

從熱認知觀點探討對國小學童 對「問題類型」科學合理性判斷之心智模型

古智雄*、陳文正**

*國立花蓮教育大學科學教育研究所、**花蓮縣大興國民小學

*chku@mail.nhlue.edu.tw、**s9203006@stu.nhlue.edu.tw

摘 要

本研究採熱認知的觀點，以Teays(1995)對問題的分類方式，探討學童對不同的問題類型做科學合理性判斷時，受社會常模影響所產生之熱認知效應，其強弱是否隨著問題與「人」相關程度的不同而有所差異，以及學童在從事科學問題合理性判斷歷程的心智模型和推理過程。研究主要發現如下：

- 一、不論問題類型屬於描述性、解釋性、說服性、或評價性，熱認知效應都存在，且以解釋性問題的熱認知效應最強。
- 二、學童在對不同的問題類型下判斷時，推理之心智模型亦有所不同，其變動情形約略可分為「視而不見型」、「堅持己見型」、「人云亦云型」與「旁徵博引型」等四類。

關鍵字：心智模型 (Mental model)、科學合理性判斷 (Judgment of reasonableness in science)、熱認知 (Hot cognition)

一、 研究背景與重要性

傳統的科學理性觀著重智識獨立與判斷自主，強調個體在面對科學問題時，判斷的準則完全客觀中立，不會受到週遭環境或他人影響。但是，晚近科學哲學的社會學轉向，使得人類對知識論的看法有了重大的改變，對於「人與知識的關係」有了一種類似 Kuhn 所說的「完形轉變」：從「人是知識的發現者」轉變為「人是知識的主體」(楊文金, 1998a)。換言之，過去我們過於重視科學知識的面相，而忽略了社會知識面相的影響力。

然而，透過知識社會學的角度來看，知識是透過個體與社群協商、再協商...持續不斷對話的結果，但在互動的歷程中，不但涉及了參與互動者對互動內容的折衝與協商，同時也涉及了互動者彼此的理解(人際間的知識和信念)與對自己的理解(對個人的知識和信念)(楊文金, 1998b)。而人類對知識論看法的改變，也影響了科學教育的發展，在 1970 年代後期開始，科學教育研究的重心即轉移到學生的行為身上 (黃俊儒, 2000)，此種觀點提供一種新的視野，使得教育研究者開始重視學童之間的同儕互動。

近來許多實徵研究結果皆證實了互動過程對科學學習具有某些負面影響，例如：學童在討論過程當中常放棄自己「正確的」想法以便與其他朋友的意見一致(Solomon, 1994)、造成學習機會不均(黃俊儒, 2000)、影響學童的信念選擇(楊文金, 1998a、1998b)、對話不公平等現象。古智雄(2001)的研究亦指出，學童班級聚集地位、社會常模及權威加持確實會因熱認知的喚起而影響學童對科學問題合理性的判斷。

目前，九年一貫課程主張國民教育階段的課程設計應以學生為主體，期望學童擁有獨立思考與解決問題的能力。但是，學習不僅是個體認知方面的課題，當學童面臨與自身情感相關的問題情境時，容易受到需求和感覺的影響，此時，判斷力可能被情緒所左右。雖然有許多實徵研究發現權力、地位、動機、情緒等因素會影響到學習者的學習，但卻甚少涉及不同問題類型與「人」相依程度之探討。本研究試圖以社會心理學的角度出發，以問題類型為主軸，以更貼近現實的角度探討學童對不同問題類型進行推理及思考的歷程，以提供自然科教師教學上之參考。

二、 研究目的與問題

本研究旨趣主要是從社會及認知面相來考察國小學童從事科學學習時的熱認知現象，剖析學童對不同的問題類型做科學合理性判斷時，受社會常模影響所喚起的熱認知效應，進而瞭解學童對科學問題合理性做判斷的熱認知歷程中，其心智表徵及推理過程。

三、 文獻分析

(一) 科學合理性判斷之熱認知效應

社會常模指為社會大眾認可並接受的行為標準（張春興，1989）。個人在群體中與他人互動，免不了受到群體的影響，使得本身的行為或思想有所改變，甚至放棄自己原有的意見而表現出從眾行為。教室可視為社會情境的縮影，學習情境中的人、事、地、物等，可能對學童的知識建構與訊息判斷產生影響。Solomon（1994）的研究指出小朋友在討論中常放棄自己「正確的」想法以便和朋友有一致的想法，在古智雄（2001）的研究中也發現，學童對科學問題合理性的判斷，會受到社會常模的影響而表現出從眾行為，亦即 Sarkar(1995)主張的順一致性（paraconsistency）觀點。

傳統的理性觀點強調智識獨立與判斷自主，此即所謂「冷認知」，而「熱認知」是指富動機、情感負載的處理，受到需求和感覺的影響，使得目標、情緒渲染到判斷(Kunda, 2000)。「人云亦云」相對於傳統理性觀而言可能是不客觀、不理性的，但卻是學習互動的寫真，要讓學童在同儕互動的學習裡，持續保有獨立思考、理性思辨的能力，教師就得對學童如何進行合理性判斷與意義安頓有更深入的理解。

(二) 問題類型與科學合理性判斷

在真實的生活情境中，當人們要對某訊息進行合理性判斷時，除訊息本身的內容之外，其來源的尊與卑對於訊息的合理性有重要的影響，而學童在判斷訊息的合理程度時，亦受到訊息提供者之社會類別的影響。誠如 Sarkar 理性模型的主張，個體對問題合理性判斷應是情境相依的，在面對問題做決定時，會受到內在動機、情緒的影響，在不同情境下，個體所採行的認知策略也有所不同，因而呈現出不同的合理性觀點。

Teays(1995)認為對問題類型的了解有助於問題的解決，而問題是沿著「客觀性-主觀性」的梯度分佈，從「極個人無關」到「極個人相關」分為十四種，且可視為螺旋狀，愈往外表示個體愈可以冷靜、客觀的抽離問題之外。若依照 Teays 的觀點，那麼人的因素對不同種類問題應有不同程度的影響。反之，如果知識與人有關係是具有普遍性，那麼以 Teays 所主張的十四種問題類型來考察人的因素對問題影響，應當具有普遍性。

因此，本研究將 Teays 的十四種問題種類簡化為四種問題類型加以命題，從無關個

人到個人相關分別為描述型、解釋型、說服型和評價型等四種，每種類型的問題都設計出兩道題目。描述型問題是對事件的直接描述；解釋型問題則是對科學概念或是原理的說明；說服型問題則強調科學問題對學童來說是沒有確切答案，可能是迷惑而且有爭議性的；而評價型問題則是與問題評鑑及價值議題有關。

(三) 科學問題判斷歷程之心智模型

心智模型是人們日常理解事物和推理過程時，在短期記憶或工作記憶中所建立對問題情境或外在事物的一種暫時性表徵，也是人們儲存在長期記憶中對外在世界的穩定表徵或圖像(Johnson-Laird, 1983)。個體透過與目標系統的交互作用以及根據過去的經驗和教育建立心智模型，並利用它來解釋或預測所觀察到的事物或現象(Norman, 1983)。當學生在科學活動過程中面對抽象的問題時，會對這些現象形成一內在的心智表徵，同時，會不斷的使新輸入的訊息產生意義，再藉由不斷的同化、調適與外界環境產生互動，進而建構出自己的心智模型。

在對問題推理歷程的描述上，有兩種不同的架構，一為傳統的遞遷架構(transition framework)，二為 Roschelle 和 Greeno(1987)所提出的關係架構(relational framework)。前者所代表的是一種線性的推理過程，後者則是關於有經驗的物理學家對物理問題的表徵，以及建構表徵的過程。當學童在面對科學問題合理性的判斷時，由於受到社會常模變項的影響，對問題的推理會受到動機、情緒與目標的渲染，進而影響其對訊息的重建與提取。因此，若能以心智模型理論來透視學童在科學學習活動過程中的判斷歷程，應有助於自然科教師瞭解學童對問題的理解並改善其教學模式。綜上所述，本研究以社會心理學、熱認知、問題類型、心智模型等理論為基礎，採熱認知觀點來探討學童對不同問題類型的科學合理性判斷，在科學教育研究中，應有其實質上的意義。

四、 研究方法

(一) 研究設計

本研究以與人相依程度不同的四種問題類型為核心，首先設計科學合理度測驗卷，以瞭解不同問題類型與學童對科學問題合理性判斷之間的關係；接著以社會常模為熱認知變項，將之放入實驗組科學問題合理性後測，依據前後測結果分析學童對問題的判斷是否受到熱認知變項的干擾，最後，透過量化資料的結果選取實驗組前後測差異較大與較小的學童共 24 名來進行訪談。

(二) 研究對象

本研究對象為花蓮縣國小高年級學童 18 個班級共 517 人，從中隨機分派 6 個班級為對照組，其餘 12 個班級為實驗組，依據後測時加入之強化選項不同，隨機分派為實驗 A 組(6 個班級)與實驗 B 組(6 個班級)。

(三) 研究工具

本研究主要的研究工具為「科學問題合理性測驗卷」，目的在瞭解學生對科學問題合理性的判斷及冷熱情況等，在問卷題目的設計上，將 Teays (1995) 對問題的分類簡化描述性、解釋性、說服性和評價性等四種，每種類型各出兩題，內容以自然與生活科技領域為主，並且避免學科性較強的題目。接著，研究者在實驗組中，選出前後測選擇改變差異較大及較小的學童共二十四位進行晤談，並且利用推理的遞遷架構圖或關係架

構圖，來表徵學童在判斷歷程中的心智模型。

(四) 資料分析

在量化資料的分析上，採重複量數的卡方(χ^2)檢定進行合理度問卷前後測選擇人數變化分析；以顯著性 T 考驗進行合理度問卷前後測甲乙選項合理性分數變化分析，探討四種問題類型在社會常模變項的介入下，熱認知效應之強弱差異。

在質性資料的分析上，研究者透過量化資料的結果選取前後測差異較大與較小的學童共 24 名來進行訪談，請學童說明判斷歷程轉變的理由和原因，研究者將據此建立其遞遷架構或關係架構圖，來表徵學童在科學問題合理性判斷的推論過程，期能瞭解學童心智模型之變化歷程。

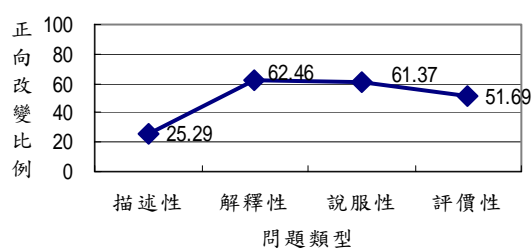
五、 研究結果

(一) 學童對問題類型的科學合理性判斷之熱認知效應

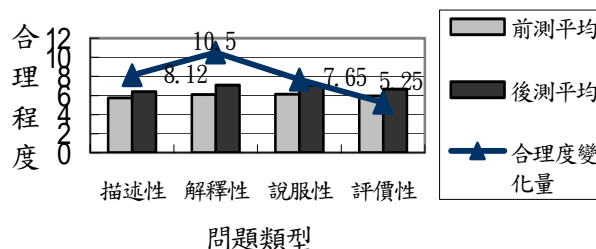
1. 從選擇人數改變情形分析

在實驗組的分析裡，實驗 A、B 組中，四種問題類型的卡方檢定皆達顯著性差異($P < 0.05$)，除實驗 A 組說服型問題 P 值為 0.013，其餘 P 值均為 0.000。偶合實驗 A、B 組的數據進行分析後發現，四種問題類型往正向改變比例依次為 25.29%、62.46%、61.37%、51.69%(如圖一)。上述分析結果顯示社會常模對學童科學問題合理性判斷確有熱認知喚起效應，而問題類型與喚起學童的熱認知兩者間，似乎存在著強弱次第的分別，熱認知被喚起的程度有解釋型>說服型>評價型>描述型的傾向。

相對於實驗組班級，對照組班級所呈現的熱認知效應則較不明顯，四種問題類型在卡方檢定上的結果都未達顯著性差異，顯示學童在後測時多半堅持前測所選的答案或改選較具普遍合理性的答案，在選擇的方向上並沒有太大的變動。



圖一 實驗組選擇人數正向改變情形



圖二 實驗組強化選項合理性分數變化情形

2. 從選項合理性分數變化情形分析

在實驗組的分析裡，實驗 A、B 組十六個選項的 T 考驗後有十五個達顯著差異($P < 0.05$)。熱認知強化選項後測平均合理性分數皆高於前測，且變化量皆為正值；而非熱認知強化選項的後測平均合理性分數則都低於前測，且變化量皆呈現負值。在偶合實驗 A、B 組的數據分析後發現，實驗組裡四種問題類型強化選項合理性分數變化量，解釋性問題最大，其餘三種問題類型次之(如圖二)。

至於對照組的部份，後測時甲選項與乙選項合理性分數的變化，不一定是提升或者是下降，而是呈現隨機的改變，在八個選項的 T 考驗後有沒有任何一個選項達顯著差異($P < 0.05$)，因此，相對於實驗組班級，對照組班級所呈顯的熱認知效應則較不明顯。

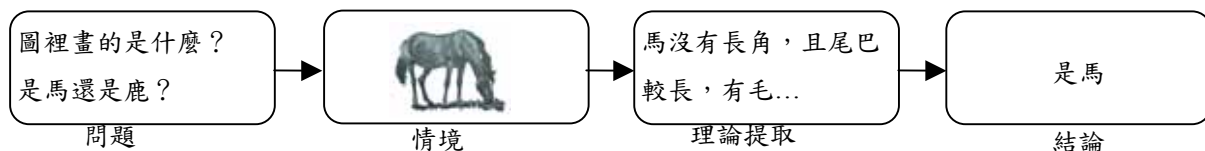
從以上量化資料的分析可知，在面對「與人相依程度較低」的描述型問題和「與人相依程度較高」的評價型、說服型問題時，學童的熱認知較不易被喚起；在面對「與人相依程度中等」的解釋型問題時，學童的熱認知較易被喚起。

(二) 問題類型合理性判斷的心智模型

依據分析結果發現，學童的推理心智模型可區分為四種類型，分別為「視而不見型」、「堅持己見型」、「人云亦云型」與「旁徵博引型」，各類型之名稱僅表徵學童受社會常模喚起而表現出的冷、熱情況，並無任何價值判斷之意涵。底下即依類型進行討論。

1. 視而不見型

視而不見型的學童在前後測對問題合理性的判斷上，大多都是依據自己的先存知識、概念、或想法來作答時，對熱認知變項採置之不理的態度。即便此類型學童在後測時的選項或分數有改變，但從回答的內容看來，改變的原因仍歸咎於個人的信念與想法，與熱認知變項無關。圖三為研究者依據 SA008 的推理歷程所繪出的心智模型推理架構圖，從圖中可看出視而不見型學童的判斷過程似乎呈現「面對問題情境」→「參照個人理論」→「做出信念選擇」的模式。



圖三 視而不見型學童 SA008 的推理架構圖

2. 堅持己見型

堅持己見型的學童在後測時，已經覺察熱認知變項被安排在測驗卷當中，且仍舊依照個人的知識、經驗、理論或想法來進行推理與判斷，但是其合理程度的評分卻因此而變動。此類學童之推理過程在受訪者 SB004 的談話中即可得到佐證。

(SA004)

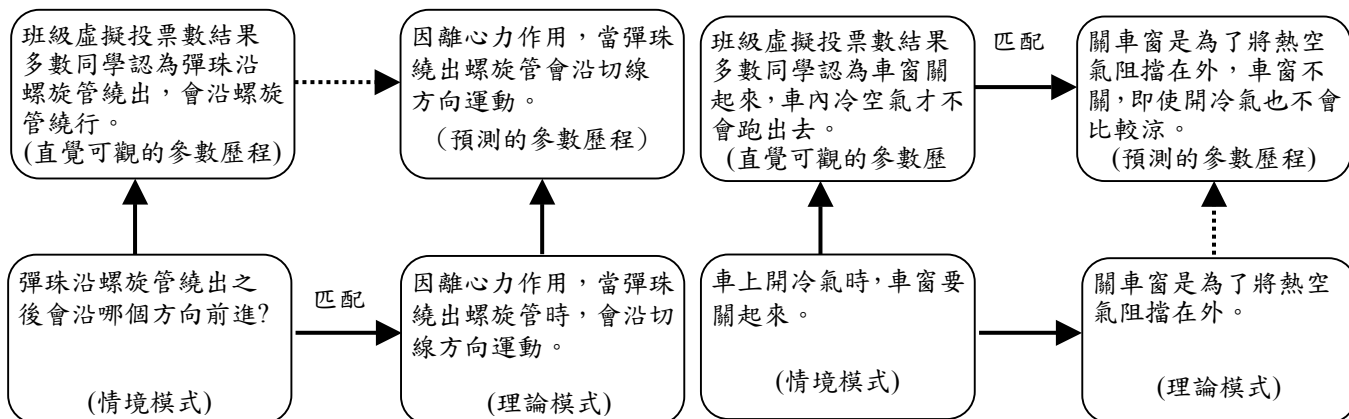
R：第一題螺旋圖這題。你第一次的時候是選乙，甲 4 分，乙 8 分。第二次的時候你還是選乙，可是甲提高成 6 分，乙還是 8 分。為什麼你沒有去選甲，但是甲的分數提高了？

S：因為同學的投票數這個（甲說法）比較高。

R：所以你當時你在做答的時候你有猶豫說要選甲嗎？

S：沒有，可是看到甲比較多票，我還是選擇乙，但是把甲的分數給提高了一點。

圖四為研究者依據 SB004 的推理歷程所繪出堅持己見型的推理架構圖，在面對問題情境時，由於熱認知變項的干擾，促使學童將班級虛擬投票數結果列入考量，但最後仍舊以自己的判斷，使理論模式與情境模式連結，形成匹配狀態。



圖四 堅持己見型學童 SB004 的推理架構圖

圖五 人云亦云型學童 SB005 的推理架構圖

3. 人云亦云型

人云亦云型的學童在後測時，已經覺察熱認知變項的存在，並且會捨棄自己的理論或想法，轉而選擇研究者操弄之熱認知變項。換言之，由於熱認知變項的介入，使學童放棄個人秉持的信念，完全接受熱認知變項的干擾。此類學童之推理過程在 SB005 的談話中即可得到佐證。

(SB005)

R：第三題開冷氣這一題，原來你是選擇乙，甲 7 分，乙 9 分。後來你又跑掉了，改成選甲，甲 7 分，乙 5 分，為什麼？

S：應該是受到票數（影響）的關係吧！票數多的，我就選多的啊！

圖五即為研究者依據 SB005 的判斷歷程所繪出的人云亦云型推理架構圖。由圖中可看出，當面對問題情境時，由於熱認知變項的干擾，促使學童 SB005 改由班級班級虛擬投票數的結果做出選擇與判斷。

4. 旁徵博引型

旁徵博引型的學童在進行完科學問題合理度前測後，會隨即以詢問家長、老師、上網搜尋資料、閱讀書籍或者實際動手操作的方式試著獲知答案。倘若從外界尋獲之答案與個人前測時的判斷不同，則立即放棄個人初始的想法；若從外界尋獲之答案與自己原來的想法相符，則更加肯定自己的選擇。換言之，與其他類型的學童相較，此類學童會展現出較正向積極的態度，向外界尋求解答。此類學童之推理過程在受訪者 SA103 的談話中即可得到佐證。

(SA103)

R：我們看第四題要不要蓋蘇花高這題。你選的是你一開始選的時候要蓋就對了，要蓋是六分，不要蓋是一分。

S：對啊，一開始覺得蓋比較好。

R：然後，第二次的時候你選的是變成這個你又變成是贊成不要蓋。然後要蓋是一分，不要蓋是六分。這兩次的答案是不一樣，是什麼原因讓你第二次的時候改選第二個答案？

S：我回去有問爸爸，爸爸說不要蓋比較好。

六、 研究建議

（一） 在教學上的建議

九年一貫課程強調培養學童批判思考與解決問題的科學思維能力，但在充滿批判與思辯的學習過程中，一旦熱認知效應被喚起，學童即喪失獨立思考的能力，對熱認知效應做任何正、負面的價值判斷並非本研究目的，且熱認知效應不必然對科學學習造成負面的影響，然而，當學童的熱認知受到喚起後，對各種科學問題的推理便會自動化的受到周遭人、事、物的渲染，因此，教師在教學現場中，應注意此效應所造成之影響，並積極培養學童批判思考的能力，才能降低「因人興言」、「因人廢言」等現象的發生。

（二） 對未來研究上的建議

本研究從質性與量化取向，建構學童面對不同問題類型的心智模型及推理過程，但從研究結果可見，各班的班級結構互異，熱認知也存在著局部性的差異，若能進入現場從事長期的觀察研究，應可呈現更豐富的詮釋與發現。此外，從自我伺服理論(self-serving theory)的觀點切入，來探討學童是否能知覺自己與他人受同儕影響之程度，進而提升學童的科學學習，亦是值得探討的方向。

七、 參考文獻

中文部份

- 古智雄 (2001): *國小學童科學問題合理性判斷的熱認知喚起與弱化作用*。國立台灣師範大學博士論文。
- 黃俊儒 (2000): *從社會互動與認知投入的觀點探討理化實驗課中學習機會之分佈*。國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文。
- 楊文金 (1998a): 從「社會認同」探討「科學家意象」的意義。 *科學教育月刊*, 206, 3-24。
- 楊文金 (1998b): 「同儕科學意象」對訊息合理性判斷的影響分析。 *師大學報科學教育類*, 43 (1), 1-17。

英文部份

- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models : Toward a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge MA : Harvard University Press.
- Kunda, Z. (2000). The impact of motivation and affect on judgment. *Social Cognition: making sense of people*. (pp. 211-262). Massachusetts Institute of Technology.
- Norman, D. A. (1983). Some observation on mental models. In A. L. Stevens, & D. Gentner (Eds.), *Mental models* (pp. 7-14). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sarkar, T. K. (1995). Changing concepts of rationality in science. In D. Andler (Ed.), *Facets of Rationality* (pp. 212-226). New Delfi: Allied Publishers.
- Solomon, J. (1994). Group discussions in the classroom. In R. Levinson(Ed.) *Teaching Science*. London:Routledge.
- Teays, W. (1995). *Second Thought*. Mayfield Publishing Company.