

應用凱比機器人於語言發展遲緩兒童 理解與表達之探究

許紋華

弘光科技大學幼兒保育系助理教授

中文摘要

本研究旨在探討運用 AI 機器人的多元感知、智能、以及其高互動性人機介面功能的介入，讓語言發展遲緩兒童透過重複練習、重覆操作下能逐步提升理解和表達能力。研究採單一受試之 A-B-C 撤回設計，研究個案為 6 歲 4 個月發展遲緩男童，研究進行 2 個月教學介入，本研究設計 5 項目標行為，包含專注力、打招呼、非口語需求回應、口語需求回應、以及守規則，以自編機器人教學活動觀察量表來蒐集和分析個案的學習成效，並輔以主要照顧者的訪談來綜合評估上述目標行為的改善狀況。研究結果如下：(1)凱比機器人介入教學之前後測比較結果有微幅提升。(2)凱比機器人介入教學後間接促進發展遲緩兒童的理解與表達學習過程的專注力。(3)本研究之 5 項目標行為直接或間接獲得程度不一的改善和進步。(4)主要照顧者對凱比機器人介入教學成效感到滿意。

關鍵詞：凱比機器人、語言發展遲緩、理解與表達

A Study on Using AI Robots to Improve the Language Understanding and Expression Ability of Children with Speech Delay

Hsu, Wen-Hua

Hungkuang University Department of Child Care and Education Assistant Professor

Abstract

This research aims to explore the effectiveness of AI robot intervention in teaching on the language understanding and expression abilities of children with speech delay. The research adopts a single subject withdrawal design, the subjects of this study is a child with speech delay of 6 years and 4 months' boy. The research was conducted for 2 months and adopted self-made observation record of robot teaching which was used to collect and analyze the language understanding and expression ability of the subjects. The research results are as follows: (1) there was a slight improvement in the pre- and post-test comparison results of Kebbi robot intervention in teaching. (2) Kebbi Robot intervenes in teaching indirectly promotes children with developmental delays to understand and express their concentration in the learning process. (3) the five target behaviors of this study have directly or indirectly achieved varying degrees of improvement and progress. (4) the main caregiver is satisfied with the effectiveness of Kebbi robot interventional teaching.

Keywords: AI robot, speech delay, understanding and expression

壹、前言

在臺灣，聯合評估門診調查初次就診之學齡前發展遲緩兒童發現，語言發展遲緩的人數最多（75%），其次是認知發展遲緩者（37%），粗大動作發展遲緩者佔 35%，精細動作發展遲緩者佔 33%（陳品秀等，2018）。發展遲緩幼兒之特質中，在語言方面，常見的乃語言理解及溝通表達的能力不佳、語言發展較一般兒童慢（Lerner, Mardell - Czadnowski & Goldenberg, 1987; Bowe, 1995; CEC, 1998）。曹純瓊、劉蔚萍（2010）則進一步歸納，發展遲緩幼兒之語言發展除了較一般幼兒遲緩，語言與溝通障礙易造成行為問題，他人也不易理解口語表達以及需求，甚至，當幼兒使用不被接受的語言方式，容易衍生行為問題及與他人社會互動障礙。因此，提升發展遲緩幼兒之語言理解及溝通表達之重要性不言可喻，對發展遲緩兒童介入之研究甚多，其中，透過電腦輔助科技、科技產品為介入媒材越來越受到關注和投入。例如，黃志雄（2022）研究發現，動畫電子繪本對發展遲緩幼兒的腦波注意力指數和繪本理解表現的促進效果是顯著的。施佳蓉、魏俊華（2014）以電腦輔助教學對發展遲緩幼兒功能性詞彙學習成效的研究發現，透過自編的聽音選圖測驗及看圖命名測驗來分析幼兒在功能性詞彙表現，電腦輔助教學對發展遲緩幼兒學習功能性詞彙具有立即及保留成效。此外，隨著科技創新，運用輔助科技協助特殊兒童學習的相關研究漸增，現場教學者亦開始把 AI 科技帶入，讓孩子產生新鮮感，並能試著去操作，讓孩子在視覺、聽覺上有更豐富的體驗，更能增加學習動機。董芳武、銀子奇（2018）的機器人應用於特殊幼兒研究發現，機器人後端系統可預設教學內容，能重複地執行相同的任務，這種可預期的反覆執行一致性活動特性特別適合用於發展遲緩兒童治療與課程教學，讓兒童在互動過程中學習到認知、表達的能力。承上，目前運用科技產品對口語發展特殊需求幼兒，尤其是語言表達及理解能力之研究賡續投入，運用凱比機器人的多元感知、智能、以及其高互動性人機介面功能，讓發展遲緩兒童透過重複練習、重覆操作下是否能逐步提升理解和表達能力值得吾人持續投入研究。因此，本研究主要目的乃運用凱比機器人當學習陪伴者，探究其對發展遲緩兒童語言理解與表達之成效。

貳、文獻探討

一、發展遲緩幼兒語言發展特徵和早期介入策略

幼兒語言發展是以有次序、可預期的方式產生的。不同的階段，幼兒發展出來的詞彙或是詞彙結合的形式，似乎都循著一定的形式進行著（錡寶香，2009）。王天苗（2000）即指出，幼兒口語表達能力的發展，在語詞類型的學習，先學會名詞、動詞、形容詞，後才是副詞、代名詞、疑問詞。而句子方面是由單字句進入雙字句、三字句、簡單句、複合句和複雜句（王珮玲，1995）。一般而言，幼兒

經由上述的語言發展後，就可利用溝通與人產生互動並學習相關知識，但對於語言發展遲緩幼兒而言，由於語言發展起步較同年齡晚、發展速度較慢、發展程度亦較低落。林寶貴、錡寶香（2000）即指出，語言發展遲緩兒在學前階段會有詞彙發展慢、兩個詞彙結合出現時間晚、完整句子敘述有困難、在語意、語法和語用方面有狀況等特徵。林學民、黃玉枝（2017）從相關研究亦歸納出，發展遲緩幼兒在語言表現的特徵有語意困難、語法困難、語用及語形困難。

從語言理解和語言表達的角度來看，語言理解能力是指幼兒覺察、區辨與詮釋所接收之訊息的能力；而語言表達能力是指幼兒回應訊息，運用肢體、口語或自創符號呈現意義，以及創作的的能力（教育部，2017）。然而，多數發展遲緩幼兒在語言方面都具有理解或表達的問題，而語言理解和表達的發展對於幼兒往後的閱讀、寫作、專注力及社會化程度息息相關，因此早期發現與介入，將可減少因為語言發展遲緩所造成的問題（施佳榕、魏俊華，2014）。在介入語言發展遲緩幼兒的策略上，以重複出現目標語言、簡化複雜語句、變化口語呈現方式（例如：放慢語速、大聲一點、停頓一下）、提供輔助的視覺線索（例如：透過手勢動作、具體事務、圖畫），可以協助語言發展遲緩幼兒習得目標語言（林寶貴、錡寶香，2000）。在語言發展遲緩幼兒的相關介入研究中，目前國內已有許多學者針對語言理解和語言表達部分進行介入研究，其中以繪本閱讀為介入方案的相關研究篇幅最多（王翠鈴，2015；田玲，2011；丘明、孟瑛如，2019；吳宏球、梁智熊，2011；黃雅琳、王碧霞，2016），其次為輔助溝通系統介入（吳欣如，2019；陳怡華，2018）。其它則為強調教學策略介入，如手勢溝通教學（李姝穎、劉秀丹，2020）、遊戲教學（周逸偉，2016；陳姍妍，2014）、故事結構教學（謝麗好，2016）、圖片兌換溝通系統（謝淑珍，2002）。

綜合上述文獻，語言發展遲緩幼兒的理解與表達之不同介入研究中，無論是以繪本教學、遊戲教學、手勢溝通教學、故事結構教學、輔助系統教學等介入方式，對幼兒來說除了可促進理解與表達能力發展外，可以發現一項重要元素就是增加語言學習的刺激、變化、重複和學習樂趣。特別是發展遲緩幼兒在語言發展方面，有其特殊需求，除了語意少、語法簡單、語用有障礙，再加上語言在學前是關鍵的黃金時期，如何因應大環境變遷並考量幼兒生活之所需，擬定所需之功能性詞彙學習目標、增加詞彙使用頻率和使用情境、增長使用句子長度，進而主動使用口語表達需求與想法是十分重要的。

二、應用機器人於幼兒之相關研究

智能機器人輔助教學（intelligent robot-assisted teaching）顛覆過去看著螢幕的數位教學方式，改用智能機器人的各種動作、表情和語音指令，充分發揮聲、光、色、及時境動態的教學效果，以達到互動的教學目的。然而應用的對象年齡

層大多為國小、高中以及成人，對於幼兒階段的運用研究相對較為稀少（蔡明憲、林純雯，2022）。Fridin（2014）的研究發現，機器人能夠幫助教師透過說故事教導新的概念和動作來促進幼兒的建構性。Chen（2018）針對臺灣學前幼兒第一次接觸智能機器人的反應之觀察研究中提出，幼兒傾向於以類似於人類的方式與智能機器人進行互動，智能機器人亦能吸引幼兒的注意力，引發學習的興趣。在機器人運用於特殊幼兒的研究上，董芳武、銀子奇（2018）以自閉症孩童研究發現，機器人的優勢在於運用其預設的情境教學讓兒童練習一人一句地輪流說話，促進溝通能力，也可透過模仿機器人說話，來增加字句，因模仿也是學習的一種，且是很有趣的學習方法。涂家齊等（2022）同樣以泛自閉症孩童為研究對象發現，機器人互動教學能有效幫助泛自閉症孩童理解他人意圖，同時提升他們社會互動能力。值得關注的是，應用機器人於幼兒教育的研究中，學者指出，在幼兒時期，利用機器人輔助學習有益於兒童早期識字和語言學習（Crompton et al., 2018；Neumann, 2020）。

綜合上述相關研究發現，機器人導入教學能輔助教學者提升教學的效果。大部分研究顯示幼兒對社交輔助機器人接受度和專注力佳，能將機器人視為朋友與之互動，尤其是在機器人說故事時，明顯提升幼兒聆聽和學習的專注力。職是之故，值得思考如何參考上述介入結果，導入機器人設計出符合發展遲緩兒童之能力及能提升其理解與表達能力之課程。因此，本研究歸納三個機器人特性可與介入教學結合之面向。(1)豐富表情和動作的目光吸引：凱比機器人本身可選擇不同的表情及超過 50 種不同肢體動作，這些表情和動作可配搭內建的舞曲作為發展遲緩幼兒之引起動機媒介；(2)觸碰元件之人機互動：凱比機器人本身有三處藍光元件（頭部、肚子和雙手），語言發展遲緩幼兒欠缺的詞彙需求、語言理解需求、語言表達需求，可藉由後端設計情境指定幼兒透過碰觸頭部、肚子或雙手來回答情境之意思，亦可作為檢核幼兒是否通過此項能力之觀察指標；(3)可愛語音發音的跟讀練習：可充分和內建的多種故事結合，抑或是由教師或主要照顧者錄製故事腳本來配搭表情和肢體之播放，非常適合播放給幼兒跟讀和模仿學習。

參、研究方法

一、研究對象

本研究之研究對象為一位語言發展遲緩男童，在確定實驗對象之前，先與研究對象的家長進行研究參與者資料收集，並取得家長的同意。研究參與者（以下簡稱寶弟）其實足年齡為6歲4個月，寶弟在家排行老六（家中成員共九位，最大為大姐21歲—擔任寶弟的主要照顧者，也是本研究教學者之一）。寶弟父親教育程度為大學畢業，主要經濟收入乃經營父親留下的雜貨店（家中為中低收入戶）。個案母親乃家庭主婦，但因育有9位小孩，父母無法一一顧及每位孩子。據就讀

大學的大姐表示，寶弟被醫院鑑定為語言發展遲緩時為5歲10個月，從6歲2個月才開始斷斷續續接受語言治療。因此，本研究在開始介入前，寶弟的語言能力評估工具乃透過「華語兒童理解與表達詞彙測驗」（黃瑞珍、簡欣瑜、朱麗璇、盧璐，2010），前測結果如表1。

表 1 研究對象在華語兒童理解與表達詞彙測驗的表現（前測）

年齡	理解量表				表達量表			
6 歲 4 個月	原始分數	答對率	標準分數	百分等級	原始分數	答對率	標準分數	百分等級
	16	55%	<67	<1%	1	2%	<67	<1%

資料來源：研究者自行整理

由表1可知寶弟在六歲組的孩童中，測驗結果無論在理解量表或是表達量表之表現皆低於常模平均分數2個標準差(標準分數 ≤ 70)，為理解和詞彙表達異常。此外，研究前之觀察，寶弟說話的字句明顯不超過3個字，且無法與研究者一人一句的對話來往，甚至說話時之語音和語意也不太清楚。例如，當寶弟在兒童遊戲室想要拿布偶時，他就會「嗯嗯阿啊」邊比手畫腳的方式來表達。足見其表達能力更是明顯落後同年齡層孩子。

二、研究程序

本研究採用單一受試研究法中撤回設計(*withdrawal design*)又稱A-B-C設計，希望在介入策略褪除後，能維持介入處理時的效果（杜正治，2006）。研究為期2個半月，每週1次，每次30-40分鐘，包含基線期、介入期和維持期三個階段。寶弟的所有任務都是按照教學原則進行；介入期的課程透過凱比機器人，由機器人協助引導完成指定的任務，而基線期和維持期則由教學者設計不同社會情境並引導寶弟回應該情境。在進行實驗之前，取得孩童與家長同意進行實驗教學，每次實驗教學結束後，寶弟都接受口語提問觀察量表評估，並透過研究者自編「機器人教學活動觀察量表」來進行評估測試，並且由兩名協同觀察者進行觀察記錄與評分，每一階段持續到至少三個資料點分數呈現穩定為止。

(一) 基線期

基線期目的為觀察寶弟在機器人教學介入前的目標行為表現。基線期每堂課30-40分鐘。藉由自編故事與情境（據主要照顧者表示，寶弟喜歡聽故事，因此研究者自編愛抓寶的小智，藉由故事聆聽情節觀察寶弟聆聽故事的理解和表達之反應），由研究者和參與觀察者引導寶弟對情境作出口語理解和口語表達，並透過觀察紀錄表觀察其在基線期之目標行為反應。此階段之目標行為包括：打招呼、守規則、專注力、口語需求回應、非口語需求回應等5項，待教學情結束後，研究者使用「機器人教學活動觀察量表」評估寶弟的目標行為。基線期之教學是以

自製情境圖卡呈現自編故事與情境，並融入寶弟日常生活情境為設計依據詢問圖卡情境中的問題，並記錄其在情境中的反應。此外，研究者在基線期不會給予寶弟任何與目標行為相關的提示，當教學結束，會給予寶弟最喜歡的增強物（玉米濃湯和雞塊2選1）作為獎勵。

（二）介入期

在基線期分數穩定後開始進入介入期，本研究依據寶弟能力設計7個單元之機器人教學課程，為配合寶弟實際能參與之次數，介入期每週教學1次，每次2堂課，每堂課30-40分鐘，共進行7週。分數測量方式與基線期相同，由2名觀察員進行評分，並在分數達到穩定之後進入下一階段。每次教學步驟如下：(1)訂定小契約，同意後才開始進入課程。(2)課程開始前，教學者會先示範如何呼喚凱比機器人，讓寶弟透過教學者示範來模仿學習。(3)觀察其在課程中與機器人之口語和非口語的對話（如圖1：介入期寶弟與凱比機器人互動）。此階段之目標行為同基線期，差別在於所有的目標行為皆由凱比機器人來引導，再由研究者及觀察者進行觀察和記錄。



圖 1 寶弟與凱比機器人互動

資料來源：研究者自行拍攝

例如在口語和非口語模仿單元，透過機器人設定的模仿遊戲中，當寶弟能聽出凱比機器人所模仿動物發出的聲音時，並答對是什麼動物所發出的聲音，教學者、凱比機器人會同步發出讚美聲音並舉手做出擊掌動作，觀察寶弟是否完成和凱比機器人擊掌、微笑來回應他人的讚美。每次實驗課程結束後由教學者課後進行「機器人教學活動觀察量表」記錄與評分，填寫寶弟在該單元的目標行為表現及變化，最後一樣給予寶弟最喜歡的增強物（玉米濃湯和雞塊2選1）作為獎勵。

（三）維持期

維持期主要觀察在移除凱比機器人介入教學後，觀察寶弟的目標行為表現有

無變化。維持期每週教學1次，每堂課30-40分鐘。此階段的教學情境和互動方式如基線期，一樣透過自製圖片觀察寶弟在故事情境之口語和非口語表達之教學活動觀察量表記錄，亦即同樣由兩名協同觀察者進行觀察記錄與評分，持續到至少三個資料點分數呈現穩定為止。最後，於結束實驗教學後一週對受試者進行保留效果的評量。

三、資料蒐集

由於寶弟在華語兒童理解與表達詞彙測驗之標準化測驗之百分等級皆在1以下，較難具體從數字看出其真正能力，因此，研究者參考涂家齊等（2022）互動式機器人輔助學習對改善泛自閉症孩童「理解他人意圖」缺陷效果之教學效果觀察表之7個個目標行為（打招呼、守規則、讚美、安慰、口語需求意圖、非口語需求意圖與臉部表情注意力），依據寶弟之需求自編機器人教學活動觀察紀錄表，來觀察機器人介入教學之成效。記錄表包含5項目標行為：打招呼、守規則、專注力、口語需求回應、非口語需求回應。本研究依據寶弟之能力現況設計7大機器人教學主題及配搭主題之機器人教學活動觀察紀錄表如表2。

表 2 機器人教學活動觀察紀錄表（摘錄第一單元）

幼兒姓名：寶弟		觀察日期：2022.7.2				
觀察時間：30-40 分鐘		觀察紀錄者：A				
量尺定義：5→總是能回應；4→經常；3→偶爾；2→少數；1→沒有回應						
單元名稱	觀察內容	5	4	3	2	1
說你好	1. 能模仿凱比機器人的發音					
	2. 能依凱比機器人的指令做出正確回應					
	3. 能專注坐在機器人前面並看著機器人的動作和聲音					
	4. 其他打招呼的語言，如：早安、你好或是非語言動作					
其它行為觀察記錄						
評分者間一致性計算公式	備註：依據量尺同時打的「數字」標的當下行為發生之量尺。 $\frac{\text{AB觀察者一致的次數}}{\text{AB 一致的次數} + \text{AB 不一致的次數}} \times 100$					

資料來源：研究者自行整理

為提高觀察信度和評分者一致性，本研究在觀察前除了先行前教育訓練，並實際以個案操作凱比機器人本身APP作試探記錄，最後得到之觀察者一致性百分比為87.5%。此外，研究最後輔以訪談主要照顧者來綜合評估機器人介入教學之成效，半結構式訪談問題如下：第一階段課程結束後，覺得課程內容對寶弟有幫助嗎？在家會主動與你們說話嗎？寶弟在家的口語表達如何？這些課程是否能幫助寶弟運用到日常生活中呢？訪談資料編碼方式以訪談日期加上受訪者代號來編碼，如「顧-2022-0821」表示主要照顧者於2022年8月21日之訪談編碼。

四、機器人介入教學課程設計

本次實驗教學使用的凱比機器人型號為市售Kebbi Air，課程設計主要透過產學合作廠商開發之「簡報APP2.0」安裝至機器人內部Android 9系統，搭配凱比機器人之即時語音對話、豐富表情和肢體動作、觸摸肚子和手掌的感應元件、物品識別（使用者向凱比說出這是什麼東西便立即開啟辨識功能），並依據寶弟的理解和表達能力進行課程設計，簡報APP2.0設計畫面如圖2。此簡報平台好處是，設計者可如同操作簡報介面般於網頁設計課程並互相分享，亦即設計之結果除了可隨時匯入機器人觀看執行成效外，更可以在使用者間進行「簡報共享」。



圖 2 凱比機器人簡報 APP2.0 管理平台
資料來源：研究者自行設計

本研究以5大目標行為：打招呼、守規則、專注力、口語需求回應、非口語需求回應，透過簡報APP2.0設計7個教學課程主題，分別為「說你好」、「猜猜我是誰」、「顏色小達人」、「拼拼湊湊」、「小小生活專家」、「水果小博士」、「ㄅㄆㄇㄎ總動員」。亦即，每個教學主題在設計過程中均依序融入上述5個目標行為，7個教學課程主題之凱比機器人教學登入畫面如圖3。



圖 3 本研究設計之凱比機器人 7 個教學主題畫面
資料來源：研究者自行設計

以下茲以「說你好」如表3進一步說明機器人介入教學課程設計如下。

表 3 機器人教學主題－說你好

教學者姓名：A		教學日期：2022.07.23
主要教學目標	讓孩子主動去跟大家打招呼	
教學過程		單元機器人介入畫面
一、引起動機： 運用凱比機器人向寶弟打招呼，吸引他的注意力。 二、發展活動： 1. 凱比先說自己的名字，在反問寶弟叫什麼名字。 2. 玩小遊戲-說你好！ 3. 給出一張圖片，請寶弟猜猜看他們在做什麼。 4. 問問寶弟「起床後，要跟家人說什麼？」。 5. 請寶弟跟著凱比一起說出「早安、你好」。 6. 問寶弟「到學校了要跟誰打招呼？」。 7. 最後統整，讓寶弟再跟著凱比一起唸一次「早安、你好」。 三、綜合活動： 1. 提醒寶弟看到老師、同學、家人都要記得跟他們問好。 2. 看看寶弟每次到教室上課時，有沒有主動問好。		凱比機器人：說你好單元人機互動示意圖    

凱比機器人及寶弟操作示意圖

資料來源：研究者自行設計

五、資料處理與分析

本研究資料蒐集是由研究團隊邊教學邊觀察並輔以錄影比對，及每單元教學結束後使用「機器人教學活動觀察量表」評估寶弟的目標行為。亦即以 5 大目標行為：打招呼、守規則、專注力、口語需求回應、非口語需求回應的表現評分，5 分代表總是能回應，4 分代表經常能回應，3 分代表偶爾能回應，2 分代表少數能回應，1 分代表完全無回應，並輔以當下該學單元之觀察情境的口語和非口語觀察紀錄及訪談內容做為輔助分析來源。

肆、結果與討論

一、凱比機器人介入教學對發展遲緩兒童理解與表達能力前、後測之比較

從表4華語兒童理解與表達詞彙測驗的後測表現來看，雖然寶弟的語言理解

和表達之百分等級皆小於1%，但語言理解之原始分數從16分（前測）小幅提升至20分（後測），語言表達之原始分數從1分（前測）小幅提升至5分（後測），顯示有微幅的進步。然而，整體上此測驗結果在理解量表或是表達量表之表現和前測結果一樣，代表低於常模平均分數2個標準差（標準分數 ≤ 70 ），為理解和詞彙表達異常。此外，後測結果比較無法具體看出機器人介入教學之實質數據差異，因此，本研究繼續從凱比機器人實驗教學過程來看整體之成效。

表 4 研究對象在華語兒童理解與表達詞彙測驗的表現（後測）

年齡	理解量表				表達量表			
	原始分數	答對率	標準分數	百分等級	原始分數	答對率	標準分數	百分等級
	20	68%	67<	1%	5	13%	<67	<1%

資料來源：研究者自行整理

二、凱比機器人介入教學對發展遲緩兒童理解與表達能力之分析

研究者依據「機器人教學活動觀察量表」觀察記錄寶弟在基線期、介入期、維持期，使用單一受試研究法之撤回設計（withdrawal design）之數據進行初步分析，所得之分數繪製成折線圖（如圖4所示）。根據圖4，本研究依據5大目標行為：打招呼、守規則、專注力、口語需求回應、非口語需求回應，分別探討寶弟在基線期、介入期和維持期之實際表現分述如下。

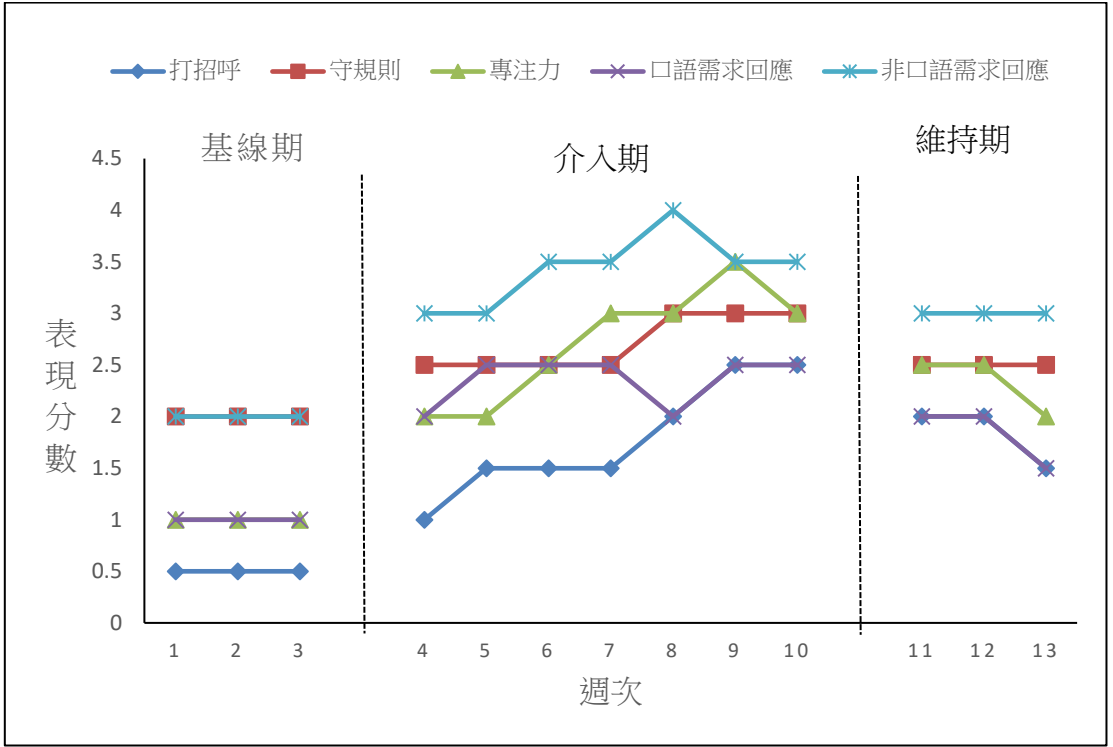


圖 4 寶弟之基線期、介入期及維持期分數分佈
資料來源：研究者自行繪製

（一）基線期表現

寶弟在基線期得分較高的目標行為是遵守規則和非口語的需求回應、最低的是主動打招呼。雖然遵守規則和非口語的需求回應並列相對較高，但也僅2分（少數能回應）。主要照顧者表示：「在基線期的整體學習過程，寶弟很容易分心，在互動過程他會分心的把玩兒童遊戲室裡的車車和小士兵，導致課程內容在5大目標行為的教學和引導上，寶弟在口語需求回應、打招呼和專注力上大都是沒有回應的狀態，僅少數時候能用點頭、搖頭、跟著做動作來回應教學者的指令」（顧2022-0621）。

（二）介入期表現

從機器人介入教學開始，寶弟在5大目標行為均有不同程度的提升，進步幅度由高至低依序為：專注力（從1分最高至3.5分）、打招呼（從0.5分最高至2.5分）、非口語需求回應（從2分最高至4分）、口語需求回應（從1分最高至2.5分）、最後則是守規則（從2分最高至3分）。主要照顧者表示：「在機器人介入教學過程，寶弟的專注力和打招呼這兩部份進步最明顯，尤其是打招呼。因為，要和凱比機器人互動必須說出通關密語～「哈囉kebbi」，凱比才會接收指令並依指令動作或表演，因此寶弟會很期待自己也可以和機器人打招呼」（顧2022-0723）。面對機器人教學過程時，寶弟很少可以一開始就立即坐下且專心聽教學者的引導，為改善此狀況，在第8次課程開始加入機器人電子繪本功能。明顯地，機器人說繪本除了讓寶弟專注度提升以外，甚至可以在短期間集中注意力把繪本聆聽完且成功完成聆聽後的答題任務。此研究結果正呼應了Lin, Podell & Rein（1991）所提出，語言發展遲緩的幼童，電子書閱讀比平面紙本圖畫書更具有增進這類孩童語言能力之功效。此外，非口語需求回應從2分進步至4分，代表非口語需求回應的進步正回應了語言理解量表的分數從16分（前測）小幅提升至20分（後測）。會有這樣的進步，其背後原因與機器人的逗趣表情和可愛動作有關。例如：寶弟能聽懂機器人的指令依序做出摸機器人右手藍光處（研究者設定此動作會讓機器人開心轉圈）、摸機器人左手藍光處（研究者設定此動作會讓機器人跳舞10秒鐘）、摸機器人肚子藍光處（研究者設定讓機器人發出開心的笑聲）。值得注意的是，寶弟在口語需求回應從1分提升至2.5分，這樣的進步透過觀察者之現場記錄及訪談進一步歸納如下。

1. 通關密語的激勵：寶弟的口語需求回應進步主因是因為想要與機器人互動，因此必須主動說出通關密語的發音練習（每次介入期教學至少都重複練習超過10次），這樣的動力連帶讓寶弟在專注力和非口語需求回應的動作正確率亦明顯提升。主要照顧者表示：「每次教學後回家路上，寶弟還會請我教他通關密語怎麼唸，很少看到他那麼積極耶...哈哈」（顧2022-0723）。

2. 增強物之吸引：從介入期教學開始，寶弟在遵守規則和專注力上明顯提升，連帶的在口語需求回應上從完全無回應到接近偶爾能回應。主要照顧者表示：「寶弟在有麥當勞玉米濃湯和雞塊吸引下，上課的時候眼神會一直飄向食物，在教學者的提醒下把專注力轉回課程內容，而且能慢慢說出簡單的單詞，雖然發音不準，但可以讓人家聽出他要表達的意思」(顧 2022-0730)。然而，透過機器人介入教學提升寶弟的並非語言表達能力，而是口語需求回應中的仿說能力。亦即，寶弟在通關密語和增強物的激勵下所回應機器人的口語大多偏向單詞以外，更多的是仿說機器人的單元教學內容。本研究進一步呈現寶弟實際和機器人的仿說狀況如下。
3. 透過仿說間接提升理解與表達意圖：整體上，透過機器人豐富的表情動作和圖像配搭的吸引，以及可愛的發音和仿說任務驅使之下，寶弟大都時候均能專注於仿說的教學內容，教學後的圖像配對遊戲的答對率亦有提升。本研究以「說你好」、「顏色小達人」、「拼拼湊湊」、「小小生活專家」4次教學主題，並透過機器人介面設計之測驗內容、以及寶弟對測驗內容的仿說整理如表 5。從表 5 能明顯看到寶弟能跟著機器人仿說的詞彙以較短的詞句為主，如：你好、紅色、圓形、牙刷、電視、鉛筆、香蕉等，但是當超過 2 個字的詞彙，就明顯無法正確仿說。例如：正方形、水龍頭、橡皮擦、火龍果、腳踏車等，就會經常會出現發音不正確或三個字中遺漏某一個字。究其原因，跟寶弟的語言理解能力和生活經驗中雙向刺激較少有關，再加上本研究課程設定的問題偏難，超出寶弟語言理解的範圍。例如：機器人問「有哪些交通工具是在路上行走的呢？」對此，主要照顧者表示：「家裡兄弟姊妹多，再加上爸爸媽媽忙著工作比較少照顧陪伴寶弟，所以，我覺得弟弟會這樣應該是日常生活的對話和詞彙刺激太少所導致」(顧 2022-0806)。此結果正呼應 Hart 及 Risley (1995) 之研究，親子互動中語言質量的刺激直接影響孩子語言的技巧與詞彙的豐富性。

表 5 機器人介入教學主題及語言發展遲緩兒童仿說摘錄表

教學主題	機器人介面設計之測驗內容	仿說摘錄
說你好	1. 凱比機器人：請你說說看～你好 2. 凱比機器人：請你說說看～老師好	1. 前4週偶爾會跟著機器人發出[你好]的聲音，第5週開始皆能順利跟著說出[你好]。 2. 前4週偶爾會跟著機器人發出[老師好]，到第5週開始皆能順利跟著說出[老師好]。
顏色小達人	1. 凱比機器人：請你說說看～紅色（搭配著畫面的紅色蘋果） 2. 凱比機器人：請你說說看～黃色（搭配著畫面的黃色香蕉）；請你說說看～綠色（搭配著綠色芭樂）；以下以此類推（略）	1. 第2週寶弟偶爾能跟著發出[紅色]的聲音，但色的發音不標準，聽起來像[撒]。第3週開始能順利仿說紅色，但色的發音一樣不標準。 2. 第4週除了紫色，綠色、黃色、橘色皆能順利仿說（但色的發音一樣不標準）。
拼拼湊湊	1. 凱比機器人：請你說說看～圓形（搭配著畫面的圓形圖案） 2. 凱比機器人：請你說說看～正	1. 第3週寶弟偶爾能跟著發出[圓形、正方形、三角形、長方形]的聲音，但形的發音不標準，聽起來像[情]。

	方形（搭配著畫面的正方形圖案）；凱比機器人：請你說說看～；以下形狀以此類推	2. 第5週開始皆能順利仿說[圓形、正方形、三角形、長方形]，但形的發音一樣不標準。
小小生活專家	凱比機器人： 請你說說看～牙刷（搭配畫面的牙刷圖案）～杯子（搭配畫面的杯子圖案）～電視（搭配畫面的電視圖案）～冷氣（搭配畫面的冷氣圖案）～電風扇（搭配畫面的電風扇圖案）～；以下以此類推（略）	1. 第4週寶弟偶爾能跟著仿說的詞彙有[牙刷、杯子、電視、手、鉛筆]。但是，[冷氣、電風扇、水龍頭、課桌椅、橡皮擦]都很少跟著仿說。 2. [冷氣]、[電風扇]、[水龍頭]、[課桌椅]、[橡皮擦]到第5週開始才能偶爾跟著仿說。但是，[電風扇]只有說出[電扇]的音，[水龍頭]只有說出類似[水樓頭]的音，[課桌椅]只能說出類似[多椅]的音，[橡皮擦]只能說出[皮擦]，橡的音被省略

資料來源：研究者自行整理

(三) 維持期表現

褪除機器人介入教學後，對照於基線期，寶弟在五項目標行為均有微幅提升和進步。寶弟在維持期得分較高的目標行為是非口語的需求回應（從原本2分到進步維持在3分）、最低的是主動打招呼和口語需求回應（從原本0.5分到平均維持在1.5分到2分）。整體上，回到非機器人教學型態時，寶弟在聆聽教學者指令到做出正確動作之答對率有提升，例如，能正確指認出動物的身體部位和依據指令完成左手、右手之擊掌動作。值得注意的是，口語需求回應明顯從介入期的2.5分下降至維持期的1.5分。主要照顧者表示：「在口語需求回應這部分會往下降...我覺得可能是因為弟弟在暑假期間都沉溺在玩手機，經常一拿到手以後就玩到沒電才肯交出來，再加上我也因為打工經常不在家少了陪伴和講故事給他聽，因此又回到較少一來一往的語言刺激的生活經驗裡。」（顧2022-0821）。

三、凱比機器人介入學習後，家長對孩子學習成效之感受

對家長而言，本研究設計之5大目標行為讓她印象最深刻的是寶弟在專注力和口語和非口語需求之回應。例如，同時是主要照顧者亦是教學者的姊姊表示：「在凱比機器人學習過程，弟弟從第1週不太能仿說到第3週開始能逐漸跟著複誦一次，雖然他很容易分心，在互動過程他會把玩凱比的手故意轉圈圈.....，但比較起來，我覺得機器人說故事比較能吸引他的注意，除了從頭到尾都能不分心，甚至能聽完故事後完成答題任務。」〈顧2022-0821〉。當談及在家中的理解與表達能力成效時，主要照顧者表示：「寶弟在家中會與家人分享今天在學校發生的事，雖字數不超過3個字，但能讓我們聽懂他要表達的意思。所以.....妹妹和媽媽都滿肯定這段期間寶弟到學校透過凱比機器人來學習，讓弟弟除了能認識更多的日常生活常見物品詞彙，也可在提示下將詞彙仿說出來。」（顧2022-0904）。本研究在機器人介入學習後之家長感受正如Bharataraj等（2017）的研究顯示，使用鸚鵡式機器人與患有自閉症兒童進行互動，他們的結果表明，孩童被機器人所吸引並樂於與之互動，並且孩童的父母或醫師亦認同機器人的輔助治療讓孩子的學習與

社交能力有正向的改善。整體上，家長對凱比機器人介入教學最大感受是，雖然寶弟在口語需求回應的進步較少，但在家中會主動與家人運用非口語為主、口語為輔的方式分享在學校生活，雖說的不完整且大都是2個字的單詞為主，但能讓主要照顧者們聽得懂他要表達的意思，尤其是仿說能力和專注聽故事是較明顯改變的地方。

四、討論

本研究乃透過市售的凱比機器人及產學合作廠商開發之「簡報APP2.0」安裝至機器人內部系統，再搭配機器人即時語音對話、豐富表情和肢體動作、觸摸肚子和手掌的感應元件，並依據寶弟的理解和表達能力進行課程設計和介入教學。研究結果顯示，雖然後測結果無法具體看出機器人介入教學之實質數據差異，但凱比機器人結合任務式的遊戲教學，整體上對於發展遲緩兒童的理解和表達的專注力是有幫助的，同時在5個目標行為：打招呼、守規則、專注力、口語需求回應、非口語需求回應均有進步的表現之處可供研究持續投入。

（一）凱比機器人的通關密語間接促進語言發展遲緩兒童的理解與表達學習過程的專注力

本研究運用凱比機器人內部的AI人工智能，也就是利用通關密語啟動機器人之所有功能的對話機制，以及利用「簡報APP2.0」設計觸摸肚子和手以開啟不同動作、表情和聲音的感應元件之特色，有效促進發展遲緩兒童的理解與表達學習過程的專注力。例如，在教學者的示範下激勵寶弟將專注力放在機器人的特殊功能，亦即，寶弟能聽懂機器人的口語指令並依序做出摸機器人右手藍光處（告訴寶弟，摸右手藍色發光的地方，讓機器人就會開心的轉圈）、摸機器人左手藍光處（告訴寶弟，摸左手藍色發光的地方，機器人就會跳舞10秒鐘給你看）、摸機器人肚子藍光處（告訴寶弟，摸機器人肚子發光的地方，機器人就會哈哈大笑給你看）。這樣的歷程就像是Fridin（2014a）的研究發現，孩子與機器人互動過程中會表現出高度專注且非常投入於過程中的互動遊戲，整體專注力明顯有提升。

承上，本研究進一步善用寶弟之學習專注力明顯提升之動力於理解與表達學習的遊戲式任務的設計。例如，為了提升寶弟在詞彙的圖文理解和識讀量，介入期的第2單元開始，單元結束後均會安排遊戲式的小測驗，並分成理解題和閱讀題，理解題設計成單純看機器人的液晶螢幕的圖片，配搭機器人發出的詞彙指認情境中正確的圖片，寶弟在理解題的答對率平均超過8成（高於基線期的5成答對率）。此外，閱讀題和理解題不同之處在於寶弟必須先仿說再回答問題的情境。寶弟在閱讀題的仿說正確率平均達到75%（高於基線期的45%正確率）。然而，在閱讀題的回答問題情境部分，寶弟的表現進步幅度究比較不明顯，主要原因是其詞彙量比較不足，經常合併用2個單詞外加比手畫腳方式來表達。但是，介入

期過程中令研究者意外發現的是，寶弟為了學習凱比通關密語「哈囉kebbi」的正確發音，竟主動要求研究者教他怎麼唸，因而研究者在下一單元的教學開始，立即將摸機器人肚子藍光處的反應改成「哈囉kebbi」，更改完此設定後，寶弟明顯的更加喜歡觸摸凱比機器人的肚子，相較之下，在機器人不厭其煩的觸摸和發音練習，以及為了得到機器人發出「寶弟你好棒」的口頭獎勵驅使之下，寶弟呼喚凱比機器人通關密語的正確率逐漸提升，此過程也讓他相當開心。這樣的歷程就像是Chen（2018）以臺灣學前幼兒第一次接觸智能機器人的反應之觀察研究中提出，幼兒傾向於以類似於人類的方式與智能機器人進行互動，並且智能機器人能吸引幼兒的注意力，引發學習的興趣。顯然地，寶弟在機器人互動式遊戲的學習之下，其學習動機和專注力的提升間接地促進理解與表達學習過程的表現。

（二）凱比機器人結合任務式的遊戲教學可以增進語言發展遲緩兒童目標行為之表現

本研究理解與表達學習過程的5個目標行為：打招呼、守規則、專注力、口語需求回應、以及非口語需求回應。在凱比機器人介入教學後，5個目標行為均有程度不一的進步幅度，由高至低依序為：專注力、打招呼、非口語需求回應、口語需求回應、最後則是守規則。寶弟在專注力的進步如同上述已闡明，但令研究者相當意外的是，在機器人介入教學後的維持期間，寶弟看到研究者竟面帶微笑的主動打招呼說「哈囉kebbi」，並示意做出拍肚子的動作，代表他還記得介入期間，當觸摸凱比機器人的肚子時就會讓機器人發出「哈囉kebbi」。因此，相較於基線期間寶弟的經常性不專注，透過機器人介入教學後，寶弟除了能專心聆聽機器人的遊戲規則說明，最大的進步在於對於故事情境的理解成效大於口語表達成效。亦即，透過機器人說故事後，能理解情境並做出觸摸機器人肚子或雙手的學習反應，甚至，維持期亦能透過非口語和簡單口語和研究者打招呼和互動。承上，本研究以語言發展遲緩兒童探究語言理解和表達之結果和董芳武、銀子奇（2018）以自閉症孩童研究發現相似，同時，亦呼應學者所指出，在幼兒時期，利用機器人輔助學習有益於兒童早期識字和語言學習（Crompton et al., 2018；Neumann, 2020）。亦即，當善用機器人的聲音、豐富表情和可愛動作的優勢下，兒童和機器人互動之專注力是提升的，甚至，機器人說故事之情境營造亦有助於兒童透過模仿機器人說話來增加詞彙。

整體上，本研究之結果比較可惜的地方是，寶弟在口語需求回應的表現上只有微幅的進步。這樣的微幅進步其實亦正反應他是一位語言發展遲緩的兒童。例如機器人課程設計大都以2到3字的名詞詞彙仿說和學習為主，當詞彙超過3個字，就開始出現漏字或發音不正確，當語句結構超過8個字就明顯無法跟讀（例如：老師～這是我的水壺，只有間隔說出老師和水壺這2個單詞），代表寶弟的學習表現如同身心障礙及資賦優異學生鑑定標準第六條對「語言發展異常」之定義，「語

言之語形、語法、語意或語用異常，致語言理解或語言表達較同年齡者有顯著偏差或低落。」

承上，本機器人教學研究有下列研究限制存在，(1)參與的發展遲緩兒童需有基本的認知和口語能力，才能依據機器人的教學單元和任務式遊戲做出反應和回應。(2)凱比機器人的AI人工智能「即時互動和對話」無法有效發揮，亦即參與的發展遲緩兒童需有一來一往的對話能力，例如：哈囉kebbi，你喜歡吃什麼？這時候機器人便會回答我喜歡吃香蕉口味的電池，那你喜歡吃什麼呢？(3)凱比機器人的某些發音跟臺灣的國字發音不一樣，例如：長方形會發音成「長方情」，導致兒童在仿說或是問題回答情境時無法精確回應。這是廠商未來開發凱比機器人時必須提出的修正，期能讓發展遲緩兒童更自然產生對話和互動。

伍、結論

本研究乃運用 AI 機器人的多元感知、智能、以及其高互動性人機介面功能的介入，讓語言發展遲緩兒童透過重複練習、重覆操作下能逐步提升理解和表達能力。在運用凱比機器人的教學單元設計和任務式遊戲當學習陪伴者之下，語言發展兒童無論是在專注力、打招呼、非口語需求回應、口語需求回應、以及守規則上均有程度不一的進步幅度。研究結果顯示，凱比機器人的通關密語是促發學習成效的一大亮點和趨力，它除了間接促進發展遲緩兒童的理解與表達學習過程的專注力，在結合機器人任務式的遊戲教學之下，本研究之 5 項目標行為亦直接或間接獲得改善和進步。

整體上，借助凱比機器人可愛的外表、逗趣的動作和聲音，以及透過系統搭配孩子學習能力設計重複練習的關卡和任務，更重要的是不會表現出不厭煩、有耐性的特性之下，讓本研究參與的寶弟在無時間限制、不擔心被嘲笑的狀態一步一步聆聽指令、理解做出口語和非口語反應，連寶弟的姐姐和媽媽都滿肯定這段期間寶弟到學校透過凱比機器人來學習，讓他除了能認識更多的日常生活常見物品詞彙，也可在提示下將詞彙仿說出來。期盼更多不同領域研究者投入語言發展遲緩兒童理解和表達之研究，為語言發展遲緩兒童建構更多元化的學習模式。

參考文獻

- 王翠鈴（2012）。繪本共讀提昇語言發展遲緩兒童口語表達能力之行動研究（未出版之碩士論文）。朝陽科技大學，臺中。
- 田玲（2011）。繪本介入方案對語言發展遲緩幼兒口語表達能力成效之研究（出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄。

- 丘明、孟瑛如（2019）。語言發展遲緩幼兒與一般幼兒閱讀不同圖文編排繪本之眼動數據研究。**特教論壇**，27，35-61。
- 杜正治（2006）。單一受試研究法。臺北：心理。
- 吳欣如（2019）。以輔助溝通系統提升語言發展遲緩幼兒溝通能力之研究（未出版碩士論文）。國立清華大學，新竹。
- 吳宏球、梁智熊（2011）。故事結構教學對提升語言發展遲緩兒童口語表達能力之個案研究。**特殊教育季刊**，121，46-55。
- 林湘雅、王秋鈴（2015）。語言發展遲緩幼兒書本和文字概念之探討。**特殊教育發展期刊**，59，57-65。
- 林學民、黃玉枝（2017）。Bits board 應用程式介入方案對提升發展遲緩幼兒語言表達能力之成效。**溝通障礙教育**，4(1)，61-87。
- 林寶貴、錡寶香（2000）。語言障礙兒童教育輔導手冊。臺北市：教育部特殊教育教育工作小組。
- 李姝穎、劉秀丹（2020）。手勢溝通教學對語言發展遲緩幼兒溝通能力之影響。**溝通障礙教育**，7，1-24。
- 周逸偉（2016）。遊戲教學活動對提升發展遲緩幼兒溝通能力成效之研究（未出版之碩士論文）。南華大學，嘉義。
- 涂家齊、林暉昇、王維依、程于芳（2022）。互動式機器人輔助學習對改善泛自閉症孩童「理解他人意圖」缺陷之效果。**特殊教育學報**，55，1-38。
- 施佳榕、魏俊華（2014）。電腦輔助教學對發展遲緩幼兒功能性詞彙學習成效之研究。**障礙者理解學會半年刊**，13(2)，57-87。
- 曹真、梁昭鉉（2017）。新北市醫學中心 4-6 歲兒童言語-語言發展障礙之特徵。**北市醫學雜誌**，14(2)，178-187。
- 曹純瓊、劉蔚萍（總校閱）（2010）。早期療育。臺北市：華騰文化。
- 陳品秀、唐愉君、徐珮昀、李林富（2018）。臺南某地區醫院學齡前初次就

診之疑似發展遲緩兒童社會情緒初探。身心障礙研究，16(2)，138-148。

■ 陳怡華（2018）。運用 AAC 介入方案對提升低口語發展遲緩幼兒溝通能力之研究（未出版碩士論文）。國立東華大學，花蓮。

■ 陳姵妍（2014）。遊戲教學對發展遲緩兒溝通能力影響之研究（未出版之碩士論文）。南華大學，嘉義。

■ 教育部（2017）。幼兒園教保活動課程大綱。臺北市：教育部國民及學前教育署。

■ 黃志雄（2022）。電子繪本對發展遲緩與非發展遲緩幼兒之閱讀腦波注意力與繪本理解表現影響之研究。幼兒教保研究期刊，25，23-47。

■ 黃雅琳、王碧霞（2016）。學前特教巡迴輔導教師教導語音異常幼兒構音/音韻習效果之研究－以繪本為媒材。幼兒保育研究集刊，5(1)，100-114。

■ 黃瑞珍、簡欣瑜、朱麗璇、盧璐（2011）。華語兒童理解與表達詞彙測驗。臺北心理。

■ 蔡明憲、林純雯（2022）。運用智慧機器人輔助老幼共學對改善幼兒感覺統合老人憂鬱情緒之效果研究。課程與教學季刊，25(3)，23-52。

■ 董芳武、銀子奇（2018）。應用機器人為自閉症孩童學習夥伴之研究。數位學習科技期刊，10(2)，87-111。

■ 謝淑珍（2002）。發展遲緩幼兒溝通教學成效之研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化。

■ 謝麗好（2016）。故事結構教學提升發展遲緩幼兒語言能力之個案研究（未出版碩士論文）。南華大學，嘉義。

■ Bharatharaj, J., Huang, L. L., Elara, M. R., Al-Jumaily, A., & Krageloh, C. (2017). Robot-assisted therapy for learning and social interaction of children with autism spectrum disorder. *Robotics*, 6(1), 4-14. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/robotics6010004>

■ Bowe, F.G. (1995). *Birth to five early childhood special education*. N.Y.: Thomson

Publis- hing Company.

- Chen, Y. (2018). Preschoolers' reactions to a social robot in their first encounter: A pilot study. *International Journal of Humanities Social Sciences and Education*, 5(6), 32-38. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.20431/2349-0381.0506005>
- Crompton, H., Gergory, K., & Burke, D. (2018). Humanoid robots supporting children's learning in an early childhood setting. *British Journal of Educational Technology*, 49(5), 911-927. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/bjet.12654>
- Fridin, M. (2014a). Kindergarten social assistive robot: First meeting and ethical issues. *Computers in Human Behavior journal*, 30, 262-272.
- Fridin, M. (2014b). Storytelling by a kindergarten social assistive robot: A tool for constructive learning in preschool education. *Computers & Education*, 70, 53-64.
- Hart, B., & Risley, T. R. (1995). *Meaningful differences in the everyday experience of young American children*. Baltimore: P.H. Brookes.
- Lerner, J., Mardell - Czudnowski, C. & Goldenberg, D. (1987). *Special education for the early childhood years. (2nd ed.)*. Englewood Cliffs, N J: Pentice - Hall.
- Lin, Podell & Rein. (1991). The effects of CAI on word recognition in mildly mentally handicapped and non-handicapped learner. *Journal of Special Education and Technology*, 11(1), 16-25.
- Neumann, M. M. (2020). Social robots and young children's early language and literacy learning. *Early Childhood Education Journal*, 48(2), 157-170. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10643-019-00997-7>

