

53~81

第四部 日本小學自然科課本的研究

4-1 前 言

今天科學教育的特徵，已逐漸向現代化的方面急速地移變，因此今天要把握住科學指導上所有的真面目時，應先明瞭所謂現代化是指什麼？雖然各國專家正在積極提倡現代化的必要，而創造的新理論或新教學方法，不勝枚舉。但其概念內容却甚不明顯，而對同一現代化的看法，每個人的意見也都不一致。

首先提倡現代化的美國科學教育促進會，從高中物理（PSSC）的教材編輯作為開端，其次高中化學（CBA）。（CHEMS）和生物（BSCS）隨後出現，從使世界各國教育界人士為之注目，接着初中方面有物理（IPS）、地球科學（ESCP），小學方面有（ESS）、（AAAS）、（SCIS）等新教材的陸續出現，使整個科學教育引起了新革命。如此，現代化的動態，一方面傳到歐洲各國作為借鏡加以研究。

日本近年來也受到美國的影響而引起科學課程教育委員會的研究，從事翻譯美國（AAAS）、（ESS）、（SCIS）等科學教材，並請多位專家加以分析與實驗，針對現代化的精神與目標，着手修正科學課程標準，進而訂定學習指導要領並改編新教材。

4-2 日本小學「理科」（永田義夫編）教科書的編輯要旨

(一) 本書遵照文部省昭和四十三年七月修正公布的小學校理科學

習指導要領內容編輯。

(二) 本書共十一冊，供小學校第一學年至第六學年教學之用。

(三) 本書教材，以小學校理科指導要領規定的各學年目標、內容、內容的處理方法等為範圍；教材的組織，則按實際生活及學習心理組織單元。

(四) 教材力求現代化：今天科學教育的特徵，一言以蔽之，已向現代化的方面急速地移變，本書為順應世界現代化的潮流，特別注重科學概念的理解和科學方法的習得等兩方面，做為編輯教材的依據。

(五) 本教材組織：本書一至六年的教材組織，採用螺旋式的進展，每冊課數不等，並注意縱橫的系統性，使其學習每課都能獲得一、二個基本概念（空間、時間、變化、多樣性、適應、相互關係、能量、運動及平衡等），進而習得各種科學方法（觀察、分類、應用數字、測量、應用時間與空間的關係、表達能力、預測、推理、實驗、形成假說、解釋資料……等）以求達到每課目標。

(六) 實驗觀察與研究：本書每課的實驗觀察與研究，用以發展兒童的思考能力與實驗觀察的方法，並使兒童獲得各課的科學概念。

(七) 歸納整理：本書各課的末後，均有歸納整理欄，以供兒童複習的用途。

(八) 插圖：本書插圖甚精美，儘量採集彩色實物照片，均經精心設計或特別選擇。全部插圖，以作引導兒童試作實驗的順序及方法或不常見的實物作為觀察或認識之用。

日本「理科」的「編輯要旨」甚為詳盡，其原因是無統一的國家課本，各由出版社依據文部省頒布的指導要領內容編輯課本外，另訂有編輯要旨乙冊。

4-3 日本小學理科（自然科）教學目標

根據昭和四十六年四月（民國六十年）文部省修正公布的小學校學習指導要領的規定，自然科教學目標爲：

4-3-1 總目標

親近自然，把自然界的事物、現象，用觀察、實驗等方法，使其論理化、客觀化，一方面增進對自然界的認識，一方面培養科學能力與態度。

因此，具體目標：

- (一) 加深對生物和生命現象的理解，並培養重視生命的態度。
- (二) 對於自然界的事物、現象之相互關係，能詳加觀察、思考，並理解物質及因其變化而產生現象和功能。
- (三) 培養對自然界事物、現象的因果關係的觀點和思路（思考）或定性的處理能力、定量的處理能力，並養成對自然界作整體化的觀察和思考的態度。

4-3-2 低年級各學年教學目標

(一) 第一學年：

1. 以顏色、形態、大小及運動等，去理解植物和動物的特徵。
2. 理解能被磁鐵吸住和不能被吸住的東西，加熱後的物質變化，以車的轉動、磁鐵的磁性，由陽光產生影子等事實去理解它們的功能。
3. 理解陽光能使地面光亮和溫暖。

(二) 第二學年：

1. 理解植物或動物的成長和活動的情形，應以關連其飼養的場所和時期。
2. 理解物體能溶解於水、通電的方法、聲音的發生等性質。

又從平衡人站立的方法，點小電泡，能聽到聲音去理解重錘、乾電池、回路和振動等功能。

3. 理解晝間的明亮和氣溫與太陽的運動和風、雨有關係。

4-3-3 中高年級各學年的教學目標

(一) 第三學年：

1. 讓兒童理解植物和動物的成長與氣候的溫暖和寒冷有關係及植物的栽培有一定的程序。

2. 從物質在不同溫度的水中溶解的情形及物質加重力量時的情形，去理解物質的性質。且從物質與物質的關係及其變化的情形，去理解力、光、電氣、磁氣等功用。

3. 理解月球的運轉和陽光對地面氣溫的影響及土壤的性質。

(二) 第四學年：

1. 理解生物個體的成長能受水、養分、日光及溫度的影響，但以種類的大小和形態是經幾世代也不太變化。

2. 物質的性質，應從重量的差異或水、熱、藥品等變化情形去理解。且了解天秤的平衡時，重量的功用，電流或日光量的變化而產生的現象。

3. 理解地表上水流的功用及空氣的暖與太陽的關係及從地球觀看星球的運動。

(三) 第五學年：

1. 理解生物生長過程中，受水、日光、溫度、空氣、肥料及食物等影響有差異。

2. 理解物體因質不同，熱的傳導、燃燒、石蕊紙的顏色變化也有差異。且理解力、電氣、音、光、熱量及其變化。

3. 理解太陽和星球，以北極星為中心運動，且由風和水流的功能而改變地表的情形及經長時間其變化逐漸擴大。

(四) 第六學年：

1. 理解生物體各部分，互相幫助而生長，且生物之間也有關係。

2. 從水、空氣、熱、藥品等物體的性質的變化，理解物質變化。並理解力、電氣、光、熱量及功用的關係和其共同的性質。

3. 從太陽和星球的運動而思考地球的轉動，太陽高度的變化和地表氣溫的關係。並理解地球內部的構造和有關的火山活動，能改變地球表面的力量。

4-3-4 日本理科的教學目標，可歸納以下列要點：

(一) 培養兒童親近大自然的態度並認識其事物和現象。

(二) 運用科學方法，處理所接觸的自然界的事物和現象。

(三) 從活動中，培養科學能力與科學方法。

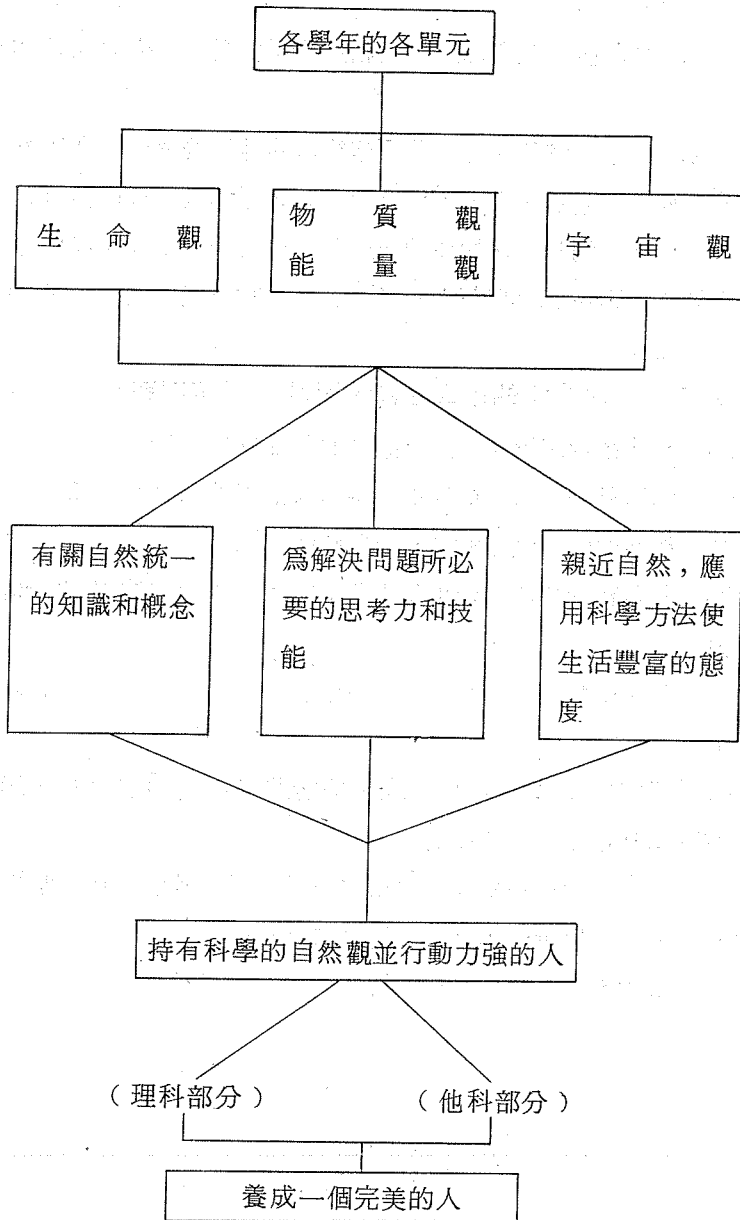
(四) 藉觀察實驗與處理事物現象，得以培養客觀的觀察實驗與思考能力。

(五) 理解生物和生命現象，藉以培養尊重生命的態度。(生物和其環境)

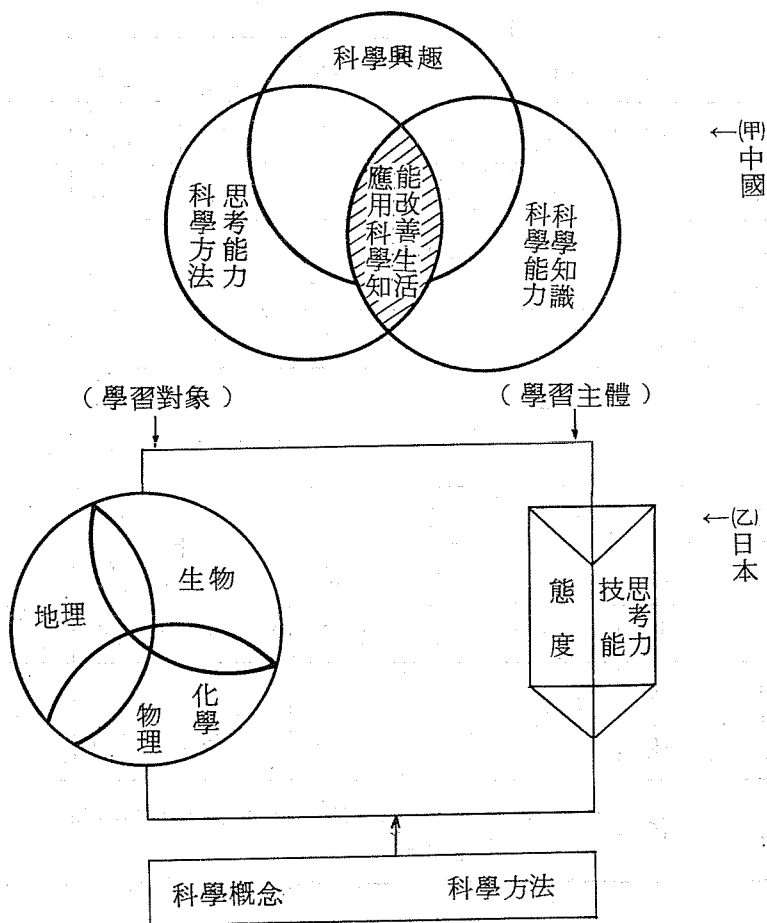
(六) 理解自然界的事物、現象的相互關係，進而運用科學方法明瞭物質及其變化。(物質和能)

(七) 理解自然界的事物、現象的因果關係，並培養其處理能力，藉以養成觀察、思考的態度。(地球和宇宙)

日本理科教育與小學教育的關係，圖示於後：



從日常生活中取材料的日本的資料，可知中、日兩國的自然科教學目標，表面上看起來，大體均相同；唯一不同之點，我國顧及科學在生活上的應用，日本因近年來受到現代化教育的影響，特別注重基本科學概念及習得科學方法。這值得我們將來修改課程標準的借鏡。茲將中、日兩國教學目標表解如下：



4-4 日本小學各科教學時數的支配

昭和四十六年四月一日（民國六十年四月一日）文部省公布施行

科 目	年級		年級		年級	
	第一學年	第二學年	第三學年	第四學年	第五學年	第六學年
國語	238	315	280	280	245	245
社會	68	70	105	140	140	140
數學	102	140	175	210	210	210
理科 (自然)	68 (二)	70 (二)	105 (三)	105 (三)	140 (四)	140 (四)
音樂	102	70	70	70	70	70
圖畫工作	102	70	70	70	70	70
家庭	-	-	-	-	70	70
體育	102	105	105	105	105	105
道德	34	35	35	35	35	35
總計	816	876	945	1,015	1,085	1,085
理科 佔分 的比	7.1 %	8 %	11.1 %	10.4 %	12.9 %	12.9 %
備註	① 上列所示的教學時數，係一整學年度間的最低時數。					

說明：

(一) 表內列的教學時間的每一單位時間（亦即每一節時間）均定為四十五分鐘。括弧內所列的數字，係將整學年間的上課總日數推算為三十五週（第一學年為三十四週）時，平均每週所佔的教學時數。

例：第三學年一〇五，表示一整學年間的最低教學時數，教學時數的每一單位時間，均定為四十五分鐘（等於一節課時間）；括弧內所列的數字(三)是平均每週所佔的教學時數，換句話說，第三學年每週教學時間為一百三十五分鐘。

(二) 日本中年級理科每週教學時間至少一百三十五分鐘，佔全學科的百分比是11.1%（三年級）和10.4%（四年級）。

(三) 日本高年級理科每週教學時間至少一百八十分鐘，佔全學科的百分比是12.9%（五、六年級）。

(四) 從上列（說明）來看，日本目前所採用的彈性式教學時間的規定，是一項值得重視的問題。

(五) 教學時間的分配，各國大多數均趨向於每節教學時間的延長。我國課程標準中有規定三十分鐘為一節者，似嫌短。據各地實際教學老師的意見，每節三十分鐘的，應調整為四十分或四十五分一節為宜。

4-5 日本小學理科教材綱要

昭和四十一年（民國五十五年）的理科綱要的內容與形式和昭和四十七年（民國六十一年）的稍有改變，其內容比較如下：

	昭和四十一年	昭和四十七年
1	生 物	1. 生物和其環境
2	人 體	(1) 植物
3	氣 象	(2) 動物 (包括人體)
4	地 質	2. 物質和能量
5	天 文	(1) 物質的特性和其變化
6	物 理	(2) 能量和其變化 (力和運動、
7	化 學	音光、熱、電氣、磁力)
		3. 地球和宇宙
		(1) 地質現象
		(2) 氣象現象
		(3) 天體現象

日本全部綱要的內容為：生物和其環境、物質和能量、地球和宇宙等三大類別。每一類別兩小類或三小類不等，如生物和其環境一類中，再分植物、動物兩小類（包括人體）。

4-6 日本小學理科教材範圍

4-6-1 日本教材項目（範圍）：摘自「啓林館」出版的理科

單元名稱 單元	年級					
	一 年	二 年	三 年	四 年	五 年	六 年
1	春天的花	太陽和方向	油 菜	空氣的溫度	氧和二氧化碳	陽光與熱
2	兔 和 雞	春天的播種	春天和生物	甘藷的發芽	種子的發芽	凸透鏡和凹面鏡
3	牽牛花的播種	池塘和河川裏的生物	蛙和蝌蚪	放大鏡和陽光	稻的種子和秧	草木的構造和其功用
4	金 魚	氣 球	白粉蝶	蒼 蠅	風和天氣	森 林
5	牽牛花的栽培	草花栽培方法	土壤和水的溫度	甘藷的栽培方法	魚的身體構造和飼養方法	黴菌和蕈類
6	日照處和陰影處	夏天的蟲	絲瓜的幼苗	插 木	人 體	水中的微生物
7	牽牛花的花和花汁	秋天的收穫和播種	土 壤	星球和星座	水 車	太陽的動向和氣溫的變化
8	石 子	雨水到那裏去	絲瓜的花	蟋 蟀	稻的花和果實	雞蛋和幼雛
9	顯像遊戲	水 車	月球的形狀和運行	水流的功用	地 層	食物的功用
10	蹺 蹺 板	風 車	絲瓜的果實	甘藷或種子的養分	光的進行	物體燃燒時的變化
11	砂 車	吹 泡 泡 (肥皂水)	球 根	寒冷和草木的栽培	聲 音	金屬的變化

12	影子遊戲	搖擺人 (平衡遊戲)	秋天和生物	溫度與空氣和水的膨脹	熱的傳導	水溶液的變化
13	磁鐵	雲和屋簷	紙球氣槍	冰和水蒸氣	星球的運動	火山和土地的變化
14		紙笛	水槍	天平的平衡	槓桿	彈簧秤
15		線電話	鏡子和日光	食鹽水	用電流來發熱	滑輪和輪軸
16		小燈泡的裝法	風車的功用	物體的浮沉	水溶液的特性	電磁鐵
17		春天開花的草木	小燈泡的連接法	乾電池的連接法		地球的運行
18			磁鐵的兩極			
19			硼酸的溶解			
統計	13	17	19	17	16	16
	低年級 共三十單元		中年級 共三十六單元		高年級 共三十二單元	

4-6-2 日本小學中、高年級教材單元次數百分比

單元類別		年級				合計	百分比
		三 年 級	四 年 級	五 年 級	六 年 級		
生物與其環境	植物	6.5	4	4	3	27	39.1%
	動物	2.5	2	2	3		
物質和能量	物質與其變化	2.5	3	2	3	30	43.5%
	力和運動	1.5	1	1	2		
	音	0	0	1	0		
	光	1	1	1	1.5		
	熱	1	2	1	0.5		
	電	0	0.5	1	0		
	磁	0	0.5	0	1		
地球和宇宙	地表	1	1	1	1	12	17.4%
	氣象	1	1	1	0.5		
	地球	1	1	1	1.5		
資源利用		0	0	0	0	0	0
各冊單元合計		19	17	16	17	69	100%

4-6-3 日本小學理科各年級各單元系列表

類 別 年 級	A 生 物 與 其 環 境			
	植		物	
	成 長 和 繁 殖	成 長 與 適 應 (環 境)	個 體 差 (種 類)	組 織、器 官 (構 造 和 功 用)
一 年	3. 牽牛花的播種 5. 牽牛花的栽培	5. 牽牛花的栽培	1. 春天的花 7. 牽牛花的花和花汁	1. 春天的花 2. 牽牛花的花和花汁
二 年	2. 春天的播種 7. 秋天的採種和播種	2. 春天的播種 5. 花草的栽培法 7. 秋天的採種和播種	5. 花草的栽培 7. 秋天的採種和播種 17. 春天開的草木花	17. 春天開的草木花
三 年	1. 油菜 2. 絲瓜的花	2. 春天的生物 6. 絲瓜的幼苗 11. 球根 12. 秋天的生物	2. 春天的生物 6. 絲瓜的幼苗	1. 油菜 8. 絲瓜的花 10. 絲瓜的果實
四 年	2. 甘藷的萌芽 5. 甘藷的栽培 6. 插木法	5. 甘藷的栽培 11. 寒冷和草木的栽培	6. 插木法 11. 寒冷和草木的栽培	2. 甘藷的萌芽
五 年	8. 稻花和結果實	2. 種子的發芽 3. 稻的種子和幼苗 7. 水藻	7. 水果 7. 水藻	2. 種子的發芽 2. 種子的發芽
六 年	4. 森林 5. 黴菌和蕈類	4. 森林 5. 黴菌和蕈類	4. 森林 5. 黴菌和蕈類	3. 草木的構造和功用 4. 森林 5. 黴菌和蕈類

年級	類別			
	動物	動物	動物	動物
	運動、成長、繁殖	成長與適應 (環境)	個體差 (種類)	組織、器官 (構造和功用)
一年	2. 鷄和兔		2. 鷄和兔 4. 金魚	
二年	3. 池塘和河川的生物 6. 夏天的蟲	3. 池塘和河川的生物 6. 夏天的蟲	3. 池塘和河川的生物 6. 夏天的蟲	
三年	3. 蛙 4. 白粉蝶	3. 蛙 2. 春天的生物	4. 白粉蝶	
四年	4. 蒼蠅 8. 蟋蟀	4. 蒼蠅 8. 蟋蟀	4. 蒼蠅 8. 蟋蟀	4. 蒼蠅 8. 蟋蟀
五年	5. 魚的形態與飼養 6. 人體	5. 魚的形態與飼養	5. 魚的形態與飼養	5. 魚的形態與飼養 6. 人體
六年	8. 鷄蛋和幼雛	6. 水中的小生物 8. 鷄蛋和幼雛 9. 食用的功用	6. 水中的小生物	6. 水中的小生物 8. 鷄蛋和幼雛

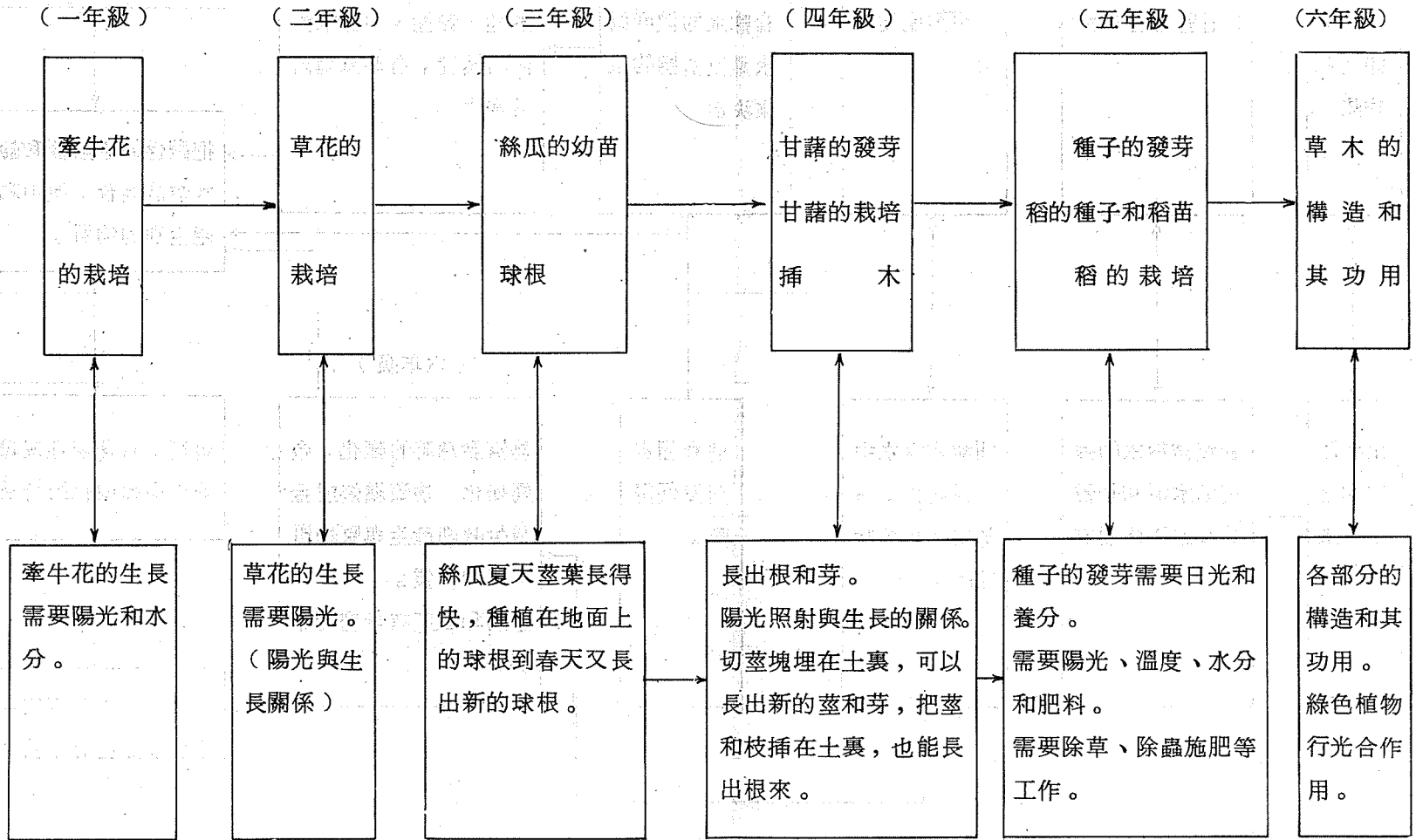
類 別 年 級	B 物 質 和 能 量									
	物 質 和 其 變 化				能 量					
	物質的 特 性	物 質 的 變 化			力和 運 動	聲 音	光	熱	電	磁
		受水和 空氣的 變化	受藥品 的變化	受熱 的變 化						
一 年	7. 牽牛 花的花 和汁 10. 蹺蹺 板 11. 砂車			9. 顯 像遊 戲	10. 蹺 蹺板 11. 砂 車		7. 影 子	9. 顯 像遊 戲		13. 磁 鐵
二 年	4. 氣球	11. 肥皂 泡		9. 水 車 10. 風 車 12. 搖 擺人	14. 紙 笛 15. 線 電話	13. 雲 和屋 簷	13. 雲 和屋 簷		14. 小 燈的 裝法	
三 年	13. 氣 槍 14. 水 槍 19. 硼 酸的 溶解	19. 硼 酸的 溶 解			13. 氣 槍 14. 風 車的 功 用		15. 鏡 子和 陽光		17. 小 燈的 接 法	18. 磁 鐵的 磁 極

<p>四 年</p>	<p>10. 甘藷和種子的養分 15. 食鹽水 16. 物體的重量和浮沉</p>	<p>15. 食鹽水</p>	<p>10. 甘藷和種子的養分</p>	<p>10. 甘藷和種子的養分</p>	<p>14. 天平的平衡</p>		<p>3. 放大鏡和日光</p>	<p>12. 溫度和空氣、水的膨脹 13. 冰和水蒸氣</p>	<p>17. 乾電池的連接法</p>	<p>17. 乾電池的連接法</p>
<p>五 年</p>	<p>1. 氧和二氧化碳 16. 水溶液的性質</p>	<p>16. 水溶液的性質</p>	<p>1. 氧和二氧化碳 16. 水溶液的性質</p>	<p>1. 氧和二氧化碳 16. 水溶液的性質</p>	<p>14. 槓桿</p>	<p>11. 聲音</p>	<p>10. 光的進行</p>	<p>12. 物體的取暖法</p>	<p>15. 受電流的發熱</p>	
<p>六 年</p>	<p>10. 物體燃燒時的變化 11. 金屬的變化</p>	<p>11. 金屬的變化 (物質的溶解度)</p>	<p>11. 金屬的變化 12. 水溶液的變化</p>	<p>10. 物體燃燒時的變化 11. 金屬的變化</p>	<p>14. 彈簧秤 15. 滑輪和輪軸</p>		<p>1. 日光的取暖法 2. 凸透鏡和凹面鏡</p>	<p>1. 受陽光的取暖法</p>		<p>16. 電磁鐵</p>

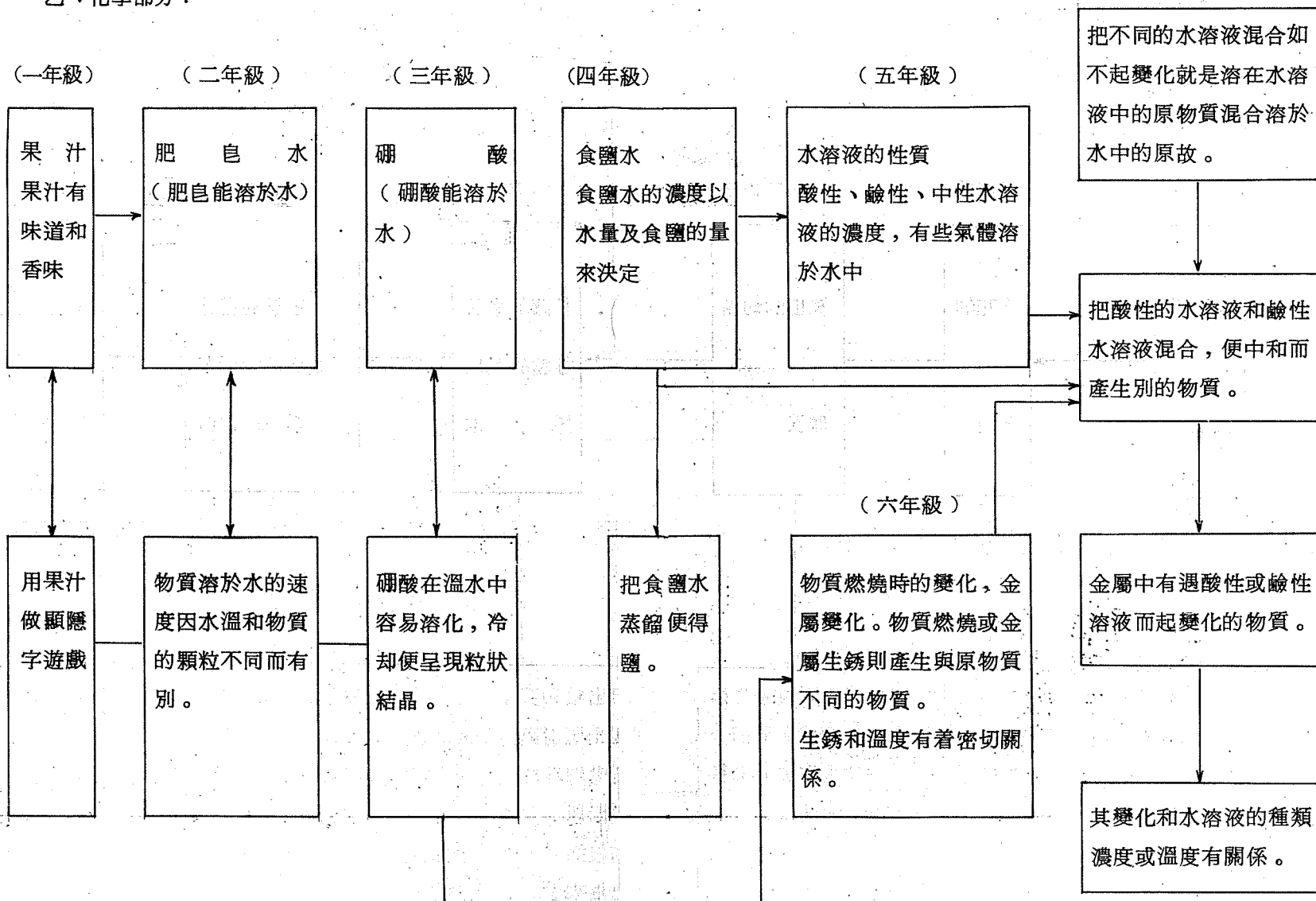
類 別 年 級	C 地 球 和 宇 宙							
	地表的變化		太陽的熱和氣象變化		地球的運轉和天體			
	土地的變化	土、岩石、礦物	氣溫、地溫、水溫的變化	風、雲、濕氣的變化	與地球的關係	太陽的運動	月球的運動	星球的運動
一 年		8. 石頭	6. 陽光下和日陰下					
二 年	8. 雨水到那裏			13. 雲和屋簷		1. 太陽和方向		
三 年		7. 土壤	5. 土或水的溫度				9. 月形和運動	
四 年	水流的功用		1. 空氣的溫度					7. 星和星座
五 年	9. 地層	9. 地層		4. 風和天氣				13. 星球的運動
六 年	13. 火山和土地的變化	13. 火山和土地的變化	7. 太陽的運動和氣溫的變化		17. 地球的運動	17. 太陽的運動和氣溫的變化	17. 地球的運動	17. 地球的運動

4-6-4 日本教材系統

甲、植物部分



乙、化學部分：



4-6-5 中日教材範圍的比較

(一) 從表 2-6-5 統計數字來看，我國低年級單元，「物質和能」一項佔絕大多數，「生物和其環境」次之，「地球和宇宙」再次之。茲特別提出的是過去「生物和其環境」佔第一位，現在已退到第二位，應值得研究。

(二) 從 2-6-4 表統計數字來看，我國中年級單元，以「生物與其環境」佔第一位，「物質和能量」次之；日本剛好與我們相反以「物質和能量」佔第一位，「生物與其環境」次之；可見日本近年來對於「物質和能量」一項甚重視。

(三) 我國低年級是十四單元；日本是三十單元，表現上像是日本單元比我國較多，實際上我國常識是包括自然和社會兩科，且每一單元再分三至六小單元，所以日本的單元比我國少。

(四) 我國中、高年級共九十六單元；日本是六十九單元，比起來我國的單元數要比日本多二十七單元。茲特別提出研究的，中、日兩國從這次的修訂課程標準後，日本各年級的單元數比過去減少甚多，但我國反而增加。

(五) 從兩國教材範圍來比較，可發現到日本的教材中如：太空旅行、發電機、蒸汽機、內燃機、電動機、電波、電影……等較艱深又對兒童缺乏實際經驗而難於理解或不切實際的舊教材，已完全刪除。而我國兒童學習的，範圍大、量又重。

(六) 從中日兩國教材發展比較：日本教材的發展，係按螺旋式，以已習得的教材為基礎（重視兒童的舊經驗），經自然的、邏輯的程序，發展至較新、較深的教材，前後避免重複；我國植物教材的發展稍按螺旋式的方式，但在三、五年級的分量相當的重，至於化學教材從表上可見全部集中在六年級教材中，這種排列程序是否合理，等待專家去研究改進。

(七) 我國低年級常識以生活為中心，以致一年到六年無法完全一貫制；因此部分教材與中年級教材重複。

(八) 再從中、日兩國教材範圍來比較：我國「資源利用」、「化學工業品」兩項較艱深又缺乏實際經驗（如：水泥的原料及製法過程）的教材內容，只介紹其知識而與兒童的實際生活需要甚脫節，學習之後對於培養科學方法、態度方面一無所得，如此教材內容在日本教材範圍中根本沒有發現，這種編輯方式是否合理，等待專家研究改進。

(九) 從日本的教材範圍系統表來看：可知日本近年來受到現代化教育的影響，特別注重基本科學概念及科學方法，這值得我們將來修正課程標準的借鏡。

(十) 據高年級實際教學教師的意見：高年級自然科教材範圍太廣，分量又重，無法如期教完，當然根本談不上，什麼科學方法（實驗、觀察）、培養科學興趣、態度……等，這是實際的問題。

4-7 日本理科教科書教材的編輯精神

(一) 使教學者容易教，學習者容易學。

(二) 文字力求淺顯生動，盡量避免術語，使兒童容易讀，容易瞭解。

(三) 觀察、實驗的結果或結論不宜明示，促使兒童自動自發從事研習，謀求解決問題。

(四) 各單元末尾列有「明白的事項」一欄，其用意便不是鼓勵兒童死背死記本課重點，主要的目的是揭示觀察實驗的結論，僅以簡單的表現而已。然後需要配合兒童實際記錄，才是完整的。

(五) 教科書的文章應簡潔，力求避免不必要的重複。

(六) 為使刺激兒童的學習意慾，減少文字的威壓感，盡量增加插圖，情景彩色照片和圖表。又可做野外觀察的補充資料。

(七) 爲配合現代化的立場，特別重視：

1. 基本科學概念的培養：各種基本概念（包括：時間、空間、物質、數與量、函數與圖形、能量、平衡、交互作用）做爲有系統的縱的發展，同時與其他概念並行，做爲橫的聯繫。

2. 培養科學方法：一方面注意兒童的直觀和創造性；一方面指示探究的方向，並提示觀察的要點、實驗方法的設計、推理結論等應注意事項。

（備註：科學方法包括：觀察、應用時空關係、分類、應用數字、測量、傳達、預測、推理、控制變因、解釋資料、形成假設、操作型的定義、實驗等十三項）。

(八) 爲使兒童提高直觀力和創造力，本書中特別指示探究的方向作爲編輯的原則。

(九) 爲避免前後的重複，並能利用舊經驗發展新觀念起見，特採用螺旋式的進展以安排全部課程。（其有關植物的生長與環境內容如下表）

學年 項目	一 年	二 年	三 年	四 年	五 年	六 年
植物的生長與環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 牽牛花的播種 ● 牽牛花的芽 ● 栽培牽牛花 ● 牽牛花的果實和花 	<ul style="list-style-type: none"> ● 向日葵的播種 ● 向日葵的栽培 ● 向日葵的花和果實 	<ul style="list-style-type: none"> ● 絲瓜的栽培 (一)(二)(三)(四) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 甘藷的栽培 (一)(二) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 種子的構造和發芽 ● 稻的生長 ● 稻的花和果實 	<ul style="list-style-type: none"> ● 植物的構造和功用
重點 (進展情形)	● 需要水	● 密植、陽光照射	● 體感溫度和水分	● 陽光照射時間	● 水溫、陽光、肥料	● 水分、陽光、空氣、養分

4-8 日本小學理科教學指引

〔註〕日本稱為教師指導書

4-8-1 日本教學指引格式

(一) 單元重點：提示本單元的科學概念，為使把握正確的概念，如何按配經驗，並從指導的系統立場上，如何處理其概念，將來如何展開。

(二) 單元目標：具體提示本單元的教學重點，並指出探究過程的指導重點。

(三) 學習內容和系統：重視兒童的舊經驗，進而計畫其發展。分析本單元內容及有關內容的各事項，分為「過去的學習」、「將來的學習」及「本單元的學習」等三項。

(四) 學習指導的計畫：指示本單元的教學時間的按配，教學順序及各節研究問題和其指導內容。

(五) 本單元學習之前：教學前資料的搜集，課前準備及事前調查。

(六) 學習指導的展開例：本展開例以每一節為一段落，每節內容包括：目標、準備、展開、兒童的想法和引導法、實驗觀察的方法和處理等，各項內容如下：

1. 目標：分析本單元目標後，具體指示本節的指導目標。對於單元目標後，確認各節指導上的重點和地位。

2. 準備：本節學習進行時，所需要的材料。

3. 展開：指導過程三個項目：「學習的過程」、「兒童的反應」、「探究的留意點」等。「學習過程」提示教師依次序去指導及如何去發問，如何去解決。「兒童反應」是考察在教師教學進行中，兒童的反應、兒童的發言、實驗結果等。「探究的留意點」，指導探究問題時指示其應留意的事項。

(七) 兒童的想法和引導方法：具體提示兒童比較共同思考上的特徵，如何去指導，有時提示特殊的事例。

(八) 實驗觀察的方法和處理：

1. 提示各實驗、觀察的結果和結論。
2. 探究過程，提示如何具體的指導方法。
3. 說明必要的儀器、裝置方法、操作方法的指導。
4. 說明教科書上的研究問題和研究方法的指導。

(九) 研究資料：

1. 加深教材的說明，使教師更進一步的理解。
2. 為使教師確實把握科學概念，體驗科學方法，提示補充有效的實驗和觀察的方法。
3. 提示教學過程中有關自然科學上的話題，以作刺激兒童的學習意欲。

(十) 學習效果評量實例：

評量方式分為筆記和活動兩大方面：

1. 筆試方面著重評量知識、思考及觀念方面的學習效果。
2. 活動方面著重評量能力、態度、習慣、理想等方面的學習效果。

4-8-2 日本指導科學方法的重點：

	1. 觀 察	2. 分 類
科學方法	①仔細觀察其顏色、形狀及大小。 ②仔細觀察其構造和組織。 ③仔細觀察其運動、變化、機能 and 性質。 ④注意不完整的地方。 ⑤比較調查。	①顏色、形狀、大小及其狀態。 ②構造和組織。 ③變動狀況和機能及其性質。 ④條件和要素。

<p>一 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 花園裏的花（顏色、形狀、高度及香味）。 ● 金魚。 ● 牽牛花的生長過程。 ● 石子（使用放大鏡）。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 尋找像牽牛花的葉、莖、花等植物。 ● 分類石子的同伴。 ● 能被磁鐵吸住的東西；不能被磁鐵吸住的東西。
<p>二 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 向日葵的成長過程。 ● 池塘和小河及草叢裏的小蟲。（形態、運動、取食等）。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 能通電的東西和不能通電的東西。
<p>三 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 油菜花的花和果實。 ● 絲瓜的生長過程。 ● 白粉蝶、蛙的生長過程。 ● 月的位置、運動和形狀。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土壤顆粒大小。 ● 小燈泡的並聯和串聯連接法。
<p>四 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 甘藷的成長過程。 ● 昆蟲的比較觀察。 ● 星球的觀察（使用器具）。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 昆蟲的類似點、差異點及蜘蛛的不同之點和昆蟲的特徵。 ● 乾電池的並聯法和串聯法。
<p>五 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用解剖顯微鏡，觀察魚卵。 ● 種子的構造。 ● 顯微鏡觀察的方法。 ● 星球的觀察。 ● 地層的觀察。 ● 魚的解剖。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 酸性、鹼性和中性。 ● 能通電的液體和不能通電的液體。
<p>六 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 根毛的觀察（提出觀察對象物，使易於觀察）。 ● 細胞的觀察。 ● 池水中微生物的觀察。 ● 岩石的觀察。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 從岩石的類似點和差異點，區別堆積岩和火成岩。 ● 熱的傳導（輻射、傳導、對流）。

	3. 測 量	4. 預 測 及 推 理
科 學 方 法	<ul style="list-style-type: none"> ①程度（定性）。 ②數數個數（數量比）。 ③取單位。 ④從測量結果後分類。 ⑤從測定結果再以統計處理。 ⑥應用器具、計器的特性。 ⑦以計器的代替物做定量化。 	<ul style="list-style-type: none"> ①推理（不以明確的根據，讓他推理大概是怎樣的）。 ②預測（從到現在的經驗猜測大概會怎樣）。 ③推理（不懂的事從已知道的方面去想）。 ④假設（以理論的方式，去假定一個規律）。
一 年	<ul style="list-style-type: none"> ●牽牛花的高度與身長比較。 ●比較重量（蹺蹺板） 	<ul style="list-style-type: none"> ●明天開的花的預測。 ●看影子想起實物（推理）。
二 年	<ul style="list-style-type: none"> ●向日葵的高度、葉子的大小、數目、莖的粗細等（與鉛筆的粗細相比）。 ●向日葵種子的數目。 	<ul style="list-style-type: none"> ●下降的雨水到那裏去（預測）。 ●向日葵那一部分伸長（推理）。 ●昆蟲爲什麼棲息在那裏？（推理）。
三 年	<ul style="list-style-type: none"> ●溫度調查（溫度計的使用方法）。 ●測定土壤和水的溫度。 ●絲瓜果實長度的變化。 ●光的明暗利用藍色照相。 	<ul style="list-style-type: none"> ●油花菜和絲瓜的花，從那裏結果實（預測）。 ●從半月來的經驗到滿月的日子並預想傍晚月出的位置。 ●硼酸會溶解於水嗎？（推理）。 ●從球根的變化推理被使用養分的情形。

<p>四 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 上皿天平的使用方法。 ● 氣溫的解釋和測定。 ● 電流計的使用方法。 ● 零下溫度刻度的讀法。 ● 水結冰時，水溶解時，水開時等溫度測定，並加以圖表化。 ● 量筒的使用方法。 ● 固形物體積的測量法。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 果蠅的飼養與溫度的關係。 ● 暗箱（盒）裏的推論。 ● 從噴水的實驗思考其道理（初步的假設）。 ● 思考卵浮沉的道理（推理）。
<p>五 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱的傳導方法，用蠟來調查（測定法的轉換）。 ● 電熱線的發熱，用發泡劑或臘的溶解來調查（測定法的轉換）。 ● 調查電熱線的發熱量。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 種子發芽的條件（預測、假說）。 ● 稻的生長與溫度條件、光條件的關係（預測）。 ● 思考花粉的功能（預測）。 ● 棒和錘的平衡（預測）。
<p>六 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽高度的測定。 ● 記錄溫度計的使用。 ● 彈簧秤的伸縮（圖表化=引導法則）。 ● 思考測定電磁鐵的磁力。 ● 與金屬的水溶液反應成爲圖表。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 蛋白、蛋黃、胚等功用（推理）。 ● 葉綠體的功用是什麼？（假設）。 ● 彈簧秤復原力量和加力之間的關係。 ● 鹽酸、氫氧化鈉液、食鹽水等混合而成酸性或鹼性的變化（高度的預測）。 ● 由酸性液體和鹼性液體混合時的變化而成中和的道理（預測、推理）。

	5. 模型化、形成模型	6. 實驗的計畫
科學方法	<ul style="list-style-type: none"> ①給他的模型去思考。 ②給他材料去組合模型。 ③考察模型，並以運用。 ④形成概念（形成模型）。 	<ul style="list-style-type: none"> ①給他器具，讓他去做簡單的實驗。 ②思考方法、順序、裝置等。
一年		
二年	<ul style="list-style-type: none"> ●把雲的厚度，用透明墊板模型代替實驗。 	<ul style="list-style-type: none"> ●想怎樣飼養昆蟲。 ●怎樣把袋中的空氣移到玻璃杯中。
三年	<ul style="list-style-type: none"> ●磁力發生的方向，形成模型。 ●通電後的電路，形成模型。 	<ul style="list-style-type: none"> ●思考絲瓜的觀察觀點。 ●從窗邊鏡子反射的光線，是那一面鏡子反射的。
四年	<ul style="list-style-type: none"> ●昆蟲、蜘蛛等體制比較。 ●調查河川裏的石子被浸蝕的情形。 ●黑箱中的配線，形成模型。 ●把三態變化，用模型去推想。 	<ul style="list-style-type: none"> ●研究水、空氣的體積變化。 ●辨別食鹽的方法。 ●研究食鹽在水中的溶解量多少？ ●從食鹽水中，取出食鹽的方法。
五年	<ul style="list-style-type: none"> ●地層的模型實驗和模型製作。 	<ul style="list-style-type: none"> ●稻的生長與環境條件的關係。 ●浮萍的生長與環境條件的關係。 ●研究二氧化碳氣的性質（方法）。 ●研究花粉的功用。（方法） ●研究電熱線的粗細、長度與電流的大小、發熱量的關係。（方法）
六年	<ul style="list-style-type: none"> ●消化的粒子模型。 ●月光與形狀的相異，用模型實驗。 ●推測地球自轉的模型實驗。 ●思考酸性、鹼性、中性的液中的粒子模型實驗。 	<ul style="list-style-type: none"> ●電爐線和蠟的熱的傳導是否由放射而成的，其實驗方法如何？ ●力的大小，用什麼方法用數字表現。 ●酸性溶液和鹼性溶液混合後，為什麼會變成中性？對二個推論的是非加以想出其正確的方法。

	7. 控制變因	8. 解釋資料	9. 傳 達
科學方法	<p>①將一個條件改變，其他條件保持一定的方法。</p> <p>②與他條件不能切離時，把不能切開的條件平等地變化，並加以比較（對照）的方法。</p>	<p>①資料加以整理，使其易於觀察，或做為圖表。</p> <p>②搜集幾種資料，並加以平均。</p> <p>③思考其原因和結果的關係，並加以整理。</p>	<p>①以動作、繪畫、語言、記號、圖表等來表現。</p> <p>②以文章或語言表現。</p> <p>③形狀、功用、關係、規則等用使他人了解的方法傳導。</p>
一 年	<ul style="list-style-type: none"> • 砂車的轉動情形、砂落到車葉上的位置。數目及高度。 		<ul style="list-style-type: none"> • 模仿動物的動作。
二 年	<ul style="list-style-type: none"> • 向日葵的成長和疏密。 • 陽光下和日陰下。 • 肥皂溶解的方法。 	<ul style="list-style-type: none"> • 向日葵種植在不同環境所產生的差異。 	<ul style="list-style-type: none"> • 觀察卡的記錄方法。 • 觀察記錄的整理方法。
三 年	<ul style="list-style-type: none"> • 比較花園裏的土和運動場上的土、水滲透情形。 • 轉動風車的力量和風的強度。風車的形狀和大小。 	<ul style="list-style-type: none"> • 從實驗推論磁力發生的方向。 • 從實驗推論乾電池電力消失的差異。 	<ul style="list-style-type: none"> • 觀察記錄的整理、發表（絲瓜、硼酸） • 空氣槍的原理，用圖說明。

<p>四 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究栽培甘藷的環境與陽光的關係。 ● 氣溫測定時的條件。 ● 水、油、食鹽等重量比較（同體積比較才可）。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 栽培甘藷與環境的關係。 ● 從模型實驗，思考岩石磨滅的原因。 ● 澱粉能溶於水嗎 ● 從氣溫測定的圖表，思考氣溫一天中變化的特徵。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 整理通過放大鏡的光的進行情形。 ● 整理栽培甘藷與環境條件。 ● 指示配線圖。
<p>五 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 種子發芽的條件。 ● 研究光和成長的方向（向日性） ● 研究發芽後，子葉上的養分是否被使用。 ● 研究稻的成長條件。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 整理種子發芽條件。 ● 從風的觀察記錄，推想季節的差異。 ● 發現光的折射、反射的法則。 ● 從實驗結果引導槓桿的法則。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 風向的記錄法。 ● 複合圖表的表現（稻）。 ● 人體諸器官的關係用模式圖整理。 ● 自由研究發表的樣品（音）。
<p>六 年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 澱粉被唾液溶解水而其他物質的實驗。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 小組討論的結果，共同加以整理。 ● 綜合月、星、太陽。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 從實驗所獲得的心得，向大家發表。