日本國小科學課程綱要評介

宋元惟
台北市立陽明高級中學
w850817@gmail.com

第二次世界大戰前，日本的教育政策主要根據明治天皇頒布的《教育敕語》，並於戰後 1948 年（昭和 23 年）廢止。二戰結束後，在聯合國軍最高司令官總司令部的佔領統治下，1947 年起實施教育基本法（舊法）。此法內包含許多避免軍國主義復辟的考量在其中，因此往後近五十年雖有許多學者提出意見，但都沒有進行有關修改法條的討論。直到 1999 年才開始正視改正舊法的討論。現行教育政策主要依據 2006 年（平成 18 年）制定的教育基本法，實施六、三、三、四制度。

日本過去亦有一段偏重知識的應試教育時期，而現行教育著重在「批判性思考」、「創造力」、「溝通能力」這三項。此外，日本在 1980 年開始「寬裕教育」，進行學習內容與上課時數的調整。1992 年在國小一年級與二年級廢止「社會科」與「自然科」，改設新創的「生活科」。終於在 2002 年「寬裕教育」實質的開始了。然而，日本在 Programme for International Student Assessment 2003（簡稱 PISA2003）、PISA2006 的表現卻差強人意，於 2011 年終止「寬裕教育」。對「寬裕教育」進行批判與反省後，現今注重學生在這變化萬千的現代社會中，是否具備「活下去的能力」。

2008 年（平成 20 年）「理科（自然科）教育支援檢討組織中學校分科會」在研討會報告的標題寫下『充實中學理科教育，堅定科學技術創造立國的基盤』。由此可見即使受到「寬裕教育」的影響 PISA，日本仍然

非常重視科學教育對國家的貢獻。

日本科學教育方針

日本科學教育的基本方針共五點，分別為條列如下

1. 培養學生「知」的好奇心與探究心，親近自然，並抱持著「目的意識」進行觀察與實驗。養成科學性的調查能力、態度，延伸至科學性的看法與思考方法。
2. 具備科學學習的基礎、基本知識、技能等，並能以理論思考為基礎，將之活用在實際生活中。將科學概念的基礎、基本知識、技能等分為「能量」、「粒子」、「生命」、「地球」四大部分，並以此為基本的看法、概念的支柱，將小、中、高的科學內容進行通盤的構造化。
3. 因應學生年齡變化，進行不同的學習活動。例如：整理觀察、實驗結果的學習活動，使用科學概念進行說明的學習活動，探究性質的學習活動等。以培養科學的思考能力與表達能力。
4. 為增加科學觀點與思考能力，應多加進行觀察、實驗等科學活動，以充實科學體驗。
5. 重視與實際社會、生活的關聯性的內容，讓學生了解學習科學的意義。給予感受科學實用性的機會，並提升其對科學的關心程度。

此五點方針貫串國小、國中、高中，各階段均須遵循此方針進行教科書、課程的設計。

日本的自然科分科結構

日本將自然科分成「能量」、「粒子」、「生命」、「地球」四大部分，分別對應「物理」、「化學」、「生物」、「地科」。四項名稱比起傳統的名稱，更直接的描述該學科的學

科本質。

「能量」的分類中，又細分為下列三項：

1.能量的觀察法　2.能量的變換與保存　3.能量資源的有效利用。

「粒子」的分類中，又細分為下列四項：

1. 粒子的存在　2.粒子的結合　3.粒子的保存性　4.粒子擁有的能量。

「生命」的分類中，又細分為下列四項：

1.生命的構造與機能　2.生物的多樣性與共通性

3.生命的連續性　4.生物與環境的關係。

「地球」的分類中，又細分為下列三項：

1.地球的內部　2.地球的表面　3.地球的周圍

以此為基礎，將單元放入這些分類中，組成跨越國小、國中、高中的螺旋課程。各版本教課書在單元順序的編排，均須依據日本文部科學省（日本教育部）所規定的學習年級進行編排。

校種	學年	能　量		
		能量的觀察法	能量的變換與保存	能量資源的有效利用
小學	三年級	風與橡皮的作用 光的性質	磁鐵的性質 電的通道	
	四		電的作用	

	年級			
	五年級	單擺的運動	電流的作用	
	六年級	槓桿的規則性	電的利用	
國中	七年級	力與壓力 光與聲音		
	八年級	電流 電流與磁場		
	九年級	運動的規則性 力學的能量	能量 科學技術的發展、自然環境保護與科學技術運用	
高中		運動的表示方法 各種力與其作用	熱 波 電	能量與其利用方式

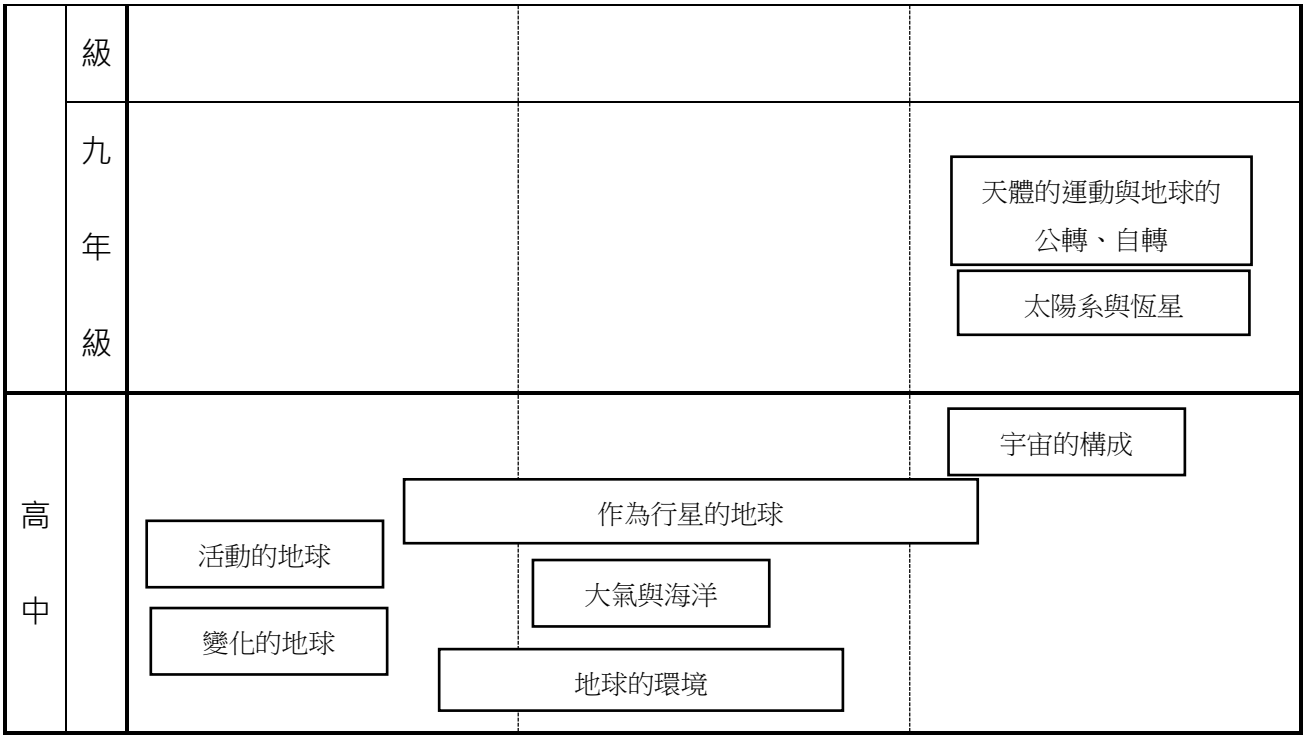
校種	學年	力學的能量	粒 物理學開拓的世界		
		粒子的存在	粒子的存在	粒子的保存性	粒子擁有的能量
小學	三年級			物與重量	
	四年級	空氣與水的性質			金屬、水、空氣與溫度
	五年級			物與溶解方法	
	六年級	燃燒的原理	水溶液的性質		
國中	七年	物質的型態		水溶液	狀態變化

	級				
	八年級	物質的組成	化學變化 化學變化與物質的質量		
	九年級	水溶液與離子	酸、鹼與鹽類		
高中		物質的構成粒子 化學計量與化學方程式	化學與人類生活的關係 物質與化學鍵結 化學反應	物質的探究	

校種	學年	生　命			
		生命的構造與機能	生物的多樣性與共通性	生命的連續性	生物與環境的關係
小學	三年級	昆蟲與植物			周圍自然的觀察
	四年級	人體的構造與運動	季節與生物		

	五年級			植物的發芽、成長、結果 動物的誕生	
	六年級	人體的組成與作用 植物的養分與水的通道			生物與環境
國中	七年級	植物的組成與作用	植物的分類		生物的觀察
	八年級	動物的組成與作用	生物與細胞 動物的分類 生物的變遷與進化		生物與環境
	九年級			生物的生長與繁殖方式 遺傳的規則性與遺傳子	自然的恩惠與災難 自然環境的保護與科學技術的利用
高中		生物的體內環境	生物的特徵 遺傳因子與其作用 生命的多樣性與分布		生態系與其保護

校種	學年	地　球		
		地球的內部	地球的表面	地球的周邊
小學	三年級		太陽與地面	
	四年級		天氣狀況	月亮與星星
	五年級	流水的運作	天氣的變化	
	六年級	土地的構成與變化		月亮與太陽
國中	七年級	火山與地震 地層的重疊與過去的樣貌		
	八年		氣象觀測 天氣的變化 日本的氣象	



日本科學教育各學年的目標

日本的國小階段將上述四科，依其學科性質分為兩群。其中 A 群為「物質、能量」; B 群為「生命、地球」。每個學年都有跨科目的共同目標，像是著重問題解決能力、科學性的見解與思考、動手實作、愛護自然的心態等。對應學童的年齡，每學年的共同目標有階段性差異。

國小三年級目標

1. 物的重量、風與橡皮筋的力、光、磁鐵、電等，運作時的現象進行觀察、比較、調查。並對觀察到的問題抱持興趣、關心，進行更深的探究或嘗試重現、再製等活動。培養對上述物之性質、作用的想法、思考能力。
2. 對常見的動物、植物、陽光與影子等，進行觀察、調查。並對觀察到的問題抱持興趣、關心，進行更深的探究活動。養成愛護生物的態度，並對生物的成長、構造，生物

與環境的關係、太陽與地面的關係等，具思考與判斷能力。

三年級著重在觀察並且進行「比較」。藉由「比較」來了解自然事物、現象的差異點與共通點，以培養基礎的科學觀察能力。

國小四年級目標

1. 空氣、水與物質狀態的變化、電等現象來探索力、熱、電的作用與關係，並對發現的問題抱持興趣、關心，進行更深的探究或嘗試重現、再製等活動。培養對上述物之性質、作用的想法、思考能力。
2. 人體的構造、動物的活動或植物的生長、天氣狀況、月亮與星星的位置變化，調查其與運動、季節、溫度、時間等彼此之間的關係。並對觀察到的問題抱持興趣、關心，進行更深的探究活動。養成愛護生物的態度，並養成對人體的構造、動物的活動或植物的生長、天氣狀況、月亮與星星的位置變化等，具思考與判斷能力。

四年級著重在自然的事物、現象的變化。以上學年的「比較」為基礎，增進尋求變化與其要因之間關連性的能力。與上學年相比，最大的不同在「時間」因素。三年級只需進行即時、當下的對照比較，而四年級則需要「跨越時間」來進行比較。像是 A 群物理、化學的「變化」，B 群生物、地球的「變化」。並且引導學生歸納變化，找出其「規則性」與「關係」。

國小五年級目標

1. 物體的溶解方法、單擺的運動、電磁鐵的變化與作用等，注目與其相關的條件上，進行調查。並對發現的問題抱持興趣、關心，進行更深的探究或嘗試重現、再製等活動。培養對上述物之變化規則性的想

法、思考能力。

2. 從植物的發芽到結果的過程、動物的誕生與成長、流水的型態、天氣的變化等數項為對象，以條件、時間、水量、自然災害等方向進行調查。並對觀察到的問題進行有計畫的探究活動。養成尊重生命的態度，並對生命的連續性、流水的作用、天氣現象觀察之規則性等，具思考與判斷能力。

五年級著重在自然的事物、現象的條件。著眼再量的變化、時間的變化進行調查，並藉由計畫性地探究活動，來培養對自然事物、現象規則性、生命連續性的看法與思考。

特別的是本學年不但要以前兩學年學習的「比較」「變化」為要素，加入找出關係的能力。並試著在區別與控制「變化的因素」、「不變化的因素」的前提下，進行觀察、實驗等計畫。重點放在培養控制條件的能力。

國小六年級目標

1. 對燃燒、水溶液、槓桿、電等現象的因素、規則性，進行推論，並注目與其相關的條件上，進行有計畫的探究，或嘗試重現、再製等活動。培養對上述物之性質、規則性的想法、思考能力。
2. 對生物體的組成與作用、生物與環境、土地的組成與變化的型態、月亮與太陽關係等，進行推論與研究。並對觀察到的問題進行有計畫的探究活動。養成尊重生命的態度，並培養對生物體的作用、生物與環境的關係、土地的組成與變化的規律、月亮的位置與特徵等，上述多項概念之思考與判斷能力。

六年級著重在對自然的事物、現象變化

與運作的因素、規則性、關係之間進行推論。透過預測問題的答案，並以該問題進行計畫性的探究活動。經此過程學習對事物的性質或規則性的想法與思考能力。試圖尋找推理的方法。

本學年除了運用上一學年學到的「控制變化因素與不變因素」的能力之外，更著重在「推論」的能力養成上。培養藉由了解自然事物、現象的變化、作用，進而理解其要素、規則性、關係，並進行推論的能力。培養「推論」的能力是本學期的最重要目標。

至國小階段結束，學生的科學探索技能理想上已完成雛形。爾後，國中、高中的科學教育目標皆以此能力為基礎，對「科學知識」進行加深、加廣的學習。

日本國內學者對課程綱要的研究

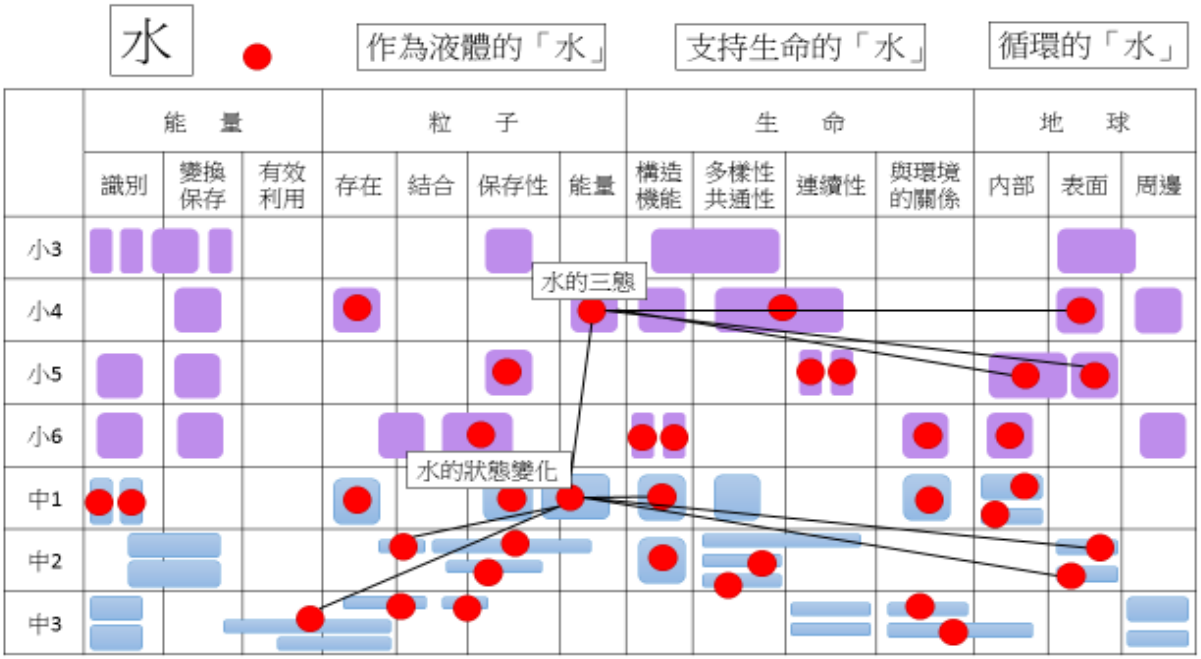
2007 年鈴木宏昭對日本國中與高中生進行「科學本質理解」的比較研究，2008 年發表結果顯示學生在「科學知識的可變性」與「科學知識的生成是受社會與文化的影響」此二點的理解度低於歐美國家的調查。鈴木指出日本的科學教育著重在「觀察」，雖然有觀察但並沒有強調在理解上。「觀察」幾乎是理科的代名詞，著重在「觀察」活動上，而較疏於理解。此篇文章撰寫的時間恰在現行 2008 年日本學習指導要領（課綱）公布之前，可視為對前一版課綱的檢討。鈴木又於 2009 年發表的文章中，「國際數學與科學教育成就趨勢調查」(Trends in Mathematics and Science Study, 簡稱 TIMSS) 與 PISA 的調查結果顯示日本理科學力的各式問題點都浮上檯面。其中一點正是日本學生缺乏對「科學本質」的認識，而 2008 年（現行）的課綱並沒有明確記載任何有關「科學本質」的敘述。若日本要解決現狀，勢必增加有關「科學本質」在理科教育上的研究（鈴木宏昭，2009）。

另一項受矚目的點，就是有關課綱的連續性。現行版的課綱重視內容的系統性，將自然科學分為「能量」、「粒子」、「生命」、「地球」四大基本觀念，並構造化為主幹（原文：柱），重視小、中、高學校理科教育內容的一貫性（渡邊重義、青井倫子、平松義樹，2009）。自國小到高中皆以此四主幹（原文：柱）進行分類，相較於我國國小到高中皆以自然科學領域做稱呼，但在國小僅以「自然」，國中又分為「理化」、「生物」、「地科」，到高中則以「物理」、「化學」、「生物」、「地科」的金字塔型有所不同。渡邊重義(2015)整理出「關鍵教材」「科學性的問題解決技能」「測定技能」等三項，不同於學科單元概念的分類方式，希望協助教師在教學時能更有效的跨單元進行引導。

「關鍵教材」有三項特徵，分別為 1.連結科學概念形成的教材 2.引導科學性思考的教材 3.引導教育內容關聯性的教材 或 觀察實驗的教具

渡邊重義(2015)整理出的關鍵教材為「水」、「空氣」、「光、日光」、「溫度」、「金屬」等五項，細節如圖示，原文僅列三項，本文重製「水」的關鍵教材圖，請對照本文前列課程綱要中文版使用。(圖片重製自 渡邊重義，2015)

圖 1、國小、國中理科課程中的「水」



藉由「關鍵教材」的提示，教師可以更有系統的教導科學概念、技能等。例如：「月的盈虧」的單元中可以與「光的反射」進行連結或許能更加深學生的理解（渡邊重義，2015）。

日本的課程綱要為每十年重新修訂，2008 年的版本將在 2018 年更新。日本的學者除了檢討課綱的不足外，即使在 2014、2015 年距離更新時間不滿 5 年的情形下，日本學者仍試圖在現有的課程中找尋系統性，讓學生能更為完整的學習科學概念。

結語

日本國小階段的教育從三年級起「當下的觀察、比較」，四年級的「跨越時間、變化、規則性、關係」，五年級推向「控制變化因素與不變因素」，六年級集結小學所學的各點發展至「推論」。跨越單元的培養科學探索的核心能力，為國中與高中的科學課程奠定良好基礎。

日本的科學教育課程、綱要等，主要由文部科學省制定。新版訂定後，若無重大缺

失，10 年內不進行變更。制定的指導要領、課程綱要、範圍、教學目標等相關規定，均收錄於《學習指導要領解說》系列書籍中。《學習指導要領解說》除上述公定規定外，針對各規定進行相當程度篇幅的解說、舉例等，故，其內容並非單純條列式規定，而是有情境、有實際舉例、讀者易懂的文章。《學習指導要領解說》系列書籍依照對象學校等級，分為「小學校」「中學校」「高等學校」(即對應台灣的國小、國中、高中) ; 並依據科目進行更詳細、精確的分類。

《學習指導要領解說》系列書籍發行於各大出版社，並於大學校區內出售，極易取得。其售價除特別厚的科目外，每本均小於 100 日圓，相當於一寶特瓶飲料的價格，價格平易近人。東京學藝大學進行教育學程的授課時，教師會指定學生購買授課科目及該科目「全年級」的指導要領解說。其目的為使準教師了解課程整體的結構設計，以及使教師志向學生了解小、中、高等學校應如何配合，才能使課程連貫，達到較佳的教學效果。

參考文獻

文部科学省.(2008)《小学校学習指導要領解説—理科編》平成 20 年 8 月

鈴木宏昭. (2008). 中学生・高校生の" Nature of Science" に関する理解の比較研究. 白鴎大学論集, 23(1), 51-64.

渡邊重義, 青井倫子, & 平松義樹. (2009). 理科カリキュラムの連続性に注目した授業研究.

渡邊重義. (2015). 鍵教材とプロセス・スキルによる小・中学校理科カリキュラムの構造化. 日本科学教育学会研究会研究報告, 30(2), 67-70.