

## 科學、技術與社會： 戰後臺灣人力資源與科技人才之培育

簡後聰

(臺北市立教育大學社會科教育學系教授)

周明正

(臺北市立教育大學社會科教育研究所碩士)

### 壹、前言

隨著資訊化社會的發展，生命科學的突飛猛進，以及對科學與科技的重視，在全球競爭日趨激烈，而道德相對淪喪之際，有心之士不免要去思考一件相繼而來的問題。如果更直接的問，是那些問題呢？政治的、經濟的、社會的、教育的？！還是務實的來談談過去臺灣如何被稱為政治與經濟奇蹟之中，戰後臺灣人力資源與科技人才的培育，兼論九年一貫社會領域，第八主題軸「科學、技術與社會」。

民國三十八年(1949)，政府遷臺，許多菁英來臺，分別進入政府機構服務，主要人員有：(一)財經部門：嚴家淦、包可永、何孝怡、尹仲容、楊繼曾、徐柏園等 16 人；(二)農業方面：蔣夢麟、沈宗翰、湯惠蓀、蔣彥士、李崇道、謝森中等 32 人；(三)工礦、電力及交通事業：湯元吉、嚴演存、金開英、孫運璿、李國鼎、趙耀東、費驊、陶聲洋、李達海、張光世等 70 人。將臺灣自廢墟中重建，為五十年

代以後的經濟起飛奠下基礎。最主要之關鍵人物有：蔣經國、陳誠、尹仲容、嚴家淦、李國鼎、孫運璿等。<sup>1</sup>

人才為建設國家的根本，抗戰時期西南聯大為培養人才的搖籃，中期以後政府更逐年派遣若干具有相當基礎的科技人才前往美國受訓。民國三十一年(1942)，派遣工礦電業各單位之高級技術人員 31 人，次年再派 143 人，為期兩年，經費由派遣機關如資源委員會、經濟部負擔。民國三十三年(1944)，利用美援〈租借法案〉款項，派遣 1200 人，這些人才返國後，來臺的甚多，不過仍不敷所需。<sup>2</sup> 因此，人力資源的培養與開發成為政府極需解決的問題之一。

第八主題軸主要概念為：科學的突破會帶給人類許多的可能性；科學、技術和社會生活之間相依相生互為因果；科學和技術影響價值、信仰和態度，同時也被價

<sup>1</sup> 袁穎生：《光復前後的臺灣經濟》(臺北：聯經出版社，1998)，頁 200-22。

<sup>2</sup> 同上，頁 204-209。

值信仰和態度所改變；科學技術的研究與運用應受專業倫理道德或法律的規範；人類透過組織、行動、立法以因應科技應用所帶來的社會變遷，包含自然環境的保護、個人權和公共利益的保障等。並未及於科技人才與人力資源，以 8-3-2 探討人類的價值、信仰和態度如何影響科學技術的發展方向最為相關。

## 貳、光復初期人力資源問題

人力資源與人口以及教育程度有密切的關係，臺灣的人口數約略為：民國三十

二年底 6,133,867 人；三十五年底，因遣返日本人，減為 6,090,860 人；三十八年底，因大陸淪陷，政府遷臺，不包括軍人，為 7,869,247 人。此後由於政局漸趨穩定，經濟發展，人民生活日漸改善，醫藥衛生進步，出生率升高，死亡率下降，人口成長率增至 3%~3.5%，少年與老年依賴人口比率高。<sup>3</sup>民國 41 年至 53 年依賴人口對工作年齡人口變動極其明顯如表 1。

<sup>3</sup>孫震：《臺灣經濟自由化的歷程》（臺北：三民書局，2003.5），頁 22-23。

表 1 臺灣依賴人口對工作年齡人口百分比－民國 41 年至 53 年

年別(年度)	15 歲以下依賴人口/ 工作年齡人口	64 歲以上依賴人口/ 工作年齡人口	依賴人口/ 工作年齡人口
41	76.8	4.5	81.3
42	78.0	4.5	82.5
43	79.1	4.5	83.6
44	80.2	4.5	84.7
45	81.8	4.5	86.4
46	83.0	4.6	87.6
47	84.1	4.7	88.7
48	85.0	4.7	89.6
49	87.3	4.8	92.0
50	88.8	4.8	93.6
51	89.2	4.9	94.1
52	88.8	5.0	93.7
53	87.5	5.1	92.5

資料來源：經濟建設委員會，Taiwan Statistical Data Book, 1987, 表 2-5。說明：本表數字不包括軍人，如將所謂「五十萬大軍」考慮在內，則工作人口負擔更為沉重。

人口的教育程度，日據(治)時期依賴日本語的近代化教育，靠國家權力輸入臺灣，以教育為國家事業，於1896年3月設立國語傳習所與國語學校，實施以日本語為主的初等教育，1898年改為公學校。日本人兒童教育為1898年起的小學校，1907年起的中學校，1910年起的高等女學校。臺灣人子弟就讀的中學校為1914年4月的臺中中學校，修業四年。專門學校為1899年臺灣總督府醫學校，專收臺灣人子弟，程度較日本醫學專門學校為低。1919年「臺灣教育令」公布，改變：(一)停辦國語學校，設立臺北及臺南師範學校；(二)改公立臺中中學校為公立臺中高等普通學校，新設臺北女子高等普通學校，修業較日本人中學校及高等女校短一年；(三)開始創辦獨立的實業學校，日人與臺灣人異其系統；(四)專門教育：改臺灣總督府醫學校為醫學專門學校，並置醫學專門部專收日本人；新辦農林專門學校、商業專門學校，各校都專收臺灣人。1922年「新教育令」公告實施，解除日本人與臺灣人教育之雙軌制，中等以上學校完全為共學制，高等學校開辦於1922年，1928年開辦臺北帝國大學。即日本統治的最初二十五年，國語教育與醫學為全部教育。<sup>4</sup>

上列各種教育設施校數與學生受教育人數，從表2日據時期台灣公私立學校對照表可見變動情形，由總人口數來看，其普及率不高。

至於大學教育，以臺北帝國大學為例，初期每年招收人數只有數十人，且以

日本人為主。成立之際，因以臺灣資源培育日本在臺青年，故本省人士甚多反對。民國34年臺灣光復時，只有徐慶鐘一人於1945年，獲帝國大學農業經濟博士學位。<sup>5</sup>而留學獲博士者，有留日的杜聰明與留德的王受祿兩人。杜聰明於1914年4月15日，以第一名成績畢業於臺灣總督府醫學校，為第十三屆畢業生，同屆有賴和、翁俊明。次年，赴日入京都帝國大學醫學部，1921年11月，通過〈論不同藥物對藜蘆鹼之肌肉作用的影響〉論文，為日本明治維新以來第955號醫學博士，是臺灣第一位醫學博士，也是臺灣第一位博士。<sup>6</sup>王受祿於1912年以第一名畢業於臺灣總督府醫學校，為第十一屆畢業生，1924年3月到德國魯芝大學留學。次年2月，以〈外科臨床解剖判斷肺結核診治方法〉獲頒醫學博士學位，為臺灣榮獲歐洲地區博士學位的第一人。<sup>7</sup>其他有：1930年獲美國哥倫比亞大學哲學博士的林茂生；1940年獲日本醫科大學醫學博士的韓石泉。<sup>8</sup>

光復初期，在35年底609萬總人口中，受過高等教育者佔0.31%，已畢業者佔0.25%，39年底分別增加為1%與0.83%。在經濟落後國家已是很高的比

<sup>4</sup>矢內原忠雄著；周憲文譯：《日本帝國主義下之臺灣》(臺北：海峽學術出版社，1999)，頁170-172。

<sup>5</sup>孫震：《臺灣經濟自由化的歷程》，頁25。

<sup>6</sup>莊永明：《臺灣百人傳(二)》(臺北：時報出版社，2000)，頁42-49。

<sup>7</sup>莊永明：《臺灣百人傳(一)》(臺北：時報出版社，2000)，頁112-117。

<sup>8</sup>同上，頁131;148。

表 2 日據時期臺灣公私立學校對照表

區別/年度	光緒 25 年	光緒 34 年	1917 年	1926 年	1945 年
公立公學校					
校數	106	319	352	735	781
學生數	10,479	37,558	91,792	216,467	382,994
公立小學校					
校數	9	38	120	133	136
學生數	820	4,552	15,300	25,891	42,156
公立中學校					
校數	3	5	34	58	78
學生數	461	1,296	4,531	13,475	20,756
私立學校					
校數	6	11	19	17	22
學生數	781	633	1,589	2,485	4,646
書房					
房數	1421	630	533	136	104
學生數	25,215	14,782	17641	5,507	3,857

資料來源：井出季和太著；郭輝譯：《日據下之臺政》(臺中：臺灣省文獻委員會，1977)，頁54-55。

率，此與臺灣後來快速經濟發展有重要的關係。<sup>9</sup>民國 40 年時，臺灣高等學府只有臺灣大學、臺北之師範學院、臺中之農學院、臺南之工學院，以及三所專科學校，當年畢業獲學士學位只有 1,013 人，專科為 523 人。隨政府來臺人士有較高學歷，使人口教育結構快速改變，有利於經濟發展。<sup>10</sup>

### 參、科技之父李國鼎的看法

基於以上的背景，李國鼎強調「經濟發展需要各種資源，可是我們的天然資源

有限，只有一些石灰石、一點煤，而煤礦一天生產不了多少，又經常造成災害。除此之外，就只有人力資源。」<sup>11</sup>人力資源是指國家開發所需要的人力，國家的開發固然尚須具備如天然資源、資本、政治安定等其他因素，但最重要的實為人力資源。提出：

<sup>9</sup> 孫震：《臺灣經濟自由化的歷程》，頁 26。

<sup>10</sup> 同上。

<sup>11</sup> 李國鼎：《台灣經濟高速發展的經驗》(臺北：資訊與電腦雜誌社，民 88)，頁 143。

### 一、人力資源的重要

以瑞士高度工業化的經濟為例，由於能充分運用其獨特的人力資源，其人民具有極佳的耐性、極細密的技術和注意力，因此建立了舉世無雙的精密產品工業，並成為世界上平均每人所得最高的國家之一。

依聯合國歐洲經濟委員會(the UN Economic Commission for Europe)報導：勞工和資本的投入，對於成長僅有相當微小的效果，那些無形的部分，如技術、組織、人力因素，負擔非常重要的任務。根據芝加哥大學經濟學教授許爾芝(Theodore W. Schultz)的分析：美國生產力的增加，

大約只有五分之一是由於工廠的改進，其餘五分之四，乃由於方法、管理及人力素質的改善。

李國鼎認為我們需要受過高度訓練的技術人員以吸收新知識，也需要仰賴那些最有機會接觸新裝備和新技術的人才，以吸收因為新的技術改變所引起的新的管理技術。因此，最迫切需要的人力資源，是對於新知識及新技術具有接受力及具有多方面才能，可以擔當技術以及管理責任的人才，更精確的說，他們必須是工程師兼經理或技術兼管理人員。<sup>12</sup>

<sup>12</sup> 李國鼎：《台灣經濟高速發展的經驗》，頁148-149。

表 3 臺灣人口成長(1957-1967)

年份	年終人口	指數 1946=100	粗出生率 (‰)	粗死亡率 (0/00)	自然增加 率	年增加率 (%)
1957	9,690,250	159.1	41.39	8.46	32.93	31.93
1958	10,039,435	164.8	41.65	7.58	34.07	36.03
1959	10,431,341	171.3	41.18	7.23	33.95	39.04
1960	10,792,202	177.2	39.53	6.95	32.58	34.59
1961	11,149,139	183.0	38.31	6.73	31.58	33.07
1962	11,511,728	189.0	37.37	6.44	30.93	32.52
1963	11,883,523	195.0	36.27	6.13	30.14	31.29
1964	12,256,682	201.2	34.54	5.74	28.80	31.40
1965	12,628,348	207.3	32.68	5.46	27.22	30.32
1966	12,992,763	213.3	32.40	5.40	27.00	28.86
1967	13,296,571	218.3	28.47	5.47	23.00	23.38

資料來源：中國農村復興聯合委員會鄉村衛生組根據臺灣省政廳戶籍登記統計資料編制。

表 4 臺灣人口年齡結構及扶養負擔(1946-1966)

年 份	0 ~ 14 歲 (1)	15 ~ 64 歲 (2)	65 歲及以上 (3)	扶養負擔 (1)+(3)/(2)x100
1946	43.32	54.13	2.55	85
1947	42.23	55.15	2.53	81
1948	41.96	55.48	2.57	80
1949	41.11	56.40	2.51	77
1950	41.42	56.07	2.51	78
1951	42.09	55.45	2.47	80
1952	42.36	55.13	2.51	81
1953	43.73	54.79	2.49	82
1954	43.07	54.47	2.47	84
1955	44.40	54.13	2.47	85
1956	43.89	53.65	2.46	86
1957	44.25	53.30	2.46	88
1958	44.54	52.99	2.47	89
1959	44.81	52.73	2.46	90
1960	45.44	52.00	2.40	92
1961	45.85	51.66	2.49	94
1962	45.98	51.53	2.49	94
1963	45.82	51.55	2.55	94
1964	45.47	51.94	2.59	93
1965	44.88	52.47	2.65	91
1966	43.96	52.33	2.71	89

資料來源：中國農村復興聯合委員會鄉村衛生組根據臺灣省民政廳戶籍登記統計資料編制。

## 二、分析人力資源問題

### (一)人口壓力與年俱增

1946年臺灣人口有600多萬，至1964

年增加了兩倍，至1967年6月底又增加100萬，平均每年增加率為4%，參見表3。人口快速成長，造成不利的人口結構與沉重的扶養負擔，如表4顯示，1960年

初期，臺灣 15 歲以下人口約佔 45%，已開發國家則為 22~31%。因此，臺灣每 100 位具有生產力的人口，須撫養 90 位受撫養人；開發國家僅為 50-60 人之間。<sup>13</sup>

### (二) 人力需求

人力供應在數量上至為充裕，但在需要方面仍有供應不足的現象，如：高級研究人員、優良的工程人員、熟練的技術工人、現代的管理人員、推銷人員、素質優越的教師。公務人員的需求也逐漸需求專才的趨向。

### (三) 對技術工人的觀念之改變

中國傳統觀念上，對技藝未予以重視，應當利用各種方式，促使社會對現代技術的了解。一方面區分技術工人與普通工人的地位，規定技術勞工的資格，以提高其社會聲望。

## 三、推動人力資源計劃工作

在行政院國際經濟合作發展委員會設立人力資源小組，負責研議人力資源計劃，進行：

- (一) 協助調查完備的人口和教育統計資料，以作為人力設計的基本根據。
- (二) 對就業需要的趨勢作定期詳盡的調查研究，分析及估計。
- (三) 協助促進短期與長期教育及訓練方案與就業需要的配合。
- (四) 研究制定有效的辦法，引導人才參與經濟發展的有關工作。<sup>14</sup>

## 四、開發人力資源

透過教育與訓練雙管齊下，職業教育

所實施的工業教育，有待努力之處仍多。高級技術人員，必需經由高級技術教育加以培養，需有一流的教師，課程中必須包括經濟學、人際關係、組織及管理原則等。職前訓練計劃(training-within-industry program)，可補充正規教育之不足。

就開發中國家言，除非立即投資，就會面臨 10 年或甚至 20 年後，繼續面對高級人力缺乏，因此，需注意：

- (一) 經濟發展計劃最好涵蓋未來 20 年或更長時期，先作一粗略規劃。
- (二) 依照人力計劃來配合決定各級學校畢業生的總類和數量，而使人力技術方案切實可行。

## 五、強調小學和中學科學教育的重要

臺灣在開發中最需要的高級科技人員，必須經由正常的教育程序，從小學一直到大學，或更進一步接受研究所教育，以完成擔任專業工作的準備。提高小學與中學的素質，在初期即孕育未來的高級人才，是非常重要之事。小學與中學必須負責確保具有潛力的人才能夠自始接受良好的科學教育。

小學教師應幫助學生研究周圍的科學現象，培養對科學的興趣。中學應教導學生細心改進學習新知識的方法，教導學生

<sup>13</sup>同上，頁 158-159。

<sup>14</sup>李國鼎：《台灣的人力資源與人口問題》(臺北：資訊與電腦雜誌社，1999)，頁 22-27。

如何就每一個問題去作假設，再去求證，並匯集必要資料以解決問題。適當的教導學生科學方法，將是學生們一生中一項無形的財產。「可說是我個人的體驗所得，因為我(李國鼎)所接受的便是一個科學家的訓練，而且目前所擔當的工作，卻至少在表面上與科學甚少有直接的關係。<sup>15</sup>」

## 六、亟需改進小學及中學科學教育

發展人力資源，其中科學教育極為重要。由於高深的科學教育，有賴小學與中學科學教育的成效，因此必須努力改進小學與中學教育的素質。可行之法有：

- (一) 教師的訓練和再訓練：設計一個制度，使每一科學教師每三年或五年，能定期接受再學習課程，使有機會了解他專長範圍內的最新發展。
- (二) 發起一項人才調查計劃，發掘優良的科學教師。
- (三) 創造更可教的課程。
- (四) 運用更多智能，嘗試在台灣製造一部分儀器或設備，充實實驗設備。
- (五) 天才的培養：參考美國許多學校的天才培養計劃(talent development programs)，並採用類似的辦法。<sup>16</sup>

## 肆、人力資源之開發

國際經濟合作發展委員會於1963年9月1日成立，兩項基本任務為：(一)設計及綜合長期經濟建設計劃，協調及推動經濟計劃所需之各項措施；(二)配合上項計劃統籌運用一切國外資金與技術協助。其

組織分審議部分、執行部分與聯繫協調等三部分，在協調部分特別設立生產、交通、財政、外匯金融以及人力資源小組。人力資源小組的任務為主持人力資源與經濟發展相關事項的審議聯繫。次年1月，設立人力資源委員會，後改名為人力發展委員會(MDC)，成員包括臺灣當局的副部長級官員和省府有關部門的廳長和委員，李國鼎以國際經濟合作發展委員會的副主任委員擔任召集人，但在1965年1月擔任經濟部長後辭去。

李國鼎的重視人力資源，源自於1963年10月，美國勞工部的亨利威斯(Henry Weiss)訪問臺灣，發現臺灣人口增長、嚴重的失業和就業不充分、缺少計劃和協調組織、教育計劃不平衡、缺少培訓熟練工人的學徒制等問題，所得到的結論：政府迫切需要一個人力計劃，需要一個人力計劃組織。政府在現代人力領域是盲目飛行，因為它不知道人力資源的細節，更嚴重的是它不知道下一個五年到十年的人力需要是什麼。<sup>17</sup>

人力發展委員會的人員中有七位專家、兩位官員，一位美援運用委員會人力專家擔任顧問。人力發展委員會的職能是：

- (一) 為人力發展制定政策和計劃。
- (二) 協調計劃中的幾個方面，如教育、培

<sup>15</sup> 李國鼎：《台灣經濟高速發展的經驗》，頁153-155。

<sup>16</sup> 同上，頁155-157。

<sup>17</sup> 李國鼎：《台灣經濟發展背後的政策演變》(臺北：資訊與電腦雜誌社，1999)，頁73。



訓、補員、分配和使用。

- (三)不斷審核人力發展總體計劃及工作安排，並定期加以調整以適應變化的形勢。
- (四)設立一個行政部門，促進公眾就業服務。
- (五)為職業訓練籌設項目和設備，調節勞動力的供給和需求。
- (六)根據總體經濟發展計劃調整人力計劃。
- (七)研究特殊的人力問題。
- (八)收集、分析和評估全部現有的統計資料。
- (九)研究國際經濟合作發展委員會提交的人力問題。

依據李國鼎的觀察，我國人力發展計劃計有以下的進展：(一)1966年人力發展計劃；(二)1968、1969年人力發展計劃；(三)1969~1972年人力發展計劃已經成為實現目標計劃的組成部分；(四)1973年合併到綜合計劃處；(五)1980年更名為人力計劃委員會；(六)1985年，改組為經濟計劃和發展委員會-人力規劃處(MPD)，負責人力發展制定政策和計劃，預測和分析人力供給和需求，研究人力資源的利用問題。<sup>18</sup>

人力發展與科技發展有緊密的關係，臺灣的科技發展以1976年行政院成立應用科技研究發展小組為分界線，在前一階段政府主要投資於科技教育，如1964年成立五個科學中心，並鼓勵各大學設立研究所碩士班，這些投資使科技人力資源的質與量均大有進展。1979年公告的「科學技術

發展方案」其策略之一即為：改進科技教育培育科技人才、爭取留外學人專家返台工作。1982年修正通過的「科學技術發展方案」其策略做了修正，如表5。1983年訂定「培育及延攬高級科技人才方案」，臺灣人力資源發展計劃此時已完整，如表6。<sup>19</sup>

以1982年的「科學技術發展方案」為例，其重要措施及執行要點有關人力資源部分為：二、促進人才培育及擴大人才羅致。<sup>20</sup>

- (一)加強科學教育，培育科技人才，以配合未來國家建設之需要。(教育部主辦)
  1. 加強人力資源規劃。(經建會主辦有關單位協辦)
  2. 加強國中、高中科技教育。(教育部主辦)
  3. 研訂資賦優異學生升學輔導制度。(教育部主辦)
  4. 改進大學聯合招生制度。(教育部主辦)
  5. 加強高職、專科及技術學院科技教育與建立階段式技職教育體系。(教育部主辦)
  6. 調整公私立大學院校及研究所有關科技之系所，加強科技教育，充實師資設備，重要學科有計畫的培訓延攬師資人

<sup>18</sup> 李國鼎：《台灣經濟發展背後的政策演變》，頁74。

<sup>19</sup> 李國鼎：《台灣經濟發展中的科技與人才》(臺北：資訊與電腦雜誌社，1999)頁34-36;319。

<sup>20</sup> 行政院：《科學技術發展方案》(行政院第1795次院會通過，1982.8.26)，頁7-8。

表 5 科學技術發展方案有關人力資源之策略比較，1979 與 1982

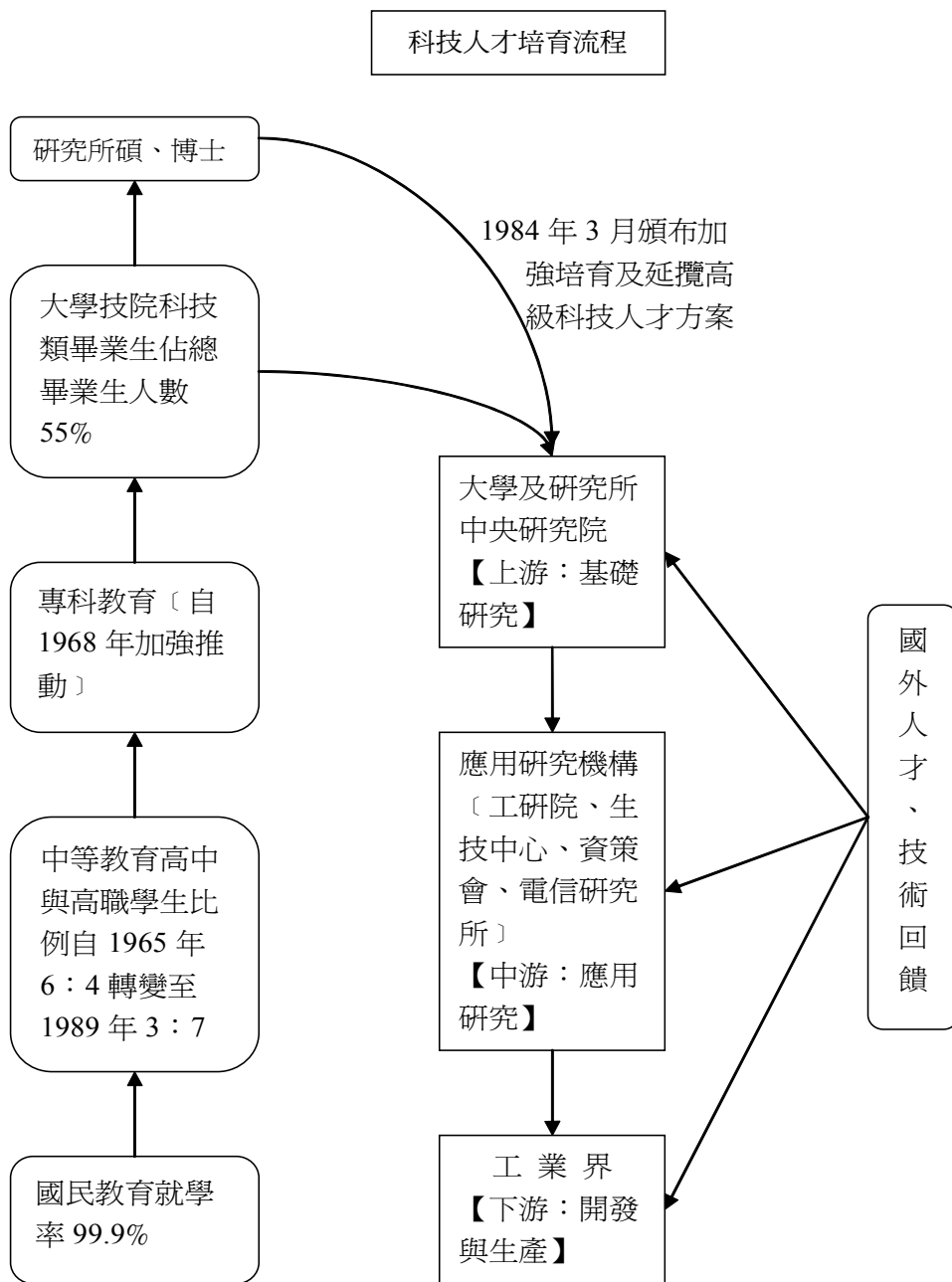
1979 人力資源之策略	1982 人力資源之策略
<p>一、改進科技教育，加強基本科學研究及建教合作，積極培育科技人才以支援應用技術之發展。</p> <p>二、督促獎勵公民營企業加強研究發展工作，充實科技資訊體系，加強研究評審制度，積極推行科技之整體發展。</p> <p>四、加強與我留外學人專家之聯繫合作，並爭取其返國參加科技研究發展工作。</p> <p>五、籌設科學工業園區，加強大專院校及研究機構與工業界結合，並歡迎國內外之研究發展型工業投資設廠，以加速提高我科技水準。</p> <p>六、積極推動國際科技合作，鼓勵進行合作研究計畫。</p>	<p>一、強化政府對科技發展之領導，制定各重要領域之整體長期發展計畫，充實政府及企業界之研究發展資金，並加強政府、學術界與企業界之分工合作。</p> <p>二、改進科技教育，充實人力資源，並加強其有效運用。</p> <p>四、加強研究發展之科技整合及計畫管理。</p> <p>五、加強與我國留外學人專家之聯繫合作，並鼓勵其返國參加科技研究發展工作。</p> <p>七、積極推動國際科技合作，鼓勵進行合作研究計畫。</p> <p>八、加強國民對科技發展之了解與合作。</p>

資料來源：行政院：《科學技術發展方案》(行政院第1631次院會通過，1979. 5. 17) 頁2；  
 行政院：《科學技術發展方案》(行政院第1795次院會通過，1982. 8. 26) 頁2。

- 才。(教育部主辦、國科會、經建會、研考會協辦)
7. 針對人才供應不足項目，選擇辦理績優私立大專之系所，協助其充實專任師資及設備。(教育部、國科會主辦)
  8. 具體加強推廣教育，對已就業者提供深造機會。(教育部主辦)
- (二)減緩人才外流，擴大人才羅致，有計畫的推動出國進修，促進人才留用。(教育部、國科會主辦)
1. 減緩人才外流。(教育部主辦、國科會、

- 青輔會協辦)
- (1)加強國內研究所教育，配合需要充實師資、設備及提高研究生待遇。
  - (2)研究以較佳之條件，鼓勵大學畢業生及已獲得碩士、博士學位青年，在國內從事科技工作。
2. 擴大人才羅致。(國科會、教育部主辦，有關單位協辦)
    - (1)建立主動羅致人才管道加強海外學人聯繫。
    - (2)加強組團赴海外訪才、延攬人才，

表 6 臺灣人力資源發展計劃



資料來源：李國鼎：《台灣經濟發展中的科技與人才》(臺北：資訊與電腦雜誌社，1999)，頁319。

- 各大學應主動在國內外延攬人才。
3. 有計畫的推動出國進修。(國科會、教育部主辦，有關單位協辦)
- (1) 依國家建設需求及人力規劃資料，訂定留學研習科目，及亟需人才類別遴選人員出國研習留學，選送對象以國內在職人員為主。
  - (2) 各部會按業務需要，辦理短期公費研習，或鼓勵在職人員出國進修。
  - (3) 分散公費出國留學、研習地區，增加歐、日留學名額以多方吸取先進國家之學識經驗。
  - (4) 提高公費留學人員待遇，並於出國前加強辦理語文訓練。
4. 促進人才留用。(教育部主辦，國科會、經濟部、外交部、青輔會等協辦)
- (1) 積極推動設立實驗中、小學以供較偏遠地區科技人才集中地區子女就讀。
  - (2) 研訂辦法，以方便回國學人及其在國外出生子女之居留。
  - (3) 興建學人宿舍或放寬學人住宅貸款辦法，解決返國服務學人居住問題。
  - (4) 提高待遇，改善工作環境，鼓勵短期回國之客座教授及專家，能留在國內長期服務。(國科會主辦，教育部協辦)

## 伍、科學、技術與社會(STS)教育的理念

政府對人力資源的規劃與培育，顯然已盡力。科學技術與社會(STS)總體宗旨，

在於使學生能夠清楚認識科學及技術對世界環境，及人類生活各方面所造成的影響。依美國科學教師協會(National Science Teacher Association)定義，為「在人類經驗脈絡中的教科學習與學習科學」。STS教育具有以下特質：(一)強調科學、技術、社會之間的交互作用；(二)提昇學生對STS相關論題的覺知層次；(三)倫理與價值的考量；(四)培養學生決策能力與技巧；(五)增進學生科技知識的理解；(六)促使學生參與社區的行動。因此，STS評量包括：(一)科學概念(concept)；(二)科學過程技能(process skill)；(三)科學態度(attitude)；創造力(creativity)；(五)、應用與連結(application and connection)等五個領域。<sup>21</sup>以下為九年一貫社會領域之相關之能力指標：

- 8-2-1 舉例說明為了生活的需要和問題的解決，人類才去從事科學和技術的發展。
- 8-2-2 舉例說明科學和技術的發展，改變了人類生活和自然環境。
- 8-3-1 探討科學技術的發明對人類價值、信仰和態度的影響。
- 8-3-2 探討人類的價值、信仰和態度如何影響科學技術的發展方向。
- 8-3-3 舉例說明人類為何需要透過立法來管理科學和技術的應用。

<sup>21</sup>參閱，張資兩，〈以STS教育理念發展主題統整課程之行動研究—「書包總動員為例」；<http://www.nknu.edu.tw/~gise/17years/F14.doc> 94. 11. 17

## 國教新知

第 53 卷 第 1 期

- |  |  |
|--|--|
| <p>8-4-1 分析科學技術的發明與人類價值、信仰、態度如何交互影響。</p> <p>8-4-2 分析人類的價值、信仰和態度如何影響科學技術的發展方向。</p> <p>8-4-3 評估科技的研究和運用，不受專業倫理、道德或法律規範的可能結果。</p> | <p>8-4-4 對科技運用所產生的問題，提出促進立法與監督執法的策略和行動。</p> <p>8-4-5 評估因新科技出現而訂定的有關處理社會變遷的政策或法令。</p> <p>8-4-6 了解環境問題或社會問題的解決，需靠跨領域的專業彼此交流、合作和整合。</p> |
|--|--|

表7 Performance Expectations: VIII Science, Technology, and Society

初級(Early Grades)	中級(Middle Grades)	中學(High School)
a. 確認與描述科技改變生活的實例，如托兒、工作、運輸和交通。	a. 檢驗與描述文化影響科學與技術之選擇與發展，如運輸、醫藥與福利。	a. 檢驗與描目前和歷史兩者有關科學、技術與社會在不同文化下之互動與互賴之例子。 ，
b. 確認與描述科學技術導至物質環境改變之例子，例如建築水庫和堤防，海岸石油鑽探，從雨林所得藥物，由於資源過度使用或多元使用致雨林的喪失。	b. 經由特殊案例顯示科學與技術如何改變人類對社會與自然世界觀念，如對土地、動物生命、家庭生活，經濟需求，需要與安全等之關係。	b. 評論科學技術如何改變物質世界、人類社會，與我們所了解之時間、空間、場所與人類環境的互動。
c. 描述由新科學和技術知識所帶來改變價值、信仰與態度的實例，如資源保護與覺察到化學對生活之傷害。	c. 描述因新科學與技術知識影響價值、信仰與態度之例証，如印刷之發明、宇宙觀、何原子能利用，以及遺傳學的發現。	c. 分析科學與技術如何影響核心價值、信仰、社會態度；核心價值、信仰、社會態度使科學與技術的改變。
d. 確認管理科學技術應用之法律與政策，如環境保護証策。	d. 解釋管理科學技術應用之法律與政策之需，如工人與消費者安全與福祉，以及廣播及電視實用規準。	d. 評價由於新科技致社會變遷所提出各種處理政策，如動植物遺傳學工程。

## 國教新知

第 53 卷 第 1 期

	e. 尋找合理的與倫理的解決先進科學和社會規範或價值發生衝突時之方案。	e. 確認與解釋關於不同世界文化人類社會和物質世界利用科學知識，倫理標準與科技之不同看法。
		f. 對公共討論，結合科技問題形成策略與發展政策，如溫室效應。

資料來源：Expectations of Excellence: Curriculum Standards for Social Studies, April 1994. p. 43.

在課程的設計與內容應包含學生之生活經驗，以美國 NCSS 為例：

比較我國與美國上述兩者，主要不同在於「能力指標與生活實例」。美國課程標準並針對不同級別提出實施標準實例及相關主題，值得參考。<sup>22</sup> 如以中級實例一：行為預期為(Performance Expectations)a, b, c,

(一)Carol Binford的第7級班上，每週在他們的部分班級，當他們檢驗當前事件時，玩「假若不是為了」。他們自動陳述有關假若不是為了舉出與解釋事件或需注意原因。

(二)Binford 要求學生不僅列出學習中的事件與人類之選擇，同時促使結束之科學和技術知識與創新。Binford 經常問學生或小團體完成「假若不是為了」，追蹤引導事件特殊興趣或影響之複製因素。學生發展表、圖片及其他圖表解釋其相關鎖鏈。此一因果關係網提供卓越的視察效果，提醒祇有一個因素為一事件原因是罕有的，同時，科技在當代事件上扮演漸增的重

要角色。

(三)整學期有兩次，Binford 要學生寫她描述給他們的事件之一，一到兩頁的報告。她小心的選擇學生們在「假若不是為了」事件的練習中的一事件。在學生們的短文，他們列舉和解釋科學和技術知識及創新如何與事件相關。她評量每一短文以下基礎：明確且完整的分析，清楚的發表，文法與拼字。<sup>23</sup>

當我們去檢視科學技術與社會中級的行為預期，可見每一點都與其他主題相關，是我們在課程設計與教學時必須注意之事，也就是我們要從較完整的角度，多元且充分的教授每一主題。如下表 8：

初不論課程內容與教學策略，先決上就科學技術與社會主題，我們要掌握其意義與內涵，學生之生活經驗，以及自己懂多少？！

<sup>22</sup>Expectations of Excellence: Curriculum Standards for Social Studies, April 1994. p. 67;. 99;132.

<sup>23</sup>同上，頁99.

表 8 美國 NCSS 中級「科學技術與社會」主題軸行為預期與相關主題

行為預期(Performance Expectations)	相關主題(Related Themes)
a. 檢驗與描述文化影響科學與技術之選擇與發展，如運輸、醫藥與福利。	I. 文化；II. 時間持續與變遷；V. 個人、團體與制度；IX 全球關聯
b. 經由特殊案例顯示科學與技術如何改變人類對社會與自然世界觀念，如對土地、動物生命、家庭生活，經濟需求，需要與安全等之關係。	I. 文化；II. 時間持續與變遷；III. 人物、地點與環境；V. 個人、團體與制度；VI. 權力、職權與管理；VII 生產、分配與消費；IX 全球關聯
c. 描述因新科學與技術知識影響價值、信仰與態度之例証，如印刷之發明、宇宙觀、何原子能利用，以及遺傳學的發現。	I. 文化；II. 時間持續與變遷；III. 人物、地點與環境；V. 個人、團體與制度；IX 全球關聯；X 公民的理想與實踐。
d. 解釋管理科學技術應用之法律與政策之需，如工人與消費者安全與福祉，以及廣播及電視實用規準。	VI. 權力、職權與管理；VII 生產、分配與消費；IX 全球關聯；X 公民的理想與實踐。
e. 尋找合理的與倫理的解決先進科學和社會規範或價值發生衝突時之方案。	I. 文化；V. 個人、團體與制度；VI. 權力、職權與管理；X 公民的理想與實踐。

資料來源：Expectations of Excellence : Curriculum Standards for Social Studies , April 1994. p. 99.

科學與科技是什麼？科技包含了「科學」和「技術」兩個概念。科學和技術在人類文明初期是各自發展。由科學發展史看，技術先於科學，尤其是農業、醫藥、工程在成為科學之前已有的長足的進步<sup>24</sup>。而現代意義的科學，則是從十六世紀西方科學革命才逐漸形成的。一般來說，科學以求知為主，偏重於知識層面；技術以應用為主，偏重於實務層面。科學是從實踐到理論的轉化，表現為實踐經驗上升為

理論型態；技術是從理論到實踐的轉化，表現為科學知識物化了的型態<sup>25</sup>。有的科學發現能夠指導新技術的發明，有的技術成果能夠幫助科學研究<sup>26</sup>。

<sup>24</sup>王中興：〈行政院國家科學委員會在科技發展政策中角色與功能之研究〉（東海大學公共行政研究所碩士論文，1994），頁18。

<sup>25</sup>陳井星：〈科學、技術、科技發展的概念性定義〉《科技發展政策論文集》（臺北：臺灣經濟研究院，1993），頁10。

<sup>26</sup>李約瑟：《中國科學技術史》（香港：中華書局香港分局，1982）。

達爾文 (Darwin) 說：「科學是整理事實，以便從中得到普遍的規律或結論。」愛因斯坦 (Einstein) 說：「設法將我們雜亂無章的感覺經驗加以整理，使之符合邏輯一致的思想系統，這就叫做科學<sup>27</sup>。」物理學家費因曼 (Feynman) 認為科學有三種內涵：「追根究底的方法，追根究底之後得到的知識，追根究底後可做到的新事物、新計畫<sup>28</sup>。」吳大猷認為：「廣義的科學，不僅是人類已獲得的知識，而是包括對知識的繼續深入探求，繼續的修正，繼續的擴張；包括對事物求知、求更深入了解的態度和精神；包括進行求知求了解的方法<sup>29</sup>。」陳井星認為：「科學是以系統方法對自然現象或思考形成研究所得之有系統、有組織的知識，包括數學、邏輯與自然科學等<sup>30</sup>。」《科學技術統計要覽》中對科學的定義為：「以假設、觀察、實驗、調查、分析、推論等方法，對自然現象或思考方式所得之有系統、有組織的知識。其目的在依系統化與邏輯化的研究發現、描述、組織和解釋事實，其特性則係根據實證觀察而提出假設及驗證的方法，並經由這反覆驗證發現盡而建立或累積之有系統、有組織的知識<sup>31</sup>。」

馬歇爾 (Marshall) 說，技術是「有目的地應用科學知識以為實用或生產的目標，係一種為達到實用目的之技藝方法。」曼斯菲德 (Mansfield) 認為，技術是「有關生產知識的總和，包括產業將有關物理與社會現象之原理，應用於生產上者<sup>32</sup>。」弗利曼 (Freeman) 認為技術是「處理有關產業技藝、應用科學與技巧操控等知

識，亦即一種處理有關產業生產面因素的知識狀態。」陳井星認為技術是「應用自然科學研究成果，對產業及民生用的產品製程方法有關知識<sup>33</sup>。」《科學技術統計要覽》中對技術的定義為：「指將科學研究的成果應用於生產者，除實質的製造技術外，尚包括產品設計與互相配合之組織管理，是一種達到實用目的的知識<sup>34</sup>。」

什麼是「科學」？What is Scientific? 「科學」是什麼？什麼又叫做「不科學」？What is not Scientia? 筆者認為科學對某些人意味著不斷地追求進步，對某些人意味著對經驗現象的客觀調查。科學非科技，兩者不能混為一談。人們常說：科學告訴我們抽煙對身體有害，就是很好的例子。科學並不能告訴我們任何事，而是某些運用科學方法研究「抽煙與健康關係」的人，告訴我們抽煙有害健

<sup>27</sup>張彥：《科學價值系統論—對科學家和科學技術的社會學研究》(北京：社會科學文獻出版社，1994)，頁20。

<sup>28</sup>程遠譯：《這個不科學的年代，Feynman, Richard P., The Meaning of It All: Thoughts of a Citizen Scientist》(臺北：天下遠見出版社，1999)，頁5。

<sup>29</sup>吳大猷：〈如何發展我國的科學〉(中央日報，1957. 4. 2)。

<sup>30</sup>吳熙敬等編：《中國近現代技術史》(北京：科學出版社，2000)，頁8-9。

<sup>31</sup>行政院國家科學委員會：《科學技術統計要覽》(臺北：行政院國家科學委員會，1992)。

<sup>32</sup>吳熙敬等編：《中國近現代技術史》(北京：科學出版社，2000)，頁10-11。

<sup>33</sup>許書銘：〈研發補助及租稅獎勵政策對產業結構及主要高科技產業發展之影響分析〉(中原大學企業管理研究所碩士論文，1996)。

<sup>34</sup>行政院國家科學委員會：《科學技術統計要覽》(臺北：行政院國家科學委員會，1992)。



康。科學並不存在於書籍、機械或包含數字的報告之中，是存在於我們看不見的思維世界中。科學所涉及者含問題的探究以及解答的方式，所求的是問題的可靠解答，而制定的一套有關探求和研究的規則和形式。也就是說，科學並非指知識，而是一種特定的方法。英文 "science"，源自拉丁字 "scire" 意指「去瞭解」(to know)<sup>35</sup>。但是，科學並不是人類獲取知識的唯一途徑，但科學是獲取知識最好的一條途徑。

雖然其他的模式也可以用來獲取知識，如權威的模式 (authoritarian mode)、神秘的模式 (mystical mode)、理性的模式 (rationalistic mode)。權威的模式指相信權威，一般學習有三種最基本方式，即做中學 (learning by doing)、問中學 (learning by asking)、觀中學 (learning by observing)。

問中學主要問的對象很多，俗語說「三人行必有我師」，屬於權威的模式，指的是透過社會上和政治上被視為有資格製造知識的人；例如部落社會中的祭司、酋長，神權社會中的主教，君主制社會的國王，科技社會中的學者、科學家等。在知識經濟資訊爆炸的現在，媒體發達的時代，權威者若停滯，已無權威可言。學習者應該了解到所學習對象中真正的專家、權威、學者到底是誰？質疑權威、挑戰權威須不斷反駁權威者的論點，以及提出自己的觀點，是現代學者必須努力的地方。

神秘的模式指對知識的追求是建立在超自然上，例如先知、占卜者、靈媒等。

理性的模式則嚴格的遵循邏輯的形式與規則，以獲取知識的整體，強調外在的世界是可被了解，無關個人的經驗，只要遵循一定的法則，無主觀成見，用理性，或稱「科學」的方法，就可以獲得真實、真知。

總之，科學是一種思考與提出問題的過程，以一套合理的方法、過程，發現、規結出，有條理 (systematic)、規則 (regularity)、經驗 (empirical)、解釋 (explanatory)、推測 (predictive)、實用 (practical)、可驗證 (testable) 的知識。在人類社會，信仰與神話經常被統治階級用來支持既存的社會組織、權力結構，廣大的人們也經常依據信仰、普通常識分析社會現象，科學知識、社會科學的知識才是讓人們更合理處理各種問題的依據。

科學是以人類所共有、特有的研究，用來探求知識的方法。雖然一般人並不自覺到用科學的方法探究知識，但在日常思考往往未曾脫離科學思考。因此每個人可說都具有某種程度的科學修養。譬如在日常生活中所做的計算或比較、觀念的改變。能有見識且巧妙地運用資料、證據來解決問題及規範行為，以及衡量與誰建立何種關係，以上這些都是科學。通常人們將科學界定為：「有系統、有組織的正確知識」。它的缺點是把科學的部分特徵當作它的全部特徵。這些特徵並非科學的充

<sup>35</sup>Kenneth R. Hoover, A.D. (1980) *The Elements of Social Scientific Thinking*, New York: St. Martin Press, pp. 3-6.

分條件(sufficient condition)，反而科學是這些特徵的充分條件。換言之，科學是有系統、有組織及正確性的知識，但是有系統、有組織且正確的知識未必是科學。如火車時刻表與電話簿中所含的知識是有系統、有組織且正確，可是我們卻不承認它們是科學。

科學的基本特質：

1. 印證的：科學注重印證，沒有印證可以說就沒有科學。荀子云：「無驗而必之者，愚也。」科學是強調證據、證實力的。
2. 懷疑的：懷疑為科學之母，如同哲學的起於懷疑，科學的懷疑是「有系統的懷疑」、「合理的懷疑」，直到無可懷疑而終止。
3. 累積的：科學的進步，不是一蹴而就，是在長遠的過程中，逐漸累積而成就。
4. 試行的：科學知識除依賴累積外，重視試行錯誤(trial and error)，在研究、實驗的過程中發現錯誤，不斷修正以達到正確。
5. 系統的：科學知識有別於常識、神話、直覺、是有系統的。科學知識為依據資料(data)，歸納成簡單的定律、原理或原則、並可以之預測未來，甚至控制未來。科學的系統是一種「工作系統」(working system)，「操作系統」(operating system)。
6. 運作的：運作的重點除了證明知識的真假外，代表著知與行的密切配合，理論和實際的配合。因而，科學的最簡單的定義是：以有系統的實徵(empirical)研

究方法所獲得的有組織的知識。它的重點不在題材，而在研究的方法。在科學中，一切知識都是漸進的、蛻變的、相對性的。科學知識永遠不是最後的「完備」知識。談論科學的特質，必須要強調「有系統的研究方法」，即科學方法、科學化的思考(scientific thinking)<sup>36</sup>。

直到現代，科學與技術之間的界線已難以區分，於是出現了「科技」一詞，來統稱科學與技術。吳大猷認為「科技包括基礎科學、應用科學和技術三部分<sup>37</sup>。」史崔特(Street)對科技的定義為：「科技就是具有轉化的功能，可以把原料、能源及知識，從一組原始的狀態轉化成更具生產力、附加價值、節省時間、控制自然的狀態<sup>38</sup>」科技預測學者艾瑞斯(Ayres)認為科技是「將一套有條理的知識，應用到實際活動中的系統化方法。」社會學者艾魯爾(Ellul)說：「科技是在人類各種活動領域中，為達成目的而具有合理性與效率性的各種方法。」余序江等人認為：「科技是一套有系統的知識與方法，被運用在改變及控制人類各項活動，俾增進人類的活動效能、效率，以及生活福祉<sup>39</sup>。」

<sup>36</sup>Kenneth R. Hoover, A. D. (1980) *The Elements of Social Scientific Thinking*, New York: St. Martin Press, pp. 6-8; 34-37。

<sup>37</sup>吳大猷：〈科學與人文〉；《思與言》，20卷，5期(1983)，頁25-26。

<sup>38</sup>Street, John, A. D. (1992) *Politics & Technology*. London: Macmillan Press Ltd.

<sup>39</sup>余序江，許志義，陳澤義：《科技管理導論》(臺北：五南圖書出版公司，1998)，頁1。

科技的意義大多是指運用科學原理原則所發展出來，具有特定目的的技術程序和方法，而且常常偏重技術方面。然而，來自知識或經驗所產生的技術，不一定都能符合科學原理，或是尚未找到科學化的方法加以解釋，這樣的技術就不適合用技術來涵蓋。另一方面，許多科學是屬於純粹知識的探討，並未實際加以應用，也沒有和實存的事物有所關連，這樣的科學也不適合用科技來代替。換句話說，科技包含科學與技術，但是科學或技術並不必然就有科技的意義。

除了「科學技術的日益綜合」外，當代科技發展的趨勢與特點還有「科技與經濟的一體化」，因為科技進步促進經濟成長，而科技發展需要以經濟為基礎，產業界與學術界的合作不斷增強。另外，「科技的國際化」則方興未艾，更多企業參與同其他國家企業的共同研究與合作，科研機構在科學技術的國際化方面扮演重要角色。<sup>40</sup> 由於現代的科技已經被賦予工具性目的，在追求進步的現代社會中具有正面價值，多數人認為科技發展能夠助人類文明的進步，所以多數國家均致力於促進科技發展，以促進經濟成長，維持國家力量。因此，本文探討了戰後台灣科學技術的發展。

## 六、結論

臺灣的故事每天都在發生，大家所津津樂道的是政治篇現代民主政治體制與政黨輪替，經濟篇由戰後經濟政策與發展到現代化的全民辛勤耕耘，社會篇中逐漸轉

變現代化的文明社會，以及科技篇中政府努力營造有利於科技發展的大環境，產、官、學、研究各界的努力結果，將臺灣帶入二十一世紀。

戰後臺灣科技人才的培養在李國鼎等之努力下奠定雄厚根基，全國第七次科技會議的圓滿召開，強調國防科技的發展，以及注意因科技研發所帶來的貧富不均等問題，九年一貫課程之「科學技術與社會」主題軸之目標與課程強調以學生為中心，如果教授者能充分的體認與執行，應會有很好的成效。培養學生科技素養：能正確的使用科技產品，如 DVD、PDA；能正確選擇科技產品，減少科技的負面影響；能以科學方法解決問題；能應付快速變遷的社會；能做個科技的研究者。

回到根本，我們要掌握科學與科技的本質；科學係指有秩序之步驟，目的在於引致新知識的發現，科技指的是可使科學發現轉化成新產品或製程的方法。在不同的環境、層面配合政府科技政策做深耕與推廣。

## 參考文獻

- 袁穎生：《光復前後的臺灣經濟》(臺北：聯經出版社)，1998
- 孫震：《臺灣經濟自由化的歷程》(臺北：三民書局)，2003.5

<sup>40</sup> 中共國家科學技術委員會著，行政院國家科學委員會科學技術資料中心編：《我國大陸地區科學技術指標(1992)：科學技術黃皮書第一號》(臺北：行政院國家科學委員會科學技術資料中心，1994)，頁1-3。

## 國教新知

第 53 卷 第 1 期

- 矢內原忠雄著；周憲文譯：《日本帝國主義下之臺灣》(臺北：海峽學術出版社)，1999
- 孫震：《臺灣經濟自由化的歷程》(臺北：三民書局)，2003.5
- 井出季和太著；郭輝譯：《日據下之臺政》(臺中：臺灣省文獻委員會)，1977
- 莊永明：《臺灣百人傳(二)》(臺北：時報出版社)，2000
- 莊永明：《臺灣百人傳(一)》(臺北：時報出版社)，2000
- 李國鼎：《台灣經濟高速發展的經驗》(臺北：資訊與電腦雜誌社)，民88
- 李國鼎：《台灣的人力資源與人口問題》(臺北：資訊與電腦雜誌社)，1999
- 李國鼎：《台灣經濟發展背後的政策演變》(臺北：資訊與電腦雜誌社)，1999
- 李國鼎：《台灣經濟發展中的科技與人才》(臺北：資訊與電腦雜誌社)，1999
- 行政院：《科學技術發展方案》(行政院第1631次院會通過)，1979.5.17
- 行政院：《科學技術發展方案》(行政院第1795次院會通過)，1982.8.26
- 陳井星：〈科學、技術、科技發展的概念性定義〉《科技發展政策論文集》(臺北：臺灣經濟研究院)，1993
- 李約瑟：《中國科學技術史》(香港：中華書局香港分局)，1982
- 王中興：〈行政院國家科學委員會在科技發展政策中角色與功能之研究〉(東海大學公共行政研究所碩士論文)，1994
- 張彥：《科學價值系統論—對科學家和科學技術的社會學研究》(北京：社會科學文獻出版社)，1994
- 吳程遠譯：《這個不科學的年代，Feynman, Richard P., The Meaning of It All: Thoughts of a Citizen Scientist》(臺北：天下遠見出版社)，1999
- 吳熙敬等編：《中國近現代技術史》(北京：科學出版社)，2000
- 行政院國家科學委員會：《科學技術統計要覽》(臺北：行政院國家科學委員會)，1992
- 余序江，許志義，陳澤義：《科技管理導論》(臺北：五南圖書出版公司)，1998
- 中共國家科學技術委員會著，行政院國家科學委員會科學技術資料中心編：《我國大陸地區科學技術指標(1992)：科學技術黃皮書第一號》(臺北：行政院國家科學委員會科學技術資料中心)，1994
- National Council for Social Studies, Expectations of Excellence: Curriculum Standards for Social Studies, Newark St., NW. Washington, DC .April 1994.
- Kenneth R. Hoover, The Elements of Social Scientific Thinking, New York: St. Martin's Press, 1980
- John Street. Politics & Technology, London: Macmillan Press Ltd, 1992
- 吳大猷：〈如何發展我國的科學〉，中央日報，1957.4.2
- 吳大猷：〈科學與人文〉；《思與言》，20卷，5期，1983

張資兩，〈以 STS 教育理念發展主題統整課程之行動研究 - 以「書包總動員為例」〉；<http://www.nknu.edu.tw/~gise/17years/F14.doc> 94.11.17 上網

《科學發展月刊》<http://nr.stic.gov.tw/ejournal/NSCM/NSCM.htm>

《科普知識》[http://www.nsc.gov.tw/popular\\_science](http://www.nsc.gov.tw/popular_science).

《通俗科學網》<http://sci.nctu.edu.tw/>