



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

林靜雯*、鄭宏文**

摘要

因應108新課綱的實施和2030雙語政策的挑戰，本研究以一自然專業系所開設之小學雙語自然次專長師資培育課程中，選修雙語自然教材教法的33位師資生為研究對象，規劃一學期概念構圖為核心的課程，協助師資生設計雙語自然教學以增強其教學自我效能。研究採混合研究法，師資生於課程初期及後期皆針對微型試教教案中，自然領域內容與語言掌握，以10點李克式量尺自評其教學自我效能與理由，並於期末提供反思。結果顯示，本研究所設計之課程所顯著提升師資生的雙語自然及其下自然領域內容與語言掌握兩分項之教學自我效能，且皆具中等程度效應量。此外，雙語自然教學的教學自我效能效應量高於兩分項，顯示課程具統整學科內容與語言的潛力。質性資料顯示，課程初期，主要影響師資生自然領域教學自我效能的因素為缺乏教學經驗和新課綱知識。然而，在課程後期，師資生表示能掌握新課綱要義及循序規劃教學，因而增進教學自我效能。至於語言掌握部分，課程初期，師資生缺乏雙語教學的經驗和典範，並擔心自己的英語能力。課程後期，師資生雖仍憂心其英語能力，但已了解語言掌握

* 林靜雯（通訊作者）：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

電子郵件：jwlin@mail.ntue.edu.tw

收件日期：2024.02.06；修改日期：2024.03.20；接受日期：2024.04.09

DOI：10.53106/156335272024060062002

46 的準備方法和教學技巧，教學自我效能略顯提升。文末，本研究針對國小雙語自然師資培育課程朝學科內容與語言統整之設計提供建議。

關鍵詞：教學自我效能、概念構圖、雙語自然教材教法課程、雙語自然教學

Promoting Preservice Teachers' Teaching Self-Efficacy: Curriculum Innovation with Concept Mapping at the Core of the Elementary Bilingual Science Teaching Materials Pedagogy Program

Jing-Wen Lin^{*} Hong-Wen Cheng^{**}

Abstract

This mixed methods study focused on 33 preservice teachers (PSTs) who participated in an elementary bilingual science subspecialty program offered by a science-related department in response to Taiwan's implementation of the Curriculum Guidelines for 12-year Basic Education and the challenges posed by the Bilingual 2030 policy. The study involved planning a one-semester concept mapping–centered bilingual science teaching materials pedagogy program (CM-BS) to help PSTs develop their bilingual science teaching strategies and enhance their teaching self-efficacy. The recruited PSTs rated their teaching self-efficacy for content and language mastery in the science domain of the microteaching program on a 10-point Likert-type scale at the beginning and end of the program. They also provided reasons for their ratings as well as reflections on the program. The CM-BS significantly enhanced the teaching self-efficacy of the PSTs for bilingual science teaching and for science content and language mastery, both of which had moderate effect sizes. The self-efficacy effect sizes for bilingual science teaching were higher than 2, indicating that the CM-BS

* Jing-Wen Lin (Corresponding Author), Professor, Department of Science Education, National Taipei University of Education

** Hong-Wen Cheng, Associate Professor, Department of Science Education, National Taipei University of Education

48 effectively integrated content and language. Lacking teaching experience and knowledge of the new Curriculum Guidelines mainly affected the PSTs' teaching self-efficacy for teaching science at the beginning of the CM-BS. However, later in the program, the PSTs could grasp the essential principles of the new Curriculum Guidelines and plan their teaching sequentially, which increased their teaching self-efficacy. Moreover, at the beginning of the CM-BS, the PSTs lacked experience in bilingual science teaching and were concerned about their English ability. At the end of the CM-BS, they remained concerned about their English proficiency but understood how to linguistically prepare and to teach, and their teaching self-efficacy increased slightly. The study provides recommendations for designing a bilingual curriculum in elementary schools that integrates content and language.

Keywords: teaching self-efficacy, concept mapping, curriculum of bilingual science teaching materials and pedagogy, bilingual science teaching

緒論

因應科技快速發展與全球化的新時代挑戰，各國相繼推動教育改革以提升國家競爭力及國際視野。有鑑於此，我國《十二年國民基本教育課程綱要》（以下簡稱新課綱）的新改革中，自然領域有許多重大的變革，例如：大概念、跨科概念、探究與實作等（教育部，2018），皆是過去教師和師資生在學習過程中從未經歷的，因此，光是新課綱的理解、轉化與實踐即需高素質的科學教師積極的行動力與高度動機（李驥、邱美虹，2019）。教育部亦訂定並修正「教師專業素養指引」及「師資職前教育課程基準」，賦予師資培育機構設計相關課程的權利（教育部，2022b），以利師資培育機構培育新課綱師資及提升其準備度。另一方面，行政院公布「2030雙語政策」（國家發展委員會，2018），全國各縣市為符合雙語政策的要求，亦積極於各領域推動雙語教學。根據統計，目前有半數以上縣市其轄內中小學有三成以上執行雙語課程，共計超過千所中小學實施雙語領域教學（黃琇屏，2021），逐漸克服由無到有的困難階段，而逐年成長與擴散中。因此，緊接而來的，教育系統應以更全面性的觀點，著手規劃師資培育與進用、教材與評量工具研編、師資生雙語學習支持與扶弱、雙語情境營造等相關配套（侯雅文、林政逸，2021）。這些配套雖環環相扣，但有鑑於教師的素質是教育改革持續與成敗的關鍵，因此，本研究特別關心如何在這兩個重大變革的背景下設計雙語自然教材教法課程，以培育優質的職前師資。

雙語教育的推展有許多方法，其中，歐洲廣泛應用的「內容與語言的整合學習」（content and language integrated learning, CLIL），結合了學習內容與語言兩大領域的目標（Marsh et al., 2012）；可靈活地根據學校主管、學生需求和教師資源等條件，進行不同主題、年級

和時數的教學及跨語言彈性調整學習內容與語言的呈現，因此，國內公立小學也廣泛採用此種方式（鄒文莉等，2018；羅梅英，2019）。此外，因應學科特質，CLIL中，較為重視學科內容，由學科教師進行教學的類型，通常被歸類為硬CLIL（hard CLIL），反之，較為重視語言學習的類型則為軟CLIL（soft CLIL）（Reid, 2021）。由於自然領域本身負載高知識，且存在許多科學語言和科學表徵的學習困難（Piacentini et al., 2019），因此屬於重視內容的硬CLIL。教師對於進行雙語自然這種硬CLIL的教學普遍比進行軟CLIL的教學存在更多恐懼與更低的自我效能（Reid, 2021）。值得注意的是，雙語教師的專業學科和語言的教學自我效能與教學表現、教學承諾（commitment to teaching）及學生學習成效息息相關，亦被視為應具備的專業能力（Faez et al., 2021; Karabassova, 2022）。臺灣處於雙語教育推行初期，教學現場有各種教學實踐的樣貌，對於雙語教學成效的評定，鄒文莉（2020）呼籲應給予教學第一線人員最大決策彈性。這也意味著教學成效應有更多元的評鑑方式。在此背景下，將師資對專業學科和語言的教學自我效能列為指標，可能較其他需因地制宜之指標更須優先考量。儘管CLIL方法的研究致力於語言和內容之間的平衡（Cammarata & Tedick, 2012; Dalton-Puffer, 2013），並嘗試發展整合這兩方面的重點（Nikula et al., 2016），但這些研究仍主要偏重於語言，而非學科內容，且較缺乏學科專家的參與和觀點。對此，He與Lin（2019）建議納入概念構圖（concept mapping）相關的教學策略，藉其視覺表徵結構化科學知識的階層與結構，來整合跨學科的內容和語言教學，同時提高科學與語言素養。

概念構圖是一種將概念和命題視覺化並直觀連結的方法，它有助於知識的組織及深度思考，同時也是表達和傳遞知識的有效手段，因此也有助於促進協作學習中的知識建構（Chang & Yang, 2022）。

在科學領域，概念構圖被廣泛用於釐清科學結構；在語言等其他領域亦廣受青睞（Chen & Hwang, 2020），是雙語學習者組織、管理和學習資訊的有用工具（Gómez Ramos et al., 2022）。透過概念構圖，教師有機會幫助師資生建立科學概念和語言使用之間的聯繫、提高其在科學內容和語言技能方面的覺察（鄭宏文、林靜雯，付梓中）。雖然已有研究者融入概念構圖來進行雙語自然的教學，並頗有成效（周金城，2021；He & Lin, 2019; Lin, 2016），但如何利用概念構圖支持科學教師發展雙語自然教學所需的技能和實踐的師資培育課程則相對缺乏。因此，本研究設計概念構圖為核心之國小雙語自然教材教法課程（Concept Mapping-centered elementary Bilingual Science teaching materials and pedagogy curriculum, CM-BS），意欲了解CM-BS對師資生在雙語自然教學、自然領域內容和語言掌握之教學自我效能的影響。其中，語言掌握意味著英語與中文兩者之間的切換與學習。綜上所述，本研究之研究問題如下：

一、於CM-BS初期（試教教案設計初期）、後期（微型試教後），師資生對雙語自然教學，及其下自然領域內容與語言掌握兩項目之教學自我效能是否有顯著不同？若有，其效應量為何？

二、於CM-BS初期、後期，師資生於雙語自然教學中，自然領域內容與語言掌握之教學自我效能改變的理由為何？

文獻探討

一、中小學雙語自然師資培育面臨的挑戰

我國108新課綱推動，自然領域教學出現許多重大變革。例如：強調「核心／跨科概念」，促進對科學原理及實際應用的深入理解、要

求將「學習內容與學習表現網綁 (bundling) 學習目標」，確保教學、評量和課綱之間的一致性、重視培養「科學素養」，使學生能做出明智決策、參與公共討論並因應全球挑戰、推動「探究與實作」，培養學生主動解決問題的能力 (教育部，2018；Fulmer et al., 2018)。此次改革規模之大，堪稱臺灣歷屆教育改革之最。然而，由於科學語言本身即具有複雜性與艱澀性 (Piacentini et al., 2019)，缺乏專業的教學策略易導致學生對科學課程缺乏興趣和深入的理解 (Markic, 2018)。

另一方面，教育部根據國家發展委員會「2030雙語國家政策發展藍圖」提出「培養臺灣走向世界的雙語人才、全面啟動教育體系的雙語活化」之目標，強調將領域學科與英語學習結合，以增進學生應用英語的能力與面對未來職場的競爭力 (教育部，2022a)，但教學現場亦擔心雙語教學的同時，反而使得教育改革的重點無法強化，語言的學習也無法同時兼顧 (林子斌、吳巧雯，2021)。在教師對新課綱的精神尚未能完全掌握之際，雙語政策同時執行之下，將為教學現場帶來更加嚴峻的挑戰。特別是，Ferrer與Lin (2021) 認為臺灣原本大力推廣本土語言政策，基於國際化和全球競爭的理由，成為全球少見由政府主導轉型為雙語的國家。但由於主要政策文件皆以「英語」為焦點，而鮮少討論「英語」與其他特定語言的交互作用，使得雙語教學與全英語教學的概念模糊混亂。另一方面，教學現場已因少子化、學校特色招生，以及全球競爭力等各種因素，如火如荼地開展，由於實施速度很快，教學現場對於政策的解讀與實踐不一 (Graham & Yeh, 2023)。面對如此多重的挑戰，亟需更多研究的能量投入，培育適合我國新課綱執行之際，同時適合教學現場的雙語自然教學師資。

CLIL是一種教學方法，旨在通過外語來傳授學科內容，如科學。CLIL被認為可提高學生的語言和學科能力，並促進他們的跨文化意識和素養 (Morton, 2012)。然而，培育中小學師資實施CLIL也存在一

些挑戰和困難。根據文獻回顧，這些挑戰和困難主要包括以下幾個方面：

（一）師資培育的方式：CLIL對教師而言，涉及以「內容」（content）、「認知」（cognition）、「溝通」（communication）與「文化」（culture）的4C（Coyle et al., 2010），作為架構統整學科內容與語言雙重專業。就此觀點，師資培育課程如何整合、如何帶領師資生面對之後教師團隊的共同備課與達成共識至為關鍵（鄒文莉，2018；San Isidro, 2018）。研究顯示，兼具內容知識與語言能力的教師，較能有效組織教師間的合作，也能設計較佳的雙語課程（Karanfil, 2020）。但過去的師資培育通常是單科培育，因此這些單科專業的教師必須接受額外的培訓和專業發展，以提高他們在特定領域CLIL方面的能力和教學自我效能（Catenaccio & Giglioni, 2016; Morton, 2012; Tavani, 2016）。而由單一學程「統整雙專業」的師資培育課程應如何設計，相關研究的探討極少。

（二）語言能力：此點與4C中的溝通相呼應，通常呈現於教案中的語言目標。CLIL要求教師和學生具備足夠的外語能力，以便能夠流利和準確地傳達和理解科學內容。然而，在許多國家和地區，教師和學生的標的語言（target language）水平可能有限，尤其是在科學專業詞彙和概念方面（Catenaccio & Giglioni, 2016; Tavani, 2016）。

（三）教材和教學資源：CLIL要求教師提供鷹架、使用適合的教材和資源，以支持學習者連結語言與內容知識、科學素養的教學目標和策略（Lo et al., 2018）。這包括雙語或多媒體的教材、實驗設計、圖表、影片等。然而，在許多國家和地區，針對CLIL的科學教材和資源極為匱乏，使得教師難以找到合適的教學輔助材料，需投入大量時間與心力自行構思與製作（Catenaccio & Giglioni, 2016; Morton, 2012; Tavani, 2016）。此外，教師必須同時教授語言與學科內容已為挑戰，

還要能運用教學資源與策略減少學生以另一語言學習科學內容知識的困境又是另一種能力 (Tajeddin et al., 2020)。因此，強調教材與教學資源對雙語學習的重要性，不僅有助於提供學習者更豐富的學習經驗，也能幫助教師更有效地應對教學挑戰，使得CLIL的教學成效更為顯著。

(四) 評量方法：CLIL因地制宜的特質，特別強調持續的形成性評量，教師必須使用適當的評量方法，以評估學生對科學內容和外語的理解和掌握程度，以進行課程及教學方法的調整 (黃怡萍、鄒文莉, 2022)。這可能需要教師採用多元化的評量工具，如觀察、測驗、作業、報告、實作等。同時，教師也需要考慮如何平衡對內容和語言的評量重點和標準 (Morton, 2012; Tavani, 2016)。

二、概念構圖

概念構圖為構圖者將教學中的概念抽取出來，以一個「核心概念」為主題，再圍繞此一核心概念，將所有的概念組織起來，以成為表徵整體知識結構之語意網路圖。它使用命題形式，表徵所有欲教學和學習的概念與概念間的連結關係。以此概念圖 (concept map) 為依據，教師可以評量與偵測學習者概念結構的改變，並診斷出學生知識結構中的迷思概念 (Novak & Gowin, 1984; Novak & Musonda, 1991)。

當教材較難時，提供專家結構的概念圖給學生，特別有助於概念的理解。而在教學不同時機採用概念構圖則有不同功能。通常，教學前讓學生畫概念圖，能協助教師評鑑學生的先備知識與診斷他們的另有概念架構；在教學時可提供知識本質的階層性、概念性和命題性；在教學後可作為後設認知工具，促進有意義學習及幫助學習者辨識其認知架構 (Liu, 2004)。

CLIL雖是一種以整合內容與語言為目標的教學法，但過去的

研究卻顯示，內容和語言的整合很少發生（Lin, 2016; Morton & Llinares, 2017）。義大利的研究團隊提出了一種基於術語的方法（TerminoCLIL），將概念構圖用於大學生CLIL的學習。在這種方法中，概念圖被用作一種有效的工具，用於分析、結構化和傳遞專業知識。透過精心選擇概念和連接詞，概念構圖可幫助學生觀察意義的細微差別，幫助他們組織思維，並對學習主題進行總結。此外，學生還可透過概念構圖的方式來表徵領域知識，或藉由建立術語表來更好地理解新概念，了解新概念之間的關係及其在整體知識結構中的位置（Silva & Albuquerque, 2016）。同樣有著特殊領域語言的數學教育，概念構圖提供概念間關係的語言意義，可幫助學習者同時學習概念和語言。透過概念構圖的操作，連結敘述中的字彙與短句，找出關鍵的概念，並與先備知識連結（Mackay, 2017）。Gómez Ramos等人（2022）則將概念構圖運用在國小雙語自然科教學。小學生初接觸第二語言時，需要系統化、結構良好的教學策略引導知識的獲得與遷移。概念構圖能以有組織的方式協助學生有意義的學習，有效提高學生單詞識別的技能，以避免僅靠死記硬背學習。Gómez Ramos等人建議應提供CLIL教師長期的概念構圖教學訓練，以有效協助小學生的雙語學習。

但另一方面，亦有學者提出光倚賴概念構圖的方式可能使學生過於著重於單詞。He與Lin（2019）便結合概念構圖以及Lemke（1990）主題樣式理論形成主題樣式為本的概念語言映射教學法（thematic-pattern-based concept+language mapping pedagogy）作為理論框架，藉由CLIL課堂的談話、閱讀、表達、寫作和科學實踐，讓概念和語言之間能有更好的映射關係，而生成能夠描述特定內容領域的意義單位。他們採用此種教學法，以中學階段兩個班級的生物課程進行準實驗研究，初步結果支持此教學法能鼓勵學生透過理解內容學科內部和之間

的語義關係來整合內容和語言學習，使雙語自然的學習不僅僅是談論科學本身，而是如Lemke所主張的藉由語言來進行科學活動。

三、教學實踐與教學自我效能

了解教師的教學目標是檢視其教學實踐的重要一環，因為目標是規劃教學及評量的框架。透過確認教師的教學目標，有助於理解教師的教學行為（Kang, 2008）。科學教師也應告知學生明確的目標，且給予與目標搭配的課程活動（Jacobs et al., 2008）。然而，目標的設定能力需經培養，專家教師較生手教師更能依據學生需求規劃教學計畫、設定教學目標（König et al., 2020）。雙語教學時，教師如何設定學習目標並幫助學生達成，更是重要的挑戰（Ticheloven et al., 2021）。目前國小自然科教學有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（自然領綱）可供依循，課程目標與學習表現、學習內容相互搭配以培養科學素養。將CLIL的4C自然領綱對應，「內容」可視為領綱中的學習內容，而「認知」則可與自然領綱的學習表現相呼應。英語文雖也有領域綱要，然而國內英語與自然科連結的雙語教學仍在萌芽階段，相關的目標及教學典範亟待研究發展。

教學自我效能（teaching self-efficacy）是指教師對自己完成教學任務能力的信心，通常以李克式量表方式讓教師自評（陳俊瑋、吳璧如，2011；Garvis & Pendergast, 2011）。教師的教學自我效能與教學成效之間存在相關性，是解釋教師知識良好的指標（Kang et al., 2018）。教師的內容知識愈充實，教學自我效能便愈強，而強化的教學自我效能，又會增強教學信念，回饋到更好的教學成果（Lau, 2021）。Karabassova（2022）主張對專業科目和語言的教學自我效能也是雙語教師應具備的專業能力，因此，提升師資生的教學自我效能，也是師

資培育的要務。Chen (2020) 以合作式概念構圖的方式，讓來自不同領域的師資生共同設計K-12課程，教學活動不僅增加師資生的教學自我效能，其對於跨領域團隊教學有更多的認識，也拓展了他們未來使用不同教學法的意識。因此，本研究設計以概念構圖的課程，幫助師資生以小組合作的方式設定教學目標，增進其教學自我效能。

研究方法

一、研究參與者與場域

本研究以一自然專業系所開設之小學雙語自然次專長學程中的「國民小學自然科學領域教材教法」（以下簡稱雙語自然教材教法）課程為研究場域，並以選修此課程的33位師資生為研究對象。與一般學程生相較，此學程生需先通過教學原理（雙語）後，方能選修本課程，學程中尚必須修習教學專業英文及國小自然科學實驗教學（雙語）。

教師於第一堂課說明本課程為教學實踐研究的一部分及課程進行方式，所有師資生皆簽署研究知情同意書。33位師資生每4~5人自行尋找組員，共8組。其中29人為理學院、1人為教育學院、3人為人文藝術學院。值得一提的是，這些學生中僅有1位為英語教育相關系所，其餘皆尚未有英語相關能力檢定證明。

本研究兩位作者同時亦為本課程之授課教師，共同規劃並教授一學期「以概念構圖為核心之雙語自然教材教法課程」。兩位授課教師皆為學科專家，第一作者為科學教育博士，曾為國小教師，並具生物學科專長，第二作者為物理學博士。兩人皆曾開設過一般自然領域教材教法課程、參與過大專校院雙語教學的師資培訓，且於進行本課程時，已有輔導雙語自然教師或代理教師進行教學的經驗。

二、研究設計與工具

本研究採混合研究法。由於師資生的教案指引整體教學的規劃與執行，為重要的學習成果，因此，本研究修改開課學校雙語教學中心訂定的素養導向雙語教學教案設計格式（<https://reurl.cc/oR95zj>）作為研究工具。研究者除要求師資生於教案的概念分析處加入概念圖外，並於教案之「設計依據」處，分別針對「自然領域」（content）與「英語文」（language）學習重點，新增10點李克式量尺的教學自我效能自評與質性理由的欄位。研究者於課程初期繪製概念圖及設計教案，和微型試教後的課程後期，請師資生自評兩領域之教學效能，並針對自評的結果提供質性的理由說明。自評數值的增減及理由之正負向的一致性作為三角校正。最後，於課程結束時蒐集師資生對於本門課程與試教結果的反思。本研究亦蒐集學生歷次中、英概念圖及教案修正，另文發表師資生雙語自然教學的學習成果（鄭宏文、林靜雯，付梓中），兩者可相互佐證。本研究著重於師資生的教學自我效能，以其教學自我效能自評為量化資料，而自評後的理由、教案與期末反思則為解釋量化結果的質性資料。

三、課程設計

此課程每週兩節，共18週。課程目標期望師資生能：

- （一）理解新課綱自然科學領域的內容。
- （二）根據新課綱自然科學領域的內容、科學概念主題的結構及學生特徵，設計雙語自然教案。
- （三）進行國小雙語自然教學微型試教。

在「選取學習經驗」上，根據課程目標，本課程分成「奠基課程」（一）（二）、「教學觀摩」（一）（二）、「微型試教」，以及課程時間外的「課後討論」（一）（二）。課程安排如表1所示。

表 1
本課程每週主題及具體內容

週次	課程主題	內容
1	奠基課程 (一)	1. 課程簡介及雙語自然教學演示得獎影片觀摩 2. 分組及分配單元
2		1. 認識雙語自然教案的要項 2. 認識概念構圖及概念構圖在教學設計時扮演的角色
3		了解新課綱自然領域學習內容、學習表現及如何細綁學習內容與表現形成學習目標
4		科學概念、探究與科學態度與本質各有相應的教學方法，揭示重要教學方法的特質與使用時機
5		CLIL 教學方法及課室常用語
6	教學觀摩 (一)	觀摩學長姊於 A 國小集中實習之教學及議課（半天）
7-9	奠基課程 (二)	1. 素養導向雙語自然學習評量的設計 2. 科學探究的輔助工具及應用
10		A 校小學專家回饋小組概念圖（共八單元，八張）、學習目標設定、教學活動設計及評量
11-12		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
13	教學觀摩 (二)	觀摩 B 校雙語自然教學並參與說課與議課（半天）
14-17	微型試教	雙語自然微型試教及評論
18		期末總結與反思

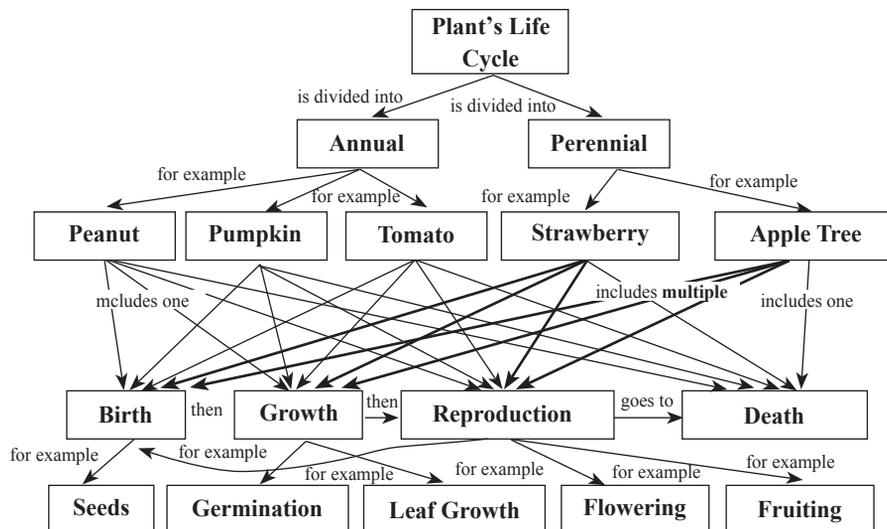
（一）奠基課程（一）（1~5週）：本課程奠基於新課綱之自然領綱（教育部，2018）、概念構圖（Novack & Gowin, 1984）和 CLIL 教學法（Coyle et al., 2010），並以自然領域新課綱架構下之《國小自然科學教材教法》（黃鴻博，2020）為教科書。先選定新課綱下一般自然領域教材教法課程重視的主題，再選擇適合以概念構圖為核心的主題，教導師資生學習如何利用概念構圖組織並理解小學自然科學的領綱指標（第2週）。藉由能正確呈現與連結領綱指標的概念圖轉化為適當的自然領域學習目標與語言目標（第3~5週）。

以第一作者於課程中所設計及示範的「植物的生命週期」為例，該活動對應自然領綱英譯版（教育部，2018）中：“INd-II-3 Organisms have a certain lifespan from birth and growth to death. Organisms reproduce the next generation through reproduction”。從英文概念圖（圖1）中可以看到“Life cycle”、“Birth”、“Growth”、“Reproduction”和“Death”，這幾個字需先符合領綱的意旨，且是本活動中最多線條集中的節點。此意味著這些單字為自然領域授課重點，且會在該單元中被重複多次，因此，設定為語言目標中的Language of Learning。搭配挑選的學習表現，便能轉化為適當的標的句，並展現探究精神。例如：此處選定自然領綱中的學習表現「pc-II-2能利用簡單形式的口語、文字或圖畫等，表達探究之過程、發現」為學習目標，因此示範的鷹架句子以及可能的標的句為：“[Pumpkin’s, Peanut’s, Tomato’s, Strawberry’s, Apple’s] life cycle is from birth, growth to production. After [one, multiple] life cycle (s), it goes to death.” 這些鷹架句中的蔬果名稱可依據小學生的程度置換，並依據小學生分組被分配到的蔬果種類進行圈選。最後，小學生需能在鷹架輔助下使用標的字，講出完整的標的句。選定自然學習內容、學習表現，以及Language of Learning的標的字、句後，再與選定的教學法結合，設計適合的教案。

（二）教學觀摩（一）（二）：統整自然與語文兩領域需考量科學知識的表徵、本質外，亦需考量小學生自然的迷思概念和殊異的英語能力以進行轉化，使科學概念能透過語言最大化效用。因此，課程設定師資生下一年度集中實習的A校學生為標的教學對象。本校素有觀摩學長姊集中實習教學演示的傳統，本次課程亦有安排。恰巧學長姊們即在A校實習（第6週）。但A校的觀摩屬一般集中實習的演示，皆為非雙語進行的教學，因此，本課程另外安排進行雙語自然教學的B校，供師資生們觀摩學習（第13週）。

圖 1

以 Plant's Life Cycle 概念圖示範自然與語文領域學習目標的選取



(三) 奠基課程(二)：本研究亦邀請A校雙語自然教學團隊的教師與師資生共同討論他們所繪製的概念圖架構，再依據此概念圖進行語言選擇(含Language of, for, through Learning)。此外，也分享他們教學過程中，對A校學生自然科學習與語言程度的了解(第10週)。其他一般自然領域教材教法課程會涉及，但本次課程尚未與概念圖密切融入的主題還包括：科學探究輔助工具(第7~9週)及科學教學環境規劃、活動管理與資源(11~12週)亦被納入。

(四) 微型試教(14~17週)：授課教師指導師資生依據所選定的教學目標及教學法發展教案並進行微型試教。此過程從學期初即分組進行，促進師資生透過實踐，深化對教學策略的理解與應用。八組師資生以A校三年級採用之新課綱教科書中的單元，進行教案撰寫和教學設計，共同繪製單元概念圖，共同思考如何整合新課綱自然領域相關學習內容與學習表現、概念圖及依據學生的特質撰寫教案中的教學

分析。試教以個人為單位，每位師資生從小組共備的單元中各自選取不重複的一節課，以不剪接的方式，將一節課40分鐘的課程拍攝成10分鐘微型試教影片。影片於課堂中播放，兩位授課教師、一位英語專長的教授，以及所有修課學生填寫教學回饋表並立即給予口頭回饋。

（五）課後討論（一）（二）：在奠基課程期間進行兩次討論，分別聚焦於概念圖的結構與教案設計的有效性，以及教學活動的流程和方法的適用性。

四、資料蒐集與分析

資料蒐集集中於課程初期的第2週與結束的第18週。第2週時，師資生針對期末欲試教的雙語教學活動設定自然領域與語言內容的學習目標，並分別針對自然領域內容與語言掌握以10點李克式量尺，自評其教學自我效能與理由。第18週，師資生整理全學期對課程的想法和專家、授課教師及同儕對其試教所提供的回饋後，進行教案最後修改，並於教案末尾提供本學期反思。最後，師資生自評其對雙語自然教學中自然領域內容與語言掌握的教學自我效能並說明理由。

量化資料部分，本研究以師資生針對其所欲微型試教的單元之自然領域處所自評的教學自我效能程度為其對自然領域內容的教學自我效能，於英語處所自評的教學自我效能程度為語言掌握的教學自我效能，並以兩者的平均定義為雙語自然教學的教學自我效能。研究者先以描述性統計整理，再以成對樣本 t 檢定進行前、後測分析，並以其相應的dRM計算效應量（Cohen, 1988; Lakens, 2013）。Cohen解釋效應量小於等於0.2為小效應量，大於等於0.8為大效應量，介於0.2~0.8之間則為中效應量。

質性資料部分，研究者先將師資生課程初期與末期教案，皆以S1-S33進行編號。而後，由第一作者與一位博士生助理共同歸納所有師資

生的自評教學自我效能之理由的質性資料。編碼初期先由文獻「培育中小學師資實施CLIL存在挑戰的面向」形成初步類別，再由學生實際回應的情形新增或修改適當的類別，此階段編碼一致性之Cohen Kappa值為.75。不一致之處經所有研究者同儕討論後取得共識，再以師資生的教案及末尾反思進行三角校正，並於最後調整適當的類別名稱，以提高信實度（trustworthiness）。由於同一位師資生可能書寫一個以上的理由類別或空白，因此，類別的歸類以人次計算，理由總數與師資生人數並不相符。

研究結果與討論

一、雙語自然教學的自我效能

研究結果（表2）顯示，課程初期，師資生雙語自然教學的自我效能平均為5.50。若進一步區分為自然領域內容與語言掌握兩項目，則分別為6.60與4.41。此結果顯示，師資生雙語自然教學初始之自我效能偏低，尤以語言掌握方面最為缺乏。再由標準差觀之，也可發現師資生在語言掌握的教學自我效能歧異度較大。到了課程後期，師資生整體的教學自我效能增加為6.54，其中，自然領域內容增加到7.70，而語言掌握方面則略增為5.37。從標準差觀之，雙語自然教學與自然領域內容的自我效能歧異度有縮小的趨勢。這樣的結果顯示，經過一學期的課程，師資生對於雙語自然教學和其下的自然領域內容，以及語言掌握的教學自我效能皆有進步，但整體而言，無論課程前期、後期或前後的增進幅度，師資生對語言掌握的教學自我效能皆低於自然領域內容。

經表2成對樣本t檢定結果顯示：師資生於課程後期對雙語自然教學

表 2

師資生於課程初期、後期對雙語自然教學、自然領域內容及語言掌握之教學自我效能的成對樣本 *t* 檢定

	課程初期		課程後期		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>E.S.(dRM)</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
雙語自然教學教學自我效能	5.50	1.22	6.54	1.18	4.174	.000	0.668
自然領域內容	6.60	1.49	7.70	1.17	3.696	.001	0.579
語言掌握	4.41	1.67	5.37	1.68	3.006	.005	0.524

及其下「自然領域內容」及「語言掌握」兩項目的教學自我效能皆顯著高於課程初期 ($p < .05$)，且效應量分別為0.668、0.579與0.524，顯示CM-BS對師資生雙語自然教學、自然領域內容與語言掌握的教學自我效能皆具有中等程度的效應量 (Cohen, 1988; Lakens, 2013)，皆是有意義的介入。而雙語自然教學的自我效能之效應量分別大於自然領域內容與語言掌握的個別向度，這可能意謂著CM-BS展現了整合兩不同領域的潛力，不但提升了師資生兩個個別向度的教學自我效能，且對雙語自然教學的整體效應量最大。

二、雙語自然教學自我效能改變的理由

師資生雙語自然教學自我效能受到自然領域內容及語言掌握兩方面的影響，以下分就這兩方面的因素詳加探討。

(一) 自然領域內容

在自然領域內容方面，師資生自陳影響教學自我效能的原因共分五類，研究者根據理由屬於正向或負向的陳述歸納如表3所示。課程後期，師資生的理由類別及總數皆較課程前期來得多，顯示經過CM-BS後，師資生能夠察覺更多自然領域內容中影響雙語自然教學品質的面向，而這些面向也影響著他們的教學自我效能。

表 3

師資生自陳影響其雙語自然教學中自然領域內容教學自我效能的原因

理由類別	課程初期			課程後期		
	正向	負向	總數	正向	負向	總數
自然科教學經驗和教材教法的熟悉程度	6	8	14	13	0	13
新課綱學習內容與學習表現的知識	0	9	9	5	0	5
科學背景的基礎	5	0	5	8	3	11
對小學生知識的理解	0	2	2	5	2	7
評量素養	0	0	0	1	1	2

由表3可知，課程初期影響師資生雙語自然教學中自然領域內容教學自我效能的原因中，最多次提及「自然科教學經驗和教材教法的熟悉程度」（14人次）。其中有8人次展現了負向的擔憂，例如S10：「自然科學我可以，但自然科教學，因為是第一次接觸，所以還是怕怕的。」但也有6人次提到已有實際的教學經驗去支持接下來雙語自然教學中自然領域內容的掌握。例如S4：「因有過（自然代課和科學營隊的）教學經驗，所以對於教學上較有信心能掌握」，亦有一些師資生提到其教學自我效能來源在於了解有哪些教材和教學資源可以協助其教學準備。例如：

這單元內容並非太難，而且有很多網路影片協助備課，有如此多樣的教材可供教師與學生使用，而……（略）……有「設計玩具」，對於學生而言這是最開心的地方，而教師也能用「玩具」進行概念分析[教學]，所以我給出8分。（S9）

其次為「新課綱學習內容與學習表現的知識」（9人次），學習內容與學習表現的綑綁形成學習目標是過去教學所沒有的，新課綱下教科書的教師手冊也缺乏闡述。例如：

單看課本要教的東西都了解，自己也都可以掌握，但如果要將

(新)課綱上的目標加入的時候，就會懷疑自己能不能勝任。

(S30)

可能對「學習目標」要呈現的內容及方式不太熟悉，所以（之前撰寫教案）有參考教師手冊來寫，但現在要自己無中生有[自己綁學習內容與學習表現形成學習目標]可說有些困難。(S22)

排序第三的是「科學背景的基礎」，此類別和其他類別相較，全部是正向的陳述，師資生對自己的科學專業有信心，並認為這樣的專業基礎有助於他們進行有品質的雙語自然教學。例如：

身為自然系的學生，可以藉由自身對於生物的相關經驗，指導學生關於各種動物的型態並將其功能進行介紹給學生們知道。

(S29)

另有2人次提及不熟悉小學生的迷思概念或先備經驗，雖然人次不多，但於師資生階段且尚未開始深入教材教法的課程，即能夠考量學生的先備經驗，亦屬不易。例如S4：「有教學經驗，且內容、直觀，但仍需深究學生可能產生的迷思」。

課程後期，影響師資生雙語自然教學中自然領域內容的教學自我效能之理由的種類，較課程前期多了「評量素養」的類別（2人次）。此外，這些影響的理由多為正向。在各理由類別中，最多人提及的理由與課程初期相同，皆關注教學經驗與教學方法的執行，但已從初期混雜正向與負向理由的情形，轉為正向支持本課程協助「了解教學準備方法、增進教材熟悉程度」（13人次），且雖是填答自然領域內容的教學自我效能，但師資生的覺察卻是統整了自然與語言後的結果。例如：

我認為自然領域的部分我（已經）將整個單元以及國小階段相

關單元都完整閱讀過，了解本小節應掌握的關鍵重點，但因為是以雙語授課，勢必會使進度減緩並且提升學習難度，……
（略）……（但）我認為[知道]要如何在雙語課堂完整傳授自然知識，以及練習熟練。S8

且部分學生填答時清楚提到概念構圖對於統整自然與語言的助益。例如S26：「……（略）……能將文本轉化成圖形組織，例如階層（概念）圖，再由階層（概念）圖融入到課程活動中」。師資生在反思時的呈現，亦提供了概念構圖在雙語自然教學時於每個教學步驟與環節間，連結自然與語言的重要關鍵的三角校正。例如：

這次的教學對大家來說都是一大挑戰，真心覺得當初有選修這一門課真是太好了。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。……（略）……，（概念構圖的方式）使我知道自然科學課的精隨[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。
（反思）（S6）

由學生的理由可看出「奠基課程（一）」中融入概念構圖對師資生在「微型試教」時，雙語自然教學模式的統整之教學自我效能有幫助。

其次為「科學背景，具深厚科學基礎」，共11人次。課程初期已有5人次正向反應科學基礎對教學自我效能的正面影響。經CM-BS後，師資生能夠了解雙語自然的教學與自然領域內容的掌握息息相關，而這奠基於他們平常對科學的理解。其中，有8人次師資生持正向的教學自我效能。例如：

畢竟還是個自然系的學生，對自然有一定的信心。（S30）

因為本身就是學習自然的，對於專業知識有充分的理解……對此蠻有信心的。(S3)

但亦有3人次經CM-BS後，反應出對自然領域內容之教學自我效能不足，其理由顯示了科學知識的專業性，以及硬CLIL的特質。例如：

在物理、地科、化學及生物四科當中，我最沒自信的就是化學，而這個單元主題偏重化學，所以我的信心會比其他單元來得低。(S14)

另一位則是英語系背景的師資生。例如：

這是自從高中以來，許久沒有這麼深入地去碰觸自然領域，尤其要進行教案撰寫、教學演示等等，會些微擔憂自己使否能夠達到教授們的期待與要求。(S6)

第三多的理由類別為「對小學生知識的理解」(7人次)。提到此類別的人次亦較課程初期來得多，顯見課程本身激起了師資生由教師中心的教學法轉移至以學生為中心，並能關注到小學生的先備概念。其中，有5人次屬於正向的教學自我效能。例如S18：「(我)能了解學生常見迷思，並能針對迷思加以說明。」但亦有2人次展現了信心不足。例如S16：「……(略)……第一次教自然，對學生及課程步調上還不是那麼熟悉，所以還是有點擔心」。

此外，少部分師資生提及缺乏評量素養，對於學生學習情形不易掌握(2人次)。例如S25：「無法輕易判斷，學生對知識的掌握度。」此類別與對小學生知識的理解相關，都有助於設計更多學生本位的教學。但缺乏評量素養者較著重於教學中形成性評量的診斷技術，而較著重小學生先備知識者，則較關注於設計教學前是否已知小學生的先備知識。學生於這部分的反應顯示了本課程「奠基課程

(二)」中評量教學的安排尚有改進空間。事實上，課程的確因為時間之故，未能將概念圖以及教學設計與評量的安排進行整體性的規劃，是未來課程設計時可以改進之處。

(二) 語言掌握

在語言掌握方面，師資生自陳影響其雙語自然教學中，語言掌握之教學自我效能的原因，共分四類(表4)，且課程後期的類別較課程初期多出「對小學生英語程度的了解」，但僅1人次提及。例如：

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。(S3)

值得注意的是，課程初期有高達12人沒有填寫理由，此數值高於自然領域的3人，可能意謂著師資生沒有相關經驗，對於雙語自然教學的語言掌握缺乏評估教學自我效能的定錨點。

表 4
師資生自陳影響雙語自然教學中語言掌握之教學自我效能的原因

理由類別	課程初期			課程後期		
	正向	負向	總數	正向	負向	總數
教學經驗及準備	4	9	13	10	4	14
自己的英語能力	2	10	12	0	13	13
雙語自然的語言目標設定	0	4	4	4	0	4
對小學生英語程度的了解	0	0	0	0	1	1

而無論課程初期或後期，最多師資生提到「教學經驗及準備」與「自己的英語能力」兩類別，且課程初期與後期數量亦十分接近，皆有10人次以上。在「教學經驗及準備」上，例如S16於課程前期提及：「之前沒有雙語教學相關經驗，所以很擔心害怕。」但課程後期，此

類別中（14人次）有七成以上的理由（10人次），轉而變為正向，此顯示了有不少師資生已能藉由充足的準備增強其教學技巧，部分師資生的回饋還增強了此課程中利用「概念構圖」、「邀請現場教師分享」、和同儕及教師的課後討論等轉化語言策略的努力。例如：

經過幾次（A校）現場老師（對我們概念圖的看法和語言轉化）
的分享，……我相信我也能夠在教學中找到適當的language of
learning提供學生學習。只是教學信心與理念需要足夠的教學經
驗支持，……未來再經過幾次教學，應該是能逐漸提高信心。

（S8）

對於開口說英文有點恐懼的我來說，要用雙語教學實在沒有信
心，但在事前準備有完善規劃也和同學老師互相討論（概念圖和
教案），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，自己在發音及文法上也能持續進步。（S21）

在期末反思中，亦有師資生再次提及本課程循序漸進引導課程規劃，有助於緩解教學實踐各方對雙語不同的詮釋和見解。例如：

……（略）……由於自身對於英語的使用比較缺乏信心，……
（略）……數度懷疑自己本來對於科學充滿熱情（的）自己，
因為雙語卻感到非常的痛苦而想要放棄，而且也聽系上分享教
授們在雙語講座中各有不同的見解，更加深了我對雙語的徬
徨，……（略）……。但是透過老師循序漸進的引導並完成課程
規劃，……（略）……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等等……（略）……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。（S4）

由於雙語教學在國內才剛開始推展，本學分學程亦為全國首批執行的雙語自然次專長學程，因此不若自然領域內容的學習，師資生可藉由暑期營隊、學校代理代課或自己的學習經驗，而有教學的典範可供參考。因此，教學經驗和準備對於師資生而言，最是無所適從。

而提及「自己的英語能力」這個類別，課程初期師資生多擔心英語能力不足，特別是科學專有名詞。例如S20：「對自身英文能力較沒自信，口說可能還需多加強」；S10：「對自然領域的英文知識還需加強」，因此信心低落。課程後期，大部分學生教學自我效能低落的原因來自於英語能力無法一蹴可幾（13人次）。例如S13：「我認為自己在英語的文法和口語仍然有很多需要進步的空間。」雖然英語能力的教學自我效能皆為負向，但也有不少師資生已能藉由充足的準備增強其教學技巧（10人次），因此在課程後期所提及的英語能力，較為著重於需要長期培養的英語文法和發音等口語表達。這樣的回饋呼應前述「教學經驗及準備」類別中的正向支持。

此外，課程初期與後期皆有4人次提及「雙語自然的語言目標設定」，但課程初期皆為負向，例如：

對於語言學習目標幾乎沒什麼概念，不確定要從何下手，可能知道中文的科學概念，但不太能轉換為英文的概念，也不確定要如何呈現內容並進行教學。（S15）

而課程後期，則全轉為正向。例如：

我很認真思考用哪些英文用字比較能讓小學生聽得懂，並避免運用太過於複雜的句型，雖然大部分字彙並非三年級英文所學範圍，但我（的語言目標）只著重在關鍵字並反覆使用，輔以圖片及肢體語言。……所以我認為在語言掌握上我有相當的信心能使學生學會。（S22）

整體而言，課程前、後期影響語言掌握的教學信念人次數量大致相當，皆大量集中於雙語自然教學中「教學經驗及準備」及「自己的英語能力」。這樣的趨勢與自然領域內容的部分趨向多元類別、正向的教學自我效能、由教師中心往學生中心的情形不同。經CM-BS後，師資生的信心來源仍執著於教學經驗、準備與自身的英語能力，且可能因外在環境對於英文與母語或其他語言互動的解讀歧異（如S4的反思），因此較難激起他們對小學生原有語言資源（無論英語或母語）的關注，反而是著重於希冀尋求教學時英語與母語固定模式的依循。和課程初期相較，雖師資生高比例地反映了解如何一步一步規劃雙語教學，以及重視自然領域內容與語言之間相互轉化的問題，肯定了課程中「奠基課程（一）」的設計，但也都擔憂英語能力無法一蹴可幾，且缺乏雙語教學的典範與經驗可茲參考，是未來在安排「教學觀摩」時可以更加注意的。

三、綜合討論

過去研究指出，具備內容知識和語言能力的教師能更有效地組織教師間的合作，並設計更優質的雙語課程（Karanfil, 2020）。然而，過去的師資培育偏向單科培訓，缺乏統整雙專業的師資培育課程（Catenaccio & Giglioni, 2016; Morton, 2012; Tavani, 2016）。本研究以概念構圖為核心，希冀朝統整自然領域內容及語言雙專業的方式設計課程。研究結果顯示，師資生之雙語自然教學的自我效能效應量分別高於「自然領域內容」及「語言掌握」兩方面的教學自我效能效應量，顯示了概念構圖的確協助了雙語自然教學師資培育課程中「自然領域內容」與「語言掌握」的統整，初步展示本課程設計的可行性。

探究師資生教學效能朝正向或提升的原因，課程初期主要是因具有扎實的科學基礎，並有部分自然科見習、實習、代課或營隊教學的

經驗。課程後期，CM-BS的「奠基課程（一）」增進了新課綱的知識，更了解科學知識的結構，並反應到自然領域內容與語言教學目標的設定，進而具備如何規劃自然領域內容與語言整合的教學的自我效能，呼應Gómez Ramos等人（2022）概念構圖的確幫助學生系統化地組織知識以進行有意義的學習。然而，在語言部分，由於本門課程為雙語自然教材教法，而非語言課程，對強化師資生本身的語言能力效果有限，因此師資生自感英語能力無法一蹴可幾，而教學自我效能低落的問題仍無從緩解（König et al., 2020）。此外，師資生可能過於著重在科學專有名詞的「翻譯」，而忽略了其他「轉化」語言的方法，如此一來可能無法緩解英語能力不足帶來的焦慮。這可能與本研究所設計的課程缺少對師資生以概念構圖進行轉化為教學鷹架和教學的示範（modeling），而師資生又缺乏相關雙語教學典範可供參考有關。此點呼應He與Lin（2019）建議概念構圖可搭配其他教學策略（如該研究使用概念圖與語言映射）以強化知識結構的語法，才不會使雙語自然教學雖找到了自然內容的核心，但卻變成僅為單詞翻譯的教學。而部分雙語教學語言方面的經驗與準備，也需要之後更多雙語自然教學的直接示範、典範觀摩或搭配其他課程見習、實習或營隊的經驗以增進師資生的教學自我效能。

值得注意的是，根據前述文獻探討，培育中小學師資實施CLIL存在挑戰的面向至少包括：師資培育方式的統整程度、教師的語言能力、教師獲取教材和教學資源的能力及其評量素養。其中，有關教材和教學資源的部分，與CLIL中跨語言溝通及學習鷹架有關（Coyle et al., 2010）。有豐富的教材和教學資源，將有助於概念的深入教學及語言的轉化（Catenaccio & Giglioni, 2016; Morton, 2012; Tavani, 2016）。而評量素養則能協助教學者更了解學生知識，有助於教學者調整教學的內容與方法（黃怡萍、鄒文莉，2022；Morton, 2012; Tavani,

2016)。但師資生自陳之影響教學自我效能原因中，這兩部分與教學經驗及準備、新課綱知識、英語能力等受關注的情形相較，顯得較為薄弱，且這樣的缺乏，特別展現在「語言掌握」相關的教材、教學資源，以及評量素養上。課程前，有部分師資生於自然領域內容教學準備中提及「教材和教學資源」對其教學準備的正向支持（如S9），也有2人次提及對小學生知識理解的擔憂，但這兩部分在語言掌握方面，並無任何師資生提及。而課程後期，更多師資生於自然領域內容部分提及已增強了小學生知識理解的教學自我效能（7人次），並多出了2人次提到評量素養的重要性，但僅有1人次提到對小學生英語程度了解的覺察，且是負向效能。課程初期的缺乏顯示了整個政策、大環境缺乏對英語和其他語言之間互動的定義與實踐的混亂（Ferrer & Lin, 2021; Graham & Yeh, 2023），以及其他師資培育課程對師資生雙語自然教學應具備能力感知的影響，而課程後期的缺乏則顯示了本課程未能在相應向度強化的部分。本研究於課程設計時的确已注意到這些向度尚未與概念圖密切融入，但礙於課程時間緊湊、有限，是未來可以加強的方向。

結論與建議

本研究之特點為以學科專家觀點，設計以概念構圖為核心的雙語自然教材教法課程（CM-BS），嘗試統整自然與語言雙領域，希冀在多元執行雙語自然的教學實踐和理論中架橋，優先增強師資生的教學自我效能，以因應新課綱的改革與雙語政策的雙重挑戰。以下總陳本研究之結論，並提出相應的建議。

一、CM-BS 的統整支持自然領域內容與語言掌握的教學經驗及準備，使師資生雙語自然教學自我效能的提升優於個別學科領域

本研究發現，CM-BS對師資生於雙語自然教學、自然領域內容和語言掌握三方面的教學自我效能均有顯著的進步，三者皆具中等效應量，為有意義的介入，且雙語自然教學的效應量大於個別的自然領域內容和語言掌握的效應量，顯示CM-BS具有協助師資生統整自然領域內容與語言掌握的潛力。此外，無論課程前或後，師資生對自然領域內容的教學自我效能皆較語言掌握方面高，且增進的效應量亦較高，顯示了本課程為能顧及學科內容的雙語師資培育課程。師資生自陳的理由及反思中，無論在自然領域內容或語言掌握的教學準備上，亦最多次支持CM-BS有助於其了解教學設計的每個要素及協助其一步步規劃教學，進而提升其教學準備的自我效能。

據此，本研究建議以概念構圖為核心統整雙專業領域，有助於師資生釐清科學知識的結構，找出關鍵的科學及語言要素，因此有助於整體雙語自然教學的設計，可作為其他師資培育機構之雙語自然師資培育課程之參考。

二、整合雙語師資培育課程以加強師資生英語能力與以學生為中心的教學能力

總結師資生自陳的理由，課程初期，主要影響其自然領域教學自我效能的因素是缺乏教學經驗和新課綱知識。然而，課程後期，師資生表示這些缺乏已初步獲得改善且能有系統地規劃教學，這有助於提高他們的教學自我效能感。至於語言掌握方面，課程初期，師資生的教學自我效能低落乃因缺乏雙語教學經驗和典範，以及有待持續增強的英語能力。然而，在課程後期，他們雖仍對自己的英語能力感到擔

心，但已了解提高語言掌握的方法和教學技巧，因而也略提高了一些教學自我效能。

CM-BS的介入能有效增強師資生的雙語自然教學自我效能，並促使自然領域教學信念由以教師講述為主的教師中心，轉向更關注學生在科學方面的迷思概念和擁有的語言資源之學生中心。師資生特別提及「奠基課程（一）」、邀請教學現場教師分享，以及同儕與授課教師的課後討論能扣準概念圖的結構與領綱與教學設計之間的關係，有助於其教學效能的提升。但師資生在學習過程中需連結理論與實務，統整學科內容與語言，仍需授課教師安排典範案例，或協助以具體的案例示範轉化，將概念及語言要素轉化成實際的句子和教學活動。惟授課時間有限，因此，研究者建議將CM-BS與其他師資培育課程（如次專長學程中的「雙語教學理論與實踐」或「教學專業英文」等）更有效統整，提供更多教學現場的典範觀摩、見習與實習機會，同時強調跨語言及鷹架的語言轉化，減少直接翻譯的情況，以進一步提升師資生整合雙專業的能力。

尤其是在雙語自然教學中，更需重視了解學生的先備知識與能力，這同時包含了對學生自然方面的迷思概念、先備知識的理解及母語和英文等各種語言能力與資源的掌握。然而，本研究發現師資生在這方面忽略了對學生語言知識的理解，以及運用形成性評量技巧來診斷學生語言方面的先備知識、能力與學習進展。同時，教學媒材的設計與評量能力也需加強，方能協助教學時跨語言能力的展現。此部分主要反映本研究中「奠基課程（二）」的不足。因此，建議授課教師進行CM-BS時，能示範如何將概念圖的結構、發現與這些面向結合，這將有助於培養師資生更注重以學生為中心的意識，而非僅關注教學時母語與英語之間的語言比例。特別是，現階段教學現場普遍對國家雙語政策的解讀缺乏共識，更必須將相關注意力置於學習者的身上。

若然，這將有助於師資生以教師為中心的教學轉而為強調以學生為中心的重要契機，亦將進一步提升雙語自然教學的品質與成效。

致謝

本研究感謝教育部教學實踐研究計畫PED1110349及PED1123111經費補助，特致謝忱！

參考文獻

- 李驥、邱美虹（2019）。NGSS 和 12 年國民基本教育中探究、實作和建模的比較與分析。科學教育月刊，421，19-31。https://doi.org/10.6216/SEM.201908_(421).0002
- 【Lee, K. G., & Chiu, M. H. (2019). Comparison and analysis of inquiry, practice, and modeling in the NGSS and Taiwan's 12-year basic education curricula. *Science Education Monthly*, 421, 19-31. https://doi.org/10.6216/SEM.201908_(421).0002】
- 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）。五南。
- 【Chou, C. C. (2021). Bilingual instruction in natural science. In J. F. Chen (Ed.), *Theories and practice of bilingual education* (pp. 245-265). Wu-Nan.】
- 林子斌、吳巧雯（2021）。公立國民中學推動雙語教育之挑戰與回應：政策到實踐。教育研究月刊，321，30-42。https://doi.org/10.3966/168063602021010321003
- 【Lin, Z. B., & Wu, C. W. (2021). Exploring challenges and responses of implementing bilingual education in public junior high schools: From policy to practices. *Educational Research Monthly*, 321, 30-42. https://doi.org/10.3966/168063602021010321003】
- 侯雅文、林政逸（2021）。我國中小學實施 CLIL 教學模式現況、問題與解決

策略。臺灣教育評論月刊，10（6），118-124。

【Hou, Y. W., & Lin, C. Y. (2021). The current situation, issues, and solutions of implementing CLIL teaching model in primary and secondary schools in Taiwan. *Taiwan Educational Review Monthly*, 10(6), 118-124.】

國家發展委員會（2018）。2030 雙語國家政策發展藍圖。https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=FB2F95FF15B21D4A

【National Development Council. (2018). *2030 bilingual national policy development blueprint*. https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=FB2F95FF15B21D4A】

教育部（2018）。十二年國民基本教育課程綱要—自然科學領域。作者。

【Ministry of Education. (2018). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for elementary school, junior high and general senior high schools—The domain of natural science*. Author.】

教育部（2022a）。前瞻基礎建設—人才培育促進就業建設—2030 雙語政策（110 至 113 年）計畫。https://www.edu.tw/News_Plan_Content.aspx?n=D33B55D537402BAA&sms=954974C68391B710&s=FB233D7EC45FFB37

【Ministry of Education. (2022a). *Forward-looking Infrastructure - Talent development promotes employment construction - Bilingual 2030 (Years 110 to 113) program*. https://www.edu.tw/News_Plan_Content.aspx?n=D33B55D537402BAA&sms=954974C68391B710&s=FB233D7EC45FFB37】

教育部（2022b）。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。https://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL002163

【Ministry of Education. (2022b). *Guides to the professional literacy of teachers in the Republic of China - Pre-service teacher education stage and pre-service teacher education courses benchmark*. https://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL002163】

陳俊瑋、吳璧如（2011）。運用「俄亥俄州教師效能感量表」於國中教師之試探性與驗證性研究。教育學刊，36，1-34。

【Chen, C. W., & Wu, P. J. (2011). Establishing the validity of the Ohio state teacher efficacy scale for Taiwanese junior high school teachers. *Educational Review*, 36, 1-34.】

黃怡萍、鄒文莉（2022）。全球在地化之台灣雙語教育：基本理念與架構。載於鄒文莉、黃怡萍（主編），*台灣雙語教學資源書：全球在地化課程設計與教學實踐*（頁 33-52）。書林。

【Huang, Y. P., & Tsou, W. L. (2022). Taiwan's bilingual education in the global context: Basic concepts and framework. In W. L. Tsou & Y. P. Huang (Eds.), *A resource book for bilingual education in Taiwan: A glocalised design & practice* (pp. 33-52). Bookman.】

黃琇屏（2021）。公立中小學雙語教育實施現況與挑戰。*臺灣教育評論月刊*，10（12），6-11。

【Huang, S. P. (2021). Current status and challenges of bilingual education in public primary and secondary schools. *Taiwan Educational Review Monthly*, 10(12), 6-11.】

黃鴻博（2020）。*素養導向系列叢書：國小自然科學教材教法*。五南。

【Huang, H. P. (2020). *Literacy-based series: Elementary school natural science teaching materials and methods*. Wu-Nan.】

鄒文莉（2018）。CLIL 教案撰寫和跨領域教師協作。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 21-51）。書林。

【Tsou, W. L. (2018). CLIL lesson planning and interdisciplinary teacher collaboration. In W. L. Tsou & S. M. Kao (Eds.), *CLIL teaching resource book: Exploring integration of subject content and language teaching* (pp. 21-51). Bookman.】

鄒文莉（2020）。臺灣雙語教育師資培訓。*師友雙月刊*，622（8），30-40。

【Tsou, W. L. (2020). Teacher training for bilingual education in Taiwan. *The Educator Bimonthly*, 622(8), 30-40.】

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。

【Tsou, W. L., Kao, S. M., & Chen, H. C. (2018). The core spirit of integrated subject content and language teaching. In W. L. Tsou & S. M. Kao (Eds.), *CLIL teaching resource book: Exploring integration of subject content and language teaching* (pp. 9-20). Bookman.】

鄭宏文、林靜雯（付梓中）。以概念構圖為核心之國小雙語自然教材教法課程

創新：不同背景師資生於課程中的成長及反饋。教育研究與發展期刊。

【Cheng, H. W., & Lin, J. W. (in press). Curriculum innovation with concept mapping as the core of the elementary bilingual science teaching materials and pedagogy-Growth and feedback of preservice teachers from different backgrounds in the curriculum. *Journal of Educational Research and Development*.】

羅梅英 (2019)。只要推了 CLIL 雙語課程，幾乎馬上變成滿額學校！推動從小學英文，這些縣市跑在最前面。 <https://www.storm.mg/lifestyle/1672167?mode=whole>

【Lo, M. Y. (2019). *As long as CLIL bilingual courses are introduced, almost immediately become full schools! Leading the way in promoting English from elementary school, these counties and cities are at the forefront*. <https://www.storm.mg/lifestyle/1672167?mode=whole>】

Cammarata, L. & Tedick, D. (2012). Balancing content and language in instruction: The experience of immersion teachers. *The Modern Language Journal*, 96(2), 251-269. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.2012.01330.x>

Catenaccio, P., & Giglioni, C. (2016). CLIL teaching at primary school level and the academia/practice interface: Some preliminary considerations. In G. Garzone, D. Heaney, & G. Riboni (Eds.), *Focus on LSP teaching: Developments and issues* (pp. 191-210). LED.

Chang, C. Y., & Yang, J. C. (2022). Concept mapping in computer-supported learning environments: A bibliometric analysis. *Interactive Learning Environments*, 31(10), 6678-6695. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2043385>

Chen, M. R. A., & Hwang, G. J. (2020). Effects of a concept mapping-based flipped learning approach on EFL students' English speaking performance, critical thinking awareness and speaking anxiety. *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 817-834. <https://doi.org/10.1111/bjet.12887>

Chen, X. (2020). Pre-service teachers' self-efficacy of interdisciplinary team teaching through the use of collaborative concept map. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 15(2), 76-94. <https://doi.org/10.37120/ijttl.2019.15.2.01>

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *Content and language integrated learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009024549>
- Dalton-Puffer, C. (2013). A construct of cognitive discourse functions for conceptualizing content-language integration in CLIL and multilingual education. *EuJAL*, *1*(2), 216-253. <https://doi.org/10.1515/eujal-2013-0011>
- Ferrer, A., & Lin, T. B. (2021). Official bilingualism in a multilingual nation: A study of the 2030 bilingual nation policy in Taiwan. *Journal of Multilingual and Multicultural Development*, *45*(2), 551-563. <https://doi.org/10.1080/01434632.2021.1909054>
- Faez, F., Karas, M., & Uchihara, T. (2021). Connecting language proficiency to teaching ability: A meta-analysis. *Language Teaching Research*, *25*(5), 754-777. <https://doi.org/10.1177/1362168819868667>
- Fulmer, G. W., Tanas, J., & Weiss, K. A. (2018). The challenges of alignment for the next generation science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, *55*(7), 1076-1100. <https://doi.org/10.1002/tea.21481>
- Garvis, S., & Pendergast, D. (2011). An investigation of early childhood teacher self-efficacy beliefs in the teaching of arts education. *International Journal of Education and the Arts*, *12*(9), 1-15.
- Gómez Ramos, J. L., Palazón Fernández, J. L., Lirio Castro, J., & Gómez-Barreto, I. M. (2022). CLIL: Graphic organisers and concept maps for noun identification within bilingual primary education natural science subject textbooks. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, *25*(6), 2006-2017. <https://doi.org/10.1080/13670050.2020.1842323>
- Graham, K. M., & Yeh, Y. F. (2023). Teachers' implementation of bilingual education in Taiwan: Challenges and arrangements. *Asia Pacific Education Review*, *24*, 461-472. <https://doi.org/10.1007/s12564-022-09791-4>
- He, P., & Lin, A. M. Y. (2019). Co-developing science literacy and foreign language literacy through "Concept + Language Mapping." *Journal of Immersion and*

- Content-based Language Education*, 7(2), 260-288. <https://doi.org/10.1075/bct.115.06he>
- Jacobs, C. L., Martin, S. N., & Otieno, T. C. (2008). A science lesson plan analysis instrument for formative and summative program evaluation of a teacher education program. *Science Education*, 92(6), 1096-1126. <https://doi.org/10.1002/sce.20277>
- Kang, E. J. S., Donovan, C., & McCarthy, M. J. (2018). Exploring elementary teachers' pedagogical content knowledge and confidence in implementing the NGSS science and engineering practices. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 9-29. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2017.1415616>
- Kang, N. (2008). Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals, and practices of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 478-498. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2007.01.002>
- Karabassova, L. (2022). Is top-down CLIL justified? A grounded theory exploration of secondary school science teachers' experiences. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 25(4), 1530-1545. <https://doi.org/10.1080/13670050.2020.1775781>
- Karanfil, F. (2020). Content-based instruction (CBI) challenges in Turkey: Voices of high school students. *Focus on ELT Journal*, 2(2), 17-29. <https://doi.org/10.14744/felt.2020.00023>
- König, J., Bremerich-Vos, A., Buchholtz, C., & Glutsch, N. (2020). General pedagogical knowledge, pedagogical adaptivity in written lesson plans, and instructional practice among preservice teachers. *Journal of Curriculum Studies*, 52(6), 800-822. <https://doi.org/10.1080/00220272.2020.1752804>
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Lau, W. W. (2021). Pre-service mathematics teachers' professional learning in a pedagogy course: Examining changes in beliefs and confidence in teaching algebra. *Mathematics Education Research Journal*, 33(2), 223-239. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1915616>

org/10.1007/s13394-019-00285-y

- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Ablex.
- Lin, A. M. Y. (2016). *Language across the curriculum & CLIL in English as an additional language (EAL) contexts: Theory and practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-1802-2>
- Liu, X. (2004). Using concept mapping for assessing and promoting relational conceptual change in science. *Science Education*, 88(3), 373-396. <https://doi.org/10.1002/sce.10127>
- Lo, Y. Y., Lin, A. M. Y., & Cheung, T. C. L. (2018). Supporting English-as-a-foreign-language (EFL) learners' science literacy development in CLIL: A genre-based approach. In K. S. Tang & K. Danielsson (Eds.), *Global developments in literacy research for science education* (pp. 79-95). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69197-8_6
- Mackay, F. (2017). *Concept maps supporting integrated content and language design of mathematics lesson*. https://issuu.com/clilmagazine/docs/clil_fall_2017_lr_single
- Markic, S. (2018). Learning language and intercultural understanding in science classes in Germany. In K. S. Tang & K. Danielsson (Eds.), *Global developments in literacy research for science education* (pp. 63-77). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69197-8_5
- Marsh, D., Mehisto, P., Wolff, D., & Frigols Martín, M. J. (2012). *European framework for CLIL teacher education*. <https://www.english-efl.com/wp-content/uploads/pdf/CLTL-EN.pdf>
- Morton, T. (2012). Classroom talk, conceptual change and teacher reflection in bilingual science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 28(1), 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.07.006>
- Morton, T., & Llinares, A. (2017). Content and language integrated learning (CLIL): Type of programme or pedagogical model? In A. Llinares & T. Morton (Eds.), *Applied linguistics perspectives on CLIL* (pp. 1-16). John Benjamins. <https://doi.org/10.1075/llt.47.01mor>

- Nikula, T., Dafouz, E., Moore, P., & Smit, U. (Eds.). (2016). *Conceptualising integration in CLIL and multilingual education* (Vol. 101). Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/978178309614>
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139173469>
- Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153. <https://doi.org/10.3102/00028312028001117>
- Piacentini, V., Raquel Simões, A., & Marques Vieira, R. (2019). Teachers' view of language(s) in (CLIL) science education: A case study in Portugal. *Problems of Education in the 21st Century*, 77(5), 636-649. <https://doi.org/10.33225/pec/19.77.636>
- Reid, J. (2021). Transmedia education in a CLIL paradigm: An investigation into bicultural learning. In F. Gilardi & C. Lam (Eds.), *Transmedia in Asia and the Pacific: Industry, practice and transcultural dialogues* (pp. 259-280). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-7857-1>
- San Isidro, X. (2018). Innovations and challenges in CLIL implementation in Europe. *Theory into Practice*, 57(3), 185-195. <https://doi.org/10.1080/00405841.2018.1484038>
- Silva, M. M., & Albuquerque, A. (2016). TerminoCLIL: A terminology-based approach to CLIL. *Lingue Culture Mediazioni-Languages Cultures Mediation (LCM)*, 3(1), 177-189. <https://doi.org/10.7359/791-2016-silv>
- Tajeddin, Z., Alemi, M., & Kamrani, Z. (2020). Functions and strategies of teachers' discursive scaffolding in English-medium content-based instruction. *Iranian Journal of Language Teaching Research*, 8(3), 1-24.
- Tavani, A. (2016). CLIL physics in Italian secondary schools: Teaching materials and methodological issues. In G. Garzone, D. Heaney, & G. Riboni (Eds.), *Focus on LSP teaching: Developments and issues* (pp. 235-253). <https://doi.org/10.7359/791-2016-tava>
- Ticheloven, A., Blom, E., Leseman, P., & McMonagle, S. (2021). Translanguaging

challenges in multilingual classrooms: Scholar, teacher and student perspectives. *International Journal of Multilingualism*, 18(3), 491-514. <https://doi.org/10.1080/14790718.2019.1686002>

