

## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

對於學習者的認知結構觀點不論是抱持鬆散現象原詞 (phenomenological primitives, p-prims) 的配位集合 (coordination class) (e.g., diSessa, 1993; diSessa & Sherin, 1998) 或是具有融貫性的心智表徵 (e.g., McCloskey, 1983; Vosniadou, 1994), 學者們都認為, 學習者的先前知識 (pre-knowledge) 會影響日後的學習; 然而, 學生所具備的先前知識往往與科學社群所接受的科學知識有所差異 (Carey, 1985; Duit & Treagust, 1995)。因此過去 30 年間, 國內外「另有概念 (alternative conception) (Driver & Easley, 1978) 或稱為「迷思概念」(misconception) (Helm, 1980) 的研究, 在科學教育領域有非常大量的文獻發表 (Duit, 2009)。本文將採取「另有概念」來取代「迷思概念」一詞, 以指稱學生特有的想法。雖然國內學者對於學生概念的研究已經累積相當多的資料, 但是缺乏系統性的資料檢驗全國學生的學習狀況, 以供學校教師以及課程設計者參考 (Chiu, 2007)。在行政院國家科學委員會的補助下, 國內學者自 2000 年起進行科學概念學習的大型計畫, 名為國家科學概念學習研究 (the National Science Concept Learning Study, NSCLS; 詳見 Treagust, Chiu, & Guo, 2007), 研究對象是透過類似國際數學與科學成就趨勢調查 (Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS) 的抽樣方法 (Tam & Li, 2007) 取樣, 以雙層式診斷測驗評量檢驗國內四年級、八年級、九年級以及高二學生的物理、化學以及生物概念理解情形, 目的除了建構學生理解科學的資料庫及其分布之外, 也想尋找學生概念理解的發展模式, 以發展適合本國學生的學習理論 (Chiu, 2007)。

本研究針對上述化學科概念調查研究的全國性資料進行次級分析 (secondary analysis), 以 Hempel (1958) 表述理論與現象觀察間的關係之論點, 表徵學生在 Treagust (1988, 1995) 所提出的雙層式診斷測驗中不同階層試題反應的配對情形, 再依據認知地圖 (cognitive maps, CMs) 說明觀察與理論之間的概念連結 (Chaib-draa & Desharnais, 1998; Peña, Sossa, & Gutiérrez, 2008; Wellman, 1994), 以瞭解中學生對於氣體粒子模型因果推論的理解情形。

### 二、研究目的與問題

本研究旨在探討跨年級中學生, 回答全國科學概念調查化學科氣體粒子行為試題時的認知地圖類型與其可能抑制正確連結的相關限制因素。研究問題如下:

- (一) 跨年級中學生在不同情境試題中, 試題選項反應的分布情形為何?
- (二) 跨年級中學生的認知地圖種類以及在不同情境試題中的分布情形為何?

## 貳、文獻探討與理論架構

本文理論架構（見圖 1）主要基於觀察與理論解釋的連結（Hempel, 1958）與可以詮釋因果推論的認知地圖（Chaib-draa & Desharnais, 1998; Peña et al., 2008; Wellman, 1994）為基礎；<sup>1</sup> 文獻探討部分首先說明 Hempel 理論與觀察間的關係，再陳述認知地圖的意涵，並透過對應規則（corresponding rule）的方式將認知地圖視為一種心智模式，後以概念學習的發展限制，說明學生形成氣體粒子認知地圖的限制因素。

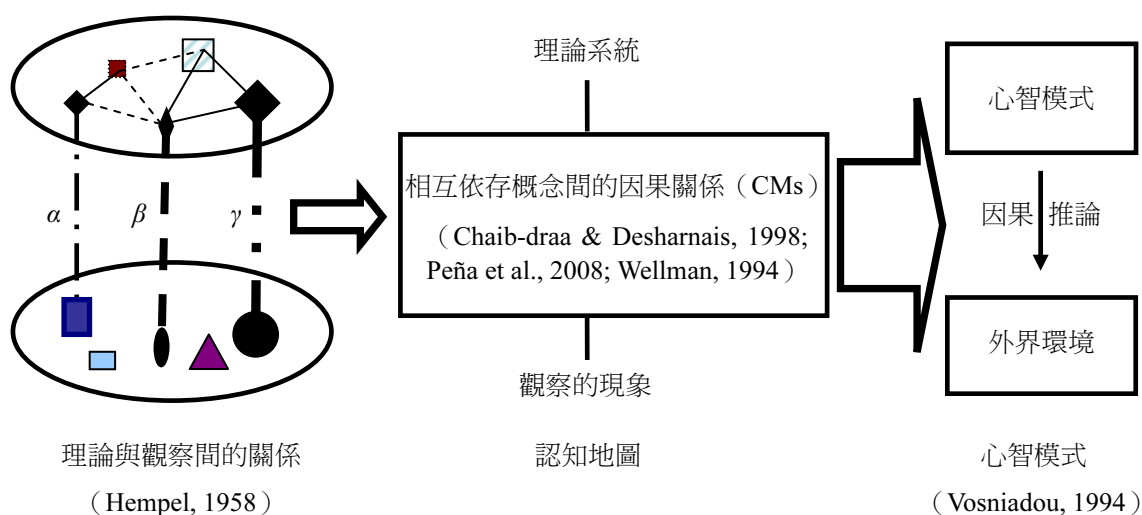


圖1 科學理論的經驗基礎、認知地圖以及心智模式的關係

### 一、理論與觀察之間的關係

Hempel (1958) 認為，完備的科學理論除了能夠解釋過去與現在之外，尚能夠對於未來的經驗現象具有預測能力。Hempel 透過類比方式說明科學理論模型與經驗觀察之間的關係（如圖 2 所示）。他將科學理論比喻為空中錯綜複雜的網絡，其中節點的部分則表示為理論的術語，連結節點的繩子某一部分為基本定義，而某一部分為基本的或者是輔助性假說，整

<sup>1</sup> 本文透過 Hempel (1958) 對應規則將觀察與理論語詞相連結，讓研究者獲得學生對現象與其解釋內容的對應狀況，哲學觀點主要依據邏輯經驗論的公認觀點來表述現象觀察與理論解釋的關聯，強調觀察語言與理論語言間的邏輯關係，雖然與歷史觀點學者所認為的觀察是理論負載而難以區分觀察與理論語詞等有所差異（詳見林正弘，1988；Suppe, 1977），但仍符合 Treagust (1988, 1995) 雙層試題的設計方式；本研究並非強調科學理論的內部結構是否能夠對應「真實實體」，而是強調 Hempel 的語意規則類比雙層試題的前後不同階層試題的連結。