

論壇

素養導向的教科書發展與設計

時 間	2018 年 10 月 12 日 (星期五) 下午 2 時 40 分
地 點	國立屏東大學五育樓第三會議室
主持人	周愚文 國立臺灣師範大學教育學系教授
與談人	周淑卿 國立臺北教育大學課程與教學科技研究所教授 林永豐 國立中正大學師資培育中心教授 段永德 翰林出版事業股份有限公司數學領域副主編 陳致澄 國立臺中教育大學數學教育學系教授 游自達 國立臺中教育大學教育學系副教授 顏世枋 南一書局企業股份有限公司經理

引言

周愚文：國家課程變革與教科書設計間具密切關係，因為任何國家課程所訴諸之理念通常必須配合教科書設計來達成，特別是中小學教育現場。教育部即將於 2019 年正式實施十二年國民基本教育課程綱要總綱，係以「核心素養」作為課程發展主軸，其重視的是知識、情意和技能的整合，強調透過情境化、脈絡化的學習機會，導出學生實踐力行的表現。然這樣的課程理念，在透過多層次轉化為教科書的過程中，還要考量哪些要素？可能遭遇到哪些問題？特別是在國家課綱公布與正式實施之間的時間相當短的情況下，教科書發展與設計可能面臨哪些問題？教科書出版業者是如何解決這些問題？當有些問題無法解決時，對教師教學和學生學習的影響又為何？這些都是即將實施之十二年國教課程必須加以思考的重要問題。

內容導向教材設計的省思

周淑卿：過去的教材屬於內容導向，教師的課堂教學也多以知識或概念的傳輸為主，這樣的教學行之有年，大家也知道其實很有問題。一直以來我們的教材很難突破「內容導向」，因為如果以某一個學科所含的事實和概念來鋪排教材，這件事情相對容易，只要教材編寫者熟悉學科裡的重要概念，接下來要做的事情，就是依照這些概念尋找可用材料，依序編排在每個單元，讓每個單元具有邏輯順序，也合乎學生的程度與認知狀態，如此，教材就算完成了。事實上，這樣的工作對於學科知識專精的教師或教材編寫者來說，難度不高。因為這些學科知識早就被這個學科領域的人所熟知，教材編寫者要做的，只是把學科概念轉換成符合學生心智程度的材料來呈現，所以教材設計的關卡只在於如何將學科知識轉換成適合學生心智的過程。

一、食譜式實驗的問題

教材如果一直都是內容導向，當然也就會出現問題；例如，自然科學常常被詬病的「食譜式實驗」。很多老師都說，我們都有做實驗，學生也有科學探究；但其實卻是按照教科書上陳列的實驗步驟，按表操課，依序完成實驗程序，然後得到一個早就預知的答案。食譜式的實驗一點都不是科學探究，因為學生根本沒有依據既有知識或經驗，形成對一個問題的假設，再去尋找現象當中的自變項和依變項，以至於後續要有一些自己的實驗設計思考，來支持或推翻先前的假設。長期以來此種教材的設計方式，通常前面呈現一個問題，接著有實驗的詳細步驟，再翻過來那一頁就有了實驗結果。於是學生根本不需要做實驗，只要翻到最後一頁，就知道這個實驗的結果應該是什麼。假設學生做實驗的結果和課本答案是不一樣的，老師會說一定是前面哪個步驟沒有做對。總之孩子沒有探究思考的過程，最後，老師要費好大的工夫教學生自變項和依變項的關係，學生仍然弄不清楚。又如數學教科書，常見的是許多題

型的依序列舉；比如說有關不規則圖形面積的計算，教科書中可能會著力蒐集很多種不同的題型，再把這些題型依難易次序安排在頁面。這樣的教材設計，導致數學的學習變成題型解答的學習，老師也著重解析各種不同題型應該用什麼方式來解題。但是數學推理的思維不見了，探究的過程也不見了。

二、去脈絡的「切片式知識」

內容導向的教材通常把想要讓學生學習的內容或方法，變成去脈絡的「切片式知識」，讓學生依學科概念邏輯去學習。這樣的學習讓我們誤以為學生學會豐富的知識，但事實上，屬於這個學科應有的探究技巧與思維，卻並未獲得。現在談素養導向的教學，要有情境與脈絡，要讓學生完成學習任務。情境導入是為有了問題意識，一個沒有問題意識的學習不會有接續的探究；如果學生是學習的主體，當然他要自己負起去探討和解答某些問題。因為要探討問題，而既有的知識技能不夠，所以要學習新的概念或技能；是帶著需求學習這個單元的核心概念與技能，而不是在根本不知道學這些知識要做什麼的情況下，依照教材內容順序去學習整個單元。

素養導向的教學思維

素養導向「教學」和「教材」這兩件事，其實是同一件事，只是一般教師所做的是教學活動設計，而教材編寫者所要設計的不只有教學活動，還要把教學活動轉換成學生所能使用的教材，而在這個轉換的過程中，會面臨很多問題。

既然是素養導向的教材，教材本身必須是基於素養導向的教學思維。所謂素養導向的教學，大家所熟知的，要整合知識、技能與態度，要有情境化或脈絡化的學習，要重視學習歷程，要有實踐應用的機會。

大家經常聽到「以終為始」的說法，也許會覺得是一個口號，但事實上非常重要。在設計一個單元的時候，教材設計者可以先自問：為什麼學生必須學這個單元所設定的概念或技能？和他所在的環境和生活／生命處境有什麼關係？想清楚這個理由，才能處理前端的「情境導入」，為學生找到學習需求；也能處理後端的「實踐應用」。

之前有一個團隊的老師和我們合作設計數學「量角器」的教學，我們一直在討論：四年級學生為什麼要學量角器？有什麼事情需要他們把一個角度量得那麼精準？到底有什麼必要性？如果沒有必要的話，為什麼要學？當然很多數學老師會告訴你，因為「以後」要學三角函數，「以後」幾何的學習會涉及角度，所以必須要對角度有精確的概念。可是，那是「以後」的事，有需要的時候再學不就好了嗎？為什麼在小學四年級，讓孩子用量角器量精確的角度？如果設計教材的人沒辦法解答這個問題，接下來的事情就很難做了。老師總不能一上課就說，「孩子們拿起量角器，我給你一個角度，你開始量」。學生若問為什麼要量角度，當然老師也會說，因為是數學一個很重要的概念和單元，所以就要學。事實上過去的教材當中充斥著這種「老師說不出為何要學」的內容，究竟學了以後可以應用在哪些問題的思考或解答。

國小二年級生活課程學磁鐵，中年級自然科學也學磁鐵，一定有據以理解生活當中某些現象或問題的需要性，如果在學生的情境當中找不到需要性，如何引起探究的動機？那情境未必是生活中直接可觸及的，也可以是距離稍遠的間接經驗，但是絕對不脫離人們的生活現象。假如存在人們生活的現象與問題的需求性沒有被拿出來說明，那麼學的人根本不知道學這個以後要做什麼。老師常常會說，以後有一天，你就會知道現在應該要學會這些知識，否則在某一天的某個單元你就不會。但是，往往是這樣的想法，學生學了很多東西都無法應用。所以素養導向一直強調要有情境，讓孩子有問題意識，中間要給很多學習任務，實際去操練所需的觀念技能，後端要有實踐應用的機會。

素養導向的教學與教科書設計理念

一、素養導向教科書設計的思維改變

林永豐：以現行的九年一貫到十二年國教來說，有一個非常重要的概念改變，是從教材綱要變成能力指標，到十二年國教的學習重點雙向細目表，在課綱的層次對於教科書編寫有很大的影響。九年一貫的能力指標強調一綱多本的概念，能力指標為什麼可以有多本概念呢？是因為不同的教材或教法，只要能夠讓學生達到這個能力指標，其實都是可以採用的，所以教科書得以變成多元化。我們常用的一個實例是，其實吃不同的東西都可以獲取維他命 C，所以吃不同的水果都可以達到這個目的，而不必一定得吃香蕉或葡萄。如果用這個概念來看教科書的話，我們就會很清楚地說，教科書的編輯與選擇是有彈性的。

不過實際上呢？因為教科書是一個文本的形式，所以如果有一個單元，如認識古蹟。教科書會放進什麼材料呢？我們的老師又會怎麼教呢？我們可以想像老師的教學重點可能是什麼？可是這時候我們來看一下能力指標是什麼，能力指標是：「4-2-1 說出自己的意見與其他個體、群體或媒體意見的異同」。這時候就覺得非常有趣了，我們可以想一想：老師們在看到教科書中有認識古蹟這樣的材料，會不會想到教學的重點其實應該是導向 4-2-1？如果不是的話，老師的教學重點又跑到哪裡去？用這樣的概念再看一個例子，教科書中有一個植物分類的單元，這個單元，我們看到教科書中會列出很多的植物示例及其圖片，不同的教科書是略有不同，不管是南一，或是康軒，差不多就是把這樣的材料放進來，這時候注意到能力指標乃是「2-3-2-4 藉著對動物及植物的認識，自訂一些標準將動物、植物分類」，那麼，教學的重點應該是什麼？應該不是去背誦動物或是植物的名字，而應該是進行分類，是吧？

比較有趣的是，我們再來注意考試的題型如圖 1。A 校是直接問：以生長在陸地為標準的話，哪些植物會和紫花酢漿草混在同一類，選項

有蓮花、漆樹、牽牛、水蘊草。爲了回答這個問題，學生得要記得的是什麼？然後，我們再來看看 B 校月考的考題，題目中就將 A~G 不同植物不同的特性列出來，關鍵在於分類的標準和特性，考生依照這些分類的標準，就可以往下回答底下的題目。從上述的比較中，我們可以問：學校中的教學重點比較偏向 A 校或 B 校呢？大多數考試的型態與重點是 A 校或 B 校的狀況呢？在九年一貫的狀況下，我們注意到這樣的特性，就會知道如果教科書要落實九年一貫的精神，內容的部分就要能區分哪些只是示例，哪些才是真的要學的學習內涵？教科書同樣在呈現文本的時候，能不能彰顯一綱多本的精神。

A 校

二、選擇題(30分)

- ()下列哪一種物質受熱後再冷卻，性質仍會和原來的相同？ ①青菜②生蝦③水④竹筷。
- ()依據「是不是生長在陸地」為分類標準，下列哪一種植物會和紫花酢漿草分在同一類？ ①蓮花②大萍③槭葉牽牛④水蘊草

B 校

1. 請依據下面的植物特徵表，完成植物分類表：
(每格2分)

植物 \ 特徵	生長在水中	會開花	平行葉脈
A	√	√	
B			
C	√	√	√
D	√	√	
E		√	√
F		√	
G		√	√

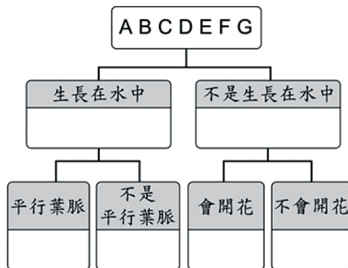


圖 1 月考題目

再者，教科書除了納進這些內容之外，能不能關照到促進這個能力養成的相關設計，如是否建議相關的教學活動？因為教科書是一個文本，當然能夠呈現內容，但從事教學的老師會不會習以為常地以為教學的重點都在「內容」，而不是「能力」或「素養」的養成？這是我們特別要關心的部分。

二、教科書設計立論觀點的轉變

游自達：教科書的內容、架構與形式是經歷長時間變遷演化的結果。檢視半個世紀前的教科書，學科內容的系統安排是教科書設計的重點，教導是主要活動。以 1940、1950 年代的數學教科書為例，教科書中所呈現的乃是數學的內容知識、計算步驟和練習，甚至包含「剩多少、差多少都要用減法」之類的口訣。1960 年代起，受到學生認知發展理論的影響，教育界關心如何配合學生的認知發展，有組織、有系統地協助學生內容的學習。在此趨勢下，教育界關注的重點仍是學科內容的教導。1980 年代起，協助學生能力的發展與建構逐漸成為教育界的主流聲音，支持學生學習的教科書設計也受到關注。其中，相當具有代表性的一本書便是由 Marilyn J. Chambliss 與 Robert C. Calfee 所著的《為學習而設計的教科書》(*Textbooks for Learning: Nurturing Children's Minds*)。該書以教科書「設計」的概念為導引，分別從教科書內容的主題、要素及連結等，探討教科書的文本可理解性、課程內容和教學方法的設計，以落實支持學生中心的教學模式，滋養學生的心靈。該書從多個面向提出教科書設計的具體建議，其內容反映了教科書設計觀點的轉變。在傳統關注學科內容知識的邏輯結構之外，更強調教科書設計需要運用實際例子、活動、結合連結 (connect) 到學生的知識，轉化與組織 (organize) 成學生可以理解的內涵，提供機會讓學生省思 (reflect)，讓學生有適當時機將所學的延伸 (extend) 到新的情境中。這些主張代表教科書設計觀點的轉變，對於當前素養導向的教學和教科書設計具有參考價值。

在支持學生學習的關注下，教科書設計所需要關注的面向更加廣泛而多元。當前十二年國教課程總綱揭示以核心素養和學習重點引導各領域／科目課程設計、教材發展、教科書審查及學習評量等。對應於課程綱要，教科書設計不應只是關注領域學習中有關事實知識、概念知識、程序知識等基本內容，更應關注學生認知（含後設認知）、情意、技能之學習展現。考量教科書設計的發展，課程、教學、文本、圖表、版式等方面的設計都應納入思考。就教科書的文本設計而言，近二、三十年來有關特定領域學生學習心理、閱讀理解心理歷程、學科文本與閱讀理解等方面的研究發現，可做為教科書在文字與符號、文本敘述與組織、圖文的安排、版面的配置等方面設計的參考，發展能符合學生學習心理，達成協助學生、支持學生學習目標的教科書。

再者，素養導向的教學關注學生素養的發展，而非只是知識的累積；重視學生學習歷程中多面向的展現，而非只是單一的成果；關注學生的自主覺察和問題解決，而非被動地安排。為了支持學生學習、導向素養的發展，教師的教學理念、家長和社會大眾對於評量的觀點也需要重新思考和調整。教師、家長、社會大眾需要共同思考教科書的內容安排、練習活動、評量活動等，究竟扮演什麼角色與功能？教材中不同型態的活動在學生學習上的意義與價值為何？舉例來說，反覆抄寫、練習的活動，專題探究、合作分享的活動對於學生的學習各具有不同的功能，教科書的教學活動設計便須重新加以思考和定位。國外的教育學者經過多年研究與討論之後，於本世紀初提出三個評量概念作為架構，重新思考學習與評量之間的關聯。這三種評量概念分別是「學習結果的評量」(assessment of learning)、「促進學習的評量」(assessment for learning)及「評量即學習」(assessment as learning)，如圖 2。美國學者 Earl (2006) 便建議應該重新思考三種評量在學習評量上的比重。傳統的評量較偏重於學習結果的評量，促進學習的評量、評量即學習的比重相對較低。Earl (2006) 主張關注學生學習與素養發展的目標下，評量的概念需要重新

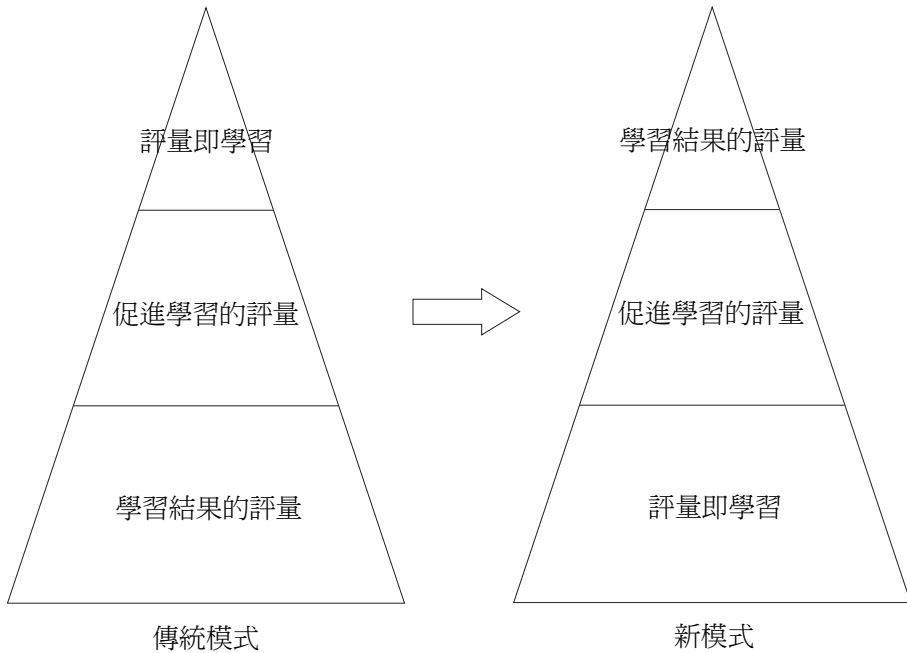


圖 2 評量概念與架構的變遷

調整，三種評量的比重也要改變。教學上應該以「評量即學習」和「促進學習的評量」為重點，「學習結果的評量」比重應該降低，形成如圖 2 右側的新模式。此一新模式應該被納入教科書設計的思考，多規劃評量即學習、促進學習的評量活動，以協助學生素養的發展。

三、素養導向課程與教學相關概念的釐清

林永豐：素養導向的課程與教學在十二年國教課綱中有兩個重要的面向：一個是在學科裡面談的學科素養，另一個是跨領域的、所謂的核心素養，這兩個面向都和教科書有關的。我們特別注意到，在學科內所強調的是功能性知能 (functional literacy)。這個概念最早是 1978 年 UNESCO

所提出，特別在 1990 年以後，尤其是 PISA 考試的理論基礎。「功能性知能」這個概念是與情境脈絡有關的。意思是如果我會算數，我可以說是學會了這個原理原則，可是，倘若我實際上用不出來、無法應用的話，我還是不能稱為具備功能性的數學能力／素養的。又比如說我會成語，我背得出來這個成語的意義，可是我實際上用不出來，或應用的場合錯了，那也無法稱為具備功能性的語言能力／素養。其實我們注意到一件事情，過去比較重視內容導向，現在則強調素養導向，更強調知識內容和情境脈絡之間的連結。

大家可能會有一個誤解是內容不重要，其實內容還是重要的，只是光是內容的學習還不夠，因為內容要和生活情境連結。以數學來講，數學不只是數學的原理原則本身，而是和數學應用的脈絡有關的。既然和脈絡有關的話，我們除了要知道數學的公式或定理之外，這個定理是什麼時候會發生的？什麼時候用得到？什麼時候是這個原理、原則實際運用的場域？這個場域或情境如果不見的話，就只剩下內容，這個場域能夠連結起來，和經驗連結，以及實際問題連結起來，則學生學到的才不只是數學的內容，而能夠說是具備數學的能力／素養。

2013 年總綱研修還在討論的階段，臺北市就說要做所謂「類 PISA」的考試，當時大家非常地擔憂。大眾非常關心類 PISA 考試到底是什麼？其實，素養所指的是學生除了知道內容之外，能不能將內容和情境脈絡連結，能夠連結就能夠說具備了「素養」，如果不能連結的話，就只能說是知道這些「知識」，只是「內容」。我們看到大考中心素養命題的三大面向，首先，是強調「情境化」，因為情境和內容結合；其次，強調「整合應用」，因為在情境裡面不會只有單一的面向；最後，則重視「跨領域」，因為考的不會只有單一的面向，所以很多的科目是可以結合進來的。

此外，素養導向的教學其實會和過去不太一樣。比方說：閱讀理解會更被重視，因為考試的題目若要鋪陳一個情境脈絡的話，通常試題會比較長。如果是這樣的概念，閱讀理解就變得很重要，倘若學生沒有辦

法理解脈絡的話，他無從去抓住這個原理、原則。可見，包括不同的文本類型、生活社會文化各種不同的情境等，都會是考題據以鋪陳原理、原則的一個背景。這時候的教學就會跟理解、應用、分析、評價是比較有關係的，不能只是在內容上劃線、劃重點。帶著這樣的認識，我們來看一個數學教學的例子。例如，在教平分線概念的時候，黑板上所呈現的往往是原理、原則的鋪陳，那麼是內容導向還是素養導向呢？應該是比較內容導向。又例如，這是我們常見考試卷的樣子，如果看到這個考試卷的話，發現題目大都是原理原則的表述，考學生知不知道這個原則、公式？如果是這樣的話，還是內容導向而不是素養導向。我們來看幾個 PISA 的題目，這個例子中的知識，是角錐的概念，而題目中則用一個情境脈絡（一個農舍的結構分析圖）鋪陳這個原理、原則，所以情境的理解是數學原則的理解，反過來講也可以。在 PISA 考試的時候，會因為不同答題的情況而有不同的分數，如果是這樣的話，我們發現 PISA 考試情境脈絡的時候，不會只有單一的面向，而是有很多的面向。我們回頭看，現在的考試會不會太單一呢？試題的內容會不會只有知識的內容，卻缺少了與應用這個內容所相應的情境脈絡呢？

四、素養導向教科書改革的重點

林永豐：我覺得素養導向的教科書改革，應該有幾個重點。首先，教科書應該不只呈現教學的內容，應該盡量納入與內容有關的情境脈絡，換句話說，我覺得內容原理原則還是重要的，可是要把情境脈絡帶進來。第二，教科書所涵蓋的內容應該能夠區別哪些是核心內容？或僅是示例，讓學生比較能夠區分哪些東西是我一定要知道的，哪些東西只是一綱多本的手段材料？第三，教科書應該不只關注教學的內容，而更應該關注學習者的立場，因為教學當中有很多文本之外的學習。教科書只是文本、是靜態的，當然是教科書的侷限，但是其實教科書只是老師教學的一個參考材料，特別是若能透過老師的課程轉化、教學設計、教學策

略等教學專業的運用，其實是能夠讓教學更能導向一個素養的養成。

五、素養導向的教科書設計

游自達：素養導向的教科書設計應該考量素養導向學習的基本元素。個人認為，素養導向學習基本上應包含體驗覺察（be aware）、尋方強能（enable）和創意展能（empower）三個面向。在體驗覺察方面，包含發展多元的經驗，引導生活的連結，建立自己的參照和引導省思。在尋方強能方面，要引導學生釐清語意、探索關係；引導推論，開展策略；尋找規律，嘗試簡化等。在創意展能方面，要引導學生以舊引新、跳脫規則，善用工具、活化思考。這些要素都必須要融入教科書設計的材料選擇和教學活動。

從另一個角度來說，素養導向的教科書設計應該考量素養導向教學的特徵，以學生的學習任務為重點，納入前面所述的要素引導學生學習。學習任務的設計應考量情境脈絡、內容、歷程等三個面向。學習任務可以從學生熟悉、可理解、關注的情境脈絡出發，再逐步擴展至較抽象、符號化的情境。內容面向則可從學生直接體驗的事例出發，逐步引導發展關係、樣式，以建立系統性關係和結構理解。在歷程面向上則應納入覺察、理解、策略、創新等多面向活動。

綜合來說，素養本身是多股能力的編織，包含概念理解、策略和因應調節能力的整合。這樣的表現正是近年來教育心理學界所廣泛討論與探究的「自我調整學習」或「自主學習」（self-regulated learning）。自我調整學習者具有較高的自我效能感，能覺察所面對的作業要求、評估自己的能力和相關的資源，擁有解決問題的策略，選擇合宜的策略面對問題，隨時加以評估並調整。這樣的能力乃是自我、知識、策略、情境等面向的覺察、應用與調整的綜合表現，正是素養導向教學追尋的目標，可作為各領域／學科的教科書設計時，規劃學生的學習任務、安排活動順序時的參考。

素養導向教科書設計的特徵與實務

一、素養導向教科書設計所具備的特徵

陳致澄：十二年國教課綱下所生成之教科書，是以「核心素養」作為課程發展的主軸，是由素養導向的理念轉化而成為學習的教材。我們在進行素養導向教科書編寫前，會依據教育部國民及學前教育署於 2018 年編製之《素養導向教學設計參考手冊》中所提的轉化原則，進行具有「素養精神」特徵的教科書撰寫，包括：

（一）融合知識、技能和態度作為學生學習的歷程

在素養導向教科書編寫過程中，我們會思考：如何讓學童在某一個議題（或在某一個情境）中，把知識、技能和態度統整性地展現出來。在統整的過程中，它不應該只是單一概念，而應該是多元的概念。以數學學習領域為例，如何設計一個情境，讓學童能夠統整不同的數學概念？我們相信，此展現的歷程不會只在單一單元。我們不斷地在思考，素養導向教科書所謂的「素養統合」能力，應該置放在教科書中的哪個部分才是合宜的位置？我們教科書目前已在 108 學年度的國小一年級課本中找到合適的位置，期能讓學童同時展現知識、技能和態度。

（二）結合情境、案例和現象作為學生學習的脈絡

我們還會思考，素養導向教科書中，每一道數學問題的情境，鋪陳出學生學習的脈絡。以數學學習領域一個單元為例，單元中每一道數學問題的情境設計，究竟是「一境到底」（意指單元中所有的數學問題情境是一致的）？或是「多元情境」？我們以九年一貫課程數學學習領域的教科書為例，各家出版業者所發行的教科書中，每一個單元都有扉頁設計。然而，這些扉頁的內容，究竟和這扉頁後面，為了發展概念的數學問題之連結有何關係？事實上，素養導向教科書中數學問題的情境，可以是「一境到底」的。教師若能透過扉頁所設計的內容，來逐步闡釋

情境並與學童的過去經驗產生連結，讓學童宛如置身在教科書中所設計的情境裡，扉頁後續的這些數學問題情境，其實，多延續扉頁的情境繼續鋪陳設計。上述情形，在九年一貫課程數學學習領域即稱為情境教學（situated teaching）。而十二年國教課綱中所提之「情境化」，究竟是要提供學童在同一單元中，多元的情境？還是在同一單元中，單一的情境？這是我們必須思考的問題。

然而，十二年國教所指的「情境」，應符應大多數學童的共同生活經驗。但是，教科書所服務的對象有許多族群（如原住民族群、客家族群等），教科書編輯群面對這些不同族群，可能照顧了某一族群，就忽略了某一族群。所以，如何涵蓋整體教科書市場學童所屬族群不同之差異性，讓屬於不同族群的學童對於本次素養導向教科書的內容，感受到貼近其生活經驗的情境鋪陳？即是教科書編輯群需嚴謹面對的。

（三）經驗問題解決實作歷程形塑並精緻化解題的策略與方法

基於十二年國民基本教育所強調的「核心素養」精神，我們考量如何將學童在實際生活中所遇到的問題情境轉化為教科書中的數學問題，引導學童思考並學習問題解決的策略與方法，進而解決生活中所遇到的問題。因此，我們設計讓學童從數學問題的解題步驟或是思維的推理過程，理解問題解決的精緻化策略與方法，進而習得解決生活情境所遭遇到問題的能力。過去，有許多教師認為，數學的學習就只是解題而已。他們殊不知，數學解題的每一個環節，甚至兩道數學問題題幹的內容與解題策略之鋪陳，都是希望學童能在此學習歷程中比較並體會問題解決的策略或方法之優劣性。我們期待教師能真正體會教科書脈絡鋪陳背後所隱含的深度意涵，甚至，能引導學童透過觀察、比較並判斷不同的問題解決方法其優勢與不足之處為何，進而由低階的問題解決策略學習發展到高階的問題解決策略。

二、素養導向教科書編寫所考量的面向與內容

陳致澄：面對 108 學年度即將開始逐年實施的十二年國教，它是以「核心素養」作為教科書設計的精神，我們在設計教科書內容時，所考量的面向與內容包括以下三項：

（一）「素養」的核心概念內涵與活動設計原則

以數學學習領域為例，「數學素養」一詞乃源於 1950 年末期，直到 1980 年代才逐漸受到各主要國家的關注，成為當前許多國家重要的數學教學目標（游自達，2016）。在臺灣，「數學素養」如火如荼地被提及，則源於經濟合作發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2002）所主導的國際學生評量計劃（Programme for International Student Assessment, PISA）。PISA 定位「數學素養」（Mathematical Literacy）為有能力去辨識、理解、探索數學在這個世界上的意義，解決私人生活、學校生活、工作與休閒、社區與社會中各種不同情境的問題，並能解釋自己所做的數學判斷，能夠進行邏輯思考，進而探索數學（OECD, 2002）。後續，國內許多學者（如林碧珍、鄭章華、陳姿靜，2016；鄭章華，2018）相繼提出關於數學素養的觀點，甚至，提出關於數學素養導向教學活動設計的六項原則：1. 透過現實情境、寓言故事或數學史引入教材，營造數學學習需求；2. 以任務鋪陳數學學習脈絡，引導學生進行探索並發展概念；3. 讓學生運用相關數學知識與能力解決問題，提出合理的觀點與他人溝通；4. 教材安排從具體到抽象，提供學生有感的學習機會；5. 教材設計具備多重表徵，打造豐富的學習環境；6. 學習任務應具備形成性評量的功能，以評估與促進學生的數學學習（鄭章華，2018）。這些綜合歸納理論或實務的觀點，便成為我們編寫數學領域素養導向教科書參考的準則。

（二）素養導向評量試題的特徵之一：數感與量感

此外，我們還思考：回歸到學習領域的範疇，數學學習領域所談的「數學素養」和其他學習領域所論述的素養是否相同？因此，我們也蒐集、分析一些國際上的評量試題，以及一些國家針對「素養」所設計的問題題幹內容所蘊含的特徵，再從這些資料的特徵提煉出數學素養導向評量試題的一個共通性：數感與量感。當我們發現數感與量感是素養導向評量試題背後的核心內涵之一時，我們開始思考：學童的「數感與量感」如何透過素養導向教學活動進行的過程而培養出來？在生活情境中，學童看見某些數字的組合，很容易地理解或想到這些數字的規律性，即所謂“pattern”。

（三）符應素養導向設計原則的生活情境擇取

鄭章華（2018）指出，數學素養導向教學活動設計的六項原則之一即是「透過現實情境、寓言故事或數學史引入教材，營造數學學習需求」。因此，我們在編寫教科書中選擇問題題幹的情境時，多會考量該問題題幹之情境是否與學童的生活經驗相同？有一次的經驗是，我們在編寫教科書的問題情境時，曾發現經我們思考後所設計的問題情境，似乎只適合都會區的學童，對於偏鄉地區的學童，可能一點感覺都沒有。因此，如何設計一個能符應全國學童共同生活經驗的問題題幹？這也是素養導向教科書設計時需要考量的要素。

素養導向教科書發展所面臨的困難

一、專業理念和市場需求的拔河

周淑卿：教材編寫者其實一直在市場需求和專業理念之間相當為難，如果考量市場的需求，我們會先問老師們喜歡的教材是什麼，可是那樣的教材是否就符合課綱的理想呢？恐怕兩者未必合一。教育當局會認為，

只要出版業者未來出版的教材是素養導向，就能引導學校老師的教學朝向素養的養成，這個邏輯成立嗎？事實上，老師的專業知能才是關鍵，如果老師了解如何進行素養導向的教學，就算是現在的教材，也有辦法進行素養導向的教學；倘若老師沒有這樣的專業的知能，就算未來出版的教材非常符合素養導向，老師照樣可以操作成毫無素養。所以用素養導向的教材來引導老師一定會成功嗎？恐怕不能期望太高。但是出版業者仍然應該要朝向這個理想來編寫教材，至少可以引領有心學習的老師朝向更好的教學。

游自達：從教科書開放以後，教科書編輯面臨很大的問題來自於專業理想和市場需求間的拔河。這個問題至少已經討論 20 年，顯然這樣的拔河還會再持續。我呼應周老師提到的，真正的關鍵是教師的專業素養，教師現場的轉化。當然教科書的編輯，如果能夠更符合所揭示的理想，提供給老師更多的參考，透過社群的一些互動和對話，這樣的理念實踐可能性就會更高，達成協助學生學習的功能，才能被彰顯。我認為教科書的發展者應該多關注協助學生能力發展的各項設計，而不是特定內容的學習與精熟。以往教科書的結構，最常見被詬病的是內容材料的線性安排。依照專家所認定的內容結構與順序，將內容做線性的安排。教科書將內容以直線式安排，編排直接而單純，但長期的研究與現場經驗顯示，這種作法並不符合學生的學習心理。如何從引發學生的問題意識出發，引導學生覺察問題並產生學習需求感，進而運用一些策略性分析、理解問題，進而嘗試加以因應和解決。再者，更能在歷程中不斷省思調整，發展學習者個人化的學習成果。教科書安排如何透過多層次的經驗交疊、活動的進階，協助學生達成素養的發展。每個環節都是教科書設計上的挑戰，也是教師在教學上需要關注的核心議題。

顏世枋：首先很感謝主辦單位舉辦這場論壇，讓出版業者可以和各位教授一起來學習，個人覺得不論教材教法或師資培育均深刻影響著教科書的編寫與發展。所以，請容許出版業者藉此次機會，公開鼓勵也邀請各

位教授、老師一起來投入教科書編寫工作。目前臺灣的教科書出版業者，幾乎不容易找到願意投入教科書編寫的人員與師資。因為，並不是每個人都有意願和教科書出版業者一起努力為學生編寫教科書。大家都很關心教科書、支持教科書，可是比較少人願意親自花時間從事或幫忙指導與協助出版業者改善教科書，或是一起為臺灣的教科書努力。

因為擔任教科書作者是一份專業且辛苦的工作，所以更顯現基礎訓練的教材教法對教科書作者和第一線現場教學人員是非常重要的。也許個人只是從一個資深編輯的觀點出發，自 1995 年進到出版業服務剛好遇到教科書開放民間版本的時機，出版業所有編輯印刷人員都很努力想要製作高品質，以及正確性高的優質民間版本教科書。當時，也看到周老師很努力地一起投入為學生編寫教科書。在個人有幸從事教科書編輯的 23 年過程當中，深刻感受與了解教材教法的重要性。藉本論壇的機會請教各位老師，回想當年在師範院校求學的學習過程中，曾經看過或了解其他系所是如何安排教材教法的課程嗎？是哪些學科背景的教師在進行教材教法的授課呢？這門課的教學者是如何落實教材教法具體的課程實踐設計呢？假如目前師資培育的體制或過程沒有辦法從根本幫助老師體認教材教法的重要與影響，未來在教學現場進行教科書版本選擇的時候，或是在實際教學現場使用上也許就會產生影響，個人覺得這是很值得探究的議題。並不是要把責任歸給師資培育體制或教材教法的師資結構，但是總覺得教材教法是一切教科書教學設計的根本與基本功，因此教科書出版業者與作者必須往更上位進行思考。讓更多老師願意一起投入及參與教科書的編寫工作，讓教育專業更能結合課程設計。

個人非常認同周老師所提到的，學科專家可能只重視每個學科最重要及核心的部分。但是如果每個學科在發展與設計教材也同時具有課程的概念應該會做得更好。課程專家因為有學科的融入會讓教學設計變得更有意義且容易被實踐。個人參加多場教科書研討會的心得，因為理論與實務的差距，有時候也會令人覺得似乎要人格分裂，因為不知道教科

書應該往怎樣的課程設計走向才是正確，才是符合大多數教學現場的期待。當提出課程理念與價值的時候，專家學者覺得要往這個方向走，臺灣的教育未來才有願景。可是當出版業者在教學現場推廣教科書設計理念的時候，許多現場老師也會表示課程專家知道的是理論，根本無法落實在教育現場。因為老師才是真正在教學現場的第一線教育人員，課程專家的課程理論設計只會讓校園教室現場多了更多工作，應該要以解決教學現場困難的教學設計才是好的教科書。試問出版業者應該要往哪一邊位移呢？實在是很困難的抉擇。如果出版業者不重視課程設計與課程架構，只從商業考量，盡量將教科書內容活動設計出符合現場老師希望的份量與方向。這難道是教學現場老師的錯嗎？個人覺得這個問題更能凸顯現場教師如果在師資培育階段，接受到完整且實際動手設計的教材教法課程訓練，包括具備判斷及選擇優質教科書的能力，是相當重要與必要的。

站在出版業者立場也想為教學現場的教師發聲，國小一節課 40 分鐘，除了班級經營、教學、材料發放，還要引導及整合。40 分鐘能夠完成的教學活動與教材教學非常緊湊，這是現場老師帶班的辛苦面，所以在選擇教科書版本的時候，被迫盡量選擇一個在有限的教學時間內可以把教科書活動完全教完，且可以讓班上每個學生都可以學得好的艱鉅任務。因此出版業者會因為教學現場的需求，設計出食譜式的教材、套裝式的教材來滿足一部分老師的需求。所以教學現場老師選書的過程及選用的版本市占率，會影響到出版業者出版與規劃設計編輯教科書的方向，因為現場教師是決定教科書版本的唯一與重要客戶。雖然教科書出版業者對教科書有很崇高的理想，但是迫於現實就開始往市占率高的版本的編寫方式或設計挪移，所以教科書出版業者很辛苦，作者群、編輯群、業務群也都很辛苦，這是教科書選用決定了這樣的機制。所以個人才會一直強調師資培育及教材教法的部分必須一起動起來。

林永豐：我想大家都有一些共識，也提到一些不同的意見。其實現在教

科書一個非常重要的挑戰是：如果要在既有內容上，再加上素養，就可能需要加入更多的引導，包含脈絡、問題意識、推理、思考立場等。如此一來，會牽涉到兩個非常重要的限制，一是時間的限制，二是文本的限制，到底有沒有需要教這麼多的內容？這當然不只是教科書本身的問題，例如，課綱會不會也在某一個教育階段中，期待了太多的內容要教。想像一下，如果現在課綱與教科書中納入的學習內容若是現在的一半，是不是老師就可以有更多時間與機會來進行必要的引導、鋪陳。

二、學科內容和核心素養的爭議

周淑卿：學科領域概念的縱向鋪排，從源頭的課綱就應該要分清楚小學、國中、高中三個階段。在課程組織上，是螺旋式的一直累加上去，還是要將學科概念依學生的學習需求分配到一至十二年級？學科概念是研究社群長年積累的研究成果，每個學科的概念內涵都非常豐富也有價值，但是並非都有必要放在國民教育階段讓學生學習。所以在課綱層級就得好好考慮如何為各年級學生選擇適合學習的學科概念。但是我很悲觀地認為這問題難以解決，因為各個學科的成員常會認為這些學科概念都很重要，在每一個階段都該學。最近十幾年又常常和中國比較，說中國的數學、語文課程內容比我們提前學習 1 年，更強化了我們增加學習內容的理由。

三、教科書編寫過程中的實務困難

陳致澄：出版業者在編寫教科書的過程中，曾遭遇的問題。我將它分成兩個面向：一是編寫過程的面向，二是課室中現場教師遭遇的問題。其中，在「編寫過程」面向上，由於各單元所編寫內容有教學時數的限制，我們有時會為了這個單元到底要教幾節課而感到兩難。因為課本中各單元內容的鋪陳，其實有一定的頁數規定。比如說，每一個單元的頁數必須是 4 的倍數，多了一頁或兩頁也不行，因為，這樣會使得該單元的建

議上課節數多出半節課或是一節課，不符應學校教師進行課程教學時數規劃的需求。此外，由於城鄉許多現象的差距，教科書的難度能不能滿足所有學童的需求？這包括例子的選擇能不能符應每位學童的學習經驗？以便讓學童能獲得有感的數學學習，這也是我們在編寫素養導向教科書過程中所遇到的困難之一。

其次，在關於「課室中現場教師」面向上，我們還得考量現實銷售層面，多數現場中的數學教師不喜歡操作這類型的活動；再者，許多數學教師普遍認為「只要是教科書的內容應該都是考試的範圍」，這其實是被扭曲的不良現象。但是，站在出版業者考慮市占率的現實觀點，我們在編寫素養導向教科書過程中，還是會將現場教師所喜好的問題或活動類型，納入我們在編寫素養導向教科書時應考量的面向之一。

四、教科書設計與教學實務的差異

顏世枋：就十二年國教素養導向教科書設計，建議仍應考量學生的年齡與心智差異，是否有能力自己或小組在習作評量活動進行實驗或活動設計規劃進行探討。教科書出版業者考量這樣類似活動均需要現場教師長期的引導，當然相對需要更多教學時數才容易滿足與因應。如果沒有把探索相關的能力與訓練確實做好，越到高年級進入到這一個區塊的難度更高。尤其是坊間安親班、課輔班的訓練，總是以讓考試答案正確快速取得高分為導向。造成現場老師強調引導探究的過程當中，會碰到學生不願意深入思考探究事物發生的原因，而只希望盡快公布答案的困難。考量這些因素，目前十二年國教的國中科技領域是全新的領域，在編寫教科書的過程，作者透過運算思維方式教導學生學習資訊科技時，學習軟體的過程不再是以前 step by step，而是在課本設計類似班級旅遊的任務給全班學生分組活動企劃，讓孩子去討論，然後規劃蒐集資料，結合心智圖和 google map 的應用後，軟體變成是輔助工具而不是主體，學生在不知不覺中習得相關知識與帶得走的能力。教科書出版業者已努力朝

素養導向邁進，但是關鍵仍是現場的教師，我只是希望大家可以一起努力來做好這一件事情。

只是教科書仍會面臨現實的困難，例如，一本教科書的總頁數有限，現場教學時間也有限制，配合書包減重政策，所以課本也不能夠太厚，目前國小課本大概平均 80 頁。十二年國教必須融入素養導向，因此教科書必須增加情境、圖片、線索等，才可能達成素養導向。在每個環節都有限制的情況之下，倘若因此教科書厚度增加，相對家長必須支付更多費用採購。但因國民中小學的教科書是全國統一議價，目前一頁教科書的議價金額大約 0.34 元，也就是一本 80 頁的教科書，出版業者大約只能收得約 27 元，班上若以 30 個學生計算，一個班級大約收入 810 元。教科書出版業者編輯一本教科書的成本遠大於這個金額，明顯是一個不敷成本效益的產業，但出版業者仍本於教育出版的良心，爲了臺灣國民基本教育繼續咬牙苦撐。雖然教科書只是教學現場的參考教材，但卻是每一個學生在學習過程當中非常重要，而且是正確的知識來源之一，由此可見教科書對學生學習的重要性。

記得曾經到過臺灣北部偏鄉的一所學校，有位老師語重心長的對我說，出版業者要努力認真編好每一本教科書，因爲教科書是我們偏鄉孩子唯一專業正確且重要的學習資源，所以千萬要謹慎爲之。也同時藉研討會建議課程專家、教授或老師，要盡量用教材活動設計來舉例說明如何在教學現場落實核心素養或素養導向的教材。

五、教科書設計面臨城鄉差異和配套的困境

段永德：市占率不高不代表教材是不好的，有時候爲了衝市占率而犧牲學生提升素質的元素，我覺得也不見得是我們從事教育的人所樂見。我分享看到的四個問題。第一，我們編的教科書其實無法適用於全國，不管是海邊、城市、高山、離島。翰林版 2014 年開始融入十二年國教素養導向的精神，所以利用 2015 年教科書可以修訂的時候，試圖在九年一

貫的課本加入素養導向內容，也就是學習單，還有習作有學習閱讀的單元扉頁。經過這3年市調的結果，發現都會區的臺北市、臺中市，老師在既定的四節課是有能力順便做素養導向的教學內容，所以符合我們想要實驗的精神。可是偏鄉、海邊或高山，老師的四節課其實是在趕課，或不斷地複習，學生的程度也沒有那麼好，也沒辦法真正理解知識的情況下，偏鄉的老師是不是會犧牲刻意提供素養精神的單元設計。十二年國教發展教材一定會有素養的內容，所以城鄉的這個差距，是否會影響到十二年國教的成敗，我覺得這是可以觀察的，也是我們一直在思考編出一本不管城市或偏鄉都喜歡的課本，這是我們的難題。

第二，學校資源的部分，課程提到素養的三面九項，第二項溝通互動的 B2 指出，國中的素養內涵要正確使用計算機，所以十二年國教數學課綱，七至九年級很明確指定哪些學習內容必須使用計算機，國中生的書包從國一開始放一臺計算機，計算機是學生自備，還是學校提供，這也是我們編撰時，一直思考的內容，包含計算機融入到教材當中，那評量的時候怎麼辦呢？如果月考考題必須包含學生操控計算機的題目，學生可以拿出來算嗎？還是會顛覆老師過去評量的模式，這也是必須向老師提前溝通的部分。再來，有些課程希望搭配影片教學，但是經過我們全國學校的普查，發現有些區域的設備可能申請後壞掉、需要維修等，沒有辦法迅速地落實。所以當教科書提供很多彈性課程、素養的影片或數位教學時，這些比較沒有資源的學校就沒有辦法展現教科書想要完整呈現素養課程教學的內容，我們覺得很可惜。

第三，以數學來說，2015年素養導向融入各領域，國教院的範本是指數律，過去教學就是定義，接著例題，但是國教院希望素養導向是生活情境，可能是一個故事或生活情境，然後慢慢引導，以教科書的編寫來說，不可能所有的數學知識點都可以由一個故事或生活經驗來引入，所以我們在編寫過程當中，一直在思考什麼情境是真實的，什麼情境是創造出來的，沒有辦法在每個數學知識都是情境的情況下，如何達到審

查標準素養教材的精神，所以我們後來有做一些發展，有些數學知識點是有辦法直接用生活情境導入的時候，可能會順勢發展一些彈性課程讓學生操作和生活做結合，比如說對稱，因為十二年國教數學對稱是七年級教學，在幾何的引入勢必會偏向於傳統就是定義的部分，先做說明。但是在對稱這個部分，提示老師相關的課程可以引入到摺紙飛機等，和過去的一些經驗結合，課本沒有辦法完全呈現素養的時候，其實可用彈性課程的時數做完美地結合和補充。

第四，是開放性問題，同樣以國教院的範本，用棋盤式來說明指數律，第一個任務是例題一開放式問題，「請判斷甲、乙、丙三位大臣的方式，他們的優缺點如何？如果你是國王你會支持誰」，所以素養導向包含素養評量，少部分必須用開放式問題命題。但開放式的命題是出版業者最不樂見的，為什麼？因為老師教好教，老師要考都好考，但是改考卷的時候，開放性問題會花老師很多時間，所以如何適度出現，以及提供什麼參考答案，還有如何說服老師，也是目前遇到最大的難題。

六、教科書發展時間不足的問題

顏世枋：從十二年國教各領域課程綱要的審議與公布進度來看，目前（2018年）10月初自然科學領域、社會領域以及綜合領域都還沒有正式公布領域課程綱要。教育部最新的通知是10月底各領域課綱都會正式公布，為因應2019年教科書選用，所以自然科學領域送審期限展延到11月底截止，社會領域送審期限展延到12月中旬截止。不論最早第一階段6月開始受理送審的不同領域教科書，或是最晚12月中旬截止受理送審的社會領域教科書，國中小教學現場仍然維持以往選用教科書慣例，大部分學校都是2019年5月期間選用教科書。出版業者從教育部正式公布課綱到編輯稿件、美編、繪圖、印製完成送審只有多少時間呢？給教科書作者、課程專家、學科專家思考與設計活動將不同學科素養融入領域教科書設計又只有多少時間呢？教科書審查委員的壓力也是很

大，各位教授也都曾經擔任過不同領域教科書審查委員的職務，在有限的時間內必須完成所有出版業者送審的各領域及各學習階段的教科書審查，又只有多少時間呢？這麼短的時間想要做好每一個環節的工作真的很難。

回想從 1996 年民間版本依據的課程標準、2001 年民間版本依據的九年一貫課程綱要，到現在 2018 年民間版本依據的十二年國教課程綱要，每隔一段時間的課綱、課程、教科書不斷的變革與演進。十二年國教因為是國家教育研究院不斷透過相關課程研究與前導學校的經驗，隨時了解實施後可能衍生的相關問題進行調整與修正，此作法與方向是值得肯定的。但是針對教科書編寫與審查時間的緊迫性來說，對出版業者與作者群均產生極大的壓力與不公平。最後，我想提出每個學科領域的課綱應該都落實在師資培育與教材教法課程的完整實施。目前最了解課綱的，除了原來課審會或課發會的專家學者外，還有哪些人員會最清楚呢？其一、應該是教科書審查委員，因為學科領域課綱是審查教科書編寫是否疏漏或不足的重要依據。其二、應該是出版業者教科書作者與編輯委員，因為學科領域課綱是編寫與設計教科書的重要依據。那麼最關鍵第一線的教學現場老師，對學科領域課綱內容是否也非常熟悉了解，並掌握相關教學與學習重點呢？建議學校針對學科領域課綱規劃，安排教師深入進行導讀與研究如何掌握課綱脈絡和要點，以及每個學習領域的第一、二、三、四階段，整個課程發展的脈絡如何延伸及銜接，剛好可以結合與掌握教科書活動設計背後的目的與意義，就不會受限於原來教學經驗相同的教材，且可減少與降低對活動設計不熟悉的擔心。

七、教科書編寫專業人才的不足

顏世枋：身為一個出版業者編輯，有一個單純的想法，目的是希望為臺灣未來培養更多可以編寫教科書的優秀老師。如果您是師資培育中心或教育學系的課程教授，在師範院校進行師資培育的過程中，能夠培養孩

子練習編寫教科書，我指的不是單純寫教案或教案設計。個人觀察發現每位教師都有足夠能力編寫完整且具體可行的教案設計，卻沒有辦法把教案設計轉換成教科書的頁面活動。如何把豐富的教學活動設計教案，透過教科書版面表現出應有的活動內容與重點，似乎有些轉化的困難。總是想把教案裡的所有活動內容都塞進有限的教科書版面，沒有分類、層次脈絡或統整的規劃設計。淺見認為如果能讓修習師資培育的師資生有教材教法的深刻功力後，再練習透過教案轉化成教科書版面的練習與訓練，其實當他成為現場第一線教師的時候，會更清楚掌握教科書學習重點與脈絡設計，更容易安排與規劃教學活動。

周淑卿：我回應一下顏經理說的，在師培階段就應該讓學生具有教材設計的能力這件事。我覺得這非常困難，因為大學部學生單是要把教學弄清楚就不容易了。因為很多學生就算修完師培 40 或 26 學分，也那麼一點點學分而已；就算教育系 4 年，真的能好好學習教材教法的學生也非常少，所以也很難指望師資生都能做好教學設計。老師必須先做好教學設計，有教學思維，才有辦法做教材設計。曾經參與編寫教科書的人，都覺得教材設計的工作比教案設計更難。我剛開始參與教科書發展的工作時，也摸索了很久，才能逐漸把自己學過的理論、原理，試著和團隊裡的老師們溝通，互換經驗，試著把教學原理轉換成教材思維。教科書發展的報酬很低，工時很長，挫折很大，但卻是個磨練課程理論與實務專業知能的工作。教科書很重要，影響許多課堂的日常教學，需要有更多課程教學領域的教授、學者、研究者和實務界一起合作，把這件事情做好。

結語

周恩文：第一，雖然是素養導向，但是核心內涵的知識內容還是在的，還包括技能和態度，因此是不是每一個單元、科目都要做，我覺得應該不是，因為它是一個整合性的過程。第二，當師資培育老師素質不穩定的時候，對教材的依賴性越高，特別是偏遠地區，因此只有當教師專業素養能力提高的時候，對於教科書或參考資料的依賴度才會降低，就不會把全部的責任重擔完全壓在教科書，但教科書仍是一個必要的資源條件。今天有這樣的機會互相對話，從長期來看，對未來十二年國教的推動將具正向的發展助益。

參考文獻

- 林碧珍、鄭章華、陳姿靜（2016）。數學素養導向的任務設計與教學實踐——以發展學童的數學論證為例。《教科書研究》，9（1），109-134。
- 游自達（2016）。數學素養之意涵與其變遷。《教育脈動電子期刊》，5。取自 <https://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/ba2ae190-582f-44fd-bff9-f27bcad8f7a1?insId=73152776-7fd5-440f-a457-e0975ca1382e>
- 鄭章華（2018）。淺論十二年國教數學素養導向教學。《臺灣教育》，709，83-91。
- Earl, L. (2006). *Rethinking classroom assessment with purpose in mind*. Winnipeg, Canada: Manitoba Education, Citizenship and Youth.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2002). *Programme for International Student Assessment*. Retrieved from <https://nces.ed.gov/surveys/pisa/>