

【附件三】成果報告

教育部教學實踐研究計畫成果報告 Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number: PED1110303

學門專案分類/Division: 教育

計畫年度: ☒ 111年度一年期 ☐ 110年度多年期

執行期間/Funding Period: 2022.08.01 – 2023.07.31

設計合校後陽明交大多校區同步延伸教室之無縫教學互動場域：
建置、實踐、與評估
(學習與閱讀理解策略)

計畫主持人(Principal Investigator): 陳鏗任

執行機構及系所(Institution/Department/Program): 國立陽明交通大學教育研究所

成果報告公開日期: ☒ 立即公開 ☐ 延後公開 (統一於2025年7月31日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date): 2023年9月14日

摘要

陽明交大自2021年起合校,如何將分屬9個校區的教學資源運用數位科技充分擴散共享,成為新學校的重大挑戰。本教學實踐研究計畫,擬以大學部課程為標的,建立多校區同步延伸教室的教學無縫互動實施方案,來同時滿足陽明交大合校之後,多校區開課的教學資源共享需求。本計畫使用校方初步建置的遠距教室,進行高度互動的教學方案實作,一方面微調教室軟硬體,另一方面提出可行的教學實施作法。研究者於陽明交大光復校區及陽明校區建立兩教室,並實施跨校實體之 FTFx (Face-to-face extended) 課程。本研究110 學期招收 22 名對照組學生,111 學期招收 39 名實驗組學生,進行 FTFx、FTF (Face-to-face)、GT (Gather Town) 之討論式課程體驗比較。經檢測主播與群播教室同學的心流、討論行為等效標跨教室之間沒有差異;討論媒介上,FTFx 和 FTF課程在學生的心流表現上無差異;並且在 FTFx 課程中,學生是否與討論帶領人處在相同空間,心流表現上也並無差異。且FTFx跟FTF的體驗皆勝過使用 GT 課程。滯後序列分析之結果指出,FTF 與 GT 出現的討論序列,皆可以在FTFx 的討論序列看到。本研究所歸納的多校區同步延伸教室模式,未來也可以擴散至其他跨校區教學場景當中,實現高等教育資源開放共享。

關鍵詞:同步延伸教室、無縫互動教學、跨校區教學

Designing multi campus-wide synchronously extended classrooms for seamless interactive instruction for NYCU: Implementation, practice, and evaluation

Abstract

The merger of National Chiao Tung University and National Yang Ming University in 2021 signals a critical challenge to the new institution: Leveraging instructional course resources from nine campuses and sharing them among one another via digital technologies. This project aims to construct a cross-campus, seamless, and interactive extended classroom for undergraduate learning. This instruction model will both satisfy the learning needs for NYCU faculty and students. The researchers established two classrooms at the Guangfu Campus and Yangming Campus of NYCU, and implemented the Face-to-Face Extended (FTFx) courses across different campuses. In the 110th semester, 22 control group students were recruited, and 39 experimental group students were recruited in the 111th semester, to compare the experiences of FTFx, Face-to-Face (FTF), and Gather Town (GT) discussion-style courses. The tests showed no difference in the flow state and discussion behavior between students in the broadcast classrooms. Moreover, there were no differences in the flow performances of the FTFx and FTF courses, or in the flow performances of students in the FTFx course, regardless of whether they were in the same space as the discussion leader. Both FTFx and FTF experiences surpassed those of the GT course.

The results of the lag sequence analysis revealed that the discussion sequences in the FTF and GT could be observed in the FTFx discussion sequences. The multi-campus synchronous extended classroom model derived from this study can be expanded to other cross-campus teaching scenarios in the future, realizing the open sharing of higher education resources.

Keyword: extended classroom, seamless interactive instruction, cross-campus instruction

壹、本文 Content

一、研究動機與目的 Research Motive and Purpose

(一)教學實踐研究計畫背景

2021年2月1日，國立交通大學與國立陽明大學存續合併為國立陽明交通大學，成為一所師生超過兩萬人，設19個學院與9個校區的綜合大學。不過師生及校區人數的增加，也讓教學資源共享成為重大的挑戰。即使陽明交大在存續合併上採取相容性更高的措施(如同性質科系無須先行整併)，但正因為兩校當初同質性系所本就較少，如何使原先分屬於各自校區的教學資源可以更有彈性且高效的共享共融，成為本校在合校初期的重大挑戰。若師生的校園經驗能夠跨越空間限制，緊密相連，則合校的成效將能日漸明朗。反之，若基礎建設無法有效解決校區分隔的問題，對於實現合校計劃當中培養跨領域人才的目標便困難重重。

本校師資培育中心原先設置於新竹市的國立交通大學光復校區內，自1996年以來配合校內科系(主要為理工科目，並有外文、音樂等科)養成中學階段各科教師。合校以前，雖然博愛校區有生科系的生物科師資生、竹北客家學院偶有外文師資生，但汽、機車車程為十分鐘左右、並不算遠的距離下，學生皆集中到光復校區修課與參加活動。合校之後，原先在台北市陽明大學的學生亦可參加教育學程甄選，成為本校的師資生；此外，本校的台南歸仁校區設有光電學院，近年來人數漸多，亦有學生參加甄選，有意未來成為教師。且教育部同意自111學年度起，客家學院系所可培養社會科教師，種種情勢變化，對師資培育傳統上以面授為主，教育學教授在同一個空間內，不但替師資生傳授教育科目的知識，也親身示範教學技巧的授課方式帶來挑戰，因此引起諸多討論。

跨校區選課的學生需求漸多，目前教務處提出的方案多為經費的補助，如師生交通費的補貼、加開校車、鼓勵教師跨校區授課(如新竹的教師至台北開課、台北的教師到新竹開課)、或預留以月或週為單位的學生短租宿舍床位等。舉例而言，修到不同校區輔系的學生，可能最好的方案是挑選一、兩個學期，換到另一個校區密集修完課程，再搬回原來的校區。即使這麼做，至少省下每週大量的通勤時間與精力浪費，但是校區的轉換適應仍然是不小的負擔。雖然教務處的行政支援頗為積極，但是可以見到其解決方案的視野受到侷限，停留在以傳統思維解決跨校修課問題，還不足真正縫合學生跨校經驗所需。2021年起，雖然教務處開始在陽明校區與光復校區建置數間同步教室，但其設計思考尚停留在十多年前以講述法為主的課堂上「可以看到、聽到」對方教室人員的狀態，尚未以如何促進教室間融合互動的臨場感(presence)來考慮。且教室建置後，僅對授課教授與助教提供器材操作說明，對於教學實施上如何運用也付之闕如，若不藉此機會實際研擬並測試有效作法，相當可惜。

跨校區修課的需求確實存在。以110學年度招收的新屆師資生為例，申請人上學期所開授的一門教育專業課程，除了光復校區的學生之外，另有兩位陽明校區、一名台南校區、以及一名清大學生跨校選修，其需求已經開始浮現。本學期尚可因為預防COVID-19疫情且大學生的年齡層疫苗接種率低，因此由教師決定採取全線上學習來確保師生健康安全。但隨著第二劑的覆蓋率應該能在年底前大幅成長，社會有望恢復正常生活，且不可能所有教育專業課程都採取全線上教學(例如：班級經營、差異化教學、教學原理、教材教法等課便顯不適合)。因此，本研究所解決的教學問題，其目標重要性有四：

- (1) 對師資培育而言，本計畫為學生提供一個在實體教室情境中的多校區同步延伸教室無縫教學互動場域，進行建置與教學活動的實作檢測，同時又能向師資生具體示範授課如何因應跨校區學生需求的科技融入教學實施。
- (2) 對陽明交大而言，本計畫的實務經驗能夠作為其他性質類似的系所大學部課程，或通識課程等教師，提供跨校區學習資源重要的範例。
- (3) 對高等教育而言，近年來因少子化等原因而推動的大學校院整併，決策者亦需要實踐層面的成功案例，作為可行性的評估基礎。

- (4) 對疫情因應而言，線上教學不應只是停課不停學的唯一解決方案，甚至萬靈丹。我們應該試圖保障學生在校園學習的經驗與權益(residential experience)。

(二)教學實踐研究計畫動機

雖然世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)在2019的「10大新興科技報告」中指出，許多知名企業單位與基金會如Microsoft、XPRIZE基金會也投入了大量資金研發相關遠距技術，合作式遙現(Collaborative Telepresence)的軟硬體設備都已經達臻成熟，但距離將它們整合轉化成實際可用的產品還需要三至五年時間。當時雖然無人能夠預期COVID-19疫情即將席捲全球，但報告中開頭就指出：「很快地，虛擬空間的參與者將會感覺彼此待在同一空間」(World Economic Forum, 2019)。隨著AR、VR、甚至全息投影技術的蓬勃發展，軟硬體技術已經開始用於虛擬環境如遠端會議，而5G的出現也將相關的體驗以近乎零延遲的方式，在無線環境當中重現，可以預見虛擬空間的體驗感正在不斷地接近「既同步又臨場」。不過，疫情的停課期間，這些同步又臨場的技術極少在校園使用，從國小到大學，師生們勉強地採用「大致同步但難有臨場感」的會議軟體，如Teams, Webex, Meet等工具，以同步線上教學滿足社交距離的防疫要求。這些會議軟體與線上直播的技術植基於VoIP，早就已經成熟二十多年，可由此看出科技進入校園是需要改變與相互適應的。疫情期間，原先用於商務用途的視訊會議軟體，因為教室情境頻繁互動的需要開始做出改變，如Cisco Webex的分組討論功能、即時表情互動功能；Meet的Jamboard；或Zoom的沉浸式場景，改善了教室中不可或缺的三種交流互動：教師－學生、學生－學生、學生－教材，而增強課堂中的此三項互動也被證實能夠增加學生的學習表現(Bernard et al., 2009)。但授課與學習的需求往往不僅止於語音與視訊的傳播互動而已。經歷過大規模線上授課的教師多能瞭解線上教學能夠救急，但實體在校的學習經驗，仍有無可取代之處。十月份國內疫情趨緩之後，諸多大學課程陸續回到實體授課，可為明證。

此次實驗我們面臨的情境是跨校區的課程中，如何實現使學生不必長途交通往返校區，要將遠在兩個不同校區教室的學生無縫的接合在同一虛擬空間，以滿足課程現實互動的需求，研究此一半虛擬半現實的教室環境應如何營造，既然此情境下學生仍然在教室上課，那麼滿足傳統的同步實體教室環境，會是本研究重要的判斷依據之一，在這之上，再去將同步延伸的另一教室在連結時，盡可能保留學習者的學習體驗，以達到「穿牆而過」的無縫教學互動。過去的教室環境文獻已經提出了有參考價值的建議。例如：Guardino 與 Fullerton (2010)指出，教室環境的營造要素，影響學生的學習投入與行為，如增進聲音傳遞的品質、降低噪音，教室環境與氣氛可以考慮改善燈光照明、保持通風、調整氣溫等；教師可以利用「觀察、調整、追蹤」的方式步驟化地將教室調整為更有益學習的環境。可以見得關於實體教室的環境設置，除了選用合適的硬體設備，如何在空間恰當擺設也是一門學問，例如Marx等人(1999)的課桌椅擺設研究，除了驗證了教室中不同的座位安排確實會影響學生間、師生間的互動，尤其在教室的前方與中心位置，學生的主動發言、學習投入與學習動機都更勝過教室後方與兩側的同學；而此項研究的主要成果更是指出半圓型的座位安排比起一般直行橫列的座位排法，有著顯著提升的學生發問頻率，不但能提升整體的學生互動、改善原本容易被忽略區域的學生交流機會，也拉近了師生間的平均距離，使得教師能更加頻繁且平均地與全體學生互動。

改進教室環境帶來的正向影響不只反應在師生的交流，van den Berg 等人(2012)的研究發現教室中坐在附近的學生對彼此有更高程度的容忍度、爭吵的發生率越少，而透過減少學生間的距離能夠改進教室氣氛、增進學生間的接受度、合作與友誼。根據前述關於實體教室環境與教室氣氛的研究，我們知道一間教室的環境物理因素對於課堂的經營至關重要，那麼針對此次教學實踐研究中，我們所建立的同步延伸教室也會有相對應該克服的教室環境問題，例如虛擬方式連結的兩個實體教室是否有最恰當的座位模式？環境配置如何實現視訊設備與實體教室的無縫接合；又例如我們是否能在同步延伸教室中打造學生間更貼近的距離感？那麼增進相同教室／不同教室中的學生體驗、交流、合作就會是教學設計者的任務，將上述構想經由本計畫實作出來，並確認教學效果與學習體驗，歸納解決方案，即是此次教學實踐研究之目標。

(三) 教學實踐研究計畫主題及研究目的

本項教學實踐研究的提出，背景是因應陽明交通大學合校以後所面臨的跨校區修課需求。以往跨校/跨校區修課的時間精力付出，常常被理所當然地視為是「願意投資跨校選修同學自己應該考量並犧牲的成本」。若學生當初是想要選修「他校」的課程，此時自己為自己的決定負責尚有道理；但若學生明明就是選修「本校」的課程，卻因為一校多區、甚至一校多制，使得看似多元且豐富的「同一所」大學課程，卻囿於空間的限制而看得到卻吃不到，似乎與當前鼓勵大學生跨域學習的方案有所矛盾，對學生修課權益也不公平。以師資培育課程為例，國立陽明交通大學為教育部登記之師資培育大學之一，本校學生皆有取得師資生身份並修畢職前課程，並依規實習和應考取得教師證書的權利。不過，因師資培育中心設於新竹的光復校區，目前有意成為老師的師資生，僅有移動自己，肉身前往光復校區上課的唯一選擇。110學年度上學期，新屆師資生已有兩位陽明校區、一名台南校區、以及一名清大學生跨校選修申請人所開設的「教育哲學」(學程四選二必修)課程，且師培中心其它授課教師也將陸續接獲相同的跨校區學生，未來有類似需求的學生將更為增加。即便有校區接駁車、交通補助經費，長期交通的需求與不同校區難以連續排課的限制，難免成為學生負擔與降低選課意願的原因，因此對於保障學生修課權益與增進校區間的真正融合，打造一間可負擔校區間同步上課且兼顧學生學習體驗的新興科技教室，可說是勢在必行且刻不容緩。

合校後首任校長林奇宏，上任百日時即同步以記者會與網站，公開其治校綱領「一樹百穫」¹。在第四章真知力行篇中，注意到大學應對國家面臨之重大問題提出對策(如少子化與疫情的挑戰)，並以「預見發展瓶頸以利超前部署」的方針，推動「深耕中學教育與智慧學習設計師」(第六項)。該綱領指出：

立基於陽明交大厚實的理、工、醫、與社會科學的教研能量，本校師生多具跨域思維，有因應全球化、後疫情時代等時代挑戰的競爭力，使師資培育中心能夠培育出面對未來瞬息萬變、融會智慧學習(*smart learning*)與設計思維(*design thinking*)於中學學校現場的新教師。*COVID-19*疫情期間，本校校友在教學現場領導「停課不停學」的影響力，遍地開花，可為明證。……師資培育課程中，提供適合未來教育的智慧科技教室、以培養新型態課程設計思維的國家教師隊伍，將進而成為台灣的中等學校教育的一股創新力量。

呼應本校未來十年發展願景之「一樹百穫」，本研究中擬實際試做並實現多校區同步延伸教室的「學習與閱讀理解策略」課程，將可能更早且更普遍的因應跨校區授課的需求。一來，該課的學習方式頗受同學歡迎，即使開設在一般大學生不愛選課的週五下午，又僅是選修課，仍曾達近三十人之譜。此外，該課程也支援通識課程及跨域學程，非師資生可選課並取得通識學分。因此該課程將比其它師培課程有更多機會收到跨校區的學生。本校的光復校區、陽明校區、台南校區間學院距離之大應屬全台少有，本研究成果會有利於跨領域人才的培育；若將此情境套用於未來的任何大專院校合併與校區增設、或者其他跨校甚至跨海修課，這也會成為一個可參考的案例，使得大專院校能以新興科技的同步延伸教室取代傳統思維的勞師動眾，進而對未來高等教育的跨校區整合作出有用的貢獻。為實施本研究，申請人設定以下的主題與研究目的：

A. 研究主題說明

對於身在剛合校、正在進行校區資源整合的陽明交大而言，實現共享且克服多元的學生修課需求，是我們的當務之急。睽諸台灣過去十年共八項大專院校合併案中，雖多以提升規模為合校原因，但地域相近亦為重要考慮。本校是第一個跨縣市整合互補的合併案，克服校區資源共享不只是需求，更可說是使命。這樣跨空間的授課模式在疫情之下，成為許多學校嘗

¹ 官方網站為<https://nycu-plan.tw/>。

試的方向之一，但這些科技設備在進入教學現場後卻與實務上有著許多該弭平的落差，這造就了此類型同步授課的學習成效往往比不上實體授課與非同步線上教學，原因來自教室建置上無法滿足無縫教學的需求、且教學設計上並非以實施於該教室為初衷設計，導致最終無法再現相同課程於此些科技教室，甚至只滿足了部分學習者的修課需求，並無兼顧教學成效，這也成為了本計畫欲改變之現象。

本計畫「設計合校後陽明交大多校區同步延伸教室之無縫教學互動場域：建置、實踐、與評估」，擬運用一門已經開設多次且頗受學習者好評的「學習與閱讀理解策略」課程，在本校光復校區與陽明校區各建置一間同步延伸教室以成為跨兩空間而無縫互動的教學場域，運用數位科技紓解本校師資生跨校修課的需求。在此之上，將以符合此教室環境的教學設計，包含跨空間翻轉教學的同儕討論、文字交流、合作學習，以達到與傳統面授教室相同甚或更加的體驗，並成為未來相同需求之開課典範。

B. 研究目的

本計畫預期經由「學習與閱讀理解策略」課程，在本校光復校區與陽明校區的兩間同步延伸教室同時開課，在此情境之下，達成以下教學實務、教學研究、政策建議目的：

- (1) 教學實務上
 1. 建置跨校區同步延伸教室、將新興科技真正應用、成為一種新常態教室科技。
 2. 規劃從傳統教室與虛擬教室到同步延伸教室間，教室環境與氣氛的轉化與融合方法。
- (2) 教學研究上
 1. 提出學習者在此情境中，不遜於一般實體課程或線上課程的學習資料證據。
 2. 證明教學者不再需要往返於兩校區，在同步延伸教室上課也能享有幾無落差的教學體驗。
- (3) 政策建議上
 1. 在傳統方法的鼓勵人流往返校區修課、或鼓勵教師跨校區開課之外，提出以同步延伸教室搭配新型態教法的可行性。
 2. 歸納此方法的運作標準流程，提供教務主管機關參考，用於增加跨校區課程的選擇，支持跨領域學生修課需求。

二、研究問題 Research Question

本計畫經由「學習與閱讀理解策略」課程，在本校光復校區與陽明校區的兩間同步延伸教室同時開課，在此情境之下，達成以下教學實務、教學研究、政策建議目的：

1. 教學實務上
 - 1.1. 建置跨校區同步延伸教室、將新興科技真正應用、成為一種新常態教室科技。
 - 1.2. 規劃從傳統教室與虛擬教室到同步延伸教室間，教室環境與氣氛的轉化與融合方法。
2. 教學研究上
 - 2.1. 提出學習者在此情境中，不遜於一般實體課程或線上課程的學習資料證據。
 - 2.2. 證明教學者不再需要往返於兩校區，在同步延伸教室上課也能享有幾無落差的教學體驗。
3. 政策建議上
 - 3.1. 在傳統方法的鼓勵人流往返校區修課、或鼓勵教師跨校區開課之外，提出以同步延伸教室搭配新型態教法的可行性。
 - 3.2. 歸納此方法的運作標準流程，提供教務主管機關參考，用於增加跨校區課程的選擇，支持跨領域學生修課需求。

三、文獻探討 Literature Review

經由視訊會議系統來連接數個實體教室，在寬頻網路尚未普及的21世紀初期，被視為是姊妹校促進教學資源交流的重要作法，不僅是大學採取此一作法，文獻中亦可看見高中的學校聯盟也採取此一作法，使教學資源可以在實體教室之間共享。早期有一些昂貴的例子，是來自於以色列的教室 (Pachler, Bachmair, & Cook, 2010)，他們運用衛星傳輸教室影像與聲音，使跨國的學生可以在實體教室之間互動。這個延伸教室 (Extended Classroom OR Extended Learning Environment) 的構想雖然可行，但是受限於連線費用、基礎建設等限制，較難擴散。進入21世紀第二個十年，有兩個重要的科技輔助學習趨勢席捲全球的教室：

一、隨著無線網路及個人的手持載具成熟，行動學習提倡「走出教室」的無所不在學習 (ubiquitous learning) 更為受到教育界歡迎，蔚為風潮；

二、虛擬世界 (如第二人生 Second Life) 的沉浸式遊戲被教育界援用，學校跟教師直接在虛擬世界當中創建教室，鼓勵師生用虛擬化身 (Avatar) 在遊戲當中互動與學習 (Loureiro, Santos, & Bettencourt, 2012)。

這兩個風潮，使得「跨教室間」的同步學習，雖然在教育科技領域有其一席之地，但相對來說吸引力大減。例如美國羅格斯大學 (Rutgers University) 擁有四個距離大約10~20公里的校區，曾經於2017年試辦同步教室 (telepresenced split classroom)，簡省學生跨校區通勤之苦 (Tate, 2017)，雖然頗受好評，但由於採用技術複雜，教師運用上頗感挑戰而難以擴散。

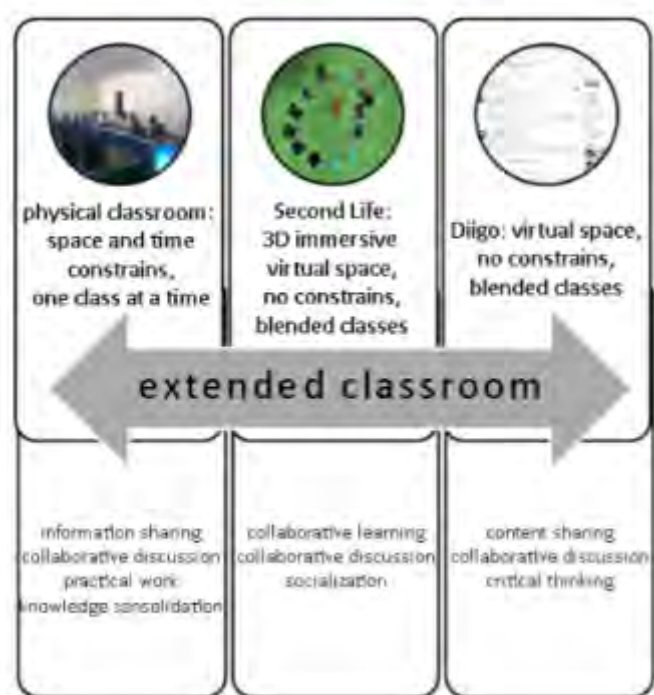


圖3-1 早期延伸教室的光譜

資料來源: Loureiro & Bettencourt (2014, p.103).

同步教室的學習，在全球尺度上遭受COVID-19的毀滅式打擊，而非同步的線上教學與同步的線上會議式遠距教學所推出的「停課不停學」，一方面僅能挽救恢復部分情境的學習，另一方面，當教師在同步線上學習必須打開攝影機，也要求學生必須打開全程攝影機的一年多來，家庭與學校教育的界線也遭到打破且互相干擾。Fontichiaro 與 Stephens (2021) 便犀利的指出，在家網課，讓家長必須為了孩子的電腦操作隨時待命，對家務 (更多是疫情期間的在家工作) 造成干擾；但老師的教學被攝影機攤在陽光下，家長不免也稱斤論兩指指點點。此外，「到校上課」確保了最起碼的教育機會均等，也因為孩子家中所擁有的頻寬、設備、數位技能各自不同的數位落差，而不復存在 (Mangione & Cannella, 2021)。大規模關校改成網課的深遠影響，疫後的學習落差，尚待研究 (DeMatthews, Knight, Reyes, Benedict, &

Callahan, 2020)。這些在疫情期間所發現的問題，使得建置同步教室，強化學校教育應對災變的韌性重新受到重視。加上液晶顯示幕成本下降、5G/6G連網技術相對成熟，近一年多來可以見到教師的部落格或教育科技網站有豐富的討論²，且相關的教學實務與教學研究文章已經可以搜尋到數篇。有的研究提出尖端科技運用於多人、兩間或更多間遠距教室同步連線互動的基礎影音裝置設計。例如Yang 與 Luo (2020)提出的是在5G/6G寬頻連線即將成為無線網路標準，且GPU運算速度可再度提升的時刻，搭配VR/MR技術的多人虛擬實境，不但可以將同一個實體空間的學生送進虛擬實境，應該也有可能實現將不同實體空間的學生融合在同一間虛擬教室學習。有的則是以當前常見的遠距教室模式為藍本，從中修改特定一兩個多媒體要素作為自變項，來討論特定教學效果。例如Ramlatchan 與 Watson (2020)的研究，考驗不同LCD螢幕解析度與講者眼神接觸的差別，是否對學生的教師信任感有所影響。結果顯示，即使把低清影片放大到在遠距教室的大螢幕上面播放，只要學生依稀可以辨認出老師的眼神能夠指向學生，學生變更願意相信老師，且對老師的教學有立即回應。換言之，提供高解析度影片並非重點。本研究注意到少數文獻專注於遠距教室設計的比較，例如Ramlatchan 與 Whitehurst (2019)的研究，以四種不同環境設置：同步會議室、同步線上會議軟體、非同步會議室、非同步影片預錄。研究顯示出在同步會議室當中學生感受的即時互動感最佳。該文獻雖然只以極少數的學生進行同步會議室的教學實驗(以實驗情境推估，學生人數大約三人上下)，但已顯示出若同步會議室的作法可以拓展至20人以上，則該作法就有擴散的價值。



圖 3-2 線上會議室的概念

在多個教室的教育觀察蒐集方法上，考慮到COVID-19疫情期間，大部分師生的努力是將教育活動，雖不滿意，但起碼可忍受地盡可能回復運作，課室研究相對變得比較不重要。實務工作者或逕行取消研究，少數傾向於微調觀察標準或項目內容(Manning, Sheehy, & Ceballos, 2020)，或者借力使力，將師資生的入校教室觀察改在線上環境實施(Juarez & Critchfield, 2021)，配合線上或遠距教室的實施現況，但是觀察者仍然侷限在真人。少數研究探索科技工具可否取代人工觀察，例如攝影機來蒐集教室師生的凝視資訊，用以確認學生對於學習是否投入。此一資料蒐集技術對傳統的教室非常有用，但是在延伸教室裡，使用者習慣於盯著螢幕裡的人物，事實上不盯著攝影機，此時與攝影機的角度差，將造成學習投入的嚴重低估。因此Narayanan, Rangan, 與 Gopalakrishnan (2019)的研究運用系統性的數學校正來即時後製影像，使收播教室的使用者在觀看螢幕時，能感覺到螢幕上的使用者與他有眼神接觸。但如何將此一進展投入研究用途還有待探索。上述文獻將成為本研究重要參採的基礎。例如：Narayanan的研究提示了本研究在同步教室設計上需要注意兩個關鍵：1. 攝影機是否能做到自動追焦，對學生的相互投入感影響甚大；2. 可使用影片分析的技術來深入瞭解同步教室的學生互動與實體教室學生的互動有無差別。

²例如<https://empatico.org/> 是一個非營利組織，以5~14歲孩童的國際教育為目標，提供全球教師交流班級同學的機會。有興趣使用的教師，可以上網媒合線上的另一位教師，並設定連線的時間。孩童透過教室的電腦螢幕或平板彼此看見對方，分享自己國家的童話故事、介紹校園、分享遊戲場等互動交流。

四、教學設計與規劃 Teaching Planning

學習與閱讀理解策略課程在課程目標上針對師資生運用所學於中學教學上能：

1. 理解「學習如何學習」對中學生長期的效益。
2. 願意帶領學生練習與熟稔重要的學習方法。
3. 轉化自己掌握的學習策略為同儕或學生指導方案。

課程之開課對象同時包含通識選修學生及跨域學程學生，在大學的課業進展上能：

1. 理解學習方法及之稱該方法的證據與原理。
2. 分享自身的學習策略並欣賞他人的有效作法。
3. 有效操作學習策略並應用於自身的學科學習。

學習與閱讀理解策略課程分為七大單元：(1)學習是什麼、(2)遺忘與增強記憶、(3)組塊與動機、(4)學習的習慣、(5)有效閱讀與寫作、(6)讀書與應試方法、(7)教學相長。課程內容以 ewant 平台上的非同步線上影片為主，穿插三次高度互動的「世界咖啡館」討論課程，該討論課程同時是本研究的主要研究之操弄：

(一) 110B 原先之教學設計

世界咖啡館的概念發起人 Juanita Brown 和 David Isaacs (2005) 秉持著精神：「人們已經擁有足夠面對困難問題的智慧與創意，而這些答案就在我們身上，團體智慧是勝過個人智慧的。」發起了世界咖啡館的討論型式，該討論不由單一的教師進行帶領，而是將討論切割為數個單一主題的討論並且由數位「桌長」領導討論進行。

110B 學期的「學習與閱讀理解策略課程」世界咖啡館桌長由三位修過本課程的教育相關背景研究生擔任。世界咖啡館總共進行了三次，前二次為實體討論課程，第三次為使用 Gather Town (<https://www.gather.town/>) 作為虛擬教室的線上課程。

(二) 111B 教學實踐之設計

本研究欲解決國立陽明交通大學新設合併後兩校區學生跨校修課之需求，因而設計出了視訊延伸面授課程，透過兩校區的視訊教室，使得學生免去交通時間成本、可於原校區即享受到跨校的討論互動，如圖 2-2 之教室設計圖，師生位於兩校區之不同教室而透過視訊螢幕連接，彷彿身處於同一空間之中，教學者所在之教室定義為「主講教室(lecture classroom)」；而教學者不在之教室定義為「延伸教室(extended classroom)」。

研究者於 111A 學期進行該教室的課程準備，包含教室之視訊、音訊等科技設備之購買及設置，以及桌長的安排及教學內容轉化，並且於 111 學期同樣進行三場的世界咖啡館，其中第一場、第三場以視訊延伸面授課程與面授並行的方式進行，每場的世界咖啡館中學生將於自己的上課校區進行三次討論，而其中一次會是視訊延伸面授課程的跨校討論；而第二場世界咖啡館是使用 Gather Town 作為虛擬教室的線上課程。

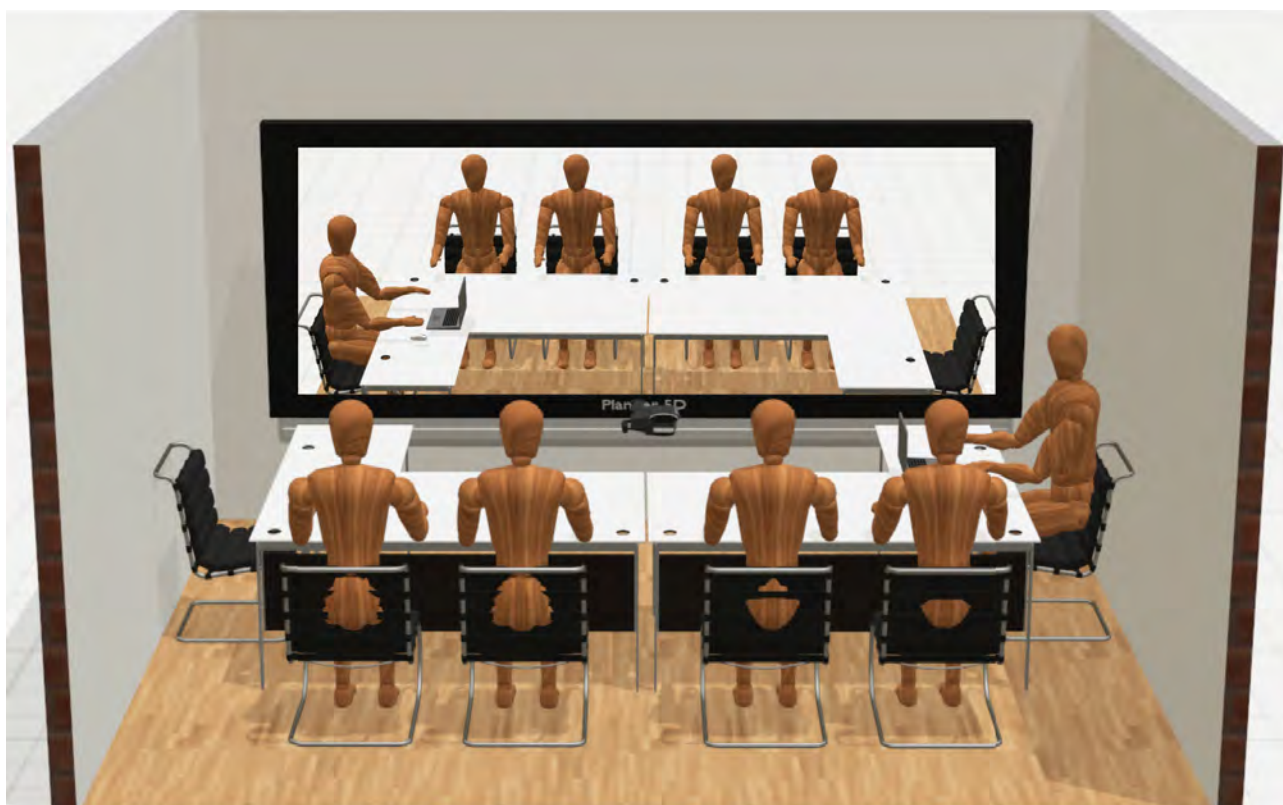


圖 4-1 縫合兩間實體教室的設計

五、研究設計與執行方法 Research Methodology

(一) 研究設計

本研究之研究對象為學習與閱讀理解策略之修課學生，包含 110B 的 22 位學生、111B 的 38 位學生。110B 之上課教室只有在新竹光復校區之人社一館；而 111B 之上課教室位於新竹光復校區之人社一館與台北陽明校區之教學大樓，學生可以自由選擇每次之上課教室。

Cohen 等人(2007)認為在課堂觀察的研究中，為了瞭解教育場所中的文化與潛在文化，若只選擇單一研究方法會觀察到單方面且表面的認識，所以建議同時使用具質性與量化的混合方法，能夠得到對研究場域更加綜合且全面的觀點。故此研究中，將同時採取錄影分析、質性訪談、問卷量表、課程文字紀錄、MOOCs 平台內容分析，以多面向去分析拆解修課學生在同步延伸教室的學習經驗。

即時或回顧式的教室錄影分析 (*Classroom-Video-Analysis, CVA*)

錄影分析用於課堂觀察研究中，相較於派遣課程觀察員的即時紀錄需求與無可避免的教室干擾，CVA 能夠忠實紀錄課堂中的事件，同時有著事後可重複分析的優點，並且適用多種分析與編碼手法，本研究將由編碼人員紀錄非主觀性指標 (non-subjective metrics)：包括紀錄學生的發言次數與時間 (Wang & Han, 2015)、特定學習行為的計數 (Froiland & Smith, 2014)；此外也將紀錄教師的時間目錄筆記 (time-indexed notes) 與內容紀錄 (content logs) 以觀察學生行為與教學事件之間的關聯。

Jacobs、Kawanaka 與 Stigler (1999) 提出了錄影分析的循環編碼模型 (圖4-3)，此模型當中，可以在每一循環中針對感興趣的事件編碼以分析特定行為；而在每一循環中，能夠重複分析校正直到研究者對結果滿意為止。此模型發揮了錄影分析的最大優勢：由多面向切入並可重複分析資料，可說是本教學實踐研究中，最適合用於同步延伸教室觀察所需混合方法的模型。

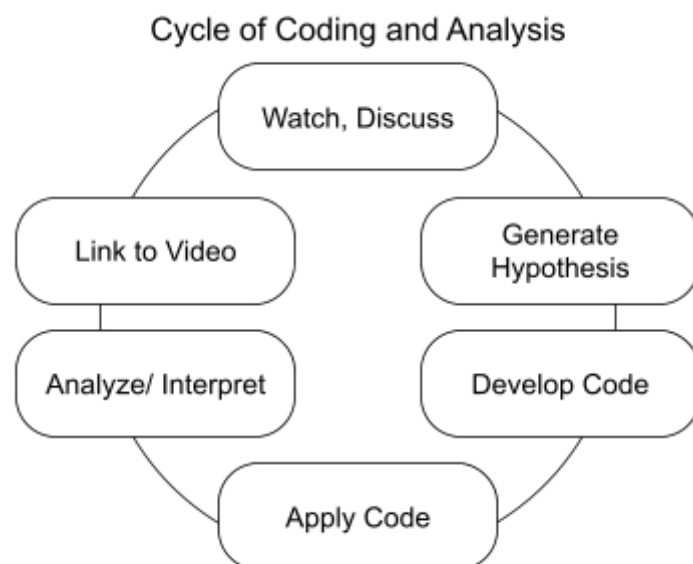


圖5-1 錄影分析的循環編碼模型(Cycle of coding and analysis of videotape data) (Jacobs、Kawanaka 與 Stigler, 1999)

基於此循環編碼模型，本研究將針對兩同步延伸教師的學生、老師進行實體課程中的師生討論進行錄影，分析當時發生的課堂行為，在對錄影編碼與轉譯後，觀察兩教室中的學生是否有著不同的學習行為，其中包含：(1)發言次數與時長、(2)話語權的轉移、(3)幾項特定事件的發生：如提問、紀錄文字、分心...；此外，我們也將針對教學者的授課方式進行內容紀錄，用於比較教師的教學活動、時間安排、任務指引上，是否與前一學年原有的教學方法有所落差，進而討論原有課程如何轉化為這樣新型態的同步延伸課堂。

質性訪談 *Qualitative Interview*

訪談調查法是一種直接進行口頭交流以取得語言資料的調查方法，藉由訪談人與被訪者的交談以獲得主觀的意見、觀點、態度、價值觀、個人感受，依據參與人數可分為個別訪談與同時針對群體的集體訪談；此研究中將針對兩個研究對象進行質性訪談：

針對學生：以結構式的標準化訪談方法進行，也就是有著固定的訪談流程與問題，將兩校的學生分別組成焦點團體(focus group)，此類型的研究中，訪談人與被訪者屬於較平等的地位進行交流，以去除傳統訪談中上對下的權威關係，適合用於人數與組別數較多的情境，因此需要設定好相近的問題內容已做訪後的比較分析(Morgan,1993)。而訪談內容中的知識建構是來自於訪談人與被訪者間，整個焦點團體的共同建構，正好適合此情境中，兩校的學生分別經歷的課堂情境：有教師的延伸教室前端，與沒有教師只有延伸影像的教室後端，可藉由此方法獲得學生者最真實的主觀感受，以了解同步延伸教室情境之下，雙地點的無縫融合是否真實發生。

針對教學者：以相近程序的半結構訪談方法進行，對象是每次同步延伸教室雙邊的教師與課堂助教，事先針對教學單元、不同教室中的教學者制定訪談大綱，但並不具有固定的問題，用於每次授課的教學者/助教，正好因應課堂中難預測的變化，訪談人必須基於粗略的訪談大綱，與被訪者共同進行探索、創造，以得到更豐富且不制式的質性資料。此研究中將控制實驗組與控制組的教學教案，也就是這兩門跨越一年的課程中將會有著相同設計的課程討論活動，因此能取得教學者對於課堂教學中較無法精準量化的資料如：課堂氣氛、社交臨場感(social presence)。

藉由此兩種對象，我們將取得課室當中更接近真實完整的資料，並且可用於比較以下組別間的教學體驗：(1)延伸教室雙邊學生組別、(2)教導同一教案於同步延伸教室與一般教室的教學者、(3)同一組別學生於同步延伸教室與一般教室的分組討論，進而分析這樣的教學環

境是否不遜於一般教室、及是否對跨校授課情境具可行性。

問卷量表

正如前述課堂觀察的面向有非常多，因此本研究中選用心流：享受與控制 (Pearce, etc., 2005) 提供同步延伸教室與在其之中的學習者投入。

課程文字紀錄

課程當中教學者發下的學習單和紙筆記錄的圖形或文字，是同儕討論當中重要的分析資料，透過上述錄影分析可得到該學習小組中，每一位同學在討論當中主要扮演的角色，也可得知他們所用於記錄文字或圖像的次數與時長，再對照著學生留下的文字紀錄，我們針對這些資料以量尺 (rubrics) 量化後，就能夠比較同步延伸教室兩端學生是否有著不同的討論投入度，同時也能夠接續下段的MOOCs平台內容分析方法，比較這批學生在一般教室、同步延伸教室、線上討論區中是否有著不同的學習表現或參與度。

MOOCs平台內容分析

此部分延續先前Chen與Yeh (2019) 於此課程《學會學：學習之道》所獲得的研究成果，由授課老師隨機分配同學五種不同討論角色，分別為：發起人、討論人、學者、資源人士與總結者 (De Wever et al., 2008)。這樣的角色分配策略可提升線上課程的討論區品質，進而達到以少數學生影響全體學生的作用；那麼，線上討論區所而到的這些內容，是否與同步延伸教室中有所落差，根據王石番 (1989) 的內容分析實證步驟 (圖4-4)，我們將此五種角色的隨機分配用於數次實體課程與該單元的線上討論區當中，並對其討論內容進行比較，觀察角色分配在線上討論區中所得到的正向影響是否能夠延伸同步課堂當中，進而觀察現實討論當中自然發生的發起人、討論人、學者、資源人士與總結者 (表4-2)，五種角色是如何影響這樣新型態討論中的「學習者互動水平」 (表4-3)。

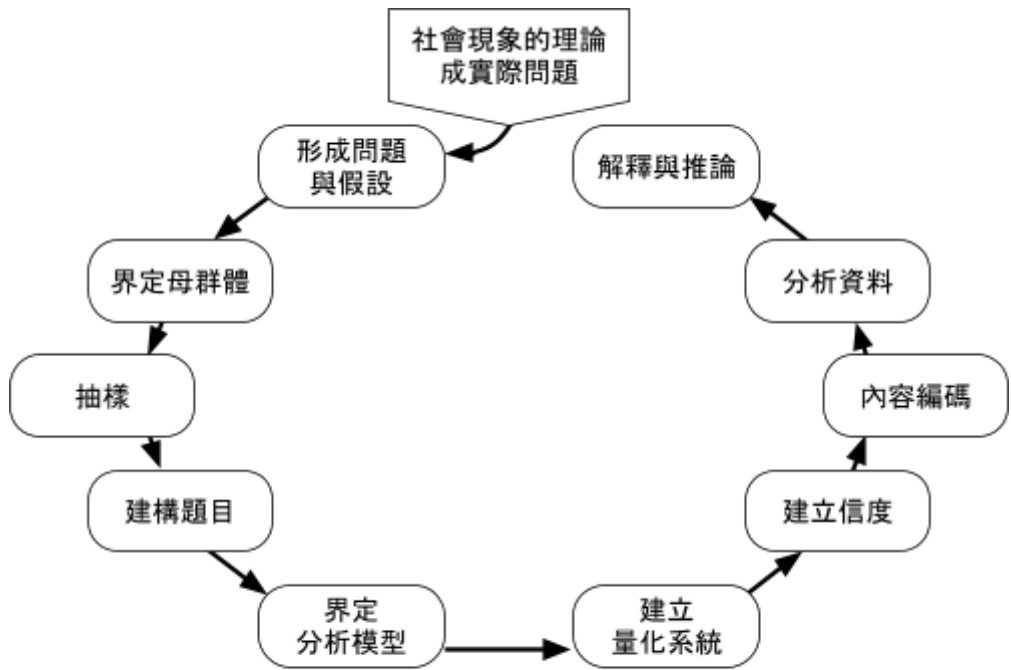


圖5-2 內容分析實證研究步驟，引自傳播內容分析法-理論與實證 (頁143)，王石番 (1989)，台北：幼獅。

表5-2 Chen 與 Yeh 之討論區角色分配表

角色	角色任務
發起人	帶領學習者開啟討論串，當討論出現冷卻，或結束時，適時給予新話題使保持熱絡

討論人	監督學習者之間的討論，並提出批評性的問題與對方進行交流。
學習	介紹專業理論，並確保其他學習者使用相關的理論概念。
資源人士	尋求討論主題以外的訊息，促使學習者結合自身研究及背景，藉此提供相關資源。
總結者	在討論的期間發布摘要，並統整大家在討論區分享的意見，最終發佈結論。

註：引自MOOCs 課程討論區部分角色分配之學習互動、知識建構與序列行為模式分析(未出版之學位論文)(頁15)，葉曉函，2019，交通大學。

表5-3 Chen 與 Yeh研究「學習者互動水平」

學習者互動水平	解釋
獨立	提出的訊息不參考其他同學
準互動	以同學的訊息作為初步觀點,繼續自己的觀點
精緻化互動	以其他同學的訊息進一步發展主題
談判式互動	與其他同學的訊息進行辯論

註：引自MOOCs 課程討論區部分角色分配之學習互動、知識建構與序列行為模式分析(未出版之學位論文)(頁15)，葉曉函，2019，交通大學。

(二) 執行方法

此研究跨足兩次的「學習與閱讀理解策略」開課。110下學期課程將會成為對照組，功能在蒐集原先情境下的基線(baseline)，110上學期建置教室與進行教學測試，111學期待「學習與閱讀理解策略」再次開課時，則正式使用同步延伸教室的模式並成為實驗組。其中，實驗操弄的不同之處，就在於實體課程的進行方式。該課程的實體部分，以三次「我的學習撇步」的世界咖啡館分享活動進行。世界咖啡館³的目的，在於經由團體領導者的帶領，鼓勵同學們將自身學習的撇步，和線上課程中所學到的單元相互印證，並且與同學分享，是高度學生互動與參與的場合。團體帶領者將由授課老師與教育研究所的同學主持，採輪站方式。三次活動共九個主題如下：

	世界咖啡館(一)	世界咖啡館(二)	世界咖啡館(三)
主題	<ul style="list-style-type: none"> ● 對抗拖延的招數 ● 我的記憶集組庫 ● 如何面對失敗 	<ul style="list-style-type: none"> ● 有效的閱讀方法 ● 記憶宮殿技巧 ● 能寫才是真懂 	<ul style="list-style-type: none"> ● 修課同學心得與學習建議 ● 我的備考策略與應考錦囊 ● 做個終身學習者

³ 世界咖啡館(World Café)是一種對話的形式。其特色為在輕鬆的氛圍中，擺脫資訊單向傳輸的缺點，透過彈性的小團體討論，真誠對話，而能產生團體智慧。此外，在討論中可以引發對問題的反思、相互分享知識、進而找到新的行動契機。桌長主持討論時，會營造出宜人好客的環境空間、在簡單介紹成員相互認識後、迅速進入主題探索真正重要的提問、鼓勵大家踴躍貢獻己見、交流與連結不同的觀點、共同聆聽其中的模式觀點及更深層的問題、最後帶領集體心得的收成與分享。一般而言，每桌含桌長以一桌5~7人左右，每次討論時間為20~30分鐘，時間到即換桌。跑桌可採取指定流程式或大風吹自由入座式。世界咖啡館的每一個參與者同時是演講者，也同時是聆聽者！參與者在不同桌間旅行的過程中，吸納來自其它伙伴的多元觀點，對該主題的世界(以本研究來說：學習方法)產生新的想像，並在過程中漸漸凝聚集體認同，志同道合的感動油然而生，眾人的集體智慧便在成員心中留下印象，並且對未來產生改變的行動力。

110下學期的對照組將會循著過去已經相當成功的世界咖啡館單元進行討論活動；而111下學期的實驗組將直接把世界咖啡館的其中一個討論室擺置於同步延伸教室，因此學生在輪站的過程中皆會輪到一般討論室與同步延伸教室，以達到和另一校區學習者的互動目的。研究者特意選擇高度學生間互動的活動形式來同步延伸教室的可行性，若世界咖啡館這個較為複雜的活動形式可以在同步延伸教室當中成功實施，則其它較為傳統，且技術與教學要求較低的實體教室活動如講述教學或分組演示，亦應具備更高的可行性。

六、教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

與一般的教學實踐研究計畫，主軸在該課程進行證據為本的教學實踐與改善，本計畫的目的並不在此。「學習與閱讀理解策略」課程之前即經過一次的教學實踐研究計畫開發出成熟的翻轉教室課程經營方式，授課教師所製作的非同步課程獲有臺灣開放式課程聯盟的年度最佳課程獎項，校內的學分課程亦獲得傑出教學獎的肯定。建立在以上基礎，本研究便不再重複之前的課題，而是將焦點放在如何設計與實做，將教學擴散到延伸教室當中。

(一) 教室設計過程與成果

根據 Marx 等人(1999)的課桌椅擺設研究建議，實體討論適合採取圓形或半圓形的桌椅擺設方式，並且控制 110B 學生人數為 7 至 8 人(圖6-1)、111B 學生人數大約為光復校區 9 人(圖6-2)、陽明校區 3 人，其中 111B 學生人數因可以自由選擇上課教室，每次有所浮動。學生在實體課程簽到時，將按照抵達順序抽取三個討論桌的進行順序，該順序取用拉丁方格的六種組合而成，以確保每一輪的人數平均，且可以達到最多種類的學生互動組合數。



圖6-1 FTF 世界咖啡館：主題「你的熱情指南針」(110B)



圖6-2 FTF 世界咖啡館：主題「你的熱情指南針」(111B、光復校區)

在同步線上環境中，我們也採取圓形的桌椅擺設方式。如圖 6-3 所示，該地圖是由研究者事先設計，該討論桌的討論內容及螢幕分享畫面只有在該桌的範圍內可以聽見，而原先的實體教材也全數轉化為電子白版軟體和電子文件。110B 學生人數為 7 至 8 位，111B 學生人數為 11 至 12 位。而學生的討論桌進行順序，同樣以拉丁方格的 6 種組合而成，研究者將連同 Gather Town 的操作說明、連結、連同討論桌進行順序，於課前公告發送給學生。

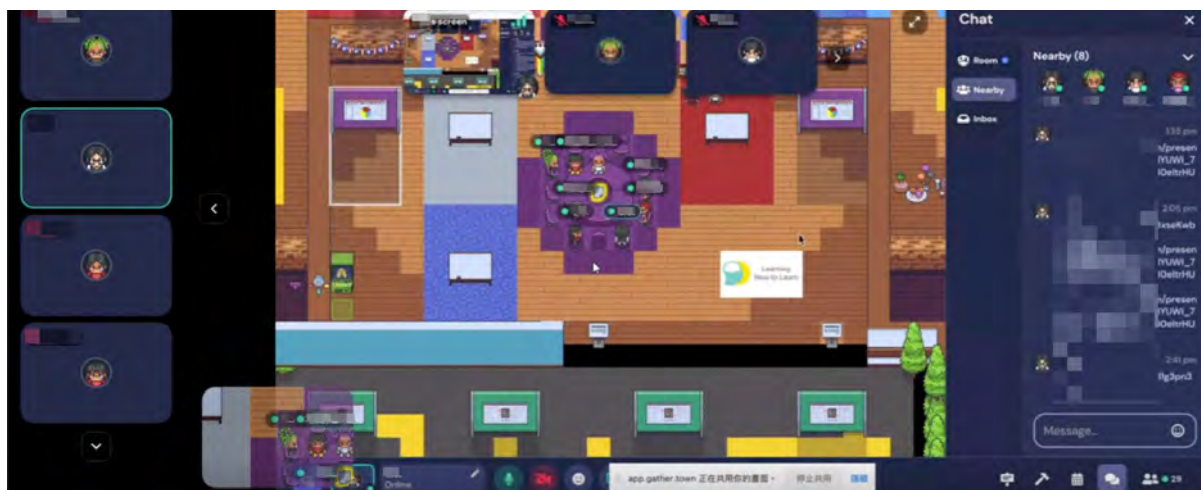


圖6-3 同步線上情境世界咖啡館:主題「人生翻轉學」(110B)

在 雙校區延伸教室課程中，我們採取了半圓形的桌椅擺設方式，並且將視訊畫面盡可能調整，使得兩半圓桌靠近，經由畫面的縫合，使接近圓桌討論的型態。課程在 111B 學生人數大約為光復校區九人(圖6-4)、陽明校區三人(圖6-5)，因學生可以自由選擇上課教室，每次人數有所浮動。與 FTF 相同地，學生在實體課程簽到時，將按照抵達順序抽取三個討論桌的進行順序，該順序取用拉丁方格的六種組合而成。主講教室中，由桌長負責視訊設備及電腦操作、同時進行教學；延伸教室中，則是由研究人員協助操作設備。



圖6-4 世界咖啡館:主題「靈感與他們的產地」(111B 延伸教室、光復校區)



圖6-5 世界咖啡館:主題「人生翻轉學」(111B 延伸教室、陽明校區)

111B 世界咖啡館教室中，包含著兩組視訊設備的畫面，一組用於桌長和同學討論使用(圖6-4、圖6-5)，以下為我們經測試之後所運用之設備資訊：

- 光復校區 FTFx 教室(圖6-4)：
 - 視訊攝影機:Lumens VC-B11U(4K 網路會議攝影機)
 - 視訊螢幕:ViewSonic IFP8652-1A(ViewBoard 4K 智慧互動電子白板)
 - 麥克風兼音響:audio-technica AT-CSP5(藍芽通話揚聲器)

- 視訊會議軟體: Cisco Webex
- 陽明校區 FTFx 教室(圖6-5):
 - 視訊攝影機: Lumens VC-B11U (4K 網路會議攝影機)
 - 視訊螢幕: 單槍投影機
 - 麥克風兼音響: audio-technica AT-CSP5 (藍芽通話揚聲器)
 - 視訊會議軟體: Cisco Webex



圖6-6 光復校區教室直播(前方投影幕)



圖6-7 陽明校區教室直播(左側螢幕)

而另一組用於教室畫面的直播，目的是給予授課教師觀察全班、並且保留對所有學生通訊公告的功能，光復校區(圖6-6)使用 AVer CAM520 Pro2 作為硬體視訊設備，而陽明校區(圖6-7)使用 POLYCOM Group 310 作為硬體視訊設備。兩間實體教室當中，另各有兩組實體組的討論桌正在進行。當兩間教室跑桌時，同學會輪流在全實體桌和半實體桌(一半同學來自另一個校區)中進行討論學習。每次的討論結束之後，研究人員便發下 Pearce 等人(2005)之心流量表，請同學填答剛剛所經歷25分鐘討論的心流體驗。此外，研究者對教室全程錄影，基於 Jacobs、Kawanaka 與 Stigler(1999)的循環編碼模型，研究人員續將各種不同學習情境的討論狀況，以桌為單位進行學習行為編碼，該行為編碼表取自 Gunawardena 等人(1997)提出之互動分析模型(Interaction Analysis Model, IAM)。因此，學生主觀的投入感受，與客觀的討論投入，皆獲得分析。課程反應問卷與訪談，則用於解釋結果與成效。

(二)教師教學反思

計畫主持人在本研究中的角色為授課教師，但就整體課程的進行上，授課教師的角色與一般課程不同。經由翻轉教學的調整後，授課教師的教學任務主要在非同步的授課影片與非同步的互動上；同步見面課程的互動，則由計畫主持人培育的研究生桌長，與修課同學互動。此一經營模式，使線上課程在校內達成虛實整合的功能，也能將同步見面課程包裝為到校外進行的體驗活動。此一多元運用，使本課程與傳統的大學課程差異甚大，必須先做提醒。

不過，為了配合教學實踐研究計畫既定的成果報告標題，本研究中較為適合稱之為「教師」的對象，是擔任兩間教室(即圖6-4、6-5討論情境)的桌長。雖然說桌長的角色如前所述，是引發討論成員經驗與交流，並非「講述」的人。但其帶領這個新型態教室的經驗與省思仍有探討的價值。研究人員請其回想兩次見面課程共六輪的討論，以及他過去帶領純實體討論和純線上同步討論的經驗。桌長提到，只要在網速保持穩定的情況下，兩邊同學可以彼此看到、聽到對方，眼神上也有互動，他的帶領確實會刻意提醒自己需要注意「另一邊」的同學，他本身也

各在陽明或光復校區出現一次，在討論帶領上可以實現雖然不跟教師在同一個空間，但仍然能投入在課程當中，而且也不會只是單向的「聽講」。不過，雖然本研究的設計上能初步實現「同在」的感覺，但真正的問題是一旦網速降低或聲音斷訊，此時同學們「同在一起」的感受就很容易因技術故障而「出戲」，學生會領悟到「其實我們物理上是分開的」。這個部分，桌長以大方仍有待校園網路的提升。

(三) 學生學習回饋

本研究蒐集學生有效回饋共 476 人次，包含 110B 學期 177 份、111B 學期 299 份。以授課方式區分：實體共 248 份、實體延伸共 66 份、同步線上共 162 份。在心流體驗上，在本研究之 110B 和 111B 學期兩個學期之間：

(1-1) 110B 學期整體之心流表現 > 111B 學期整體。

(1-2) 不同性別的學生在心流表現上並無差異。

在本研究實施實體延伸教室教學的 111B 學期中：

(1-3) 不同校區的學生在心流表現上並無差異。

(1-4) 不同世界咖啡館桌長主導的學生在心流表現上並無差異。

(1-5) 身在主講教室與身在延伸教室的學生在心流表現上並無差異。

(1-6) 實體延伸教室和實體教室參與同學的心流表現勝過同步線上課程，且實體延伸教室和實體教室的心流表現相差無異。

在討論品質的學習行為比較上，錄影分析結果顯示：

(2-1) 不同的授課方式在世界咖啡館中的學習行為有所差異。

(2-2) 開始之分享及結束之總結為三授課方式之共同特徵。

(2-3) 討論之中間層次在實體教室最為明顯、實體延伸教室次之、同步線上教室最不明顯。

(2-4) 推動討論至總結為實體延伸教室與同步線上教室共享的特徵。

七、建議與省思 Recommendations and Reflections

延伸教室的實施需要搭配教學與科技，並從試誤當中學習到有效的設計。以本研究而言，將已經獲得好評的課程修改為兩間以上的教室同步開課，並提供與實體教室相當的臨場體驗，對於跨校課程是有效有利的方案。雖然這樣的需求仰賴在多校區同時建置教室，也未必是多數大學需要解決的問題。但研究者認為，這樣的教室存在，其優點不只在於跨校授課，對於跨空間之多團隊討論、線上會議、或使用於教師之同步線上課程直播，它都會是最佳的場所，因此本研究提出的複合式多功能教室，會是學校未來所需的優良教學場域。研究人員提出以下實務建議：

在教室的設計上：首先，將桌椅擺設以「半圓形」或「U字型」，讓大螢幕帶來穿透感。其次，讓每個教室位置之學生皆能以「平視」角度被清楚拍攝、且學生能清楚看見螢幕，因此攝影機的擺設必須與同學坐姿時的視線齊平。在團體討論的容量上，單邊教室可容納的人數建議是二至五人，最高不超過七人，連同桌長，不超過15人。收音播音上，我們發現市面上的全指向收音麥克風效果有侷限！太遠的同學是聽不到的，建議設置陣列麥克風，且對教室做降噪(吸音棉)處理。最後，在視訊設備上，大屏顯示器因為必須讓使用者可以觸控操作，因此必不會採高掛方式，是最適用於實體延伸教室的視訊設備。

貳、參考文獻 References

- 王石番(1989)。傳播內容分析法—理論與實證。臺北:幼獅。
- 葉曉函(2019)。**MOOCs** 課程討論區部分角色分配之學習互動、知識建構與序列行為模式分析(未出版碩士論文)。交通大學。
- 行政院(2021)。院會議案:班班有網路,生生用平板-推動中小學數位學習精進方案。取自 <https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/0ba98487-02aa-4bf3-afa5-89a628e29c9d>
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., & Borokhovski, E., et al. (2009). A Meta-Analysis of Three Types of Interaction Treatments in Distance Education. *Review of Educational Research*. 79(3), 1243-1289. <https://doi.org/10.3102/0034654309333844>
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., & Borokhovski, E., et al. (2009). A Meta-Analysis of Three Types of Interaction Treatments in Distance Education. *Review of Educational Research*. 79(3), 1243-1289. <https://doi.org/10.3102/0034654309333844>
- Brown, J., & Isaacs, D. (2005). *The World Cafe: Shaping our futures through conversations that matter*. Berrett-Koehler
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education (6th ed.)*. Routledge/Taylor & Francis Group.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- De Wever, B., Schellens, T., Van Keer, H., & Valcke, M. (2008). Structuring asynchronous discussion groups by introducing roles: Do students act in line with assigned roles?. *Small Group Research*, 39(6), 770-794. <https://doi.org/10.1177/1046496408323227>
- DeMatthews, D., Knight, D., Reyes, P., Benedict, A., & Callahan, R. (2020). From the field: Educational research during a pandemic. *Educational Researcher*, 49, 398-402. <https://doi.org/10.3102/0013189X20938761>
- DeMatthews, D., Knight, D., Reyes, P., Benedict, A., & Callahan, R. (2020). From the field: Educational research during a pandemic. *Educational Researcher*, 49, 398-402. <https://doi.org/10.3102/0013189X20938761>
- Fontichiaro, K., & Stephens, W. S. (2021). Blurring the boundaries between home and school: how videoconference-based schooling places American education's cultural values at risk during COVID-19. *Journal of Children and Media*, 15(1), 96-100, <https://doi.org/10.1080/17482798.2020.1860101>
- Fontichiaro, K., & Stephens, W. S. (2021). Blurring the boundaries between home and school: how videoconference-based schooling places American education's cultural values at risk during COVID-19. *Journal of Children and Media*, 15(1), 96-100, <https://doi.org/10.1080/17482798.2020.1860101>
- Froiland, J. M., & Smith, L. (2014). Advancing the discussion about systematic classroom behavioral observation, a product review of Tenny, J. (2010). eCOVE observation software. Pacific city, or: eCOVE software, LLC. *Journal of Attention Disorders*, 18(4), 385-391, <https://doi.org/10.1177/1087054712436585>
- Froiland, J. M., & Smith, L. (2014). Advancing the discussion about systematic classroom behavioral observation, a product review of Tenny, J. (2010). eCOVE observation software. Pacific city, or: eCOVE software, LLC. *Journal of Attention Disorders*, 18(4), 385-391, <https://doi.org/10.1177/1087054712436585>
- Guardino, C. A. & Fullerton, E. (2010). Changing behaviors by changing the classroom environment. *TEACHING Exceptional Children*, 42(6), 8-13. <https://doi.org/10.1177/004005991004200601>
- Guardino, C. A. & Fullerton, E. (2010). Changing behaviors by changing the classroom environment. *TEACHING Exceptional Children*, 42(6), 8-13. <https://doi.org/10.1177/004005991004200601>

- Hwang, G. J., Shi, Y. R., & Chu, H. C. (2011). A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context-aware ubiquitous learning. *British Journal of Educational Technology*, 42(5), 778–789. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01102.x>
- Jacobs, J. K., Kawanaka, T., & Stigler, J. W. (1999). Integrating qualitative and quantitative approaches to the analysis of video data on classroom teaching. *International Journal of Educational Research*, 31(8), 717–724. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00036-1](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00036-1)
- Jacobs, J. K., Kawanaka, T., & Stigler, J. W. (1999). Integrating qualitative and quantitative approaches to the analysis of video data on classroom teaching. *International Journal of Educational Research*, 31(8), 717–724. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00036-1](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00036-1)
- Juarez, B. C., & Critchfield, M. (2021). Virtual classroom observation: Bringing the classroom experience to pre-service candidates. *American Journal of Distance Education*, 35(3), 228-245, <https://doi.org/10.1080/08923647.2020.1859436>
- Juarez, B. C., & Critchfield, M. (2021). Virtual classroom observation: Bringing the classroom experience to pre-service candidates. *American Journal of Distance Education*, 35(3), 228-245, <https://doi.org/10.1080/08923647.2020.1859436>
- Linde, A., Clay, M., & Johnson, M. (2021). Flexing beyond the pandemic: IT as a change leader: Driving institutional goals around retention and enrollment. *Planning for Higher Education*, 49(3), 17–28.
- Loureiro, A., & Bettencourt, T. (2014). The use of virtual environments as an extended classroom – A case study with adult learners in tertiary education. *Procedia Technology*, 13, 97–106.
- Loureiro, A., & Bettencourt, T. (2014). The use of virtual environments as an extended classroom – A case study with adult learners in tertiary education. *Procedia Technology*, 13, 97–106.
- Loureiro, A., Santos, A., & Bettencourt, T. (2012). Virtual worlds as an extended classroom. In C. S. Lányi (ed.), *Applications of Virtual Reality*, 89-108. InTech.
- Loureiro, A., Santos, A., & Bettencourt, T. (2012). Virtual worlds as an extended classroom. In C. S. Lányi (ed.), *Applications of Virtual Reality*, 89-108. InTech.
- Mangione, G. R. J., & Cannella, G. (2021). Small school, smart schools: distance education in remoteness conditions. *Technology, Knowledge, and Learning*, 26, 845–865. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09480-4>
- Mangione, G. R. J., & Cannella, G. (2021). Small school, smart schools: distance education in remoteness conditions. *Technology, Knowledge, and Learning*, 26, 845–865. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09480-4>
- Manning, T., Sheehy, K., & Ceballos, L. (2020). Making mentoring work online. *The Learning Professional*, 41(4), 56-58.
- Manning, T., Sheehy, K., & Ceballos, L. (2020). Making mentoring work online. *The Learning Professional*, 41(4), 56-58.
- Marx, A., Fuhrer, U., & Hartig, T. (1999). Effects of Classroom Seating Arrangements on Children's question-asking. *Learning Environments Research*, 2(3), 249–263. <https://doi.org/10.1023/A:1009901922191>
- Marx, A., Fuhrer, U., & Hartig, T. (1999). Effects of Classroom Seating Arrangements on Children's question-asking. *Learning Environments Research*, 2(3), 249–263. <https://doi.org/10.1023/A:1009901922191>
- Marx, A., Fuhrer, U., & Hartig, T. (1999). Effects of classroom seating arrangements on children's question-asking. *Learning Environments Research*, 2(3), 249–263. <https://doi.org/10.1023/A:1009901922191>
- Morgan, D. L. (Ed.) (1993). Successful focus groups: Advancing the state of the art. SAGE Publications, Inc. <https://www.doi.org/10.4135/9781483349008>
- Narayanan, R., Rangan, V. P., & Gopalakrishnan, U. (2019). Multiparty gaze preservation through perspective switching for interactive elearning environments. *Multimedia Tools and Applications*, 78, 17461–17494. <https://doi.org/10.1007/s11042-018-7078-y>
- Narayanan, R., Rangan, V. P., & Gopalakrishnan, U. (2019). Multiparty gaze preservation through perspective switching for interactive elearning environments. *Multimedia Tools and*

- Applications*, 78, 17461–17494. <https://doi.org/10.1007/s11042-018-7078-y>
- Pachler, N., Bachmair, B., & Cook, J. (2010). *Mobile learning: Structures, agency, practices*. New York: Springer.
- Pachler, N., Bachmair, B., & Cook, J. (2010). *Mobile learning: Structures, agency, practices*. New York: Springer.
- Pearce, J. M., Ainley, M., & Howard, S. (2005). The ebb and flow of online learning. *Computers in Human Behavior*, 21(5), 745-771. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.02.019>
- Pearce, J. M., Ainley, M., & Howard, S. (2005). The ebb and flow of online learning. *Computers in Human Behavior*, 21(5), 745-771. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.02.019>
- Pintrich, P.R., Smith, D.A.F., Garcia, T., & McKeachie, W.J. (1991). A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 338122)
- Ramlatchan, M. & Watson, G. S. (2020). Enhancing Instructor Credibility and Immediacy in the Design of Distance Learning Systems and Virtual Classroom Environments. *The Journal of Applied Instructional Design*, 9(2). <https://doi.org/10.51869/92mrgsw>
- Ramlatchan, M. & Watson, G. S. (2020). Enhancing Instructor Credibility and Immediacy in the Design of Distance Learning Systems and Virtual Classroom Environments. *The Journal of Applied Instructional Design*, 9(2). <https://doi.org/10.51869/92mrgsw>
- Ramlatchan, M., & Whitehurst, C. (2019). *The social presence benefits of synchronous, interactive video in online classes*. https://members.aect.org/pdf/Proceedings/proceedings19/2019/19_27.pdf
- Ramlatchan, M., & Whitehurst, C. (2019). *The social presence benefits of synchronous, interactive video in online classes*. https://members.aect.org/pdf/Proceedings/proceedings19/2019/19_27.pdf
- Tate, E. (2017, March). Teaching in two places at once. *Inside Highered*. <https://www.insidehighered.com/digital-learning/article/2017/03/08/technology-allows-teaching-two-places-once>
- Tate, E. (2017, March). Teaching in two places at once. *Inside Highered*. <https://www.insidehighered.com/digital-learning/article/2017/03/08/technology-allows-teaching-two-places-once>
- van den Berg, Y.H.M., Segers, E. & Cillessen, A.H.N. (2012). Changing Peer Perceptions and Victimization through Classroom Arrangements: A Field Experiment. *J Abnorm Child Psychol*, 40, 403–412. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9567-6>
- van den Berg, Y.H.M., Segers, E. & Cillessen, A.H.N. (2012). Changing Peer Perceptions and Victimization through Classroom Arrangements: A Field Experiment. *J Abnorm Child Psychol*, 40, 403–412. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9567-6>
- Wang, W., & Han, M. (2015). Quantitative analysis of the speech of the teachers and students in high school English classroom—based on information technology-based interaction analysis system. *Theory and Practice in Language Studies*, 5(10), 2107-2111, <http://dx.doi.org/10.17507/tpls.0510.18>
- Wang, W., & Han, M. (2015). Quantitative analysis of the speech of the teachers and students in high school English classroom—based on information technology-based interaction analysis system. *Theory and Practice in Language Studies*, 5(10), 2107-2111, <http://dx.doi.org/10.17507/tpls.0510.18>
- Willmann, R., Zebedin, G. & Miksche, D. (2020). *Technical setup of an inverted virtual classroom*. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 931-937. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125256>
- World Economic Forum. (2019, July 2). *Top 10 Emerging Technologies 2019*. <https://www.weforum.org/reports/top-10-emerging-technologies-2019>
- World Economic Forum. (2019, July 2). *Top 10 Emerging Technologies 2019*. <https://www.weforum.org/reports/top-10-emerging-technologies-2019>

Yang, F., & Luo, W. (2020). *Sharing cloud platform applied to teaching system reform based on “5G+Smart Education” innovation*. Paper presented in the proceedings of 2020 International Conference on Information Science and Education (ICISE-IE) (pp. 617-620).
<https://doi.org/10.1109/ICISE51755.2020.00138>

Yang, F., & Luo, W. (2020). *Sharing cloud platform applied to teaching system reform based on “5G+Smart Education” innovation*. Paper presented in the proceedings of 2020 International Conference on Information Science and Education (ICISE-IE) (pp. 617-620).
<https://doi.org/10.1109/ICISE51755.2020.00138>

參、附件 **Appendix** (無)