

科學教育研究研討會報告

國立臺灣師範大學科學教育中心編

前言

美國愛荷華大學科學教育中心 Penick 教授應本校邀請，於本（76）年 8 月由美國赴印尼路過我國並主持科學教育研究研討會。感謝行政院國家科學委員會補助 Penick 教授旅費及研討會經費，使國內從事科學教育研究同仁能聚在一起共同研討科學教育新觀念。

壹、演講部分

一、八月十二日（星期三）上午

主題：Qualitative Research 的意義

許多傳統的研究多為 Quantitative Research，用數量去測所有的事件，此類研究通常均是採隨機取樣方式，給予同樣的教學環境，然後一為實驗組（如採用新教材），一為對照組（採用傳統教材），經過一段時間，然後看其測驗分數是否達統計學上的顯著差異水準。雖然由此類研究我們可以了解一些事情，但我覺得仍不夠透澈地了解，比如說到底在這段時間內發生了什麼變化？到底二種教材老師在教法上是否真的不同，如何不同？教室內的各種不同的情況因素，均會影響到教學的效果。而且有時研究者也有取巧之嫌，如評量測驗的題目偏向新教材來設計，當然使得使用新教材的結果較佳。所以此類研究雖然不錯，但未必真正有用。

我過去曾在高中教書，我依據課本教授 Krebs's cycle 等，但我發現這些東西對學生沒有用，學生沒有興趣學，學生成績差，也不喜歡學。於是使我有興趣研究別人的教學，我發現有些教師的情況不同，他們知道他們在做什麼，雖然他們學生的測驗成績未必好，但是他們教室內的景況卻是不同，學生喜愛上課。這種喜歡上課的心，常是我們無法測量的。

所以 Quantitative 研究並沒有涉及事實的真相，雖然是有信度、有效度，但卻不一定真有用。許多教室內的教學情況是無法數量化的，如幽默感、學生的情緒、好奇心、

教學過程中的交互反應等。

一般說來 Quantitative 研究，是我已假設二者的不同，而設法去測量以證明；而 Qualitative 研究卻是意圖了解事實的真象。當然二者研究方法常是融通一起的，在研究中，統計不是最重要的，最重要的是發現其意義，由其相關因素中發現其意義。

在我所提供的相關資料中，J.A. Easley 及 Mary Lee Smith 的文章均討論是探討 Qualitative 研究方法。

在十年前 J.A. Easley 及 R.E. Stake 曾獲得一大筆經費，進行有關科學教育的各案研究 (Case Studies in Science Education)，這是一個很典型的 Qualitative 研究，想知道中學科學教育的實況及真相。共計選了 10 所能代表美國各類型中學的學校為研究對象，每校有一位觀察者，在該校停留 6～8 週實際觀察並記錄各校的情況。

我是一個對各種問題均很好奇的人，我常記錄下我的問題，然後去觀察、訪問、找尋真象。也許有人說這樣是會帶入你個人的偏見 (bias)，是的，我承認，但是在 Qualitative 研究中，個人偏見不是壞事，而且是重心及特色所在。在許多科學發現中，個人的偏見或看法常是引導此發現的關鍵。我個人對教室教學的看法看重下列因素：

(1) 教師：教師能引起教學效果的差異，我喜歡觀察教師做什麼，怎麼做，和與學生成就間的關係。Qualitative 研究和 Quantitative 研究相同，也是蒐集數據，整理數據、比較差異、解釋相關性，但差異處是不是用數字表達，而是用文字敘述。不看重數據結果，而是看重其中各相關因素的相互關係及其意義。描敘教室內教學的實際狀況。

(2) 學生：觀察學生在教室內做什麼，怎麼做。

(3) 教室內的氣氛：那些情況發生，教室內的氣氛如何。

(4) 課程：教室內教什麼，怎麼教。

而以上的各重要因素是整體來看，相互影響的。

由我的觀察，我的看法有：

(1) Material center 的教室其成效最好：此類教室內學生多做實驗，教師的演講很少。

(2) 人是重要的因素：教師是教室內教學的關鍵人物，如果一個教學改進計畫中不重視教師的角色及訓練，是不可能成功的。

當然觀察的結果應是一致的，但是個人的偏見是影響對此結果的解釋。許多人也許說科學家不應有偏見，但事實上卻不是，科學家的許多研究及發現常是為了支持他的偏見看法的。所以我的偏好對我的研究是有幫助的，因為我不可能有時間及精力注意每一

件事，我注意我感興趣的事，並找出其意義。

二、八月十二日（星期三）下午

主題：介紹 Project Synthesis

從1957年蘇俄在太空發展上有超越美國的趨勢，引起美國朝野震驚，於是美國政府投入大筆的金錢改進科學教育。由1957年至1975年在科學教育上共計投入15億的美金，於是美國國會議員即提出問題，是否這批經費的開支是有效的呢？當然這不是個容易回答的問題，於是美國國家科學基金會提供一百萬元由不同的方面來研究這個問題。主要的研究有：

(1) R.E. Stake 以及 J. Easley 所主持的“Case Study in Science Education”，選擇10所具代表性的中學，派員作實地的觀察及了解。

(2) I.R. Weiss 所主持的“1977 National Survey of Science, Mathematics and Social Studies”，該研究獲30萬美金的經費，全面調查各級學校的情況，包括教師人數、背景、教學負擔、教學情況、教學設備、課程等，直到今日這本研究報告仍是很有價值的，因為它提供了許多美國教育現況的基本數據及資料。

(3) S.L. Helgeson, P.E. Blosser 以及 R.W. Howe 所主持的“The Status of Pre-college Science, Mathematics, and Social Science Education: 1955-1975”研究。將1955至1975年的各科學教育研究發現綜合整理。

(4) National Assessment of Educational Progress (NAEP) 的數據，利用標準化測驗，以9歲、13歲以及17歲的學生為對象，測定其學習成就，同時也以問卷方式了解學生對科學的態度、喜好，以及教師教學的感想。

以上四個研究將過去近廿年來的科學教育情況作一綜覽報告，是很有價值的，但是問題是這些報告內容太多了，如第1～3的研究各有1000頁、700頁、500頁，於是政府要求再對這四個研究結果再作一綜覽；於是由N. Harm主持“Project Synthesis”，該計畫共計包括25位學者花了2年時間才完成。是一個很好的Descriptive研究的例子。它不但探討過去發生了什麼，同時也描述現在的狀況。除此以外，Harm還要求了一些額外的工作，希望集此25位學者專家的心力，希望探討什麼樣的科學教育才是理想的情況。同時比較理想的狀況和現今的狀況的差距，此差距即是今日需要努力的方向。並以此科學教育須努力的事項提供國會，作為請求國會繼續撥發經費支持科學教育的依據。

此報告是以四個主要目標來考慮：

(1) 個人的需要 (Personal Needs) : 科學教育是使每個人能應用科學而改善其生活, 適應於將來高科技的時代。

(2) 社會的問題 (Societal Issues) : 科學教育應使每個國民面對與科學有關的社會問題時有應付的能力。

(3) 學業的準備 (Academic Preparation) : 科學教育應提供學生其追求將來學業或職業發展上所需要的學業準備。

(4) 職業教育或認識 (Career Education/Awareness) : 科學教育應針對學生的興趣及需要, 使其對相關科技生涯有所認識。

該研究報告針對理想的狀況以及現況的差距是分五方面來探討: (1)目標; (2)課程; (3)教學; (4)評鑑; 以及(5)教師。

該研究的範圍是包括下列五個重點: (1)小學科學 (Elementary Science) , (2)探究 (Inquiry) ; (3)生物 (Biology) ; (4)理化 (Physical Science) , 以及(5)科技與社會 (Science/Technology/Society) 。

在讀完該研究報告後 R. Yager 和我均有一個想法, 就是這些科學教育的理想不應該消失掉, 於是提出一個研究計畫, 並獲得 68 萬美金的經費。在這個計畫中, 我們發函給 265 個有好的科學教學改進計畫的學校, 請他們說明他們學校的教學改進計畫, 然後與 Project Synthesis 理想的狀況比較, 雖然沒有一個達完全的理想狀況, 但選出了 12 個較接近理想標準的學校, 然後再致函學校要求提供進一步的資料, 包括目標、課程、教師、教學等項, 並請他們說明他憑什麼認為該校的教學改進做得成功。最後選出了 8 個學校, 特別作個案研究, 於是使這些學校的科學教育改進計畫大大的成名, 並推廣至其他學校。

在本研究計畫中共計花了 110 天訪問各不同學校, 每一個學校停留 3—5 天, 實際觀察並記錄各校的情況。在此探訪其中, 我們參與的學者經常聚在討論, 也許你認為會彼此影響我們的看法, 但我認為這種討論是有意義的, 增加我們的洞察力, 並幫助我們以不同的角度看事物。本研究報告的各章由各不同人主寫, 但是其他人仍寫一小段, 所以每一章均是以一人的報告為主, 配上其他人的報告為輔, 以克服偏見的發生。

由於本研究報告, 我們發掘了許多優良的教學事蹟及優異的課程改進計畫, 並也證明了好的科學教學可發揮多大的功效, 於是爭取到了政府每年 500 萬的經費鼓勵優良科學教師, 並爭取到每年 100 萬的經費, 在各地進行教師研習及進修活動, 推廣並改進科學教育。

(三) 八月十三日(星期四)上午

主題：個案研究的實例

因為 Project Synthesis 已列出理想科學教育的標準，於我們曾擬另一計畫，叫“Search for Excellence in Science Education”，試圖發掘並描述優良的科學教育事蹟，以作為典範來推廣並改進科學教育。當我們找到合乎標準的學校以後，我們即進行個案研究。我們實地訪問該學校，因為我們想知道到底該校發生了些什麼樣的狀況。當然我們想知道的會受我們的想法影響。

我們通常會問這些問題：

(1) 這個科學教育改進計畫是如何產生的？通常這類計畫都不用特定的教科書，那麼它的想法從何而來呢？

(2) 這個計畫得到怎樣的支持及幫助？它指的不只是經費，同時亦指各種鼓勵、幫助及支持。

(3) 這計畫是如何形成的呢？它的目標、教師用教材、以及它的系統推動方式等。

(4) 這計畫提供教師用的教材是什麼呢？它的教學資源是什麼？如何交給教師？教師們又如何用？

(5) 在教室內實際進行的狀況如何呢？這與教室內的教學策略有關。

(6) 行政人員擔任的角色如何呢？他們給了什麼支持，又如何做呢？

(7) 這個計畫移至其他地方的可行性如何呢？

以上這些問題的答案如何獲得呢？除了從相關人員面談中獲得資料外，並親自前往訪問、觀察、評估並記錄。

一般說來這些均是優良的研究計畫，所以一般面談的人均樂意發表意見，我們是7人一起到一個學校去實地訪問，每個人找不同的對象面談，通常我們面談的對象是由老師開始，同時包括：學生、以前的校長、以前的老師、家長、其他學校工作人員（如司機、廚師及清潔工等），我們的目的是儘可能發掘出各相關的資料。

以教師為例，我們與關鍵的領導教師面談，我們也找教學不錯的教師談，同時我們也找教學不佳的教師談，因為我們希望有各種角度的看法。而面談的學生多半是在教室中吸引我們注意的，多半他們是興趣高昂的、或是愛活動表現的，或是愛搗蛋的。而行政人員我們是儘可能找到多少人就面談多少人。而家長一般是指較熱心的家長，其他人仕則隨時遇到隨時談。總之，我們的目標儘量找到相關的人，挖掘問題的答案及了解事情的真相。

我提出的問題多半有下列特性：

(1) 是開放 (Open-ended) 的問題，給回答者充分的回答空間。

(2) 避免問“爲什麼”，因爲有時人們做事，談不出合理的理由，追問“爲什麼”會造成面談者的壓力。

(3) 給予面談者說的機會，因爲回答問題時，涉及範圍小，但給面談者說的機會，了解的層面可以增加。

(4) 弄不清楚處，請面談者自己重新說明及解釋。

(5) 流暢的談話，不要只顧筆記，要保持流暢的談話情況。

(6) 留意面談者的偏見 (bias) 以及自己的偏見。

我通常在面談時是不用錄音機的，因爲我有能力以少數筆記，充分記錄下訪問的過程。我在訪問面談時的問題，通常是以談話的方式以求得到更多的資料，我會記點筆記，我問的問題盡量有邏輯順序，在談話中引起了新的問題，我會記錄在旁，在恰當時間問。我必記錄下來面談的時間、地點等資料，以供將來參考用。我盡量使談話輕鬆自然，所以我一定預留充分的時間面談，通常一個人的面談時間我均預留 1 小時以上，當時間剩餘時，我會利用此時間整理記錄或做其他的事。我有時會將面談者的話一字不漏的記錄下來，一方面將來在報告可作爲證據，一方面被談話者，也喜歡看見他的名字或話語在報告中出現。

通常我都有 10 個左右的基本問題問不同的對象，以便獲得結論。我在報告中對於負面不良看法的談話，多半小心的處理。

我的報告通常整理成像故事般易讀的形式，一般人讀文章多只讀頭及尾，對中間多半草草翻過去，所以盡量使你每一段都生動有趣，吸引讀者的興趣及注意力是很重要的。我在做個案研究時，我心中常想到什麼是讀者有興趣的，通常讀者對學校的實況有興趣，而不是對原理有興趣。

最後的結論，是總括的看法，應短而有力。例如對於這些優良科學教學改進研究計畫，均有下列特色：

(1) 多半是採 Team 教學，彼此有競爭求進步。

(2) 均獲得很多的支持，不論是行政上或經費上。

(3) 均與其他學科密切結合。

(4) 參與的學生多半領導能力較強。

(5) 均有長期的計畫。

(6) 均與大學間有密切的聯繫。

(7) 均一直在求變及改進。

(四) 八月十三日(星期四)下午

主題：談研究報告的發表

我是一個喜歡作研究愛發表的人，通常我也喜歡寫不同型的文章，發表在不同的雜誌上。我曾作過這樣的分析及比較，以 *Journal of Research in Science Teaching* 為例，它是一本很高水準的科教期刊，它的期刊每期發行 27,000 本，若以一本有 2 人閱讀，而每人只看其中的十分之一的文章計算，每篇文章只有 540 個讀者，這是樂觀的估計，實際上可能更少。而以 *Better Home and Garden* 雜誌，每期有 8 百萬本的發行，每本 2 人閱讀，每人讀其中十分之一的文章，也有 150 萬以上的讀者。若一個教授一年發表 2 篇文章，每篇文章有 1000 個讀者，要花 40 年的時間其讀者仍達不到 *Better Home and Garden* 一個月的讀者數量。

所以發表在 *Better Home and Garden* 上的文章其效果大於 *Journal of Research in Science Teaching*，也許你會說這類文章學術性太低，但是各類文章的目的不同，如果是要改變觀念介紹給愈多人知道愈好，何必在乎其學術性呢？

所以各類文章依其對象不同，有不同的寫法，也有不同的雜誌去投，我舉些實例：

如編號“13”的文章“*Science Education : New Concerns and Issues*”，是發表於 *Science Education*，這是一本很有水準的期刊，在該文中談及科學教育面對的七個問題，分別予以說明，然後作一結論。题目的吸引力是很重要的，要短、有力、生動、有趣。

又如編號第 1 號文章“*Teachers Make Exemplary Programs*”，以及第 16 號文章“*Taking New Goals for School Science Seriously*”，均是發表於 *Educational Leadership* 期刊上，這是每一個教育行政人員所必讀的期刊，該文章由 221 個事例中，歸納出共通性，然後作結論，它的寫法不是很正式，但是輕鬆易讀，使教育行政人員能知道怎樣是優良的科學教師。

常常我們寫作上有一個大問題，將一大篇資料要放在一篇文章中，使得它又臭又長，這是不合宜的，如第 16 號文章短而有力。

又如我 1984 及 1986 年所發表的兩篇文章，數據相同，但是因為 1986 年的文章又蒐集了更多數據，支持 1984 年的看法，所以同一類數據發表兩篇又何妨。

又如我曾用同一數據，寫成兩篇文章發表，因為我針對的對象不同，我的寫法不同。

又曾有一篇文章在1979年寄出9次均被退回，雖然每次退回時我均重寫，於是我將該文留在檔案中，1985年我整理檔案時又看到它，仍覺得它很好，於是再寄出，不到9天就接到接受的通知，所以不要氣餒，退稿不是什麼大不了的事，針對其退稿原因改進，再接再勵。

在投稿時要先讀投稿期刊投稿須知，了解其風格及要求後再寫。題目的吸引力是很重要的。在寫作時避免官樣文章也是很重要的。

各位若有文章想發表在美國科教期刊，如果認為有需要，我歡迎你寄到Iowa大學給我，我願意幫助你使你的文章更切合該雜誌的需要。

貳、學術活動情形

科學教育研究研討會

8 12 (星期三)

08:00-08:30 報到

08:30-08:50 開幕式

主持人：梁校長、呂處長、魏主任

08:50-10:20 第一節

主持人：鄭湧涇教授

* Descriptive Research

10:20-10:40 茶點

10:40-12:00 討論

12:00-13:30 午餐、休息

13:30-15:00 第二節

主持人：鄭湧涇教授

* Qualitative Synthesis - STS as a New Focus for Science Education Research.

15:00-15:20 茶點

15:20-16:40 討論

8 13 (星期四)

08:30-09:20 第三節

主持人：楊榮祥教授

* Case and Field Study Research.

09:20-10:20 第四節

主持人：楊榮祥教授

* Search for Excellence in Science Education.

10:20-10:40 茶點

10:40-12:00 討論

12:00-13:30 午餐、休息

13:30-15:00 第五節

主持人：黃台珠博士

* Experimental Designs in Science Education Research.

15:00-15:20 茶點

15:20-16:00 第六節

主持人：黃台珠博士

* Writing and Evaluating Science Education Research Report and Manuscript.

16:00-16:40 討論

參、訪問經過及收穫

Dr. Penick及其家人於其訪問印尼途中特別來我國訪問，並主持有關描述性研究（Descriptive Research）的專題研討會，將其歷年研究心得於研討會中發表，並與我國科學教育學者藉此研討會機會交換研究心得。經由Dr. Penick的來訪及舉辦專題研討會，使我們有下列收穫：

1. 充分了解Descriptive Research的研究方法及其應用：針對上次Dr. Shymansky的偏重Quantitative Research的專題研討，Dr. Penick特別介紹另一研究方法——Qualitative Research，使我們能夠充分了解二種研究方法的特性及應用，並了解二者不是敵對的，而是相輔相成，對科教研究工作者是一大收穫。

2. 介紹美國近年來科學教育的評估，現況及將來的趨勢：Dr. Penick特別介紹美國政府為了解1957年至1975年之間所花費支援科學教育的15億經費之效用所做的四個大型評估研究報告，以及Project Synthesis報告，使我們了解美國科學教育的過去、現在及未來，對於我國科學教育的發展是很有價值的參考資料。

3. 以實例介紹各種Qualitative研究方法，使我們不但了解原理，也了解實際進行的步驟：Dr. Penick以其豐富的經驗，以實例詳盡地介紹其所參與的各項Qualitative的研究，由於其所介紹的均是親身的經驗，所以非常實際、詳盡，並對現場學者的疑問均能很詳實的回答，使與會人士有親身參與般深刻的印象。

4. 介紹各類研究報告寫作及發表時的注意事項，對與會學者在研究報告寫作及發表上幫助很大：Dr. Penick以其所發表的各類文章為實例，說明研究報告針對讀者及期

刊的特性，有其不同的表達方式，並鼓勵大家不要怕退稿，一般退稿不是表示拒絕，多半是要求修改，只要再修改再說明多半是會被接受的。使與會人仕了解研究報告的撰寫及發表並不是難事，只要正確掌握住幾個重要的原則。

5. 介紹美國優良科學教育改進計畫及優良教師的事蹟及實例，使與會人仕對於科學教育的重要性以及科學教師的角色又有更深入的了解。

6. 提供豐富的參考資料，使與會人仕能有深入探討的資料：Dr. Penick 除熱心的主持專題研討外，並提供 20 餘篇相關文章，供與會人員進一步研讀之用。

7. Dr. Penick 給我國科教學者提供了一個好的典範：Dr. Penick 不但研究作得多，發表更多，同時真正關心教室內的科學教育，常常親身去各學校訪問、觀察，並隨時將心得感想發表介紹給大眾，對於科學教育的推動及改進不遺餘力，值得我國科教學者學習。

肆、參考文獻

1. Penick, J. E., Yager, R. E., and Bonnstetter R. Teachers make exemplary programs. *Educational Leadership*. 14-20.
2. Linn, M. C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends, and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 191-216.
3. Abraham M. R., Renner, J. W., Grant, R. M., and Westbrook S. L. (1982). Priorities for research in science education: a survey. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 697-704.
4. Bybee, R. W. Historical research in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 1-13.
5. Smith, M. L. (1982). Benefits of naturalistic methods in research in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 627-638.
6. Easley, J. A. Jr. (1982). Naturalistic case studies exploring social-cognitive mechanisms, and some methodological issues in research on problems of teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 191-203.
7. Roberts, D. A. (1982). The place of qualitative research in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 277-292.

8. Yager, R. E. (1982). Factors involved with qualitative syntheses: a new focus for research in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 337-350.
9. Rist, R. C. (1982), On the application of ethnographic inquiry to education: procedures and possibilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 439-450.
10. Welch, W. W. (1983). Experimental inquiry and naturalistic inquiry: an evaluation. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 95-103.
12. Penick J. E., and Yager, R. E. (1984) Science at work in the real world. *Educational Leadership*.
11. Yager, R. E. and Penick, J. E. (1985). Societal issues at the heart of the science curriculum. *Educational Leadership*.
13. Penick J. E., and Yager, R. E. (1986). Science Education: new concerns and issues. *Science Education* 70, 427-431.
14. Penick J. E., and Yager, E. (1986). Trends in science education: Some observations of exemplary programmes in the United states. *Eur. J. Sci. Educ.*, 8, 1-8.
15. Penick J. E., and Yager, R. E. (1985). Textbooks can supplement the curriculum. *Educational Leadership*.
16. Yager, R. E., and Penick, J. E. (1985). Taking new goals for school science seriously *Educational Leadership*.
17. Penick, J. E., and Yager, R. E. (1985). Local Communities affect science programs. *Educational Leadership*.
18. Penick, J. E. and Yager, R. E. (1985) Qualitative science, quantitative results.. *Educational Leadership*.
19. Penick, J. E., Yager, R., and Bonnstetter, R. J. (1984). When the Spotlight's on science, take your cue from the best! *Instructor*.
20. Jacob, E. (1987). Qualitative research traditions: a review. *Review of Educational Research* 57, 1-50.
21. Smith, M. L. (1987). Publishing Qualitative Research *American Educational Research Journal*. 24, 173-183.