

114學年度科學教育專案年度期末報告

計畫編號：50

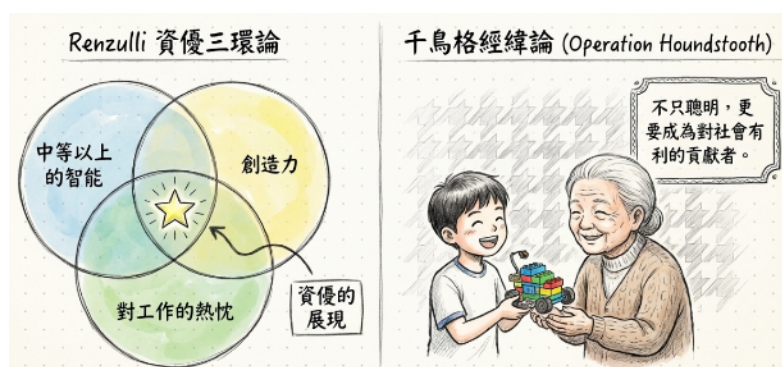
計畫名稱：資優，自在—資優生應用簡單機械模擬現實問題的獨立研究教材發展

主持人：吳俊達

執行單位：高雄市鼓山區龍華國民小學

第一章、研究動機

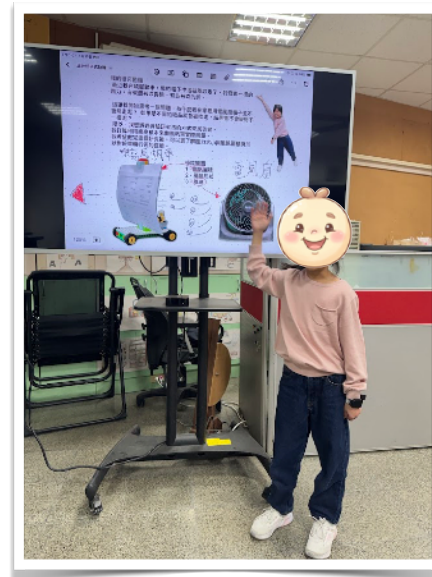
Renzulli 以資優三環論 (three ring definition of giftedness) 來界定資優者，也就是中等以上的能力、創造力和對工作的熱忱 (Renzulli & Reis, 1985) 三項能力的交集。而Renzulli 於 2002 年進一步擴展資優概念，提出「千鳥格經緯論」(Operation Houndstooth Theory) 理論，認為資優學生除了認知智能發展外，應重視社會能力的發展，更應發展為能對社會有利的資優貢獻者(Renzulli, 2002)。



國內學者的部分，蔡典謨 (民 87) 認為「資賦優異教育強調資優生高層次學習能力的發揮及其對社會的貢獻，因此資優教育措施應重視知識生產者的培養」。資優教育中所強調的「獨立研究」就是在引導資優學生善用資源、儀器及各類工具，主動探究相關文獻，針對優點與不足進行批判性分析。因此學生需自行設立研究主題，設計可行的實驗方法，並預測可能出現的研究結果，再運用統計方法處理、詮釋資料，最後以書面報告、口頭報告的形式，有條理地呈現研究成果。

於108課綱實施之後，在各學科的課程中，規劃以「核心素養」為主軸，強調學習不僅限於學業上的知識、技巧及能力，還要將學習內容融入於生活情境中 (教育部十二年國民基本教育課程綱要總綱，2021)。

108 課綱自然科學領域重視「探究與實作」的精神與方法，透過激發學生的好奇心，主動學習科學知識，培養對自然科學的學習興趣。有鑑於此，資優班課程即在自然科學課程中，運用樂高積木結合科學知識，鼓勵學生動手操作，擴展學生在科學方面的視野。然而除了課程中針對自然科學知識進行教學，也期望資優生對於生活中遭遇的真實事件進行思考，甚至是找出解決方法，不僅可以應用自然科學原理，也可以發展回饋社會、利他的情意發展概念。



根據十二年國教資賦優異相關之特殊需求領域課綱中，獨立研究課程目標(2019)為

1.1 啟迪探究動機及興趣，陶冶研究態度與精神，培養高層次思考、問題解決及自我引導學習能力。

1.2 厚植基本研究素養，培育賞析、建構與他人溝通、分享互惠獨立研究經驗與成果。

1.3 具備對獨立研究反思能力，養成社會責任感與公民意識，主動關心本土及國際議題，積極參與社會活動。

因此，研究者欲在資優班的獨立研究課程中，使用樂高科創積木、創思數學教材進行獨立研究課程教學。今年本班是三年級與四年級的資優生，因此除了發展中年級的獨立研究課程之外，也想將學生在獨立研究課程中產出的成果參加全國科學探究競賽，或是將融入創造力的想法繪製出來，參加高雄市的創意發明競賽，藉由競賽的規範和格式來提升學生的學習成果和學習動機。

第二章、研究目的與限制

2.1 研究限制

本研究目的為藉由「獨立研究課程」的「科學探究活動」，來設計適合國小中年級資優生的獨立研究課程，讓學生能走過一次完整的研究歷程。讓孩子以科創積木模擬現實的事件，並培養學生以行動載具 (iPad) 作為觀察、記錄的工具，提升科學、資訊素養和獨立研究的技能。

今年進來新的一批三年級的資優生，目前本班分別有三年級和四年級的學生。因此將中年級自然科學課程當成研究主題發想的材料，讓學生從生活經驗探索、設計研究主題，繪製研究報告

2.2研究目的

本計畫以科創積木融入自然科學實驗為主軸，透過跨域參訪來結合生活時事和學生興趣，引導中年級資優生能認識研究法、擬定研究計畫、搜集資料、繪製成果成果、發表、評鑑，在理論和實務並行的流程下，提升本計畫之效益。本研究目的如下：

- 1.發展適用於國小中年級資優生之簡單機械獨立研究教材。
- 2.探討導入科創積木對於資優生科學探究成果之影響。
- 3.評估數位工具（SAMR模式）融入科學實作對學生數據紀錄與分析能力之成效。
- 4.能以apple works製作統計圖表，編寫、繪製與發表成果報告。

十二年國教課綱獨立研究科目的學習表現架構表中，將獨立研究分為研究態度、研究概念與思考能力、獨立研究技能等三個向度，以下列出與本計畫目的之關聯表。

科目	研究目的	獨立研究向度		
		1. 研究態度	2. 研究概念與思考能力	3. 獨立研究技能
獨立研究	發展適用於國小中年級資優生之簡單機械獨立研究教材。		V	V
	探討導入科創積木對於資優生科學探究成果之影響。	V	V	V
	評估數位工具（SAMR模式）融入科學實作對學生數據紀錄與分析能力之成效。	V	V	V
	能以apple works製作統計圖表，編寫、繪製與發表成果報告。	V		V

2.3具體成果及效益

本計畫期望以自然科學跨域課程為主軸，融入學校背景與特色，透過跨域方式，並以校外參訪呈現真實問題的研究方向，以孩子的生活環境為中心進行學習。期望連結孩子的先備經驗，透過科創積木、行動載具的導入，引導國小學生提升獨立研究能力與學習興趣。而在學科知識的建構後，我們也引導學生將作品投稿參與競賽，期望能發揮目前的能力，繪製出對於未來世界的想像和願景。以下依據本計畫之研究目

的，列出相對應的工作項、預期成果與效益。

本計畫目的	
發展適用於國小中年級資優生之簡單機械獨立研究教材。	
教師工作項目	學生學習成果與效益
<p>向度2-研究概念與思考能力：</p> <p>1.設計生活情境觀察任務，引導學生發現生活中與簡單機械相關的問題。</p> <p>2.於課堂中具體講解「自變項」、「因變項」與「控制變項」之核心研究概念。</p> <p>向度3-獨立研究技能：</p> <p>1.依據中年級課綱與學生先備知識，編撰上、下學期各10週的獨立研究教材。</p> <p>2.引導學生練習撰寫實驗設計流程圖與步驟，並帶領小組進行實驗。</p> <p>3.透過自編問卷瞭解學生進行教師自編獨立研究課程後的差異情況。</p>	<p>研究概念與思考：覺察生活問題，理解實驗變因。</p> <p>獨立研究技能：界定研究問題，擬定實驗流程。</p>
本計畫目的	
探討導入科創積木對於資優生科學探究成果之影響。	
教師工作項目	學生學習成果與效益
<p>向度1-研究態度：</p> <p>藉科創積木實作引發學生探索動機，遇到問題時，引導學生啟透過PDCA 循環，培養克服困難的毅力。</p> <p>向度 2-研究概念與思考能力：</p> <p>運用積木模擬真實情境（如風帆車、平衡鋼索），引導學生針對問題提出假設並實驗。</p> <p>向度 3-獨立研究技能：</p> <p>指導學生將科創積木作為自然科學教具，透過變因操弄進行模擬測試。</p>	<p>研究態度：提升動機，具備克服困難的毅力。</p> <p>研究概念與思考：結合生活與科學，提出解決方法。</p> <p>獨立研究技能：操作積木，產出模擬實驗成果。</p>
本計畫目的	
評估數位工具（SAMR 模式）融入科學實作對學生數據紀錄與分析能力之成效。	

教師工作項目	學生學習成果與效益
<p>向度1-研究態度：</p> <p>培養學生誠實與客觀呈現實驗數據的研究倫理。</p> <p>向度2-研究概念與思考能力：</p> <p>引導學生對比數據，以歸納與演繹等思考方式，判斷數據的合理性與證據的正確性。</p> <p>向度3-獨立研究技能：</p> <p>設計 Numbers 數據記錄表範本，並教導學生運用內建公式提高實驗資料蒐集與分析解釋的效率。</p>	<p>研究態度：誠實記錄數據，落實學術誠實倫理。</p> <p>研究概念與思考：檢視數據合理性，提升科學論證能力。</p> <p>獨立研究技能：善用行動載具蒐集、紀錄與呈現實驗數據。</p>
本計畫目的	
能以apple works製作統計圖表，編寫、繪製與發表成果報告。	
教師工作項目	學生學習成果與效益
<p>向度1-研究態度：</p> <p>指導學生在報告編寫與準備發表的過程中，學習傾聽同儕意見，促進小組間的溝通與合作。</p> <p>向度3-獨立研究技能：</p> <p>1.教導使用 Numbers 將數據化為等統計圖表，以 Keynote 繪製、編寫包含五頁漫畫的完整研究報告。</p> <p>2.辦理成果發表會，實施口語表達訓練，並指導學生針對研究結果進行溝通分享與自我評鑑。</p>	<p>研究態度：傾聽同儕意見，展現良好溝通合作。</p> <p>獨立研究技能：製作數位圖文報告，具備口頭發表與自評能力。</p>

本次的科學教育計畫，以資優班學生為主體，善用本資優班資訊能力、創造力、自然科學探究能力的特色，建構中年級獨立研究課程教材，期望降低資優班現場教師對於獨立研究課程的負擔。也期待透過上述學習規劃，持續推動本校資優生獨立研究、科學教育、創造力教育的課程發展與特色展現。

第三章、研究方法

3.1研究背景

資優班是校園裡的特殊班級，招收國小階段的「一般智能資優生」，採取加深加廣的方式進行授課。課程內容以十二年國教課綱為主體，配合校本課程，並積極參與各項校外活

動與局處計畫，例如科展、科學探究活動、數位學習跨域推動計畫與創意發明競賽，具備計畫執行與成果彙編的先備經驗。

高雄市鼓山區龍華國民小學資優班的課程發展，以「職涯探索」為發展核心，將 STEAM 教育深度融入各領域教學。課程設計旨在建立學生的學科知識基礎，更結合 Renzulli 資優三環論與千鳥格經緯論，積極引導學生將學習內容融入真實生活情境中，培養其發展為能解決社會問題、具備社會情懷的資優貢獻者。

目前本班已自籌經費購置「樂高科創積木」，包含趣動基礎套裝、進階套裝，以及樂高spike基礎套裝、進階套裝組等四套教具，來進行科學實驗課程。此次計劃中，我們就是要使用這些已習得的技能來針對生活中的實際問題來進行獨立研究，落實「生活及研究、研究即生活」的信念。

		Bric Q essential	SPIKE essential	Bric Q prime	SPIKE prime
編程趣動	三年級	V	V		
編程結構	四年級	V	V		
編程動力	五年級			V	V
編程機械	六年級				V

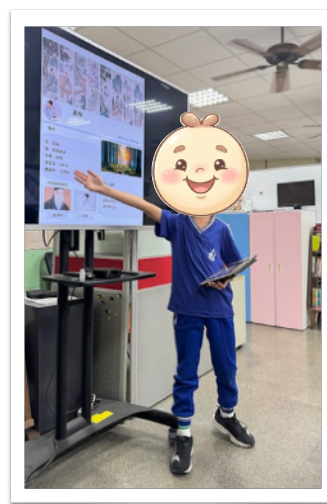
在自然科學領域方面，課程具體落實課綱中「探究與實作」的精神，導入「科創積木」作為建立模型的實體探究教具。我們設計了涵蓋綠能、機械動力與科技等主題的系列模組，引導中年級資優生在探究過程中以自然科學課程研擬主題，接著規劃變因、推理論證到解決問題的獨立研究歷程。課程將資訊科技教育議題以 SAMR 模式融入，指導學生善用行動載具 (iPad) 進行科學實驗數據的紀錄，並運用數位應用程式 (如 Apple Works) 製作統計圖表與成果報告，全面深化學生的科學素養與資訊素養。



合使用自編教材進行獨立研究課程

數學領域課程則運用創思 3D 數學教具，引導學生從代數、空間幾何等視角進行推理與解題思考。透過實作體驗與數位載具，學生能有系統地紀錄並反思自身的學習歷程，進而厚植批判思辨與自我引導學習的能力，展現資優教育培育知識生產者的具體成效。

除了數、理課程之外，國小階段的一般智能資優班還涵蓋了人文社會類型的課程（包括國語文、社會），國語文著重在修辭、古文融入生活情境，社會則從臺灣的地理、歷史、美食、產業出發，高年級跨越到世界各國，期望培養一位具備人文情懷和國際觀的跨域實踐者，將知識化為工具，產出多元類型的成果與家長、同儕分享。



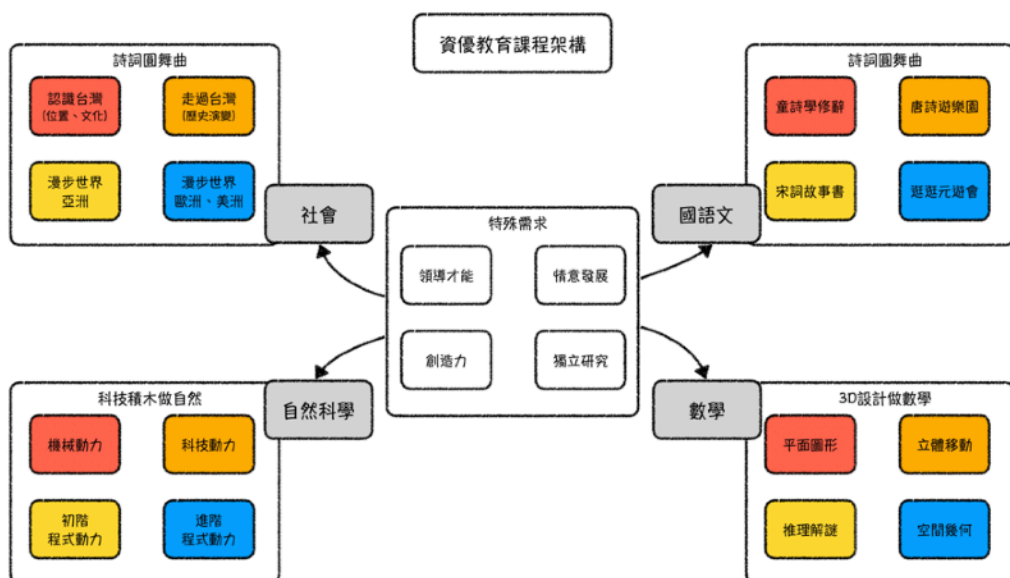
合語文課使用iPad製作詩人粉絲專頁

在特殊需求方面，涵蓋獨立研究、創造力、情意發展，期望從學生的生活經驗和時事開始，進行擴散和聚斂思考，找出有興趣的研究題目，解決真實的問題。

在課程過程中，我們期望資優生能走出教室，將所學應用在生活中，也透過校外踏查得到科學原理的驗證，於是透過與國立高雄師範大學、國立高雄科技大學、國立中山大學的合作，舉辦多次校外參訪、體驗活動，讓資優生學以致用，把科學探究、校外參訪獲取的知識寫成報告，將資優班所學的知識、技能，舉辦成果發表會，邀請專業的教授給予回饋，也把知識傳達給原班同學和家長，展現自發、互動、共好的精神。

3.2 研究方法及步驟

本計畫以教師自編獨立研究教材「創思做研究」來進行，採用國小中年級自然科學「物體受力的變化」單元中，力改變物體運動的狀態、力的大小、力的方向為主軸。以下就研究方法、研究步驟分別說明。



資優班課程架構地圖

3.2.1 研究方法

本研究將採用量化數據分析，透過教師自編「獨立研究課程成效評量量表」來瞭解學生經過課程介入後的前後差異狀況，於上學期課程開始前進行前測，下學期課程結束後進行後測。本課程之成效評估架構規劃如下：

概念變項本研究依據「十二年國教特殊教育課程綱要-獨立研究」的學習內容，將學生能力轉化為五大核心依變項，以檢核課程介入成效：

- 研究主題與敏覺（對應特獨A/C類）：測量問題覺察與動機。
- 研究規劃與變因（對應特獨B/C類）：測量假設擬定與變因控制。
- 工具操作與執行（對應特獨B/C類）：測量器材操作與研究倫理。
- 資料分析與圖表（對應特獨B/C類）：測量數據統計與圖表製作。
- 結論反思與發表（對應特獨C類）：測量歸納推論與多元發表。

3.2.2 研究工具與分析方法

採用自編「獨立研究課程成效評量量表」。該量表依據課綱中高年級階段指標編制，共計25題，採五點量表，能將學生的實作表現轉化為量化數據。

分析方法 (Analysis) 採「單組前後測設計」，於課程前後進行施測，並透過成對樣本t檢定 (Paired-Samples t-test) 來檢驗前後測總分差異是否達統計顯著水準，證明整體教學成效。再透過質性評量（學生實作檔案：科學探究作品），配合量化數據來參考，可更深入得知學生學習狀況。

3.2.3 研究步驟

課程中皆使用科創積木來製作教具、進行科學實驗，將資訊科技教育議題以SAMR模式，融入自主學習模式以進行課程，再透過檢核表來瞭解學生的學習狀況，驗證課程是否符合學生需求，而課程採以下流程進行：

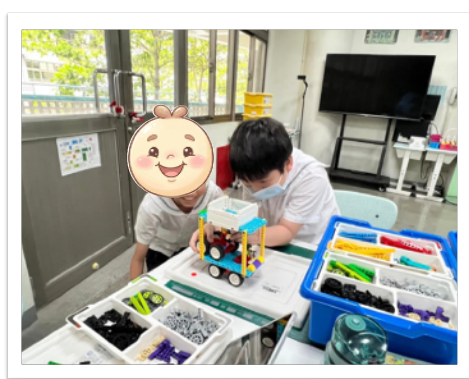
學生自學，教師分配任務，根據提示完成科創積木組裝。

關鍵提問，學生針對學生於原班自然課學過的先備經驗來提出問題。

實驗驗證，學生根據問題進行實作活動，驗證所學概念。

論證解釋，學生根據實作結果，上台報告、分享。

統整概念，教師引導討論，學生應用本次課程所學進行創作。



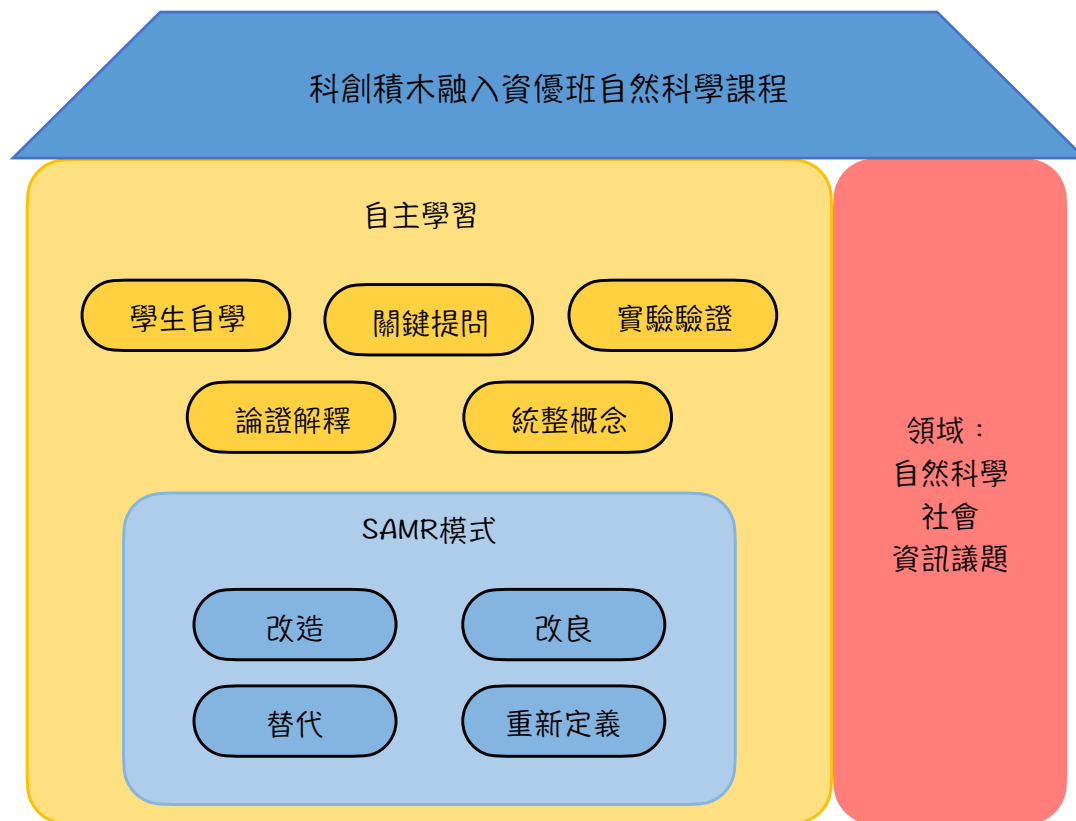
在資訊科技教育融入於課程中的部分，透過SAMR模式進行課程。依據SAMR模式的精神，在課堂上具體方式為

替代(S)：使用科創積木作為替代傳統科學實驗教具的方案。

改良(A)：讓學生直接透過scratch程式設計操縱科創積木，進行科學實驗；或是讓學生透過平板電腦紀錄實驗數據和實驗結果。

改造(M)：課程進行期間，師生可以將想法投影到螢幕上，即刻分享實驗資訊或相關問題，教師也能將課程內容分享至學生的載具。

重新定義(R)：學生可將實驗成果拍攝成解說影片，或透過keynote、padlet…等app做成報告，與同儕、家長分享。



本計劃架構

3.3 研究計畫現況

本班已將中、高年級的自然科學課程依照架構設計完畢，經過一年的能力培養後，預計將自然科學課程中所習得之探究技能，應用於解決現實生活發生的困境中。獨立研究課程的階段經過統整學者(郭靜姿，1993；潘裕豐，2015)的意見後，大略分為以下三個階段：

教師引導：提供多元探索與充實課程，引領學生尋找研究領域以及收集資料的能力。

專題討論：提供學生過程研討、特定主題研討以及計畫新的研究。

獨立研究：從尋找主題直至研究完成、提出研究結果。

上述的三個階段，都可以依據學生實際的能力與執行狀況進行時間上的調整，於是再結合校外參訪與創意發明課程，來依照學生特質和需求，結合本班的自然科學課程，設計資優生的獨立研究教材，期望能在教材進行後產出研究成果。

然而，獨立研究課程雖然可長期研究，但並非無期限的「長期抗戰」，若以學年來劃分、以競賽活動為目標，則還需考量時間的壓力，也就是在有限的時間內聚焦出欲研究的主題。因此，有一套適合該教育階段資優生的獨立研究教材，讓學生上完課的同時，也完成一份獨立研究的成果，對學生在研究過程中不只是具體的時間表，也是完成研究的良好鷹架。

此外，預計在本學年度使用自然科學課程中，學生於創作時間中發想出來的作品（例如走鋼索、擊球機...等），來延伸進行「創意發明課程」，進而參與高雄市創意發明競賽。

	112年計畫	113年計畫	114年計畫
高年級自然科學課程	V		
中年級自然科學課程		V	
獨立研究教材			V
科展	V	V	
獨立研究競賽	V	V	
創意發明競賽		V	V
世界青少年發明展		V	V
科學探究競賽			V

☐研究進度甘特圖

3.4研究進度

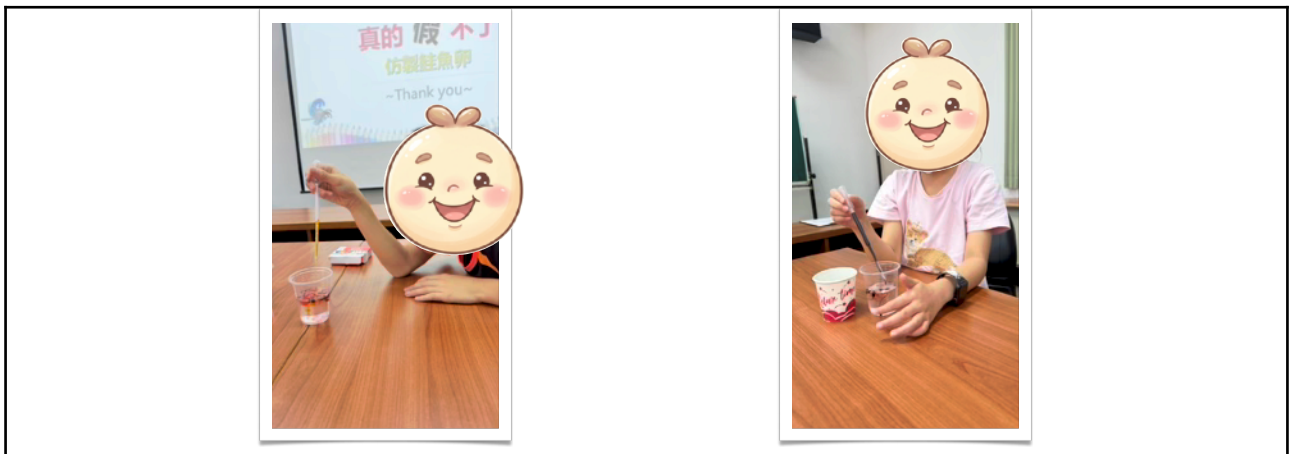
本計畫預計在新學年上學期開學前進行籌備工作及課程設計，於開學後進行課程，學生於自然科學課中「學習」實驗，於獨立研究課堂中「設計」與生活相關的實驗，實驗完成後繪製成五頁的、符合科學探究競賽規範的漫畫來闡述實驗流程和結果，以期達成課程目標與滿足學生學習需求，也提升學習成果品質，也定期回報諮詢輔導教授本次的計畫執行狀況，茲將研究步驟與預定進度詳列如下。

	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
籌備工作												
課程設計												
課程進行												
報告製作												

	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
期中/期末報告												
專家學者諮詢輔導												

3.5校外資源運用

為提升孩子學習的視野，本次計劃中，龍華國小資優班這次持續與高科大合作，透過校外參訪的方式，規劃「水產科學家」、「智慧防災體驗」、「創夢工廠實作」活動，以深入淺出的方式來了解實驗變因的操弄以及業界實務應用，也期望導入大學端的資源，豐富學生的學習內容。



透過「水產科學家」校外參訪，了解實驗變因的掌控。



將自然科學課程所學結構、編程概念，應用在創意發明競賽上

目前除了校外教學以外，也將獨立研究課的巧思參加「高雄市創意發明競賽」，應用科學技能和研究能力與創造力，應用AI創意想法，結合創造性問題解決的歷程，繪製出協助農夫耕種的作品、適合餐廳的外場小幫手、適合出國使用的哨兵行李箱...等作品。

第四章、研究結果與討論

4.1發展適用於國小中年級資優生之簡單機械獨立研究教材

已依據中年級課綱與資優生先備經驗，完成上、下學期各 10 週的獨立研究教材，教材經過專家效度後於課堂中實施。分別就教師與學生在研究目的中，研究者預期達成的結果來進行敘述。

4.1.1教師工作項目

設計獨立研究教材：依據中年級課綱與資優生先備知識，完成上、下學期各 10 週之簡單機械獨立研究教材。課程中，先引導學生從生活中、曾做過的自然科學實驗中來發現研究主題，再教導適合的研究方法（例如實驗研究法變因），根據實驗變因擬出研究目的，畫出研究架構圖後開始進行實驗。實驗過程中則引導學生使用iPad 的numbers 紀錄實驗數據，畫出統計圖（例如柱狀圖），再根據數據來分析實驗結果、繪製科學探究報告、製作簡報，總課程為二十週，共四十節課，課程進度如下表。

獨立研究課程進度			
上學期		下學期	
週次	進度	週次	進度
一	研究主題	一	研究結果
二	研究主題	二	研究結果
三	研究方法	三	研究討論
四	研究目的	四	研究討論
五	研究架構	五	研究結論
六	實驗設計	六	研究結論
七	實驗進行	七	簡報製作
八	實驗進行	八	簡報製作
九	實驗進行	九	海報製作
十	研究數據彙整	十	摘要怎麼寫

引導學生思考生活情境：在學習單中設計「生活情境觀察任務」，引導學生從生活中發現與簡單機械相關的探究主題。

變因與實驗設計：於課堂中透過具體案例，明確講解「控制變因」、「操作變因」與「應變變因」後，引導學生進行實驗、撰寫實驗設計流程與步驟。

探險的召喚：成為生活中的「Bug 獵人」

偉大的研究都始於一個小小的「不方便」或「為什麼？」。
你的第一個任務，就是在生活周遭，找出那些等待被解決的「Bug」！



核心表格：Bug 獵人筆記

觀察地點	發現了什麼 Bug (問題) ?	我覺得... (感受)
家裡	爺爺坐輪椅，進出門檻很費力。	很危險，怕爺爺摔倒。
.....
.....

馬上開始觀察你的學校和家裡，把發現記錄下來！

NotebookLM

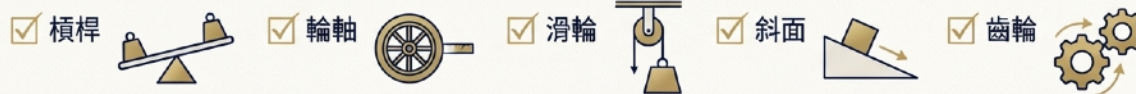
自編中年級獨立研究教材後，並透過notebook LM與Canva 來「美編」

接受你的任務：用樂高點燃研究動機

步驟一：選定你的挑戰 從你的「Bug 獵人筆記」中，選出一個你最想解決的問題。

我選定的問題是：_____

步驟二：連結你的工具 這個問題可能和哪些「簡單機械」原理有關？(請勾選)



步驟三：宣告你的動機

填空造句，完成你的研究動機宣言：

因為我看到了 [現象：爺爺推輪椅很費力]，
所以我想利用 [工具：樂高積木與輪軸原理]，
來製作一個 [裝置：省力坡道車]，希望能解決這個問題。



NotebookLM

自編中年級獨立研究教材後，並透過notebook LM與Canva 來「美編」

變因魔法陣：掌握實驗的核心咒語

一場公平的科學實驗，就像一個精密的魔法陣。為了找出真正的因果關係，我們一次只能改變一個魔法元素！

操縱變因 (The Master Variable)

定義：這次實驗的主角，是你唯一要親手去改變的條件。

範例：我要改變的是
[輪胎的大小]

控制變因 (The Fairness Variables)

定義：為了保持公平，其他所有可能影響結果的條件都必須維持不變。通常有很多個！

範例：1. [斜坡的角度]
2. [車身的重量]
3. [起點的位置]



應變變因 (The Result Variable)

定義：你要觀察和測量的結果，它會因應操縱變因而改變，而且必須是可以測量的數字。

範例：我要測量的是
[車子爬坡的時間 (秒)]

自編中年級獨立研究教材後，並透過notebook LM與Canva來「美編」

自編問卷：於附件一呈現，透過自編問卷瞭解學生進行教師自編獨立研究課程後的差異情況。本研究採「單組前後測設計」(One-group pretest-posttest design)，以本校資優一班中年級資優班學生共 25 人為研究對象，探討導入「簡單機械與科創積木獨立研究課程」對學生探究能力之影響。本研究於課程實施前 (114年9月) 進行前測，並於完成兩個學期的課程實施後 (115年5月) 進行後測，比較同一批學生在課程介入前後的表現差異。

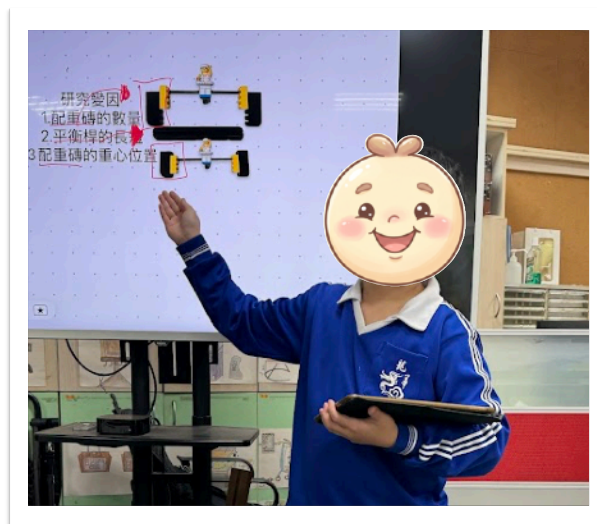
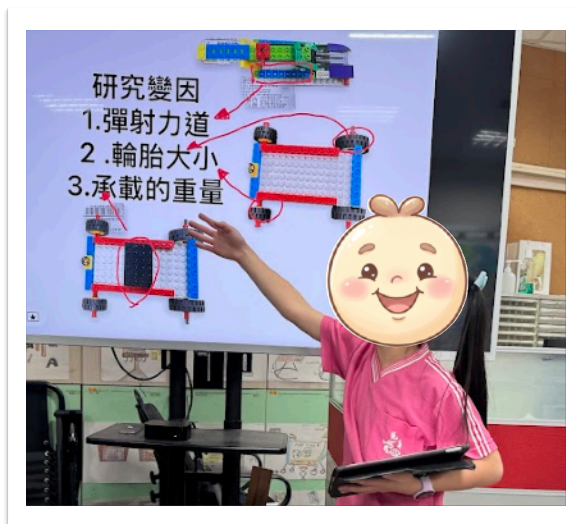
研究工具為教師自編之「獨立研究課程成效評量」，前、後測均採用相同題目，以確保評估基準的一致性。該評量共計 25 題，採五點量表 (1=非常不同意，5=非常同意)，內容緊扣十二年國教特殊教育課程綱要指標，涵蓋「研究主題與敏覺」、「研究規劃與變因」、「工具操作與執行」、「資料分析與圖表」及「結論反思與發表」五大向度。為確保能有效檢核科學探究之核心歷程，問卷經三位具資優與科學教育專業背景之教師進行內容審查。

根據成對樣本 t 檢定 (Paired-samples t-test) 分析顯示，前後測總分差異達統計顯著水準 ($t=2.16, p<.05$)。本計畫所發展之「簡單機械與科創積木獨立研究教材」具備卓越之教學效益，能實質且顯著地提升中年級資優生在科學探究歷程中之綜合實力。

4.1.2 學生學習成果與效益

學生能試著覺察生活中簡單機械的問題（如：自動筆彈力、人被風箏拉著走）。課程中，學生多能理解並正確區辨實驗中的變因。

學生能將觀察到的現象界定為可研究的問題，各組學生能試著擬定實驗架構，並上台報告實驗步驟。



合於上學期末進行研究計劃發表

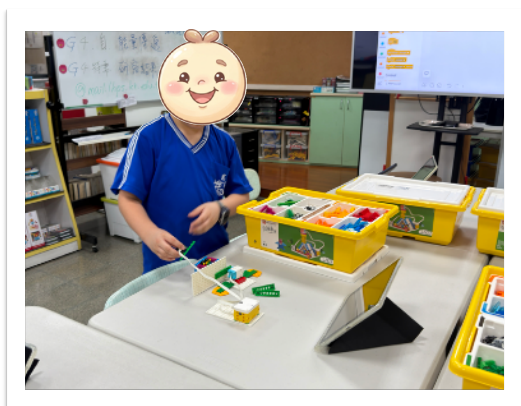
4.2 探討導入科創積木對於資優生科學探究成果之影響

4.2.1 教師工作項目

導入 PDCA：當學生在組裝或實驗中遇到問題時，教師透過 PDCA（計畫、執行、查核、行動）循環引導學生解決問題，藉此培養克服困難的毅力。

設計情境：教師引導學生以科創積木，設計出「風帆車」、「平衡鋼索」、「彈力車」等情境，引導學生提出科學假設，並實際進行實驗。

科創積木教具化：教師引導學生將科創積木作為「自然科學教具」，讓學生進行透過其特性來進行變因操弄與模擬實驗。

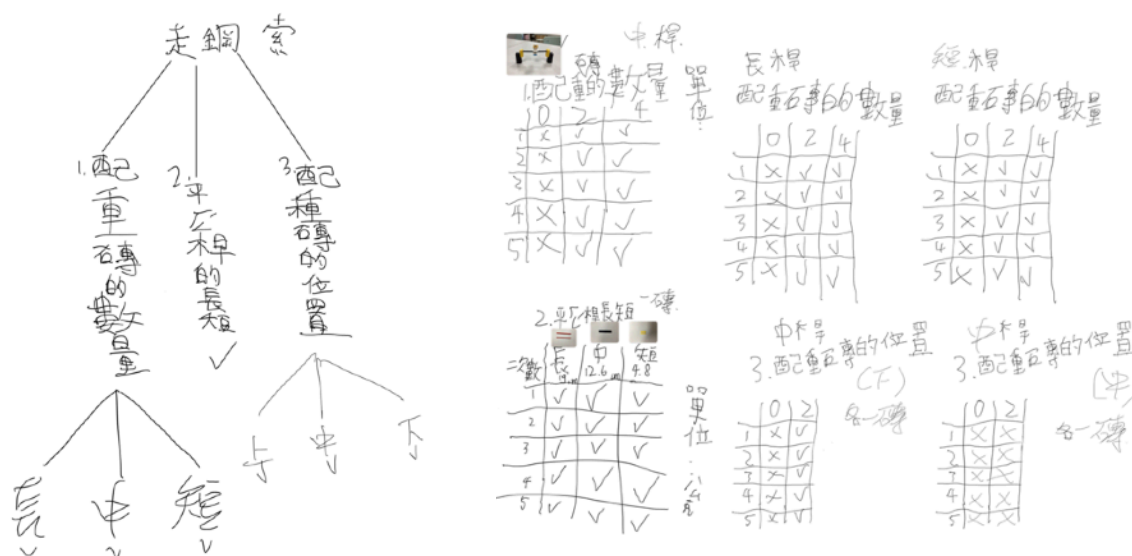


4.2.2 學生學習成果與效益

學生的實作動機提升之外，在遇到困難時，能運用 PDCA 循環找出問題並嘗試修正，展現科學探究精神。

學生能將原班所學的科學概念與生活情境結合，針對風帆車的動力、鋼索的平衡、彈力車彈力大小等問題，提出合理且可執行的實驗方式。

學生能以科創積木進行實驗，在考量積木特性，完成具備科學原理的實驗成果。



合於iPad的無邊記 app上以觸控筆研擬出研究架構以及寫下實驗紀錄

4.3 評估數位工具 (SAMR 模式) 融入科學實作對學生數據紀錄與分析能力之成效

4.3.1 教師工作項目

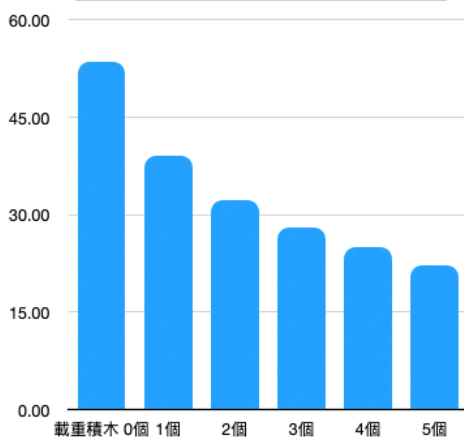
落實科學研究倫理：透過自編課程教材，培養學生操作行動載具須誠實與客觀呈現實驗原始數據，不追求數據漂亮或是刻意改寫數據。

引導思考：運用數位紀錄的便利性，引導學生透過圖、表對比實驗數據。再透過提問，帶領學生以歸納與演繹等思考方式，判斷數據的合理性以及證據的正確性。

建構分析能力：教師依據 SAMR 模式中的「改良 (Augmentation)」與「改造 (Modification)」層次，預先設計了 iPad Numbers 數據記錄表範本，於課程中讓學生使用。除了教導基本輸入方法，也教導學生運用內建公式 (如加總、平均、排列) 來提升資料蒐集、分析與解釋的效率。

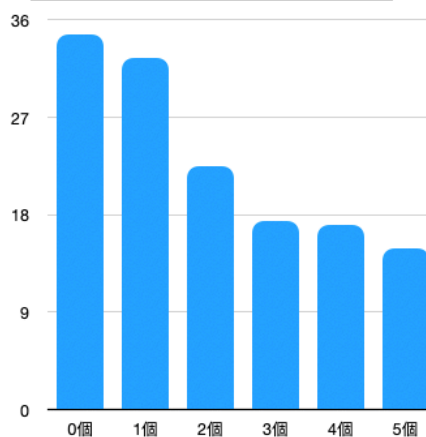
1. 載重測試 (大輪)

次數	載重積木					
	0個	1個	2個	3個	4個	5個
1	52.5	37	33	28.9	24.3	23.5
2	53.5	40.5	30	26.9	25.8	22.5
3	50	36.8	33.5	27.8	27	21.8
4	56	38.7	30.2	26.5	24	21.5
5	56.2	42.3	33.7	30	24.3	21.7
平均	53.64	39.06	32.18	28.02	25.08	22.2



載重測試 (小輪)

次數	載重積木					
	0個	1個	2個	3個	4個	5個
1	36	32	24.3	18.5	16.5	14.7
2	35	33	21	17.3	18	16
3	33.5	31.5	25	16	17.8	14.8
4	33.8	31.2	21	17	16.5	14
5	35	34.5	23	18.3	16.5	15
平均	34.66	32.44	22.5	17.42	17.06	14.9



學生把記錄填寫至iPad 的 numbers上，並繪製柱狀圖

4.3.2 學生學習成果與效益

學生在實驗過程中能夠誠實記錄每次的測量數值，不擅自竄改極端值，而是控制好變因再多次測試，若測試出來的數據皆跟極端值差很遠，才剔除這個數值。

學生能主動檢視數值的合理性（例如發現某次距離特別近），並運用邏輯推理、回顧實驗過程，嘗試解釋異常數據的原因並進行修正，顯著提升了科學論證能力。

學生不再將 iPad 和科創積木視為單純的娛樂產品，而是將其作為科學研究的工具。能善用行動載具蒐集資料、即時紀錄、拍照，並以表格、統計圖呈現實驗數據。

4.4 能以 apple works 製作統計圖表，編寫、繪製與發表成果報告

4.4.1 教師工作項目

支持性的發表環境：教師於報告產出與發表排練階段，透過小組方式引導與協調，指導學生學習傾聽同儕的意見，促進小組成員間的溝通與合作能力。

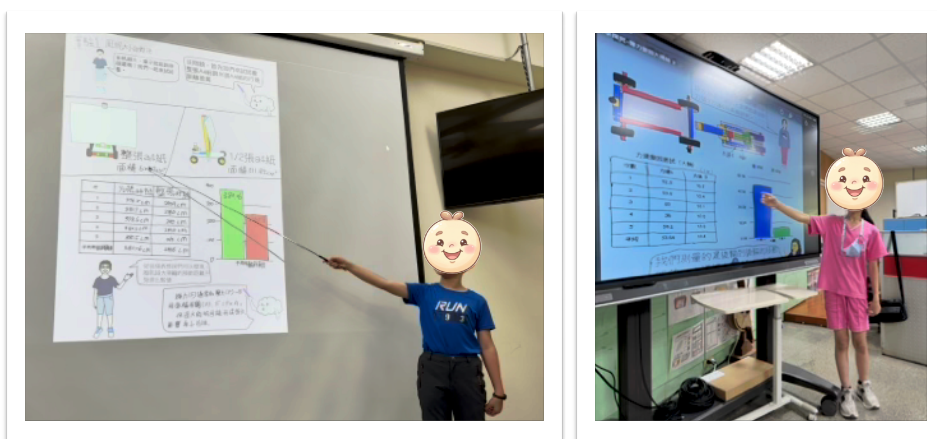
圖表繪製：教師教導學生使用 Numbers 將實驗數據以柱狀圖、表格呈現，且引導學生運用 Keynote 進行排版與繪圖，將複雜的探究過程繪製成符合科學探究競賽「五頁漫畫」的研究報告。

提供發表與評鑑的機會：教師辦理成果發表會，在發表前透過口語表達與簡報製作技巧，發表時則設計評分單，指導學生觀察自己與他人的研究、報告結果來自我評鑑。

4.4.2 學生學習成果與效益

於製作報告的過程中，學生能在個人堅持和同儕共識中妥協，試著傾聽與接納同儕的建議。在意見分歧時，能展現出良好的溝通技巧與團隊合作精神，共同為小組榮譽努力。

學生已能運用 Apple Works 工具，將數據化為更易懂的統計圖表，繪製圖文並茂的研究報告，也能使用 canva 製作簡報。在成果發表會上，學生展現了穩健的口頭表達能力，並能透過自評表，客觀檢視自己研究歷程的優缺點。



於下學期末進行獨立研究發表會（照片為預演時拍攝，正式發表為06/01）

實驗二：承載重量

實驗器材：彈力裝置、載重積木、發射器、彈力車

實驗過程：我們把載重積木依次放口~5個

研究結果：

1、平均移動距離

0個積木為53.64cm

1個積木為39.06cm

2個積木為32.18cm

3個積木為28.02cm

4個積木為25.08cm

5個積木為22.2cm

載重積木越多、重量越重、平均移動距離越短。

重量和彈力有什麼關係呢？我們用車子來測量看看吧！

彈力車承載重量

次數	0個	1個	2個	3個	4個	5個
1	52.5	37	33	28.4	24.3	23.5
2	53.5	40.5	30	26.4	25.8	23.5
3	50	36.8	33.5	27.4	27	21.5
4	56	38.7	30.2	26.5	24	21.5
5	56.2	42.3	33.7	30	24.3	21.7
平均	53.64	39.06	32.18	28.02	25.08	22.2

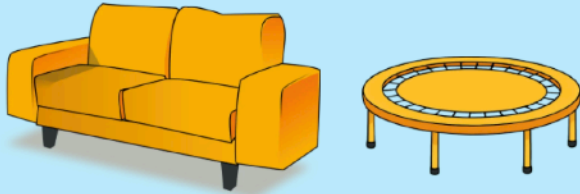
我發現載重積木越多，平均移動距離越短。

繪製科學探究報告，並製作成簡報

三、研究結論

我們從研究中发现

- 1、彈力就是「把能量存起來，再瞬間釋放出來」
- 2、力道越大，車子的移動距離越遠
- 3、重量越重，移動距離越短
- 4、大輪比小輪的移動距離要遠



繪製科學探究報告，並製作成簡報

二、研究過程

實驗三：風帆形狀大對決

實驗器材：

圓形、長方形風帆、風帆車、風扇、尺。

過程：風速3，分別用圓形和長方形風帆來測試

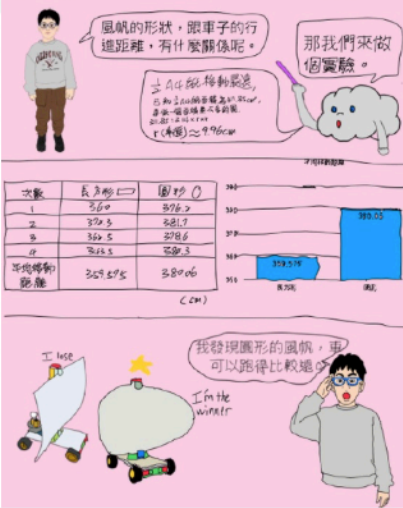
1、平均移動距離

長方形：359.575cm

圓形：380.06cm

2、使用圓形風帆移動距離較遠

實驗3：風帆形狀大對決



繪製科學探究報告，並製作成簡報

三、研究結論

從研究中發現

- 1、風帆大小：半張A4紙比整張移動距離更遠
- 2、風力大小：風力越強，移動距離越遠。
- 3、風帆形狀：圓形風帆能跑得最遠。

變因：風帆大小、風帆形狀、風力大小

移動距離最遠的是：

使用風速3（最強）

圓形風帆

風帆面積約等於半張A4紙的效果較好



繪製科學探究報告，並製作成簡報

第五章、研究建議

本章列出計劃執行中遇到的問題，並嘗試提出解決方法。主軸在於學生負擔、資優生特質、生成式AI使用範疇等三個方向。

5.1學期剛開始時，同時操作實體科創積木與app (Numbers、Keynote)，可能造成中年級學生負荷過重。

解決方式：為避免學生在「做實驗」與「記錄」間手忙腳亂，教師在其他課堂（如）語文/社會、特殊需求課程）提供高度結構化的鷹架，例如預先建立好帶有公式與圖表連動的公版實驗紀錄格式，讓學生記錄時僅需輸入數字即可。此外也可落實明確的分工，例如積木操作、測量、輸入資料等，避免單一學生任務負擔過重。

5.2資優生普遍具備完美主義特質，在器材製作和實驗反覆失敗時，易產生挫折感，甚至抗拒修正。

解決方式：相較於批評，可嘗試營造提出改良方向的氛圍，並強調「真實的失敗數據帶我們發現問題」。當學生遇到挫折時，教師陪伴學生除錯、解決問題，以提升自我來取代完美主義帶來的焦慮。

5.3在引導學生使用生成式 AI（如 Gemini）輔助找資料、驗證科學原理時，可能產生過度依賴或原創性模糊的問題。

解決方式：參考教育部的「中小學數位教學指引」，在使用 AI 前，要求學生先表達自己的「核心觀點」，且必須要達到規定的字數才能請 AI 協助潤飾或擴寫，讓學生把專注意力留在科學變因與邏輯思考，並透過師生檢核的方式來修正文意、修改詞彙。

此外，教導學生學術誠實的概念，嚴格規範以避免侵權行為。例如AI生成的圖片只能當作靈感，每一張圖都必須經過批判性思考，重新進行電子繪圖，既能提升作品的品質，並確保最終作品的原創性。

第六章、參考資料

6.1林于茜（2023）。實施5E探究式教學融入科學玩具對四年級學童自然科學領域學習成效

與科學學習動機之影響(未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，臺中市。

6.2教育部 (2014) 。十二年國民基本教育課程綱要總綱。

6.3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。

6.4蕭翔文 (2021) 。仿生機器人STEAM課程對六年級學童的科學探究能力與對科學的態度之影響研究。國立清華大學數理教育研究所碩士論文，新竹市。

6.5江郁姍 (2025) 。臺南市國小教師數位融入及其 SAMR 模型之相關研究。〔碩士論文。國立成功大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/9dva7k>。

6.6Blundell, C. N., Mukherjee, M., & Nykvist, S. (2022). A scoping review of the application of the SAMR model in research. *Computers and Education Open*, 3, 100093. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100093>

6.7Bicalho, R. N. D. M., Coll, C., Engel, A., & Lopes de Oliveira, M. C. S. (2023). Integration of ICTs in teaching practices: propositions to the SAMR model. *Educational technology research and development*, 71(2), 563-578. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10169-x>

6.8Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. Retrieved January 31, 2021, from <https://www.researchgate.net/publication/327351326>

6.9White, H. (2011). Our education system is not so much “broken”-as it is totally outdated! In STEAM. Retrieved February 09, 2021, from <http://steam-notstem.com/articles/our-education-system-is-not-so-much-broken-asit-is-totally-outdated/>

6.10Jude, L. T., Kajura, M. A., & Birevu, M. P. (2014). Adoption of the SAMR model to asses ICT pedagogical adoption: A case of Makerere University. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 4(2), 106.

6.11 Ministry of Education, NZ.(2021). Using the SAMR model. Retrieved from

<https://elearning.tki.org.nz/Professional-learning/Teacher-inquiry/SAMR->

[model?fbclid=IwAR2DiP0a5B-DemJ—kqt9KwiZ0Vxw7K9Nbo9zpfIXhyij04ff4ELmgf5btU](https://elearning.tki.org.nz/Professional-learning/Teacher-inquiry/SAMR-model?fbclid=IwAR2DiP0a5B-DemJ—kqt9KwiZ0Vxw7K9Nbo9zpfIXhyij04ff4ELmgf5btU)

6.12 Puente dura, R. R. (2013). SAMR: Getting to transformation. Retrieved from

http://hippasus.com/rrpweblog/archives/2015/10/SAMR_ABriefIntro.pdf

附件

1.獨立研究課程成效評量

向度	題號	學生自評題目(檢核項目)	對應教材單元	課網代碼
一、研究主題與敏覺	1	我知道自己擅長與感興趣的領域，並能從中尋找研究靈感。	偵探守則	特獨 A-II-1
	2	我能主動觀察生活周遭，蒐集令人困擾的問題。	Bug獵人	特獨 C-II-1
	3	我能將模糊的觀察(覺得不方便)，轉化為具體的「為什麼」或「如何解決」。	核心表格	特獨 C-III-1
	4	我能清楚說明我想研究這個主題的理由(研究動機)。	任務宣告	特獨 C-III-2
	5	我能初步判斷這個問題適合用哪種方式(如：做實驗或查資料)來解決。	研究風格	特獨 B-II-1
二、研究規劃與變因	6	我能使用「若……則……」的句型，根據經驗提出對結果的預測(假設)。	假設句型	特獨 C-III-2
	7	我能理解實驗的方法，知道要透過改變變因來觀察結果。	神兵鍛造	特獨 B-II-2
	8	我能指出實驗中唯一的「操縱變因」(Master Variable)。	變因魔法陣	特獨 C-III-2
	9	我能列出必須保持不變的「控制變因」，以維持實驗的公平性。	公平性變數	特獨 C-III-2
	10	我能定義出可以被測量數字的「應變變因」(如：時間、距離)。	結果變數	特獨 C-III-2
三、工具操作與執行	11	我能繪製設計圖，並根據設計圖操作器材(如樂高積木、斜坡)。	繪製藍圖	特獨 B-II-4
	12	我能正確使用測量工具(如iPad碼表、尺、感應器)獲取數據。	數據捕手	特獨 C-III-4
	13	實驗過程中，我能詳實記錄數據與發生的現象，不遺漏細節。	實驗日誌	特獨 C-II-4

	14	我堅持「誠實」原則，絕不因實驗失敗而修改數據，並對紀錄負責。	誠實盾牌	特獨 C-III-2
	15	當實驗遇到困難時，我能調整方法再次嘗試（PDCA循環）。	PDCA循環	特獨 B-III-2
四、資料分析與圖表	16	我能將蒐集到的雜亂資料進行分類與整理（區分量化與質性）。	破解密碼	特獨 C-II-5
	17	我能利用數位載具（iPad Numbers）輸入數據並建立表格。	iPad實驗室	特獨 C-III-5
	18	我能運用平均值公式（Average）計算多次測量的結果，讓數據更準確。	數據捕手	特獨 C-III-5
	19	我能依據資料特性，選擇製作「長條圖」或「折線圖」。	圖表說話	特獨 C-III-5
	20	我能解讀圖表顯示的趨勢，說明數據代表的科學意義。	數據密碼	特獨 C-III-5
五、結論反思與發表	21	我能運用「結論漢堡」架構，有條理地歸納實驗發現。	結論漢堡	特獨 C-II-6
	22	我能在結論中引用數據來支持我的觀點（證據導向）。	肉排層	特獨 C-III-6
	23	我能反思實驗過程中的限制或誤差，並提出給未來的建議。	英雄反思	特獨 C-II-6
	24	我能透過口頭或圖文形式（如四格漫畫），清楚表達我的研究歷程。	四格漫畫	特獨 C-II-7
	25	我能在發表時展現自信，並有條理地回答別人的提問。	發表秀	特獨 C-II-8

2.計畫審查意見與修正歷程

2.1計畫審查意見

編號	50	高雄市立鼓山區 龍華國民小學	資優，自在-資優生應用簡單機械模擬現實問題的獨立研究教材發展
建議事項	1. 建議補充成效分析有關概念變項、工具以及研究設計分析方法。 2. 成果豐碩，計畫撰寫良好，若能執行有助於資優教育推展。		
經費修正 意見	1. 無修正意見。 2. 核定經費250,000 元。		
審查結果	<input type="checkbox"/> 符合規定，依照申請學校之經費表核定辦理。 <input checked="" type="checkbox"/> 部分不符合規定，請申請學校依審查委員意見修正後核定辦理。		

2.2修正方式

本研究將採用量化數據分析，透過教師自編「獨立研究課程成效評量量表」來瞭解學生經過課程介入後的前後差異狀況，於上學期課程開始前進行前測，下學期課程結束後進行後測。本課程之成效評估架構規劃如下：

2.2.1概念變項

本研究依據「十二年國教特殊教育課程綱要-獨立研究」的學習內容，將學生能力轉化為五大核心依變項，以檢核課程介入成效：

研究主題與敏覺（對應特獨A/C類）：測量問題覺察與動機。

研究規劃與變因（對應特獨B/C類）：測量假設擬定與變因控制。

工具操作與執行（對應特獨B/C類）：測量器材操作與研究倫理。

資料分析與圖表（對應特獨B/C類）：測量數據統計與圖表製作。

結論反思與發表（對應特獨C類）：測量歸納推論與多元發表。

2.2.2研究工具 (Instruments) 採用自編「獨立研究課程成效評量量表」。該量表依據課綱中高年級階段指標編制，共計25題，採五點量表，能將學生的實作表現轉化為量化數據。

2.2.3分析方法 (Analysis) 採「單組前後測設計」，於課程前後進行施測，並透過以下方式驗證成效：

1.成對樣本t檢定 (Paired-Samples t-test)：檢驗前後測總分差異是否達統計顯著水準，證明整體教學成效。

2.質性評量：輔以學生實作檔案（科學探究作品），配合量化數據來參考，可更深入得知學生學習狀況。

3.期中報告審查意見與修正歷程

3.1期中報告審查意見

114 學年度科教專案期中報告審查意見

分區	編號	申請單位	計畫名稱	審查意見1	審查意見2
南	50	高雄市立鼓山區 龍華國民小學	資優，自在-資 優生應用簡單機 械模擬現實問題 的獨立研究教材 發展	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究報告內容及研究架構尚稱完整，建議先增加研究動機(調整內容順序)。 2. 能否將設定目標更改為研究目的，並簡化目的。 3. 資訊科技教育議題以 SAMR 模式，需建立本研究之理論基礎，需做好文獻探討。 4. 參考文獻需依據 APA 格式撰寫，且每篇文獻內文需說明引用的地方。 5. 本研究主要發展獨立研究教材，但如何能評估教材能適用於資優生？ 6. 需對 SAMR 模式做文獻探討，及如何融入資訊教育內？ 7. 研究方法及步驟建議增加小標題描述作品內容。 8. 建議期末報告增加已完成獨立研究教材。 	<p>本計畫整體執行方向符合原核定內容，課程主軸明確，能結合自然科學探究、科技積木操作與資優生獨立研究能力培養，具教育價值與實務可行性。提出以下建議事項，供後續執行時參考：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議於後續課程中，明確說明並落實學生學習成效(科學素養、資訊素養和獨立研究的技能)之評估方式，例如研究歷程檢核表、成果評量規準或前後表現比較，以利呈現計畫實際效益。 2. 中年級學生對研究變因、實驗控制及資料分析的理解仍需引導，建議增加範例示範、圖像化說明或分段任務，協助學生逐步完成研究歷程。 3. 受限於課程時數與設備使用，部分研究實驗次數偏少，建議透過跨組資料整合、重複驗證或明確說明研究限制，以提升研究結果之可信度。 4. 建議於課程安排中進一步說明分組策略、角色分工或差異化任務設計，使不同能力學生皆能有效參與並有所表現。 5. 建議於期中後即開始規劃成果彙整、報告撰寫與發表形式，避免成果集中於期末階段，影響品質與完整性。 6. 對於科技工具及生成式 AI 之輔助使用，建議引導學生理解其角色與使用原則，以兼顧學習成效與科技素養培養。

3.2修正方式

3.2.1增加研究動機並調整順序

於「第一章、研究動機」帶入 Renzulli 的資優三環論與千鳥格經緯論。

3.2.2設定目標更改為研究目的，並簡化敘述

將原本的8個工作目標修改為4項「研究目的」。

3.2.3針對SAMR 模式需建立理論基礎與文獻探討

參考資料加入SAMR相關文獻，並於正文中說明了從SAMR模式「替代」到「重新定義」如何運用在課程中。

3.2.4參考文獻依據 APA 格式撰寫，內文需說明引用

內文已正確標示引用(如 Renzulli, 2002; Puentedura, 2013)，並修正文末的參考文獻格式。

3.2.5如何評估教材能適用於資優生？

在報告加入「課程成效評估與分析方法」，採用「單組前後測設計」與「成對樣本 t 檢定」，透過量化數據檢視教材的適用性與成效。

3.2.6 研究方法及步驟建議增加小標題描述：

在「研究方法及步驟」中，分成「階段一：啟動與覺察」～「階段四：分析與發表」的小標題，並進行描述。

3.2.7 期末報告增加已完成獨立研究教材：

在附件中，呈現部分自編教材的範本，與學生實作產出記錄。

3.2.8 明確說明並落實學習成效之評估方式（如檢核表、前後表現比較）：

自編25題參考特教課綱的「獨立研究課程成效評量量表」，透過t檢定與質性描述進行成效評估。

3.2.9 針對中年級變因理解，增加圖例或分段任務鷹架：

嘗試以貼近中年級學生的方式，讓中年級學生能理解、應用變因概念。

3.2.10 實驗次數偏少，建議跨組整合或說明研究限制：

因為同組不同班的關係，透過跨班、跨時段的方式，將獲取到的數據整合。

3.2.11 說明分組策略、角色分工或差異化任務：

透過「異質分組的討論模式」，讓學生認領工作，進行角色分工。

3.2.12 期中後即開始規劃成果彙整與發表形式：

將 Apple Works (Numbers、Keynote) 的操作與「五頁漫畫」的成果融入課程中，化零為整，並在期末辦理成果發表會，邀請中山大學、高師大的教授給予學生回饋。

3.2.13 對於生成式 AI 之輔助，引導學生理解角色與使用原則：

參考「中小學數位教學指引」，讓學生先表達自己的「核心觀點」，且必須要達到規定的字數才能請 AI 協助潤飾或擴寫，讓學生把專注力留在科學變因與邏輯思考，並透過師生檢核的方式來修正文意、修改詞彙，且避免侵權行為，例如 AI 生成的圖片都必須經過批判性思考，重新進行電子繪圖，既能提升作品的品質，並確保最終作品的原創性。