

目次

目次.....	I
圖次.....	II
表次.....	III
中文摘要.....	1
壹、緒論.....	2
貳、文獻探討.....	3
參、研究方法.....	14
肆、研究結果.....	18
伍、結論與建議.....	29
陸、參考文獻.....	30
柒、計畫成果自評.....	34

圖 次

圖一：Roth(1997)的語言類別與層級表徵.....	4
圖二：小組互動層級與表現層級機率表徵(線中的數字表示機率) ...	4
圖三：學生語言互動類別統計表徵.....	5
圖四：表達、手勢的時間的分析表徵.....	6
圖五：事件圖表徵.....	6
圖六：小組內各學生的位階結構圖(橢圓代表不同學生)	7
圖七：互動區表徵.....	7
圖八：知識論的論證結構表徵圖.....	9
圖九：假設-預測的論證表徵.....	10
圖十：知識論與科學概念層級的論證表徵.....	11
圖十一：論證個元素的組織概念圖.....	11
圖十二：實驗組教學初與教學末表徵等級次數圓餅圖.....	19
圖十三：控制組教學初與教學末表徵等級次數圓餅圖.....	20
圖十四：實驗組教學初創造力教學歷程表徵分析圖例舉.....	21
圖十五：控制組教學初創造力教學歷程表徵分析圖例舉.....	21
圖十六：實驗組教學末創造力教學歷程表徵分析圖例舉.....	23
圖十七：控制組教學末創造力教學歷程表徵分析圖例舉.....	23

表 次

表一：教學初與教學末表徵等級次數與百分比表.....18

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

技職院校創意教學表徵之研究 (2/3)

計畫編號：96-2511-S-276-003-MY3

執行期限：2008年8月1日至2009年7月31日

主持人：林顯輝 美和技術學院經營管理研究所

E-mail: x0019@meiho.edu.tw

摘要

第二年的研究目的為建構創造力教學歷程表徵，並於教學情境中，藉由此分析表徵探討學生創造力問題解決能力的培養，以及創造力問題解決教學中，師生的互動歷程與學生創造力表現的歷程內涵。本研究參考準實驗研究方法，於南區某一技職院校的通識課程「生活科技」班級，隨機選取實驗組與控制組各兩班，均融入科學爭議性議題創造力問題解決課程活動，探討四班學生於活動中，創造力問題解決表現之歷程與內涵。

在創造力教學表徵的研擬中，本研究關注於師生互動的語言類別，將表徵內涵分為五個等級，分別為：簡單回應、引用證據、提出暫時解決方案、反思質疑解決方案、創造力表現。以此五等級表徵內涵，配合師生對科學爭議性議題的討論進程，進行對創造力問題解決歷程的分析與詮釋。研究結果發現：創造力問題解決的歷程，最初多由科學證據資料蒐集與分享開始，進而提出初步的問題解決方案，並藉由質疑與反思來精緻化，最後若能將初步的問題解決方案修正，創新的問題解決方案始能被學生提出。然而反思與修正的歷程，需要同儕相互補充、共同建構，教師的角色則多居於引導與協助。

關鍵字：創意教學、創造力教學、創造力問題解決

壹、緒論

一、前言與動機

近年來教育改革在許多國家正如火如荼展開，儘管各國的改革內容或稍有不同，但都具有一項共同的特點，就是注重科學與人文教育，提升國民的科學素養及人文素養，並把科學教育列為學校課程的主要內涵，視科學教育與人文教育一樣重要，因此各級學校科學教育教學的成效將是這波教育改革成敗的關鍵。科學是人類文化中具最大成就之一環，科學揭開人類與整個自然界的面紗、提升了人類的生活水準、改變了社會結構、也將人類帶往未知的未來。身為現代 e 化科技社會的國民，必需具備相當的科學素養。

由於科學素養所含的層面甚廣，Collette & Chiappetta(1989)即指出「科學素養最重要的屬性，即是在使學生能充分了解科學的本質與知道科學、技學、社會三者相互結合影響之關係。」。Yager(1990)對科學、技學、社會三者相結合的科教新理念(STS)有如下之定義：「將技學當作科學與社會間之橋樑，以地方、全國或全球性與科學有關的社會問題來設計課程，讓學生對這些與科學有關的社會問題，產生興趣及好奇心，而以科學的態度、科學的過程技能、和科學的概念知識尋找解決之道，讓學生有創造力產生，並將之應用於社會上」。

國民創造力之培養，不論在國內外，一直以來都被教育當局與學者所關注。教育部與國家科學委員會在2002年底召開全國第一次科學教育會議，凝聚共識編訂科學教育白皮書，對我國科學教育的發展有深遠的影響，其宣示以創造力教育作為貫穿日後教育改革之重點(教育部，2002)。在培養學生創造力活動中，教師角色的重要性是無庸置疑的(毛連塹，2000)，然而更須關注的是學生在活動中實際做了什麼？怎麼思考？以及怎麼安排他自己主導的學習活動，例如發現問題、設計實驗、溝通分享以及歸納結果等(Marx, Blumenfeld, Krajcik, & Soloway, 1997; McNeill & Krajcik, 2008)。學生在探究活動中，哪些教學因素可以激發學生的創造力問題解決能力之表現，而學生的表現情形，是否可由活動中的即時問答、實作評量或文章敘寫中，進一步發現具備哪些與教學相關的特徵，若學生具備科學創造力之能力，是否可以給予程度、等級來進行區分。本文從實際的教學過程中蒐集資料，一方面藉由創造力課程的設計與應用，培養學生科學創造力；另一方面亦探究學生的創造力表現具備哪些特徵，以及與教師的教學之關係。

近期應用表徵來架構研究的文獻日趨豐富，無論是在師生互動的教學研究，或者是論證能力教學的領域，都有值得參考的成果(Krystyniak & Heikkinen, 2007; Roth, 1997; Schirripa & Steiner, 2000; Stamovlasis, Dimos, Tsaparlis, 2006)，這些有助於研究者進行系統分析的表徵技術，本研究將進行仿效，進而建構創造力教學的分析表

徵，以應用於分析技職院校的教師創造力教學與學生的創造力表現。

二、研究目的與問題

本研究嘗試由文獻中建構創造力分析表徵，表徵的建構中，本研究將參考第一年之研究成果，包含「學生創造力作業評量判準」與「教師創造力教學評量判準」，定義表徵的內涵與元素，並參考相關文獻中所提供的表徵形式，再進行建構。表徵建構完成後，本研究將系統地架構教師的創意教學與學生的創意表現，以詮釋與分析創意教學中的互動歷程，以及學生創意表現的發展歷程。依上述目的延伸出的研究問題有二，分述如下：

- (一)由相關文獻與第一年研究成果建構之創造力教學歷程表徵，其內涵與形式為何？
- (二)藉由創造力教學歷程表徵，分析教學中創造力教學中的互動歷程，以及學生創造力表現的發展歷程為何？

貳、文獻探討

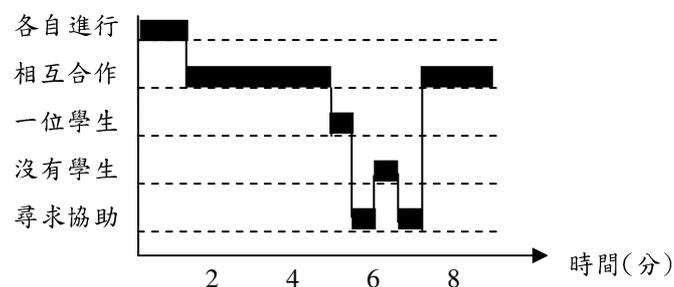
一、師生互動的分析表徵

近期(1997-2009)研究師生互動的相關文獻中，在架構與詮釋師生互動的型態與內容方面有著很不錯的詮釋，尤其是學者專家們編擬分析表徵以將師生互動的型態量化、系統化與視覺化，如此的設計一方面可以明確的了解師生互動的層級與品質，亦可以釐清師生互動的形態與內涵，也能具體的對教師教學做出建議。這些具備創造力的分析表徵主要特色為何？本研究將之歸納為三項要點，首先，表徵內容以語言類別或層級為主要元素，目的在於能客觀的應用統計分析來詮釋研究結果；再者，表徵融入時間軸，目的在於做連續性與階段性的深入探討；最後，表徵關注於互動形式，目的在於將這些形式相互比較而得出結論。此三項要點特色均可應用於分析創造力問題解決教學的表徵設計，以下分別討論與例舉師生互動的相關文獻並進行說明：

- (一)表徵內容以語言類別或層級為主要元素

Roth(1997)分析同儕進行主題討論中語言互動類別內容，包含：各自進行(parallel)、相互合作(collaborative)、只有一位學生參與互動(single)、沒有學生參與互動(neither)、向教師尋求協助(with teacher)。除進行各互動類別的統計分析外，該文章亦設計二向度的分析表徵(縱軸為語言互動類別，橫軸為時間)，以分析師生或同儕互動的細部情形(圖一)。如下列研究問題：學生間透過哪些樣式的互動內容，以協商而完成任務？教師在與小組成員進行互動時以何種內容

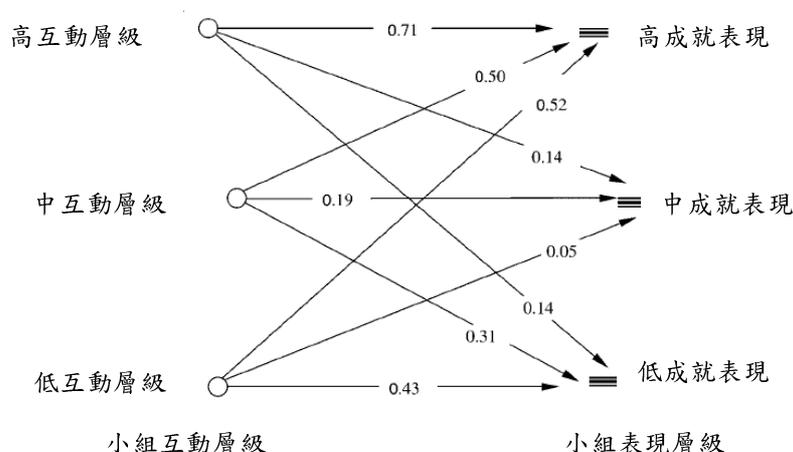
居多？高品質的互動內容是如何進行的...等，這些重要的問題，均可藉由互動語言的分類與表徵的設計，進行詳細與系統化的分析探討，在結論與建議的推廣上而言，也就客觀了許多。



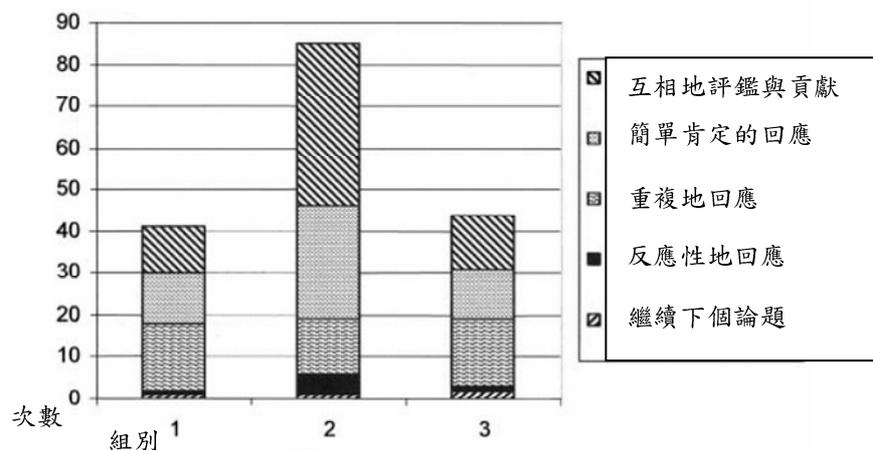
圖一：Roth(1997)的語言類別與層級表徵

Stamovlasis等(2006)將學生語言互動的範疇分成三個層次：描述的層次(descriptor level)、解釋的層次(explainer level)，以及洞察的層次(insight level)，除了從實徵資料中去分析實驗教學的成效外，該文章充分地應用表徵的設計，系統地呈現學生處於同儕互動不同程度的小組時，可能造成的學習表現為何，例如由該表徵可得知，同儕互動屬於高參與度的學生小組中，有71%可能是高成就表現的小組(圖二)。

Oliveira & Sadler(2008)亦將學生語言互動的範疇分成五個類別：包含互相地評鑑與貢獻(mutual elaboration/completion)、簡單肯定的回應(simple affirmative acknowledgment)、重複地回應(verbatim recitation)、反應性地回應(reactive token)、以及繼續下個論題(continuation to next topic)，此外該研究亦編擬統計表徵(圖三)，藉由不同組表的比較，清楚地呈現此五種語言類別的關係，以詮釋同儕間的肯定(affirmative)，最有益於激發問題解決的思考。



圖二：小組互動層級與表現層級機率表徵(線中的數字表示機率)



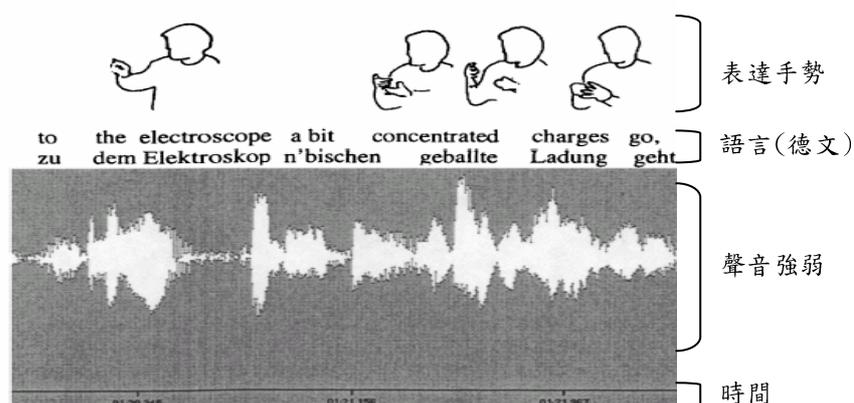
圖三：學生語言互動類別統計表徵

科學教育研究師生互動的文獻中，有不少學者將師生互動的語言進行紀錄、分類、而比較分析者 (Chin, 2007; Krystyniak & Heikkinen, 2007; She & Fisher, 2002; Schirripa & Steiner, 2000)，如此的分析策略是將質性的資料轉化為量化的統計分析，以便更客觀的詮釋。然而這樣的策略的確存在一些難題，如難以建立互動語言分類的判準、難以詮釋無法客觀察覺的心理狀態、難以詮釋非語言的互動型態，如眼神、手勢...等(Krystyniak & Heikkinen, 2007)，學者們也嘗試應用其他的策略方法而企圖克服這些難題，如舉例說明各語言類別之內涵、設計詮釋表徵、配合教學或晤談逐字稿等 (Chin, 2007; Roth & Welzel, 2001; Roth, 1997)。因此，探究這些文獻中的研究方法與分析策略，可以得知將質性的資料轉化為量化的統計分析，再合併質性資料進行詮釋，是一項值得推廣的分析技術，因為如此將可對研究之結果，進行客觀且深入的詮釋。

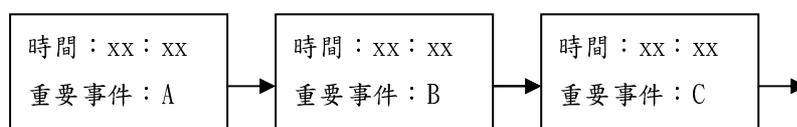
(二)融入時間軸，做連續性與階段性的探討。

為了能更明確地詮釋學生的學習歷程或教學歷程，一些研究將時間納入分析的範疇，如教師提問等待學生回應的時間、學生在學習歷程中，漸入佳境的時間，以及創造力問題解決的時間等。將時間納入分析的範疇，也是分析表徵的設計要點，因為如此將可以在不同時間點，明確地檢視學生表現了什麼，或教師做了怎樣的指導。Roth(1997)的研究中，為了關注學生互動形式的歷程，將時間納入分析表徵的項目，發現學生的高層表現需要許多同儕與教師的支持做基礎，而一堂具備意義的教學活動，同儕相互合作討論的時間應該要盡量的充分(圖一)。Roth & Welzel (2001)對表達、手勢的研究亦納入對時間的分析，說明師生在詮釋原子、電子、分子等微觀概念時，通常會利用手勢作具體的表達，並配合科學概念一併詮釋，在蒐集資料時納入時間

的考量，不但可以對科學概念解釋的流暢程度做分析，亦可以判斷教師在進行科學解釋時的精準程度(圖四)。Crawford, Kelly & Brown(2000)則應用「事件圖(圖五)」來表徵教室互動與學生學習的流程，仔細的記錄與描述課程中發生重要事件(如教師指導、提問、回應；學生操作實驗、提問)的確切時間點。由時間為主要向度的檢視與分析，研究者可以得知該堂教學活動的細部運作情形，此策略值得推廣至關注於教學歷程的相關研究中。



圖四：表達、手勢的時間的分析表徵



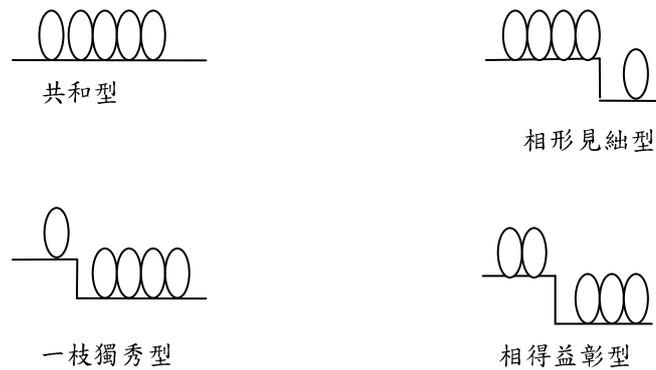
圖五：事件圖表徵

(三)關注於互動形式而比較探討。

在互動的歷程中，研究文獻可發現科學教室中無論是師生或同儕間，彼此的地位並不一致(Kittleson & Southerland, 2004; Richmond & Striley, 1996)，因此依互動形式之不同，可區分出幾項類別。如 Mortimer & Scott (2003)則區分傳統式與建構探究式的教學提問，並說明教師的權威之應用，在傳統與建構教學範疇下有所不同，如傾向傳統教學的提問形式為IRE(Initiation, Response, Evaluation)，先由師提問，待學生回應後，再由教師總結(teacher-student-teacher)；而傾向建構式教學的則為一連串的IRF (Initiation, Response, Feedback)。

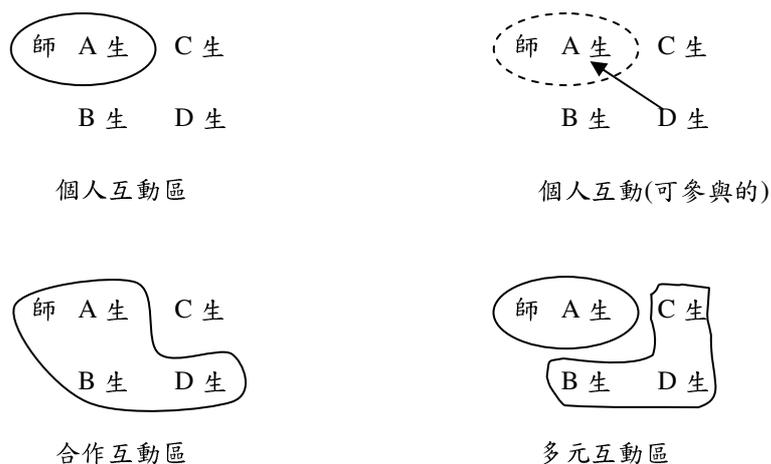
葉蓉樺(2000)以學生自評的策略，測量小組內各學生的位階結構，並設計小組內組員的相對位階圖，來探討與描述小組內權力階級分化與變動的情形。在研究結果中，藉由相對位階圖的討論，不同小組結構類型清楚地被區分出來，例如：共和型、一枝獨秀型、相得益

彰型、朋黨型、相形見絀型(圖六)，而在討論中也有深入的剖析。



圖六：小組內各學生的位階結構圖(橢圓代表不同學生)

Shepardson & Britsch (2006)在其研究中設計表徵來區分不同互動區(contact zones)所發生的互動內涵，包含：個人互動區(individual zone)、合作互動區(collective zone)與多元互動區(multiple zones) (圖七)。並對不同教學策略(如，傳統與建構)所傾向發生的互動區，以及不同互動區較常發生的互動內容(提供陳述性知識、提供程序性知識、管理秩序、引導至正確的動作、評鑑等)詳加計算與統計說明。關注於不同的師生或同儕互動形式，有益於釐清教師的教學策略與理念(如，傳統與建構)，更可以針對影響師生或同儕互動因子，有更多的解釋。如：教師的互動區範圍、邀請成員參與的可能、不同互動區深入討論的可能等。以上這些利用表徵的設計而有利於研究者的觀察分析方法，的確值得研究者進一步採用。



圖七：互動區表徵

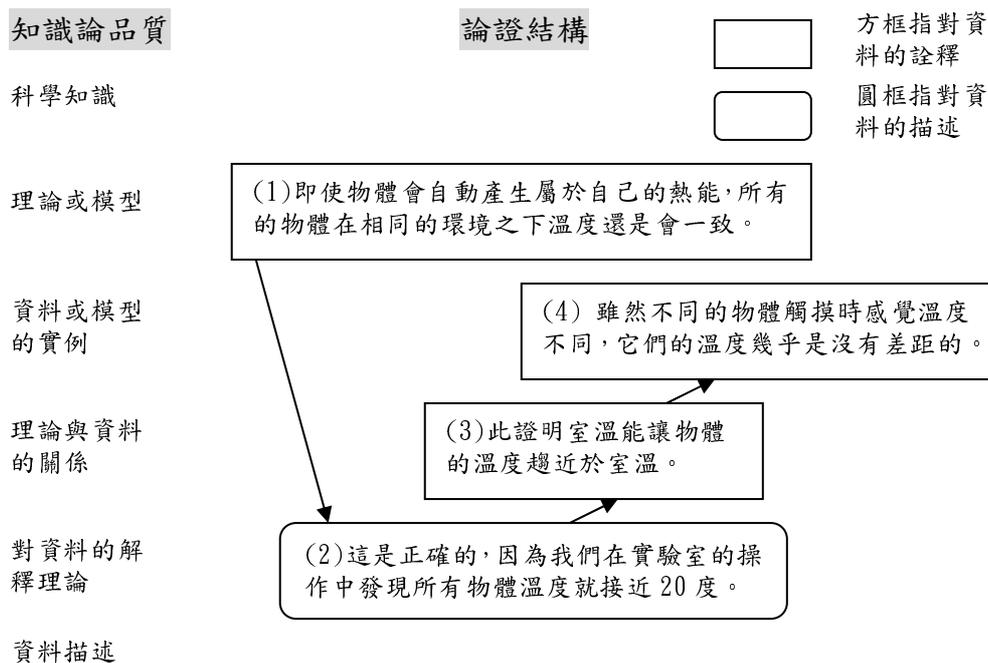
小結

檢視師生互動之近期研究，研究者發現學者專家在架構師生互動的技巧中，以表徵的設計最為成熟與創新，可以推廣至創造力教學歷程表徵的建構。亦即專家學者藉由表徵的研擬與設計，一方面配合研究目的以詮釋師生互動的動態歷程，另一方面替代文字的敘述，作為系統化的記錄方法，以便於之後的客觀分析，而如此的技術也可以應用至創造力問題解決的教學活動中。

二、論證歷程的分析表徵

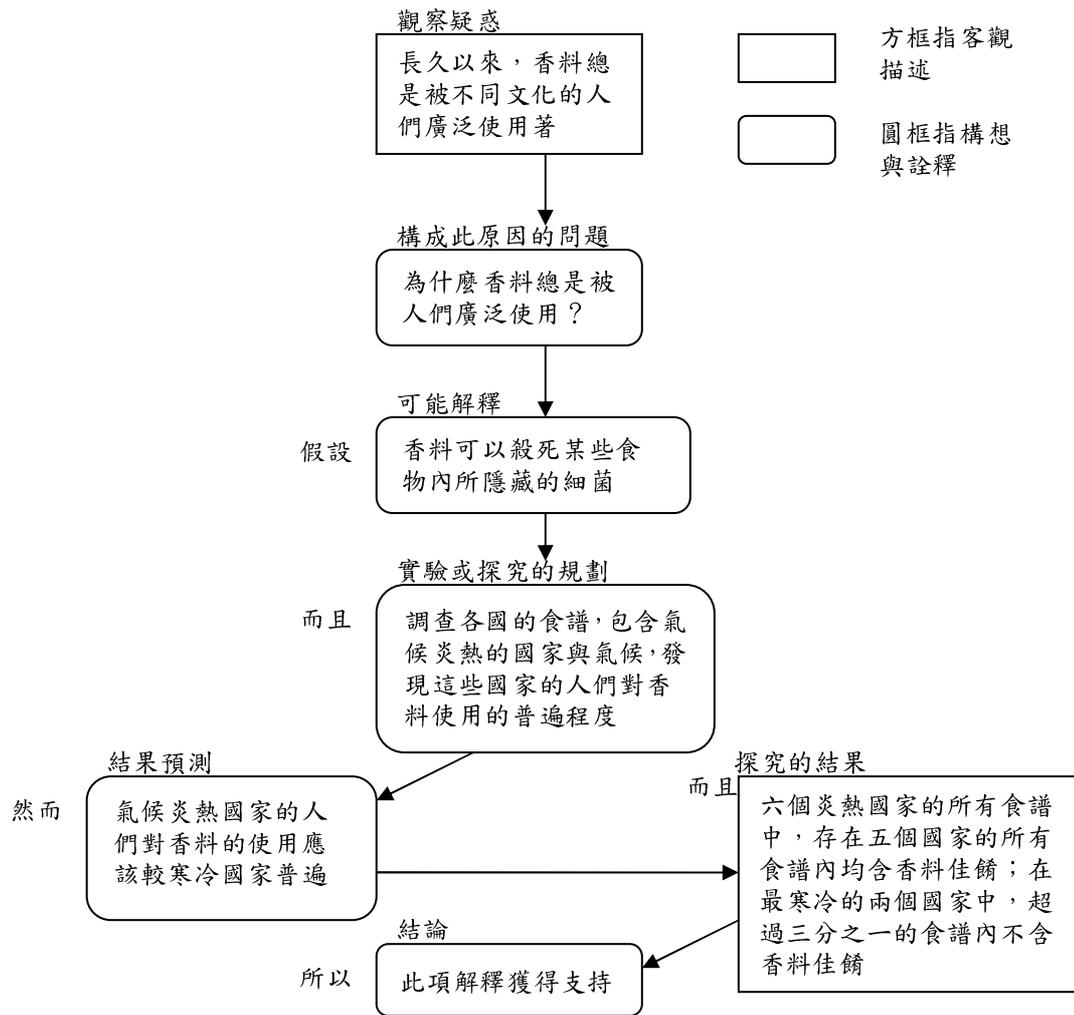
就近期論證教學的研究設計與結果分析而言，在量的方面大致以實驗教學、建立資料分析層級，與統計分析居多；質的方面則多為晤談、教學對話擷錄，而其所獲致之結果，則包含論證品質、模式等等，然關注於學生更詳細的論證歷程者，則以質性的文字詮釋較多 (Erduran, Simon & Osborne, 2004; Jime´nez-Aleixandre, Bugallo & Duschl, 2000; Kolstø, 2006; Osborne, Erduran, Simon & Monk, 2001; Sadler & Fowler, 2006; Schwarz, Neumann, Zohar & Nemet, 2002; von Aufschnaiter, Erduran, Osborne & Simon, 2008)。然而亦有些相關研究特別關注於論證歷程表徵的設計，此表徵除了可代替逐字稿，呈現學生論證活動的品質、論證歷程的次序，亦間接說明教師設計論證教學的可能策略。仔細檢視這些論證的表徵，不難發現是與該研究文獻的目的息息相關，而不同學者所使用的表徵策略，更富含著創意技巧與興味，本研究將之說明探討如下。

Kelly & Takao(2002)以「知識論的論證結構圖(圖八)」(argument structure mapped according to epistemic levels)來分析學生論證的歷程，他採用的方法是切割學生論證的寫作敘述內容，並依縱軸代表的知識論品質來排列，(由低至高分為：描述、立場、理論與資料的關係、理論或模式的例子、理論或模式與一般科學知識)，並透過學生論證敘述的先後次序而建立連結線，在該表徵中同時呈現論證的歷程與品質。如此在分析時具備了系統化與圖、文兼具的二元表徵。即使是面臨多樣、冗長或複雜的論證敘述，透過「知識論的論證結構圖」，亦能獲得更具體、明確、系統的詮釋與分析。圖八以物體溫度是否相同作為學生論證敘述分析的範例。而 Kelly & Takao(2002)亦指出他們的分析架構仍有一些限制，如：無法呈現學生論證內容連結線的關連強度，以及缺乏對正確科學概念的評價。



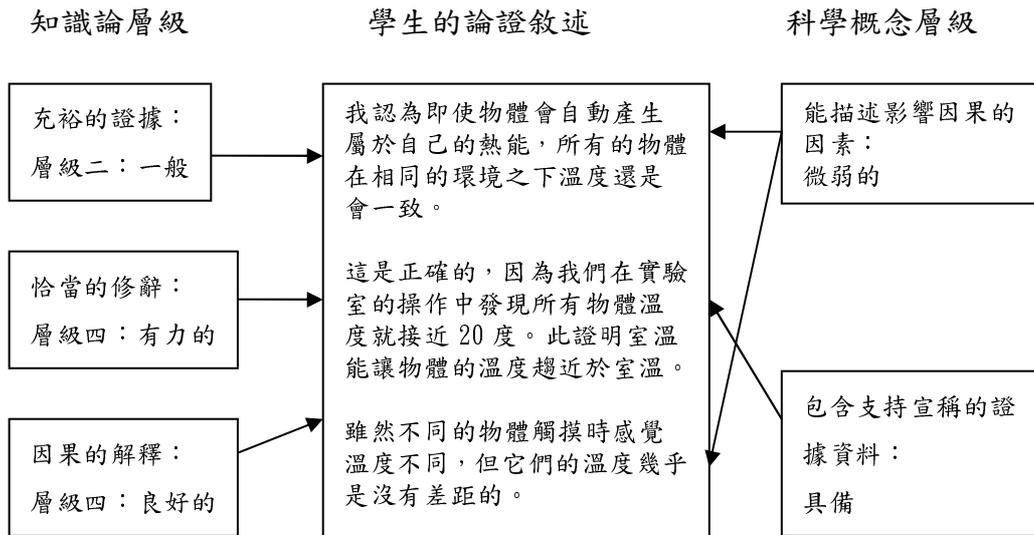
圖八：知識論的論證結構表徵圖

Lawson(2003)則建議科學教育學者在論證教學中,除了關注學生的論證結構、品質之外,更需培養學生學習科學家的論證方法與技能,如透過論證去探究哪些解釋是恰當的,以及哪些預測是合理的。因此學生的論證活動除了蒐集相關資料外,更需設計實驗操作來檢視與預測每一項陳述的合理性,如此的論證活動 Lawson 稱之為「假設-預測的論證」(hypothetico-predictive argument)。Lawson 也發展「假設-預測的論證表徵(圖九)」,用以分析與設計學生的論證歷程。藉由「假設-預測的論證表徵」,個案教師可以設計一系列的論證活動,來對某議題或是疑問,進行深刻的探究與調查,而學生探究的過程與結果,將被安置於「假設-預測的論證表徵」的各框架內,若該論證議題的表徵結構具備豐富與完整的結果,學生的論證品質也相對提高。圖九以「為何香料被人們廣泛使用?」作為學生論證敘述分析的範例(Lawson, 2003)。有別於其他學者的論證結構與論證表徵,Lawson 的論證表徵指出論證活動的困難之處,在於連結論證活動與學生探究,也暗示教師在進行論證教學時,需協助學生親自參與調查或操作實驗。如此的表徵方法技術,有利於分析者具備更詳細與系統化的分析方法,以詮釋師生互動的歷程與結果,亦可應用至創造力問題解決的教學活動中。



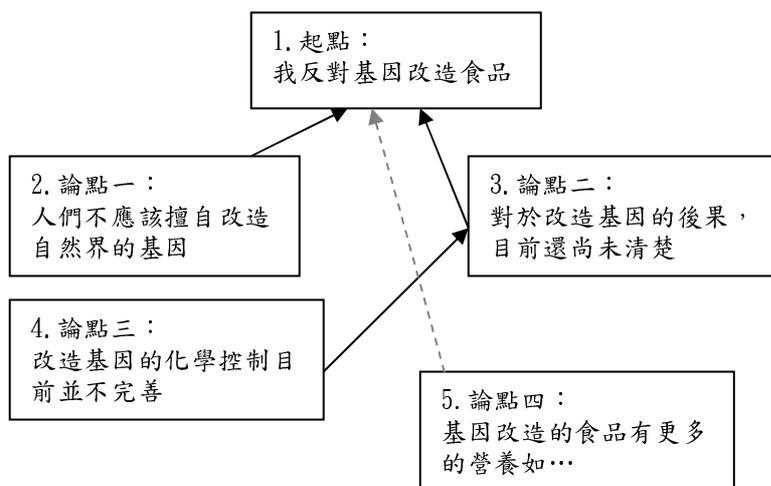
圖九：假設-預測的論證表徵

而 Sandoval (2003) 與 Sandoval & Millwood (2005) 的研究，建議在分析學生論證內容時，需同時關注科學概念品質以及知識論品質兩類別。科學概念品質類別方面，須檢視學生能否在論證敘述中包含：因果的影響因素、對宣稱的清楚描述、支持宣稱的資料、使用證據資料來解釋；而在知識論品質類別方面需被強調的是，學生能否在論證敘述中包含：使用充裕的資料證據、對現象提出因果的解釋、具備完善的修辭描述，並將上述的要項分為一至五的層級，各代表學生的論證在該方面的品質與強弱。Sandoval (2003) 與 Sandoval & Millwood (2005) 也發展表徵來架構學生的論證內容，而所採用的方法也是將學生的論證敘述作切割，進而分析每個論證敘述段落所屬的類別與層次。圖十以「物體溫度是否相同」為主題的學生論證敘述做為分析的範例，該論證敘述的知識論層級與科學概念層級在圖中有簡約的描述。



圖十：知識論與科學概念層級的論證表徵

van Amelsvoort, Andriessen & Kanselaar(2007)利用電腦程式來協助表徵學生提出的論據之間的關係，該研究以基因改造食品為主題，讓學生進行論證的線上討論活動，每一項論據均可以被紀錄，並以連接線與其相關的其他論據相連結，以說明某宣稱之下所包含的證據、理由等所組織而成的概念圖(圖十一)，在分析時也有視覺上的便利性。下圖中以「你是否贊成基因改造食品」為論證議題，本研究擷取部份重點說明。學生的不同意見以及各意見的聯結關係可用連接線說明(如黑色為支持、灰色為反對)，此表徵的作業是由電腦協助繪圖，而學生需把意見觀點與連結線輸入電腦程式。如此的表徵方法技術，有利於分析者在詮釋論證歷程與結果時，將量的統計與質的資料一併探討。



圖十一：論證個元素的組織概念圖

黃翎斐、張文華、林陳涌(2008)在其論證教學研究中，基於 Toulmin(1985)的論證架構模式發展一項論證表徵圖示。在表徵圖示中，作者將師生的論證內容區分為以下類別：數據、主張、理由(包含非理由、偽理由、真理由)、反駁(包含對數據的反駁、對理由的反駁與對反駁的反駁)、支持與修飾，再將這些論證內容的類別以標上數字的連結線相連，以呈現論證內容的次序與品質。

小結

近期國內外科學教育研究論證教學的文獻中，在表徵論證活動的方法上，如上述之文獻例舉，發現多以論證結構的完整度(以 Toulmin(1958)的論證模式代表較完整的結構)，以及論證元素的豐富度(包含科學概念品質與認識論品質等)，來代表論證歷程的品質層次，如此的呈現是清楚與具體的，其中也可以發現師生論證活動所存在的契機、疑惑以及互動的精彩論述。

教學歷程中，藉由分析師生的討論內容而建構論證各元素的角色與功能是被學者專家建議的(Kolstø, 2006; Sandoval & Millwood, 2005)，一些學者指出「我們甚至可以由方法學的角度著手，以為論證研究開闢一些新途徑(von Aufschnaiter et al., 2008)」。在科學教學領域而言，目前對論證的研究正往多元的面向拓展，應用不同的分析策略與詮釋方法，來探究學生科學論證的歷程與品質，例如電腦資訊融入、分析表徵的設計，與評分判準的建立等，這些方法的新嘗試目的，即在企圖對科學論證能力的培養提出有效的建議，進而推廣至科學素養公民的養成。

然而設計創新的表徵，以詮釋論證歷程與內容的分析方法方面，除上述討論的研究外，其他之研究尚不多，故仍有很大的推廣空間。研究者思考，若文字詮釋能配合系統的分析表徵一併詮釋，應可以有一番新視野，如應用表徵技術代替逐字稿，呈現學生論證活動的品質、歷程與內容。表徵技術也可以對創造力問題解決的教學與設計，提供另一項可參考的空間。

對於創造力教學歷程表徵的設計而言，研究者發現在以小組合作、師生互動以及討論教學為主題的研究中有值得參考之處，例如表徵的簡約設計、元素的安排以及量化、系統化與視覺化的優點等，並將這些優點應用於表徵教師創造力教學的歷程，以及學生創造力表現的歷程。

三、科學教室中培養創造力的因素

在課堂中的教學互動總存在複雜、多元與動態的因素，要如何針對這些教學因素進行系統的分析，實為不易的任務，值得後續學者進行研究(Shin, 2000)。如 Heller(2007)嘗試詮釋專家與生手之間的溝通

協商，視此協商為創意萌發的歷程，尤其生手在定義問題時如何有別於專家，而不同的問題定義將導致隨後的解決方法不同。專家或教師得兼顧學生個人因素與環境因素來進行引導，方更有機會培養學生之創造力。與創造力有關的其他因素如學生興趣、信心、批判思考的能力、特定領域知識，與和諧的學習氣氛等，亦被後來的學者所關注。如 Hensley, Lori 與 Woodard,(2004)發現好奇心豐富的學生，不但可以讓其更投入於思考某問題，亦可養成其應用創造力的習慣，這些表現為喜於與他人交談、客氣地分享所知、專注於互動過程、以及幽默的表現。Cole, Sugioka 與 Yamagata-Lynch(1999)則認為，建構一個多元、支持的環境，的確有益於正向的師生關係。Peterson(2002)亦指出適度的自由與挑戰權威的風氣，勇於表達想法與不受限於特定的學習方法等，是值得後續學者對創造力進行研究的部份。

在問題的探索與解決中，要兼顧創意的品質是不易的，研究發現學生的想法往往難以兼顧創意、問題核心、與技術層面。若關注於學生問題解決的動態歷程，如個體發現問題、思考解決的方法、設計相關實驗、與同儕溝通協商等過程中，創意的思維幾乎可融入於每一個問題解決的階段，亦與當下的情境關係密切，本研究抱持如此觀點，嘗試對學生的創意表現與教師的教學做探討與分析。

四、大學生的創造力培養

研究發現，隨著大學學習年級的增加，創造力的表現更是缺乏，原因可能是在校內與校外都鮮少機會應用創造力來解決問題(Cheung, Rudowicz, Yue & Kwan, 2003; NACCCE, 1999)。近期的創造力教學文獻中，發現多數研究以關注於學生學習與行為表現居多(Grindstaff & Richmond, 2008; Han, 2003; Hensley et al., 2004; Petrowski, 2000)，亦發現教師創造力的教學雖然不能直接預期學生即可以有創造力的思維表現，但大部分研究均肯定可以提升學生的興趣與學習動機(Fisher, 2006; Mayer, 1999)。在大學或技職院校學生部分，不少研究(Cromwell, 1994; Chao, 2000; Dass, 2000)將創造力教學融入該科系的專業技能，期望學生在未來的職業領域中，更能擁有競爭力，發揮創造力來突破經濟瓶頸，為舊的市場帶來新的商業途徑。而在不同系所背景的大學生中，研究發現屬於非科學相關背景的學生，如文學院、商學院的學生等，他們在實驗教學後的創造力表現高於那些屬於科學相關背景的系所學生，理由可能為這些非科學背景的學生更有機會去發現他們自己的創造力潛能，而完成作品(Cheung, et al., 2003)。創造力的思維不僅僅代表個體能發揮想像力來對問題作多元的詮釋，更重要的是個體能察覺問題的核心，而思考出兼具品質與效率的方法，進而解決問題(Reid & Solomonides, 2007; Sternberg & Lubart, 1995)。

參、研究方法

本研究採準實驗研究法，在教學初與教學末進行科學爭議性議題的融入教學，探討實驗組與控制組創造力問題解決的表現情形與差異。研究對象方面則邀請兩位大專院校的兼任科學教師參與，分別為實驗組與控制組，在實驗班級進行以探究為導向的創造力教學，並融入科學爭議性問題讓學生進行資料蒐集、小組進行討論，而記錄師生教學的創造力表現。控制組教師的安排，目的在於探討師生創造力教學與表現的多元歷程，並將之與實驗組相互比較，呈現不同科學教師對創造力教學可能採取的策略與進程。控制組教學的安排，以原有教師的教學習慣與教材進行教學為主，在創造力教學部分，亦要求教師在活動中，提供科學爭議性問題讓學生進行資料蒐集、小組進行討論。

研究者除了蒐集兩組學生對科學爭議性問題之學習評量資料，以進行分析與比較之外，更特別關注於應用創造力教學歷程表徵，分析實驗組學生面臨爭議性科技議題活動時，所進行的創造力表現與創造力教學的歷程。

一、研究對象與時間

實驗組教師為科學教育研究所博士班學生，所撰寫之碩士論文與科學教育相關，教學年資為三年；控制組教師為科技大學環境科學系所碩士班畢業，所撰寫之論文與環境科學相關，教學年資為五年。控制組教師在獲知研究者的邀請之後，表示樂於參與本研究，也願意提供所有的課程教學內容，以及評量方式。兩組進行教學與資料搜集的期間分別為97學年度的上學期(2008年7月至2009年2月)。

在學生班級方面，實驗組與控制組均為南區某技術學院五專部的學生，實驗組學生共兩班，每班51位共102位，而控制組亦為兩班，每班50位共100位，課程名稱均為「生活科技」，此科目為必修的通識教育課程。四班學生均主修護理，且幾乎全為女生，校班級為常態編班。

在教學初的課堂中，無論實驗組或控制組學生，均約有一半的學生活潑認真，然而也有部分同學文靜不愛說話，而少數同學上課總是作自己的事。研究者隨機晤談幾位學生有關其他科目的上課情形，發現所有學生都表示學校教師幾乎都在台上講課為主，學生的任務就是聆聽教師的教學，部分科目有實作部分，實作的目的是要熟練技術，並非探究現象。大多科目評量測驗方式就是考試，他們也要花許多的時間來記憶有關護理相關學科知識的內容。

二、教學介入

本研究第二年除沿用第一年的探究教學活動外，也另外設計科學爭議性議題活動，融入實驗組教師的教學活動，邀請學生參與多元的學習活動如動手操作、控制變因、合作討論、蒐集資料、觀察紀錄、解釋評量等。以培養學生創造力問題解決能力與表現。

另一方面，控制組的創造力問題解決教學則配合教師的習慣進行教學，在活動中，教師也提供時間任全班進行討論與思考，然而在討論中如遇到學生未學過的科學知識，或是討論的動機不高，教師則多以講述的教學來進行。也因為控制組有教學進度的壓力，故並無法提供大量的時間來對科學爭議性議題做深入的討論。

三、教材單元

科學探究活動的教材內容已於第一年成果中呈現，不再重述，茲例舉兩個科學爭議性議題教學活動作為說明，分別是：界面活性劑爭議性議題、化妝爭議性議題。以下簡述各主題教學活動的內容：

(一) 界面活性劑爭議性議題

在此活動中，情境式的問題「如果你是一位清潔公司的大老闆，你是否同意開採與生產成本低廉的界面活性劑？」被提出讓學生做決定，此問題與當時電視知名節目劇情類似，此劇情為：一位清潔公司的大老闆，在面臨經濟與健康的兩難之下，抉擇是否生產成本低廉的界面活性劑的故事。

學生可進行的資料蒐集方向為：界面活性劑的利潤、天然草本無傷害的界面活性劑類別、界面活性劑的正確使用方法、界面活性劑將會影響皮膚的健康問題、環境污染、河川優氧化等。最後學生將針對他們蒐集的資料，提出自己的想法與建議。

(二) 化妝爭議性議題

在此活動中，情境式的問題「你是否贊成人們化妝？」被提出讓學生做決定，此問題與學生日常生活息息相關，因為幾乎所有學生是女生，而她們大多都有化妝的經驗，也對化妝持不同的看法。教師則要求她們盡量蒐集相關科學資料，嘗試讓學生由證據的角度出發，可進行的資料蒐集方向為：社會禮儀、天然草本無傷害的化妝品、化妝品促進產業發展、化妝品使用不當會影響皮膚的健康問題、化妝品對環境污染、近期有關化妝品的社會負面新聞等。最後學生將針對他們蒐集的資料，提出自己的想法與建議。

每項教學活動後，實驗組與控制組之個案教師要求每位學生均須繳交相關心得報告，而每位學生的報告成績皆列入學期成績之重要參考。

四、資料蒐集與分析

本研究的資料蒐集，包含實驗組與控制組所融入的創造力問題解決教學活動中的教學錄影、教學錄音與相關的學生評量等。分析資料時，本研究關注於教學活動中的創造力問題解決教學歷程，並由文獻與實際教師之教學情形，建構一項創造力教學歷程表徵為主要的分析表徵進行探討，再者配合質性的教學實錄逐字稿，一併對師生的創造力教學歷程進行分析與詮釋。因此藉由創造力教學表徵，本研究可以進行師生創造力問題解決互動的時間與等級次數分析，以及由低品質至高品質的創造力問題解決互動歷程的次序分析。分別說明如下：

(一) 創造力問題解決互動時間與等級次數分析

本研究排除教學中非與教學相關的時間，如管理秩序、安排座位等，並關注於實驗組與控制組在創造力問題解決教學中，師生從事創造力問題解決的互動語言，判定師生或同儕對話中，是屬於那個等級類別，以及不同等級語言所發生的次數與所佔的時間長度。

(二) 由低品質至高品質的創造力問題解決歷程的次序分析

由資料獲致不同時間長短的表徵樣本時，本研究將關注於由低品質至高品質連結線演進的歷程。以及師生創造力問題解決討論品質提升的可能途徑，並以教學實例說明詮釋。

應用創造力教學歷程表徵進行分析時，必須將創造力教學活動中師生的對話，轉錄成分析表徵中各所屬等級之形式，在轉錄過程中，亦邀請兩位主修科學教育之研究生進行轉錄與分析，若在過程中發現問題，便將之提出與研究群一起討論，最後均獲得一致之結果。

五、研究工具

研究工具在本研究中分成兩方面，前、後測的評量工具方面，以及系統化的分析工具，分別描述如下：

(一) 前、後測的評量工具

前、後測的評量工具，為教學初與教學末進行之科學爭議性議題創造力問題解決活動，分別為上述教材中所呈現的：界面活性劑爭議性議題，以及化妝爭議性議題。在活動中，教師將議題提出後，分組進行資料蒐集與探究活動，最後教師召開全班的討論活動，邀請全班各小組針對此二議題進行討論與心得分享。以下分別呈現本研究進行評量的策略與問題：

1. 界面活性劑爭議性議題

- (1)若你是那位老闆，你必須在一週內做出決定，且只能做單方面的決定(不是同意就是不同意)，你的決定會是如何？
- (2)請您蒐集與此問題相關的科學的資料與證據，如「有哪些科學證

據與資料支持你所做的決定？」，以及「有哪些科學證據與資料反對你所做的決定？」。

(3)請您仔細的思考所蒐集的相關資料，嘗試提出兩全其美的問題解決方法？

2. 化妝爭議性議題

(1)你認為「人們應該要化妝嗎？」若只能選擇單方面的決定(不是同意就是不同意)，我所抉擇的立場為何？

(2)請您蒐集與此問題相關的科學資料與證據進行說明，如「有哪些科學證據與資料支持自己的決定？」，以及「有哪些科學證據與資料反對自己的決定？」。

(3)請您仔細的思考所蒐集的相關資料，嘗試提出兩全其美的問題解決方法？

(二)系統化的資料分析工具

系統化的資料分析工具即為創造力教學歷程表徵。創造力教學歷程表徵的編擬，本研究參考第一年的研究成果，並配合文獻中表徵師生互動與論證歷程的分析表徵形式，建構創造力教學歷程表徵，以下對表徵的應用方法與形式進行簡介。

1. 互動表徵的形式方面，主要是由橫軸 X 軸與縱軸 Y 軸所構成的二元表徵，縱軸主要為五個等級，各層次的內容參考第一年的研究成果「學生作業評量判準」與「教師創造力教學評量判準」整理而得，分別代表創造力問題解決教學活動中，不同師生互動的內容層級，而橫軸為時間，經研究群檢視教學資料後，決定以「分」為時間的單位。
2. 縱軸的五個等級內容，由低層次創造力問題解決表現至高層次的表現，分別說明如後。等級一：師生互動的內容以教師講授或解釋為主，學生只限於簡單的回應，如舉手、點頭，或回答是或否；等級二：師生互動的內容在於嘗試提出科學證據的回應，或引用科學概念協助問題的解決；等級三：師生互動的內涵由學生間相互合作與討論，嘗試提出暫時的問題解決方法。等級四：對新提出的問題解決方案進行反思、質疑，而發現新問題解決方案的不足；等級五：師生互動內容為能夠提出問題解決的新方法與具備創造力的策略。
3. 等級一至等級五的互動歷程，本研究將由教學錄影錄音資料中進行轉錄，並擷取代表性的教學實例，合併探討師生互動的創造力問題解決表現歷程。

肆、研究結果

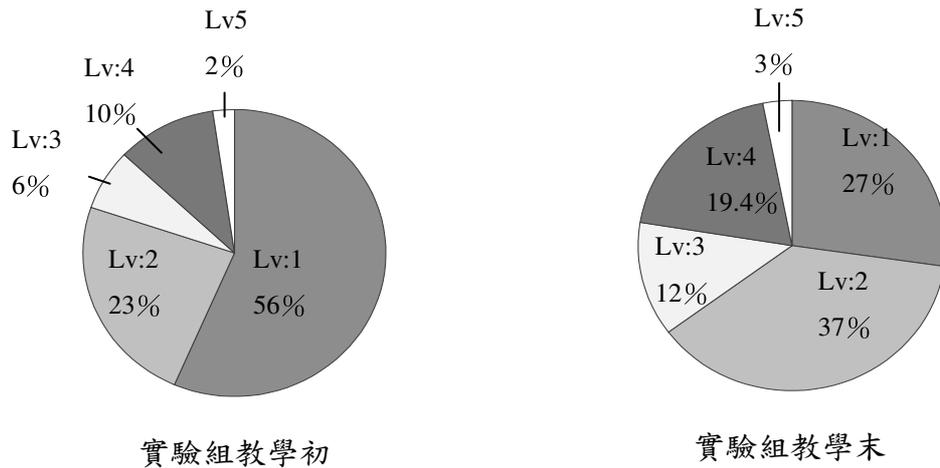
研究結果方面，首先呈現描述性統計結果，包含實驗組與控制組教師教學等級與次數分析。再者呈現藉由創造力教學歷程表徵所分析之結果，以詮釋師生創造力問題解決的互動歷程、比較實驗組與控制組創造力問題解決歷程之異同，最後選取實例分別配合表徵一併說明。

一、創造力問題解決表徵等級次數分析

創造力問題解決表徵所呈現的師生語言互動內容，由低品質至高品質的五個等級分別為：簡單回應、引用證據、提出暫時解決方案、反思質疑解決方案、創造力表現。表一呈現實驗組與控制組各兩班在教學初與教學末，創造力問題解決活動中語言對話之各等級次數總和。

表一：教學初與教學末表徵等級次數與百分比表

組別	等級	教學初		教學末	
實驗組	1	N=74	56.5%	N=45	27.3%
	2	N=31	23.6%	N=62	37.5%
	3	N=9	6.87%	N=21	12.7%
	4	N=14	10.7%	N=32	19.4%
	5	N=3	2%	N=5	3%
		總計=131		總計=165	
控制組	1	N=68	63.5%	N=54	45.4%
	2	N=34	31.8%	N=41	34.4%
	3	N=4	3.8%	N=6	5.0%
	4	N=1	1%	N=18	15.1%
	5	N=0	0%	N=0	0%
		總計=107		總計=115	

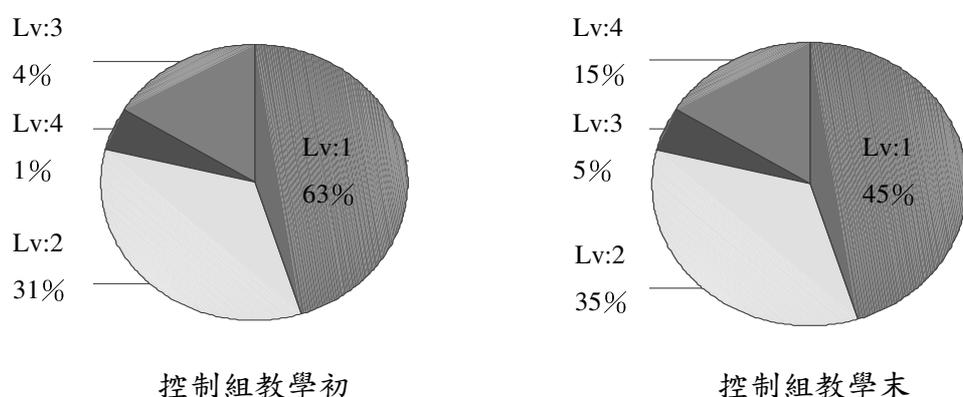


圖十二：實驗組教學初與教學末表徵等級次數圓餅圖

在實驗組教學初的評量結果方面(圖十二)，可得知班級進行創造力問題解決活動時，師生語言互動等級分配以等級一居多，佔所有語言的 56%，意味在實驗組教學初之師生語言互動內涵，多居於等級一的簡單回應，如：教師針對科學爭議性議題，提問學生是否同意大量生產成本低效果強的界面活性劑，而學生則回答願意或不願意；至於在提出相關資料進行佐證方面，則佔所有語言的 23%；另外，在等級三與等級四方面，是屬於提出解決方案，以及反思質疑解決方案兩者，在實驗組教學初分別佔所有語言的 6%與 10%；而能提出創造力問題解決方案者，只有一次被記錄。如此的結果，意味著學生在科學爭議性議題中，是有能力進行資料蒐集的；而提出解決方案，以及反思質疑解決方案兩者，則較需要教師的協助；至於能提出創造力問題解決方案者，雖然次數不多，但是仍可期待學生在教學末能具備更充裕的能力。

在實驗組教學末的評量結果方面(圖十二)，師生語言互動等級分配以等級二成長最多，為佔所有等級之最高者(約 37%)，而等級一居次，約佔所有語言的 27%，此數據意味實驗組在教學末的創造力問題解決討論中，多數學生漸漸有能力提出科學證據或參考所蒐集的資料來進行問題解決，如：在化妝品爭議性活動中，學生的互動語言都有涉及到防腐劑、環境保護與身體健康等內容，其中也包含了不少科學知識。在等級三：提出解決方案，與等級四：反思質疑解決方案方面，實驗組在教學末的討論中，亦有不少學生提出，如：需選購無汞、天然成分的化妝品，以及去調查市面上是否有類似的產品...等，這些皆屬於嘗試提出問題解決方案，以及反思而選擇可行的解決策略。至於等級五方面，是屬於創造力的能力展現，亦有些學生在討論中涉及，如：學生指出化妝品的購買，佔所有女性消費市場之大部分，

如果可以研發相關產品，亦可以促進經濟的成長等，這些討論都將在後續實例中呈現。



圖十三：控制組教學初與教學末表徵等級次數圓餅圖

在控制組教學初統計結果方面(圖十三)，可得知班級進行創造力問題解決活動時，師生語言互動等級分配以等級一居多，佔所有語言的63%，意味控制組在教學初師生語言之互動內涵，多居於等級一的簡單回應，此原因在於教師的教學習慣傾向於講述式，因此創造力問題解決教學活動中，學生的發言習慣與表達能力均未養成，而多數的互動都是由教師主導。如教師進行科學爭議性議題教學時，除提問學生是否同意大量生產成本低效果強的界面活性劑外，教師也指出兩方的優缺點以及可以探討的方向，而學生角色則以聆聽與簡單的回應為主，至於提出相關資料進行佐證方面，也有不少學生在教師的要求下進行分享，佔所有語言的31%，然而在等級三與等級四方面，卻僅有少數的討論中涉及。

控制組在教學末時(圖十三)，仍以等級一居多(約45%)，而等級二次之(約34%)，與教學初不同的是，等級二的百分比有些許的上升，代表學生在創造力問題解決活動中，有比較多的時間在討論中提出科學證據；另外等級三、等級四方面，百分比皆較教學初高，分別約佔所有互動語言的5%與15%。此結果意味著學生在教學末，漸漸地有主動發言的習慣，除了提出證據來協助該組同學進行問題解決的思考之外，也嘗試對爭議性問題設想與提出問題解決的策略，雖然次數不多，僅佔所有語言的5%，但仍較教學初進步；而學生的反思與質疑方面，提升最多，約佔15%，反思的目的即是要精緻所提出的問題解決策略，在教學末的控制組，此方面也較教學初進步。如：學生也提出要選擇天然成分的化妝品當作問題解決的策略，且去網上搜尋相關的討論與文獻支持，最後討論與反思哪些化妝產品能盡量地

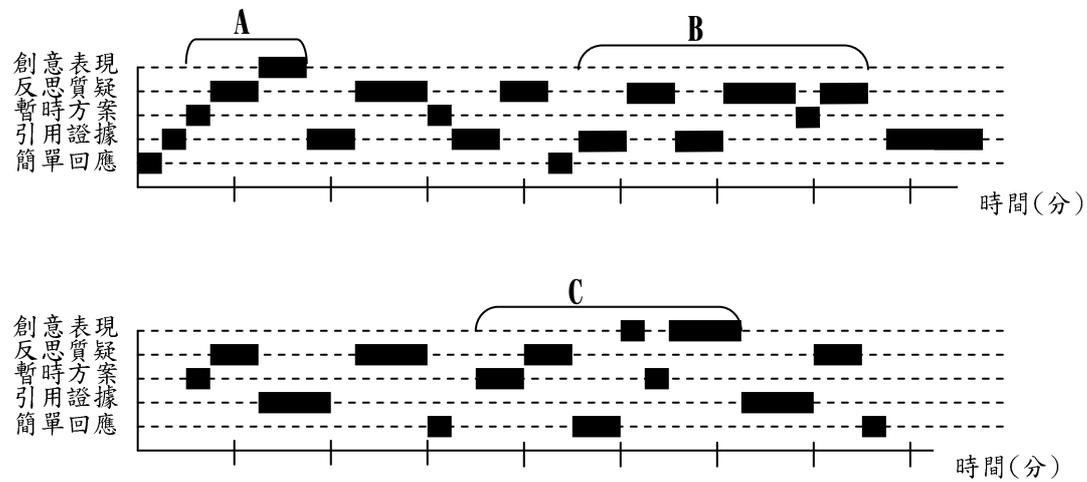
降低對皮膚的刺激；在等級五方面，仍無明確的創造力問題解決表現被發現。

二、師生創造力問題解決思考歷程分析

創造力問題解決的科學爭議性教學活動中，本研究研擬創造力教學歷程表徵，藉此探討兩組在教學初與教學末，師生互動較豐富者之創造力問題解決歷程，再選取代表性的教學實例進行分析與討論。

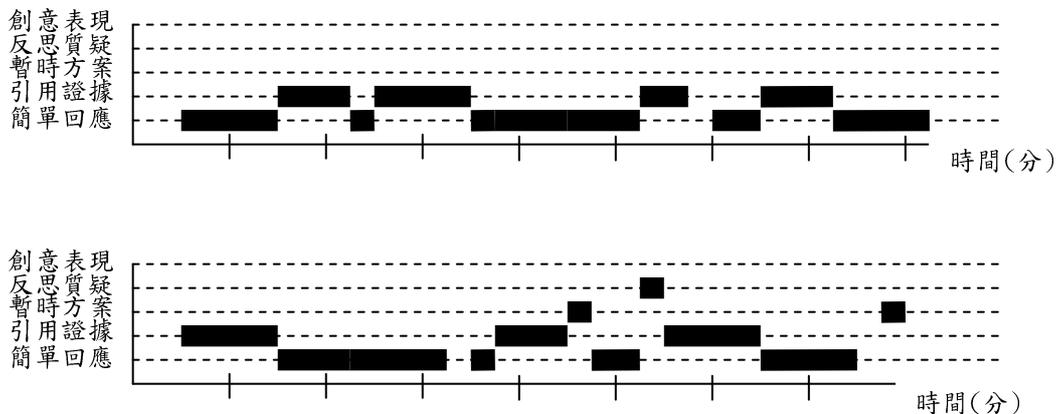
(一) 實驗組與控制組教學初創造力教學歷程表徵分析

比較實驗組與控制組的創造力教學歷程表徵(圖十四、十五)，本研究可以發現有幾項特徵：



*A、B、C 各討論內容將於後段實例分析一、二、三分別探討說明

圖十四：實驗組教學初創造力教學歷程表徵分析圖例舉

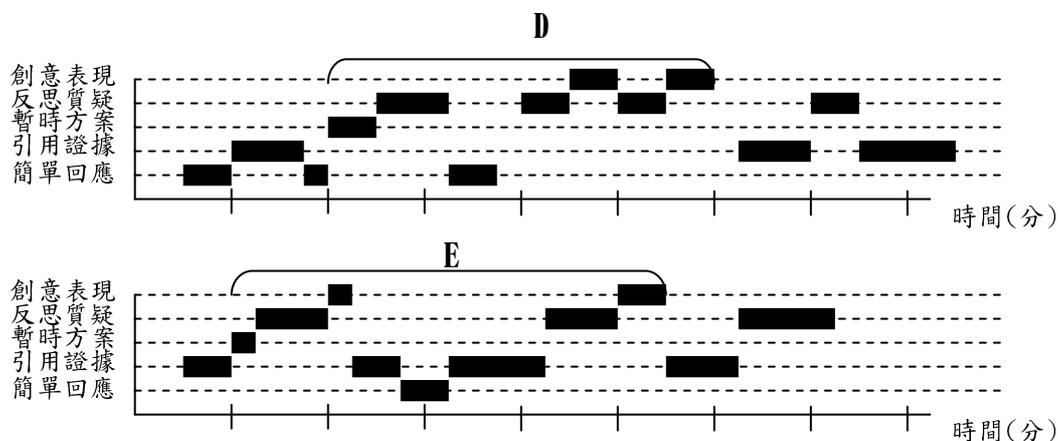


圖十五：控制組教學初創造力教學歷程表徵分析圖例舉

1. 在高等級的創造力問題解決表現方面，實驗組較有機會涉及，而控制組的創造力問題解決師生互動等級，多居於等級一與等級二。
2. 教學活動最初，師生的互動多由簡單的回應為始，漸漸往上攀升，原因是在教學初，對於科學爭議性議題，教師先期望學生都具備各自的立場，再由此為出發點，進行更豐富的討論。
3. 簡單回應之後的互動等級，多落於等級二的引用證據、等級三的提出暫時方案，與等級四的反思質疑。尤其是等級二的提出證據來設想暫時之方案，以及提出證據來進行反思質疑兩者，佔了大部分創造力問題解決的討論時間。
3. 學生在教學初提出的暫時方案並不多見，而往往所提出的暫時方案都會遭受不同意見學生的質疑，而提出方案的學生遭受質疑之後，往往不會放棄，反而會由所蒐集之資料中尋求化解質疑的辦法，而此化解質疑的歷程通常不是由一位學生完成，而是由多位學生相互補充，最後能獲致較完整的化解辦法，即是創造力問題解決的表現。
4. 科學爭議性議題的創造力問題解決的歷程，在教學之初由簡單的回應為始，大約花費1分鐘，至於提出證據與反思質疑方面，多居於創造力問題解決歷程之中段，且花費的時間最長，其中有少數約兩三項解決問題的新方案會被提出，這些新方案總會遭受質疑，但是，若學生能應用蒐集之證據進行補充而化解質疑，方屬於創造力問題解決的表現結果。
5. 在控制組方面，可以發現師生的創造力問題解決互動內容，多居於等級一簡單的回應與等級二引用證據。原因是教師的教學方式，在教學初傾向以講解的方式，將學生所蒐集的資料分享給全班，所以學生的回應只限於將所蒐集到的資料「照字唸出」，以及回應教師「我蒐集到了…資料」、「我的立場是…」等簡單的回應。
6. 在控制組科學爭議性創造力問題解決教學中，通常某位學生將所蒐集到的資料進行分享後，其他的學生並不會主動地相互補充，而往往是由教師主導發言的秩序，或直接由教師進行補充，如此的教學方法不利於更高等級創造力問題解決互動歷程之發生。
7. 在教學後半段，有發現數次的高等級創造力問題解決表現，原因是教師在教學中先示範如何設想解決方案，並邀請學生也一起思考，起初學生因表達能力的欠缺，並不能提出自己的看法，但是在教師的要求與充裕時間的提供下，有少許學生對於提出新方案，以及反思質疑兩方面發表了看法，但仍未達創造力表現的最高層級。

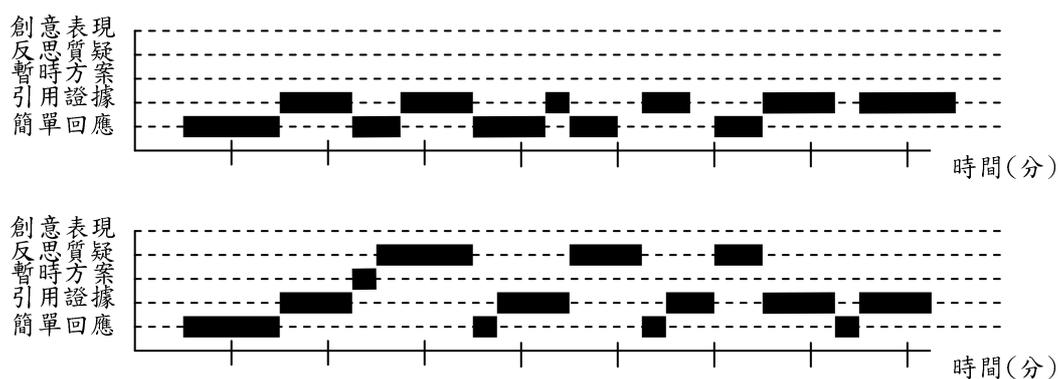
(二) 實驗組與控制組教學末創造力教學歷程表徵分析

在教學末的實驗組與控制組創造力教學歷程表徵分析（圖十六、圖十七），比較於教學初，可有以下發現：



*D、E 討論內容將於後段實例分析四、五中分別探討說明

圖十六：實驗組教學末創造力教學歷程表徵分析圖例舉



圖十七：控制組教學末創造力教學歷程表徵分析圖例舉

1. 檢視各層級的語言互動時間，即黑線條的長度，均發現比教學初長，意味學生在同一層級的互動時間較為增長，此現象之原因在於學生會相互地補充進行同一層級的發言，尤其是較高的創造力互動等級，學生更有相互補充、合作建構的傾向，以釐清與修正暫時的方案，使之成為可完善解決問題的精緻方案。
2. 在等級五：創造力表現方面，學生更有機會在討論中獲得如此的表現，相較於教學初，出現的頻率也增加了不少。檢視由低等級通往高等級的途徑，可以發現等級五的表現必定要通過等級四（等級五的線條之前一定是等級四的線條），而等級四的表現不一定要通過等級三（等級四的線條之前不一定是等級三的線條）。如此的發現可以解釋為，學生的創造力問題解決是經過反思、修正而獲得。
3. 當一項新的問題解決方案被提出時（屬於等級三層級），接下來的互

動等級有很高的機率會落於等級二與等級四。此現象說明新的問題解決方案必須要有充分的證據支持，或此方案總是會被其他的同學質疑，而非新的問題解決方案一提出即可被大家接受。因此精緻的創造力問題解決方案，需通過質疑與證據支持兩方面的考驗。

4. 檢視控制組的創造力教學歷程表徵，可以發現在爭議性議題討論之中、後半段，師生的互動會往等級三：提出問題解決方案，與等級四：反思質疑方面提升，雖然未發現等級五：創造力表現的現象，但是學生漸漸能思考、反思所提出來的解決方案，亦是互動等級進步的表現。
5. 尤其是在等級四方面，本研究發現：控制組的學生，也有充分的能力發揮等級四的「反思質疑」的能力表現，意味只要教師能提供學生機會多練習發言，在教學中多提出開放性的問題讓學生討論，學生便能發揮其進行高層思考的能力。
6. 在教學的前半段，本研究發現控制組的師生互動仍然多位於等級一：簡單回應，與等級二：引用證據兩方面。原因是教師在教學之初，用了許多時間檢查學生所蒐集到的證據，以及分組輪流分享蒐集證據的心得，並未開放小組間的自由提問、開放學生將想到的新問題解決方案提出，並獲致其他同學的討論與精緻。
7. 比較教學末實驗組與控制組的創造力問題解決歷程，可以發現學生必須先對科學爭議性議題具備充分的動機與表達的能力，在討論過程中，先蒐集與閱讀相關的科學資料，進而反思資料所提供的線索，嘗試提出新的問題解決方案，若此問題解決方案能夠獲致不同立場同學的質疑，即表示有修正的空間，而學生若能將該問題解決方案進行修正與補充，精緻的問題解決方案就有機會被提出。

(二)師生創造力問題解決實例分析

1. 教學初界面活性劑爭議性議題

在教學初界面活性劑爭議性議題中，學生思考一方面能幫助清潔公司獲得利潤，一方面生產出來的產品又可以不對人的皮膚造成刺激與傷害的方法，學生在討論中，提出了合理的解決方案，並對此方案進行反思與質疑。

生 1：因為如果(界面活性劑)會傷害身體，可以拿天然的物質進行補充。

生 2：可以提出產品告示，就是告知要買的人要該如何使用，還有不是有那個衛生署合格標示的，就要過關才可以生產…

生 3：GAS

生 4：就是對於刺激比較大的界面活性劑，可以不用拿來洗身體，可

以用來洗手洗腳啊，可以用來洗廁所，可以拿來刷地板啊…

(實例分析一)

在上述討論中，對於是否要生產大量的、效果強的界面活性劑，學生們考慮的刺激皮膚的危害，而嘗試提出幾項解決問題的方案。首先，生 1 指出對於刺激比較大的界面活性劑，可以添加天然的物質進行補充，而天然的物質是被學生認定比較溫和且不刺激的材料，雖然並無確切的指出要以何種天然物質，但學生的解決方案，仍是值得參考。另一位學生(生 2)也提出不同的解決方法，就是在所生產的界面活性劑產品中，提出告示與說明，以告知消費者正確的使用方法，以及建議所生產的產品需至少通過衛生署檢驗合格。另一方面，學生(生 4)也建議對於刺激比較大的界面活性劑，可以不用拿來洗身體，可以用來洗手洗腳啊，可以用來洗廁所，可以拿來刷地板啊…如此的建議是將產品分類，以按照不同場合需要來使用。這樣的想法與策略雖無科學證據支持，在邏輯上也頗為合理，屬於創新的修正方案。

本研究也發現學生的創新的問題解決方案，往往會透過同學的共同合作與討論而獲得，最初的問題解決方案雖然有許多不足之處，但是在討論中，這些不足之處即有機會被澄清與獲得修正。

生 5：我不同意的(生產成本低效果強的界面活性劑)還有另一項原因，就是會對環境污染，而且還非常嚴重…還會使藻類大量生長，然後污染，魚都死掉了，那個叫什麼化去了…優氧化，河水優氧化…

生 6：老師，可是不是每個界面活性劑都會嚴重破壞自然，如果有標榜環保的話，就會比較不會傷害環境

生 7：比較不會傷害環境還是會傷害環境啊，日積月累…

生 6：…

師：好吧！我站在你的立場，以前洗衣粉都不是有磷對不對，那現在不都有標榜無磷的，是不是有改善了，所以科技會進步，慢慢的我們會應用科學知識，來改善我們的環境與生活品質…

生 8：老師我們可以自己做天然的肥皂…不要去使用刺激強的、會污染的合成清潔劑，譬如那個可以用椰子油啊，加過氧化氫，就可以自己做肥皂了…

(實例分析二)

對於是否要生產成本低效果強的界面活性劑的議題，在後續的討論中，學生以反對傾向的居多，原因是會對環境污染，如生 5 提出優氧化的科學概念，建議清潔公司需以環境的保護為首要考量，無須生產成本低效果強的界面活性劑。生 6 在隨後反思此項意見，並指出不

是每個界面活性劑都會嚴重破壞自然，有標榜環保的就會比較不會傷害環境。然而生 7 卻指出「比較不會傷害環境還是會傷害環境啊」。在同儕的溝通與協商中，可以精緻意見的品質，對於缺乏科學證據的意見，就比較容易被其他同學推翻或取代。

爭議性的議題活動中，若遇及兩方立場不一致且兩方立場強弱懸殊的討論，教師即有必要介入，協助比較弱勢的那一方，以讓兩方立場較能勢均力敵，而學生的探討方較能夠延續。因此上例中，教師協助同意生產的那一方，並舉出實例說明，然而弱勢立場一方的學生也感受到教師的支持，也較能提出較高品質的問題解決方法，如生 8 建議可以自己做天然的肥皂，也由資料蒐集中提出可以用椰子油、過氧化氫，自己做肥皂，如此的建議雖不能盡善盡美，但學生的想像力豐富，以及能應用科學相關的資料來協助自己提出問題的解決方案，的確值得鼓勵。

生 9：現在的化學成分的界面活性劑也是從天然的取出來的啊，以前天然的東西很多，如今就越來越少了，那我們可以添加一些化學的物質，來代替，也有好處，不然天然的物質一直取得，就會用盡，可以添加一些化學物質，適量的添加。就是那些人工合成的也是原本屬於大自然，不會有太多的危害。

生 7：可是你低成本，大量生產，還是會污染大自然，而且還會污染更多。

師：你可以舉出污染的例子嗎？

生 5：老師我有，我的是水污染的，就是清潔劑

生 7：老師這裡有說到，界面活性劑、漂白劑、螢光劑等都會殘留在環境，不容易被地球代謝的，所以它會累積在山上、河川等各個地方，所以造成污染。

生 10：老師我也查到資料說陰離子界面活性劑比較溫和，對大自然比較不會造成傷害。

(實例分析三)

在前測較具代表性的互動與討論內容，多屬於等級二的引用證據、等級三的提出暫時的問題解決方案，與等級四的反思質疑該解決方案等。對於是否應該生產化學成分的界面活性劑，學生(生 9)提出化學成分的界面活性劑也是從天然的取出來的，所以可以生產添加化學成分的界面活性劑，也不會有太多的危害，但是生 7 卻質疑低成本、大量生產，還是會污染大自然，這兩項說法都缺乏科學資料來支持，所以老師要求學生可以舉出科學的相關例子進行說明。接著生 5、生 7 分別舉出不同意生產的相關資料，如清潔劑、漂白劑與螢光劑等

都會殘留在環境，累積在山上、河川等各個地方造成污染…。

另一方生 10 也舉出了同意生產的相關資料：陰離子界面活性劑比較溫和，對大自然比較不會造成傷害。如此的探討介於等級二至等級四，尚未具備創造力問題解決的方案提出，也意味著如此的歷程是學生在進行創造力問題解決的代表性歷程，大量的時間與互動內容，即是存於類似這樣的討論中，雖然如此，學生的創造力問題解決，也是在如此討論中萌芽的。

2. 教學末化妝品爭議性議題

在教學末化妝品爭議性議題中，學生面臨的是自己日常生活中會涉及到的問題，同意人們應該使用化妝品的同學，多為考量禮儀與美觀因素，而持相反立場的同學，則多考量到健康與環境污染因素，此兩難的議題，學生在討論中也嘗試提出兩全的問題解決方法，也有不少學生的回答具備豐富的創造力問題解決能力。

生 1：就是如果長期的化妝，有醫學報導指出(化妝)有可能造成頭痛，神經系統也可能會造成傷害，

生 2：為什麼呢？來源是哪裡呢？

生 1：1989 年美國重議院的研究所提出來的，神經系統會造成傷害…

生 3：對…這裡還有耶，化妝品含有兩千多種的化學物質，會造成環境的污染，還有健康的污染…是從奇摩知識來的…

生 2：…剛有同學說，化妝品會造成痘痘的生長，那是因為沒有卸乾淨的原因，所以有殘妝，會造成皮膚的阻塞，我有姊妹去看皮膚科醫生，他說醫生有特別叮嚀若是化妝，就要把妝卸乾淨，不然會造成皮膚毛細孔阻塞，所以說，如果妳有把清潔做好，化妝是不會造成皮膚影響的，當然也不要化太久，或者說妳可以去擦一些保養品來維護皮膚的健康。

生 4：對於皮膚的健康，我的建議是不要買來路不明的化妝品，如果有衛生署合格標籤的，就會比較安全，我是贊成使用的，我也知道化妝品對健康可能會危害，但是只要正確使用、不常使用、且購買合格的產品，風險就會降低許多。…

生 5：剛剛同學說，有些口紅的成分會造成紫外線更讓嘴唇吸收，甚至還有些色素的成分，這些只是劣質品的缺點，我不是說好的要多貴，但是可以慎選，我在網路上有調查有很多都是好的產品，譬如說有**品牌、**品牌，對於這些知名的品牌，不用擔心會有這些危害，有的也是不貴，而且是天然色素的，可以安心使用。

(實例分析四)

在爭議性議題的討論中，雙方都有理由來說明自己的決策是對的，面對不同立場的質疑，也有不少學生舉出相關資料、親身的經驗以及提出正確的化妝觀念來解決問題，如此的思考與互動，大部分的時間是由學生主動，而教師的角色除了協助學生表達得更清楚之外，也鼓勵學生能多多發言，且以不打斷學生的討論為主。在討論中，生1與生3提出了相關證據，協助自己不同意化妝的觀點，如「醫學報導指出(化妝)有可能造成頭痛，神經系統也可能會造成傷害」、「化妝品含有兩千多種的化學物質，會造成環境的污染…」，此對同意立場的學生而言，實變成了待解決的問題。然而持同意立場的學生(生2、生4、生5)也盡可能的進行思考來化解這些問題，其中也表現了創造力問題解決的能力。如生2以姊妹去看皮膚科醫生的親身經驗，來闡述化妝品正確的使用技巧；生4則建議不要買來路不明的化妝品，應選擇有衛生署合格標籤的，且正確使用、不常使用，風險就會降低許多；生5則具體的指出某些知名的品牌，是屬於天然成分製成的，消費者可以安心使用。這些意見，均是學生在討論中經由同儕的建構，將原先較粗糙的意見漸漸修正，而變成精緻的問題解決方法，對於不同意的意見，也算是合理的化解了，屬於創造力問題解決的案例之一。

生6：我有查到化妝品的相關資料，就是有一種化妝品叫做BB霜，簡單講他是醫學美容使用的東西…然後後來就被研發，就是有化妝的效果還有美容的效果。所以近期的化妝品都具有美容的效果，不用太擔心會造成皮膚的傷害。…

師：喔，現在的科技真是進步，可以結合化妝品與保養品，這樣要擦化妝品之前先擦上去，皮膚就比較不會受傷，你們補充得很詳細，其他同學還有沒有其他意見呢？

生3：…對啦！BB霜是近期熱門的商品…

師：好啦，我先站在反對的立場，在環境生態層面而言，化妝品的生產與使用，會造成生態的污染，如它所使用的化學藥劑會造成河川的優氧化，不是有螢光劑嗎？不是有防腐劑嗎？生產工廠所排放的污水也是一樣，最後排到大海裡面，珊瑚礁就遭殃了，然後包裝的瓶罐也是垃圾的來源，所以就生態與環保的觀點而言，我是不贊同化妝的…

生6：…就是購買化妝品可以刺激消費，報章雜誌調查報告說女性主要的消費產品中，化妝品佔了大部分，若每位女性都不化妝了，那經濟不就會更糟…

師：刺激消費，促進經濟成長，說的不錯…

(實例分析五)

在後續的討論中，持同意化妝立場的學生為了解決皮膚刺激的問題，進行了不少討論，其中生 6 在調查之後提出一種化妝品叫做 BB 霜，是屬於兼具美容保養與化妝效果的化妝品，且因為有美容保養的功能，所以對皮膚的刺激較少，如此的意見獲得班上同學的認同，這項新產品的調查發現，可以解決持反對立場的「皮膚刺激」問題，屬於創造力問題解決的高品質表現之一。教師對於此意見也給予肯定，並邀請其他同學補充意見。

在此議題的討論中，研究者發現在化妝品科學爭議性議題中，持正方意見的學生較多且強勢，原因是班上同學多為女生，且多有化妝的經驗，因此教師為了能讓討論進行得更熱烈，主動參與反方的討論，提出「環境生態層面而言，化妝品的生產與使用，會造成生態的污染…」以及「包裝的瓶罐也是垃圾的來源」兩點來引起持同意立場同學的思考。然而，生 6 提出的回應，雖無直接地化解老師所提出的問題，但他的說法也頗具巧思：「購買化妝品可以刺激消費…報章雜誌調查報告說，女性主要的消費產品中，化妝品佔了大部分…」如此的回應顯示，若學生能參與議題的討論，則創造力的問題解決表現，並不難被培養。

伍、結論與建議

一、結論

- (一)本研究參考第一年研究成果與師生互動之相關文獻，整理而建構的創造力教學歷程表徵，關注於師生互動的語言內涵，分為五個等級，分別為：簡單回應、引用證據、提出暫時解決方案、反思質疑解決方案、創造力表現。
- (二)實驗組與控制組於教學初進行創造力問題解決活動時，師生語言互動等級分別以等級一與等級二居多，意味在科學爭議性議題的創造力問題解決活動中，簡單回應、引用證據是最基礎的互動語言，也是進行高層次互動語言的先備條件。此外，在實驗組也有零星的創造力問題解決表現被發現。
- (三)在教學末，實驗組有較多的創造力問題解決表現，其進展的歷程為先由暫時問題解決方案的提出，再經由反思與修正，來精緻所提出的問題解決方案。
- (四)學生在反思與修正的歷程中，多為持相反立場學生所提出的質疑為始，而提出方案的學生遭受質疑之後，若能堅持不放棄，並嘗試由所蒐集之資料中尋求化解質疑的辦法，那麼，精緻的創造力問題解決方案，就有較大的機會被提出。

- (五)在化解質疑的歷程中，學生會相互補充、共同合作建構，進行最初方案的修正與精緻，教師的角色多居於引導與協助，並由學生主動進行討論。
- (六)在控制組方面，本研究也發現，學生有充裕的能力嘗試提出新的問題解決方案，並對該問題解決方案進行修正與補充，雖然沒有精緻的問題解決方案被提出，但是學生的表達能力、反思能力等，相較於教學初，均成長不少。
- (七)在科學爭議性的創造力問題解決活動中，師生互動達成創造力問題解決的歷程，可歸納為：由科學證據資料蒐集與分享開始，進而提出初步的問題解決方案，並藉由質疑與反思來精緻，最後若能修正初步的問題解決方案，創新的問題解決方案始能被學生提出。

二、建議

- (一)建議教師在教學時要能提出與學生日常生活有關的教學課程議題，才能引起學生的興趣與好奇心，學生也才有意願進行師生的語言互動，進而引用證據，提出暫時性解決方案，並反思質疑驗證解決的方案，最後才能有較大的機會提出精緻的創造力問題解決方案。
- (二)本研究第一年及第二年的研究成果，可供第三年設計創意思考教材及至各大專校院進行推廣創意教學之參考。

陸、參考文獻

- 毛連塏(2000)。創造力研究。台北：心理出版社。
- 教育部(2002)：創造力教育白皮書。台北：教育部。
- 黃翎斐、張文華和林陳涌(2008)。不同布題模式對學生論證表現的影響。科學教育學刊, 16, 375-393.
- 葉蓉樺(2000)。國小高年級自然科學習小組之結構及其互動模式研究。國立臺灣師範大學科學教育研究所博士論文。(未發表)
- Chao, C. Y. (2000). *The creative thinking oriented instructional strategy for the course of mechanical product design and manufacturing*. 3rd UICEE annual Conference on Engineering Education. Hobart, Australia. 9-12 February. 101-103.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 815-843.

- Cheung, C. K., Rudowicz, E., Yue, X., Kwan, A. S. (2003). Creativity of University Students: What Is the Impact of Field and Year of Study? *Journal of Creative Behavior*, 37, 42-63
- Cole, D. G., Sugioka, H. L., & Yamagata-Lynch, L. C. (1999). Supportive Classroom Environments for Creativity in Higher Education. *Journal of Creative Behavior*, 33(4), 277-293.
- Collette, A.T.& Chiappetta, E.L.(1989). *Science Instruction in the Middle and Secondary School*. Columbus , Ohio , Merrill publishing company.
- Crawford, T., Kelly, G. J., & Brown, C. (2000). Ways of Knowing beyond Facts and Laws of Science: An Ethnographic Investigation of Student Engagement in Scientific Practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 237-258.
- Cromwell, R. R. (1994). Creativity enhances learning in college classes: The importance of artists and poets. In K. Richard(Ed), *Theories of learning: Teaching for understanding and creativity*. (ERIC Document Reproduction Services No. ED394 408).
- Dass, M. P. (2000). Preparing coaches for the changing game of science: Teaching in multiple domains. Csikszentmihalyi, M. (1988). *Society, culture, and person: A systems view of creativity*, 74, 39-41.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, 915-933.
- Fisher, R.(2006). Whose writing is it anyway? Issues of control in the teaching of writing. *Cambridge Journal of Education*. 36, 193–206.
- Grindstaff & Richmond(2008). Learners' perceptions of the role of peers in a research experience: Implications for the apprenticeship process, scientific inquiry, and collaborative work. *Journal of Research in Science Teaching* ,45, 251 – 271.
- Han, K-S. (2003). Domain-Specificity of Creativity in Young Children: How Quantitative and Qualitative Data Support It. *Journal of Creative Behavior*, 37, 117-42.
- Hensley, B. R., Lori, A. & Woodard, B. S. (2004). Curiosity and Creativity as Attributes of Information Literacy. *Reference & User Services Quarterly*, 44, 31-36
- Heller, K, A.(2007). Scientific ability and creativity. *High Ability Studies*,. 18, 209-234.
- Jime´nez-Aleixandre, M.P., Bugallo, A., & Duschl, R. (2000). “Doing the lesson” or “Doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757–792.
- Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: an analysis of

- university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86, 314 – 342.
- Kittleson, J. M., & Southerland, S. A. (2004). The role of discourse in group knowledge construction: A case study of engineering students. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 267-293.
- Kolstø, S., D. (2006). Patterns in Students' Argumentation Confronted with a Risk-focused Socio-scientific Issue. *International Journal of Science Education*, 28, 1689–1716.
- Krystyniak, R. A., & Heikkinen, H. W. (2007). Analysis of verbal interactions during an extended, open-inquiry general chemistry laboratory investigation. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1160-1186.
- Lawson, A.E. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25, 1387– 1408.
- Marx, R.W., Blumenfeld, P.C., Krajcik, J.S., & Soloway, E. (1997). Enacting project-based science. *The Elementary School Journal*, 97, 341-358.
- Mayer, R.E.(1999).*Fifty years of creativity research*, In R.J.Sternberg (Ed.),*Handbook of creativity*. New York:Cambridge University Press.
- McNeill, K. L. Krajcik, J. (2008) .Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching* ,45, 53 – 78
- Mortimer, E.F., & Scott, P.H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- National Advisory Committee on Creative and Cultural Education. (1999). *All our futures: creativity, culture and education* (London, DfEE).
- Oliveira, A. W., & Sadler, T. D. (2008). Interactive patterns and conceptual convergence during student collaborations in science, *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 634-658.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S.,& Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82, 63–70.
- Peterson, R. E. (2002). Establishing the Creativity Environment in Technology Education. *The Technology Teacher*,7-10.
- Petrowski, M.J. (2000). Creativity research: Implication for teaching, learning, and thinking. *Reference Services Review*, 28(4), 304-312.
- Reid, A & Solomonides, I. (2007). Design students' experience of engagement and creativity. *Art, Design & Communication in Higher Education*, 6, 27-39.
- Richmond, G. & Striley, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in smallgroup discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research*

- in Science Teaching*, 33, 839–858.
- Roth, W. M. (1997). Interactional Structures during a Grade 4–5 Open-Design Engineering Unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 273–302.
- Roth, W. M., & Welzel, M. (2001). From activity to gestures and scientific language. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 103-136.
- Sadler, T. D., & Fowler, S, R. (2006). A Threshold Model of Content Knowledge Transfer for Socioscientific Argumentation. *Science Education*, 90, 986– 1004.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students’ scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12, 5 – 51.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. (2005). The quality of students’ use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23, 23 – 55.
- Schirripa, S. C., & Steiner, H. E. (2000). Enhancement and Analysis of Science Question Level for Middle School Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 210-224.
- Schwarz, B.B., Neumann, Y., Gil, J., & Ilya, M. (2003). Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity. *Journal of the Learning Sciences*, 12, 219–256.
- She, H. C., & Fisher, D. (2002). Teacher communication behavior and its association with students' cognitive and attitudinal outcomes in science in Taiwan. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 63-78.
- Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2006). Zones of Interaction: Differential Access to Elementary Science Discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 443–466.
- Shin, M. K. (2000). *A study of effectiveness of the Iowa Chautauqua staff development model for reform of science teaching in Korea*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Iowa, IowaCity, IA.
- Stamovlasis, D., Dimos, A., & Tsaparlis, G. (2006). A study of group interaction processes in learning lower secondary physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 556-576.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd: cultivating creativity in a culture of conformity*. New York : The Free Press, A Division of Simon & Schuster Inc.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- van Amelsvoort, M., Andriessen, J., & Kanselaar, G. (2007). Representational Tools in Computer-Supported Collaborative Argumentation-Based Learning: How Dyads Work With Constructed and Inspected Argumentative Diagrams. *Journal of the Learning Sciences*, 16, 485 – 521.

- von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 101-131.
- Yager, R.E.(1990). *Workshop Science/Technology/Society As Reform in Science Education*. Science Education Center, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

柒、計畫成果自評

本研究為「技職院校創意教學表徵之研究」第二年之計畫，研究者依第一年之研究成果及第二年之研究目的，選擇台灣南部某技術學院選修「生活科技」通識課程的兩個班級學生為研究對象，建構創造力教學歷程表徵，並於教學情境中，藉由分析教學表徵，探討學生創造力問題解決能力的培養。第二年的計畫成果自評如下：

- 一、本研究依第一年之研究成果，並參考師生互動的相關文獻，建構創造力教學歷程表徵，可分為簡單回應、引用證據、提出暫時性解決方案、反思質疑解決方案、創造力表現等五個等級。
- 二、建議教師在教學時要能提出與學生日常生活有關的教學課程議題，才能引起學生的興趣與好奇心，學生也才有意願進行師生的語言互動，進而引用證據，提出暫時性解決方案，並反思質疑驗證解決的方案，最後才能有較大的機會提出精緻的創造力問題解決方案。
- 三、本研究第一年及第二年的研究成果，可供第三年設計創意思考教材及至各大專校院進行推廣創意教學之參考。
- 四、本研究之成果將印刷出版並上傳至國科會網站，供學術界研究及實際參與教學工作之教師進行創意教學參考之用。