

於 STEAM 科目中運用「自主學習」行動研究成果

An Action Research on the Implementation of Self-Directed Learning in STEAM Education

鄭凱銘

明愛聖若瑟中學

kwonghm@csjss.edu.hk

【摘要】 本研究探討在中學 STEAM 教育中融入自主學習元素的成效。研究以 Zimmerman 的自主學習五大元素為理論基礎，透過設計融入自主學習的 STEAM 課程，探究其對學生學習動機、預習習慣及學習成效的影響。研究對象為中四級學生，採用前後測問卷及課堂觀察收集數據。研究發現，融入自主學習元素的 STEAM 課程能有效提升學生的預習習慣、小組協作能力及自主學習態度。學生透過反轉教室進行預習、體驗式學習及合作學習等自主學習策略，展現出更高的學習興趣和參與度。研究結果顯示，將自主學習融入 STEAM 教育不僅能提升學生的學科知識，更能培養其 21 世紀所需的自主學習能力。然而，實施過程中仍需考慮學生能力差異及教師專業發展等因素。本研究為 STEAM 教育融入自主學習提供了實證參考。

【關鍵字】 自主學習；STEAM 教育；反轉教室；合作學習；電子學習

1. 教學活動背景

近過去十年，自主學習已經成為了教育領域的一個熱門話題。在 Zimmerman (2002) 的研究所得，學生透過設定目標、自我規劃、自我監控、自我評價和自我修訂的五大自主學習元素可以提升學生學習的自主性和自我效能，透過自我監控，學生更能夠識別問題，制定解決方案，不斷調整學習策略，可使他們提高學習投入和持久性。有見及此，四間學校嘗試將自主學習元素融入 STEAM 教學之中，課程內容與日常生活有關 (STEAM for All)，讓學生在課堂上進行實際操作和解決難題，從中鍛煉他們的解難能力和動手做能力，學生透過一系列的課堂活動，從而經歷自主學習 5 步曲，達至提升共通能力，裝備生活技能，讓學習更有趣味性，促進同學應用及鞏固學科知識。

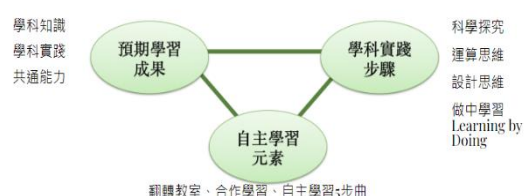


圖 1. 理念構思



圖 2. 自主學習的五個元素及過程

本次自主學習行動研究是以學生為中心的教學方法，旨在鼓勵學生主動參與學習過程，通過自我探索和動手實踐來提高學習效果。在整個 STEAM 學習過程中，以 Knowles (1975) 自主學習的五個學習元素過程為基礎，由學習者主動分析他們的學習需要，策劃學習目標，辨析學習資源、選取合適的學習策略及評估他們的學習成果作本次課程的教學法及教學內容設計為核心，從而啟發對學習的樂趣，兼顧學生的全人發展。

2. 教學法及教學目標

這次教學研究採用了以自主學習為主要教學策略，並提供了探究式學習活動，使參與的學生有發展及發揮潛能的空間。而在學習課題的過程中，老師均以日常生活經驗來引發學生的學習動機，再讓他們從實驗中探索和領悟當中的科學概念和原理。另外，課堂以小組形式合作進行，以加強學生之間的協作。研究同時加插了前測和後測問卷以收集學生對自主學習的認知和經歷了課堂後對於自身學習和自主學習課堂的反思。以下是本研究的教學法應用、目標及特點：

1. 探討不同能力的學生經歷自主學習課堂後的改變

透過自主學習的課堂可以探討對 (1)學生學習動機的提升效果；(2)對學生上課前預習動機的提升效果；(3) 對學生學習成效的提升效果。

2. 自主學習融入 STEM 教育課程設計

課堂以相同的課堂流程及加插自主學習的框架，主要分成三大部份，包括課堂前的預習及前測問卷、課題加插自主學習的推演及課後延伸學習和後測問卷。

3. 利用電子學習優勢 建立學習新模式

在本次的行動研究中，會嘗試加入多種的自主學習元素到課程中，當中有在課堂前，以反轉教室的預習策略，相較傳統的紙本預習，老師透過電子學習工具製作預習教材，提供予學生選擇，這打破了傳統格局，學生可以隨時隨地使用電子工具輕鬆學習，提升他們的學習動機並培養自主學習能力，學生於家中使用電子學習系統進行有效的課前預習，老師可以遙距於電子平台上觀看學生的預習成果，回校的課堂重上老師可以集中在給予他們預習成果的評論、給予建議及理清誤解，讓教與學更為得心應手。

3. 課程活動的對象及人數

科目	教學時數	對象及人數
中四級資訊與通訊科技科	中四級 STEAM 科	12

4. 教學活動內容與實踐

研習旨在提供學生一個豐富的學習經驗，透過探究和實踐，讓他們成為主動的知識建構者和問題解決者。將編程領域的核心概念，並將其應用於真實世界的情境中。通過這樣的方式，學生將能夠將所學知識轉化為實際的解決方案，並體驗到 STEM 領域的應用價值。本活動分為以下三個階段進行：

4.1. 階段一：收集學生自身對於自主學習的習慣和看法(詳情參閱附錄二)

前測問卷

問卷分成了五大部份，包括了收集學生對預習的習慣、對課堂的小組活動的看法、對做筆記的看法、反思技巧及習慣和自主學習的經驗及態度。建立前測問卷的目的是為了瞭解學生自主學習能力的起點，評估學生在自主學習方面的起點能力，包括自我監控、自我調整、自我評估等能力，這有助於教師了解學生在自主學習方面的強項和待改進之處。

1)預習的習慣：學生平時很少有預習習慣，但只要是老師有提供的也會完成。比較多同學傾向選擇觀看影片作為預習功課及希望有小組課堂活動，他們都認為小組活動能夠更專注於課堂的學習，也有更多的機會表達自己意見及展示學習成果和提升解難能力等。

2)小組活動的看法：學生重視做筆記的重要性並對此持正面看法，他們都會在老師的提點下摘錄筆記，不過摘錄筆記大多都是未經消化的筆記只是單純的抄寫，可能只增強了學生對課堂知識的記憶，他們未能好好變通應用知識。不過他們都認為做筆記有助於記錄重要概念

和關鍵內容，並提供了復習和回顧的便利工具。3) **反思技巧及習慣**: 學生反思自己在課堂上的表現，同時反思自己能否掌握課堂上的內容。不過他們不懂或不多反思自身的學習技巧會否得到改善。

4.2. 階段二：設計教案和預習 (詳情參閱附錄一、附錄三)

課堂前，使用翻轉教室預習中學生透過影片學習如何使用「Dry Run 空運行」幫助他們了解不同程式不同時段變量的數值和輸出，並在 Google Classroom 上完成課前預習練習。

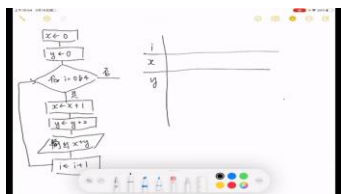


圖 3. 預習短片

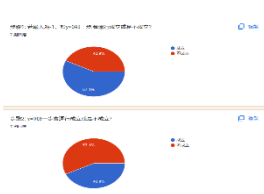


圖 4. 學生預習評估

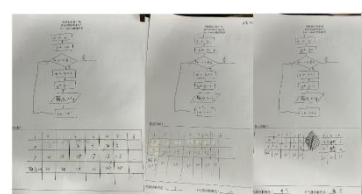


圖 5. 學生預習筆記

4.3. 階段三：課堂研習(詳情參閱附錄四)

課堂中學生需以二人和四人小組為學習單位，並使用 Flowgorithm 平台讓學生合作編寫程式，當中合作學習元素包括了 pair check 和 jigsaw，以小組共享知識，一起完成目標。



圖 6. Pairs check 研習情況



圖 7. 教師回饋



圖 8. 拼圖式合作學習(Jigsaw Learning)研習

4.4. 階段四：後測問卷 收集學生經歷自主學習課堂後的看法

1) **學生對預習習慣的改變**: 學生對預習習慣的改變是正向的。他們表示在日後的課堂前都會花時間進行預習，並能夠完成老師給予的課前預習任務。這顯示學生已經意識到預習的重要性並開始實際行動起來。這種改變有助於提升學生的學習效果和理解能力，並促進他們在課堂上更積極地參與和互動。

2) **對課堂的小組活動的看法**: 學生均認為自主課堂中小組活動能夠從其他同學身上學習。這種合作學習的形式讓他們有機會分享知識和經驗，從其他同學身上獲取新的觀點和見解。其次，學生認為小組活動可以使他們更專注於課堂的學習。通過參與小組討論和合作活動，他們能夠更深入地理解和應用所學內容，並與其他同學共同合作解決問題，給予他們表達自己意見和展示學習成果的機會，彼此的學習中獲得更多啟發和反思。

3) **對自主學習的態度**: 學生均表示對自主學習持有正面的態度。他們普遍認為自己喜歡能夠自主地決定學習什麼內容，以及如何進行學習。這顯示他們對自己的學習有著一定的掌控欲望，並希望在學習過程中能夠發揮更多的自主性。這種自主選擇的學習方式有助於激發學生的學習興趣和動機，提高他們的學習效果。

5. 教學活動總結

於這次自主學習行動研究中，引入了反轉教室的預習策略、體驗式學習及做中學習、筆記摘錄整合及合作學習等自主學習元素，並加插電子學習元素，目的是提高學生的學習興趣和動機，進一步提高學習效果。以下是教與學的總結：

1. 學生對課堂的預習習慣；如果學生沒有任何預習或沒有興趣預習，他們在這次的課堂上，是沒有可能順利完成課堂活動或老師期望的學習成果，因此，學生能養成一個良好的預習習慣，對老師推行自主學習時，是一個關鍵的因素。

2. 學生喜歡小組活動及合作學習；在本次行動學習的前、後測問卷中，學生十分認同合作學習能幫助他們在其他同學身上學習更多，能在討論中獲得新的知識，或者會思考同學的不同意見，作整理及歸納結論，同學都十分喜歡小組相關的合作學習。

3. 老師在自主學習課堂的準備；老師跟學生預習習慣一樣，老師需要大膽去嘗試，相信學生會完成預習使命，這次就是一個成功例子，沒想過學生會完成所有預習，當然，老師在準備預習材料時，需要按學生的能力及需要去作出預習的準備，把課堂交給學生。

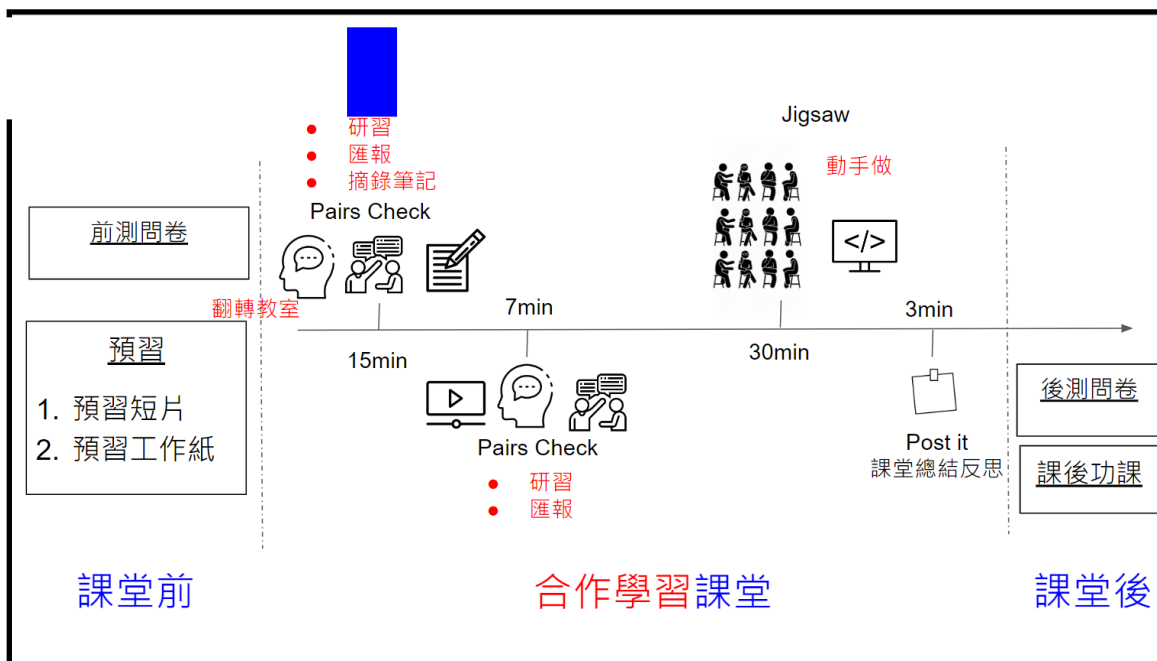
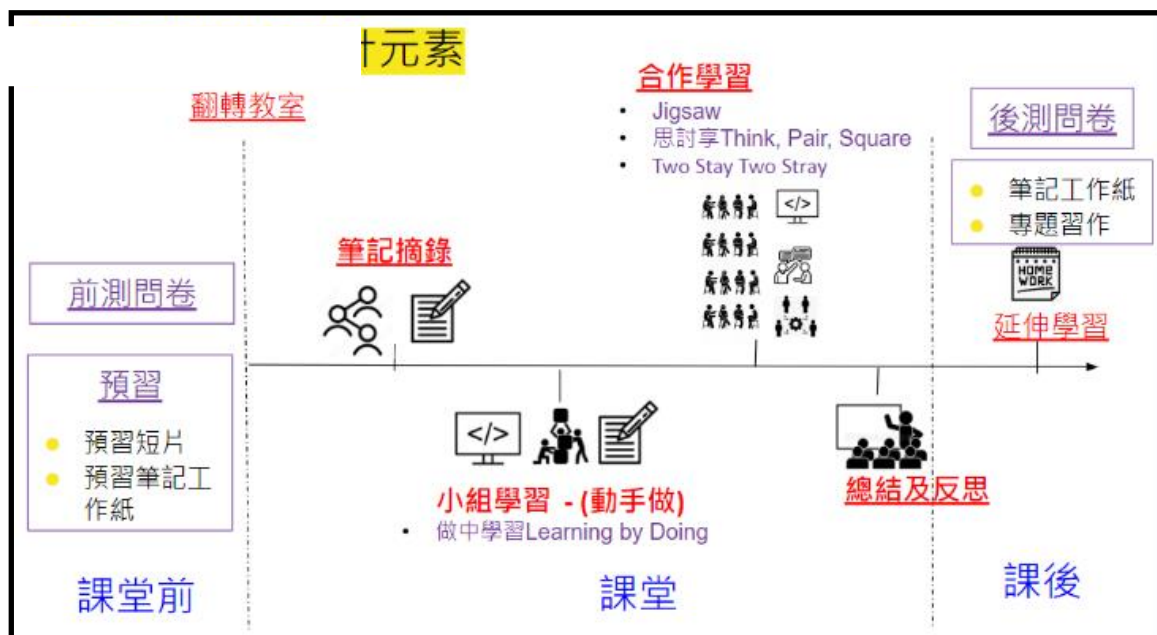
4. 將自主學習下一步推廣及分享；作為校內的 STEAM 教師，應該把今次的行動學習成果向科學領域及科技領域的相關老師介紹及作出分享，期望學校相關 STEAM 的科組老師都可以把本次的教學法嘗試使用，當然，各位一起努力的第一步是培養學生的預習習慣及筆記摘錄的習慣，因為需要各科共同努力，才能一起養成學生的學習習慣，在一步步推行全校自主學習時，會順利很多。

最後，通過將自主學習元素融入 STEAM 課堂中，可以體現出更加能促進學生的學習動機、學習效果和自信心。然而，實施自主學習策略於 STEAM 教育上也存在不同挑戰，例如學生的學習能力、預習習慣和動機、教師應用自主學習元素的指導及應用能力等。因此，在實施自主學習策略時，老師需要仔細考慮任教的課題、任教校內學生特性及需求，並進行詳細的計劃，加入相應的自主學習元素或培養學生的自主學習預習習慣。經歷完這次的自主學習課堂後，認為自主學習是一個非常有價值的學習方法於 STEAM 課程上，可以幫助學生發展自己的學習能力外，並為學生培養不同的廿一世紀技能及態度。

參考文獻

Zimmerman, Barry J (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70.

附錄一：自主學習融入 STEAM 教學 課程設計



附錄二：前測問卷

問卷內容：

預習習慣

第一部份: 你的預習習慣

Description (optional)

1.1 我在每個課堂前都會用時間進行預習。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

1.2 我能完成老師給予的課前預習。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

1.3 試就以下五項預習方式，排列你喜歡的程度: (最喜歡排列為1, 如此類推。) *

	1	2	3	4	5
紙本工作紙	☐	☐	☐	☐	☐
網上工作紙	☐	☐	☐	☐	☐
看影片	☐	☐	☐	☐	☐
閱讀課本	☐	☐	☐	☐	☐
閱讀課外資料	☐	☐	☐	☐	☐

對小組活動看法

第二部份: 你對課堂的小組活動的看法

Description (optional)

2.1 小組活動能夠讓我從其他同學身上學習。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

2.2 小組活動能夠讓我更專注於課堂的學習。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

2.3 小組活動能夠讓我有更多的機會表達自己意見及展示學習成果。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

2.4 小組活動能夠讓我提升解難能力。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

2.5 小組活動能夠讓我從活動中檢視自己的學習成效。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

對做筆記看法

第三部份: 你對做筆記的看法

Description (optional)

3.1 我有自行摘錄筆記的習慣。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

3.2 我會把課堂上所學到的重點用自己的方法作記錄, 如符號、文字、圖象等。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

3.3 我認為摘錄筆記對我的學習有幫助。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

反思技巧及習慣

第四部份: 你的反思技巧及習慣

Description (optional)

4.1 我會反思自己在課堂上的表現(例如:專注力、參與討論、投入課堂任務)。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

4.2 在課堂後,我會反思自己能否掌握學科知識 / 該堂的重點。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

4.3 在課堂後,我會反思自己的學習技巧是否得到提升及優化。 *

	1	2	3	4	
非常不同意	☐	☐	☐	☐	非常同意

4.4 當發現自己學習時有困難, 你會如何解決? (可選多於一項) *

☐ 問老師

☐ 問同學/朋友

☐ 自行上網找資料/ 找課本

☐ 放棄不理會

☐ Other...

4.5 自我反思對我的學習有幫助。 *

	1	2	3	4	
--	---	---	---	---	--

附錄三：教案

科目： <u>資訊與通訊科技</u>	年級： <u>中四</u>
單元： <u>必修單元 D</u>	課題： <u>循環</u>
教節：單元的第 <u>1</u> 節	課時： <u>55 分鐘</u>

與課題有關的前置知識 / 已有自主學習策略 / 學習難點

<u>前置知識</u>	<u>已有自主學習策略或習慣</u>	<u>學習難點</u>
1. 生懂得閱讀及繪畫基本的流程图 2. 生懂得基本的 if-then-else 條件運算	1. 本的抄寫筆記 2. 些學生會進行課前閱讀老師給予的資料 3. 生自行搜集資料進行匯報	<u>能力較弱的學生：</u> 了解循環的結構繼而推斷出答案 <u>能力較好的學生：</u> 將循環和條件運算結合運用並實踐於不同的情況之中

預期學習成果 / 教學目標

完成本教節後，學生能夠學會

<u>學科知識</u>	<u>自主學習能力</u>	<u>價值觀和態度</u>
<u>ICTK01:</u> 編程中循環原理 <u>ICTK02:</u> 如何在 Flowgorithm 中編寫一個循環	<u>SDLL01 課前自行觀看影片預習：</u> 學生透過 <u>翻轉教室</u> 影片學習如何使用「Dry Run 空運行」幫助他們了解不同程式不同時段變量的數值和輸出，在回校時的課堂老師將會舉出數個例子讓學生運用預習所學。 <u>SDLL02 合作學習提升學生協作能力：</u> 以 <u>二人和四人小組</u> 為學習單位，讓學生共同完成學習任務。學生在合作學習中，他們需要互相支持、參與提供意見，讓他們在溝通中建構一個積極的學習環境，組員遇上困難時，其他組員可以提點及幫助，可以增強學生之間的互信和團隊凝聚力。	<u>「EDB2022 學會學習 2+」</u> 框架中： 1. 小組中需要尊重他人、關愛能力較弱的同學。 2. 寫程式時的解難能力和需要發揮他們的創造力將概念實體化。

	SDLL03 摘錄筆記: 課堂中的學生需要針對不同的程式，使用空運行得出結果，同時小組合作探究時，學生需要繪畫他們所計設程式的流程圖，如程式運行後的結果和預期不相同時，他們需要進行修正，提升他們自我管理和監控的元認知。	
--	--	--

所需的教學資源

<u>課堂前</u> 預習影片、網上平台預習題目	<u>課堂中</u> 手提電腦、筆記	<u>課堂後</u> 網上平台功課
-----------------------------	-----------------------	----------------------

教學程序	所需時間	教學活動和教學策略	目的	「自主學習」元素	所需資源/備註
引起動機 (重溫前置知識)	15min	教師發放包含循環的編程例子，前後共兩題，每題的流程如下： 1. 師展示題目，並給予學生兩分鐘時間以預習中「空運行」的方式拆解。 2. 生們兩人一組，用兩分鐘的時間和組員展示其答案，並討論他們之間的包括答案和「空運行」表設計的異同。 3. 組於白板上寫下答案，老師會抽出其中一組的一個同學進行講解，讓他展示他設	ICTK01: 編程中循環原理	SDLL01: 將預習影片中學習到的元素運用 SDLL02: Pairs check: 教師提出程式例子，學生兩人一組互相討論結果，老師輪流讓每組學生匯報。 SDLL03: 學生自行書寫其空運行表，並於小組中作出檢察或修定。	

		計的「空運行」表和得出答案的步驟。 4. 師有需要時或是答案有出入時會提供意見如何更有效建構「空運行」表以正確閱讀該程式。			
發展階段	5min 2min	教師向學生展示一段「開口中」的示範影片，完成後要求他們二人一組討論以下兩點： 1. 遊戲有什麼循環部份 2. 個循環中有哪些條件運算 老師抽出其中一組匯報，其他組別作補充	ICTK01: 編程中循環原理	SDLL02: Pairs check: 學生兩人一組互相討論結果，老師抽出一組學生匯報。	
應用階段	10 min 10min 10min	老師會將學生分成兩大組後就學生上一部份討論所得的條件運算，讓學生分為4個專家小組，每個專家需要討論、研究及於Flowgorithm中編寫其條件運算。 **如果有能力較好的組別完成得較快，老師會要求他們思考一些邊緣輸入讓他們作更深層的構思。 專家小組回到自己的小組後向組員們分享、展示及組合程式。 兩小組將最後的循環部份合力完成。	ICTK02: 如何在Flowgorithm中編寫一個循環	SDLL02: Jigsaw: 教師在課堂中段會提出一個「開口中」的程式，學生需要就每一個條件運算分成數個專家小組討論該部分的編程如何設計。	

總結	3min	老師派發 post it 讓學生寫下課堂所學，然後貼在白板上。			
延伸活動		老師給予學生線上練習，當中包含了這課題的 DSE Past Paper。			
(自我反思)		讓學生填寫後測問卷。			