科學教育學刊
1998, 第六卷第二期， 113-128

EJ51-1998-113

利用凱利方格晤談法探討教師對科學本質的觀點－個案研究

林陳涌　楊榮祥
國立台灣師範大學 生物學系

（投稿日期：87年4月7日，接受日期：87年4月30日）

摘要：本研究目的主要在修訂及應用凱利方格技術晤談法，探討一位個案國中生物教師的科學本質觀點。凱利方格技術晤談法爲一半結構晤談法，其進行依著一定的步驟，但給予被晤談者相當彈性的範圍。因此一方面研究者能有效的掌控晤談結果的效度，一方面能依被晤談者的理念架構深入探討其對科學的觀點。

修訂後凱利方格技術晤談法的進行步驟如下，首先，準備晤談資料元素供進行晤談使用，然後在晤談過程中儘量引出被晤談者的構念，再由被晤談者將其構念分組及排列成構念圖，每個構念圖代表被晤談者對科學本質的觀念架構。

本文發表一位個案教師（張老師）對科學本質的構念及構念圖，並討論其觀點。張老師從「科學的功能」、「科學永遠是對的嗎？」、「科學是可以學的」、「科學是科學的」、與「如何才能科學化」五個向度來看科學。整體來看，張老師強調證據對科學理論的決定性、否認社會心理因素在科學發展造成的影響。另外，本文提出使用凱利方格技術晤談法的建議。

關鍵詞：科學本質，科學信念，凱利方格技術。

前　言

一、研究的背景與重要性

培養具有科學素養的公民已成爲國內外衆多科學教育學者共同認同的科學教育目標，近年來英、美等國的重要課程如：英國的國家課程 (Department of Education and Science and the Welsh Office, 1989)，美國加州教育董事會爲幼稚園到第十二年級出版的科學課程綱要 (Science Framework) (Science Curriculum Framework and Criteria Committee, 1990)，美國科學促進會 (American Association for the Advancement of Science, AAAS) 出版的科學素養的基準 (Benchmarks) (AAAS, 1993)，及最近美國國家研究委員會公佈的國家課程標準 (National Research Council, 1996) 紛紛將科學本質列入中小學科學課程標準的內容，以作爲培養公民科學素養的重要單元。

這些課程大綱建議經由科學史、哲的介紹來建立較合乎實際及完全的對科學本質了解，爲一向偏重科學方法及知識的科學教育注入新

的觀念與內容，共同成爲培養具有科學素養公民的基本教材。這也說明經由四、五十年科學教育學者對科學本質的強調與研究，將進入了一個學校課程與教學實務的階段。這個變革也將科學本質研究的重點帶入另一個方向，也就是由探討學童對科學本質的了解轉變爲探討科學教師的科學本質觀點，與及科學教師如何將教學設計的更合乎科學本質。簡單的說，就是研究重心將會由以學生爲主要對象轉移到以教師或教學爲主要對象。

科學教育對科學本質的研究，大約始於五十年代，初期的研究重點在於探討教師及學生對科學本質了解的程度與比較，研究樣本通常較大甚至到達數萬人，爲便於統計分析，採用的工具偏用選擇題型式或李克式 (Likert) 量表。這種所謂客觀式量表的工具預先設定標準架構來定位被晤談者，基本上是評鑑性的，但在研究對象轉爲個別或少數教師時，研究旨趣在於呈現研究對象對科學本質的觀點時，就有其侷限性。取而代之應該是以能夠發掘個人深層的信念和觀點的研究方法或工具，這樣的研究方法或工具從被晤談者角度出發，能誘出被晤談者外顯和隱藏的信念和觀點，因此基本上是價值中立的探究性。皮亞傑 (Piaget) 研究幼童認知結構的晤談法應是這個趨勢下，有關科學本質研究的一個好的嘗試。

一般將晤談分爲三種型式，結構式晤談、無結構式晤談及半結構式晤談。結構式晤談使用較爲正式的訪問表，具有一定的問答程序與使用語言，其結果適合做量化分析，通常爲社會調查時所採用；無結構式晤談不使用正式的訪問表，訪問時只需提示主題、或問題方向，而晤談員伺機引導深入探討，所得結果不易做標準化分析，通常爲心理諮商及治療所採用；半結構式晤談的結構雖然嚴謹，但也留下較大彈性讓被晤談者表達更多想法及意見，兼具前述兩種型式的優點，通常爲教育研究所採用（吳明清， 1996）。有關教師對科學本質了解的研究，若研究重點在於了解教師的各種信念，如：對科學本質的了解，及研究信念與教學實務的互動關係，半結構式晤談應是較爲妥適的選用。

我國科學教育學者對科學本質的相關研究已逐漸重視並累積相當的研究成果，在科學教師對科學本質的了解研究方面，已有鄭湧涇 (1989) 對職前與在職生物教師對科學本質的了解比較研究，許玫理 (1992) 對在職國民中學自然科學教師科學哲學觀點的調查研究，Lin (1994) 對職前國民小學教師對科學本質了解的研究。這三個研究的主要旨趣在於比較或調查特定族群對科學本質的了解，研究樣本均相當大量，因此所採用的工具均是客觀式的量表。 近年來因詮釋性研究的引入，研究旨趣著重個別或典範教師信念與教學實務的研究日益增多。其研究方法除了教室實務教學的觀察外，經常採用晤談法來探討與了解教師的信念。對這類的研究，晤談法雖然有其應用上的優點，但其過程經常因研究者的研究經驗或研究旨趣不同，而形成研究報告文獻的「黑盒子」。讀者，有時甚至研究者本身，難以掌握晤談時間長短的需要以確實符合研究旨趣與需要；有時也難以理解或掌控晤談過程中事件的發生，以有效的呈現晤談的效度。因此一套易於實施且有效的晤談法就十分的需要。

二、研究目的

本文的目的主要在於發表應用及修訂凱利方格技術 (Kelly's repertory grid technique) 晤談法，配合工具的敘述報導一位在職教師有關科學本質信念的晤談結果。發表內容爲一三年長期計畫的一部份，該長期研究計畫旨在研究教師的科學觀點與科學教學之間的互動，研究過程中總計晤談三位職前及五位在職生物教師，並從中挑選兩位個案教師作爲長期教學觀察的人選。

貳、相關文獻探討

評測科學本質的方法中，最爲廣泛的應是使用客觀的量表，量表有多種不同形式，有的爲選擇題形式，如：Test on Understanding Science, TOUS (Klopfer & Cooley, 1963)，有些是二選一的形式，如：Science Process Inventory, SPI (Welch , Wayne & Pella, 1968)，近年來使用較多的是 Likert 四點或五點量表，如：Nature of Scientific Knowledge Scale, NSKS (Rubba & Andersen, 1978)、了解科學調查表（鄭湧涇，1989）及了解科學本質量表（林陳涌，1996）。郭重吉與蔣佳玲 (1995) 認爲使用量表的優點在於容易量化，因此資料分析便捷；但其缺點在於研究對象的語言能力若較差時，工具的使用就會產生困難。

Lucas (1975) 認爲量表法工具的效度主要是建立在發展者對科學哲學的理論立場，每一題目都有一個認定的標準答案或立場，因此工具易於客觀計分和算出總分是其優點。但是使用量表當研究工具時，事先預設一個外在於受測者的固定參考架構，用來評斷受測者的反應是否正確或適宜。當工具發展者的固定參考架構和受測者的內在架構大不相同時，或工具所評測的議題不是受測者所認識及關心時，工具的有效性便受質疑。而且使用量表的主要假設是受測者所意識到的題意與施測者完全一致，這個假設通常是很有問題的，因爲在短短的一個句子中，無法含蓋所有要呈現的訊息。因此施測者和受測者之常對某些文字有很大不同的認識，雙方歧異的認識將大大降低一個評量工具的有效性 (Munby, 1983)。

爲克服量表法工具所帶來的語意問題，Aikenhead 及其同僚曾利用經驗推論 (Empirically derived) 來發展一個有關科學本質的評量工具，Views on Science-Technology-Society, VOSTS，來調查研究加拿大中學生對科學本質的看法。經驗推論是歸納法的應用，利用經驗推論所發展的選擇題，其選項的產生不是基於理論觀點推論而得，而是經由收集受測族群的觀點進行歸納而得。受測族群的反應是質的數據，經過分析後所得到的反應類型頗能貼切的反映母族群的意見，此外利用經驗推論所發展的評量工具來評量，將可大大減少受測者和施測者之間的語意落差，充分的加強評量工具本身的信度和施用效度。依據 Aikenhead 和 Ryan (1992)，經驗推論的步驟略述如下：

步驟一：針對有關科學本質的各種議題，工具發展者陳述一段相關文字；再根據相反觀點，陳述另一段文字。受測者被分派回答其中一題陳述，選擇「同意」、「不同意」或「無法分辨」三者之一；然後寫出一段文字作爲支持他的選擇的理由。

步驟二：施測者分析收集到受試者對議題的正、反兩方陳述的反應，嘗試著歸納找出受試者的共同觀點。這些共同的觀點稱爲「受試者立場」，其用字遣詞儘量以受試者的語言來陳述。這樣所得就是一種很原始的選擇題；然後再把「受試者立場」修改成合乎選擇題格式。同一議題的正反兩個陳述只採用其中一個。

步驟三：另外取樣參加以下的施測，首先要受試者按照步驟一反應，再來要受試者在步驟二所發展的版本作答。然後比較同一人在同一題的兩種反應，若有歧異則進行一對一面談，以檢驗步驟二所發展的陳述是否能精確的反映「受試者立場」。然後據以修正。

步驟四：再取樣另一批受測者施測步驟三所發展的版本，作答時工具發展者要伴隨在場。要受測者大聲講出他的選擇與其理由，工具發展者據以修改工具以更精確的反應「受試者立場」。

步驟五：大規模的施測步驟四所發展的版本，每題中沒有或少有人選的選項則與予剔除。修改後則爲正式工具。

對於各種不同形式的研究工具的比較，Aikenhead (1988) 曾針對學生反應所寫的答案和面談結果，進行研究四種不同的反應格式的模糊性。模糊性是指施測者與受測者對評量工具中題目和回答的文字使用或語意認識歧異程度。Likert 反應格式的模糊性高達 80%，短論文反應格式的模糊性則約爲 35% 至 50%，經驗歸納的選擇題反應格式的模糊性大約有 15% 至 20%，半結構化晤談反應格式的模糊性大約只有 5%。雖然 Likert 量表能藉由大量樣本來減低測驗的誤差，但是 Aikenhead 的研究還是提醒研究者在使用研究工具時，應更謹愼的考慮自己的研究旨趣與審愼的評估所要使用的研究工具。

利用晤談法以研究科學信念已逐漸爲衆多研究者所採用，而晤談過程經常藉助影像或各種卡片以求更精確的了解受測者對科學或科學家的看法。蔣佳玲和郭重吉 (1984) 兼用作文、畫圖、及晤談研究國小學生所持有的科學家形象。佘曉清 (She, 1995) 採用 Osborne 和 Gilbert 所發展的 IAI(Interview-about-Instances)，佐以科學與科學家圖片進行晤談，研究國中、小學生的科學與科學家印像。Lakin 和 Wellington (1991) 應用半結構晤談法，凱利方格技術 (Kelly's repertory grid technique)，來呈現職前教師對科學本質的概念架構。

本文主要目的在於修訂與應用凱利方格技術，應用半結構晤談法來探討個案個別的深層信念，應能克服使用量表工具所帶來的固定架構問題，避免固定架構的工具無法完全及有效的反映個案的信念。

研究方法與步驟
—凱利方格技術的應用與修訂

凱利方格技術發展於 50 年代，一直爲心理學界主要研究工具之一。近年來科學教育研究中著重在個人深層信念探討的文獻，已有多位研究者運用來研究教師深層信念和觀點的重要方法 (Duffy, 1977; Lakin & Wellington, 1994; Mayer & Goldsberry, 1987; Munby, 1982; Olson, 1981)。然因研究旨趣的不同，研究人員通常保留凱利的主要精神，而做適當的修正，本研究亦先進行試用與修訂。

一、凱利個人建構心理學 (Personal construct psychology)

凱利方格技術基於其 1955 年提出的個人建構心理學理論而發展，個人建構心理學近二十年來主要由 Pope 與 Keen (1981) 及 Pope 與 Gilbert (1983) 引入科學教育文獻。他們認爲凱利個人建構心理學以「人是科學家」爲個人發展的比喻，所以特別適合科學教育。凱利認爲人能建構個人的暫時架構來認知其自我與環境，這個架構亦用來預視未來，隨著時空的變化而接受挑戰。就如科學知識的發展一樣，個人的暫時架構因其預測失敗而更改或被取代。

凱利特別重視個人架構的獨特性與演化性，當使用在教育的情境時，教師應關注學生的個人架構，嘗試將學生的個人架構融入教學對話；教師也應鼓勵學生反省自己的架構與了解自己的架構。同樣的，在師資培育教育中，也應試圖了解職前或在職教師的信念，並了解其在教學實務中的地位與改變。

二、凱利方格技術

一般研究者應用凱利方格技術，主要含有四個主要步驟，準備晤談資料元素 (Elements)、引出構念 (Constructs)、分組和排列構念、製作及使用「方格」(Grid)，以下針對這四個步驟做概要的描述，詳細介紹請參考 Kelly (1955) 和 Pope 與 Keen (1981)。

㈠準備晤談資料元素 (Elements)

元素是指欲探討領域或問題的表徵，當應用凱利方格技術時，先要考慮的是如何產生元素或構念，也就是由晤談者直接提供或由晤談進行中逐漸引出個人的元素或構念。基於個人建構心理學的理念，在凱利的個案臨床晤談中，元素或構念是由被晤談者在晤談進行中各自獨自產生的，然而近年來在教育研究的應用由晤談者直接提供元素或構念已逐漸普遍 (Pope & Keen, 1981)。Lakin 與 Wellington, (1994) 在研究科學教師的科學本質觀點時，晤談資料的元素選自中學課程的科目名稱，然而這些科目名稱的內涵不一定是指中學上課所包含的內容，而應視爲一個學科的意義，本研究亦採用這一類型的元素。預先準備的元素需製作成卡片，每次列出三個不同的科目名稱，稱之爲三元組 (Triad)，其中一個必需是「科學」。晤談過程所使用的 20 個三元組的組成與使用先後順序如附件一。

㈡引出構念 (Constructs)

Kelly (1955) 的構念是指在一個僅包含三個元素的最單純情境中，其中有兩個元素擁有共同的特質，而這個特質可用來與第三個元素區隔，這個特質就是所謂的構念。雖然一個構念是由某特定三元組的元素中衍生出來，但可以應用到較大情境中的元素，或其他三元組的元素中。構念本身不是單獨存在的，多個構念可以連結成一個連貫的、有層次的組織，這種構念組織能對個人行爲展現出某種指導性的影響力 (Pope & Keen, 1981)。因此在研究上引出愈多個構念，就更能理解個案的理念特質與架構。

引出構念的方法是運用晤談，請被晤談者針對三個元素，先舉出較相近兩個元素，再說明其共有的特質是甚麼；然後與第三個比較，這兩個元素有甚麼特質可以與第三個元素區隔開來。這樣的問答將能發掘出被晤談者關於科學本質觀點的構念。進行步驟如下：

1. 請被晤談者針對每一組元素標明其中兩個他認爲最相近的學門，並註明其認爲相近的理由，以及註明其與另一個較不相近的理由。每一組元素所產生的理由不只一個，應多鼓勵多列舉。
2. 根據被晤談者的回答，分析被晤談者所認爲與「科學」有關的構念。並列出所有的構念，將每一構念單獨印在一張小卡片上。
3. 針對每一構念，請被晤談者提出與其相反構念，整理後可以得出更多的構念。

㈢分組和排列推衍構念

爲了得到更多的構念，凱利將構念分爲核心構念 (Core constructs) 與邊緣構念 (Peripheral constructs)，核心構念是較基本與重要的構念，可以往下推出邊緣構念。晤談者可以將前面所得的構念分組，每組區分核心或邊緣構念，再度進行晤談推衍出更多的構念。進行步驟如下：

1. 請被晤談者針對所有的構念分成意義相近的組別，並對每一組內的構念，依被晤談者的理念架構，進行排列。並針對每個構念提出意義相反的構念，也對相反構念進行類似的分組和排列。
2. 請被晤談者針對所有的構念和相反構念詳細說明其單獨存在或（和）在小組內的意義。
3. 由前兩步驟的面談，衍生不同的構念和相反構念，並請被晤談者將其納入適切的小組。

㈣製作「方格」

凱利應用二分法將正反構念分兩端製成

「方格」問卷，要求被晤談者分別對每一個元素進行評斷爲正（贊同）或負（不贊同）。

三、試用及修訂凱利方格技術

本研究曾使用前述的凱利方格技術步驟面談三名職前生物教師發現，第三階段「分組和排列推衍構念」的排列推衍構念只是第二階段「引出構念」的延伸，當在第二階段所產生的構念到相當數量時，也就是被晤談者的構念已經幾乎被完全引出，此時在第三步驟推衍構念時因構念的重複性太大，其功能就顯現不出來。另外在分組內的構念或排列推衍出構念時，構念的排列經常不是直線排列結構，如 Lakin 與 Wellington (1994) 所得的結果。而有時是交叉或網狀的結構，如 Novak 所提概念圖的結構。構念一詞可以視爲對科學本質觀點的概念，因此構念可以比照概念圖的網狀架構來表現，也可以比照概念圖的應用來深入發掘受晤談者對科學觀點的整體概念架構，所以將第三步驟修訂爲由被晤談者自行發展形成構念圖。這樣的修訂，凱利方格技術的第四階段「製作方格」就不適用，故一併取消。修訂後第三階段，「構念構圖」，的步驟如下：

1. 準備構念卡，請被晤談者將所有的卡片分爲若干組，組別的數量與分組的理由均由被晤談者決定。
2. 分好後請被晤談者提出分組的理由，各組間的關係，與各組的特點。然後針對各組，選出組內最重要的構念，以這個最重要的構念爲重點和其他組內所有的構念，排成一個構念圖。
3. 之後請被晤談者敘述構念圖內各個構念的關係與給構念圖一個標題。
4. 再請被晤談者依照其所給予的標題，評估構念圖是否完全，鼓勵新的構念加入構念圖以更完整清楚的表現出構念圖的整體意義。或者由最重要的構念或其他構念推論其他新構念。
5. 所有組別均完成其構念圖與給予標題後，再度請被晤談者提出分組的理由，各組間的關係，與各組的特點。
6. 各組標題得出後，也寫在卡片上，同樣的請被晤談者分組，組別的數量與分組的理由同樣的由被晤談者決定。然後針對各組，選出組內最重要的標題，以這個最重要的標題爲重點和其他組內所有的構念，排成一個標題圖。本步驟是否進行應視晤談中所得的組數量而定，或可取決於被晤談者觀點而定。
7. 之後請被晤談者敘述標題圖內各個標題的關係與給標題圖一個大標題名稱。

研究結果

一、個案背景介紹

張老師（化名），女性，國立台灣師範大學生物系畢業，近 17 年教學經驗，台北縣某國中的生物教師，國立台灣師範大學生物系暑期四十學分班學員。

二、科學本質信念的構念

經過「引出構念」階段的晤談與整理後，對張老師得到 29 個構念，但經確認後剔除 3 個，剩下 26 個構念。張老師的科學本質信念的構念清單如表 1 ，每個構念後面的括號內是產生此構念的三元組。以張老師的構念「 A. 需要邏輯推理」爲例，是在（科學數學　中文）（科學　美術音樂）（科學電腦　歷史）（科學數學　工藝）等三元組晤談時，被晤談者提出的。第一個三元組（科學數學　中文），表示張老師認爲「科學」與「數學」有相同的特質，即「需要邏輯推理」，這個特質與「中文」不同。

依照凱利的理論，構念是指在一個情境中，用來區隔元素的特質，在本文中每個構念就是用來區隔科學與非科學的特質。雖然一個構念是由某特定組的元素中衍生出來，但可以

表 1 ：張老師的科學本質構念

A. 需要邏輯推理（科學數學 中文）（科學 美術音樂）（科學電腦 歷史）（科學數學 工藝）
B. 需要觀察（科學數學 中文）（科學 家政體育）
C. 是工具（科學數學 中文）
D. 科學的公式（知識）往往會有例外（科學 數學電腦）（科學電腦 歷史）
E. 科學的對與錯不一定能馬上知道（科學電腦 歷史）
F. 新的證據可以改變科學的對錯（科學電腦 歷史）
G. 科學是有道理有軌跡可依循（科學電腦 歷史）
H. 需要較高層次（深）的知識與技能（科學 家政體育）
*I. 比較眞（科學地理 工藝）
J. 是去了解自然現象（科學地理 工藝）（科學 體育家政）
K. 科學研究的對象是自然的現象（科學 音樂歷史）（科學 體育家政）（科學 中文英文）（科學 中文英文）（科學 體育音樂）
L. 科學（研究）不是以人爲中心（科學 中文美術）（科學 美術音樂）
M. 科學涵蓋範圍大，引人入勝（科學 家政工藝）
N. 科學知識可利用來改善、幫助將來的生活（科學 體育家政）
O. 科學不是很具體可以接觸到的東西（科學 體育家政）
P. 科學的觀察需要多花一點心思、周詳的，才會去發現（科學 體育家政）
Q. 科學不是例行性的東西，變化多彩多姿、有彈性（科學 體育家政）
R. 科學是探測既有的事實（科學 中文美術）
S. 科學的探測著重在測、量（科學 中文美術）
T. 科學研究的對象有量的特徵（科學 中文美術）
U. 科學是處理事情的方法（科學 中文美術）
*V. 科學是知識性的東西（科學數學 工藝）
W. 科學知識不一定等於自然現象（科學 音樂歷史）
X. 科學含有原理、現象（科學地理 英文）
Y. 科學探討究是由現象裡面找原理（科學地理 英文）
Z. 科學的原理小於眞理（科學地理 英文）
*AA. 人在探討科學中會有些期盼（科學 美術音樂）
AB. 科學知識與自然狀況不符合則需要調整（科學 美術音樂）
AC. 科學是理性的（科學電腦 美術）

* 經晤談確認刪除的構念。

應用到別的元素組合的情境中。在表 1 中，張老師的科學本質構念以「需要邏輯推理」及「科學研究的對象是自然的現象」出現最多次，均在 5 個三元組中出現，也就是張老師最常以這兩個構念來區別科學與其他元素。

三、教師的科學本質信念的構念圖

張老師將前述 26 個科學本質信念的構念分成五組，分別命名爲「科學的功能」、「科學永遠是對的嗎？」、「科學是可以學的」、「科學是科學的」、「如何才能科學化」，各組及其所有的構念整理如表 2 ，各組依其觀點排列成五個構念圖。這五個構念圖展中「如何才能科學化」構念圖展現出對張老師對科學方法的觀點；「科學是可以學的」與「科學永遠是對的嗎？」構念圖展現出對科學知識的內涵與本質的觀點；「科學的功能」構念圖展現出對科學的功能的觀點；最後「科學是科學」構

表 2 ：張老師的構念圖及其所含的構念

一、科學的功能

C. 是工具
F. 新的證據可以改變科學的對錯
N. 科學知識可利用來改善、幫助將來的生活
U. 科學是處理事情的方法

二、科學永遠是對的嗎？

O. 科學不是很具體可以接觸到的東西
E. 科學的對與錯不一定能馬上知道
M. 科學涵蓋範圍大，引人入勝
Q. 科學不是例行性的東西，變化多彩多姿、有彈性
D. 科學的公式（知識）往往會有例外

三、科學是可以學的

AB. 科學知識與自然狀況不符合則需要調整
Y. 科學探討究是由現象裡面找原理
X. 科學含有原理、現象
J. 是去了解自然現象
K. 科學研究的對象是自然的現象
W. 科學知識不一定等於自然現象

四、科學是科學的

G. 科學是有道理有軌跡可依循
Z. 科學的原理小於眞理
AC. 科學是理性的
L. 科學（研究）不是以人爲中心

五、如何才能科學化

A. 需要邏輯推理
B. 需要觀察
H. 需要較高層次（深）的知識與技能
P. 科學的觀察需要多花一點心思、周詳的，才會去發現
R. 科學是探測既有的事實
S. 科學的探測著重在測、量
T. 科學是需要假設與實驗

念圖展現出張老師對科學的態度。

㈠張老師對科學方法的觀點

張老師在「如何才能科學化」構念圖（圖 1 ）主要是在說明科學的方法論與科學的過程技能，也就是透過這個科學過程才能達到科學化。張老師的科學化，是由經驗開始，主要是在「探測既有的事實」，經過周詳的觀察與測量，然後科學過程需要有邏輯推理，產生假設，進行實驗驗證。張老師的科學過程與一般科學教科書所記載的標準科學方法十方接近。此外對張老師來說，科學方法與科學過程基本上不是獨立於知識之外的，其中需要有科學知識。張老師在晤談中說：

> …探測既有的事實，然後我們在探測的時候，會著重在測，這個測有時是有形的測量，或是揣測，這時候我們也需要觀察，我想應該是先觀察才能測量。這個觀察呢，不是隨便的看一看，而是要花一點的心思，周詳的觀察，之後我們需要一些邏輯推理，好像還需要假設與實驗，當然還有一些高層次的知識和技能。

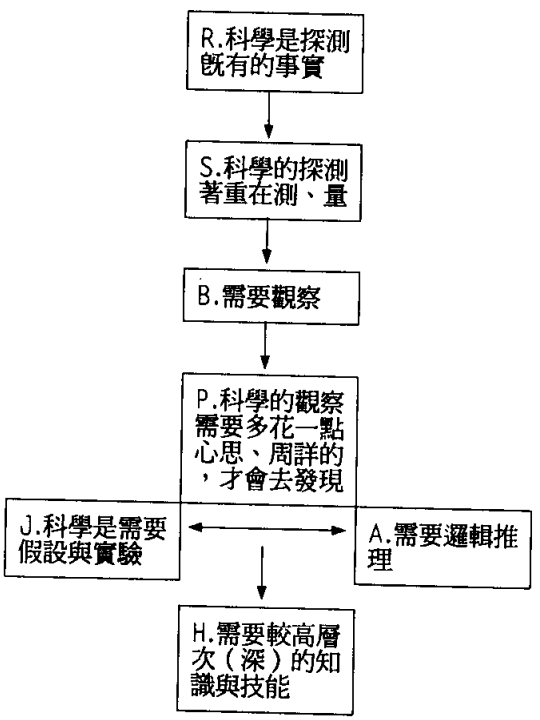

圖 1 ：如何才能科學化

㈡張老師對科學知識的觀點

張老師對科學知識的觀點表現在「科學是可以學的」與「科學永遠是對的嗎」兩個構念圖中。張老師把圖 2 命名爲「科學是可以學的」，她認爲「學」的意思是「去探究、去研究」，科學的「整個過程都必須不斷的發掘，研究，努力」。他認爲科學「不是遙不可及，只要有心去學習是可以發掘到科學原理」。

張老師在「科學是可以學的」構念圖中說明科學的內涵，科學的內涵就是如構念「X. 科學含有原理、現象」所說的原理、現象。對張老師來說，科學包含原理與現象兩大部分，經由對科學的研究標的－現象－的探討而逐漸調整產生科學的結果－原理。張老師在晤談中說：

> 科學本身在現象裡頭繼續找原理，有時候他是一個工具，有時候它是知識的一部份，當然在自然狀況我們所累積的知識和自然狀況，不符合的話，我們就去做做調整，所以裡頭有原理有現象。我們找到的原理如果發現又跟自然現象不符合的原理就會做修正…

對張老師而言，科學研究雖以自然現象爲主，但科學知識並不一定等同於自然現象，例如電腦就是科學知識的一部份，張老師的科學就如一般所用的「科技」一詞，除了自然科學以外應用科學也屬於科學。張老師在晤談中說明科學知識不一定等於自然現象如下：

> [科學]有一部份是自然的天文地理，後來人類從那裡找到了一些東西，是科學的本質，從那裡找到一些原理，變成科學本身的一部分，人們又在那裡頭加以研究改進或更深入的創造發明，我覺得那已經不算是科學的一部份了，所以它並不等於自然現象。所以科學知識不一定等於自然現象。
>
> …科學知識不一定等於自然現象，有一些是人們由自然現象所發掘的知識或原理，再由那個地方再去深入，或創造[出來]。

科學原理是由自然現象產生，產生以後不一定絕對正確，張老師認爲科學原理錯誤的情況有兩種。一種是其普適性不夠，在某些情境是對，但在另外的情境就不適用；另一種錯誤的原因是產生時的證據不足以說他錯，但以後新的證據發現他錯了。對張老師而言，當科學知識與自然狀況比對時，若不符合，則科學知識需要調整。張老師說：

> 原來的原理是我們去發掘的，我們從那裡去發掘到一些原理，是人們去發掘的，但是不一定是完全正確的，這原理用在某些情境是對的，用在某些情境是不對的。或許人們在自然狀況下找到的原理也不一定是對的，時間的差距之後我們發現是不對的，這個原理經過一段長時間的觀察應用，這原理或許在 99% 的狀態下是對的，但是可能遺漏了什麼東西，在我們寫下這個原理的時候，在這個時後這個原理就需要去調整。

對這整個「科學是可以學的」構念圖，張老師給予整個的說法是：

> [科學]含有原理、現象，這裡強調的是科學不全然是 manmade，所以它研究的對象是自然現象，它是去了解自然現象，但它也不全部是自然現象，因爲有一些是我們從自然現象中找到原理，或是我們在一些現象裡頭所找到的原理呢？所以它並不完全是自然現象。但是我們在這裡頭找到的原理，今天我們認爲是對的，明天也可能認爲是對的，但到明年又會發現一些自然狀況，我們把我們原先所累積擺到明年去找到的自然現象可能應用不上去了，原來我們可能遺漏了我們不知道，所以科學知識，這裡的科

學知識是原先所累積的原理，與自然狀況不符合的時候，那我們就知道需要調整了，這整個過程都需要努力探究學習。

張老師的「科學永遠是對的嗎？」構念圖（圖 3 ）主要是在描述科學的涵蓋性、多樣性、與彈性的本質，在命名的過程中張老師曾用「科學是有彈性的」爲名，但後來認爲無法完全表示此構念圖而改成「科學永遠是對的嗎？」。張老師認爲五個構念中，以「科學不是例行性的東西，變化多彩多姿、有彈性」爲本圖的核心，由於其多彩多姿的涵蓋範圍而吸引很多人來學習科學。同樣也因此科學的知識往往會有例外，而對與錯往往需要較常無法在短期間長時間來映證。張老師在晤談中對本構念圖的描述如下：

…[科學] 它不是例行性的東西，變化多彩多姿有彈性，因爲這樣子，所以有些東西它不是很具體不一定我們手可以摸得到，可以接觸到，也因爲如此，所以這是部份，有些是可以接觸到，所以它涵蓋範圍非常大。涵蓋範圍非常大，可以引人入勝，這是一個；另外一個是公式往往有一些是例外、或是不能馬上知道，這也可以引人入勝。也因爲這樣，所以我的 Topic 是有彈性是多彩多姿的。

㈢張老師對科學功能的觀點

張老師在「科學的功能」構念圖主要是在說明科學的功能性，在圖 4 中四個構念，以科學「是工具」爲本圖的核心。對張老師來說科學是一個工具，主要的功能在於處理事情、幫助改善生活、以及改變科學自己本身的工具。張老師在晤談中說：

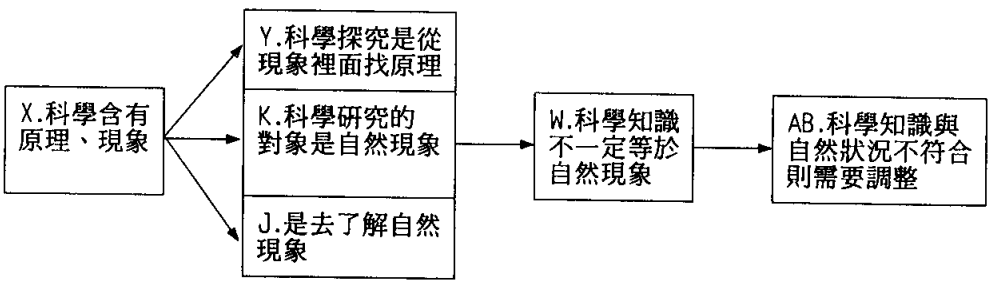

圖 2 ：科學是可以學的

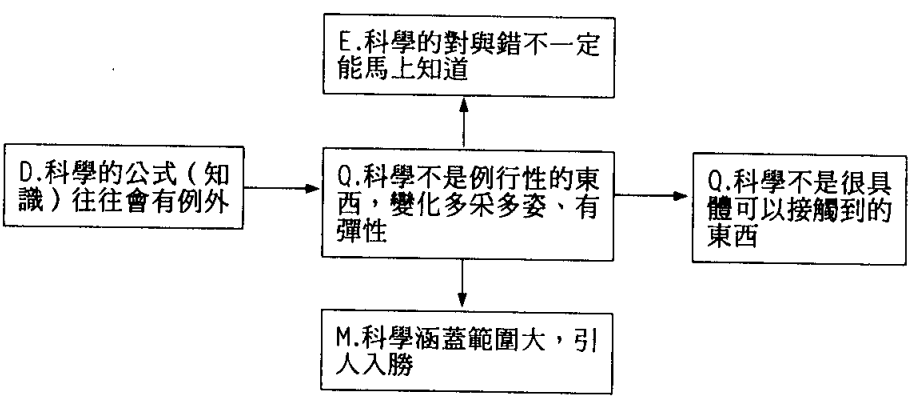

圖 3 ：科學永遠是對的嗎？

…，科學是個工具，它可以處理事情。

科學是處理事情的方法，另外對 F（新的證據可以改變科學的對錯）來說，它是個新的證據，科學它本身是個工具，可以改變以前累積的錯誤或印證先前所累積的的科學之是正確與否，如果 N（科學知識可利用來改善、幫助將來的生活）來講，它是個工具，他可以用來改善人類將來的生活，幫助以後將來生活更好。

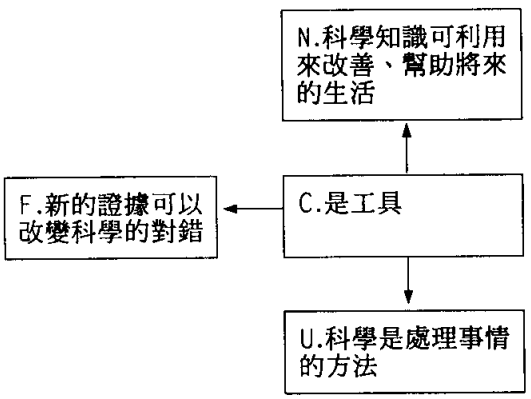

圖 4 ：科學的功能

㈣張老師對科學的態度

雖然在前述兩個構念圖中，張老師表示科學的知識往往會有例外與及科學知識不一定絕對正確。但在「科學是科學的」構念圖（圖 5 ）中以「科學的」來形容科學，顯示科學一詞對張老師而言不只是學門的代名詞而已，而是一個非常正向的形容詞。這個形容詞就是在圖中的「 AC. 科學是理性的」，張老師將科學與理性等同，而成爲本圖的核心。理性對張老師來說是「有道理可依循的，有軌跡的東西」，但是理性所得的科學原理是小於或不是眞理。張老師認爲不把科學視爲眞理，就是不崇拜權威，也就是一種理性的表現。對張老師，「人」在科學的角色是較爲負面的，因爲人會使的科學的研究變數增加。張老師在晤談中說：

…科學是知識性的東西，是比較理性的，因爲是理性的，所以變數比較小，當然就不是以人爲中心。

討論與建議

本文主要是報導修訂及應用凱利方格技術，探討個案教師的科學本質觀點。凱利方格技術基本上摒除研究者本身預設的科學本質架構，著重於研究個案自己理念架構做較深層的探討。

一、 張老師對科學本質的觀點

近年來有關研究科學本質的工具中，作者認爲以 Aikenhead 及其同僚花了多年時間所發展 VOSTS 的架構最爲完全。 VOSTS 將科學本質分爲四大向度，定義、外在科學社會學、內在科學社會學與知識論。林陳涌 (1996) 亦曾將科學本質分爲三大向度，科學方法、科學知識與科學事業。本研究個案張老師的科學

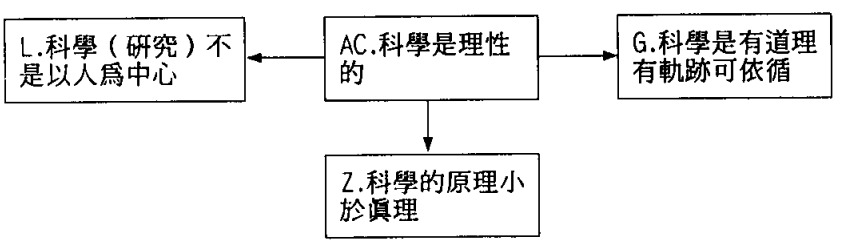

圖 5 ：科學是科學的

本質觀點範疇大部分均落於 Aikenhead 與林陳涌的架構內。但在 VOSTS 所強調的外在科學社會學及內在科學社會，或林陳涌所重視的科學事業，張老師均無明顯的構念產生。這個對科學的社會學向度的忽略，亦表現在張老師的「科學是科學」構念圖中的「科學不是以人爲中心的」構念。而事實上在 Kuhn 之後的科學哲學或科學社會學，逐漸將研究領域由維也納學圈所重視的知識論向度－著重在科學知識，轉向科學家的人性方面、科學社群及科學與社會關係等向度。邏輯實證主義後期的要角 Hempel 在了解這個轉變後也贊同這個轉變，並認爲對科學哲學的研究應包含這兩大領域。Hempel 更主張心理社會因素進入科學哲學的研究，不一定會否認科學的客觀性（舒煒光、邱仁宗， 1990 ）。一般人認爲科學應是如張老師所理解的一樣「科學不是以人爲中心的」，但是無論在科學知識的產生、驗證與拒絕或接受，均與人或社會有很大的關連，人與社會對科學的意義實在無法低估。

張老師以科學方法是「科學化」的重要依據，而且其對科學方法的觀點十分吻合一般教科書所描述的科學方法，科學起於觀察，然後提出假說，再進行實驗來驗證，然後得到到理論定理。這種合乎歸納主義的科學方法觀點在科學哲學論辯中遭到強力的批判， Popper 認爲科學是始於問題，因此是有目的性的解決問題，而不是沒有目的的觀察 (Popper, 1959)。Feyerabend 甚至更宣稱無所謂的科學方法，他認爲從事科學活動，甚麼都行 (anything goes)(Feyerabend, 1988)。張老師有超過 15 年的生物教學經驗，而且我國國中生物課本所闡述的科學方法又是如此，在聯考掛帥的教育制度下，一般教師很難形成或者很不願意提出與教科用書內容不同的觀點。

張老師將科學分爲「現象」與「原理」兩部份，科學家經由對「現象」的探討與比對，而產生與判決科學的「原理」。這個觀點相當吻合邏輯實證主義的傳統，預設理論與觀察之間有一節然劃分的界限，如此正如張老師所表示原理來自現象，現象決定原理的對錯。但是若是理論與觀察之間的界限是模糊的或是如 Hanson (1958) 所說的，觀察是蘊含理論的 (Theory-laden) ，則客觀的觀察就不存在，如此現象用來比對原理的權威性就大大的降低。張老師對科學的社會學層面的忽略，應可以說是其執著於邏輯實證主義傳統的原因。

文字的使用往往會有其習慣，例如 science 這個字在英、美語系國家較偏向於使用在自然科學的說法，但是德文的 wissenschaft 在英文是 science 或 knowledge 的意思，所以單用 wissenschaft 一詞，則無法分別自然、社會或其他學科，而在我國科學一詞則較類似英、美 science 的用法。在英語 science 與 technology 是兩個可以區別詞，但在台灣科技一詞幾乎可以和科學互用，尤其技學這個詞又尚未普遍，因此 science 一詞雖較接近自然科學，但難以和技學分開。Aikenhead 及其同僚所發展 VOSTS 較傾向將科學與技學分開，將科學限於自然科學。本文作者之一林陳涌在發展其科學本質量表時，其較早的版本亦將此類題目列入，但在考慮台灣的語言使用慣性後，這類的題目就在其量表中刪除。張老師認爲科學知識除了「現象」與「原理」兩大部份，尚包括人爲的事物，如：電腦。我們認爲張老師將技學與科學合稱爲科學是合乎台灣的語言使用習慣，但不認爲這是其不了解科學本質的表現。

二、實施凱利方格技術的建議

利用凱利方格技術的晤談方式來發掘個案深層的科學本質信念，主要是遵循前述的階段與步驟，晤談過程需要全程錄音與個人筆記以作爲整理資料的重要的憑據。在進入「引出構念」晤談前，需事先準備元素卡，最好準備兩套以免臨時找不到。事先和被晤談者說明晤談的性質、進行方式與時間長度，且徵求同意錄音與筆記。「引出構念」階段的進行約兩個小

時，這包括對不太熟的被晤談者「加溫」的時間，對成人這是一個適當的長度，過長則彼此無法集中精神；但對年紀較小的個案，則需適當的縮短時間。「引出構念」晤談後，最好立即整理，將每個三元組所產生的構念分別記錄，然後再把相似的分類與歸類整理。在晤談中獲得更多構念可使研究者更清楚呈現被晤談者的科學本質的信念，相反方向的詢問可以產生更多的構念。對任一構念於適當時機，詢問其相反意義或詞句，或者問「假如科學（非科學）是這樣，那麼非科學（科學）爲何？」。

進行「構念構圖」階段前，應需先將整理出來的構念給被晤談者確認，確定所有的構念是他對科學本質的信念，並將所有構念製成構念卡與清單各兩份。

進行「構念構圖」階段時，晤談者與被晤談者各持一份構念卡與清單，進行的時間視所得的構念多寡而定，對大人仍以兩個小時爲標準，若有延長則需適時的休息再繼續。「構念構圖」的第一個步驟，請受晤談者對所有構念分組與構圖，須要約 20 分鐘時間，此時或整個「構念構圖」階段若能錄影記錄被晤談者的思考過程，或進行「放聲想」(Think aloud) 則更有助於深度的詮釋與分析。本研究在本階段仍只佐以錄音與筆記，沒有進行錄影或放聲想。「構念構圖」晤談後，仍最好立即整理其構念圖與晤談資料。進行「構念構圖」時，應時時向受晤談者建議若原先的構念不足以完全表現構念圖的意義時，應增加適當的構念使得構念圖的意義更完全。

由於受到科學教育的內容過於強調甚麼是科學 (What is Science) 的記述性知識 (Declarative knowledge)，鮮少論及甚麼是關於科學 (What is about science) 的程序性知識 (Procedural knowledge) 的影響，被晤談者通常會反應平時他們很少想到晤談的這個主題，即科學本質的信念。因此晤談的進展速度，尤其在初期，不能也不會太快，問題的等待時間要夠長，否則被晤談者很難完全進入主題的狀況，如此易造成晤談結果深度與廣度的不足。在初期，晤談者應以類似腦力激盪的模式，由被訪談者儘量提出構念而不加以評論，晤談者遇有不了解可以多用「這是甚麼意思？」要求澄清語句模糊之處或多做描述，一方面給被晤談者整理的機會，一方面減少語言隔閡的產生。

凱利方格技術雖然有明確的進行步驟與預選的主題，但進行的過程是由被晤談者掌控進度與內容，因此被晤談者經常從不同觀點或者從不同於晤談者的觀點來討論科學的本質。指引的使用雖然可以挖掘更多或更深入的理念，但須非常小心，避免規範或限制被晤談者的方向。當被晤談者未提出某種觀念前，晤談者率先問一個構念，可能就會引導被晤談者走向晤談者的個人架構，而模糊掉被晤談者的架構。隱藏式的指引，如：這個觀點很好、很重要，也往往會鼓勵被晤談者往特定方向進行，這有可能不是他個人的構念架構。

在引出構念的階段，一個三元組通常可以引出一個到數個構念，尤其在晤談起始較前面使用的三元組通常會比後面的引出更多的構念。使用三元組的多寡無一定的規則，晤談者可以判斷引出的構念是否逐漸重複，且新的構念逐漸少或沒有來決定何時結束引出構念的階段。然而三元組也不能使用的太少量，不同的三元組就如給晤談者一個最簡單的情境，被晤談者基於整組情境的考慮得出構念；因此不同的三元組相當於不同的情境，被晤談者將被刺激由不同的方向或比較來思考產生其構念。譬如在兩組三元組中「科學、數學、地理」與「科學、數學、中文」，雖然有些被晤談者會基於科學和數學的相同特質來產生構念，但若經要求比較第三者地理或中文時，前一組產生的構念可能就無法符合後一組的要求，因此在晤談第二組時可能會產生不同的構念。也有被晤談者在前一組將「科學、地理」看成相同而與「數學」不相同，將後一組的「科學、數學」看成相同而與「中文」不相同。

有時被晤談者基於兩個相近的元素所產生的構念，會明顯的偏向其中一個特性較強的元素，晤談者應適時提醒其所產生的特質是否適用於另一個元素。或者有時被晤談者基於兩個相近的元素所產生的構念，與第三個元素無法區隔開或完全不相干，晤談者也應適時提醒其所產生的特質是否適用於本三元組。此外晤談者需注意被晤談者在抽取兩個元素的相同特質時，會把「關係」誤爲共同「特質」；雖然有時關係是相同特質產生的，但有時兩者是不能混爲一談，譬如：兩個要好的朋友，關係匪淺，但不一定擁有相同的特質。

三、凱利方格技術的其他應用

凱利方格技術自發展以來就嘗試進行量化的分析比較，凱利應用二分法將正反構念分兩端製成問卷，要求被晤談者分別對每一個元素進行評斷爲正或負構念，其後研究者多擴充爲多點量表。因此一般研究將構念和相反構念排在 Likert 量表的兩極，製成方格。方格反應的結果可以以因素分析做統計處理，王心詠與黃台珠 (1997) 即利用凱利方格技術研究教師的教學信念，以構念和元素當作縱橫座標後要求受晤談者標記 1-3 等級的相關程度，然後經因素分析得到不同的組群，再進行晤談每一因素的中心思想及意義。此外固定時間間隔的施測凱利方格，可用來追蹤個人信念的長期發展。另外可整合多數人的「方格」製成較普遍化的評量工具，供團體使用，這樣的構念來自受測族群，應可減低一般量表文字模糊性的缺點。

致　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會補助經費（計畫編號：NSC 84-2511-S-003-083），始得以完成，僅此敬致謝忱。本文手稿曾蒙高雄師範大學科學教育研究所黃台珠教授不吝撥冗斧正賜教，一併致謝。

參考文獻

1. 王心詠、黃台珠（1997）：教師信念與實驗室教學實務對學習環境的影響：一位國中生物教師的個案研究。**中華民國第十三屆科學教育學術研討會論文彙編**，347-353，台北市國立台灣師範大學理學院。
2. 吳明清（1991）：**教育研究：基本觀念與方法分析**。台北：五南出版社。
3. 林陳涌（1996）：「了解科學本質量表」之發展與效化。**科學教育學刊**，**4**(1), 31-58.
4. 舒煒光、邱仁宗（1990）：**當代西方科學哲學述評**。台北：水牛出版社。
5. 許玫理（1992）：**我國國民中學自然科學教師科學哲學觀點之調查研究**，國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論。
6. 郭重吉、蔣佳玲（1995）：評析學生對科學家的形象之相關研究。**科學教育月刊**，**179**, 2-14。
7. 鄭湧涇（1989）職前與在職生物教師對科學的本質的了解。**中華民國第四屆科學教育學術研討會論文彙編**，257-283。國科會。
8. 蔣佳玲、郭重吉（1994）：「我心目中的科學家」--國小學童所持有的科學家的形象。**中華民國第十屆科學教育學術研討會論文彙編**，台北市國立台灣師範大學理學院。
9. Aikenhead, G. S. (1988). An Analysis of Four Ways of Assessing Students beliefs About STS Topics. *Journal of Research in Science Teaching*, *25*(8), 607-627.
10. 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.
11. American Association for the Advance of Science (AAAS), (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
12. Department of Education and Science and the Welsh Office (1989). *Science in the National Curriculum*. United Kingdom for Her Majesty's Stationery Office.

13. Duffy, G. (1977). A Study of Teacher Conceptions of Reading. Paper presented at the National Reading Conference, New Orleans.
14. Feyerabend, P. (1988). *Against Method Revised Edition*. New York: VERSO.
15. Hanson, N. R. (1958). *Patterns of Discovery. Cambridge*: Cambridge University Press.
16. Kelly, G. A. (1955). *The Psychology of Personal Constructs*. New York: Norton.
17. Klopfer, L. E. and Cooley, W. W. (1963). *Test on Understanding Science,* Form W. Pricenton: Educational Testing Service.
18. Lakin, S. and Wellington, F. (1994). Who will teach the 'nature of science'?: teachers' views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education, 16*(2), 175-190.
19. Lin, C. Y. (1994). *Perspectives of Science Teaching, Understanding of the Nature of Science, and Attitudes toward Science among Preservice Elementary Teachers in Taiwan*, unpublished doctoral dissertation, the University of Iowa.
20. Lucas, A. M. (1975). Hidden Assumptions in Measures of "Knowledge about Science and Scientists". *Science Education, 59*(4), 481-485.
21. Mayer, R. H. and Goldsberry, L. (1987). The Development of the beliefs/practice relationship in two student teachers. ERIC Document Reproduction Service. No. ED285845.
22. Munby, H. (1982). The place of teachers' beliefs in research on teacher thinking and decision making, and an alternative methodology. *Instructional Science, 11*, 201-225.
23. Munby, H. (1983). Thirty studies involving the "Scientific Attitude Inventory": what confidence can we have in this instrument. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(2), 141-162.
24. National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
25. Olson, J. (1982). Constructivism and education: a productive alliance. *Interchange, 13*(4), 70-75.
26. Pope, M. and Keen. (1981). *Personal Construct Psychology and Education*. London: Academic Press.
27. Pope, M. and Gilbert, J. (1983). Personal experience and the construction of knowledge in science. *Science Education, 67*(2), 193-203.
28. Popper, K. P. (1968). *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Harper & Row, Publishers, Inc..
29. Rubba, P. A. and Andersen, H. (1978). Development of an Instrument to Assess Secondary School Students' Understanding of the Nature of Scientific Knowledge. *Science Education, 62*(4), 449-458.
30. Schibeci, R. A. (1981). Science teachers and science-related attitudes. *European Journal of Science Education, 3* (4), 451-459.
31. Science Curriculum Framework and Criteria Committee (1990). *Science Framework for California Public Schools Kindergarten Through Grade Twelve*. California Department of Education.
32. She, H. C. (1995). Elementary and Middle School Students' Perception of Science, Scientists, and Their Work, *Proceedings of National Science Council*, Part D, Vol. 5, No. 1, 19-28.
33. Welch, W. W.; Wayne, W., and Pella, M. O. (1968). The development of an instrument for inventorying knowledge of the processes of science. *Journal of Research in Science Teaching, 5*, 64-68.

附件一：晤談過程所使用的三元組

1. 科學、數學、中文
2. 科學、數學、電腦
3. 科學、電腦、歷史
4. 科學、工藝、地理
5. 科學、英文、中文
6. 科學、家政、體育
7. 科學、體育、音樂
8. 科學、中文、美術
9. 科學、家政、英文
10. 科學、地理、歷史
11. 科學、數學、工藝
12. 科學、家政、工藝
13. 科學、歷史、音樂
14. 科學、電腦、美術
15. 科學、地理、英文
16. 科學、地理、中文
17. 科學、美術、音樂
18. 科學、電腦、英文
19. 科學、電腦、地理
20. 科學、體育、地理

A Case Study of Teacher's Views of Science

Chen-Yung Lin and Jong-Hsiang Yang

Department of Biology, National Taiwan Normal University

Abstract

This research was conducted to modify and employ Kelly's repertory grid technique, investigate the views of science of a biology teacher. Kelly's repertory grid technique is a kind of semi-structured interview which proceeds with a fixed series of steps, but allows some flexibility for interviewee. The interview runs as follows. Interviewers begin with elements as the subject for interview, elicit as many constructs as possible during the course of interview, and ask interviewees to group and map their constructs. Each construct map indicates a structure of views on the nature of science. This article reported a biology teacher's constructs and construct map. She presented her views of science in terms of five maps, namely, The function of science, Is science forever right, Science is reachable, Science is scientific, and How can be scientific. She emphasized the critical power of empirical evidence over science theories and denied the socio-psychological effect on the development of science. This article concluded with suggestion on the use of Kelly's repertory grid technique.

Key words: Nature of Science, Belief of Science, Kelly's Repertory Grid Technique