

國民中學科學教育

一般設備之調查研究(下)

國立臺灣師範大學 教育系 徐南號

五、實際調查之重要意義

科學教育設備調查之最主要用意，乃是爲了普及科學教育，使科學教育在國民中學順利發展。

一般設備調查是屬於全面性科學教育設施或環境的瞭解。因以前沒有作過全國性的國中階段調查，而且暫行設備標準又與課程標準有一段距離，故一般受調查的學校都不太明白其性質，不過多數對此調查的效果都懷有極大的期待，希望政府能協助他們解決多年來的困難。平心而言，各校校長、主任、教師都知道科學教育對於我國的重要，但是他們事情太多，工作太重，幾乎顧此失彼，力不從心。今天要辦這個活動，明天要填那個報表；國中生又是問題最多、最不好教的階段，各教師在第一線工作已經奉獻了最大的身心力量，我們不能今天責備這一點明天又責備那一點，使他們失去了信心。時至今日大韓民國還未推行九年義務教育，而我們居然有如此成果，絕對不能忘記每天辛苦工作的教師。爲了使國民中學辦得更好一點，培養下一代的國民個個具有科學的頭腦來接掌中國之命運，我們應該改善學生的學習環境，改善教師的工作條件，充實科學教育的必要設備。教育行政機關是全心全力想把科學教育辦成功的，但往往不清楚阻礙的因素或困難的關鍵何在。此次抽樣調查的重點有三：第一，是要瞭解一般設備充實的狀況。換句話說，從這個調查可以發現科教一般設備缺乏的程度，以求設法充實。第二，是要瞭解一般設備使用的狀況。如果有了設備而不用，仍然發揮不了科學教育之效果，所以需要瞭解其運用及保養的狀況。第三，是要聽聽各校行政人員及教師的意見，以瞭解各校所遭遇的困難，看看他們提出那些改善的建議，以便轉請教育行政當局積極協助他們解決問題。以上三點，對於今後國民中學科學教育之改善必有重大的影響。

本調查之內容包括下列項目：1.調查全體學生人數、班級數、各年級班級數、各班最多人數；各校依混合編班、能力編班、升學或就業編班的狀況，以瞭解科教環境及條件。2.調查各校應有多少生物教室、化學教室、物理教室等，目前各校擁有多少這類教室，缺乏多少這類教室；普通教室缺乏的狀況如何；自然科學研究室有多少。3.調查圖書館(室)的設置狀況、圖書購藏狀況、自然科學及數學書籍所佔之百分比、圖書管理狀況及利用狀況等，以瞭解學生的自學條件。4.分析自然科學經費之運

用狀況、實驗場所之分配運用狀況及實驗室管理人員之狀況等。5.調查視聽教育場所之普及狀況，視聽教育器材之充實狀況及平日使用狀況等，以瞭解其與科學教育之關係。6.調查各校可利用於科學教育之自然資源及師生自製教具之狀況。7.調查國中暫行設備標準是否符合當前教學之需要，各校科學教育設備所遭遇的困難主要原因何在，徵求各校提出可行的建議。

六、班級編制與教學場所之分析

一般設備調查之問卷，總共發給 290 所學校，其中公立 221 所（包括兩所國立附中）及私立 69 所。收回率極高，公立收回 213 所，佔 96.38%，私立收回 56 所，佔 81.15%，由此可以看出各校熱心支持。

為說明當前國中階段的一般教學條件，首先從教育對象加以分析。根據實際收回之資料加以統計，總學生數為 645,526 人，其中公立 426,122 人，私立 39,404 人。總班級數為 9,859 班，公立 8,931 班，私立 928 班。

公私立學校各年級班級數統計表

類 別	一 年 級	二 年 級	三 年 級	合 計
公立班級數	2976	2980	2975	8931
私立班級數	263	330	335	928
合 計	3239	3310	3310	9859

各班級學生如過於擁擠，對於科學教育及其他教學都有不良影響，此次特別調查全校各班人數最多達到多少人。結果發現公立學校一班最多人數未超過 40 人的只有 3 所，40～49 人的 35 所，50～59 人的 158 所，60 人以上的 17 所；私立學校未超過 40 人的 2 所，40～49 人的 4 所，50～59 人的 26 所，60 人以上的 24 所。其百分比，如下：

公私立學校人數最多班級統計表

人 數 最 多 的 班 級	40 人 以 下	40～49 人	50～59 人	60 人 以 上
公立學校校數百分比	1.40 %	16.43 %	74.17 %	7.98 %
私立學校校數百分比	3.57 %	7.14 %	46.42 %	42.85 %

目前國中生之編班型態大致可分三類，①依能力分班的學校，②依升學與就業志願分班的學校，③依平均分配混合編班的學校，此次調查看來，以第③類居多。

公私立學校編班狀況百分比

編班類型	能力分班	升學與就業分班	混合編班
公立學校	28.16 %	28.63 %	43.19 %
私立學校	23.21 %	3.57 %	73.21 %

關於教學場所，一般學校皆以普通教室的分配為優先，如果連最起碼的普通教室都不夠，特別教室更成問題。然而也有一些學校多出若干普通教室。

普通教室數量不足與多餘的狀況

不足間數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
公立校數	9	7	4	3	5	1	4	2	0	1	0	1	0	1	0
私立校數	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
多餘間數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	0
公立校數	16	20	7	5	1	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0
私立校數	1	1	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

普通教室多餘，可作其他用途以增加學習場所，但是如果不足就會影響正常教學，並且會阻礙科學教育之推展，是故解決普通教室不足問題應屬刻不容緩的課題。

七、實驗室及研究室狀況分析

要推行科學教育必須要有足夠的實驗場所，依暫行設備標準的規定，每校至少應有生物實驗室一間，但是現在受調查的公立國中213校，無生物實驗室者達77校之多，約佔36.1%，可見其問題相當嚴重。

公立學校生物實驗室統計表

實驗室 校數	一年級班級數				合 計
	1~12	13~24	25~36	37~48	
0	49	23	4	1	77
1	56	56	11	2	125
2	1	4	4	2	11

私立初中受調查56校中無生物實驗室者16校，佔28.57%，仍然是亟需改善的問題。其他擁有一間生物實驗室者39校，擁有2間者只有一校而已。

公立國中的理化實驗室，有8所學校未設置；照規定24班級以上的學校應有2間理化實驗室，但未達此標準者仍有17所之多。

假如吾人以實驗室為單位，計算平均多少班級共同使用一個實驗室，則更易發現各種實驗場所都不夠使用。首先分析生物實驗室，依國中課程標準規定生物教材係排在第一學年每週三小時，現在公立國中一年級被調查的學校總計有2976班，生物實驗合計有136間，平均約22班共同使用一實驗室，這是不夠的。其次關於化學教材則規定在第二、三學年施教，根據調查二、三年級班級數合計公立部份有5955班，而化學實驗室只有198間，平均約要30班共同使用一間化學實驗室，其安排顯然不易

。物理教材也同樣排在第二、三學年，統計結果公立學校物理實驗室只有 150 間，平均要 39 班學生

公私立學校理化實驗室統計表

實驗室 二三年級班級數 校數	1~12	13~24	25~36	37~48	49~60	61~72	73~84	85~96
0	7	1		1	1			
1	45	40	12	4			1	
2	29	41	28	17	3		1	1
3		1	2	7	4	3	1	
4		1	6	6	2	1	1	2

共同使用一間實驗室，其困難情形可想而知。有些學校不重視實驗，其中的原因可能就是受到場所限制。

根據本調查筆者親自訪問公立學校所得資料統計，平均每一實驗室之容納量及使用時數如表。

每一間實驗室之平均容納量及使用時數

實驗室名稱	面積	可容人數	實驗桌數	椅數	每週使用時數
生物實驗室	100m ²	58人	8	51	19小時
理化實驗室	121m ²	58人	8	53	22小時

如果各校能按照這種容納量來興建實驗室，應該可以正常作實驗，但是有些學校根本沒有餘力建實驗室，對於這種學校需要特別協助改善。例如台北縣某一國中，學生數多達六千人左右，總共有一百二十多班，每年增建普通教室都不夠用，以致於生物實驗室、理化實驗室都列為普通教室使用，這是何等嚴重的問題。

關於教師用的研究室狀況，比上述的實驗室更不理想。其原因一方面是由於暫時設備標準規定不切實際，一方面是各校不太重視教師的研究工作所致。依照問卷調查所得資料加以統計，公立國中無物理研究室者 187 校，無化學研究室者 183 校，無生物研究室者 192 校，無數學研究室者 209 校；私立初中無物理研究室者 38 校，無化學研究室者 38 校，無生物研究室者 38 校，無數學研究室者 51 校。這些數字如果化算為百分比，也許更可以看出問題來。

公立學校研究室之設置狀況

設置間數	數學研究室	生物研究室	化學研究室	物理研究室
無研究室	98.12%	90.14%	87.79%	87.79%
設有一間	1.88%	8.92%	10.79%	10.79%
設有二間	0%	1.74%	1.42%	1.42%

從這些統計資料可以發現公立學校的研究環境，比私立學校更差，而絕大多數學生都在公立學校就讀，這是應該檢討的問題。

私立學校研究室之設置狀況

設置間數	數學研究室	生物研究室	化學研究室	物理研究室
無研究室	91.07%	67.85%	67.85%	67.85%
設有一間	8.93%	32.15%	32.15%	32.15%

八、圖書室、圖書設備及使用狀況

我們時常責備學生不自動進修，到那裏進修呢？

治安機關亦時常透露學生犯罪案件逐年上升，到底學生有沒有受到生活指導呢？課餘時間學生有何場所讀書呢？青年教育應該作積極的引導，而不宜只作消極的禁止或限制，國民中學設置圖書館（室），由專人負責指導進修，其功用至大。

根據本次問卷結果，公立學校無圖書室者 13 校，有一間者 196 校，有二間者 2 校，有三間者 2 校；私立學校有一間者 53 校，有二間者 3 校。閱覽室之座位，各校情況不同，公私立統計如下：

公私立學校閱覽室座位數統計表

座 位 數	無 座 位	50 以下	50 ~ 99	100 ~ 199	200 ~ 299	300 以上
公 立 學 校	24 校	43 校	87 校	51 校	6 校	2 校
私 立 學 校	11 校	18 校	14 校	8 校	3 校	2 校

公立學校圖書室無辦公場所者 130 校，有一辦公室者 81 校，有二辦公室者 2 校；私立學校無辦公室者 20 校，有一間者 33 校，有二間者 3 校。

公立學校無書庫者 58 校，有一間書庫者 153 校，有二間書庫者 2 校；私立學校無書庫者 18 校，有一間書庫者 36 校，有二間書庫者 2 校。

公私立學校閱覽室開放時間統計表（每週）

開放時間	未開放	1 ~ 10 小時	11 ~ 20 小時	21 ~ 30 小時	31 ~ 40 小時	40 小時以上
公立學校	24 校	20 校	22 校	8 校	59 校	80 校
私立學校	11 校	5 校	3 校	4 校	6 校	27 校

從上列狀況可以瞭解當前公私立學校的自學場所都有限，各校開放時間也不太理想，需要設法改善。

一般學生不願意向圖書室借書，可能是圖書數量太少不易借到，因此必須儘量充實圖書種類及數量，才能鼓勵學生多借書。依部定暫行設備標準，自然科學及數學之圖書冊數，應佔各類圖書購藏量之 11%，但本次調查結果能達此標準之學校並不多。

下列數字顯示各校的圖書數量頗為懸殊。如果更進一步分析，則能求出公立學校自然科學及數學圖書平均每一位學生只有 0.37 冊而已。私立初中因與高中合併計算，平均每人有 1.36 冊。足見目前公私立學校之圖書設備皆需充實。

公私立學校自然科學及數學圖書所佔百分比

百分比	0~5%	6~10%	11%以上
公立學校	66校	100校	47校
私立學校	16校	25校	15校

公私立學校自然科學及數學圖書冊數統計表

冊數	1~500冊	501~1000冊	1001~1500冊	1501~2000冊	2000冊以上
公立學校	106校	42校	36校	15校	14校
私立學校	20校	18校	7校	3校	8校

再看看圖書管理人員及學生借書狀況如何。

公私立學校圖書管理人員狀況

管理人員	曾受專門訓練	未受專門訓練	無管理人員
公立學校	33.3%	53.0%	13.7%
私立學校	23.2%	73.2%	3.6%

從表中可以看出公私立學校圖書管理人員因在人事上尚無名額編制，故不易請到合格人員，大部份皆由不合格者代理，甚至於無管理人員。這種現象對於國民教育發生不良的影響。根據全年的借書統計，公立學校學生平均每人一年只借自然科學書籍 0.42 次，數學書籍 0.14 次而已，私立學校學生平均每人一年只借自然科學書籍 0.54 次，數學書籍 0.29 次，這是很不好的現象。

九、經費分配及實驗室管理狀況

發展科學教育在經費上最大的困難是不能專款專用，假如在設備標準上能隨著物價指數規定一個計算公式以求出每一學生科教費用的單價，並能徹底要求專款專用，不得把儀器購置費、保養費、實驗材料費、圖書費等移作校舍建築或其他費用，則科學教育較易推行。如果大家只重視有形的建築，把學生所繳的課業材料費也用來大興土木，固然可以表現一番作為，但教育內容空洞，學生所遭受的損失是無法補救的。我們的學校行政多年來有此毛病，此次到各校訪問，也聽到不少的學校為經費問題訴苦。學校行政人員一天到晚為籌備經費興建教室而奔走，無餘力用於教學內容的改善，這是非常遺憾的事情。

根據民國六十八學年度科學教育經費及圖書購置費使用的情形加以統計，儀器購置費、保養費、實驗材料費等合計，公立國中學生全年平均每人只分配到 81.96 元，圖書購置費只分配到 13.56 元而已。這種費用的分配，各校多寡不一，年年在變，因此無法實施較穩定的科教發展。私立初中的經費較充足，但學生的負擔較重，不是普通家庭所能負擔，它對於國民教育的正常發展也構成威脅。

科學教育設備之經費，在學校經費中應列百分之幾，目前尚無明確的規定，有些學校不肯為科教花錢，其百分比就很低，例如有一所學校只支出 0.01%；有些學校肯為科教花錢，其百分比就高出好多倍，例如有一所學校支出 25% 左右。科學教育的費用，無標準可循，可謂最不科學的行政，非

常遺憾。

實驗室的管理、器材的採購及保管、實驗後廢物的處理，各校的情形都不同，有的由教師擔任，有的由職員擔任，有的由工友擔任，因在人事上無名額的編制，故各校幾乎都遭遇人手不足的困難。這些瑣碎的管理工作無常規可循，自然影響科學教育的實驗內容。實驗室的管理人員是否受過專門訓練，經驗年資多少年，根據此次調查結果發現教師兼任管理工作者，約72.2%未受過專門訓練；受過專門訓練者只佔27.8%。其經驗年資平均是4年2個月。由職員兼任管理工作者，約91.6%未受過專門訓練；只有8.4%受過專門訓練，其經驗年資平均是5年9個月。由工友兼管實驗室者，約90%未受過專門訓練；只有10%受過簡單的講習，其工作年資平均是4年7個月。

實驗器材的採購，只有台北市由教育局聯合統購，其他各學校約84%經教師申請，由設備組長採購。但還有16%不經教師申請，由職員採購。採購的系統如果不健全，常會發生浪費現象。例如買的器材不合教師的需要或教師不知道已購入何種器材，常有使用上的困難。

實驗器材的保管及實驗後的廢物處理各校的情形也不同，由任課教師負責者佔58%，由固定的職員負責者佔22.5%，由工友負責者佔19.5%。關於這個問題如何改善，應該有通盤的考慮。

十、視聽教育設備狀況分析

視聽教育對於科學教育很有幫助，但在我國推行效果並不十分理想，其中原因甚多，視聽教育場所及器材的缺乏可謂最大的阻力。

公私立學校視聽教育場所之普及狀況

場 所	視 聽 教 室	教 具 製 作 室	暗 房	閉 路 電 視 室	攝 影 室	錄 音 室
普 及 率	27.8%	2.6%	10%	8.1%	5.2%	8.9%
缺 乏 率	72.2%	97.4%	90%	91.9%	94.8%	91.1%

從表中的統計資料可以知道全國各地大部份的國中都沒有視聽教育場所。再進一步探求可以發現設置視聽教室者使用時數也不多，因為視聽器材不多，不易與教學內容配合，故造成相當可觀的浪費。一般國民中學沒有足夠的財力興建視聽教室，從統計資料可以明顯看出缺乏率非常高，遠超過一般人的想像。如果沒有視聽場所，以克難方式可用普通教室代替，但是如果連視聽器材也缺乏，就應該作全面的檢討。

目前各國廠牌的視聽器材很多，規格不一，使用上極為不便，如果我們有國產的統一規格，各校即可使用國貨，一則能夠節省外匯，再則修護保養方便，但是現在既無統一的規格，又無可靠的供應機構，因此各校都感到困擾。

公私立學校教育視聽器材普及狀況

類 別	錄 放 影 機	電 視 攝 影 機	電 視 接 受 機	錄 影 帶	電 影 攝 影 機	電 影 放 映 機	幻 燈 片
普 及 率	26.0%	7.9%	19.3%	18.9%	13.0%	71.7%	89.2%
缺 乏 率	74.0%	92.1%	80.7%	81.1%	87.0%	28.3%	10.8%

類 別	透射放映機	實物放映機	照 相 機	錄 音 機	影 片	幻 燈 片	掛 圖
普及率	52.7 %	26.7 %	58.3 %	79.3 %	41.2 %	73.9 %	74.7 %
缺乏率	47.3 %	73.3 %	41.7 %	20.7 %	58.8 %	26.1 %	25.3 %

視聽教育器材必須配合課程內容才有實用價值，目前因大部份不相配合，故各校反映大多認為使用機會不多，此問題有待改進。

十一、綜合事項調查分析

所謂綜合事項調查，係指科學教育有關自然資源之利用，學校本身對於科教設備之綜合自評，科學教育有關教具之自製，以及各校對於暫行設備標準之評價等等。

自然資源之利用或鄉土教材之活用，對於科學教育之推展至關重要。科學教育必須多用活教材，多觀察當地現有的環境，方能使學生培養科學的態度。如果科學教育只限於實驗室或教科書，其效果還太小。我們應提倡直觀教學，善於利用自然環境，作為科學教育之資源。根據此次調查，把學校自然環境如池塘、花園、草木等列入資源並具備此資源，以實施科學教育者，只有 95 校，佔全體的 35.3 % 而已。反過來講未善加利用者達 64.7 % 之多，令人感覺可惜。今後教材之改革，應多提倡當地自然資源之充分利用，尤其學校自然環境之佈置，除了美化以外，更要發揮科學教育之效果才好。

各國民中學或私立學校，對於本身的科學教育設備，是否滿意，是否已達標準？此次調查分析，自認為已達標準者非常低，只佔全體的 3.7 % 而已，沒有回答者也有 3.7 % 之多，其餘 92 % 的學校皆自認未達標準，這是很值得注意的訊號。為何不能改善設備以配合教學的實際需要？其原因由各校自行反映，結果發現，因學校經費困難無法充實者最多，佔 72.4 %；因校地太小學生人數太多以致無法興建實驗場所者，佔 13.3 %；因管理人員無編制，人手不足，以致影響器材購置保管者，佔 5.5 %；因學校行政人員不重視科學教育而不肯充實者，佔 0.8 %，如果上述原因是正確的話，那麼今後如何充裕科教經費，嚴守專款專用原則，乃是一個首要課題。

科學教育設備既然大多數學校都在經費方面發生困難，學校教師能否協助解決一部份的困難呢？如果教師能指導學生或運用學校人才共同製作教具，至少可以克服一部份的困難，同時可以表現教育界自立自強的精神。為探求各校在自製教具方面所作的努力，本調查亦作此問卷，結果發現生物科已自製教具者佔 31.2 %，物理科自製教具者佔 27.5 %，數學科自製教具者佔 17.8 %，化學科自製教具者佔 8.5 %。各科教具自製率都偏低，其原因相當複雜，也得檢討改善。

最後關於“國民中學暫行設備標準”是否符合當前教學之需要？為求客觀的資料，亦徵求各公立國中給予評價。結果發現，評定暫行設備標準不符合當前教學需要者佔 55.0 %，只有 19.3 % 認為尚能應付教學需要，另有 25.6 % 沒有表示意見，其中有些是沒有購置該標準者，故沒有回答。由此觀之，設備標準的修訂或合併於課程標準之內，應作認真的考慮，不宜再拖延下去了。

附 註

註1：見教育部公佈：國民中學暫行設備標準，正中書局印行，五十九年一月初版，封頁三。

註2：見國民中學暫行設備標準實施辦法第三條，同註1。

註3：同註2，第四條。

註4：見教育部：國民中學課程標準，正中書局印行，六十一年十月，三頁。

註5：見國民中學課程標準總綱第二，附註四，教育部：國民中學課程標準，正中書局，六十一年十月，四頁。

封面說明

豎立在台北火車站正前方的噪音分貝表，紅燈代表噪音擾人，噪音響度在70分貝以上；黃燈代表警告應行注意的噪音響度，在66至70分貝之間；綠燈則代表安全的噪音響度，在66分貝以內。

聲音的響度與聲波的振幅有關，通常以分貝 (decibel) 做為比較單位，其定義如下：

$$dB = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

式中 I 代表待測聲音的強度，單位為 W/m^2 ， I_0 則代表參考的聲音強度，其值公定為 $10^{-12} W/m^2$ ，為人耳所能聽見的最微弱聲音。分貝係為紀念電話的發明者貝爾 (Alexander Graham Bell, 1847-1922) 而命名。

右表列出各種聲源所發聲音的分貝數及其對應的聲音強度。由表中可看出分貝數每增加10分貝，其相應的聲音強度則增強10倍。上下班時的台北火車站，其聲音強度為平常交談聲音的100倍。

噪音並沒有明確的定義，凡是可以令人引起煩擾不安的聲音都可稱為噪音。長期暴露在僅80分貝的噪音，便會使人耳的聽力受損；而當噪音響度超過85分貝以上時，會使人體內的一些機能，特別是循環系統，受到有害的影響，例如心跳加速，血管收縮，導致緊張與不安；血液內的膽固醇增加而引起動脈血管硬化。其他如貧血、胃腸的潰瘍、子宮內胎兒的不安、都會因過度的噪音所引起。

隨著人口的增加，車輛的增多，機械化程度的加深，在我們的生活環境中可感覺到日增的吵雜聲響。根據一項在國外許多都市所做的噪音調查，其結果顯示都市中的噪音以每年1分貝的速率在增加。為了追求經濟的繁榮，生活上的舒適，我們面臨了一些危害人類生存環境的公害，例如空氣污染、水污染、熱污染等等。噪音也可認為是一項污染，它對我們的生活環境造成了公害。噪音的污染應得到我們深切的注意，也應及早立法予以管制。

聲 音	響 度 (分貝)	聲音強度 (W/m^2)
人耳聽覺的下限	0	10^{-12}
樹葉的沙沙聲	10	10^{-11}
耳語(相距1公尺處)	20	10^{-10}
清早時的街道	30	10^{-9}
教室、辦公室	50	10^{-7}
平常的交談聲音(相距1公尺處)	60	10^{-6}
繁忙的街道	70	10^{-5}
上下班時的台北火車站	80	10^{-4}
氣壓鑽孔機(相距3公尺處)	90	10^{-3}
10瓦特立體音響唱機(相距3公尺處)	110	10^{-1}
人耳開始感到痛楚	120	1
噴射機引擎聲(相距50公尺處)	130	10
太空火箭的引擎聲(相距50公尺處)	200	10^8