

運用 SPOC 促進生命科學深度理解學習之前導研究

A Preliminary Study of Using SPOC to Enhance Deeper Conceptual Understanding in Life Science

郭孟倫，楊叔卿*

國立清華大學學習科學研究所

*scy@mx.nthu.edu.tw

【摘要】 本研究探究如何有效運用小規模線上私人課程於生命科學課程中，以促進學生深度學習。本研究採混合研究設計，以資料多重檢核技術分析多元資料後得到以下結論：儘管大多數的學生滿意 SPOC 之創新教學模式，但此種方法並不能有效促進整合性的深度學習，這可能因為未習慣學習模式、學習動機較低、自主學習能力弱等原因。本研究亦歸納出 SPOC 教學模式之反思、設計解法與基於 SPOC 之 S-IDEAL 學習模式。

【關鍵字】 MOOCs；SPOCs；生命科學教育；深度理解；翻轉教室

Abstract: *This study explored how to effectively implement Small Private Online Courses (SPOCs) to enhance deeper conceptual understanding in life science. The study used mixed-method approach, the study analyzed multiple data (including qualitative and quantitative) through data triangulation. The results show that even though most students are satisfied with innovative SPOC model, it is unfortunate that the current model does not enhance deeper conceptual understanding. This is probably due to heavy learning loads, unfamiliar with the learning model, unable to complete video watching, lack of time to integrate with prior knowledge, and so no. Additionally, based on the current experiences, the study identifies underlying problems and thus proposes possible designed solutions as well as SPOC-oriented S-IDEAL learning model.*

Keywords: MOOCs, SPOCs, Life Science Education, deeper conceptual understanding, flipped classroom

1. 前言與文獻探討

1.1. MOOCs 的興起與挑戰

大規模線上開放式課程 (Massive Open Online Courses, MOOCs) (臺灣譯為磨課師，中國譯為慕課) 是一系列經由全球名校大學所錄製的免費線上開放式課程，透過 Coursera、EdX、Udacity 等平台製播營運，旨在提供學生開放且彈性的學習管道，讓學生根據自己的學習速度、條件、特性掌握自我導向的學習。

在過去三年當中，MOOCs 相關的研究急起直追 (Hew, & Cheung, 2014)。2014 年的地平線報告也指出：「隨著新平台的出現 (MOOCs)，我們越來越需要認真評估這種模式，明確瞭解如何有效支持大規模的協作、互動與評鑑。若只是利用新技術是不夠的，教育模式必須使用這些工具和服務來吸引學生，進行高層次的學習 (p.26)。」因此，史丹佛大學校長 John L. Hennessy 認為：「線上學習就如同音樂產業面對數位下載般，將對教育帶來革命性的改變，並引發高等教育的數位海嘯 (Auletta, 2012)」。

儘管 MOOCs 的提倡者眾多，但仍受部分質疑，諸如：課程完成率低 (Perna et al., 2014)、評分機制公平性 (Hew, & Cheung, 2014)、小組協作學習難以實踐、學習數據分析過度著重於量化資料，忽視質性資料的情境及多元特性等 (Eisenberg & Fischer, 2014)。

1.2. 從MOOCs到SPOCs的翻轉教室課程

為了解決MOOCs的完課率等問題，Fox(2013)提出了小規模線上私人課程(Small Private Online Courses, SPOCs)，利用MOOCs中高品質的教學影片搭配校內教師的教學設計與課堂活動，同時利用大規模的數據分析改善課堂成效。此類型的課程目的是結合MOOCs的課程，並增加授課者的影響力(leverage)、學生生產力(throuout)、學生精熟程度、學習投入。他的研究指出在SPOC的學習環境中，教師可以減少批改作業以及製作教學材料的時間，花更多時間設計相關學習活動。Ziebarth and Hoppe(2014)的研究則使用Moodle作為SPOC課程的平台，透過影片、Wiki page、嚴肅遊戲Matchballs、小組討論問題設計一SPOC課程。研究結果顯示大多數的學生都表示相對其他只有講述的課程，他們投入得更多。此外，此類型的課程不僅需要學生投入大量的時間，教學者也需要重新設計課程與評量的方式，以完善此類的課程設計。

由於SPOCs的教學模式是以MOOCs上高品質的影片作為教學內容，學生在課堂前就能對於基礎知識有所了解，因此，在實體的課堂教師得以實踐高層次的教學內容、解惑、或提供其他額外的學習素材或練習。此種以影片為主的學習方式(video-based learning)類似於近年來的翻轉學習(flipped learning)模式。翻轉學習是一種混成教學法，旨在將傳統課室缺乏互動的講述內容透過影片方式呈現，讓課堂能夠更有效率且讓學生更加投入，進而能夠從事高層次的任務，例如：問題解決、概念澄清、實做專題等(Goodwin & Miller, 2013; Hamdan, McKnight, McKnight, & Arfstrom, 2013)。翻轉學習/教室的研究近年來也在全球引起風潮，研究指出翻轉學習能夠提升學生主動學習的有效性(Hung, 2014)。

翻轉教室起緣於美國的兩位高中化學老師Jonathan Bergmann與Aaron Sams，他們原想幫助學生因露營而沒趕上的學習進度，因而錄製了教學影片並放到網路上。令他們驚訝的是，許多沒有缺課的學生也觀看了課程影片，使得課堂的成績變得更好，課堂上也有更多的師生、生生互動(Tucker, 2012; Bergmann & Sams, 2012)。相關的研究也證明了翻轉學習的模式能有效提升師生互動、促進學習投入、提高作業完成率(Goodwin & Miller, 2013; Hamdan, McKnight, McKnight & Arfstrom, 2013)。然而，由於採用MOOCs影片於實體課堂的SPOC教學模式的實徵研究仍付之闕如，特別在亞洲相關的研究仍十分有限。

1.3. 生命科學學習之難點

生命科學教學有幾項特色：(1)教材更新速度快，且包含眾多生物發展的概念與核心內容；(2)教材內容具有大量的多媒體內容，包含圖片、影片；(3)課堂的教學主要以教師講述為主，缺乏學生中心的教學活動(Gliddon & Cridge, 2015)。

儘管教師直接的講述能夠幫助學生了解生命科學的基礎核心知識，研究也指出過分依賴講述可能會導致學生產生迷思概念(misconceptions)(Schwartz & Bransford, 1998)、無法深度學習(Halpern & Hakel, 2003)等缺陷。然而，由於生命科學領域的知識翻新以及研究快速發展，教師講述為主的教學對於學生理解領域核心概念、系統性的變化與發展在生命科學領域仍有其重要性。教師的講述猶如雙面刃，雖能促進學生快速理解，讓學生快速掌握核心的學科內容知識，但過度強調講述的教學法又讓學生建立起缺乏反思、死記印背的學習文化，無法促進學生融會貫通，自主學習的能力。

Watson(2015)採用了翻轉學習的教學模式在大學部神經解剖學的課堂活動中，學生在課前先觀看神經解剖學核心概念影片，課堂時間則請學生運用影片所學知識，形成小組解剖蛇的塊狀物。實徵結果發現學生認為這種練習十分有幫助，且增進他們對於學習神經解剖學的興趣與信心。由此可見，採用翻轉教學的模式可以促進學生對於學科的理解和興趣，但是否能夠提升批判思考以及複雜問題解決的能力則不得而知。

2. 立論基礎與研究問題

考慮到上述回顧之文獻內容，研究者認為若能透過 MOOCs 上優質的課程影片，設計以學生為主體的 SPOC 翻轉教學課程，不但能夠提高完課率、促進自主學習並深化學習經驗，還能解決生命科學教學中過度講述、缺乏學生中心教學活動之難點。因而，本研究希望透過實徵性之混合研究了解 SPOC 教學模式下，學生對於此種教學模式之回饋、習慣以及是否能促進高層次的學習，以下提出本研究之研究問題：1. 學生在 SPOC 教學模式下，對於平台功能、學習素材使用與學習經驗有何看法？2. 學生在 SPOC 教學模式下，學習成就、學習滿意度表現為何？3. 執行 SPOC 教學模式過程中，遇到哪些機會與挑戰？

3. 研究設計

3.1. 研究方法與流程

為強調研究情境之複雜脈絡並深度探究 SPOC 教學模式在高等教育領域之實務應用 (Sung & Pan, 2010)，本研究應用混合研究法 (mixed-methods research) 中的多重檢核設計 (triangulation design)，同時蒐集量化 (學習成就測驗、學習經驗問卷) 與質性 (課室觀察、深度訪談) 兩種資料，比較、檢核質量資料以減少研究偏誤，提高多重檢核 (cross validation) 之目的 (Creswell, & Clark, 2007)。

本研究在實施前先進行文獻回顧與需求分析，整理過去文獻中之核心概念並與授課老師共同討論後設定研究問題。接著，根據研究問題尋找並蒐集研究工具並配合學期時間執行 SPOC 教學模式 (共九週)，同時研究者進班進行課室觀察。在課程結束時，研究者發放學習經驗問卷，並根據課室觀察、問卷結果訪談授課教師與助教。

3.2. 研究情境與參與者

本研究的研究情境位在臺灣北部一所研究型大學中生命科學系的系統神經科學課程，此課程主要介紹神經網絡的結構與功能。這門課是介於細胞神經科學與認知神經科學的重要基礎課程，並特別探討感覺神經系統與運動神經系統。

研究參與者包含一名授課教師、一名課程助教以及三十四位學生。授課教師為生命科學系之講座教授，過去擁有豐富研究與教學經驗，並參與開放式課程與 MOOCs 多門課程的製播跟授課。本課程助教為授課教師之博士生三年級，曾多次擔任生命科學助教，對於課程內容、學生迷思概念有許多經驗。本課程參與者為生命科學系、醫學科學系、物理學系等系所學生，他們在課前已了解平台之功能與操作，並在課程了解課程之授課與評量方式。

3.3. SPOC 平台功能與課程設計

本研究採用國立清華大學開發的 ShareCourse 平台。ShareCourse 建立於 2012 年，為台灣最早之 MOOCs 平台，致力於與大眾分享 (Share) 優質且受歡迎的線上課程 (Online Course)，故定名為 ShareCourse。截至 2015 年為止，ShareCourse 已經與國內外超過 50 個知名高等教育機構以及學術單位合作共同製播並開發 MOOCs 課程，著名合作單位包括：清華大學、交通大學、台灣大學、台灣科技大學、中央大學等。

平台主要功能包括：1. 課程資訊：課程概述、學習進度、學習教材等；2. 教學影片：有一主題單元，每單元由 8 到 9 個約 20 分鐘的影片組成，影片包含學習焦點、核心概念及小節結論；3. 小節練習：提供學生課程內容相關練習題確認理解；4. 討論區：根據影片對應章節，提供學生疑惑或深度討論空間，同儕、助教或教師會在平台解惑；5. 課程測驗：包含兩次的成就評量，評量學生是否掌握課程核心概念，分別於第四、八週進行，題型為 40 題單一選擇題，滿分為 100 分。

本課程共有九週包含線上與實體課程。前八週的課程為單元學習及討論，學生在課前須觀

看線上教學影片，且須參加每週一小時的實體討論課程。討論課程由兩部分構成，第一部份為問題解惑，由同學提出影片中有疑惑的地方，再經由同學、老師、助教解惑；第二部分為理解問題，教師設計 5 到 10 題根據課程內容的理解問題並透過教室互動系統確同學課程理解程度，並口頭請同學發表意見。第九週為課堂紙筆測驗，測驗的內容為整合性的問答題寫作，旨在測驗學生高層次整合能力。

3.4. 資料搜集與分析

本研究之研究工具包含學習成就測驗、課室觀察、深度訪談、以及學習經驗問卷。學習表現包含系統神經科學學習成就測驗（40 題選擇題）以及一次的期末整合寫作測驗（4 題問答題），每項成績最高分為 100 分。研究者於課程進行時進行課室觀察，主要針對課堂流程、師生互動、問題討論等面向進行場域筆記，紀錄所見之情形。深度訪談係針對課室觀察所遇到的問題，從多元管點角度了解教師、助教的觀點與意見，以了解 SPOC 融入生命科學課程之機會與挑戰，並藉由深度反思作為第二階段之設計。學習經驗問卷共計 22 題，調查學生的「學習滿意度」、「平台功能」、「學習素材使用」及「學習經驗」，前三面向採用李克特六點量表 Likert scale（非常同意到非常不同意），「學習經驗」採選擇題與開放式問題，依據受測者自身經驗填答。

本研究資料搜集從 2014 年 9 月到 2015 年 2 月。研究者於訪談過程中將錄音，並於事後謄寫逐字稿，並根據「平台使用」、「課程設計」、「學習評量」三面向進行意義編碼，以利結果分析；學習經驗問卷則採線上問卷形式，透過 IBM SPSS 20.0 軟體進行統計檢定分析。為提高研究可信度與外在效度，本研究採取資料的多重檢核方法，檢證量化資料與不同觀點的質性資料（Denzin, 1978）。

4. 研究結果

4.1. 平台功能、學習素材使用與學習經驗

本研究透過問卷調查法探究學生之平台功能、學習素材使用以及其學習經驗，排除無效問卷後共有三十名學習者作為參與對象。

從平台功能來看，結果顯示九成五以上的學生認為 SPOC 的教學影片對於他們的學習最有幫助（平均 5.47，50% 非常同意，46.7% 同意）；八成學生認為為同儕、助教與教師之回饋（平均 5.03，23.3% 非常同意，56.7% 同意）以及定期考試（平均 5.03，26.7% 非常同意，53.3% 同意）亦已有助學習，而小節練習與討論區則相對而言較少使用。此結果與 Hew, & Cheung(2014) 的研究結果一致，學生鮮少使用可能是因為線上討論的品質差、獲多數學生都潛水不發文。換句話說，討論區與小節練習的功能雖對學習者有助益，但在 MOOCs 情境中則較不被看重。從深度訪談的資料中，授課教師與訪談同學 A 也提到知識性的討論區可能讓參與者擔心面子問題而趨向保守，進而不敢在平台上發問。

分析學習素材的使用後，問卷結果也發現即使在 SPOC 的學習環境當中，仍有超過八成學習者保有觀看課程時製作課程筆記的習慣（60% 非常同意，26.7% 同意）。再者，過半的學習者會在網路搜尋其他線上學習資源（13.3% 非常同意，43.3% 同意）以補足學習內容的不足。相對來看，僅不到二成的學習者尋找圖書館紙本學習資源（6.7% 非常同意，10% 同意）或運用教科書研讀。更仔細地說，SPOC 所帶來的學習模式讓學習者更加善用網路上的學習資源以資探索學習，學生逐漸對於傳統的學習資源（如：圖書館學習資源、教科書）的依賴性下降，也就是說，以影片為基礎的學習型態（video-based learning）在形式上讓學生熟悉了網路學習的特型與知識建構的模式後，會相對削弱學習者對於傳統學習資源的依賴。

除了平台功能的使用與學習素材的分析，學生的學習經驗與習慣也是探究創新 SPOC 學習模式重要的一環。從投入時間分析，有五成學生每週投入四小時以上於本課程當中（4 小時

以上 20%，3-4 小時 26%），超過三成學生每週花費 2-3 小時課程中（36%），顯示大部分的學生都投入許多的時間與精神在 SPOC 的學習模式當中，可見 SPOC 實為能夠促進學習投入的教學模式。

從影片觀看比例分析，將教學影片全部看完的學生佔兩成（20%），有五成學習者看完大部分影片（50%），然而，也有四分之一的學習者只看完一部分的影片（26.7%），換言之，雖然學習者投入許多在課程當中，但能夠自律看完所有教學影片的學生仍在少數。

不令人意外地，學生在實體課堂中提問的頻率非常低（3.3%總是提問，10%經常提問，33.3%幾乎不提問），這可能因為學生在 SPOC 的線上平台上可以透過討論區提出疑惑以解決問題，也有可能因為華人的文化因素，害怕問問題會丟面子，導致實體課堂提問頻率偏低。因此，總結學生的學習經驗後發現，如何促進學生看完教學影片並鼓勵他們積極投入於學習活動並主動發問時為 SPOC 學習模式中可著力之重點。

4.2. 學習成就與學習滿意度

為了解學生成就表現與學習滿意度，研究者使用問卷法調查學生對於 SPOC 學習模式之滿意度，並使用成對樣本 t 檢定分析學生的成就測驗與整合性寫作測驗。研究結果顯示近九成的學習者對於 SPOC 融入教學的學習經驗感到滿意（60%非常同意，33.3%同意），且學習經驗符合他們的期待（40%非常同意，53.3%同意），顯示 MOOC 融入實體翻轉課程的 SPOC 學習模式深受學生歡迎，SPOC 可視為未來創新學習中可行的教學模式。

然而，若將學生的成就測驗與整合型寫作測驗進行 t 檢定，則發現儘管學生滿意此種教學方式，且以理解為主的成就測驗表現不錯（平均 91.67，標準差 7.29），但學生在高層次的整合型寫作表現卻不如預期（平均 70.5，標準差 15.05），且兩者之間有顯著差異（ $t=8.318$, $p<.000$ ）。換句話說，SPOC 的學習模式雖對學生有正面的幫助，但對於發展學生高層次的整合統整能力仍有待改善。

為了瞭解此情況，我們從教師、助教的深度訪談中試圖了解現象背後的觀點。我們發現：教師和助教也認為雖然在 SPOC 的教學設計中鼓勵學生進行高層次的學習，希望學生透過教學影片奠定概念基礎後，能在實體課程或線上討論區有深入的討論，但是有鑒於學生可能尚未習慣此種學習模式、課程負擔重、沒有看完課程影片、未有時間與先備知識整合、學生自主能力較弱、學習動機較低等原因，而缺乏高層次的學習經驗。

4.3. SPOC 教學模式的機會與挑戰

為了瞭解 SPOC 教學模式中的機會與挑戰，研究者根據觀課紀錄的內容、學習經驗問卷與教師、助教與學生進行深度訪談。以下歸納整理此種教學模式的機會與挑戰：

創新機會點：1. 學生能提出深刻且有創意的問題或回答：若學生能根據自身的學習速度進行自我導向學習（self-regulated learning），並透過反思與討論深化學習內容，學生就能提出較深刻或具創意的問題/回答。2. 課程能夠囊括多元觀點與意見：由於 SPOC 配合 MOOCs 課程進行，有許多不同年紀、背景、動機以及學習準備度的學習者參與學習活動當中，學生較有機會了解並建構出不同的意見及觀點，換句話說，因短期的認知失衡，進而促進適應、同化、調適的可能性。3. 增加實驗室曝光度：本研究發現課程結束之後，向授課老師詢問加入研究室進行大四專題、碩士班指導的學生相較過去的傳統授課變得更多。這可能是因為 MOOC 的教學讓老師與課程的曝光度提高，且老師有更多時間在課堂與同學進行高層次的互動，因此對於學習者來說增加了許多與老師、實驗室的接觸機會。

挑戰與困境：1. 課程設計對於助教、教師負擔重：根據訪談，SPOC 的教學設計助教每週約需要十小時的工作時間，工作內容包含：回答並確認線上討論的問題、準備相關教學設備及材料、計算線上參與與實體課之成績、更新線上小節練習題庫等，相較於傳統課堂工作量倍增；教師也需要在課前直準備課程並確定教學材料符合教學目標，且設計相關的教學活動

與評量方式，確定學生跟上學習進度。2. 學生缺乏深度的整合反思：由於並非所有學生看全部的教學影片，且預留時間深度整合所學，本研究的 SPOC 教學模式缺乏學生深度的反思能力。3. 缺乏協作學習之機會：雖然 SPOC 教學模式中學生可以善用製作精良的 MOOC 影片進行自我調節學習 (self-regulated learning)，但同時也限縮了學生進行協作學習、促進多元意見整合之機會。

5. 討論與結論

本研究希望透過混合設計的方式從多元資料瞭解 SPOC 教學模式下學生的學習成就表現、滿意度、學習素材使用、學習習慣與經驗，並透過實徵研究之結果歸納、分析、整合所產生之機會、問題與挑戰，以期縮短理論建構與實務經驗的鴻溝。本研究結果顯示：(一) 教學影片、教師與同儕之回饋、及定期考試是學生認為最有幫助之功能，而小節練習與討論區則相對較少使用。這個現象與過去的文獻一致 (Hew & Cheung, 2014)，可能是因為 MOOCs 平台缺乏教師臨場感支持、華人的學習文化重視面子問題、或在實體課堂就能提問等原因。因此，未來在平台上討論區的討論意見中，可以增加匿名性或臨場感等方式；(二) 儘管大多數的學生滿意 SPOC 之創新教學模式，但此種方法並不能有效促進整合性的深度學習，這可能是因為學生可能尚未習慣此種學習模式、課程負擔重、沒有看完課程影片、未有時間與先備知識整合、學生自主能力較弱、學習動機較低等原因；(三) SPOC 所帶來的學習模式讓學習者更加善用網路上的學習資源以資探索學習，學生逐漸對於傳統的學習資源 (如：圖書館學習資源、教科書) 的依賴性下降。更明確地說，以 MOOC 融入 SPOC 之教學模式能符合學生對於課程之期待，但在高層次的整合學習、師生互動性、提問層次等方面則有待改善。根據本研究之結果，提出以下議題以供討論：

5.1. SPOC 教學模式：問題詮釋、原因分析、設計解法與 S-IDEAL model

基於本研究所歸納之挑戰與問題，表 3 歸納了 SPOC 教學模式中所遇到的問題，並進一步分析問題可能之原因，並試圖提出相關設計解法，以期未來研究能夠改善 SPOC 教學模式，以系統化的角度進步思考 SPOC 融合翻轉教學模式之應對策略。總結表 1 之內容，研究者提出基於 SPOC 教學模式之 S-IDEAL 教學模式 (見圖 1)，此教學模式係改善本研究之研究結果，作為已深度學習為基礎的翻轉教學模式。本模式中分成六大步驟：

1. 自主學習 (Self-paced video-based learning)：善用 MOOCs 中優質的教學影片作為翻轉學習的核心基礎，搭配具體的學習活動深化學生學習經驗。
2. 提出疑惑 (Identifying uncertainty in learning community)：學生觀看完教學影片後，在小組的學習社群內提出自己的疑惑，與同儕共同討論影片中不清楚或是想更加瞭解的部分。
3. 定義問題 (Defining group-constructed question)：學生在小組提出疑惑之後，蒐集同儕意見共同形塑一個與課程相關、值得討論、貼近生活的小組問題，並於課程之討論區提出。
4. 闡發假設 (Elaborating hypothesis through inquiry-based learning)：老師或助教根據學生所提出之不同問題，隨機分派其他小組的學生針對問題進行討論。學生可以運用網絡或圖書資源、自己的價值判斷、小組討論出問題可能之答案。
5. 廣集意見 (Assembling ideas from multiple sources)：學生在實體課堂時報告自己組別的意見，並由老師、同儕、助教分享對問題不同的看法，形塑並建構多元的知識觀。
6. 促進反思 (Leveraging reflection)：同學在聆聽不同的問題後能夠提供學生機會整合並深化學習內容，促進學生反思之機會。

表 1 SPOC 教學模式之反思與設計解法

問題探究	原因分析	設計解法
------	------	------

實體課程/線上平台討論不熱烈	<ul style="list-style-type: none"> 題性知識不足 (未看完影片) 人面子問題 (害怕出糗) 題於實體課堂/下課提出 	<ul style="list-style-type: none"> 善討論流程：先小組討論、在討論與回饋 (考慮到同儕為鷹架) 增教師/助教作為討論促進者
學生提問問題層次不高,且實體課堂提問頻率低	<ul style="list-style-type: none"> 有時間與先備知識整合 生無法將所學應用於生活中 乏定義問題、提問層次之概念 習慣此種學習模式 生自主能力、學習動機較低 	<ul style="list-style-type: none"> 範提問思考流程 式+策略鼓勵提問 (不同配分機制、鼓勵合作提問、上課討論學生問題) 勵學生形塑問題前先與同儕討論
同儕互動過於單向,缺乏協作學習之機會	<ul style="list-style-type: none"> 程內容繁雜眾多 程內容與自身較無相關 提供小組討論機會 	<ul style="list-style-type: none"> 堂前先小組討論 學生問題為討論核心 變實體課堂之空間配置 (學習環境設計)
助教與教師工作負擔重	<ul style="list-style-type: none"> 未熟悉 SPOC 教學模式 生提出的問題過度片面且不深入 (如：定義型問題) 師或助教被視為知識來源 	<ul style="list-style-type: none"> 新反思並改善教學流程 勵學生提問深度且具討論之問題 (如：提供問題評分規準) 學生以小組方式解決問題

5.2. 研究限制與未來展望

本研究探究如何運用 SPOC 教學模式促進學生深度理解之學習，前導之研究結果顯示目前之教學設計可能無法促進學生之深度理解之學習，然而，本研究進而提出了相對應研究解法，期望能夠在未來研究當中採取以設計為本的研究方法，透過多次的迭代設計以改善教學法、評量，深化學生的學習經驗，促進學生對於生命科學之深度理解之詮釋。然而，本研究唯一個案研究，其研究結果並不能推展到所有的研究場域當中，研究者期望未來有更多善用 MOOC 等開放式學習資源的相關研究能夠整合，開創未來學習的新趨勢。

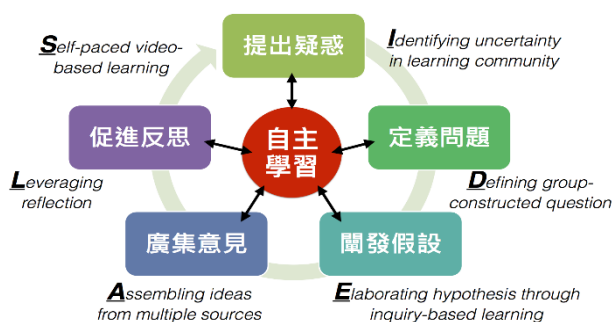


圖 1 基於 SPOC 之 S-IDEAL 學習模式

參考文獻

- Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). *Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016*. Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education.
- Auletta, K. (2012, April 30). Get Rich U: There are no walls between Stanford and Silicon Valley. Should there be? *The New Yorker*. Retrieved from <http://www.newyorker.com/magazine/2012/04/30/get-rich-u>
- Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013, June). The flipped classroom: A survey of the research. In *ASEE National Conference Proceedings*, Atlanta, GA.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological method (2nd ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Fischer, G. (2014). Beyond hype and underestimation: identifying research challenges for the future of MOOCs. *Distance Education*, 35(2), 149-158. doi: 10.1080/01587919.2014.920752
- Fox, A. (2013). From MOOCs to SPOCs. *Communications of the ACM*, 56(12), 38-40. doi: 10.1145/2535918
- Gliddon, C. M., & Cridge, B. (2015). Psychoactive substances bill and act of New Zealand: A chance to engage undergraduate scientists with society using a transfer learning paradigm. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 14(1), A1.
- Goodwin, B., & Miller, K. (2013). Evidence on flipped classrooms is still coming in. *Educational Leadership*, 70(6), 78-80.
- Halpern, D. F., & Hakel, M. D. (2003). Applying the science of learning to the university and beyond: Teaching for long-term retention and transfer. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 35(4), 36-41.
- Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., & Arfstrom, K. M. (2013). *The flipped learning model: a white paper based on the literature review titled a review of flipped learning*. Arlington: VA: Flipped Learning Network.
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2014). Students' and instructors' use of massive open online courses (MOOCs): Motivations and challenges. *Educational Research Review*, 12, 45-58. doi: j.edurev.2014.05.001
- Hung, H. T. (2014). Flipping the classroom for English language learners to foster active learning. *Computer Assisted Language Learning, (ahead-of-print)*, 1-16. doi:10.1080/09588221.2014.967701
- Perna, L. W., Ruby, A., Boruch, R. F., Wang, N., Scull, J., Ahmad, S., & Evans, C. (2014). Moving through MOOCs: Understanding the progression of users in massive open online courses. *Educational Researcher*, 43(9), 421-432. doi: 10.3102/0013189X14562423.
- Schwartz, D. L., & Bransford, J. D. (1998). A time for telling. *Cognition and instruction*, 16(4), 475-5223.
- Sung, Y. T., & Pan, P. Y. (2010). Applications of mixed methods research in educational studies. *Journal of Research in Education Sciences*, 55(4), 97-130.
- Watson, T. D. (2015). Snack Cake 'Dissection': A Flipped Classroom Exercise to Engage Undergraduates With Basic Neuroanatomy. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 14(1), A8-A12.
- Ziebarth, S., & Hoppe, H. U. (2014). Moodle4SPOC: A resource-intensive blended learning course. *Open Learning and Teaching in Educational Communities*, 359-372. Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-11200-8_27.