

教科書研究

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

第十四卷 第一期
2021年4月

Volume 14 Number 1
April 2021

國家教育研究院

NATIONAL ACADEMY *for* EDUCATIONAL RESEARCH

教科書研究

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

發行人 Publisher	許添明 Tian-Ming Sheu	
總編輯 Editor-in-Chief	黃政傑 Jenq-Jye Hwang	
主編 Editors	洪儷瑜 Li-Yu Hung	林吟霞 Yin-Hsia Lin
編輯委員 Editorial Board	王立心 國家教育研究院教科書研究中心主任 Li-Hsin Wang, Director, Center for Textbook Research, National Academy for Educational Research	
	王雅玄 國立中正大學教育學研究所教授 Ya-Hsuan Wang, Professor, Graduate Institute of Education, National Chung Cheng University	
	吳俊憲 國立高雄科技大學博雅教育中心教授 Chun-Hsien Wu, Professor, Center for Liberal Arts, National Kaohsiung University of Science and Technology	
	李文富 國家教育研究院課程及教學研究中心主任 Wen-Fu Lee, Director, Research Center for Curriculum and Instruction, National Academy for Educational Research	
	林吟霞 臺北市立大學學習與媒材設計學系副教授 Yin-Hsia Lin, Associate Professor, Department of Learning and Materials Design, University of Taipei	
	洪儷瑜 國立臺灣師範大學特殊教育系教授 Li-Yu Hung, Professor, Department of Special Education, National Taiwan Normal University	
	許育健 國立臺北教育大學語文與創作學系副教授 Yu-Chien Hsu, Associate Professor, Department of Language and Creative Writing, National Taipei University of Education	
	陳麗華 淡江大學課程與教學研究所教授 Li-Hua Chen, Professor, Graduate Institute of Curriculum and Instruction, Tamkang University	
	游自達 國立臺中教育大學教育學系副教授 Tzu-Ta Yiu, Associate Professor, Department of Education, National Taichung University of Education	
	黃政傑 靜宜大學教育研究所終身榮譽教授 Jenq-Jye Hwang, Lifetime Emeritus Professor, Graduate Institute of Education, Providence University	
	楊國揚 國家教育研究院教科書研究中心助理研究員 Kuo-Yang Yang, Assistant Research Fellow, Center for Textbook Research, National Academy for Educational Research	
	楊智穎 國立屏東大學教育學系教授 Jyh-Yiing Yang, Professor, Department of Education, National Pingtung University	
	甄曉蘭 國立臺灣師範大學教育學系教授 Hsiao-Lan Chen, Professor, Department of Education, National Taiwan Normal University	
	劉美慧 國立臺灣師範大學教育學系教授 Mei-Hui Liu, Professor, Department of Education, National Taiwan Normal University	
	藍順德 佛光大學副校長 Shun-Te Lan, Vice President, Fo Guang University	
執行編輯 Managing Editor	李仰桓 Yang-Huan Li	
助理編輯 Assistant Editor	郭軒含 Hsuan-Han Kuo	

本刊獲行政院科技部人文社會科學研究中心補助編輯費用

2008年6月15日創刊

教科書研究

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

第十四卷 第一期
2021年4月

Volume 14 Number 1
April 2021

主編的話

教科書除了陳述學習內容之外，其呈現學習內容的方法也會影響使用者，因此教科書的研究在教科書呈現內容的方式也值得研究探討。教科書研究是一個跨學科的研究領域，本期 3 篇研究論文和「教科書評論」專欄四篇用不同的角度探討教科書在內容的呈現編輯，包括詞彙、建模歷程、圖示表徵和編寫方式等。

本期收錄 3 篇研究論文，都是有關數學和科學之教科書研究。第一篇由黃仲義、陳世文及楊文金所撰〈我國國民中小學科學教科書科學詞彙之差異比較〉，運用語料分析方法探討中小學不同學習階段與不同版本科學教科書之科學詞彙出現之差異，結果發現科學教科書之科學詞彙明顯出現在國中階段，易造成國中學生的概念理解負擔。不同版本在教科書的詞彙多樣性與密度相近，反映教科書之高同質性。詞彙代表概念，算是知識學科領域學習的入門，此結果提醒科教教師運用教科書教學時，不可不察詞彙過密可能造成認知的負荷。

第二篇由鐘建坪所撰〈以科學建模歷程探索臺灣國中教科書中化學平衡概念模型的建構〉，採用內容分析法針對 1968~2019 年 15 本國中科學教科書，以四階段的科學建模歷程進行化學平衡概念模型的分析，研究發現多數版本內容著重在模型發展與模型精緻階段，僅少數版本呈現模型遷移與模型重建的階段。作者建議教科書應盡可能提供學生科學建模之完整歷程，基於素養導向的教學，教師也因覺察教科書可能的限制，應強化情境的學習，彌補教科書內容可能出現之建模不完整的學習歷程。

第三篇由黃幸美所撰〈學生的空間測量能力及教科書的面積與體積教材之探討〉，使用文獻分析法，分析國教院 2006~2018 年數學學力檢測小學生之空間測量解題能力，以及教科書在面積與體／容積主題之圖示表徵。結果發現學生在知識和認知類的問題解決能力優於應用和推理類的問題解決，而教科書在面積、體積幾何概念的整合較少，偏重程序型的學習。作者建議幾何概念的整合式空間為學習重要的基礎，教師應覺察教科書的限制，課程設計應培養學生測量知能，並強化應用解題能力。

研究紀要收錄由陳麗華、葉韋伶及紀舜傑所撰〈建構中小學「公民遠見課程」之主題軸與核心概念芻議〉，透過文獻探討、專家焦點座談及訪談等，建構「公民遠見課程」的四大主題軸及十二項核心概念。盼能拋磚引玉，引發教育現場及學界的關注，作為未來推動公民遠見之基本觀念及課程之參考。

「教科書評論」專欄邀請李涵鈺、李仰桓撰寫〈南非高中歷史教科書的轉型正義教育——評介《焦點歷史》〉，介紹南非歷史教科書如何處理轉型正義問題，如何帶領學生學習民主化的歷程及過往種族隔離制度的人權壓迫歷史。主要分析歷史教科書之編寫方式，值得我國歷史教科書編寫者之參考。

本期書評，邀請詹寶菁介紹《教科書發展的品質保證——書寫優質教科書的試金石》（*Quality Assurance in Textbook Development: A Touch-stone in Writing the Quality Textbook*）。本書介紹巴基斯坦組織（AFAQ）發展小學優質教科書的所有歷程，作者將企業界品質管理的觀念和策略引入教科書設計與發展的歷程中，乃本書最大的特色，提供建立教科書發展的工作與品質確保之流程及其指標的範例。

教科書是教師教學的重要工具，教科書研究期刊是國內唯一系統性收錄最新教科書相關研究的學術期刊，本期的研究論文利用不同學習理論分析教科書的內容，藉此提醒教師如何善用教科書。另外，研究紀要、「教科書評論」專欄及書評也對未來教科書的編輯、撰寫和新議題之學習內容提供了不同的視野，期待提升國內教育工作者使用教科書的智慧，另也引發更多研究者多利用相關學習理論探討教科書的內容，透過研究成果提升國內教科書之編輯品質。

主編

洪德瑜
林吟媛

謹識

教科書研究

第十四卷 第一期

2008年6月15日創刊

2021年4月15日出刊

專論

- 1 我國國民中小學科學教科書科學詞彙之差異比較
黃仲義 陳世文 楊文金
- 31 以科學建模歷程探索臺灣國中教科書中化學平衡概念模型的建構
鐘建坪
- 57 學生的空間測量能力及教科書的面積與體積教材之探討
黃幸美

研究紀要

- 97 建構中小學「公民遠見課程」之主題軸與核心概念芻議
陳麗華 葉韋伶 紀舜傑

教科書評論

- 131 南非高中歷史教科書的轉型正義教育——評介《焦點歷史》
李涵鈺 李仰桓

書評

- 145 教科書發展的品質保證——書寫優質教科書的試金石
詹寶菁

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

Volume 14 Number 1

First Issue: June 15, 2008

Current Issue: April 15, 2021

Articles

- 1 The Comparison of Science Vocabulary in Taiwan Primary and Middle School Science Textbooks
Chung-Yi Huang Shih-Wen Chen Wen-Jin Yang
- 31 Exploring the Construction of a Conceptual Model of Chemical Equilibrium in Taiwanese Junior High School Science Textbooks Through a Scientific Modeling Process
Jing-Ping Jong
- 57 Study of Students' Spatial Measurement Competence and Textbook Units of Area and Volume Measurements
Hsin-Mei E. Huang

Research Note

- 97 Construction of the Theme Axis and Core Concepts of the Civic Foresight Curriculum in Elementary and Junior High Schools
Li-Hua Chen Wei-Ling Yeh Shun-Jie Ji

Textbook Review

- 131 Transitional Justice Education in the High School History Textbooks of South Africa: A Review of the *Focus History*
Han-Yu Li Yang-Huan Li

Book Review

- 145 Quality Assurance in Textbook Development: A Touchstone in Writing the Quality Textbook
Pao-Jing Chan

我國國民中小學科學教科書 科學詞彙之差異比較

黃仲義 陳世文 楊文金

科學教科書的科學詞彙是科學概念的重要表徵，但卻也經常造成學生的理解困難。本研究運用語料分析方法比較我國國民中小學不同學習階段與不同版本科學教科書之科學詞彙數量、性質及類別之差異，以了解科學教科書中科學概念分布情形及其發展脈絡，提供教科書編輯與科學教學之參考。研究發現科學教科書之科學詞彙數量明顯分布於國中階段，易造成國中學生概念理解的負擔。不同版本教科書之詞彙多樣性與詞彙密度相近，反映教科書內容具有高度同質性。科學詞彙類別則呈現科學教科書共有與獨有之科學詞彙，提供教師作為科學詞彙教學的參考。最後，本研究建議科學教科書應考量不同學習階段科學詞彙之分布差異，不同版本科學教科書應增加內容多樣性，教師在科學教學上應關注學生對科學詞彙的概念理解。

關鍵詞：科學教科書、科學詞彙、語料庫分析、教科書研究

收件：2019年12月20日；修改：2020年8月17日；接受：2020年9月18日

The Comparison of Science Vocabulary in Taiwan Primary and Middle School Science Textbooks

Chung-Yi Huang Shih-Wen Chen Wen-Jin Yang

Science vocabulary in science textbooks is the important representation of scientific concepts, however it also frequently makes students fail to understand. Therefore, this study aimed to explore the differences of science vocabulary among the primary and middle school science textbooks from the aspects of type, token, lexical diversity, lexical density, common vocabulary, and unique vocabulary through the corpus-based analysis. The results showed that the science vocabulary significantly distributed in middle school science textbooks, which would cause a heavy burden of scientific conceptual understanding for middle school students. The lexical diversity and lexical density in science textbooks were similar, which indicated the content of science textbooks was highly homogenous. Additionally, the common and unique science vocabulary had been presented to provide teachers as a reference for science vocabulary teaching. Finally, the study suggested that science textbook writers should appropriately deploy science vocabulary in each learning stage and increase the content diversity of science textbooks. Teachers should pay more attention to students' conceptual understanding of science vocabulary in science teaching.

Keywords: science textbook, science vocabulary, corpus-based analysis, textbook research

Received: December 20, 2019; Revised: August 17, 2020; Accepted: September 18, 2020

Chung-Yi Huang, Ph.D. Student, Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University.

Shih-Wen Chen, Assistant Research Fellow, National Academy for Educational Research, Center for Textbook Research, E-mail: shiwen@mail.naer.edu.tw

Wen-Jin Yang, Professor, Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University.

壹、前言

一、背景與動機

在學校教育中，科學教科書是學生建構科學概念的主要來源，也是教師科學教學的主要教材。美國中小學教師使用科學教科書比例將近 70% (BaniLower et al., 2018)，而我國中小學教師使用科學教科書比例亦達 90% (陳淑娟等人, 2017)，顯見科學教科書在科學教與學上占有不可或缺的重要角色。科學教科書同時也是重要的教育研究議題，近來科學教科書研究主要分為二個面向：一是科學教科書的內容分析，例如，科學史的內容分析 (呂紹海、巫俊明, 2008)、意識形態的分析 (蔡瑞君、熊同鑫, 2008) 以及 STS 觀點的比較 (廖英雅、連啓瑞, 2004) 等；二是科學教科書的語意論述，例如，語意論述類型 (陳均伊, 2013)、邏輯語意分析 (蔣佳玲等人, 2014) 以及學生的語意理解 (于曉平、吳育雅, 2013; 陳世文、楊文金, 2008; 陳慶民、廖柏森, 2015; 羅延瑛, 2016) 等。

除此之外，另一個值得關注的研究議題是科學教科書的科學詞彙 (science vocabulary)。科學詞彙是指科學教科書用於解釋科學現象或傳達科學訊息的詞彙 (Ardasheva et al., 2018)，這種詞彙蘊含科學專有意義與抽象概念，經常成為學生科學學習的阻礙 (Brown & Concannon, 2016; Bryce, 2011; Carrier, 2013; Fang, 2006; Snow, 2010)。Osborne 與 Dillon (2010) 表示學生無法理解科學詞彙的情況在科學課室中經常發生，圖 1 顯示科學教師拿著科學教科書說明克卜勒第一定律的概念，語句中出現許多科學詞彙，如軌道、橢圓、行星等，身為專家的教師能理解其義，但對科學新手的學生而言卻感到相當陌生，他們如同夢遊仙境故事中隨著兔子跳入樹洞的愛麗絲一樣，掉入一個完全陌生的世界 (Wellington & Osborne, 2001)，顯示當科學教科書出現愈多科學詞彙時，愈容易造成學生的理解困擾。



圖 1 科學教科書的科學詞彙理解

資料來源：出自 Osborne 與 Dillon (2010, p. 137)。

科學教科書中科學詞彙難以理解的原因，除了詞彙本身蘊含艱澀難懂的意義之外，亦與科學詞彙的數量、性質與類別密切相關。數量包含詞彙個數與次數，Sun 與 Dang (2020) 指出分析教科書詞彙數量有助了解知識涵蓋範疇，詞彙個數愈多意指蘊含知識愈廣，次數愈多表示知識愈頻繁出現。同理，科學教科書科學詞彙數量愈多表示科學知識愈加廣泛與頻繁，學生愈難理解其義 (Groves, 1995, 2016; Thonney, 2016; Yager, 1983)。性質包括詞彙多樣性 (lexical diversity) 與詞彙密度 (lexical density)，詞彙多樣性是指固定文本範圍內之詞彙個數 (Jarvis, 2013)，詞彙密度是指固定文本範圍內之詞彙次數 (Halliday, 1985)，因詞彙個數與次數易受文本長度影響，因此需固定文本範圍分析詞彙個數與次數。詞彙多樣性愈高表示訊息愈不同，詞彙密度愈高表示訊息愈密集，而詞彙多樣性與詞彙密度愈高的文本會造成讀者理解困難 (Rahmansyah, 2012; Wellington & Osborne, 2001)。科學詞彙類別則指共有詞彙與獨有詞彙，共有詞彙是不同科學教科書共同出現之科學詞彙，其意指不同科學教科書共同強調的重要概念，而獨有詞彙則指僅出現於某科學教科書之科學詞彙，顯示其蘊含之獨特科學概念。Mukundan

與 Menon (2007) 指出共有與獨有詞彙分析有助教師了解不同學科教科書的共通性與獨特性，Carrier (2013) 則表示教師應清楚了解科學教科書蘊含之科學詞彙類別之異同性，以促進學生科學概念的學習。

目前國外已有不少研究分析科學教科書詞彙數量、性質及類別，探討其對科學學習之影響，不過國內對此議題之研究相對偏少，在現今一綱多本的制度以及教師仍高度仰賴科學教科書的情況下，若能深入分析科學教科書之科學詞彙數量、性質及類別差異，相信更有助於了解科學教科書之概念分布與發展脈絡，以幫助學生科學概念的學習。

二、目的與問題

承前所述，本研究主要分析科學教科書之科學詞彙數量、性質及類別，選取國中小九年一貫課程「自然與生活科技」科學教科書作為研究文本，運用語料分析方法比較國小中年級、國小高年級及國中三個不同學習階段與不同科學教科書版本之科學詞彙個數與次數、詞彙多樣性與詞彙密度、共有詞彙與獨有詞彙之差異，探討其對科學學習之影響，提供科學教科書編輯與科學教學之參考。循此，本研究問題如下：

(一) 不同學習階段及不同版本科學教科書之科學詞彙個數與次數差異為何？(二) 不同學習階段及不同版本科學教科書之詞彙多樣性及詞彙密度差異為何？(三) 不同學習階段及不同版本科學教科書具有哪些共有科學詞彙和獨有科學詞彙？

貳、文獻探討

一、科學詞彙對科學概念學習之影響

科學文本中，論述科學知識的語言被視為是專業的學術語言 (academic language)，這種學術語言的主要特色是蘊含許多科學詞彙，要學習科學這門學術語言應先理解科學詞彙的意義 (Snow, 2010)，可見理解科學詞彙是科學學習之重要基礎 (Fisher & Blachowicz, 2013)。科學詞彙

對科學概念學習主要有三點影響，一是科學概念理解的影響，Colley 與 Windschitl (2016) 指出學生在閱讀科學文本過程中需了解科學詞彙的意義，才能有效理解科學文本蘊含之科學概念。二是對科學知識建構的影響，科學詞彙會與學生心智概念的結構與意義產生連結，幫助他們在先備知識基礎上建構新的科學概念 (Barcroft, 2016; Henrichs & Leseman, 2014; Hong & Diamond, 2012)。三是科學話語溝通的影響，科學詞彙是科學概念的重要表徵，理解科學詞彙有助於運用在科學話語表達與溝通上 (Ford-Connors & Paratore, 2015)，相關研究 (Reed et al., 2017; Taboada, 2012) 更明確指出要學習科學概念應先理解科學詞彙。科學教科書雖蘊含許多科學詞彙，但教師教學上經常受限於教學進度而忽略解釋科學詞彙的意義，學生無法理解科學詞彙便會產生科學概念的理解困難 (Aronin & Haynes-Smith, 2013; Carrier, 2011; Fang, 2012)。Nagy 與 Townsend (2012) 指出科學詞彙蘊含很高的訊息強度 (informational intensity)，易造成學生概念理解的困難，當科學詞彙增多時，文本的訊息就會變得愈加複雜，因此許多研究 (Christie & Derewianka, 2013; Groves, 1995, 2016; Muspratt & Freebody, 2013; Román et al., 2016; Thonney, 2016; Yager, 1983) 關注科學教科書科學詞彙的議題，目的在於了解科學教科書的科學詞彙組成，以促進學生科學概念的理解。

二、科學教科書科學詞彙之數量分析

科學詞彙數量分析包括詞彙個數與次數。Groves (1995) 分析高中不同科目科學教科書發現各冊平均含有 1,844 個科學詞彙，其中生物與化學教科書含有最多科學詞彙。Groves (2016) 進一步比較高中與國中科學教科書的差異，發現高中科學詞彙個數為 1,786 個，國中則為 1,269 個，高中個數較國中多出 517 個，顯示其蘊含知識廣度大約是國中之 1.5 倍。Kahveci (2010) 研究指出土耳其國中科學教科書平均僅有 799 個科學詞彙，較美國國中科學教科書蘊含較少的科學概念。Thonney (2016) 則比較大學教科書之專有詞彙數量，發現生物教科書平均有

1,796 個專有詞彙，明顯多於歷史教科書的 543 個，顯示科學教科書內容更難閱讀理解。因此教學上有必要知道科學教科書中科學詞彙所含個數，以了解教科書的知識含量。在次數方面，Cervetti 等人（2015）指出當科學詞彙次數愈多，學生愈難閱讀理解。Yager（1983）分析國小、國中及高中共計 25 本科學教科書之科學詞彙次數，發現國小平均出現 1,926 次，國中平均 4,179 次，高中則是平均 11,593 次，三者比例約為 1：2：6，顯示不同學習階段科學教科書蘊含訊息之差異程度，不過其研究距今較為久遠，推論上有其限制，未來研究可對此探討，提供較新研究結果。

三、科學教科書科學詞彙之性質分析

科學詞彙性質包括詞彙多樣性與詞彙密度。詞彙多樣性表示文本訊息複雜程度，詞彙多樣性愈高代表蘊含之訊息意義愈複雜（Jarvis, 2013）。詞彙密度則指文本訊息密集程度（Fang, 2005），詞彙密度愈高讀者愈難理解。Freebody 與 Muspratt（2007）比較高中科學教科書之詞彙多樣性，發現生物教科書詞彙多樣性最高，顯示其涉及科學概念最為多元，其因在於生物教科書較常使用新科學詞彙指涉新物種或是專有概念，導致詞彙多樣性偏高（Muspratt & Freebody, 2013）。Halliday（1993）則比較不同形式文本之詞彙密度，發現科學文本的詞彙密度是一般文本的 2 倍，可見科學文本蘊含訊息較為密集。Cunningham 與 Leeming（2012）則比較科學文本與科普文本詞彙密度差異，也發現科學文本詞彙密度是科普文本之 1.5 倍，因此在教學上宜注意不同文本的訊息密集性。Fang（2005）也發現相同科學文本主題，書寫文本詞彙密度是口語文本的 6 倍，這是因為科學語句經常轉化成科學詞彙，導致詞彙密度增加而難以閱讀（Fang, 2016; Fang et al., 2006），也顯示科學文本詞彙密度會影響讀者的閱讀理解（Wellington & Osborne, 2001）。

四、科學教科書科學詞彙之類別分析

科學詞彙類別在於分析科學教科書之共有詞彙與獨有詞彙。Veenstra 與 Sato (2018) 分析大學科學與工程教科書，找出 309 個共有詞彙作為教學上重要的核心科學詞彙；Enderle 等人 (2020) 也根據線上資源彙整 74 個共有詞彙，幫助學生了解科學本質之核心概念；Yun 與 Park (2018) 亦運用網絡探勘技術分析教科書中「運動」(Motion) 主題使用之科學詞彙，發現「物體、速度、力、方向」等詞彙與「運動」概念最為相關。Mukundan 與 Menon (2007) 則是分析科學教科書與數學教科書中之詞彙差異，發現科學教科書具有較多解釋科學理論與現象的名詞與形容詞，而數學教科書則以說明數學原理與運算的動詞居多；Román 等人 (2016) 分析國中科學與社會教科書邏輯連接詞之差異，發現科學教科書使用較多邏輯連接詞來說明事件與現象之邏輯推論，社會教科書則偏重不同事件觀點的分析。國內蔣佳玲等人 (2014) 分析國小科學教科書邏輯連接詞，發現其蘊含五種不同之邏輯語義；陳均伊 (2013) 則根據國小科學教科書詞彙論述類型，發現中年級重視事實描述，高年級則強調因果解釋，物理與化學較多解釋語句，生物則較多描述語句。陳世文等人 (2018) 則發現國中小科學教科書共有科學詞彙蘊含多種歧義，易導致學生理解困難。這些研究顯示透過科學教科書共有詞彙與獨有詞彙的比較，可了解不同教科書的論述特性與語意差異，提供科學教學之正向助益。

參、研究方法

一、教科書分析範疇

本研究以九年一貫課程國中小「自然與生活科技」科學教科書作為分析文本。十二年國教課程雖已實施，不過新版本科學教科書正逐年出版中，九年一貫課程科學教科書版本較為完整，故以其作為分析對象。分析版本包括 N 版、H 版及 K 版，三者是目前國中小所有正式審定的

科學教科書，在取樣上具有代表性及有效性，選取文本為九年一貫課程最後一年的版本。分析的學習階段包括第二學習階段（國小中年級）、第三學習階段（國小高年級）及第四學習階段（國中七至九年級）。第一學習階段的「生活」課程非屬正式自然科學課程，故不納入分析。分析冊數如表 1 所示，國小共有 24 冊，國中共有 18 冊，合計 42 冊教科書。分析範圍包括教科書內文、圖表、實驗及補充資料（如訊息視窗、科學故事、科學小百科、科學閱讀等），其他如編輯要旨、目次、附錄與研究主旨無關，故不予分析。

二、科學詞彙之分析

（一）科學詞彙分析範疇

本研究所指之科學詞彙係以國家教育研究院雙語詞彙、學術名詞暨辭書資訊網所公布之高中以下科學詞彙作為依據，國家教育研究院公布之科學詞彙是高中以下科學教科書編輯與審查科學詞彙的用詞基準，且其範疇涵蓋物理、化學、生物、地科四個科學科目，並由國內科學領域專家學者共同審訂而成，具有學科專業性及用詞一致性。科學詞彙內容可於該網站下載或是參閱國家教育研究院（2018）出版《中小學常用中英雙語詞彙彙編》一書。此外，「自然與生活科技」科學教科書內容包

表 1 科學教科書分析範圍

教育階段	版本	學習階段	年級	冊別	冊數	小計	合計
國小	N、H、K	二	3	1~2	6	24	42
			4	3~4	6		
		三	5	5~6	6		
			6	7~8	6		
國中	N、H、K	四	7	1~2	6	18	
			8	3~4	6		
			9	5~6	6		

括自然科學與生活科技二部分，本研究僅聚焦於物理、化學、生物、地科等自然科學領域之詞彙分析，有關生活科技領域之詞彙則不納入分析範疇。

（二）科學詞彙分析向度

科學詞彙分析向度包括科學詞彙數量、性質及類別。數量分析包括科學詞彙個數與次數，個數係指科學教科書含有多少個相異科學詞彙，個數愈多表示科學教科書描述許多不同科學概念，次數係分析科學詞彙的出現次數，次數愈多表示科學教科書愈常出現科學詞彙，兩者有助了解科學教科書蘊含科學概念的多寡。性質分析包括詞彙多樣性與詞彙密度，詞彙多樣性是分析科學教科書中每頁平均含有多少個相異科學詞彙，詞彙多樣性愈高表示教科書每頁蘊含之科學概念愈複雜，學生愈不易理解其義。詞彙密度則分析科學教科書每頁平均出現多少次科學詞彙，詞彙密度愈高表示科學教科書每頁蘊含之科學概念愈密集，學生同樣難以理解。類別分析包括共有詞彙與獨有詞彙，共有詞彙是指不同科學教科書共同出現之科學詞彙，有助了解不同科學教科書共同強調之重要科學概念。獨有詞彙則是找出不同科學教科書中的專有詞彙，以了解科學教科書之概念獨特性。

（三）科學詞彙分析技術

本研究運用語料庫分析技術（corpus-based analysis technique）比較科學教科書科學詞彙之差異，分析階段包括語料建置與詞彙分析，語料建置階段主要蒐集 N、H、K 三版本科學教科書語料，利用中央研究院「中文斷詞系統」（<http://ckipsvr.iis.sinica.edu.tw/>）進行語料斷詞，再檢視文本斷詞歧異進行修正，最後完成國中小科學文本語料庫。詞彙分析階段先運用 AntConc 程式統計詞彙詞類（Type）與詞數（Token），再運用國教院開發之「詞彙比較列表」（Compare Word List, CWL）分析程式（<https://coct.naer.edu.tw/CompareWordList/>）進行不同科學教科書科學詞彙之交叉比對，即可進行不同教科書之科學詞彙數量、性質與類別之分析，科學詞彙的分析流程如圖 2 所示。

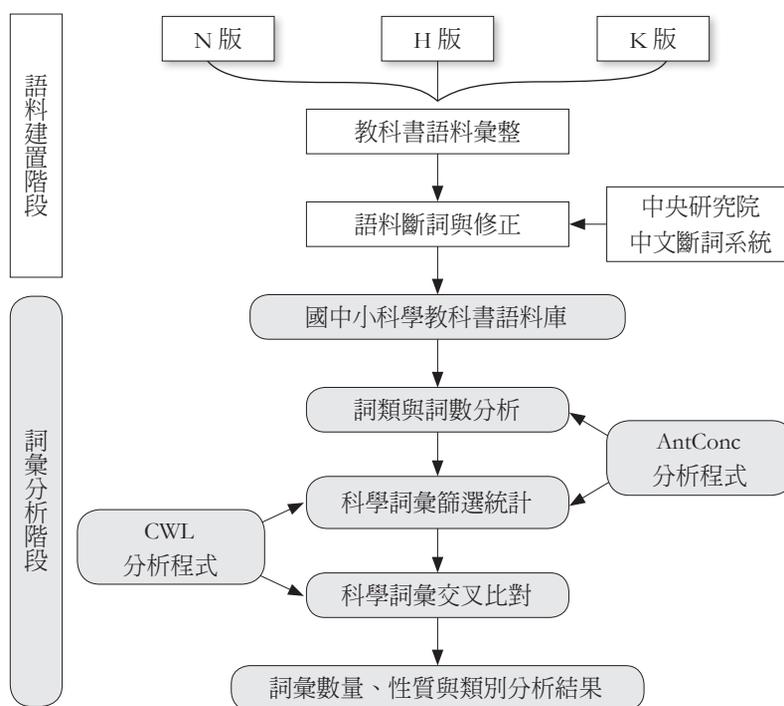


圖 2 科學詞彙語料分析流程

三、資料處理與統計

本研究運用中文斷詞系統、AntConc 及 CWL 三個程式進行資料分析，中文斷詞系統用於處理科學教科書之語料斷詞，其斷詞準確率達 96%，為目前繁體中文最有效之斷詞程式（郭文平，2015），斷詞後進行歧異修正。AntConc 程式用於分析與統計詞類與詞數，該程式是常見之語料分析程式，可處理不同語言編碼及多元語料，提供詞彙索引、詞彙定位、詞彙叢集、搭配詞、詞彙列表及關鍵詞等分析功能，可得知科學詞彙之個數、次數、詞彙多樣性及詞彙密度。CWL 分析程式則比對篩選出科學教科書之共有科學詞彙與獨有科學詞彙。本研究分析範疇涵蓋國中小三版本共計 42 冊科學教科書，語料範圍與內容較為廣泛，需借助電腦分析程式進行大數據語料分析，以獲得精確之統計數據，避免

人工檢視與統計產生疏漏與誤差。在詞彙數量分析上，本研究以描述性統計呈現科學詞彙個數及次數，並運用卡方考驗配適度檢定探討其差異程度。在詞彙性質分析上，同樣以描述性統計呈現詞彙多樣性及詞彙密度，並以單因子變異數分析了解不同學習階段及版本之差異。在詞彙類別分析，則列表呈現科學教科書之共有科學詞彙與獨有科學詞彙。

肆、研究結果

一、科學詞彙之數量分析

(一) 科學詞彙個數

如表 2 所示，第二學習階段平均有 171 個科學詞彙，其中 H 版有 182 個最多，K 版 173 個次之，N 版 157 個最少；第三學習階段科學詞彙平均為 358 個，H 版 380 個最多，K 版與 N 版各有 348 個及 345 個。第四學習階段科學詞彙則增至 1,156 個，以 H 版 1,193 個最多，N 版 1,147 個次之，K 版 1,129 個最少。分析結果顯示三個學習階段科學詞彙個數比約為 1 : 2 : 6，三者之間具顯著差異 ($\chi^2_{(2)} = 22.87, p < .001$)，顯示科學詞彙個數隨學習階段顯著增加，且明顯集中於國中階段。在不同版本方面，H 版個數最多，K 版與 N 版則較少，顯示 H 版的科學概念較廣，然不同版本科學詞彙個數並無顯著差異。此結果推測與九年一貫課綱規範有關，檢視自然與生活科技領綱發現，第二學習階段有 46 個教材內容細目，第三學習階段有 77 個，第四學習階段有 176 個，教材內容細目隨學習階段增加，且明顯集中在第四學習階段。科學教科書依據課綱編輯，使得不同學習階段科學詞彙的分布相似。而不同版本科學教科書在國中小 66 個單元主題中有 65 個相同或相似，可能因此造成不同版本科學詞彙個數相近而未具顯著差異。分析結果若與 Groves (2016) 與 Kahveci (2010) 的研究比較，可知我國國中科學教科書科學詞彙個數平均 1,156 個，少於美國國中科學教科書 1,269 個，但高於土耳其國中科學教科書 799 個，顯示我國國中科學教科書知識廣度低於美國，但高

表 2 科學詞彙個數之差異分析

教育階段	學習階段	科學詞彙個數			平均值	配適度檢定 $\chi^2_{(2)}$	同質性檢定 $\chi^2_{(2)}$
		N	H	K			
國小	二	157	182	173	171	1.88 ($p > .05$)	22.87 ($p < .001$)
	三	345	380	348	358	2.10 ($p > .05$)	
國中	四	1,147	1,193	1,129	1,156	1.88 ($p > .05$)	

於土耳其，此比較結果可能受不同國家課綱、教科書編輯或取樣等因素影響，後續研究可再深入探討。

(二) 科學詞彙次數

由表 3 可知第二學習階段科學教科書平均出現 1,546 次科學詞彙，以 H 版最多，其次是 N 版，K 版居末，第三學習階段平均出現 3,010 次，以 H 版最多，其次是 N 版及 K 版；第四學習階段平均為 13,891 次，H 版仍是最多，N 版居次，K 版最少，各學習階段之間具有顯著差異 ($\chi^2_{(2)} = 101.84, p < .001$)，三個學習階段科學詞彙次數比約為 1 : 2 : 9。不同版本之科學詞彙次數亦具顯著差異，H 版均最高，其次是 N 版，而 K 版最低。由前述分析可知，三個版本科學詞彙個數無明顯不同，但次數卻具顯著差異，顯示三個版本使用之科學詞彙差異不大，但 H 版可能較常使用科學詞彙論述，導致出現次數增加，尤其是在國中階段，H 版較 N 版多出 2,521 次，較 K 版多出 5,058 次，可見 H 版國中科學教科書頻繁出現科學詞彙，學生需經常識讀與理解其義。

Yager (1983) 研究指出美國國中與高中科學詞彙次數各為 4,179 次與 11,593 次，我國國中科學教科書科學詞彙次數 13,891 次顯然偏高，然 Yager 研究距今較為久遠，在研究結果上較不適合直接推論，不過若與國小階段科學詞彙次數比較可發現國中是國小高年級的 4.5 倍，是國小總和的 3 倍，可見國中科學詞彙次數遠高於國小。此現象應與課綱規範有關，課綱教材內容細目隨學習階段增加，科學詞彙的次數也通常隨

表 3 科學詞彙次數之差異分析

教育階段	學習階段	科學詞彙次數			平均值	配適度檢定 $\chi^2_{(2)}$	同質性檢定 $\chi^2_{(2)}$
		N	H	K			
國小	二	1,580	1,631	1,426	1,546	14.74 ($p < .001$)	101.84 ($p < .001$)
	三	2,979	3,208	2,842	3,010	22.73 ($p < .001$)	
國中	四	13,896	16,417	11,359	13,891	731.54 ($p < .001$)	

之增加，但國中與國小階段科學詞彙次數差異甚大，可能導致國中學生的理解困擾，因此教師應更關注國中學生對科學詞彙之理解情況。

二、科學詞彙之性質分析

(一) 科學詞彙多樣性

表 4 顯示第二學習階段之科學詞彙多樣性平均為 0.52，第三學習階段平均為 0.87，第四學習階段平均為 1.06，表示國小中年級科學教科書每 2 頁就會出現 1 個新的科學詞彙，國小高年級科學教科書每 1.2 頁就會出現 1 個新的科學詞彙，國中科學教科書則是每 1 頁就會有 1 個新的科學詞彙，三個學習階段之詞彙多樣性具有顯著差異 ($F_{(2)} = 353.09, p < .001$)。在版本方面，各版本科學教科書每頁平均有 0.82 個科學詞彙，各版本之間差異相近，H 版為 0.83 個，K 版有 0.82 個，N 版則有 0.80 個，各版本之間並無顯著差異 ($F_{(2)} = .01, p > .05$)，表示不同版本科學教科書之詞彙多樣性並無顯著不同。從分析結果來看，科學詞彙多樣性隨學習階段遞增，Jarvis (2013) 表示詞彙多樣性愈高表示文本訊息愈複雜，可見隨著學習階段增加，學生學到的科學概念也就愈趨複雜。不過不同版本之詞彙多樣性無異，顯示教科書蘊含之科學概念相似，此結果應與課綱規範影響有關，可能造成相近之詞彙多樣性。

表 4 科學詞彙多樣性之差異分析

教育階段	學習階段	科學詞彙多樣性			平均值	F
		N	H	K		
國小	二	0.49	0.55	0.52	0.52	353.09 ($p < .001$)
	三	0.88	0.86	0.87	0.87	
國中	四	1.03	1.09	1.07	1.06	
平均值		0.80	0.83	0.82	0.82	
F		.01 ($p > .05$)				

(二) 科學詞彙密度

從表 5 來看，第二學習階段的科學詞彙密度為 4.70，第三學習階段為 8.94，第四學習階段為 11.74，意指國小中年級科學教科書每 1 頁平均約有 5 個科學詞彙，國小高年級科學教科書每 1 頁平均約 9 個科學詞彙，而國中科學教科書每 1 頁平均約 12 個科學詞彙，科學詞彙密度隨不同學習階段明顯增加 ($F_{(2)} = 30.43, p < .001$)，顯示科學訊息隨學習階段愈加密集。在版本方面，三個版本每頁平均約出現 8 次科學詞彙，其中 H 版每頁平均約 9 次，N 版約 8 次，K 版約 8 次，H 版詞彙密度略高於 N 版與 K 版，但三個版本之科學詞彙密度並無顯著差異 ($F_{(2)} = .16, p > .05$)。

上述分析結果顯示科學教科書詞彙密度甚高，例如，國中科學教科書 1 頁中就含有 12 個科學詞彙，這和 Cunningham 與 Leeming (2012)、Fang (2005) 及 Halliday (1993) 所指之科學文本具有高詞彙密度的研究結果相符，且科學詞彙密度愈高，學生愈難閱讀理解 (Wellington & Osborne, 2001)，可見每個學習階段學生理解科學概念的難度愈趨增加。不過版本之間科學詞彙密度並無顯著差異，不同版本教科書詞彙密集程度相近，顯示內容訊息相似的情況。

表 5 科學詞彙密度之差異分析

教育階段	學習階段	科學詞彙密度			平均值	F
		N	H	K		
國小	二	4.91	4.90	4.31	4.70	30.43 ($p < .001$)
	三	8.87	9.22	8.74	8.94	
國中	四	11.63	12.83	10.75	11.74	
平均值		8.47	8.98	7.93	8.46	
F						.16 ($p > .05$)

三、科學詞彙之類別分析

(一) 共有科學詞彙

國中小科學教科書共有科學詞彙數量較多，故呈現於附錄 1 至附錄 4。分析結果可知科學教科書以生物詞彙最多，表示學生從科學教科書中學到最多生物詞彙，Groves (2016) 與 Thonney (2016) 的研究亦有相同結果，可見學生需理解許多生物詞彙。而共有科學詞彙在教學上提供幾點重要啓示：第一、共有詞彙是不同科學教科書共同強調之重要科學概念，Veenstra 與 Sato (2018) 認為應建立科學詞彙列表幫助學生理解核心概念，因此共有科學詞彙可作為國中小科學詞彙列表，幫助教師掌握科學教科書的核心概念。第二、共有詞彙有助教師了解不同學習階段學生新接觸的科學概念，例如，學生到第三學習階段會學到「星等、星座、星座盤」或「冷氣團、暖氣團、等壓線、滯留鋒」這些新的科學詞彙。第三、共有詞彙有助教師了解科學教科書中科學概念的發展脈絡，例如，國小中年級先學到「雄蕊、雌蕊、花萼、花瓣」等花的主要結構，高年級再學到「花柱、子房、胚珠」等雌蕊構造，到國中再學到「花粉管、花粉粒、自花授粉」等授粉概念，由此可清楚了解學生學習植物生殖的概念發展。

（二）獨有科學詞彙

由附錄 5 可知，三個版本之獨有科學詞彙分別為 H 版 83 個，K 版 70 個，N 版 61 個，三者之間未具顯著差異 ($\chi^2_{(2)} = 3.43, p > .05$)。在各學習階段中分別有 6 個、32 個及 176 個獨有科學詞彙，三者具顯著差異 ($\chi^2_{(2)} = 275.83, p < .001$)，顯示各學習階段的概念獨特性明顯不同。而無論是國小或國中的獨有科學詞彙均以生物詞彙最多，地科次之，物理與化學詞彙相對較少，表示科學教科書蘊含較多生物的獨有概念。在獨有詞彙中，有些較為具體，例如，「帝雉、白面鼯鼠、馬鞍藤、造岩礦物、積雲」等，在教學上可透過實體或圖像觀察幫助理解，但有些則具高度抽象性 (Nagy & Townsend, 2012)，蘊含抽象複雜的概念，例如，「光電效應、波粒二象性、亞佛加厥定律、冷次定律、歲差」等，這些獨有詞彙已超過國中階段所應學習的概念範疇，容易造成國中學生的理解困難，教學上應多關注學生的概念理解。

伍、結論與建議

由研究結果可知，不同學習階段科學詞彙數量具有顯著差異，且過度集中於國中階段，顯示國中科學教科書蘊含之科學知識相當廣泛且密集，雖然國中階段具有較多科學詞彙數量是正常現象，然相關研究 (Cervetti et al., 2015; Groves, 2016; Thonney, 2016) 指出過多的科學詞彙會影響學生科學概念的學習，學生不知道科學詞彙的意義，也就無法理解科學教科書所描述的科學概念 (Colley & Windschitl, 2016)，因此本研究建議科學教科書編輯上宜注意不同學習階段中科學詞彙數量分布之適切性，各學習階段的科學詞彙量應逐漸增加，不宜過度集中在國中階段，以避免國中學生面臨大量科學詞彙的理解，教師在教學上亦應注意學生對於科學詞彙的理解困難，並協助學生理解科學詞彙的意義 (Osborne & Dillon, 2010)。

研究結果顯示不同版本科學教科書的詞彙多樣性與詞彙密度未具顯著差異，不同版本內容所論述的科學知識之廣度與密度相似，反映不同版本科學教科書內容具有高度同質的情況。教科書高度同質性會導致教師認為科學教科書內容過於雷同而無挑選必要，進而轉趨重視書商之配套服務，間接致使書商忽視內容之差異性，造成「民間統編版」的結果，實非一綱多本之初衷。因此本研究建議科學教科書編輯上應增加內容多樣性，例如，介紹晚近科學研究發現、設計不同實驗主題與內容、引述科學時事新聞等，相信有助於降低科學教科書的同質程度，亦提供學生更多元的科學學習。

本研究所分析之共有詞彙是不同科學教科書版本均會出現的科學詞彙，意指其為不同版本教科書共同強調之重要概念，因此這些共有詞彙可作為國中小學生必學之科學詞彙，而獨有科學詞彙雖有助了解版本概念的差異性，但不少詞彙超過課綱規範之學習年段，因此教科書編輯上有必要檢視獨有科學詞彙的使用，以避免造成學生學習困擾。而共有詞彙與獨有詞彙之中，以生物詞彙數量最多，顯示國中小學生需理解最多生物詞彙，生物詞彙蘊含複雜抽象之生物知識（Freebody & Muspratt, 2007; Thonney, 2016），因此教師應多關注學生對於生物詞彙的概念理解。

最後，本研究建議未來研究可比較不同課綱科學教科書之科學詞彙，以了解不同課綱規範中科學教科書科學詞彙的差異性。而目前詞彙分析研究主要集中在英語教科書（如 Coxhead et al., 2015; Masri & Najjar, 2014），科學教科書仍相對偏少（Hoang, 2018），亦乏跨國教科書的詞彙比較（Oakes & Farrow, 2007），因此未來研究可在這些面向深入探討，以了解更多科學教科書內容的差異，提供更有效之科學教學助益，提升學生對科學概念的閱讀理解。

參考文獻

- 于曉平、吳育雅（2013）。資優女生科學文本閱讀理解歷程之研究。《資優教育季刊》，128，15-24。https://doi.org/10.6218/GEQ.2013.128.15-24
- [Yu, H.-P., & Wu, Y.-Y. (2013). The study of comprehension process of the gifted girls when reading scientific texts. *Gifted Education Quarterly*, 128, 15-24. https://doi.org/10.6218/GEQ.2013.128.15-24]
- 呂紹海、巫俊明（2008）。國小「自然與生活科技」教科書中科學史內容之分析。《新竹教育大學教育學報》，25（2），1-31。https://doi.org/10.7044/NHCUEA.200812.0001
- [Li, S.-H., & Wu, C.-M. (2008). Analyzing the historical content of elementary science and technology textbooks. *Educational Journal of NHCUE*, 25(2), 1-31. https://doi.org/10.7044/NHCUEA.200812.0001]
- 國家教育研究院（主編）（2018）。中小學常用中英雙語詞彙彙編。
[National Academy for Educational Research. (Ed.). (2018). *Glossary of commonly used terms in Chinese and English in elementary & junior high schools*.]
- 郭文平（2015）。字彙實踐及媒介再現：語料庫分析方法在總體經濟新聞文本分析運用研究。《新聞學研究》，125，95-142。https://doi.org/10.30386/MCR.201510_(125).0003
- [Kuo, W.-P. (2015). Vocabulary practice and media representation: A corpus-assisted study of macroeconomic news. *Mass Communication Research*, 125, 95-142. https://doi.org/10.30386/MCR.201510_(125).0003]
- 陳世文、古智雄、楊文金（2018）。從系統功能語言觀點探討科學詞彙的歧義與解歧。《科學教育學刊》，26（3），241-259。https://doi.org/10.6173/CJSE.201809_26(3).0003
- [Chen, S.-W., Ku, C.-H., & Yang, W.-G. (2018). Exploring lexical ambiguity and disambiguation of science terminologies from the lens of systemic functional linguistics. *Chinese Journal of Science Education*, 26(3), 241-259. https://doi.org/10.6173/CJSE.201809_26(3).0003]
- 陳世文、楊文金（2008）。學生對科學教科書詞彙關係理解之分析。《教科書研究》，1（2），101-127。https://doi.org/10.6481/JTR.200812.0101
- [Chen, S.-W., & Yang, W.-G. (2008). An analysis of student comprehension of lexicon relations in science textbooks. *Journal of Textbook Research*, 1(2), 101-127. https://doi.org/10.6481/JTR.200812.0101]
- 陳均伊（2013）。國小自然與生活科技教科書的語句類型分析——因果性解釋與預測性解釋的探討。《教科書研究》，6（1），57-85。https://doi.org/10.6481/JTR.201304_6(1).03
- [Chen, J.-Y. (2013). An analysis of elementary school science and technology textbooks: An examination of causal explanation and predictive explanation. *Journal of Textbook Research*, 6(1), 57-85. https://doi.org/10.6481/JTR.201304_6(1).03]

- 陳淑娟、李素君、李麗玲（2017）。國民中學教科用書使用現況之研究。國家教育研究院專題計畫研究報告（NAER-105-12-G-2-01-00-1-06）。國家教育研究院。
- [Chen, S.-J., Lee, S.-J., & Lee, L.-L. (2017). *A study of current usage of the textbooks in junior high schools in Taiwan*. The research project report of National Academy for Educational Research (NAER-105-12-G-2-01-00-1-06). National Academy for Educational Research.]
- 陳慶民、廖柏森（2015）。專家與譯者對科學教科書讀者理解程度的影響。翻譯學研究集刊，19，17-41。
- [Chen, C.-M., & Liao, P.-S. (2015). A study on the influences of translators' backgrounds on the comprehension of the readers of scientific textbooks. *Studies of Translation and Interpretation*, 19, 17-41.]
- 廖英雅、連啓瑞（2004）。國小高年級自然科教科書之比較研究——STS 之觀點。國立臺北師範學院學報，17（1），119-146。
- [Liao, Y.-Y., & Lien, C.-J. (2004). A comparison of elementary science textbooks in Taiwan: The STS perspective. *Journal of National Taipei Teachers College*, 17(1), 119-146.]
- 蔡瑞君、熊同鑫（2008）。省思國小自然與生活科技領域教科書之意識形態：以 K 版及 N 版為例。課程研究，4（1），23-40。
- [Tsai, J.-C., & Hsiung, T.-H. (2008). Reflection on elementary science and technology textbooks: A case study of series K and N. *Journal of Curriculum Studies*, 4(1), 23-40.]
- 蔣佳玲、楊文金、廖斌吟、史偉郁（2014）。國小科學文本「或」的邏輯語義分析。教科書研究，7（1），1-30。https://doi.org/10.6481/JTR.201404_7(1).01
- [Chiang, C.-L., Yang, W.-G., Liao, P.-Y., & Shih, W.-Y. (2014). An analysis of the logical semantic meanings of 'or' in elementary science texts. *Journal of Textbook Research*, 7(1), 1-30. https://doi.org/10.6481/JTR.201404_7(1).01]
- 羅延瑛（2016）。探究「溝通式閱讀科學文本教學方案」對國小原住民低語文成就學生科學學習表現的影響。教育研究學報，50（2），1-26。https://doi.org/10.3966/199044282016105002001
- [Lo, T.-Y. (2016). The study of communicative reading science text teaching program for science learning performance in indigenous students with low Chinese achievement. *Journal of Education Studies*, 50(2), 1-26. https://doi.org/10.3966/199044282016105002001]
- Ardasheva, Y., Carbonneau, K. J., Roo, A. K., & Wang, Z. (2018). Relationships among prior learning, anxiety, self-efficacy, and science vocabulary learning of middle school students with varied English language proficiency. *Learning and Individual Differences*, 61, 21-30. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.11.008
- Aronin, S., & Haynes-Smith, H. (2013). Increasing science vocabulary using PowerPoint flash cards. *Science Scope*, 37(3), 33-36. https://doi.org/10.2505/4/ss13_037_03_33
- Banilower, E. R., Smith, P. S., Malzahn, K. A., Plumley, C. L., Gordon, E. M., & Hayes, M. L. (2018). *Report of the 2018 NSSME+*. Horizon Research.

- Barcroft, J. (2016). *Vocabulary in language teaching*. Routledge.
- Brown, P. L., & Concannon, J. P. (2016). Students' perceptions of vocabulary knowledge and learning in a middle school science classroom. *International Journal of Science Education, 38*(3), 391-408. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1143571>
- Bryce, N. (2011). Meeting the reading challenges of science textbooks in the primary grades. *The Reading Teacher, 64*(7), 474-485. <https://doi.org/10.1598/RT.64.7.1>
- Carrier, S. J. (2011). *Effective strategies for teaching science vocabulary*. University of North Carolina School of Education.
- Carrier, S. J. (2013). Elementary preservice teachers' science vocabulary: Knowledge and application. *Journal of Science Teacher Education, 24*(2), 405-425. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9270-7>
- Cervetti, G. N., Hiebert, E. H., Pearson, P. D., & McClung, N. A. (2015). Factors that influence the difficulty of science words. *Journal of Literacy Research, 47*(2), 153-185. <https://doi.org/10.1177/1086296X15615363>
- Christie, F., & Derewianka, B. (2013). School discourse. In K. Hyland (Ed.), *Discourse studies reader: Essential excerpts* (pp. 113-148). Bloomsbury Academic. <https://doi.org/10.5040/9781472541925.ch-006>
- Colley, C., & Windschitl, M. (2016). Rigor in elementary science students' discourse: The role of responsiveness and supportive conditions for talk. *Science Education, 100*(6), 1009-1038. <https://doi.org/10.1002/sce.21243>
- Coxhead, A., Nation, P., & Sim, D. (2015). Measuring the vocabulary size of native speakers of English in New Zealand secondary schools. *New Zealand Journal of Educational Studies, 50*(1), 121-135. <https://doi.org/10.1007/s40841-015-0002-3>
- Cunningham, S., & Leeming, P. (2012). Academic science texts and popular science texts: Differences and similarities. In R. Chartrand, S. Crofts, & G. Brooks (Eds.), *The 2012 Pan-SIG conference proceedings literacy: SIGnals of emergence* (pp. 68-72). JALT Pan-SIG.
- Enderle, P., Cohen, S., & Scott, J. (2020). Communicating about science and engineering practices and the nature of science: An exploration of American Sign Language resources. *Journal of Research in Science Teaching, 57*(6), 968-995. <https://doi.org/10.1002/tea.21619>
- Fang, Z. (2005). Scientific literacy: A systemic functional linguistics perspective. *Science Education, 89*(2), 335-347. <https://doi.org/10.1002/sce.20050>
- Fang, Z. (2006). The language demands of science reading in middle school. *International Journal of Science Education, 28*(5), 491-520. <https://doi.org/10.1080/09500690500339092>
- Fang, Z. (2012). The challenges of reading disciplinary texts. In T. L. Jetton & C. Shanahan (Eds.), *Adolescent literacy in the academic disciplines: General principles and practical strategies* (pp. 34-68). Guilford Press.
- Fang, Z. (2016). Text complexity in the US common core state standards: A linguistic critique. *Australian Journal of Language and Literacy, 39*(3), 195-206.
- Fang, Z., Schleppegrell, M. J., & Cox, B. E. (2006). Understanding the language demands of schooling: Nouns in academic registers. *Journal of Literacy Research, 38*(3), 247-273. https://doi.org/10.1207/s15548430jlr3803_1
- Fisher, P. J., & Blachowicz, C. L. Z. (2013). A few words about math and science. *Educational Leadership, 71*(3), 46-51.

- Ford-Connors, E., & Paratore, J. R. (2015). Vocabulary instruction in fifth grade and beyond: Sources of word learning and productive contexts for development. *Review of Educational Research*, 85(1), 50-91. <https://doi.org/10.3102/0034654314540943>
- Freebody, P., & Muspratt, S. (2007). Beyond generic knowledge in pedagogy and disciplinarity: The case of science textbooks. *Pedagogies: An International Journal*, 2(1), 35-48. <https://doi.org/10.1080/15544800701343653>
- Groves, F. H. (1995). Science vocabulary load of selected secondary science textbooks. *School Science and Mathematics*, 95(5), 231-235. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1995.tb15772.x>
- Groves, F. H. (2016). A longitudinal study of middle and secondary level science textbook vocabulary loads. *School Science and Mathematics*, 116(6), 320-325. <https://doi.org/10.1111/ssm.12183>
- Halliday, M. A. K. (1985). *Spoken and written language*. Deakin University.
- Halliday, M. A. K. (1993). Some grammatical problems in scientific English. In M. A. K. Halliday & J. R. Martin (Eds.), *Writing science: Literacy and discursive power* (pp. 69-85). University of Pittsburgh Press.
- Henrichs, L. F., & Leseman, P. P. M. (2014). Early science instruction and academic language development can go hand in hand. The promising effects of a low-intensity teacher-focused intervention. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2978-2995. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.948944>
- Hoang, V. V. (2018). The language of Vietnamese school science textbooks: A transitivity analysis of seven lessons (texts) of biology 8. *Linguistics and the Human Sciences*, 14(1-2), 1-35. <https://doi.org/10.1558/lhs.31751>
- Hong, S. Y., & Diamond, K. E. (2012). Two approaches to teaching young children science concepts, vocabulary, and scientific problem-solving skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(2), 295-305. <https://doi.org/10.1016/j.jecresq.2011.09.006>
- Jarvis, S. (2013). Capturing the diversity in lexical diversity. *Language Learning*, 63(s1), 87-106. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9922.2012.00739.x>
- Kahveci, A. (2010). Quantitative analysis of science and chemistry textbooks for indicators of reform: A complementary perspective. *International Journal of Science Education*, 32(11), 1495-1519. <https://doi.org/10.1080/09500690903127649>
- Masri, A. A., & Najjar, M. A. (2014). The effect of using word games on primary stage students achievement in English language vocabulary in Jordan. *American International Journal of Contemporary Research*, 4(9), 144-152.
- Mukundan, J., & Menon, S. (2007). Lexical similarities and differences in the mathematics, science and English language Textbooks. *K@ta*, 9(2), 91-111. <https://doi.org/10.9744/kata.9.2.91-111>
- Muspratt, S., & Freebody, P. (2013). Understanding the disciplines of science: Analysing the language of science textbooks. In M. S. Khine (Ed.), *Critical analysis of science textbooks: Evaluating instructional effectiveness* (pp. 33-59). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4168-3_3
- Nagy, W., & Townsend, D. (2012). Words as tools: Learning academic vocabulary as language acquisition. *Reading Research Quarterly*, 47(1), 91-108. <https://doi.org/10.1002/RRQ.011>

- Oakes, M., & Farrow, M. (2007). Use of the chi-squared test to examine vocabulary differences in English language corpora representing seven different countries. *Literary and Linguistic Computing*, 22(1), 85-99. <https://doi.org/10.1093/llc/fql044>
- Osborne, J., & Dillon, J. (2010). *Good practice in science teaching: What research has to say*. Open University Press.
- Rahmansyah, H. (2012). *Grammatical intricacy and lexical density of the SMA student's textbooks* [Unpublished master's thesis]. State University of Medan.
- Reed, D. K., Petscher, Y., & Trueman, A. J. (2017). The contribution of general reading ability to science achievement. *Reading Research Quarterly*, 52(2), 253-266. <https://doi.org/10.1002/rrq.158>
- Román, D., Briceño, A., Rohde, H., & Hironaka, S. (2016). Linguistic cohesion in middle-school texts: A comparison of logical connectives usage in science and social studies textbooks. *Electronic Journal of Science Education*, 20(6), 1-19.
- Snow, C. E. (2010). Academic language and the challenge of reading for learning about science. *Science*, 328(5977), 450-452. <https://doi.org/10.1126/science.1182597>
- Sun, Y., & Dang, T. N. Y. (2020). Vocabulary in high-school EFL textbooks: Texts and learner knowledge. *System*, 93(102279), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.system.2020.102279>
- Taboada, A. (2012). Relationships of general vocabulary, science vocabulary, and student questioning with science comprehension in students with varying levels of English proficiency. *Instructional Science*, 40(6), 901-923. <https://doi.org/10.1007/s11251-011-9196-z>
- Thonney, T. (2016). Analyzing the vocabulary demands of introductory college textbooks. *The American Biology Teacher*, 78(5), 389-395. <https://doi.org/10.1525/abt.2016.78.5.389>
- Veenstra, J., & Sato, Y. (2018). Creating an institution-specific science and engineering academic word list for university students. *Journal of Asia TEFL*, 15(1), 148-166. <https://doi.org/10.18823/asiatefl.2018.15.1.10.148>
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Open University Press.
- Yager, R. E. (1983). The importance of terminology in teaching K-12 science. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(6), 577-588. <https://doi.org/10.1002/tea.3660200610>
- Yun, E., & Park, Y. (2018). Extraction of scientific semantic networks from science textbooks and comparison with science teachers' spoken language by text network analysis. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2118-2136. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1521536>

附錄 1 國中小科學教科書共有物理詞彙

學習階段	共有物理詞彙（依筆劃排序）
二 (22)	力、公分、公尺、反射、平行、光、串聯、位置、吸引、折射、長度、氣體、毫米、液體、速度、單位、運動、電、磁力、磁極、導體、壓縮
三 (18)	公里、分貝、外力、系統、固體、振動、能量、強度、發光二極體、傳導、電流、電磁鐵、對流、熔化、磁場、摩擦力、噪音、輻射
四 (117)	二極體、力矩、力學波、力學能、力臂、大氣壓、介質、公斤、反作用力、熱、牛頓、主軸、凸面鏡、凸透鏡、凹面鏡、凹透鏡、功、功率、加速度、加速度運動、可見光、平均加速度、平均速度、瓦特、目鏡、伏特、伏特計、共振、冰點、向心力、回聲、安培、安培計、自由電子、色散、位能、位移、汽化、奈米、昇華、沸點、法線、波、波谷、波長、波峰、波動、物理量、物距、物鏡、虎克定律、阿基米德原理、流體、紅外線、軌跡、重力、重力加速度、重力位能、冥王星、原點、振幅、時間間隔、能量守恆定律、迴路、動能、國際單位制、毫克、透鏡、速率、無線電波、焦距、焦點、發電機、短路、紫外線、絕緣體、華氏溫標、虛像、微米、碰撞、解離、電子、電位差、電阻、電阻器、電動機、電荷、電磁波、電磁感應、電壓、像距、實像、慣性、慣性定律、熔點、赫、樂音、歐姆、歐姆定律、熱平衡、熱能、熱量、凝結點、橫波、靜電感應、靜摩擦力、頻率、壓力、檢流計、瞬時加速度、瞬時速度、聲波、擾動、離子、攝氏溫標、響度、變壓器

附錄 2 國中小科學教科書共有化學詞彙

學習階段	共有化學詞彙（依筆劃排序）
二 (19)	天然氣、水、固態、物質、玻璃、食鹽、氣態、乾電池、液態、週期、塑膠、溫度、溫度計、溶解、電池、蒸發、鋰電池、凝固、燃燒
三 (13)	二氧化碳、分解、水溶液、平衡、石墨、石蕊試紙、合金、金屬、青黴素、結晶、電鍍、滴管、濃度
四 (162)	一次電池、一氧化碳、乙酸、乙醇、人造纖維、小蘇打、中子、中和反應、元素、元素週期表、分子、分子式、分子量、化合物、化學反應、化學反應式、化學性質、化學計量、化學變化、反應物、反應速率、天平、天然聚合物、水晶、可逆反應、平衡狀態、本氏液、正反應、甘油、生成物、生鐵、甲烷、甲酸、甲醇、伏打、伏打電池、合成、合成聚合物、合成纖維、有機化合物、有機物質、血糖、吸熱反應、抗氧化劑、亞佛加厥、亞佛加厥數、亞里斯多德、拉瓦節、放熱反應、沸騰、法拉第、波以耳、物理性質、物理變化、肥皂、金剛石、金屬元素、門得列夫、非金屬、非金屬元素、非電解質、染料、氟氯碳化物、洗滌鹼、耐綸、苛性鈉、負離子、軌道、重金屬、原子、原子序、原子核、原子量、原子說、原油、氫、氧、氧化反應、氧化鎂、氧化劑、氧化還原反應、氫、消化、消毒、純物質、逆反應、乾餾、動物纖維、專一性、氫、氫氧化鈉、氫離子、液化石油氣、混合物、煙、產物、終點、莫耳、陶瓷、晶體、氮、氮氧化物、氮循環、氯化鈉、焦耳、逸散、鈍氣、鈣、催化劑、溶液、溶解度、溶質、溶劑、葡萄糖、賈法尼、過濾、道耳頓、電池組、電極、電解、電解質、飽和溶液、燦紫、對流層、滲透作用、碳、碳水化合物、碳氫化合物、碳酸氫鈉、碳酸鈣、碳鋅電池、聚合物、蓄電池、酸、酸鹼中和、酸鹼指示劑、增溫層、熱塑性聚合物、蔗糖、質子、質量、質量守恆定律、質量數、醋酸、凝固點、機率、澱粉、優養化、還原、還原劑、轉化、轉移、藥物、懸浮微粒、蘇打、觸媒、纖維素、鹼、鹽、鹽酸、鹽橋、鑽石

附錄 3 國中小科學教科書共有生物詞彙

學習階段	共有生物詞彙（依筆劃排序）
二 (33)	人類、分類、玉米、生物、回收、卵、果實、河口、花、花粉、花萼、花瓣、附著、保育、捕食、根、特徵、排斥、移植、莖、連接、植物、軸根、雄蕊、節、葉、葉柄、葉脈、種子、雌蕊、適應、樹皮、鬚根
三 (39)	子房、子宮、外來種、生成、交配、卵生、抗生素、求偶、取代、受精卵、孢子、孢子囊、孢子囊群、花柱、花絲、柱頭、胎生、胎兒、胚珠、酒精、細菌、魚類、猩猩、菌絲、黑面琵鷺、微生物、感染、溼地、葉片、過敏、盤尼西林、養分、蕨類植物、親代、繁殖、斷裂、臍帶、顯微鏡、黴菌
四 (281)	二名法、人擇、三葉蟲、口器、大腦、子細胞、子葉、小腦、小靜脈、小獵犬號、互利共生、內分泌系統、內分泌腺、內溫動物、分裂、分裂生殖、分解作用、分解者、分離、化學能、升糖素、天敵、天擇說、心室、心音、心搏、支氣管、木質部、水筆仔、片利共生、代謝作用、出芽生殖、加拉巴哥群島、卡、去氧核糖核酸、外骨骼、外溫動物、巨人症、本能行為、生物多樣性、生物防治、生物圈、生物體、生產者、生殖、生殖細胞、生態系、甲狀腺素、白血球、皮孔、光反應、光合作用、同源染色體、向光性、向地性、向性、向觸性、地質年代、多基因遺傳、多細胞生物、多樣性、有性生殖、汗腺、羊水、羊膜、老化、肋骨、肌肉細胞、自花授粉、自然保留區、色盲、血小板、血友病、血型、血紅素、血球、血管、血漿、血壓、卵巢、吸附、尿素、尿道、尿酸、形成層、沉澱物、肝糖、肝臟、角質層、侏儒症、初級消費者、刺絲胞動物、受器、周圍神經、呼吸作用、性狀、性染色體、性腺、果皮、爬蟲類、物種、矽藻、肺、肺泡、肺循環、花粉粒、花粉管、表皮、表皮細胞、表現型、保衛細胞、咽、染色體、染色體數目、染色體複製、活性、珊瑚礁、疫苗、突起、突變、紅血球、紅綠色盲、紅樹林、胃、胃腺、胎盤、胡蘿蔔素、負荷、風化作用、食物網、食物鏈、食道、原生生物界、原核生物、原核生物界、哺乳類、根瘤菌、氣孔、氣室、氣管、消化腺、消長、消費者、病毒、真核生物、真菌、神經、神經元、神經細胞、神經纖維、胰島、胰島素、胺基酸、脂質、脈搏、脊神經、脊椎動物、脊髓、配子、針葉樹、假說、副甲狀腺、副甲狀腺素、動物界、動物細胞、動脈、動器、基因、基因型、基因突變、寄主、排泄作用、排遺、族群、液胞、淋巴結、淋巴管、淡水生態系、眼蟲、細胞、細胞分裂、細胞本體、細胞核、細胞膜、細胞壁、細胞學說、組織、脫落、脫離、荷爾蒙、蛋白質、被子植物、軟體動物、唾液、喉、單子葉植物、單細胞生物、媒介、棘皮動物、棲地、植物界、植物細胞、減量、減數分裂、渦蟲、無性生殖、無脊椎動物、硬骨、硬骨魚、等位基因、絨毛、腎上腺素、腎臟、超音波、開花植物、雄性激素、韌皮部、傳遞、微血管、愛滋病、溫室效應、滅絕、節肢動物、萼片、葉肉、葉綠體、電子顯微鏡、電中性、滲透、演化、睡眠運動、種子植物、種小名、精子、精細胞、維生素、維管束、膀胱、蒸散作用、裸子植物、酵素、鼻腔、標記、潮間帶、熱帶雨林、複製、豌豆、遷入、遷出、器官、器官系統、橫切面、激素、糖尿病、親緣關係、輸尿管、遺傳、遺傳多樣性、遺傳物質、遺傳疾病、靜脈、環節動物、膽汁、螺旋、趨性、醣類、擴散作用、斷裂生殖、轉換、雙子葉植物、礦物質、競爭、觸發運動、鰓、鰓呼吸、鰓裂、鰓蓋、屬名、變形蟲、體內受精、體循環

附錄 4 國中小科學教科書共有地科詞彙

學習階段	共有地科詞彙（依筆劃排序）
二 (24)	天氣、天頂、太陽、日、月、月亮、月球、水平、水資源、石油、地球、汙染、雨量、亮度、風、風向、氣象、能源、望遠鏡、距離、雲、滿月、凝結、霧
三 (60)	土石流、大氣、天狼星、太陽能、日晷、水力、冬至、北極、北極星、石灰岩、石英、光害、冰晶、地下水、地面天氣圖、地震、低氣壓、冷卻、冷氣團、冷鋒、岩石、長石、侵蝕、星、星座、星座盤、星等、春分、珊瑚、秋分、降雨、風化、風速、夏至、氣流、氣候、氣象衛星、氣團、氣壓、高氣壓、堆積、等壓線、搬運、暖氣團、暖鋒、溼度、煤、資源、運輸、滯留鋒、豪雨、颱風、數值、鋒面、膨脹、霜、獵戶座、織女星、礦物、露
四 (122)	土星、大氣壓力、大陸地殼、小行星、小行星帶、山崩、中生代、中洋脊、中氣層、化石、化石燃料、天王星、天然災害、太陽日、太陽系、木星、水土保持、水汙染、水星、水氣、火山、火成岩、火星、北半球、古生代、平流層、平移斷層、正斷層、永續發展、玄武岩、仰角、光年、全球暖化、全球變遷、再生能源、冰川、冰雹、冰層、地函、地核、地殼、地震波、地震規模、宇宙、行星、西南氣流、低壓、沉積作用、沉積岩、沉積物、赤道、季風、岩石圈、東北季風、板塊、空氣汙染、花崗岩、迎風面、金星、南極、星系、洋流、洪水、相對溼度、砂岩、穿透、海王星、海岸線、海底擴張學說、海洋地殼、海溝、臭氧、臭氧洞、臭氧層、退潮、閃電、密度、彗星、梅雨、液化、液態水、軟流圈、寒潮、湧升流、菊石、菲律賓海板塊、順向坡、順時鐘方向、新生代、暖流、溫室氣體、聖嬰、萬有引力、飽和、對流層頂、漲潮、碳循環、聚合、酸雨、銀河系、颱風眼、歐亞板塊、潮汐、潮差、熱對流、盤古大陸、緯度、衛星、震央、震度、震源、龍捲風、環太平洋地震帶、褶皺、擴散、斷層、藍菌、類木行星、類地行星、礫岩、變質岩、鹽度

附錄 5 國中小科學教科書之獨有科學詞彙

學習階段	學科	版本		
		N 版 (61)	H 版 (83)	K 版 (70)
二 (6)	物理	—	—	—
	化學	—	—	—
	生物	側根、擬態	食蟲植物	—
	地科	—	霓	閏年、磁鐵礦
三 (32)	物理	振動體	微波、電場	—
	化學	—	咖啡因、磷酸	—
	生物	玉蜀黍	分類學、狒狒、花青素、凍原、紫杉醇、酢漿草屬、臺灣山椒魚、灌木	長臂猿、馬鞍藤、宿主、傳染病、腦膜炎、腸病毒、臺灣冷杉、臺灣長鬃山羊、臺灣鐵杉、線蟲
	地科	熱帶氣旋、凝結核、颶風	天球、視星等、極圈、銀河、積雲	—
四 (176)	物理	天文單位、光電效應、折射定律、波粒二象性、附著力、基本粒子、散射、游離、微粒、質點	反射鏡、全反射、折射率、放射性、發散透鏡、會聚透鏡、漫反射、鏡面反射	古典力學、冷次定律、流體力學、音品、核子、動態平衡、靜力平衡、螺線管、繞射
	化學	蛭石、陽離子交換樹脂、碳酸鎂、離子交換樹脂	二鉻酸鉀、巴克球、白磷、低密度聚乙烯、胃蛋白酶、高密度聚乙烯、氫化、氫氨酸、麥芽糖、惰性氣體、解離度、聚丙烯、聚乳酸、聚苯乙烯、澱粉酶、觸媒轉化器、鹼金屬族	分解反應、化合反應、太陽能電池、多氯聯苯、亞佛加厥定律、奈米碳管、延性、矽晶片、原電池、氣體化合物體積定律、氧化作用電鍍槽、凝膠、環氧樹脂

(續)

附錄 5 國中小科學教科書之獨有科學詞彙 (續)

學習 階段	學科	版本		
		N 版 (61)	H 版 (83)	K 版 (70)
四 (176)	生物	五梨跂、內分泌系統、水耕、巧人、甲殼類、多醣、自律神經、呆小症、孤雌生殖、附生植物、帝雉、洋菜、胞器、苔類、能量金字塔、骨質疏鬆症、高血壓、桿菌、淋巴球、細胞分化、蛋白酶、單性生殖、單醣、象皮病、軸根系、運輸蛋白、臺灣梅花鹿、增殖、磷酸鹽、雙醣、雜交、類胡蘿蔔素、蝶螈、蘚類、鬚根系	二頭肌、三級消費者、大猩猩、子宮頸癌、內骨骼、心律不整、外分泌腺、白面鼯鼠、共生現象、再生性資源、扦插、次級消費者、自營生物、兩性花、刺絲囊、卷鬚、念球藻、冠狀動脈、穿山甲、穿透式電子顯微鏡、風媒花、食泡、假交配、基因突變、掃描式電子顯微鏡、異營生物、登革熱、腦顱、葉黃素、輸精管、遺傳訊息、膽固醇、蘭尾、藍腹鸚、蟲媒花、瓊脂、鏈球菌、蘇力菌、鱗葉	子宮內膜、分娩、反芻、心肺復甦術、永凍層、生長激素、生殖腺、地中海型貧血、有袋類、有機體、血栓、血壓計、物種起源、致癌物、食糜、浮游生物、真菌界、陣痛、陰道、雲豹、黃麴毒素、鼓膜、綠螢光蛋白、熱汙染、臍帶血
	地科	中緯度、珊瑚蟲、泰坦、寒武紀、黃道面	—	大滅絕、方位角、仙女座星系、外星生命、白堊紀、金屬礦產、造岩礦物、黃道十二宮、碘化銀、蒸發作用、噴氣孔

以科學建模歷程探索臺灣國中教科書中 化學平衡概念模型的建構

鐘建坪

教科書在科學學習與教學中扮演重要的角色。目前研究顯示科學建模歷程能促進學生進行科學模型的建構，因此若是科學教科書能夠呈現科學建模歷程，則能更全面協助學生學習與教師教學。本研究主要採用內容分析法針對 1968 年至 2019 年間 15 本國民中學科學教科書，以四階段的科學建模歷程進行化學平衡概念模型的分析。研究發現多數版本內容著重在模型發展與模型精緻階段，少數版本才會呈現模型遷移與模型重建歷程。基於研究結果，作者認為教科書應該盡可能提供學生完整的科學建構歷程，並強化情境的學習，作為課堂科學概念與生活情境的連結。

關鍵詞：科學建模、化學平衡、教科書、橫斷式研究

收件：2020年4月10日；修改：2020年10月6日；接受：2021年1月14日

Exploring the Construction of a Conceptual Model of Chemical Equilibrium in Taiwanese Junior High School Science Textbooks Through a Scientific Modeling Process

Jing-Ping Jong

Textbooks play a crucial role in science learning and teaching. Research has demonstrated that students' construction of scientific models would be facilitated via scientific modeling. If science textbooks present the complete process of scientific modeling, students would understand scientific modeling considerably more easily. This study employed the content analysis method to examine the conceptual model of chemical equilibrium that is based on a four-stage scientific modeling process—with the four stages being model development, model validity, model deployment, and model reconstruction—for 15 versions of science textbooks used between 1968 and 2019. Results highlighted that most versions focus on the model development and model validity stages; only a few versions presented detail on the model deployment and model reconstruction stages. On the basis of the findings, the author suggests that textbooks should not only provide students with the complete process of scientific modeling but should also anchor a context as a link between science and daily life.

Keywords: scientific modeling, chemical equilibrium, textbook, cross-sectional study

Received: April 10, 2020; Revised: October 6, 2020; Accepted: January 14, 2021

壹、研究背景與動機

臺灣科學課程的制定深遠地影響教科書的編撰內容，而其內容是目前臺灣教師教學與學生學習評量的主要依據。在課程標準時期，¹教科書是由國家統一編輯審定，而課程綱要時期，開始開放民間撰寫教科書，再經審定通過後作為各校選用。教科書根據課程標準或綱要，規劃不同科學模型的建構歷程與成果，編撰出適合不同階段學生學習的科學實踐內容（Jong et al., 2015）。

臺灣已於 2019 年實施新的課綱（以下簡稱 2019 年課綱），自然領綱認為各學習階段應該重視探究與實作的精神與方法，以培養學生具備科學的核心概念、探究能力以及科學態度與本質（十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校——自然科學領域，2018）。科學建模強調模型的建構歷程，不僅讓學生從中獲得科學模型的結果，亦讓學生學習相關的科學建模能力，體會科學模型修正與轉換的過程，以及從中領略知識建構是暫時性、可錯的以及可變動的科學本質觀（Schwarz & White, 2005），此與自然領綱的期待相符合的。

化學平衡是化學領域一項重要的科學概念模型（Chiu et al., 2002），²它涵蓋可逆反應、動態平衡、因素影響平衡移動等次概念。研究發現學生對於化學平衡的理解與學習是有困難的（Chiu et al., 2002; Van Driel & Gräber, 2002），學生會產生迷思的概念往往來自於將動態的過程視為靜態的結果，並且無法體認自己想法錯誤之處。因此，有學者建議教科書等教材的設計需要考量學生概念建構的歷程，協助學生監控自己建構

¹ 本文所稱課程文件泛指國家制定的課程標準或是課程綱要。本文作者並依據課程文件名稱，區分出課程標準與課程綱要時期。課程標準時期為 2000 年之前，而課程綱要時期為 2000 年之後。

² 概念並非單純只是一個指稱或是表徵，而是一個網狀的體系。模型的意義是指物件與物件之間的關聯，因此研究科學模型的科教學者，會將具有網絡的概念稱為概念模型。本研究將概念視為概念模型。

模型的正確性與思索微觀動態粒子的變動情形（劉俊庚、邱美虹，2010；Jong et al., 2015）。

由於九年義務教育的實施影響我國教育與經濟層面甚巨（黃芳玫，2001），期間有多次課程標準與課程綱要的修訂，教科書的編撰亦從國家統一編輯審定轉向民間撰寫審查發行。在十二年國教實施初期，若能分析九年義務教育階段教科書的內容，可得知九年義務教育時期特定科學模型編寫的模式與脈絡，其結果可作為十二年國教之教科書寫作參考。同時研究發現教科書作者編撰新版內容時，會參酌先前已出版的教科書（劉俊庚、邱美虹，2010），因此在2019年課綱實施的同時，我們需要鑑往知來，藉由探討過往臺灣教科書編寫的科學概念模型如何促進學生進行概念建構，條理出適切的模式與脈絡，以作為未來教科書實際寫作之參考。

貳、文獻探討與理念架構

文獻回顧說明模型與科學模型、科學建模歷程、化學平衡概念的呈現與本研究的理念與目標，敘述如下：

一、模型與科學模型

模型是指物件之間的連接關係，它可以呈現出具體的實體，亦可以表示實體背後的抽象想法，例如，一個汽車玩具模型，可以呈現出實體汽車的縮小模樣，同時亦呈現出汽車玩具模型設計者的心智想法。科學模型是指科學概念與概念之間的關聯，例如，化學計量具備莫耳、重量、分子量、粒子數目以及反應方程式之間的關係。因此，科學發展的歷程即是建構科學模型的歷程（Jong, 2016）。

二、科學建模歷程

模型與建模是科學實務的中心工作（Giere, 1988）。科學建構模型的歷程即指科學家們如何經由觀察、測試、檢驗、提出結果的歷程，而

此歷程不單單只是操作步驟，同時亦是科學家針對特定科學理論進行的心智模型（mental model）建構。學生進行科學模型的建構過程，即希望學生能夠經歷類似科學家進行探究的歷程，從建立初始模型開始，進而逐漸轉變為混合模型，再經過不斷修正與轉變而成為科學模型。本質上，「培養科學家與工程師」以及「養成具有科學素養的國民」皆須理解科學模型與其科學建模歷程。許多學者基於心智建構提出科學建模的相關教學步驟，以協助學生建構正確的科學概念模型（Chiu & Lin, 2019; Halloun, 1996; Schwarz et al., 2009）。Schwarz 等人（2009）強調模型建立、修正以及運用的歷程，包括：教學時須要確認欲學習的概念，接著協助學習者形成初始模型，進而檢驗、測試與評價模型，最後使用修正後的模型預測或解釋。Halloun（1996）提出基模式建模（schematic modeling），首先，針對欲學習的科學模型進行檢索，並且依據情境選擇適用的模型，協助學生建構出解題情境所需要的心智模型，緊接著學生利用所建構的模型進行分析與檢驗，並嘗試遷移至不同情境等步驟。Chiu 與 Lin（2019）以 Halloun 提出的科學建模為基礎，增加模型重建的歷程，作為學習者概念改變時其心智模型修正與轉變的重要歷程，其歷程涵蓋模型發展、模型精緻、模型遷移以及模型重建階段。雖然目前已有建模教學的相關研究，然而不同階段的科學建模歷程如何引導學生進行文本編寫，以進一步作為學習的輔助鷹架，是值得深入探討的主題（Jong et al., 2015）。

三、科學建模的重要性

科學模型是科學家進行科學建構的成果，而其建構科學模型的過程即可稱為科學建模。科學建模教學與學習嘗試經由產生、鞏固、修正、重建，以及轉換學生心智模型的過程，讓學生學習科學家建構科學模型與其歷程（Jong, 2016; Jong et al., 2015; Schwarz et al., 2009）。學生學習的科學模型是專家學者挑選後，經由教科書與其他形式，轉化過後形成適合不同階段學生學習的科學模型（Justi & Gilbert, 2000）。由於科學知識進展迅速，學生無法吸收與記憶所有知識，因此科學學習不應該只

著重學生學習到什麼科學事實，而是要留意如何讓學生學習重要的科學模型與其發展脈絡與創建的歷程（Maia & Justi, 2009）。研究證實科學建模能夠促進學生以建構的科學模型解釋現象（Bamberger & Elizabeth, 2013）、在建模歷程中培養探究與建模能力（鐘建坪，2013；Jong et al., 2015）、在檢驗與效化已建構模型的正確性進行論證（鐘建坪，2013；Passmore & Svoboda, 2012），以及透過修正與轉變的過程體驗正確的科學態度與科學模型轉變的本質觀（Prins et al., 2011），這與經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD）聚焦培養學生具備解釋科學現象、進行科學探究，以及運用證據產生結論能力的科學素養相符（OECD, 2016），也與自然領綱強調培養學生學習核心概念、探究能力與科學態度及本質相呼應（十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校——自然科學領域，2018）。

四、化學平衡概念模型的呈現

化學平衡是化學中一項重要的概念模型（Chiu et al., 2002）。許多化學反應即屬於可逆反應，且都會牽涉化學平衡變動的關係，例如，酸鹼反應或是酯化反應等。科學家哈伯（Fritz Haber）製造氨氣的方式亦是藉由化學平衡動態變化的情形，增進氨氣的產量，而氨氣的大量製造提供人類生產糧食作物重要且便宜的氮肥來源。

化學平衡含有許多次概念內容：正、逆反應、動態平衡、平衡移動等，而這些概念內容往往是反直觀，容易造成學生的迷思概念，例如，學生認為正反應完全結束之後，逆反應才開始進行（Van Driel & Gräber, 2002）、化學平衡時，其平衡係數代表最終反應物與產物的數量比而非動態過程的數量變化（Gussarsky & Gorodetsky, 1990），以及錯誤使用勒沙特列原理（Le Chatelier's principle）（Wheeler & Kass, 1978）等。

教學上有時會使用類比方式協助學生建構正確的心智模型，讓學生藉由角色扮演的動態表徵模擬微觀粒子碰撞情形（Harrison & De Jong, 2005; Thiele & Treagust, 1994），雖然學生能夠藉由將自己類比為微觀

粒子模擬化學平衡時的動態過程，可惜類比只針對特定迷思概念，缺少完整一套的動態建模歷程。Maia 與 Justi (2009) 進一步利用建模取向 (modeling-based) 的教學方式，搭配建立、測試與精緻心智模型的歷程，協助 14 至 15 歲的中學生進行質性化學平衡概念的建構，強調可藉由教師提問、與全班分享所建構模型，以及提供機會讓學生改變他們原先心智模型的方式，較能夠促進學生獲得正確的化學平衡觀念。然而 Maia 與 Justi (2009) 的研究並未探討教學中如何搭配使用科學文本協助建模教學的進行。

作者曾設計建模取向的科學文本協助學生進行微觀粒子在壓力、體積、溫度與粒子數目間的關係連結 (Jong et al., 2015)，以市售的教科書內容為基礎，輔以適切的科學建模歷程，修改為科學建模文本，再與原先市售教科書文本進行文本閱讀比較。結果發現閱讀建模文本的學生在概念測驗的微觀粒子行為面向表現較佳，且其在修正、檢驗與重建模型面向的建模能力表現優於閱讀一般教科書文本的組別。結果顯示科學建模文本不僅能夠協助學生建構科學概念，亦能促進學生相關能力的培養 (鐘建坪，2013；Jong et al., 2015)。

五、理念與目標——教科書的建模分析

目前教科書分析的研究類別相當多元，但是利用科學建模分析教科書的內容呈現方式卻是少見 (劉俊庚、邱美虹，2010)。由於教科書作為教師教學的重要參考依據，同時亦呈現科學家科學建構的成果，因此，如果教科書能呈現完整的科學建模歷程，學生可從中直接獲得科學建構的思考歷程與對模型本質認知觀點的提升，久而久之內化成為學生自身有效地思考模式。同時，教科書的功能不應該只是提供科學事實或理論，應該從學生學習的角度出發，思考如何讓學生能夠從教科書的學習中體會科學模型的內容與其建構歷程，同時反思與修正自身可能錯誤的觀點與想法。因此，不管教育目標是希望培養科學家、工程師或是養成具有科學素養的國民，皆須理解科學模型與其科學建模歷程。雖然目前已有研究嘗試撰寫建模文本，作為協助學生閱讀以及提供教科書寫作

的參考依據 (Jong et al., 2015)，但是截至目前為止，專門針對教科書進行建模歷程分析的研究仍然非常少 (劉俊庚、邱美虹，2010)。有鑑於此，本文嘗試採用 Chiu 與 Lin (2019) 提出的科學建模歷程作為分析架構 (見圖 1)，分析跨年代的教科書內容。說明如下：

模型發展：確認模型內部物件之間的關聯性，以建構初始的科學概念模型。模型精緻：思考已經建構的概念模型之正確性，進行相關的結果分析，確認其適用範圍以及限制條件。模型遷移：將已經確認與檢驗過後的概念模型遷移至相關情境，以強化所建構概念模型的正確性。模型重建：當所建構的心智模型與科學概念相互衝突時，需要進行修正與轉變，適切地轉化為正確的科學模型。可藉由情境介紹，讓學生思索差異，協助學生進行心智模型的轉變。

本研究基於科學建模歷程架構，探討臺灣九年義務教育期間的國民中學教科書「化學平衡」概念模型的呈現模式，藉由縱向探索不同年代時期的教科書內容，以期作為未來教科書編撰者寫作的參考依據。因此，研究問題為九年義務教育期間，臺灣國民中學科學教科書如何呈現化學平衡的概念模型？



圖 1 科學建模歷程架構

資料來源：修改自 Chiu 與 Lin (2019, Figure 3)。

參、研究方法

教科書是第一線教師時常運用的教學資源之一，自然科的教科書內容常以模型來呈現科學理論或是相關概念的發展。本研究嘗試以橫斷面（cross-sectional research）及內容分析法（content analysis method）針對臺灣國民中學教科書進行化學平衡概念模型的內容分析，針對建模歷程（模型發展、模型精緻、模型遷移與模型重建）探索不同年代課程標準或課程綱要公布之後，教科書編寫內容如何協助學生進行概念模型的建構。

一、臺灣課程文件中關於化學平衡的教材大綱

科學教材的制定來自符應科學課程內容的要求，其內容在臺灣是作為學習階段評量與入學測驗的依據。從 1968 年臺灣開始實施九年國民義務教育開始，國民中學的自然課程經歷過 7 次的修訂，表 1 標示臺灣不同年代之課程文件對於化學平衡概念的教材大綱。除了 1994 年的課程標準未納入化學平衡之外，自 1968 年起之臺灣課程標準或綱要的教材大綱、教材內容要項與細目皆明確標示化學平衡。

二、分析的文本

為了探索九年國民義務教育階段，不同年代版本教科書針對化學平衡的呈現方式，本研究蒐集不同課程標準或課程綱要所設計的教科書進行分析。由於時間長達 50 多年，本研究篩選原則：（一）每個課程標準或課程綱要皆需要蒐集 1 本對應的教科書；從 1968 年開始實施九年義務教育之後至九年一貫課程結束，總共公布 5 個課程標準與 3 個課程綱要，因此需要對應選出 8 個版本教科書。（二）再考量教科書內容的穩定性，篩選時皆不選擇各階段實施的第一個版本。（三）若同一標準或綱要時間內，教科書有重大修正，則增加分析的版本；因 1985 年課標的教科書有大幅修訂一次，因此對應此課程標準再增加一個分析的教科書版本。（四）民間撰寫之教科書，選擇同一時間主要的出版社版本；

表 1 課程文件標示之化學平衡相關教材大綱與所分析教科書的出版年代

課程年代	化學平衡之相關教材大綱內容	所選教科書出版年代
1968 年	標示在教材大綱「反應速率及催化劑」，其細項「反應的平衡」。	1972 年 (T01)
1972 年	標示在教材大綱「可逆反應」，說明需要具備1.可逆反應的認識、2.化學平衡與3.平衡的改變。	1978 年 (T02)
1983 年	標示在選修科目教材大綱「反應速率與化學平衡」，其細項「逆反應與化學平衡」。	1987 年 (T03)
1985 年	標示在教材大綱「反應速率與化學平衡」，其細項「化學平衡」。	1989 年 (T04) 1995 年 (T05)
1994 年	必修與選修教材綱要皆未標示「化學平衡」，但理化選修中標示相關概念「反應速率」。	2000 年 (T06)
2000 年	標示在教材內容要項「改變與平衡」，細目為「化學的平衡與移動」，說明「經由實驗了解化學平衡的概念，認識影響化學平衡的因素」。	2005 年 (T07、T08、T09)
2003 年	標示在教材內容要項「改變與平衡」，教材細目「化學平衡」中「化學的平衡與移動」。說明「經由實驗了解化學平衡的概念，認識影響化學平衡的因素」；在「化學平衡」中尚有「平衡係數」與「質量守恆定律」。	2008 年 (T10、T11、T12)
2008 年	標示在教材細目「化學反應」中「化學平衡與可逆反應」，說明「經由實驗了解可逆反應的概念，認識影響化學平衡的因素，如濃度、溫度」。	2019 年 (T13、T14、T15)

因為 2000 年課程綱要開始開放民間撰寫教科書，同一時間主要有 3 間出版社出版，為求觀察教科書內容的發展，分別以 2000 年課綱、2003 年課綱與 2008 年課綱作為依據，同時分析相同年分坊間 3 間主要出版社之教科書。依據上述原則，最後共選出 15 個版本，依照時間先後順序分別編碼為 T01 至 T15（見表 1），其中 T01 至 T06 屬於國立編譯館編輯的教科書，而 T07 至 T15 是由民間出版社編撰而成。本文資料引用時將標示版本與頁數，例如，T01，頁 18，指引用自分析的第一個版本第 18 頁內容。

三、建模歷程分析架構

本研究之內容分析架構主要參考 Chiu 與 Lin（2019）提出之科學建模歷程，區分為模型發展、模型精緻、模型遷移以及模型重建等階段（見表 2）。模型發展階段指稱教科書中的內容能夠呈現化學平衡需要可逆反應的發生，以及能夠說明平衡時化學反應方程式的意義。例如，說明什麼是可逆反應？化學平衡時，正反應與逆反應如何進行？其中微觀粒子變動的情形為何等。模型精緻階段是指教科書能夠呈現出影響平衡的條件，並且說明當外在條件改變時，如何影響平衡的進行。例如，說明外在環境條件改變，如濃度、溫度或壓力如何影響平衡的進行。在模型遷移階段是指教科書應能夠利用先前已經建立的平衡概念遷移至其他可逆的化學反應方程式，同時介紹平衡反應在生活上或是相關領域上的運用，例如，運用已經學會的化學平衡概念解釋自然界鐘乳石形成的原由，或是認識科學家哈伯藉由改變壓力與溫度製造氨氣。在模型重建階段是指教科書能夠針對學生可能常見的化學平衡迷思概念進行修正，例如，化學平衡時，同時存在速率相同的正反應與逆反應，因此當環境變動達到新的平衡時，仍具有正、逆反應，不會只有單獨反應物或生成物存在，或是二氧化氮（ NO_2 ）與四氧化二氮（ N_2O_4 ）混合的密閉系統，當環境變動達成新的平衡，顏色不會完全透明無色。

表 2 教科書建模歷程分析架構與舉例

建模步驟	定義	以平衡舉例
模型發展	陳述模型內部物件或物件間的關聯	說明可逆現象、平衡時粒子的巨、微觀現象
	陳述欲建構之模型的意義或關係式	說明平衡時反應方程式的意義
模型精緻	陳述建構之模型的限制條件	說明影響化學平衡的條件
	利用建構之模型進行數據分析	當條件改變時，分析平衡如何改變
模型遷移	在相似情境使用精緻後的模型	利用平衡概念說明新的反應
	在相關情境使用精緻後的模型	利用平衡概念說明生活實例或相關科技的應用
模型重建	修正模型內部物件或關係	利用情境協助修正學生可能形成的迷思概念
	重新建立新的模型取代原始模型	利用情境協助建立正、逆反應速率與平衡的關係

不同版本之教科書在不同建模階段的呈現情形的評分規準，主要修改自劉俊庚與邱美虹（2010）分析教科書呈現之科學建模歷程，並依照國際學生能力評量計畫（Programme for International Student Assessment, PISA）試題評量區分出 2、1 與 0 分。其中，2 分為能夠完整呈現特定建模歷程，例如，模型發展階段呈現出平衡具有巨觀、微觀現象以及說明平衡時化學反應方程式的意義。1 分為只說明特定建模歷程的其中一項，例如，模型精緻階段只說明影響化學平衡的條件，但未說明當條件改變時，平衡如何改變。若是 0 分則是完全未呈現在教科書中（見表 3）。

四、評分者一致性

建模歷程分析架構與規準完成之後，先由 2 位科教專家進行內容審查及修正，再依據完成之分析架構，由本文作者與 1 位科學教育博士共同進行編碼，其一致性為 0.95（57/60），不一致部分經由討論後確認評分內容。

表 3 不同年代版本教科書科學建模獲得分數

建模階段	版本														
	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	T12	T13	T14	T15
模型發展	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
模型精緻	1	1	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
模型遷移	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0
模型重建	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
總分	3	3	4	4	5	0	4	4	4	4	4	6	7	7	5

註：1.T06 版本對應之課程標準未有化學平衡概念。2.T07、T10、T13 為同一家民間出版社；T08、T11、T14 為同一家民間出版社；T09、T12、T15 為同一家民間出版社。

肆、研究結果

一、教科書科學建模呈現模式

國中範圍的化學平衡單元主要呈現三個次概念，其一是可逆反應，有些版本會先利用封閉系統水分子平衡的物理變化過程說明可逆反應的意義，再與其他化學變化的例子說明化學中的可逆反應。其二是化學平衡的意義，各個版本主要介紹鉻酸鉀溶液在酸性與鹼性溶液的變化，同時以粒子微觀的角度說明可逆反應與平衡時，粒子移動與變化的情形。其三是說明有哪些因素會影響化學平衡的移動，較早年代的版本只簡要從化學反應方程式中說明影響的因素，晚近的版本即很明確地告知濃度、溫度與壓力會影響平衡的變動，並舉化學上的實例說明。在實際模型應用部分只有 4 個版本實際將自然界平衡的變動納入教科書。在最新的版本中，有嘗試將學生可能產生的迷思概念或是容易混淆的概念，藉由書中額外的提問方式，協助學生轉換迷思概念（見表 3）。

二、不同階段呈現的內容

依照課程標準與課程綱要的版本順序，介紹不同版本如何呈現化學平衡概念：

(一) 1968 年與 1972 年課程標準版本

T01 植基於 1968 年國民中學暫行課程標準，分別以實驗呈現出三個平衡的主要概念，包括：可逆、平衡以及如何改變平衡。在實驗之後皆有討論與說明相對應的概念，但是如何改變則未有明確與系統性地說明其他可能影響平衡的因素，例如：

加入鹽酸或多或少，沉澱物氯化氧鉍 (BiOCl) 就有一部分被鹽酸溶解，那麼依照所加鹽酸的多少，改變原先的平衡狀況，而達成新的平衡。(T01, 頁 15)

文本中雖然有說明以平衡實驗作為萃取技術的原理應用，但主要是作為溶質在相互不溶的液體中如何達到溶解平衡。

T02 植基於 1972 年修訂的國民中學課程標準，先說明化學平衡的意涵再藉由蹺蹺板的類比說明可逆反應的意義，再以溴水與鉻酸鉀溶液的實驗說明平衡的意義，並歸納出氫離子 (H^+) 濃度會影響反應的方向。接著探索如何藉由外在條件的改變影響平衡的進行。雖然在此能夠呼應文本一開始歸納氫離子濃度會影響平衡的反應方向，但卻再額外提出加入水亦會影響平衡的進行，例如：

在平衡達到時再加水，即反應又向右邊移動，增加了氯化氧鉍的沉澱，直到新的平衡狀況而停止。(T02, 頁 19)

與 T01 相似，文本中雖然有說明以平衡實驗作為萃取技術的原理應用，但主要是作為溶質在相互不溶的液體中如何達到溶解平衡。

(二) 1983 年與 1985 年課程標準版本

T03 植基於 1983 年修訂之課程標準，先以示意圖說明密閉系統中液態水與水蒸氣以及飽和溶液中有未溶解鉻酸鉀溶液的可逆與平衡情

形，取代先前版本碘在不互溶溶液中的溶解平衡，接著陳述溴水與鉻酸鉀溶液加入酸或鹼性溶液如何造成平衡的改變，並同時說明平衡時微觀粒子的運動情形。此版本已不再以氯仿與碘化鉀實驗進行不同分層溶液的萃取實驗，雖較 T02 增加說明哪些情況會影響平衡的改變，但仍未明確顯示哪些因素影響化學平衡的改變，例如：

在鉻酸根的平衡中，增加 H^+ 的結果是使 $Cr_2O_7^{2-}$ 增加， CrO_4^{2-} 減少；減少 H^+ 又會改變平衡使 $Cr_2O_7^{2-}$ 減少而 CrO_4^{2-} 增加。(T03, 頁 83-84)

整個文本中未說明實際平衡在其他生活或是科技上的運用。

因為 1983 年與 1985 年分別各修訂一次國中課程標準，對應本研究選版本教科書 T03 出版時間 1987 年，與 1989 年出版之 T04 只間隔 2 年。雖然參照不同時期修訂的課程標準，但兩個版本 T03 與 T04 教科書在化學平衡概念模型呈現的內容是相同。

在 1994 年修訂課程標準之前，有大幅度地修訂教科書版本。T05 為 T04 的修訂版，文本建模歷程的內容與實驗部分與 T04 相同，但是 T05 將原先是示意圖的部分轉化為實體照片呈現，藉以搭配內文文字的說明，包括：密閉系統中，液態水蒸發為氣態水，同時氣態水冷凝為液態水、溴水加酸或加鹼性溶液的實際顏色照片、鉻酸鉀加酸與重鉻酸鉀加鹼之溶液顏色照片、密閉瓶中大理石和鹽酸照片與開蓋後冒泡以及自然界中的鐘乳石照片。同時 T05 額外以鐘乳石的變化說明自然界平衡改變的應用。

(三) 1994 年課程標準版本

T06 版本是基於 1994 年修訂之課程標準，但因課程標準的教材大綱未提及化學平衡概念，因此教科書未說明逆反應與化學平衡。

(四) 2000 年課程綱要版本

T07 化學平衡概念設定在反應速率單元之後，主要談及可逆反應、化學平衡以及影響化學平衡的因素。相較於 T06 版本，T07 因課綱文件而重新加入化學平衡概念，而與 T05 比較時發現，T07 除了先介紹物理與化學的可逆反應之外，亦以微觀粒子的運動情形解釋平衡現象：

可逆反應進行時，反應物的粒子相互碰撞變成生成物；隨著生成物的粒子增多生成物的粒子一有機會碰撞變成反應物。因此，正、逆反應同時在進行。(T07, 頁 18)

T07 明確地說明「是否所有化學反應都能進行正、逆反應呢？」(T07, 頁 18)，並且將 T05 版本中呈現化學平衡的實際範例整合作為影響化學平衡的因素，藉由說明平衡的改變歸類出濃度、壓力與溫度會影響化學平衡。但是缺少化學平衡在生活或科技上的運用實例。

T08 先說明水分子在密閉系統中之平衡狀態，引導出可逆反應，再以硝酸鉀飽和狀態的溶解與析出過程說明平衡動態歷程。接著以鉻酸鉀、二鉻酸鉀與溴水、溴離子及次溴酸說明酸、鹼的環境變化如何影響平衡的移動。但缺少化學平衡在生活或科技上的運用實例。

T09 以密閉系統中水分子氣態與液態的示意說明可逆的平衡狀態。接著以實驗活動嘗試讓學生觀察溫度的改變將影響平衡的移動，再以大理石與鹽酸反應說明壓力變化影響平衡的移動，形成動態而非靜止的平衡狀態。雖然提及哈伯法製氨，但在編排上是作為介紹正、逆反應可達成平衡的反應項目之一。

(五) 2003 年課程綱要版本

T10 增加 T07 的內容，額外說明針筒內放置大理石與鹽酸溶液，嘗試以針筒推拉的方式改變針筒內的壓力，作為影響平衡的因素。但是缺少化學平衡在生活與科技上的運用實例。

T11 與 T08 文字內容相似，主要進行圖片的增加與排版的修正，嘗試說明環境改變時，平衡變動的顏色改變。例如，T08 以兩張照片分別呈現溴水為紅棕色，在加入鹼之後呈無色，而 T11 藉由 3 張圖片呈現溴水先加入鹼再加入酸之後的顏色變化，視覺化平衡的動態過程。但仍缺少化學平衡在生活或科技上的運用實例。

T12 以密閉系統中水分子氣態與液態的說明嘗試定義平衡、正反應與逆反應，接著舉飽和硝酸鉀溶液析出與溶解速率相同說明平衡狀態，並以氯化亞鈷加水與加熱反應說明化學反應亦具有可逆反應的情形。再

以鉻酸鉀與二鉻酸鉀的酸、鹼環境改變和大理石與鹽酸反應的壓力變化說明平衡如何改變之後再次形成新的平衡，接著以化學平衡概念介紹自然界石灰岩洞中的石柱等地形造成的成因。

(六) 2008 年課程綱要版本

T13 在說明可逆反應時即區分出物理變化與化學變化的平衡反應。接著以鉻酸鉀依序加入硫酸與氫氧化鈉的顏色變化並以粒子增減與移動的情形說明平衡的改變與新平衡的產生。再以四氧化二氮與二氧化氮、大理石與鹽酸溶液的平衡改變分別說明溫度與壓力的因素如何影響平衡。與先前版本差異在於將反思問題嵌入圖片，嘗試讓學生觀看圖片說明時，同時思索相關的原理並同時解釋可能產生的迷思概念，例如：

將容器置入冰水中，反應有利於產生無色的 N_2O_4 ，但為什麼達成新平衡時，氣體不是呈現無色？(T13，頁 113)

最後，再以自然界中可逆反應與化學平衡介紹實際範例。

T14 先說明水分子在密閉系統中的平衡狀態，引導出可逆反應，再以硝酸鉀飽和狀態溶解與析出說明平衡的動態歷程。不同的是，此版本更著重以示意圖展現微觀粒子分布情形，亦呈現出達平衡時正、逆反應速率的情形。接著說明平衡的移動與影響平衡移動的因素，同時分別增加例題精緻學生平衡移動的概念。且藉由反思問題結合先前章節概念強化學生的概念結構。雖然主文至此告一段落，但此版本利用科普閱讀的方式說明化學平衡概念在哈伯法製氨的運用。

T15 先以可逆反應水分子在密閉系統水量未改變下說明正反應與逆反應，再以氯化亞鈷說明化學變化亦具可逆反應。接著以密閉系統的水分子、飽和硝酸鉀溶液、密閉系統的大理石與鹽酸反應說明平衡狀態時正、逆反應速率的情形與微觀動態過程。接著藉由鉻酸鉀與二鉻酸鉀溶液說明濃度影響平衡改變，二氧化氮與四氧化二氮混合氣體說明溫度影響平衡改變。此版本將 T12 版本中介紹自然界石灰岩洞中的石柱等地形的成因修改為反思問題讓學生嘗試解釋。

三、小結

本研究主要探索九年義務教育時期，國中教科書如何呈現化學平衡，其所具備的建模歷程元素為何。綜合上述內容，在所分析的教科書中，其建模歷程元素皆包含模型發展與模型精緻，較少涵蓋模型遷移與模型重建。不同版本整體建模元素呈現結果如下：

（一）所有版本皆能完整呈現模型發展元素

所有版本教科書在說明化學平衡時皆能涵蓋可逆反應與化學平衡的意義。而此階段即說明化學平衡概念模型的內容與意義。

（二）模型精緻元素在九年義務教育初期的版本仍有待補強

依據 1968 年與 1972 年課程標準所編撰的教科書內容（T01 與 T02），強調如何藉由實驗操作讓學生理解可逆、平衡以及如何改變平衡，在模型精緻階段缺少以不同範例說明如何改變化學平衡的移動。

（三）1983 年課程標準之後版本皆完整呈現模型發展與模型精緻元素

1983 年課程標準之後版本的教科書在「模型發展」與「模型精緻」階段皆獲得滿分（除 T06），其內容主要先呈現逆反應與化學平衡時的意義，再以鉻酸鉀與二鉻酸鉀、一氧化氮與二氧化氮之間化學平衡，在濃度、溫度或壓力的影響下，探討化學平衡移動的變化情形。顯示國民中學化學平衡的學習內容即以讓學生理解可逆反應、化學平衡時的意義以及條件變動時如何改變化學平衡為主。

（四）部分版本增加生活經驗或學術情境應用的說明

國家統一編輯審定本除了 T05 之外，皆未提及化學平衡在生活經驗或是學術情境應用的說明。2003 年課綱之後，開始較多的版本內容（T12、T13、T14）接續 T05 版本內容，有提及鐘乳石的形成與化學平衡的關係，或是哈伯法製造氨氣過程如何藉由改變化學平衡條件增加產量。

（五）2008 年課綱之後的版本具備所有建模元素

在 2008 年課綱之後的版本（T13、T14、T15），保留先前的內容，另外有較多的小提問出現，有些是針對課文的理解反思，而有些是針對學生可能會有的迷思概念，企圖進行澄清。所分析的教科書，至 2008 年課綱版本，才逐漸發展為具有完備的模型發展、模型精緻、模型遷移與模型重建的科學建模歷程。而此階段分析的版本為 2019 年出版，可能因十二年國教總綱與自然領綱草案頒布前後，針對素養導向與科學建模等議題的推廣而促進版本內容的修訂。

綜合分析的結果顯示多數教科書未能明確提供完整的建模歷程，如此可能無法協助學生完全理解科學本質，同時學生發展相關的科學建模能力亦可能受到阻礙（Schwarz & White, 2005）。

伍、討論

本研究從科學建模歷程分析九年國民義務教育階段的臺灣國民中學教科書內容。在課程標準時期，國家統一制定學習教材內容的教材大綱，即設定國民中學學習化學概念的所有範圍，主要為可逆反應、化學平衡時的意義以及不同因素如何改變化學平衡。其中化學平衡單元往往與化學反應速率連結在一起，主要是因其平衡概念牽涉正反應速率與逆反應速率相同的緣故。另外，值得一提的是 1994 年課程標準未提化學平衡，私下詢問當時參與制定的一位課程專家，回顧原因認為主要考量化學平衡概念對國中學生而言實屬困難而未放入。從已分析的 15 本國民中學教科書發現化學平衡概念模型呈現的趨勢與討論如下：

一、化學平衡概念的呈現主要為可逆反應、化學平衡的意義以及影響化學平衡的因素

國民中學階段化學平衡單元均未涉及量化計算，而是著重在質性觀點的現象描述，同時藉由實驗呈現來作為概念的表達。化學平衡單元一

開始會呈現某些反應會進行逆反應，若是逆反應速率與正反應速率相同時，則達到平衡，因此具備化學反應平衡，接著介紹化學反應平衡的實例，並藉由改變反應平衡式中特定物質，評估化學反應的移動方向。此學習階段的設計與許多國家在相同年紀化學課程的安排相似，化學平衡的學習主要以質性概念為主，並未涉及平衡的計算（Maia & Justi, 2009）。與相關建模教學研究不同的是，建模教學的研究是以教師教學或是學生學習歷程出發，探討學生的學習成效（Harrison & De Jong, 2005; Maia & Justi, 2009; Thiele & Treagust, 1994），但是本研究主要探索教科書是否呈現出完整的科學建模歷程以協助學生進行完整的概念建構。

二、多數版本強調模型發展與精緻

教材細目或教材大綱明確訂定化學平衡是國民中學需要的學習內容。雖然標準或是綱要中會介紹教學策略，但是教科書內容呈現的樣態多是以化學反應概念的呈現為主，以隱含的方式（implicitly）呈現概念建構的歷程，其中多數版本忽略科學建模的整體歷程。此結果與學者的研究結果相似（劉俊庚、邱美虹，2010；Gericke & Hagberg, 2010），教科書多呈現不完整的建模歷程，只強調初始的概念建構，忽略精緻與重建歷程，而完整呈現建模歷程的教科書才能協助教師進行建模教學，亦可以讓學生從中學習相關的科學建模知識與能力。

三、少數版本強調模型遷移與模型重建

分析的化學平衡單元只有 4 個版本的教科書呈現化學平衡的實際應用，如此將缺乏學生學習完化學平衡概念之後如何遷移至生活情境或是相關科技產業，容易讓學生只學習化學概念而忽略應用。同時，大多數的版本皆未能以學生迷思概念出發協助學生進行概念重建。如此一來缺乏生活情境遷移與錯誤迷思概念的重建學習對於學生概念建構是有其阻礙（Jong, 2016; Jong et al., 2015）。稍微複雜的遷移內容，實際運用時可以藉由科普閱讀等方式，協助學生連結生活經驗或是學術情境，促使學生建構課堂科學概念與實際運用的相關性。

四、從特訂版本開始強調圖示與文字的連結，以及化學平衡時微觀粒子的變動情形

化學平衡的概念內容在本研究所分析的各版本教科書中，對應 1983 年課程標準的教科書版本（T03）已經大致底定。之後教科書的修改與增訂範圍主要落在實際範例照片的增加、微觀粒子示意圖的呈現、化學平衡生活應用的說明，以及相關迷思概念的呈現等內容。而 T03 版本之後開始增加巨觀現象與微觀粒子之間的交互作用，亦符合國際化學教育文獻強調微觀粒子、化學符號、反應方程式之間的關係（Johnstone, 1982）。

五、從 2008 年課綱後，開始有版本提供反思問題作為修正學生可能發生的迷思概念

迷思概念的偵測與消除是教學的重要目的之一，若教科書能夠協助學生在概念建構之後，重新反思自身概念模型的合理性，則能更加強化學生概念模型的穩定性（Jong, 2016）。實務上可將實證研究上常見的學生迷思概念放在相關教材之中，協助學生進行概念的轉變。

陸、結語、建議與研究限制

一、結語和建議

本研究主要縱向分析臺灣國民中學教科書「化學平衡」概念的呈現是否具有建模歷程所需的要素。研究結果顯示，大部分教科書並未具備完整的建模歷程。多數版本教科書內容偏重「模型發展」與「模型精緻」，對於「模型遷移」與「模型重建」之比例偏低。這樣的呈現方式將使學生不易藉由完整地科學建模歷程精煉化學平衡概念，並獲得相關的科學建模知識與能力。基於結果，相關研究與實務面向建議如下：

（一）教科書科學模型建構的歷程分析模式

過往的教科書研究著重的面向曾有概念詞彙的意義與其之間的關係，或是教科書中圖片的呈現模式，較少著重在教科書是否具有完整的科學模型建構歷程。先前的研究（劉俊庚、邱美虹，2010；Jong et al., 2015）與本文結果皆發現教科書對於科學模型的闡述側重在模型發展階段。一般教學主要在讓學生理解科學模型之後，輔以習題進行練習作為確認學生學習的成果，其中缺少的建模歷程元素需以教科書提供的內容進行補足才行，因此教科書提供完整的建模歷程是需要且必須的。未來研究不僅可針對教科書中特定科學模型發展歷程進行相同年級、不同版本的分析，亦可針對不同學習階段教科書學習徑路進行探討，以及具有完備建模歷程的科學文本輔助教師教學的關聯性，作為教科書科學模型如何建構與發展面向的探討。

（二）國中化學單元教科書的寫作需要參酌科學建構的歷程

科學模型的發展雖然無法循序單一步驟，但是仍可萃取並簡化為發展、精緻、遷移與重建階段。本文所分析的教科書單元主要著重在發展化學平衡的概念模型，並且精緻呈現影響平衡的因素，同時說明這些因素改變時，化學反應變動的情形。未來，教科書針對特定單元不僅呈現概念模型的內容，尚應思考學生學習的困難以及概念可能應用的範圍，讓學生能夠藉由教科書即整備完整的科學建構歷程。

（三）在模型重建部分納入學生可能的迷思概念或是科學史中理論模型的轉換

教科書一般只會呈現正確的科學知識，但是學生閱讀與學習時卻會開始產生錯誤的迷思概念，因此，可以藉由特定問題安插在不同的建模階段，讓學生思索其發展特定模型的正確性，若是不正確可以立即修正或轉變。同時，為了讓學生思索完整的科學建構歷程，在模型重建階段除了提供可能迷思概念的轉變之外，尚可提供學生完整的科學模型建構歷程，讓學生知悉當下學習的科學概念是許多科學家經過不同思索與修正而獲得，並非一蹴可幾。

(四) 從科學建模歷程中整合相關的思考智能與問題解決能力

科學建構歷程涵蓋模型發展、模型精緻、模型遷移以及模型重建歷程，而其歷程即為科學家建構科學模型的歷程。在建構歷程中或有思索問題、進行實驗、驗證假說、提出暫時模型、持續不斷地檢驗等步驟，而這些步驟即與探究能力、思考智能與科學本質息息相關。因此，未來可藉由教科書呈現完整科學建模的機會，同時整合相關的思考智能與問題解決能力，達到培養具有科學素養國民的教育目標。

(五) 針對容易產生迷思概念的微觀粒子行爲，可嵌入相關的數位教材

教科書目前主要仍以文字與圖片方式呈現科學學習的內容，對於微觀粒子行爲雖能呈現，但是卻缺少動態的過程。對於類似化學平衡之相關概念，需要讓學生理解微觀動態歷程仍有欠缺，未來可著重數位科技的輔助協助教科書概念的呈現，例如，可藉由 QR 碼呈現探索活動的相關內容或是以 GIF 動態圖檔呈現微觀粒子行爲，讓學生閱讀同時，可藉由行動載具掃描或是數位文本直接呈現而更加理解相關內容。

二、研究限制

本研究相關研究限制說明如下：

(一) 有限的篩選與分析教科書版本

本研究主要以橫斷面式分析臺灣國民中學化學平衡概念模型的呈現模式，雖然本文作者致力呈現教科書縱向的趨勢，找出每一個教改文件對應的教科書，但仍然會因為所篩選的教科書是否能夠完整貼切 50 多年的臺灣教科書發展而有所差異。同時，也可能因為概念模型上的差異，而使教科書呈現方式有所不同，此為本研究作為更廣推論上的侷限。

(二) 尚未分析教科書搭配的習題與相關的自編教材內容

科學建模歷程建立與教師在教學上如何使用教科書、習題與相關輔助教材有關。本研究主要分析不同版本的教科書，探討所篩選的教科書

內容是否具備完整的科學建模歷程，未能觸及教科書搭配的習作或是教師自編教材的內容規劃。

(三) 尙未針對不同年代、不同建模元素的教科書內容，比較其學習成效

本研究基於先前針對建模文本的研究（劉俊庚、邱美虹，2010；鐘建坪，2013，2016；Jong et al., 2015），認為具有完備的科學建模元素較能提供學生完整的學習面向，因此建議教科書的內容規劃以科學建模歷程為依據。雖然本研究分析的多數版本缺少完整科學建模歷程，少數版本具有稍微完整的建模歷程要素，但若要觀察不同年代較具有完整建模元素的教科書（如T14）與先前只著重模型選擇與模型精緻的版本（如T02）進行學習成效比較，則需要額外再進行不同版本教科書的閱讀或教學研究，較能實質探索學生在不同建模元素的教科書學習情境下獲得的學習表現。

參考文獻

十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校——自然科學領域（2018）。

[*Curriculum guidelines of 12-year basic education: Natural science domain for elementary, junior high school and upper secondary school education.* (2018).]

黃芳玫（2001）。九年國民義務教育之回顧與其教育面、經濟面之影響。臺灣經濟預測與政策，31（2），91-118。https://doi.org/10.29629/TEFP.200110.0005

[Huang, F.-M. (2001). The educational and economic impacts of nine-year compulsory education in Taiwan. *Taiwan Economic Forecast and Policy*, 31(2), 91-118. https://doi.org/10.29629/TEFP.200110.0005]

劉俊庚、邱美虹（2010）。從建模觀點分析高中化學教科書中原子理論之建模歷程及其意涵。科學教育研究與發展季刊，59，23-54。

[Liu, C.-K., & Chiu, M.-H. (2010). From modeling perspectives to analyze modeling processes of atomic theory in senior high school chemistry textbooks and their implications. *Research and Development in Science Education Quarterly*, 59, 23-54.]

鐘建坪（2013）。模型本位探究策略在不同場域學習成效之研究（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學科學教育研究所。

- [Jong, J.-P. (2013). *The effects of model-based inquiry strategy in different learning scenarios* [Unpublished doctoral dissertation]. National Taiwan Normal University.]
- 鐘建坪 (2016)。科學模型與建模：科學建模文本與其學習成效。臺灣化學教育，11。http://chemed.chemistry.org.tw/?p=13944
- [Jong, J.-P. (2016). Scientific models and modeling: The modeling-based text and their learning outcomes. *Chemistry Education in Taiwan*, 11. http://chemed.chemistry.org.tw/?p=13944]
- Bamberger, Y. M., & Elizabeth, A. D. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213-238. http://doi.org/10.1080/09500693.2011.624133
- Chiu, M.-H., Chou, C.-C., & Liu, C.-J. (2002). Dynamic processes of conceptual change: Analysis of constructing mental models of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(8), 688-712. http://doi.org/10.1002/tea.10041
- Chiu, M.-H., & Lin, J.-W. (2019). Modeling competence in science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(12). https://doi.org/10.1186/s43031-019-0012-y
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010). Conceptual incoherence as a result of the use of multiple historical models in school textbooks. *Research in Science Education*, 40, 605-623. http://doi.org/10.1007/s11165-009-9136-y
- Giere, R. N. (1988). *Explaining science: A cognitive approach*. University of Chicago Press.
- Gussarsky, E., & Gorodetsky, M. (1990). On the concept "chemical equilibrium": The associative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 197-204. https://doi.org/10.1002/tea.3660270303
- Halloun, I. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 1019-1041. http://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199611)33:9<1019::AID-TEA4>3.0.CO;2-I
- Harrison, A. G., & De Jong, O. (2005). Exploring the use of multiple analogical models when teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1135-1159. http://doi.org/10.1002/tea.20090
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and micro-chemistry. *The School Science Review*, 64(227), 377-379.
- Jong, J.-P. (2016). The effect of a blended collaborative learning environment in a Small Private Online Course (SPOC): A comparison with a lecture course. *Journal of Baltic Science Education*, 15(2), 194-203. http://www.scientiasocialis.lt/jbse/?q=node/494
- Jong, J.-P., Chiu, M.-H., & Chung, S.-L. (2015). The use of modeling-based text of ideal gas law to improve students' modeling competencies. *Science Education*, 99(5), 986-1018. http://doi.org/10.1002/scs.21164
- Justi, R., & Gilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models: Some challenges in the case of 'the atom'. *International Journal of Science Education*, 22(9), 993-1009. http://doi.org/10.1080/095006900416875
- Maia, P. F., & Justi, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. *International Journal of Science Education*, 31(5), 603-630. http://doi.org/10.1080/09500690802538045

- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Passmore, C. M., & Svoboda, J. (2012). Exploring opportunities for argumentation in modelling classrooms. *International Journal of Science Education*, *34*(10), 1535-1554. <http://doi.org/10.1080/09500693.2011.577842>
- Prins, G. T., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2011). Evaluation of a design principle for fostering students' epistemological views on models and modelling using authentic practices as contexts for learning in chemistry education. *International Journal of Science Education*, *33*(11), 1539-1569. <http://doi.org/10.1080/09500693.2010.519405>
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(6), 632-654. <http://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, *23*(2), 165-205. http://doi.org/10.1207/s1532690xci2302_1
- Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1994). An interpretive examination of high school chemistry teachers' analogical explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(3), 227-242. <http://doi.org/10.1002/tea.3660310304>
- Van Driel, J. H., & Gräber, W. (2002). The teaching and learning of chemical equilibrium. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 271-292). Kluwer Academic. https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X_12
- Wheeler, A. E., & Kass, H. (1978). Student misconceptions in chemical equilibrium. *Science Education*, *62*(2), 223-232. <http://doi.org/10.1002/sce.3730620212>

學生的空間測量能力及教科書的面積與 體積教材之探討

黃幸美

本研究使用文獻分析法，探討接受九年一貫課程學生在 2006~2018 年數學學力檢測的空間測量解題能力。同時，分析依據九年一貫課程綱要發展的教科書之面積、體積（含容積）單元的教學問題編製情形。研究結果發現：學生在面積與體／容積測量及測量估測表現不理想；於解決需應用測量的概念與程序性知識以推理思考的應用解題類型問題，學生的解題能力遜於解決概念理解及程序執行類型問題的能力。教科書的面積與體／容積教材提供充分的圖示表徵，惟偏重測量單位知識及程序執行的問題，應用解題性質的問題較少，而且測量估測問題寡少。依據研究結果，針對培養學生測量知能與強化應用解題能力，提出未來課程發展建議。

關鍵詞：九年一貫課程、空間測量能力、教科書、面積、體積

收件：2020年6月30日；修改：2020年9月8日；接受：2020年9月18日

Study of Students' Spatial Measurement Competence and Textbook Units of Area and Volume Measurements

Hsin-Mei E. Huang

This study employed document analysis to investigate the mathematics ability of students who received the mathematics curricula based on the Guidelines for the Grade 1-9 Curriculum. The focus was on spatial measurements examined by using two large-scale assessments of mathematics ability in elementary school students; the assessments were held from 2006 to 2018 in Taiwan. Moreover, content analysis was conducted for analyzing types of mathematical problems provided in the units of area and volume measurement of mathematics textbooks. The results demonstrated that elementary school students were weak in the areas of area and volume measurements and measurement estimation. Students' ability to solve the type of problems that demanded problem-solving competence was poorer than their ability to solve problems that required conceptual understanding or procedural process skills. Although the textbook units provided sufficient figures and representations for illustrations, they contained more problems demanding conceptual understanding and procedural process skills than problems demanding problem-solving competence. To develop students' knowledge of spatial measurement and improve their problem-solving competence, suggestions on spatial measurements are provided for future textbook development on the basis of the results.

Keywords: Guidelines for the Grade 1-9 Curriculum, competence in spatial measurement, textbook, area measurement, volume measurement

Received: June 30, 2020; Revised: September 8, 2020; Accepted: September 18, 2020

壹、緒論

有視於培養新世代學生具備更高階能力的必要性，教育部於 2019 年起實施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——數學領域（以下簡稱十二年國教課綱），依據十二年國教課綱發展的課程也使用於國小一年級學生（十二年國民基本教育課程綱要總綱生效令，2017）。時值新、舊課綱與課程交替階段，檢視學生學得了什麼，是改革歷程中檢視課程施行成效的要務。

在國小數學課程施行成效檢核方面，除了分析國際評量結果報告以外，國家教育研究院（以下簡稱國教院）及臺北市政府教育局（以下簡稱北教局）為了解接受國民中小學九年一貫（以下簡稱九貫）課程的學生達成基本能力指標的情形，乃以九貫課綱為架構分別發展試題，施行數學能力檢測。北教局自 2006 年起，每年對臺北市高年級學生施行數學基本學力檢測（北教局，2007）；國教院自 2010 年起協助縣市辦理學生的數學學習能力檢測（國教院，2012）。上述檢測發展過程嚴謹，試題具有信度與效度，而且受測學生數皆上達萬人，其評量結果報告學生解決數學問題的能力，幫助教學者了解學生的學習趨勢與瓶頸，其資料庫也供研究者檢視九貫課程實施近 20 年的成效。

測量知識具有生活實用功能且與數學其他主題的概念緊密連結（例如：數與計算及幾何）（Venenciano & Dougherty, 2014），尤其長度、面積、體積、容量及角度具有幾何圖形與空間性質，常需藉比較、使用工具測量與計算或執行估測，上述技能與量的推理尤為數學與科學課程的重要內容（Clements et al., 2017）。所謂測量知識的理解，包含理解測量的概念性與程序性知識，並能應用上述知識以推理思考（Battista, 2007; Smith III et al., 2013），前者指認識測量性質、單位知識、測量的原理原則；後者指測量的實作程序、使用工具、丈量與運算。此外，能綜合應用上述兩類知識、理解圖示表徵、運用空間思考以推理解題，為解決高認知層次問題所需的思考（Battista, 2007; Venenciano & Dougherty,

2014)。上述知識性質與認知思考類型的分類，和臺北市、國教院數學能力測驗的空間測量命題內容——概念性了解（概念理解）、程序性知識（程序執行）及應用解題（解題思考）能力檢測（北教局，2007，2017，2018；國教院，2012，2017a，2017b），相互呼應。

國際數學和科學教育成就趨勢調查（Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS）報告顯示，我國國小學生在幾何和測量領域的成就遜於其他領域。依據 2011 年 TIMSS 數學評量報告（林陳涌等人，2017）：相較於數及資料呈現領域，我國四年級學生於幾何和測量領域表現相對低落，而且此種低落的現象從 TIMSS 2003、TIMSS 2007 持續到 TIMSS 2011；相較於 TIMSS 2011 的表現，四年級學生於 TIMSS 2015 雖表現進步，但猶遜於數領域的表現（張俊彥等人，2018）。由於 TIMSS 數學評量與數學課程內容密切關聯，其評量結果也反映數學課程與教學成效（Wu, 2009）。有視於國小學生於國際評量的幾何與測量主題，多年表現不甚理想，此現象是否也呈現於國內數測的空間測量解題表現？哪些測量類項對學生的解題具有挑戰性？值得進一步探討。

教科書是教師教學的主要依據、學生學習的重要資源（Clements, 2002）。根據 TIMSS 2003 調查國小教師使用教科書的情形（張秋男等人，2005）及 Askew 等人（2010）的分析顯示：臺灣的國小教師相當依賴教科書教學，90% 以上的教師將數學教科書作為基本參考教材。影響學生數學成就的因素多元（Tarr et al., 2008），數學教科書的內容編製非直接影響學生的數學成就，但是教科書的內容與問題類型（例如：概念理解、程序性知識及應用解題），卻為影響學生解決不同認知層次問題能力不可忽視的因素（Hadar, 2017）。

Lehrer（2003）指出相較於長度測量，面積與體積（含容積）測量較複雜，問題解決的難度也較高。教科書的面積與體／容積的教學問題類型提供情形如何？配合教學問題而提供的圖示表徵數量如何等，有待分析。時值十二年國教課綱課程發展的重要階段，探討接受九貫課程學生在 2006~2018 年國內數學檢測的空間測量解題表現，有助了解此課程施行成效，同時，分析依九貫課綱發展的教科書之面積與體／容積單

元，藉學生數學成就與教科書編製的實況分析，裨益新課程設計與教學工作者參考，掌握調整與再強化的方向。

貳、文獻架構

一、空間測量的知識

長度、面積、體積、容量與角度皆為空間測量，但各有其屬性。因此，形成（例如：將兩點連成線段、使用線段圍出封閉的圖形等）、記憶保留及藉空間視覺（spatial visualization）與心理意象操作物件（例如，想像物件平移、翻轉、旋轉等變換的動態過程與樣式）等空間思考，為解決測量問題的重要認知運作（Hawes et al., 2017）。藉助操作實物的經驗、心理翻轉與旋轉的運作，以理解平面與立體圖形特徵、辨識二維與三維的圖示表徵及其關係，尤為成功解決較複雜的面／體積測量問題的必要能力（Battista, 2007; Lehrer, 2003）。

依據數學課程綱要（十二年國教課綱，2018；國民中小學九年一貫課程綱要——數學學習領域（三版）【2008年課綱】，2010）及相關研究（Lehrer, 2003; Smith III et al., 2013），學習空間測量需掌握的概念結構，簡述如下。（一）直線段指連接兩點的幾何圖形，長度測量即使用某線段為單位，測量兩點之間的直線段距離。有關長度概念與程序性知識，包含：運用單位概念認識尺的刻度意義，報讀線段在尺規上的起點與終點之間的距離等基本技能。此外，周長指圖形外圍邊界的總長度，其執行程序為測量圖形的邊界長度並運算總和。（二）面積指封閉圖形內部平面區域的大小，面積測量為使用平面單位測量一個封閉圖形的大小。（三）體積包含內體積與外體積。丈量固體物件外部所占空間的大小為外體積的測量。（四）容量指測量固體容器內部空間的大小。測量液體（例如：水）體積為常見的容量測量活動，其概念與體積測量密切相關（Huang & Wu, 2019）。（五）角概念包含圖形角與旋轉角（周筱亭、黃敏晃，2003；Mitchelmore & White, 2000）。前者乃將角視為一種圖

形表徵，指兩線段相交但止於一點（頂點）的圖形；後者隱含移動與旋轉，指一射線繞著一個固定端點旋轉，旋轉的程度為該射線的起始與終止位置之間的關係，而且描述轉動的起始方向。將尺的長度概念作類比應用，認識量角器的結構，測量與報讀角的張開或旋轉程度，為角度測量的程序性知識。

另一與測量能力高度相關的技能為測量估測，其指在無使用工具的情況下，使用心理單位測量待測物而得一個約估的量。估測者需藉知覺觀察待測物，回憶先前的測量經驗並找出測量基準點，利用心理單位對待測物進行心理截割或推論，繼而計算所截割的數量並描述估計結果（Joram et al., 1998）。因此，測量估測為一種統合知覺、記憶、心理意象、推論與運算等多項認知運作的活動，需藉由課程與教學（例如：實測操作經驗）而養成的一種心理估計與推理的數學能力（黃幸美，2016）。

因此，空間測量的核心知識包含：認識待測量的屬性，選用具有同一屬性的單位（Venenciano & Dougherty, 2014）並將單位重複覆蓋在待測物上（或填入、比較），此過程猶如使用單位將待測物分割為數個部分，藉助保留概念與推理運思以比較待測量與測量單位的關係，繼而使用運算程序計算所測得的量，使用語言表達測量結果（周筱亭、黃敏晃，2003）。上述的單位覆蓋、使用工具測量、計數單位數量，屬於測量的程序性知識；而了解測量屬性、待測物猶如一個完整的量（連續量），其內部被相同大小的基準單位所切割／組合，此單位化概念結合二維（與三維）空間脈絡的理解，屬於概念理解，亦為理解面積（Huang, 2015; Huang & Witz, 2011）與體積（Huang & Wu, 2019）測量公式的基礎。此外，能理解上述測量的概念、單位轉換及程序性知識，察覺幾何形／體的邊長、周長及其與面積（體積）之間的關係；推理思考形體物件因邊長改變而產生面積與體／容積量變易的情形；能運用心理單位做合理估測等，為應用與推理解題的高階層認知思考。

二、課綱的空間測量能力

（一）數學能力與素養的定義

九貫課程於 2001 年起施行，此課程強調協助學童發展數學智能及「帶著走」的能力（2008 年課綱，2010，頁 20）。此外，強調以學生為本位，養成精熟演算、抽象思考、推論與溝通能力，學習應用問題的解題方法，並培養欣賞數學的態度與能力，尤其將演算、抽象及推論三種貫串的能力與數學知識的概念理解結合，成為此課綱的能力主軸（2008 年課綱，2010）。由此可見，知識認知、程序執行與應用推理解決問題能力養成，為九貫課程目標的要素，也是國內數測的能力向度。

近年來國際組織（例如：學生能力評量計畫，Programme for International Student Assessment, PISA）益發重視培養學生的數學素養，即能應用重要知識與技術的能力，使用有效的分析、推理與溝通，做計畫與解決多元情境問題（洪碧霞、張文宜，2015）。受素養導向的教育思潮啟發，十二年國教課綱（2018）以核心素養為課程發展主軸，重視發展學生的數學思考技能與正向態度。同時，理解表徵、資訊、表達溝通與合作解決問題尤需貫串整體的數學學習，使認知（求知、應用及推理）與賞識數學的情意態度，充分地展現於生活應用。上述的素養涵育歷程尤為培養學生空間測量知能與解決問題能力的重要基礎。

林永豐（2018）與洪詠善（2018）認為九貫課綱以能力培養為導向；十二年國教課綱的目標強調涵育核心素養，兩套課綱對於能力概念脈絡是相近的。十二年國教課綱承續九貫課綱的能力概念脈絡，更強調跨領域、脈絡地應用實踐，展現於知識、技能、態度、價值與素養。換句話說，除了培養數學知識認知與問題解決能力以外，從做數學、應用解題中察覺數學規律，體認數學的實用價值，涵養欣賞情意與活用數學的能力（十二年國教課綱，2018）。因此，素養內涵較能力廣泛。

（二）空間測量在課綱的能力指標與學習表現內涵

針對空間測量主題，九貫課綱羅列各主題的能力指標（2008 年課綱，2010）；十二年國教課綱（2018）陳述的學習表現，各類測量所包

含的概念與程序性知識內容，兩套課綱存有相似與差異之處。茲將兩套課綱在空間測量的能力指標與學習表現條目對照，呈如表 1 所示。

從表 1 可見，空間測量在九貫課綱跨屬數與量、幾何與代數（使用符號表示公式）主題；在十二年國教課綱則跨屬數與量、空間與形狀及關係，除了以符號表述公式以外，並強調理解、觀察數量關係以推理解題。細究各學習階段的分年細目詮釋與教學實施要點（學習內容條目）及說明，兩套課綱皆重視認識各類測量性質、單位與測量工具的使用、實測操作、比較與計算能力，能理解各類測量公式與不同測量的關係（例如：形體物件的周長與面積、體積的關係；體積、容量與容積的關係等），進而應用解題。

在測量估測方面，九貫課綱提出能做長度的簡單估測（N-1-09），但是對於其他測量的估測則僅概括式地陳述——能做量的簡單估測（N-2-26），未明述培養量感與估測。相較於九貫課綱所強調的測量能力，十二年國教課綱益發強調應用解題能力及培養各類測量的量感與估測能力。

表 1 九貫課綱及十二年國教課綱之空間測量能力指標與學習表現條目對照

九貫課綱之主題能力指標	十二年國教課綱之學習表現
I. 長度 N-1-08 能做長度的實測，認識「公分」、「公尺」，並能做長度之比較與計算。 N-1-09 能做長度的簡單估測。 N-2-14 能由長度測量的經驗，透過刻度尺的方式來認識數線，並標記整數。 N-2-17 能做長度的實測，認識長度常用單位，並能做長度之比較與計算。 N-2-25 能用複名數的方法處理相關的計算問題（不含除法）。 N-3-16 能認識導出單位並做簡單的應用。	I. 長度 n-I-7 理解長度及其常用單位，並做實測、估測與計算。 n-II-9 理解長度、角度、面積、容量、重量的常用單位與換算，培養量感與估測能力，並能做計算和應用解題。認識體積。 n-III-11 認識量的常用單位及其換算，並處理相關的應用問題。 II. 面積 n-II-9 理解長度、角度、面積、容量、重量的常用單位與換算，培養量感與估測能力，並能做計算和應用解題。認識體積。

(續)

表 1 九貫課綱及十二年國教課綱之空間測量能力指標與學習表現條目對照（續）

九貫課綱之主題能力指標	十二年國教課綱之學習表現
N-3-18 能由生活中常用的數量關係，運用於理解問題，並解決問題。 (A-3-02)	s-III-1 理解三角形、平行四邊形與梯形的面積計算。
II. 面積	s-III-2 認識圓周率的意義，理解圓面積、圓周長、扇形面積與弧長之計算方式。
N-2-21 能認識面積常用單位，並能作面積之比較與計算。	s-III-4 理解角柱（含正方體、長方體）與圓柱的體積與表面積的計算方式。
N-2-22 能理解正方形和長方形的面積與周長公式。(S-2-08)	
N-3-22 能運用切割重組，理解三角形、平行四邊形與梯形的面積公式。(S-3-06)	III. 體積
N-3-23 能理解圓面積與周長的公式，並計算簡單扇形面積。(S-3-07)	n-II-9 理解長度、角度、面積、容量、重量的常用單位與換算，培養量感與估測能力，並能做計算和應用解題。認識體積。
N-3-25 能計算正方體或長方體的表面積。(S-3-11)	n-III-12 理解容量、容積和體積之間的關係，並做應用。
III. 體積	s-III-3 從操作活動，理解空間中面與面的關係與簡單立體形體的性質。
N-2-23 能認識體積，並認識體積單位「立方公分」。	s-III-4 理解角柱（含正方體、長方體）與圓柱的體積與表面積的計算方式。
N-2-26 能做量的簡單估測。	IV. 容量
N-3-20 能理解正方體和長方體的體積公式。(S-3-05)	n-I-8 認識容量、重量、面積。
N-3-21 能理解容量、容積和體積間的關係。	n-II-9 理解長度、角度、面積、容量、重量的常用單位與換算，培養量感與估測能力，並能做計算和應用解題。認識體積。
N-3-24 能理解簡單直立柱體的體積為底面積與高的乘積。(S-3-10)	n-III-12 理解容量、容積和體積之間的關係，並做應用。
IV. 容量	V. 角度
N-1-10 能認識容量、重量、面積（不含常用單位）。	n-II-9 理解長度、角度、面積、容量、重量的常用單位與換算，培養量感與估測能力，並能做計算和應用解題。
N-2-18 能做容量的實測，認識容量常用單位，並能做容量之比較與計算。	
N-3-19 能認識量的常用單位及其換算，並用複名數處理相關的計算問題。	

(續)

表 1 九貫課綱及十二年國教課綱之空間測量能力指標與學習表現
條目對照（續）

九貫課綱之主題能力指標	十二年國教課綱之學習表現
N-3-21 能理解容量、容積和體積間的關係。	s-II-4 在活動中，認識幾何概念的應用，如旋轉角、展開圖與空間形體。
V. 角度	VI. 幾何
N-2-20 能使用量角器進行角度之實測，認識度的單位，並能做角度之比較與計算。	s-I-1 從操作活動，初步認識物體與常見幾何形體的幾何特徵。
S-2-04 能透過平面圖形的組成要素，認識基本平面圖形。	s-II-1 理解正方形和長方形的面積與周長公式與應用。
VI. 幾何	s-II-3 透過平面圖形的構成要素，認識常見三角形、常見四邊形與圓。
S-1-01 能由物體的外觀，辨認、描述與分類製簡單幾何形體。	s-III-5 以簡單推理，理解幾何形體的性質。
S-1-02 能描繪或仿製簡單幾何形體。	s-II-7 認識平面圖形縮放的意義與應用。
S-1-03 能認識周遭物體中的角、直線和平面。	VII. 關係
S-1-04 能認識生活周遭中平行與垂直的現象。	r-I-1 學習數學語言中的運算符號、關係符號、算式約定。
S-2-01 能認識平面圖形的內部、外部及其周界與周長。	r-II-2 認識一維及二維之數量模式，並能說明與簡單推理。
S-2-02 能透過操作，將簡單圖形切割重組成另一簡單圖形。	r-II-5 理解以文字表示之數學公式。
S-2-03 能理解垂直與平行的意義。	r-III-3 觀察情境或模式中的數量關係，並用文字或符號正確表述，協助推理與解題。
S-2-04 能透過平面圖形的組成要素，認識基本平面圖形。	
S-2-07 能理解旋轉角的意義。	
S-3-02 能透過操作、認識「三角形三內角和 180 度」與「兩邊和大於第三邊」的性質。	
VII. 代數	
A-3-06 能用符號表示簡單的常用公式。	

三、依九貫課綱發展的教科書空間測量教材分析

教科書導引學生認識文化中有價值的知識、程序與推理思考方法，也是教師實施課程的重要藍圖（Clements, 2002）。因此，教科書在空間測量教材的編製，包含：所提供的問題類型（例如：開放與封閉型問題）（Yang et al., 2017）、解題所需投入的認知思考層次（例如：概念理解、程序性知識與應用解題思考）（Smith III et al., 2013），將影響學生學習機會與學習成就（Hadar, 2017）。

Sisman 與 Aksu（2016）認為若學生使用的教科書其提供的概念理解與程序性知識問題不平衡，只偏重低認知層次的操作與數字計算等程序性知識問題，則可能導致高年級學生對測量公式理解不足或混淆周長、面積與體積測量概念與公式。Hadar（2017）分析八年級生的數學成就與解決數學教科書教學問題所需的理解層次，發現：學生使用提供較高層次概念理解問題的教科書，其數學成就優於使用較少高層次概念理解問題教科書的學生。

此外，Battista（2007）指出幾何概念輔助學生學習空間測量，尤其認知圖形的概念與三維的空間思考，尤能輔助學生推理測量公式，包含：周長與面積、體積的關係；面／體積測量公式的概念結構。而且，提供適當的靜／動態圖示表徵，亦有助學生理解平面與立體空間測量概念，以及測量公式的意義（Huang & Wu, 2019）。

學者們分析依九貫課綱發展的教科書之空間測量教材（徐偉民，2013；徐偉民、林美如，2009；徐偉民、董修齊，2012）指出：教科書內容反映以學習者為中心的理念；在概念內容的編排，乃依循課綱之目標設計，於低、中年級學習感官知覺的比較、直接比較、間接比較（使用個別單位複製某量與測量），進而使用普遍單位測量。在測量的程序性知識方面，使用各類刻度工具測量、運算與比較等技能，顯見提供真實或模擬情境引入；測量公式與計算之應用解題則於中、高年級的課程導入。上述的教材編製特質，對我國學生在多年來的國際性數學評量（例如：TIMSS 2007、2011、2015 等）優於多數參與國的學生，貢獻

值得肯定。惟 Clements (2002) 評論教科書出版業者關注其教材符合課程綱要與架構，但是教科書內容是否參混傳統「說教式的說明+練習」的呈現 (p. 602)，導致教材提供導向概念理解與高階思考發展的深化探索活動不足，猶值得課程研究者檢視、探討。例如，單元內容以文字描述、圖示問題，同時也羅列解題公式與算式填充，學生僅需將問題所陳述的數字填入空格，即可完成解題，無需探索思考。

有關測量教材是否平衡地提供概念理解與程序性知識問題，Ruwich 與 Huang (2018) 分析臺灣 3 大教科書出版業者發行之一年級數學教科書的長度單元（無周長），分類各版本的教學問題及其所強調的長度測量知識類型，結果發現：各版本教科書所提供的程序性知識問題數量（例如：使用工具實測長度與比較、複製長度單位的操作等），皆多於概念理解問題數量（例如：判斷長度測量結果的正確性、說明理由及單位的大小與覆蓋的數量關係）；兩類問題的數量差異，有的版本提供程序性問題數量為概念問題數量的兩倍。此研究結果顯示：長度測量教材偏重程序性知識。

在面積與體積測量教材方面，徐偉民 (2013) 探討數學教科書的問題類型之國際比較，分析樣本包含數與計算、周長與面積及列式與等式等 3 單元，研究結果顯示：臺灣依九貫課綱發展的教科書內容偏重記憶與精確使用程序答題的低認知層次問題，亦即強調基本概念、事實與運算程序的熟練。Huang (2017)、Huang 與 Witz (2011) 及 Huang 與 Wu (2019) 指出教科書的面／體積單元常將幾何形體概念與測量分離設計為個別單元，而且重視測量操作、公式介紹及套用公式計算解題，例如，教學問題呈現附有格子的長／正方形圖示，並以對話框陳述格子圖的行、列數量及將兩數字相乘的算式紀錄，說明長 \times 寬 = 長方形面積。上述舉隅呈顯直接教學模式，卻淡化公式蘊含的意義探索（長／正方形／體公式的行列矩陣結構）。

綜合上述，本研究探討兩方面的問題：（一）針對空間測量主題，學生在北市及國教院數學檢測的解題表現情形分別為何？（二）教科書面積與體積單元的教學問題類型與圖示表徵的數量比例為何？

參、研究方法

本研究使用文獻分析法及臺北市國民小學基本學力檢測網所公告 2007~2018 年的臺北市國民小學基本學力檢測計畫成果報告書（以下簡稱北市數測）（北教局，2007，2008，2009，2010，2011，2012，2013，2014，2015，2016，2017，2018，2019），以及國教院建置的學力檢測公布系統公告的 2010 年及 2012~2017 年學力檢測相關報告及說明（以下簡稱國教數測）（國教院，2010，2012，2013，2014，2015，2016a，2016b，2016c，2017a，2017b），分析接受九貫課程學生的空間測量能力。在教材分析方面，取用國內 3 大教科書出版業者依據九貫課綱發展的四、五年級數學教科書之面積與體／容積單元，分析教學問題類型與圖示表徵數量及比例。

一、學生的空間測量能力分析

國內的兩項數測具有以課程為本的評量性質。以下簡述數測報告、學生解題能力的定義、資料分類及題數統計原則。

（一）資料來源

依據北市數測報告（北教局，2007，2009，2010），此項檢測以選擇題為主；自 2007 年起，增加建構反應題。在施測年級方面，2006~2012 年以六年級生為主，於 2013~2018 年則以五年級生為對象。在學生數學能力分析上，2006~2009 年使用通過機率，估算每位學生答對每一題的機率；2010 年起，使用答對率，計算全體學生在每題的通過百分比。

北市數測於 2006~2012 年的試題，其解題所需的知識（能力）分類，乃參考美國全國教育進步測驗（National Assessment of Educational Progress, NAEP）的分類，將數學能力分為程序性知識、概念性了解與應用解題。程序性知識指各種計算算則與選用正確的程序解題；概念性了解指認識事實性知識與定義，能使用符號表示概念與解釋關係；應用解

題指使用習得的知識與策略，推理與判斷答案的合理性（北教局，2007，2017）。於2013~2018年的檢測乃使用國際評量TIMSS的數學認知向度——知識、應用與推理，取代先前的能力分類。知識向度指對數學基本事實知識的認識與熟悉，能回憶事實、計算、測量、分類或排序；應用向度指將理解的概念有效地應用、正確選擇方法解決問題；推理則指有系統地邏輯推論能力（林陳涌等人，2017）。

國教數測於2010~2017年的試題皆為選擇題（國教院，2017b），將解題所需的認知歷程，分類為概念理解、程序執行與解題思考，類似於美國NAEP評量分類；其中解題思考問題為綜合應用測量的概念與程序性知識解決問題（國教院，2012，2017b）。此檢測的施測對象跨二~五年級生，於2010與2012年施測四年級生；2013~2015年施測五年級生；2016、2017年施測對象包含二、三與五年級生。

（二）學生解題表現理想與低落的界定

依據九貫課程暫行綱要於第一學習階段（國民中小學九年一貫課程暫行綱要【暫綱】，2000）的課程施行成效訴求為「80%學生能夠學會」（頁143），即冀望此套課程提供80%以上的學生對每個階段的學習內容，都具有學習能力。基於上述課程施行成效訴求，而且數測的整體試題多屬中等難度或中等偏易（北教局，2007），例如，2010~2018北市數測的整體平均答對率皆達70%，2010~2017國教數測的整體答對率為55%~75%（平均答對率65%），因此，本研究將解題能力是否良好之區分基準，設定在解題通過機率或答對率60%，未達60%之題項，定義為解題表現不理想；通過機率或答對率介於60%~80%、80%以上者，分別定義為表現普通與良好。

（三）資料處理、分類與次數統計原則

在整理學生的解題表現上，彙整資料的程序與原則，說明如下。1.資料整理程序：作者先瀏覽各年度報告之評量架構（試題對應知識向度、能力指標、認知歷程、評量結果數據），繼而聚焦於數與量（量與實

測)、幾何與代數主題的試題,逐題依各測量屬性定義區分類項,並註記通過率低於 60% 之題項。2.區分類項:依據題幹陳述及解題標的區分評量類項。當題幹陳述以某類測量為脈絡,但解題標的為轉換測量單位與計算,非執行該測量解題,則歸類為單位轉換計算。例如,北市數測 2013 年報告的容量估測試題(原命名),但細究其問題解題需求,乃屬於容量單位的計算,故非列入測量估測類項。3.能力指標:兩類檢測所依據的課綱包含 3 種版本(暫綱,2000;國民中小學九年一貫課程綱要——數學學習領域(二版)【2003 年課綱】,2003;2008 年課綱,2010),於資料整理時,多數以成果報告所呈之指標為依據,但當發現少數有缺漏或錯誤,作者再分析試題性質與陳述,斟酌補充與修正。例如,修正國教數測 2010 年題本 I 的試題 Q23 及題本 II 的試題 Q20 之分年細目;補充 2013 年試題 Q4 與 Q25 的分年細目,修正 2017 年的分年細目碼。最後,將資料彙整製表。

在各評量類項試題與通過率低於 60% 的題數及平均通過率統計上,國教數測的資料分析,乃依各類項之試題題數及通過率低於 60% 的題數,分別加總題數並計算平均通過率。在北市數測資料統計方面,由於此數測成果報告,並非每年度報告皆提供逐一試題所屬的知識分類、能力指標內容對照表與解題通過機率(或通過率)之完整訊息,例如,2008 年與 2009 年的報告缺漏上述資料,故以報告內文所陳述的通過率呈現。受限於訊息缺漏,於進階彙整北市數測各評量類項資料表時,則無呈現題數數據。

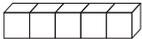
二、教材的教學問題類型分析

本研究選用康軒版(楊瑞智,2014,2015a,2015b,2015c)、翰林版(江世真等人,2015;許瑛珍,2012,2013a,2013b)及南一版(李源順,2016a,2016b;黃金鐘,2014)發行的四、五年級教科書之面積、體/容積測量各 5 個單元,共 15 個單元為材料(參附錄 1)。單元內容的分析以教學問題為主(含自我挑戰或做做看等問題)。有視於圖形周

長概念與面積測量關係密切，而且學生常發生將兩概念混淆的問題（林碧珍、蔡文煥，2003），因此，四年級教科書面積單元所包含的周長教材，也納入分析。

在問題類型分類上，乃參考國內數測對於解題所需的認知層次之分類和 Smith III 等人（2013）所提的長度測量知識分類定義為架構，針對單元的教學問題與解題所需的知識性質，區分為概念理解（以下簡稱概念）、程序性知識（以下簡稱程序性）與應用解題（以下簡稱應用）問題等 3 類，進行分類、編碼、確認教學問題是否附圖示表徵及計數數量。茲將 3 類題型舉隅呈如表 2 所示。由表 2 可見，概念問題包含認識測量性質與語詞、單位與轉換原則；程序性問題包含測量操作與運算結

表 2 面積和體積單元教學問題類型、圖示表徵與舉隅

問題類型	問題舉隅
概念	1. 蘋果切開後，總體積有沒有改變？為什麼？（楊瑞智，2014，頁 57） 2. 1 立方公分相當於多少水量的體積？（江世真等人，2015，頁 45）
程序性	1. 要怎麼畫出平行四邊形的高？（圖略）量量看，同一個底上的高都一樣長嗎？（李源順，2016b，頁 86） 2. 算算看，右圖鋪色部分的面積是多少平方公分？（圖略）（楊瑞智，2015a，頁 90） 3. 用尺量出這張長方形卡片的邊長，再算算看，周長是幾公分？（圖略）（許瑛珍，2012，頁 67）
應用	1. 詩華的媽媽利用郵購型錄買東西，他想要買個比較大的收納箱。（圖略） 算算看，下面哪一個收納箱的體積比較大？（楊瑞智，2015b，頁 23） 2. 右邊形體的體積是幾立方公分？（圖略）還有沒有其他的作法？（黃金鐘，2014，頁 43）
圖示表徵	表徵待測形體的實物相片、圖形或立體圖。（不含人形插畫及文字方框） 例如：下方的積木圖。 「數數看，下面的形體是多少立方公分？」 

果：應用問題包含綜合應用上述兩類知識及推理判斷，例如，測量複合形、體的面（體）積。

三、資料分類的信度

為求資料分類與分析的正確與客觀性，在學生解題表現的分類信度上，作者依資料處理程序，整理兩類數測的空間測量各試題所屬的主題、題型、能力指標、通過機率（答對率）、學生解題表現摘述與試題舉隅，彙整成表，並經兩位研究助理依據數測報告核對彙整表。繼而，由兩位研究生分別分類數測報告資料，再與作者的分類結果做交叉比對資料分類的一致性。在教科書單元教學問題與圖示表徵的分類信度上，作者與一位研究生獨立分類 3 個版本各 4 個單元，分析分類者一致性、建立信度後，由作者完成後續單元的分析。

在學生解題表現的分類信度上，分類者一致性為 95%。在教科書教學問題與圖示表徵的分類者一致性方面，使用 Kappa 分析結果為 0.87， $p < 0.01$ 。

肆、研究結果

一、北市數測分析結果

經彙整北市數測 2006~2009 年六年級生的解題通過機率、2010~2012 年六年級生的答對率，以及 2013~2018 年五年級生的答對率資料，研究結果發現：（一）在旋轉角與角度測量及三角形內角和為 180 度、計算長／正方形周長、簡單的面積與體積計算、長度單位的轉換與計算等類項上，六年級生解題通過機率（答對率）皆達 60%，而且在 2006 年與 2007 年的旋轉角與角大小比較的解題通過機率更達 80%~92%。（二）分析 2006、2007 年六年級生解題通過機率低於 60% 的類項及其對應的能力指標（2003 年課綱），包含：「單位轉換與計算」（N-2-16）、「體積測量」（N-2-18）及「面積測量」（S-2-08），尤其體積測量解題表現

低落的現象，持續見之於 2008、2009 年。整體而言，六年級生善於使用程序性知識解題，此技能優於解決概念題型能力（例如：繪圖說明面積公式）；學生於統合上述兩種知識以應用解題，表現最低落。

進一步分類北市數測的測量類項試題，可區分為 7 類項——「周長與邊長及其與面、體積的關係」、「面積測量」、「體積的意義與測量及容積計算」、「體積與容量的關係」、「旋轉角的意義、角度測量與比較」與「單位轉換與計算」，以及「測量估測」。茲將六年級生於 2008~2012 年及五年級生於 2013~2018 年檢測答對率低於 60% 的類項及其能力指標，呈如表 3 所示。

從表 3 可見：於 2008~2012 年檢測的類項及其能力指標（2003 年課綱），六年級學生在下列 3 類項的解題表現呈多年（3 個年度）低落現象：「體積的意義與測量及容積計算」（N-2-17）、「體積與容量的關係」（N-2-18）及「單位轉換與計算」（N-2-15, N-2-16）。此外，六年級生在「周長與邊長及其與面、體積的關係」（N-2-17, N-2-18，例如，長／正方體邊長總和與體積的關係）及「面積測量」（N-2-17, N-2-19），表現亦呈低落現象。六年級生解題通過率未達 60% 的問題所包含的能力指標多為 N-2-15~N-2-18。

同時，表 3 也顯示：五年級學生在使用量角器測量角度及角度計算等題項，通過率多數可達 70% 以上，而且在比較面積與體積大小等題項，解題通過率多數可達 60% 以上。相對地，五年級生表現不理想的類項及其能力指標（2008 年課綱）包含：「周長與邊長及其與面、體積的關係」（N-2-22, S-2-01）、「面積測量」（N-2-22）、「旋轉角的意義、角度測量與比較」（S-2-07）、「單位轉換與計算」（N-2-25），其通過率呈現多年未達 60%。此外，在「體積的意義與測量及容積計算」（N-2-23, 2016 年的檢測）及「測量估測」（N-1-09, N-2-26）上，五年級生的通過率也未達 60%。

比較北市五、六年級學生解題表現低落的類項，兩個年級多所相似。尤其，測量估測僅於 2010 年、2014 年及 2015 年檢測，五、六年級生的通過率為 37%~52%。上述結果寓含學生的學習瓶頸訊息——五

表 3 2008~2018 年臺北市學生答對率低於 60% 的類項、答對率及對應之能力指標

年度	年級	周長與邊長及其與面、體積的關係	面積測量	體積的意義與測量及容積計算	體積與容量的關係	旋轉角的意義、角度測量與比較	單位轉換與計算	測量估測
2008	六	-	-	27% (N-2-17)	-	-	-	-
2009	六	50% (N-2-18); 54% (N-2-17)	-	34% (N-2-17)	-	-	-	-
2010	六	54% ¹ (N-2-17)	-	-	44% (N-2-18)	-	33% (N-2-18) ~ 57% (N-2-16)	57% (N-1-17)
2011	六	-	55% (N-2-17) ~ 57% ¹ (N-2-17)	24% (N-2-17)	18% ¹ (N-2-18); 43% (N-2-18)	58% (S-2-05)	26% (N-2-16); 33% (N-2-15)	-
2012	六	-	54% ¹ (N-2-19)	-	39% (N-2-18)	-	51% (N-2-15) ~ 54% (N-2-16)	-
2013	五	-	59% ¹ (S-1-05)	-	-	58% (S-2-05)	51% (N-2-15)	-
2014	五	-	29% ¹ (N-2-17)	-	-	51% (S-2-05)	47% (N-2-15)	37% (N-1-17)
2015	五	37% (N-2-22); 48% (N-2-22)	52% ¹ (N-2-22)	-	-	-	-	52% (N-1-09; N-2-26)
2016	五	-	-	40% (N-2-23)	-	50% (S-2-07)	31% (N-2-25) ~ 48% (N-2-17)	-
2017	五	27% (N-2-22)	-	-	-	-	53% (N-2-25)	-
2018	五	21% (N-2-22) ~ 59% ¹ (S-2-01)	-	-	-	-	-	-

註：1.¹ 表示建構反應題且其通過率為得 2 分和 1 分的百分比之總和；2.2008~2014 年數測以 2003 年課綱為架構；2015~2018 年數測以 2008 年課綱為架構。

年級學生能力低落的測量類項，其對學生解題具有難度，而且此種挑戰持續影響更高年級階段的解題表現。

二、國教數測的分析結果

2010~2016年國教數測的受測對象包含低、中年級學生，檢測體積與容積的題數較北市數測少，而且無估測問題。國教數測的測量試題，可區分為5類項：「長度與周長」、「面積測量」、「體積測量」、「角的實測與比較」及「單位轉換與計算」。此外，2016年之前的檢測以2003年課綱為架構，2008年課綱則為2016、2017年檢測的架構。學生在各類項問題的解題通過率分別陳述如下。

在「長度與周長」上，學生的平均通過率為62%，而且在認識長度與實測的通過率皆達60%以上；但是在程序執行與解題思考的題項通過率則未達60%，例如，2016年的二年級學生報讀始點非「0」的刻度尺之物件長度（N-1-08, N-1-09）；三、四年級學生解決正／長方形周長與邊長的運算及判斷算式紀錄（N-2-17, S-2-01），皆表現低落。整體而言，學生在此類項上解題低落的題型，僅呈現於解題思考類（2題）與程序執行類型（3題）。此顯示：低與中年級學生認識長度與周長，但將所識知的概念應用於長度與周長測量之解題，能力尚有不足。

在「面積測量」上，學生的平均通過率為57%，解題表現較低落的問題及其能力指標包含：周長概念及其與面積的關係（2003年課綱之N-2-17, N-2-19, S-2-01, S-2-07）、長方形面積公式及其算式紀錄意義（N-2-21, S-2-02，例如：2016年的三年級檢測）、理解圖示表徵、應用幾何圖形與面積概念測量面積和表面積（N-3-25，例如：2016年的五年級檢測）、判斷面積測量的算式紀錄（N-2-22, N-3-22, S-3-06，例如：2017年的檢測），以及應用最大公因數概念推理解決面積相關問題。同時，在面積測量的3種類型問題上，學生皆有解題表現低落的現象，以解題思考類的題數最多（9題）；在概念類與程序執行類表現低落的題數相當（2題）。

在「體積測量」上，學生的平均通過率為 62%，而且二與四年級生在比較容量、認識體積及其單位，通過率皆可達 60% 以上；但是五年級生在體積測量及其與容積的關係（2003 年課綱之 N-2-18）、解讀長方體的二維展開圖並求算體積（2008 年課綱之 N-3-20, N-3-25, S-3-05, S-3-11）等類項，解題表現不理想。此結果顯示：低、中年級學生認識體積及測量正／長方體體積的公式，但是於高年級運用空間推理、理解圖示表徵、進而使用程序性知識解題，則能力低落。同時，學生在體積測量的解題思考、概念及程序執行問題，表現低落的題數皆相同（1 題）。

在「角的實測與比較」上，學生的平均通過率為 69%，而且三、四年級學生善於比較角的大小並使用量角器測量角度，惟在需理解旋轉角意義以比較不同大小的鐘面上指針所形成的角度（N-2-20, S-2-04，2016 年的檢測），表現不理想。五年級學生在認識三角形內角和為 180 度的表現上，皆達 60% 以上的通過率。全體學生在角度測量的 3 類問題，表現低落的現象只呈現在概念問題（1 題）。

在「單位轉換與計算」上，學生的平均通過率為 61%，表現較低落的問題包含：轉換大長度單位（例如：公里與公分，2003 年課綱之 N-2-15）、大的面積及體積（例如：平／立方公尺與平／立方公分及地積）單位的轉換（2003 年課綱之 N-2-15, N-2-16）。此外，學生解決長度問題的能力優於解決面積與體積問題；在程序執行類表現低落的題數（4 題），多於概念類（3 題）與解題思考類（1 題）的題數。

茲將 2010~2017 年各類項的總題數、學生通過率低於 60% 的題數與通過率，以及在各類項通過率未達 60% 的題數占其類項總題數的百分比，彙整如表 4 所示。表 4 顯示：學生解題通過率未達 60% 的百分比由高而低排列為：「面積測量」（54%），「單位轉換與計算」（40%），「體積測量」（38%），「長度與周長」（32%），「角的實測與比較」（25%）。由此可見，面積與體積測量、單位轉換與計算問題，對中、高年級學生具有高挑戰性；學生在長度與周長及角的測量表現雖優於其他類項，但仍有 25%~32% 的題數通過率低於 60%。學生解題表現較低落的問題其所包含的能力指標（2003 年課綱）為：理解周長、面積與

表 4 學生在國教數測通過率低於 60% 之類項、題數、通過率與對應的能力指標

年度	年級	長度與周長		面積測量		體積測量		角的實測與比較		單位轉換與計算			
		總題數	< 60% 之題數 通過率	總題數	< 60% 之題數 通過率	總題數	< 60% 之題數 通過率	總題數	< 60% 之題數 通過率	總題數	< 60% 之題數 通過率		
2010	四	6	1 41% (N-2-17)	3	2 54% (N-2-17); 57% (N-1-15, N-1-16)	1	0	-	7	3	-	7	2 39% (N-2-15)
2012	四	3	1 54% (N-2-17)	1	0	0	0	-	0	0	-	3	1 43% (N-2-15, N-2-16)
2013	五	0	0	4	3 11% (N-2-04, N-2-17) ~ 51% (N-2-19)	2	1	54% (N-2-18)	0	0	-	2	2 39% (N-2-15, N-2-16); 48% (N-2-15, N-2-16)
2014	五	0	0	6	2 54% (N-2-17); 55% (N-2-19)	0	0	-	1	0	-	2	1 57% (N-2-15, N-2-16)
2015	五	0	0	2	2 41% (N-2-19); 43% (N-2-19)	1	0	-	1	0	-	2	0
2016	二	4	1 59% (N-1-08, N-1-09)	0	0	1	0	-	0	0	-	0	0
	三	3	1 34% (N-2-17)	3	1 49% (N-2-21)	0	0	-	2	1	53% (N-2-20)	0	0
	五	0	0	2	1 28% (N-3-25)	1	1	59% (N-3-21)	2	0	-	2	1 52% (N-3-19)
2017	三	2	1 47% (N-2-17)	1	0	0	0	-	2	0	-	1	0
	五	1	1 23% (N-3-19)	2	2 34% (N-3-22); 49% (N-2-22)	2	1	31% (N-3-20)	1	0	-	1	1 53% (N-3-19)
小計		19	6	24	13	8	3		16	4		20	8
< 60% 之題數占 總題數之百分比		32%		54%		38%		25%		40%			

註：1. 數與量的能力指標與幾何主題指標相同時，僅呈現數與量指標；2. 「< 60%」表示通過率低於 60%。

體積公式 (N-2-17, N-2-19) 及大的長度、面積及體積單位轉換 (N-2-15, N-2-16) 等問題。

統整上述結果，雖然兩項數測試題未盡相同，高年級學生解題能力低落的類項呈相似性。學生在理解面積、體積與容積測量及其關係，以及單位轉換與計算等能力顯得較低落，對於隱含 2003 年課綱之能力指標 N-2-15~N-2-19 之問題解決，表現不理想，尤其在隱含指標「N-2-17 (S-2-07) 能理解長方形面積、周長與長方體體積公式」(類似 2008 年課綱之 N-2-22 (S-2-08) 與 N-3-20 (S-3-05)) 之問題，通過率低於 60% 的次數最高。

三、教科書單元教學問題類型分析結果

分析 3 個版本教科書面積及體／容積單元教學問題類型、題數、百分比及圖示表徵數量，呈如表 5 所示。從表 5 可見，3 個版本所提供的程序性問題百分比最高，約為 42%~48%；次而概念問題，其百分比約為 29%~38%；應用問題百分比最低，約為 19%~25%。進一步分析各版本提供的概念、程序性及應用問題之比例，南一版約為 1：2：1；康

表 5 各版本教科書面積與體積單元各類教學問題題數、百分比及圖示表徵的數量

版本	概念			程序性			應用			單元題數			圖示表徵		
	面積	體／容積	小計	面積	體／容積	小計	面積	體／容積	小計	面積	體／容積	小計	面積	體／容積	小計
南一	23 (21%)	41 (38%)	64 (29%)	50 (45%)	50 (46%)	100 (46%)	37 (34%)	17 (16%)	54 (25%)	110	108	218	58	82	140
康軒	29 (28%)	60 (46%)	89 (38%)	46 (43%)	53 (41%)	99 (42%)	31 (29%)	17 (13%)	48 (20%)	106	130	236	66	90	156
翰林	20 (23%)	43 (43%)	63 (33%)	44 (50%)	47 (46%)	91 (48%)	24 (27%)	11 (11%)	35 (19%)	88	101	189	48	76	124

軒版約為 2 : 2 : 1 ; 翰林版約接近 2 : 3 : 1 。由此可見，教科書的面積、體／容積教材偏重程序執行的知識。

細究 3 個版本單元內容，概念問題多數為介紹周長、面／體積的測量公式、單位轉換與比較測量結果。解決概念問題固然需認識測量語詞、單位及其代表的量，回憶事實性知識，但少有要求說明、比較不同測量的屬性，以及如何因應問題情境需求以選用適當的測量方法之問題。在程序性問題方面，3 個版本的問題偏重提供圖形（或邊長），使用數字與測量公式執行計算；鮮少討論測量程序所潛存的概念及步驟的先後關係等。

在應用類型方面，3 個版本提供的題型多為應用測量公式解題的文字題與複合圖形的面／體積問題。解決上述問題雖然需要應用幾何形／體概念、重組圖形與公式等較高認知層次思考，但是問題偏向虛擬式情境設計，少有連結真實情境以探索與應用思考，例如，如何應用不同的測量知識規劃教室空間的布置、校園角落的場地布置、判斷收納箱的空間大小等問題。應用測量知識於生活情境中的空間探索與解題思考類型的問題，3 個版本提供的數量寡少。此外，各版本鮮少提供測量估測及如何使用參照單位估測周長、面積與體／容積的問題，例如，檢視本研究分析的單元，有的版本無提供或僅提供 1~2 題估測面積的問題，但皆無估測體／容積的問題。

在圖示表徵方面，各版本皆針對教學問題提供相應的幾何圖形或實物相片。依據表 5 分析各版本提供的圖示表徵總數占其教學問題總數之百分比，南一版、康軒版與翰林版的百分比分別為 64%、66% 與 66%。

伍、討論與建議

本研究使用北教局及國教院的數測報告，分析接受九貫課程的學生在解決空間測量問題上的能力，以及依九貫課綱發展的教科書之面積與體／容積單元的教學問題類型。依據兩大型數測報告分析結果，學生在

空間測量主題的能力表現未盡理想。一、北市數測的分析結果顯示：
（一）六年級生在 2007~2009 年檢測的體積測量能力，呈多年低落，而且在「體積的意義與測量及容積計算」、「體積與容量的關係」及「單位轉換與計算」類項低落的現象，持續見之於 2010~2012 年的檢測。
（二）五年級生在 2013~2018 年檢測的「周長與邊長及其與面、體積的關係」、「面積測量」、「旋轉角的意義、角度測量與比較」、「單位轉換與計算」等類項，呈多年通過率未達 60%。
（三）五、六年級生在 2010 年、2014 年、2015 年檢測的「測量估測」類項，通過率皆未達 60%。
二、分析國教數測的結果，發現：（一）學生在「面積測量」的平均通過率（57%）最低；其他測量類項平均通過率為 61%~69%。（二）學生在「角的實測與比較」之平均通過率最高，但在旋轉角問題的通過率則低於 60%。統整數測的分析結果，顯示：學生在面積與體／容積測量表現低落，通過率低於 60% 的問題次數以包含能力指標（2003 年課綱）「N-2-17 (S-2-07) 能理解長方形面積、周長與長方體體積公式」（類似 2008 年課綱之 N-2-22 與 N-3-20）最高。

分析教科書面積與體／容積單元的教學問題類型結果，發現：3 個版本皆重視提供圖示表徵輔助學生學習，約有 64% 以上的教學問題提供圖形或相片。各版本提供程序性問題百分比最高（40% 以上），次而概念問題（30% 以上），應用問題的百分比則偏低（約 19%~25%）。

綜合研究結果，針對學生的空間測量能力與教科書面積與體／容積教材編製，提出相關討論與建議，以提供發展十二年國教課綱的空間測量課程參考。

一、學生的空間測量能力

比較學生解決測量的 3 種類型問題之能力，北市六年級生善於執行程序性知識解題，但是當問題情境需統合多重測量概念、理解圖示表徵以推理應用解題時，則能力相對低落（北教局，2007，2008，2009，2010，2012），例如，推理圖形的周長、邊長及其與面／體積的關係；北市五年級生的應用解題能力也較解決概念、程序性問題低落（北教

局，2018，2019）。同時，國教數測分析結果發現：低、中年級學生對於測量長度與周長具有能力，但是面對需統整正／長方形（或正／長方體）周長、面積與體積概念以推理解題時，高年級生則表現不理想。

上述結果顯示：學生具有測量知識，在知識認知類型問題的解題能力優於應用與推理問題之解題表現，此呼應林陳涌等人（2017）、張俊彥等人（2018）及張俊彥等人（2012）分析四年級生在 TIMSS 2007，2011，2015 的施測結果。雖然各國學生在 TIMSS 的推理領域表現普遍較弱，但值得注意的是，相較於亞洲表現優良的國家（例如：韓國、日本、香港與新加坡），我國學生推理思考表現顯得落後且進步的程度有限（張俊彥等人，2018）。

有關學生在測量的應用與推理能力較低落現象，以下針對解題思考的複雜性及教材層面（容後討論）提出說明。在解題思考的複雜性方面，欲成功地解決應用問題，學生需充分理解各類測量屬性、單位概念（例如：十進位概念及單位的化與聚關係）、程序性知識（測量操作與運算技能），運用空間思考與數量關係推理，其解題難度較直接使用事實性知識與單一步驟解題高（Venenciano & Dougherty, 2014）。同時，本研究發現：當問題的認知層次相同，學生的能力可能因解題所需的思考與程序複雜度不同，而表現呈差異。例如，單位轉換與計算類項多屬執程序性知識的問題，在此類項上，學生解決長度問題的表現，優於解決面積、體積與容量問題；然而，在解決長度的二階單位關係與運算的通過率仍低於 60%。上述結果，亦可輔以說明解題複雜度對解題表現的影響。

有關解題平均通過率較高的類項（例如：角度測量）與較少被檢測的類項（例如：估測），學生的解題能力是否有需再強化之處？從國內數測的分析結果發現：學生善於比較圖形角大小與使用量角器測量角度，但是對於理解旋轉角意義與解題則不理想，此現象呼應黃幸美與塗舒敏（2019）及 Huang 等人（2018）的研究結果。呈如 Mitchelmore 與 White（2000）指出角的概念抽象，於建構旋轉角概念時，需利用圖形角概念理解角的邊因張開或旋轉某程度，而形成動態角。在測量估測方

面，雖然國教數測無包含此類試題，但從北市數測結果顯示高年級生的測量估測能力不足，此結果也呼應黃幸美（2016）調查接受九貫課程的五、六年級學生（ $N = 948$ ）估測長度、面積與體積能力的結果——高年級生的長度估測能力優於其他兩類，但是五、六年級生整體測量估測的通過率，分別約為 43%（五年級）與 50%（六年級）。使用所認知的單位對待測物進行心理截割與量的估計，估測歷程包含高階的測量思考與量的推理，此能力發展乃植基於測量知識與經驗（Joram et al., 2005; Joram et al., 1998），因此，如何估得合理為學生的一種挑戰。此外，後文將從教材所提供學習機會的層面，提出學生能力低落的理由說明。

二、教材編製與學習機會

Battista（2007）、Battista 與 Clements（1996）及相關研究（Huang & Witz, 2011; Huang & Wu, 2019），指出學生學習面／體積測量時，提供空間幾何脈絡有助測量概念理解。本研究發現教科書的面積、體／容積單元提供充分的平面與立體圖示，但是教材在整合相關的幾何概念（例如：平面圖形與立方體的幾何性質與結構關係）不足，而且偏重程序執行問題。有的版本提供程序性問題數量約為概念問題數量的 1.5~2 倍，且兩類題數約為應用題數的兩倍或以上，此現象類似 Ruwisch 與 Huang（2018）在長度測量教材的分析結果。

本研究發現教科書所提供概念、程序性類型的問題，多為使用測量事實性知識與單步驟計算解題；少有開放性討論問題、比較不同測量方法與判斷其合理性，以及理由說明等需較高階認知思考的問題，此亦呼應徐偉民（2013）及 Yang 等人（2017）的研究結果。解決應用推理問題，需要認識測量性質並理解測量程序所潛存的概念結構；當教材缺乏統合應用概念、程序性知識以探索解題的學習機會，將導致學生難以充分掌握測量知識，負面影響其應用解題思考。

Hadar（2017）指出教科書提供的問題類型與數量多寡，為影響學生解決不同認知層次問題表現的因素。若面／體積測量教材偏重知識記憶與低認知層次的操作與計算，淡化測量與空間概念連結、測量公式意

義探索，將導致學生理解公式及解決高認知層次問題（應用推理）的能力不足（Huang, 2017; Huang & Witz, 2011; Sisman & Aksu, 2016）。然而，本研究報告僅就學生的空間測量解題能力及教科書的面／體積教材分析實況，欲了解測量教材的編製對學生學習成就的影響，猶需未來深入探討。

在角度測量方面，依九貫課綱發展的教科書完整地介紹量角器與角度測量步驟，但針對旋轉角意義的介紹，則多使用象徵雙邊角（圖形角）特徵的情境（例如：扇子由合著到打開的歷程或鐘面指針的旋轉）；當學生未能掌握旋轉角意義時，傾向使用圖形角的概念辨識旋轉角（黃幸美、塗舒敏，2019；Huang et al., 2018）。日常生活中多有單指針旋轉的情境（例如：單指針的磅秤），可利用以激發學生思考如何運用心理意象、自行建構單邊角隱而未見的另一邊，藉比較指針旋轉前、後的角度差異（White & Mitchelmore, 2010），或藉肢體動作經驗角的旋轉與張開程度，強化學生理解旋轉角的意義。當角單元缺乏上述的角情境，學生可成功地辨識雙邊角特徵明顯的情境中的角（例如：交會的路徑），但應用心理意象以辨識旋轉角的能力則呈顯不足。

在測量估測方面，教科書單元強調測量的實測技能與計算（徐偉民、林美如，2009；徐偉民、董修齊，2012）；但是鮮少提供面積與體積測量的估測活動（謝佳純，2016）。當測量估測的學習機會匱乏，也可能導致學生的空間量感薄弱，負面影響其估測能力（黃幸美，2016）。此外，Ruwisch 與 Huang（2018）發現教科書的長度估測活動，多提供使用身體部位或物件直接比對待測物的動作（或圖例引導間接測量），缺乏強調估測者建構參照單位長度，使用心理單位估測待測物。上述的間接測量方式，其估測的歷程雖無使用工具實測，但因少有使用心理單位測量的運作，對於建立空間量感，助益有限。教科書的估測教材匱乏，可能受九貫課綱以量的簡單估測粗略地概括陳述能力指標，影響課程編製者的關注程度，抑或教材設計者缺乏估測問題設計的經驗，值得進一步探討。

陸、結論、建議與研究限制

經分析國內數測報告，發現接受九貫課程的國小學生在面積、體積測量及測量估測能力宜再強化，而且在應用推理性質的問題，解題能力遜於使用概念及程序執行的能力。依九貫課綱發展的教科書面積與體／容積單元，約 64% 以上的教學問題提供圖示表徵，惟教材偏重測量事實知識及程序執行的問題，應用推理的問題較少。雖然教學實務為影響課程施行成效的重要因素（Tarr et al., 2008），但是學生的測量與估量能力低落及教材偏重程序性知識問題的現象，值得課程與教學研究及實務工作者關注。依據研究結果，提出以下建議以供課程與教學研究及實務工作者參考。

一、幾何形體的概念與空間推理為解決空間測量問題的重要橋梁，此心理運作有助統整視覺感官與操作經驗所建構的空間知覺（Battista, 2007; Hawes et al., 2017），裨益理解幾何及其數量化的抽象概念（例如：旋轉角意義、測量公式等），以及量感的建立。新課程的空間測量教材宜統合幾何概念與測量知識，並用實物操作與幾何輔助軟體（例如：Cabri 幾何軟體）（Huang & Wu, 2019），藉教學問題導引學生注意測量單位（十進位概念理解與運算）、比較與待測的量與整體的關係（Venenciano & Dougherty, 2014），有系統地導引深化探索不同測量之間的關聯性，包含：量的比較與測量單位大小的關係、不同測量之間的關係（例如：周長與面／體積的關係；面積與體／容積的關係）。教材提供探索情境問題，讓學生應用測量技能、單位轉換與化聚計算，建立量感以輔助判斷，藉此種應用解題的經驗，導向察覺數學規律與賞識應用價值。上述各類測量的探索教材具有培養較高階的認知思考能力與情意涵養意義，課程設計者宜兼顧課程設計的原理原則，多利用學生生活真實情境為脈絡，設計開放式探索問題，以縮減概念、程序性知識及應用問題的數量差異。

二、將測量估測融入實測活動，藉單位化的概念建構及量的比較活動，建立各類測量的量感，裨益估量的心理運作能力之發展（Joram et al., 2005）。

三、學生能理解解題紀錄並判斷數學思考的正確性，為結合概念與程序性知識及數學判斷的綜合思考能力（Huang, 2017; Huang & Witz, 2011）。為強化學生測量知識的概念理解與推理應用，國教院與北市學力檢測資料庫提供學生解題想法分析，誠為課程設計者提供學生數學想法的參考資源。

在研究限制方面，本研究報告接受九貫課程學生的空間測量能力及教科書單元分析，惟受研究樣本的地區限制（例如：臺北市學生）、評量結果資料未齊全（例如：國教數測缺 2011 年評量結果資料），以及學生的數學成就尚受教學及學習情境等因素影響（Tarr et al., 2008），研究結果無法直接推論學生成就與教科書內容的關聯性。在教科書分析方面，本研究未包羅所有的空間測量單元（例如：表面積及大單位的面積與體積單位）。未來探討學生數學成就與教材內容的關係，宜再使用學生在國內數測的分數資料與教科書所有的空間測量單元，進行量化分析，將有利建構兩個變項之間的關聯性。

致謝

感謝兩位匿名審查委員的審查建議，使本文益臻完美，同時也感謝劉家均老師及廖璿老師在資料整理與分析上的協助。

教科書參考書目

江世貞、房昔梅、蕭雅霜（主編）（2015）。國民小學數學備課用書（三版，第十冊，五下）。翰林。

[Chiang, S.-C., Fang, H.-M., & Hsiao, Y.-S. (Eds.). (2015). *Elementary school mathematics lesson planning book* (3rd ed., Vol. 10, 5th grade 2nd semester). Hanlin.]

李源順（主編）（2016a）。國民小學數學（初版，第八冊，四下）。南一。

[Li, Y.-S. (Ed.). (2016a). *Elementary school mathematics* (1st ed., Vol. 8, 4th grade 2nd semester). Nan I.]

李源順（主編）（2016b）。國民小學數學（初版，第九冊，五上）。南一。

[Li, Y.-S. (Ed.). (2016b). *Elementary school mathematics* (1st ed., Vol. 9, 5th grade 1st semester). Nan I.]

- 許瑛珍（主編）（2012）。國民小學數學備課用書（三版，第七冊，四上）。翰林。
[Hsu, Y.-C. (Ed.). (2012). *Elementary school mathematics lesson planning book* (3rd ed., Vol. 7, 4th grade 1st semester). Hanlin.]
- 許瑛珍（主編）（2013a）。國民小學數學備課用書（三版，第八冊，四下）。翰林。
[Hsu, Y.-C. (Ed.). (2013a). *Elementary school mathematics lesson planning book* (3rd ed., Vol. 8, 4th grade 2nd semester). Hanlin.]
- 許瑛珍（主編）（2013b）。國民小學數學備課用書（三版，第九冊，五上）。翰林。
[Hsu, Y.-C. (Ed.). (2013b). *Elementary school mathematics lesson planning book* (3rd ed., Vol. 9, 5th grade 1st semester). Hanlin.]
- 黃金鐘（主編）（2014）。國民小學數學備課指引教學篇（三版，第十冊，五下）。南一。
[Huang, C.-C. (Ed.). (2014). *Elementary school mathematics lesson planning book* (3rd ed., Vol. 10, 5th grade 2nd semester). Nan I.]
- 楊瑞智（主編）（2014）。國民小學數學教師手冊（初版，第七冊，四上）。康軒。
[Yang, J.-C. (Ed.). (2014). *Elementary school mathematics teacher's manual* (1st ed., Vol. 7, 4th grade 1st semester). Kang Hsuan.]
- 楊瑞智（主編）（2015a）。國民小學數學教師手冊（初版，第八冊，四下）。康軒。
[Yang, J.-C. (Ed.). (2015a). *Elementary school mathematics teacher's manual* (1st ed., Vol. 8, 4th grade 2nd semester). Kang Hsuan.]
- 楊瑞智（主編）（2015b）。國民小學數學教師手冊（初版，第九冊，五上）。康軒。
[Yang, J.-C. (Ed.). (2015b). *Elementary school mathematics teacher's manual* (1st ed., Vol. 9, 5th grade 1st semester). Kang Hsuan.]
- 楊瑞智（主編）（2015c）。國民小學數學教師手冊（三版，第十冊，五下）。康軒。
[Yang, J.-C. (Ed.). (2015c). *Elementary school mathematics teacher's manual* (3rd ed., Vol. 10, 5th grade 2nd semester). Kang Hsuan.]

參考文獻

- 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——數學領域（2018）。
[Curriculum guidelines of 12-year basic education: Mathematics domain for elementary, junior high school and upper secondary school education. (2018).]

- 十二年國民基本教育課程綱要總綱生效令（2017）。
- [*Curriculum guidelines of 12-year basic education: General guidelines effective order.* (2017).]
- 周筱亭、黃敏晃（主編）（2003）。**國小數學教材分析——體積和角度**。國立教育研究院籌備處。
- [Zhou, X.-T., & Huang, M.-H. (Eds.). (2003). *Guoxiao shuxue jiaocai fenxi: Tiji he jiaodou.* Preparation Office of National Academy for Educational Research.]
- 林永豐（2018）。延續或斷裂？從能力到素養的課程改革意涵。課程研究，13（2），1-20。http://doi.org/10.3966/181653382018091302001
- [Lin, Y.-F. (2018). Continuity or rupture? The implication of the debate of skills/capabilities and competencies for curriculum reform. *Journal of Curriculum Studies*, 13(2), 1-20. http://doi.org/10.3966/181653382018091302001]
- 林陳涌、任宗浩、李哲迪、林碧珍、張美玉、曹博盛、楊文金（2017）。**國際數學與科學教育成就趨勢調查 2011 國家報告（修訂版）**。國立臺灣師範大學科學教育中心。
- [Lin, C.-Y., Ren, T.-H., Lee, C.-D., Lin, P.-J., Chang, M.-Y., Tsao, P.-S., & Yang, W.-J. (2017). *Trends in international mathematics and science study 2011 national report* (Rev. ed.). National Taiwan Normal University Science Education Center.]
- 林碧珍、蔡文煥（2003）。四年級學生在國際教育成就調查試測的數學成就表現。科學教育月刊，258，2-20。http://doi.org/10.6216/SEM.200305_(258).0001
- [Lin, P.-J., & Tsai, W.-H. (2003). Fourth-grader's mathematics achievement in TIMSS 2003 field test. *Science Education Monthly*, 258, 2-20. http://doi.org/10.6216/SEM.200305_(258).0001]
- 洪詠善（2018）。素養導向教學的界定、轉化與實踐。載於蔡清華（主編），**課程協作與實踐（第二輯，頁 58-74）**。教育部中小學師資課程教學與評量協作中心。
- [Hung, Y.-S. (2018). Suyang daoxiang jiaoxue de jieding, zhuanhua yu shijian. In C.-H., Cai (Ed.), *Kechang xiezuo yu shijian* (Vol. 2, pp. 58-74). Jiaoyubu Zhongxiaoxue Shizi Kecheng Jiaoxue Yu Pingliang Xiezuo Zhongxin.]
- 洪碧霞、張文宜（2015）。緒論：臺灣 PISA 2012。載於臺灣 PISA 國家研究中心（主編），**臺灣 PISA 2012 結果報告（頁 1-11）**。心理。
- [Hung, P.-H., & Chang, W.-Y. (2015). Introduction: Taiwan PISA 2012. In Taiwan PISA National Center (Ed.), *Taiwan PISA 2012 national report* (pp. 1-11). Psychological.]
- 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。http://doi.org/10.6173/CJSE.2013.2103.02
- [Hsu, W.-M. (2013). A comparison and analysis of the types and representations of mathematical problems in the elementary mathematics textbooks of Taiwan, Finland and Singapore. *Chinese Journal of Science Education*, 21(3), 263-289. http://doi.org/10.6173/CJSE.2013.2103.02]

- 徐偉民、林美如 (2009)。臺灣、中國與香港國小數學教科書幾何教材之內容分析。彰化師大教育學報, 16, 47-73。http://doi.org/10.6769/JENCUE.200912.0047
- [Hsu, W.-M., & Lin, M.-J. (2009). A content analysis of geometry materials in elementary mathematics textbook of Taiwan, China and Hong Kong. *Journal of Education National Changhua University of Education*, 16, 47-73. http://doi.org/10.6769/JENCUE.200912.0047]
- 徐偉民、董修齊 (2012)。國小幾何教材內容之比較：以臺灣與芬蘭為例。當代教育研究季刊, 20 (3), 39-86。http://doi.org/10.6151/CERQ.2012.2003.02
- [Hsu, W.-M., & Tung, H.-C. (2012). The content analysis of geometry material in the elementary mathematic textbooks of Taiwan and Finland. *Contemporary Educational Research Quarterly*, 20(3), 39-86. http://doi.org/10.6151/CERQ.2012.2003.02]
- 國民中小學九年一貫課程綱要——數學學習領域 (二版) (2003)。
[Curriculum guidelines of grade 1-9: Mathematics domain for elementary and junior high school education (2nd ed.). (2003).]
- 國民中小學九年一貫課程綱要——數學學習領域 (三版) (2010)。
[Curriculum guidelines of grade 1-9: Mathematics domain for elementary and junior high school education (3rd ed.). (2010).]
- 國民中小學九年一貫課程暫行綱要 (2000)。
[The provisional guidelines of grade 1-9 curriculum. (2000).]
- 國家教育研究院 (2010)。2010 年縣市學力檢測數學科測驗試題品質分析。
http://rap.naer.edu.tw/files/770864067.zip
- [National Academy for Educational Research. (2010). 2010nian xianshi xueli jiance shuxueke ceyan shiti pinzhi fenxi. http://rap.naer.edu.tw/files/770864067.zip]
- 國家教育研究院 (2012)。臺灣學生學習成就評量資料庫：協助縣市辦理學生學習能力檢測——國小四年級國語文及數學科試題解析及教學輔導建議。
http://rap.naer.edu.tw/files/121720639.zip
- [National Academy for Educational Research. (2012). Taiwan assessment of student achievement: Xiezhu xianshi banli xuesheng xuexi nengli jiance: Guoxiao sinianji guoyuwen ji shuxueke shiti jiexi ji jiaoxue fudao jianyi. http://rap.naer.edu.tw/files/121720639.zip]
- 國家教育研究院 (2013)。2013 年國小五年級數學試題品質分析報告。http://rap.naer.edu.tw/files/86778838.zip
- [National Academy for Educational Research. (2013). 2013nian guoxiao wunianji shuxue shiti pinzhi fenxi baogao. http://rap.naer.edu.tw/files/86778838.zip]
- 國家教育研究院 (2014)。2014 年協助縣市辦理學生學習能力檢測——國小五年級國語及數學科試題解析及教學輔導建議。http://rap.naer.edu.tw/files/157274685.zip
- [National Academy for Educational Research. (2014). 2014nian xiezhu xianshi banli xuesheng xuexi nengli jiance: Guoxiao wunianji guoyu ji shuxueke shiti jiexi ji jiaoxue fudao jianyi. http://rap.naer.edu.tw/files/157274685.zip]

- 國家教育研究院 (2015)。2015 年協助縣市辦理學生學習能力檢測——國小五年級國語及數學科試題解析及教學輔導建議。http://rap.naer.edu.tw/files/170609305.zip
- [National Academy for Educational Research. (2015). 2015nian xiezhu xianshi banli xuesheng xuexi nengli jiance: Guoxiao wunianji guoyu ji shuxueke shiti jieshi ji jiaoxue fudao jianyi. http://rap.naer.edu.tw/files/170609305.zip]
- 國家教育研究院 (2016a)。2016 年協助縣市辦理學生學習能力檢測——數學二年級施測結果報告。http://rap.naer.edu.tw/files/185554782.zip
- [National Academy for Educational Research. (2016a). 2016nian xiezhu xianshi banli xuesheng xuexi nengli jiance: Shuxue ernianji shice jieguo baogao. http://rap.naer.edu.tw/files/185554782.zip]
- 國家教育研究院 (2016b)。2016 年協助縣市辦理學生學習能力檢測——數學三年級施測結果報告。http://rap.naer.edu.tw/files/185554782.zip
- [National Academy for Educational Research. (2016b). 2016nian xiezhu xianshi banli xuesheng xuexi nengli jiance: Shuxue sannianji shice jieguo baogao. http://rap.naer.edu.tw/files/185554782.zip]
- 國家教育研究院 (2016c)。2016 年協助縣市辦理學生學習能力檢測——數學五年級施測結果報告。http://rap.naer.edu.tw/files/185554782.zip
- [National Academy for Educational Research. (2016c). 2016nian xiezhu xianshi banli xuesheng xuexi nengli jiance: Shuxue wunianji shice jieguo baogao. http://rap.naer.edu.tw/files/185554782.zip]
- 國家教育研究院 (2017a)。2017 年協助縣市辦理學生學習能力檢測——數學三年級施測結果報告。http://rap.naer.edu.tw/files/2017施測結果報告.zip
- [National Academy for Educational Research. (2017a). 2017nian xiezhu xianshi banli xuesheng xuexi nengli jiance: Shuxue sannianji shice jieguo baogao. http://rap.naer.edu.tw/files/2017施測結果報告.zip]
- 國家教育研究院 (2017b)。2017 年協助縣市辦理學生學習能力檢測——數學五年級施測結果報告。http://rap.naer.edu.tw/files/2017施測結果報告.zip
- [National Academy for Educational Research. (2017b). 2017nian xiezhu xianshi banli xuesheng xuexi nengli jiance: Shuxue wunianji shice jieguo baogao. http://rap.naer.edu.tw/files/2017施測結果報告.zip]
- 張俊彥、任宗浩、李哲迪、宋曉玫、林碧珍、張美玉、陳冠銘、曹博盛、楊文金 (2018)。TIMSS 2015 國際數學與科學教育成就趨勢調查 2015 國家報告。國立臺灣師範大學科學教育中心。
- [Chang, C.-Y., Ren, T.-H., Lee, C.-D., Song, X.-M., Lin, P.-J., Chang, M.-Y., Chen K.-M., Tsao, P.-S., & Yang, W.-J. (2018). Trends in international mathematics and science study 2015 national report. National Taiwan Normal University Science Education Center.]
- 張俊彥、林碧珍、洪志明、曹博盛、張美玉、任宗浩、李哲迪 (2012)。TIMSS 2007 國際數學與科學教育成就趨勢調查國家報告。國立臺灣師範大學科學教育中心。

- [Chang, C.-Y., Lin, P.-J., Hong, C.-M., Tsao, P.-S., Chang, M.-Y., Ren, T.-H., & Lee, C.-D. (2012). *Trends in international mathematics and science study 2007*. National Taiwan Normal University Science Education Center.]
- 張秋男、邱美虹、曹博盛、張美玉、羅珮華、林碧珍、蔡文煥、譚克平（2005）。**國際數學與科學教育成就趨勢調查2003**。國立臺灣師範大學科學教育中心。
- [Chang, C.-N., Chiu, M.-H., Tsao, P.-S., Chang, M.-Y., Lau, P.-H., Lin, P.-J., Cai, W.-H., & Tam, H.-P. (2005). *Trends in international mathematics and science study 2003*. National Taiwan Normal University Science Education Center.]
- 黃幸美（2016）。學童估測長度、面積與體積的表現與策略使用之探討。**教育科學研究期刊**，**61**（3），131-162。http://doi.org/10.6209/JORIES.2016.61(3).05
- [Huang, H.-M. E. (2016). Investigation of the performance and use of strategy among elementary school children in estimating measurements of length, area, and volume. *Journal of Research in Education Sciences*, *61*(3), 131-162. http://doi.org/10.6209/JORIES.2016.61(3).05]
- 黃幸美、塗舒敏（2019，9月20日）。學童的角概念與辨識角的表現之探討（論文發表）。2019 學習媒材與教學國際論壇——素養導向教學的學習媒材，臺北市，臺灣。
- [Huang, H.-M. E., & Tu, S.-M. (2019, September 20). *Investigation of elementary-school students' conception of angle and performance of identifying angles* [Paper presentation]. 2019 International Symposium on Learning Materials and Instruction: Learning Materials in Competency-based Teaching, Taipei, Taiwan.]
- 臺北市政府教育局（2007）。**臺北市國民小學95年度基本學力檢測計畫成果報告書**。http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/61-臺北市國民小學095年度基本學力檢測計畫成果報告書.html
- [Department of Education of Taipei City Government. (2007). *Taipeishi guomin xiaoxue 95 niandu jiben xueli jiance jibao chengguo baogaoshu*. http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/61-臺北市國民小學095年度基本學力檢測計畫成果報告書.html]
- 臺北市政府教育局（2008）。**臺北市國民小學96年度基本學力檢測成果報告書**。http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/62-臺北市國民小學096年度基本學力檢測計畫成果報告書.html
- [Department of Education of Taipei City Government. (2008). *Taipeishi guomin xiaoxue 96 niandu jiben xueli jiance chengguo baogaoshu*. http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/62-臺北市國民小學096年度基本學力檢測計畫成果報告書.html]
- 臺北市政府教育局（2009）。**臺北市國民小學97年度基本學力檢測計畫成果報告書**。http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/63-臺北市國民小學097年度基本學力檢測計畫成果報告書.html

- [Department of Education of Taipei City Government. (2009). *Taibeishi guomin xiaoxue 97 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogaoshu*. <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/63-臺北市國民小學097年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>]
- 臺北市政府教育局（2010）。臺北市國民小學 98 年度基本學力檢測計畫成果報告書。 <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/64-臺北市國民小學098年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>
- [Department of Education of Taipei City Government. (2010). *Taibeishi guomin xiaoxue 98 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogaoshu*. <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/64-臺北市國民小學098年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>]
- 臺北市政府教育局（2011）。臺北市國民小學 99 年度基本學力檢測計畫成果報告書。 <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/65-臺北市國民小學099年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>
- [Department of Education of Taipei City Government. (2011). *Taibeishi guomin xiaoxue 99 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogaoshu*. <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/65-臺北市國民小學099年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>]
- 臺北市政府教育局（2012）。臺北市國民小學 100 年度基本學力檢測計畫成果報告。 <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/66-臺北市國民小學100年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>
- [Department of Education of Taipei City Government. (2012). *Taibeishi guomin xiaoxue 100 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogao*. <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/66-臺北市國民小學100年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>]
- 臺北市政府教育局（2013）。臺北市國民小學 101 年度基本學力檢測計畫成果報告。 <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/67-臺北市國民小學101年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>
- [Department of Education of Taipei City Government. (2013). *Taibeishi guomin xiaoxue 101 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogao*. <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/67-臺北市國民小學101年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>]
- 臺北市政府教育局（2014）。臺北市國民小學 102 年度基本學力檢測計畫成果報告。 <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/68-臺北市國民小學102年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>
- [Department of Education of Taipei City Government. (2014). *Taibeishi guomin xiaoxue 102 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogao*. <http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/68-臺北市國民小學102年度基本學力檢測計畫成果報告書.html>]

- 臺北市政府教育局（2015）。臺北市國民小學 103 年度基本學力檢測計畫成果報告。http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/2898-臺北市國民小學103年度基本學力檢測計畫成果報告書.html
- [Department of Education of Taipei City Government. (2015). *Taibeishi guomin xiaoxue 103 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogao*. http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/2898-臺北市國民小學103年度基本學力檢測計畫成果報告書.html]
- 臺北市政府教育局（2016）。臺北市國民小學 104 年度基本學力檢測計畫成果報告。http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/4065-臺北市國民小學104年度基本學力檢測計畫成果報告書.html
- [Department of Education of Taipei City Government. (2016). *Taibeishi guomin xiaoxue 104 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogao*. http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/4065-臺北市國民小學104年度基本學力檢測計畫成果報告書.html]
- 臺北市政府教育局（2017）。臺北市國民小學 105 年度基本學力檢測計畫成果報告。http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/5024-臺北市國民小學105年度基本學力檢測計畫成果報告書.html
- [Department of Education of Taipei City Government. (2017). *Taibeishi guomin xiaoxue 105 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogao*. http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/5024-臺北市國民小學105年度基本學力檢測計畫成果報告書.html]
- 臺北市政府教育局（2018）。臺北市國民小學 106 年度基本學力檢測計畫成果報告。http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/5951-臺北市國民小學106年度基本學力檢測計畫成果報告書.html
- [Department of Education of Taipei City Government. (2018). *Taibeishi guomin xiaoxue 106 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogao*. http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/5951-臺北市國民小學106年度基本學力檢測計畫成果報告書.html]
- 臺北市政府教育局（2019）。臺北市國民小學 107 年度基本學力檢測計畫成果報告。http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/6891-臺北市國民小學107年度基本學力檢測計畫成果報告書.html
- [Department of Education of Taipei City Government. (2019). *Taibeishi guomin xiaoxue 107 niandu jiben xueli jiance jibai chengguo baogao*. http://tebca.tp.edu.tw/downloads/歷年成果報告/file/6891-臺北市國民小學107年度基本學力檢測計畫成果報告書.html]
- 謝佳純（2016）。估測策略教學對國小四年級學童估測長度與面積表現之探討（未出版之碩士論文）。臺北市立大學學習與媒材設計學系課程與教學碩士班。

- [Hsieh, C.-C. (2016). *Study of effects of the estimation strategies instruction on fourth graders' performance in length and area estimations* [Unpublished master's thesis]. In-service Master Program of Curriculum and Instruction of Department of Learning and Materials Design, University of Taipei.]
- Askew, M., Hodgen, J., Hossain, S., & Bretscher, N. (2010). *Values and variables: Mathematics education in high-performing countries*. Nuffield Foundation.
- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In F. K. Jr. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of teachers of mathematics* (pp. 843-908). Information Age.
- Battista, M. T., & Clements, D. H. (1996). Students' understanding of three-dimensional rectangular arrays of cubes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(3), 258-292. <https://doi.org/10.2307/749365>
- Clements, D. H. (2002). Linking research and curriculum development. In L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 599-630). Lawrence Erlbaum Associates.
- Clements, D. H., Barrett, J. E., & Sarama, J. (2017). Measurement in early and elementary education. In J. E. Barrett, D. H. Clements, & J. Sarama (Eds.), *Journal for research in mathematics education monograph 16: Children's measurement: A longitudinal study of children's knowledge and learning of length, area, and volume* (pp. 3-21). National Council of Teachers of Mathematics.
- Hadar, L. L. (2017). Opportunities to learn: Mathematics textbooks and students' achievements. *Studies in Educational Evaluation*, 55, 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.10.002>
- Hawes, Z., Moss, J., Caswell, B., Naqvi, S., & MacKinnon, S. (2017). Enhancing children's spatial and numerical skills through a dynamic spatial approach to early geometry instruction: Effects of a 32-week intervention. *Cognition and Instruction*, 35(3), 236-264. <https://doi.org/10.1080/07370008.2017.1323902>
- Huang, H.-M. E. (2015). Elementary school teachers' instruction in measurement: Cases of classroom teaching of spatial measurement in Taiwan. In L. Fan, N.-Y. Wong, J. Cai, & S. Li (Eds.), *How Chinese teach mathematics: Perspectives from insiders* (pp. 149-184). World Scientific. https://doi.org/10.1142/9789814415828_0005
- Huang, H.-M. E. (2017). Curriculum interventions for area measurement instruction to enhance children's conceptual understanding. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(7), 1323-1341. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9745-7>
- Huang, H.-M. E., Tu, S.-M., & Hsieh, C.-C. (2018, May 7-11). *Students' angle-related knowledge used for recognizing angles and solving problems* [Paper presentation]. The 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education, Taipei, Taiwan.
- Huang, H.-M. E., & Witz, K. G. (2011). Developing children's conceptual understanding of area measurement: A curriculum and teaching experiment. *Learning and Instruction*, 21(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.09.002>
- Huang, H.-M. E., & Wu, H.-Y. (2019). Supporting children's understanding of volume measurement and ability to solve volume problems: Teaching and learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(12), 1789-1824. <https://doi.org/10.29333/ejmste/109531>

- Joram, E., Gabriele, A. J., Bertheau, M., Gelman, R., & Subrahmanyam, K. (2005). Children's use of the reference point strategy for measurement estimation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(1), 4-23. <https://doi.org/10.2307/30034918>
- Joram, E., Subrahmanyam, K., & Gelman, R. (1998). Measurement estimation: Learning to map the route from number to quantity and back. *Review of Educational Research*, 68(4), 413-449. <https://doi.org/10.2307/1170734>
- Lehrer, R. (2003). Developing understanding of measurement. In J. Kilpatrick, W. G. Martin, & D. Schifter (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics* (pp. 179-192). National Council of Teachers of Mathematics.
- Mitchelmore, M. C., & White, P. (2000). Development of angle concepts by progressive abstraction and generalisation. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 209-238. <https://doi.org/10.1023/A:1003927811079>
- Ruwisch, S., & Huang, H.-M. E. (2018, May 7-11). *Length measurement and estimation in primary school: A comparison of the curricula of Taiwan and Germany* [Paper presentation]. The 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education, Taipei, Taiwan.
- Sisman, G. T., & Aksu, M. (2016). A study on sixth grade students' misconceptions and errors in spatial measurement: Length, area, and volume. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 1293-1319. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9642-5>
- Smith III, J. P., Males, L. M., Dietiker, L. C., Lee, K., & Mosier, A. (2013). Curricular treatments of length measurement in the United States: Do they address known learning challenges? *Cognition and Instruction*, 31(4), 388-433. <https://doi.org/10.1080/07370008.2013.828728>
- Tarr, J. E., Reys, R. E., Reys, B. J., Chávez, Ó., Shih J., & Osterlind S. J. (2008). The impact of middle-grades mathematics curricula and the classroom learning environment on student achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(3), 247-280. <https://doi.org/10.2307/30034970>
- Venenciano, L., & Dougherty, B. (2014). Addressing priorities for elementary grades mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 34(1), 18-24.
- White, P., & Mitchelmore, M. C. (2010). Teaching for abstraction: A model. *Mathematical Thinking and Learning*, 12(3), 205-226. <https://doi.org/10.1080/10986061003717476>
- Wu, M. (2009). A comparison of PISA and TIMSS 2003 achievement results in mathematics. *Prospects*, 39, 33-46. <https://doi.org/10.1007/s11125-009-9109-y>
- Yang, D.-C., Tseng, Y.-K., & Wang, T.-L. (2017). A comparison of geometry problems in middle-grade mathematics textbooks from Taiwan, Singapore, Finland, and the United States. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 2841-2857. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00721a>

附錄 1 本研究分析之各版本教科書的面積與體／容積單元相關資料

測量與版本	出版年	冊別	單元碼	單元名稱	起訖頁碼	頁數
面積						
南一	2016	8	5	周長和面積	55~64	10
南一	2016	9	8	平行四邊形、三角形和梯形的面積	97~109	13
康軒	2015	8	7	周長與面積	81~91	11
康軒	2015	9	6	面積	77~90	14
翰林	2012	7	6	周長與面積	66~79	14
翰林	2013	9	2	面積	20~33	14
體／容積						
南一	2016	8	10	立方公分	121~128	8
南一	2014	10	4	體積的計算	37~44	8
南一	2014	10	10	體積和容積	107~116	10
康軒	2014	7	4	體積	55~62	8
康軒	2015	9	2	體積	19~28	10
康軒	2015	10	3	容積	31~40	10
翰林	2013	8	4	立方公分	38~45	8
翰林	2015	10	3	體積	32~40	9
翰林	2015	10	4	容積	42~50	9

建構中小學「公民遠見課程」之 主題軸與核心概念芻議

陳麗華 葉韋伶 紀舜傑

當前許多國家都已經體認到，具備未來遠見的教育想像及思維的重要性，紛紛在課程綱要或教育改革政策中納入未來遠見的教育規劃，我國的十二年國民基本教育課程綱要總綱中也嘗試納入未來性的精神。為了因應此波趨勢，本研究透過文獻探討、專家焦點座談及訪談之方式，嘗試建構「公民遠見課程」(Civic Foresight Curriculum) 中學習內容之主題軸及核心概念，歷經多次的激盪討論與修正後，最終建構出「公民遠見課程」的四大主題軸及十二項核心概念。本研究期盼能拋磚引玉，引發教育現場及學界的關注，作為將來制訂新一輪課綱之思辨基底，又或能為將來推動公民遠見觀念及課程，鋪直革新的進路。

關鍵詞：公民遠見課程、未來永續思維、創業創新精神、全球在地視野、
社會設計行動

收件：2020年8月24日；修改：2020年11月27日；接受：2021年1月14日

Construction of the Theme Axis and Core Concepts of the Civic Foresight Curriculum in Elementary and Junior High Schools

Li-Hua Chen Wei-Ling Yeh Shun-Jie Ji

Many countries have realized the importance of educational imagination and foresight and have accordingly modified their curriculum guidelines or policies of education reform. Furthermore, the Taiwanese Government has attempted to incorporate foresight into the Curriculum Guidelines of 12-Year Basic Education. To respond to this trend, this research constructed the thematic axis and core concepts of the learning content of the Civic Foresight Curriculum through a literature review, focus groups, and interviews. Four thematic axes and twelve core concepts of the Civic Foresight Curriculum were constructed. This research is expected to attract the attention of the academic community and serve as a basis for formulating a new round of curriculum guidelines. Furthermore, it may pave the way for promoting civic foresight and curriculum.

Keywords: Civic Foresight Curriculum, futures and sustainable thinking, entrepreneurship, global perspective, social design action

Received: August 24, 2020; Revised: November 27, 2020; Accepted: January 14, 2021

Li-Hua Chen, Professor, Graduate Institute of Curriculum and Instruction, Tamkang University, E-mail: newcivichope@gmail.com

Wei-Ling Yeh, Ph.D. Student, Graduate Institute of Curriculum and Instruction, National Taiwan Normal University.

Shun-Jie Ji, Associate Professor, Graduate Institute of Futures Studies, Tamkang University.

壹、緒論

以下這篇刊登在《世界經濟論壇》(*World Economic Forum*)的引文，明確指出中小學的教育目的在於培育「新世代公民」，因而學校課程規劃須有前瞻遠見的未來視野。

我們正在做些什麼來讓後代在這個不斷變化的環境中興盛茁壯？今天開始上小學的學生將在 2030 年代中期從大學畢業，他們的職業生涯將持續到 2060 年或更長時間。雖然我們無法準確預測本世紀中葉勞動力需求將會如何，但我們已經知道它們正在發生變化，並將隨著技術進步的速度而不斷變化。然而，在 2018 年你訪問的大多數學校中，你會看到老師傳授與 1918 年完全相同的學科教材：閱讀、寫作、數學、科學、歷史與外語。關於未來教育的辯論總是聚焦在改變教學方式，在課堂上擁抱科技，但幾乎沒有關於改變教學內容的論辯。其實，任何關於未來工作的討論都應該與對未來課程的討論同步齊觀。
(Partovi, 2018, paras. 3-4)

最近許多國際研究機構的教育或經濟報告書，都以 2030 年或 2050 年為目標年，提出教育方針或發展策略。¹ 例如，2015-2018 年「經濟合作發展組織」(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) 開始廣泛與許多國家、地區和專家合作建構 2030 年的學習架構 (Learning Framework for 2030)，並進行跨國課程分析，終於在 2018 年 5 月公布《未來的教育與能力：教育 2030》(*The Future of Education and Skills: Education 2030*) 立場報告書，主要在回答兩個問題：什麼知識、技能、態度與價值是今日的學生需要形塑的，並能使他們在 2030 年的生活世界中興盛壯大？教學的系統如何有效地發展這些知識、技能、態

¹ 例如，國家發展委員會提出「國際 2050 年研究綜覽」歸結六項結論，詳見 https://www.ndc.gov.tw/News_Content.aspx?n=114AAE178CD95D4C&sms=DF717169EA26F1A3&s=6A46C562F02F48B7。

度與價值？這類具有未來遠見的教育想像與規劃並非始於今日，早在美國「21世紀關鍵能力聯盟」(Partnership for 21st Century Learning, P21)公布的《21世紀學習架構》(*Framework for 21st Century Learning*)，²歐洲聯盟(European Union，以下簡稱歐盟)公布的《終身學習關鍵能力：歐洲參考架構》(*Key Competence for Lifelong Learning: A European Reference Framework*)及《創業創新能力架構》(*EntreComp: The Entrepreneurship Competence Framework*)³等文件中都有跡可循。呼應這波課程改革潮流，許多國家的課程綱要與課程改革措施也有前瞻未來的思維，例如，紐西蘭的學校課程綱要，建構原則之一就是「聚焦未來」(future focus)，包括永續發展、公民素養、創業創新精神及全球化等議題，此外還建構完整的中小學創業創新教育架構(Education for Enterprise, E4E)(Bolstad, 2011)。加拿大亞伯達省公布的《學生學習架構》(*Framework for Student Learning: Competencies for Engaged Thinkers and Ethical Citizens with an Entrepreneurial Spirit*)亦是回應未來就業市場，強調以3E教育為願景，即engaged thinkers、ethical citizens及entrepreneurial spirit(Alberta Education, 2011)。日本積極參與OECD的2030教育計畫，在2020年實施的《學習指導要領》亦回應了未來性，旨在培養發展學生的素質和能力，成為未來社會的開創者(Suzuki, 2017)。⁴日本為此成立「創新學校網絡」(Japan Innovative Schools Network)，建置「次世代教育研究推進機構」(Research Organization for Next-Generation Education, NGE)，積極進行跨國學校協作，進行聚焦未來思維(futures thinking)與競爭力的實踐研究。

² 為培養出未來世界所需要的人才，數十個美國企業與民間組織，併同美國教育部，在2002年啟動P21，並於2007年提出《21世紀學習架構》，其內涵詳後。

³ 為了增進歐盟統合及競爭力，European Commission(2006)公布《終身學習關鍵能力：歐洲參考架構》提出終身學習八大關鍵能力，並於2016年進一步針對「主動性與創業創新精神」的關鍵能力，提出《創業創新能力架構》。

⁴ 2017年暑假，本人至日本移地研究一個月，與聞日本課程改革動態。例如，在東京出席Suzuki演講的這場研討會(The 19th OECD/Japan Seminar)及創新學校網絡的相關成果展覽會，也參與山口縣教育局舉辦的新學習指導要領相關的研討會。

臺灣的十二年國民基本教育課程總綱是否有回應「未來性」？根據關鍵詞搜尋及逐項檢視，在總綱的文本中，「未來」一詞出現 4 次，分別為「未來人才」、「未來挑戰」、「未來進路」、「未來就業競爭力」等詞語；「趨勢」一詞出現 1 次，為「全球化趨勢」；「潮流」一詞出現 3 次，分別是「世界潮流」、「時代潮流」與「引導變遷潮流」；「變遷」一詞出現 6 次，分別為「社會變遷」（5 次）、「引導變遷潮流」；「應變」出現 3 次，分別是「應變力」、「規劃執行與創新應變」（2 次）。上述詞彙大多是行文中的修飾性用詞，在總綱中並無實質規劃。不過，其中有兩項確實對「未來性」有實質回應：一是「規劃執行與創新應變」，是九項核心素養之一。另一是「引導變遷潮流」，是四項課程目標之一「促進生涯發展」裡的一個陳述。然而，仔細檢視總綱或國家教育研究院開發的相關課程文件，其實並未培養十二年國民基本教育階段的學生／新世代公民，使其具備「未來、前瞻、遠見」等思維和能力，或進一步做系統化的詮釋與課程規劃。當然，依據總綱研發的若干領域課綱，或許有所連動性著墨，但畢竟散落於各領域課綱中，較缺乏有體系的綜整與實踐。

有鑑於此，本研究將上述各國關注的培養未來思維與能力之課程，定名為「公民遠見課程」（Civic Foresight Curriculum），並透過文獻探討及專家焦點座談之方式建構「公民遠見課程」之學習內容。本文為科技部補助專題研究計畫之階段性報告，由於此主題在國內尚屬開創性、探索性的研究性質，故以研究紀要形式發表，期能引發更多關注、討論，俾以回饋到該研究計畫之後續實施。另外，礙於文章篇幅限制，本研究紀要僅探討學習內容中的主題軸與核心概念部分，對於學習表現的部分將另起專文研討與發表。

貳、涵育新世代公民素養

新世代公民面對的是怎樣的工作世界？Levy 與 Murnane（2004）追蹤分析從 1969 至 1998 年這 30 年間美國的工作市場，結果如圖 1

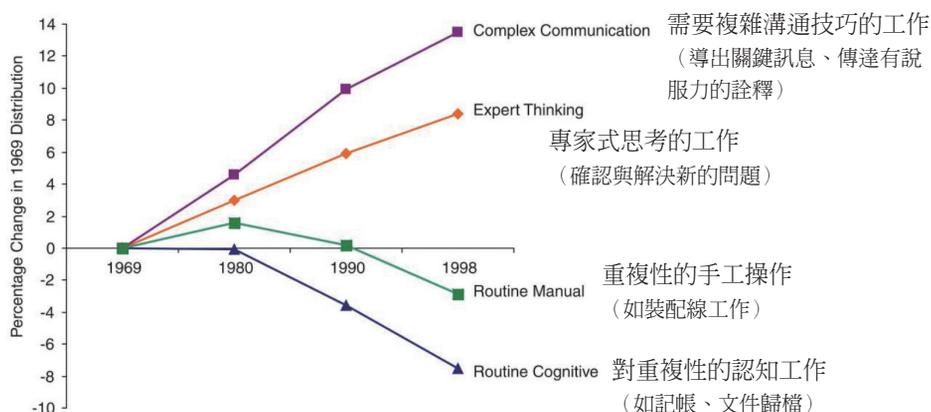


圖 1 1969~1998 年美國工作市場分析

資料來源：National Research Council (2011, Figure 1-5)。

(Economy-wide measures of routine and non-routine task input: 1969-1998) 顯示，市場對重複性的認知工作與重複性的手工操作的需求逐年降低，分別降低 3% 和 8%。相反地，對需要複雜溝通技巧的工作和專家式思考的工作的需求逐年增加，分別增加達 14% 和 8%。此不同型態工作與人才需求的轉變，對學校教育內容與教學形式頗具啟發性（引自 National Research Council, 2011）。

以上是研究者對 20 世紀末工作型態的分析。而到了 21 世紀，人工智能 (AI) 會取代許多工作的警訊更是甚囂塵上。⁵ 許多國際組織展開「未來的學習」(the future of learning) 論述 (林永豐, 2018)，諸如 Code 總裁 Partovi (2018) (詳緒論起始引言) 的談話，或 OECD (2018) 報告書的前言，都是經典的呼籲：

⁵ 例如，根據 PwC 發布《英國經濟展望報告》(UK Economic Outlook Report) 到 2037 年將有 20% 的工作會自動化，大約有 700 萬個工作將會被 AI 相關技術取代。不過，隨著經濟發展，未來也將因為 AI 而創造出 720 萬個工作機會 (戴廷芳, 2018)。創新工場創辦人李開復指出，從技術上來說，在未來 15 至 20 年內，美國有 40% 至 50% 的工作可以被自動化，「AI 將取代大量的人類工作，是一項黑暗的事實」(林淑慧, 2018)。

2018年入學的孩子在2030年就是年輕的成人了。學校一直面對持續增強的要求，包括培育學生能因應經濟、環境與社會急遽變遷，能夠勝任尚未被開創的工作、能夠使用尚未被發明的技術，以及有能力解決尚未被預測出來的問題。教育要能裝備學習者具有自主行動力，形塑自己生活的核心能力與使命感，以及為他人做出貢獻。因此，改變勢在必行。(OECD, 2018, p. 2)

縱覽上述可知，隨著時代及社會的快速變遷，學校課程規劃須有前瞻遠見的未來視野，並且任何關於未來人才需求的討論都必須與對未來課程的討論同步齊觀。以下簡介幾個重要的國際組織，以及我國十二年國教總綱為了涵育新世代公民所提出的未來的學習架構：

一、P21的《21世紀學習架構》

美國因為擔憂現行教育制度無法培養出未來世界需要的人才，早在2002年便會同蘋果、微軟、戴爾等數十個企業及民間組織與美國教育部合作，啟動P21，並於2007年公布《21世紀學習架構》，目前其網站上公布了2019版本的學習架構，如圖2所示。圖中彩虹外環呈現的是學生的學習結果，是學生在未來工作和生活中必須掌握的知識與技能。其中，「生活與職涯技能」包含靈活性與適應性、主動性與自我導向、社會與跨文化技能、生產力與問責性、領導與負責；「資訊、媒體與科技技能」包含資訊素養、媒體素養，以及資訊、通信和科技（ICT）素養；「學習與創新技能」包含創造力與創新、批判思考與問題解決、交流溝通與協同合作。此三大面向的落實都必須以「3R核心學科與21世紀主題的學習」為基礎，如彩虹的內環所示。而核心學科包含英語、閱讀或語言藝術、世界語言、藝術、數學、經濟學、科學、地理、歷史、政府和公民。另外，學校必須將21世紀跨學科主題融入核心學科進行教學，以促進學生對學科內容達到更高層次的理解，包括：1.全球意識；2.金融、經濟、商業和創新創業素養；3.公民素養；4.健康素養；5.環境素養等主題（Partnership for 21st Century Learning, 2019）。

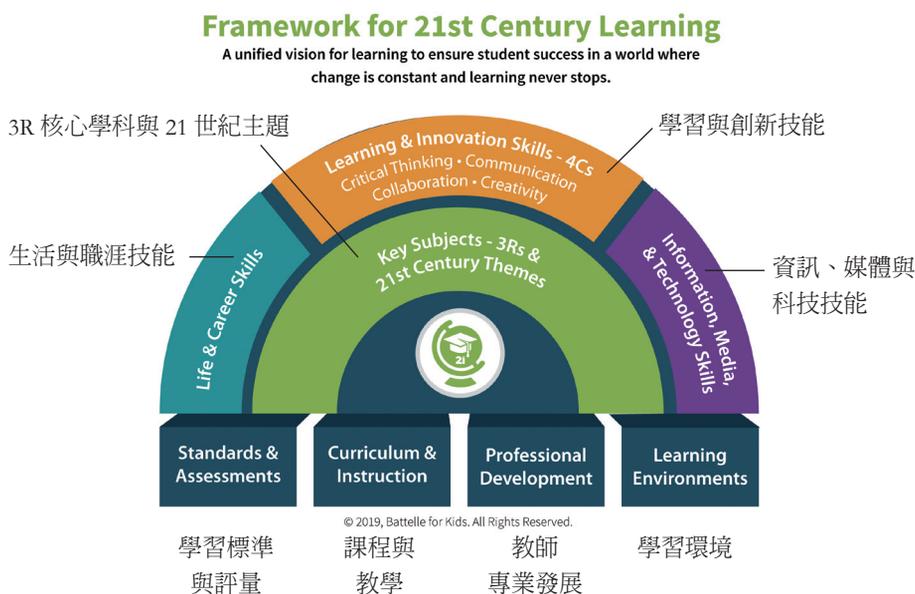


圖 2 21 世紀學習架構

資料來源：Partnership for 21st Century Learning (2019)。

圖中底座部分呈現四個支援系統，包括 21 世紀核心素養的「學習標準與評量」、「課程與教學」、「教師專業發展」及「學習環境」，它們構成了 21 世紀核心素養實施的基礎。值得一提的是，這個框架還有兩個重要特點：一是體現素養教育過程與結果的結合，二是重視支援系統在 21 世紀學習框架中的作用（師曼等人，2016）。

二、UNESCO 的教育研究與遠見工作報告

Scott 於 2015 年提交給聯合國國際文教組織（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO）的《教育研究與遠見工作報告》（*Education Research and Foresight: Working Paper*），以〈未來的學習〉（“The Future of Learning”）為篇名，共有 3 篇，分別涉及「為何在 21 世紀的學習內容與方法須改變？」、「21 世紀需要什麼樣的學習？」、「21 世紀需要什麼樣的教學？」等三個課題，茲歸納出以下主要論點，如表 1。

表 1 21 世紀未來學習的能力

主題	21 世紀能力
1.21 世紀學習內容與方法須改變的理由	<ol style="list-style-type: none"> 1.因應正式教育的功能及學生特性的改變 2.全球職場的勞動力趨勢與所需工作技能，當前對學生的培育課程並未妥適回應與涵蓋 3.經濟及全球潛在的危機，讓人質疑今日的學生並未具備未來就業市場所需的批判思考、創造力及協作溝通等能力
2.21 世紀需要的能力	<p>培養上述的批判思考、創造力及協作溝通等能力：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.須透過個人化、協同合作、溝通、非正式學習、生產性活動及內容創造等學習過程技能 2.個人技能，如主動性、彈性、責任感、冒險性及創意 3.社會技能，如團隊合作、網絡連結、同理心與共感性 4.學習技能，如管理、組織、後設認知技能，以及雖然失敗，還是能勇往直前
3.21 世紀需要的教學	<ol style="list-style-type: none"> 1.參與式學習 (participatory learning) 2.個人化及客製化學習 (personalize and customize learning) 3.專案學習及問題導向學習 (project and problem-based learning) 4.協同及溝通學習 (collaboration and communication) 5.專注及有動力的學習者 (engage and motivate learners) 6.創造及創新學習 (creativity and innovation) 7.使用適當的學習工具 (appropriate learning tools)

資料來源：整理自 Scott (2015a, 2015b, 2015c)。

三、OECD 的「2030 年學習架構」及「幸福 2030 年」

OECD 在 2015~2018 年間開始廣泛與許多國家、地區和專家合作建構 2030 年的學習架構，並進行跨國課程分析，終於在 2018 年 5 月公布《未來的教育與能力：教育 2030》報告書，於其中指出：

未來做好充分準備的學生是革新的推動者，他們可以對周遭環境產生正向影響，影響未來，理解他人的意圖、行動和感受，並且能預先考慮到他們所做的行為的短期和長期後果。(OECD, 2018, p. 4)

據此，OECD「2030 年教育」(Education 2030)計畫的利害關係人共同發展了「學習指南針」，顯示了年輕人航行在當今和未來世界中所須具備的能力。

由 OECD 架構的「學習指南針」可知，能力的概念不僅意味著習得知識與技能，它更涉及了動員知識、技能、態度和價值觀以符應複雜的需求。其中，知識包括學科知識、跨學科知識、認識論和程序性知識。技能包含認知與後設認知技能（批判思考、創造性思考、學習如何學習、自我監控）、社會和情緒技能（同理心、自我效能、協同合作）、實作與身體技能（運用新知識、通信技術設備）。這些廣博的知識和技能的運用必須透過態度和價值觀（例如：動機、信任、尊重多樣性和美德）加以調節，而態度和價值觀可以從個人、地方、社會和全球層面觀察得知。關於改善社會和形塑未來的能力面向，建基於 OECD 提出的關鍵能力報告，「2030 年教育」更確立了另外三項能力：創建新價值、調解緊張和兩難困境、承擔責任，此三項能力即為「轉化的能力」，可以滿足成為創新、負責任和明智青年的需求，而發展這些能力本身的能力通常是透過反思、預期和行動等一系列過程來學習。

至於 OECD 建構的「幸福 2030 年」（Well-Being 2030）的意涵，在「數位智能研究中心」（Digital Intelligence Institute, DI）和 OECD 共同發展的「標準的數位素養架構」（standard digital literacy framework）中有清晰的說明。除了 OECD 原先提出的知識、技能、態度、價值觀和建基於關鍵能力之上的三項轉化能力之外，更加入了數位素養的元素，如此方能航向富有彈性、創新、永續的幸福未來。

四、歐盟的終身學習的八大關鍵能力

爲了增進歐盟的統合力及競爭力，並讓人民有更好的工作與更好的社會凝聚力，歐盟在 2006 年公布《終身學習關鍵能力：歐洲參考架構》，提出了關於未來教育必須提供民衆具備終身學習的八大關鍵能力，而後隨著時代的快速變遷，歐盟復在 2018 年提出了新關鍵能力，其內容架構如圖 3 所示。由圖 3 可知，八大關鍵能力分別爲：1.多元語言溝通能力；2.讀寫基本能力；3.文化意識與表達；4.創業創新精神；5.公民素養；6.個人、社會和學習能力；7.數位能力；8.科學、技術、工程和數學能力。

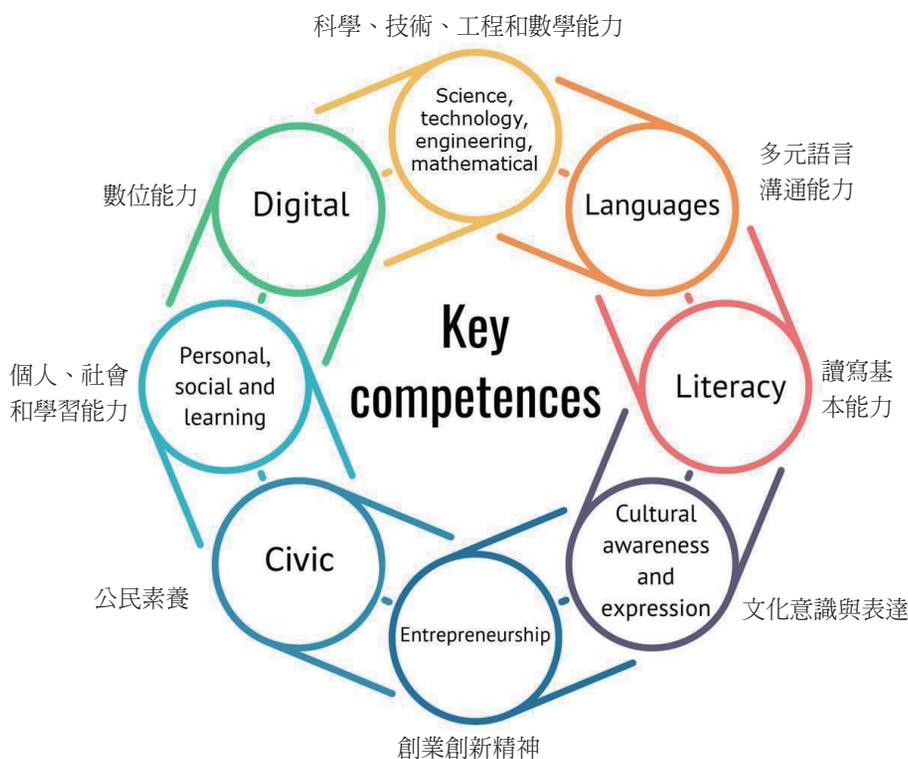


圖 3 歐盟新關鍵能力

資料來源：European Commission (2018)。

此外，歐盟於 2016 年又針對「主動性與創業創新精神」關鍵能力提出《創業創新能力架構》，其內涵將於本文表 4 中介紹。

五、臺灣的十二年國民基本教育課程總綱

臺灣的十二年國民基本教育課程總綱，受到上述幾個涵育新世代公民的架構之啓發，特別標舉三面九項「核心素養」。檢視三面九項的用詞和內涵，可知其實核心素養一詞與歐盟、OECD 關鍵能力 (competences) 的意涵是一致的。然而，Partovi (2018) 的批評，似乎同樣可用來反思：仔細檢視總綱表列的部定課程領域／科目，可以看到期待教師傳授的是與一百年前相雷同的科目——國語文、數學、自然科學、社會、藝術、

健體、綜合等領域／科目。當前關於未來教育的論辯大多聚焦在改變教學方式，在課堂上擁抱數位科技等，卻很少論辯教學內容的更新與改變。其實，任何關於未來工作的討論都應該與未來課程的規劃併同考量。

不過，臺灣這波課綱寄望的校訂課程，鼓勵選擇統整性主題／專題／議題探究，給予「未來的學習」相當寬廣的實踐空間。因此，若能前瞻孩子從大學畢業後的社會趨勢，妥善規劃涵育新世代所需的公民遠見課程，就能系統化地回應前述各國際組織所倡議「未來的學習」與「未來智能」（intelligence for futures）等論述。

六、小結

綜覽 P21、UNESCO、OECD、歐盟、紐西蘭、加拿大及日本等，對關鍵能力和未來教育的想像、規劃，並以紐西蘭的「聚焦未來」一詞為發想，本研究嘗試以「未來智能」為核心概念，整合出「公民遠見課程」的主題軸，如圖 4，包括「未來永續思維」、「創業創新精神」、「全球在地視野」、「社會設計行動」等四大主題軸。其中，UNESCO 比較沒有強調「社會設計行動」，本研究是檢視及參考上述諸個涵育新世代公民的架構後特別標舉出來的。從人的需求及社會共好的理念出發，設計出具體的情境規劃或物件、交流或交換的平臺，或是抽象的機制或觀念傳播等，這是新世代公民很需要的未來學習。

再者，P21、OECD、歐盟、臺灣的十二年國教及紐西蘭對涵育新世代公民所提出的未來學習架構均提及了「數位近用素養」的概念，本研究認為其為新世代公民必須裝備的能力，也是公民遠見教育之脈絡根基，因此，本研究將「數位近用素養」標註於地球儀的基座，如圖 4 所示，藉以彰顯其根基性與重要性。由於臺灣數位科技及教育向來居於全球領先地位，同時對於數位近用素養議題已經有相當豐富的研究成果，本研究就不再針對此議題詳加說明及探究。

本研究以此四大主題軸為標的，仔細對照比較上述諸個涵育新世代公民的架構或方案，再次確認其在強調未來學習的架構中，被涵蓋及倡議的情形（如表 2）。其中，臺灣十二年國教總綱的核心素養，涵蓋創

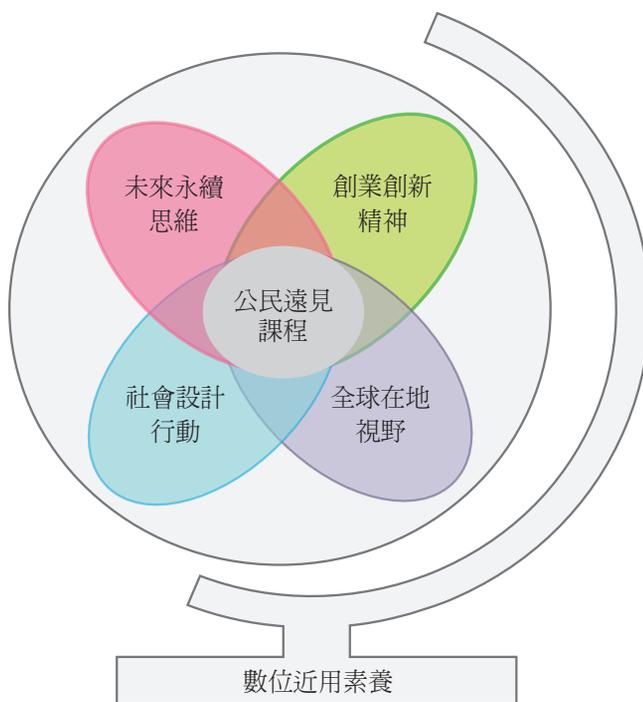


圖 4 本研究定義之「公民遠見課程」的主題軸

表 2 重要國際組織及我國十二年國教總綱提出的涵育新世代公民學習架構的倡議情形

主題軸	P21 Framework for 21st Century Learning	UNESCO The Future of Learning	OECD Learning Framework for 2030 及 Well-Being 2030	歐盟 Key competence for lifelong learning	臺灣十二年國民基本教育課程綱要之核心素養	紐西蘭 Future Focus
未來永續思維	■	■	■	■	■	■
創業創新精神	■	■	■	■	▲	■
全球在地視野	■	■	■	■	■	■
社會設計行動	■	□	■	■	▲	▲

註：■代表涉及該主題軸；▲代表有涉及到，但是強度較弱；□代表未涉及該主題軸。

業創新精神、社會設計行動等面向的情形，比較不明晰，推測其因，可能是預設各領域綱要會融入，或是預期各級學校可利用校訂課程的空間，做系統化規劃與實踐。

參、「公民遠見課程」之學習內容

一、建構過程

本研究主要採用文獻探討、專家焦點座談及專家訪談等研究方法進行。如第貳部分的文獻探討及歸納，本研究歸結出「公民遠見課程」學習內容，包含未來永續思維、創業創新精神、全球在地視野、社會設計行動等四大主題軸。每個主題軸的核心概念，先融會文獻探討，擬定出初稿後，再以3次專家焦點座談和1次專家訪談，⁶確定其核心概念。茲將歷次專家焦點座談及訪談的日期、參與學者專家的背景，以及主要修正要點，呈現如表3。

二、核心概念之闡釋

茲以上述綜合歸納出的「公民遠見課程」四大主題軸為架構，參佐文獻資料進一步闡釋其所涵蓋的核心概念及意涵，如後：

（一）未來永續思維（futures & sustainable thinking）

本研究綜合文獻及專家焦點座談，所建構的「未來永續思維」核心概念，包括脈絡趨勢、願景選擇、平衡永續等三項。

就脈絡趨勢而言，思考或預測可見的未來是未來研究（futures studies）的重要行動之一，它有助於我們跳脫當前的困境與不確定性。Dator（1998）認為每一個人都可以是未來學家，我們的社會文化應轉

⁶ 本研究特別進行一場專家訪談，是因為受訪的該名專家無法配合專家焦點座談的時間，但是該專家教授在公民與社會領域擁有極為豐富的經驗，深入參與十二年國教公民與社會課程綱要之規劃，其學養和經驗對本研究具有重要意義，故特別央請其接受個別專家訪談。

向重視未來，以不變應萬變的態勢已然過時，「未來即是當下」的思維更是框限了應變能力，唯有發現和創造我們想要的未來，才能超越「當下鐵牢籠」。簡言之，具備未來思維才能駕馭變遷的海嘯。未來研究常用的是 3P 取向 (Bell, 2003)，其包括了顯性的 3P 與隱性的 3P。其中，

表 3 專家焦點座談及專家訪談後主題軸及核心概念之主要修正要點

日期	專家教師之背景	主要的修正要點
專家焦點座談 (一) 2020 年 4 月 9 日	邀請對於未來學研究、課程與教學設計、全球化教育及地方創生有專精研究的專家教師共 5 名。	<ol style="list-style-type: none"> 1.將未來永續思維的因果關聯、前瞻選擇及平衡永續等四項核心概念調整為「脈絡趨勢」、「願景選擇」及平衡永續。 2.將創業創新精神的產業變革、創新資源及地方創生等三項核心概念修正為「創業精神」、創新資源及地方創生。 3.將全球在地視野的本土認同、全球關連及在地實踐等三項核心概念修正為「多元價值」、全球關連及在地實踐。 4.將社會設計行動的人本關懷、跨域合作及系統思考等三項核心概念修正為「需求關懷」、跨域合作及「公民實踐」。
專家焦點座談 (二) 2020 年 5 月 11 日	邀請中小學的現職校長、主任及現場教師共 5 名。	全球在地視野的全球關連核心概念應重視在地和全球的連結，並強調此兩者間存在的生命共同體的關聯性。
專家焦點座談 (三) 2020 年 6 月 22 日	邀請對於世界公民教育、國際教育、多元文化教育、社會領域課程與教學等有專精研究的學者專家共 5 名。	<ol style="list-style-type: none"> 1.創業創新精神的創業精神核心概念應涵蓋「創業家」精神。 2.全球在地視野的在地實踐核心概念應包含「國際處境的理解及聲援」內涵。
專家訪談 2020 年 6 月 24 日	邀請參與十二年國教公民與社會課程綱要規劃之專家教授 1 名。	<ol style="list-style-type: none"> 1.將全球在地視野的多元價值、全球關連及在地實踐等三項核心概念的順序調正為全球關連、多元價值及在地實踐。 2.將社會設計行動的需求關懷、跨域合作及公民實踐等三項核心概念修正為「需求肯認」、跨域合作及「公民參與」。

顯性的 3P 為可見的未來 (probable futures)、可能的未來 (possible futures) 和可欲的未來 (preferable futures)；隱性的 3P 則為研究現在 (present) (最近的變遷及思考我們條件的新方法)、研究過去 (past) (歷史的前瞻及如何轉變它們) 和激勵全景 (perspective) (推進整合、概述、系統思考及宏觀的視野)，發展這些能力與思維已成為必要的態度 (陳國華，2015；陳瑞貴，2014)。因此，未來研究已經開始發展出從預測最可見的未來到描繪可能的未來情節的方法，例如：最佳的可能、最佳的可見、最糟的可見及最糟的可能。在複雜性漸增的世界裡，人們必須嘗試知覺現在的趨勢，關注的趨勢也必須從被動的可見與可能未來的預測，轉換為提倡渴望未來的形成。以上為本研究建構之「脈絡趨勢」核心概念的深層意涵。

就願景選擇而言，人們嘗試知覺當前趨勢，關注的趨勢從被動的可見與可能未來的預測，轉換為提倡渴望未來的形成，此即涉及了願景選擇。加拿大政策視界辦公室 (Policy Horizons Canada) 是加拿大中央政府組織中的研究機構，其任務是協助政府預見新政策與議題所帶來的挑戰和機遇，並以各種方法試驗、強化政府政策的韌性。在政府和其他組織專家的積極參與下，該機構確立了造成變革的關鍵因素，偵測意外的潛在性，探索接近真實的未來情景 (scenarios)，並揭示了關鍵的新興政策帶來的挑戰和機遇 (胡祐瑄，2019；Policy Horizons Canada, 2016a)。該機構於 2016 年提出了策略性遠見方法 (horizons strategic foresight method) 的 7 個步驟，依序為：1. 界定當前問題的範疇 (frame the problem)；2. 揭露當前的假設 (surface current assumptions)；3. 掃描有潛能導致巨大改變的微弱信號 (scan for weak signals)；4. 繪製包括關鍵節點與其關係的系統地圖 (map the system)；5. 選擇變革的驅力 (select change drivers)；6. 發展各種想望的未來情景 (develop scenarios)；7. 測試假設和辨認出挑戰 (test assumptions and identify challenges) (Policy Horizons Canada, 2016b)。由前述的策略性遠見方法可知，各種情景的發展、測試及選擇即是願景選擇的歷程，關乎著形構想望的未來，其實為發展未來永續思維的關鍵知能。

就平衡永續而言，願景選擇必須考量其是否兼顧永續發展（sustainable development），進而開創可欲的、更好的未來生活。然而，何謂永續發展？永續發展的概念在1987年聯合國舉辦的World Commission on Environment and Development（WCED）被提出後，即受到世界各國的重視，聯合國在《我們共同的未來》（*Our Common Future*）報告書中將永續發展定義為「既滿足當世代的需求，也不危及未來世代滿足其需要的發展概念」（WCED, 1987），其主要目標為顧及「環境保護」、「經濟發展」與「社會公平」等三個面向議題之均衡發展。而後，聯合國又於2015年頒布了17項永續發展目標，成為各成員國跨國合作的指導原則。簡言之，永續性代表的是多元發展的價值及世代之間的正義。未來思維與永續發展在理念上有其共通性與關聯性，當人們在論述未來世界時不能忽視其永續發展，當人們在討論永續發展議題時也是希望能開創更美好的未來，兩者是相輔相成、共生共存的概念。

綜合言之，未來永續思維的本質是前瞻性的訓練，幫助個人及組織培養新的競爭力或新技能。此外，其亦可以幫助人們擁有創新創造的能力，創造更有效的策略，進而改變未來。然而，這並非意指未來思維可以協助人們更正確地預測未來或擬訂正確的策略，而是使用正確的工具與加強人們的自信心，描繪社會發展的趨勢，包括設計各種不同的可能未來，並且解釋它們之間的相互關係，促使社會變遷的速率和方向能符合人類的願望，進而開創想望的、永續的及更好的未來（吳姿瑩，2014；陳瑞貴，2014）。

（二）創業創新精神（entrepreneurship）

本研究建構的「創業創新精神」包括創業精神、創新資源、地方創生等三項核心概念。

就創業精神而言，Zhao（2012）在《頂級學習：培育學生的創造力與創業精神》（*World Class Learners: Educating Creative and Entrepreneurial Students*）專書導論中，將PISA各參與國的數學測驗平均成績，與「全球創業觀察」（Global Entrepreneurship Monitor, GEM）調查中「自評

創業創新技能」(perceived entrepreneurial capability)的成績以簡易長條圖呈現，發現這兩者之間驚人的負相關，意即：PISA 數學測驗平均分數愈高的國家，其國民自評的創業技能分數就愈低。在 PISA 參與國中，新加坡、韓國、臺灣和日本等 4 個東亞國家在數學測驗上名列前茅，然而，這 4 個國家在 GEM 的國民自評創業創新技能成績卻是敬陪末座（陳婉琪，2016）。Zhao 認為這種國家層級的負相關代表著兩者的背後可能有共同的關鍵影響因素——培育出考試高分的教育制度及社會環境，同時也是壓抑創造力與創業創新精神的教育過程。Zhao (2012) 進一步以當今社會的趨勢論證工作定義的轉變，他指出「面對這個早已改變的世界，多數人看待工作的舊心態已不再適用，工作並不是非得靠找來的，而是需要自己去創造」，他也藉此說明了創業創新精神的重要性。

然而，究竟創業創新精神的內涵為何？瑞士洛桑管理學院 (IMD) 發行的《世界競爭力年報》(World Competitiveness Yearbook, WCY)，將創業創新精神界定為「創業精神在於創新的價值，在創新過程中，創業家有效地利用資源，創造新產品或服務的機會，來產生新的財富創造能力，為市場創造出新的價值」（王皓怡，2017）。由此定義可知，WCY 對於創業創新精神的看法較為著重經濟財富層面。丹麥的創業創新基金會青年創業組 (Foundation for Entrepreneurship-Young Enterprise, FFE-YE) 指出「創業創新精神是指人們根據機會和想法採取行動，並且這些行動對他人可能會產生金融、文化或社會層面等方面的價值」（Vestergaard et al., 2012）。Zhao (2012) 則從更宏觀的角度界定創業創新精神，為「以原創的、過去從沒學習過的方式來解決各種問題，包括『在現有職缺中找不到合適工作』的問題」，而非狹義地定義為新創事業的行為。要言之，廣義的創業精神亦包含了創業家精神。綜合上述，本研究認為創業精神應為能覺察人們的需要及自身優勢、勇於冒險、敏覺及把握能創造價值的機會，以創新規劃個人的生涯發展。此外，能洞察社會當前的工作市場現況與未來趨勢，勇於提出變革的行動方案，以為社會創造新價值。

表 4 歐盟建構之創業創新精神的概念模型

領域	能力	內涵	說明
1.想法與機會	1.1 識別機會	利用個人的想像力和能力來識別能創造價值的機會	1.透過探索社會、文化和經濟，識別並抓住創造價值的機會 2.識別需要被滿足的需求和挑戰 3.建立新的連結和匯集分散的要素，藉以創造開創價值的機會
	1.2 創新	產生創新的和有目的性的想法	1.發展創造價值的若干想法和機會，包括解決現存和新挑戰更好的解決方法 2.探究並試驗創新的方法 3.結合知識和資源，達到有價值的結果
	1.3 願景	努力實現個人對未來的願景	1.想像未來 2.制定願景，將想法付諸行動 3.想像未來的情節，藉以引導自身努力和行動的方向
	1.4 評估想法	充分利用想法和機會	1.判斷社會、文化和經濟方面的價值 2.認出創造價值的可能性和想法，並且識別出可以充分利用這些可能性和想法的合適方法
	1.5 倫理與永續思維	評估想法、機會和行動的後果和影響	1.評估想法的後果，以及創業創新行動對於目標社區、市場、社會和環境的影響 2.反省社會、文化和經濟的長期目標，以及選擇的行動方針是否具備永續發展性 3.負責任地行動
2.資源	2.1 自我意識和自我效能感	相信自我和持續發展	1.從短期、中期和長期反思自己的需求、志向和需要 2.識別和評估個人及團隊的優勢和劣勢 3.相信自己具備影響事件進程的能力，儘管存在不確定性、挫折和暫時的失敗
	2.2 動機和堅持不懈	保持專注和不放棄	1.具備將想法付諸行動的決心，以及滿足自我實現的需求 2.準備好具備耐心地不斷嘗試，以實現個人或組織的長期目標 3.在壓力、逆境和暫時失敗時持續保持彈性

(續)

表 4 歐盟建構之創業創新精神的概念模型（續）

領域	能力	內涵	說明
2.資源	2.3調集資源	收集和管理個人所需的資源	1.獲取和管理將想法付諸行動所需的素材、非物質和數位資源 2.充分利用有限的資源 3.獲取和管理任何階段所需的能力，包括技術、法律、稅務和數位能力
	2.4金融和經濟能力	發展融資和經濟的知識	1.估計將想法轉化為創造價值的活動所需的成本 2.隨著時間的推移，計劃、落實和評估財務決策 3.管理融資以確保個人的價值創造活動可以長期持續
	2.5調集其他利害關係人	激勵、鼓舞和吸引他人加入行動	1.激勵和鼓舞相關的利害關係人 2.獲得實現有價值的結果所需的支持 3.展示有效的溝通、說服、協商和領導
3.行動	3.1採取主動	主動行動	1.開始創造價值的進程 2.接受挑戰 3.獨立行動和工作以實現目標，堅持不懈自身的意圖並執行計劃好的任務
	3.2計劃和管理	確立優先順序、組織計畫和後續流程	1.設定長期、中期和短期目標 2.定義優先順序和行動計畫 3.適應預料之外的變化
	3.3處理不確定性、模糊性和風險	做出處理不確定性，模糊性和風險的決策	1.當決策的結果充滿不確定性、獲取的資訊是片面的或模糊的，或是存在非計畫結果的風險，做出決策 2.在創造價值的過程中，包括早期的測試想法和原型的結構性方法，盡可能降低導致失敗的風險 3.立即和靈活地處理快速變動的情況
	3.4與他人合作	組成團隊、協作與網絡	1.與他人共同努力及協同合作，以發展計畫並將之付諸行動 2.社群網絡 3.必要時，積極地解決衝突並正向地面對競爭
	3.5通過經驗學習	做中學	1.利用任何價值創造的行動作為學習機會 2.和他人一起學習，包括同儕和導師 3.反思並從成功和失敗中學習

資料來源：European Commission（2016）。

就創新資源而言，歐盟參考 Vestergaard 等人（2012）對於創業創新精神的定義，於 2016 年發布了《創業創新能力架構》，界定出創業創新能力的三大領域：想法與機會、資源、行動，並闡釋了 15 項具體的創業創新能力。而後，歐盟又建構「創業創新能力概念模型」（如表 4），用以說明 15 項創業創新能力之具體內涵。仔細研讀其內涵，第二大領域「資源」便提及了資源的調集、整合與創新，其中亦包括利害關係人的跨域合作。要言之，培養學生調集、整合及創新利用資源，是涵養其創業創新精神的重要知能。

就地方創生而言，此名稱發源於日本，其中心思想為「地、產、人」三位一體，亦即希望地方能結合地理特色及人文風情，讓各地發展出最適合自身的產業（高啓霈，2018）。地方創生的推行在臺灣並非從無到有，各地蓬勃發展的社區營造即為地方創生的雛形。舉例而言，國家發展委員會為協助地方政府挖掘在地文化底蘊，形塑地方創生的產業策略，自 2016 年起便推動「設計翻轉、地方創生」計畫。圖 5 即為該計畫之概念圖，藉由盤點各地「地、產、人」的特色資源，以「創意、創新、創業、創生」為策略，進行規劃，開拓地方深具特色的產業資源，引導優質人才專業服務與回饋故鄉。透過地域、產業與優秀人才的多元

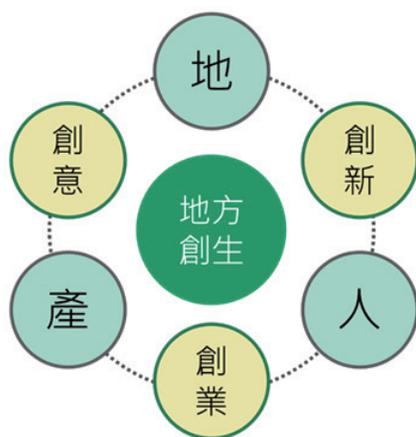


圖 5 「設計翻轉、地方創生」概念圖

資料來源：國家發展委員會（2016）。

結合，以設計手法加值運用，帶動產業發展及地方文化提升，使社區、聚落及偏鄉重新形塑不同以往的風華年代，展現地景美學並塑造地方自明性（國家發展委員會，2016）。

綜上可知，探索所處社區的社會、文化和經濟現況，盤整地、產、人等各項資源，匯集散落各處的獨特要素，以創意、創新及創業為策略，建立新的連結，以辨識並掌握創造價值的機會，實為推動地方創生必須具備的重要知能，亦帶出創業創新精神的外溢實踐與生涯加值。

（三）全球在地視野

本研究建構的「全球在地視野」包括全球關連、多元價值、在地實踐等三項核心概念。

就全球關連而言，在全球化的社會中，由於全球關連的特性，使得各種議題的影響力及散布，更具全球普遍性且更鮮明；而這些全球議題的解決方針不能忽視全球一體（global unity）的全球化特性，亦即必須放置在全球架構中（global scale）思考方得以解決（Kniep, 1985）。聯合國在2015年發布《翻轉我們的世界：2030年永續發展方針》（*Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*），針對所有國家都面臨的全球相互關連問題，從積極實踐平等與人權的角度出發，具體規劃出17項永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）及169項追蹤指標，作為2030年以前，成員國跨國合作的指導原則。仔細審議17項永續發展目標之內容可知，它同時兼顧「經濟成長」、「社會進步」與「環境保護」等三大面向，展現規模與企圖心。以下簡述其內容：

- 1.終結貧窮：消除各地一切形式的貧窮。
- 2.終結飢餓：消除飢餓，達成糧食安全，改善營養及促進永續農業。
- 3.健全生活品質：確保健康及促進各年齡層的福祉。
- 4.優質教育：確保有教無類、公平及高品質的教育，並且提倡終身學習。
- 5.性別平權：實現性別平等，並賦予婦女權力。
- 6.潔淨水資源：確保所有人都能享有水、衛生及其永續管理。
- 7.人人可負擔的永續能源：確保所有的人都可取得負擔得起、可靠的、永續的及現代的能源。
- 8.良好工作及經濟成長：促進包容且永續的經濟成長，

達到全面且有生產力的就業，讓每一個人都有一份好工作。9.工業化、創新及基礎建設：建立具有韌性的基礎建設，促進包容且永續的工業，並且加速創新。10.消弭不平等：減少國內及國家間不平等。11.永續城鄉：促使城市與人類聚居地具包容、安全、韌性及永續性。12.負責任的生產消費循環：確保永續消費及生產模式。13.氣候變遷對策：採取緊急措施以因應氣候變遷及其影響。14.海洋生態：保育及永續利用海洋與海洋資源，以確保永續發展。15.陸域生態：保護、維護及促進領地生態系統的永續使用，永續的管理森林，對抗沙漠化，終止及逆轉土地劣化，並遏止生物多樣性的喪失。16.公平、正義與和平：促進和平且包容的社會，以落實永續發展；提供司法管道給所有人；在所有階層建立有效的、負責的且包容的制度。17.全球夥伴關係：強化永續發展執行方法及活化永續發展全球夥伴關係（United Nations, 2015）。

就多元價值而言，在全球化浪潮的襲捲下，文化霸權、文化瀕危、消失及交融的現象在生活周遭隨處可見，因此必須涵養學生具備以下三項知能，藉以維護並保存這些多元文化及價值。首先，面對這些日益豐富的多元文化，學生必須具備文化理解的知能；其二，學生必須具備跨文化素養（intercultural competence），對於不同文化的族群和個體給予尊重與同理；第三，學生必須具備維護多元價值的知能，並能以具體行動加以實踐（十二年國民基本教育課程綱要綜合型高級中等學校——語文領域：英語文，2018，參見附錄二：議題適切融入領域課程綱要）。

就在地實踐而言，由於全球關連的特性，英國克蘭菲爾德大學管理學院教授 David Grayson 指出當前世界有明顯的“VUCA”現象：volatile（易變）、uncertainty（不確定）、complex（複雜）、ambiguous（模糊），諸如氣候變遷、貧富懸殊、資源耗竭、階級衝突等超大挑戰，這些議題都無法靠政府、企業或非營利組織等單一角色應付，需要更多跨領域合作（高宜凡，2015；Grayson & Nelson, 2013）。此外，在全球化的現實與趨勢中，大部分在地議題都有其全球化的根源與脈絡，換言之，全球化的發生是以在地化的形式展現，而在地化的運作又內含全球化的作用，兩者在分析上雖然是一雙向過程，但實際上應視為一個整體

來看待，兩者間之關係既依賴又自主，構成一體的兩面（徐偉傑，2003）。因此，任何全球議題的解決都必須在各個國家／社區中被具體化探討及逐步解決，即便部分全球議題未危及自己的國家，我們也必須發起聲援國際的行動，此即全球在地實踐（glocal action）的核心意旨。確切言之，全球議題唯有在全球在地視野中方能被完整觀照，必須靠累積許許多多的全球在地行動方得舒緩。

此外，愈能在地實踐普世價值，維護和發展地方特色的，愈受國際矚目，吸引更多的觀摩、觀光、交流和學習活動，這也是「愈在地化，就愈國際化」的真諦；反之亦然，透過校內、校外及國際的議題體驗和文化交流活動，更能激發學生對照、反思，並從中發現自己對本國或對他國之全球議題的責任和可貢獻的作法。

（四）社會設計行動

本研究建構的「社會設計行動」包括需求肯認、跨域合作、公民參與等三項核心概念。

以需求肯認而言，社會設計（social design）一詞最早是出自於設計理論家 Victor Papanek 於 2005 年出版的《為真實世界而設計》（*Design for the Real World*）專書，他認為設計最終應是「為社會而設計」，並從設計中創造社會影響力。人們在了解自身所處社會遭遇的問題後，透過設計思考（design thinking）或跨領域的交流合作，共同找出解決方案，進而讓社會更美好（左腦創意，2016；張維仁，2016；陳東升，2013）。換言之，設計思考提供了社會設計一套清楚的思考架構，而號稱世界上獲得最多大型設計獎的 IDEO 公司的總裁 Brown（2008）指出設計思考是以人為本的設計精神與方法，考慮人的需求、行為，同時也考量科技或商業的可行性。因此，社會設計也必須是以人為核心，從人的需求出發，甚至，嚴謹正視及關照人的需求，故本研究將「需求關懷」、「需求肯認」列為社會設計的首要核心概念。本研究採取後者的語彙，因為「肯認」意味著認知到人的需求，並且認真嚴謹因應，比「關懷」更能表達積極面對處理人的需求。

以跨域合作而言，Papanek（2005）在論述社會設計的概念時也曾

提及跨領域交流合作的重要性。由於社會設計的最終目的在於解決自身所處社會所遭遇的問題，進而開創更美好的社會，因此，發起社會設計行動時必須投入更多研究，釐清各個利害關係人或社群所扮演的角色及抱持的立場，並匯集關鍵的利害關係人進行同理、溝通與協商，重新定義其需求與福祉，方能更確定問題解決、改良或創新的方向。其次，人們所遭遇的社會問題，往往複雜度高，涉及各種專門學問、各個公司部門，須從不同角度運用知識與資源，完整分析問題的全貌，方得以創造新觀點、新價值，以規劃可行的解決問題途徑。

以公民參與而言，由於社會設計是一種實際且創意的問題解決方案，藉以改善問題及未來的行動，在社會設計的這個概念下，人人都可以是設計師，都可以投入設計運動，因此，社會設計可謂是公民參與的具體展現，從肯認利害關係人的需求出發，透過腦力激盪，發想各種可能的創意解決方案，並經由價值判斷，選擇所要測試的方案原型。社會設計的產物可以是具體的情境規劃或物件、交流或交換的平臺，亦可以是抽象的機制或觀念傳播。在方案測試後，須檢視測試結果，對照不同視角及想法，重新定義利害關係人的需求與福祉，不斷改善精進解決方案，並號召更多公民參與改造行動。茲將社會設計產物的形式說明如下：

1. 社會設計的產物可以是具體的情境規劃或物件

葉韋伶等人（2017）有感於培養學生具備社會設計知能的重要性，因而興起將社會設計引進學校公民教育的構思。他們邀請新北市淡水區忠山國小師生、行政人員、學生家長及周遭居民一起參與老舊破落的校園環境改造。此項「改造自身所在空間」協同合作研究計畫，旨在增進校園環境與空間使用者之間的意義性連結。在設計思考的發現問題階段，經過學校條件 SWOT 分析、問卷調查和隨機訪談後，忠山國小的全體師生與家長最終選擇以改造校園內的「忠山小棧」為實踐方案。在設計思考的詮釋問題階段，經過多方觀察與調查後發現，利害關係人所察覺到的問題，可以歸類為硬體建築及空間美感等兩大類。硬體建築所提及的問題包含屋頂漏水、地面積水、油漆斑駁、地磚脫落、走廊跟忠山小棧之間有一段缺乏屋簷遮蔽等缺失；空間美感方面則包括了柱子缺

乏美化裝飾、柱面油漆褪色、桌椅髒亂、屋頂上藤蔓叢生與缺乏花草綠化等。在設計思考的創新發想階段，經過全校性的問卷調查及精煉創意點子後，最終精煉出重新粉刷忠山小棧、搬來盆栽妝點綠意、進行加蓋遮雨棚、墊高地坪及掛上各國國旗等點子。在設計思考的試驗回饋階段，忠山國小全體師生根據精煉出的點子進行試驗施作，期間也邀請外部專家中原大學俞肇青教授共同進行協作。最後，忠山小棧原先存在的硬體建築和空間美感問題，經過社會設計行動後都逐步獲得解決，並且更為符合各利害關係人的使用需求。

2. 社會設計的產物可以是具體的交流或交換的平臺

彰化市南郭國民小學有 3 名四年級學生體察到東南亞移工的人口龐大，然而他們在臺灣仍像是被遺忘的一群。這 3 名學生因而展開問卷及田野調查，發現火車站是移工休假常去的地方，然而語言不通造成購票上的困難，因此，他們決定協助移工解決買票困境。2016 年，這 3 名學生與東南亞主題書店「燦爛時光」、彰化市新移民協會、彰化火車站及臺鐵局等機構單位聯繫及尋求協助，最終促成彰化火車站成為全國最友善移工的車站，不僅站內購票說明有四國語言，月臺廣播也加入了越南語，如此的行動實踐已經超越了設計思考，達到社會設計的範疇（盧諭緯，2016）。

3. 社會設計的產物可以是抽象的機制或觀念傳播

Good Design Award 是 1957 年於日本創設的一項國際產品設計獎項 (<https://www.g-mark.org/>)，它是「通過設計將人們的生活、產業和社會變得更加富足的一項社會運動」，期望通過評審及豐富的宣傳、推廣手段，幫助人們發現設計的種種可能性，拓展設計可以應對的、可以被活用的領域，致力於人人都能享受創造性生活的富足社會。2018 年度 Good Design Award 設計大獎的得主是來自奈良安養寺的住持——松島靖朗。他以「寺廟零食俱樂部」擊敗 SONY、YAMAHA、Panasonic、YKK 等亞洲知名企業的設計，成功獲頒堪稱亞洲設計最高榮譽的獎項。觸發松島創立寺廟零食俱樂部的是一則 28 歲單親母親與 3 歲兒子因貧困而餓死大阪家中的新聞。這則令人揪心的新聞讓他想到在日本傳統的

宗教觀念裡，民衆獻給寺廟的供品都是屬於神明所有，幾乎所有的饋贈都沒人食用，而是在有效期過了之後被丟棄。松島發想如果可以將這些餽贈提供給有需要的人，不僅能幫助生活疾苦的人們，也可減少資源的浪費，神明應該也會樂意！因此，他開始將這些餽贈轉送給貧困兒童和單親家庭，很多孩童有生以來第一次收到平時沒錢買的零食都萬分開心。漸漸地，其他地區的寺廟、周邊的學生和商家也加入了寺廟零食俱樂部的行動，甚至不同宗教派別也一起加入串聯合作。截至 2019 年 10 月，已經有 1,305 間寺廟和 453 個合作組織加入行動，每月接受零食的兒童數量也增加到約 9,000 個，累計有 10 萬多人獲得了援助。松島於接受採訪時表示：「讓更多的孩子能夠嚐到他們從來沒機會吃到的食物，感受到這個社會的善意，這就是寺廟零食俱樂部持續努力的最大動力」（王德蓉，2019；劉怡均，2018）。松島設計的食物分享平臺，正是社會設計精神的展現。當社會議題的解決與設計思考交會，開展出來的將不再只是一種設計改變社會議題的方法，更是一種改善世界的視野。

（五）小結

本研究透過文獻探討、專家焦點座談及訪談之方式，嘗試建構「公民遠見課程」中學習內容之主題軸及核心概念，歷經多次的激盪討論與修正後，本研究最終建構出「公民遠見課程」的四大主題軸及十二項核心概念，其內容詳如表 5 所示。然而，若欲作為建構成套的「公民遠見課程」之依循，尚須進一步明確界定每個核心概念之意涵。此外，建構不同層級的學習表現指標，也是本研究後續將持續努力的方向。

表 5 「公民遠見課程」之主題軸及核心概念

主題軸	核心概念
未來永續思維	脈絡趨勢、願景選擇、永續平衡
創業創新精神	創業精神、創新資源、地方創生
全球在地視野	全球關連、多元價值、在地實踐
社會設計行動	需求肯認、跨域合作、公民參與

肆、初步研究成果與前景

當前許多國家都已經體認到具備未來遠見的教育想像及思維的重要性，紛紛在課程綱要或教育改革政策中納入未來遠見的教育規劃，我國的十二年國民基本教育課程綱要總綱中也嘗試納入未來性的辭彙與精神。然而，這些課程文件卻未針對培養新世代公民具備未來遠見的思維能力進行系統化的綜整、詮釋和課程規劃。因此，本研究首先透過文獻探討，綜整各國提出的新世代公民必須具備的未來智能，而後再依據多次的專家焦點座談與訪談的結果進行修正與調整，最終建構出「公民遠見課程」的四大主題軸及十二項核心概念。茲將本研究的初步研究成果對十二年國教課綱和教科書設計的啟示，以及未來研究的前景說明如下：

一、對十二年國教課綱的啟示

若仔細檢視十二年國教總綱或國家教育研究院開發的相關課程文件，可以發現這些文件並未針對培養十二年國教階段的學生／新世代公民，所需具備的「未來、前瞻、遠見」等思維和能力，做系統化的詮釋與課程規劃。就長程的未來課綱規劃來看，本研究建構的公民遠見課程之主題軸及核心概念，可作為制訂新一輪課綱之思辨和參酌的起點；就短程的現有課綱融入來看，本研究的成果可融入當前課綱制定的三面九項素養中加以運用，例如：把「未來永續思維」的概念融入「A3 規劃執行與創新應變」；把「社會設計行動」的概念融入「A2 系統思考與解決問題」及「道德實踐與公民意識」；把「全球在地視野」融入「C3 多元文化與國際理解」；把「創業創新精神」融入「C2 人際關係與團隊合作」及「B3 藝術涵養與美感素養」，藉以提升素養學習的未來性及豐富度。

二、對教科書設計的啟示

由於教科書是學校教育的主要學習素材，若欲培養學生成為具備公民遠見的新世代公民，教科書的課程與教學設計就必須涵納能涵養學生

公民遠見的學習內容，這也說明了本研究對教科書設計和研究的重要性。就教科書設計而言，當前的具體做法是將公民遠見課程之四大主題軸融入教科書的相關單元或議題中，諸如：當前的多元文化教育議題可以融入全球在地視野及社會設計行動等主題軸；國際教育議題可以與未來永續思維、全球在地視野及社會設計行動等主題軸相結合；原住民教育議題可以融入創業創新精神及全球在地視野等主題軸。

三、研究前景

本文是兩年研究計畫的中途紀要，期盼能拋磚引玉，引發更多的討論與迴響，進而能反饋到本研究中，作為後續建構具體內涵與學習指標之重要參考；同時，也期盼引發教育現場及學界的關注，作為將來制訂新一輪課綱之思辨的基底，又或能為將來推動公民遠見觀念及課程，鋪直革新的進路。此外，「公民遠見課程」的學習表現也是後續應進一步建構的區塊。本研究認為若能成功建構出「公民遠見課程」的具體學習內容與學習表現，對於培育具備未來智能的新世代公民將有相當大的助益，本研究已著力在學習內容中的主題軸與核心概念，至於學習表現，是接續要耕耘的項目。而根據「公民遠見課程」的具體學習內容與學習表現，進一步發展校訂課程與教學材料，也是很重要的研究環節，歡迎有志學界先進夥伴，一起持續來耕耘！

致謝

本文為行政院科技部補助專題研究計畫「《公民遠見課程》做為國民小學校訂課程之規劃、發展與實踐」(MOST 108-2410-H-032-034-MY2)之部分研究成果，特此致謝。

參考文獻

- 十二年國民基本教育課程綱要綜合型高級中等學校——語文領域：英語文（2018）。
- [Curriculum guidelines of 12-year basic education: English domain for vocational high school education. (2018).]
- 王皓怡（2017）。2018 年全球創業精神暨發展指數排名分析。國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心。
- [Wang, H.-Y. (2017). 2018nian quanqiu chuangye jingshen ji fazhan zhisu paiming fenxi. Science & Technology Policy Research and Information Center of National Applied Research Laboratories.]
- 王德蓉（2019，10月8日）。集結寺廟供品分送貧窮人家，日本和尚救助 10 萬個家庭。CTWANT。https://www.ctwant.com/article/9946
- [Wang, D.-R. (2019, October 8). Jijie simiao gongpin fensong pinqiong renjia, Riben heshang jiuzhu 10wan ge jiating. CTWANT. https://www.ctwant.com/article/9946]
- 左腦創意（2016，5月29日）。社會設計的價值：關於人們如何想像、改造、落實一個更好的社會。FLiPER。https://flipermag.com/2016/05/29/design-13/
- [Left brain. (2016, May 29). Shehui sheji de jiazhi: Guanyu renmen ruhe xiangxiang, gaizao, luoshi yi ge geng hao de shehui. FLiPER. https://flipermag.com/2016/05/29/design-13/]
- 吳姿瑩（2014）。未來化思考的六大核心架構。載於鄧建邦（主編），未來學理論、方法與運用（頁 37-70）。淡江大學出版中心。
- [Wu, Z.-Y. (2014). Weilaihua sikao de liu da hexin jiagou. In J.-B. Deng (Ed.), *Weilai xue lilun, fangfa yu yunyong* (pp. 37-70). Tamkang University Press.]
- 林永豐（2018）。教材教法發展新趨勢。載於黃政傑、吳俊憲、鄭章華（主編），分科教材教法：問題與展望（頁 15-26）。五南。
- [Lin, Y.-F. (2018). Jiaocai jiaofa fazhan xin qushi. In Z.-J. Huang, J.-X. Wu, & Z.-H. Zheng (Eds.), *Fenke jiaocai jiaofa: Wenti yu zhanwang* (pp. 15-26). Wu-Nan.]
- 林淑慧（2018，8月19日）。50% 工作將被 AI 取代，李開復：有溫度的服務業才是王道。ETtoday 財經雲。https://finance.ettoday.net/news/1238577#ixzz6nH6bHdTz
- [Lin, S.-H. (2018, August 19). 50% gongzuo jiang bei AI qudai, Li Kai-fu: You wendu de fuwuye cai shi wangdao. ETtoday Caijing Yun. https://finance.ettoday.net/news/1238577#ixzz6nH6bHdTz]
- 胡祐瑄（2019，4月29日）。未來事務所：加拿大政策視界辦公室（Policy Horizons Canada）——淺談加拿大 2030 前瞻實例。風險社會與政策研究中心。https://rsprc.ntu.edu.tw/zh-tw/m01-3/tech-pros/1145-policy-horizons-ca.html

- [Hu, Y.-X. (2019, April 29). Weilai shiwusuo: Jianada zhengce shijie bangongshi (Policy Horizons Canada): Qiantan Jianada 2030 qianzhan shili. *Risk Society and Policy Research Center*. <https://rsprc.ntu.edu.tw/zh-tw/m01-3/tech-pros/1145-policy-horizons-ca.html>]
- 師曼、劉晟、劉霞、周平豔、陳有義、劉堅、魏銳 (2016)。21 世紀核心素養的框架及要素研究。《華東師範大學學報（教育科學版）》，34（3），29-37。
<http://doi.org/10.16382/j.cnki.1000-5560.2016.03.004>
- [Shi, M., Liu, C., Liu, X., Zhou, P.-Y., Tan, C., Liu, J., & Wei, R. (2016). Analysis of 21st century competencies and frameworks. *Journal of East China Normal University (Education Sciences)*, 34(3), 29-37. <http://doi.org/10.16382/j.cnki.1000-5560.2016.03.004>]
- 徐偉傑 (2003)。全球在地化：理解全球化的一條路徑。《思與言》，41（1），1-18。
[Xu, W.-J. (2003). Globalization as a way to think about globalization. *Thoughts and Words*, 41(1), 1-18.]
- 高宜凡 (2015, 4 月 27 日)。跨界聯盟 CSR 邁入整合時代。遠見。<https://bit.ly/2EP4k1W>
- [Gao, Y.-F. (2015, April 27). Kuajie lianmeng CSR mairu zhenghe shidai. *Yuan Jian*. <https://bit.ly/2EP4k1W>]
- 高啓霈 (2018, 1 月 25 日)。什麼是「地方創生」？這項解藥，能讓寶島不淪為又窮又老的鬼島。獨立評論@天下。<https://opinion.cw.com.tw/blog/profile/52/article/6556>
- [Gao, Q.-P. (2018, January 25). Shenme shi “difang chuangsheng”? Zhe xiang jiejiao, neng rang baodao bu lunwei you qiong you lao de guida. *Duli Pinglun @ Tian Xia*. <https://opinion.cw.com.tw/blog/profile/52/article/6556>]
- 國家發展委員會 (2016)。國家發展委員會推動「設計翻轉、地方創生」示範計畫。https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=4A000EF83D724A25
- [National Development Council. (2016). *Guojia Fazhan Weiyuan Hui tuidong “sheji fanzhuang, difang chuangsheng” shifan jibua*. https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=4A000EF83D724A25]
- 張維仁 (2016, 7 月 8 日)。社會設計——設計成為具潛力的商業模式。動腦。
<https://www.brain.com.tw/news/articlecontent?ID=43499>
- [Zhang, W.-R. (2016, July 8). Shehui sheji, sheji chengwei ju qianli de shangye moshi. *Brain*. <https://www.brain.com.tw/news/articlecontent?ID=43499>]
- 陳東升 (2013, 12 月 1 日)。從設計到「社計」的社會學想像 (上)。社企流。
<http://www.seinsights.asia/story/257/13/1590>
- [Chen, D.-S. (2013, December 1). Cong sheji dao “she ji” de shehuixue xiangxiang (Shang). *Social Enterprise Insights*. <http://www.seinsights.asia/story/257/13/1590>]
- 陳國華 (2015, 8 月 20 日)。多樣化社會：以創造未來取代屈就當下。巷仔口社會學。<https://bit.ly/2rTx94T>

- [Chen, G.-H. (2015, August 20). Duoyanghua shehui: Yi chuangzao weilai qudai qujiu dangxia. *Streetcorner Sociology*. <https://bit.ly/2rTx94T>]
- 陳婉琪 (2016)。評《頂級學習：培育學生的創造力與創業精神》。教育研究集刊，**62** (1)，117-127。http://doi.org/10.3966/102887082016036201004
- [Chen, W.-C. (2016). Book review: World class learners: Educating creative and entrepreneurial students. *Bulletin of Educational Research*, 62(1), 117-127. <http://doi.org/10.3966/102887082016036201004>]
- 陳瑞貴 (2014)。未來學理論。載於鄧建邦 (主編)，未來學理論、方法與運用 (頁 71-100)。淡江大學出版中心。
- [Chen, R.-G. (2014). Weilai xue lilun. In J.-B. Deng (Ed), *Weilai xue lilun, fangfa yu yunyong* (pp. 71-100). Tamkang University Press.]
- 葉韋伶、陳麗華、彭增龍 (2017)。社會設計做為公民教育的實踐模式：一所國小的案例分析。課程與教學季刊，**20** (3)，59-84。http://doi.org/10.6384/CIQ.201707_20(3).0003
- [Ye, W.-L., Chen, L.-H., & Peng, Z.-L. (2017). Social design as a practical model for civic education: Case analysis of an elementary school. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 20(3), 59-84. [http://doi.org/10.6384/CIQ.201707_20\(3\).0003](http://doi.org/10.6384/CIQ.201707_20(3).0003)]
- 劉怡均 (2018, 11 月 8 日)。日住持「寺廟零食俱樂部」助弱勢，獲頒 2018 **Good Design** 年度大獎。臺灣英文新聞。https://www.taiwannews.com.tw/ch/news/3570818
- [Liu, Y.-J. (2018, November 8). Ri zhuchi "simiao lingshi julebu" zhu ruoshi, huoban 2018 Good Design niandu da jiang. Taiwan News. <https://www.taiwannews.com.tw/ch/news/3570818>]
- 盧諭緯 (2016, 5 月 30 日)。彰化南郭國小：3 個小學生發明友善移工的購票系統。親子天下。https://bit.ly/2rS6Goe
- [Lu, Y.-W. (2016, May 30). Zhonghua Nanguo Guoxiao: 3 ge xiaoxuesheng faming youshan yigong de goupiao xitong. *Education · Parenting Family Lifestyle*. <https://bit.ly/2rS6Goe>]
- 戴廷芳 (2018, 7 月 19 日)。AI 將使更多工作機會消失？PwC：未來 20 年創造與取代的工作數量將達到均衡。iThome。https://www.ithome.com.tw/news/124651
- [Dai, T.-F. (2018, July 19). AI jiang shi gengduo gongzuo jibui xiaoshi? PwC: Weilai 20 nian chuanguangzao yu qudai de gongzuo shuliang jiang dadao junheng. iThome. <https://www.ithome.com.tw/news/124651>]
- Alberta Education. (2011). *Framework for student learning: Competencies for engaged thinkers and ethical citizens with an entrepreneurial spirit*. <https://open.alberta.ca/dataset/4c47d713-d1fc-4c94-bc97-08998d93d3ad/resource/58e18175-5681-4543-b617-c8efe5b7b0e9/download/5365951-2011-framework-student-learning.pdf>
- Bell, W. (2003). *Foundations of futures studies: Human science for a new era: Values, objectivity, and the good society (Series; 38)*. Transaction.
- Bolstad, R. (2011). *Taking a "future focus" in education: What does it mean?* New Zealand Council for Educational Research. <https://www.nzcer.org.nz/system/files/taking-future-focus-in-education.pdf>

- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92.
- Dator, J. (1998). Surfing the tsunamis of change. *Records*, 24(1), 1-13.
- European Commission. (2006). *Key competence for lifelong learning: A European reference framework*. European Union.
- European Commission. (2016). *EntreComp: The entrepreneurship competence framework*. European Union.
- European Commission. (2018). Council recommendations on key competences for lifelong learning. *Official Journal of the European Union*. <https://bit.ly/2LynE44>
- Grayson, D., & Nelson, J. (2013). *Corporate responsibility coalitions: The past, present, and future of alliances for sustainable capitalism*. Stanford Business Books.
- Kniep, W. M. (1985). *A critical review of the short history of global education: Preparing for new opportunities*. Global Perspectives in Education.
- Levy, F., & Murnane, R. J. (2004). *The new division of labor: How computers are creating the next job market*. Princeton University Press.
- National Research Council. (2011). *Assessing 21st century skills: Summary of a workshop*. National Academies Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. <https://bit.ly/2IhJXYs>
- Papanek, V. (2005). *Design for the real world: Human ecology and social change* (2nd ed.). Academy Chicago.
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st century learning*. http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf
- Partovi, H. (2018, September 17). Why schools should teach the curriculum of the future, not the past. *World Economic Forum*. <https://bit.ly/2A4RbhH>
- Policy Horizons Canada. (2016a). *Canada 2030*. <https://horizons.gc.ca/en/our-work/canada-2030/>
- Policy Horizons Canada. (2016b). *An overview of the horizon foresight method and the inner game of foresight*. <https://horizons.gc.ca/wp-content/uploads/2018/12/2016-271-overview-eng.pdf>
- Scott, C. L. (2015a). *The futures of learning 1: Why must learning content and methods change in the 21st century?* (ERF Working Papers Series, No. 13). UNESCO Education Research and Foresight.
- Scott, C. L. (2015b). *The futures of learning 2: What kind of learning for the 21st century?* (ERF Working Papers Series, No. 14). UNESCO Education Research and Foresight.
- Scott, C. L. (2015c). *The futures of learning 3: What kind of pedagogies for the 21st century?* (ERF Working Papers Series, No. 15). UNESCO Education Research and Foresight.
- Suzuki, K. H. (2017, July 1). *Lesson from PISA: The future of learning* [Keynote speech]. The 19th OECD Japan Seminar, Tokyo, Japan.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Vestergaard, L., Moberg, K., & Jørgensen C. (Eds.). (2012). *Impact of entrepreneurship education in Denmark-2011*. The Danish Foundation for Entrepreneurship-Young Enterprise.
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.
- Zhao, Y. (2012). *World class learners: Educating creative and entrepreneurial students*. Corwin.

教科書評論

南非高中歷史教科書的轉型正義教育—— 評介《焦點歷史》

李涵鈺、李仰桓

壹、前言

1980 年代開始，拉丁美洲、東歐、前蘇聯、非洲等地國家，紛紛推翻了軍事獨裁和專制政體，轉型為自由與民主的政府。在轉型過程中，這些國家遇到的一大困難是，社會該如何面對與處理舊政權的過往之惡？如何重塑人權、法治與民主的文化及制度（璐蒂·泰鐸，2002/2017）？為了處理這些問題，新的民主政府（程度不一的）採取各種措施來揭露舊政府迫害人權的真相，向迫害人權的政府官員追究責任，回復被害者的名譽及賠償其損失，並建立符合民主、人權與法治的社會制度。學界總結相關國家的經驗，以「轉型正義」（transitional justice）一詞來指稱這些國家的作為。¹

在推動轉型正義的國家中，南非是一個相當受到關注的案例。在實施 40 餘年的種族隔離制度後，南非終於在 1994 年舉行民主選舉，終結此一飽受國際譴責的制度。新建立的民主政府於 1995 年成立「真相與和解委員會」（Truth and Reconciliation Commission，以下簡稱「真和會」），調查種族隔離時期的大規模人權侵害，展開追求真相與社會和解之旅。真和會的工作結束後，提出 7 大冊的調查報告，舉世矚目，為

李涵鈺，國家教育研究院教科書研究中心副研究員，hanyu@mail.naer.edu.tw

李仰桓，國家教育研究院教科書研究中心助理研究員

¹ 不過「轉型正義」這個概念涉及的範圍並不限於此處述及國家的經驗。有關「轉型正義」一詞的意涵，詳見 Teitel（2003）。

轉型正義中的真相委員會模式立下典範。新政府也於 2003 年頒布新的課程綱要，要求在基本教育階段講授該國人民反抗種族隔離制度的歷史，以及真相委員會運作的經過與相關爭論，為下一代培養民主價值、社會正義及人權觀念。

相較於南非，我國亦曾歷經因政府權力濫用而導致系統性的人權侵害；在民主化之後，社會上一直存在著揭露迫害人權真相，並為受難者伸張正義的訴求；這些訴求中相當重要的理念，即為教育下一代記取歷史教訓，避免重蹈覆轍。政府為回應民間的訴求，於 1990 年代初期將發生於 1947 年的二二八事件寫入教科書當中，隨後亦逐步在教育當中納入威權統治的歷史，但對於民主政府應如何處理大規模人權侵犯所遺留的問題，仍較少觸及。然而，隨著政治與社會情勢的演變，推動轉型正義的呼聲日益獲得社會的支持。在這樣的情勢之下，教育部於 2018 年 10 月公布的《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——社會領域》【社會領綱】，首次宣示了轉型正義教學之必要；除了舊課綱即已納入的威權統治時期歷史外，新課綱於普通高中歷史科的加深加廣選修課程中列入「國家暴力與轉型正義」項目，探討現代國家暴力及轉型正義的追求與反思。這是「轉型正義」這個詞彙首次出現在國家課程綱要之中，象徵著政府期望藉由教育，讓年輕世代了解過去壓迫人權的歷史，避免重蹈覆轍。

本文介紹南非歷史教科書如何處理轉型正義問題，如何帶領學生學習民主化的歷程及過往種族隔離制度的人權壓迫歷史。希冀以此他山之石，作為我國編寫教科書相關內容時之參考。

貳、南非歷史課程及教科書的內容概要與理念

一、南非歷史課程簡介

南非基本教育部（Department of Basic Education）於 2012 年 1 月頒布新版的〈國家課程說明—學齡前至 12 年級〉（National Curriculum

Statement Grades R-12)，以及爲了實施國家課程而針對各個科目制訂《課程與評量政策說明》(Curriculum and Assessment Policy Statement, CAPS)。根據歷史科 10~12 年級的《課程與評量政策說明》，歷史教育的目的在於培養學生以下的公民素養 (Department of Basic Education, 2011)：

(一) 彰顯並幫助學生了解南非憲法所蘊含的價值。(二) 反映社會中各個種族、階級、性別的觀點，以及一般人民的聲音。(三) 鼓勵公民的責任感與負責任的領導能力。(四) 促進人權與和平，挑戰因種族、階級、性別、族群與仇外心態所帶來的偏見。(五) 爲年輕一代培養能力，以擔負起在地、區域、國家、全洲與全球性的責任。

在課程結構上，南非 10~12 年級的歷史課程未區隔本國史與世界史，而是採時間軸方式，挑選重要主題，將本國史與世界史交融，以此思考南非的歷史進程與世界局勢之間的互動關係。歷史科課程的基本架構如表 1 所示。

二、歷史教科書版本的選定

南非教科書依照各科《課程與評量政策說明》編寫，因此各版本的課程架構大致相同，但在敘寫的內容、觀點、使用的史料素材以及教學設計等有所歧異。本文選擇馬斯科·米勒·朗文 (Maskew Miller Longman) 公司出版的「焦點」(Focus) 系列 12 年級歷史教科書英文版 (以下簡稱「焦點版」) (Fernandez et al., 2013) 進行探討。相較於其他版本，焦點版對南非設立真和會的理由、考量、哲學背景以及圍繞著真和會所出現的爭論，有較詳盡的解說；且在教學設計上，強調培養學生解讀史料文獻的能力，以及思考歷史對當代社會的意義，其歷史教學的規劃，與我國十二年國教社會領綱所揭櫫的歷史素養、問題探究等理念較爲相近。

表 1 歷史科 10~12 年級課程架構

年級	單元	主題
10 年級	1	1600 年前後的世界
	2	15 世紀至 18 世紀的擴張與征服
	3	法國大革命
	4	非洲南部從 1750 年之後的轉變
	5	1750 年後的殖民擴張
	6	南非戰爭與團結 (The South African War and Union)
11 年級	1	1900 年至 1940 年的俄國共產主義
	2	1900 年至 1940 年的資本主義與美國
	3	19 世紀末至 20 世紀的種族觀
	4	民族主義：南非、中東與非洲
	5	1940 年代至 1960 年代的南非種族隔離制度
12 年級	1	冷戰
	2	非洲獨立
	3	1950 年代至 1970 年代的公民社會抗爭
	4	1970 年代至 1980 年代南非的公民抵抗
	5	南非通往民主之路及對過去的處理
	6	冷戰結束及 1989 年迄今的新全球秩序

資料來源：Department of Basic Education (2011, p. 12)。

參、南非教科書—— 以「南非通往民主之路及對過去的處理」為例

焦點版遵循《課程與評量政策說明》，於 12 年級規劃 6 個主題。限於篇幅，本文選擇與轉型正義最為相關的第 5 個主題，即「南非通往民主之路及對過去的處理」進行評介。以下列出主題五的目錄，請見圖 1，以了解其章節架構，並分別從學習內容和教學設計，進行評析。

主題五：南非通往民主之路及對過去的處理
關鍵問題：南非如何從 1990 年代的危機中轉變為民主國家？又如何處理種族隔離制度的過去？
第 19 章 妥協方案與國家團結政府（Government of National Unity）
單元 1 爭議解決的開端：政府與流亡非洲民族議會的密商以及與曼德拉的談判
單元 2 談判破裂
單元 3 恢復多黨協商
單元 4 持續不斷的暴力：協議後出現的反撲、AWB 攻擊世貿中心、聖詹姆斯大屠殺、海岱堡塔文（Heidelberg Tavern）殺人事件
單元 5 1994 年邁向民主的最後一程
第 20 章 南非選擇以什麼樣的方式記憶過去？
單元 1 真相與和解委員會（真和會）：建立的理由
單元 2 不同形式的正義：應報式正義與戰後德國的紐倫堡大審；修復式正義與真和會的聽證
單元 3 有關真和會的爭論
單元 4 各政黨對真和會及其最終報告的回應及其理由
單元 5 記憶過去：不同的紀念形式
內容摘要
隨堂測驗

圖 1 主題五章節架構

資料來源：Fernandez 等人（2013, table of contents）。

一、學習內容簡介

焦點版高中歷史教科書的正文共 383 頁，文字量不少，對各項主題都有相當深入的介紹與分析。本文所關注的主題五包括兩章，共計 63 頁（含內容摘要與隨堂測驗）。遵循該書的體例，主題五在一開始即提出「關鍵問題」（key question）：「南非如何從 1990 年代的危機中轉變為民主國家？又如何處理種族隔離制度的過去？」，以此作為整個主題的問題意識，引導讀者閱讀與思考；接著是 2 頁的「背景與焦點」（background and focus），為此主題的內容做整體的說明。隨後，便進入正文，以下分別簡述其內容。

第 19 章的章名為「妥協方案與國家團結政府」(The negotiated settlement and the Government of National Unity)，下分 5 個單元。內容包括白人政府與納爾遜·曼德拉(Nelson Mandela)領導的「非洲民族議會」(African National Congress, ANC)如何開始進行談判、談判的重點、不同階段獲致的成果與遭遇的阻礙等。與此同時，也介紹南非境內其他反對勢力對於談判的態度、這些勢力進入談判的過程，以及談判期間仍不斷產生的嚴重暴力衝突。最後，則說明談判所得的憲法協議、首次進行的民主選舉以及新國會所展開的制憲工作等歷程。

值得注意的是，此部分的內容除了介紹上述歷史事實發生的經過外，還相當重視對「人」的彰顯。例如，透過不同人士的回憶，來側寫重要的政治領袖(如曼德拉、戴克拉克(F. W. de Klerk)等)、提供平民對恐怖攻擊的證詞以及描繪南非黑人投下有生以來第一張選票後所感受到的尊嚴感等。這種對「人」的呈現，是我國歷史教科書鮮少觸及的。

第 20 章的章名為「南非選擇以什麼樣的方式記憶過去？」(How has South Africa chosen to remember the past?)這一章的重點，在於介紹舉世獨一無二的南非真相和會，同樣也包括 5 個單元。如前所述，真相和會為南非推動轉型正義的主要機制，因此以下對該章如何處理真相和會的議題，進行較為詳細的描述。

單元 1 解釋設立真相和會的緣由。內容提到，在種族隔離制度期間，無論是政府或反抗者，均犯下駭人聽聞的暴力行為，各種背景的南非人民都受到嚴重的傷害。南非人民體認到，造成傷害的歷史應該被處理，不能被洗去；國家必須面對自己的過去，才能往未來前進。與此同時，犯錯的人必須負起責任，必須被迫面對自己行為的後果；此為設立真相和會最主要的理由。

單元 2 解釋真相和會面對過去的惡行所採取的途徑。在第二次世界大戰之後，各國面對大規模人權侵害，出現兩種處理模式：一是以紐倫堡大審為代表的應報式正義(retributive justice)，這種模式由戰勝國設立國際法庭，對發起大規模人權侵害的戰敗國政府人員進行審判；另一種模式則是因舊政權的勢力仍掌握部分的實權，因而選擇無條件赦免人權侵害者，以換取舊政權同意接受民主體制。就南非而言，由於一方面缺

乏進行刑事審判所需要的條件（因為白人政府仍有相當影響力，且當時的南非司法系統亦難以負荷審判工作），另一方面又堅持真相應該被揭露，犯錯的人應該負起責任；為此，南非走上第三條道路，選擇有條件的特赦：加害者得申請特赦，但能否獲得特赦，端視其是否完整揭露真相，並坦承所犯下的罪行；與此同時，採納修復式正義（restorative justice）的精神，盡力修補嚴重受損的社會關係。在說明南非的選擇後，本單元接續介紹真和會各部門所擔負的任務。令人印象深刻的是，本單元節錄了幾則證人（包括受害者與加害者）於真和會聽證會中的證詞，也有幾段加害者尋求原諒的小故事，如圖 2 所示。這樣的安排，再一次凸顯此書用心於呈現「人」的面向。

[feels], the remorse that they get, [their] not being able to sleep. Is that enough? Enough for whom? Enough what? ... I would say people didn't go off scot-free ...' (Transcribed from: *Truth, Justice, Memory: South Africa's Truth and Reconciliation Process: a 12-episode course on the TRC*, Wynberg: Institute for Justice and Reconciliation, Disc 2: 'Amnesty')

Amnesty was not granted easily. Of the 7 116 people who applied for amnesty, only 1 167 were granted it; that is, only about 16%. The vast majority (nearly 84%) were not granted amnesty. The human rights lawyer, George Bizos, summed up the situation thus:

... if amnesty had not been promised there would have been no political settlement. If there had been no settlement, there might have been civil war, from which untold injustices would have resulted. It may not be perfect justice, but justice is not something that can be found in its perfect state, and **compromises** have to be made to avoid even greater wrongs.

G. Bizos, 'Is Amnesty a Substitute for Justice?' *Constitutional Litigation Unit, Legal Resources Centre*, October 2006, p. 11. Reprinted with permission by George Bizos.

In December 1988 Brian Mitchell, a police captain in KwaZulu-Natal, gave orders for an attack on [United Democratic Front] supporters. The wrong people were attacked at Trust Feed Farm and eleven people, mainly women and children, were shot and killed. Mitchell was later found guilty and sentenced to thirty years' imprisonment. In 1996, he applied for amnesty from the TRC.

At his amnesty hearing he asked for forgiveness from the community he had helped to destroy, in these words: 'And I can just ask the people that were involved, directly and indirectly ... and who have been affected by this case ... to consider forgiving me ... I have lost everything in life ...'

The people of Trust Feed said that they were ready to forgive him, providing he became actively involved in reconstructing the damaged community. Brian Mitchell did a courageous and unusual thing: he asked the Commission to arrange for him to visit Trust Feed and its people. It was a difficult and tense meeting at the beginning, with everybody a little awkward and the community understandably hostile. It could have gone badly wrong. Haltingly, Mitchell addressed the assembled community:

'I just want to express my gratitude towards the community for allowing me to come here today and for the goodwill that ... I've experienced so far. There were people that warned me that I mustn't come here today. But, despite those warnings, I have come because I know it's the right thing to do ...'

'I was led to understand that there are still a lot of people that left the area in 1988, that have not been allowed to resettle in this area. I think it's important that we must get these people to be allowed to return to their land and to develop their land. And that there's reconciliation between the political parties that were so divided in this area.'

Key word

compromise – meeting halfway, giving way on both sides



Renowned Greek-born South African human rights lawyer, George Bizos, who has at times acted as personal advocate to Nelson Mandela. He was prominent during some amnesty hearings.

Did you know?

Very few of those people who were not granted amnesty – or did not even apply for amnesty – have been put on trial. One of the latter, General Magnus Malan, Minister of Defence in 1980–1991, was tried in 1995–1996 for involvement in the KwaMakhutha (KwaZulu-Natal) massacre of 1987. After a seven-month trial, he was acquitted. The state had had to pay R12 million for his defence. (Desmond Tutu, *No Future Without Forgiveness*, London: Rider Books, 1999, p.27 © Desmond Tutu 1999. By permission of The Random House Group Limited.)

引用《沒有寬恕就沒有未來》一書中，所記載的一段加害人請求原諒、尋求和解的故事。

圖 2 南非焦點版歷史教科書素材選擇示例

資料來源：Fernandez 等人（2013, p. 305）。

單元 3 所討論的，是圍繞著真和會所產生的爭論，主要涉及 3 個問題。第一是真和會的模式是否確實有助於促成和解？對此，此書引用了數則當事人的意見以及重要人士的評論供讀者參考。第二是真和會所設立的特赦模式是否回應了正義的要求？此處說明真和會處理特赦的機制，並舉出數個案例，引導讀者思考相關的問題。第三是真和會的功能限制與執行上的問題，包括該會面臨的兩個批評，一是無法回應種族隔離制度中體制性的暴力與系統性的人權侵害，二是無力督促政府確實履行賠償受害者的承諾。對於這兩個問題，此書都提供了明確的說明。

單元 4 處理南非幾個主要政治勢力對於真和會的回應及其理由，以及真和會如何處理這些政治勢力在武裝衝突期間涉及的人權侵害。從這個單元的內容，我們知道真和會盡力站在捍衛人權的立場，避免淪為新的民主政府用來排除異己的工具；因此，除了調查代表舊政權的「國民黨」（National Party）外，也調查非洲民主議會及其他政治勢力在武裝反抗期間犯下的違反人權罪行。

在討論了真和會之後，最後一個單元轉而探討南非如何紀念過去，並以羅本島（Robben Island）為案例。羅本島為白人政府關押政治犯的地方，曼德拉即在此地被監禁長達 18 年之久。此書先提供數則文獻，說明羅本島的歷史意義，接著導覽關押政治犯的監獄，並帶領讀者想像政治犯身在其中的惡劣處境。

二、教學設計特色

焦點版教科書如何引導學生理解過去的歷史，探討過去的衝突爭議呢？其教學設計有什麼特色呢？初步歸納出 4 點特色。

（一）設計「關鍵問題」引領學習

此書所規劃的 6 個主題，每個主題均設有關鍵問題，各章節的內容撰寫、素材選擇及組織皆圍繞關鍵問題，帶領學生掌握學習主旨。這也呼應南非《國家課程說明》所示，歷史是門探究的學科，並非只是接收知識，歷史課堂建立在激起學生對問題的好奇心，並經由所呈現的問題

來引導進行研究、探討及詮釋（Department of Basic Education, 2011），由關鍵問題出發，朝向歷史知識的開放性、可論辯性，讓學生有建構意見的空間。

（二）運用史料素材進行閱讀及探討

以第 20 章為例，關鍵問題為「南非如何處理種族隔離的過去？」，涵蓋 5 個單元處理南非對過去所做的決定，如真和會的成立與爭議、正義的抉擇、成就與限制、以什麼方式紀念過去等。每個單元約占 2~3 個版面，包含作者文本、「關鍵字」解釋、數筆不同的史料素材及「活動」。以單元 1「真相與和解委員會（真和會）：建立的理由」為例，「作者文本」的敘述只有一段導言，簡要說明民主的南非於 1994 年 4 至 5 月誕生，國家須面對自己的過去，才能往未來前進，引述了真和會主席戴斯蒙·屠圖（Desmond Tutu）與副主席亞歷克斯·伯萊恩（Alex Boraine）的說法，說明成立真和會的目的與緣由。接續使用一系列不同的資料，如受害者、受害者家屬、觀察者等說法意見，討論真和會成立的必要與意義，包括，資料 A：姆祖克席·姆迪迪巴（Mzukisi Mdidimba）談論他於 15 歲時所受嚴刑拷打的證詞摘錄、資料 B：記者李希·麥肯度（Rich Mkhondo）對於真和會的看法、資料 C：引用兩位受害者家屬在真和會的證詞、資料 D 和 E 則分別是兩則漫畫。

這些資料的下方，每筆均附註資料來源，學生可以意識到該段文字的作者及來源出處，覺察到是證詞、真和會報告、一般書籍或諷刺性漫畫等，學習判斷創作背景與脈絡，評估其可信度、刻板印象或主觀性，檢視並解讀所選素材的語言與圖像，以識別其對轉型正義的論述。此書大致靈活運用各不同利害關係人的語料或素材，較可惜的是，單元 1 缺乏南非種族隔離制度下白人主導的國民黨對真和會成立的想法，若能加入前白人政權的觀點，或許能更平衡了解各方意見。相對之下，單元 4「各政黨對真和會及其最終報告的回應及其理由」，就包含了各政黨及其領導者的意見，如戴克拉克領軍的國民黨，與印卡塔自由黨（Inkatha Freedom Party, IFP）領導人（同時也是前夸祖魯家園的領導人）布特萊齊（Mangosuthu Buthelezi）。此外，也包括 ANC 對真和會報告的回應。

（三）透過「活動」，串接史料素材進行歷史學科的探究

每單元在呈現一系列史料素材後，均設有「活動」，運用提問設計，以任務串連所提供的不同史料素材，逐步引導學生進行訊息提取、分析判讀、解釋比較、提出觀點、撰寫短文等活動，培養學生練習歷史閱讀及探究的能力。以單元 1 為例，「活動 1：使用一系列資料，以判斷設立真相與和解委員會的理由」，運用 6 個問題，漸進引導學生閱讀、思考，進而寫作。如 1. 閱讀資料 A. 姆祖克席·姆迪迪巴提出什麼理由，認為真相會對他是一件好事？ 2. 閱讀資料 B. 李希·麥肯度提出什麼理由，認為真相是必要的？ 3. 閱讀資料 C. 姆蘭格尼太太與席特霍先生指出了真相過程中有哪些侷限之處？ 4. 閱讀資料 D. 此資料對真相顯示出的態度，與資料 B. 有什麼類似之處？ 5. 閱讀資料 E. 此資料對於真相會有什麼建議？ 6. 閱讀上面的文字以及所有的資料後，撰寫一段短文，表達你認為南非需要真相的主要幾個理由。素材運用及活動安排，如圖 3 所示。

（四）提供文章寫作的學習評估原則

從「活動」中透過系列性步驟的導引，學生最後產出自己的觀點、評論或短文。此書較為獨特之處，在於提供寫作的評估工具，引導學生和教師評估撰寫的品質，此評估基準為寫作內容（學科知識）和寫作表現（探究技能）雙向細目的矩陣表，各包含 7 個等級，限於版面，筆者改製如表 2 及表 3。從該版的設計，評量包含在系列性的活動歷程中，透過作品內容與表現的檢視評估，除了讓學習者意識到自己的學習狀況，反思改進外，也幫助教師了解學習者的認知與技能情形，精進教學過程。

學生的作品品質很大程度上取決於他們對任務和問題的重視，透過書中的評估工具，給予學習者精確而詳細的指導，此歷史寫作的引導及練習在我們的歷史教科書十分少見，值得參考借鑑。

提供不同形式的素材資料，如證詞、真和會報告、書籍、諷刺性漫畫等，並附註每筆素材的資料來源，學生可意識到該段文字的作者及來源出處。

透過「活動」，以系列任務串接所提供的素材資料，引導學生進行歷史學科的探究。

Mrs Mlangeni [is] the mother of Bheki Mlangeni – who was killed by a South African Police Security Branch bomb hidden in the earphones of a Walkman tape player. Despite her status as survivor, Mrs Mlangeni described herself as dead when she said: 'You kill one member of the family and the whole family is dead ... as we are dead now.'

In a different context, Mr Sithole – the father of an ANC guerrilla killed in action – similarly made no mention of forgiveness. He acknowledged [admitted] that his son was a former combatant – a fighter – and did not express any surprise or anger at the fact that he was killed: 'I understand why he was killed. He fought to achieve what we have today, democracy, change'. But Mr Sithole went on to say: 'What I want is that the world should know that the people he fought for are now in positions of real power and I am nothing. What will they do for me now?'

Quoted in *Truth, Justice, Memory: South Africa's Truth and Reconciliation Process: a guide to teaching the TRC*, Wynberg: Institute for Justice and Reconciliation, 2008, p.7. Reproduced with permission by Institute for Justice and Reconciliation.

Source C: Two people's evidence before the TRC



Source D: Cartoon by South African cartoonist Zapiro (Jonathan Shapiro), published in *The Sowetan*, 1995. 'If we don't find out what's in there, it will keep on haunting us forever!' These words are spoken by Dullah Omar, Minister of Justice in the new Government of National Unity. Reproduced with permission by Zapiro © 1995, 2013 Zapiro.



Source E: Cartoon by South African cartoonist Zapiro (Jonathan Shapiro), published in *The Sowetan*, 1995. 'We have to open up those festering wounds to cleanse them – it'll hurt but you'll feel much better afterwards!' Shown in the cartoon are Archbishop Desmond Tutu, Chairperson of the TRC, Alex Boraine, Deputy Chairperson of the TRC, and other Truth Commissioners. Reproduced with permission by Zapiro © 1995, 2013 Zapiro.

Activity 1: Using a range of sources to determine the reasons for the setting up of the TRC

1. Read Source A. What reason does Mzukisi Mdimba give as to why the TRC is a good thing for him? (2 × 2) (4)
2. Read Source B. What reasons does Rich Mkhondo give as to why the TRC was necessary? (3 × 2) (6)
3. Read Source C. What limitations in the TRC process do Mrs Mlangeni and Mr Sithole point to? (2 × 2) (4)
4. Study Source D. What similarity with Source B does this source show in its attitude towards the TRC? (1 × 2) (2)
5. Study Source E. What reason does this source suggest for the TRC process? (2 × 2) (4)
6. Read the text above and study all the sources. Now write a paragraph in which you give the main reasons why the TRC process was necessary for South Africa.
Your paragraph will be assessed with the rubric on page 393. (10)

[30]

圖 3 南非焦點版歷史教科書素材運用及活動任務示例

資料來源：Fernandez 等人 (2013, p. 296)。

表 2 寫作表現評估

表現	內涵
等級 7	非常好的編排且具結構性的短文。良好的綜合分析。運用證據發展出一個原創、平衡且獨立的論點，並能在整篇短文中持續性地對論點進行辯護。獨立性結論來自證據中所得出的支持論點。
等級 6	良好的編排且具結構性的短文。能發展出相關的論點，使用證據來辯護論點，試圖提出一個獨立性結論從證據中來支持論點。
等級 5	好的文章編排與結構，並試圖得出清楚的論點。能從證據中提出結論來支持論點。
等級 4	具有編排與結構性的文章。證據能被部分地使用以支持論點。結論基於證據之上。
等級 3	短文的編排與結構展現出少許證據的論點。嘗試支持論點。結論無法清楚地由證據提出支持。
等級 2	試圖去架構出一個答案。主要在描述，或少許嘗試提出論點。沒有結論。
等級 1	少部分或並未嘗試去架構出短文。

資料來源：Fernandez 等人（2013, p. 392）。

表 3 寫作內容評估

內容	內涵
等級 7	問題已被完整地答覆。內容的選擇與其論點完全相關。
等級 6	問題已被答覆。內容的選擇與論點相關。
等級 5	問題大致已被答覆。內容足夠地吻合並相關。
等級 4	從答覆中可判別出有處理到問題。部分內容被忽略或不相關。
等級 3	內容選擇與問題相關，但並未回答問題，或並未總是與問題相關。有明顯的內容缺失。
等級 2	問題並未被適當處理。內容貧乏。
等級 1	問題並未被適當處理，或完全未被處理。內容不適當或不相關。

資料來源：Fernandez 等人（2013, p. 392）。

肆、結論省思

學校教育是確保轉型正義程序成功地從社會和結構性暴力轉移到正義與和平的必要夥伴（Clarke-Habibi, 2018）。在學校教育中討論轉型正義，可以引導學生認識國家暴力迫害人權的歷史，思考這段歷史對當前政治情勢、司法運作乃至倫理道德觀念產生的影響，同時也反省政府推動的各種轉型正義措施是否能促進社會和解，不再重蹈國家暴力迫害人權的覆轍。南非歷史教科書中討論推動轉型正義的機制，引導學生釐清及探討社會中轉型正義程序的必要性及其限制與成就，透過暴力衝突各方與受害觀點的揭露、發聲、承認、回應，相當程度上發揮了轉型正義教育的功能，有助於為南非打造永續和平的社會意識，培養該國公民預防類似暴行再次發生的責任與能力。

由種族壓迫的政權轉變為民主體制後，南非如何在教育上引導學生學習過去這段衝突的歷史是挑戰的開始。南非歷史《課程與評量政策說明》強調「歷史即探究的過程」，學習歷史意在養成學生歷史探究技能，批判性地思考歷史問題。因此，焦點版教科書以探究問題的方式，環繞學習主題進行扣問，透過素材的選擇與組織，運用任務活動，串連橋接所讀所思所為，引導學生進行歷史學科的探究，學習以證據推斷詮釋、考量歷史行動者的觀點及環境條件、分析來源的脈絡與論述、對比檢視資料間的說法與詮釋、以自己的角度書寫觀點或表達看法等，這些任務活動充分賦予學習者主體性，讓學生採取主動的立場來處理過去，這些思辨、探索、討論、創作，既培養公民素養，也是民主參與的基礎。

南非學生在進入12年級之前，已經漸進培養出對不同立場與觀點、史料素材處理，所應具備的客觀理解與探究之素養，因此，12年級學生學習及探討此高度複雜，且可能有截然不同歷史經驗與回應的議題，並非隨意或孤立出現的主題，否則實難突然之間就達成該主題的教學目標。因此，臺灣在社會領綱（2018）的加深加廣選修課程列入「國家暴力與轉型正義」，亦應在必修課程中，逐步培養歷史探究能力，且在戰後民主化相關學習內容中，漸進引導思考過去的體制問題、理解不同歷

史記憶的觀點，確認與培養學生有足夠的學習能力與準備度，作為本議題的基礎起點。

南非焦點版高中歷史教科書，以 63 頁的篇幅，以及豐富多元的史料來處理與「轉型正義」相關的教學，相信帶給學生深刻探究又具生產性的歷史學習。隨著轉型正義的公開資訊增加，政府及民間團體逐步挖掘出更多政治受難者及其家屬當時的處境，集結研究報告或書籍推廣，這些侵犯人權事件的口述紀錄及研究文獻爬梳與探討，有助於教科書編著者能更好的運用，對教師教學亦有實質價值。在這方面，焦點版歷史教科書的編寫方式，應可提供相當好的示範，值得我國歷史教科書編寫者借鏡。

致謝

感謝審查者提供寶貴的啟發性意見。本文為國家教育研究院研究計畫「教科書中轉型正義議題之內容設計分析」（NAER-2019-029-C-1-1-B2-03）之部分研究成果，特此致謝。

參考文獻

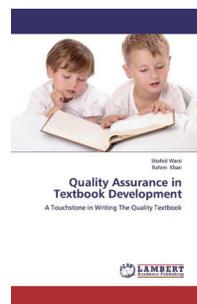
- 十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校——社會領域（2018）。
- [*Curriculum guidelines of 12-year basic education: Social studies domain for elementary, junior high school and upper secondary school education.* (2018).]
- 璐蒂·泰鐸（2017）。*轉型正義——邁向民主時代的法律典範轉移*（鄭純宜譯）。商周。（原著出版於 2002 年）
- [Teitel, R. G. (2017). *Transitional justice* (C.-Y. Cheng, Trans.). Business Weekly. (Original work published 2002)]
- Clarke-Habibi, S. (2018). Insights from practice: Lessons from holocaust education for the transitional justice classroom. In C. Ramírez-Barat & M. Schulze (Eds.), *Transitional justice and education* (pp. 159-187). V&R unipress. <https://doi.org/10.14220/9783737008372.159>
- Department of Basic Education. (2011). *Curriculum and assessment policy statement grades 10-12: History*. Department of Basic Education, Republic of South Africa.
- Fernandez, M., Wills, L., McMahon, P., Pienaar, S., Seleti, Y., & Jacobs, M. (2013). *Focus history grade 12: Learner's book*. Maskew Miller Longman, Pearson South Africa.
- Teitel, R. G. (2003). Transitional justice genealogy. *Harvard Human Rights Journal*, 16, 69-94.

書評

教科書發展的品質保證 書寫優質教科書的試金石

Quality Assurance in Textbook Development
A Touchstone in Writing the Quality Textbook

by Shahid Warsi & Rahim Khan
Lambert, 2012, 66 pp.
ISBN 978-3-659-28299-7



詹寶菁

壹、前言

教科書雖然於學校中普遍使用，實際上，並不同於課程，更無法取代課程的地位，但是優質教科書的確有助於課程理想的實現，如同 Warsi 與 Khan（2012, p. 13）在本書中所主張「教科書是達到目的的一種工具，並不以教科書為目的」。在教育現場，教科書是學生學習和教師教學的重要媒介，發展和設計優質的教科書無異成爲實現教育理想的重要環節。

巴基斯坦的中央教育機關爲「聯邦教育和職業培訓部」（Ministry of Federal Education and Professional Training, MFEPT），其教育主權是屬於各省，但是在 2014 年各省和區域教育部長會議時，同意於聯邦層級成立「國家課程協會」（National Curriculum Council, NCC），負責發展「國定課程架構」（National Curriculum Framework），以確保巴基斯坦全國各地的教育品質（MFEPT, 2021）。其教科書制度歷經多版本

時期和單一版本時期，在單一版本時期，由各省或區域的教科書委員會出版教科書，經過數年之後，教科書的品質逐漸引起批評，因此又回到多個版本的狀態。目前巴基斯坦的教科書，是先由各省或區域的教科書委員會和私人出版社進行發展，再經由教育部的課程部門負責審查，通過後供公、私立學校使用（Mahmood, 2010），因此可稱之為審定制（藍順德，2006）。在缺乏教學輔助資源、補充讀物和學校圖書館的巴基斯坦，教科書是許多學校唯一可以獲得的學習材料，亦是無經驗教師的重要教學指引，因此，在巴基斯坦，教科書的品質深切影響了教育的品質和學生的心靈。Rosser（2006）曾分析巴基斯坦的社會教科書，批判社會教科書的內容流於偏狹的伊斯蘭沙文主義。Mahmood（2010）亦檢視巴基斯坦 8 套審定通過的小學數學和科學教科書，含括政府出版和私人出版，研究結果顯示，這些教科書雖然都經過審查通過，但是並不完全符合巴基斯坦的數學和科學國定課程，甚至在教科書基本的物理屬性上，如字體和大小、書的裝訂等品質，也參差不齊、頗有落差，因此主張，如果要落實國定課程，就須要建置教科書審查制度，並由專業的審查者擔任此工作，如此較能確保教科書的品質。

上述巴基斯坦的教科書脈絡，可作為理解本書產生的背景。本書作者之一 Shahid Warsi 是巴基斯坦學術品質組織（Association for Academic Quality, AFAQ）的執行長，該組織運用品質保證工具來發展優質的巴基斯坦小學教科書，因此，Shahid Warsi 和 Rahim Khan 將該組織發展教科書的歷程以及確保品質的方法和結果集結成書。

貳、AFAQ 和本書作者簡介

AFAQ 是一個經過 ISO 9001:2015 品質管理系統認證的組織，致力於改善巴基斯坦的教育。其願景是透過多樣的服務來改進巴基斯坦的識字率，包括：課程發展、教科書和兒童出版品、模式化學校發展、教師訓練、青年促進、生涯諮詢和學生評量與測驗。在過去幾年，AFAQ 成長為國際組織，提供的服務遍及中東、東南亞、非洲和斯堪地那維亞國

家 (AFAQ, 2014a)。從 2010~2020 年，每年定期出版年度報告 (AFAQ, 2014b)。

除了進行研究工作之外，AFAQ 出版小學階段的教科書，包括數學、英文、科學、烏都語（巴基斯坦官方語言）、社會、伊斯蘭研究、電腦科學、創作藝術、視覺藝術、英文文法，以及供國際教育的教科書，且除了教科書之外，還出版兒童使用的百科全書。其出版的小學階段教科書橫跨數個科目，為巴基斯坦重要的教科書提供者。

本書作者之一 Shahid Warsi 是 AFAQ 的執行長，也是 ISO 9001 的首席稽核員，為教育諮詢專家，培訓過許多教師、校長和教育工作者，為美國品質協會（American Society for Quality）認證的訓練者，該組織的專業認證向來為美國企業界所肯定，也是在企業界中品質卓越的象徵（喬凡，2017）。

參、本書各章節概述

全書共計五章，第一章為簡介，主要指出本書所進行的研究，是 AFAQ 將品質保證工具運用於巴基斯坦小學階段的教科書發展。第二章是文獻回顧，簡明扼要的針對本研究相關的主概念進行探討，本章內含八小節，包括：什麼是教科書、什麼是品質、什麼是優質教科書、導引文件、優質教科書的導引文件、小學階段的教科書、什麼是導引文件、為何是教科書。第五章為簡短的結論，期許藉由巴基斯坦優質教科書的發展，以培養心智發展周全的個人。本書內容以第三章和第四章為重，以下將以較多篇幅介紹這兩章的內容。

一、第三章內容概述

第三章為「討論、分析和結果」，先簡述全面品質管理（Total Quality Management, TQM）的意義和 4 項構成元素，和基於原為 K. Ishi Kawa 強調的 7 項品質管控工具，以及本研究為各階段需求發展的各項品質管控工具。本書主張，課程的品質需要計畫階段、發展階段、

品質輸入、實施階段等 4 個階段進行確保，並非集中於教科書發展的最終階段。

在課程計畫階段，本章指出需要留意的重點和運用的品質管控工具如下。

（一）工作分解結構（work breakdown structure, WBS）

是將教科書發展的關鍵階段分解為較小的元素，有助於釐清整體計畫的程序和每個階段的重要元素。例如，分成課程分析、課程比較、教科書檢視、教科書分析、課程綱要、內容書寫等 6 個部分，每個部分又區分為數項工作，以指出課程發展的整體結構。

（二）資源（resources）

蒐集或是確定在工作分解結構中各個階段所需的資源，以制定計畫或是改進計畫。

（三）計畫資源規劃（project resource plan）

確認時間、數量和提供者，包括人力、經費來源和器材設備等。

（四）課程發展流程圖（curriculum development flowchart）

呈現 AFAQ 課程發展的關鍵階段、決定階段和後續的反應。首先組成課程委員會，經過需求分析階段和綱要發展階段，最後形成 AFAQ 課程的草案。

（五）教科書供應工作流程（textbook provision workflow）

AFAQ 並不滿足於發展課程指導要領，因此繼續發展優質的教科書，提出教科書供應的工作流程，工作流程各階段為相互關連的網狀流程。第一階段為 AFAQ 請教科書作者根據課程指導要領編寫教科書文本和插圖的建議；第二階段為學科專家審查和請作者根據專家意見修改；第三階段為設計者根據作者編寫的文字和插圖建議進行設計，並請繪圖者繪製草圖，經由作者確認後即完成教科書；第四階段為送 AFAQ

課程諮詢委員會審查，通過後即送印刷部門，印妥後則請銷售部門分送至學校。

（六）課程網絡（curriculum network）

課程的發展非一人之力可完成，在各個課程發展階段需要相對應的人力參與，因此形成的課程網絡如下：

1.AFAQ 課程諮詢委員會（AFAQ Curriculum Advisory Board, ACAB）：由 14 人組成，委員會成員由教育工作者、課程專家、學科專家、各行各業代表等組成，主要在核准課程委員會提出的政策和標準。2.AFAQ 課程委員會（AFAQ Curriculum Committees）：AFAQ 計有 7 個課程委員會，分別為英文、烏都語（巴基斯坦官方語言）、數學、科學、社會、伊斯蘭研究和電腦科學。每個委員會有 5 位成員：召集人、編輯暨計畫經理、2 位學科專家和 2 位教師。每個委員會負責探討國家和其他課程文件、跨國比較、檢視教科書和準備需求分析報告。一旦需求分析報告為 ACAB 核可之後，就起草課程指導要領，並根據意見再修課程指導要領。3.作者小組（panel of authors）：每個科目教科書作者小組的組成和課程委員會相同，負責發展內容、依據組織的政策並依據學校和學生的意見改進教科書。此小組也需要配合文字視覺化插圖。4.語言編輯（language editors）：每個委員會設有 1 位語言編輯，負責教科書運用的語言。5.設計部（designing section）：是一群圖像設計者、插畫家、作曲者和藝術指導者，確保教科書呈現的品質。6.教科書審查委員會（Textbook Review Committees）：AFAQ 教科書審查委員會由學科專家、在職教師、專業教科書審查者組成，檢視教科書的各個面向。

（七）計畫規劃表（project planning chart）

課程和教科書發展運用計畫規劃表，有助於管理計畫、指出所有重要事件和完成所需時間，AFAQ 運用此表以確保各個負責人員的績效，並且能夠知道哪裡進度落後。

（八）線性責任圖（linear responsibility chart, LRC）

由於整體的課程和教科書發展工作是環環相扣的，如果進度延誤，將可能產生嚴重的後果，因此管理者運用 LRC 指出其間的關聯性，包含主要負責者、支持者、務必諮詢者、可能諮詢者、檢視者和最終核可者。

本書認為在計畫實施的過程中必然會遇到非預期的情況或挑戰，因此於第三章最後附上權變規劃表（contingency planning）。

二、第四章內容概述

本書第四章為「發現和建議」，內容主要在呈現 AFAQ 在發展教科書之前進行的研究工作，包括對巴基斯坦國定課程的分析、比較巴基斯坦國定課程和其他國家的課程、檢視教科書。本書列出巴基斯坦國定課程的分析項目，以及與外國課程的比較焦點，但是並沒有呈現這兩部分的研究結果和發現。此外，在教科書檢視工具的研究上，本書主張，透過教科書的檢視，可以決定教科書的價值，並提出五大檢視項目，計有：（一）物理屬性；（二）內容（可讀性、資訊正確性、可執行性）；（三）學習目標；（四）教具，又分成：1.附加（易於使用、組織、活動和文字一致、焦點活動、綱要圖、地圖、測驗題庫、替代的評量活動、透明度、延伸活動）、2.教師版本（易於使用、頁面格式）、3.科技資源（教科書光碟、教師資源光碟、題庫光碟）、4.額外資源（影片、章節摘要錄音帶、網路資源）；以及（五）有別於其他教科書之處。

經過教科書的檢視、專家討論，和 AFAQ 的集體經驗智慧，在教科書檢視方面的研究，得到以下兩個結果：

（一）教科書分析的規準

規準建置的目的在使用相同標準檢視所有教科書，以揭示所有教科書的優缺點，形成教科書分析表單，此處提出 7 項必須檢視的面向，有：1.機械元素（書的外觀、裝訂和紙張的品質、打字的水準、邊緣空白）、2.組織（整體計畫、各章邏輯、摘要）、3.呈現形式（風格、字彙等級、免於偏見、最新資訊）、4.插圖（目的、相關性、品質、比例）、5.練習

和問題（和學科內容的相關性、對學生有助益、問題類型、問題層次）、6.參考文獻、7.附錄和索引（內容、位置、完整性、有用性）。

（二）透過蛛網圖（spider chart）進行差距分析

本書建議，在進行教科書檢視之後，可以運用蛛網圖（或稱之為雷達圖），將同一科目的結果繪製在同一張，即能清楚呈現各版本教科書在上述 7 面向上的優勢和弱勢，從中得以啓發新想法和經驗，以超越其他競爭者。如圖 1 是 4 個版本的社會教科書在 6 個向度上的結果。

AFAQ 將各層次的課程指導研究系統化，包括：課程指導方針的發展流程和內容，依序從教學目標、目標的層次、概念、內容、活動、相關的內容到評量。再者為優質教科書的指導原則，包括內容、教與學、語言、科技設計四大面向。最後為各個主題的課程引導表單，其中列出課程的主軸、能力、標準，以及學生的學習成果，以作為學習的指引藍圖。

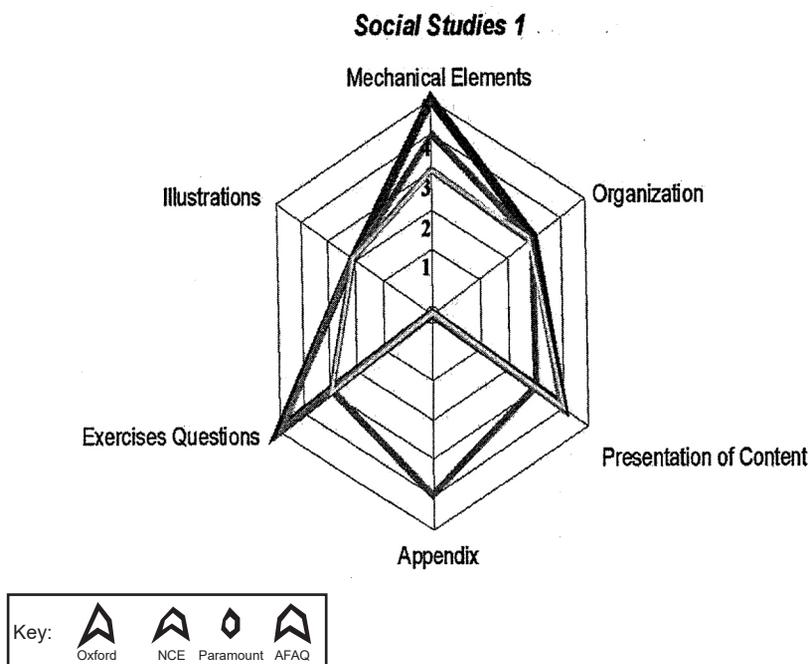


圖 1 運用蛛網圖進行各版本教科書的差距分析

資料來源：Warsi 與 Khan（2012, p. 39）。

最後，本章提出教科書供應工作流程（書中所附圖並不清晰），主張品質稽核應該列入此工作流程。此外，列出教科書草稿的發展過程，依序為：先進行研究，再發展初稿，經過內部審核、修改、編輯和設計、第一版草稿、審核文字和內容、修改、第二版草稿、定稿。另包含內部審核、最後審核、教科書審查的工作表單、教科書分析的8個規準和表單，可以根據教科書分析結果，繪製成蛛網圖，如此可以清楚呈現所分析的教科書在各規準上的強弱表現。

教科書供應流程中的一個環節：品質保證視察，是在教科書定稿之後進行，經視察通過後，教科書才算是發展完成。本章在教科書的品質保證上，將 Garvin（1988，引自 Warsi & Khan, 2012, pp. 58-59）產品品質的8向度運用於教科書視察，其8向度敘述如下。表現（performance）：教科書能協助學生達到預定的學習目標或是課程所列的結果。特色（features）：教科書具有特色，為選書時衡量的一部分，例如，教科書提供活動，可以促進學生思考的技巧。可信賴性（reliability）：教科書是可信賴的，內容是與時俱進、以研究為基礎、重要的、有趣的，而且訊息是清楚和易懂的。一致性（conformance）：教科書符合政策和課程指引。持久性（durability）：除了教科書的物理屬性須堅固耐用之外，也指內容的有效性是可以持續使用一定的時間，不會快速的過時。服務性（serviceability）：包括教科書的運送，並且能根據使用者的需求提供服務，也包括定期的檢視教科書。美感（aesthetics）：教科書的設計應具有美感。感受的品質（perceived quality）：教科書應讓使用者有正向的感受，也會影響到品質指標的制定。基於上述的內容，本章最後提出8個優質教科書的指標和簡短的說明：物理屬性（physical attributes）、內容涵蓋範圍（content coverage）、內容結構（content structure）、圖表（graphics）、語言（language）、技巧（skills）、學習活動（learning activities）、教具（teaching aids）。

肆、結語／評論與啟示

本書以「書寫優質教科書的試金石」為題，揭示 AFAQ 在發展巴基斯坦小學優質教科書的整個歷程，從研究開始直到教科書的出版運送，呈現一個龐大的工作範圍和系統，如此投入於教科書的發展，AFAQ 希冀能提供巴基斯坦學校得以實踐教育的媒介。就教科書設計和發展的基本面向（詹寶菁等人，2014）而言，本書第四章最後提出的優質教科書 8 大指標（Warsi & Khan, 2012, pp. 61-62），已經涵蓋教科書的「課程設計」、「教學設計」、「文本設計」、「圖表設計」和「版式設計」的部分範疇，此外，本書運用 Garvin 產品品質的 8 向度於教科書品質視察上，指出教科書發展應以研究為基礎，並具有服務性，可以說是屬於教科書本身以外的「研編系統」和「行銷系統」，但也可能因此，最終未能列入優質教科書的指標，至於教科書的「審查系統」、「選用系統」和「出版系統」，本書則較未觸及。

本書作者 Shahid Warsi 深具品質管理的豐富經驗與專業，因此將企業界品質管理的觀念和策略引入教科書設計與發展的歷程中，此為本書最大的特點。在第三章指出，課程的品質需要從計畫階段、發展階段、品質輸入、實施階段等 4 個階段持續的進行確保，引入全面品質的觀念和做法，將整個工作流程系統化、明確化和責任化，因此第三章提供許多品質管控的工具（Warsi & Khan, 2012, pp. 19-35）。臺灣的教科書設計與發展機構，可以將書中提供的品質管控工具和本書團隊發展的結果，以及機構的歷程加以比對，思考其間的異同，如此可以使整個工作流程朝向確保教科書品質的方向邁進。此外，本書第四章主張，在教科書完成送到教育部審查之前，品質稽核就需要列入教科書供應的工作流程之中，成為一個固定的環節，並邀請專家來執行。在教科書定稿之後，本書建議應有品質確保檢視的流程，直到檢視通過才能成為最後的產品，並且須由專責部門負責（Warsi & Khan, 2012, pp. 50, 56）。臺灣目前已具備成熟的教科書審查機制，思考本書所提出的建議，未來可以

在教科書發展的4個階段皆進行品保，或是在教科書設計與發展的流程上進行歷程品保，以期優質教科書的產生。

本書具有上述特點，或許限於篇幅或其他因素，書中部分內容並沒有如文中所指出提供相對應的圖表，如對巴基斯坦國家課程的分析，或是有圖表，但是未能提供文字加以說明，使讀者更能理解這些圖表的意涵和用法；亦未能於書中探討 AFAQ 在整個發展歷程遭遇的挑戰和因應方式，以及 AFAQ 出品的教科書，在學校使用後的回饋反映等較為深入的探討。

整體而言，本書不失為介紹 AFAQ 投入巴基斯坦教科書發展的優良書籍，確實有助於讀者或是國外人士透過閱讀本書，理解 AFAQ 在巴基斯坦對發展優質教科書的努力。此外，本書內容，更有助於亟待建置教科書發展的工作流程與品質確保流程及指標的教育人員和機構參酌。

參考文獻

- 喬凡 (2017)。美國品質學會 (ASQ) 品質檢驗師認證 (CQI) 簡介。品質月刊，53 (9)，36-43。
- [Chiao, F. (2017). Introducing the Certified Quality Inspector of American Society for Quality. *Quality Monthly*, 53(9), 36-43.]
- 詹寶菁、葉韋伶、陳麗華 (2014)。日本中小學教科書設計與發展之研究——以東京書籍社會教科書為例。教科書研究，7 (2)，73-116。http://doi.org/10.6481/JTR.201408_7(2).03
- [Chan, P.-J., Yeh, W.-L., & Chen, L.-H. (2014). A study on textbook design and development: A case study of Tokyo Shoseki social studies textbooks. *Journal of Textbook Research*, 7(2), 73-116. http://doi.org/10.6481/JTR.201408_7(2).03]
- 藍順德 (2006)。教科書政策與制度。五南。
- [Lan, S.-T. (2006). *Jiaokesbu zhengce yu zhidu*. Wu-Nan.]
- Association for Academic Quality. (2014a). *Association for academic quality*. https://afaq.edu.pk/
- Association for Academic Quality. (2014b). *Annual report*. https://afaq.edu.pk/annual-reports
- Mahmood, K. (2010). Textbook evaluation in Pakistan: Issue of conformity to the National Curriculum Guidelines. *Bulletin of Education and Research*, 32(1), 15-36.
- Ministry of Federal Education and Professional Training. (2021). *NCC*. http://www.mofept.gov.pk/Detail/YThkNmUzYWYtNDBhZC00MDc0LTkxMzYtM2RiZiZTJkMWM4YTE1

- Rosser, Y. C. (2006). The Islamization of Pakistani social studies textbooks. In S. J. Foster & K. A. Crawford (Eds.), *What shall we tell the children? International perspectives on school history textbooks* (pp. 179-194). Information Age.
- Warsi, S., & Khan, R. (2012). *Quality assurance in textbook development: A touchstone in writing the quality textbook*. Lambert.

誌謝

本刊 2020 年承蒙各領域學者專家審查文稿及指導編務，回饋具體意見及相關建議，提升本刊各專欄內容品質，特申謝忱。

- 王子華 國立清華大學教育與學習科技學系教授
王雅玄 國立中正大學教育學研究所教授
王慧敏 實踐大學家庭研究與兒童發展學系助理教授
王儷靜 國立屏東大學教育學系教授
田秀蘭 國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教授
田耐青 國立臺北教育大學教育學系副教授
何昕家 國立臺中科技大學通識教育中心助理教授
余季音 國立清華大學藝術與設計學系助理教授
吳俊憲 國立高雄科技大學博雅教育中心教授
吳慧珉 國立臺中教育大學教育資訊與測驗統計研究所助理教授
吳璧純 國立臺北大學師資培育中心教授
李源順 臺北市立大學數學系教授
李聲吼 國立屏東科技大學社會工作系副教授
李懿芳 國立臺灣師範大學工業教育學系教授
周珮儀 國立中山大學教育研究所教授
周淑卿 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所教授
林文寶 國立高雄師範大學事業經營學系教授
林吟霞 臺北市立大學學習與媒材設計學系副教授
林佳範 國立臺灣師範大學公民教育與活動領導學系副教授
林開忠 國立暨南國際大學東南亞學系副教授
林意雪 國立東華大學教育與潛能開發學系副教授
林慈淑 東吳大學歷史學系教授
林綺雲 國立臺北護理健康大學生死與健康心理諮商系教授
林慶隆 國家教育研究院語文教育及編譯研究中心主任
柯宜中 元智大學應用外語系教授

段曉林	國立彰化師範大學科學教育研究所特聘教授
洪榮昭	國立臺灣師範大學工業教育學系教授
洪福財	國立臺北教育大學教育經營與管理學系教授
韋煙灶	國立臺灣師範大學地理學系教授
翁麗芳	國立臺北教育大學幼兒與家庭教育學系退休教授
高翠霞	臺北市立大學學習與媒材設計學系教授
張 純	臺北市立大學教育學系副教授
張子超	國立臺灣師範大學環境教育研究所教授
張茂桂	中央研究院社會學研究所兼任研究員
張嘉育	國立臺北科技大學技術及職業教育研究所教授
張德勝	國立東華大學教育與潛能開發學系教授
梁淑坤	國立中山大學教育研究所教授
許民陽	臺北市立大學地球環境暨生物資源學系榮譽教授
許育健	國立臺北教育大學語文與創作學系副教授
陳柏熹	國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教授
陳炫任	國立嘉義大學語言中心副教授
陳美如	國立清華大學教育與學習科技學系教授
陳致澄	國立臺南大學應用數學系教授
陳嘉皇	國立臺中教育大學數學教育學系教授
陳瓊花	國立臺灣師範大學美術學系退休教授
陳麗華	淡江大學課程與教學研究所教授
陸怡琮	國立屏東大學教育學系副教授
曾玉村	國立中正大學師資培育中心教授
湯梅英	臺北市立大學教育學系教授
黃文定	國立暨南國際大學國際文教與比較教育學系教授
黃國禎	國立臺灣科技大學網路學習研究中心講座教授
黃雅淳	國立臺東大學兒童文學研究所副教授
黃鴻博	國立臺中教育大學科學教育與應用學系名譽教授
黃繼仁	國立嘉義大學教育學系教授
楊巧玲	國立高雄師範大學教育學系教授

楊惟安	天主教輔仁大學歷史學系助理教授
楊智穎	國立屏東大學教育學系教授
楊德清	國立嘉義大學數理教育研究所終身特聘教授
詹寶菁	臺北市立大學教育學系副教授
劉光夏	臺北市立大學學習與媒材設計學系副教授
劉沂欣	國立臺灣師範大學化學系助理教授
劉美慧	國立臺灣師範大學教育學系教授
鄭英豪	臺北市立大學數學系副教授
賴光真	東吳大學師資培育中心副教授
謝闔如	國立臺中教育大學數學教育學系助理教授
鍾 靜	國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系退休教授
鍾鴻銘	國立宜蘭大學通識教育中心教授
簡靜雯	國立清華大學英語教學系副教授

徵稿簡則

一、發刊宗旨

《教科書研究》（以下稱本刊）為國家教育研究院定期發行之專業期刊，登載與教科書及教材相關議題之研究成果。冀望透過本刊之發行，建立對話平臺，促進教科書研究者與實務工作者之互動交流，推動教科書研究及發展，以提昇教科書及教材之品質。

二、出刊頻率

本刊每年發行 3 期，於 4 月、8 月及 12 月出刊。

三、徵稿主題

教科書及教材發展之政策、制度、內容分析、使用、評鑑、比較研究、歷史分析，以及研究方法論等。

四、徵稿簡則

1. 稿件類型及字數：

- (1) 專論：未經發表過且具原創性之學術論文。接受中、英文稿件，中文稿件以 15,000 字為原則，至多不超過 20,000 字；英文稿件以 8,000 字為原則，至多不超過 10,000 字；另應提供中文摘要（350 字內）、英文摘要（200 字內）及中英文關鍵詞（各 3 至 5 個）。
- (2) 研究紀要：即時重要的實徵研究結果，以及創新的理論、概念、研究方法或工具之論文。接受中、英文稿件，中文稿件以 10,000 字為原則；英文稿件以 5,000 字為原則；另應提供中文摘要（350 字內）、英文摘要（200 字內）及中英文關鍵詞（各 3 至 5 個）。
- (3) 論壇、書評、教科書評論、報導：接受中文稿件，以 5,000 字為原則。

2. 引註及書目格式：

- (1) American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7th ed.).
- (2) 教科書及課程標準（綱要）引用格式請參據本刊「撰稿格式」。

3. 來稿一經採用，作者應提交英譯之中文參考文獻（範例 3-1），如中文參考文獻無英譯，請同時提交音譯（漢語拼音）及意譯（範例 3-2）。

範例 3-1：

楊深坑（2005）。全球化衝擊下的教育研究，*教育研究集刊*，51（3），1-25。

[Yang, S.-K. (2005). The impact of globalization on educational research. *Bulletin of Educational Research*, 51(3), 1-25.]

範例 3-2：

余英時（1976）。*歷史與思想*。聯經。

[Yu, Y.-S. (1976). *Lishih yu sixiang* (History and thoughts). Linking.]

4. 文件格式：

(1) 內文：電子檔案格式須為 MS Word (.doc .docx) 或開放文件格式 (.odt)，並請同時提供稿件 PDF 檔作為比對之用。

(2) 圖片：內文如有圖（照）片，須另提供清晰圖片或高解析數位照片，引用圖片應符合本刊著作利用授權規範。

5. 投稿方式：

(1) 投稿者請將「稿件電子檔」及「稿件基本資料表」上傳至「線上投稿系統」，網址：<https://ojs.lib.ntnu.edu.tw/index.php/JTR>。

(2) 本刊收件後，將於 2 個工作日內 E-mail 回覆投稿者收件訊息；如未收到相關訊息者，請來電確認，以避免漏失郵件。

6. 稿件隨收隨審，歡迎各界踴躍惠稿。

五、稿件審查、修改及刊登

1. 本刊採雙匿名審查制度，稿件將送請相關領域之學者專家進行審查。

2. 審查結果及意見將個別 E-mail 通知投稿者，投稿者應於本刊通知日起 1 個月內 E-mail 回覆修改、答辯或說明，並於稿件標示修正處；除特殊情況事前經本刊同意展期者外，逾期回覆修改、答辯或說明者，概以退稿處理。

3. 凡接受刊登之稿件，本刊得視編輯之實際需要，對稿件文字及圖片刪修調整，並得決定其刊登卷期。

4. 請勿有一稿多投、違反學術倫理，或侵害他人著作權之行為，違者除自負相關行政及法律責任，本刊 2 年內不受理其稿件。

5. 本刊不接受退稿者以同一文稿再次投稿。

六、著作權規範、個人資料蒐集使用及相關權益

1. 獲採用刊登者，作者（著作人）應簽署著作利用授權書，授權國家教育研究院得以不同方式，不限地域、時間、次數及內容利用著作物，並同意「姓名標示—非商業性—禁止改作」之創用授權條款；國家教育研究院並得將相關權利再授權第三人。完整授權條款請參考本刊最新版「著作利用授權書」。

2. 作者（著作人）同意國家教育研究院基於著作利用與期刊發行及行政業務目的，蒐集使用個人相關資料。完整個人資料蒐集使用規範請參考本刊最新版「稿件基本資料表」。

3. 不同意或不符合本刊著作利用授權與個人資料蒐集使用規範者，請勿投稿，違者本刊 2 年內不受理其稿件。

4. 獲採用刊登者，本刊將致贈作者當期期刊 2 冊。

七、編務聯絡

1. 電話：(02) 7740-7773
2. 信箱：ej@mail.naer.edu.tw
3. 官網：ej.naer.edu.tw/JTR
4. 地址：106011 臺北市大安區和平東路 1 段 179 號 4 樓
《教科書研究》編輯會

教科書研究

徵稿

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH
CALL FOR PAPERS

預定主題

- 15 卷 1 期：素養導向教科書的實踐與前瞻
(2022.04 出刊，截稿日 2021.05.31)
- 15 卷 2 期：國際教育與教科書
(2022.08 出刊，截稿日 2021.09.30)
- 15 卷 3 期：轉型正義教育與教材設計
(2022.12 出刊，截稿日 2022.01.31)



徵稿辦法及相關文件

本刊收錄於臺灣社會科學核心期刊 TSSCI，
常年徵稿，稿件採雙匿名審查制，隨到隨審。
徵稿相關文件請至本刊官網查詢及下載。

華 文 世 界 第 一 本
教 科 書 研 究 專 業 期 刊

教科書研究

JOURNAL OF TEXTBOOK RESEARCH

2008年6月15日創刊

First Issue: June 15 2008

2021年4月15日出刊

Current Issue: April 15 2021

第十四卷 第一期

Volume 14 Number 1

出版者 國家教育研究院
地址 237201新北市三峽區三樹路2號
電話 (02)77407890
網址 www.naer.edu.tw
E-mail ej@mail.naer.edu.tw
刊期 一年三期，於四月、八月及十二月出刊
定價 新臺幣150元
GPN 2009704417
ISSN 1999-8856 (print) 1999-8864 (online)
展售處 國家書店
104472臺北市中山區松江路209號1樓
(02)25180207 www.govbooks.com.tw
五南文化廣場
400002臺中市區中山路6號
(04)22260330 www.wunanbooks.com.tw

Publisher National Academy for Educational Research
Address No. 2, Sanshu Rd., Sanxia Dist., New Taipei City 237201, Taiwan (R.O.C.)
Tel 886 2 77407890
Website www.naer.edu.tw
E-mail ej@mail.naer.edu.tw
Frequency Triannually in April, August and December
Price NTD.150
GPN 2009704417
ISSN 1999-8856 (print) 1999-8864 (online)
Retailers Government Publications Bookstore
1F, No. 209, Songjiang Rd., Zhongshan Dist., Taipei City 104472
886 2 25180207 www.govbooks.com.tw
Wunanbooks
No. 6, Zhongshan Rd., Central Dist., Taichung City 400002
886 4 22260330 www.wunanbooks.com.tw

TSSCI
臺灣社會科學核心期刊
第二級

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

ERIC data
www.ericdata.com



airiti Library



月旦法學知識庫



除另有註明，本刊內容均依據創用授權「姓名標示—非商業性—禁止改作」條款釋出。
Unless otherwise noted, all of the articles published in this journal are licensed
under the Creative Commons "Attribution-Noncommercial-No Derivatives" license.



專論 Articles

我國國民中小學科學教科書科學詞彙之差異比較

黃仲義 陳世文 楊文金

The Comparison of Science Vocabulary in Taiwan Primary and Middle School Science Textbooks

Chung-Yi Huang Shih-Wen Chen Wen-Jin Yang

以科學建模歷程探索臺灣國中教科書中化學平衡概念模型的建構

鐘建坪

Exploring the Construction of a Conceptual Model of Chemical Equilibrium in Taiwanese Junior High School Science Textbooks Through a Scientific Modeling Process

Jing-Ping Jong

學生的空間測量能力及教科書的面積與體積教材之探討

黃幸美

Study of Students' Spatial Measurement Competence and Textbook Units of Area and Volume Measurements

Hsin-Mei E. Huang

研究紀要 Research Note

建構中小學「公民遠見課程」之主題軸與核心概念芻議

陳麗華 葉韋伶 紀舜傑

Construction of the Theme Axis and Core Concepts of the Civic Foresight Curriculum in Elementary and Junior High Schools

Li-Hua Chen Wei-Ling Yeh Shun-Jie Ji

教科書評論 Textbook Review

南非高中歷史教科書的轉型正義教育——評介《焦點歷史》

李涵鈺 李仰桓

Transitional Justice Education in the High School History Textbooks of South Africa: A Review of the *Focus History*

Han-Yu Li Yang-Huan Li

書評 Book Review

教科書發展的品質保證——書寫優質教科書的試金石

詹寶菁

Quality Assurance in Textbook Development: A Touchstone in Writing the Quality Textbook

Pao-Jing Chan



GPN 2009704417

定價 150元



ej.naer.edu.tw/JTR