科學教育學刊
1998, 第六卷第三期， 285-302

EJ51-1998-285

國小教師於科學教學的口語解釋研究

黃達三[1]　賴玉春[2]

[1] 國立台灣師範大學 科學教育研究所

[2] 國立台東師範學院 初等教育學系

（投稿日期：87年8月10日，接受日期：87年9月20日）

摘要：本研究的目的在於探究國小教師在自然科（科學）教學時，口語解釋的類型 (types)。文獻探討包括：有關教育學、科學哲學、以及日常情境的解釋並作爲分析的重要諮詢資料。在台東地區的國小一、二年級教師各四位參與本研究。每位教師各錄六節課的自然科上課時的講解論述，並經由轉錄成爲書面資料。利用連續比較的方法來分析書面資料。經詳細分析的結果，得到六種解釋的類型：形而上的 (metaphysical)、實用型的 (practical)、類比的 (analogical)、擬人化的 (anthropomorphic)、功用的 (functional)、恆眞的 (tautological)。

關鍵詞：口語解釋、解釋類型、解釋架構。

緒　論

一、研究動機

科學教育學者認爲：教師的解釋本質一定會影響學生對科學本質的解釋 (Bybee, *et al.*, 1992)。因此科學教學時，教師口語解釋的本質對於學生建構正確的科學概念、態度、方法、及對科學的應用一定會有相當程度的影響，這也是科學教育研究不可忽視的領域。

在建構主義的觀點下，科學的教學視學生爲主動的學習者，於學習活動時，帶著原有的「兒童科學 (children's science)」到教室；另一方面，科學教師也帶著「教師科學 (teacher's science)」展現於教學的活動上。因此，學生所學習到的科學是教師和學生互動，以及學生間的互動情境下，每個學生所個別建構的科學，稱之爲「學生科學 (student's science)」(Gilbert, *et al.*, 1985)。因此，科學教師在科學教學時的口語解釋的本質，對於學生科學的學習就扮演了相當關鍵性的角色。

綜上所述，吾人可以知道，教師的口語解釋對於科學的教學及學生的學習重要性就不言可諭了。科學教師於教學時的口語解釋研究是很大的一個主題，到目前爲止，在國內少有人加以研究，就是在國外仍然是在起步的階段 (Pitt, 1988; Dagher & Cossman, 1992)。因此，對於教師於科學教學時口語解釋有必要

加以深入研究，瞭解教師口語解釋的本質以及其變異性，俾能協助科學教師知曉並改進自己的口語解釋，並藉以改進師資教育。尤其是師資培育多元化方案實施後，師範學院非數理教育系的學生，各校都大幅縮減自然科學的課程，如何在有限的課程下教育出具有自然科學科教學知識 (PCK) 的教師，是未來國小師資教育的一項大挑戰。因此，對本主題的深入研究將有助於國小教育的師資培育之改進，對國小自然科教學品質及學生學習成就的提昇應有所助益。

二、研究目的

本研究爲達成下列兩項目的而設計，分別敘述如下：

1. 瞭解國小教師於科學教學時，口語解釋的類型。
2. 分析解釋類型的分佈情形。

三、名詞界定

本研究有下列名詞需加以詮釋，茲分別說明如下：

1. 國小教師

國小教師是指任教低年級的在職教師，通常國小低年級的自然科是由級任教師授課，但是有些國小則由科任教師授課，不過這種情形非常少。因此，本文所指的國小教師係指擔任國小一、二年級自然科授課的級任或科任教師。

2. 口語解釋 (verbal explanation)

教師在教室的解釋行爲是非常普遍的一種教學行爲也有不少的學者研究它。但對於「解釋」的定義或意含則因個人切入點的互異，而有不同的闡釋（於文獻探討中再論述）。本研究將以 Pitt (1988) 所主張的科學解釋的一般特性，作爲判定教師於科學教室的口語說明爲科學解釋的一般準則。他認爲科學解釋必須包括兩部份，即：

(1)被解釋項 (explanadum)：即對一個現象的描述，或一個問題的描述。

(2)解釋項 (explanans)：即對現象的說明，或對問題所給的答案。

在本研究中，被解釋項則包含現象、學生的問題、教科書上的問題，以及教師的問題等。解釋項則是教師對課程內容的現象，課堂上學生的問題，教師的問題（自問自答）的說明或答案。

3. 解釋類型 (explanation type)

原則上，教師的口語解釋的歸類及決定其解釋類型，係按 Dagher 的教師解釋歸類系統，來判定其類型 (Dagher, 1991, p.61-82)。她把初中科學教師的科學解釋分爲十種類型，類比的、擬人化的、功能的、朔源的 (genetic)、機械性的、形而上的、實作性的、理性的、恆眞的、目的論的。

四、研究範圍

在科學教學上的教師解釋行爲，大體上可分爲口語的及非口語的。本研究只專注在教師口語的解釋，至於口語及非口語間的關係則不在本研究的範疇。

五、研究限制

1. 研究對象的限制

本研究採用詮釋性研究，研究人員需到國小教室錄音，錄音資料再轉錄成書面資料，同時爲了增進書面資料的信度，研究者在閱讀分析時，若對教師們談話有疑問時，則研究者會再去比照一下錄音內容，這些工作都耗時耗力，但限於人力及物力，研究對象只能在台東市附近選取少數的教師作爲研究對象。

2. 研究方法的限制

本研究係以國小教師於自然科教室講授實況的「外在重建」(external reconstruction) 方式，藉以分析及分類教師

的科學解釋的本質及類型，並爲解釋在科學教學上的價值，提出一些論點作爲未來研究的基礎。但因研究對象有限，其研究結果的推論要特別小心，避免有過推論的情形發生。

相關文獻探討

由建構主義者的觀點來看，在科學學習的過程中，學生是主動地建構科學知識、概念、及方法。但是，在科學教室中應包括了課程、學習者、及教師三元素 (components)，並且由科學知識存在的場所來看 (Gilbert, *et al.*, 1985)，它存在於圖 1 中的五個不同地方，若以科學教育的觀點來看，則它們之間有密切的關連性。

我們若由圖 1 的流程來看，科學課程若要能實際應用於教室的教學，仍需經教師的精心設計成爲每一單元活動，才能實際應用於教室的教學，無庸置疑地，學生是科學教室中的主體，教師只是學習活動的諮詢者、領導者、經營者、…，但是就整個教與學的活動來看，科學教師在學生的學習活動的成效上，仍然扮演極爲關鍵性的角色，有關這方面的研究可謂是「汗牛充棟」，自不待作者在此再加贅言以及詳細引證了。然而，就科學的教學活動而言，教師的教學行爲中口語行爲佔有大部份的活動時程，其中又以口語的科學解釋行爲，對學生的建構科學本質的瞭解扮演了重要的角色 (Lederman, 1986; Lederman & Zeidler, 1987)。我們瞭解了教師口語解釋行爲在科學教學所佔的地位後，作者將由三方面來討論有關口語解釋的研究文獻：(1) 教育情境上的解釋、(2) 日常的解釋、以及 (3) 科學上的解釋。

一、教育情境上的解釋研究

有關教育情境上的解釋研究文獻的探討，可分爲對「解釋」的分析研究及實證兩方面來論述。什麼教做「解釋」？Martin (1970) 把「做解釋」(to explain) 和「解釋」二個詞加以區分。他認爲：「做解釋是某人做了某事，而解釋則沒有做的行爲」(p.13)。基本上，Martin 是傳承了 Bromberger (1968) 對「解釋」所提出的兩個概念 (senses)，其一是：進行教學時的某類表現 (performance) 及實例；另一是：涉及此表現的組成實體 (p.104)。事實上，Martin 和 Bromberger 在澄清「解釋」時，比較重視「做解釋」這一層面，對「做」後的「產物」(product) 持有比較彈性的看法。因此，她們對於教師教學時解釋的完整性及正確性並非主要的考量。但有人持不同的看法，認爲對於「解釋」的研究，不但要注意「做」的行爲，更要重視「產物」

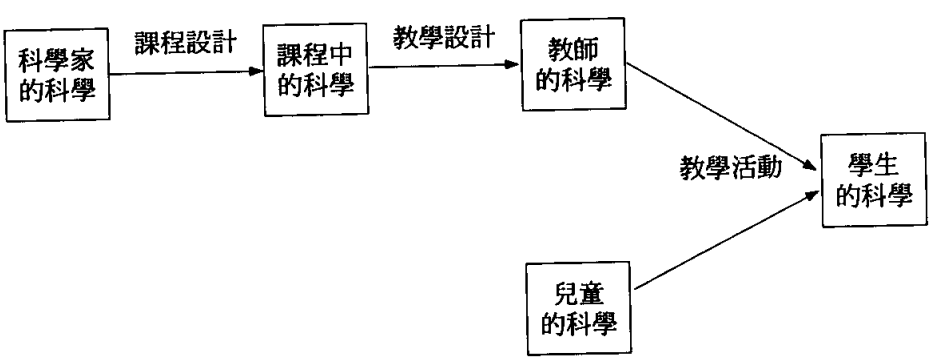


圖 1 ：科學知識存在的五個場所

在本體的地位 (ontological status) 及價值 (Achinstein, 1988)。Martin (1972, p.66) 更進一步闡釋她對於科學教師「解釋」的觀點，她認爲：科學教師在口述解釋時需要考慮到學生的年齡及程度，有時還必須犧牲解釋的完整性來增進學生的瞭解。另外，對於科學解釋的看法，Swift (1961, p.180) 認爲科學解釋應包括下列三要素：概括性宣言 (generalization statement)、證據宣言 (evidential statement) 及結論。再者，Ennis (1969) 則由邏輯角度來討論教師的口語解釋形爲，他認爲口語解釋行爲大致上應包括：定義、解釋、及辯證 (justification) 等三要素。

由以上對於「解釋」意涵的分析研究的探討，大致上可分爲兩類的觀點，一爲注重解釋的「作爲」(act)，例如 Martin 及 Bromberger；另一爲重視「產物」及解釋的邏輯要素以及正確與完整性，如 Achinstein、Swift 及 Ennis。就研究國小教師科學教學的解釋行爲時，對於「解釋」意涵的觀點，作者則傾向採用前者的觀點，即重視教師的解釋「作爲」，至於解釋的完整性、正確性、以及是否符合邏輯上的三要素似乎對小學教師教學及小學生的科學學習並非那麼關鍵。只要教師是以口語的方式來促進學生對科學事物及現象的瞭解，即可算是口語解釋，作者的想法和 Gage (1968, p.3) 的觀點類似。再者，在國小科學教學來說，若教師太重視解釋的完整性及邏輯性，對國小學生來說可能會發生「曲高和寡」得不到共鳴的窘境。同時對一般國小教師來說，有關科學課程及相關領域的教育較少，若不以解釋的「作爲」爲取向的話，可能會發生整個單元的教學口語論述 (discourse) 找不出有任何「解釋」行爲的困境。

在教師科學解釋的實證研究方面，Smith 和 Meux (1970) 是以邏輯運作 (logical operation) 分析，來研究教師教學行爲的多面性，他們發展了一套教室教學的觀察系統，「解釋」是此一系統的十三個項目之一。他們完成了中學的科學、英文、社會及數學的教室觀察研究，認定了六種「解釋」類型如下。

㈠機械性的：論述某構造或事件各部結合在一起的方式，以便說明某事件或構造。

㈡原因型的：論述導致被解釋事件、現象的前置因素，或伴隨的原因。

㈢次序性的 (sequent)：依序列舉導致被解釋事件發生的先前事件。

㈣程序性的：涉及造成某特定結果的步驟或事件的描述。

㈤目的論的：涉及以目的的說辭來描述事物或事件。

㈥規範性的 (normative)：包括兩種可能性，一種是需求示例或辯証；另一種是指出規則作爲行動、選擇或決定的理由。

另外，根據 Oguntonade 的研究，科學教師的「解釋」有下列類型：

㈠普稱定律 (universal law)：應用定律、學說於教學的解釋，例如：牛頓運動定律、守恒定律、等等；

㈡建構 (construct)：應用建構的定義，例如：不同形式的能、力、功、等等，有時和定律連用，有時只敘述建構的特性；

㈢類比：利用熟悉的狀況來幫助現象的解釋；

㈣歷史記事 (historical account)：這些記事是科學研究的記錄，如焦耳的實驗故事，等等；以及

㈤雜項 (miscellaneous)：例如，列舉一系列的事件但不是歷史的，示列了一連串的實驗手續、簡述了測量的方法，等等 (Oguntonade, 1971, p.72)。

上述五項解釋類型於教師教學時出現頻率，分別爲雜項：17、建構：13、類比：13、普稱定律：13、歷史記事：10。由上述頻率分佈，雜項出現最高，因此作者認爲 Oguntonade 以既定的科學解釋系統或類型來把科學教師的「解釋」加以歸類，對研究教師的「解釋」來說是相當地不足，不然的話則不

會有高達 17 次的「解釋」歸爲「雜項」。

綜合上述實證研究探討，不論是由邏輯運作分析的觀點如 Smith 和 Meux；或是 Oguntonade 的科學哲學爲分析架構，對於教室的教師「解釋」之資料分析歸類仍然有「力有未逮」之缺失，因此對研究者而言，有必要另參考其他方面有關「解釋」的研究。

二、日常情境的解釋研究

任何人從小到大都會由日常生活的社會及物理的環境中碰到許多問題，並持續地尋求解釋來解答「爲什麼？」、「如何？」的問題。一個科學教學無可避免地，教師持續地把他/她的日常生活情境的解釋融入於教室中的教學說明之中。由於日常情境的問題之多樣性及複雜性，因而日常生活的解釋特性的歧異度是不言可諭的。儘管它們的高度歧異，根據 Antaki (1981, p.vii) 的說法，它們仍有共同的元素：「它們不只告訴我們被解釋的事件，也告訴我們解釋的人、及解釋通過的心理歷程。」

通常日常情境的「解釋」並不涉及因果關係、原因或事由，但是 Draper (1988) 則主張：在追尋解釋的層面上，日常情境的問題和其他情境的問題有共同的要素，就是爲了訊息的追求。無論如何，因爲日常情境的解釋不按語意結構法地表示出來，因而很不容易確認它們。所以，欲由建構「浮面線索」(surface clues) 來把日常解釋加以按類型歸類是不可能，因爲日常情境的解釋可能只是一個名詞片語而被認爲是解釋的口語講解，也沒有任何片語形式可作爲確認的依據。按 Draper 的說法：「句子的意義可能部份取決於當時的情境，同時有些內情在聽者可以自己填補的情形下被保留而未說出」(p.17)。再者，我們也不可能以「爲什麼」或「如何」作爲線索，因爲這些語辭在問題中可能被意譯爲隱含有「什麼」和「誰」的意涵。另外，「因爲」(because) 也有可能被其他的語辭所取代，而不可作爲確認日常情境的解釋的判準。

後來 Draper 建議，在日常情境的會話所提某事物的理由，只可認爲是「解釋」的子集 (subset) 罷了。日常的解釋經常和兩類內容相關：有關世界的觀念和信念的基礎 (grounds for belief)。當爲一信念賦予理由時，趨向於處理有關於某一信念的基礎在某特定情境的觀念，這些基礎可能取決於實證的支持、或取決於權威。引證自權威是：「一普遍的現象，係反應對知識社會性的分配本質，包括科學知識…這可以解決無限地重複“爲什麼”問題的困境（例如在某一年齡的兒童常有的）」(Draper, 1988, p.21-21)。

綜合上述的探討，對將要從事教師「解釋」的實證研究者而言，Draper 對日常情境的「解釋」的觀點，有下列四點可以作爲認定及分析教師口語論述的參考：

㈠句子的語意可能取決於當時的情境；

㈡部份的內情在聽者可以自己填補的情形被保留；

㈢不能以「問句語」的有無作爲認定的爲唯一線索；

㈣注意教師是否引證自權威，如「牛頓是這樣說的」，等等。

爲了因應上述分析時的難題，作者認爲可以下列策略來彌補：

㈠教室錄音時，觀察者詳細記錄下教室特殊情境；

㈡分析資料若有疑問時，應再向教師咨詢，俾能釐清疑問；

㈢透過和教師的晤談，藉以深入瞭解教師的教學觀、世界觀等背景資料。

三、科學上的解釋研究

我們常說：知其然，更要知其所以然；換言之，就是要對事件或現象追究其原因，科學教學是要幫助學生「知其所以然」，就是以科學解釋來說明某事件或現象爲何發生或爲何如此發生的機制。因此我們可以說「解釋」是科

學主要的目的之一。此以說法雖然有學者不贊同，如本世紀初期的 Karl Pearson (Salmon, 1987, p.52)，但仍然廣被科學哲學界所肯定 (Nagel, 1961; Kourany, 1987; Hill, 1986)。再者，Pitt 在論及科學的眞正議題時，他說：「眞正重要是科學所產生的知識，不論知識以什麼形式呈現，能夠使我們發展解釋，而且這些解釋能被認同（1988, p.6）」。對於解釋的重要，Pitt 進一步地強調：「若一研究不能在某領域 (domain) 產生解釋，則此一研究就不值一提了 (1988, p.7)」。科學（科學理論）的「解釋」功能在科學研究的重要性應是無庸置疑的。

在知道了「解釋」在科學的重要性之後，討論和科學解釋有關的理論是非常必要的，因爲這些理論可以提供分析教師課堂上講解 (discourse) 資料的簡約及清楚的參考。

㈠阿里斯多德 (Aristotelian) 典範

對於科學知識的構念，阿里斯多德認爲科學知識要利用「原因的四重構造」(fourfold structure of causality) 加以確認。根據他的演示學說 (theory of demonstration)，科學 (episteme) 是一種最優越的知識 (knowing)，也只有能確認造成事實 (pragma) 就是如此的原因之人才能完全達成科學知識，對阿里斯多德來說，原因的功能在於作爲促使科學知識成爲可能的理由或解釋的因素 (Wallace, 1972, p.11)。這些原因有下列四種：相關的、形式的、肇因的，及表示目的的。

㈡推理的 (inferential) 典範

古人有：「山近月遠覺月小」的說辭，由此可知人們在直觀所不能及的領域，可以藉助推理去解釋心中的疑團；科學家則利用推理去解開大自然中事件或現象之謎。例如：愛因斯坦在涉過「一條有點崎嶇和曲折的道路」後，提出了一個全新的宇宙模型－動態的宇宙模型，從而開闢了一條通往現代膨脹宇宙概念的道路（李靜等，1994）。

有關此一「解釋」的構念，Hempel 和 Oppenheim 是濫觴者，此典範界定「解釋」以歸納或演繹的論據來示明期望被解釋的現象、事件…等等。某一科學解釋由一組至少包含兩元素所構成的前提，這兩元素一爲觀察、和自然律或解釋項；另一元素則爲被解釋項，也就是利用演繹或歸納推理而得到的結論，論據的效度則取決於和前提有關的結論的眞實度。另外，假設解釋項可以觀察或實驗加以驗證，則論據可被認爲具科學上的有效性 (Hempel & Oppenheim, 1948)。依據應用於解釋項的定律本質，某一「解釋」可能歸屬於下列三種型式之一。第一型是演繹規範的 (deductive nomological) 解釋，包括普稱律在它的解釋項中。第二型爲演繹統計 (deductive statistical) 解釋，包含至少一個統計定律在解釋項中。第三型爲歸納統計 (inductive statistical) 解釋，就在解釋項的歸納論據中至少用到一項統計定律 (Kourany, 1987)。

㈢原因的 (causal) 典範

根據 Salmon 的主張，原因的構念之科學解釋包括一個被解釋現象如何產生的說明，以及它如何安置於普稱或統計定律中而被原因性的加以解釋。他進一步地指出：把特殊的事件包容於定律內，對解釋來說是必須的但仍然是不足的，特別是在只有統計的規律性被涉及的情況下。由於本典範的解釋能力超越了 Hempel 模式的預測及逆測 (retrodiction) 的推論能力。同時，原因性的解釋典範提供了在自然界產生和傳播結構的機制理論 (knowledge of the mechanisms of production and propagation of structure in the world)。因此，此一典範能進一步地超越只認知到規律性，以及把特殊的現象包含此一規律性的可能性而已 (Salmon, 1987, p.64)。

㈣朔源論的 (genetic) 典範

在說明爲什麼某系統具某些特性，朔源論的解釋則詳細述說從一個早期系統發展到此一系統的連串步驟，在過程的角度上來看，朔源論的解釋是歸屬於科學探究的歷史記事。他們

對「爲什麼？」問題的典型回應，就是認爲觀念的發展及演進在解釋上扮演關鍵性的角色 (Green, 1971, p.154) 。朔源論的典範，其解釋包含了事件已發生及將發生的過程。Smart (1968, P.x) 認爲，大部份的生物學、地質學、及天文學都會用到朔源論的解釋典範。同時，他相信某學門可以被認定爲具歷史性的本質時，那麼此學門所關心的是某一特定事實的本身，而不是以特殊事實作爲驗證物理及化學定律。

㈤類比的 (analogical) 典範

人類運用類比思維可說是源遠流長，例如：中國人對於人們使用火是如何開始的神話故事提到：「燧明國不識四時晝夜，有火樹名燧木、屈盤萬頃。後世有聖人，遊日月之外，至於其國，息此樹下。有鳥類鶺，啄樹則燦然火出，聖人感焉，因用小枝鑽火，號燧人。」若不深究其對應的相容性，這確實是一個很好的類比（李靜等， 1994, p.114 ）。當然也有人認爲這不是類比而是文學上的隱喻或比喻而已。以下先來討論類比和隱喻的分野。

對類比和隱喻的分野， MacCormac (1985, p.24) 提了他的看法：「兩涉及項 (referents) 的不同取決於差異的程度，若兩涉及項間有大的差異則叫隱喻，它們之間有更多的相似性則稱類比」。類比和隱喻在科學思維上的運用可能並不絕對需要嚴加區分。例如，日本理論物理學家湯川秀樹還把隱喻視爲類比的一種形式（李靜等， 1994, p.115 ）。因此，在科學思維上，類比和隱喻經常是相互滲透使用的，它們的思維程序總是借易釋難，借已知解釋未知，以具體說明抽象。

有關隱喻在科學發展上所扮演的角色，MacCormac (1985, p.36) 理解到：隱喻可以做爲舊理論和新理論間的橋樑，由於隱喻有假說的本質 (hypothetic nature) ，因而提供了順適地把舊的理論意義轉移到新的理論，並擴展了普通語言的意義調適到更複雜的理論構念。對科學的進展，類比也同樣地被認定扮演了這樣不可或缺的角色 (Dagher, 1989) 。隱喻及類比都有豐富科學活動經驗的功能，並提供科學工作者有設計實驗，以及分析、綜合事物現象的能力。雖然類比在科學的進展上扮演了如此重要的角色及地位，但是它也有一定的限制。 Braithwaite 提到類比的極限，他說：「類比只能暗示學說可能的延伸；在科學史上記錄了一些事例，有些類比的暗示確實導致學說有價值的延伸，另外的則可能引入死胡同而終極」 (1970, p.273) 。

對於類比的意義，另一個對本研究有用的分析討論是由 Nagel (1970 ，引自 Dagher, 989, p.25) 所提出的，他把類比分成形式的 (formal) 及實質的 (substantive) 二種類型。若類比有意以巨觀的來取代微觀的實體則可視爲實質的。若涉及一些可見的理論模型，物理學家在心中有一個系統，其中的事物和實境事物大小有別但至少在熟悉的經驗中可被理解的，在此一情況下某一模型可以圖或想像表徵出來。另一方面，形式類比通常以抽象關係作爲模型把現有理論推向未開發的領域。事實上，這兩種類比對科學社群是具有同等重要的地位。 Hesse (1970) 認爲：兩者都有詮釋科學理論模型的功能，兩者有檢測新特徵的目的，以及在易被領悟的情況下介紹新的理論名詞而延展科學語言的目的。

事實上，「類比、隱喻、比擬、類推」都有相類似的意義，至於類比和隱喻的區別，對本研究來說，並不作嚴格的區別，只要教師的解釋，涉及兩項間的關連即可認爲是類比。不再深入追究兩涉及項間的關係的嚴謹及緊密與否，尤其對國小低年級的科學教學來說，更要採用「類比」的寬鬆意義，才較符合實際的教學現況，即自然科的內容淺易，學生的認知推理能力仍在前具體運思或具體運思階段。

㈥目的論的 (teleological) 典範

目的論的「解釋」大部份被用在生命科學的研究上，是引致目的作爲自然過程的肇因說法 (Nagel, 1979, p.107) 。根據 Wallace

(1974, p.204) 的想法，目的論的「解釋」和眞正關於因果的解釋有所不同。因果的解釋是造成結果的先前或至少是同時的原因，然而目的論的解釋則是把自然的過程歸因於一個未來的目標。

除了生命科學上常見到目的論的解釋外，在物理科學上亦屢見不鮮。Bunge (1985, p.16) 就舉了兩個例子：「爲了抵抗外力而能繼續運動，一物體必須由另一外力得到能量」，以及「地殼是一種爲生命追求一個最適生存環境的回饋系統」。就此而論，就是物理學者意圖抵制把動機 (motives) 帶入物理實體，這並意謂在物理科學的研究上目的論 (teleology) 的想法就會消失可能不大實際的想法。

在生物科學的研究領域，Ayala (1970) 堅定地主張，目的論的解釋是適宜和不可或缺的，而且和因果的說明是可以相容的，雖然它們不能還原爲非目的論的解釋而不致喪失解釋的內容 (p.8)。就他的想法來說，有三類的生物現象目的論是被允許的。這三類是：(1) 當最終的狀態可以被運作者意識地預測時，例如動物逃避掠食者；(2) 當某機制存在系統之中以便對抗環境的波動，例如生理的恆定反應；(3) 當解剖或生理結構表現特別的功能時，例如人眼爲了得到最佳的視力跟隨距離及亮度而調整。

研究方法

本研究是要探索國小教師在進行自然科教學時的口語解釋行爲，企圖在探索的過程中，認定國小低年級教師口語解釋行爲的類型。俾能更進一步地研究解釋行爲和教師的教學效能、學生科學學習成就間的關係，也有意圖經由研究的結果的詮釋，藉以提供師資培育方案重新思考的參考。研究方法將分爲研究對象、數據收集、數據的分析及結果的信度等四部份。

一、研究對象

原則上，這種以探索本質爲導向的研究，研究對象當然是越多越能找出更多典型的解釋類型。但是限於人力及資源，以及國小自然科的課程不分理化、地球、生命科學的特性，決定國小一年級及二年級各找四位願意參與研究的教師，她們來自於台東市附近的四所國小。除了一所國小一、二年級自然科是由科任教師擔任授課外，其他三所國小都是由級任教師擔任。這八位教師都是女性，任教年資都是十年以上，並有超過二十年的，可以說是教學經驗豐富，對於學生的瞭解及教室管理應有一定的水準。尤其是她們仍然保持了高度的教師使命感。在開始接觸之初，部份教師有懼怕被當作「小白鼠」，經詳細深入溝通後，她們都同意在研究者不干涉教學的情形下，接受教學的錄音及記錄教學實況觀察，並提供相關的教學資料。

二、數據收集

由教室的觀察來收集數據，研究者實際到教室觀察教師實際上課情況，並記錄教師上課講解重點，以及教室內發生的特殊狀況並輔以錄音。每一位教師分別觀察了三個單元的教學，每一單元觀察及錄音第壹次上課的兩節課，每節上課時間是四十分鐘；三個單元包括理化科學、生物科學、及地球科學各一單元。錄音資料則由專人轉錄爲文稿供後續分析及詮釋之用。同時研究者，也借閱教學者的所有相關的教學資料，俾更能清楚地解讀教學者的想法。

三、數據分析

本研究的宗旨雖很明確，但要完美地來認定教師的口語論述的某片段是「解釋」，則是相當繁雜的兩難的取捨工作，更是考驗研究者心智及耐性的擾人歷程。若以教育理論爲著重點，採用任何定義都不能很清楚地把教師的

「解釋」和其他範疇的口語行爲區分開來。若以科學哲學的理論爲依據，則所下的定義使得「解釋」這觀念受到限制，同時也促使教師一些合法的「解釋」被排除。這些研究的兩難也是有經驗的研究者所面對過的心路歷程 (Dagher, 1991, p.68-69)。Dagher 經歷了無數次的分析考量，她採用了「開放系統」來分析文稿，換言之，就是不以任何一種現成的歸類系統的方式來把教師的口語講解論述加以型化 (typology)，以免掛一漏萬，而不能鑑定出新的「解釋」類型 (Dagher, 1989, p.33-34)。同時，也有學者提到若用現成的歸類系統，那麼教室的觀察會受到既有的系統所限制，而不會產生新的類型 (Everston & Green, 1986, p.169)。因此，本研究的分析大致上亦採用了此一理念。

雖然採用沒有任何既定系統觀察的開放態度有相當多有利於本研究的長處，但是任何研究者都沒有辦法在腦子裡面完全是「概念眞空」情況下，也就是完全不「師法」別人的研究能完成。因此，數據分析、參考前人的研究，作者訂定下列二個步驟來進行分析：即記錄單位的認定及「解釋」的判定。

㈠記錄單位 (recording units) 認定的參考指標

有關記錄單位的認定，Krippendorff (1980) 建議了五種分析單位；Weber (1985) 建議了六種分析單位；Carney (1972) 提到了四種分析單位，他們三人所建議的記錄單位中，共同地提到了「主題」爲考量的指標，Carney 把「主題」定義爲：「概念實體：一事件、思想－過程 (thought － process)、或可被視爲整體的一個概念」(p.159)。另外，有學者 (Lincoln & Guba, 1985, P.345) 討論到「自然情境下的探究」的分析單位有兩項特徵，分別是：

1. 它必須是啓發性的 (heuristic)，也就是須導致探究者能得到某些瞭解或採取某些行動，除非是毫無作用的啓發。
2. 它必須是可以單獨存在的一小段訊息，換言之，它必須在沒有任何另加的訊息的情況下可以被詮釋的，而不在整個探究情境的廣泛瞭解。

本研究對於教師講解論述的分析單位，採用「主題單位」是比較適合的認定指標，爲實作分析時，能更方便且操作順利，作者訂定下列基準作爲認定的參考。

1. 它必須是可以單獨被詮釋的一小段訊息。
2. 它必須能導致研究者能得到某些瞭解或採取某些行動。
3. 它可能是一事件或現象。
4. 它可能是思考－過程的組合觀念。
5. 它可能是觀點的整體組合。

雖然研究者訂定上述五項參考基準，在分析主題案例時，仍然要參考緊鄰上下文的語意情境，不能和上下文完全分離來進行認定。

㈡判定「解釋」的參考指標

擬定判定「解釋」的參考指標前，對於「解釋」的定義要有比較可運作的定義。Dagher 以他個人的經歷 (1989, p.43)，建議以 Scriven 的實用定義 (pragmatic definition) 作爲一個出發點。Scriven (1975, p.12) 認爲：「一項解釋將能傳給一合格的傾聽者應有的瞭解」。但是，對研究教師口語解釋行爲的人來說，「傳給瞭解」(imparting understanding) 則涉及聽者的背景及需求等個人特質的問題。爲了避免偏向有關聽者的成就層面的考量而增加對「解釋」判定的複雜性，Dagher 也建議只考量解釋任務 (task) 而不考量傾聽者的成就。因此，本研究就採用了她的建議，只要有把「瞭解」傳給某合格聽者的意圖即可被認爲是教師的解釋。所謂「合格聽者」於本研究中，就是接受研究的教師所任教班級的學生，而不再作任何資格的設定，也不考慮學生對於「解釋」瞭解的多少。

同時，就「傳給瞭解」而言，教師在課程堂上的論述，都可以說是要傳給學生某些訊息

來促進學生的瞭解，那麼教師的口語「解釋」就可能等同於教師口語論述。爲所擬的判定「解釋」參考指標的實用性， Dagher 認爲要把教師的演講、描述、教導和解釋要加以釐清 (1989, p.43-45) 。有關演講和解釋的區別，本研究採用 Smith 及 Meux (1970, p.139) 的說法；描述和解釋的區分則採用 Horwood (1988, p.41) 的見解；至於教導和解釋的分野， Martin (1970) 說法值得參照，他認爲：「對某人解釋某事件時，理應牽涉到個人給予「解釋」的明顯舉動。相對地，教師的教導行爲則是讓傾聽者自己揣摩答案或自己組合事實茲以得到一些結論，若教師的口語行爲有上述的特質，則應認定爲教導的事例。」

本研究參考上述學者的見解、觀念、定義等，擬定了下列判定「解釋」的指標：

1. 對於教科書、習作、學生、教師（自問自答）的「如何」、「爲什麼」之問題的隱含或外顯的處理過程；
2. 口語論述中隱含的「虛擬問題」之說明及詮釋；
3. 必須含有被解釋項及解釋項；
4. 排除「純定義」。

雖然有了以上的指標作爲判定教師的口語論述是否爲「解釋」的依據，但是要準確判定文稿中「分析單位」是否爲「解釋」，仍然需分析者對「解釋」的深入瞭解及全盤的直覺感受。同時分析者仍然要考慮到，國小低年級教師於自然科教學時，所作的「解釋」不會完全符合指標中的前三項。因此在判定的當下，研究者除了參考判定指標外，並不排除自己的直覺的感受，並且不考慮「解釋」的正確性及完整性，以及學生的接受度。

四、結果的信度

雖然在研究方法上已詳細討論如何確定教師的口語論述的片斷爲一完整的「解釋」，爲了增加其可靠性，由一位研究者決定以後，需由另一位研究者（共同主持人）再確定一次，若兩人之間對某一段口語論述爲一完整的「解釋」有歧見時，則共同討論到取得共識爲止。同樣情形，在決定其解釋類型時，由主持人及共同主持人分別看完所有文稿，把文稿中確定爲「解釋」的片斷加以判定其類型，若有不一致時，再討論到取得一致爲止。第一次審閱文稿，確定文稿片斷爲「解釋」，兩位審定人的一致性約爲 85% ；另外，在判定解釋類型的一致性爲 75% 。

研究結果

本研究的結果將分成下列： (1) 解釋類型：定義及實例； (2) 解釋的架構； (3) 解釋類型分佈情形等三部份來敘寫。

一、解釋類型：定義及實例

教師上課時的口語論述文稿先確定哪些是應列爲「解釋」後，再經連續比較分析產生「解釋」類型，共有六種解釋類型，今分別把它的定義及實例分別敘述於后。

㈠**類比的**：就是把一個學生熟悉的情境或例子類推至不熟悉的現象、事件，藉以提供「解釋」。這種「解釋」是假定了類比情境和被解說的實際現象有一定程度的對應。

就科學推理上來說，類比就是指從兩個或兩類事物之間的相似關係出發，根據對其中一方的特徵和規律的認識，來猜測另一方的特徵和規律。同樣的情形，已知的一方和未知的一方也應有相當程度的對應。其對應關係可以由外形、功能、以及內部機制或過程等三方面來考量。這種解釋型式是教師常用的一種，可以出現於不同的教學主題。當然其解釋的能力，就得看類比情境和被解釋的現象或事件的相似的對應的程度了，但是這並不是本研究所要考量的因素。請參閱下敘的實例：

「植物的花就像我們人類所穿的衣服，有保護的作用」

「太陽就像我們家裡的電燈一樣發

光」

「植物和我們人類一樣要喝水才能生存下來」

「…，構造的意思呢，講得比較簡單一點，就是說，這個花是由什麼東西組合起來的，像你們在組積木的時候，有長的積木，有短的積木，有圓的積木，它們可以組合起來變成一樣物體，花由不同的構造組成的。」

㈡**擬人化的**：就是把人類的特質賦予非人類的作用者，這種賦予並沒有目的的意圖，請參閱下列文稿摘要：

「 S：爲什麼飛蛾到了晚上會飛進屋裡，要躲在電燈那裡？

T，因爲飛蛾喜歡亮亮的光，只要下雨的時候，有些飛蛾會飛到屋子裡來，繞著燈管跑呀、飛呀。」

㈢**功能的**：藉立即的結果（功能）以解說現象的論述，這種歸屬於現象的功能，可能由自然界過去的事件記錄所支持，例如：在生物科學的天擇；另外，也可能由人爲的事件記錄所支持，例如：人的意識所設計的製品。

大體上來說，此一類型的解釋最常見的，就是構思某一種功能並賦予生物的細胞、組織、器官、或系統，或是把某一功能賦予非生命的客體 (objects)。這一類型的解釋和目的論的解釋型式有所不同，它們之間的最大不同就是前者並不蘊含目的，另一個不同是前者著重在構造對功能的貢獻，或某一部份構造導致生物體或非生命客體的某一特殊狀態，請參閱下列實例：

「 各位小朋友，這朵花美不美麗？（學生回答：美麗），你/妳們知道這部份叫什麼名字嗎？（教師手指這朵花的花瓣）哦！沒有小朋友知道，老師告訴你/妳們，這叫做花瓣，它很美對不對？（學生回答：對）哦，花瓣可以保護花蕊，它的顏色可以吸引小蜜蜂、蝴蝶來採花蜜哦！」

㈣**形而上的**：這一類型的解釋，是認爲有一超自然的運作者 (supernatural agent) 作爲事件、現象發生的原因。因此，在這種情況下，「解釋」的本質已由解釋的主體 (subject，即本研究中的教師）轉化到外在的操縱者，例如：神、上帝、佛祖、天主、…等。請看下列文稿摘要：

「 它們天生的，也許有一種超自然的力量使地球的花產生各種不同的色素，因而有各種不同顏色的花朵，供人們來欣賞。」

「 花要繁殖下一代呀，自然界有一主使者就使得生物有生殖能力呀。」

㈤**實用型的**：涉及肢體和心智操作的方法之講解或指導，換言之，此類型的解釋就是指導傾聽者「如何做」(how to) 的描述，請參閱下列文稿摘要：

「大家注意啊，現在請小朋友把剛才發的塑膠袋拿出來。好！現在請你們把塑膠袋的口張開，然後把空氣裝進去…」

「…，現在你們把塑膠袋通通放手，老師一個步驟一個步驟的說，你們就一個步驟一個步驟的做，…」

㈥**恆眞的**：這一類的解釋，只是把「爲什麼」/「如何」的問題或宣言重組一下，並沒有加上任何新的訊息於口語論述的內容之中。請參閱下列文稿摘要：

「 T：爲什麼花是有生命的？

S1：它會開花。

T：還有呢？

S2：它生小孩。

T：還有呢？

S3：它會長大。

T：還有呢？

（沒有學生再回答）

T：你/妳們說的都很對，但是最重要的一點，每位小朋友都要記得哦！就是花是生物！」

二、解釋的架構

教師的口語解釋被判定出來並被決定其解釋類型以後，若能把不同類型的解釋再依類型間的特性作歸類，進而建立教師的解釋架構。解釋架構的建立，對於爾後的研究，不論在口語解釋的判定、解釋類型的決定，都可以較能得心應手地來進行。由於研究的對象爲國小一、二年級教師的自然教學的口語解釋，受限於包班制爲主的授課型態，以及教材內容、學生認知發展特質等因素，本研究的教師解釋類型只有 6 類。因此，要參考 Rescher (1970) 及 Trusted (1987) 的說法，重新建構解釋的架構，可能並不適當。因此，研究者利用 Dagher (1992) 所建立的解釋架構，來把本研究的發現類型，加以系統化（以圖 2 來表示）。

就圖 2 的解釋架構來說，它含蓋了三個主要的類別，即「恆眞的」、「實用型的」及「理論的」，而前兩類別已在前文中的「解釋類型：定義及實例」中討論過了。而「理論的」此一類別，根據 Rescher (1970) 的說法，在科學的解釋是最常出現的一種解釋類別，是針對「爲什麼」以及「如何」的問題而提出的主張。它又包含了兩種次類別－非僞裝的 (genuine) 、及僞裝的 (spurious) 。它們兩者的區別在於：前者具有預測的能力以及可

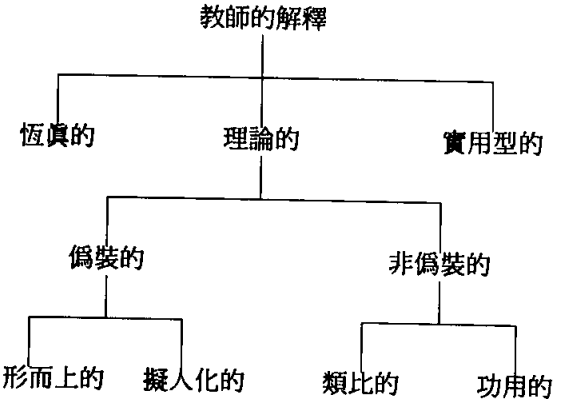


圖 2 ：國小一、二年級教師的解釋架構

被證僞；而後者則沒有這兩種特質。非僞裝的則包含類比的及功用的兩種類型，而僞裝的則有形而上的及擬人化的兩種類型。

三、解釋類型的分佈情形

雖然每一研究對象教師只觀察了三個單元，每一單元兩節的時間，要比較他們之間口語解釋的差異實在不太可能，但作者仍然分別以個別教師及自然科授課內容來計算一下，教師解釋類別的出現頻率。個別教師以 1 到 8 來表示不同的教師（ 1-4 爲一年級； 5-8 爲二年級），授課內容則以生命科學、理化科學、及地球科學來區別，並以表 1 及表 2 分別來列述。

表 1 ：不同教師解釋類型分佈情形

教師	擬人化的	形而上的	類比的	功能的	實用的	恆眞的	總 數
1	1	--	2	--	2	--	5
2	--	1	1	--	3	1	6
3	2	--	2	--	--	--	4
4	3	--	3	--	3	--	9
5	--	1	3	1	3	1	8
6	1	--	1	--	2	1	5
7	2	--	2	--	1	--	5
8	1	--	3	1	1	--	6
總數	9	2	17	2	15	3	48

表 2 ：不同學科教師解釋類型分佈情形

學科	擬人化的	形而上的	類比的	功能的	實用的	恆眞的	總 數
生物	6	2	7	2	5	2	24
理化	1	--	5	0	5	--	11
地科	2	0	5	0	5	1	13
總科	9	2	17	2	15	3	48

由表 1 的解釋類型分佈情形來看，不同教師間解釋類型出現的頻率沒有什麼大的差異。對於授課內容是否會影響教師解釋類型出現的頻率，由表 2 的數據顯示出來教師在生物科學的單元教學時，出現擬人化的解釋類型，比上理化及地球科學的單元時多一些。至於，其中是否有特殊的意義則無法由現有的數據加以推論及解釋。

討　論

本研究的主要目的是要探究國小低年級教師，在自然科教學時口語解釋的類型有哪些？研究的結果判定有六種類型，並初步建立了她們的自然科教學時，口語解釋的架構。在本章中將討論到下列問題：(1) 和國外相關研究的比較；(2) 解釋類型的討論；(3) 研究的限制。

一、和國外研究的比較

有關自然科教師教學時的口語解釋研究，在國內尚未有人研究，而國外方面，最有系統的研究要算 Dagher (1989)，她錄音分析了 20 位美國初中科學教師於科學教學時口語解釋的類型。教學的學科包含了生物科學、理化科學及地球科學等，她的研究結果，歸類了有十種類型的「解釋」，分別是：形而上的、擬人化的、類比的、機械的、功能的、理性的、目的論的、朔源論的、實用型的、恆眞的。她進一步參考科學哲學及科學解釋的論著，把這十種類型加以階層性的分類，建構了教師的解釋架構。對於小學教師於科學教學的解釋研究，仍然沒有學者加以研究，所以沒有結果可茲比較。

本研究判定國小低年級教師於自然科教學時，其解釋的類型有 6 種，分別是：形而上的、實用型的、類比的、擬人化的、功能的、恆眞的等六類型。和 Dagher 的研究結果比較，少了非僞裝的類別中的機械的、理性的、目的論的、朔源論的等四類型。本研究只有 6 種類型，可能是和我國的國小都是包班的排課方式有關。大家都知道我國國小教師的培育是以包班制爲主流的職前教育，和國中及美國初中科學教師培育方式有天壤之別，不但在科學課程有極大的差異，即是科學教學法及教材相關的課程也有相當程度的差異。一般來說，國小教師的科學教育訓練及素養，在職前教育階段，在科學、科學方法論、教材教法上，都不如國中科學教師的職前教育甚多，這可能是解釋類型較少的可能原因之一。

二、解釋類型的討論

由表 2 的統計數據顯示：本研究所判定的六種解釋類型中，在教室教學時出現頻率的多少依序爲：類比的 (17)、實用的 (15)、擬人化的 (9)、恆眞的 (3)、功能的 (2)、形而上的 (2)。若不分解釋類型的區分，則國小低年級教師在自然教學時，口語論述被認定的「解釋」頻率的多少，若以學科來論依序爲生物科學 (24)、地球科學 (13)、理化科學 (11)。至於爲什麼會出現此差異，由本研究的數據並無法推測及解釋。至於，有關本研究的六種解釋類型的進一步討論，則依類比的、實用的、擬人化的、恆眞的、功能的、形而上的順序加

以論述。

類比的應用於自然科教學，是國小低年級教師常有的解釋類型。嚴格的說，所謂類比，就是指從兩個或兩類事物之間的相似關係出發，根據對其中一方的特徵和規律的認識來設想另一方的特徵和規律。基本上，它可以說是從「特殊到特殊」的推理，而且是科學研究常用的科學方法。本研究的對象教師，通常她們所用的類比都是非常簡單的類比形式，只是兩類間相似性的簡單推理而已，這可能和她們的教學內容和國中的科學教材內容比較起來，在複雜性要簡略得太多的原故。因此，和 Dagher (1989, p.60) 的研究發現比較起來，沒有她所發現的「完全地發展模型」(A fully developed model) 的類比推理的解釋出現。雖然，她們用類比的解釋時，有些地方在情境上並不是很適合，但是她們的論述確實已具有簡單相似性類比的形式及內涵，至於是否完全達到解釋的效能則不在此研究的考慮範疇。

至於實用的解釋類型是本研究的對象教師另一種常用的解釋類型。她們在使用實用的解釋時，都是在解釋 「如何做」。通常「如何做」應包括涉及心理的任務 (mental tasks) 及身體的任務 (physical tasks) 的如何去操作。但是，個人認爲任何身體任務的操作都需要心智的操作。因此，本研究並不把實用型的解釋再分成「做」(doing) 及「思考」(thinking) 兩個次類型。

本研究的對象教師第三種常用的解釋類型是擬人化的解釋，而且是出現於生物科學的教學單元之頻率較多。擬人化的解釋是和形而上的解釋是在同一次類別，主要是兩種類型都不能經由解釋的命題，設計探討的活動或實證研究而加以證僞。因此它們都不算是科學的解釋。至於，出現於生物科學的教學單元之頻率較其他學科單元多的原因，可能因生物和我們人類有較多相似性，尤其是高等動物的特徵和人的特徵更爲接近，是否就如研究者所言，則有待進一步的研究探討

基本上，恆眞的解釋類型本質上並沒有眞正解釋了「爲什麼」及「如何」的問題，只是把問題的敘述或宣言加以重組而已，並沒有提供新的訊息可以使傾聽者能瞭解更多對於現象或事件爲什麼及如何發生的眞正機制、原因、或眞相。恆眞的解釋只出現於對象教師進行生物及地球科學的教學單元中的解釋系統。例如，在生物科學單元的教學中，有一位教師解釋花爲什麼是有生命的？是因爲花是生物，另一位教師則解釋花爲什麼是生物！是因爲花是有生命的。她們的解釋共同的特點是並沒有把生物或生命的特徵說明清楚，其解釋並不能幫助傾聽者知道更多的相關訊息，進而更能了解被解釋項。

論及功能的解釋，應可以把它歸類爲非僞裝的解釋，因爲，它可以就其解釋內容命題，設計一個探究實驗活動來設法加以確證或證僞。本研究的對象教師在有關生物科學的教學單元之口語論述中，只有出現二例功能的解釋。此類解釋的分佈情形和 Dagher (1989, p.77) 所研究的初中科學教師的分佈情形類似，也是出現於生物科學的教學爲主。

形而上的解釋，也是屬於僞裝的解釋類型，因爲它也是沒有辦法透過解釋的命題，來設計探究活動加以確證或證僞。本研究所出現的事例中，雖然教師沒有把外在的操縱者說出，指明它是神、上帝、天主等，但意含著有某些現象的發生是由於超自然的力量。出現的兩個事例都是生物科學的教學單元。

三、研究的限制

通常研究教學的解釋行爲，都是依賴對教師實際上課的錄音，再轉錄爲文稿後進行質的比較分析，意圖能確認解釋的口語論述片斷，並判定其解釋類型。對解釋類型的判定及確認，因爲由文稿表面結構來判定沒有任何的線索可資爲判定的準則。所以，是否把文稿中，所有的所謂「解釋」都被研究人員完全確認出來，則是一大問題，出現遺漏的問題是在所難

免，這是第一項研究的限制。雖然，第一項研究的限制，可以訓練分析人員的素養而提昇分析的品質來改善限制，但是並沒有辦法完全清除。

第二項研究限制則涉及解釋類型的決定，則往往因當時情境的不同也可能有不同的詮釋，分析人員所認定的類型因而隨之不同。當然，也可以經由研究人員的共同討論達成共識，但是同一研究的研究人力有限，有適當的背景訓練者則更少，因此，所決定的類型是否完全適切，則有待斟酌及改進，但也可能是永遠無法完全克服的限制。

結論及建議

一、結論

根據本研究所探討的對象教師，她們於自然科教學的活動中，常用到的口語解釋類型，依出現頻率的多寡順序爲：類比的、實用的、擬人化的、恆眞的、功能的、形而上的等六種類類。其中，類比的、實用的、功能的三類型是非僞裝的類別，它們是可以被確證或證僞的；擬人化的及形而上的兩類型則是不可以被確證或證僞的解釋；另外，恆眞的解釋類型則是一種重複語辭的述說，並沒有給傾聽者增加任何新訊息。

二、建議

本研究嚴格地說只是對科學教師口語解釋的探索式的研究，不論在研究對象的選取、分析單位的認定、「解釋」的判定標準都有不完備的地方。作完初步的探索研究後，擬針對未來科學教師的口語研究，提出建議供有興趣的同好參考。

㈠研究的對象教師人數應增加，俾能判定出更多的解釋類型藉以建立本土的解釋架構。

㈡應同時進行對象教師對科學本質的瞭解之調查研究，俾能分析解釋類型和教師對科學本質瞭解間的關連。

㈢應增加具有科學哲學、教育學訓練背景的研究人員，俾能提昇研究結果的信度，即能準確地判定解釋及解釋類型。

誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會經費補助（計畫編號：NSC 85-2511-S-143-003），另有台東市四所國民小學的八位教師同意作爲本研究的對象教師，本文才得以完成，於此謹誌謝忱！

參考文獻

1. 李靜、宋立軍和張大松（1994）：**科學思維的推理藝術**。台北：淑馨出版社。
2. Achinstein, P. (1988). The illocutionary theory of explanation. In J. C. Pitt (Ed.), *Theories of Explanation*, New York: Oxford University Press.
3. Antaki, C. (1988). Explanation, communication and social cognition. In C. Antaki (Ed), *Analyzing Everyday Explanation: A Casebook of Methods*. London: Sage Publications.
4. Ayala, F. J. (1970). Teleological explanations in evolutionary biology. *Philosophy of Science, 37*, 1-15.
5. Braithwaite, R. B. (1970). Models in the empirical sciences. In B. A. Brody (Ed.), *Readings in the Philosophy of Science*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
6. Bromberger, S. (1968). An approach to explanation. In R. J. Butler (Ed.), *Analytical Philosophy* (Second Series). Oxford: Basil Blackwell.
7. Bunge, M. (1985). *Treatise on Basic Philosophy*: *Volume 7*. Dordrecht: Reidel.
8. Bybee, R. W., Ellis, J. D., &

Matthew, M. R. (1992). Teaching about the history and nature of science and technology: An introduction. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(4), 327-337.
9. Carney, T. F. (1972). *Content Analysis: A Technique for Systematic Inference from Communications.* Winnipig, Canada: University of Manitoba Press.
10. Dagher, Z. R. (1989). *The Nature of Teacher Verbal Explanations in Junior-High Science Classrooms.* Unpublished Doctoral Dissertation, University of Iowa, Iowa, Iowa city.
11. Dagher, Z. R. (1991), Methodological decisions in interpretive research: The case of teacher explanations. In Gallagher, J. J. (Ed.), *Interpretive Research in Science Education, NARST Monograph,* No.4, pp.61 – 82.
12. Dagher, Z. R. & Cossman, G. (1992). Verbal explanation given by science teacher: Their nature and implications. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(4), 361-374.
13. Draper, S. W. (1988). What's going on in everyday explanation? In C. Antaki (Ed.), *Analyzing Everyday Explanation: A Casebook of Methods.* London: Sage Publications.
14. Ennis, R. H. (1969). *Logic in Teaching.* Englewood Cliffs, N. J. : Prentice-Hall), INC.
15. Everston, C. M. and Green, J. L. (1986). Observation as inquiry and method. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching.* New York: McMillan Publishing Company.
16. Gage, N. L. (1968). The microcriterion of effectiveness in explaining. In N. L. Gage, M. Belgard, D. Dell, J. E. Hiller, B. Rosenshine, and W. R. Unruh, *Explorations of the Teacher's Effectiveness in Explaining.* Technical Report No. 4, Stanford University: Stanford Center for Research and Development in Teaching.
17. Gilbert, J. K. Watts, D. M. & Osborne, R. J. (1985). Eliciting student views using an interview – about – instances techniques, in West, L. H. T & Pines, A. L. (Eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change.* New York: Academic Press, INC.
18. Green, T. F. (1971). *The Activities of Teaching.* New York: McGraw – Hill Company.
19. Hempel, C. and Oppenheim, P. (1948). Studies in the logic of explanation. *Philosophy of Science, 15,* 135-175.
20. Hesse, M. B. (1970). *Models and Analogies in Science.* Milwaukee, Wisconsin: University of Notre Dame Press.
21. Hill, L. (1986). Teaching and the theory and practice of biology. *Journal of Biological Education, 20,* 112-116.
22. Horwood, R. H. (1988), Explanation and description in science teaching. *Science Education, 72,* 41-49.
23. Kourany, J. A. (1987). *Scientific Knowledge: Basic Issues in the Philosophy of Science.* Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
24. Krippendorff, K. (1980). *Content Analysis: An Introduction to its Methodology.* Beverly Hills: Sage Publications.
25. Lederman, N. G. (1986). Student's and Teachers' understanding of the nature of science: a reassessment. *School Science and Mathemathics, 86* (2), 91-99.
26. Lederman, N. G. & Zeider, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior? *Science Education, 71*(5), 721-734.
27. Lincoln, Y. S. and Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry.* Beverly Hills: Sage Publications.

28. MacCormac, E. R. (1985). *A Cognitive Theory of Metaphor*. Cambridge: The MIT Press.
29. Martin, J. R. (1970). *Explaining Understanding and Teaching*. New York: McGraw-HillBook Company.
30. Martin, M. (1972). *Concepts of Science Education*. Glenview, Illinois: Scott, Forseman And Company.
31. Nagel, E. (1979). *Teleology Revisited*, New York: Columbia University Press.
32. Oguntonade, C. B. (1971). *An Analysis of Teachers' Verbal Explanations of Problems in High School Physics*. Unpublished Doctoral Dissertation, Teachers College, Columbia University.
33. Pitt, J. C. (Ed.) (1988). *Theories of Explanation*. New York: Oxford University Press.
34. Rescher, N. (1970). *Scientific Explanation*. New York: The Free Press.
35. Salmon, W. C. (1987). Why ask, "Why?" An inquiry concerning scientific explanation. In a J. Kourany (Ed.), *Scientific Knowledge: Basic Issue in the Philosophy of Science*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
36. Scriven. M. (1975). *Causation as explanation*. Nous, 9, 3-16.
37. Smart, J. J. C. (1968). *Between Science and Philosophy*. New York: Random House.
38. Smith, B. O. , and Meux, M. O. (1970). *A Study of the Logic of Teaching*. Urbana, Illinois: University of Illinois Press.
39. Swift, L. (1961). Explanation. In B. O. Smith and R. H. Ennis, *Language and Concepts in Education*. Chicago: Rand McNally & Company.
40. Trusted, J. (1987). *Inquiry and Understanding: An Introduction to Explanation in the Physical and Human Sciences*. Hampshire: MacMillan Education Ltd.
41. Wallace, W. A., (1972). *Causality and Scientific Explanation*. Volume One. Ann Arbor. The University of Michigan.
42. Wallace, W. A. (1974). *Causality and Scientific Explanation*. Volume two. Ann Arbor, Michigan: The University of Michigan Press.
43. Weber, R. P. (1985). *Basic Content Analysis*. Beverly Hills: Sage Publication.

A Study of the Verbal Explanation of Elementary Teacher while Teaching Science

Dar-Sun Huang[1], Yu-Chun Lai[2]

[1]Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

[2]Department of Elementary Education, National Taitung Teachers College, Taitung, Taiwan

Abstract

The purpose of this study was to investigate the nature of explanation given by science teachers in elementary science classrooms. The literature on explanation in pedagogy, philosophy of science, and everyday discourse were utilized to develop the conceptual framework for this case study of eight elementary school teachers. Data were collected by direct observations on 48 class periods during which the classroom discourse was audiotaped and later transcribed. The constant comparative method was used to analyze the transcripts. Six types of explanations were revealed by the classroom discourse. The characteristics of the explanations suggested that they were best described as metaphysical, practical, analogical, anthropomorphic, functional, and tautological.

Key words: Verbal Explanation, Explanation Type, Explanation Framework.