

教育研究集刊

2025年3月，71（1），頁41-84

[https://doi.org/10.6910/BER.202503_71\(1\).0002](https://doi.org/10.6910/BER.202503_71(1).0002)

小學數學教育學者對雙語教育 課程政策形塑所涉入爭議 及數學雙語教學之觀點



陳玟樺

摘要

研究目的

國內雙語教育作為教育政策的一部分，本質上是一種公共政策，而數學教育學者作為公共知識分子，扮演在政策與實踐中協商「公共的善」和學科本質平衡之角色。本研究旨在探討國內小學數學教育學者對雙語教育課程政策形塑所涉入之爭議及數學雙語教學的觀點，理解其在社會互動情境中對雙語政策和數學雙語課程意義的建構與詮釋，亦期同步促進雙語政策的公共論述。

主要理論或概念架構

本研究從政策取向之調適為進路，結合建構主義紮根理論（Charmaz, 2014），依國內雙語教育政策相關官方文件與資料，從「政策目標」及「推動策

陳玟樺，國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系副教授

電子郵件：chenwenhua@mail.ntue.edu.tw

投稿日期：2024年08月12日；修改日期：2024年11月13日；接受日期：2025年03月31日

略」兩方面來架構，涵蓋了數學教育學者對雙語教育政策內涵的認知、政策上路後對基礎條件與多方準備度之觀察，以作為討論數學教育、課程與教學的「挑戰」與「對策」之基礎。

研究設計／方法／對象

本研究以建構主義紮根理論為分析取徑，採訪談數學教育學者作為資料蒐集的方式。訪談以一對一個別訪談為主，訪談期間自2023年2月至8月止，每人訪談一次，每次約70~80分鐘。採立意取樣，為兼顧區域性，以北部、中部、南部及東部各至少一名為原則。立意取樣的原則有二，依序是：一、具數學全英語／雙語研究或授課經驗；二、具小學（含）數學課綱委員經驗。經連繫後，有北部兩位、中部兩位、南部與東部各一位接受訪談。

研究發現或結論

本研究發現，國內雙語政策與數學教育目標之間關係模糊（例如：數學教育目標中的數學思維與英語能力之間的權衡存在矛盾或疑慮），雙語政策推動策略下的數學雙語資源亦有所斷裂（例如：數學雙語師資培訓不易、符合國內數學教育文化脈絡的雙語教材懸缺、數學教師英語能力可能受主政者高估），均使數學雙語教學實施有所困頓。受訪數學教育學者進一步倡議，宜以「證據本位」重新架構數學雙語政策目標，且以「數學本位資源整合策略」作為政策推動之調適。

理論或實務創見／貢獻／建議

本研究在理論與實務的貢獻，可分為兩個層面：在理論層面上，本研究整合政策分析、學科課程變革及批判視角，強調政策形塑需回應學科特殊性、文化脈絡，以及社會正義，充實學科導向雙語研究的理論缺口；在實務層面上，本研究揭示數學教育學者對於雙語教育課程政策落地的多元觀點，能為政策修正提供實徵基礎，亦有助於促進雙語政策的公共論述。

關鍵詞：小學數學教育學者、數學課程改革、數學雙語、數學雙語教育家（教師）、雙語教育

Bulletin of Educational Research

March, 2025, 71(1), pp. 41-84

[https://doi.org/10.6910/BER.202503_71\(1\).0002](https://doi.org/10.6910/BER.202503_71(1).0002)

Perspectives of Elementary Mathematics Education Scholars on Controversies Surrounding Bilingual Education Curriculum Policy Development and Bilingual Mathematics Instruction

Wen-Hua Chen

Abstract

Purpose

Bilingual education in Taiwan, as a national policy initiative, functions as a public policy endeavor. As public intellectuals, mathematics education scholars mediate tensions between the “public good” and the nature of discipline in policy design and pedagogical practices. This study investigates elementary mathematics education scholars’ perspectives on the controversies in bilingual curriculum policy development and their critical reflections on the challenges of bilingual mathematics instruction. The study also seeks to catalyze inclusive public discussions on bilingual education reform by highlighting these voices.

Wen-Hua Chen, Associate Professor, Department of Mathematics and Information Education,
National Taipei University of Education

Email: chenwenhua@mail.ntue.edu.tw

Manuscript received: Aug. 12, 2024; Revised: Nov. 13, 2024; Accepted: Mar. 31, 2025.

Main Theories or Conceptual Frameworks

This study adopts a policy adaptation approach integrated with constructivist grounded theory (Charmaz, 2014). Drawing on official bilingual education policy documents and materials, this study structures the analysis through a dual framework of policy objectives and implementation strategies. This framework captures mathematics education scholars' perceptions of policy intent, observations of foundational conditions, and multidimensional readiness post-implementation. These insights are the basis for identifying systemic challenges and formulating responsive strategies in mathematics education, curriculum design, and pedagogical practices.

Research Design/Methods/Participants

Semi-structured interviews were conducted with six elementary mathematics education scholars using constructivist grounded theory as the analytical approach. Participants were purposively sampled based on two criteria: 1) Experience in English-medium or bilingual mathematics instruction/research. 2) Involvement in national elementary mathematics core curriculum development (e.g., as a committee member).

Research Findings or Conclusions

The study identifies a critical misalignment between bilingual policy discourse and mathematics education goals, exacerbated by fragmented resource allocation under current implementation strategies. Scholars advocate for evidence-driven policy restructuring and propose a discipline-centered resource integration approach to address systemic inequities.

Theoretical or Practical Insights/Contributions/Recommendations

Theoretically, this work advances discipline-specific bilingual education research by bridging policy analysis, curriculum theory, and critical pedagogy, emphasizing culturally responsive policy design. Findings offer empirically grounded recommendations for policymakers, stressing collaborative frameworks that reconcile disciplinary needs, cultural relevance, and social justice.

Keywords: elementary mathematics education scholars, mathematics curriculum reform, bilingual mathematics, bilingual mathematics educators (teachers), bilingual education

壹、前言

2018年，行政院國家發展委員會（以下簡稱「國發會」）提出「2030雙語國家政策發展藍圖」，¹其中之「均衡完善高中以下教育階段雙語化條件及提升學生英語溝通及應用能力」（國家發展委員會，2018，頁15）應與中小學最具關聯。該項目主要推動高中以下的「非考科」，例如藝術、綜合活動及健康與體育等雙語教學，並於高中階段擴展至科技領域，以達「提升國家競爭力」和「厚植國人英語力」目標（頁2-4）。然事實上，數學、自然學科等「考科」在部分學校早已「齊步走」。2019年起，教育部又陸續補助全國多所師資培育大學設置全英語教學研究中心，²鼓勵進行相關研究。2021年9月，再以「強化學生英語力，推動全英語授課（English as a Medium of Instruction, EMI），整體提升高教國際競爭力」為願景，推動「大專校院學生雙語化學習計畫」。換言之，雙語教育堪稱當前國內之全民運動，「你們學校雙語教學／EMI了嗎？」似已成為校際之間的流行問候語。

然而，課程改革是否一定帶來改變？臺灣的課程改革最常為輿論挑戰者，多因改革準備期過短、未經實驗即上路、缺少合理的學理基礎等（陳伯璋，2005；歐用生，2000）。以數學課程改革來說，例如1960年代受美國「新數學」影響，以「集合論」為基礎來撰寫的教科書未經實驗便實施，造成教學現場水土不服（呂溪木，2007）；1993年小學數學課程標準教育目標中的「建構」一詞（後來被簡稱為「建構式數學」）因各界有不同詮釋，後也黯然退場（周祝瑛，2003）。由此可知，變革往往涉及國際的、政治的、社會的等因素，此也能說明課程變革為何總非容易。

課程改革中，相關利害關係人因不同的立場、背景，而有不同的關注焦點與行動，卻可透過爭議、協商等，進一步促使課程質量愈趨理想與實際之間的平

¹ 於2022年3月28日更名為「2030雙語政策」。

² 自2020年起，為符合國內實施現況與需求，各中心已陸續更名為「雙語教學研究中心」。

衡。以教育政策為例，相較於制定者主要扮演規劃者、決定者之角色，教育學術研究者則扮演諮詢者、知識生產者之角色，而為形塑更合理且可行的教育政策，兩方應對話與合作（蔡進雄，2017）。歐用生（2006）指出，課程本質上涉及道德理解，是公共和文化工作的展現，作為道德知識分子的課程工作者，應關心「公共的善」，強化課程的公共論述。換言之，雙語教育不僅是技術執行，也應是文化政治與倫理價值的互動，學術研究者，例如數學教育學者（以下簡稱「數教學者」），³作為公共知識分子，需在政策與實踐中協商「公共的善」（如教育機會均等）與學科本質的平衡。尤其，當雙語政策在社會中陸續出現一些前所未聞之「亂象」且多少提及影響學科學習時，⁴究竟學科專家對雙語教育課程政策形塑所涉爭議及對學科雙語教學的看法、相關建言為何，目前較少看到具系統性資料蒐集與探討。

基於上述，本研究旨在探索國內小學數學教育學者對於雙語教育課程政策形塑所涉入爭議及數學雙語教學之觀點。數學作為一門基礎學科，卻為臺灣學生較少學習興趣科目，一旦實施雙語教學，恐面臨獨特之挑戰；再者，臺灣雙語教育政策背景下，從「考科」數學科出發的雙語教學探討相對較少。故本研究從數學科切入。本研究訪談六位小學數教學者，旨在理解其於社會互動情境中對雙語政策和數學雙語課程意義的建構與詮釋，包括數學教育推動雙語教育的挑戰為何？數學教育推動雙語教育的對策／建言為何？本研究期能充實學科導向雙語研究的理論缺口，並促進雙語政策的公共論述。

³ 本研究將數學教育學術研究者、數學教育學者視為同義，指在數學教育領域擔任研究人員或具數學教育專業知識者，例如大學數學教育領域之教授、教師或研究員等從事學術工作者均稱之。

⁴ 例如，2022年7月4日中時新聞網以「雙語政策造成教育亂象學者：中英文雙輪競爭力猛降」為題，論及雙語政策將造成國內中英文皆弱、學習效果折扣、競爭力下降、階級固化、認同混亂等多輪局面；2022年10月2日聯合新聞網也以「雙語政策亂象／中小學教甄英檢門檻排擠專業師資」為旨，提及國內教師甄試出現國文科筆試不考中文卻考英文等情況。

貳、文獻探討

一、臺灣雙語教育政策發展背景脈絡之分析

「雙語教育」指在教育過程中以兩種語言交替進行 (Wright et al., 2015)，惟各國因歷史文化背景不同，對其定義、目標和運作方式存在差異。概括來說，雙語教育的目標分為兩類：一是透過雙語教學強化學科內容的學習；二是專注於語言能力的提升。前者通常針對移民或少數族群子女，屬於「內容學習導向」的教育；後者則是提供學生學習母語以外的另一種語言，屬「語言學習導向」(黃昆輝等，2022)。

根據「2030雙語國家政策發展藍圖」，推動「2030雙語國家政策」的理念包括強化國人英語能力、縮短城鄉資源差距、兼顧母語文化發展及打造年輕世代的競爭優勢(國家發展委員會，2018)，文本中雖未明確定義「雙語」一詞，但從全文「英語」共出現175次，且作為策略時又提及最多，例如「建置英語資料庫平臺」(頁5)、「落實中小學英語課採全英語授課」(頁7)等，「雙語」指涉為「英語」似昭然若揭。2020年，《前瞻基礎建設——人才培育促進就業建設2030 雙語國家政策(110至113年)》發布，此版本中，「雙語教育」不僅與「雙語教學」⁵互用，「英語」一詞更達287次(國家發展委員會、教育部，2020)；2022年，《前瞻基礎建設計畫——人才培育促進就業建設2030雙語政策(110至113年)計畫》發布，為避免國人將「英語」視為「國家語言」，此版已將「國家」二字刪除，亦將目標調整為培育臺灣人才接軌國際、呼應國際企業來臺深耕(國家發展委員會、教育部，2022，頁23)，總經費更提高至125億元，「雙語」更已多由「英語」取代，「英語」一詞達576次。換言之，臺灣雙語(國家)政策發布五年內，歷經更名、目標調適，然諸多概念，例如「雙語是否等同於英語」等，依然模糊，且至今爭議不斷。

⁵ 「雙語教學」較傾向指教學語言的轉換，即從單一教學語言轉為運用兩種語言來進行教學。至於「雙語教育」則更傾向是指涉及例如課程架構、制度規劃層面，遠大於雙語教學範疇。本研究行文時，將視文本脈絡分別採用與之相符應語詞。

國內已有不少探討雙語教育相關研究，論及包括政策定位不清（李郁緻，2022；林子斌，2021）、雙語師資短缺（高實玫、鄒文莉，2021；甄曉蘭、葉珍玲，2024）、外師參與問題（林子斌，2021）、語言能力要求的質疑（王力億、林子斌，2021）、教材資源不足（高實玫、鄒文莉，2021）、政策先於師資培育的窘境（田耐青，2020）、研習資源分配不均（林子斌，2021）、學生英語能力尚待充實（鄒文莉等，2018）、課程審查機制尚未完備（黃琇屏，2021）、本土語及多語的相對流失（黃政傑，2022）、城鄉學習差異（黃振豐，2022）等雙語教育面臨的多重挑戰。新近有陳錦芬（2023）提出適合國內實施雙語教學參考之教學方針與策略，值得重視，而此亦待各學科領域進一步參考、實驗及討論。

綜言之，臺灣雙語教育政策的推行雖具提升學生語言能力和國際競爭力之積極意義，卻也帶來不少爭議。數學，作為國內學生向來較為恐懼或具較少學習興趣之學科，一旦轉以透過英語來進行教學，師資是否足夠、不同文化背景下數學理解是否具有差異等，均需深入探討。

二、數學雙語教學之探索

儘管數學往往被認為是中立的、跨文化的，然某些數學概念、表徵等，仍於特定時空或語言文化中才為所知或所用。例如：“ell”是中世紀時歐洲常用的度量，是歐洲地主用於土地測量的長度單位，以使農奴耕犁或產出特定平方腕尺的土地而完成任務，惟不同國家仍有不同大小的定調（Gemmill & Mayhew, 1995）。臺灣排灣族的數字系統是10進位，因其生活鮮少用到大數，最大的位數是「萬」（ulav），多用於獵人抓獵物計數上，ulav表示「忘掉」之意，即「抓太多，搞不清楚抓多少獵物」（徐偉民，2021）。此外，Boroditsky（2001）進行中文和英文於語言與時間感之比較發現，中文母語者垂直排列時間的比例遠超於英文母語者，例如以「下週」、「上學期」等來表示時間之先後。換言之，數學是人類文化的產物（Barton, 2009），但不同族群文化間的數學系統或理解方式仍不盡相同。

數學教學也隨文化脈絡不同而具有差異。例如數學問題「一輛車有四個輪子，五輛車共幾個輪子？」，國內小學的數學解題脈絡為「 $4 \times 5 = 20$ 」，讀作「四乘以五等於二十」，此蘊含乘數與被乘數之詞序問題，國內採被乘數在前、

乘數在後之被動句式，然不少國家，例如美國，則以「 $5 \times 4 = 20$ 」為主，讀作「Five times four equals twenty」，此乘法算式以主動句表達，從語言學觀點，比被動句更易於使學生理解（Ferreira & Clifton, 1986）。至於 $2/3$ ，國內讀作「三分之二」，此蘊含基數與序數的概念，可理解為「兩個三分之一」，而美式讀法為「two thirds」，唸讀時即呈現「分子為基數、分母為序數」之分數概念，與中文直讀「數字」不同。由此可知，不同語言或文化下的溝通，可能是不同「靈魂」（黃昆輝等，2022）的互動。

目前國內小學階段數學雙語實徵研究不多，主要集中於內容與語言的統整學習（Content and Language Integrated Learning, CLIL）和職前教師的數學雙語教學反思（呂妍慧、袁媛，2020，2023；陳欣民、林春煌，2024；陳玟樺，2023a，2025；陳慧琴等，2018）。另外，數學雙語增能研習也相對少見，以教育部補助來說，近期如陳嘉皇和林原宏教授共同主持之數學雙語教學實務研習與臨床教學計劃（陳嘉皇，2024）。相較之下，國外的數學雙語教學研究則著重於學習和教學（learning and instruction）機制及其成效檢視，例如雙語者在第一語言中的計算速度和準確性優於第二語言（Frenck-Mestre & Vaid, 1993; Van Rinsveld et al., 2016）、第一語言的語言編碼可用於數學計算而第二語言則需額外處理語言問題（Lin et al., 2011; Wang et al., 2007）、雙語者在不熟練語言中處理數學文字題更為困難（Van Rinsveld et al., 2016）、雙語精熟者在兩種語言中的算術表現通常接近（Campbell & Epp, 2004）、雙語者的數學表現會隨著語言熟練程度而改變（Van Rinsveld et al., 2015）、提供相關語境可提升第二語言中的算術表現（Van Rinsveld et al., 2016）、在母語或熟悉語言中進行數學計算時的大腦反應顯示出較強的正向波動（Salillas & Wicha, 2012）⁶等。由上可知，數學雙語教學中的語言對數學學習存在相當程度影響。

綜言之，數學雙語教學可看作學習者在雙語情境中掌握數學重要概念（亦可能包含語言技能，端視教育目標而定）過程。然此看似學科內容和語言兼得之雙

⁶ Salillas與Wicha（2012）主要是使用事件相關電位（event-related potentials）技術來觀察雙語者在進行數學計算時的大腦反應，即用此一高精度的神經科學技術來測量大腦在接受特定刺激（即數學問題）後的電位變化，以瞭解數學的學習語言可能會決定學生在數學學習中的表現，尤其是在語言和數學記憶網絡交織的情況下。

語教學，若無進一步觀照，例如Novotná與Hofmannová（2000）所提醒，學習者至少經歷母語、第二語言及數學語言之間相互作用等挑戰，恐陷「魚與熊掌」之窘境。

三、1960年至2020年代中期小學數學課程改革重點及其所衍生之爭議或問題

茲根據1960年至2020年代臺灣歷次發布的小學數學課程標準／綱要（含修訂）、數學課程改革相關文獻（呂溪木，2007；李國偉等，2013；陳攻樺，2017，2023b；陳美如、彭煥勝，2016；游自達等，2022；鄭章華，2018；鍾靜，2020），⁷將小學數學課程改革概分為六波，並分析其背景脈絡、課程特色及主要衍生的爭議或問題如表1。

根據表1及相關文獻，臺灣小學數學各波課程改革均引起不小爭議。例如：第一波受美國「集合論」影響，但因準備不及等，造成師生教學困難（呂溪木，2007）。第二波受Piaget和Bruner的兒童認知發展觀點影響，以為小學對形式數學的理解需透過具體物操作方能獲得，但推行後發現結果不如預期，然此時開啟「板橋模式」的數理實驗課程，則廣受好評（游自達，2020）。第三波大幅刪減繁雜計算內容，改重視解題活動中的概念建構，然「建構」一詞因各界有不同詮釋與實施，造成不小爭議。第四波原暫綱微調後即成正式綱要，然因能力指標內涵和學習階段的呈現形式受到質疑而暫緩。第五波參考日本、韓國、新加坡教材進行調整，但因理論基礎不足引起爭議（梁淑坤，2011）。至於近來的108課綱以「核心素養」作為課程發展的核心，然部分教師仍以為「素養」定義有所困惑（游自達等，2022）。

綜言之，自1960年至今，臺灣數學課程變革牽動於國內外潮流、政經及社會文化等因素，涉及了數學結構、內容、教學方等調適，卻也伴隨一些爭議與問題，而今之雙語政策更為數學教育和其社群帶來一系列的挑戰。

⁷ 表1中第六波課程改革所呈現的主要爭議或問題僅先著重於108課綱，至於雙語教育政策所帶來的衝擊或挑戰，則於本研究「肆、研究結果分析」根據所蒐集資料再做進一步探討。

表1

1960年至2020年代臺灣小學數學課程改革重點分析

	國內外背景脈絡或促因	課程標準／綱要	數學課程特點、教材教法特色	主要衍生爭議或問題
第一波	蘇俄成功發射人造衛星Sputnik、許多國家實施九年義務教育	1968年訂頒《國民小學暫行數學課程標準》	<ul style="list-style-type: none"> 論理結構、知識導向、運算技巧 以「集合論」為基礎的數學教材 	<ul style="list-style-type: none"> 未經實驗、實施倉促 以「集合論」基礎過於抽象、艱澀 西方教材中譯不易 師資不足
第二波	外交失利、政治動盪、經濟起飛	1975年修訂《國民小學數學課程標準》	<ul style="list-style-type: none"> 論理結構、知識導向、教具操作 強調結構教具應用 	<ul style="list-style-type: none"> 過於認定數學概念須透過具體操作物獲得
第三波	解除戒嚴、廢除動員戡亂時期臨時條款、政治民主轉型	1993年修訂《國民小學數學課程標準》	<ul style="list-style-type: none"> 心理結構、知識建構、認知發展 受建構主義觀影響，重視概念理解、溝通討論 	<ul style="list-style-type: none"> 引發「概念理解」與「計算能力」的論戰 建構式數學引發爭議
第四波	進入21世紀，數學知能被認為是日常生活能力	2000年發布《國民中小學九年一貫課程暫行綱要數學學習領域》	<ul style="list-style-type: none"> 心理結構、能力培養、思考型態 增加「連結」內容主題，重視數學內、外部連結 	<ul style="list-style-type: none"> 部分能力指標未有充分實徵研究支持 內容簡化無法銜接高中 上課時數過少
第五波	暫綱引發數學家疑慮，以為深度不足	2003年發布《國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域》	<ul style="list-style-type: none"> 論理結構、知識導向、演算能力 更關注數學知識本身，如概念、定義、解題 亦強調演算與抽象能力 	<ul style="list-style-type: none"> 課綱缺乏理論基礎 暫綱與2003課綱差異大 教學時數不足
	再調整2003年課綱中的學習階段	2008年發布《國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域》		
第六波	為符世界潮流，積極以培養數學素養為目標	2018發布《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一數學領域》	<ul style="list-style-type: none"> 數學素養、知情統合、問題解決 發展以「素養」導向的數學課程與教學 	<ul style="list-style-type: none"> 對「素養」導向之精神、定義及內涵等不易掌握 教材不易編製

註：本研究整理。

四、雙語教育課程政策與數學雙語教學實施的分析架構

從文獻探討中發現，課程政策的推動受時空環境的客觀因素和主觀政策取向的影響，據此，本研究以政策取向的調適作為進路，依雙語教育政策的官方文件，從「政策目標」和「推動策略」切入，結合建構主義紮根理論（於「參、研究設計與實施」進一步說明），在「政策脈絡—學科本質—實踐情境」三層互動架構下，探討相關利害關係人（數教學者）對雙語政策與數學教育目標、學科特性，以及文化政治之理解與詮釋。

在「政策目標」上，聚焦於雙語政策與數學教育目標的關係，數教學者對推動雙語教學、學科能力與語言能力目標的理解。於「推動策略」上，檢視數學雙語教育資源的供需，以基礎條件與執行路徑為分析重點。另，本研究也納入「多重挑戰—動態對策」的辯證視角，一方面，強調「政策目標」的模糊性可能影響學科本質或教學脈絡，「推動策略」的資源斷裂亦可能加劇實踐的困境；另一方面，針對挑戰所衍生的對策主張，則需回歸「學科本質／特性」與「政策願景」之間的再平衡、所提出的多元解方或策略。

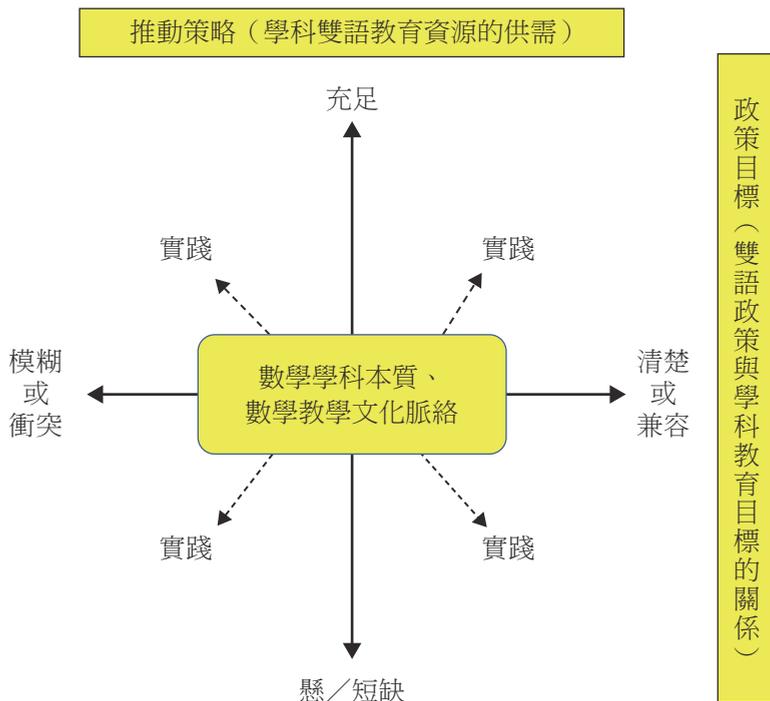
綜言之，本研究以「政策—學科—實踐」的互動為主要分析架構，借助建構主義紮根理論作為解碼工具，旨在系統性解構雙語教育政策與數學教學間的複雜關係，並提供相應的政策檢視與教學調適分析路徑，分析架構如圖1。

參、研究設計與實施

一、研究方法

本研究重視知識是在背景脈絡中所建構、看重研究者對自身和研究參與者各自位置的反身性，故採建構主義紮根理論為研究方法，以深度訪談（in-depth interviewing）為資料蒐集方式（Taylor & Bogdan, 1984）。訪綱擬定上，主要依據雙語政策相關官方文件與資料，從「政策目標」及「推動策略」兩方面架構，涵蓋研究參與者對於雙語教育政策內涵的認知、政策上路後基礎條件與準備度之觀察，作為討論數學教育、課程與教學的「挑戰」與「對策」之基礎。訪綱定稿

圖1
本研究分析架構



註：實線：代表「政策目標」、「推動策略」與「學科本質」之間的直接或明確的關係。虛線：代表三者之間因「實踐」而更顯複雜、間接或潛在的關聯。

前，延請兩位數教學者協助針對訪談題目及語意用詞提供審閱後做出修正，定稿訪綱共六題如下。為使訪談目的明確化，正式訪談前，先將訪綱E-mail傳送於對方，使其預做準備。

訪談大綱

1. 就您的瞭解，臺灣雙語教育政策的目的或理念是什麼？數學教育的目的和理念是什麼？兩者有何關係？
2. 您對於臺灣雙語教育政策下，數學課程雙語教學有什麼看法？就您的理解，此實行上有無困難？您有何因應策略？

3. 因應雙語教育政策實施，您對當前數學科相關教材教法的可能調適有什麼看法？對相關教科書之編寫（或不編寫）有何看法？
4. 您是否有進行數學課程雙語教學的經驗？您對雙語教育政策下所推動之各項研習或推廣活動有何看法？
5. 您認為臺灣雙語教育政策「推動高級中等以下學校運用英語進行多領域學習」於國內數學課程發展可能帶來什麼長期或短期的影響？
6. 您對於臺灣雙語教育政策下的數學課程雙語教學實施有何期待或建議？

二、研究參與者

本研究以數教學者為訪談對象，主因有二：（一）數教學者的主要職責為培育未來的數學教師，且其教學受到當前教育政策的影響，探討其觀點有助於理解數學教育的趨勢；（二）部分數教學者正進行雙語教育相關的研究，訪談其經驗有助於瞭解政策或理論轉化之具體實情或所面臨挑戰。為更聚斂受訪者所詮釋的雙語教育政策爭議和教學為同一學習階段脈絡，本研究先邀請小學數教學者受訪，惟訪談過程中，若其主動談及其他學習階段的雙語教育內涵，本研究亦保持開放心態、積極聆聽。

本研究採立意取樣（purposive sampling）（Patton, 2001），邀請符合以下條件者受訪：（一）具數學全英／雙語教學與研究經驗；（二）具小學（含）數學課綱委員經驗，並以（一）條件為優先。為獲取多元資訊，受訪者涵蓋北、中、南及東部各至少一名，最終寄出九封邀約信，最終確認有六位受訪，分別是北部兩位、中部兩位及南部、東部各一位，均具25年以上教學年資，且至少具備上述條件之一。⁸茲將研究參與者的基本資料、受訪日期及時間，整理如表2。

⁸ 特別說明，三位數教學者因公、私因素而終未能受訪，但均表達對本研究之支持，特此一併申謝。

表2
研究參與者基本資料、受訪時間

代碼	性別	服務區域	博士學位	1. 學術專長 2. 全英／雙語教育相關經歷或具小學（含）數學課綱委員經驗	受訪日期	受訪時間（分鐘）	方式
M1	男	南部	國外	1. 數學教育、數學教學實務研究 2. 具數學全英／雙語授課經驗	2023.2.27	76	線上
M2	男	東部	國內	1. 數學課程、數學補救教學 2. 具數學全英／雙語授課經驗	2023.3.7	72	線上
M3	男	北部	國內	1. 數學教育 2. 具數學雙語研究經驗	2023.8.3	81	線上
M4	女	中部	國外	1. 數學教育 2. 具數學雙語研究經驗	2023.8.4	70	線上
M5	男	中部	國外	1. 數學教育 2. 曾任小學（含）數學課綱委員	2023.8.9	80	線上
M6	男	北部	國內	1. 數學教育、數學 2. 具數學雙語研究經驗	2023.8.12	82	實體

三、資料處理

以主題分析法（thematic analysis）（Braun & Clarke, 2006）為資料分析的基礎，結合建構主義紮根理論和陳向明（2002）的開放性編碼策略。具體流程如下：（一）研究者將訪談錄音轉為逐字稿，經參與者確認後反覆閱讀文本進行檢視反思。（二）以完整的敘事段落作為最小分析單位，標記核心編碼與次級編碼，以避免切割參與者的思考脈絡。（三）按照訪綱提取顯性概念，將未預期的議題歸入「其他類目」，並透過持續比較精煉主題。本研究強調資料處理分析的有意義詮釋，確保彈性與適切性（陳向明，2002），在初步分類時，盡力把握互不從屬的原則，但為更全面理解資料意義，允許少數單一段落可同時編碼至多個主題。最終，本研究聚焦於「政策—學科—實踐」的動態協商核心議題，整合出十大主題（如表3），其中前六類主要在結構性問題或爭議，後四類則提出因應策略。所有引用的訪談內容均註明來源，並對部分口語表達未完的部分進行補充與註記，確保訪談紀錄的完整性。

表3
本研究根據訪談資料發展之主題

主題	意義／範圍說明
1 政策目標或定位的模糊性 (聚焦問題描述)	未釐清雙語教學定位(學科媒介或語言工具)、缺乏理論與實務整合指引等
2 學科能力與英語能力的權衡	學科知識傳授與語言能力培養的配置疑慮等
3 跨文化數學符號與邏輯差異	語言文化差異影響數學符號邏輯教學、國內數學教育價值流失風險等
4 師資培訓不易	國內小學教師非數學教育背景及師資培育問題、雙語師資標準模糊、培訓內涵與實務需求脫節、外師協同教學疑慮等
5 雙語教材教法的缺乏	缺乏學科雙語教材及教學策略、相關研究等
6 數學教師英語能力的可能侷限	數學教師英語能力自信不足等
7 政策目標或定位的再確認 (聚焦解決方向)	提出政策建構理論基礎的方法、數學教育政策制定歷程的做法、釐清數學教育與雙語目標的協調性等
8 政府作為統籌資源角色	提出政府作為統籌資源之主導角色,例如整合種子教師培育、教材研發及配套規劃等
9 數學教育為本的跨領域專業協 作	提出促進本位社群與其他領域社群或機構的合作、建立夥伴關係等
10 差異化分階段執行架構 (執行方法論或路徑設計)	提出依城鄉差距、學生程度或學科特性設計漸進式實施路徑等

四、研究信實度

本研究參考Lincoln與Guba(1985)提出的信實度構面:可信賴性、可遷移性、可靠性及可驗證性,以強化資料分析過程。具體做法包括:(一)三角檢證:除訪談資料外,參考相關文獻和研究以交叉驗證數據的有效性;(二)成員檢核:將初步分析結果回饋部分研究參與者,請其確認分析與詮釋內容;(三)厚實描寫:詳細描述研究參與者的學術背景、教學經歷及對數學雙語教育的看法,有助於讀者評估研究結果的可遷移性;(四)編碼一致性:邀請兩位具數學教育背景專家協助編碼並進行交叉檢查,以確保資料分析的穩定性;(五)研究者反思:定期檢視自身的偏見和假設,以降低個人偏誤對資料分析的影響。

五、研究限制

本研究原計邀訪更多數教學者，但限於人力、物力及時間，亦為符合本研究立意抽樣原則，最後僅邀得六位參與。而立意取樣有其優點亦有限制，例如樣本代表性、研究者主觀性、樣本多樣性等（吳麗珍等，2014），故本研究結果與發現不宜過度推論至其他數學教育或學門之學者。

肆、研究結果分析

一、數學教育推動雙語教育的挑戰

（一）對於政策制定和實施目的的疑慮

1. 透過英語來進行數學教學——為了什麼？

六位數教學者談及雙語政策時，均肯認其是一有助國人開拓國際視野、提升英語，以及促進國家競爭力的重要方針。然其所抱持立場，主要是從一國或地區在行政或其他多領域中同時使用兩種語言政策上的認同，但也認為達此目標，不一定「透過英語來進行數學的教與學」為必然手段，或仍應基於「促進學科能力」目標為宜：

[M1稱不確定雙語政策目標]我會先提一個問題，數學教育一定要用英語教學嗎？數學教育一定要用英語教學嗎？我現在就要提出這個疑問來……假定雙語政策目標為「促進學科能力」]當然，基本上我個人是非常贊成雙語教學的，如果這個環境許可的話？（M1）

雙語政策中提及的理念、目的及策略，對數教學者來說，部分仍相當模糊。為此，六位學者或透過自行研究、參考他國經驗等方式來理解政策文本，同時，也喚起了過去以來數學課程改革史中相關「教訓」的反思。例如，M6談及「為什麼數學要用雙語教學」時，便提到「『新數學』的經驗告訴我們一味西化會有問題」，而M2對此也有一些思考：

[臺灣過去30年來的數學課程改革中]有些[政策]理念甚至是建立在像1993年的「建構」一個概念融入到課程的設計跟教學……可是為什麼最後會整個的走向會讓人意想不到或者引發反彈……（關於香港和新加坡推動雙語）其實我們並不是沒有其他的國家的前例可循……我們當時政策的一個制定或者具體的一個推動的方式，到底是在什麼樣的證據的前提下所形成的？（M2）

除了意圖對雙語政策制定脈絡和其目的加以釐清外，M5也對政策中所提及的「英語力」一詞感到疑惑：

[假定雙語政策目標為「促進語言能力」]基本上，[目前臺灣的英語教學]都比較多在訓練讀跟寫……這個[英語能力的訓練]跟數學學習可能沒有直接的相關……就是說我本身的英文能力已提升到某種程度的時候，我[自然]就會練習中文的數學思維跟英文的表達。（M5）

綜言之，基於對全球化已無所不在的肯認，六位數教學者對雙語政策立意抱持肯定的態度，認為雙語（英語和中文）能為國人帶來更多機會，但對「透過英語來進行數學的教與學」則持保留態度，同時也對數學教育與雙語政策間之關係感到困惑。尤其，對雙語政策是否能協助實現數學教育既有的目標——促進學生數學思維，也有相當程度的疑慮。

2. 數學能力、英語能力之同時全拿——或同步削弱？

當前臺灣雙語教育政策之實施，係大學校院採全英語教學、中小學採部分領域學科雙語教學為推動的主軸路線，而後者不少以CLIL為主要取徑（鄒文莉等，2018）。然而，數教學者認為，作為國內學生向來較少具學習興趣的數學，如何在以英語作為教學語言的雙語教學中，同時達致數學和英語能力之促進，也引起困惑：

大家都知道，數學是大家最討厭的科目……[同時學習英語和數學]對學生學習來講的話，可能數學更學不好？然後英文會不會學得好也是一個

問題？（M3）

此外，若再考量城鄉差距或M型化學習，數教學者也憂心，雙語政策可能加劇上述現象。對此，服務於南部和東部的M1和M2，不約而同地提出了自己長期以來對所在地區中小學的觀察，指出雙語政策可能在學校形成的「新語言階級」現象：

學生一進到學校裡面來，即使我們用中文就是老師們所熟悉的語言跟思維，也要花很多的力氣才能夠讓學生在理解[數學]……我們偏鄉原住民的一些學校，從三年級開始學英文學到六年級，26個字母都經常是拼錯的。（M2）

北部和南部那個可以動的狀況完全不一樣……多數的學校在南部縣市，可能都沒有辦法去做，只有少數的學校可以去做，像這個怎麼去處理？（M1）

然而，對數學雙語教學下的英語學習，M4也認為不宜僅限於「單字」和「句型」上的聽說讀寫，以為數學概念教學仍是核心，M4以一個自己所見聞的科學雙語教學為例：

上次的[雙語]自然科學的[課例]批判，例如，這本來就是很簡單的一個[學科]概念，可是因為你英語教學進來以後，都一直在強調那個[英語句型]連結……「這個是在陸地上」、「這個是在海裡頭生存」……可是很重要的是那個[學科]概念是什麼沒有了……當大家可能看到的是這種現象的時候，當然就是會說，那我本來自然科學或者是數學推理[學習]的這一塊是不是就不見了？（M4）

綜言之，英語作為數學的教學語言，若能同時促進學生的英語能力和數學理解誠為雙贏，然若不熟稔數學雙語學教互動，復以國內學生數學學習興趣本不

高、既有的英語和數學學習表現又存在的城鄉差距／M型化現象等，數學雙語教學實施是否真有助於各區學生均能獲益？對此，數教學者亦持保留看法。

3. 語言文化交融下的數學——誰的數學「靈魂」？

Whorf (1956) 指出，語言所包含的文化和分類概念會影響語言使用者對現實世界的認知，進而影響人類的世界觀。對此，數教學者也有所反思：

有的國家的除法用「冒號」……理論上這個「冒號」對我們來講是「比」的概念，那「比」的概念最後還是連結到「除法」概念……倒是那個「逗號」跟「小數點」的表示法問題，那個比較要小心一點，因為國際標準來講的話，會計的標準來講的話，那個「逗號」是3位一節……。⁹ (M3)

布農族的日曆有打獵、豐年祭……數學和文化語言很多都綁在一起，你不可能只學半調。(M6)

此外，透過不同語言，例如英語，來教導學生學習數學時，也可能面臨教學脈絡或文化衝突。例如，M3和M5都提到小學乘法啟蒙階段的乘法記錄問題：

我們的乘法是單位量乘以單位數，但是英文是單位數乘以單位量……遇到兩者不一致的地方的時候，老師要怎麼去因應？(M3)

一支筆五塊錢，然後我買三支，然後我們在臺灣裡面就要寫成 5×3 ……A老師[在群組]就po了一個就是在新加坡就要寫成 3×5 ……B老師也在群組說「對，在美國要寫成 3×5 」……[關於東、西方數學思維和教學脈絡]可能在理念上、邏輯上就不太一樣了……我們是要用國外[文化]的教材還是我們就發展我們自己[文化]的、用我們的課綱開始去發展？(M5)

⁹ 各國對小數點的使用大致可分為兩派，一是臺灣、美國等使用的「小數點」(.)，另一則如法國等使用的「逗號」(,)，主因是法國早已將此符號(.)用於排版羅馬數字之故，而不少其他歐洲國家亦基於相同理由。

不同語言有其文化的脈絡、邏輯性，教學語言之間轉換所改變的，勢必牽涉其內部思維脈絡，惟無論「將國內教科書直接進行英譯」或「直接採用國外教科書來進行教學」，國內的數學雙語文本究竟會是何種「靈魂」，也讓數教學者憂心教學恐流於政策形式主義。再者，透過英語來進行數學教學時，勢必面臨多語言（如英語、數學語言、中文等）之間轉換問題，若再加上本土、跨文化語言意識等，都讓數學雙語教學歷程更顯複雜。對此，M1不免有所感慨：

比較可惜的就是……過去其實我們有很多我們自己很棒的一個數學教育的理念、政策、還有我們的策略……但是我們過於過度地認為西方的教育就是很棒的，我們過於過度地美化西方的教育……包括當年的建構教學……。 (M1)

綜言之，雙語政策下，語言學習不僅是思考形式的轉換，亦可能是文化交融下的質地紋理轉變，甚至是「靈魂」的重構。而數學雙語教學的挑戰不僅在語言上，尚有教學脈絡與文化差異等問題，而令數教學者憂心是，當雙語教學帶來可能是學科教育價值的混沌時，臺灣未來的數學教育將何去何從？

（二）基礎條件之不足

1. 「數學雙語師資」——會是什麼？在哪裡？

目前國內小學師培生至少需修讀40個教育專業學分，其中數學必修為「普通數學」和「國小數學教材教法」兩門（共四學分）。由於小學教學型態採包班制，班級導師往往承接數學教學，然其數學教學專業知能是否足以勝任，過去也有一些探討（李源順、邱春根，2007；鍾靜等，2012）。雙語政策發布後，對「數學雙語師資」的想像，究竟是具數學教育專業知能且擁英語教學能力的「數學雙語教育家（教師）」為宜，或仍由小學班級導師直接承擔？也再度引起數教學者的討論：

小學數學是很專業學科，但小學老師不一定有這個[數學教育]背景，現在又要他們用英文教，那這個[雙語師資]標準到底是什麼？ (M6)

現在在小學裡面，英文背景的老師他敢去教數學，因為他們認為說，小學的數學很簡單……當然這個就牽扯到就是說，當有一些專業的一個背景的時候，英語的老師可能他就沒有辦法傳遞的？（M1）

如M6所言，雙語政策實施至今，仍未見中央對「雙語師資」釋出統一規準（或相關修業內容與評量規範等），而各地方、師資培育機構或學校等各自著力的內涵不僅參差，亦不一定從心。對此，數教學者也有所觀察：

（對來自不同學科背景的雙語師資之反思）如果是數學老師，[可能]是不敢開口英語的……再來就是，我們也看到一些問題是，[具英語教育背景]老師雖然敢開口用英語講，可是他的數學結構化就不見了，就是沒有辦法非常有序地把數學給教好。（M4）

至於研習方面，當前以培育現職教師為學科雙語師資的增能課程或工作坊雖不少，但前來參與增能的教師專長背景多不同，增能內容不一定符合多方期待：

（關於雙語／EMI研習的講師）英語教學專長的人，對你的專業並不瞭解……他會告訴我怎麼樣用英語上課……但是他不會教你我怎麼用英語教你的專業科目……這兩者中間有一點落差。（M5）

來參加研習的，其實比例比較高的還是都是英文老師……他反而是比較想要知道的是一你們數學怎麼教？（M4）

那麼，師資培育機構若開設符合需求的增能課程，是否有助於學科雙語教學的正向推動？對此，長期投入教學現場研究的M2則表示「不太樂觀」：

我們做很多帶著老師做專業成長的經驗……其實教學對他們來講是鐵板一塊，很難去撼動……即使有一些[雙語教學]研究的案例是正向的……對大多數的老師還是望之卻步……老師其實會有很多的抗拒出現。（M2）

若考量外師協助雙語教學是否較為可行？對此，M2也指出甚具挑戰：

外師是不是數學教學相關的專長其實就並不清楚，當然他們會說是用共備啊……可是實質上能夠做到非常好的協同，然後來實踐這個目標，我覺得距離還是蠻大……關鍵就是說，不可能依賴外師……中師的部分一定要接手，但是中師怎麼去接手？（M2）

綜言之，雙語政策下，數教學者期待的「數學雙語師資」是一具備數學領域學科專長且有能採用英語進行教學者，若能「像國、高中一樣獨立培養數學雙語師資會更好」（M6）。然而，即使瞭解既有師資短缺為事實，但對如何有效地在較短時間內培育出理想師資並兼顧良好質量，數教學者也認為充滿挑戰。

2. 數學雙語教材教法——留白或懸缺？

或許對雙語政策亦無絕對把握，目前尚無出版社正式啟動一較長期、系統性的中小學學科雙語教材編撰計畫，而多以「補充材料」，例如提供學術專有名詞的中英對照文件等，來協助師生教學之所需，惟品質並不穩定。M3指出：

假設不會賺錢，它[出版社]就不會正式地去編雙語的教科書……可能會找一些人去寫一個類似參考的教材讓老師能夠用……不一定經過審查。（M3）

然而，「沒有學科雙語教科書」對向來習於運用教科書進行教學的國內中小學文化來說，也引起不亞於「沒有學科雙語師資」的衝擊。此看似賦予學校「自編教材」權能，實則更可能是雙語教育政策中的「懸缺」資源，甚至還可能引起各縣市的「軍備競賽」：

初期，老師一定依賴教科書，尤其小學老師……沒有教科書就變成老師各自發揮，那我覺得這件事情是很不好的。（M5）

[關於雙語教材研發]臺北市跑最快，其他縣市也會有壓力……大家都做自己的，也可能變成一種競賽。（M6）

數教學者以為，考量國內中小學教學文化，數學雙語教科書不僅必要，且應由政府統籌為宜。M4是目前數學教育領域少數正發展國內數學雙語教材者，她與英語教育學者合作研發與實驗，也因較頻繁接觸教學現場，觀察到各縣市或教師發展或編寫雙語教材之不易：

我們碰到最大的問題是……他[學校老師]如果自己寫[數學雙語教材]的時候，他也會擔心說不知道這樣講對不對……[各縣市為發展雙語相關材料]大家就拼命地去辦工作坊……寫這一些的教學的活動……可是良莠不齊？（M4）

教材之外，尚有教法問題。不過，相較對雙語教材的反思，六位學者對教法的著墨顯然較少。值得一提的是，對此懸缺，M1特別提及師資培育單位應率先實施雙語教學，並結合中小學校進行如雙語教材教法研究，以供國內相關單位參考：

未來所有的數學的教材教法的開課單位，當然就必須[思考]要慢慢走向雙語教學……師資培育相關單位去提供一些計畫讓學校老師去做一些小規模的實驗……要做實際的研究才有data才有證據出來，我們才能夠去說服人家[去運用這些教法]。（M1）

綜言之，雙語政策上路後，目前仍未看到中央或出版社進行一較具規模和系統性的雙語教材研發計畫，大多由各地方或學校自行規劃與發展。不過，數教學者也憂心，這些自行研發的雙語教材不僅可能引起無謂軍備競賽，恐也讓教師們背負更沉重之教學勞務。

3. 「數學教師」的英語能力——待加強？

從新（2024）出爐的國中教育會考英語科成績A（精熟）、B（基礎）、C（待加強）三等級人數比例分別為22.74%、48.22%、29.04%，以及前一年度（2023）三等級人數比例分別為23.54%、47.44%、29.02%（教育部，2024）可知，國內學生英語「待加強」的比例皆超過四分之一。再看國內數學教師，單維

彰（2022）指出，無論在職或職前教師，其英語急需增能項目為學術英文的詞彙與句式、口說能力及具「世界英語」（Global English）發音標準等（頁34）。據此，若師生的基礎英語能力尚有侷限，數學雙語教學實施是否更為不易？對此，數教學者也感到憂心：

數學科的老師通常他的語言部分的能力其實都並不是那麼地好……我相信他們一定有很多的擔心跟惶恐。（M2）

他[指一位數學教育退休教授]說我們當時去念數學系，就是因為大學聯考英文都考得不是很好……現在要小學老師去參加研習，然後就可以獲得雙語教學[的能力]，我覺得這是很難的。（M5）

M1也進一步分享自己一位目前正於小學實習的師培生經驗。他提及，這位師培生所服務的學校正實施雙語教學，一位具數學教育背景教師因對自身英語能力較少自信，便將雙語教學分為兩種情境：公開演示、非公開演示，前者啟動於「長官蒞臨之際」，後者則促動於「長官蒞臨之前後」。惟無論哪一模式，都讓師生感到身心俱疲。

此外，M1和M2也提及自己於大學課堂開設的全英語課程經驗，兩位英文雖皆流利，但提到全英語授課時仍多少感受壓力，且尚有師生口音適應問題：

突然要去講[英文]的話，其實壓力[還是]很大……[班上]有一個泰國的小男生，他又喜歡講話又講得很快，音又不是很準……三不五時我都說「Excuse me，可不可以請你再說一次」。（M1）

有的國家的[學生]口音就真的很重，所以你在溝通的時候，你就要花更多的時間去理解……你從他們的眼神裡面，你也不太確定他們到底能不能完全瞭解你所要表達的主要概念。（M2）

無論全英語或雙語教學，根據文獻探討，具備適足的語言能力和流暢性應是關鍵的，這些語言能力包括母語、第二語言等。然而，以目前中小學為例，其變

通之道或先借助與外師、英語專長教師合作來調適，然無論哪一方式，都面臨不小挑戰。與外師合作前已有談及，此不再贅述，至於與英語教師的合作，M5也指出最大困難恐在雙方對彼此的學科知識內容或教學知識所知仍相當有限。

M5舉例提到：某數學教師邀請英語教師協助翻譯數學文字題時，英語教師因無法立即掌握小學中年級的數學概念，便將不同數學概念的「一箱的四分之三」和「四分之三箱」都譯成了同一句，數學教師雖知翻譯應有所不同，卻因彼此溝通不易、對自身英語能力亦具較少自信等，最後僅先將此一譯句擱置、暫不處理。

綜言之，學生英語程度參差、數學教育背景教師的英語能力為政策制定者所高估，均是雙語教學的不利因素。此外，若訴求數學教師與英語教師之間的通力合作實施雙語教學，卻也面臨對彼此學科專業知識少有理解，短期內亦不一定易於形成有效的專業對話或教學共識。

二、數學教育推動雙語教育的對策／建言

（一）雙語教育課程政策／數學教育的目標與理念再澄清

誠如多位數教學者反思過去數學課程變革（如「建構式數學」）的經驗，故齊聲呼籲，政府宜對當前的雙語政策目標與理念、理論基礎等再做澄清，尤其應有更務實做法：

就像NCTM……他們那個Principles and Standards for School Mathematics……很多的研討會甚至寄給相關的數學教育關心的人，包括學者，他們經過了兩年之後才正式於2000年發布……之後他們又推出Common Core……要推之前他們一定會做課程有效性的一些檢驗。

（M2）

[提出促使政策目標或定位清晰的方法]像「這個外語就是英語嗎？」也是要说清楚的……找各科專家一起來幫忙[檢視雙語政策目標]都是很好的方法。（M6）

此外，M1和M5也提及，每一次的數學課程改革也是重新檢視數學教育目標與理念之良好時機，或可再確認哪些價值值得保留、哪些可再調適，以期國內數學教育之發展永續：

過去幾十年，我想我們培養這麼多優秀的人才、這麼多的工程師，都可以投入業界工作……維持[國內]一些地方如北、中、南一些數學教育、科學教育系所這些，應該要維持它[永續]的必要性，畢竟中小學幾乎老師都會上到這些相關的課。（M1）

這幾年我就開始寫一些科普文章，在《科學月刊》寫一些科普文章，希望能夠慢慢傳達數學各種[有趣有用]方面的想法……不希望再製造一些痛恨數學的人。（M5）

綜言之，雙語政策上路至今約六年，在爭議時有所聞下，數教學者認為，政府應對雙語教育課程政策目標與理念再加以澄清，以消弭國人困惑。此外，數教學者也呼籲，社群內可再思過去以來課程改革的教訓，重新檢視學科教育目標，亦有助於國內數學教育價值之歷久彌新。

（二）中央應統籌雙語師資培訓、相關資源發展

數教學者一再指出，欲真正落實雙語教育政策，中央應統籌整個政策方向的推行，尤其在師資培訓及相關資源發展方面，以確保全國雙語教育質量的一致性、穩定性及發展性。如M2便指出：

[目前]一定是由上而下來推動的，你說現場老師他會有感覺到有需要然後要自己來做一個比較大型全面性的改革，我覺得這個更不可能。（M2）

另培育種子教師亦是一大重點。有學者指出，過去課程改革多有種子教師協助政策推廣，但顯然地，雙語政策上路前並未加以培育。為此，M1和M5也建議，為使政策更能落實，政府培育種子教師刻不容緩，也針對遴選資格或培育方式提出建言：

[中央可以]從各縣市抽調有這個（英語和數學）基本能力的……譬如說今年調100位老師做，到國教院去做專業的訓練……甚至可以半年的時間在國教院，半年的時間就送到國外去……培養種子教師不要急。

（M1）

108課綱經過了大概將近八、九年的籌備，然後培養了一批種子老師，就是各個學科都有所謂的學科中心或者輔導老師……種子老師都[培育]差不多之後，你才要開始開枝散葉、開始辦研習到各個學校去。

（M5）

至於在職教師培訓上，M2也建議，中央應鼓勵和協助師資培育大學開設符合在職教師專長背景、符合學科期待的學科雙語增能課程，以穩定師資培育質量：

[對中央配套規劃的建議]師資培育大學應該要開這些的課程，讓這些現職的老師回來學習怎麼樣用不熟悉的、他們不熟悉的語言……讓他們可以在比較有效率的時間之內，來獲得專業的能力回到現場。（M2）

另在教材編製上，六位學者一致認為應由政府統一規劃主導為宜。對此，有學者也引述過去數學課程改革中的「成功經驗」：

「板橋模式」就是成功的範例，那也是國家的力量進來才有辦法。

（M6）

雖然我們說像現在中文的教材，就是各家出版社，可是我們早期也是由國家統一來出這個教材……如果從政策面上要推動這個東西……國家就應該有責任來開發相關的教材讓我們的現場老師來做使用。（M4）

綜言之，雙語政策涵蓋國家教育發展的重要戰略，數教學者建議，無論是雙語師資培訓、相關資源發展等，都需透過政府有力領導和支持，以更具系統、組

織及整體性籌劃，以應對多方挑戰，確保雙語教育政策在全國有一致性實施。

（三）培養「數學雙語教育家（教師）」為目標的跨領域合作

從訪談可知，雙語政策下，具數學教育專業知能且擁英語教學能力的「數學雙語教育家（教師）」，顯然是數教學者心中理想的「數學雙語師資」。欲培育（或自許）如是師資，數教學者認為，當前與具有英語專業背景學者合作是重要的行動，M1和M5都提到了具體合作方式：

未來[我們數教社群]做申請計畫、做雙語教學的時候，能夠邀請英文系背景的老師參與。（M1）

英文跟數學教育專業老師先好好對話一下，然後形成一個共識，然後再去培養數學雙語的專業研究者……才能夠去培育數學雙語的師培生。（M3）

此外，關於種子教師的培訓、增能課程或教學現場雙語教學師資的培育，M5也建議於政府的整體規劃下，數學和英語學者／教師等之間應積極發展成一跨領域共學的夥伴關係，而M4也提到自己近年與英語教育學者合作辦理數學雙語工作坊的經驗：

我們的工作坊就是[引導教師]怎麼樣利用這個[我們研發的數學雙語]教材去發展你的學習活動，這學習活動裡頭就包含譬如說單字的認知、句型的瞭解，然後數學概念的一個教學……目前我們自己辦的研習活動其實反應的效果還不錯……我相信那樣子[對數學雙語實踐]是會有一些的幫助。（M4）

另對職前或未來教師之「期待」，數教學者也呼籲可再做思考。例如M2指出，盡早培育具備良好英語能力且有興趣從事數學雙語教學者，且經由較嚴謹的培訓歷程成為「數學雙語教育家（教師）」，是重要的。M2也進一步分享，近年來自己系所碩士班招生似有一趨勢，即不少考生已在國外取得碩士學位，但因

對國內小學教職感到興趣，故又投入國內碩士學位和教育學程的修習，以期取得正式任教資格。為此，他也思考，若能致力培育這些富有語言潛能的職前師資，或可作為數學雙語教師之儲備，惟他也認為，此仍需有更多的跨領域合作與持續觀察，方有機會把握。

綜言之，雙語政策下，培養「數學雙語教育家（教師）」是數教學者之共同期待，即使認知到跨領域合作、專業對話之不易，但雙語政策若必行，跨領域合作勢必是重要舉措，而具英語背景專長者的專家學者誠然是數教社群最為期待合作對象之一。

（四）從長計議、自願性為始、階段性推進的數學雙語教學實施

「雙語教學是否一定要全面實施？」、「數學一定要用英語教學嗎？」此二大叩問，顯然是六位數教學者受訪時一再反思的問題。曾擔任課綱委員的M5便指出，語言政策宜以更長遠的眼光來規劃，而是否與課綱結合，也值得國人一同思考。他語重心長地指出：

語言這個部分你要歷經三十年才能夠造就出一個這個語言講得好的人……[若能]跟課綱結合，不光只是下一次，未來三十年，未來三十年都要思考。（M5）

事實上，雙語教學即使爭議不斷，國內參與雙語教學的學校卻逐年增加（潘乃欣，2024），對此，M6也大膽預測，其原因可能在於「學校也有KPI的壓力，做雙語對招生有幫助」。為避免讓師生感受壓迫，也為避免形成學校間的軍備競賽，數教學者建議，實施初期或可由各地學校根據自身準備度，採自願方式施行：

有心的學校或者是老師，他們認同，願意去做的，先做這樣實驗性的一些的教學。那如果他做得好的，慢慢的，這個制度就會推起來了。（M4）

先讓想做和有能力的人自願參加比較好，不是每人都做，可能不適合做的也做了，然後爭議就多了。（M6）

再者，M1和M2受訪時無不一再提及南部和東部的偏鄉學習之實情，對此，他們也有所建言：

可能就變成說，你要分班，一個學校裡面你要分班……想上英文班的……你能力夠的，如果你覺得英文能力不夠，你還是上中文班，也許這個將來是一個思考的方式。（M1）

我可能長期做比較偏鄉的數學教育的部分……我也大概知道現場老師的心態跟想法是什麼……把這樣的[雙語教育旨在為所有學生提供公平學習機會]理念逐步地實踐出來，而且是穩健的，[一定]要考慮到老師的或現場的實務面。（M2）

此外，數學雙語教學直接涉及的兩學科——英語和數學，正好是國內學生較少具學習興趣之學科，為避免學生學習負向情緒加乘，M3也建議，應持繼發展數學雙語教學的方法，即在關注數學學習心理時，也要留意第一和第二語言如何在雙語教學過程中相輔相成。對此，他也分享了自己與研究生的當前研究：

我的研究生第一年的做法是，程序性的東西我先用英文來說，概念性的東西跟解題的東西就先用國語文來說，因為畢竟學生對國語文來講的話，他不需要做任何的轉……等到學生在程序性知識能夠用英文來瞭解……我可以把概念性知識、解題性知識，重要的東西能夠用中文表達完以後，再進階到想辦法能夠用英文講出來。（M3）

綜言之，數教學者以為，政府宜再澄清雙語政策之位階、方向及具體實施策略。此外，六位提出的差異化分階段執行相關，從不同層面提醒了雙語教學實踐應符合價值性、認知性及自願性，正與教育哲學家Peters就教育活動提出的三個評價意涵吻合。至於M1和M2直指雙語政策的實施，亦有其不可忽略之處，例如城鄉落差、學生接受度及學科（教學）特性等教育機會均等議題，需一併重視。

整體來說，六位數教學者對國內雙語教育課程政策形塑所涉入爭議及學科雙

語教學的觀點，除了與既有文獻所指相近外，與國外文獻做一參照亦可知，其所憂心或建言，例如雙語學習者可能的數學表現差異、語言熟練度對數學表現的作用、雙語教學與數學學習的關聯等，也與國外研究關懷接近。換言之，無論國內外，數學雙語教學的挑戰主要仍集中於語言屏障對學生數學學習表現的影響，以及教學者如何能為雙語學生提供具支持性的語言語境數學學習。不過，誠如本研究開宗明義便指出，雙語教育的定義、相關理念與其實施，乃依各國的歷史文化背景或其目的所需而定，我國終非如一些國家或具殖民、移民等背景因素而有實施雙語或多語教學之急迫需求。是以，當國外已明訂有確切之雙語教育目標，例如芬蘭實施雙語教育的目的在使學生能於學校的教學語言和目標語言中獲得紮實和通用之語言技能，長期目標則為終身學習語言及欣賞語言和文化多樣性奠定基礎（Finnish National Board of Education [FNBE], 2016），進而投入設計和實施有效的雙語學習環境時，國內當務之急仍應先回到初始行動的釐清，在「為什麼我們需要雙語教育？」上先有自服的答辯。

此外，隨個人背景和經歷不同，六位數教學者對雙語政策所衍生的爭議和建言，多少也有各自較為關懷的焦點。例如，相對於北、中部四位學者，M1和M2所談論與凸顯，顯然是長期以來偏鄉面臨的經濟或文化不利問題仍有待耕耘。而M1和M2均曾於大學開設全英語課程，此也使兩位受訪時常透過「自我舉例」表述對雙語教學實踐不易之「同理」，以為國人應從過去課程改革經驗中學習。再者，M3和M6均服務於北部，相較於M1和M2，M3與其研究生已著手應用相關學習理論於所在地區小學的數學雙語課室，且持續優化師生的雙語教學方法與學習歷程；至於M6雖觀察到各縣市已浮現的「軍備競賽」現象，兼具數學背景的他顯然也較其他學者更注意到「小學數學學科師資應獨立養成」議題。M4當前正與英語教育學者合作研發國內數學雙語教材，或因與現場教師有較多互動，特別感受到現場對於雙語教材的緊迫需求，也就更關注中央作為資源的統籌者角色。至於M5，或因曾任數學課綱委員身分，也使其在受訪時，更加側重對雙語教育政策宜與課綱理念與目標保持一致性的慎思，同時關心政策和（懸缺）配套如何（未）支持雙語數學教學的施行。換言之，六位學者對雙語教育課程政策落地於數學教育實踐之多元觀點，更見其多重挑戰和迫切待決。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 雙語政策與數學教育目標間之關係模糊，籲以「證據本位」重新架構數學雙語政策目標

六位數教學者認同雙語政策對國家發展的戰略價值，但對其在數學教育的實踐定位則存有疑慮。核心爭議在於，政策目標如「提升國家競爭力」等抽象宣稱，未能明確定義雙語政策與數學教育目標間之關聯；此外，政策本身目標未清晰，亦可能使數學教學目標連帶失衡。數教學者以為，國內學生對數學學習興趣不高，復以英語和數學學習表現長期存在城鄉差距和M型化現象，使用英語作為數學教學語言，恐使「提升國家競爭力」與「國內數學教育文化主體性」有所失衡。上述問題反映了雙語政策下的「政策邏輯」與「學科邏輯」有所衝突，凸顯了數學雙語教學可能面臨之種種挑戰。

據此，數教學者呼籲，雙語政策應以「證據本位」重新架構政策目標，特別需明確指出「語言媒介」與「學科核心」的互動關係，以縮短政策理想與實際之間的距離。然而，對如何在英語強勢的情況下應對國內數學表述或文化差異問題，數教學者在憂心之餘，也提醒勿重蹈過去數學課程改革之困境。整體來說，數教學者呼籲，雙語政策應依數學知識特性（如抽象性、文化依存）及實徵研究重新架構目標，同時強調政府需與學科專家及教師緊密合作，避免落入過去課程改革「目標異化」之覆轍。

(二) 雙語政策推動策略下的數學雙語資源斷裂，倡以「數學本位資源整合策略」作為調適

根據六位數教學者，雙語政策的資源整合困境之一可能在於政策執行缺乏「系統性架構」與「差異化路徑」所造成的資源斷裂。儘管政府投入高額經費，現行推動策略仍存在三大缺口：1. 雙語師資培育面臨挑戰，例如數學專業知能未足、雙語認證標準不明、研習內容未符期待等；2. 教材教法發展的懸缺，缺少符合國內數學表述的雙語教材，且質量不齊；3. 數教專長教師普遍缺乏語言自信，

對全英語或雙語授課心有顧慮。上述問題顯示雙語政策下的「中央規劃」與「學科需求」之間產生的結構性斷裂，也與教育規準、教育機會均等精神有所悖離。

為此，數教學者倡議「學科本位資源整合策略」，建議中央擔任統籌資源的「主舵手」，以確保分配兼顧戰略目標與教學實際，化解政策「一體適用」與「差異化需求」的衝突。此外，數教學者也期待與英語教育專家合作，以培育「數學雙語教育家（教師）」為目標，共同建構共學夥伴關係。另為確保雙語政策實踐符合公平正義，數教學者也提議，可採分階段執行架構，例如初期以自願參與，再逐步推進實施為宜。整體來說，數教學者倡議，透過「系統性架構」與「差異化路徑」不僅可避免政策形式主義，亦能維護國內數學教育價值，朝向課程「公共的善」。

二、建議

（一）國家戰略與數學學科需求之間的「平衡實踐」

隨國際情勢變化，國家戰略一再調整，學科需求也多為相應而有所變革。由本研究可知，數學雙語教育的核心困境，在於政策目標的模糊與資源整合的斷裂，故如何在國家戰略與學科需求之間實現平衡，是當前急需迫切思考的課題。對此，本研究建議，中央可先成立跨（多）領域研究智囊，以數學雙語政策的調適來說，成員應至少涵括數教學者、語言專家、課教學者及教師等，系統性地蒐集國內外雙語研究或實徵資料，國內部分更可涵蓋如（曾）實施全英、雙語、母語優先模式之數學教學數據文件等，以先探查其實施經驗或遭受困難，作為政策後續方向調整之參酌。此外，評估數學雙語教學之「靈魂」問題亦可同步，例如是否真有較無涉文化、語言依存的數學學習內涵？而凡明顯涉及本土文化的數學思維或內容，例如分數的份數概念、數學語意邏輯等，是否可待學生的母語較為成熟後再漸引入英語教學語言？均可一併研究。換言之，具理論基礎和實驗之政策內涵，仍需集結相關利害關係人之共力，此在過去的數學課程改革史便有成功模式可加以參酌。

（二）建立「文化適應」機制以維繫國內數學（教育）主體性

國內雙語政策推行的另一潛在隱憂，也在於英語可能作為學科教學語言的「隱性」霸權地位。對此，本研究也建議，可從教材、教學、動態修正系統三個

層面來建構「文化適應」機制。在發展教材方面，可從多元文化數學教育、文化回應等視角出發，替換以對「西方數學中心」敘事教材之照單全收；在教學方法方面，可發展適合國內師生數學雙語教學脈絡的取徑，甚至可納入東、西方數學教與學的比較、於課堂討論不同觀點的數學反思題綱等，使英語成為擴展數學視野的「眼」，而非文化取代的媒介；在動態修正系統方面，誠如受訪的六位數教學者所提醒——雙語政策應符合教育規準和教育機會均等精神，此系統重視的便是透過務實檢核與即時修正機制，作為政策理想與教學實際間的「滾動式」調適，使雙語政策引發的「文化焦慮」有機會轉為「(多元)文化自信」。簡言之，從教材意識、教學反思、動態調整系統等機制環扣，作為轉化雙語政策為深化國內數學教育意識的契機，應有助於於國內數學(教育)主體性之掌握。

致謝：本研究得以順利完成，感謝國科會計畫「從課程社會學觀點探討學科雙語教學課程改革歷程」(NSTC 112-2410-H-152-010)的經費補助。特別感謝六位受訪者分享寶貴經驗，以及期刊編輯委員和審查委員的寶貴建議。本文同時獻給我們敬愛的楊德清教授。

參考文獻

- 王力億、林子斌(2021)。雙語教育推動的第一步：雙語學科教師培訓與增能的建議。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375-394)。財團法人黃昆輝教授教育基金會。<https://doi.org/10.53106/266336712022120636001>
- [Wang, L.-Y., & Lin, Z.-B. (2021). The first step in promoting bilingual education: Suggestions for training and empowering bilingual subject teachers. In The Professor Huang Kun-huei Education Foundation (Ed.), *Bilingual education in Taiwan: Challenges and strategies* (pp. 375-394). The Professor Huang Kun-huei Education Foundation. <https://doi.org/10.53106/266336712022120636001>]
- 田耐青(2020)。論國中階段英語教師轉型雙語教師之在職培育。*臺灣教育評論月刊*，9(10)，37-41。
- [Tyan, N.-N. (2020). The teaching knowledge and ability of bilingual teachers in elementary

schools. *Taiwan Educational Review Monthly*, 9(10), 37-41.]

- 吳麗珍、黃惠滿、李浩銑（2014）。方便取樣和立意取樣之比較。《護理雜誌》，61（3），105-111。https://doi.org/10.6224/JN.61.3.105
- [Wu, L.-J., Huang, H.-M., & Lee, H.-H. (2014). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *The Journal of Nursing*, 61(3), 105-111. https://doi.org/10.6224/JN.61.3.105]
- 呂妍慧、袁媛（2020）。數學領域雙語教育之教學模式初探。《臺灣數學教育期刊》，7（1），1-26。https://doi.org/10.6278/tjme.202004_7(1).001
- [Lu, Y.-H., & Yuan, Y. (2020). A model of bilingual instruction in mathematics: A preliminary study. *Taiwan Journal of Mathematics Education*, 7(1), 1-26. https://doi.org/10.6278/tjme.202004_7(1).001]
- 呂妍慧、袁媛（2023）。臺灣國小數學CLIL教科書內容分析。《課程與教學》，26（1），27-56。https://doi.org/10.6384/CIQ.202301_26(1).0002
- [Lu, Y.-H., & Yuan, Y. (2023). Content analysis on a CLIL mathematics textbook for elementary students in Taiwan. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 26(1), 27-56. https://doi.org/10.6384/CIQ.202301_26(1).0002]
- 呂溪木（2007，9月28日）。民國75年之前我國數學課程演變[研討會論文]。「吳大猷先生百歲冥誕科學教育學術研討會～我國近五十年之科學教育發展」研討會，臺北市。https://doi.org/10.6216/SEM.200709_(302).0001
- [Lu, X. M. (2007, September 28). *The evolution of mathematics curriculum in Taiwan before 1986* [Paper presentation]. Academic Conference on Science Education in Commemoration of Dr. Ta-You Wu's Centennial Birth Anniversary: The Development of Science Education in Taiwan over the Past Five Decades, Taipei, Taiwan. https://doi.org/10.6216/SEM.200709_(302).0001]
- 李郁緻（2022）。雙語國家、雙語教育與語言政策規劃。《臺灣教育哲學》，6（2），93-108。https://doi.org/10.7001/JTPE.202209_6(2).0004
- [Li, Y.-C. (2022). Bilingual nation, bilingual education, and the language policy implications. *Journal of Taiwan Philosophy of Education*, 6(2), 93-108. https://doi.org/10.7001/JTPE.202209_6(2).0004]
- 李國偉、黃文璋、楊德清、劉柏宏（2013）。教育部提升國民素養實施方案——數學素養研究計畫結案報告。教育部。
- [Li, G.-W., Huang, W.-C., Yang, D.-C., & Liu, P.-H. (2013). *Implementation plan for improving*

- national literacy: Final report on the mathematics literacy research project.* Ministry of Education.]
- 李源順、邱春根（2007）。國小教師數學教學專業知能之觀點比較：國小數學教育學者 VS. 國小實習教師。《國教新知》，54（4），1-22。https://doi.org/10.6701/TEEJ.200712_54(4).0001
- [Lee, Y.-S., & Qiu, C.-G. (2007). A comparative perspective on primary school teachers' mathematical teaching professionalism: Primary mathematics education scholars vs. primary student teachers. *The Elementary Education Journal*, 54(4), 1-22. https://doi.org/10.6701/TEEJ.200712_54(4).0001]
- 周祝瑛（2003，10月26日至11月2日）。臺灣教育改革之研究[研討會論文]。「民辦教育」研討會，上海市。
- [Chou, C.-P. (2003, October 26-November 2). *A study of education reform in Taiwan* [Paper presentation]. Private Education seminar. East China Normal University, Shanghai, China.]
- 林子斌（2021）。雙語教育的根本：雙語學科教師培訓之重點與規劃探討。載於洪仁進（主編），《師資培育2030》（頁153-174）。中華民國師範教育學會。https://doi.org/10.53106/266336712022120636001
- [Lin, Z.-B. (2021). The root of bilingual education: Exploring the key elements and design of bilingual subject teacher training. In R.-J. Hong (Ed.), *Teacher education 2030* (pp. 153-174). National Association for Teacher Education in the Republic of China. https://doi.org/10.53106/266336712022120636001]
- 徐偉民（2021）。排灣族傳統文化中「數學」知識之初探。《課程與教學》，24（1），175-200。https://doi.org/10.6384/CIQ.202101_24(1).0007
- [Hsu, W.-M. (2021). Investigation of the mathematics knowledge in traditional Paiwan's culture. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 24(1), 175-200. https://doi.org/10.6384/CIQ.202101_24(1).0007]
- 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。
- [Gao, S.-M., & Tsou, W.-L. (2021). Bilingual education is not equal to English education: Establishing a bilingual education model for Taiwan. In The Professor Huang Kun-huei Education Foundation (Ed.), *Bilingual education in Taiwan: Challenges and strategies* (pp. 253-275). The Professor Huang Kun-huei Education Foundation.]

國家發展委員會（2018）。**2030雙語國家發展藍圖**。行政院。

[National Development Council. (2018). *Blueprint for Developing Taiwan into a Bilingual Nation by 2030*. Executive Yuan.]

國家發展委員會、教育部（2020）。**前瞻基礎建設——人才培育促進就業建設：2030雙語國家政策（110至113年）**。https://www.ey.gov.tw/achievement/12AE629A4E4F12A3

[National Development Council, & Ministry of Education. (2020). *Forward-looking infrastructure– Talent cultivation to promote employment construction: 2030 bilingual national policy*. https://www.ey.gov.tw/achievement/12AE629A4E4F12A3]

教育部（2024，6月7日）。**113年國中教育會考6月7日開放網路查成績並寄成績單**。教育部新聞網。https://pse.is/6atvxx

[Ministry of Education. (2024, June 7). *2024 Junior High School Comprehensive Assessment: Online score inquiries and score reports mailing commence on June 7*. Ministry of Education News. Retrieved July 18, 2024, from https://pse.is/6atvxx]

梁淑坤（2011）。數學課程改革下綱要實施之相關研究。**臺灣數學教師（電子）期刊**，**28**，1-20。https://doi.org/10.6610/ETJMT.20111201.01

[Leung, S.-S. (2011). Related research on the implementation of curriculum guidelines under mathematics curriculum reform. *Taiwan Journal of Mathematics Teachers (Electronic)*, 28, 1-20. https://doi.org/10.6610/ETJMT.20111201.01]

陳向明（2002）。**社會科學質的研究**。五南。

[Chen, H.-M. (2002). *Qualitative research in social sciences*. Wu-Nan Book.]

陳伯璋（2005）。從課程改革省思課程研究典範的新取向。**當代教育研究季刊**，**13**（1），1-34。

[Chen, P.-C. (2005). A reflection on curriculum reform in Taiwan and its implication for aesthetic inquiry on curriculum research. *Contemporary Educational Research Quarterly*, 13(1), 1-34.]

陳欣民、林春煌（2024）。CLIL 雙語數學教學設計——以「容量概念」為例。**臺灣數學教師**，**44**（1），21-39。https://doi.org/10.6610/TJMT.202404_44(1).0002

[Chen, H.-M., & Lin, C.-H. (2024). CLIL bilingual math education teaching design– Taking “capacity concept” as an example. *Taiwan Journal of Mathematics Teachers*, 44(1), 21-29. https://doi.org/10.6610/TJMT.202404_44(1).0002]

陳玟樺（2017）。民國五十至八十年代（1961-2000年）數學課程改革之探究。**教育部高中數學學科中心電子報**，**119**。https://wooo.tw/XzhjYJX

- [Chen, W.-H. (2017). An inquiry into Taiwan's mathematics curriculum reform: From 1961 to 2000. *Ministry of Education High School Mathematics Newsletter*, 119. <https://wooo.tw/XzhjYJX>]
- 陳玟樺 (2023a)。轉化芬蘭課室教學經驗的實作：學科內容和語言整合學習的數學教學。載於劉美慧、林子斌（主編），*高等教育的EMI教學：理論與本土實務的對話*（頁27-78）。高等教育。<https://doi.org/10.53106/9789575119874>
- [Chen, W.-H. (2023a). Transforming Finnish classroom teaching and learning: Applying content and language integrated learning approach to mathematics teaching and learning. In M.-H. Liu & T.-P. Lin (Eds.), *English-Medium Instruction (EMI) in higher education: Dialogue between theory and contextualized practice* (pp. 27-78). Higher Education. <https://doi.org/10.53106/9789575119874>]
- 陳玟樺 (2023b)。芬蘭與臺灣的數學課程改革之研究：1960年至2021年。 *台灣教育研究期刊*，4（1），223-254。
- [Chen, W.-H. (2023b). A study of mathematics curriculum reform in Finland and Taiwan: From 1960 to 2021. *Journal of Taiwan Education Studies*, 4(1), 223-254.]
- 陳玟樺 (2025)。師資培育生數學雙語經驗課程中的批判意識。 *台灣教育研究期刊*，6（1），241-269。
- [Chen, W.-H. (2025). Critical consciousness in pre-service teachers' experiential curriculum in bilingual mathematics. *Journal of Taiwan Education Studies*, 6(1), 241-269.]
- 陳美如、彭煥勝 (2016)。探尋一段臺灣課程發展史——板橋模式的回顧與前瞻。 *教科書研究*，9（1），1-36。[https://doi.org/10.6481/JTR.201604_9\(1\).01](https://doi.org/10.6481/JTR.201604_9(1).01)
- [Chen, M.-J., & Peng, H.-S. (2016). An exploration a period of history of curriculum development in Taiwan: Reviews and prospects on the Banqiao model. *Journal of Textbook Research*, 9(1), 1-36. [https://doi.org/10.6481/JTR.201604_9\(1\).01](https://doi.org/10.6481/JTR.201604_9(1).01)]
- 陳嘉皇 (2024)。教育部補助師資培育之大學精進師資素質及特色發展之數學學習領域教學研究中心設置計畫（小學組）成果報告。未出版。
- [Chen, J.-H. (2024). *Outcome report on the Ministry of Education– Subsidized project for establishing mathematics education research centers in teacher education universities: Enhancing teacher quality and specialized development (Elementary School Division)*. Unpublished manuscript.]
- 陳慧琴、呂翠玲、許嫵華、鄒文莉 (2018)。CLIL在數學領域的運用。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181-198）。

書林。

[Chen, H.-Q., Lu, C.-L., Hsu, Y.-H., & Tsou, W.-L. (2018). The application of CLIL in the mathematics domain. In W.-L. Tsou & S.-M. Gao (Eds.), *Exploring CLIL: A resource book* (pp. 181-198). Eslite.]

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。

[Chen, C.-F. (2023). The teaching guidelines and strategies of bilingual teaching in Taiwan. *Journal of Educational Practice and Research*, 36(1), 163-187.]

單維彰（2022）。中等階段師資培育的學術英文教材——數學領域。《臺灣教育評論月刊》，11（8），33-37。

[Shann, W.-C. (2022). Academic English materials for teacher training at the secondary level: The mathematics domain. *Taiwan Educational Review Monthly*, 11(8), 33-37.]

游自達（2020）。數學領域課程發展趨勢。載於林碧珍（主編），*素養導向系列叢書：國小數學教材教法*（頁17-43）。五南。

[Yu, Z.-D. (2020). Trends in curriculum development in the mathematics domain. In P.-C. Lin (Ed.), *Competency-oriented series: Teaching materials and methods for elementary school mathematics* (pp. 17-43). Wu-Nan Book.]

游自達、李文富、呂秀蓮、陳致澄、陳麗華、楊國揚、鍾昌宏、藍偉瑩（2022）。素養導向教科書的實踐與前瞻。《教科書研究》，15（1），111-143。https://doi.org/10.6481/JTR.202204_15(1).04

[Yu, Z.-D., Lee, W.-F., Lu, H.-L., Chen, C.-C., Chen, L.-H., Yang, K.-Y., Chung, C.-H., & Lan, W.-Y. (2022). Practice and prospects of competency-based textbooks. *Journal of Textbook Research*, 15(1), 111-143. https://doi.org/10.6481/JTR.202204_15(1).04]

黃昆輝、吳明清、郭生玉、羅虞村、蔡崇振、馮清皇、許殷宏（2022）。《雙語培力·接軌國際：「臺灣的雙語教育研討會」綜合建言》。財團法人黃昆輝教授教育基金會。

[Huang, K.-H., Wu, M.-C., Kuo, S.-Y., Luo, Y.-C., Tsai, C.-C., Feng, C.-H., & Hsu, Y.-H. (2022). *Bilingual Empowerment and Alignment with International Standards: Recommendations from the "Taiwan Bilingual Education Conference."* The Professor Huang Kun-huei Education Foundation.]

黃政傑（2022）。從雙語政策看中小學雙語師資培育。《臺灣教育評論月刊》，11（6），1-10。

[Huang, Z.-J. (2022). Insights into bilingual teacher training in the twelve-year national

- education from the perspective of bilingual policies. *Taiwan Education Review Monthly*, 11(6), 1-10.]
- 黃振豐（2022）。教師對偏鄉雙語教育的看法與建議。《教育研究月刊》，334，127-144。
<https://doi.org/10.53106/168063602022020334008>
- [Huang, C.-L. (2022). Teacher's perspectives and suggestions on bilingual education in rural schools. *Journal of Education Research*, 334, 127-144. <https://doi.org/10.53106/168063602022020334008>]
- 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, H.-P. (2021). The current situation and challenges of bilingual education implementation in public primary and secondary schools. *Taiwan Educational Review Monthly*, 10(12), 6-11.]
- 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 integrating subject content and language teaching. In W.-L. Tsou & S.-M. Kao (Eds.), *CLIL teaching resource book: Exploring subject content and language integration instruction* (pp. 9-16). Shulin Books.]
- 甄曉蘭、葉珍玲（2024）。學校實施雙語教學的實務策略思維：跨國個案學校實務經驗的啟示。《課程與教學》，27（2），201-229。
[https://doi.org/10.6384/CIQ.202404_27\(2\).0007](https://doi.org/10.6384/CIQ.202404_27(2).0007)
- [Chen, H.-L., & Yeh, C.-L. (2024). Deliberative curriculum planning for implementing bilingual teaching in schools: Implications from practical experience of cross-national case schools. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 27(2), 201-229. [https://doi.org/10.6384/CIQ.202404_27\(2\).0007](https://doi.org/10.6384/CIQ.202404_27(2).0007)]
- 歐用生（2000）。課程改革：九年一貫課程的獨白與對話。師大書苑。
- [Ou, Y.-S. (2000). *Curriculum reform: A monologue and dialogue on the grade 1-9 curriculum*. Lucky Bookstore.]
- 歐用生（2006）。建立課程的公共性—課程公共論述的危機與出路。《教育研究集刊》，52（1），1-27。
[https://doi.org/10.6910/BER.200603_\(52-1\).0001](https://doi.org/10.6910/BER.200603_(52-1).0001)
- [Ou, Y.-S. (2006). The crisis in public discourse regarding the curriculum and its resolution. *Bulletin of Educational Research*, 52(1), 1-27. [https://doi.org/10.6910/BER.200603_\(52-1\).0001](https://doi.org/10.6910/BER.200603_(52-1).0001)]

1).0001]

潘乃欣 (2024, 2月17日)。《獨家調查》全台6成公立國中小實施雙語課程，近8成縣市認師資不足。親子天下。 <https://www.parenting.com.tw/article/5097040>

[Pan, N.-H. (2024, February 17). *Exclusive survey: 60% of public elementary and junior high schools in Taiwan implement bilingual courses, with nearly 80% of counties and cities recognizing insufficient teaching resources*. CommonWealth Education Media and Publishing. <https://www.parenting.com.tw/article/5097040>]

蔡進雄 (2017)。教育學術研究者與教育政策制定者關注差異之研究：雙社群理論之觀點。嘉大教育研究學刊，39，59-82。

[Tsai, C.-H. (2017). A study of the differences between the focuses of the educational researcher and the educational policy-maker: From the perspective of two-communities theory. *National Chiayi University Journal of Educational Research*, 29, 59-82.]

鄭章華 (2018)。今日的課綱明日的課史：十二年國教數學領綱之發展。載於鄭章華 (主編)，數往知來歷歷可述——中小學數學課程發展史 (下冊，頁521-564)。國家教育研究院。

[Chen, C.-H. (2018). Today's curriculum guidelines, tomorrow's curriculum history: The development of the 12-year Basic Education mathematics curriculum guidelines. In C.-H. Chen (Ed.), *Looking back to know the future: A history of mathematics curriculum development in the twelve-year national education* (Vol. 2, pp. 521-564). National Academy for Educational Research.]

鍾靜 (2020)。數學領域教學設計與學習評量。載於林碧珍 (主編)，素養導向系列叢書：國小數學教材教法 (頁45-67)。五南。

[Chung, J. (2020). Instructional design and learning assessment in the mathematics domain. In P.-C. Lin (Ed.), *Competency-oriented series: Teaching materials and methods for elementary school mathematics* (pp. 45-67). Wu-Nan Book.]

鍾靜、張淑怡、陳幸玫、陸昱任、戴坤邦 (2012)。國小數學教師專業標準之建構。科學教育學刊，20 (3)，217-239。 <https://doi.org/10.6173/CJSE.2012.2003.04>

[Chung, J., Chang, S.-I., Chen, H.-M., Lu, Y.-J., & Tai, K.-P. (2012). The development of professional standards for elementary mathematics teachers. *Contemporary Journal of Science Education*, 20(3), 217-239. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2012.2003.04>]

Barton, B. (2009). *The language of mathematics: Telling mathematical tales*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s10649-009-9219-8>

- Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought? Mandarin and English speakers' conceptions of time? *Cognitive Psychology*, 43(1), 1-22. <https://doi.org/10.1006/cogp.2001.0748>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3, 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Campbell, J. I. D., & Epp, L. J. (2004). An encoding-complex approach to numerical cognition in Chinese-English bilinguals. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 58(4), 229-244. <https://doi.org/10.1037/h0087447>
- Charmaz, K. (2014). *Constructing grounded theory* (2nd ed.). Sage. <https://doi.org/10.4135/9781446212165.n27>
- Ferreira, F., & Clifton, C. (1986). The independence of syntactic processing. *Journal of Memory and Language*, 25, 348-368. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(86\)90006-9](https://doi.org/10.1016/0749-596X(86)90006-9)
- Finnish National Board of Education. (2016). *National core curriculum for basic education 2014*. Next Print Oy.
- Frenck-Mestre, C., & Vaid, J. (1993). Activation of number facts in bilinguals. *Memory and Cognition*, 21(6), 809-818. <https://doi.org/10.3758/BF03202748>
- Gemmill, E., & Mayhew N. (1995). *Changing values in medieval Scotland: A study of prices, money, and weights and measures*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0268416097262715>
- Lin, J. F. L., Imada, T., & Kuhl, P. K. (2011). Mental addition in bilinguals: An fMRI study of task-related and performance-related activation. *Cerebral Cortex*, 22(8), 1851-1861. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr263>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage. <https://doi.org/10.1002/9781405165518.wbeosn006>
- Novotná, J., & Hofmannová, M. (2000). CLIL and mathematics education. In A. Rogerson (Ed.), *Mathematics for living. The mathematics education into the 21st century project* (pp. 226-230). Amman.
- Patton, M. Q. (2001). *Qualitative research and evaluation and methods*. Sage.
- Salillas, E., & Wicha, N. Y. Y. (2012). Early learning shapes the memory networks for arithmetic: Evidence from brain potentials in bilinguals. *Psychological Science*, 23(7), 745-755. <https://doi.org/10.1177/0956797612446347>
- Taylor, S., & Bogdan, R. (1984). *Introduction to qualitative research methods*. Wiley

Interscience. <https://doi.org/10.1002/9781394260485.ch1>

- Van Rinsveld, A., Brunner, M., Landerl, K., Schiltz, C., & Ugen, S. (2015). The relation between language and arithmetic in bilinguals: Insights from different stages of language acquisition. *Frontiers in Psychology*, *6*(25), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00265>
- Van Rinsveld, A., Schiltz, C., Brunner, M., Landerl, K., & Ugen, S. (2016). Solving arithmetic problems in first and second language: Does the language context matter? *Learning and Instruction*, *42*, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.003>
- Wang, Y., Lin, L., Kuhl, P., & Hirsch, J. (2007). Mathematical and linguistic processing differs between native and second languages: An fMRI study. *Brain Imaging and Behavior*, *1*(3-4), 68-82. <https://doi.org/10.1007/s11682-007-9007-y>
- Whorf, B. L. (1956). *Language thought and reality*. MIT Press.
- Wright, W. E., Boun, S., & Garcia, O. (Eds.). (2015). *Handbook of bilingual and multilingual education*. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118533406>