

科學學習相關的認知能力與認知風格 之性別差異探討(續)

吳心楷

國立臺灣師範大學 化學研究所

認知風格 (Cognitive Styles)

學習者的性格、習慣與能力，同時影響其認知活動過程。學習者有其偏好的學習方式，適宜的教學方式，將有助於學習者對於學習內容的了解。在此節中，即欲揭示兩性各有其習用的認知方式，包括：

1. 分析能力—「分解」和「重組」
2. 解題策略—「分離」和「連結」(數學)；「發散」和「收斂」(物理)。
3. 學習方式—「背誦」和「有意義的學習」。
4. 場地依賴與場地獨立
5. 學習態度—「支配型」和「無助型」。
6. 科學家類型—「解題者」和「尋找問題者」。

都可見兩性偏好的認知風格。探討認知風格的目的，除了部分解釋認知能力上的不同，亦可了解如何建立適於兩性的科學學習環境。

分析能力 (Analytic Ability)

Maccoby & Jacklins (1974；引自 Stockard & Johnson，1980) 針對兩性學生的分析能力做測試，主要針對學生分解(set breaking)與重組(restructure)的能力。在語文方面的組字測驗(anagram)，女生表現優於男生，而男生善於分解。男生傾向分散，女生偏好連結、組合的態度，出現在科學學習、解題，甚至競爭態度 (Greenfield, 1995)。

解題

Buerk (1985)將 Gilligan (1982；引自 Buerk，1985)提出的兩種推理模式：「分離」(separate)與「連結」(connected)，用分析數學解題的認知風格；女性傾向以「連結」方式來逼近問題。所謂「分離」的方式解題，包括：直接以結構化的演算方式尋找解答，思考模式為抽象且形式的，企圖達到客觀或大多數人會同意的結果，詳細地遵守規則與步驟，有自信做判斷；而「連結」方式包括：嘗試以個人經驗解題，辯明語言中的模稜兩可，思

考模式傾向描述式的，善於利用上下文解題，逐步察看特定解答的限制性與矛盾，容忍違反規則或出現例外，不願做判斷。「連結」方式是女性所習用的，這樣的數學是直覺的(intuitive)。但「分離」的推理方式廣用於教室及書本中的溝通以及專業論文的撰寫；這些現有而普遍的數學描述及解題方法，將數學逐出了女性的生活。

Ignatz (1982)由學生物理成就與其智力結構的實證研究發現，「發散」(divergent)思考的能力，可做為物理成就好壞的最佳指標，物理表現佳的學生，其「發散」性思考能力強。男女學生在學習物理時，所用的認知方法不同。男生解題時，傾向以多角度或同時給予多個解法來考慮問題，而女生多以「收斂」(convergent)思考，一次考慮一種解法。

生物學習

將學習內容意義化，是學生學習新知識的有效方法；學習不應只是一連串字詞的背誦。Ridley 等人(引自 Cavallo, 1994)指出，女生較常用背誦(rote)方式來學習科學概念。因為女生順從性高，不容易質疑權威，而會做他人希望她做的。但 Cavallo (1994)的實證研究結果，並不支持「女生較常利用背誦為主要的學習方式」的說法。

由 Cavallo (1994)的問卷結果顯示，生物教師們認為相比於男生，女生較多以背誦為學習方式，而男生較多意義化(meaningful)的學習。但學生們自己的看法與教師不同：女生們並不認為自己利用背誦或意義化的策略，在次數上與男生有任何差異。Cavallo 並進一步以開放性試題及選擇題來測驗學生的生物概念；若使用背誦方式學習科學概念，則前者題型的分數會較差。結果顯示，能表現心理模型(mental model)的開放型試題，男女表現相當，可見在意義化的了解上，男女無差異；選擇題的結果，男生分數較高。換言之，只要有適當的測試方式，兩性表現可以一樣好，女生並不見得較常使用背誦來學習。另一點值得注意的是，教師成見確實存在的，而這些先入為主的想法，可能影響學生學習。

場地依賴—獨立

「國小女生比同齡男生成熟」，是我們一般對於國小男女生的看法。若以皮亞傑的認知階段理論來看，Saarni (1973)的研究並未給予一個直接的肯定答案。就形式運思的解題方面，兩性中年級學童的表現無性別差異；另一方面，結果顯示女生有較高的場地依賴現象(field dependence)。根據 Witkin's 的心理差異的假說：場地獨立(field independence)的分析能力增加，可顯示學童的成熟，但為何認知成熟的女生反顯示出較高的場地依賴現象(field dependence)? 她認為也正是由於女生的認知成熟度高，女生有能力運用形式思考及較少自我中心(egocentric)的想法，她們已部分意識到性別角色的社會期待，所以在回答某些模擬兩可的問題上，會試圖符合「小女人」(young ladies)的形象。而處於具體運思期的

女生，較不了解社會期望，所以解題多來自直覺與經驗事實。

學習態度

在學習情境下，面對挫折時的所展現的認知態度，亦可部分解釋男女各有擅長的現象。Dweck (1984)發現，根據學童在智力活動中，面對困難的態度大致可分為兩種：「支配型」(mastery-oriented)和「無助型」(helpless)。在遭遇障礙時，支配型學童會更加努力及專注，甚至有時會出現超齡的解題策略，並將困難歸於可控制因素；挫折會使無助型學童，不願努力而且容易分心，弱化其成就表現及解題策略，並傾向將困難歸於不可控制因素。根據 Dweck (1984)的實證研究，女孩比男孩易傾向無助型，而男孩多屬支配型；並以此說明為何男生在數學方面有較佳表現。

Dweck 認為，當學童從國小進入國中，在語言方面，仍是使用與以往相似的學習技巧，如拼字、發音或是閱讀理解，只要善用從前的策略，在語文方面不會遭遇太大挫折；相比之下，數學的難度就提高了許多，新的數學概念不斷引入新的運算方式，遭受挫折及巨大變化的機會較多。支配型學童(大多數為男生)在遇及數學上的挑戰時，有較高的機會表現自己最佳的一面，但女生可能會因挫折而害怕數學。另一特殊現象是，在男孩中，學科表現較差者易因困難而退縮；而在女孩中，最先因挫折而退下陣的，卻是學科表現最出色的女孩。數學成就中性別差異最大的部分，即是在分佈曲線最前端的部分(Benbow 和 Stanley, 1980)。

Reyes 和 Padila (1985)指出，女孩對於未知多不願猜測，常顯得自信較低，害怕失敗，她們說「不知道」的頻率明顯高於男孩，而這樣怕出錯的心態，似乎來自文化。即使女孩在科學上獲得成功，她們會歸於運氣(不可控制因素)；而男生相信自身的優異表現是因為能力(可控制因素)。

科學界的女性

若女性在科學領域的表現不佳，是由於數學能力與認知風格的差異。當我們進一步探視女科學家的處境，該如何解釋她們的邊緣性(marginality)——大多數的女科學家是處於非主流的領域，例如：女性心理學家多從事心理治療的研究，而少見於實驗心理學；研究天文物理學的女性比女性實驗物理學家要來得多。此現象一部分可歸因於女性學者不易獲得資源，包括經費與儀器；另一部分的原因，Bar-Haim 和 Wilkes (1989)參考 Gordon 和 Morse(1969；引自 Bar-Haim & Wilkes，1989)的科學家分類法，以認知風格來說明。

Gordon 和 Morse 對科學家的分類，是依其「區分」(differentiation)能力及「些微聯結」(remote association)的能力為標準。「區分」能力是指科學家將研究問題有系統陳述及

表達的能力；「些微聯結」能力是指創造性的解題技巧。高區分能力者，善於尋找多量的問題；低區分能力者，不太習於例外，並企圖將理論普遍化。具些微聯結能力者，有較多的彈性，善於重組問題，將新元素引入問題，對特定疑難常有另類解法。根據這樣的分類，表二為依能力不同而產生的個人性向：

表二、能力與適合從事的工作表

	技術專家	問題尋找者	解題者	整合者
區分能力	低	高	低	高
些微連結能力	低	低	高	高

Bar-Haim 和 Wilkes 認為，會選擇科學為事業的女性，與擁有相同選擇的男性分屬不同類型。我們已知兩性科學家相比其性別人口存在著懸殊的比例，若在兩性智力相當的前提下，一般天份卻被鼓勵成為科學家的男性，所面對的是少數智力較高的女性。若智力高低與高中聯考成績有高相關性，楊龍立(1993)對台北公立高中學生選組人數的調查中，可看出此趨勢，大致上，錄取分數越高的學校女生，選讀自然組的比例越高；換言之，大學理工科系的女生中，有著較高比例的聰明女學生(見表三)。

表三、自然組女生的比例與其就讀學校的關係

自然組女生/ 全部女生人數(%)	北一女	師大附中	中山女中	景美女中	板橋高中
民國79年	44.8	36.5	24.6	16.4	16.6
民國78年	42.3	34.7	22.7	14.1	10.6
民國77年	44.3	30.1	22.2	12.2	15.3

Bar-Haim 和 Wilkes 進一步說明，選擇科學作為事業的女性，大多相信每個人皆為獨立個體，而非以性別刻板印象來束縛女性僅能擁有特定的能力表現，她們選擇了非傳統的事業，需要更堅決的自信以抵抗成見。這些女科學家們體認兩性處境，較具批判性思考能力，並善於發掘已存在成見下的問題，她們屬於高「區別」能力的，是好的問題尋找者。若引入 Kuhn (1962)對科學典範觀點—典範建立後，此領域科學即進入常態科學的階段，科學家所從事的僅是解疑活動。後典範科學(如：物理)與典範科學(如：化學)需要的是解題能力，而新興或非主流領域等前典範科學需要的是問題尋找者，所以科學界的女性多屬這些邊緣領域 (Bar-Haim 和 Wilkes, 1989)。

綜合以上結果可發現，女性傾向整體性、連結，自信較低，害怕挫折，容易因外在環境而干擾學習；男性善於分解、不易受挫、對自己的能力較有自信，學習較獨立。一旦選

擇了科學為事業的女性，她們的特質不同於男性同儕。可見兩性的差異不只於認知能力的高低，還包括了認知風格的不同，而造成了學習或是生涯選擇的差異性。

伍、教學的啟示

在文獻探討中，可發現認知能力和認知風格的性別差異是存在的。而且在數學能力和空間能力方面，女性的表現顯得比男性差，對於這樣的結果，教學如何改進？在認知風格的討論中，Buerk 提供的觀點，說明了不是女性不適合學習數學，而是數學一直是以一種她們不太熟悉的方式呈現。認知風格差異性的討論，可提供建立不同教學方式的參考，讓學生接近科學，尤其可以幫助長期以來只占少數的女性。

若希望學生能充份發揮潛能，一個讓她/他們感受自在的學習環境是必要的，可由課程及教學、教師與生活環境三方面來著手：

壹、課程及教學方面

- (1)性別教育課程：在輔導課程中，加入性別教育課程，內容不只於自我身體的了解，並有自我尊重、性別刻板角色的認識及生涯規劃的教材，有利於男女學生打破其性別角色限制。由於多數學生的選課或生涯選擇，是來自於成長環境中的社會刻板印象，卻不一定適於其個人潛能。若學生能預先了解社會成見，使其思考自己的性向與社會的差距，而不易在社會化過程中，缺乏自我選擇的能力。國內已有學者提供相關教材(楊世瑞，1988)。
- (2)學習與教學：女生習於連結，害怕出錯，宜多利用合作學習、小組討論及低競爭性的學習方法；男生適合高競爭性的學習環境，提供充份的自我表現機會，將有利於學習。另一方面，女生對有生命體感覺敏銳，男生對非生命體操作能力強(Vockell & Lobonc, 1981)，教學過程中的教具、教材及示例，可依其偏好加以設計。男女生應同時有機會修習工藝課程，以增加科學經驗。
- (3)男女分班：近來有些學者(例：Vockell & Lobonc, 1981)的實證研究顯示，男女分班學習，有利於女生的科學學習成就，其發展不易被抑制，部分教師的性別成見，或是社會的刻板印象，較不會引入單一性別的科學學習環境。
- (4)教科書內容：教科書的用詞或圖示，是傳遞性別角色的媒介。多提供女性科學家、工程師的職業典範，可改善學生的刻板印象，並提供女學生未來職業選擇的參考或是模範。

貳、教師方面

- (1)消弭教師成見：由 Cavallo (1994)的研究，我們可知教師的性別成見確實存在；教師成見

的消除，有利於兩性平等的教室氣氛。

(2)教師典型的影響：教師可說是學生學習的最佳職業典型，女性科學教師及男性語文教師，有助於學生突破性別刻板印象。

參、生活環境方面

(1)校外活動：多鼓勵女生參予校外的科學活動，足夠的科學操作經驗，可使女生不害怕科學。

(2)生活經驗：不再侷限女生玩洋娃娃，男生玩汽車的遊戲模式，鼓勵女生多做些傳統觀念中男生做的事，如更換燈泡、簡單的工具修復等工作，增加科學實作經驗，有利於日後科學學習(Vockell & Lobonc, 1981 ; Kahle et al., 1985)。

(3)社團活動：鼓勵單性科學社團的成立，使學生在同性的環境下，較能自在地表現自己，並可間接以同儕的力量來激勵彼此科學知識的增進。

陸、建議與展望

近年來，國外關於科學學習方面的性別差異研究相當多，但國內研究卻少見。大多數科學教育方面的性別差異研究，只是附於某計劃中的子題，而少見積極改善現狀的實證研究。雖然科學一直是性別差異最明顯的領域，但在不同環境下，女生的科學學習並不見得必較男生差，如：日本女生的科學成績，雖然低於其國內男生，但凌駕於他國男生之上(楊龍立，1991)。

對於國內可從事的科學學習性別差異研究，筆者有以下幾點建議：

- 1.調查研究報告(敘述性質)與相關性研究(建立因果關係或提供解釋性資訊)並行，尤其後者的研究，方能提供較多建設性的啟示。
- 2.台灣教育流程中的選組制、公立的男女分校(或合校卻分班)，皆為他國所少見的制度，而這些制度中的性別差異現象，可視為台灣社會職業分佈的縮影，這方面的研究，將有助於國內善用人力資源。
- 3.依不同性別可做活動設計的研究，並進行實證，以做為改善性別差異的工具，並可做為目前教育部欲施行兩性平等教育的參考，例如楊世瑞(1988)的課程設計。

教育是為提供一個使學生充分發展興趣及潛能之環境，沒有任何性別應因其天生的分類，而註定在成長過程中喪失了某些機會；性別差異研究，將給予我們了解兩性，並積極改善現狀的方向。

誌 謝

感謝臺師大研究所邱美虹教授的指導與鼓勵，以及臺師大化研所許順吉教授的支持。

參考文獻

- 李慧權 (1991)。婦女與環境：女性生態學的省思，*婦女與兩性學刊*，2，113。
- 邱美虹，陳英嫻 (1995)。月相盈虧之概念改變，*師大學報（臺師大）*，40，509。
- 張春興 (1991)。現代心理學，臺北：東華。
- 黃幸美 (1995)。數理與科學教育的性別差異之探討，*婦女與兩性學刊*，6，95。
- 鈕則誠 (1995)。女性主義科學學：女性學的新方向，*人文學報*，19，81。
- 楊世瑞 (1988)。性別角色認定課程對國中女生角色認定、自尊與生活適應之影響研究，臺北：臺灣大學人口研究中心婦女研究室。
- 楊龍立 (1991)。中學生在科學成就及對科學的態度中性別差異的探討，臺師大教研所博士論文。
- 楊龍立 (1993)。我國高中學生主修科別與性別的關係之研究，*教育研究資訊*，1(3)，64。
- 廖炳惠 (1986)。女性主義與文學批評，*當代*，5，35。
- 蔡美麗 (1986)。女性主義哲學，*當代*，5，24。
- Abbott, P., & Wallace C. (1990). *An Introduction to Sociology: Feminist Perspectives*. 俞智敏等人合譯，臺北：巨流。
- Aiken, L. R. (1971). Verbal Factors in Mathematics Learning: A Review of Research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 2, 304.
- Bar-Haim, G., & Wilkes, J. M. (1989). A Cognitive Interpretation of the Marginality and Underrepresentation of Women in Science. *Journal of Higher Education*, 60(4), 371.
- Benbow C., & Stanley J. (1980). Sex Differences in Mathematical Ability: Facts or Artifact? *Science*, 210, 1262.
- Benbow C., & Stanley J. (1982). Consequences in High School and College of Sex Differences in Mathematical Reasoning Ability: A Longitudinal Perspective. *American Educational Research Journal*, 19(4), 598.
- Benbow C., & Stanley J. (1983). Sex Differences in Mathematical Reasoning Ability: More Facts. *Science*, 222, 1029.
- Buerk, D. (1985). The Voices of Women Making Meaning in Mathematics. *Journal of*

Education, 167(3), 59.

Cavallo, A. M. L. (1994). Do Females Learn Biological Topics by Rote More Than Males? *The American Biology Teacher*, 56(6), 348.

Droege, R. C. (1967). Sex Differences in Aptitude Maturation during High School. *Journal of Counseling Psychology*, 14(5), 407.

Dweck, C. S. (1986). Motivational Processes Affecting Learning. *American Psychologist*, 41(10), 1040.

Eccles, J. S. (1989). Bring Young Women to Mathematics and Science. In Crawford, M., & Gentry, M. (Eds.). *Gender and Thought: Psychological Perspectives*. NY: Springer-Verlag.

Fennema, F. (1984). Girls, Women, and Mathematics. In E. Fennema and M. J. Ayer. (Eds.). *Women and Education: Equity or Equality?* Berkeley, CA: McCutchan Publishing.

Fennema, F., & Sherman, J. (1977). Sex-Related Differences in Mathematics Achievement, Spatial Visualization and Affective Factors. *Amer. Educ. Res. J.*, 14(1), 51.

Fleming, M. L., & Malone, M. R. (1983). The Relationship of Student Characteristics and Student Performance in Science as Viewed by Meta-Analysis Research. *J. Res. Sci. Teaching*, 20(5), 481.

Gilligan, C. (1982). *In a Different Voice: Psychological Theory and Women's Development*. Cambridge: Harvard University Press.

Gordon, G., & Morse, G. (1969). Creative Potential and Organization Structure. *Journal of the Academy of Management*, Sep, 12.

Greenfield, T. A. (1995). An Exploration of Gender Participation Patterns in Science Competitions. *J. Res. Sci. Teaching*, 32(7), 735.

Hare-Mustin, R. T., & Marecek, J. (1988). The Meaning of Difference. *American Psychologist*, 43(6), 455.

Hilton, T. L., & Berglund, G. W. (1974). Sex Differences in Mathematics Achievement- A Longitudinal Study. *J Educ. Res.*, 67(5), 1974.

Holloway, M. (1993). A Lab of Her Own. *Sci. Amer.*, Nov, 95.

Hyde, J. S. (1981). How Large Are Cognitive Gender Differences? *Amer. Psy.*, 36(8), 892.

Ignatz, M. (1982). Sex Differences in Predictive Ability of Tests of Structure-of-Intellect Factors Relative to a Criterion Examination of High School Physics Achievement. *Educ. Psy. Meas.*, 42, 353.

- Kahle, J. B., Lakes, M. K., & Cho, H.-H. (1985). An Assessment of the Impact of Science Experiences on the Career Choices of Male and Female Biology Students. *J. Res. Sci. Teaching*, *22*(5), 385.
- Keller, E. F. (1985). *Reflections on Gender and Science*. New Haven, CT, Yale U. Press.
- Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: U. of Chicago Press.
- Lee, V. E., & Bryk, A. S. (1986). Effects of Single-Sex Secondary Schools on Student Achievement and Attitudes, *J. Educ. Psy.*, *78*(5), 381.
- Linn, M. C., & Pulos, S. (1983). Male-Female Differences in Predicting Displaced Volume: Strategy Usage, Aptitude Relationships, and Experience Influences. *J. Educ. Psy.*, *75*(1), 86.
- Maccoby, E., & Jacklin, C. (1974). *The Psychology of Sex Differences*. Stanford, CA, Stanford University Press.
- Nochlin, C. (1989). *Women, Art, and Power and Other Essays*. 游惠貞譯，臺北：遠流。
- Otto, P. B. (1991). One Science, One Sex? *School Science and Mathematics*, *91*(8), 367-372.
- Reyes, L. H., & Padilla M. J. (1985). Science, Math, and Gender. *Sci. Teacher*, *52*(6), 46.
- Saarni, C. I. (1973). Piagetian Operations and Field Independence as Factors in Children's Problem-solving Performance. *Child Development*, *44*, 338.
- Saunders, W. L., & Shepardson, D. (1987). A Comparison of Concrete and Formal Science Instruction upon Science Achievement and Reasoning Ability of Sixth Grade Students. *J. Res. Sci. Teaching*, *24*(1), 39.
- Sherman, J. (1980). Mathematics, Spatial Visualization, and Related Factors: Changes in Girls and Boys, Grades 8-11. *J. Educ. Psy.*, *72*(4), 476.
- Steinkamp, M. W., & Maehr, M. L. (1983). Affect, Ability, and Science Achievement: A Quantitative Synthesis of Correlational Research. *Review of Educ. Res.*, *53*(3), 369.
- Stockard, J., & Johnson, M. M. (1980). *Sex Roles*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Treagust, D. F. (1980). Gender-Related Differences of Adolescents in Spatial Representational Thought. *J. Res. Sci. Teaching*, *17*(2), 91.
- Vockell, E. L., & Lobonc, S. (1981). Sex-Role Stereotyping by High School Females in Sciences. *J. Res. Sci. Teaching*, *18*(3), 209.

Sex Differences in Cognition Abilities and Cognition Styles of Science Learning

Hsin-kai Wu

Department of Chemistry
National Taiwan Normal University

Abstract

In recent years, the growing concern of gender-related issues about sex-differences has expressed in many academic fields. The phenomenon is taken notice that males continue to outnumber females in every scientific discipline except psychology. As to science education, reducing the disparity between the sexes can be achieved by investigating the situations of both sexes and building a friendly learning environment for the minority. Therefore, this paper addresses (1) to find out the sex-differences in cognition abilities; (2) to find out the sex-differences in cognition styles; (3) to partially explain sex-differences in cognition abilities by cognition styles; (4) to obtain some thoughts to construct a better environment for enhancing females' participation in science and to provide some suggestions for the curriculums of sex equity.

Key words: sex-differences, science learning, cognition ability, cognition style.