

以概念構圖為核心之國小雙語自然教材教法課程：雙語師資生於課程中的成長與反饋

林靜雯 國立臺北教育大學自然科學教育學系教授

鄭宏文 國立臺北教育大學自然科學教育學系副教授

摘要

本研究因應新課綱實施與雙語政策推動開設第一屆國小雙語自然次專長師資培育課程，將概念構圖融入雙語自然教材教法（Integrating concept mapping into bilingual science material and teaching course, iCM-BS）以探討 iCM-BS 課程：（一）使雙語師資生的知識結構與教學目標設定產生什麼改變？（二）如何協助不同背景師資生設計雙語自然教學？（三）不同背景師資生的學習需求與意見反饋為何？本研究以全班 33 位師資生為對象，以 Novak 與 Gowin 的評鑑方式對 8 組師資生所繪製概念圖的自然科學知識結構評分以回答第一個研究問題，後續二個問題則以蒐集三位不同背景同學的質性資料、授課教師教學反思及研究團隊會議紀錄經由團隊不同研究者分析與反覆比較形成研究主張。研究結果顯示 iCM-BS 課程中概念構圖知識結構的視覺表徵：（一）可協助師資生建立科學概念的邏輯關聯以掌握教材內容、檢核知識結構以適應教學活動；（二）可協助不同背景師資生統整並設定雙語自然教案中的自然與語言教學目標；（三）不同背景師資生雖然學習需求不同，但同儕間分享教材理解與教學經驗卻可增進雙語自然教學活動構思與規劃成效。最終則基於教學與研究觀察於文末提出相關建議。

關鍵詞：師資培育、概念構圖、雙語自然教學



An Integration of Concept Mapping into a Course of Bilingual Science Material and Teaching: The Growth and Feedback of Pre-service Teachers

Jing-Wen Lin

Professor, Department of Science Education, National Taipei University of Education

Hong-Wen Cheng

Associate Professor, Department of Science Education, National Taipei University of Education

Abstract

In response to the new Curriculum Guidelines and the 2030 Bilingual Policy, this study integrates concept mapping into a course of bilingual science (iCM-BS) material and teaching for pre-service teachers and tries to figure out: (1) What changes does the course have on pre-service teachers' scientific knowledge structure and the setting of their teaching goals? (2) How does the course assist pre-service teachers in lesson planning? (3) What are the learning needs and feedback from pre-service teachers in different disciplines? This case study focused on 33 pre-service teachers participating in this course, which belongs to a sub-specialty program for elementary bilingual science teachers. To investigate the first question, their concept maps were used to assess their scientific knowledge structure using the scoring system of Novak & Gowin. Then, the non-numerical data of 3 chosen pre-service teachers with different disciplines were collected and analyzed to answer the other two questions. The results show that the iCM-BS course: (1) can graphically organize the logical connections between scientific concepts and then help pre-service teachers grasp the teaching context, (2) can help pre-service teachers with different disciplines in lesson planning of bilingual science, despite the variety of their learning needs, and (3) provides pre-service teachers a way to check their scientific knowledge structure to fit with the cognitive levels of learners as a guide that can integrate their teaching objectives of science and language. At the end of this article, we reflect on this course of iCM-BS and make suggestions.

Keywords: teacher education, concept mapping, bilingual science teaching



壹、緒論

因應《十二年國民基本教育課程綱要》（以下簡稱新課綱。教育部，2014）的實施，教師須將素養導向的教學理念貫徹於各學科教學活動中（符碧真，2018）。而《自然領域課程綱要》（以下簡稱自然領綱。教育部，2018a）則揭示國小自然領域教學宜源於生活觀察與需要，期能學以致用並成為終身學習者。而近來政府提出〈2030 雙語政策〉（國家發展委員會、教育部，2020）並積極推行的雙語教育若欲與自然領域課程相結合，教師除了必須掌握學科知識外，尚須具備整合學科與語言領域教學設計之能力。羅文杏（2021）的研究發現教師在學科雙語教學所面臨的挑戰包含：不熟悉學科內容、無法以英語教授學科、知識性學科與第二語言整合學習（Content-Language Integrated Learning, CLIL）雙語課程的不確定性與缺乏雙語教材等。然而學科雙語教學現場目前迫切需要符合新課綱素養導向的學科雙語教材與教案（陳錦芬，2023），但現階段仍只有各學科領域的中文版本教科書可供選擇。因此，如何以跨越語言與學科領域的協作觀點（黃彥文，2021）統整學科與語言領域教學目標實為當務之急。

據教育部（2022）制訂的《師資職前教育階段暨師資職前教育課程基準》，「教材教法」與「教學實習」是國小師資學科教學知識養成最重要的兩門課程（林永豐，2022），但如何將語言與學科教學目標妥善地結合以適合臺灣本地的教學現場需求，目前各界尚未能凝聚共識。由於概念構圖能使學生在英文閱讀中掌握文章重要與次要概念、整理文章結構並幫助記憶，被證實可有效提升英文閱讀（劉沛琳，2008），也是科學教育所重視的學習策略與評量工具（江淑卿，2001）。因此周金城（2021）提出可藉由概念構圖法統整自然與英語領域，以整合雙語自然教學活動並協助釐清科學知識架構。故本研究嘗試以概念構圖法連結並統整自然與英語雙領域的學習內容，引導師資生設計雙語自然教案並可據此進行雙語自然之微型試教。然而林靜雯等人（2022）的初步研究結果發現，iCM-BS 課程能夠顯著提升師資生的雙語自然教學、掌握自然領域內容與語言兩項目的自我效能，顯示其統整學科內容與語言的潛力。故本研究擬探討 iCM-BS 課程：（一）使雙語師資生的知識結構與教學目標設定產生什麼改變？（二）如何協助不同背景師資生設計雙語自然教學？（三）不同背景師資生的學習需求與意見反饋為何？

貳、文獻探討

一、課綱為本的雙語教學設計

新課綱（教育部，2014）素養導向的精神在內奠基於「以學習者為中心」（陳麗華，2018），並以整合、脈絡、歷程與實踐等形貌顯之於外（范信賢，2019），因此具備了多元的生成觀點而非僵化的過程實踐，歐用生（2018）據此提出了：重視學習歷程、適當轉化以應用於生活情境、包容多元形式與批判解構再建構等各項建議。可見得「包容多元形式與語言」的雙語教學，在不犧牲學科內容主體與探究深度的前提之下，能與素養導向的教學理念適當結合而沒有理念矛盾。但教師須摒棄教學者為中心的成見、跳脫教科書框架的限制，以學習者的需求出發、以提升學習成果為目標來進行教學設計（Davidovitch, 2013）。自然領綱（教育部，2018a）係根據不同學習階段學習者身心發展特性，縱向規劃不同學習階段學生的「科學認知、探究能力、科學態度與本質」等三類「學習表現」，以及「自然界組成與特性、自然界的現象規律及作用、自然界的永續發展」等三個主要課題的「學習內容」，作為課程發展與教學設計的依據，新課綱聚焦於學生需求與學習成果，奠基於相關課程標準（standards-based，以下簡稱標準本位），並顛覆傳統教科書為主的逆向設計概念（McTighe & Thomas, 2003），已成為我國課程改革的發展趨勢（呂秀蓮，2019）。課程的發展若無領綱指引，教師教學設計時可能會因教學目標不明而將雙語自然課程誤植成為英語課。但若能從標準本位的設計模式出發，以自然領綱與《英語文領域課程綱要》（以下簡稱英語領綱。教育部，2018b）為指引並輔以概念構圖法協助釐清該單元科學知識架構，則可避免教學重點偏移，且有助於統整自然與英語領域的學習內容（林靜雯、鄭宏文，2024），讓雙語教師有餘裕挑選並運用學生熟悉的生活題材，協助學生有意義地學習，成為終身學習者以從容面對未來挑戰。

二、自然領域雙語教學的現況與困境

（一）雙語教學的多元模式

從加入英語以進行英語教學的模式來說，可以將雙語教學區分為完全沉浸（full immersion）、結構沉浸（structured immersion）、過渡性雙語（transitional bilingual programs）及同時掌握母語及英語（two-way bilingual programs）等四種模式（盧

雯月，2021），其中因主張避免翻譯重複而降低學習效率（Lewis et al., 2012），故排除第一語言的完全沉浸式英語環境實屬於分離式雙語觀（張學謙，2016），而由於其他三種模式在課堂中使用了不同語言（García, 2009），則必將發生不同語言的接觸與語碼轉換（code switching）。彈性式雙語觀（張學謙，2016）建議目標語教學應善用第一語言與語碼轉換以搭建語言間橋梁，García（2009）認為跨語言實踐（translanguaging）是流動不拘的語言實踐，鄒文莉（2021）則認為必須預先規劃練習方能夠基於明確目標以結合不同語言媒介完成跨語言溝通。雖然學習第二語言的過程中可以同步使用兩種語言（Cummins, 1992），但添加式（additive bilingualism）與過渡式兩類的雙語教學環境（Freeman et al., 2005）對於第一語言的態度並不相同：前者兼顧二者發展（范莎惠，2020），但後者則將第一語言視為過渡性工具並逐步減少其使用頻率（張學謙，2016）。至於其間中英文語言比例問題，陳純音與林慶隆（2021）建議依據學生的學習回饋，動態調適以協助其完成學習任務。

由於雙語教學的執行模式十分多元，常因眾說紛紜而莫衷一是，然本文意在探討並發展國小自然領域雙語教學的師資培育課程，故教學目標側重於自然領域的學科內容。然根據新課綱的規劃，國小英語教學始於第二學習階段，惟各縣市不同國小的實施情況並不一致，為兼顧「拔尖」與「扶弱」的雙重需求，在不犧牲自然領域的學科內容主體與探究深度的前提下，教學語言工具的選擇須符合一般學童能力，故本研究採取第一與第二語言同時使用的添加式雙語教學環境，而語言比例則以符合國小學童學習需求為原則，作為本研究雙語自然師資培育課程的教學設定。

（二）自然領域雙語教學的困境

黃怡萍與鄒文莉（2022）將雙語教育定義為「使用兩種語言進行學科領域教學」。但整合二者的模式卻可依據教學目標區分為：視第二語言為目標但學科內容為媒介（Content Based Instruction）的CBI、將二者整合學習的CLIL（Coyle et al., 2010），以及視學科內容為目標但第二語言為媒介（English as a medium of instruction）的EMI（鍾智林、羅美蘭，2021）等三類。由於本研究欲發展以學科內容為主體的國小自然領域雙語教學之師資培育課程，且國小學童的英語溝通與交流能力因初學尚在啟蒙發展而無法直接將英語作為成熟的學科教學語言工具，故本研究雙語國民小學自然科學領域教材教法課程排除了CBI與EMI模式，最後採取了CLIL架構。Coyle（1999）在CLIL架構下整合學科內容、語言溝通、認知思考與文化交流四個面向並發展4C's概念，高實玫與鄒文莉（2021）則以此為基礎提

出 4C 2+ 的「全球在地化臺灣雙語教育模式」以強調：跨語言溝通策略與任務實作鷹架。上述理論架構下的語言學習（鄒文莉等人，2018）可細分為：language of/for/through learning 等三類（以下簡稱 L of/for/through L），Coyle（2007）則以 the what 來詮釋 L of L，簡雅臻（2021）稱之為「學科重要概念語言」、以 how to 來詮釋 L for L，田耐青（2021）稱之為「學習所需的語言」、最後則以 the why 來詮釋 L through L，也就是學習者基於已學習的內容，經由互動逐步自我建構發展的自發語言。雙語自然教學須兼顧自然領域學科內容與英語學習目標，但是羅文杏（2021）的研究卻顯示在進行 CLIL 教學時，雙語教師面臨了「英語教師學科知能不足、學科教師英語能力不夠」的挑戰。具備教學經驗的在職教師尚且如此，對於初學的新手師資生來說，認知負荷與焦慮感只會更加嚴重。為避免學科雙語教學因而偏離預定目標以適應國內學科雙語學習的需求，顯然除了跨領域專長共同備課之外，國小雙語自然師資培育課程尚須發展一套便於新手師資生入門的學科雙語教學發展策略。

三、概念圖

本研究所稱的概念圖，其特徵包含有：概念、連結語、橫向連結、階層結構、命題陳述等（Novak & Gowin, 1984），係指由節點所代表的科學概念、節點間連結後所形成的命題陳述，並於最底階層舉出事例佐證。概念圖係以視覺化圖型組織方式呈現人類記憶系統中的認知基模結構，復以命題陳述呈現出不同科學概念間的關聯，而不同概念與命題陳述形成不同群集，並可透過橫向連結統整其邏輯關係並賦予群集間的嶄新意義（Ausubel, 1977; Collins & Quillian, 1969）。

新手師資生由於缺乏教學實務經驗，對教材內容的理解較為零散與片段，但概念構圖可協助師資生將零散的知識有效彙整為更有用的資訊，並可以其知識架構代替大腦進行較為繁複的類化工作。作為圖形化組織，概念構圖法亦可作為一種理解策略，或在教學前、中、後各自承擔不同的任務角色，有效提升學習者的理解與統整能力（Chang et al., 2002）。以自然領域課程的教學應用為例，概念構圖法能夠將科學命題陳述以圖形表徵的方式，在國小自然科教學中提供專家的知識結構，特別有助於對相關科學概念的理解（江淑卿，2001）。然若作為一種後設認知策略，概念構圖除了可協助使用者掌握、回顧、統整內容，並提升其英文閱讀能力之外，亦可觸發其覺察並監控自己的學習歷程，以促進有意義的學習或進行自我評鑑並增強其英文閱讀信心（劉沛琳，2008）。

由於概念構圖法同時被應用於英文閱讀與科學教育中，故本研究擬以自然領綱及英語領綱（教育部，2018a，2018b）為標準本位，續以單元概念圖的知識架構為工具以聯繫並統整自然學科與英語文領域的學習目標，將之應用於國民小學自然科學領域雙語教材教法課程，以國小三年級新課綱自然領域某出版社教科書為教材，繪製單元概念圖以統整自然領域的學習內容與知識結構，協助師資生掌握教案中的「學科重要概念語言」以設定英語目標字詞及目標句型，統整自然與英語雙領域的學習內容、引導師資生連結不同領域的學習目標以設計雙語自然教案、並據此進行雙語自然之微型試教並提升其學習成效，使研究結論能夠作為雙語自然師資培育課程之後續發展基礎。

參、研究方法

一、研究設計與規劃

教育部於 109 年 6 月委託師資培育大學辦理「現職教師雙語教學增能學分班實踐計畫」，開設包含國中小學在職雙語教學增能學分班及說明會，說明會分為導師班及講師班，由國立成功大學辦理。本研究第一作者與第二作者皆參與並完成說明會講師班之培訓課程，在接續完成該計畫所開設在職增能學分班講師任務後，始共同於北部某大學開設第一屆雙語自然次專長的雙語國民小學自然科學領域教材教法課程以作為本研究之場域。但因為是雙語自然次專長模組的首屆開課，故學生之前皆未選修過其他雙語課程，且因本班另有其他 7 位師資生不具備雙語次專長身分，故授課教師將總數 33 名師資生併班進行雙語授課。另外因全班只有 4 位外系學生（分屬於藝術、中文、教育與英文）不屬於原開課系所，故授課教師以異質分組為原則，輔導其分別加入原開課系所學生依意願所分 8 組中之不同組別。各組再抽籤分配三年級新課綱某出版社自然領域教科書 8 個單元。因各組師資生於本課程表 1 所列舉各階段教學活動之中經教學者引導進行反思、覺察與討論後，其單元概念圖共歷經 4 次修正。然同一組別單元概念圖的得分變化即可呈現出該組師資生在教學歷程中的知識結構的改變，亦可作為後續師資生教學設計變化等質性資料成因推論之佐證。各組復據其知識結構規劃該單元共 12 節課的教學活動簡案，組員再各自挑選 1 節 40 分鐘課程以設計教學活動詳案並進行個人 10 分鐘濃縮版之微型試教，並規定 26 位雙語次專長師資生必須採雙語模式，但 7 位非雙語師資生則不在

此限。各組復據其知識結構規劃該單元共 12 節課的教學活動簡案，組員再各自挑選 1 節 40 分鐘課程以設計教學活動詳案並進行個人 10 分鐘濃縮版之微型試教，並規定 26 位雙語次專長師資生必須採雙語模式，但 7 位非雙語師資生則不在此限。

本研究欲探討 iCM-BS 課程：（一）使雙語師資生的知識結構與教學目標設定產生什麼改變？（二）如何協助不同背景師資生設計雙語自然教學？（三）不同背景師資生的學習需求與意見反饋為何？研究採單一個案嵌入式設計（single case embedded design）（Yin, 2014）蒐集師資生各項資料進行分析。第一個研究問題針對 8 組師資生所繪製 3 次中文概念圖與 1 次英文概念圖（合計 32 幅）的自然科學知識結構，依據 Novak 與 Gowin（1984）對概念圖的評鑑方式計分，並以無母數 Friedman 檢定全班概念圖知識結構改變的整體狀況，以作為後續推論及分析比對質性資料之依據。而後續二個研究問題則依據師資生就讀系所（詳見表 1）挑選不同背景雙語師資生作為研究對象，包括：自然相關係所（S1-3）、英語相關係所（S2-3）與教育相關係所（S1-1）的師資生共 3 位，以蒐集個案師資生雙語自然教案中的自然與英語雙領域的教學目標、師資生個人反思、與授課教師教學反思及研究團隊的會議紀錄等多元資料，將上述研究問題透過研究團隊不同研究者針對多元資料反覆比較形成主張。

表 1
雙語國民小學自然科學領域教材教法課程的教學活動規劃、資料蒐集與彙整

分類	課程主題		活動內容	資料蒐集	
	主題名稱			資料名稱	
奠基 課程 一	課程簡介		1. 學期課程規劃		分組名單與單元分配表
			2. 觀摩雙語自然教學得獎演示影片		
			3. 分組、分配單元		
	教案撰寫 與概念圖		1. 雙語教案的架構		單元概念圖 v1 中文
			2. 教科書第六章		
			3. 概念構圖		
學習目標 的設定		1. 認識自然領綱		單元學習目標 v1 中文	
		2. 認識學習表現指標			
		3. 認識學習內容指標			
自然領綱與 概念構圖教學法		4. 練習網綁學習目標		單元概念圖 v2 中文	
		1. 教學法概要與介紹			
		2. 概念構圖教學法			
CLIL 教學法		1. CLIL 教學法		學習目標 v2 中文、目標 字詞與句型 v1	
		2. 4C 與 2+ 的意涵			
		3. Language of / for Learning			

（續）

表 1

雙語國民小學自然科學領域教材教法課程的教學活動規劃、資料蒐集與彙整 (續)

分類	課程主題		活動內容	資料蒐集	
	主題名稱			資料名稱	
奠基課程二	學習評量與科學探究輔具		1. 教科書第五、八章 2. 素養導向雙語自然學習評量的設計 3. 科學探究輔具應用	教案的評量尺規、單元概念圖 v3 中文	
	概念圖與教案初稿討論		1. 邀請 B 校小學專家 2 人參與討論 2. 自然領域討論內容：小組概念圖、學習目標與教學活動設計、評量尺規 3. 英語領域討論內容：目標字詞、目標句型	學習目標 v3 中文、單元概念圖 v4 英文、目標字詞與句型 v2	
	教學環境規劃與雙語自然教學資源		1. 教學環境規劃與活動管理 2. 自然領域與雙語教學的教學資源	小組單元的雙語自然共同教案最終統整版	
教學觀摩	學長姐集中實習		於 A 校觀摩學長姐集中實習之教學：觀課與議課	觀課記錄表與議課單	
	雙語教師實際教學		B 校雙語自然課之說課、觀課與議課	觀課記錄表與議課單	
課後討論	課後討論		1. 教學者參與師資生分組討論 2. 不同組師資生的分組討論	群組討論對話記錄、研究團隊會議記錄	
微型試教	教學演示		1. 雙語自然教學微型試教：每人 10 分鐘 2. 大學教授 3 人與師資生共同議課	組員個人依據教案進行 10 分鐘微型教學	
	總結與反思		1. 師資生的自我反思 2. 師資生的課程回饋	師資生的教學反思回饋	

二、教學設計

研究者先與開課系所內 5 位擬開設雙語自然次專長學程之教授們經過一學年間的密集會議凝聚共識，設定以概念構圖協助師資生釐清科學知識結構並激發語言覺察之核心理念（林靜雯等人，2022）。本研究雙語國民小學自然科學領域教材教法課程的教學目標設定為：

- (一) 能理解新課綱與自然科學領域的學習內容。
- (二) 可考量學生特徵以設計國小雙語自然教案。
- (三) 能透過微型試教進行反思修正教案與教學。

本課程 2 學分，每週 2 節課共 18 週，以該班級師資生下一個學年即將進行三週集中實習之國小（A 校）的學童為教案設定的教學對象，並以《國小自然科學教材教法》（黃鴻博主編，2020）為教科書，課程中以 Novak 與 Gowin（1984）所發展的概念圖評分架構輔助師資生繪製單元概念圖，用以協助師資生組織、理解國小自然科學的概念架構，復以自然領綱學習內容與學習表現指標為本位，引導師資

生訂定素養導向之自然領域教學目標。課程期間除了安排至臺北市某雙語前導國小（B校）觀摩該校現職雙語教師的雙語自然教學之外，課程期間還另安排參訪A校觀摩學長姐集中實習之非雙語教學演示，並邀請A校雙語自然教學團隊教師與本班師資生針對其所繪製單元概念圖的知識架構進行討論、分享其對於該校學童於自然領域與英語程度的瞭解。最後再以英文領綱中的學習內容與學習表現指標為本位，以單元概念圖的知識結構提供師資生統整教案中自然及英語文領域的學習內容，作為設定目標字詞、目標句型與課室用語之參考依據。最後師資生依據教案進行教學演示並透過觀課、三位大學教授、一位國小雙語自然教師與一位國小英語教師、以及同儕在議課時所提供的反饋，對教學計畫進行反思與檢討。茲將教學活動規劃、學習內容與資料蒐集歸納彙整於表2。

表 2

iCM-BS 課程中師資生背景資料與研究對象挑選之依據

次專長	師資生基本資料			人數	研究對象的挑選				依據背景 差異挑選
	就讀系所		國小 代課 年資		挑選：該條件是否具備？				
	領域分類				雙語 次專長	自然 領域	英語 領域	教學 年資	
自然	英語								
非雙語	自然	非英語	無	7	×	○	×	×	不挑選
雙語	自然	非英語	無	22	○	○	×	×	S1-3
雙語	非自然	非英語	無	2	○	×	×	×	不挑選
雙語	非自然	非英語	6年	1	○	×	×	○	S1-1 *
雙語	非自然	英語	無	1	○	×	○	×	S2-3

* 本研究依據選課名單就讀系所資料協助師資生進行異質分組，挑選S1-1為個案研究對象係因為該生表示就讀開課學校教育相關系所之前已具備6年偏鄉自然代課教師經驗，然事後深入訪談始得知該生代課經歷前已具備他校理學院學士與碩士學位。

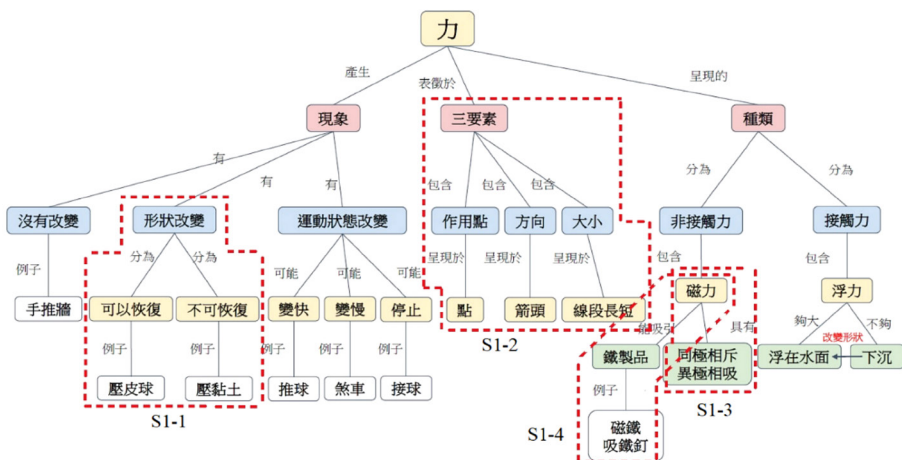
三、研究工具與資料分析

本研究以師資生所繪製的單元概念圖與撰寫的雙語自然教案為研究工具，其格式以開課學校全英語教學研究中心所制定的〈國民小學素養導向數學、自然科學雙語教學教案〉為基礎。師資生針對其單元內容進行小組討論，在教案的「概念分析」一節中共同繪製單元概念圖以學習並組織該單元的知識結構，作為後續統整英語文領域教學目標之依據，復據其知識架構以規劃該單元共12節課的教學活動簡案，再將合適的自然領綱學習表現與學習內容指標綁定成為該單元各節課的學習目

標，隨後組員再各自挑選 1 節課以設計 40 分鐘的詳案，再據此並依其教學順序分別進行 10 分鐘濃縮版的微型試教且全程錄影（不可剪接）。

由於各組師資生於本課程各階段的教學活動中經教學者引導進行反思、覺察與討論後，其單元概念圖共歷經 4 次修正（以下簡稱 v1 ~ v4）。茲以第 1 組的單元概念圖 v1（詳見圖 1）為例說明概念圖的評分規則（相關細目請詳見表 3）：（一）正確的命題陳述（經由連結語連結不同概念而形成，第 1 組概念圖 v1 命題陳述詳見表 4）給予 1 ~ 2 分；（二）每個有效的階層（概念由上位分化成多個下位概念時始稱之）給予 5 分；（三）有效橫向連結且能統整群集間概念者給予 10 分，若僅存在特例連結者僅給 2 分；（四）有效事例給予 1 分（但不給予階層分數）。研究團隊先經由焦點會議達成評分共識，三位評分員再據此對其中兩組單元概念圖進行評分，並將「評分者信度」定義為「評分者達成一致性的百分比」。評分過程中討論較多之處為：命題是否有效的判定與命題是否服膺自然領綱指標這兩個面向，評分共識形成後的評分者信度則分別是 100% 與 98%，續針對不一致處再經討論以取得共識，再分工完成全班其餘各組概念圖的評分工作。由於修課人數眾多，觀課任務須於課餘時段完成，議課則以彙整討論的形式為之。最後由研究者蒐集授課教師、小學英語與雙語教師和同儕互評之微型教學回饋單、師資生的自我教學反思、授課教師的教學反思及研究會議紀錄等多元資料進行分析。其課程活動規劃與相關資料的蒐集請詳見表 2 所示。

圖 1
第 1 組單元概念圖 v1



註：虛線框表示知識結構中個別師資生所負責的學習內容主題。

表 3
第 1 組單元概念圖 v1~v4 之評分細目表

主題：三年級生活中的力				
項目	v1 中文版	v2 中文版	v3 中文版	v4 英文版
命題	28	25	25	20
階層	25	25	25	25
橫向連結	0	0	0	0
事例	7	8	8	8
總分	60	58	58	53

表 4
第 1 組單元概念圖 v1 之命題陳述與得分表

編號	命題陳述（透過「連結語」串接概念圖中不同「節點」所形成）	得分	評分理由	
1	力產生（的）現象有沒有改變、形狀改變、與運動狀態變化。	2		
2	力表徵於三要素包含作用點、方向、大小。	2		
3	力呈現的種類分為接觸力與非接觸力。	2		
4	力所產生的形狀改變分為可恢復與不可恢復。	2		
5	力所產生的運動狀態改變可能（是）變快、變慢、停止。	2		
6	力的作用點呈現於點。	2		
7	力的方向呈現於箭頭。	2	科學命題陳述正確且符合自然領綱之中第二學習階段的學習內容指標。	
8	力的大小呈現於線段長短。	2		
9	非接觸力有磁力。	2		
10	接觸力有浮力。	2		
11	磁力能吸引鐵製品。	2		
12	磁力具有同極相斥異極相吸。	2		
13	浮力夠大（物體就會）浮在水面。	2		
14	浮力不夠大下沉。	2		
15	（力所產生效應中）沒有改變（的現象）例子為手推牆。	0		此為事例，故不列入命題計分。
16	（物體）下沉（之後若）改變形狀（就可以）浮在水面。	0		阿基米德原理表述不清，故不予計分。
總分		28		$2 \times 14 + 0 \times 2 = 28$

肆、研究結果與討論

一、iCM-BS 課程中概念圖知識結構的視覺表徵可協助師資生建立科學概念的邏輯關聯以掌握教材內容、檢核知識結構以適應教學活動

(一) iCM-BS 課程以圖形組織建立科學概念的邏輯關聯並協助新手師資生掌握教材內容

研究者依據 Novak 與 Gowin (1984) 所發展的概念圖評分標準，對全班師資生所繪製不同階段的單元概念圖進行評分（詳見表 5），但因不同單元主題內容與性質不同，其科學概念與命題陳述的數量亦各異，故得分不適合組間比較。但同組師資生於不同教學階段所繪製同單元概念圖的得分變化則可顯示該組師資生知識結構改變的歷程。以第 2 組「多采多姿的植物」的單元概念圖 v1 ~ v2（詳見附錄）為例，由於該單元主要講述植物的構造與功能，所以相關科學概念及其對應的節點數量就明顯多於第 1 組「生活中的力」單元，故第二組各版本概念圖的得分皆高於第一組（表 5）。此外，表 5 顯示許多組別與第 2 組相似，其概念圖得分於 v1 與 v2 版本間存在極大差異，但第一組卻沒有出現類似情況。由於全班共 8 組，樣本數太小，且同組概念圖 4 個版本的重複檢測數大於 2，故本研究以無母數 Friedman 檢定分析全班 8 組師資生所繪製共 32 幅概念圖之得分數，將個別版本概念圖得分數進行組間平均後換算為等級平均數，續以表 6 顯示檢驗結果 $p = .005 (< .05)$ 表示全班概念圖各版本得分間存在顯著差異，經配對比較（詳見表 7）後確認顯著差異之時序主要發生於 v1 與 v2 間。然而師資生所經歷的知識結構改變歷程與本研究教學活動間的關聯，須輔以質性的觀點深入探究，故研究者先從第 2 組概念圖的圖型組織進行觀察，發現其 v1 與 v2 版本概念圖（詳見附錄）的知識架構明顯不同：原本 v1（得分為 82 分，詳見表 5）係以「植物構造的功能性」為核心概念來發展知識架構，卻導致知識結構複雜因而無法有效統整該單元學習內容，造成命題數量較低且缺乏橫向概念連結，顯示課程初期該組師資生尚未能掌握該教材內容。但在與教師多次討論並逐漸掌握教材內容之後，則改以「植物的外部構造」為核心概念並重整知識架構，將「功能性」拆散分置於「植物構造」各分支架構下，從而有效統整該單元科學概念的邏輯關係、也提高了科學命題與橫向概念連結的數量，v2 版本的得分數因而大幅增加（165 分，詳見表 5）。由此可知「iCM-BS」課程能以圖形組織建立科學概念間的邏輯關聯並協助師資生掌握教材內容。

表 5

全班共 8 組所繪製各 4 個版本單元概念圖之總得分比較表

組別	主題	v1 中文版	v2 中文版	v3 中文版	v4 英文版
1	生活中的力	60	58	58	53
2	多采多姿的植物	82	165	143	136
3	奇妙的空氣	40	52	51	48
4	廚房裡的科學	51	62	62	61
5	田園樂	19	74	74	63
6	溫度變化對物質的影響	39	45	47	49
7	我是動物解說員	19	74	74	63
8	天氣變變變	29	36	37	31
平均值		42.4	70.8	68.3	63.0

表 6

全班共 8 組單元概念圖 4 個版本得分之等級平均數的 Friedman 檢定摘要表

版本	v1	v2	v3	v4	df	X^2	p	Multiple Comparison
平均	42.37	70.75	68.25	63.00				
標準差	21.53	40.29	32.78	31.35				
等級平均數	1.38	3.25	3.25	2.13	3	12.789**	.005	v2 > v1; v3 > v1

註：** $p < .01$

表 7

第 1、2 組雙語自然教案的自然與語文領域學習目標

學生	自然領域學習目標	語文領域學習目標	
		目標字詞	目標句型
S1-1	能簡單分辨施力會使物體改變運動狀態或形狀；當物體受力變形時，有的可恢復原狀，有的不能恢復原狀。（Ind-II-9, tc-II-1）	push, pull, press, recover recoverable, unrecoverable	What happened when I (press/pull) the XX? The ____ will change the shape/not change. What happened when I stop applying force on/press/pull the ____? The ____ can/cannot recover.
		magnitude of force, point of application, direction of force, the length of line segment, arrow direction	Can you try to explain the picture you drew? I drew the (point of application/direction/magnitude) of force/here because _____.

(續)

表 7

第 1、2 組雙語自然教案的自然與語文領域學習目標 (續)

學生	自然領域學習目標	語文領域學習目標	
		目標字詞	目標句型
S1-3	能透過觀察、操作發現磁鐵的兩極有同極相斥，異極相吸的特性。(INe-II-7, ah-II-1)	magnet, pole, like/ unlike, repel/attract	What happened when you put the poles closely? I found the __ pole repels/attracts the __ pole.
S1-4	能從磁力相關資訊或數據，得到磁力有能吸引鐵製品的特性，藉以分離鐵粉與其他非鐵製品。(INb-II-2, pa-II-2)	magnet, attract, iron product	Magnet can attract iron product.
S2-1	能透過觀察認識植物的部位名稱，並簡單分辨。(tc-II-1, INb-II-6)	root, stem, leaf, flower, fruit, seed	The basic parts of a plant are roots, stems, leaves, flowers, fruits and seeds. These are (roots, stems, leaves, lowers, fruits, seeds).
S2-2	能從得到的資訊或數據，解釋植物體的外部形態(葉子)，與其適應環境有關。(pa-II-2, INb-II-7)	leaf (margin, shape, vein, node, arrangement)	I classified leaves by (size/shape/color). (Pine/Fir/Coconut/Banana) leaves are (small/big) because the weather is and (dry/wet).
S2-3	觀察和分辨生活中常見植物的根的外部型態，並說明其生長、行為、繁衍後代和適應環境的相關性。(tc-II-1, INb-II-7)	roots (axial root, fibrous root)	_____ can help the plant _____. (Roots can help plants grab the soil.)
S2-4	能在指導下觀察常見植物的花，並運用想像力與好奇心，了解及描述其組成、特徵與功能等。(ti-II-1, INa-II-6)	flower (calyx, petal, stamen, pistil, pollen, nectar, pollination, reproduce)	This is _____. _____ can help the plant _____. (Calyx can help support the flower)

(二) iCM-BS 課程有助於師資生檢核其知識結構以適應其教學活動

表 5 顯示全班 8 組單元概念圖得分的改變，多有下列類似現象：以 v2 版本得分數為基點，後續 v3 與 v4 版本得分則出現緩慢遞減的情況。以第二組單元概念圖的得分改變 (82 → 165 → 143 → 136) 為例，由於對師資生來說，期末依據教案執行 10 分鐘濃縮版微型試教是非常明確的任務目標，為達成教學任務必須精簡教學內容，因而使得 v3 中文版本與 v4 英文版本概念圖在陸續精簡冗餘的教學內容後，使命題總數逐漸減少而導致其得分數陸續下降 (165 → 143 → 136)。研究者輔導師資生繪製概念圖與設定學習目標的過程中，也發現大部分新手師資生或因缺乏教學經驗、或因求好心切，在教案規劃初期常傾向於設定較大的教學目標，但陸續經

過反思、同儕討論與教師指導後則開始嘗試精煉與濃縮其教學內容。從師資生 S8-4 的期末反思即支持此觀點：

這次教學比較大的問題大概在教案寫的（範圍太）大，（教學）操作真的比較耗時，（教學活動）很難在十分鐘收完。其實包括中文占比很大的問題，很大一部份也是因為試教發現時間會嚴重超過，所以不得不把引起動機幾乎整個轉成中文以節省時間。

而另一位師資生 S3-3 也反應出類似看法：

（一開始對於）要用雙語教學實在沒有信心，但在事前準備（概念圖和教案）有完善規劃也和同學老師互相討論（之後）有安心不少，希望可以不要讓語言的障礙模糊這堂課的自然科教學重點。

以上證據顯示 iCM-BS 課程能有助於師資生檢核其知識結構以適應雙語教學活動。

綜上所述，本研究發現：iCM-BS 課程中概念構圖知識結構的視覺表徵可協助師資生建立科學概念的邏輯關聯以掌握教材內容、檢核知識結構以適應教學活動。

二、iCM-BS 課程中概念構圖知識結構的視覺表徵可協助不同背景師資生統整並設定雙語自然之自然與語言教學目標

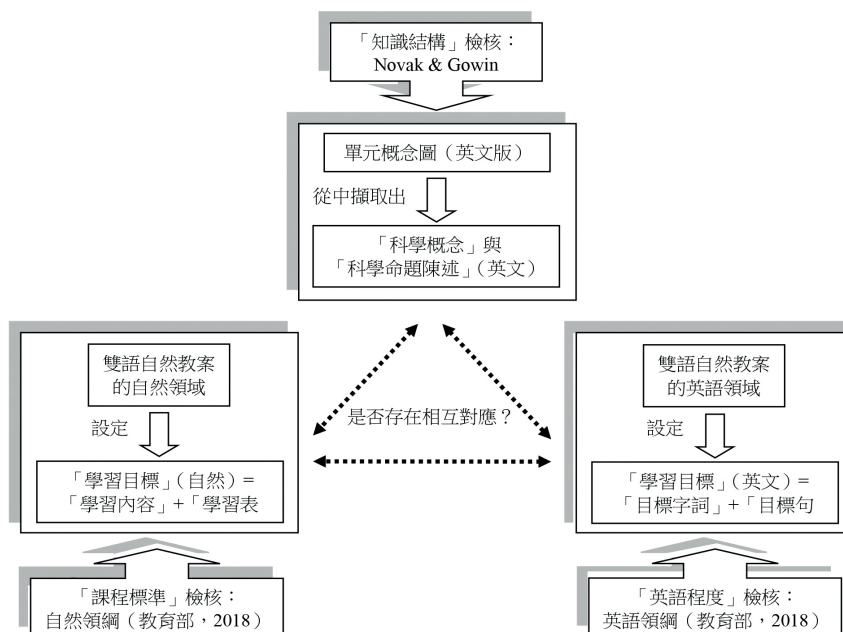
（一）iCM-BS 課程可協助師資生透過圖形組織統整自然與領域學習目標與英語目標句型

研究者從本課程中挑選不同背景（詳見表 1），包括就讀：自然相關系所（S1-3）、英語相關系所（S2-3）與教育相關系所（S1-1）等三位雙語自然次專長師資生作為個案研究對象，從其所屬組別之單元概念圖中的節點擷取出科學概念，將科學概念透過連結語形成命題陳述，復檢核命題陳述與「自然領域學習目標」及「英語目標句型」的對應關係（詳見圖 2）。以師資生 S1-1 為例，由第 1 組單元概念圖擷取出的相關命題陳述（詳見表 4）：「力所產生的形狀改變分為可恢復與不可恢復」，即能與其教案所設定的自然領域學習目標：

能簡單分辨施力會使物體改變運動狀態或形狀；當物體受力變形時，有的可恢復原狀，有的不能恢復原狀。（INd-II-9, tc-II-1）

圖 2

iCM-BS 課程以概念圖為核心的課程整合設計與資料說明



以及英語文領域學習目標（詳見表 7）的目標句型設定「What happened when I press/pull the __?」與「The __ can/cannot recover」相符合。研究結果顯示三位師資生在「概念圖命題陳述」、「自然領域學習目標」與「英語文領域學習目標之目標句型」等三個面向皆能相互契合。因此概念圖除了可透過圖形組織協助師資生掌握教材內容之外，其知識架構尚可成為英語文領域學習目標中挑選目標句型的參考，並確認其雙語教案能夠扣緊其學科內容之主題與教學目標。

（二）概念圖的知識結構可提供該單元統整規劃教學活動之依據

研究者檢視上述三位師資生自然領域學習目標與英語目標句型（詳見表 7）之後發現，其教案所設定的教學內容皆可對應於該單元概念圖（第 1 組概念圖 v1 詳見圖 1 的虛線框所示、第 2 組概念圖 v1 ~ v2 詳見附錄）知識結構中分支系統的科學命題陳述，例如；第一組「生活中的力」單元中的師資生 S1-3 以「磁力的現象」為主題所設定的自然領域學習目標「能透過觀察、操作發現磁鐵的兩極有同極相斥，異極相吸的特性（INe-II-7, ah-II-1）」，即可歸屬於該單元概念圖知識結構的「力——現象——形狀改變」分支、而師資生 S1-1 以「力所造成的形狀改變」為

主題則歸屬其概念圖的「力——種類——非接觸力」分支、師資生 S2-3 的教學主題「植物的根」則歸屬於該單元概念圖的「植物的構造——根——軸根／鬚根」分支。由此可知，單元概念圖知識結構的圖形表徵可以提供師資生規劃相關單元教學活動之參考依據。

（三）單元概念圖的節點可提供師資生挑選英語目標字詞的參考

由於三位師資生皆依據其單元概念圖的知識架構來設計教學活動，因此概念圖節點所代表的科學概念，也可成為英語文領域學習目標中目標字詞的合理選擇。以師資生 S2-3 的教學主題「植物的根」為例，其所設定的目標字詞（詳見表 7）為「roots、axial root 與 fibrous root」，顯然與其單元概念圖（詳見附錄）的相關節點「根、軸根、鬚根」完全對應；而師資生 S1-1 在教學主題「力的現象（形狀改變）」中所設定的目標字詞（詳見表 7）為「push、pull、press, recover、recoverable、unrecoverable」，所對照該單元概念圖（詳見圖 1）的相關節點則為「形狀改變、可以恢復、不可恢復」，其間亦存在明確的對應關係。以上證據顯示單元概念圖的節點除了可以協助師資生掌握教材內容之外，亦可作為英語目標字詞設定之參考。

綜上所述，本研究發現：iCM-BS 課程中概念構圖知識結構的視覺表徵可以協助不同背景師資生統整並設定雙語自然之自然與語言教學目標。

三、自然背景師資生對雙語教學的焦慮主要在英文的口語表達與學生的學習理解、英語背景師資生則是不熟悉自然領域的教材內容與專有名詞；但不同背景同儕間教材理解與教學經驗的分享卻可增進雙語自然教學活動構思與規劃成效。

（一）自然背景師資生對於雙語自然教學的焦慮主要在英文的口語表達與學生的學習理解，但 iCM-BS 課程中概念構圖知識結構的視覺表徵能夠協助並引導其完成雙語教學規劃：

受限於本課程的選修同學絕大部分來自於原開課系所，研究者只能依據該課程選修學生的就讀系所資料（詳見表 1）中挑選僅有的一位英語相關系所（S2-3）、再從三位非自然亦非英語（分別是藝術、中文與教育等三類）相關系所之中挑選了一位教育相關系所且具備六年的偏鄉國小自然代課教師經驗之師資生（S1-1），最後從原開課之自然相關系所中挑選一位師資生（S1-3）作為個案研究對象，以瞭解不同背景師資生於 iCM-BS 課程中的學習需求與意見反饋並作為課程改進之參考。但經課程後之深入訪談始得知，雖然 S1-1 當時係就讀開課學校之教育領域系所，

但之前曾擔任六年偏鄉小學的自然代課教師，且此前更已取得他校理學院的學士與碩士學位，始得知 S1-1 同時具備了自然與教育領域背景之身分。而從該生期末反饋資料得知其於雙語自然教學的困擾主要在於英語表達的流暢程度，S1-1 表示：

這一次試教演示是我第一次使用雙語，由於自身對於英語的使用比較缺乏信心，……，因此準備的過程中感到萬分的焦慮。

而同組的另一位師資生 S1-3 也認為：

因為沒使用過英語教學，對於三年級學生的英語程度也不太熟悉，雖然有盡量以簡單字句搭配手勢，仍會擔心無法讓學生理解。

至於師資生對於本課程的學習心得與意見回饋方面，S1-1 則表示：

雖然英語的使用仍是我還需要加強努力的地方，但透過刻意的練習課室英語、有邏輯的課程設計、跨語言的輔助與圖像化呈現、老師循序漸進的引導並完成課程規劃等等，即使透過不太流利的英語演示，仍是能將清晰呈現出教學的目標與想傳達出的科學概念，這無疑是大大增加自身對與雙語教學的信心。

而 S1-3 則認為：

對於課室語言及 Language for learning 的運用也需要再好好思考，什麼樣的雙語呈現對於學生來說是幫助他們學習的，而非造成他們的負擔，也能讓自己的教學更為順利。

從上述資料中發現：自然背景個案師資生對雙語自然教學的焦慮主要在於英文口語表達的流暢程度與學生對於英文口語的學習理解，但本課程能夠協助並引導其完成雙語教學規劃。

(二) 英語背景師資生對於雙語自然教學的焦慮主要是不熟悉自然領域的教材內容與專有名詞，但是 iCM-BS 課程中概念構圖知識結構的視覺表徵亦能協助並引導其完成雙語教學規劃：

由於本課程中只有一位師資生 S2-3 具備英語領域背景，從該生期末反饋資料顯示該生對於雙語自然教學的困擾主要是不熟悉自然領域教材內容與專有名詞：

自從高中以來，許久沒有這麼深入地去碰觸自然領域，……，自然領域其實有很多特殊專有名詞，要如何在課堂中運用英文進行活動、解說，也是相當具有挑戰性。

而該生對本課程的回饋意見則是：

透過這次的課程設計與教學演示，自己對於雙語自然教學模式更清楚，……，特別感謝教授給予我許多（關於自然）教學建議，使我知道自然科學課的精髓（找到每個教學步驟與環節間的關係），讓我有明確的方向去規劃，並且相信自己有能力可以做到。

從上述資料發現：英語背景個案師資生對雙語自然教學的焦慮主要在於不熟悉自然領域的教材內容與專有名詞，但本課程亦能協助並引導其完成雙語教學規劃。

（三）不同背景同儕間對教材理解與教學經驗的分享可增進雙語教學活動構思與規劃成效

誠如前文所述，第一組單元概念圖 v1 ~ 4 版本得分的表現十分穩定（60 → 58 → 58 → 53）且明顯不同於其他組別（詳見表 5），由於第一組組員 S1-1 擁有偏鄉小學六年的自然教學年資，故十分熟悉自然課程的教材內容，因此在小組討論的過程中透過同儕分享使得該組其他同學從課程初期就己能著手構思該單元知識架構與教學活動之設計以符合期末微型試教時的教學需求，使其單元概念圖的得分表現十分穩定，該組組員 S1-2 的期末反思可支持此推論：

這學期的自然教材教法中，真的有學習到非常多關於實際層面雙語教學的應用，……，讓我對於課程的編排及構思，有非常多的長進，……，這個過程可以說是一個非常完整的實作體驗，我也非常感謝我的組員 S1-1，他總是有問必答，……，透過一起構思把問題解決。

另一方面，本班唯一具備英語背景的師資生 S2-3 所在第 2 組的組員 S2-4 也表示：

與同組夥伴一起共備課程時，因為每位組員的專業領域和性質都各有不同，

因此從（英語背景同學 S2-3）中也學習到很多有關於……英語在三年級雙語課堂中適用的詞彙、語句等，在設計教學活動時幫助我很多。

從上述不同背景師資生的期末反思顯示：本研究自然、教育與英語等三種不同背景同儕彼此之間對於英語使用、教材理解與教學經驗的分享可增進其雙語教學活動構思與規劃成效。

綜上所述，本研究發現：自然背景師資生對於雙語自然教學的焦慮主要在英文的口語表達與學生的學習理解，而英語背景師資生則是不熟悉自然領域的教材內容與專有名詞，但 iCM-BS 課程中概念構圖知識結構的視覺表徵皆能協助並引導其完成雙語教學規劃；然而不同背景同儕間對教材理解與教學經驗的分享則可增進雙語自然教學活動構思與規劃成效。

伍、綜合討論

一、師資生在 iCM-BS 課程中所遭遇的困難

由於 iCM-BS 課程的核心是概念構圖，師資生於本課程各階段教學活動中經教學者引導在反思、覺察與討論後繪製了單元概念圖並歷經 4 次修正。研究者在與其討論互動的過程中發現：雖然大部分新手師資生剛開始對於教科書的內容架構並不熟悉，但是概念構圖的過程促使其分析該單元的知識結構，而期末微型教學的備課壓力則督促其透過單元概念圖以快速掌握該單元共約 12 節課的教學規劃及彼此之間概念脈絡。研究者也透過師資生所繪製不同版本概念圖的圖形表徵，觀察到各組師資生對於該單元教學規劃的多元觀點與歷程改變，從而察覺各組師資生時常容易困惑於該單元不同的教學規劃彼此之間應該如何取捨？對此，研究者於 iCM-BS 課程中為師資生提供了二項建議：其一是回歸學習者本位的基本原則，從學童的學習需求出發來做判斷；其二是回歸課綱為本的雙語教學設計，檢視並選擇更符合自然領綱學習內容指標的單元概念圖來規劃該單元不同節次課程的概念脈絡。各組師資生在此原則下完成單元概念圖的定稿後，則是依據概念圖的重要節點選擇重要的科學概念，並將之轉化成英語文領域學習目標中的目標字詞，再從概念圖不同節點中提取科學命題陳述，並將之轉化為英語文領域學習目標中的目標句型。師資生在此階段所遭遇的困難則是：（一）部分科學概念欲作為該學習階段學童的英語目標字

詞顯然太過艱深（詳見附錄之圖 5）；（二）將某些科學命題陳述直接轉化為英語目標句型顯然太過冗長（詳見表 4）。對此，研究者亦在 iCM-BS 課程中向師資生傳達了與前述一致的理念：其一是回歸學習者本位的基本原則，其二是回歸課綱為本的雙語教學設計。但由於英語領綱係從英語文教學的角度出發進行規劃與編排，其發展背景尚未能考量到其他學科領域的雙語教學需求，故師資生在發展雙語自然教案並設定英語目標字詞與目標句型時，英語領綱較難發揮其預想的功能，這也是師資生在 iCM-BS 課程中所常遭遇的另一項困難。對此，研究者於課程中提供師資生暫時性的解套方案，則是再次回歸第一個原則，從學童生活環境與經驗中的英語詞彙入手，作為英語目標字詞與目標句型設定時的判斷依據。但是由於城鄉英語環境差異甚大，不同地區學童所能接觸到的英語詞彙各異，因而師資生所設計的雙語自然教案就會有適用性限制，這也是在 iCM-BS 課程中師資生所遭遇另一項無法克服的困難。

二、師培工作者在 iCM-BS 課程中所面臨的挑戰

依據教育部國民小學各師資類科教育學程之設計，師資生在選修各類科教材教法課程之後，依序尚有三週集中實習及半年教育實習等相關課程規劃。研究者在設計第一屆雙語自然次專長的雙語國民小學自然科學領域教材教法課程時，即是以該屆師資生未來三週集中實習所擬至之實習國小的學童作為本課程預設的學習者而進行教學活動的條件設定。但實際上國內不同學校雙語課程教學的實施型態各異：有可能是在原領域學科教學活動中實施雙語課程，也有可能依據各校特色發展校本位非主科的外加式雙語綜合課程，本質上兩者的教學重點、教學目標與概念脈絡都存在著許多差異。所以本課程 33 名師資生未來在半年教育實習階段勢必將面對各校雙語教學的不同型態。但是本研究 iCM-BS 課程係根據國小自然領域雙語教學的特性所發展，對於其他領域學科的雙語教學設計並不具備普適性，亦無法推廣至外加式的雙語綜合課程，這是研究者作為師培工作者在 iCM-BS 課程中所面臨的第一項且無法克服的挑戰。另外，由於 iCM-BS 課程的核心是透過概念圖將自然領域學科內容的知識結構（隸屬於自然領域的學習內容）與英語目標字詞與目標句型（隸屬於 L of L 所代表的「學科重要概念語言」），從「知識論」的角度（盧玉玲，2024）進行統整。但是以思考智能、問題解決與科學態度本質等自然領綱各向度學習表現指標為主軸的素養導向雙語自然教學就會偏向從「方法論」的角度（盧玉玲，2024）進行教學設計。這就不是單純以概念構圖分析學習內容的知識結構就可

以覆蓋，同時也是研究者在 iCM-BS 課程中所面臨的第二項挑戰：雖然自然科教材教法並不乏探究教學策略可供選擇，但是在學科雙語教學情境下，則會需要大量較高認知層次（例如：理解、應用、分析、評鑑或創造等）的「學習所需語言（L for L）」的相應師生英語對話，但這已超出本研究雙語國民小學自然科學領域教材教法課程的規劃範圍，本研究團隊未來將嘗試擬以課程協作的雙語師資培育模式探尋其解方。

陸、結論與建議

本研究結果顯示 iCM-BS 課程中概念構圖知識結構的視覺表徵：

- 一、可協助師資生建立科學概念的邏輯關聯以掌握教材內容、檢核知識結構以適應教學活動。
- 二、可協助不同背景師資生統整並設定雙語自然之自然與語言教學目標。
- 三、雖然不同背景師資生的學習需求不同，但同儕間教材理解與教學經驗的分享卻可增進雙語自然教學活動構思與規劃成效。

但研究者也於 iCM-BS 課程中遭遇前述若干的困難與挑戰，因而基於教學與研究觀察提出以下建議：

- 一、酌增課程時數：本研究原「國民小學自然科學領域教材教法課程」在被賦予了學科雙語教學任務而變成「雙語國民小學自然科學領域教材教法課程」之後，雖然教師的教學任務更加繁重，學生的學習負荷亦大幅提高，但是課程學分數與上課時數卻沒有任何變動。研究者除了在 iCM-BS 課程中以概念構圖法統整自然與英語領域的學習內容以降低師資生的部分學習負荷外，另外採取的臨時性折衷方案則是：盡可能地濃縮或刪減部分自然領域教學法的教學內容，將微型教學錄影與大量的觀課暨書面反饋等活動皆要求學生於課外自行進行，說課與議課活動則壓縮成為小組綜合討論的方式統整歸納。但為求學科雙語教育的長期發展，建議師資培育單位能夠思考適當增加學科雙語教材教法課程的學分數與上課時數以符合教學現場的實際需求。
- 二、師培課程協作：由於本研究「雙語國民小學自然科學領域教材教法課程」必須對自然與英語領域的教學進行整合，但若能進一步結合雙語師資培育的不同課程（例如：「雙語教學的理論與實務」）彼此間以協作模式進行統整，從師資

培育的角度上來說課程規劃的組織性更為嚴密，從授課教師的角度上來看課程間的分工則更為精細，最後從師資生的角度上來說，其所撰寫的教案亦可獲得各授課教師從不同專業角度上更多元且更全面的建議。

- 三、制定課程標準：本研究 iCM-BS 課程雖然可以透過概念構圖法統整自然與英語領域的學習內容，但仍亟需要相關的課程標準（例如：自然領綱）作為師資生設定自然領域與英語領域學習目標時非常重要的判斷依據。過去英語領綱的設計尚未來得及考慮臺灣的雙語教學需求，但未來若政府有持續發展雙語教學的長期規劃，建議應該針對雙語教學「拔尖且扶弱」的願景，設定雙語課程標準以利基層師培工作者穩健推展未來學科雙語教學的各項工作。

誌謝

本研究感謝教育部教學實踐研究計畫（PED1110349 與 PED1123111）之經費補助，並感謝參與該計畫師資生、師培工作者與教育實務工作者的投入，亦感謝匿名審查委員的細心審閱及寶貴建議。

參考文獻

- 田耐青（2021）。雙語教案中的教師指導與學生互動用語。**師友雙月刊**，626，78-82。
- 江淑卿（2001）。概念構圖與圖示對兒童自然科學的知識結構、理解能力與學習反應之影響。**科學教育學刊**，9（1），35-54。
- 呂秀蓮（2019）。課綱為本課程設計經驗之研究：以國中教師為對象。**教育實踐與研究**，32（1），1-32。
- 周金城（2021）。英語融入自然科學之雙語教學。載於陳錦芬（主編），**雙語教學理論與實務**（頁 245-265）。國立臺北教育大學。
- 林永豐（2022）。中小學雙語師資的課程基礎與省思。**台灣教育研究期刊**，3（6），49-68。
- 林靜雯、鄭宏文（2024）。促進師資生教學自我效能：以概念構圖為核心之國小雙語自然教材教法課程創新。**教育學刊**，62，45-85。<https://doi.org/10.53106/156335272024060062002>
- 林靜雯、鄭宏文、陳星彤（2022年，12月）。以**概念構圖促進師資生雙語自然教學設計信心**。第38屆科學教育國際研討會，新竹市，臺灣。
- 范信賢（2019）。領域素養導向課程及教學設計。載於范巽綠（主編），**課程協作與實踐第三輯**（頁 74-86）。教育部。
- 范莎惠（2020）。再思雙語教育。**臺灣教育評論月刊**，9（10），88-91。
- 高實玫、鄒文莉（2021）。雙語教育不等於英語教育：建立臺灣模式的雙語教育。載於財團法人黃昆輝教授教育基金會（主編），**臺灣的雙語教育：挑戰與對策**（頁 253-275）。財團法人黃昆輝教授教育基金會。
- 國家發展委員會、教育部（2020）。**2030 雙語政策（110 至 113 年）**。行政院全球資訊網。<https://www.ey.gov.tw/File/2B6104944B834BE1>
- 張學謙（2016）。從單語到雙語教學：語碼轉換在語言教育的應用。**臺灣語文研究**，11（1），1-25。[https://doi.org/10.6710/JTLL.201604_11\(1\).0001](https://doi.org/10.6710/JTLL.201604_11(1).0001)
- 教育部（2014）。**十二年國民基本教育課程綱要總綱**。<https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/288/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8%BD%E7%B6%B1.pdf>

- 教育部（2018a）。十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校（自然科學領域）。教育部。
- 教育部（2018b）。十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校（語文領域——英語文）。<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/26192/74206.pdf>
- 教育部（2022）。中華民國教師專業素養指引——師資職前教育階段暨師資職前教育課程基準。
- 符碧真（2018）。素養導向國教新課綱的師資培育：國立臺灣大學「探究式——素養導向的師資培育」理想芻議。**教育科學研究期刊**，**63**（4）59-87。[https://doi.org/10.6209/JORIES.201812_63\(4\).0003](https://doi.org/10.6209/JORIES.201812_63(4).0003)
- 陳純音、林慶隆（2021）。雙語教學的光譜與對策。**教育研究月刊**，**321**，43-58。
<https://doi.org/10.3966/168063602021010321005>
- 陳錦芬（2023）。臺灣雙語教學之教學方針與策略。**教育實踐與研究**，**36**（1），163-187。
- 陳麗華（2018）。中小學教材教法的現況觀察與改革契機——素養導向觀點。**教科書研究**，**11**（2），109-145。
- 黃怡萍、鄒文莉（2022）。全球在地化之臺灣雙語教育：基本理念與架構。載於鄒文莉、黃怡萍（主編），**臺灣雙語教學資源書：全球在地化課程設計與教學實踐**（頁 33-52）。書林。
- 黃彥文（2021）。雙語教育在師資培育課程的問題之探析。**台灣教育研究期刊**，**2**（6），157-183。
- 黃鴻博（主編）（2020）。**素養導向系列叢書：國小自然科學教材教法**。五南。
- 鄒文莉（2021）。臺灣雙語教育之全球在地化思維：學術面與實踐面的反思與啟示。**教育研究月刊**，**321**，17-29。<https://doi.org/10.3966/168063602021010321002>
- 鄒文莉、高實玫、陳慧琴（2018）。學科內容與語言整合教學的核心精神。載於鄒文莉、高實玫（主編），**CLIL 教學資源書：探索學科內容與語言整合教學**（頁 9-20）。書林。
- 劉沛琳（2008）。概念構圖理解策略在大學英文閱讀教學之成效。**課程與教學**，**11**（4），137-162。
- 歐用生（2018）。從多元深度素養觀談教材教法改革方向。**教科書研究**，**11**（2），131-135。

- 盧玉玲（2024年，5月）。從科學教育現況與國際評量思考STEM教學研究。國科會科學教育（暨多元族群）學門 & 科學教育實作學門——2024薪火相傳，臺中市，臺灣。
- 盧雯月（2021）。走過英語融入幼兒園課程實驗之徑：四位教師的專業省思。《**台灣教育研究期刊**》，2（4），105-118。
- 鍾智林、羅美蘭（2021）。英語授課一定會降低大學課程的教學評量嗎？一個縱貫性個案研究。《**教育研究與發展期刊**》，17（3），41-70。https://doi.org/10.6925/SCJ.202109_17(3).0002
- 簡雅臻（2021）。啟發兒童探究思考的雙語教育課程設計。《**師友雙月刊**》，626，70-77。
- 羅文杏（2021）。在臺灣國小實施雙語教學所面臨的挑戰及教師專業發展之可行建議。《**教育研究月刊**》，321，78-97。https://doi.org/10.3966/168063602021010321006
- Ausubel, D. P. (1977). The facilitation of meaningful verbal learning in the classroom. *Educational Psychologist*, 12(2), 162-178. https://doi.org/10.1080/00461527709529171
- Chang, K.-E., Sung, Y.-T., & Chen, I.-D. (2002). The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization. *Journal of Experimental Education*, 71(1), 5-23. https://doi.org/10.1080/00220970209602054
- Collins, A. M., & Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247. https://doi.org/10.1016/S0022-5371(69)80069-1
- Coyle, D. (1999). Theory and planning for effective classrooms: Supporting students in content and language integrated learning contexts. In J. Masih (Ed.), *Learning Through a Foreign Language: Models, Methods and Outcomes Paperback* (pp. 46-62). CILT.
- Coyle, D. (2007). Content and language integrated learning: Towards a connected research agenda for CLIL pedagogies. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 10(5), 543-562. https://doi.org/10.2167/beb459.0
- Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *Content and language integrated learning*. Cambridge University Press.
- Cummins J. (1992). Bilingual education and English immersion: The Ramírez report in theoretical perspective. *Bilingual Research Journal*, 16(1-2), 91-104. https://doi.org/10.1080/15235882.1992.10162630

- Davidovitch, N. (2013). Learning-centered teaching and backward course design from transferring knowledge to teaching skills. *Journal of International Education Research*, 9(4), 329-338. <https://doi.org/10.19030/jier.v9i4.8084>
- Freeman, Y. S., Freeman, D. E., & Mercuri, S. (2005). *Dual language essentials for teachers and administrators*. Heinemann.
- García, O. (2009). *Bilingual education in the 21st century: A global perspective*. Wiley-Blackwell.
- Lewis, G., Jones, B., & Baker, C. (2012). Translanguaging: Origins and development from school to street and beyond. *Educational Research and Evaluation*, 18(7), 641-654. <https://doi.org/10.1080/13803611.2012.718488>
- McTighe, J., & Thomas, R. S. (2003). Backward design for forward action. *Education Leadership*, 60(5), 52-55.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: design and methods* (5th ed.) Sage.

2023 年 11 月 15 日收件

2024 年 3 月 26 日第一次修正回覆

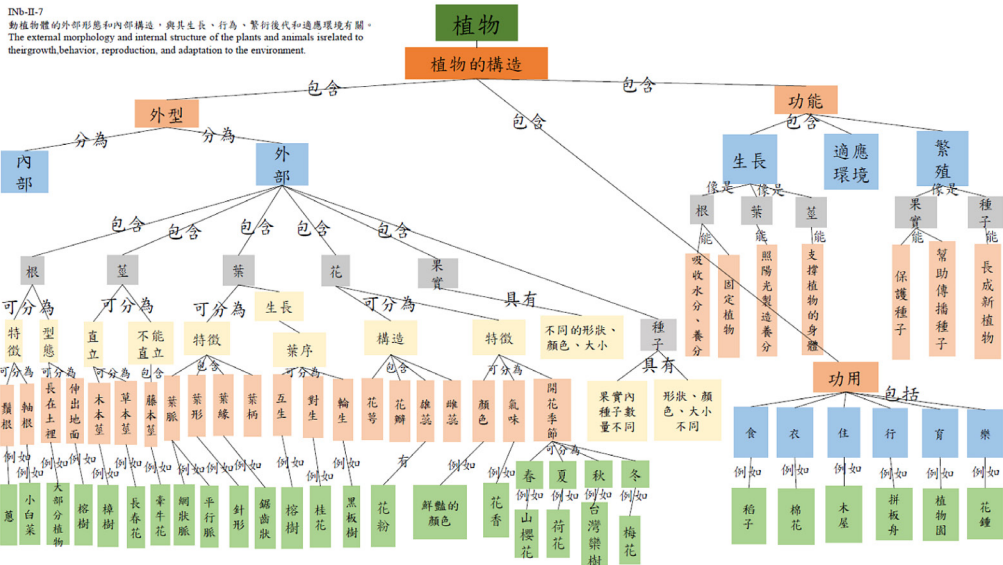
2024 年 4 月 22 日第二次修正回覆 & 通過初審

2024 年 6 月 1 日第三次修正回覆

2024 年 6 月 18 日通過複審

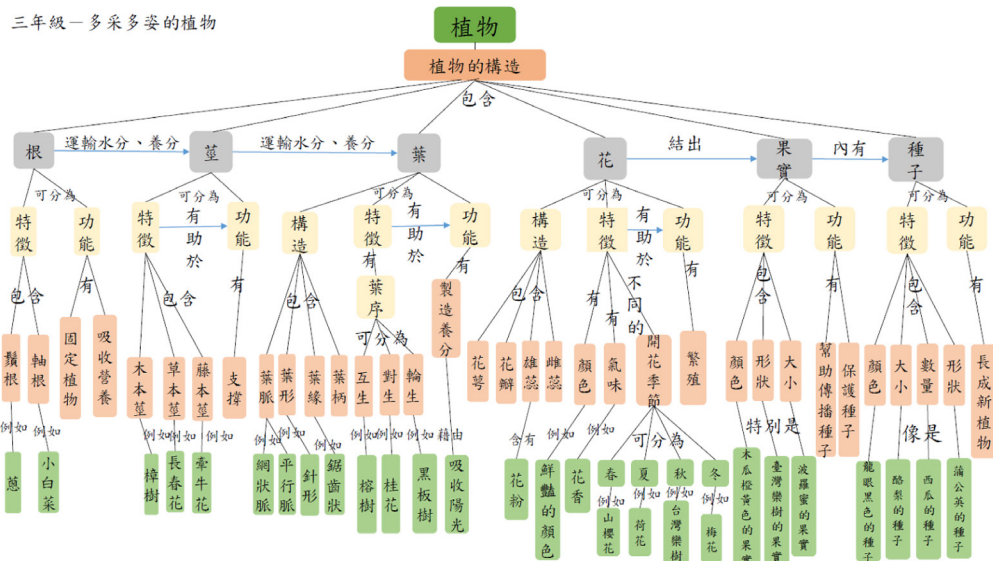
附錄

第 2 組 v1 版本之單元概念圖



第 2 組 v2 版本之單元概念圖

三年級—多采多姿的植物



第 2 組 v4 版本之單元概念圖

