

國立彰化師範大學特殊教育學系

特殊教育學報，民 111，55 期，頁 01-38

DOI: 10.53106/207455832022060055001

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

涂家齊

國立彰化師範大學
特殊教育學系

王維依

國立彰化師範大學
輔導與諮商學系

林暉昇

國立彰化師範大學
工業教育與技術學系數位班

程于芳

國立彰化師範大學
工業教育與技術學系數位班

摘要

泛自閉症障礙(Autism Spectrum Disorders, ASD)孩童具有社會互動和人際交流的困難，在理解他人意圖方面更為不易，形成社交孤立的生活。近幾年，機器人介入教學已被證實有效改善泛自閉症者社交障礙，本研究針對泛自閉症特徵開發客製化軟／硬體機器人，作為教學與互動練習所用。此機器人，名字「小鹿」，功能包含臉部表情，頭部轉向，左右手舉起放下，手指活動，身體移動，和口語互動等。因此本研究探討此族群之理解他人意圖困難，進行機器人介入教學活動，探究「小鹿」機器人對此族群之理解他人意圖影響。研究方法使用單一受試法之跨受試者多探測設計(multiple probe across subject design)。共招募四名泛自閉症孩童，使用機器人介入教學模式，同時觀察泛自閉症孩童在此障礙之進步情況，探討與機器人互動之理解他人意圖認知技巧之表現與成效。研究結果顯示，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，此機器人之外觀設計也被泛自閉症孩童接受，他們能友善與「小鹿」進行互動。

關鍵字：泛自閉症障礙、理解他人意圖、互動式機器人、輔助學習

通訊作者：程于芳 Email: yfcheng@cc.ncue.edu.tw



壹、緒論

泛自閉症最早由美國精神科醫師 Leo Kanner 於 1943 年率先提出。根據《美國精神疾病診斷與統計手冊第五版》，泛自閉症主要包含特徵有(1)社會溝通及互動的障礙與(2)侷限、重複的行為、興趣及活動(American Psychiatric Association [APA], 2013)。

一、社會溝通及互動的障礙

與人互動時，泛自閉症者會用自己的觀點來審視這個世界，他們難以理解他人的想法、行為及觀點。他們欠缺對人的注意及反應、經常忽視他人的反應、較不會主動跟他人分享情緒等，所以難以進行换位思考，導致無法發展良好的同儕關係。此外，對於非口語的行為，如眼神接觸、臉部表情、肢體動作等社會互動行為有明顯的障礙，因此泛自閉症孩童常表現出不適當的情緒表現和社會行為(APA, 2013)。

對於有口語能力的泛自閉症孩童來說，社會語用學的障礙，例如，無法拿捏談話中輪流發言的技能、不良的語音或語調、理解和表達情緒的困難，以及理解非字面性語言如隱喻或諷刺的困難。不懂得如何適時的展現語言技巧，常帶有鸚鵡式的仿說、代名詞轉換、答非所問以及聲調控制等的問題，所以給他人的印象就是無禮、太自我為中心與表達不清楚，令人無法與泛自閉症者維持談話(APA, 2013)。Banda 與 Hart (2010)指出，許多泛自閉症孩童沒有足夠的溝通技巧，缺乏與他人的適當互動，不會主動對話或回應他人的問題。此外，Schlosser 與 Wendt (2008)的研

究也指出，在參加教育方案的泛自閉症者中，有 25%至 61%的人溝通能力極需加強或沒有功能性的溝通能力。另外，有許多研究透過不同的應用來增加泛自閉症者的溝通技能，例如：藉由強調執行功能(Demetriou et al., 2018)和心智理論(theory of mind)(Jones et al., 2018; Premack & Woodruff, 1978)加以改善溝通能力。

二、侷限、重複的行為、興趣及活動

泛自閉症孩童在長期缺乏與他人互動的情況下，很少有變化性的行為，他們一些僵化性的行為表現，比一般孩童有顯著性的遲緩，表現出刻板、固執及反覆的一面，經常執著於事物的某些部分。對他們而言，需要想像性及創造性的抽象性思考是一項困難的挑戰(APA, 2013)。

因此，如何提升泛自閉症孩童日常的社會能力，以幫助他們走入群體就顯得非常重要。心智理論指的是理解自己和他人的信念(belief) (想法、期望)、意圖(intention)(追求目標的行動)、欲望(desire) (希望、願望、需要)的能力(Baron-Cohen, 2008; Searle, 1983)，為泛自閉症早期溝通與社交發展的常見特徵之一，除了難以瞭解或感受他人的想法、感覺和行為，並帶有注意力不集中，對於外在事物的影響易出現分心、注意力的轉移(Baron-Cohen et al., 1985; Perner, 1991; Swettenham et al., 1998)。

貳、文獻探討

一、心智理論

心智理論被廣義地描述為一個概念系統，是民俗心理學(folk psychology)的基



礎，也是人類社會互動的特徵，是一個複雜的、多方面的構造，反映了對心理狀態相互聯繫的理解，並能預測他人行為的能力(Hutchins et al., 2012)。在發育正常的兒童中，心智理論出現在學前時期：在 2 歲時，兒童理解其他人有不同於他們自己的欲望，這些欲望支配著他們的行為；到了 3 歲，他們明白信念會導致行為；3 歲以後，他們明白即使這種信念是假的，人們也會按照他們的信念行事(Camaioni et al., 2004; Meltzoff, 1995; Premack & Woodruff, 1978)。

具備有心智理論之能力，可以幫助理解並推論自己和他人的心理狀態，進而解釋或預測他人的行為(Baron-Cohen et al., 1985; Perner, 1991)。這一種技能是透過解讀他人心智，察言觀色並且理解他人的想法，並在人際社會互動中做出合宜的舉止。大部分孩童能隨著年齡與心智的持續發展，對於他人說話時的情緒辨別能力會更加敏銳，並能透過覺察他人說話時的情緒狀態，進而調節自己的情緒，在溝通中產生適當的情感互動及提升溝通效能(Aguert et al., 2013; Kahana-Kalman & Walker-Andrews, 2001)。

然而，泛自閉症孩童可能不發展心智理論，或是在獲得此能力方面有明顯的延遲(Charlop-Christy & Daneshvar, 2003)。他們有與他人分享想法和興趣的困難，因為缺乏情感技能，所以無法輕易識別情緒的表達或理解他人情緒(Celani et al., 1999)。而且在共同注意行為和對共同注意任務作出反應方面有障礙，導致在不同的社會環境中無法表現適當的應對(Charman et al.,

1997; Leekam et al., 1997)，因為這些技能的缺乏，導致了許多泛自閉症孩童的孤立。

人類能夠在心理上設身處地為他人著想，從而想像他人是如何感知、思考和情感體驗自己的生活事件。泛自閉症孩童在獲得心智理論方面有障礙；換言之，他們在歸因和理解自己和他人的心理狀態方面表現出困難，因此缺乏從他人角度出發的能力(Baron-Cohen et al., 1985; Camaioni et al., 2004; Meltzoff, 1995; Perner, 1991)。在對話中，說話者和聽話者均需要採納對方的觀點，以成為有效的互動夥伴，這是對話發生的必要條件；如果沒有這種思維能力，泛自閉症孩童可能會滔滔不絕地談論他們感興趣的話題，認為這個話題也會引起其他談話者的興趣，他們不明白自己熱衷的話題可能會讓聽眾感到厭煩甚至惱怒，從而使溝通交流變得片面和侷限(Chin & Bernard-Opitz, 2000)。

由於泛自閉症孩童在理解他人的心理狀態表現出嚴重的困難(Ozonoff & Miller, 1995)，他們與人互動最大的困難處即在於缺乏心智理論中理解他人意圖的能力，在一系列複雜的認知過程中，無法推斷他人心理狀態的能力。不過，令人振奮的是社會對泛自閉症者的態度也開始轉變，現在不僅理解亦能接受其所面臨的挑戰和困難，甚至關注到泛自閉症者的天賦(Aydin & Diken, 2020; Lee et al., 2020)。

二、理解他人意圖

理解他人意圖(understanding other's intention)，是指經由解讀回應他人意圖，並感同他人信念後認知其意圖，回應人際溝通的重要能力。「信念」具有與現實相違的概念，需要能理解他人目前擁有的心智



狀態能力，而相對於「信念」來說「意圖」是指他人希望使外在的物體或狀態有所改變，因而做出接下來的一連串動作，所以會有較清楚的行為作為參照線索，稱為「理解他人的意圖」(Baron-Cohen, 2008; Searle, 1983)。此技能是能理解他人的重要基礎能力，Wellman 與 Lagattuta (2000)針對意圖提出三項說明：(1)意圖指的是個人基於有意的(mean to)或想要的(want to)而有目的的去完成某事，以滿足其慾望或目標；(2)即使意圖與動作的關係相當緊密，他人可以有意圖地做動作，但意圖並非動作，而是一種心理狀態，且意圖通常會經由動作傳達出來，簡而言之，意圖是指想要做(wanting)，而動作是指正在做(doing)；(3)要能理解他人的意圖，必須奠基在其他相關的心理狀態建構之下，包括：動作者的信念、情緒、知覺經驗等，因為這些相關的心理狀態，都是關於(about)或是朝向(directed toward)相同的物品、事件或目標，會共同連結組成一個行為結果，例如：妹妹想要一顆糖果，拿到糖果會使她感到開心，拿不到糖果她則會感覺難過或生氣。

根據此對於意圖的描述，意圖不僅可以讓我們對於他人的動作或談話賦予意義，我們更可藉由意圖提供的訊息去預測他人未來的行為，進而與他人進行互動。因此，「理解他人的意圖」是一項相當重要的社會認知能力。一般發展兒童非口語的內隱實驗程序的研究(Carpenter et al., 1998; Povinelli et al., 1997; Repacholi & Gopnik, 1997)，研究者常以各種豐富且多元的實驗派典來探討嬰幼兒理解他人溝通意圖能力的發展情形，例如：將頭或身體轉向某物、以眼神注視某物、用手指指示

或伸手碰觸某物、發出某些語音、使用較誇張的臉部表情等，甚至同時呈現這些多樣的姿勢動作來與人溝通。研究者根據這些日常生活中常見的「非語言線索」來展現溝通意圖，探討嬰幼兒藉由推論這些線索所蘊含的溝通意圖訊息，進而理解他人行為之意圖目標的能力。後續也有許多研究，針對人類的其他姿勢動作來討論嬰兒對於物品導向性的理解能力，像是手指指示(point)、眼神注視(gaze)等(Woodward, 2003; Woodward & Guajardo, 2002)。

然而，在未成熟嬰幼兒與三至四歲的泛自閉症孩童的比較，可以發現泛自閉症孩童具有理解他人意圖的缺陷，吳進欽等人(2010)實驗研究初步支持泛自閉症孩童的意圖能力表現低落，該研究指出年齡在13-15個月、18-20個月的正常發展嬰幼兒、三歲半發展遲緩兒童以及三歲半的泛自閉症孩童比較，在相互注視協調能力、意圖溝通能力以及動作意圖能力上，實驗結果發現泛自閉症組兒童出現意圖溝通能力或動作意圖能力的比例低於其他三組。

人類能夠在心理上設身處地為他人著想，從而想像他人是如何感知、思考和情感體驗自己的生活事件。具體來說，對泛自閉症者的評估顯示，他們可能無法利用情境來理解他人的意圖，從而難以參與到社會中(Camaioni et al., 2004; Meltzoff, 1995)。Baron-Cohen 等人(1985)在開創性的研究中，發現心智理論的缺陷，即理解自己和他人的意圖、信念和動機之間的差異的能力，是泛自閉症患者潛在的核心社會認知限制；他們比較了泛自閉症、唐氏症和典型發展兒童的心智理論技能，發現泛自閉症孩童的心智理論嚴重受損，甚至



比智商匹配的同齡孩童更為嚴重。到了 4 歲，典型發展的兒童就能理解表象和現實之間的區別，意識到其他人的行為是基於他們自己的不同想法和信念。這種技能使他們能夠理解他人意圖 (Southall & Campbell, 2015)。然而，在大多數人為介入的情況下，其介入環境從自然情境到高度結構化的情境都有，讓泛自閉症孩童在進行目標行為時得到了外在的獎勵，但是目標行為是透過自然情境指導兒童來引起的，而不是由兒童有意發起的行為。遺憾的是，泛自閉症孩童的重要他人（例如：父母、教學者）所提供的介入措施可能不是兒童喜歡的內在增強物，導致無法有效改善泛自閉症孩童的社會技能 (Kim et al., 2013)。

三、遊戲式學習

遊戲式學習 (game based learning) 普遍受到學習者的接受，以遊戲的方式與教學做結合，不僅提高了學習者的學習意願，並有助於學生在學習的正面效果，Hogle (1996) 針對遊戲對於學習的優點提出了觀點：(1) 可引發內在動機並提高興趣：透過遊戲的特性，提高學習者的學習興趣與內在動機。使學習者在面臨挑戰時，能不斷的願意嘗試，並藉此獲得成就感；(2) 保留記憶：相對於傳統課程，模擬遊戲在保留記憶方面會有較佳的成效；(3) 提供練習與回饋：透過遊戲提供的練習機會，讓學習者可以反覆的操作，並獲得即時回饋，並促進達成學習目標；(4) 可提供高層次的思考：將教學內容融入遊戲中，讓學習者在遊戲過程中解決問題、判斷，並能整合學習者的自身經驗，以獲得解決困難的方式。

遊戲不是內容傳播裝置，也不是一個資訊展示、接收吸收和重複的過程，而是互動的意義創造和構建。遊戲互動為設計系統創造一個很好的起點，可以提高學習興趣、發展理解，並推動學習者真正參與到社會中 (Squire, 2008; Steinkuehler & Squire, 2014; Young et al., 2012)。Swetha 與 Sridhar (2019) 指出，遊戲式學習是一種用於發展學生教育系統的方式，它的設計有一個明確的目的，為提供各種知識、經驗和機會，在虛擬世界中應用知識。此外，遊戲式學習是根據學生的能力而設計，有助於學習課程、瞭解文化或歷史，在玩遊戲過程中可學習許多技能；同時，遊戲式學習也適用於緩慢的學習者，使他們非常容易學習課程和理解概念。

四、機器人與泛自閉症障礙孩童教學

近幾年來各學科領域發展趨於成熟的情況下，泛自閉症在心理、醫學以及教育方面已經做了很多研究，目的都是為了要改善泛自閉症的學習困難與增進他們的生活品質。而在近期，機器人輔助教學 (Robot-Assisted Instruction, RAI) 逐漸引入教育中，其定義為：以機器人為主要教學媒體和工具所進行的教學活動 (Kose et al., 2011)。在教學中，機器人不是主體而是輔助，能夠作為學習夥伴或是輔導員，藉由提示和輔導，在課堂上提供幫助 (Belpaeme et al., 2018)，能做到普通教具未有的智能作用。

實體機器人有三個特點：(1) 實體機器人可用於課堂與人進行物理上的互動；(2) 使用者能夠與實體機器人互動，對於學習表現出有利的社會行為；(3) 使用者與實體機器人互動，比起虛擬的擴增實境和虛擬



實境，表現出更多的學習收益(Belpaeme et al., 2018)。孩童可以從機器人身上學習到良好的社會行爲(Kennedy et al., 2015)。進行合作任務時，比起擴增實境和虛擬實境，機器人有更多的吸引力和樂趣(Kidd & Breazeal., 2004; Köse et al., 2015; Wainer et al., 2007)。

一些學者指出機器人可代替人類幫助泛自閉症孩童，機器人外表像人類，孩童能與機器人互動和對話，例如：Qidwai 等人(2020)使用人型機器人 NAO，針對 15 名泛自閉症孩童（7-11 歲）進行教學與治療行爲，機器人透過唱歌和讓孩童觸摸身體等方式與孩童互動，結果顯示機器人能改善泛自閉症孩童的學習，使用機器人系統來幫助泛自閉症孩童成爲更好的社會成員；該研究亦比較教學者、孩童和 NAO 機器人的環境，與傳統的教學者與孩童環境下，孩童的積極度差異，其量化結果證明有 NAO 機器人在的環境下，孩童會更積極的進行活動。另一項 Tariq 等人(2016)的研究，使用 NAO 機器人與 3 名泛自閉症孩童進行足球遊戲，孩童會與機器人口語交流與踢足球，其目標行爲分爲 5 個：溝通、眼神交流、社交互動、分享式注意力和輪流說話，該研究使用調查、影片記錄和評估量表等方法進行定量分析，從實驗實施前和實施後的實驗收集和分析，定量結果顯示，目標行爲的執行時間和持續時間皆增加，結果證明泛自閉症孩童的社會發展和目標行爲皆獲得改善。

Lee 等人(2012)探討治療機器人的設計特徵對於泛自閉症孩童的反應，其研究結果指出機器人的臉和肢體運動會吸引孩子們的注意力並提高孩子們的臉部表情技

能。另一項 Boccanfuso 與 O’Kane (2011) 的研究，機器人利用手部和臉部追蹤來與孩童玩模仿遊戲，這項研究是特別爲了泛自閉症孩童設計的機器人，透過遊戲提高孩童的注意力，增加輪流技能，藉由簡單的模仿遊戲來讓孩子主導語言和非語言的溝通。Robins 等人(2005)研究人形機器人透過跳舞吸引泛自閉症孩童的注意，讓孩童主動接近機器人，並進行肢體、眼神接觸互動，例如進行模仿遊戲，治療師會拉起泛自閉症孩童的手臂，促使機器人去模仿；或是讓泛自閉症孩童去模仿機器人的動作，增進泛自閉症孩童主動與機器人互動，增進技能。Costa 等人(2010)提出外型爲人形的小型機器人，改善兩位泛自閉症孩童的社會互動技能，研究結果經過小型人形機器人的引導後，這兩位泛自閉症孩童能夠主動與另一名孩童一起遊戲互動。

讓機器人展現人性特質，並與使用者產生社會化層面的互動關係，一直是機器人研究努力的方向(Wiltshire et al., 2017)。董芳武與銀子奇(2018)指出，機器人可藉由擬人表情、動作、語音來展現其社會化，而泛自閉症孩童則隨著與機器人接觸次數的增加，與機器人的互動會產生更多具社會性意義的行爲。Pennisi 等人(2016)指出，泛自閉症者表現出對機器人的社會行爲，表現出減少重複性和刻板的行爲，並且自發地使用了語言與機器人對話，甚至在某些情況下，泛自閉症孩童對機器人表現出的行爲，與平日人與人之間的互動無異。仿人機器人可以促進、激勵、指導和影響泛自閉症孩童表現出社會性意義的行爲(Scassellati et al., 2012)。機器人可以被用來建立一個環境，在這個環境中，機器



人為兒童模擬特定的行為，或者兒童用機器人練習特定的技能，最終目標是促進泛自閉症孩童所學技能轉移到與他人的互動中。

因此，本研究建構機械式機器人軟／硬體，名叫「小鹿機器人」，其角色為輔助泛自閉症參與者理解他人意圖技能，與參與者共同完成任務；同時增強互動技能練習介入。

五、研究目的

本研究目的是開發機器人軟／硬體，作為泛自閉症孩童可練習社交互動對象，特別針對泛自閉症孩童之理解他人意圖技能缺陷進行教學設計機器人互動腳本，幫助泛自閉症孩童理解他人意圖技能之練習。本研究主要探討泛自閉症孩童經過此機器人介入學習後，對於理解他人意圖技能之目標行為的表現變化。因此，本研究之研究目的包含：

1. 根據泛自閉症孩童的理解他人意圖技能困難，開發小鹿機器人之硬體與軟體互動系統，並探究其機器人之開發功能對此族群之學習成效，及此族群所學習之理解他人意圖行為表現成效。
2. 探討泛自閉症孩童透過機器人互動系統學習理解他人意圖之打招呼、守規則、讚美、安慰、口語需求意圖、非口

語需求意圖、臉部表情注意力等七個技能之互動行為表現成效。

六、研究問題

1. 探討小鹿機器人軟／硬體設計功能對此族群之學習成效，且針對泛自閉症孩童之理解他人意圖互動學習狀況如何？
2. 探討泛自閉症孩童與小鹿機器人玩伴之理解他人意圖互動行為（打招呼、守規則、讚美、安慰、口語需求意圖、非口語需求意圖、臉部表情注意力）之表現成效如何？

參、研究方法

一、研究對象

本研究之研究參與者為四位泛自閉症男童，一位 8 歲、一位 10 歲、兩位 11 歲，其基本資料如表 1。在確定實驗對象之前，先與研究參與者的家長進行研究參與者資料收集，並取得家長的同意。

研究參與者甲，男孩，研究期間為 8 歲。家中有一位妹妹。大部分時間很少說話，對於他人講話不會有口頭回應，平常也不太愛理人。但能理解他人給他的鼓勵與讚美，同時會說明自己厲害的地方。研究參與者乙的情緒大多穩定，在參與實驗

表 1

研究參與者之基本資料

參與者	甲	乙	丙	丁
性別	男	男	男	男
年齡	8 歲	11 歲	11 歲	10 歲



課程時也多能投入與配合遊戲的進行。會與教學者揮手、問好、說再見，但較少眼神的接觸。研究參與者丙不太會主動注意他人的需求，大部分時間沉浸在自己的世界裡，不理睬他人需求與對話。研究參與者丁具有基本社會互動認知能力，會回應也能夠了解基本動作含意，如知道教學者們拍手代表很厲害，比讚是誇獎；對於教學者給予的口語鼓勵、肯定與稱讚，不會有口語上的回應或能即時反應他人的意圖。

二、實驗設計

實驗研究為期 10 週，有基線期、介入期和維持期三個階段。參加研究的四名泛自閉症孩童每週參與一次課程，每次課程持續 40—50 分鐘。每位研究參與者的所有任務都是按照教學原則進行的；介入期的課程包含一個機器人玩伴，由機器人協助指導完成指定的任務，而基線期和維持期則由教學者設計不同社會情境並引導研究參與者適切回應該情境，且研究參與者可以在任何時候退出。此外，還使用了奧茲巫師互動模擬技術(Wizard of Oz, WoZ)，即研究人員在另一個房間控制機器人的動作、語言、手勢和行為，因此研究參與者看不到操作者。這可以提高探索機器人的功能和技術執行的有效性。

機器人是連接到一個筆記型電腦（華碩 PU301L，Windows 7 專業版），實驗是在大學的研究實驗室進行的，並設置遊戲用的軟地板且使機器人能夠走，並為研究參與者提供一個舒適的環境。每節課有一名研究參與者和三名研究者參加。擔任研究者／教學者的三名研究生來自大學的特殊教育學系和心理學系，他們有與泛自閉

症孩童相處與互動的經驗，並為這項研究接受過專門的培訓，實驗中遵循 WoZ 方法，由一位研究者待在另一個房間操控機器人，另外兩位研究者陪伴在研究參與者旁邊觀察。此外，所有環節都使用攝影機錄製。

三、實驗流程

所有研究參與者在進行實驗之前，皆取得孩童與家長同意進行實驗教學。實驗教學進行之前先詢問家長和孩童可配合的時間，進行教學課程。上課的時間共進行 3 個月時間，每週上課一次，每節上課約 40—50 分鐘。此教學實驗課程在「先進科技輔助泛自閉症中心」進行實驗，研究者於實驗地點架設數位攝影機來紀錄整個實驗的過程，並準備好所需之設備及教材(增強物如：飲料、玩具、貼紙等)以供實驗進行。

此研究使用單一受試研究法之跨受試者多探測設計，四位研究參與者皆接受相同介入程序。本研究採納杜正治(1994)提出單一受試法的原則：(1)對尚未進行介入處理的研究參與者進行間歇性之探試研究參與者的社會基本認知；(2)即使移除系統的介入，研究參與者的社會基本仍可表現出與介入時的效果。因此本研究將依照時間的順序來介入，分作基線期、介入期和維持期等三階段。四名研究者均了解此實驗教學之目標與流程，研究者會遵循相同的教學流程與原則，並依研究參與者個別差異進行個別化教學。每一研究者負責研究的進行與觀察研究參與者，每次實驗教學結束後，參與者皆接受口語提問觀察量表評估。所有研究者皆確實瞭解本研究目的與程序，進行遊戲情境式互動活動，使



用「理解他人意圖口語提問觀察量表」來進行評估測試，並且由兩名研究員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。此三個階段的施測時間與蒐集的資料點數如表 2 所示。

(一) 基線期

基線期的目的為觀察孩童在機器人教學介入之前的目標行為的表現。此階段共進行三次，每堂課 40—50 分鐘。藉由所設計的遊戲與情境，由四位研究者引導口語、非口語的需求意圖，觀察孩童在基線期，其目標行為的反應。等教學情境結束後，研究者使用「理解他人意圖口語提問觀察量表」評估孩童的目標行為。「理解他人意圖口語提問觀察量表」會以圖卡或情境描述呈現，詢問圖卡情境中的問題，孩童研究參與者會採取何種行動並記錄。在基線期時研究者不會給予孩童任何與目標行為相關的提示。當教學結束，會給予研究參與者增強物，如：牛奶、餅乾以及選一個戳戳樂禮物作為獎勵。每次教學課程結束後，由研究者課後進行記錄與理解他人意圖之互動技能認知技巧評分，填寫孩童該堂的目標行為表現及變化。基線期持續到至少三個資料點分數呈現穩定為止。

(二) 介入期

在分數穩定後，接著進入介入期，本階段使用實體互動式機器人玩伴與泛自閉症孩童進行互動行為表現練習（圖 1 介入期孩童與機器人互動），以開發具有理解他人互動技能練習之合作式互動行為表現模組的機器人，透過事先規劃好的理解他人互動技能練習之合作式互動行為表現學習內容腳本，依序引導泛自閉症孩童與實體互動式機器人玩伴進行互動，讓泛自閉症孩童與機器人在遊戲中互動，分數測量方式與基線期相同，由兩名觀察員進行評分，並在分數達到穩定之後進入下一階段。實驗介入活動的程序是先由教學者來帶領，實驗開始的前 5 分鐘，教學者引導參與者進入情境。為了防止發生參與者不遵守指示進行活動，或是喪失學習的興趣、動機的狀況，在活動開始前，安撫情緒時會告訴他在活動結束後，即可得到增強物。等研究參與者情緒穩定後，進行介入。此階段之七個目標行為：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。所有的目標行為皆由實體機器人來引導，再由研究者及觀察者進行觀察。每次的介入時間約

表 2
施測時間與蒐集的資料點數

施測時間	基線期	介入期	維持期
研究參與者	2019/10/28— 2019/11/14	2019/11/06— 2019/12/18	2019/12/18— 2020/01/08
甲	3 個資料點	5 個資料點	3 個資料點
乙	3 個資料點	5 個資料點	3 個資料點
丙	3 個資料點	5 個資料點	3 個資料點
丁	3 個資料點	5 個資料點	3 個資料點



圖 1

介入期孩童與機器人互動



為 40–50 分鐘。第一次與實體機器人互動時會先給予指導，之後在每次介入的過程中將以引導的方式來進行。待介入結束後，給予參與者休息 5–10 分鐘，給予糖果或餅乾。所有實驗過程將錄影，為往後繼續分析及探討。

介入期階段介入機器人互動系統，透過小鹿機器人引導孩童的互動，觀察孩童在介入期間目標行為表現的變化。此階段的設計是為了提升孩童在理解他人意圖技能的能力。此階段兩位研究者在另外一個空間操控小鹿機器人，觀看孩童反應，小鹿機器人給予即時互動回應，另外兩位研究者則與小鹿機器人一起與孩童進行教學實驗互動。研究者會根據教學腳本進行、實驗教學、引導孩童理解他人意圖需求（如：打招呼、守規則、讚美、安慰、口語需求意圖、非口語需求意圖、臉部表情注意力）同時機器人扮演需要被理解或輔

助之角色（如：我錢包昨天掉在路上，我心情好難過、我來幫教學者說明規則）。如果孩童對於小鹿機器人的口語或非口語需求沒有回應，會由研究者進行提示、示範，引導孩童做出正確的目標行為。

舉例來說，當研究參與者能完成教學者指示的任務後，教學者和小鹿機器人會主動拍手表示讚美，或用口語表示做的很好，和使用非口語動作，「比讚！」。當研究參與者能做到所要求的小任務時，如將鞋子排放整齊、遊戲之前將散落在地的玩具收拾乾淨；研究參與者皆會獲得教學者和小鹿機器人肯定與讚美。如在模仿遊戲中，當研究參與者能聽出小鹿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、小鹿會予以擊掌、比讚，期待或是要求研究參與者亦予以擊掌、微笑以回應他人的讚美。



另外，教學者 1 在遊戲過程中，小鹿會幫忙加油，並表達：「謝謝你們。」且加入手語的謝謝。接著，教學者 2 也向小鹿表達：「小鹿，你比賽的時候一直幫忙我們加油，謝謝。」同時加入手語的謝謝。小鹿回應：「不客氣。」教學者 2 引導研究參與者：「你要不要也跟小鹿說謝謝？謝謝他幫我們加油！」教學者鼓勵研究參與者對他人予以讚美。在比賽中，研究參與者贏得最後勝利，教學者 2 引導大家拍手鼓掌、小鹿主動走過去擁抱研究參與者；接著，教學者 1 詢問研究參與者鼓掌的意義，並引導小鹿對著研究參與者比讚。此活動使研究參與者理解，拍手鼓掌、擁抱、比讚都是讚美的方式。

此外，研究者會以實際表演社會情境或以圖卡呈現的方式來詢問孩童之「理解他人意圖口語提問觀察量表」理解，並紀錄孩童的回答。當實驗課程結束會給予孩童增強物，例如：牛奶、餅乾以及選一個戳戳樂禮物作為獎勵。每次實驗課程結束後，由教學者課後進行記錄與理解他人意圖之互動技能認知技巧評分，填寫孩童該堂的目標行為表現及變化。介入期持續到至少五個資料點分數呈現穩定為止。

(三) 維持期

維持期主要觀察在移除機器人的介入教學後，觀察孩童的目標行為表現有無變化。此階段共進行四次課程，每堂課 40—50 分鐘。此時，四位研究者皆會進入課堂，由四位研究者引導口語、非口語的需求意圖，觀察孩童在實驗介入之後，其目標行為的反應，如果孩童對於目標行為沒有回應，研究者會給予一些小提示（例如：你還記得之前跟小鹿打招呼的時候是怎麼

做的嗎？），讓孩童回想起之前與機器人做過的練習，並做出曾經學習過的正確回應方式。

另外，研究者會以社會情境或圖卡呈現的方式詢問孩童之理解並紀錄。當實驗課程結束，會給予孩童增強物，如：牛奶、餅乾以及選一個戳戳樂禮物作為獎勵。每次實驗課程結束後，由教學者課後進行記錄與理解他人意圖之互動技能認知技巧評分，填寫孩童該堂的目標行為表現及變化。

由於在研究過程中，需要以數位攝影機來完整收集參與者的影像及聲音資料加以分析。詳細紀錄泛自閉症類群障礙學習者基線期、介入期與維持期之觀點取替認知技巧技巧學習之表現，而為了參與者的隱私，錄影之影像檔除了供研究使用之外，絕不會對外公開。

四、研究工具

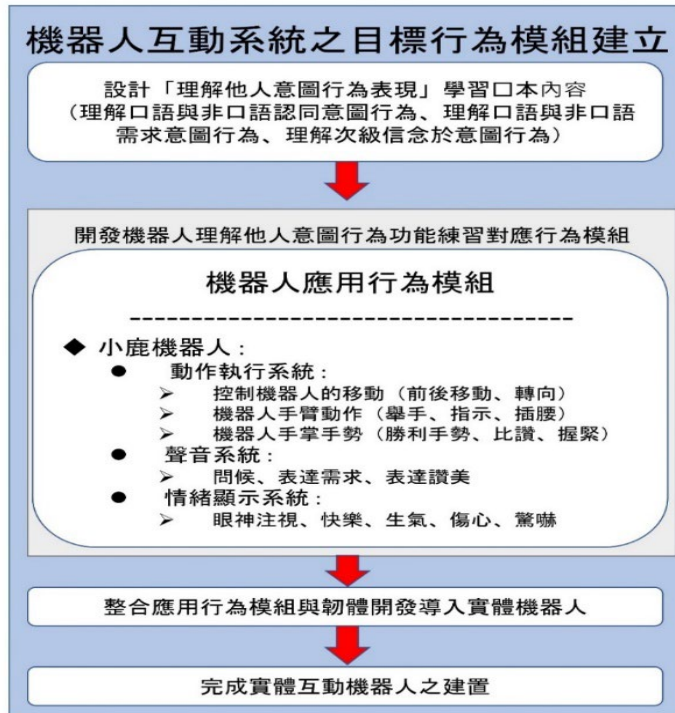
(一) 機器人系統開發

本研究之機器人互動系統是專為泛自閉症類群障礙孩童教學而開發的，名為小鹿機器人。此機器人扮演角色為導師角色，需具備提問、引導與鼓勵的行為功能。依據理解他人意圖行為之教學腳本，其內容設計與小鹿機器人之功能執行相對應的行為模組及行為功能。透過與機器人玩伴合作式共同完成任務互動模式，如互動遊戲式任務，或肢體互動，可讓此族群孩童練習與現實世界的理解他人意圖行為。所有小鹿機器人之軟／硬體皆經過專家評估與改良後，方能投入實驗教學。本研究之小鹿機器人主要開發項目包含小鹿機器人與機器人應用行為模組，如圖 2 機器人互動系統流程圖所示。



圖 2

建置理解他人意圖行為練習之機器人互動系統流程圖



1. 小鹿機器人

本研究使用的小鹿機器人硬體部份由臺北科技大學機械工程系機器人開發團隊所協助開發之機器人硬體設備。此機器人外觀、外部機能設計方面是針對本研究規劃之互動性技巧與開發團隊進行規劃與討論。此機器人外觀是卡通麋鹿造型，如圖 3 所示，名為小鹿，約 120 公分。硬體小鹿機器人之操作平台，使用可程式邏輯控制器 (Programmable Logic Controller, 簡稱 PLC) 以 RS232 串列埠轉接 USB 插頭連接行動電腦，使操作人員可透過電腦控制小鹿之動作執行系統。小鹿機器人具有可移動機械手臂，身體肢幹 (由鋁材質支架構成，可放置小電腦可接收操作者之電

圖 3

小鹿機器人實體照片



腦指令，及喇叭），與可移動式平台（捲動齒輪）。小鹿的頭部使用液晶顯示器表示，頭部可顯示小鹿機器人於不同情境中有不同的情緒表達給與孩童提示。

軟體部份以NI LabWindows/CVI 介面之開發，即執行目標行為模組（如：動作執行系統、追蹤系統、聲音系統、情緒顯示系統）意圖他人行為技巧練習之機器人系統開發評估。使用 LabWindows/CVI CodeBuilder 來產生程式碼框架、建構目標行為模組，在 Interactive Execution 視窗中建立使用者介面。主要程式指令須執行之元件為程式啟動、重置鈕、直走距離、旋轉角度、判斷動作方向、馬達啟動與否判斷。可程式邏輯控制器(PLC)內部自動執行的相關元件為馬達執行脈波數、程式開始、運算值判斷、方向判斷、執行及重置。內建喇叭，可以給予孩童聲音提示。透過NI LabWindows/CVI 環境使用 C#語言撰

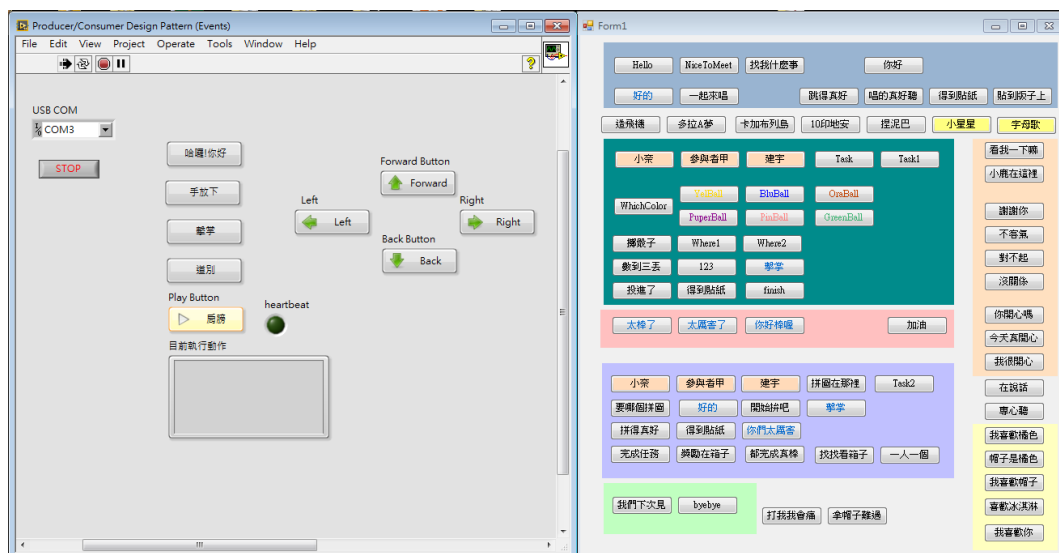
寫不同目標行為模組，將韌體設置對應的參數，編寫驅動各個模組的程式。

2. 機器人應用行為模組

機器人應用行為模組如圖 4 機器人控制介面所示，分為動作執行系統、聲音系統和情緒顯示系統三個。動作執行系統可(1)控制機器人的移動（前後移動、轉向），使用輪式移動之機器人，共有三個輪子，前面一個，及後面兩個為驅動輪。行走距離以 1 公分為單位，旋轉角度以 5 度為單位；(2)機器人手臂動作（舉手、指示、插腰），以線性馬達驅動，手臂自由度為 2，PLC 擴充模組，配有 2 個紅外線感應器分別裝在手掌及肩膀；(3)機器人手掌手勢（勝利手勢、比讚、握緊），五隻機械手指，每隻手指共三節關節配有馬達做出手勢。

聲音系統為聲音模組建立一系列預先錄製之聲音檔，使用 Balabolka 2.10 版將文字轉換成語音儲存為 WMA 檔案。聲音

圖 4
機器人控制介面



檔為腳本會用到之招呼語（如：「小明午安」、「再見」等）、表達需求（如：「我好渴」、「我想玩球」、「積木在哪裡」等）、表達讚美（如：「小明好厲害、我自己表現的好棒」）。使用 Windows 系統內建之 Windows Media player 播放器，輸出至機器人內部之喇叭。

情緒顯示系統為基本臉部表情模組（快樂、生氣、傷心、驚嚇）與眼神線索顯示模組於機器人前方建立顯示器，顯示機器人目前的表情提供非口語線索。透過 NI LabWindows/CVI 呼叫 DOS 指令操作預先寫好之 C# Windows Form，控制顯示器改變表情圖案以達到表情暗示（非口語線索）。

（二）測量工具

本研究針對理解他人意圖，設計「理解他人意圖技能檢核之間卷調查表」、「理解他人意圖口語提問觀察量表」、「理解他人意圖認知學習之家長意見回饋單」。以上之量表資料皆以匿名方式收集將其編號存放，僅供研究者查看作為研究使用、不外流。

1. 理解他人意圖技能檢核之間卷調查表

本檢核表參考並經過相關領域專家檢核，主要於實驗前給予家長來檢核泛自閉症孩童是否有理解他人意圖技能互動的基本先備技能，內容包含三個向度：正確依據情境角色理解他人的口語需求意圖、正確依據情境角色的眼神理解他人之非口語需求，以及正確依據情境角色給予角色適切地安慰。若其日常生活知理解他人意圖行為的表現部分未達到 3 項以上表現「總是如此」則能參與本實驗。而理解他人意圖技能檢核之間卷調查表包含十題觀點取

替技能題目，檢核孩童是否有觀點取替的先備技能。

2. 理解他人意圖口語提問觀察量表

本理解他人意圖口語提問觀察量表（Understanding Others' Intention Scale，簡稱 UOI Scale），為自編並經過專家檢核後，記錄並分析參與者在基線期、介入期、維持期之理解他人互動技能練習的變化。該紀錄表總共有 7 個目標行為，分別為打招呼、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。研究者透過「圖卡」或情境演出的方式口語詢問孩童在不同社交情境中，會如何回應。例如：「當朋友遇到挫折感到沮喪時，我應該要怎麼做？」、「當同學請我幫忙搬桌子的時候，你會怎麼做？」、「當我看到有人跌倒了，你會怎麼做？」，藉此了解孩童經過介入之後的教學及與他人互動技能的狀況。本理解他人意圖口語提問觀察量表如附錄所示。

五、教學介入原則與內容

社會環境的教學和學習是基於「理解他人意圖」概念所建構的，針對泛自閉症孩童亟需提升的社會互動技能，因此本實驗的教學場景都是建立在日常生活中可實施的友誼技能原則而設計的。例如：幫助他們參與不同的社會常規，或者在各種社會活動中學習相關的社會技能。介入期使用了機器人介入教學，而基線期和維持期則採用了老師面對面教學。在實驗研究中，透過小鹿機器人與孩童互動，與機器人產生熟悉感，同時引導孩童正確的心智想法，提升泛自閉症孩童對於「理解他人意圖認知技巧」的學習。機器人扮演了一個可以幫助研究參與者完成任務的夥伴，



包括教學任務規則、給予適當的鼓勵和提示（如圖 5 所示）。

本實驗教學內容共設計三個遊戲任務包含扭扭樂、模仿遊戲和拔河，各遊戲任務說明與範例詳列於表 3 中；另外，本研

究之七個目標行為（包含打招呼、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）之教學原則摘要於表 4。

圖 5
孩童與小鹿機器人握手



表 3

本實驗教學內容之遊戲任務說明與範列表

遊戲任務	說明	範例
扭扭樂	研究者與研究參與者在旁根據指示用手腳觸碰（紅藍綠黃）地板	<p>★範例一，如在扭扭樂遊戲中，研究者會故意在遊戲中失敗，表現出失落與挫折，引導研究參與者說出口語安慰，小鹿會以言語讚美研究參與者；若研究參與者對此情境沒有反應，小鹿機器人則會引導研究參與者說出口語安慰。</p> <p>★範例二，在遊戲過程中，小鹿機器人會撥放音樂並幫忙加油，雙臂高舉且上下小幅度移動。研究參與者完成遊戲時，小鹿</p>

（續下頁）



表 3

本實驗教學內容之遊戲任務說明與範例表 (續)

遊戲任務	說明	範例
模仿遊戲	小鹿機器人模仿動物發出的聲音，研究參與者須將對應的圖卡放入箱子	<p>向教學者和研究參與者表達：「你們很棒，給你們一個大擁抱！」並張開雙臂，分別擁抱教學者與研究參與者；若研究參與者對此情境沒有反應，則會鼓勵研究參與者擁抱小鹿。</p> <p>★範例一，如在模仿遊戲中，當研究參與者能聽出小鹿機器人所模仿動物發出的聲音時，並答對是甚麼動物所發出的聲音，教學者、小鹿會予以擊掌、比讚，期待或是要求研究參與者亦予以擊掌、微笑以回應他人的讚美。</p> <p>★範例二，教學者 1 在遊戲過程中，小鹿會幫忙加油，並表達：「謝謝你們。」且加入手語的謝謝。接著，教學者 2 也向小鹿表達：「小鹿，你比賽的時候一直幫忙我們加油，謝謝。」同時加入手語的謝謝。小鹿回應：「不客氣。」教學者 2 引導研究參與者：「你要不要也跟小鹿說謝謝？謝謝他幫我們加油！」教學者鼓勵研究參與者對他人予以讚美。</p> <p>★範例三，在比賽中，研究參與者贏得最後勝利，教學者 2 引導大家拍手鼓掌、小鹿主動走過去擁抱研究參與者；接著，教學者 1 詢問研究參與者鼓掌的意義，並且小鹿對著研究參與者比讚。此活動使研究參與者理解，拍手鼓掌、擁抱、比讚都是讚美的方式。</p>
拔河	研究參與者與研究者互相進行拔河遊戲	<p>★範例一，教學者 2 表示自己覺得很冷並詢問是否可以關掉空調，教學者 1 手指著遙控器方向，請研究參與者協助將遙控器拿給教學者 1。接著，小鹿也表示自己覺得很冷，請研究參與者協助拿桌上的圍巾再披到小鹿的脖子上。</p> <p>★範例二，教學者 1 詢問研究參與者是否能分享動物餅乾給她吃，教學者 1 也分享自己的蔬菜餅乾給研究參與者吃。接著，小鹿也詢問研究參與者是否能分享餅乾給他吃並表達感謝。</p> <p>★範例三，小鹿無法打開點心包裝，請研究參與者協助打開，最後再送給研究參與者一顆糖果，表示感謝研究參與者的協助。</p>



表 4

本實驗七個目標行為之教學原則說明表

目標行為	說明	範例
打招呼	孩童能與教學者與小鹿揮手、問好、說再見、記教學者名字，並同時眼睛與他人對視。	★範例一，當小鹿伸出手示意握手時，孩童能理解並伸出手握手。要求研究參與者進入教室時，能主動打招呼給教室中每一成員，包含小鹿機器人。如研究參與者到達教室時，教學者 2 主動向小鹿機器人、教學者 1 揮手，接著再引導研究參與者揮手向大家問候。
守規則	研究參與者能聽從教學者的指令與小鹿的說明規則，且期待研究參與者能遵守規則，不可鬧情緒不遵守，並聽從指令放好鞋子、收拾東西。	★範例一，進入教室前先脫鞋，並將鞋子擺放整齊於門口前；課程開始前協助收拾地上的玩具。 ★範例二，能遵守下課吃完點心後，協助清理糖果、餅乾包裝……等等。
讚美	當教學者或小鹿機器人在遊戲過程中，表現出很好或贏得遊戲時，期望研究參與者能注意觀察到教學者或小鹿機器人所表現的優秀動作，且能主動用口語讚美。	★範例一，當研究參與者能完成教學者指示的任務後，教學者和小鹿機器人會主動拍手表示讚美，或用口語表示「做的很好！」，和使用非口語動作，「比讚！」。同理期待研究參與者能接受教學者或小鹿機器人引導，進而學習。
安慰	當教學者或小鹿機器人處於難過情境時，由教學者引導或小鹿機器人提示研究參與者給予口頭安慰，或合適行為表示。教學者跌倒、小鹿錢包不見、教學者玩遊戲輸時，孩童能主動安慰（語言表達關心、輕拍手臂、輕摸頭）。	★範例一，當教學者或小鹿機器人在遊戲過程中，表現出喪氣或失望表情時，期望研究參與者能給與教學者鼓勵或安慰。當教學者 1 在拔河遊戲中輸了，自己背對大家躲在角落，教學者 2 引導研究參與者去拍拍教學者 1 的肩膀，並安慰教學者 1：「下次再努力就好了，輸了不用傷心。」。 ★範例二，教學者 2 在比賽中只得到 1 分，與其他人的分數相差甚遠，表情相當失落，蹲坐在地上。教學者 1 引導研究參與者去安慰教學者 2，接著，教學者 2 主動擁抱研究參與者，以表示感謝研究參與者的安慰。教學者 2 在遊戲過程中，因為跌倒，一直用手摸著腳指頭，表情痛苦；教學者 1 引導研究參與者去扶起教學者 2 並予以安慰的話語。 ★範例三，教學者 1 引導研究參與者看看小鹿的表情（傷心），小鹿說明：「因為昨天我的錢包不見了，不知道掉在那裡了？」教學者 1 接著引導研究參與者拍拍小鹿的手臂表達安慰。

(續下頁)



表 4

本實驗七個目標行為之教學原則說明表 (續)

目標行為	說明	範例
口語需求意圖	當教學者或小鹿表指出需要某件物品或方向時，或表現出急躁或是不悅的臉色時，期望研究參與者能觀察到教學者或小鹿所呈現的口語意圖，給予適時幫助或協助。	<p>★範例一，教學者 1 急躁得說：「我受不了，我要脫掉我的外套。」教學者 2 詢問研究參與者為什麼教學者 1 要脫掉外套。</p> <p>★範例二，小鹿表達自己很熱，請研究參與者協助打開風扇，教學者 2 引導研究參與者找到遙控器位置並打開電風扇。遊戲結束後，教學者 2 表達自己感到肚子餓，是否能吃零食；教學者 1 引導研究參與者拿桌上的點心給教學者 2 吃。</p> <p>★範例三，教學者 1 在遊戲過程中，屁股跌撞到地上並趴著一直用手按著屁股，表情痛苦，並伸出手請研究參與者協助攙扶起身，教學者 2 引導研究參與者協助扶起教學者 1。</p>
非口語需求意圖	當教學者或小鹿表指出需要某件物品或方向時，或指出需求時，期望研究參與者能注意觀察到教學者或小鹿機器人所表現出的動作，且能執行要求。	<p>★範例一，遊戲進行中，教學者 2 大字形躺在地上，表現很累，小鹿主動關心教學者 2。教學者 2 表示：「拔河遊戲已經用完我所有力氣了！」小鹿邀請研究參與者協助將教學者 2 推出場外休息。</p> <p>★範例二，遊戲結束後，小鹿表示自己有些疲累，教學者 1 引導研究參與者詢問小鹿是否要喝飲料、摸摸小鹿的頭，並邀請小鹿坐下休息。</p>
臉部表情注意力	當教學者或小鹿機器人在遊戲過程中，表現出不同情感變化，期望研究參與者能注意觀察到教學者或小鹿機器人所表現出臉部表情，且能給予口語或非口語回應。教學活動中設定不同的情境，讓研究參與者能透過觀察他人臉部表情而辨別其情緒，以適時安慰他人。	<p>★範例一，教學者 1 引導研究參與者看看小鹿的表情(煩惱)，小鹿說明：「因為場地很多東西，需要有人協助收拾。」教學者 1 接著引導研究參與者協助收拾場地。</p>



肆、結果與討論

一、資料收集與分析

四位研究參與者於基線、介入和維持期等三階段分數資料，皆在實驗過程中記錄，以「理解他人意圖口語提問觀察量表」之表現計分計算。研究使用觀察者間信度 (inter-observer reliability)，研究者擔任評分者，分數一致性越高，越能增進分數可信度。可信度使用觀察者間一致性 (Inter-Observer Agreement, IOA) 之逐一比對方式計算，四位觀察者觀察研究參與者 (兩位研究者及兩位觀察者)，共同執行，增加社會效度。計算公式如圖 6 所示。依據此公式，四位研究參與者在三階段的信度分數，如表 5 所示。

圖 6

一致性百分比計算公式

$$\text{一致性百分率} = \frac{\text{一致性的次數}}{\text{一致性的次數} + \text{不一致的次數}} \times 100\%$$

表 5

實驗教學之評分者間信度考驗

研究參與者	基線期	介入期	維持期	平均
甲	83.33%	83.33%	81.25%	82.64%
乙	90.00%	88.89%	87.50%	88.80%
丙	81.82%	84.21%	80.00%	82.01%
丁	80.00%	81.25%	88.89%	83.38%

二、研究結果

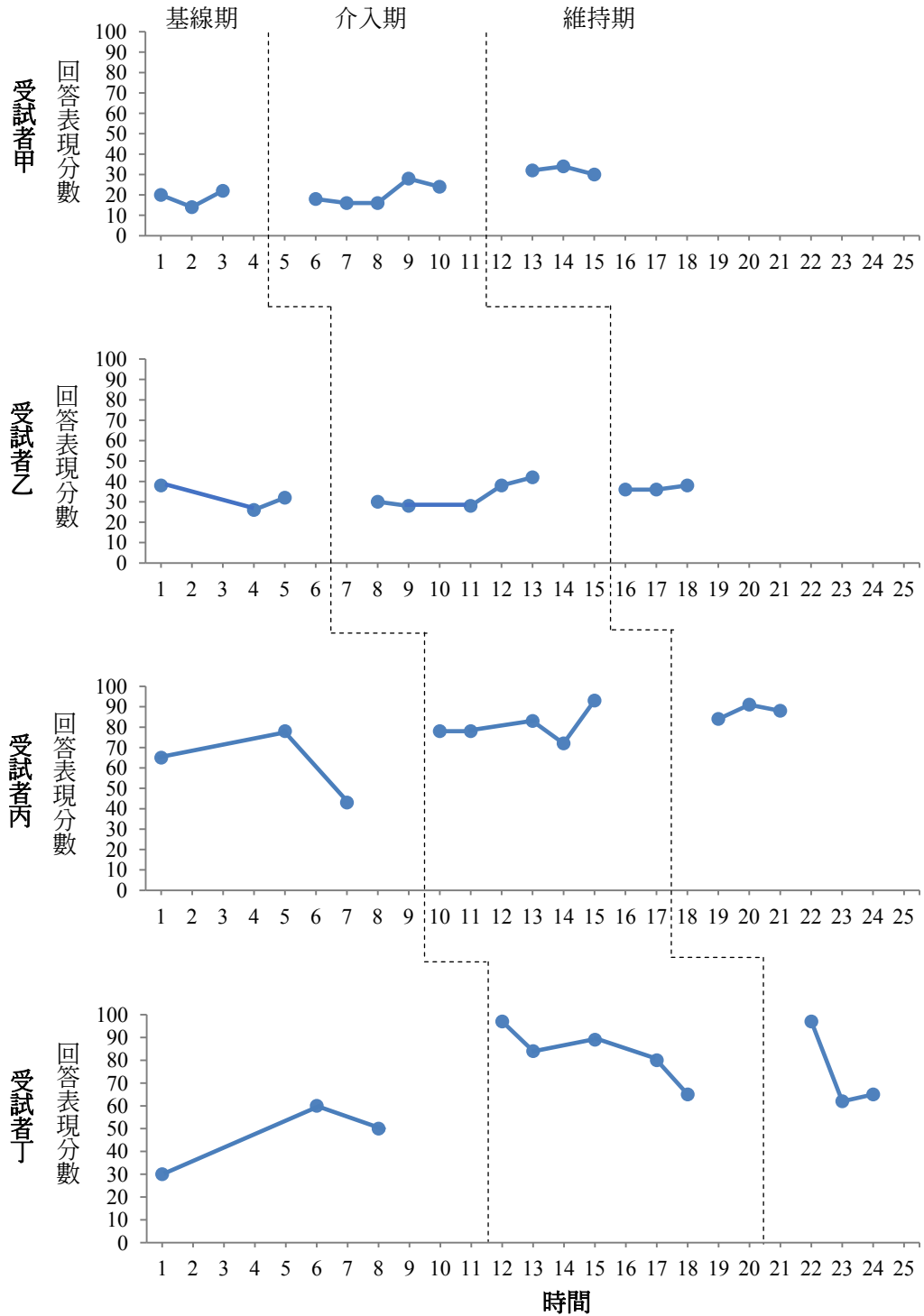
四位孩童研究參與者在基線期、介入期、維持期，使用單一受試研究法之「跨受試多基準線設計」進行初步分析，並將理解他人意圖口語提問觀察量表所得之資料點繪製成折線圖 (如圖 7 所示)，各階段在 UOI Scale 的分數呈現 (如表 6、表 7 所示)。「範圍」代表該階段分數最高的當次與分數最低當次的分數差距，「分數落差」代表該階段第一次與最後一次分數的落差、及該階段的「平均分數」。從表 6、表 7 可以看出兩位研究參與者孩童在理解他人意圖的平均分數上有明顯的進步。

研究參與者甲的平均分數在基線期為 42.5 (範圍 = 31.3 - 56.3)。在介入期，研究參與者甲的表現有些起伏，但整體上是進步的，平均分數為 56.6 (範圍 = 47.3 -



圖 7

四位研究參與者之基線期、介入期及維持期分數分佈



69.5)。在反覆地練習之下，可以看到研究參與者甲在維持期階段，其學習多持續地進步，除了第十次課程因為情緒因素而回答表現分數些微下降，其平均分數達到71.4（範圍 = 39.8–93.3）。研究結果指出經過機器人的輔助介入之後，研究參與者甲在目標行為的變化上整體分數是有提高的趨勢，機器人的輔助介入對於研究參與者甲是有幫助的，可以增加研究參與者甲對於他人意圖之理解（表6）。

研究參與者甲在基線期不會主動與老師揮手、問好、說再見，記老師的名字很吃力，每次上課重複複習仍記不太起來。需要花許多時間讓他練習眼睛與他人對視，並說出對方的名字。當老師伸出手示

意與他握手，他能理解並伸出手握手。在介入期階段，研究參與者甲經老師提示會向小鹿機器人問好，也會在老師提示後與他人揮手與說再見，當小鹿自我介紹後伸出手時，會主動伸手握住，也會擊掌。介入期後期會主動對小鹿說再見。在維持期階段，研究參與者甲漸漸能主動揮手、說再見，向研究參與者甲擊掌、握手也都會得到回應，已經能記得每個老師的名字，經老師提醒會向老師問好。研究參與者甲在反覆社交情境的練習中，逐漸能發展出適宜的社交情境行為。

研究參與者乙的平均分數在基線期為45.8（範圍 = 35–52.2）。在介入期，研究參與者乙有明顯且穩定的成長平均分數為

表 6

研究參與者甲、乙之基線期、介入期及維持期分數

	研究參與者甲			研究參與者乙		
	基線期	介入期	維持期	基線期	介入期	維持期
範圍	31.3–56.3	47.3–69.5	39.8–93.3	35–52.2	72.9–87.3	66.1–103.5
分數落差	40–56.3 (-16.3)	54.8–47.3 (+7.5)	93.3–73.3 (+20)	50–52.5 (-2.5)	72.3–72.9 (-0.06)	103.5–66.1 (+37.4)
平均分數	42.5	56.6	71.4	45.8	77.6	88.7

表 7

研究參與者丙、丁之基線期、介入期及維持期分數

	研究參與者丙			研究參與者丁		
	基線期	介入期	維持期	基線期	介入期	維持期
範圍	43–78	72–93	84–91	30–60	65–97	62–97
分數落差	78–65 (+15)	93–78 (+15)	91–84 (+7)	50–52.5 (-2.5)	72.3–72.9 (-0.06)	103.5–66.1 (+37.4)
平均分數	62	80.8	87.6	46.6	83	74.6



77.6 (範圍 = 72.9—87.3)。與基線期相較，研究參與者在介入期階段的理解他人意圖上是有進步的。研究結果指出經過機器人的輔助介入之後，顯示研究參與者乙能將與機器人練習的互動方式運用在他人身上 (表 6)。

在介入期階段，研究參與者乙機器人出現的當次，研究參與者乙對於機器人很好奇，但因為還不熟悉，教學者邀請、鼓勵研究參與者乙跟機器人握手、擊掌，研究參與者乙都表現較為退縮，會說：「還是不要吧！」，在教學者陪同之下勉強願意嘗試。後幾次在教學者的引導與示範下，逐漸願意與機器人揮手、問好、說再見、握手等，到介入期後期，會主動與機器人握手和說再見，是研究參與者乙一大進步。在維持期階段，研究參與者乙會主動與教學者問好，回家亦能主動說再見。

研究參與者丙的平均分數在基線期為 62 (範圍 = 43—78) 分數有下降一些，主要是上課時心思在樂高積木上，導致上課時分心。在介入期，研究參與者丙有明顯且穩定的成長平均分數為 80.8 (範圍 = 72—93)。

與基線期相較，研究參與者在介入期階段的理解他人意圖上是有進步的，專注力也提升了不少。研究參與者丙在維持期階段，平均分數達到 87.6 (範圍 = 84—91)。研究結果指出經過機器人的輔助介入之後，顯示研究參與者丙能夠理解他人意圖，並將與機器人練習的互動方式運用在他人身上 (表 7)。

研究參與者丙在基線期階段，不會主動與教學者揮手、問好、說再見，記教學者的名字很吃力，在每次上課皆會重複複

習教學者的名字，但依然記不太起來。需要花許多時間讓他練習眼睛與他人對視，並說出對方的名字。不太會主動注意的他人的需求，需要以口語提醒搭配動作：「老師現在好熱 (邊作勢脫外套)，研究參與者丙你覺得怎麼辦比較好？」有時候研究參與者丙會沉浸在自己的世界裡，須提醒多次才会有回應；老師跌倒或表現疼痛時，研究參與者丙也不太有反應，需要由老師提醒說：「老師跌到了，他好像很痛。」在老師的引導下才會幫助老師。當教學者伸出手示意與他握手，研究參與者丙能理解並伸出手握手。與研究參與者丙一起看書時，發現研究參與者丙的口語表達有時不太清楚，能在引導下講出字，句子無法完整表達，也無法自主地看人，但在叫名字時會有反應。在介入期階段，研究參與者丙經教學者提示會向小鹿機器人問好，能夠與機器人招手、擊掌、道歉，也會在教學者提示後與他人揮手與說再見，當小鹿自我介紹後伸出手時，會主動伸手握住，也會擊掌。介入期後期會主動對小鹿說再見。在維持期階段，研究參與者丙漸漸能主動揮手、說再見，向研究參與者丙擊掌、握手也都會得到回應，經教學者提醒會向教學者問好。研究參與者丙在記名字的方面比較弱，沒辦法長期記得教學者的名字，在維持期總算能在稍微的提示下記住教學者的名字。

研究參與者丁的平均分數在基線期為 46.6 (範圍 = 30—60)。在介入期，研究參與者丁的表現有些起伏，但整體上是進步的，平均分數為 83 (範圍 = 65—97)。在反覆地練習之下，可以看到研究參與者丁在維持期階段，表現變化持續地進步，



平均分數達到 74.6 (範圍 = 62-97)。研究結果指出經過機器人的輔助介入之後，研究參與者丁在目標行為的變化上整體分數能夠維持在 60 左右，機器人的輔助介入對於研究參與者丁是有幫助的，可以增加研究參與者丁對於他人意圖之理解 (表 7)。

研究參與者丁在基線期階段，目標行為為大多數都無法自行完成，少數如打招呼、回應協助需求、收拾東西、回應臉部表情注意力狀態等能夠不須提示自己完成。研究參與者丁雖然不會主動打招呼等目標行為，但能夠聽從老師指令放好鞋子、叫名字，自我介紹也會有回應。在介入期階段，研究參與者丁經過機器人介入訓練，打招呼需要提醒才能完成，部分目標行為如打招呼、回應協助需求、收拾東西能主動完成。但在口語發音部分上要多加油，有時口齒不清，聽不清楚研究參與者丁想要表達的。研究參與者丁也會因為迫不及待的想要趕快開始遊戲而無視機器人講解規則。在記名字方面依然會忘記老師名字，告訴研究參與者丁老師的名字

後，30 分鐘後再問一次名字馬上就忘記。在維持期階段，研究參與者丁能夠主動與老師問好，回家亦能主動說再見。

表 8、表 9 呈現兩位孩童研究參與者在基線期、介入期、維持期分別目標行為的分數變化。由四位研究者每次給予目標行為的分數平均而來，最低分為 0 分，最高分為 55 分。研究參與者甲在打招呼、守規則、口語需求意圖的向度上，在維持期進步到 3 分以上，顯示對機器人輔助教學對於研究參與者甲有明顯幫助；在讚美、安慰、理解非口語需求意圖上，雖然維持期並沒有達到 3 分，但相較基線期仍然有進步。臉部表情注意力向度上大約持平。

研究參與者乙在打招呼、守規則、口語需求意圖、非口語需求意圖的向度上，在維持期都可以達到 3 分以上，在讚美與安慰兩個向度上，也可以達到 2.5 分以上，顯示機器人的教學輔助，有效使研究參與者乙更能理解他人的口語、非口語需求。在臉部表情注意力向度上在介入期表現佳，維持期則稍微退步。

表 8

目標行為分數

目標行為	研究參與者甲			研究參與者乙			滿分
	基線期	介入期	維持期	基線期	介入期	維持期	
打招呼	1.5	2.4	3.1	1.7	3.4	3.4	20
守規則	1.9	2.7	3.2	1.7	4	4.4	10
讚美	0.9	1.3	1.9	1.4	1.4	2.5	15
安慰	2.3	2.3	2.8	0.9	1.4	2.7	10
口語需求意圖	1.8	2.6	3	1.8	3.3	3.4	35
非口語需求意圖	0.7	1.3	2	1.5	2	3	40
臉部表情注意力	3.6	3.2	3.5	4.6	5	3.5	5



表 9

目標行為分數

目標行為	研究參與者丙			研究參與者丁			滿分
	基線期	介入期	維持期	基線期	介入期	維持期	
打招呼	7.2	15.4	12.5	10	15	17.4	20
守規則	4.4	16.6	8.8	6	4.8	7.3	10
讚美	5	5.5	5.3	3	4.3	1.5	15
安慰	2.2	7.1	6.2	1	5.8	2.6	10
口語需求意圖	13.8	18.9	22.6	17	22.5	17.7	35
非口語需求意圖	25	20.3	26.1	13	18.5	20.7	40
臉部表情注意力	1.6	4.3	4.6	3	4.7	4	5

研究參與者丙在打招呼、口語需求意圖、非口語需求意圖、臉部表情注意力的向度上，都有逐漸成長並維持住，顯示機器人的教學輔助，有效使研究參與者丙更能理解他人的口語、非口語需求。在打招呼及守規則信念向度上在介入期表現佳，維持期則稍微退步。

研究參與者丁在打招呼、守規則、非口語需求意圖的向度上，都有逐漸成長並維持住，顯示機器人的教學輔助，有效使研究參與者丁更能理解他人的非口語需求，也能理解基本的打招呼、守規則。在讚美、安慰、口語需求意圖、臉部表情注意力向度上在介入期表現佳，維持期則稍微退步。

三、討論

本研究使用本實驗室所開發機器人與軟體互動系統，搭配適合的教學情境，幫助泛自閉症孩童理解他人之認知與互動技能。本研究目的為探討此機器人玩伴之介入與遊戲式互動教學情境的引導，對於泛自閉症孩童「理解他人意圖」互動技能表現的變化情況及學習成效。本研究實驗結果顯示，此引導式機器人玩伴結合遊戲式

互動教學，可以幫助泛自閉症孩童理解他人意圖，同時在七個目標行為上也能有進步的表現。

(一) 小鹿機器人玩伴之功能設計，可以增進泛自閉症孩童理解他人意圖之認知

此機器人結合遊戲式教學模式，有助於泛自閉症孩童理解他人意圖之認知與互動練習。藉由讓孩童具主動權且有選擇性的逐步與機器人互動，孩童反而更能表現其互動技巧(Pennisi et al., 2016; Scassellati et al., 2012)。有些泛自閉症孩童會有對感覺刺激過度反應之感覺功能處理上的障礙。例如，對輕微碰觸有過度敏感的泛自閉症孩童，可能會因為他人不小心的輕觸而引起情緒的波動，使其無法順利進行當下的活動(曾美惠等人，2000)。經由研究者觀察機器人之介入引發研究參與者之學習動機，研究參與者同時可經由觀察教學者與機器人互動情形，對此機器人產生安全感與信任感，與機器人產生互動；進一步延伸類化至教學者互動，主動提供回應教學者之需求與理解教學者之意圖。



此機器人設計為同伴角色，軟體設計提供引導和重複說明教學活動規則、指令功能，能適時提供基本社交回應互動。研究參與者可透過此機器人，反覆聆聽規則／指令、進而互動練習而達到技能的熟練。同時當機器人與研究參與者互動時，動作結合呈現明顯臉部表情，合適表達情緒，讓研究參與者可逐漸理解／注視他人的情緒。同時經過教學者提示與說明，研究參與者也能變成主動去注意機器人之臉部表情，而非忽略他人情緒。此族群透過機器人引導式重覆學習，能在輕鬆情境下學習，可不用承受真實世界人類的無形壓力與不友善態度，達到友善學習互動練習成效。要言之，泛自閉症孩童因為對細節的持續整合、感知難以全面性表現 (Pellicano, 2010)，機器人的動作或情緒較為單一，無展現太多複雜訊息，泛自閉症孩童可透過逐步學習去建構自己所需的社會互動技能，而非一次龐雜的訊息輸入其認知系統，以致孩童無法做出適宜的互動回應。

關於小鹿機器人硬體設計部分，此機器人高度為設計與一般孩童高度一致，孩童能與機器人視覺平行之眼神接觸，孩童易於接觸機器人而不容易產生距離感，可讓孩童覺得機器人是同儕玩伴，增加機器人的親切度，提升孩童心理接受度。同時機器人外觀友善設計，具有立體感，孩童彷彿就在與真實人物對話、互動，此設計可作為泛自閉症孩童實際與人互動的演練。如研究參與者丙喜歡與小鹿機器人擊掌、握手；研究參與者甲明顯喜歡與小鹿機器人擁抱，主動伸手打招呼。值得一提的是，研究參與者把小鹿機器人當成親密夥

伴，表現出許多同情心與同理行為；根據 Milton (2012) 研究發現，泛自閉症孩童不易表現具有同理心行為。如研究參與者甲因小鹿表示因為錢包找不到而難過時，很努力地翻箱倒櫃想要協助小鹿找到錢包。當知道小鹿因為生病而無法說話時，主動靠近小鹿想要安慰他，但不太知道要怎麼辦，經教學者示範輕拍背與關心他「你還好嗎？」他可以跟隨照做。可見，研究參與者甲的語言安慰和非口語安慰透過機器人的介入與練習，有明顯的進步。另外，針對泛自閉症孩童的特質中，有儀式性或強迫性的行為 (陳昭儀, 1995)，此特質增加對機器人的接收度的提升。而機器人對於規則性的講解、重覆性的說明，動作技能重複性的練習與即時互動功能性展現，泛自閉症孩童能在這重複性中找到規律，增加安全感，而能降低對於變動狀態的焦慮感；有些泛自閉症孩童會有感覺刺激過度反應這類觸覺防禦的身心狀態，但與機器人的互動，可讓孩童自主性決定如何回應機器人的需求，例如：擁抱時，機器人只會張開手歡迎孩童擁抱，孩童透過輕擁或緊擁而知道何種狀態是令自己舒適、無壓力的。

(二) 小鹿機器人之互動模式，可以增進泛自閉症孩童目標行為之表現

本研究理解他人意圖之目標行為包含「打招呼」、「守規則」、「讚美」、「安慰」、「口語需求意圖」、「非口語需求意圖」以及「臉部表情注意力」。在機器人介入教學後，關於同理心與安慰之口語表現明顯進步。例如：研究參與者甲在維持期階段，教學者因為遊戲輸了而覺得難過時，能注意到教學者的難過臉部表情，並展現出同



理與安慰口語，對教學者說「沒關係，這不算分。」，試著安慰教學者。同時研究參與者甲也提及他從機器人的提示與學習上的記憶，在維持期有展現出來。在教學者跌倒時，經教學者提醒：「00 教學者跌倒了！」研究參與者甲會輕輕摸教學者的頭，說：「你們教我摸小鹿，所以我學起來了。」，主動關心跌倒的教學者，口語詢問教學者哪裡痛，並輕拍教學者疼痛的部位。

本研究發現，比較人類與機器人互動模式下，孩童對於機器人表現得更加友善，且更主動關心其需求小細節，並給予適當的口語關心表現。例如：研究參與者乙在介入期的中後期時能自然地關心小鹿，小鹿說自己感冒，會去關心他的身體狀況；但對於教學者在表達難過臉部表情時，知道要說安慰的話，只說：「讓他靜一靜好了！」。這些同理心的展現行為在泛自閉症缺陷中不易展現，自閉症者無法「讀懂」社會情境的潛臺詞，而這通常被認為是診斷為「泛自閉症」的主要特徵，他們經常缺乏對其他人的心理狀態和動機的理解能力(Milton, 2012)；但在此研究中，此孩童卻自然表現出同理與關懷他人的行為與口語。由此可見，機器人教學互動能幫助泛自閉症孩童增強同理心展現，可藉由機器人不斷的練習，增強進步。

比起基線期間呈現被動式互動，研究參與者經過機器人教學介入後，皆表現能專心聆聽機器人之提示與遊戲規則說明，且皆能呈現回應機器人或教學者之意圖需求。參與此實驗的每位研究參與者於實驗一開始時，皆不熟悉本實驗室人員與環境，但經過研究者與孩童建立關係之後，取得孩童信任，孩童漸漸對環境與研究者

產生熟悉感，針對目標行為表現有明顯改善與進步，能主動對機器人呈現互動模式，亦能類化至研究者互動表現。孩童從機器人的互動中學到了理解他人行為意圖之目標行為，並將此目標行為類化至生活情境和與他人互動情境上，呈現與他人互動時也能展現這些目標。

本研究有下列幾點研究限制，其一，參與的泛自閉症孩童須有基本的認知與口語能力，方能瞭解教學者或機器人所給予的指令或說明。其二，參與的泛自閉症孩童不會對機器人外觀產生恐懼或是害怕的反應，方能進行實驗教學。其三，此機器人未來可增加不同功能模組，以增強與泛自閉症孩童互動功能。目前此機器人之功能模式為半自動操控模式，由研究者根據泛自閉症孩童的互動反應來操控機器人的回饋反應行為。未來研究可新增語音辨識與影像辨識等人工智慧功能，期能與泛自閉症孩童產生更自然的互動模式。

伍、結論

本研究使用機器人互動系統介入，改善泛自閉症孩童理解他人意圖之認知與技巧，研究目的是讓孩童理解他人需求為主，目標行為包含：打招呼、守規則、讚美、安慰、口語需求意圖、非口語需求意圖、臉部表情注意力。本研究結果顯示泛自閉症孩童經機器人介入後有明顯改善，有良好的互動表現，同時對研究者也能主動表現互動行為，提升了泛自閉症孩童的理解他人意圖的技能。

透過機器人外觀上的擬人特質以及系統設計的重複練習互動、不會不耐煩等特



性，能讓泛自閉症孩童在無同儕壓力、互動恐懼等狀態下與機器人練習社會互動技能。機器人介入教學的過程雖然緩慢，但確實能紮實的補足泛自閉症孩童所需的社會互動技能，並實際運用在生活之中，盼更多跨領域研究者投入泛自閉症的研究，為泛自閉症孩童開拓更多元的學習方式。

參考文獻

- 杜正治(1994)。單一受試研究法。心理。 [Duh, Jeng-Jyh (1994). *Single subject research*. Psychological Publishing.]
- 吳進欽、姜忠信、虞燕婷(2010)。自閉症類幼兒社會注意力的探究。 *中華心理學刊*, 52(1), 57-74。 [Wu, Chin-Chin, Chiang, Chung-Hsin, & Yu, Yen-Ting (2010). Social attention in young children with autism spectrum disorders. *Chinese Journal of Psychology*, 52(1), 57-74.] <https://doi.org/10.6129/CJP.2010.5201.04>
- 陳昭儀(1995)。高功能泛自閉症者的特質、爭議性的領域、診斷標準、追蹤研究及預後因素的探討。 *特殊教育與復健學報*, 4, 299-312。 [Chen, Chao-Yi (1995). Behavioral characteristics, controversial issues, diagnostic criteria, and prognoses in high-functioning autistic people. *Bulletin of Special Education and Rehabilitation*, 4, 299-312.]
- 曾美惠、林巾凱、蕭舜友(2000)。自閉症兒童之感覺處理功能：先驅研究。 *臺灣醫學*, 4(6), 609-621。 [Tseng, Mei-Hui, Lin, Chin-Kai, & Hsiao, Shun-Yu (2000). Sensory processing in children with autism: A pilot study. *Formosan Journal of Medicine*, 4(6), 609-621.] [https://doi.org/10.6320/FJM.2000.4\(6\).01](https://doi.org/10.6320/FJM.2000.4(6).01)
- 董芳武、銀子奇(2018)。應用機器人為泛自閉症孩童學習夥伴之研究。 *數位學習科技期刊*, 10(2), 87-111。 [Tung, Fang-Wu, & Yin, Tzu-Chi (2018). Exploring the use of robots as learning companions for children with autism. *International Journal on Digital Learning Technology*, 10(2), 87-111.] <https://doi.org/10.3966/2071260X2018041002004>
- Aguert, M., Laval, V., Lacroix, A., Gil, S., & Le Bigot, L. (2013). Inferring emotions from speech prosody: Not so easy at age five. *PLoS One*, 8(12), Article e83657. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083657>
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Auther. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>



- Aydin, O., & Diken, I. H. (2020). Studies comparing augmentative and alternative communication systems (AAC) applications for individuals with autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities, 55*(2), 119-141.
- Banda, D. R., & Hart, S. L. (2010). Increasing peer-to-peer social skills through direct instruction of two elementary school girls with autism. *Journal of Research in Special Education Needs, 10*(2), 124-132. <https://doi.org/10.1111/j.1471-3802.2010.01149.x>
- Baron-Cohen, S. (2008). *Autism and Asperger syndrome*. Oxford University Press.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition, 21*, 37-46. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90022-8](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90022-8)
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics, 3*(21), Article eaat5954. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>
- Boccanfuso, L., & O'Kane, J. M. (2011). CHARLIE: An adaptive robot design with hand and face tracking for use in autism therapy. *International Journal of Social Robotics, 3*, 337-347. <https://doi.org/10.1007/s12369-011-0110-2>
- Camaioni, L., Perucchini, P., Bellagamba, F., & Colonnese, C. (2004). The role of declarative pointing in developing a theory of mind. *Infancy, 5*(3), 291-308. https://doi.org/10.1207/s15327078in0503_3
- Carpenter, M., Nagell, K., & Tomasello, M. (1998). Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monograph of the Society for Research in Child Development, 63*(4), Article 255. <https://doi.org/10.2307/1166214>
- Celani, G., Battacchi, M. W., & Arcidiacono, L. (1999). The understanding of the emotional meaning of facial expressions in people with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 29*(1), 57-66. <https://doi.org/10.1023/A:1025970600181>
- Charlop-Christy, M., & Daneshvar, S. (2003). Using video modeling to teach perspective taking to children with autism. *Journal of Positive Behavior Interventions, 5*(1), 12. <https://doi.org/10.1177/10983007030050010101>



- Charman, T., Swettenham, J., Baron-Cohen, S., Cox, A., Baird, G., & Drew, A. (1997). Infants with autism: An investigation of empathy, pretend play, joint attention and imitation. *Developmental Psychology*, 33(5), 781-789. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.33.5.781>
- Chin, H. Y., & Bernard-Opitz, V. (2000). Teaching conversational skills to children with autism: Effect on the development of a theory of mind. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30(6), 569-583. <http://doi.org/10.1023/a:1005639427185>
- Costa, S., Santos, C., Soares, F., Ferreira, M., & Moreira, F. (2010). Promoting interaction amongst autistic adolescents using robots. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ed.), *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 3856-3859). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5627905>
- Demetriou, E. A., Lampit, A., Quintana, D. S., Naismith, S. L., Song, Y. J. C., Pye, J. E., Hickie, I., & Guastella, A. J. (2018). Autism spectrum disorders: A meta-analysis of executive function. *Molecular Psychiatry*, 23(5), 1198-1204. <https://doi.org/10.1038/mp.2017.75>
- Hogle, J. G. (1996). *Considering games as cognitive tools: In search of effective "edutainment"*. ERIC Clearinghouse.
- Hutchins, T. L., Prelock, P. A., & Bonazinga, L. (2012). Psychometric evaluation of the theory of mind inventory (ToMI): A study of typically developing children and children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(3), 327-341. <http://doi.org/10.1007/s10803-011-1244-7>
- Jones, C. R., Simonoff, E., Baird, E., Pickles, A., Marsden, A. J., Tregay, J., Happe, F., & Charman, T. (2018). The association between theory of mind, executive function, and the symptoms of autism spectrum disorder. *Autism Research*, 11(1), 95-109. <https://doi.org/10.1002/aur.1873>
- Kahana-Kalman, R., & Walker-Andrews, A. S. (2001). The role of person familiarity in young infants' perception of emotional expressions. *Child Development*, 72(2), 352-369. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00283>
- Kennedy, J., Baxter, P., & Belpaeme, T. (2015). Comparing robot embodiments in a guided discovery learning interaction with children. *International Jour-*



- nal of Social Robotics*, 7, 293-308. <https://doi.org/10.1007/s12369-014-0277-4>
- Kidd, C. D., & Breazeal, C. (2004). Effect of a robot on user perceptions. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ed.), *2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (IEEE Cat. No.04 CH37566 pp. 3559-3564). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IROS.2004.1389967>
- Kim, E., Berkovits, L., Bernier, E., Leyzberg, D., Shic, F., Paul, R., & Scassellati, B. (2013). Social robots as embedded reinforcers of social behavior in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(5), 1038-1049. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1645-2>
- Köse, H., Uluer, P., Akalın, N., Yorgancı, R., Özkul, A., & Ince, G. (2015). The effect of embodiment in sign language tutoring with assistive humanoid robots. *International Journal of Social Robotics*, 7, 537-548. <https://doi.org/10.1007/s12369-015-0311-1>
- Kose, H., Yorganci, R., & Itauma, I. I. (2011). Humanoid robot assisted interactive sign language tutoring game. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ed.), *2011 IEEE international conference on robotics and biomimetics* (pp. 2247-2248). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROBIO.2011.6181630>
- Lee, J. K., Andrews, D. S., Ozonoff, S., Solomon, M., Rogers, S., Amaral, D. G., & Nordahl, C. W. (2020). Longitudinal evaluation of cerebral growth across childhood in boys and girls with autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry*, 90(5), 286-294. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2020.10.014>
- Lee, J., Takehashi, H., Nagai, C., Obinata, G., & Stefanov, D. (2012). Which robot features can stimulate better responses from children with autism in robot-assisted therapy? *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 9(3), 72:2012. <https://doi.org/10.5772/51128>
- Leekam, S., Baron-Cohen, S., Perrett, D., Milders, M., & Brown, S. (1997). Eye-direction detection: A dissociation between geometric and joint attention skills in autism. *British Journal of Developmental Psychology*, 15(1), 77-95. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1997.tb00726.x>
- Meltzoff, A. N. (1995). Understanding the intentions of others: Re-enactment of intended acts by 18-month-old chil-



- dren. *Developmental Psychology*, 31(5), 838-850. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.31.5.838>
- Milton, D. E. (2012). On the ontological status of autism: The “double empathy problem”. *Disability & Society*, 27(6), 883-887. <https://doi.org/10.1080/09687599.2012.710008>
- Ozonoff, S., & Miller, J. N. (1995). Teaching theory of mind: A new approach to social skills training for individuals with autism. *Journal of Autism and developmental Disorders*, 25(4), 415-433. <https://doi.org/10.1007/BF02179376>
- Pellicano, E. (2010). Individual differences in executive function and central coherence predict developmental changes in theory of mind in autism. *Developmental Psychology*, 46(2), 530-544. <https://doi.org/10.1037/a0018287>
- Pennisi, P., Tonacci, A., Tartarisco, G., Billeci, L., Ruta, L., Gangemi, S., & Pioggia, G. (2016). Autism and social robotics: A systematic review. *Autism Research*, 9(2), 165-183. <https://doi.org/10.1002/aur.1527>
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. The MIT Press.
- Povinelli, D. J., Reaux, J. E., Bierschwale, D. T., Allain, A. D., & Simon, B. B. (1997). Exploitation of pointing as a referential gesture in young children, but not adolescent chimpanzees. *Cognitive Development*, 12(4), 423-461. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(97\)90017-4](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(97)90017-4)
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1(4), 515-526. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00076512>
- Qidwai, U., Kashem, S. B. A., & Conor, O. (2020). Humanoid robot as a teacher’s assistant: Helping children with autism to learn social and academic skills. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 98(3), 759-770. <https://doi.org/10.1007/s10846-019-01075-1>
- Repacholi, B. M., & Gopnik, A. (1997). Early reasoning about desires: Evidence from 14- and 18-month-olds. *Developmental Psychology*, 33(1), 12-21. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.33.1.12>
- Robins, B., Dickerson, P., & Dautenhahn, K. (2005). Robots as embodied beings- interactionally sensitive body movements in interactions among autistic children and a robot. In Institute of



- Electrical and Electronics Engineers (Ed.), *ROMAN 2005. IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 54-59). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2005.1513756>
- Scassellati, B., Admoni, H., & Matarić, M. (2012). Robots for use in autism research. *Annual Review of Biomedical Engineering, 14*, 275-294. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071811-150036>
- Schlosser, R. W., & Wendt, O. (2008). Effects of augmentative and alternative communication intervention on speech production in children with autism: A systematic review. *American Journal of Speech-Language Pathology, 17*(3), 212-230. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2008/021\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2008/021))
- Searle, J. R. (1983). *Intentionality: An essay in the philosophy of mind*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139173452>
- Southall, C., & Campbell, J. M. (2015). What does research say about social perspective-taking interventions for students with HFASD? *Exceptional Children, 81*(2), 194-208. <https://doi.org/10.1177/0014402914551740>
- Squire, K. D. (2008). Video game-based learning: An emerging paradigm for instruction. *Performance Improvement Quarterly, 21*(2), 7-36. <https://doi.org/10.1002/piq.20020>
- Steinkuehler, C., & Squire, K. (2014). Videogames and learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 377-394). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.023>
- Swetha, J., & Sridhar, S. (2019). Survey of game base learning for education. *Software Engineering, 11*(2), 23-27.
- Swettenham, J., Baron-Cohen, S., Charman, T., Cox, A., Baird, G., Drew, A., Rees, L., & Wheelwright, S. (1998). The frequency and distribution of spontaneous attention shifts between social and nonsocial stimuli in autistic, typically developing, and nonautistic developmentally delayed infants. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 39*(5), 747-753. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00373>
- Tariq, S., Baber, S., Ashfaq, A., Ayaz, Y., Naveed, M., & Mohsin, S. (2016). Interactive therapy approach through collaborative physical play between a socially assistive humanoid robot and children with autism spectrum disorder.



- In A. Agah, J.J., Cabibihan, A. Howard, M. Salichs, & H. He (Eds.), *International conference on social robotics* (pp. 561-570). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47437-3_55
- Wainer, J., Feil-Seifer, D. J., Shell, D. A., & Mataric, M. J. (2007). Embodiment and human-robot interaction: A task-based perspective. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ed.), *ROMAN 2007-The 16th IEEE international symposium on robot and human interactive communication* (pp. 872-877). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2007.4415207>
- Wellman, H. M., & Lagattuta, K. H. (2000). Developing understandings of mind. In S. Baron-Cohen, H. Tager-Flusberg, & D. J. Cohen (Eds.), *Understanding other minds: Perspectives from developmental cognitive neuroscience* (pp. 21-49). Oxford University Press.
- Wiltshire, T. J., Warta, S. F., Barber, D., & Fiore, S. M. (2017). Enabling robotic social intelligence by engineering human social-cognitive mechanisms. *Cognitive Systems Research, 43*(3), 190-207. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2016.09.005>
- Woodward, A. L. (2003). Infants' developing understanding of the link between looker and object. *Developmental Science, 6*(3), 297-311. <https://doi.org/10.1111/1467-7687.00286>
- Woodward, A. L., & Guajardo, J. J. (2002). Infants' understanding of the point gesture as an object-directed action. *Cognitive Development, 17*(1), 1061-1084. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(02\)00074-6](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(02)00074-6)
- Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M., & Yukhymenko, M. (2012). Our princess is in another castle: A review of trends in serious gaming for education. *Review of Educational Research, 82*(1), 61-89. <https://doi.org/10.3102/0034654312436980>



附錄：理解他人意圖口語提問觀察量表

理解他人意圖口語提問觀察量表

評量程序說明：5分——獨立完成；4分——口語提示；3分——口語+手勢提示；

2分——示範；1分——肢體協助；0分——完全支持。

(反應時間大於兩秒，酌扣0.5分)

領域：理解他人意圖

日期：_____ 時間：_____ 地點：_____

受試者：_____ 評量者：_____ 總分：_____

實驗目標	行為目標	評分紀錄										總分	觀察紀錄
		0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
1. 打招呼	1-1 向人揮手	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	1-2 向人問好	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	1-3 說再見	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	1-4 向人握手	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
2. 守規則	2-1 排鞋子	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	2-2 輪流等待	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
3. 讚美	3-1 回應口語讚美	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	3-2 做出非口語讚美	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	3-3 回應非口語讚美	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
4. 安慰 正確依據情境角色的能給予角色之口語與非口語安慰。	4-1 說出口語安慰	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	4-2 做出非口語安慰	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
5. 口語需求意圖 正確依據情境角色的口語理解需求(如：望向“物件”)並說明情境角色為可能出的行為(如：想吃“物件”)。	5-1 介紹成員	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	5-2 收拾東西	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	5-3 回應邀請參與	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	5-4 表達協助意願	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	5-5 分享餅乾	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	5-6 回應協助需求	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	5-7 扶起對方	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
6. 非口語需求意圖 正確依據情境角色的眼神理解需求(如：痛，熱…)並說明情境角色可能的行為(如：痛，熱…)。	6-1 站在身旁	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	6-2 合作進行	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	6-3 回應痛的需求	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	6-4 回應熱的需求	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	6-5 回應冷的需求	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	6-6 回應害怕的需求	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	6-7 回應餓的需求	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
	6-8 回應累的需求	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
7. 情緒	7-1 回應情緒狀態	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		
8. 次級錯誤信念 正確依據兩位情境角色互相的意圖，並說明第一位角色對第二位角色之意圖的行為為何	8-1 回應正確零食位置	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5		



評量使用符號代號說明

代號	說明	範例
0分——完全支持	目前無此能力以至於無法表現(完全不會)	如測受試者向人揮手的意圖,因聽不懂指令或不知道該從何開始而沒有反應。
1分——肢體協助	實驗過程中,需輔以肢體上的協助,才可以將動作完成(部分不會)	如向人揮手時,受試者不會將手舉起左右揮動,指導員將手覆於其手上教他舉起手揮動動作。
2分——示範	觀看動作過程示範後,可經由動作模仿自行完成。(反應時間大於兩秒,酌扣0.5分)	如受試者原本不知該如何向人揮手,但在看過指導員舉手左右揮動後,會加以模仿完成向人揮手動作。
3分——口語+手勢提示	實驗過程中,以口語提醒,並以動作指示說明指令或指出物品所在位置。(反應時間大於兩秒,酌扣0.5分)	如受試者不知何時向人揮手時,指導員指向在揮手的一方,並提示「向對方揮一揮手」受試者就會自己完成向人揮手動作。
4分——口語提示	實驗過程中,以口語提醒欲達成的目標,但做部分提示,不全部說明。(反應時間大於兩秒,酌扣0.5分)	如在需要向人揮手時,依情境中提示受試者「別人向你揮手後要做什麼」,受試者就能自行將動作完成。
5分——獨立完成	不需任何協助或提示,可獨立完成動作。(反應時間大於兩秒,酌扣0.5分)	如別人向受試者揮手時,會主動向別人揮手。



Using Assistive Learning with Interactive Robot to Help the Deficit of Understanding Other's Intention for Kids with Autism Spectrum Disorders

Jia-Qi Tu

Department of Special Education,
National Changhua University of
Education

Wei-Sheng Lin

Department of Industrial Education
and Technology, National Changhua
University of Education

Wei-Yi Wang

Department of Guidance & Counsel-
ing, National Changhua University of
Education

Yu-Fang Cheng

Department of Industrial Education
and Technology, National Changhua
University of Education

Abstract

Autism spectrum disorders (ASD) often have difficulties in social and interpersonal interactions. They are difficultly in understanding the intentions of others, which cause them into a socially isolated life. In recent years, robotic intervention has been proven to improve the social barriers in people with autism effectively. Thus, this research developed a customized robot according to the characteristics of ASD, which proposed to use in teaching and interactive practices for this population. The functions of this robot include the functions of facial expressions, head turning, left and both hands raised and lowered, fingers activities, body movement, and communication. Therefore, this study explores the difficulty of understanding the intentions of others by engaging in robot intervention. The research method used a single subject - Multiple probe across subject design for four children with ASD



engaged in robot intervention. It explored the impact and effectiveness of using robot intervention to individual with ASD, and observed them in the performance of understanding others' intentions. The results showed that robot-intervention could effectively improve the understanding of others' intentions and the social interaction skills for children with ASD. Additionally, the participants performed that they could accept the outfit of this robot and showed friendly interaction with this robot.

Key words: autism spectrum disorders, understanding other's intention, an interactive robot, assistive learning

