

國中學生對於科學與科學家的認識之研究

張惠博、何珮琪、林建隆

大約自一九〇〇年以來，對於科學本質與科學家的認識，一直是科教學者努力的課題。研究顯示，一般大眾對於科學的了解與對科學家形象的認識，常有偏頗或扭曲的看法。甚且，這些看法也常是來自於電視、電影、漫畫等的傳播。所以，本研究旨在探究：一、國一學生所繪畫的科學家形象，所表達的意涵為何？二、國一學生對於科學的了解為何？三、國一學生對於科學家的認識為何？四、國一學生對於「科學家角色」看法與「科學知識」看法的分析。總共有三十七位國一升國二資優班學生參與這項研究，先請其繪出科學家的形象，並從中選擇五位學生進行晤談，進而分析晤談資料，以獲得這五位學生對於科學與科學家形象的認識。然後，有二十三位學生前往美國奧勒岡大學參加一週的科學與文化研習活動。最後，則以一份數量化的問卷，探究國中生對於科學與科學家的傳統與當代的見解。研究發現這五位國一學生有部分的了解、印象與以往的研究有相當程度的類似，諸如外表、工作場所與器材實驗等。這也說明有關科學的表徵是沒有國界的。其次，這些學生雖認為科學家主要工作是創造、發明，可是，卻常認為技術的發明也屬於科學的範疇。惟，有一位學生能指出科學家主要的工作是在知識的追求。此外，亦有學生認為科學研究須要沈思、假設、討論及發表成果等，這些都是較具深度的認識。此外，未出國研習（十四位）的學生相較於出國研習（二十三位）的學生，呈現較傾向於傳統的科學家角色之觀點。甚且，學生對於科學家角色與科學知識的相關性之檢驗，也呈現了一些有趣的結果。為了提昇國中學生對於科學與科學家的認識，後續的研究更應結合科學教學與有關的教學活動，期能較清楚、

有系統的了解國中生的看法。

關鍵字：科學本質、科學家形象、國中學生

Key words: Nature of Science, Images of Scientists, Junior High Students

壹、前言

長期以來，對於科學內涵與科學家形象的研究並不少。研究顯示，一般大眾對於科學的了解與對科學家形象的認識，常有偏頗或扭曲的看法（Basalla, 1976）。推究其原因，媒體包括：電視、電影、雜誌等傳播（Schibeci, 1986）之影響，應是不可缺少的社會因素。

關於學生對科學家的認識，其中，一項最為人熟知的，就是 Mead 與 Metraux（1957）所進行的研究。他們發現學生對於科學家擁有正面與負面的看法。研究並建議：應鼓勵女生對於科學的興趣，應強調集體的（相對於卓越的個人貢獻，例如愛因斯坦）科學本質，也應強調近代科學的興趣與探索。在 Schibeci（1986）文中，並指出前述這些建議，以現今的觀點，仍是相當符合的。事實上，也確實如此。至於，學生對於科學與科學家的看法之研究，較常使用的研究方法，則是 Chambers（1983）的 Draw-A-Scientist（DAST）。Chambers（1983）及 Schibeci 與 Sorensen（1983），即曾使用 DAST 研究國小學生對於科學家之形象認識，研究發現學生對於科學家確實擁有刻板印象，其研究的主要結果如下：一、穿著實驗服（通常是白袍，但不必然）；二、戴眼鏡；三、毛髮之特徵（留鬍子、禿頭等）；四、研究表示：科學儀器、實驗設備等；五、知識的表示：書籍、檔案夾、櫥櫃；六、技術：科學的產品與七、相關的表示：公式、毒物警示、「我找到了」之表情等。

雖然，有許多的研究者採用 DAST 的方法進行科學家形象的研究，可是，亦有研究者（McNay, 1988；Yakop, Hill, & Wheeler, 1989；Boylan, Wallace, & Sharman, 1990）認為 DAST 的步驟不見得具有效度，因為其僅能測得學生部份的了解。這些研究者認為學生所知遠比所繪出來的還多，繪圖

存在著一些表達上的限制。因此，Boylan等人（1992）即採用先繪製好的30個成對的圖形，並用來做為晤談的基礎，藉以探索學生對於科學家的外貌、工作場所、工作性質與受雇行業／性別等的看法。雖然，研究者強調他們所採用的方法優於DAST，可是，對於科學家的刻板印象，仍獲得與以往類似的結果。

在諸多可能影響學生對於科學與科學家的因素之中，學校科學課程被認為是不可避免的影響因素。可是，以現行的科學課程而言，對於學生建構科學與科學家形象的認識，究竟影響程度為何，所知並不多。甚且，有關學生對於科學與科學家形象的認識，因涉及各有關報導的角度與呈現的手法，使得學生易於擁有負面的看法。所以，如何根據學生對於科學與科學家之認識，訂定有關前述議題的教學目標，及如何進行前述議題的教學，應是當前科學教育改革不容忽視的課題。

近幾年來，與科學哲學有關的研究，再度成為研究者關切的問題。以往，科學本質的議題，被認為是附屬於科學教學的問題，事實上，對於科學與科學家特徵的認識，應有助於科學的學習（Lederman & Niess, 1997）。所以，前述有關國小、中學生對於科學與科學家的認識究竟為何，確屬值得研究。尤其，在社會文化、資訊傳播與科學知識等皆有益趨國際化之際，我國學生在前述議題上的表現，實有詳加研究的必要。

本研究擬探討國中一年級的學生對於科學家與科學的認識。研究問題為：

- 一、國一學生所繪畫的科學家形象，所表達的意涵為何？
- 二、國一學生對於科學的了解為何？
- 三、國一學生對於科學家的認識為何？
- 四、國一學生對於科學知識與科學家角色的認知之分析。

貳、研究方法

本研究擬以質的方法，探討國一升國二（本文簡稱為國一學生）學生

對於科學與科學家的認識。數據收集的方法包括繪圖、晤談。首先於八十八年六月中，請彰化縣某國中一年級資優班三十七位學生繪出科學家的圖像。然後，再由二位研究者共同選出五位同學進行晤談。選擇同學作品的標準是所繪製的形象內容較為豐富、有趣，且較認真繪製者。晤談的主要問題如下：

一、你為什麼會這樣畫科學家的形象呢？二、你對科學的了解為何？三、科學家都在做些什麼事呢？四、科學家的工作場所在哪裡呢？五、科學家是男的？或是女的？六、科學家的特質為何？七、科學家研究的目的何在？八、你以後是否想當科學家呢？

晤談時，在商得學生之同意後，進行錄音，然後，謄寫為文字，再將學生在晤談中所言進行整理，俾顯示學生對於科學與科學家角色的看法。

此外，前述這些學生中有二十三位在七月中曾赴美遊學，並且，在奧勒岡州立大學上課六天，上課內容以科學探究活動為主，包含科學本質、火箭製作與試射及其他有關化學、生物、地質等課程。在返國之後，請全部三十七位同學填寫「科學知識」與「對於科學家角色」看法的問卷，旨在探討國中學生對於科學家角色與科學知識的認知，並比較出國研習與未出國研習的學生，對於前述問卷回答的差異。這份問卷係採自 Palmquist 與 Finley（1997）的部分研究成果（如附錄一）。有關科學家角色的問卷，第1至第6題是屬傳統觀點，第7至第15題，是屬當代觀點；關於科學知識的問卷，第1至第6題是屬傳統觀點，第7至第11題，則屬當代觀點。每一問題，最高分為4分。對於傳統觀點的問題，得分愈高，表示愈傾向於傳統。若屬於當代觀點的題目，則得分愈高者，亦表示愈傾向於擁有當代觀點。

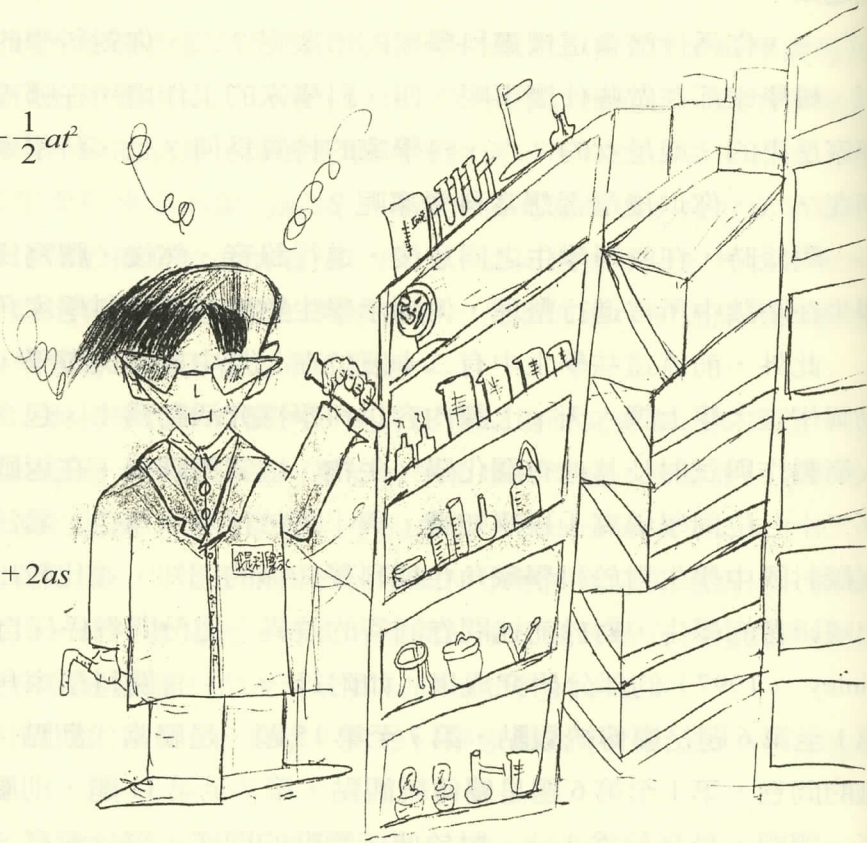
參、研究結果

本部份的結果包括學生所繪的圖形（如圖1）及科學家的形象及問卷分析。

其實科學家和我們一樣...
兩個眼睛 一個鼻子
兩個耳朵 一個嘴巴
所以.....

$$S = V_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$V^2 = V_0^2 + 2as$$



圖一科學與科學家的形象

圖一所示，是五位被晤談的同學中之一位。圖中所顯現的，與先前這一領域包含了對於科學家的外表、工作、場所、儀器、設備與數學式子等有高度的相似。

其次，根據學生的繪圖，在經由晤談，整理得下述的結果：

一、科學家的工作性質

次序	類別	個案編號				
1	實驗	1	2	3	4	
2	與別人聯繫、合作	1		3	4	
3	發明、創造	1	2			5
4	發明新產品	1		3		
5	有危險性	1		3	4	
6	在室內 可能在室內或室外	1	2	3		
7	假設			3		
8	發表	1			4	5
9	沈思					5

由前述分析可知，國中學生對於科學家的工作性質的認知，包含了九種，當然，研究結果也會受到晤談問題的影響。然而，國中學生能說出類如：合作、創造、假設等這些從事科學研究的方法與途徑，這是很有意義的。研究者曾問個案 3，何以科學家須要「假設」呢？這位學生回答他是因參加科學展覽的經驗，讓他體會到「假設」在科學研究中的意義與重要性，所以，他認為科學家做研究時，須要「假設」。

二、未來是否想當科學家？

次序	類別	個案編號				
1	不太確定	1			4	
2	有此傾向		2	3		5

由晤談中，發現五位學生並沒有明顯的意願從事科學的研究。大多是認為念科學很辛苦，獲利又不高。所以，未來的選擇，仍以工、醫為主要的方向。

三、科學家的特質

次序	類別	個案編號				
1	工作狂熱、執著			3	4	
2	男 沒有性別之分	1	2	3	4	5
3	太辛苦		2			
4	耐心		2			
5	成功、失敗			3	4	5
6	性情古怪			3		
7	穿白袍			3		
8	自信					5
9	禿頭、帶眼鏡			3		
10	帥帥的					5

有關科學家的特質，包括性別、外表與其工作的態度等，國中學生能體認科學研究會經常遭遇失敗，也須要有耐心，才能有所成。

四、圖像繪製的靈感來源

次序	類別	個案編號				
1	漫畫	1		3	4	5
2	科展		2	3		
3	家人		2			
4	卡通			3		
5	電影			3		
6	書			3	4	
7	學校課程		2	3	4	
8	錄影帶					5

非常有趣的，這些學生繪圖的靈感大部份來自漫畫、卡通、電影，少部分是來自科展或學校科學課程。顯然，學校外的教育，亦常影響學生的想法，然而，課程外的訊息來源或許對於表面的了解有影響，可是較深層的了解，即須本身親自對於科學的理解，例如：在赴美遊學之後，國中學生對於科學的客觀性、創造性、科學知識的暫時性，即有一些了解。在針對問卷內容的班級討論時，學生的解釋，亦再次得到充分的印證。學生經常說，像在美國上課時，教授說科學應該是什麼…。由此可知，安排合適的課程、教學活動及讓學生參與科學探究的情境，皆能有助於學生對於科

學與科學家的正面了解。

五、對於國中學生「科學家角色」與「科學知識」的問卷分析

針對出國與未出國同學，進行科學家角色看法與科學知識見解的 t 考驗。研究結果發現出國研習與未出國研習的學生，在傳統的科學家角色之看法呈現顯著差異 ($t=-4.32, p<.01$)，未出國研習的學生呈現較傳統的觀點。其餘有關科學家角色的當代觀點，及科學知識的傳統與當代觀點等的考驗，並無顯著差異。進一步分析數據，發現未出國研習的學生，在科學家角色當代觀點之平均分數，也略高於出國研習的學生，雖然未達到顯著差異，惟出國研習的學生有趨中之傾向。

表一：全體學生對於科學家角色看法的 t 檢定分析

組別	人數	平均數	標準差	t 值
傳統觀點				
出國研習組	23	2.40	0.37	-4.32*
未出國研習組	14	2.90	0.32	
當代觀點				
出國研習組	23	3.08	0.26	-1.77
未出國研習組	14	3.25	0.30	

註：*： $p<.05, n=37$

表二：全體學生對於科學知識看法的 t 檢定分析

組別	人數	平均數	標準差	t 值
傳統觀點				
出國研習組	23	2.42	0.32	-1.38*
未出國研習組	14	2.57	0.33	
當代觀點				
出國研習組	23	2.78	0.32	0.47
未出國研習組	14	2.71	0.49	

註：*： $p<.05, n=37$

再將全部三十七位學生的作答，進行一些相關係數的檢驗，發現科學家角色的傳統觀點與科學知識的傳統觀點，達顯著相關（ $r=.50, p<.05$ ），顯示學生的這二種傳統觀點具有一致性。然而，科學家角色的傳統觀點與科學家角色的當代觀點之相關係數 $r=.42, p<.05$ ，此即表示學生可能同時擁有科學家傳統角色與當代角色的認知。此外，關於科學家角色的當代觀點與科學知識的傳統觀點（ $r=.52, p<.05$ ），亦呈顯著差異。亦即，學生雖對於科學家角色擁有當代觀點，卻仍抱持傳統的科學知識觀點，這是否說明對於科學家角色改變的認知會先於科學知識改變的認知，或是對於科學家當代角色的認知較易建立，但是，對於科學知識的當代觀點卻較難以形成。

表三：全體學生對於科學家角色認知與科學知識看法的相關分析

組別	科學家角色 的傳統觀點	科學家角色 的當代觀點	科學知識 的傳統觀點	科學知識 的當代觀點
科學家角色 的傳統觀點	1.00			
科學家角色 的當代觀點	0.42*	1.00		
科學知識 的傳統觀點	0.50*	0.52*	1.00	
科學知識 的當代觀點	0.05	0.30	0.15	1.00

註：*： $p<.05, n=37$

出國研習組的學生，對於科學家角色的當代觀點與科學知識的傳統觀點之相關考驗，亦達到顯著相關（ $r=.50, p<.05$ ）。這也說明了學生們可能擁有當代的科學家角色之觀點，卻擁有科學家知識的傳統觀點。至於，未出國研習的學生，在進行同樣的相關考驗時，並未顯示任何相關。

表四：出國研習組學生對於科學家角色認知與科學知識看法的相關分析

組別	科學家角色 的傳統觀點	科學家角色 的當代觀點	科學知識 的傳統觀點	科學知識 的當代觀點
科學家角色 的傳統觀點	1.00			
科學家角色 的當代觀點	0.21	1.00		
科學知識 的傳統觀點	0.44	0.50*	1.00	
科學知識 的當代觀點	0.15	0.28	0.04	1.00

註：*：p<.05, n=23

表五：未出國研習學生對於科學家角色認知與科學知識看法的相關分析

組別	科學家角色 的傳統觀點	科學家角色 的當代觀點	科學知識 的傳統觀點	科學知識 的當代觀點
科學家角色 的傳統觀點	1.00			
科學家角色 的當代觀點	0.53	1.00		
科學知識 的傳統觀點	0.49	0.47	1.00	
科學知識 的當代觀點	0.05	0.42	0.32	1.00

註：*：p<.05, n=14

所以，關於國中學生對於科學家角色與科學知識的認知，其所依據的道理確實是有趣且值得研究的問題。

肆、結論與討論

經由五位國一學生所繪製的科學家形象及其所顯示的對於科學家角色、工作性質、特質等的了解，這些學生對於科學家的認識確也相當的豐富。其中，有部份的印象與以往的研究（Chambers, 1983; Boylan et al., 1992）有相當程度的類似，諸如外表、工作場所與器材實驗等。其次，這些學生雖認為科學家主要工作是創造、發明，可是，卻常認為技術的發明也屬於科學的範疇。惟，有一位學生能指出科學家主要的工作是在知識的追求。此外，亦有學生表示，科學研究須要沈思、假設、討論及發表成果等，這些都是較具深度的認識。

非常有趣的是，這些學生對於科學家的特質、辛苦工作、要有耐心、自信、面臨成功、失敗等，亦常見於學生的繪圖與口語中。或許，這是受到書本或媒體的訊息突顯的描繪所致。因太多的訊息告訴學生，欲有成果，皆必須辛勤工作。其實，這是每一個領域皆不能避免的，只是，對正在學習科學的孩子，倘若認為學習科學是一條辛苦的路子而少有快樂，以致，讓具有科學傾向的孩子，裹足不前，恐亦有釐清的必要。

從另一方面言，前述這些科學家的特質及工作態度亦有部分會被認為是刻板印象，然而，其中的若干印象諸如認真工作、在實驗室內等，確與現實至為相符。

在被問到未來是否想當科學家時，五位學生皆沒有很確切的回答。其中二位表示不太確定，有三位顯示有此傾向，整體而言，這些學生對於從事科學工作，並不熱衷。當然，關於學生未來的成長與發展，對國一學生也許言之過早，可是，倘若對於科學家角色與其工作內涵了解不當，可能會導致學生對於其未來的生活規劃做次佳的選擇，這將是很可惜的事。由國中學生繪圖顯示，學生對於科學與科學家的認識，較為表面，惟，再經

晤談，即可發現國中學生的深層了解。可是，繪圖仍可作為研究者與國中學生晤談的基礎。

本研究中，由學生在科學家角色與科學知識的認知發現，學生傾向於擁有科學知識的傳統觀點，然而，對於科學家角色，較易於擁有當代的觀點。甚且，對某些學生而言，卻同時擁有科學知識的傳統與當代的觀點。然而，由於受到樣本太小，及樣本選取的限制，尤其，所使用的問卷，也須進一步建立信、效度，所以本研究結果，倘能獲得確認，則對於學生如何擁有科學知識與科學家角色的認知，應能獲得較完整的解答。

此外，在晤談或由學生所提供的書面資料中發現，學生經常會將任課教師或授課的教授當做是科學家的化身，因此，安排學生參觀科學家的研究室，或聆聽科學家的研究心得，在某種程度上，應有助於學生建構對於科學與科學家角色的認知。為了協助國中生對於科學與科學家建立合宜的認識，過去的研究，即曾安排一些活動或途徑，藉其幫助學生對於科學與科學家的認識，也獲得一些不錯的成效（Flick, 1990; Yakop et al. 1989）。然而，針對不同資質與階段的學生，仍須選擇或進行合適的教學活動，期能在內容知識獲得的同時，也能獲得對於科學與科學家形象的認識。

為了能對於此一領域的研究，能獲得更清楚與豐碩的成果，應考慮發展合宜的問卷，俾能探究國中學生對於「科學家角色」與「科學知識」的認知。此外，針對同一學生，也可考慮進行長期追蹤式的研究，期能獲得其想法的同源性（coherence），想法的發展或改變之根源。總之，有關科學知識與科學家角色的認知這一領域的研究，應不只是科學內容教學的附庸，較為有意義的，應是學生能發展對於這一領域的了解，並協助其對於科學的學習，進而，提昇學習的成效。尤其，在面對科技的發展，及其可能對於社會、文化、學生智能等各方面的影響，在學校課程中，或經由合適的機會，提供國中學生正視科學與科學家的角色，應是當前科學教育應予高度關注的課題。

謝辭

本研究的進行，得到楊登山教師及美國奧勒岡州立大學科學教育研究所博士班學生劉湘瑤小姐的協助，特此致謝。

參考書目

- Basalla, G. (1976). Pop science: The depiction of science in popular culture. In G. Holon & W. Blanpied (Eds.), *Science and its public: The changing relationship*. Dordrecht-Holland: Reidel, 261-278.
- Boylan, C. R., Hill, D. M. & Wallace, A. R. (1992). Beyond stereotypes. *Science Education*, 76 (5), 465-476.
- Boylan, C., Wallace, A., & Sharman, J. (1990). The all girl science class: A longitudinal study. *Education Action*, 1 (2), 58-62.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The Draw-A-Scientist Test. *Science Education*, 67 (2), 253-265.
- Flick, L. (1990). Scientist in residence program improving children's image of science and scientists. *School Science and Mathematics*, 90 (3), 204-214.
- Lederman, N. G. & Niess, M. L. (1997). The nature of science: Naturally? *School Science and Mathematics*, 97 (1), 1-2.
- McNay, M. (1988). Children's views of science. *Crucible*, 19, 13-15.
- Mead, M., & Metraux, R. (1957). Image of the scientist among high school children. *Science*, 126, 384-389.
- Palmquist, B.C., & Finley, F. N. (1997). Preservice teachers views of the nature of science during a post baccalaureate science teaching program. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (6), 595-615.
- Schibeci, R. A. (1986). Images of science and scientists and science education. *Science Education*, 70 (2), 139-149.
- Schibeci, R. A., & Sorensen, I. (1983). Elementary school children's perceptions of scientists. *School Science and Mathematics*, 83, 14-20.
- Yakop, M. S., Hill, D. M. & Wheeler, A. E. (1989). Images of science: Students' ideas about science and scientists. *Journal of Science and Mathematics Education in South East Asia*, 12 (2), 7-12

張惠博，現任國立彰化師範大學物理系教授

何珮琪，現任國立彰化師範大學科學教育研究所博士班

林建隆，現任國立彰化師範大學科學教育研究所博士班

附錄一

科學家角色與科學知識的問卷

姓名_____ 男_____ 女_____ 電話_____

一、以下對於科學家的角色，請在合適的位置打“√”，以表示你的看法。
 。其次，倘若你對於任何題號之敘述，有不了解，並會影響你作答，請以“？”作答，並在次一頁空白處，指出你不懂的地方，並說明你的想法。

	非常 同意	同意	不同意	非常 不同意	？
1. 科學家評鑑科學的宣示，完全是經由實際研究的證據。	4	3	2	1	
2. 科學家所有的行動，被認為是開放的心靈與客觀的。	4	3	2	1	
3. 科學家是使用傳統的科學方法的人。	4	3	2	1	
4. 科學家努力發現絕對真理。	4	3	2	1	
5. 科學家必須避免被純科學以外的事情所影響。	4	3	2	1	
6. 科學家必須確切地根據其感官所感受的，來發表數據。	4	3	2	1	
7. 科學家的基本行動，通常是想像力與創造力的躍遷。	4	3	2	1	
8. 科學家是基於其先前知識、觀察、邏輯與社會因素來詮	4	3	2	1	
9. 科學家是基於先前知識、觀察與邏輯創造理論。	4	3	2	1	

10.科學家是在科學社群裏評鑑
與思考其他科學家的工作。

4 3 2 1

11.科學家在探究之前，須基於
其先前知識、觀察、邏輯與
社會因素作有關的決定。

4 3 2 1

12.科學家是有好奇心的人。

4 3 2 1

13.科學家須與其社群中的其他
人相互溝通。

4 3 2 1

倘你（妳）對前述之任何敘述，有任何不解之處，請先註明題號，再
寫出你（妳）不懂之處或說明你（妳）的想法。

二、以下對於科學知識的見解，請在適當的位置打“√”，以表示你的看法。其次，倘若你對於任何題號之敘述，有不了解，並會影響你作答，請以“？”作答，並在次一頁空白處指出你不懂的地方，並說明你的想法。

	非常 同意	同意	不同意	非常 不同意	？
1. 科學知識與真相完全一致。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
2. 科學知識會經由觀察逐步增加。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
3. 科學知識的進展，是經由觀察的累積。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
4. 科學知識之獲得證明或反證，是受到觀察的直接影響。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
5. 科學知識是不會改變的。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
6. 科學數據不可以被科學家詮釋。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
7. 科學知識的進展，並不是直線累積的。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
8. 科學知識是暫時性的。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
9. 科學知識是科學社群之內 的共同接受之後所創造與確信	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
10. 真理是被定義為對宇宙的正 確描述。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>
11. 科學知識的暫時性與有多少 的人在該領域工作有關。	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u> </u>

附註：

科學社群：科學從業人員的專業組織。

倘你（妳）對前述之任何敘述，有任何不解之處，請先註明題號，再寫出你（妳）不懂之處或寫出你（妳）的想法。