

# 科技部補助專題研究計畫報告

## 「原」來運算思維不插電-STEM巡迴列車與科普營

報告類別：成果報告  
計畫類別：個別型計畫  
計畫編號：MOST 109-2629-H-845-001-  
執行期間：109年08月01日至110年09月30日  
執行單位：臺北市立大學教育學系

計畫主持人：黃思華

計畫參與人員：學士級-專任助理：李易駿  
碩士班研究生-兼任助理：曾昭瑄  
大專生-兼任助理：吳明義  
大專生-兼任助理：吳佳樺  
大專生-兼任助理：張百蕙

本研究具有政策應用參考價值：否 是，建議提供機關原住民族委員會  
(勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)  
本研究具影響公共利益之重大發現：否 是

中華民國 110 年 10 月 07 日

中文摘要：本計畫設計結合原住民文化的不插電運算思維活動之科學活動，以提升原住民中小學女生學習科學與STEM的動機。本計畫主要的內涵是以提升女學生的運算思維能力，並進一步影響STEM領域學習動機，設計適合國小高年級至國中二年級女生之STEM領域科學活動，同時提升原住民女生問題解決與團隊合作等能力，如繪製原住民女性傳統圖騰或提升學生色彩區辨能力，同時透過邏輯推理的方式解決問題，了解整理大量資料的方式，並透過電子報的推廣，強化科學領域中的女性形象，期盼吸引原住民女學生在未來投入相關領域，並將提供本研究之成果做為相關計畫或研究之參考。巡迴列車活動結束後的滿意度問卷，四校平均分數達4分以上，項目「整體而言，我對這次巡迴列車活動感到滿意、收穫良多且希望能夠再參加。」分數達4.62分，顯示參與學生均對於巡迴列車活動給予正面肯定。科普營隊活動後填寫活動滿意度問卷以及STEM興趣量表，滿意度問卷兩校平均分數均達4分以上，東海國小更有四個項目分數達4.625分；且未來以STEM做為職業的問題：「對我來說，以科學、數學、技術、工程作為我的職業是」，學生以「極好的、有吸引力的、刺激的」為最高，顯示女學生普遍滿意活動內容且提高投入STEM領域動機。

中文關鍵詞：女性科學家、運算思維、原住民、不插電、STEM

英文摘要：We combined aboriginal culture with unplugged compute-thinking scientific activities in this project. The goal is to improve the science and STEM subject learning motivation of elementary and junior high school aboriginal girls. The primary connotation of the project is to improve female students' computational thinking capacity and further influence students' learning motivation in STEM. We design STEM scientific activities suitable for female students from sixth to eighth grades, and then improve problem-solving and teamwork abilities simultaneously, such as drawing traditional aboriginal totem to enhance students' color distinguishability and solve the problem through logical thinking. They understood the method of organizing large amounts of data. And due to the promotion of newsletters, the female image in science was strengthening. It is expecting to attract the aboriginal female to join related fields in the future, and the research results would be provided as a reference for associated projects or research. The satisfaction questionnaire after touring train activities shows four school's average achieve 4 points or more. The score of option "Overall, I am satisfied with the touring train activities, I learned a lot and hope to participate again." is up to 4.62 points, which shows the participating students all gave positive affirmation to the touring train activity. The activity satisfaction questionnaire and the STEM interest scale filled in after science camping show that the two school's

average score is over 4 points. The TungHai Elementary School in Taitung has even more than four items reach 4.625 points, the question tacking STEM as a future career:" For me, taking science, mathematics, technology, and engineering as my job is……. "shows that the choice "excellent, attractive, and stimulating" has the most candidates, shows the female students were generally satisfied with the content of activities, and the female students improved the motivation of joining STEM careers.

英文關鍵詞：Female scientist, computational thinking, aboriginal, unplugged, STEM

# 科技部補助專題研究計畫成果報告

(期中進度報告/期末報告)

科普活動：『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：MOST 109-2629-H-845-001 -

執行期間：109 年 8 月 1 日至 110 年 7 月 31 日

執行機構及系所：臺北市立大學教育學系

計畫主持人：黃思華副教授

計畫參與人員：黃裕敏校長、林取德校長、何春緣主任、溫博安主任、王政元主任、蔡淑貞主任、高梅華主任、張淑卿主任、蔡秀卿主任、張靜如主任、莊千卉組長、吳達盛組長、熊惠茹組長、陳毓奇組長、李易駿、李晨筠、吳暄惠、陶子威、徐新峰、王滢庭、藍珮瑄、盧映廷

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 \_\_\_\_ 份：

執行國際合作與移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

出國參訪及考察心得報告

本研究具有政策應用參考價值：否 是，建議提供機關原住民委員會  
(勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)

本研究具影響公共利益之重大發現：否 是

中 華 民 國 110 年 7 月 31 日

## 目 錄

目 錄.....	02
中文摘要.....	03
英文摘要.....	03
<b>壹、研究背景與動機.....</b>	<b>04</b>
一、研究背景.....	04
二、研究動機.....	05
三、研究目的.....	06
<b>貳、重要性.....</b>	<b>06</b>
一、以女性為 STEM 學習本體的重要性.....	06
二、提升原住民學生 STEM 教育的重要性.....	06
三、提升運算思維能力的重要性.....	07
<b>參、文獻探討.....</b>	<b>07</b>
一、女性與 STEM.....	07
二、女性與運算思維.....	08
三、運算思維與 STEM.....	09
四、不插電的運算思維.....	09
五、原住民 STEM 教育之相關研究.....	10
<b>肆、研究方法.....</b>	<b>10</b>
一、研究期程.....	10
二、研究對象.....	10
三、研究步驟.....	11
四、研究工具.....	11
(一)運算思維能力量表.....	11
(二)STEM 興趣量表.....	12
(三)運算思維試題.....	12
(四)滿意度問卷.....	12
<b>伍、研究結果與討論.....</b>	<b>12</b>
一、「女生運算思維巡迴列車」活動.....	12
二、『「原」來運算思維不插電』營隊活動.....	16
三、「女生玩運算思維」電子報.....	21
<b>陸、結論.....</b>	<b>29</b>
<b>參考文獻.....</b>	<b>29</b>

## 中文摘要

本計畫設計結合原住民文化的不插電運算思維活動之科學活動，以提升原住民中小學女生學習科學與 STEM 的動機。本計畫主要的內涵是以提升女學生的運算思維能力，並進一步影響 STEM 領域學習動機，設計適合國小高年級至國中二年級女生之 STEM 領域科學活動，同時提升原住民女生問題解決與團隊合作等能力，如繪製原住民女性傳統圖騰或提升學生色彩區辨能力，同時透過邏輯推理的方式解決問題，了解整理大量資料的方式，並透過電子報的推廣，強化科學領域中的女性形象，期盼吸引原住民女學生在未來投入相關領域，並將提供本研究之成果做為相關計畫或研究之參考。巡迴列車活動結束後的滿意度問卷，四校平均分數達 4 分以上，項目「整體而言，我對這次巡迴列車活動感到滿意、收穫良多且希望能夠再參加。」分數達 4.62 分，顯示參與學生均對於巡迴列車活動給予正面肯定。科普營隊活動後填寫活動滿意度問卷以及 STEM 興趣量表，滿意度問卷兩校平均分數均達 4 分以上，東海國小更有四個項目分數達 4.625 分；且未來以 STEM 做為職業的問題：「對我來說，以科學、數學、技術、工程作為我的職業是」，學生以「極好的、有吸引力的、刺激的」為最高，顯示女學生普遍滿意活動內容且提高投入 STEM 領域動機。

關鍵字：女性科學家、運算思維、原住民、不插電、STEM

## 英文摘要

We combined aboriginal culture with unplugged compute-thinking scientific activities in this project. The goal is to improve the science and STEM subject learning motivation of elementary and junior high school aboriginal girls. The primary connotation of the project is to improve female students' computational thinking capacity and further influence students' learning motivation in STEM. We design STEM scientific activities suitable for female students from sixth to eighth grades and then improve problem-solving and teamwork abilities simultaneously, such as drawing traditional aboriginal totems to enhance students' color distinguishability and solve the problem through logical thinking. They understood the method of organizing large amounts of data. And due to the promotion of newsletters, the female image in science was strengthening. It is expecting to attract aboriginal females to join related fields in the future, and the research results would be provided as a reference for associated projects or research. The satisfaction questionnaire after touring train activities shows four schools' average achieve 4 points or more. The score of option "Overall, I am satisfied with the touring train activities, I learned a lot and hoped to participate again." is up to 4.62 points, which shows the participating students all gave positive affirmation to the touring train activity. The activity satisfaction questionnaire and the STEM interest scale filled in after science camping show that the two school's average score is over 4 points. The TungHai Elementary School in Taitung has even more than four items reach 4.625 points, the question tacking STEM as a future career: "For me, taking science, mathematics, technology, and engineering as my job is....." shows that the choice "excellent, attractive, and stimulating" has the most candidates, shows the female students were generally satisfied with the content of activities, and the female students improved the motivation of joining STEM careers.

Keywords: Female scientist, computational thinking, aboriginal, unplugged, STEM

## 壹、研究背景與動機

### 一、研究背景

根據行政院性別平等處 2018 年《APEC 女性 STEM 最佳案例手冊》指出，隨著經濟發展及國際趨勢改變，為因應科技發展，聯合國婦女地位委員會（UN CSW）現今將重點工作聚焦於推動女性職場角色轉型，致力於提供女性更友善、平等之工作環境（行政院，2018）。科學、技術、工程及數學（Science, Technology, Engineering, and Mathematics，以下簡稱 STEM）與人們的生活息息相關，STEM 最早起源於美國察覺科技教育人才缺乏的問題，因此，美國國家科學委員會（National Science Board, NSB）在 1996 年提出 STEM 教育，目的為培養數學家、科學家、工程師及科技教育人才，提升國家的競爭力（柳棟、吳俊杰、謝作如、沈涓，2013）。目前，STEM 教育已運用於中小學課程之中，根據 Becker & Park（2011）的研究，整合性 STEM 教育對小學生具有最大效果，而大學生效果最差；因此 STEM 教育以中小學發展較佳。另外，無論就教育或職場而言，投身 STEM 領域的女性數量皆遠遠不及男性，箇中原因包括：缺乏女性同儕或典範、社會傳統價值及刻板印象限制，及不友善的職場環境等（行政院，2018）。臺灣很早就體認到此議題的重要性，強調兩性不平等的現況將使女性不願投身新興產業，進而導致社會於經濟多元及永續發展的道路上失去她們提供的助力，因此，女性在 STEM 領域缺席不僅僅是性別議題，更是一項亟需正視的經濟議題（行政院，2018）。

近年來，全球各地如火如荼推廣 STEM 教育，然教學資源卻有嚴重的城鄉差距。根據教育部電子報第 830 期指出，澳洲教育研究委員會（Australian Council for Educational Research）對學校教師的分析報告顯示，30%的數學教師沒有高等教育的數學訓練；科學學科，大約 20%的化學教師及 30%的物理教師沒有這些學科的大學教育背景，甚至在教學的前兩年，37%的教師教授非本身專業的課程（out-of-field）。澳洲聯邦教育部長 Simon Birmingham 表示，招募更多具有科學數學學位的人才從事教學工作是一項重要的政策，因為，目前的體制中顯然未有足夠的專業教師，特別是在偏鄉地區（教育部，2018）。在臺灣，也有偏鄉原住民學生因當地機構未設有機器人課程而千里迢迢北上學習的情形（陳建鈞，2017），因此，提升偏鄉的 STEM 教育是非常重要的。

Wing（2006）提出，運算思維是每個人所應備的基本技能，不應該僅限縮於電腦科學家。運算思維包含問題解決、系統設計以及瞭解人類行為，是一種遞迴性的思考且能夠並行的處理，透過這樣的思維方式可以將大型且複雜的任務或系統，進行抽象與分解，且能用來處理生活中的事件（Román-González, Pérez-González, Moreno-León, & Robles, 2018; Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014）。然而，由於某些潛藏的性別偏見以及社會文化因素，女性往往較少接觸運算思維概念和方法，甚至自 1980 年代以來，相關領域的女性人數正逐漸減少（Seneviratne, 2017）。在科技及科學領域相關的畢業生中，女性學生比例從 1984 年的 36%持續下降，在 2009 年對 8-17 歲的年輕人進行的一項調查中，只有 5%的女孩表示對工程職業感興趣。另一項測驗也發現，雖然 74%的 13-17 歲的男大學生認為計算機科學或計算機技術對他們來說是一門不錯的大學專業，但只有 32%的女大學生認同這樣的想法（Seneviratne, 2017）。若排除社會文化因素，女性本身對於運算思維的相關領域興趣並不大，因此，提升女性對於的運算思維興趣是非常重要的。

Swaid（2015）研究指出，根據美國國家科學院報告，運算思維可實踐於 STEM 教育的相關學科，並確認運算思維的關鍵要素為：抽象、數據、檢索、演算法、設計、評估和視覺化，說明應用運算思維與其他 STEM 學科結合的主要目的是使學生如何更有效地解決問題和發現新問題（Swaid, 2015）。近年來，對於提升小學生運算思維興趣的趨勢正在日益增長，其中有兩項重要的原因是對 STEM 教育投資的增加（Saxton, Burns, Holveck, Kelley, Prince, Rigelman, Skinner, 2014）以及對運算思維重要性的認知不斷提高（Resnick, Maloney, Monroy-Hernandez, Rusk, Eastmond, & Brennan, 2009）。Voogt、Fisser、Good、Mishra 與 Yadav（2015）更認為運算思維教育可以培養學生的創造力；同時，運算思維正在成

為所有 STEM 學科的核心 (Weintrop, Beheshti, Horn, Orton, Jona, Trouille, & Wilensky, 2015)，也因此藉由運算思維概念來提升 STEM 能力是可行的方法。

綜合以上所述，本計畫辦理一系列不插電運算思維的活動—「女生運算思維巡迴列車」、『「原」來運算思維不插電』營隊活動與出版「女生玩運算思維」電子報來加強臺灣原住民女學生的運算思維能力與科學知識，並結合原住民文化，發展提升原住民女學生運算思維能力並提升 STEM 領域學習興趣的活動內容，以期培養原住民女學生的運算思維能力及參與 STEM 領域的興趣。

## 二、研究動機

我國教育資源受到居住地區、家庭背景、學校與社區條件等因素影響，存在著差異，偏鄉學校相比一般學校，各方面資源取得較為受限，在師資方面，偏鄉教育師資存在著教師人力不足、流動率高、工作負擔沉重以及專業進修不易等問題，使得學校課程發展難以進行長遠的規劃 (呂玟霖, 2016)。相關研究指出，在 STEM 領域的相關職業當中，女性人數嚴重不足。雖然女性在就學時接受與男性同年齡人相同的 STEM 課程，但他們的興趣和自信心在中學時往往會下降 (Pajares, 2005; Tan, Calabrese, Kang, & O'Neill, 2013)。然而，若參加以 STEM 為設計重點的校外課程，則能使女生以積極的態度面對 STEM 領域的課程，且效果更好 (Feder, Lewenstein, Shouse, & Bell, 2009)。

Tonbuloglu 和 Tonbuloglu (2019) 指出，「運算思維」是一個解決或解釋非結構化問題的過程，以幫助電腦輸出答案 (Rodriguez, Rader, & Camp, 2016)。最早提出「運算思維」一詞的 Wing (2006) 曾說：運算思維是運用電腦科學的基礎概念進行問題求解、系統設計、以及人類行為理解等涵蓋電腦科學之廣度的一系列思維活動。運算思維不只適用電腦科學家，而是每個人都渴望學習和使用的態度和技能。在日常生活中我們做的許多事情，已經在不知不覺中利用運算思維解決問題，例如：吃麥片，首先將穀物放入碗中再加入牛奶 (循序概念)，食用時每口麥片在口中咀嚼 20 次 (循環)，吃完後如果碗是空的便停止進食 (條件)。若學生逐步描述一個簡單的任務或是故事，便是一種演算法的概念。若學生使用積木、一塊木頭、球和彩色膠帶，並使用積木為球建立一個向下傾斜的坡道，使球到達一條短距離的膠帶線上，則是運用問題分析與解決的概念 (Tonbuloglu & Tonbuloglu, 2019)。運算思維無需透過插電設備的學習，已經在日常生活中不斷進行，而運算思維教育可以培養學生的創造力，同時運算思維正在成為所有 STEM 學科的核心 (Voogt, Fisser, Good, Mishra, & Yadav, 2015; Weintrop et al., 2015)，透過不插電的運算思維活動，學生不再關注於電腦設備，並且可以直接且更有意義的探索這些概念時，學生的信心將會有效增強 (Blum, & Cortina, 2007)。Biswal (2018) 提出，許多家長質疑學生學習程式設計的可能性和接觸電腦的時間太長有關，且部分教師對低年級學童實施「運算思維」的適當性存在質疑，特別擔心過多的電子產品螢幕使用、放映時間會影響學生學習 (Rogers, 2012)，但是透過使用無需電腦設備的運算思維活動，即不插電的遊戲、桌遊活動或可設計的機器人課程，可以減少這些擔憂，且在不插電活動中具有更具體的運算思維經驗可以幫助初學者在插電環境下培養運算思維，並奠定良好的基礎。

為增進臺灣偏鄉原住民女學生的運算思維能力以及 STEM 學習興趣，本計畫藉由「女生運算思維巡迴列車」活動、『「原」來運算思維不插電』營隊活動激發原住民女學生學習上的興趣驅動、動手實作、創意思考，本計畫設計不插電運算思維活動，透過培養偏鄉原住民女學生運算思維能力、科學興趣，強化基礎能力之運用。出版「女生玩運算思維」科學電子報，以生活中的運算思維、原住民科普知識及 STEM 領域女性代表為寫作內容，推廣原住民女學生學習科學，以期未來投入 STEM 相關領域的主修或職業。

### 三、研究目的

教育部發布的十二年國教課綱，將「資訊科技」列為必修課程，並透過「前瞻基礎建設校園數位建設」計畫營造智慧校園。結合數位教學、發展學習者為中心的運算思維、程式設計、STEM、創客等新思維在教育中受到高度關注，本計畫以此為發展基礎，並將原住民文化融入 STEM 領域及運算思維，發展一系列不插電的相關活動，以提升臺灣偏鄉女學生的運算思維能力、科普教育機會，並推廣運算思維概念，以期培養學生透過運算思維概念解決問題。因此，本計畫以「女生運算思維巡迴列車」、「『原』來運算思維不插電」營隊活動與出版「女生玩運算思維」電子報來提升偏鄉原住民女學生的運算思維能力以及對 STEM 領域的學習興趣。透過活動的舉辦，普及化偏鄉學生的科普知識並加深科普知識於生活中的應用及理解。

計畫團隊於臺灣偏鄉原住民國小(南投縣、臺東縣)辦理融合原住民文化的科普營隊活動及巡迴列車活動，並進行志工招募與培訓，希望藉由知識的推廣以及營隊的辦理，能讓原住民女學生具備最佳的運算思維能力與科普知識，以期提升對於 STEM 領域的學習興趣。

### 貳、重要性

#### 一、以女性為 STEM 學習本體的重要性

STEM 的跨概念整合已被證明可以支持相關研究的發展，然研究顯示，STEM 雖然是當代學術和社會的重要面向，該領域卻存在性別差異，以美國為例，自 20 世紀 90 年代起，在 STEM 領域獲得學士、碩士或博士學位的女性人數有所增加 (Corbett, Hill, & St. Rose, 2008)，然而，女性在 STEM 相關的測驗或項目上，即使表現與異性受試者一樣好或更好，卻更快失去興趣，甚至不會在 STEM 領域中追求更深的專業和志向 (Reinking & Martin, 2018)。Sheffield, Koul, Blackley, & Maynard (2017) 研究指出，女性在美國經濟體系中，佔據近一半的就業崗位，也佔大學畢業生的 50% 以上，但她們在 STEM 工作崗位上的比例卻不到 25%。美國政府將 STEM 工作定義為包括科學、數學、工程和電腦科學，不包括數位教育工作者或健康專業人員，使得女性在 STEM 本科學位的比例極低 (Sheffield et al, 2017; Beede, Julian, Langdon, McKittrick, Khan, & Doms, 2013)。而在澳大利亞，只有 25% 的 IT 畢業生和 10% 的工科畢業生是女性，在澳大利亞大學和研究機構中，女性在高級研究員職位中所佔比例不到 20%，僅佔整體 STEM 領域勞動力的 25% (澳大利亞政府, 2016)。Dasgupta & Stout (2014) 發現，女性在進入 STEM 職場之前，就會離開 STEM 的相關領域，此現象說明女性失去了成為科學家、工程師和技術創造者的可能性。而女性離開 STEM 專業領域的一項重要原因，是女性受到社會化思想和負面刻板印象的壓力，特別是女性較差的數學能力 (Gunderson, Ramirez, Levine, & Beilock, 2011)。Choney (2018) 指出，若要提升女性 STEM 的學習興趣，教師需提供更具吸引力和相關性的 STEM 課程，例如：動手操作課程，這些活動已被證明有助於長期使女生保有對 STEM 的興趣。另外，也必須增加 STEM 的成功經驗的典範，以幫助培養女學生在 STEM 中取得成功的信心，同時建立一個友善女生學習的教室和工作場所，並推廣現在正處在 STEM 領域的女性故事，幫助女學生建立信心並提升興趣 (Choney, 2018)。因此本計畫以動手作的活動作為營隊活動內容，並以電子報推廣 STEM 領域的女性典範，有其重要性。

#### 二、提升原住民學生 STEM 教育的重要性

過去研究發現，原住民國小學童不擅長推理思考，對抽象、推理的學習有困難；或是從學習成就低落的研究結果，沒有深入探求其成因就直接推論原住民學童的學習困難是由於基因遺傳的結果 (全中鯤, 2000; 郭玉婷, 2001)。然而，以往對原住民的教育或科學教育的觀點，常常受到個人對原住民族群的外表、生活環境或膚色...等刻板印象影響，凡此種種對原住民的刻板印象，造成早期針對原住民學童的學習成就往往很容易被歸因於「基因缺陷」而不是以更客觀的角度去思考是否是來自於或

是在主流文化霸權下的「文化剝奪」的影響（孫志強，2014）。事實上，有許多實徵研究的結果均顯示，導致原住民學生學習困難的原因，並不是因為其先天基因的缺陷（牟中原、汪幼絨，1997）；而是起因於學校的科學課程主要是以主流文化為主，鮮少以原住民族群的觀點進行課程的編排，因為生活經驗與書本中的科學敘述間產生文化斷層，而致使原住民學童在學習成就上低落（郭靜姿，2001；傅麗玉，1999）。陳枝烈（1999）更從量與質兩個層面對國編版的國小社會課本加以分析。在數量方面，12冊共35個單元中，僅有4個單元少部份的介紹到原住民；而關於原住民的圖片共有18幅，佔所有1290幅的1.4%；文字部份的比例也是相當低。而在質的部份，這些內容大都只侷限於祭典與習俗，以原住民為素材的課程內容僅成就於社會科學之中，運用於自然與生活領域者寥寥可數（孫志強，2014）。因此，本計畫發展結合原住民文化的不插電運算思維活動，有助於提升原住民學生參與STEM領域的機會，以原住民國小高年級學生運算思維能力為基礎，設計相關課程活動，落實原住民學生的STEM教育，是非常重要的。

### 三、提升運算思維能力的重要性

提升運算思維的重要性從許多國家的教育政策中可以窺見一二。一些國家通常採用若干優先事項來發展從幼兒園到中等教育的資訊科技能力，大多數國家都專注於關鍵能力或程式設計技能的發展（García-Peñalvo & Mendes, 2018），有許多國家已將運算思維納入其K-12教育中（Grover & Pea, 2013）。運算思維和程式設計的發展可以被視為任何人的附加價值，因為它們允許開發橫向於許多知識領域的重要能力（García-Peñalvo, 2016）。Voogt、Fisser、Good、Mishra與Yadav（2015）認為，運算思維教育可以培養學生的創造力，同時運算思維正在成為所有STEM學科的核心（Weintrop et al., 2015）。Wing（2006）對運算思維的定義是「透過利用計算機科學的基本概念來解決問題、設計系統並探討人類行為的過程」（Saxena, Lo, Hew, & Wong, 2019; Grover & Pea, 2013; Lye & Koh, 2014; Shute, Sun, & Asbell-Clarke, 2017）。與2006年相比，運算思維已明確增添幾項要素，例如：Angeli, Voogt, Fluck, Webb, Cox, & Malyn-Smith（2016）提出了運算思維的五項要素，即抽象、泛化、分解、演算法及模擬。Hsu, Chang, & Hung（2018）更進一步確定了跨研究的19個運算思維步驟，包括模式識別、演算法設計和模擬等，而透過皮亞傑（Piaget）的認知發展理論，演算法設計可以做為引導兒童學習運算思維的初階技能。對於演算法設計，Buitrago-Flores, Casallas, Hernández, Reyes, Restrepo, 和 Danies（2017）將其定義為「透過一系列步驟獲得解決方案的方法」。Angeli等人（2016）和Shute等人（2017）補充，排序是演算法設計中必不可少的運算思維概念。Shute等人（2017）提出了一個演算法設計活動的範例，學生必須在滿足某些特定條件的迷宮中找到最短路徑，並要求學生加入路徑中方向的箭頭，以引導故事中的角色到達目標位置，而不會遇到障礙。

自從數位科技逐漸普及，學生上網的時間隨之增加，嚴重影響了學習者的社交和情感生活，造成學生焦慮的上升，對他們的幸福感也產生影響（Howell, 2019）。Biswal（2018）提出，父母質疑學生學習程式設計的可能性和接觸電腦的時間太長有關，且部分教師對低年級學童實施「運算思維」的適當性存在質疑，特別擔心過多的電子產品螢幕使用、放映時間會影響學生學習（Rogers, 2012），但透過使用無需電腦設備的運算思維活動，即不插電的遊戲、桌遊活動或可設計的機器人課程，可以減少這些擔憂。故本計畫以不插電的運算思維活動進行，確有其重要性。

## 參、文獻探討

### 一、女性與STEM

科學、技術、工程及數學（STEM）與人們的生活息息相關，然就教育或職場而言，投身此一領域的女性數量皆遠遠不及男性（行政院，2018），性別角色和社會化觀念，與STEM領域當中的性別差距有關（Reinking & Martin, 2018）。Leaper, Farkas, & Bloom（2011）研究發現，女生在青少年時期的

數學、科學課程的動機與同儕的支持有相關性，同儕群體會影響個人的學業成就，換言之，如果分組活動後的成績不理想，同伴的影響力也可能使女生遠離 STEM 領域，因此，同伴在 STEM 相關課程的參與或脫離，發揮著重要作用。此外，Kerpen (2017) 研究發現，如果打破與性別相關的觀念並建立信心，性別差距將可能會更快縮短，因此，鼓勵女生們設定目標、建立信心、打破陳舊的規定和歷史根深蒂固的刻板印象來接受 STEM 概念，是非常重要的 (Kerpen, 2017)。Choney (2018) 指出，在提升女性參與 STEM 領域的方式當中，其中一項是將「教學方式立體化」，意即以學生親自動手操作取代填鴨式的吸收，較能有效提升女學生對於 STEM 領域的興趣，且教師需提供更具吸引力和相關性的 STEM 課程，例如：動手操作課程，這些活動已被證明有助於長期使女生保有對 STEM 的興趣 (Choney, 2018)。另外，必須增加 STEM 的成功經驗的典範，以幫助培養女學生在 STEM 中取得成功的信心，同時建立一個友善女生學習的教室和工作場所，並推廣現在正處在 STEM 領域的女性故事，幫助女學生建立信心並提升興趣 (Choney, 2018)。因此，本計畫以不插電運算思維活動作為營隊活動內容，並以科學電子報推廣 STEM 領域的女性典範及相關知識，有助於強化女學生的學習興趣與投入 STEM 領域的信心。

## 二、女性與運算思維

Wing (2006) 指出，運算思維是人類的基本技能，而不僅僅是科學家所應具備的能力。運算思維可以為問題解決、實證決策、學習程式設計或建歷程序提供基礎。更重要的是，處於 K-12 學習階段的所有學生，無關性別與年齡，都應開始發展解決問題和運算思維的能力。近年來，電腦科學中的性別差距是一個受到廣泛研究的話題 (Margolis & Fisher, 2003)。根據 Hill, Corbett, & Rose 的報告指出 (2010)，只有極少數的女孩 (約 0.4%) 進入大學時，預計就讀電腦科學的相關科系，而正在就讀的女性僅佔全體學生的 14%。在所有計算機科學專業畢業生中，這一比例從 1984 年的 36% 下降到 2009 年，在 2009 年對 8-17 歲的年輕人進行的一項調查中，只有 5% 的女孩表示對工程職業感興趣，另一項測驗也發現，雖然 74% 的 13-17 歲的學生認為計算機科學或計算機技術對他們來說是一門不錯的大學科系，但只有 32% 的女學生認同這樣的想法 (Association for Computing Machinery; WGBH Educational Foundation, 2009)。研究還表明，從青春期開始，女孩對數學或科學職業的興趣就不如男孩 (Lapan, Adams, Turner, & Hinkelman, 2000; Turner, 2008)。即使是在數學領域表現出色的女性，也往往放棄追求計算機科學或 STEM 領域的相關職業。考量到以上差距，許多機構都有相關計畫試圖解決這個問題。

Cheng (2019) 指出先前的研究發現，女學生通常對自己學習程式設計程序的能力缺乏信心，這導致計算機科學專業的女性短缺 (Alvarado, Dodds, & Libeskind-Hada, 2012; Carter & Jenkins, 1999)。多年來，人們一直在努力探索程式設計各個方面的性別差異，最近的相關研究調查了學生對程式設計的態度 (Baser, 2013; Korkmaz & Altun, 2013; Özyurt & Özyurt, 2015) 和程式設計成就 (Lau & Yuen, 2009; Sullivan & Bers, 2016) 是否存在性別差異。但是結果卻無定論，甚至不能推論至所有群體。一些研究報告指出，學生的程式設計成就沒有性別差異，例如，Lau 和 Yuen (2009) 在一個 217 名香港中學生做為樣本的研究中發現，在程式設計能力測試中，女性的表現往往好於男性。他們將程式設計能力的差異歸因於學習能力，而非性別。同樣，在對美國 45 位幼兒園兒童的研究中，Sullivan 和 Bers (2016) 發現，男孩和女孩在簡單的程式設計任務中表現同樣出色，表明男孩和女孩具有相同的基本程式設計能力。Baser (2013) 在土耳其大學的程式設計入門課程中，招募了 179 位大二學生，研究了性別對程式設計態度和成就之間的關係。研究發現，男生比女學生對程式設計更有積極性，因為男生對自己學習程式設計的能力更有信心，這一發現與相同議題的其他實證研究吻合 (Korkmaz & Altun, 2013; Özyurt & Özyurt, 2015)，且研究發現學生對程式設計的態度與他們的程式設計成就之間存在正相關。

### 三、運算思維與 STEM

十二年國教結合數位教學，發展運算思維，程式設計、STEM、創客等新思維在教育中益發受到關注，問題解決能力也被視為是有效的學習能力。美國國家科學院指出，運算思維可實踐於 STEM 教育的相關學科，Lee, Martin, Denner, Coulter, Allan, Erickson, 和 Werner (2011 年) 建議，可以將運算思維與建模、擬真、機器人技術和遊戲設計的一起整合 (Swaid, 2015)。美國國家科學院確認了運算思維的關鍵要素為：抽象、數據、檢索、演算法、設計、評估和視覺化，並定義應用運算思維與其他 STEM 學科結合的主要目的是使學生如何更好地解決問題和發現新問題 (Swaid, 2015)。近年來，對於為小學生提升程式設計撰寫所需知識的興趣正在日益增長。有兩個重要的原因是對 STEM 教育的投資增加 (Saxton et al., 2014) 以及對運算思維重要性的認識不斷提高 (Resnick et al., 2009)。

柯里克認為：程式設計即是對電腦下準確的指令，如繫鞋帶般有一定步驟，且可有好幾套的順序，而演算法就是這數套的過程步驟 (程遠茜, 2016)。美國電腦科學學者 (Hynes, Moore, Cardella, Tank, Purzer, Menekse, & Brophy, 2016) 普遍認為：在兒童低年級前，即可透過修改和補充現行課程，發展與工程和運算思維一致的提問到問題解決能力，提供具體進行運算思維的學習機會，培養關於參與 STEM+C 學習的能力、興趣和堅定信念以支持後續學習。García-Peñalvo (2016) 提出，運算思維和程式設計的發展可以被視為任何人的附加價值，因為它們允許開發橫向於許多知識領域的重要能力。Voogt、Fisser、Good、Mishra 與 Yadav (2015) 認為運算思維教育可以培養學生的創造力，同時運算思維正在成為所有 STEM 學科的核心 (Weintrop et al., 2015)，故提升學生的運算思維能力，便是加強 STEM 學科的學習基礎。

### 四、不插電的運算思維

Aranda & Ferguson (2018) 指出，不插電運算思維泛指不依賴計算設備地學習運算思維和計算機科學概念。這可以透過角色扮演，操縱真實世界的物體 (例如：便利貼、卡片或木塊) 以及身體的身體動作等來完成。Bell, Alexander, Freeman, 和 Grimley (2009) 是不插電運算思維的創建者之一，他們聲稱以這種方式學習不僅是模擬計算機的過程，而且還涉及為學生提供探索以下方面的基本思想的機會：計算機科學，而不受編碼所需的技術專長的束縛。不插電運算思維最初由 90 年代末期由新西蘭坎特伯雷大學的計算機科學教育研究小組開發，並通過建構主義的學習策略促進無需計算機的計算機科學概念學習 (ACER, 2016; CS Unplugged, 2015)。這包括：繪製、解決問題、與物理對象進行交互作用以及制定計算機科學的基礎 (例如條件語句)。不插電運算思維最初是由計算機科學講師和學校教師設計，他們推廣學生在使用計算機之前，先探索計算機科學概念的教學方法 (CS Unplugged, 2015)。「我們發現無需使用計算機就可以教授許多重要的概念-實際上，有時計算機只是分散了學習的注意力。通常會首先使用編程來教授計算機科學，但並不是每個學生都發現這種動機，這可能是進入計算機科學中真正有趣的想法的重要障礙。」(CS Unplugged, 2015) 不插電運算思維最初是為小學年齡段的兒童設計的，並已成功地於各個年齡段的學生使用，包括高等教育和終生學習，以及正式和非正式的教育環境 (Earp, 2016)。課程的初衷是希望讓小學生參與計算機科學，從而使教師更直接地進行並鼓勵學生探索這些概念，同時開始建立自己的理解，而這些教學方法都與建構主義的學習方法一致 (Tytler, Prain, Hubber, & Waldrip, 2013)。由於這些概念已被納入課程中，因此運算思維的教學在全球普遍推廣 (ACER, 2016; Sentence, & Csizmadia, 2017)。當透過不插電的運算思維活動，學生不再關注於電腦設備，並且可以直接且更有意義的探索這些概念時，學生的信心將會有效增強 (Blum, & Cortina, 2007)。

臺灣的資訊教育也肯定運算思維素養的重要性，讓數位世代的孩子具備程式撰寫的邏輯思維。臺北市於 2017 正式啟動全國首創的科技領域國小資訊課程教學綱要，規劃低年級資訊課程「不插電」教學示例研發與實施，自小扎根，推動國小低年級 12 節不使用電腦的「不插電運算思維課程」，及 3 至

6 年級以彈性節數實施 36 節包含「運算與設計思維」的跨域整合資訊課程，以維持臺北市學生之基本科技素養與優勢（臺北市教育局新聞稿，2018）。也因此，偏鄉地區的不插電運算思維活動更應加強推廣，以利提升當地學生的核心素養能力。

## 五、原住民 STEM 教育之相關研究

孫志強（2014）提及，原住民的科學（Indigenous science）是長期存在的一種「科學知識」，由於沒有文字記載，所以必須靠著口語相傳而流傳在族群文化之中，而這些故事往往都是原住民口傳的歷史或傳說，生活當中的技藝也大都經由口述或實地實物的教授，經過時間的及使用經驗的淘汰或更新，淬鍊成為原住民的傳統技藝及生活智慧，其原住民的傳統技藝及生活智慧當然蘊含著科學知識。這些「科學知識」也常伴隨著族群的活動，鑲嵌在其族群文化之中，同時也深深受到部落文化社群所孕育的世界觀所影響（Snively & Corsiglia, 2001）。然而，原住民科學的存在是即便身處其中，亦有可能無法輕易察覺的，因為原住民科學是從原住民族群在與自然環境的互動中，所發展出的一套知識系統，而這個知識系統往往是來自於生活或生存的方式（Aikenhead & Ogawa, 2007）。

孫志強（2014）研究所設計 STEM 教學模式的實作課程，以工程作為基礎的問題解決過程，利用分組作為學習之方式後發現，團隊合作學習策略可提升學生學習樂趣，學生更熱衷於課堂上不同組別的良好競爭，同組別的共同討論，彼此分享所學所知。學生為中心，教師為引導者、協助者角色的教學方式，可以誘導原住民學生對科學學習的興趣。在沒有課業包袱、成績高低的壓力下，學生開始反思自己的所學所聞，結合日常生活的所見所及，透過問答的方式，讓學生知道科學的應用，文化的智慧、科學與文化的關係（孫志強，2014）。因此，本計畫將以 STEM 領域課程結合原住民文化，並以提升原住民女學生運算思維能力為基礎，發展科普營隊活動及科學電子報寄發，加強原住民 STEM 教育的落實。

## 肆、研究方法

### 一、研究期程

計畫執行期程為 109 年 8 月 1 日~110 年 7 月 31 日。因計畫核定金額比例約為申請金額之 90%，故本研究調整活動內容，於期程內辦理營隊活動 2 梯、巡迴列車活動 5 場及出版科學電子報 4 期。

1. 「女生運算思維巡迴列車」利用週三下午的時段進行，辦理 5 場巡迴活動，單場時間為兩個小時，舉辦時間為：109 年 9 月 19 日、10 月 07 日、11 月 11 日、12 月 01 日、12 月 4 日。
2. 『「原」來運算思維不插電』營隊活動單梯為期兩天，2 場營隊舉辦時間為：110 年 1 月 21 日至 22 日、1 月 25 日至 26 日。
3. 「女生玩運算思維」電子報以執行計畫期間內三個月為一期發行，發行月份為：109 年 10 月、110 年 1 月、4 月及 6 月。

### 二、研究對象

為增加運算思維提升 STEM 能力與融入原住民在地生活經驗於科普素養教育之中，對科普素養推廣於偏鄉原住民部落有效落實，本計畫所舉辦「女生運算思維巡迴列車」、「『「原」來運算思維不插電』營隊活動與出版「女生玩運算思維」電子報，研究對象如下所述：

1. 「女生運算思維巡迴列車」活動以「初階」不插電運算思維活動為主軸，以原住民國小中年級女學生為主要對象，辦理學校為原住民重點學校，各校場次人數依序為：臺東縣新生國民中學師生 60 位、新北市土城國中師生 23 位、南投縣溪南國小師生 26 位、桃園市僑愛國小師生 26 位、新北市鶯歌國中師生 20 位，5 場共計 155 位。
2. 『「原」來運算思維不插電』營隊活動以「進階」不插電運算思維活動為主軸，以原住民國小高年

級女學生為主要對象，辦理學校為南投縣南光國小及臺東縣東海國小，考量計畫推展的便利性，舉辦於偏遠地區人口聚集處，以南投縣南光國小、臺東縣東海國小作為營隊之活動中心。各校場次人數依序為：南投縣南光國小師生 40 位、臺東縣東海國小師生 50 位，2 場共計 90 位。

3. 「女生玩運算思維」電子報以原住民重點學校及相關單位的教師為主要推廣對象，各期推廣人數依序為：第一期 950 人，第二期 942 人，第三期 936 人，第四期 923 人，累計 3751 人次。

### 三、研究步驟

本計畫欲提昇偏鄉地區原住民女學生運算思維能力及 STEM 領域學習興趣，並以原住民文化結合科普知識，設計一系列相關活動。

1. 「女生運算思維巡迴列車」活動以初階不插電的運算思維為活動主軸，藉由不插電運算思維的概念進行初步引導，提升學生對於運算思維的學習動機與興趣，進而促進原住民女學生了解運算思維、科普知識與原住民文化，以及提升 STEM 領域的興趣。活動結束後請參與學生填寫滿意度問卷，了解參與學生的實際感受。
2. 『「原」來運算思維不插電』營隊活動將於暑假、寒假期間舉辦，每一梯次為期兩天一夜。為增強女學生 STEM 領域的學習興趣、運算思維能力、科普能力，營隊活動將難度由初階提升至進階，將運用運算思維概念當中的演算法設計、資料蒐集、資料分析、模擬……等能力，設計兩天的學習課程，將運算思維的概念緊扣活動內容，學生在兩天的活動內容中，不僅能夠學習運算思維概念並提升 STEM 能力，亦能透過活動的參與，增加團隊合作的機會。藉由不插電運算思維的概念進一步引導，提升學生對於 STEM 領域的學習動機與興趣，進而促進原住民女學生了解運算思維、科普知識，並提升能力。原住民學習模式大多為動覺型的學習型態，為此除了設計透過不插電運算思維融入科普教育提升學習動機外，亦將科普知識與原住民文化結合，透過動手做的方式，嘗試將過程邏輯化、順序化的與同儕一同發揮想像力完成創作，學生不僅學習科普知識，亦透過活動嘗試將科普知識與原住民文化生活做連結。活動結束後請參與學生填寫滿意度問卷、STEM 興趣量表、運算思維能力量表，了解參與學生對於 STEM 領域興趣、運算思維能力的提升程度。
3. 「女生玩運算思維」電子報透過女性典範的宣傳，可以使授課教師進行教學時，將電子報作為課程相關知識的補充，建構原住民女學生投入 STEM 領域的信心。本計畫亦以生活中的運算思維及 STEM 科普知識為刊物內容，藉由教師的補充講解，以期推廣女學生學習運算思維能力，提升 STEM 興趣，並以原住民文化了解科學。電子報於計畫執行期間，依《原住民族教育資訊網》所列之全臺灣原住民重點學校及相關單位為推廣對象，三個月為一期發行，每期以 E-mail 寄送逾 900 份，對象為當地重點學校或相關單位的教師，協助推廣電子報訊息。透過電子報發送，提升更多原住民女學生對於 STEM 領域的興趣，並以女性的成功代表作為案例，建構投入相關領域的信心。

### 四、研究工具

#### (一) 運算思維能力量表

國際運算思維挑戰賽(International Challenge on Informatics and Computational Thinking, 簡稱 Bebras Challenge) 自 2004 年開始每年 11 月中於全球同步舉行。Bebras 挑戰藉由淺顯易懂又生活化的情境式題型，讓參與學生運用抽象化、演算法設計、問題拆解等運算思維 (Computational Thinking) 核心能力，自我挑戰解決問題，可了解學生的運算思維與是否具備學習資訊科學之性向外，亦能激起學生對資訊科學之學習興趣。

Bebras 國際挑戰賽測驗內容，其難度分為易、中、難三個等級，本計畫從 2015 與 2016 國際運算思維能力測驗中，擷取約 18 題對前一年段未進行實施之兩班六年級學生進行預試，整體測驗量表所得之，平均難度為 0.32，鑑別度為 0.33，因此本測驗具有可靠性。

## (二) STEM 興趣量表

本計畫採用 Heaverlo (2011) 所開發之 STEM 興趣測量工具，量表包括四個部分，第 1 部分為「學校數學和科學課」，詢問參與者當前正在參加的數學和科學課，學生的數學和科學老師資料以及李克特式量表的 14 項問題，詢問參與者他們在數學和科學方面的經驗與教學因素有關的科學課（例如，我的老師鼓勵我提問）。在第 2 部分「課餘活動」中，要求參與者從當前參與的課餘活動列表中進行選擇，並要求參與者回答一個開放性問題，即一個星期（星期一至星期五）在這些活動上花費了多少小時。在評估了當前參與活動之後，要求參與者確定他們想參與（但目前未參與）的活動。第三部分「科學與工程領域的女生計劃」，分為兩個部分。第一部分要求參與者對他們在 9 個與 STEM 相關的活動和計劃領域中的興趣和信心進行評分。使用四點李克特式量表來衡量興趣，其中 1 =不信任，2 =略有信心，3 =信心，4 =非常信心。第三部分的第二部分要求參與者對他們在不同類型的活動方式上的興趣和出席狀況進行評估（例如，夏令營，週末研討會）。興趣是在本部分的第一部分中使用相同的興趣等級衡量，出席率的衡量標準為 1 =否，2 =不確定，3 =是。第四部分則向參與者提出了一系列人口統計學問題，包含年齡、種族/民族、居住地（例如，農村），是否在家中使用電腦，父母的職業以及他們希望成為什麼樣的職業……等。

## (三) 運算思維試題

本計畫以自編之運算思維試題進行學生的學習仿作，試題內容以二進位的世界及小小製圖師為主，設計結合原住民圖騰及文化的試題，以供學生藉由運算思維的概念完成仿作。分別為製圖題、笑臉題及圖騰題。

## (四) 滿意度問卷

本計畫以自編之滿意度問卷進行調查，問卷內容主要為學生基本個人資料及活動滿意程度，如：我覺得營隊活動能提升我對科學的學習興趣、營隊活動讓我想多探索關於科學方面的知識等。計分方式將採李克特式 (Likert-Type) 五點計分量表，參與學生根據實際感受填寫。

## 伍、結果與討論

### 1. 「女生運算思維巡迴列車」活動

- 主要對象：國小中年級原住民女學生，5 場共計 155 位
- 活動時間：109 年 09 月 19 日、10 月 07 日、11 月 11 日、12 月 01 日、12 月 04 日
- 活動地點：桃園縣僑愛國小、南投縣溪南國小；新北市土城國中、鶯歌國中、臺東縣新生國中等原住民重點學校。
- 活動內容：巡迴列車活動將以「二進位的世界」及「小小製圖師」兩項活動進行原住民重點國小的巡迴課程。「二進位的世界」是利用 0 及 1 的二進位碼表示黑白圖形，練習繪製原住民女性傳統技藝的織布圖騰，使學生認識原住民傳統文化，同時提升學生的運算思維能力與繪製能力。「小小製圖師」則以部落地圖為例，提升學生以色彩區辨的能力，透過邏輯推理的方式解決問題，並訓練學生以洞察力觀察地圖，區分相鄰部落，並了解這樣的方式可以協助整理大量的資料，活動詳細內容及其對應運算思維概念如下所述：

活動名稱	活動內容	說明
二進位的世界	利用 0 及 1 的二進位制表示黑白圖形，了解原始電腦的顯示方式，並練習繪製原住民傳統婦女織布的圖騰。學習計數、比對及循序概念，結合原住民圖騰使學生認識傳統文化，同	對應運算思維概念： <ul style="list-style-type: none"><li>● 演算法設計</li><li>● 資料表示</li></ul>

	時提升學生的繪圖能力。	● 解析
小小製圖師	在一張地圖上有四個部落，分別是 A 部落、B 部落、C 部落及 D 部落，請問你要如何用最少的顏色來區分？要注意的是，相鄰的兩國不能塗上相同顏色，但如果只有一個點的交集還是可以塗上相同顏色！請幫助族人區分每一個部落！以部落地圖為例，提升學生以色彩區辨的能力，透過邏輯推理的方式解決問題，並訓練學生以洞察力觀察地圖，區分相鄰部落，並了解這樣的方式可以協助整理大量的資料！	對應運算思維概念： ● 抽象化 ● 資料表示 ● 解析

## 活動成果

### 1. 臺東縣新生國中 109 年 9 月 19 日

	
活動說明	學生進行實作
	
學生進行實作	學生進行實作
	
學生與作品合影	活動合影

2. 新北市立土城國中 109 年 10 月 7 日



講師介紹活動



講師說明課程



學生完成小小製圖師作品



學生運用二進位制繪製圖形



頒發研習證書與活動合照



計畫主持人合影

3. 南投縣溪南國小 109 年 11 月 11 日



計畫主持人說明活動



學生繪製作品-小小製圖師



學生繪製作品-二元進位制圖騰



活動合影

#### 4. 桃園縣僑愛國小 109 年 12 月 1 日



活動說明



學生繪製作品-小小製圖師



學生繪製作品-二元進位制圖騰



頒發研習證書與活動合影

#### 5. 新北市立鶯歌國中 109 年 12 月 4 日



計畫主持人介紹課程活動	計畫主持人介紹課程活動
	
二進位制表示黑白圖形	學生繪製作品-二元進位制圖騰
	
學生繪製作品-二元進位制圖騰	頒發研習證書與活動合照

## 2. 『「原」來運算思維不插電』營隊活動

- 主要對象：國小高年級原住民女學生，單梯 50 位，兩梯共 100 位
- 營隊時間：110 年 1 月 21 日至 22 日、1 月 25 日至 26 日
- 活動地點：南投縣南光國小、臺東縣東海國小
- 活動介紹：

### 第一天主題：原住民女生的運算思維世界

上午進行運用運算思維概念的自我介紹及運算思維概念建構的活動，使學生了解原住民文化中女性傳統技藝所連結的運算思維概念，並運用運算思維的基本概念彼此認識以及建構對運算思維的具體印象。透過「我是誰！」及「生活中的運算思維」活動，學生藉由運算思維能力找出詞彙，並將之設定為自我介紹的必要項目，例如：興趣、專長等，使團員間相互認識，並建構學生對於生活中各項實例的具體概念，以原住民文化當中女性的傳統技藝為例，如：織布、舞蹈、染織等，在過程中都涉入運算思維概念，加深學生不插電也能進行運算思維的印象。下午由隊輔帶領學生學習「凱薩密碼」，以英文字母重新排列對應的方式，讓學生先了解其重新排列後的正確語意，並以原住民女性科學典範的相關詞彙做為解答，讓學生可以了解優秀的女性典範。接著再進一步學習二進位制的繪圖，學生依照二進位制的指示練習，使用 0、1 的語言判讀，並嘗試以二進位制的方式繪製原住民的傳統圖騰，織布為原住民女性的技藝，借由描繪傳統圖騰，能使女學生更加了解原住民傳統文化，最後一項活動則是由學生將原住民詞彙以二進位制的方式排列，再使用串珠串連，完成手鍊，加強學生對於二進位制的了解與當中涉入的運算思維概念。詳細活動內容與其對應的運算思維概念如下所述：

活動時間	活動名稱	活動內容	說明
09:30~10:00	相見歡	營隊學生報到	
10:00~10:20	破冰	分組，成員彼此介紹、隊輔介紹。	

10:20~10:30	休息 10 分鐘		
10:30~11:10	我是誰！	從散亂的文字方格中，圈選方格當中的暗藏的單字，單字以原住民族語排列，圈到三種單字並以單字自我介紹（族語或中文），使學生學習族語的基本詞彙，並訓練學生口語表達的能力。	對應運算思維概念： ● 抽象化 ● 資料蒐集 ● 資料分析
11:10~11:20	休息 10 分鐘		
11:20~12:00	Kneril（泰雅族女子）生活中的運算思維	找出運算思維概念如何融入原住民的日常生活及傳統習俗，使學生從文化背景的脈絡中，學習運算思維概念，與原住民女性傳統技藝相關，例如：織布、舞蹈、染織、製陶、口笛等。	對應運算思維概念： ● 資料蒐集 ● 資料分析 ● 演算法設計
12:00~13:30	午餐、午休		
13:30~14:20	凱薩密碼	將英文字母順序重新調整相互對應，並以表格呈現，使學生練習利用規律的方式尋找線索並解密，答案皆為原住民女性典範或 STEM 領域關鍵字，並以族語詞彙呈現，例如：科技、工程、數學、華國媛教授、分子生物科學家等。	對應運算思維概念： ● 樣式辨識 ● 樣式一般化
14:20~14:30	休息 10 分鐘		
14:30~15:10	二元圖形	利用 0 及 1 的二進位碼表示黑白圖形，練習最原始電腦的顯示方式，並練習繪製原住民的圖騰，學習計數、比對及循序概念，結合原住民圖騰使學生認識傳統文化，圖形以原住民女性的織布圖騰為主。	對應運算思維概念： ● 演算法設計 ● 資料表示 ● 解析
15:10~15:20	休息 10 分鐘		
15:20~16:00	二元手鍊	利用二進位編碼排列串珠，以原住民族語的單字進行排列，完成排列後將串珠依序穿入繩中，完成手鍊製作，以二進位的方式讓學生了解電腦的基本操作，同時結合飾品製作，提升女學生興趣。	對應運算思維概念： ● 演算法設計 ● 資料表示 ● 解析

## 第二天主題：Pyugi！運算思維也可以動動跳跳

有別於第一天較為靜態的活動，第二天以動態活動為主。上午學生以分組競賽的方式進行運算思維的引導遊戲，以循序概念結合除錯，透過活動運用運算思維的概念，藉由紙牌引導組員完成原住民傳統女性的織布技藝步驟，必須發揮團隊間的合作問題解決能力與默契才能完成一匹布。而文字壓壓則是以原住民女學生熟悉的童謠及兒歌練習，將族語當中重複出現的詞彙以電腦省略存取的方式取代，使學生了解電腦當中減少記憶體存取負荷的原理。同時帶領學生吟唱，在重複的地方拍手，加深學生的印象。「冰之路」活動讓學生實際練習找出斯坦納點，以原住民的部落為例，讓學生練習搜尋點與點之間的最近距離，將空間視覺化，運用幾何推理的方式找出斯坦納點，以提升效率，學生將直接使用角錐、尼龍繩進行活動。最後一項活動則在午休過後，讓學生活動筋骨恢復精神，以迴圈的方

式排列舞蹈，依序由上至下、左至右進行身體的伸展活動，並重複數個循環，結合原住民女性的傳統舞蹈文化，重覆伸展肢體，提振精神。詳細活動內容與其對應的運算思維概念如下所述：

活動時間	活動名稱	活動內容	說明
9:30~10:00	報到	營隊學生報到	
10:00~10:30	I like to move it move it	以循序概念結合除錯，藉由紙牌引導組員完成原住民傳統女性的織布技藝步驟，活動以分組競賽方式進行，引導過程不能發出聲音，最快引導成功者獲勝，提升學生的循序概念及除錯概念，同時發揮團隊精神共同合作，解決問題，培養合作式問題解決能力。	對應運算思維概念： ● 演算法設計 ● 解析 ● 模式辨識
10:30~10:40	休息 10 分鐘		
10:40~11:10	文字壓壓壓	以原住民女學生熟悉的童謠及兒歌練習，將族語當中重複出現的詞彙以電腦省略存取的方式取代，使學生了解電腦當中減少記憶體存取負荷的原理，在詞語重複的地方拍手，加強記憶。	對應運算思維概念： ● 資料分析 ● 資料表示 ● 模擬
11:10~11:20	休息 10 分鐘		
11:20~12:00	冰之路	讓學生實際練習找出斯坦納點，以三個村莊為例，找出彼此之間最近的直線道路，並讓學生直接使用角錐、尼龍繩進行活動。本活動以原住民的部落為例，讓學生練習搜尋點與點之間的最近距離，將空間視覺化，運用幾何推理的方式找出斯坦納點，提升效率。	對應運算思維概念： ● 抽象化 ● 演算法設計 ● 模擬
12:00~13:30	午餐、午休		
13:30~14:20	跳跳迴圈	午休過後，讓大家活動筋骨恢復精神，以迴圈的方式排列舞蹈，依序由上至下、左至右進行身體的伸展活動，並重複數個循環，結合原住民女性的傳統舞蹈，重覆伸展肢體，提振精神。	對應運算思維概念： ● 演算法設計 ● 模式辨識 ● 模擬
14:20~14:30	休息 10 分鐘		
14:30~15:10	運算思維達人	成果分享、頒獎。	
15:10~15:20	休息 10 分鐘		
15:20~	賦歸		

## 活動成果

### 1. 南投縣南光國小（110年1月21日至22日）



配合防疫政策實聯制、量體溫及噴灑酒精消毒



計畫主持人現場說明



林取德校長勉勵



教師說明二元手鍊活動



當地媒體至現場採訪



學生分組討論，完成二進位制圖



同學搶答時間



小組分享時間



動動跳跳學運算思維



分組進行串珠活動



學生進行戶外斯坦納點活動



團體大合照

## 2. 臺東縣東海國小 (110年1月25日至26日)



配合防疫政策實聯制、量體溫及噴灑酒精消毒



黃裕敏校長勉勵



計畫主持人現場說明



學生分組討論運算思維概念



同學搶答時間



學生說明習得的運算思維概念



戶外動動跳跳學運算思維



運算思維概念進行分組串珠活動



學生進行戶外斯坦納點活動



團體大合照

### 3. 「女生玩運算思維」電子報

- 主要宣傳對象：全臺灣原住民重點學校及相關單位之教師
- 格式：電子報，一個單元一欄，E-mail 發送
- 內容：原住民日常生活的運算思維、STEM 領域女性代表、不插電運算思維活動
- 出刊日期：三個月出版一期，共出版四期



### 願住民日常生活的運籌帷幄

#### 驛式一體化與運籌帷幄的為島

「驛式一體化」是運籌帷幄中的一個概念。它是指將各種專業知識與技能進行整合，形成一個完整的系統。在運籌帷幄的過程中，需要對各種資源進行合理的配置和調度，以達到最佳的運作效果。這不僅需要豐富的專業知識，更需要具備全局觀和系統思維的能力。在現代社會中，運籌帷幄的能力已經成為各行各業人才必備的素質之一。

#### 解新與部族的部分分工

在運籌帷幄的過程中，解新與部族的部分分工是一個重要的環節。這需要對整個系統進行深入的分析和理解，並將其分解為若干個具體的任務和目標。每個任務和目標都需要由相應的部門或個人負責執行。通過明確的分工和協同合作，可以有效地提高運籌帷幄的效率和質量。同時，也需要不斷進行溝通和協調，以確保整個系統的穩定運行。

### 工程師的運籌帷幄

工程師在運籌帷幄中扮演著至關重要的角色。他們需要利用專業的技術知識和豐富的實踐經驗，對複雜的工程項目進行全面的規劃和設計。這包括對項目目標的明確、資源的分配、風險的評估以及進度的控制。工程師的運籌帷幄不僅限於技術層面，還涉及到項目管理、團隊協作以及與客戶的溝通。通過精確的運籌帷幄，工程師可以確保工程項目的順利實施和最終的成功交付。

### 不結繩運籌帷幄活動

#### 雨傘製作小達人

活動目標：  
 1. 了解雨傘的結構和製作原理。  
 2. 通過動手製作，提高學生的動手能力和空間想象力。  
 3. 培養學生的團隊合作精神和創意思維。

活動過程：  
 1. 教師展示雨傘的結構圖，並進行詳細的講解。  
 2. 學生根據圖紙，利用提供的材料進行製作。  
 3. 學生在製作過程中互相交流、互相幫助。

活動方式：  
 1. 小組合作，共同完成雨傘的製作。  
 2. 教師巡迴指導，及時解決學生遇到的問題。

### 太空競賽

活動目標：  
 1. 了解太空競賽的歷史和現狀。  
 2. 通過設計和製作太空模型，提高學生的科學素養和動手能力。  
 3. 培養學生的團隊合作精神和競爭意識。

活動過程：  
 1. 教師介紹太空競賽的相關知識。  
 2. 學生根據要求，設計並製作自己的太空模型。  
 3. 舉行評選活動，評出優秀作品。

活動方式：  
 1. 個人或小組形式進行創作。  
 2. 評選標準包括創意、製作精美程度等。

### 女性STEM科藝聯展活動花絮

圖一：STEM科藝聯展活動現場，學生們正在展示他們的STEM作品。

圖二：Quaver AR藝術裝置，展示了女性STEM領域的成就。

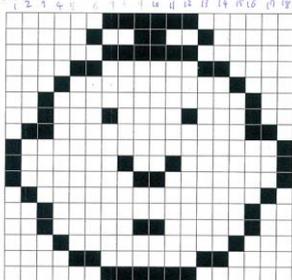
<p>寄送人數 ①</p> <p><b>955</b></p>	<p>到達人數 ①</p> <p><b>942</b> 98.6%</p>
<p>退信人數 ①</p> <p><b>12</b> 1.2%</p>	<p>抱怨人數 ①</p> <p><b>0</b> 0%</p>
<p>取消訂閱人數 ①</p> <p><b>0</b> 0%</p>	

第二期寄送人數為 955 人，成功送達人數為 942 人，成功觸及率為 98.6%。



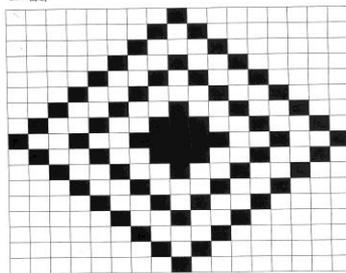


一、笑臉



- (1) 6x6
- (2) 5x2+2x4
- (3) 6x6
- (4) 7x2+5x2+4
- (5) 7x10+7
- (6) 2x10+7+2
- (7) 2x10+7+4+1+1+2
- (8) 1x2+12x2+1
- (9) 0+106
- (10) 0+1x6+1x2+1x6+1
- (11) 0+1x7+1x7+1
- (12) 1x1+4x1+1
- (13) 2x2+1x2
- (14) 2x1x5+2x5+1x2
- (15) 3x1+10+1x7
- (16) 4x2+6x2+4
- (17) 6x6

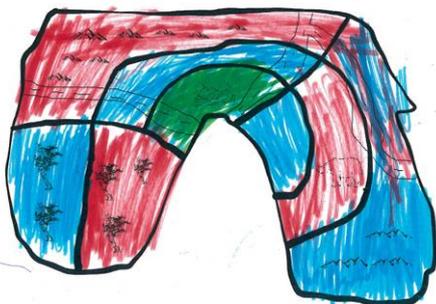
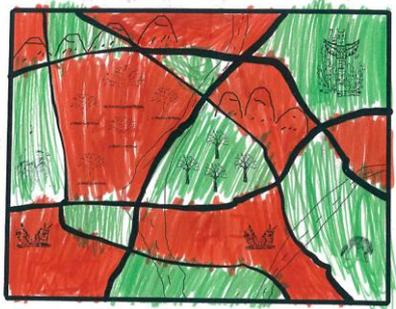
二、開眼



- (1) 8x8
- (2) 7x7
- (3) 4x3+2x5
- (4) 4x2+1x7+7
- (5) 3x2+1x3+2x7
- (6) 2x2+1x2+2+2
- (7) 1x2+1x2+2+2+2
- (8) 2x2+2x5+2x7
- (9) 1x2+1x2+2+2+2
- (10) 1x2+1x2+2+2+2
- (11) 2x2+2x2+2+2
- (12) 2x2+2x2+2+2
- (13) 2x2+2x2+2+2
- (14) 2x2+2x2+2+2
- (15) 2x2+2x2+2+2
- (16) 7x7
- (17) 8x8

小小製圖師

一、部落地圖



二、猩猩的毛顏色



巡迴列車活動結束後的滿意度問卷，四校平均分數達 4 分以上，項目「整體而言，我對這次巡迴列車活動感到滿意、收穫良多且希望能夠再參加。」分數達 4.62 分，顯示參與學生均對於巡迴列車活動給予正面肯定。

表 1 滿意度問卷結果(桃園縣僑愛國小)

項目	平均數
我知道「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」的內容。	4.50
我覺得「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」能提升我對科普的學習興趣。	4.45
我覺得參與本活動讓我對於運算思維概念更加了解。	4.54
我覺得本活動的內容對我而言是在能力範圍的。	4.41
我會想嘗試在本活動中發表自己關於運算思維的想法。	4.375
我會願意推薦其他朋友來參加本活動。	4.50
本活動讓我更了解運算思維的重要性。	4.29
透過參與此次活動，我覺得我學習到很多關於運算思維的知識與技能。	4.62
藉由這次的活動讓我對於使用不插電活動學習運算思維有更深入的了解。	4.33
整體而言，我對這次活動感到滿意、收穫良多且希望能夠再參加。	4.54

表 2 滿意度問卷結果(南投縣溪南國小)

項目	平均數
我知道「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」的內容。	4.00
我覺得「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」能提升我對科普的學習興趣。	4.04
我覺得參與本活動讓我對於運算思維概念更加了解。	3.83
我覺得本活動的內容對我而言是在能力範圍的。	3.70
我會想嘗試在本活動中發表自己關於運算思維的想法。	3.95
我會願意推薦其他朋友來參加本活動。	4.00
本活動讓我更了解運算思維的重要性。	3.79
透過參與此次活動，我覺得我學習到很多關於運算思維的知識與技能。	3.91
藉由這次的活動讓我對於使用不插電活動學習運算思維有更深入的了解。	3.83
整體而言，我對這次活動感到滿意、收穫良多且希望能夠再參加。	3.95

表 3 滿意度問卷結果(新北市鶯歌國中)

項目	平均數
我知道「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」的內容。	4.20
我覺得「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」能提升我對科普的學習興趣。	4.00
我覺得參與本活動讓我對於運算思維概念更加了解。	3.93
我覺得本活動的內容對我而言是在能力範圍的。	4.33
我會想嘗試在本活動中發表自己關於運算思維的想法。	3.60
我會願意推薦其他朋友來參加本活動。	4.06
本活動讓我更了解運算思維的重要性。	3.93
透過參與此次活動，我覺得我學習到很多關於運算思維的知識與技能。	3.93
藉由這次的活動讓我對於使用不插電活動學習運算思維有更深入的了解。	4.13
整體而言，我對這次活動感到滿意、收穫良多且希望能夠再參加。	4.06

表 4 滿意度問卷結果(新北市土城國中)

項目	平均數
我知道「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」的內容。	4.24
我覺得「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」能提升我對科普的學習興趣。	3.71
我覺得參與本活動讓我對於運算思維概念更加了解。	4.05
我覺得本活動的內容對我而言是在能力範圍的。	4.24
我會想嘗試在本活動中發表自己關於運算思維的想法。	3.90
我會願意推薦其他朋友來參加本活動。	4.19
本活動讓我更了解運算思維的重要性。	4.00
透過參與此次活動，我覺得我學習到很多關於運算思維的知識與技能。	4.19
藉由這次的活動讓我對於使用不插電活動學習運算思維有更深入的了解。	4.19
整體而言，我對這次活動感到滿意、收穫良多且希望能夠再參加。	4.14

科普營隊活動後填寫運算思維能力量表、STEM 興趣量表及滿意度問卷，運算思維能力量表的答題狀況受到受試前的動態活動影響，兩校答對率分別為南光國小 29.7% 及東海國小 49.7%；滿意度問卷兩校平均分數均達 4 分以上，東海國小更有四個項目分數達 4.625 分；且未來以 STEM 做為職業的問

題：「對我來說，以科學、數學、技術、工程作為我的職業是」，學生以「極好的、有吸引力的、刺激的」為最高，顯示女學生普遍滿意活動內容且提高投入 STEM 領域動機。全程參與活動的學生皆頒發本次活動研習證明，並頒發獎狀和小獎品鼓勵表現優良的學生。透過本次活動，不僅能提升女學生的運算思維能力及團隊合作能力，學生家長亦於活動結束後立即聯絡協辦單位給予回饋表示肯定，學生參加完活動後確實獲益良多，測驗結果如下表所示。

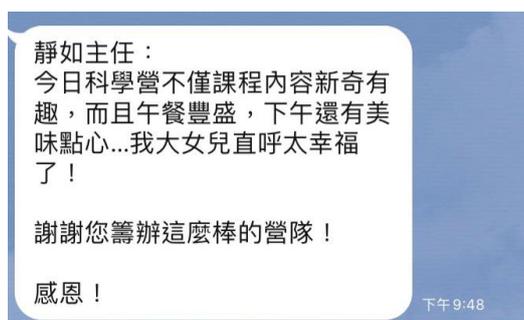
表 5 滿意度問卷結果(南投縣南光國小)

項目	平均數
我知道「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」的內容。	4.41
我覺得「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」能提升我對科普的學習興趣。	4.47
我覺得參與本活動讓我對於運算思維概念更加了解。	4.38
我覺得本活動的內容對我而言是在能力範圍的。	4.36
我會想嘗試在本活動中發表自己關於運算思維的想法。	4.02
我會願意推薦其他朋友來參加本活動。	4.52
本活動讓我更了解運算思維的重要性。	4.16
透過參與此次活動，我覺得我學習到很多關於運算思維的知識與技能。	4.47
藉由這次的活動讓我對於使用不插電活動學習運算思維有更深入的了解。	4.25
整體而言，我對這次活動感到滿意、收穫良多且希望能夠再參加。	4.44

表 6 滿意度問卷結果(臺東縣東海國小)

項目	平均數
我知道「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」的內容。	4.50
我覺得「『原』來運算思維不插電-STEM 巡迴列車與科普營」能提升我對科普的學習興趣。	4.40
我覺得參與本活動讓我對於運算思維概念更加了解。	4.62
我覺得本活動的內容對我而言是在能力範圍的。	4.50
我會想嘗試在本活動中發表自己關於運算思維的想法。	4.28
我會願意推薦其他朋友來參加本活動。	4.50
本活動讓我更了解運算思維的重要性。	4.62
透過參與此次活動，我覺得我學習到很多關於運算思維的知識與技能。	4.62
藉由這次的活動讓我對於使用不插電活動學習運算思維有更深入的了解。	4.62
整體而言，我對這次活動感到滿意、收穫良多且希望能夠再參加。	4.52

活動結束後，學生家長聯繫協辦單位給予回饋，顯示學生參加完活動後獲益良多。



### 家長回饋

## 陸、結論

經過研究後發現，原住民女學生對於科學學習中性別意識、STEM 內容知識及運算思維能力在 STEM 課程中，有深切的認知與素養，若在進行相關的自然科學或資訊科技的課程中，應可提升學習成效。因此，建議未來可舉辦相關活動，例如科學中的性別印象、運算思維與原住民文化的活動、原住民女性傳統技藝與運算思維概念等，期望透過活動，讓偏鄉原住民女學生能具備核心素養，並提升問題解決與團隊合作等能力，並逐漸改變 STEM 領域中的性別刻板印象，進而投入研究或從事相關行業。

## 參考文獻

- 全中鯤 (2000)。少數民族兒童學校教育問題探討以花蓮縣某泰雅 (德魯固) 族國小及其學區為例。花蓮：花蓮師範學院多元文化教育研究所。
- 牟中原、汪幼絨 (1997)。原住民教育。臺北市：師大書苑。
- 行政院 (2018)。APEC 女性 STEM 最佳案例手冊。臺北：行政院。
- 呂玟霖 (2016)。淺談偏鄉學校教師人力的困境與突破。臺灣教育評論月刊，5 (2)，26-28。
- 李季順 (2005)。原住民族教育一條鞭體制之建構：走出一條生路。臺北市：南天書局。
- 柳棟、吳俊杰、謝作如、沈涓 (2013)。STEM、STEAM 課程與可能的實踐路線。中小學訊息技術雜誌，6，39-41。
- 孫志強 (2014)。STEM 課程元素融入阿美族文化之研究。臺北市立大學應用物理暨化學系自然科學教學碩士班碩士論文，未出版，臺北市。
- 教育部 (2018 年 7 月 9 日)。澳洲教育部長促學校聘用 STEM 專業師資。教育部電子報第 830 期。取自：[https://epaper.edu.tw/windows.aspx?windows\\_sn=21474](https://epaper.edu.tw/windows.aspx?windows_sn=21474)
- 郭玉婷 (2001)。泰雅族青少年學習型態之探討。臺北市：臺灣師範大學教育學系。
- 郭靜姿 (2001)。潛藏的才能：原住民學生的學習特質及潛能評估研究。臺北市：國立臺灣師範大學。
- 陳枝烈 (1999)。臺灣原住民教育。臺北市：師苑。
- 陳建鈞 (2017 年 8 月 8 日)。每週跨越 200 公里也要上課 這就是機器人教育的魅力【智慧機器人網】。取自：<https://www.limitlessiq.com/news/post/view/id/1600/>
- 傅麗玉 (1999)。從世界觀探討臺灣原住民中小學科學教育。科學教育學刊，71-90。
- 程遠茜 (2016)。一堂不需要電腦的程式設計課。親子天下 (2016-10-02)。取自：<https://flipedu.parenting.com.tw/article/2774>
- 臺北市教育局新聞稿 (1070803)。北市強調運算思維從小扎根，自訂國小資訊科技教學綱要修正版近日上路。取自：[https://www.doe.gov.taipei/News\\_Content.aspx?n=0F560782595DACFC&s=3849448A49BA29BE](https://www.doe.gov.taipei/News_Content.aspx?n=0F560782595DACFC&s=3849448A49BA29BE)
- ACER (2016). *Unplugging computer science*. Retrieved from <https://rd.acer.org>
- Aikenhead, G., & Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education*, 2(3), 539-620.
- Alvarado, C., Dodds, Z., & Libeskind-Hadas, R. (2012). Increasing women's participation in computing at Harvey Mudd College. *ACM Inroads*, 3(4), 55-64.
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., & Malyn-Smith, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.
- Aranda, G., & Ferguson, J. P. (2018). Unplugged Programming: The future of teaching computational thinking? *Pedagogika*, 68(3), 279-292.

- Association for Computing Machinery; WGBH Educational Foundation (2009). *New Image for Computing Report*.
- Baser, M. (2013). Attitude, gender and achievement in computer programming. *Middle-east Journal of Scientific Research*, 14(2), 248–255.
- Beede, D., Julian, T., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. (2013). *Women in STEM: A gender gap in innovation*. Retrieved from <http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/womeninstemagaptoinnovation8311.pdf>
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5&6), 23-37.
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., & Grimley, M. (2009). Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20-29.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Biswal, N. (2018). *6 Unplugged Coding Activities for Hour of Code*. Retrieved from: <http://info.thinkfun.com/stem-education/6-unplugged-coding-activities-for-hour-of-code>
- Blum, L., & Cortina, T. (2007). CS4HS: An outreach program for high school CS teachers. In *Proceedings of the 38th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 19-23). New York, March 7-11.
- Buitrago Florez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., & Danies, G. (2017). Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. *Review of Educational Research*, 87(4), 834–860.
- Carter, J., & Jenkins, T. (1999). Gender and programming: what's going on? *SIGCSE Bulletin*, 31(3), 1–4.
- Corbett, C., Hill, C., & St Rose, A. (2008). *Where the girls are: The facts about gender equity in education*. Washington, DC: American Association of University Women Educational Foundation.
- Choney, S. (2018, March 13). *Why do girls lose interest in STEM? New research has some answers — and what we can do about it*. [Microsoft] Retrieved from: <https://news.microsoft.com/features/why-do-girls-lose-interest-in-stem-new-research-has-some-answers-and-what-we-can-do-about-it/>
- CS Unplugged.org. (2015). *Computer Science Unplugged*. Retrieved from: <https://csunplugged.org>
- Dasgupta, N. & Stout, J. G. (2014). Girls and women in science, technology, engineering, and mathematics: STEMing the tide and broadening participation in STEM careers. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 1(1), 21-29. doi: 10.1177/2372732214549471
- Earp, J. (2016). *The research files special episode: Professor Tim Bell*. Retrieved from: <https://www.teachermagazine.com.au>
- Feder, M. A., Shouse, A. W., Lewenstein, B., & Bell, P. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: National Academies Press.
- García-Peñalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411. doi:10.1016/j.chb.2017.12.005
- García-Peñalvo, F. J. (2016). What computational thinking is? *Journal of Information Technology Research*, 9(3), 5-8.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational*

- Researcher*, 42(1), 38–43.
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2011). The role of parents and teachers in the development of gender related math attitudes. *Sex Roles*, 66(3), 153-166.
- Hill, C., Corbett, C., & Rose, A. S. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: AAUW.
- Hsu, T. C., Chang, S. C., & Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296–310.
- Howell, M. (2019). *Screen-Free Days in a 1:1 School*. Retrieved from: <https://www.edutopia.org/article/screen-free-days-11-school>
- Hynes, M. M., Moore, T. J., Cardella, M. E., Tank, K. M., Purzer, S., Menekse, M., & Brophy, S. P., (2016). *Inspiring Computational Thinking in Young Children's Engineering Design Activities (Fundamental)*. Retrieved from: <https://pdfs.semanticscholar.org/216e/e3a686cf69261318b4ec9b88035d40753d1b.pdf>
- Kerpen, C. (2017). *How a confident mindset can help close the gender gap in STEM*. *Women@Forbes*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/carriekerpen/2017/06/21/how-confidence-mindset-can-help-close-the-gender-gap-in-stem/#650222e66708>
- Korkmaz, Ö., & Altun, H. (2013). Engineering and ceit student's attitude towards learning computer programming. *International Journal of Social Science*, 6(2), 1169–1185.
- Lapan, R. T., Adams, A., Turner, S., & Hinkelman, J. M. (2000). Seventh graders' vocational interest and efficacy expectation patterns. *Journal of Career Development*, 26, 215.
- Lau, W. W. F., & Yuen, A. H. K. (2009). Exploring the effects of gender and learning styles on computer programming performance: Implications for programming pedagogy. *British Journal of Educational Technology*, 40(4), 696–712.
- Leaper, C., Farkas, T., & Brown, C. S. (2011). Adolescent girls' experiences and gender-related beliefs in relation to their motivation in math/science and English. *Journal of Youth and Adolescence*, 41(3), 268-282. doi:10.1007/s10964-011-9693-z
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2, 32–37.
- Looi, C. K., How, M. L., Longkai, W., Seow, P., & Liu, L. (2018). Analysis of linkages between an unplugged activity and the development of computational thinking. *Computer Science Education*, 28(3), 255–279.
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61.
- Margolis, J., & Fisher, A. (2003). *Unlocking the clubhouse*. Cambridge, MA: MIT.
- Özyurt, Ö., & Özyurt, H. (2015). A study for determining computer programming students' attitudes towards programming and their programming self-efficacy. *Journal of Theory and Practice in Education*, 11(1), 51–67.
- Pajares, F. (2005). Gender differences in mathematics self-efficacy beliefs. In: Gallagher AM, Kaufman JC (eds). *Gender differences in mathematics: an integrative psychological approach*, 294-315.
- Reinking, A., & Martin, B. (2018). The Gender Gap in STEM Fields: Theories, Movements, and Ideas to Engage Girls in STEM. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 148–153.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., Rusk, N., Eastmond, E., & Brennan, K. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67.

- Rodriguez, B., Rader, C., & Camp, T. (2016). Using student performance to assess CS unplugged activities in a classroom environment. *In Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*.
- Rogers, F. (2012). Technology and Interactive Media as Tools in Early Childhood Programs Serving Children from Birth through Age 8. *Position Statement*. Retrieved from: [https://www.naeyc.org/sites/default/files/globally-shared/downloads/PDFs/resources/topics/PS\\_technology\\_WEB.pdf](https://www.naeyc.org/sites/default/files/globally-shared/downloads/PDFs/resources/topics/PS_technology_WEB.pdf)
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, J., & Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Chile-Computer Interaction*, 18, 47-58.
- Saxena, A., Lo, C. K., Hew, K. F., & Wong, G. K. W. (2019). Designing Unplugged and Plugged Activities to Cultivate Computational Thinking: An Exploratory Study in Early Childhood Education. *Asia-Pacific Education Research*, 1-12.
- Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N., & Skinner, E. A. (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation*, 40, 18–35.
- Seneviratne, O. (2017). Making computer science attractive to high school girls with computational thinking approaches A case study. *Handbook of emerging research, practice, and policy on computational thinking*, 21–32. Cham: Springer.
- Sentance, S., & Csizmadia, A. (2017). Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher's perspective. *Education and Information Technologies*, 22(2), 469-495.
- Sigelman, C. K., & Rider, E. A. (2012). Life-span human development (7th ed.). *Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning*.
- Snively, G., & Corsiglia, J. (2001). *Discovering indigenous science: Implications for science education*. National Association of Research in Science Teaching San Diego: CA, 2-51.
- Sheffield, R., Koul, R., Blackley, S., & Maynard, N. (2017). Makerspace in STEM for girls: a physical space to develop twenty-first-century skills. *Educational Media International*, 54(2), 148-164.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Girls, boys, and bots: Gender differences in young children's performance on robotics and programming tasks. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 15, 145–165.
- Swaid, S. I. (2015). Bringing computational thinking to STEM education. *Procedia Manufacturing*, 3, 3657–3662.
- Tan, E., Calabrese, B. A., Kang, H., & O'Neill, T. (2013). Desiring a career in STEM-related fields: how middle school girls articulate and negotiate identities-in-practice in science. *Journal Research Science Teach*, 50, 1143-1179. doi:10.1002/tea.21123
- Tonbuluğlu, B., & Tonbuluğlu, İ. (2019). The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students. *Informatics in Education*, 18(2), 403–426.
- Turner, S. L. (2008). Gender differences in Holland vocational personality types: Implications for school counselors. *Professional School Counseling*, 11, 317.
- Tytler, R., Prain, V., Hubber, P., & Waldrip, B. (2013). *Constructing representations to learn in science*.

Rotterdam: Sense.

- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2015). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. doi:10.1007/s10639-015-9412-6

109年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：黃思華		計畫編號：109-2629-H-845-001-	
計畫名稱：「原」來運算思維不插電-STEM巡迴列車與科普營			
成果項目		量化	單位 質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)
國內	學術性論文	期刊論文	3 篇
		研討會論文	6 篇
		專書	2 本
			<p>1. 黃蕙蘭、黃思華、黃健哲 (2020)。國小一年級學童實施不插電運算思維課程之成效分析。臺灣教育雙月刊，1 (722)，59-70。</p> <p>2. 陳佩萱、黃思華 (2020)。英語科STEAM課程對國小學生運算思維與英語學習之影響。教育科技與學習期刊，1，7。</p> <p>3. 黃思華、劉遠楨、吳佳娣、楊旻錦 (2019)。數位圖畫書的圖文比例對學生創造力影響之研究。數位學習科技期刊，11 (1)，23-49。本人為第一作者。(TSSCI)</p> <p>1. 黃思華、李易駿 (2021)。原住民國小學生閱讀科普文本電子有聲書之成效與影響因素。2021彰雲嘉大學校院聯盟學術委員會研討會發表之論文，嘉義縣，臺灣。</p> <p>2. 黃思華 (2020)。原住民國小學童科普文本閱讀理解監控與閱讀理解成效之探究。2020「原住民族科學教育研討會：在地沃野與國際視野」研討會發表之論文，臺東縣，臺灣。</p> <p>3. 黃思華 (2019)。原住民科普文本電子有聲書之發展與研究。2019年多元族群教育與文化回應教學國際學術研討會發表之論文，臺北市，臺灣。</p> <p>4. 郭冠宏、黃思華 (2018)。擴增實境在高中全民國防教育課程應用之研究。2018年數位學習與教育科技國際研討會發表之論文，臺中市，臺灣。</p> <p>5. 吳幸蓉、黃思華 (2018)。半永久彩妝平台的建置和教學成效研究。2018年數位學習與教育科技國際研討會發表之論文，臺中市，臺灣。</p> <p>6. 簡靖樺、黃思華 (2017)。原住民文化結合遊戲式數感學習系統之建置與研究。2017年原住民族科學與數學教育學術研討會發表之論文，臺北市，臺灣。</p> <p>1. 黃思華、張玟慧 (2021)。課程與教學學會 2020年度專書—AI時代的課程與教學：前瞻未來教育。臺北市：五南。</p> <p>2. 黃思華 (2020)。教學原理：理論、</p>

					實踐與專業。臺北市：師大書苑。
		專書論文	0	章	
		技術報告	0	篇	
		其他	0	篇	
國外	學術性論文	期刊論文	5	篇	<p>1. Huang, T. H. &amp; Li, Z. Y. (2020). The Influences of Integrating Information Technology into Discussion-based Concept Cartoons on 5th Graders' Mathematics Learning. <i>Education Journal</i>, 48(2), 61-81. (TSSCI).</p> <p>2. Huang, T. H., &amp; Li, Y. J. (2019). A Study on the Differences of Reading Electronic Texts in Popular Science between Taiwanese Minorities and Han People. <i>International Journal of Management and Applied Science</i>, 5(11).</p> <p>3. Chang, W. H., Huang, T. H., &amp; Liu, Y. C. (2018). Influence of an Interactive e-Book on the Reading Comprehension of Different Ethnic Groups Using Indigenous Culture as Content. <i>International Journal of Human Computer Interaction</i>, 35(4-5), 323-332. (SSCI).</p> <p>4. Chang, W. H., Liu, Y. C. Huang, T. H. (2017). Perceptions of learning effectiveness in M-learning: Scale development and student awareness. <i>Journal of Computer Assisted Learning</i>, 33(5), 461-472. (SSCI).</p> <p>5. Huang, T. H., Liu, Y. C. (2017). Science Education Curriculum Development Principles in Taiwan: Connecting with Aboriginal Learning and Culture. <i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>, 13(5), 1341-1360. (SSCI).</p>
		研討會論文	8		<p>1. Huang, C. C. &amp; Huang, T. H. (2021). Research on graphical computer programming error prompting system for learning programming on elementary school students. Paper presented at GCCCE 2021, Taipei, Taiwan (Online).</p> <p>2. Huang, T. H. &amp; Li, Y. J. (2019). A Study on the Differences of Reading Electronic Texts in Popular</p>

				<p>Science between Taiwanese Minorities and Han People. Paper presented at 553rd International Conference on Language, Literature and Culture (ICLLC), Edinburgh, UK.</p> <p>3. Huang, T. H. &amp; Hsieh, Y. S. (2019). Research and develop the popular science e-audio book that mixed in the indigenous culture. Paper presented at The 7th European Conference on Education, London, UK.</p> <p>4. Huang, T. H. &amp; Li, T. Y. (2018). Discussion-Based Concept Cartoon System Applied to Mathematics Learning. Paper presented at International Conference on Performance Indicators in Business and Social Science Research (CPIS18), Amsterdam, Netherlands.</p> <p>5. Huang, T. H. &amp; Chien, C. H. (2018). The Construction and Research of the Aboriginal GameBased Number Sense Learning System. Paper presented at International Conference on Education, Teaching &amp; Learning (ICE18Swiss Conference), Zurich, Switzerland.</p> <p>6. Liu, Y. C., Huang, T. H., &amp; Lin, P. Y. (2017). The study on the improvement of students abilities by the mobile platform. Paper presented at 23rd International Conference on Social Science and Humanities (ICSSH), London, United Kingdom.</p> <p>7. Huang, T. H. (2017). A Study of Virtual Technology in Aboriginal High School Geography Teaching. Paper presented at International conference on Implications of Research in Business, Economics, Management Social Sciences and Humanities (IRBEMSH), Osaka, Japan.</p> <p>8. Huang, T. H. (2017). Differentiated Analysis of Mathematics Learning of Minority Students in Taiwan. Paper presented at International Conference on Innovative Trends in Engineering, Technology, Computers and Applied</p>
--	--	--	--	---

					Sciences (ITETCAS), Tokyo, Japan.
		專書	1	本	1. Huang, T. H. & Li, Y. J. (2021). Springer International Handbooks of Education. International Handbook of Research on Multicultural Science Education. Springer.
		專書論文	0	章	
		技術報告	0	篇	
		其他	0	篇	
參與計畫人力	本國籍	大專生	7	人次	李晨筠、吳暄惠、陶子威、徐新峰、王滢庭、藍珮瑄、盧映廷
		碩士生	1		曾昭瑄
		博士生	1		王雅玲
		博士級研究人員	0		
		專任人員	1		李易駿
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		
其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)		辦理STEM科普營隊活動2梯、巡迴列車活動5場及出版科學電子報4期。			