

透過中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 了解國小自然 與生活科技領域教師的科學本質觀

黃淑雅¹、巫俊明²

新竹市東園國民小學¹、國立新竹教育大學應用科學系²

smallriceone@yahoo.com.tw¹、jmwu@mail.nhcue.edu.tw²

摘 要

本研究旨在確認中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 的重測信度，並以它們為研究工具探討 106 位國小自然與生活科技領域教師的科學本質觀。結果顯示：(1)中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 的重測信度在可接受的範圍(VOSTS1：0.82；VOSTS9：0.70)，可做為學者進行科學本質相關研究時的另一種工具選擇；(2)多數受測教師對於科學的定義相當傳統(主要是知識與過程)，至於技學的定義，抱持多元意涵(包括社會面向)觀點的教師不到三成；(3)多數受測教師不瞭解科學假說、定理及定律的定義與功能，對於科學探究的方法，也只有極少數教師的看法與當代觀點一致。此外，多數受測教師認為超自然事物可改變自然世界，這樣的看法顯然與科學認識論相衝突。

關鍵字：VOSTS 問卷、重測信度、科學本質

一、研究背景與目的

提昇國民的科學素養是目前各國科學課程的主要目標(如：American Association for the Advancement of Science[AAAS], 1989；教育部，2003 等)。儘管學者對於科學素養的定義有許多不同的看法，但「理解科學本質」一直是共同的關鍵要素之一。然而許多研究卻顯示，教師與學生對科學本質的理解不僅不足，甚至有許多是扭曲的科學本質觀點(如：Lederman, 1992；丁嘉琦，1999；李悅美，2002)。此外，Brickhouse (1990)的研究顯示，教師對科學的信念會影響其教學策略及教學實務，因而影響學生對科學的學習。因此，瞭解教師的科學本質觀應是落實科學本質教學的重要課題之一。

國內評量教師科學本質觀的工具，大部分是採用自行設計的量表(如：林陳涌，1996；丁嘉琦，1999)，這些量表多數屬李克氏(Likert-type)量表。Roid 與 Haladyna (1981)指出，李克氏量表基本上是假設受測者對問卷题目的詮釋與問卷發展者相同，但實際上受測者與問卷發展者對於問卷题目的解讀往往不同，因而嚴重損害這類量表的效度。Aikenhead、Ryan 與 Fleming 自 1989 年開始，透過有關「科學、技學與社會(STS)」議題的開放式問答題與晤談的方式，調查加拿大數千個十二年級學生對 STS 議題的真實想法，並根據這些想法發展了一份選擇題式量表--Views On Science-Technology-Society (簡稱 VOSTS)(Aikenhead & Ryan, 1992)。由於 VOSTS 的题目與選項之設計力求反映學生的真實觀點，因而在評量學生的科學本質觀點上擁有較高的效度。

VOSTS 問卷共包含 113 個選擇題，分為 VOSTS1 至 VOSTS9 等九個部分。Aikenhead 與 Ryan (1992)建議教師可以從中選擇合適的題目組合，做為特定課程的評量工具，以獲取學生或教師對於 STS 觀點的真實回饋資訊。因此有許多國外的學者都曾採用 VOSTS 問卷做為探討科學本質議題的研究工具(如：Zoller et al., 1990；Haidar & Balfakih, 1999 等)。但國內使用 VOSTS 問卷來探討學生或教師的科學本質觀點的研究則相對較少[根據研究者所知，只有許春峰(1998)及張靜儀(1998)]。由於 VOSTS2 至 VOSTS8 探討的主題是科學的內在與外在社會學，因此本研究挑選 VOSTS1(主題：科學與技學)與 VOSTS9(主題：科學知識的本質)，先確認其重測信度，然後再以它們為工具探討國小自然與生活科技教師的科學本質觀。

二、研究方法

首先針對許春峰(1998)所翻譯的中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 中，字詞較艱澀的部分稍加修改，然後送交兩位科教學者審查(確定中文版與英文版 VOSTS1 與 VOSTS9 每一個題目與選項的意涵相同)，並根據專家的審查意見修正完成中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 初稿。之後研究者邀請五位在職國小自然與生活科技領域教師試填所有題目，並進行晤談，以確定受測者能真正瞭解所有題目與選項的意涵。最後再依據受測教師的意見或建議，修改部分題目之字詞，完成中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 正式問卷。

在重測信度確認階段，參與研究的國小自然與生活科技教師共 36 位，於 95 年 3 月中旬及 4 月中旬各填寫一次中文版 VOSTS1 與 VOSTS9。研究者參考 Botton 與 Brown (1998)，以列聯表(cross-tabulation)列出兩次施測中選擇相同選項的人數比例，並以卡方檢定(χ^2)考驗本研究之虛無假設(H_0)：受測者第一與第二次施測之填答資料間彼此獨立($\alpha=.05$)，最後將每個題目中「兩次施測中選擇相同選項的總人數(N)與參與施測的總人數(T)比」的值相加，並求其平均值，得到中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 的重測信度。

在正式施測階段，參與研究的國小自然與生活科技教師共 106 位，於 95 年 5 月初填答中文版 VOSTS1 與 VOSTS9，研究者參考 Aikenhead、Ryan 與 Fleming (1989)發展 VOSTS 問卷的總結報告中，每個題目及其選項所代表的科學本質觀點，以百分比探討在職國小自然與生活科技領域教師的科學本質觀。

三、結果與討論

(一)中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 的重測信度

表 1 為受測教師兩次施測中文版 VOSTS1 的列聯表及皮爾森卡方檢定結果。A-H 欄位代表兩次施測中皆選擇該選項的人數，「兩次施測 N/T」代表兩次施測中選擇相同選項的總人數(N)與施測總人數(T)之比。以 10111 為例(註：所有 1 開頭的編號，都是屬於 VOSTS1 的題目)，36 位在職教師中，沒有教師在兩次施測中重複選擇 A 選項，有 5 位教師在兩次施測中重複選擇 B 選項，有 20 位教師重複選擇 C 選項等等；36 位在職教師中有 28 位在兩次施測中皆選擇相同選項；卡方值 30.09 表示如果兩次施測的選項是獨立的，一個隨機樣本會產生至少 30.09 的卡方值之機率小於.00004。在.05 的顯著水準下，拒絕兩次施測的選項是獨立的假設，顯示樣本對於 10111 的答題具有一定的穩定性。

由表 1 可知，中文版 VOSTS1 的七個題目中，只有 10421 未達顯著水準，即有六個題目是可信的(reliable)，重測信度為 0.67。不過，根據 Botton 與 Brown (1998)，有些 VOSTS 題目中的選項非常類似，因此可以將這些類似的選項視為同一選項，而得到相當不同的重測信度，例如 10111，其八個選項中的 B 與 C 之意義非常相近，若受測者第一次施測時選 B，第二次施測時選 C，可視為兩次施測是一致的。研究者根據 Botton 所提供的重組(regroup)標準(Bottom, E-mail 通訊, 2005)重新計算，中文版 VOSTS1 之重測信度提高至 0.82(只有 10211 未達顯著水準)。[註: Botton 與 Brown (1998) 的重組標準與 Rubba et al. (1996) 的標準非常類似]。

表 1 中文版 VOSTS1 填答資料的列聯表及皮爾森卡方檢定結果

題目 編號	選項								兩次 施測 N/T	卡方值 (χ^2)	自由度 (df)	顯著性
	A	B	C	D	E	F	G	H				
10111	0	5	20	0	0	3	0	0	28/36	30.09	6	.00004***
10112	0	4	20	0	0	6	0		30/36	42.69	6	.00000***
10211	0	3	1	5	0	0	12		21/36	30.00	12	.00279**
10311	0	0	1	5	2	5	0	3	16/36	43.82	25	.01133*
10411	0	34	0	0	0				34/36	36.00	2	.00000***
10421	0	0	2	4	12	0	0	1	19/36	19.73	15	.18244
10431	0	7	2	11	2				22/36	30.97	12	.00199**

註：A-H 欄位代表兩次施測中皆選擇該選項的人數；「兩次施測 N/T」代表兩次施測中選擇相同選項的總人數(N)與參與施測的總人數(T)比。

*p<.05 ** p<.01 *** p<.0001

用相同的分析方法，中文版 VOSTS9 的初始重測信度為 0.61，按 Botton 與 Brown 的重組標準重新計算後，重測信度提昇至 0.70。至於個別題目的可信度方面，選項重組前、後，中文版 VOSTS9 的二十二個題目中，均有二十個題目是可信的(90631 及 91121 在選項重組前、後均未達顯著水準)(註：所有 9 開頭的編號，都是屬於 VOSTS9 的題目)。

綜合上述，不管是選項重組前或後，以卡方檢定考驗受測教師兩次填答的資料，中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 二十九個題目中，穩定度較低的題目只有三題(VOSTS1 一題、VOSTS9 兩題)，使用時可以考慮自問卷中刪除。但即使未將這三個題目刪除，兩者的重測信度仍在可接受的範圍[VOSTS1：0.67(選項重組前)，0.82(選項重組後)；VOSTS9：0.61(選項重組前)，0.70(選項重組後)]。因此中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 的題目是可信的，除可做為本研究第二部分「探討國小自然與生活科技教師的科學本質觀」的研究工具外，也可以做為國內學者研究科學本質議題時的另一種工具選擇。

(二) 國小自然與生活科技教師對於科學與技學的觀點

1. 科學與技學的定義

受測教師對科學的定義相當傳統，多數都認為科學主要是過程(60.4%)與知識(29.2%)，對於科學的社會面向則較少關注(只有 0.9%)(10111)。至於技學的定義，受測

教師的概念並不適當(10211)(如表 2),至少有五分之一(21.7%)的受測教師認為技學是「科學的應用」(選項 B),選擇較多元意涵(包括社會面向)的教師只有 27.4%(選項 G)。

表 2 受測教師填答 VOSTS 10211 的結果

% 人數		要定義什麼是「技學」可能有困難，因為在台灣，和技學相關的事物相當廣泛。基本上，您對「技學」的定義為何？	
2.8	3	A	與科學非常類似。
21.7	23	B	科學的應用。
18.9	20	C	製造日常物品的新製程、儀器、工具、機械、器具、精巧裝置、電腦，或實用裝置。
2.8	3	D	機器人學、電子學、電腦、通訊系統、自動化…等。
20.8	22	E	一種做事的技術，或一種解決實際問題的方法。
5.7	6	F	發明、設計及測試事物（如：人工心臟、電腦、太空船）。
27.4	29	G	一種用來設計及製造事物、或用來組織工人、商人及消費者，或促使社會進步的構想及技術。

2.科學與技學의 交互作用

受測教師對於科學與技學的交互作用並未有一致調合的看法。高達 86.8%的教師認為科學研究可導致技學的實際應用，而技學發展則可以增進科學研究的能力(10411)，但是被要求比較技學與科學研究的社會價值時，多數(92.3%)教師卻又同意為了改善人類的生活品質，二者都應投資(10421)。此外，一半以上的受測教師(54.7%)也認為所有技學的發展都建立在科學發現之上(10431)。可見受測教師雖然瞭解科學與技學間的交互作用，但卻不瞭解科學與技學在社會情境下其實扮演不同的角色。

(三)國小自然與生活科技教師對於科學知識的本質之觀點

1.觀察的本質

觀察是科學的基礎之一。許多科學哲學家(如：孔恩)都認為觀察是理論蘊涵的。受測的在職國小自然與生活科技領域教師多數(74.5%)都認同科學觀察是理論蘊涵的，因此理論會影響科學實驗的設計及觀察的結果，同時也會影響科學家的思考(90111)。不過，也有超過五分之一(21.7%)的教師認為，有能力的科學家即使相信不同的定理，進行觀察時也會得到很類似的結果(選項 C)。

2.概念的發明

受測教師中認為科學模型不是真實世界的複製品者只有 37.7%(90211)，但多數教師(64.2%)都能瞭解分類架構具有人類創意的成份，因此科學家可以使用不只一種的分類系統(90311)。此外，多數受測教師認為科學家會提出假說，然而高達 78.3%的受測教師並不瞭解假說、定理及定律的定義與功能，甚至認為假說、定理及定律之間有一簡單的階層關連，即「假說能變成定理，定理能變成定律」(90511)。至於假說的真實性，超過一半(52.8%)的受測教師認為必須視情況而定，有時科學需要真實的假說才能進步，有時卻

透過中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 了解國小自然與生活科技領域教師的科學本質觀能從錯誤的假說中獲得學習(90521)。另外，近五成(46.2%)的受測教師認為科學構想應該是精確的(90531)，但只有不到三成(27.4%)的受測教師瞭解科學家「簡單就是美」的信念(90541)。

3.科學與技學知識的特性

多數(90%以上)受測教師都同意科學知識會持續改變，而科學與技學的預測充滿不確定性。對於科學知識是如何成長的，五成受測教師的看法符合目前建構主義的科學認識論觀點，但也有超過四成(41.5%)的教師抱持否證主義的觀點(90411)，可見受測教師普遍都瞭解科學知識會持續改變，但是對於科學知識發展的看法仍較偏向否證主義，與當代觀點不一致。至於科學與技學知識的不確定性，高達九成以上的受測教師認為，即使依據精確的知識或精確地使用數學做預測，科學家及工程師也無法肯定地告訴我們一定會發生什麼事(90711 與 90721)。

4.科學探究的方法

受測教師對於科學方法的定義相當分歧(90611)(如表 3)，比率較高的是「一種具邏輯性、廣泛被接受的問題解決方法」(22.6%)，其次是「試驗再試驗~用有效的方法證明某事物是真或假的」(20.8%)，只有極少數教師對於科學方法的看法與當代觀點一致，即沒有所謂的科學方法(3.8%)。其他抱持「好的科學家會使用任何方法以獲得好結果」(90621)、「科學發現是由一系列彼此關連，但沒有線性邏輯的事件所產生」(90631)等觀點的比例也都很低，分別只有 17.9%與 1.9%。此外，近四成(39.6%)的教師誤認為科學論文撰寫的就是實際研究進行的方式(90641)。

5.科學的基本假設

對於科學的基本假設之一~均變說(uniformitarianism)(即超自然事物是否能改變自然世界)，超過六成以上(64.2%)的受測教師之看法(如表 4)，與創造論支持者的立場一致，即超自然事物可以改變自然世界，這樣的看法顯然與科學認識論相衝突(90921)。

6.科學知識的定位

連續三個題目探討科學假說(91012)、定理(91013)及定律(91011)的本體/認識論定位。認為科學家「發現」科學假說、定理及定律的受測教師分別為 36.8%、55.6%、52.8%，認為科學家「發明」科學假說、定理及定律的教師分別為 41.5%、23.6%、37.7%。抱持中庸觀點，認為科學家可能「發現」或「發明」科學假說、定理及定律的教師則分別為 21.7%、20.8%、9.14%。上述結果顯示，認為假說是科學家「發明」的比率較「發現」高，但認為定理與定律是科學家「發明」的比率較「發現」低。因此，受測教師對於科學知識(假說、定理、定律)的本體/認識論定位，並沒有一致性的看法。

7.不同科學領域的調合性

大部分(67.0%)的受測教師認為相同的構想在不同的領域會有不同的意義(91121)，但對於不同領域科學家之間是否能互相瞭解，受測教師的看法則旗鼓相當，近五成(49.1%)的教師認為不同領域的科學家難以互相瞭解，另有五成多(51.0%)的教師認為不同領域的科學家很容易互相瞭解(91111)。

表 3 受測教師填答 VOSTS 90611 的結果

%	人數		當科學家從事探究時，據說他們會遵循科學方法。基本上您對「科學方法」的定義為何？
3.8	4	A	實驗的步驟或技巧；通常是由科學家將它記載在書或期刊上。
0.9	1	B	小心地記錄您的結果。
5.7	6	C	小心地控制實驗的變因，不要留下詮釋的空間。
7.5	8	D	有效率地獲得事實、定理，或假說。
20.8	22	E	試驗再試驗~用有效的方法證明某事物是真或假的。
10.4	11	F	提出一個定理，然後設計實驗來證明它。
17.0	18	G	質問、提出假說、收集資料與下結論。
22.6	24	H	一種具邏輯性、廣泛被接受的問題解決方法。
7.5	8	I	引導科學家們工作的一種態度。
3.8	4	J	考量科學家的實際作法，其實沒有所謂的科學方法。

表 4 受測教師填答 VOSTS 90921 的結果

%	人數		科學建立在「自然世界不會因為超自然事物(如：神)而產生改變」的假設上。基本上，您的看法是：
12.3	13	A	科學家假設超自然事物 <u>不會</u> 改變自然世界。
9.4	10	B	因為超自然事物超過了科學所能驗證的範圍。在科學領域之外的範圍，其他觀點可能假設超自然事物可能會改變自然世界。
7.5	8	C	因為如果超自然事物確實存在，科學事實可能會在一眨眼間發生改變。 <u>但是</u> ，科學家一再重覆地獲得一致的結果。
7.5	8	C	視情況而定。關於超自然事物的假設，隨著個別科學家而有所差異。
64.2	68	D	任何事物都有可能。科學家並不瞭解有關自然世界的所有事物。因此，科學必須以開放的心胸看待超自然事物可能會改變自然世界的可能性。
6.6	7	E	科學能夠探究超自然事物，也可能可以解釋它。因此，科學可以假設超自然事物是存在的。

四、結論與建議

- (一) 中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 的重測信度均在可接受的範圍(VOSTS1：0.82；VOSTS9：0.70)，應可做為學者進行科學本質相關研究時的另一種工具選擇。不過，VOSTS1 與 VOSTS9 的題目及選項之敘述均十分冗長，答題相當耗時，考量作答的時間及答題者的耐性，如需使用 VOSTS1 與 VOSTS9 時，建議應適當地選擇合理的題目數量。
- (二) 多數受測教師對於科學的定義相當傳統(主要是知識與過程)。對於技學的定義，選擇較多元意涵(包括社會面向)的觀點之教師不到三成。此外，受測教師對於科學與技學的交互作用並未有一致調合的看法。
- (三) 對於觀察的本質，多數受測教師抱持科學觀察是理論蘊涵的觀點。但多數受測教師

並不瞭解科學假說、定理及定律的定義與功能，對於科學探究的方法，也只有極少數教師的看法與當代觀點一致。此外，多數受測教師認為超自然事物可改變自然世界，這樣的看法顯然與科學認識論相衝突。

(四)對於科學知識的定位，受測教師對於假說、定理與定律的本體/認識論定位，並沒有一致性的看法。至於不同科學領域的調合性，大部分的受測教師都認為相同的構想在不同的科學領域會有不同的意義，但認為不同領域的科學家很難或很容易互相瞭解的比率則相當(各有五成左右)。

(五)許多國小自然與生活科技領域教師的科學本質觀點並不適當，師資培育相關機構應開設有關於科學本質的課程或研習活動，以提供在職及職前國小科學教師專業成長的機會，如此教師方有可能勝任有關科學本質的教學。

(六)為使學生能達成九年一貫課程綱要之科學本質能力指標，自然與生活科技領域教師應隨時注意教育的趨勢，透過在職進修或參與科學本質相關研習的方式，增進本身有關科學本質的專業成長，如此國小學生才有可能達成九年一貫自然與生活科技領域課程綱要中的十個科學本質能力指標，以成為具有科學素養的公民。

(七)由於時間與經費的限制，本研究並未將中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 的選項予以分類、計分，後續的研究可成立一個專家或學者的小組，將中文版 VOSTS1 與 VOSTS9 的選項予以分類、計分，使施測結果能以統計方式進行分析，以瞭解不同背景變項的受測者對於科學、技學及科學知識的本質之觀點是否有顯著差異存在。

五、參考文獻

- 林陳涌(1996)。「瞭解科學本質量表」之發展與效化。*科學教育學刊*, 4(1), 1-58。
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The Development of a New Instrument: "Views on Science-Technology-Society"(VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Aikenhead, G. S., Ryan, A. G., & Fleming, R. W. (1989). *Views on science-technology-society* (form CDN.mc.5). Saskatoon, Canada, S7N 0W0: Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.
- Botton, C., & Brown, C. (1998). The Reliability of Some VOSTS Items When Used with Preservice Secondary Science Teachers in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 53-71.