

談科學教育研究的領域

陳鏡潭

國立臺灣師範大學理學院

前言

凡人皆知研究人員必須經常瀏覽學術刊物，以便了解研究領域的動態，給自己的研究方向標定地位。研究機構則要從事於有計畫的綜合研究，把握各領域的發展動向，釐定整體的研究方向並規劃重點研究。科學教育研究在學術界崛起，不過是近幾十年的事，正如其他科際科學的研究，才剛起步富於發展的潛力。科學教育有那些研究領域？對選擇科教研究題材的人是有興趣而且重要的。最近藏升等人曾在日本科學教育學會年會（1982）中發表一篇論文：「美國科學教育期刊登載論文研究領域的構造分析和引用分析」¹。該篇報告對於何種科學教育期刊以那些研究領域為對象？最常被引用的期刊是那一種？等問題，提供有益的資料。本文節錄其要點，另介紹“Science Education”期刊的“科學教育研究摘要（A Summary of Research in Science Education）”和UMI（University Microfilms International）的科學教育博士論文目錄（A Catalogue of Doctoral Dissertation），並就其研究領域的分類做若干的分析。過去探討研究的內容或動向，常需耗費時間瀏覽期刊或摘要。最近，利用附於論文的索引字或將引用文獻予以計量分析，可迅速獲知內容把握動向。

一、美國科學教育期刊登載論文之研究領域的構造分析

研究目的係試探美國的主要科學教育期刊登載論文之研究領域的差異，以及瞭解科學教育研究上常被引用為資料來源的期刊。為了獲知各期刊登載論文所網羅的領域的內容或對象，利用附於論文的索引字做計量文獻學上的分析。

(a) 索引字的種類和出現頻率的分析：種類和頻率表示該期刊大多包括何種領域或對象。

(b) 基於索引字間關連性的構造分析：調查某一索引字與何種索引字附於同一論文，就可以明瞭索引字間的關連性。根據此關連性作索引字的類群分析（Cluster Analysis）。

調查對象包括下列 11 種期刊，就 1969-1981 登載論文予以分析：① Science Education ② Journal of Research in Science Teaching ③ Science and Children ④ The Science Teacher ⑤ Journal of College Science Teaching ⑥ School Science and Children ⑦ American Journal of Physics ⑧ The Physics Teacher ⑨ Journal of Chemical Education ⑩ The American Biology Teacher ⑪ Journal of Geological Education。

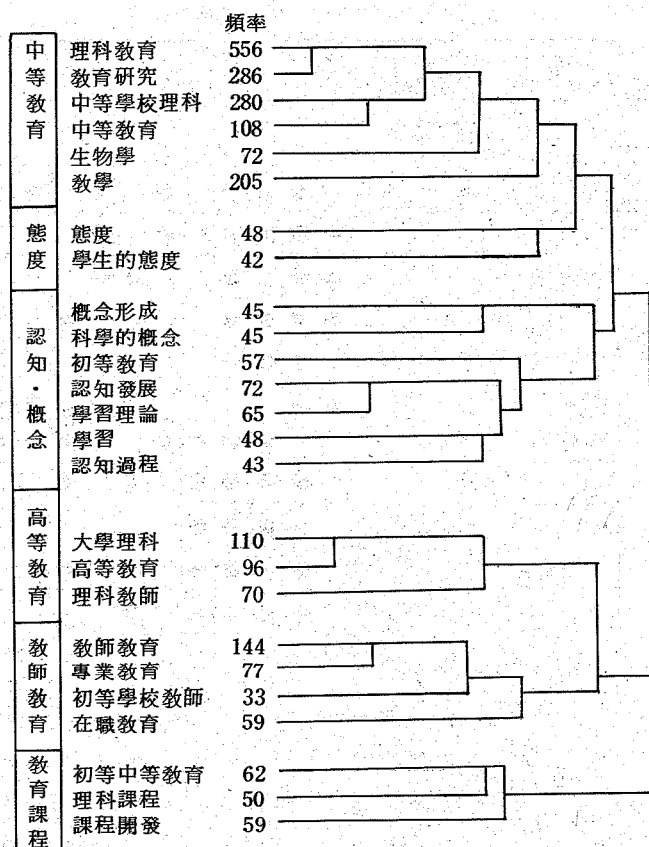


圖 1

此外也運用第二手資料，ERIC (Educational Resource Information Center) 編製的資料庫—CIJE (Current Index to Journals in Education)。CIJE 由約 800 種教育期刊選擇論文，每篇論文附有 8 個 (平均) 索引字。

將 Science Education 期刊的論文上的索引字予以類群分析所得的樹系圖示於圖 1。

此圖表示 Science Education 期刊中包括下列六項研究領域：「中等教育」，「態度」，「認知概念」，「高等教育」，「教師教育」，「教育課程」。就其他 10 種期刊作同樣的分析，結果顯示，科學教育的論文中包含下列 11 項研究領域：「初等教育」，「中等教育」，「高等教育」，「教育課程」，「實驗，設備」，「認知概念」，「環境教育」，「教師教育」，「科學史」，「態度」，「其他」。

表 1 表示各種期刊所包括領域之差異，製成期刊

研究領域方陣。表中顯示，大多數期刊中皆包括「中等教育」、「高等教育」、「教育課程」三種領域。

二、歷年「Science Education」期刊之「科學教育研究摘要」中研究領域之分類

1975 年起 Science Education 期刊每年以增刊 (Supplements) 方式出版兩年前各主要的科教研究的年間摘要 (Annual Summaries)，“A Summary of Research in Science Education”。這些 Reviews 係 ERIC 與 NARST (National Association for Research in Science Teaching) 合作發展而成。各年的摘要由不同的著者撰寫，敘述方式及研究領域的分類各異。

1974 年摘要²分為 4 大項：(1) 學習——包括學習理論，行為目標，教學型態，課程評鑑 (分為小學、初中、地球科學、生物、化學、物理、

表1 各種期刊中所包括的研究領域

研究領域 期刊名	初等教育	中等教育	高等教育	教育課程	實驗·設備	認知·概念	環境教育	教師教育	科學史	態度	其他
SCI. EDUC.		●	●	●		●		●		●	
J.R.S.T.	●	●	●			●		●			
SCI. CHILD.	●	●		●			●	●			
SCI. TEACH.	●	●	●	●			●		●		
J COLL. SCI. TEACH.		●	●	●							
SCHOOL SCI. MATH.	●	●						●		●	●
AMER. J. PHYS.			●	●	●	●			●		●
PHYS. TEACH.		●	●	●	●		●		●		
J CHEM. EDUC.			●	●	●						
AMER. BIOLO. TEACH.		●	●	●	●				●		
J GEOLOGICAL EDUC.		●	●	●	●		●				

物質科學、其他)，測驗，物理，生物；(2)教師——分爲教師教育，態度，特性，行爲；(3)概觀；(4)雜項。

1975年摘要³分爲7大項：(1)歷史和現況；(2)皮亞傑(Piaget)的世界——分爲小學、中等學校、大學；(3)古典的科學學科——生物、化學、地球科學、物理、環境和生態；(4)教師——教師特性、職前經驗、在職經驗、教師訓練；(5)方法——包括教學法、電視和影片、電算機輔助教學、學生—教師相互作用、教科書和閱讀、測驗和評鑑、資優和創造力、科學成就等20項；(6)特殊問題——包括學前教育、就業輔導教育、殘障學生之科學教育、低成就學生教育等9項；(7)外國科學教育計畫——包括中南美、亞洲、非洲、中東等9項。

1976年摘要⁴分爲7大項：(1)學習和發展——奧斯貝(Ausubel)的理論，皮亞傑範例研究(測驗，課程)；(2)教學方法及過程——小學，中等學校；(3)教師教育——小學科學教師，中等學校科學教師，k-12科學教師，在職科學教師；(4)科學教育評鑑——課程評鑑等5項；(5)用於科學教育的教學媒體；(6)科學的概念、過程、和內容；(7)大學級(Level)之研究——成份比較：

、指導教師和學生。

1977年摘要⁵分爲4大項：(1)綜覽——哲學、目的、科學教育研究狀況等；(2)追溯和調查研究(Ex Post Facto and Survey Research)——學生，教師，小學及中等學校科學教育計畫；(3)實驗研究——學生，教師；(4)結論——認知發展，成就，態度及知覺，教學。

1978年摘要⁶分爲8大項：(1)學習和發展——皮亞傑研究，學生特性，奧斯貝研究；(2)教學——學習策略——個別化教學(如：視聽輔導教學等6項)，探究式學習法(Inquiry Approaches)，實驗室方法(Laboratory Approaches)，閱讀和語言技能(Reading and Language skill)，教室實務操作(Classroom Practices)(如：行爲目標、回饋、質問等)；(3)認知型態——小學、中等學校(生物、化學、物理、一般科學)，大學教學(生物、化學、物理)，教師教育(職前教師、在職教師)；(4)學生特性——中等學校學生，大學學生，女性及少數民族；(5)教師訓練及行爲——教師訓練(教學技能等7項)，教師特性和行爲(教師特性等3項)；(6)科學教育評鑑——評鑑概觀，課程評鑑，情操研究(Affective Studies)，工具發展(Instrument development)，評鑑模式(Evaluation Models)；

(7)概念和內容——一般概念，特殊概念；(8)雜項研究 (Miscellaneous Studies)。

1979年摘要⁷分爲：(1)小學，(2)初中，(3)高中，(4)大學，(5)教師教育五階段，討論科學學習脈絡 (Science Learning Context)。在每一階段把研究焦點集中在教學 (Instruction)、教師、學生及其交互作用，試探建立科學教育的概念層次 (Order of Ideas)。在各階段，就科學學習成果 (Outcomes of Science Learning) 的方式上討論：(1)學生的性別差、年齡或年級差、性向或才能差、個性相關、環境因素；(2)教師的科學知識的影響，教學技能的影響；(3)教學上的影響——包括教學內容，特殊概念與學生特性的交互作用，特殊概念與不同教師的交互作用，教學策略或方法，特殊概念與教學策略的交互作用，教學內容、教學策略和學生特性的交互作用。最後討論科教研究的測量工具。

1980年摘要⁸分爲5大項：(1)課程——課程脈絡 (學生特性、循序發展 Sequential Development 等6項)，課程目的，課程內容，課程發展，補助課程；(2)學習和教學——智力發展模式 (特殊能力等8項)，認知概念模式 (實驗方法等3項)，功能模式 (Functional Model) (性向—處理交互作用研究等8項)；(3)評鑑——編序評鑑 (課程評鑑等3項)，工具；(4)研究——批判 (Critiques)，文獻活動 (Documentation) 等；(5)專職發展 (Career Development)——專職科學家，專職科學教師；(6)回顧與展望——課程，智力發展模式，認知概念模式，功能模式，評鑑，研究，專職發展。

三、最近6年內 (1977~82) 美國各大學科學教育博士論文中之研究領域⁹

UMI (University Microfilms Interna-

tional) 每年出版各科博士論文。本文所列的博士論文目錄亦可見於 Dissertation Abstracts

International。1977年4月至1982年5月間提出美國各大學的科學教育博士論文 (包括 Ph.D. 及 Ed.D.) 共有574篇。UMI 的科學教育博士論文的目錄中，依照研究領域分爲8大項。各領域的論文篇數如表2。(此表在下頁)

表中可以看出最近六年來美國大學科學教育博士論文研究趨勢。8個領域中最熱門的二項是「課程教材」(142篇)及「學生性向、態度和心理學」(141篇)，計有283篇，已佔全部論文(574篇)的一半，其次是「學生成就和學習」(80篇)及「測驗和評量」(68篇)；值得注意的是，不管何種領域，「高中」和「高中後」層次的研究遠比「小學」和「初中」層次的爲多；「課程教材」，「學生成就和學習」，「學生性向、態度和心理學」各領域中，均多2~3倍，「教學法」領域中甚至於多3~4倍。

結 語

科學教育的研究領域分歧而複雜，各種刊物中分類方式不大一致。趙金祁博士曾在「科學教育概論課程設計」¹⁰中指出，科學教育研究有下列領域：①學生特性研究，②教師特性研究，③課程研究，④教學法研究，⑤教具研究，⑥設備研究，⑦科學活動研究，⑧評量研究，⑨科教理論研究。這些領域實際上包括上述期刊中各種分類的重點。綜合上述，科學教育的研究可有下列幾種分類法：

A. 依教育階段 (層次) 分類

分成①初等教育 (包括學前教育)，②中等教育，③高等教育，④教師教育 (包括在職教育)，⑤社會教育 (包括生涯教育)，5個層次。

B. 依研究的範圍和學科分類

表2 最近6年內(1977-82)美國各大學科學教育博士論文各領域類別之篇數

研 究 領 域	論 文 篇 數
1. 動向 (Trends) 和哲學	22
2. 課程, 輔助課程教材 (Co-Curricular Materials) 和活動	142
一般	20
小學	17
初中	11
高中	40 (一般8, 生物9, 化學7, 地球科學2, 生態學7, 物理4, 其他3)
高中後 (Post-high school) ...	39 (一般2, 生物11, 化學8, 地球科學3, 生態學1, 物理8, 其他6)
其他	15
3. 測量和評鑑	68
4. 學生成就和學習	80
一般	19
小學	9
初中	8
高中	17
高中後	27
5. 學生性向, 態度和心理學	141
一般	21
小學	7
初中	22
高中	44
高中後	47
6. 教師和行政: 特性和資格	38
7. 教師教育	33
一般	7
小學	11
初中	3
高中	9
高中後	3
8. 教學法	50
一般	8
小學	5
初中	3
高中	19
高中後	15
計	574

依研究範圍可分為(1)一般科學教育, 及(2)特殊科學教育(資優教育和殘障教育)。依學科則可分為①數學教育, ②物理教育, ③化學教育, ④生物教育, ⑤地球科學教育, 環境教育, 等。

C. 依研究領域分類

科學教育的研究領域可以包括在: 「科學教育理論基礎下, 教師、學生與課程, 在教學—學習活動中交互作用的研究, 包括這些活動的評量與行政及其他方面的配合」。一種不成熟的研究領域的分類如下: (1)理論和歷史——哲學, 原理, 目標, 科學史, 調查研究 (Survey Research) (動向、狀況、回顧與展望等) 等。(2)課程和活動——課程, 科學概念和內容, 科學活動, 基本技能等。(3)學生——學生的特性, 學生性向, 學生態度, 心理學等。(4)學習與教學——學習與

發展, 教學——學習策略, 教學法與過程, 學習成就, 教育工學等。(5)評量與評鑑——評鑑模式, 課程評鑑, 計畫評鑑, 器材 (Instrumentation), 測驗等。(6)教師與行政——師資訓練, 教師態度與行為, 教師特性與資格, 行政 (制度、設備等) 等。(7)其他。

科學教育的研究專題, 應有它的層次、範圍和領域。因此研究專題的定位, 實際上是立體的。試繪其構圖如圖2。舉例說: 「國中數學資優學生之性向研究」, 則表示它在中等教育層次上, 於特殊教育的範圍及一個分科教育的面, 從事於「學生性向」領域的研究。

近年國內從事科教研究的人口增加, 科教研究報告也增多。教育部設置中小學科學教育計畫專案補助經費有年, 申請單位眾多, 已有豐碩的研

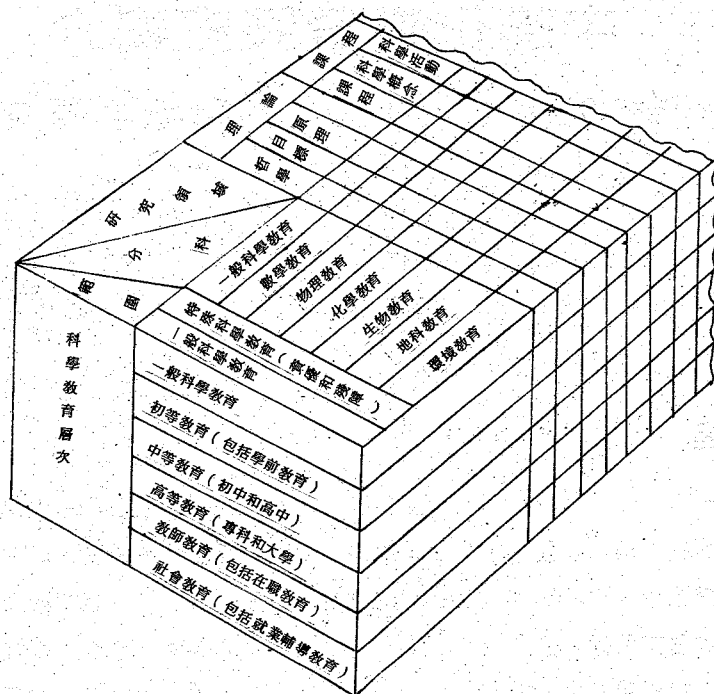


圖2 科學教育研究領域示意圖

究成果。最近國科會專案研究計畫中增設科學教育部門，今後我國科學教育研究將更加蓬勃發展。期待不久的將來國內也能產生高水準的科學教育的學術性期刊。容納廣度與深度皆有足夠份量的研究成果，為國家的科學教育，奠定有力的基礎。

參考文獻

- 1 日本科學教育學會第6回年會，年會論文集 pp 335-336(1982)
- 2 J. Dudley Herron et al., "A Summary of Research in Science Education - 1974" Science Education 60(4), 1976.
- 3 George G. Mallinson, "A Summary of Research in Science Education - 1975" Science Education 61(4), 1977.
- 4 John W. Renner et al., "A Summary of Research in Science Education - 1976" Science Education 62(4), 1978.
- 5 Rifa W. Peterson et al., "A Summary of Research in Science Education - 1977" Science Education 63(4), 1979.
- 6 Dorothy L. Gabel et al., "A Summary of Research in Science Education - 1978" Science Education 64(4), 1980.
- 7 David P. Butts, "A Summary of Research in Science Education - 1979" Science Education 65(4), 1981.
- 8 M. Craig Sipe et al., "A Summary of Research in Science Education - 1980" Science Education 66(3), 1982.
- 9 "A Catalogue of Doctoral Dissertations, 1977-82", University Microfilms International. Aug. 1982.
- 10 趙金祁 "科學教育概論課程設計"，師大校刊，第205期，民國64年。