

臺灣國小數學 CLIL 教科書內容分析

呂妍慧* 袁媛**

教科書在教師的教學過程中扮演重要的角色，在臺灣推動雙語教育之際，完備的 CLIL 教科書，是影響雙語教師執行雙語教學的重要因素之一。本研究以內容分析法，從教科書的組織結構、文本內容、學習活動、圖文表達以及編寫體例五大面向，進行數學 CLIL 教科書和國內三家版本國小數學教科書之比較，並探討數學 CLIL 教科書待改進之處。研究結果顯示，數學 CLIL 教科書具有三特點：（1）具完整的數學學習內容；（2）具主題式的情境布題特色；（3）具多元性的學習鷹架。數學 CLIL 教科書待改進之處為：（1）學生練習的題數較少；（2）情境布題比較不多元；（3）文字問題的編寫略有局限性。根據研究結果，本文對數學 CLIL 教科書的教學提出使用建議，也建議未來發展中高年級教材時，需因應數學概念的複雜度進行教材發展模式的調整。

關鍵字：內容分析、教科書研究、數學雙語教育、學科內容和語言整合學習

* 作者現職：中原大學應用外國語文學系副教授

** 作者現職：國立臺中教育大學數學教育學系教授

通訊作者：呂妍慧，e-mail: yenhuilu@gmail.com

壹、研究動機與目的

自行政院（2018）公布「2030年雙語國家政策藍圖」後，臺灣各單位即致力於擬定並推動雙語國家政策。其中，為培育高級中等以下學校以英語教授各學科之專業師資，教育部補助八所師資培育大學設置「雙語教學研究中心」，全面推動高級中等以下職前雙語師資培育課程，並在臺灣各地以大學和中小學合作模式，舉辦各種在職教師雙語教學研習或工作坊，以及在職教師雙語教學增能學分班，以「學科內容和語言整合學習」（Content and Language Integrated Learning, 簡稱 CLIL）教學模式，積極推動以英語教授學科內容（教育部，2020；Chen et al., 2020）。

呂妍慧和袁媛（2020a）曾以 CLIL 教學模式的 4Cs 原則：內容（content）、溝通（communication）、認知（cognition）和文化（culture）為基礎（Coyle et al., 2010），提出數學雙語教學模式，導入一門在職教師碩專班課程，期透過課程培訓在職教師數學雙語教學知能與實務能力。但從課程實踐的結果發現，修課的在職教師缺乏英語教學的經驗，在設計數學 CLIL 教材時，也出現不易掌握數學教學主軸的困難。因此，在短時間的訓練中，要由在職教師自行開發教材及設計教案，對於忙碌的在職教師確實是一大挑戰（呂妍慧、袁媛，2020b）。

目前雙語教師的職前培育專班或在職學分班，所使用的 CLIL 教材大部分是由雙語教學研究中心自行研發，在國小音樂、藝術、體育等領域多已發展較完整的教材，而其它學科領域則尚無系列性發展的完整教材。由於臺灣尚未發展 CLIL 教材的設計準則，目前這些實驗性質的 CLIL 教材，並無統一的发展方向和原則，CLIL 教材設計的議題也較少被關注（呂妍慧、袁媛，2020b）。而眾所皆知，教科書是教學過程中的主要媒介，對老師的教學和學生的學習有重要的影響（徐偉民，2017；Reys et al., 2004），且因數學學科的特殊性，教師大多會以教科書的內容為主要教學依據，而教科書因取向的不同，在主題內容、編排順序與呈現方式不同，也會影響教師課程設計及教學策略運用，進而影響學生的學習表現（徐偉民，2013；Chang & Silalahi, 2017）。

有鑑於數學 CLIL 教科書對於雙語教師之重要性，Lu 和 Yuan（2022）依據十二年國教數學領域課程綱要，並分析國內外數學 CLIL 教材設計的相關文獻，建構一套臺灣國小數學 CLIL 教材，再透過小學課後實驗教學，以及數學教育專家的意見進行修正，目前已出版一套國小一年級上學期的數學 CLIL 教科書。然而，一套適合臺灣學生的數學 CLIL 教科書，不但要考量數學概念發展，又要考慮英文學習的發展，在教材設計上需要更加謹慎。尤其在數學雙語教學領域，教師必需能掌握數學的特殊英語詞彙，以及非語言詞彙的數學符號、程式及圖表的英文用法，甚至是數學文字題中出現的數學專屬句型和語法結構（吳

昭容等人，2018；陳慧琴等人，2018；Slavit & Ernest-Slavit, 2007）。此教科書在未來臺灣數學 CLIL 教科書的發展，扮演先鋒的角色，本文作者期盼其能做為臺灣進行數學雙語教學的教材，及後續發展數學 CLIL 教科書的重要參考。因此，有必要針對本數學 CLIL 教科書進行評析研究。

綜整過去學者對數學教科書所進行的內容分析研究，主要從宏觀及微觀的角度進行分析（Chang & Silalahi, 2017）。從宏觀的角度來看，有些研究從教科書的編輯層面，分析教材編寫的教學理念及內容特色（楊德清、鄭婷芸，2015）；有些研究從數學主題和內容結構，進行主題分布及順序的比較（徐偉民，2013；Yang, 2020）。從微觀的角度分析，則是深入探討教科書如何處理數學概念及數學問題的呈現方式，有些研究從數學例題或練習題，分析教材呈現數學問題的布題類型（徐偉民、徐于婷，2009；Özer & Sezer, 2014）；有些則從數學表徵型態，分析數學概念的表徵呈現方式（Reyhani & Izadi, 2018; Wang & Yang, 2016）；還有一些研究從單一數學主題（例如：幾何），比較不同教科書在相同數學主題，所呈現的內容之異同（Abdullah & Shin, 2019; Charalambous et al., 2010）。這些數學教科書內容分析的研究結果，是發展教科書相關人員在發展或修訂教科書時的重要參考指標；然而，這些研究大部分都是跨國性的教科書比較，目前並沒有針對雙語教育教科書的內容分析文獻。

基此，本文從過去研究者針對數學教科書比較的內容分析內涵，參考現有教科書的審查基準，再透過國內外數學 CLIL 教材發展的相關文獻，建構出數學 CLIL 教科書的分析架構。因此，本研究旨在依據此數學 CLIL 教科書的分析架構，將本數學 CLIL 教科書與目前臺灣現有的三本數學教科書進行比較，並進一步探究其可能的問題，以作為未來發展國小數學雙語教材的參考。

貳、文獻探討

一、數學教科書內容比較的分析內涵

Charalambous 等人（2010）將教科書的內容分析向度分為水平化和垂直化分析；水平化分析是從宏觀角度，分析教科書在單元頁數、主題內容、主題順序及內容結構之異同，比較不同教科書在編排教材的教學理念及內容特色，垂直化分析則是從微觀角度，深入探討特定數學主題的例題呈現、數學問題型態，以及數學表徵的呈現。例如：楊德清等人（2011）分析台灣、美國和新加坡國小一年級的數學教科書內容，先從宏觀角度，針對三國數學教科書的數學主題內容、數學概念的編排順序與學習活動，進行教材分析，再從微觀的角度深入分析三國的學習活動。此外，Yang（2020）以一年級到六年級教科書中的幾何

主題文章

內容為研究範圍，分析芬蘭、新加坡和台灣數學教科書之在幾何內容之異同。Yang 先從宏觀角度，分析三國教材中幾何問題的單元數、頁數及題數比例比較；然後，再從微觀角度，深入分析三國教材呈現幾何問題的差異及特色。從以上楊德清等人（2011）及 Yang（2020）的跨國教材分析，能清楚了解不同國家教科書在整體結構和各單元的內容編排差異，提供教學者及教材發展者，從各教材的優缺點角度，改進教學或教材。

除了之外，也有學者聚焦於教科書中數學概念的表徵呈現（徐偉民，2013；徐偉民、柯富淪，2014；Zhu & Fan, 2006）。因為「表徵」在數學學習過程中是很重要的一部分，也是教師在溝通數學概念或推理數學問題時的重要工具，透過不同的數學表徵，能使數學概念具體化，增加學生對數學問題的理解。在進行教科書之數學問題表徵型態分析時，Zhu 和 Fan（2006）將表徵型態分為四種，其中數學型態表徵是指數學問題以數學符號為主軸；文字型態表徵是指數學問題只出現文字敘述；視覺型態表徵是指數學問題以圖像呈現為主；聯合型態表徵則是指數學問題以兩種以上表徵來呈現（如：視覺型態和文字型態一起呈現）。例如：在徐偉民（2013）分析臺灣、芬蘭與新加坡國小數學教科書之差異的研究中，除了分析三國教科書在數學問題類型的比例分布差異之外，也從數學問題的表徵呈現方式，分析三國在四種表徵型態的分布差異。另外，在徐偉民和柯富淪（2014）的研究中，則從幾何內容單元，分析臺灣、芬蘭與新加坡的國小數學教科書在數學表徵的呈現差異。從教科書中的數學問題表徵型態分析，可了解各教材對表徵之間連結的重視程度。

另一方面，從國家教科書的把關機制，也可以確保教科書品質。基此，國家教育研究院（簡稱國教院）研訂「高級中等學校及國民中小學教科用書審查基準」（國教院，2018），作為十二年國教課綱教科書編輯、審定之重要準則。國教院研訂之教科書審查基準，分為「必要基準」及「一般基準」兩大類。「必要基準」涵蓋「課程綱要」及「國家法律」兩大項，為教科書審查通過與否的必要條件。「一般基準」則涵蓋「組織結構」、「文本內容」、「學習活動與評量」、「圖文表達」和「編寫體例」五大基準，是評鑑教科書品質之重要指標。

在國教院教科書審查基準中，「組織結構」是指教科書中章節架構之安排；「文本內容」是指教科書之主要內容的整體結構及學習內容之編排；「學習活動與評量」是指教科書主要概念與次要概念的發展，以及多元的學習活動設計及評量形式；「圖文表達」是指教科書中與文本內容相互呼應之圖表或圖片的呈現方式；「編寫體例」是指教科書中的文字、年代、數據、人名等呈現方式。這五大審查基準中的「組織結構」和「文本內容」，呼應了數學教科書內容比較分析中，在宏觀角度所關注的教科書主題內容、主題順序及內容結構等分析

範疇，而「學習活動與評量」、「圖文表達」和「編寫體例」，則呼應了微觀角度所關注的數學問題型態、表徵呈現型態、及數學難易度等問題。

根據過去以數學教科書比較所進行的內容分析研究，可以發現內容分析比較的內涵，主要會從教科書的整體結構進行宏觀的分析，也會從數學問題表徵的型態去進行微觀的探討。因本研究旨在評析作者所開發的數學 CLIL 教科書，因此從國家教科書的審查基準，也能有助於建構本研究數學 CLIL 教科書內容比較的架構。目前國教院教科書審查基準，雖有相當完整的細目及說明，但尚未針對各學科領域建構專屬學科教科書的評鑑細目及說明，因此整合教科書審查基準及數學教科書的內容分析內涵可做為本研究內容分析的基礎。

二、數學 CLIL 教材的分析內涵

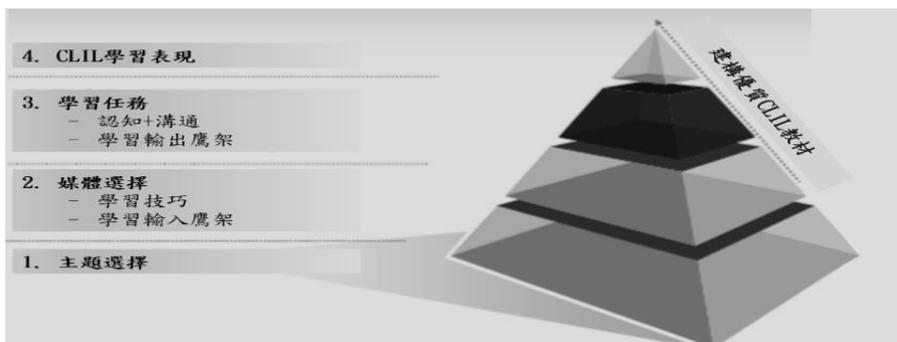
臺灣推動雙語教育，所採用的 CLIL 教學模式，主要是建立在 Coyle 等人（2010）提出的 4Cs 基礎上。在內容（content）方面：CLIL 的教學內容包含學科和語言內容，CLIL 課程以外語學習學科內容，以學科內容提高語言輸入的真實性和多樣性。在溝通（communication）方面：在 CLIL 課程中，外語是溝通及學習的橋樑，在課堂上創造真實的語言環境，為語言學習和語言實踐創造真實的社會語境。在認知（cognition）方面：CLIL 的學科內容挑戰學習者的認知能力，CLIL 教師以學習鷹架，促進認知能力和語言能力之間的轉化。在文化（culture）方面：CLIL 教學注重培養學生的跨文化意識和多元視野，透過外語學習學科內容，提升文化認知。

許多執行 CLIL 課程的學者（Ball, 2018；Guerrini, 2009；Mehisto, 2012；Meyer, 2010），從 CLIL 實務教學經驗中，逐漸建構出 CLIL 教學及教材發展的重要原則。Meyer（2010）以 Coyle 等人（2010）的 4Cs 架構為基礎，建構 CLIL 教材設計金字塔（圖 1），提出優質 CLIL 教材設計四項重要原則：（1）主題選擇、（2）媒體選擇、（3）學習任務、（4）學習表現。

主題文章

圖 1

CLIL 教材設計金字塔



引自 Meyer, O. (2010). Towards quality-CLIL: successful planning and teaching strategies. *Puls*, 33, 11-29.

在 CLIL 教材設計金字塔中的「主題選擇」，也就是國教院教科書審查五大基準中的「文本內容」，CLIL 教學模式的學習內容是以學科內容為優先，因此數學 CLIL 教材設計是以數學的學習內容為主。不論是從素養導向教學或 CLIL 教學模式的角度來看，國內外文獻（范信賢，2016；Meyer, 2010）都主張教科書不應只是關注學習的內容，更應該從學習者的立場，將學習內容和生活中的情境脈絡緊密結合，讓學習產生意義。Meyer（2010）強調學生在外語環境學習學科知識，CLIL 教材的學習內容必需對學生的生活經驗有意義，學生才能從熟悉的生活經驗中，提升語言及學科內容的理解認知。在范信賢（2016）所提出的素養導向課程發展四項重要原則中，也強調脈絡性教學在素養導向教學的重要性，也就是學習內容應以情境脈絡呈現，讓學習在生活中產生有意義的連結。

在教材中以情境式引導學習內容，不但有助於學生對數學文字問題的理解，也能連結真實語言的使用情境，提升語言的理解和溝通（Mehisto, 2012）。Ioannou-Georgiou 和 Verdugo（2011）建議在 CLIL 課程中融入與學科內容相關的故事，有意義的數學故事，可提供兒童傾聽及討論數學概念的機會，不但有助於學生學習數學概念，也能有效地發展兒童的數學語言技能，作為對話數學概念的跳板（黃琰懿、鍾靜，2016）。

在 CLIL 教材設計金字塔中的「學習任務」，也就是國教院教科書審查五大基準中的「學習活動與評量」，Meyer（2010）認為在 CLIL 教材中，以學習任務的方式設計活動，能營造真實情境的外語溝通機會，並提供學生高層次思

考的學習。任務型的學習活動，可以整合數學內容及英語句型的練習，達到以英文溝通及解決數學任務（呂妍慧、袁媛，2020b）。

劍橋大學 ESOL 測驗中心在數學 CLIL 教學手冊（Cambridge English for Speakers of Other Languages [Cambridge ESOL], 2010）中，建議數學 CLIL 教師在進行數學 CLIL 教學時，應營造師生對話式互動及同儕討論的機會，提升以外語表達數學的理解及想法；也建議以遊戲方式啟動 CLIL 學習活動，Willis（2013）認為在 CLIL 課程中結合歌謠，是啟動學習的最好遊戲方式之一，在音樂和歌謠的情境中學習，能營造出遊戲而非學習的氛圍，而且將學習內容與歌謠結合，能幫助學生從歌謠中熟悉學科字彙及句型，對學科內容的學習及語言發展都有實質的幫助。

在「圖文表達」及「編寫體例」方面，學生在 CLIL 教學模式中，以不熟悉的語言學習學科知識，在數學和語言的理解，都多了一層認知挑戰；因此，CLIL 教學模式特別強調學習鷹架的重要。在 CLIL 教材設計金字塔中，Meyer(2010) 強調 CLIL 教材必需以學習鷹架強化學科的學習技能，幫助學生超越學科內容和語言發展的認知局限（Mehisto, 2012）。Guerrini（2009）從學習鷹架的角度，建議 CLIL 教材應大量使用具有標籤或標題的插圖、圖表或照片等視覺輔助，以視覺輔助當作學習鷹架工具，詳盡地解釋數學詞彙或數學概念，提升學生在高認知需求的數學概念理解，從數學素養導向的教學觀點來看，鄭章華（2018）也建議以多重圖像表徵，從具體、半具體到抽象呈現數學問題，提供學生有感的豐富學習環境。

此外，學生在外語環境學習數學，數學的詞彙和句子結構，會影響數學問題的閱讀力及理解力。Pérez 和 Malagón（2017）從中小學的 CLIL 教材設計的編寫體例角度切入，建議 CLIL 教材在內容結構及數學問題的文字敘述，都必須具結構性和指導性，並避免冗長的文本和複雜的句型，教材連結學科內容和語言學習的關聯，系統性地提高學生的數學語言能力，並在學習過程中，以語言的聽、說、讀、寫四種技能，提升以外語溝通學科內科的能力。

因此，本文以數學教科書比較的相關研究及國教院教科書審查之五大基準為基礎，進一步綜合國內外數學 CLIL 教材發展的相關文獻，建構出數學 CLIL 教科書的分析架構（見研究方法一節）。

參、研究方法

本研究採用內容分析（content analysis），以質、量並行的方式進行分析。

主題文章

內容分析也稱為資料分析或文獻分析，常應用於各種文獻、書刊、雜誌、報紙及信件等研究，以系統化的程序，透過量化及量化的資料編碼，深入探討研究資料的變化及意涵（王文科，2020）。

一、研究對象

本研究採立意取樣，以研究者所開發的國小一年級上學期的數學 CLIL 教科書為主要研究對象，分析的範圍不含練習本和教師手冊。本數學 CLIL 教科書全文以英文編寫，本教科書和英語系國家（如：美國）所出版的英文版數學教科書不同，國外英文版教科書的使用對象是英語為母語的學生，但本教科書的使用對象為英語為外語的學生，內容不但要顧及學生的數學概念發展，也要考量學生的英語能力發展，所以在教材內容的編撰會有很大的不同。目前台灣所推行的雙語教育，最終是希望以全英語的方式教授學科內容，所以 CLIL 教學模式剛推動的初期，會依各學校的教學目標及學生的英語能力等客觀條件，調整使用中文及英文的比例（Chen et al., 2020），階段性地從雙語模式，漸漸推展到全英語教學模式；因此，目前在教學現場所謂的「雙語」實際上是指教學的方式，而非教材要呈現雙語，為避色混淆，本研究在內容分析時會以「CLIL 版」代表本數學 CLIL 教科書，適用對象為臺灣國小雙語教室使用，使用本教科書的老師可依學生的英文能力及每週學科英語教學的時數，在教學過程中決定使用全英文或中英雙語的比例。

本研究的主要目的是分析及檢驗數學 CLIL 教科書的教材內容，然而，因為目前臺灣尚未出版任何國小數學 CLIL 教科書，本研究將以目前臺灣三家出版社的國小一年級上學期數學教科書（以代碼 A 版、B 版及 C 版表示）作為參考基礎，以檢核數學 CLIL 教科書學習內容是否具完整性，並從內容分析探討 CLIL 版教科書需要精進之處。因為 CLIL 版前五單元（10 以內的數、數的分與合、序數、比較多少、比較長短）的教材內容，已透過國小在職老師，以課後活動的方式，進行實驗教學，並經過數學教育專家的意見進行修正，本研究的內容分析，將以 CLIL 版的前五單元為分析範圍。

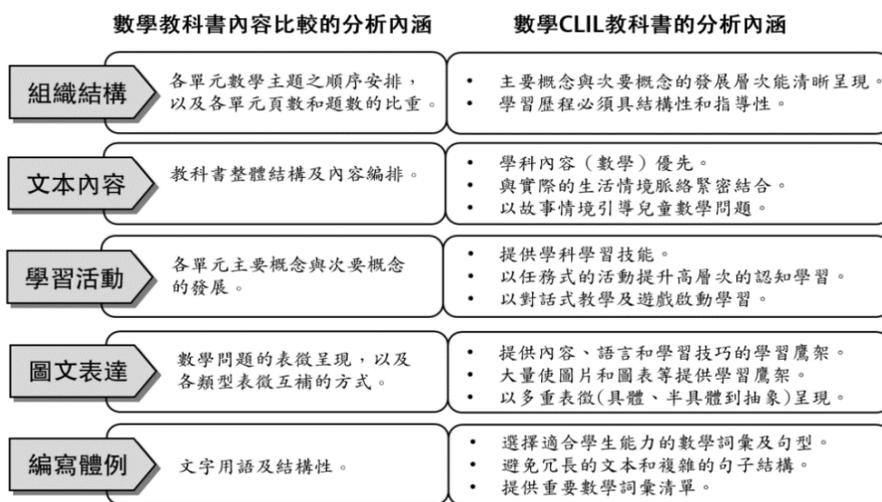
二、教材內容分析架構

本研究整合數學教科書的內容分析內涵及教科書審查基準，再參考數學 CLIL 教材分析內涵，建構「數學 CLIL 教科書內容分析架構」的五大主要面向及具體分析內涵（圖 2）：（1）「組織結構」面向：從宏觀角度分析教科書中各數學主題之順序安排，以及各單元頁數和題數的比重；（2）「文本內容」面向：從宏觀角度分析是教科書整體結構及內容編排；（3）「學習活動」面向：從微觀角度分析各單元主要概念與次要概念的發展；（4）「圖文表達」面向：

從微觀角度分析教材中數學問題的表徵呈現，以及各類型表徵互補的方式；(5)「編寫體例」面向：從微觀角度分析教材文字的用語及結構性。

圖 2

數學 CLIL 教科書內容分析架構



三、研究流程

本研究以質、量並行的方式進行內容分析。在分析單位及分析面向的界定，先由第一作者（英語教育專家）根據研究目的，並參考相關文獻，建構本研究的分析單位及編碼原則，再多次與第二作者（數學教育專家）討論分析單位及編碼流程，從討論中進行修正，以建立內容效度。教材內容編碼是由第一作者及一位研究助理擔任編碼員，研究助理為應外系碩士班研究生，也是職前師資生，已擔任本文作者科技部數學 CLIL 教學計劃研究助理兩年，擔任研究助理前，曾參與數學雙語教學師資培訓計劃。

首先，本研究先分析四版本的單元主題順序、頁數及題數，以了解 CLIL 版在各單元學習內容的分布情形。單元主題順序是指教科書中不同數學概念（如：「10 以內的數」或「比較長短」），放在不同單元中的前後順序。各單元題數統計是以「數學題目」為分析單位，分為「例題」及「練習題」兩部分進行記錄；以「比較長短」的單元為例，「數學題目」是指兩物之間的長度比較（如：卡車和公車哪一輛比較長？），「例題」通常會在「數學題目」布題後，呈現解題歷程的方法、技巧或步驟，例如：為解答卡車和公車何者較長的數學題目，「例題」會先將圖示中的卡車和公車的某一端對齊，再畫兩條直線各別標示卡

主題文章

車和公車的長度，再以文字說明公車比卡車長的比較歷程。「練習題」則是指單純讓學生練習的數學題目，練習題不會呈現解題方法或步驟，需要學生自行解題，也就是教材中出現「做做看」或「練習」等小標題部分。編碼員按各單元的主題順序、頁數、例題題數和練習題題數，分別記錄，最後以描述性統計進行 CLIL 版和三家版本進行組織結構的比較。

然後，再以本研究教材內容分析架構的五大面向：「組織結構」、「文本內容」、「學習活動」、「圖文表達」和「編寫體例」，進行內容分析。編碼員先將四版本各單元的學習內容、數學問題布題方式、數學文字題的敘述方式、數學表徵的呈現方式，分別一一詳細記錄，再依據五大分析面向將質化記錄歸納，最後，第一作者和第二作者再根據四版本在五大面向的異同。

四、信效度考驗

內容分析的信度是指不同編碼員的編碼結果是否一致，內容分析的信度會影響內容分析的結果，不同編碼員的編碼一致性愈高，內容分析的信度愈高(王文科, 2020)。為確保編碼員編碼的一致性，第一作者和第二作者討論編碼方式及流程，以確定分析單位的定義和編碼的準確性。然後，再按分析單位及五大面向的定義和編碼流程，訓練研究助理，在訓練過程中，先進行一單元的編碼，編碼結果採用 Cohen Kappa 係數計算兩位編碼者的一致性程度，兩位編碼員針對編碼不一致時，則和第二作者進行討論和確認，採三角校正的方式，客觀呈現內容分析結果。完成研究助理編碼訓練後，兩位編碼員進行第一次五個單元的正式編碼，編碼結果採用信度簡易公式計算，兩位編碼員的編碼一致性為 0.785；然後，針對編碼不一致的部分，兩位編碼員再和第二作者進行討論和確認，然後再進行第二次五個單元的編碼，兩位編碼員的編碼一致性為 0.89，內容分析的信度達 0.8 以上，即表示編碼具一定的可信度(王文科, 2020)。

肆、研究結果

本節根據本研究的數學 CLIL 教科書分析架構(圖 2)，深入分析數學 CLIL 教科書在五個分析面向和三版本的差異，進而探討待改善之處。首先，從四版本教科書的單元主題順序、頁數及題數等量化分析，分析數學 CLIL 教科書的整體「組織結構」；其次，以 CLIL 版第一單元「10 以內的數」為例，分析 CLIL 版「文本內容」的整體結構及內容編排；然後，再分別從四版本各單元的「學習活動」分析各單元主要概念與次要概念的發展及差異；最後，再分析四版本在「圖文表達」面向的數學問題表徵呈現，以及「編寫體例」面向的文字用語及結構性。

一、組織結構：單元主題順序、頁數及題數

CLIL 版以教育部十二年國教數學領域課綱的教學目標、學習內容、學習表現為教科書發展基礎，所涵蓋的數學主題，和臺灣三家版本的主題一致(表 1)。三家版本教科書的數學主題都分為九個單元，但 CLIL 版的數學主題則分為 11 單元。

表 1
四版本單元主題順序

單元	CLIL 版	A 版	B 版	C 版
第一單元	Numbers 1 to10	10 以內的數	10 以內的數	數到 10
第二單元	Number Bonds	比長短	比長短	比長短
第三單元	Ordinal Numbers	順序與多少	排順序、 比多少	分與合
第四單元	Comparing Numbers	分與合	分與合	順序與 多少
第五單元	Length	認識形狀	方盒、圓罐、球	數到 30
第六單元	Addition within 10	10 以內的加法	30 以內的數	加一加
第七單元	Subtraction within 10	10 以內的減法	10 以內的加法	認識形 狀 減一減 與加減 應用
第八單元	Numbers 11 to 20	30 以內的數	10 以內的減法	讀鐘錶
第九單元	Numbers 21 to 30	時間	幾點鐘	
第十單元	Shapes			
第十一 單元	Time			

CLIL 版數學教科書，不但要關注學生的數學概念發展，並且要考量學生的英語學習發展，為降低每單元的數學詞彙負荷，CLIL 版數學教科書將部分單元內容更精準的區隔。例如，「序數」和「比較多少」兩個主題，三家版本都是放在同一單元中，CLIL 版則是將兩主題各自獨立為一單元；因為序數會涉及從何處開始的順序探討，如由上而下或由左至右，而比較多少是兩個集合基數的比較，因此在概念上有所不同。但在中文的學習素材上，如果只教學序數，一般而言，份量略少，因此在中文的教科書中，多會併同數量的比較進行，以增加一個單元的學習量。CLIL 版教材科書，是融合數學及英文的學習，而序數與數量比較的英文用語，並非學生生活經驗的自然語言，因此需要分成兩個單元，如此能在每一單元既能顧及數學的學習，也能聚焦在英文的學習上。另一方面，

主題文章

因為中文的序數唸法比較規則，是從基數的 1、2、3，直接轉換成第一、第二、第三，中文的序數唸法並未改變基數本身的唸法，但是英文序數的唸法比較不規則，英文的基數唸法為 one, two, three，但序數唸法為 first, second, third，英文的基數和序數的唸法完全不同，學生容易因英文單字不熟悉，而影響數學學習，因此有必要將「序數」獨立為一個單元介紹。

另外，數的認識包含數的聽、說、讀、寫、做，且中文數詞有規律，如：11, 12, 13... 都是 10 加上 1-9 的唸法，因此教材編排上可以在同一個單元做兩部分的處理，因此三家版本都是將「11-30 的數」放在同一單元介紹，但英文數字 11-20 的讀、寫並未有明顯的規律，如：11 唸法為 eleven, 12 唸法為 twelve, 13 唸法為 thirteen... 若在同一個單元學習「11-30 的數」恐份量過多。因此 CLIL 版教材將「20 以內的數」和「30 以內的數」分為兩單元，一方面不會因為在同一單元中要學習 11-30 的英文單字，單字量過多，而造成學習負荷，另一方面多一個單元，可強調累一及累十的點數技巧，讓學生先精熟 20 以內的英文單字及該單元「數的累加」概念，再進行 21-30 的單元，期望從情境的區隔和學習活動的區隔，以階段性的學習方式，降低學習負荷。

從四版本的總頁數和各單元頁數來看（表 2），CLIL 版總頁數最少（116 頁），B 版總頁數最多（140 頁）；三家版本每單元並沒有固定頁數，A 版每單元頁數介於 11-15 頁之間，B 版每單元頁數介於 12-18 頁之間，C 版每單元頁數介於 12-16 頁之間，CLIL 版每單元的頁數則固定為 10 頁。

表 2
四版本總頁數和各主題頁數分布

數學主題	CLIL 版	A 版	B 版	C 版
10 以內的數	10 頁	15 頁	18 頁	16 頁
分與合	10 頁	11 頁	14 頁	14 頁
序數	10 頁	6 頁	12 頁	9 頁
比較多少	10 頁	7 頁	4 頁	3 頁
比較長度	10 頁	10 頁	12 頁	12 頁
總頁數	116 頁	126 頁	140 頁	135 頁

從四版本在五個數學主題的數學問題題數來看（表 3），C 版和 B 版的例題和練習題題數較為接近，C 版例題合計 40 題，B 版例題合計 39 題，C 版練習題合計 83 題，B 版練習題合計 77 題；CLIL 版則和 A 版的例題和練習題題數相近，CLIL 版例題合計 27 題，練習題合計 58 題，B 版例題合計 33 題，練習題合計 57 題。從各版本在各數學主題的例題分布來看，A 版和 C 版在「比較長短」的例題比例最高，都各佔 41%，B 版在「分與合」的比例最高（33%），

CLIL 版則分佈較平均，在「10 以內的數」、「序數」和「比較多少」的比例都各佔 22%。從各數學主題在練習的題數分布來看，CLIL 版和 B 版在「分與合」的比例最高，CLIL 版佔 29%，B 版佔 36%；A 版和 C 版則在「10 以內的數」的比例最高，A 版佔 38%，C 版佔 43%。從表 3 四版本的例題和練習題的題數分布來看，雖然 CLIL 版各單元的頁數較少，但是各單元都有涵蓋各數學主題的主要學習內容，不過從數學例題題數來看，CLIL 版比三版本少。

表 3

四版本例題和練習題的題數分布

數學主題	學習內容	CLIL 版	A 版	B 版	C 版
10 以內的數	數字 1-10	3	3	2	4
	點數				
	數字 1-10 表徵	2	2	2	2
	數字 0	0	1	1	1
	做數	1	1	3	1
	例題的題數	6 (22%)	7 (26%)	8 (30%)	8 (30%)
	練習的題數	10 (17%)	22 (38%)	20 (34%)	25 (43%)
分與合	數的分	1	2	4	3
	數的合	2	2	3	4
	合十概念	1	1	2	3
	例題的題數	4 (15%)	5 (19%)	9 (33%)	10 (37%)
	練習的題數	17 (29%)	6 (10%)	21 (36%)	18 (31%)
序數	數的順序	0	2	3	0
	前後順序	3	1	2	2
	左右順序	1	1	1	1
	上下順序	1	1	1	1
	序數和基數	1	1	1	2
	例題的題數	6 (22%)	6 (22%)	8 (30%)	6 (22%)
	練習的題數	10 (17%)	6 (10%)	16 (28%)	17 (29%)

表 3

四版本例題和練習題的題數分布（續）

數學主題	學習內容	CLIL 版	A 版	B 版	C 版
比較多少	相同數量比較	1	1	1	0
	比較多或少	3	2	3	4
	數量夠不夠	2	1	2	1
	例題的題數	6 (22%)	4 (15%)	6 (22%)	5 (19%)
	練習的題數	13 (22%)	4 (7%)	5 (9%)	2 (3%)
	比較長度	認識長度	1	2	1
比較長度	長短比較	2	1	1	2
	直線和曲線比較	1	2	4	3
	高矮比較	1	2	2	5
	間接比較	0	4	0	0
	例題的題數	5 (19%)	11 (41%)	8 (30%)	11 (41%)
	練習的題數	8 (14%)	19 (33%)	15 (26%)	21 (36%)
合計	例題的題數	27	33	39	40
	合計	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)
	練習的題數	58	57	77	83
	合計	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)

二、本文內容：整體結構及內容編排

國內三家版本教科書，每單元的內容結構都非常類似，每單元的一開始，都會以一個生活情境作為開端，情境頁之後，開始介紹該單元的數學問題，通常會先呈現該單元數學問題的「例題」，在例題中會明確地描述數學問題的內容和結構，並以圖示、人物思考和算式的敘述，呈現解題步驟及歷程；在例題後，通常會呈現和例題相關的「做做看」題目；最後，在每單元結束前，會有一頁到兩頁的練習題或遊戲頁，練習題呈現數學問題，沒有解題歷程，需要由學生自行完成。基本上，CLIL 版的單元內容，也都包含了例題、做做看、練習題和遊戲等四種主要活動。然而，因為數學 CLIL 教材為了達到數學與英文雙目標的學習，因此 CLIL 版與三家版本教科書，在內容及編輯上有許多差異。

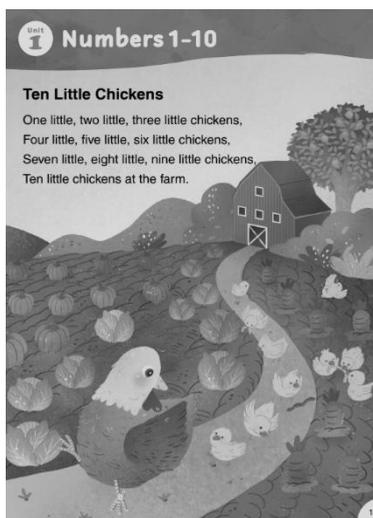
CLIL 版重視學習歷程的情境脈絡性，所以在同一單元中，不同的學習活動都與學習者生活經驗中的情境緊密結合，從單元首頁的數學歌謠、數學情境頁、數學漫畫故事，一直延續到數學概念布題和數學練習，都是以相關的生活情境脈絡串連，將數學的學習內容和實際生活中的情境脈絡緊密結合，落實生活數學的應用（范信賢，2016；Meyer, 2010）。以「10 以內數字」單元為例，CLIL 版以菜園裡十種蔬果的情境為主題，然後以蔬果相關情境設計不同的學習活動，例如：以媽媽和孩子在菜園裡照顧十種蔬果、媽媽和孩子在廚房煮蔬菜湯，以及孩子和爸爸在市場販賣各式水果等生活情境，串連「認識數字 1-10」、「點數」及「做數」等學習內容的布題。以下按 CLIL 版第一單元「10 以內數字」說明整體結構及內容編排。

（一）單元首頁（數學歌謠）

三家版本的單元首頁是以生活情境為主，CLIL 版在每單元的首頁，都會有一頁數學歌謠（圖 3），將該單元的主要數學概念或數學詞彙結合在歌詞中，切入數學單元主題，透過歌謠，幫助學生熟悉該單元的主要數學字彙或句型（Willis, 2013）。例如：第一單元的主要數學內容為 1-10 數字的聽、說、讀、寫及點數，學生需要先能聽懂和會說出數字 1-10 的英文唸法，才能以英文學習點數物件，學生先以數學歌謠（One little, two little, three little chickens...），熟悉數字 1-10 的英文唸法，熟練英文的數詞順序，進行該單元的學習內容時，才能以熟悉的數學詞彙進行數學學習活動。

圖 3

CLIL 版的「數學歌謠」示例圖



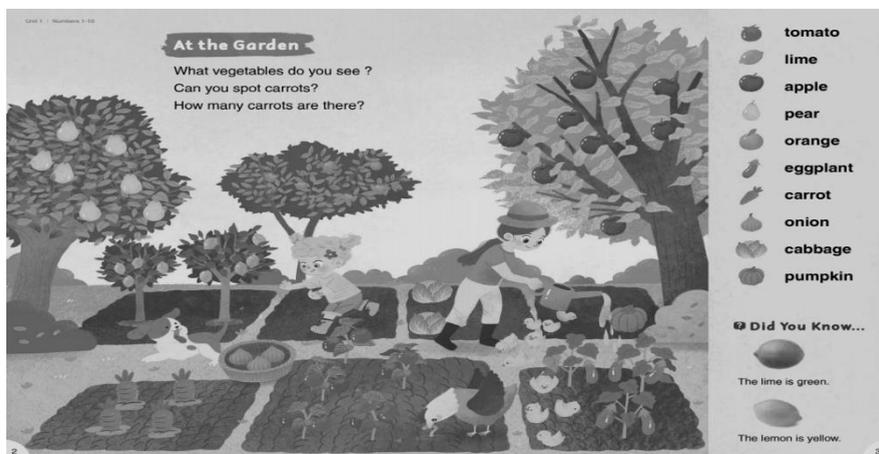
主題文章

(二) 數學生活情境及主題單字

在首頁的數學歌謠之後，正式進入數學概念布題之前，CLIL 版和三家版本一樣，會有一個生活情境圖，三家版本的情境頁通常以動物為主角，情境背景包含日常生活、學校生活、大自然環境或童話故事等場景，情境頁通常會有一到兩句的提問句，引導學生將情境與數學問題進行連結。CLIL 版的情境頁，主要以孩子為主角，以孩子的生活情境為背景，讓學生在生活情境中學數學，例如：「10 以內的數」的情境頁（圖 4），以孩子和媽媽在蔬果園，照顧十種蔬果為情境，引導學生學習 1-10 不同蔬果的點數，並揭示該單元的三個提問句，例如，「10 以內的數」情境頁的三個提問句為：1. 說說看菜園中有什麼蔬果？（What vegetables do you see?）2. 找找看紅蘿蔔在哪裡？（Can you spot carrots?）3. 數數看有幾根紅蘿蔔？（How many carrots are there?）。

圖 4

CLIL 版的「情境頁」示例圖



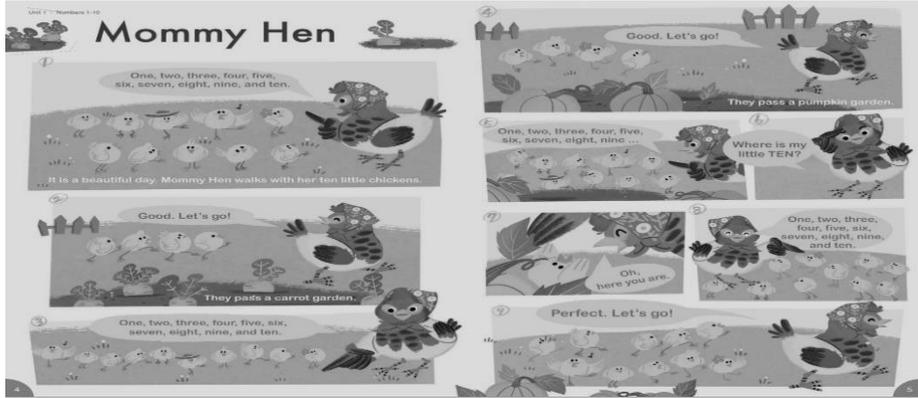
(三) 數學漫畫故事

CLIL 版和三版的另一個差異是數學漫畫故事的設計，CLIL 版在每單元按各單元的數學主題，發展成有趣的數學故事，引導學生在故事情境中學數學，數學漫畫故事的主要目的，是提供情境式的學習，讓學生在生活故事中學習數學，提供數學概念及英語發展的學習鷹架（Ioannou-Georgiou & Verdugo, 2011; Mehisto, 2012），例如：在「10 以內的數」單元，數學故事的場景（圖 5）是從情境頁的蔬果園延伸，故事中母雞帶著 10 隻小雞逛蔬果園，母雞怕小雞沒跟

上，在逛蔬果園的過程中，不斷地從 1 到 10 點數小雞，學生從有趣的圖像和故事中，自然而然地跟著母雞學習 1 到 10 的點數，熟練英文的數詞順序。

圖 5

CLIL 版的「數學漫畫故事」示例圖

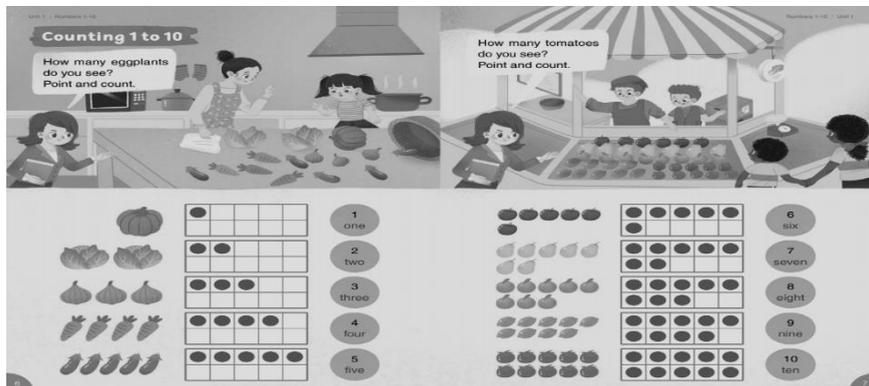


(四) 數學概念的情境布題

在數學概念的情境布題方面，CLIL 版延續情境頁的情境，讓學生持續在同一情境中學習單元中的數學概念，學習內容因情境脈絡的串連，使學習產生意義（范信賢，2016；Meyer, 2010）。例如：「10 以內的數」的主要數學概念是 1-10 的點數及唸讀，教學頁延續情境頁的蔬果園情境，將情境頁所看到的蔬果，連結到生活中熟悉的廚房和菜市場情境（圖 6），讓學生從真實的生活情境中，學習 1-10 的數字點數及唸讀。

圖 6

CLIL 版的「數學概念布題」示例圖

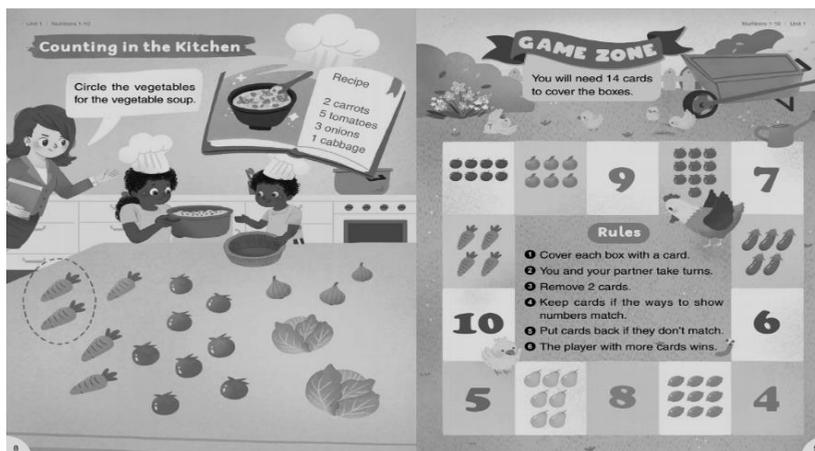


主題文章

在做數和遊戲練習部分，CLIL 版也是延續蔬果相關的情境（圖 7），例如：在做數活動，是以孩子和媽媽在廚房煮蔬菜湯的情境，引導學生圈選蔬菜湯食譜中蔬菜數量。

圖 7

CLIL 版的「做數及遊戲」示例圖



目前三家版本教科書，在同一單元的數學概念，大都不是用相關的情境脈絡布題，而是有多元的情境布題設計，以「比較多少」單元為例，A 版一開始以動物派對為情境，從每位動物要坐一張椅子，椅子「夠不夠」的問題開始布題，然後在數學概念的布題則跳離派對情境，另以 7 隻蜻蜓和 8 隻蝴蝶，引導「比較多少」的概念；C 版在「比較多少」單元，以小朋友騎車要戴安全帽為情境，從每人要戴一頂安全帽，安全帽「夠不夠」開始布題，然後，在「比較多少」的學習活動，則未有情境設計，單純以不同顏色的蘋果引導「比較多」或「比較少」的概念。

從布題情境的多元性來看，CLIL 版因為考量情境脈絡的連貫性，在布題情境不若三家版本多元。例如：在 B 版「10 以內的數」單元，在「做數」的布題方式，是以老師出示數字 7，學生以畫 7 隻蝴蝶、比 7 根手指、排 7 個花片及畫 7 個圈圈等不同表徵來對應；B 版甚至以老師拍手的方式，要學生聽拍手次數，以不同的表徵方式對應；CLIL 版為了考量數學情境脈絡的連貫性，並考量學生在做數活動時，需要能聽懂老師布題中點數物件的英文單字，因此在「做數」的布題，聚焦在本單元的蔬果，學生比較容易理解老師布題的語言，也因為 CLIL 版考量學生語言發展階段限制，數學概念的情境布題不若三家版本有較多的變化。

三、學習活動：主要概念與次要概念的發展

為避免學生在 CLIL 教學模式中，因顧及英文學習而弱化了數學的學習內容，此節將 CLIL 版的前五單元和三家版本教科書比較，以檢驗 CLIL 版的內容是否能涵蓋數學領域課程綱要所要求的學習內容，學習內容涵蓋各數學單元的主要概念及次要概念的發展。

(一) 10 以內的數

在「10 以內的數」單元，四版本都包含了「數字 1-10 點數」、「數字 1-10 表徵」和「做數」三個學習內容。在「數字 0」的部分，因為 0 是一個比較特別的數字，無法點數，B 版和 C 版將「數字 0」的學習內容，放在「10 以內的數」單元，A 版則放在「數的分與合」單元，CLIL 版則放在「10 以內的減法」單元。四版本都有「數字 0」的學習，但放在不同的單元介紹。

(二) 數的分與合

在「數的分與合」單元，四版本都包含了「數的分」、「數的合」和「合十」三個學習內容，而且也都是按照「數的分」、「數的合」和「合十」三個數學概念依序布題，學習內容大致相同，只是四版本在情境布題方式略有不同。

(三) 序數

在「序數」單元，包含「前後順序」、「左右順序」、「上下順序」和「序數和基數」四個學習內容，基本上四版本都是按以上四個學習內容，依序布題。然而，A 版和 B 版在正式進入序數的「前後順序」教學前，先以「數的順序」進行布題，讓學生先熟悉數字的順序，再進行序數教學；CLIL 版和 C 版則直接以序數的「前後順序」進行布題，並未呈現「數的順序」概念布題。

(四) 比較多少

在「比較多少」單元，包含「比較多或少」和「數量夠不夠」兩個主要學習內容。三家版本都是先從「數量夠不夠」布題，然後再布題「比較多」或「比較少」的問題。CLIL 版則是先從「比較多」或「比較少」的數學概念布題，再進行「數量夠不夠」的布題。

(五) 比較長短

「比較長短」單元，包含「認識長度」、「長短比較」、「直線和曲線比較」和「高矮比較」四個學習內容。CLIL 版、A 版和 C 版在正式進入「長短比較」的數學概念前，都先從「認識長度」的學習內容介紹什麼是長度，也就是

主題文章

以手比劃物件的長度，說明東西的長度範圍，B 版則是直接從直觀比較開始進入教學。在「高矮比較」部分，三家版本都以人物的身高比較高矮，再以書本的厚度比較厚薄；CLIL 版在「高矮比較」的布題，只聚焦在物件的高矮 (tall, short) 比較，沒有呈現物件的厚薄 (thick, thin) 比較。

從以上分析，CLIL 版的學習內容，除了在「序數」單元，並未先呈現「數的順序」概念，以及在「高矮比較」的數學概念中，未出現「高矮」和「厚薄」等不同的英文名詞的高度比較，其它單元的學習內容，都含概了十二年國教課綱數學領域的學習內容。

四、圖文表達：數學表徵的呈現

因為是一年級的教材，四版本都有大量使用圖片做為學習鷹架，在數學型、文字型、視覺型和聯合型四種表徵型態，四版本都以聯合型表徵的比例最高 (表 4)，以數學型或文字型的單一表徵型態的比例較低，CLIL 版和 A 版甚至沒有使用純文字型態的表徵呈現數學問題。

表 4

四版本數學表徵的呈現

表徵型態	CLIL 版	A 版	B 版	C 版
數學型	12 (14%)	5 (6%)	15 (13%)	1 (1%)
文字型	0 (0%)	0 (0%)	10 (9%)	12 (10%)
視覺型	10 (12%)	19 (21%)	16 (14%)	25 (20%)
聯合型	63 (74%)	66 (73%)	75 (64%)	85 (69%)
合計	85	90	116	123

然而，從聯合型表徵的呈現分析中，發現因為三家版本是以老師和學生熟悉的母語進行教材設計，學生比較可以直接理解文字，因此在圖文表達方面，三家版本的部分內容，比較沒強調圖文的搭配或互補性。例如：A 版「分與合」單元的情境頁，是以 8 隻動物在草地上野餐為主題，圖中有 7 個三明治，情境提問文字為「A 拿了 3 個三明治給 B，剩下的三明治是不是剛好全家 4 人每人一個呢？」這段文字並未能精準地和「數的分與合」的數學主軸連結，因為「數的分與合」主要是學一個數的合成分解，但是情境提問文字卻問三明治夠不夠的問題。再以 B 版「數的分與合」單元為例，在情境頁中 10 隻貓熊在玩耍，不同貓熊分別在看書、吃竹子、游泳、爬樹...等七種不同活動，這張情境頁的畫面，並無法清楚分辨如何將 10 隻貓熊進行數的合成分解，而且情境頁的提問文字「數一數全部有幾隻貓熊呢？」，學生可能只是在做全部數量的點數，無法聚焦在發現數之間的分與合關係。

學生在 CLIL 教學模式中，以外語學習數學，不論在數學、英文或學習技巧上，都特別需要學習鷹架，幫助學生突破學科內容和語言認知的屏障(Mehisto, 2012)，CLIL 版除了大量使用圖片和圖表提供學習鷹架之外，也特別重視圖文之間的搭配及互補性，力求圖片能幫助學生理解文字，文字內容能清楚明確地指導學生從圖片中尋找文字線索。以 CLIL 版情境頁(圖 4)的提問句為例，根據每單元的主要數學概念，情境頁的提問句會以清楚的三階段問句，引導學生進入該單元的數學主軸，例如：在「10 以內的數」的情境頁提問句為：What vegetables do you see? Can you spot carrots? How many carrots are there? 第一句是引導學生認識該單元情境中的蔬菜及單字，情境頁的右邊輔以情境中的英文單字，為學生裝備該單元的基礎單字；第二句是引導學生將視線聚焦在第三提問句的主要物件(carrot 紅蘿蔔)；第三句則是清楚明確地提出該單元的物件點數的數學概念。

此外，在圖像表徵的呈現上，CLIL 版特別重視表徵從具體、半具體到抽象呈現數學問題的關連。例如：在「比較大小」單元，四版本在表徵的呈現有不同的處理方式，CLIL 版和 A 版會先在情境中，鋪陳具體物件在生活情境中的真實狀況，再和圖表中半具體的圈圈和抽象的數字對照，例如：CLIL 版在情境中，以孩子午餐盤上不規則排列的雞塊，呈現真實情境中的自然狀況，再以情境中的具體表徵(雞塊)放在表格中一對一排列比較，然後再將具體表徵，轉換成十格版中的半具體表徵(圈圈)代替；此種布題方式，讓學生能從真實情境中的具體表徵比較，轉換到數學上半具體表徵(圖像)表徵比較。然而，B 版和 C 版並未將情境頁中的具體實物和圖像表徵結合，而是在不同例題中，分別以具體物件或圖像圈圈的比較方式呈現，這樣的表徵呈現方式，學生比較不易理解從生活中的實物，轉換到圖像表徵的過程(鄭章華，2018)。

五、編寫體例：文字用語及結構性

CLIL 版考量學生的英文發展階段問題，在教材的文字鋪陳，會考量英文的詞彙、句型及時態的選擇，並以最簡短且結構化的型態呈現(Pérez & Malagón, 2017)。在英文詞彙部分，CLIL 版在每單元情境頁，會挑選八到十個情境中的主題單字，裝備學生該單元的生活字彙；以「比較長短」單元為例，為了讓學生能理解老師在教學過程中比較長短的物件名稱，此單元是以孩子在遊戲室，玩各式各樣的交通工具為情境，在情境頁的右邊列出八種交通工具的英文單字(如：汽車、火車、公車、卡車...等)，教師在情境頁中引導數學主題時，也同時帶領學生熟悉該單元的英文單字，進入數學概念布題時(如：汽車和公車哪一輛比較長?)時，學生便可以用熟悉的英文單字學習數學概念。另外，CLIL 版也會將重要的數學詞彙，在學習歷程中適時呈現，例如：在「比較長短」單元中，以圖片標示 length(長度)和 height(高度)兩個數學詞彙的意義，提升

主題文章

學生數學詞彙的理解。在句型方面，在同一單元中，不論是直述句或疑問句，CLIL 版都會儘量使用結構相同的句型，例如：Which is longer, the truck or the bus? The truck is longer. Which is taller, the traffic sign or the stop sign? The traffic sign is taller. 學生在結構性的句型學習數學，比較容易理解同類型的數學問題。

然而，因為要考量學生英文能力的發展，CLIL 版在文字問題的呈現上，相對受到限制，不若三家版本有較多的變化。例如：在「比較長短」單元的「高矮比較」的數學概念中，三家版本都以人物的身高比較「高矮」，再以書本的厚度比較「厚薄」，但 CLIL 版為顧及學生的英文單字的負荷量，只聚焦在物件的「高矮」(tall, short) 比較，沒有呈現物件的「厚薄」(thick, thin) 比較。另外，在「序數」單元，三家版本在「序數」問題的文字陳述上，會呈現不同的句型變化，例如：C 版在「前後順序」的布題包含：(1) X 排在第 1 個，Y 排在第___個；(2) 數到 X，共有___個人在排隊；(3) 排在 Y 前面的有___個人；(4) 排在 X 後面的有___個人；(5) 數到 X，再往下數 2 個人是 Y，Y 是第___個人。多變化的文字題型，可提供學生不同題型的練習機會；但是在 CLIL 教室，學生以不熟悉的語言學數學，這一連串的數學文字問題，所形成的挑戰可能不是單純的序數概念本身，而是文字內容的複雜性。因此，CLIL 版在數學文字的詞彙和句子結構，都必需考量學習者的語言能力，在「序數」的布題，只以結構相同的句型提問，例如：Who is the third in the line? Who is the fifth from the right? Which is the seventh from the left? Which is the fourth from the top? 因為著重結構化的句型，CLIL 版的文字句型變化，不若三家版本那麼有變化。

再以「比較長短」單元為例，B 版和 C 版將直線和曲線的比較，延伸為距離遠近的問題，也就是以直線和曲線兩條不同路徑布題，要學生勾選走直線或走曲線的路比較近，B 版在文字敘述上，甚至問要怎麼走比較快？對於低年級的 CLIL 學生來說，在比較長短的數學概念中，出現長短、遠近和快慢等不同英文名詞，在學習認知上可能會更加困難。因此，CLIL 版在「直線和曲線比較」的布題，只聚焦在物件的長短比較，並沒有延伸到距離遠近和快慢的概念。

伍、結論

本研究依據研究問題及分析結果，獲致以下幾點結論：

一、數學 CLIL 教科書的整體結構及內容編排

(一) 具完整的數學學習內容

雖然 CLIL 版的總頁數和每單元的頁數比三家版本少，但從分析結果顯示，在有限的頁數下，所呈現的學習內容都能完整地涵蓋數學領域課程目標的學習內容。尤其，CLIL 版為考量數學和英語的雙目標學習，將數學主題細分成更精細的單元，呼應楊德清等人（2011）的研究結果，在單元數較少的教科書，每單元會包含比較多的數學概念和範圍，比較不易聚焦，每單元的數學主題越聚焦，教師可以更明確地了解教學目標及學習活動。

（二）具連貫的情境式布題

徐偉民（2013）指出臺灣數學教科書，在數學單元一開始會有明顯的生活連結的意圖，但在例題的呈現卻大多以文字為主，使得例題產生和情境有不連續的斷層。臺灣數學教材歷經多次的改編，此問題仍然存在。CLIL 版以主題式的生活情境，串連不同的學習內容及學習活動，提供教師在相關的情境脈絡中教學，學生能持續性地在相關的生活情境中學習，將數學應用在生活中（鄭章華，2018；Meyer, 2010）。另外，以情境式的主題單字學習數學概念，學生可以從情境式的主題單字及結構性的句型，理解教師所使用的英語（Pérez & Malagón, 2017）。

（三）具多元性的學習鷹架

CLIL 版的另一特色，是以多元的學習活動，提供學習鷹架。教材每單元所包含的數學歌謠、數學漫畫故事、生活英文單字和數學詞彙等，都是 CLIL 版針對 CLIL 學生設計的獨特學習活動，也是 CLIL 版和國外英文版數學教科書最大不同之處，這些學習活動在學生學習數學的歷程中，能提供漸進式的學習鷹架。尤其 CLIL 版重視圖像式的學習鷹架，在教材中各方面的學習內容，都大量使用具體、半具體的插圖或圖表，輔助說明數學概念或解題歷程，提升學生的理解力（Guerrini, 2009; Riccomini et al., 2015）。

二、數學 CLIL 教科書待改進之處

（一）因 CLIL 版的總頁數較少，提供學生練習的題數較少

為提升學生在外語環境理解學數學概念，CLIL 版在每單元以五頁左右的版面，設計有別於中文版數學教科書和國外英文版教科書的獨特學習內容 - 數學歌謠、數學漫畫故事、英文單字情境圖等，建構獨特的數學 CLIL 學習鷹架，再上 CLIL 版的總頁數比較少，因此，CLIL 版在練習題的題數較少，學生自我練習的機會相對較少，未來需研發學生練習本，提供學生較多的練習機會。

主題文章

(二) 因強調情境脈絡的相關性，情境布題比較不多元

CLIL 版為顧及學生以英文理解數學，在同一單元中以相關主題的情境脈絡布題，提升學生的理解力；然而，受限於主題式的情境脈絡，在數學例題的情境布題，則比較不多元，未來教材研發團隊，在發展 CLIL 版教師手冊時，則需考慮提供不同情境的教學示例，提供雙語教師不同的數學情境布題。

(三) 因受限學生的英語能力，在文字問題的編寫略有局限性

為考量學生的英語能力發展，在教材中的詞彙、句型及時態選擇，都以結構性的文字及句型編寫，提供學生系統性地發展英語能力；也因為如此，教材在文字問題的編寫上比較有局限性，部分數學問題的布題，不若國內三家版本有變化。

陸、建議

以下從數學 CLIL 教科書的研發及研究，提出未來在執行上的具體建議及改進。

一、未來教師使用數學 CLIL 教科書的研究建議

教師如何詮釋教材，會影響教師的教學策略及成效（徐偉民，2017），教師本身的雙語教學知能、信念及英文能力，將影響教師如何應用 CLIL 教科書於教學現場；因此，建議未來可進行雙語教師在教學現場，如何詮釋數學 CLIL 教科書的研究，以了解雙語教師在使用教科書的問題及困難，做為未來改進數學 CLIL 教科書的方向。

二、未來研發中高年級數學 CLIL 教科書的建議

CLIL 版數學教科書的發展，並不是單純以英文將中文版的數學教科書的內容，轉換成英文版的教科書而已，而是要從數學學習及英文學習的雙重角度，發展一本既可學習數學又能學習英文的教科書，所以，CLIL 版才會在教材的單元安排上，會有不同於傳統數學教科書的學習內容和活動。然而，中高年級的數學概念逐漸複雜，教材中需要呈現較多的數學問題及解題歷程，在未來中高年級的教材發展，可能需要調整教材設計的結構模式。建議可將一、二年級教材中所累積的英語單字及主題情境，融入中高年級教材中，有助布題情境的多元化。另外，可以加上電腦輔助教學或虛擬教具的動態呈現提供學習鷹架（Chang et al., 2013），以符合中高年級學生的學習需求。

三、未來在數學雙語教學現場的建議

為降低學習負擔，教材內容需做調整或減少變化，以達到數學和英語的學習雙目標。在教學應用上，建議可整合跨領域教師的合作教學，或在教學時數上進行整併，例如：將現有的英文和 2/3 的數學時數進行整併，另外 1/3 的數學時數，可針對不同程度的學生提供不同的輔助教學；對於程度較突出的學生，可增加其它多元情境例題的練習；對於程度較落後的學生，建議教師以較多的中文時數，補強文字問題的解題能力，以建立運算符號的意義，以使雙語教育達到最好的成效。

四、未來數學 CLIL 教科書內容分析的建議

本文結合國教院的審查基準與 CLIL 理論建立分析架構，算是一項創舉，然而，在研究過程中，本研究並未邀請研究團隊以外的專家學者檢核此一分析架構與檢核編碼，僅由兩位作者分別從英文及數學教育的專業角度共同建構及分析，為本研究的限制。建議未來研究者在進行 CLIL 教科書內容分析時，可尋求團隊外數學專家學者的協助及檢核，以避免同溫層效應對研究結果產生的可能影響。

致謝

本研究感謝國科會計畫經費支助(110-2511-H-033-002)及期刊編審委員提供寶貴的修正意見。

參考文獻

王文科 (2020)。教育研究法。五南。

行政院 (2018)。2030 雙語國家政策發展藍圖。
<https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/b7a931c4-c902-4992-a00c-7d1b87f46cca>

呂妍慧、袁媛 (2020a)。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。

呂妍慧、袁媛 (2020b)。數學雙語師資培育之實踐與省思。臺灣教育評論月刊，9 (10)，47-51。

主題文章

- 吳昭容、曾建銘、鄭鈴華、陳柏熹、吳宜玲 (2018)。領域特定詞彙知識的測量：三至八年級學生數學詞彙能力。**教育研究與發展期刊**，**14** (4)，1-40。
- 范信賢 (2016)。核心素養與十二年國民基本教育課程綱要：導讀《國民核心素養：十二年國教課程改革的 DNA》。**教育脈動**，**5**，1-7。
- 徐偉民、徐于婷 (2009)。國小數學教科書代數教材之內容分析：臺灣與香港之比較。**教育實踐與研究**，**22** (2)，67-94。
- 徐偉民 (2013)。國小數學教科書數學問題類型與呈現方式之比較分析 - 以臺灣、芬蘭、新加坡為例。**科學教育學刊**，**21** (3)，263-289。
- 徐偉民、柯富渝 (2014)。臺灣、芬蘭、新加坡國小數學教科書幾何教材之比較。**教科書研究**，**7** (3)，101-141。
- 徐偉民 (2017)。小學數學教科書使用之探究。**教科書研究**，**10** (2)，99-132。
- 國教院 (2018)。高級中等學校及國民中小學教科用書審查基準。
<https://censor.naer.edu.tw/Law.aspx>
- 教育部 (2020)。教育部啟動全英語教學師資培育計畫。
https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=BE94948F0D339502
- 陳慧琴、呂翠玲、許娛華、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。
- 黃珮懿、鍾靜 (2016)。用繪本學數學 - 以中年級為例。**臺灣數學教師**，**37** (2)，1-16。
- 楊德清、施怡真、徐偉民、尤欣涵 (2011)。臺灣、美國和新加坡小一數學教材內容之比較研究。**課程與教學季刊**，**14** (2)，103-134。
- 楊德清、鄭婷芸 (2015)。臺灣、美國與新加坡國中階段幾何教材內容之分析比較。**教育科學研究期刊**，**60** (1)，33-72。
- 鄭章華 (2018)。淺論十二年國教數學素養導向教學。**臺灣教育**，**709**，83-91。
- Abdullah, A. H., & Shin, B. (2019). A comparative study of quadrilaterals topic content in mathematics textbooks between Malaysia and South Korea. *Journal*

- on Mathematics Education*, 10(3), 315-340.
- Ball, P. (2018). Innovations and challenges in CLIL materials design. *Theory Into Practice*, 57, 222-23.
- Cambridge English for Speakers of Other Languages (2010). *Teaching maths through English – A CLIL approach*. Cambridge ESOL.
- Chang, W., Yuan, Y., Lee, C., Chen, M., & Huang, W. (2013). Using magic board as a teaching aid in third grader learning of area concepts. *Educational Technology & Society*, 16 (2), 163-173.
- Chang, C., & Silalahi, S. (2017). A review and content analysis of mathematics textbooks in educational research. *Problems of Education in the 21st Century*, 75(3), 235-251.
- Charalambous, C., Delaney, S., Hsu, H., & Mesa, V. (2010). A comparative analysis of the addition and subtraction of fractions in textbooks from three countries. *Mathematical Thinking and Learning*, 12(2), 117-151.
- Chen, F., Kao, S., & Tsou, W. (2020). Toward ELF-informed bilingual education in Taiwan: Addressing incongruity between policy and practice. *English Teaching & Learning*, 44, 175-191.
- Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *Content and language integrated learning*. Cambridge University Press.
- Guerrini, M. (2009). CLIL materials as scaffolds to learning. In D. Marsh, P. Mehisto, D. Wolff, R. Aliaga, T. Asikainen, M. J. Frigols, & G. Langé (Eds.), *CLIL practice: Perspectives from the field* (pp. 74-78). University of Jyväskylä.
- Ioannou-Georgiou, S., & Verdugo, M.D. (2011). *Stories as a tool for teaching and learning in CLIL*.
https://www.pi.ac.cy/pi/files/epimorfosi/analytika/epimorf/agglika_dem/Stories_ioannougeorgioudoloresramirez.pdf
- Lu, Y., & Yuan, Y. (2022). *CLIL mathematics: Course book 1A*. MindKee.
- Mehisto, P. (2012). Criteria for producing CLIL learning material, *Encuentro*, 21, 15-33.

主題文章

- Meyer, O. (2010). Towards quality-CLIL: successful planning and teaching strategies. *Puls*, 33, 11-29.
- Özer, E., & Sezer, R. (2014). A comparative analysis of questions in American, Singaporean, and Turkish mathematics textbooks based on the topics covered in 8th grade in Turkey. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 411-421.
- Pérez, M., & Malagón, C. (2017). Creating materials with ICT for CLIL lessons: A didactic proposal. *Social and Behavioral Sciences*, 237, 633-637.
- Reyhani, E. & Izadi, M. (2018). Comparative content analysis of mathematics textbooks taught to the first grade students of elementary schools in Iran, Japan and America. *International Journal of Industrial Mathematics*, 10(3), 295-310.
- Reys, B., Reys, R., & Chávez, O. (2004). Why mathematics textbooks matter. *Educational Leadership*, 61(5), 61-66.
- Riccomini, P., Smith, G., Hughes, E., & Fries, K. (2015). The language of mathematics: The importance of teaching and learning mathematical vocabulary. *Reading & Writing Quarterly*, 31, 235-252.
- Slavit, D., & Ernest-Slavit, G. (2007). Teaching mathematics and English to English language learners simultaneously. *Middle School Journal*, 39(2), 4-11.
- Wang, T., & Yang, D. (2016). A comparative study of geometry in elementary school mathematics textbooks from five countries. *European Journal of STEM Education*, 1(3), 1-10.
- Willis, J. (2013). English through music: Designing CLIL materials for young learners. *Padresy Maestros*, 349, 29-32.
- Yang, D. (2020). The study of geometry in elementary mathematics textbooks in Finland, Singapore, and Taiwan. *Journal of Mathematics Education*, 5(1), 16-29.
- Zhu, Y., & Fan, L. (2006). Focus on the representation of problem types in intended curriculum: A comparison of selected mathematics textbooks from Mainland China and the United States. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(4), 609-626.

Content Analysis on a CLIL Mathematics Textbook for Elementary Students in Taiwan

Yen-Hui Lu* Yuan Yuan**

Textbooks are important to the teaching process. Under Taiwan's bilingual education policy, a well-developed *Content and Language Integrated Learning* (CLIL) textbook is an important factor interacting the implementation of bilingual teaching. This study used the content analysis approach to examine a CLIL mathematics textbook, newly developed by the authors, in five aspects – organization, content, learning activity, mathematical representation, and text – comparing to other three major mathematics textbooks, published locally. The three major features of the CLIL mathematics textbooks include well-developed math learning contents, theme-based situated learning, and diverse learning scaffoldings. However, certain adjustments may be needed for the authors' version. For example, more exercises for practice, more diverse mathematics examples, and more word problems must be added. Based on the research results, this study provides suggestions for teachers using the CLIL mathematics textbook in CLIL classrooms. This study also suggests that more adjustments are needed while developing other textbooks for intermediate and higher-level graders.

Keywords: content analysis, textbook research, bilingual education in mathematics, content and language integrated learning

* Yen-Hui Lu, Associate Professor, Department of Applied Linguistics and Language Studies, Chung Yuan Christian University

** Yuan Yuan, Professor, Department of Mathematics Education, National Taichung University of Education

主題文章

Corresponding Author: Yen-Hui Lu, email: yenhuilu@gmail.com