

# 教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PGE1080097

學門專案分類/Division：通識(含體育)

執行期間/Funding Period：2019-08-01～ 2020-07-31

## 以設計思考方式提升運算思維能力 視覺化程式設計與應用

計畫主持人(Principal Investigator)：邵雲龍

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：明新科技大學幼兒保育系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2020.9.17

# 以設計思考方式提升運算思維能力

## 一. 報告內文(Content)

### 1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

新形態的圖控程式設計介面雖然降低了學生學習撰寫程式的困難度，讓許多非資訊背景的學生容易進入程式設計的門檻。但是大多數的教學方案仍維持傳統的單元方式進行，就算加入運算思維的方式進程式設計教學，在過去的教學經驗裡面，老師通常是「按表操課」，如果遇到有趣的練習題目，或許能激起短暫的學習熱情。但大多數時刻，學生只是單純地完成了老師所指定的一個「作業」或者「練習」，也不會再去思考融入了本科系專業技能的可能性，甚至對於培養自主學習、邏輯思考以及創新創意的能力也因此被禁錮。

從教師面來看，教學方式須要隨著時代改變，並增加教材設計多元性，透過校園、雲端、企業、在地等多方跨域融合協作方式，進行問題解決導向課程設計，將技職體系學用合一的特色融入教學，啟動創意教學、翻轉學習、設計思考、動手實作、創業實踐的創新教育，才有機會改變學生學習意願與動機，將弱勢學生從谷底拉起。

計畫將探討以設計思考(Design Thinking)的教學模式，佐以前段運算思維的程式設計再出發，引導學生以硬體建構出產品原型，堆疊學生對程式設計的想像力，落實以系科本位的出發點，結合跨領域學習來完成期末專題。影響層面包括增進非資訊科系學生對未來工作的基礎能力、教師學習跨領域整合的技巧，也將會對設計思維程式設計加上設計思考的教學方法，做深入的探究。

透過分類通識「視覺化程式設計與應用」課程為主軸，探討運算思維程式設計的應用層面，從使用者需求開始，帶入設計思考的教學模式，融入學生本科系專業能力的應用。

研究目的是希望學生在以設計思考的方式進程式設計的過程中，構思如何加入自己的專業背景或創新創意，結合 Micro:bit 各式感測器，在學期末完成一個產品原型(prototype)，並且公開展示，進行回饋省思，讓程式設計的課程激起更多的火花，提升程式設計課程的教學品質。

### 2. 文獻探討(Literature Review)

根據 Getzels 等人(Getzels, & Jackson, 1962)的研究指出：高智力者未必就有高創造力。從另一個角度來看：高創造力者也未必就有高智力(Mackinnon, 1965； Dellas, & Gaier, 1970； 李錫津, 1987； 楊坤原, 2001； 鄭釗仁, 2011)。因此，在面臨少子女化的技職體系，雖然招收到入學條件與基礎知能差異大的學生，但在創新創意的應用上，不一定會輸給知名大學的學生。換句話說，這些學生透過三創教育(創新創意創業)與動手實作訓練課程，也能夠有機會創造自己的未來。

### (1) 創造力學習

Kleysen (2001) 等人回顧了 20 多篇關於創新與創造力的文獻，將創新行為分成機會探尋(opportunity exploration)、引發(generativity)、使之成形的調查(formative investigation)、擁護(championing)以及應用(application)五大構面。張世慧教授在 2011 年，從 12 篇國內外論文，整理歸納了創造力學習方法或策略的四要素，如下表所示：

因素	方法或策略
動機	建立動機，特別是內在動機、發現喜愛做的事。
信念	自我和創意肯定、提升自己對創造力的支持信念、建立自我效能。
人格特質	養成探究與好奇心、培養自信且願意冒險、重精熟與自我競爭、不要害怕犯錯、發展創造性的工作形式。
學習與思考	習得特定領域的知識、發現及區分好壞與貢獻、跨學科/領域思考、向有創意的人/團隊學習與合作、學習並運用創造思考技巧、盡量接觸不同的經驗、從生活的物品/事件來練習發想、凡事先求異再求好。

在教材與教學方法上，可以針對前述要素來思考，透過課程訓練的過程，能夠激發學生的創造力。以團隊合作方式，組員互相激勵創意思考過程中的方法、策略與技術，吸收彼此所散發出來的熱情和歡樂。

### (2) 創意自我效能

Bandura (1997)之社會學習理論提到自我效能(self-efficacy)。認為學習是個人、環境和行為三者互相影響、彼此連結的結果，其中個人的價值觀和預期會影響行為表現，並依照環境對行為回饋進行重新評估、改變內在的價值觀或預期，因此形成一個循環、互動的自我調制系統。

當自我效能運用到創意(Tierney & Farmer, 2002)上，楊怡婷(2008)研究發現，教師如果發現學生對教師創意教學有所期待時，能將正向影響教師的創意自我效能及創意教學的表現。林妙貞(2007)與卓英潔(2017)研究則發現學生的創意自我效能信念越高、投入較多的創意活動，創意表現也會反映在競賽成果上，學生的創意自我效能能夠透過外在動機的中介作用，正向影響創意成效。

### (3) 設計思考的原型開發與設計

在界定原型(產品)是否有創意時，最明顯的區分是評估是否有獨創性。Christiaans(2002)指出，有創意的產品通常被期望是有原創性或獨創性的，並且能夠展現設計的價值，故具有獨創性是產品創意的表現。林容羽(2012)則在研究結論報告中，提出了以下五點結論：

- A. 創意產品設計，消費者重視「造形美感」與「產品功能」。
- B. 產品類別會影響消費者對創意產品的認知與偏好評價，如：包包類與首飾類產品，應注重「造形美感」與「時尚潮流」；生活用具類產品，則應考量其「實用性」與「便利性」。
- C. 「工藝材質」運用於家電類產品設計，可以受到消費者的認同
- D. 產品的「實用性」或「使用頻率」較低，會降低消費者購買慾望；
- E. 設計屬性中的「造形美感」、「設計品質」、「時尚潮流」、「整體呈現」與產品的消費者喜好程度有高度連結。

#### (4) 大學實施創造力相關課程

簡尚姿(2006)與黃泰銘(2014)分別選定以大學學生為對象，進行學生修習專業課程內加入創造力因素之研究，均發現評量後發現學生在經過創造力課程訓練後在流暢性、原創性、精密性、變通性四項因子有明顯的變化，簡尚姿也發現比較四所學校特教系學生在接受創造力課程後，其表現也有所差異。不過這個研究只針對該科系單一背景的學生做研究，並沒有不同科系的團隊的運作、手做原型的比較。

黃鏡晟(2016)則針對工程教育探討實作課程融入創造力，並以 PBL 方式進行教學，是少數探討學習者在實作上的高層次認知發展的研究，發現藉由 PBL 引導讓學習者達到更高層次的認知發展(分析與創造)。不過這篇研究是以領導能力分組模式為出發點，也限定在該系大學三到四年級學生，兩個類型的研究對象人數前後合計僅 54 人，與通識課程是不同的觀點。

林建廷(2016)則對工業設計系學生以設計認知的研究切入，探討資訊處理與創意發想之間的相關性，並研究設計專家與新手間的差異，界定出影響創意思考的兩大認知能力：發想構思與轉換構想。根據此論點，設計出一套創意思考訓練課程。研究分析利用 ATTA 量表，對樣本 T 檢定分析比較受測者在前、後測的數據資料，數據結果發現，經課程訓練後，參與學員之流暢力指數、變通力指數皆呈現顯著成長，而自我創造正面評價，有提升但並不顯著。該研究有明確的「問題抽象化」、「水平知識搜尋」與「水平知識轉移」三大主題的訓練，不過跟 Design-Thinking 課程教法是不同類型的，該研究是針對單一科系進行研究，也未加入原型創作實作的部分。

創造力融入遊戲設計課程是另一個有趣的研究議題，黃勻萱(2015)透過後設認知雙重學習方式，將創造力學習融入大學的遊戲設計課程，分別是明確式學習的遊戲故事評量，另一個則是隱含式學習的玩遊戲與遊戲故事設計。結果發現用明確及隱含式將創造力學習融入課程活動，能激發學習動機，並提供較廣泛綜合且有樂趣的創造力學習經驗。這個研究對通識課程設計而言，是可以思考在原來的 Design-Thinking 加入更多的遊戲教學模式，以提高學生的學習動機。

綜觀以上針對國內大學教育創造力融入課程可以發現：

- A. 大多研究對象是單一科系，學生專業背景相同接近，不像通識教育的學生來自不同科系，混合分組之後的效果是否有所提升？是值得探討的議題。
- B. 課程當中加入實作的部分研究不多，大多屬於創意思考階段，並未延伸到原型實體創作。加上 Maker 元素之後，是否能提升學生創造力，更是值得關注。
- C. 過去研究並沒有以 Design-Thinking 教學教法的研究探討。

#### (5) 程式設計課程的改革

由於圖形化程式編輯介面的崛起，出現大量相關的研究。王信淵(2018)以大學生運用 Scratch 設計實體或虛擬的自走車，來探究學習成效、態度與解決問題能力之影響。林督閔(2018)也以 Scratch 配合作學習的回授法，針對國小生學習成效與態度之影響研究。研究方式採準實驗研究法，共 44 位同學參與。結果發現對學習成效與態度均有正面影響。

除了探討圖形化介面編輯器的變革對程式設計的影響之外，最為被大家廣為運用的是採用運算思維方式：生活大小事無疑都在解決問題，學習本身就是為了擁有解決問題的能力，老師更需要在課程中引導學生建構運算思維的概念，透過設計主題式的運算思維課程，結合語言領域閱讀理解策略，進行拆解題目、找出規律、演算法設計，最後來解決問題(李俊輝，2018)。

張茵婷(2017)則將高職的程式設計課程融入體驗學習課程架構，探討是否能夠完善與學生的學習成效成果，研究對象為高一至高三共 117 位學生，於課程實施前先進行運算思維前測，接著施行由研究者自行設計之五堂程式設計融入體驗學習課程，在課程結束後實施運算思維後測與學習態度問卷量表。結果發現除了「資料表示」無明顯進步外，其餘「抽象化」、「樣式辨識/一般化」、「問題解析」、「演算法思維」四項能力皆有明顯進步。

顯見使用運算思維方式，對於程式設計的教學是相當有幫助的，不過運算思維還是以資訊能力的觀點來嘗試將問題解決，跟設計思考從使用者需求(同理心)是不太相同的。

此外，運用合作學習是另一種對問題解決能力培養的方式，可以增加學習成就及轉變態度。李政興(2018)以準實驗法，針對國小五年級共 35 人進行研究，結果發現運用合作學習，對於國小程式設計課程的學生問題解決能力有顯著的影響，但卻對學習成就無顯著影響，研究者建議教師在現場教學時，依不同的教學目的可採用不同的合作學習教學策略，或針對不同需求使用不同圖形化程式設計軟體作為研究工具。

另一種也被嘗試使用的教學方法則是問題導向式(Problem-Based Learning, PBL)，鍾大定(2013)、洪浚翔(2014)、吳偉元(2018)分別針對

國小生、高職生、大學生來進行實驗對照的研究，以動機量表與學習評量來分析學生的學習動機、學習成效以及問題解決能力，結果發現學習成效與問題解決能力在 PBL 教學方法下呈現顯著的影響，但是對學習動機或學習態度沒有顯著差異。

### 3. 研究問題(Research Question)

綜觀前述文獻探討，包含了程式設計教學方法的改革，目前對於運算思維的程式開發加上設計思考的教學研究少有著墨，透過本計畫將可了解這樣的組合，是否能帶來程式設計課程新的模式、新的方向。

### 4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本計畫以行動研究作為研究的架構，此一研究方法強調知行合一(蔡清田，2007)。透過研究的歷程，包含運用觀察與評估、系統性的搜索，能夠察覺到教育現場上的問題。計畫以行動研究探討：學生在程式設計的課程中融入設計思考的方式，是否可以幫助教師改善教學問題？

行動研究分成五個階段，分別是發現問題、診斷問題、實施行動計畫、選擇方法與分析資料、結論與省思(黃俊儒，2018)，接著再產生新的行動計畫。本研究將依循這樣子的循環步驟兩個學期(計畫執行期間)，進行課程內容教材編撰是否合宜的探究。目的在透過自我覺察與檢視，了解依據設計思考方法所規劃的課程的合宜性與使用策略之效用，也探察其中遭遇困難時及實施過程中，學生對於教材的反應與獲得，以為後續課程安排或相關程式設計課程規劃之參考。

在計畫的執行過程中，以歷程的審視來發現或建構有組織的行動知識體系。以課程行動研究來研擬解決與策略，從中進行評鑑與獲得反饋，來發展問題出口的途徑，提供未來在程式設計課程朝向結合多元素的可能性。

計畫所採用的「視覺化程式設計與應用」課程為一學期 18 週，每週 2 小時的分類通識課程，開放給全校三四年級選課。課程安排先讓學生以運算思維方式了解 micro:bit 基礎程式設計的邏輯與撰寫程式的圖控介面。讓學生實際體驗不同與設計思考模式的單元教學，待學生已經熟練程式撰寫的技巧，並了解單元教學的學習內涵後，接著帶入設計思考的教學原則(如同理心地圖、問題釐清等)，來幫助學生強化對設計思考運用於教學的理解，下一步則是運用現場教師的課程記實，引導學生在課室內佐以 micro:bit 的程式開發來製作原型，展現學生運用自己的學科專業來解決問題，加深學生省思與傳統程式設計的教學法差異性。

### 5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

研究成果、學生回饋與教師省思，以課程執行階段分為下述 6 個階段：

### A. 團隊融入(破冰之旅)

步驟	使用方法	學生回饋	教師省思
隨機分組	以學校學習系統亂數分組，每4人一組	無法與認識的好朋友同一組，不知道如何開始。對同組同學可以標準高一點	曾經讓學生自己找組員，好處是團隊組成迅速，缺點是同質性太高，學生沒有辦法擴展人脈。
交換名片	名片包含班級、姓名、最喜歡的事？最瘋狂的事？綽號由來？	同學最瘋狂的事，很有趣。不好意思寫自己綽號的由來。	透過小秘密分享，讓同組的人能夠信任自己的組員。
組成社群群組	Line 成立全班群組與小組群組	---	同組成員隨時溝通。
名片上傳群組	當週與隔週抽問同組同學名片上印象深刻的資料	擔心被抽到，被老師叫到答不出來很糗	強化同組成員認識

### B. 運算思維的程式設計

運算概念	完成項目	完成%	學生回饋	教師省思
序列	顯示大愛心、暫停1秒、顯示小愛心、暫停1秒	100.00%	用積木方式寫程式很簡單	教導學生學會由上往下、由左至右閱讀程式，也從中了解 Debug 方式
事件	使用晃動姿勢製作計步器	93.75%	原來程式可以拆成好幾個部分執行這個跟戴在手上的健康手環很像	讓學生充分應用運算思維問題拆解的方法。也能認識感測器，結合設計思考原型製作。
迴圈	在 micro:bit 上呈現數字 1 至 9 或 9 至 1	81.25%	要用變數，有點難	變數概念較抽象，無法以程式積木表現。
條件	判斷室溫在 30°C 以上出現 X 符號，否則出現 O 符號	93.75%	可以偵測溫度產生不同的變化希望能多教這種的應用	認識感測器，結合設計思考原型製作。

### C. 設計思考的團隊活動

設計思考	教學原則	學生回饋	教師省思
同理	訪談 同理心地圖	不知道要問什麼？ 要訪談誰？	人事時地物 x 食衣住行育樂 找出痛點。
釐清	洞悉受訪者 的意圖	不清楚「洞悉」的 意思 只能知道受訪者說 出來的需求，沒辦 法洞悉	透過關鍵字尋找受訪者背 後潛藏的想法。 另一種可能是訪談時並沒 有針對題目做廣度與深度 的設計。 使用問句填空與心智圖。
發想	運用觀察、 分析技巧	可以天馬行空的講 點子，很有趣。 發現同學見識太 少，講出來的點子 都是別人已再做的	發散：KJ法、 SCAMPER(奔馳)法 收斂：投票選出前二名的 點子。

### D. 原型製作

步驟	教學原則	學生回饋	教師省思
原型製作	使用 maker 空間 設備完成構想改 念	學手工具或機器 需要花時間 不知道怎麼結合 科技元素 動手做很有趣	學生可搭配微學分 課程來完成產品原 型。 採用紙模型(或相似 材質)完成。

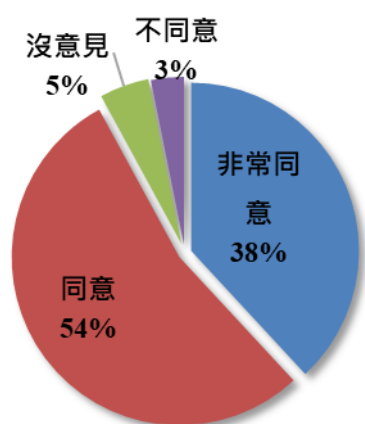
### E. 成果發表

步驟	教學原則	學生回饋	教師省思
發表	省思與觀摩如 何應用軟硬體 (設計)與程式 (科技)來改變 現況	很緊張，怕上台講 不出來 有些組做的很棒。	讓學生體驗「老師 視角」。 觀摩別人的成果與 製作歷程，可以增 進創意設計的觸角 (填寫每組發表摘要 與特色)。
驗證	使用者回饋 學生省思	老師講評很犀利。 同學給了一些有趣 的意見	融入科技元素使作 品更有趣。 團隊設計是否洞悉 使用者的想法？ 在發想收斂階段的 取捨是否有遺憾？

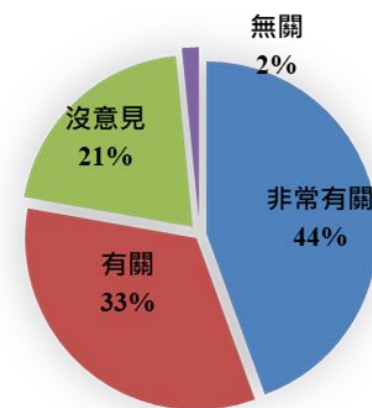


## F. 學習歷程

步驟	教學原則	學生回饋	教師省思
撰寫歷程與發表	認知衝突 分析與批判	可以從程式設計的成果來進行設計思考的創意發想，速度比較快。 捨不得重作原型。	小組分享中分析是否達成設計思考元素，並予以紀錄。 提出改善策略。



您了解設計思考的元素並且會運用嗎？



您認為創意表現跟學業成績是否有關？

## 6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

本計畫在實施過程中，重新檢視了設計思考與運算思維之間的關聯性，雖然期間遇到了新冠肺炎疫情，在第二學期的執行上縮減了時間，部分週次採用遠距教學，造成了教學上需要小組互動無法運作的困擾。對後續者研究者的建議如下：

- (1) 課程設計需要強化驗證與修正之反饋機制。
- (2) 針對課程實施歷程，完整規劃對於學生在課程前、中、後期的學習問題探究，以及規劃課程教學策略如何具體回應並協助學生解決學習問題。
- (3) 教學設計中應具體規畫，如何從創造力等面向評估學習成果，以及對於整體學習成效之具體評量規劃。

## 二. 參考文獻(References)

1. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman and Company.
2. Dellas, M., & Gaier, E. L. (1970). Identification of creativity: The individual. *Psychological Bulletin*, 73, 55-73.
3. Getzels, J. W., & Jackson, P. W. (1962). *Creativity and intelligence: Exploration with gifted children*. New York: Wiley.
4. Kleysen, R. F., & Street, C. T. (2001). Toward a multi-dimensional measure of individual innovative behavior, *Journal of Intellectual Capital*, 2(3), 284-296.
5. Mackinnon, D.W. (1965). Personality and the realization of creative potential. *American Psychologist*, 20, 273-281.
6. Tinerney, P., & Farmer, S. M. (2002). Creative self-efficacy: its potential antecedents and relationship to creative performance. *Academy of Management Journal*, 45(6), 1137-1148.
7. 王信淵(2018)。大學生運用 Scratch 的學習成效、學習態度與解決問題的能力。國立臺北教育大學資訊科學系碩士論文。
8. 李政興(2018)。運用合作學習於國小程式設計課程對學生問題解決能力、學習成就與態度影響之研究。國立屏東大學教育學系碩士論文。
9. 林妙貞(2007)。國小學童創意自我效能、目標導向、依附關係與創意活動投入及創意表現之關係-以科展團隊為例。國立臺北教育大學國民教育學系碩士論文。
10. 林容羽(2012)。消費者對文化創意產品之認知偏好研究。國立臺灣藝術大學工藝設計學系碩士論文。
11. 林建廷(2016)。提升思維流暢與變通之創造力課程規劃。國立雲林科技大學工業設計系碩士論文。
12. 林督閔(2018)。回授法對國小六年級生學習 Scratch 程式設計成效與態度之影響。國立清華大學人力資源與數位學習科技研究所碩士論文。
13. 吳偉元(2018)。運用問題導向學習教學策略提升國小學童運算思維能力之研究-以程式設計課程為例。國立臺北教育大學數位科技設計學系含玩具與遊戲設計碩士論文
14. 李錫津(1987)。創造思考教學研究。臺北市：台灣書店。
15. 李俊輝(2018)。教師如何將運算思維融入課程。科學研習，MAY 2018，NO57-05，26-37。
16. 洪浚翔(2014)。專題導向學習應用於 JAVA 程式設計課程對科技大學學生問題解決能力與學習態度之影響。國立臺北科技大學技術及職業教育研究所碩士論文。
17. 卓英潔(2017)。大學設計系學生人格特質、創意自我效能與創意成效關係之研究-以外在動機為中介變項。國立彰化師範大學工業教育與技術學系博士論文。
18. 張世慧(2011)。創造力教學、學習與評量之探究。教育資料與研究雙月刊，100，1-22。
19. 張玉山(2003)。網路虛擬團隊之技術創造力研究。臺灣師範大學工業科技教育系博士論文。

20. 張茵庭(2017)。程式設計課程融入體驗學習之探究。國立臺灣師範大學課程與教學研究所碩士論文。
21. 黃勻萱(2015)。創造力融入遊戲設計課程：後設認知雙重式學習。國立臺南大學數位學習科技學系博士論文。
22. 黃泰銘(2014)。創造力於課程規劃與專業課程學習之影響-以逢甲大學精密系統設計學士學位學程為例。逢甲大學機械與電腦輔助工程學系碩士論文。
23. 黃鏡晟(2016)。基於領導能力分組模式之專題導向學習對於學習者的認知層次、創造力與學習成效之影響-以大學工程教育課程為例。國立中央大學網路學習科技研究所碩士論文。
24. 楊坤原(2001)。創造力的意義及其影響因素簡介。科學教育月刊，239，3-12。
25. 楊怡婷(2008)。知覺他人創意期待對創意教學表現的影響：創意自我效能的中介效果與內部任務動機的調節效果。國立中正大學高齡者教育所碩士論文。
26. 簡尚姿。大學生修習創造力課程對於創造力與學習狀況影響之研究。慈濟大學教育研究所碩士論文。
27. 鄭釗仁(2011)。技職校院學生選修創意課程之學習策略、創意自我效能、創新行為及創意學習成效關係之研究。國立彰化師範大學工業教育與技術學系博士論文。

三. 附件(Appendix)

## 課程執行階段

		
1. 團隊融入(破冰之旅)	2. 運算思維的程式設計	3. 設計思考的團隊活動
		
4. 原型製作	5. 成果發表	6. 學習歷程

## 原型製作 (maker空間)

物聯網實作	創意思考	雷射切割	手工木作
人工智慧實作	3D印表機	CNC雕刻	文創商品
各式單晶片實作	專題製作	電路板製作	專題製作
自走車實作	組裝空間	專題製作	

**數位製造教室**  
(3F R4-4)

**設計思考教室**  
(3F R4-3)

**金工工坊**  
(3F R4-2)

**木工工坊**  
(3F R4-1)

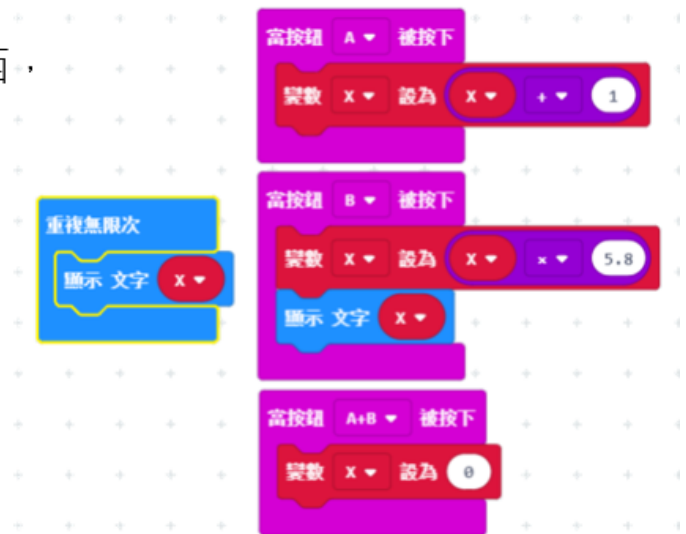
洗手間

創新育成中心3F 走道

## 作品賞析-micro: bit量尺

使用對象：出門缺少隨身量尺。

應用方式：如果需要計算一個東西，先對準起始點，然後翻轉得方式計算次數，並且按A(設定變數x)，結束後按B會自動算出大約長度(機體本身長度大約5.8CM  $x=x*5.8$ )，按AB後歸零。



## 作品賞析-哆啦A夢

使用對象:小學以上都能使用

應用方式：可以一次結合3種用途

### 1.遊戲比賽用

隨機取數0~10來比大小

計步器30秒看誰晃動比較多下

### 2.日常生活用

溫度感測、光線感測

### 3.抒情用

音樂播放(生日快樂歌)

