

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：PED1090518

學門專案分類：教育

執行期間：2020/08/01～2021/07/31

融入合作型問題解決模式於跨領域「智慧型語言學習系統」

課程之設計與成效評估

配合課程名稱：智慧型語言學習系統

計畫主持人：楊接期

執行機構及系所：國立中央大學網路學習科技研究所

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於2023年9月30日公開)

繳交報告日期：2021年9月6日

融入合作型問題解決模式於跨領域「智慧型語言學習系統」課程之設計與成效評估

一. 報告內文

1. 研究動機與目的

傳統教學中大多以學生獲取專業的學科領域知識做為教學及評量學生學習成效的目標，因此學生通常只能學習到單一的能力。為了使學生在未來職場上能具有競爭力，培養學生具備跨領域素養與思維是相當重要的。因為當學生畢業後進入職場時，可能會面臨需要解決與自己所學不同領域的問題，因此在課程中融入跨領域的教學策略，就顯的格外重要。

本計畫為了解決此問題，提出一個在課程中融入合作型問題解決模式的方案。合作型問題解決是指個人具備能夠有效與小組成員在解決問題的過程當中，藉由分享能獲得解決問題的方法所必須要有的理解，並共同提出彼此的知識、技巧及努力，以達成問題解決的能力。透過合作型問題解決，藉由衝突與不同的觀點等群體間交錯的意見，能有效尋求適當的問題解決方法。因此，合作型問題解決能力是現今社會非常重要的關鍵能力，特別是 2015 年跨國評估學生能力計畫(Programme for International Student Assessment, PISA)也將合作型問題解決視為核心素養能力，可見培養學生具備合作型問題解決的能力是相當重要的。

本計畫提出一個創新的教學策略，將合作型問題解決模式融入跨領域「智慧型語言學習系統」課程，除了探討如何設計合作型問題解決模式導入課程之相關教材及教學活動外，也探討如何評量合作型問題解決模式導入課程後學生的學習成效與合作型問題解決能力，及探討學生在團隊合作之學習歷程及團隊合作中所遇到的困難與解決策略，以提升教學品質及促進學生學習成效。

2. 文獻探討

Nelson (1999)提出合作型問題解決(Collaborative Problem Solving, CPS)的教學策略，是一種以問題解決為導向的合作學習方式，其目標是要發展學生對於複雜領域的內容知識、解決問題和合作技能。CPS 強調透過合作探索、協同規劃、與問題解決等歷程，以尋求更理想的問題解決方案(Barron, 2000)。CPS 能力指的是個人具備能夠有效地與兩個以上的參與者在解決問題的過程當中，藉由分享能獲得解決問題的方法所必須要有的理解，並共同提出彼此的知識、技巧及努力，以達成問題解決的能力(Organisation for Economic Co-operation and Development, 2013)。因此 CPS 是一種個人能夠有效的與其他團隊成員為達到解決共同的問題，透過相互了解並與團隊合作的方式去尋求問題解決之方案(Rotherham & Willingham, 2010)。

面臨現代社會化的複雜性挑戰，相較於單打獨鬥，仍不可避免以合作的方式去解決問題(Graesser, Fiore, Greiff, Andrews-Todd, Foltz, & Hesse, 2018)。CPS 包含了認知能力上的問題解決能力與社會性的團體合作能力等兩個面向，與單純的團隊小組合作不同之處，CPS 講求小組之間有共同的目標與互助合作的方式以解決問題。亦即團隊必須要有一個新的問題，且需透過設計與構思的方式，從原始遇到問題的起點探索，朝向問題解決的共同目標邁進(Mayer & Wittrock, 2006)。在解決問題的過程中，問題被解決的方式是讓小組團員均可以掌握的，解決的方法是屬於客觀性的(Graesser et al., 2018)。在 CPS 模式中，團隊裡的成員角色通常是有差異性的，每個成員均會有各自需要負責的任務，亦即每位

成員需要互相彼此協助，因為每個成員各有所長，所以都需要在團隊裡扮演不可或缺的角色。因此，在 CPS 的過程中，最重要的是與團隊成員間有效溝通的能力。

在國際上許多先進國家已開始重視合作型問題解決能力(Hmelo-Silver, Jordan, Liu, & Chernobilsky, 2011)，特別是 2015 年跨國評估學生能力計畫(Programme for International Student Assessment, PISA)也將合作型問題解決視為核心素養能力之一，可見合作型問題解決是一個現今社會非常重要的關鍵能力。針對合作型問題解決能力的評量，PISA 2015 將 CPS 能力的評量分為團隊合作核心能力與問題解決認知行為歷程兩個向度，前者包含：建立和維持共同的理解、採取適當行為來解決問題、與建立和維持團隊合作；後者包含：探究及理解問題、表達及解決問題、計畫及執行、與檢視及反思問題。此團隊合作三大核心能力與四個問題解決認知行為歷程形成一個可評量學生 CPS 能力的評量架構，列出更為完整與細緻的團隊合作與問題解決技能(如表 2 所示)。

表 2. PISA 2015 合作問題解決(CPS)評量架構

| 團隊合作 問題解決 | (1)建立和維持共同 的理解 | (2)採取適當行為來 解決問題 | (3)建立和維持團隊 合作 |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| (A)探究及理解問題 | (A1)發現團隊成員 的觀點與能力 | (A2)根據目標發現 解決問題的互 動型態 | (A3)理解在解決問 題過程中所扮 演的角色 |
| (B)表達及解決問題 | (B1)建立共享的陳 述和協商問題 的意義 | (B2)辨認與描述須 完成的工作 | (B3)描述角色與團 隊組織 |
| (C)計畫及執行 | (C1)與團隊溝通將 要執行的行動 | (C2)制定計畫 | (C3)遵守約定的規 則 |
| (D)檢視及反思問題 | (D1)監控與修訂共 享的理解 | (D2)檢核執行結果 與評價解決問 題的成功與否 | (D3)檢核、反饋與適 應團隊組織和 角色 |

Oliveri, Lawless, and Molloy (2017)提出 CPS 包含了四種能力：團隊合作、溝通、領導能力、與問題解決能力，而這四種能力並同時與許多具體的技能連結，例如，團隊合作能力包含：團隊凝聚力、團隊活力化、團隊學習、自我管理、與適應力等能力；溝通能力包含：主動聆聽與資訊交換等能力；領導能力包含：遭遇困難重組的能力、活動與資源組織、表現監測與控管、衝突解決、與轉換的領導等能力；問題解決能力包含：問題認知能力、腦力激盪、規劃能力、詮釋與分析能力、與評估與實踐等能力，以上這些能力都是職場中迫切所需要的能力。因此，在高等教育教學現場中，如何將 CPS 融入教學，是培養學生對於未來職涯發展所需能力的重要關鍵。

Nelson (1999)也提出 CPS 的實踐過程，首先是要達到個人與小組之間對問題的理解共識，稱為連結問題的空間，且需要製造與維持這個空間，因此必須透過不斷的溝通，接下來與要有共同的計畫去達成任務與執行計畫等過程。實踐 CPS 的過程是很複雜的，需要不斷的溝通與相互理解，且對於團隊合作執行上所遇到的困難，如社會惰化與合作技巧不佳的團隊成員等困難，需要有力的團隊成員幫忙協調溝通、角色分配、提升團隊成員交流，才能使 CPS 順利進行(Fiore, Wiltshire, Oglesby, O'Keefe, & Salas, 2014)。

根據以上的文獻探討，CPS 模式的主要優勢包含：(1) 問題的解決方式因分工而品質提升；(2) 多元角度的知識來源、觀點與經驗；(3) 團隊成員間相互激發新觀點、彼此交流，可提升創意及問題解決之品質。在現今以資訊與知識服務為主的時代，大部分的問題解決需要由團隊合作來完成。但是在傳統課程中，學生很少有機會在課堂上獲得合作型問題解決能力，因此把 CPS 融入課程中是刻不容緩的(Fiore, Graesser, & Greiff, 2018)。

融入 CPS 的教學將有助於學生在畢業之後，面對職場的實際工作環境時，將會有更好的團隊合作技巧與溝通能力(Oliveri et al., 2017)，可以有效促進職場的生產力(Klein, DeRouin, & Salas, 2006; Salas, Cooke, & Rosen, 2008)。因此，如何在課程中，融入團隊共同解決問題的 CPS 能力，是相當重要的課題。

3. 研究問題

本計畫將合作型問題解決模式融入跨領域「智慧型語言學習系統」課程，除了探討如何設計合作型問題解決模式導入課程之相關教材及教學活動之外，也探討如何評量合作型問題解決模式導入課程後，學生的學習成效與合作型問題解決能力是否影響，以及學生在團隊合作之學習歷程及團隊合作中所遇到的困難與解決策略。

具體而言，本計畫之研究問題包含以下幾點：

1. 合作型問題解決模式導入「智慧型語言學習系統」課程之教材及教學活動如何設計？
2. 合作型問題解決模式導入「智慧型語言學習系統」課程後學生的學習成效為何？
3. 合作型問題解決模式導入「智慧型語言學習系統」課程後學生的合作型問題解決能力為何？

4. 研究設計與方法

本計畫導入合作型問題解決模式於跨領域「智慧型語言學習系統」課程，以單組前後測設計，採用量化與質化混合研究方法，藉由成效評分、問卷、及訪談等多元評量研究工具，以探討學生在「智慧型語言學習系統」課程中導入合作型問題解決模式後之成效。

4.1 研究對象

本計畫之研究對象為參與 109 學年度下學期「智慧型語言學習系統」課程之學生，本課程參與的學生來自資訊工程學系及網路學習科技研究所，大部分是資訊背景的學生，在性別上則男女學生大約各占一半的人數。因此，在進行小組分組時，考量將不同科系及性別的學生分成同一組，以促進學生進行跨領域交流及合作型問題解決能力。

4.2 研究工具

本計畫採用量化與質化並用的研究方法，以有效檢視本計畫融入合作型問題解決模式於跨領域「智慧型語言學習系統」課程後之成效，本計畫使用的研究工具分為三大類：成效評分、問卷、及訪談等，說明如下：

(1) 成效評分：包含課堂小組討論評分及實作成果評分二部分，其中課堂小組討論評分為每週課程講授後，學生需要針對所講授的內容進行小組討論，並整理成報告，評分則是根據學生的報告進行評分，以檢核其學習成效。而實作成果評分部分則包含提案報告、期中系統報告、期末系統報告、及系統實際操作等四次的實作成果檢核，目的在檢驗學生在整個學習過程的成效，而非只重視最終的實作成果，同時也讓學生有階段性的目標可依循。而最後的系統實際操作的安排，目的是藉由實際的系統操作，檢視學生最終的實作成果。在實作提案報告中，學生需針對期末所要進行的實作系統，提出一個提案，報告內容包含設計理念、語言學習內容規劃、系統特色說明、及團隊工作分配及預期開發進度時程等。在實作期中系統報告中，學生需要針對實作系統開發的期中進度進行報告，報告內容包含語言學習內容、系統功能模組、團隊合作中遭遇到的困難及解決

方案、及預期開發進度等。在實作期末系統報告中，學生必須完成實作系統並實際展示所開發的系統，報告內容包含實作系統之學習理論、語言學習內容、系統功能模組、及團隊合作之經驗反思等。在實作成果系統實際操作中，學生必須將所開發的系統提供給其他學生實際操作，即學生會分別操作所有其他組別學生所開發的智慧型語言學習系統。

(2) 問卷：本計畫參考 Aguado, Rico, Sánchez-Manzanares, and Salas (2014) 編製的團隊合作能力量表 (Teamwork Competency Test)，此量表是由美國萊斯大學心理系系主任 Salas 教授及西班牙跨國團隊所研發而成，並由三位相同領域的專家建立內容效度，量表整體的信度 Cronbach's α 值為 .89，因此在信度與效度皆獲得驗證。團隊合作能力量表中將合作型問題解決能力作為一項潛在變項，並將之區分成八個向度，分別為衝突解決 (conflict resolution)、問題解決 (problem solving)、進行決策 (decision making)、溝通 (communication)、非正式溝通 (informal communication)、規劃與協調 (planning and coordination)、監督和評估 (monitoring and assessing)、及提供回饋 (offering feedback) 等。

(3) 訪談：本計畫之質性研究主要是針對學生在成效評分及問卷分析的結果，實施半結構式訪談，以作為分析與詮釋量化數據背後的質性資料的三角檢證。訪談重點聚焦於以下幾點：學生在團隊合作之歷程、實作系統時之溝通、規劃與協調、及團隊合作中所遇到的困難與解決策略等。透過訪談的方式，詢問學生以上問題，以了解學生在與不同領域之團隊成員在實作系統的過程中的學習歷程，並分析學生在課程中導入合作型問題解決模式後所獲得的能力，在過程中所遭遇到的困難及相關解決策略，及對課程整體的心得與回饋。

4.3 研究流程

本計畫的實施流程如圖 1 所示，本研究使用的研究工具包含三大類，即成效評分、問卷、及訪談等。成效評分部分，包含課堂小組討論評分(每週上課討論報告)及實作成果評分(包含提案報告、期中系統報告、期末系統報告、及系統實際操作等，分別在對應的報告後實施)。問卷部分，主要是為了檢核學生的合作型問題解決能力(團隊合作能力量表)，包含前測及後測，分別在第一節課及最後一節課實施，目的是為了分析合作型問題解決模式導入課程之後，學生在合作型問題解決能力是否有所改變。訪談部分為實施半結構式訪談，作為分析與詮釋量化數據背後的質性資料的三角檢證，並了解學生在與不同領域之團隊成員的合作實作歷程中所遭遇的困難及對應的解決策略。

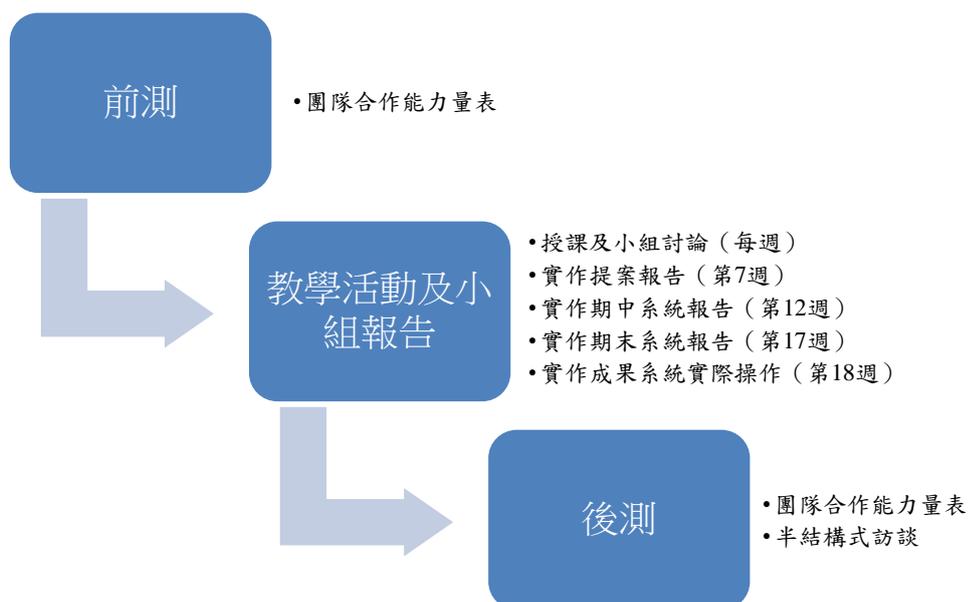


圖 1. 本計畫研究流程

4.4 資料處理與分析

本研究於課程結束後，將所收集到的成效評分及問卷等資料加以整理，並採用李克特五點量表方式進行評分，從高到低以 5 到 1 標示評量值（5=非常同意、4=同意、3=無意見、2=不同意、1=非常不同意），並使用 SPSS 統計軟體進行資料分析，本研究中所使用的統計分析方法主要包括：信度分析、描述性統計分析、及成對樣本 *t* 檢定分析。信度分析主要是為了驗證研究工具的內部一致性，採用 Cronbach α 係數進行驗證；描述性統計分析則針對變項資料，進行標準差、平均數等描述性統計分析；而成對樣本 *t* 檢定分析則用來比較學生在授課前後之合作型問題解決能力的差異。針對質化的結果，本研究將訪談資料以歸納法進行分析，將收集到的資料進行編碼並進行分類，藉此了解學生在團隊合作實作系統的過程中所遇到的困難及如何解決。訪談資料分析的主要步驟為：將訪談之錄音檔轉為逐字稿，並仔細閱讀內容；描述和概括資料的現象和特點，並建立不同類別；持續修正所得資料的現象和特點，並進行再分類。

5. 教學暨研究成果

5.1 教學過程與成果

5.1.1 教學過程

本計畫所實施的課程為「智慧型語言學習系統」，本課程的教學目標除了讓學生了解智慧型語言學習的研究發展趨勢及智慧型語言學習系統的設計原則之外，並融入合作型問題解決模式於課程中，學生需要實作開發智慧型語言學習系統。因此在大部分的課程活動中，學生必須以小組團隊合作的方式，並結合跨領域學習，整合語言學習與系統開發的專業知識與技術，學生需要與團隊成員進行小組討論與問題解決，共同協力合作，於期末時完成實作開發智慧型語言學習系統。此過程需結合程式設計專業能力、並且融入數位學習設計及教育理論，透過小組成員共同合作來解決此實作的問題與任務。

本課程在合作型問題解決的過程，小組團隊需有三次實作報告及一次的系統實際操作。第一次是在擬定計畫後，上台做提案的簡報，除了介紹所構思的智慧型語言學習系統之設計理念，同時也說明該系統的學習內容規劃與系統特色，並擬定團隊工作分配及預期開發進度時程等。藉由上台進行提案報告，讓小組團隊成員更為確立該團隊接下來要實作開發的系統，並透過與班級上其他同學給予的回饋，激發出新的想法並修訂原始構想。由於本課程要求在每一次團隊進行簡報時，每一位小組成員都要上台簡報，因此小組成員必須討論分配每一位成員所負責的角色。第二次的期中簡報則需要報告實作系統開發的期中進度，包含語言學習內容、系統功能模組、團隊合作中所遭遇到的困難及相關解決方案、及預期開發進度等，可藉此檢視團隊的進度及與所要達到的目標之間的差距。第三次期末小組簡報則是對班級所有學生展示團隊所實作開發的系統，並報告實作系統之學習理論、語言學習內容、系統功能模組、及團隊合作之經驗反思等。在最後一週，則進行實作成果之系統實際操作，每一組都要把實作成品的智慧型語言學習系統，讓其他組的學生實際進行系統操作，並針對系統的使用經驗進行評量，教師會從中引導讓學生彼此之間相互提出對於每一組之實作成品的優缺點進行分析與討論，給予實作成品量化與質化的評量。

透過上述合作型問題解決模式融入本課程的設計，讓學生藉由小組合作與問題解決的歷程，實作開發出智慧型語言學習系統，培養學生具備團隊合作、有效溝通、問題解決、與跨領域素養與思維。

5.1.2 團隊合作能力量表調查結果

表 1 為團隊合作能力量表調查結果，在分析各向度的平均數後發現，特別是在衝突

解決、問題解決、及規劃與協調等向度上學生有較佳的表現，顯示學生在積極解決團隊合作過程中的衝突及問題，且有具體的規劃以完成團隊目標；但是在進行決策、溝通、及提供回饋等向度的表現則較差，顯示學生在進行決策、溝通、及提供回饋等面向較不擅長，因此仍有改善空間。但是由表中可看出學生在團隊合作能力的各向度及整體表現都高於問卷平均值，表示在合作型問題解決模式融入「智慧型語言學習系統」課程後，學生在團隊合作能力的八個向度及整體上均有不錯的表現。

表 1. 團隊合作能力量表調查結果

| 問卷向度 | 平均數 | 標準差 |
|-------|------|------|
| 衝突解決 | 4.22 | 0.41 |
| 問題解決 | 4.10 | 0.42 |
| 進行決策 | 3.65 | 0.68 |
| 溝通 | 3.73 | 0.64 |
| 非正式溝通 | 3.80 | 0.57 |
| 規劃與協調 | 3.93 | 0.43 |
| 監督和評估 | 3.83 | 0.64 |
| 提供回饋 | 3.70 | 0.57 |
| 整體問卷 | 3.87 | 0.43 |

5.1.3 學生實作成品

實作成品：讀懂日語新聞

此實作成品的設計概念為提供一個適合初學者閱讀日語新聞的環境，並提供相關支援以協助學生學習日語。學習內容採用 NHK 新聞的 NHK NEWS WEB EASY 版本，適合中小學生及外國人學習日語的初學者使用，系統會至 NHK 新聞網站每日更新當日的新聞。本系統不但提供一個易於使用的圖形使用者介面(GUI)設計，且提供協助學生學習日語的功能，例如逐句翻譯、文章朗讀、可選擇是否顯示中文及羅馬拼音、及單字庫等。逐句翻譯採用自動取得 Google 翻譯結果的方式，系統會將 NHK 新聞內容經過翻譯後，取得中文的翻譯內容，並呈現於系統介面中。文章朗讀自動抓取文章朗讀音檔，學生可自由選取要朗讀的內容進行文章朗讀。系統也會自動將漢字轉換成平假名及羅馬拼音，提供學生多元的內容。而單字庫功能則提供學生將不熟悉的單字加入單字庫，可針對這些不熟悉的內容進行多次複習以學會這些單字。

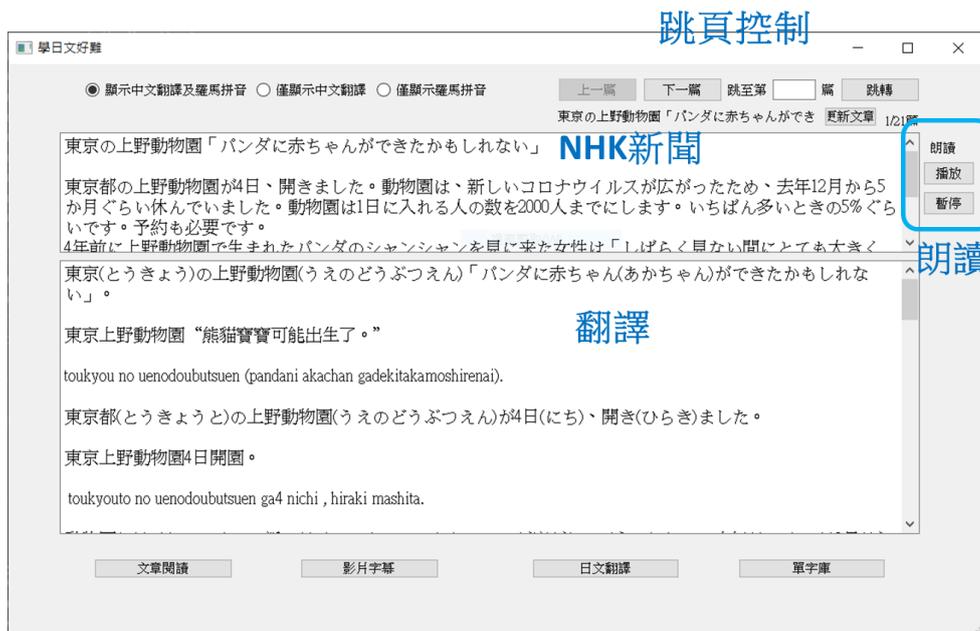


圖 2. 實作成品介面：讀懂日語新聞

實作成品：日語學習 - 動漫

此實作成品的设计概念為以動漫題材刺激學習日語的動機，內容為挑選大家耳熟能詳的動漫內容，因其對話內容簡單易懂，且劇情中充滿真實的日本生活感，因此是一個適合初學者學習日語的環境，整體學習內容包含單字、發音、文法及對話。為了激勵學生進行學習，系統中設計了測驗結合獎勵機制以提升學習動力，當學生學習一個單元之後立刻進行測驗，以驗證學習的結果。測驗類型包含單字翻譯、單字填空、文法填空、及對話選擇等，根據測驗分數會獲得相對應的點數，點數可用於解鎖未開啓的學習影片。對於學生在測驗中答錯誤的題目，系統會自動紀錄於單字庫中，提供一個常錯單字介面，供學生複習不熟悉的單字。

第一課 哆啦 A 夢

圖 3. 日語學習 - 動漫

5.2 教師教學反思

經過本計畫的執行，大致上都依照原先的規劃順利進行，且達到預期設定的目標。然而，在計畫的執行過程中發現有一些需要改善或加強的地方，說明如下：

實作系統的設定：學生在課程中的主要目標是要與小組成員共同實作開發出一個智

慧型語言學習系統，必須整合語言學習與系統開發的專業知識與技術。為了讓學生有較大的空間可以自由發揮，在實作系統的設定上較為彈性，即系統的類型與語言學習內容沒有特別加以限制，換句話說，學生可自由選擇系統開發平台與程式語言，也可自行決定要加入的語言學習內容。在如此設計下，學生開發出來的實作成果有各式各樣的系統類型及不同的語言學習內容，導致在評量學生的實作成果時不容易比較其差異。因此，後續計畫應思考在實作系統的設定及實作成果的評量上，提供一個較為客觀的標準或方向。

團隊小組成員的安排：本計畫在進行團隊小組分組時，採用異質性分組的方式，將不同科系及性別的學生分成同一組，以促進學生跨領域交流及合作型問題解決能力。這樣的分組方式雖有其好處，但小組成員的背景可能也是影響團隊合作是否成功的重要因素。例如，雖然大部分的學生都具資訊背景，可是在系統開發的能力上還是有不同程度的差異，而本計畫在分組時並未特別考量學生的系統開發能力及興趣，因此造成有一些組別的學生較無系統開發的經驗，導致他們在進行系統開發的過程發生了許多問題。因此，後續計畫應思考團隊小組成員安排之可能影響因素。

合作型問題解決能力的量測：本計畫探討將合作型問題解決模式導入「智慧型語言學習系統」課程後，學生的合作型問題解決能力為何，因本計畫採用「團隊合作能力量表」進行量測，其中包含衝突解決、問題解決、進行決策、溝通、非正式溝通、規劃與協調、監督和評估、及提供回饋等向度。但是在小組合作進行實作的過程，可能還需要其他的能力，例如資訊開發及跨領域學習能力等。因此，後續計畫應思考加入其他研究工具，以探討其他種類的能力是否受到影響。

5.3 學生學習回饋

本課程從學生訪談的結果中得知學生的學習回饋，主要包含課程進行方式、團隊合作、及問題解決等部分，分述如下：

課程進行方式：本課程每週三小時，課程進行方式分成兩部分，前半段以教師授課為主，而後半段以學生討論主，此種課程進行方式可以保留充裕的時間供學生討論上課的重點及實作的規劃，且因為教師先授課後才讓學生討論，可以讓學生更聚焦在課程的學習上。從訪談資料可看出，學生對此種課程的進行方式持正面的看法。

- 在課程討論時間，可以充分表達自己的想法。
- 藉由與團隊成員互動，可以互相激發靈感，讓實作的規劃愈來愈具體。

團隊合作：本課程的實作需要由學生進行小組團隊合作，以開發出一個智慧型語言學習系統，因此在實作的過程中學生需要與團隊小組成員進行溝通與合作，才能順利完成系統開發。從訪談資料可看出，學生在團隊合作中大多採取明確分工方式，各自完成自己的部分後再加以整合，以完成小組的實作系統。

- 我主要負責單字庫及影片的系統開發，而我的團隊成員負責測驗及評分系統的開發。
- 我們各自完成自己的部分後，會討論如何將不同的系統整合。

問題解決：學生在實作系統的過程中會遇到許多問題，因此需要設法解決面臨到的困難與挑戰。從訪談資料可看出，在開發實作系統的過程中，學生雖會面臨到困難與挑戰，但會試著在有限的的能力與時間之下解決相關問題，以完成實作系統。

- 為了進行翻譯及轉換假名，剛開始是用人工方式處理，但後來找到相關技術後，採用自動化方式處理。
- 為了將單字進行分類，我們參考了不少文獻及網站，後來決定以日語能力分級方式進行分類。

6. 建議與省思

教學實踐研究計畫結合了教學與研究兩個項目，因此必須同時兼顧教學與研究。本計畫將合作型問題解決模式融入「智慧型語言學習系統」課程，探討此課程的實作成果與學生的合作型問題解決能力之影響，並藉由訪談的方式，了解學生在實作系統的過程中所遭遇到的困難與相關解決策略。

整體而言，本計畫雖已達成預期目標，但仍有需要改善的地方，例如針對學生實作成品的評量，需要發展一套實作成品評量的標準，以客觀的方式評量學生的實作成品。除了評量學生在認知面向的學習成效之外，後續計畫也可評量學生在情意面向上的成效，例如學生對於團隊實作課程的動機與態度。此外，未來計畫也可詳細紀錄學生在整個系統實作的過程，以分析學生在實作系統的學習歷程，如此才能較全面性的了解在課程中導入合作型問題解決模式的成效。

二. 參考文獻

- Aguado, D., Rico, R., Sánchez-Manzanares, M., & Salas, E. (2014). Teamwork Competency Test (TWCT): A step forward on measuring teamwork competencies. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 18(2), 101-121.
- Barron, B. (2000). Achieving coordination in collaborative problem-solving groups. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(4), 403-436.
- Fiore, S. M., Graesser, A. C., & Greiff, S. (2018). Collaborative problem solving education for the 21st century workforce. *Nature Human Behavior*, 2, 367-369.
- Fiore, S. M., Wiltshire, T. J., Oglesby, J. M., O'Keefe, W. S., & Salas, E. (2014). Complex collaborative problem-solving processes in mission control. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 85(4), 456-461.
- Graesser, A. C., Fiore, S. M., Greiff, S., Andrews-Todd, J., Foltz, P. W., & Hesse, F. W. (2018). Advancing the Science of Collaborative Problem Solving. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(2), 59-92.
- Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Liu, L., & Chernobilsky, E. (2011). Representational tools for understanding complex computer-supported collaborative learning environments. In S. Puntambekar, G. Erkens, & C. Hmelo-Silver (Eds.), *Analyzing interactions in CSCL: Methods, approaches and issues* (pp. 83–106). New York, NY: Springer.
- Klein, C., DeRouin, R. E., & Salas, E. (2006). Uncovering workplace interpersonal skills: A review, framework, and research agenda. In G. P. Hodgkinson & J. K. Ford (Eds.), *International review of industrial and organisational psychology* (pp. 80-126). New York, NY: Wiley.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). Problem solving. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 287–303). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Nelson, L. M. (1999). Collaborative problem solving. In C. M. Reigeluth (Ed), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*. Mahwah, NJ: Erlbaum Associates.
- Oliveri, M. E., Lawless, R., & Molloy, H. (2017). A literature review on collaborative problem solving for college and workforce readiness. *ETS Research Report Series*, 2017(1), 1-27.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). *OECD skills outlook 2013: First results from the survey of adult skills*. OECD Publishing.
- Rotherham, A. J., & Willingham, D. T. (2010). “21st-Century” Skills: Not New, but a Worthy Challenge. *American Educator*, 34(1), 17-20.
- Salas, E., Cooke, N. J., & Rosen, M. A. (2008). On teams, teamwork, and team performance: Discoveries and developments. *Human Factors*, 50(3), 540-547.