

教育部112學年度中小學科學教育專案年度期中報告綱要

計畫編號：44

計畫名稱：實施不插電運算思維課程對學習成效之探討(第二年)

主持人：張琬翔

協同主持人：張裕助、王瑋樺、朱碧梅

執行單位：臺南市東區崇學國民小學

摘要

本研究基於十二年國教素養導向的理念發展不插電運算思維課程，包含六則教材(問題拆解、模式辨識、抽象化、演算法、循序/重複結構、條件判斷/布林值)與六項活動設計(拼圖分合、神機妙算、分門別類、機器指令、例行工作、身體密碼)。研究樣本為臺南市某國小4個班級高年級學生(共計約107名)，採2(不插電運算思維課程組、控制組)×2(性別)不等組前後測實驗控制組設計法，進行實驗教學活動。研究工具為自編的運算思維成就測驗、自我效能和態度量表，所得資料以SPSS軟體進行共變數分析(ANCOVA)，以驗證研究假設。

關鍵字：不插電、運算思維、學習成效

壹、計畫目的及內容

一、研究背景與動機

十二年國教強調素養導向學習，科技領域課程旨在涵育學生創造性思考、邏輯與運算思維、批判性思考、問題解決等高層次思考的能力；課程發展與實踐是以學生的生活經驗、需求以及學習興趣為基礎，在問題解決與實作的過程中培養學生「設計思考」與「運算思維」的知能，而「運算思維」是透過電腦科學相關知能的學習，培養邏輯思考與系統化思考等(國家教育研究院，2018)。國家教育研究院(2020)公布國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明，將「運算思維與問題解決」納入國小資訊教育的學習表現，期盼中年級學生能認識以運算思維解決問題的過程，高年級則可運用運算思維解決問題。Wing(2006)指出，運算思維(computational thinking)是利用電腦科學的基本概念進行問題解決、系統設計與人類行為理解的思維模式；運算思維是一種理念、構想和基本原理，不等於程式設計。運算思維最早是電腦科學的發展基礎，是一門包含程式設計和問題解決所需的思考方式和運用技巧，鼓勵學生運用抽象的邏輯思考來解決日常生活的具體問題，即運算思維是教導孩子「邏輯思考」與「問題解決」，是一種生活態度與思考方式，有助於十二國教核心素養的實踐。

運算思維是一種思考方式，可以在不使用電腦、螢幕或連結網路的情境下，藉由各種有趣的不插電(un-plugged)遊戲和活動來理解複雜的問題，或是理解解決問題的處理方式與過程(黃蕙蘭、黃思華和黃健哲，2020；Yacob,2018)。例如：卡片、棋盤遊戲、謎題、邏輯遊戲、身體運動...等(Brackmann, Román-González, Robles, Moreno-León, Casali, & Barone, 2017；Mensan, Osman, & Majid, 2020)。在國小許多教師透過桌遊或故事結合生活情境的遊戲方式學習進行不插電的運算思維課程。Brackmann等(2017)在西班牙兩所小學進行莫妮卡地圖、流行歌曲、俄羅斯方塊、重複繪畫等課程，發現參加不插電活動的學生其運算思維能力顯著高於控制組學生。Mensan、Osman與Majid(2020)在馬拉西亞兩所小學設計物質狀態、固體性質、液體性

質、水循環、水資源等五項結合科學的運算思維活動，雖然實驗組在科學和運算思維後測得分均高於控制組，但沒有達到顯著差異。黃思嘉和盧東華(2019)設計《星球密碼戰》教學活動，將運算思維融入國小低年級生活課程；研究發現：學生認為這種課程是遊戲，能提升課程參與度，學生面對困難時的焦慮程度降低，也願意主動思考有無解決方法，但對於學科成績沒有大幅度改變。王振庭和許庭嘉(2019)研究發現，國小學生透過《Robert City V2新機器人蓋城市》桌遊進行運算思維翻轉學習後，能提高內在學習動機和解決問題能力。黃蕙蘭、黃思華和黃健哲(2020)研究探討「兔兔媽媽冰淇淋」不插電運算思維課程在國小一年級實施的成效，發現學習成效良好且在學習動機(注意力A、相關性R、信心C和滿意度S)有正向回饋。

面對新課綱施行在即，當務之急便是設計符合運算思維的有效教學課程(王振庭、許庭嘉, 2019)。因不插電的運算思維課程能提升學習興趣與參與(王振庭、許庭嘉, 2019; 黃思嘉、盧東華, 2019; Kuo & Hsu, 2019; Rodriguez, Rader & Camp, 2016)、改善學習信心和態度(陳佩萱、黃思華, 2019; 黃思嘉、盧東華, 2019; 黃蕙蘭、黃思華、黃健哲, 2020; 劉遠楨, 2019; 賴和隆, 2016; Barr, Harrison, & Conery, 2011)和涵養問題解決和創造力(王振庭、許庭嘉, 2019; 張韶宸、許庭嘉和蘇勃郡, 2017; 陳佩萱、黃思華, 2019; 黃思嘉、盧東華, 2019; 劉遠楨, 2019; 賴和隆, 2016; Barr, Harrison, & Conery, 2011; Kuo & Hsu, 2019)。本研究基於十二年國教素養導向的理念，發展不插電運算思維課程，此為本研就動機之一。

此外，黃元彥、劉旨峰和林俊閔(2018)對168位國小四、五年級學生的研究結果指出，性別在機器人運算思維的表現上具有整體的顯著差異。男生在機器人設計與規劃、問題解決與模組化的得分都顯著高於女生；且男生於機器人學習的挫折感也顯著低於女生。僅在機器人合作學習的得分表現上，男女生之間則沒有顯著差異。其課堂觀察發現，女生似乎較傾向具體明確的指導或教學活動，而男生則比較能夠適應弱結構或開放性的任務挑戰。Korkmaz和Bai(2019)對1015位中國K10和K11學生的研究發現，男生在運算思維能力的子層面和總得分均高於女生，其中在創造力、演算法思考、合作性、批判性思維達顯著差異，僅在解決問題未達顯著差異。以上研究顯示運算思維能力有性別間的差異存在，男性整體表現優於女性。

但也有許多研究的發現不支持前述看法，Amatzidou和Demetriadis(2016)探討不同年級(初中89人、高職75人)與性別學生在每週兩小時，連續11週機器人學習下的運算思維(抽象化、一般化、演算法、模組、問題拆解)發展，研究結果發現不同年級與性別之學生在相同課程下，都能達到相同程度的學習發展；運算思維能力皆有良好的成長。但與男孩相比，女孩在許多情況下似乎需要更多的培訓時間才能達到相同的技能水平。鄭國明、林群峰和溫嘉榮(2017)對97位國小五年級進行的研究發現，接受Kodu遊戲設計教學之學童，不論男生或女生，其在「抽象化」及「分解」的運算思維提昇之成效皆有顯著效益，但性別間沒有差異。謝承晏(2018)對90位國小五年級學生的實驗研究指出，運算思維學習成效在不同性別上沒有顯著差異。Karalar和Alpaslan(2021)對土耳其284位八年級學生進行的研究發現，女生在抽象、分解、演算法、評估和概括等子面向和總分都略高於男生，但T考驗卻沒有達到顯著差異。由於過去文獻發現不同性別在運算思維上有不同的表現，顯見在探討性別相關議題仍應留意其差異。因此，本研究將進一步瞭解不插電運算思維課程對不同性別學生之學習成效的交互作用情形，此為本研就動機之二。

二、研究目的與假設

- (一) 第一年上學期：自編「問題拆解」不插電運算思維課程，並實踐與評鑑課程。
- (二) 第一年下學期：自編「模式辨識」不插電運算思維課程，並實踐與評鑑課程。
- (三) 第二年上學期：自編「抽象化」不插電運算思維課程，並實踐與評鑑課程。
- (四) 第二年下學期：自編「演算法」不插電運算思維課程，並實踐與評鑑課程。
- (五) 第三年上學期：自編「循序/重複結構」不插電運算思維課程，並實踐與評鑑課程。
- (六) 第三年下學期：自編「條件判斷/資料表示」不插電運算思維課程，並實踐與評鑑課程。
- (七) 探討國小高年級學童接受不插電運算思維課程後，對學習成效之影響。
- (八) 探討國小高年級學童接受不插電運算思維課程後，對不同性別學習者之學習成效的交互作用情形。

綜合前述，本研究有以下研究假設。

假設一：不插電運算思維課程組與控制組在學習成效上有差異。

1-1 不插電運算思維課程組與控制組在運算思維成就上有差異。

1-2 不插電運算思維課程組與控制組在運算思維態度上有差異。

1-3 不插電運算思維課程組與控制組在運算思維自我效能上有差異。

假設二：學習方式（不插電運算思維課程組、控制組）×性別在學習成效上有交互作用存在。

2-1 學習方式（不插電運算思維課程組、控制組）×性別在算思維成就上有交互作用存在。

2-2 學習方式（不插電運算思維課程組、控制組）×性別在運算思維態度上有交互作用存在。

2-3 學習方式（不插電運算思維課程組、控制組）×性別在運算思維自我效能上有交互作用存在。

貳、文獻探討

一、 運算思維的意涵

運算思維是21世紀關鍵的識讀能力，與閱讀(Reading)、寫作(Writing)、數學(Arithmetic)3R 基礎能力同樣重要 (Wing,2006)。邵雲龍(2019)指出，運算思維應是所有人共通具備的能力，善用這項能力可以增加解決問題的能力，培養邏輯思考和系統化思考。

運算思維是以抽象化和自動化為核心元素，所建構的一套邏輯思考模式及解決問題的基本框架，包含:問題解決的數學思維，在真實世界的條件限制下找到設計與評估複雜系統的工程思維，以及能夠了解人類心智運作規律的科學思維 (Wing, 2006)。賴和隆(2016)指出，運算思維是將資訊科學概念運用到問題解決、系統設計和對人類行為了解上的一種思維方式，人們藉由運算思維可以選擇合適的方式來陳述問題、省卻不必要的細節來表達或處理問題 並建立模型使問題易於處理，形成具有抽象化、具體化、自動化、系統化等計算特徵的問題解決方案。運算思維就是利用既有的運算工具，分析並解決問題的能力 (黃思嘉、盧東華，2019)；這是一種問題解決的創造性

方法，個人可以通過運算思維這種新媒體表達想法 (Kakavas & Ugolini, 2019)。

運算思維是透過觀察、問題拆解、思考辨識、重點歸納與解決方案等步驟來培養學生處理問題的能力，不是只有程式設計或資訊科學才用到，包含國語、數學、社會、人文藝術等領域都可導入(邵雲龍，2019)。即運算思維可以跨學科轉移和應用 (Kakavas & Ugolini, 2019)，具有以下特性 (Wing, 2006)：(1)概念化，不是電腦編程；(2)基本原理，並非硬記技能；(3)人類思維模式，不是電腦思維模式；(4)補充和結合數學和工程思維；(5)抽象想法，非具體製品；(6)適用每個人，無處不在。換言之，運算思維最早是電腦科學的發展基礎，是一門包含程式設計和問題解決所需的思考方式和運用技巧，鼓勵學生運用抽象的邏輯思考來解決日常生活的具體問題，即運算思維是教導孩子「邏輯思考」與「問題解決」，是一種生活態度與思考方式。

Brennan 和 Resnick(2012) 提出運算思維的發展框架，包含：(1)運算概念 (computational concepts)，指序列、迴圈、平行化、事件、條件、運算子、資料七種學生在練習程式撰寫時應該學會使用的技巧；(2)運算實踐 (computational practices)，指增加與疊代、測試與除錯、再利用與再結合、抽象與模組化四種程式設計實踐時的思考和學習的過程；(3)運算觀點 (computational perspectives)，指表達、連接、提問三種程式設計者對自己、他人及周遭世界的互動與理解。Google for Education (2015) 運算思維是一種使用運算工具解決問題的歷程，包含心智歷程(問題拆解、抽象化、模式辨識、演算法設計)和成果產出(自動化、資料蒐集、資料分析、資料表達、模式一般化)。運算思維是解決問題的思維過程，由抽象化、問題分解、演算法、評估和概括等技能所組成(Karalar& Alpaslan, 2021)。換言之，運算思維的內涵有多種定義，研究者整理國內外文獻後(如表1)，運算思維最常見的有抽象化、演算法、問題拆解、模式辨識、序列(循序結構)、迴圈敘述(重複結構)、條件判斷(如果/否則、選擇結構)、資料表示、排序/搜尋、函式(副程式)、評估、除錯、模式化與模擬、布林值/集合。其中抽象化、演算法、問題拆解、模式辨識為最常見的四種內涵，將列為第一年和第二年的研究者自編課程主題，循序/重複結構和條件判斷/資料表示則列為第三年的自編課程主題。

表1運算思維內涵整理表

研究者	運算思維內涵	抽象化	演算法	問題拆解	模式辨識	循序結構	重複結構	條件判斷	資料表示	排序搜尋	函式	評估	除錯	模式化與模擬	布林值
張韶宸、許庭嘉、蘇勃郡(2017)		*	*	*	*										
鄭國明、林群峰、溫嘉榮 (2017)		*	*	*											
謝承晏 (2018)		*	*	*	*				*						
黃元彥、劉旨峰、林俊閔(2018)		*	*	*	*										
劉吉軒(2018)		*	*	*	*										
邵雲龍(2019)		*	*	*	*							*			
盧玟燕、范斯淳 (2019)		*	*	*					*						
豐佳燕 (2019年)。		*	*	*	*										
陳佩萱、黃思華(2019)。		*	*	*											
葉國良等 (2021)		*	*	*	*										
陳俊宇 (2021)		*	*	*	*										
Wing (2006)		*		*											
Brennan 和 Resnick (2012)		*				*	*	*					*		

研究者 \ 運算思維內涵	抽象化	演算法	問題拆解	模式辨識	循序結構	重複結構	條件判斷	資料表示	排序搜尋	函式	評估	除錯	模式化與模擬	布林值
Google for Education (2015)	*	*	*	*										
Rodriguez、Rader 和 Camp (2016)	*	*	*	*				*						
Brackmann 等 (2017)	*	*	*	*	*	*	*			*				
Kuo、Wei-Chen 和 Hsu (2019)					*	*	*		*	*				
Lee 和 Malyn-Smith (2019)	*	*							*				*	
Kakavas 和 Ugolini (2019)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Mensan、Osman,和 Majid (2020)	*	*	*	*										
Karalar 和 Alpaslan (2021).	*	*	*								*			
累積次數	20	18	18	13	4	4	4	4	3	3	3	2	2	1

二、運算思維的教學實務

黃蕙蘭、黃思華和黃健哲(2020)指出,教學中透過分組合作學習,可刺激學生想法交流,教師循序逐步指導,有利穩定學生學習,有立即評量效果;實施方式上,教師可先掌握班級常規,讓學生熟悉課程步驟,再帶入小組活動,與同學溝通想法;在教師示範後,讓學生操作、除錯,培養後設認知能力;學生喜歡過關遊戲,設計關卡當成課程內容,安排不同程度的內容,可作為成就測驗的依據,同時也落實教學即評量的概念。Rodriguez、Rader 和 Camp(2016)的實驗發現,大班示範雖有助於學生參與,但個別練習才能讓學生精熟概念,且課程內容要與真實世界連結才有助於誘發學習興趣。陳佩萱和黃思華(2019)指出,課程題材建議從生活實際問題取材,以真實情境的需求來發展,輔以動手做或實作活動。

劉遠楨(2019)在兩年的原住民國小高年級程式設計和運算思維課程的研究發現,學生對非制式化的遊戲教學和動手實作的活動式有較高的興趣,能專注在團體合作學習中分享彼此的想法,來完成教師所提出的問題;建議增加師生、學生之間的互動,採用圖示為主的題型和高互動式的即時互動問答方式,例如:Kahoot。黃思嘉和盧東華(2019)表示,學生在合作的過程中,更能理解運算思維的基礎概念,並嘗試利用運算思維解決日常生活中的問題。Mensan、Osman與Majid(2020)的研究也發現,合作學習和動手操作有助於運算思維能力的培養。

換言之,運算思維課程在準備活動階段,教師可以先採用大班示範的教導方式確保每位學生都熟習基本概念且參與課程;在發展活動階段鼓勵學生分組合作學習,組內共學或組間互學的交流想法;最後在綜合活動階段,則可採用學生自學的個別單獨練習和動手實作,確保概念精熟,提升學習品質。

三、運算思維的學習助益

(一)提升學習興趣與參與

Rodriguez、Rader與Camp(2016)實驗發現，不插電活動能提升七年級學生對計算機科學的興趣。黃思嘉和盧東華(2019)將運算思維融入國小低年級生活課程，學生認為這種課程是遊戲，課程參與度相當高，即便是平時課程參與度不高的學生也都願意加入解題。王振庭和許庭嘉(2019)的研究也發現，國小學生透過桌遊進行運算思維翻轉學習後，能提高內在學習動機。Kuo和Hsu(2019)研究結果也表示，不插電的運算思維遊戲可以增加學生的學習慾望，從而提高他們的學習成績。

(二)改善學習信心和態度

具備運算思維能力的人能夠有信心地處理複雜性問題、有毅力處理困難問題、對於歧異的容忍度較高(陳佩萱、黃思華, 2019; 賴和隆, 2016; Barr, Harrison, & Conery, 2011)。劉遠楨(2019)的研究也指出運算思維課程能提升對於問題解決和計算思維能力的自信心。黃思嘉和盧東華(2019)研究發現，學生面對困難時的焦慮程度降低，也願意主動思考有無解決方法。黃蕙蘭、黃思華和黃健哲(2020)的實驗發現，國小一年級學童接受不插電運算思維課程後在學習動機元素(注意力 A、相關性 R、信心 C 和滿意度 S)均能有正向回饋，且學習成效良好。

(三)涵養問題解決和創造力

具備運算思維的人有能力處理開放性問題(陳佩萱、黃思華, 2019; 賴和隆, 2016; Barr, Harrison, & Conery, 2011)。張韶宸、許庭嘉和蘇勃郡(2017)指出，運算思維可以提高孩童問題解決的能力，並且以新的方式和角度思考問題，能影響孩童的學習成效。黃思嘉和盧東華(2019)研究發現，學生的想像力和理解力都高於教師備課時的預期。王振庭和許庭嘉(2019)的研究也發現，國小學生透過桌遊進行運算思維翻轉學習後，能提高解決問題能力。Kuo和Hsu(2019)研究結果也表示，不插電的運算思維遊戲可以增強學生更高層次的思維。劉遠楨(2019)研究發現，參與運算思維課程的學生在創造力思維的表現有顯著提升，學生能以較複雜的思維思考事物。

參、研究方法及步驟

一、研究架構

本研究旨在探討不插電運算思維課程是否對學生的學習成效造成影響。研究者以學習方式、性別為自變項，依變項為運算思維成就、運算思維自我效能與運算思維態度。由於外來變項會對學生的前測成績產生影響，故以「前測成績」為共變項，進行單因子共變數分析，以排除外來變項所造成的影響。本研究之架構如圖1所示。

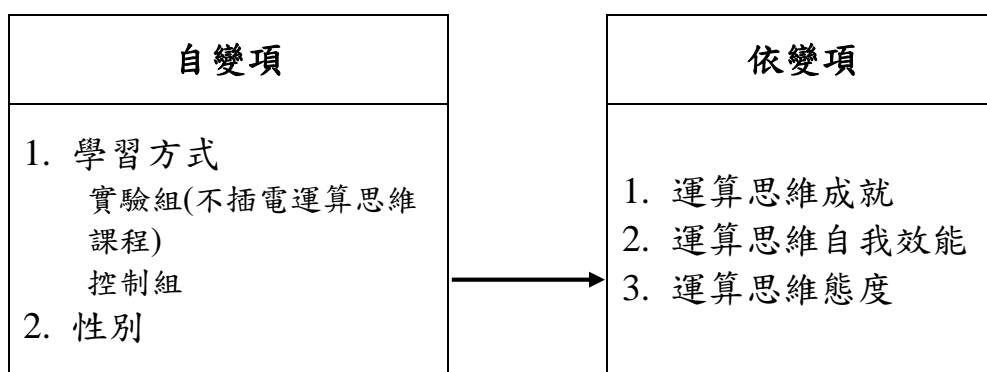


圖 1 研究架構圖

二、 研究對象與研究設計

本研究之對象係以臺南市崇學國小高年級4班共108位學童為研究對象，採用準實驗設計裡的2（不插電運算思維課程組、控制組）× 2（性別）「不等組前後測設計」，以班級為單位分成二組，其中實驗組2班（53人）、控制組2班（54人）。實驗組在彈性學習課程時段接受8次的不插電運算思維課程組，而控制組則無。在實驗處理前兩組都接受「運算思維自我效能」、「運算思維態度」和「運算思維成就測驗」之前測，之後實驗組接受實驗處理，而控制組則否。實驗處理後兩組再接受「運算思維自我效能」、「運算思維態度」和「運算思維成就測驗」之後測，研究設計模式如表2所示。

表2研究設計模式表

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	O ₁	X 不插電運算思維課	O ₃
控制組	O ₂		O ₄

1. 就前測方面，O₁、O₂ 表示實驗處理前實驗組與控制組所進行的前測，即以「運算思維自我效能」、「運算思維態度」和「運算思維成就測驗」為前測工具。
2. 實驗處理方面，X 表示實驗組所接受的實驗處理—由該班授課教師（本計畫協同主持人）實施不插電運算思維課。控制組則無實施不插電運算思維課。
3. 就後測方面，O₃、O₄ 表示實驗處理後實驗組所實施的後測，即以「運算思維自我效能」、「運算思維態度」和「運算思維成就測驗」為後測工具。

三、研究工具

(一) 運算思維成就測驗

運算思維成就測驗即採用研究者自編之選擇題測驗卷。測驗依據文獻探討結果，由三位國小教師以發展運算思維常見的共通內涵為主進行出題、行試題挑選與編修，測驗題目最後包含20題單題選，包含布林值、序列結構、抽象化、拆解、迴圈、除錯、問題拆解、演算法、模式辨識、選擇結構、變數等運算思維內涵。學生使用線上填答，測驗開始時，由教師說明測驗目的與流程，測驗時間為30分鐘，所有題目皆為必填，提交後不得修改。本測驗共20題。每題5分，滿分為100分。題目列舉如表3。

表3運算思維成就測驗題目列舉表

題目	選項 1	選項 2	選項 3	選項 4	正確答案
露比遇到大麻煩會把它想成很多小麻煩聚集再一起，這是運用哪一種思考方式？	序列	拆解	除錯	函式	2
哪一選項適合解釋「問題拆解」？	化繁為簡	按部就班	化整為零	異中求同	3
金格寫下「11、13、15、17、19」這一排數字，露比發現這些數字都是奇數。這是露比運用哪一種思考方式？	資料結構	模式辨識	問題拆解	程式除錯	2
哪一種思考方式強調專注於事物的本質，忽略讓人分心的細節，能有助於找到問題解決辦法？	資料結構	問題拆解	模式辨識	程式除錯	3

(二) 運算思維自我效能量表

本研究之運算思維自我效能量表參考陳佩萱和黃思華(2019)、謝承晏(2018)、豐佳燕(2019年)、Google for Education(2015)、Gulbahar、Kert和Kalelioglu(2019)等文獻編製而成，分為問題拆解、模式辨識、抽象化、演算法之四個構面，共15題，運算思維自我效能量表題目如表4所示，採李克特(Likert type)5點量表計分方式，從完全符合(5分)到不曾符合(1分)，受試者得分數愈高，表示其運算思維自我效能愈佳。預試樣本為國小174位高年級學生、正式問卷樣本為318位高年級學生。全量表之 α 係數達.945，顯示其內部一致性佳。運算思維自我效能量表之二階驗證性因素分析模式具有良好的模式適配，所得之SRMR=.029、RMSEA=.055、GFI=.93、CFI=.99、PNFI=.81、PGFI=.67，潛在變項與其測量題項之因素負荷量介於.69至.85間，平均變異抽取量介於.544至.634間，組合信度介於.781至.895間。

表4運算思維自我效能量表

層面	項目
問題拆解	<ol style="list-style-type: none"> 1. 我能將大問題分成數個小問題來處理。 2. 我能從複雜問題中找出較容易解決的部分。 3. 我能完成多步驟四則運算。

層面	項目
模式辨識	4. 我能從多筆資料中找出相同處。 5. 我能發現事情的規律性。 6. 我能用同樣的方式來解決不同的問題。
抽象化	7. 我能找出文章中的人事時地物。 8. 我能標示文章的重點。 9. 我能從題目描述中找出要考的課本內容。 10. 我能摘要文章的大意。
演算法	11. 我能清楚表達問題解決的處理步驟。 12. 我能夠按照指定步驟來解決問題。 13. 我能找出完成任務的最佳方法。 14. 我能經由不斷嘗試來完成任務。 15. 我能想出問題解決的可行方法。

(三) 運算思維態度量表

本研究之運算思維學習態度量表參考黃元彥、劉旨峰、林俊閔(2018)、劉遠楨(2019)、謝承晏(2018)、Ertugrul-Akyol(2019)、Gulbahar、Kert 和 Kalelioglu (2019)、Korkma、Cakir 和 Özden (2017)、Korkmaz 和 Bai(2019)等人研究編製而成，分為創造力、演算思考、合作學習、批判性思考、問題解決之五個構面，共28題。運算思維態度量表題目如表5所示，採李克特(Likert type) 5點量表計分方式，從完全符合(5分)到不曾符合(1分)，受試者得分數愈高，表示其運算思維態度愈佳。

預試樣本為國小174位高年級學生、正式問卷樣本為318位高年級學生。全量表之 α 係數達.967，顯示其內部一致性佳。運算思維自我效能量表之二階驗證性因素分析模式具有良好的模式適配，所得之 SRMR=.051、RMSEA=.066、GFI=.84、CFI=.98、PNFI=.89、PGFI=.72，潛在變項與其測量題項之因素負荷量介於.63至.84間，平均變異抽取量介於依序為.564、.588、.634、.570、.598，組合信度依序為.885、.895、.912、.797、.912。

表5 運算思維態度量表

層面	項目
創造力	1. 在解題時，我相信自己對正確和錯誤答案的直覺判斷。 2. 如果有足夠的時間，我相信能夠解決大部分的問題。 3. 如果我付出努力，我相信能夠解決大部分的問題。 4. 當在陌生的環境中遇到困難時，我相信自己能解決出現的問題。 5. 我相信我可以採取計畫來解決問題。 6. 當我遭遇問題時，我會先停下來解決這個問題，再處理其他的問題。
演算思考	7. 我相信我可以很輕易地發現數字之間的關係。 8. 我認為透過數學概念和符號的輔助，能讓我學習更好。 9. 我對數學解題過程特別感到興趣。 10. 我能用數學方法表達我在日常生活中遇到問題的解決方法。 11. 我能用日常生活的口語方式來解釋數學問題。 12. 我能立即想到數學算式來解決問題。

層面	項目
合作學習	13. 在合作學習中，因為大家協力完成工作，我認為將獲得更成功的結果。 14. 在合作學習中，我喜歡和朋友一起解決小組分配到的任務。 15. 在合作學習中，我會產生更多的想法。 16. 在合作學習中，我懂得用更友善禮貌的方式和同組夥伴相處。 17. 在合作學習中，我更有意願來表達自己的想法。 18. 在合作學習中，能獲得不同的觀點及知識，進而使我的學習與創造力更加豐富。
批判性思考	19. 我願意學習具有挑戰性的新事物。 20. 當面臨抉擇或進行方案比較時，我能有系統地進行思考。 21. 在解決問題的過程中，我會不斷質疑為什麼要用這種方式來解決。
問題解決	22. 我能在腦海中產生解決問題的方法。 23. 我能逐步應用我所設計的問題解決方案。 24. 當遇到問題時，我能想出很多種解決這項問題方法。 25. 我會用合乎邏輯的方式處理生活中的問題。 26. 在找到答案後，我會再次檢驗問題解決方式是否正確。 27. 在找到解決問題的方法後，我嘗試尋找另一種解決方法。 28. 我可以區分解決方案所需的資訊和不必要的資訊。

(四)學科成就測驗

學科成就測驗即採用研究對象學校自編之國語、數學、自然和社會之期中評量，前測為六年級上學期中評量考卷，後測為六年級下學期末評量考卷。

四、資料蒐集與分析

(一)量的資料

本研究分別將學童的作答結果登入電腦建立資料，並以 SPSS 軟體進行統計分析比較。首先採單因子共變數分析，考驗研究假設一，進行統計考驗時，若 F 值達顯著水準，以 Tukey 法進行事後多重比較；其次採二因子共變數分析，考驗研究假設二，進行統計考驗時，若二因子交互作用達顯著水準，本研究再進行單純主要效果考驗。進行共變數分析前，先進行細格內迴歸係數同質性檢定，以符合共變數分析之假定，若違反同質性檢定之假定，改以單因子變異數分析後測分數。各項統計考驗以.05為顯著水準。針對達統計顯著水準的結果，加入效果量數據，佐證實驗處理顯著性的具體資料。

(二)質的資料

本研究蒐集上課觀察記錄、教師訪談資料與學習檔案，利用文件分析瞭解學童經過不插電運算思維課程所呈現出來的學習成就、態度和表現。

五、實驗教學主題:研究主題分為上下學期為期三年，茲說明如表8。

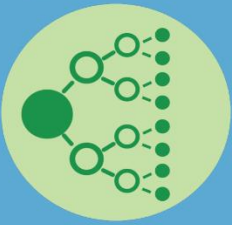
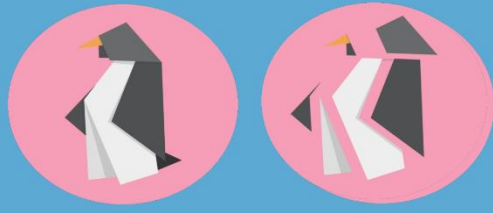

表6教學進度與主題

計畫年度	學期	教學主題	活動名稱
第一年	上學期	問題拆解	拼圖分合
	下學期	模式辨識	神機妙算
第二年	上學期	問題拆解	拼圖分合
		模式辨識	神機妙算
	下學期	抽象化	分門別類
		演算法	機器指令
第三年	上學期	循序/重複結構	例行工作
第三年	下學期	條件判斷/資料表示	身體密碼

肆、目前研究結果

(一)自編不插電運算思維課程之教材內容摘述

1. 上學期教材:問題拆解(摘要部分)

<p>拆解(Decomposition) 每一樣事物都是由很多個小東西組成。</p> 	<p>拆解(Decomposition) 圖形中哪一個部分不見了?</p> 
<p>拆解(Decomposition) 圖形中哪一個部分不見了?</p> 	<p>拆解(Decomposition) 哪一個碎片是多餘的?</p> 
<p>什麼是問題拆解呢? 把大問題分成小問題，再一個一個解決 例: 30張紙一起撕很難撕，但如果分成一次3張的話就會比較好撕</p> 	<p>活動構思1 回收分類</p> 

活動構思2 拼圖

先把拼圖依照顏色分堆

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

活動構思3

圖書館的書這麼多，我們應該怎麼靠自己找出“灰姑娘”這本書呢？

英文書區
日文書區
中文書區

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

拆解: 將一個大東西拆成許多個小東西

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

問題拆解: 將一個大問題拆成許多個小問題

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

小勝想自製一杯珍珠鮮奶茶，過程中需要哪些東西呢？請打勾

<input type="checkbox"/> 蔬菜	<input type="checkbox"/> 香菇
<input checked="" type="checkbox"/> 紅茶	<input type="checkbox"/> 皮蛋
<input type="checkbox"/> 玩具	<input type="checkbox"/> 臭豆腐
<input checked="" type="checkbox"/> 牛奶	<input checked="" type="checkbox"/> 珍珠

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

好吃的漢堡少了哪個食材？

答案是番茄!!

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

什麼是問題拆解呢？

接受到一份複雜的大任務 → 將任務拆成數個簡單的小任務

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

問題拆解

哪個部分不見了？

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

問題(1)

請問這一堆水果中有幾串葡萄、幾顆蘋果呢？

沒問題

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

問題(2)

小明要用他的零用錢買點心回家吃，一支棒棒糖5元，一支冰淇淋10元。小明想買5根棒棒糖、1支冰淇淋，請問他買棒棒糖和冰淇淋各需要花掉多少錢呢？

沒問題

CHONGSYUE

設計者: 李曉雲、陳麗雲、許翠玲、鄧心琳、羅佩英、陳佩琪

2. 上學期教材:模式辨識(摘要部分)

模式辨識(Pattern Recognition)

找到事物間的相同處或重複的規律。

CHONGSYUE

模式辨識(Pattern Recognition)

問號(?)處是哪一個圖案?

CHONGSYUE

模式辨識(Pattern Recognition)

問號(?)處是哪一個圖案?

CHONGSYUE

模式辨識(Pattern Recognition)

問號(?)處是哪兩個圖案?

CHONGSYUE

甚麼是模式辨識?

找到事物間的相同或重複的地方。

CHONGSYUE

模式辨識兩個階段

找到每件事特別的地方,再尋找分類的規則。

```

    graph LR
      A[01 學習階段] --> B[02 實現階段]
      B --- C[把事情做分類。]
    
```

CHONGSYUE

可愛動物消消樂:

找到同樣四個動物就可以連線消除,請問以下有幾條可以完成的連線呢?

Sheep	Bear	Elephant	Monkey
Elephant	Sheep	Monkey	Bear
Bear	Monkey	Sheep	Elephant
Monkey	Elephant	Bear	Sheep

CHONGSYUE

題目:

有一隻貪吃的蛇要吃食物,它的吃東西方式是用吞的,所以比較早吃的東西會在他身體的後面,而比較晚吃的東西會在身體的前面,如果要讓這隻蛇從最小的數字吃到最大的數字,那它應該要先吃哪一個數字呢?

CHONGSYUE

模式識別的應用

指紋識別:
Iphone touchID
指紋鎖

CHONGSYUE

模式識別的應用

語言識別:
SIRI
Google助理

CHONGSYUE

此概念也能運用在智力測驗中

99. (A) (B)
(C) (D)

參考智力測驗圖解分析

模式識別例題

8, 10, 7, 9, 6, ?, 5

CHONGSYUE

勺 夕 冂 𠃍 夕 去

我們之前學的注音符號
勺後面是夕，夕後面是冂
跟資料上的順序是一樣的

按照這個規律
我們可以推論出被墨水滴到的地方是冂喔！

CHONGSYUE

問題1

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Q: 第7個三角形會是什麼顏色呢?
綠色?? 橘色??

CHONGSYUE

問題2

Q: 月亮和白雲的規律是什麼呢??

CHONGSYUE

問題3

農曆五號 農曆十號 農曆十五 農曆二十 農曆二十五

Q: 今天是農曆1月15日，十天後的月亮大概會是什麼樣子呢??

3. 下學期教材: 抽象化(摘要部分)

CHONGSYUE

抽象(Abstraction)

找出重要的特徵，忽略不重要的細節。

CHONGSYUE

抽象(Abstraction)

哪一項是左圖抽象化後的結果?

CHONGSYUE

抽象(Abstraction)

哪一項是左圖抽象化後的結果?

CHONGSYUE

抽象(Abstraction)

哪一項是下圖抽象化後的最適合描述?

- 1. 黃白構成，很常見。
- 2. 有四隻腳，可以坐。
- 3. 木頭製品，能移動。

抽象化 又 丁 九 又 九 又 九

把複雜的東西變簡單，留下最重要的東西

CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

第一關 連連看

• 地球 • 龍捲風 • 小便斗 • 馬桶 • 尿尿 • 人

CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

抽象化 又 丁 九 又 九 又 九 選選看

• 選出對的東西。
• 例如

CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

第二關 選選看

溫暖 雨傘 小太陽 4/X 4/X 啾啾

CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

什麼是抽象化？

1. 隱藏細節(降低難度)
2. 提取重點(找出共同點)

複雜 簡單

CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

抽象化的例子 (台南7號公車)

CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

抽象化的例子 (心智圖)

CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

抽象化的例子 (捷運路線圖)

CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

Q2 七橋

如果把藍點當作小島，線當作橋
請選出與(右圖)相同的連通方式

A B C D

CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

答案 A

如果把藍點當作小島，線當作橋
請選出與小島相同的連通方式


CHONGSYUE

設計專才的魂、精誠、務實、正、主、誠、務、務、務

抽象化說明

抽象化是找出一樣的地方，忽略細節只提取最重要的部分。

舉例來說，「木製的球體」和「皮製的足球」都可被抽象化為「球」。



CHONGSYUE

設計者: 洪品誠、李政儀、郭啟芳、林文慶、趙學奎、謝婉婷
<https://www.cofens.com.tw/cfm/show?T11845726272328>
<https://images.app.goo.gl/Cafu3H1h3u8p5C8>

抽象化說明

想像幼稚園的遊戲間剛被孩子們搗亂過。老師要整理的時候，先只做簡單的分類，忽略物品的細節，提取重點，把相同類別的東西收在一起即可。



CHONGSYUE

設計者: 洪品誠、李政儀、郭啟芳、林文慶、趙學奎、謝婉婷

抽象化練習題-1

請選出與手機相似的抽象化圖形



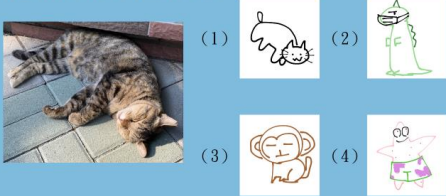
CHONGSYUE

圖源: <https://images.app.goo.gl/1E3TYdW9W4718A>

設計者: 洪品誠、李政儀、郭啟芳、林文慶、趙學奎、謝婉婷

抽象化練習題-2

請找出與貓咪相似的抽象化圖形





CHONGSYUE

設計者: 洪品誠、李政儀、郭啟芳、林文慶、趙學奎、謝婉婷

(二)自編不插電運算思維課程之活動設計

1. 上學期活動1

活動名稱	拼圖分合
學習內容	問題拆解(decomposition)
學習目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 具備探索運算思維的興趣。 ● 能說明運算思維的概念。 ● 能應用運算思維發現問題。 ● 能應用運算思維解決問題。
活動簡述	<p>學生在拼拼圖的過程中，體會每一項事物都是由很多小東西組合而成，從而學習將複雜的問題拆解成容易理解的小問題。程式碼也常分成不同小區塊，方便維護。</p>
活動網址	https://www.jigsawplanet.com/?m=about&lang=zh-TW
活動示意圖	 <p>The screenshot shows a grid of various jigsaw puzzle images with their respective piece counts. Examples include 'Dos Palmas' (252 pieces), 'Magas' (80 pieces), 'Pearl' (300 pieces), and 'Refi' (60 pieces). The website interface includes a search bar and navigation options.</p>
活動網址	https://www.eduweb.com.tw/demo/slove_problems/index.html
活動示意圖	 <p>The screenshot shows a problem-solving activity interface. The main question is '如何打掃房間?' (How to clean the room?). Below the question are four empty boxes for answers. At the bottom, there are eight buttons representing different cleaning tasks: 看電視 (Watch TV), 掃地 (Sweep), 清垃圾桶 (Empty trash can), 清理桌子 (Clean table), 刷馬桶 (Clean toilet), 拖地 (Mop), 買玩具 (Buy toys), and 洗碗 (Wash dishes). The interface also includes a cartoon rabbit character and a star rating system.</p>

2. 上學期活動2

活動名稱	神機妙算
學習內容	模式辨識 (pattern recognition)
學習目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 能說明運算思維的概念。 ● 能列舉運算思維的實例。 ● 能應用運算思維發現問題。 ● 能應用運算思維表示問題。 ● 能應用運算思維解決問題。
活動簡述	<p>孩子把圖形連連看或紙牌變成有規律的序列，嘗試去描述、使用和破解規律，從中習得數列 (Sequence of number) 的奧妙，發現複雜問題的相似之處，類推解決相似問題。</p>
活動網址	https://www.lego.com/zh-tw/kids/games/dots/funky-dots-4103b5ec2c2eaa39f2f16ce07b2afda6
活動示意圖	
活動網址	https://jamboard.google.com/d/1Di6AATHjJGohDJfF0qW10WtL-xsWD9jtic_pAfujMoE/edit?usp=sharing
活動示意圖	

3.

4. 下學期活動1

活動名稱	分門別類
學習內容	抽象化(Abstraction)
學習目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 具備探索運算思維的興趣。 ● 能說明運算思維的概念。 ● 能應用運算思維發現問題。 ● 能應用運算思維表示問題。 ● 能應用運算思維解決問題。
活動簡述	分類是找出不同資料中相同的屬性，把具有共同特點的物件歸入一類。利用座標象限分類和硬體連連看，讓學生找出相同性質的內容(最重要的關鍵處，忽略細節)，並說明分類的依據。
活動網址	https://www.eduweb.com.tw/demo/xy/
活動示意圖	
活動網址	https://www.eduweb.com.tw/demo/hw_link/
活動示意圖	

(三)學習概況-上學期-問題拆解

	
問題拆解教材授課	問題拆解教材授課
	
問題拆解教材授課	問題拆解教材授課
	
問題拆解活動學習	問題拆解活動學習
	
問題拆解活動學習	問題拆解活動學習

(四)學習概況-上學期-模式辨識

	
模式辨識教材授課	模式辨識教材授課
	
模式辨識教材授課	模式辨識教材授課
	
模式辨識教材授課	模式辨識教材授課
	
模式辨識活動學習	模式辨識活動學習

表4-1 運算思維不同組別在前測之基本統計量

變項	組別	人數		前測分數	
		<i>n</i>	<i>M</i>		<i>SD</i>
運算思維	實驗組	53	45.94		11.48
成就測驗	控制組	54	44.81		12.25
運算思維	實驗組	51	3.67		0.76
學習態度	控制組	53	3.75		0.87
運算思維	實驗組	51	3.83		0.71
自我效能	控制組	53	3.82		0.80

伍、目前完成進度及預定完成進度

本計畫目前完成進度及預定完成進度如下「進度甘梯圖 (Gantt Chart)」：

執行期程 工作項目	112年						113年						
	1-7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1. 文獻資料蒐集、籌組教師社群研究團隊													
2. 教師社群研究團隊運作與專業成長活動													
3. 擬定科學教育計畫主題													
4. 撰寫科學教育計畫申請書													
5. 自編和試教第1套不插電運算思維課程-問題拆解、模式辨識													
6. 自編和試教第2套不插電運算思維課程-抽象化、演算法													
7. 正式課程實施													
8. 資料分析與蒐集													
9. 撰寫成果報告													
10. 發表與分享													

陸、建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)

- 一、從學生課堂反應中可知，教材內容與題目對學生而言，容易理解，學生在問題拆解、模式辨識能輕易快速解題；但如讓學生依據概念來解釋或舉例則較困難，多數學生能發表問題拆解的舉例說明，模式辨識則較少學生能舉例正確。學生不擅舉例說明情況和第一年類似。
- 二、因第一年研究發現，學生對於「模式辨識」的名詞較為陌生，這個名詞不夠生活化，今年改用「找出相似處」、「相似規律」等詞彙搭配說明後，學生都較容易理解，用「找出相似處」、「相似規律」等詞彙也能幫助學生自行舉例說明。

柒、參考文獻

- 王振庭、許庭嘉(2019)。結合桌遊的運算思維翻轉學習模式對小學生學習表現之影響。
教育研究月刊，301，50-65。
- 余民寧(2006)。潛在變項模式：SIMPLIS的應用。臺北：高點。
- 吳明隆(2003)。SPSS統計應用學習實務—問卷分析與應用統計。台北：知城數位科技。
- 吳明隆(2009)。結構方程模式：SIMPLIS的應用。臺北：五南。

- 邱皓政 (2008)。量化的研究與統計分析。臺北：五南。
- 邱皓政 (2011)。結構方程模式。台北：雙葉。
- 邵雲龍(2019)。視覺化程式融入運算思維之教材發展與評估。先進工程學刊，14(2)，103-110。
- 孫旻儀、王鍾和 (2008)。「教師管教方式量表」之編製及模式之驗證研究。測驗學刊，55 (3)，611-633。
- 國家教育研究院(2018)。十二年國民基本教育課程綱要-科技領域。取自 <https://stv.naer.edu.tw/>
- 國家教育研究院(2020)。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。取自 <https://www.naer.edu.tw/>
- 張琬翔(2019)。數學讀報遊戲結合「認知—後設認知」策略對學生數學學習成效之探討。教育研究學報，53(2)，81-102。
- 張韶宸、許庭嘉、蘇勃郡(2017)。基於認知師徒制的情境遊戲對學生學習排序運算思維的成效分析。教育研究月刊，282，43-58。
- 張霄亭譯 (2012)。教學科技與媒體，P3-27圖3-9。臺北：華騰文化。
- 陳佩萱、黃思華(2019)。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)，27-54。
- 陳俊宇 (2021)。幼兒運算思維課程—珍惜水資源。幼兒教育，332，115-120。
- 陳菽卿、張景媛 (2007)。知識信念影響學習運作模式之驗證。教育心理學報，39(1)，23-43。
- 黃元彥、劉旨峰、林俊閔(2018年11月)。國小樂高機器人創客於運算思維表現之探究。載於國立中央大學 (主編)，TANET2018臺灣網際網路研討會(2602-2607頁)。桃園：國立中央大學。DOI: 10.6861/TANET.201810.0482
- 黃芳銘 (2010)。結構方程模式理論與應用。臺北：五南。
- 黃思嘉、盧東華 (2019年11月)。運算思維於國小低年級生活課程之教學設計。載於國立金門大學 (主編)，NCS 2019 全國計算機會議 (682-687頁)。金門：國立金門大學。doi:10.6927/NCS.201911.0133
- 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。台灣教育，722，59-70。
- 葉國良、蔡逸舟、鍾大定、張明文、江宗濤、戴建耘 (2021)。非資訊領域學生問題導向運算思維學習成效之縱貫性研究。耕莘學報，特刊，10-17。
- 劉吉軒(2018)。計算思維與數位人文研究意涵。數位典藏與數位人文，1，51-77。
- 劉遠楨(2019)。原住民國小資訊課程 CPS 教學研究—以運算思維與程式設計為例。2019「多元族群教育與文化回應教學」國際學術研討會
- 鄭國明、林群峰、溫嘉榮 (2017年10月)。Kodu 遊戲設計教學對國小學童運算思維提升成效之研究。載於東海大學 (主編)，TANET2017 臺灣網際網路研討會 (1566-1572頁)。台灣：東海大學。doi:10.6728/TANET.201710.0275
- 盧玟燕、范斯淳 (2019)。國中資訊科技導入 APCS 檢定之可行性與評量策略分析。工業科技教育學刊，12，67-81
- 賴和隆(2016)。應用運算思維於高中資訊教學設計之分享。國家教育研究院教育脈動電子期刊，6，143-155。
- 謝承晏 (2018)。運算思維訓練教材之學習成效研究—以 A 學校為例 (碩士論文)。取自華藝線上圖書館系統。(系統編號 U0008-0906202015125867) doi:10.6341/fcu.M0558026
- 豐佳燕 (2019年11月)。國小學生應用運算與計算思維歷程設計遊戲之研究-以「臺北

古城 Fun 風趣」遊戲為例。載於國立金門大學（主編），NCS 2019 全國計算機會議（682-687頁）。金門：國立金門大學。doi:10.6927/NCS.201911.0143

- Amatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Brackmann, C., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017). *Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School*. The 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE 2017). At: Nijmegen, Netherlands Volume: Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education, p. 65-72. DOI:10.1145/3137065.3137069
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking, *Annual American Educational Research Association Meeting*, Vancouver, BC, Canada, 1–25.
- Ertugrul-Akyol, B. (2019). Development of computational thinking scale: validity and reliability study. *International Journal of Educational Methodology*, 5(3), 421-432.
- Google for Education (2015). *Exploring Computational Thinking*. Retrieved from <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>
- Gulbahar, Y., & Kert, S., & Kalelioglu, F. (2019). The Self-Efficacy Perception Scale for Computational Thinking Skill: Validity and Reliability Study. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 10(1), 1-29.
- Kakavas, P. & Ugolini, F. (2019). Computational thinking in primary education: a systematic literature review. *Research on Education and Media*, 11(2), 64-94.
- Karalar, H., & Alpaslan, M. M. (2021). Assessment of Eighth Grade Students' Domain-General Computational Thinking Skills. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 5(1), 35 - 47.
- Korkmaz, Ö., & Bai, X. (2019). Adapting Computational Thinking Scale (CTS) for Chinese High School Students and Their Thinking Scale Skills Level. *Participatory Educational Research*, 6(1), 10-26.
- Korkmaz, Ö., Cakir, R., & Özden, M.Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569.
- Kuo, Wei-Chen & Hsu, Ting. (2019). Learning Computational Thinking Without a Computer: How Computational Participation Happens in a Computational Thinking Board Game. *The Asia-Pacific Education Researcher*. 29(1), 67–83.
- Lee, I.A., & Malyn-Smith, J. (2019). Computational Thinking Integration Patterns Along the Framework Defining Computational Thinking from a Disciplinary Perspective. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 9-18.
- Mensan, T., Osman, K., & Majid, N.A. (2020). Development and Validation of Unplugged Activity of Computational Thinking in Science Module to Integrate Computational Thinking in Primary Science Education. *Science Education International*, 31(2), 142-149.
- Rodriguez, B., Rader, C., & Camp, T. (2016). *Using student performance to assess CS unplugged activities in a classroom environment*. Conference: the 2016 ACM Conference. Retrieved from <https://coloradosun.com/wp-content/uploads/sites/15/2019/02/BrandonITiCSE-Final.pdf> DOI:10.1145/2899415.2899465
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yacob, F. (2018). *Unplugged activities to teach computational thinking*. Retrieved from <https://www.primotoys.com/>