

壹、前言

經濟和文化的改變，必須透過想像力和創新 (McCormack, 2010)，而現今科學技術的發展，是想像具體化至創造的最佳範例 (Vygotsky, 2004)。人們運用與生俱來的想像力，透過不斷的思考、嘗試，發現了許多科學理論及創造出改進生活的新發明。十九世紀德國化學家 A. Kekulé 宣稱自己是在夢到一條蛇咬住自己的尾巴後，透過夢的啟示，發現了苯環結構，進而解決當時化學家們百思不得其解的難題，間接隱含夢境似乎可以轉換為科學現實 (Robinson, 2010)。二十世紀末，桃莉羊的基因複製研究 (Campbell, Mcwhir, Ritchie, & Wilmut, 1996) 呼應了明朝神話傳說《西遊記》中，孫悟空透過毛髮變出許多分身的想像。A. Einstein 因想像自己以光速飛行可能看到的景象，經不斷地思索與驗證，最後發展出相對論。在美、英科學家的研究下 (Pendry, Schurig, & Smith, 2006)，透過超穎材料 (metamaterial) 的突破，實現了 H. Potter 的隱形斗篷，提供了體現的可能。諸如此類的例子，無不證明想像力對人類發展的重要性，人類藉由想像力運作的歷程，發展新的創意想法，並將此想法轉變為一種產品或是實體，進而付諸實現 (Eckhoff & Urbach, 2008; Ho, Wang, & Cheng, 2013; Wang, Ho, Wu, & Cheng, 2014)。

因此，科學教育是培育富有想像力和創造力人才一條良好的途徑 (McCormack, 2010)，想像力也著實是科學研究中的重要元素。自 2013 年 4 月起，美國以國家研究委員會 (National Research Council, NRC)「K-12 科學教育架構」(Framework for K-12 Science Education) 為基礎，正式公布「新世代科學標準」(The Next Generation Science Standards, NGSS)，包含學科核心構念 (disciplinary core ideas)、科學與工程實務 (science and engineering practices)、跨學科概念 (crosscutting concepts) 等三個重點面向，發展新的一貫美國科學教育標準、強化科學教育的認知與應用性。NGSS 報告書在科學本質 (nature of science) 其中一個主軸中提及「科學是人類努力的結果」(science is a human endeavor)，並分別在國小三至五年級、中學及高中等不同年齡階段，特別強調創造力和想像力對科學的重要性，認為科學知識是經由人類努力、想像力和創造力所形成的結果 (The Next Generation Science Standards, 2013)。由此可知，想像力及創造力等高層次思考能力，已漸漸成為科學教育領域不可忽視的重要概念。

過去，想像力的定義、運作機制以及影響因素，因為不同領域而有所差異。在科學領域中探討想像力的文獻，如 Cruz 和 Smedt (2010) 探討科學家如何做出有貢獻的假說、提出有意義的科學理論，以及創造出影響人類文明的科學發明，將科學定義為一種「結構性的想像力」(science as structured imagination)。他們認為，當個體在創作新作品時，想像力是基本且必備的，這種想像力本身需依賴現有知識，以作為創造力引導的傾向，而所創作出來的作品容易包含現有物品的特質，這種獨特能力稱作「結構性的想像力」(structured imagination)

(Cruz & Smedt, 2010; Ward, 1994)，而這種所謂的科學想像力 (scientific imagination) 就像是每天的創造力一樣，是有結構性的、是循序漸進的 (mental hops)，而不是突然發生的 (leaps) (Cruz & Smedt, 2010)。

相同地，Ho 等 (2013) 亦認為科學方面的想像力應偏重於有目的的想像，是一種應用科學原理原則，與日常生活經驗連結而產生新穎點子的心智活動。進一步，Ho 等人以世界青少年發明展 (the International Exhibition for Young Inventors, IEYI) 績優教師為對象，藉由質性訪談、現場錄影觀察等，有系統地蒐集、記錄和分析績優教師指導國小學生進行科學發明的歷程，發展歸納分析出科學想像力的發展具有三階段四能力的歷程，並對每一個階段訂有詳盡的說明，其歷程共有三個階段，分別為發想階段 (initiation stage)、動態修正階段 (dynamic adjustment stage) 與虛擬實作階段 (virtual implementation stage)，每個階段內各有不同的能力運作，分別為「漫想力」(brainstorming)、「聯想力」(association)、「奇想力」(transformation and Elaboration) 以及「妙想力」(conceptualization, organization, and formation) 等四個能力，教師引導學生在此三個階段中以循環的方式，透過分離、重組等程序，持續地依解決問題的需求，不斷地產生相應的點子。

後來，Wang、Ho、Wu 等 (2014) 依 Ho 等 (2013) 的歷程模式為基礎，以概念圖取向的方式發展了一個科學想像力 3PS 模式；進一步，Wang、Ho 與 Cheng (2015) 更是參考此歷程模式，採用 Wilson (2005, 2009) 提出之 BEAR 評量系統 (BEAR Assessment System, BAS)，建構國小五、六年級學生科學想像力之學習進程，並依據此學習進程，編擬以問題情境為主的科學想像力語文測驗 (Scientific Imagination Test-Verbal, SIT-Verbal)，學生依據問題的情境進行開放式作答，回答此情境可能會造成的問題，並設計出能解決此問題的產品，以及說明如何使用，並畫出一個現在市面上沒有看過，但能夠解決此情境造成生活不便的新發明，說明可能的功能，以及需要使用哪些材料等。然而，科學想像力語文測驗限制之一，即是容易受限於學生的語言能力進而影響到測驗結果，再者，這種產生新穎點子的科學想像能力，具有不受任何的規則限制，也不受既定思維模式滯阻，而能夠在腦海中將各種意象構思出來，加以具體化、視覺化的特徵 (Ho et al., 2013; Wang, Ho, Wu, et al., 2014; Wang et al., 2015)。因此，發展科學想像力圖形評量工具，結合現階段科學教育重視學生創造、想像力之目標，進一步讓科學想像力之評量不受語言能力之限制，易於方便施測，是有其必要性。

近年來，試題反應理論的 Rasch 測量模式 (Rasch, 1960) 因具有試題獨立、樣本獨立及客觀等距的特性，適用於檢驗量表的心理計量品質，已廣泛被應用於教育、心理與醫療等領域 (王文中, 2004)，例如教師情境判斷 (趙子揚、黃嘉莉、宋曜廷、郭蕙寧、許明輝, 2016)、閱讀理解 (林怡君、張麗麗、陸怡琮, 2013)、閱讀素養 (張貴琳, 2013)、數學實作評量 (謝如山、謝名娟, 2013)、大學生基本能力 (鄭英耀、葉麗貞、劉昆夏、莫慕貞, 2011)、自尊 (巫博瀚、賴英娟、施慶麟, 2013)、心理疾症 (趙小瑩、王文中、葉寶專, 2007)、幽默感 (王