

教育研究集刊  
第六十六輯第三期 2020年9月 頁37-75

# 支持教改實踐的教科書設計： 以日本中學校理科教科書中 生物單元之論述分析為例



林君憶

## 摘要

本研究採語料庫輔助論述分析，主要探究日本中學校（即國中）三年級理科教科書「生命的延續性」單元設計，部分參照臺灣教科書內容，探討教科書設計於教改脈絡下之意涵。研究發現，日本單元課程設計融合了目標與歷程模式，由日常現象引介學生能探究的問題，圖文版式採大幅攝影供觀察討論、以角色插畫及比臺灣單元使用更少的專有名詞與更多驅動學習表現的動詞，鼓勵學生投入探究活動，以獲得概念理解，並活用理解來思考新問題。其意涵包括教科書創造活用科學概念與探究的情境，以解決問題、適應社會作為學習的脈絡；視學生為探究社群裡知識的建構者與問題解決者，經教師從旁協助運用科學探究方法習得概念、知識與技術，學生再進行小型自由研究。教材提供支持課程改革實踐之完整、穩定且普及的教學鷹架，有利於師生持續投入創造課堂探究社群的新學習經驗。

關鍵詞：科學探究、素養、教科書設計、語料庫輔助論述分析、課程改革實踐

---

林君憶，國立臺灣師範大學教育學系助理教授

電子郵件：chunlinkeys@gmail.com

投稿日期：2019年11月21日；修改日期：2020年05月31日；採用日期：2020年09月10日

# **Textbook Design to Support the Enactment of Educational Reform: Discourse Analysis of a Biology Unit in a Japanese Junior High School Science Textbook**

Chun-Yi Lin

Abstract

Using corpus-assisted discourse analysis, this study primarily analyzed the design of a unit titled “Continuation of Life” in a Japanese science textbook for third-year junior high schoolers with reference to a Taiwanese unit. The study also examined textbook design implications in the context of educational reform. The unit in the Japanese textbook integrates the objective and process curriculum models. To encourage learners to inquire and apply their understanding to manage new problems, the unit introduces inquiry questions through natural phenomena, presents large photographs for observation and discussion, and uses more character illustrations, less terminology, and more verbs that drive learning performance than Taiwanese counterparts do. The findings have the following implications. Textbooks can create

learning contexts in which students use science concepts and inquiry to solve problems and adapt to the society. Students are regarded as problem solvers and knowledge constructors in a community of inquiry; with teachers' facilitation, students use scientific inquiry methods to acquire concepts, knowledge, and skills, and then conduct small projects for independent inquiry. Textbooks can serve as comprehensive, stable, and pervasive scaffolds to support the enactment of curriculum reform; they may help teachers and learners co-create new learning experiences in developing inquiry communities in classrooms.

**Keywords: scientific inquiry, competencies, textbook design, corpus-assisted discourse analysis, curriculum reform enactment**

## 壹、背景

教科書是學校教育重要的學習與教學資源。讀冊（*thak-tsheh*）一詞在教育部臺灣閩南語辭典釋義有念書，也有上學、上課的意思；而教冊（*kà-tsheh*）則是教師的主要工作，教導學生學習書上各種知識。由此逐漸演變為隱含的角色認同：教科書呈現學校教育應習得的知識，教師傳授知識，而學生吸收知識——包含前人智慧結晶與價值觀。從我們承襲之社會文化角度來看，學生須將教科書讀得滾瓜爛熟，應試時方能脫穎而出、金榜題名。然而，隨著知識因科技發展而普及、世界因全球化與人工智慧而劇變，社會裡無論個人工作或公民生活的決策均需複雜之分析思考、傾聽表達、共同探究、問題解決等能力。故教育的目標由吸收知識轉而聚焦於以學習者為主體，以教育心理學等研究為基礎，來協助學生主動運用資訊、覺察問題並產生預期、在真實情境中實踐、再延伸與反思，以利發展某個概念的深度理解與獲得相關之策略方法，確保有意義的學習，同時提升學習遷移的可能（McTighe & Seif, 2003; Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2018）。然而，教育改革的實踐過程裡，可能遭逢諸多挑戰，如何提供師生指引以共創新的學習經驗、邁向新的目標？由此看來，教科書設計是亟須持續發展與研究的領域：教科書如何改變以支撐課程改革的實踐？教科書可能透過論述創造不同於以往的學習脈絡，驅動與理想課程一致的課堂活動，帶來新的課堂風景嗎？教科書如何在教育改革的脈絡裡成為學生與教師的關鍵學習資源，持續提升新課程的品質？

因此，本研究以日本東京書籍株式會社2016年出版之中學校理科教科書第三冊（即國中第三年）生物單元「生命的延續性」為題材，進行語料庫輔助論述分析，欲探究的研究問題為：一、此教科書單元內容於元件使用、主題與順序選擇、文本編寫呈現哪些課程與教學的特質？二、此教科書單元在教育改革脈絡下傳達之具體意涵為何？包含其潛在驅動之認同與活動、創造與學習相關的脈絡，以及其設計反映學習者、教材與教師各是什麼樣的角色或肩負怎樣的責任？

## 貳、文獻探討

### 一、世界的課程難題與改革趨勢，包含臺灣科學教育之挑戰與因應

世界因科技進步與全球化而快速變遷，在經濟、環境、社會面向皆浮現大規模且複雜的難題，需世界公民共同參與解決。故新時代的教育面臨期待與挑戰，學校教育需培育高素質的公民，即能適應、創造以參與解決未來挑戰的終身學習者，引發學生的學習興趣與深度理解、發展價值觀與態度，並兼顧他們均衡的生活與幸福感（Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2018）。因此，多數國家希冀透過課程改革來提高教育品質，並克服當今課程面臨之難題，包含：（一）課程的過度負荷，學生花過多時間學習過多內容；（二）時間的遲滯，課程未能及時反映當代的問題，且意圖課程與實際學習結果差距太大；（三）學習內容需提高品質，使學生投入學習獲得深度理解；（四）學校教育除了優質還需兼顧平等；（五）需有效地實施課程改革（OECD, 2018）。

由於不斷增加教育的知識內涵有其極限，素養（competence 或 competencies）被提出來解決部分難題，素養不只強調學生主動學習，亦提供新視角來思考課程改革，協助學校創造符合未來個人與社會需求的高品質教育經驗（秋田喜代美，2018）。臺灣於108學年實施之十二年國教新課程，延續九年一貫學生基本能力並參考國際趨勢，以核心素養為課程改革主軸支持學習者為主體的學習，提升未來公民素質（教育部，2014）。值得注意的是，日本學者Taguma（2017）分析OECD參與國為回應二十一世紀提出之課程架構，發現各國課程改革由聚焦知識內容（content-focused）轉而聚焦素養（competence-focused）後，再轉向重視知識內容與素養融合（content-and-competence integrated）的架構。雖然臺灣此次教育改革常用「素養導向」一詞，但各領域課程綱要皆指出應由重要概念之「學習內容」與非具體內容向度的「學習表現」交織作為學習重點，依此來設計學習經驗（國家教育研究院課程及教學研究中心核

心素養工作圈，2015），可見，此次教改與國際趨勢相近，為內容與素養融合。然而，課程設計與教學實踐如何融合內容與表現，使其交織發展來培育素養呢？研究者接著從臺灣科學教育遭遇之挑戰來討論此問題。

臺灣近年來科學素養的表現亮眼，2015年「國際學生能力評量計畫」（Programme for International Student Assessment, PISA）排名第四，與日本相較，各向度僅略低；然而，我們的學生課內外學習時間卻高於多數國家，平均每小時學習所得之分數排名第23名，略低於OECD各國平均（日本排名第四），顯示臺灣國中生可能過度負荷，亟需在不增加學習時間的前提下，提升他們的學習品質。臺灣學生表現與其家庭社經關係推得之平等性（equity），相較於2008年，也有惡化情形（OECD, 2016）。該調查亦顯示，臺灣半數以上參與測驗的學生從來或幾乎未曾於課堂設計實驗、接近一半不曾在課堂對實驗進行思考論證；教師經常向學生解釋科學概念，學生卻很少主動參與知識建構（余曉清、林煥祥，2017）。在一篇由多國觀點探討科學探究課程的文章裡（Abd-El-Khalick et al., 2004），作者指出臺灣九年一貫課程改革雖強調發展學生探究能力，實際上教師是否有意願與能力實施探究課程影響了教育改革的結果，教師受多方壓力需兼顧新舊課程，教師認為涵蓋教科書內容為其主要責任，故時間有限的情況下，講述式為有效率的教學方式，然而，此模式對課堂的科學探究實踐形成阻礙。故若以過去教改為借鏡，我們知道教師在規劃與實施課程時，必須支持他們內在的、實質的增能與轉變，同時要避免以添加的方式來達成素養學習，例如額外提供學習單等，因為這麼做可能徒增負荷，卻對提升課程品質幫助有限。

此次自然科學領域之課程綱要審訂參考國際科學教育趨勢，如美國Next Generation Science Standards（National Research Council, 2012），並檢視國內現場問題提出解決辦法，包含強調核心概念與探究方法，涵蓋生活及新興科技脈絡，且重視科學本質與態度培養（國家教育研究院，2019），呼應了整體課程改革的素養觀點。其中，課綱裡「探究與實作」受到諸多討論和重視。事實上，九年一貫課綱已建議採用探究與實作的方式教學，能力指標亦強調科學探究過程，以及運用科學知識與方法處理問題、增進心智運作能力（教育部，2008）。但經檢視教學現場發現，教學內容仍偏向知識概念學習，未能落實素養或能力教學；學習內容過多且零碎，缺少核心概念（國家教育研究院，2019）。因此，此次新

課綱以「學習表現」重申科學探究的重要，包含思考智能、問題解決及科學的態度與本質，調整「學習內容」使聚焦核心概念，從純粹學習科學知識，轉而期望學生活用科學的概念與理解於新情境。核心概念的特徵是能坐落於脈絡之上，又有途徑進入每個相關的脈絡，因此，教育需確保足夠機會與時間讓師生探索核心概念，理解與欣賞它們的廣度、深度與意義（Michaels, Shouse, & Schweingruber, 2008; National Research Council, 2013）。同時，為提升科學探究實踐，新課綱規範國中階段需確保三分之一的授課時數實施探究與實作，並明定各階段特色與原則，例如，國中為「主體經驗」與「客體經驗」相輔相成、體會科學知識幫助生活解決問題、依現象提出問題並設計實驗實作進行探究計畫等；且課程發展手冊提供素養導向教學與評量設計示例——以雙向細目表作為工具整合「學習表現」與「學習內容」，而非各自獨立之設計（國家教育研究院，2019）。不過，相較於日本學習指導要領針對個別核心概念確立關鍵學習表現或探究方法（文部科學省，2009），臺灣課綱仍維持九年一貫分別論述內容與能力／學習表現，雖提供示例鼓勵彈性發展素養課程，但如何依「學習內容」的概念特質選擇關鍵的「學習表現」？兩者如何交織成高品質、有效能的新課程？還需持續激發教育工作者對教學實踐的具體想像。

## 二、日本的教育改革脈絡，包含國中生物科之學習指導

日本自第二次世界大戰後約每10年進行一次教育改革（林明煌，2008）。1947年，日本首次頒布《學習指導要領一般篇（試案）》，受美國進步主義影響，由「中央集權式統治與管理」轉以「學童」為出發點，雖重視學童興趣卻缺乏系統性。1958年、1968年的改訂，特別受蘇聯發射人造衛星之刺激，包含日本在內的各國課程改革皆強調教育現代化，將學科內容系統化，以提升學習效率，卻忽略學生經驗，因而造成學習意願低落、能力落差擴大。故1977年再提出精選數理內容，希冀落實個性化教育並增設寬鬆教育時間來緩和升學壓力，實施後卻加深既有困境。1989年，強調學童個性與終身學習，且重視基礎素養教育，能力分班與選修科目在個性化教育下被合理化，引發階級再製與文化再生產之擔憂。1998年提出展望二十一世紀的日本教育，以生存力作為改革方針，課程目標包含：（一）培養具豐富人性與社會性的日本人、能立足於國際社會的自覺感；

(二) 培養自我學習與思考的能力；(三) 確實要求基礎、基本素養教育的達成；同時設置總合時間，部分開放教師課程自主權且意圖培養學生高層次認知能力，但學生基礎知能不足，難以倚賴總合課程發揮功效。為了提升國家競爭力，2008年《學習指導要領》改訂：(一) 檢討寬鬆教育政策——尊重學童自主性時，也應重視有效教學；(二) 加強基礎、基本的素養學習，澄清各方對「生存力」培養的認識；(三) 減少總合時間、國中選修課時間，除語文之外，各科也應增加培養表達與溝通能力的教學活動；(四) 增加上課時數，協助地方家庭因應學童學力降低的現象。2017年公布的《新學習指導要領》，中學校階段（即臺灣國中階段）將於2021年開始實施，繼續以生存力為方針，在不縮減授課時數與內容的前提下，擴展向社會開放的課程，並檢視授課方式回應「如何學習？」，強調以主動學習（active learning）作為方法，教師不再單向授課，透過學生同儕討論活動促進主體的、對話的深度學習（文部科學省，2017）。總之，戰後日本教育開始強調學生主體性，實踐過程裡意識到學科系統與有效教學實屬必要，期望兼顧並提升教育之品質與平等，故近年日本強調各學科領域都應致力培育基礎知能與素養，上述改革經歷與臺灣脈絡有相似之處，值得參考。那麼，日本在學科領域如何實行呢？

以國中自然科學領域為例，日本現行中學校理科之學習指導要領指出其目標為：

使學生對自然事物與現象產生積極興趣，並採取有目的性的觀察與實驗，在此同時，也厚植科學調查能力與如此做的正向態度之基礎；使學生深化對自然事物與現象的理解，及培養活用科學方法的觀點與思考。  
（文部科學省，2009）

該要領分為物理、化學（第一分野）與生物、地科（第二分野），分別詳述其目標與內涵。第二分野內關於生物學習的目標為：

使學生對生物產生積極興趣、獲得發現多樣性與規律的方法，由探索自然事物與現象的活動，得到問題解決的方法；藉由對自然事物、現象

的觀察與實驗，得到觀察與實驗方法，發展分析、解釋、表達發現的能力，理解生命與生物多樣性，發展出對於生物與生命延續現象的科學觀點與思考方式；發展出對生命的尊重、致力於環境保育的態度、藉由探索生物自然現象之環境，發展對於大自然之整體觀點。（文部科學省，2009）

以生命的延續性主題來說，學習指導要領列出之目標包含以下幾點（研究者使用底線來標記指導要領裡提及該學習內容的處理方式）：

A. 生物的成長與繁殖：a. 體細胞分裂與生物的成長：使學生藉由觀察細胞分裂查明細胞分裂的歷程，以及覺察細胞分裂與生物成長的關聯。應觸及染色體複製的事實。b. 生物如何繁殖：使學生藉由觀察熟悉的生物如何繁殖，發現有性與無性生殖的特徵，以及發現親代性狀於繁殖時被傳遞給子代的事實。有性生殖的機制應與減數分裂關聯；無性生殖應涉及單細胞生物與植物營養繁殖。B. 遺傳規律與基因：a. 遺傳規律與基因：使學生依據雜交的實驗，發現代間性狀傳遞的規律性。應處理分離律，此外，基因改變發生時能影響性狀，也應觸及基因的物質是DNA。（文部科學省，2009）

值得注意的是，該指導要領與臺灣目前自然領綱論述方式的主要差異在於：是否針對個別核心概念建議融入哪些關鍵的學習表現，來支持學生的探究與實作學習，得以具體回應該階段領域及總體課程目標，提供學生發展其基礎知能與素養的教育。例如，日本建議學生採用觀察的方法發現染色體複製的事實，覺察細胞分裂與生物成長的關聯；臺灣則將內容與學習表現分別論述，提供課程設計者彈性搭配。不過，即使如日本提供探究與實作融入概念學習的指引，實務上仍受限於師生的素質、能力、信念、經驗等限制，例如，教師認為研習所得知的理論與教學現場之間的落差不易克服，雖多數科學教師理解探究的重要，但缺乏探究的實務架構（Bell, Smetana, & Binns, 2005）。那麼，如何能提供現場具體地、即時地協助，使所有教師、學生都能成功地運作與經驗新課程？

### 三、教科書的角色潛能與教科書研究

透過改變教科書內容影響學校教育，是行之有年的作法。事實上，教科書與教師的信念和特質、教學規劃及學生實際經驗的課程存在複雜關係。教科書如何為教育改革貢獻更多？首先，Ball與Cohen（1996）認為，傳統教科書與教學的分野壁壘分明，教科書編寫者負責內容，教師負責教學，但唯有重新劃分界線，兩者皆將課程實踐（curriculum enactment）擺至核心，例如，教材幫助教師理解與預測學生的困難及回應，教材才能同時成為學生與教師擁有的教育性材料（educative materials）。Chambliss與Calfee（1998）亦認為，教科書設計應將學生的需求規劃進去，提出為學習而設計的教科書應具備以下特性：文本的可理解性、採專家視鏡的課程設計，以及透過連結（connect）、組織（organize）、省思（reflect）與延伸擴展（extend）形成探究社群的教學設計。再者，學理上認為教科書與教師特質以一種「參與式的關係」互動，構成課程規劃，再經課堂實施成為實踐課程，其成果回饋給教師特質再進入新的循環（Remillard, 2005）。例如，經荷蘭高中科學教師採用教育改革取向的教科書來規劃課程之多案例研究，印證了教科書可幫助發展教師的學科教學知識（Coenders, Terlouw, Dijkstra, & Pieters, 2010）。綜上所述，若教科書論述——包含在課程、教學、文本編寫版式設計等面向——能反映或創造與新課程學習目標與學習方法一致之脈絡，或能發揮其潛能而引領師生構築新的課堂學習經驗，持續且具象地支持教育轉型。

然而，回顧國內科學領域的教科書研究常用內容分析法（content analysis），該方法傾向實證主義與科學研究，以預定的類目（pre-defined categories）及分析單元（unit of analysis）拆解文本，以求客觀、系統與量化的描述。相關研究包含教科書單元內容之編排順序，例如，李明玲與溫熾純（2017）以內容分析法研究國內不同版本教科書「生殖與遺傳」單元之科學知識架構，發現一致的結構與前導組體（advanced organizer）有利於新手透過閱讀學習科學；吳貞儀、林陳涌與張永達（2016）分析國內不同版本教科書中關於遺傳學的知識編排順序，以選擇反應試題測驗其對國中生閱讀理解之影響。一方面，教科書研究受限於國內教科書的相似特性，過去偏重內容編排對學習者透過閱讀習得科學知識的影響，在目前教改脈絡裡以探究與實作為主要學習方式之教科書設計研究

較少；另一方面，教科書的研究方法「內容分析法」限制學者進一步對研究客體及客體被建構的社會文化脈絡互動進行探索與深究（游美惠，2000）。

該怎麼探究教科書如何支撐教育的轉變？論述分析（discourse analysis）的學者認為，文本不能在孤立的狀態下進行研究，因文本的意義不單被研究者賦予，它本身即是社會文化歷程建構而成的產物（social object）。文本分析應能敏銳地感應社會的變動與多樣性，為透徹瞭解文本，必須將它放回社會文化脈絡中探究真實意義，故Fairclough（2013）認為文本分析是論述分析的一部分，其範圍不限於文本本身，論述分析更著重文本的社會意涵，透過對文本及其脈絡提出有效性與關聯性的論述，進行詮釋與反思，並意圖作為促成社會變遷的潛在力量。由語言學的觀點來看，人們的語言表達不止於字面意思，同時在特定脈絡中建構真實的意義，欲以語言驅動某些行為或驅使某種認同（Gee, 2014）。教科書也不例外，其論述明白地或潛在地驅動學校師生的課堂活動，以及驅使其自我角色認同的傾向，即What the speaker says（在本研究指教科書內容）+ Context（指論述存在的脈絡，在本研究為教改的脈絡）= What the speaker means（在本研究意指教科書論述未明白說出的意義）（Gee, 2014）。因此，本研究採論述分析取徑探究日本的教科書單元內容設計及其論述潛藏於教改脈絡之意涵為何，以深入理解教科書如何具體地支持基礎知能提升與素養學習的教育改革。

## 參、研究方法與歷程

### 一、研究方法

#### （一）語料庫輔助論述分析

即使論述分析強調反思與詮釋意義，不側重客觀與科學性，它仍因其深度探究本質及造成時間與人力耗費受到批評。Kamasa（2017）整理論述分析的限制包含倚賴研究者的直覺、舉證的揀選、研究者可能帶有偏見及缺乏有效說服受眾的效果等。近年跨領域研究興起，國內外學術研究團隊投入開發回應人文社會研究所需之資訊軟體與研究方法，其中，語料庫語言學（corpus linguistics）的發展可彌補傳統論述分析限制，提升其推論歷程與結果，即為語料庫輔助論述分析

(corpus-assisted discourse analysis) 的研究方法。語料庫輔助論述分析用於研究某特定文本類型在社會或傳播脈絡中的語言使用與意義，過去倚賴研究人力處理小規模的語料庫並揀選資料，語料庫輔助論述分析可藉工具進行全面搜尋，透過分析詞頻與其出現之脈絡等規律進行詮釋與反思，研究者與讀者得位處於與資料稍遠的距離，重新審視語料庫分析前所依據之直覺與可能帶有的偏見、或得到值得進一步探究的新發現 (Kamasa, 2017; Partington, 2006)。這類為人文學知識探索而進行資料探勘之工具技術開發，提供研究者新的視野，亦對社會人文研究方法帶來突破的可能 (項潔、翁稷安, 2011)。

## (二) 研究工具

本研究使用中文獨立語料庫詞彙分析軟體「庫博」(取自英文corpus之發音)作為輔助論述分析的工具，是由國立臺灣大學教授依語料庫語言學所開發(闕河嘉、陳光華, 2016)。庫博支援使用者編輯辭典、定義同類辭與停用詞，將中文文本自動斷詞再進行分析，得出詞彙出現頻率(詞頻)、詞彙出現之前後脈絡(關鍵詞脈絡索引)、詞彙在文本分布情形(詞彙分布)、語料庫間詞彙比較(顯著詞)等。Partington (2006)指出，所有語料庫工作皆涉及合宜的比較，即使只使用單一語料庫的情況，也被用於測試該資料庫的資料如何對應另一組資料。因此，雖本文聚焦探討日本教科書單元設計與意涵，在研究進行時亦選擇參照教科書，惟當時國內尚未出版依據108課綱審定之教科書，故選用與日本教科書同年出版之九年一貫版教科書單元作為參照。

## 二、研究步驟與分析歷程

### (一) 文本選擇

本研究選擇日本東京書籍株式會社於2016年出版之中學校理科教科書(以下簡稱J版)，因其近年使用率最高，根據非官方調查(日本教材出版，無日期)，估計超過四成的地區教育委員會選用。本研究分析單元為國中三年級「生命的延續性」單元，包含「生物的成長與生殖」及「遺傳的規律性與基因」兩章(岡村定矩等, 2016)；對應的參照語料庫為臺灣某出版社於同年出版之自然與生活科技國中七年級「生殖」與「遺傳」兩章(簡稱T版)。研究範圍限制於J版該單元，故研究發現無法推論至其他單元，如物理、化學或地球科學。此外，請

讀者留意參照之T版單元該年為依九年一貫課綱編纂之版本。

## （二）文本處理與確認

J版教科書經掃描後送交專業翻譯，將內文搭配原教材圖片製成中譯本文件。研究者與兩位國中自然領域教師分別閱讀此檔案，並標記需確認之處，再與兩位分別具日文翻譯專長之教育領域研究生及母語為日文之人士確認專有名詞與字句等。同時，研究者亦閱讀與文本建構有關之脈絡文件，如日本的學習指導要領、出版社網站提供J版教科書設計與使用說明文件等。

## （三）研究問題與研究方法確立

初期以研究者自身為研究工具，取兩版本第一章第一節進行小範圍分析比較，未採預設分類範疇，經反思與詮釋獲得初步結果。研究者再進行文獻探討確立研究問題，同時參與數位人文研究工作坊，決定使用語料庫輔助論述分析作為研究方法。

## （四）量化資料蒐集與分析

共分為兩個步驟：

1. 建構語料庫：研究者將J版與T版單元各存為一文件，將文件視為獨立之語料庫輸入庫博軟體分析使用。經庫博自動斷詞後，檢視詞頻列表，如發現斷詞不妥則編輯辭典，例如，新增詞彙專有名詞「胚珠」，再次自動斷詞；設定停用詞，移除高頻率但研究分析上無意義之詞彙，例如「的」、「在」；編輯同類詞，如感嘆語助詞，包含「呢、嗎、吧、喔」等。

2. 決定分析類別：語料庫分析得量化「詞頻列表」再與質性論述分析互動，決定採用的詞頻分析類別（如比較兩版本專有名詞，或比較動詞出現之脈絡與頻率）。歷程中常回到原文脈絡確認。

## （五）質性論述合併量化資料分析之詮釋

研究者依據Gee（2014）的論述分析工具引導研究，以下三點說明其探究內涵：

### 1. 教科書的課程設計與教學面向

教材中含知識或觀點等內容，哪些被排除了？哪些被納入了？為什麼教科書設計者選擇這項主題而不是其他？關於這項主題設計者說了什麼？如此組織資訊的原因？這些安排如何產生作用？讀者必須具備哪些教科書未明白說出的知識、

假設或推論，以理解教科書設計者想溝通之事？有什麼是若不理解某些前提、假設、推論，可能會感到奇怪、疑惑的，但圈內人已接受並習以為常了？

## 2. 文本設計可理解性面向

教科書使用什麼文法及詞彙確立溝通形式？如何滿足特定溝通目的？教科書設計者如何運用教科書形塑或操弄讀者認為相關的脈絡？教科書設計者受文化脈絡限制需以符應脈絡方式撰寫，或者以創造新的學習脈絡方式撰寫？教科書不只傳達字面意思，還試圖驅動哪些活動與讀者之自我認同？

## 3. 語料庫分析做脈絡框架測試論述

Ge (2014) 建議考慮所有你認為與資料意義有關的、已知的脈絡，進行論述分析後，若再有新的相關脈絡，測試其是否改變分析結果。於此，本研究語料庫提供系統性資料作為獨特之脈絡框架，其發現可與質性論述結果相互關聯比對，提升論述之詮釋能力。例如，語料庫詞頻分析發現J版比T版具較多以學生為主詞的動詞，以此作為新的脈絡來測試已由其他脈絡分析獲得之論述，可印證教科書中視學習者為主動角色之推論。

# 肆、研究結果與討論

本研究分析日本中學校理科教科書中生物單元「生命的延續性」內容呈現之課程與教學特質，並討論其於教育改革脈絡中的具體意涵。本節共分為三部分：一、教科書單元採用什麼元件組成其內容架構？其內在的課程設計模式與其潛藏對學習的假定為何？二、教科書單元如何選擇內容與順序鋪排連結？教科書納入或排除某些教學主題的內在邏輯為何？其潛藏對教材角色與教師角色的認同為何？三、文本編寫設計，包含文體、圖文搭配與詞彙特質為何？其潛藏對學習者角色認同為何？<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> 請讀者留意本節探討之具體意涵面向可能相互關聯，且某一面向意涵可能反映於它項特質，因受限於篇幅本文僅作部分連結探討。例如，教科書單元設計潛藏對學習者角色的認同不只在最底層的詞彙使用可見，亦與上層內容結構採用之元件特質有關。

## 一、教科書單元採用什麼元件組成其內容架構？這些元件反映何種課程模式與其潛藏對學習的假定？

首先，研究分析最上位的結構，發現研究對象J版教科書用來架構「生命的延續性」單元內容所使用的「元件」，比起參照對象T版，種類更多元（見表1）。J版該單元共由兩章組成，分別為第一章生物的成長與生殖，含四小節：（一）生物的成長與細胞的變化、（二）無性生殖、（三）有性生殖、（四）染色體的傳襲方式；第二章遺傳的規律性與基因，含兩小節：（一）遺傳的規律性、（二）基因和DNA研究結果的活用。研究發現，不同於參照對象T版以條理分明的架構圖、主標題、副標題來呈現內容與練習題、補充資料，J版各式元件乍看眼花撩亂，經研究分析發現，組成章節內容架構的元件有五點特徵：（一）兩章開頭與結尾皆有Before and After，學生針對同一個問題寫下想法的指示，如第一章問題為「動物與植物在成長時及留下後代時，細胞發生了什麼變化呢？」，第二章問題為「基因是什麼？」。（二）各小節內容主要由一組相對應的關鍵元件展開學習的軸線——元件《？》呈現本節主要問題，與元件《！》呈現探究後針對主要問題之發現整理，例外為單元最末節學生做開放性的實作成品，僅呈現元件《？》。（三）教科書先透過一組照片或圖片使學生先針對具體的情境思考並提出猜想，再使用元件《？》提出本節待學生探究的主要問題。（四）提出《？》之後，教科書使用學生表現的各種元件，明確建議科學探究與實作的方法，包含比較、討論、觀察、推測、調查等，之後以《！》整理針對主要問題得到之發現。（五）得到發現後，教科書以元件《活用學到的內容來思考》或《科學GO！不可思議的大陸》延伸、深化學習，並提升興趣。

再者，這些元件以什麼課程模式作為設計的邏輯，潛藏對學習的假定為何？J版除有標示學習內容的元件外，另具備凸顯學生學習表現的功能性元件。這些元件指引該單元的學習方法，並連結科學本質的學習：「學習」在這裡涵蓋學生透過觀察而提出問題，經獨立思考或與同儕討論、實驗或調查等，來解決問題並獲得理解，再嘗試活用該理解於新情境的活動。學生透過參與探究、實作與討論的活動，逐步獲得新事證，最終推翻或確立原本猜想，獲得概念的理解，此歷程反映了科學的本質，包含科學知識是依據證據與解釋這兩者間邏輯與概念的連

表1

J版教科書用來架構內容之元件及與參照的T版元件

	J版（研究對象—2016年版）	T版（參照對象—2016年版）
教科書架構單元內容的元件	繪圖及標題引介主題 每章的小節 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Before &amp; After問題，寫下來</li> <li>• 提示之前學習過的相關主題</li> <li>• 標題</li> <li>• 內容：由圖觀察現象、文字敘述、人物對話</li> <li>• 《？》本節主要問題</li> <li>• 比較看看、說說看</li> <li>• 觀察或實作</li> <li>• 推測看看，寫下來，思考一下規律性</li> <li>• 調查看看、寫下來說一說</li> <li>• 穿插圖文敘述</li> <li>• 《！》整理發現（對應《？》）</li> <li>• 活用學到的內容來思考、寫下來</li> <li>• 也從網路上查看看吧</li> <li>• 基礎操作情報蒐集的方法（第2章）</li> <li>• 學生實作成品（第2章）</li> <li>• 發展延伸《科學GO！不可思議的大陸》</li> </ul>	照片及架構表引介主題 每章的小節 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 綱要</li> <li>• 標題</li> <li>• 內容：文字敘述搭配圖示</li> <li>• 例題（選擇題）</li> <li>• 隨堂筆記</li> <li>• 小活動</li> <li>• 補充資料</li> <li>• 活動實驗及問題討論</li> </ul>
	章末 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 確認</li> <li>• 連結學習、寫下來</li> <li>• Before &amp; After問題，寫下來</li> </ul>	重點整理（本章） 知識補給站（閱讀測驗）
	單元末（第1+2章） <ul style="list-style-type: none"> <li>• 日本的科學</li> <li>• 學習內容整理</li> <li>• 確認與應用、確認與應用活用篇、自由研究</li> </ul>	

結，以及科學是一種求知的方法，科學不只是知識本身，亦包含增加科學知識所使用的探究歷程與實作（National Research Council, 2013）。此時，課程設計除了運用以學生獲得概念理解為基礎知能目標的「目標模式」，亦融入「歷程模式」——引導學生參與富科學探究價值的活動，由提出問題、使用資料、確認探

究的正當性以驗證或推翻假設、傾聽與表達意見、嘗試學習遷移、教導自我評估等，符應以問題為本的學習取向（楊龍立、黃光雄，2017；Hanley, 1970）。值得注意的是，J版使用學習表現之功能性元件作為學生參與探究的鷹架，鋪排了核心概念發展的探究路徑，且逐步設置認知進程的里程碑。因此，在這個單元探究式的教學並非完全開放，如此可避免學生暴露於過多訊息中（Hodson, 2014），提供鷹架以降低認知負荷，使探究成為課堂可進行的活動（Belland, 2017）。換言之，J版並非以知識內容結構作為敘寫的架構，而是以學生對某概念的探究歷程作為主軸，重視引導學生參與思考與實作，以深化理解（表2元件功能顯示教科書單元中與探究相關之學習表現鷹架）。最後，關於知識、技能與素養的學習，一方面，J版反映學習不只是被動地吸收固定的科學知識，而是經科學探究歷程來發展對於主要問題《？》的理解，再於章末提供學生自由研究的課題來發展素養；另一方面，部分小節亦提供整理（即《！》）來呈現發現的結果，並於章末使用學習內容確認與應用的元件，確保學生除了素養外亦可精熟與理解緊密相關之重要基礎知識與技能。從上述特徵來看，J版教科書單元的課程設計模式接近「重理解的課程設計」之架構及方法（Wiggins & McTighe, 2005）。

表2

J版探究歷程作為深化理解主軸之示意

小節名稱：生物的成長與細胞的變化（以下依元件出現之順序整理）	元件功能
1. 洋蔥根部成長1日、3日、7日的《攝影圖組》	• 觀察現象
2. 《？》生物成長時，細胞會有什麼變化呢？	• 形成問題
3. 以《手繪圖呈現兩種細胞變化的猜想》：每個細胞變大了嗎？還是數量增加了呢？	• 形成假設
4. 在洋蔥根部畫上相同間隔的記號，持續觀察。開始、12小時、1日、2日、3日的《攝影組圖》	• 設計方法
5. 洋蔥根部四個部位細胞《顯微鏡放大攝影組圖》A~D	• 觀察照片
6. 《比較看看、說說看》A~D細胞的大小有什麼不同？細胞核的形狀有什麼不同？另有漫畫圖示學生對話討論	• 比較討論

（續下頁）

小節名稱：生物的成長與細胞的變化（以下依元件出現之順序整理）	元件功能
7.   細胞分裂   介紹一個細胞分裂成兩個細胞稱為細胞分裂。#5的D根尖部位看到細胞核中繩狀物質的這些細胞正在執行細胞分裂，這種繩狀物質稱為染色體。介紹細胞分裂過程	• 概念內容
8. 細胞分裂過程的模式圖（循環圖，即增大的細胞又執行分裂）	• 理論內容
9. 進到實驗室觀察細胞分裂的模樣（含實驗步驟及注意）並請學生參考第8點提到的圖，將顯微鏡下細胞照片按細胞分裂的順序排列看看吧	• 實驗觀察 • 對照理論
10.   細胞的變化與成長   觀察得知以文字說明與手繪推論生物成長時細胞變化的模式圖，推翻第3點提到的兩項假設	• 發現推論
11. 《！》整理：多細胞生物執行細胞分裂——細胞數量增加的同時，每個增加的細胞也變大——而使生物成長了	• 解決問題 • 整理解釋
12. 「影片」拍攝細胞分裂的短片	• 觀察驗證
13.   產生細胞分裂的部分   說明植物細胞分裂在特定部位，動物身體產生細胞分裂部位也有限制。並提供植物莖剖面、人體血液細胞分裂	• 延伸內容
14. 《活用學到的內容來思考，寫下來》 《顯微鏡攝影組圖》：植物洋蔥細胞與動物鮭魚細胞的細胞分裂，找出共同點與不同點	• 活用理解 • 觀察討論

## 二、教科書單元如何選擇內容與順序鋪排連結？教科書納入或排除某些教學主題的內在邏輯為何？其潛藏未明白說出的教材與教師之角色為何？

研究者參照T版來分析J版教科書內容選擇與順序鋪排連結，乃至知識延伸應用之情境特質，由此論述J版教科書單元設計納入或排除某些主題的內在邏輯，及其潛藏對於教材與教師之角色認同。研究者分析文句結構，整理幾項兩版相同主題內容的主要差異（如表3）。

研究者將單元選擇之主題內容與其呈現順序一起分析，發現參照對象T版「深入淺出」：以第一章為例，第一節先簡要地呈現較艱澀的新學習內容，以一個跨頁呈現染色體、細胞分裂及細胞分裂過程，翻頁緊接著介紹減數分裂與減數分裂過程，後續第二節有性生殖、第三節無性生殖則採納與主題相關的現象（其中第二節部分涵蓋九年一貫課綱裡小學五、六年級內容）；研究對象J版的順序安排反而是「由淺入深」，自生活中的具體現象提出值得探究的問題，探究過程中，學生透過學習表現與該小節之核心概念互為主體來發展理解（如表2所

表3

研究對象 J 版與參照之 T 版相同主題內容的主要差異

內容比較 選自章節主題	研究對象「J版有」， 參照之T版無或不強調	參照之T版有， 研究對象「J版無或不強調」	
第一章	減數分裂	透過推理得知有性生殖親代生殖細胞染色體數目減半，得使受精後子代與親代染色體數目相同（無減數分裂過程）	減數分裂過程與七步驟示意圖
	有性生殖	內容聚焦於動物與植物生殖細胞的受精、受精卵經細胞分裂分化長成個體	體內體外受精方式、卵生胎生、求偶交配哺乳、植物授粉與種子傳播
	實驗活動	洋蔥根尖細胞分裂情形 花粉管延伸與精細胞在花粉管移動情形（細胞層級的觀察）	馬鈴薯落地生根發芽、蛋與花的構造（肉眼層級的觀察）
第二章	基因表現規則	豌豆實驗，選圓形或皺形的豌豆性狀；由親子孫三代鼠毛色探討遺傳規律	豌豆高矮莖實驗、等位基因、人類血型與性別
	遺傳規律 基因應用 加深加廣	學生專題研究調查，包含進行方式與作品。日本再生醫學（情境強調科技、社會與學生興趣）	突變、遺傳疾病（情境以人類遺傳疾病或性狀表現占大篇幅，J版無）

示），例如J版第一章第一小節以三個跨頁來探索多細胞生物成長時的細胞變化。另一個例子為減數分裂，相較於T版以示意圖直接揭示減數分裂歷程，J版減數分裂接在無性生殖與有性生殖後，聚焦主要問題「染色體由親代傳承給子代是以什麼方法呢？」引導學生討論推理，親代染色體數目與子代染色體數目相同（假如皆為四條或兩對），那麼生殖細胞精子或卵子細胞內染色體數目為半數（應為兩條）。

J版亦重視各小節間的連結與發展，以第一章為例，研究者將各小節的重要內容與連結關係整理如表4。章節的內在邏輯是以發展核心概念的理解為目標，支持學生透過探究實作的表現來達成理解目標，故慎選可聚焦於核心概念的主題，排除雖相關但無助於理解或活用理解的知識，並考慮學生與核心概念的互動來組織順序。例如，有性生殖小節的首句指出與前小節無性生殖的聯繫，「跟無性生殖對照，會進行受精產生子代的是有性生殖」，接著內容聚焦於動物與植物

生殖細胞的受精，排除T版納入之動物求偶或育幼行為，研究者推測J版納入聚焦於「細胞」層級的提問、假設、觀察與討論等內容的原因，是由於理解細胞分裂、無性生殖、有性生殖概念關鍵皆在於生物成長與繁衍時「細胞」發生了什麼變化（如表3）。

表4

J版第一章各小節內容的順序鋪排與連結示意

小節順序	重要內容	連結（數字代碼指本表第一欄的小節）
1細胞分裂	• 細胞由一個細胞分裂為兩個細胞稱為細胞分裂	• 1：生物成長時細胞變化→細胞分裂
2無性生殖	• 生物製造下一代新的個體稱為生殖。草履蟲和新月藻等單細胞生物透過身體分裂成兩個來增加數量。這種不經由受精的生殖方式稱為無性生殖	• 1→2：多細胞生物生物成長細胞分裂→單細胞生物透過細胞分裂進行無性生殖 • 2→3：無性生殖不受精→有性生殖經精卵結合受精產生新個體
3有性生殖	• 跟無性生殖對照，會進行受精產生子代的是有性生殖 • 生殖細胞（卵與精子或卵細胞與精細胞）合體變成一個新細胞的過程，叫做受精。新細胞變成胚形成個體，成為子代	• 2→4：透過無性生殖產生的新個體，獲得與親代相同數目與大小形狀的染色體 • 3→4：親代與子代染色體數目相同，推測出有性生殖時生殖細胞染色體數目是體細胞染色體數目的一半（減數分裂）
4染色體的傳襲方式	• 跟無性生殖或有性生殖無關，生殖出的後代都會承襲親代的染色體。過程中推理出生殖細胞的染色體數目為體細胞的一半	• 4→3：因此有性生殖的特徵是，受精子代會分別從父母傳承一半的染色體，子代的特徵由兩方親代的基因決定（再接到第二章遺傳的規律性與基因表現）

值得注意的是，語料庫分析發現，參照對象T版出現相當多與人類相關的名詞，包含人類54次、母親17次、父親12次、疾病15次，以及（人類的）性別、血型、色盲、美人尖各12次。再經分析詞彙出現之前後脈絡得知，其原因為習得遺傳規則後，T版以人類性別、血型、遺傳性狀、遺傳疾病諮詢與機率計算作為應用的情境內容。J版則排除上述內容，透過豌豆實驗與老鼠三代毛色得到遺傳規律性的理解之後，主題轉而聚焦「基因和DNA的研究成果是如何被應用於社會中呢？」這個問題。學習了遺傳的規律性與基因後，J版單元以學生專題實作結

尾，建議學生檢索資料、進行調查與報告的方法，並提供概念應用於社會裡不同情境之實作報告範例（如表3），包含透過DNA分析驗證曹操的後代、檢查食品中的DNA排除過敏源提高食品安全、以基因改造技術改良製藥方法來改進糖尿病患者的生活品質等，章末介紹今日的日本京都大學、名古屋大學實驗室進行之再生醫學研究。

以上發現令人對教科書納入與排除某些主題的理由感到好奇，例如，為何T版納入減數分裂的詳細步驟過程而J版排除？J版選擇讓學生調查基因與DNA研究成果於社會各種應用，而排除人類身上的性狀與遺傳疾病內容？透過歸納，本研究發現J版：（一）考慮納入概念的深淺程度時，選擇國中學生可透過自己使用科學方法探究、經由討論推理而得到的理解；（二）慎選有益於發展與深化概念的主題順序，如有性生殖的受精主題後，接著安排推理有性生殖時染色體傳遞方式，再接著探討親子孫三代遺傳規律的主題；（三）鼓勵學生發現科學概念能為人類帶來進步生活的自主研究，如醫藥、食安、考古等，此點符應Klain（2001）研究挪威八年級科學教科書，建議教科書應融入科學為創新科技的視點，即enterprise的概念。

最後，上述潛藏著未被明白說出之教材與教師的角色為何？J版教材角色不只限於提供具專家權威的知識與測驗，且提供了有助於師生進行課堂探究實作活動的學習鷹架（如表2），涵蓋探究的材料、路徑與方法，包含不同層次的討論問題、具體的研究方法、研究主題建議與示例參考等。雖然教科書單元並未直接說明教師該如何幫助學生學習，但從元件設計與納入之內容可略知一二。其一，J版教材中指引學生探究的漫畫角色——男學生、女學生及洋蔥人（並非教師）——與三者聚焦於問題解決的對話，暗示課堂學生將形成探究社群及產生學生與概念互動的探究式對話，教師的主要責任跳脫了單向講述轉譯教科書內容，而是協助學生依循教科書建議之學習活動與主題互動——如Schwab教學的核心，教師並不是解釋教科書中不清楚的部分，而是在探究的課堂協助學生如何學習、培養學生教導自己的能力，像是在探究的過程裡什麼時候提出什麼樣的問題、該往哪裡尋求什麼樣的解答（陳鏗任、蔡曉楓，2012）。同時，研究者參考該出版社網站提供該單元的指導計畫與評量示例，指出教學過程中教師應關注於提升學生科學學習興趣與態度、科學的思考與表現、觀察與實驗的技能及知識理

解。其二，J版教科書單元選擇納入學生主導的小型研究，如基因和DNA研究結果之活用與自由研究，教師將鼓勵學生探索科學概念如何在自己感興趣的情境脈絡裡被運用，或活用所學到的實驗設計等探究方法來研究相關的新問題，培養學生自主學習的能力、創造同儕學習及相互欣賞的環境。

### 三、文本編寫設計，包含文體、圖文搭配與詞彙使用有何不同？ 教科書的論述方式潛藏對學習者的角色認同為何？

#### （一）文體

研究者透過分析文章內容來判斷文體，發現相較於T版採說明文體，客觀地說明概念與現象，J版因課程設計融合了歷程模式，文體偏向敘事之記敘文體，呈現學生參與建構科學知識的連續歷程：由洋蔥生長現象開始，以學生作為參與探究的主要人物，觀察時間變化時生物成長在細胞層級是怎麼回事，學生為主角參與討論與實作的經歷及發現，乃至最後延伸至新的情境（如表2）。Chambliss與Calfee（1998）指出，作為教科書文體，記敘文如同晚餐時家人分享今日遭遇事情的對話一般熟悉，可反映事情具體的情況與變化過程，甚至帶情感層面的知覺，例如結果推翻原本假設或發現看似不相干之事物間關聯的驚奇。J版使用較多學生參與及描述變化過程、感受的詞彙，如「我們」（20次）、學生為主詞的「動詞」（見（三）詞彙使用），與「不可思議」（18次）、感嘆語助詞（J有85次，T有24次，見附錄）。根據J版官網提供之編修趣意書，其編寫方針配合學習指導要領，企圖激發學生學習科學的興趣、培育科學思考與表達能力及提高學術能力。

#### （二）敘寫手法與圖文搭配

研究者透過逐句閱讀並審視圖片，分析圖文特徵及圖文關係。J版內容敘寫以大幅照片作為學生觀察的探究素材開始，過程亦使用線條清楚的人物插畫模擬學生探究對話，以及選用學生展現科學探究方法的歷程作品，如記錄顯微鏡下細胞的鉛筆繪圖、專題海報示例。相較於T版以文為主圖為輔，先引介新專有名詞與定義，再提供小張圖片補充說明，J版開頭以圖為主、文為輔，如先提供多組洋蔥根部成長變化的攝影照片，使學生有親身經歷的臨場感，可透過觀察發現問題、參與同儕討論與實驗（這些科學的學習表現在編排上使用黃色框線與明顯的

小圖示吸引師生實作），再從探究的圖片與情境來理解細胞分裂及染色體的概念與定義，請參考表5比較兩版教科書引介相同概念時，其敘寫與圖文使用的差異。

表5  
兩版對「細胞分裂」概念及提及「染色體」的敘寫手法與圖片使用舉例比較

	研究對象J版	參照對象T版
細胞分裂	一個細胞分裂成兩個細胞稱為細胞分裂	細胞的分裂過程中，進行分裂的細胞稱為母細胞，當一個母細胞完成分裂後，會產生兩個子細胞，這個過程稱為細胞分裂
染色體	在圖1的D中，細胞核裡看得見繩狀物質的細胞，正在執行細胞分裂。這種繩狀物質稱為染色體	染色體位於細胞核內，平時呈細絲狀，細胞再分裂時才會濃縮為短棒狀的構造（圖1-1）
研究者註	J版圖1為洋蔥根部剖面幾處的顯微鏡照片，約占該頁面積62%，學生能比較不同部位細胞，進而發現根尖活躍的細胞分裂	T版圖1-1約占該頁面積5%，為洋蔥根尖細胞經染色後可見染色體的照片，用於輔助說明內文提及的短棒狀構造

### （三）詞彙使用

研究者以語料庫分析J版文本最底層之語詞，參照T版語料庫，發現J版使用的詞彙特色可分為兩點：

1. 「專有名詞」詞彙使用：由表5例子可見J版使用較少專有名詞說明概念，例如引介細胞分裂時不使用「母細胞」、「子細胞」等新的專有名詞。比較兩版詞彙頻率前百名列表（見附錄）發現，J版專有名詞出現頻率較參照之T版低，例如，J版無T版有的專有名詞包含配子（31次）、同源染色體（21次）、母細胞（14次）、子細胞（12次）、表現型（15次）、基因型（13次）、遺傳物質（12次）；J版有T版無的專有名詞為生殖細胞（45次）、對立性狀（4次）（如豌豆外觀為圓形或皺形稱為對立性狀）。研究發現，若先建立具體適當的脈絡，並提供相關探究素材，即可使用日常詞彙指出探究歷程所見之關鍵處，引介核心概念之專有名詞，故不需使用專有名詞來說明專有名詞，亦可具體說明概念。表5顯示提供教科書引介細胞分裂與染色體時，所使用之詞彙比較。塗有騏與陳麗華

(2014)指出，在今日讀圖時代若善用直觀的圖片，有助於語言能力較弱的學習者之理解與回憶。

2. 「動詞」詞彙使用：教科書不只傳遞內容（意即say things），亦驅動課堂裡的活動（意即do things），進而強化既有的或形塑新的學習文化。研究分析單元內使用的動詞，探究J版教科書企圖驅動的課堂學習活動特質。比較兩版之詞彙頻率前百名列表（見附錄），發現內文中J版較T版有更多明白或暗指「以學習者為主詞的動詞」：參照對象T版包含兩個詞，分別為觀察（23次）、活動（12次）；研究對象J版包含九個詞，分別為觀察（51次）、調查（23次）、思考（19次）、寫下來（15次）、參考（14次）、比較（13次）、學到（13次）、活用（13次）、解釋（12次）。J版頻繁地提及觀察（51次），接著使用多元的動詞驅動學生進行「調查」、「思考」、「比較」、「解釋」與「活用」等學習表現。例如，鼓勵學生「活用」學到的內容來「思考」，觀察洋蔥根尖細胞，學習到細胞分裂後，再「比較」寫下植物與動物細胞分裂的共同點與不同點，再例如學了有性生殖與無性生殖後，運用「不可思議的大陸元件」，請學生「思考」開發好吃的草莓過程中，為何在不同時機使用不同生殖方式。

教科書的文體、敘寫手法與詞彙潛藏對學習者角色的認同為何？教科書如何創造讀者認為具關聯性的脈絡及讀者的自我認同？不同於T版使用說明文體，以文為主、圖為輔的方式敘寫，並使用較多專有名詞，J版偏向使用記敘文的敘事文體，開頭以圖為主、文為輔的方式敘寫，並使用較少的專有名詞，較多元地以學生為主詞之動詞，再以黃色框線與說說看、寫下來或人物動作圖示邀請學生參與思考對話，推論J版潛藏創造讀者認為具關聯的脈絡如下：科學的學習不只是吸收他人提供的知識再於測驗中證明自己，更多是親自運用科學的思考與實作方法與夥伴共同探究、獲得實證來解決問題的過程，需要觀察、假設、實驗、推理，用自己的方式來說明、繪圖、與他人對話討論或寫下來，並將所獲得的概念內涵及科學方法活用於理解科學在真實社會的應用。潛在希望創造讀者對於學習者角色的自我認同，為運用科學思考與實作方法的知識建構者與問題解決者、甚至為發現科學推動社會與生活進步的探索者。

## 伍、結論與啟示

本研究採語料庫輔助論述分析，研究對象為日本東京書籍株式會社於2016年出版（簡稱J版）之中學校三年級理科教科書「生命的連續性」單元，並以臺灣某出版社同年出版（簡稱T版）之七年級生物生殖與遺傳兩章作為語料庫分析之參照，目的為探討J版教科書單元的特質與其設計在教育改革脈絡裡的具體意涵。

總結本研究發現J版教科書該單元的特質：

一、教科書意圖驅動的「學習」活動重視學生運用科學的方法，包含參與觀察、設定問題、假設、實作、調查或專題報告等表現，以回應初始引介的探究問題及深化概念的理解；其課程發展除目標模式，更融入歷程模式，架構貼近重理解的課程設計（Wiggins & McTighe, 2005）。

二、內容安排由淺入深，幫助學生透過必要的探究行動，以獲得理解的觀點，連結與鋪排主題順序，自日常生活脈絡引介值得探究的問題，接著引導學生與同儕思考並進行及有助於探究該問題的實驗或推理，再活用理解至新情境，亦重視小節概念間的連結。J版緊接在遺傳之規律性後的小節，排除人類性狀或遺傳疾病機率的主題，選擇學生探究科學研究成果，如何應用在社會中？教科書建議關鍵的調查方法、步驟及實作成果案例，引導學生進行小型的專題探究。「教材」的角色為提供學生學習歷程與方法的指引，「教師」的角色則是從旁協助學生投入探究與小型專題報告。

三、文體採敘事的記敘文為主，以大幅圖片為主角，提供學生探究、溝通討論的素材，使用較少專有名詞，採較多以學習者為主詞的動詞，詞彙頻率前百項包含「觀察、調查、思考、寫下來、參考、比較、活用、解釋」等，以驅動層次多元且明確的科學學習活動。

本研究結果為教科書設計如何支持素養導向的課程改革實踐帶來三點啟示：

一、關於在不降低課程深度且不增加學習時數的狀況下，如何設計教科書單元，以有效支持融合學習內容與學習表現之教育（content-and-competency integrated education）？J版單元設計邏輯並非單純以知識內容作為主體，再外加

活動或學習單，以分別符合學習內容與學習表現的目標，並採用不同的內在邏輯：研究者在此比喻為一種「單元內立體螺旋式」的學習（如圖1），由上而下為學習歷程中理解深度的發展，由概念中選擇一個常見現象切入，例如，「洋蔥根部如何隨時間生長？」激發學生探究動機，教材提供組圖讓學生觀察，並產生預期與假設「是每個細胞都變大了，還是細胞數量增加了？」，以及示範發現問題（problem-finding）「生物成長時，細胞發生什麼變化？」。學生被視為是積極的問題解決者，教材帶領師生共同探究該問題，並發展有目的之問題解決（problem-solving）經驗，而得到概念理解「多細胞生物成長時，透過細胞分裂，細胞的數量增加的同時，每個細胞也長大了」。學生再運用此理解，擴展至不同的情境脈絡來活用概念。最後由學生實作小型專題，調查所學概念如何被運用於自己感興趣的社會脈絡，並進行自由研究。如圖1所示，教科書單元之「立體螺旋」設計，「學生」與「概念」透過「探究與實作」互動，彰顯其「互為主體性」，產生確保基礎知能並發展素養的學習。

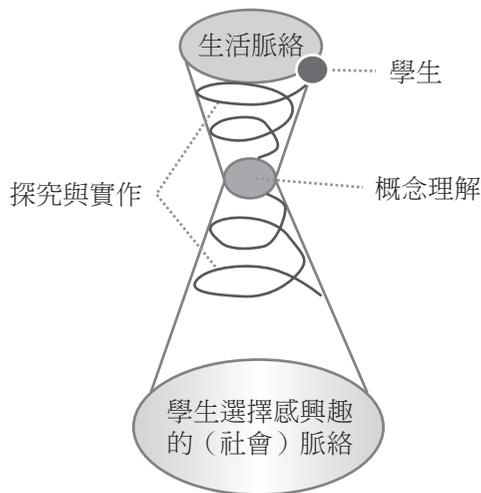


圖1 單元內立體螺旋的設計——融合學習內容與學習表現以發展基礎知能與素養

於此，整個歷程裡確保學生擁有足夠的時間與機會形成並投入探究社群活動，對於獲得深度理解並產生學習遷移，甚為關鍵。雖然乍看之下不如直接講述法有效率，但學生透過參與科學探究的經驗，學習科學方法、認識科學本質、培養科學興趣，將獲得核心概念之基礎知能（考量時間與目的，教材需排除與探究核心概念無關的內容），更透過立體螺旋產生「鑽研力量」的科學興趣、能力，未來希望能運用於公共或自己感興趣之議題研究，邁向向社會開放的課程、縮短學用差距時間。且本研究發現，教科書可透過鋪排探究歷程、建議具體的學習表現，提供探究的教學鷹架設計，降低學生的認知負荷，使探究成為可進行的課堂活動。研究發現，面對素養導向的課程改革，教材設計不只需重新排列組合既有素材或新增內容，更需全面重新架構設計以創造及驅動合適當代的學習脈絡與經驗，進而支持教師與學生發展新的角色認同、感受與信念。

二、進一步討論教科書設計與十二年國民基本教育總綱所述學生未來能「善盡國民責任並展現共生智慧」的關聯，意即教科書如何創造這樣的新學習脈絡。國中教科書過去多以科學知識為主體，將其切割細分為具體目標，倚賴目標課程模式協助學生吸收知識，亦反映長久社會文化主流價值——提升考試成績並確保升學制度公正。然而，以固定知識為主體的教育是否仍符合未來的社會需求值得思考：（一）資訊儲存提取可輕易被生活科技取代；（二）公民每日生活接收大量知識，包含社群媒體傳播的資訊，以及社會充滿模稜兩可、相互衝突的知識，因此，如何判斷、檢驗這些知識，進而發起並參與理性對話、慎思與共同決策，才是當代民主社會共同面對的真正難題，共生智慧可從參與社區防災公共安全討論乃至社會性科學議題公投。教科書如何跳脫「提供考試標準答案」的角色，突破既有以應考作為學生學習目的？本研究經由研究J版單元，發現教科書可形塑學習的時空脈絡，鼓勵學生思考、對話、推理，並發展學生活用概念及方法來與他人溝通討論之科學態度、習慣及語言。具體而言，採取融合歷程模式的課程設計可作為邁向提升公民素質的取徑：聚焦於核心概念，並融入富含該領域特性的表現（指該領域專家或實踐者會採取之建構與活用知識的方法與場域，而非任何與內容相關的活動，以科學領域而言為提升科學的思考智能、科學興趣與其本質瞭解的活動），提供機會讓學生在課堂中參與探究社群之實踐來發展素養。

此外，值得思考的是，教科書編寫團隊常由知識豐沛及學術訓練嚴謹之學者

與教師組成，此項優勢可能伴隨專家盲點（expert blind spot），不自覺地忽略新手的學習困境。例如，作者可能直覺運用其熟悉的方式編寫教科書，包含如期刊論文的說明文體與專有名詞等。史丹佛大學（Stanford University）研究發現，學生使用說明文體與新的詞彙來學習陌生主題較為困難（Chambliss & Calfee, 1998）。或許該方法適合已具備良好閱讀理解能力與強烈學術興趣的學生，但未站在新手學習者需求與素養的觀點設計。J版教科書的特色提供我們重新檢視「理所當然」，包含使用學術語言、專有名詞、說明文體、客觀不帶情感的敘寫方式是否為發展科學概念理解的必要條件，或反倒不利於科學的思考智能、態度與本質的發展？使我們重新思考在國中階段教科書運用學術語言，雖能彰顯教科書的知識權威，卻可能削弱學生的聲音與學習的主體性，像是科學課堂裡如何提出合理懷疑、多元假設、討論思考與行動、體驗如同發現新大陸般的驚奇。倘若學生從未在教育經驗裡發展其主體性，成為公民時，如何在充滿模稜兩可的資訊與問題多變的世界、不同專家提出極端看法的情況下，仍能運用核心概念與科學方法自主探究、相互討論進行有效的溝通與理性判斷，以善盡國民責任、展現共生智慧？值得我們反思如何透過教科書的設計，創造提升公民素養的新學習脈絡。

三、考慮重新設計的教科書如何透過教師社群的研修活動，如課例研究（lesson study）或公開授課，具體創造教育改革之實踐脈絡，並持續提升課程品質？為提升教師專業發展，十二年國教總綱建議教師每學年應至少公開授課一次（教育部，2014），學校教師透過為學生學習共同研討、實踐、觀察與反思回饋來進行課例研究，使每一所學校成為教育的中心，實踐教育的願景（佐藤學，1999/2014）。然而，歐用生（2012）檢視國內外課例研究指出，雖公開觀課具提升教師交流互學的意義，但共同觀議課的課例研究並不能確保教師能更新其根深柢固的教學理論，或挑戰教師對學習與知識既有之最根本的信念。若「教師的學習」是教育轉變能成功的關鍵要素，那麼研究者認為能具體支持素養理念的教科書設計可視為關鍵之「教育性的材料」（educative materials），作為教師共同備課時探究與討論的素材，透過實踐、觀察、反思逐漸獲得自己對於素養導向教育的體悟與理解。例如，透過公開授課，教師共同研究學生在新課程的經驗及所需的支持策略，包含進行教科書中的探究活動時，整體與個別學生的參與情

形、需要哪些教學鷹架支持、教師應採取或不採取的行為、如何協助學生進行探究對話等，來發展教學專業。未來教科書發展亦需關注教師與教科書如何互動，構築Remillard（2005）所謂教師與教材的參與式關係，透過規劃與實踐課程的循環，讓教科書與教師的特質相互動態修正。綜上所述，為發展優質且平等的教育，為素養而重新設計的教科書甚為關鍵。透過教科書，使得教師與同事、學生共同規劃、經驗、研究與反思素養的教育，使這樣的活動每日於學校發生，教師能經常地、普遍地、有信心地持續參與實踐與對話。

最後，研究者提出兩個未來研究方向：

一、本研究透過語料庫輔助論述分析，探討日本教科書「生命的延續性」單元設計之特質與意涵，研究者發現此研究方法以日本教科書為主體、臺灣教科書為參照，透過語料庫分析工具進行系統性探索比對，有助於刺激研究者覺察自身對教科書設計、教師與學生角色或學習活動等持有固著的想法，進而論述不同設計取向背後的假設及潛藏於社會文化或教育改革脈絡的意義。因此，推薦該方法未來可用於其他科學科目領域之教科書研究，此類嘗試或有助於邁向周珮儀與鄭明長（2016）提醒關注之多元典範的教科書研究方法。

二、素養導向的教科書設計亟需相關研究投入，發展能具象且系統性地支持教師自主且持續參與教育轉變，相關研究主題可能包含：（一）如黃茂在與吳敏而（2019）採用設計為本的研究模式（*design-based research*），透過研究者與教師協作，以引導式探究教學來規劃與發展教科書單元，使實踐課程（*enacting curriculum*）作為教科書設計之核心；（二）教師與素養導向教科書之間的雙向互動，包含教科書如何成為校本教師社群學習的素材，用於教師共同探究活動，支持新的教學經驗、反思與改進；（三）教科書如何提供不同程度、需求及興趣的學生皆能主動參與探究實作的教學鷹架；（四）教科書如何提供素養評量的設計與進行方式之參考。

致謝：本文的完成，感謝科技部研究經費補助，以及期刊審查委員提供珍貴建議。在此特別感謝研究期間多位不吝提供回饋之專家、教師與協助文書資料整理的學生。

## 參考文獻

- 日本教材出版（無日期）。2020年度全國教科書採擇表。2020年5月30日，取自<https://www.nihonkyouzai.jp/kyozai/list/11089>
- [Japan Teaching Materials Publishing. (n.d.). *2020 national textbook adoption table*. Retrieved May 30, 2020, from <https://www.nihonkyouzai.jp/kyozai/list/11089>]
- 文部科學省（2009）。學習指導要領「生きる力」。取自[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm)
- [Japan Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. (2009). *New course of study in junior high school*. Retrieved from [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm)]
- 文部科學省（2017）。新しい学習指導要領の考え方—中央教育審議会における議論から改訂そして実施へ。取自[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/\\_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf)
- [Japan Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. (2017). *The way of thinking of the new course of study – The discussion of the central council for education about revision and implementation*. Retrieved from [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/\\_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf)]
- 李明玲、溫嫩純（2017）。教科書中科學知識架構之內容分析——以生殖與遺傳單元為例。科學教育學刊，25（3），219-243。
- [Lee, M.-L., & Wen, M. L. (2017). The content analysis of the science knowledge framework in textbooks: An example of reproduction and heredity units. *Chinese Journal of Science Education*, 25(3), 219-243.]
- 吳貞儀、林陳涌、張永達（2016）。文本知識編排順序對國中學生遺傳學閱讀理解的影響。課程與教學季刊，19（3），85-112。
- [Wu, J.-Y., Lin, C.-Y., & Chang, Y.-T. (2016). The effects of knowledge sequences of texts on junior high school students' reading comprehension of genetics. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 19(3), 85-122.]
- 余曉清、林煥祥（主編）（2017）。PISA 2015臺灣學生的表現。臺北市：心理。
- [She, H.-C., & Lin, H.-S. (Eds.). (2017). *Taiwan student performance on PISA 2015*. Taipei, Taiwan: Psychological.]

- 林明煌（2008）。從日本《學習指導要領》的修訂探討其教育變革與發展。《教育資料集刊》，40，49-84。
- [Lin, M.-H. (2008). Educational reform and development in Japan seen from the revision of the curriculum guidelines. *Bulletin of Educational Resources and Research*, 40, 49-84.]
- 周珮儀、鄭明長（2016）。邁向多元典範的教科書研究方法論。《課程與教學季刊》，19（3），1-26。
- [Chou, P.-I., & Cheng, M.-C. (2016). Textbook research methodology: Towards a pluralistic paradigm. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 19(3), 1-26.]
- 岡村定矩、荒井豐、飯牟禮俊紀、五百川裕、伊藤聰、大木聖子……結城千代子（2016）。《新編新しい科学3》。東京都：東京書籍株式會社。
- [Okamura, S., Arae, M., Iimure, T., Iokawa, Y., Ito, A., Ooki, S., ... Yuuki, C. (2016). *New edition new science 3*. Tokyo, Japan: Tokyo Shoseki.]
- 秋田喜代美（2018，4月）。以素養為基礎的探究學習：關於日本新學習指導要領的改訂。「素養導向課程深耕與創新教學」研討會，淡江大學課程與教學研究所，臺北市。
- [Akita, K. (2018, April). *Competence-based inquiry learning: The revision of Japanese curriculum guidelines*. Paper presented at the conference of Competence-Based Curriculum Development and Innovative Teaching, Taipei, Taiwan.]
- 教育部（2008）。《國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域》。取自<https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=9&mid=265>
- [Ministry of Education. (2008). *Curriculum guidelines of grades 1-9 science and technology*. Retrieved from <https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=9&mid=265>]
- 教育部（2014）。《十二年國民基本教育課程綱要總綱》。取自[https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta\\_18543\\_581357\\_62438.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta_18543_581357_62438.pdf)
- [Ministry of Education. (2014). *Curriculum guidelines of 12-year basic education*. Retrieved from [https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta\\_18543\\_581357\\_62438.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta_18543_581357_62438.pdf)]
- 國家教育研究院課程及教學研究中心核心素養工作圈（2015）。《十二年國民基本教育核心素養發展手冊》。取自<https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/23/refile/8006/51358/9df0910c-56e0-433a-8f80-05a50efeca72.pdf>
- [The Group of Core Competencies in Curriculum and Instruction at Research Center of National Academy for Educational Research. (2015). *Core competencies development manual of 12-year basic education*. Retrieved from <https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/23/>

relfile/8006/51358/9df0910c-56e0-433a-8f80-05a50efeca72.pdf]

國家教育研究院（2019）。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課程手冊。取自<https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/67/130108399.pdf>

[National Academy for Educational Research. (2019). *Curriculum guidelines in natural science of 12-year basic education for elementary schools, junior high schools, and general senior high schools*. Retrieved from <https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/67/130108399.pdf>]

黃茂在、吳敏而（2019）。從幾堂好課，談素養導向自然科學教科書編寫設計。《教育研究月刊》，303，81-100。

[Huang, M.-T., & Wu, R. J. (2019). The design and writing of competency based natural science textbooks. *Journal of Education Research*, 303, 81-100.]

佐藤學（2014）。學習革命的願景：學習共同體的設計與實踐（黃郁倫，譯）。臺北市：天下文化。（原著出版於1999）

[Sato, M. (2014). *The vision of the learning revolution: Design and practice of learning community* (Y.-L. Huang, Trans.). Taipei, Taiwan: Commonwealth. (Original work published 1999)]

陳鏗任、蔡曉楓（2012）。以科學探究精神開展通識教育：Schwab在芝加哥大學的超越與實踐。《教育研究集刊》，58（2），71-108。

[Chen, K.-Z., & Tsai, H.-F. (2012). Transforming general education through scientific enquiry: The curriculum development and implementation of Schwab at the University of Chicago. *Bulletin of Educational Research*, 58(2), 71-108.]

游美惠（2000）。內容分析、文本分析與論述分析在社會研究的運用。《調查研究》，8，5-42。

[You, M.-H. (2000). Content analysis, textual analysis and discourse analysis in social research. *Survey Research*, 8, 5-42.]

項潔、翁稷安（2011）。導論—關於數位人文的思考：理論與方法。載於項潔（主編），數位人文研究的新視野：基礎與想像（頁9-20）。臺北市：國立臺灣大學出版中心。

[Hsiang, J., & Weng, C.-A. (2011). Introduction pondering on digital humanities: Foundation and method. In J. Hsiang (Ed.), *News eyes for discovery: Foundations and imaginations of digital humanities* (pp. 9-20). Taipei, Taiwan: National Taiwan University Press.]

- 楊龍立、黃光雄（2017）。課程發展與設計：理念與實作。臺北市：師大書苑。
- [Yang, L.-L., & Huang, K.-H. (2017). *Curriculum development and design: Ideas and practice*. Taipei, Taiwan: Lucky Bookstore.]
- 塗宥騏、陳麗華（2014）。教科書審定委員對教科書設計的關注焦點探討：以國小中年級社會學習領域為例。教育研究集刊，60（1），115-163。
- [Tu, Y.-C., & Chen, L.-H. (2014). Study on textbook reviewers' concerns on textbook design: Taking the 3rd and 4th grade elementary social studies as examples. *Bulletin of Educational Research*, 60(1), 115-163.]
- 歐用生（2012）。日本中小學「單元教學研究」分析。教育資料集刊，54，121-147。
- [Ou, Y.-S. (2012). An analysis of the “lesson study” in Japanese elemental and junior high schools. *Bulletin of Educational Resources and Research*, 54, 121-147.]
- 闕河嘉、陳光華（2016）。庫博中文獨立語料庫分析工具之開發與應用。載於項潔（主編），數位人文：在過去、現在和未來之間（頁285-313）。臺北市：國立臺灣大學出版中心。
- [Chueh, H.-C., & Chen, K.-H. (2016). CORPRO: A Chinese language corpus tool and a case study of media representation of organic agriculture. In J. Hsiang (Ed.), *Digital humanities: Between past, present, and future* (pp. 285-313). Taipei, Taiwan: National Taiwan University Press.]
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., ... Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1996). Reform by the book: What is-or might be-the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform? *Educational Researcher*, 25(9), 6-14.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Belland, B. R. (2017). *Instructional scaffolding in STEM education*. Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-02565-0\_1
- Chambliss, M. J., & Calfee, R. C. (1998). *Textbooks for learning: Nurturing children's minds*. Malden, MA: Blackwell.
- Coenders, F., Terlouw, C., Dijkstra, S., & Pieters, J. (2010). The effects of the design and development of a chemistry curriculum reform on teachers' professional growth: A case

- study. *Journal of Science Teacher Education*, 21(5), 535-557.
- Fairclough, N. (2013). *Critical discourse analysis: The critical study of language*. New York, NY: Routledge.
- Gee, J. P. (2014). *How to do discourse analysis: A toolkit* (2nd ed.). New York, NY: Routledge.
- Hanley, J. P. (1970). *Curiosity, competence, community. An evaluation of man: A course of study*. Cambridge, MA: Curriculum Development Center.
- Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553.
- Kamasa, V. (2017). Corpus linguistics for critical discourse analysis. What can we do better? In P. Pezik & J. T. Waliński (Eds.), *Language, corpora and cognition* (pp. 221-240). New York, NY: Oxford.
- Klain, E. (2001). Ideologies in school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 23(3), 319-329.
- McTighe, J., & Seif, E. (2003). *A summary of underlying theory and research base for understanding by design*. Unpublished manuscript.
- Michaels, S., Shouse, A. W., & Schweingruber, H. A. (2008). *Ready, set, science! Putting research to work in K-8 science classrooms*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/11882
- National Research Council. (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/13165
- National Research Council. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). *PISA 2015 results (volume I): Excellence and equity in education*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. Retrieved from [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Partington, A. (2006). Metaphors, motifs and similes across discourse types: Corpus-assisted discourse studies (CADS) at work. *Trends in Linguistics Studies and Monographs*, 171,

258-294.

Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research, 75*(2), 211-246.

Taguma, M. (2017). Preliminary findings from the OECD Education 2030 project. *National Institute for Educational Policy Research, 146*, 95-107.

Wiggins, G. P., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

## 附錄：臺、日教科書關於生殖與遺傳單元 前百名之詞彙頻率列表

研究者使用中文獨立語料庫工具「庫博」產生之詞頻列表。其中使用「SV」指出以學生為行動者的動詞；使用星號\*標註以圖片方式出現的對話人物，包含男學生、女學生及洋蔥人。

臺灣T版	詞頻	日本J版	詞頻
染色體	103	基因	138
圖	94	細胞	135
細胞	85	丸形／皺形	117
基因	81	圖	109
遺傳	80	種子	85
高莖／矮莖	63	呢／吧／喔／嗎	85
生物	56	子代	83
卵／卵細胞／卵子	55	產生／製造出／生成	77
產生／形成	55	細胞分裂	73
人類	54	性狀	67
子代	52	染色體	66
性狀	51	親代	60
等位基因	45	研究	53
突變	38	方式／方法	53
受精	37	受精	52
雄蕊／雌蕊	37	觀察／看到（SV）	51
表現	35	變化／變成	48
方式	34	生殖細胞	45
精子	34	豌豆	44
體內／體外	32	DNA	43
雌／雄	32	無性生殖	42

（續下頁）

臺灣T版	詞頻	日本J版	詞頻
配子	31	卵／卵細胞／卵子	42
隱性／顯性	30	孫代	41
例如	30	受精卵	40
繁殖	30	相同／一樣	39
花粉	30	花粉	37
親代	29	生物	35
母親／父親	29	個體	35
進行	28	數目	34
過程	28	組合	33
果蠅	27	精子／精細胞	33
減數分裂	27	*對話人物	33
花	27	有性生殖	31
由於／所以	27	授粉	31
母細胞／子細胞	26	純品系	30
分裂	26	實驗	30
條	26	減數分裂	28
細胞分裂	26	隱性／顯性	28
豌豆	26	分裂	28
幹細胞	25	結果	27
技術	25	不同	27
遺傳因子	25	洋蔥	26
利用	24	因此／所以／因而	26
生殖	24	遺傳	25
複製	24	花	25
呢／嗎／喔／哪／呀	24	調查 (SV)	23
X染色體／Y染色體	23	根	23
不同	23	過程	22
動物	23	胚珠	22
孟德爾	23	註	21
實驗	23	植物	21
發育	23	成長	21

(續下頁)

臺灣T版	詞頻	日本J版	詞頻
授粉	22	怎麼樣	21
數目	22	形狀	21
個體	21	動物	21
有性生殖	21	生殖	20
觀察／看到 (SV)	23	我們	20
無性生殖	20	身體	19
植物	19	根部	19
結合	19	思考 (SV)	19
同源染色體	21	再生	19
控制	18	他	19
組合	18	什麼	19
可能	17	胚胎	18
後代	17	特別／不可思議／驚訝／驚人	18
發生	17	染色	18
種子	17	馬鈴薯	17
胚胎	17	增加	17
單套／雙套	17	體細胞	17
行為	16	部份	16
通常	16	很多	16
分別	15	使用	16
卡片	15	顯微鏡	15
構造	15	部分	15
異常	15	被子植物	15
疾病	15	花粉管	15
虎鯨	15	繁殖	15
表現型	15	比例	15
果實	14	寫下來 (SV)	15
機率	14	孟德爾	15
相同	14	品種	15
受精卵	13	出現	15
基因型	13	柱頭	14

(續下頁)

臺灣T版	詞頻	日本J版	詞頻
性染色體	13	年	14
改造	13	參考 (SV)	14
營養	13	全部	14
結果	13	內容	14
胚珠	13	活用 (SV)	13
遺傳性疾病	13	製造	13
DNA	12	沒有	13
下列	12	比較 (SV)	13
出現	12	接近	13
器官	12	幹細胞	13
性別	12	前端	13
性聯	12	學習／學 (SV)	13
活動 (SV)	12	解釋／說說看 (SV)	12
科學家	12	草莓	12
美人尖	12	組織	12
色盲	12	生長	12
血型	12	成果	12
表	12	應用	12
遺傳物質	12	規律性／規律／	
規則	12		