 3 stages. Scales 1–4 were used to assess their answers and analyses the trends.

The key question could help students to grasp the core of the topic. It could also arouse students' curiosity to learn and enhance their motivation of self-study. From the data, it could be seen that the difference of the pre-test score and the post-test score decreased, showing an overall improvement of self-study and reading ability (Table 2). If we regarded the use of the key questions as one of the teaching goals and if the students were allowed to answer the key question at the beginning of a lesson, it could help students to have a clear direction in learning and to receive a better training in their reading and thinking skills. The less-able and the more-able students would both find their places and spaces in answering the key questions. They gave different answers, and their ways of thinking and perspectives were fully respected. Under such practices, we believe, students' ways of thinking would no longer be limited by lengthy questions, but would form their own problem-solving skills. With the help of LoiLoNote learning platform, students' answers were easily recorded and teachers could provide instant feedback. Students could also use it to evaluate each other, showing the benefits of e-learning.

Table 3 shows the results of the 34 Grade 8 Chinese Language students on evaluating whether the key questions helped them in learning (*Agree* represents the percentage of students who *strongly agree* and *agree* with the statement while *disagree* represents those who *strongly disagree* and *disagree*).

Table 3. Results of Grade 8 Chinese Language students on evaluating use of key questions in lessons.

No.	Statement	Agree	Disagree
1	I know there have been key questions for Chinese lessons.	97.1%	0.0%
2	I noticed that the key question is always repeated in a lesson.	85.3%	0.0%
3	There have been enough pauses for me to think before answering questions.	20.6%	38.2%
4	The key question used in the lessons can		
(a)	help guide me to develop the ideas in the lessons.	52.9%	14.7%
(b)	challenge my previous ideas/provide conflicts against my previous knowledge.	61.8%	14.7%
(c)	help me better understand the articles to be learnt.	52.9%	14.7%
(d)	help better prepare me for doing homework/preparing tests and examinations.	32.4%	35.3%
(e)	help me to read the textbook/relevant materials after the lessons.	35.3%	20.6%
(f)	help me to increase the duration of memory retention of the learning materials.	32.4%	29.4%

From the above data, students gave positive feedbacks to the key questions. They admitted that the key questions could help them develop their ideas, challenge their previous thinking, deepen their understanding of an article and help them extend their reading habits. Regarding the time for thinking, students found that there was insufficient time for them to think over before giving their answers. It was admitted that limited time was given to students to answer questions in the pre-test. The pre-test and the post-test formed the whole part of the use of key questions. Students were required to try to answer the key question at the pre-test and they would not be assessed until they gave answers at the third stage. In the past, students were undoubtedly giving immediate response towards a question. But now, they would be given 2 to 4 lesson time of exercising their thinking skills.

In the summative assessment and school tests, traditional assessment similar to public examination was still used to assess the students. Teachers had to help students transfer their ability and switch to the mode most suitable for facing the traditional examination. For the students, however, the effect of this type of training for the examination was not so

obvious to them.

Catering for learning diversity in Grade 10 Physics students

The author gives course evaluation questionnaire to his students after the first summative assessment every year. There are 30 questions in the questionnaire. The first 15 questions are for the students to assess their learning of the subject during the first semester while the last 15 questions are used to assess their teacher. Table 4 shows part of the results of the questionnaires by Grade 10 IBDP Physics students after their first summative assessment.

Table 4. Part of the results of course evaluation questionnaires by Grade 10 IBDP Physics students. The percentage represents the number of students who *strongly agree* or *agree* with the statement.

No.	Statement	Male	Female	Total
7	I often find myself questioning things that I hear in lessons or read in books.	75.0%	100.0%	84.6%
9	I participate in class discussions.	87.5%	100.0%	92.3%
10	I take the initiative in bringing new ideas and materials to class.	62.5%	80.0%	69.2%
13	I find that the subject is difficult for me.	87.5%	80.0%	84.6%
16	My teacher encourages student participation.	100.0%	100.0%	100.0%
17	My teacher allows opportunities for asking questions.	100.0%	100.0%	100.0%
18	My teacher is willing to listen to my questions.	100.0%	100.0%	100.0%
22	My teacher maintains student interest.	75.0%	100.0%	84.6%
23	My teacher provides appropriate challenges.	87.5%	60.0%	76.9%

The students, as usual, found Physics difficult. The responses reflected that students were positive towards the use of key questions in the lessons during the first semester.

In this study, another questionnaires were used (see Table 1) and the following is the result after the first semester (*Agree* represents the percentage of students who *strongly agree* and *agree* with the statement while *disagree* represents those who *strongly disagree* and *disagree*).

Table 5. Results of Grade 10 IBDP Physics students on evaluating use of key questions in lessons.

No.	Statement	Agree	Disagree
1	I know there have been key questions in lessons.	15.4%	38.5%
2	I noticed that some questions are always repeated in a lesson.	53.8%	15.4%
3	There have been enough pauses for me to think before answering questions.	84.6%	7.7%
4	The questions used in the lessons can		
(a)	help guide me to develop the ideas in the lessons.	92.3%	0.0%
(b)	challenge my previous ideas/provide conflicts against my previous knowledge.	76.9%	15.4%
(c)	help me better understand the teaching materials to be learnt.	92.3%	0.0%
(d)	help better prepare me for doing homework/preparing tests and examinations.	69.2%	7.7%
(e)	help me to read the textbook/relevant materials after the lessons.	38.5%	38.5%
(f)	help me to increase the duration of memory retention of the learning materials.	46.2%	7.7%

From the students' responses, it was found that the key question and lessons were designed to meet their purposes (No. 1–3). The results also showed that most students (of different and various abilities) found the questions in the lessons could help them develop ideas, challenge their previous knowledge and better understand the teaching materials (No. 4(a)–(c)). It has provided solid evidence that key questions could cater for learner diversity. Moreover, key questions

Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.

could also produce deep learning from student perspective. However, the use of key questions might not help students effectively to read relevant materials and to increase retention of learning materials in memory in order to better prepare them for the tests and examinations. These results confirmed Campbell & Cabrera's (2014) findings. Having said that, teachers should need to help their students to become strategic learners (Entwistle & Ramsden, 1982) to achieve their goals in their assessment in future, in addition to be deep learners.

5. Limitations

There are several possible noteworthy, but not insurmountable, limitations to this study. First, there is no comparison group in this study, i.e. no control for this experiment. Teachers should use the most suitable and appropriate strategies in a lesson and provide the best learning environment to their students. The authors have been using key questions in their lessons for years and believe that they would help students to learn better. It is argued that it would not be moral to have a control group for testing the effect of the use of key questions towards deep learning, so that it is decided to use qualitative observations on student learning and to evaluate the effect of the depth of learning by questionnaires. Second, this study only utilizes data from one single college and the sample size is small. Cautions should be used when generalization is to be made. Further studies should explore whether the findings of this study could be replicated in other college.

6. Conclusions

This study makes three important contributions to the literature. First, it confirms that key questions can help catering for learner diversity. Participation of discussion and involvement of individual thinking process through appropriate use of key questions stimulate effective learning process so that students of different abilities can participate. Secondly, there has been support to hypothesis that the design of high order questions with integrative and reflective approaches and the use of those high-order questions bring deep learning. Nevertheless, this study confirms again that deep learning is not a necessary condition for a high academic result. The finding also raises potential questions for future research of modifying strategies (*equivalence*), while keeping key question (*invariant*) as the core of learning to help students to achieve good personal development and to prepare them to become life-long learners.

Teachers would like to give their students the opportunity to become deep rather than surface learners. However, deep learning can happen but not very often in classrooms. The authors believe that deep learning would help students to integrate their knowledge and to provide better training of both critical thinking skills and creativity. More importantly, deep learning can help students to have transfer of knowledge easier and put them at a better position to be life-long learners in future. There has been great emphasis on incorporating 21st century learning skills, which include critical thinking, problem solving, communication skills and collaboration skills, in the core curriculum (Aronowitz, 2010). Effective use of key questions plays an important role in it. Moreover, design of key questions can lead teachers to re-think the learning process of students and how to design well-structured learning environments to the students. It benefits students as well as teachers.

References

Aronowitz, S. (2010). 21st-century skills: Evidence, relevance, and effectiveness. Retrieved from <http://thejournal.com/articles/2010/04/08/21st-century-skills-evidence-relevance-and-effectiveness.aspx>

- Looi, C. K., Shih, J. L., Huang, L. X., Liu, Q. T., Liu, S. Y., Wu, D., Zheng, N. H., Zhuang, Z. Y., Guo, J., Yang, S. Q., Wen, Y., Liao, C. Y., Huang, S. X., Lin, L., Song, Y. J., Wei, Y. T., Liang, Z. Z., Zhang, M. Z. (Eds). (2019). *Teacher Forum Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)*. Wuhan: Central China Normal University.
- Campbell, C. M. & Cabrera, A. F. (2014). Making the mark: Are grades and deep learning related? *Research in Higher Education*, 55(5), 494-507.
- Cress, U. (2012). Education technology in Europe - Current issues from the learning sciences perspectives. *Educational Technology*, 52(2), 14-17.
- Entwistle, N. J. and Ramsden, P. (1983). *Understanding Student Learning*. London: Croom Helm.
- Igel C. & Urquhort, V. (2010). Generation Z, meet cooperative learning. *Middle School Journal*, 43(4), 16-21.
- Marton, F. & Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning: Outcome as a function of learners' conception of task. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 115-127.
- Nelson Laird, T. F., Shoup, R. & Kuh, G. D. (2005). Measuring deep approaches to learning using the National Survey of Student Engagement. Paper presented at the Annual Meeting of the Association for Institutional Research, Chicago, IL.
- Slavin, R. E. (1987). Developmental and motivational perspectives on cooperative learning: A reconciliation. *Child Development*, 58, 1161-1167.
- Smith, T. W. & Colby, S. A. (2007). *Teaching for Deep Learning*. The Clearing House, 80(5), 205-210.
- Thorpe, M. (2012). 'Does pedagogy still matter?'. *Educational Technology*, 52(2), 10-14.
- United Nation (2019). Measles cases nearly doubled in a year, UN health agency projects. *UN News*, 14 February 2019. Retrieved from <https://news.un.org/en/story/2019/02/1032771>.
- Watkins, C., Carnell, E. & Lodge, C. (2007). *Effective Learning in Classrooms*. London: Sage.

GOOGLE

