

東海大學資訊工程研究所

碩士論文

指導教授：¹羅文聰教授 ²朱延平教授

兒童教育之創新學習運用以 3D 列印為例

**Innovative Learning Methods of Children's Education—
Study of 3D printing**

研究生：林朝萱

中華民國一〇五年六月

東海大學碩士學位論文考試審定書

東海大學資訊工程學系 研究所

研究生 林朝萱 所提之論文

兒童教育之創新學習運用以 3D 列印為例

經本委員會審查，符合碩士學位論文標準。

學位考試委員會
召集人

羅嘉章 簽章

委員

朱延平

王仁澤

王仁澤

指導教授

王仁澤 簽章

朱延平

中華民國 105 年 6 月 16 日

摘要

科技不斷的進步及創新，將科技運用在教育上，建構適合學童的教材，提高教育品質，是本研究致力研究的方向。本研究希望透過創新學習，將科技與教育做結合，讓學習數位化，使教學更彈性，除了用數位內容在課堂中進行教學並利用數位教學的歷程記錄及測驗，可以讓老師了解孩童的學習狀況，並引導孩童學習正確的知識。

本研究採用互動式電子白板，讓老師透過電腦進行備課工作，搭配錄音紀錄功能，作為課後學生複習之教材並且搭配 3D 列印技術，成品輸出後不需要後製剪裁，減少教師的材料準備時間及增加教材的靈活性，並使用數位教學讓孩童進行課後複習及測驗。

本研究發現，將科技融入教學，能有效的紀錄上課狀況，讓教學有更多的變化，課後也可進行複習，使教育更多元性。

關鍵字：科技教育、互動式電子白板、3D 列印

Abstract

This study uses technology on education. By constructing suitable teaching aids for children, the quality of education can be improved. In this study, lots of digital learning tools can make teaching more flexible. For example, by using digital records in the courses and quizzes, teachers can understand the children's learning results, and lead children to learn the correct knowledge.

The study will use the interactive whiteboard. Teacher can prepare lessons through computers and record the lessons for after-school students to review the materials. With the 3D printing technology, teachers can reduce teaching material's preparation time, and increase the flexibility of materials. Finally, the use of digital teaching App can helps children review and take tests.

The results of the study found that combine technology into teaching can effectively record the lessons, and make teaching more flexible. Moreover, students can review after class. It makes the education more diversified.

Keywords: Educational technology, Interactive whiteboard, 3D printing

目錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
圖目錄.....	IV
表目錄.....	V
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機與目的.....	3
1.3 研究範圍與架構.....	6
第二章 文獻探討.....	8
2.1 兒童教育.....	8
2.2 STEM 教育.....	9
2.3 翻轉教室.....	10
2.4 數位化教學.....	18
2.5 資訊科技在創新學習的應用.....	19
第三章 研究方法.....	21
3.1 研究架構與設計.....	22
3.2 翻轉教學主題課程.....	26
3.2.1 兒童教育之創新學習運用 3D 列印教案設計.....	26
3.3 研究工具.....	29
3.3.1 互動式電子白板.....	29
3.3.2 3D Print.....	32
3.3.3 App Inventor	41
3.3.4 NFC.....	46
3.4 使用情境說明與介面設計.....	49
3.4.1 實驗結果.....	60
第四章 研究結論與未來展望.....	64
參考文獻.....	65

圖目錄

圖 1:內政部統計處-嬰兒總出生率	1
圖 2:紙製的教材	3
圖 3:研究範圍與架構圖	7
圖 4:STEM.....	10
圖 5:Jackie Gerstein.....	13
圖 6:Jackie Gerstein 體驗參與階段.....	14
圖 7:Jackie Gerstein 概念探索階段.....	15
圖 8:Jackie Gerstein 意義建構階段.....	16
圖 9:Jackie Gerstein 展示應用階段.....	17
圖 10:研究架構與設計	23
圖 11:互動式電子白板.....	29
圖 12:FDM.....	34
圖 13:SLA	35
圖 14:3DP	36
圖 15:SLS.....	37
圖 16:傳統教具製作與 3D 列印製作流程圖比較.....	39
圖 17:傳統教具製作與 3D 列印實作差異.....	40
圖 18:App Inventor 操作說明	41
圖 19:App Inventor 開發環境介面	42
圖 20:程式開發介面	43
圖 21:模擬器產生之畫面	44
圖 22:透過 QR Code 可將撰寫的程式下載	45
圖 23:電子白板教學	50
圖 24:晶片底座 3D 圖檔.....	51
圖 25:人物 3D 圖.....	51
圖 26:3D 列印機.....	52
圖 27:小紅帽的 3D 建模列印圖.....	53
圖 28:大野狼的 3D 建模列印圖.....	53
圖 29:放置 NFC 的 3D 建模列印圖.....	54
圖 30:底座 3D 圖檔輸出後之成品.....	54
圖 31:玩偶 3D 圖檔輸出後之成品.....	55
圖 32:手機感應畫面/平板感應畫面	55
圖 33:App 首頁畫面.....	56
圖 34:App 學習介面.....	57
圖 35:App 課後複習.....	58
圖 36:App 測驗練習.....	59

表目錄

表 1:傳統製作與 3D 列印比較.....	4
表 2:使用數位化教材需克服障礙分析表	18
表 3:使用數位化教材需克服障礙順序表	19
表 4:兒童教育之創新學習教學教案	26
表 5:電子白板與傳統黑板比較表	31
表 6: 3D 印表機的分類.....	33
表 7: 3D 列印的性能比較表.....	38
表 8:短距離通訊技術比較表	48
表 9:兒童教育之創新學習教學教案主題教學活動歷程說明(課堂進行)	62
表 10:兒童教育之創新學習教學教案主題教學活動歷程說明(課後複習)	63

第一章 緒論

1.1 研究背景

對於國家及社會的發展來說，兒童教育是培養教育的最初階段，也是教育的根本。兒童教育發展實施是包含於各個文化裡的各個層級，包含家庭教育、生活環境，學校教育及學校以外的私人單位等共同來進行兒童教育發展，這些綜合教育可帶給兒童知識技能的培養，人格發展的養成及正確的價值觀。圖 1 顯示了台灣這幾年來，出生率不斷下降的趨勢，與社會上普遍存在「不要輸在起跑點」的迷思，少子化趨勢讓家長越來越重視兒童教育及研究孩童在各階段所需要的學習，這些都說明兒童教育的實施其實深受社會價值與期望所致。

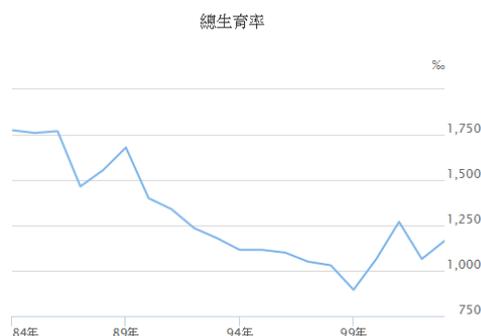


圖 1:內政部統計處-嬰兒總出生率[1]

王淑娟[2]認為當前教育需要的是培養學生面對各種問題的能力，其中最重要的，便是激發學生的創造力與問題解決的能力，為達此教育目標，除了需要相關政策的推動，也有待教師們運用有效的教學方法來配合，而創造思考教學的推展，可針對傳統學校教育的偏失，根據國內外相關研究顯示，學生的創造思考能力，可經由教學的歷程中獲得增進。由此可見，若能發展創造思考教學策略及方案加以執行，相信對於提升學生的創造思考能力應有所助益。既然創造思考能力可經由教學歷程提升，則如何提供教師系列活動設計或教學方法，以利學校推展創造思考教學，培養學生的創造力，應該是備受關注的焦點。日本福音館館長松居直(1981)[3]則指出，豐富的想像力並非天賦，而是經由直接或間接的體驗而來，

接觸體驗愈多，想像力也愈豐富，圖畫書正好提供孩子更多機會去體驗，且孩子於欣賞圖畫書豐富的畫面時，能增進其想像及理解未知事物的能力，圖畫書可提供兒童不同的生活型態，藉著書中主角的創造性行為，將能激發兒童內在的創造力和誘發擴散性的思考[2]。

林成之[4]兒童時期的學習是開發大腦顯著發展的關鍵期，因此這一階段的教育非常的重要，會影響孩童將來的發展，所以兒童教育是我們值得關切的議題，想要充分刺激大腦的功能，必須抱著對所有事情都感興趣的積極態度，培養出凡事都想嘗試的主動性和樂觀、開朗的個性，這樣一來，接觸新的資訊時就會產生「好像很有趣，我可能會喜歡」的想法，所以引起孩童學習興趣，是一件很重要的事情，因為有興趣才會有學習的動力及增加學習的效果。

科技日新月異不斷的推陳出新，本研究希望能將科技與教育做結合，來幫助兒童的教育學習，提高學童的求學興趣及創造力，並改善教師課前準備教材的時間，王淑娟[2]指出兒童圖畫書創造思考教學對提升學童創造思考能力的成效應是正向的，但在當前的教育環境下，兒童圖畫書創造思考教學的實施，卻可能有其實行上的限制，在教材的準備方面，圖畫書來源的管道若不夠充足與便捷，或者教師對圖畫書的使用技巧不熟練，都有可能影響教師的教學意願。目前的孩童教育，以紙本書籍為準，可是書本在閱讀過程中缺乏與讀者做互動式接觸，為單向傳遞資訊的方式，而且因為兒童對於字彙皆還在學習與認識階段，處於懵懂的情況，所以無法自主閱讀及學習，兒童對於文字的解釋，也不容易理解其意義，王淑娟[1]使用教師及同儕的互動，配合創造力思考及教材，去引導學生思考、提問、討論和發表，提高兒童創造力的方法。黃冠鳳[5]認為使用說故事方法，容易使孩子了解內容，並且能夠加深印象，尤其當故事能夠與生活經驗做連結時，更加可以得到深刻的體會與學習，對於新知識的學習，藉由故事的詮釋與圖片的搭配，讓兒童更容易理解成人所要傳達的意思為何。

近年來，隨著電腦科技的發達，手機及平板的普及率非常高，幾乎人人皆有手機，如果能把手機或平板融入教育，這樣就能有無處不在的學習，科技已經與我們的生活息息相關，繪本的表現形式從最初的平面圖像，結合文字編排以傳統印刷平面形式發展到立體書本結合空間感與動態性，兼具了「圖書」與「玩具」

的功能，更因為電子資訊產業的發展迅速，繪本更以位元方式，將文字、圖形、聲音(audio)、影像(video)、動畫(animation)儲存而成的電子童書，發展到出電子繪本[6]。但立體書的製作繁雜，需要花費很多的時間去人工剪輯，如果能加入現在最流行的 3D 列印技術，可以降低很多時間的成本，且可根據課程及孩童的需求，讓教育者可自行設計立體教具及腳本，吸引孩童的注意。

1.2 研究動機與目的

立體的教材容易引發學生注意還能提升觀察力，透過觸覺感受加上視覺體驗及新奇感，還可以引發兒童各式的想像力及創造力，目前自製的立體模型普遍為紙的材質，但在製作上手續繁雜，如圖 2 首先要將圖面列印出來，然後要用小刀切割，還要用膠水黏貼，最後還要手指靈巧的去進行貼合，整個製作組裝的工序繁雜又要耗費很多時間，有些模型甚至要花費 3 至 4 個晚上才能組裝好，既費時又費力加上是紙的材質，所以保存不易，容易損壞。隨著科技的蓬勃發展，本研究希望能讓教學更簡單更有效，讓老師不需要花大量的時間自己動手做立體書，使用 3D 列印技術來改善此問題，降低老師準備教材的時間及保存的問題，表 1 為傳統教具製作與 3D 列印製作教具的比較。



圖 2:紙製的教材

表 1:傳統製作與 3D 列印比較

	傳統教具製造	3D Printing
材質	紙	塑膠
前置作業	上網尋找圖檔做自行製作	上網尋找圖檔做自行製作
輸出工具	印表機	3D 列印機
輸出時間	幾分鐘	1~2 小時,視成品大小
後置時間	半天	除非還要上色,不然輸出即完成
總花費人力及時間	需花費半天時間	3D 印表機只需將檔案輸入,教師就可以去做其他的事情,一鍵到底的輸出,可減少老師的時間花費

翻轉教室是近來藉由科技解決傳統教學中師生課堂互動不足的新興教學方法。傳統教學方法是以老師為中心的教學方式，課程中由老師主導，老師去設計教學活動及內容，尤其是用演講方式主宰全部的教學時間，在這樣的教學下，長時間學生常常失去興趣，不能集中精神，出現教室管理問題，干擾教學進度[7]。翻轉教室（flipped classroom）的教學模式，主張教師講解和學生作業兩者翻轉，學生在家看教學短片，課堂上則和同學一起做作業，這是目前很受矚目的教學改革，研究顯示其所要促成的改變有其效果[8]。在這個教學模式下，教師看到學生能力的成長，他們學習變得更獨立、動機更強，對自己的學習更負責任，成為更主動的學習者。可是翻轉教學有個實施的困難點，學生要在家獨立吸收知識，對於不喜歡讀書及不做作業的學生，要如何讓他們在課後主動學習及複習，並增加他們主動學行性，且讓老師在課後可以掌控學生的學習進度也是本研究思考的重點。目前一般的課後複習採用方式為紙質書本閱讀及紙張測驗，但平面書籍因文字較多，互動單調容易學習疲乏，測驗紙方式也因無互動性，不容易吸引學童主動學習。因此本研究希望藉由電子白板還有 3D 列印產生的立體玩偶等不同的呈現方式，結合 NFC 產生互動式觸覺課後學習教材，吸引學童主動學習的興趣及動機，讓孩童不光是只有視覺上的學習，還能有聽力的聲音學習及手部的觸覺感受，多方的視覺體驗與新奇，讓孩童願意主動學習。因此本研究加入 APP(應用程式)課後學習系統在手機或平板上，目的是要讓孩童能在課後進行複習及測驗，在課後複習部分，可讓孩童針對自己的學習狀況，調整學習速度，如遇到內容不了解之處，可以不斷的重覆觀看。老師可透過此系統的測驗部分了解孩童知識吸收程度並確定是否了解內容，掌控學習進度，從測驗中了解班上的學生在觀念上有什麼部分需要特別加強及補足的，建立孩童正確的觀念。

在課堂中，現階段教師普遍使用黑板設備在上課中教授幼童，傳統教育的方式就是老師上課時在黑板前講課唸著課本內容，但這樣往往會減少與學童的互動，學童於上課中容易因為引不起興趣而分心，注意力不集中，且因為沒有興趣，所以課後又不進行複習，導致學習能力降低，因此本研究思考，如果能在教學中導入電子白板教學，互動式有趣的教學，可吸引學童上課的注意力，增加與老師的互動，老師也可以省去寫黑板或擦黑板的時間，專注於教學上，互動式電子白板教學因為老師可先在電腦中編輯上課內容，可以結合彩色、語音、動畫等功能，

所以內容更豐富及精彩，還能使用電子白板軟體內的紀錄功能，將老師將課堂上的教學內容得以紀錄，做翻轉教室的教材。

在目前台灣的教育中，國民中小學九年一貫課程有設置一門生活課程，這門課程是設置在國小一、二年級將社會、藝術與人文、自然與生活科技學習領域統合稱之為生活課程，目的是要學生由日常生活發生的事例來引發學習，故本研究舉出小紅帽之例子，設計兒童教育創新學習環境，由課程中的活動情境發展讓老師去引領孩童，讓孩童從故事中獲得的啟發，並引導孩童在現實生活中遇到問題時，應該如何去處理及面對、並發展其表達的能力。

本研究希望能使用創新的學習方法，藉由科技的進步，增加學習元素，吸引孩童注意，改善目前幼童的學習教育，且在離開教室後，孩童有興趣的自主進行複習，搭配電子白板技術，結合熱門的 3D 列印技術，及使用 NFC 讀寫技術，翻轉教育，讓孩童不再只是看平面的書籍或文字，能觸摸物件實體，提高自主學習意願，達到課後複習的學習且經由數位化的線上教學，讓老師可以了解孩童的課後複習狀況及學習測驗結果。

1.3 研究範圍與架構

科技不斷的在進步，身邊圍繞的許多新的科技產物，無處不在的科技特質，讓本研究不斷的探討，是否能運用科技的優勢，去改善教具製作之不便，改善兒童教育的不足，增加學童對求學的興趣，提高教師對孩童學習進度掌控。圖 3 為本研究之研究範圍與架構圖，本研究於實作之前，先行探討兒童教育的需求，及需要補足的地方，之後開始搜尋相關的文獻探討及查詢相關資料，開始實作後進行研究的架構及設計，從中發現問題並解決，實作結束後進行此研究的心得並完成此研究。

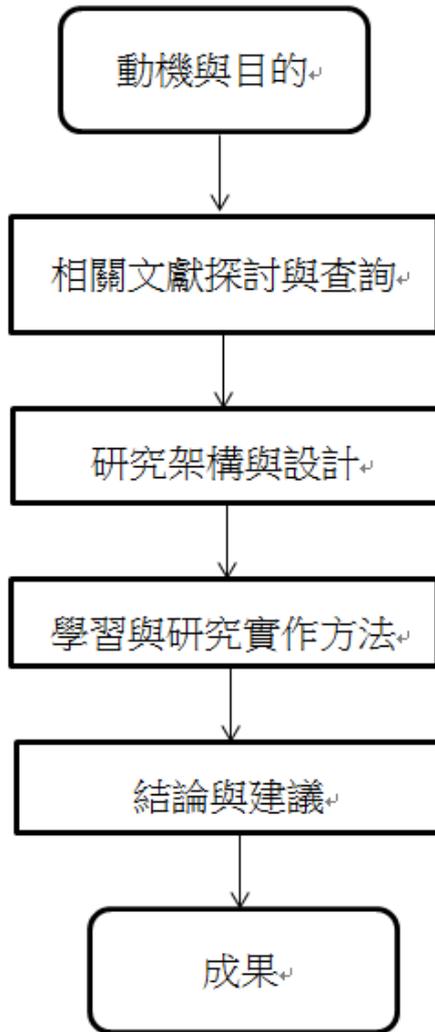


圖 3:研究範圍與架構圖

第二章 文獻探討

本研究希望能給孩童提供適切的教育，故開始深入研究各教育的重要性，目前廣為人知的教育方法有兒童教育、STEM 教育、翻轉教室、數位化教學及科技教育在創新學習的應用等，各個教學皆有其優點，因此本研究希望能在各教學中融合其優點並搭配新的科技技術，提供一個適合孩童學習的創新學習教育的環境。

2.1 兒童教育

劉素瑜[9]指出兒童時期是創造力啟發的黃金時期，啟發創造力的方式有很多種，而覺知領域的擴增，意即增加兒童生活中視、聽、味、嗅、觸的五感體驗，亦有助於創造力的提昇。然而，在加強感官體驗的各種創造力研究之中，觸覺體驗是在兒童時期十分關鍵、卻容易被忽略的一環，其分析結果發現，觸覺教材的確能提昇兒童的創造力，因此如果能在學習中加入 3D 列印技術，就能提升孩童的觸覺能力，讓孩童的輔助教材學習不再只是透過圖畫書或有聲書，而是立體的教材，且改良立體書透過「紙」的製作手續繁忙，透過 3D 列印就可以產生真實物體。

布魯斯提倡「發現學習」的理念，認為學生的學習應該是主動的，老師應該是學生學習知識的引導者，林朝鳳認為，教師不再只是透過口頭的傳授，而是應該藉由有趣和有意義的情境來引導幼兒自動學習[10]。陳怡惠、車正雲、江豐聿認為藉由遊戲教學，擴充學生下課活動的內容，激發其玩遊戲的動機，使其下課時能主動玩遊戲，並希望透過遊戲，發展學生的社交技巧，以增進學生人際關係，透過遊戲中的創造思考過程，提升學生的創造力[11]。蔡宜倖[12]有趣性及與生活相結合最能引起學生的學習動機，並且在獲得學習上的成就感後，提升學習科學的興趣，曾喬琪[13]繪本電子書提供生動而豐富的畫面可引起學生的學習動機，透過角色的設計則能引導學生由不同的面向來思考問題，而在情節的安排與場景的配合之下，更能使學生融入故事的情境，進而藉由討論的過程，澄清其認知概

念及建立正向的態度價值觀，因此本研究將產品經由 3D 列印出玩具公仔，可用眼睛去觀察物體，用手去觸摸輪廓來提升孩童的觀察力還有創造力，學童也可以用公仔做角色扮演的活動。在活動中孩童不僅可以揣摩角色中人物的情緒及想法，並且可以訓練孩童的口說表達能力，師長及家長也可以藉由故事與生活中做連結，傳達正確觀念，更可以透過角色扮演，大家一起在表演中創造出不同的想法及做法。

2.2 STEM 教育

STEM 教育是結合科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering) 及數學 (Math) 領域的整合性教育概念，如圖 4 STEM 強調是這四大領域的整合性及共通性，把學到的知識應用到生活中去，培養更好的創新及學習能力，並藉由科技整合課程，增加學生對於這些學科的興趣，並與現代科學科技接軌。STEM 教育 (STEM Education) 源於美國，美國科學教育學者最早於 20 世紀 50 年代提出科學素養概念，也得到其他國家科學教育學者的認可，該理念認為，我們正處在一個科學和技術佔領主導地位的世界裡，這是一個提升國家綜合實力的關鍵因素。STEM 強調把知識還原於生活，結合生活中有趣、有挑戰的問題，通過學生解決問題來完成教學。教師在設計 STEM 教育項目問題時，一方面要基於真實的生活情景，另一方面又要蘊含結構化知識，在這樣的學習下，學生在解決問題的過程中，不僅能獲得知識，還能獲得在情境中理解知識，以及遷移運用的能力，STEM 教育重視協作，強調在群體協同中相互幫助、相互啟發，進行群體性知識建構。STEM 教育要求學習產出包含設計作品，這可以讓學習者獲得成就感、維持和激發學習動機、保持學習好奇心的重要途徑。設計過程中，學生學習知識、鍛煉能力、提高 STEM 素養，因此強調設計是 STEM 教育的又一核心特徵[14]。張玉山、楊雅茹提出 STEM 教育對小學生的正面影響遠比大學生來的多，也顯示讓學生是越早接受 STEM 教育，學生往後選擇科技工程領域的機會越高 [15]。

根據一份名為“2013 至 2018 年 STEM+教育的報告：一個 NMC Horizon 項目部門分析”，從現在起到 2018 年，STEM+教育將被動搖。其中主要一個關鍵是

3D 列印。在第一套改變教育面貌如移動通訊和線上學習的技術之後，3D 列印被報導將在未來兩到三年顯著提升 STEM+教育。根據報導，3D 列印可以在教室放一些他們以前無法親手觸摸的材料，如“動物解剖和有毒物質”的模型。積層製造 (AM)也可用於開發學習練習，這涉及使用 3D 打印機本身來做為創造和設計原型。

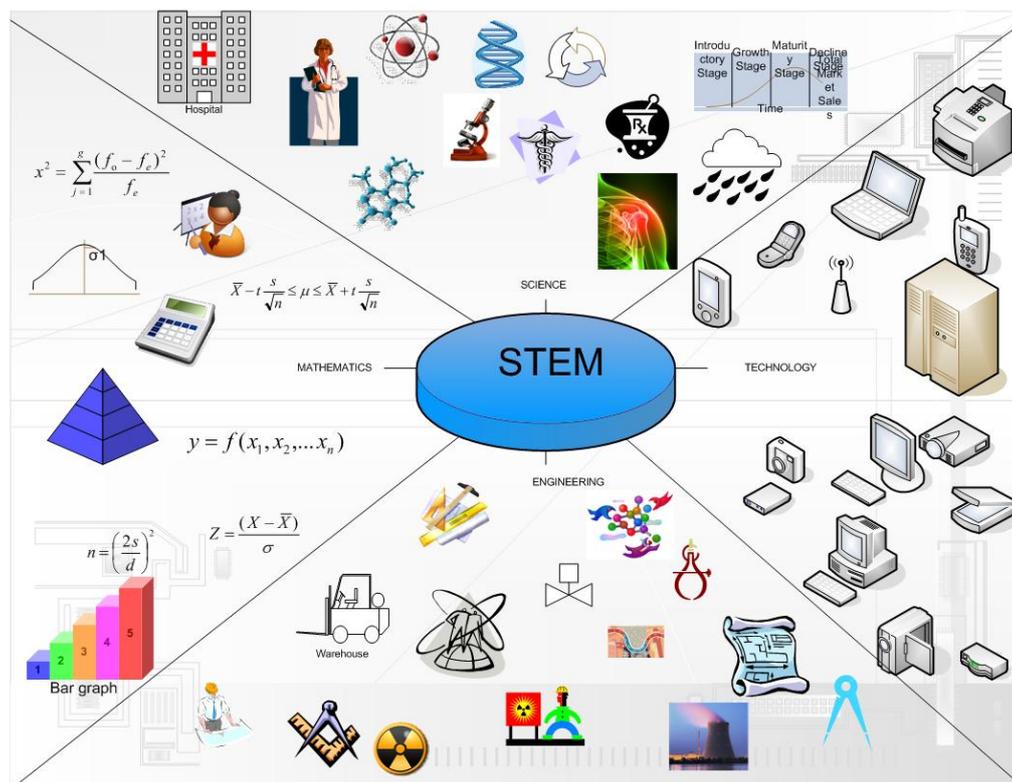


圖 4:STEM[16]

2.3 翻轉教室

傳統的上課模式，講述法是普遍被採用的教學方式，但其最大問題是壓縮了課堂師生互動的機會，更難有足夠的時間進行個別指導。「翻轉教室」(Flipped Classroom) 是近來藉由科技解決此問題所產生的一種教學方式，所謂翻轉，是指將課堂「知識講授」和學生回家自行練習「作業」的順序對調。實際作法是將課堂講授的部份錄製為影片，當作作業讓學生在課外先觀看，而將有限的課堂時間用於練習、問題解決或討論等教學互動，以提升學習的成效。其教學邏輯就是讓老師能在與學生面對面的學習環境中(課堂時間)，可以真正進行雙向溝通的

教學活動。然而，以上卻僅說明了翻轉的方式及緣由，但更重要的是此方法的教學理念及教學設計也隨之改變，其核心精神是將學習的責任回歸到學生身上，老師原來主導的角色則轉為提供學習的引領及協助[17]。翻轉教學讓老師在上課中的教學有更高的自由度，在課堂中可以觀察學生應用知識的能力，視情況提供學生差異化的協助，教室中的講課的主角從老師變成學生。

翻轉教室的概念：

所謂的翻轉教室在現在的資訊環境中，由老師提供教學視頻作為主要學習的課程方式，學生在上課前在家完成教學視頻等學習資源的觀看及測驗，之後在學校課堂中，學生展現及表達在家學習的成果，老師與學生共同協作探討與互動的一種新的教學模式。翻轉教室目的在於顛覆傳統教育上的老師在課堂中講課、學生聽課、學生於課後寫作業及進行測驗的傳統教學過程，更改為學生在家學習基本知識及技能，上課時由老師傳授核心概念強化學生關鍵知識及引導到正確的方向。

翻轉教室教材設計：

首先，是將課堂上知識講授的部分錄製為影片。根據研究顯示，學生聆聽講述的專注力大約是 10~18 分鐘，並且隨著上課時間長度遞減，因此將課堂講述的內容轉換為影片時，大多建議製作成不超過 18 分鐘的主題式片段（有些建議更短 5~10 分鐘）。而影片分段也打破課堂直線式的進行方式，好讓學生比較容易控制自己的學習進度，必要時可重覆觀看較為難懂的部份[17]。

分段影片以主題方式呈現，因此老師必須重新審視每堂課的內容，訂定明確的學習目標，適當地分成多個主題，並合理安排主題之間的順序及組織。明確的學習目標讓學生可以清楚地了解每段影片的學習重點為何[17]。

在課堂講述時，老師有時會根據學生的即時反應，增減內容。影片因需考慮觀看者無法即時回饋，因此講述或呈現方式應該要更能清楚明確傳達內容；如能先撰寫大綱腳本，內容及長度的掌握應該會更好。因影片可重覆使用，如花費較多的心力及時間製作，應該是有效益的。也可考慮和其他教授同一科目的老師合作，以達到事半功倍的效果[17]。

影片的錄製形式有很多種，簡單的 Webcam 及麥克風就可製作，或使用螢幕錄製軟體加上聲音（例如：Khan Academy 的數學課程），或以家用 DV Cam 錄製等，這些可根據老師教授的科目內容及可獲得的資源多寡來考慮[17]。

翻轉教室教學設計:

教學設計是「翻轉教室」的另一個重要課題，面授的課堂時間空出之後，所設計安排的教學活動應能充分運用互動溝通的機會，培養學生主動學習的精神、加深的學習成效以及發展高階的知識應用及思考能力。

首先，為能確認學生認真地觀看影片，可運用一些技巧，例如：請學生作摘要、準備 1~2 問題提問、或先回答相關問題等，其目的在於先了解學生可能的困難在哪裡，以便在課堂上有效地進行解惑或加強[17]。

學生雖已先觀看影片，建議仍應於課堂上作重點複習，以加深印象。對於較為困難或容易誤解的概念，可設計一些問題或課堂作業，透過小組方式進行討論及操作；讓學生透過與同儕的互動更深入思考，了解問題所在並練習運用所學[17]。

當然，在大班教學中，老師很難一一進行個別指導，藉由不同程度的學生協同學習，老師比較容易從旁適時提供協助，或者針對學習困難的學生提供較多的指導。除此之外，也可借助科技工具的運用(例如：Clicker)，來全面性了解同學的學習狀況及診斷困難[17]。

翻轉教室教學挑戰:

學生要在家獨立自主學習知識，對於自主性不高，不看影片的學生，那翻轉教室該如何進行?

Jackie Gerstein[18]認為學習的主要參與者是學生，但傳統的教室學習都是由老師在講課，主導學習。所以 Jackie Gerstein 認為要讓學生建立學習的動機，不論這動機是競爭、個人興趣、好奇心、或是為了要解決問題，這樣才能讓學生產生有效率的學習。圖 5 顯示學生可以獨立進行的數位學習型式，透過影片學習只是其中一個學習方式而已，遊戲模擬的學習與互動網站(或 Apps)資源,都是可能選擇的教學模式，Jackie Gerstein 的四階段架構如圖 5 所示。

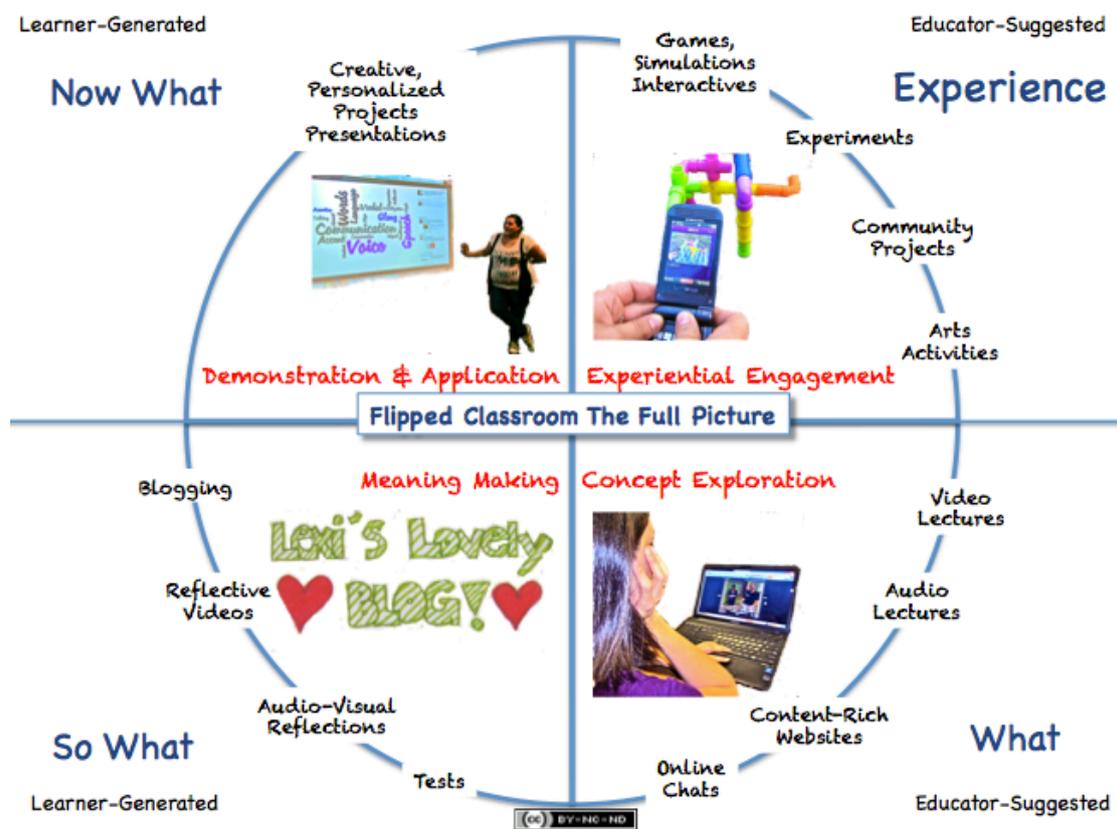


圖 5:Jackie Gerstein[18]

1. 體驗參與階段：

Jackie Gerstein 提出的翻轉教室所要衍伸的是學生可以獨自透過科技進行數位式學習，圖六首先透過有趣的接觸產生興趣，例如遊戲、科學實驗、模擬或應用藝術等方式產生互動式娛樂，圖 6 Jackie Gerstein 認為「體驗」是讓學生產生興趣及有想了解更多知識的慾望。



圖 6:Jackie Gerstein 體驗參與階段[18]

2.概念探索階段:

資訊與知識可透過科技來探索學習，學生可藉由電腦觀看視頻課程及教學網站還可以透過線上討論學習等方式進行探索學習。如圖 7 透過數位學習，學習者可選擇適合自己的學習環境及自行規劃學習時間，及依據學習者的學習速度自行進行調整，甚至可以根據學習特別有興趣的主題或不了解的資訊進行學習。

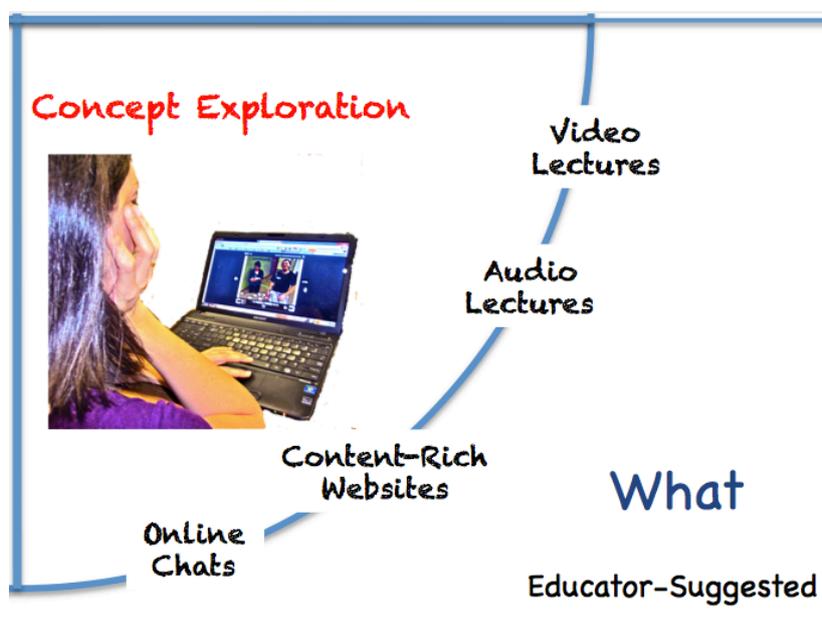


圖 7: Jackie Gerstein 概念探索階段[18]

3. 意義建構階段:

學習者反省自己在前面的階段中學習到什麼，闡明理解和建構所學習的內容並進行實作，傳統學習中在圖 8 這個階段是測試學生他們是否理解學習內容。

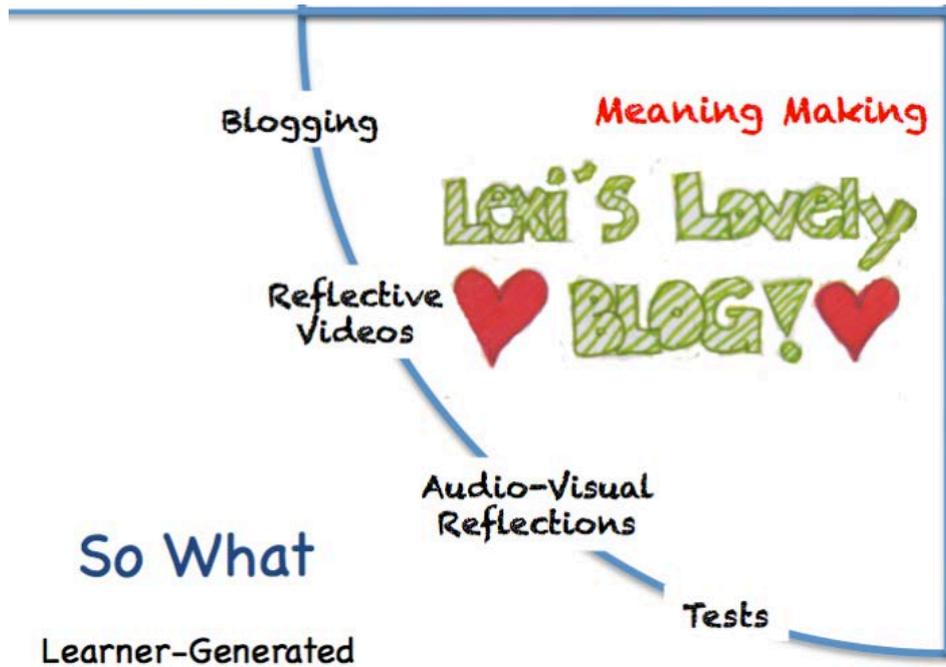


圖 8:Jackie Gerstein 意義建構階段[18]

4.展示應用階段:

在圖 9 階段中學生去證明他們學到了什麼，展示他們的學習成果，在課堂上學生通過學習者自己的創意、個人化的表演和演講，展示學習者透過應用學習所達到的成果。

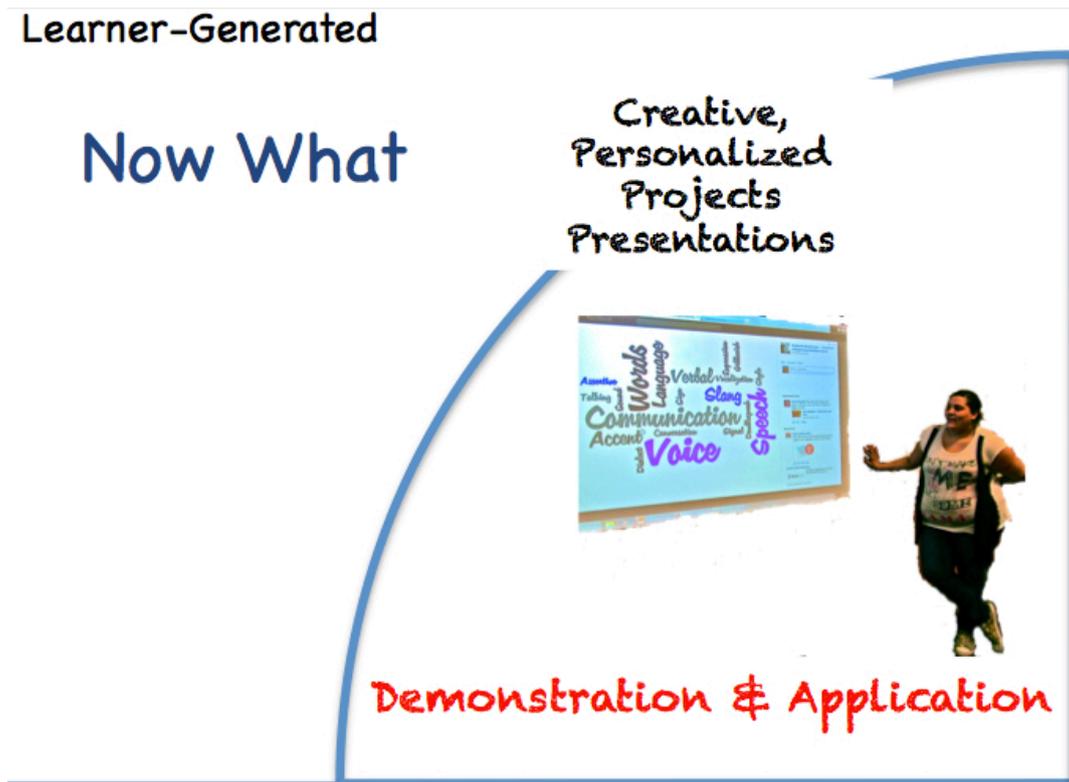


圖 9: Jackie Gerstein 展示應用階段[18]

2.4 數位化教學

數位化教材能表現傳統教科書所表現的文字、圖片、統計圖表外，還能加入投影片、幻燈片、動畫、影片的效果。傳統教學以前要用許多輔助設備，由許多不同形式的教材共同組合去呈現，但在數位化教材中只要一部電腦及一部單槍投影機就可進行整合一起表現出來。網際網路的應用，讓教材本身具有攜帶性、充實性、多樣性、延伸性等優點，不過老師在使用數位化教學上會遇到資訊能力的不足及教材取得(製作)的問題，因為有些教師年資較高，因為在當時求學時受教師養成教育階段，還沒有現今資訊的應用，所以在面對數位化教材的製作上對設備還有教材的取得為教師最需要克服障礙的排行榜前二名(表 2)(表 3)[19]本研究認為此部分可透過協同教學法的問題來克服，協同教學法在資訊科技融入教學中是最常被使用的，協同教學的意思是指由教師組成小組偕同指導兒童的一種方式，在國內協同教育分為幾個形式，依據學習的精熟度，將兒童分組給不同的老師或由 2 個以上的老師進行教學指導，依據老師的專長，能力承擔教學工作，負責指導不同的課程。在設計教學活動時，資訊科技專業教師加入課程設計的行列，稱之為協同設計。協同設計課程中使用資訊科技的部份，由資訊專長的成員負責，並且在授課前協助老師完成數位化教材的準備工作，並協助其能獨力實施教學活動，讓教師也具備應用資訊科技的能力[19]，也可以將做好的教材檔案放置使用網路共享空間，供其他的老師在教學上有需要時下載使用，讓教師在設計教學活動時，能減少教材製作時間而將資訊科技融入於教學之中。

表 2:使用數位化教材需克服障礙分析表[19]

項目	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
行政支援	24(33.8%)	26(36.6%)	14(19.7%)	3(4.2%)	4(5.6%)
時間	21(29.6%)	31(43.7%)	11(15.5%)	7(9.9%)	1(1.4%)
設備	31(43.7%)	25(35.2%)	8(11.3%)	4(5.6%)	3(4.2%)
教材取得	19(26.8%)	34(47.9%)	12(16.9%)	4(5.6%)	2(2.8%)

表 3:使用數位化教材需克服障礙順序表[19]

項 目	平均值	順序
行政支援	3.89	3
時 間	3.72	4
設 備	4.14	1
教材取得	3.90	2

2.5 資訊科技在創新學習的應用

曾憲楨[20]指出將資訊科技融入教學是現今提升教學效能的主流，使用互動式科學教學（interactive science simulations）能提升學生的學習效能，透過有效能的整合型教學科技，可激起學習者的興趣，進而提升學習者的學習成效[7]，在劉佩奇[21]的分析結果顯示閱讀擴增實境立體繪本有助於提升幼童整體創造力，對於創造力中的靈活性、獨創性、精進性、敏感性皆有顯著影響。現今已經有部分學校使用互動式電子白板教學，當互動式電子白板導入教育現場後，教師得以透過這項新科技提升教學的「互動」層次，並以多媒體教學提供兼具視覺、聽覺與動態操作的教學內容，以更有效率的方式滿足學生的學習需求[22]。在電子白板中，教師可視學生狀況，調整課程內容，李雪也認為電子白板與電子教科書融入自然與生活科技教學，有助於增加學生互動學習的機會並且能引起學生學習興趣[23]。在教學進行中資訊科技能夠成功的吸引幼兒注意並引起學習動機，進而帶動幼兒投入和參與教學活動，營造出熱烈的教室氣氛與達成有焦點的回應[24]。近年來，新興的資訊科技工具，從互動式電子書、電子白板、電子書包，乃至於未來教室，皆強調以高科技的情境學習來強化學生的關鍵能力，因而，發展適用的教學模式與互動式的教學策略在學習過程是相當重要的[25]。

3D 列印技術近幾年蓬勃發展，廣受各國重視，甚至被視為第三次工業革命，近兩年隨著 3D 列印關鍵技術的專利到期，廠商紛紛推出低價 3D 列印機，讓使用 3D 列印技術不再是昂貴的代表[26]，3D 列印除了可以快速的生產製造，對一

般使用者而言，最大的意義就是可以客製化，自行製造商品且不受模具的生產的限制，目前 3D 列印技術在食衣住行醫療上皆有顯著的發展，普遍率也越來越高，張景揚[27]從教育市場來看，3D 列印是下一波科技發展的主要項目，因此如果能將科技與教育應用做統整，是本研究思考的目標，顏儒銘[28]認為透過 3D 列印技術，可以縮短產品開發時間加上可以自行設計及製造產品，顏儒銘在實驗中於 3D 列印結束後搭配 arduino 控制器，使機械手臂能夠做動，驗證設計出透過 3D 列印產生的機構是可行的。3D 列印相較於傳統製造其特點為可製造出任意不規則形狀之產品，且適合少量客製化之生產模式[29]此特點讓教學不再受限於結構形狀，且在課程設計彈性上較廣，在傳統方式上製作教具，需要考量到產品數量及開設模具的龐大費用去評估實做的可能性，使用 3D 列印，教師可將腦中的設計圖繪製出來，透過 3D 印表機，就可以生產出來，不需要開模費用，學生也可以透過實作，提高對產品的認知及理解。詹婉琦[30]將虛擬與真實世界結合，帶給觀眾一種思考上的驚喜，能有效地吸引觀眾的注意力，可使觀眾在 3D 的環境中與虛擬物件即時互動，達到最佳的溝通效果。

從 1990 年起擴增實境 (Augmented Reality, AR) 的概念已被提出，此概念與虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 相近，兩者都是以「虛擬的影像」進行某方面之應用。AR 是指在真實世界中透過模具再加上一些虛擬的景象，所以可以真實的感受到現實與虛擬的結合，而這些虛擬的物件不僅是影像，還可以是聲音、氣味、震動或碰觸。VR 是指利用電腦產生一個虛擬世界，讓使用者能控制虛擬世界及互動，如同身處於真實的環境中，在視覺、聽覺、觸覺上都如同真實，行動裝置虛擬實境輔助教學能夠達到無所不在的教學環境，透過遊戲中教學，能夠提升學生學習力，夠讓學生更願意去學習，而將真實世界與虛擬世界相結合，能夠吸引學生的注意力，加深學生對於書籍資訊的接收，還能進行戶外教學使用，透過老師與學生的即時互動，達到最佳的教學效果[30]。AR 要實現，必須依靠實體世界中的一些參照值來實現，例如利用影像辨識，而 QR Code 則是一個很方便的參照值[31]，但因為 QR Code 的執行需要打開手機、開啟相機、瞄準對焦，才能得到資訊，在執行上會花費比較多時間，而 NFC 在電子裝置之間也可以進行非接觸式點對點資料傳輸，執行速度快，又可以省略打開手機、開啟相機、瞄準的順序，因此本研究使用 NFC 技術進行研究。

第三章 研究方法

本研究希望透過科技的進步，善用新的資訊來引領學生有進一步的學習，目前學校教育已有進一步的導入電子白板搭配數位學習，可是在課程上沒有進一步的延伸，因此本研究加入學習系統，進行課後複習的部分。本研究讓老師透過電子化進行教材準備，電子化讓老師在教材準備上更彈性，在授課教學內容更改上更加容易，改善舊有的傳統教學在教材上不容易更改及更新的缺點，透過電子白板教學，老師可多樣化的製作上課教材並豐富上課的內容，增加課堂的有趣性，與學生產生互動，教師可依照課堂進度，提供適當的內容，放置影像、聲音、動畫、色彩繽紛的圖片等吸引孩童上課的專注力並增加孩童上課的興趣。首先透過電子白板的錄製紀錄系統功能，能將上課教學狀況記錄下來，除了白板上內容的記載，上課中的對話及進階的白板內容上的書寫都可以記錄，這些紀錄可以供老師存檔及重覆使用，可延展課堂外的教學及使用，供課後複習或課前預習使用。

3D列印技術在21世紀帶來很大的創新，各種生活應用不斷的推陳出新，在食衣住行育樂上都可以看到3D列印的運用，在食物上，目前在英國Chocedge公司已經在使用3D列印，列印客製化的巧克力進行販售，Adidas也在2015推出3D列印客製化的運動鞋，2014年Local Motors公司也推出的一款第一輛的3D列印汽車，3D列印在醫學上也有顯著的發展，因此也有人稱3D列印是第三次工業革命，既然3D列印已經慢慢地融入我們的生活，客製化的優點適合用來改善目前傳統製作圖畫教具，工序繁雜的問題，可以降低師長的備課負擔及花費很多時間的缺點，讓教材不再只是紙本，而且列印出來的3D成品，可以讓學童以此公仔做遊戲與同學間或家長增加互動，發展學生的社交技巧增加肢體表達與口說的能力。

3.1 研究架構與設計

本研究希望能透過創新科技翻轉教學，提供孩童學習更有效的方法，經由科技媒體的應用，能發揮更好的學習環境及效果，減輕師長在教學領域上準備教材花費時間的負擔。翻轉教學需要先錄製影片讓學生回家先行觀看，將有限的課堂時間用於練習，但考量到對於不喜歡讀書及不做作業的學生，如果沒有事先觀看影片，那課堂進行會受到影響，因此將翻轉教學的流程修正為於課堂結束後 10 分鐘搭配電子白板進行下堂課的課程內容講解並進行錄影，錄製的內容不但可供老師用於翻轉教學上，更可解決不預習的學生所面臨的教學缺點，圖 10-12 為本研究的研究架構設計流程圖。

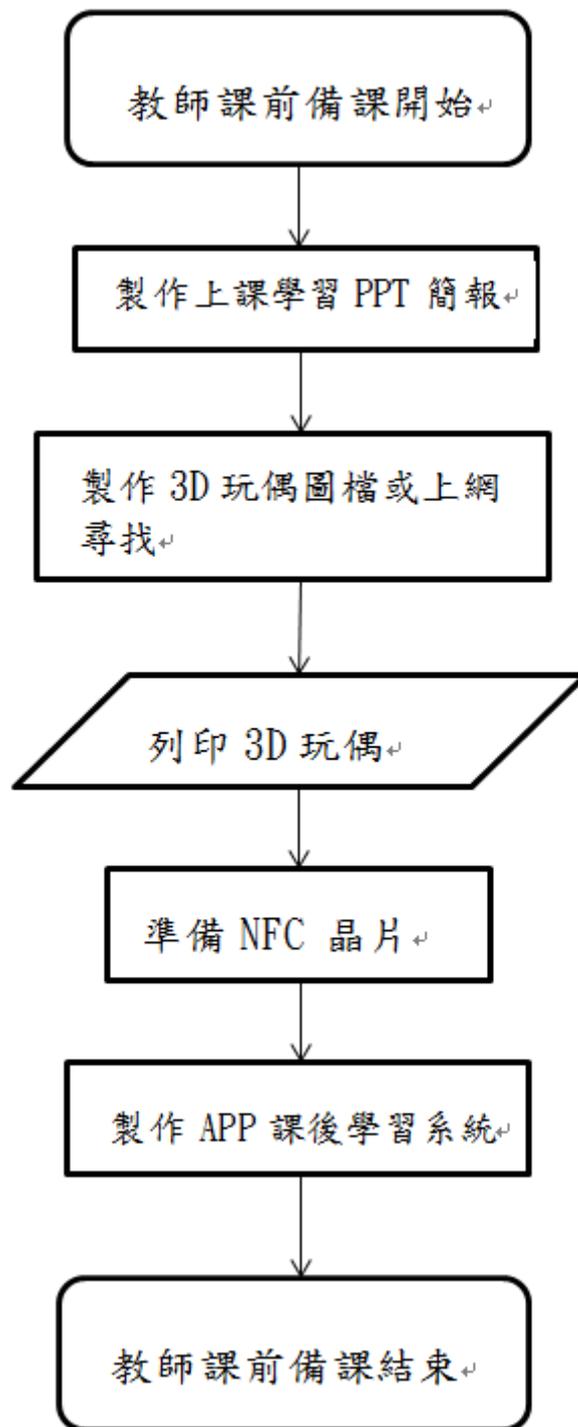


圖 10:研究架構與設計-備課流程

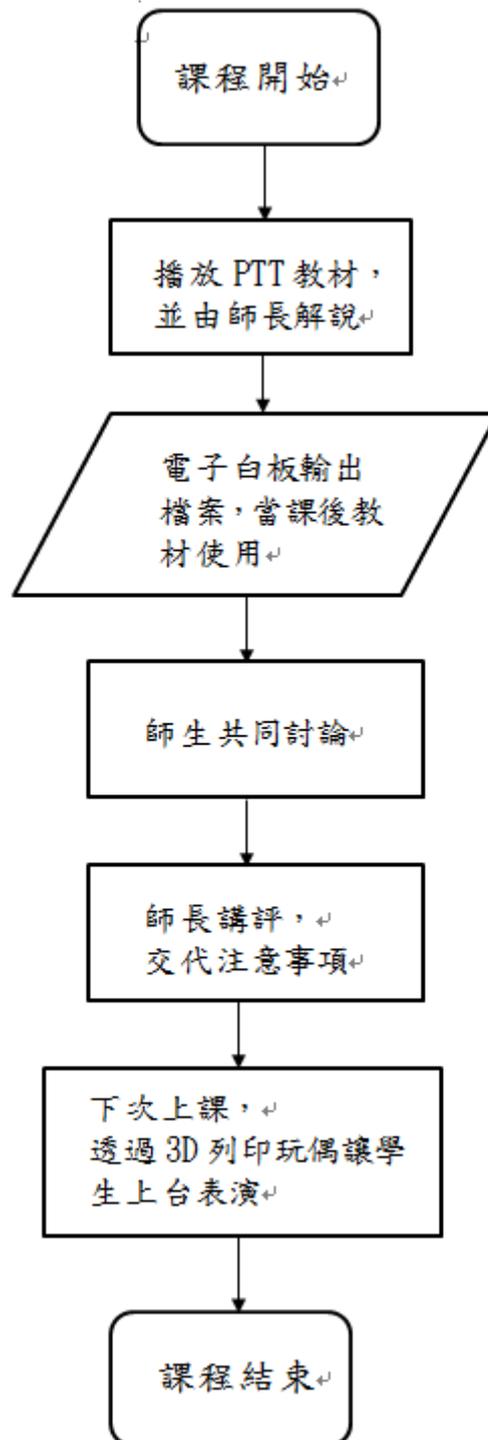


圖 11:研究架構與設計-上課流程

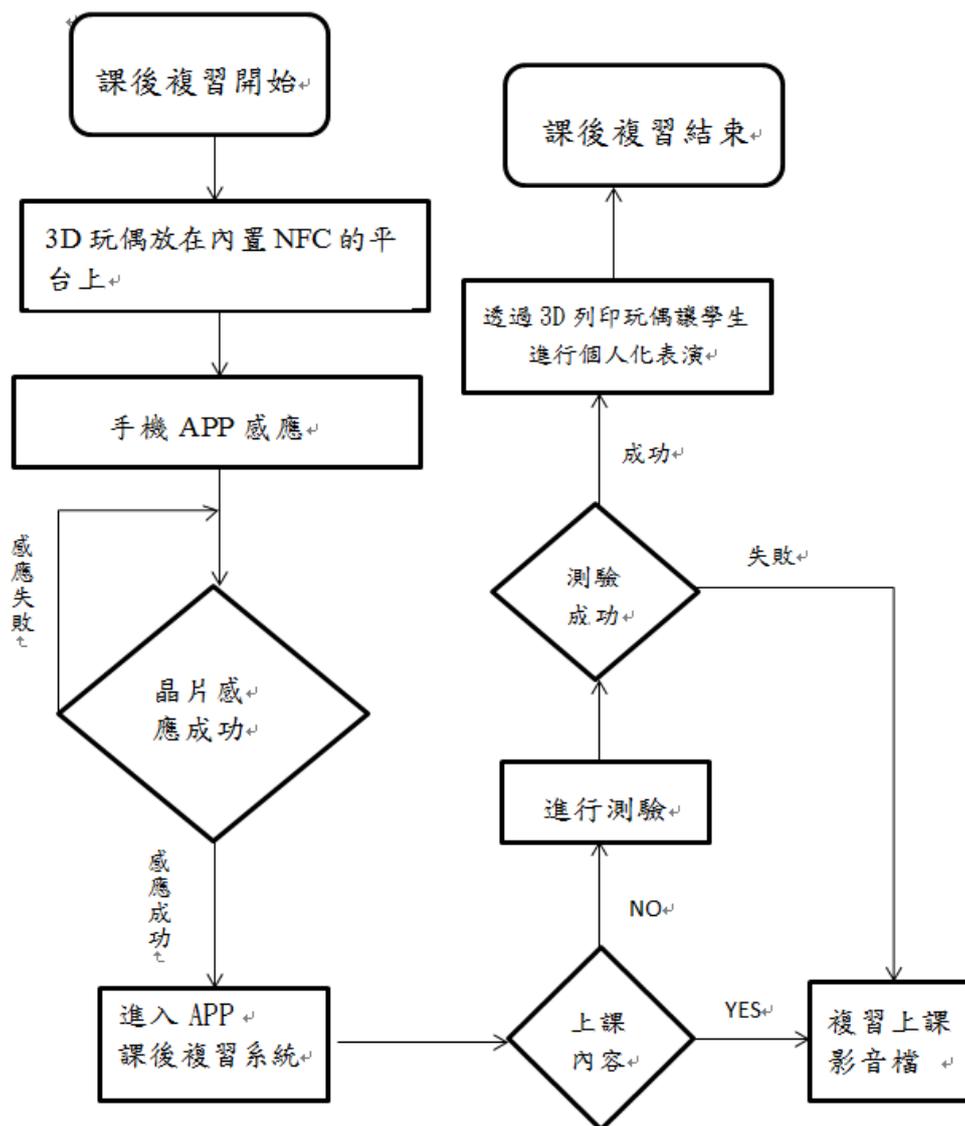


圖 12:研究架構與設計-課後複習流程

3.2 翻轉教學主題課程

3.2.1 兒童教育之創新學習運用 3D 列印教案設計

本研究希望將科技融入教育翻轉教學，用於國民中小學九年一貫課程，這門課程是設置在國小一年級將社會、藝術與人文、自然與生活科技學習領域統合稱之為生活課程，目的是要學生由日常生活發生的事例來引發學習，故本研究舉出小紅帽之例子，讓孩童從故事中獲得的啟發，兒童教育之創新學習教學教案如表 4 所示。

表 4:兒童教育之創新學習教學教案

一、設計者	林朝萱
二、實驗學校	南投縣僑光國民小學
三、主要領域	生活課程
四、統整領域	社會、藝術與人文、自然與生活科技學習
五、單元名稱	小紅帽探險記
六、活動名稱	說故事講道理（綜合活動領域）
七、適用年級	一年級
八、能力指標	1-1-1 辨識地點、位置、方向，並能運用模型代表實物 3-1-1 舉例說明科學和技術的發展，為自己生活的各個層面帶來新風貌 4-1-1 嘗試各種媒體，喚起豐富的想像力，以從事視覺、聽覺、動覺的藝術活動，感受創作的喜樂與滿足 4-1-4 正確、安全、有效的使用工具或道具，從事藝術創作及展演活動 5-1-2 體驗各種色彩、圖像、聲音、旋律、姿態、表情動作的美感，並表達出自己的感受 6-1-1 透過藝術創作，感覺自己與別人、自己與自然及環境間的相互關連 7-1-1 運用五官觀察物體的特徵(如顏色、外型、輕重...)
九、教學目標	(一)使用數位教材吸引孩童上課的專注力並增加孩童上課的興趣，將上課中錄製的檔案做課後複習系統。

	<p>(二)透過故事能夠與生活經驗做連結，讓兒童更容易理解成人所要傳達的意思為何。</p> <p>(三)思考並演練處理危險和緊急情況的方法。</p> <p>(四)課後使用學習系統練習測驗，讓學生可以在家自行練習，學習歷程可供老師了解孩童學習狀況。</p> <p>(五)使用 3D 列印課程中的玩偶，讓學生有實體玩偶可進行角色扮演，增加孩童的表達能力及理解能力。</p> <p>(六)經由 3D 列印玩偶，進行人際互動，增加社交技巧及肢體表達與口說的能力。</p>		
十、行動學習 教學方法	<p>數位說故事學習法 網路探究學習法</p> <p>問題導向學習法</p> <p>其他 <u>APP 課後複習系統+NFC</u></p>		
種類	教學設計與流程	使用軟體、 數位資源	效果評量
一、課前備課	<p>(一)製作上課學習 ppt 簡報</p> <p>(二)3D 列印小紅帽跟大野狼的玩偶</p> <p>(三)NFC 晶片</p> <p>(四)APP 課後學習系統</p>	<p>電子白板</p> <p>ppt 簡報</p> <p>3D 列印機</p> <p>NFC</p> <p>APP</p>	
二、引起動機	<p>希望能藉由小紅帽的故事，讓孩童了解，遇到陌生人及危險狀況應該如何處理。</p>	<p>ppt 簡報</p>	
三、發展活動	<p>(一)上課的同時，利用 EverCam 經由電子白板將上課內容錄製下來，製作成課後學習教材。</p> <p>(二)教師利用事先準備的小紅帽故事 PPT 簡報，由老師進行解說故事內容。</p> <p>(三)由老師提問，故事中小紅帽遇到陌生人時，是如何面對？請小朋友回答。</p> <p>(四)師生共同討論如果同學遇到陌生人要如何面對，例如:如果遇到陌生人要給食物，要拒絕、陌生人如果要強行帶走，要趕快跑開、把這件事告訴父母、師長或其他可以信任的大人。</p> <p>(五)由老師扮演大野狼，請三位學生</p>	<p>電子白板</p> <p>PPT 簡報</p> <p>3D 列印玩偶</p> <p>NFC</p> <p>平板</p> <p>APP</p>	<p>1. 是否專心聽老師講故事。</p> <p>2. 課後學習系統的測驗練習可回饋給老師學習成果</p> <p>3. 課堂是否踴躍參與討論及表現。</p> <p>4. 是否專心聽老</p>

	<p>扮演小紅帽、奶奶及大野狼，將故事角色扮演方式重述一次。</p> <p>(二)老師以大野狼的角色，增加情境，例如：給小紅帽棒棒糖、要帶小紅帽去找媽媽、要帶小紅帽去遊樂場玩，引導學生面對陌生人時要有的正確反應。</p> <p>(三)交代下次課程進度，下一次上課進行成果展示階段，透過 3D 列印玩偶讓學生在課堂上經由自己的創意、個人化的表演和演講，展示學習者透過應用學習所達到的成果。</p>		師解說。
<p>四、綜合活動</p>	<p>(一) 教師歸納:</p> <p>遇到陌生人，要小心警慎，來路不明的食物不能吃，也不能跟隨陌生人離開，這樣父母會找不到你們。</p>		是否專心聽老師解說。
<p>五、課後複習</p>	<p>課程結束後，使用課後學習系統進行複習及測驗，可依據學習者的學習速度自行進行調整，透過遊戲取得兒童興趣，測驗學習成果,提供學習歷程記錄學習效果。</p>		

3.3 研究工具

3.3.1 互動式電子白板

互動電子白板(圖 11)，是一種透過電腦週邊界面來連接投影機和電腦的輸入輸出裝置，部份可以顯示投影器投影的影像。透過電腦所連接的投影機，把電腦螢幕的畫面再投射回到白板上，當投影機投射畫面回白板時，一般需要先經過校準的程序，才能將使用者的筆跡與電子白板的書寫點作準確地重合，以便讓使用者有一種直接用筆寫在電子白板表面的效果。電腦及白板間的連線，可以是有線的(如：USB 插線或串流埠)或無線的(如：藍牙)。有別於一般傳統黑板或白板教學，運用單槍投影機、電腦及感應定位裝置，藉由投影出來畫面，進行書寫及教學過程，稱之為電子白板教學。運用此種教學方式，教師不需再抄寫題目及擦黑板，也跟投影布幕有所區別[32]。



圖 13:互動式電子白板[32]

互動電子白板的優點：

教師能在教學過程中直接透過白板的筆在白板上直接進行操控、書寫、或運用其他軟件。從而減少課堂上因轉換介面或軟件的時間及促進學習過程的連貫性。互動電子白板是一種色彩化、形象化的學習工具。教師在課堂教學上將有關的學習重點或要學生留意的地方，透過白板筆把相關的資料以特別的顏色或圖形即時標示。

傳統課堂教學上的黑板功能：

教師在黑板上書寫有關的教學內容，傾向於以教師為中心，單一性知識傳授學習的模式。學生處於被動角色，整個學習過程中較缺乏互動學習的元素[33]。

「互動」的功能是推動互動式電子白板進入校園所強調的，它革新了教室中傳統黑板、白板可以提供的功能，進一步的豐富幼兒的學習歷程，並將學習歷程中所留下的各式各樣足跡，可以用電子檔案之方式紀錄、儲存下來，實際運用時可以真切感受到互動式電子白板確實能吸引幼兒注意力與激發學習動機，更達成課程在進行時的遊戲性與雙向互動性[24]。顏菴廷[34]使用互動式電子白板教學能讓學生對學習產生興趣的原因，除了互動式電子白板本身外，其次主要的原因是在教師的教學策略實施下，能讓學生與互動式電子白板產生互動，增加學生學習的興趣，表 4 為電子白板與傳統黑板的比較。

表 5:電子白板與傳統黑板比較表[35]

區分	電子白板	傳統黑板
多媒體功用上	可配合影片、動畫、音樂方式呈現。	用圖卡呈現，教學有效範圍小且限制較多。
使用上	1.使用觸控筆，較方便，對人體不造成傷害。 2.使用投影機，有傷眼睛及身體。	1.換顏色須換粉筆，較麻煩。 2.有吸入粉筆灰之疑慮 粉筆較傷手。
教學上	1.教師可利用網路搜尋最新資訊。 2.圖文並茂，可激發學習興趣。 3.可經由多媒體教學產生教學效能。 4.師生互動熱絡。	1.限於板書，學習無法聚焦。 2.部份學生無法引起學習興趣。 3.教學內容受限。 4.師生無法即時互動。 5.資源受限，教學過程無法順暢。
學習上	1.多元教材教法，可提高學生好奇心。 2.學生能操作並給予及時回饋。 3.學生只要上課專心聽講，毋須寫筆記，下課後從雲端可獲取完整資料。	1.師生之教與學限於傳統的輸出及輸入，較呆板，學生學習意願不高。 2.學習上少變化，略感枯燥。 3.學生學習會有不完整之憂。
維護上	相關設備維護費用較高。	相關設備維護費用不高。

3.3.2 3D Print

3D 列印技術始於 1980 年代中期，但當時價格昂貴，直至近年部分專利技術陸續到期，才讓 3D 列印技術逐漸普及，3D 列印又稱積層製造(Additive Manufacturing, AM)，屬於快速成形技術的一種，傳統的 CNC(Computer Numerical Control)製作方式是採用大塊材料慢慢切削的減法方式製作，常造成材料的浪費。3D 列印技術則採用層層堆疊的加法方式製作，可避免不必要的浪費。3D 列印機最近也應用到教學當中，3D 列印讓學生可以不再使用昂貴的傳統方法製作的模型，而是利用 3D 技術直接設計和列印模型。一些學者聲稱，RepRap 3D 列印機為 STEM 教育提供了一個前所未有的「變革」。這種說法的證據來自學生在教室中快速成型的低成本，也來自搭建開源實驗室(open-source labs)的科學裝置開源硬體設計的低成本。學生在課堂上學習 3D 應用的相關知識，開發 3D 列印的應用潛力，在這個過程中同時學習工程，設計，和建築的相關知識。不同的科系有不同的應用，化石，歷史文物的複製也可以通過 3D 列印完成，避免了對珍貴文物可能造成的損傷。對製圖設計有興趣的學生還可以將複雜的部件組裝成完整的模型。學習生物課程的學生，透過 3D 模型可以更好的學習觀察人體內部器官和其他生物標本。學化學的學生則可以觀察分子的 3D 模型，分析化合物間的關係。Kostakis 等人在最近的一篇論文中談到，3D 列印和設計能夠提升孩童的認知和創造力，幫助他們更好的適應當今的互聯資訊化社會。3D 列印在未來還可能應用於開放資源的科學儀器的生產中[36]，表 5 為 3D 印表機的分類，可依據需求材料去對照所需要的工藝。

表 6: 3D 印表機的分類[36]

印表機類型	工藝	材料
擠壓型	熔融沉積成型 (FDM) 或熔絲製造 (FFF)	熱塑性塑料 (例如, PLA、ABS 樹脂、HIPS、尼龍)、HDPE、共晶、食用材料、橡膠 (萬能橡皮泥)、雕塑粘土、普萊斯蒂辛橡皮泥、室溫硫化有機矽、瓷、金屬粘土 (包括貴金屬粘土)
	自動注漿成型	陶瓷材料、金屬合金、金屬陶瓷、金屬基複合材料、陶瓷基複合材料
金屬線路型	電子束無模成型製造器 (EBF ³)	幾乎所有金屬合金
顆粒型	直接金屬雷射燒結 (DMLS)	幾乎所有金屬合金
	電子束熔煉 (EBM)	包括鈦合金在內的幾乎所有金屬合金
	選擇性雷射熔化 (SLM)	鈦合金、鈷鉻合金、不鏽鋼、鋁
	選擇性熱燒結 (SHS)	熱塑性粉末
	選擇性雷射燒結 (SLS)	熱塑性塑料、金屬粉末、陶瓷粉末
粉末噴墨針頭型	石膏 3D 列印 (PP)	石膏
層積型	分層實體製造 (LOM)	紙張、金屬箔、塑料薄膜
光聚合型	立體光刻 (SLA)	光聚合物
	數字光處理 (DLP)	光聚合物

3D 列印機的 FDM(熱熔沉積成型法)技術原理上並不會太艱深困難,與傳統製造業加工方法在原始材料上做切削的減法不相同,3D 列印所遵行的是加法堆疊的原則。當你想要列印一個 3D 立體的東西,你首先需要繪製好的 3D 立體圖檔,3D 列印的軟件會把這個 3D 圖檔上的物體進行一序列 Z 軸的數位連續切片,並將連續切片資料傳輸到 3D 列印機,列印機的噴頭即可啟動,根據連續切片資訊,一層層地堆疊出立體物件。雖然相較傳統的方法,3D 列印機可以節約很多時間。比如說產品設計師在完成一件產品設計初稿時,非常可能就需要用一台 3D 列印機在相當短的時間內列印出設計產品初稿,再反復修改設計以後,進入到大量的規模製造生產線,這種嚴謹的多次樣品製作的過程比起傳統的模型製作不但避免錯誤而且可以節省了大量的開發時間與材料成本[37]。

現在市面上的 3D 列印機,有四大類的原理「FDM」、「SLA」、「3DP」、「SLS」

一、熱熔沉積成型(Fused Deposition Modeling, FDM)

圖 12 以加熱擠出頭融化塑性材料,擠出頭的溫度需要比塑料的熔點還要高一些,塑料從擠出頭擠出後快速的凝固成型在列印機平台上,以此方法依照 3D 圖樣層層堆疊完成。機器和耗材的成本最低,但是成品表面較為粗糙,主要用途為商品開模之前打樣模型[37]。

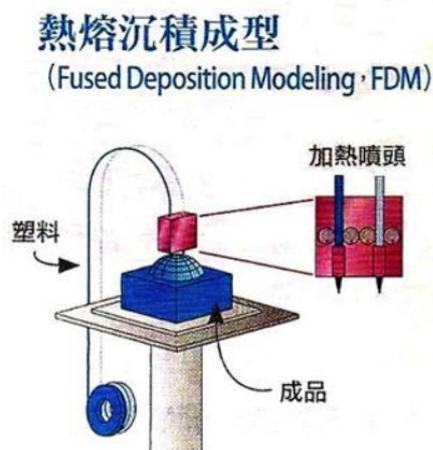


圖 14:FDM[38] [37]

二、立體光固成型(Stereo Lithography Apparatus, SLA)

紫外線或雷射照射液態光敏樹脂，使一表面層加工表面固化成型，下降升降台，並重複上述動作堆疊成型(圖 13)。特色:表面精緻、解析度高，尺寸精確，但成本也較高。應用:成品為塑膠材質，極佳的樣品可使用於翻製快速模，也能代替臘模製作澆鑄模具。雷射還是高價但是現今演變出有低價的光固化技術(DLP:Digital Light Processing),成為低價機種之一[37]。



圖 15:SLA[38] [37]

三、3D 粉末列印(Three-Dimensional Printing, 3DP)

以石膏粉為基底，使用具彩色墨水及黏結劑的噴嘴，針對成形部位噴膠，再以滾筒鋪上新一層粉末，重覆至產品成型(圖 14)。特色:可製作全彩產品，但成品硬度較低。成品應用:需細膩度的商品打樣，例如玩具模型、佛像[37]。

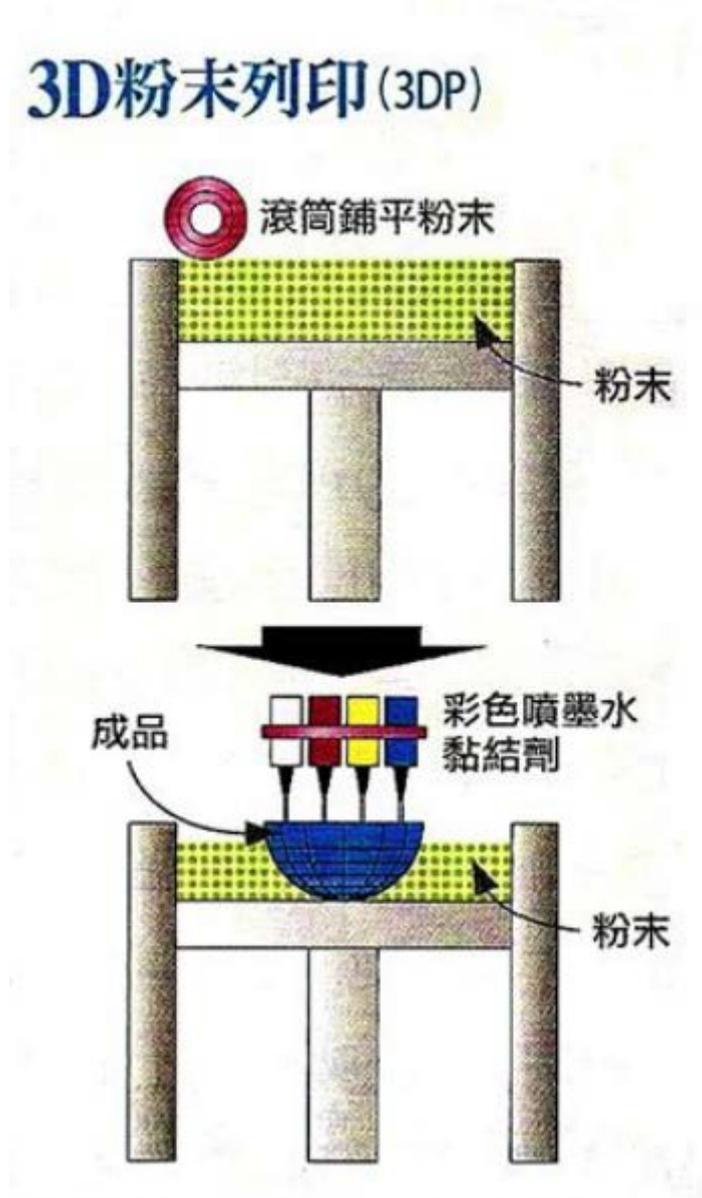


圖 16:3DP[38] [37]

四、選擇性雷射燒結(Selective Laser Sintering, SLS)

以金屬粉末為原料，透過雷射光照射成型部位，讓金屬粉末燒結凝固後，再以滾筒鋪上一層新的粉末，直到金屬物品成型(圖 15)。特色:可製作多種金屬材質，精確、硬度高，但成本也最高。成品應用:人工關節、假牙、模具、文創商品等[37]。

選擇性雷射燒結 (Selective Laser Sintering, SLS)

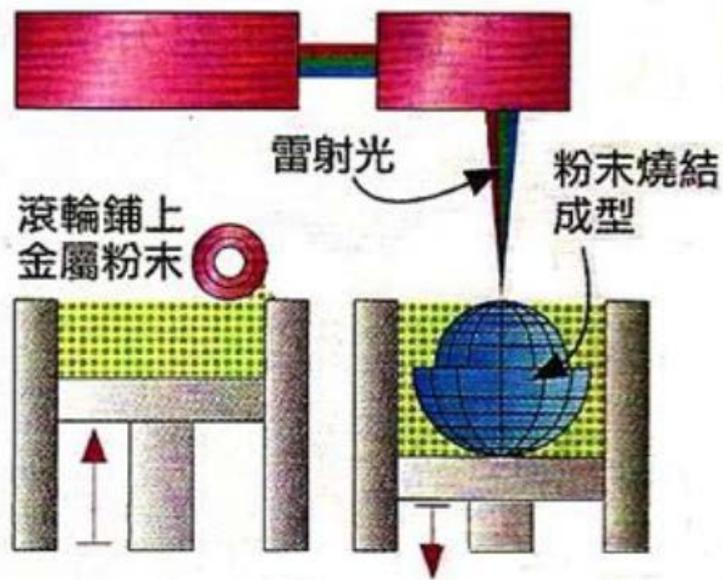


圖 17:SLS[38] [37]

表 7: 3D 列印的性能比較表[37]

	FDA	SLA	3DP	SLS
表面精度	較差	良好	普通	較差
成型速度	較慢	較快	較快	較慢
總體成本	最低	最高	低	高
成品強度	低	高	最低	最高
最大優點	低價	穩定	彩色	剛性

目前以傳統方式製作圖畫教具的方式，工序繁雜，以圖 3 為例在傳統教具製作上，需要花費半天的時間去製作，因為除了要花時間去尋找資料及圖片檔案外，將檔案透過印表機列印輸出後還要做將所有的紙張做修剪還有黏貼加工，整個手續很繁雜，增加師長的備課負擔，且因為紙質材質不耐用，使用次數有限，紙張破掉後還要再重新製作，可是如果透過 3D 印表機，雖然同樣都需要花時間去尋找圖檔，可是當圖檔從印表機列印輸出後，老師就可以省去繁雜的手工剪切黏貼的工序，因此本研究希望能結合現在流行的 3D 列印技術，改善傳統教具上需要在列印後修剪黏貼的工序，減少產品製作的作業程序去降低老師備課的時間而且使用 3D 列印還有一個好處，目前 3D 列印普遍使用的原料是塑膠，用塑膠原料去製作教材，可以解決產品不耐用的問題提高教具的使用率及保存度，從圖 16 對照圖可以明顯看出，使用 3D 列印可以減少師長在準備材料的工序，圖 17 為透過傳統列印機製作的教具與 3D 列印機產生的教具的比較圖。

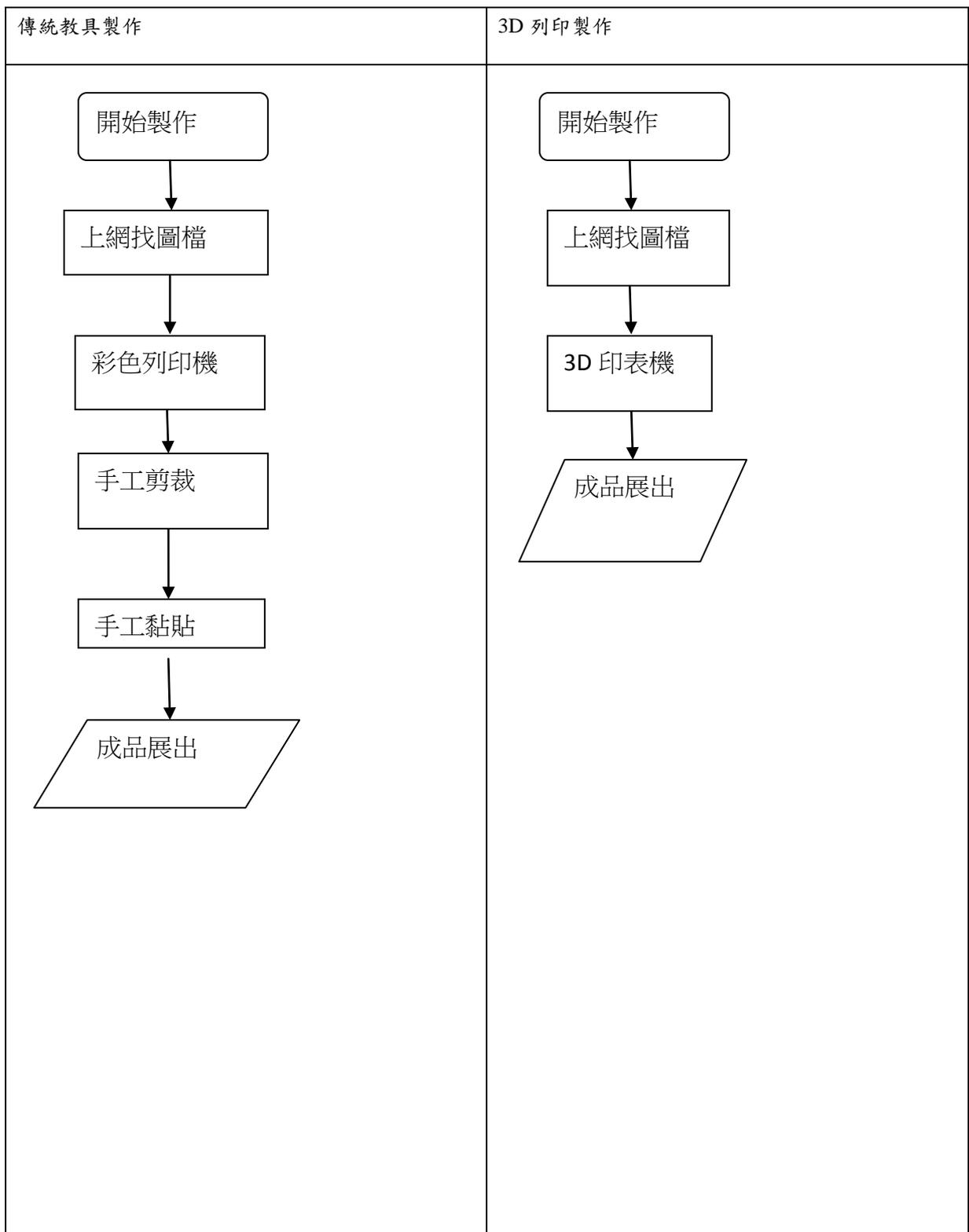


圖 18:傳統教具製作與 3D 列印製作流程圖比較

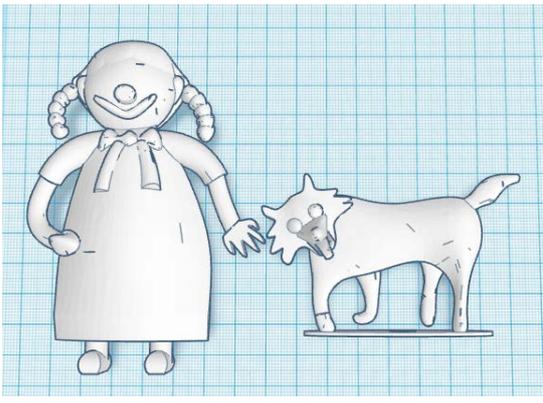
	傳統教具製作	3D 列印製作
圖檔		
成品		

圖 19:傳統教具製作與 3D 列印實作差異

3.3.3 App Inventor

App Inventor 原是 Google 實驗室(Google Lab)的一個子計畫，由一群 Google 工程師與勇於挑戰的 Google 使用者共同參與。Google App Inventor 是一個完全線上開發的 Android 程式環境，拋棄複雜的程式碼而使用類似樂高積木式的堆疊法來完成 Android 程式。除此之外它也支援樂高 NXT 機器人，對於 Android 初學者或是機器人開發者來說是一大福音。因為對於想要用手機控制機器人的使用者而言，他們不大需要複雜的介面，只要使用基本元件例如按鈕、文字輸入輸出即可。開發一個 App Inventor 程式是使用於網路瀏覽器，不需要額外安裝軟體，在設計上，首先要設計程式的外觀，接著是設定程式的行為，這部分就像玩樂高積木一樣簡單有趣。最後只要將手機與電腦連線，撰寫的程式就會出現在手機上了(圖 18)。App Inventor 讓開發者可在網路瀏覽器上來開發 Android 手機應用程式，開發完成的程式可下載到實體手機或在模擬器上執行[39]。



圖 20:App Inventor 操作說明[39]

App Inventor 優點:

適合無 Java 基礎的初學設計者，操作概念很類似 Scratch，全雲端操作介面，所有作業都在瀏覽器完成，支援樂高機器人，適合學習手機程式設計的入門學習者[39]，基於以上優點，本研究以 App Inventor 作為開發建置 APP，也藉由內建的設定介面，設計畫面元件配置，之後再到 Blocks Editor 增加指令操作內容，也能藉由內建設定的資料庫連線，解決以往在建立連線上複雜及困難的設定，且測試執行結果簡單，可透過模擬器經由 WiFi 無線同步到手機或電腦，就可立即的在手機上看到程式執行結果，也可以透過 QR code 的方式，用手機掃描 QR code 後就可以下載 .apk 安裝檔在手機上，讓設計者快速的設計成果也可以與朋友分享。如圖 19 可以在 App Inventor 中使用左方內建的多種設計元件去設計使用者的操作介面及各種功能。在過程中如果需要任何界面上的元件，只要用滑鼠拖曳到開發的 Screen 內手機畫面配置區，就可透過畫面的方式組合成手機中要讓使用者看到的操作介面之配置，然後到屬性區去針對不同的元件，進行屬性設定，在本研究中主畫面設定為一進到主畫面，會先有色彩繽紛的童話世界圖片來吸引孩童的興趣。

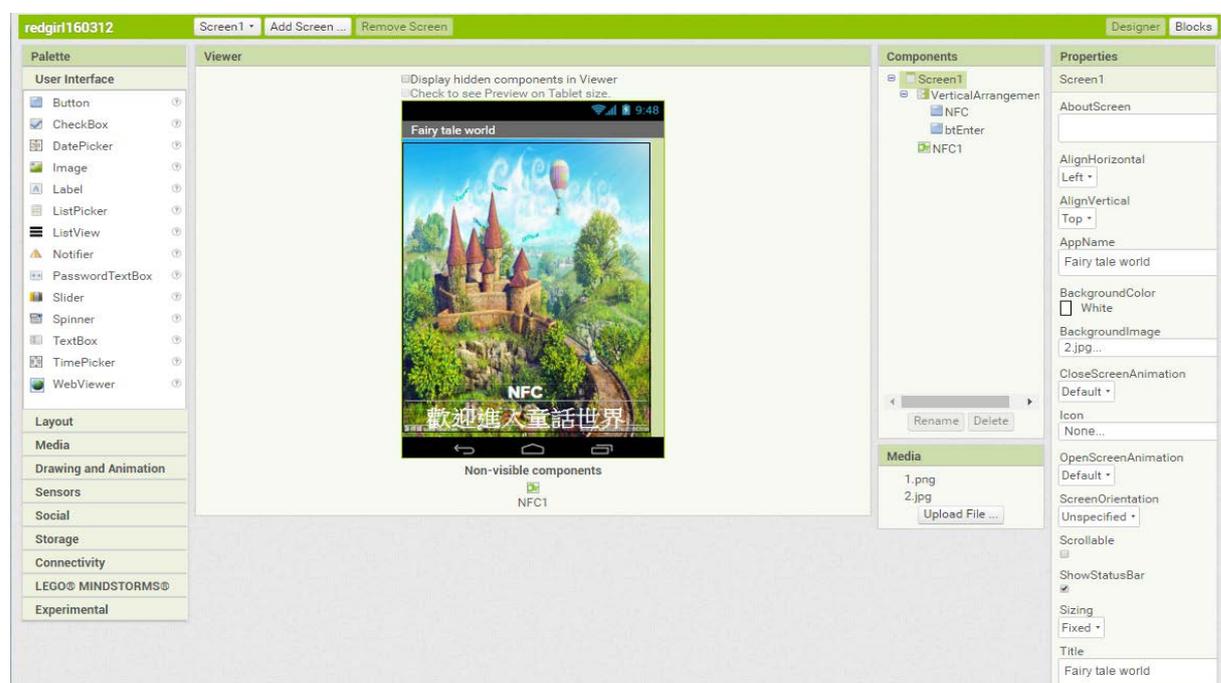


圖 21:App Inventor 開發環境介面

App Inventor 提供視覺化程式開發工具，Palette(元件面板區)找到所需元件，細分成 9 類:User Interface(使用者介面元件)、Layout(畫面配置元件)Media(多媒體元件)Drawing and Animation(繪圖及動畫元件)Sensors(感測器元件)Social(社交元件)Storage(儲存元件)Connectivity(連接元件) LEGO® MINDSTORMS® (樂高控制機器元件)在這些元件中可以找到要設計的使用者介面的各種功能與元件，輕鬆地透過拖拉和放置的動作，就能將選用的元件放置到程式的畫面上。

App Inventor 在程式設計開發的部分，使用拼圖式視覺化程式設計的理念，讓使用者可以輕鬆上手，設計理念用是來自拼圖的原理，依 app 的功能來「拼圖」，好處是由外形即可知道是否可以拼湊連結起來，最後就是 App 功能的邏輯控制，需要應用一些邏輯控制元件，才能適當的控制 App 的操作流程，拼圖式視覺化程設計語言有別於以往的文本程式代碼，藉由視覺化的程式區塊提供使用者一個簡單且容易上手的開發環境，但是同時也產生許多問題。例如畫面太過壅塞、找不到目標程式區塊等等問題。如圖 20 所見，這部分就像玩樂高積木一樣簡單有趣，最後只要將手機與電腦連線，程式就會出現在您的手機上了。

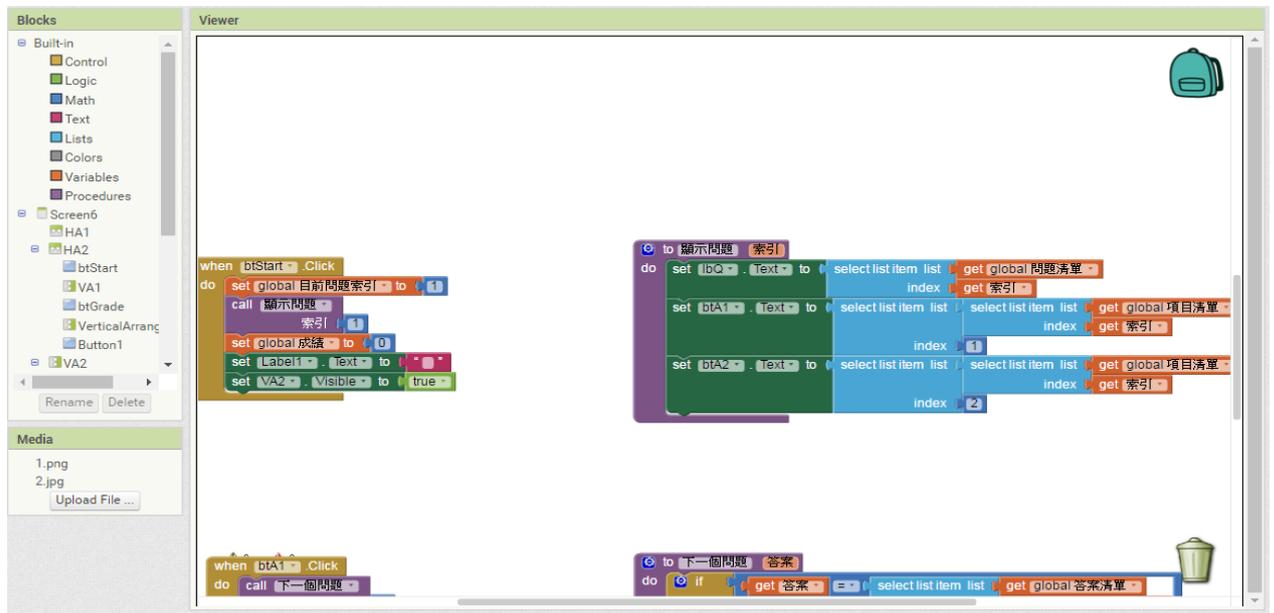


圖 22:程式開發介面

App Inventor 使用拼圖模式來組合程式，圖形化的程式設計，可讓程式一目了然，讓初學者在接觸程式設計時，也可以很快的上手去設計自己所需的程式，並完成應用程式的開發，這也是本研究選擇 App Inventor 來進行 app 開發的主要原因。

App Inventor 提供模擬器讓設計者執行應用程式，如圖 21 實際運作了解程式執行的狀況，不過模擬器雖然方便，但有些功能是模擬器無法執行的，如相機及各種感應器等，因此 App Inventor 也提供簡易的方式，讓使用者安裝在手機上面，進行實機應用程式測試，在 App Inventor 上方選單找到建立(Build)→產生.apk 檔的 QR Code，如圖 22 然後使用手機的 QR Code 掃描器進行掃描，就可以進行下載，下載後就可以進行安裝使用。

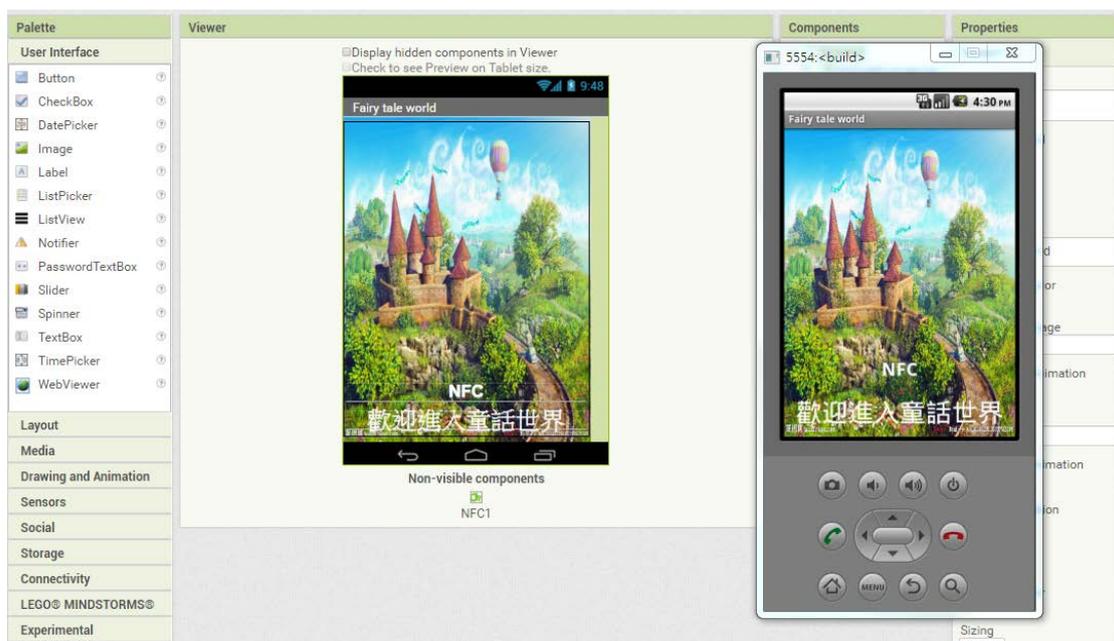


圖 23:模擬器產生之畫面

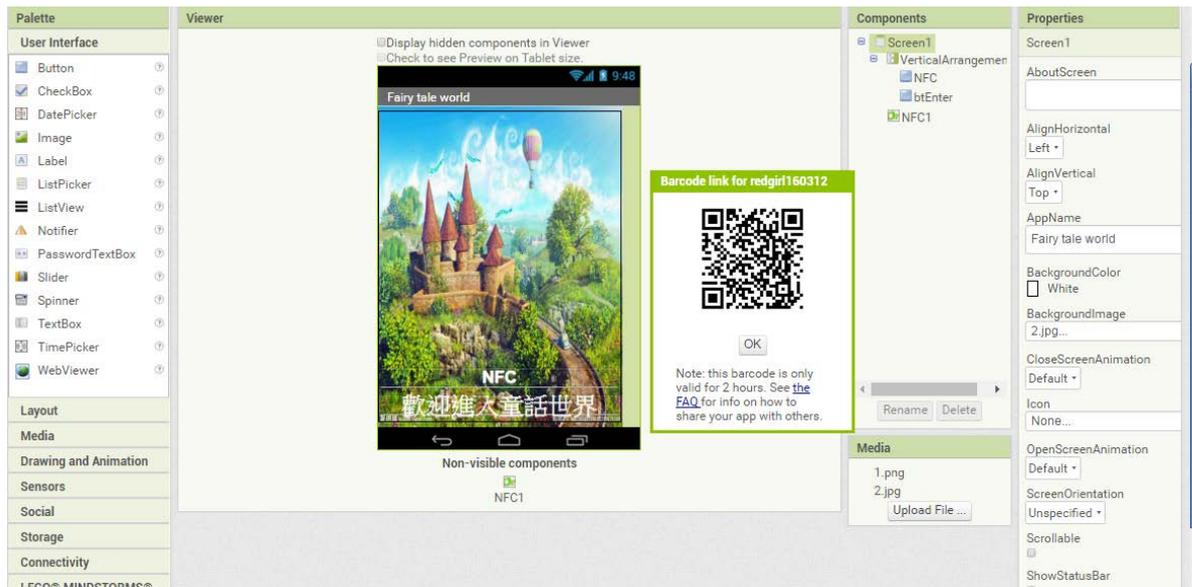


圖 24:透過 QR Code 可將撰寫的程式下載

3.3.4 NFC

近場通訊（英語：Near Field Communication，NFC），又稱近距離無線通訊，是一種短距離的高頻無線通訊技術，允許電子裝置之間進行非接觸式點對點資料傳輸。這個技術由非接觸式射頻識別（RFID）演變而來，由飛利浦半導體（現恩智浦半導體）、諾基亞和索尼共同研製開發，原理是使用單 1 晶片，結合感應讀卡器、感應式卡片，利用點對點功能，在 20 公分距離內以 13.56MHz 頻率範圍運作。NFC 跟 RFID 是很相似的，NFC 是短距離的無線通訊技術，有效距離只有 20 公分的通訊模式而 RFID 是一種長距離的射頻識別技術。簡單的說 NFC 就是把一個 RFID 的晶片跟讀卡機放在手機裡面，就是 NFC 了。NFC 其傳輸速度有 106 Kbit/秒、212 Kbit/秒或者 424 Kbit/秒三種。目前近場通訊已通過成為 ISO/IEC IS 18092 國際標準、EMCA-340 標準與 ETSI TS 102 190 標準。NFC 採用主動和被動兩種讀取模式[40]。

NFC 目前有 3 種模式：

（一）卡模擬模式（Card emulation mode）

這個模式其實就是相當於一張採用 RFID 技術的 IC 卡。可以替代現在大量的 IC 卡（包括信用卡）場合商場刷卡、IPASS、門禁管制、車票、門票等等。此種方式下，有一個極大的優點，那就是卡片通過非接觸讀卡器的 RF 來供電，即便手機沒電也可以工作。NFC 裝置若要進行卡片模擬（Card Emulation）相關應用，則必須內建安全元件（Security Element，SE）之 NFC 晶片。

（二）對等模式（P2P mode）

這個模式和紅外線的模式類似，可用於資料交換，只是傳輸距離較短，傳輸的建立與速度也比較快，且耗電量低（與藍牙類似）。將兩個具備 NFC 功能的裝置連結，即可做資料點對點的傳輸，如下載音樂、交換圖片或者同步裝置位址簿。因此通過 NFC，多個裝置如數位相機、PDA、電腦和手機之間都可以交換資料或者服務。本研究目前採用這麼模式進行資料交換。

(三) 讀卡器模式 (Reader/Writer mode)

作為非接觸式讀卡器使用，比如從海報或者展覽資訊電子標籤上讀取相關資訊。

NFC 和藍牙都是短程通信技術，而且都被整合到行動電話。但 NFC 不需要複雜的設定程式。NFC 也可以簡化藍牙連線。NFC 略勝藍牙的地方在於設定程式較短，但無法達到藍牙 (Bluetooth Low Energy) 的低功率傳輸速率。因為本研究主要用於手機或平板，對於行動電話或是行動消費性電子產品來說，NFC 的使用比較方便。NFC 的短距離通訊特性正是其優點(表 7)，由於耗電量低、一次只和一台機器連結，擁有較高的保密性與安全性，NFC 有利於信用卡交易時避，免被盜用。NFC 的目標並非是取代藍牙等其他無線技術，而是在不同的場合、不同的領域起到相互補充的作用[40]。

表 8:短距離通訊技術比較表

	NFC	RFID	Bluetooth
傳輸範圍	0~0.2M	0~10M	10 ~20 M
傳輸速度	424 kbit/s	54mbps	2.1 Mbit/s
傳輸方式	點對點	點對點	單點對多點
頻率	13.56MHz	LF (Low Frequency) 30K~300KHz UHF(Ultra High Frequency) 300MHz~3GHz	2.4~2.5GHZ
建立連接所需的時間	少於 0.1 秒	少於 0.1 秒	約 6 秒鐘
優點	耗電量低,連接快速	可遠距離接觸	
應用	行動支付,接觸通訊	電子標籤,監視系統	連接電腦周邊商品

3.4 使用情境說明與介面設計

此研究因為考量到是要適用於孩童上，想要給孩童適齡及適合的內容，並且要符合兒童的理解程度，又能搭配在時事上，因此選擇以小紅帽故事為例，希望藉由小紅帽的故事，讓孩童了解，遇到陌生人及危險狀況應該如何處理，並藉此故事與孩童討論及溝通正確的態度，因此選擇小紅帽為故事來進行教學實際觀察及測驗究，研究中除了閱讀相關文獻外，並蒐集與研究主題相關之資訊媒體，加以設計融入課程中。

Step 1. 首先教師先於課堂前準備小紅帽故事之電子檔於電腦中，透過電腦投射的功能將上課內容投影至電子白板上(圖 23)，教師可直接透過畫面，讓教學有多樣化的呈現，不管是彩色畫面或語音動畫，還是與同學共同於白板上書寫內容，這些多樣化的呈現，讓教學不再單調的只是看課本的黑與白，可吸引學童注意，讓孩童的目光多一點在老師及課堂中，由近年來的實證研究中(陳美姿，劉美玲，林芳如...)發現，教師運用繪本融入語文領域、自然與生活科技領域與社會領域進行教學，或是以繪本進行班級經營、情感教育、情緒教育、環境教育、鄉土教學、生死教育或是團體輔導等活動，不僅有助於學習者投入學習情境，激發兒童的想像與創造力，刺激學童學習意願，提升小朋友學習效果，同時亦能增進小朋友對自我的了解[41-43]。可見，以兒童繪本為教學素材，是可行的教學策略。電子白板還有一個特點，可在課堂中進行錄影及錄音，將老師講課內容錄製下來變成數位化，老師也可運用此上課中錄製下來的影音檔，進行上課前的預習教材或學童課後複習的檔案，用來翻轉教育，讓教育不再是只停留在課堂上。



圖 25:電子白板教學

Step 2.為了課程的豐富性及增加孩童間的互動性，在本研究中加入 3D 列印立體玩偶，希望孩童間能因為公仔的角色扮演，經由角色的設計能引導學生由不同的面向來思考問題，所以除了電子白板外，課程中還增加了立體玩偶的部分，在前製作業準備中，於列印前要先上網蒐集列印素材，隨著 3D 列印的專利到齊，這幾年 3D 列印普遍的在生活中隨處可見，3D 圖檔在網路上的尋找也越來越容易，目前有許多網站都已經有提供免費的 3D 圖檔供使用者下載，例如網站 Yobi3D 向所有用戶提供各式各樣的 3D 模型檢視服務，網站: thingiverse 也提供眾多使用者分享的圖庫，如果想要客製化專門的圖檔，也可以自行設計檔案，目前常見的 3D 繪圖軟體包含了 Solidworks、AutoCad、Google SketchUp、Rhino、TinkerCad、3DS MAX 等，我們都可以從這些軟體將 3D 模型匯出成 STL 檔。有了 STL 檔，就可以將模型用 3D 列印機印出來了，TinkerCad 是一個免費的 3D 建模軟體，而且操作簡單，主要的原理是透過加法跟減法，再加上幾何形狀，經由加加減減中拼湊出想要設計的 3D 圖檔，將腦中的想法製作出客製化的專屬教具，讓教師有多樣化的選擇，教師選擇好檔案後，可透過 3D 列印機將檔案輸出。如圖 24 因

為在實驗中需要一個能夠放置公仔，讓公仔可以立起來的立體舞台，所以在研究中設計一個適合列印及展示大小的平台並自行設計藍圖，進行繪製而成。

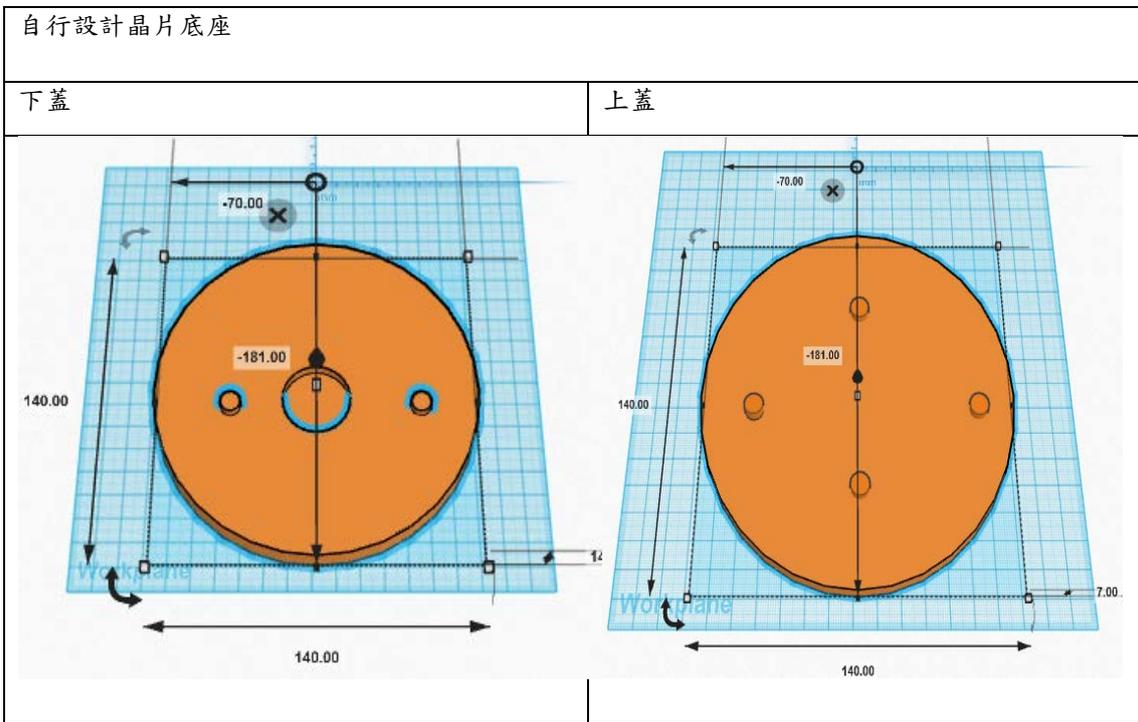


圖 26:晶片底座 3D 圖檔

本研究希望在課堂中，能將教學與玩樂結合在一起，讓學童能透過公仔進行角色扮演，在扮演中了解角色的態度及動機想法，並藉由學童的互動，讓他們可以有融入腳色中，故設計者數位白板中的小紅帽及大野狼 3D 圖如圖 25。

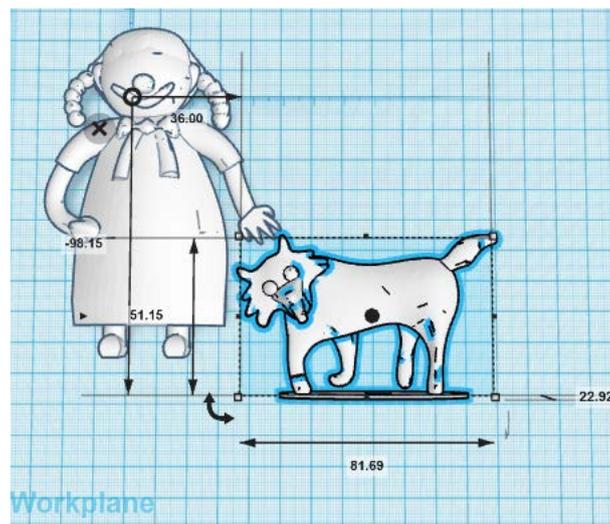


圖 27:人物 3D 圖

Step 3: 現在網路上已經有公司提供列印的服務，只要將檔案透過網路傳送給列印公司就可進行列印，製作完成後會將成品寄給消費者，除了透過這麼方式，消費者也可先評估自己的需求去選擇購買列印機(圖 26)的種類，然後在家自行列印，列印機的選擇上有很多種，可依照空間選擇列印機的體積大小，所需的列印範圍規格，列印品質，列印價格....等來選擇 3D 印表機。

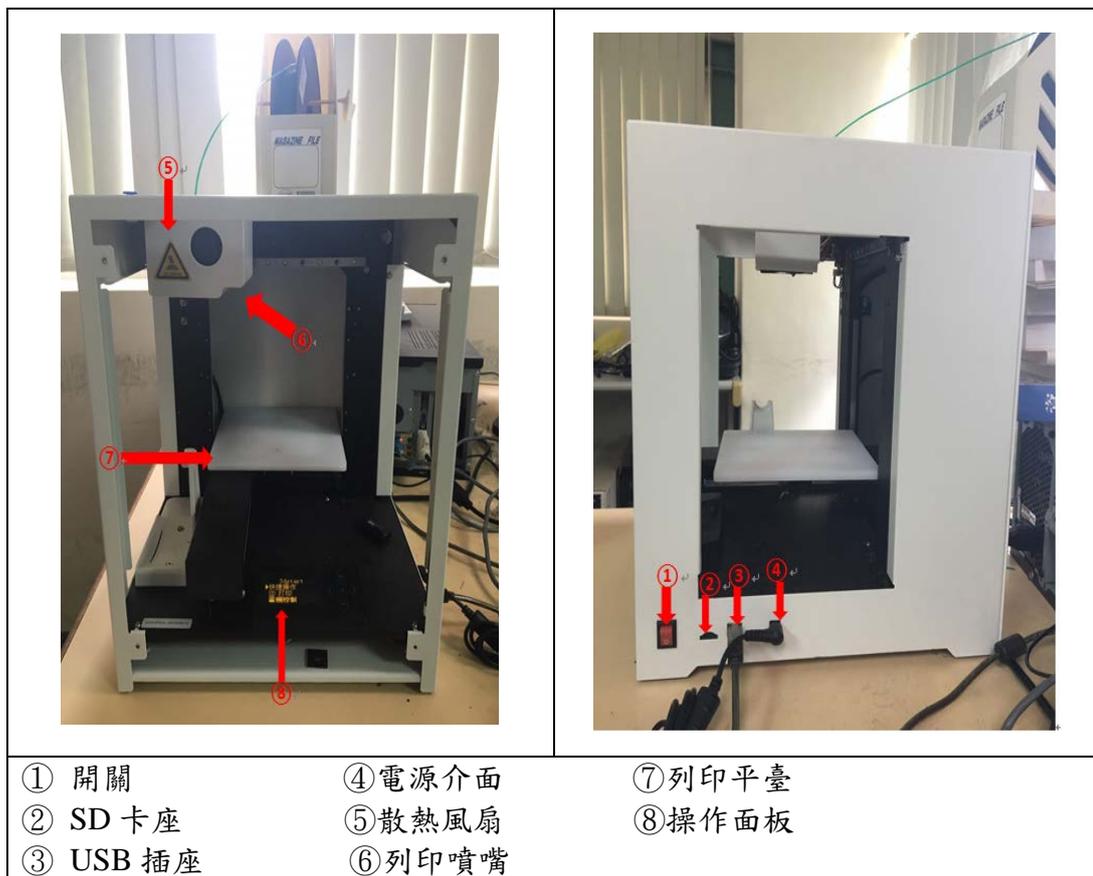


圖 28:3D 列印機

Step 4: 3D 列印的過程是先透過 3D 建模，然後將建模好的檔案用 3 維模型逐層的分割，然後透過 USB 匯入 STL 檔案到 3D 列印機，不同的機器會附贈不同的軟體，雖然不一定相同，不過大致上都大同小異，在軟體中可以調整列印位置、選擇解析度、模型設計大小、支撐模型支架數量多寡等列印參數。不同的參數會影響 3D 列印的輸出時間，將以上條件設定好就可以進行列印，從圖 27、圖 28、圖 29 中可以看到系統對這些 3D 圖檔的預估列印時間，圖 27 可看出列印這個小紅帽的 3D 列印所需花費 2 小時又 23 分，而圖 29 因為體積畫製較大，直徑達 14CM，所以需要花費更多的時間，經由系統預測，大概需要花費 6 小時。

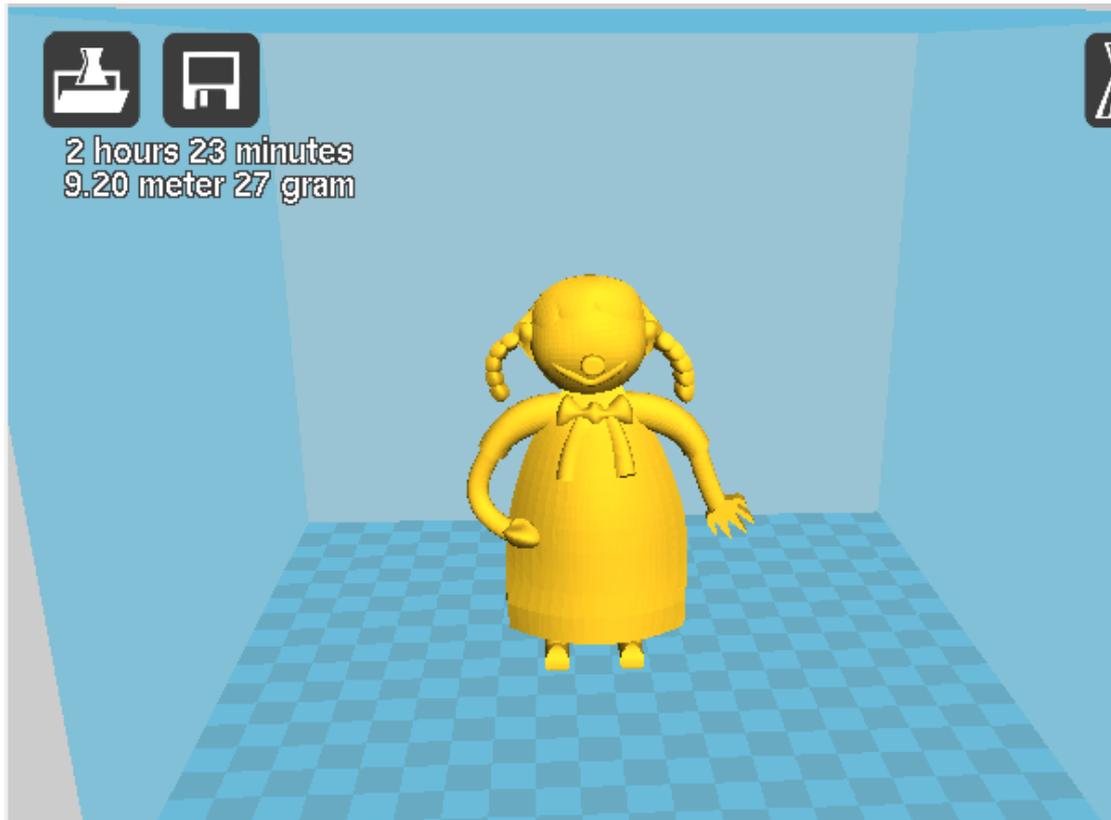


圖 29:小紅帽的 3D 建模列印圖

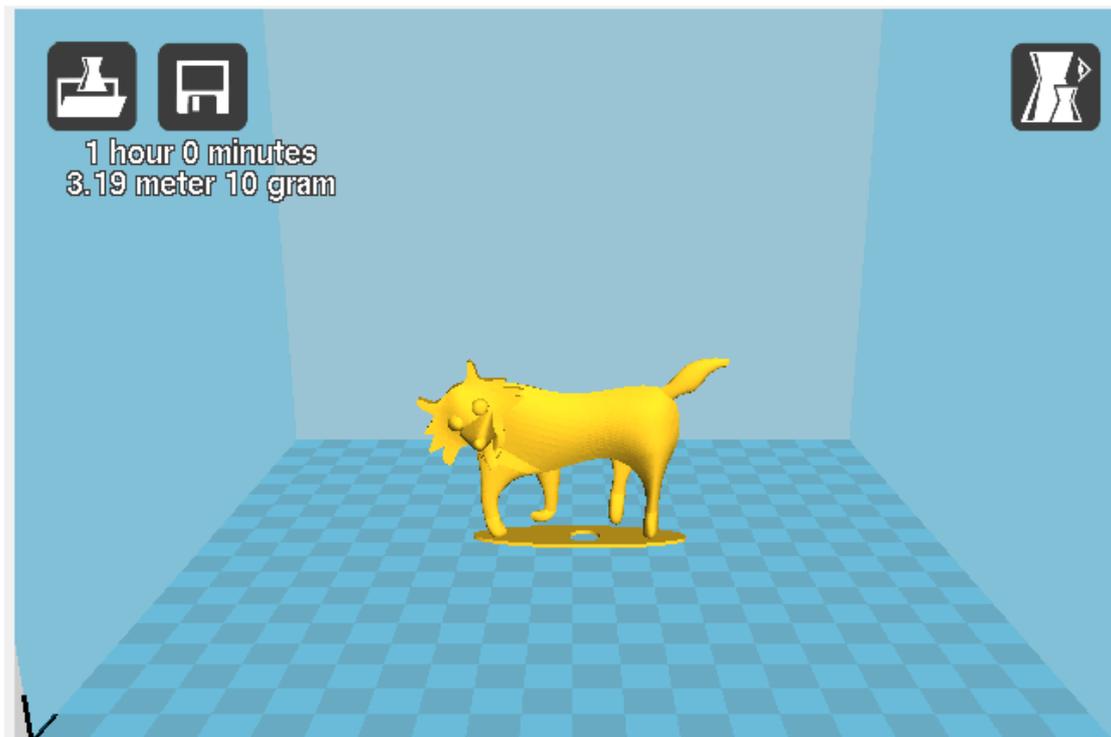


圖 30:大野狼的 3D 建模列印圖

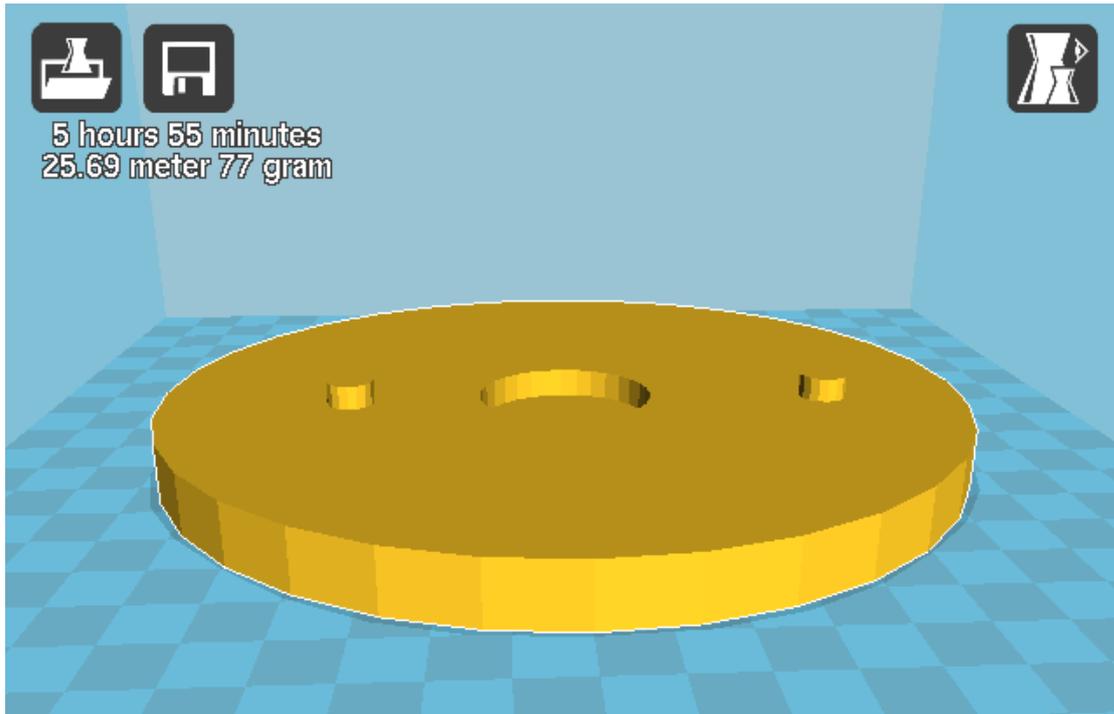


圖 31:放置 NFC 的 3D 建模列印圖

Step 5:圖 30、圖 31 是 3D 列印建模圖檔透過建模軟體及 3D 印表機輸出後之成品，在軟體設計上，列印速度的選擇會影響列印的品質還有成功率，選擇速度越慢品質越佳，3D 檔案切層也會和輸出品質有關，檔案切層數越多，模型表面曲面越多，所需的切層時間也越長，但相對的品質也越好。

下蓋	上蓋	組合後
		
<p>資料來源: 研究者</p>		

圖 32:底座 3D 圖檔輸出後之成品



圖 33:玩偶 3D 圖檔輸出後之成品

Step 6:本研究在下蓋底盤設計一個凹槽，此凹槽裡面要放置 NFC 晶片，當手機/平板經由此晶片(圖 32)可以知道目前的公仔是屬於那一個故事主題，此時可用手機或平板去讀取晶片內容，搭配對應之 APP，然後對應到相關的課後系統進行複習及學習測驗。

手機感應 NFC	平板感應 NFC
	

圖 34:手機感應畫面/平板感應畫面

資料來源:sony/ asus Nexus 7

Step 7:使用 App Inventor 從網路瀏覽器開始撰寫系統所需之介面及功能，將寫好的系統安裝在手機或平板中，透過 App Inventor 寫好之系統介面，進行課後複習及學習評量。圖 33 為系統執行開啟後，本研究設計的首頁，因為本研究設計的對象為國小 1.2 年級的學童，希望在教學活動中，教師協助學童透過對故事的圖像還有角色扮演情境之觀察及思考，來進行討論劇中角色的想法及對應到現實世界中，遇到這樣的問題如何去解決，所以本研究以童話故事來設計首頁吸引幼童的注意及目光。



圖 35:App 首頁畫面

Step 8: 進入首頁後，會透過手機或平板去讀取 NFC 晶片，了解現在所要進行課後複習的主題，本研究希望藉由小紅帽的故事，對學童機會教育，如果遇到陌生人，正確的處理態度及方法，所以選擇以小紅帽為例，進行實驗，在這介面中可以選擇要進行課後複習還是練習測驗(圖 34)。



圖 36: App 學習介面

Step 9:選擇課後複習時，會連結到老師上課時透過電子白板所錄製的上課內容(圖 35)，家長可以與學童透過此平台了解老師上課內容，並與學童一起學習，如果家長忙碌沒時間教導孩童，也可以透過這平台讓學童進行複習，經由影片的觀看淺移默化將正確觀念深植於心，並且可以隨著學習者的學習狀況調整影片教學進度。



圖 37:App 課後複習介面 (依上課內容進行課後複習)

Step 10:測驗練習(圖 36)，此介面的研究目的是讓學童可進行測驗，在此學習測驗題目會擷取上課之內容，了解學童是否真的了解老師上課內容，老師可透過評量了解學童的學習狀況，並從測驗歷程中了解學童要加強的學習部分在，學童如果測驗結果不理想，也可進行課後複習系統，讓學童在一次複習。



圖 38:App 測驗練習(依上課內容進行情境式模擬問答)

3.4.1 實驗結果

本研究經過實作及觀察發現，經由電腦編排上課教材，透過網際網路的便利性及軟體的易於操作，師長可以簡單的自行製作教材，而且數位化的教材，讓上課可以有較多元化的呈現，數位教材加入了彩色、語音、動畫等元素，在上課中可吸引孩童的注意力，並且老師可以由學生的學習狀況，添加教材內容，改善以往使用傳統課本的教學，教師不能修改紙本課本內容的問題及課本與學生之間無互動性的缺點。數位化的教材可以添加多種元素如彩色、動化等，讓老師上課更加的豐富有趣，透過數位化的方式，可在上課時同步錄製，做為課後學習系統，讓一份教材可以有多功能且重複的使用，不像傳統的方式，上課使用紙質書本，老師製作紙製的上課輔助教材，下課還要準備其他的紙質練習測驗，且換新的學習班級，就又要從新製作，缺點是教材無連貫性也無法重複使用，而且費時，經由本實驗發現，課堂中使用電子白板呈現數位化教材，學生較容易被生動活潑有趣的內容吸引注意力，當故事與生活經驗做連結時，更加可以得到深刻的體會與學習，對於新知識的學習，藉由故事的詮釋與圖片的搭配，讓兒童更容易理解老師所要傳達的意思為何，本研究在實驗中加入玩偶設計，希望使用 3D 列印產生的玩偶，讓學生有虛擬與現實的結合，透過實體玩偶可進行角色扮演，增加孩童的表達能力及理解能力，進行人際互動，增加社交技巧及肢體表達與口說的能力，經由本實驗的觀察，學生透過 3D 列印產生的玩偶進行人物的詮釋及表達，確實能增加孩童的口說能力並增進人際間的互動。課後學習系統使用 NFC 與 APP 及 3D 列印產生的玩偶進行連結，經由本實驗觀察中發現，使用 NFC 的連結，不需要開啟相機掃描及對焦功能，能更快速的讓學童將 3D 列印的玩偶與 APP 進行快速的連結，進入搭配 3D 列印的玩偶的課後學習系統，課後學習系統 APP 中的「練習測驗」所採用的是上課中，師長提問的內容，摘選故事中小紅帽遇到陌生人時，是如何面對，並要學生注意的項目，經由測驗可以了解學生的理解狀況，並從學生的測驗分數，師長可以從中了解，那些觀念對學生是模糊不清楚的，需要下次課堂上在加強講解，學生也可以從「課後複習」裡看到在上課中經由電子白板錄製的上課內容，不懂之處可以自行調整學習進度，也可以不斷的重複觀看，學生也反映影片的呈現很有趣，有身歷其境的感覺。

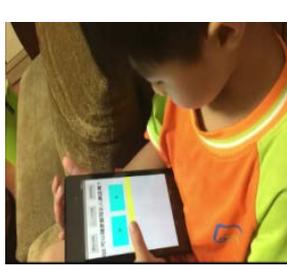
表 9 為本實驗兒童教育之創新學習在國小實作的教學活動歷程記錄，首先由老師將製作好的電子繪本-小紅帽經由電子白板播放，並且經由老師在旁解說故事內容，在上課的同時，利用 EverCam 經由電子白板將上課內容錄製下來，製作成課後學習教材，電子繪本播放結束後，由老師進行提問時間，將故事與生活做連結，並詢問學生當事情發生的時候要如何面對，並灌輸正確觀念，接著邀請幾位學生上台，扮演故事中的角色，嘗試進行表演，不過因為對故事不是很熟悉，因此在口說表達上沒有很流暢，需要老師從旁指引，不過因為翻轉教學的核心精神是將學習的責任回歸到學生身上，老師原來主導的角色則轉為提供學習的引領及協助，因此接下來由學生回去進行自主學習。

表 10 為本實驗兒童教育之創新學習在家自行課後複習的歷程記錄，首先學生將由老師準備的 3D 列印的玩偶放置於 NFC 平台展示架上，學生將平板靠近，APP 會顯示 3D 列印玩偶的相對應的課後學習系統進行複習及學習測驗，讓學生可以選擇是要進行課堂複習還是進行學習測驗，課後複習系統是由上課中透過 EverCam 錄製下來的內容，學生可以自行操控系統中的學習進度，遇到不了解的地方，可以重覆觀看，看完後可以進行練習測驗系統，從練習測驗系統中可以了解學生學習的狀況，教師可以從學生的分數數據中，了解還有哪些觀念是大多數學生不明瞭的地方，及需要課堂上再次加強的部分，最後可使用 3D 列印玩偶讓學生有虛擬與現實的結合，透過實體玩偶進行角色扮演，達到翻轉教學中的展示應用階段，表現他們的學習成果，最後在課堂上學生通過學習者自己的創意、個人化的表演和演講，展示學習者透過應用學習所達到的成果。

表 9:兒童教育之創新學習教學教案主題教學活動歷程說明(課堂進行)

	<p>課堂教學，老師播放電子繪本，利用 EverCam 將電子白板的上課內容錄製下來，並製作成課後學習教材</p>
	<p>課堂提問時間，教師透過故事與生活做連結，由教師詢問學生故事中小紅帽遇到陌生人時，該如何面對？請學生回答。</p>
	<p>請學生上台將故事的角色由扮演的方 式重述一次</p>
	<p>教師於課堂結束前交代課後複習進度 及下次的課程進度</p>
	<p>展示應用階段，透過 3D 列印玩偶讓學 生在課堂上進行成果展示</p>

表 10:兒童教育之創新學習教學教案主題教學活動歷程說明(課後複習)

	<p>虛擬實境連結-NFC 透過平板將學習系統與3D 列印玩偶進行對應連結</p>
	<p>平板感應到 NFC 後會跳出相對應的 APP(課後學習系統), 使用者可選擇要進行課後複習或是練習測驗</p>
	<p>課後複習系統 內容為上課中透過 EverCam 錄製的內容, 學生可依據自己的學習狀況, 自行安排學習進度</p>
	<p>練習測驗 了解孩童學習狀況, 教師可從學生測驗後的分數數據了解需加強的觀念</p>
	<p>展示應用 使用 3D 列印玩偶讓人物跳出螢幕, 讓孩童進行角色扮演, 增加孩童的表達及理解能力</p>

影片呈現: <https://youtu.be/51CtPpbSqq4>

第四章 研究結論與未來展望

本研究希望將科技結合於教育上，透過科技媒體的使用，能發揮更好的學習環境及效果，落實於生活中，提高教學品質及學習效率，減輕師長在教學領域上的負擔，並活用資訊於教育上，透過創新學習增加學童對資訊對學習的好奇及吸引力、從活動中提高互動性，在分享互動中進而激發更豐富的想像及面對問題能快速做反應的能力及培養主動求知慾望，本研究將上課的電子白板錄製內容結合 App Inventor 所設計的課後學習系統，將教學資訊透過手機或平板讓學生在課後進行複習的環境。在本實驗中，確實看到孩童因為圖片中的人物變成實體，而感到有趣，並且能將 3D 列印輸出後的公仔與同學或家長進行角色扮演，體驗角色進行互動感到有趣，且上課中不再只是枯燥的課本，經由數位白板的動態呈現，產生良好的互動，讓學習更加生動活潑，在課後透過課後學習系統能了解學童的學習狀況，遇到有不懂的環節還能回到錯誤點進行複習，具有良好的教育意義。

本研究中遇到比較大的問題是，教師對新的科技技術不瞭解，操作設備要花費更多時間去學習，或是因為城鄉的差距導致技術的傳播不易，這些都會影響創新教育的普及性及教師的使用性，本研究建議在將來，政府可開設教育課程，並將課程放到線上學習系統，讓不方便前來或有興趣的老師可在線上進行學習，讓學習沒有距離，在舊的傳統教學中，因為場地及教學設備的限制，一個班級的課堂中學習者只有四十~五十人，如果使用線上教學系統後，學習者就無場地的限制，且開設一個課程就可以供全台灣所有的老師觀摩，將新的技術傳遞給全台灣的學校教師。

參考文獻

- [1] 內政部統計處.嬰兒出生人數總出生率. [Online]Available:
<http://www.moi.gov.tw/stat/chart.aspx?ChartID=S0301>[Accessed Apr 01 2016].
- [2] 王淑娟, "兒童圖畫書創造思考教學提升學童創造力之行動研究," 碩士, 教管所課程與教學澎湖碩士班, 國立臺南大學, 台南市, 2003.
- [3] 松居直 & 劉滌昭, "幸福的種子" 臺北市: 台灣英文雜誌社, 1995.
- [4] 林成之. (2012). 3 歲、7 歲、10 歲決定孩子一生的競爭力. [Online]Available:
<http://www.businessweekly.com.tw/KBlogArticle.aspx?id=2134>[Accessed Apr 01 2016]
- [5] 黃冠鳳, "互動多媒體童書之設計、開發與學習成效研究" 碩士, 數位媒體設計學系碩士班, 亞洲大學, 台中市, 2010.
- [6] 林郁宏, "立體書對幼童空間方位學習成效研究" 碩士, 視覺傳達設計研究所, 崑山科技大學, 台南市, 2009.
- [7] 陳妙菁, "智慧教室於國小自然生活科技學習態度與成效之研究" 碩士, 工業科技教育學系, 高雄師範大學, 高雄市, 2015.
- [8] 黃政傑, "翻轉教室的理念、問題與展望", 臺灣教育評論月刊 3.12 (2014): 161-186.
- [9] 劉素瑜, "觸覺體驗教材與兒童創造力之關聯研究—以國小生活課程為例" 碩士, 工業設計學系, 國立成功大學, 台南市, 2015.
- [10] 林朝鳳, 幼兒教育原理, 高雄復文, 1994.
- [11] 陳怡惠, 車正雲, 江豐聿, "下課好玩 —以兒童遊戲提升國小四年級學生以兒童遊戲提升國小四年級學生人際關係與創造力之研究," 第 14 屆教育專業創新及行動研究, 臺北市新湖國小, 2013.
- [12] 蔡宜倖, "繪本式教學對國小學童科學學習動機影響之研究" 碩士, 數理教育研究所, 國立台北師範學院, 台北市, 2003.
- [13] 曾喬琪, "外來種生物繪本電子書對國小高年級學童在認知、態度與學習動機之影響" 碩士, 自然科學教育學系碩士班, 國立臺北教育大學, 台北市, 2008.
- [14] 樹熊.(2015).風靡美國的 STEM 教育.[Online]Available:
<http://master-insight.com/content/article/5516>[Accessed Apr 01 2016]
- [15] 張玉山&楊雅茹, "STEM 教學設計之探討: 以液壓手臂單元為例" 科技與人力教育季刊, vol. 1, pp. 2-17, 2014.
- [16] 採智科技股份有限公司.美式 STEM 科教說明. [Online]Available:
<http://www.idminer.com.tw/View.Asp?id=3>[Accessed Apr 10 2016]
- [17] 國立台灣大學教育資源網.「翻轉教室」(Flipped Classroom)介紹. [Online]

Available:http://ctld.ntu.edu.tw/fd/teaching_resource/page1-1_detail.php?bgid=&nid=300[Accessed May 04 2016]

- [18] J. Gerstein. The Flipped Classroom Model. [Online]Available: <https://usergeneratededucation.wordpress.com/2011/06/13/the-flipped-classroom-model-a-full-picture/>[Accessed May 04 2016]
- [19] 林威龍, "數位化教材融入合作學習對國小學童英語聽說學習效益之探究" 碩士, 數位內容科技學系碩士班, 國立臺中教育大學, 台中市, 2010.
- [20] 曾憲楨, "「互動式虛擬實驗」融入自然與生活科技學習領域教學對六年級學生學習成效之影響" 碩士, 資訊科技應用研究所, 高苑科技大學, 高雄市, 2014.
- [21] 劉佩奇, "立體繪本應用擴增實境對兒童創造力之影響" 碩士, 資訊管理學系所, 國立彰化師範大學, 彰化縣, 2014.
- [22] 蔡曉琦, "以國小學童之學習知覺探討互動式電子白板教學效益之研究" 碩士, 文化創意事業管理學系, 南華大學, 嘉義縣, 2014.
- [23] 李雪, "Wiimote 電子白板與電子教科書融入國小三年級自然與生活科技學習領域教學歷程與學生互動學習之行動研究" 碩士, 學習與數位科技學系, 佛光大學, 宜蘭縣, 2013.
- [24] 曾玫瑄, "資訊科技於幼兒園主題課程運用之協同行動研究-以互動式電子白板為例" 碩士, 幼兒教育學系碩士班, 國立新竹教育大學, 新竹市, 2015.
- [25] 楊心怡&劉遠楨, "創新學習:資訊科技的應用與實踐"教學科技與媒體, pp. 36-41, 2012.
- [26] 傅錦華, "3D 列印對家庭生活影響因素之探討" 碩士, 電子商務碩士在職專班, 逢甲大學, 台中市, 2015.
- [27] 張景揚, "協作平台應用:以 3D 列印技術教學為例" 碩士, 資訊工程學系, 東海大學, 台中市, 2015.
- [28] 顏儒銘, "3D 列印技術應用於創新多軸機械手臂之機電整合設計與實務" 碩士, 機電整合研究所, 國立臺北科技大學, 台北市, 2015.
- [29] 李隆洲, "以智財演進為基進行 3D 列印應用於生醫領域之發展趨勢分析" 碩士, 工業工程與工程管理學系, 國立清華大學, 新竹市, 2015.
- [30] 詹婉琦, "運用手機結合擴增實境技術輔助高職生用於數位學習之可行性相關文獻探討"台北市:中國文化大學舉辦之「KC2012 第八屆知識社群」國際研討會論文集, pp. 245-251, 2012.
- [31] Jento. (2013).今周刊:擴增實境與 QR Code 接軌的世界. [Online]Available: <http://www.businesstoday.com.tw/article-content-80500-92156?page=1> [Accessed Jun 29 2016]
- [32] Wikipedia. 互動電子白板. [Online]Available: <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/互動電子白板> [Accessed Apr 30 2016]
- [33] 溫嘉榮. (2009). e 化互動式電子白板. [Online] Available:

<http://web.raps.ptc.edu.tw/e%E5%8C%96%E5%9C%98%E9%9A%8A/cul-1/%E6%BA%AB%E5%98%89%E6%A6%AE98%E9%9B%BB%E5%AD%90%E7%99%BD%E6%9D%BF%E7%9A%84%E5%84%AA%E9%BB%9E.doc> [Accessed Apr 01 2016] .

- [34] 顏菟廷, "應用互動式電子白板融入國小數學教學成效之探究" 碩士, 教育傳播與科技研究所, 國立臺北教育大學, 台北市, 2008.
- [35] 王乃玉&林宜蒨, "國小三年級應用電子白板教學經驗分享" 臺北市互動式電子白板教學研討會之論文, 臺北市立教育大學, 2009.
- [36] Wikipedia. 3D 列印. [Online] Available: [https://zh.wikipedia.org/zh-tw/3D 打印](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/3D打印) [Accessed Apr 14 2016]
- [37] 張睿麟, "3D 列印與自造者時代的商業模式" 碩士, 企業管理學系高階企業經營碩士在職專班, 東海大學, 台中市, 2014.
- [38] J. Whitehorn & S. Charara, "讓 3D 列印動起來" 科技時尚誌, pp. 71-78, 2013.
- [39] CAVEDU 教育團隊. App Inventor 中文學習網. [Online] Available: www.appinventor.tw/ [Accessed Apr 15 2016]
- [40] Wikipedia. NFC. [Online] Available: <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/近場通訊> [Accessed Apr 14 2016]
- [41] 陳美姿, "以兒童繪本進行幼兒情感教育之行動研究" 碩士, 教育研究所, 國立東華大學, 花蓮縣, 2000.
- [42] 劉美玲, "以繪本為媒介進行環境議題教學之研究" 碩士, 科學教育研究所, 臺北市立師範學院, 臺北市, 2002.
- [43] 林芳如, "主題式學習繪本之另類評量設計對兒童自然科學習影響與家長接受度之探討" 碩士, 自然科學教育學系碩士班, 臺中師範學院, 台中市, 2003.