

國立彰化師範大學特殊教育學系

特殊教育學報，民 110，54 期，頁 01-30

DOI: 10.53106/207455832021120054001

嵌入式教學對集中式特教班低口語 自閉症學生科學探究學習成效 之參與式行動研究

吳雅萍

陳明聰

國立嘉義大學特殊教育學系

摘要

研究者和兩所學校的特教教師與教師助理員組成行動團隊，分別在兩個集中式特教班進行一年參與式行動研究與個案研究。本行動研究設計一套具有理論基礎的嵌入式教學方案，內容包含精確教學和輔助溝通介入策略與訓練材料，希望解決兩位低口語自閉症學生在集中式特教班的團體科學探究課程所遭遇的學習困境。教學行動實施後也經歷了調整，包括特教教師在團體科學探究課程組織與教學調整，以及在嵌入式教學方案中，強化教師助理員介入輔助溝通的策略、回應提示策略和褪除程序。資料蒐集來源包括質性與量化資料，分析採持續比較法和描述性統計。從行動歷程與成果發現，嵌入式教學行動方案能促進兩位自閉症學生在團體科學探究課程的參與性，習得科學詞彙與定義，以及部分單元的科學成就測驗已達精熟。進一步分析未達精熟的測驗題型是與理解實驗變因、推論、類化等題型有關，但仍發現隨著介入的單元數量，而有進步趨勢。最後提出未來研究與實務建議。

關鍵字：嵌入式教學(EmI)、科學探究、精確教學法(EI)、輔助溝通(AAC)、自閉症(ASD)、參與式行動研究(PAR)

通訊作者：吳雅萍 Email: ping78kimo@gmail.com



壹、緒論

集中式特教班教師如何在團體教學形式中同時滿足自閉症學生的個別差異？這是研究者上一期科技部計畫的未完待續，五位集中式特教班教師參與研究者發展的科學探究專業成長方案，在集中式特教班的自然科學課程嘗試使用引導式探究教學法，然而個案教師們不約而同地反映出中重度自閉症學生參與探究課程的困難，即使他們已經進步到可以參與動手操作的活動，但是他們在提出探究問題、預測、驗證假設等步驟都很「無感」，他們只有動手做，但是不知為何而做，在缺乏探究脈絡下，科學單元的知識背景也相對會支離破碎，導致於他們在探究課程結束後的發表，也僅能仿說，無法傳達科學概念，加上無法成句的口語限制，即使仿說也只是詞彙，簡單而言，除了參與動手操作活動，自閉症無法做到在團體探究所要求的多數學習任務。然而探究教學並非只強調動手操作而已，根據美國國家科學教育標準(National Science Education Standards, NSES)，探究是一種主動的過程，學生被引導投入觀察、提問、以所知概念及實驗資料檢視資訊，使用工具蒐集、分析、解釋資料，提出解答、解釋、預測並溝通所獲得的結論(National Research Council [NRC], 1996)，研究者從上一期科技部的研究成果也發現，每位個案教師皆重新認識了提問、預測、假設驗證等重要的探究步驟，並且肯定多數學生在這幾個步驟的參與表現是進步最多之處，探究學習成效

表現在觀察能力、科學概念的習得、保留和類化，但是對於自閉症的學生則不然。

安置在集中式特教班的自閉症學生具有一些獨特的學習特徵，除了社交與溝通的被動、固定的行為模式和侷限的興趣等核心障礙之外，他們通常也伴隨著嚴重認知功能缺損和有限的口語表達能力，使得他們在團體課程的學習表現更加被動。因此在團體教學時，他們經常只被要求坐在位子上就好，或者由教師助理員一對一地完全協助上課，又或者抽離團體外接受單獨照顧。特別是當團體課程的目標與內容，未能與自閉症學生的能力相適應時，往往出現嚴重行為問題。如此狀況下，哪些實證有效的教學法可以幫助自閉症學生？如何為自閉症學生創造真正有意義的學習參與？類似問題對即使有多年教學經驗的特教教師而言，仍然在掙扎中尋求可能的答案。

自 108 學年實施十二年國教後，普通教育課綱成為身心障礙學生優先參考的課程來源，十二年國教總綱強調「教師應依據核心素養、教學目標或學生學習表現，選用適合的教學模式，並就不同領域／群科／學程／科目的特性，採用經實踐檢驗有效的教學方法或教學策略……。」(引自十二年國民基本教育課程綱要總綱，2014，頁 32)。十二年國教自然科學領綱強調「探究與實作」的精神與方法(教育部，2018)，由此可知探究教學受到我國科學教育政策的重視，國內外的科學教育研究皆強調探究教學是具有實證基礎的科學教學法(李國平，2009；Schroeder et al., 2007)。然而當自閉症學生在探究與實作的過程中，無法成為自發主動提問的學習者



時，特教教師是否還有其他的教學模式，可以兼顧學生學習表現與採用經實踐有效的教學方法？

統整上述的因素，為集中式特教班的團體科學探究課程繼續尋求突破是必要的前進，然而身處第一線的特教教師，很難在有限的專業知能、緊縮的備課時間與固定的人力資源下，可以獨自開啓新的教育行動。因此，為了能夠從這些盤根錯節的複雜因素中，走出新的嘗試，研究者和二位特教教師決定組成行動團隊，為集中式特教班的自閉症學生，設計一套具有理論基礎又可以融入團體探究課程的行動方案，透過不斷的試驗、調整、再試驗、再調整的循環歷程，希望可以協助集中式特教班教師，在團體教學時自然科學可以兼及科學探究與自閉症學生的學習成效。

貳、文獻探討

一、嵌入式教學的定義與研究

美國的法規保障嚴重認知障礙學生 (students with significant cognitive disabilities, 以下簡稱 SCD) 在普通教育環境就學並使用普通教育課程的權益，更要能呈現出在普通教育課程下的進步，意即透過替代性評量(alternate assessment)來掌握 SCD 學生達成各州適齡學科標準的情形 (No Child Left Behind Act of 2001, 2002; Individuals With Disabilities Education Improvement Act, 2004)。在這波政策要求下，如何有效教導在普通班學習的 SCD 學生便形成時興的研究議題，其中一種強調以學生本位的介入法便是嵌入式教學法 (Embedded Instruction, 以下簡稱 EmI)

(McDonnell et al., 2014)。在普通教室典型的作息和活動中執行 EmI，可以讓教師持續教導適合全班性的學業內容的同時，還能在一整天中高結構性地創造 SCD 學生練習的機會(Harrower, 1999)。McDonnell 和其同僚(2008)提出 EmI 有下列特徵：(1) 為普通教育情境中的學生先界定期望的學習成果；(2)在每一堂課或上課期間要經過系統性的分析、規劃出傳遞教學的時機；(3)教學是奠基於實踐有效的教學程序，意指控制好教學示例、反應提示、褪除程序、錯誤校正程序和增強程序；(4)依據學生表現的資料來決定教學有效性。

過去為 SCD 學生執行 EmI 的研究中，成功嵌入過一些教學法，如：持續時間延宕法(constant time delay)、同時提示法(simultaneous prompting)、電腦輔助式的精確教學法(computer-assisted explicit instruction)。執行者更涵蓋著多元性，包括：研究者(Johnson & McDonnell, 2004)；普通班教師(Wolery et al., 1997)；甚至是教師助理員(McDonnell et al., 2002; Riesen et al., 2003)；和普通同儕(Jimenez et al., 2012)。更有研究為了進一步比較在普通班執行 EmI 和在集中式特教班執行傳統的小組教學之成效，研究者指導教助員在這兩種情境執行持續時間延宕法，結果顯示這兩種介入情境都可以促進 SCD 學生獲得目標技能(McDonnell et al., 2006)。

還有兩篇系統性文獻分析，研究結果顯示 EmI 具有實證本位證據，用以支持在融合環境的中重度認知障礙學生學習學業性內容(Hudson et al., 2013; Jimenez & Kamei, 2015)。再者 Jimenez 與 Kamei (2015)從選入的 11 篇高品質研究發現，



EmI 被介入的學科領域，以科學研究量最多、數學次之，多數研究是教導單一技能（如：詞彙、辨別時間）和一篇研究是同時教導單一技能（詞彙）和連鎖技能（聲韻和音素覺識）。由此可知，EmI 可以促進與普通課程有關的基礎技能。

基於上述 EmI 的各項實證，顯示 EmI 可以滿足 SCD 學生獨特的學習需求，再者它的彈性融入次數和不會干擾原本的團體教學程序，以及它可以交付給多元的執行者，這些優勢特徵都為本行動方案增加許多選擇性。

二、教導自閉症學習科學學業技能的研究

伴隨認知障礙的自閉症是 SCD 中常見的族群之一，他們通常也被安置在集中式特教班。雖然近期已有針對 SCD 學生的科學學習發表系統性文獻分析（吳雅萍、陳明聰，2017；Spooner et al., 2011），然而僅有少數的研究是特別探討自閉症學生的科學學業技能，從上述少量的研究發現，精確教學法（explicit instruction，以下簡稱 EI）曾被用來教導中重度自閉症學習科學學業技能。例如：Knight 等人(2012)使用示範(model)——引導(lead)——測試(test)三步驟（以下簡稱 MLT）來檢驗 EI 的成效，並且使用具體的物品來呈現正例與非例，成功教導三位自閉症小學生學會科學形容詞（如：濕濕的、改變的、活的、死的）。Smith 等人(2013)在融合科學教室對三位 11-12 歲的自閉症中學生使用嵌入式的電腦輔助精確教學法，利用 iPad 2 與 Keynote 軟體製作電腦輔助教學的投影片，每張投影片內容包含透過圖片來辨識科學名詞和科學名詞的應用，iPad 2 呈現教學的方式是採用 EI 的示範——測試，學

生在每節課 40 分內要使用投影片三次，嵌入的時機選在課堂上原本就有的學生個別練習時間，結果顯示三位個案都有達到精熟標準。Knight 等人(2015)使用電子文本(e-Text)來教導四位 11-14 歲的自閉症中學生閱讀科學文本，學生按下 e-Text 上的卡通人物，卡通人物會提供 EI 的語音指導，該研究操弄三種自變項，包括只有 e-Text、e-Text 結合 EI、e-Text 結合 EI 又結合科學定義導向的說明，其實該研究主要測試 e-Text 的可行性和滿意度，但也測量科學詞彙、科學理解、科學應用等三種題目類型的學習成效。研究結果顯示，多數學生在第三種自變項的表現較好，但是達精熟的比例不多。整體而言，有兩位學生在第三種自變項的科學應用題型的表現達精熟，科學詞彙和科學理解各只有一位達精熟，其餘學生大多是 67% 以下的正確率。該研究者提到似乎需要更多的教學時間，才能更清楚看出自閉症學生的反應趨勢。

Knight 等人(2012)曾提到在科學活動本位方案使用探究法，對自閉症的挑戰就是他們缺少科學知識背景，因此需要找到一種可以同時教導他們科學，又可以教導用來描述他們觀察到的自然與科學現象會用到的科學概念性詞彙。在 Knight 和其同僚(2012, 2015)以及 Smith 等人(2013)的研究中，他們初步驗證 EI 可以用來一對一教導自閉症學生習得科學詞彙，但由於目前的實證仍太少，因此對科學理解、科學應用的題型都還沒有一致性的結果。但是可以肯定的是，上述研究都使用了 EI 的 MLT 策略。



Goeke (2009)介紹 EI 是一種教師對監控學生需求有較大的責任，且在整個學習過程要提供最適當的鷹架。Spooner 等人 (2014)提出這種鷹架通常是使用 MLT 的形式來傳遞教學支持，這種策略遵從一種腳本，通常會有關鍵句型如：「我做(my turn)、跟我做(with me)，換你做(your turn)」或「我做(I do)、我們一起做(we do)、你來做(you do)」。EI 還有其他的關鍵元素，如：爲了提升學生積極投入課程，教師可以使用物品、影片幫助導入課程。

近期 EI 被使用中重度認知障礙的教學實證越來越多 (Archer & Hughes, 2011)，因爲它不像 1960 年代由 Engelmann 發展的直接教學法(direct instruction) 需要有指定的課程設計材料、教師指導手冊，並且教師要接受嚴格的訓練，教師整節課都要跟隨教學腳本的線索，學生互動是指大量跟隨在教師的教學信號（彈指）下的同聲反應(choral responses)(National Institute for Direct Instruction, 2021)。Goeke 曾提出使用 EI 的適當時機，包括下列幾種情形：「(1)所有學生必須精熟的訊息或技能，這些資訊和技能已有完整定義；(2)學生尚未習得基礎的技能、策略和內容；(3)學生需要加快腳步，才能進步到精熟程度；(4)探究導向或討論本位的教學方法沒有成效時」(引自 Goeke, 2009, p. 18)。Archer 與 Hughes (2011)也曾提到 EI 和探究教學法剛好是教學法的左右兩端，當學生無法透過發現的方式獲得內容時，EI 是絕對必要的。他們又進一步提到，EI 不僅在發現教學法不可行時有用，而且在發現教學法可能不準確、不充分、不完整，或低效率時，也是很有幫助的。簡言之，EI

適用於教導基本學業技能時、或需要把觀念弄得更清楚的時候。

因此，基於目前 EI 對自閉症學習科學技能的實證，以及學者建議 EI 使用的時機，這些分析都爲本行動方案建立了適當的理論基礎的參考架構。

三、中重度自閉症參與團體課的其他挑戰

對於口語受限的自閉症學生而言，參與團體課的限制比其他 SCD 學生更多，更何況是強調溝通互動的科學探究課程。十二年國教自然科學領綱界定探究能力爲重要的學習表現，也是培養科學素養的方法之一，而「討論與傳達」更是探究能力的重要科學實務技能（教育部，2018）。

提升自閉症溝通能力的介入，許多後設分析顯示輔助溝通(Augmentative and Alternative Communication, AAC)具有實證本位(evidence-based practice, EBP)。Odom 等人與美國國家自閉症專業發展中心(The National Professional Development Center on Autism Spectrum Disorder, NPDC)(2013)爲了探討教導自閉症各項能力的 EBP，分析 1997 年至 2007 年的教學文獻，結果指出在溝通方面的 EBP 爲電子語音溝通器(Voice Output Communication Aids, VOCAs)的教學介入。早期的 AAC 文獻都是將科技本位的 AAC 系統稱爲 VOCAs，近代文獻則改稱爲語音產生溝通器(Speech Generating Devices, SGDs)。再者，Ganz 等人(2014)的後設分析結果繼續指出，伴隨有認知障礙／發展性障礙的自閉症學生使用 SGDs 的表現顯著優於圖片兌換溝通系統。

集中式特教班教師的教學要比其他安置型態的班級教師面對更複雜的學生個別



差異，即使過去 SCD 和自閉症的科學研究貢獻了許多教學策略的實證，但這些研究幾乎都是單一受試研究（吳雅萍、陳明聰，2017；Spooner et al., 2011），意即這些實證皆發生在一對一的教學情境。因此，如何幫助現場教師統整這些實證策略，建構出具體可行的教學模式與教學方案，幫助集中式特教班教師在團體探究教學情境下，有效地規劃和運用人力資源，協助他們解決實務上的個別差異教學問題，仍有待行動研究的支持。因此，本研究的具體問題為：因應自閉症學生在集中式特教班團體探究教學現場的參與困難，行動團隊規劃的行動方案為何？實施行動方案的歷程遇到哪些挑戰？做哪些調整？整體的行動介入是否提升自閉症學生在團體探究課程的參與性？其科學學習成效為何？

參、研究方法

一、研究設計

近來許多研究選擇參與式行動研究（participatory action research，以下簡稱 PAR）（Greenwood & Levin, 1998）來處理重度障礙學生所引發的教育現場問題（Dymond et al., 2006）。在自然科的臨床教學活動更是近期被推薦的研究設計（全中平，2019）。PAR 更重視問題的解決，而非問題的調查，也強調人與人之間更直接的協同參與。本研究選取 PAR，不僅立基於實務工作者的需求，且採取與專家合作方式來執行研究（Dymond et al., 2006）。PAR 可以解決行動研究的主要障礙之一，就是教師欠缺行動研究所需知能，致使部分教師雖有心研究，卻不知如何著手，或

是進行到一半無人支援（理論啓導或是實際支持）而功虧一簣（張德銳、李俊達，2007）。透過行動的循環，本研究期望將行動方案調整至最方便現場執行的教學模式，又為了更具體呈現自閉症學生在團體課程的參與性成效，也同時採用個案研究方式蒐集與分析量化資訊。

二、行動研究團隊的成員

本行動研究團隊共有六位成員，包括兩位集中式特教班教師（化名福師、安師）和各自班上的教師助理員（化名福助、安助），以及兩位大學特殊教育系教授（第一作者與特教老師們一起行動與蒐集資料，並負責撰寫報告，係指全文中的研究者；第二作者協助澄清研究焦點、對內容做建議和指正）。福師有三年教學年資，安師有八年教學年資，兩位都是特教系畢業且擁有特教碩士學歷。兩位教師是教學行動的發動者，源自於先前實施團體科學探究課程產生的省思與回饋，想要為自閉症學生解決參與團體課程的需求，而參與式行動研究可以支持他們教學行動的動力，因為兩位大學教授過去有組織和運作特教教師專業社群的實務經驗，也有普通科學課程調整和輔助科技的研究經驗，以及在集中式特教班超過十年以上的實際教學經驗。因此，兩位大學教授自然成為行動方案與行動歷程的支持者。

兩位特教教師也是教學行動的實踐者，為了有效解決集中式特教班教學現場的問題，PAR 十分重視社群內部的相關資源運用，因此兩個班級的教助員自然也成為行動團隊的成員。幸福國小的福助，空大畢業，擔任教助員的四年期間具備協助自閉症學生的經驗，也曾協助多重障礙學



生使用單鍵開關型的 SGD。平安國小的安助，高職畢業，擔任教助員的 11 年期間具備協助自閉症學生的經驗，但未曾接觸 SGD。在行動歷程中，四位教學實踐者要分享執行方案時的邏輯議題，幫助團隊持續精緻化行動方案。

三、研究場域與研究參與者

幸福國小兩班集中式特教班，自然課是合班上課，授課教師為福師，全部七位學生，橫跨低中高年級，包括三位重度自閉症，四位輕度或中度智能障礙。由於另一班導師的合作意願低，所以本次行動研究僅以福師導師班的五年級重度自閉症福生為主要研究對象。

福生無法施予個別化的智力測驗，但文蘭適應行為量表的評量結果為實際年齡 11 歲 5 個月，適應行為年齡 2 歲 2 個月。在修訂畢保德圖畫詞彙測驗結果顯示，百分等級 27。福生曾接受過 iPad 為主的 AAC 介入，但是平常較常以肢體動作表達需求，或詞彙仿說為主。可以聽懂簡單指令，如果指令複雜或多步驟，則需要重複並給予手勢或肢體提示。遇到困難會對成人口語說出「幫忙」，但心急或被拒絕的情境，也會有捶頭、拍桌、哭泣、倒地的行為。學業方面，能指認圖片，但不識字，可仿寫簡單線段。觸覺防禦強，可以主動牽成人的手，但是不喜歡讓成人碰觸或肢體協助，容易引發反抗行為。

一直以來，福生的科學課程都是在團體情境下學習，過去在一般講述教學法下，福生的科學學習問題是，僅能以仿說回應教師提問，無法獨立回應問題，長時間聆聽教師講解容易有注意力分散的問題，會有拍桌、搖晃椅子、發出聲音等干

擾行為，即使觀看教師示範操作實驗後，仍然無法理解科學概念，因此科學領域的評量目標不是科學概念為主，而是要求福生安靜跟隨團體上課。前一年採用團體科學探究課程後，福生可以獨自完成非危險性的操作活動（如：在電器用品正確安裝電池），且可以指認科學圖片（如：電池、植物的根莖葉部位），但是完全無法參與團體探究的提問、預測、校正預測的步驟，對科學定義、科學概念的理解皆有困難。

平安國小有一班集中式特教班，授課教師為安師，共六位學生，橫跨低中年級，包括四位輕度或中度智能障礙、一位多重障礙生、二年級重度自閉症安生為行動介入的個案。

安生無法施予個別化的智力測驗，但文蘭適應行為量表的評量結果為實際年齡 7 歲 11 個月，適應行為年齡 2 歲 8 個月。在修訂畢保德圖畫詞彙測驗結果顯示，百分等級 45。安生未接觸 SGD，在課堂上多以指認或仿說詞彙來回應教師提問，需仰賴成人的動作提示才能理解指令內容。平常個性溫和，但會因為想做的活動被拒絕或制止，或更改日常的活動，而引發哭鬧、抓人的行為。學業方面，能夠辨識圖片，可辨識自己的名字、去年透過圖片配對詞彙的策略，可以認識 20 個字，可描寫五劃以下的國字。由於安生有服用治療過動藥物，因此在團體科學探究課的上課秩序相對穩定，也獲得較多的直接動手操作的機會，可以辨識科學圖片（如：動物、太陽），但是同樣地在提問、預測、校正預測的團體探究步驟也出現參與困難，即使安師使用小組討論、同儕支持的策略，安



生僅能仿說同儕提供的內容，無法理解科學定義、科學概念。

四、資料蒐集與分析

本參與式行動研究的資料分析採質性分析為主、量化分析為輔。質性資料分析的焦點欲呈現一年來的行動團隊在建構與落實行動方案的歷程，主要來自團隊討論、教師與教助員的執行紀錄與省思（如表 1），質性資料分析採用持續比較法 (Glaser & Strauss, 1967)，先反覆閱讀原始資料，檢視重要語句，從中初步寫出較簡短的關鍵詞句，來回檢視關鍵詞句後，將相近的關鍵詞句彙整成子題，再從各子題之間的關係抽出更上層的主題，最後，跨資料類別來回檢視這些主題後，又將主題之間的關係抽出最上層的類別，這些類別是研究報告撰寫的重要骨架。量化資料是蒐集兩名自閉症學生參與團體科學探究課程中的改善情形，包括：參與團體科學探究課程的時間紀錄和學習表現。

由於促進自閉症學生參與團體科學探究課程是本次行動首要解決的問題，因此行動團隊首先定義參與的操作性定義為：自閉症學生在團體科學探究課程的每個教學步驟下，可以獨立或經少量提示（如：口語、手勢），執行特教教師要求的學習任務。這個參與團體探究課程的行為定義是相似於全班同儕的典型表現，主要目的是想要改善過去自閉症學生在團體科學探究課程上的學習問題。因此，參與團體科學探究課程的時間紀錄之計算方式為：個案持續參與時間除以該步驟的團體教學時間，最後獲得參與時間的百分比。

行動研究資料也蒐集行動方案的形成性評量結果，意即蒐集自閉症學生在嵌入式 EI 的示範——引導——測試的「測試」步驟之結果。EI 的指導內容是根據每個科學單元在各學習階段的科學概念，具體界定出科學詞彙和科學定義。個案使用 iPad 溝通板（此為一種 SGD 的形式）回應測

表 1

質性資料管理代碼簡表

資料來源	代碼方式	例子
團隊討論紀錄	團隊討論紀錄、討論日期	團 20180901
個別訪談	個別訪談對象（特教教師或教助員）、訪談日期	福師訪 20190628 安師訪 20190401 福助訪 20190626 安助訪 20190621
教學現場紀錄	教學現場、進入現場日期	幸福國小 20181017 平安國小 20181115
特教教師教學日誌	教師、日誌、教學單元	福師誌一 安師誌一
特教教師團體教學影片	教師、影片記錄、教學日期	福師影 20181206 安師影 20190103
教助員指導自閉症影片	教助員、影片記錄、指導日期	福助影 20190109 安助影 20190103



試問題，在 iPad 溝通板上按壓正確符號，計算正確回應的百分比。

總結性評量結果是在全部學生上完課後接受自編科學成就測驗所獲得的分數。各單元的科學成就測驗乃依據各學習階段的學習重點來設計，因此低中高年級學生接受各自適齡的科學成就測驗。每單元涵蓋兩個核心概念，每個核心概念各設計四題，每單元共有八題題目，其中有四題基本題，直接取自於操作活動和自編課本的內容（第 1、2、5、6 題），另四題是變化題，變換問法、情境、圖片，少數也有簡單推論和應用的題目（第 3、4、7、8 題），但仍建構在相同核心概念下，變化題目是爲了不要讓全班學生單純記憶教學內容，希望在有限的範圍內，盡量促進他們的類化表現。各單元測驗卷會由兩位資深科學教育教師進行審查，審查標準爲檢視是否符合核心概念。執行科學單元成就測驗的時間爲：每次教學前要連續三次的前測，每個核心概念教學後，要接受一次後測，總共有兩次後測，維持期則在結束教學後兩周再測一次。

五、資料信賴度

除了每次蒐集質性資料後，皆請訪談對象和會議參與者檢視確認之外，研究者也隨時提醒自己要與特教教師和助教員建立互信互賴的合作關係，鼓勵他們可以隨時且主動反映需求，有一次召開團隊討論會議的時間稍遲，安師馬上在群組主動提起，「老師～這個單元結束後大家要共同討論一次嗎？這樣比較能做及時修正及分享」（團 20190329），這個研究團隊彼此是平等的，團隊前進的動力依賴每位成員想要解決問題的動機，彼此搭載在團隊動力

上，解決問題才能更有效率。研究者也在行動歷程中不斷地檢視個人的角色，是否會因爲個人的專業而過度指導現場？是否會因爲個人的外部專家角色而打擾到特教教師和助教員的合作氣氛？要如何要求個人做到參與但不干擾？因此團隊持續互動與檢視需求是需要的。從兩位特教教師的教學日誌，說明了團隊運作的成就感，「謝謝老師這一年來的陪伴和支持，很開心有這次的機會能在教學上有成長的空間，也謝謝學姊平時的加油打氣！」（福師誌 20190701），「教學法又加上要解決自閉症的需求，一開始的確是很大的挑戰，但看到每位孩子在當中的成長與進步，也蠻感動的！謝謝老師的指導和學弟的分享^_^」（安師誌 20190710）。

本研究的資料信賴度採用 Dymond 等人(2006)在 PAR 研究使用的三角檢證法 (triangulation)。從多元資料來源和不同資料編碼者，來確保研究信賴度。針對質性資料一致性信度的分析，研究者會先做第一次的編碼分析，研究助理則從每種資料來源中再抽取三分之一的資料作一致性編碼的檢核，研究者與研究助理再針對不一致處進行討論和重新釐清編碼的適切性。

肆、結果與討論

一、行動方案建構與執行的歷程

此行動方案是建立在自閉症學生參與團體科學探究課程的共同學習問題，因此行動團隊先依據理論，建構一套行動方案的雛型，但由於行動場域是在兩個集中式特教班，因此執行的歷程會依不同班級的實施情形，而有不同的轉折，最終希望行



動方案可以調整到對兩個班級的實踐者是最可行的教學模式。

(一) 建構行動方案——嵌入式的 EI 與 AAC

為了解決自閉症學生參與團體科學探究課程的問題，行動團隊嘗試在原本對多數學生有益的團體科學探究課程，嵌入對自閉症具有教學實證的 EI 和 AAC (SGDs)，因此我們使用 McDonnell 等人 (2008, 2014) 建議教學實務工作者可以運用的四個步驟，來形成嵌入式教學計畫，詳細說明如下。

1. 界定適當的教學目標

根據兩位自閉症學生的共同性科學學習問題，行動團隊訂定提升參與團體課的時間為首要教學目標，再者，因應兩位學生的基本能力和參照適齡自然領綱，再各自訂定要習得的科學核心概念，包括：重要的科學詞彙、科學定義、科學概念理解。

2. 蒐集個案的基線期資料

過去兩位自閉症學生在團體科學探究課程的七大教學步驟中，僅能在肢體協助下參與操作活動，在其餘的團體探究步驟，大部分時間是放空的，即使教師提供固定的個別回應機會，也僅是仿說教師的問題，因此有意義的參與團體探究的時間非常少，「大部分我們花在個案的時間，就是要常常叫個案要專心看前面、不要出聲音、坐好」(團 20180901)。

3. 發展教學計畫

為了確認教學計畫可以精確又持續穩定進行，發展教學計畫要決定執行嵌入式教學的時間點，以及發展指導內容。

Staer、Goodrum 與 Hacking (1998) 曾將實驗活動的探究，依開放程度分為 0 至

3 層次。0 層次是指教師將所有的實驗過程準備好，學生也知道答案為何，只是照步驟操作確認一次；1 層次是教師準備實驗器材與步驟讓學生藉由實驗找出解答，屬於引導式探究；若教師不提供操作步驟，則屬於開放引導式探究，其中又細分為 2a 與 2b 層次，2b 是進一步地讓學生的學習任務多一項，必須自己準備器材，提昇自主性，減少對教師的依賴；3 層次則是開放性的探究。本研究使用的團體科學探究課程是延續研究者自 104 年度科技部計畫發展的引導式探究教學，類似 Staer 等人界定的 1 層次的引導式探究，再結合傳統特教有效教學方法（如：工作分析、最少至最多提示系統），引導集中式特教班學生投入探究活動。團體探究活動一共有五個階段（7 個步驟），我們決定在自閉症最無法參與的探究步驟，嵌入對自閉症有教學實證的 EI 和 AAC (iPad-SGDs)，並且安排教助員執行嵌入式教學，具體的教學流程為五階段共 7 個步驟。

(1) 階段一：觀察與定題

步驟 1. 向全班展示與本單元科學概念有關的材料，並透過詢問學生這是什麼、在哪裡見過、有什麼用途、為什麼等問題，以聯結學生過去的經驗和開啓好奇心。

步驟 2. 引導學生發現問題，並在探究學習單上寫下問題與預測（若可能，引導學生解釋預測）。此步驟，教助員要個別引導自閉症進行三個 EI 步驟：(1) 先進行「示範」：教助員的手先指著筆電上的投影片 (ppt)，再按壓著 iPad 上的科學詞彙，同時說：「這是 ooo（科學詞彙），意思是指 oooooo（科學定義）」。(2) 接著進行「引



導」：教助員對自閉症學生說：「現在跟著我一起做」，引導自閉症學生用手指著 ppt 的圖片或影片，並同時跟著按壓 iPad 上的科學詞彙與定義。引導階段可以帶著學生進行多次練習，以熟悉科學詞彙和定義。(3)最後，進行「測試」：教助員說：「現在換你試試看，用 iPad 回答我：ooo（科學詞彙）在哪裡？指給我看」或「科學定義的問題？」。教助員將學生第一次回應情形登陸在評量單上。針對正確答案提供讚美回饋，但先不針對沒有回應或回應錯誤的答案進行校正。接著，再繼續第二輪的 EI 三步驟，第二輪的測試，教助員需更換提問的方法，避免自閉症學生記憶題目和答案。

等到特教教師帶領團體學生完成探究學習單上的問題與預測後，再邀請教助員和自閉症學生重新投入團體課程。

(2)階段二：計劃與執行

步驟 3. 詢問學生可以用哪些方式找到答案？（如：做實驗、觀察、查網路、問老師等），並由老師引導出探究計畫。

步驟 4. 根據探究計畫，指導學生安全地進行實作，並引導學生使用探究學習單，來記錄觀察現象的相同處或相異處。

(3)階段三：分析與發現

步驟 5. 引導學生從探究學習單記錄的資訊，從中得到解答，進而校正自己的預測。（此步驟，教助員要再次個別引導自閉症，指導步驟同上）

(4)階段四：討論與傳達

步驟 6. 分組報告與聆聽報告：利用簡單形式的口語、文字、圖畫、電子溝通板等，表達探究的過程與發現。其他同學要專注聆聽報告，（若可能，引導學生提出疑

問），並提出與自己組別比較的意見或評論。

(5)階段五：建構解釋

步驟 7. 透過唸讀課文來解釋重要的科學詞彙與定義，以增強學生習得的科學概念。

4. 執行教學計劃

(1)訓練執行者

嵌入式教學的研究證實，經系統性的指導和支持，普通教師、特教教師、教助員和同儕都可以成功訓練為執行者。但是 McDonnell 等人(2014)建議，有效的訓練最好直接提供書面的教學計畫，才能獲得必然的品質與持續一致的介入。因此，行動團隊也決定先設計好 EI 指導材料和 iPad-SGDs，再由兩位特教教師訓練教助員。初期的 EI 材料為 word 檔的科學詞彙／定義的評量單，搭配一臺筆記型電腦，電腦桌面上會有該單元的指導投影片，為該單元在低中高年級的科學詞彙與定義（知識），一張 ppt 說明一個科學知識，並在畫底線中文字的上下方會有 AAC 符號，這些符號也會出現在個案的溝通板，讓教助員可以示範在溝通板上按壓符號，且在每張 ppt 右下方，用連結方式搭配影片或圖片，以利教助員解說 AAC 符號與其表徵的概念（如圖 1）。經過行動介入後，又將教助員要測試的題目也呈現在 ppt（詳見研究成果）。兩位自閉症使用的 SGD 都是以 iPad 為主的 AAC，目前的 iPad 只要灌入 AAC app，就可以成為 SGD，為幸福國小福生準備的 AAC app 為 PCS 符號(Picture Communication Symbols)(Mayer-Johnson Inc., 2003)，平安國小



圖 1

嵌入式教學的指導投影片



安生則是 Voice Symbol 的符號（財團法人科技輔具文教基金會，2003），與該科學單元相關的符號，多為研究者自己拍攝的照片圖。

(2) 蒐集和分析個案的表現資料

行動團隊蒐集並分析自閉症學生在團體科學探究課程的參與時間紀錄、形成性評量結果（EI 的測試分數），和總結性評量結果（自編科學成就測驗分數）之量化資料，藉以呈現其在嵌入式教學行動方案的學習成效。

(3) 追蹤嵌入式教學執行的情況

此行動方案的嵌入式教學目標是要建立一種教學安排，可以允許教助員在結構化的時間點，指導自閉症學生關於科學單元的背景知識，包括：科學詞彙、科學定義。嵌入式教學的作法並非要讓個案隔離於團體教學情境，但務必要經常檢核嵌入式教學的執行次數，以及監控執行者的策略，才能確保個案的學習品質。

(二) 第一階段實施行動方案的發現與困境

1. 嵌入式地點的安排

第一階段的嵌入式教學行動方案開始從兩間集中式特教班的自然科學領域課程出發，團體科學探究課程內容是依據兩間集中式特教班原本的課程計畫，嵌入式教學的指導內容也奠基在兩位自閉症學生的基本能力和個別化教育計畫，再藉由此行動方案建議的嵌入式教學模式，提供特教師解決問題的支持鷹架。過去的嵌入式教學研究只提供嵌入式時間的建議，但從沒有針對嵌入式的地點有任何的提醒，然而當研究者第一次進入研究現場觀察時，發現從嵌入式教學執行地點的安排，兩位教師便有不同的考量，但不管是否抽離出團體教學位置，兩位教師同時在乎的是教助員的人力如何兼顧團體協助。

幸福國小福師考量班上學生多且實驗活動也多，為了不互相干擾，「在距離團體座位後面約一公尺處，設置一組教助員的



教學桌和兩張面對面的椅子，他讓個案背對團體，不僅可以讓個案專心，福助又可以看到老師上課，便能隨時支援團體的臨時需求」（幸福國小 20181017）。

平安國小安師一開始就希望教助員可以同時協助更多學生，因此「安助直接安排在 U 字型團體座位的最左邊，安生坐在她的右邊」（平安國小 20181018）。

2. 教助員執行嵌入式教學的策略

除了 EI，嵌入式教學的另一個 AAC 策略是爲了要幫助低口語自閉症學生，可以使用 iPad 參與科學課程，因此結合 EI 和 AAC 策略，讓教助員可以在 iPad 上同時示範出科學詞彙和定義。但在現場發現，當教助員要進行 EI 的引導(L)步驟，兩位都急著牽自閉症學生的手來按壓溝通板，而學生拒絕肢體提示，出現反抗行爲「福助抓他的手來按 iPad，福生的手會躲著她，不想被牽手按 iPad」（幸福國小 20181017）。

另外，在執行 EI 的測試(T)步驟，教助員每次要稍微變化測試題目的問法，但觀課時發現，教助員畢竟不是老師，無法自己產生變化性的提問，導致嵌入式教學很快就結束，但是團體課的上一個活動尚未結束，教助員和自閉症學生便等在原地，無法重新融入團體課程，更可惜的是沒有好好善用嵌入式教學的時段，達到充分的指導與練習。這種等待情形在抽離式位置更加明顯，在行動團隊會議上「福師問：我不知道要不要把他們叫回來，但是我還在引導學生做預測，福生回來也沒有辦法做預測」（團 20180925）。

3. 團體科學探究課程的教學時間

使用引導式探究的特教班教學現場是有趣的、互動的、驚喜的，但也是忙碌的。和過去探究教學文獻所提到的困境一樣，探究教學容易拖延至下課時間，加上集中式特教班又有適齡教學設計的考量，因此兩位特教教師提到「一節課時間要執行低中高年級的操作性活動，加上需要給學生更多時間思考，也要給每位學生回應的機會，這些探究活動延長了上課時間」（團 20181215）。當團體課程的教學節奏受到影響，連帶也會影響嵌入式教學可以穩定執行的次數，「如果我繼續上到下課，就會比較緊張，想要趕快結束，造成教助員只能執行一次的嵌入式教學」（福師誌一、安師誌一）。

4. 電子溝通板上的句型組合

嵌入式教學的目標是要讓自閉症學生學會科學定義，考量兩位自閉症學生僅能單詞仿說，因此需要教導在 iPad 上組合科學詞彙，來描述出科學定義，例如：「水溜 + 高 + 增加 + 溶解量」（溶解單元高年級核心概念）。雖然兩位教助員事先接受 iPad-SGDs 的訓練，但真正上場時，兩位同時提出組合句型時的手忙腳亂，「福助說：溝通板上的符號爲什麼沒有把一個句子需要的語詞都排在一起？……會有跳來跳去的狀況，我要示範的時候，要找來找去。這樣我怕學生也會學不起來」。「安助說：《奇妙的水》這個單元的低年級科學概念比較多個，因此溝通板版面有三個分頁，這讓我很緊張，有時找一找會錯亂。」（團 20180925）。

原本具備深厚理論的嵌入式教學行動方案，經過第一階段的教學行動，才發現



理論與實務的落差，看似單純的教學方案，當真正落在教學現場後，卻是相當複雜。

（三）教學行動的轉折

教學行動讓我們看到了問題，因此彙整第一階段的困境後，團隊繼續分析造成問題的原因，以及做出對應的調整。整體而言，行動團隊的成員各自提出不同面向的問題：特教教師提出「團體課程有教學節奏不順暢問題」、教助員焦慮「iPad 上符號組合和尋找的問題」、研究者則看到「教助員執行策略的精準性問題」。據此，團隊做出第二階段的主要三項調整。

首先，調整團體科學探究課程組織、強化特教教師的引導策略。洪振芳(2003)曾分析探究教學的成效與困境，引用 Lawson 於 1995 發表之研究列出科學教師不使用探究式教學法的十個最常見的理由，其中又以花費的時間與精力、教學進度太慢為最常見的二個理由；加上集中式特教班的混齡及須兼顧適齡的課程設計，確實延長了教學時間。因此行動團隊決議，先把原本的七個教學步驟拆成兩節課來實施，意即每單元先上「觀察與定題、計劃與執行、分析與發現」等三個階段，待完成實驗操作活動且校正預測後，第二次上課再讓教師有充足的時間引導每位學生上臺報告，以完成「討論與傳達、建構解釋」等階段。兩位特教教師又分別因地制宜，調整課表和課程份量，如：安師把自然課調整為連續兩節課，「安師說：學生探究實作後，應該要讓他們立即討論和發表，避免下一次上課又需要花更多的暖身時間，還要重新幫他們聯結前幾天的操作發現」（團 20181220）。福師發現依據課

綱，低年級其實只需安排兩節課，於是我們決定將幸福國小低年級原本的兩個概念減少為一個概念。「福師說：低年級只需要設計一個概念，用兩個操作活動去實踐就好，這樣反而可以讓他們在不同材料和活動中體驗同一個科學概念，更能促進他們的類化」（團 20181205）。

另外，研究者也提供探究教學文獻給予的教學建議，幫助兩位特教教師更穩定探究教學的節奏，包括：教師上課前要進行模擬或試教，以求對教學單元概念的熟悉；要能統整學生的回答，幫助學生快速聯結欲學習的新概念；可以善用非自然課的零碎時間，先完成需要長時間引導的學習任務，或者提早引發學習興趣或動機；學生提問和報告時，提供句型鷹架，讓學生試著照樣造句、或接著完成句子；制定自然課的上課規則，利用增強集點與反應代價策略，立即處理在操作活動時間的秩序問題；將探究學習單改為二選一選項形式和增加圖形提示；最後點名學生回答的順序也要事先計畫，避免教師上課被有口語能力的高組學生帶著走，而無口語或低口語學生則因等待時間太長而容易產生行為問題。

第二，介紹文法版面的編排規則，逐步增加符號組合量，而教助員也有自我促進的方法。兩位教助員提出的尋找符號問題，是因為過去常見的版面編排方法，會將單一符號錄製成句型語音，如：按一個符號「水」，語音發出「水是沒有固定形狀的」，但此行動方案採取文法編排版面，依據詞性規劃版面，目的是要同時教導學生依據文法規則，將詞彙組成句型「水+沒有+固定+形狀」。然而，因應教助員提出



來的困境，研究者向教助員介紹文法版面編排的邏輯和規則後，並教導教助員可以慢慢增加詞彙組合量，讓個案逐漸學會從使用一個詞彙回答問題，再慢慢增加組合二至三個符號回答問題（團 20190131）。

另外，最令人驚喜的是，兩位教助員也各自發展自己的「撇步」，來幫助自己增進嵌入式教學的成效，福助善用課前的預告機制，「我在下課的時候，會先跟他互動一下，就講今天我們要上課的內容大約是什麼，然後 iPad 拿給他，讓他先去玩一下，那我覺得那一堂課，他就比較能夠進入狀況」（福助訪 20190626）。安助為了更熟悉溝通版面上符號的位置，自己會先預習溝通版面的符號位置，還主動跟老師索取教案，事先熟悉團體教學的內容，「因為我剛開始的時候，我自己都找不到 AAC 的圖案在哪裡了，後來我很快就知道，我也要看一下教案，備課一下，先看一下圖案是長什麼樣子，在什麼位置，這樣來教他就比較順手了」（安助訪 20190620）。

第三，教導教助員在嵌入式教學使用有效的指導策略。McDonnell 等人(2008)曾提出嵌入式教學計畫要使用幾個關鍵性的教學原則，包括：(1)選擇教學範例來促進目標技能的類化；(2)發展的教學順序要能運用教學示例來控制難度與促進經常性的檢查；(3)選擇的回應提示策略和褪除程序要讓學生在教學過程中的錯誤最小化。在第一階段的行動，教助員使用過多的肢體提示，影響自閉症學生遵從引導的意願，這也是影響介入成功的關鍵性教學原則之一，於是研究者對教助員重新界定回應提示策略，讓她們練習最少至最多提示，包括口語、手勢、示範、肢體提示，

也教導等待回應的延宕策略和褪除提示的程序，最後也協助兩位教師建立起定期檢核教助員指導成效的機制。「福師說：我沒有注意到，因為他們是坐在團體的後面，同時間我也在上團體課，但是當福生重新回到團體上課，我可以先問他問題，觀察他的狀況，就可以知道他剛剛學的好不好。」「安師說：因為阿姨的位置就在團體內，我可以隨時提醒阿姨不要太牽他的手做」（團 20181213）。

另外，為了促進教助員在測試自閉症學生時，可以有更穩定一致的提問品質，研究者直接在投影片設計好提問的問題（如圖 2），讓教助員只要循著每一張投影片，就可以執行更精準的嵌入式教學計畫。

（四）第二階段的實踐者邁著穩定的步伐

促進自閉症學生有意義的課程參與

透過研究者的指導，以及特教教師的持續監控，讓教助員的嵌入式教學品質越來越好。「福助已經不用強迫福生操作 iPad，此時的他已經願意跟隨福助的示範和引導……」（福助訪 20190501）。並且透過計畫好的指導投影片，教助員不會問重複問題，也無須停下來想怎麼問問題，「安助看著投影片問問題，請安生用 iPad 回答，在評量單上登錄完他的回應後，對他說你很棒，又繼續看投影片問下一題……」（安助訪 20190509）。

當嵌入式教學短暫結束後，自閉症學生回到團體課，特教教師會立即提問與嵌入式教學相同的問題，以促進反應的類化，這個做法可以提升學生參與團體課的信心與動機。「以前我問他問題，他大多是沒有反應的，但是我現在可以問他平板上的問題，讓他用平板回答，如果答錯我也



圖 2

調整後的嵌入式教學投影片：以「連通管單元」為例

<p style="text-align: center;">(第一次EI的測試) 請教師助理問他下列問題:</p> <p>1.水是高處往()流動? 按溝通板回答。 答案:(低處)</p> <p>2.水是()往()流動? 按溝通板回答。 答案:(高處)、(低處)</p>	<p style="text-align: center;">(第二次EI的測試) 等做完實驗後，再提問的問題</p> <p>1.喝水時，拿起杯子的高度，要拿得比嘴巴還要高，這是因為水從高處往()流動? 按溝通板回答。 答案:(低處)</p> <p>2.為什麼喝水時，拿起杯子的高度要拿得比嘴巴還高? 是因為水從()往()流動? 按溝通板回答。 答案:(高處)、(低處)</p>
--	--

可以再指導一次。……慢慢地到了後期，可以發現他也可以正確回應我的問題。」(福師誌二)

第二階段的行動方案讓特教教師有充分的引導時間，團體探究流程顯得井然有序，有助於從嵌入式教學回到團體上課的自閉症學生，更流暢地參與團體課的教學活動，而回到團體教學位置的教助理，也能繼續協助其他學生。

「這一個單元雖然科學知識比較多，但他已經能專注地看著平板跟著教助理的指示操作，回來參與我們的實驗，也能比較專心，後來上臺報告，能拿著平板上臺按出那些科學名詞來回答我的問題。」(安師誌二)

「結束嵌入式教學的福助和福生回來團體了，福師宣布開始進行實驗活動。首先，他從四層架端出低年級教學盤，他叫低、中、高年級的學生靠過來，先看老師示範將七種調味料放入水中攪拌，然後再放手讓低年級學生來操作。接著，老師再端出中年

級教學盤，請中、高年級學生轉過來老師這邊(此時福助已經自動補位去指導低年級學生操作實驗和完成探究單)，老師為中、高年級學生示範加速溶解的方法，接著再放手讓中年級學生操作(此時低年級已經完成探究單的記錄，福助就讓低年級學生一起過來看中年級，她轉而過來協助中年級操作實驗和記錄探究單)。最後，福師請高年級學生轉過來，看他示範高年級的實驗，在相同的水量與水溫中，砂糖能溶解的量比食鹽多，最後放手讓高年級學生操作，福師繼續指導高年級，包括福生都可以完成探究單的記錄。」(福師影 20181206)

二、嵌入式教學行動方案幫助自閉症學生接軌回到團體探究課程

本研究資料主要蒐集自閉症學生的三個科學學習面向，包括：在團體課的參與性、形成性評量(嵌入式教學成效)，和總結性評量(各單元的科學成就測驗結果)，整體成果以量化分析為主，質性分析為



輔，藉以呈現嵌入式教學行動方案對自閉症學生的科學學習成效。

提升自閉症學生在團體科學探究課程的參與性是本次行動優先關注的議題，雖然課堂參與性高並不等於高學科成就，但是行動團隊相信，當學生在團體課中先成為有意義的參與者，才有機會將知識聽得明白、吸收住、記得牢。以下先呈現自閉症學生參與團體科學探究課程每個步驟下的量化與質性表現。

(一) 團體探究課程的參與時間百分比

表 2、表 3 為兩位自閉症學生在團體課每個教學步驟的參與時間百分比，兩人在多數單元的第二概念比第一概念的百分比高，整體而言顯示嵌入式教學的介入越多次，學生的團體參與時間也較多。由於幸福國小在行動研究期間正值學校接受特教評鑑與教室搬遷，因此僅參與兩個單元的行動方案，平安國小則實施四個單元。就兩位都是重度自閉症的情況而言，低年

表 2

團體探究課程的參與時間百分比 (福生)

學生在每教學步驟的學習任務	溶解單元		神奇磁力單元	
	第一個概念	第二個概念	第一個概念	第二個概念
一、觀察與定題：引導學生開啓興趣、觀察情境、發現問題、先行預測				
1. 學生眼睛能注視著教師手上的材料，並回答教師提問的這是什麼、在哪裡見過、有什麼用途、為什麼等問題。即使沒有得到單獨回應機會的時候，也能眼睛注視著教師。	25.7%	100%	4.1%	64.8%
2. 學生能回應教師詢問的問題，學生能提出問題和預測，並投入在探究學習單的撰寫上。	無團體參與時間 (接受嵌入式教學)			
二、計劃與執行：指導學生發展探究能力				
3. 學生能回應找到答案的方式和接下來要探究的內容。	0%	46.7%	5.7%	9.9%
4. 學生能專心進行實作，並投入在探究學習單的撰寫上。	15.8%	63.7%	11.7%	25.1%
三、分析與發現：				
5. 學生能投入在探究學習單上的預測校正。	無團體參與時間 (接受嵌入式教學)			
四、報告：討論與傳達				
6. 學生能上臺報告探究學習單的記錄結果，也能聆聽同學的報告。	10.8%	12.6%	16.4%	12.1%
五、建構解釋：				
7. 學生能唸讀課文或眼睛跟讀課文。	0%	38.9%	4.4%	48.6%



級安生比幸福國小高年級福生有較高的參與時間百分比，初步顯示當執行越多單元

的嵌入式教學，自閉症學生展現出較久的團體參與時間。

表 3

團體探究課程的參與時間百分比 (安生)

學生在每教學步驟的學習任務	光的單元		奇妙的水單元		連通管單元		小園丁種菜單元	
	第一個概念	第二個概念	第一個概念	第二個概念	第一個概念	第二個概念	第一個概念	第二個概念
一、觀察與定題：引導學生開啓興趣、觀察情境、發現問題、先行預測								
1. 學生眼睛能注視著教師手上的材料，並回答教師提問的 WH 問題。即使沒有得到單獨回應機會的時候，也能眼睛注視著教師。	87.3%	72.5%	40.4%	32.5%	75.5%	94%	11.4%	94.9%
2. 學生能回應教師詢問的問題，學生能提出問題和預測，並投入在探究學習單的撰寫上。	無團體參與時間（接受嵌入式教學）							
二、計劃與執行：指導學生發展探究能力								
3. 學生能回應找到答案的方式和接下來要探究的內容。	96%	88.6%	68.4%	31%	100%	65.6%	(老師沒有問他)	43.8%
4. 學生能專心進行實作，並投入在探究學習單的撰寫上。	62.8%	95%	30.6%	58.4%	90.3%	87.1%	37.2%	80.5%
三、分析與發現：								
5. 學生能投入在探究學習單上的預測校正。	無團體參與時間（接受嵌入式教學）							
四、報告：討論與傳達								
6. 學生能上臺報告探究學習單的記錄結果，也能聆聽同學的報告。	83.6%	49%	92.1%	70.6%	84.2%	91.4%	52.7%	84.1%
五、建構解釋：								
7. 學生能唸讀課文或眼睛跟讀課文。	47.8%	87.1%	22.71%	51.6%	89.6%	47.8%	60.5%	20.6%



(二) 團體探究課程的參與表現

接著，又繼續針對團體教學影片，分析個案參與團體探究課程的各種學習行為。

1. 用背景知識投入引發探究動機的情境

學生展開探究之旅，通常是從能投入教師佈置的情境開始，安生與福生經過嵌入式教學的介入，從每個單元的第一概念只用眼睛觀察情境，到第二概念已能使用 iPad-SGDs 回應特教教師引發動機的提問，如：幸福國小的溶解單元第二概念，「福師指著放在桌上的調味料，問福生：這是什麼？福生按壓 iPad 回答：鹽。」(福師影 20190110)。平安國小的小園丁學種菜單元第二概念，「安師將綠豆倒出來在盤子上，問：有沒有人要說說看，這是什麼？多數同學都舉手，安生也舉手了，安師點名安生回答，他在 iPad 上按出：綠豆。」(安師影 20190613)。

2. 學習尋找解決問題的方法

當特教教師繼續引導團體學生發展出想要探究的問題時，此時教助理便開始執行嵌入式教學，待團體學生提出問題後，教助理和自閉症學生才又重新回到團體課程。接著，特教教師會繼續引導全體學生，如何找出解決探究問題的方法，在這個步驟，團隊已經結構化問題解決的方法，以供特教班學生選擇使用，包括：「做實驗、觀察、查網路、問老師」，且在 iPad 上已設計好相對應的科學符號，讓自閉症學生可以在 iPad 上按壓解決問題的方法。由於這四個問題解決方法並非是嵌入式教學的指導內容，因此兩位特教教師在團體課各有不同的指導方法，幫助個案在團體上課

情境自然而然就學會這四個科學符號和意義。

福師自己在個案的 iPad 上示範，在溶解單元「福師問：我們要怎麼知道鹽在這杯水溶解後，這杯水有沒有變得比較重？可不可以『做實驗』？此時福師同時在個案的 iPad 上按壓『做實驗』」(福師影 20181206)。在神力磁力單元，「福師問福生：我們要怎麼知道指北針是不是永遠指著北方呢？福生使用 iPad 回答：做實驗」(福師影 20190508)。安師則運用同儕示範與教助理引導的策略，在連通管單元，「安師問：我們要怎麼做，才能知道水靜止時是平平的？安師先請高能力組的同學回答：用眼睛觀察，接著又對安生問一次，此時教助理就在團體座位內，安助用手勢提示他，安生在 iPad 上按出：觀察。」(安師影 20190416)。

3. 先看過嵌入式教學的實驗影片，增加實驗操作的先備經驗

在動手操作的步驟，學生被期待要專注操作且要能完成探究學習單。然而，在教學行動前，安生與福生都是被教師要求操作實驗的，在溶解單元第一概念，「當福師叫大家過來做做看，福生多數時間是被動的看著老師做……。當教助理要教他寫作業單，他不想寫，所以教助理花較長時間協助完成」(福師影 20181206)。在光的單元，「安師正在講解實驗流程，安生一直往左看，直到安師喊他的名字，他才轉頭回來看老師」(安師影 20190110)。

嵌入式教學是透過網路的實驗影片，藉以解說科學名詞與定義，因此安生與福生經過事先觀看實驗影片的經驗，在現場的操作表現變得更專注，在協助下更快速



完成探究學習單。在神奇磁力單元，「當教助員指導他時，福生沒有出聲音，很專心所以很快就完成了」（福師影 20190508）。在連通管單元，「安生操作實驗時很專心，教助員教他寫作業單時也很專心，所以很快就完成了」（安師影 20190416）。

4. 使用 iPad 上臺報告

結束操作活動後，特教教師會引導團體學生校正一開始的預測，此時教助員進行第二次的嵌入式教學，待團體學生結束校正後，教助員和自閉症學生才又重新回到團體課程。接著，教師會逐一給學生上臺報告的機會，兩位自閉症學生在嵌入式教學學會在 iPad 上組合科學詞彙，幫助他們也能上臺報告實驗的結果。在神奇磁力單元，「福師問：做完實驗，線圈通電後會產生什麼？福生自行按壓 iPad：通電+線圈+磁性」（福師影 20190524）。在奇妙的水單元，「當安師問全班：誰要先上臺報告，安生不僅主動舉手要先報告，而且也使用 iPad 回答正確」（安師影 20190305）。

5. 使用 iPad 唸讀課文和描述核心概念

本研究團體探究課程的最後步驟，是讓特教教師帶領學生唸讀自編課文，透過此步驟，教師可以幫助學生再次歸納和統整科學概念，且幫學生聯結到動手操作的經驗，研究者期待教師做的是過程性的歸納，而不是直接給答案。因此當帶領學生唸讀課文時，教師要能對話與澄清，安生與福生經過嵌入式教學和參與團體探究的實驗活動後，比較有知識背景來回答教師針對課文情境脈絡下提出科學定義與概念的詢問。剛開始安生與福生僅能「用眼睛跟讀課文」（福師影 20181206、安師影

20181214），後來「兩位教師會提供學生有個別回答的機會，讓學生用溝通板回答關於核心概念的問題。」（福師影 20190524、安師影 20190618）。

（三）形成性評量結果

研究資料也蒐集嵌入式教學的測試結果，由於嵌入式教學的目標是教導個案科學詞彙和定義，幫助個案建立背景知識。最後總共蒐集福生在兩個單元（含五個科學概念）的測試結果，結果顯示除了「增加溶解量的方法」的概念僅 50%正確性之外，其餘科學概念都有達到 80%以上正確性（範圍 83%—100%）。安生在四個單元（含八個科學概念），結果顯示除了「水蒸氣特徵」的概念僅達 50%正確性之外，其餘科學概念都有達到 100%。

（四）科學單元成就測驗結果

表 4、表 5 為兩位學生在科學單元成就測驗結果，從基線資料得知，兩位學生在介入前尚未接觸這些課程，唯獨安生在光單元有兩次達 50%，安師推測平時已有「有光才看得見物體」的生活經驗（團 20190110）。

福生在溶解單元介入後都有進步，兩周後也有維持效果，但仍未達 80%以上精熟。分析未達精熟的題目皆屬於變化題（推論型），如：「如果把食鹽水煮乾，會剩下什麼？（正確答案：食鹽）」或理解實驗變因型，如：「砂糖和食鹽溶解量的實驗，只能改變什麼？（正確答案：改變砂糖和食鹽的數量）」、「這張表記錄著哪些資訊？（正確答案：平匙數量）」。

在神奇磁力單元，介入 2 是 75%，但兩周後的保留效果也沒有太差（只忘記一題）。分析未達精熟的題目有兩題，福師猜



測是因為測驗题目的圖形不夠清楚，例如：「磁鐵 N 極會吸引指北針的哪一端？(1) N 極末端，(2) N 極尖端，(3) S 極尖端。」三個選項呈現的指北針 N 極末端與 S 極尖端的圖案不明顯，導致福生用猜測的。另一題「在通電的線圈中放入什麼東西可以增加線圈的磁力？」選項中的小鋁棒、小鐵棒的圖案很相似，僅顏色不同，造成福生混淆。即使兩個單元未能達精熟，但第二單元仍比第一單元有較佳的表現，顯示行動方案仍讓福生越來越進步。

安生在光單元的介入 2 正確性反而下降，對照安師的教學日誌（安師誌一）和

團隊會議的討論（團 20190110），發現測驗當日未服藥，導致情緒較亢奮，題目沒有聽完就開始選擇答案，而且只選固定的答案，明顯是在未理解題意下就選答案。在連通管單元的介入 2 是 63%，此單元未達精熟的題目屬於變化題（新情境型），如：「拿水管澆花，發現水往哪裡流？」、「教室中有哪些物品有水平線？」。但是，在奇妙的水與小園丁種菜單元的介入 2 都達 100%，兩周後也維持 100%。由四個單元看來，安生有較佳的精熟表現，顯示行動方案讓安生越來越進步。

表 4

科學單元成就測驗結果（福生）

學校	學生	教學單元	核心概念	測驗題目舉例 (1、5 基本題；3、7 變化題)	三次 基線 平均	介入 1	介入 2	維持 1
幸福 國小	福生 (高年級)	溶解	1. 物質溶解反應前後總重量不變	1. 食鹽溶解在水中後，食鹽水重量有什麼變化？ 3. 如果把食鹽水煮乾，會剩下什麼？	9%	50%	50%	50%
			2. 增加溶解量的方法	5. 砂糖和食鹽溶解量的實驗，只能改變什麼因素？ 7. 這張表記錄什麼資訊？				
		神奇 磁力	1. 地球的磁場	1. 磁鐵靠近指北針時，不同磁極會吸引指針的不同端，這是因為指北針具有什麼特性？ 3. 指北針會指出固定方向，是受到什麼影響？	29%	63%	75%	63%
			2. 通電的線圈也具有磁力	5. 把指北針靠近通電後的線圈，指北針會發生什麼事？ 7. 在通電的線圈中放入什麼東西可以增加線圈的磁力？				



表 5

科學單元成就測驗結果 (安生)

學校	學生	教學單元	核心概念	測驗題目舉例 (1、5 基本題、3、7 變化題)	三次 基線 平均	介入 1	介入 2	維持 1
平安 國小	安生 (低年級)	光	1. 了解沒有光是看不見物品的	1. 在黑暗房間內，老師想要看到物品，請問老師應該要怎麼做？	46%	50%	38%	68%
				3. 停電時，哪個器具可以幫助你看到物品？				
		2. 光在生活中 的應用	5. 哪一個是光在生活中的應用？	38%	88%	100%	100%	
			7. 紅綠燈中，哪一個顏色的亮光代表要停下來？					
		奇妙 的水	1. 液體水的特 徵	1. 水是什麼顏色？	38%	88%	100%	100%
				3. 把水倒入杯子，水會變成什麼形狀？				
2. 水在不同溫 度下的型態 與特徵	5. 敲敲冰塊有什麼感覺？	17%	75%	63%	63%			
	7. 水龍頭流出來的水是什麼型態？							
連通 管	1. 水往低處流	1. 為什麼喝水時要把杯子拿得比嘴巴還要高？	17%	75%	63%	63%		
		3. 瀑布的水是如何流動的？						
2. 覺察水平面 及水平線	5. 要如何使墊板上的乒乓球不掉下來？	17%	83%	100%	100%			
	7. 靜止的水面可以叫做什麼？							
小園 丁種 菜	1. 植物的生長 要素	1. 植物生長的因素有哪些？	17%	83%	100%	100%		
		3. 為什麼要將綠豆拿到有陽光及空氣的地方？						
2. 植物的生長 變化	5. 種植綠豆後，剛開始會觀察到什麼變化？	17%	83%	100%	100%			
	7. 根據你種植綠豆的經驗，哪一種圖片排列代表植物的生長變化？							

三、對教學行動的反思與討論

(一) 嵌入式教學的執行者、執行位置與品質監控

Jimenez 等人(2012)曾提到，嵌入式教學要執行的次數，有可能會阻礙科學探究情境中的師生互動和操作活動，因此，教室中自然人力支持也是嵌入式教學很好運



用的執行者。教師助理員便是有效執行者之一（如：McDonnell et al., 2002; Riesen et al., 2003），然而相較於普通班，此次行動場域有更複雜、多元的因素，在在影響嵌入式教學的品質。集中式特教班不僅有混齡的學生，而且個別差異性大，因此教學規畫更要結構化和重視教學準備，才能同時滿足團體性與個別性的學生需求。過去嵌入式教學的研究並沒有提到教學位置的規劃，McDonnell 等人(2014)僅提到執行嵌入式教學的時機點，可以運用自然發生的教學機會（如：每日上課的問與答），和補充的教學機會（如：轉銜時間、小組練習、獨立作業時間、休息時間），也許在普通班的團體教學不需要準備很多混齡的活動和材料，因此無須考量教學位置受干擾的問題。

本研究的教學行動剛好因應兩位特教教師的需求，兩個行動場域分別嘗試了安排在團體座位內和抽離團體座位，行動結果也發現，教助理執行嵌入式教學的位置也會影響特教教師掌握與追蹤指導成效的方式。研究中的福師因為班級人數多又要進行低中高年級的科學活動，因此在擔心互相干擾與考量自閉症學生的專心度之下，安排嵌入式教學在團體教學位置後面的獨立教學區；安師則因為團體人數較少，只有低中年級的科學活動，又考量需要教助理同時協助較多的低年級學生，因此安排在團體位置內。兩種嵌入式教學位置都反映出，仍然需要在各自情境下，再留意如何監控教助理指導的品質，因此福師使用的策略是當自閉症學生回到團體內，要立即提供問答機會，以利掌握個別

指導的成效；安師則在團體位置內隨時提醒自己看到個別指導的情形。

（二）指導自閉症的教學策略與材料

EI 策略被用來成功教導自閉症學會科學學業內容，過去研究便曾在 EI 策略善用圖形和語音的元素，如：Smith 等人(2013)採用平板科技執行電腦輔助式的 EI，每張投影片呈現圖形、文字、配上語音撥放；Knight 等人(2015)使用 e-Text 上的卡通人物，卡通人物會提供 EI 的語音指導。本研究則運用 iPad-SGDs 的 AAC 介入，在 iPad-SGDs 上的科學符號可以同時提供圖形和語音的回饋，也能促進自閉症學生習得科學詞彙，又加上科學影片的釋義更能幫助自閉症學生認識科學定義，讓他們能在 iPad-SGDs 上組合詞彙以用來描述定義。過去 SGD 文獻對有認知障礙的自閉症學生提供了溝通介入的實證(Ganz et al., 2014; Odom et al., 2013)，本研究延伸了 SGD 也能應用在科學課程，學習科學學業技能。

（三）嵌入式教學對自閉症的成效

多數嵌入式教學研究的介入目標多聚焦在嵌入式教學時段的學習成效（如：Jimenez et al., 2012），也就是說，嵌入式教學的內容就是測驗目標，即使 Smith 等人(2013)的研究也僅是再多測量在嵌入式教學時段習得的科學詞彙在普通班的維持和類化情形。本研究的行動開端是為了解決自閉症學生在團體科學探究課程的參與問題，因此對嵌入式教學的成效界定，除了嵌入式教學的指導成效之外，自閉症學生在團體教學裡的參與和表現仍然是主要的關注議題。即使 McDonnell 等人(2002)也曾提到嵌入式教學可以增加 SCD 學生在



普通教育課程的參與程度，但該研究也僅蒐集社會效度資料而已。

本行動研究針對自閉症學生的科學學習成效蒐集了三個面向的資料，除了過去研究都有的嵌入式教學的個別指導成效，還包括參與團體課程的時間和總結性的科學成就測驗。從行動結果看來，自閉症學生參與團體探究課程的時間是增加的，然而，在科學成就測驗的評量結果仍然有部分單元的測驗題目未達精熟，都與科學推論、類化、變因理解等題型有關。而這也和過去 EI 研究結果類似，自閉症學生在科學理解、科學應用的題型都還沒有一致性的結果(Knight et al., 2012, 2015)，然而本研究的資料分析發現，兩位自閉症學生有越來越進步的趨勢，也許再增加教學單元介入，更能看到自閉症學生在團體探究課程學習科學理解、推論、類化、應用的情形。

最後，研究者省思，自閉症學生的評量是否僅限於傳統測驗，日常生活的科學應用也許可以被系統性地蒐集，就像安師曾觀察到安生：「神奇的水那課他也很熟，所以也曾在日常生活說出水沒有味道……什麼的，可惜我沒有記錄下來。在最後一個小園丁種菜的單元，陽光、水、養分這些詞彙，他看到我們在教室平常種這些植物他有時候就會講。」（安師訪 20190619）。但要如何有系統地進行資料蒐集，以及當有些科學學習成果不容易立即顯現在日常生活時，又要如何蒐集成果，這些都是未來值得探討的議題。

伍、結論與建議

一、研究結論

本研究目的欲解決低口語自閉症學生在集中式特教班的團體科學探究課程所遭遇的學習困境，研究者和兩所學校的特教教師與教助員組成行動團隊，設計一套具有理論基礎的嵌入式教學行動方案，方案內容包含 EI 和 AAC 策略與訓練材料，讓兩位特教教師在採用團體受益的探究教學時，又能滿足低口語自閉症學生的學習需求，透過兩個場域的實踐後，又經歷了團體科學探究課程的教學調整，以及在嵌入式教學方案中，強化 AAC 執行的策略與回應提示策略和褪除程序，最後的行動成果顯示能促進兩位自閉症學生在團體科學探究課程的參與性，也幫助他們習得科學詞彙與定義，部分單元的總結性評量達精熟，而未達精熟的測驗題型是與理解實驗變因、推論、類化等題型有關，但也有隨著介入的單元數量，而有進步的趨勢。

二、研究建議

本研究蒐集三個面向的資料，來呈現自閉症學生各單元團體探究課程的科學學習成效，在個案的實驗變因理解、推論、類化、應用等能力，未達精熟的評量結果推測是受限於研究時間的長度，建議未來研究再增加教學單元，以長期觀察科學進階能力變化。另外，關於自閉症學生的科學學習成效評量，除了紙筆評量，建議也可嘗試多元評量，蒐集生活中類化的學習表現。

三、實務建議

集中式特教班教師面臨更多元的學生差異，即使運用嵌入式教學模式，本研究



也發現越具體結構的指導材料，越可以提升嵌入式教學的成效，確保自閉症學生獲得穩定且一致的指導品質，與有利於建構其在團體教學的背景知識和基礎技能。另外，從特教教師與教助員的訪談結果可以發現，他們對於使用 EI 的投影片和 iPad-SGDs 有高度的興趣，因此，本研究鼓勵未來可以循此模式繼續發展更多科學單元的嵌入式教學計畫與指導材料，以促進教學現場的推廣與應用。

致謝：研究者謹向本行動研究團隊的兩位特教教師和教師助理員，以及他們的特教班學生和家長，和協助審查單元測驗卷的兩位資深科學教育教師致上由衷的謝意。也特別感謝審查委員和編審委員會的寶貴意見，使本文更臻完善。本研究承科技部專題研究計畫補助（計畫編號 MOST 107-2511-H-415-001-），特此致謝。

參考文獻

- 十二年國民基本教育課程綱要總綱（2014年11月28日）。
- 全中平(2019)。參與式行動研究進行有意義的自然科臨床教學活動。國立臺北教育大學師資培育暨就業輔導中心。
- 吳雅萍、陳明聰(2017)。嚴重認知障礙學生學習適齡科學課程之實證本位教學建議。載於中華民國特殊教育學會(主編)，*中華民國特殊教育學會2017年刊：教育變革——特殊教育品質的提*升(頁1-20)。中華民國特殊教育學會。
- 李國平(2009)。探究教學對於國小學童科學學習成效影響之後設分析〔未出版碩士論文〕。國立屏東教育大學。
- 洪振芳(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。
- 財團法人科技輔具文教基金會(2003)。溝
通學習圖形庫。財團法人科技輔具文教基金會。
- 張德銳、李俊達(2007)。教學行動研究及其對國小教師教學省思影響之研究。*臺北市立教育大學學報*，38(1)，33-66。
- 教育部(2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校——自然科學領域。教育部。
- Archer, A. L., & Hughes C. A. (2011). *Explicit instruction: Effective and efficient teaching*. The Guilford Press.
- Dymond, S. K., Renzaglia, A., Rosenstein, A., Chun, E. J., Banks, R. A., Niswander, V., & Gibson, C. L. (2006). Using a participatory action research approach to create a universally designed inclusive high school science course: A case study. *Research and Practice for Per-*



- sons with Severe Disabilities*, 31, 293-308.
- Ganz, J. B., Mason, R. A., Goodwyn, F. D., Boles, M. B., Heath, A. K., & Davis, J. L. (2014). Interaction of participant characteristics and type of AAC with individuals with ASD: A meta-analysis. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, 119, 516-535. <https://doi.org/10.1352/1944-7558-119.6.516>
- Glaser, B. Q., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory*. Aldine.
- Greenwood, D. J., & Levin, M. (1998). *Introduction to action research: Social research for social change*. Sage.
- Goeke, J. L. (2009). *Explicit instruction: A framework for meaningful direct teaching*. Merrill.
- Harrower, J. (1999). Educational inclusion of children with severe disabilities. *Journal of Positive Behavioral Interventions*, 1, 215-230.
- Hudson, M., Browder, D., & Wood, L. (2013). Review of experimental research on academic learning by students with moderate and severe intellectual disability in general education. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities*, 38, 17-29.
- Individuals with Disabilities Education Improvement Act. 20 U.S.C. §1400. (2004).
- Jimenez, B. A., Browder, D. M., Spooner, F., & DiBiase, W. (2012). Inclusive inquiry science using peer-mediated embedded instruction for students with moderate intellectual disabilities. *Exceptional Children*, 78(3), 301-317. <https://doi.org/10.1177/001440291207800303>
- Jimenez, B. A., & Kamei, A. (2015). Embedded instruction: An evaluation of evidence to inform inclusive practice. *Inclusion*, 3(3), 132-144. <https://doi.org/10.1352/2326-6988-3.3.132>
- Johnson, J. W., & McDonnell, J. (2004). An exploratory study of the implementation of embedded instruction by general educators with students with developmental disabilities. *Education and Treatment of Children*, 27, 46-63.
- Knight, V. F., Smith, B. R., Spooner, F., & Browder, D. M. (2012). Using explicit instruction to teach science descriptors to students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42, 378-389.



- Knight, V. F., Wood, C. L., Spooner, F., Browder, D. M., & O'Brien, C. P. (2015). An exploratory study using science e texts with students with autism spectrum disorder. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 30*(2), 86-99.
- Mayer-Johnson Inc. (2003). *The picture communication symbols*. Mayer-Johnson Inc.
- McDonnell, J., Jameson, J. M., Riesen, T., & Polychronis, S. (2014). Embedded Instruction in Inclusive Settings. In D. M. Browder & F. Spooner (Eds.), *More reading, math, and science for students with severe disabilities* (pp.15-36). Brookes.
- McDonnell, J., Johnson, J. W., & McQuivey, C. (2008). *Embedded instruction for students with developmental disabilities in general education classrooms*. Council for Exceptional Children.
- McDonnell, J., Johnson, J. W., Polychronis, S., & Riesen, T. (2002). The effects of embedded instruction on students with moderate disabilities enrolled in general education classes. *Education and Training in Mental Retardation and Developmental Disabilities, 37*, 363-377.
- McDonnell, J., Johnson, J. W., Polychronis, S., Riesen, T., Jameson, M., & Kercher, K. (2006). Comparison of one-to-one embedded instruction in general education classes with small group instruction in special education classes. *Education and Training in Developmental Disabilities, 41*, 125-138.
- National Institute for Direct Instruction (2021, Feb 21). *Basic philosophy of direct instruction (DI)*. <https://www.nifdi.org/what-is-di/basic-philosophy.html>
- National Research Council (1996). *National science education standards*. National Academy Press.
- No Child Left Behind Act of 2001, P.L. 107-110, 20 U.S.C. § 6319 (2002).
- Odom, S. L., Cox, A. W., Brock, M. E., & National Professional Development Center on ASD (2013). Implementation science, professional development and autism spectrum disorder. *Exceptional Children, 79*(2), 233-251.
- Riesen, T., McDonnell, J., Johnson, J., Polychronis, S., & Jameson, M. (2003). A comparison of time delay and simultaneous prompting within embedded instruction in general education classes with students with moderate to severe



- disabilities. *Journal of Behavioral Education*, 12(4), 241-259.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y., & Lee, Y.-H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1436-1460. <https://doi.org/10.1002/tea.20212>
- Smith, B. R., Spooner, F., & Wood, C. L. (2013). Using embedded computer-assisted explicit instruction to teach science to students with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7, 433-443.
- Spooner, F., Knight, V., Browder, D., Jimenez, B., & DiBiase, W. (2011). Evaluating evidence-based practice in teaching science content to students with severe developmental disabilities. *Research & Practice for Persons with Severe Disabilities*, 36(1-2), 62-75.
- Spooner, F., McKissick, B. R., Knight, V., & Walker, R. (2014). Teaching Science Concepts. In D. M. Browder & F. Spooner (Eds.), *More reading, math, and science for students with severe disabilities* (pp.215-234). Brookes.
- Staer, H., Goodrum, D., & Hacking, M. (1998). High school laboratory work in Western Australia: Openness to inquiry. *Research in Education*, 28(2), 219-228.
- Wolery, M., Anthony, L., Snyder, E. D., Werts, M. G., & Katzenmeyer, J. (1997). Training elementary teachers to embed instruction during classroom activities. *Education and Treatment of Children*, 20, 40-58.



Journal of Special Education, 2021, Vol. 54, 01-30

DOI: 10.53106/207455832021120054001

A Participatory Action Research on Using Embedded Instruction to Facilitate Science Inquiry Learning Effects of Students with Autism Spectrum Disorder with Limited Verbal Functioning in Self-Contained Classes

Ya-Ping Wu

Ming-Chung Chen

Department of Special Education, National Chiayi University

Abstract

Two researchers and two special education teachers and paraprofessionals from two self-contained classes conducted a participatory action research combined a case study for one year. Based on the evidence-based practice, the embedded instruction format contained explicit instruction and augmentative and alternative communication was designed in the action plan. The purpose of the research aimed to investigate the effectiveness of embedded instruction implemented within a science inquiry curriculum with group instruction for two autisms with low verbal function. After implementation, the action plan was also redesigned. The redesign process involved changes to the organization and teaching strategies in the group science inquiry curriculum for teaches, and a comprehensive training on augmentative and alternative communication, response-prompting strategy, and fading procedure for paraprofessionals. The source of data collection embraced the qualitative data and the quantitative data, and was analyzed by a constant comparative method and descriptive statistical analysis. The results demonstrated the embedded instruction plan can be used to promote science learning of autisms in group science inquiry curriculum, including an increase in the autisms' levels of participation in the group science inquiry curriculum and acquired science terms and definition from embedded instruction, and reached mastery in the scientific



achievement test of some units. The error analysis showed the questions about experimental variables, inference, and generalization. However, the data also showed an improvement with the number of units introduced. Implications for practice and suggestions for future research are also discussed.

Key words: embedded instruction, science inquiry, explicit instruction, augmentative and alternative communication, autism spectrum disorder, participatory action research

