

以「科學史實境角色扮演」與「論證」促進科學本質之理解：桌遊

《HimmuSTORY 歧疫者》的設計與開發

Fostering Understanding of the Nature of Science Through Historical LARP and

Argumentation: Design and Development of the Board Game "HimmuSTORY"

周文己*、鄭夢慈

臺灣彰化師範大學生物學系

* chouwenchi@cc.ncue.edu.tw

【摘要】 學生深化科學本質的理解有助於培養當代具有科學素養的公民。在科學本質教學中，融入科學史、科學論證與角色扮演可提高學生對科學知識發展和科學家思維過程的理解。本研究開發一款科學史實境角色扮演桌遊《HimmuSTORY 歧疫者》，透過將免疫學科學史和論證方法融入實境角色扮演遊戲，使學生扮演不同觀點的科學家並進行論證。學習者透過實境角色扮演以及科學論證的過程理解科學知識如何產生、發展以及修正，並了解科學家對於證據的詮釋可能伴隨著主觀偏見，或受到當時社會文化與科學社群的影響，進而深化學習者對於科學本質的理解。

【關鍵字】 科學本質；科學史；論證；角色扮演；桌遊

Abstract: *Deepening the understanding of the nature of science (NOS) is fundamental to fostering scientific literacy. This study proposes that integrating scientific history, argumentation, and role-playing can significantly enhance students' comprehension of both the progression of scientific knowledge and the cognitive processes of scientists. We developed "HimmuSTORY," a historical live-action role-playing board game embedding immunology history and argumentation frameworks. By representing scientists with divergent perspectives, students engage in argumentation to experience how knowledge is constructed and revised. The process illuminates how scientific interpretations are shaped by subjective biases, socio-cultural contexts, and scientific communities. Ultimately, this immersive approach helps students navigate the complexities of knowledge development, consolidating a more sophisticated and authentic understanding of the NOS.*

Keywords: nature of science, history of science, argumentation, role-playing, board game

1.前言

培養具有科學素養的公民是當代科學教育的重要目標，科學素養不應只被理解為知道多少科學知識，而應包含學生是否能理解科學知識如何產生、如何被檢驗，以及為何科學知識可能因新的證據與新的觀點而改變。同時，科學素養也包含能否運用科學思考方式進行推理、判斷與溝通，並在需要時願意修正自己的看法。在這樣的脈絡下，科學本質(Nature of Science,

NOS)就成為科學素養的重要基礎，因為科學本質所關注的正是科學知識的形成過程與特性，例如科學知識不是固定不變的、科學主張需要依據觀察與實證、科學家的背景與偏好可能影響其研究選擇與資料詮釋、科學解釋包含科學家的創造性與想像力、科學知識會受到科學社群、社會需求與文化價值的影響。Lederman (1992)指出科學本質在科學教育中的核心地位，並說明理解科學本質對科學素養、批判性思考與教學實踐的影響。理解科學本質能幫助學生更完整地看待科學知識發展及改變的過程，也能幫助學生理解社會與文化脈絡對科學知識發展的影響，讓學生不會將科學當成與社會文化無關的抽象概念。此外，當學生了解科學知識具有不確定性與可修正性後，學生能夠以批判性的思考與態度看待不同觀點的科學主張，並在面對不同主張及論點時能進一步檢視證據、分析推理及論證，進而提升其批判性思考能力。

在當代科學教育的實踐中，融入科學史已成為提升學生科學本質的重要途徑。Duschl (1990)與 Matthews (1994)等學者指出，科學史不僅是過去事件的紀錄，更是呈現科學本質、激發學生批判思考的重要媒介。科學史教學強調科學概念與理論的演變過程，並將這些過程置於特定的社會與文化脈絡中，使學習者能理解科學與社會之間的複雜交互作用(Hodson, 2008)。Akerson 等人(2000)與 Duschl 與 Grandy (2013)主張，教師必須採取「明示」(explicit)及「反思」(reflective)的教學策略，主動協助學生在科學史與科學本質之間建立連結，使學生能深入探索科學知識的建構與動態發展。此外，Nyarko 與 Rudge(2022) 也指出，透過科學史，學生能理解科學發展並非教科書所呈現的邏輯化單一路徑，而是一個動態演進與持續修正的歷程。

「角色扮演」作為一種創新的教學策略，將靜態的科學史內容轉化為具備互動性的學習經驗，透過將學生置於模擬的科學史情境或爭議中，學習者得以轉而以科學家的視角進行思考與行動。Braund (2015)的研究中發現，透過科學家的角色扮演，學生對於科學知識暫時性及創造力應用等觀點呈現出顯著的正向改變，特別是在科學方法的理解上，學生能從原本質樸的觀點轉向更符合當代建構主義的科學本質觀。此外，角色扮演在科學史教學中的應用，能有效揭示科學與社會之間的複雜辯證關係，在這種模擬的社會互動中，學生必須研究角色的歷史背景，理解不同立場的邏輯起點，並在過程中提出證據來捍衛主張(Duveen and Solomon (1994)，而在此過程中，「論證」扮演了關鍵性角色。透過論證，科學家得以提出假設、訴諸證據、建構理論，並對既有知識體系提出挑戰。Toulmin 認為論證是一種社會性的知識論活動，並提出論證的六項核心要素：支持主張的事實或證據(Data)、個體提出的主張(Claim)、連接資料與主張的理由(Warrant)、支持依據合理性的基本假設(Backing)、主張成立的特定限制(Qualifiers)，以及指出主張不成立之情況的反駁(Rebuttals)(Toulmin, 2003)。為了使論證模型更易於在課堂教學中實踐，McNeill 等人(2006)開發了 CER(主張、證據、推理)框架。在此模式中，「主張」是問題的結論，「證據」是支持主張的科學數據及結果，而「推理」則是運用科學原理將證據與主張連結的解釋過程。隨後，McNeill 與 Krajcik(2011)進一步將「反駁」要素納入，形成 CERR 模型。透過參與論證，學生不僅能深化對科學概念的理解，更能掌握科學知識產生的社會與邏輯特徵，進而達成科學教育中理解科學本質的目標。

綜合上述，結合角色扮演活動及科學史進行科學本質的教學，提供了一個讓學生體驗科學探究、社會論辯與知識建構的歷程，使學生能在模擬的科學史情境中主動建構對科學本質的理解。透過這種多元角色的切換與情境模擬，學生不僅能獲得更豐富的學習樂趣，更能在參與科學知識建構的過程中，形塑出具備批判思維與深厚認識論基礎的科學素養。

2.科學史實境角色扮演桌遊《HimmuSTORY 歧疫者》設計概念

基於前述科學史、角色扮演及科學論證於科學本質之理論基礎，本研究目的為開發一套科學史實境角色扮演桌遊《HimmuSTORY 歧疫者》。該遊戲名稱融合了「歷史(History)」、

「免疫學(Immunology)」與「具備多元觀點的科學探究者」之意涵。本研究選擇「免疫學史」作為主要的內容，核心動機在於免疫學的發展歷程不僅是一部科學知識的累積史，更是一場關於科學本質與知識論辯證的典型縮影，其中關於「細胞免疫」與「體液免疫」之爭極適合作為科學史素材引導學生探討當中所蘊含的科學本質。這段歷史不僅揭示科學家如何對免疫機制提出不同的競爭理論，更具體呈現了科學知識產生的主觀性與社會文化影響。更重要的是，免疫學的發展體現了科學知識的動態修正與論證整合的過程。

3. 科學史實境角色扮演桌遊《HimmuSTORY 歧疫者》遊戲說明

3.1. 科學史實境角色扮演桌遊《HimmuSTORY 歧疫者》之「角色扮演設計、實驗卡牌及合成機制」

科學史實境角色扮演桌遊《HimmuSTORY 歧疫者》透過角色扮演與論證機制，引領學習者體驗 19 世紀免疫學發展史中「細胞免疫」與「體液免疫」兩大學說的經典碰撞。在免疫學說尚未完全確立的時代，科學界對於人體免疫機制存在著激烈的爭議，本研究即將此歷史背景轉化為實境角色扮演劇本。本研究設計了四位角色，其背景設定與人際關係雖為因應遊戲性而採取架空設計，但其所執行的科學實驗流程與理論依據，均源自於真實的免疫學科學史，包括凱普納和雷諾茲(1923)的「衣沙蟲細胞體及其偽足的反應和再生能力實驗」、雅克·米勒(1958)的幼鼠胸腺切除實驗、魯克斯與耶爾辛(1888)和范貝林和北里柴三郎(1890)等人一系列關於「白喉、破傷風以及抗毒素的實驗」以及巴斯德(1885)的「狂犬病療法」。參與者透過劇中人物的視角，不僅能代入科學家的探究心境，更能實際參與科學理論從假設、實驗到論證的建構過程。角色扮演劇本分為兩幕進行。第一幕強調獨立探索，四位角色需根據各自的劇情目標，在任務引導下蒐集必要的實驗材料以進行初步研究。此階段中，其中兩名角色設定為細胞免疫的支持者，而另兩名角色則代表體液免疫陣營。隨著第一幕結束後的角色交流，參與者將在對話中察覺立場相近的盟友，並於第二幕轉入團隊合作模式。遊戲中，玩家透過劇本指引蒐集「實驗器材」與「實驗材料」卡牌，並運用特有的「合成」機制，將實驗操作所需要的卡牌重疊並放置於合成燈箱上，便能透過燈箱合成兩張卡牌上的關鍵訊息得到實驗結果。學生必須根據劇本以及角色任務的引導獲取實驗所需要的器材及材料，並了解實驗的流程及程序，才能以特定組合的卡牌進行實驗操作以獲得相對應的實驗結果。透過卡牌合成的設計，能將抽象的科學實驗轉化為具象的體驗操作，使參與者在獲取實驗結果的過程中，能體驗到如同科學家進行科學探究的過程。在此階段得到的「實驗結果卡」，會進一步成為後續論證階段的核心證據。參與者必須運用這些基於真實科學數據的證據，在論辯中支持己方學說或對反方觀點提出質疑，藉此在論證情境中體會科學知識發展的過程。

3.2. 科學史實境角色扮演桌遊《HimmuSTORY 歧疫者》之「科學論證」

在科學史實境角色扮演桌遊《HimmuSTORY 歧疫者》中，論證階段的設計深度結合了科學探究的核心素養與遊戲化的策略機制。玩家於劇本執行階段所獲得的「實驗結果」，在進入論證環節後即轉化為關鍵的證據卡(E)，並搭配「小主張卡(C)：根據進行的實驗內容，玩家可提出主張。」、「中心主張卡(CC)：由多個主張及新的推理得到的主張即為中心主張，完成多個主張的推理論證(CER 步驟)後才能提出中心主張」、「推理卡(R)：連結證據以及主張的推理過程，玩家在出牌時須判斷何者為有邏輯且能合理連結實驗證據及主張之推理。」以及「功能卡(F)：具備遊戲機制干預效果之卡牌，可用於調整場上或手上的卡牌配置，亦可阻撓對手完成推理，或在遭受干擾時啟動對應的防禦。」與其他角色進行科學論證。

論證的主要機制是遵循 CER(Claim, Evidence, Reasoning)框架進行「論證鏈」的建構。依照小主張卡(C)→證據卡(E)→推理卡(R)等順序擺放來完成基本論證鏈，並藉由結合不同的論

證鏈形成更強力的中心主張(CC)，在此過程中，玩家必須充份了解小主張卡、證據卡和推理卡之間的關係，並思考如何藉推理卡合理連結主張卡與證據卡。除常規的論證路徑，遊戲更設計了具備獎勵性質的「反駁型論證鏈」區域，鼓勵玩家利用特定的小主張卡進行反駁。這種結構化的論證鏈讓玩家在過程中，實踐了從主張、證據到形成科學結論的歷程，讓學生體驗科學知識發展是經由科學社群互動進而形成共識的歷程，進而體認當中的科學本質意涵。

4. 結論

科學史實境角色扮演桌遊《HimmuSTORY 歧疫者》期望透過實境角色模擬將免疫學發展史中的關鍵爭議與「論證」機制深度結合，建構出一個動態的知識發展歷程。透過《HimmuSTORY 歧疫者》，學生得以在扮演「歧疫者」的過程中，不只能學習到免疫學的科學核心概念，更能身歷其境地體會科學知識是如何在論證中被修正，並深受科學社群脈絡的影響。將免疫學教學從單純的生理機制學習，提升到藉論證歷程體現科學知識的「暫時性」、科學家的「主觀性」以及科學與「社會文化」間的交互關係，從而達成對科學本質的理解。

致謝

感謝國家科學委員會對本研究經費的補助，編號為 MOST 113-2410-H-018-006-MY2。

參考文獻

- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(4), 295–317.
- Braund, M. (2015). Drama and learning science: an empty space? *British educational research journal*, 41(1), 102–121.
- Duschl, R. A. (1990). Restructuring science education: The importance of theories and their development. (No Title).
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education*, 22, 2109–2139.
- Duveen, J., & Solomon, J. (1994). The great evolution trial: Use of role-play in the classroom. *Journal of research in science teaching*, 31(5), 575–582.
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Brill.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331–359.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2011). Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanations in Science: The Claim, Evidence, and Reasoning Framework for Talk and Writing. *Pearson*.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The journal of the learning sciences*, 153–191.
- Nyarko, S. C., & Rudge, D. W. (2022). Using the history of plate tectonics to teach the nature of

science. *International Journal of science education*, 44(12), 1958–1977.

Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge university press.