

對現行高中物理課程與教材之研究

歐 陽 鍾 仁

壹、前 言

一、爲改進科學教育，特依照科導會訂頒「科學發展計劃」第三章所規定的五十九學年度之重點工作，本人參加「行政院國家科學委員會高中自然學科課程暨教材研究小組」，進行研究調查工作，俾期根據研究結果，提出具體建議，作爲主管機關今後改進高中各該學科課程及教材之參考。

二、本研究小組設有數學、物理、化學、生物四組，本人主持物理組及綜理各組研究工作之策劃與推進。

蓋課程之改進、實驗、評鑑與再修訂，乃一連鎖工作，遇而復始，方可使課程日新又新，以配合時代的需要。本研究爲對六年來高中物理科實施新教材之教學成果，作一全面性之調查，統計及分析，並作成研究報告。

貳、方法與內容

一、本研究工作之推行分爲三部份：第一爲商請台灣地區六所科學實驗中心學校，分別召集輔導區內各公私立高級中學各該科教師代表，舉行座談會，由本人巡迴各地區分別徵詢主持。教師對課程及教材之意見。第二爲編製及分發各學科課程及教材意見調查問卷，待收回整理、統計後獲致結論。最後部份爲對綜合結論之分析研究。

二、本研究自民國五十九年八月籌備十月正式開始工作，至民國六十年六月底完成共費十一個月，所需經費大約四萬元。

叁、結 果

A、訪問部份

一、訪問經過：

(一)十一月十八日召開六所科學實驗中心學校校長及教師代表(每校一人)會議,報告的主題如下:

- 1.本研究小組工作性質之綜合報導。
- 2.問卷內容。
- 3.訪問座談會計劃。
- 4.各國資料研究辦法。

本小組之研究目標及工作計劃,深獲各校長之贊同及支持,並提供許多寶貴意見,會議結果至為圓滿。

(二)分區訪問教師,舉行座談會。座談會之地點及日期如下:

- 1.省立高雄高級中學~十二月廿一日上午八時至十二時。
- 2.省立嘉義高級中學~十二月廿二日上午八時至十二時。
- 3.省立台中第一高級中學~十二月廿三日上午八時至十二時。
- 4.省立新竹高級中學~十二月廿四日上午八時至十二時。
- 5.台北市立第一女子高級中學~十二月廿六日上午八時至十二時。
- 6.省立花蓮高級中學~十二月卅日上午八時至十二時。

(三)科學實驗中心學校輔導地區及出席學校代表,分別列表說明如下:

科 學 實 驗 中 心 學 校	輔 導 地 區
省立高雄高級中學	高雄市 屏東縣 高雄縣 澎湖縣
省立嘉義高級中學	台南市 嘉義縣 台南縣 雲林縣
省立台中第一高級中學	台中市 彰化縣 台中縣 南投縣
台北市立第一女子高級中學	台北市 基隆市 台北縣
省立新竹高級中學	新竹縣 桃園縣 苗栗縣
省立花蓮高級中學	花蓮縣 台東縣 宜蘭縣

地 區	教 師 代 表 人 數
高 雄 區	14

嘉	義	區	14
台	中	區	20
新	竹	區	8
台	北	區	21
花	蓮	區	8
總	計		85

二、訪問內容及其分析：

(一)關於教學目標方面：

1. 與會教師一致認為五十一年公佈之各科課程標準所列之教學目標，係以傳統之「成果教材」為依據。但現行新教材係採用美國革新教材，兩者在邏輯之組織上，已不相配合。故修訂工作應先由修訂教學目標着手。當前物理科教材，從實施方法之觀點而言，對我國常態學生，似無法使其全部接受。當前教材實施已越五年，又國中教材已依照民國五十七年部頒國民中學暫行課程標準編輯。今夏即有首屆畢業生升入高中，則修訂高中課程標準，乃為當前之急務。

2. 高中自然組與社會組物理科教學目標應有所區別：

自然組：

- (1) 培養學生正當的科學態度，熟練正確的科學方法。
- (2) 使學生具有現代物理科學之基礎知識，並使其具有研究現代科學之基礎。
- (3) 訓練學生研討日常生活及自然界之物理現象。
- (4) 啟發學生運用思考，自行設法理解各種原理，自行設計實驗，並養成正確之基本觀念。
- (5) 使學生了解自然科學之發展過程。

社會組：

- (1) 培養學生正當的科學態度，熟練正確的科學方法。

- (2)使學生具有現代物理科學之基本知識。
- (3)藉實驗、觀察、討論方法，培養學生接受物理科學知識之興趣。
- (4)使學生了解自然科學之發展過程。
- 3.今後教育部課程標準之修訂，應聘請物理科學家、教育家、教育心理學家與科學教育專家，連同高中、國中物理教師，共同做有計劃性之長期研究工作（包含課程教材之實驗）始可公佈實施。

(二)關於教學時數方面：

- 1.如物理科在高三教學，則自然需增二小時，始克收到實際教學效果。
- 2.如由高二開始授課，則每週可排四～六小時，即敷需要。
- 3.如不增加授課時數，則應對教材內容，作適當之刪減，否則教師爲了趕進度授完教材，豈有餘力對教材作深入的探討。

(三)關於教材大綱與教材內容方面：

- 1.自然組與社會組物理科的教學目標既然不同，則教材應有所區別：社會組教材應切合實際生活，並注意近代科學知識之簡介。自然組應配合理工學院之需要，加入適當材料。例如現在物理教材中對於電學上電路介紹很少，似未能與工學院教材相銜接。
- 2.現有高中物理教材宇宙篇部分材料，如時間、空間、物質等，可編入地球物理教科書內教學。
- 3.測頻儀之實驗，對於初學物理學生而言，缺乏實驗技巧，難達預期效果。應予以研究改進，若能配用電動同步定時儀尤佳。
- 4.宇宙篇第二章時間與時間度量，第三章空間與空間度量，內容均可刪減，例如有效數字在國中數學已有述及，可予刪除。又如三角測量法在數學中亦有詳述，應予刪除。
- 5.物理與化學教材內，對有效數字之規定不一致，應謀改進。
- 6.力學篇常用到多項函數、級數、函數及級數之極限、切線、法線、向量等，上列諸項於數學課程中，須高三上學期末始克了解，故整篇力學對學生而言，分量太重。

7. 宇宙篇第七章物質與元素，第八章原子與分子，在化學已有詳述，故略述重點即可。
8. 依目前各校經濟狀況觀之，高速度攝影機其價甚昂，非各校所能購置，教師只能紙上談兵，無法實際實驗，可予刪除。
9. 依目前教材而言，化學中稱電池兩極為陰陽，物理稱正負，常被誤解正極為陽極，應有統一規定，以免混淆不清。
10. 宇宙篇第五章線性運動，與第六章向量，若歸納於力學篇，似較易連貫。
11. 近代物理應酌增量子論淺說與相對論淺說，電學亦應增加電晶體與雷射之簡介。
12. 教科書中啟發思考的例題太少，應酌予增加，以增進學生對原理之了解。
13. 今後修訂高中物理教材，應力求與國中，大專物理教材銜接，並避免重複。
14. 改編高中物理教材時，應邀請高中物理教員參加工作。
15. 學生為應付升學考試，作業大部分抄襲參考書，失去習作意義。故不應硬性規定學生作業，以免教師白費心血於批改作業上。
16. 希國科會資料與儀器中心不斷提供最新有關實驗資料與儀器，以改進各校物理實驗。
17. 考核學生成績除注意課本內容外，應顧及學生觀察力，思考力，創造力及科學態度等方面。但大部分教師均缺此方面之工作經驗和適當資料，希有關單位多加輔導，並提供有關資料。
18. 有關P S S C參考書籍，請有關單位翻譯出版，以輔助教科書之不足。
19. 文組物理宜採用科學思想發展史的題材為教材。
20. 目前實驗課本詳列實驗方法、步驟及數據整理表格，此方式違背原教材之宗旨及目標，實驗教材應簡述實驗概要。實驗所預定目標，實驗後應討論項目，使學生培養組織及整理資料的能力，訓練其發現問題，解決問題的能力。
21. 物理教材每一章後面應列舉在國內出版可供參考之書名及雜誌，以供學生參考。
22. 力學及光學之排列次序可對調，以便教學。

23. 目前物理教科書所列習題之深淺，不能配合教材進度及學生程度；且份量嫌多，似以二十題左右為宜。

(四)關於實施方法方面：

1. 高三學物理，時間緊迫，目前大多教師用演講法，以致效果甚差。希自高二開始教學，以便採用先實驗之啟發性教材。
2. 各校教師一致認為教師手冊直接影響教學，其編寫之優劣，影響教學效果甚大。目前各書局發行之教師手冊，失之草率，未能切合教師實際教學需求。希各書局對於教師手冊之編寫，除注意內容充實外，更須於每章節，詳列教學目標，以期達到「目標」、「方法」、「評鑑」之連環效果。
3. 希有關單位運用行政力量，設法減輕學生升學壓力，以配合啟發性教學活動之推展，而收實際教學效果。
4. 物理實驗課視教學需要及情況，機動的在教室或實驗室舉行，不必一定分開。
5. 物理實驗儀器價多昂貴，若分組人數人，則所收效果相對減少，每組以二～三人為佳，希統籌儀器製造廠，造配儀器，供應各校使用。
6. 若干難做的實驗及艱深理論，若以電影配合教學，則收效必宏。目前各公私立學校均有放映機，却無法借放所需教學影片。希望有關單位籌拍供應，或做巡迴性之放映。
7. 啟發式之教學法為一可行之方法，唯學生必須從國中開始接受此種教學方式，養成主動之習慣，才能推行。
8. 希國科會以其財力拍一套P.S.S.C物理實驗的影片，以拷貝供應各校，使學生在實驗前先有一些概念，並增進教學效果。

(五)關於大專聯考方面：

1. 學校授課概分自然、社會二組，則大專聯考無論甲組或丙組，均應考物理，以利教學活動之進行。
2. 命題應注重推理及思考性之問題，並酌增計算題。
3. 試題應由對新教材有實際教學經驗之人員參加命題。
4. 試題命完後，應由大一學生先行使用該試題。以試驗該試題之難易度，同時試

題應由從事科學教育工作者參考意見後，才作最後決定。

5. 實驗方面試題，至少一半應以學生在校作過之實驗為範圍，否則學生平日實驗將會漫不經心。
6. 近年來聯考命題與課本內容略有出入，例如單位今年考爾格，但新教材無此單位。
7. 命題應針對預定目標，把握此目標，以引導物理教學走上正途。

(四)其他

1. 外國兒童自小即開始與科學知識接觸，吾國欲使科學在國內生根，應大量編印小學、中學生適用之科學讀物及刊物。
2. 政府可委託科學教育研究機關或學校編印一份定期性之科學雜誌，介紹歐美科學新知及發展，以及科學家學人在外國雜誌發表之論文，免費贈送各高中，供教師進修及參考。
3. 寒暑假期間教育廳、局可利用中等學校教師研習中心之設備，舉辦短期之自然科學各科研討會，會中並請國內外學者、專家作專題講演，以供在職教師進修，並交換教學心得。
4. 政府每年應選派優秀物理教員若干名，赴國外進修考察，以提高教師素質。
5. 各地區每年至少應舉辦一次物理科教學研討會，並請教科書編者列席，以便教師提出問題或教科書之錯處及難處，並解決教學上之問題，增加教學效果。
6. 課程教材之改進應有研究性之常設機構從事計劃、實驗，不宜僅憑少數人意見貿然修改。
7. 我國當前科學教育之方向，尚稱正確，惟缺少整套之行政推行系統。
8. 師資在職訓練之方式內容之改進亟待加強，科學教育研究中心之設立，已刻不容緩，以達到連貫之實效。

三、訪問結論

這次分區訪問，與會的科學教師，發言非常踴躍，頗多有價值的意見。茲就共同有關的部份，經本人研究分析獲得結論如下：

- (一)大多數學校於選派各科教師代表參加座談會之前，均事先舉行各科教學研究會，

獲致具體建議，由教師代表攜帶至座談會中宣讀。足見各校對本會召開之巡迴座談會非常重視並寄以殷切之期望。

- (二)教師多以升學為教育之唯一目標，對教育部公佈之課程標準中之教學目標，知者甚鮮。即使少數了解真正教學目標之教師，迫於現況，亦無法認真推行。目標既已迷失，自難期教學上有重大之收穫。
- (三)對現行教材而言，學科教學時數感覺不夠，紛紛要求增加時數。但為避免學生課業負擔過重，教學總時數不應過多，故增加教學時數并非解決問題之辦法，似宜酌減教材份量來配合部定教學時數，而不宜增加教學時數來配合教材。
- (四)新教材精神之清新，學習方面之正確，理論之嚴密，組織之系統化，深獲各位教師之讚揚。且其內容可與大專課程相銜接，如能好好學習，足可奠立深造之堅實基礎，又多數教師，對新教材之內容已臻純熟。故此時此刻祇宜作教料上之增刪及編排順序之調整，而不宜作大幅之修正。惟現行課程標準中之「目標」「時間支配」「實施方法」等三項，仍沿用民國五十一年頒佈之課程標準，與新教材大綱不相配合，故宜請多數專家作較長時間之深入研究，以作修訂之參考。
- (五)值此科學突飛猛進之時代，知識之累積過於迅速，即所謂「知識爆發」情況。物理教材如不能隨時加以整理精選，則學生如在五里霧中，學習自感困難，似宜由國立編譯館，或師範大學成立一常設機構，每年提出研究報告，作為改編數理教科書之參考。
- (六)一般而言，各科教材均感偏多，致教師學生負擔均重，不易吸收消化，教師為趕進度，講解自難詳盡透澈。因此各科教材似宜作適當之刪減，或將刪減部份分列為補充教材供教師選擇應用。
- (七)各章教材之配合，尚未能達到理想。故各教科書之編排順序，似須重加調整，以期密切配合，使學生明瞭各科間相互之關係。
- (八)位於都市之少數著名學校，因招生選擇性大，學生素質高，且程度整齊。其他學校因招生時選擇性小，學生之素質參差不整，差距甚大，施教時困難較多，故數理教料內容似宜以適合中等程度學生為準，至於水準較高之學校，教師可酌加補充教材，自由發揮，如此較具彈性。

(d)統計教材中之專有名詞，註釋多有不統一之弊，以致教學發生困難。各教師希望國立編譯館對科學新名詞早日訂定，發交各書局依照使用。

(f)一般而言，學生課業負擔太重，自修時間嫌少。多數學生皆於坊間購買題解書，抄襲習題，繳交老師，對答案內容毫不瞭解，而教師負擔亦重，每班學生多達五十人左右，一人兼顧三班或四班，欲將作業逐本批改，自不可能。且更正後學生是否能懂，亦是問題。如此作業方式，師生皆浪費時間，於實際毫無幫助。故似宜改變傳統的課業指導方式，設法增多師生接觸時間，使每個學生都受到老師親切指導，如沐春風，則學生不但感到無抄襲題解之必要，參考題解書不禁自絕，且可獲得正確思考之訓練，增進辨別真偽之能力，學風將爲之丕變，德育亦可同時進步。

(g)除少數設備較好之學校，能每週均做各科實驗外，大多數學校限於實驗室太少，或儀器設備不足，每學期只能做到規定實驗的一半，甚至僅能做到三分之一。各校均希望科學儀器中心早日完成各科教學儀器之設計工作，並設法製造供應，以有效支援高中數理教學之充實與改進。

(h)大部教師感到大專聯考命題，影響高中教學既深且鉅，近年考生平均成績甚低，致使高中教師，不敢貿然嘗試啟發式的教學法來代替傳統的演講背誦的教學法，自難達到新教材的教學效果。

(i)各地中等學校數理教師水準高低不一，高中情形較好，然距離理想尚遠。政府應積極加強中等學校數理教師之培養，大量充實大學數理各學系之設備，擴充新生名額，俾應發展科學教育之需要。又澎湖、宜蘭、花蓮、台東等地區，師大畢業生執教各校者尚不多，故僻遠地區保送高中畢業升入師大辦法，似應繼續擴大施行。

(j)科學進步日新月異，科學教師應隨時吸收新知識。故政府應早日頒發教師進修辦法，以加強在職教師之訓練。師範大學對中等學校教師之輔導工作，應積極推行。

B、問卷部份

一、問卷內容

二、資料來源

編號	校名	份數	問卷編號	編號	校名	份數	問卷編號
1	省立基隆中學	2	1—2	28	省立北斗中學	1	52
2	市立建國中學	4	3—6	29	省立西螺中學	2	53—54
3	市立北一女中	2	7—8	30	省立虎尾中學	1	55
4	國立師大附中	4	9—12	31	省立北港中學	1	56
5	市立成功中學	4	13—16	32	省立斗六中學	4	57—60
6	市立復興中學	2	17—18	33	省立嘉義中學	1	61
7	市立中山女商	1	19	34	省立嘉義女中	2	62—63
8	私立恆毅中學	1	20	35	私立輔仁中學	1	64
9	私立治平中學	1	21	36	省立玉里中學	1	65
10	省立楊梅中學	1	22	37	省立新化中學	1	66
11	省立新竹女中	3	23—25	38	省立臺南一中	6	67—72
12	省立竹東中學	1	26	39	省立臺南女中	1	73
13	省立竹南中學	1	27	40	省立臺南二中	2	74—75
14	私立大成中學	1	28	41	省立左營中學	2	76—77
15	私立苗栗建台中學	1	29	42	省立高雄中學	3	78—80
16	省立大甲中學	2	30—31	43	省立岡山中學	1	81
17	省立臺中一中	3	32—36	44	私立國光中學	1	82
18	省立臺中二中	2	37—38	45	省立屏東中學	3	83—85

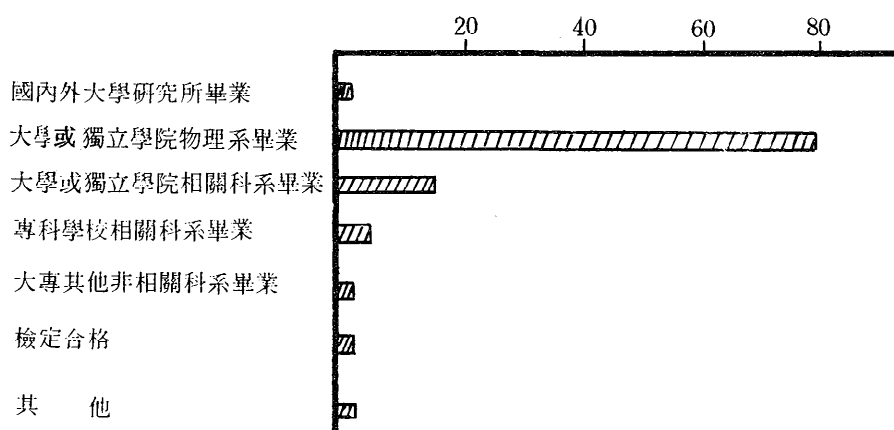
19	省立臺中女中	2	39—40	46	省立屏東女中	3	86—88
20	私立衛理中學	1	41	47	省立恆春中學	1	89
21	省立南投中學	2	42—43	48	省立蘭陽女中	2	90—91
22	省立埔里中學	1	44	49	省立頭城中學	1	92
23	省立竹山中學	1	45	50	省立花蓮中學	1	93
24	省立彰化中學	3	46—48	51	省立臺東中學	3	94—96
25	省立彰化女中	1	49	52	省立新竹中學	2	97—98
26	省立員林中學	1	50	53	國立臺灣師範大學物理系	2	99—100
27	省立鹿港中學	1	51				

三、調查結果之分析

(一)教師個人資料：

1.學歷：

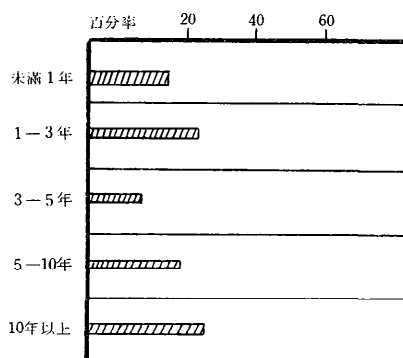
學 歷	人 數	百 分 率
國內外大學研究所畢業	1	1%
大學或獨立學院物理系畢業	72	72%
大學或獨立學院相關科系畢業	20	20%
專科學校相關科系畢業	3	3%
大專其他非相關科系畢業	1	1%
檢定合格	1	1%
其 他	2	2%



由以上圖表觀之現任高中物理教師屬大學或獨立學院物理系畢業者高達72%，若將相關科系畢業者計算在內，則高居90%以上，此師資素質堪稱優良。

2. 任教年資：

年 資	人 數	百 分 率
未 滿 1 年	18	18%
1 年 至 3 年	27	27%
3 年 至 5 年	11	11%
5 年 至 10 年	20	20%
10 年 以 上	24	24%

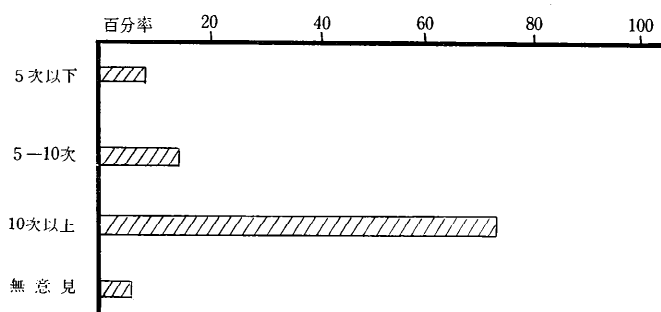


電磁學等近代物理部份，因所選涉的理論較為深奧，故32.5%認為太難，但認為容易合適的仍高居67.5%。

(四)對教學與實驗之配合問題：

1. 每學期學生分組實驗次數

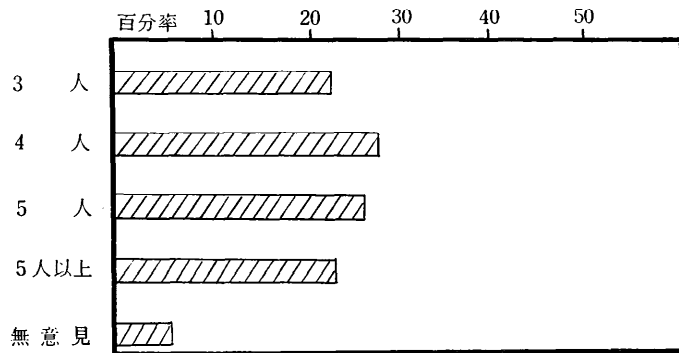
次 數 表	人 數	百 分 率
5 次 以 下	7	7%
5 — 10 次	13	13%
10 次 以 上	76	76%
無 意 見	4	4%



(以上圖表)表明目前絕大多數學校均頗能重視物理實驗，每學期實驗10次以上者還76%，此誠屬可喜之現象，但每學期實驗次數在10次以下者亦占20%，此或因實驗室儀器不足，或因不重視實驗，均應設法改進。

2. 學生分組實驗每組之人數

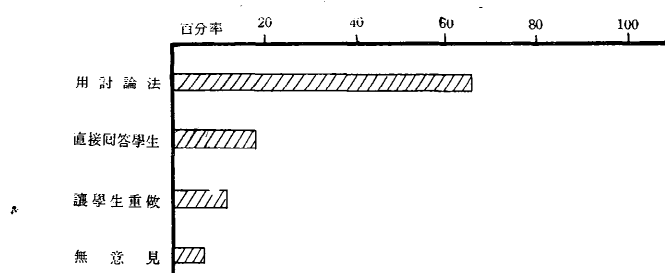
每 組 人 數	人 數	百 分 率
3 人	21	21%
4 人	27	27%
5 人	25	25%
5 人 以 上	22	22%
無 意 見	5	5%



由於各校儀器設備水準不一，每組實驗人數，三人至五人者，占73%。實驗每組人數太多，勢將降低實驗效果，今每組五人以上者達22%，實有速謀改進之必要。

3. 對於實驗上學生所發生的問題的處理法：

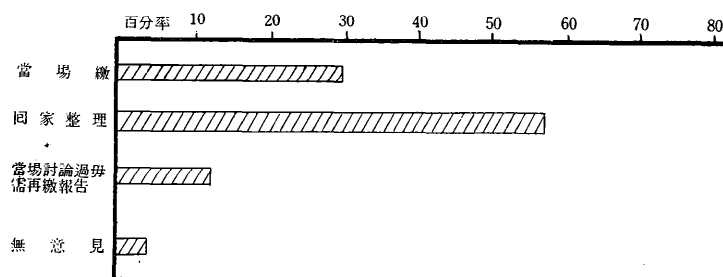
處 理 方 式	人 數	百 分 率
直 接 回 答 學 生	18	18%
用 討 論 法	67	67%
讓 學 生 重 做	12	12%
無 意 見	3	3%



教師以討論方式處理實驗時當學生所發生問題，確為一最佳之處理方式，藉之可使學生在討論中，發現問題，並自動思考解決問題之方法，從而啓發其作更進一步研究之興趣，以上圖表，顯示採行此法之教師達 6.7%，誠為可喜之現象。

4. 學生做完實驗，實驗報告應有處理法

處 理 方 法	人 數	百 分 率
當 場 繳	28	28%
回 家 整 理	57	57%
當場討論過毋需再繳報告	11	11%
無 意 見	4	4%

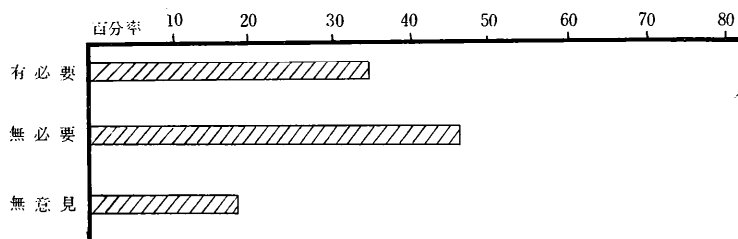


學生實驗報告之處理，於實驗結束後，讓學生攜回家整理者占57%，但此方式易養成學生虛與委蛇之心理，操作馬虎，待下課後彼此抄襲或偽造數據，以致實驗難收預期效果；若採用位場繳報告之方式（占28%），學生勢將疲於寫報告，無法盛心力於實驗之操作，為防止上述之弊，實驗報告似可攜回整理，但

實驗數據則應飭令學生當場繳出。

5. 高中物理實驗報告是否應有統一之格式

意見	人數	百分率
有 必 要	35	35%
無 必 要	46	46%
無 意 見	19	19%

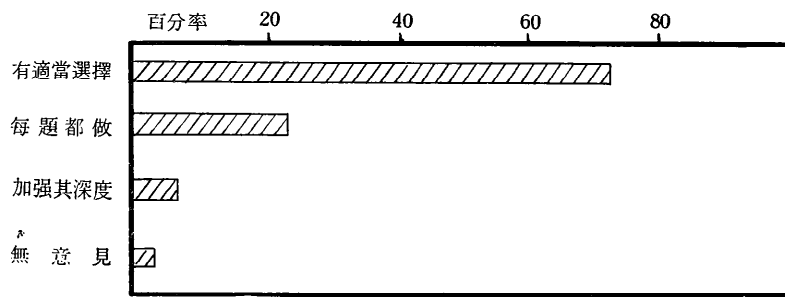


前已述及現行實驗教材深具啓發性，學生作實驗報告時，儘可將其實驗所得之知識，儘行發揮，若實驗報告限定統一格式，則將限制學生充分發揮的機會，從調查統計顯示，以爲無需統一格式之教師達46%，認爲應有統一格式的，亦達35%，此問題顯示尚有多數教師對新教材物理實驗之指導方法，未能澈底了解，將來教師訓練，務必加強此類觀念之溝通。

(*) 課業指導與教學時數問題：

1. 高中物理之學生習題應有份量

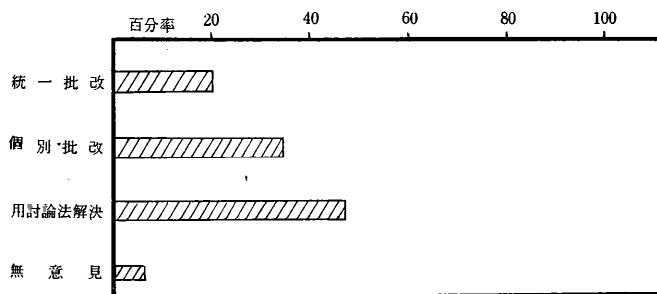
分 量	人 數	百 分 率
每 題 都 做	21	21%
有 適 當 選 擇	72	72%
加 強 其 深 度	5	5%
無 意 見	2	2%



由以上圖表觀之，對高中物理習題應有之份量，固然22%之教師以為應「每題都做」，以增進對課文之理解，但主張應有「適當選擇」的却高達72%，可知大多數現在高中物理教員均認為學生對習題之習作，只須作具有啟發性之問題，不必「每題都作」，枉費時間於機械式之反覆練習。此外，主張加強其深度者，亦占5%，頗值得供重編教材之參考。

2. 學生作業之批改方式採用之方法

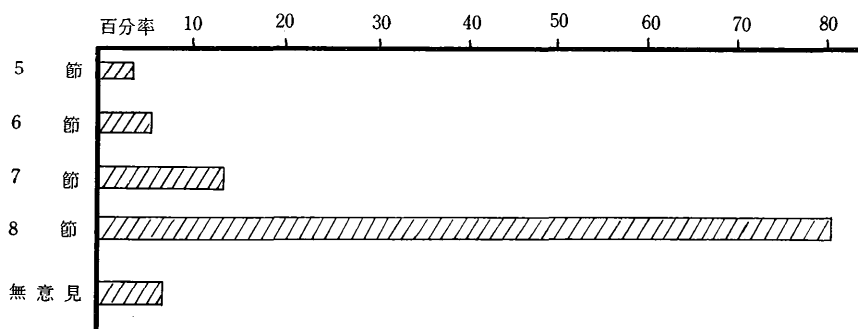
方 式	人 數	百 分 率
統 一 批 改	20	20%
個 別 批 改	35	35%
用 討 論 法 解 決	45	45%
無 意 見	5	5%



由以上圖表，對學生作業批改方式：「統一批改」，「個別批改」及「用討論法解決」均各有其優劣，惟「用討論法解決」時間較經濟，且易收實效，為較多數教師所樂於採用。

3. 根據當前之教材最適當之上課時數（包括實驗在內）

節數	人 數	百 分 率
5 節	1	1%
6 節	3	3%
7 節	12	12%
8 節	80	80%
無 意 見	4	4%

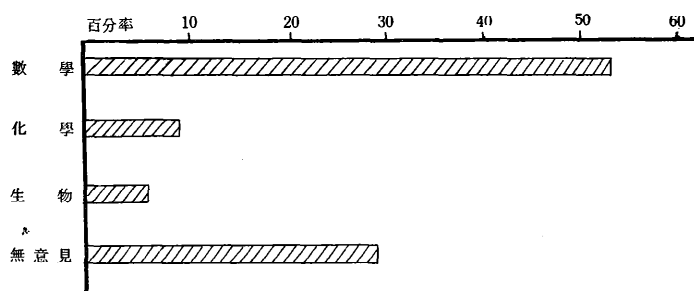


由以上圖表可看出一明顯事實，就日前教材份量而言，若仍採用傳統之演講法，則課程標準所訂之教學時數每週六節不足應付教學所需，因此教材份量及教學方法之改進，是改進物理教學迫不及待之課題。

(c) 高中物理與其他學科目之配合與連貫問題：

1. 現行我國物理教材與其他科目在時間上無法配合之科目：

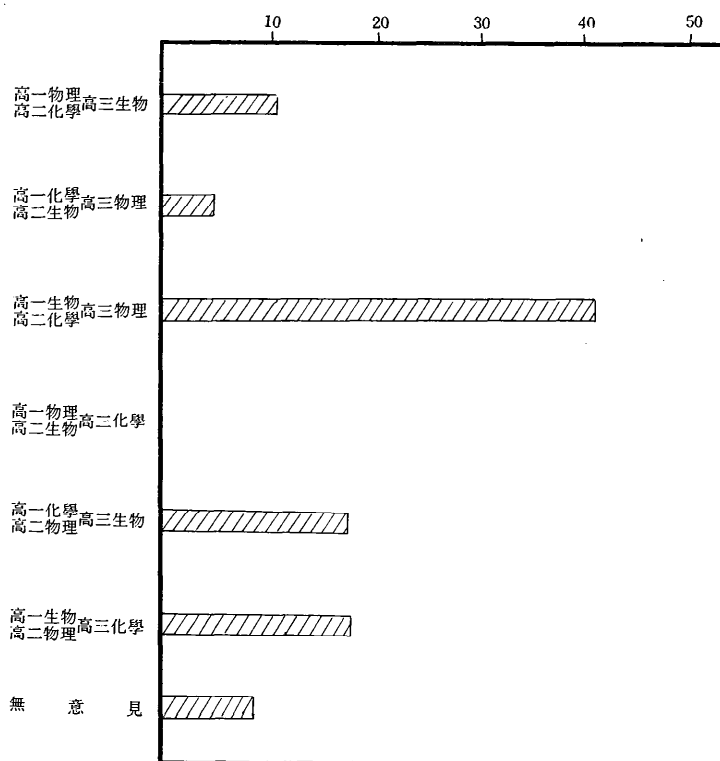
科 目	人 數	百 分 率
數 學	53	54.6%
化 學	8	9.3%
生 物	5	6.5%
無 意 見	28	29.6%



由以上圖表觀之，物理教材與化學，生物在時間上是否配合之問題並不嚴重，但近55%之教師認為不甚配合，尤以向量部份為是，改編教材時應亟謀改善，以利教學之進行。

2. 按實際需要目前之科目排列應改排順序：

順	序	人	數	百	分	率
高高高	一二三	物化生	理學物	10	10%	
高高高	一二三	化生物	學物理	4	4%	
高高高	一二三	生物物	物學理	42	42%	
高高高	一二三	物生化	理物學	0	0	
高高高	一二三	化物生	學理物	18	18%	
高高高	一二三	生物化	物理學	18	18%	
無	意	見	8	8%		

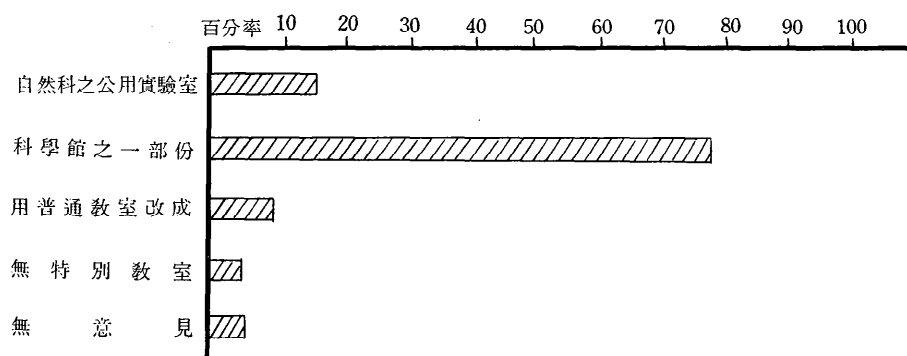


物理、化學、生物次序該如何編排，眾說紛紛，迄無定論，儘管清大李怡嚴博士主張「高一物理、高二化學、高三生物」，但贊同該主張者僅占10%，而現行「高一生物，高二化學，高三物理」之排列顯然較廣泛支持，此蓋因一般教師認為物理須以數學為基礎，高三授物理較易為學生所吸收，為減低升學壓力，亦有36%教師主張物理應排於高二，次外更有部份教員建議排於高二，高一，分兩段授畢。

(六)科學館之設備配合問題：

1. 物理實驗室歸屬

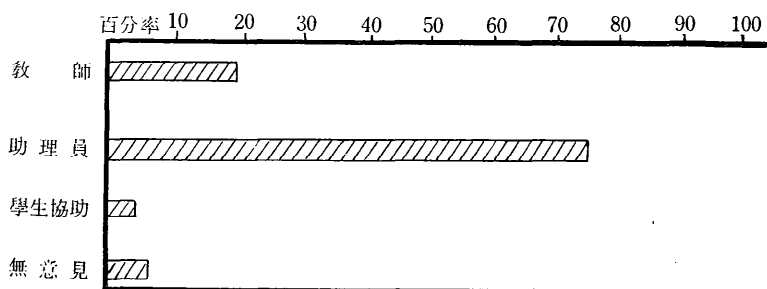
歸 屬	人 數	百 分 率
自然科之公用實驗室	14	14%
科學館之一部份	77	77%
用普通教室改成	7	7%
無特別教室	2	2%
無意見	2	2%



由以上調查統計顯示目前96%以上之學校均設有物理實驗室，77%均設有科學館，無特別實驗室者僅居2%，儘管實驗室之規模大小不一，但以勉強可付發展科學教育之所需。

2. 準備學生實驗器材負責人

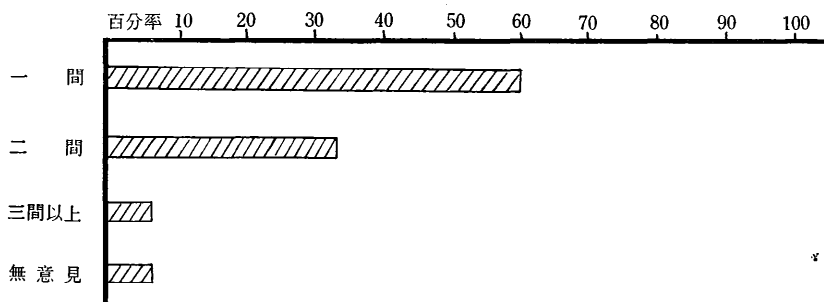
負 責 人	人 數	百 分 率
教 師	19	19%
助 理 員	76	76%
學 生 協 助	2	2%
無 意 見	3	3%



由以上調查統計顯示各校準備學生實驗器材負責人，有19%是由教師親自負責，由助理員負責的達76%，藉此可減輕教師之額外負擔，而少數學校訓練學生協助準備頗有教育意義，對人手不足之學校而言，此不失為明智之舉。

3. 服務學校物理實驗室間數

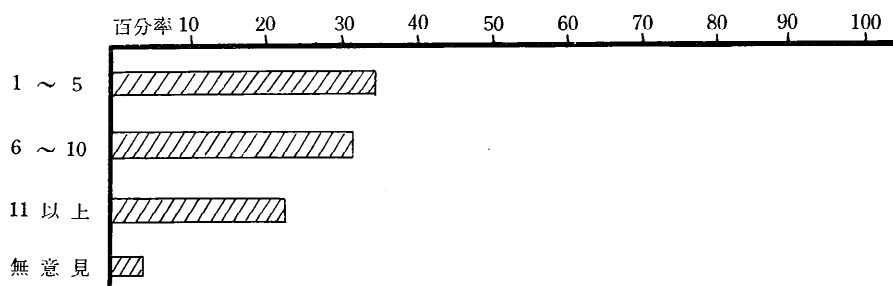
間數	人數	百分率
一間	58	58%
二間	31	31%
三間以上	5	5%
無意見	6	6%



雖然96%以上之學校均有實驗之設置，但其中大多數僅有一間實驗室，因此班級較多之學校，必感實驗室調配使用困難，每學期實驗次數遂不得不為之減少，影響教學效果。

4. 同種之分組實驗限於器材，每次能排出之套數

套 數	人 數	百 分 率
1 ~ 5	34	34%
6 ~ 10	31	31%
11 以 上	23	23%
無 意 見	2	2%



各校實驗器材之套數，65%以上未及十套，因而每組實驗人數填至五人以上，以致實驗效果為之降低，欲使各校實驗教學走上正規，則進一步充實各校實驗設備，是有其必要的。

(4) 目前對高中物理教學之困難：

1. 物理教材與數學教材在時間上未能密切配合，尤其數學向量部份與物理力學篇更是未能配合。
2. 教科書文字尤多艱澀冗長，有些章節失之過煩，課本例題太少，難引起學生之學習興趣。
3. 大專聯考之命題偏重記憶，學生對物理之研習只重背誦，不求理解，慣於填鴨式之教學，不敷實際教學所需。
4. 課程標準所訂每週六節之教學時數，不敷實際教學所需。
5. 大多學校物理實驗器材不足，或太簡陋，影響教學效果。
6. 欠缺物理教學影片，幻燈片等輔助教學器材。

7. 教師及學生用參考書均甚缺乏。

8. 社會組學生不重視物理，加之教材燥無味，學生上課無興趣。

肆、總結論

一、關於高中物理師資問題，根據此次調查結果，現任高中物理教師，大多數為大學本科或相關科系畢業，師資素質甚高，但其中大多數均未受新教材之教學訓練。

二、依本調查，美國 PSSC 物理教材，大體上具有一貫之學習方法程序，有利於學生做有系統之探討、明瞭物理世界之內容。

三、高中階段學習物理學最重要之目的，在訓練科學之思考及做事方法，啓發想像力及創造力。

四、傳統物理學編排順序：力學編在光學之前，是值得保留的。

五、PSSC 內容編排，尚適合我國高中學生實際需要。

六、現有教師手冊，對教師幫助不大。

七、高中物理教學，大多數仍採用演講法。

八、現行高中物理教材，對學生具有啓發性，大體上可與課本內容配合。

九、高中物理教材之學習方法對將來進入大學選修理、工、農、醫學院，學生較有幫助。

十、將來改編新教材時文理組學生應分別使用不同教材。

十一、教科書之內容份量，應簡要適重。

十二、現行坊間之教科書以東華版較適合學生需要。

十三、教材內容份量：宇宙篇嫌多些，光學、力學篇份量適中，電學與近代物理應酌量增加。

十四、教材之難易：大體上均為我國學生所能吸收。

十五、每學期學生分組實驗次數大多數在十次以下，且每組人數大多數在五人以上。

十六、對實驗上學生所發生之問題，大多以討論法解決，實驗報告之處理，大多令學生攜回家整理，報告不必拘於一定之形式。

十七、學生習題應有適當之選擇，作業之批改大多採用討論法解決。

十八、當前最適當之上課時數是每週八節。

十九、現行物理教材與教學在時間上不甚配合。

二十、歷年採用之科目排列順序：高一生物、高二化學、高三物理，仍值得保留。

二十一、一般學校均有特設之物理實驗室，但大多僅限於一間，且實驗儀器大多在十套以下，因而實驗室之調配使用困難每學期實驗次數減少，每組人數增加，實際上難收教學效果。

二十二、對高中物理教學之困難問題：

- 1.教科書文辭艱澀冗長，課本例題太少。
- 2.大專聯考側重記憶性材料，因而學生慣於填鴨式之教學，只重於死背，不求理解。
- 3.實驗器材不足或太簡陋，影片等輔助教材欠缺。
- 4.學生及教師用參考書不足。

二十三、對將來自然組新物理課程的改進之意見：

- 1.教材應配合科學之發展第注重啓發創造性之材料。
- 2.教材份量不宜太多。
- 3.教科書文字敘述，應力求簡明，圖表應力求清晰。
- 4.實驗應與課本教材配合，其步驟、過程及儀器裝置，應由學生自行設計。

二十四、對將來社會組物理之改進意見：

- 1.物理教材應注重實用，並注重研究方法之介紹。
- 2.教材應富有趣味，避免艱深之理論。
- 3.以觀察、實驗代替講解，多利用視聽器材輔助教學。
- 4.由資料及儀器供應中心攝製整套幻燈及電影物理教材，供各校使用。

「附記」

一、本研究報告之重心係台灣地區全體物理教師對現行物理課程與教材之直接反應給予統計與分析。

二、在每次座談會之始，本人聲明座談會目的在徵詢各方意見之正確與否，無須討論表決，均列入記錄，以作為原始資料，事經詳加研討後，認為絕大多數之意見確係精

當可貴；但亦有小數見解對新教材之理論及實施方法尚未完全了解，所提意見有所偏頗，未便採納。

伍、對結論之綜合分析研究

一、前言

物理教育是研究發展科學的基礎，它應負起為國家，培植科學技術人才與開拓科學研究人才之重大任務。美國 PSSC 物理科學研究委員會，自從成立以來，前後做了三次之教材大修訂（第一次1958年，第二次1965年，第三次1971年）他們每年在不同地區召開全國性，由現任物理教師所構成之「教材使用情形研討會」就教材之內容與教學方法的配合做徹底之實驗得失評鑑。例如：物理實驗內容已全面改編19個。（1971年第三版物理實驗手冊）。

民國54年，我國匆促實施新教材後至今已逾七年，由於事先之準備工作不充分，對事後也沒做長遠的打算。這七年來，從無人做實施情形之調查、分析、研究工作。經此次之調查研究始發現有如此多困擾之問題，使人不禁為我國今後之物理教育前途而擔憂。在此就上面之諸問題中，建議幾個可行之解決辦法；做為本研究之結論分析。

二、(一)設立物理課程教材研究機構

1. 首先，必須創設永久性的新教材發展考核研究機構，專門研究今後新教材的發展與改進。從1957年開始，前後已有38個（註1）國家在課程之改革、發展及評鑑上曾經耗資無以數計，並取得了充分之寶貴資料待查。我們應從現有的外國資料，先做比較研究，選擇一些較合我國情之實驗、方法及其它資料，經專家之集體研判後改編成實驗教材，然擇幾個實驗學校先試驗一段時間，經教師與專家們之共同評量後公佈實驗成果以供將來修改新的課程教材之重要依據。下表為現行較被重視之幾種研究機構。

外國物理課程教材研究機構及負責人一覽表

區域	國 家	研 究 機 構	成 立 時 間	負 責 人
歐 洲	1.英國	奈菲高級物理計劃	1967	Mr. Ogborn
	2.瑞典	Scandinavian 高中物理	1961	K. G. Friskorp
	3.捷克	近代物理教學中心	1969	Prof mislav
北 美 洲	1.美國	P.S.S.C. 物理研究委員會	1957	Miss G, Kline
	2.美國	H.P.P. 物理計劃	1964	Dr. P. James Rutherford
	3.美國	Silver Burdett 物理計劃	1969	Prof Philip Younger
亞 洲	1.日本	物理實驗方法（北海道大學與美國加州大學合作）	（重點放在近代物理） 1968	Dr. 池田行夫
	2.印度	A.L.S.T.A. 物理研究委員會	1969	Mr. B. G. Pitre

2. 可行辦法

研究課程與教材之權責（行政責任）規屬教育部，教育部現有之科學教育委員會，形同虛設，無法發揮有效功能，科學教育業務實權事實上由各司所左右，國科會之所有此項經費，61年度中小學科學課程教材研究費 950 萬已轉移給教育部。教育部應立即分科聘請學有專長之課程專家若干名與熱心之現任教師們，共同組織物理科課程教材研究小組，從事有計劃之長期研究。我們深信藉此一專家性之永久組織才能真正擬訂具體有效之研究推展方法與進度。課程的改革是一種社會的改革，社會的改革也就是一種制度的改革。在進行一個制度改革的時候，當然有諸多阻擾和困難，願教育部有關諸公，能明察實情，應當機立斷，配合政府之起用才俊政策立即（運用聘任辦法）（註 3）延聘一位能担起重任之執行祕書來領導，全面策動研究工作，切勿再延遲。

(二)師資訓練應制度化

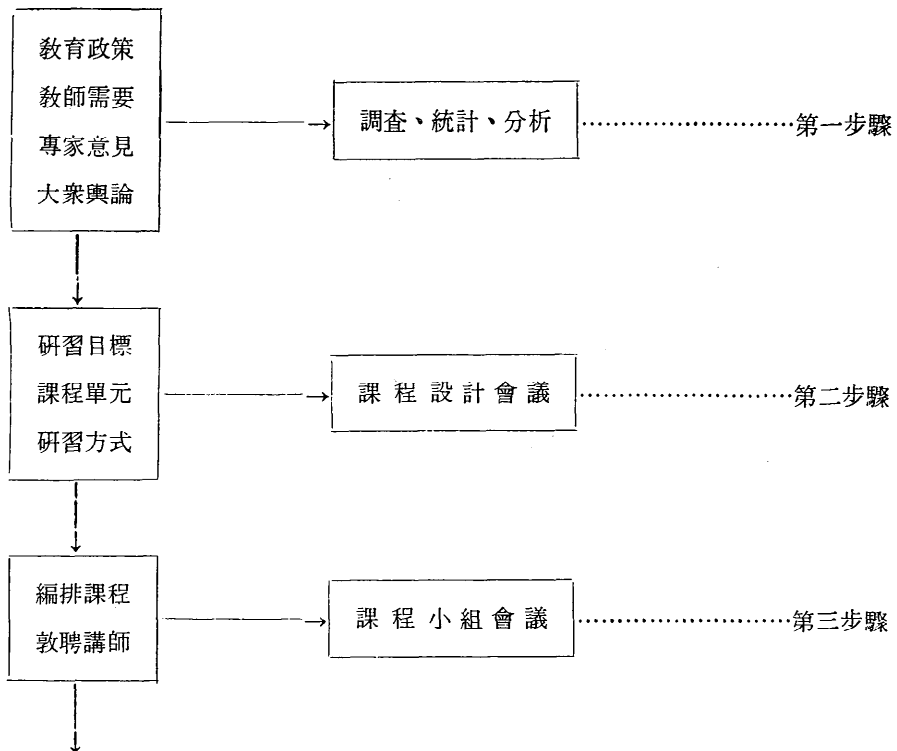
1. A. I. D. 時代（註 4）教育部聘請一位科學教育之美籍顧問，當年政府受美援

經濟神助，積極鼓勵在職教師之短期訓練，使參加物理教師有機會學到新教材之精神與教學方法之改進技巧。美援停止後，此類短期在職教師進修已停辦五年。現任高中物理教師五成以上尚無進修之機會，對教學效率影響頗大。

2. 可行辦法

由中央級機構發起召開「師資訓練研究小組」全盤研討過去師資訓練辦法與得失，並建立在職教師進修制度（給學分或給學位）積極鼓勵，給予在職教師之進修機會，使參加教師不再會有被「抓公差」的感覺，而樂於自動參加研習。國家安全會議最近也已通過了4000萬元之追加預算做為今後4年之師資訓練中心部分經費（註5）。美國加州最近對現職科學教師在任期四年內必須自動報名參加相關科系之進修之規定，否則不予續聘。此種進修制度值得做為我國之參考。

3. 理想的師資訓練設計實施進度表（註5）

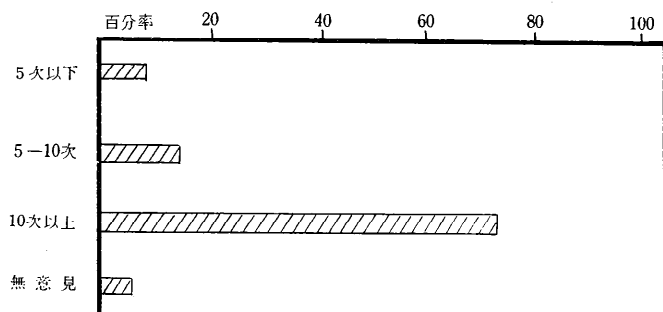


電磁學等近代物理部份，因所選涉的理論較為深奧，故32.5%認為太難，但認為容易合適的仍高居67.5%。

(五)對教學與實驗之配合問題：

1. 每學期學生分組實驗次數

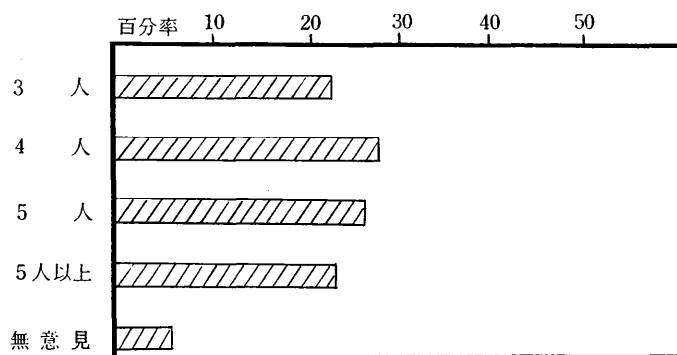
次 數 表	人 數	百 分 率
5 次 以 下	7	7%
5 — 10 次	13	13%
10 次 以 上	76	76%
無 意 見	4	4%



(以上圖表)表明目前絕大多數學校均頗能重視物理實驗，每學期實驗10次以上者還76%，此誠屬可喜之現象，但每學期實驗次數在10次以下者亦占20%，此或因實驗室儀器不足，或因不重視實驗，均應設法改進。

2. 學生分組實驗每組之人數

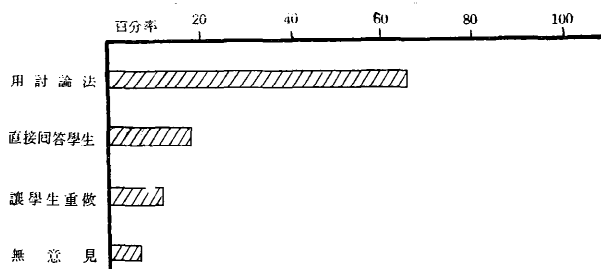
每 組 人 數	人 數	百 分 率
3 人	21	21%
4 人	27	27%
5 人	25	25%
5 人 以 上	22	22%
無 意 見	5	5%



由於各校儀器設備水準不一，每組實驗人數，三人至五人者，占73%。實驗每組人數太多，勢將降低實驗效果，今每組五人以上者達22%，實有速謀改進之必要。

3. 對於實驗上學生所發生的問題的處理法：

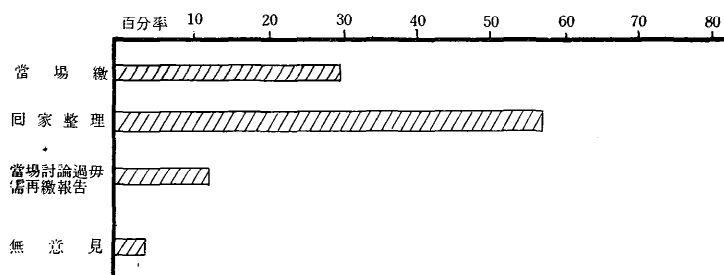
處 理 方 式	人 數	百 分 率
直 接 回 答 學 生	18	18%
用 討 論 法	67	67%
讓 學 生 重 做	12	12%
無 意 見	3	3%



教師以討論方式處理實驗時當學生所發生問題，確為一最佳之處理方式，藉之可使學生在討論中，發現問題，並自動思考解決問題之方法，從而啓發其作更進一步研究之興趣，以上圖表，顯示採行此法之教師達 67%，誠為可喜之現象。

4. 學生做完實驗，實驗報告應有處理法

處 理 方 法	人 數	百 分 率
當 場 繳	28	28%
回 家 整 理	57	57%
當場討論過毋需再繳報告	11	11%
無 意 見	4	4%

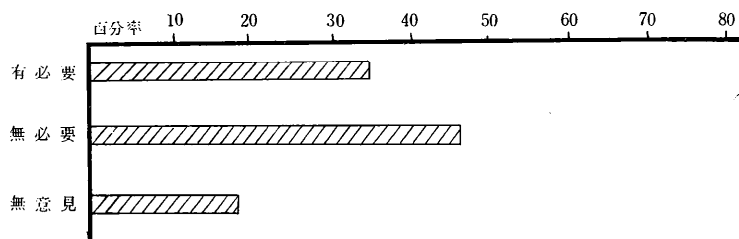


學生實驗報告之處理，於實驗結束後，讓學生攜回家整理者占57%，但此方式易養成學生虛與委蛇之心理，操作馬虎，待下課後彼此抄襲或偽造數據，以致實驗難收預期效果；若採用位場繳報告之方式（占28%），學生勢將疲於寫報告，無法盡心力於實驗之操作，為防止上述之弊，實驗報告似可攜回整理，但

實驗數據則應飭令學生當場繳出。

5. 高中物理實驗報告是否應有統一之格式

意見	人數	百分率
有 必 要	35	35%
無 必 要	46	46%
無 意 見	19	19%

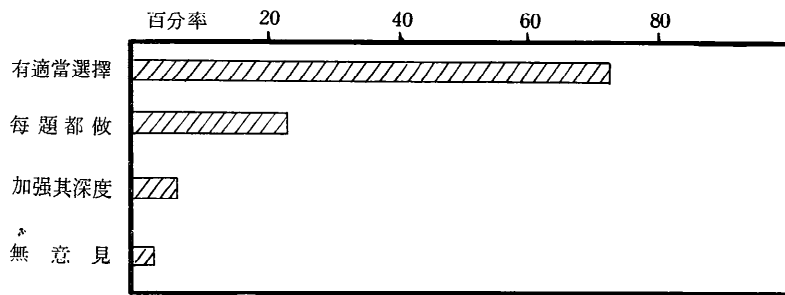


前已述及現行實驗教材深具啓發性，學生作實驗報告時，儘可將其實驗所得之知識，儘行發揮，若實驗報告限定統一格式，則將限制學生充分發揮的機會，從調查統計顯示，以爲無需統一格式之教師達46%，認爲應有統一格式的，亦達35%，此問題顯示尚有多數教師對新教材物理實驗之指導方法，未能澈底了解，將來教師訓練，務必加強此類觀念之溝通。

(*) 課業指導與教學時數問題：

1. 高中物理之學生習題應有份量

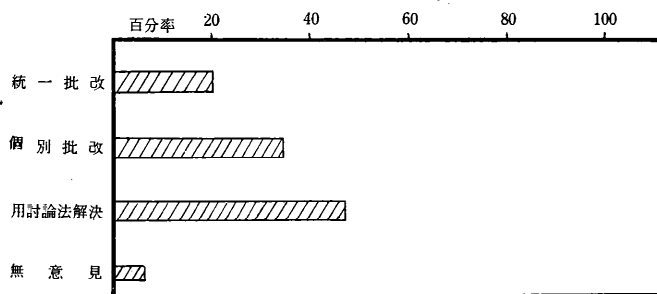
分 量	人 數	百 分 率
每 題 都 做	21	21%
有 適 當 選 擇	72	72%
加 強 其 深 度	5	5%
無 意 見	2	2%



由以上圖表觀之，對高中物理習題應有之份量，固然22%之教師以為應「每題都做」，以增進對課文之理解，但主張應有「適當選擇」的却高達72%，可知大多數現在高中物理教員均認為學生對習題之習作，只須作具有啓發性之問題，不必「每題都作」，枉費時間於機械式之反覆練習。此外，主張加強其深度者，亦占5%，頗值得供重編教材之參考。

2. 學生作業之批改方式採用之方法

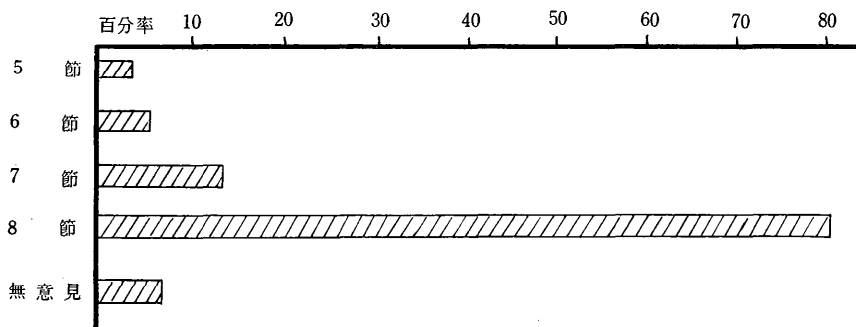
方 式	人 數	百 分 率
統 一 批 改	20	20%
個 別 批 改	35	35%
用 討 論 法 解 決	45	45%
無 意 見	5	5%



由以上圖表，對學生作業批改方式：「統一批改」，「個別批改」及「用討論法解決」均各有其優劣，惟「用討論法解決」時間較經濟，且易收實效，為較多數教師所樂於採用。

3. 根據當前之教材最適當之上課時數（包括實驗在內）

節數	人數	百分率
5 節	1	1%
6 節	3	3%
7 節	12	12%
8 節	80	80%
無意見	4	4%

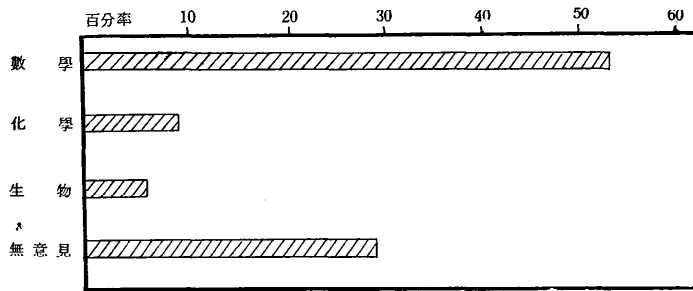


由以上圖表可看出一明顯事實，就目前教材份量而言，若仍採用傳統之演講法，則課程標準所訂之教學時數每週六節不足應付教學所需，因此教材份量及教學方法之改進，是改進物理教學迫不及待之課題。

(4) 高中物理與其他學科目之配合與連貫問題：

1. 現行我國物理教材與其他科目在時間上無法配合之科目：

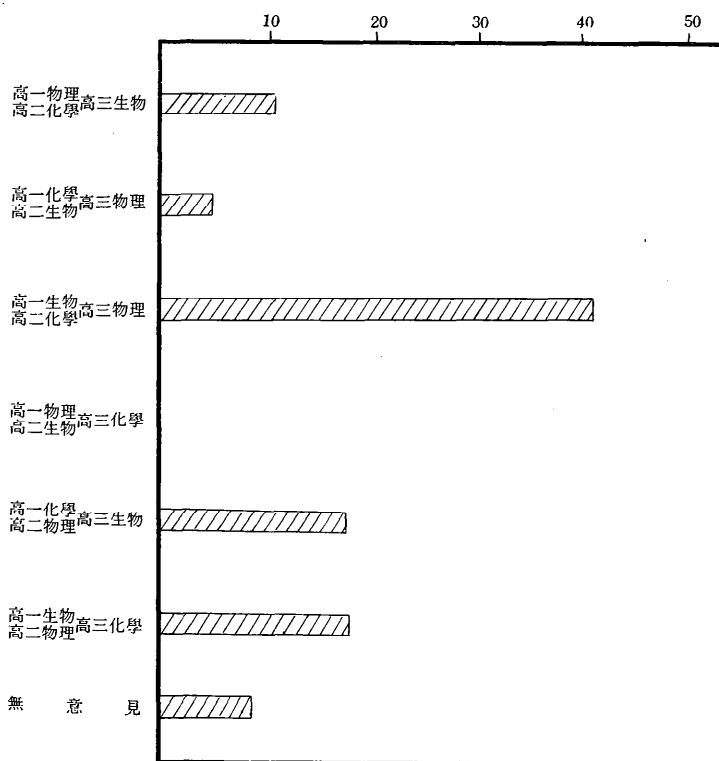
科目	人數	百分率
數學	53	54.6%
化學	8	9.3%
生物	5	6.5%
無意見	28	29.6%



由以上圖表觀之，物理教材與化學，生物在時間上是否配合之問題並不嚴重，但近55%之教師認為不甚配合，尤以向量部份為是，改編教材時應亟謀改善，以利教學之進行。

2. 按實際需要目前之科目排列應改排順序：

順	序	人	數	百	分	率
高高高	一二三	物化生	理學物	10	10%	
高高高	一二三	化生物	學物理	4	4%	
高高高	一二三	生物物	物理學	42	42%	
高高高	一二三	物生化	理物學	0	0	
高高高	一二三	化物生	學理物	18	18%	
高高高	一二三	生物化	物理學	18	18%	
無	意	見	8	8%		

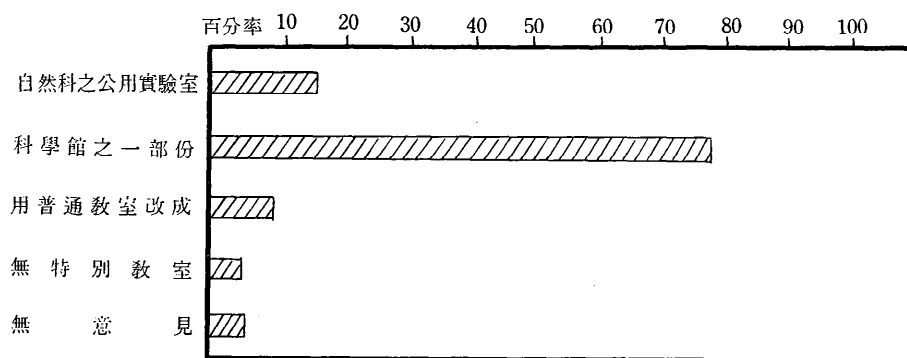


物理、化學、生物次序該如何編排，眾說紛紛，迄無定論，儘管清大李怡嚴博士主張「高一物理、高二化學、高三生物」，但贊同該主張者僅占10%，而現行「高一生物，高二化學，高三物理」之排列顯然較廣泛支持，此蓋因一般教師認為物理須以數學為基礎，高三授物理較易為學生所吸收，為減低升學壓力，亦有36%教師主張物理應排於高二，次外更有部份教員建議排於高二，高一，分兩段授畢。

(八)科學館之設備配合問題：

1. 物理實驗室歸屬

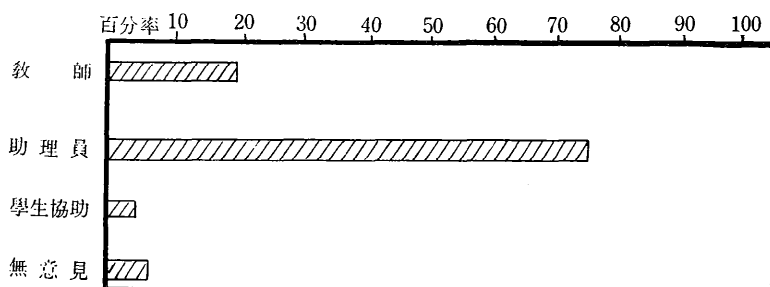
歸 屬	人 數	百 分 率
自然科之公用實驗室	14	14%
科學館之一部份	77	77%
用普通教室改成	7	7%
無特別教室	2	2%
無意見	2	2%



由以上調查統計顯示目前96%以上之學校均設有物理實驗室，77%均設有科學館，無特別實驗室者僅居2%，儘管實驗室之規模大小不一，但以勉強可付發展科學教育之所需。

2. 準備學生實驗器材負責人

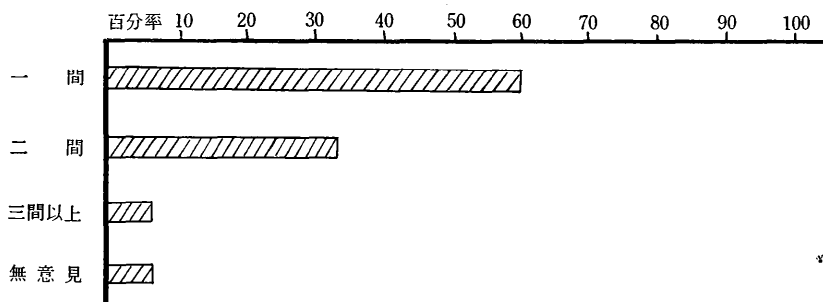
負 責 人	人 數	百 分 率
教 師	19	19%
助 理 員	76	76%
學 生 協 助	2	2%
無 意 見	3	3%



由以上調查統計顯示各校準備學生實驗器材負責人，有19%是由教師親自負責，由助理員負責的達76%，藉此可減輕教師之額外負擔，而少數學校訓練學生協助準備頗有教育意義，對人手不足之學校而言，此不失為明智之舉。

3. 服務學校物理實驗室間數

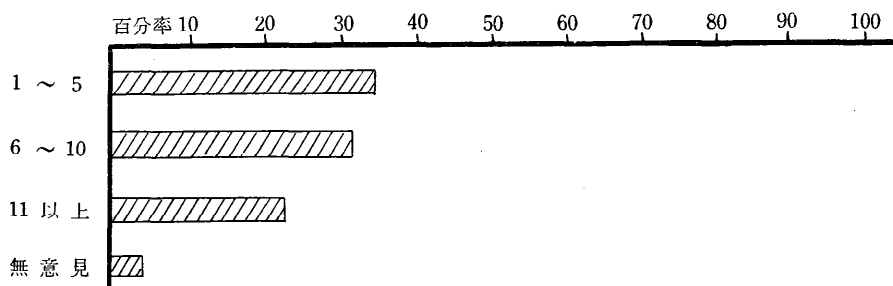
間數	人數	百分率
一間	58	58%
二間	31	31%
三間以上	5	5%
無意見	6	6%



雖然96%以上之學校均有實驗之設置，但其中大多數僅有一間實驗室，因此班級較多之學校，必感實驗室調配使用困難，每學期實驗次數遂不得不為之減少，影響教學效果。

4. 同種之分組實驗限於器材，每次能排出之套數

套 數	人 數	百 分 率
1 ~ 5	34	34%
6 ~ 10	31	31%
11 以 上	23	23%
無 意 見	2	2%



各校實驗器材之套數，65%以上未及十套，因而每組實驗人數填至五人以上，以致實驗效果為之降低，欲使各校實驗教學走上正規，則進一步充實各校實驗設備，是有其必要的。

(四)目前對高中物理教學之困難：

1. 物理教材與數學教材在時間上未能密切配合，尤其數學向量部份與物理力學篇更是未能配合。
2. 教科書文字尤多艱澀冗長，有些章節失之過煩，課本例題太少，難引起學生之學習興趣。
3. 大專聯考之命題偏重記憶，學生對物理之研習只重背誦，不求理解，慣於填鴨式之教學，不敷實際教學所需。
4. 課程標準所訂每週六節之教學時數，不敷實際教學所需。
5. 大多學校物理實驗器材不足，或太簡陋，影響教學效果。
6. 欠缺物理教學影片，幻燈片等輔助教學器材。

7. 教師及學生用參考書均甚缺乏。

8. 社會組學生不重視物理，加之教材燥無味，學生上課無興趣。

肆、總結論

一、關於高中物理師資問題，根據此次調查結果，現任高中物理教師，大多數為大學本科或相關科系畢業，師資素質甚高，但其中大多數均未受新教材之教學訓練。

二、依本調查，美國 PSSC 物理教材，大體上具有一貫之學習方法程序，有利於學生做有系統之探討、明瞭物理世界之內容。

三、高中階段學習物理學最重要之目的，在訓練科學之思考及做事方法，啓發想像力及創造力。

四、傳統物理學編排順序：力學編在光學之前，是值得保留的。

五、PSSC 內容編排，尚適合我國高中學生實際需要。

六、現有教師手冊，對教師幫助不大。

七、高中物理教學，大多數仍採用演講法。

八、現行高中物理教材，對學生具有啓發性，大體上可與課本內容配合。

九、高中物理教材之學習方法對將來進入大學選修理、工、農、醫學院，學生較有幫助。

十、將來改編新教材時文理組學生應分別使用不同教材。

十一、教科書之內容份量，應簡要適重。

十二、現行坊間之教科書以東華版較適合學生需要。

十三、教材內容份量：宇宙篇嫌多些，光學、力學篇份量適中，電學與近代物應酌量增加。

十四、教材之難易：大體上均為我國學生所能吸收。

十五、每學期學生分組實驗次數大多數在十次以下，且每組人數大多數在五人以上。

十六、對實驗上學生所發生之問題，大多以討論法解決，實驗報告之處理，大多令學生攜回家整理，報告不必拘於一定之形式。

十七、學生習題應有適當之選擇，作業之批改大多採用討論法解決。

十八、當前最適當之上課時數是每週八節。

十九、現行物理教材與教學在時間上不甚配合。

二十、歷年採用之科目排列順序：高一生物、高二化學、高三物理，仍值得保留。

二十一、一般學校均有特設之物理實驗室，但大多僅限於一間，且實驗儀器大多在十套以下，因而實驗室之調配使用困難每學期實驗次數減少，每組人數增加，實際上難收教學效果。

二十二、對高中物理教學之困難問題：

- 1.教科書文辭艱澀冗長，課本例題太少。
- 2.大專聯考側重記憶性材料，因而學生慣於填鴨式之教學，只重於死背，不求理解。
- 3.實驗器材不足或太簡陋，影片等輔助教材欠缺。
- 4.學生及教師用參考書不足。

二十三、對將來自然組新物理課程的改進之意見：

- 1.教材應配合科學之發展第注重啓發創造性之材料。
- 2.教材份量不宜太多。
- 3.教科書文字敘述，應力求簡明，圖表應力求清晰。
- 4.實驗應與課本教材配合，其步驟、過程及儀器裝置，應由學生自行設計。

二十四、對將來社會組物理之改進意見：

- 1.物理教材應注重實用，並注重研究方法之介紹。
- 2.教材應富有趣味，避免艱深之理論。
- 3.以觀察、實驗代替講解，多利用視聽器材輔助教學。
- 4.由資料及儀器供應中心攝製整套幻燈及電影物理教材，供各校使用。

「附記」

- 一、本研究報告之重心係台灣地區全體物理教師對現行物理課程與教材之直接反應給予統計與分析。
- 二、在每次座談會之始，本人聲明座談會目的在徵詢各方意見之正確與否，無須討論表決，均列入記錄，以作為原始資料，事經詳加研討後，認為絕大多數之意見確係精

當可貴；但亦有小數見解對新教材之理論及實施方法尚未完全了解，所提意見有所偏頗，未便採納。

伍、對結論之綜合分析研究

一、前言

物理教育是研究發展科學的基礎，它應負起為國家，培植科學技術人才與開拓科學研究人才的重任。美國 PSSC 物理科學研究委員會，自從成立以來，前後做了三次之教材大修訂（第一次1958年，第二次1965年，第三次1971年）他們每年在不同地區召開全國性，由現任物理教師所構成之「教材使用情形研討會」就教材之內容與教學方法的配合做徹底之實驗得失評鑑。例如：物理實驗內容已全面改編19個。（1971年第三版物理實驗手冊）。

民國54年，我國匆促實施新教材後至今已逾七年，由於事先之準備工作不充分，對事後也沒做長遠的打算。這七年來，從無人做實施情形之調查、分析、研究工作。經此次之調查研究始發現有如此多困擾之問題，使人不禁為我國今後之物理教育前途而擔憂。在此就上面之諸問題中，建議幾個可行之解決辦法；做為本研究之結論分析。

二、(一)設立物理課程教材研究機構

1. 首先，必須創設永久性的新教材發展考核研究機構，專門研究今後新教材的發展與改進。從1957年開始，前後已有38個（註1）國家在課程之改革、發展及評鑑上曾經耗資無以數計，並取得了充分之寶貴資料待查。我們應從現有的外國資料，先做比較研究，選擇一些較合我國情之實驗、方法及其它資料，經專家之集體研判後改編成實驗教材，然擇幾個實驗學校先試驗一段時間，經教師與專家們之共同評量後公佈實驗成果以供將來修改新的課程教材之重要依據。下表為現行較被重視之幾種研究機構。

外國物理課程教材研究機構及負責人一覽表

區域	國 家	研 究 機 構	成 立 時 間	負 責 人
歐 洲	1.英國	奈非高級物理計劃	1967	Mr. Ogborn
	2.瑞典	Scandinavian 高中物理	1961	K. G. Friskorp
	3.捷克	近代物理教學中心	1969	Prof mislav
北 美 洲	1.美國	P.S.S.C. 物理研究委員會	1957	Miss G, Kline
	2.美國	H.P.P. 物理計劃	1964	Dr. P. James Rutherford
	3.美國	Silver Burdett 物理計劃	1969	Prof Philip Younger
亞 洲	1.日本	物理實驗方法（北海道大學與美國加州大學合作）	（重點放在近代物理） 1968	Dr. 池田行夫
	2.印度	A.L.S.T.A. 物理研究委員會	1969	Mr. B. G. Pitre

2. 可行辦法

研究課程與教材之權責（行政責任）規屬教育部，教育部現有之科學教育委員會，形同虛設，無法發揮有效功能，科學教育業務實權事實上由各司所左右，國科會之所有此項經費，61年度中小學科學課程教材研究費 950 萬已轉移給教育部。教育部應立即分科聘請學有專長之課程專家若干名與熱心之現任教師們，共同組織物理科課程教材研究小組，從事有計劃之長期研究。我們深信藉此一專家性之永久組織才能真正擬訂具體有效之研究推展方法與進度。課程的改革是一種社會的改革，社會的改革也就是一種制度的改革。在進行一個制度改革的時候，當然有諸多阻擾和困難，願教育部有關諸公，能明察實情，應當機立斷，配合政府之起用才俊政策立即（運用聘任辦法）（註 3）延聘一位能担起重任之執行祕書來領導，全面策動研究工作，切勿再延遲。

(二)師資訓練應制度化

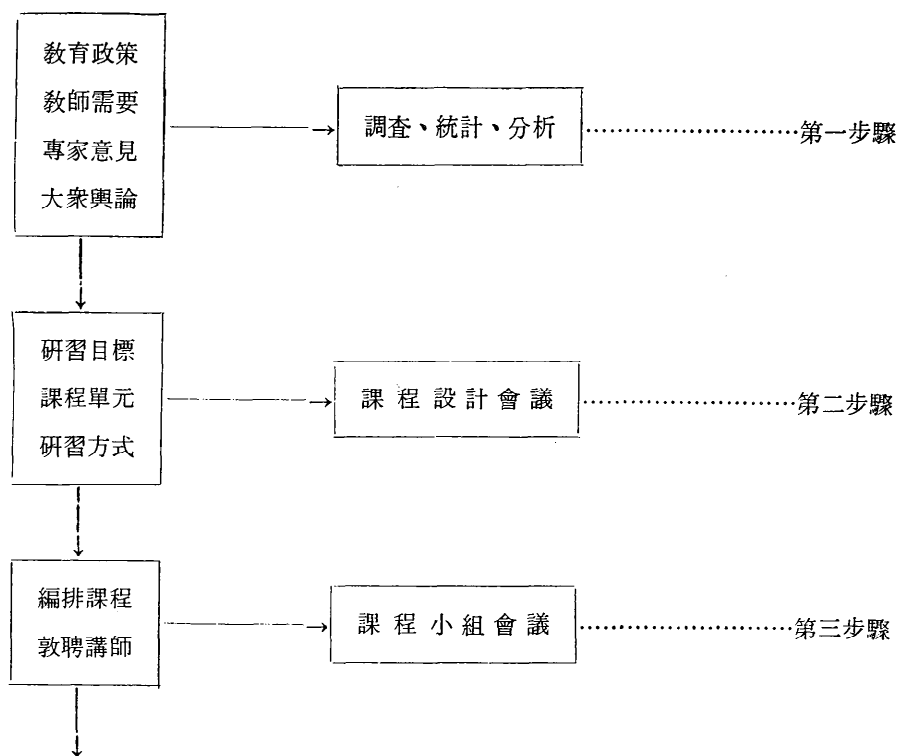
1. A. I. D. 時代（註 4）教育部聘請一位科學教育之美籍顧問，當年政府受美援

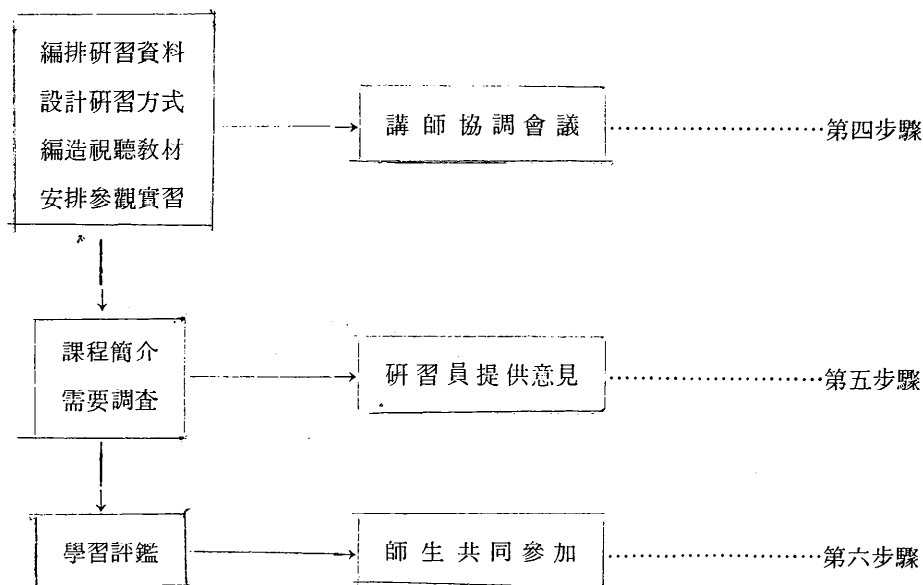
經濟神助，積極鼓勵在職教師之短期訓練，使參加物理教師有機會學到新教材之精神與教學方法之改進技巧。美援停止後，此類短期在職教師進修已停辦五年。現任高中物理教師五成以上尚無進修之機會，對教學效率影響頗大。

2. 可行辦法

由中央級機構發起召開「師資訓練研究小組」全盤研討過去師資訓練辦法與得失，並建立在職教師進修制度（給學分或給學位）積極鼓勵，給予在職教師之進修機會，使參加教師不再會有被「抓公差」的感覺，而樂於自動參加研習。國家安全會議最近也已通過了4000萬元之追加預算做為今後4年之師資訓練中心部分經費（註5）。美國加州最近對現職科學教師在任期四年內必須自動報名參加相關科系之進修之規定，否則不予續聘。此種進修制度值得做為我國之參考。

3. 理想的師資訓練設計實施進度表（註5）





(三)對物理課程實施之研究

1. 物理教學目標之分析

(A)物理教育是學生接受的科學教育之一部分，其目標在廣義上必須與科學教育之目標相協調，甚至必須配合普通教育之中心目標，德、智、體、羣之四育和諧方向。教育部去年公佈之高級中學物理科課程標準，關於教育目標，強調以下三點：

- (1)培養學生之科學態度與方法及處理問題之能力。
- (2)啓發學生從觀察、操作、實驗等各種活動中培養創造力與研究興趣。
- (3)使學生了解物理科學及發展之過程與趨勢。

上面的教學目標與當前美國P.S.S.C.物理，H.P.P.物理和英國奈非高級物理比較起來，毫無落後，頗能配合當前物理教育之趨勢（註6）。

(B)美國大專考選委員會（註7）一致主張，一切的教育訓練目標不外有下列六大類：

- (1)知識 (Knowledge)
- (2)理解力 (Comprehension)
- (3)應用力 (Application)

(4)分析力 (Analysis)

(5)綜合力 (Synthesis)

(6)評鑑力 (Evaluation)

對於上列六點教育目標，在科學教育之領域已廣泛被美國大都數之科學教育學家所採納。今後我們物理教育方向之重點，應如何安排，是當前我們從事物理教育的同人所面臨之重大考驗問題。日本於1970年夏天舉行過理科教育總檢討會，亞洲的新進國家，新加坡也在1970年舉辦「七十年代科學教育的理論和目標」(註8)奠定了他們今後之科學教育方向。

(C)社會組學生之物理課程問題

科學控制著現代的生活，科學態度與方法之培養已成為當今我們科學教育之最大目標。物理學為各種各種科學之基本，「科學」其為解釋我們四周環境中，所能觀察到的一切變化與存在 (reality) 和疑問之學問。其研究問題之方法與態度亦即是科學之方法與態度，青年學生即使將來不準備行事自然科學之研究，不必具高深之物理知識，但對日常生活有關之物理現象，近代物理常識，亦應了解其梗概，進而獲取應付現代生活所需要之基本物理知識和欣賞力。因此社會組物理課程應偏重：

(1)介紹物理發展過程。(包括各種原理，法則)。

(2)物理學之應用(應用物理學)。

(3)物理學對人類生活之影響力。

(4)了解物理學之社會函數。

對一般教育而言，我們不需要讓每一位都得到物理知識之全貌，那是留給專業人員與存在書本上之知識。但我們確需要有義務使青年學生了解物理學在知識上，精神上和物質上對人類之偉大貢獻。

2.教學時數問題

絕大多數物理教師對教育部規定每週六小時(包括實驗)之自然組數學時數，認為不敷實際數字，故變相用課業輔導之名義增加二小時。主要原因係他們囿於大專聯考命題趨勢，不敢冒然使用新教學法，仍然採用傳統的填鴨式演講法。

美國高中物理平均每週上課時間皆在 5 至 6 小時（註 9）。包括講述，實驗，討論與觀看教學電影等，各種變化許多的教學活動，效果良好，鮮有教師提起時間不夠的問題。他們深知教學最主要的原則是讓學生有思考之機會，引導學生做各種思考活動。我國學生在成果教學（Product teaching）形態下接受教師的單向灌輸（one way giving），缺乏獨立的思考能力，養成依賴教師的心理，無法獨立進行各種探討工作。教師對教學時數之爭論，在理論上無立足之餘地。當前之教學時數每週六小時，應該是足夠的。教師應從教學之基本態度與觀點上，改變觀念，放棄演講形態之教學法，活用教材教學技巧，否則永遠無法達到物理教學之目標。

3. 與生物化學數學等他科銜接問題

我國科學教育之構想為「在小學播種，在中學生根，在大學開花」。國中與高中之教材配合連貫問題，對於內容之詳略深淺應針對學生之學習過程與技能之生長。民國 54 年公佈之國中物理暫行課程，事實上根據中正講座之研究報告，無法與現行高中物理課程標準配合（60 年修訂），關於此點，教育部已決定在今年重新修訂國中物理課程標準，相信此問題不久可獲圓滿解決。

除了教材內容應與國中物理銜接外，並應與有關科目如數學、化學、生物等相配合；力避不必要之重複及繁雜之計算。惟須能使學者領悟現代物理學重要的基本觀念與理論之建立過程。科學教育是整體性的，對於各科彼此間關係呼應配合問題在教材之編輯方面，該應在編輯工作開始時，有橫的集體連繫，使我們之教材在縱的方面有一貫性，在橫的方面與各科密切配合，以求達成整體性之科學教育目標。

四教材內容問題

1. 教材大綱之編排，各書局為要節約篇幅，要求編者大量減少教材份量，而大部份量，而大部分編者，擅自將原版中有關方法，過程之陳述，大量刪除，而僅保留其成果知識部份。這是違背原有之 P.S.S.C 教材精神。原書之內容編排，據研究，尚適合我國高中學生之實驗需要，將來改編時請各教科書之編著人要特別留意此點。
2. 教材內容之優點分析

- (1) 首先介紹量度之基本單位時間，空間，及物質，學生能立即得到具體之感覺，立即可接受物理各種概念，同時注重“短時間”及“長距離”“短距離”之測定，並以簡單物體作精密之儀器訓練科學方法。
- (2) 原子及分子之簡單介紹更能認識物質本性，此部分在化學方面，高二已詳細討論，未浪費篇幅，這是優點。
- (3) 第七八章中介紹運動學，描述物體運動狀態，而不涉及促使運動之原因，由直線運動推及空間運動，注重圖素之應用於說明速度，時間位移之關係，繼而推出簡單數學式而勿須具有微積分常識。
- (4) 運動座標系之介紹，更使學生對運動方面之了解。
- (5) P.S.S.C物理之特點，是以實驗為根本，推演出理論，在第九章可看出著重實驗分析。力、質量、速度、時間關係保持兩者不變，表現其他兩者的關係，避免僅記憶， $F=ma$ 之公式形式，此章講授宜與第二篇實驗二”（東華本）〔復與本，實驗11.12〕同時進行，（在課室上可實施）。
- (6) 由牛頓定律引導出動力學（運動改變之原因）與第七、八章前後呼應一氣呵成並強調運動與力之關係運動方向不一定是受力方向（如圓周運動）。
- (7) 當對牛頓第二定律有正確之認識後來學習衝量及動量那是輕而易舉的。並能推知“反作用”力之必然性。
- (8) 質量中心系統之介紹，讓學生隨時把自己站在客觀地位來觀察系統之變化，養成科學精神，不可以主觀的判斷事物，由此更能明瞭第十章中參考坐標系之重要。否則以 $F=ma$ ，可能由萬有引力推論出“各星球質量相等”錯誤之結果。
- (9) 在碰撞問題中（事實上，包括任何物體之相互作用），動量與能量是由時參與考變，成為一體之系統變化。第十一章只簡單的說明碰撞時動量之變化來推動運動之結果，第十二章更詳細的觀察能量之因素，前後連貫，清楚明瞭。
- (10) 氣體之性質（注意理想氣體理論）之闡述，一方面以化學方法為出發點可得到結論。此章注重質點運動之展示，以動量及動能形式為根據並由此把能量守恆（包括熱）連貫起來。假如各系統間互相作用是機械性的，只要有能量傳遞，就幾乎有某種機械能變成熱能。

(11)討論氣體動力學的核心，證明熱的問題（溫度）可以用組成物質的分子運動來描述，學生將會驚奇，以動能來代表溫度。一種是微觀的分子動力，一種是宏觀複雜的溫度，兩者竟有直接關係，這點學生易於產生困惑，故需慢慢的指導。

(12)由分子之運動，進一步觀察內能，則整個能量守恆原理已漸趨完整，能量未必能够從外觀上看出來，對物體而言，內能之增加，常反映溫度之變化（熱能）。

(13)科學活動過程，乃因人類好奇心促使對外界之觀察，可分成下列四個步驟①觀察與記述，②尋求規律，③探求“為何”（建立模型為重要項目），④傳播知識（高二CHEM化學第一章）欲研究光之本質，首先建立模型，而本篇中介紹了光之質點模型及波動性質。大多數人對光之質點性質有較佳之直覺概念。明瞭此點之後，接著研習波動性質。明白此點後，對以後第五篇 30～8 節，物質波——微粒具有相當程度之波動性，自不難了解，由此發展過程對深奧的近代物理當易更進一層了解。

(14)“光的通性”“反射與像”“折射”，此三章對光之現象作簡單之介紹，而不涉及本質之討論。第十八章建立質點模型，可解釋大部分光之性質，但對光速及折射並不能滿意，不得不另外建立一新的模型，第十九章波動學，由彈簧之一度空間波動，進到水波度之兩空間，同時導入繞射和干涉現象，才解釋光之此一性質，建立完整的光學系統。

(15)分子運動說之推廣研究，討論有關電力方面之知識。以質點力學及波動性質為基礎，加上本篇作為近代物理，了解原子世界之必要知識。首先討論靜電及電磁力，然後介紹電路觀念解說電流磁效應，然後藉電磁感應解釋電磁波知識，至結束研討原子世界，對原子結構及光之量子均有所說明，誠為研究近代科學之重要基礎，由此可進入更深一層之研究。

3.應改進事項

①與數學科不甚配合之處應改進如下：

(1)多項函數，級數，函數及級數之極限，切線，法線，向量等數學單元，學

生須在高三上學期結束時始能授畢。如此數學未能配合物理教學，應設法補救，銜接問題，此部份數學是否可提前講授？

(2)P.S.S.C物理對近代物理介紹份量嫌少，量子論，相對論淺說等應予增加。

⑧加強充實教師手冊之內容

教師手冊是教師教學之指針，直接影響教學之成敗甚大，目前一般書局印行之教師手冊，過於簡陋，大都教師均棄而不用，我們似應向編譯館建議，今後審查教科書時也應同時審查教師手冊，以增進其教學功能，促進教學效果。

伍、教學實施問題

當前一般高中學物理教學，教師在教學過程中應扮演何種角色？，在教室內物理教師所扮演的角色，仍脫不了傳統的權威講演形態。教材改進後，教師的教學活動仍然得持單向傳授方式不單違背教材精神，却難於達到教學目標。

1. 教室內科學教師的活動應為多方面的配合。

(1)教師的直接活動方式：用提示方式，指導學生學習方法，批評現有的原理法則及提示講述結論。

(2)教師的間接活動方式：耐心接受學生意見，讚揚鼓勵與批評，引導學生之學習興趣，進一步提供各種問題讓學有深入研究之機會。

如此學生不必再將全部精神放在原理法則之背誦與計算題之演算方法而浪費太多時間。而將教學重點放在訓練學生如何用科學方法去發現科學之因果關係。

2. 學習成果的評鑑

美國 Visconsin 大學的課程研究專家一致贊同，「教學目標，教學方法與教學評鑑是各占三角形之一邊」理論。目標，方法與評鑑是連環性的。教學評鑑能估計學生之學習結果，以及進步之情形，並且藉以了解教師之教學效果是否能合乎預期之目標。

倫敦大學學院 (University College of London) 的物理學教授 F. C, Champion 教授說「考試的內容及綱要可以強烈影響，甚至支配課程的性質及內容」這句話在我國變本加厲，形成「考試正領導教學」之畸形現象。近年來大學聯招之物理科試題，據研究報告說大部份為成果之知識部份，這是大多數物理教師不

取用新教學法教學之最大凝結原因。大專聯考命題之技術與內容不改進，永遠無法突破此問題。歷年來之大專聯考試題都未能符合教學目標。

欲使教學正常化，應從命題之研究著手。國科會科教組正計劃著手這個問題之研究改進。其努力目標如下：

(1)徵集、研究國內，國外有關試題，藉以建立符合各科教學目標之示範試題卡。

提供師資訓練之教學參考資料。

(2)搜集研判，有關高中聯考命題及中心學校，平時測驗與月考，期考試題，評估發表命題之優劣點，藉以誘導改進教學方法，促進課程標準教學目標之達成。

(3)設計試題統一抽測學校（六個）藉以建立受測學生性向潛能分析資料。

(4)調訓各科科學教師，研討改進命題與輔導教學之方法。

(5)由研究小組，提出綜合研究報告。

(六)科學館之設備問題

1. 當前我國尚缺乏較超然之技術指導單位，可對各校所需儀器——正確之分析與通盤規劃，擬訂分年充實之儀器數量與規格等供行政單位作為統一採購（註10）之依據。各校之教學所需儀器大部份係原裝之日製或美製儀器整套購買，美國已經過三次之實驗內容修訂，我國對這方面仍維持1960年代之老式儀器，改良鮮微。至於各校也不知採購何種新儀器。

2. 可行辦法

(1)教育部應首先檢討現行「設備標準」是否能充分配合教學上之需要。

(2)國家科學委員會，科學儀器資料中心，中小學儀器規劃小組，應針對現況，從速設計改進當前儀器，以供學校之參考依據。

(3)教育廳，教育局應立即延聘專家調查，分析並研判各校儀器需要量，通盤規劃買儀器項目，優先順序，訂定分年充實設備計劃，或可按計劃供應各校儀器。

(4)設立儀器製造供應中心，節省外匯，發展我國儀器工業。統一配等各校所需儀器。

(5)藉由管政系統，追綜考核，其作業程序，進度與執行效果。

陸、結 語

科學教育之構想，既為「在小學播種，在中學生根，在大學開花」，則小學，國中與高中科學教材，應有一貫性之配合，由淺入深。近代科學課程與教材之研究特點，所謂教材內容是廣義的，它不但包含狹義的知識內容，同時配合學生之學習心理與發展過程，尤其重視學生對教材內容之學習活動過程，必要密切針對精選之教學目標而由教師用最適當之方式領導進行教學活動。教材本身已包含教學方法。教材與教法根本無法分開。

根據本研究，現任教師90%以上仍用演講法進行教學活動。教學效果必然甚差，此實對提倡發展科學教育之政策相背馳。當前我國物理教育，問題重點不在教材之內容，而在教師本身對新教學法之缺乏認識。應速謀研究改進始能達到物理教育之目標。

附 註

(註1) 根據1970年，美國麻利蘭大學International Clear inghouse Report。

(註2) 教育部科學教育委員會為教育部常設機構係辦理及協調部內之科學教育業務。

兼任主任一名，職員貳名。

(註3) 聘任辦法：對學有專長，但尚無具有公務員任用資格之人員，可適用聘任制，其待遇優予普通公務人員。

(註4) 民國56年以前，我國接受美國國際開發總署之經援時期。

(註5) 參照台灣省國民小學教師研習會，訓練設計過程。

(註6) 中輔會「中等教育」22卷2期物理教育趨向研究。(本人編著)。

(註7) A Committee of College and Universisy Examiners地址在美國芝加哥大學。

(註8) 新加坡科學教師會於1970年假國家初級學院舉辦研討會。有專題報告書。「七十年代科學教育的理論和目標」。

(註9) 教學時數分配；根據P.S.S.C. Teachirs Guide 3rd Edition。

(註10) 台北市教育局自58年度開始對中小學科學教育設備以統一採購方式，分配各校有關儀器，58，59，年度部份已向外國辦理採購。

附錄(參考書籍)

- (1) 高級中學課程標準。60年2月教育部公佈(正中書局)
- (2) 物理科教材教法。歐陽鍾仁編著
- (3) 70年代科學教育的理論和目標。新加坡科學教師會研討會報告書。
- (4) 中等教育物理教育專刊。第22卷,第2期。物理教育趨向研究P8~14。
- (5) 新物理學 新羅一郎著 1968。
- (6) 高等學校學習指導要領 日本文部省1971。
- (7) Clearinghouse Report 1970. Univ. of MD.
- (8) The Project Physics course. Reader and Teacher's guide.
- (9) Physics Siver Burdett. Teacher's edition
- (10) Modern Viewpoints in the curriculum Rosenbloon 1964
- (11) Teaching Scicence by. Inquiry in the secondary school. Robert B, Sund.
Leslie W, Trowbridge, 1967.
- (12) Nuffield Physics A and O level. 1967.
- (13) P.S.S.C. Physics 3rd Edition Text and Lab guide
- (14) Teaching for Critical thinking. Wellington 1960.
- (15) Cooperative Research L.S.H.E.W. office of Education.
- (16) Fducation for effective thinking. Burbom. 1961
- (17) Taxonomy of Educational objecfices 1965.
by Committee of College and University Examiners.
- (18) Sicence Leachen N.S.T.A U.S.A.
- (19) An Analysis and check list on the Problem Solving objective by cellsworth
S. obourn U.S. office of Education 1962.
- (20) Science Education, Vol 55 No. 1 1971.