

以ARCS動機模式融入引導式探究教學 提升九年級生學習動機之行動研究

賴志忠¹ 段曉林^{2,*}

¹臺中市立忠明高級中學

²國立彰化師範大學 科學教育研究所

摘要

本研究的主旨在探討研究者以Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction (ARCS) 動機模式融入引導式探究教學，提升九年級生學習動機之行動研究，本篇論文探討研究歷程所遇到的困難與解決方案，以及學生的學習動機表現。研究對象為中部某城市國中九年級3班學生($N = 91$)，行動研究歷時4個月。資料收集包括：研究者教學反思日誌、學生學習單、學生訪談紀錄及課室活動錄影資料。資料分析採歸納分析法從不同資料交叉比對歸納後提出研究發現。研究者在教學過程，透過教學觀察與反思過程發現與解決教學問題，以提升學生理化科學學習動機。結果發現研究者所遭遇的困境為：如何運用ARCS動機策略提升學生動機、如何提升學生學習效率與小組成員互動等問題。研究者運用多元教學策略及學生小組合作方式提升學習效率，以協助學生學習並提升其學習動機。研究後學生對教學方式的回應為：被課程吸引並學到單元核心概念、提升學習信心與成就感、對課程感到公平與滿意等正向情意感受。

關鍵詞：ARCS動機模式、行動研究、理化學習、探究教學、學習動機

壹、前言

研究指出學生的科學態度和學習動機(motivation)在進入中學後急劇下降(Feng & Tuan, 2005; Tai, Liu, Maltese, & Fan, 2006; Vedder-Weiss & Fortus, 2012)。中學是許多學生對科學發展長期興趣的關鍵時期(Maltese & Tai, 2010; Tai et al.)，可見培養中學生的科學動機相當重要。許多探討學生學習成就與動機的研究，強調教學情境對學生學習有重大的

影響，然而多數教學僅聚焦在個人層次，並未考慮課室情境相關的經驗(Linnenbrink & Pintrich, 2002; Turner et al., 2002)。

探究教學能設計整體的教學情境，幫助學生提升認知發展、科學過程技能，學生在科學探究教學中進行學習後，對科學所抱持的態度相較傳統教學更為正向(Gibson & Chase, 2002)。然Minner, Levy與Century (2010)分析1984至2002年138篇與探究相關的科學教學研

*通訊作者：段曉林，suhl Tuan@cc.ncue.edu.tw

(投稿日期：民國108年10月1日，修訂日期：民國109年3月20日，接受日期：民國109年3月20日)

究，指出探究研究聚焦在學習者對內容保留、科學概念的理解、活動的參與度等面向，甚少探討情意層面的學習成果。Saunders-Stewart, Gyles與Shore (2012)也指出探究教學的研究側重認知或技能向度，情意向度的學習成果僅少數文獻討論過。國內針對探究教學過程中學習者之學習動機的研究不多(黃韶韻，2014；蔡執仲、段曉林、靳知勤，2007)，且在探究教學有許多的步驟，如形成研究議題，資料收集與分析等面向，對學生而言仍顯困難，會造成學生學習動機低落。有鑑於此，若能融入動機的理論，對於學生動機的學習成效應該有更為完善的提升。

Linnenbrink與Pintrich (2002)分析動機相關研究，提出教學者應運用多元而非單一動機策略，方能有效幫助學生提升動機。可見需使用多面向的策略所構成的系統化教學，持續協助學生，方能有效提升學生動機。本研究將採用Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction (ARCS)動機模式策略，此模式包含4個教學策略：注意策略(attention)、關聯策略(relevance)、信心策略(confidence)、滿意策略(satisfaction)(Keller, 1983, 2010)。ARCS動機模式能促進學習者參與科學學習、提升學習者科學動機、提供有組織的理論依據及實務教學應用(Bohlin, Milheim, & Viechnicki, 1993)。研究也指出ARCS動機模式不單是在教學起始階段引發學生的學習動機，在教學過程亦持續進行啟發學習動機的教學活動，提供系統化的策略(張靜儀，2005；Keller, 2010)，且能與探究教學緊密結合併行。由於有上述的優勢，研究者期望運用ARCS動機模式融入引導式探究教學，幫助學生提升科學學習動機。本研究採用行動研究主要在展現研究者透過不斷的對話與辯證，逐步的修正與改善每一次行動中所面臨的問題，不但可使研究內容更符合實際教

學，且更具效益(林生傳，2003)。有鑑於此，本研究的待答問題如下：

- 一、探討研究者實施ARCS動機模式融入引導式探究教學，所遭遇的困境和解決策略為何？
- 二、探討進行ARCS動機模式融入引導式探究教學後，學生在學習動機的改變情形為何？

貳、文獻探討

以下探討探究教學、學習動機與ARCS動機模式的定義、課程設計與實徵性研究，以說明本研究之理論架構。

一、探究教學

傳統的講述教學以單向灌輸的方式進行，學生僅能以記憶方式學習科學知識，忽略科學探索與問題解決能力，導致學生在傳統實驗活動過程，無法深入相關的科學知識與技能(Hart, Mulhall, Berry, Loughran, & Gunstone, 2000)。多年來探究教學在科學教育研究領域已成為重要的教學方式。探究教學是一種以學習者為中心的教學，在此種教學中學生能自行建構學習經驗與知識。探究教學強調學生能在此教學學習科學知識的形成過程；學生在探究活動中運用先備知識學習科學，並提供機會讓學習者將新知識融入先前的知識(Capps & Crawford, 2013; Saunders-Stewart et al., 2012)。針對探究的開放程度，Furtak (2006)綜合探究相關的文獻，認為科學教學中教師的引導程度是連續的，完全開放式探究教學與傳統式教學分屬於科學教學的兩個極端，在這兩種教學之間的探究教學皆屬於引導式探究教學，Herron (1971)和Windschitl (2003)則提出探究的4個層次。本研究屬於引導性探究，即學生探索教師所提

供的問題，且須自己設計或選擇解決問題的步驟，並有能力自行解決問題或獲得科學相關知識。

然而Martin (1999)指出，科學實驗教學課程發展過程包括3個階段，在各階段均遭遇到共同的困境，即學生缺乏足夠動機持續進行學習。劉宏文與張惠博(2001)也指出我國現行多數理化教材，仍將探究定義為對科學概念與理論的發現與驗證過程，導致現行科學探究活動過於重視學科知識，脫離日常生活情境。蔡執仲與段曉林(2005)探討探究式實驗教學對國中八年級學生理化學習動機之影響，結果顯示融入探究式實驗教學的班級，動機表現比進行傳統式教學的班級高。蔡執仲等(2007)發展巢狀探究教學模式，並比較此教學模式與以教科書為主的教學對於學生科學學習動機的影響。研究顯示運用巢狀探究教學較傳統教學可提升學生情意。Saunders-Stewart等(2012)在其研究中將超過200篇探究教學文獻歸為23類，其中僅4類與情意相關，包含好奇心、正向態度、動機、自信心。雖然有部分探究教學研究成果顯示能夠引起學生對科學有正向態度，仍無法提供具系統性和連貫的動機提升或是維持策略，協助學生進行科學活動。足見在探究教學中融入動機相關理論，對想理解如何有效幫助學生在探究教學，積極並持續投入探究任務活動的教師而言，是重要的議題。

二、學習動機的意涵

動機是個人內心中對目標接受或是抗拒的力量，能驅使個人進行特定行為(李咏吟，1992)。Kleinginna與Kleinginna (1981)亦指出，動機使個體產生行動並導引其行動方向，影響動機因素包含需求的強度及引導其行為的心理歷程。Maehr與Meyer (1997)

認為動機是用於解釋行為的起始、方向、強度、持續性的理論結構。學習動機經常是引導學生主動學習的動力，影響學習動機的面向有許多，包括內在的需求、期望及外在的因素。學習動機經常是個人、學習環境和任務之間相互作用的結果(Deci & Ryan, 2000; Ryan & Deci, 2002; Vansteenkiste, Williams, & Resnicow, 2012)，由多元向度要素所構成，而非單一面向因素，學習動機與學習者認知間會產生相互作用，進而影響其學習和成就(Linnenbrink & Pintrich, 2002)。因此，教學情境需利用多面向、多元的策略方能提升學生學習動機。蔡執仲等(2007)也建議採用多元策略提升學習動機。

三、ARCS動機模式課程設計

本研究所使用的ARCS動機模式乃是Keller (1983)歸納課室中能引起高度動機之教學實務，並結合許多學習動機、認知心理學派及人本心理學派理論統整而成的教學模式，使教師教學的設計能促進學習者參與科學學習、提供有組織的理論依據及實務教學應用。ARCS包括4個提升動機的策略：(一)注意策略：喚起和維持學生好奇心和興趣。(二)關聯策略：指人們根據自己的目標、動機和價值觀，產生對結果的期望或感覺。(三)信心策略：信心的特點是對感知的控制，學習者感知自己的能力和行動結果的關係。(四)滿意策略：是基於社會比較和預期的結果。如果學習者認為得到的結果是不公平，或認為他們沒有得到公平對待，則滿意度將降低(Keller, 1983, 2010)。

Keller (1983, 2010)的ARCS動機理論模型能兼顧學生內在因素(例如：個人期望、能力與認知價值等)，以及外在教學環境因素(例如：教學設計與管理)。教師的教學設計與

管理，會影響學生努力的程度；教師的教學設計若能激發與維持學生的需求和期望，則學習者的努力程度就會提升，使得個人的努力影響到學習者行為表現，而學生的學習行為又會反過來影響學生的學習動機。此外，Keller (2010)進一步提出ARCS活動設計步驟和教學過程可思考的問題，供教學研究者參考與進行ARCS動機模式的設計，共包含4個階段10個步驟，如表1。此表格可以作為教學者在進行ARCS活動設計前的指引。

四、ARCS動機模式實徵性研究

ARCS的模式常被運用在電腦輔助教學(溫雅婷、林佳蓉，2010；Huett, Young, Huett,

Moller, & Bray, 2008; Keller, 1997; Song & Keller, 2001)，如溫雅婷與林佳蓉探討國小教師以ARCS動機模式融入閱讀教學策略，分析學生學習態度與閱讀動機的改變，結果顯示此模式能幫助教師設計出多元的閱讀活動課程，改善學生學習態度與提高學生閱讀動機。Hodges與Kim (2013)探討如何提高大學學生對數學代數的學習態度與動機，應用ARCS動機策略在網路學習環境的設計以提高數學態度學習動機，結果顯示學生對數學的學習態度與動機有所提升。但國內、外在教學現場的研究較為缺乏，僅有少數的研究，如吳亭儀(2007)以高職二年級國文科教學活動，改善國文教學並提升高職學生閱讀

表1：ARCS活動設計步驟和過程問題

活動分析階段	階段任務	問題
定義階段(define)		
1.瞭解課程	獲得課程描述和學習的理由；描述設計的情境和進行的系統；描述教學者的訊息。	目前情況相關的特點包括課程描述、理由、設計和教學？
2.瞭解學習者	學習所需技能和知識；確定學習者對學校或任務的態度；確定學習者對課程態度。	學習者相關特徵是什麼，包括先備技能、知識和對任務和學習的態度？
3.分析學習者動機	準備動機簡介；列出根本原因；確定修改的影響。	學習者對提供課程的動機態度是什麼？
4.分析現有教材和情境	列出正向的特徵、缺陷或問題；描述相關問題。	目前的教材或其他來源教材中有什麼樣的動機策略，它們是否合適？
5.列出目標和評量	列出激勵的設計目標；特定學習者行為；描述確定方法。	什麼因素可激勵學習者，以及我怎麼知道我要怎麼做？
設計階段		
6.列出潛在的策略	腦力激盪列出ARCS策略，確定開始、過程、結束和持續的策略。	有多少可能的策略有助於實現激勵的目標？
7.選擇或設計策略	整合ARCS策略；確定增強與維持策略。	哪些策略最適合學生、導師和教學設計？
8.整合教學	結合激勵和教學計畫；列出欲修訂者。	如何將教學和激勵要素結合到統整的設計中？
發展階段		
9.選擇和開發教材	選擇可用教材；修改以適應情況；開發新教材。	如何找到或創造激勵性教材來實現目標？
試驗階段(pilot)		
10.評估和修改	獲得學生反應；確定滿意度水準，必要時修改。	如何檢測課程預期和意想不到的動機效果？

資料來源：Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach (p. 59) by J. M. Keller, 2010, New York, NY: Springer.

註：ARCS: Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction.

興趣。結果顯示透過ARCS動機模式能提升學生的閱讀興趣，以及國文科學習的興趣與能力。莊筱玉與傅敏芳(2003)以技術學院英文重修生為研究對象，探討ARCS對其學習動機之影響，研究結果顯示ARCS教學模式能提升重修生之學習動機。Aşıksoy與Özdamlı (2016)探討ARCS動機模型應用於物理翻轉教學課程對學生的學習成就、動機和自我滿足感的影響。研究對象為66名大學生，對照組班級30位學生，使用傳統的演講方式。而實驗組班級36位學生，使用融入ARCS動機策略的翻轉教學模式。研究發現實驗組的學生比對照組的物理概念表現較佳，學生動機和自我滿足感也提升，尤其是在中、小學科學領域更為缺乏(陳炳憲，2004；張靜儀，2005)。

在國內如Feng與Tuan (2005)運用ARCS動機模式設計酸和鹼單元進行10小時的課程，評量1個十一年級班級學生在ARCS動機模式教學前後的動學習機和學業成就，結果顯示學生的學習動機和學業成就都明顯增加，且較傳統講課教學模式更能激發學生的學習動機。張靜儀(2005)採個案研究法，以ARCS動機模式探討1位國小自然科教師在教學中激發學生學習動機所採用的動機策略。研究發現學生認為教師的自然課很有趣，能用多元教學策略讓學生期待每次的自然課。有鑒於此，本研究將探討ARCS動機模式融入引導式探究教學對學生動機成效的影響。

參、研究方法

一、本研究教學教師的背景

本研究中的教學者亦為第一研究者(以下簡稱研究者)。研究者有體制外及國中理化的教學經驗，對科學教學及提升學生動機充滿熱情。在體制外教育機構時，發現許多學生

對於科學學習動機低落，尤其部分九年級學生，因在八年級課程的基礎原理或知識未學好，進而影響後續相關課程，再加上升學考試壓力，因長期習得無助而選擇自我放棄。如何引發九年級學生學習動機，是研究者及現場教學者常遇到的重要挑戰。

二、研究情境

研究對象為中部市區的國中生，每個年級有10個班級為常態編班。3個個案班級：A班(男17人，女13人)學生特質較為活潑，理化課時高成就男生喜歡和任課老師互動。B班(男16人，女17人)高成就男女學生約各半，班級中有5、6位男學生上課時行為較容易脫序干擾秩序。C班(男15人，女13人)多數為中或低成就學生，約各占一半，班級氣氛較為內斂，多數學生上課較為安靜。課程活動利用小組進行，採用異質分組，先請高成就生擔任組長，然後各小組長依據不同成就水平(段考總分排序)，輪流選出與自己興趣相投的同學作為其組員。3個個案班級理化科二年級下學期段考成績在全年級10個班級中，落在5到10名之間，屬於科學學習成就較低落的班級。

三、研究方法

本研究採行動研究方法，強調以實務工作者的需求及立場出發，對工作情境進反思，並結合研究過程與步驟，找出工作困境的解決方法(Elliott, 1991)。林生傳(2003)認為透過行動研究可以解決教學上的問題，使教學行動越來越精密正確，並選取有用的策略於教學當中。本研究在1個學期間進行6次ARCS教學模式融入引導式探究教學活動，每一次活動後教學者會進行反思，並與第二研究者進行討論，以修正教學策略，再進行下

一次活動。因此每一次教學活動便可視為1次小的行動循環。本研究理應在結果呈現每次活動循環的策略與學生的改變，然有些策略在進行多個活動後才逐漸呈現出成效，若依單一活動為循環難以清楚陳述學習者的變化情形。再者，行動研究的基本要求體現在其研究目的、對象及達成目的的核心手段，而非教學行動循環的次數(潘世尊，2004)。故在第一個待答問題的呈現，以教學策略為主軸進行說明，而非活動進行順序呈現教師及學生學習的改變情形，以便讀者更易理解研究者與學生在教學研究過程的改變。

四、ARCS動機模式融入引導式探究教學設計

(一)教案發展階段

首先研究者針對單元學習目標，設計適合學習者的教案與學習單，但在國內外相關文獻中，鮮少利用ARCS動機模式設計九年級理化科單元教案與學習單進行的研究。故參考Keller (2010)所提出的設計步驟和原則，如表1。研究者在國中階段多年的學科與教學專業知識，透過分析任教班級特性與理化課程設計成探究課程，以附錄一降落傘活動為例，說明活動流程設計。課程導入階段研究者的主要任務，在運用不同教材或策略引起學習者動機及導入科學原理。執行課程過程中研究者的主要任務，在引導並支持學生進行並能投入探究活動，因不同探究活動與班級會有不同需求，故研究者需視學習情境運用多元的動機策略，協助學習者完成教學任務。教學結束階段研究者的任務，在協助學生進行成果分享、溝通與歸納，並給與學習者正向鼓勵，以使其對學習活動過程或結果感到滿意。為使教案設計內容符合ARCS動機模式的核心概念，研究者經常與第二研究者

進行討論，第二研究者提供研究相關理論及教學策略建議，使教學內容能符合國中學生認知程度，以及教案的效度與可行性。研究者也會分享不同單元教案設計給研究群人員(在職教師、研究生與第二研究者)，透過反思、討論與修改後完成活動教案與學習單，第二研究者協助研究者聚焦在ARCS動機模式及解決探究教學中所遇到的問題，此外，在資料分析時也從不同的觀點協助修正觀點，避免過於主觀或武斷，最後檢核研究過程及結果的合理性。

(二)教案實施階段

一位良好的行動研究者要具有改善實務問題的研究熱誠，具敏銳的觀察力能察覺實務工作的難題與困境，具有自我批判的觀點，可以對實務工作進行反省式的思考(潘淑滿，2003)。研究者教學前反覆閱讀Keller (1983, 2010)提供教師在教學過程中應思考的問題與可使用的教學策略，如附錄二中所提供之動機策略。教學活動開始時，研究者先說明原理，以學生舊經驗連結新的概念，運用多元教材提供明確的說明，以獲取學生注意力，幫助學生對課程產生期待。活動前先提供學生明確的學習目標，讓學生知道活動任務的標準、競賽過程及方式。教學過程依教案設計順序進行，教學後透過教學影片自我檢視、反思教學過程，確認是否符合Keller (2010)所建議之策略來提升學生動機。除此之外，研究者亦會在每2週1次的研究會議與研究群成員(在職教師、研究生與第二研究者)共同討論要進行的教學策略、學生的學習單、教學影片、師生互動技巧及不同階段教學困境的解決方式等。研究者於教學策略調整後進行教學，以確保在下一教學活動能夠更有效的將ARCS動機模式的策略融入教學。

五、資料蒐集

(一)ARCS動機模式教學教案及學習單

本研究活動如表2，每一課程活動結束後，請學習者完成單元活動之學習單及個人心得回饋單(採用五點量表：5為非常認同、4為認同、3為普通、2為不認同、1為非常不認同)。

(二)學生之晤談紀錄

在完成6次ARCS教學模式融入引導式探究教學活動後，研究者從每班抽取高、中、低成就學生各4位，共36位學生進行個別訪談(訪談大綱見附錄三)，研究者希望透過個別訪談，瞭解學生在ARCS動機模式融入引導式探究教學後的覺知及對其學習的影響。

(三)教學研究日誌

Winter與Burroughs (1995)認為行動研究者必須習慣於批判自我的反省陳述，而且在發表與結果呈現的過程當中，進行公開地陳述與反省陳述，如此才能增進反省陳述的效度。研究者在日誌中記載1.觀賞實驗活動

教學影片後的反思，並記錄課堂事件發生的情境、教學發現、困境。2.研究社群中的對話：研究者定期與第二研究者及研究群進行對話，以澄清、分析自己的想法或問題，或獲得新的觀點或建議。3.學生訪談：研究者欲瞭解或確定學生的感受、觀點，在課程中隨機對班級部分學生進行非正式晤談，並於課程後進行正式訪談。

六、資料分析

依據二年級下學期段考理化成績，將學生分成高成就($n = 30$)、中成就($n = 31$)及低成就生($n = 30$)。進行達1年的教案發展、實施與修改，持續收集、分析教學實施歷程對學生學習動機的影響，以確保資料之可靠性。學生訪談、學習單內容等資料，透過詳實的記載與陳述，提供合理之解釋，提高研究之可信度與遷移性(Guba, 1990)。教學反思是行動研究中教師專業成長的主要原動力(Elliott, 1991; Schön, 1983)，透過教學反思及與研究會議在職教師間的對話來加以檢核，減少研究者個人的主觀與偏見，提高研究的客觀與

表2：本研究ARCS動機模式教學教案活動表

時間	工作內容	課程單元(原理)	ARCS教學模式融入引導式探究教學活動
2015年2月～2015年8月	教案內容修改與設計		
2015年9月～2016年1月	九年級上學期教學活動		
第3週		自由落體(重力、空氣阻力)	降落傘(約150分鐘)
第5週		慣性運動(牛頓第一運動定律)	跑跑卡丁車(約150分鐘)
第8週		加速度運動(牛頓第二運動定律)、作用力與反作用(牛頓第二運動定律)	汽球火箭(約150分鐘)
第11週		力矩與轉動(靜力平衡)	平衡鳥(約150分鐘)
第15週		簡單機械原理(彈力、力矩、斜向拋射)	投石器(約150分鐘)
第18週		靜電感應	靜電感應及摩擦起電(約150分鐘)

註：ARCS: Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction.

真實，增加研究之效度(潘淑滿，2003)。在發現觀點建立的過程，第二研究者扮演批判者的角色，提供意見供研究者收集新資料或修正發現觀點，資料的分析也透過訪談資料、教學錄影、教學日誌與學習單的多重比對，進行三角校正，確保研究結果的真實性。以歸納分析(inductive analysis)法進行資料分析，透過分析者與資料的互動，研究發現從資料中逐漸浮現出來。歸納分析法提供易於使用和有系統的程序，能產生可靠和有效的發現，以簡單、直接的方法分析資料並得出結論(Thomas, 2006)。分析步驟包含(一)以待答問題為分析目標，對資料進行多次讀取和解釋。(二)從訪談資料歸納研究結果架構。(三)研究者對資料進行解釋得出結果。(四)不同的評估者得出的結果可能有落差，研究者間需要不斷討論。(五)歸納分析獲得結論，並與其他資料進行校正以獲得真實的研究結果。本研究結果也從注意、關聯、信心、滿意4向度分析ARCS動機策略對學生動機面向的影響。研究者為確認整體學生對教學過程感受，故統計探究教學活動後6次學生的心得回饋單，以探討91位學生對教學活動的感受。研究所使用學生代號：第一碼S表示學生，第二碼為班級，第三、四碼為座號，第五碼為高(H)、中(M)、低(L)成就學生，第六碼為性別，男生(B)或女生(G)，如SA27LG，為A班27號低成就女學生；代碼SC06HB，為C班6號高成就男學生。

肆、研究發現

一、教師實施ARCS動機模式教學時所遭遇的困境和解決策略

(一)如何運用ARCS動機模式的策略吸引學生進行科學學習活動

1. 在活動不同階段運用ARCS動機模式的策略問題情境為研究者雖有多年探究教學經

驗，然而如何有效運用ARCS動機模式的策略在教學中，以吸引及支持學生投入科學課程，是課程進行初期最大的挑戰。策略實施為課程初期教案設計與實施，以吸引學生投入課程，維持學生學習動機。

(1) 課程導入階段

學生對學習活動具有動機，有利其知識或技能的發展。因此，研究者透過有趣的教材引起學生好奇心(A1)，吸引學生注意。

「這次的活動，增加了我對理化的樂趣，也懂了慣性定律在我們生活中是常有的事情。」(SA01MB跑跑卡丁車學習單心得)進行原理說明與示範時，研究者也會運用不同教材和媒體來維持學生的興趣(A3)。「利用木板和乒乓球，示範不同角度時乒乓球滑下的速度(角度的影響)。其次利用彈珠和乒乓球下滑速度比較慣性大小(重量的影響)，再說明可能的操縱、控制變因(活動變因說明)。……最後利用投影片、影片說明不同設計滑行的效果(多媒體輔助)。」(20150925教學日誌)研究者常舉與學習者經驗或背景相關的例子，幫助學生連結學習教材和概念(R3)。「這次的活動，增加了我對理化的樂趣，也懂了慣性定律在我們生活中是常有的事情，例如搭公車，公車忽然煞車，乘客往前傾。」(SA01MB跑跑卡丁車學習單心得)

活動進行前，研究者也會說明將要進行的活動內容，讓學生有明確的學習目標(R1)。此外，研究者會說明評量的標準，幫助學生建立正向的期望(C1)，以利學生投入活動設計與實作。「教師說明氣球火箭的製作要領、控制和操縱變因、讓氣球火箭飛行的技巧與氣球火箭比賽的競賽規則，並以汽球進行示範教學提升學生興趣和學習的期待。」(20151016教學日誌)這些A1、R1、R3、C1等教學策略，在之前所實施的探究教學活動，並未採用。

(2) 主要課程過程

透過小組合作提升學生學習意願及同儕間的學習效率。當學生能主動學習時，其學習動機更能堅持、對學習過程會更加滿意，並對課程有更正向積極的情緒感受(Guay, Ratelle, & Chanal, 2008; Niemiec & Ryan, 2009)，以幫助學習者提升動機和獲得單元知識與技能(R2)。「實驗中包含很多原理，學到了很多，實驗也是最能展現團隊合作的。」(SA30LG投石器學習單心得)在過去的探究教學活動，只是要求學生分組活動，但並不要求一定要小組合作學習，因此透過小組合作學習的實施，不但提升學習意願也提升學生的正向情緒感受。

(3) 在教學結束時

活動最後階段，研究者會透過口頭稱讚或獎勵，讓學習者分享成功的過程並受到肯定(S2)，再運用外在誘因與重視同儕的心理因素，激起學生的動機和期望。「競賽表現優秀者，會在課堂上發給物質獎勵，利用班級社會情境的肯定增強其內在動機與信心，並請其分享實作訣竅或心得，當學生感覺自己受到老師的重視，多數學生均願意投入活動進行。」(20151215教學反思)

在活動過程或成果呈現時，要讓學生感受教師對成果的要求和說明的一致，且使用一致的評量標準(S3)。「不管成績好壞，老師對待每一個人都很公平，讓每一個人都有參與比賽的機會；實驗上也是。之前有遇過老師會有偏見。」(SB18MG訪-20160112)

回饋與調整：在研究的期間，研究者教學活動後與第二研究者討論，並在研究會議中分享教學策略，研究者在多次的教學循環與討論過程，也逐漸掌握如何準確運用ARCS動機模式的教學策略來提升學生動機。雖然研究者過去的探究教學會與ARCS教學

模式有許多相似策略，比如小組共同合作學習、實作活動、小組分享，但是ARCS動機模式嚴格地確認在不同教學階段能提供許多具體的動機激發策略，使得研究者的教學能營造系統性的動機提升環境。

2. 提供適當的介入與引導支持學生參與意願

問題情境為研究者發現部分中、低成就生或實作能力不佳的高成就生，對進行實作遭遇困難後容易自我放棄。研究者接受研究群建議，在後續教學活動過程需適時提供引導，協助學生有效學習。策略實施為在後續探究教學的過程中，適時的引導學生。「看到學生有好的創意時會進行表揚，激發其他學生好勝心。看到學生共同的學習困難時，會請大家暫停片刻，引導學生思考實作時可能發生的問題。」(20150925教學反思)

在實作過程中，研究者會在組間巡視並提供回饋與協助，讓學生能努力投入以獲得成功(C3)。「投石器活動過程教師在不同組間巡視，……有些同學會不專心，用橡皮筋射同學，老師會立刻制止，同時提醒學生製作時間有限，請學生要認真製作。」(20151208教學日誌)協助學生增強努力意願和對活動的正向感覺(S1)。對於不同學習風格的學生，研究者亦會給予不同的鼓勵策略。「對好勝心較強的同學會說：『某某都能認真投入，你應該也可以做到！』或者會說：『老師如此用心設計課程，希望你也可以一起參與好嗎？』以博取學生感動，增加參與度。」(20151215教學反思)

回饋與調整：教學活動剛開始，學生對變因控制設計或實驗操作技巧不佳，導致投入意願不高。運用ARCS動機模式提供激發動機的策略後，學生的投入度隨著活動次數逐漸提升，參與的動機也逐漸提升。ARCS動機模式同時提供研究者，如何在心理層面

適當的鼓勵與引導學生，不同學生會有不同特性，教學者如何適當轉化並運用到教學情境，也是相當重要的。研究者認為這些動機策略的運用，讓研究者的班級經營能力提升，學生也能感受教學者情感面向鼓勵，班級學習的氣氛也因此提升。與之前的探究教學不同之處在於，研究者會適時地介入與引導以便維持學生動機，而之前的探究教學則為了怕干擾學生知識的建構，不介入學生的探究歷程。這種主動引導的ARCS教學模式，確實能激發學生的參與度及動機的提升。研究者在教學後認為ARCS動機模式的優點，能提供教學者具體的策略，在不同階段提供不同的教學建議，對於欲進行ARCS動機模式的教學者是較容易上手的，且各向度之策略可獨立在教學情境使用。

(二)如何運用策略增加學習效率及小組成員互動

1. 調整練習試卷量與運用小組進行方式

問題情境為研究活動開始初期，有時因探究活動導致進度較其他班級教師落後，而產生壓力。策略實施為2位研究者討論後嘗試減少學生考卷量，增加實驗活動可運用時間。另一方面利用小組合作的方式在課堂進行題目練習，Johnston與Finney (2010)認為教學過程中，小組合作學習可以幫助學生紓減學習的壓力，學生較不必擔心個人的失敗，亦可增強他們的能力，完成任務所需的要求。「就是如果跟同學討論的話，然後自己不懂的，因為是同年紀的人，所以問出來就比較不會有壓力的感覺，因為如果是問老師的話……就會有壓力。」(SA27LG訪-20160112)因此，研究者會鼓勵高、中成就生協助或教導低成就生解題，以增加其練習機會。最後，組長彙整小組不會的題目，由老師進行檢討。透過小組討論方式，組內

成員可以先進行討論後再由老師統一檢討，有時僅少數人不會的基本題可以透過討論解決。

回饋與調整：現場教學者經常會在意學生的學業成就，研究者一開始降低學生考卷量時也擔心缺乏精熟練習，會讓學生成績下降。雖然研究者內心有些焦慮，但調整原先的教學信念，教學結果證明學生有效討論及小組分享的學習方式，亦能維持學生的學業成就。利用異質性分組進行討論是一般教學者經常運用的方式，然而最困難的是如何讓高成就學生願意協助其他人。ARCS動機模式則建議教學者利用領導與責任感和學習典範的策略，激勵高成就生願意協助他人。此外，研究者的居中協調與口頭鼓勵扮演重要角色。

2. 利用同儕教導提升不同成就學生學習效率和動機

問題情境為傳統講述式教學與評量過程，高成就生經常有較佳的成績表現，低成就生往往缺乏表現機會或因成績不佳而受挫。因此，研究者冀望營造不同成就學生，在學習中彼此協助的學習氛圍。策略實施為學習自主性較高的學生，通常樂於分享關於討論主題的興趣與任務給小組成員(Loukomies et al., 2013)，因此，研究者運用學業高成就的組長，挑選不同成就組員的方式進行異質分組，進行小組合作練習考題時，高成就生有時會反映要教同儕很辛苦。但因國中階段對同儕相當重視，加上研究者經常鼓勵和說明教導他人的益處，可降低許多同儕間的紛爭。「研究者：『學習過程有獲得成就感嗎？』SC19HG：『學到不會的知識很開心，還有教同學，還有得到好的成績。』」(SC19HG訪-20160121)在檢討考卷，教師會指定各組低成就人員回答，或進行分

組競賽，增加低成就生學習與回答意願，促進其他成員互相教導的意願。「像靜電，剛開始都不懂啊，可以去問同學電子如何轉移，哪一個地方吸引，可以和同學討論。」(SA14LB訪-20160108)

回饋與調整：合作學習是許多教師會採用的教學方式，在ARCS動機模式中強調學生合作學習歷程，應提供學生適當的責任、符合學生動機與價值的學習機會，以幫助學生在互動中彼此激勵。研究者發現有些實作能力較佳的低成就生，不僅能提供高、中成就生協助，甚至有時在實作過程反而成為小組的領導角色，協助高、中成就組員。這讓研究者改變以往的信念，原來在探究實作課程低成就學生也可以是小組的領導者。此外ARCS動機模式也強調教學者提供鼓勵如讚美，以增強學生成就。因此研究者也會在班上公開表揚或請其上臺分享。不同成就學生逐漸懂得欣賞與肯定成員間的能力，學生間的互助關係也逐漸形成。

3. 課程活動間隔進行增加討論與試作時間

問題情境為研究活動過程，學生需進行活動設計與實作，學生有時無法於當天完成設計或製作良好的成品，因此容易導致課程活動進度落後。策略實施為因科學探究活動經常需花費較多時間，為提供學生較多時間進行思考與討論，在與第二研究者討論後，研究者調整活動時間安排方式：「我會彈性運用時間，如先利用1或2節課進行說明與設計，中間可間隔1、2天，讓小組學生有機會在課後討論或回家先試作，下次上課繼續進行操作，可減少課間操作時間。」(20150925教學反思)

回饋與調整：前2次課程在實驗設計就需花費不少時間，加上實驗操作與小組競賽，便超過預期的課程時間。探究教學中，教師

因進度和成績的壓力，常會轉移給學生，造成學生的壓力(蔡執仲、段曉林，2005)。因此在後續教學活動，課程進行前會先發下學習單，讓學生提早知道課程內容，並提醒學生利用下課及回家可先設計或製作，通常下次上課時已有部分認真同學先行設計或試作，可增加學生實驗或實作效率。許多教師常在進行新的教學法有時間不足的問題，且學生課後常不願持續主動完成課堂上的任務。若能讓學生願意利用課後時間持續進行，可將課程延伸，本研究6次的教學活動，不但激起學生的學習動機和學習期望，並可讓學生願意利用課後思考及設計教學內容，以提升學習的成效，減少課程所需時間。

二、課程對學生學習動機的影響

研究者為確認整體學生($N = 91$ 人)對教學過程感受，故統計探究教學活動後6次學生的心得回饋單，探討學生對教學活動的感受，得到統計結果如表3。在是否感到學習困難問題得分多在3分上下，顯示教學活動設計的難度適中。對自我的評價問題得分均低於4分，顯示學生對自我的信心是不足的，但在教學過程有逐漸提升。其他不同單元回饋平均分數多接近4分，可見不同成就學生均認為本研究教學活動，不僅可獲得單元知識，教學能吸引學生參與且是有趣的，小組成員也能投入在討論過程，並對教學設計感到滿意，與本研究宣稱能提升學生動機的結果相符。

從表3學習單的單元回饋單，已能確定整體學生肯定本研究教學能提升其動機。此外，為進一步分析學生動機提升的因素，研究者分析與歸納訪談資料後，發現受訪學生認為影響其學習動機的面向及因素統計結果如表4，可發現學生在注意、關聯、信心、滿意各面向受到激勵的主要因素。

表3：學習單心得回饋統計表

學習單問題	活動名稱					
	降落傘	跑跑卡丁車	汽球火箭	平衡鳥	投石器	靜電感應
教學活動能否幫助學生獲得單元知識	4.02 (0.66)	3.91 (0.76)	4.01 (0.75)	4.04 (0.79)	4.15 (0.73)	4.24 (0.62)
教學活動是否吸引學生有興趣參與活動	4.26 (0.66)	3.99 (0.90)	4.10 (0.80)	4.07 (0.78)	4.11 (0.76)	4.09 (0.71)
是否吸引學生有興趣學習科學知識	3.95 (0.96)	3.84 (0.96)	4.02 (0.88)	3.92 (0.89)	4.01 (0.89)	3.91 (0.80)
小組成員討論與表現是否與主題相關	4.10 (0.74)	4.11 (0.87)	4.03 (0.89)	3.99 (0.93)	4.27 (0.67)	4.29 (0.70)
活動內容是否感到學習困難	2.74 (0.90)	2.85 (0.88)	2.59 (0.97)	2.81 (1.03)	3.34 (0.98)	3.11 (1.04)
教學活動後對自我的評價	3.45 (0.83)	3.51 (0.86)	3.76 (0.85)	3.82 (0.88)	3.73 (0.86)	3.65 (0.81)
對教師所設計的學習內容是否感到滿意	4.21 (0.79)	4.17 (0.74)	4.23 (0.82)	4.20 (0.67)	4.25 (0.60)	4.25 (0.64)

註：表內數值以平均(標準差)呈現。

表4：影響學生學習動機面向及因素

影響學習動機面向	激勵動機主要因素
有助於維持學生學習動機	課程實驗過程的體驗(40.91%)、活動的趣味性(36.36%)、可獲得知識(9.09%)
提供學生自我負責的因素	完成作品及學習單的責任感(71.43%)、參與活動是否投入(21.43%)、分工合作(7.14%)
提供自我表現的主要因素	競賽及實作過程(52.17%)、透過協助他人(26.09%)、同儕間的優越感(8.70%)
提供學生建立自信心的因素	競賽結果(41.67%)、實作成果(29.17%)、同儕肯定(16.67%)、實驗提升學生理解及解題信心(10.42%)
讓學生受到正向激勵的因素	獲得新知識(40.00%)、實作成果(32.50%)、自我的肯定(10.00%)
讓學生獲得成就感的因素	競賽結果(42.55%)、完成作品(31.91%)、完成題目或知識的理解(14.89%)

最後，研究者聚焦在受訪談學生，引用學生在訪談及學習單心得所呈現的質性資料來說明其感受，並論述研究者在教學歷程中發現學生在ARCS 4個面向對理化科學學習動機的改變。

(一)有助學生專注在教學情境中進行學習

引發學生興趣的方法，通常包含某種現象的新穎性和複雜性，包括有機會在真實的環境中看到多元面向，甚至令人驚奇的現象，以支持學生的興趣(Silvia, 2008)。本研究活動設計先以有趣的教學教材，吸引學生投入理化課程，再引導學生於課程中聯結到科學原理，以協助學生理解。學生認為本研究課程與純講述的教學間差異：

「做實驗的話，對原理比較瞭解或是知道操縱變因會有怎樣的應變變因出來。」(SC06HB訪-20160126)「自己做過實驗，會對課本的內容印象比較深刻，……透過競賽就可以知道各組間的差異，……小組之間討論可以讓作品和過程更順利。」(SB18MG訪-20160112)蔡執仲與段曉林(2005)在其研究亦發現實驗能夠協助學生深度思考與記憶，提升學習持續性。

相較於以往僅利用課本或講義上課，學生認為本研究活動或實驗課程，較能維持其興趣。「因一邊做的時候會一邊思考，可以幫助我投入在課程中。」(SC12MB訪-20160114)「從製作過程一直到比賽，我都很認真，而且為了贏比賽也必須自己理解原

理，以及參與製作。」(SA18MB降落傘學習單心得)一般的探究教學經常聚焦在科學變因的操作，有時會忽略中、低成就學生動機的需求。ARCS動機模式的特點，其動機引起並非僅在課程開始時實施，而是有系統的在教學過程運用動機策略，故可有效維持學生的學習動機(張靜儀，2005)。

Hulleman與Harackiewicz (2009)認為將科學課程教材與學生的生活聯繫起來，可成功提高學生的興趣和表現，尤其是經驗不足的低成就學習者。所以定期研究會議時研究夥伴建議研究者，利用生活化的教材結合學生的生活經驗及先備知識來提升學生的學習動機(A2)，幫助學生學習。「這一項活動不只學會了牛頓的慣性運動知識，更間接的把之前速度和加速度連在一起，還把二下教的力也順便複習，真是一舉兩得阿！」(SC19HG跑跑卡丁車學習單心得)

(二)學生有機會展現其能力，並培養自我負責的信念

不同動機的學習者透過參與活動，可滿足其不同心理需求，進而發展其學習的動機(Loukomies et al., 2013)。學生認為課程設計，能提供學習自我負責或自我表現的機會。「你要回去寫學習單就是自我負責，完成作品也是替自己負責，因為是自己的作品。自我表現就像你作完降落傘拿去比賽，把成果表現出來就是自我表現。」(SA10HB訪-20160118)從表4中也可以發現多數學生認為競賽及實作過程、透過協助他人、同儕間的優越感都可以提供學生有自我表現的機會。這樣的歷程也可以協助學生提升對自己的信心，進而如表3中學生對自我評價逐步的提升。

(三)能有系統及持續提升學生動機與自信

Storcksdieck (2001)認為在學習階段，應

檢視學生先備知識和態度，並將成功的經驗連接到後續課程是至關重要的。故研究者在課前設計適合中學生程度的實作課程，避免學生挫折感太大。此外，透過課程活動中的實驗設計與測試，幫助學生思考設計是否適當，修正後的競賽成果或作品，可幫助學生建立學習信心。「SA24LG：『像降落傘阿！傘面和線的長短，就在做的時候覺得還不錯阿！丟下去就變成一團，傘面都沒有打開！作完修改後我們就變成第一名！』研究者：『你如何修改成第一名？』SA24LG：『就修改線的長短，把線修短就可以張開就降落得不錯！』」(SA24LG訪-20160111)

透過使用小組合作與競賽方式進行，讓學生有機會獲得同儕社會關聯性的支持，使其提升信心與學習動機。「因為我在小組中都是提供手工的協助，我的手工比較好，其他人的比較差，我就可以幫忙，他們就會給我自信。」(SA27LG訪-20160112)「比賽的時候，因為有一些同學不知道的話，我跟他說如何用，我覺得我是在表現自己的能力。還有同學題目不會寫的時候也是自我表現的機會。同學也會覺得我很厲害。」(SB26MG訪-20160126)此外，提供學生有趣且具有挑戰性的任務，促使其有共同追求的目標，進而完成任務可提升自信心(Loukomies et al., 2013)。學生認為課程設計能提供機會使其獲得挑戰性的目標或建立信心。「SC12MB：『因為實驗後比賽會有獎勵，就會增加自己想要做的動力。』研究者：『建立自信心有嗎？』SC12MB：『有！像平衡鳥比較難做，很多次測試才能平衡，因為能完成就會有自信心。』」(SC12MB訪-20160114)

(四)因實作成果與知識提升獲得正向激勵及成就感

學生若對學習的任務或過程感到興趣，

並重視這樣的歷程或愉快的感覺，將能有效激勵其內在的動機(Ryan & Deci, 2002)。

「研究者：『你的成績在班上不是非常好，透過實作你贏過很多人，你會有滿足感或受到肯定嗎？』SA14LB：『會有滿足感，……會發現自己另外的才能。』」(SA14LB訪-20160108)因此，學生在學習過程中獲得正向激勵和成就感，進而得到滿足感，便可藉此提升其動機。學生對於教師設計的課程，能感覺受到正向激勵和獲得成就感：「SB10MB：『就是透過實驗去學習……及成績上的進步。』」研究者：『成就感有嗎？』SB10MB：『有，比賽有得名的時候，還有成功做出作品的時候。』」研究者：『你指導同學也會有成就感嗎？』SB10MB：『會！這樣的機會也其實蠻多的。』」(SB10MB訪-20160112)從表3中可看出不僅是受訪談學生，整體學生對教師所設計的學習內容感到滿意(超過4分)且得分隨著教學活動越來越高，可見學生在教學過程是受到多面向的激勵並感到滿意。

伍、討論

研究者以ARCS動機模式融入引導式探究教學過程雖遭遇許多的困境，但是當自己經由研究獲得越多知識，就越能自主、持續檢視其提供給學生的學習經驗(Lytle & Cochran-Smith, 1990)。在實施過程中第一個困境是在教學過程，使用ARCS策略有系統提供學生動機面向的支持，從研究結果可發現在學生訪談、學習單心得及單元回饋單中均呈現正向回饋。第二個困境為如何提升教學效率及小組成員間合作互動，研究者減少學生考卷量，增加實驗活動可運用時間，利用同儕教導增加練習機會，使用小組競賽增加

低成就生學習動機，過程中也如期完成活動及課程內容，顯示策略也奏效。從表3中整體學生對科學知識學習和學習動機的感受，聚斂到受訪談學生認為受到動機激勵的因素，最後提出4項本研究對學生學習動機最主要的影響。

研究者針對ARCS動機模式4個向度策略，能引起學生動機之原因進行探討如下。首先在注意策略向度，運用有趣的示範活動刺激學生感官，過程的趣味性及實作體驗，亦能引發學生好奇心，有效引起學生動機與其他文獻有相同結果(吳亭儀，2007；莊筱玉、傅敏芳，2003)。許多探究教學強調學生科學知識和過程技能，對於動機不足的學生，往往難以引起其參與活動的意願。蔡執仲與段曉林(2005)發現學生接受傳統式教學法後，因學科內容難度增加會使其內在動機明顯下降。從表3與學生訪談、學習單資料都證明，ARCS動機模式可以激發學生的認知興趣，促進學生對競賽活動或任務結果產生期待，提升其內外動機，讓學生願意投入與參與。蔡執仲等(2007)也發現融合實驗或不同教學方式所進行的探究教學，較能提升學生主動學習能力。

其次在關聯策略向度，若課程內容和學生興趣能建立聯結，並營造引起學生興趣的學習環境，學生對學習將呈現正向積極的態度，為了激發學習動機，最好能讓教學和學習者的背景、興趣和目標之間建立關聯(Keller, 2010)。生活化的議題可讓學生產生熟悉感，減少學習的枯燥感，提升學生的興趣及學習動機(蔡執仲、段曉林，2005)。研究者會聯結舊有概念及生活經驗來說明新的原理，協助學生與課程目標進行聯結。與同儕討論和活動的趣味，可讓學生產生期望，

此結果就有正向的價值(Vroom, 1964)，透過多次探究活動可以強化學生對活動的內在興趣，進而提升學習動機。

信心策略向度，從表3數據中可發現，學生對於自我評價得分是較其他問題低的，顯示多數學生是信心不足的，但在教學過程過程能不斷提升。蔡執仲與段曉林(2005)也發現幫助學生瞭解學科知識和運用科學方法解決複雜的理化問題情境，可以增加學生的信心。教學設計的難度多數學生認為是難易適中，在實驗進行階段，研究者發現許多低成就生操作能力較高成就生好，此時反而成為提供實驗經驗提供者，高成就生在同儕中主導性減少，相對的低成就生(如SA27LG和SA14LB)更有機會提升自我效能感及自信心。因內在動機和目標會影響學習者個人行為，本研究啟動學生參與活動行為的主因，包括參與競賽和幫助同儕、透過競賽名次和協助同儕來展現自己的能力，這些便是驅動學生內在動機的要素。蔡執仲等(2007)亦發現學生成就感來源包括同儕競爭、學業成績、解決問題、日常生活應用、對課程知識的精熟等，且同儕為學習時主要的支持力量。

在滿意策略向度，依據古典制約觀點，教師設計教學情境時，透過安排友善環境和愉快的感覺，可協助學生發展愉快的聯想。而ARCS動機模式強調營造吸引學生興趣、協助學生與課程聯結，提升學生信心和對課程滿意的教學環境，學生在活動後，從內心疑惑徬徨到後來熟練活動過程，轉變成能主動進行實作與合作學習。依據公平理論觀點，要實現學生的滿意度，教學品質的因素必須平衡，包括目標一致性與評量公平性(Adams, 1965)。低成就學生在講述式教學和紙筆測驗中的表現常是較不佳的；但在探究活動

中，透過競賽或是同儕肯定，能使其內心獲得公平和平衡，進而提升學生的滿意感(如SA27LG和SA14LB)。蔡執仲與段曉林(2005)發現學生的自我滿足感來自小組合作的互動與想法分享。ARCS模式所提供的激發動機策略，可有效幫助教學者設計滿足學生需求的教學，並提升其動機(Feng & Tuan, 2005)。由此可知ARCS動機模式不同向度策略，可有效引發學生興趣，進而使其在參與課程活動中，獲得信心、成就感和對課程感到滿意，提升其學習動機。

陸、結論與建議

一、結論

本研究主要目的是透過ARCS動機模式融入引導式探究教學之行動研究歷程，以及此種教學對學生學習動機的影響，故本研究無意區分ARCS動機或探究教學引起學生動機之比重多寡。研究者期望幫助學生可以在本研究設計的活動深入學習科學知識，同時培養對科學的興趣與樂趣。透過興趣和樂趣的培養，可以幫助學生增加參與科學學習的意願，未來還能持續保有對科學興趣(Lin, Lawrenz, Lin, & Hong, 2013)。得到本研究結論如下。

(一)運用ARCS動機策略可協助學生提升學習動機

ARCS動機模式在不同教學階段提供許多具體的動機策略，使得教學能營造系統性的動機提升環境。本研究不僅論述學生在進行探究教學後的動機改變，也提供具體的動機策略以說明促使學生動機提升因素。其次，研究者運用教學策略及合作學習方式增加中、低成就生的參與和投入，提升學生的

學習效率，爭取足夠時間進行教學活動。此外，因探究教學常需較長時間，易造成教學者進度壓力，本研究能提供提升探究教學效率及學習動機提升的具體教學策略，對於有意願精進或嘗試探究教學的教師，在執行探究教學時能有具體的幫助。最後研究者運用的ARCS動機策略，確實能解決教學的困境，同時幫助學生提升學習動機。

(二)學生在注意、關聯、信心及滿意各向度感受均有正向回饋

研究結果發現實驗過程不僅要有趣味還要讓學生獲得知識，才能維持學生的動機。透過競賽、實作、同儕肯定、提升學生理解等多元策略可幫助學生提升自信、獲得成就感與受到正向激勵。在教學實驗或實作過程的操作及參與投入，則提供培養學生自我負責的機會。研究者發現學生對ARCS動機模式教學課程，在注意、關聯、信心、滿意4個面向，包括學習成效、自信心、成就感、學習動機、實驗技巧均有正向的回饋。此外，本研究教學模式也幫助學生有機會主動建構單元知識，並培養學生科學過程相關的技能。

二、建議

本研究雖僅在1個學校進行行動研究，但進行的活動均配合中學課程內容，也確實能協助學習者提升學習動機。有興趣進行教學翻轉的教師，可運用ARCS動機模式中的策

略進行教學或行動研究，協助學生學習成效和提升學生學習動機。研究者針對教學現場提出以下之建議。(一)若學生動機低落，運用ARCS動機模組所提供的策略，因其策略源自許多心理及動機理論，融入現有課程教學中，能有效引起學生對科學課程的學習動機。(二)若欲維持學生在課堂中能持續投入課程，則可運用ARCS動機模式在不同面向及階段所提供之策略，激發學生好奇心、增加學生對課程的期望，並提升對課程的滿意感，能提供連貫且有系統的動機支持，而非僅在教學前段使用引起動機的策略。(三)ARCS動機模式的策略有助於提升教學效率，學生表示課程的趣味性、對課程的期待及多元的動機策略，都能使學生更加專注。若搭配小組合作學習賦予學生責任感或學習典範塑造，可有效提升學習效益，將教學延續到科學課程後的時間。(四)對學習動機有興趣的教學研究者可深入探討此教學模式對學生自我效能、自信心、自我調節能力、學習態度、學習成就感等動機相關面向的影響。(五)建議其他研究者可利用ARCS動機模式探討不同學科(如生物、地球科學、數學科等)的教學、不同背景的教師(如非科學教師或不同教學風格教師)或不同教學法，對學生動機和成效的影響情形。(六)建議可探討不同高低成就或動機學生，進行深入或長期的研究，探討不同學生在ARCS動機模式中所呈現的知覺、感受、成就或動機之差異。

參考文獻

1. 李咏吟(1992)。教學原理。臺北市：遠流。
[Li, Y.-Y. (1992). *Jiaoxue yuanli*. Taipei, Taiwan: Yuan-Liou.]
2. 吳亭儀(2007)。以ARCS動機模式實施高職國文科教學之行動研究。未出版之碩士論文，國立東華大學教育研究所，花蓮縣。

- [Wu, T.-Y. (2007). *Yi ARCS dongji moshi shishi gaozhi guowenke jiaoxue zhi xingdong yanjiu*. Unpublished master thesis, National Dong Hwa University, Hualien County, Taiwan.]
3. 林生傳(2003)。教育研究法：全方位的統整與分析。臺北市：心理。
[Lin, S.-C. (2003). *Jiaoyu yanjiufa: Quanfangwei de tongzheng yu fenxi*. Taipei, Taiwan: Psychological.]
 4. 陳炳憲(2004)。以類比學習環、ARCS動機策略改進國二學生化學式學習之行動研究。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化縣。
[Chen, B. S. (2004). *Yi leibi xuexihuan, ARCS dongji celüe gaijin guoer xuesheng huaxueshi xuexi zhi xingdong yanjiu*. Unpublished master thesis, National Changhua University of Education, Changhua County, Taiwan.]
 5. 莊筱玉、傅敏芳(2003)。ARCS教學模式對英文重修生學習動機影響之研究——以美和技術學院為例。彰化師大教育學報，4，47-74。
[Chuang, H.-Y., & Fu, M.-F. (2003). A study on the influences of the ARCS motivation model on their learning motivation of the English repeated students—The case of Mei-Ho Institute of Technology. *Journal of Education National Changhua University of Education*, 4, 47-74.]
 6. 張靜儀(2005)。國小自然科學教學個案研究——以ARCS動機模式解析。科學教育學刊，13(2)，191-216。doi:10.6173/CJSE.2005.1302.04
[Chang, C.-Y. (2005). A case study of an elementary science teacher's ARCS learning motivational strategies. *Chinese Journal of Science Education*, 13(2), 191-216. doi:10.6173/CJSE.2005.1302.04]
 7. 黃韶韻(2014)。探究教學對七年級自然與生活科技低成就生學習環境感受與學習動機之探討。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化縣。
[Huang, S.-Y. (2014). *Investigating the effect of inquiry-based teaching on 7th grader low achievers' learning environment perceptions and learning motivation in science*. Unpublished master thesis, National Changhua University of Education, Changhua County, Taiwan.]
 8. 溫雅婷、林佳蓉(2010)。ARCS動機模式與資訊科技融入教學之研究——以國小四年級閱讀教學為例。教學科技與媒體，91，79-98。
[Wen, Y.-T., & Lin, C. M. (2010). The study of applying ARCS model and technology-instruction integration: A case study of reading instruction for fourth grade students. *Instructional Technology & Media*, 91, 79-98.]
 9. 潘世尊(2004)。行動研究的基本要求。國民教育研究集刊，12，163-179。doi:10.7038/BREE.200412_(12).0009
[Pan, T.-T. (2004). Basic prerequisite of action research. *Bulletin of Research on Elementary Education*, 12, 163-179. doi:10.7038/BREE.200412_(12).0009]
 10. 潘淑滿(2003)。質性研究：理論與應用。臺北市：心理。

- [Pan, S.-M. (2003). *Qualitative research: Theory and application*. Taipei, Taiwan: Psychological.]
11. 劉宏文、張惠博(2001)。高中學生進行開放式探究活動之個案研究——問題的形成與解決。《科學教育學刊》，9(2)，169-196。
[Liu, H.-W., & Chang, H.-P. (2001). A case study of high school students doing open-ended inquiry activity: Problem framing and solving. *Chinese Journal of Science Education*, 9(2), 169-196.]
 12. 蔡執仲、段曉林(2005)。探究式實驗教學對國二學生理化學習動機之影響。《科學教育學刊》，13(3)，289-315。doi:10.6173/CJSE.2005.1303.03
[Tsai, C.-C., & Tuan, H.-L. (2005). The influence of inquiry-based laboratory teaching on 8th graders' motivation toward learning physical science. *Chinese Journal of Science Education*, 13(3), 289-315. doi:10.6173/CJSE.2005.1303.03]
 13. 蔡執仲、段曉林、靳知勤(2007)。巢狀探究教學模式對國二學生理化學習動機影響之探討。《科學教育學刊》，15(2)，119-144。doi:10.6173/CJSE.2007.1502.01
[Tsai, C.-C., Tuan, H.-L., & Chin, C.-C. (2007). Investigation of the nested-inquiry instruction model on the 8th graders' motivation toward learning physical science. *Chinese Journal of Science Education*, 15(2), 119-144. doi:10.6173/CJSE.2007.1502.01]
 14. Adams, J. S. (1965). Inequity in social exchange. *Advances in Experimental Social Psychology*, 2, 267-299. doi:10.1016/S0065-2601(08)60108-2
 15. Aşıksoy, G., & Özdamlı, F. (2016). Flipped classroom adapted to the ARCS model of motivation and applied to a physics course. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(6), 1589-1603. doi:10.12973/eurasia.2016.1251a
 16. Bohlin, R. M., Milheim, W. D., & Viechnicki, K. J. (1993). The development of a model for the design of motivational adult instruction in higher education. *Journal of Educational Technology Systems*, 22(1), 3-17. doi:10.2190/GK2V-E5U5-JGRA-7NR4
 17. Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526. doi:10.1007/s10972-012-9314-z
 18. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. doi:10.1207/S15327965PLI1104_01
 19. Elliott, J. (1991). *Action research for educational change*. Philadelphia, PA: Open University Press.
 20. Feng, S.-L., & Tuan, H.-L. (2005). Using ARCS model to promote 11th graders' motivation and achievement in learning about acids and bases. *International Journal of Science and*

- Mathematics Education*, 3(3), 463-484. doi:10.1007/s10763-004-6828-7
21. Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90(3), 453-467. doi:10.1002/sce.20130
 22. Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86(5), 693-705. doi:10.1002/sce.10039
 23. Guay, F., Ratelle, C., & Chanal, J. (2008). Optimal learning in optimal contexts: The role of self-determination in education. *Canadian Psychology*, 49(3), 233-240. doi:10.1037/a0012758
 24. Guba, E. G. (1990). The alternative paradigm dialog. In E. G. Cuba (Ed.), *The paradigm dialog* (pp. 17-27). London, UK: Sage.
 25. Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., & Gunstone, R. (2000). What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 665-675. doi:10.1002/1098-2736(200009)37:7<655::AID-TEA3>3.0.CO;2-E
 26. Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The School Review*, 79(2), 171-212. doi:10.1086/442968
 27. Hodges, C. B., & Kim, C. (2013). Improving college students' attitudes toward mathematics. *TechTrends*, 57(4), 59-66. doi:10.1007/s11528-013-0679-4
 28. Huett, J. B., Young, J., Huett, K. C., Moller, L., & Bray, M. (2008). Supporting the distant student: The effect of ARCS-based strategies on confidence and performance. *Quarterly Review of Distance Education*, 9(2), 113-126.
 29. Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science*, 326(5958), 1410-1412. doi:10.1126/science.1177067
 30. Johnston, M. M., & Finney, S. J. (2010). Measuring basic needs satisfaction: Evaluating previous research and conducting new psychometric evaluations of the basic needs satisfaction in general scale. *Contemporary Educational Psychology*, 35(4), 280-296. doi:10.1016/j.cedpsych.2010.04.003
 31. Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (pp. 383-434). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
 32. Keller, J. M. (1997). Motivational design and multimedia: Beyond the novelty effect. *Strategic Human Resource Development Review*, 1(1), 188-203.
 33. Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. New York, NY: Springer.
 34. Kleinginna, P. R., Jr., & Kleinginna, A. M. (1981). A categorized list of motivation defini-

- tions, with a suggestion for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5(3), 263-291. doi:10.1007/BF00993889
35. Lin, H., Lawrenz, F., Lin, S.-F., & Hong, Z.-R. (2013). Relationships among affective factors and preferred engagement in science-related activities. *Public Understanding of Science*, 22(8), 941-954. doi:10.1177/0963662511429412
36. Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School Psychology Review*, 31(3), 313-327.
37. Loukomies, A., Pnevmatikos, D., Lavonen, J., Spyrtou, A., Byman, R., Kariotoglou, P., et al. (2013). Promoting students' interest and motivation towards science learning: The role of personal needs and motivation orientations. *Research in Science Education*, 43(6), 2517-2539. doi:10.1007/s11165-013-9370-1
38. Lytle, S. L., & Cochran-Smith, M. (1990). Learning from teacher research: A working typology. *Teachers College Record*, 92(1), 83-103.
39. Maehr, M. L., & Meyer, H. A. (1997). Understanding motivation and schooling: Where we've been, where we are, and where we need to go. *Educational Psychology Review*, 9(4), 371-409. doi:10.1023/A:1024750807365
40. Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685. doi:10.1080/09500690902792385
41. Martin, S. S. (1999, April). *An investigation documenting secondary science teacher beliefs about laboratory experiences*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting. Boston, MA.
42. Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. doi:10.1002/tea.20347
43. Niemiec, C. P., & Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: Applying self-determination theory to educational practice. *Theory and Research in Education*, 7(2), 133-144. doi:10.1177/1477878509104318
44. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2002). An overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination research* (pp. 3-33). Rochester, NY: University of Rochester Press.
45. Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T., & Shore, B. M. (2012). Student outcomes in inquiry instruction: A literature-derived inventory. *Journal of Advanced Academics*, 23(1), 5-31. doi:10.1177/1932202X11429860
46. Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. London, UK: Temple Smith.
47. Silvia, P. J. (2008). Interest—The curious emotion. *Current Directions in Psychological*

- Science*, 17(1), 57-60. doi:10.1111/j.1467-8721.2008.00548.x
48. Song, S. H., & Keller, J. M. (2001). Effectiveness of motivationally adaptive computer-assisted instruction on the dynamic aspects of motivation. *Educational Technology Research and Development*, 49(2), 5-22. doi:10.1007/BF02504925
 49. Storksdieck, M. (2001). Differences in teachers' and students' museum field-trip experiences. *Visitor Studies Today*, 4(1), 8-12.
 50. Tai, R. H., Liu, C. Q., Maltese, A. V., & Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. *Science*, 312(5777), 1143-1144. doi:10.1126/science.1128690
 51. Thomas, D. R. (2006). A general inductive approach for analyzing qualitative evaluation data. *American Journal of Evaluation*, 27(2), 237-246. doi:10.1177/1098214005283748
 52. Turner, J. C., Midgley, C., Meyer, D. K., Gheen, M., Anderman, E. M., Kang, Y., et al. (2002). The classroom environment and students' reports of avoidance strategies in mathematics: A multimethod study. *Journal of Educational Psychology*, 94(1), 88-106. doi:10.1037/0022-0663.94.1.88
 53. Vansteenkiste, M., Williams, G. C., & Resnicow, K. (2012). Toward systematic integration between self-determination theory and motivational interviewing as examples of top-down and bottom-up intervention development: Autonomy or volition as a fundamental theoretical principle. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9. Retrieved May 20, 2017, from <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-23>
 54. Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2012). Adolescents' declining motivation to learn science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1057-1095. doi:10.1002/tea.21049
 55. Vroom, V. H. (1964). *Work and motivation*. New York, NY: Wiley.
 56. Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143. doi:10.1002/scs.10044
 57. Winter, R., & Burroughs, S. (1995). *Learning from experience: Principles and practice in action-research*. London, UK: Falmer.

附錄

附錄一：探究教學和ARCS動機模式融入之教學流程

ARCS動機模式介入	引導探究過程	教案範例(教學時間約3節課)
課程導入階段		
Attention 1.提出問題或引起興趣。 2.聯結教學要素吸引學習者。	1.引起動機(5分鐘)	1.教師引導學生進行思考物體往下落下的原因為何？為何充滿氫氣的氣球卻往上飄？引入舊經驗密度和浮力概念，產生概念衝突並比較現象的差異。
Relevance 3.將目標與學習者個人興趣、經驗關聯。	2.原理導入(5分鐘)	2.教師說明天體運行間的萬有引力概念及定義，再引入地心引力與自由落體的關係，引導學生思考影響物體落下速度快慢的因素可能有哪些(如地心引力、空氣阻力、物體質量、體積等)。
Confidence 4.幫助學習者瞭解他們將要做什麼。		
主要課程過程		
Attention 1.使用有趣的活動、語言和面部表情。 2.對學習者之間保持同等的眼神接觸。 3.變化聲音的聲調，並強調要點和清楚地闡明。 4.適當時使用影音輔助工具。	3.提出與生活聯結(舊經驗)的探究現象(20分鐘)	1.教師說明不同重量鐵球落下時理論上應和重量無關。教師將衛生紙球和課本分別釋放，請學生觀察有何不同。發現不同重量落下時間卻不相同，教師請學生討論原因為何？教師將衛生紙球放在課本上再釋放，發現衛生紙和課本一起落下，請學生思考原因。
Relevance 5.在課堂讓學習者有提問的時間。 6.使用與當前作業相關的範例。 7.使用適合學習者背景的術語。	4.找出探究活動變項與設計(15分鐘)	1.教師利用學習單引導學生思考影響降落傘能減緩下降速度的因素(傘體的面積、重量、載體的重量、傘體和載體間的距離)，以進行操縱及控制變因的設計。 2.教師用學習單、投影片、示範影片，說明降落傘製作要領及競賽原則。
Confidence 8.積極傾聽學生的意見和問題。 9.使用正向的身體語言、面部表情來修正學習者的反應。 10.允許學習者提出明確的問題，並做出適當的回應。	5.探究活動進行(30分鐘) 6.資料蒐集與分析(15分鐘)	1.教師在組間巡視，鼓勵並指導學生設計降落傘構造。 2.教師引導學生利用帶來之材料，進行降落傘製作。 3.教師到各組間巡視，指導並鼓勵學生進行製作。 4.教師引導學生測試與修正，將蒐集的資料記錄下來。
Satisfaction 11.讓學生適當發表聲明，並給予肯定。 12.讓學習者將成功歸因於努力。	7.小組競賽(10分鐘)	1.教師帶各組學生到校園場地進行飛行競賽，並請學生協助測量落下時間，記錄最長前3名學生。

附錄一：探究教學和ARCS動機模式融入之教學流程(續)

ARCS動機模式介入	引導探究過程	教案範例(教學時間約3節課)
在教學結束時		
Satisfaction	8.溝通與成果分享(10分鐘)	1.鼓勵表現良好之學生，並請學生分享製作心得。
1.教學結束時以口頭肯定或成就證明。	9.總結與歸納(10分鐘)	2.教師總結與歸納，引導思考降落傘設計差異對空氣阻力的影響。
2.在學習過程，肯定學習者的努力和成就。	10.完成學習單	3.教師引導學生反思並完成學習單內容(也可回家完成)。
3.提供有形的獎勵。		

註：ARCS: Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction.

附錄二：教學過程中激發動機的策略

向度	主要的支持策略
注意策略 (attention)	A1引起學生的好奇心或驚奇，引入個人或情感的教材。 A2透過提問、創造矛盾、產生探索、挑戰性的思考等，引起學生好奇心。 A3透過不同教學呈現、具體比喻、感興趣的例子和令學生感到驚奇的例子來維持學生的興趣。
關聯策略 (relevance)	R1提供陳述或例子說明教學內容的實用性，並提供學習目標或讓學習者能夠訂定學習目標。 R2教師可提供學生獲得成就的機會、合作學習的活動、領導的責任感和正向的學習典範，並讓教學對應到學習者的動機和價值觀。 R3透過提供與學習者經驗或背景相關的具體例子和對話，幫助學習者能熟悉學習教材和概念。
信心策略 (confidence)	C1透過解釋達到成功所需的條件和評量的標準，建立學生正向的期望。 C2教師可提供多元和挑戰性的經驗，增加學習者的成功經驗，以提升其自我效能的信念。 C3教師使用方法或技巧提供學生自我控制機會，並提供回饋，使其歸因成功是因個人的努力。
滿意策略 (satisfaction)	S1提供回饋和其他訊息，以增強學生對於個人努力和其成就的正向感覺。 S2使用口頭稱讚、真實或象徵性獎勵或讓學習者展現他們獲得成功的努力過程(展示和講述)。 S3讓學生感受教師對成果的要求和陳述的一致，對於所有學習者的任務和成果，使用一致的測量標準。

資料來源：Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach (pp. 92-189), by J. M. Keller, 2010, New York, NY: Springer.

附錄三：本研究個別訪談大綱列舉

向度	訪談題目列舉
注意	1.教師融入活動或實驗來進行教學與純講述的教學有何差異？何種教學較能引起你對理化的學習興趣？
關聯	4.活動課程，能連結新舊的理化概念，幫助你學習嗎？日常生活的經驗有幫助你的學習嗎？
信心	11.教師的課程設計，能提供機會讓你獲得挑戰性的目標或建立自信心嗎？
滿意	12.進行教師的課程後，你能感覺到正向激勵嗎？獲得成就感有嗎？或其他的感覺？

The Infusing of ARCS Strategy Into Guided Inquiry-Based Instruction to Enhance Ninth Graders' Science Learning Motivation—An Action Research Approach

Chih-Chung Lai¹ and Hsiao-Lin Tuan^{2,*}

¹Taichung Municipal Chung-Ming Senior High School

²Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education

Abstract

The purpose of this action research was to explore the influence of Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction (ARCS) strategy with guided inquiry-based instruction on ninth graders' science learning motivation. This investigation explored two areas: problems faced during the implementation process and the solutions used in the study and students' learning motivation outcomes. Three classes ($N = 91$) of ninth graders in central Taiwan public school participated in the study, and the study lasted four months. Research data included teacher's reflective journals, students' worksheets, and interviews and classroom videotapes. Researchers used analytic induction analysis methods to compare various sources of data to generate findings. In addition, students' feedback questionnaires were administered at the competition of each unit of topic. Data from these questionnaires were also collected and analyzed. Results indicated difficulties in applying the ARCS strategy to facilitate students' science learning, and improve students' learning efficiency and interact with group members. Solutions used by the first author to address these difficulties were trying to improve students' learning efficiency and learning motivation using multiple teaching strategies. Finally, students' feedback was positive in cognitive and affective aspects. They were attracted by the intervention and increased in their core knowledge of the units. Students also felt confident, successful, well-treated, and satisfied with the ARCS infused guided inquiry-based instruction.

Key words: ARCS Model, Action Research, Physical Science Learning, Inquiry-Based Instruction, Learning Motivation

* Corresponding author: Hsiao-Lin Tuan, suhl Tuan@cc.ncue.edu.tw