

繪本應用互動遊具設計： 輔助混齡幼兒園美感教育之研究

Picture Book With Interactive Play Toy Design: A Study of Auxiliary Mixed-Age Kindergarten Aesthetic Education

* 吳玫暄 Mei-Hsuan Wu

** 許峻誠 Chun-Cheng Hsu

* 國立陽明交通大學應用藝術研究所 碩士

* Master / Institute of Applied Arts, National Yang Ming Chiao Tung University

** 國立陽明交通大學應用藝術研究所 教授

** Professor / Institute of Applied Arts,
National Yang Ming Chiao Tung University

有關本文的意見，請聯繫通訊作者許峻誠

For correspondence concerning this paper, please contact Chun-Cheng Hsu

Email: cchsu@nycu.edu.tw

摘要

遊戲在兒童學習階段扮演著重要的任務，透過多元的遊戲互動，培養孩童群體關係與多元創造潛能，再加上近幾年美感教育越受教育界重視，因此本研究重點在探討混齡班級幼兒園教師如何運用繪本互動遊具，促進學齡前兒童的美感教育。本研究採用使用者研究與設計實作法相結合，開發出一款互動遊具原型「聽！是誰在唱歌」。之後，本研究將這個遊具原型設計帶入三個不同的混齡班級，進行教學現場實驗和使用評估。研究結果顯示，互動遊具配合多感官遊戲敘事能夠提高老師的教學成效、激發孩童的積極參與、促進混齡兒童之間的互動與合作，並增加孩童對美感教育相關活動的興趣。最後，本研究提出此互動遊具在設計上可改善之處，以及在教學上的挑戰與困難。此外，研究也提出了未來互動遊具的設計建議，並期望能夠為混齡班級幼兒園教師提供一個新的美感教學工具與方法。

關鍵詞：遊戲敘事、美感教育、幼兒教育、互動式遊具設計、使用者體驗

Abstract

Games play an important role in children's learning stages. Diverse forms of interactive play nurture children's social relationships, foster diverse thinking, and unlock creative potential. As aesthetic education has gained increasing attention in education in recent years, this study focuses on exploring how teachers in mixed-age preschool classes can use interactive picture books to promote aesthetic education for preschool children. This study combines user research and design implementation to develop a prototype of an interactive play apparatus named *Listen! Who's singing!* The next step involves bringing this prototype into three different mixed-age classes for teaching field experiments and use assessments. The research results indicate that the interactive play apparatus, combined with multisensory game narratives, can enhance teachers' teaching effectiveness, stimulate greater engagement with children, promote interaction and cooperation among mixed-age children, and increase children's interest in aesthetic education. Finally, the study suggests areas for improvement in the design of this interactive play apparatus and highlights challenges and difficulties in its use in teaching. Furthermore, the research provides design suggestions for future interactive play apparatuses and aims to offer a new aesthetic teaching tool and method for teachers in mixed-age preschool classes.

Keywords: storytelling game, aesthetic education, childhood education, interactive toy design, user experience

壹、緒論

臺灣在 2016 年推動幼兒園實施混齡教育，希望讓不同年齡的孩童在一起，形成有利促進互動機會之社會結構，增進孩童學習社會角色及人際互動的經驗（新北市政府教育局，2020）。而現今社會對於培養孩童內在綜合型能力也格外重視，如教育部推廣了 STEAM（science, technology, engineering, arts, mathematics）等教學方式，如今也擴展至學齡前教育，課程設計考驗著教育現場的幼教老師，偶爾也會讓幼教老師出現應接不暇的狀況。教育界亦開始呼籲以遊戲為本質的教育理念，使遊具的選擇在市面上不論形式與功能皆更多樣化。玩具因科技的導入，能偵測人的動作、手勢和聲音，並以燈光、音樂及動作反饋作出回應，但在孩童得到回饋的同時，並不代表孩童的創造力與之成正比，目前臺灣市售相關教材，以學齡前程式教育與邏輯開發居多，針對美感教育的遊具在市面上相較少數（吳緯中，2023）。因此，本研究想透過使用者研究法及由英國設計委員會提出的「雙鑽石模型」（double diamond model）（Design Council，n.d.），針對幼教老師的需求與痛點，設計一款繪本互動回饋遊具，幫助老師及幼兒學齡前美感培育與創造力開發。

從前期老師訪談中，發現目前互動遊具共同存在的四點問題，分別是：

1. 孩童從現今智能遊具中，大部分為被動接收技術給予的即時回饋，而非主動創造產生回饋差異。
2. 智能遊具尚不普及，大多出現在實驗性的幼兒園或是種子學校。
3. 智能玩具目前在市面上偏個人化，不太適合用於老師課堂的共同教學。
4. 目前臺灣市售智能遊具偏向以科學目的較多，美感培養遊具相較少數。

除此之外，像是平板、擴增實境（augmented reality, AR）等視覺取向的互動遊戲，也造成老師與家長對兒童視力保健上的隱憂，然而傳統型遊具及繪本等教材，比起互動遊具給予孩童的互動回饋有限，但在教學場域上依然給予老師許多課程延伸的發揮空間。本研究經由前期訪談，整合傳統與現代遊具之優缺點，歸納以下三點研究目的，分別為：

1. 探究互動遊具作為混齡幼兒園輔助美感教育之媒介、使用現況與設計重點。
2. 基於上述的研究發現，開發一款互動式遊具之原型設計。
3. 將此原型設計帶入教學現場，進行師生教學互動體驗的評估與反思，從中發掘新知識與遊具改善建議。

本研究主要透過質性研究以經驗訪談作為使用者調查，並搭配設計實作的方法，實作架構使用英國設計委員會提出的雙鑽石模型（Design Council，n.d.）進行，先進行專家訪

談，使用包括親合圖（affinity diagrams）、同理心地圖（empathy map）、使用者旅程圖（user journey map）及 POV（point of view）等研究法，統整歸納出研究對象、研究問題與方向，並從使用者研究的方法整合設計構想，提出設計原型製作。再將實作階段高保真原型在幼兒園課堂中的進行教學體驗，透過繪本進行教學引導，讓孩童聽完故事即可瞭解遊具的使用方式，打造師生共讀共遊的美感教育環境，透過科技即時回饋，瞭解聲音與基礎美學之間的類比，藉由遊具的即時互動聲響補足老師無法立即給予孩童互動回饋的問題。最後針對遊具教學體驗向幼兒園老師進行半結構式訪談與問卷調查，使用親合圖歸納訪談資料並統整此遊具在整體教學的使用感受，期能改善老師在混齡教學使用遊具的遊戲教學體驗，希望藉由科技互動與故事的結合，達到美感教育創造力開發之目的。

貳、文獻回顧

一、故事作為兒童互動遊戲的媒介

故事在我們的成長階段，就存在於人們的生活，並且在傳遞文化、建立共識、娛樂生活、心靈治療乃至於教育應用上都扮演了重要的角色（吳靖國、魏韶潔，2007），講故事是指創建敘事結構或與之互動的過程，並普遍存在於孩童的生活（Garzotto 等，2010）。有研究指出，故事的力量有助於建立更強大的社群意識，增強孩童知識、記憶力與創造潛力（Phillips，2000）。除了使用故事引發學習動機，故事能激發孩童融入情境，發表自己的看法與世界觀，成為支持兒童發展的手段，幫助他們溝通、識別和加強他們與同齡人和成年人的關係（Garzotto 等，2010）。故事成為銜接課程主題的補充教材與一系列活動展開的序曲，吳靖國、魏韶潔（2007）也提出，「敘事」（說故事）原本就是人們內在的一種思維結構，故事教學更容易走近人們的生活中，並帶來感動和啟示。有研究也表明講故事的過程中，孩童們很容易受故事情節吸引，並且經常以回憶及他們的繪畫來展現故事內容（Phillips，2000），因此故事的力量在幼兒教育領域，更視為重要且不能忽視的一環。

近年來，故事的力量在人機互動（human-computer interaction, HCI）、國際數據資訊（international data corporation, IDC）和人工智能（artificial intelligence, AI）社群中受到越來越多的關注，除了能作為探索交互性的媒介，亦能作為促進參與、享受、樂趣、培養兒童創造力的新形式（Garzotto 等，2010），透過交互式故事互動，替傳統的說故事型態增添新的契機。Li、Chau（2010）曾提出以故事為本的「故事綜合活動教學法」（story approach to integrated learning, SAIL），SAIL 教學其實是一個完整學與教的過程，透過

教師運用故事促進幼兒主動學習、自主探索的過程。其包括感官活動及各種互動模式，涵蓋了認知智能、生理心理技能、感情意識行為習慣等三大範疇，以故事為軸心，串接不同課程主題內容與活動，利用故事有趣及沉浸的特性，讓學習者從原本的從旁參與，變成完全參與的角色。由情境學習論的觀點可得知，知識與情境是密不可分的關係，唯有鑲嵌在世界之中的學習，才能使知識成為一個有意義的活動（耿子期，2019）。故事的力量不容小覷，Cassell、Ryokai（2001）表示，孩童們會透過看和聽來講述更複雜的故事，並與他們的夥伴共同分享創造出獨有的世界觀。有研究也指出，講故事是讓使用者找到真實和虛擬之間的最佳組合和維度（Kara 等，2014）。而 Crawford（2012）也建議設計師盡量讓說故事的環境保持簡單，人物、物體和背景之間不需存在太複雜的空間或邏輯關係。如 Fontijn、Mendels（2005）透過故事玩具（story toy）的原型（prototype），藉由聲音為孩童設計了自由遊戲、反應遊戲和故事遊戲三種操作模式，讓孩童在不同的環境下有不同敘事環境，透過角色放置的位置不同，讓故事有不同的視角切換，打造孩童故事體驗的豐富性。

二、遊戲物件對幼兒美感與創造力發展之影響

「創造力」（creativity）是人類被賦予的一種能力，促進我們對生活的觀察與問題解決的慾望。Gardner（2011）出版的書籍*智能架構*（*Frames of mind*）中提到的多元智能理論（multiple intelligences），認為智能是一個複雜而且多面向的現象，並不能單從傳統的共通因素角度來看待，並認為創造的過程中分為四種層次，第一層次為遺傳與生物因子（subpersonal level），第二層次為人類智力發展（personal level），第三層次為知識領域發展（extrapersonal level），最後則為互動領域之社會脈絡（multipersonal level）。而這些層次中，孩童的創造力並非靈感乍現，而是從其個體到環境過程中所遇到的師長與學習環境，透過學習所激發出自己的一套世界觀產生獨有的創造力，因此創造力是個人思維與社會文化的互動結果。其中遊樂園理論（playscapes theory）即說明孩童會將環境視為可遊戲的景觀，在玩耍的過程中學會感知和意識進而得到啟發，透過這個過程發展他們的能力和技能。

「遊戲」則扮演在兒童的成長階段重要的工作任務，有許多研究證實遊戲在兒童認知發展中的重要性，透過嬉戲行為與社群互動，培養孩童對於事物的想像。Kudryavtsev（2011）提出，成人幫助孩童參與及與文化物件交流會變為孩童成長時文化發展的關鍵，若只是教導孩童遇到問題時的解決辦法，將會剝奪孩童自主思考與發揮創造性思維的機會；而物件的多元性，讓孩童能透過不同的材料進行交流與探索，材料和遊戲能創造獨立思考、創造和發展想法的機會（Schulte、Thompson，2018）。

因此，在幼兒教育與玩具產業，也愈來愈流行「開放式玩具」（open-ended toy），開放式玩具以有多種操縱機會和遊戲形式為特點，有學者提到開放式遊具設計的重點，在於調整開放性和複雜性，重要的是輸出和規則中存在一些模糊性，以便玩家可以創建自己的目標並按照自己的步驟來實現這些目標（De Valk 等，2013），由 Holman（2014）所設計的大型藍色積木（the big blue block），透過大型幾何元件，重新構築遊樂園的面貌，讓孩童們共同合作並構築自己的世界，大尺寸的積木增加了社交互動和協作，將原本放置在幼兒園教室角落的積木，提升至不同維度。除了 Holman 設計的大型玩具裝置，土耳其玩具廠商研發一款 *Toyi* 環保概念玩具，希望孩童能夠結合生活周遭被我們所遺棄的廢物料，重新讓孩童思考及定義它們，運用不同模組，讓孩童重新設計並創建屬於自己的玩具，從中培養獨立思考、對世界的好奇心且不被框架所局限的創造力（Holman，2014）。

三、科技作為故事與開放式遊戲的媒介

對孩童來說，故事與玩具皆在成長過程中扮演重要的角色，故事可以培養孩童口語及交流想法的能力，玩具不僅可以作為兒時玩伴，還可以作為原創故事中的角色。而科技的介入，可增進孩童在遊戲中的互動與想像（Kara 等，2014），科技提供更多不同可能性，設計者在玩具設計上，除了關注審美價值，應考量更多形式和功能相互作用的可能性。如此，科技便能將故事及玩具作為一個很好的串接媒介，由於年幼的孩童還無法有效處理較為抽象的事物，故事與科技若能在其中扮演良好的引導角色，讓抽象事物較為清楚易懂，則能使孩童被吸引到奇幻遊戲之中，讓遊具與孩童之間產生出有意義的對話；當交互設計開始運作時，孩童們便能夠想出很多自己發明的遊戲規則（De Valk 等，2013）。

有教育背景的學者認為，電腦科技技術中的互動性與溝通性，能作為未來教學環境裡培養孩童合作與互動的重要角色（Subrahmanyam、Greenfield，2012）；也有研究指出，智能玩具若能提供感官的多樣性，相較於平板、手機等科技產品相對有趣的介面，能讓孩童有更豐富且更有創造力的學習環境（Luckin 等，2003）。智能玩具除了提供孩童智力挑戰、安全、可靠、易於理解和使用、進一步擴展遊戲，同時支持身體和社交相互作用，如果玩具須將技術納入考量，傳統的玩具遊戲品質應該仍然存在，而技術的介入是提供傳統玩具本身的附加價值（Bergen 等，2009）。

四、美感遊具設計相關研究

義大利第一位女醫師兼教育家蒙特梭利博士（Maria Montessori，1870–1952）在 20 世紀時提出蒙特梭利教育法，其特色在於尊重孩童的天性與給他們獨立自由的學習環

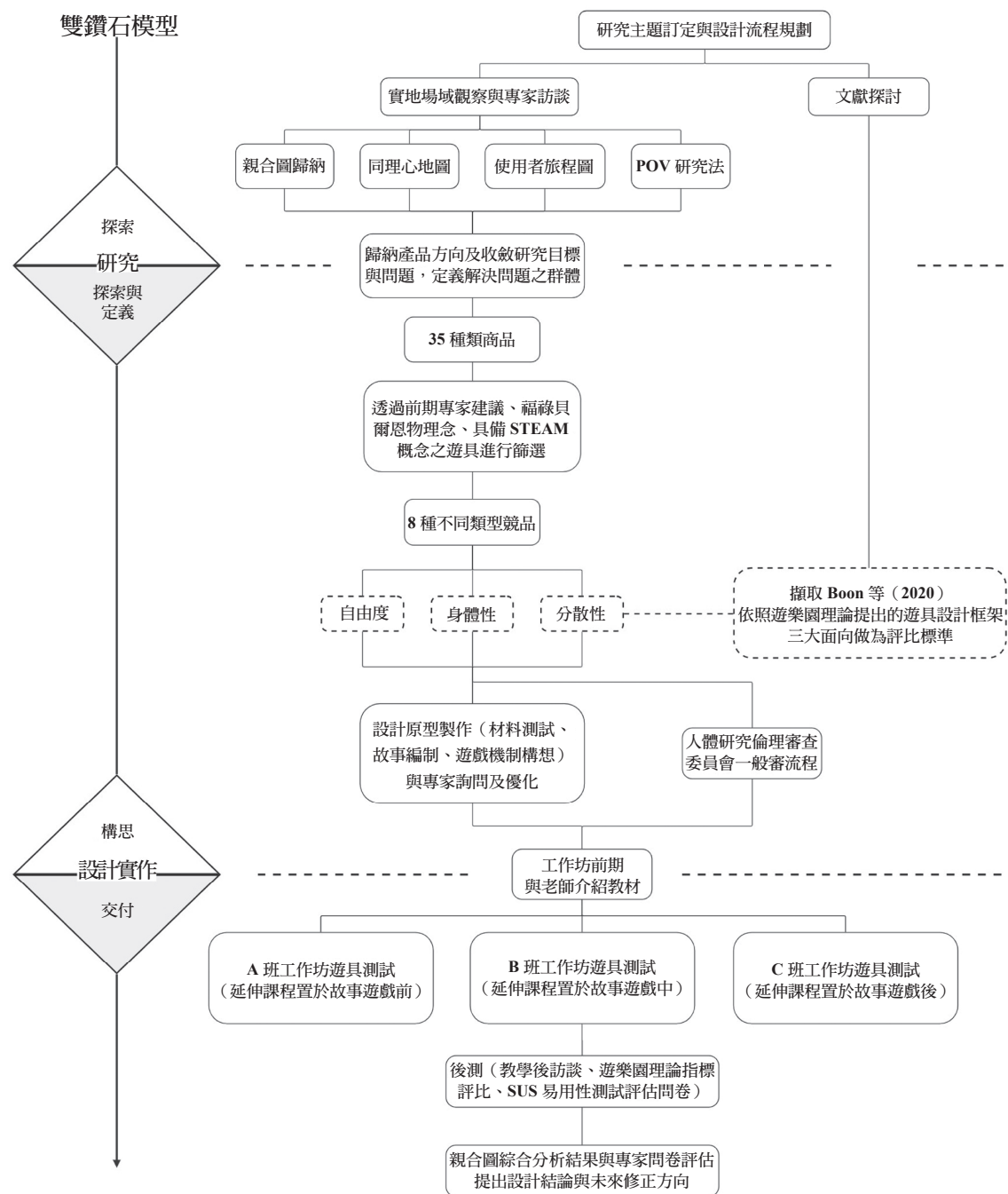
境，認為學生在遊具中學習的是概念，而非學習指令。除此之外，蒙特梭利也提出感官是孩童認識世界的重要工具，因此在學齡前建置多感官的學習環境，有助於提升孩童對於環境與觀察力的養成，使孩童的認知能力與心智發展逐漸成熟。由西班牙 EIC（experimentation on interactive communication group）團隊所提出的 *MEDIATE*，透過多感官的刺激，為自閉症兒童創造一個不需語言交流卻能發揮他們創造力探索和享受的空間，*MEDIATE* 是一個產生即時視覺、聽覺和振動刺激的交互式環境，研究從作品中發現，交互式設計在孩童們的表現力與創造力上有良好的效果，*MEDIATE* 讓許多孩童第一次體驗完全獨立自主，安全地做出自己的選擇，並從環境中獲得認可與感知到自己的獨一無二（Parés 等，2005）。如今科技提供玩具更多結合不同感官的可行性，Studio Fantasio 設計師 Sarah 和 Matthieu 所設計的 *Animate* 即是一款和智能手機公司 OPPO 合作，透過電子零件與紙卡結合的創意工具包，每個組件和模塊都可以相互切換製作出客製化機器人，不只聲音的呈現，也有風力、燈光的不同變化讓孩童自發性地探索。

科技的介入可以改善遊玩體驗、增加互動並激發孩童們的想像力，但現今市面上也有很多智能玩具，過於重視玩具的回饋效果而非建立孩童主動創造的契機，導致孩童自主思考與創造能力降低，科技若適當的介入可以改善遊玩體驗來增加互動並激發孩童們的想像力。如 Vear、McConnon（2017）所開發的系統 *Pop Up Play*，讓孩童在自由的遊戲環境中做選擇，開啓能夠讓孩童進行溝通技能發展、創新思維和沉浸式探索的環境。由 Sony Innovation 在 2019 年 4 月推行至市面上的 *toio*，以「真的可以玩的實體玩具」為目的、「玩具有生命活起來了」為概念為出發點，透過互動模組，打造出 *toio* 遊戲系統，讓孩童體驗不同於以往的未來玩樂體驗，孩童可以自行設計機器人的動向與行為，並結合自己設計的物件，放置在方塊機器人上，模擬各種生物形態，讓孩童結合科技的運用大膽地進行想像、思考與實踐。

參、研究方法

本研究希望藉由使用者研究的方法，以質性研究半結構式經驗訪談，在產品設計前期，深入瞭解混齡幼兒園運用智能遊具教學的現況以及教師教學經驗，再搭配設計實作的方法，將前期專家訪談所提及的內容融入於產品設計之中，透過實際的場景應用與實驗，以易用性測試評估問卷與使用者體驗訪談，初步驗證採繪本搭配智能遊具的方式，瞭解其是否有助於優化教師在過往使用智能玩具時的教學體驗，設計實作架構則使用英國設計委員會提出的雙鑽石模型（Design Council, n.d.）進行設計，本研究架構流程圖如圖 1。

圖 1
研究流程圖



資料來源：本研究繪製。

一、研究範圍與對象

本研究與新北市立白雲國民小學附設公立幼兒園（化名）合作，為排除公立與私立

幼兒園教學風氣之差異，以公立幼兒園混齡班教學老師為主，招募了 5 位專家教師（以下簡稱專家）進行前期研究訪談，並於 5 位專家之班級進行遊具教學體驗。5 位專家中有 2 位（U3、U5）有在公立與私立幼兒園任教過，其餘 3 位專家（U1、U2、U4）只有在公立單位任教，平均年資為 24 年。此五位教師皆任教於 3–6 歲的混齡班級，研究將其編碼為 A、B、C 三班，由於老師為本次研究主要對象，學生為利害關係人，後期工作坊施測學生以此三個班為主，不另外招募。混齡大中小班共計 71 人，由於學生需經法定代理人的同意，研究在工作坊執行前，將家長同意書與知情同意之錄影 QR Code 的影片連結與研究資訊裝入密封袋，請老師交給班級所有小孩帶回給家長閱讀，家長可自由決定孩童在工作坊的資料是否納入研究結果；等待教學結束後，研究者才將同意書密封袋打開，並納入簽署同意之家長學生的資料，共取得並採納 67 位學生之同意資料。5 位專家基本資料如表 1 所示。

表 1

幼兒園訪談老師編號與測試紀錄

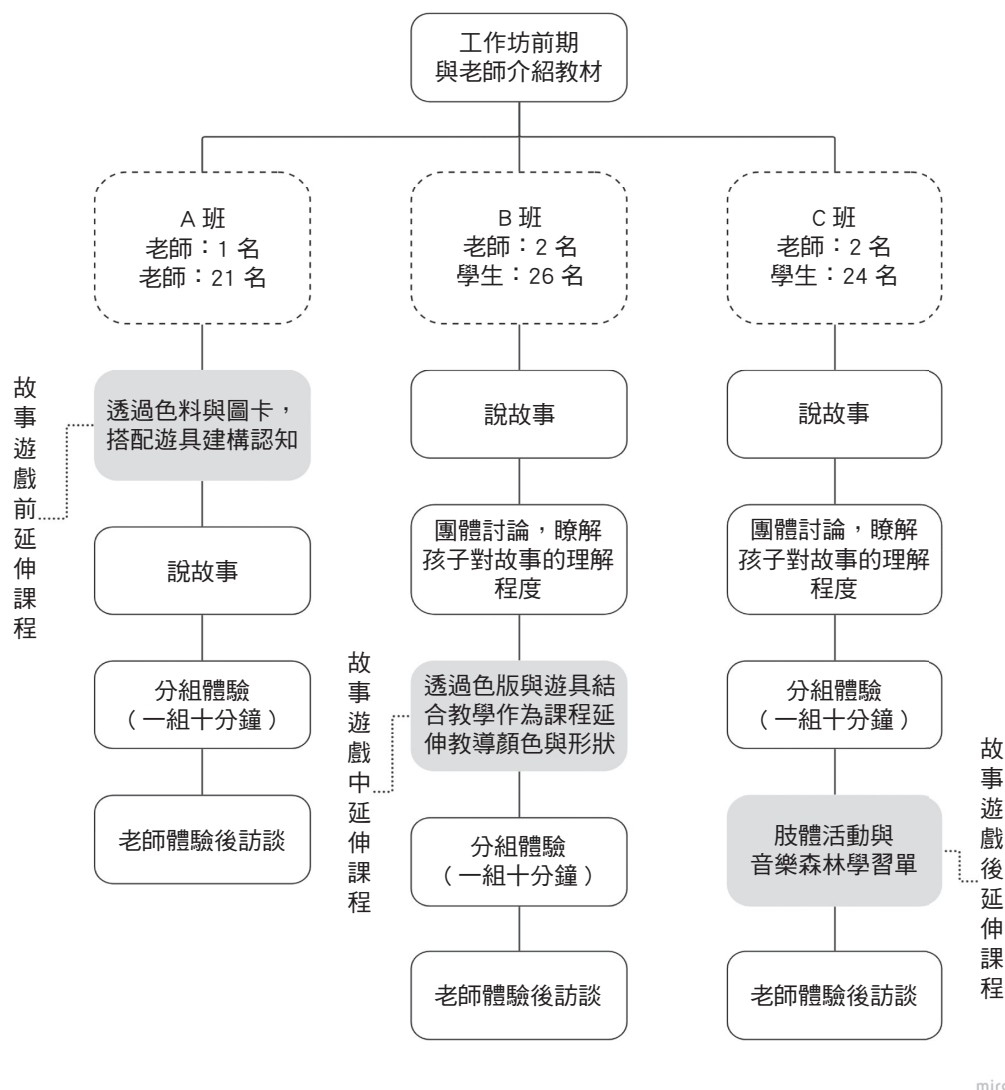
受訪者	U1	U2	U3	U4	U5
性別	女	女	女	女	女
年資	8 年	11 年	32 年	34 年	35 年
服務過單位	公立 幼兒園	公立 幼兒園	公私立 幼兒園	公立 幼兒園	公私立 幼兒園
說明／同意書	是	是	是	是	是
記錄方式	現場手機錄音與筆記，後續使用電腦記錄歸納。				

資料來源：白雲國民小學附設幼兒園訪談資料。

遊具教學體驗在各班級內執行，使用前請老師講繪本故事給學生聽，並請三個班級的老師分別在不同教學過程中安插與教材相關的延伸課程，研究除了繪本外，另行準備繪本 PPT 供老師教學使用，故事時長約 20 分鐘。遊戲體驗階段，依照混齡以每組 4 人進行分組，每組使用遊具時間皆為 10 分鐘，在未有突發事件發生或是老師對於產品有疑問的情況下，研究者不會干涉課程作業，一切將以每個老師說故事的習慣與學生進行互動，遊具的操作方式已於繪本中呈現，因此老師在孩童操作時，只需從旁引導。最後，與老師進行半結構式訪談與問卷調查，總體時間約為 30–40 分鐘，主要瞭解老師使用過後的感受，與遊具教學表現上之成效，過程採全程錄音錄影，圖 2 為三班教學步驟流程圖。

圖 2

教學流程圖



資料來源：本研究繪製。

二、研究方法與工具

本研究透過質性訪談結合簡易量化資料，針對產品開發前與使用後做深入性的調查研究，前期與體驗後之訪談皆透過親合圖將 5 位專家的訪談內容轉錄為逐字稿，並將身分以編號 U1、U2、U3……的方式進行編碼，將訪談內容節錄成便條整理歸納，資料以由下而上的方式進行三層內容分層，第一層底層為逐字稿內容，第二層針對不同條目但概念相似的便條進行統整歸納綜合出概念，最頂層針對分項事件，反推出原因找出對應事件中的結果。最後，將結果收斂並提出本次研究需解決的問題。後期訪談則針對老師使用遊具教學過後，執行上的優缺點與感受，給予未來相關產品發展的設計建議與方向。

前期研究除了親合圖的使用，亦使用同理心地圖、使用者旅程圖及 POV 研究法進行歸納。以同理心地圖取代人物誌（persona）的方法，描述用戶形象與需求，簡述老師使用遊具教學體驗上的感受；瞭解使用者輪廓後，透過使用者旅程圖將老師使用遊具教學及孩童互動的過程視覺化，將各階段教學情境中所發生的甜蜜點與接觸點，及老師的情緒分段呈現，瞭解產品互動面貌；繼以 POV 研究法，針對前期透過親合圖、同理心地圖、使用者旅程圖所歸納出來的資料，總結並定義問題，提出老師的需求及背後原因。在親合圖中老師提及，在使用互動遊具的課程教學中，會先教導大班的孩子遊具玩法，再請大班孩童作為小老師，來幫助小班孩童透過模仿熟悉教材，因此，本遊具將納入此教學模式來進行互動遊具的製作。最後透過國內外各大網站，搜集 35 種玩具設計競品，配合福祿貝爾（Friedrich Wilhelm August Fröbel，1782–1852）提出遊具設計的理念（「恩物」，2018），以及目前 STEAM 推廣的「藝術元素中的創造力，察覺環境美感素養融入科學探究」作為篩選基礎，從中挑出八種不同類型代表性玩具，以 Boon 等（2020）在論文中使用遊樂園理論制定的遊戲設計準則，自由度、身體性與分散性，三項指標作為產品規劃參考之評比項目。

三、研究實作與成果

整合前期專家訪談與資料分析之結果，研究使用 Arduino、光固化、木料、導電墨水等材料製作互動聲音回饋遊具設計原型——聽！是誰在唱歌，以原創繪本代替說明書，讓孩童能在老師的繪本引導後，發揮自己的想像，用積木發展出不同的音調與合奏，創造不同的組合。

（一）遊具教學體驗流程

此遊具的玩法呈現於原創繪本中，包裝內部共有三層，由上至下分別為實體組裝零件、繪本以及互動底座，如圖 3 所示，繪本以主角愛唱歌的紅圓圓所居住的圓圓村揭開序幕，並由紅圓圓展開與其他圖形在音樂森林的奇幻旅程，在繪本中會出現實體零件中五顏六色的圖形、黑色枝幹與觸發裝置——黑色樹幹，老師可運用繪本與孩童一起探索繪本中所演示不同的形式與概念。考量到前期訪談老師有提到小組遊戲體驗，老師教學效果會比多人遊玩佳，及太多的音訊會干擾課堂教學，因此遊具設計以 4 人為一組進行遊玩，讓孩童聽完故事後輪流體驗，透過遊戲的方式，用創作來與老師進行交流與學習，遊具產生即時的音效回饋，也希望能幫助老師舒緩無法及時回饋的狀況，如 Scenario 圖 4 所示。

圖 3

聽！是誰在唱歌遊具整體外觀



資料來源：本研究製作。

圖 4

聽！是誰在唱歌使用 Scenario



資料來源：本研究繪製。

（二）遊具與繪本之連結

積木形狀參考福祿貝爾設計教具「恩物」（2018）中出現的基本圖型，最終使用圓形、正方形、角錐形、水滴型、圓柱形、圈圈形，作為繪本中的角色，透過顏色與圖形連結繪本與遊具，如圖 5 所示。

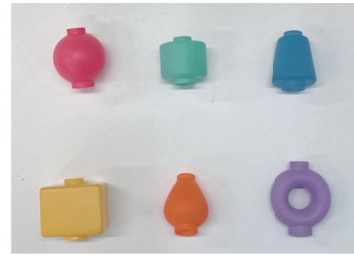
繪本亦參考實體觸發樹幹之樣式與偵測元件——光敏電阻樣貌，將樹心更改為光敏電阻面板的圖案，讓孩童與老師在閱讀時，可以參照實體物件的樣式，對照與討論物件如何互動，如圖 6 所示。

圖 5

聽！是誰在唱歌繪本角色對應關係



(a) 繪本角色



(b) 實體遊具

資料來源：本研究繪製。

圖 6

聽！是誰在唱歌繪本觸發裝置與實體對照圖



(a) 繪本



(b) 實體遊具

資料來源：本研究繪製。

(三) 繪本內容帶入美感基礎元素：韻律、統一、對比、重複

研究想透過遊具將美感的原理原則帶入學齡前教育，因此在聽！是誰在唱歌中，從十大美的形式原理，採納專家訪談建議，挑出韻律（rhythm）、統一（unity）、對比（contrast）、重複（repetition）四種形式用插畫表現於故事中，讓老師與孩童能從繪本延伸至遊戲，嘗試不同形式的聲音組合，老師也能從繪本的敘事與繪畫中，帶領孩童體驗不同美的感受性與圖形認知，再建構設計基礎的內涵培養，從中練習感知、釐清、分辨與創作。例如繪本呈現統一的形式原理，把相同顏色組織連結，達成一種秩序與調和之美，演示統一在美學上所呈現的視覺效果，除了帶領孩童認識顏色外，也希望讓孩童瞭解不同結構所帶出平衡與秩序之感受，從中發覺不同聲音表現的方式，圖 7 為繪本呈現統一之圖示。

(四) 遊具設計製作結果

研究在前期使用者旅程圖中，發現人手不足為五個老師共通的問題與痛點，以往傳統型玩具，老師在班級中無法同時給予孩童即時回饋；在訪談中，專家認為科技的即時

圖 7

聽！是誰在唱歌：統一



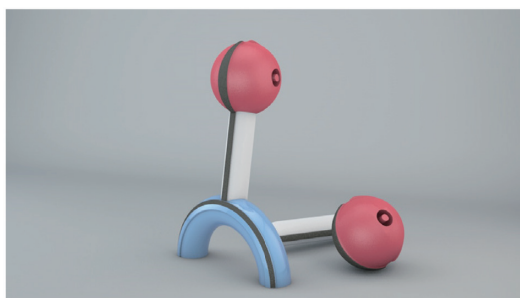
資料來源：本研究繪製。

性或許是能舒緩孩童無法立即得到回應的方法之一。另外，目前市面上有許多各式各樣的智能玩具，但功能過於複雜，可能導致小班孩童需要花費更多時間來理解教材的玩法，太多的科技互動與規則會增添孩童在遊玩時的挫敗感，進而增加老師備課與教學的時間。因此在設計初期，希望能透過簡單的機制以及回饋的直覺性，增加老師及孩童在體驗上的易用性，給予老師備課上的延展性且不增加課程教學負擔。

遊具結構設計初期，元件構想以點、線、面出發，對應其中應用的四個原理原則：對比、重複、韻律與統一，類比樂譜的構成，讓孩童在遊戲時，做出不同結構跟體驗點線面不同的聲音變化，而每個物件都有其代表聲音，例如三角形比較尖或高，圓形比較圓潤等，物件組合意味著聲音的組合，孩童透過組裝可呈現和聲，依照組合順序把聲音播出來，圖 8 為初期遊具概念示意圖。

圖 8

初步遊具設計構想 3D Render 圖



資料來源：本研究 3D 軟體繪製。

研究針對最初構想發現幾個問題：（1）使用圖形來定義聲音，每個模塊需有自己的感測模組及發電裝置，此設計會讓遊具的大小及重量過於龐大，若積木皆為電子模塊，在班級中會容易耗損；（2）積木以 3D 空間排列，當模塊組裝後發聲機制應根據其樣式有所變化，此操作模式會過於複雜，且學齡前小班的孩童聲音概念還未發展完全，太多的聲音合在一起對於其聲音辨識會過於困難。因此在前述兩點的限制下，本研究朝以聲音作為探索行為的正增強概念出發，將聲音視為一種增進探索的體驗回饋。

因此後續設計，嘗試以樂器的發聲構造作為發想，遊具初期使用 3D 列印結合充氣馬達，讓不同圖形的中空管經由組合不同長度改變其聲響的高低，透過 3D 軟體 Rhino7 建置圓形、方形、圓柱體、角錐形、水滴形及甜甜圈形作為積木的零件，並透過 Ultimaker-Cura 進行切片及 3D 列印進行測試，使用充氣馬達作為驅動裝置，底座包覆馬達的卡榫結構也以 3D 列印印製，如圖 9 所示。經過材料測試與實際組裝後發現幾個問題：（1）由於不同型號的馬達出氣量不同，馬達運轉聲皆會蓋過氣體在上方積木組裝所發出的聲音；（2）3D 列印測試兩種不同的材質，分別為 CPE（chlorinated polyethylene）及 PLA（polylactide），測試結果發現，PVC（polyvinyl chloride）水管及市面上所販售的折管玩具，將充氣馬達安置內，皆會因長短或是彎管的彎率產生不同的聲音變化。而市面上販售的塑膠模塊喇叭玩具，相較於前兩者聲音較小，自印的 CPE 及 PLA 積木零件，在發聲上沒有特別的音高變化，由於樂器的發聲結構並非此次研究內容範圍，因此在發聲裝置上，由原本物理條件結構改為由電子結構為主，解決馬達運轉聲過大所造成干擾的問題。

圖 9
3D 列印測試



資料來源：本研究拍攝。

最終遊具選用光敏電阻作為感測，經由五塊 Arduino Nano 程式操控，透過積木模組不同的進光量，讓光敏電阻的數值產生差異導致聲音變化，原本安裝充氣馬達的結構，

改良為放置光敏電阻的卡榫，並在 3D 列印的表層外，塗上導電墨水作為開關，讓孩童在遊玩時，使用上能夠更直覺，並在繪本中畫出此部分作為引導；另一部分為解決導電墨水附著性的問題，在外層塗透明導電膠，穩固導電墨水附著性及防止靜電破壞電子零件造成人體觸電，以保護遊具使用的安全性。在底座造型的設計上，造型呼應繪本中音樂森林之意象，以木作不規則等高線的梯田形式呈現，將自然的元素設計其中，希望能在活潑中帶點柔和的氣氛，人工材質下帶點自然元素，呼應福祿貝爾遊具設計理念，運用大自然的元素讓孩童進行探索。由於底座使用夾板混合木料並透過 CNC（computer numerical control）切割堆疊成形，此材料特性在接觸導電墨水後，使遊具自行發出聲響，在實作過程中，將木頭卡榫處透過絕緣膠布隔絕塗有導電墨水的 3D 列印元件，增進遊具發聲的穩定度，圖 10 為遊具最終設計結構。

圖 10

遊具最終設計版本



資料來源：本研究拍攝。

四、資料蒐集與分析之說明

我們與五位曾在前期研究階段接受訪談的教師，合作進行遊具教學實驗。在實驗開始前，我們向教師們詳細說明了兩部分的流程和研究內容，並在解釋完畢後簽署了知情同意書。實驗開始會先讓教師對遊具原型進行評估，並瞭解繪本故事內容以及遊具的玩法。第二階段的教學體驗工作坊之後，對教師們進行約 30–40 分鐘的使用後訪談與體驗後問卷調查。

研究資料處理方法，訪綱針對研究問題列出三大面向，分別為：產品教學體驗感受、產品教學應用性以及產品看法與建議，產品教學體驗感受主要瞭解老師在教學過程中，故事、聲音回饋、遊具整體體驗的感受；產品應用性包括瞭解產品對於教學的延伸性、學生課堂表現及參與度，以及在創造力開發上老師的看法為何；最後針對產品的使用體驗給予設計或是體驗優化的建議與看法，將逐字稿整理為親合圖，配合體驗後問卷進行分析。問卷第一部分，使用前期類競品分析所使用的遊戲設計準則，評比遊具原型，以李克特量表（Likert scale）五等級制評估問題及陳述內容，1分為最不滿意，5分為最滿意，其指標定義如下。

（一）自由度（free）

設計師可以讓事物有待解釋，為多種行動方案留出空間，並提出許多變量，允許事物被操縱或重新排列。以下包含此五種維度：

1. 建設創造力；
2. 圖形具多重解釋性；
3. 可角色扮演；
4. 可發揮兒童不同內在本質；
5. 不可預測性。

（二）身體性（bodily）

設計師可將身體遊戲視為產品設計的一環，將身體互動的多樣性整合至設計中。以下包含此四種維度：

1. 互動合作性；
2. 回饋性；
3. 動手探索性；
4. 經驗獲取。

（三）分散性（dispersed）

讓孩童有探索性的體驗，拓展他們的遊戲敘事，分散遊戲的設計需要在空間理解交互，設計師是否應思考如何在有限的空間中，達到一定程度的沉浸與探險的感受。以下包含此三種維度：

1. 空間延伸性；
2. 物件多重解釋性；

3. 玩具時效性。

問卷第二部分系統易用性量表（system usability scale, SUS）是由 John Brooke 在 1986 年創建，此量表被廣泛應用在快速測試產品、系統介面上，被公認為快速易用性評分測試，也能運用在小樣本的定量分析上（Brooke，1986）。問卷內容以李克特量表，透過五個評分等級，評估問題及陳述內容，1 分為最不滿意，5 分為最滿意，以下為十點使用者須評分問題：

1. 我認為我會願意在教學現場使用此產品。
2. 我認為此產品過於複雜。
3. 我認為此產品容易使用。
4. 我認為我會需要技術人員從旁指導才能使用此產品。
5. 我認為這個產品的功能有被很好的整合在一起。
6. 我認為這個產品的一致性不足。
7. 我認為大部分的老師很快就能熟悉此產品。
8. 我認為這個產品使用體驗不佳。
9. 我認為這個產品的使用，我感到有自信會使用的好。
10. 我認為使用這個產品前，我需要再學習很多東西。

綜合半結構式訪談與問卷所得之結果，研究使用 Miro 線上軟體整理訪談逐字稿之資料做親合圖分析，問卷使用 Google Sheet 表單統計出平均數與標準差，配合體驗後訪談所歸納之結果，給予設計洞察與未來相關遊具設計方向之建議。

肆、研究結果與討論

一、學生學習成效與教學成果

以下將分別針對三個班級在工作坊教學的課程內容、實施細節與教學成果進行介紹。

（一）A 班

A 班由 1 位老師及 21 位學生參與遊具體驗，當日參與學生之年齡分布，分別為：大班 9 名、中班 5 名、小班 7 名，受測組別分為 6 組，整體工作坊測試時間約為 110 分鐘，混齡分布如表 2 所示。

A 班延伸課程實施於故事及遊戲之前，透過顏料混色及卡牌陳列，讓孩童認識三原色及混色，與圖形的名稱，並將卡牌結合至遊戲中。經由教學過程的觀察，發現此結合

表 2

A 班混齡分布

組別／年齡	大班	中班	小班
第一組	2	1	1
第二組	2	1	1
第三組	2	1	1
第四組	2	1	1
第五組	1	0	3
第六組	2	1	1

資料來源：白雲國民小學附設幼兒園 A 班分組資料。

有下列幾項優點：（1）遊具結合卡牌能夠讓老師更加瞭解孩童在故事與遊戲中的學習狀況，從中培養孩童對圖形、空間與色彩的認知；（2）由於教材數量有限，此玩法能預防組內孩童因遊具不足產生衝突；（3）讓孩童透過實作培養繪本中重複、統一與對比的概念，訓練觀察與探索的能力。課堂流程與學生遊具使用情況如圖 11 所示。

圖 11

A 班教學情形



① 透過顏料教導三原色紅黃藍與混色橘綠紫六種顏色



② 透過圖卡教學遊具裡會出現的形狀



③ 說故事及複習剛剛在延伸課程裡學習的形狀與顏色



④ 形狀與顏色圖卡配合遊戲

資料來源：本研究拍攝。

（二）B 班

B 班由 2 位老師及 26 位學生參與遊具體驗，參與學生之年齡分布，分別為：大班 10 名、中班 8 名、小班 8 名，受測組別共分為 7 組，整體工作坊測試時間約為 120 分鐘，表 3 為分組年齡分布。

本班的延伸課程實施於故事及遊戲之間，在延伸課程中，B 班老師準備混色色版搭配積木，作為故事延伸至遊具的橋樑，培養孩童對遊具中六個顏色的認知，當中也有對不同圖形所發出的聲音進行比較。研究從中觀察到以下幾點：（1）孩童在故事中的參與度高，且能夠感同身受裡面的故事情境，透過故事角色的命名，在團體討論中能夠快速地識別並答出圖形的名字；（2）本班老師在團體討論時，有加強討論不同結構所發出的

表 3

B 班混齡分布

組別／年齡	大班	中班	小班
第一組	2	0	2
第二組	2	2	0
第三組	1	2	1
第四組	2	1	1
第五組	1	1	2
第六組	1	1	1
第七組	1	1	1

資料來源：白雲國民小學附設幼兒園 B 班分組資料。

聲音，因此當學生實際操作時，有些孩童更會去注意自己的聲音與同儕之間有什麼差異；

（3）本班第一組及第二組是在課堂中進行體驗，遊具的聲音在班上較不明顯，導致學生在遊玩時需要十分靠近遊具才聽得到其變化，原型事後也有將音量與結構進行微調，但結構設計因不能臨時更改，修改幅度小，將此問題作為本次研究後續的設計建議；（4）班級先以故事作為開頭，老師透過課堂互動，讓孩童觀察繪本裡的角色與物件，發現相較於 A 班先以認知建構，孩童在遊戲時更能對應故事內容及發揮想像力，在遊戲過程中提及故事中的角色與聲響；（5）在老師講故事時，孩童對於不熟悉的圖形會發揮想像力與日常所見事物相結合，例如孩童還不知道角錐的名稱時，有孩童在課堂中發表角錐的圖形像布丁或是帽子等日常物件，課堂流程與學生遊具使用情況如圖 12 所示。

圖 12

B 班教學



資料來源：本研究拍攝。

（三）C 班

C 班由 2 位老師及 24 位學生參與遊具體驗，參與學生年齡分布為：大班 9 名、中班 9 名、小班 6 名，受測組別共分為 6 組，後續延伸課程體驗分為肢體活動及課程學習單兩部分，測試時間約為 180 分鐘，表 4 為年齡分布。

表 4

C 班混齡分布

組別／年齡	大班	中班	小班
第一組	2	2	0
第二組	2	1	1
第三組	1	2	1
第四組	1	2	1
第五組	2	1	1
第六組	1	1	2

資料來源：白雲國民小學附設幼兒園 C 班分組資料。

本班的延伸課程安排於故事與遊戲之後，研究者與老師一同規劃延伸課程肢體活動道具以及課後學習單，肢體活動運用遊具中出現過的顏色與圖形做成頭盔供孩童選擇，活動中老師請各組發想他們樹的聲音，運用肢體與同儕一起建構各組樹的樣態，接著讓孩童透過學習單，圈出自己今天在遊戲中認識及使用到的顏色與圖形，並在學習單下方畫出自己的音樂樹。研究從工作坊中觀察出以下幾點：（1）在團體討論中，老師透過繪本與學生一起探索其聲音的改變，學生自行小組探索時，聲音會成為改變堆疊方式的正增強；（2）透過故事、實際操作以及角色扮演，孩童對於整體遊戲操作更有概念，且能激發學生的創造力，從對聲音的想像與學習單的繪畫中表現自己的想法；（3）故事與遊戲的結合，有助於建構孩童的認知，讓他們在肢體延伸活動中，能夠正確依照老師的指令，找到與自己相同的圖形或是顏色；（4）學生在故事中角色與實體遊具之間的對應與觀察力敏銳，繪本中平面的圖形能夠正確轉換成立體圖形，當老師講錯時舉手糾正，代表故事角色能增進孩童對於遊具的掌握度與提升沉浸感；（5）孩童在肢體延伸課程中能夠舉一反三，發想出屬於自己音樂樹的聲音；（6）老師發現經由故事到遊戲，孩童對於音樂樹與裡面內容的理解是深刻的，即便平常不擅長繪畫的中小班孩童，也能在最後的學習單中畫出自己的音樂樹，課堂學生遊具與教學流程使用情況如圖 13 所示。

二、問卷與半結構訪談分析

首先，本研究針對 Boon 等（2020）以遊樂園理論為基礎，藉由自由度、身體性與分散性三個維度，作為遊具規劃參考之評比，將五位受測者填答問卷之數據進行進一步分析。自由度以 F 組別來表示，身體性以 B 組別表示，分散性以 D 組別表示，詳如表 5 所示。分析結果發現：就五位教師的評分結果，自由度在老師給予遊具的評分項目中，認為遊具具多重解釋性，為多種行動方案留出空間，並提供許多變量，且物件具允許事物被操縱或重新排列的準則，並加入故事的元素，因此在延伸課程中，老師能引導孩童透

圖 13

C 班教學情形



資料來源：本研究拍攝。

過角色扮演，來加深對於圖形認知以及建構對聲音的想像，達到具備不可預測性的準則。此五項目在老師此次工作坊體驗中，平均值皆為 5 ($M = 5$)，因此在自由度的項目中，可知道五位幼教專家評價屬於良好。在身體性的評分項目中，從表中得知在互動合作性、動手探索性與回饋性平均值皆為 5 ($M = 5$)，然而在感知經驗獲取上，U3 及 U4 給的分數為 4 分，其項目之平均值為 4.6，標準差為 0.40 ($M = 4.6$, $SD = 0.49$)。綜合以上，研究推論老師在此次的教學中認為，遊具具備身體遊戲的條件，並且能將同儕間互動的多樣性整合至設計中，並產生不同的聲音回饋，因此具備回饋性的元素；然而遊具聲音的穩定性還不夠完善，導致指令不明確性，可能造成學生及老師在教學上體驗不佳的狀態。在分散性的評分項目中，空間延伸性項目之平均值為 4.8，標準差為 0.40 ($M = 4.8$, $SD = 0.40$)，物件多重解釋性及時效性兩項目平均值皆為 4.6，標準差為 0.49 ($M = 4.6$, $SD = 0.49$)，三者向度的平均值仍均高於量表的平均數 ($M = 3$)，因此就五位老師體驗後，針對分散性的項目，仍認為遊具能給予孩童相當的探索性的體驗，並且在有限的空間中，仍達到一定程度的沉浸式與探索感受。

綜合以上幾點評分歸納，研究推論出幾點此遊具未來能夠改善之方向：（1）在空間延伸性項目，遊具底座設計目前規劃以等高線的設計，將五個互動裝置分散其中，然而，幼兒活動探索範圍較大，此空間若規劃四人同時體驗，還是會顯得較擁擠且發生爭執的情

況。若以長條底板並且以折疊作為收納，供電系統使用電池型或充電的方式，對於老師教學上能夠有更多彈性空間；（2）在物件多重解釋性項目，故事以會唱歌的音樂森林主線出發，未來智能遊具設計若想以故事作為說明書，並以開發創意思考為基礎，主題設定可以給予更多想像空間，用遊具實現孩童在腦中的發想，可作為未來智能遊具配合故事的發展方向；（3）在時效性項目，由於遊具並沒有長期放置班級中讓老師針對此項目作觀察，因此老師只能透過過往經驗以及從教學中觀察遊具的發展性與延伸性來評比，應延長遊具讓學生遊玩的使用時間，並放置於班級中與其他遊具相互比較，才具有其信度。

表 5

幼兒園教師遊具設計策略評分向度摘要表

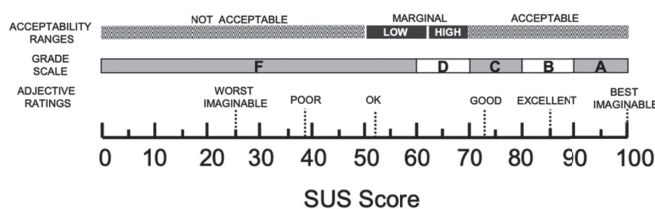
評分項目／教師	U1	U2	U3	U4	U5	平均值
F—建設創造力	5	5	5	5	5	5
F—圖形具多重解釋性	5	5	5	5	5	5
F—可角色扮演	5	5	5	5	5	5
F—可發揮兒童不同內在本質	5	5	5	5	5	5
F—不可預測性	5	5	5	5	5	5
B—互動合作性	5	5	5	5	5	5
B—動手探索性	5	5	5	5	5	5
B—回饋性	5	5	5	5	5	5
B—感知經驗獲取	5	5	4	4	5	4.6
D—空間延伸性	5	5	4	5	5	4.8
D—物件多重解釋性	4	5	5	4	5	4.6

資料來源：白雲國民小學附設幼兒園老師評分。

第二項目產品易用性，請教師透過 SUS 中的 10 點項目評比此遊具易用性，此量表由 John Brooke 在 1986 年創建至今，常被運用在使用者體驗及產品易用性評估上，且 SUS 亦能運用在小樣本數的定量分析（Brooke, 1986）。SUS 有 10 個項目，並使用李克特五分量表填答，第 1、3、5、7、9 題為正向題，第 2、4、6、8、10 題為負向題，而在計算時，正向負向的計算方式會不一樣，正向題計算方式為將各題的分數減 1，得到每題的分數，例如 U1 第一題原始分數是 5 分，減 1 後為 4 分，以此類推；負向題計算方式為用 5 減去每一題的分數，例如第二題 U1 答分是 1，5 減 1 等於 4，這題分數就是 4 分，最終將所有題目分數加總後乘以 2.5 即為使用者之易用性測試分數。針對此分數，Bangor 等（2009）將 SUS 所得之分數劃分為 6 個等級項目，如圖 14 所示，因此本研究將五位使用者所得之分數依照 SUS 計分標準透過 Google Sheet 計算後，詳如表 6 所示。

圖 14

SUS Score



資料來源：Bangor 等（2009）。

表 6

幼兒園教師 SUS 向度評分表

項目／教師	U1	U2	U3	U4	U5
1. 我認為我會願意使用此產品在教學現場	5	5	4	5	5
2. 我認為此產品過於複雜	1	1	1	1	1
3. 我認為此產品容易使用	5	5	5	5	4
4. 我認為我會需要技術人員從旁指導才能使用此產品	3	1	2	2	1
5. 我認為這個產品的功能有被很好的整合在一起	5	5	5	5	5
6. 我認為產品一致性不足	1	1	1	1	1
7. 我認為大部分的老師很快就能熟悉此產品	5	5	5	5	4
8. 我認為產品體驗不佳	1	1	1	1	1
9. 我認為這個產品的使用，我感到有自信會使用得好	5	5	5	5	5
10. 我認為使用這個產品前，我需要再學習很多東西	2	1	5	3	4
SUS 總分	92.5	100	85	92.5	87.5
SUS 評級	A	A	B	A	B

資料來源：白雲國民小學附設幼兒園老師評分。

綜合 U1-U5 使用者給予的 SUS 總分，並依照 Bangor 等（2009）針對 SUS 所得之分數劃分為六個等級項目，從表 6 中顯示五位使用者平均給分落在 87.5-100 之間，平均值落在 91.5 分（ $M = 91.5$ ），且 SUS 評級皆在 A 及 B，由此可知幼教老師對於此次遊具在教學效能表現上，在教學體驗與易用性給予不錯的評價。然而題項 4「我認為我會需要技術人員從旁指導才能使用此產品」及「我認為使用這個產品前，我需要再學習很多東西」的評分較不一致，研究推測可能基於以下原因：（1）由於智能玩具其功能的使用仍需技術人員指引，以便未來老師針對遊具有深化的延伸課程與教學應用；（2）遊具包含故事與遊戲，雖然故事提供老師一個友善的教學框架，在訪談中，U3 也有提及「若老師想加深對遊具的理解與想從中延伸更多備課內容，或是從故事中瞭解設計者想傳遞的主軸，仍需要花時間去探索遊具的可能性與教學方向，才能更有助於孩童的學習與活化」

(U3 訪談)。而遊具的互動機制，由於 STEAM 教育的提倡，智能遊具近幾年才開始導入學齡前教育，遊具使用的導電墨水對於幼教老師來說屬於較不常見的材料，因此研究推測此為題項 10 意見較分歧的原因。

第二部分親合圖分析，本研究針對透過繪本互動遊具達到美感教育創造力開發之目標為目的，藉由產品教學體驗感受、產品教學應用性以及產品看法與建議三個面向，統合問卷資料回應研究問題。訪談內容皆轉錄為逐字稿，逐字稿內容以 U1、U2……以此類推編碼，彙整成便條後使用前期專家訪談資料相同歸納方法——親合圖進行分析，提出九點設計洞見，分別如下：

1. 現今智能遊具多元化的發展下，由於功能較傳統玩具複雜，若將說明用故事的方式呈現，能增進親子或教學場域中共讀學習與培養孩童思考的能力。

研究問題一在產品教學體驗感受訪綱中，發現五位訪談者中，受訪者 U1、U3、U5 皆提及：故事除了能給予老師備課上的靈感，亦能提升老師上課效率，彼此間共讀討論，讓老師與孩童能更快速的理解遊具操作，而角色與實物的連接能讓孩童有效連結與學習，對於孩童記憶上與認知建構上有一定的助益。另外，老師亦能從故事中瞭解教材要帶給孩童的主軸核心是什麼，延伸成更多不同的課程體驗，減輕老師在發想教學活動與內容的備課時間。

2. 開放且形式多樣的教材有助於老師以不同角度適性教學，未來智能遊具若能顧及開放性與多元發展的廣度，有助於學齡前孩童建構自己的學習系統。

研究問題一在產品教學應用性訪綱中，歸納出兩點發現如下：（1）老師可透過遊具建構與延伸課程中與學生的問答，瞭解每位孩童不同的觀點及能力；（2）遊具教材延伸性廣，教材延伸可做適性化教學，透過多元的體驗讓孩童用自己適合的方式學習吸收。五位老師皆提及遊具使用不同感官作為教學面向時，能從中瞭解不同孩童的生活經驗與其本身氣質及個性。另外，遊具採混齡組別共同遊玩，U4 受訪者提及「遊具能培養孩童在組別之間的觀察力與合作能力，小班可以透過模仿與其他孩童學習，從探索中玩出自己的花樣」（U4 訪談）。U1 及 U5 的受訪者認為：在能力培養上，大班較能疊出比較不一樣的圖形，而中小班雖然大多數以直條排列，但他們也有嘗試在重複中表達其韻律。U1、U2、U5 的受訪者也有提到：教材使用較為開放，由於幼兒園屬於不分科教學，教材有足夠的連貫性，讓老師可以從不同主題範圍運用在各種單元引起孩童學習動機，繪本的應用也能讓老師透過角色扮演，使課程內容更加活潑。

3. 未來智能遊具進入學齡前教育，故事顧及其遊戲框架與架構，並在內容適時提供開放性與感官的增加，讓孩童從遊戲中同時培養解決問題的能力與創造力。

研究問題一在產品看法與建議訪綱中，發現未來遊具可著重在漸進式玩法，讓老師使用遊具進行認知培養以及創造力開發，達成具有鷹架思考亦有更多元且發揮創意的遊

具體驗。由於創造力需讓孩童累積一定的純熟度才能發揮出來，因此遊具設計未來能透過圖形或是聲音等不同元素先讓老師建構孩童的認知後，再透過延伸課程或是團體討論的方式，啟發孩童的創造力，並藉由故事作為學齡前教育有效的媒介。

4. 遊具可透過不同感官回饋來作為孩童學習上的正增強，遊具可設計不同模式讓回饋產生單一與群體之間的差異，促進同儕之間更多交流。

研究問題二在產品教學體驗感受訪綱中，U1、U2、U3 的受訪者有提到針對圖形與聲音的掌握度，會因年齡的不同而有所差異。平面到立體空間的轉換與呈現，仍需透過老師在教學時兩者相互配合，讓他們觀察其中差別。聲音會因年齡的差異有其不同，年齡較大的孩童可以有更細微的觀察，中小班亦會透過模仿來增加他的經驗值與多樣性，使孩童在群體中，因模仿產生更多交流與結構創造的可能性。

5. 智能玩具的功能亦不能過於複雜，且過於精緻會不適用於教學場域，若想將智能玩具導入學齡前教育，需顧及產品的簡易性及互動明確性。

研究問題二從產品看法與建議訪綱中，五位老師皆提及智能遊具作為正增強的同時，需顧及其明確性與簡易性，讓孩童能快速瞭解其回饋的規則，教學效果會更好。整合 U1、U3、U4、U5 使用者的建議，認為此次原型的设计，聲音不夠穩定且聲音若在班級上操作會有一點小。在设计建議與修正上，U1、U3、U5 使用者也提出：若每個圖形有個固定的聲音，孩童更能瞭解其中的聲音變化，從中也能延伸聲音的課程，例如重音與混音的概念，運用聲音的疊加將層次顯著化，教學效果會更好。U2 及 U5 使用者也有提到學齡前的孩童操作較不受控制，因此在教學現場牽涉到孩童的使用性及破壞性教材也較少科技類型產品。

6. 未來智能遊具若以聲音做為可視化的互動元素，可加入孩童日常生活中常聽到的聲音，並將圖形視為一種效果器，來增進孩童探索的慾望。

研究問題三在產品教學體驗感受訪綱中，歸納出遊具結合先備經驗，透過多元刺激與開放性可增進孩童探索與創作的慾望，其中我們有兩點發現：（1）原型的色調與即時回饋，給予孩童不一樣的刺激讓他們有創作的氛圍與慾望，並且積木的先備經驗讓他們在探索中更容易上手，遊具開放性包容他們多元的想像力；（2）故事取代說明書讓孩童能將自身想法與故事教材連結，連貫他們的生活經驗進行遊具操作。其中在色彩調配與整體設計而言，U3、U4 的使用者有提到：由於遊具是透過聲音來激發孩童的探索慾望，原型使用較為柔和的色調，對於孩童來說更能靜下心來探索。而聲音的運用給予孩童一個正增強，在積木先備經驗的基礎上，聲音會提升不一樣的刺激與體驗，從中獲得驚喜感與成就感。

7. 針對未來美感遊具與智能科技相互結合，可運用多感官來激發學齡前孩童創意思考的能力。

研究問題三在產品教學應用性訪綱中，整合 U1、U2、U5 使用者的訪談內容，研究發現透過多感官的刺激與開放式玩法，能讓孩童在自由組裝中，發揮他們各式各樣的創意，激發各種感官的觀察，遊具圖形的多重解釋性與抽象性，也能提升孩童在聯想與創造力的想法，訓練孩童觀察的敏銳度，如 U1 老師在訪談中有提到「孩童會觀察分岔的樹與直條排列的樹，傳出來的聲音有不同的變化」（U1 訪談）。

8. 未來智能玩具若要結合學齡前美感教育，可以從不同材質、零件形體多樣性加入不同於視覺感官的觸發，增加學齡前創造力開發的可能。

研究問題三在產品看法與建議訪綱中，綜合 U1、U2、U3、U4 使用者訪談，遊具提供零件多元性，能幫助老師看見更多不同創造力的可能。原型目前零件及時間有限，因此在創造力的表現上有一定的局限性，未來可加入其他組件，組裝時能有更多的彈性，也有孩童在使用時提到他會想將自己的樹與其他人的樹相連接，聽聽看會發出什麼樣的聲音。

9. 包裝若能與遊具模組相呼應，或是對應其互動感知，對於美感教育亦有相當的助益及作為老師教學上的輔具。

另外在研究問題三的產品看法與建議訪綱中，也有老師提到：包裝與內容的統一性，能幫助孩童透過複習，幫助孩童建構認知與對圖形的熟悉度。

伍、結論與建議

本研究重點在探討互動遊具在混齡幼兒園中，作為輔助美感教育的教學現場實驗與反思，主要有三個結論：第一，我們透過文獻回顧、遊樂園理論和專家訪談，分析互動遊具在美感教育中的現況，以及影響遊戲設計的重要因素。第二，我們根據前期研究發現，設計和開發了一個互動遊具的原型，並將其命名為聽！是誰在唱歌（*Listen! Who's singing!*）。第三，我們將這個原型遊具帶入三個不同的混齡班級，進行教學實驗和使用者評估，並從中獲得了一些有價值的反饋，以及未來遊具設計可修正之方向。

本研究採用了使用者研究和設計實作相結合的方法，以使用者為中心，開發出一款適合混齡兒童美感教育的互動遊具原型。從教學現場的實驗與質化資料分析，主要有以下幾點發現：（1）互動遊具應該具有開放性和智能性，以提供多元化的故事情境和回饋機制，從而增強老師的教學效率和孩童更積極的反饋思考能力和創造力；（2）互動遊具

應該能夠促進混齡兒童之間的互動和合作，以實現美感教育的目標，但同時也要注意回饋的清晰度和簡易度，以避免孩童產生困惑或挫折；（3）互動遊具若能夠與繪本相結合，利用多感官的遊戲敘事來激發孩童之學習，可為教學現場提供更多師生互動的可能性；（4）在互動遊具使用過程中，孩童在組別中溝通想法與分享主意的時間多寡，會影響他們作品的完整性與組合的創新。

雖然本研究提出關於互動遊具的設計建議與教學上的初步理解，但仍有一些限制和未來研究方向之建議。首先，本研究主要是以形成性評估為主，未來可以進行更大規模和更長期的效果評估，並加入對照組來比較傳統教具與新型態互動教具的教學成效。其次，本研究只針對一個地區的幼兒園進行了實驗，未來可以拓展到更多不同類型和背景的幼兒園，以增加研究的普遍性和代表性。最後，在遊具設計方面，本研究使用了導電墨水和光敏電阻作為感應裝置，但發現其對於聲音高低的感應效果不夠理想，未來可以嘗試使用其他電子元件來改善這個問題。此外，本研究也發現聲音回饋對於孩童想像力的影響，這些從原型製作與教學現場互動所發現的現象，值得進一步未來探討的議題。

引用文獻

中文部分：

- 吳靖國、魏韶潔（2007）。從聽故事的心理反應談故事教學之原則。《教育科學期刊》，7（1），15-35。https://doi.org/10.6388/JES.200706.0015
- Wu, Chin-Kuo, & Wei, Shao-Chieh (2007). On principle of story teaching from psychological reaction of story listening. *The Journal of Educational Science*, 7(1), 15-35. https://doi.org/10.6388/JES.200706.0015
- 吳緯中（2023年3月18日）。「玩，是人生最大的學習！」：邁向遊戲化學習之路。翻轉教育。https://flipedu.parenting.com.tw/article/005804?fbclid=IwAR342Tq7M0FslHv78c1Kzzyfv3nTmq9xRdXfvc-dm2zXLTBpo_o0QoJhsO4
- Wu, Wei-Zhong (2023, March 18). “Wan, shi rensheng zuida de xuexi!”: Maixiang youxihua xuexi zhi lu. Flipped Education. https://flipedu.parenting.com.tw/article/005804?fbclid=IwAR342Tq7M0FslHv78c1Kzzyfv3nTmq9xRdXfvc-dm2zXLTBpo_o0QoJhsO4
- 耿子期（2019）。以繪本遊戲增進幼兒利社會行為之探究〔未出版之碩士論文〕。國立屏東大學。
- Keng, Zi-Chi (2019). *Using picture book activities to improve children's prosocial behaviors* [Unpublished master's thesis]. National Pingtung University.
- 恩物（2018年8月10日）。載於維基百科。https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%81%A9%E7%89%A9
- Fröbelgaben (2018, August 10). In *Wikipedia*. https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%81%A9%E7%89%A9
- 新北市政府教育局（2020）。《新北市109年度混齡教學實務運作導引手冊》。https://elem.ntpc.edu.tw/var/file/5/1005/attach/86/pta_13638_9871829_41355.pdf
- New Taipei City Government Education Bureau (2020). *Xinbeishi 109 niandu hunling jiaoxue shiwu yunzuo daoyin shouce*. https://elem.ntpc.edu.tw/var/file/5/1005/attach/86/pta_13638_9871829_41355.pdf

外文部分：

- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of Usability Studies*, 4(3), 114-123.
- Bergen, D., Hutchinson, K., Nolan, J. T., & Weber, D. (2009). Effects of infant-parent play with a technology-enhanced toy: Affordance-related actions and communicative interactions. *Journal of Research in Childhood Education*, 24(1), 1-17. https://doi.org/10.1080/02568540903439342
- Boon, B., Rozendaal, M. C., van den Heuvel-Eibrink, M. M., van der Net, J., van Grotel, M., & Stappers, P. J. (2020). Design strategies for promoting young children's physical activity: A playscapes perspective. *International Journal of Design*, 14(3), 1-18.

- Brooke, J. (1986). *SUS: A quick and dirty usability scale*. https://digital.ahrq.gov/sites/default/files/docs/survey/systemusabilityscale%2528sus%2529_comp%255B1%255D.pdf
- Cassell, J., & Ryokai, K. (2001). Making space for voice: Technologies to support children's fantasy and storytelling. *Personal Ubiquitous Computing*, 5, 169-190. <https://doi.org/10.1007/PL00000018>
- Crawford, C. (2012). *Chris Crawford on interactive storytelling* (2nd ed.). New Riders.
- Design Council. (n.d.). *Framework for innovation*. <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples/wikipedia-references>
- De Valk, L., Bekker, T., & Eggen, B. (2013). Leaving room for improvisation: Towards a design approach for open-ended play. In J. P. Hourcade, N. Sawhney, & E. Reardon (Eds.), *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 92-101). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2485760.2485771>
- Fontijn, W., & Mendels, P. (2005, May 11). *StoryToy the interactive storytelling toy* [Paper presentation]. 2nd International Workshop on Gaming Applications, at the 3rd International Conference on Pervasive Computing, Munich, Germany. http://www.pervasive.ifi.lmu.de/workshops/w3/papers_2005/Pervasive05_W3_Fontijn_final.pdf
- Gardner, H. E. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.
- Garzotto, F., Paolini, P., & Sabiescu, A. (2010). Interactive storytelling for children. In N. Parés & M. Oliver (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 356-359). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1810543.1810613>
- Holman, C. (2014). *Play as design process*. Academic Commons Program. https://digitalcommons.risd.edu/grad_academiccommonsprogram/19
- Kara, N., Aydin, C. C., & Cagiltay, K. (2014). User study of a new smart toy for children's storytelling. *Interactive Learning Environments*, 22(5), 551-563. <https://doi.org/10.1080/10494820.2012.682587>
- Kudryavtsev, V. T. (2011). The phenomenon of child creativity. *International Journal of Early Years Education*, 19(1), 45-53. <https://doi.org/10.1080/09669760.2011.570999>
- Li, H., & Chau, L. (2010). Story approach to integrated learning (SAIL): A postmodernism curriculum for Hong Kong kindergartens. In L. E. Kattington (Ed.), *Handbook of curriculum development* (pp. 329-346). Nova Science.
- Luckin, R., Connolly, D., Plowman, L., & Airey, S. (2003). Children's interactions with interactive toy technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(2), 165-176. <https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2003.00017.x>
- Parés, N., Carreras, A., Durany, J., Ferrer, J., Freixa, P., Gómez, D., Kruglanski, O., Parés, R., Ribas, J. I., Soler, M., Sanjurjo, À. (2005). Promotion of creative activity in children with severe autism through visuals in an interactive multisensory environment. In M. Eisenberg & A. Eisenberg

- (Eds.), *Proceedings of the 2005 Conference on Interaction Design and Children* (pp. 110-116). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1109540.1109555>
- Phillips, L. (2000). Storytelling: The seeds of children's creativity. *Australasian Journal of Early Childhood*, 25(3), 1-5. <https://doi.org/10.1177/1836939100025003>
- Schulte, C. M., & Thompson, C. M. (Eds.). (2018). *Communities of practice: Art, play, and aesthetics in early childhood*. Springer.
- Subrahmanyam, K., & Greenfield, P. (2012). Digital media and youth: Game, internet, and development. In D. G. Singer & J. L. Singer (Eds.), *Handbook of children and the media* (pp. 75-96). Sage.
- Vear, C., & McConnon, L. (2017). Pop up play: A digital creative play space. *Digital Creativity*, 28(2), 141-156. <https://doi.org/10.1080/14626268.2016.1199575>

Picture Book With Interactive Play Toy Design: A Study of Auxiliary Mixed-Age Kindergarten Aesthetic Education

Mei-Hsuan Wu¹

Chun-Cheng Hsu²

Summary

Games play an important role in children's learning stages. Diverse forms of interactive play nurture children's social relationships, foster diverse thinking, and unlock creative potential. This study explored how teachers in mixed-age preschool classrooms can use interactive picture books to promote aesthetic education for preschool children. User research was combined with design practice to develop a prototype of an interactive toy called *Listen! Who's singing!* The prototype was subsequently brought into three different mixed-age classrooms for teaching field experiments and use evaluation. The results indicated that the interactive toy, when combined with multisensory game narratives, improved teachers' teaching effectiveness, stimulated greater engagement with children, promoted interaction and cooperation among children of different ages, and increased children's interest in aesthetic education. Analysis of the results revealed potential areas for improvement in the design of the interactive toy and highlighted challenges and difficulties in terms of its teaching applications. The ultimate goal of this study was to provide a new teaching tool and technique for teachers in mixed-age preschool classrooms.

In 2016, Taiwan implemented the policy of mixed-age education in preschools to promote interaction among children of different ages, thereby enhancing their understanding of social roles and providing more varied interpersonal experiences. In addition to the development of social skills, society also demands the cultivation of children's intrinsic comprehensive abilities through

¹ Master / Institute of Applied Arts, National Yang Ming Chiao Tung University

² Professor / Institute of Applied Arts, National Yang Ming Chiao Tung University

STEAM (science, technology, engineering, arts, mathematics) teaching methods. This is reflected in the toy market, where most intelligent toys are designed to facilitate programming education and logic development. Conversely, relatively few toys are aimed at promoting aesthetic education. To address this gap, this study combined user research methods and the Double Diamond model (Design Council, n.d.) to examine the needs and pain points of preschool teachers and designed a picture book that provides interactive feedback. The purpose of this interactive toy was to help teachers cultivate aesthetics and creativity in preschool children.

The objectives of this study were threefold: (1) to understand the current use and design focus of interactive toys as a medium for assisting aesthetic education in mixed-age preschools; (2) to develop a prototype of an interactive toy based on the above research findings; (3) to bring this prototype toy into the classroom, observe teacher–student interaction, conduct teaching experience evaluation and reflection, and discover new knowledge that could be applied to further improve the toy.

The first stage of this study was to gather data through user research. Researchers conducted expert interviews, then used affinity diagrams, empathy maps, user journey maps, and point of view (POV) research methods to integrate and summarize the research subjects, questions, and direction. These findings were integrated into design concepts, and a prototype was built. Next, in the implementation stage, the high-fidelity prototype was brought into preschool classrooms for field research to evaluate the teaching experience. Through the use of technology, researchers gathered real-time feedback to understand the analogy between sound and foundational aesthetics. Finally, semi-structured interviews and questionnaire surveys were conducted with preschool teachers to gauge their experience incorporating the toy into their lessons, and affinity diagrams were used to summarize the interview data and the overall teaching experience with this toy.

The teaching field experiments and qualitative data analysis revealed these primary findings. First, to enhance teaching efficiency and cultivate increased creativity and active response skills in children, interactive toys should be open and intelligent, with diverse story situations and feedback mechanisms.

Second, interactive toys should promote interaction and cooperation among children of different ages to achieve the goal of aesthetic education, but at the same time, they should provide clear and simple feedback to avoid confusing or frustrating children.

Third, by combining the concept of an interactive toy with that of a picture book, multisensory game narratives can be delivered to stimulate children’s learning and provide more opportunities for teacher–student interaction in the classroom.

Finally, when using interactive toys, children should also be given ample time to communicate their opinions and share ideas in groups, as this affects the completeness and innovation of their work.

The goal of this study was to contribute to the advancement of aesthetic education by proposing a prototype design of an interactive toy that could be applied to the aesthetic education of mixed-age preschoolers. Through teaching field experiments and usage evaluation, researchers discovered new knowledge and suggestions for further improvement of the toy. It is hoped that the results of this study will lead to the development of a new teaching tool and technique that will assist teachers in mixed-age preschool classrooms in cultivating children's aesthetic literacy and creativity.