

單維彰、曾政清（2022）。
高中數學雙語教學之理念與作法倡議。
臺灣數學教師，43（1），35-47
doi: 10.6610/TJMT.202204_43(1).0003

高中數學雙語教學之理念與作法倡議

單維彰¹ 曾政清²

¹ 國立中央大學師資培育中心與數學系

² 臺北市立建國高級中學

所謂「雙語」被概念化為共通語和目標語，本文所指的共通語是臺灣華語，目標語國際間習用的英語，而「語」包括了說與聽的口語，以及寫與讀的文字。本文提出一份倡議，它或許適用於其他學習領域或學習階段，但作者意圖針對普通高中的數學雙語教學，提出教育理念以及實踐作法的建議。此倡議的依據是文獻、作者的實務經驗，以及向語教學者和高中數學教師請教的結果，旨在兼顧宏觀的教育目標與落實至全國各所中學的可行性。文分五節：先簡述雙語教學的發展背景與四種基本模式，然後張舉理念並加以闡明，接著介紹華洋模式——它已經在大學的數學系裡實行很久了，可謂日文外來語片假名的中英雙語版；然後才補述作者在語言教育與學習方面的實徵經驗，作為本文倡議的背景與依據。最後提出實施方法上的建議。

關鍵詞：高中數學、學科內容與語言整合教學（CLIL）、學術英語（EAP）、雙語教學

壹、前言

一、研究動機與背景

雙語教學先被「國際教育」帶進中小學（黃彥文，2021），再由「2030 雙語國家政策發展藍圖」推到舞台的中央（國家發展委員會，2018），如今已成為十二年國民教育的重要項目之一（國家發展委員會、教育部，2020）。數學教育同仁對此新局已經有所回應，例如呂妍慧與袁媛（2020）初探了小學階段的雙語教案，並且正在為一年級編製英文版的數學實驗教材，臺灣師範大學雙語教學研究中心也正在編製國中階段的中英雙語數學教學手冊，而臺灣師範大學數學系與臺灣數學教育學會已經為中學在職數學教師舉辦過中英雙語教學的工作坊。本文希望在這些初期試探的基礎上，凝聚成數學領域雙語教學的教育理念，並據以提議可行的實踐作法。各階段數學課程的雙語教學應各有目標與方法，彼此可能略有差異，本文聚焦於普通高中。

雙語教學把「雙語」概念化為共通語和目標語。本文討論的共通語是臺灣華語，目標語是英語——所謂英語既不主張美式也不主張英式，而可以籠統地指定為世界上作為既成事實之溝通語言的世界英語（Global English）或全球語（Globish）（陳超明，2012；Pi，2015）。很多人拿新加坡當作雙語教學的範例，但是請注意：在新加坡，共通語是英語，目標語是其他族語，包括華語和馬來語。因此新加坡談論的雙語，跟我國所談的雙語，在語言上恰是相反的。

二、研究目的

本文倡議：在高中數學課程實施雙語教學的目的，有以下三點。

- （一）為學生將來在大學接受 EMI 教學模式做好準備。
- （二）透過數學英文詞彙的字源，提高在中西文化的脈絡中認識與理解數學的機會。
- （三）經由擴大數學教材與評量的學習經驗，調整數學教育之目的與價值的品味。

本文將在第三章闡明各項理念，並適度舉例。

貳、文獻探討

語言訓練測驗中心淺顯地說明了四種雙語教學的模式：沉浸式（Immersion）、內容導向式（Content-Based Instruction）、專業課程英語授課（English as a Media of Instruction，簡稱 EMI），以及學科內容與語言整合教學（Content and Language Integrated Learning，

簡稱 CLIL，讀作 klil) (LTTC, 2021)。以我國的社會與家庭生活而言，根本不能提供真正沉浸所需的時間，因此不再討論沉浸式。內容導向式旨在藉其他領域的內容以提高學習目標語的效率，潛在假設之一是該領域比英語學習本身更有趣，或者更具吸引力；大家都知道，高中數學實在很難擔任這個角色，何況這個模式的主旨是語言教學，並不關心其他領域的教學目標，因此不適合成為數學雙語教學的模式。EMI 原則上應該是全英語教學，但完全以專業領域的知識／技能傳遞為目的，大學和研究所的「全英語授課」就是此模式。EMI 始自歐洲，它幾乎全是因為學校想要招收國際學生而發明的；例如德國、法國的大學想要招收國際留學生，為了擴大市場而採英語授課。即使 EMI 在歐陸已經有 20 年歷史，但英國牛津大學教育系的 EMI 研究室仍然認為它的教學成效有待研究 (EMI Oxford Research Group, 2021)。

臺灣的研究所也有招收國際學生的需求，所以提供全英語授課的專業課程或學程，那些課程就屬於 EMI 模式。教育部為支持 2030 雙語國家政策，將雙語教學從研究所下延到大學部，民國 110 年「大專校院學生雙語化學習計畫」補助了 66 所大學，在大學部開設 EMI 課程 (教育部, 2021)。未來的高中生升學之後，是否在大學都要進入 EMI 模式的全英語課堂？我們可以繼續觀察。在高中階段，只有極少數的高中數學班級採用全英語教學，這些班級通常並不使用我國教材也不跟隨我國課綱 (例如採用 IB 數學課程)，而且它們的畢業生可能多數不在臺灣升學。絕大多數的高中採用我國的課綱與教科書，準備參加我國的升學考試 (試卷是全中文的)，而且班級內並沒有國際學生，所以 EMI 模式並不適合大多數的高中。值得注意的是，臺灣師範大學雙語教學研究中心的英文名稱寫了 *bilingual* (雙語的)，但是網頁名稱卻寫著 EMI。臺灣的教育界是不是想要自行改變 EMI 的定義？我們可以繼續觀察。

第四種雙語教學模式就是 CLIL 了；它是將學科內容與目標語的學習結為一體的教學法，而且實施教學的教師，大多由母語非英語者擔任教師 (Non-Native English Speaking Teacher, 簡稱 NNEST)，期望以學習整合方式，達到「學科」和「語言」雙重學習目標，培養學生運用外語學習新知與溝通的能力 (呂妍慧、袁媛, 2020)。即便林子斌 (2020) 指出臺灣幾乎不存在國高中階段的 CLIL 實徵研究，而大學階段的研究則顯示 CLIL 僅對「菁英學生」有益，但它似乎是高中數學雙語教學的唯一可行方案；呂妍慧和袁媛 (2020) 也推薦在「國小階段的數學雙語教學」採用 CLIL 模式。

針對高中數學的雙語教學，陳界山 (2021) 提出兩項訴求：(1) 不能強迫數學教師以全英語教數學；(2) 數學學科知識的傳授仍是重點。作者相信這是所有相關人士的共同心聲。訴求(1)相當於排除了 EMI，訴求(2)則與 CLIL 相容。訴求(1)不僅是因為它難以

實踐，更因為捨去中文等於放棄一種非常容易操作數學的語言。中文是非常適合創造口訣的語言，而且表意的方塊字大大提高了學習的效率，例如負負得正、內錯角相等、斜邊(hypotenuse)，換成英文不但冗長而且不知所云，乃至於九九乘法表的記憶以及心算，中文都提供極高的便利性。因為中文本來就是學習的利器，不應自廢武功，所以本文支持前述訴求。但是，在這兩項訴求之上，作者仍希望提出更積極的雙語教學理念。

參、教學理念

一、為大學的專業學習準備數學英文能力

目的(一)應是不言而喻的：如果在不久的將來，全國各大學確如國家願景而開設了大量的 EMI 課程，則高中畢業生理應為它做好準備。這項理念有一個重要推論：高中數學的雙語教學，是支持有效而全面英語學習的一環，但數學課程不負責一般語境的英語學習(簡稱日常英語：English for General Purposes, EGP)，僅支援數學領域內的學術語境英語學習(簡稱學術英語：English for Academic Purposes, EAP)(Jordan, 1997)。這是因為 EMI 以專業領域的知識／技能傳遞為目的，英語的角色為教與學的媒介，高中數學課程理所當然應該為學生準備以英語為媒介的數學專業知識／技能。EGP 是相對特定語境之英語(English for Specific Purposes, ESP)而產生的概念(Kennedy & Bolitho, 1984)，常聽說的 ESP 包括旅遊英文、商務英文等，而學術英文(EAP)是另一種 ESP，專指學校與學術環境內常用的英文。

數學領域的 EAP 有特別的重要性，因為它是理工醫農商管資電學群的專業學習共同語言，而且，國內的大學教授經常直接使用歐美出版的英文教科書，甚至在評量試卷上直接寫英文。高中數學課程已經為學生準備了所需的數學基礎知識，但是當它們以英文的慣用語句表達時，學生難免一開始感到陌生；如果因此而阻礙了大學階段的學習，就很遺憾了。在高中數學課程中引入 EAP 英文，最主要的目的就是幫助學生銜接大學的英文教材。作者已經針對我國高中數學內容，設計了英文字詞與常用句式的材料(單維彰, 2021b)，可作為此一理念的實踐範例。

二、利用字源幫助文化脈絡的理解

一個文化最顯著的特徵就是語言，語言／文字的流變，可以幫助理解文化的發展。而數學——如數學領綱的第三項理念——是一種人文素養，宜培養學生的文化美感。英文的數學詞彙經常能提供數學在西方文化脈絡中的角色，而許多數學詞彙譯自英文，所

以雙語教學提高了在文化中認識與理解數學的機會，因此也有更多實踐課綱理念的機會。

舉例而言，「有理數」*rational* 在普通英文中主要的意思是「合理的，有理性的」，但它本來是 *ratio* 「比例」的形容詞，也就是「比例的」或「成比例的」的意思。可見「合理的」的原始意涵，可能是「符合比例原則的」，而「理性思考」的本質之一，就是能辨明比例，並且按照比例來權衡得失。這個觀念不但是人文的，也表明了「量化」思考的重要性。民國初年知識分子引進「德先生」(*democracy*) 與「賽先生」(*science*)，共同的基礎就是理性思考；他們也了解，理性思考的更根本基礎，是精確的量化。例如胡適寫了〈差不多先生傳〉以反諷方式提倡講求精確的習慣。

再舉一個例子。對數 *logarithm* 來自拉丁化兩個希臘字 *logos-arithmos* 的合併，直譯為 *ratio-number*：比例數。取這個名字的原因，可能是因為當初的動機是發現了：如果把等比數列寫成次方形式，則它們的指數會形成等差數列。當 *logarithm* 在明朝末年首次傳入中國的時候，的確翻譯成「比例數」。當時把 a^x 的數對「對列成表」，稱為「對數表」，其中 a 稱為「原數」，到了康熙時代改稱「真數」，而「與 a 相對的數」最後就稱為「 a 的對數」了；例如「與 2 相對的數約為 0.3010」就記作 $\log 2 \approx 0.3010$ 。

三、接觸西方教材可望調整數學教育的品味

擴展視野，就是調整品味的契機。雙語教數學之後，教師有更多機會直接閱讀西方的教材與評量試題，學生也有更多機會閱聽西方的教科書或教學影片。大家都開拓了視野，使得大家都有較多的機會，反省我們自己的數學教育現況。

西方的數學教育也有他們自己的文化包袱，因此有他們必須思索的改善方向。我國的數學教育現況，有些地方類似於國際間共同的問題，但是也有我們特有的狀況。以下，作者試圖用一段話，根據單維彰（2017；2018）自 2017 年以來研究臺灣數學課程史的心得，簡述我國數學教育發展成今日這種特色的脈絡。

自從晚清的「自強運動」起，領導人們就認為西方了不起的是科技，特別是軍事科技，而他們認定西方科技的基礎是數學（這還真有眼光），而數學教育比起科學和工程的教育更容易發展，所以數學緊跟在外語教育之後，成為第二早發動的西化教育學科。在民族自尊與「亡國感」的驅動下，數學教育亟欲「迎頭趕上」，再加上當時有機會求學（尤其是「西學」）的人，的確是較少數的菁英，所以數學的教材傾向於「超前部署」。這導致日本的中學教材，變成了北京與瀋陽的小學（高等小學）教材；美國的大學教材（例如《范氏大代數》）變成了江浙與武漢地區的中學教材；直到我們讀大學的時候仍然如此，美國的研究所教材（例如 *Rudin* 和 *Apostol* 的高微）就是我們的大二教材。中

國的教育學術社群才剛發芽，還來不及重新著根於自己的文化，就開打了八年抗戰，教育活動只剩奄奄一息。戰後，國民政府迅速抹去日本在臺灣的皇民教育，從上海運來中國教科書，小學以上的數學教師也多半是從大陸來的。一方面，教育資源既「寡」又「不均」，另一方面，大多數外省移民因為既無資本又無田產，所以只有升學一途，而本省同胞則是在外來政權的統治下，根據經驗在在肯定升學是躋身上流的不二法門，兩者都導致教育的需求相當龐大。高需求搭配低供給，自然就導致激烈的競爭。在此氛圍之下，過度「超英趕美」的數學教材與課程進度，不但缺少被檢討的機會，反而成為「把守」升學窄門的有效利器。數學科作為「篩選工具」的工具理性與經濟效益是如此之成功，整個升學體系的結構性黑鍋，全讓數學科背了（也許還有英文科），其他學科不是袖手旁觀，就是愛莫能助。

簡單說，我國數學教育的課程進度快，考試壓力大。這樣的數學教育，確實是臺灣「經濟奇蹟」的一大功臣。如今，社會已經改變；我們現在可能更需要關注「幼有所長，老有所終」的社會基本面。但是數學教育的課程、教材與評量試題，仍處於長達百年的發展慣性之中。如果要反省自己的問題，協商出修訂的共識，不可能仰賴其他學科領域，也不能指望「教育專業」的教育學者，還是得靠我們自己。並不是外國的月亮比較圓，而是它幫助照亮我們自己，使得我們有機會看清平常認為「本該如此」的價值觀，可能未必「本該如此」，而還有其他的可能。

舉例來說，有效運用科技工具（包括掌上型電算器，也包括智慧型手機裡的 App），討論接近真實情境的應用問題，從科學與工程中擷取大量的數學模型作為例題或試題，在初學一項數學物件時，給予學生大量的基礎練習，都可能是英文教材的特徵。等到越來越多教師同仁檢驗了英文數學教材與評量的教學成效，而且如果獲得了正面的實徵經驗，我們就有機會做較大規模的討論，在獲得共識的方向上，一起改變。

根據本文倡議的理念，在高中數學課程中實施雙語教學，不僅是為了支持 2030 雙語國家政策而已，同時也可以更多地實踐課綱理念，還有機會改善我們的教學成效。也就是說，雙語教學也有屬於數學的內在動機。

肆、華洋模式

前面已經幾乎肯定我們建議的雙語教學模式是 CLIL。幸運的是，我們不但可以理解 CLIL，甚至還將發現數學領域自發地創造了 CLIL；大部份教師在大學時代就讀數學系的時候，已經體驗了 CLIL 模式。本文稱數學領域自發的 CLIL 模式為「華洋模式」。

雖然已經透過高中數學學科中心電子報，向教師同仁介紹過華洋模式(單維彰, 2021a)，但為了本文的完整性，還是節錄於下。

華洋是中央大學數學系的退休教授。中央大學數學系的另三位前輩教授，王九達、胡門昌、柯慧美合著一本《微積分講義(上、下)》(1998)。在內容上，這部講義以民國72年課程標準《理科數學》的單變數微積分為基礎，延伸而成大學微積分。除了關於教學內容的特殊考量以外，這部講義還有語言安排上的創新設計，如其引言所述：

本書的語言也有一項特色：在上篇中我們混雜使用中文和英文，愈到後面英文愈多，在下篇則全用英文。我們是主張科學中文化的，但毋庸諱言，我國的科學尚未到達領導地位，大學生以後研讀功課尚須使用英文課本，就業後亦不乏以英文閱讀與撰寫科學文字的需要。培育英文能力，此其時也。因此循序漸進，在「大一微積分」的課程中，養成其閱讀英文數學書的能力，可免日後的恐慌。

九達老師是臺灣數學界的耆老，也是華洋老師的老師。他曾笑稱這部講義的語言設計就是「華洋」：由華入洋。先用華文，慢慢摻入洋文，最後轉成全用洋文。而這基本上就是本文所謂的「華洋模式」。

這個模式還是需要教材或講義的配合，後面再說。這個模式可能是所有教師讀大學的共同經驗，它實際上已經在數學系實行多年了，那就是：我們讀英文課本、寫英文考卷，但是聽教授說中英夾雜的課，跟同學用中英夾雜的話語討論數學。我們的中英夾雜，可以理解為日文外來語片假名的升級版——我們不用中文拼寫英文，直接把英文放在中文的語句中使用，彷彿它就是中文的一部份；而且，當我們這樣用的時候，經常把英文的詞性、單複數、時態全都省略了。

CLIL「整合式」雙語教學的立論之一，就是共通語適合用來作專業以外，或者輔助專業的日常溝通，譬如在生活經驗中舉例說明一個數學概念，還是說國語比較方便；而目標語則適合用來發展精確的專業知識／技能。有一些詞，譬如 *completeness* 和「完備性」，不論英文或中文都能望文生義，可是它生不出數學上關於實數的確切意義；要了解實數的 *completeness* 或完備性的真正意義，必須專注地學習。此時，重點並不是 *completeness* 或完備性，而是數學概念的教與學。就算英語母語學生，也不知道 *completeness* 的數學意涵，而需要額外學習；同理，就算把這個概念稱為「完備性」，也不會使它變簡單，並不會比稱它為 *completeness* 更容易學習。所以，何不乾脆就講 *completeness* ？

另一些詞，譬如 *monomial*，對於還沒學過的人來說，就算改用中文說它也是無濟於事的，不知為不知：把沒有意義的英文改寫成沒有意義的中文而已。像這樣的情況，在數學裡比比皆是，我們早就習慣在國語（或台語）的談話中直接說 *monomial* 而不必轉

譯成 $\Gamma \pi \rho \gamma \Gamma \rho \nu$ 或莫那米歐。對於懂的人而言，說「妳覺得 P 是不是 monomial 啊？」就是在說中文，哪會意識到自己中英夾雜呢？在這句話裡 monomial 就是中文外來語，只是我們直接用原文拼寫，不用片假名，也不用注音符號。關鍵是溝通的雙方知不知道 monomial 的意思？

教師以華洋模式做雙語教學時，跟以前求學的時候最大的不同，就是以前只要自己讀懂英文詞彙，或者講給自己的老師、同學聽懂即可。現在當老師了，必須能自在地對全班講出來。因此要更注意發音。但是數學教師不必追求美式英語或英式英語的發音，只要能達到國際間可溝通的「全球語」程度即可。

其次，因為雙語教學在原理上還是負有外語教學的目的，作者認為數學教師還要盡量注意以下英語方面的基本教學。

1. 拼字要正確。例如別漏了數學 mathematics 尾巴的 s。
2. 雖然將英文置於中文的語句之內，但仍要盡量配合詞性而使用正確的英文文法。譬如 $2/3$ 要說 two thirds 而不是 two third，要說 x squared 而不是 x square，可以說有理數不 complete 但是要說有理數沒有 completeness。
3. 早已本土化的詞彙（例如負數、整數、有理數、三角形）雖不必改口說英文，但是要經常提醒學生它們的英文說法。

華洋模式的最主要精神是由華入洋。按語文學習的原理，理想的發展次第是從字詞到句式，從段落的篇章。哪些人在哪些時間要發展到哪些層次？第五節再說。

伍、經驗依據

本文第一作者在留學美國州立賓大（The Pennsylvania State University）數學系博士班期間，於 1985-86 學年親身經歷了 EGP 與 EAP 的受教與學習經驗，並成為「非母語者之英語教學」系（Teaching English to Speakers of Other Languages，簡稱 TESOL）教授與研究生的研究個案，接受他們的訪談與測驗。那是作者的 EAP 早年經驗，詳情請看《數學學科中心電子報》的分享（單維彰，2021a）。

受到前述 EAP 經驗的啟發，第一作者有感於許多大一學生的微積分學習障礙，其實是英文而不是數學的基礎不足。經過 88 學年利用授課機會做了小規模的實徵探究之後，更加確定這個猜想，因此從民國 90 學年起，就試著在微積分課程中融入相關的英文教育，期望教導學生擁有自己閱讀英文教科書的能力，因此開始製作用中文解釋數學英文的教材。到了 94 學年，第一作者獲得大學的校內經費支持，開始「英文與數學

協同教學」創新教學計畫，並獲得語言中心教師同仁的協助。前述教材（含錄音）皆未出版，如今改版為「數學英文字詞」網頁（單維彰，2021b）。前述研究結果也多半處於校內結案報告的形式，僅有一份碩士學位論文做了較全面的整理（梁仁馨，2009）。

因為與英語教師的合作，第一作者在 2011—17 年間獲選為語言中心主管。他根據教育理念與實徵證據，向同仁及一級主管提出多項語言教育的政策建議，其中包括為英語教師準備 ESP 及 EAP 的教學賦能，開設 ESP 及 EAP 的選修課程；那些措施直接有助於學校獲得「大專校院學生雙語化學習計畫」的補助。語言教學的政策與和實施報告，大多是校內文件而未公布。僅有一份為研擬「英文畢業門檻」政策而做的實徵研究，曾公開發表（單維彰，2012）。

本文第二作者長年兼任國教署普通高中數學學科中心研究教師，從民國 94 年起即參與高中數學課程綱要研修與推廣工作。為籌畫數學學科中心因應國家雙語政策所宜採取的立場與作為，兩位作者依據長年教學與行政的經驗，並多方參酌同仁意見之後，產生大致方向。他們並於 2022 年 1 月 10 日邀請具全英語教學經驗的教師，以及具執行雙語教學計畫的同仁，共同商議核心理念與具體作法。2 月 10 日，在更多種子教師、研究教師的參與下，再次確認了我們對於高中數學雙語教學的理念與實施建議。

陸、實作的建議

一、分級建議英語文比例

若採華洋模式，數學教師在數學課堂中以英語教學的比例該有多少？林秀娟（2020）表示：即使在英文課裡，非母語的英語教師理論上的認知是「應該全英語授課」，但實際上有其不得使用共通語的必要。她並且引用研究文獻指出，香港的 NNEST 英語教師大約有 20% 的時間在課堂中使用共通語，而大陸約有 64%。臺灣的合理比例有待實徵研究提供資訊，但是從前述懸殊的數據看來（而且那是「英文課」的數據），我們實在沒有理由要求全臺灣一致的比例規準。高中數學學科中心經過討論，初步建議按照學生的需求而將目標語的比例分為 A、B、C 三級；比照歐洲共同語言參考標準（CEFR），A 最少而 C 最多。這項建議相容於理念 1：既然高中雙語是為了準備大學 EMI，則應以相關的大學 EMI 需求作為相對的教學目標。

按照字句、段落、篇章的次第原則，建議 A、B、C 三級雙語教學的 (1) 教材：包括投影片、講義、學習單，(2) 評量：包括作業、形成性檢驗、定期考，原則上分別以 A：數學英文的字彙與定式語、B：常用句型或段落、C：較完整的英文學習單元（例如

使用英文教科書或開放教育資源——Open Educational Resources, OER——的小單元，包括播放英語的影音教材）作為目標語的教學內容。至於數學課堂中的目標語所佔比例，則留待更多實徵資料出來之後再討論。

二、在職教師賦能

現階段，在職教師的雙語教學賦能，可能比課堂實施更為緊要。教師是具備完整數學知識的成人，她／他們的英語賦能更應該以共通語和數學知識作為鷹架而為之。在字彙層面，教師很可能已經認得大部分數學英文字彙，只是很少寫所以容易拼錯，而且很少說所以發音沒把握。不論教師賦能或教材支援，我們都應該從數學英文的字詞開始。

每一冊教科書都有中英對照的名詞索引，國家教育研究院（2012）提供一份雙語詞彙線上字典，但它們畢竟都是參考資料，而非教材。學習者仍然最好能先依據設計妥善的教材，較有系統且效率較高地學習基本的數學英文詞彙，然後才能得心應手地使用參考資料。陳昭蓉翻譯（2018）的數學辭典以中文為主要解說語言，但保留了對照的英文字詞，應該是一份合適的入門教材兼工具書，它只缺了讀音。臺灣師範大學雙語教學研究中心（2021）編撰的課室英語手冊，善用科技提供了搭配文本的語音教材。單維彰（2005）曾以統整複習的方式編製數學詞彙教材，每份皆為一千字左右的文本，搭配五分鐘以內的語音講解，可作為初步的支援教材。有了教材之後，應立即結合語言學習工具，讓教師（及學生）有機會利用零碎時間多加練習。

中學教師大多畢業於大學數學系，在求學期間已經認識大多數數學領域內的英文字詞，現在的關鍵是：以前作為學生，只要能讀能聽就行了，現在作為教師，必須能夠大方地說出口。因此，早期階段的教師賦能，建議首重教師對於數學英文字詞的口說能力；注意此處的要點不是 EGP 的日常英語會話，而是數學課堂內的 EAP 口語表達。

三、數學英文的聽說讀寫

語言的學習包括聽說讀寫，而且應該一體視之。但是成人（高中生也差不多）為準備 EMI 模式的 EAP 學習，最合理的切入點仍是閱讀。可是，所謂閱讀的「閱」意指默讀，而「讀」是指朗讀，因此閱讀不可忽略發音；特別是像英文這種拼音文字，自古以來都以朗讀為基本的教學法，對母語兒童如此（Flesch, 1955），對第二語言學習者也是如此（Huang, 2010）。

朗讀，或放聲閱讀——獨自的或齊聲的——就在練習聽與說。前面說過數學教師不負責 EGP，因此不負責日常的英語會話，但是含括朗讀的數學詞彙教學，卻能幫助學生

在英語會話中說出數學，也能支持學生未來在英語簡報或演說中自信地說出數學。而「寫」在某種程度上是讀的學習遷移表現，基本的學習方法就是——寫。教師該做的就是提供寫的機會。英文教材中，不乏問答式的書寫習題，單維彰曾經在大一微積分課程中指派書寫的習題。所以出題讓學生寫，並不困難，較為困難的是：誰來批閱？批閱的佔分比例，數學與英文該如何分配？在作者的教學實驗中，取得額外的一筆資源，請英語教師協助批閱英文的數學寫作作業。因此，單維彰認為「寫」的教學實踐，主要依賴於額外教學資源的供給，不宜責成數學教師獨力承擔。

高中數學教師需要雙語教學的支援，數學教育社群可以提供資源。如前言第一段所述，社群中的機構或個人已經開始編製資源。本文希望在大家即將動員起來的時候，提議三項可藉以評估價值的理念與內部動機，以及根據這些理念所能預想的實踐作法。

參考文獻

- Pi, F. (2015). Professor Dan Douglas 從全球語角度談英語教學與評量。《**語言之道**》，4，8-11。
- 王九達、胡門昌、柯慧美（1998）。微積分講義上篇。未出版之講義，國立中央大學數學系。
連結 shann.idv.tw/wang/book.html
- 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**》，7（1），1-26。doi: 10.6278/tjme.202004_7(1).001
- 林子斌（2020）。臺灣雙語教育的未來：本土模式之建構。《**臺灣教育評論月刊**》，9（10），1-7。
- 林秀娟（2020）。在臺灣英語文課程使用英語授課——理論與實踐。國教署職場英語文計畫研究報告。臺北市：臺灣師範大學雙語教學研究中心。連接 emi.eng.ntnu.edu.tw/blank-3
- 陳昭蓉（2018）。《**圖解數學辭典**》。臺北市：小天下。譯自 T. Large (2012). *Usborne Illustrated Dictionary of Maths*. London: Usborne.
- 陳界山（2021）。中學數學雙語教學計劃簡介。未出版之簡報，2021年12月23日國教署數學學科中心諮詢會議。臺北市：建國中學。
- 陳超明（2012）。全球英語實戰力 *Global English Is Here!*。臺北市：聯經。
- 黃彥文（2021）。體現「在地全球化」精神：論中小學「國際教育 2.0」與「雙語課程」接軌的問題與展望。《**臺灣教育評論月刊**》，10（2），5-11。
- 語言訓練測驗中心 LTTC (2021). CLIL 和 EMI、Immersion、Content-Based Instruction 有什麼不同？2021年10月24日連結 lttc-li.tw/clil101_003/

- 國家教育研究院 (2012)。雙語詞彙、學術名詞暨辭書資訊網。連結 terms.naer.edu.tw
- 國家發展委員會 (2018)。2030 雙語國家政策發展藍圖。連結 bilingual.ndc.gov.tw/sites/bl4/files/news_event_docs/2030_雙語國家政策發展藍圖.pdf
- 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)。連結 www.edu.tw/News_Plan_Content.aspx?n=D33B55D537402BAA&sms=954974C68391B710&s=FB233D7EC45FFB37
- 教育部 (2021)。教育部 110 年「大專校院學生雙語化學習計畫」核定名單。臺北市：作者。2022 年 1 月 14 日連結 depart.moe.edu.tw/ED2200/News_Content.aspx?n=90774906111B0527&s=B92BCD8072ECC23F
- 梁仁馨 (2009)。學測成績分群結果與微積分學習表現之間的關係。未出版之碩士論文，國立中央大學數學系。
- 單維彰 (2005)。整數。未出版之文字和語音教材。連結 shann.idv.tw/matheng/integer.html
- 單維彰 (2012)。五種英文檢定考試的實驗報告。科學月刊，511，494-5。
- 單維彰 (2017)。半世紀的高中數學課程回顧。臺灣大學科學教育發展中心〔科學史沙龍〕。連結 case.ntu.edu.tw/blog/?p=27730
- 單維彰 (2018)。中學數學教育的半世紀回顧及其啟示。教育研究期刊，294，4-18。
- 單維彰 (2021a)。數學雙語教學之華洋模式。數學學科中心電子報，166。連結 ghresource.mt.ntnu.edu.tw/nss/p/MathematicsNewsletter
- 單維彰 (2021b)。數學英文。未出版之網路教材。連結 shann.idv.tw/matheng/
- 雙語教學研究中心 (2021)。課室英語手冊 For all subject teachers。臺北市：臺灣師範大學。連結 emi.eng.ntnu.edu.tw/blank-3
- EMI Oxford Research Group (2021). About English as a medium of instruction. 英國牛津大學教育學系網頁。2021 年 10 月 24 日取自 www.education.ox.ac.uk/our-research/research-groups/language-cognition-development/emi/
- Flesch, R. (1955). Why Johnny can't read – and what you can do about it. New York: Harper & Brothers.
- Huang, L. (2010). Reading aloud in the foreign language teaching. *Asian Social Science*, 6(4), 148-150.
- Jordan, R. (1997). English for academic purposes: A guide and resource book for teachers. New York: Cambridge University Press.
- Kennedy, C. & Bolitho, R. (1984). English for specific purposes. London: Macmillan