科學教育學刊
2012, 第二十卷第四期, 295-317

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(4), 295-317

小組建立假設的合作探究策略——以網路環境為例

張秀美[1] **陳斐卿**[1、*] **曾仁佑**[2]

[1]國立中央大學　學習與教學研究所
[2]國立中央大學　大氣物理研究所

(投稿日期：民國101年1月15日，修訂日期：民國101年6月11日，接受日期：民國101年6月28日)

摘要：本文研究小組成員在「建立假設」階段共同發展的「合作探究策略」。研究場域是大氣科學為主題的82個小組網路合作探究活動，每個小組大約五至六人，歷經長達兩週的「建立假設」活動。首先分析650筆高中生在此階段的合作探究困難，再以合作探究成果較好的五個小組討論區共652篇討論文章為例，分析成員的「合作探究策略」。資料的分析層次有三，以單篇為單位的「探究行動」、以跨篇為單位的「探究策略」、以及隱藏在探究策略背後、以成員間接應投入為單位的「合作探究策略」，本文聚焦於第三層次。結果顯示五種化解探究困難之「合作探究策略」：一、「開啟」與「跟隨」創造出共同對話；二、刻意引起注意及共鳴；三、收斂時機的相伴催促；四、扼要而深入的追問；五、不同觀點的查核考驗。研究探究學習的多數文獻是聚焦在「探究行動」與「探究策略」等層面，本文指出：合作較為成功的小組並非徒具有效的「探究策略」，尚須深掘成員間互動脈絡的「合作探究策略」，才能勾勒更為完整與真實的小組合作探究圖像，這些「合作探究策略」可以作為教學者鷹架小組合作探究活動的參考。

關鍵詞：大氣科學、合作探究策略、建立假設、接應投入、電腦支援協作學習

壹、前言

探究學習一直是科學教育的核心關切。近年來隨著團隊合作學習成為關鍵能力，以及數位科技輔助學習的發展，網路環境的合作探究學習大為提倡。同儕如何在電腦支援協作學習的網路環境裡合作探究成為一新興議題。

眾多研究指出探究學習的「建立假設」階段並未受到應有的重視(Grandy & Duschl, 2007; Oh, 2010)。建立假設階段的困難很多，科學推理上的未決性(under-determinism; Selles-Martinez, 2004; Turner, 2005)使得找到規則的策略可能非常分歧，同時冒出許多不

*通訊作者：陳斐卿

04-陳斐卿.indd 295　2012/9/5 上午 11:25:38

同的假設之可能性也很大，要從許多可能的假設中加以評估，並揀選最為可行的假設並不容易(Chamberlin, 1890)，這些都是已知的挑戰。當探究走入合作與網路輔助的情境時，有哪些新湧現的困難？譬如合作面和網路介面為學習者帶來哪些過去未知的挑戰？學習者如何面對這些困難？展現哪些符應挑戰的新策略？

當前的合作探究學習研究多半注重探究的「成品」，而非探究的「過程」。從合作的角度來看，探究是在「相互對話」中推進，涉及多人的集體探究實踐(Kim & Song, 2005)。如果僅檢視整組成員各個階段性探究「產品」的良或是不良的探究特徵或指標(rubrics)，例如：所建立的研究假設、所擬定的策略計畫、所使用的證據資料、所提出的問題……等，來理解「組的」探究能力(Chin & Osborne, 2010)，就不易知道這些成品的形成過程。這些特徵是由小組成員所共同討論發展得來，想繼續追蹤產品的製作「過程」，就不能停留在研究如何產生或避免這種特徵，而需要聚焦於小組成員在動態探究歷程中「如何互動」以成就這些產品。

一些研究檢視組內個人與他人的「互動」分析，例如彼此探究對話的交換頻率(conversational turns; Chin & Osborne, 2010)、用社會網絡分析找出小組互動的整體特徵，這種取徑有合作往來的「外貌」但缺少了合作的「內涵」，也就是社會網絡分析不能展現小組成員互動了什麼「內容」。

另一些合作學習的研究分析內容，但卻採用每位學習者的「單篇」討論為分析單位。以編碼分析提問的性質、種類、與次數、或是論證(argumentation)的結構與證據使用(Kim & Song, 2005)等等，採用「單筆」言談為分析單位加以運算，所得到的結果是個別學習者的「累加」性質，這類作法沒能看到合作夥伴之間、也就是單筆與單筆「之間」的接應關係，換言之，分析「單筆」貼文揭露的是合作探究中「個人」學習的品質。

本文旨趣在兼顧「過程」、互動者「之間」、但又掌握互動的「內涵」。我們指認合作建立假設的學習困難，並揭露在這階段中合作探究對話實踐所涉及的「合作探究策略」(collaborative inquiry strategies)面貌。分析方法是透過三個層次的分析結果對比，彰顯所能看到的不同合作探究面貌。借用Roth與Lee (2007)提出的三層概念性的分析單位：纖維(fibers)、股(strands)和串(thread)來呈現「合作探究策略」：本文先用「單篇」，類似於以纖維為分析單位，看單一對話者的探究「行動」(action)；再用單篇與單篇「之間」，類似於以股為分析單位，看學習者之間形成的「探究策略」(inquiry strategies)；最後則是跨越「多篇」貼文、審視多篇甚至多個討論串所浮現的學習機制，類似於以串為分析單位，看學習者之間的探究策略如何透過隱而不彰的「合作探究策略」成就集體探究。

本研究目的在於釐清電腦支援協作學習的「建立假設」階段脈絡性面貌。基於探究活動的複雜性，本研究僅以探究活動較前面一個階段——「建立假設」為關注範圍，探討組員間在討論的動態歷程中，如何經營小組的合作探究。因此本研究透過一個六週的網路科展活動之前二週——「各提觀點」、「彙成假設」——的線上討論資料，探討兩個研究問題：一、有哪些困難？二、學習者集體面對這些困難時的合作探究策略為何？

貳、文獻探討

學科知識和探究過程知識是目前文獻已經指認出的探究活動所需相關能力。但是

這種包括實踐與心智的多面向活動(National Research Council [NRC], 2000)，從個人學習走向合作學習以及進入網路環境時，極可能還有其他的能力有待指認。因此，學習者之間在合作學習的情境裡如何相互推進探究是個值得探討的議題。檢視完整的探究各階段，或許過於龐雜以致於不容易深入理解探究的動態歷程，值得分段落進行理解(Llewellyn, 2005)。因此，本研究僅以建立假設(hypothesis generation)階段為範圍，評述當前以電腦支援協作學習進行探究的研究現況，包括建立假設的困難、同儕合作的探究策略、與歷程分析方法。

一、建立假設階段的困難

學習者拓展科學知識需要具備科學內容和科學方法，產生與測試假設是其中重要的一環(Lawson et al., 2000)。所謂「建立假設」是指在問題情境裡，針對一些變項間的實徵關係，給出一組可以測試的解釋(Quinn & George, 1975)；或是對所給定的一組資料產生可能或另有的解釋過程(Fisher, Gettys, Manning, Mehle, & Baca, 1983)。更簡潔的定義如Wenham (1993)的主張：對一個問題的暫時性答案或是可能的解法。

在驗證的過程中假設持續調整，因為唯有透過發展與修訂假設才能淬練出新的理論(Giere, Bickle, & Mauldin, 2006)，可見建立／重建假設的過程技能很重要。例如：定義可測量的自變項與依變項、描述變項間的關係、以提問的形式呈現(Ben-David & Zohar, 2009)、問題的形成與適切性、生活經驗與社會議題的連結(例如：Krajcik et al., 1998)……等，每個小任務對新手而言都是挑戰，如果學習者具備建立假設的探究技能，便能順利進行後續的探究活動。

然而，眾多研究指出建立假設階段固然重要，學校中的科學課程卻多關注其他階段，如設計實驗、以實驗結果驗證假設等，建立假設階段並未受到應有的重視(Grandy & Duschl, 2007; Oh, 2010)。目前對這個階段的學習困難研究成果如下：

首先，學習者難以評估所建立假設的科學價值(Krajcik et al., 1998)。多數探究學習鼓勵學習者從個人經驗和興趣出發，看重「生活經驗」與假設的強連結，以提高動機；然而，要從日常生活的經驗適切地轉化到科學概念並非易事。假設與「理論」的弱連結(Herrenkohl, Tasker, & White, 2011)使得研究問題或假設的科學意義不彰。例如，遇到大霧的經驗人人不同，「清晨六點多準備上學，發現外面全都一片白茫茫」、「爬陽明山快到七星公園時，看到一大片霧從山上飄下來」、「戴眼鏡從冷氣房走出來和游泳戴蛙鏡都會起霧」，學習者如何從生活經驗收斂到「霧有不同種類，各自有其定義與條件」，且評估出具有價值的假設，這些連結皆非易事。

其次，對新手而言，假設中的「變項」是不易掌握的新概念，與變項有關的困難主要是如何選取某兩個變項。選取兩個變項不只是知道基本定義，更涉及對兩者之間關係的深層理解，以精熟學習的方式「理解」一個概念的定義，是一回事；而以探究學習的方式，「選定」一個概念成為變項，又是另一回事(Chen, Jiang, & Lee, 2004)。舉例來說：「風」和「霧」是兩個平易近人的概念，但是，霧形成的主要變因裡，挑選「風」是否為一個好的判斷，涉及到「霧有不同種類，各自有其定義與條件」的概念，如果是平流霧，風越大霧越濃；可是輻射霧，若風太大反而會被吹散，何況還有平流輻射霧。變因的屬性不易判斷(洪振方，2003)，而這種困難是難在學習者不容易從

生活經驗中判斷他所經歷的霧的屬性，也連帶影響學習者對於變因間關連性的掌握(葉辰楨、王國華、蔡明致，2010)。

此外，學習者不易從所建立的假設降低複雜性和增加可行性(Krajcik et al., 1998)。學習者可能一次擠進太多想法(Herrenkohl et al., 2011)，提問發散(Apedoe, 2008)，無法明辨真正可測的研究問題。Chen, Jiang, Lin與Wang (2001)分析國內一百份高中生參加大氣科學網路科展的假設策略階段之學習成果，學習成果可區分為五類品質：假設與策略【完整可行】佔20.3%、假設與策略【完整難行】佔23.9%、【缺假設】只有策略佔4.9%、【缺策略】只有假設佔28.1%、假設與策略【不一致】或無意義佔22.8%，這個分析顯示：只有兩成的學習者成功克服建立假設階段的磨練。因此可知，學習者進行大氣科學知識範疇的建立假設活動的困難很多。

不同於之前研究建立假設階段看重「產品」的品質分析，本研究看重此階段「過程」的心路歷程，企圖從學習者自陳的描述中揭露小組共同建立假設此一「產品」形成的各種困難。

二、同儕支援建立假設的探究策略

建立假設既然並不容易，許多文獻致力於發展協助建立假設的策略。其中較多是發展「教師」的教學策略(Crawford, 2000; Kuhn & Pearsall, 2000; Oh, 2010)，探討「同儕」支援建立假設的探究策略之文獻相對不多。這些文獻指認出同儕建立假設的探究策略，包含回饋、臆測，以及善用理論、經驗與輔助。

同儕回饋是一重要方式。學習者收到回饋，才有機會修改原先頭緒紛亂的問題或假設，將瑣碎而不重要的假設提升為真實可行的品質，並能反映較大的科學價值性。回饋的提供者不限於老師，同儕也是資源，例如Kim與Song (2005)認為透過同儕的討論互動，發展出聚焦(focusing)、辯論(debating)、互換(exchanging)、和收尾(closing)這四個階段的關鍵討論。在討論中若能出現提問者和形成有能力的對話者社群(Bricker & Bell, 2008)，便能延續知識建構的能量，因此同儕的潛力值得進一步開發。

另外，臆測(guessing)也可作為建立假設的起步。學習者在探究過程中，藉由運用思維、想像，對探究問題的可能結果進行臆測，透過臆測建立假設，進而形成研究方向，並運用有系統的科學方法與步驟，找出問題的答案。秦爾聰、林勇吉與陳俊源(2009)的研究指出學習者透過猜測、邏輯推理與反證等論證技巧，進行建立或驗證假設，如學習者的解題過程是先對題目進行臆測，形成問題意識，然後著手論證想法。

除了回饋與臆測外，學習者也運用理論、經驗、輔助進行建立假設。Park (2006)指出小組發展與修正假設的方式有三：(一)學習者依憑著知識背景與學理基礎，相互進行學理上的相似性推理，改變原先的假設預想；(二)透過學習者的實驗體驗，彼此逐步修正及確認假設的可能性，確認最後的假設；(三)在學習者間的討論過程中，也會對主要假設添加一些輔助條件，透過修正保留原先的假設預想。

上述文獻顯示同儕合作探究所建立的假設有著重要的修正演進歷程，探討同儕到底如何互相支援以建立更為成熟可行的假設，極具揭露合作關鍵內涵的研究意義。因此，本文沿著此一研究路線，除了已知的學科知識與個人探究技能之外，考察還有哪些有待指認的同儕合作探究策略。

三、合作探究歷程的分析方法

從理解「個人」探究能力到理解「合作」探究學習的表現，以及從「教室」延伸到電腦支援協作學習環境進行探究學習，是近十年科學教育的重要轉變。本節闡述合作探究歷程的文獻現況，包括實體或網路學習環境的歷程分析，也不限於建立假設階段，以便綜合評述合作探究歷程分析方法的最新發展。此外，合作探究歷程與分析小組論證表現的文獻有很高的交織性(Jiménez-Aleixandre, Rodriguez, & Duschl, 2000)，因此集體論證的文獻也包括其中。

各方關切小組合作探究歷程的面向頗為不同。包括小組對話本質(Baker, Andriessen, Lund, van Amelsvoort, & Quignard, 2007; Clark & Sampson, 2008)、論述結構(Osborne, Erduran, & Simon, 2004)、互動模式(Weinberger & Fischer, 2006)、推論形式(Duschl, 2007)、以及鷹架機制的效果(Furberg, 2009; Janssen, Erkens, & Kanselaar, 2007)等。從這些面向可以看出分析探究歷程已有一定的深化程度，從各自主張的評量歷程方法也展現出合作探究的複雜性。細究這些切入角度所顯露的分析單位，可分為以下三種。

第一層次的探究策略分析單位為單篇：針對單一行動(如某一貼文內容)進行分類。合作對話研究的走向，深受Toulmin論證模式的影響(Clark & Sampson, 2008; Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Toulmin, 1958)，Toulmin的個人論證模式被廣為採用於辨識小組成員的對談言步或口語溝通行為(discourse move/communicative acts)的編碼。最基本的編碼有宣稱(claim)、資料／證據(data/evidence)、根據(warrant)、限制(qualifier)、支持(backing)、反駁(rebuttal)、對立主張(counter-argument)等；另一些編碼，則有提問(questioning)、澄清(clarification)、闡述(elaboration)、類比(analogy)、假設(hypothesizing)、引用權威(authorization)等(Kim & Song, 2005)；有些研究依據論證過程單一編碼的數量，指認知識共構成員共識建立(consensus building)的社會面向類別，如：引出(elicitation)、快速的共識建立、整合導向(integration-oriented)、以及衝突導向(conflict-oriented)等四類(Gijlers, Saab, Van Joolingen, De Jong, & Van Hout-Wolters, 2009; Weinberger & Fischer, 2006)。

第二層次的探究策略分析單位為單篇與單篇之間的互動關係：辨識對某一行動(如某一貼文內容)和前面行動兩者之間的關係。除了指認對話論證的話語內容之外，尚有以論述策略(discourse strategies)來處理單篇與單篇之間的互動關係。有些參照前後兩篇之間的相對功能加以區分為三個向度：交互性問題(transactive questions)、交互性陳述(transactive statements)、非交互性陳述(nontransactive statements)，三個向度之下再細分編碼，如進階(advance)、增加(add)、不理會(dismiss)等(林燕文、洪振方，2007；Felton & Kuhn, 2001)；有些編碼系統的命名致力於反映互動兩造之間的論述關係，例如：對立宣稱(counterclaim)、修正宣稱(change of claim)、反駁根據(rebuttal against grounds)、反駁命題(rebuttal against thesis)、澄清反駁(clarification in response to a rebuttal)、支持之前話語(support of a comment)、詢問意義(query about meaning)、澄清意義(clarification of meaning)、呼籲參與(organization of participants)、離題(off-task)等(Clark & Sampson, 2008)。

第三層次的探究策略辨識分析單位為整

串或是更大的論述事件：辨識某一行動(如某一貼文內容)在整體情境(如某一主題的系列討論貼文)的意義或變化。此一比兩篇之間的關係再擴大一層次的分析方法，是以整串或是更大的對談片段或論證片段(discourse episode/argumentative episode)為檢視單位。有些研究發展科學探究投入指標(scientific inquiry engagement indicators; Pathak, Kim, Jacobson, & Zhang, 2011)，以互動事件(event)為分析單位，描述兩人合作下共同學習的程序性互動細節，並標示兩人為一體的投入指標類別；有些把合作論證品質區分為嚴謹度不同的類別(Chin & Osborne, 2010)；或是建議檢視概念發展的軌跡與演化(Clark & Sampson, 2008)。

從上述合作探究策略的編碼發展，顯示多數研究指認的是合作小組成員「整體」在探究過程的探究結構與論證行動為何(what)。但是，更深入的問題為：此結構如何(how)及為何(why)能夠透過多人得以形成與發展？小組學習者「之間」形成怎樣的對話關係、如何及為何發展合作探究策略，才能集體營造出好的探究品質，或是陷入不佳的探究品質。換言之，瞭解探究行動的「探究策略」固然重要，但是，探究組員間的「合作探究策略」也很重要。一位成員的探索性對話，如果沒有其他組員的適切「接應」，又如何能繼續推進整組的探究？上述文獻評述透露新的契機：如果焦點仍然放置在合作小組「整體」的論證結構或「單一」對話者所運用策略的指認，而忽略小組組員彼此「之間」的細膩合作接應投入(responsive engagement)，那麼，透過合作達成整個小組探究進展的關鍵過程為何，仍將是合作探究裡的一個未解之謎。

沿著這一條探究的幽徑，有別於以往文獻聚焦在論證結構、探究行動本身與組員互動模式等等，本文針對探究學習的「建立假設」階段，聚焦在組員之間的合作互動，以「接應投入」為所關注的學習現象，深刻描述能夠成就組員之間合作的關鍵環節；在研究方法上，洞察一系列合作對話接應互動中，組員如何為了促發彼此合作互動，因而發展出的「合作探究策略」；此外，本文不只以「這個組／他們」為分析層級(level of analysis)，而是透過先以「小組組員／個別」為行動的分析層級，輔以「組員之間」的探究策略為第二層的分析層級，最後才以「整組」接應策略為第三層的分析層級，以「纖維」、「股」、「串」的層次對合作探究學習歷程做更細膩的揭露。

參、研究方法

一、研究參與者與合作探究情境

本研究田野為一個非同步網路討論區之小組合作探究活動。研究團隊於每年暑期舉辦為期六週之網路科展，學員為全國各高中學生自由參與，學生的報名並不透過學校老師，與學校課程或成績無關。本研究成員共計491位國高中學生，男女生比例約1:4 (男105位，女386位)，學生來自各縣市一般高中63所，屬於全國頂尖的明星高中學生極少，社會組傾向之學生很多。

分組活動報名後，學生從五個大氣科學主題中任選其一，再由研究團隊根據其就讀的學校或區域進行「不同學校者同一小組」的分組原則，讓小組裡的成員來自全國不同學校，分配每組為4 ~ 6位組員，共計82小組。每組搭配兩位學輔，一位認知學輔，另一位情意學輔；學輔的招募管道相同，皆為中小學老師與大學相關系所研究生；認知和情意學輔各有13位，平均一位學輔擔任6 ~ 7組的共同學輔，情意陪伴的用意大於鷹架

探究。

每一小組有專屬的線上小組討論區。小組的探究活動以一週為一個階段，包含：(1)各提觀點；(2)彙成假設；(3)形成策略；(4)揀選變數；(5)轉化資料；(6)驗證假設。此一活動屬於以證據為基礎(evidence-based inquiry)的合作探究，小組必須先集體訂出一(或多)個假設，再使用研究團隊所提供之大氣原始數據(raw data)資料庫或是大氣專業網站(如中央氣象局)，從中挑選適合的原始數據，將之轉化成為可以驗證假設的統計結果；換言之，學生需以原始數據作為探究的必經歷程，因此，本研究的探究活動不同於其他僅以解釋(explanation)為基礎的假設驗證探究活動。

六階段之前兩階段為本研究分析的「建立假設」範圍。研究團隊針對每一階段合作探究進行網路機制的設計引導，提供的「各提觀點」和「彙成假設」兩個階段之學習單內容為：

(一) 第一週任務「各提觀點」：從個人經驗中各自提出對此主題的想法。列出組內每一位組員所提的觀點(每人一個)。包含的要點：(1)提出與主題相關的生活經驗；(2)寫出「觀點」；(3)互相協助使組員提出的看法發展得更理想與完整；(4)小組中曾經互相問過的問題。

(二) 第二週任務「彙成假設」：綜合各人觀點提出小組的假設。彙整小組組員提出的觀點，討論出小組「共同的假設」，並提出完整的說明(包含假設內容、主要變項及相關因素等)。包含的要點：(1)「共同假設」的形成；(2)「共同的假設」的主要想法及意思；(3)主要變項；(4)其他相關因素。

二、資料蒐集

資料包含學習者自陳的「建立假設」階段「心路歷程週記」，和學習者每週的「討論區資料」。

「心路歷程週記」：學習者於每週的任務結束時，張貼對探究活動的任何體驗感受，如學習狀況、合作互動等，為研究提供了學習者觀點所指認的「建立假設」歷程的困難。整個六週活動結束後，兩週的數量計有650筆，每筆長度為50至100字不等。

「討論區資料」：參考評審的「團隊合作」獎項五組獲獎者，資料蒐集與分析範圍是「各提觀點」和「彙成假設」兩週的討論區資料。這五組總共發展153個討論串(652篇討論文章)。其中長串較能彰顯小組探究的脈絡性歷程，因此長串是本文分析的主力，本研究選取五個討論長串用以呈現「合作探究策略」的代表性對話。

三、資料分析

本研究先找出合作建立假設的困難，再用三層次對比分析來呈現同儕如何發展策略以面對這些困難。針對「建立假設」這兩週的「心路歷程週記」提及合作探究困難的文句，以內容分析法找出學習者認為的合作探究困難。

分析「合作探究策略」，共計三個步驟：辨識單一「探究行動」、辨識「探究策略」、與透過接應投入辨識「合作探究策略」。

第一個步驟：透過分析單一探究行動，理解學習者展現的單一探究行動的本身。檢視每一筆討論區對話在合作探究關係中的屬性並進行類型編碼，如引用資料、提問、論述特性等。此項分析參照林燕文與洪振方(2007)「學童對話論證編碼的分析架構」進

行編碼，主要看一個對談語段之於前一個語段的功能。本研究依照其編碼架構進行適度修正，調整為較符合網路討論區行為特性的互動編碼(表1)。

第二個步驟：辨識探究策略。透過分析探究策略，理解學習者如何強化多個單一探究行動所形成的策略。例如：透過權威資料的評估，發展出「不同意」的行動；或是更進一步，在論述過程中引用權威資料，強化「不同意」立場的邏輯與思辯。檢視討論區中的對話，分析多筆語段所突顯的探究策略。此項分析參照吳百興、張耀云與吳心楷(2010)針對科學推理相關文獻整理的探究能力或策略作為編碼的依據，如理論導向的假說、學習者的先前知識與經驗、可行的探究問題及假說、科學辭彙的運用、合理預測等，並適度調整為較符合本研究網路討論區的互動編碼及特性(表2)。

第三個步驟：辨識「合作探究策略」。前兩步驟仍循著相關文獻的類似方法，但最後一步驟比較獨特，本研究定義「合作探究策略」為：小組成員為了達到某一目的而發展出一系列合作行動下的策略。本研究側重學習者之間的合作互動，將單一行動置放在探究的情境脈絡中，此步驟以更廣的「接應投入」為觀看框架，不侷限於前後接鄰的兩筆對話(adjacency pair)間的接話，尚且包括組員一系列多篇或跨串的帶狀對話片段，指

表1：合作探究單一對談語段之行動編碼

行動	說明
看法分享	以科學原理解釋現象。
邀請他人	邀請他人進行分享經驗想法、說明和解釋立論。
引用資料	提供「文獻資料」、「媒體資訊」、「科學背景知識」、「學習經驗」、「生活經驗」。
提問	針對他人的分享、或由自己的生活經驗作出發，學科問題或對問題本身發問。
回應	針對他人的文章，進行簡要、或臆測性的回應。
提議	針對討論方向提供建議。
同意	對他人的意見進行表達同意、不同意、無意見。
附和	跟隨他人的論點。
澄清	釐清他人的疑惑。
修正	將之前出現過的他人或自己的論點，進行部分的修正。
說服辯護	說服他人接受自己的論點。
總結	歸結組內一系列討論後的結論。

表2：針對五個討論長串的探究策略之編碼

探究策略	說明
權威資料的引用與評估	引用權威資料作為話題，或用以評估組員在論述想法時的正確性、可行性等。
經驗連結	運用自身或他人的生活經驗、學習經驗等，發展出可行的討論方向、探究問題或假設。
理論導向	組內的論點藉助科學原理闡述或延伸。比如：從某一特定生活經驗的觀點陳述，引導到理論導向的假說論點。
探究問題或假說的可行性	以科學價值性或可行性考量假設變項。
多角度的深化	由各個角度切入現象，如不僅理解現象本身的特質(what)，也會延伸至因果關係(如how, why)；或從「事實性」問題到「探索性」問題等。

認組員間「集體」在動態性合作探究歷程中發展的「合作探究策略」。舉例來說：「張貼權威資料」是單一的貼文行動，而「洗版面」則是一系列「張貼權威資料」行動背後的一個有效合作策略。過去對「洗版面」這個現象視為單一行動，並沒有較為正向的解讀，但是從「合作探究策略」的分析層級，卻出現不同定位與功能：「洗版面」是由「一系列張貼權威資料之動作」構成，唯有組合各個張貼權威資料的動作，並置放在接應投入的情境脈絡中，才能察覺「張貼權威資料」這一系列動作是體現小組成員過去的討論經驗、目前的集體施為、以及企圖達成未來想望的一種圖像。分析層級的切換展現不同的意義賦予，正是本文採用多重分析方法的旨趣所在。

四、研究信效度

為了增進分析的信效度，本研究由四位研究人員共同完成，包括兩位大氣科學專長(一位博士生A、一位教授B)，及兩位合作學習專長(一位博士生C、一位教授D)。四位研究人員進行資料分析歷時兩年半，每週開一次兩小時的研究討論會議。分析程序歷經三個步驟：(一)由A從學科面向分析討論區對話，指認小組討論概念軌跡與註解單篇的迷思生成；(二)由C在A的註解基礎之上進行整組合作面向的接應投入捕捉，以及單篇的探究行動編碼；(三) AC分別註解完之後，ABCD四位研究人員討論「探究」與「合作」兩種面向的註解，進行意義確認，建立三個層次編碼的共識。

肆、研究結果

研究結果有二：第一，指出高中生在合作探究「建立假設」的歷程有哪些困難；第二，分析他們克服困難時的行動、探究策略，尤其關注「合作探究策略」。

一、「建立假設」歷程中的合作探究困難

透過組員們在合作探究歷程中每週「心路歷程」紀錄的描述，發現「建立假設」階段的合作探究困難包含六大類別(表3)：「討論的切入」、「投入程度」、「討論的推進」、「學科背景知識」、「探究能力」、「系統操作」。

(一) 「討論的切入」有104篇(佔37.3%)，可分為兩小類：「開口／下手／回應的方向」有95篇，組員們慣常描述的困難有「要做什麼？看什麼？寫什麼？如何提供觀點？如何做決定？回應什麼？」；「不敢開口」有9篇，擔心包括論述不完整、以及自己提供的想法對組內是否有貢獻。

(二) 「投入程度」有87篇(佔31.2%)，可分為三類：「組員流失」有35篇，在意組員未出席參與討論，在意組員的一起感；「討論冷清」有36篇，組內討論的熱絡度，影響討論士氣或進展；「熟悉度」有16篇，與其他組員溝通互動有困難。

(三) 「討論的推進」有25篇(佔8.9%)，可分為兩類：「分歧的想法或資訊」有16篇，包括組員各提看法、看法眾多、如何釐出一個討論主軸；「討論進展」有9篇，如何推進與深化討論、解決進展困境等。

(四) 「學科背景知識」有25篇(佔9.0%)：組員們認為自己的學科知識和生活經驗不足，對於主題無法發揮。

(五) 「探究能力」有21篇(佔7.5%)：組員們無法著手組構出具有「可以的」、「好的」、「完整的」、「創新的」

表3：「建立假設」歷程中合作探究困難的類別與次數分布

類別	次類別	類別的描述說明	總計	百分比(%)
討論的切入	開口／下手／回應的方向	要做什麼？看什麼？寫什麼？如何提供觀點？如何做決定？回應什麼？搞不清楚狀況	95	34.1
	不敢／擔心開口	在意論述的完整度、或想法的貢獻度	9	3.2
投入程度	組員流失	組員未上線	35	12.6
	討論冷清	組員不發言或少發言	36	12.9
	熟悉度	熟悉度、方式、技巧、討論的時空、相互對話	16	5.7
討論的推進	分歧的想法或資訊	如何由發散到聚焦出主要的假設、論點、資訊等	16	5.7
	討論進展	進展的遲滯、如何解決瓶頸、如何深化、時間管理	9	3.2
學科背景知識	知識經驗	學科知識、生活經驗	25	9.0
探究能力	如何建立假設	可以的、好的、完整的、創新的、適宜的	21	7.5
系統操作	對系統操作或活動內容的掌握	討論區操作功能、作業上傳、作業內容	17	6.1
總計			279	100.0

或「適宜的」等特徵的假設。

(六) 「系統操作」有17篇(佔6.1%)：組員們不熟悉討論區的系統操作或活動內容。

由上表發現後三項僅佔有22.6%，顯示當探究進入合作的情境，學科背景知識、探究能力等因素遠不如討論的切入、討論的推進與投入程度等類別困擾學習者。本文因之揀選合作探究較為成功的小組，尋找他們克服合作探究困難的策略。下節分析克服這些困難的具體行動是什麼？在一系列的動態性行動中潛藏的「合作探究策略」為何？

二、合作探究策略

許多研究關切科學探究策略，然而本文有所不同。我們發現組員在張貼文章探究之際，蘊藏著同等重要的合作接應投入，使得一方的探究努力能夠被另一方接應，合作探究才得以推進。本研究找出五種「合作探究策略」：(1)「『開啟』與『跟隨』創造出共同對話」；(2)「刻意引起注意及共鳴」；(3)「收斂時機的相伴催促」；(4)「扼要而深入的追問」；(5)「不同觀點的查核考驗」。下文對五種策略的鋪陳方式為：先辨識每一位組員的「探究行動」(標示於表4至表8的第二欄中)，再簡要指出合作情境裡，這些行動之間呈現的「探究策略」，而主要篇幅是深掘在這些接應投入的互動脈絡裡之「合作探究策略」。

(一)「開啟」與「跟隨」創造出共同對話

合作探究如何開啟？多數組員的實踐心聲為「心情很緊張，其實根本不知道該從何開始」(D_windy)。合作有成的小組能具體開展探究行動，以丁4小組的某一討論片段為例(表4)。以單篇為分析單位時，從表面來看，「探究行動」包含邀請他人分享、引用與分享資料、提問、回應、附和等。藉由上述探究行動，組員推進討論的「探究策略」包含「列舉相關的文獻資料」、「由科學背景知識或學習經驗出發」、「生活經驗的各

表4：丁4小組的討論片段

編號	探究行動	組員	內容
1_1	邀請他人分享	7659	大家各自提出與主題相關的生活經驗勹！
1_2	生活經驗後設提問	Sani	如果沒有生活經驗怎們辦丫(暫時沒想到)，用掰勹可以嗎？
1_3	媒體資訊提問	7659	書裡看到的……冬天怕植物會凍死，把它改種到盆子並移到室內，但沒想到凍死了。外面土裡的卻還好好的，是否意謂土地有保溫作用？
1_4	生活經驗	7659	又想到海邊的沙灘是燒燙勹，是因為沙子的比熱很小……
1_5	延伸回應提問生活經驗	Sani	中午在柏油地，水泥地，草地，磁磚，同一個地方溫度會不同。是否代表說不同地質有不同比熱，對熱勹散發及吸收也會不同ㄋ？
1_6	延伸回應媒體資訊	Cirfy	不太曉得土地是否保溫！！我曾經在網站看到地面有霜雪時，可減少土壤熱量的外傳……土壤溫度會比霜雪面上的溫度高攝氏2～5度……

自描述與分享」。這些探究行動和「合作探究策略」究竟是如何相伴出現？

「開啟」(initiation)需要「跟隨」(follow-up)以創造共同對話，是小組展開討論的第一步。小組討論區當時的對話絕非事後分析討論區紀錄看起來的平順，它不是理所當然就會發生，而是需要組員集體共同推進。組內有人率先下手開啟話題，發展共同的語言與社群事業，運用相關資料作為話題的材料，例如：查找文獻資料、分享生活現象與學習經驗、涉入科學原理概念、主動邀請其他人引出某些話題，使得不知道如何開口的組員產生可以一起投入的討論方向，這些顯露困難的組員是跟隨著開話者討論相同話題、一起查找相關文獻、談話中增加科學詞彙，才啟動組內的探究進展。以下說明表4的彼此接應投入所形成的合作策略。

表4顯現7659如何開啟對話，而Sani和Cirfy又如何跟隨回應，順利啟動小組的探究。7659意識到小組討論冷清，組員們不太開口，決定率先製造話題，從生活經驗出發，也強調要與探究主題相連結(1_1)。7659的舉動，引起發言較少的Sani的注意，Sani想要跟隨7659進行生活經驗的分享，但是似乎欠缺地溫的生活經驗，試探問組員「用掰勹可以嗎？」，試圖用想像展開討論(1_2)，不過，似乎沒有引發組員的回應。7659看出組內的討論氣氛仍未被炒熱，改以引用書本知識「冬天的植物」作為替代生活現象的舉例，提出「土地是否有保溫作用？」的問題(1_3)；又分享自身的生活經驗「海邊的沙灘」，連結科學概念「比熱」(1_4)。7659的親身示範與努力製造話題，讓Sani和Cirfy終於有貢獻討論的參與切入之處：Snai跟隨7659的「海邊的沙灘」經驗分享，回應在自身生活經驗中的「不同性質的地皮有不同溫度」現象，也跟著能連結到科學概念「比熱、散熱、吸熱」，作出可能的解釋(1_5)；Cirfy和Sani有不同的關注，Cirfy見到7659引用書本上的例子，也跟隨以網站搜尋地溫生活例子，延伸回應7659「土地是否有保溫作用？」一文，但與7659是不同的概念，Cirfy則以「霜雪具有保溫作用」概念作回應(1_6)。在組員間一來一往在開啟和跟隨的對話應答中，推進了合作探究的討論進展，逐步朝向建立更成熟的假設。

上述的互動片段顯露出的意義是：開啟和跟隨的共同對話可以啟動知識共構。單一有效的探究行動未必在合作中產生效果，合作探究過程要先搭建起彼此之間的關係和對話交集。合作探究的初始，多數組員無法進入狀況而保持沉默，需要組員率先意識到這

樣的處境，且勇敢開啟第一步，而開啟話題者常以文獻資料、生活經驗等作為開啟集體對話的仲介物，而形成合作探究的開端，其他組員才好跟隨回應、加以提問、延伸等。透過在開啟和跟隨的互動，使得對話發生一系列的綿延，知識共構因而才會真正開啟，擴展小組集體的探究潛能。

(二)刻意引起注意及共鳴

多數文獻指出大量且發散的討論是合作探究的另一個困境(Apedoe, 2008)，如「還沒有一個焦點，要快點確立方向！」(D_336_wstory)、「所有的文章似乎都沒有連貫性」(D_raindrop)。不過，合作有成的小組藉由相互討論仍能將探究往前推進。以丙1小組的某一討論片段為例(表5)，以單篇為分析單位時，組員們討論「遇到大霧的經驗」、「霧的定義和種類」的過程，所包含的「探究行動」為：引用資料、回應、提問。藉由這些行動，組員發展的「探究策略」為：「從某一特定生活經驗的觀點陳述，引導到理論導向的假說論點」等等，由多個現象(變項)到集中部分現象(變項)的方式推進討論。在這個過程中，組員如何發展「合作探究策略」，達到有秩序地小組聚焦對話？

「刻意引起注意及共鳴」是組員展現的另一種合作探究策略。從特定生活經驗引導到含有科學原理的闡述過程，組員促進集體有序共鳴與群聚接應的策略有兩小類：「運用共有經驗的生活圖像讓集體引發共鳴」、「以『洗版面』強力聚焦特定主張」(圖1)。在這兩個合作探究策略的運用下，組員朝向共同方向注意與討論，並以提問、回應、澄清等行動，逐漸深化討論內容，串聯起現象與理論，發展具有科學價值性的論述。以下說明表五的接應細節。

Fifa以大量張貼的動作製造共鳴的話題，吸引組員們的目光，讓組員們注意與接收Fifa要傳達的訊息。Fifa率先分享生活經驗(2_1)，也張貼有關霧形成的科學原理資料(2_2、2_3)。遇到起霧是組員間普遍共有的生活經驗，當Fifa的生活經驗分享一張貼出，就引出組員的共鳴，起而分享遇到起霧的經驗，比如說Ltyin的文章(2_4)。

接著Fifa以「洗版面」的貼文行動導入

表5：丙1小組的討論片段

編號	探究行動	組員	內容
2_1	生活經驗	Fifa	【遇到大霧的經驗】是清晨和晚上8～9點，沒有持續很久，大概半小時
2_2	文獻資料	Fifa	《有關霧的資料》
2_3	文獻資料	Fifa	《霧的定義與分類》
2_4	生活經驗	Ltyin	【遇到大霧的經驗】(清晨)準備上學，發現外面全都一片白茫茫的，能見度大概你只能看見你附近的東西
2_5	延伸回應提問	Fifa	霧不是有分輻射霧、平流霧、平流輻射霧、鋒面霧嗎？在那找的到它的資料呢？不同的霧種消散的時間不同吧？
2_6	文獻資料	Ltyin	《各種霧》
2_7	文獻資料	Ltyin	《一些關於霧的》
2_8	生活經驗提問	Caust	【遇到大霧的經驗】春季清晨的河上有薄霧，是輻射霧？平流霧？
2_9	延伸回應澄清	Ltyin	應該是輻射霧。平流霧的特徵是：霧層深厚、風速強勁、不分晝夜、不必晴空、不易消散，可延續一段時間、涵蓋地區廣闊。和你說的薄霧不符。

註：受限篇幅，用《》代替大篇幅之網路轉貼資料。

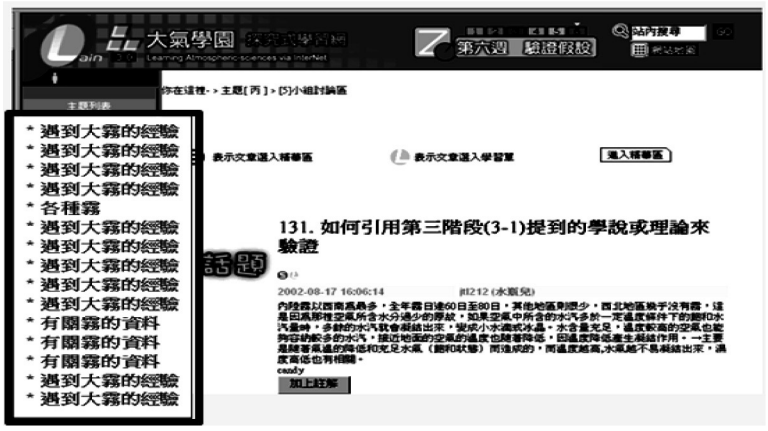


圖1：「洗版面」策略的圖例

註：組員進入討論區可以立即看到網頁左邊畫面的貼文標題，連續多篇均為「遇到大霧的經驗」、「有關霧的資料」的字眼，達到聚焦討論的效果。

科學原理。Fifa回應Ltyin的生活經驗，流暢地依憑科學原理進行闡述與提問，張貼許多權威性資料，讓組內討論能添入「霧有不同種類，各自有其定義與條件(如2_2、2_3、2_5)」的科學原理。Fifa添入科學原理的接應行動，在後續其他組員所張貼的回應文章中，證實具有引發組員們注意與跟隨的效果。像是Ltyin注意到Fifa的論點和引用權威性資料的行動(2_6)，也採取以權威性資料進行驗證與評價Fifa的論點，而後認可了Fifa的論點。Ltyin的權威性資料，提醒組員進行理論導向的假說論點，並將生活經驗與科學原理加以結合。Fifa和Ltyin用力以「洗版面」的方式，傳達「在生活經驗的論述上要結合霧的科學原理」訊息(如2_2、2_3、2_6)，成功地讓其他組員在進入討論區時，注意到Fifa和Ltyin要傳達的訊息。隨後，Ltyin的發言引發Caust接應，Caust分享生活經驗並涉入科學原理的發問：「(這個現象)是輻射霧？平流霧？」(2_8)。由Caust的貼文得知Fifa和Ltyin的策略達到效果，接下來Ltyin也以符合科學邏輯的論點闡述，解釋Caust的問題(2_9)。

這個互動片段揭露的合作探究策略有兩重意義：(1)合作探究的聚焦有細節與難度，討論內容看似一致還不夠，還要能夠深化，與科學原理結合以促進聚焦。這個組用「洗版面」刻意引起注意與引發生活經驗的共鳴。如果未能引起組員們的在意，討論互動仍可能處在發散的狀況。(2)行動與行動之間，隨著動態情境而湧現接應的關係，像是Fifa成功引發Ltyin分享生活經驗，Fifa在回應Ltyin的過程，順勢將科學原理導入討論，讓Ltyin能接應到連結「科學原理」這個關鍵探究技能，成功引發組內討論涉入寓含學科原理的論述，推進討論進展。

(三)收斂時機的相伴催促

多數文獻指出學習者不知道如何在多數想法中降低複雜性與增加可行性、不易選取出主要變項(Krajcik et al., 1998)，可是成功的合作小組仍能找到克服困難的接應技巧。以戊3小組的某一討論為例(表6)。以單篇為分析單位，組員決議討論方向所出現的「探究行動」包含：提議、同意、回應、澄清、總結。藉由這些行動，組內發展出依著

表6：戊3小組的討論片段

編號	探究行動	組員	內容
3_1	提議	Kawai	我有個建議，我們所做出來的內容，能夠來「預測」未來，也就是說，在旱災或水澇發生之前，是否有什麼樣的天氣變化呢？
3_2	提議	Kawai	找一找是否有哪些地方，旱災和水澇都經常發生，也帶給居民很大的困擾，不限於臺灣，這些地方是否有相同的地理位置或氣候？
3_2	不同意	Christ	只是忽然有個想法就要分配人去找旱澇……，有些人並沒有同意吧……
3_4	回應	Eva	好像有人建議，將火力集中在同一勺主題會比較好，那是旱或澇……
3_5	無意見	Christ	沒意見。旱跟澇我都沒體驗過。
3_6	澄清	Kawai	因為大家還沒有討論過我們最後真正要的主題，所以我才會建議勺。
3_7	回應提議	Eva	我們勺主題受限勺因素好像很廣，ex 聖嬰、雨水、地形，要不要把火力全放在一個現象上？這樣內容或許會比較完整也比較專業。
3_8	無意見提議	Kawai	我都OK啦！只是要先確定我們最後要的主題以及要告訴別人的內容？假如要水澇的話，那就要先確定地點，至少能夠比較的幾個。
3_9	總結、提議	Christ	來做聖嬰現象對臺灣地區的澇害影響，意見如何呢？

科學價值性或可行性的評估考量和「探究策略」，鎖定特定方向作為探究目標，逐漸協議及縮小成一個可行的假設方向。然而組員間的「探究策略」背後還有更細膩的「合作探究策略」。

「收斂時機的相伴催促」策略的出現，起因於組內討論尚未出現主要結論(3_6)、討論過於廣泛，使得組員意識到需要劃出討論範圍，同時也察覺需要讓其他組員也意識到，才能推進組內的討論方向。以下為表6的討論片段接應投入細節。

組員由生活或學習經驗出發，發展影響旱澇的變項，如聖嬰、降水、地形、市民用水量。不過，在這些討論中卻未界定出問題與假設的範圍，因此，組內一直無法形成一個可回答或驗證的問題或假設。Kawai評估組內探究進展的停滯，為了解決這個困境，Kawai邀請組員一同調整組內討論方向，Kawai發動宣告並提供具有科學價值性或可行性的建議(3_1、3_2)作為討論切入點。雖然Kawai的舉動引起Christ不認同，認為Kawai擅做決定，未獲得組內的共識(3_3)，但組員Eva似乎能理解Kawai的用意，因此Eva也提議組員間需要決議一個共同討論的方向(3_4)。Kawai附和Eva，同時也澄清自己的貼文動機是意識到組內未有一個清楚探究主軸的困境(3_6)。接著，Eva見到組員對於Eva和Kawai的貼文仍無反應，再度跳出附和Kawai所說的組內討論發散，需要「把火力全放在一個現象上」(3_7)。Kawai也輪番重新主張，認為組內要朝向科學性的驗證活動，需定錨於特定目標進行合作探究的運作(3_8)。透過Kawai和Eva的相互附和策略，以「洗版面」的方式反覆指出組內探究危機，並提供可行的討論方向，組員終於逐漸意識到組內危機，協力調整為發展一個特定目標，得以推進探究進展(如3_9)。

這個片段顯現的意義有二：(1)組員透過具體地指陳組內現況問題，推動往縮小與聚焦的方向前進，建立一個可依循的合作探究主軸來順暢小組討論；(2)單一探究行動的背後用意及組員之間的合作探究策略，透過動態性接應投入分析而顯露更為完整的圖像，如Kawai提出「我有個建議……」的用意，在其後的澄清文章(3_6)中可見其動機；又或在Kawai和Eve一同輪番主張，以及其他

組員給出的反應之後，Kawai和Eve發展的合作探究策略成功帶起組員們朝向聚焦的論述主軸。

(四)扼要而深入的追問

組員之間相互評估與說服，是合作探究裡最普遍的現象。不過，在這個過程中，小組存在的困難為「其實光是教科書裡頭的知識，並不能解決相當多的問題，反而延伸出許多疑問」(D_122_feather)，面臨著多數文獻所指的「學習者無法清楚表達想法與提問」等(Krajcik et al., 1998)，組員如何克服這些困難？以乙2小組的某一討論片段為例(表7)，以單篇為分析單位時，組員間發展的探究行動為：看法分享、邀請他人對話、同意與否、回應、澄清、總結。經由這些行動的發展，組員間使用的探究策略為「多角度觀點的延伸」、「從『事實性』問題到『探索性』問題」、「藉助科學原理闡述假設」。在探究策略的背後，所潛藏更重要的「合作探究策略」也一樣值得細探。

「扼要而深入的追問」是使小組深化討論的合作探究策略。進入深化討論的階段，涉入許多科學邏輯與原理的討論，這個過程極為複雜，組員間為了提升對話的品質，讓彼此能順利對話、得到明確地回答，引發相互理解的不同角度之詮釋與洞見。因此，小組發展了不同以往長篇論述的風格，改為選擇局部重點、以極簡為原則的對話風格，以簡短且謹慎的文句進行清晰且深度的對話，例如：選取他人長篇論述中的某一點，進行精緻的提問與回應，再串連並重組每一個簡短文句所獲得的討論回應，深化組內的討論。以下用表7的討論片段說明接應投入的合作探究策略。

乙2小組在進行「臺灣西部及東部地形對午後雷雨的討論」(4_1)的討論。John率先發言，認為「地形」是主要因素，Howard和Tracy對於John的說法感到疑惑，故以「為什麼呢？」(4_2)和「這是什ㄇ原因呀？」(4_3)的簡短文句，進行細緻的追問，邀請John給出具有科學原理的解釋。John回應「東部地形不適合產生對流」(4_4)，但是這個回應無法說服組員，於是Tracy直接挑明

表7：乙2小組的討論片段

編號	探究行動	組員	內容
4_1	看法分享	John	地形的影響比較大吧！東部比較少雷陣雨。東部地形不適合產生對流。
4_2	邀請詮釋	Howard	為什麼呢？
4_3	邀請詮釋	Tracy	這是什ㄇ原因呀？
4_4	澄清	John	因為東部都是山啊！東部地勢起伏大，不適合產生對流。
4_5	不同意邀請澄清	Tracy	你降講沒有說服力。為什ㄇ地形起伏大不容易對流？
4_6	澄清	Howard	我的印象裡啊！就起伏大啊！在平坦的地方比較容易產生對流雨。
4_7	澄清、總結	John	對流對流，重點在對流。
4_8	邀請澄清	Tracy	我不懂為何東部對流不強？
4_9	邀請詮釋	John	怎樣的地形適合對流？
4_10	臆測	Tracy	平原嗎？
4_11	臆測	Howard	是否跟受熱均勻有關？
4_12	同意、總結	Tracy	應該就是受熱不均勻緣故，我只知道盆地容易聚熱。

說「你降講沒有說服力」(4_5)，且邀請John細究「地形」和「對流」的關係。Howard幫助回應Tracy對John的提問，以釐清「東部、地形、對流」三者的關聯(4_6)，但是，Tracy仍持續細究「東部對流」這一部分(4_8)，Tracy的細究刺激John拋出一句關於「適合對流的地形類型」的追問(4_9)。關於John的問題，Tracy臆測答案為「平原」(4_10)；而同時，Howard回應Tracy的問題，臆測「受熱均勻」是「東部對流」成因(4_11)。在組員間這樣一來一往的簡短對話，組織起數個概念知識，最後，小組採納「受熱均勻度」為影響東部對流的因素(4_12)。

上述的互動歷程顯現的意義有二：(1)組員間的深度對話與知識發展，來自彼此扼要而深入的追問。透過組員間選擇重點、精緻提問與邀請，針對某一點發生聚焦深論的效果，而非僅是表淺的輕談；(2)透過重組與修正文句，達到讓他人理解的合作接應策略。比如說，Tracy針對「為何東部對流不強？」提問三次，因為Tracy的前面兩次提問中，「這是什ㄇ原因呀？」、「為什ㄇ地形起伏大不容易對流？」(4_3、4_5)，組員間都未能回應到Tracy的問題核心，Tracy理解到自己的問句似乎不清，因此一再地修正與重組問法，直到在Tracy第三次的提問中，組員的回應才比較讓Tracy獲得滿足。

(五)不同觀點的查核考驗

在確立共同假設的過程中，藉由評估與挑戰彼此論點的科學價值性與可行性是合作探究常用的策略。不過如同多數文獻指出，要成就合乎科學邏輯的假設、選取出主要變因……等並不容易(Chen et al., 2001)，面臨到組員間對「主題的爭執、認同感的差異、假設的認知」(D_Ruby)，組員如何跨越這些困難？以丙2小組的某一討論片段為例(表8)。以單篇為分析單位時，組員間發展的行動為：引用資料、同意與否、立場、修正、回應、說服辯護、總結。藉由上述這些行動，組員們的探究策略為「整合學理與自我論點」、「使用反例進行反駁」、「權威性資料導向的評估」等，組內逐漸收斂出一個共同假設和主要變項。在這個過程中，潛藏著組員間接應投入的合作探究策略。

「不同觀點的查核考驗」是小組進行說服與強化論點的合作探究策略。在一系列組員間的相互說服、質疑、挑戰、驗證之探究對話中，為了增強彼此接應對話的可能性，發展的合作探究策略為：新觀點的注入、使用仲介物輔助論辯等，藉由製造集體的認知衝突，達到讓組員注意，促發彼此對話的可能性。以下為表8接應投入的方式。

「風」被組員接受成為主要變因後，「風」的話題一共綿延15篇文章(5_1 ~ 15)，不過，之後出現一個大轉折。在5_16，極少張貼文章的潛水者Snow，張貼三篇整合學理與自我論點的文章(5_16 ~ 18)，批判「風」不適合作為主要變因，形成與組內現有共識對立的局面。Snow評估組內目前假設的價值性與可行性不高，企圖讓組員有新的認知：以「不同霧具有不同條件特性」這個科學原理，傳達出「風」在不同霧下有不同展現，如「平流霧的出現，並不受限於風的強度，主要是需要暖濕空氣的平流」(5_17)，然而組員對Snow的3篇文章(5_16 ~ 18)卻產生不同的意義競逐。

當Snow提出異議後組內的討論驟減。常發言的活躍組員Cathy試著運用先前已獲共識的組內合法知識(legitimate knowledge; Lave & Wenger, 1991)駁斥Snow論點，替組內已經設立好的「風」假設做辯護(5_19)，另一名活躍的組員Milk選擇不回應，並在

表8：丙2小組的討論片段

編號	探究行動	組員	內容
5_1 ~ 15			(這15篇文章的內容不影響本段落的論述，故省略)
5_16 5_17 5_18	文獻資料 對立	Snow	這是之前的資料……我認為輻射霧的出現，一定是要風力微弱的天氣，且大部分是出現在陸地上！(5_16) ……平流霧的出現，並不受限於風的強度，主要是需要暖濕空氣(5_17) 別組應該也都是探討輻射霧和平流霧吧！那我們是不是從別的地方下手(5_18)
5_19	文獻資料 對立 辯護	Cathy	《根據#15-42》根據124說的，不是可以統整出一〈假設嗎?霧的出現，跟風很有關係……關鍵，就是風……。
5_20 5_21	總結 不理會	Milk	形成霧條件：氣溫要低，溼度要大，風要小(5_20)。 還有凝結核要多(5_21)。
5_22 ~ 23、 25 ~ 29	文獻資料	124	《鋒面霧》、《霧》、《蒸氣霧》、《上坡霧》、《春霧兆晴》、《夏霧做大水》、《大霧不過三，過三水汪汪》
5_24	文獻資料	Milk	《鋒面霧》
5_30	同意 修正	Milk	在溫差大、濕度大且具多凝結核處，易產生霧！
5_31	延伸回應	Cathy	我會特別說暖空氣的溼度，是因為如果是冷空氣的話，即使溼度大，遇熱的話，水氣飽和度會提高，這樣就不容易飽和，就不容易形成霧。
5_32	總結	Milk	共同假設勺主要變項為「暖空氣勺溼度」。

註：受限篇幅，用《》代替大篇幅之網路轉貼資料。

他的小總結的文章裡遺漏Snow的不同主張(5_16 ~ 18)。

不過組員隨後產生不同論點的協商競價。124受到Snow三篇文章的影響，開始一連串檢驗的行動，124以權威性資料評估與檢驗Snow的論點(5_22 ~ 23、25 ~ 29)，發現Snow的論點是正確的，並以「洗版面」的方式張貼大量權威性資料，將論點大量凸顯在文章標題上顯示支持Snow的立場。在這種方式下，124的文章吸引組員的目光，引發組員協商，組員們斟酌且重新對Snow的論點賦予意義，Milk也向外尋找資料驗證Snow的論點(5_24)，證實Snow的論點成立。經過一系列的對話競逐，小組採納Snow的論點，調整與確立「暖空氣的溼度」為主要變項(5_32)，Snow的論點變成組內認定的合法知識。

上述對話互動的意義有二：(1)組員在接應他人論點時，需要時間來沉澱思考，或以科學原理與權威性資料進行評估與檢驗，否則組內認定的合法知識容易存有集體盲點。(2)影響假設深化的關鍵，來自組員間相互說服的合作探究策略，比方說，組員以多元資料支撐論點，確認該論點是合乎科學邏輯的；但是，若組員間不接應其論點，其論點也是不具影響性的。反之，若某一論點，組員間願意承接，縱使是具有迷思盲點的論點，也會被組員間認定為組內的合法知識，如丙2對「風」話題的綿延。因此，組員在探究歷程中，會發展「不同觀點的查核考驗」的接應策略，讓其他組員能再度或願意注意一個反面論點，使其論點的價值在組內重新抬升，幫助推進探究。

伍、討論與結論

本研究從650筆學習者的自陳資料中分析合作探究在建立假設階段的困難，繼之挑出合作探究較為成功的五個小組，以討論區記錄剖析他們化解困難的「合作探究策略」，作為教學者與研究者後續行動的參考。本研究以「纖維—股—串」三層次的方式深入分析小組互動，包括：組員各自的探究行動、以及小組的探究策略，而本文最主要的貢獻是深掘組員間接應投入的「合作探究策略」。

一、建立假設階段的合作困難

相較過去的文獻，本研究在電腦支援協作學習下檢視合作探究學習的困難並產生新的理解。過往研究專注於學習階段的「成果品質」，例如所建立假設之良莠度，假設與策略是否完整、是否可行、是否一致、是否有意義等(Chen et al., 2001)；或指認變項難以掌握的科學邏輯思維之學習困難(葉辰楨等，2010)，本文進一步察覺新的困擾，如「討論的切入」、「討論的推進」、「投入程度」的面向，不同於研究者或專家觀點，這些是學習者自陳的角度指出的合作困難。

合作探究在網路環境中最大宗的困難並非「探究能力」或「學科背景識」，相反地，將近八成的困難落在「討論的切入」(37.3%)、「投入程度」(31.2%)與「討論的推進」(8.9%)。組員們慣常描述的互動困難是「開口／下手／回應的方向」，對於如何提供觀點？看法眾多時如何釐出一個討論主軸？如何推進與深化討論、解決進展困境？擔心的事情還包括論述不完整、以及自己提供的想法對組內是否有貢獻等。這些困難彰顯出「合作」建立假設與「個人」建立假設兩種活動有著很大的脈絡性差別，當與同儕一起活動，合作的困難與探究的困難交織，因此，在網路合作探究學習裡如果單看「探究策略」並不能完整描繪合作探究的困難面貌，將「合作探究策略」一併納入觀看的範疇，能更貼近同儕合作的真實困境。

二、從「探究策略」到「合作探究策略」的新理解

本研究以「接應投入」為焦點，描繪五個具有動態性特徵的合作探究策略。相較於過往文獻指出的探究策略，這五個合作探究策略的重要特徵，是鑲嵌及浮現在小組合作探究的動態歷程，舉兩個例子：

(一)相較於文獻提出之「擴展及活化背景知識」的探究鷹架(吳百興等，2010；Oh, 2010)，本研究提出同儕彼此「以『開啟』與『跟隨』創造出共同對話」，更能描述從單一同儕的探究行動拓展到彼此接應、成就整組探究的關鍵力量。不僅有人開啟對生活經驗的回溯，淬取與探究主題相關的背景知識，而且還要有其他人跟隨這樣的話題接應，透過開啟與跟隨的接應，帶動小組全體對於經驗的互相熱衷探索，才能交織出一個小組的假設雛形；如果忽略接應投入的關鍵，僅僅張貼單篇的背景知識，並不能成就一種互通有無的討論盛況。

(二)相較於文獻提出之「提問」的探究鷹架，本研究提出同儕彼此「扼要而深入的追問」，更能深入描繪與區隔何以某些提問的效果無法掌控，而某些提問卻十分有效。譬如貼文者的「提問」若顯得認真卻冗長，特別在非同步的討論環境，往往導致乏人問津的處境，因為大家都不想看太長的貼文，儘管對方很認真，仍造成合作學習的挫折。本文發現同儕之間以扼要的問題步步追問，反而有聚焦與易於回應的效果，發現這些促使接應投入成功的合作探究策略，有助於辨

識合作探究品質提升的關鍵。

三、以「接應投入」為辨識「合作探究策略」的分析層級

組員間互動歷程發展的分析具有前瞻性。過去相關研究多未貫穿各個行動之間的動態關係，本文致力於展示如何將探究現象置放在動態性情境脈絡的過程來理解。例如：一系列文獻資料的轉貼，在探究策略上的意義並非僅是張貼權威性資料的「行動」或資料本身的科學傾向，這一系列動作浮現的更大意義是，組員運用「洗版面」的合作探究策略而期待其他組員能夠注意到他要傳達的訊息，因此研究者對「洗版面」這整體行動的意義詮釋，是張貼者為了吸引組員注意的策略，而「非」只是複製張貼權威資料這個不被肯定的負向動作而已。在研究分析中，若僅是瞭解當下的表象行動或學習者提及之學科內容的變化，卻未能關注在人際間的接應投入之情境氛圍與互動軌跡，則看見的將只是在該一段時間下的行為結果，看不見在整體行動中真正要傳達的動態意義。

「不同觀點的查核考驗」是另一個例子。雖然權威資料的引用、理論導向的假說、考量假設或變項的科學價值性與可行性等是重要的探究策略，但是本研究發現組員在使用探究策略之際，組員彼此的接應更是重要。比如丙2組員Snow的論點具有科學原理的支撐，有利於整體探究的推進，可是當下卻未被組員注意或拾起接應，直到124的行動協助下，才讓Snow的論點對組內探究產生關鍵性影響。

總結上述，本研究另一突破是提供分析方法的建議。除了分析每位組員或組員之間的討論內容編碼(如話語類型、行動、科學概念的程度)，我們建議使用「接應投入」的對話互動作為分析的層級，藉此深入合作探究過程中小組討論的動態情境歷程，包含過去、現在、未來，如此不只看見組員間接應什麼(what)，也能看見組員間如何(how)及為何(why)相互接應，得以還原合作探究的情境氛圍與互動軌跡，提供一個更完整與真實的合作探究圖像。

四、研究建議

每個研究必有未盡之處，本研究提供相關研究一些繼續深入探索的建議。(一)本研究的分析情境是在網路探究學習環境，網路的資料庫記錄有助於還原小組成員完整的探究歷程軌跡，但是透過分析組員在討論區的對話紀錄來還原他們的合作探究策略，臆測與詮釋的成分難免參雜，因此未來可進一步透過訪談及事後回溯，提供組員自行指認的合作探究策略；(二)「合作探究策略」是一個具有前瞻性的新分析焦點，但是它的方法學尚未完成操作型定義，有時涉及幾句對話，如「扼要而深入的追問」；有時卻涉及跨串的瀰漫現象，如「刻意引起注意或共鳴」，到底如何讓這種分析方法有跡可尋，是未來值得深究的方向。

誌謝

本文於國科會計畫NSC 97-2511-S-008-002-MY3及NSC 100-2511-S-008-015-MY3贊助下完成。感謝審查者的寶貴建議。

參考文獻

1. 吳百興、張耀云、吳心楷(2010)。科學探究活動中的科學推理。**科學教育研究與發展季刊**，**56**，53-74。
2. 林燕文、洪振方(2007)。對話論證的探究中學童論述策略對促進科學概念理解之研究。**屏東教育大學學報**，**26**，285-324。

3. 洪振方(2003)。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。**高雄師大學報**，**15**(3)，641-662。
4. 秦爾聰、林勇吉、陳俊源(2009)。探討高二學生在三角探究教學中的解題表現。**科學教育學刊**，**17**(5)，433-458。
5. 葉辰楨、王國華、蔡明致(2010)。後設認知鷹架策略融入科學探究教學之探討。**科學教育研究與發展季刊**，**58**，1-32。
6. Apedoe, X. (2008). Engaging students in inquiry: Tales from an undergraduate geology laboratory-based course. *Science Education*, *92*(4), 631-663.
7. Baker, M., Andriessen, J., Lund, K., van Amelsvoort, M., & Quignard, M. (2007) Rainbow: A framework for analyzing computer-mediated pedagogical debates. *International Journal of Computers-Supported Collaborative Learning*, *2*(2-3), 315-357.
8. Ben-David, A., & Zohar, A. (2009). Contribution of meta-strategic knowledge to scientific inquiry learning. *International Journal of Science Education*, *31*(12), 1657-1682.
9. Bricker, L. A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education*, *92*(3), 473-498.
10. Chamberlin, T. C. (1890). The method of multiple working hypotheses. *Science*, *15*, 92-96.
11. Chen, F. C., Jiang, H. M., & Lee, Y. W. (2004, May). *Addressing the challenges of secondary school students' collaborative inquiry-based learning–The Porscin experience*. Paper presented at the Earth Science Classroom Agenda for Learning and Teaching. Taoyuan, Taiwan.
12. Chen, F. C., Jiang, H. M., Lin, H. L., & Wang, H. R. (2001, June). *High school students' attempts at primary data in PBL via network: Lain experience*. Paper presented at the 5th Global Chinese Conference on Computing in Education. Taoyuan, Taiwan.
13. Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(7), 883-908.
14. Clark, D. B., & Sampson, V. (2008). Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. *Journal of Research in Science Teaching*, *45*(3), 293-321.
15. Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(9), 916-937.
16. Duschl, R. A. (2007). Quality argumentation and epistemic criteria. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 159-175). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
17. 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*(6), 915-933.
18. Felton, M., & Kuhn, D. (2001). The devel-

opment of argumentive discourse skill. *Discourse Processes*, *32*(2-3), 135-153.
19. Fisher, S. D., Gettys, C. F., Manning, C., Mehle, T., & Baca, S. (1983). Consistency checking in hypothesis generation. *Organizational Behavior and Human Performance*, *31*(2), 233-254.
20. Furberg, A. (2009). Socio-cultural aspects of prompting student reflection in web-based inquiry learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, *25*(4), 397-409.
21. Giere, R. N., Bickle, J., & Mauldin, R. (2006). *Understanding scientific reasoning* (5th ed.). Belmont, CA: Wadsworth.
22. Gijlers, H., Saab, N., Van Joolingen, W. R., De Jong, T., & Van Hout-Wolters, B. H. A. M. (2009). Interaction between tool and talk: How instruction and tools support consensus building in collaborative inquiry-learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, *25*(3), 252-267.
23. Grandy, R. E., & Duschl, R. A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Analysis of a conference. *Science & Education*, *16*(2), 141-166.
24. Herrenkohl, L. R., Tasker, T., & White, B. (2011). Pedagogical practices to support classroom cultures of scientific inquiry. *Cognition and Instruction*, *29*(1), 1-44.
25. Janssen, J., Erkens, G., & Kanselaar, G. (2007). Visualization of agreement and discussion processes during computer-supported collaborative learning. *Computers in Human Behavior*, *23*(3), 1105-1125.
26. Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, *84*(6), 757-792.
27. Kim, H., & Song, J. (2005). The features of peer argumentation in middle school students' scientific inquiry. *Research in Science Education*, *36*(3), 211-233.
28. Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, *7*(3-4), 313-350.
29. Kuhn, D., & Pearsall, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*, *1*(1), 113-129.
30. Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
31. Lawson, A. E., Clark, B., Cramer-Meldrum, E., Falconer, K. A., Sequist, J. M., & Kwon, Y.-J. (2000). Development of scientific reasoning in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist? *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(1), 81-101.
32. Llewellyn, D. (2005). Measurement stations. *Science Scope*, *29*(1), 18-21.
33. National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
34. Oh, P. S. (2010). How can teachers help students formulate scientific hypotheses? Some strategies found in abductive inquiry

activities of earth science. *Journal of Science Education*, *32*(4), 541-560.

35. Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(10), 994-1020.
36. Park, J. (2006). Modeling analysis of students' processes of generating scientific explanatory hypotheses. *International Journal of Science Education*, *28*(5), 469-489.
37. Pathak, S. A., Kim, B., Jacobson, M. J., & Zhang, B. (2011). Learning the physics of electricity: A qualitative analysis of collaborative processes involved in productive failure. *International Journal of Computers Supported Collaborative Learning*, *6*(1), 57-73.
38. Quinn, M. E., & George, K. D. (1975). Teaching hypothesis formation. *Science Education*, *59*(3), 289-296.
39. Roth, W.-M., & Lee, Y.-J. (2007). "Vygotsky's neglected legacy": Cultural-historical activity theory. *Review of Educational Research*, *77*(2), 186-232.
40. Selles-Martinez, J. (2004, November). *International Earth Science Olympiad: What to test and how to do so*. Paper presented at the First International Earth Science Olympiad Conference. Seoul, Korea.
41. Toulmin, S. E. (1958). *The use of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
42. Turner, D. (2005). Local underdetermination in historical science. *Philosophy of Science*, *72*(1), 209-230.
43. Wenham, M. (1993). The nature and role of hypotheses in school science investigations. *International Journal of Science Education*, *15*(3), 231-240.
44. Weinberger, A., & Fischer, F. (2006). A framework to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported collaborative learning. *Computers & Education*, *46*(1), 71-95.

科學教育學刊
2012, 第二十卷第四期, 295-317

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(4), 295-317

Collaborative Inquiry Strategies of Team Hypotheses Building in a CSCL Environment

Hsiu-Mei Chang[1], Fei-Ching Chen[1,*] and Ren-Yow Tzeng[2]

[1]Graduate Institute of Learning & Instruction, National Central University
[2]Graduate Institute of Atmospheric Physics, National Central University

Abstract

Scientific inquiry learning is not unproblematic. Previous research on learners' collaborative inquiry has heavily focused on the cognitive aspects of inquiry strategies. We know little about how the inquiry strategies were accomplished collaboratively. In other words, the dynamic process of inquiry involving several people has received little attention. Taking the stage of hypotheses building as an example, this study examined the responsive engagement of learners engaged in inquiry activities in small groups. Two research questions were raised. First, what are the difficulties of engaging in collaborative hypothesis building? Second, what strategies do productive groups develop to deal with these difficulties? Three different levels of analysis were used to identify collaborative strategies when encountering difficulties of hypotheses building: inquiry action, inquiry strategy, and collaborative inquiry strategy. To be specific, this study is aimed to challenge the traditional perspective on the overwhelming emphasis on cognitive aspects of inquiry. Instead, the results of this study revealed the importance of collaborative inquiry strategies developed among group members. The results identified five key collaborative inquiry strategies related to responsive engagement: "Initiation and follow-up as opportunities for developing communal topics," "Drawing attention purposely in order to focus on or resonate with," "Pushing collectively for convergent dialogue," "Concise and sharp questioning," and "Checking out the ideas of complicators." Some methodological and practical consideration concerning collaborative inquiry activities were further discussed.

Key words: Atmospheric Science, Collaborative Inquiry Strategy, Hypothesis Building, Responsive Engagement, Computer Supported Collaborative Learning

* Corresponding author: Fei-Ching Chen

04-陳斐卿.indd 317 2012/9/5 上午 11:25:41