

電腦與物理教育

在許多大學裡，有一股潮著電腦化的趨勢，比如屬於“蘋果協會”的大學，其教職員與學生能夠以較低的價錢買到微電腦；MIT與Carnegie-Mellon大學經由複雜的網路擴展，已引人注目地大大增加了電腦的可用性；馬里蘭大學屬於物理系的部份研究計畫—FULCRUM，也將探究出許多有趣且不尋常的方法，用以統合IBM電腦與各層次的實驗課程。

雖然電腦對物理教育的影響力尚未完全清楚，但是電腦的計算能力對物理的實驗室教育部份，似乎已有深遠的改變⁽¹⁾。現在，電腦就像一種實驗室工具，學生可以用它來測量真實的物理量，甚至還能夠自己設計程式，來組織、分析、顯示所得到的數據。

科技教育中心(TEEC)是一個非營利性質的“教育思考銀行”，希望能把最新的科技帶到課堂裡，他們已研究發展出一系列的研習會與教材，以幫助教師能適應任何機型的電腦，使電腦成為實驗儀器的一部份，科技教育中心已從美國科學基金會獲得一百八十萬美元的補助經費，以便發展更進一步的研究工作。美國物理教師協會也發展了一系列的研習會，此研習會的設計也是為了要輔助教師如何使用電腦，以使電腦成為一種實驗儀器；約有5000名物理學家已參與此種研習會。另有其它的研討會將此應用延伸至Apple電腦⁽²⁾。

加州大學Irvine分校，已經利用電腦發展出一套完整的物理教學課程，而且正在研究教材的編製方法。Nebraska大學成功地研製一套以電腦控制的視聽教材。

為了使電腦更有效的使用於物理教育上，MIT的教授與學生，花了三年時間，通力合作研究發展許

多套裝軟體程式，這些程式能幫助學生解答在力學方面的問題，例如：阻尼振盪、碰撞相關問題、質量中心……等。

最近，在法國的La Londe Lesmores舉行第一屆國際物理教育研究暑期研討營⁽³⁾，約有來自7國的50多位物理學家參加，這些物理學家都極關心青少年的科學概念發展過程與中小學以至大學階段的物理教育問題；此次會議中心論題即是電腦在物理教育中所扮演的角色。

經過一段時間的沈寂之後，美國聯邦政府在支持科學教育，尤其在物理教育上，再一次扮演了強而有力的角色；去年，由Harward領導的國家教育協會得到七百七十萬美元的補助，用以建立教育技術中心，此中心的宗旨便是要探究以電腦改進中小學科學之教與學的方法，前三年主要是幫助新英格蘭地區的科學教育發展，將來則成為美國科學教育資料中心。

參考文獻

- 1 Arnold Arons, Science 224, 1051(1984).
 - 2 Marvin L. De Jong and John W. Layman, The Physics Teacher 22, 291(1984).
 - 3 Research on Physics Education: Proceedings of the First International Workshop, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 15, quai Anatole-France, 75700 Paris(1984).
- (原著者：Judah L. Schwartz 和 Jack M. Wilson.師大楊文金、許榮富譯自 Physics Today, Jan. S-26, 1985)

物理教育研究

針對學生在物理方面所面臨的困難，作有系統的研究，可提供改進教學的新策略。有些研究的主要目

的是研究學生在力學、電學、熱學或光學的概念障礙；有許多研究者利用物理來訓練學生解決問題的能力

；而在其他的研究中，物理則作為測試認知過程和科學推理發展的主要題材。這些不同的研究，可解決學生在物理方面的學習困擾。

美國物理教師協會(AAPT)舉辦一次有關物理教育研究的討論會，以便討論這些相當新穎的研究領域；在1984年國家AAPT會議中，所有由此協會贊助的論文，都把重點放在教學成果、教學方法和教學含義的研究上。

有關評論學生力學、電學、熱學和光學領域內瞭解程度的研究，發表在第一次國際科學教育研究研習會的會報中⁽¹⁾；其中對力學概念瞭解的研究，已於日前發表在Physics Today⁽²⁾上；而研究學生對生物、化學、數學以及物理概念瞭解的研究結果，也已經發表在研討數學和自然科學錯誤概念的國際研習會會報中⁽³⁾。

國際物理教學研究小組(GIREP)在1984年舉行的兩次國際會議中，都把重點放在物理特定的主題上，一次是在荷蘭的尤特理(Utrecht)⁽⁴⁾大學召開為期一星期有關力學方面的會議；另一次是在德國路易堡(Ludwigsburg)的教育學院(Pädagogische Hochschule)，在為期一星期的會議中，參與者報告了有關學生對電學知識的研究，並討論如何應用這些研究成果來改進教學⁽⁵⁾。

國家科學基金會透過生物行為和社會教育(BBS)理事會和科學及工程教育(SEE)理事會，支持科學及數學在教與學上的研究。物理學家特別感興趣的是由SEE的教材研究發展小組所提供的計畫案；因為此小組鼓勵研究者提出有關針對發展教學教材、模範教師教育課程和如何應用高科技於課堂中的研究計畫

案，而且SEE規定在FY 1985年的提案中，必須適用於大學先修程度。

參考文獻

- 1 Research on Physics Education: Proceedings of the First International Workshop, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 15. quai Anatole-France, 75 700 Paris, 1984.
- 2 L. C. McDermott, Physics Today 37, 24 (July 1984).
- 3 Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics, edited by H. Helm and J. Novak (Cornell University, Ithaca, Novak (Cornell University, Ithaca, New York, 1984)
- 4 Proceedings GIREP '84: The Many Faces of Teaching and Learning Physics, H. Hooyman. Physics Department. University of Utrecht, Utrecht, The Netherlands (in press).
- 5 Proceedings: Inventory of Research Results Concerning the Representation of Students' Knowledge in Electricity and Its Uses for the Improvement of Teaching. C. Rhoneck, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Ludwigsburg, West Germany (in press). (原著者: Lillian C. McDermott, 師大黃德亮、許榮富譯自Physics Today, Jan. '85-27, 1985)

教師協會與研習會

1984年四月，約有100位物理學家與物理教師出席由國家科學基金會(NSF)、美國物理教師協會(AAPT)及美國物理學會(APS)所共同贊助的討論會，會中大家一致的認為：教師協會與研習會是解決提高師資水準問題最重要也是最有效的方法⁽¹⁾。

美國預算部門(GAO)在此時亦發表一份標題為“聯邦計畫支助數學與科學教學之新方針”的報告，物理季刊(八卷二期)1986年

此標題並不十分切題，因為，這份報告的真正內容是關於教師再教育研習會的問題。

GAO的報告與會議得到的結論完全相反的有二點：

- 1 GAO無法證實為提高數學與科學教師水準所設計的訓練課程，能改進現有的教學效率。
- 2 GAO認為只要重新教育其他科目的教師，訓練他

們教數學與科學課程，或許就可簡單的解決科學教師短缺問題。

GAO提出的文件，是由GAO的低層幹部所擬定的，這些人既沒有科學及科學教育的專業知識，也沒有評量科學教育課程的能力，因此，所提出的結論，當然不被科學團體接受；更可笑的是，GAO的報告與它的附錄自相矛盾。國家科學基金會會長 Edward Knapp 指出：“GAO的報告不僅是混淆不清的，而且可能使政策導入錯誤的方向”。一位總統的行政官員 James Ling 也認為：“GAO報告的主要錯誤是，它對提高現有的數學與科學教師水準有明顯的偏見”。

GAO針對第一個結論，建議增加主修科目的內容，然而只是增加主修科目的內容，並不保證就可以提

高學生的學習成就，因為此結論是根據一個研究小學階段課堂活動對學習成就之影響的研究報告而來的，但是這個研究並未在中學以上階段實施；這些報告的作者一定是忽略了國家科學基金會在高中數學與科學學習成就上的研究成果。

參考文獻

- 1 Proceedings of the Conference on Teacher Institutes and Workshops, edited by J. M. Wilson (American Association of Physics Teachers, College Park, Maryland, 1984). (原著者: Jack M. Wilson 和 John W. Layman, 師大凌淑端、許榮富譯自 Physics Today, Jan. S-27, 1985)

1985年物理教育的回顧

1985年的物理教育研究，包括自小學至研究所各階段，涵蓋了整個教育學程。不論私人機構，國家研究所或工業組織（AIP），皆領引了新的研究計畫與活動的方向。去年，國家科學基金會（NSF）催化許多大學先修教育與小規模的大學課程發展研究。雖然，國家科學基金會的基金來源已被大量削減，但是可望從1985到1986會計年度獲得改善，國家科學基金會的科學教育組組長 Dr. Bassam Shakhshiri 已重新分配現有的基金，以增加小學與中學科學的活動經費；同時，國家科學理事會的會長，Roland Schmitt 也指派由 Homer Neal 領導的委員會調查大學科學與機械教育的現況，並評估 NSF 的功用。Schmitt 於1985年夏季所舉行的物理系主任會議中提到：雖然，NSF 與其他機構，目前有許多關於研究所與大學先修階段的研究計畫，但是對於大學階段的科學、數學與機械教育的研究經費，卻沒有系統的支持及整合。

在此情況下，科學團體只有靠自己努力，以支持各階段的教育研究經費。美國物理教師協會（AAPT）舉辦物理教師代訓課程的經費是從 NSF 處獲得的；美國物理學會的研究計畫「物理系課程之質與量的調查研究」得到 AIP 與 AAPT 的財力支持；美國高等科學學會舉辦「學校教育討論會」時，獲得約卡內基協

會的協助；國家科學學術研究委員會所發表的「大學先修教育的科學與數學」報告中指出，必須再籌備經費，以增加這方面的資料蒐集。

AAPT 與 APS 共同贊助舉行全美物理系主任「物理專業技術教育」會議。商業界、科學界與教育組織三者合作是支持大學先修科學教育的最好方法。AIP、AAPT、APS、光學學會與許多其他 AIP 會員都參與合作計畫，1985年五月的國家科學週的許多活動，即是此三者聯合贊助的。

光學學會組成一教育委員會，調查現有的教育情況，並研究那些光學主題適用於高中課程，它也贊助 AAPT 為教師所舉辦的夏季討論會。同時，也發展了特殊課程以幫助高中老師與十月會議配合。

科學協會舉辦的活動水準是史無前例的，而且也對美國的科學教育產生很大的衝擊。工業界、國家研究所與私人基金會也很支持這些活動，如 NSF 贊助加州理工學院的 Amerlberg / CPB 研究計畫，研究發展出一套完整的大學物理課程—「機械化的宇宙」，此課程也有高中版發行。也由於，這些基金會的贊助，錄影帶的使用成爲相當普遍。

經由這些聯合活動的發展，物理教育的國際化意義已很明顯，雖然美國已退出聯合國文化科學教育

物理季刊（八卷二期）1986年

歲，但仍希望往後能增進國際合作以發展物理教育。

參考文獻

1. J. Wilson, AAPT Announcer 15, 72 (May 1985)
2. AAPT Announcer 15, 43 (September 1985)
3. R. Resnick, in Proceedings of the Conference on Education for Professional Work in physics, edited by D. Holcomb and J. Wilson

(AAPT, College Park, M.D., 1985).

4. Science.
5. Indicators of Precollege Education in Science and Mathematics (National Academy, Washington, DC, 1985).
6. Phys. Today 38, 80 (May 1985).
(原著者: Jack M. Wilson, 師大楊文金、許榮富譯自 Physics Today, Jan. S-26, 1986)

物理系課程質與量的調查研究

經由AIP與AAPT的協助，美國物理教師協會針對全美大學物理系主任進行調查研究，以期獲得提昇物理系學生質與量的意見；物理系學生的數量與素質，受許多因素影響，不僅與中小學科學與數學教材的危機有關，也與國家經濟及物理學家的出路有密切的關係。因而，此份調查主要目的，即針對現有狀況的問題，除尋求創新的意見與一般評論外，也特別針對現有的教材、課程、大學生的物理資源、如何引起女性與少年對物理的興趣、訪問科學家的計畫以及大學生參與研究的計畫等等問題提出評論。

在791所物理系中，有553所(約70%)對前述的十項問題提出意見，美國物理教師協會舉行的物理系主任討論會會報裡，對這十項評論做了詳盡的結論，總結出目前極需改善的是「實驗設備」，「設立大學生的研究課程」與「增加電腦設備」。

研究委員們，針對如何提昇物理系學生的素質及增加物理系的學生人數提出了下列七點結論：

(1)增加物理系教授與高中選修數學或科學學生的交流機會。

(2)在研討會中，請最優秀的老師介紹物理導論課程，其中涉及實驗設備與助教等事項。因為如果連這

門課，都無法引起學生對物理的興趣，則往後的其他課程，就更甯提了。

(3)增加實驗室以吸引大學生，並網羅他們參與大學部的研究計畫，唯有如此，方可吸收高才生到物理系。

(4)根據報導，物理學士比電機或電腦學士不值錢。因此，許多學生希望物理系的選課能更具彈性，以增廣出路。但是，解決這個問題最好的方法却是提高大學物理課程的品質，並糾正高中導師一直強調物理出路仍不樂觀的錯誤觀念。

(5)物理課程應與電機及電腦聯結，擴展其可應用的範圍。

(6)提昇或保留現有的大學物理課程品質，尤其，對那些小學校應增加大學部研究計畫的補助經費，並支助其購買較高層次的實驗儀器，與資助訪問科學家的計畫。

(7)應增加已具有物理學識的女性與青少年在物理界的就業率，以吸引更多的人對物理有興趣而唸物理系。

(原著者: Robert Resnick, 師大凌淑端、許榮富譯自 Physics Today, Jan. S-27, 1986)

代訓物理師資課程

美國物理師資代訓所共有一百零四位傑出的物理教師，國家科學基金會贊助477000美元以協助美國物理教師協會來訓練他們；這個以羅德島大學的Don物理季刊(八卷二期)1986年

Kirwan，美國物理教師協會的Jack Wilson和馬里蘭大學的代表為首之美國最大的研究計畫，主要宗旨是要有效而且快速地訓練這些傑出的物理教師，使他

們能夠與其他的物理教師共同研習改進高中物理教學。

從 900 位申請者中甄選出來的 104 位傑出物理教師，於六月十日至二十八日在北阿利桑那大學接受訓練，訓練他們在研習會中輔導其他物理教師。受訓的內容包括演講示範、投影片、影片和錄影材料的製作等，以及研習會的組織和領導能力；同時透過與著名科學家的接觸研討，這些教師也介紹現今物理和物理教育的研究。

物理師資代訓所的 104 位教師在一年中，必須透

過研習會與一千多位未能參加受訓課程的老師接觸，這些課程對解決現有的師資短缺與非本科系的物理教師等問題，有重大的貢獻。此計畫不但對已有的物理輔導教師繼續訓練，而且還要訓練更多的輔導教師。

參考文獻：

1. Physics Today 38, 72 (June 1985)

(原著者：D. Kirwan, 師大黃德亮、許榮富譯自 Physics Today, Jan. S - 27, 1986)

物理學家的專業技術教育

雖然，過去十年裡，物理學的研究風氣仍然很盛，但物理教育與人力資源問題卻日趨嚴重。美國大學院校的 150 所物理系已警悟到此危機，所以在 1985 年五月 17、18 二天由美國物理教師協會與美國物理學會所主辦的第二屆物理系主任會議中，針對「物理專業技術教育」問題，紛紛提出有效的解決方法。

由科技委員會所提出的一九八六年國家科學研究方針報告中提到一項核心問題，即是：在此國際經濟競爭強烈，預算赤字的時候，是否還應兼承傳統、機械式的支持科學研究，或是要減少研究計畫，以大規模的計畫取代小規模的研究；由於這些問題的發表，已深遠地影響了聯邦政府經濟部門對基本物理、應用物理及其他科學研究的補助經費。

康乃爾大學的榮譽校長 Dale Corson 對於近幾年來日趨嚴重的物理人力資源問題提出他的觀點，包括

：每年獲得物理博士學位的人數愈來愈少，而其中美國公民所佔的比率也顯著降低；女性與青少年在物理界的就業機率沒有提昇；科學或機械各系的較高層次物理教師平均年齡都在中年以上，而且，正快速增長中。更由統計趨勢顯示：1990 年代以前，物理研究生的人數將繼續減少，甚至，往後幾年，規模較小的物理系將會遭遇到不少的難題。

參考文獻：

1 Phys. Today 38,70 (July 1985).

2 Daniel Kleppner, Phys. Today 38,78 (March 1985) . .

(原著者：D. F. Holcomb, W. C. Kelly, 和 J.M. Wilson, 師大葉堅勇、許榮富譯自 Physics Today, Jan. S - 28, 1986).