# 科學學習後設認知量表效化研究

溫嫩純[1]、張書綺[2]
國立彰化師範大學 科學教育研究所
[1]mlwen@cc.ncue.edu.tw [2]scchang@cc.ncue.edu.tw

## 摘 要

本研究旨在發展科學學習之後設認知量表，研究對象為中學生，量表發出 1098 份，有效樣本數為 1073 份，回收有效問卷率達 97.72%。經因素分析後分成四個向度：陳述性與條件性知識、程序性知識、反省與評鑑以及調整與組織，解釋量達 50.07%，總量表 Cronbach α 值達 0.94，具良好信度。

本量表依性別進行獨立樣本 t 檢定於總量表分數達統計上顯著差異，未來可就此性別因素更進一步研究。年齡變項之探討發現隨著年齡增加分數漸下滑，初步推測可能是九年級學生接近基測，致其後設認知量表分數下降。建議未來研究能夠利用此量表量測學習者之後設認知以利瞭解科學學習之後設認知的知識與能力。

關鍵詞：科學學習、後設認知

## 一、研究背景與文獻探討

近年來研究發現具備後設認知能力進行學習之學習者，能夠有效進行策略學習，同時在學習成就上也獲得較佳表現 (Garner & Alexander, 1989; Pressley & Ghatala, 1990; Swanson, 1990)。國內研究亦有許多研究主題環繞著認知的認知而定，不論是在科學概念學習、解題抑或是閱讀寫作領域的相關研究皆有之，可見後設認知此一主題對於科學學習的重要性。

國外學者們 (Flavell,1976; Paris, 1984; Brown, 1987)所提出的後設認知理論多以二元分法，將其定義為靜態的後設認知知識以及動態的後設認知能力。例如：Flavell (1976)提出的後設認知理論包含兩部份：1.個人對自己認知歷程結果或知識；2.個人對自己認知歷程的主動監控、結果的調整以及各項歷程的協調。而Paris (1984)亦將後設認知分成兩大部分：1.認知的自我評估知識 (self-appraisal of cognition)：是指個人對能力、知識、學習工作可能使用之策略評估，屬於靜態的知識並著重在認知的知識。2.思考的自我管理 (self-management of thinking)：計畫 (planning)、調節 (regulation)、評鑑 (evaluation)；Brown (1987)則將後設認知分為認知的知識 (knowledge about cognition)，以及認知的調整 (regulation of cognition)。由此可見欲瞭解後設認知真實面向則需透過兩股方向進行，即後設認知知識和後設認知能力。

由於後設認知乃是個人內隱的心理歷程，無法直接觀察，因此評量方式也就隨著研

究目的的不同而被應用，過去的研究發展出常用的評量方式包括問卷調查法、放聲思考法、晤談法以及觀察法等等（陳密桃，1990；胡永崇，1995；涂金堂，1998）。近年來國內後設認知相關研究之期刊文獻較為少見，從碩博士論文中發現研究多以問卷或質性方法進行資料蒐集，且著重於後設認知能力的探討（郭靜芳，1997；林筱雯；2002；曾慧禎，2002；石維婷，2005；葉建成，2006）。

但研究者認為後設認知知識以及能力兩者是缺一不可，因此本研究希冀找尋並發展一合適研究工具，針對後設認知知識以及後設認知能力兩股方向同時進行有效的量測並期能應用於相關研究領域之中，經由文獻探討後發現後設認知量表 Metacognition Awareness Inventory([MAI], Schraw & Dennison, 1994)的設計與研究者的理念不謀而合，該量表將後設認知分成認知的知識以及認知的調節兩大向度，因此研究者將此量表翻譯後，適度修改成中學生適用之科學學習版本，並進行效化希冀藉此以獲知後設認知較完整研究面貌。

## 二、研究方法

（一）MAI量表

MAI 原始量表分成兩大向度，包含在此二向度下共有八個分向度，總題數為 52 題，各向度介紹分別如下：1.declarative knowledge：陳述性知識，共 9 題；2.procedural knowledge：程序性知識，共 3 題；3.conditional knowledge：條件性知識，共 6 題；4.planning：計畫，共 8 題；5.information management strategies：訊息組織策略，共 9 題；6.monitoring：監控，共 7 題；7.debugging strategies：調整策略，共 5 題；8.evaluation：評鑑，共 5 題。

原始題意翻譯為中文且經一般中學生檢視題意後，發現字詞理解存在著文化上的差異，因此在專家學者以及在職教師們的建議下將文句敘述再次進行修飾，並將科學學習的概念融入題目之中。此外學者也建議各向度題數可酌量增減，因此在第二、第三、第七以及第八向度下再加入自行設計之題目，待其修正完畢後初試版本施測總題數為 61 題。

（二）研究樣本

正式樣本為七、八以及九年級學生，總樣本數共1073名，男生541名，女生502名。其中七年級學生398名，八年級學生322名，九年級學生323名。

（三）研究流程

本研究流程歷經以下步驟：1.將MAI量表進行中文化，並經三位科教學者修正文意；2.預試：晤談50位中學學生並再次進行文意上之修正；3.經由12位中學教師、一位科教學者與一位後設認知領域專家審核給予建議形成正式施測版本；4.正式大樣本施測；5.資料蒐集與分析。

（四）資料分析方法

本研究資料處理與分析以SPSS for Windows 12.0版套裝軟體程式進行之。並進行因素分析以及信度考驗。在進行因素分析前，先進行KMO值和Bartlett球型檢定，本量表KMO值為0.97，Bartlett球型檢定顯著性為0.00，因此適合進行因素分析。檢

視因素的合理性時，共同因素中題數必須在3題以上，當題項跨越兩個因素以上，並且相關太高時予以刪除。

## 三、研究結果

（一）因素分析結果

本量表之因素分析以及信度結果如表 1。經刪題後可萃取出四個成分，保留 30 題，萃取後所保留的因素聯合解釋變異量達 50.07%，表示所保留的四個因素是適切的。由於經統計刪題處理過後總量表題數以及各分向度與原始翻譯設計的 52 題 MAI 版本有所不同，為方便區隔分別依據原設計理念進行命名，說明如下：向度一為陳述性與條件性知識（Q1~Q8），命名參考原量表中的第一以及第三向度；向度二為程序性知識（Q9～Q11），與原量表中第二向度同；向度三為調整與組織（Q12～Q17），命名參考原量表之第五向度訊息組織策略以及第七向度的調整；向度四為反省與評鑑（Q18～Q30），命名參考原量表之第四向度計畫、第六向度監控以及第八向度評鑑。後設認知總量表信度 Cronbach $\alpha$ 值為 0.94，顯示此量表已達良好的信度，另此四向度的 Cronbach $\alpha$ 值分別為 0.82、0.67、0.80 和 0.91。

表1 科學學習後設認知量表因素分析結果

| 題號 | 成份 | | | | Cronbach $\alpha$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Q25. | .73 | | | | |
| Q26. | .71 | | | | |
| Q27. | .70 | | | | |
| Q20. | .67 | | | | |
| Q28. | .64 | | | | |
| Q21. | .64 | | | | .91 |
| Q18. | .62 | | | | |
| Q29. | .60 | | | | |
| Q22. | .60 | | | | |
| Q30. | .58 | | | | |
| Q19. | .54 | | | | |
| Q23. | .54 | | | | |
| Q24. | .50 | | | | |
| Q1. | | .68 | | | |
| Q2. | | .66 | | | |
| Q3. | | .62 | | | |
| Q4. | | .61 | | | .82 |
| Q5. | | .57 | | | |
| Q6. | | .50 | | | |
| Q7. | | .45 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q8. | .45 | | | |
| Q14. | | .74 | | |
| Q15. | | .69 | | |
| Q16. | | .58 | .80 | |
| Q17. | | .55 | | |
| Q12. | | .47 | | |
| Q13. | | .45 | | |
| Q9. | | | .70 | |
| Q10. | | | .64 | .67 |
| Q11. | | | .63 | |
| Total | | | .94 | |

（二）各向度相關

各向度相關表請見表2，結果顯示各分量表之間的相關係數範圍由0.53~0.67，屬於中度相關，顯示此四向度有一定程度之關聯但非高度相關，因此具有鑑別效度。各向度與總量表之間的相關係數範圍在0.70~0.93，達高度相關，表示此四向度在量測同一屬性中，擁有內部一致信度，另在測量後設認知的構念，亦符合輻合效度的要求。

表 2 科學學習後設認知量表各向度相關表（N=1073）

| | 陳述性與條件性知識 | 程序性知識 | 調整與組織 | 反省與評鑑 |
|---|---|---|---|---|
| 陳述性與條件性知識 | | .61** | .67** | .66** |
| 程序性知識 | | | .55** | .53** |
| 調整與組織 | | | | .67** |
| 反省與評鑑 | | | | |
| 總量表 | .85** | .70** | .84** | .93** |

**p < 0.01

（三）各向度敘述統計

科學學習後設認知量表總量表以及各分向度之敘述統計表請見表3，總量表的平均分數達3.40，顯示中學生們的後設認知知識能力達一定水準，且在各分向度的得分表現亦佳，於調整與評鑑向度表現最佳，反省與評鑑向度之表現稍差。

表3 科學學習後設認知量表敘述統計表（N=1073）

| | M | SD |
|---|---|---|
| 陳述性與條件性知識 | 3.43 | 0.70 |
| 程序性知識 | 3.61 | 0.82 |
| 調整與組織 | 3.72 | 0.78 |
| 反省與評鑑 | 3.17 | 0.80 |
| 總量表 | 3.40 | 0.67 |

（四）性別的影響

中外學者認為性別差異可能是影響後設認知能力因素之一，Güss和Wiley(2007)針對跨文化進行後設認知之研究發現，不論是巴西、印度或美國的樣本結果，女性的得分皆優於男性，另在國內林余思（2002）與歐雅萍（2002）認為女學生的表現相較男學生的表現是較優異的，影響因素推論可能為女學生的語言表達能力以及社交關係所致，但也有研究顯示性別並未對後設認知知識或是能力上造成影響(Zulkiply、 Kabit和Ghani, 2008)。

基於上述理由針對性別變項分組進行獨立樣本t檢定，結果請見表4，在總量表發現達到統計上的顯著差異，另在反省與評鑑向度亦達顯著差異。其他三個向度雖然未達統計上的顯著差異，但是在陳述性與條件性知識向度上，男生分數較女生為高，而在調整與組織向度則相反。未來研究可從此一角度進行切入討論以利了解造成此差異之原因。

表4 科學學習後設認知量表性別獨立樣本t檢定表（$N_{男}$ =541 ，$N_{女}$ =502）

| 向度 | 性別 | 平均 | 標準差 | t 值 |
|---|---|---|---|---|
| 陳述性與條件性知識 | 男 | 3.48 | .70 | 2.42 |
| | 女 | 3.38 | .70 | |
| 程序性知識 | 男 | 3.63 | .80 | .83 |
| | 女 | 3.60 | .83 | |
| 調整與組織 | 男 | 3.66 | .78 | -2.33 |
| | 女 | 3.78 | .79 | |
| 反省與評鑑 | 男 | 3.21 | .76 | 1.69** |
| | 女 | 3.13 | .84 | |
| 總量表 | 男 | 3.42 | .65 | 1.07* |
| | 女 | 3.38 | .70 | |

（五）年齡的影響

Mayer 和 Paris(1978)針對 8 歲以及 12 歲學童進行後設認知知識的探討，發現在策略使用上 12 歲學童是優於 8 歲學童的；Kolić-Vehovec 和 Bajšanski (2001)發現在閱讀的後設認知知識策略表現之結果，八年級學生的表現優於三年級和五年級；Zulkiply、 Kabit 和 Ghani(2008)針對 form5(17~19 歲)和 form2(14~16 歲)年段的學生進行後設認知相關研究探討，發現 form5 年段的學生表現優於 form22 年段的學生 ，且在統計上達顯著差異。但 Mok、Fan 和 Pang (2007)針對香港小學四年級至高中二年級進行研究，結果發現後設認知能力隨著年齡呈現下降趨勢，這和西方國家發現

的認知發展趨勢有所不同。

從年齡對於後設認知影響之相關研究發現學者們立論有所不同，因此進行年級對科學學習後設認知影響之統計分析。年級對科學學習後設認知影響事後比較表請見表 5，由表中發現年齡確實對後設認知知識能力產生影響達到統計上的顯著差異，且在事後比較可發現不論是總量表或是四個分向度中分數隨著年齡增加而產生下滑的趨勢，七年級表現較佳而九年級表現相對較差。

表 5 年級對科學學習後設認知影響之事後比較表（$N_7 = 398$，$N_8 = 322$，$N_9 = 323$）

| 向度 | 年級 | Mean | SD | F 檢定 | 事後比較 |
|---|---|---|---|---|---|
| 陳述性與條件性知識 | 7 | 3.60 | .67 | 20.63** | 7>9<br>8>9 |
| | 8 | 3.40 | .69 | | |
| | 9 | 3.27 | .70 | | |
| 程序性知識 | 7 | 3.83 | .78 | 28.02** | 7>9<br>8>9 |
| | 8 | 3.53 | .82 | | |
| | 9 | 3.41 | .80 | | |
| 調整與組織 | 7 | 3.81 | .76 | 7.32** | 7>9<br>8>9 |
| | 8 | 3.72 | .77 | | |
| | 9 | 3.59 | .81 | | |
| 反省與評鑑 | 7 | 3.38 | .82 | 23.69** | 7>9<br>8>9 |
| | 8 | 3.09 | .74 | | |
| | 9 | 3.00 | .79 | | |
| 總量表 | 7 | 3.57 | .67 | 25.04** | 7>9<br>8>9 |
| | 8 | 3.35 | .63 | | |
| | 9 | 3.24 | .66 | | |

**$p < 0.01$

## 四、結論與建議

科學學習後設認知量表翻譯與修改過後具有一定信效度，量表整體Cronbach α值達0.94，為一可信賴之研究工具，期能在未來研究中進行相關應用，使得研究者、教學者以及學習者獲得研究、教學以及學習上的助益。本量表分為四個向度：陳述性與條件性知識、程序性知識、反省與評鑑以及調整與組織，從此四向度蒐集科學學習之中後設認知知識以及後設認知能力之相關資訊。

本研究利用此量表來了解七至九年級學生之科學學習後設認知知識能力，發現學生們表現不俗，並在調整與評鑑向度表現較佳，未來研究可從各分向度分別進行探討，另建議教師教學上可參考性別差異造成的學習影響，並針對此變項進行深入探討。另在年齡影響中初步推測後設認知量表中的年齡差異可能是基測壓力造成，建議可在高一生再度施測亦可進行相關質性資料蒐集相輔相成，獲得更完整的資訊後在進行結果上的詮釋。期盼此一量表能促使未來研究者們更加了解科學學習之後設認知知識與能力。

## 五、參考文獻

石維婷（2005）。**研究 electronic portfolio 系統應用在專案管理課程**。世新大學資訊管理學研究所碩士論文，未出版，台北市。

林筱雯（2002）。**運用概念構圖為後設認知工具於國小二年級自然科之行動研究**。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東市。

胡永崇（1995）。**後設認知策略教學對國小閱讀障礙學童閱讀理解成效之研究**。國立彰化師範大學特殊教育研究所博士論文，未出版，彰化市。

涂金堂（1998）。後設認知理論之介紹。**菁莪季刊，34**，58-66。

郭靜芳（1997）。**國小資優生後設認知與推理思考能力相關之研究**。國立嘉義師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，嘉義市。

陳密桃（1990）。後設認知評估方法。**教育文粹，20**，196-209。

曾慧禎（2002）。**國小六年級學童在寫作歷程中後設認知行為之研究**。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，屏東市。

葉建成（2006）。**國小六年級學生數學科主動學習使用認知策略與後設認知策略之研究**。高雄師範大學數學系碩士論文，未出版，高雄市。

Brown, A. L. (1987). *Metacognition, Motivation, and Understanding.* Hillsdale. NJ: Lawrence Erlbaum.

Flavell, J. H. (1976). *Metacognitive aspects of problem solving.* Hillsdale. NJ: Lawrence Erlbaum.

Garner, R. & Alexander, P. A. (1989). Metacognition: Answered and unanswered questions. *Educational Psychologist, 24*, 143-158.

Güss, C. D. & Wiley, B. (2007). Metacognition of problem-solving strategies in Brazil, India, and the United States. *Journal of Cognition and Culture, 7*, 1-25.

Kolić-Vehovec, S. & Bajšanski, I. (2001). Children's metacognition as predictor of reading comprehension at different developmental levels. (ERIC Document Reproduction Service No. ED456422)

Mayer, M. & Paris, S. G. (1978). Children's metaconitive knowledge about reading. *Journal of Educational Educational Psychology, 70*, 680-690.

Mok, Y. F., Fan, R. M.-T. & Pang, N. S.-K. (2007). Developmental patterns of school students' motivational- and cognitive-metacognitive competencies. *Educational Studies, 33*, 81-98.

Paris, S. G. & Jacobs, J. E. (1984). The benefits of informed instruction for children's reading awareness and comprehension skills. *Child Development, 55* , 2083-2093.

Pressley, M. & Ghatala, E. S. (1990). Self-regulated learning: Monitoring learning from text. *Educational Psychologist, 25*, 19-33.

Schraw, G. & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology, 19*, 460-475.

Swanson, H. L. (1990). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem

solving. *Journal of Educational Psychology, 82*, 306-314.

Zulkiply, N., Kabit, M. R. & Ghani, K. A. (2008). Metacognition: What roles does it play in students' academic performance. *The International Journal of Learning, 15*, 97-105.