

82~114

## 第五部 中美日三國小學自然科 課本的比較研究

從第三部的美國小學自然科課本研究和第四部的日本小學自然科課本的研究，我們對美國、日本等國家對小學自然科課本的要求及這些課本的特色、優點等瞭解了。我國現用小學常識和自然的課本是根據五十七年一月部訂國民小學暫行課程標準所編的。這些課本比以往類似的課本，內容增加而且包含最新的科學知識（如登陸月球等），彩色印刷等的優點很多，可是，與美、日等國家的課本比較起來又是怎樣？有沒有需要改進的地方？這是我們在第五部裏所要做的。除了課本外，對教學目標和教學指引等項目，我們也加以比較研究。

### 5-1 中美日小學自然科教學目標的比較研究

教學目標是編製課程的基礎，教學活動的指南針，而且是評量教學效果的依據。我國和日本均有國訂小學各科的教學目標，對小學自然科教學目標有明確的指示，惟美國是地方分權的國家，沒有國訂的課程標準，由各地方政府所訂的課程綱要，為編製課程的參考而已。現在就各國分別說明如下：

#### 5-1-1 我國小學自然科教學目標

根據中華民國五十七年一月，教育部公布「國民小學暫行課程標準」，我國國民小學教育目標，低年級常識教學目標，中高年級自然科總目標及中年級、高年級分段目標等均有詳細而具體的指示（參閱 2-3-1 及 2-3-2）。根據這些將小學教育目標與自然科（包括常識）目標關係表列如下：

小 學 教 育 目 標	1. 國民道德之培養	甲、發展中國民族固有的國民道德 乙、培養愛國意義和大同理想	指導兒童認識鄉土重要事物，增進其生活的知能並培養其愛鄉的心理
	2. 身心健康之訓練	甲、鍛鍊強健的體格 乙、培養康樂的習性	指導兒童觀察日常生活有關的自然物象，啟發其探求新知學習科學的興趣。
	3. 授以生活必需之基本知識技能	甲、增進理解，運用書數與科學的基本知識技能 乙、訓練勞動生產跟有關職業的基本知識技能	啟發兒童從自然環境中發現問題，應用科學方法解決問題，並培養其科學態度及思考能力。鼓勵兒童理解科學原理並學習運用自然法則，解釋周遭事物。 指導兒童明瞭人生和自然界關係，使能應用科學知能，適應日新月異的生活。

我國現行的小學自然教學目標，符合於我國小學教育目標而且很具體。總目標之下，按照兒童身心發展的順序，設有分段目標是很妥

當的。

### 5-1-2 美國小學自然科教學目標

在美國小學自然科通常叫做小學科學或科學，如前述沒有國訂的小學科學教學目標，以州政府所訂的課程綱要或各教育研究機構自訂的教學目標。不但形式、內容及其長短均有很大的差異。例如 ESS 的教學目標為：

“鼓勵兒童去試驗、分析並瞭解環繞在他周圍的世界，並使他們繼續如此做的慾望。”

現代科學雖然沒有寫明其教學目標，惟從 2-2-1 現代科學教科書的特色，可看出其教學目標在於：

- (一) 培養兒童對科學的興趣。
- (二) 鼓勵兒童體會科學方法解決問題。
- (三) 培養兒童具有科學概念。
- (四) 培養兒童之科學態度與思考能力……等幾點。

### 5-1-3 日本小學自然科教學目標

日本小學自然科通常叫做「理科」。根據 1968 年七月一日日本文部省公布，定於 1971 年四月一日開始施行的小學校學習指導要領，自然科不但規定有總目標，而且規定有各學年的目標（參閱 4-3）。日本小學自然科教學目標可歸納成：

“培養兒童親近自然，經觀察、實驗等很邏輯的、客觀的理解自然界的事物及現象並養成科學能力和科學態度。”

為達成這目標，進一步規定下列項目：

- (一) 加深理解生物和生命現象而養成尊重生命的態度。
- (二) 考察自然界的事物與現象的相互關係，理解有關物質的性質和隨其變化而起的現象與作用。
- (三) 培養兒童對於自然界的事物與現象的因果關係之見解，以定

性、定量方式處理這些的能力並養成整體考察自然的態度。

日本的目標很切題，可是太過於詳細，與教材綱要很類似。

#### 5-1-4 中美日小學自然科教學目標的比較

茲將三國小學自然科教學目標比較如下表：

區 分	中 華 民 國	美 國	日 本
頒布機關及日期	國訂 民國 57 年 1 月 教育部公布 民國 57 年 8 月 實施	沒有一定 由州政府或研究 機構自訂	國訂 民國 57 年 7 月 文部省公布 民國 60 年 4 月 起實施
結 構	總目標外分爲初 年級常識，中年 級自然和高年級 自然的分段目標	沒有一定，有的 目標很短，有的 很長	總目標外分各年 級的目標
內 容	三國小學自然科教學目標都很相似，所共通強調的幾點爲： (一) 使兒童對環繞在他周圍的自然產生興趣。 (二) 鼓勵兒童發現問題並以科學方法解決問題。 (三) 培養兒童理解科學概念。 (四) 培養兒童有正確的科學態度和科學人生觀。		
特 色	目標很顯明，所 用文字精簡，且 已包含重要的各 項目標。	注重探究的目標 ，使兒童能探索 、發明和發現。	目標太具體化而 且繁多。年級目 標敘述方式如教 材大綱。
建 議	各國小學自然科的教學目標均爲最近幾年來所修訂的，因此很相似而且很正確。惟形式方面，如果能夠改寫成“學習行爲目標”方式，相信其效果更顯著（如 5-6-2 所示）。		

在中、美、日小學自然科教學目標中，最特殊的差別在於我國小學自然科教學目標中，顯明的顧及到科學在生活上的應用。在常識科目標有「增進其適應生活的能力」，自然科目標中有「使能應用科學知能，適應日新月異的生活」等，因此，有人以我國小學自然科教學以培養生活能力為主，以生活教育為核心。美國、日本的小學自然科教學目標則並沒有顯明表示科學在生活上的應用條文，因此認為以培養科學能力為主的科學教育為核心。惟著者等認為這點並沒有衝突。我國小學自然科教學目標重點在於培養兒童：

- (一) 科學興趣
- (二) 科學態度、思考能力
- (三) 使用科學方法
- (四) 理解科學原理。

等，而其結果使兒童最後能夠應用科學知能，適應日新月異的生活。

美、日雖然對應用沒有寫明，但其精神也是一樣。使兒童獲得科學過程、科學概念及科學態度時，他們將時時刻刻能夠在生活上，應用這些發現問題，解決問題。他們所盼望的也是在生活上的應用。

## 5-2 中美日自然科課本編輯要旨的比較研究

編輯要旨為編輯教科書時的編輯原則及實施要點，各國課本均列有編輯要旨或類似的項目，藉供編輯者或讀者之參考。

### 5-2-1 我國自然科課本的編輯要旨

我國現行小學自然科教材，以兩種形態出現：

(一) 低年級（1～2年級），自然與社會合併而成為「常識」，其課本共四冊，供小學第一第二學年教學之用。

(二) 中、高年級則以「自然」單科來編成自然課本共八冊，為小學第三至第六學年教學之用。

我國國中和國小課本均採用國定本，每一課本的封裏或第一頁均印有編輯要旨。茲將我國現行常識教科書之編輯要旨抄錄如後：

(一) 本書遵照教育部五十七年一月修正公布之國民小學低年級常識暫行課程標準及部頒低年級常識教學要目編輯。

(二) 本書共分四冊，供國民小學第一、第二兩學年常識科教學之用。

(三) 本書採用單元編制，每一單元各列舉若干教材與常識教學要目密切配合。

(四) 本書內容以圖畫為主，酌用文字說明。是項文字說明，隨年級之升進，酌予增多。

(五) 本書各項教材，教學時應利用參觀、訪問、報告、討論、試驗、表演、裝排沙箱等活動，使兒童徹底了解；避免紙上空談。

(六) 本書各項教材，僅係常識科教材之一部分。教師除應依據低年級常識教學要目，利用本書教材施教外，並應充分選用兒童實際環境中切合兒童發育程度，並與單元有關之實事實物，作為教材，以充實教學活動，貫徹各單元之教學目標。

(七) 本書另編有教學指引，供教師參考。

我國自然科課本的編輯要旨和常識科很相似，其中第(3)、第(4)條則修改符合於自然科的教學，即：

(3) 本書教材，以課程標準規定之「教材綱要」為範圍；教材之組織，則按實際生活及學習心理組織單元。

(4) 本書每課課文之後列有「作業活動」，事實上屬於課文內容之一部，旨在誘導兒童從自然環境中發現問題，謀求解答，以培養其處理問題之科學方法與態度。

### 5-2-2 美國小學科學課本的編輯要旨

美國小學科學課本，因為沒有國定課本，因此，每課本的封底通

常印有自己設計的類似編輯要旨的項目。例如：現代科學課本封底裏則印有在研究 3-2 新雷得樂科學計畫和 3-2-1 節的現代科學課本特色中所提，教科書的組織、特色及編輯的精神等做爲類似我國的編輯要旨，供給讀者之參考。

### 5-2-3 日本小學理科課本的編輯要旨

日本小學理科課本裏，沒有印編輯要旨一類的條文。通常在教學指引（叫做教師用指導書）裏，以“教科書的編輯方針”方式出現。這些編輯方針仍是各出版社，根據文部省所頒布的小學校學習指導要領而自訂的。如本研究 4-2 節所示爲其中的一個例。通常在編輯方針裏，強調編輯教科書的依據，基本方針，教科書的特色；例如單元分配，發現問題與展開，使用本教科書時的教學法等，相當詳細的說明。

### 5-2-4 中美日自然科課本編輯要旨的比較

各國均有類似編輯要旨的存在，惟我國的似乎較爲簡單明瞭。事實上，在小學課本裏，如此編輯要旨雖已足夠，惟如能夠較爲詳細的將編輯本課本的依據，課本的組織和精神，內容的特色，希望教師使用本課本時所用的特別教學法等列舉爲編輯要旨而出現於教師手冊較顯著的地方，其效果或許更大。

## 5-3 中美日小學自然科課程組織的比較研究

各國對小學自然科課程的組織及所包含的範圍，均從不同的觀點而有不同的安排。有的國家從小學一年起單獨設自然科，有的國家則在低、中年級時，把自然與其他科目合併成一科而教學，直到高年級才單獨設自然科，美日屬於前者，我國却又採不同方式，我國的爲：

### 5-3-1 我國小學自然課程的組織及其範圍

我國小學常識、自然和社會科關係如下：

年級：	1	2	3	4	5	6
科目：	常識	常識	自然	自然	自然	自然
	(120)	(120)	(90)	(90)	(120)	(120)
(時間)			社會	社會	社會	社會
(分/週)			(60)	(60)	(90)	(90)

我國在清朝時的初小，沒有設自然科。有關社會、自然的初步常識，都在各科和國語科中來教學。在民國初年，有的小學自設「鄉土」一科，讓學生學習有關鄉土史地自然等常識。民國十二年以後，在國語和其他各科外，添設了「社會」和「自然」二科，專教常識。民國十八年後，使課程簡化，在低年級及中年級把社會、自然兩科合併叫做「常識」。民國五十一年將「常識」改在低年級教學，內容包括社會和自然的初步常識，包括的範圍涉及學校、家庭和鄉土等為主。中高年級的社會科則包括歷史、地理和公民。

清末的高小有「格致」一科，在民初，則有「博物」、「理化」或「理科」等課。民國十一年，把「博物」「理化」合併起來，叫做「自然」這是自然科的起源。民國三十七年的小學自然，包括自然現象，生活需要和衛生常識。民國五十一年，將自然列為中、高年級教學的科目，五十七年修訂時把生理與衛生等教材，劃歸為健康教育一科，使自然一科教材一貫並與低年級密切銜接，使學生研習自然時可培養科學精神、科學態度和科學方法，至於單科編制或合科編制那一種較好將在5-3-4節討論。

### 5-3-2 美國小學自然科課程組織及其範圍

在美國小學自然科通常以“科學”、“現代科學”、“小學科學”、“基本科學”或“初級科學”方式存在。其所包括的範圍亦隨各課程研究機構而不同。有的包括範圍較窄，有的包括的範圍較大。例如：



(一) SCIS 小學課程改進研究的小學科學則只含生物科學及物理科學兩大單元而已(小學一年~六年級)。

(二) AAAS 小學科學——活動過程教學課程則包含從幼稚園到小學六年級的數學、物理、化學、生物、地球科學和心理等內容的基本科學課程。

(三) 現代科學課程也是由小學一年級到六年級間發展生物、物理科學、地球科學、太空科學及生理衛生和健康科學等教材。

(四) ESS 基本科學研究課程較特殊。這是從幼稚園到國民學校九年級間一連串可使用包括生物科學、物理科學、地球科學和數學的科學課程。表 5-3-2 為 ESS 課程的單元名稱及各單元教學所適用年級。由表可知 ESS 課程有很大的自由性。每一單元均獨立而教師可在伸縮性很多之範圍的年級內自由選擇實施該單元的教學。

總而言之，美國小學自然科，各課程研究機構所採用的內容雖然有些差異，但自然科(或科學科)是單科制的，如此，對於發展學生的科學概念，科學過程的一連貫性訓練有合理的安排，學習效果將提高。





單元	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<u>地 球 科 學</u>										
岩石和圖表				///	///	///	///	///		
月亮在那裏？				///	///	///	///	///		
水流表					///	///	///	///	///	///
地 圖						///	///	///		
白天天文學						///	///	///	///	
<u>數 學</u>										
符合與測量	///			///						
幾何積木	///	///	///	///	///	///	///	///		
圖案積木	///	///	///	///	///	///	///	///		
歸屬遊戲和問題	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
七巧板	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
鏡子和卡片		///		///	///	///	///	///		
豆與粒子					///	///	///	///	///	

### 5-3-3 日本小學自然科課程組織及其範圍

日本是從小學一年起就單獨設置自然科的國家。小學自然科在日本叫做“理科”，其內容所包括的範圍以生物、物理、化學及地球科學為主，純粹以研究科學精神、概念和方法為中心而比較不注意生活應用。這方面對於科學方法及科學概念的有系統的發展，相當有利。

### 5-3-4 中美日小學自然科課程組織及其範圍的比較

由上述中美日三國對自然科所採取的看法不同而有不同的編制。在低年級將自然科和常識合科教學，就常識科眼光來講，內容切合於兒童的生活需要的問題（包括衣、食、住、行及物質、現象等），顧及兒童學習興趣和符合教育原理，可使兒童獲得一個較完整的生活經驗。惟，如果以科學一科的眼光來看則自然科以小學一到六年級一貫的“小學自然”或“小學科學”單科出現時，其優點似乎較多些。因為各國對小學科學教育的目標，已由傳授知識，在生活上應用等方向轉變為培養學生具有科學過程的能力，發展一系統的科學概念及培養正確的科學態度等，使學生從學習活動中，能夠發現問題，自己解決問題，如此，學生在小學時候所學習的，一生中用之不盡，科學將成為其人生的一部分。因此：

(一) 為了科學概念，很有系統的從過去的概念為基礎而展開，小學科學應從一至六年級之間，以美國現代科學等週期性開放螺旋狀的科學概念的發展，因此小學科學以一年到六年級之間有一貫性為宜。

(二) 為了從幼稚園或小學期間，按兒童心身的發展，培養他們具有科學過程（方法）的能力，小學科學仍以單科組織較為適當。因為科學過程是從觀察、應用時間或空間關係，分類、測量、預測等較單純的基本過程開始進到控制變因，形成假設等較複雜的統整過程為止，從低年級開始逐漸展開的。以科學方法之一貫性所編輯課本，能夠把科學過程很有系統的按兒童心理的發展秩序傳授給兒童。

(三) 科學態度的培養，也應該從小學一年級開始。如以類似社會科的常識課本，雖然其中也可以培養科學態度，但是不是逐漸發展的。有的單元以社會為主，自然為副，因此要培養兒童具有正確的科學態度，比較不容易做到。

因此，爲了達成小學科學教育的目標，著者們均認爲小學科學，以單獨組織較爲適當。

## 5-4 中美日小學自然科教學時數的比較研究

科學的活動是需要費時間的。使學生在親近其周圍的自然事物或現象而通過觀察等科學過程，自己發現問題並自己設法解答問題，這樣的教學法才是我們所需要的教學方法。如此科學活動受到教學時間的影響很多。

有些教育學家曾經建議，以全部教學時數的 20% 用於自然科，20% 用於社會科，20% 用於語文科，20% 用於藝術科而再以剩下的 20% 時間，用於發展有關學習的技能方面，如此安排是很理想的時間分配。現就中美日各國自然科教學時數比較檢討如下：

### 5-4-1 我國小學自然科教學時數

按民國五十七年一月教育部公布的國民小學暫行課程標準，我國各科每週教學時數有明確規定而全國一律同樣實行。如本報告 2-5-1 節所示我國各科教學時間表，可知我國自然科教學時間及其所佔的百分率爲：

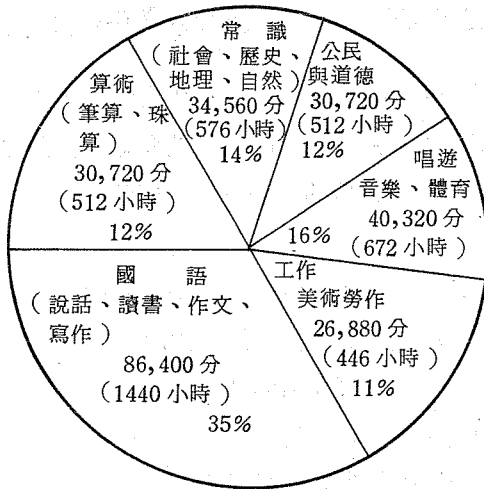
低年級（1、2 年級）常識每週 120 分，佔全科的 10%。

中年級（3、4 年級）自然每週 90 分，佔全科的 6%。

高年級（5、6 年級）自然每週 120 分，佔全科的 8%。

由這些比率可看出，我國自然科教學時數佔全教學時數的百分率實在太少，尤其在低年級的常識是包括社會和自然而佔 10%，如以

自然而言則不到 10%。以社會、歷史、地理、自然等四科合起來為常識的眼光來看，將小學總教學時間裏的主要科目教學時數百分比表示於下圖，於此圖亦可見到自然和社會科在總教學時數中所佔的還是嫌少。如以知識的灌輸眼光來看，這些教學時數或許足夠，但是，以探索、發明、發現等的科學活動為主的現代科學教學，則似乎要增加更多的小學科學教學時數了。



國民小學教學時數百分比

### 5-4-2 美國小學自然科教學時數

美國小學自然科的教學時間，隨各州而不同。紐約市教育局規定小學自然科在全教學時間所佔的百分率為：一到三年級為 10%，四到六年級為 15%。因此自然科在全教學時間所佔的比率相當的多。

### 5-4-3 日本小學自然科教學時數

日本小學自然科教學時數及各科教學時數的關係表列於 4-4。由表可知：

低年級(1、2年級)理科總共 138 小時，佔 7.6%。

中年級（3、4年級）理科總共 210 小時，佔 11.8%。

高年級（5、6年級）理科總共 280 小時，佔 12.9%。

#### 5-4-4 中美日小學自然科教學時數的比較

由上述三國小學自然科教學時數在總教學時數的百分率歸納如下：

中華民國 平均佔 6.3%

美 國 平均佔 12.5%

日 本 平均佔 10.8%

很顯然的，我國自然科教學時數在全部教學時數中，所佔的比率太低。小學科學是活動過程的教學，以各國在小學科學所分配的教學時數和教育學家所提的百分率仍有一段距離的今日，爲了迎頭趕上並更有效果的推行科學教學，似乎應該酌量增加小學科學教學時數。

### 5-5 中美日小學自然科課本內容的比較研究

各國自然科課本的內容，均以適應兒童興趣，心理的發展並能夠達成教學目標而編的。惟各國所採用的教材範圍、分類、單元系統均不相同，現在分別檢討如下：

#### 5-5-1 我國小學自然科課本內容

我國小學自然科課本的內容範圍是根據課程標準的教材綱要所編的。如 2-6-1 所示，這些課本的內容包括：

單 元 分 科	年 級 數	3	3	4	4	5	5	6	6	計	百 分 率
		上	下	上	下	上	下	上	下		
物 理 科 學		0	2	4	5	3	2	0	9	25	26.0%
生 物 科 學		8	6	6	4	4	6	2	2	38	39.6%
地 球 科 學		4	4	0	3	3	2	5	1	22	22.9%
化 學		0	0	2	0	2	2	5	0		11.5%



我國小學自然科分爲七個大單元，即：生物世界、資源利用、動力和機械、物質、物性與能量、氣象、宇宙和地球。這些大單元下，在各年級所展開的單元系列表示於 2-6-6。由此，可得我國小學自然科課本內容有下列幾點特徵：

- (一) 配合民族文化和國家發展，而是現代生活所必需的教材。
- (二) 對日常生活有關的自然物象，鄉土教材等均很適當的包括在內。
- (三) 由於實用方面教材的出現，難免偏於知識的傳授。
- (四) 對於有系統的發展科學概念方面似乎沒有整個的考慮。
- (五) 以學生爲中心的科學活動太少。
- (六) 雖然整個自然科課本中，探究過程的科學方法（如觀察、測量和推理）均出現。但是，沒有按照學生發展科學方法的過程順序安排。
- (七) 很多定義都是知識方面的定義而不是操作性定義。

### 5-5-2 美國小學自然科課本的內容

美國小學自然科課本的內容，按照各課程研究機構之不同而異。不但如此，有的課程，根本就沒有學生用的課本。例如 AAAS 及 ESS 課程，完全以學生的科學活動爲主，因此完全沒有學生課本，在活動完時，兒童們只是填一些學習活動卡（或學習評量卡）而已。對這些則我們將檢討其課程內容而不是課本內容了。

(一) AAAS 課程：這是一個很成功的以發展探究過程的科學方法爲中心的從幼稚園到小學六年級所用的科學課程。（沒有學生用的課本）每一年級均約有 20 個單元，總共約 140 單元的學生活動中，培養兒童體會如 3-1-1 所說的 13 種科學方法。課程的內容包括

物理科學	40%
生物科學	25%

數 學 18%

地球科學 10%

社會及行爲科學 8.5%

這AAAS課程的特徵是：

1. 沒有學生課本，以科學活動為主。
2. 內容很廣，包括數學和行爲科學。
3. 培養兒童科學方法之體會和應用。
4. 對科學概念的系統發展則沒有適當的安排。

(二) SCIS 課程：這是以發展兒童科學概念為主的科學課程。但是，在發展科學概念時，和探究過程的科學方法之發展有密切而適當的安排。如 3-1-2 所示，整個課程以物理科學和生物科學所組成，每一年級各有一個大概念，學生活動是以這大概念為中心而展開，同時也由各小單元的學科概念，來組合大概念的。學生可使用學生手冊，但這學生手冊和我們的自然科課本不同，不是條文式而是以圖畫所表示的學生活動為中心。

(三) ESS 課程：這課程是以學生活動的單元為中心而展開，包括物理科學、生物科學、地球科學和數學而適用於幼稚園到九年級學生的課程，此課程的各單元名稱表列於 5-3-2。這課程完全沒有學生用的課本而以學生活動為主。教師是站在輔導的地位。其內容的特徵在於：

1. 以單元中心所設計的科學活動。
2. 所有的活動必須可引起兒童興趣，激發其好奇心。
3. 教具是兒童很常用的，而且便宜的（例如收集氣體用橡皮氣球等）。
4. 無終止的發問及無終止的回答，那怕兒童的答案是錯的，教師不立刻加以修正而輔導兒童從進一步實驗中，自己找出正確的答案。

5. 每一單元的施教年級及教學時間有很大的伸縮性。
6. 是注重探究實驗的發現教學法。
7. 對培養兒童的科學態度方面特別留意。
8. 對有系統的發展科學概念方面即忽略了。
9. 沒有兒童用課本，有的單元則卻學習活動卡讓學生使用。
10. 適合於國小及國中的基本科學課程。

(四) 現代科學課本：

美國小學現代科學課本是配合上述AAAS、ESS和SCIS等三課程的優點而編輯的小學一到六年級所使用的科學教科書。這課本的內容及特色已在3-2和3-2-1節中詳述，歸納為下列幾點：

1. 這是包括生物科學、地球科學及物理科學的課本。
2. 每一年級開始時均有「什麼是科學？」單元，培養學生探究科學的方法。
3. 系統的發展科學概念，在概念的發展過程中所選擇的科學方法之安排很合理。
4. 在科學活動中均考慮到科學態度的培養。
5. 學生從一年級到六年級均使用學生課本。惟一年級的課本則以圖畫為主。
6. 內容方面以地球及宇宙科學方面的份量相當重。
7. 生物科學方面另設一“人體”大單元而引導生理衛生方面的問題。
8. 對於實用方面的內容較小。

5-5-3 日本小學自然科課本的內容

日本小學自然科課本沒有國定教科書。各出版社按照文部省所頒布小學校學習指導要領中各學年的目標及內容項目而自編後經文部省審定由各校自行採用的。通常有五社出版小學理科教科書即東京書籍

、學習圖書、啓林館、教科書出版，和大日本圖書等五個出版社各出版不同的小學理科課本。

啓林館出版的小學理科課本的教材項目表示於 4-6-1，各年級單元系列表示於 4-6-3。如 4-6-2 所示啓林館小學理科教材單元百分率（初、中、高年級平均）。則：

- 生物與環境 38.9%
- 物質和能量 45.1%
- 地球和宇宙 16.0%

如以東京書籍出版的小學新理科課本為基礎，以另一眼光分類時，結果如下表：

單 元 分科	年 級 數	1	2	3	4	4	5	5	6	6	計	百分率
		上		下		上		下				
生物科學		12	10	9	4	2	4	1	4	0	46	45.1%
物理科學		4	4	6	2	4	0	5	1	3	29	28.4%
地球科學		0	2	2	2	1	2	2	3	2	16	15.7%
化學		0	2	1	1	1	2	0	1	3	11	10.8%
計		16	18	18	9	8	8	8	9	8	102	100%

日本小學理科課本的內容有下列幾點特徵：

(一) 從低學年到高學年，按照科學過程（方法）的進步順序排列教材。

(二) 教材的安排很留意季節性，無論是植物的播種或生長，星座的改變等均配合當時的季節。

(三) 注重連續觀察，例如在春天播種稻米，通過整個學期均讓學生連續觀察到開花結果為止。

(四) 盡量使用鄉土材料，教材是學生很熟悉的。

(五) 日本小學課程中沒有類似我國健康教育的科目，教材中有關人體的內容極少。

(六) 原理、原則性的教材較多，實用性的教材較少。

(七) 1~3年級教材較少（每一學年只一冊課本），4~6年級的教材較多（每一學年均有兩冊課本）。

#### 5-5-4 中美日小學自然科課本內容的比較

現在把我國小學自然科（包括常識）課本，美國小學現代科學課本及日本啓林館小學理科課本的各單元，按照分科、分類別列表比較如後。

〔註〕本表插頁於後

從我國國民小學自然，美國小學現代科學，和日本小學理科的單元比較，可得下列幾點：

(一) 我國和日本均很留意教材的內容之季節性，可是美國並不大考慮季節性。

(二) 美國對於科學過程（方法）的訓練，另設一大單元而有系統的發展，日本將科學過程按發展的順序編列於教材中，我國教材中，雖然如觀察、測量、分類等基本過程，在教材中時常出現，但沒有系統的發展到統整過程。

(三) 日本理科課本最大的優點仍是每一學年均編有長期連續觀察的教材。他們是四月開學，開學時播種牽牛花（1年級）、向日葵（2年級）、油菜（3年級）、甘藷（4年級）、稻（5年級）等而繼續觀察其萌芽、生長、開花、結果實等事象而發展其科學概念、方法及態度。這是一種很好的安排而在我國和美國的教材中沒有的。

(四) 美國因在太空科學方面的成就反應到學校科學教育，無論在中學、大學科學裏，連小學科學都包含了很多太空科學的教材，這點，我國和日本仍嫌不夠。

(五) 對於瞭解地球方面，美國的教材內容很豐富而我國和日本似乎太少。今後可增加一些有關地球及環境衛生方面的教材，培養兒童愛地球，愛其周圍的世界並瞭解環境污染等的災害。

(六) 美國現代科學課本很注重人體，這樣兒童因瞭解地球，周圍的生物和自己的身體後可更愛惜地球、生物和自己的身體。我國雖然有健康教育一科，日本也把人體放在體育中的一單元來教學，可是以有系統發展科學概念和科學方法立場來着想時，人體仍以編入小學科學中為宜。

## 5-6 中美日小學自然科教學指引的比較研究

教師指引（或教學指引）是供給教師做教學的指南及參考資料的，在新的小學科學裏，教師指引所佔的地位非常的重要，因為新開發的小學科學課程，有的在低年級沒有學生課本到中高年級才有，有的從低年級到高年級均沒有學生課本而只有學生生活動卡，因此，故這些課程教學的成功與失敗，完全看教師們如何瞭解和使用教師手冊了。

### 5-6-1 我國小學自然科教學指引

我國小學自然科教學指引，到目前為止，有三種不同版本出現。

(一) 國民小學自然科教師手冊，第一冊到第八冊，台灣省政府教育廳主編，國民小學自然科教學研究小組編著，六十年十一月出版。

(二) 國民小學自然教學指引，第一冊到第四冊，國立編譯館主編，國立編譯館國民小學自然科教科用書編審委員會編審，分別在五十七年十二月、五十八年八月、六十一年十一月及六十二年十月出版。

(三) 自然科單元教學活動舉例，第五冊到第八冊，台灣省國民學校教師研習會教務組主編，六十年十月出版。

上述第一種教師手冊，已全套出版。惟其內容似乎太簡單而只可供給教師做教學的參考。每一單元的內容只包含目的、用品、方法三

項。對教師的背景資料及評量等均無交代。

第二種教學指引較為詳細，各冊內容包括下列三項：

(一) 自然科教學概要：簡單指示本科教學目標、一般教學原則、教學過程、及說明作業指導、學習結果評量等應注意之點，俾擔任本科教學之教師能認識本科教學的趨勢而進行合理的教學。

(二) 單元教學活動設計(教案)舉例。

(三) 各單元教學指引：為顧及教師的實際需要，及靈活運用有效的教學方法，各單元再細分為如2-8-1節所示各種項目，使教師們能夠應用於實地教學。

本教學指引的內容很豐富而且附有學生課本，但很可惜到現在只出版到第四冊，如果能夠全套出版，對目前的小學自然科的教學，一定幫助很多。

最後一種單元教學活動舉例，乃是台灣省國民學校教師研習會的研習資料，是由參加研習的教師集體創作的結果。每一單元除了教學目標外就是活動舉例，這些活動仍以實驗為主。這套書可供擔任高年級自然科教師進行活動教學的參考，很可惜的，只有高年級而沒有中年級，而且學習評量方面並沒有交代。

### 5-6-2 美國小學科學教學指引

美國小學科學課程很重視教學指引。通常小學學生用課本外，尚印發教師版(Teacher's Edition)或教學指引(Teacher's Guide)。在AAAS課程則除了教學指引外，尚有總教師手冊(Commentary for Teachers)。有的課程則完全沒有學生課本而只以教學指引來展開學生的科學活動。

(一) AAAS課程的教學指引最為完善。除了上述總教師手冊介紹小學科學—活動過程教學的概念，各科學過程的例示及供給教師背景資料的基本科學知識外，尚有177冊的各單元教學指引，各年級的活

動說明，用品名冊等，均詳細而很有條理的展開給教師面前，使教師能夠更有效地推行科學教學。每單元教學指引之例如後，從這例可知 AAAS 教學指引尚有下列優點：

1. 教學目的均以學習行為目標方式具體的列出。
2. 以單元順序表，列出本單元與過去或未來各單元的關係。
3. 每單元後均有評估及能力測驗，看看教學的結果達到預期的學習行為目標了沒有。

下面是 AAAS 小學科學——活動過程教學教學指引的一個單元：

小學科學——活動過程教學 / 第一部分

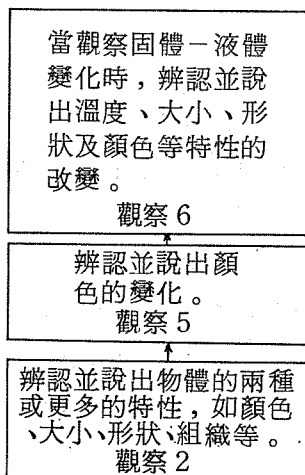
觀察 5 觀察顏色的變化

教學目的：

此活動結束時，兒童需能做到：

- (一) 辨認並說出有顏色的物體與另一具有相同顏色的其他物體之比較。
- (二) 觀察了顏色的改變之後，能說出所觀察到的變化。

單元順序





〔說明〕

在第一個有關顏色的活動裏，孩子們學着將相似的顏色相配，並說出各種顏色的名稱。在這個活動裏，孩子們要再將顏色相配，並說出顏色的名稱。此外，當顏色變化時，讓他們有機會觀察，並說出顏色。

在有些活動，化學反應發生時，顏色同時發生變化。例如：剛果紅在酸性溶液成藍色，而在鹼性溶液成紅色。不必在班上指出此點。在此，只是強調顏色之變化，並說出顏色。

〔語彙〕

黃色	變化
紅色	混合
藍色	混合物
綠色	溶液
顏色	

〔所需用品〕

以下列舉此活動所需用的各種物質。項目後面的代號字母具有下述意義。

這些項目不由 Xerox 供給。

沒有代號：這些項目由抽屜中帶有本活動文字的基本盒中取用。

這些項目可由基本盒中取用。但活動時用去後，必須再買來補充以備下次使用。

這些項目僅由綜合盒中取用。

這些項目由綜合盒中取用，在活動中用去。但這些與基本消耗用品可由綜合消耗盒集齊供應，並可分別購買置入，以備後用。

一定要將用過的東西還回原抽屜裏，如此方容易找到以供繼續使用。

大容器 1 個，容量 1 夸脫或 1 升。

方形白棉布 30 小塊（4 吋方）。

剛果紅染料， $\frac{1}{8}$  茶匙（1.25 克）。

透明塑膠容器（或玻璃器）三個，容量 16 盎司（480 公撮）

黃色、藍色食用色素，每種  $\frac{1}{2}$  盎司。

黃色、橘色、紅色、紫色、藍色、綠色方紙每種 1 張（10 公分方）。

打字紙 60 張。

黃色、藍色蠟筆，每種 30 枝。

塑膠杯 16 隻，容量 5 盎司（150 公撮）。

簽字筆或鉛筆 1 枝。

焙用蘇打 1 茶匙（2 克）。

檸檬酸（晶狀）1 茶匙（2 克）。

漿糊棒 50 枝。

紅色食用色素  $\frac{1}{2}$  盎司。

氯化亞鈷  $\frac{1}{2}$  茶匙（1 克）。

加熱板或 100 瓦電燈泡。

剛果紅濾紙 50 片。

白醋 8 盎司。

紅色、黃色、藍色透明塑膠紙每種 1 張。

藍色、紅色石蕊試紙，各 1 小瓶。

\* 棉布至少需在活動 2 進行的前一天，以剛果紅染色。在 1 升或 1 夸脫水中，放入  $\frac{1}{8}$  茶匙剛果紅染料。（如果溶液濃度過高，在活動 2，棉布放入檸檬酸中將呈現黑色而不是藍色。）將棉布浸入溶液，需足夠的時間使它濕透，再取出徹底乾燥。當孩子們將這塊乾燥紅布放入檸檬酸溶液中時，便會轉變成藍色。他們將濕潤的藍色布放入焙

用蘇打溶液中時，會再度變回紅色。

\*\* 注意：氯化亞鉍具毒性，吞嚥下去會致死。所以，不可讓孩子們拿藥品瓶，結晶體或溶液。當你準備好了活動3所需的溶液後，將多餘的結晶拋入棄水槽。配藥用的杯、瓶也要清洗乾淨，並排列放置。但用溶液處理過的紙或布乾燥後，則無害。

### 〔教學步驟〕

#### 引 導

將兩個玻璃瓶放在所有孩子都能看見的地方。其中之一裝滿以1毫升（20滴）黃色食用色素染色的水，另一瓶則盛以藍色食用色素染色的水。將以下六張色紙——黃色、橘色、紅色、紫色、藍色和綠色，放置兩瓶附近。

讓一個孩子從六張紙中選出與瓶中水的顏色最相近的一張，把它放在該瓶子旁邊。讓另一個孩子說出這顏色。用另一瓶水，重複這活動。

當你將兩種溶液各取一些混合時，告訴孩子們仔細觀察。將四分之一的黃色溶液倒入一個空玻璃瓶中，再將大約四分之一藍色溶液緩緩倒入，所成的混合溶液該是綠色的。

讓孩子選出一張與瓶中混合溶液顏色最相近的顏色紙出來，靠近瓶放置。讓另一孩子說出這顏色。

問：當我把黃色的水（或溶液）與藍色的水（溶液）相混合時，會變成怎樣？假如孩子不會說水的顏色改變為綠色，那麼就告訴他們。

#### 〔活動1〕

給班上每個孩子一枝黃色蠟筆和一張白紙。問全班是否有人可以用這兩枝黃色與藍色的蠟筆畫出綠色來。如果他們不建議試用黃蠟筆與藍蠟筆混合起來畫在紙上，那麼提醒他們，用黃色與藍色的水混合而製成綠色的水。再讓他們試着做一次。他們可以畫些藍色線條，再

在藍線上着上黃色。反過來也可以。告訴他們可在紙上畫一片均勻的藍色，再在藍色上面畫一片均勻的黃色，更可以得到很好的綠色。如果他們將黃色筆劃斜過藍色筆劃，效果也很好。也要告訴他們，輕的筆劃較重的結果好得多。

問問孩子們，用黃色蠟筆畫在藍色蠟筆畫過的地方，是甚麼情形？他們該會回答，當黃色蠟筆畫在用藍色蠟筆畫過的紙上時，紙上的藍色會變綠色。

### 〔活動2〕

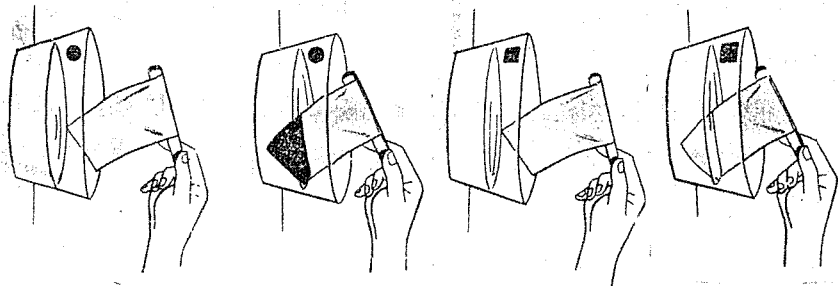
在課堂前方的桌子上或地板上放置三組容器（塑膠杯），每組二個。各組的一隻杯子上畫個方形，另一隻杯子上則畫圓圈做記號。在畫方形記號的容器裏，放入100公撮（1杯）碳酸氫鈉溶液。此溶液係以2克（1茶匙）焙用蘇打加入於100公撮水中而製得。在畫圓形記號的容器裏，放入100公撮檸檬酸溶液（加入2克檸檬酸於100公撮水中）。將一些經過剛果紅染色的布塊，放置在靠近這每組容器的地方。

讓三個孩子上前來，將布塊浸濕在有圓形記號的三個容器所盛溶液中。要他們告訴你，發生了甚麼。（當布塊浸濕在有圓圈記號的容器所盛溶液中時，紅布變成藍色）。再讓三個孩子上前來，將方才轉變為藍色的剛果紅布塊再度浸濕在有方形記號的容器中。並說出發生了甚麼。（看前述所需用品）。你還可以讓另一組的三個孩子將圓形記號容器中的布移至方形記號容器中，說出他們所觀察到的情形。（藍色變為紅色）。

（註：檸檬酸對人體無害，但會刺激有切傷或抓傷的手。因此當孩子們將布從圓形記號容器移入方形記號容器時，需使用一根漿糊棒）。

繼續上面的活動，直到所有的孩子都有機會將布浸濕，也能說出他們看到的情形。你也可擴大這項活動。比方說，把檸檬酸溶液用紅

色蔬菜色素染色，使紅布用紅色溶液浸濕後會變藍色。同樣，你可將碳酸氫鈉用藍色蔬菜色素染色。（看圖1）。



〔活動3〕

上課之前，準備好氯化亞鈷溶液。（大約1克（ $\frac{1}{2}$ 茶匙）的氯化亞鈷溶在50公撮（ $\frac{1}{2}$ 杯）的水中）。用一根漿糊棒沾此溶液在白紙上寫些文字或數字，或畫些圖樣（圓形、方形、三角形等等）。至少為每個孩子準備一張紙，你自己也有一張。待所有的紙乾後，便可使用。

要班上孩子注意，你將其中一張放在加熱板上加熱，剛才用氯化亞鈷畫在紙上的圖形便由白色轉變成藍色。（如果你沒有加熱板，用1隻100瓦的電燈泡亦可）輪流幫助幾個孩子，加熱他們的紙張，使圖形重現出來。這節課裏，必須使每個孩子都有機會看見他自己那張紙上的圖形。

原先在引導裏用過的方塊紙，再拿出來，要全班指出，這些方塊的顏色，那一個和紙上圖形的顏色最相似。他們該選擇藍色的一張。

要幾個孩子說出，當紙被加熱時，他們能觀察到甚麼情形？他們該說紙上的字由白色變為藍色。

〔歸納經驗〕

給每個孩子一張剛果紅濾紙和一根漿糊棒，三個或四個孩子成爲一組。供給每組一小碗或一瓶以等量水稀釋過的白醋。讓孩子以漿糊

棒沾醋於濾紙。問他們看到了甚麼現象。（當漿糊棒碰到濾紙時，顏色由紅色變為藍色）。讓孩子用漿糊棒沾醋在濾紙上隨意畫出圖形。

〔評估〕

輪流拿三張紅色、黃色和藍色的透明塑膠紙 (acetate paper)，對着窗子，讓孩子辨認其顏色。要他們預測兩張紙重疊時的顏色。作各種所有的重疊試試，並討論他們所看見的變化。如果有孩子說他家中有顏色輪子或陀螺，要他們帶來，表演“做與說”。

到了染復活節彩蛋的時候，混合各種染料，以增加機會加強顏色變化的學習，並評估此學習。

〔能力測驗〕

（學生的個人記分單在老師抽屜裏）。

在桌上放兩個瓶，一瓶中盛以弱檸檬酸溶液，並以藍色蔬菜色素來着色。另一瓶中盛以碳酸氫鈉溶液，並以紅色蔬菜色素着色。

作業 1（教學目的 1）給孩子一條藍色石蕊試紙。說：指出與這紙條顏色最相似的瓶子來。如果孩子指出藍色溶液，便在答對欄記下。

作業 2（教學目的 2）說：將濾紙之一端浸濕在紅色混合液中。顏色會改變嗎？回答不會改變的，在答對欄中記下。

作業 3（教學目的 2）給孩子第二條藍色石蕊試紙。說：將試紙一端浸濕在藍色混合液中。顏色會改變嗎？如果孩子說明顏色改變為紅色，在答對欄中記下。

作業 4（教學目的 1）給孩子一條紅色石蕊試紙。說：指出與這紙條顏色最相似的瓶子來。如果孩子指出紅色溶液，便在答對欄中記下。

作業 5（教學目的 2）說：將試紙一端浸濕在藍色混合液中。顏色會改變嗎？回答不會改變的，便在答對欄中記下。

作業 6（教學目的 2）給孩子第二條紅色石蕊試紙。說：將試紙

一端浸濕在紅色混合液中。顏色會怎樣？如果孩子說明顏色改變為藍色，便在答對欄中記下。

### (二) 現代科學課本的教師指引

現代科學的教學指引又是另一形態的教學指引。因為現代科學從一年級到六年級均有學生課本，因此教師指引分為兩大部分。第一部為課本的指導部分，將學生課本全頁印出來以外，在空白處以不同顏色加印，本教材所使用的科學課程（如推理，應用空間關係等），課文註解，答案或希望教師在此時所說的話等。第二部為指引及研究部分。在這部分介紹新雷得樂科學計畫的精神，現代科學課本的特色（參閱 3-2-1），組織、用品、參考資料及每一大單元的教學概要，同時對學習評量亦有充足的交代。

如現代科學的教師指引形態的在美國小學科學課本裏出現的較多，日本的小學理科教師指導書也漸漸採用如此形態。如此教學指引的優點在於：

1. 教學指引與學生課本打成一片。
2. 教師對於整個科學課程計畫可得深刻的瞭解。
3. 可做教師的背景資料。
4. 教師在實地教學時，很快的能夠知道，那一課的什麼地方應注意那些事項。

當然如 AAAS 和 ESS 等沒有學生課本的教師指引，就不能以這形態出現了。

### 5-6-3 日本小學自然科教學指引

日本小學理科教科書的教學指引叫做教師用指導書，通常由教科書出版社各自聘請專家編輯，因此對小學理科而言有五套的教學指引。其型式大同小異，全書分為指導篇及研究篇兩篇，在指導篇裏，將小學理科課本全頁印出。其左右及下欄則另印有，目標、單元順序、

展開順序、實驗準備、實驗結果的解釋等供給教師教學的參考及使用。其格式詳列於 4-8-1。在研究編裏則列舉教科書的編輯方針，教學指引各篇的項目與內容的解釋，全學年的月別單元分配表，全學年的繼續觀察一覽表，全學年的指導計畫表，各單元說明及參考資料等很詳細的將教師的準備要項，背景資料供給教師，使教師勝任教學活動。例如東京書籍的小學新理科的教師用指導書中，有關全學年的年間繼續觀察一覽表之一部分是這樣的：

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
一 年 級	牽牛花	3播種 ↑	5發芽 ↑	7生根① ↑	生根② ↑	開花時期						
						9牽牛花的花與果			枯死			

3·5等數字表示單元順序

#### 5-6-4 中美日小學自然科教學指引的比較

教學的成敗既然有很多因素，可見教學指引也是其中因素之一。各國小學自然的教學指引均有其優點，如果能夠考慮到下列幾點則可趨於完善：

(一) 如果沒有學生課本時，則以 AAAS 教學指引方式，各單元有各單元的教學指引，並以總教師手冊來統整並連繫。

(二) 如有學生課本時，則以美國現代科學方式，將課本整頁印在指引裏，空白處以不同顏色印教師教學的資料。

(三) 學習目標以學習行為目標方式具體的列出，其評量仍根據學習行為目標來評量 (AAAS 的優點)。



(四) 單元順序要有系統的表列，使教師容易瞭解各單元的連繫關係(AAAS的優點)。

(五) 科學概念的發展，像美國現代科學一般，系統而有順序的表列。

(六) 如同日本小學理科一般，附有：

全六年的月別單元分配表

全六年的年間連續觀察一覽表

各學年的年間教學計畫表

(七) 盡量增加有關資料，提高教師的教學背景。

(八) 增加追蹤活動資料。

(九) 如美國現代科學，AAAS等一般，在教師手冊中列有全學年使用的用品目錄。

(十) 如美國現代科學一般，加很多的評量資料。