

# 以教學策略提升學生對科學本質認識 之整合分析

蔡秉宸\*

## 摘要

在台灣地區的教學研究中，以不同教學策略進行提升學生科學本質認識的成效不一，尚無一致性的觀點，故本研究目的為釐清透過教學策略提升學生科學本質認識的效果與差異。以 Hedges 與 Olkin 整合分析(Meta-Analysis，又稱後設分析)為研究方法，針對台灣地區以教學提升學生科學本質認識之博碩士畢業論文相關研究加以統整、歸納、分析，探討提升學生科學本質認識之差異情形，並檢視影響提升科學本質研究之調節變項(教學策略、學校類型、學校地區)。並使用 ESS-2017 進行整合分析。本研究以「科學本質」為關鍵字，在台灣博碩士論文網中搜尋初步篩選取得 145 篇相關論文，經過二次篩選，剔除非教學實驗、主題內容不合、無資料比較等不符合之研究後，剩餘 33 篇，從中尋出用以進行整合分析的統計效果值計有 37 項。本研究先採用固定效果模式分析，發現具有異質性，再使用次群體分析其異質性來源，獲得結果如下：

- 一、研究結果顯示，的確可透過不同教學方式提升科學本質認識，教師可透過不同途徑傳達科學本質，以提升學生的科學本質，而教學策略的使用會影響科學本質的提升，但不同教學策略在於不同科學本質面向(科學知識/科學探究/科學事業)上，雖有不同效果值提升，而統計發現造成差異原因並不相同，顯示教學策略使用仍須考慮，如：學生階段、其他輔助教學策略、教師自身科學本質觀等因素。
- 二、發現不同學校階段所實施科學本質教學，無論在科學本質的總體或科學知識/科學探究/科學事業三分向度上，以國小階段的結果顯著高於其他階段。因此，在學習者學校階段越低實施科學本質教學，效果越佳。

**關鍵詞：教學策略、科學本質、整合分析**

\* 第一作者：國立嘉義大學教育學系(所)博士生

Email：perfectfly0814@gmail.com

投稿日期:109年8月27日；修改日期:109年12月11日；採用日期:109年12月21日

## 壹、緒論

### 一、科學本質(Nature of Science, NOS)與科學素養內涵

隨著時代的演進，學者們對科學素養的定義與範疇也不斷地做調整，並影響當代學校科學課程的發展(林樹聲，1999；Millar, 2006)。科學素養所包含的面向繁多，但無論如何調整，科學本質一直都在科學素養的核心向度中。

從 1960 年代，Pella、O'Hearn 與 Gale(1966)綜合整理 100 篇與科學素養有關的文獻後，認為具科學素養者應具備六向度觀點，其中科學本質(nature of science)便包含其中。而後 Miller(1983, 1998)亦提出科學素養的三因素架構(three-constituent framework)，認為科學素養應包括三個向度，亦涵蓋了科學本質。Shamos(1995)也由科學家觀點將科學素養分為由低到高三種層次的科學素養：文化性、功能性和真實性，而真實性科學素養則指個人瞭解科學社群的運作、組成和工作的本質等，即瞭解科學的發展，其內涵意義與科學本質有相互呼應之處。另外 PISA 為目前認為最具代表性的科學素養評量，曾參與 PISA 評量研究的 Bybee(1997)所提出的架構，將科學素養的層次由低至高、不同層次的科學素養，類似於 Shamos 所提概念，而 Bybee (2008)更進一步說明科學素養的具體表現，亦強調瞭解科學本質的內涵。而台灣在 2003 年所公佈的九年一貫課程綱要之自然與生活科技領域大綱與 2018 年所公佈的十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域均提出科學素養做為科學教育的首要目標，而科學素養中均含有科學本質的目標(教育部, 2003, 2018)。歸納以上對於科學素養的內涵，可發現科學本質貫串於科學素養中，科學本質是科學素養不可或缺的核心之一。而 Lederman, Lederman 與 Antink(2013)指出在傳統科學內容中關於科學本質的部分與科學探究的反思性教學的整合可作為促進科學素養發展的手段，換言之，透過科學本質的理解程度提高，有助於科學素養的發展。因此欲培養科學素養，科學本質為必須建構的核心之一。

幫助學生發展科學本質一直是科學教育的持續性目標，也許課程與教學的側重方向不一，但在近代的科學教育重大趨勢中(AAAS, 1989, 1993; NRC, 1996, 2013)，對增強學生對科學本質觀念的重要性上已取得一致性的共識。然而 Lederman, Lederman 與 Antink(2013)研究亦指出，儘管科學教育進行了大量的研究與嘗試，包含 1960 年代大型的課程改革，但始終表明學生對於科學本質的各方面缺乏足夠的理解。而台灣地區

研究是否亦出現如此的情形，故本研究的動機之一為欲了解過去台灣地區研究中對於透過教學策略提升科學本質認識的效果為何。

## 二、科學本質(Nature of Science, NOS)與科學領域的教學和學習

過去數十年來台灣地區重要的科學教學和學習理論相關研究中，科學本質即為其中之一，亦為科技部科學教育學門規劃研究的主要面向(科學教育學門，2019)。而科學本質可視為科學的認識論，亦可指科學知識發展所固有的原理與信念(Lederman, 1992)。換言之，科學本質基本上包含了科學領域中的知識信念與方法。知識信念是學習理論與教學理論的基礎，也是教師幫助學生有效學習的關鍵(Hofer, 2001)。另外部分研究(Tasi, 1998；蔡今中，2004；劉嘉茹，2004)亦透過晤談台灣地區國、高中學生以探究科學知識信念與學習取向關係，發現知識信念偏向建構取向的學生進行科學學習時多採用理解、應用、增加知識、使用有意義學習策略，其學習態度主動；而知識信念偏向經驗主義的學生則多採背誦學習策略，較重視考試成績。由此可知，學習者的科學本質認識不同，會影響學習者對於科學領域的學習方式，蔡今中(2012)的研究亦指出此結果。若越能使學生科學本質認識偏向近代建構取向，使學生學習科學方式越偏向理解與應用，相對越能符應近年以素養為導向的課程目標。

然而在 Abd-El-Khalick, Bell 與 Lederman(1998)的研究中，卻指出在增進科學本質認識的目標下，採用以科學探究為主的內隱學習方式相對較為無效，而以科學史、哲及與科學本質認識的內涵相符一致的教學活動，也就是透過外顯學習方式直接呈現教學較能提高學生科學本質認識。但台灣地區教育研究中卻出現兩極的現象，以華藝資料庫搜尋以教學提升科學本質之相關研究的期刊論文，幾乎以科學史為出發點提升科學本質認識的研究，僅少數是兩類方式共同比較。但在博碩士論文中相同主題的論文數量卻是採用科學史與採用科學探究的數量相差不大。此研究現象的不對等差異使研究者疑惑不解，因此本研究欲對博碩士論文中，以不同教學策略提升科學本質認識差異，進行深入比較與分析。

根據以上兩研究動機，本研究目的係藉由台灣地區博碩士學位論文對於教學策略提升科學本質認識的研究進行整合分析(Meta-Analysis)，來釐清透過教學策略提升學生科學本質認識的效果與差異。

## 貳、文獻回顧

### 一、科學本質(Nature of Science, NOS)

科學本質(Nature of Science, NOS)會隨著時代而有所變化，其中以科學哲學演變影響相對最大。Abimbola(1983)曾提出在「傳統觀點(經驗/實證/邏輯經驗/理性)」認為科學知識是經過觀察、提出假設及實驗來驗證，然後透過歸納或演繹而成，並強調理性與客觀的態度。「近代觀點(後實證/建構)」則認為科學知識具有暫時性，科學知識並不是真理而是動態、進行的活動。科學觀察是理論蘊涵的(theory-laden)，會受個人主觀意識的影響。此外，特別強調科學研究受到科學社群的影響及科學、科技與社會(Science, Technology & Society; STS)具有交互影響的關係。

國外眾多研究提出許多關於科學本質的內涵與重要觀點(NAEP, 1989; AAAS, 1989; NSES, 1996; Chiappetta, Koballa, & Collette, 2006; Lederman, 2007; NRC, 2013)。而台灣地區研究亦有許多科教學者提出對於科學本質的看法與整理(王美芬、熊召弟, 1995; 林陳湧, 1996; 翁秀玉, 1997; 邱明富、高慧蓮, 2006; 許良榮、蕭培玉, 2007; 謝州恩、劉湘瑤, 2016)。雖然同為科學領域中，科學哲學、科學史學、科學社會學、科學教育對於對科學本質的整體內涵並無一致的觀點，但在 K-12 年級的學生可運用並與其生活相關的科學本質卻有可接受的普遍性標準(Lederman, Lederman & Antink, 2013)，如：暫時性(tentative)、基於經驗(empirically-based)、主觀性(subjective)、涉及人類推理、想像與創造(involves human inference, imagination, and creativity)、社會文化影響 socially and culturally embedded)。換言之在科學教學上，科學本質具有一定的共同標準。

本研究歸納 NAEP(1989)、AAAS(1989, 1993)、林陳湧(1996)、邱明富、高慧蓮(2006)、Lederman (2007)、Lederman, Lederman 與 Antink(2013)、NRC(2013)等內容，將科學本質內涵定義以科學知識、科學方法、科學事業三面向涵蓋，強調科學知識的累積性、暫時性、可複製性、創造性、公開性，科學方法的實證性、理論負載性、方法多元性，以及科學事業的倫理性、社群影響性、科學、科技與社會相互影響、科學家角色。故本研究分析論文所採用的科學本質架構，需包含：科學知識(部分研究稱為科學世界觀)、科學方法(部分研究稱為科學探究)、科學事業。

### 二、以教學策略促進科學本質

Abd-El-Khalick 與 Lederman(1998)認為增進科學本質認識的教學策略一般可以歸納為內隱途徑(暗示)和外顯途徑(明示)兩種。Abd-El-Khalick 與 Lederman(2000a)說明內隱途徑和外顯途徑的差異觀點核心是將科學本質視為科學活動的副產物或科學本質為直接科學教學內容。Abd-El-Khalick 與 Lederman(2000b)進一步提出內隱途徑主要為以直接進行科學探究、科學過程技能的教學、或其它的相關教學策略，由過程中接觸的科學本質進行轉化；而外顯途徑是以科學史哲融入或與針對科學本質各方面內涵相符一致的教學活動，由明確科學本質的展示來增進對科學本質的認識。

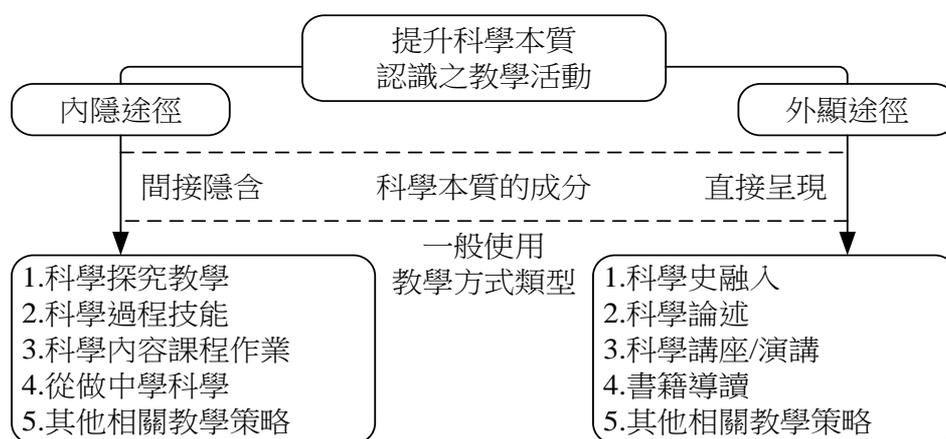


圖 1 增進科學本質認識之教學策略(研究者自行整理)

根據以上整理與研究者整理台灣地區相關文獻後，發現台灣地區博碩士論文的研究中，內隱途徑主流模式為探究模式的教學策略，外顯途徑主流模式即為科學史融入的教學策略，因此本研究以探究模式與科學史融入作為主要教學策略的區分，作為主要的調節變項。

除了主要教學策略的方式不同外，在數位介入與閱讀寫作介入上如何提升科學本質認識，亦有許多不同的研究(林淑楞、葉辰楨、張文華、陳素芬，2012；楊桂瓊、林煥祥、洪瑞兒，2012；吳貞儀、許瑛珺、張文馨、方素琦，2017；鄭可萱、李松濤，2018)，此兩類方式的特徵，均可融入內隱途徑或外顯途徑的教學策略，亦未被歸類於Abd-El-Khalick 與 Lederman(1998)的內隱途徑或外顯途徑中，本研究將設為獨立調節變項。故本研究在資料整理上添加數位介入與閱讀寫作介入作為教學策略的補充。

## 參、研究方法

### 一、資料收集與篩選標準

本研究以整合分析(Meta-Analysis)方法，對於 Meta-Analysis 一詞，亦有翻譯為「後設分析」，本研究認為此方法為整合大量研究結果進行分析，故採以「整合分析」為譯名。本研究針對台灣地區有關於「以教學策略提高學生科學本質認識」之研究進行分析，為有系統收集相關研究報告，資料收集來源主要以國家圖書館博碩士論文資訊網進行檢索，以關鍵詞為「科學本質」進行搜尋，初步取得 145 篇。因 2020 年初 COVID-19 疫情關係限制研究者至各校收集紙本論文資料，故先刪除無電子全文者，二次篩選出 87 篇，再進行人工檢核刪除主題不合、科學本質向度不同、純質性研究、統計資料不全或電子全文公開時間晚於 2020 年 6 月份等，符合檢索條件論文總計 33 篇，並取得 37 筆研究資料。論文篇數與研究資料(效果值)筆數不同為部分論文設計為多種教學策略之準實驗設計分組，個別結果均代表特定調節變項之影響結果，不宜合併或刪除，故出現 33 篇論文集具有 37 筆研究資料。

研究資料的選用與排除標準：

- (一) 學位論文必須為實證性研究，方能將研究數據透過公式轉換。
- (二) 研究工具採用的科學本質向度必須為：科學知識、科學方法、科學事業。
- (三) 研究結果必須提供充分的數據：樣本數、平均數、標準差、 $t$  值等。

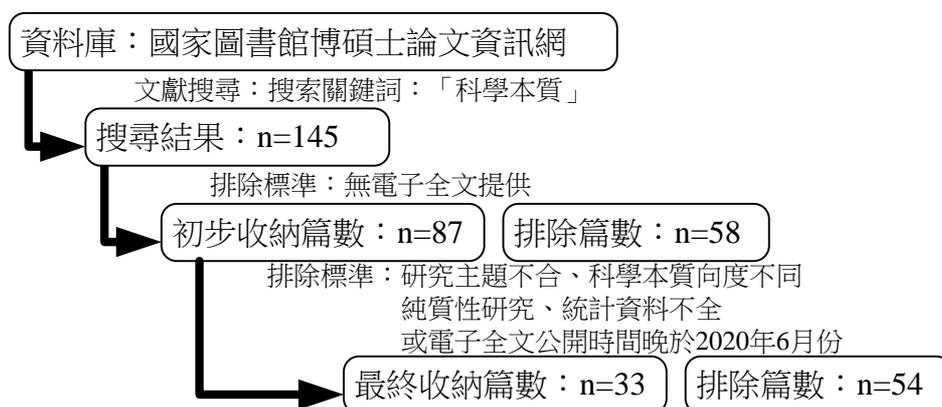


圖 2 整合分析文獻搜尋與挑選流程

## 二、變項分類

本研究將欲探討之研究變項，進行說明。本研究分析對象為透過教學策略提升學生科學本質認識的研究，根據文獻探討發現影響提升學生科學本質認識的因素有主要教學策略類型、數位介入、閱讀寫作介入。另外根據研究樣本的特徵，在提出學校層級與地區，區分為下表 1：

表 1

**整合分析之研究變項分類**

研究 變項	科學本質提升	總體、科學知識向度、科學方法向度、科學事業向度
	主要教學策略	探究模式、科學史融入
調節 變項	數位介入	有、無
	閱讀寫作介入	有、無
	地區	北部、中部、南部
	學校層級	小學、國中、高中以上(含大學)

註：研究者自行劃分

## 三、效果值的計算及轉換公式

### (一) 效果值選擇

因不同研究中採用的樣本數、統計表示法不一，數值間無法直接比較，因此需轉換為可互相比較的效果值進行分析。效果值為在研究中所測量的效果強度，涉及到效果的影響程度，不同形式的統計數值可被轉換為共同測量單位的效果值，如： $r$ 、Fisher'  $Z$ 、Cohen'  $d$  等進而比較。本研究使用 Cohen'  $d$  作為解釋的效果值，為單一變項之前後測平均數的差異程度。

### (二) 效果值的校正

#### 1、樣本量的校正

本研究採用 Hedges'  $g$ ，因本研究所取得研究資料中，多為準實驗研究設計，

採用前後測差異，且多數為小樣本研究( $N < 20$ )，根據李茂能(2015)提出  $d$  在小樣本時會有高估現象，故需根據樣本數進行加權，以獲得不偏估計值  $g$ 。本研究採用 Hedges 與 Oklin (1985)所提出調整效果值偏誤的公式，如公式一：

$$g = d \left[ 1 - \frac{3}{4N - 9} \right] \text{ (公式一)}$$

$d$  為 Cohen'  $d$ ， $N$  為樣本數

## 2、權數

標準誤(SE)為效果值精確性的直接指標，可用以建立信賴區間，故標準誤越小，效果值越準確。然而因無論樣本大小所得的效果值均有偏誤，但小樣本偏誤較大，故須透過權數加權計算的方法，方可使效果值予以合併。Hedges 與 Olkin(1985)提出整合分析中，可利用權數(weight)修正小樣本偏誤的概念，而其認為最適合的權數應該是效應量標準誤(SE)平方的倒數( $W = 1/SE^2$ )，平均效應量透過個別效應量與權數結合，獲得較適切的效應量數值。本研究之權數計算以 ESS-2017 進行分析。

### (三) 同質性檢定

整合分析在對整體研究結果進行解釋之前，須先進行各研究間的同質性檢定，以確定個別研究所測得的是相同的建構(Hedges & Olkin,1985)。若同質性檢定未達顯著，則表示收集研究資料可合併進行後設分析，若達顯著，則表效果值分配具有異質性，需要另行進行次群體分析或重新篩選研究資料。本研究使用同質性檢定統計量  $Q_T$  公式，如公式二：

$$Q_T = \sum_{i=1}^k \frac{(g_i - \bar{g})^2}{SE_g^2} = \sum_{i=1}^k w_i (g_i - \bar{g})^2 = \sum_{i=1}^k (w_i \times g_i^2) - \frac{[\sum (w_i \times g_i)]^2}{\sum w_i} \text{ (公式二)}$$

$k$  為效果值的數量， $SE$  為效應量標準誤， $w$  為權數， $g$  為 Hedges'  $g$

#### (四) 異質性研究之處理

當研究樣本特徵變項為類別變項時，可採用類似單因子變異數分析的方法，處理對異質性的效果值(吳政達、陳芝仙，2006)。將整體同質性檢定統計量  $Q_T$  區分為類別變項所解釋的(組間變異)部分  $Q_B$  及殘差變異(合併組內變異)的部分  $Q_W$ 。故本研究在效果值具有異質性分配時，透過分割效果值變異的方式處理，以研究樣本特徵變項進行調節變項分析。本研究使用的  $Q_B$ 、 $Q_W$  公式，如公式三、四：

$$Q_w = \sum_{i=1}^k w_{ji} (g_{ji} - \bar{g}_j)^2 \text{ (公式三)}, \quad Q_B = Q_T - Q_W \text{ (公式四)}$$

$w_{ji}$  為第  $j$  組的研究效果值權數、 $g_j$  為各組加權平均效果值  
 $j=1,2,3\dots$ 組數， $i=1,2,3\dots$ 效果值數， $Q_w$  的自由度為  $k-j$

#### (五) 效果值之判別標準

本研究採用 Ferguson(2009)對於社會科學研究之效果值解釋，小效果值的數值為 0.41，中效果值的數值為 1.15，大效果值的數值為 2.70，分別表示前後測結果的程度差異。

## 肆、研究結果之分析與討論

本章將收集到的資料，以研究目的加以統計分析，以探討不同變項對教學策略提升學生科學本質認識之差異情形，包含計算效果值高低及找出影響之調節變項。

### 一、描述性統計

本研究共收錄 33 篇有關於以教學策略提升學生科學本質認識的學位論文，研究清單如附錄一，共計 37 筆研究資料，其資料整理結果的描述性統計結果如表 2。

表 2

**資料整理結果的描述性統計**

變項	分組	科學本質總體		科學知識分項		科學方法分項		科學事業分項	
		<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>
主要	探究	15	827	10	555	10	555	10	555
教學	科學史	22	1061	12	543	12	543	12	543
策略									
數位	有	6	285	2	127	2	127	2	127
介入	無	31	1603	20	971	20	971	20	971
閱讀	有	4	391	2	293	2	293	2	293
寫作	無	33	1497	20	805	20	805	20	805
介入									
學校	國小	23	904	15	532	15	532	15	532
	國中	7	460	4	353	4	353	4	353
	高中以上	7	524	3	213	3	213	3	213
地區	北部	17	1084	10	577	10	577	10	577
	中部	9	369	5	218	5	218	5	218
	南部	9	364	7	303	7	303	7	303
	未知	2	71	-	-	-	-	-	-

註： *k* 為效果值數量， *n* 為樣本數量

## 二、以教學策略提升學生科學本質認識之分析

### (一) 提升學生科學本質認識整體向度之結果

由研究資料進行初步分析後，結果如表 3，以隨機效果模式進行分析，取得其隨機效果值 *g* 為 0.8003，平均效果值標準誤為 0.0871，根據標準誤所估計之 95% 信賴區間介於 0.6297 與 0.9710 之間(未包含 0)，經整合分析結果支持在  $\alpha=0.05$  的水準下，透過教學後，在科學本質量表結果上後測顯著高於前測，表示教學對於提升科學本質認

識為具有一定效果，然根據 Ferguson(2009)對於效果值大小的解釋， $g$  值介於 0.41 與 1.15 間，差異程度屬於中效果。另外以刪補法(Trim & Fill)進行出版偏差分析，以  $L_0$  估計值採隨機模式進行，發現  $L_0=0$ ，表示研究結果受到出版偏差影響極小。

表 3

以教學策略提升學生科學本質認識之整合分析摘要表(效果值數量 37)

組 1：前測	效果值	變異數	標準誤	95%信賴區間		Z	p
	$\bar{g}$			上限	下限		
組 2：後測		V	SE				
固定效果模式	0.699*	0.001	0.033	0.634	0.763	21.187	0.00
隨機效果模式	0.800*	0.008	0.087	0.630	0.971	9.188	0.00
同質性檢定	<i>Q-value</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	合併研究資料 37			
	226.609*	36	0.00	合併研究樣本數 1888			

註：\* $p < .05$

整合研究結果後，發現同質性檢定統計量  $Q\text{-value}=226.6088(df=36)$ ，經  $\chi^2$  檢定之  $p=0.000$  達  $\alpha=.05$  顯著水準，拒絕同質性假設，表示 37 筆研究資料為異質性，故可能存在調節變項影響，並再進行次群體分析。

## (二) 提升學生科學本質認識分向度之結果

科學本質可區分為 3 個向度：科學知識、科學方法、科學事業，其中僅有 20 篇提供分向度資料，取得 22 筆研究資料進行分析，結果如表 4。在科學知識分向度上，以隨機效果模式進行分析，取得其隨機效果值  $g$  為 0.9622，平均效果值標準誤為 0.1456，根據標準誤所估計之 95%信賴區間介於 0.6763 與 1.2476 之間(未包含 0)。在科學方法分向度上，以隨機效果模式進行分析，取得其隨機效果值  $g$  為 0.6874，平均效果值標準誤為 0.1028，根據標準誤所估計之 95%信賴區間介於 0.4860 與 0.8889 之間(未包含 0)。在科學事業分向度上，亦以隨機效果模式進行分析，取得其隨機效果值  $g$  為 0.5819，平均效果值標準誤為 0.0755，根據標準誤所估計之 95%信賴區間介於 0.4341 與 0.7298 之間(未包含 0)。經整合分析結果支持在  $\alpha=.05$  的水準下，透過教學後，無論在在科學本質量表科學知識、科學方法、科學事業三分向度上均為後測顯著

高於前測，表示教學對於提升科學本質中科學知識、科學方法、科學事業為具有一定效果。然根據 Ferguson(2009)對於效果值大小的解釋，三者  $g$  值均介於 0.41 與 1.15 間，差異程度均屬於中效果。

表 4

以教學策略提升學生科學本質認識三分向度之整合分析摘要表(效果值數量 22)

組 1：前測	效果值	變異數	標準誤	95%信賴區間		Z	p
	$\bar{g}$			上限	下限		
組 2：後測		V	SE				
科學知識(固定)	0.703*	0.002	0.045	0.615	0.791	15.638	0.000
科學知識(隨機)	0.962*	0.021	0.146	0.676	1.248	6.609	0.000
同質性檢定	<i>Q-value</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	合併研究資料 22			
	191.55*	21	0.000	合併研究樣本數 1098			
科學方法(固定)	0.529*	0.002	0.044	0.442	0.615	12.035	0.000
科學方法(隨機)	0.687*	0.011	0.103	0.486	0.889	6.687	0.000
同質性檢定	<i>Q-value</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	合併研究資料 22			
	98.931*	21	0.000	合併研究樣本數 1098			
科學事業(固定)	0.566*	0.002	0.043	0.482	0.650	13.175	0.000
科學事業(隨機)	0.582*	0.006	0.076	0.434	0.730	7.707	0.000
同質性檢定	<i>Q-value</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	合併研究資料 22			
	54.934*	21	0.000	合併研究樣本數 1098			

註：\* $p < .05$

整合研究結果後，發現三分向度的同質性檢定統計量  $Q\text{-value}=191.55$ 、 $98.931$ 、 $54.9341$ ( $df=21$ )，經  $\chi^2$  檢定之  $p=0.0000$ 、 $0.0000$ 、 $0.0001$  均達  $\alpha=.05$  顯著水準，拒絕同質性假設，表示 22 筆研究資料為異質性，故可能存在調節變項影響，並再進行次群體分析。

### 三、以教學策略提升學生科學本質認識之調節變項分析

由於前述整合分析結果之研究，其效果值均具有異質性，因此可再進一步探討研

究特徵變項是否可能為影響教學策略提升學生科學本質認識的調節變項。本研究分別以主要教學策略、數位介入與否、閱讀寫作介入與否、學校階段、研究地區，進行次群體分析。

### (一) 以主要教學策略為調節變項在提升學生科學本質認識上的分析

發現在提升科學本質認識的整體效果上，結果如表 5 所示，主要教學策略採用科學史融入策略顯著高於採用探究模式策略( $p<.05$ )，但兩者之組內變異量均具均屬異質性，表示應仍有其他調節變項尚未尋得。在整體科學本質的提升上，雖然採用科學史介入的教學策略之效果顯著高於採用探究模式的教學策略，但因研究異質性的緣故，可能仍有其他調節因素影響，不能斷言在科學本質的提升教學上，採用科學史融入較佳。

而在科學本質三個分向度的效果分析，結果如表 5 所示。在科學本質的科學知識分向度上，發現採用科學史融入提升科學知識部分的效果值雖高於採用探究模式，但無顯著，而採用探究模式的研究結果屬於同質性，科學史融入的研究結果卻屬異質性，表示科學史融入的研究中有仍其他調節變項尚未尋得。在科學本質的科學方法分向度上，發現採用科學史融入提升科學方法部分的效果值雖高於採用探究模式，但無顯著。並且兩種教學策略的研究均具有異質性，表示仍有其他調節變項尚未尋得。在科學事業分向度上，使用探究模式的教學策略提升效果略高於使用科學史融入的教學策略，但未達 .05 之既定顯著。且兩類研究均具有異質性，表其中仍有其他調節變項尚未尋得。

表 5

以主要教學策略為調節變項提升學生科學本質認識之整合分析摘要表

變項	研究結果	1. 探究模式			2. 科學史融入			組間變異
		效果值	Z	同質性 ( $Q_w$ )	效果值	Z	同質性 ( $Q_w$ )	
總體	a. 前測	.593	12.026*	異質	.784	17.681*	異質	2>1
	b. 後測							
科學知識	a. 前測	.642	10.399*	同質	.772	11.768*	異質	n.s
	b. 後測							

科學 方法	a.前測	.485	7.911*	異質	.575	9.127*	異質	n.s.
	b.後測							
科學 事業	a.前測	.620	10.315*	異質	.510	8.296*	異質	n.s.
	b.後測							

註：\* $p < .05$

## (二) 以數位介入/閱讀寫作介入為調節變項在提升學生科學本質認識上的分析

在數位介入或閱讀寫作介入提升學生科學本質認識的效果上，分析結果如表 6、表 7，無論數位介入或閱讀寫作介入，可發現有介入均顯著高於無介入( $p < .05$ )，且有介入的條件下均屬同質性，表示在透過數位或閱讀寫作介入的研究中，對學生科學本質認識的提升，有相對一致的結果。

表 6

以數位介入為調節變項提升學生科學本質認識之整合分析摘要表

變項	研究結果	1.有數位介入效果		同質性 ( $Q_w$ )	2.無數位介入效果		同質性 ( $Q_w$ )	組間變異
		介入效果 值	Z		介入效果 值	Z		
總體	a.前測	.880	10.463*	同質	.666	18.572	異質	2>1
	b.後測							
科學 知識	a.前測	.964	7.269*	同質	.669	14.003*	異質	n.s
	b.後測							
科學 方法	a.前測	.485	7.911*	異質	.575	9.127*	異質	n.s.
	b.後測							
科學 事業	a.前測	.718	5.718*	同質	.569	6.812*	異質	n.s.
	b.後測							

註：\* $p < .05$

表 7

以閱讀寫作介入為調節變項提升學生科學本質認識之整合分析摘要表

變項	研究結果	1.有閱讀 寫作介入			同質性 ( $Q_w$ )	2.無閱讀 寫作介入			組間 變異
		效果值	Z			效果值	Z	同質性 ( $Q_w$ )	
總體	a.前測								
	b.後測	.742	10.345*	同質	.687	18.503*	異質	2>1	
科學 知識	a.前測								
	b.後測	.683	8.019*	異質	.711	13.428*	異質	n.s	
科學 方法	a.前測								
	b.後測	.345	4.132*	同質	.599	11.598*	異質	1<2.	
科學 事業	a.前測								
	b.後測	6.43	7.783*	同質	.572	6.419*	異質	n.s.	

註：\* $p<.05$

在數位介入的條件下，分別對科學本質三向度再進行分析。對提升科學知識向度的效果值部分，有介入雖高於無介入，但未達.05 顯著，而有數位介入的研究結果具有同質性，無數位介入的研究結果則具有異質性，表示無數位介入的研究中有仍其他調節變項影響尚未尋得。對提升科學方法向度的效果值部分，有介入值雖高於無介入，但未達.05 顯著，而無論有或無介入的研究結果均屬於異質性，表研究中均有其他調節變項尚未尋得。對提升科學事業向度的效果值部分，有介入的研究對提升科學事業的效果值略高於無數位介入的研究，但未達.05 顯著，而有數位介入的研究具有同質性，而無數位介入的研究具有異質性，表示無數位介入的研究中應有其他調節變項尚未尋得。

在閱讀寫作介入的條件下，分別對科學本質三向度再進行分析。對提升科學知識向度的效果值部分，有介入雖高於無介入，但未達.05 顯著，而無論閱讀寫作介入有無的研究結果均具有異質性，表研究中均有其他調節變項尚未尋得。對提升科學方法向度的效果值部分，有介入卻顯著低於無介入的效果( $p<.05$ )，而在有介入的研究具有同質性，無介入的研究則為異質性，表示無介入的研究中有其他調節變項尚未尋得。對提升科學事業向度的效果值部分，有介入雖高於無介入，但未達.05 顯著，而在有

介入的研究具有同質性，無介入的研究則為異質性，表示無介入的研究中可能具有其他調節變項尚未尋得。

另外因本研究所收錄具有數位或閱讀寫作介入的研究資料在總體僅各 6 與 4 篇，在各分向度部分則僅各 2 篇，其代表性不足以說明有數位或閱讀寫作介入的研究提高學生科學本質必高於無介入者。

### (三) 以學校階段為調節變項在提升學生科學本質認識上的分析

在學校階段上，分析結果如表 8，國小、國中、高中以上之學生為對象的研究其提升科學本質認識整體實施效果依序下降，而以國小學生為對象的實施效果顯著高於以高中以上學生為對象的實施效果( $p < .05$ )，其他學校階段間實施效果則無顯著差異，然無論何種學校階段均具有異質性，表應有其他調節變項尚未尋得。

國小學生、國中學生、高中以上學生提升科學知識部分的效果亦與總體相仿，出現依序下降的現象，對象為國小學生的研究效果值顯著高於國中學生與高中以上學生的研究，對象為國中學生與高中以上學生的研究效果值間無顯著差異。另外對象為國中學生與高中以上學生的研究具有同質性，而對象為國小學生的研究則具有異質性，表國小學生的研究中具有其他調節變項尚未尋得。

以國小學生為對象的研究在科學方法的提升上顯著高於其他階段( $p < .05$ )，其他階段間則無顯著差異。而以國中學生為對象的研究具有同質性，但以國小學生與高中以上學生為對象的研究則均具有異質性，表示國小學生與高中以上學生的研究應有其他調節變項尚未尋得。

提升科學事業的效果值來分析，則發現以國小學生為對象的研究效果值顯著高於國中學生為對象的研究，其他學校階段間則無顯著差異。以三個學校階段為對象的研究均具有異質性，表示仍有其他調節變項尚未尋得。

表 8

以學校階段為調節變項提升學生科學本質認識之整合分析摘要表

變項	研究結果	1.國小階段			2.國中階段			3.高中以上階段			組間變異
		效果值	Z	同質性	效果值	Z	同質性	效果值	Z	同質性	
總體	a.前測	.792	16.442*	異質	.645	9.737*	異質	.591	9.552*	異質	1>3
	b.後測										
科學知識	a.前測	.884	13.191*	異質	.577	7.503*	同質	.519	5.263*	同質	1>2
	b.後測										1>3
科學方法	a.前測	.757	11.755*	異質	.272	3.589*	同質	.429	4.351*	異質	1>2
	b.後測										1>3
科學事業	a.前測	.666	10.715*	異質	.432	5.734*	異質	.546	5.630*	異質	1>2
	b.後測										

註：\* $p < .05$

#### (四) 以地區為調節變項在提升學生科學本質認識上的分析

地區差異上，因有 2 筆資料未載明地區，故僅分析 35 筆研究資料，分析結果如表 9。提升科學本質認識的效果僅有南部地區顯著高於中部地區( $p < .05$ )，其他地區間則無顯著差異，但北中南地區均具有異質性，表應有其他調節變項尚未尋得。

在科學知識的提升效果，僅有北部地區的效果值顯著高於中部地區( $p < .05$ )，其他地區間差異均未達顯著。除中部地區的研究結果具有同質性外，其他地區均具有異質性，表示北部與南部地區的研究應有其他調節變項尚未尋得。對科學方法的提升效果，三個區域間均無顯著差異。另外三個地區的研究均具有異質性，表示應有其他調節變項尚未尋得。而在對於科學事業的提升，三個地區間均無顯著差異。其中北部地區的研究具有同質性，而中部與南部的研究則具有異質性，表示中部與南部的研究中，可能有其他調節變項尚未尋得。

表 9

以地區為調節變項提升學生科學本質認識之整合分析摘要表

變項	研究 結果	1.北部 效果值	Z	同質性	2.中部 效果值	Z	同質性	3.南部 效果值	Z	同質性	組間 變異
總體	a.前測 b.後測	.700	16.133*	異質	.550	7.453*	異質	.856	11.156*	異質	3>2
科學 知識	a.前測 b.後測	.778	12.427*	異質	.504	5.161*	同質	.717	8.315*	異質	1>2
科學 方法	a.前測 b.後測	.508	8.433*	異質	.509	5.198*	異質	.585	6.878*	異質	n.s.
科學 事業	a.前測 b.後測	.617	10.427*	同質	.484	5.041*	異質	.529	6.413*	異質	n.s.

註：\* $p < .05$ ，北部包含：雙北/基/桃/竹/宜，中部包含：苗/中/彰/投/雲/嘉，南部包含：南/高/屏

表 10

地區與學校階段(左)/主要教學策略介入(右)之交叉表

地區	學校 階段			地區	主要教學 策略	
	國小	國中	高中以上		探究 介入	科學史 介入
北部	10(58.8%)	5(29.4%)	2(11.8%)	北部	6(35.3%)	11(64.7%)
中部	5(55.6%)	2(22.2%)	2(22.2%)	中部	5(55.6%)	4(44.4%)
南部	8(88.9%)	0(0.0%)	1(11.1%)	南部	2(22.2%)	7(77.8%)

註：括號內百分別為同地區之比例

對於地區調節變項上，學生科學本質認識提升效果出現顯著差異，本研究搜尋之前相關研究均無相關探討。然而若透過地區與學校階段或地區與主要教學策略介入的交叉比對，如表 10，發現在學校階段上，南部的研究對象多以國小階段(88.9%)為主，而在主要教學策略介入上，北部與南部均為科學史介入(64.7%/77.8%)比例高於探

究介入(35.3%/22.2%)，僅中部為探究介入(55.6%)比例高於科學史介入(44.4%)。根據之前分析，在學校階段上國小階段的效果值顯著較高，在主要教學策略介入上科學史介入顯著高於探究介入，可推測地區調節變項之差異應源自於學校階段與主要教學策略差異所造成。

## 伍、研究結論與建議

### 一、結論

本研究整合台灣地區博碩士學位論文中關於教學策略提升學生科學本質認識的相關實證研究後，經過整合分析後，根據研究發現獲得結論如下：

#### (一) 科學本質的可教性與策略使用

根據整合分析結果可知科學本質是具有可教性的，此和 Dawkins 與 Vitale(1999)研究結果相同，科學本質概念是可教的。另外透過不同教學策略以提升科學本質認識是可行的方式，且效果值可達 0.6986，為中效果的狀態，此結果與翁秀玉與段曉林(1997)、高慧蓮(2006)、靳知勤(2007)所倡議透過不同的教學策略，如：科學史、探究方式等都可以提升學習者的科學本質認識。就科學本質的三個面向來看，均有不同的提升，其中以科學知識向度提升的效果值相對最高，也與翁秀玉與段曉林(1997)的研究結果相似，對於科學知識的成效相對明顯，而透過科學史或相關故事，學習者也易獲得科學知識具有暫時性、可複製性、公開性等性質(劉振中、熊召弟，2002)。

研究結果顯示，的確可透過不同教學策略提升學生科學本質認識，教師可透過不同途徑傳達科學本質，以提升學生的科學本質，而教學策略的使用會影響科學本質的提升，但不同教學策略(探究模式/科學史融入)在於不同科學本質面向上，雖有不同效果，但仍具有異質性。以上結果與邱明富與高慧蓮(2006)、林淑楞、劉聖忠、黃茂在、陳素芬與張文華(2008)等研究呼應，選擇的主題概念、教學者本身的教學風格、教學者科學本質觀、學習者的理解能力等，都可能影響學生的科學本質認識提升。理論上，科學史融入的教學策略對於科學知識的相關特性傳達上，相對優於探究模式的教學，但設計科學史融入教學往往更需要額外設計，造成更多的差異(林淑楞、劉聖忠、黃茂在、陳素芬、張文華，2008)。而故除教學策略外，其他影響學生科學本質提升因素相對繁多，如：教學者的科學本質觀、教學者的教學信念、課室討論、教案

設計差異...等(Flick, 1996; Lederman,1995; Meichtry, 1992)。

另外本研究發現數位介入/閱讀寫作介入亦對於科學本質提升有較佳的效果，然因研究資料筆數較少，統計支持力相對較為薄弱，有待收集更多資料支持。而在閱讀寫作介入學生科學本質之科學方法向度上，出現有介入卻顯著低於無介入的結果，和林淑榜、葉辰楨、張文華與陳素芬(2012)研究相似，文本閱讀時學生關注科學知識內容的程度高於關注科學本質，使文本閱讀的科學本質學習成效相對受限。

從異質性檢定的結果來看，雖不同教學策略提升科學本質認識間，可能具有調節變項的存在，但因原始資料的不足，研究未能找出有整合分析支持的調節變項，顯示教學策略使用仍須考慮其他因素，方可有效提升科學本質。

## (二) 介入科學本質的教學時機

根據研究結果，發現不同學校階段所實施科學本質教學，無論在科學本質的總體或三個分向度上，以國小階段的效果顯著高於其他階段。其可能原因與學習者本身的科學本質形塑有關，學校階段越高，學習者接觸過更多科學相關的學習，所形塑的科學本質認識相對越為固定，也越難以改變。同時亦與階段所學習的科學本質增加有關(許良榮、蕭培玉，2007)，所需教導之科學本質的教學目標越多，造成科學本質認識提升分散。因此在學習者學校階段越低時，實施科學本質提升教學的效果相對較佳。而學生科學本質認識越高(接近建構主義觀點)，學習過程會越傾向理解科學而非記憶(Songer & Linn, 1991)。

## 二、建議

### (一) 釐清教學策略介入以提升科學本質了解的機制

根據研究發現，即使同種教學策略介入，科學本質的提升效果值仍有所不同，且分析結果具有異質性，表示仍有其他因素影響。而科學本質本身便是受社會文化因素影響，故提升科學本質的了解並非透過教學策略單一因素機制可闡明。然而本研究在搜尋台灣地區相關研究時，在提升科學本質了解的機制多以單一變項探討，而缺乏不同層面的因素共同介入機制說明。故台灣地區應增加針對科學本質提升的相關研究，如：課室對談/論述、教師科學本質教學信念、學生科學認同程度、社會性科學議題(socio-scientific issues)教學...等，以闡明教學策略提升科學本質了解之相關因素，以

期未來能釐清教學策略提升科學本質了解之機制，並提出相關整合模式。

## (二) 提早介入科學本質的教學時間

提升科學本質的效果，以國小階段的效果顯著高於其他階段，故在科學教育實務上，應將科學本質教學落實於國小階段，厚植科學教育之基礎。

## (三) 未來研究建議

關於科學本質的研究，相對偏向於學生個人學習信念，然而學生內在信念如何轉化成學生外在表現，科學本質如何去影響科學學習成效，台灣地區尚未建構具有解釋力的模式，故建議未來研究方向可嘗試建構融入科學本質認識的科學學習模型。

# 參考文獻

## 中文部分

- 王美芬、熊召弟（1995）。**國民小學自然科教材教法**。台北：心理出版社。
- 吳政達、陳芝仙（2006）。國內有關國中小校長教學領導研究之後設分析。**教育學刊**，26，47-84。
- 吳貞儀、許瑛珺、張文馨、方素琦(2017)。社會性科學議題線上教學模組對高中生多元面向決策的影響。**數位學習科技期刊**，9(3)，69-94。
- 李茂能（2015）。**傳統整合分析理論與實務: ESS & EXCEL**。台灣五南圖書出版股份有限公司。
- 林淑楞、葉辰楨、張文華、陳素芬（2012）。運用明示和暗示科學本質文本對七年級學生學習演化單元的效益。**科學教育學刊**，20(4)，367-392。  
doi:10.6173/CJSE.2012.2004.04
- 林淑楞、劉聖忠、黃茂在、陳素芬、張文華（2008）。運用科學史傳達科學本質之教學實務探討－以簡單機械單元為例。**科學教育月刊**，(315)，2-18。
- 林陳涌（1995）。**高中生對科學本質瞭解之研究**。國科會專題研究成果報告(NSC 84-2511-S-003-083)。台北：行政院國家科學委員會。

- 林樹聲（1999）。科學素養的省思。**科學教育月刊**，(222)，16-26。
- 邱明富、高慧蓮（2006）。科學史融入教學對國小學童科學本質觀影響之探究。**科學教育學刊**，**14**(2)，163-187。doi:10.6173/CJSE.2006.1402.03
- 翁秀玉（1997）。**國小自然科學教師傳達科學本質之行動研究**。未出版碩士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所。彰化市。
- 翁秀玉、段曉林（1997）。科學本質在科學教育上的啟示與作法。**科學教育月刊**，(210)，2-16。
- 高慧蓮（2006）。九年一貫課程提升學生科學本質能力指標表現可行教學模組之開發研究。**科學教育學刊**，**14**(4)，401-425。doi:10.6173/CJSE.2006.1404.02
- 許良榮、蕭培玉（2007）。中小學之科學本質與科學史的教學需求之研究。**科學教育學刊**，**15**(1)，1-23。
- 陳雅君、洪瑞兒、余曉清、林煥祥（2016）。臺灣學生科學素養與科學教學者研究成果表現之發展趨勢探討。**科學教育學刊**，**24**(4)，333-354。doi:10.6173/CJSE.2016.2404.01
- 楊桂瓊、林煥祥、洪瑞兒（2012）。以論證活動探討國小學童論證能力和科學本質之表現。**科學教育學刊**，**20**(2)，145-170。doi:10.6173/CJSE.2012.2002.02
- 靳知勤(2007)。科學教育應如何提升學生的科學素養-台灣學術精英的看法。**科學教育學刊**，**15**(6)，627-646。
- 劉振中、熊召弟（2002）。國小教師的科學本質觀及其教學實踐個案研究。**國立臺北師範學院學報：數理科技教育類**，(15)，285-314.
- 鄭可萱、李松濤（2018）。當科學素養與閱讀素養相遇：高中學生科學新聞閱讀策略之實驗研究。**教育科學研究期刊**，**63**(4)，157-192。doi:10.6209/JORIES.201812\_63(4).0006
- 謝州恩、劉湘瑤（2016）。建構國小自然科學課程之科學本質要項。**科學教育學刊**，**24**(4)，355-377。doi:10.6173/CJSE.2016.2404.02
- 科學教育學門（2019）。科學教育學門及多元族群的科學教育學門現況與發展。**人文及社會科學簡訊**，**20**(2)，57-65。
- 劉嘉茹（2004）。**科學認識觀：多元性及其對學習之影響**-子計畫三：不同時空科學認識觀對概念改變類型影響之探討(I)。國科會專題研究計畫成果報告（計畫編號

- NSC93-2511-S017-011)。臺北：國科會。
- 蔡今中（2004）。**教師科學認識觀與實施建構主義取向教學之關聯性（3/3）**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（NSC92-2511-S-009-013）。臺北：國科會。
- 蔡今中（2012）。**台灣學生科學知識觀與科學學習概念研究**。國科會專題研究計畫成果報告（計畫編號 NSC100-2511-S011-004-MY3）。臺北：國科會。

## 外文部分

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000b). The influence of history of science courses on students views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095. doi:10.1002/1098-2736(200012)37:103.0.co;2-c
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436. doi:10.1002/(sici)1098-237x(199807)82:43.0.co;2-e
- Abimbola, I. O. (1983). The relevance of the “new” philosophy of science for the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 83(3), 181-192.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) . (1989). Project 2061 : Science for all Americans. Washington, D.C.: Author
- American Association for the Advancement of Science. (AAAS) (1993). Benchmarks for science literacy. New York : Oxford University Press.
- Bybee, R. W. (2008). Scientific Literacy, Environmental Issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein Lecture. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 566-585. doi:10.1007/s10956-008-9124-4
- Chiappetta, E. L., Koballa, T. R., & Collette, A. T. (2006). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.

- Ferguson, C. J. (2016). *An effect size primer: A guide for clinicians and researchers*. In A. E. Kazdin (Ed.), *Methodological issues and strategies in clinical research* (p. 301–310). American Psychological Association.
- Flick, L. B. (1996). Relationship between Teacher and Student Perspectives on Inquiry-Oriented Teaching Practice and the Nature of Science.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando, FL: Academic Press.
- Hofer, B. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Educational Psychology Review*, 13(4), 353-383.
- Lederman, N.G. (1992), Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *J. Res. Sci. Teach.*, 29: 331-359.  
<https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, N. G. (1995). *Translation and transformation of teachers understanding of the nature of science into classroom practice*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Education, Office of Educational Research and Improvement.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-880). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N.G., Lederman, J.S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.
- Meichtry, Y. J. (1995). *Elementary Science Methods Strategies To Measure and Develop Student Views about the Nature of Science*. Place of publication not identified: Distributed by ERIC Clearinghouse.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521. doi:10.1080/09500690600718344
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC:

- National Academic Press.
- National Research Council. (2013). *Developing assessments for the next generation science standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Teachers Association. (2000). *NSTA position statement: The nature of science*. Retrieved July 1, 2020, from <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science>
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, N.J: Rutgers Univ. Press.
- Songer, N. B., & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration?. *Journal of research in science teaching*, 28(9), 761-784.
- Tasi, C. C. (1998). An analysis of scientific epistemological beliefs and learning orientations of Taiwanese eighth grades. *Science Education*, 82, 473-489.

## 附錄一：整合分析論文清單

整合分析之研究清單	樣本數
王凱信（2014）。融入有關空氣與燃燒科學史之數位遊戲學習對國小五年級學童科學本質觀及認知學習成效之影響	53
吳仲謀（2003）。科學本質教學模組對學童自然科學學習影響之研究—以氣象故事為例	30
吳建興（2014）。學生學習科學本質之初探—閱讀素食與暖化議題	199
呂治平（2004）。科學史的學習對國中學生歷史的科學本質觀影響之探討	45
李玉貞（2000）。光學史融入教學對高中學生科學本質觀及光概念的改變之研究	196
林建毅（2015）。透過 IESWE 探究教學模組提升學生科學探究能力與科學本質之研究	24
林淑芳（2008）。「漸進式科學探究模式」的發展與在數理高中生「獨立研究」指導的應用	30
林裕仁（2006）。科學本質教學策略之建構與成效探討	20
	21
林樹聲（2000）。大學通識教育中科學課程其科目內容之設計研究	40
	31
邱明富（2003）。科學史融入教學以提昇國小學童科學本質觀與對科學的態度之行動研究	31
孫鎮承（2014）。虛擬教室融入科學史對國小學童科學本質觀與對科學態度的影響	25
張永昌（2013）。科學史融入高中物理熱學與光學之教學研究	40
張宗婷（2008）。以互動式歷史小故事與科學寫作活動促進學生理解科學概念與發展科學本質觀	31
	31
張俊民（2010）。不同的科學史情境對國小六年級學童學習自然與生活科技的影響	30
張剛碩（2008）。國小學生參與科展活動對其科學本質觀與科學態度之影響	6
張淑玲（2006）。科學家故事繪本電子書教學對科學學習影響之研究	67
許峻豪（2008）。科學史融入九年級自然與生活科技教學之探討—以『動能、位能與能量』單元為例	60

許誠峰（2012）。資訊融入教學對國小高年級學生科學本質觀之影響與探討	31
	30
郭宸同（2007）。國小學童參加自然科學研究社歷程之探究	8
陳文言（2007）。以多媒體將科學史融入自然與生活科技課程對學生的科學本質觀與科學態度之影響研究	28
	28
陳俊欽（2006）。促進國小高年級學童對科學本質能力指標隱含內涵了解之行動研究	126
陳映辛（2004）。探究式實驗對高中生科學本質觀變化之探討	44
陳英蘭（2006）。運用資訊科技進行科學故事融入自然與生活科技領域教學之行動研究	32
陳琮輝（2013）。以科學史歷程短文教材設計之家庭聯絡本對八年級學生科學本質的影響	61
陳筱雯（2004）。國小自然科教師科學本質學科教學知識之研究	33
黃瓊慧（2005）。科學故事融入高職物理教學對學生科學本質觀和學習態度影響之研究	143
溫錦隆（2007）。科學故事融入教學對國小學童科學本質與科學創造力之影響的研究	27
董秋紅（2005）。科學史融入教學對國小五年級學童科學本質觀、科學態度與科學成就之影響	32
劉錫忠（2002）。提昇國中生對科學本質理解之行動研究	33
蔡米惠（2009）。自編繪本電子書融入自然與生活科技領域之研究-以探討加拉巴哥群島芬雀的演化為例	94
鄭淑妃（2010）。教師科學教學專業知識研究-以科學本質為焦點	63
鄭森榮（2005）。探究式實驗對國小六年級學童科學本質與對科學的態度影響之研究	65

# **Meta-analysis of Utilize Teaching Strategy to Improve Student's Conceptions of the Nature of Science**

Ping-Chen, Tsai\*

## **Abstract**

In Taiwan's educational research, the effectiveness of different strategies to improve the conceptions of the Nature of Science(NOS) is different, and there is no consistent view. Therefore, this study intends to clarify the differences in the research of teaching strategies to improve students' conceptions of NOS. This study uses the meta-analysis of Hedges and Olkin as the research method. It analyzes NDLTD-Taiwan's graduation theses and dissertations about using teaching strategy to improve student's conceptions of NOS. It discusses the differences in the improvement of student's conceptions of NOS, and examines the impact of mediated variables (Teaching Strategy, School Type, School Area) in those researches of the nature of science. And use ESS-2017 to meta-analysis. Using "the Nature of Science" as the keyword, the study finds that 145 relevant papers are obtained through preliminary searching in NDLTD-Taiwan. After eliminating non-conforming studies such as non-teaching experiments, subject content inconsistencies, and no data comparison, there are 33 remaining papers, and 37 statistical effects for meta-analysis are found. This study first adopted the fixed-effects model analysis and found the heterogeneity, and then used the subgroup analysis to find the source of the heterogeneity. The results are as follows:

- 1.The conceptions of NOS can indeed be improved through different teaching strategies. Through different channels, teachers can convey NOS to improve the conceptions of NOS. The use of teaching strategies would affect the enhancement of the nature of science. However, in different dimensions (scientific knowledge / scientific inquiry / scientific enterprise) of the nature of science, different teaching strategies have different effects, but statistics found that the reasons for the differences are not the same. It shows that other

factors(such as: student stage, other auxiliary teaching strategies, teachers' own conceptions of NOS) must be considered in the use of teaching strategies to effectively improve the conceptions of NOS.

2.Regardless of the overall NOS or scientific knowledge / scientific inquiry / scientific enterprise three dimensions, the effect of elementary school stage is significantly higher than that of other stages. Therefore, the learner's school stage of teaching to improve NOS is lower, the effect is better.

**Keywords: Teaching Strategy, Nature of Science, Meta-Analysis**

\* 1st: PD, Department of Educational, National Chiayi University

Email: perfectfly0814@gmail.com