

# 概念發展過程與思考語言的作用

## ～以國中一年級學生酸鹼中和相關概念為例

蔡智文<sup>1</sup> 周進洋<sup>2</sup>

<sup>1</sup>高雄縣立燕巢國民中學、<sup>2</sup>國立高雄師範大學科學教育研究所

[tcw1203@ms29.hinet.net](mailto:tcw1203@ms29.hinet.net)、[chouchingy@yahoo.com.tw](mailto:chouchingy@yahoo.com.tw)

### 摘要

本研究旨在發展國中一年級學生酸鹼中和相關概念發展的分析方法，並以此法探究概念發展過程中思考語言的作用，最後歸納思考語言的作用，並對目前國中自然科學教學提出建議。為達成本研究目的，研究者結合微小發生學研究觀點、認知歷史分析與表徵代理進而發展出科學概念微小發生分析法，針對四位處於酸鹼中和實驗情境的國中一年級學生半結構晤談資料進行轉錄、語意分析、概念範疇編碼歸類、思考語言分類、建構概念範疇發展流程圖，從中探討概念發展中思考語言的作用。

本研究發現如下：

- 一、個案學生概念發展過程與其相關概念範疇發展具有密切關係，換言之，概念發展等同於概念範疇的發展，且每位個案學生概念發展具有其獨特性。
- 二、概念發展過程之中，不同迷思概念比例類型個案學生思考語言的功能呈現明顯差異，例如：低迷思概念類型學生可隨實驗之進行調整本身的錯誤認識的立場，較不易受提問或實驗觀察影響；高迷思概念類型學生的認識的立場並不隨發展過程而呈現規律，容易受外界影響並在概念發展後期產生自我推理與結論。

關鍵詞：思考語言、認知歷史分析、表徵代理、微小發生分析法、概念範疇。

### 壹、研究動機與研究問題

對於科學教育概念相關研究而言，目前有相當多元與豐富的研究方法可供選擇運用，但窮究其研究方法學可知許多研究多半採用單一觀點的研究方法(吳慧珠, 2002)，此種間接與單面向的研究觀點對於真實的概念改變或發展而言並不真實，並無法真正探究其微觀的動態過程(Siegler, 1996; Tyson, Venville, Harrison & Treagust, 1997)。

除此之外，由於學生對自然科學的學習乃是奠基於科學概念發展過程之上(許榮富, 1990)，因此瞭解與促進科學概念發展的過程即是科學學習的基石，亦為自然科學教師必須面對的重要課題。以目前國中自然科學教學而言，語言仍是師生之間最重要的溝通媒介並具有協助思考、促進知識建構與表徵心智發展的功能，換言之，豐富的思考語言可以幫助學生從複雜的後設認知系統之中增進其概念發展的成效(Perkins, Jay &

Tishman, 1993)。從此可知，對科學概念發展於言，思考語言研究具有正面的價值。

綜合上述所言，本研究旨在研發一種能夠瞭解概念發展微觀與動態過程的分析方法，並以此法探究思考語言在概念發展過程中的作用，因而設定研究問題如下：

- 一、如何設計科學概念發展的分析方法？此分析方法的內容為何？
- 二、對於科學概念發展而言，思考語言的作用為何？

## 貳、文獻探討

昔日概念相關研究多半忽略概念發展過程的動態與連結性質、概念範疇、思考語言與其影響，導致此類研究僅得到表面的研究結果 (Mortimer, 1995; Siegler, 1996)，此種研究觀點所設計的概念研究被視為古典認識論取向的研究，遭受許多學者從理論到方法學上的批評 (Tyson et al., 1997; Vosniadou & Ioannides, 1998)，其批判與回應如下：

### 一、昔日概念發展研究多半將概念發展視為靜態與孤立的

概念發展本身為一個連續的動態過程並受到學習環境、經驗、年齡及文化...等因素影響 (Tsai & Chou, 2006)，但由於昔日概念研究慣於比較個案學生某段時期前後孤立的科學概念，忽略其漸進過程與程度差異，因而屬於間接與古典的研究設計 (Duit, 2002)。對於概念發展而言，研究設計必須考量其動態與連結性質，並在個案學生概念快速變化期間進行資料收集與比對分析，如此方能真正瞭解概念發展過程 (Siegler, 1996)。

### 二、昔日概念發展研究忽略概念範疇發展的重要性

學生在學習與推論過程中，具有略過感官知覺的類似性並使用本身概念範疇以組成知識的傾向 (Gelman & Markman, 1987)，由此可知，對於概念發展研究而言，單純就科學概念發展進行研究將會有所不足。由於概念發展等同於概念範疇發展(蔡智文和周進洋, 2005)，因此概念發展研究亦必須針對概念範疇發展過程進行探討方能周延。

### 三、對於概念發展而言，思考語言的重要影響並未受到重視

思考語言源自師生對話之中針對思考進行描述的自然語言，並可以從對話者的言語敘述中進行瞭解與探測 (Olson & Astington, 1993)，對於概念發展而言，思考語言除了具備心智工具的功能之外，亦屬於概念發展的重要成分並與概念範疇的獲得與發展有關 (Perkins, Jay & Tishman, 1993)，可惜在概念發展相關研究之中並未受到應有的重視。思考語言依其功能分類如下 (Tishman, Shari, Perkins & David, 1997)：

- (一) 認識的立場 (epistemic-stance)：意指一種主張知識的態度或立場，並可在每個人的思想與事實之間建立起各種的關聯，亦即不同的認識的立場所使用的單字會使每個句子的立場產生極大不同。

(二) 智力過程 (intellectual process)：指出思考過程與其流變、結構與知覺，可將各種思考方法做出精細的區別。

(三) 智力產物 (intellectual product)：意指一種可以區別各種不同類型想法的名詞，可被使用涵括某個心智方面的產出物。

對於上述的批判而言，微小發生學具有潛力改善概念相關研究的不足之處，此乃因為微小發生學主張研究必須：(一) 確定受試者認知快速改變時期 (二) 改變過程高密度取樣 (三) 對於觀測結果進行密集反覆分析，因此研究所得資料的豐富性遠多於古典認識論觀點概念相關研究所慣於在概念改變前後取樣的作法，因而具備瞭解洞察概念變化本質、過程與內容的潛力，屬於微觀與動態的研究觀點與取向 (Siegler & Crowley, 1991; Siegler, 1996)。其次，研究者無法直接知悉個案學生內在概念發展內容，僅能依據認知快速改變時期外顯的語言及非語言事件進行表徵與推論，因此研究者尚需採用認知歷史分析 (Nersessian, 1992) 與表徵代理 (Gooding, 1992) 重建個案學生科學概念發展過程。

### 參、研究設計

本研究的研究工具、研究對象與資料分析敘述如下：

#### 一、研究工具：

(一) 半結構晤談：本研究半結構晤談的情境設定為酸鹼中和實驗，並以十個與酸鹼中和相關概念有關的晤談題幹來對個案學生進行晤談，收集語言與非語言資料以進行後續分析。

(二) 科學概念微小發生分析法：本研究採用微小發生學作為核心理論，結合方法學的認知歷史分析與概念表徵代理建立科學概念微小發生學分析法，並針對晤談資料進行分析。

二、研究對象：本研究採用立意取向，從高雄縣某郊區國中一年級常態編班學生之中選取四位個案學生進行酸鹼中和相關概念半結構晤談，此乃因為四位個案學生個性活潑外向並能充份表達個人想法且與研究者互動頻繁、溝通良好所致。

三、資料收集與分析流程：研究者針對半結構晤談中所收集的資料進行轉錄、語意分析、概念範疇編碼歸類、思考語言分類、建構概念範疇發展流程圖。在個案學生的概念範疇發展流程圖中，研究者將思考語言標示如下：認識的立場：e；智力過程：p；智力產物：d，據此觀察與分析個案學生概念發展過程之中思考語言的作用。

### 肆、研究發現與建議

研究者分析四位個案學生半結構晤談資料獲致初步研究成果如下：

#### 一、概念發展等同於概念範疇的發展

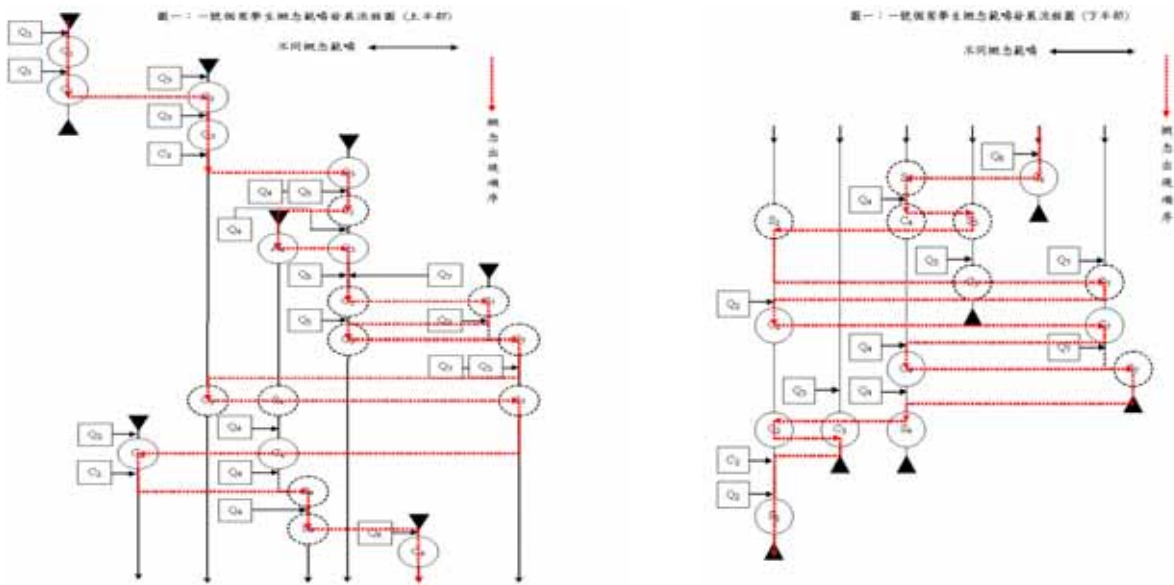
研究者分析半結構晤談資料進而發現七種不同的概念範疇出現在個案學生概念發展過程中並將其編號如下：1.天平 2.指示劑 3.酸與鹼 4.酸鹼中和 5.熱 6.物理與化學變化 6.質量，值得注意的是每位個案學生所展現的概念範疇並不完全相同。研究者依據概念範疇的分類建立表徵代理符號，個案學生部分的表徵代理符號意義如下：

符號	內 容	符號	內 容	符號	內 容
▼	起始	Ax	概念範疇 X 的實驗操作	▲	結束
Cx	概念範疇 X 的正確概念	Sx	概念範疇 X 的正確猜測概念	Cx	概念範疇 X 的另有概念
Ox	概念範疇 X 的實驗觀察	Sx	概念範疇 X 的錯誤猜測概念	----	概念改變

研究者部份的表徵代理符號意義如下：

符號	內 容	符號	內 容
Ax	概念範疇 X 的實驗操作	Qx	概念範疇 X 類別的提問
Cx	概念範疇 X 的概念提示	→	外界操弄

根據上述表徵代理符號建構四位個案學生概念範疇發展流程圖，下圖一為一號個案學生概念範疇發展流程圖，在其中，橫向箭頭表示一號個案學生概念發展過程中所涉及的不同概念範疇；縱向箭頭表示相同概念範疇中概念出現的順序；紅色線段與箭頭代表個案學生在半結構晤談過程中各種概念實際出現的前後順序。研究者分析四位個案學生概念範疇發展流程圖得知：每位個案學生的概念發展可細分成七種不同概念範疇發展，不同概念範疇之間具有相互作用的現象存在，亦即概念發展奠基於不同概念範疇的發展與交互作用之上，並且每位學生均具有獨特的發展脈絡。



圖一：一號個案學生概念範疇發展流程圖  
(左圖：概念發展上半部；右圖：概念發展下半部)

## 二、概念發展的成效，取決於思考語言的運用

研究者分析概念發展過程中個案學生的思考語言，再將其種類代號填入圖一之中，形成個案學生概念範疇發展過程思考語言作用圖（如圖二所示，以一號個案學生概念範疇發展過程之上半部為例）。研究者統計四位個案學生在晤談之中顯示的迷思概念比例，發現可依比例高低將四位個案學生分成兩組，詳細內容如下表表一所示：

表一：個案學生迷思概念比例與分組明細

組別	組員	迷思概念比例	組員	迷思概念比例
低迷迷概念組	二號	22.9%	三號	26.7%
高迷迷概念組	一號	48.6%	四號	48.6%

個案學生概念發展過程中的思考語言作用如下：

### （一）低迷迷概念組：

1. 認識的立場：由於錯誤認識的立場多半分布於概念發展過程初期，正確認識的立場則多半分布於概念發展過程後期，由此可知：此組學生可以正確自我調整本身的認識的立場，進而促進概念發展並降低迷思概念比例。
2. 智力過程：本組學生在概念發展過程中，思考語言出現智力過程功能比例不高且相當分散。值得注意的是智力過程與研究者提問、實驗觀察之間並無高度相關，顯示此組學生的概念發展並非取決於與外在環境的互動。
3. 智力產物：本組學生在概念發展過程之中，除了較少在同段晤談語言中出現不同種類的思考語言之外，亦不容易在概念發展後期出現智力產物，顯示具有不輕易做出結論的特質。

### （二）高迷迷概念組：

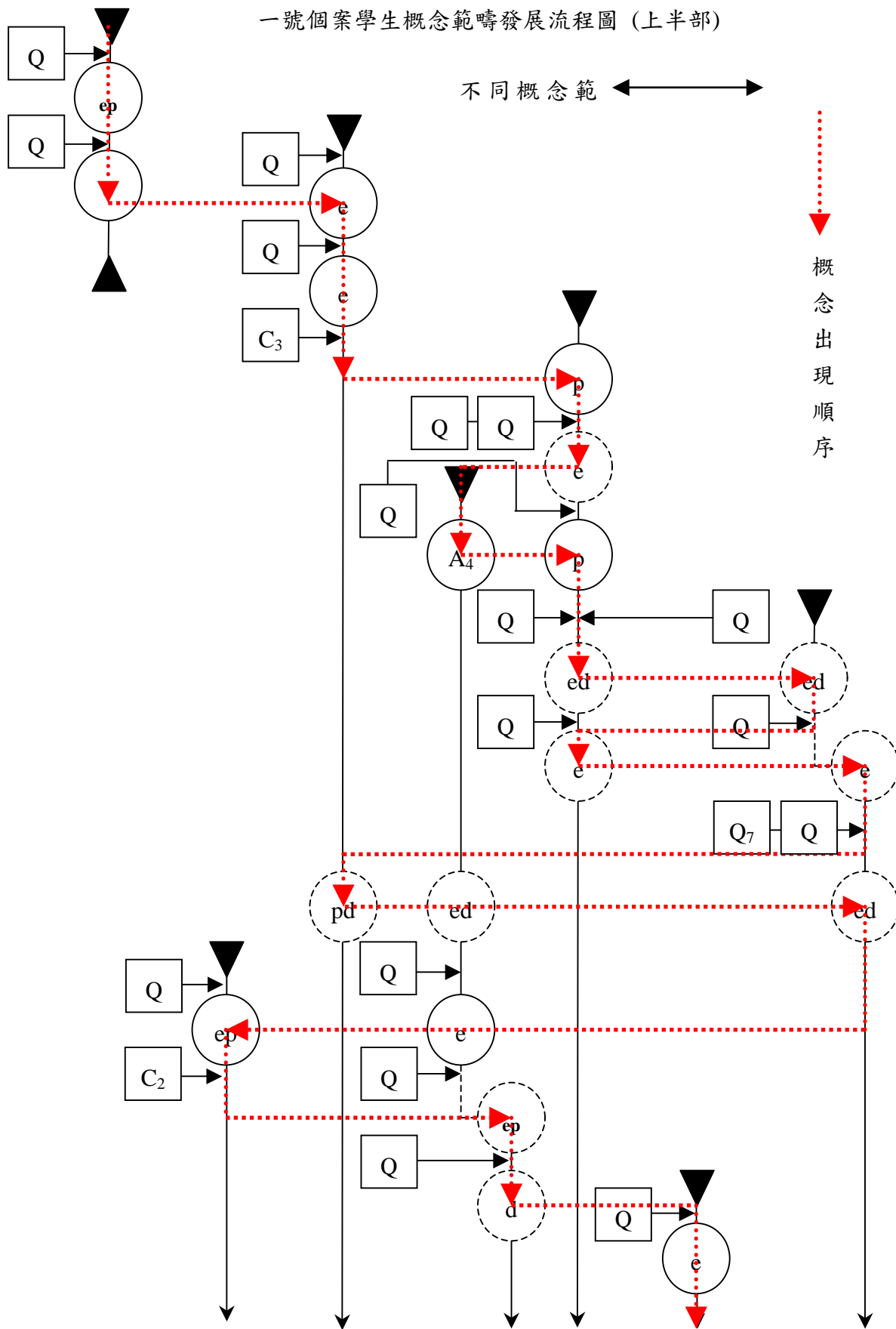
1. 認識的立場：概念發展過程中，此組學生正確與錯誤的認識的立場平均分布且比例相近，此與上組之間呈現相當大的差異。由此可知本組學生在概念發展過程中不容易藉由實驗正確調整本身的認識的立場，造成迷思概念比例的偏高。
2. 智力過程：代表智力過程的思考語言多半出現在發展過程的中後半段，並且與研究者的提問有關，顯示此組學生易受外界影響並且需要一段時間供其發展。
3. 智力產物：代表智力產物的思考語言多半出現在概念發展後期，此與低迷迷概念組有相當大的差別，可知此類個案學生容易在實驗後期產生本身的想法。

## 三、建議

本研究發現：對於自然科學教學而言，實驗與教師提問所造成的認知衝突並非為促進科學概念發展的萬靈丹，對於低迷迷概念組學生更是如此；對於高迷迷概念組學生而言，雖然實驗與外界影響可以促進概念發展，但亦需要一段時間供其思考。因此，國中課程的設計必須考量學生個別差異之外，亦須增加學習的空白時間。

此外，由於本研究採用立意取樣、個案學生人數不多，因此取樣代表性與結論外推性均有可加強之處，建議後續研究可以增加個案學生人數，並可針對概念發展過程之中，思考語言的作用機制做更深入的探討。

一號個案學生概念範疇發展流程圖 (上半部)



圖二：一號個案學生思考語言作用圖

## 參考文獻

- 吳慧珠 (2002)：國民中小學學生生命概念發展之研究。國立高雄師範大學博士論文（未出版）。
- 許榮富 (1990)：科學概念發展與診斷教學合作研究計劃芻議。科學發展月刊，18(2),150-156。
- 蔡智文和周進洋 (2005)：從微小發生學觀點探討國中八年級學生質量概念之改變。論文發表於第二十一屆科學教育學術研討會。彰化市：國立彰化師範大學。
- Gelman, S. A., & Markman, E. M. (1987). Young children's inductions from natural kinds: The role of categories and appearances. *Child Development*, 58, 1532-1541.
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4, 267-285.
- Perkins, D., Jay, E., & Tishman, S. (1993). New Conceptions of Thinking: From Ontology to Education. *Educational Psychologist*, 93(28), 67-86.
- Siegler, R. S. (1996). *Emerging mind: The process of change in children's thinking*. Oxford University Press.
- Tishman, Shari, Perkins & David (1997). The language of thinking. *Education Research Complete*, 78, 60-82.
- Tsai, C. H., & Chou, C. Y. (2006b). *Conceptual change based on the development of conceptual categories: The change in Taiwanese eighth graders' concept of mass*. Paper presented at 5<sup>th</sup> European Symposium Conceptual Change. European Association for Research on Learning and Instruction. Stockholm, Sweden.
- Tyson, L. M., Venville, G. J., Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1997). A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 81(4), 387-404.
- Vosniadou, S., & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1213-1230.