

南華大學管理學院文化創意事業管理學系

碩士論文

Department of Cultural & Creative Enterprise Management

College of Management

Nanhua University

Master Thesis

數位內容導入人工智慧協同教學之初探

A Preliminary Study of Applying Digital Content to
AI-based Collaborative Teaching

林苳妍

Zi-Xin Lin

指導教授：黃昱凱 博士

Advisor: Yu-Kai Huang, Ph.D.

中華民國 109 年 6 月

June 2020

南 華 大 學

文化創意事業管理學系

碩 士 學 位 論 文

數位內容導入人工智慧協同教學之初探

A Preliminary Study of Applying Digital Content to
AI-based Collaborative Teaching

研究生： 林芋妍

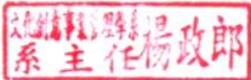
經考試合格特此證明

口試委員： 林芋妍

胡宇凡

黃呈凱

指導教授： 黃呈凱

系主任(所長)： 

口試日期：中華民國 109 年 05 月 31 日

中文摘要

順應教育 4.0 與 5G 時代的來臨，人類不僅要學會跨界整合的知識與技能，還要能藉助人工智慧(AI)科技的廣博與效率，共同突破當前的困境，創造幸福美好的生活。本文以雲林縣某國小為例，探討該校數位內容導入人工智慧協同教學時，教師選擇 AI 科技之決策因素。經相關文獻探討，初步認識數位內容導入臺灣教育的現況，進而比較國內外智慧科技及人機協同教學法之發展與應用，接著建構出影響國小教師選擇 AI 科技決策因素的三大構面及其各項評估準則共十二項。經由專家問卷的發放與資料分析後，發現教師選擇 AI 科技決策因素之主要構面重要性依序為「協同任務」、「功能特性」和「造型特徵」，而評估準則中重要度依序前四名為「學習扶助」、「代工維安」、「教學觀察」與「記錄檢核」。本研究之分析結果將有助於提供給數位內容開發及個別推薦服務之參考。

關鍵詞：數位內容、協同教學、AI 科技

英文摘要

To take on the challenge of Education 4.0 and 5G technology, people today not only have to get equipped with interdisciplinary knowledge and skills but also know how to take advantage of the efficiency and extensiveness of artificial intelligence (AI) technology. The purpose of this study was to find out the factors which affect teachers' selection of AI technology as apply digital contents to collaborative teaching with AI technology. This study took an elementary school in Yunlin County as an example. First, based on references, it discussed the current situation of the usage of digital contents in education in Taiwan. Second, it compared the development and application of Artificial Intelligent Technology and the collaborative teaching with AI technology at home and abroad. The study built up with 3 dimensions with 12 determinants based on AHP. The results showed that the priorities of the 3 dimensions were “collaborative tasks”, “functional features”, and “modeling features”. The top 4 priorities among the 12 determinants were “computer-aided learning”, “security”, “teaching observation”, and “data collection”. The results of the research are helpful for the development of digital content and individual recommendation service.

Keywords: Digital Contents, Collaborative Teaching, AI Technology

目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	5
1.3 研究流程.....	5
1.4 研究範圍與限制.....	7
第二章 文獻探討.....	8
2.1 臺灣教育智慧化.....	8
2.1.1 智慧校園.....	8
2.1.2 智慧行政與管理.....	10
2.1.3 智慧學習與社群.....	11
2.1.4 智慧綠能與保健.....	12
2.2 教育 4.0 下的智慧科技.....	13
2.2.1 寫作機器人.....	15
2.2.2 服務機器人.....	17
2.2.3 聊天機器人.....	18
2.3 人機協同的教與學.....	20
2.3.1 混成式教學法.....	21

2.3.2	同儕合作學習法.....	22
2.3.3	問題導向式學習.....	23
2.3.4	專題導向式學習.....	24
2.3.5	團隊導向式學習.....	25
2.3.6	其他.....	27
2.4	層級架構分析法.....	30
2.4.1	層級分析法的內涵假設.....	30
2.4.2	層級分析法的評估尺度.....	32
2.4.3	層級分析法的操作步驟.....	33
2.5	小結.....	38
第三章	研究方法.....	39
3.1	研究架構.....	39
3.1.1	建構數位內容導入人工智慧協同教學時教師選擇 AI 科技 決策因素之構面.....	39
3.1.2	設計專家問卷內容.....	43
3.2	研究對象.....	45
3.3	研究工具與實施.....	46
3.4	資料處理與分析.....	48
第四章	資料分析與討論.....	49
4.1	研究樣本背景描述.....	49
4.2	專家問卷檢定與分析.....	53
4.2.1	一致性檢定表.....	53
4.2.2	主構面權重分析.....	54
4.2.3	評估準則權重分析.....	54

4.3 教師選擇 AI 科技決策因素結果整體排序與討論	57
4.3.1 問卷調查結果分析.....	57
4.3.2 教師選擇 AI 科技決策因素整體排序	61
4.3.3 綜合討論.....	64
第五章 結論與建議.....	70
5.1 研究結論.....	70
5.1.1 主要構面之權重排序.....	70
5.1.2 評估準則之權重排序.....	70
5.2 研究建議.....	71
5.2.1 數位內容研發之建議.....	71
5.2.2 個別推薦服務之建議.....	72
5.2.3 後續研究建議	73
參考文獻.....	75
附錄：調查問卷.....	84

圖目錄

圖 1.1	97-123 學年出生人口與國小入學預估人數之變動	3
圖 1.2	全球教育 4.0 框架	4
圖 1.3	本研究流程	6
圖 2.1	智慧校園產業鏈	9
圖 2.2	智慧校園多元資料來源與型態	10
圖 2.3	人工智慧之教育應用	11
圖 2.4	團隊導向式學習三階段	26
圖 2.5	團隊導向式應用階段之流程	26
圖 2.6	AHP 法操作流程	33
圖 2.7	AHP 法典型層級架構圖	34
圖 3.1	本研究之層級架構圖	47

表目錄

表 2.1	美國 AI 教育科技應用整理	14
表 2.2	AI 科技種類.....	15
表 2.3	智慧生活的食衣住行育樂.....	17
表 2.4	美中台三地智慧音箱一覽表.....	20
表 2.5	AI 科技應用領域及其背景知識	29
表 2.6	AHP 法評估尺度意義及說明.....	32
表 2.7	隨機指標表.....	38
表 3.1	AI 科技造型特徵分類.....	40
表 3.2	AI 科技功能特性分類.....	41
表 3.3	AI 科技校園協同任務分類	42
表 3.4	評估項目建構表.....	45
表 3.5	問卷調查對象與人數.....	46
表 4.1	雲林縣某國小教師基本資料統計表.....	49
表 4.2	層級分析問卷一致性檢定表.....	53
表 4.3	層級分析問卷—主構面分析.....	54
表 4.4	層級分析問卷—「造型特徵」評估準則分析.....	54
表 4.5	層級分析問卷—「功能特性」評估準則分析.....	55
表 4.6	層級分析問卷—「協同任務」評估準則分析.....	55
表 4.7	層級分析問卷—評估準則權重表.....	56
表 4.8	層級分析問卷—主構面權重排序與直條圖.....	57
表 4.9	「造型特徵」評估準則排序與直條圖.....	58
表 4.10	「功能特性」評估準則排序與直條圖.....	59

表 4.11 「協同任務」評估準則排序與直條圖.....60

表 4.12 國小教師選擇 AI 科技決策因素之整體權重分析表與雷達圖62

表 4.13 國小教師選擇 AI 科技決策因素之整體權重累計表與橫條圖63



第一章 緒論

隨著少子化及高齡化社會來臨，勞動人口的減少，不僅影響了產業結構的型態，教育方式也產生了變革。2020 年 COVID-19 肺炎疫情在全球大流行，人際互動的方式產生改變，科技輔助生活的趨勢日益顯著，教師開始直播授課，學生進行線上自主學習，政府透過智慧客服(ChatBot)為民眾解惑、闢謠。順應數位經濟與 5G 時代的趨勢，數位內容產業導入人工智慧(Artificial Intelligence, AI)進行跨域融合的創新應用，打造新的平台服務與體驗經濟，是未來教育發展的新趨勢。本章敘述本研究之背景與動機、研究目的、研究流程、研究範圍與限制等四小節，分述如下。

1.1 研究背景與動機

根據財團法人資訊工業策進會(2019)的資料顯示，過去我國採用的數位內容產業包含數位遊戲、電腦動畫、數位影音、數位出版與典藏、數位學習、行動應用服務、網路服務及內容軟體等八大領域，根據《108 年數位內容產業年鑑》指出目前結合新興科技或融合跨域的新型態數位內容成為國際主流趨勢，如：VTuber「虛擬網紅」、智慧虛擬人物、工業機器人虛擬實境 VR 體驗與數位分身(digital twin)等，展現多元化應用場域、展演、體驗以及特定情境(context-specific)的服務與應用樣態，構建出數位化生態系(digitalized Ecosystems)。根據年鑑內容描述，數位內容產業是指將字元、影像及語音等資料透過數位形式保存記錄再進行整合運用之產業，當然也包含處理使用數位內容的產品，以及提供創造與利用數位內容環境所需要的相關服務。與數位內容產業有關的發展，從 Gartner 發布了《2020 年十大戰略技術趨勢(Top 10 Strategic Technology Trends for 2020)》可窺見端倪，未來在超級自動化處理先進技術、多元數位化經驗與體驗平台、技術民主化、人類能力增強、透明度與可追溯性、邊緣計算授權、分佈式雲、自主機器人、實用區塊鏈及人工智慧安全等技術發展的趨勢下，可望在人類和技術驅動系統持續互動的物理環境下，打造出以人為本的開放、連結且協調的智慧生態系統，此種擴展延伸人類智慧的技術科學，

讓人類與機器的界線愈來愈模糊，因此人工智慧成為關鍵(David, Nick, David, Brian, Arun & CK, 2019)。

隨著人工智慧與生物科技的發展與創新，社會階級結構開始鬆動，甚至促使「無用階級」的產生，這並非是指人真的失去了價值，而是指孩童時代習得的知識到了中年之際派不上用場，從社會、經濟、政治及軍事體系等方面整體檢驗發現這樣的人竟然毫無用處，因此人們必須不斷更新自己的觀念，提升自己的能力，才能適應未來的生活，找到存在的意義與價值。李開復(2019)在《AI 新世界》中亦提及，人類雖將從乏味的例行性工作中解放，但卻也失去了生活的目的，須重新思考存在的意義。每日頭條(kknews)的筆者分析聯合國教科文組織(UNESCO)2019年3月發布的《教育中的人工智慧：可持續發展的挑戰與機遇》報告後發現，未來希望透過AI科技建構無所不在的學習，提供公平性與包容性的教育機會，促進個性化學習並提升學習成效，因此教育單位不僅要調整教與學的方式，更要培養學生適應AI時代學習與工作的素養與能力，此時雙師協同教學的推行、教育管理資訊系統的導入、公共政策的制定以及AI教育領域的應用研究，均可列入改進的策略(民辦教育，2019)。陳昇瑋與溫怡玲(2019)認為欲達此目標政府應先協助產業釐清臺灣發展AI的優勢與空間為何，半導體及電子業都屬於臺灣優勢產業，若能結合邊緣運算系統及雲端服務，在感知AI和自主AI方面將會有廣泛的應用，包含安控系統、自駕車、機器人、智慧家庭及智慧城市等。透過產學合作，解放腦力資本，打破學界教學、研究與行政缺一不可的藩籬，真實參與企業決策過程，量身打造轉型方針，才能創造出經濟價值。

根據108年5月22日教育部統計處統計資料，未來二十七年間(97~123學年度)之國民教育階段學生人數推估，國小一年級新生數自107學年受101龍年出生者增為約21.4萬人，其後延續下滑態勢，至123學年減為16.3萬人，全體在校學生總數亦降為100.8萬人左右(如圖1.1)。因應少子化的趨勢，十二年國教新課綱從108學年度開始逐步實施，張訓譯(2019)認為此次課程改革目的就是要讓學生能夠自主規劃課程，並且在未來充滿變化的環境中具備自主學習的能力。隨著學習型態的多元化，課堂上的學習不一定只是在教室內一整節課的活動，有可能是一整天校園生活的情境安排，教師在課堂上協助學生觸發學習的聯結，亦有可能是學

生同儕彼此之間的課前準備與合作，最後在課堂上討論澄清相互激盪下的結果，教師的角色轉為學習的協助者、促進者、啟發者、觀察者、記錄者等，讓學生透過與多元對象的合作，產生知識衝突，激發學習動機，而進行真實的學習。工業 4.0 的時代下，機器人取代了傳統的人工。美國未來學學者明尼蘇達大學副教 Arthur 指出：「二十一世紀的未來，第一個躍升到教育 4.0 階段的國家，將成為人力發展的領航者，並創造二十一世紀新經濟。」教育 4.0 是以創新產出為核心的教育，培養學習者具備跨界連結、協同創造的能力（陳東園，2016）。當世界各國開始邁向教育 4.0 時，臺灣也不例外，積極培育未來所需的人才，教育部規劃 108 學年度進入前置籌備，109 學年度正式將 AI 課程，納入基礎教育課程規劃，高中、國中及國小的 AI 教材與教案範例目前已完成建置並上線，且針對高中以下教師持續辦理相關推廣研習（和人工智慧做朋友—教育部中小學人工智慧教育推廣，2019）。

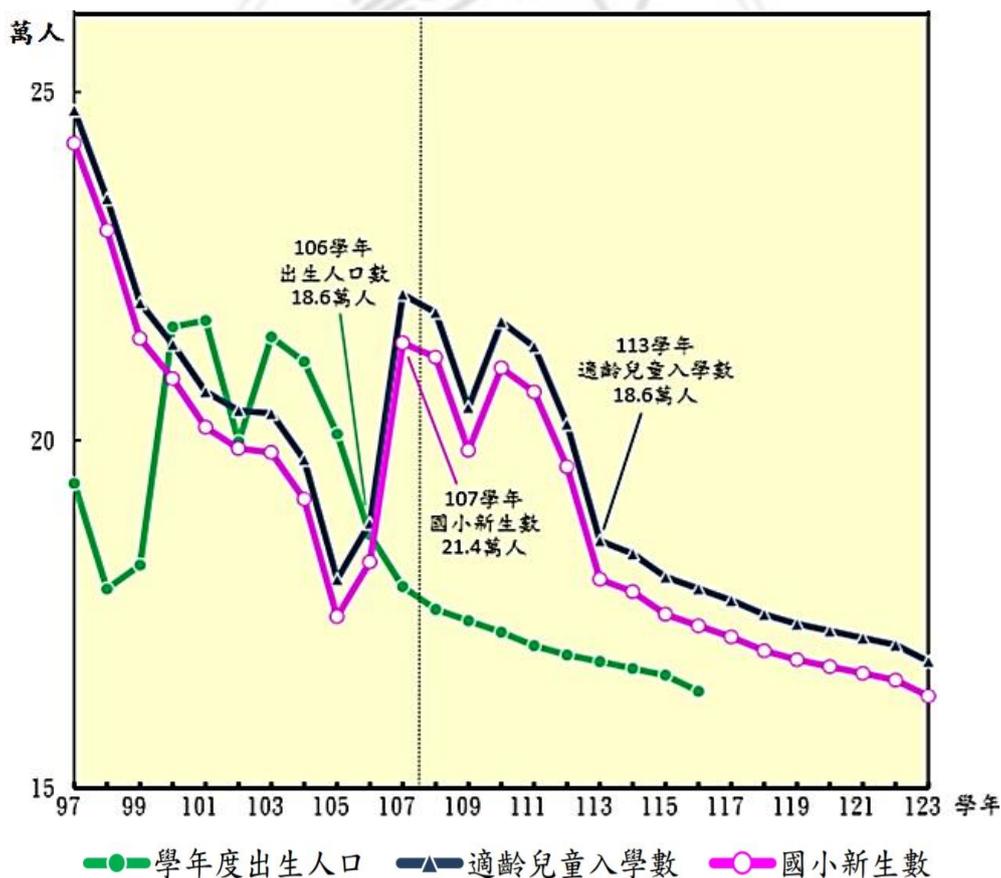


圖 1.1 97-123 學年出生人口與國小入學預估人數之變動

資料來源：教育部統計處(2019)

國際非營利組織「世界經濟論壇(World Economic Forum)」於 2020 年 1 月發布《未來的學校：為第四次工業革命定義新的教育模式(Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution)》的白皮書，提出了全球教育 4.0 的框架（如圖 1.2 所示），將學習內容和學習體驗的變革應用於公立教育體系，支持教師相關技能的培訓與升級，促進學校培養學生數位編程設計與數據分析等硬技能(technical skills)之外，同時亦須重視其同理心、領導力、合作協商、社會意識、自主學習及全球公民意識等人本技能(human-centric skills)，以便共同創造包容而公平的未來社會。

綜上所述，未來社會所致力培育的人才不僅學有專精，還能博學多聞，將知識整合靈活運用的人，因此教師必須學習新的數位技能，數位內容開發者也必須學習教師如何教學、學生如何學習、學校行政如何運作，才能在實際場域中持續發展有效的解決方案，透過人機協同合作模式，相信可以在 AI 科技領域找到更多應用的契機，實現教育 4.0 的願景。



圖 1.2 全球教育 4.0 框架

資料來源：World Economic Forum(2020)

1.2 研究目的

本研究以國小教師為研究對象，進行數位內容導入人工智慧協同教學之決策因素探討，藉由問卷調查方式進行資料蒐集，再運用 AHP 層級分析法，了解國小教師對於 AI 科技的造型特徵、功能特性及協同任務等相關因素看法之權重關係，再歸納並排序國小教師選擇 AI 科技協同教學決策因素，以做為數位內容開發及個別推薦服務之參考，研究目的整理如下：

1. 探討數位內容導入人工智慧協同教學時，教師重視 AI 科技之造型、功能與角色。
2. 探討數位內容導入人工智慧協同教學時，教師選擇 AI 科技之決策要素權重。

1.3 研究流程

本研究因少子化導致小型學校招生日益困難，再加上疫情影響，需要導入即時互動與線上學習課程，進而產生研究動機，隨之確定研究主題與研究目的，接著進行相關文獻的探討，主要就數位內容產業導入臺灣教育智慧化的現況、教育智慧科技與人機協同教學法等相關文獻進行整理與歸納，以瞭解教師選擇 AI 科技協同教學之決策因素和研究分析的理論基礎；經評估而擬定研究架構和方法，依所整理的國內外 AI 科技之造型、功能與角色，並結合 Saaty(1971) 提出之層級分析法，建立評估構面和評估準則，再設計構面因素及衡量尺度問卷，進行實際的問卷發放調查，待問卷回收後，將資料整理、統計，經由評估構面因素之層級分析歸納，得知各個評估因素的權重，並據此提出研究結論與建議，期能做為數位內容開發及個別推薦的服務之參考。本研究整體研究流程如（如圖 1.3）所示。

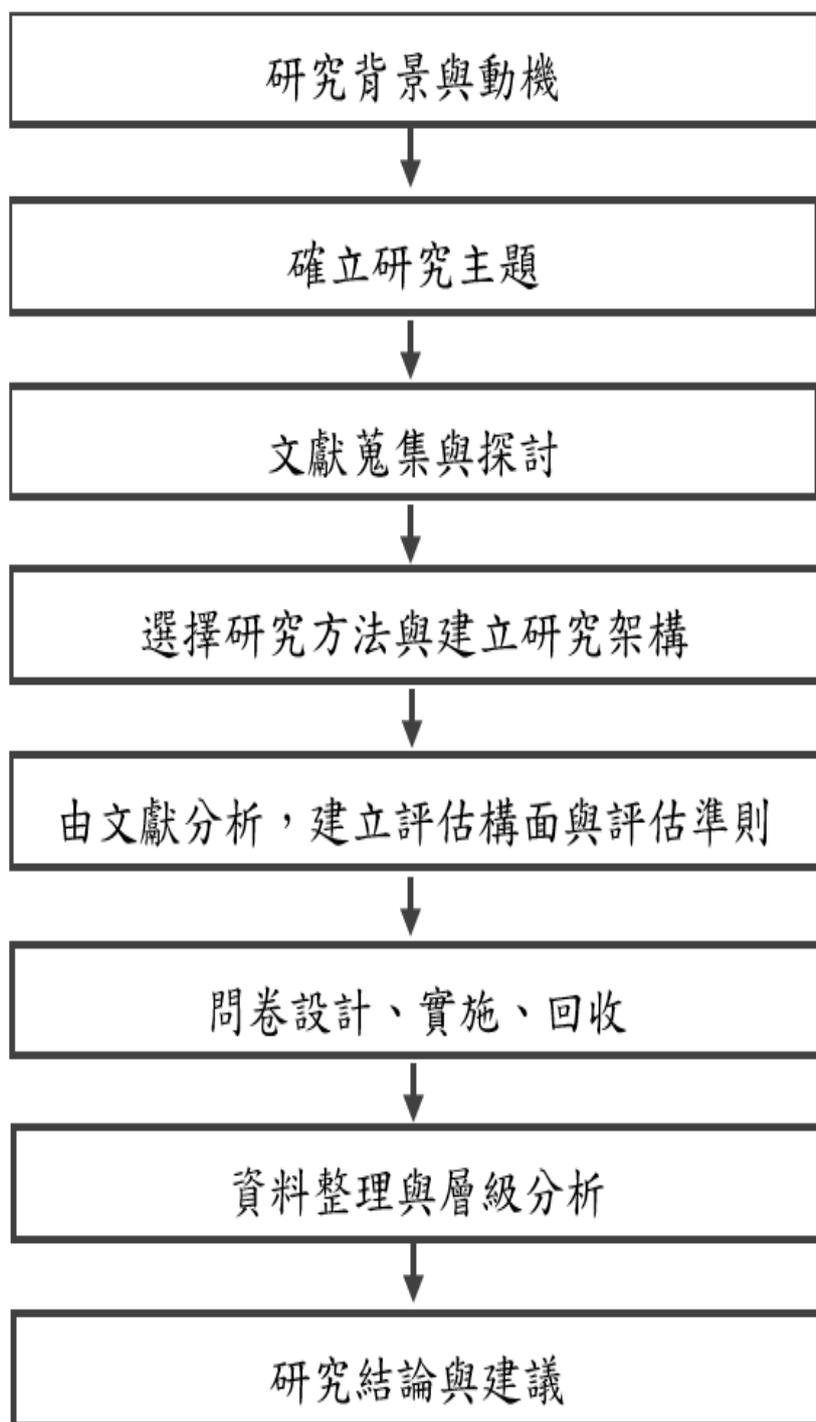


圖 1.3 本研究流程

資料來源：本研究整理

1.4 研究範圍與限制

本研究依據研究目的，將研究範圍與研究限制分別界定與敘述如下：

1. 研究範圍

本研究主要以雲林縣某國小之全體教師為研究對象，研究對象包含合格專任教師、代理教師、鐘點代理教師、主任與校長共 15 位教師為問卷調查對象，包含研究者。

「教師」是指當學年度任教於該校的教師，但不包含幹事、護理師、工友、廚工及約聘人員。

2. 研究限制

本研究主旨為探討未來數位內容導入人工智慧協同教學時，教師選擇AI科技之決策因素，此研究結果可明瞭研究者所服務之國小教師所重視AI科技未來應用於協同教學時之造型特徵、功能特性與協同任務等相對重要程度，亦可了解數位內容開發及個別推薦服務之考量因素。

本研究採用AHP層級分析法進行文獻探討與專家意見調查，歸納分析出國小教師選擇AI科技之決策因素之評估構面與準則，此外建構評估準則更適切的方法建議採用聯合分析法，但樣本數必須達到一定的數量才能實施，本研究對象人數太少，在此不適用。

本研究僅就國小教師的需求面進行研究，並未針對教師實際應用AI進行教學面臨的困境作深入調查，研究結果只能提供給條件接近的學校參考，而無法推論至其他學校

第二章 文獻探討

本研究欲探究數位內容導入 AI 協同教學時，AI 科技是否符合教師之實際需求。在此前提下，藉由臺灣數位內容產業導入教育智慧化之現況認識，進而比較國內外教育智慧科技與人機協同教學法之發展與應用，才能進一步分析教師重視 AI 科技之造型、功能與角色，最後參考國小教師選擇 AI 科技決策因素之權重，做為未來數位內容開發及個別推薦服務方向之依據。

2.1 臺灣教育智慧化

根據《108年數位內容產業年鑑》得知該年度臺灣數位內容產業產值為2,425億，其中以數位學習占比最高(52.3%)、數位遊戲次之(24.2%)、數位出版排名第三(15.9%)，體感科技快速規模化，推估未來年複合成長率將超過40%，可預見臺灣數位學習產業在新興科技的驅動下，將積極發展創新服務應用，除了現階段已收穫成果的行動教學與STEAM教學應用，未來預計朝向「結合大數據分析」、「使用雲端資料庫」、「軟硬整合」與「結合AI適性化工具」方向發展。徐方正、黃靖琳與鄧巧意(2019)認為數位學習的智慧化，受惠於網路與行動裝置的數位化革命，突破教學地點限制，讓線上教學影音平台轉成學生自主學習的互動性輔助教材。科技的進化，導致學校課堂中的學習方式逐漸轉變，從最數位輔助教學到線上互動教學，再到創新教學應用，強調專題探究、同儕合作、翻轉自主、任務導向以及問題導向學習等深度學習(deeper learning)方式，或是校際、國際與遠距等多元學習模式，期待培養未來學生跨界、合作與創新等關鍵基礎能力。

2.1.1 智慧校園

為此政府擘劃經費進行校園科技環境改善，鋪設智慧網路環境、建置班級內互動式軟硬體與物聯網感測器，採購線上學習及行動學習資源等，創造「無縫學習(Seamless learning)」體驗，亦即在學生急欲求知時，提供不同情境下隨時學習的行

動設備或載具，幫助學生快速在不同情境中切換，達到學習遷移的效果（鐘映庭，2020）。因此利用雲端教學與虛擬物聯科技技術，試圖改變學校師生與教職員工的個性化服務的智慧校園(smarter campus)，可藉由校園資源交互整合模式，將學校的課程教學、行政管理、學習系統與校園資源，進行應用系統整合，以提升教學應用的品質，進而實現智慧化服務和管理的學習模式（林進山，2016）。智慧校園已成為全球先進國家教改之重點，目前亞洲及歐美各國紛紛制定推動智慧校園創新整合服務的政策，並編列龐大預算，積極搶攻國際市場。

透過國際研究機構EBTIC發布資訊得知，林庭瑜、邱育賢與詹雅惠(2015)將未來智慧校園的發展分為六大領域：智慧學習(iLearning)、智慧社群(iSocial)、智慧管理(iManagement)、智慧保健(iHealth)、智慧行政(iGovernance)與智慧綠能(iGreen)。程啟峰(2016)亦在「國際智慧校園與跨域創新論壇暨展覽」報導中提及，資策會帶領台灣業者以大廠帶小廠在國內外（中國、越南與泰國）等地建置超過40所智慧示範校園，聯結海外在地夥伴，深耕東協建立輸出典範。根據資策會(2017)的新聞稿指出，經濟部工業局為此特將發展智慧校園新興產業列為施政重點之一，企盼快速整合產官學界資源，包括中華電信、台達電子、神通科技等大型系統整業者以及巨匠、無敵、成功大型等創新研發與應用服務，打造智慧校園產業鏈（如圖2.1所示）。

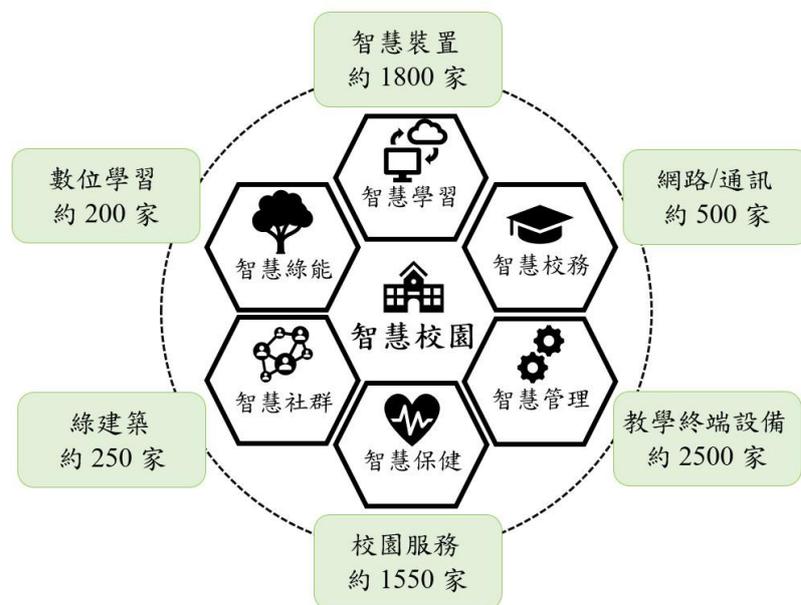


圖 2.1 智慧校園產業鏈

資料來源：財團法人資訊工業策進會(2019)

2.1.2 智慧行政與管理

林庭瑜、邱育賢與詹雅慧(2015)認為智慧校園是巨量資料的環境縮影，集結了各種生活情境與物聯網裝置的應用，如圖2.2所示，可以隨時隨地察覺、蒐集、管理和傳遞各種來源的資訊，以及對學習者個人特徵和學習情境的掌握。獲得經濟部主題式科專計畫補助的MiCampus智慧校園服務系統，由神通資科及新達電腦聯手開發，將學校原本各自獨立的基本行政管理系統，透過加值、行動及智慧化的方式，提供給學校行政各級主管重要的即時資訊，提升學校治理的效率與效能，實現「學生智學、教師慧教、國際學風以及科技校園」的願景（新達電腦，2014）。

劉慈明(2015)以新北市白雲國小為例說明智慧校園的推動成果，透過校園一卡通學生證，整合了出入校園、自治幹部選舉、活動簽到、圖書館借還書、雲幣激勵儲值、校內實習商店兌換、校內保健系統掛號與悠遊卡等八項功能，讓學生一卡在手，校內學習暢行無阻。此外，透過單一認證登入(single sign on)方式和隨選隨用(pay as you go)的雲端服務模式，讓學生資料的蒐集與管理變得容易，大量且即時的運算變得相對簡便且可行。舉例而言，透過大數據資料分析，系統自動提供校方許多珍貴的決策參考資訊，改善了校務作業流程效率與成本，更帶來各種創新的便利服務應用。然而，由於服務對象多元、權限差異大，加上人員流動率高，眾多系統間的整合與資訊交換格外困難，亦提高了資訊安全管理風險。



圖 2.2 智慧校園多元資料來源與型態

資料來源：林庭瑜等人(2015)

2.1.3 智慧學習與社群

在多元資通科技的整合下，智慧社群的建置可以協助教師透過筆記與問答適時調整進度，課堂上彈性啟動同步教學與回饋機制，下課後亦能在線上群組延續共同學習的機會（新達電腦，2014）。隨著大數據及 AI 科技的成熟，教育 4.0 的時代來臨，教師的存在與否受到挑戰，陳東園(2016)指出教育的功能主要在滿足學習者心智體驗，目標在發展其心智統合能力，因此跨學科的知識整合更是不可或缺。至於，打造跨學科的課堂學習體驗，林瑞益(2018)認為 AI 可以接手重複「教」的勞動，讓老師們有餘裕去做更有價值的事情，比如輔導學生心理、增強學習動機、培養學生創新與解決問題之能力。每日頭條(kknews)更進一步指出教師不再只是知識的傳授者，亦是學習服務提供者，也是學習成長方案的諮詢顧問（時代教育管理，2018）。2018 上海世界人工智能大會對於 AI 在教育方面的應用，針對教學資源、互動方式、作業監控進行相關建議（如圖 2.3 所示），但若無師長的妥善引導與有效管控，AI 反而成為學生進步絆腳石；未來，智能批改、智能陪練、語音評測、智能圖書館以及諮詢管理等應用會陸續投入市場（伯索雲學堂，2018）。

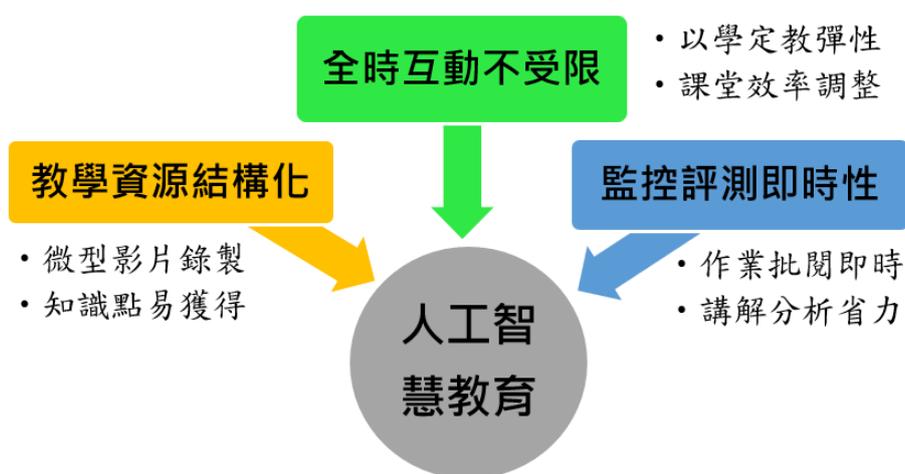


圖 2.3 人工智慧之教育應用

資料來源：伯索雲學堂(2018)；本研究整理

李青與關宇(2019)解讀英國開放大學《創新教學報告》2019版，關於「機器人陪伴學習」創新教學法，重新定義了教師的工作任務，教師得以騰出更多時間從事創造性、情感性、啟發性的工作。在課堂學習過程中，機器人可以扮演教師、同儕和學生的角色，既能授課答疑，亦能對話激勵，更能被訓練指導。汪時沖、方海光、張鵠與馬濤(2019)認為培養學生人機協同的意識與能力，可以促進其適性化發展，亦有助於教師開展育人的教學活動。教育機器人發展之初以「玩伴」的姿態出現在遊戲場景中，到了2016年應用於語言、科學和技術教育，麻省理工學院開發的教育機器人Tega能根據孩子的個性、情緒、學習風格與狀態調整行動，輔助孩子學習，扮演好「導師」的角色。張訓譯(2019)將之視為教學的輔助工具，不僅幫助教師專注於學生學習狀況的掌握，亦能提供輔導策略做為決策參考。至於龐雜的行政工作分擔，教育機器人目前尚未能勝任，由此可知培養學生群性與品德的任務，以及由人際關係衍伸出來的教學、行政工作，仍需交由教師自行判斷，無可替代。關於輔導策略提供之研究方面，陳靜怡與高淑貞(2019)藉由開發AI查詢系統，企圖針對國小學齡過動兒童，提供教師或照顧者個別化處理策略，以便達到初步處理及提升專業知能之目的，可惜此系統用語過於專業，導致策略無法直接應用。

2.1.4 智慧綠能與保健

鑑於全球能源的日益匱乏，透過資通訊科技來改善智慧綠能基礎設施防護，建構綠建築環境進行節能成為智慧校園重要的一環。林庭瑜等人(2015)認為智慧綠能的發展歸功於全球網路普及與智慧感測裝置成本的大幅降低，使得安裝在校園各個角落的光源、溫溼度和動作與二氧化碳等感測器(sensor)，能隨時回傳偵測到的環境參數至平台後端，透過巨量資料分析自動掌握即時環境變化並預測校園能源需求，進而自動調節校園的各種電力設備的運作情形。劉林榮(2016)認為此不受時間、空間及載具限制的遠端行動聯網管理平台，能協助學校創造舒適合宜的校園環境，並隨時掌握校園用電、節能分析和警報管理等有效資訊。

關於智慧保健的推動方面，經濟部工業局結合國內資源共同訂立我國智慧校園保健資料交換與服務串接標準；教育部亦制定學生保健資訊數位化與雲端化相

關作業格式標準，鼓勵各級學校數位化上傳學生的健康與體適能資訊，以利統一管理與長期開放增值；目前智慧校園健康照護的應用主要分為三大方向：師生健康管理、校園傷病管理與團膳營養衛生管理（林庭瑜等人，2015）。雲端智慧保健管理平台，具備視力量測、傷病記錄、健康量測記錄及健康成長履歷等功能，並可介接身高體重機和血壓機等量測設備，以供學生自主健康管理。學生健康成長履歷則提供管理者進行學生健康大數據分析，並結合手機App協助家長掌握學生健康資訊；透過影音推播功能，方便學校衛教宣導（神通資科，2018）。

綜上所述，智慧校園的建構包含智慧行政與管理、智慧學習與社群、智慧綠能與保健等六大面向，透過新興科技的導入及教師角色的調整，快速整合學生身心健康、興趣探索與學習歷程等個人資訊，輔以學校自然環境、行政組織、文化氛圍等環境條件，作為學校課程規劃、教學設計、行政管理與環境營造之依據，創造一個多元、包容且公平的教育環境。

2.2 教育4.0下的智慧科技

AI 相關軟硬體技術近年來日益成熟，AI 的教育應用一直蓬勃發展。臺灣臺南大學 OASE 實驗室研究團隊自 2008 年以來，已於 e-Teaching、AI、電腦對弈及能源管理等領域累積豐富的研究成果。陳凱泉、沙俊宏、何瑤與王曉芳(2017)認為未來的教學將走向人機協同的增強智慧，整理分析美國 AI 教育科技應用的結果，如表 2.1 所示，發現：語音和圖像識別技術催生了自動化教學評量系統，表情手勢識別和眼動追蹤技術則強化了情緒感知的功能，學習分析技術實現了適性化學習的可能，智慧教學代理和智慧教育機器人分別扮演了「助教」和「學習夥伴」的功能。李健興、王美慧、黃宗祥、陳立中、楊勝期與久保田直行(2018)表示智慧機器人對於未來教育學習中，具有適性學習能力的試題反應理論(Item Response Theory, IRT) 扮演關鍵性的任務。AI 科技除了擔任助教角色外，也間接提升學生的學度態度及注意力，對於低於基礎及需要補救教學的學生，其學習態度及動機都已獲得提升的效果。

表 2.1 美國 AI 教育科技應用整理

支撐技術	所屬機構	案例名稱	案例簡介
自然語言處理 語意分析	Microsoft	微軟小冰	訓練用戶英語口語。
	IBM	Watson	使用自然語言回答用戶問題。
	Apple	Siri	使用自然語言回答用戶問題並完成搜索等任務。
	Pearson	VEPT	運用語音及文本數字處理技術全自動全面評量英語學習者的聽說讀寫技能。
學習分析	McGraw Hill Education	Aleks	為K-12和高等教育提供教學評量和一對一線上輔導系統。
		Connect Master	為大學教師和大學生提供的自適應學習系統。
		Learn Smart	互動教材，根據學生對隨機測試的回答改變課程內容。
		SmartBook	智慧教科書，可以追蹤學生的適性化需求。
	UC Berkeley	Gradescope	大學教師對學生的智慧化評量。
	Knewton	Knewton	以認知地圖為基礎，結合對學習者學習風格的測定，推薦適性化的學習路徑。
虛擬實境	Pearson	Revel	沉浸式數字學習工具。
	EON Reality	EON Virtual Trainer	應用人工智慧技術構建虛擬課堂。
	MIT & Smithsonian	Vanished	實境遊戲，支持同儕合作學習。
智慧陪伴	Hanson Robotics	Professor Einstein	運用龐大知識庫對學生問題做科學應答。
	MIT Media Lab	Personalized Robot Storyteller	透過講故事，蒐集學習者的語言習慣與講故事的技能訊息。
表情手勢識別	North Carolina State University	Java Tutor	在Java編碼中，透過表情識別與腦波監測得知學生學習狀態。
		Meta Tutor	追蹤處理眼動數據，了解學生的學習模式與認知基模。

資料來源：陳凱泉等人整理(2017)

楊惟任(2018)談到臺灣為了培養 AI 的實力，科技部於 2017 年提出《AI 科研戰略報告》，預計 5 年的時間投入 160 億元發展人工智慧產業，包括設立 AI 研發平台、成立 AI 創新研究中心、建構 AI 智慧機器人創新基地，以及推動半導體射月計畫，藉此打造 AI 創新生態環境，推動我國人工智慧革命，創新經濟發展模式。科技部政務次長許有進(2018)分析臺灣 AI 產業結構，發現臺灣在工業機器人產業上不但在世界占一席之地，且相關零組件供應鏈完整，在此基礎上持續在工業、交通、醫療、教育、社交等領域的應用情境上逐步深化，亦是未來可以發展的目標。顏長川(2020)在《5G 時代大未來》中按照服務類別、名稱、尺寸、功能、價格及廠商等類別整理了當前 AI 科技種類（如表 2.2 所示），幫助我們進一步思考，未來的 AI 科技究竟扮演了何種角色。

表 2.2 AI 科技種類

類別	機器人名稱	尺寸	功能	價格	廠商
陪伴娛樂	Zenbo	身高 62 公分 體重 10 公斤	為小朋友說故事、播放樂曲，可獨立移動。 接受聲控語音命令，內建攝影機查看家中狀況。	新台幣 2 萬元 美金 599 元	華碩電腦
醫療照護服務	Pepper	121×42.5× 48.5 公分 29 公斤	提高人們的生活，促進人際關係。 在人們之間創造樂趣並與外界聯繫。	對公司法人 推出月租 日圓 5 萬 5 千元	軟體銀行 鴻海集團 阿里巴巴 IBM(Watson)
情感療育	Robi (洛比)	34×16×12 公分 1 公斤	會用日語說話、交談、唱歌。	約新台幣 39,999 元	TAKARA TOMY
手機	RoBoHon	身高 19.5 公分 體重 390 公克	能打電話(全球唯一)、拍照、投影、收發郵件。 能走、能坐、能跳舞。	日圓 19.8 萬 新台幣 6 萬 月付雲端服務費	鴻海集團 夏普(SHARP)

資料來源：顏長川（2020）

2.2.1 寫作機器人

日本 2016 年 11 月 1 日《中部經濟新聞》發表的創刊七十週年的報導，這則報導是電腦學習過去的報導，自動書寫出來的作品，過程中仍需要人來調整上下文的連貫性與文末表現。此種由記者決定主題、蒐集、篩選資料，再透過 AI 自動生成新聞的合作模式，可望提升記者的生產能力與報導品質（郭家惠，2018）。智慧時

代萬物皆媒，王維嘉(2020)在《AI 背後的暗知識》一書中描述，AI 不僅幫助媒體業者更快速發現線索，輔助或自主生產新聞，並根據每個讀者的喜好發送針對性新聞，同時為商家分配更精準的廣告，實現媒體商業化，人機協作時代悄悄來臨。從 2006 年至 2020 年，寫作機器人的應用分為以下層面：

1. 自動化寫作

目前自動化寫作已經獲得較廣泛的應用，隨著技術發展，寫作機器人具備從選題、寫稿到校對等全方位功能，撰寫題材亦從財經、體育快訊擴展到災難、犯罪、選舉等，不僅花費時間更少，還能訂製內容。若推及小學教學現場的應用，可為校園新聞、班刊、校刊與校園新聞等活動消息或招生資訊之即時性報導。

2. 輔助寫作

AI 透過演算法分析資料，發現有趣的故事線索或商業社會關係網絡，記者接手採訪重要人物並挖掘其幕後故事；透過語音辨識技術，協助記者及時完成採訪與報導；運用機器視覺技術，快速分類、組織、剪輯大量圖像和影片資料庫，再由編輯人員精編，不僅提高了編輯效率與報導內容品質，更豐富了佐證資料。對應到小學課程教學之應用，可成為教師進行校本課程之成果報導、語文教學之應用文寫作、畢業專刊之學習回顧等統整性課程之輔助學習工具。

3. 感測器新聞

2013 年，紐約公共傳播資料新聞團隊藉由土壤溫度傳感器(sensor)，準確報導美國東岸禪的破土交配，感測器改變了新聞採集的方法。通過感測器對特定物件或環境的監測能力，可以靈敏感知未來動向，為預測性報導提供依據。淨化器公司了解每個家庭的空氣狀況，智慧手錶、智慧手環公司能獲取民眾的運動與身體狀況，籃球鞋公司對球員比賽表現一系列分析比較優劣勢。此外，感測器亦能收集用戶生理層面的回饋價值，以便即時調節資訊生產或進行客製化、長期規畫之參考依據。將此技術轉換到校園的健康與安全管理，可以成為每日體溫量測追蹤、下課遊具使用傷病分析、走廊奔跑人數監控、上放學校門口交通流量監測、放學後校園運動人數管控等智慧校園服務。

4. 個性化新聞

透過個性化推送、對話式呈現與客製化生產的方式，使得個性化新聞普遍被大

眾接受，但相對的社會言論會愈來愈單一，失去新聞報導之獨特性與對社會進步之促進作用。民眾透過和社交機器人的對話，獲取並閱讀新聞資訊，顛覆了新聞報導的形式，如民眾要求 Amazon 或 Google 的智慧音箱播放《華盛頓郵報》的 3 小時內的精彩新聞。將此服務轉換到小學校園情境，可結合手機 APP，提供親師生選擇訂閱，即時推送校園行政宣導、校園特色報導、重要活動預告、榮譽榜快報、重大新聞插播等相關新聞。

2.2.2 服務機器人

李開復(2017)在《AI 新世界》提到「自主(autonomous)AI」的出現，在高度結構化的環境中，由 AI 負責執行例行性的工作，人類則負責執行需要創意和策略思維及關愛性質的工作。顏長川(2020)介紹 2011 年由美國 IBM 公司生產的超級電腦「華生(Watson)」，被賦予三大能力：自然語言處理、自然假設與評估與自動化適應學習，使它不僅聽得懂人話，還能進行溝通，更能快速吸收學習各領域專業知識，成為人類的專業助理，幫助人類在工作上進行更有智慧的判斷。「TOMATO 匠」是工研院建構的一款串接許多日常生活所需的資訊 APP，成為智慧生活的助理（如表 2.3 所示），食衣住行育樂都難不倒它。

表 2.3 智慧生活的食衣住行育樂

類別	項目名稱	內容說明	備註
食	外送經濟	外賣革命 FoodPanda Uber Eats (是 2014 年 Uber 主要收入)	少子化 不婚族、頂客族
	人造肉	人造肉是真正的肉類	室內培育
衣	智慧衣	戶外運動、工作環境等	XYZ Life BCX
	智慧洗衣機	附加功能	
住	智慧住宅	智慧 3C 家電	掃地機器人 智慧門鎖、監視器 智慧插座、智慧音箱
		居家安全監控保全 人臉辨識、聲控系統	
行	AI 應用、車聯網	汽車電動化及自動化無人車	5G 的殺手級應用 司機不用坐在機上 而在地面遠端遙控 消滅車貸
	智慧停車	電子後照鏡	
	租車平台	飛天計程車(Fly Taxi)及空中道路	
	網路叫車	滴滴出行	
育	5G	智慧博物館	永遠有新東西要學 毒品味覺體驗劑
	AR/VR	反毒科技展	
樂	5G+8K	5G 影音應用+8K 影像傳播	台北流行音樂中心 設計的 USB 傳輸器
	USBsyns	一對八檔案影像無線分享	

資料來源：顏長川(2020)

人的一生中，在年長與年幼的階段都極度需要陪伴，因此 2004 年日本上市有學習能力的小海豹機器人 PARO，毛絨絨的外表，內建多個觸覺感測器和馬達，具有語音辨識功能，會以叫聲、眨眼、擺動頭部和尾巴來與人做互動，對於躁鬱、失智等症狀有幫助且獲得相關醫學認證。美國 Hasbro 公司也推出了 JOYFOR ALL 的伴侶寵物。2014 年日本電信巨擘軟體銀行推出會表達情緒的機器人 Pepper，設計概念是「讓人類幸福」，它能夠分析人的情緒，與人分享快樂，安慰對方，也能表達相應的情緒；還能透過老照片、歷史及音樂與人交流互動，幫助長者預防失智症並與外界建立連結。

2015 年由日本夏普(SHARP)生產的 RoBoHoN，是一款全球唯一能打電話的機器人，它能走、能坐，還能跳舞，可以為 Party 助興，也可以陪小嬰兒學走路（輔具小博士官網，2018）。此外，Kirobo Mini 是寂寞駕駛員的聊天好夥伴，如嬰兒般的外表緩解日本少子化及人口老化；Leka 是法國巴黎的工程師團隊為自閉症兒童打造的互動機器人，讓自閉症的孩子可以降低焦慮與壓力，不用照顧者在旁邊也可以自己玩樂，培養獨立完成日常工作的生活能力，並訓練孩子與周圍環境建立關係（妍蓉，2016）；Zenbo 是華碩 2017 年推出讓長者享受數位生活並兼具個人照護貼心的家庭小助理（朱祐萱與林清壽，2019），如今化身為小小助教進入校園教室、補習班、托嬰中心、幼兒園，與教師們一同創造寓教於樂的理想學習環境（ASUS 官網，2020）。由此觀之，當人類感到孤單寂寞時，AI 科技或許能為貧乏的生活注入一股活水。

2.2.3 聊天機器人

隨著自然語言處理技術與自然介面的進化，人機距離拉近，連同人類的智力與感知能力跟著擴增，目前 AI 科技要完全取代人類工作仍有困難，但卻能以支援的方式提高業務效率，人機分工合作將會成為未來的趨勢（古明地正俊與長谷佳明，2018）。然而時隔二年，社會在少子化與老年化的雙重衝擊下，具備娛樂或教育性質的聊天機器人順勢興起，除了讓人在消磨時光中獲得樂趣之外，協助孩子自主學

習方面，尤其作文自動評分、間隔學習¹、課程評估、教師助理、學生中心回饋系統等應用功能，不禁讓人深深感受到機器人改變世界的方式比我們想像的多（一米智能觀，2017）。香港關係學者沈旭暉(2017)進一步說明 AI 科技亦能成為專家助手，美國喬治亞理工學院人工智能學科的 Ashok Goel 教授，使用由 IBM Watson 智能平台研發的教學助理(Jill Watson)，協助回覆郵件及學生問題，回覆學生的精確度高達 97%。

論及成功將「聊天機器人技術」應用到教育產業的案例，政大電算中心(2018)推出聊天機器人「小軟糖」及「敲敲」，解決使用者疑難雜症，提供授權軟體諮詢服務並解答 WM5 數位學習平台相關問題。實踐大學諮詢智能虛擬機器人 Unibot(University Chatbot)透過人機視覺化互動技術，同時扮演學術及生活導師，提供校園導覽、交通資訊、課程查詢、系所資訊、活動資訊、校園週邊美食資訊、繳費提醒，以及金融理財等服務，打造 AI 智慧校園（俞鴻樟，2018）。為了讓聊天體驗更真實，張瓊之(2019)亦選擇運用不同模型來進行訓練，希望能得到最易訓練特殊對話風格聊天機器人的方法。

結合影像辨識、語音辨識、自然語言處理等先進 AI 科技的就是語音助理，具代表性的例子包括 Apple Siri、Google Assistant、智慧音箱 Amazon Echo Alexa、Apple HomePod、Google Nest Mini、小米 AI 音箱、遠傳愛講音箱與韓國三星 Bixby 等。這些產品功能大同小異，可以辨識使用者的說話內容，回答問題並執行命令，也可以用合成語音應答；其工作內容不外乎一般秘書的工作，包含天氣、時間、日期等訊息通知、工作排程管理、郵件管理、商品下單和預定、智慧家電的操作等（三津村直貴，2019）。顏長川(2020)指出台灣五大電信業者對於智慧家庭商機很有興趣，尤其美、中、台三地的智慧音箱市場更是百家爭鳴（如表 2.4 所示），各大品牌要從內容方面突圍不太容易，若想要在台灣與中國市場勝出必須具備「自然語言」、「本土化服務」、「落實資訊安全」等優勢才有勝算。

¹ **間隔學習**：波蘭發明家 Piotr Wozniak 提出了一種快要忘記的時候，馬上回頭複習（間隔效應）的最優學習方法。通過整合人工智慧技術，追蹤學的東西以及學習的時間，並提醒我們何時最容易忘，何時該複習。

表 2.4 美中台三地智慧音箱一覽表

地區	廠商	產品	功能表	外觀特點
美國	Google	Home	日曆、購物清單、計畫表、飛機航班查詢、快速查詢等	複雜的雲算法揚聲器(效果 2→7)
	Amazon	Echo	叫車服務、陪用戶玩遊戲、訂外賣等	水杯造型，重心不穩
	Apple	HomePod	獲取天氣、新聞和交通等熱點信息 +HomeKit 可搜尋需要的內容 喚醒 Siri 可以幫你工作	渾圓的柱球體 適合擺在家中
中國	Alibaba	天貓精靈	播音樂、叫外賣、查天氣、設鬧鐘、操控智能家電等。語音互動，聲紋支付。	有靈氣的 LED 燈 小巧玲瓏
	小米	AI 音箱 (小愛同學)	我起床啦：天氣、空氣品質、新聞等 我回家了：開燈、電視 水滴計畫：翻譯、成語接龍、故事大會	外型簡潔素雅 極富設計感 渾圓的一體白色
	京東	叮咚	叮咚叮咚：叫車、陪玩遊戲、訂外賣等 支持音樂+電台；聽新聞、講笑話。 語音控制智能電燈、智能插座等。	笨重、不太穩
臺灣	華碩	神隊友 小布	提供快速支援，即時溝通 彈性開發的服務	圓柱形設計 白色機身加紫灰色網孔 簡約設計
	遠傳 電信	大愛講 小愛講 小狐狸	一聽就通，一說就懂 一問就知，一聲就控	精巧設計、亮眼有型
	中華 電信	i baby (寶貝)	聲控 MOD 頻道轉台及指定播放內容 影音娛樂、教育學習、新聞時事及生活 資訊等	直立型 小台圓形 彎月型

資料來源：顏長川(2020)

綜上所述，在「類人」或「仿真」的 AI 科技協同下，孩子不僅能自主鍛鍊社交技巧，達到「互動娛樂」的效果，亦能將每天的學習與生活進行「排程」，「記錄」下重要事件或生活情節，以便後續「檢核」是否達成目標。甚或更進一步，加強家人彼此溝通聯繫的管道，獲得「療癒紓壓」的效果，提升日常生活的品質，消除少子化、老年化社會結構造成的孤獨感，幫助每個人重新找到生命的意義。

2.3 人機協同的教與學

因應未來教育的改革浪潮，韓國人工智慧博士文碩炫(2018)寫給父母的新視野教育指南中，讓孩子多多體驗不同的學習領域，讓不同能力的人體驗彼此的學習任

務，才能真正發展出同理、合作、創意的學習方法；讓孩子和各行各業的人交流，讓他們了解即便是當下看似最好的選擇，未來有可能平凡無奇；反之，每次挫折累積的未來卻可能會有柳暗花明之時；因此興趣和喜好才是真正支撐孩子面對未來生活最重要的指標。沒有人可以正確預見未來，幫助孩子從自己的經驗與知識為基礎，學習取捨，並為選擇承擔責任，並且進一步提供孩子實際參與改革社會的機會，體會讓社會接受自己的主張，是多麼重要有困難的事。上述的願景不單單是一位學者或是爸爸的心聲，更是許多投注教育領域專家共同的渴望，以下就來回顧他們努力過的軌跡與成果。

2.3.1 混成式教學法

溫力秦(2018)認為想要培養孩子的軟技能、創意自信、大膽嘗試的學習風格和廣泛的好奇心，又同時傳授給他們必要的知識技能，就必須嘗試新的技術來輔助教學。美國加州灣區 Palo Alto 高中教師 Esther Wojcicki 是媒體素養(Media literacy)和新聞教育的先驅，她發展的混成式教學法(Blended Learning, BL)，亦稱之為「TRICK 教學法」，以信任(Trust)、尊重(Respect)、獨立(Independence)、合作(Collaboration)、友善(Kindness)為核心，拋開傳統獨攬大權的講述式課堂教學風格。在 BL 式的學習過程中，學生和小組進行專題時，教師會從旁仔細觀察，隨時提供意見及引導，有助於學生培養自我管理、與同儕良好互動、輔助他人、請求協助，並合作完成專題等日後職場所需要的能力。

2003 年，由 Diane Tavenner 創辦的美國矽谷高峰公立特許學校體系，亦採用 BL 教學法培養學生四大能力：認知技巧、專業知識、實際經驗以及成功的好習慣，在教學上仰賴科技，建置了「個人化學習平台」，讓學生能以自身步調主導自己的學習，等同教導學生時間管理的技巧。2010 年，史丹佛國際研究院(SRI International)針對 1996 年至 2008 年的 BL 式學習成果進行研究，發現在此環境下學習的學生，其表現普遍優於班上完全採面對面教學的學生，也優於百分百採用線上教學的學生。由此可知，教師透過科技的輔助，可以重新把心力放在線上工具無法顧及的教學層面，包括指導及培養學生反省與創造思考的能力。2014 年，Facebook 創辦人

馬克·祖柏提供工程團隊改良高峰體系的個人化學習工具，後續已無償協助全美 100 多家公立學校建置自己的主題。

國內對於 BL 教學法的應用方興未艾，從小學到大學均有教育工作者投入研究。林盈輝(2017)發現幾何層次概念較低的學童使用幾何科技系統教學比幾何層次高的學童明顯反應較佳。麥德莉(2019)從影片自學、教師個別指導、全班共同討論等 BL 教學法進行國小三年級學生數學學習成效之提升，發現即便是非資訊專業背景的教師也能上手，只要注意個別化的學習內容設計，確保小組合作和發表的機會。李小玲(2019)則針對偏遠地區國中導入「Cool English 英語線上平臺」進行英語補救教學，雖然形成性評量和學習態度沒有差異，但總結性評量結果仍有提升。溫嫩純與李文瑜(2019)針對在職或職前教師的研究所學生運用 BL 教學法進行教育統計授課，統計學習的概念與方法有關，但學習成效的相關無法以傳統評量的方式得知，不過大部分學生對於此教學方式都給予正面評價。

2.3.2 同儕合作學習法

合作學習法(Cooperative Learning, CL)是 70 年代於美國興起的教學策略，許多專家學者對此進行了豐富而廣泛的理論與實踐上的探討與研究，形成了系統性的知識概念。臺灣以人本立論，重視學生的動機、自主體驗及合作具體實施策略；大陸已建構為主，較為重視合作學習的績效評估（焦佑希，2019）。隨著資通科技的發展，電腦支持合作學習(Computer Supported Collaborative Learning, CSCL)乘勢崛起，提供學習社群建構知識過程中需要的雲端合作環境，打破時空限制，讓課堂上的合作學習更具彈性與可能性，以雲端平台作為 CSCL 合作學習環境融入科學實驗課程設計，有助於臺灣視障生發展科學過程技能（陳玫君與羅豪章，2019）；對於大陸大專院校餐飲科學生在(Techficiency Quotient Certification, TQC)技能檢定課程的表現，長期累積成效日益顯著（陳謙民與林高弘，2019）。

同儕教學法(Peer Instruction, PI)是 1991 年美國哈佛大學 Eric Mazur 教授發展出來的。學生上課前先閱讀教師指定的教材，教師上課只解釋關鍵概念，然後就進行概念考驗，丟問題讓學生討論回答，藉此澄清自己的概念，和當前流行的學思達、

MAPS 教學法有異曲同工之妙（俞明宏、陳德懷與周倩，2006）。隨著智慧手機和行動網路的普及，越來越多學校採用自帶設備(Bring-Your-Own Device, BYOD)政策，讓學習更快速有效，CloudClassRoom(CCR)雲端輔助系統將智慧手機設轉為強大的學習互動工具。詹明儒(2018)將 CCR、IRS 即時回饋系統以及 PI 教學法三者合一，進行高二自然組物理迷思概念學習，過程中先讓學生獨立思考投票作答，透過 CCR 即時異質分組再討論回答，並運用牛頓力學概念評量進行前後、測，結果發現學生學習成效優異，但要教師買設備或製作電子教材仍有困難。

從上述教學法的實踐過程中，驗證學習的過程中興趣是最重要的，當學生有興趣進行學習，學習將變成是一種愉快且有成效的過程；因此調整學習系統與整合不同數位教材，促進「學」與「教」典範轉移與模式推廣，是學校教育當前可行的努力方向（俞明宏、陳德懷與周倩，2006）。

2.3.3 問題導向式學習

十二年國教新增的科技領域由資訊科技與生活科技兩大課程組成，其核心關鍵是培養學生的運算思惟，目的不在成為電腦工程師，而是養成學生思考解決問題的流程與方式，即「邏輯思考」與「問題解決」的能力。歐美先進國家體認到運算思惟的結構化、程序化、抽象化思考方式，對跨域學習及職場工作有莫大幫助，因此紛紛把資訊教育列為教育與課程改革的重點（朱立群，2017）。問題導向學習法(Problem-Based Learning, PBL)是以現實世界為基礎，以學生為中心的學習方式。學習者在有意義的真實任務情境中，透過自主探究與溝通合作來解決問題，從而學習問題背後潛藏的科學知識，養成自主學習及問題解決的能力。教師的角色從教學者變成引導者，因此必須懂得靈活地運用知識、嚴密的邏輯思維與良好的組織管理能力。PBL 最早使用於 60 年代中期在的 McMaster 大學醫學院，80 年代美國用來改革醫療教育，90 年代後歐洲、亞洲也大為流行（林怡玲，2015）。

吳昌政(2018)赴芬蘭觀察 PBL 教學歸結出六大關鍵：現象為本、解決問題、跨域統整、小組協作、數位工具以及教師作為學習的促進者，恰與 108 新課綱的精神不謀而合。張民杰(2018)將 PBL 的教學步驟歸納成五大階段：引起注意（呈現問

題)、分析問題(建立問題討論框架)、探究問題(學生分組合作學習)、呈現解決方案(再度面對問題)、評估學習成果(綜合活動),其中問題陳述的設計可以是特定內容領域或跨學科的,可由單獨一位教師或由教師們協同合作設計的。讓學生了解問題的複雜性後,透過一般提示、反思札記、小組對話和全班討論進行反思,並發展出一種以上的解決策略。古紫燕(2019)針對會計、國貿系大一新生進行研究,結果顯示學生在參與 PBL 活動後認知與社交技能皆有提升,資訊搜索與邏輯判斷增強,有助於確定問題與提及解決方案。

由上述研究發現, PBL 是一種跨領域統整的學習方法,隨學習目標、情境需要、班級大小分成「醫學院模式」、「走動促進模式」、「同儕導師模式」與「大班級教學模式」,並且具備下列優點(黃郁婷,2018):

1. 能引發學生學習動機、參與感及成就感。
2. 能培養學生高層次思考的能力,在結構不明的問題中探索,透過討論鍛鍊學生的批判性創造思考力。
3. 能促進學生後設認知能力,從界定問題、蒐集資訊、分析資料到解決策略的比較,學生必須不斷反思,自主學習。
4. 真實情境運用,從學習活動中學習的能力,很容易遷移到真實的生活情境中。

2.3.4 專題導向式學習

2004 年,Abd-El-Khalick 等人提出「證據—解釋」取向(Evidence-Explanation approach)的教學模式,讓學生利用真實情境或資訊模糊的問題進行探究的起點,藉此研究修正或再發展其他科學模型或解釋。2006 年,Chin & Chia 認為上述探究取向同時包含了「專題導向科學」以及「問題導向學習」,均屬於探究式教學模式,即為後人所稱「專題導向學習(Project-Based Learning, PBL)」。「問題導向式學習」以學習者為中心驅動探究動機,進而發現特定問題的解決方法;「專題導向式學習」則以真實世界的現象或議題來形成問題,企圖讓學習者對一主題全面性研究;兩者均能透過小組合作、非線性且持續性的評量,有效發展學習者的知識與技能(陳毓凱與洪振方,2007)。

Anita & Judit(2016)分析了新加坡在職小學教師對 PBL 教學法的看法，大多數教師認為自己是學習的促進者，且身為教師應該激勵學生並協助其建立價值觀；多數學生都能積極投入口頭評量的表現，不過學生的情緒會影響學習投入的程度，總體來說，多元的方法與良好的氛圍能促進 PBL 的學習，但無法用傳統教學的方式進行評量。Zi-yun & Sung-chiang(2018)進行運算思維的程式設計教學活動，結果顯示亦可有效提升學生自主學習的動力、成就感及參與感。Udomdech, Papadonikolaki, Davies (2018)則針對英國建築界的中小企業進行研究，運用專題導向學習(PBL)可找出潛在解決方案，並協助團隊評估、改良建築信息模型(BIM)的學習機制。

可見無論是以學習者自身問題出發，還是以團隊共同面臨的議題開始，只要能觸發並持續維持學習者的動機，在團隊中互相討論、激勵與合作，最終都能建構新的知識、技能與態度，收異曲同工之妙。

2.3.5 團隊導向式學習

然而，未來的教育除了引導學生共同解決問題之外，團隊合作的素養與品質也需要兼顧，因此在國外已行之多年的團隊導向學習法(Team-Based Learning, TBL)亦成為關注的焦點，最早具體且大力推展的人是 Larry Michaelsen。王英偉與謝至鏗(2010)認為 TBL 在大班教學中能促進學生主動學習，亦可提升學習參與、改進解決問題技巧、促進同儕間有效溝通，甚至提升考試成績，大部分研究也都認為其較傳統大堂課或 PBL 有更好的學習效果。課堂教學主要分成三個階段，可視需要調整或增刪，實際應用時只要教室容納得下，20 人或 200 人上課都沒問題，僅由原上課教師負責，不需額外增加教學或輔導人力，學生只要按照規劃的流程進行，便能進行小組討論，分別如圖 2.4 與圖 2.5 所示。

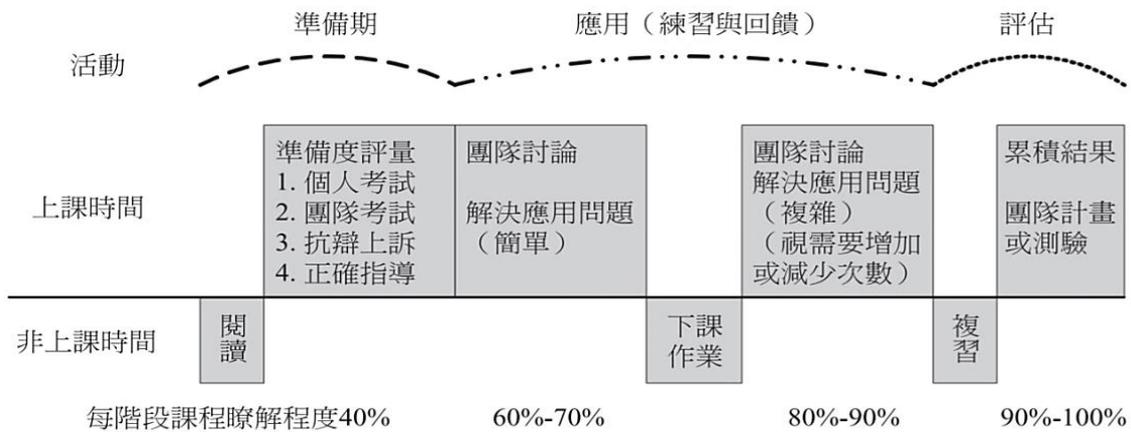


圖 2.4 團隊導向式學習三階段

資料來源：王英偉與謝至鏗(2010)

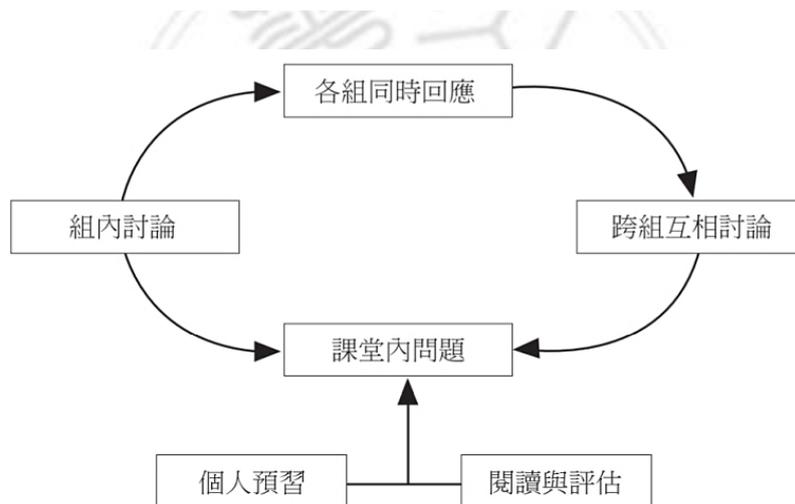


圖 2.5 團隊導向式應用階段之流程

資料來源：王英偉與謝至鏗(2010)

除此之外，史美瑤(2012)進一步比較與 TBL 相提並論的「翻轉教學(Flip Teaching)」教學法。翻轉教學是一種指將來原來課堂的教師授課內容和學生課外延伸學習流程對調的教學法；學生先透過閱讀或是觀看老師預錄的教學影片或網路串流影片(podcasting)為主要教材內容，等到真正到課堂學習時間實則進行作業或課外練習。TBL 則是具備整體與系統性的教學與學習策略，在整體課程設計上進

行改變，要求學生將課堂上的時間放在「應用」知識，而不是「吸收」新的課程內容。在 TBL 的課堂哩，教室成了實驗研究室，教師化身活動指導員，透過教師精心設計的團隊作業，讓學生運用課前準備功課，在小組中與成員分工合作解決問題，完成作業；此學習方式讓學生學會與他人凝聚共識、型塑目標與合作協調，進而發掘自己的優缺點，培養團隊精神與自我學習的能力，正是數位時代需要的二大軟實力。

為了引導學生進行 TBL 學習，孫旻暉(2018)至英國 Anglia Ruskin University 參加「2017 年主動式學習法研討會(Active Learning Conference 2017)」進行相關課程訓練，該研討會提出「4S 架構(framework)」來建構 TBL 教學活動：首先，教師透過大量且重要的問題(Significant Problems)讓學生團隊能在課堂時間中，對一個相同的問題(Same Problem)進行分析與相關學習；然後，共同討論與發掘可能的解決方式，並選擇最適當的方法(Specific Choice)；最後，再讓各團隊針對上述問題的解決過程進行分享與報告(Simultaneous Report)。

綜上所述，TBL 可以讓學生透過團體互動學會如何與人共事，同時亦可訓練學生對自己與團隊的學習成效進行承擔與負責，是未來高等教育人才培育的重點。

2.3.6 其他

資訊融入創新教學模式最希望培養的就是學生高層次思考及創作的的能力，賴阿福(2014)針對中小學教師提供以下教學策略，包含同儕評量、學生出題、探究式學習、專題導向學習、數位說故事、繪製知識圖、合作學習等進行數位學習，為了讓教師熟悉數位教學模式以利推動數位學習，建議採用產出型工作坊(workshop)的方式進行教師專業知能的提升，唯有實際體驗探究式的學習活動，才能感受學生可能遭遇的狀況與困難，進行教學設計上的調整。思維的活化之餘，應用技能的提升也需立即到位，錢富美(2017)運用 Big6 的教學模式及平板電腦進行教學，以便瞭解數位式問題導向(electronic-problem-based instruction)應用於國小社會領域的實施過程以及學生的學習成效，更期待在問題解決的過程中，培養學生了解任務、資訊尋求策略、找出資訊、使用資訊、歸納資訊以及評估資訊等六大資訊應用能力；研

究結果發現學生學習興趣、主動學習與問題解決能力均為之提升。

印尼學者 Suhaebar & Irokatun(2019)認為自律學習(Self-Regulated Learning, SRL)的能力會影響學習者是否能完成任務或是產生邁向成功的動力。小學生的自我調節能力普遍低落，總是要求老師的指導，而非主動執行任務、參與學習或承擔應負的責任，因此將具備建構及學習者本位的情境式學習法(Situation-Based Learning, SBL)應用在小學五年級學生自律學習能力之發展。研究結果顯示，透過「定義、設計、發展與傳播」的模型，小學生能在觀察與調查活動發現情境中的訊息，進而調整自己的行為，以便實現自己設立的目標。賴婉玥(2018)則針對高二社會組學生，運用 Kolb 體驗式學習循環法，以聊天機器人(chatbot)為素材，進行人工智慧及運算思維教學，研究發現體驗式聊天機器人教材能有效提升學生學習興趣，但能在學習單上正確呈現的運算思維歷程，卻不一定能用程式設計表達。

目前 AI 科技逐漸在人類社會中佔據一席之地，在教育科技方面的發展潛力不容小覷。Omar, Catherine, Suleman, Abdullah & Jian-Jie (2013)針對教育 AI 科技的類型、行為類型、活動位置與應用領域有簡單的分析，顏色愈深代表所需電腦運算技術愈高，如表 2.5 所示。然而在學習活動中選擇使用哪一種教育機器人取決於多種因素，包含成本、學習領域、學生身心需求以及教師接受度等，終極目標就是希望透過教育 AI 科技的輔助，不管擔任學生的家教、學習夥伴還是學習工具，能協助教師在課堂激發引人入勝且具有啟發性的教學。展望未來，要讓 AI 科技作為課堂教學的幫手，必須對教師實施 AI 科技融入教學等相關課程培訓，才能讓老師放心教出課堂的主導權，邀請新的科技、專家進來增能。

表 2.5 AI 科技應用領域及其背景知識

	電子機器人	機械機器人	人形機器人
語言		透過和 Mindstorms 樂高機器人遊戲，學習機器人交互語言。	Bobovie 機器人能教英語。
科學	透過 BoeBot 套件組裝機器人，學習電子原理。	透過 Thymio 機器人的加速度計，學習地心引力。	從人形機器人踢球的過程，學習物理學。
科技	透過 Arduino 創作機器人，學寫程式。	透過 Mindstorm 機器人視覺化的方法，學寫程式。	大學生透過運作 Nao 機器人，學習機器視覺。

資料來源：Omar et al. (2013)；本研究整理。

儘管機器人技術已被廣泛採用在非正式教育中，但在正式教育仍處在觀望之際，韓國的教師與父母都不希望教師被機器人取代，再加上目前市面上的機器人價格都所費不貲，因此 Morgane, Fanny, Francesco (2016)在瑞士法語區的公立學校導入 Thymio 機器人使用培訓計劃，探討機器人在校園環境的實用性、可用性和接受性。教師對於學習新科技，提升專業能力都有足夠內在動機，而且在真實使用經驗中，並沒有想像中的困難。然而，學生使用機器人的能力明顯高於教師，這是因為服務型機器人的開發的對象大多鎖定老人、小孩或弱勢族群，對於教師的需求顯然了解不多，沒有足夠的資料庫可以回應老師的指令，因此針對教師推廣機器人培訓計畫不僅能有效轉化教師的思維模式，更能快速建置符合教師教學需求的資料庫。

王竹立(2019)說明人工智慧時代，知識與學習產生劇烈的變化，不僅出現了軟知識、人機知識，未來當 AI 有了自我意識之後，可能會獨立發現或應用人類不容易察覺的知識，也就是只有機器知道的知識，稱為「暗知識」。人機合作的未來已然到來，AI 科技正朝向工具、夥伴到成為人類一部分的發展軸線上前進，未來將參與資訊與知識的加工處理，甚至與人類合作生產知識。關於「人一機合作教學」的發展大致可以分為四個階段：初級階段（弱 AI），人類主講、研發課程；AI 助教、批改作業、輔導解惑與統計分析。中級階段，分工合作，教學夥伴。教師策畫、溝通、協調與決策；AI 個別化教學與指導。高級階段（超級 AI），AI 主導，菁英

教師擔任顧問。超級階段，人與 AI 融為一體，擴增人類感官，人機一體。面對知識量爆炸的時代，教師應將知識去蕪存菁，騰出足夠的時間讓學生學會交流、合作、選擇、判斷與創造，優先需要破除的就是對權威與書本的崇拜，鼓勵學生獨立思考，不追求標準答案，適度的競爭與冒險，容忍失敗與挫折，包容差異性與多元化，建構全新的個性化知識網絡，發展適合下一代的教育新思維。

2.4 層級架構分析法

層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是美國匹茲堡大學教授 Thomas L. Saaty 於 1971 年所發展出來，並於 1980 年將此理論整理成專書問世，主要應用於不確定情況及具有數個以上評估準則的決策問題。AHP 是把複雜關係的因素建立階層結構，再把可能的因素做成兩兩成對的重要性比較，透過量化讓研究者做出評比(曾國雄與鄧振源，1989)。經由 AHP 來做決策時，要先區分研究樣本屬於大群體和小群體，大群體適合以統計抽樣配合計量方式求得決策結果；而小群體因樣本數小，適合由少數專家交換意見來進行決策(楊千慧與黃慧忻，2018)。然而，AHP 理論簡單且具實用性，同時參考又多位專家的意見，自發展以來被各國研究單位普遍採用，其應用範圍相當廣泛，特別是在規劃、預測、判斷、資源分配以及投資組合試算均有不錯的效果(趙家民，2015)。

2.4.1 層級分析法的內涵假設

層級結構有助於教師對事物的了解，不過面臨選擇適當計畫或方案時，必須根據某些基準實施可行計畫的評估，來決定可行計畫的優勢順位(priority)，從中找出適當並可行之計畫(楊千慧與黃慧忻，2018)。Saaty(1980)發展 AHP 方法的基本假設，主要包括下列九項(曾國雄與鄧振源，1989)：

1. 一個系統可被分解成許多種類(Classes)或成分(Components)，並形成有網路的層級結構。
2. 層級結構中，每一層級的要素均假設具獨立性(Independence)。
3. 每一層級內的要素，可以用上一層級內某些或所有要素作為評準，進行評估。

4. 進行比較評估時，可將絕對數值尺度轉換成比例尺度(Ratio Scale)。
5. 成對比較後，可使用正倒值矩陣(Positive Reciprocal Matrix)處理。
6. 偏好關係滿足遞移性(Transitivity)。不僅優劣關係滿足遞移性(A 優於 B，B 優於 C，則 A 優於 C)，同時強度關係也滿足遞移性(A 優於 B 二倍，B 優於 C 三倍，則 A 優於 C 六倍)。
7. 完全具遞移性不容易，因此容易不具遞移性的存在，但需測試其一致性(Consistency)的程度。
8. 要素的優勢程度，經由加權法則(Weighting Principle)而求得。
9. 任何要素只要出現在階層結構中，不論其優勢程度是如何小，均被認為與整個評估結構有關，而並非檢核階層結構的獨立性。

其次，應用 AHP 方法的前提，乃是將評比方案所根據的準則(要素)相互比較後的重要程度，均賦予等級不同的數值，以便進行一連串的數值運算，求出最終參考值(楊千慧與黃慧忻，2018)。

2.4.2 層級分析法的評估尺度

AHP 在處理認知反應的評估時，則採取比例尺度(ratio scales)。比例尺度兼具區間尺度的特性，有固定的原點，尺度的數值可加減乘除運算，由於具相同的原點，以不同單位的任意二個值，其比例完全相同，如 1cm/2cm 與 4kg/8kg 的比值是相同的（楊千慧與黃慧妍，2018）。層級分析法的評估尺度的基本劃分包括五項，即同等重要、稍重要、頗重要、極重要即絕對重要，並賦予 1、3、5、7、9 的衡量值；另有四項介於五個基本尺度之間，並賦予 2、4、6、8 的衡量值，如表 2.6 所示（褚志鵬，2009）。

表 2.6 AHP 法評估尺度意義及說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要 (Equal Importance)	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性 ●等強 (Equally)
3	稍重要 (Weak Importance)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案 ●稍強 (Moderately)
5	頗重要 (Essential Importance)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案 ●頗強 (Strongly)
7	極重要 (Very Strong Importance)	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案 ●極強 (Very Strong)
9	絕對重要 (Absolute Importance)	有足夠證據肯定絕對喜好某一方案 ●等強 (Extremely)
2,4,6,8	相鄰尺度之中間值 (Intermediate values)	需要折衷值時

資料來源：Saaty(1980)；褚志鵬(2009)

2.4.3 層級分析法的操作步驟

AHP 在處理具有多目標(multiobjective)或多評準(multicriteria)等複雜問題進行決策評估時，主要包含五個步驟，如圖 2.6 所示（趙家民，2015）：

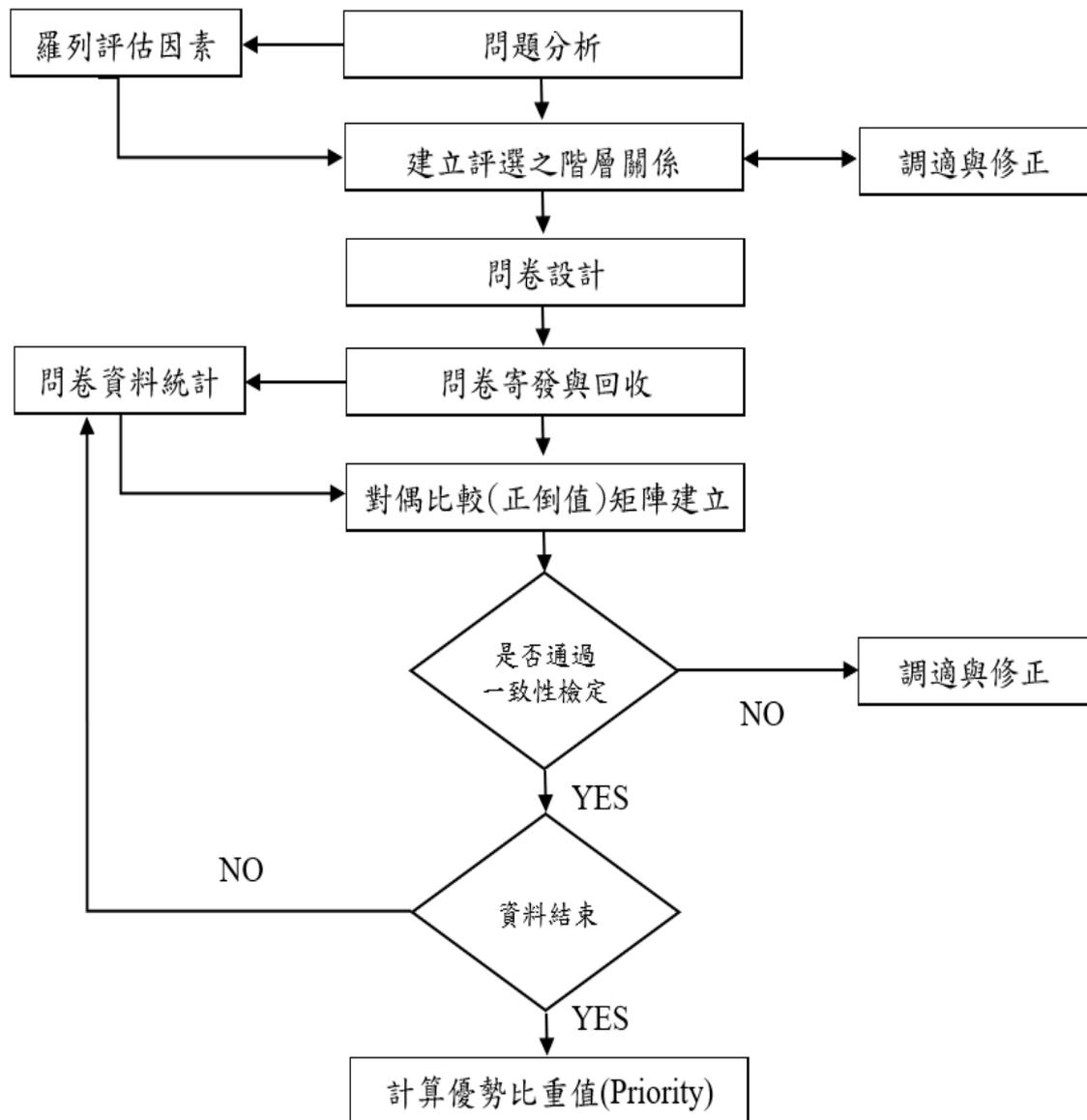


圖 2.6 AHP 法操作流程

資料來源：陳俊合(2016)

1. 界定問題

在進行層級分析法運作時，對於問題所處的系統應該儘量詳細了解分析，將可能影響問題的要素全部納入問題中，同時決定問題的主要目標，還可藉由德爾菲法、文獻蒐集彙集專家學者的意見，但要注意要素間的相互關係和獨立性。

2. 建立層級架構

這個階段必須決定問題的目標和總目標的各項指標，並決定各指標的評估準則和列入方案的考量，在此可以利用德菲法或其他可行性評估，來決定挑選出重要的評估準則，其典型之層級結構圖（如圖 2.7）。理論上，層級架構的階層以及同一階層的要素個數，可依據系統之需求來訂定，不過 Saaty 建議，為了避免決策者對決策準則之相對重要性之判斷產生偏差，同一階層最好不宜超過 7 個。

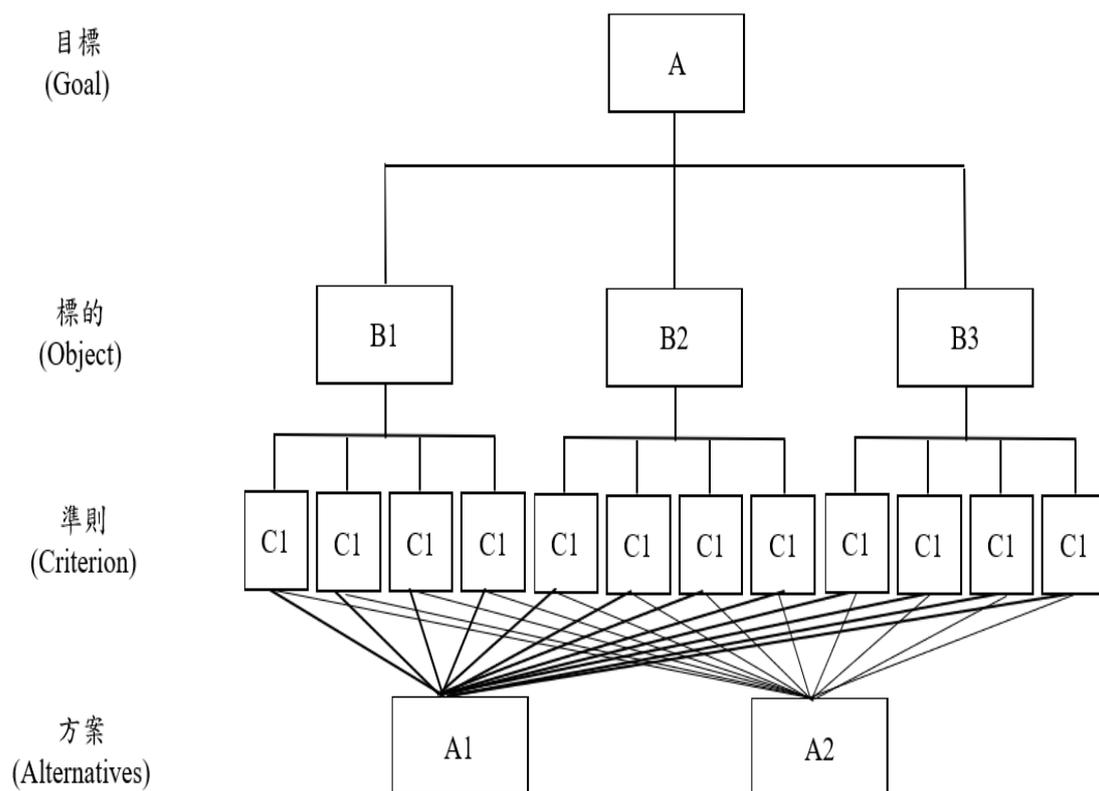


圖 2.7 AHP 法典型層級架構圖

資料來源：趙家民(2015)

3. 問卷設計與調查

建立目標分析之層級與下層評估要素指標後，將同一層級內數個要素間進行兩兩相互比較重要性的方式製成問卷，若某一層級中假設有 n 個要素時，則須進行 $n(n-1)/2$ 次的成對比較，並由成對矩陣之特徵向量，來求取準則間之相對權重。問卷上的評估尺度介於「同等重要、稍微重要、頗為重要、極為重要與絕對重要」等五個尺度之間，並給予 1、3、5、7、9 衡量值，其餘評比值 2、4、6、8 為介於兩尺度間的中間值。尺度的選取可依實際情況而定，但以不超過九個評比尺度為原則，否則將造成判斷者之負擔。

4. 建立成對比較矩陣

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1/a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

將問卷兩兩準則要素比較結果的衡量，建立成對比較矩陣形成。將 n 個因素兩兩比較結果，製做成對比較矩陣 A 的上三角部分，而下三角部分數值為上三角部份相對位置數值的倒數，形成成對比較矩陣形式，如下所示：

5. 計算特徵向量與最大徵值

將取得成對矩陣 A ，採用特徵向量的理論基礎，來計算出特徵向量(eigenvector)與特徵值(eigenvalue)，而求得元素之間的相對權重。成對比較矩陣 A 建立後，即可計算各層級要素的權重或稱特徵向量，Saaty 提出四種近似法計算，其中又以行向量平均值的標準化方式可求得較精確之結果。首先將各行要素標準化，再將標準化後之各列要素加總，最後再除以各列要素之個數即可求得各項要素之特徵向量。計算過程說明如下：

首先形成準則成對比較矩陣 A ，如(2)式

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中 w_i, w_j 各為準則 i 與 j 的權重。

準則成對比較矩陣 A 為一正倒值矩陣，符合矩陣中各要素為正數，且具倒數特性，如(3)式與(4)式：

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \quad (3)$$

$$a_{ij} = a_{ik} / a_{jk} \quad (4)$$

將準則成對比較矩陣 A 乘上各準則權重所成之向量 w ：

$$\bar{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)' \quad (5)$$

可得(6)式與(7)式

$$A\bar{w} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\text{亦即} \quad (A-nI)\bar{w} = 0 \quad (7)$$

因為 a_{ij} 乃為決策者進行成對比較時，主觀判斷所給予的評比，與真實的 w_i/w_j 值，必有某種程度的差異，故 $A\bar{w} = n\bar{w}$ 便無法成立，因此 Saaty 建議以 A 矩陣中最大特徵值 λ_{\max} 來取代 n 。

$$\text{亦即} \quad A\bar{w} = \lambda_{\max}\bar{w} \quad (8)$$

$$(A-\lambda_{\max}I)\bar{w} = 0 \quad (9)$$

矩陣 A 的最大特徵值求法，由(9)式求算出來，所得之最大特徵向量，即為各準則之權重。而最大特徵值之求算，Saaty 提出四種近似法求取，其中又以行向量平均值的標準化方式(10)式可求得較精確之結果。

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_j \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

6. 一致性檢定

在此理論之基礎假設上，假設 A 為符合一致性的矩陣，但是由於填卷者主觀之判斷，使其矩陣 A 可能不符合一致性，但評估的結果要能通過一致性檢定，方能顯是填卷者的判斷前後一致，否則視為無效的問卷。因此 Saaty 建議以一致性指標(Consistence Index, C.I.)與一致性比例(Consistence Raatio, C.R.)來檢定成對比較矩陣的一致性。

(1) 一致性指標(C.I.)

一致性指標由特徵向量法中求得之與 n (矩陣維數)與兩者的差異程度可作為判斷一致性程度高低的衡量基準。

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (11)$$

當 $C.I.=0$ 表是前後判斷完全具一致性，而 $C.I>0$ 則表是前後判斷不一致。Saaty 認為 $C.I. \leq 0.1$ 為可容許的偏誤。

(2) 一致性比例(C.R.)

根據 Oak Ridge National Laboratory & Wharton School 進行的研究，從評估尺度 1-9 所產生的正倒值矩陣，在不同的階數下所產生的一致性指標稱為隨機性指標(Random Index ; R.I.)，如表 2.7 所示。

表 2.7 隨機指標表

階數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

資料來源：Thomas L. Saaty(1980)

在相同階數的矩陣下 C.I. 值與 R.I. 值的比率，稱為一致性比率 C.R.(Consistency Ratio)即：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (12)$$

若 $C.R. \leq 0.1$ ，則矩陣的一致性程度使人滿意。

7. 求解各因素之優勢比重值

若矩陣與整體層級符合一致性檢定要求，即可進一步計算各層級要素的相對權值，以求取各方案的優勢向量，優勢比重值愈大表示該要素被採納的優先順序愈高，優勢比重值可由各層次的權重相成加總而得。

2.5 小結

教育 4.0 時代之下，人類不僅要學會整合跨領域的知識與同儕力量，還要借助機器的廣博與效率，建構富有批判性與創造性的方式看待目前面臨的所有難題，包括全球暖化、能源短缺、糧食不足、物種滅絕、疫情蔓延、貧富不均以及社會結構老化等議題，透過人機協作，共同探究，讓科技的力量為全人類的福祉而服務。教師如何展現新思維去面對未來教育的變革，除了發現本身與學生的天賦，讓天賦帶領我們往前進，讓機器成為人類幸福生活的助手，引領學生從一成不變的盲目學習中解放，與周遭的人、事、物建立情感的聯結，拓展感官的敏銳度，重新認識這個世界。唯有先透過對自我的探索，發現感官、情緒與環境的連結，學習調整生活的步調，才能發現在生命中真正重要的價值，也才能活出與機器有區別的人生。

第三章 研究方法

本研究透過文獻探討，歸納出數位內容導入 AI 協同教學時，教師選擇 AI 科技之決策因素，再利用層級架構分析法，建立影響教師選擇 AI 科技之考量因素的構面與評估準則，整體架構完備之後，接續設計專家問卷。經由問卷調查深入了解重要性排序，獲得研究結果，期能做為未來數位內容開發與個別推薦服務方向之參考。本章先解釋研究架構，說明構面與評估準則設計的專家問卷內容，再陳述研究對象之抽樣與研究工具及其實施方法，最後說明問卷的資料處理與分析。

3.1 研究架構

3.1.1 建構數位內容導入人工智慧協同教學時教師選擇 AI 科技決策因素之構面

按照第二章國內外有關教育智慧化、現代智慧科技以及人機協同的教學法等相關文獻研究，發現教師對於 AI 協同教學的接受度相對於學生偏低，原因是 AI 科技服務對象多鎖定老人、小孩或弱勢族群，對於教師的需求顯然了解不多，沒有足夠的資料庫可以回應老師的指令，目前尚處於發展階段當中。因應數位經濟與 5G 時代的來臨，未來社會所致力培育的人才不僅學有專精，還能博學多聞，將知識整合靈活運用的人，因此教師必須學習新的數位技能，數位內容開發者也必須學習教師如何教學、學生如何學習、學校行政如何運作，才能在實際場域中持續發展有效的解決方案，透過人機協同合作模式，在 AI 科技領域找到更多應用的契機，實現教育 4.0 的願景。

本研究之國民小學為一般地區之小校，108 學年度在籍學生人數為 66 人，共 6 班；109 學年度新生人數預估 7 人，全校在籍學生降為 61 人，雖然教職員工人數編制不變，但是教師個人角色所佔的影響力則會變大，教師之個人教學專業能力、服務態度、專長特質、班級經營能力等，會為學區家長所討論。在 108 課綱的推展下，小校為了減緩少子化的衝擊，教師對於未來趨勢的掌握與認識，大大影

響家長們對學校的觀感。本研究藉由數位內容產業導入臺灣教育智慧化之現況認識，進而比較全世界教育智慧科技與人機協同教學法之發展與應用，進一步分析教師重視 AI 科技之造型、功能與角色，將教師選擇 AI 科技之決策因素分成「造型特徵」、「功能特性」、「協同任務」等三個構面，另以此三大構面延伸出十二個評估準則，作為研究問卷內容選項。分述如下：

1. 造型特徵

係指 AI 科技的外觀、造型、材質與大小，帶給人的心理感受與影響力略有不同，受到使用者本身的喜好、習慣和接受度而有差異，按照目前市面上可以看到的 AI 科技可分為：寵物療癒型、動漫想像型、人類仿真型、自然無形型等，如表 3.1 所示。

表 3.1 AI 科技造型特徵分類

寵物療癒型	動漫想像型	人類仿真型	自然無形型
			
日本 Daiwa House Paro ² 毛絨絨海豹	日本 AKA Musio X ³ 超萌外星人	日本 石黑浩史 Ibuki ⁴ 十歲男孩	中華電信 Lusia 智慧音箱 ⁵ 彎月造型
			
新加坡 Elephant Robotics Mars Cat ⁶ 有個性的寵物貓	中國 AUDUBE Iron Boy ⁷ 動漫鋼鐵男孩	沙烏地阿拉伯 Hanson Robotics Sophia ⁸ 成年女性	美國 iRobot Roomba e5 ⁹ 幾何圖形

資料來源：本研究整理

² Paro：【Daiwa House 官網】<http://www.daiwahouse.co.jp/robot/paro/index.html>

³ Musio X：【Musio 官網】<https://www.themusio.com/home>

⁴ Ibuki：截圖自【石黑浩史 Hiroshi Ishiguro】
<https://techthelead.com/ibuki-the-child-robot-of-sci-fi-nightmares/>

⁵ Lusia 智慧音箱：【黃鋒官網】<https://www.palcom-international.com/lucia/>

⁶ Mars Cat：【Kickstarter, PBC 募資平台】【Elephant Robotics】
<https://www.kickstarter.com/projects/1655380003/marscat-a-bionic-cat-a-home-robot>

⁷ Iron Boy：【AUDUBE 官網】http://www.audube-ai.com/page106?product_id=42

⁸ Sophia 公民機器人：【Hanson Robotics 官網】<https://www.hansonrobotics.com/sophia/>

⁹ iRobot Roomba e5 掃地機器人：【iRobot 官網】<https://www.irobot.com.tw/roomba/e-series>

3. 協同任務

係指 AI 科技在教學現場扮演什麼樣的角色，為教師分擔了哪些繁瑣、重複或具危險性的工作呢？又是如何在協同教學的過程中輔助教師發揮一加一大於一的力量？從以上思考點切入，可以從「班級經營」、「教學觀察」、「學習扶助」、「行政分擔」四個向度來探討，且就目前臺灣校園實際應用 AI 教育科技之情形進行舉例說明，如表 3.3 所示。

表 3.3 AI 科技校園協同任務分類

	Zenbo Zenbo Junior ¹⁸	Pepper ¹⁹	Kebbi Air ²⁰
班級經營	出席點名、餵藥提醒 智慧 DJ、故事達人 互動遊戲、通知家長	互動遊戲、故事達人 遠端視訊、簡易衛教	互動遊戲、故事達人 肢體唱跳、寵物模式 智慧助理、視訊通話
教學觀察	遠端視訊、監測進度 拍照錄影、人臉辨識	遠端視訊、人臉辨識	隨拍相機、人臉辨識 視訊通話、辨識發音
學習扶助	自學教具 STEAM 編程教育	助理教學、課輔陪伴 STEAM 編程教育	知識答題、物品辨識 語感培養、會話練習 STEAM 編程教育
行政分擔	人臉辨識、保全求救	人臉辨識、異常警示 護理偵測、感測體溫 環境監測	人臉辨識、視訊通話 遠端遙控

資料來源：本研究整理

¹⁸ Zenbo/ Zenbo Junior：【ASUS 官網】<https://zenbo.asus.com/tw/product/zenbo/overview/>,
<https://www.asus.com/tw/support/FAQ/1031376/>,
<https://zenbo.asus.com/tw/product/zenbojunior/overview/>

¹⁹ Pepper：【沛博科技 perobot 官網】<http://www.perobot.com.tw/pepper/index>

²⁰ Kebbi Air：【女媧創造】<https://www.zeczec.com/projects/kebbiair>；
<https://www.cna.com.tw/postwrite/Detail/264482.aspx#.XqbZCWgzY2x>

3.1.2 設計專家問卷內容

本研究資料收集內容分為兩部分，第一為國小教師「背景資料」，第二為「數位內容導入人工智慧協同教學：國小教師選擇 AI 科技之決策因素」，茲說明如下：

1. 國小教師背景資料

- (1) 性別：女性；男性。
- (2) 年齡：30歲以下；30~40歲；41歲以上。
- (3) 教育程度：專科；大學；碩士；博士。
- (4) 任教年資：5年以下；6~10年；11~15年；16~20年；21~30年；31年以上。
- (5) 任教類別：級任教師（兼任組長、兼辦行政業務）；科任教師（兼任主任、兼辦行政業務、鐘點代理、特教巡迴）；行政專任（校長）。
- (6) 任教年級：一、二、三、四、五至六年級。
- (7) 任教領域：本國語文；本土語文（閩南語）；數學；健康與體育（健康、體育）；英語文；社會；自然與生活科技（自然、資訊教育融入彈性時數）；藝術與人文（視覺藝術、聽覺藝術、表演藝術）；生活課程（一二年級有此課程）；綜合活動（108課綱實施後一年級無此課程）；彈性課程（108課綱實施後一年級有此課程）。

2. 數位內容導入人工智慧協同教學：國小教師選擇AI科技之決策因素

- (1) 造型特徵
 - a. 「寵物療癒」型：機器人的外型、大小、觸感、叫聲與習性，接近人類飼養的寵物，如：海豹、貓、狗、袋鼠、鳥、兔子、倉鼠、魚、雪貂、蜥蜴等。
 - b. 「動漫想像」型：來自人類的想像，多為動漫或電影中受歡迎的角色，非真實世界人物，造型、材質及大小均呈現多元，如：多啦 A 夢、kitty 貓、犬夜叉、魯夫、變形金剛、漫威英雄或進擊的巨人等。
 - c. 「人類仿真」型：按照真人比例打造，體型、身材、膚觸、聲音、毛髮、體溫以及行為模式，接近真實狀態，具有美感，如：美女、名人、偉人、明星、小孩或家人等。
 - d. 「自然無形」型：融入環境、建築物、家具擺飾或首飾配件之中，如影隨形，

如：牆壁、音箱、沙發、電視、冰箱、體重計、額溫槍、車子、手錶、眼鏡或項鍊等。

(2) 功能特性

- a. 互動娛樂：透過文字、圖像、動作、表情、語音和訊號等方式，和人類進行互動、溝通與交流，進而產生情感上的連結及生活上的趣味。
- b. 記錄檢核：結合衛星定位，即時記錄接收到的影像、聲音、文字或訊號，進行資訊的檢核、判讀、分析、反饋與通報。
- c. 代工維安：代替人類做繁瑣、重複或有危險性的工作，包含環境安全巡視、指引來賓方向、指揮路口交通、清理環境、搬運物品、維修器材以及辨識危險人物與情境並通報警察局或叫救護車等。
- d. 接待排程：成為行動祕書，協助工作排程、接待來賓、收款記帳、訂購物品、叫車訂餐、收發信件、撥打電話、組織會議或設計通知等事宜。

(3) 協同任務

- a. 班級經營：協助教師批改作業，匯報聯絡簿重點，協助通知家長或安親班接送，教師暫離班級時管理秩序，發出危險預告與通知，與學生聊天做朋友。
- b. 教學觀察：協助教師記錄課堂或活動實況，以便針對教師教學情形或學生個別學習狀況，進行討論、分析、評鑑、回饋與成果彙整。
- c. 學習扶助：協助教師上課即時提供與呈現補充資料，並對學生實施個別化隨堂測驗，進而分析錯誤類型，以便即時進行補救加強練習。
- d. 行政分擔：協助分擔教師行政庶務工作，如：政令宣導、接待來賓、導護站崗、校園巡邏、門禁設定、收發款項、經費計算以及成果填報等，讓教師有餘裕發展育人專業。

綜合以上所述，本研究「數位內容導入人工智慧協同教學之初探」其建構模式如表3.4所示。

表 3.4 評估項目建構表

評估構面	評估準則
A 造型特徵	A1 寵物療癒 A2 動漫想像 A3 人類仿真 A4 自然無形
B 功能特性	B1 互動娛樂 B2 記錄檢核 B3 代工維安 B4 接待排程
C 協同任務	C1 班級經營 C2 教學觀察 C3 學習扶助 C4 行政分擔

資料來源：本研究整理

3.2 研究對象

本研究範圍以雲林縣某國民小學全體教師為限，教師是指當學年度任教於該校者，不包含職員、幹事及護理師，研究對象包含正式專任教師（研究者含括在內）、代理教師、主任與校長共 15 位，將其選擇AI科技之決策因素透過問卷調查方式進行研究，如表3.5所示。

表 3.5 問卷調查對象與人數

任教類別	擔任職務	教師人數	受測人數	回收率
級任教師	兼任組長	2	2	
	兼辦行政業務	4	4	
科任教師	兼任主任	2	2	
	兼辦行政業務	3	3	
	鐘點代理教師	1	1	
	特教巡迴教師	1	0	
行政專任	校長	1	1	
合計		16	15	93.75%

資料來源：本研究整理

3.3 研究工具與實施

根據文獻探討整理出 AI 科技之造型、功能與角色，且因應本研究國小教師之需求，建構出符合某國小數位內容導入人工智慧協同教學時，教師選擇 AI 科技決策因素之主要評估構面與評估準則，編製「數位內容導入人工智慧協同教學之初探」之層級分析問卷（見附錄）。

此問卷分為「問卷填寫說明」及「問卷內容」兩部分：

1. 問卷填寫說明：主要闡述研究目的、研究方法及問卷架構，讓填問卷之教師能了解本問卷之研究方向與實施步驟。
2. 問卷內容：主要結構分為「A 造型特徵」、「B 功能特性」及「C 協同任務」等三構面與十二個關鍵因素評估準則，建構模式如圖 3.1 所示。

數位內容導入人工智慧協同教學之初探
：國小教師選擇AI科技之決策因素

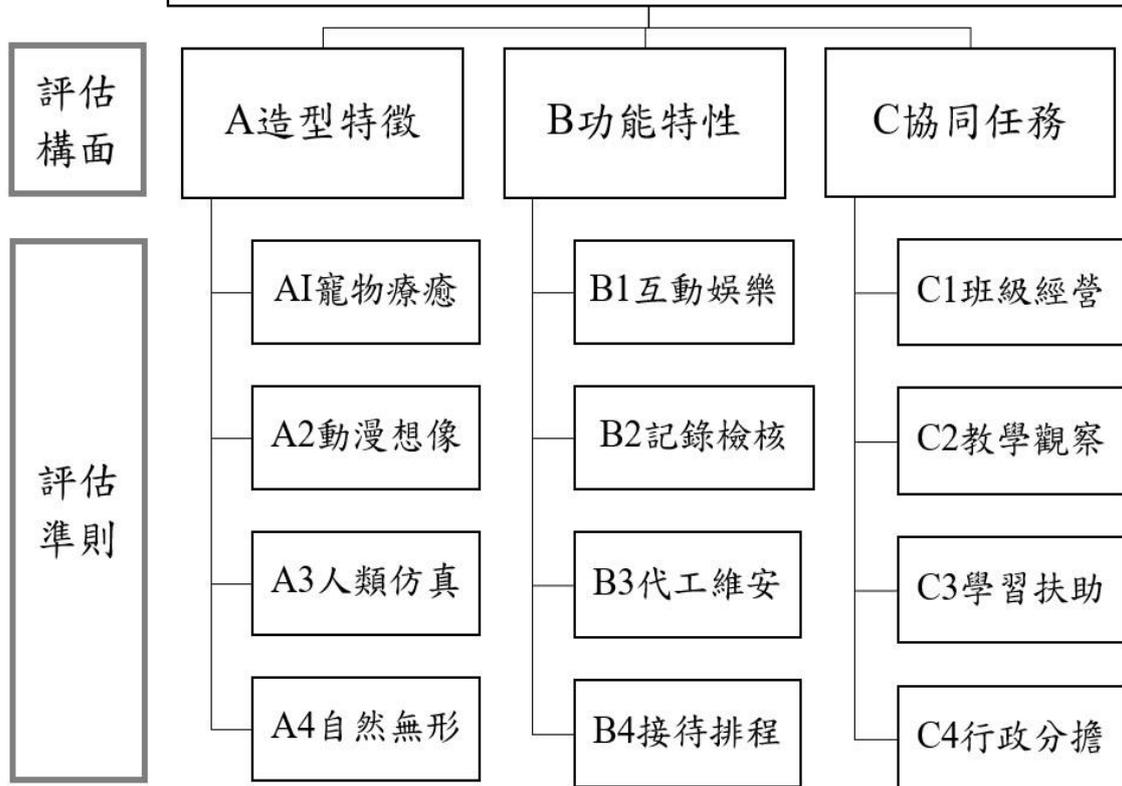


圖 3.1 本研究之層級架構圖

資料來源：本研究整理

3.4 資料處理與分析

層級分析法主要是將人主觀判斷的定性分析量化，最後以數值呈現各方案的差異，提供決策者參考。處理與分析問卷資料時，為了避免受試者主觀判斷之影響，造成進行成對比較時前後無法連貫，Saaty 建議使用一致性指標 (Consistence Index, C.I.) 與一致性比率 (Consistence Ratio, C.R.) 來檢定對偶比較矩陣的一致性。評估的結果要能通過一致性檢定，才能顯示受試者之判斷前後連貫，未受主觀過度影響，可視為有效問卷。

綜上所述，本研究回收之所有問卷均符合以下篩檢原則：一致性指標 $C.I. < 0.1$ ，一致性比率 $C.R. < 0.1$ ；故通過一致性指標 (C.I.) 與一致性比率 (C.R.) 之檢定。回收之問卷透過 Excel 試算表，計算各構面與各評估準則間之相對權重。

第四章 資料分析與討論

本研究藉由文獻探討，找出數位內容導入人工智慧協同教學時，國小教師選擇 AI 科技決策之關鍵因素，建立了三項評估構面和十二項關鍵評估準則之 AHP 層級架構，接著設計問卷，針對雲林縣某國小全校共 15 位教師為研究樣本，進行問卷調查。為避免影響本問卷的效度，由研究者親自向填寫者說明各構面、評估準則的意義，並提醒填寫重點。問卷一共發出 16 份，回收 15 份，回收率為 93.75%，有效問卷 15 份。最後依據調查資料進行統計分析，並加以討論。

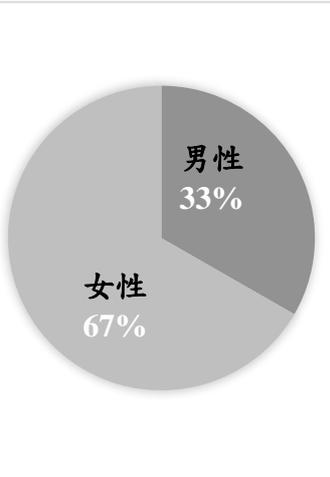
本章內容分為三部分說明：第一節說明研究樣本之背景資料，第二節說明層級分析問卷相對權重計算過程與結果，並將各構面之評估準則排序與分析，第三節彙整研究結果整體排序與分析討論。

4.1 研究樣本背景描述

本研究研究樣本背景調查之內容包含性別、年齡、教育程度、任教年資、任教科別、任教年級、任教領域，共計七項，資料統計如表 4.1 所示。

表 4.1 雲林縣某國小教師基本資料統計表

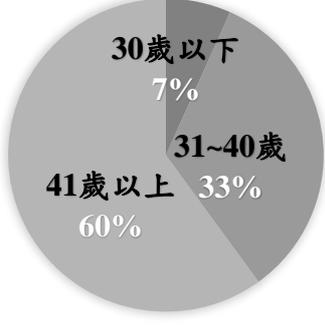
背景描述	內容	人數統計	百分比 (%)
性別	男性	5	33.33 %
	女性	10	66.67 %



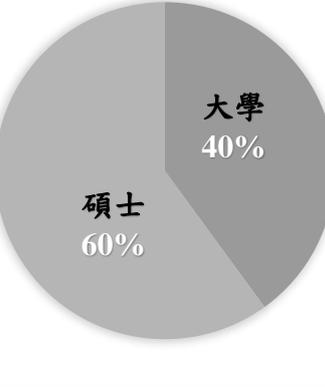
A pie chart illustrating the gender distribution of the 15 teachers in the sample. The chart is divided into two segments: a smaller segment representing males at 33% and a larger segment representing females at 67%.

表 4.1 雲林縣某國小教師基本資料統計表 (續)

背景描述	內容	人數統計	百分比 (%)
年齡	30 歲以下	1	6.67 %
	31 ~ 40 歲	5	33.33 %
	41 歲以上	9	60 %



背景描述	內容	人數統計 (位)	百分比 (%)
教育程度	專科	0	0 %
	大學	6	40 %
	碩士	9	60 %
	博士	0	0 %



背景描述	內容	人數統計 (位)	百分比 (%)
任教年資	5 年以下	1	6.67 %
	6-10 年	4	26.66 %
	11-15 年	0	0 %
	16-20 年	1	6.67 %
	21-30 年	9	60 %
	30 年以上	0	0 %

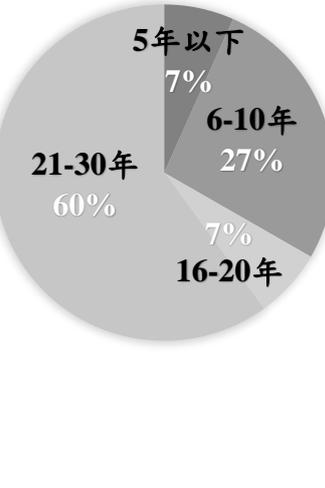
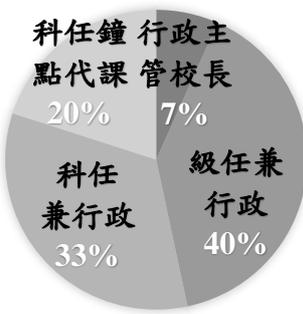
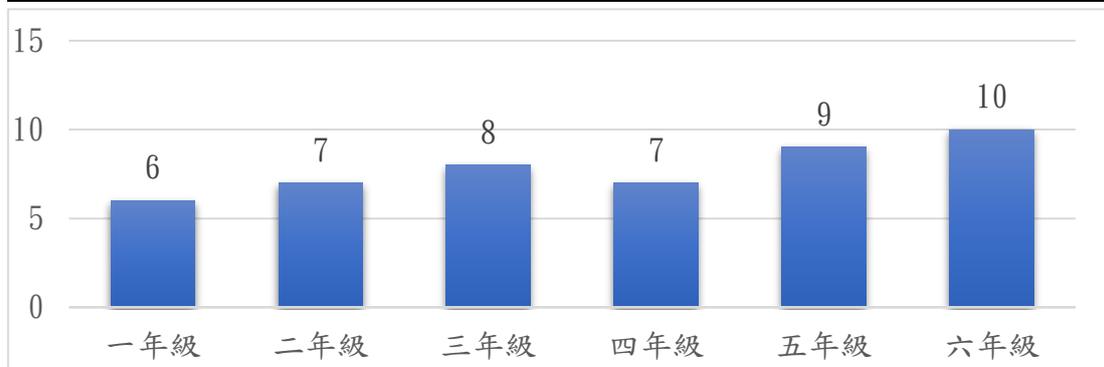


表 4.1 雲林縣某國小教師基本資料統計表 (續)

背景描述	內容		人數統計 (位)	百分比 (%)
任教類別	科任 教師	兼業務	3	20 %
		兼主任	2	13.33 %
		鐘點代課	3	20 %
		特教巡迴	0	0 %
	級任 教師	兼業務	4	26.77%
		兼組長	2	13.33 %
	行政 主管	校長	1	6.67 %



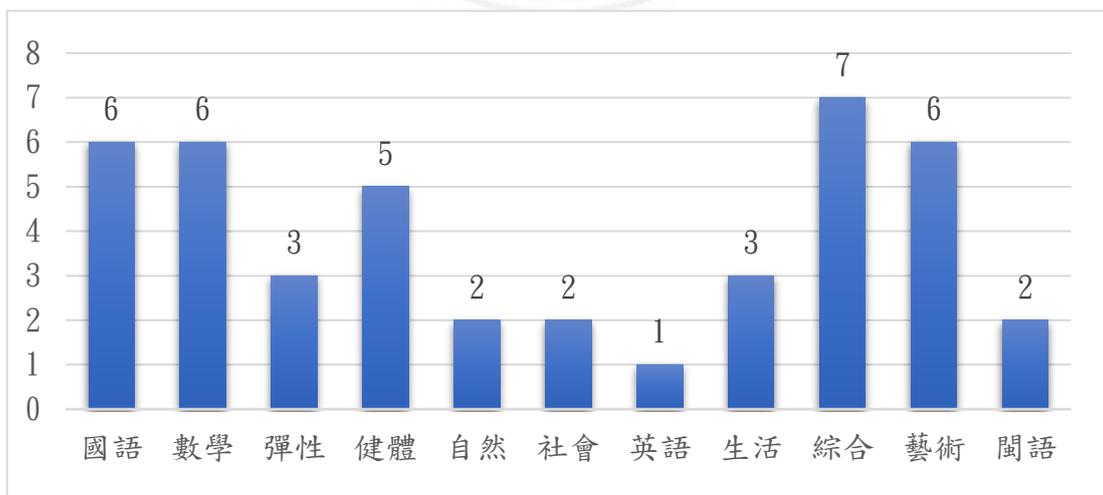
背景描述	內容	人數統計 (位)	百分比 (%)
任教年級	一年級	6	12.77 %
	二年級	7	14.89 %
	三年級	8	17.02 %
	四年級	7	14.89 %
	五年級	9	19.15 %
	六年級	10	21.28 %



資料來源：本研究整理

表 4.1 雲林縣某國小教師基本資料統計表（續）

背景描述	內容	人數統計（位）	百分比（%）
任教領域	本國語文	6	13.95 %
	本土語文(閩南語)	2	4.65 %
	英語文	1	2.33 %
	數學	6	13.95 %
	健康與體育	5	11.63 %
	生活課程	3	6.98 %
	綜合活動	7	16.28 %
	藝術(視覺聽覺表演)	6	13.95 %
	彈性課程(校本資訊)	3	6.98 %
	自然	2	4.65 %
	社會	2	4.65 %



資料來源：本研究整理

本研究問卷填寫者為男性教師有 5 人，女性教師有 10 人；年齡分布以 41 歲以上最多（9 位，60%），其次為 31 至 40 歲（5 位，33.33%）；教育程度以碩士學歷比例最高（9 位，60%），其次為大學學歷（6 位，40%），無專科或博士學歷者；任教年資部分以 21 至 30 年較多（9 位，60%），其次為 6 至 10 年（4 位，26.66%）；任教類別方面以級任教師兼辦行政業務最多（6 位，40%），其次為科任教師兼辦行政業務（5 位，33.33%）；任教年級部分以高年級教師人數最多（19 位，40.43%），其次為中年級教師人數最少（15 位，32.91%）；任教領域方以綜合領域最多（7 位，16.28%），其次為國語、數學、藝文領域（各 6 位，13.95%）。

4.2 專家問卷檢定與分析

4.2.1 一致性檢定表

本研究將回收問卷填答數據輸入 AHP Excel 試算表，運算結果各個構面和評估準則之一致性檢定(C.I.) 和(C.R.) 值都小於 0.1，顯示填卷者的判斷前後一致，通過一致性檢定，顯示本研究問卷結果一致性良好，主構面分析表數據如表 4.2 所示。

表 4.2 層級分析問卷一致性檢定表

	整體構面	A 構面項目	B 構面項目	C 構面項目
一致性指標(C.I.)	0.000<0.1	0.015<0.1	0.002<0.1	0.003<0.1
一致性比率(C.R.)	0.001<0.1	0.017<0.1	0.002<0.1	0.004<0.1
通過 / 不通過	通過	通過	通過	通過

資料來源：本研究整理

4.2.2 主構面權重分析

依層級分析法計算主構面之相對權重，結果如下列表 4.3 所示。

表 4.3 層級分析問卷—主構面分析

構面	A 造型特徵	B 功能特性	C 協同任務	權重
A 造型特徵	1	0.3129	0.2687	0.126
B 功能特性	3.1959	1	0.7975	0.393
C 協同任務	3.7221	1.2538	1	0.481

($\lambda = 3.002$ C.I.= 0.000 C.R= 0.001)

資料來源：本研究整理

4.2.3 評估準則權重分析

依層級分析法計算各評估準則間之相對權重，結果如表 4.4 至表 4.7 所示。

表 4.4 層級分析問卷—「造型特徵」評估準則分析

評估準則	A1 寵物療癒	A2 動漫想像	A3 人類仿真	A4 自然無形	權重
A1 寵物療癒	1	0.9034	1.6612	1.3568	0.296
A2 動漫想像	1.1070	1	1.2047	0.7935	0.252
A3 人類仿真	0.6020	0.8301	1	0.9342	0.203
A4 自然無形	0.7370	1.2603	1.0705	1	0.248

($\lambda = 4.046$ C.I.= 0.015 C.R= 0.17)

資料來源：本研究整理

表 4.5 層級分析問卷—「功能特性」評估準則分析

評估準則	B1 互動娛樂	B2 記錄檢核	B3 代工維安	B4 接待排程	權重
B1 互動娛樂	1	0.7849	0.6771	1.3114	0.224
B2 記錄檢核	1.2740	1	0.7587	1.3568	0.262
B3 代工維安	1.4770	1.3181	1	1.6336	0.327
B4 接待排程	0.7626	0.7370	0.6121	1	0.188

($\lambda = 4.006$ C.I.= 0.002 C.R= 0.002)

資料來源：本研究整理

表 4.6 層級分析問卷—「協同任務」評估準則分析

評估準則	C1 班級經營	C2 教學觀察	C3 學習扶助	C4 行政分擔	權重
C1 班級經營	1	0.6510	0.4011	1.0521	0.172
C2 教學觀察	1.5360	1	0.6934	1.3645	0.260
C3 學習扶助	2.4930	1.4423	1	1.8817	0.382
C4 行政分擔	0.9505	0.7329	0.5314	1	0.185

($\lambda = 4.010$ C.I.= 0.003 C.R= 0.004)

資料來源：本研究整理

統整國小教師選擇 AI 機器人決策關鍵因素之 3 個主構面和 12 項評估準則析如表 4.7 所示。

表 4.7 層級分析問卷—評估準則權重表

評估構面	構面權重	關鍵因素評估準則	評估準則權重
A 造型特徵	0.126	A1 寵物療癒	0.296
		A2 動漫想像	0.252
		A3 人類仿真	0.203
		A4 自然無形	0.248
B 功能特性	0.393	B1 互動娛樂	0.224
		B2 記錄檢核	0.262
		B3 代工維安	0.327
		B4 接待排程	0.188
C 協同任務	0.481	C1 班級經營	0.172
		C2 教學觀察	0.260
		C3 學習扶助	0.382
		C4 行政分擔	0.185

資料來源：本研究整理

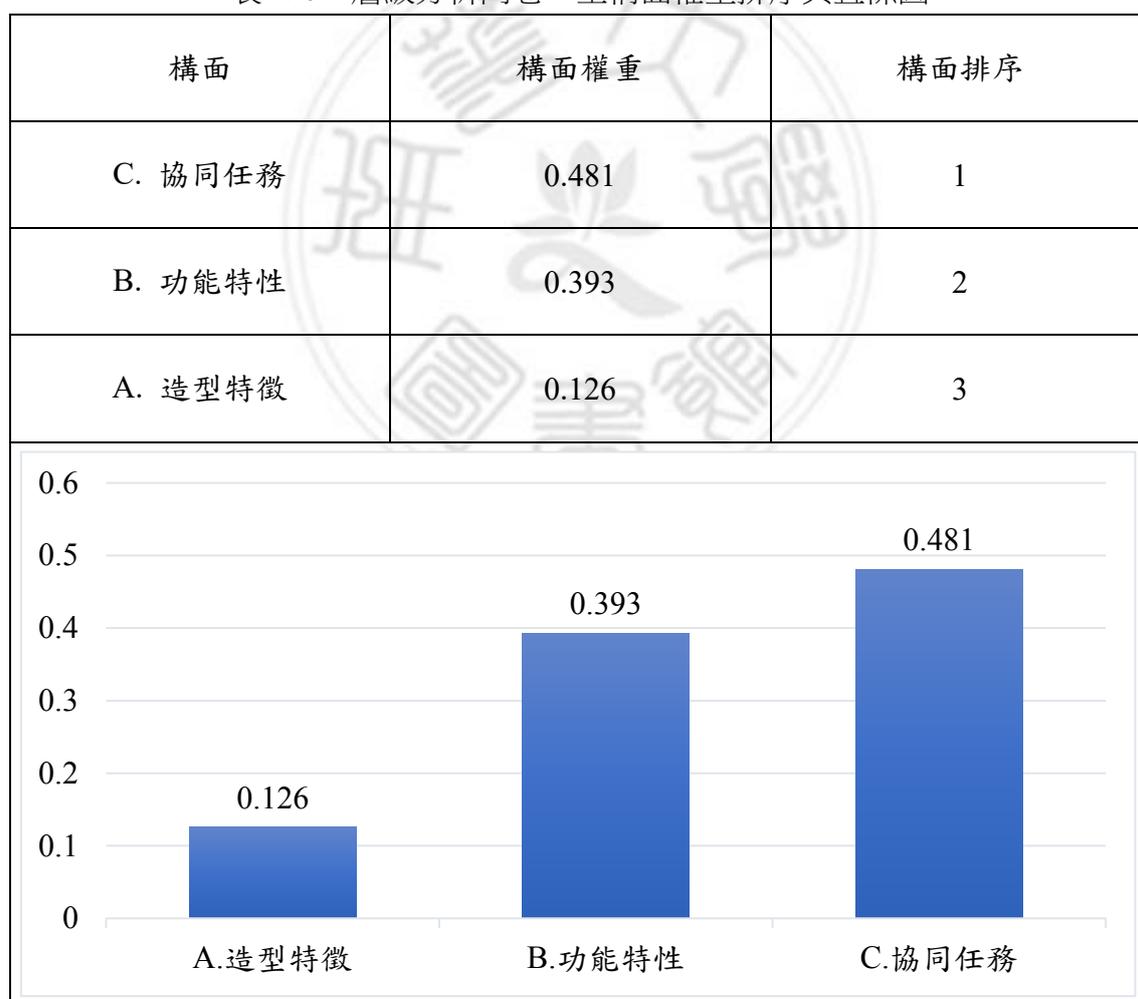
4.3 教師選擇 AI 科技決策因素結果整體排序與討論

4.3.1 問卷調查結果分析

1. 主構面相對權重分析

本研究評估構面可分為「造型特徵」、「功能特性」、「協同任務」三項，將這些構面相互比較權重分析結果，按照權重值的排序分別為：第一「C. 協同任務」權重 0.481，第二「B. 功能特性」權重 0.393，第三「A. 造型特徵」權重 0.126，結果如表 4.8 所示。

表 4.8 層級分析問卷—主構面權重排序與直條圖



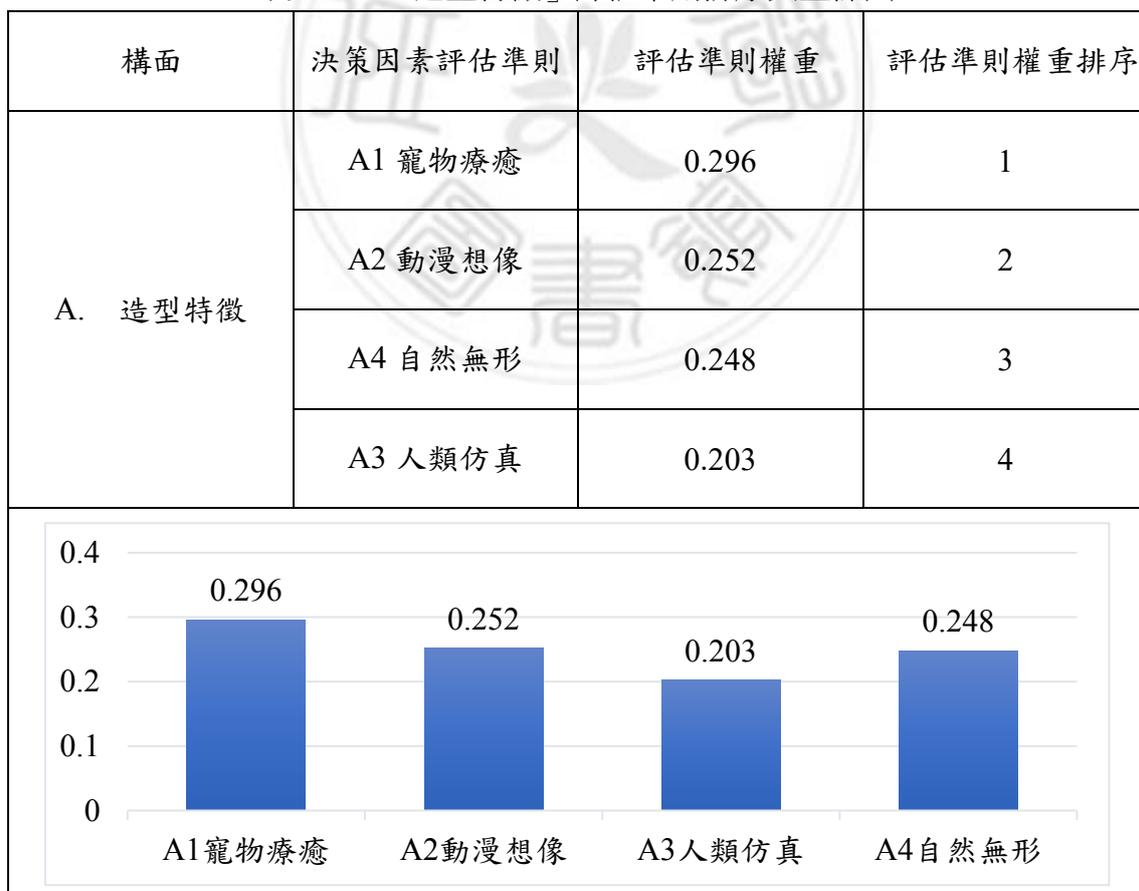
資料來源：本研究整理

由分析結果可知數位內容導入人工智慧協同教學時，教師選擇 AI 科技決策因素之主構面所佔權重最高者為「協同任務」，故數位內容開發應強化協同任務之規劃，使 AI 機器人為教師分擔繁瑣、重複且危險高的工作，共同發揮加乘的力量；其次為「功能特性」構面，教師希望透過人機協作及大數據分析模式，活用知識實現特定的目標與任務，應用結果亦可作為數位內容開發參考；至於「造型特徵」構面，因 AI 科技屬新興科技，形式無論為何均具吸引力，反倒不是教師考量的關鍵。

2. 「造型特徵」評估準則相對權重分析

在「造型特徵」之下的四個評估準則，經由 Excel 試算表演算相互比較權重分析後，依相對重要性排序分別為：第一「A1 寵物療癒」權重 0.296，第二「A2 動漫想像」權重 0.252，第三「A4 自然無形」權重 0.248，第四「A3 人類仿真」權重 0.203，結果如表 4.9 所示。

表 4.9 「造型特徵」評估準則排序與直條圖



資料來源：本研究整理

關於 AI 科技「造型特徵」構面的四個評估因素中，教師最重視「寵物療癒」的造型，亦即在進行數位導入人工智慧協同教學時，教師選擇的 AI 科技造型以貼近孩子生活經驗且能穩定學生情緒為優先考量；其次為「動漫想像」及「自然無形」，前者是服膺學生的次文化，後者則是儘量降低環境干擾，讓 AI 科技扮演輔助的角色；最後「人類仿真」權重最低，原因是機器人愈接近真實會讓人產生恐懼感，尤其對低年級的孩子會產生距離感，較少教師將此列入優先考量。故 AI 科技的個別造型推薦服務可朝向寵物療癒方向規劃，不僅能幫助教師班級經營與輔導之進行，亦能促進學生情緒穩定與人際關係發展。

3. 「功能特性」評估準則相對權重分析

在「功能特性」之下的四個評估準則，經由 AHP 試算表演算相互比較權重分析後，依相對重要性排序分別為：第一「B3 代工維安」權重 0.327，第二「B2 記錄檢核」權重 0.262，第三「B1 互動娛樂」權重 0.224，第四「B3 接待排程」權重 0.188，結果如表 4.10 所示。

表 4.10 「功能特性」評估準則排序與直條圖



資料來源：本研究整理

在 AI 科技「功能特性」構面的四個評估因素中，教師給予「代工維安」的權重較高，顯示教師亟需 AI 科技提供學生安全照護上的支援與協助重複勞務性的代工，讓教師有餘裕可以調整學生的行為與態度，涵育學生的品德與群性。其次是「記錄檢核」，隨著 108 課綱的實施，公開授課及校務評鑑的推行愈加緊密，教師需要 AI 科技協助教師教學過程、學生學習評量、各項行政資料調查之記錄檢核的需求日益增加。其餘「互動娛樂」和「接待排程」的功能，雖有助於班級氣氛的活絡以及瑣事聯繫的效率，但卻不是教師們目前想要放手的範疇，因為這些細節反而是與學生、家長建立關係且展現專業最好的契機。

4. 「協同任務」評估準則相對權重分析

在「協同任務」之下的四個評估準則，在 Excel 演算相互比較權重分析後，依相對重要性排序分別為：第一「C3 學習扶助」權重 0.382，第二「C2 教學觀察」權重 0.260，第三「C4 行政分擔」權重 0.185，第四「C1 班級經營」權重 0.172，結果如表 4.11 所示。

表 4.11 「協同任務」評估準則排序與直條圖



資料來源：本研究整理

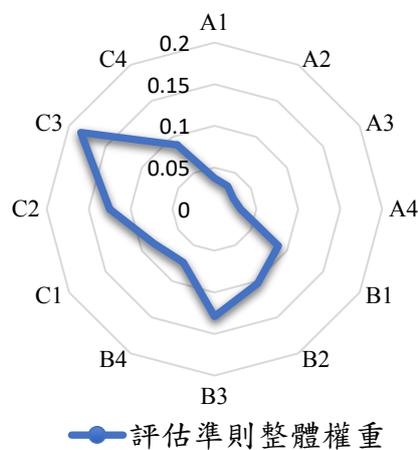
關於 AI 科技在「協同任務」構面的四個評估因素，教師對「學習扶助」最為重視，給予權重最高。近年來教育部國民及學前教育署為提升學生學習效能，針對國語、數學和英語三科篩選出低成就學生儘早施以學習扶助，弭平學力落差。結果顯示教師急需 AI 科技提供和呈現即時性的補充資料，並分析學生個別化隨堂測驗的錯誤類型，以便後續進行補救與加強練習。其次為「教學觀察」，代表教師已經開始接受開放課堂的觀念，透過 AI 科技協助教師記錄課堂或活動實況，以便發現學生個別學習狀況，進而調整教師教學方法與策略，持續專業精進。最後「班級經營」和「行政分擔」涉及決策判斷，對目前的 AI 科技來說難度較高，也是教師們較害怕被取代的部分，因此未列入優先考量之關鍵因素。

4.3.2 教師選擇 AI 科技決策因素整體排序

依以上研究的構面權重和評估準則權重數據，演算出整體權重，計算整體權重排序及整體權重累計表如表4.12和表4.13所示。由表中權重數據排序顯示，可得知數位內容導入人工智慧協同教學時，國小教師選擇AI科技決策因素之重要程度。

表 4.12 國小教師選擇 AI 科技決策因素之整體權重分析表與雷達圖

構面	構面 權重	構面 排序	評估準則	評估準則 局部權重	評估準則 整體權重	評估準則 整體排序
A.造型特徵	0.126	3	A1 寵物療癒	0.2963	0.0374	9
			A2 動漫想像	0.2525	0.0318	10
			A3 人類仿真	0.2035	0.0257	12
			A4 自然無形	0.2478	0.0312	11
B.功能特性	0.393	2	B1 互動娛樂	0.2239	0.0880	6
			B2 記錄檢核	0.2629	0.1030	4
			B3 代工維安	0.3267	0.1284	2
			B4 接待排程	0.1876	0.0737	8
C.協同任務	0.481	1	C1 班級經營	0.1722	0.0828	7
			C2 教學觀察	0.2600	0.1250	3
			C3 學習扶助	0.3825	0.1840	1
			C4 行政分擔	0.1854	0.0892	5



資料來源：本研究整理

表 4.13 國小教師選擇 AI 科技決策因素之整體權重累計表與橫條圖

決策因素評估準則	整體權重	整體權重累計	整體權重排序
C3學習扶助	0.1840	0.1840	1
B3代工維安	0.1284	0.4374	2
C2教學觀察	0.1250	0.3090	3
B2記錄檢核	0.1030	0.5404	4
C4行政分擔	0.0892	0.6296	5
B1互動娛樂	0.0880	0.7176	6
C1班級經營	0.0828	0.8804	7
B4接待排程	0.0737	0.8741	8
A1寵物療癒	0.0374	0.9115	9
A2動漫想像	0.0318	0.9433	10
A4自然無形	0.0312	0.9743	11
A3人類仿真	0.0257	1	12

評估準則	整體權重
C3學習扶助	0.184
B3代工維安	0.1284
C2教學觀察	0.125
B2記錄檢核	0.103
C4行政分擔	0.0892
B1互動娛樂	0.088
C1班級經營	0.0828
B4接待排程	0.0737
A1寵物療癒	0.0374
A2動漫想像	0.0318
A4自然無形	0.0312
A3人類仿真	0.0257

資料來源：本研究整理

研究結果發現，在12個評估準則整體權重值的排序中，權重最高前四名依序為在「C. 協同任務」之下的「C3 學習扶助」(0.1840)、「C2 教學觀察」(0.1250)，在「B. 功能特性」之下的「B3 代工維安」(0.1284)、「B2 記錄檢核」(0.1030)。結果顯示教師認為選擇AI科技的決策關鍵因素，最重要的是協同任務方面的規劃，能否協助教師在課堂上即時補充延伸學習內容，對學生進行個別測驗與錯誤類型分析，有效扶助學習弱勢的學生，落實差異化教學，弭平學習落差。其次教學觀察的服務需求隨著教育變革而大幅增加，AI科技運用感測器技術協助教師記錄課堂實況，方便教師們聚焦討論、分析、評鑑、回饋；無論是教師的教學方法或是學生的學習策略，均有一雙友善的眼睛，協助專業上的精進。此外，在AI科技功能特性方面的考量，教師需要AI科技能分擔校園內外安全巡邏、交通指揮以及校園整潔打掃的工作，讓級任教師有更多的時間照顧班上的學生或暫離教室處理其他行政業務；萬一校園有陌生人闖入，透過人臉辨識技術可以馬上察覺，進行通報與預警。

排序第五至第八的整體權重數據落在0.07~0.09之間差異不大，依序為「行政分擔」、「互動娛樂」、「班級經營」、「接待排程」，顯示這些評估因素具有相當程度的影響力，雖獲教師們肯定但不見得願意讓AI科技取代此類工作；排序第九至十二依序為「寵物療癒」、「動漫想像」、「自然無形」、「人類仿真」，整體權重數據落在0.02~0.4之間，因目前AI科技尚屬新興科技，無論形式為何對大眾都具有一定的吸引力，因此不是優先考量的關鍵；其中有關「造型特徵」構面底下的「人類仿真」所獲得的數據最低(0.0257)，機器人愈接近真實會讓人產生恐懼感，尤其對低年級的孩子來說會產生距離感，故較少教師將此列入優先考量。

4.3.3 綜合討論

本研究利用 AHP法，歸納影響雲林縣某國小數位內容導入人工智慧協同教學時，教師選擇AI科技之決策因素，在由教師的意見中得知，「學習扶助」、「代工維安」、「教學觀察」、「記錄檢核」及「行政分擔」等是某國小教師所重視的前五大關鍵決策因素，以下就這五項關鍵因素進一步說明。

1. 學習扶助

教育部國民及學前教育署為提升學生學習效能，建置了「國民小學及國民中學學生學習扶助科技化評量系統」²¹，方便學校建置管理需要進行補救教學之學生，並提供測驗平台針對國語、數學和英語三科於每年五月及十二月分別進行篩選及成長測驗，測驗報告可做為教師對症下藥、課程輔導或抽離式開班加強的依據，亦保留了學生測驗及輔導歷程，或導入民間開發的學習扶助數位學習內容（如：均一平台等），即時篩選出低成就學生儘早施以學習扶助，有助於弭平學力之落差，促進教育機會之均等。此立意良善的學習扶助機制，施行於人力短缺的小校常會面臨抽離式補救開班困難的情形，抑或授課教師將研發適性化教材的精力往往花費在完成行政評鑑的表格上，讓有意願的教師望之卻步。

為協助教師不為現況所囿，模組化數位內容的導入，可以立即發現學生發生困難的知識點，教師能適時介入指導與澄清，再指派適性化的學習素材，持續鞏固其基礎知識，重新搭建學習鷹架，使學生學力穩定攀升。AI 科技除了可以提供上述的即時性檢測結果與學生個別錯誤類型分析之外，更能在課堂上多元化呈現學習延伸教材，幫助學生釐清迷思概念，激發足夠的學習動機。AI 科技不僅是小老師，也可以成為學習助理、教練與夥伴，協助低學習成就的學生設定合理的改善計畫，定期提醒與適時激勵，與其共同進行加強練習，提供成功策略等多元角色的轉換，將學生從習得無助感中解放出來，重新獲得學習的動力。

2. 代工維安

國小級任教師在學校一整天的作息非常忙碌，從清早開始學生體溫測量、導護工作執行、班級教室消毒、校園環境整理、學生作業催收、出席狀況確認、學校活動參與、定期會議討論、正式課程進行、學習扶助實施、政令宣導通知、突發事件聯繫、衝突事件處理、特殊個案輔導、用餐午休指導、回家作業整理到放學交通指揮等級務工作，周而復始，甚至有些工作還重複不只一次。只要學生還留在校園裡，級任教師的精神就必須保持高度專注，尤其是低年級學生一星期有三天只上半天課，級任教師的精神壓力更大，往往一進校門就忙得團團轉，放學後才想起要喝水、

²¹ 學習扶助：「國民小學及國民中學學生學習扶助科技化評量」https://exam.tcte.edu.tw/tbt_html/

上廁所或休息。

萬一遇到輪值導護工作的當週，還需要等到所有的學生都被家長接走後才能下崗，有時甚至得等上一個小時；唯一全校上半天課的週三下午，結束導護工作約莫半小時後，緊鑼密鼓接著又是教師進修活動，有時候還得開車到鄰近的學校參加，意謂著一放學就得開車離校，這樣緊湊又繁瑣的作息是多數國小級任教師一天學校生活的寫照。因此很多級任教師自進校門之後，很難有機會離開班級教室，碰上需要開會協調的時候，就得安排學生進行靜態活動或是引進志工家長入班協助，然而這些都建立在學生已接受良好常規訓練的前提之下。如果班級中有特殊需求的學生，包含身體病弱、情緒困擾、家庭功能失調等情形，學校得尋求替代人力協助教師維護班級秩序與安全，這對規模較小的學校來說無異是極大的挑戰，無形中也會升高校園中緊張的氛圍。

AI科技的進駐，可以提供教師遠端觀測班級狀況，遇到緊急事件可以即時發出警告，甚至協助報警或叫救護車，取代導護老師巡視校園、測量體溫、過濾訪客，讓教師有更充裕的時間和學生相處，降低因高度緊張而引起的師生衝突。至於學生方面，AI科技可以協助搬運餐桶、回收廚餘、搬運大型垃圾、課桌椅排放以及專科教室地板清潔消毒，讓學生的校園服務工作從體力勞動的環境整理與秩序維護，轉為重視人際互動、動腦思考或團隊合作的問題解決能力訓練，使得師生都有機會培養跨界整合的知能，共同為學校的福祉盡一份心力。

3. 教學觀察

為型塑十二年國民基本教育課程綱要中「同儕共學」之教學文化，以便持續提升教學品質及學生學習成效，教育部國民及學前教育署於國民中學以下實施教師及校長每學年應在學校或社群整體規劃下，至少公開授課一次，並進行專業回饋。自108學年度實施以來，目前多數學校採用的配套措施為「教師專業發展實踐方案²²」，此方案的核心任務之一就是推動公開授課與專業回饋以及專業學習社群運作，鼓勵教師組織志趣相投的學習社群中進行主題性的專業成長活動，透過教學觀察與教學前後會談，發展課程統整設計、教學方法應用、班級經營溝通與學生扶助輔

²² 教師專業發展與評鑑：教育部教師專業發展支持平台 <https://proteacher.moe.edu.tw/>

導等能力，進而深化教學觀察系統知識，落實教師同儕專業對話，建構穩定專業支持系統。

此外，「學習共同體²³」的成員不能只有學生和教師，家長、社區人士、跨域的專家等內外部資源都是不可或缺的力量，邀請關心學校教育的家長與民眾進入課堂，透過公開授課的備觀議課機制了解教師教學歷程中「學生的學習」是如何產生的，當下教師會採取哪些措施來幫助學生跳階，會扮演何種角色來進行引導更為有效，會運用哪些方法穩固學生的學習，這些環環相扣的教學藝術，絕不是拚命做數百道練習題，完成數十本練習卷就能達成的任務。

雖然教學現場的教師體認到開放課堂的趨勢已勢不可擋，然而一個制度的建立與成熟仍需要投入大量的時間、人力與物力，目前配合公開授課的規定，所有教師都必須參與教師專業回饋人才的初階認證，但進階人才的培育在各校都面臨相當的困難度。這其中牽涉到內部人員的互動，此方案建立在教師互助互信的前提下，若學校共學合作的氛圍尚未建立，教師往往很難願意被不了解自己的專家評鑑，在沒有準備好的前提下，更不願接受家長或社區人士公開的檢視。此種疑慮與擔憂確實存在於教師的心中，人的主觀意識決定了學習文化的變革成功與否，亦是當前教育主管機關極力想要突破的心防。

基於如此，引進相對較客觀的AI科技進入課堂協助教師記錄教學實況，邀請熱心友善的同儕、專家或民眾坐下來，一起面對AI記錄的學習事實，討論的焦點從「教師本身的教學」移轉到「學生學習的可能」，聚焦於學習如何產生的這件事上，透過眾人的腦力激盪，進行討論、分析、評鑑與回饋，共同擬定適合學生跨階學習的策略，讓主觀的建議發揮在適當的時機，讓學習的可能即時被AI捕捉在每個當下，讓人機協作的模式打破目前教育面臨的僵局。

4. 記錄檢核

承接上述維護安全秩序的理由，AI 科技現有的功能已經可以結合衛星定位，即時記錄接收到的影像、聲音、文字或訊號，進行資訊的檢核、判讀與分析，進行即時性的回饋與通報，應用在教學現場可以是學生受傷緊急通報系統、危險人物入

²³ 學習共同體：佐藤學：「真正的學習是所有人一起翻轉」<https://flipedu.parenting.com.tw/article/135>

侵校園通報系統、火災地震疏散警報系統。從學校行政規劃方向切入，AI 科技納入各項感測器功能，記錄的範疇將涵蓋校園中所有的環境資訊，包含溫度、濕度、風向、植物、動物、土壤酸鹼度、空氣汙染、噪音分貝、交通流量等數值，將可以發展出許多客觀且具參考性的數據，作為學校行政決策、校本課程發展、議題融入教學、科展研究主題、常規訓練依據、親師溝通素材等參考，幫助學校發展系統性及創造性的思維，培養師生環境感知及洞察問題的能力。

從學生學習生活角度切入，AI 科技透過與學生互動、對話與觀察，可以將學生的臉部表情、眼球轉動、身體姿勢、肢體動作、語速快慢、音量高低、音頻變化、呼吸頻率、心跳快慢、體溫變化等生理數值記錄下來，再結合大數據統計分析、資料探勘等技術，找出其中的規律並加以視覺化呈現，使教師可以迅速得知學生課堂學習的反應、操作練習的結果、日常行為的表現以及人際互動的模式，能擬定相應的班級經營方法、事件處理策略、個案輔導方案、學習扶助計畫、品德實踐行動等措施，對於學生興趣探索、品德涵育、行為矯正與群性發展方面獲得更全方位的照顧與引導。

從教師課程教學面向導入，AI 的自然語言處理、語意分析及語音辨識等技術衍生出輔助寫作的功能。兒童寫作入門功夫就是「我手寫我口」，透過同儕間口頭語言的發表與討論，逐步修正原有的認知基模；然而書面語言的創作，則在口頭語言的架構下添加潤飾，運用形容詞、句型和修辭法將內心的想法婉轉地表達出來。AI 科技可以記錄校園中大小事件的聲音、文字、照片與影片資料，自動生成生活日記、班級快報、校園新聞、活動專刊等內容，學生透過檢核與修訂此類素材，發展後設認知與生活覺察的能力。此外，透過智慧音箱的對話與查詢，累積足夠的資料數據之後，AI 科技則可根據個人需求推送相關新聞，此功能也能轉換成主題研究、興趣探索或能力增強的資料來源，以浸潤式學習的方式，達成能力躍升的目標。

5. 行政分擔

因少子化導致教育環境驟變，使得各校紛紛發展特色以吸引新生就讀，然而挹注特色資源之經費往往來自於粥多僧少的專案計畫，執行計畫所衍生的會議、研習、活動、核銷程序及教育評鑑等關乎學校存續的勞務付出，成為教師不得不然的例行性工作。再者，社會變遷轉變了家庭型態，學校需承擔部份與教學無關的業務，如

辦理防火防災教育、社教活動、節慶祭典或者承辦縣市級活動；此外社會大眾也期待學校能補足家庭功能之不足，照顧弱勢家庭子女的生活與學習，諸如夜光天使點燈計畫、課後照護、火炬計畫、數位學伴等外加型任務，造成教師兼任行政人員的意願低落，深怕無法勝任日益複雜的教學專業要求（陳河開，2013）。因應上述情形以及教育4.0之推動，我國教育邁入「跨界能力整合」的新趨勢，全體教師須建立其新教育哲學觀，透過人機協作尋找有效教學的新模式，把教師的時間還給學生，把教師的心力還給教學，讓行政支援第一線教師教學。

AI科技在進行協同教學時，被期待能扮演多重角色，幫忙教師分擔行政庶務，如擔任校園導覽小尖兵，負責接待來賓、導覽校園以及介紹學校特色等工作；擔任導護小志工，負責政令宣導、生活教育、校園巡邏、交通指揮或門禁設定等任務；擔任醫護助理員，負責師生衛生安全健康管理，負責體溫測量與追蹤、下課遊具使用傷病分析、走廊奔跑人數監控等感測數據蒐集；擔任財務小總管，負責預算擬定、經費計算、收支款項、帳務核銷、報表填報等；擔任活動小記者，負責彙整照片、剪輯影片及校園月刊之發行，取代諸如此類瑣碎卻又必要的行政工作，讓教師們有餘裕發展教學專業知能，有時間涵育學生品德修養。

然而，目前人機協作的發展尚處於中級階段，AI科技可以成為人類的教學夥伴或行政助理，彼此分工合作以求學生學習之精進：教師負責策畫、溝通、協調與決策；AI科技則進行個別化教學與指導。未來AI科技將取得主導的地位，擔任菁英教師顧問；甚至到了超級階段後，人與AI科技融為一體，人類的感官因而擴增，屆時能限制人類行動與發展的，就只剩人類的思考力與想像力了。

第五章 結論與建議

透過第四章對於「教師選擇AI科技決策因素」的分析數據，探討出對於數位內容導入人工智慧協同教學時，教師選擇AI科技之關鍵考量因素。透過國小教師的角度，瞭解目前教師在人工智慧協同教學時真正的需求，也間接的覺察自己不想被替代的工作，進而願意瞭解智慧科技帶來的便利與限制，哪些因素是重要而不可忽略的，研究結果用以進行數位內容開發與個別推薦服務之方向參考。

5.1 研究結論

5.1.1 主要構面之權重排序

最在主要構面評估上數據所得結果依權重排序，依序為為「C 協同任務」、「B 功能特性」及「A 造型特徵」，如圖5.1所示，顯示國小教師最關心AI科技所提供之協同任務，對於其在進行數位內容導入人工智慧協同教學時最有助益且最沒有心理負擔，故未來數位內容開發策略可將強化AI科技校園協同任務之設計規劃，對於教師個別推薦服務則可根據任教領域與類別的不同進行差異化的模組設計。

5.1.2 評估準則之權重排序

評估準則中值得探究的權重排序為第七、第八名的「班級經營」和「接待排序」評估因素。「班級經營」（佔8.28%）對於國小教師而言，是一門必備的教學藝術，其綜合展現教師個人的教育哲學觀、時間管理方法、生活秩序規範、榮譽獎勵制度、比賽指導技能、親師溝通技巧、危機處理能力、輔導諮商技術以及活動帶領方法等，這樣的工作如果被取代，久而久之，教師極可能逐步喪失重要的專業能力，最終被迫提早離開教育現場，害怕被社會淘汰的恐懼勝過智慧科技的便利。

此外「接待排序」（佔7.37%）更被視為親師溝通與時間管理的一環，國小級任

教師緊湊又密集的一天生活，如果不能迅速有效的排定工作流程，有時會錯過事件處理最合適的時機，徒增許多枝節與困擾；親師溝通的時機、管道、工具、頻率與遣詞用語等，在在都影響班級氛圍與團體動力的營造。上述兩項因素都是級任教師堅守的防線，必須親力親為，然而部分科任教師卻希望AI科技可以協助班級秩序管理、活動帶領、榮譽獎懲，讓心思純粹放在教學上。

最後，權重排序最後一名的「人類仿真」(佔2.57%)也顯示出某些現象，AI科技仿真度愈高人們好感度愈高，但超過一定臨界點時，這種好感度會降低，直至谷底²⁴；然而當機器人外表與動作和人類相似度持續升高時，人類的情感反應就會變回正面，產生類似移情作用。中、低年級的國小教師認為人類仿真的機器人會帶給學生恐懼感，反而不利於協同教學之進行。

5.2 研究建議

由於本研究之一般地區性國民小學於108學年度榮獲校務評鑑優等，代表校內教師對於學校校務發展、教師專業發展、課程教學實施有一定的共識與執行程度，也顯現家長對於學生學習表現重視之程度，期待教師與時俱進，為孩子營造更優質的學習環境。以下依研究結果提出相關建議，提供某國小進行數位內容開發與個別推薦服務之參考。

5.2.1 數位內容研發之建議

1. 學習內容模組化，診斷銜接知識點。

學習扶助數位內容模組化的建置，可以幫助教師快速找到學生發生困難的知識點，立即指派適當的學習任務，透過AI科技的協助進行個別化的加強練習；一旦完成任務，亦由AI科技回傳相關數據提醒教師，再由教師給予獎勵或進行進階知識點的挑戰任務。整個學習過程就像一場闖關遊戲，教師是製作單位，決定遊戲規則；AI科技是關主，負責記錄裁判；學生是闖關者，執行學習任務。學習的發生不再只

²⁴ 恐怖谷理論：1906年 Ernst Jentsch 於《恐怖谷心理學》論文中提出，1919年弗洛伊德於《恐怖谷》論文中加以闡述，成為著名理論，第一個機器人名為 WLH。見 <https://kknews.cc/zh-tw/tech/2bnnl3g.html>

存於師與生之間的互動，可以納入更豐富的元素，包含專家、社區民眾、家長、自然環境、風俗文化及AI科技等。

2. 智慧校園特色化，學習夥伴適性化。

教育部鼓勵每所學校結合區域特性及在地文化發展校本課程，目的是讓學生在生活情境脈絡下學習與實踐，發展真實的能力，培養能適應現在生活及面對未來挑戰的素養。AI科技的導入，幫助建構學校本位的智慧校園，綜理校務整體發展，具象化學校特色課程，兼顧學生多元需求，設計出相對應的系統平台。在此系統中，運用AI科技針對學生進行能力分析，根據不同的任務需求自動媒合學習夥伴，或由AI科技擔任同儕的角色，共同合作完成學習任務，包含上台報告、活動表演、主題研究以及通過學力測驗等。

3. 感測器資訊蒐集，大數據洞察問題。

感測器的技術擴展了人類的感知能力，貌似平淡無奇的現象，經過相當時間的累積就會浮現令人驚奇的問題，成為學校研發主題性探究課程的來源之一。此外，特殊行為問題或情緒困擾的學生在校園裡的學習與生活適應，常需要一組人馬通力合作，除了綿密的觀察記錄之外，還要召開許多討論會議，這些耗時又費力的合作過程若由AI科技在一旁進行觀測，從環境資訊、微表情、肢體語言至生理變化等數值的記錄，或許能找出發展出的輔導策略，提供教師、家長、專業人員新的思考方向，幫助教師發現破冰的契機，建立關係的連結；進而幫助學生走出情緒的風暴，找到穩定的力量。

5.2.2 個別推薦服務之建議

1. 教學實況即時錄，討論聚焦助共學。

在教育4.0的時代，教學實況記錄逐漸成為教師必備的習慣。無論是為了後續的教學流程回顧、課程設計檢討、學習困難診斷，還是更遠一點的教師專業發展與評鑑、學校校務評鑑、畢業專題製作等需求，都須儘量留存能還原現況的影像畫面，幫助大家可以重新檢視當時的狀態，作為改進學習策略與保存珍貴經驗之依據。AI科技的即時記錄與運算分析，可以幫助教師講解運動技巧，更可以幫助觀課者發現

學習的觸發並非同步產生，而是在綿密的溝通互動之下催化的連鎖反應。

2. 遠端遙控發警告，學生安全能顧到。

在少子化的趨勢下，偏遠地區²⁵教師編制 15 人以下的小型規模學校愈來愈多，若遇上社區內家長多數忙於生計，無暇擔任學校志工，外部人力資源缺乏。教師不在班級的時候，往往安排學生安靜自習並訓練幹部維持秩序，須特別照顧之個案則由幹事或護理師協助，一旦遇到突發狀況，級任教師的壓力就瞬間爆發。倘若每個班級都配有一部 AI 科技，教師可在校園另一處遠端觀測班級學生狀況，遇到緊急狀況發生時，AI 科技能即時發出警告聲響，教師則能立即通話下達指令；若情況嚴重，AI 科技也能協助撥打救護車電話，確保學生安全的掌握。

3. 消息聯播做行銷，自動寫作練文筆。

未來智慧音箱或許可以取代家庭聯絡簿，學生只要透過語音就能查詢每天班級的回家作業以及教師交代的注意事項，也能知道學校動態消息、榮譽快報及政令宣導，對於學校品牌行銷有加分作用。此外，在龐大資料庫的基礎上，運用知識圖譜（Knowledge Graph）技術進行內容的抓取與整合，再次內容生產，因而自動生成的生活日記、活動特刊或校園新聞成為學生發展後設認知的素材，透過預測關鍵字、檢核與修訂策略，鍛鍊寫作表達的能力。

5.2.3 後續研究建議

1. 研究對象

本研究以雲林縣某國小共十五名教師為研究樣本，結果只能解釋該國小教師選擇AI科技進行數位內容導入人工智慧協同教學之決策因素。後續之研究，其方向有二，第一為將樣本範圍可擴大至鄰近區域國民小學教師納入研究目標，以求更全面的瞭解某地區影響教師選擇AI科技的考量因素；第二為將研究已建置智慧教室之國民小學授課教師作為研究目標，探討其在進行協同教學時選擇AI科技之決策因素，可收集到智慧科技環境下之教師選擇AI科技之考量因素，以為研究教師尚須努力補足資訊素養之相關比較。

²⁵ 偏遠地區學校：具有地遠人稀、交通與生活不便、文化刺激與同儕互動少以及亟需政府及民間挹注教育資源等特性。

2. 研究方法

本研究採用層級分析法建立影響教師選擇AI科技之考量因素的構面與評估準則，再進行問卷的資料處理與分析，了解決策因素之重要性排序，並未能深入了解造成其差異性之因素與脈絡情形。因此，建議未來的研究者，可輔以訪談法、內容分析法，朝質性訪談的研究方向進行，著重於教師個人的感受、教學與行政經驗的描述，對相關主題提出具體的解決方法，俾使資料蒐集及研究結果更具意義，以提供數位內容開發及個人推薦服務之參考依據。

3. 研究議題

AI科技導入教學領域涉及到學生個資的蒐集與應用，需要經過家長的同意，連帶產生的隱私權等相關議題，如何制定相應的配套措施以服膺社會進步的趨勢，是日後研究值得關注的重點之一。



參考文獻

一、 中文部分

1. 許有進 (2018)。臺灣發展人工智慧之挑戰與機會。《**國土及公共治理季刊**》，**6(4)**，28-39。
2. 陳毓凱、洪振方 (2007)。兩種探究取向教學模式之分析與比較。《**科學教育月刊**》，**305**，4-19。
3. 陳河開 (2013)。缺很大！國民小學教師兼任行政職務勞逸之探討。《**臺灣教育評論月刊**》，**2(10)**，27-31。
4. 陳東園 (2016)。新媒體環境下教育4.0經營策略研究。《**空大人文學報**》，**25**，1-36。
5. 陳俊合 (2016)。景觀生態規劃方案評選模式研究—分析階層程序(AHP)法應用。《**建築與規劃學報**》，**17(2/3)**，117-136。
6. 陳凱泉、沙俊宏、何瑤、王曉芳 (2017)。人工智能2.0重塑學習的技術路徑與實踐探索：兼論智能教學系統的功能升級。《**遠程教育雜誌**，**前沿探索**》，**2017(5)**，40-53。
7. 陳德懷、廖長彥、鄭年亨、張菀真、簡子超 (2017)。數位學校實踐與展望。《**教育科學研究期刊**》，**62(2)**，1-30。
8. 陳攻君、羅豪章 (2019)。電腦支援協作學習融入科學實驗課程對市長學生科學過程技能之影響。《**特殊教育學報**》，**2019(49)**，63-92。
9. 陳靜怡、高淑貞 (2019)。過動兒行為處理策略人工智慧查詢系統試用體驗初探。《**臺灣諮商心理學報**》，**7(1)**，49-84。
10. 張民杰 (2018)。運用問題導向學習設計與實施素養導向教學可行性之探究。《**課程研究**》，**2018(13/2)**，43-58。
11. 張訓譯 (2019)。人工智能與人類智慧：教育4.0下的教師角色再思考。《**育達科大學報**》，**47**，189-214。

12. 徐方正、黃靖琳、鄧巧意 (2019)。數位轉型下對教育智慧化改革之初探。高等教育研究紀要，2019(10)，63-80。
13. 焦佑希 (2019)。海峽兩岸大學生合作學習內涵與存在問題比較研究。臺灣教育評論月刊，2019，8 (8)，111-118。
14. 楊惟任 (2018)。人工智慧的挑戰和政府治理的因應。國會季刊，46(2)，67-83。
15. 楊千慧、黃慧忻 (2018.02)。運用層級分析法探討家長選擇幼兒園關鍵因素之研究。中華管理評論國際學報，21(1)，1-27。
16. 趙家民 (2015.11)。以層級分析法分析低碳運輸系統。文化事業與管理研究，13，47-56。
17. 鄧振源、曾國雄 (1989a)。分析層級法的內含特性與應用(上)。中國統計學報，27(6)，5-27。
18. 鄧振源、曾國雄 (1989b)。分析層級法的內含特性與應用(下)。中國統計學報，27(7)，1-20。
19. 賴阿福 (2014)。資訊科技融入創新教學教學策略與模式。國教新知，61(4)，28-45。
20. 錢富美 (2017)。數位式問題導向教學應用於國小社會領域協作學習之研究。區域與社會發展研究，8，81-111。
21. 三津村直貴 (2019)。圖解AI人工智慧大未來：關於人工智慧一定要懂的96件事。臺北市：旗標。
22. 王維嘉 (2020)。AI背後的暗知識：機器如何學習、認知與改造我們的未來世界。臺北市：大寫出版。
23. 古明地正俊、長谷佳明 (2018)。AI人工智慧的現在·未來進行式一目了然。臺北市：遠流。
24. 文碩炫 (2018)。未來所需要的孩子：人工智慧博士爸爸寫給父母的新視野教育指南。臺北市：英屬維京群島商高寶國際有限公司台灣分公司。
25. 李開復 (2019)。AI新世界。臺北市：遠見天下文化。

26. 郭家惠 (譯) (2018)。AI同僚：我的同事不是人！AI進入企業早已成真，人工智慧正在做什麼，我們又能做什麼 (原編著：Nikkei Top Leader & Nikkei Big Data) ? 臺北市：PCuSER電腦人文化
27. 陳昇璋、溫怡玲 (2019)。人工智慧在台灣：產業轉型的契機與挑戰。臺北市：天下雜誌。
28. 溫力秦 (譯) (2018)。書呆與阿宅：理工科技力+人文洞察力，為科技展業發掘市場需求，解決全球議題 (原作者：S. Hartley)。臺北市：寶鼎。
29. 顏長川 (2020)。5G時代大未來：利用大數據打造智慧生活與競爭優勢。臺北市：時報文化。
30. 溫嫩純、李文瑜 (2019)。學生學習教育統計的學習概念、學習方法與混成學習成效關連之研究。教育部教學實踐研究計畫成果報告 (編號：PED107028)。臺北市：教育部。
31. 財團法人資訊工業策進會 (編選) (2019)。108年數位內容產業年鑑。臺北市：經濟部工業局。
32. 林進山 (2016.10)。建構智慧校園永續發展的實務探究。黃旭鈞 (主持人)，智慧行政與管理。2016智慧校園·創新教育國際研討會，臺北市教師研習中心。
33. 陳謙民、林高弘 (2019.09)。強化協同學習於CSCL：一個合適電腦教學領域的支持策略。「TANET2019臺灣網際網路研討會」發表之論文，高雄國際會議中心。
34. 劉林榮 (2016.10)。智能健康與綠能系統在智慧校園中的規劃與應用。劉遠禎 (主持人)，智慧綠能與保健。2016智慧校園·創新教育國際研討會，臺北市教師研習中心。
35. 古紫燕 (2019)。問題導向學習法與人工智慧時代的職涯能力發展 (未出版之碩士論文)。私立中原大學，桃園市。
36. 李小玲 (2019)。混成學習模式對偏遠地區國中英語科補救教學學生英語學習成效之研究 (未出版之碩士論文)。國立政治大學，臺北市。

37. 林盈輝 (2017)。國小混成式教學實驗探討(未出版之碩士論文)。私立嶺東科技大學，臺中市。
38. 俞明宏、陳德懷、周倩 (2006)。小學科學教室中運用無線回應輔具進行同儕教學之研究(未出版之碩士論文)。國立交通大學，新竹市。
39. 張瓊之 (2019)。可轉變對話風格的聊天機器人(未出版之碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。
40. 麥德莉 (2019)。運用混成式教學於國小三年級數學教學之行動研究(未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，臺中市。
41. 詹明儒 (2018)。同儕教學法結合雲端互動教室(CCR)進行牛頓運動概念學習的成效研究(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
42. 董雅淳 (2019)。以AHP分析法探討家長選校決策因素之研究－以彰化縣某國中為例(未出版之碩士論文)。私立南華大學，嘉義市。
43. 賴婉玥 (2018)。以聊天機器人實作培養學生運算思維(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。

二、 英文部分

1. Anita, H., Judit, N. (2016). In-service teachers' perceptions of project-based learning. *SpringerPlus*, 5(83), 1-14.
2. Omar, M., Catherine, S., Suleman, S., Abdullah, M., Jian-Jie, D. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 1, 1-7.
3. Morgane, C., Fanny, R., Francesco, M. (2016, June). Pedagogical Uses of Thymio II: How Do Teachers Perceive Educational Robots in Formal Education? *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23(2), 16-23.
4. Saaty, L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York, USA: McGraw-Hill. Inc.
5. Suhaebar, I., Irokatun, I. (2019, October). *Situation-based learning for self-regulated learning on mathematical learning*. Journal of Physics: Conference Series, 1318, 012056. doi:10.1088/1742-6596/1318/1/012056
6. Udomdech, P., Papadonikolaki, E., Davies, A. (2018). *An Alternative Project-Based Learning Model for Building Information Modelling-Using Teams*. In C. Gorse and C. Neilson(eds.) Proceedings of the 34th Annual ARCOM Conference. 57-66. Association of Researchers in Construction Management (ARCOM), Belfast, UK.
7. Zi-yun, L., Sung-chiang, L. (2019). *A Preliminary Study of Project-based Learning Teaching Activity for Programming based on Computational Thinking*. In K. Siu-cheung(Chair), Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education 2019. Symposium conducted at the meeting of the Education University of Hong Kong, Hong Kong.
8. David, C., Nick, J., David, S., Brian, B., Arun, C., & CK, L. (2019). *Top 10 Strategic Technology Trends for 2020*. Gartner, Inc. Retrieved from <https://iatranshumanisme.com/wp-content/uploads/2019/11/432920-top-10-strategic-technology-trends-for-2020.pdf>

9. World Economic Forum (2020). *Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution*. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Schools_of_the_Future_Report_2019.pdf



三、 網路資料

1. 史美瑤 (2012.7)。以學生學習為中心的教學：團隊導向學習法。評鑑雙月刊，38。取自：
<http://epaper.heeact.edu.tw/archive/2012/07/01/5828.aspx>
2. 李健興、王美慧、黃宗祥、陳立中、楊勝期、久保田直行 (2018.06.29)。人工智慧應用新趨勢與展望：學生與機器人共同學習【城市產業發展】。臺北產經。取自：
https://www.taipeiecon.taipei/article_cont.aspx?MmmID=1201&MSid=1001302007727155764
3. 妍蓉 (2016.11.28)。科技只帶來疏離感？3種陪伴型機器人，與你聊天排解孤單【科技銀髮新知】。社企流。取自：
<https://www.seinsights.asia/article/3289/3270/4499>
4. 沈旭暉 (2017.11.22)。美國人工智能TA後：還需要人類助教嗎【沈旭暉專欄】？信報財經新聞。取自：<https://reurl.cc/GVxz4p>
5. 林怡玲 (2015.12.02)。想要培養出未來的人才，不能不認識PBL學習法【國際趨勢】！未來親子學習平台。取自：
<https://futureparenting.cwgv.com.tw/family/content/index/1973>
6. 林瑞益 (2018.01.15)。AI顛覆教育：機器教學，老師育人【教育】。旺報。取自：<https://www.chinatimes.com/newspapers/20180115000161-260309?chdtv>
7. 孫旻暉 (2018.01)。劍橋取經—談主動式學習與團隊導向學習法。評鑑雙月刊，71。取自：<http://epaper.heeact.edu.tw/archive/2018/01/01/6897.aspx>
8. 程啟峰 (2016.09.08)。智慧校園成果展，亞太各國來取經【文化】。臺灣英文新聞。取自：<https://www.taiwannews.com.tw/ch/news/2977413>
9. 黃郁婷 (2018.03.20)。PBL問題導向學習法 (Problem-based learning, PBL)。FEALA。取自：<http://www.feala.org.tw/?p=5133>

10. 劉慈明 (2015.04.02)。資通科技與白雲國小聯手推動智慧校園：兒童學習樂園—搭火車環遊世界展示建置成果【白雲國小智慧成果展】。神通資訊科技。取自：<https://www.mitachc.com.tw/education.html>
11. 俞鴻樟 (2018.10.02)。實踐大學聊天機器人打造AI智慧校園【智慧應用】。DIGITIMES。取自：
https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000543499_G4M3X8O9LBLD8D8JD67D0
12. 鐘映庭 (2020.01.22)。學校智慧化—AI於教育情境應用現況分析【創新應用與智慧服務】。MIC情報產業研究所。取自：
<https://mic.iii.org.tw/industry.aspx?id=377&list=1>
13. 褚志鵬 (2009)。層級分析法(AHP)理論與實作【教學講義】。國立東華大學企業管理學系。取自：
http://tns.ndhu.edu.tw/~chpchu/POMR_Taipei_2009/AHP2009.pdf
14. 一米智能觀 (2017.07.20)。人工智慧和聊天機器人改變教育方式的6大方面【教育】。每日頭條 (kknews)。取自：<https://kknews.cc/zh-tw/education/531p8k2.html>
15. 民辦教育 (2019.05.15)。未來教育，教育中的人工智慧：可持續發展的挑戰與機遇，讓人工智慧更加智慧【科技】。每日頭條 (kknews)。取自：
<https://kknews.cc/tech/8pg3mxl.html>
16. 和人工智慧做朋友—教育部中小學人工智慧教育推廣 (2019.10.28)。國中小AI教育教師核心知識培訓課程【人工智慧教育】。取自：
<https://www.facebook.com/aik12.edu/>
17. 伯索雲學堂 (2018.09.19)。人工智慧時代，對教育來說是福是禍【人工智能】？知乎。取自：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/44935493>
18. 時代教育管理 (2018.07.04)。人工智慧時代，我們還需要老師嗎【教育】？每日頭條 (kknews)。取自：<https://kknews.cc/zh-tw/tech/5o33l6k.html>
19. 神通資科 (2018.07.10) 智慧保健站【智慧校園&醫療】。神通資訊科技。取自：
<https://www.mitac.com.tw/article.cfm?id=153>

20. 教育部統計處 (2019.05)。108-123學年國民教育階段學生人數預測分析報告【刊物目錄】。取自：<http://stats.moe.gov.tw/files/analysis/108basicstudent.pdf>
21. 資策會 (2017.08.11)。推動智慧校園南向，邁向創新教育新模式【焦點報導】。取自：
https://www.iii.org.tw/Focus/FocusDtl.aspx?f_type=2&f_sqno=wBjSeaTFSK8ox8V3DukiMA__&fm_sqno=13
22. 新達電腦 (2014.09.11)。智慧校園願景在望：神通6i打造MiCampus際品牌與新形象【智慧教育】。神通資訊科技。取自：
<https://www.mitachc.com.tw/pdf/%E6%99%BA%E6%85%A7%E6%A0%A1%E5%9C%92.pdf>
23. 輔具小博士 (2018.05.09) 機器人也能成為長者的照護陪伴【小博士愛新知】。衛生福利部社會及家庭署多功能輔具資源整合推廣中心。取自：
<https://newrepat.sfaa.gov.tw/home/doctorknowledge/detail/2c90e4c76e6c97f1016e6dbc63b651df>
24. 政大電算中心 (2018.02.28)。政大也有聊天機器人「小軟糖」、「敲敲」全天候上線服務。【諮詢服務】。取自：
<https://www.nccu.edu.tw/p/404-1000-4525.php?Lang=zh-tw>
25. ASUS (2020.04.20)。Zenbo【產品簡介】。ASUS官方網站。取自：
<https://www.asus.com/tw/Commercial-Intelligent-Robot/Zenbo/overview/>

附錄：調查問卷

「數位內容導入人工智慧協同教學之初探」調查問卷

親愛的老師，您好：

這是一份針對「數位學習內容導入人工智慧協同教學之初探」的問卷調查，隨著少子化及高齡化社會來臨，勞動人口的減少，不僅影響了產業結構的型態，教育方式也產生了變革，科技輔助生活的趨勢日益顯著。順應教育 4.0 與 5G 時代的趨勢，數位內容產業導入人工智慧（Artificial Intelligence, AI）進行跨域融合的創新應用，打造新的平台服務與體驗經濟，是未來教育發展的新趨勢。

未來的校園裡，如果每位教師都能配備一部 AI 科技，您希望 AI 教育科技具備哪些造型、功能與角色，讓您的教學工作更順暢有效呢？本問卷研究結果期能做為未來數位內容開發與個別推薦服務方向之參考。

感謝您百忙之中抽空填答此問卷，您所填答的資料及調查結果，僅供學術研究之用，不針對個人分析或對外公開，所填資料絕對保密，您的答案是本研究重要的資料來源，敬請放心填答。

本問卷分成二部分，第一部分為「基本資料」，第二部分為「數位內容導入人工智慧協同教學：國小教師選擇 AI 科技之決策因素」，您的意見相當寶貴，懇請仔細閱讀每一道問題後，按照您實際的感受，在下方空格中勾選出最適切之選項，感謝您的協助！敬祝

闔家平安

南華大學文創事業管理學系碩士班

指導教授：黃昱凱 博士

研究生：林芋妍 敬上

Email：

中華民國 109 年 2 月

【第一部分】基本資料

填答說明：請在最符合您個人情況之「」中打「」。

- 一、性別：1.女性 2.男性
- 二、年齡：1.30歲以下 2.31~40歲 3.41歲以上
- 三、教育程度：1.專科 2.大學 3.碩士 4.博士
- 四、任教年資：1.5年以下 2.6~10年 3.11~15年
4.16~20年 5.21~30年 6.31年以上
- 五、任教類別：1.級任教師 (兼任組長 兼辦行政業務)
2.科任教師 (兼任主任 兼辦行政業務
鐘點代理 特教巡迴)
3.行政專任 (校長)
- 六、任教年級：1.一年級 2.二年級 3.三年級
4.四年級 5.五年級 6.六年級
- 七、任教領域：1.本國語文 2.本土語文(閩南語)
3.數學 4.健康與體育(健康體育)
5.英語文 6.社會
7.自然與生活科技(自然資訊教育融入彈性時數)
8.藝術與人文(視覺藝術聽覺藝術表演藝術)
9.生活課程(一二年級有此課程)
10.綜合活動(108課綱實施後一年級無此課程)
11.彈性課程(108課綱實施後一年級有此課程)

【第二部分】 數位內容導入人工智慧協同教學：

國小教師選擇 AI 科技之決策因素

—評估構面與評估準則重要度填寫說明

一、 評估構面重要度

本研究設計有三個構面，擬將數位內容導入人工智慧協同教學，請您選擇 AI 科技的考量因素，並將評估構面排列出來。

二、 評估準則重要度

下面的範例表格內有兩個評估構面「A 造型特徵」及「B 功能特性」，以下範例打✓處代表「A 造型特徵」構面較「B 功能特性」構面重要，且重要性比重為 5：1。

若你認為左邊的 A 構面比右邊的 B 構面重要，請在左邊尺標中合適的空格打✓；相對的，若您認為 B 構面比 A 構面重要，則在右邊的 1：3、1：5、1：7、1：9 四個空格中，依此兩個構面的重要性比重勾選。愈靠近左側，表示 A 構面的重要性愈大；愈靠近右側，表示 B 構面的重要性愈大；中間的空格(1：1)則表示兩個構面一樣重要。請依據此步驟填答下列的空格。

範例：

評估構面	相對重要程度									評估構面
	絕對重要	極為重要	頗為重要	略為重要	同等重要	略為重要	頗為重要	極為重要	絕對重要	
	9：1	7：1	5：1	3：1	1：1	1：3	1：5	1：7	1：9	
A 造型特徵			✓							B 功能特性

【問卷內容】

一、各評估構面重要度調查

評估構面	內容說明
A 造型特徵	係指 AI 科技的外觀、造型、材質與大小，帶給人的心理感受與影響力略有不同，受到使用者本身的喜好、習慣和接受度而有差異，按照目前市面上可以看到的 AI 科技可分為：寵物療癒型、動漫想像型、人類仿真型、自然無形型等。
B 功能特性	係指 AI 科技能透過系統從海量的資料中學習，進而正確解釋外部資料，並活用這些知識實現特定的目標與任務，包括：互動娛樂、記錄檢核、代工維安與接待排程等。
C 協同任務	係指 AI 科技在教學現場扮演什麼樣的角色，為教師分擔了哪些繁瑣、重複或具危險性的工作呢？又是如何在協同教學的過程中輔助教師發揮一加一大於一的力量？從以上思考點切入，可以從「班級經營」、「教學觀察」、「學習扶助」、「行政分擔」四個向度來探討。

您對以上評估構面重要度排序：_____ ≥ _____ ≥ _____ (請填代號)

各評估構面重要度分析

(請依據上述排序，比較各構面的相對重要程度，請打勾)

評估構面	相對重要程度									評估構面
	絕對重要	極為重要	頗為重要	略為重要	同等重要	略為重要	頗為重要	極為重要	絕對重要	
	9 : 1	7 : 1	5 : 1	3 : 1	1 : 1	1 : 3	1 : 5	1 : 7	1 : 9	
A 造型特徵										B 功能特性
A 造型特徵										C 協同任務
B 功能特性										C 協同任務

二、「A 造型特徵」各評估準則重要度調查

評估構面	評估準則	內容說明
A 造型特徵	A1 寵物療癒	AI 科技的外型、大小、觸感、叫聲與習性，接近人類飼養的寵物，如：海豹、貓、狗、袋鼠、鳥、兔子、倉鼠、魚、雪貂、蜥蜴等。
	A2 動漫想像	來自人類的想像，多為動漫或電影中受歡迎的角色，非真實世界人物，造型、材質及大小均呈現多元，如：多啦 A 夢、kitty 貓、犬夜叉、魯夫、變形金剛、漫威英雄或進擊的巨人等。
	A3 人類仿真	按照真人比例打造，體型、身材、膚觸、聲音、毛髮、體溫以及行為模式，接近真實狀態，具有美感，如：美女、名人、偉人、明星、小孩或家人等。
	A4 自然無形	融入環境、建築物、家具擺飾或首飾配件之中，如影隨形，如：牆壁、音箱、沙發、電視、冰箱、體重計、額溫槍、車子、手錶、眼鏡或項鍊等。

您對以上評估準則重要度排序：_____ ≥ _____ ≥ _____ ≥ _____ (請填代號)

評估準則圖示舉例說明：

寵物療癒型	動漫想像型	人類仿真型	自然無形型
			
日本 Daiwa House Paro 毛絨絨海豹	日本 AKA Musio X 超萌外星人	日本 石黑浩史教授 Ibuki 十歲男孩	臺灣 皇鋒 Lusia 智慧音箱 彎月造型
			
新加坡 Elephant Robotics Mars Cat 有個性的寵物貓	中國 AUDUBE Iron Boy 動漫鋼鐵男孩	沙烏地阿拉伯 Hanson Robotics Sophia 成年女性	美國 iRobot Roomba e5 幾何圖形

各評估準則重要度分析：

(請依據上述排序，比較各評估準則的相對重要程度，請打勾)

評估準則	相對重要程度									評估準則
	絕對重要	極為重要	頗為重要	略為重要	同等重要	略為重要	頗為重要	極為重要	絕對重要	
	9 : 1	7 : 1	5 : 1	3 : 1	1 : 1	1 : 3	1 : 5	1 : 7	1 : 9	
A1 寵物療癒										A2 動漫想像
A1 寵物療癒										A3 人類仿真
A1 寵物療癒										A4 自然無形
A2 動漫想像										A3 人類仿真
A2 動漫想像										A4 自然無形
A3 人類仿真										A4 自然無形

三、「B 功能特性」各評估準則重要度調查

評估構面	評估準則	內容說明
B 功能特性	B1 互動娛樂	透過文字、圖像、動作、表情、語音和訊號等方式，和人類進行互動、溝通與交流，進而產生情感上的連結及生活上的趣味。
	B2 記錄檢核	結合衛星定位，即時記錄接收到的影像、聲音、文字或訊號，進行資訊的檢核、判讀、分析、反饋與通報。
	B3 代工維安	代替人類做繁瑣重複或有危險性的工作，如：導護校園巡視、來賓指引方向、路口指揮交通、搬運物品、維修器材、清理環境以及辨識危險情境與人物等。
	B4 接待排程	成為行動祕書，協助工作排程、接待來賓家長、收款記帳、訂購物品、叫車訂餐、收發信件、撥打電話、組織會議、設計通知等事宜。

您對以上評估準則重要度排序：_____ ≥ _____ ≥ _____ ≥ _____ (請填代號)

評估準則圖示舉例說明：

互動娛樂	記錄檢核	代工維安	接待排程
			
日本 TAKARA TOMY Robi Junior 聊天打掃 跳舞唱歌	中國 AUDUBE 鋼鐵男孩 Iron Boy 錄影監控 安全防盜	美國 Knightscope K5 ASR 街道巡邏 即時錄影	日本 SoftBank Robotics Pepper 接待導覽 銷售客服
			
寶工 ProsKit AI 鼓掌刺蝟 仿真設計 組裝聲控	臺灣 ASUS Zenbo 紀錄監控 預約課程	臺灣 仁寶 COMPAL AGV L250 倉儲搬運 節省人力	美國 Anki Vector 保安全家 家電控制

各評估準則重要度分析：

(請依據上述排序，比較各評估準則的相對重要程度，請打勾)

評估準則	相對重要程度									評估準則
	絕對重要	極為重要	頗為重要	略為重要	同等重要	略為重要	頗為重要	極為重要	絕對重要	
	9 : 1	7 : 1	5 : 1	3 : 1	1 : 1	1 : 3	1 : 5	1 : 7	1 : 9	
B1 互動娛樂										B2 記錄檢核
B1 互動娛樂										B3 代工維安
B1 互動娛樂										B4 接待排程
B2 記錄檢核										B3 代工維安
B2 記錄檢核										B4 接待排程
B3 代工維安										B4 接待排程

四、「C 協同任務」各評估準則重要度調查

評估構面	評估準則	內容說明
C 協同任務	C1 班級經營	協助教師批改作業，匯報聯絡簿聯繫重點，協助聯繫家長或安親班接送，教師暫離班級時管理秩序，發出危險預告與通知，與學生聊天做朋友。
	C2 教學觀察	協助教師記錄課堂或活動實況，以便針對教師教學情形或學生個別學習狀況，進行討論、分析、評鑑、回饋與成果彙整。
	C3 學習扶助	協助教師上課即時提供與呈現補充資料，並對學生實施個別化隨堂測驗，進而分析錯誤類型，以便即時進行補救加強練習。
	C4 行政分擔	協助分擔教師行政庶務工作，如：政令宣導、接待來賓、導護站崗、校園巡邏、門禁設定、收發款項、經費計算以及成果填報等，讓教師有餘裕發展育人專業。

您對以上評估準則重要度排序：_____ ≥ _____ ≥ _____ ≥ _____ (請填代號)

評估準則臺灣校園實際應用情形舉例說明：

	Zenbo Zenbo Junior	Pepper	Kebbi Air
班級經營	出席點名、餵藥提醒 智慧 DJ、故事達人 互動遊戲、通知家長	互動遊戲、故事達人 遠端視訊、簡易衛教	互動遊戲、故事達人 肢體唱跳、寵物模式 智慧助理、視訊通話
教學觀察	遠端視訊、監測進度 拍照錄影、人臉辨識	遠端視訊、人臉辨識	隨拍相機、人臉辨識 視訊通話、辨識發音
學習扶助	自學教具 STEAM 編程教育	助理教學、課輔陪伴 STEAM 編程教育	知識答題、物品辨識 語感培養、會話練習 STEAM 編程教育
行政分擔	人臉辨識、保全求救	人臉辨識、異常警示 護理偵測、感測體溫 環境監測	人臉辨識、視訊通話 遠端遙控

各評估準則重要度分析：

(請依據上述排序，比較各評估準則的相對重要程度，請打勾)

評估準則	相對重要程度									評估準則
	絕對重要	極為重要	頗為重要	略為重要	同等重要	略為重要	頗為重要	極為重要	絕對重要	
	9 : 1	7 : 1	5 : 1	3 : 1	1 : 1	1 : 3	1 : 5	1 : 7	1 : 9	
C1 班級經營										C2 教學觀察
C1 班級經營										C3 學習扶助
C1 班級經營										C4 行政分擔
C2 教學觀察										C3 學習扶助
C2 教學觀察										C4 行政分擔
C3 學習扶助										C4 行政分擔

本問卷到此結束，請再確認是否填寫完成，謝謝您的協助！