

日本小學、初中及高中 自然科學教育的一貫性

森川久雄著

吳京一譯 國立臺灣師範大學

一、一貫性的意義

這次日本學習指導要領修訂會議中，有一受人注目的議題是如何計畫小學、初中、高中各級學校間指導要領之一貫性。依過去的情形言，每次會議要修訂指導要領時，雖有強調一貫性之重要，但總是無法達成實際上的效果。因為過去計畫學習指導要領草案的小學、初中及高中各小組分別修訂，而且三小組之間各自為政，沒有密切的連繫。

在這次修訂會議中，除有小學、初中、高中之連絡協調委員會有好幾次會議外，其他還有小學～初中連絡會，中學～高中連絡會之組織，也開了多次會議。會議中曾討論或報告各連絡會作業之情況，交換意見。這次修訂會議對各級學校之一貫性問題，可以說已作了較有具體性的努力。第二次世界大戰後，雖經過好幾次的學習指導要領之修訂，惟這次會議有系統的討論。

何謂一貫性（Consistency）？我們對這問題必須先有徹底地了解與認識，才能共同謀求或計畫一貫性。不然，討論半天，依然沒有結果，等於空中樓閣，難以達到目的的。

一貫性有多種面貌。其中之一是「始終不變，首尾一致」的一面。小學、初中、高中自然科學，各個皆有特色，而同一學科亦隨年級之不同

而不同。但貫通其中之大目標、指導原則應該是相同的。換言之，指導方向應該不分小學、初中、高中而是一致的。

第二，一貫性這名詞含有統合性的意思。換言之，小學、初中、高中之間應該要有緊密的接續。因此在這三者之間所需要的內容，應有充分地連絡，同時需要隨時予以更正。

在這統合性之意義裏還含有「隨着學生智能發展階段之高低，教師應選擇採用適當且有特色的教材」之意思存在。雖然有了教學之大目標，但它跟着兒童、學生身心之發育情況而變。因此教師應注意學生各時期，各狀況之不同而選擇最有效的目標。

對小學低年級的學生而言，教師應採用學生在遊戲之中能夠具體地摸到，可以操作的環境之下，接觸自然界且能培育出對自然科有些概念的指導目標。學生一旦進入初中，雖然急速增加對抽象現象的思考能力，但究竟因未具有具體經驗之背景，因此其思考能力之範圍及內容是非常地貧乏、空虛、沒有發展性。在此，教師對學生指導之要領，應該計畫使學生有具體經驗與抽象觀念兩者間之調節。

學生進入高中，他們的抽象觀念更豐富，且對自己將來有所抱負。因此這時所需要的教材應選擇需要思考的內容為宜。同時由於他們的「自

我」發達，教師又要尊重他們自主獨立的學習行為。

第三，教材之選擇要仔細地考慮。因為同樣內容之教材，在小學、初中及高中裏反覆出現。這種同樣教材之反覆出現方式稱為「螺旋式（Spiral mode）」，對這種方式，近來有贊成與反對兩種批評。

反對這「螺旋式」的學者認為在小學低年級、中年級及高年級之學習過程中皆有同樣教材內容反覆學習。不僅如此，在初中、高中又有同樣內容出現。當然同樣內容之教材因有重複出現，可以增加學生理解之程度。但因重複過多，所收到之效果不如預期之高。因此唱反對這「螺旋式」的教育者認為在學生學習過程中，找出某一適當的時期，作重點式的給與充分且很有效地指導才是最好的方式。

贊成「螺旋式」的教育家則認為每一階段之兒童、學生，他們有適合於他們自己的年齡、時期的生活。對自然界之認識亦用自己之方式認識，即常與自然界接觸，而在無意之間，對自然界的景象及認識慢慢地在他們的心裏培養、紮根，所以在某一時期，譬如說在小學低年級如果只有生物，而沒有磁力、電等之智識補充時，他們對自然界之認識範圍即非常地狹窄且有偏差。因此對小學生而言，在低、中、高年級這三者之間，或者在低、高年級兩者之間應該給與反覆學習之機會。

在這次之修訂會議中即有考慮上述批評及辯護兩者之立場，取其精粹，減少螺旋式中迴旋之次數，及教材之重複性，且計畫儘量在高年級時做總括學習，輕減低年級的學習負擔。

另外，在這次修訂要領中，因在小學裏已有較有深度的內容，所以在初中裏把它省略，惟對較高深的內容即歸納為高中理科(I)（必修）者。這是由於「自初中至高中之必修科目是一整體」之看法才能計畫出來的。

第四，過去對內容之精選及「螺旋式」等皆僅針對教材內容（理解目標）而設計討論，未考

慮到學生能力的目標。每次會議中討論小學、初中、高中之一貫性及其關連性時，雖然談及學生能力之目標，但因沒有考慮到具體的分析、構成，因此歷年來很少有實際上的效果。不但過去如此，而這次之修訂會議之經過亦如此。這也許是因學習指導要領之內容皆受國家政策之拘束而故意避免明白表示。但願將來有明白公佈的一天。

對於學生能力之分析，有AAAS科學教育委員會所訂的Science—A Process Approach（SAPA）之教材組織可供參考。在這課程裏有分析、觀察、分類、測定等各種能力分門別類，而以這能力做為低年級至高年級教材組織上之一主軸。當然它的內容並沒有僅以形式上之陶冶為終極目的，而以科學之內容（智能）為對象來編制一具體的教材，所以其教材內容之主流，始終在能力之培養。這是它的一大特色。所以如果留心查看其教材內容，我們不難發現有關「智識」之內容，種類豐富，而且互相關聯，但以「培育能力」之眼光來看它，它的教材都用心良苦，皆可使提高能力且使熟習能力之訓練（drill）就反覆出現。

這計畫之中心思想，主要是對智育方面之分析，因此對技能（操作）方面（motor skills）未做深入的研究為美中不足。

譬如以觀察為例，自最原始的方法即肉眼觀察開始，及利用凸透鏡、解剖顯微鏡、顯微鏡觀察等，利用精巧之光學器材來高倍放大，而其學習過程中必須有促進操作能力之教材才能完滿的培養技能能力。惟SAAP中始終沒有這種教材，甚為遺憾。

在小學裏由一般教員（generalist）擔任自然科教員，而在初中以上的各級學校即有一專門智識之教員來指導自然科教育。因此操作能力的訓練在小學裏並不受到重視，而在初中以上的學校卻有過分重視技能之現象，尤其在高中以上學校對操作能力之訓練，有很多超過必要的限度，而成為「為技能而做的技能訓練」。

綜合以上各方面之立場，我們應對小學、初中、高中這三者之教材之中如何計畫知識及操作能力之培育，次序之安排及決定預期能達到的標準要有充分的準備。

「學生的科學態度應如何」這問題雖然已被列入一般目標之內，但一般而言，這科學之態度與製作教材教案，好像脫離了關係，而目標歸於目標，授課還是如故，因此很少有效果。我們認為在小學、初中、高中教育每一階段中，須要詳細決定每一階段我們要期待的科學態度。

二、從學習指導要領中估計小學、初中、高中間之連繫程度

一貫性之意義及內容已如上述，希望這次學習指導要領修訂時能有所具體化。作者在此討論時，尚未有小學、初中、高中學習指導要領修訂草案公佈，而且將來草案公佈之後亦將會有再修正之機會。因此本人在此僅欲討論對學習指導要領之期待及希望。

(1)要有始終一貫的指導意念

自然科教育之方向，無論在小學、初中、高中各階段中，須要有一致。在這次修訂時對於指導方向則始終一致，皆認為「使學生在通過探討之過程中，獲得科學之方法」。雖然各級學校階段中所用之字句；表現稍有不同，但其中貫通之指導方向則三者都一致。

第二，形成科學基本概念之方法亦須一致。現行（未修訂前）之學習指導要領，其主要內容是科學基本概念之形成。因此教材編製時亦以基本概念之形成被優先考慮，而其他的要素即自然地被忽視。結果產生『脫離自然界』的不正常情況。因為「沒有自然界的探究行為」是不會存在的。但因對科學基本概念之過分重視產生偏差，導致了忽視自然界事象之直接經驗，而草率地形成抽象化之弊病。

第三，在這次修訂中特對科學態度之養成方

法有所強調。在現行之初中學習指導要領中，無論第一分野及第二分野，皆以能量之概念為中心，而後展開到各方面。惟在這次修訂會議中，能量之概念即放在幕後，不使它露面，而使有關自然界之事象推到舞台上。而在第三學年之末期才以能量之觀念來做一總說明。

這種內容結構看來很有俗氣、混沌，不能使我們心服，但這次修訂之內容較重視自然界，並要學生熟知它（to be familiar with —），因此不得不如此，也是必然之結果。

第四，要重視人類與自然界之關係。最近有很多如「保護自然界」或「保護環境」等口號。在這次會議中亦已受其影響。因此不僅有單元之主題外，全體教材內容中亦到處可見重視自然界，以培養正確的自然觀（科學觀）。

(2)指導內容、教材之統合性

在學習指導內容中應該盡量避免重複。參加這次修訂會議之小學～初中，初中～高中各委員會委員，對物理、化學、生物、地學之範圍曾作很詳細的調整。對生物而言，在小學中沒有授課的教材，大多數在初中集中授課。譬如在小學裏沒有談到細胞，但在初中二年級就有關於細胞之教材。另對人體構造與機能來說，在小學六年級僅教授能從外形判斷的或推論之部分，而動物之解剖則至初中才出現。

相反地，在小學中講課較詳細的個體生態及生活史（life cycle），在初中裏則不再重複地授課。這是因為初中裏不能再詳細地說明。如欲教材內容加深，則待到高中裏再討論。

初中～高中之其他自然科學亦有與上述相同之考慮與檢討，同時也確定了各級學校自然科之教材內容。因此在初中裏不再有生殖、發生、遺傳、演化等有關生命連續性之問題，這些問題將在高中理科(I)中才提出。

如上所述，在這次會議中對於各科之範圍有明白的交代，而盡量避免螺旋式之重複部分。

檢討小學、初中、高中分擔範圍，除了學習指導要領試案製作委員會相互密切連絡，交換意

見外，我認為徵求意見之範圍應該要更廣汎，同時也要考慮實際研究之效果。例如最近國立教育研究所所做的課程評鑑有關的研究（詳見：學習百分比與學習意識的調查。基礎、綜合研究——第一次報告，國立教育研究所出版 1976）中，①以同一題目在小學、初中、高中裏考試結果之研究報告部分，或②各級教師對同一項目之學習活動之意見報告部分，皆是對決定各級教材內容範圍，或決定學習水準等，非常有價值的資料。

(3)各級學校教材要有之特色

在這次修訂會議時，對於「低學年自然學科存廢問題」有過熱烈的討論。經過幾番波折，結論是仍然使它存續，但儘量與其他學科合在一起。在小學一年級及二年級之自然科內容不分三大類，其目的是使兒童在遊戲中無意間與自然界「接觸」，而不是把自然界知識「給」他們。因此在學習指導要領之中，雖然有各項目分別排列，但請老師應想辦法把這些項目可改爲一連續之遊戲。

生物之發育與天氣、氣候之關係，就學習內容來說，雖然分別被放在各不同之項目，但這些項目則很容易合併成爲一單元。另取小石頭與草木做材料，做一可以活動的玩具亦極爲簡單。惟這些活動皆是要老師們一番的苦心才能成功。

在這次之學習指導要領修訂會議中，大家同意儘量避免教材材料之指定。例如避免羅列生物種名等，而採用自由活用方式，以期全國各地方

區域之自由選擇。這方式將是很受歡迎的。

三、對學習指導修訂具體化的期望

據多數調查報告，顯示學生對自然科學之興趣、關心、難易度都隨着學齡及學習程度之進展，表示愈厭惡，或學習愈困難，這將是一很嚴重的問題。

這傾向將是全世界共通之趨勢，其對自然學科厭惡之程度愈高，年級傾斜度愈急，實在使人憂慮，我們本來之期望是學生愈學習愈喜歡它。

學生自小學畢業之後，進入初中。當然初中所用之自然科教科書比小學難，但除此之外，也許是老師授課方式亦與小學有相當的差異。欲減少其差異，希望全國各地區之小學～初中共同研究會，初中～高中共同研究會定期開會，詳細討論小學～初中～高中連貫問題。其他，鼓勵中學老師至小學，或小學老師至中學做教學觀摩會。這樣來，各級學校之老師自然地會確認自己在這一貫性教育中之位置與重大任務，而不會向低年級有過度之要求，或自己不會訂太高的目標。

某些教材，由小學或初中老師共同參加製作。這也是各地區研究團體最好之研究主題，何況這些研究成果皆可以直接地成爲修訂學習指導要領會議中之參考資料。

〔森川久雄：國立教育研究所科學教育研究中心主任。〕

（上接 57 頁，四月份高中生物教室）

A、生成卵黃囊的地方

B、將成爲消化腔

C、將爲其他細胞所填滿

D、將成爲體腔

3—2 在第 1 圖與第 2 圖之間，必有何現象？

A、精子與卵子的結合

B、有絲分裂

C、染色體數減半

D、細胞分化開始

3—3 由上圖甲細胞層所可能發育的器官爲一

A、消化器官

B、神經管

C、生殖器官

D、循環器官

3—4 在較高等的動物，例如蛙，還應有上

圖所未表示的細胞層，這是——

A、外胚層

B、中胚層

C、內胚層

D、三胚層