

日本的科學教育

…………… 在這短短三十幾年之間，日本能夠從戰敗一無所有的戰爭廢墟中，建立世界經濟大國的因素雖然很多，但是做為科技發展主要基礎的科學教育的成功却為最重要的因素之一。

林振霖
國立臺灣教育學院化學系

日本在第二次世界大戰，戰敗後三十幾年之間，就復興為經濟大國。它的工業產品如電子器材、光學儀器、造船、化工產品等，都能向世界各國大量輸出，甚至曾為世界汽車王國的美國，近年來也深受日本汽車工業的威脅。在這短短三十幾年之間，日本能夠從戰敗一無所有的戰爭廢墟中，建立世界經濟大國的因素雖然很多，但是做為科技發展主要基礎的科學教育的成功却為最重要的因素之一。

(一)日本科學教育的世界水準

(1) IEA 國際科學教育調查

1970年，IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement，教育成就評量國際學會)曾做了一次國際科學教育調查。調查對象為10歲(小學5年級) 14歲(初中三年級)，及高中的學生。日本參加的是小學與中學(國中)的部份。

(A)調查內容

此次調查的方式為測驗、問卷與調查，其內容如下：

測驗：

(A)科學學力測驗——小學 40 題(地學 9，生物 13，化學 4，物理 14)時間 60 分。

中學 80 題(生物 19，物理 22，有關實驗題 20)時間 120 分。

(B)科學觀念測驗——中學 15 題、時間 20 分。

(C)實驗測驗——中學 9 題、時間 90 分。

問卷：學校問卷 32 題，教師問卷 73 題，小學生問卷 78 題，中學生問卷 114 題。

調查：問題修習狀況調查，國內教育狀況調查。

(B)主要的調查結果

(a)平均得分

世界各國的科學學力測驗的平均得分。表列於表 1 與表 2。從這些表中可看出日本的小學生與中學生均在參加國家中，獲得最高成績。

表 1 學力測驗得分的國別平均值等

—小學生—

國 名	總 得 分		部 分 得 分 (平 均)			
	平 均 值	標準偏差	地 學	生 物	化 學	物 理
比利時* (FL)	17.9	7.2	4.7	6.2	1.7	5.4
比利時* (FR)	13.9	7.1	4.3	4.6	0.8	4.3
智 利	9.1	8.6	2.9	3.1	1.0	2.5
英 國	15.7	8.5	4.6	4.9	1.1	5.2

西	德	14.9	7.4	4.4	4.7	1.0	5.1
芬	蘭	17.5	8.2	4.4	6.0	1.6	5.1
甸	牙	16.7	8.0	4.6	6.1	1.4	4.7
印	利	8.5	8.0	2.4	2.4	1.0	2.8
伊	朗	4.1	5.4	1.5	0.8	0.5	1.5
義	大	16.5	8.6	5.2	5.6	1.6	5.2
日	本	21.5	7.7	5.8	7.4	1.2	7.4
荷	蘭	15.3	7.6	3.8	5.7	1.2	4.8
蘇	格	14.0	8.4	4.1	4.6	1.1	4.4
瑞	典	18.3	7.3	4.9	6.0	1.6	5.9
泰	國	9.9	6.5	2.7	3.4	1.2	2.6
美	國	17.7	9.3	4.8	5.3	1.3	6.5
(問題數)		(40)		(9)	(13)	(4)	(14)

註： * 比利時分爲使用法拉曼語 (FL) 與法語 (FR) 的二地域。

** 英國 (英格蘭與威爾斯) 與蘇格蘭在教育行政上分爲二。

表 2 學力測驗得分的國別平均值等

—中學生—

國 名	總 得 分		部 分 得 分 (平 均)				科學觀
	平 均 值	標準偏差	生 物	化 學	物 理	實驗有關題	
澳 洲	24.6	13.3	6.3	4.6	9.3	4.5	5.2
比利時 (FL)	21.2	9.2	4.9	3.6	9.5	3.2	2.6
比利時 (FR)	15.4	8.8	4.2	2.4	7.1	1.9	0.6
智 利	9.2	8.9	2.6	1.1	4.2	1.5	2.8
英 國	21.3	14.1	5.3	4.0	7.9	4.2	3.8
西 德	23.7	11.5	6.3	3.4	9.8	4.3	4.7
芬 蘭	20.5	10.6	6.1	3.8	7.7	3.0	2.6
甸 牙	29.1	12.7	8.3	5.9	10.4	4.6	2.8
印 度	7.6	9.0	1.9	1.5	3.4	0.9	0.6
伊 朗	7.8	6.1	2.5	1.2	3.4	0.9	0.3
義 大	18.5	10.2	5.2	2.9	8.0	2.5	3.1
日 本	31.2	14.8	7.4	6.1	12.3	5.5	4.8
荷 蘭	17.8	10.0	4.8	1.9	8.2	3.3	2.7
紐 西	24.2	12.9	6.3	4.6	8.9	4.5	5.9
蘇 格	21.4	14.2	5.0	4.2	8.3	4.0	4.1
瑞 典	21.7	11.7	5.6	3.9	8.6	3.9	3.5
泰 國	15.6	8.1	5.2	2.5	5.7	2.3	2.5
美 國	21.5	11.6	6.2	3.7	8.4	3.4	5.6
(問題數)		(80)	(19)	(19)	(22)	(20)	(15)

(b) 學校中科學教育的地位

各國學校教育中，開始學習科學課程的年級，開始分科學習科學的年級，由一位教師擔任全科 (包括科學) 教學的最高年級及科學教學時數

百分率等調查結果列記於表 3，表 3 的第 1 欄是

各國擔任全科教學的教師所教最高年級與學生年齡。日本的小學爲全科擔任制，中學爲教科擔任制，但是表中可看出有相當數目的國家從小學高

年級就實行教科擔任制。(如西德、智利、匈牙利)。第2欄表示開始學習科學課程的年級與年齡。日本的科學課程開始於小學一年級,此類國家在18國中僅有7國。第3欄為各國開始將科學課程分為物理、化學、生物、地學等課程教學

的年級與年齡,日本初中的科學課程為「理科第一分野」與「理科第二分野」,是一種統合科學(Integrate science)型式的課程。高中開始分為物理、化學、生物與地學等課程分別教學。

表3 學校中科學教育的地位

國名	擔任全科教學教師的教學最高年級		開始學習科學的年級		科學課程開始分科目學習的年級		現上課時數中科學時數百分率	
	年齡	學年	年齡	學年	年齡	學年	小學	中學
澳洲	11	6~7	8	3~4	16	11~12	5	10~12
比利時	12	6	13	7	13~15	7~9	多種	10~15
智利	10	4	11	5	17	11	10	15
英國	11	6	9	4	15	10	10	15
西德	10	4	12	6	14	8	—	—
芬蘭	10~14	4~8	7	1	14~15	8	17	16~24
法國	11	5	11	5	15	10	22	6~10
匈牙利	10	4	6	1	11	5	7	13
印度	10~11	5	5	1	13	9	10	10~15
伊朗	12	6	9	3	13	7	7	7
義大利	10	5	8	3	16~18	9~11	10	12
日本	12	6	6	1	15	10	13	13
荷蘭	12	5	8	2	13	7	14	多種
紐西蘭	12~13	8	11	7	16	11~12	7	12~17
蘇格蘭	11	6	5	1	14	9	多種	12
瑞典	12	6	10	4	14	7	18	11
泰國	14	6	8	1	18	11	7	17
美國	11	6	6	1	14	9	多種	多種

(c)擔任科學課程的教師

教師為影響學生學力的最大因素,因此有多項關於教師的調查。表4,僅選出其中的幾項予以列出。從此表我們可以看出日本教師的幾種特點:

(i)教師的男女比例。因為國家或學校階段的不同而有很大的差異。日本屬於男教師比較多的國家,但是近年,小學女教師的比例也逐年增加。

(ii)教師的平均年齡。不論小學與中學,日本均位於參加國家中的中間地位。尤其是27歲以

下的年輕教師甚少,為其特點。

(iii)日本的中學教師,大學畢業百分率為93%,為各國之冠。專教科學課程的中學教師有81%,也是名列第一。這些事實顯示,日本教師的素質甚高。

(iv)日本教師出席研究會人數百分率為90%,在各國中最高,另外日本教師參加研究團體的比率也是世界最高(表中沒有記錄)。由此可見日本教師相當熱心於研究。

表4 教師的比較

國 名	小 學 教 師					中 學 科 學 教 師							
	男 教師 百分 率	平 均 年 齡	27 歲 以 下 百 分 率	接 受 高 等 教 育 年 數	每 教 學 的 時 間 於 準 備	男 教師 百分 率	平 均 年 齡	27 歲 以 下 百 分 率	大 教 師 畢 業 分 的 率	專 科 教 師 畢 業 分 的 率	每 教 學 的 時 間 於 準 備	接 受 高 等 教 育 年 數	前 年 參 加 研 究 會 的 分 率
澳 洲	—	—	—	—	—	68	30.4	50	40	47	6.5	3.7	62
比利時(FL)	45	34.5	31	1.1	7.7	57	30.1	37	28	46	10.3	2.8	75
比利時(FR)	44	32.5	33	2.3	7.8	51	31.3	35	21	52	10.4	2.9	46
智 利	21	33.0	30	1.9	5.1	44	33.7	27	60	82	7.7	4.2	63
英 國	29	37.0	28	2.3	4.9	66	34.1	32	54	62	6.0	3.3	56
西 德	33	39.0	21	3.6	9.8	74	38.7	13	60	37	11.8	4.1	50
芬 蘭	30	40.0	11	3.2	4.4	66	37.4	11	61	62	6.8	4.4	48
匈 牙 利	8	36.4	16	0.9	10.6	46	35.5	23	38	72	9.9	3.7	54
印 度	91	32.9	22	1.1	6.1	91	30.9	36	26	41	6.0	2.3	24
伊 朗	47	30.0	40	1.2	7.1	17	28.2	48	57	48	5.5	3.8	6
義 大 利	37	43.0	6	1.1	6.6	38	39.9	9	71	38	6.9	4.2	26
日 本	49	35.6	20	2.7	6.9	90	35.7	11	93	81	8.2	3.7	90
荷 蘭	68	32.8	44	3.3	5.1	85	40.5	14	18	38	5.4	2.8	54
紐 西 蘭	—	—	—	—	—	63	33.8	35	60	44	8.8	3.8	59
蘇 格 蘭	10	37.8	34	3.2	4.1	77	36.9	23	89	64	6.3	4.3	67
瑞 典	12	35.1	28	2.1	6.9	76	35.2	16	85	48	10.0	3.7	30
泰 國	20	26.3	61	1.4	8.8	67	28.5	42	63	47	8.9	2.1	26
美 國	11	38.1	31	4.5	7.2	70	35.0	28	74	64	8.1	4.8	62

(2) 日本科學教育的特色與問題

由 IEA 科學教育調查所顯出的日本科學教育的特色與問題有如下幾點：

(A) 數量上的特色

從數值上看 IEA 的調查結果則知日本的科學教育是位於世界的最高水準。為什麼日本學生，在此調查中能夠獲得科學學力測驗的最高分呢？IEA 根據調查的分析結果，指出下列理由：

①科學課程的學習開始於小學的低學年。

②教師的素質高且對於教育熱心。這些教師均由4年制大學所培育，教師的現職教育（在職進修）又由遍布於全國的教育研修中心負責，效果良好。

③全國各學校的水準很少有地域性差異。少數的地域性差異雖然難免，但是比較世界各國的情形而言，則可說差異很少。農村、山地、漁村等偏僻地區的學校與都市學校的教育條件沒有多大差異，應該歸功於「理科教育振興法」，「偏僻地區教育振興法」與「義務教育費國庫負擔法」等法律的實施。

④電視廣播、報紙等大眾傳播事業普及於全國，這些大眾傳播事業形成科學知識的來源。

⑤有全國統一的學習教材，而且中學科學的學習教材，比起上課時數而言，分量較多。

另一方面，日本的科學教育界認為，日本的科學教育，雖然有以上所述的成功面，但是其反

面却有缺少個性，獨創力與生活力的弱點，因此日本的科學教育，如從就學率、學力、機構與設備等方面，以數量表示，則可說謂位於世界的最高水準，但是就實際的教育觀點，視其品質，則尚有問題存在。

(B)品質的問題

(a)齊一的教學

在日本，多數的教學均為齊一的教學。所謂齊一的教學就是學生以相同的學習方法與學習速度來學習相同的教材。演講式教學當然是齊一的教學。學生分組實驗的科學課程也是使用「齊一的學習」形態。齊一的教學雖然適合於將教師所計劃的學習事項，依照計劃，讓學生學習，但是如此則容易變成教師主導型的教學，而不能培養學生的自由創意，也不能配合學生的個別特性，予以指導學習。學校上課時間的大部分，僅用於學習智識與技能而少有培養創見的個別啟發性學習。近年為了補救學校中的「落第生」才漸漸興起了對於「個別學習」的研究。

(b)創造性

日本的科學教育，常被指摘為缺少創造力。日本科學教育課程的改訂，常常模仿歐美所發展的課程，但是這並不是說日本的科學教育均為完全的模仿，例如重視學生的實驗與觀察，主張直接從自然界學習科學的運動，日本早於大正時期（1920年代）就開始而這是近年歐美的科學教育界主張的科學學習方法。日本的教師非常熱心於新的實驗方法或實驗裝置的開發，對於教學研究與教師在職進修等方面也有不少的創造性貢獻。但是一般而言，日本的科學教育界是常常熱心於吸收外國的。

(c)哲學

日本科學教育家認為日本科學教育的問題尚有「哲學的不足」。他們覺得日本在「為什麼需要科學教育」等的基本問題的研究方面甚為落後

。此種原理性的哲學問題的檢討，需要廣泛的思想、學術、文化的背景，並且必須綜合考察這些背景學問之後，方能得到答案。然而，日本自從明治維新以來，因為急於現代化，所以只顧形式與方法的改進；而忽略了科學教育的理念等基本問題的研究。

(一)最近日本科學教育課程的改進

(1)初中科學課程

(A)科學課程標準改訂的方針

日本文部省（教育部）於1977年7月頒布中學新課程標準，規定自1981年4月起實施。其改進的基本方針為從小學、中學到高中，為能夠不勉強而順利地培育「探究自然的能力與態度」及養成「自然科學的基礎與基本的概念」起見，特別考慮「學生身心發達的情況」而將教育內容精選為基礎與基本的事項。在初中階段尤其重視「對於自然環境有基礎的理解」，並加深「自然與人類間關係的認識」。亦即將過去所認為的「把學習科學的重點置於自然本身的理解」，改為「將自然視為人類的環境而加以統合掌握」，使得學生能夠了解環境保全之重要性，且能夠認識資源與能源等。

(B)改訂的要點

為使學習有餘裕，因此減少教學時數，嚴密精選教學內容。將科學課程時數由過去各年級4單位時間改為一年級與二年級3單位時間，三年級4單位時間。總計約減少17%（其他非科學各科也均減少教學時數）。教學內容的精選並不僅是為了配合教學時數的減少，而更要反映過去的教材過重的批評而加以減少。

科學教材精選的標準為：

- ③嚴格限定教材為最基本的概念，以及其有關連的事項。
- ④衡量中學生的能力：將程度易於變成過高或過於抽象的教材刪除。
- ⑤考慮小學、初、高中的關連，避免教材重複。如上所述，教材

內容雖刻意嚴密精選，但是對於認識自然與人類有關連的教材，却特加充實。

(C)新科學課程的內容

初中科學課程分為理科第一分野與理科第二分野。

中學理科第一分野的內容如下：（初中）

(a)物質與反應

- ①物質的形態與特性
- ②加熱與燃燒
- ③加熱與分解、化合
- ④產生氣體的化學變化

(b)力

- ①力的作用
- ②力的平衡
- ③壓力

(c)物質與原子

(d)電流

- ①電流與電壓
- ②電流引起的熱
- ③電流與電子

(e)物質與離子

- ①水溶液
- ②離子
- ③酸，鹼，鹽
- ④化學反應與熱

(f)運動與能

- ①運動
- ②功
- ③光，熱與功
- ④電流與功
- ⑤能

中學理科第二分野的內容如下：（初中）

(a)生物的種類與生活

- ①自然與生物
- ②植物的種類與構造

③動物的種類與構造

(b)地球與宇宙

- ①地球的運動
- ②太陽系的構成
- ③恒星與宇宙

(c)生物體的組成

- ①生物與細胞
- ②多細胞生物體的組成

(d)天氣的變化

- ①大氣中的水
- ②大氣壓與風的吹法
- ③天氣的變化

(e)生物間的關係

- ①生物界的生產與消費
- ②生物界的分解者
- ③生物界的關連

(f)地殼與其變動

- ①地層狀況與堆積岩
- ②火山的狀況與火成岩
- ③地震與其震動
- ④地殼的變動

(g)人類與自然

- ①支持人類生存的物質與能量
- ②自然界的平衡與環境保全

從以上的內容可知中學理科第一分野的大項目，各學年有 2 項，共計 6 項。其中屬於物理的有 3 項，屬於化學的亦有 3 項。第二分野的大項目，第一、第二學年各有 2 項，第 3 學年有 3 項，總共有七項。其中屬於生物領域的有 3 項，地學領域者有 3 項，與環境有關的有 1 項。

(2)高中科學課程

(A)科學課程標準改訂的要點

日本文部省於 1978 年 8 月頒布高中新課程標準，規定自 1982 年 4 月起實施。現行的日本高中課程標準，制定於 1970 年 10 月，其內容

重視「探究的過程」培養基本科學概念，與學習科學方法。如在「化學Ⅱ」中引入原子或分子的量子化學模型，「生物Ⅱ」中編入分子生物學的新觀念，以求達成教材的現代化。此種教材深受美國 C.B.A.CHEMS 與 BSCS 等教材的影響，但是 1971 年日本高中進學率已達於 85%，1975 年更超過 90%，現在的高中已變成準義務教育的學校，因此學習內容的不消化、教育內容過於密集，升大學人數的增加等問題，迫使科學教育界必須從小學、初中、到高中的一貫性立場，檢討科學教育內容，以適應此種趨勢。此次高中科學課程改進的著眼點有三：

(a)改進的著眼點

①科學教材須具備能夠適應近年高中教育普及現象所應有的教育內容。

②科學課程內容須配合小學、初中、高中的一貫性，精選教材，使學生之學校生活充實而有餘裕。

③將近代科技的進步成果，反映於科學教育，培育可以適應時代進展的思考力與創造力；並將工業發達所伴生的公害或自然環境的變化，從保全環境的立場編入於科學教育課程。根據上述觀點，對於高中科學課程做了如下的改進：

(b)改進的要點

①改訂高中科學課程的教學目標：

將高中科學課程的教學目標改訂為「透過觀察與實驗」，培育「探究自然的能力與態度」，就自然事物與現象，加深「基本科學概念的理解」，養成「科學的自然觀」。此目標乃企圖與小學、國中的科學課程目標配合，並點出高中科學課程的重點。並在此綜合目標下，再設物、化、生、地學等各科之具體目標。

②新設「理科Ⅰ」與「理科Ⅱ」課程

③新設「理科Ⅰ」以求加深理解基礎與基本的科學內容，並能綜合觀察自然以便與國中科學

課程配合。

④為進行「探究學習」新設了有研究課題的「理科Ⅱ」並廢止從前的物、化、生、地學各科Ⅰ、Ⅱ的分割而加以統合。

高中科學課程各科目名稱與其標準單位數（一學年每週數學時數）如下（表 5）。

表 5 日本高中科學課程科目名稱與標準單位數

從 前		改 訂	
科 目 名	標準單位數	科 目 名	標準單位數
基礎理科	6	理 科 Ⅰ	4
物 理 Ⅰ	3	理 科 Ⅱ	2
物 理 Ⅱ	3	物 理	4
化 學 Ⅰ	3	化 學	4
化 學 Ⅱ	3	生 物	4
生 物 Ⅰ	3	地 學	4
生 物 Ⅱ	3		
地 學 Ⅰ	3		
地 學 Ⅱ	3		

③改變必修科目

目前，高中科學課程的必修科目為「基礎理科」1 科或「物理Ⅰ」、「化學Ⅰ」、「生物Ⅰ」與「地學Ⅰ」中必修 2 科。將修訂以後只有「理科Ⅰ」為必修科目（畢業最低單位數為 80）。1 單位上課時數為 1 年 35 節。（每一節上課時間為 50 分鐘）

「理科Ⅰ」（4 單位）為所有高中學生（不論文組或理組）所必修的科學課程。其他的科學課程則尊重各校的主體性，並建立其特色，選顧及學生個別的興趣與能力，授權給學校自由選擇，提供給學生選修。

高中學生所必須學習的必修科目有：「國語Ⅰ」、「現代社會」、「數學Ⅰ」、「理科Ⅰ」、「體育」、「保健」、「音樂Ⅰ」、「美術Ⅰ」、「工藝Ⅰ」與「書道」等四科中須選擇一科，共 7 科目 32 單位外，其他科目則可由各學校自由選擇

，提供學生選修。學生修畢 80 單位（包括必修科目）以上的課程就可以畢業。

在一般高中，凡志願於理工科的學生，在高一時修畢「理科Ⅰ」（4 單位）後，都繼續選修其他所有科學課程，包括物理（4 單位），「化學」（4 單位），「生物」（4 單位），「地學」（4 單位），及「理科Ⅱ」（2 單位）等。至於修習的順序則各校各有不同的安排。

(B)日本高中新科學課程的內容

茲將各科的主要內容的大項目列述於下。

(1)理科Ⅰ

(a)力與能——力與運動、落體運動、功與能、能的變換與保存。

(b)物質的構成與變化——物質的構成單位，物質的成分元素、物質質量、化學變化與質量關係。

(c)演化——細胞與其分裂，生殖與發生，遺傳與變異，生物的演化。

(d)自然界的平衡——地球的運動、地球的形狀，生態系與物質循環，地球的熱收支。

(e)人類與自然——資源、太陽能、原子能之利用，自然環境的保育。

(2)理科Ⅱ

(a)對特定事象的觀察、實驗

(b)調查自然環境

(c)研究科學的歷史事例

(3)物理

(a)力與運動

(b)波動

(c)電與磁

(d)原子

(4)化學

(a)物質的化學性質

(b)物質的狀態

(c)化學反應

(d)物質的構造

(5)生物

(a)生物體的形成

(b)生物體與能

(c)恒定性與調節

(d)生物的集團

(6)地學

(a)地球的構成

(b)地球的歷史

(c)宇宙的構成

總之，此次的科學教育課程改進的重點在於實施「充裕的學習，充實基礎學力的人性中心教育」此種主張恰好與 1970 年代美國教育界提倡的人性中心教育之主張相同。

(B)教育工學在科學教育上的應用

教育工學是使教師在科學教育上，能選擇更適切的教育行為的工學，其利用常可提高教學的效果。

(1)多媒體教學

日本初中與高中的科學教學，常利用各種教學機器做為教學媒體，以提高教學效果。各教育大學也均設有多媒體教學研究中心或教育工學中心，以研究改善科學課程的教學方法。常用的教育機器有 OHP 透明放映機、錄影機、幻灯機、影片、學習反應分析器等。有效利用教學媒體於教學，必須先了解各種媒體的特性與機能，配合教材的內容與教學過程，在適當的時期，選擇適應學生理解特性的媒體才能夠得到良好的教學效果。日本教師很熱衷於這方面的研究。

教學過程中，學生理解程度與學習成果的評量，常用學習反應分析器予以掌握而回饋於教學方法的改進上，以便有更好的教學。學習反應分析器也能夠分析教學過程中，學生學習的變化，以供教師改善教學方法的參考，並可提供具有個別差異的學生的補救教學的參考資料。

(2)電視教學

在日本，爲了改善教學而利用教育儀器的教學中，最普遍的是電視教學。電視教材的來源最主要的是 NHK 的學校廣播，尤其是有關科學的電視節目的收視率最高。因此電視媒體在科學教育上已變成最重要的教學資源之一。

日本的電視教學廣播開始於 1953 年，專業教育廣播的 NHK 教育電視台，也於 1959 年開

播。學校的「收視率」逐年增高，尤其是 1964 年，小型錄影機問世後，學校將錄影教材應用於教學，因此電視教學的收視率更加速上升此後電視教學節目的增加，錄影機的普遍，更使電視教學收視率直線上升。

茲將電視教學廣播的利用率表示於下表（圖 1~4）。

圖 1 廣播教學節目幼稚園收視率

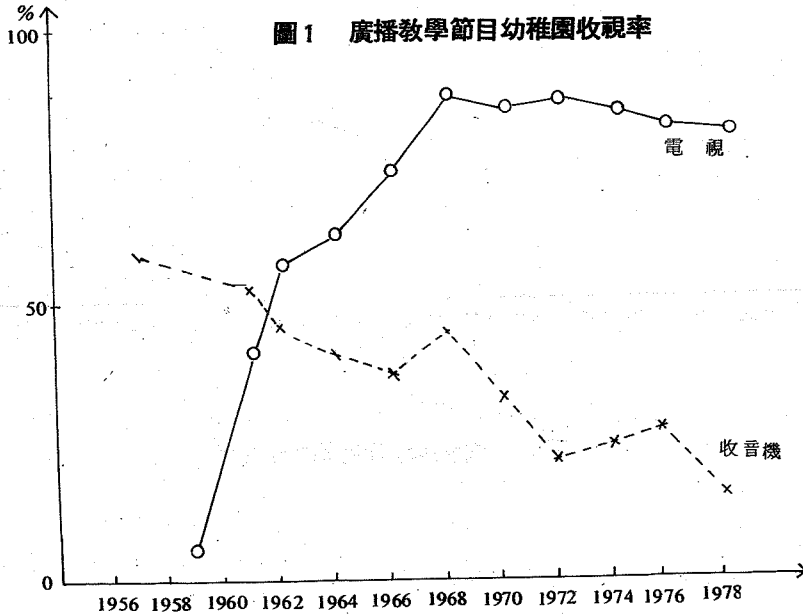
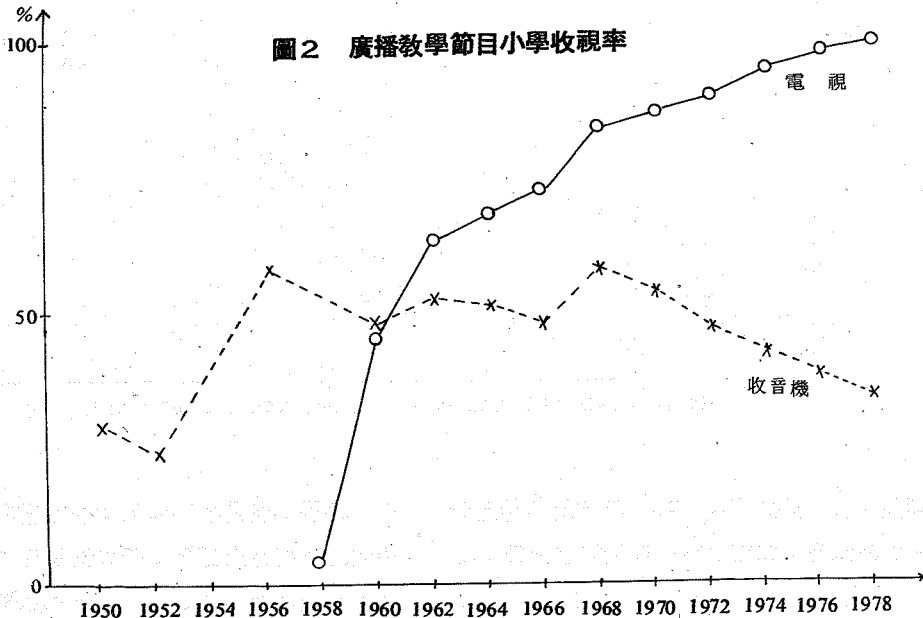
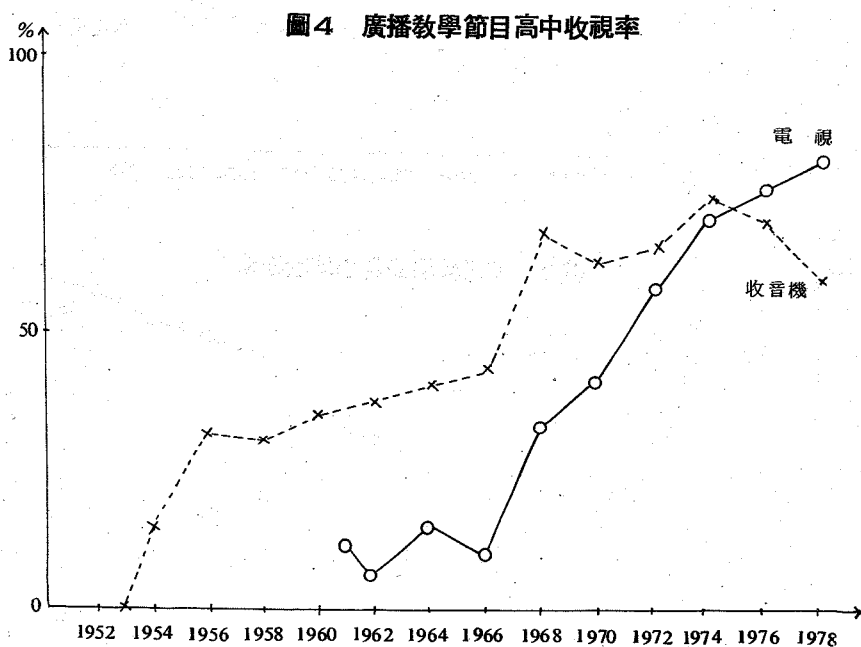
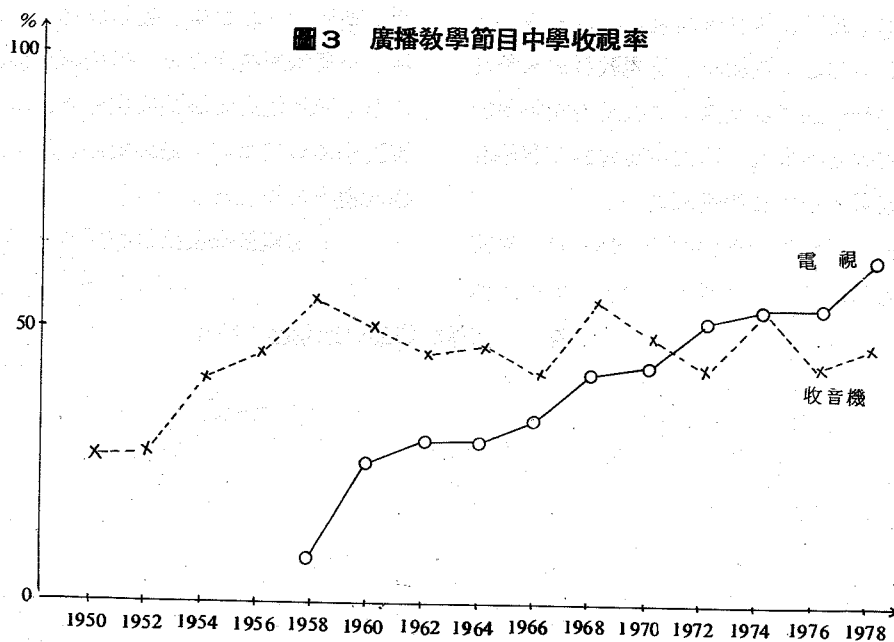


圖 2 廣播教學節目小學收視率





幼稚園與小學的收視率從 1958 年起就直線上升，但是中學與高中却在 1966 年以後才上升。其原因為，小學與幼稚園可直接利用電視的收視以

幫助教學，但是中學與高中則因上課時間與廣播時間的不能完全配合，所以要等到 1966 年錄影機普及後才能利用錄影方法應用於教學。

茲將 1980 年學年的 NHK 電視教學節目數列表如下（表 6）。

表 6 1980 學年度 NHK 電視教學節目數

		小 學						初 中				高中	
		1	2	3	4	5	6	計	1	2	3	計	計
日 文	日 語	20			18			73					
	日本文學	35											
社會科學	一 般	19	33	33	35		9						
	歷 史						24		19	20			
	地 理					35			19	19			20
	公 民										19		
算 術													
數 學		19			19	19		57	20			20	
自然科學	一 般	33	33	35	36	35	33		35	36	33		
	化 學												20
	生 物												20
	物 理												19
英 文									33	34	36	103	36
音 樂		36	36	33				105					
藝 術													
地方科學													20
道 德		19		18		20		57					
交通安全		19						19					
環 境								20				20	19
課 外 活 動					38			38	18			18	19

註：虛線表示各年級通用

(3) 電腦輔助教學 (CAI)

利用電腦輔助教學 (CAI, Computer Assisted Instruction) 可以實現個別化的教育，可提供每一學生高品質的普通教育，尤其是對於具有個別差異的學生的教學更加有效。

CAI 因為具有①評量及控制教學過程的機能，則具有「教師的機能」。②藉高速且正確的演算機能與迅速處理各種資料的機能，來完成教師所不能實現的教學。③可由學生的參加學習而成立教學過程等特性，所以，現在已經做為新教學的媒體，而漸漸變成教育工學的中心。

日本的電腦輔助教學的研究，開始於東京國立教育研究所，1974 年東京常盤中學設置日本公立學校最初的 CAI 教學系統，踏出了日本電腦輔助教學的第一步。此後正規教學中應用 CAI 的研究，不斷的進行。1976 年筑波大學開發具有音聲、圖形、漢字、彩色畫，黑白靜止畫的多媒體型 CAI 教學系統，並由筑波大學指導的 CAI 教學研究，於 1978 年應用於茨縣竹園東小學的實際教學，發揮了良好的教學效果。現在，日本各教育大學以及有些高中，均在研究 CAI，以提高科學教育的成果。

(四)科學教育的研究與推廣

(1)科學教育中心

1953年8月日本政府制定理科教育振興法，強調振興科學教育的重要性，並在此法律下，獎勵地方政府與公共團體，設立科學教育機關，推行科學教育師資的在職進修與科學教育的研究。

科學教育研究室，早在1946年就在有些國立大學設立。1960年有3所國家支助的科學教育中心成立以後逐年增加；到1976年，全國科學教育中心，已有47所，達成一縣有一所科學教育中心的水準。

(2)國立教育研究所

東京國立教育研究所，設有科學教育中心，分為物理、化學、生物、地學與數學教育等各研究室，專門從事於科學教育的研究與推廣，並負責科學教師在職進修的指導。此外各地方政府也均設有教育研究所，其組織中都有科學教育研究部門。

(3)大學研究所

日本教育大學協會由全國教師養成大學與學院所構成，負責促進全國的科學教育與科學教材的研究，並常主辦科學教育研究會，進行研究與推廣下列事項：

- ①小學、中學、高中的科學實驗的最低基準與其指導。
- ②小學、初、高中的科學教材內容。
- ③科學教育法、科學教材研究，科學教育法與其他教科教育法的關連，及實驗的改進。
- ④科學課程與視聽教育，科學課程教具的自作與修理。
- ⑤科學教育有關書籍的編輯與出版。

(4)科學教育學會

科學教育的研究團體，自從1952年(昭和27年)2月成立日本理科教育學會之後，陸續

不斷的產生。這些學會的活動促進了科學教育研究的風氣，推動了科學教育的發展。很多大學教授、研究人員、高中、國中與小學的教師均參加學會，發表研究論文於會刊。茲將日本的有關科學教育的主要學會列記於下：

- ①日本理科教育學會
- ②日本理化學協會
- ③日本生物教育會
- ④全國中學理科教育會
- ⑤日本物理教育學會
- ⑥日本地學教育學會
- ⑦科學教育研究協議會
- ⑧日本化學會化學教育委員會
- ⑨日本生物教育學會
- ⑩日本理科教育協會
- ⑪日本初等理科教育研究會
- ⑫全國小學理科教育研究協議會
- ⑬日本科學教育學會
- ⑭日本教科教育學會
- ⑮全日本教育工學協議會

各學會每年舉行年會，發表論文，舉辦教學觀摩，討論科學課程，教材與教學方法的改進事項，以促進科學教育的發展。

(5)科學教學觀摩會

日本全國各地區的初高中，每年都舉辦教學觀摩會。除各學校教師參加之外，並請科學教育中心指導人員與大學的科學教育專家等人員參加。觀摩會由各學校輪流主辦，各校教師都能主動參加，並在會中踴躍發言，發表其研究心得，表現得很熱心，很有興趣。

(6)社會教育中的科學教育

日本的各地方均可見到科學館、科學博物館、植物園、動物園，以及交通科學館、溫泉科學館等科學教育有關的設施。東京上野公園中的國立科學博物館的生物館中，有南美土人的縮小人

頭、埃及木乃伊，科學館中有物理實驗模型、機械運轉模型、航空機械運轉模型、太空航行模型等，均為有趣且可學習其原理的展覽品。

到觀光勝地浴溫泉時，在溫泉地附近，即可看到溫泉科學館，展示各種與溫泉有關的科學事物

東京附近有一自然植物園，園內的布置注重自然風味，不用水泥等人工物。各種植物的說明牌，路牌均製作素雅，說明簡單易懂。入園時每一遊客發給一張參觀路線與各種樹木的說明書，並請遊客於參觀後自己填入答案，回答一些問題。每天的入園參觀人數限定為 200 人，以免影響樹木的生長，很富有科學教育的意義。

這些生活中，良好的科學教育環境，對於提高日本的科學教育水準頗有貢獻。

(7) 其 他

在日本尚有民間企業團體組成的獎勵科學教育發展的組織，例如財團法人，新力教育振興財團所屬的新力理科教育振興資金會及財團法人東麗科學振興會等。

(五) 結 論

日本是一個天然資源貧乏的國家，戰敗後更是一無所有，因此日本戰後就選擇科技發展為復興國家的途徑。全國朝野均認定要復興國家，重建日本，就必須依賴科學技術的進步，更須重視做為科技發展的基礎的科學教育。

1953 年（昭和 28 年）8 月，日本政府頒布理科教育振興法，認定科學教育為國家建設的基礎，強調振興科學教育的重要性。此法律規定各級政府預算中，用於科學教育的最低經費，這

一件事比起美國在 1957 年，受蘇俄的人造衛星「史撥托尼克」升空的刺激，透過國家科學委員會（NSF）大量投資於科學教育，開發新科學課程的時間早了 4 年。

三十幾年來，日本在科學教育上的努力耕耘，勤勉力行，終於開花結果，建立了經濟發達，科學進步，國民所得增加，生活水準提高的今日經濟大國。 □

參考資料

- (1) 日本理科教育學會：現代理科教育大系 第一卷 1978 東洋館
- (2) 森川久雄：理科教育の理論と構造 1979 學研
- (3) 文部省：高等學校學習指導要領解說 理科編 1979 文部省
- (4) 文部省：中學校指導書 理科編 1978 文部省
- (5) 文部省：中學校學習指導要領 1977 文部省
- (6) 文部省：高等學校學習指導要領 1978 文部省
- (7) 國立教育研究所：國際理科教育調查 第 1 部 1973 國立教育研究所
- (8) 國立教育研究所：國際理科教育調查 第 2 部 1975 國立教育研究所
- (9) 森川久雄：理科教育要論 1979 東洋館
- (10) 嶋田治：理科教育概論 1978 東洋館
- (11) 中野照海：教育工學 1979 學研
- (12) Mizukoshi: Educational Broadcasting in Japan, 1980, Osaka University .