

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。
doi: 10.6278/tjme.202004_7(1).001

數學領域雙語教育之教學模式初探

呂妍慧¹ 袁媛²

¹ 中原大學應用外國語文學系

² 中原大學教育研究所

因應 2030 雙語國家政策，接踵而至的緊迫問題便是雙語教學模式的研發。本文根據「學科內容和語言整合學習」（CLIL）的 4Cs 教學框架：內容（content）、溝通（communication）、認知（cognition）和文化（culture），建構一套適合臺灣國小學童的數學 CLIL 教學模式，此教學模式提出六項具體教學設計流程：情境分析、數學主軸、目標語言、認知鷹架、整合學習及課室管理。本文最重要的貢獻，是以數學合十概念為教學主題，結合萬用揭示板虛擬教具，提出數學 CLIL 教學案例，具體說明教學內容和流程，提供有志於數學雙語教學的教師參考。本教案有別於一般的數學教案和英文教案，有四項重要的特色：（1）數學故事的情境式學習；（2）豐富有趣的圖像式學習；（3）結合虛擬教具的認知鷹架；及（4）數學問題導向的整合學習。未來可應用這套數學 CLIL 教學模式培訓數學雙語教師及設計國小數學雙語教材，並進一步檢驗此教學模式的可行性及應用成效。

關鍵字：教學模式、數學雙語教學、學科內容和語言整合學習

通訊作者：呂妍慧，e-mail：yenhuilu@gmail.com

收稿：2020 年 1 月 31 日；

接受刊登：2020 年 4 月 9 日。

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.

doi: 10.6278/tjme.202004_7(1).001

A Model of Bilingual Instruction in Mathematics: A Preliminary Study

Yen-Hui Lu¹ Yuan Yuan²

¹ Department of Applied Linguistics and Language Studies, Chung Yuan Christian University

² Graduate School of Education, Chung Yuan Christian University

The pressing issue under the policy of developing Taiwan into a bilingual nation by 2030 is to develop bilingual teaching models. Based on the 4Cs model (content, communication, cognition, and culture) in Content and Language Integrated Learning (CLIL) proposed by Coyle, this study proposes a mathematics CLIL model for elementary school students in Taiwan. The proposed model includes six steps of designing mathematics CLIL lessons, including analysis, content focus, target language, scaffolding, integrated learning, and classroom management. One of the most important contributions of this study is its utilization of Magic Board, a web-based virtual manipulative tool, as a teaching platform to demonstrate the procedures of teaching the concept of number pairs up to 10. The lesson plan explicitly explains the teaching content and procedures for future teachers who are interested in teaching mathematics through English. Unlike lesson plans in the traditional mathematics or English classroom, this mathematics CLIL lesson plan has four distinguishing features: (1) situated learning with mathematic stories, (2) interesting visual learning, (3) scaffolding using virtual manipulatives, and (4) mathematic problem-based integrated learning. This mathematics CLIL model may be used in future training to prepare bilingual teachers in mathematics and to develop bilingual teaching materials. Future research on this proposed teaching model should be conducted for testing its feasibility and application.

Keyword: teaching model, bilingual instruction in mathematics, content and language integrated learning

Corresponding author : Yen-Hui Lu , e-mail : yenhuilu@gmail.com

Received : 31 January 2020;

Accepted : 9 April 2020.

壹、前言

因應全球化及國際化的趨勢，為提升國人英語力與國際競爭力，臺灣以 2030 年為目標，規劃邁向雙語國家的發展藍圖，而教育部則以「學科內容和語言整合學習」(Content and Language Integrated Learning, 簡稱 CLIL) 為教學主軸，積極推動中小學部分學習領域以英語授課。CLIL 是一個新的教學發展趨勢及研究方向，其發展仍然方興未艾，特別是目前在國內數學領域中所探討 CLIL 的研究仍屬有限，因應臺灣雙語政策，接踵而至的緊迫問題便是教學方案的發展。本文從歐洲發展 CLIL 的背景、臺灣發展 CLIL 教學模式的現況，以及臺灣數學和英文教學的問題與機會，深入探討發展一套適合臺灣國小學童的數學 CLIL 教學模式之重要性，並從 CLIL 的心理論及數學學習領域相關的 CLIL 文獻分析，以建構一套適合臺灣國小數學的 CLIL 教學模式。

貳、緒論

一、臺灣邁向雙語國家之英語教育政策

面對全球化及國際化浪潮，英語已持續成為全球國際溝通的重要共通語言，在此趨勢下，英語能力與國際競爭力已成為非英語系國家共同的重要課題。如何增進國民的英語溝通能力，提升臺灣的國際競爭力，已成為政府與全民的共識。為厚植國人英語力與提升國家競爭力，國家發展委員會遵循行政院指示，以 2030 年為目標，企圖打造臺灣成為雙語國家(行政院, 2018)。教育部配合國家發展委員會於 2016 年底公布的「2030 雙語國家政策發展藍圖」，以「全面啟動教育體系的雙語活化、培養臺灣走向世界的雙語人才」為目標，推動中小學部分學習領域或學科以英語授課，並朝學科內容結合英語學習為教學主軸之方向進行，強化中小學英語聽力及口說練習，改善國人英語溝通能力，提升國家競爭力(教育部, 2018)。

在全球情勢瞬息萬變的今日，外語學習思維與教學方法也不斷地革新，「學科內容和語言整合學習」(Content Language Integrated Learning, 簡稱 CLIL) 正是這樣一種革新的嘗試。CLIL 自 1994 年在歐洲發起，近十年來，普遍運用在歐洲國家的國中小教育體制當中，獲得相當程度的成功與迴響 (Cenoz, Genesee, & Gorter, 2014)，近年來也成為亞洲新興英語學習及教學法。

CLIL 是指將學科內容與外語學習結合的教學法，也就是以外語教數學、自然或社會等學科內容，且大多是由非母語的學科或語言教師擔任，也就是並非由外師授課，期望以學習整合方式，達到「語言」和「領域」雙重學習目標，培養學生運用外語學習新知與溝通的能力 (Coyle, 1999)。雖然 CLIL 教學中的語言可以是任何外國語言，但由於英文是目前全球共通的溝通語言，為提升學童的英語溝通能力及未來的國際競爭力，許多歐洲的 CLIL 課程選擇將英語融入學科

教學(鄒文莉、高實玫、陳慧琴, 2018)。在教育國際化的大環境下, 加上近年歐洲各國推動 CLIL 的教學成效, CLIL 教學模式為臺灣英語教學帶來新的契機。

雖然, CLIL 教學在歐洲一些國家的國中小教育體系中相當普遍, 但是因為每個國家的文化背景、教育政策、教學現場及資源不同, 加上不同學科的語言教學策略、授課方式、教學時間等差異, 在歐洲已發展出相當多樣性的 CLIL 執行方式 (Dalton-Puffer, 2011)。因此, 臺灣若推動 CLIL 教學模式, 必需發展適合臺灣教育體系的教學策略及授課方式。

二、臺灣推動 CLIL 教育模式之現況

雖然, 近年來以英語教授專業學科課程的風氣, 逐漸在臺灣的大學中開展, 但是由於臺灣長久以來將英文視為一個學科, 以紙筆為主要評量工具的結果, 大學生所擁有的英語理解能力和他們所應需具備的專業知識有明顯的落差, 學生會因為英文聽力有限, 無法充分理解學科的授課內容, 因此等到進入高等學府後, 才開始接觸以英語當作學習的溝通工具, 時機已經太遲了 (鄒文莉等人, 2018)。

近一兩年, 臺灣為推動 CLIL 教學模式, 由縣市政府教育主管單位和大學端合作, 辦理 CLIL 研習課程, 建立各領域教師與英語教師合作教學的機制, 協助國中小領域學科教師及英語教師瞭解 CLIL 的基礎內涵精神與教學架構, 進行各地區中小學的 CLIL 實驗性質的課程。由於國高中學生的英文能力差異大, 學生從小習慣使用中文學習領域內容, 比較不容易立即轉換成以 CLIL 教學方式進行的課程, 為了不讓新的 CLIL 教學方式影響國高中學生的升學, 目前在臺灣 CLIL 試辦計畫, 通常集中於國小階段, 特別是中低年級 (鄒文莉等人, 2018)。例如, 台南市第二官方語言專案辦公室與國立成功大學合作, 自 106 學年度起試辦國小階段的 CLIL 教學計劃, 在 106 年和 107 年之間, 共邀請了 13 所國小參與, 在不同年級進行各種領域的 CLIL 實驗課程。台南市的試辦經驗顯示, 大多數的學校傾向於在國小一年級開始實施 CLIL 課程, 實驗課程以生活科技、綜合學習、彈性課程、健康體育及藝術音樂領域為主, 目標是要讓學童熟悉雙語環境。CLIL 實驗課程以體育課和美術課佔多數, 因為這類課程比較容易透過示範或肢體回應 (Total Physical Response) 的方式連結學科教學內容, 學童比較容易理解教學內容 (鄒文莉等人, 2018)。因為 CLIL 教學法不完全等同於全英語教學, 各科教師可依據學科屬性與學習目標, 自行規劃中文及英文的授課比例及教學模式, 因此現在臺灣各級學校正推動不同樣貌的 CLIL 教學專案計畫。目前國內較少對數學領域有專門的研習課程或研究, 雖然國外學者已有研討 CLIL 教學模式在數學領域的研究 (Favilli, Maffei, & Peroni, 2013; Prochazkova, 2013; Slavit & Ernest-Slavit, 2007), 但因語言環境與教學環境的差異, 這個研究主題在臺灣的教學環境是值得探討的。

三、CLIL 教學模式在數學領域的問題及機會

在國小學習數學的過程中，學童要開始認識平常生活中不常使用的數學名詞和概念，例如：數學運算符號加、減、乘、除的意義及使用，或是各種幾何形狀的認識，如圓形、三角形等。即使臺灣的國小學童使用母語學數學，仍必須學習這些新的數學名詞和概念，還要理解數學文字問題，學生在回答文字應用題時，如果母語閱讀能力有限，數學解題也會遇到瓶頸（陳慧琴、呂翠玲、許煥華、鄒文莉，2018）。許多數學專業術語，如分數、小數等名詞，並不會在日常生活中使用，對於母語為英文的學生來說，仍都需要特別學習才能掌握其字義及用法，因此在外語環境學習數學，更需要有一套架構清楚的教學模式。

臺灣的教育制度一直以來將英語視為一個學科，學習表現大多採用紙筆測驗評量，由於使用英語的機會有限，學生沒有實際的情境可以英語進行溝通，讓絕大多數學生只能掌握有限的外語，很難達到精通的程度。從 CLIL 的教學理念來看，以外語當作教學語言及溝通工具，能大量提供學生在課堂中的外語輸入及輸出的機會（Frigols, Marsh, & Naysmith, 2007）。然而，從臺灣的英文教學與學習背景來看，CLIL 不管是對學科老師或是英語老師都是全新的教學法，不論是在學科內容教學、英語教學或課程設計上，都將面臨個極高的挑戰。

在臺灣一般的國小英文課堂中，英文教師遇到與數學相關的單字或主題時，例如：數字和形狀，通常會利用生活中的情境，帶入數量 1 到 100 或是形狀名稱：圓形、三角形等目標單字，這些目標單字的應用句型和對話，大部分是以日常生活中會使用的範圍為主，例如：以購物情境帶入價格中的數量單字，或是以繪畫情境帶入形狀名稱。因此，學童在英語學習過程中，並不會接觸到數學領域中的數學運算符號加、減、乘、除的讀法及運算概念，更不可能有機會接觸到數學領域中的數學文字問題的英文敘述（陳慧琴等人，2018）。例如，「數字」及「金錢」在英文教學中，是很常見的基本學習單元，在傳統英語教學中，學生的學習目標是對「數字」one, two, three...，以及對話「How much is it? It's five dollars.」的基本句型掌握；然而，在 CLIL 教學中，教師不但要讓學生認識數字，還要學習數字的運算過程，在數學文字句型與一般英文的日常生活用語不同，例如：在數學可能會出現的文字問題「Linda has 3 candies. Chloe has 5 candies. How many candies do they have together?」要回答這個問題，必需先經過數學運算過程，無法以傳統的英語單一對話模式回應。

因此，在臺灣要執行數學 CLIL 教學模式，仍有許多實際面的問題需要全面考量與探討，什麼樣的數學單元比較適合 CLIL 教學模式？什麼類型的數學特殊名詞，容易和一般日常生活的英文單字混淆？對於日常生活中不常使用到的數學特殊名詞，老師能以什麼有效的英語教學策略引導？什麼樣的教學活動能有效地帶領學生理解運算概念及數學文字問題？這些問題都必需在課程設計時，非常謹慎的考量，並以有效的教學活動，讓教學能同時達到學科知識與語言學

習的獲得。

四、發展適合臺灣數學領域的 CLIL 教學模式

從臺灣國小 CLIL 試辦經驗顯示，在臺灣實施 CLIL 教學模式，除了學生的英文程度是一個重要關鍵之外，學科教師的英語程度與自信不足，也會導致 CLIL 教學模式的推動，但是，除了授課教師的英文程度之外，教師的 CLIL 教學策略不夠的話，同樣無法達到 CLIL 的教學目標（鄒文莉等人，2018）。由於 CLIL 課程強調雙軌制，語言與內容同樣重要，但是目前臺灣國小師資的普遍問題，是國小數學教師的英語溝通能力較為缺乏，也缺乏英語教學法的培訓機會。從另一角度來看，國小英語教師雖具備專業的英語教學知識及英語溝通能力，但許多英文老師缺乏數學教學法的概念及培訓，尤其文科背景的老師通常對數學存有恐懼感。因此，臺灣在這樣的數學與英語教學背景生態下，欲執行數學 CLIL 教學模式，確實有其困難度，尤其 CLIL 在臺灣仍在初步的發展階段，目前坊間出版的數學教科書，並沒有適用於臺灣教學場域的 CLIL 教案或教材，數學領域受限於國內缺乏以英文編撰的數學教材，以及 CLIL 在數學領域的教學策略仍一片荒蕪，造成有意從事 CLIL 教學的數學教師無從起步。因此，本文作者透過相關文獻的研討，意圖為臺灣國小數學教師或英語教師，提供一套教學流程清楚、容易掌握的數學 CLIL 教學模式，並以此數學 CLIL 教學模式發展教案範例，以降低數學教師對新教學模式的不確定感及準備時間。

參、文獻分析

一、CLIL 的發展背景與核心理論

（一）CLIL 的發展背景

近年來，英語教學領域興起了不少先進的教學理念，CLIL 就是其中一項。簡單地說，CLIL 就是將學科內容和語言學習結合的教學方法，將外語作為教學用語來教授數學、科學、地理、歷史、藝術等學科內容，從而促進外語和學科知識的雙重學習（Coyle, 2005）。CLIL 教學模式源自 1990 年代，為鼓勵在歐盟境內眾多國家的學生，可以使用各國語言進行學習及溝通，歐盟開始在會員國內推動 CLIL 的教育概念，到 2004 年，80% 歐盟會員國家已經在不同地區的初等或中等學校中，執行某種形式的 CLIL 教學概念（Cenoz et al., 2014）。

CLIL 教學模式與傳統英語教學法不同之處，在於 CLIL 教學法不是將語言學習與其他學科分開，而是在教學過程中互補互利；CLIL 並不是以大量的學科字彙或內容，強加在語言教學；也不是將學科內容從母語翻譯成另一種語言的過程。CLIL 教學法主張學科知識和外語學習並重，其教學目標的設定，包含了語言能力目標和學科知識目標；在 CLIL 教學中，教師的教學內容重心是在學科主題上，而外語詞彙必須通過學科的內容來習得，外語是學習學科內容知識的教學

語言和溝通工具，學生從學科知識的學習角度來掌握外語（Coyle, 2007）。CLIL 教學模式最重要的特色是真實語境的學習與應用，相對於傳統英語教學中片段的詞彙和非真實情境的語言練習，CLIL 課堂上的語言學習更強調真實語境（Coyle, Hood, & Marsh, 2010）；CLIL 課堂上的所有語言素材、詞彙語法和句型教學、語言輸入與輸出活動，都以學科的主題內容進行，讓學生處於真實語境中學習。透過 CLIL 教學法，增進學生在學科領域的語言輸入及輸出的機會，幫助學生平衡學科內容知識和學科字彙量，讓學科知識思維發展和語言能力同步，將語言在真實的情境中應用，透過語言和特定學科主題內容之間的連結來提高學習效率（Meyer, Coyle, Halbach, Schuck, & Ting, 2015）。

CLIL 教學模式另一重要的特色是即學即用，CLIL 將外語當作為學習學科知識的語言媒介，在課堂上給學生提供了及時使用所學語言來表達及溝通的機會（Coyle et al., 2010）。不像傳統的語言學習，學生靠片段的外語詞彙和句型練習及記憶，在 CLIL 課堂中，學科知識內容和語言表達是同步搭建的，即學即用的模式讓學生真正實現了對語言應用的掌握。

（二）CLIL 的核心理論

CLIL 教學模式主要建立在 Coyle（1999）提出的 4Cs 原則上，即內容（content）、溝通（communication）、認知（cognition）和文化（culture）。Coyle 強調成功的內容和語言整合學習，會依各國的教育政策及教學情境之不同，有不同的教學模式，並不是一成不變的，教師需考量教學時的教育目標及教學情境，以彈性的方式來規劃教學單元，以進行有效學習，Coyle 等人（2010）的 4Cs 框架（圖 1）提供了一個能具體達到學科內容和語言學習雙重目標的單元設計架構。

1. 內容：CLIL 教學法的內容包含學科知識內容和語言知識內容。CLIL 課堂突破了傳統學習的語言輸入局限，以學科知識內容提高語言輸入的真實性和多樣性。課程內容的規劃是 CLIL 課程成功的重要因素之一，學科內容搭配語言內容的支撐，讓學生得以在真實語境中實踐語言學習目的，既能夠提高學生的學習興趣，也能加深學生對學科知識及語言的掌握。
2. 溝通：成功的語言學習，需要教師要在課堂上創造真實的語言溝通環境，鼓勵學生交流。在 CLIL 課堂中，外語是溝通及學習的橋樑，教師以外語溝通學科內容知識，學生使用外語表達和學科內容相關的信息或觀點，為語言學習和語言實踐創造真實的社會語境，提高了學習者的參與度和學習動機。
3. 認知：認知是對學生理解力及思維能力的訓練。CLIL 課堂的學科內容挑戰學習者的認知能力，促進認知能力和語言能力之間的相互轉化。在 CLIL 課程設計時，教師要著重學生分析、評估和解決問題的能力，將思維訓練融入教學，提升學生的思維能力。
4. 文化：語言承載著文化，CLIL 教學注重培養學生的跨文化意識和多元視野，透過外語提升文

化認知，並學習包容不同的文化視角。教師在設計 CLIL 課程時，可從外語的學習角度，幫助學生了解其他國家的文化，並學習從國外的角度，探索自己國家的文化，並培養學生具有國際化視野的人才。

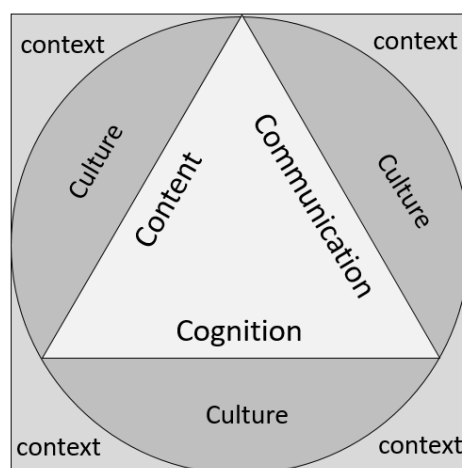


圖1 CLIL 4Cs 教學架構。引自*Content and language integrated learning* (p. 41), by D. Coyle, P. Hood, & D. Marsh, 2010, Cambridge University Press.

二、CLIL 在數學領域中的數學和語言之雙重學習

(一) 數學學習所使用的詞彙和語法結構

語言學家 Cummins (1984) 將學童在學校所使用的語言，分為社交語言 (Basic Interpersonal Communication Skills, 簡稱 BICS) 和學術語言 (Cognitive Academic Language Proficiency, 簡稱 CALP)。社交語言用於日常生活中的互動和溝通中，雖然這是在課間休息、學校走廊或學校外使用最多的語言，但也是老師和學習者溝通的重要語言；由於社交語言在日常生活中的使用頻率較高，外語學習者通常可以在兩年內掌握社交語言。另一方面，學術語言則是在教室中或特殊情境中，獲得新知識或新技能所學習的語言，這也是學習者為了有效理解某特殊領域的內容，或將某特殊領域的學習內容傳達給他人，所必需學習的語言，例如：在數學領域中的學術語言，包含數學特殊詞彙（如：圓周率、無理數）或說明數學概念或運算方式的語言（如：圓周率是一個數學常數，是一個圓的周長和其直徑的比率，近似值約等於 3.1415）；因為多數的學術語言，只在特定的學習情境中學習與使用，Cummins (1984) 指出，外語學習者能完全掌握學科課堂中所需的學術語言，可能需要五到七年的時間。因此，一個在日常生活中能以外語的社交語言溝通的人，不代表已具備或能完全掌握學科所需的學術語言。

數學本身就是一種語言，簡單的數學語言，融合在人類生活中的諸多面向，但大多數的數學名詞，例如圓周率、機率、無理數等，在物質世界裡根本沒有對應的實例。因此，數學語言是

一種為了使學習者理解數學名詞、數學符號、運算程式以及數學邏輯的特殊語言，數學語言包括數學各種詞彙、語法和文字表達。綜合國內外學者（吳昭容、曾建銘、鄭鈴華、陳柏熹、吳宜玲，2018；Slavit & Ernest-Slavit, 2007）分析數學中所使用的數學語言，可分為三大類：（1）高頻詞彙（*high-frequency vocabulary*）：這類詞彙是最容易從日常生活中或課堂中聽到和使用的語言，是在任何情況下都可以學習的語言，大部份的高頻詞彙是屬於社交語言，但是和教室中使用的學術語言重疊性相當高。例如：在日常生活中所使用的「大」、「小」、「長度」、「圓形」或「時鐘」，也是數學教室中常使用的詞彙。（2）通用詞彙（*general vocabulary*）：主要是在教室或特殊情境中學習的詞彙，這些詞彙可能是各學科（如：社會、英文或數學）通用的學術語言，可讓學習者就特定的主題進行表達及溝通。例如：「比較」、「解釋」、「差異」或「頻率」等。（3）特殊詞彙（*specialized vocabulary*）：這一類詞彙是專用於討論數學內容的學術語言，這些詞彙和日常生活中所使用的詞彙可能用法有些不同，部分詞彙可能幾乎不會在日常生活中出現，例如：「圓周率」、「表面積」或「方程式」。

除了數學的特殊詞彙之外，數學的呈現方式還包含了非語言詞彙的數學符號、程式及圖表等。小學階段的前幾年，「數式」（*number sentence*）是兒童最先接觸的符號表徵（*symbolic representation*）；一個「數式」中通常含有兩種數學符號—數字及運算符號，這些符號本身並無意義，Van de Walle（1994）認為教師欲發展兒童對運算意義的了解，則要幫助學生發展三個不同表徵（文字問題、模型與數式）之間的轉換知識。因此，要協助兒童建構運算符號意義的最重要方法，是從文字問題的解題中進行探索，使學生能連結運算符號的不同意義與理解彼此關係（National Council of Teachers of Mathematics, 2000）。

從整體句子的角度來看，數學文字題中所出現的句型和語法結構，是在數學中專屬的。學習者遇到數學特殊句型的語法結構，有時會和日常生活的母語習慣用法不同，而造成盲點或誤解。許多學生在遇到解決數學文字問題時，多半不是計算的問題，而是無法掌握文字問題中的數量關係，因此無法將文字問題轉譯為適當的運算數式，這可能與學生不熟悉文字問題的結構有關（Lewis & Mayer, 1987）。例如：在數學文字題中「小明有五元，小華比小明多三元，請問小華有多少錢？」和「小明有五元，小明比小華少三元，請問小華有多少錢？」，這兩題數學文字題，所呈現的數學程式都是 $5+3=8$ ，但是數學文字題中的「比...多...」和「比...少...」的文字差異，可能會造成學習者在數學文字題轉換成數學計算式的認知能力。同樣地，母語為英語的學習者，也常會對 *greater than* 和 *less than* 或是 *divided by* 和 *divided into* 的文字題感到學習困難，例如：「The number A is five less than the number B.」從字面看通常會被理解成 $A=5-B$ ，但事實上正確的數學關係式應該是 $A=B-5$ 。在兒童加減法概念的發展過程中，加減法文字問題的題型，是影響解題難易與策略使用的主要因素，數值型態則是一個比較不重要的因素，足見協

助兒童了解各種不同加減問題的文字題型，是幫助兒童發展加減運算意義的重要方法（Van De Walle, 1994）。

（二）跨越數學學習的語言與認知障礙

以母語（不論是中文或英文）學習數學的過程中，有些學童原本就已存在一些對數學文字的理解問題，若以外語學習數學，究竟對數學學習是助力還是阻力？為協助學童在學習過程中克服語言及學科內容的認知困難，Coyle 等人（2010）以 Cummins（1984）所提出的語言學習四象限模型為基礎，提出 CLIL 四象限模型（圖 2）。

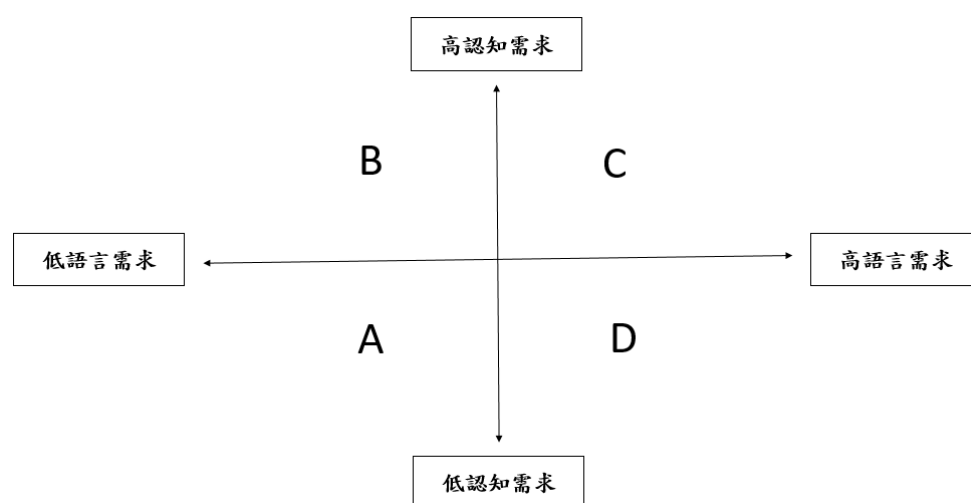


圖 2 CLIL 四象限模型。引自 *Content and language integrated learning* (p. 43), by D. Coyle, P. Hood, & D. Marsh, 2010, Cambridge University Press.

CLIL 四象限模型的座標橫軸為語言能力的需求，座標縱軸為認知能力的需求，在象限左下角的學習區塊 A，因為學科內容的語言需求及認知需求都相對比較低，學童比較能掌握此區塊的語言溝通及學科內容的學習，這類學習的語言需求大都來自社交語言，學科內容大部分可以從日常生活經驗中學習，以數數為例，孩童在日常生活中，不論是從親子互動或同儕遊戲中，多多少少會有 1 到 100 的數數經驗，因此，當孩童進入數學教室，教師通常不必花太多學習活動，孩童便能輕易掌握這項低語言需求及低認知需求的概念。在象限左上角的學習區塊 B，雖然學習內容的語言需求比較低，但是學科內容的認知需求比較高，孩童雖然能理解此象限的語言，但在學科內容的認知上可能具挑戰性，例如：在學數數的過程中，孩童數一組次序整齊的東西，會比去數一組隨意放置的東西簡單，因此，當孩童要從不同的排列組合的群組中，發展數字空間關係（spatial relationship）時，孩童則需較高的認知理解能力。

在象限右下角的學習區塊 D，雖學習認知能力的需求不高，但是語言能力需求相對較高，

這種類型的學習，孩童需要較高的語言文字理解能力，在數學領域中，這種學習困難通常發生在數學文字題中。在象限右上角的學習區塊 C，在語言能力及認知理解能力的需求都較高，例如：當孩童在發展數字關係的過程中，對於數字之間的「加減一」和「加減二」的數字關係理解，不但需要較高的數學認知理解能力，在發展此數字關係時，孩童的理解能力也會受數學文字敘述的方式所影響，例如：「小明有 6 顆蘋果，小華比小明少 1 顆蘋果，請問小華有多少顆蘋果？」和「小明有 6 顆蘋果，小明比小華多 1 顆蘋果，請問小華有多少顆蘋果？」，雖然這兩題的數學運算都是 $6-1=5$ ，但是因為語言文字的敘述不同，會影響孩童的認知理解能力，如何將「比...多...」「比...少...」轉換成「加」或「減」的數學運算，需要同時具備語言文字及數學概念的認知理解。

在一般傳統數學教室中，數學老師通常將教學重點放在數學運算的理解，而忽略了孩童對數學文字的認知理解能力，在 CLIL 教學模式中，因為重視學科內容與語言的雙重學習目標，在課程活動設計中，必需協助孩童在學科內容與語言都能同步學習，CLIL 教師在教數學時，不但需要觀察孩童在數學概念的理解，更需要從孩童對數學文字的理解與認知角度，協助孩童突破語言文字的認知障礙，透過數學語言的強化與理解，提升孩童的數學認知能力，也就是透過 CLIL 教學模式，以孩童在象限左下角的學習區塊 A 的學習能力為基礎，協助孩童突破象限左上角學習區塊 B 和象限右下角學習區塊 D 的學習障礙，最後將學習能力提升到象限右上角的學習區塊 C (Coyle et al., 2010)。

近幾年 CLIL 實務教學的研究顯示，在 CLIL 教室中，以外語（英文）當作學習數學的溝通語言，不但能幫助數學的理解，也能提升學習者的英文字彙量及學習興趣 (Favilli et al., 2013)。有些數學文字，由於受到學童從小在日常生活中，對母語習以為常的字面理解或誤解，反而會成為數學學習的阻礙，捷克學者 Prochazkova (2013) 從捷克兒童以英語學習數學的角度分析，因為不論是數學特殊詞彙或是數學文字題中的英文，對學習者來說，都是日常生活中不常使用的新詞彙，學童反而可以從全新的角度和不同的思考模式去學習和理解。另外，比利時學者 Quazizi (2016) 在比利時中學進行的數學 CLIL 教學研究也指出，因為在 CLIL 教學模式學習數學的學生，必需大量以外語（英語）溝通、表達和解決數學問題，這些在 CLIL 教學模式中學習數學的實驗組學生，和在一般教學模式中學習數學的對照組學生比較之下，前者在英語表達、英語學習動機，以及數學學習成效上都有顯著的正向影響。

雖然 CLIL 在歐洲的初等或中等教育推展多年，也有許多教學成效的實徵研究。但臺灣是在近一兩年才開始在國內推動的教育新模式，因此目前 CLIL 在數學領域的教學模式或文獻，大多以歐美的教育研究為主，臺灣的 CLIL 教學模式仍處於起步階段，在國內少有數學領域的實徵性 CLIL 教學模式探討及文獻。因為各國的教育、語言和文化之差異，目前臺灣在全面推動雙語政

策之際，極需發展一套適合臺灣學童的數學 CLIL 教學模式。

肆、數學 CLIL 教學模式

綜合上述背景說明及重要文獻探討結果，本文以臺灣國小數學內容為主要發展根基，參考 Coyle 等人（2010）的 4Cs 框架以及相關文獻分析，建構出適合臺灣國小學童的數學 CLIL 教學模式（圖 3），提供未來國小教師及數學領域研究者，參考此模式的步驟，進行開發數學 CLIL 教案及研究。數學 CLIL 教學模式包含六項主要教學設計流程：情境分析、數學主軸、目標語言、認知鷹架、整合學習及課室管理。以下分項說明數學 CLIL 教學模式之主要課程設計流程。

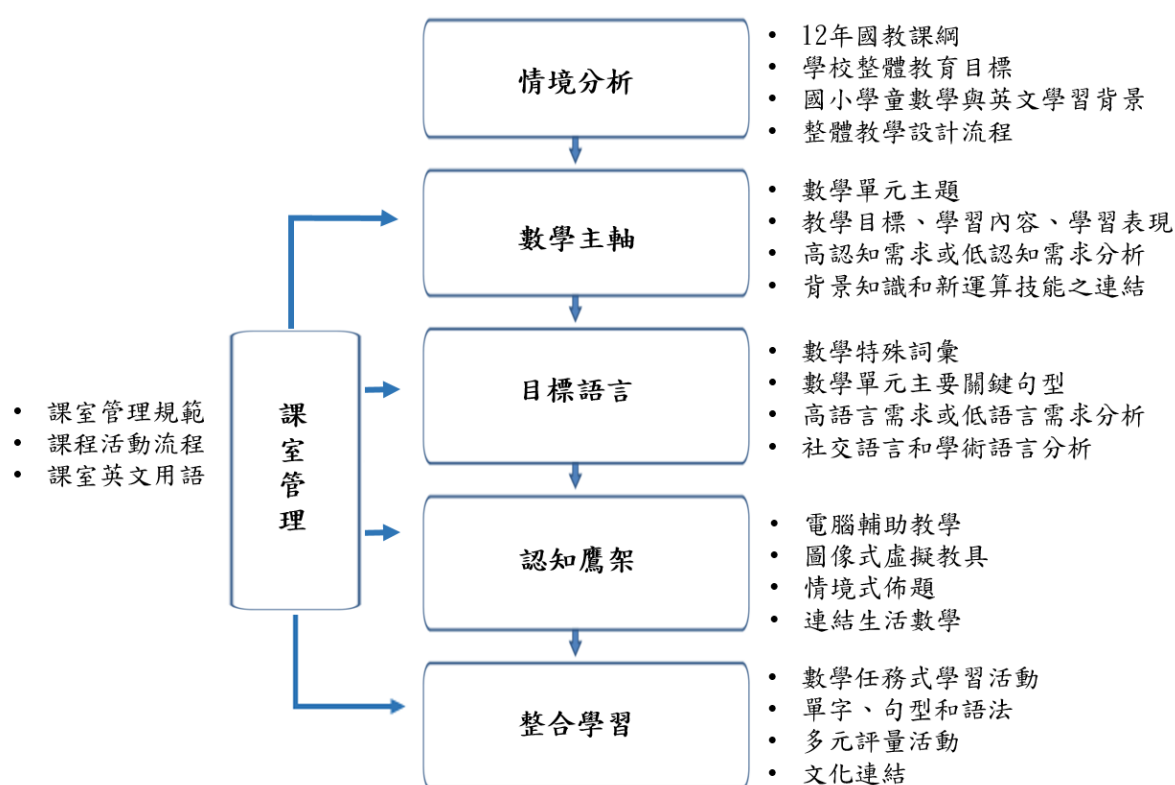


圖 3 數學 CLIL 教學模式

一、情境分析

CLIL 的實施方式很多元，必需依各國的文化背景、教育政策、教學需求、師資條件和學生程度之不同，進行不同組合。教師在規劃 CLIL 教案前，首先必需全面了解 CLIL 教學模式之理論基礎及整體教學設計流程，才能了解並掌握數學 CLIL 教學模式的優勢，為臺灣學童的數學及英語學習帶來正向的改變。因為臺灣在 CLIL 教學領域還在起步階段，尚未有足夠的經驗可借鏡。因此，在規劃 CLIL 課程時，除了以 12 年國民教育課程綱要的教學目標、學習內容、學習

表現為課程設計的根基之外，還需要從學校的整體教育目標、學生數學和英語能力，以及其他影響 CLIL 教學的因素分析，思考如何彈性調整 CLIL 教學模式，規劃以臺灣學生為中心的數學 CLIL 教案。

例如，首次參與數學 CLIL 教學的學校或老師，可規劃分階段進行英語教授的時程，也就是說 CLIL 教學模式在以英文或母語教授的課程時數比例，會依各校整體雙語目標及學生的語言能力而有所不同，對於新接觸數學 CLIL 教學的教師，可考慮先從一節 10-15 分鐘的英語授課開始，再逐漸增加英語授課時間。這種漸進式的英語授課方式，可減輕對英語能力信心較不足的教師壓力，也可讓沒有英語學習經驗的學童有適應的時間。

二、數學主軸

雖然 CLIL 教學是學科內容與語言雙目標學習的模式，但在數學 CLIL 教學模式的教學內容，會以數學學習為主要的課程設計主軸。以英語教授數學，並非是單純將數學內容翻譯成英文的中英翻譯教學，也不是從傳統英語教學角度單純地將數學內容改編成英語學習教材而已。

教師在設計 CLIL 教案時，必需思考的問題包含：什麼數學主題或內容適合 CLIL 教學模式？所選定的數學主題或學習內容是屬於高認知需求或低認知需求？所選定的數學主題或學習內容，學生需要什麼樣的數學運算技能？如何協助學生連結已知的背景知識和未知的新知識及運算技能？

以國小一年級學童學習 30 以內的數字為例，當學童開始數數，並沒有能力反應數字間的關聯性，在教數數的過程當中，並不是像在傳統英文教室中，單純教孩童學會數 1 到 10 就可以了，從數學的教學角度來看，如果孩童僅有正確的數數技巧，卻不理解數字之間的關係，也就是未具備對數字的數感，則較難發展數學運算的能力，因此，孩童除了會數 1 到 10 之外，還必需發展四種不同型態的數字關係（number relationship）：空間關係（spatial relationships）、加減一和加減二（one and two more, one and two less）、以 5 和 10 為基準（benchmarks of 5 and 10）、部分-部分-全體（part-part-whole relationship）。這是一般在傳統英文教室所無法教授的數學概念，在數學 CLIL 教學模式中，教師如何從學童學數學的主要關鍵內容去思考如何以英文介入，是 CLIL 教學模式中最重要的課程規劃思考方向。

三、目標語言

在傳統數學教室中，因為老師以學童熟悉的母語教授數學，容易以數學算式當成教學重點。在 CLIL 教學模式中，教師必需從學童以英語學數學的角度，重新思考教與學的方式，在一般英語教室中，不論老師以哪一種英文教學法授課，學生在外語學習中，都必需面對單字、對話、句型結構、閱讀理解，以及聽說讀寫等不同的語言學習面向。

以國小一年級在發展加減一和加減二的數字關係為例。當孩童在學習 6 和 7 的數字關係時，孩童必需學習 6 和 7 數字之間的加減關係，也就是「6 是 7 減 1」和「7 是 6 加 1」的數學加減 1 的概念，一般以母語教學的數學老師，容易從數學算式解釋 6 和 7 之間的加減關係，也就是從數學算式「 $6 = 7 - 1$ 」和「 $7 = 6 + 1$ 」切入。

在 CLIL 教學模式中，因為是以外語學數學，從英語學習的角度來看，在孩童進入數學算式之前，孩童必需先理解「Six is one less than seven.」和「Seven is one more than six.」的概念和句子結構，在這兩句數學敘述中的重要數學特殊詞彙為「one less than」和「one more than」，唯有孩童先理解「one less than」和「one more than」在數學上的意義，才能進階到「What is 1 less than 7?」和「What is 1 more than 6?」的數學文字句型；然後才能連結到數學概念及算式，也就是「 $7 - 1 = 6$ 」「Seven minus one equals six.」或「 $6 + 1 = 7$ 」「Six plus one equals seven.」。

在語言教學中，這些概念所具備的英文重要單字包含「plus」和「minus」，而且英文有許多不同的方式表達加法和減法，例如：可運用在加法的英文表達方式包含：「One plus two equals three.」、「One plus two is three.」或「One and two is three.」。這些英語句型和用法，對孩童來說都是陌生的，老師必需思考什麼句型結構適合用在 CLIL 教學模式中，而且必需在教授過程中有一致的用法，學童才不會混淆，影響數學理解。

CLIL 教師在規劃教案時，除了必需思考如何將數學特殊詞彙及句型結構規劃在課程設計中之外，在數學文字題設計上，也必需同時思考孩童英語閱讀理解能力和理解數學文字題的關係，數學文字題的詞彙和句子結構會影響孩童閱讀理解能力，以下列兩題數學文字題為例說明：

(A) Six frogs are on a rock. Four more frogs join in them. Now, there are ____ frogs.

(B) There are six frogs sitting on a rock. Four more frogs jump on the rock. How many frogs are on the rock now? Answer : _____.

以上兩題數學文字題的數學算式都是 $6 + 4 = 10$ ，但是因為英文句子結構的不同，所需要的語言能力需求會有所不同。從英文學習者的角度來看，數學文字題（A）的句型結構較為簡單，比較容易閱讀與理解。數學文字題（B）除了英文單字量比數學文字題（A）多之外，句型結構也比數學文字題（A）複雜，孩童必需熟悉「there are」和進行式「sitting」的句型結構才比較容易理解文字內容，因此，數學文字題（B）需要較高的語言能力需求，比較不適合英語初學者。

另外，數學文字題中的字彙不同，也會影響孩童對文字內容轉換成數學算式的能力，以下列三題數學文字為例，下列三題的數學算式都是 $6 - 3 = 3$ ，學童是否有學過 hop away、jump off 或 jump into 會影響學童閱讀理解力，並影響數學解決能力。

- There are six frogs on a rock. Three of the frogs **hop away**. How many frogs are left on the rock?

- There are six frogs on a rock. Three of the frogs **jump off** the rock. How many frogs are left on the rock?
- There are six frogs on a rock. Three frogs get hot and **jump into** the water. How many frogs are left on the rock?

因此，數學 CLIL 教師在設計教案時，必需從學童的英語能力基礎，整體性分析和系統性地選擇數學內容的字彙和句型結構。學童才能在有結構性的語言學習中，提升英文和數學的理解能力。

四、認知鷹架

在外語情境學習數學，孩童在理解認知上多了一層挑戰，數學 CLIL 教師可結合數學虛擬教具的運用，讓學童透過可操作的圖像式虛擬教具，提升學童在高認知需求的數學概念理解。以學童學習關鍵數字（anchoring number）5 和 10 為例，為協助孩童了解指定數字和其他數字的關聯性，以 5 和 10 當關鍵數字來引導孩童 5 和 10 和其它數字的關聯性，對孩童思考不同數字群組的關聯特別有效。例如：數字 8 可思考成「比 5 多 3」或「比 10 少 2」，這種對數字關係理解的能力，能運用在之後較大數字的關係理解。在引導孩童理解關鍵數字 5 和 10 的關係，最普遍和最有效的教學策略是運用五格板或十格板。在本文的教案範例中，我們以數學萬用揭示板（<https://magicboard.cycu.edu.tw>）中的虛擬十格板做為輔助教具，從十格版中可清楚看見 10 的分解合成（圖 4）。

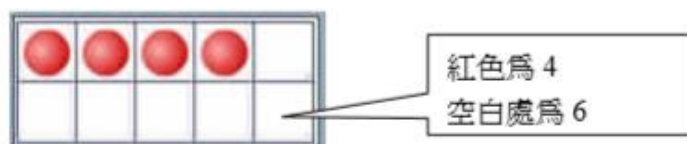


圖 4 十格板中的 4

十格板虛擬教具上的紅球可以搬移，對於加減法的概念更加容易表達，利用十格板虛擬教具，主要是提供孩童透過視覺觀察十格板內的物體變化，當老師在十格板上放 4 個紅色鈕扣後（圖 4），可先讓孩子觀察，並先從社交語言的角度來引導孩童，詢問孩童從十格板看到什麼變化，聽了孩子的回答之後，老師再從數學的學術語言「How many more do you need to make 10?」來引導孩童理解 4 和 10 的關係，透過虛擬教具的視覺連結，可提升學童對英文及數學概念的認知理解力。因為虛擬教具可隨意改變，可針對不同數學能力程度的學生，改變十格板內的物體變化，引導孩子從不同的角度靈活思考數字之間的關係（Chang, Yuan, Lee, Chen, & Huang, 2013），萬用揭示版的圖像式虛擬教具，在 CLIL 教學模式中是老師和學生溝通數學觀念的非語言橋樑。

另外，在語言學習的過程，提供學習者熟悉的情境，可提升語言學習者的學習認知及理解

力。教師在設計數學 CLIL 教案及佈題時，可運用萬用揭示板豐富的生活背景、人物、動物等圖片，配合簡短的數學文字描述，自行編製成貼近學生世界的數學繪本故事，提升孩童學習興趣及認知，以情境式學習引導兒童數學問題，不但有助於兒童理解數學題目的文字問題，也能增進英語學習的理解與溝通。以 10 以內的數字加減關係為例，教師可營造不同動物在池塘玩耍的趣味故事情境，例如：「There is a pond near Polly's house. The pond is full of water life. Four ducks rest on the land. Seven fish swim under the water. Eight frogs sit on a log. When Polly walks by the pond, four more fish join the group of fish. Then, two ducks swim away...」教師可運用萬用揭示板的池塘背景、人物、各種動物的圖片，編製成趣味故事，再由故事中帶出數學問題，從故事情境中提升孩童對數字關係的認知與思考能力。

五、整合學習

語言學習最重要的就是表達及溝通，數學 CLIL 教師可運用數學任務學習活動，整合數學內容及主要英語句型的學習，達到以英文溝通、表達及解決數學任務。在一般的語言教室中，英語教師在執行任務式語言學習時，會設計和課程主題相關的任務活動，這種學習方式可提供學生實際使用語言的機會，但在一般傳統的數學教室是比較少見的，因此，CLIL 教師需要更多的創意與巧思。

結合英文學習的數學任務活動規劃有三階段，第一階段是準備階段，教師需要先針對數學任務詳細說明，包含任務的內容、執行方式及英文的使用規定，並讓學生先熟悉和任務內容有關的單字、句型、文法等。第二階段是執行階段，教師將學生分組，由小組執行所分派的任務，學生必須使用在準備階段中所學的單字及句型去完成任務，並討論如何發表任務成果，在執行任務過程中，老師在一旁監督並給予適當的指導和回饋。第三階段是語言加強階段，任務完成後，教師再引導學童回顧任務執行過程中，所衍生的單字、語法或句型結構，增進學童的語言能力。例如：設計 100 以內的加減法整合學習活動，教師可設計小型的跳蚤市場，將學生分組，派給每組學生不同的搶購任務單，學生必需在任務中使用加減法計算物品數量和金額，並以課堂中學習過的主要單字及句型溝通，在時間內完成任務。

六、課室管理

因為臺灣老師和學生對於 CLIL 教學模式都較不熟悉，在新的教學模式中，課室管理更顯重要，特別是以英語教數學，教師必需設計一套固定的課程活動流程，讓學童在參與課堂活動時，能夠預期及掌握活動流程的每一步驟。另外，教師可在每一堂課設計簡單實用的英文課室用語，建立課室管理規範，增進師生互動默契。簡單的英文課室用語可分為很多種類，例如教師指令用語：Take out your book. Raise your hand! Eyes on me. One more time. Open your book.，教師提

問用語：Can you read it? Are you finished? Are you sure? Any questions? How do you pronounce the word? How do you spell the word? 課堂活動掌控：Who's next? It's your turn. Let's count. Are you ready? 鼓勵及讚美用語：Good! Great job! Excellent! Perfect! Well done! Wonderful! 以上所列舉的英文課室用語，都是屬於易懂易學的簡單社交語言，是教師和學童最快、最容易溝通的英文用語。數學 CLIL 教師在設計課室管理的英文用語時，可遵循三項原則：(1) 使用結構簡單的句子。(2) 固定使用同一句課室用語來表達同一指令。(3) 每次上課只教 2-3 個新的英文教室用語。運用以上三項英文課室用語設計原則，不但可提升教師和學童使用英語的信心，更可提升課室管理效率，增進學習效益。

為方便未來教師在發展數學 CLIL 教案時，有一致的設計準則及方向，以下根據本文所提出的數學 CLIL 教學模式（圖 3），提供教師在設計教案時，在每一階段的重要自我提示問題（表 1），提醒教師設計教案重點。

表 1

數學CLIL教學模式教案設計階段提示問題

階段	提示問題
情境分析	1.學校的整體教學目標為何？ 2.如何連結 12 年國民教育課程綱要？ 3.如何以教師及學生的英文能力彈性調整 CLIL 教學模式？
數學主軸	1.什麼數學主題或內容適合 CLIL 教學模式？ 2.主要的教學目標、學習內容、學習表現為何？ 3.數學學習內容是屬於高認知需求或低認知需求？
目標語言	1.數學特殊詞彙及數學主要關鍵句型為何？ 2.學生需要具備什麼學術語言和社交語言參與數學溝通？ 3.主要關鍵句型是屬於高語言需求或低語言需求？
認知鷹架	1.如何運用情境式佈題提升學童的認知與理解？ 2.如何運用圖像式虛擬教具提供學習認知鷹架？ 3.如何連結生活數學提升學童對數學思考能力？
整合學習	1.如何計設數學任務學習活動，提供學童使用英文達成數學任務？ 2.在數學任務學習活動中，學童應掌握什麼單字、句型和語法？ 3.教師可運用什麼多元活動，評量學生學習成效？
課室管理	1.教師如何運用課室管理規範，提升課室管理效率？ 2.教師如何設計課程活動流程，營造數學與英文雙目標學習環境？ 3.教師如何運用英文課室用語，增進師生互動默契？

表 1 所條列的提示問題，並非要逐一在教案設計中回應，這些問題只是為了幫助數學 CLIL 教師在設計教案時，提供教案思考方向及重點。本文下一章節將以教案實例說明。

伍、數學 CLIL 教案範例

本節以本文所提出的數學 CLIL 教學模式，結合萬用揭示板的虛擬教具，發展數學合十概念的單元教案，提供教案範例。

教學單元	合十概念
教學目標	能掌握十的合成與分解，以熟練基本加減法。
教學對象	國小一年級
情境分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 整體 CLIL 教學模式 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 本教案設定教師和學生以英文學習數學的經驗都是少於三次，在學習初體驗的情境，本教案並不強調以全英文方式授課，教學模式設定以中文為主要授課語言，在數學重要詞彙及重要關鍵句型以英文教授，讓師生逐漸適應以英文學習數學的學習模式。 ● 12 年國民教育課程綱要 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 學習表現：n-1-2（理解加法和減法的意義，熟練基本加減法並能流暢計算。） ➤ 學習內容：N-1-3（基本加減法：以操作活動為主，以熟練為目標。指 1 到 10 之數與 1 到 10 之數的加法，及反向的減法計算。）
數學主軸	<ul style="list-style-type: none"> ● 數學主題：合十概念 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 在國小一年級的階段，學生會先能清楚點數出相對應於數字的量，再學習兩個一位數的加法。有些數感較弱的學童，會停留在用手指頭計數的策略來計算。為提升未來學習一位數加法的計算速度及自信，可訓練學童 10 的合成和分解概念，使學童能熟練基本加減法事實（如：$3+8=11$）。 ● 數學學習目標 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 學生能了解 0-10 數字之間的合十概念，理解某兩個數字合起來的總量為 10。 ➤ 學生能熟悉 $0+10$、$1+9$、$2+8$、$3+7$、$4+6$、$5+5$、$6+4$、$7+3$、$8+2$、$9+1$、$10+0$ 的基本加法事實。（對數感較弱的學童，此概念可能是屬於高認知需求的學習）

目標語言	<ul style="list-style-type: none"> ● 數學學術詞彙 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 高頻詞彙：one, two, three, four.... ten. ➢ 特殊詞彙：plus ● 主要關鍵句型 <ul style="list-style-type: none"> ➢ What numbers make ten? One plus nine makes 10. (低語言需求) ● 社交語言 <ul style="list-style-type: none"> ➢ Repeat after me. Please come here. Please go back to your seat. ➢ 能聽懂上述社交語言參與數學活動。 ● 英文學習目標 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 熟悉 0 到 10 的英文讀法。 ➢ 能以英文回答老師合十的英文句型：What numbers make 10 ? 0+10 makes10. ➢ 能以英文唱謠方式熟悉 What numbers make 10 ? 0+10 makes10.的句型。
認知鷹架	<ul style="list-style-type: none"> ● 情境式佈題 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 結合學生生活經驗的情境式學習，透過「十全十美好朋友」的故事，讓學生能順利進入學習情境。 ● 圖像式虛擬教具 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 以萬用揭示板的十格板虛擬教具，提供學習認知鷹架，運用學生熟悉的 M&M 巧克力，配合虛擬教具操作。
整合學習	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 在具體情境中，運用英文對話完成 10 以內數的合成任務。 ➢ 能運用語言、數字來描述 10 以內各數的分解與合成。
課室管理	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 運用與課堂活動相關的英文課室用語：Repeat after me. Let's sing. Please come here. Please go back to your seat. Good job. 提升英文學習情境。
教案設計	
教學活動	教學流程
暖身活動	<ul style="list-style-type: none"> ● 課程開場活動 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 老師以簡單英文社交語言和學生打招呼。 ➢ 並以學童熟悉的簡單英文唱謠，提示學生開始上課了。(老師:Hello, hello, can you clap your hands? 學生：Clap, clap, clap.)
數學主軸	<ul style="list-style-type: none"> ● 與生活經驗結合的情境式學習：十全十美的好朋友 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 老師預告今天要說一個「十全十美好朋友」的故事。 ➢ 老師以萬用揭示板介紹 11 位數字主角，主角的名字分別為 0-10 的英文數字 Zero, One, Two, Three... ➢ 老師介紹完第一位主角，以英文說 Repeat after me. Zero.並引導學生回應 Zero. 並依序介紹 11 位主角。

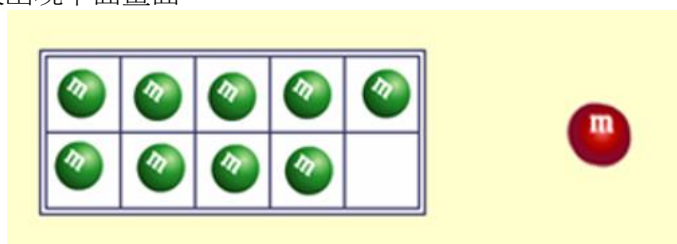
- 老師講「十全十美好朋友」的故事：每位主角都是有魔法的小精靈，但是他們的魔法只有遇到自己十全十美的好朋友，才會產出奇妙的魔法...
- 老師邀請學生一起幫數字主角找到十全十美的好朋友。



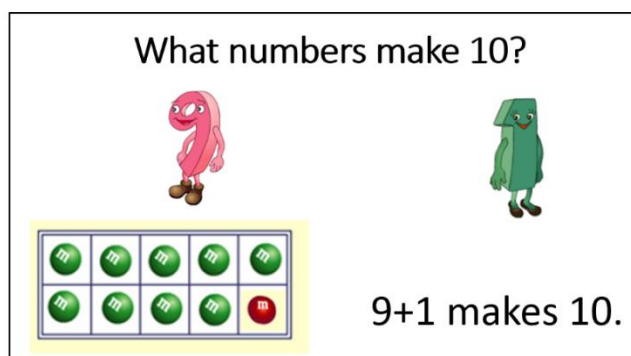
認知鷹架

● 萬用揭示板的鷹架學習

- 以萬用揭示板佈題，讓學生了解 0-10 數字之間的合十關係，例如：萬用揭示板出現下面畫面。



- 老師先問學生在十格板中有幾顆 M&M 巧克力？當學生回答「9 顆」，老師可按「數字」的按鈕一次，會出現「9」的數字；老師接著請問學生「還要放幾顆 M&M 巧克力合起來才能有十顆巧克力呢？」可請學生自行操作（選拉右方的巧克力），當學生回答「1 顆」，老師可再按選「數字」的按鈕一次，即會出現「1」的數字。
- 老師指著數字 9 和 1 問「What numbers make 10?」，老師引導學生以英文回答「9 + 1 makes 10.」並依序完成各組合十配對練習及對話。



目標語言	<ul style="list-style-type: none"> ● 英語唱謠 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 老師以英語唱謠方式，引導學生在歡樂的唱謠過程中，熟悉數學合十的主要配對及英文句型。 ➢ What numbers make 10? <ul style="list-style-type: none"> 1 (clap), 9 (clap), 1 plus 9 makes 10. (clap, clap) 2 (clap), 8 (clap), 2 plus 8 makes 10. (clap, clap) 3 (clap), 7 (clap), 3 plus 7 makes 10. (clap, clap) 4 (clap), 6 (clap), 4 plus 6 makes 10. (clap, clap) 5 (clap), 5 (clap), 5 plus 5 makes 10. (clap, clap)
整合學習	<ul style="list-style-type: none"> ● 任務式學習：記憶大考驗 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 教師先詳細說明記憶大考驗的任務規則，並示範玩法。 ➢ 萬用揭示板出現的畫面是利用翻牌遊戲來讓學生練習合十的概念。 <div data-bbox="580 869 1203 1258" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 先讓學生記憶畫面上各數字的位置，然後蓋上所有的牌，即可進行遊戲。 ➢ 全班分兩組競賽，各組學生輪流上台選牌，在學生翻開第一張牌時（例如 3），全班學生要問「What numbers make 10?」台上學生要以英文回答「3+7 makes 10.」，回答正確才能翻開第二張牌的按鈕，若是翻到合十的數字（例如 7），即得分不用再將牌蓋上；反之，若是未翻到合十的數字，須將牌蓋上，由另一組上台挑戰；直到所有牌全部配對完成為止。 ➢ 老師點選學生上台選牌時，以今天的英文指令 Please come here. 和 Please go back to your seat. 指導學生上台及回座位，並適時以 Great job. 鼓勵學生。
結束活動	<ul style="list-style-type: none"> ● 課程結束活動 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 老師最後再次複習「What numbers make 10?」、「0 + 10 makes 10.」的對話練習，或再聽一次英語歌謠。 ➢ 老師並以學童熟悉的簡單英文唱謠，結束課程。（老師：Goodbye, goodbye, can you clap your hands? 學生：Clap, clap, clap.）

本文作者已將本教案在一場小型的數學 CLIL 教師培訓課程中，實際示範教學流程，全程以全英文實際教學，因為本教案對象是國小一年級學生，作者在示範過程中所使用的英文，都是以簡單易懂的英文句子教學，所以，對英文程度較好的老師，提供了以全英文教授數學的示範，對於英文自信較不足的老師，這份教案也可依教師的英文能力，調整中、英文的授課時間比例，例如：數學主題的解說以中文授課為主，在整合性學習活動時，再以目標英文單字及句型進行活動，老師可以按照自己的英文能力及教學目標彈性調整教案，數學雙語教學並不是遙不可及。

陸、結語

因應國際化趨勢，臺灣正致力於雙語教育的推展，目前雖有實驗性小學試行 CLIL 教學模式，但少有聚焦數學 CLIL 課程，市面上也缺乏數學領域的雙語教材及教案指導，而且數學教師的英語教學能力多有不足，這使得數學雙語教育的推動緩慢。在國家政策勢在必行的當口，本文意圖提升國小數學教師的 CLIL 教學基本素養，並提供一套針對臺灣國小學童的數學 CLIL 教學模式。透過數學 CLIL 教學模式的探討，以及用一個具體教案說明，應用此模式來發展數學 CLIL 教案的具體步驟，本文提供有興趣從事數學領域雙語教學的老師一個發展數學雙語教學設計的可行性模式。

本文建構的數學 CLIL 教學模式，是根據 CLIL 的 4Cs 架構，作為課程發展的基本設計原則，4Cs 包含（1）內容：考量學科知識內容和語言知識內容；（2）溝通：以外語當作教學溝通及學習的橋樑；（3）認知：透過學習活動，提升學生理解力和思維能力；及（4）文化：透過外語教授學科內容，提升文化視角。再搭配臺灣的文化背景、教育目標，以及數學學習領域內容，提出六項具體教學設計流程：情境分析、數學主軸、目標語言、認知鷹架、整合學習及課室管理。在情境分析時，教師要決定數學 CLIL 教學的中、英文授課的時間比例；在數學主軸階段則重在思考什麼數學主題適合 CLIL 教學模式；在目標語言階段則聚焦在以社交語言提升學童對學術語言的理解；在認知鷹架階段則是利用情境設計或輔助工具的應用，提升學童的數學認知能力；在整合學習階段則類似一般教學設計的綜合活動，在促進數學與英文的雙重學習目標的達成；課室管理的內涵則包含設計簡單易懂的英文課室用語，增進師生以英文溝通課堂活動的默契，這個部分可在課程進行時適當融入。

本文最重要的貢獻是以數學合十概念為教學主題，提出具體數學 CLIL 教學案例，說明這些設計流程的具體內涵及思考方向，作為設計數學雙語教案之參考。此教案有別於一般的數學教案和英文教案，有四項重要的特色：

一、數學故事的情境式學習

本教案的第一特色是以孩童最喜歡的故事活動，切入數學主題及目標英文單字，對國小學童來說，聽故事是最能引起學習動機的活動。本教案從「十全十美好朋友」的故事情境，帶入本單元的數學主題，在故事中，每位主角（數字 0-10）都是有魔法的小精靈，但是他們的魔法只有遇到自己十全十美的好朋友，才會產生奇妙的魔法，老師藉由邀請學生一起幫數字主角找到十全十美的好朋友，引導學生進入數學合十的主題。在孩子的真實生活中，好朋友是社交生活中很重要的一環，本教案以兒童熟悉的找好朋友概念，融入數學主題，使數學內容更貼近學生的世界，孩子更能理解數字合十的概念。有意義的數學故事情境式學習，可提供兒童傾聽及討論數學概念的機遇，不但有助於兒童數學的學習，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。

從語言學習角度來看，學英語最有效的方法，就是讓學習者置身情境中學習，聽故事是孩子學外語的最佳媒介。數字單字化身為故事主角，老師以故事主角出場的方式介紹數字的英文單字 (one, two, three...)，因為是從故事的真實情境中介紹英文單字，對於英文程度較好的學童，不會覺得又在學幼稚園學過的單字，反而會在老師引導中，自信地大聲朗讀故事主角的英文名字，英文程度較弱的孩童，則能在故事情境中自然的複習英文數字。

二、豐富有趣的圖像式學習

本教案的第二特色是結合萬用揭示板豐富多元的圖片，創造有趣的圖像式學習。本教案以萬用揭示板的圖形元件，創造有趣的故事數字人物及故事背景圖，組成類似英文繪本的數學圖畫故事素材。因為有故事主角及故事背景的視覺圖像輔助，對於以英文授課或說故事較不具信心的數學老師來說，視覺圖案可提供老師在說故事或授課時的內容輔助，可提升教師在授課或說故事時的流暢性。從語言的學習角度來看，「圖像式學習」在語言教學中，是一個重要的教學策略。圖片是孩子在聽英文故事或學語言的重要橋樑，圖像式語言學習就是把複雜或困難的單字及文法，化繁為簡，以學習者容易理解的圖片將單字及句型結合，當學習者再看到相同的單字或類似的圖像時，大腦會快速的反射出和圖像連結的單字，提高語言學習效能。

三、結合虛擬教具的認知鷹架

本教案的第三特色是結合萬用揭示板的虛擬教具，提供學習認知鷹架。為提升學童對數字合十概念的理解，本教案以萬用揭示板的「十格板」虛擬教具，提供學習認知鷹架。十格板上的 M&M 巧克力及十格板上的空格，能提供數感較弱學童的視覺輔助，提升學童對 10 的合成和分解概念的理解。將數學概念圖像化是幫助國小學生，建立基本數與量概念最容易呈現的具體方式。萬用揭示板是一個從教師教學角度而設計的虛擬教具輔助軟體，此虛擬教具獨特的視覺圖

形表徵及可操作性的特性，可提供學習者在視覺上及數學運算操作上的學習輔助，有助於學生連結具體感官知識及抽象知識，也可幫助教師節省教具的準備時間，對於不熟悉數學教學法的英語教師而言，會是進入數學 CLIL 教學，最方便、最有效率的教學平台。

四、數學問題導向的整合學習

本教案的第四特色是數學問題導向的整合學習活動。首先，為強化學童對數學合十概念的英語句型練習，本教案將數學合十概念以及目標英文句型 (What numbers make 10? 1 plus 9 makes 10...) 改編成英語唱謠，老師在唱謠過程中，輔以簡單肢體動作，增進學習樂趣，在歡樂的英語唱謠當中，強化數學合十的數字配對，以及英文句型的練習，也為下一階段的數學任務式學習活動，所應具備的英語溝通對話能力做好準備。最後，本教案以數學任務式學習活動 (記憶大考驗)，結合數學的合十概念和英語句型練習，在小組競賽過程中，學生必需能夠以英文回答數字合十配對的正確解答，才能進入得分的選數字階段，這種將真實語言實際運用在學習情境中，會比傳統只專注於語言本身的學習活動更好。這種結合數學問題導向學習和語言溝通的整合學習，在解決數學問題的過程中，能有效地使用目標語言解決數學問題，特別適合訓練學生的英語口語流利度，以及使用外語的信心。

在臺灣以 CLIL 教學模式融入國小數學，能為小學生學習數學帶來什麼學習優勢？臺灣雙語教育政策在數學領域的實施會帶來什麼衝擊及影響？這些問題很需要相關的研究與探討。期許藉由本教學模式的提出，能為雙語教育政策在數學領域的推展，提出一個可行性方案，使其能成為有興趣從事數學領域雙語教學的老師參考，未來更可擴展至其他的學習領域，進一步做為其他學習領域研究發展 CLIL 教材及教案的參考。未來需致力於此教學模式的驗證性研究，以檢驗此教學模式的可行性及應用成效。

參考文獻

- 行政院 (2018)。2030 雙語國家政策發展藍圖。檢自 <https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/b7a931c4-c902-4992-a00c-7d1b87f46cea> 【Executive Yuan. (2018). *Blueprint for developing Taiwan into a bilingual nation by 2030*. Retrieved from <https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/b7a931c4-c902-4992-a00c-7d1b87f46cea> (in Chinese)】
- 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。doi: 10.3966/181665042018121404001
- 【Wu, Chao-Jung, Cheng, Chien-Ming, Cheng, Chien-Hua, Chen, Po-His, & Wu, Yi-Ling (2018). The measurement of domain-specific vocabulary knowledge: The mathematical vocabulary ability of third to eighth grade students. *Journal of Educational Research and Development*, 14(4), 1-40。doi: 10.3966/181665042018121404001 (in Chinese)】

- 教育部 (2018)。教育部推動雙語國家計畫。檢自 https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=D33B55D537402BAA&s=FB233D7EC45FFB37
【Ministry of Education. (2018). *Plans for promoting Taiwan into a bilingual nation*. Retrieved from https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=D33B55D537402BAA&s=FB233D7EC45FFB37 (in Chinese)】
- 陳慧琴、呂翠玲、許嫻華、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)。臺北：書林。【Chen, Huei-Chin, Lyu, Tsuei-Ling, Syu, Ying-Hua, & Tsou, Wen-Li (2018). Application of CLIL in mathematics. In Wen-Li Tsou & Shih-Mei Kao (Eds.), *Exploring CLIL: A resource book* (pp. 181-198). Taipei: Bookman Books. (in Chinese)】
- 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)。臺北：書林。【Tsou, Wen-Li, Kao, Shih-Mei, & Chen, Huei-Chin (2018). Core principles of content and language integrated learning. In Wen-Li Tsou & Shih-Mei Kao (Eds.), *Exploring CLIL: A resource book* (pp. 9-20). Taipei: Bookman Books. (in Chinese)】
- Cenoz, J., Genesee, F., & Gorter, D. (2014). Critical analysis of CLIL: Taking stock and looking forward. *Applied Linguistics*, 35(3), 243-262. doi: 10.1093/applin/amt011
- Chang, W. L., Yuan, Y., Lee, C. Y., Chen, M. H., & Huang, W. G. (2013). Using magic board as a teaching aid in third grader learning of area concepts. *Journal of Educational Technology & Society*, 16 (2), 163-173.
- Coyle, D. (1999). Supporting students in content and language integrated learning contexts: Planning for effective classrooms. In J. Masih (Ed.), *Learning through a foreign language: Models, methods and outcomes* (pp. 46-62). London, UK: Centre for Information on Language Teaching and Research.
- Coyle, D. (2005). *CLIL planning tools for teachers*. Nottingham, UK: University of Nottingham.
- Coyle, D. (2007). Content and language integrated learning: Towards a connected research agenda for CLIL pedagogies. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 10(5), 543-562. doi: 10.2167/beb459.0
- Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *Content and language integrated learning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Cummins, J. (1984) *Bilingualism and special education: Issues in assessment and pedagogy*. San Diego, CA: College Hill Press.
- Dalton-Puffer, C. (2011). Content-and-language integrated learning: From practice to principles? *Annual Review of applied linguistics*, 31, 182-204. doi: 10.1017/S0267190511000092
- Favilli, F., Maffei, L., & Peroni, R. (2013). Teaching and learning mathematics in a non-native language: Introduction of the CLIL methodology in Italy. *US-China Education Review A*, 3(6), 374-380.
- Frigols, M. J., Marsh, D., & Naysmith, J. (2007). Competence building for teachers of CLIL: Vocational education. In D. Marshand & D. Wolff (Eds.), *Diverse contexts - Diverging goals: CLIL in Europe* (pp. 33-46). Frankfurt am Main, Germany: Peter Lang. doi: 10.3726/978-3-653-01429-7/3

- Lewis, A. B., & Mayer, R. E. (1987). Students' miscomprehension of relational statements in arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 361-371. doi: 10.1037/0022-0663.79.4.363
- Meyer, O., Coyle, D., Halbach, A., Schuck, K., & Ting, T. (2015) A pluriliteracies approach to content and language integrated learning – Mapping learner progressions in knowledge construction and meaning-making. *Language, Culture and Curriculum*, 28(1), 41-57. doi: 10.1080/07908318.2014.1000924
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Prochazkova, L. T. (2013). Mathematics for language, language for mathematics. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 23-28.
- Quazizi, K. (2016). The effects of CLIL education on the subject matter (mathematics) and the target language (English). *Latin American Journal of Content & Language Integrated Learning*, 9(1), 110-137. doi: 10.5294/lacil.2016.9.1.5
- Slavit, D., & Ernest-Slavit, G. (2007). Teaching mathematics and English to English language learners simultaneously. *Middle School Journal*, 39(2), 4-11. doi: 10.1080/00940771.2007.11461618
- Van de Walle, J. A. (1994). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (3rd ed.). New York, NY: Longman.