高齡者多元能力與陪伴情境之多模態互動系統設計研究——以「星海織光」為例

Multimodal Interactive System Design for Older Adults with Diverse Abilities and Companionship Contexts: The Case of Ocean Memory

摘要

隨著臺灣進入超高齡社會，高齡者如何在不同科技經驗、識字程度、慣用語言、感官與身體能力，以及不同陪伴情境中參與科技，成為重要的互動設計議題。本研究採探索性、形成性與迭代式設計，發展高齡者多模態互動系統「星海織光（Ocean Memory）」，包含單人模式、團體模式與記憶星海。第一階段由4位高齡者進行電腦版探索、iPad介面轉換及單人模式測試；第二階段於嘉義新港社區據點進行團體場域研究，共16位高齡者參與「星袋守護」、「聚星成光」及「星光共鳴」。研究資料包括操作觀察、半結構式訪談、協助紀錄、團體活動影像、逐字稿與研究者反思。

研究結果顯示，直接觸控可降低部分滑鼠與游標映射負擔，但互動入口、第一個操作目標及即時回饋仍需被清楚理解；身體活動亦需容納坐姿、站姿及不同活動幅度。「海風日記」則顯示，生活題目較能引發真人談話，而錄音保存應維持可選擇性。團體模式進一步顯示，參與不等同於獨立操作，照顧者協助、同儕觀看、帶領者提示與輪替皆可能構成參與；同時，參與者完成動作與系統成功辨識需分開分析。

綜合而言，高齡互動系統應提供可理解、可調整、可拒絕與可恢復的參與路徑，並保留真人支持與使用者自主，另外，本次研究聚焦形成性可用性、參與方式與場域實施，不據此推論長期健康或孤獨改善效果。

關鍵字：高齡者、互動設計、多模態互動、數位參與、團體互動

目錄

壹、緒論

一、研究背景.....03

二、研究動機與問題.....03

貳、文獻探討

一、高齡者數位參與與多元能力.....04

二、高齡者多模態互動與可用性設計.....05

三、生活記憶互動與陪伴情境.....07

四、自主選擇、隱私與研究成效界線.....08

參、研究方法

一、研究設計與研究架構.....09

二、星海織光之互動原型與設計概念.....11

三、研究對象與執行流程.....14

四、研究工具、資料紀錄與分析.....17

肆、研究結果

一、單人模式研究結果.....19

二、團體模式研究結果.....22

伍、研究討論與限制.....26

陸、未來研究方向與目前研究結論.....29

柒、參考文獻.....32

捌、附錄

附錄一個別測試觀察紀錄表.....36

附錄二單人模式錄音與資料使用知情同意書 40

壹、緒論

一、研究背景

臺灣65歲以上人口已於2025年底超過總人口的20%，正式邁入超高齡社會（內政部戶政司全球資訊網，2025）。隨著人口結構轉變與日常服務逐漸數位化，如何使高齡者在具有尊嚴、自主及適當支持的情況下使用科技，並實踐世界衛生組織（無日期）所提出的健康老化目標，已成為不可忽視的議題。然而，高齡者與其他年齡層之間仍存在明顯的數位使用差距。依據數位發展部（2023）的資料顯示，65歲以上人口的上網率約為51%，低於其他年齡層。當生活服務愈來愈依賴數位裝置時，未能取得適當裝置、操作支持或學習機會的高齡者，可能面臨資訊取得受限、服務使用困難及數位排除等問題。因此，高齡科技設計不應只要求高齡者適應既有系統，也應重新檢視系統是否符合其能力、經驗與生活情境。

高齡者並非同質群體。不同的教育與識字經驗、慣用語言、視聽狀況、手部與身體能力、科技接觸史，以及對錯誤與風險的感受，都會改變同一介面的使用經驗。Lazar et al.（2025）指出，高齡人機互動研究需要從以缺陷為中心的想像，轉向理解高齡者的生活脈絡、交織身分與自主判斷。Henni et al.（2022）亦強調，可近用性形成於使用者、產品與情境的交互關係，應貫穿設計歷程。因此，本研究關注的核心不是要求高齡者適應既有系統，而是探討互動設計如何提供較低壓力且可被支持的參與方式。除了任務完成，研究亦關注參與者是否看見入口、理解下一步、注意到回饋、願意繼續、需要何種協助，以及活動能否自然進入家庭或社區中的真人互動。

二、研究動機與問題

本研究源自研究者在社會福利、社區關懷據點與高齡服務情境中的觀察。現有高齡科技常以健康監測、照護管理、復健訓練或生活效率為主要目標，但高齡者的數位生活亦包含活動身體、與人談話、分享生活經驗、觀看與參與，以及依當日狀態決定是否使用。研究者因而提出「星海織光」，嘗試將直接觸控、身體動作、視覺與聲音回饋、生活對話，以及後續的實體物件與共享顯示等不同互動方式納入同一系統。

互動設計的價值並不在於增加互動形式的數量，而是在不同情境下能否依使用者能力、任務及情境形成互補或替代途徑（Naumann et al., 2010; Oviatt et al., 2004）。因此，亦不預設某一種輸入方式適合所有高齡者，而是透過形成性測試持續觀察各種互動方式所形成的支持與負擔。

本次研究目的主要包含三個方向。第一，了解不同科技經驗、識字程度、語言習慣及身體能力的高齡者，如何理解並參與以iPad、身體動作及其他多模態方式形成的數位互動。第二，探討數位科技作為媒介時，如何成為高齡者與家人、同儕、據點人員或其他參與者之間的互動管道，以及個人與團體活動中可能形成哪些不同的參與方式。第三，探討真人說明、操作示範、情緒支持、同儕協助與活動帶領，如何與數位互動共同構成實際使用情境，並作為後續設計修正的依據。

因此，本研究的研究問題為：不同能力與科技經驗的高齡者如何理解並參與多模態數位互動；在個人與團體活動情境中，數位科技如何作為人與人之間互動的媒介，並形成不同的參與方式與互動關係；以及真人協助與人際互動在高齡者使用數位科技的過程中扮演何種角色？

貳、文獻探討

本章會以高齡者的數位參與、多模態互動、真人協助、生活對話及科技倫理為主要探討方向。本文將聚焦於高齡者如何理解及使用科技、設計過程中如何納入高齡者意見、不同互動方式可能形成的操作條件，以及錄音、鏡頭與資料保存所涉及的自主及隱私問題。

一、高齡者數位參與與多元能力

高齡者的科技使用不能單純以年齡或個人能力加以解釋，而應理解為個人經驗、產品設計、生活需求、使用情境及人際支持共同形成的互動過程。既有科技經驗、教育與識字程度、感官及身體狀況，會影響高齡者理解與操作數位產品的方式；產品的資訊量、操作流程、協助機制及其與日常生活的關聯，也會影響其是否願意持續使用。因此，高齡者遭遇操作困難時，除了檢視其個人能力，也應進一步分析系統是否符合其生活經驗、使用目的與實際情境。

張光煌、葉玲玲（2022）的研究顯示，即使高齡者已在家中使用通訊軟體、智慧家電或其他數位產品，仍可能在選購、安裝、設定及故障排除等階段遭遇困難。當問題發生時，使用者是否能取得適當協助，以及協助過程是否讓其感到自在，也會影響後續使用。此外，數位障礙並非固定存在於個人身上，而是使用者功能狀態、產品設計與使用情境未能配合時所形成的結果。兩者共同顯示，可近用性不應被簡化為產品完成後增加大字、語音或簡化按鈕，而應從需求形成、介面設計、實際部署到後續使用持續納入不同能力者的經驗（Henni et al., 2022）。

除了能否操作之外，高齡者是否選擇使用科技，也涉及其生活需求與價值判斷。Lazar et al.（2025）指出，過往人機互動研究容易將高齡者視為能力不足、需求相同或被動接受照顧的使用者，忽略其生活經驗、身分、照顧關係與社會條件。高齡者拒絕科技，可能源於需求不足、隱私疑慮、不符合生活習慣，或認為科技沒有提供足夠價值，而不必然代表缺乏能力。Zhao et al.（2024）亦發現，高齡者不會全面接受或拒絕科技，而會判斷科技能否延續其原有興趣、生活角色及活動方式；即使是相同活動，對不同參與者也可能具有不同意義。由此可見，科技參與包含接受、拒絕、觀望、嘗試及在協助下使用等多種形式，不能只以是否完成任務加以判斷。此一觀點也影響高齡者在設計研究中的角色。Rogers et al.（2022）指出，訪談高齡者、請其測試原型、採納其意見，以及讓其參與設計決策，代表不同程度的參與。將高齡者納入測試，並不等同於已完成參與式設計或共同創作。因此，研究者除了說明參與者是否接觸原型，也需交代其意見如何進入後續設計，以及參與者實際擁有何種決策權。

上述研究雖共同強調高齡者的異質性及情境的重要性，但其研究對象仍具一定限制。例如，張光煌與葉玲玲（2022）的參與者多具有較高教育程度及既有數位產品使用經驗；Zhao et al.（2024）的參與者皆能獨立生活並具備基本科技能力；Henni et al.（2022）則未專門以高齡者為研究對象。因此，這些研究可以支持「科技使用受到個人、產品與情境共同影響」的分析方向，但不能直接證明特定介面或活動適用於臺灣低識字、慣用地方語言或缺乏科技經驗的高齡者。

綜合上述，本研究不以年齡、識字程度或第一次能否獨立完成操作，預先判定參與者的科技能力，也不將拒絕、停頓、提前停止、觀看或尋求協助直接視為失敗。研究分析將同時考量參與者如何理解系統、為何選擇或拒絕活動、在哪一階段需要協助，以及其在個人或團體情境中以何種方式參與。這些差異將被視為理解高齡者數位參與的重要資料，而非單純區分為能夠或不能夠使用科技。

二、高齡者多模態互動與可用性設計

「多模態互動」（multimodal interaction）是指系統結合兩種以上的輸入或輸出方式與使用者交換資訊，例如：視覺資訊、聲音、直接觸控及身體動作。對能力與使用情境不同的使用者而言，多模態互動可減少對單一互動方式的依賴，並提供較彈性的參與途徑（Coutaz et al., 1995）。多模態互動的價值並非來自互動方式之數量，而在不同模態能否形成互補、等效或備援關係。使用者可能依任務難度、認知負荷及使用情境

改變互動方式（Oviatt et al., 2004）。對高齡者而言，觸控、語音、動作及多模態組合各有不同的使用條件，系統應提供可選擇且相互配合的途徑（Naumann et al., 2010）。

在觸控操作方面，Findlater et al.（2013）發現，相較於滑鼠，直接觸控在部分指向任務中能縮小高齡者與年輕成人之間的操作表現差距，顯示觸控可能降低游標移動與畫面位置轉換所造成的負擔。然而，觸控並非自然且不需學習的操作方式。拖曳、目標尺寸、畫面位置、手部能力及既有經驗仍會影響使用表現，而且該研究多數參與者已有使用電腦或觸控裝置的經驗。因此，觀察重點包括參與者是否知道畫面元素可以觸碰、是否出現誤觸或重複觸碰，及操作後回饋能否被察覺。身體動作互動則同時受到活動能力、環境空間、裝置位置與辨識技術影響。Jeyasingh-Jacob et al.（2024）指出，無標記動作擷取雖具有應用於自然或社區情境的潛力，但現有研究主要集中於步態分析，對日常生活動作的驗證也不足。所以，鏡頭辨識結果不能直接代表動作正確或身體功能。這次研究僅將鏡頭辨識用於啟動互動回饋，不作為醫療、復健或身體能力評估；參與者亦可依當日狀態選擇坐姿、站姿、縮小動作幅度或接受示範。若辨識受光線、衣著、遮擋、姿勢或輔具影響，應優先檢查系統與環境條件，而非將辨識失敗歸因於參與者。

另外，介面能否被使用，也與學習及協助方式有關。Ahmad et al.（2022）歸納的高齡數位學習策略，包括分段說明、重複練習、影音或圖像輔助、同儕合作、連結生活需求及即時回饋；Miller et al.（2024）的研究亦顯示，固定配對、個別化內容、實際操作及即時回饋可能提升低收入高齡者的數位技能與信心。兩項研究共同說明，高齡者操作表現不能與其所獲得的教學、設備及人際支持分開解讀。

語音提示同樣不只是翻譯或發音正確之問題。高齡教育的溝通會受到語言偏好、關係位置及教師對高齡者能力的想像所影響。使用高齡者熟悉的方言可能有助於理解，但次級嬰兒語、過度簡化或刻意弱化某些議題，也可能傳達貶低或將高齡者幼兒化的態度。因此，台語語音不能只將國語逐字翻譯，而需檢查地方慣用語、語序、語氣及說話節奏是否自然（Chen, 2019）。

除觸控、語音與身體動作外，實體使用者介面（Tangible user interface, TUI）亦提供將數位資訊與實體物件結合的互動方式。TUI是將可被觸摸、拿取或操作的實體物件與數位資訊相互連結，使物件不只是被觀看的內容，也成為數位資訊的表徵與操作媒介。相較於僅透過螢幕介面進行操作，這種方式將觸摸、拿取、移動與物件操作納入互動過程，使多模態互動得以從觸控、語音與身體動作進一步延伸至實體物件。

對本研究而言，TUI的意義並不在於預設實體介面一定較容易使用而在於不將螢幕視為唯一的互動入口，使研究得以進一步觀察高齡者如何透過不同媒介參與數位互動（Bong et al., 2018）。

綜合上述，本次的研究將觸控、語音、動畫、身體動作、實體物件及真人協助視為可依使用者能力與活動情境相互配合的互動資源，而非要求參與者同時處理的多重指令。不同互動方式的目的不是為了增加科技功能，而是避免單一方式作為唯一的參與入口，並觀察高齡者在不同媒介下如何理解、選擇及持續參與。研究過程將記錄情緒支持、口語提示、位置指引、操作示範及代為操作等介入，並記錄協助者身分、介入時點、協助內容與參與者後續反應，透過紀錄用來辨識不同互動方式在哪些階段形成理解或操作負擔與何種支持能協助參與者繼續參與。

這次的研究所稱的「可用性」、「使用者經驗」與「使用者介面」相互關聯但也是不同的分析層次。可用性主要關注特定使用者在特定目標及使用情境中能否理解並完成操作；使用者經驗則進一步包含參與者在操作前後產生的期待、不安、控制感及再次使用意願；使用者介面則指參與者能直接看見、聽見或操作的文字、圖像、星星、按鈕、觸控區域、語音、動畫及系統狀態（International Organization for Standardization [ISO], 2018, 2019），因此，參與者完成活動不必然代表具有良好的使用經驗，仍需同時分析其是否理解下一步、察覺系統回饋、掌握錄音或保存狀態，以及能否返回、停止、拒絕或改變決定，相同地，參與者首次使用時需要口語提示或示範，也不能直接被判定為系統完全不可使用，而應進一步觀察其理解規則後能否繼續參與。基於此觀點，本研究不將UX與UI只理解為畫面或視覺設計，而是結合可用性、多模態互動、使用者與陪伴情境，一併分析參與者如何理解、操作及使用系統。

三、生活記憶互動與陪伴情境

生活記憶互動的價值不只於保存資料，也可能存在回憶被提起、被聆聽及與他人共同談論的過程。生活經驗透過文字、照片、聲音或影音等媒介記錄，但不同媒介會形成不同的表達門檻、隱私風險及參與方式。對不習慣書寫或識字程度較低的參與者而言，聲音可能減少文字輸入負擔；然而，容易說話並不代表參與者希望錄音、保存或再次播放其內容。

研究者應依研究目的、議題敏感度與參與者需求選擇媒介，像是：手寫、打字、

聲音及影音等形式並同時考量提示設計、參與支持、研究倫理及後續分析方式。該研究可以支持聲音作為可選擇的記錄形式，但其研究情境與本研究不同，因此本文僅將其作為媒介選擇的參考（Stephens et al., 2026）。

生活題目本身也可能有不同之意涵。Zhao et al.（2024）指出，活動可能與個人興趣、責任、關係、能力或生活角色有關，且不一定總是愉快的經驗。同一個回憶題目可能使部分參與者感到親切，也可能使其他人感到無聊、不願回答或想起不愉快。據此，本研究不事先假設所有高齡者都喜歡回憶，也不要求參與者產出完整、正向或具有紀念價值的生命故事。參與者願意回答題目，只能顯示該題目在當下引起回應，不能直接解釋為產生治療、情緒改善或生命回顧效果。

經驗記憶互動亦可能發生於參與者、裝置與陪伴者之間，而非僅是個人對著系統說話。Rogers et al.（2022）指出，高齡科技設計還需納入高齡者及其他利害關係人的觀點，因為參與者、家屬、照顧者與工作人員可能對安全、自主、工作量及活動價值具有不同期待。在居家或社區據點中，生活題目可能由系統提出，但談話的延伸、情緒回應與關係仍主要發生於人與人之間。科技在此情境中的功能較接近提供話題與活動結構，而非代替陪伴者理解或回應參與者。除生活題目與語音提示之外，實體物件亦可能成為多人共同注意與對話的媒介。D’Andrea et al.（2022）之研究也指出，相關活動通常包含物件呈現、接收與回應，並讓參與者透過觸摸、觀看、探索及談話與物件產生互動；部分研究亦由帶領者以開放式提示促進參與者對物件的探索與交流。

綜合上述觀點，本研究將生活記憶互動理解為一種可能發生於參與者、媒介與他人之間的互動過程，而不僅是個人向系統輸入或保存資料。個人活動中，參與者可先聽取生活題目，與現場陪伴者進行不錄音的自由談話，再自行決定是否重新錄下一小段想保留的內容；選擇不錄音或中途停止，均不影響活動完成。團體活動中，生活經驗則可能透過實體物件、共同觀看、口頭回應、同儕互動及活動帶領被引出或延伸。

四、自主選擇、隱私與研究成效界線

高齡科技設計除了可用性，也涉及參與者是否能理解、控制及拒絕科技。Hung et al.（2022）表示，即使一項科技操作簡單，如果需要工作人員花很多時間維護、蒐集參與者不了解的資料，或反而減少長者與真人互動的機會，也不能只因為它具有科技功能，就認為它適合使用在長照場域。

自主選擇也不能只透過一次性的整體同意完成。參與系統測試、接受環境錄音、

保存錄音，還有將資料使用於研究或作品集，分別涉及不同範圍的資料行為。參與者可能願意操作原型，但不同意環境錄音；也可能願意測試錄音功能，卻不同意保存、回放或公開呈現。因此，本研究需將各項資料行為分開說明並分別取得同意，清楚交代資料保存位置、可存取者、保存期限及刪除方式。參與者未主動提出疑問，不能被解釋為已理解或同意全部資料用途。

科技介入的研究成果亦需區分不同層次。Welch et al.（2023）整理數位介入與高齡者社會孤立、孤獨相關研究時發現，現有證據在居住地、族群、教育、社經地位、數位素養及身心障礙等面向仍分布不均，數位落差也缺乏社區層次的成效測量。該研究呈現的是既有證據的分布與缺口，不能證明所有數位介入皆有效或無效。相同地，若觀察到參與者喜歡原型、完成操作、主動談話或願意再次使用，最多只能支持當下的可用性、初步可接受性及情境適切性，不進一步宣稱系統已改善孤獨、心理健康、認知功能或長期社會連結。

綜合上述文獻，這次研究將拒絕使用鏡頭、不錄音、不保存、提前停止及撤回同意，視為合理且完整的參與路徑。系統成功不建立在參與者完成所有活動或留下資料之上，而在於參與者能否理解目前正在進行的活動、表達自己的意願、取得適當協助，並在不受壓力的情況下改變決定。在團體活動中，觀看、暫不加入、接受同儕或帶領者協助，以及選擇稍後再參與，也不應直接被視為未參與。後續分析將以可用性、初步可接受性、情境適切性、實施可行性、協助負擔、自主選擇、參與方式及人際互動為主要範圍。

參、研究方法

一、研究設計與研究架構

（一）研究設計

本研究採探索性、形成性及迭代式研究設計，以質性資料為主，並輔以操作事件與參與行為的描述性整理，探討高齡者在個人與團體情境中參與多模態互動系統時的介面理解、操作與協助需求、參與方式及情境適切性。研究方法包含情境訪談、任務導向可用性測試、參與觀察、測後半結構式訪談及研究者反思紀錄。

研究分為兩階段。第一階段以單人模式形成性測試為主，關注主要操作者對系統理解、操作負擔、回饋察覺及活動中之人際介入；第二階段延伸至社區團體情境，觀

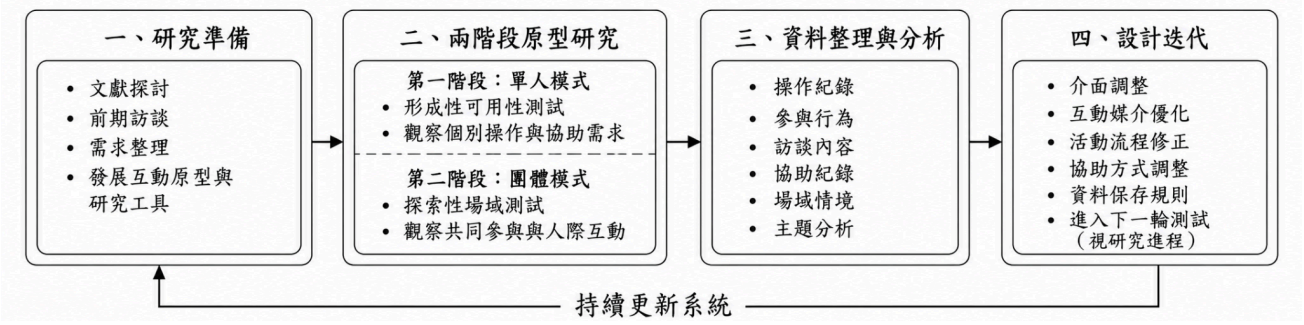
察多人共同參與、實體媒介、共享回饋、同儕互動及活動帶領等情形。兩階段資料分別整理與分析，不將單人模式與團體模式視為相同條件下的成效比較。

本研究也依人本設計，以使用者、任務及使用情境為基礎，透過反覆評估、修正改善互動系統（International Organization for Standardization [ISO], 2019），不將互動原型視為一次完成的固定產品，而依每一階段的操作、口語與非口語反應、現場情境及協助需求，持續修正裝置配置、文字與語音提示、觸控與動作回饋、活動流程、真人介入方式、實體物件、共享顯示及資料保存規則。

此外，可用性需置於特定使用者、目標及使用情境中理解（ISO, 2018）。因此，本研究亦觀察參與者如何理解活動目的與互動方式、如何進入並持續參與，以及過程中出現的阻礙、協助與主觀反應。

（二）研究架構

研究架構由「研究準備」、「兩階段原型研究」、「資料整理與分析」及「設計迭代」四個部分構成，如圖3-1-1所示。研究者首先透過文獻探討及前期訪談，整理高齡者在數位科技使用、語言與識字、觸控與身體活動、生活對話、人際支持及資料自主等面向的可能需求，並依據上述發展互動原型及研究工具。



3-1-1　研究架構圖。

第一階段於參與者熟悉的家庭或社區生活情境中進行單人模式測試。研究前期原型曾以電腦為主要操作方式，後續迭代則改以iPad直接觸控為主要載具。觸控介面可能降低部分操作負擔，仍需透過實際測試檢驗操作入口、觸控規則與系統回饋的理解情形（Findlater et al.，2013）。

第二階段延伸至社區團體場域，將多人共同參與、實體互動媒介與共享數位回饋納入活動結構，觀察參與者、同儕、帶領者及科技媒介之間所形成的互動。兩階段資料分別整理後，作為介面、活動流程與互動方式修正的依據；原型再依研究進程進入後續測試與驗證，形成持續評估與調整的迭代歷程。

二、星海織光之互動原型與設計概念

接著，本節將介紹——「星海織光（Ocean Memory）」此系統為本研究發展之多模態互動系統，整體架構包含單人模式、團體模式與記憶星海。依不同活動情境使用直接觸控、身體動作、語音與視覺回饋、生活對話、實體物件、鏡頭辨識及共享顯示等互動方式，使參與者可透過不同媒介進入活動。

（一）單人模式概述與第一階段測試範圍

單人模式包含「星空慢行」、「星光觸碰」及「海風日記」三項活動，分別以身體動作、直接觸控及生活對話為主要參與方式。

本研究所稱之單人模式，是指系統在同一時間以一位主要操作者之活動為核心，但並非要求參與者獨立完成。因實際情境中，家人、同儕、研究者、志工或據點工作人員皆可能共同在場，主要操作者亦可能在其他參與者操作時轉為觀看者或同儕協助者。因此，除主要操作者的介面理解與操作外，現場人際互動與角色轉換亦納入紀錄。3項活動之互動方式與觀察重點整理於表3-2-1。

表3-2-1

單人模式三項活動與觀察重點

活動	主要互動方式	觀察重點
星空慢行	身體動作、視覺與語音提示、可選鏡頭	提示理解、坐姿或是站姿、動作幅度、辨識等待、煙火回饋
星光觸碰	直接觸控、視覺目標與語音提示、即時動畫	第一顆星理解、首次點擊、誤觸、重複點擊、辨識度、速度與單調感
海風日記	生活題目、系統語音、真人談話、可選錄音	題目理解、語言自然度、談話延伸、錄音選擇、保存與刪除狀態

「星空慢行」以身體動作、語音提示及視覺回饋作為主要互動方式。參與者可依自身能力採坐姿或站姿，可選擇是否使用鏡頭偵測；系統使用MediaPipe進行身體姿態與動作關鍵點辨識，經由感測被轉譯成煙火動畫提供視覺回饋。研究著重提示理解、動作幅度、真人示範需求、辨識等待及回饋察覺等情形。

「星光觸碰」以直接觸控及即時視覺回饋為主要互動方式。畫面依序出現星星，由參與者直接觸碰完成互動。活動不設置分數、排名或漏點失敗機制，並提供煙火或階段性動畫。研究著重首次觸碰、停頓、誤觸、重複觸碰及單調感等操作反應。

「海風日記」以生活題目、口語談話及可選擇的錄音保存作為主要互動方式。依前期形成性測試結果，活動先由參與者選擇生活話題，系統念出簡短問題後，由參與

者與現場陪伴者自由談話；談話結束後，再詢問是否願意重新說出想保留的內容。僅於參與者明確選擇後開始錄音，不錄音也能完成活動。研究著重題目與語言理解、談話延伸，以及錄音、保存、回放與刪除流程的理解情形。

（二）團體模式概述與第二階段測試範圍

團體模式主要應用於社區照顧關懷據點或其他共同活動場域，包含「星袋守護」、「聚星成光」與「星光共鳴」三項活動。相較於單人模式以一位主要操作者的活動歷程為核心，團體模式從活動結構本身納入多人共同參與、實體操作、同儕互動與共享數位回饋。三項活動之互動方式與觀察重點整理於表3-2-2。

表 3-2-2

團體模式三項活動與觀察重點

活動	主要互動方式	主要觀察重點
星袋守護	實體星星棒、鏡頭偵測、身體動作、共享畫面	動作理解、示範需求、多人參與、等待與共享回饋
聚星成光	實體星星棒、鏡頭偵測、共享畫面	靠近、翻轉與移開的操作理解、辨識等待、重複參與、帶領者協助
星光共鳴	生活物件圖卡、共享畫面 、鏡頭偵測	物件取得與放置、留下痕跡、共同觀看、同儕互動與共享結果

「星袋守護」以實體星星棒、鏡頭辨識、手部與身體動作及共享畫面作為主要互動方式。參與者持有星星棒進行移動，系統辨識操作後將動作轉化為共享畫面中的視覺回饋，其互動原理為「實體操作—鏡頭辨識—狀態判定—共享回饋」，讓星星棒成為連結實體動作與數位畫面的操作媒介。

「聚星成光」以實體星星棒、鏡頭辨識及共享畫面作為主要互動媒介。參與者依序將星星棒靠近辨識區域、翻轉，再移開，系統則根據鏡頭辨識到之位置與狀態變化，判斷動作是否依序完成。當操作條件成立，共享畫面即產生相對應流星與動畫回饋。此活動互動重點不只在鏡頭是否看見星星棒，也在於系統能否判斷連續操作。

「星光共鳴」原始設計以生活物件卡、共享記憶景觀、鏡頭辨識作為主要互動形式。參與者選擇一項具有感受或聯想的物件圖卡，放置於共同互動區域，系統辨識後，將此次參與轉化為共享畫面中的星光痕跡，逐步形成星座，生活物件圖卡在此沒有正確配對，是作為生活經驗及團體談話媒介；但正式場域因參與人數與活動節奏調整為隨機抽取，詳見本章第三小節之「第二階段：團體模式執行流程」。

（三）設計概念與互動語彙

「星海織光」以海洋、星星與光為主要視覺及互動語彙。「海洋」象徵個人生命經驗，也代表不同經驗可共同存在的空間。系統以此概念形成可容納不同身體能力、語言、識字程度及生活經驗的互動環境，並將科技定位為支持人際互動媒介之一。

「星星」代表參與過程中留下的痕跡，而非分數、排名或任務成敗。身體動作、星光觸碰、生活談話或團體活動中的操作皆可形成不同形式的參與紀錄。即使活動提前停止，已發生的參與仍予以保留，不以錯誤扣分或失敗畫面重新評價。

「光」代表系統在接收到參與後所提供的回應。Ahmad et al.（2022）指出，高齡者學習數位科技的相關研究中，教學輔助及回饋的取得與提供皆為重要的教學策略。基於此一觀點，本研究將星光、動畫及聲音作為操作後的回饋方式，以呈現系統已接收到參與者的操作；此類回饋能否被察覺與理解，則透過形成性測試進一步觀察。

「記憶星海」則承接活動所形成的參與痕跡。系統依使用情境將記憶星海區分為個人與團體兩種呈現方式：單人模式以四角星呈現記憶，團體模式以五角星呈現，兩者分別存在於各自的記憶星海，不混合顯示。此一設計使個人經驗與共同參與共享「星海」的整體概念，同時保留不同使用情境及資料來源的界線。上述設計概念進一步轉化為系統中的參與與回饋形式、完成條件及資料呈現原則，整理於表3-2-3。

表 3-2-3

「星海織光」創作概念、設計原則與系統呈現

創作概念	設計原則	系統中的呈現
海洋容納不同生命經驗	不要求所有參與者以相同方式完成活動	可依身體狀況坐姿或站姿參與，並允許口頭提示、示範及適度協助
星星代表參與痕跡	不以分數、排名及失敗判定參與價值	個人活動可留下記憶星，團體活動可形成共同參與星；即使提前停止，已完成的部分仍予以保留
光代表系統回應	以多模態方式呈現操作結果	使用星光、動畫、煙火、聲音及語音提示呈現系統已接收到參與者的操作
科技支持人際連結	不以系統取代真實陪伴者	個人活動可在參與者、陪伴者與同儕之間形成說明、觀看、談話與互助；團體活動則進一步以共享畫面、身體活動及實體操作支持多人共同參與
星海連結個人與群體	個人及共同參與皆具有保存與呈現的位置	個人的記憶星與團體的參與星，會分別進入記憶星海，並共享「星海」的整體概念

總而言之，「星海織光」中的海洋、星星、光與記憶星海不僅是視覺元素，也反映系統對參與、回應與記憶保存的設計概念。這些概念進一步影響活動流程、真人協助、系統回饋及資料呈現方式，並作為後續原型測試與修正的依據。

三、研究對象與執行流程

（一）研究對象與取樣方式

本研究分為單人模式與團體模式，依研究目的採立意取樣，並透過研究者可接觸之家庭與社區場域進行招募，因此亦兼具便利取樣性質。立意取樣係依研究問題選擇能提供相關經驗與資訊之參與者；便利取樣則指由研究者實際可接觸之場域進行招募（Palinkas et al., 2015）。

第一階段以高雄地區之高齡者為研究對象，共納入4位參與者。取樣時並未以既有科技能力作為排除條件，而是刻意保留教育與識字程度、語言、科技使用經驗、身體活動能力等差異，以觀察同套系統在不同使用條件下形成的理解方式、操作阻礙與協助需求。這4位參與者背景條件與實際參與階段皆不同。P1與P2主要參與前期電腦版探索；P1後續有再次接觸iPad修正版。P3與P4於第3次形成性測試中使用iPad進行3項單人活動之短流程體驗。其中，P1後續測試由原先接受協助的參與者轉為觀看者與同儕協助者。各參與者之基本資料及科技使用情境與實際參與範圍整理如下表3-3-1。

表3-3-1

第一階段研究參與者基本資料與參與情形

代碼	基本資料	使用與生活情境	參與階段及主要角色
P1	女性，86歲；國小未畢業，識字困難。	平時使用按鍵式手機接聽與撥號，其他設定多由家人協助；慣用在地台語。與家人同住，白天較多獨自活動時間，並會在市場社交。	參與前期訪談與電腦版操作，後續體驗iPad修正版；第三次測試時未再操作，但在場觀看並提供同儕協助。
P2	男性，86歲；國中畢業；有聽力限制。	平時使用按鍵式手機，較少使用電腦與觸控裝置；慣用在地台語。獨居，子女定期提供生活支持。	參與前期訪談與電腦版探索性操作；操作範圍有限，未完成完整活動流程。
P3	女性，86歲；國小畢業；能理解主要畫面文字。	平時有運動及瑜伽經驗，身體活動能力較佳；能理解部分台語語音，會辨識其是否符合日常說法。	第3次形成性測試新參與者；以iPad體驗XH_v75三項單人活動短流程，並主動比較活動強度。

P4	女性，87歲；國小未畢業較少使用數位裝置；首次操作需，識字困難；視力較弱；口頭說明及示範。測試以坐姿及使用具座面的助行器。	安全固定後進行。 第3次形成性測試新參與者；以iPad體驗XH_v75三項單人活動短流程，理解規則後部分操作逐漸順暢。

第二階段於嘉義新港地區之社區據點進行團體模式場域研究，共有16位高齡者參與，其中男性7位、女性9位，年齡約介於75至99歲，多數為80歲以上之高齡者。參與者皆為該據點平時固定參與活動之長者，實際體驗過「星袋守護」、「聚星成光」及「星光共鳴」三項團體活動。

本階段未蒐集16位參與者個別且一致的教育程度、科技使用經驗與功能狀態資料，因此不進行性別、年齡、科技能力或其他人口變項之個別比較，而以場域中的參與方式、實體媒介操作、系統感測與共享回饋、支持來源、人際互動事件，以及影音資料中可辨識之口語回應為主要分析內容。由於並非所有參與者皆有口語發言，且部分團體對話無法可靠辨識個別發言者，因此口語資料不作為16位參與者之間的發言量或個人差異比較依據。

活動中除研究者與督導共同帶領外，亦有據點行政人員協助硬體、活動物件、座位及動線安排，現場有3位照顧者提供不同程度的支持。其中2位女性長者因手部或上肢力量較弱，在三項活動中由照顧者協助持握、托扶或舉起實體媒介；另一位照顧者主要協助使用輪椅之長者進行移位及座位調整。並將此類事件記錄為「在照顧者支持下參與」，而非將其歸類為未完成或缺乏參與能力。

由於2階段在研究目的、參與人數、裝置、活動結構、場域與資料完整度上皆不相同，本研究不將單人模式與團體模式視為相同條件下的成效比較。第一階段主要辨識個人操作與理解歷程，第二階段則著重多人共同參與時，實體媒介、共享畫面、感測系統與真人支持如何共同形成互動情境。

（二）第一階段：單人模式執行流程

第一階段依原型發展歷程分為前期電腦版探索、iPad介面轉換及後續形成性測試。前期原型以筆記型電腦、滑鼠及游標進行操作，主要觀察參與者在滑鼠移動、游標位置、點擊與畫面回應之間的理解情形。後續改以iPad直接觸控作為主要操作方式，並簡化活動入口，以進一步觀察直接觸控、互動目標與即時回饋的理解情形。第三次形成性測試使用XH_v75進行，參與者進入「星空慢行」、「星光觸碰」與「海風日記」三項活動，測試重點為活動入口、第一個互動規則、主要系統回饋及初步協助需求，而非要求完成所有關卡或資料處理流程。

測試開始前，研究者以參與者可理解之口語及必要的大字提示說明研究目的、裝置使用、可能風險與資料處理方式。接著正式測試由系統首頁開始，記錄參與者進入系統及選擇活動的過程。原則上三個活動都會體驗，總共約30分鐘內進行短流程，活動順序以參與者選擇為主，不要求完成所有關卡或題目，並依現場體力、情緒與安全狀況調整流程，必要時可縮短、跳過或停止活動。測試期間記錄主要操作者的行為、回饋反應，並同步記錄同儕或研究者提示、示範與介入。結束後進行半結構式訪談，了解活動選擇原因、實際偏好、操作感受、再次使用意願及其他主觀反應。操作事件、參與者原話、訪談、協助及現場情境資料則於測試後統一整理。

（三）第二階段：團體模式執行流程

第二階段於嘉義新港地區之社區據點進行，正式團體活動約持續2小時，依序進行「星袋守護」、「聚星成光」與「星光共鳴」。

活動開始前，研究者與行政人員先確認場域照明、電視位置、鏡頭視角、座位配置與活動動線。「星袋守護」及「聚星成光」皆使用鏡頭辨識實體星星棒，因此正式活動前另進行約10至15分鐘的鏡頭與辨識範圍調整。正式場域使用電視作為共享顯示設備，因此本階段所稱「共享畫面」與「共享數位回饋」皆指參與者共同觀看之電視畫面，而非投影設備。

「星袋守護」約進行40分鐘，參與者約分為3組，每組5至6人。主要操作位置位於電視及鏡頭前方，部分座位採交錯配置，以降低星星棒與身體彼此遮擋的情形；其他參與者則由外圍觀看。研究觀察包含參與者對左右移動、舉起等動作之理解、鏡頭辨識、共享回饋、同儕反應與帶領者介入。當活動後段速度提升，或參與者已完成動作但感測事件未穩定觸發時，研究者視情況以人工控制協助流程繼續，避免參與者因技術辨識問題長時間重複相同動作。原系統所設計之藍、粉雙隊模式於本次正式活動中未執行，因此不納入研究結果。

「聚星成光」約進行20分鐘，參與者約分為5組，每組3至4人。研究觀察特別區分參與者是否理解並完成「靠近、翻轉、移開」的操作，及系統是否實際完成辨識與事件觸發。當同一組已進行多次嘗試，參與者亦已表現出對操作規則的理解，但系統仍未出現完整回應時，研究者使用人工控制完成該輪流程。

「星光共鳴」約進行60分鐘。原始設計讓參與者自由瀏覽並選擇生活物件卡，但由於現場共有16位參與者及16張生活物件圖卡，為控制等待時間與團體節奏，正式活動調整為由參與者從背面隨機抽取一件物件，再依序至中央位置操作。此改變屬於實

際部署時的流程調整，因此本研究不將此次活動解釋為「參與者自主選擇物件」之驗證。參與者操作物件時，督導與研究者以生活化語言、台語，以及「人、事、時、地、物」等提示協助延伸聯想，但不要求每位參與者提供固定格式或完整生命故事。未輪到中央操作的參與者亦可透過觀看、回應同儕或接續話題參與。本次活動中16件物件皆由系統成功自動辨識，未使用人工辨識替代。

四、研究工具、資料紀錄與分析

（一）研究工具

使用之研究工具包括「星海織光」多模態互動原型、半結構式訪綱、現場觀察紀錄表、單人模式分級協助紀錄、團體模式參與與互動觀察紀錄，及研究者反思紀錄。

第一階段主要以觀察、紀錄與參與者測後訪談為分析資料。第二階段之資料來源包括團體活動影片、影片中可辨識之現場聲音、團體活動逐字紀錄、研究者現場筆記及活動後反思紀錄，針對活動過程中可由資料辨識之發言與互動事件進行分析，研究資料去識別化整理，研究報告及作品集使用之影像、文字，須依原同意範圍處理。

第二階段團體活動開始前，研究者以口頭方式向參與者說明活動內容及團體影音紀錄安排，並告知參與者可拒絕、暫停或退出活動；活動與紀錄方式亦事前與據點行政人員進行協調，後續研究資料也會依說明範圍進行去識別化整理與分析。

（二）單人模式分級協助紀錄

第一階段使用A0至A4分級架構記錄不同操作階段所需之真人協助程度。此架構目的不是評量參與者的科技能力，而是辨識系統在何處需要情緒支持、口語補充、位置提示、操作示範或直接協助，協助來源另以R（研究者）、P（同儕）、F（家人）與S（社區工作人員或志工）標示，如下表3-4-1所示。

表3-4-1

單人模式分級協助方式與紀錄意義

等級	協助方式	紀錄意義
A0	參與者在無提示情況下自行理解並完成。	可記錄為無協助完成，仍需描述實際操作過程。
A1	提供情緒支持，或提醒參與者可以慢慢來，但不指出操作位置。	表示參與者接受情緒支持，不等同於研究者完全未介入。
A2	以口語說明活動目標或提示下一步，但不直接指出按鈕位置。	表示活動概念、文字或語音提示仍需補充說明。
A3	指出按鈕或操作區域，或由協助者示範一次操作。	用以記錄操作位置或互動規則需要較明確提示的情形

A4	由研究者或陪伴者代為操作、直接帶領，或因活動無法繼續而中止。	表示該次操作出現明顯中斷，或基於情緒、疲勞與安全考量停止，不代表參與者具有較低能力。

註。協助來源另以R（研究者）、P（同儕）、F（家人）與S（社區工作人員或志工）標示。

此架構用於描述操作過程中的介入程度，而非作為參與者能力評分；除協助等級外，亦記錄介入來源。

（三）團體模式參與與互動觀察

第二階段不以A0至A4分級協助架構作為主要分析方式，因為團體活動中觀看、提醒、模仿、共同操作、照顧者身體協助、同儕補充及帶領者提示，都可能構成共同參與的一部分。主要記錄參與進入方式、實體媒介操作、共享回饋、等待與輪替、同儕互動、帶領者介入、共同注意，以及拒絕、暫停或非操作參與等情形，相關觀察項目整理於表3-4-2。

表3-4-2

團體模式參與與互動觀察面向

觀察面向	主要紀錄內容
參與進入方式	直接加入、觀看後加入、提示後加入、短暫加入、主要觀看、暫停或退出
實體媒介操作	星星棒或生活物件卡的拿取、移動、翻轉、放置及操作理解
共享回饋	對共享畫面的注意、回應，以及他人操作後產生的反應
系統感測	與事件觸發鏡頭是否看見媒介、辨識提示是否出現、動作完成後是否觸發數位回饋、是否需要人工控制
等待與輪替	等待、輪替、再次加入、暫時離開及活動節奏
支持來源	研究者、督導、據點人員、照顧者與同儕所提供之口語、身體、移動或技術性協助
同儕互動	觀看、模仿、提醒、協助、談話、回應及共同操作
帶領者介入	活動說明、示範、流程安排、操作提示與安全協助
共同注意	實體物件、共享畫面或他人操作成為多人共同觀看與交流焦點的情形
拒絕與非操作行為	拒絕、安靜觀看、暫停、延後加入或離開及其發生情境

上述項目作為現場紀錄架構，不預先設定為成功與否的判準，實際意義仍須結合事件前後脈絡進行分析。

（四）資料分析方法

第一階段與第二階段資料分別整理，不以相同指標進行成效比較。第一階段先對操作事件進行描述性整理，包括活動進入情形、短流程完成情形、協助等級與協助來源、誤觸與重複操作、停止位置、首次選擇及活動偏好，再結合參與者原話、協助來源、協助前後的操作變化與現場情境進行判讀，以避免將單次停頓、誤觸或接受協助直接解釋為參與者能力不足（Henni et al., 2022）。

第二階段則依上表3-4-2之觀察面向整理團體互動事件，並特別區分「參與者是否理解或完成行動」與「系統是否成功辨識並產生回饋」。例如，參與者已完成翻轉動作但數位回饋未出現時，不直接歸類為操作失敗；在照顧者托扶、同儕提醒或帶領者示範下參與活動，也不直接視為低參與程度，而需結合支持來源、事件前後脈絡與後續反應進行分析。團體逐字紀錄主要用於理解操作事件、共同注意、同儕回應及帶領者介入之脈絡；未發言者則透過觀看、操作、身體反應、接受協助及共享畫面互動等非口語資料一併分析，因此不以個別發言量比較參與程度。

質性資料分析參考Braun與Clarke（2006）的主題分析程序，進行資料熟悉、初步編碼、主題整理、跨事件與跨活動比較、主題檢查與命名，並回到原始紀錄進行核對。第一階段主要形成與介面理解、操作負擔、系統回饋、協助、語言與資料自主相關之主題；第二階段則形成與共同參與、實體媒介、系統感測、共享回饋、真人支持及活動節奏相關之主題。

肆、研究結果

本章呈現兩階段研究所觀察到的主要互動現象與參與者反應，並以實際操作事件、口語回應及團體互動情境作為結果呈現依據。跨階段之共同議題及其設計意涵，則於第伍章進一步討論。

一、單人模式研究結果

(一)直接觸控降低部分操作負擔，但互動規則仍需被理解

前期電腦版測試中，P1與P2除了需要理解活動內容，也必須同時理解滑鼠移動、游標位置、點擊與畫面反應之間的關係。P1在規則頁與較多文字資訊出現後產生不安並停止，P2亦僅進行有限操作。對較少使用電腦的參與者而言，操作裝置本身已成為進入活動之前的額外任務。

改用iPad後，P1先前與滑鼠移動及游標定位相關的遲疑不再明顯出現，結合Findlater et al.（2013）研究，本研究將此現象解讀為直接觸控降低了部分間接指向負擔；但首次互動規則是否可被理解，仍與介面提示、熟悉程度及現場協助有關。

> *這個比較簡單，看到哪裡就直接按哪裡，不用像上次（筆記型電腦）還要弄那個箭頭，或是選其他東西，也沒有很多步，上次那個字很多，我看不太懂。還要再按很多東西，我會怕按錯。（P1）。*

> *我對電腦不熟，越來越不懂你們這些年輕人在做什麼，這個還要看對著螢幕看跑到哪裡，也要有人先講現在要做什麼，而且我現在聽力不太好，所以可能要講大聲點，太難啦（P2）。*

P4第一次看見互動星星時並未立即觸碰，在P1提示並示範一次後，即理解「星星可以直接碰」的互動規則，後續操作逐漸順暢。依本研究分級，此次介入屬於A3-P，即由同儕提供操作位置或一次示範後，參與者即可繼續操作，此事件顯示，P4當下所需的主要支持在於理解首次互動規則，而非持續由他人代為操作。

> *跟我講完我就知道要看著星星點阿，可以直接點螢幕，點到星星就會有煙火（P4）。*

（二）三項活動呈現不同的參與價值與限制

星空慢行獲得P1、P3、P4較明確的正向反應，但三人的活動條件不同。P1與P3平時均有運動經驗，其中P3亦曾從事瑜伽，因此兩人皆認為本次體驗的基礎動作較為簡單，並主動由坐姿站起；P4則使用具座面的助行器，以固定的坐姿參與，對可以坐著運動的互動感到新鮮，故可以看出活動設計需容納不同姿勢、動作幅度與流程長度。

> *我喜歡那個跟著運動、舉手的，因為做完會有煙火，看得出來自己有做到，真趣味（很有趣）（P1）。*

> *看得出來要跟著星星運動，知道有成功就有煙火，有左邊跟右邊，看得懂，很簡單，這就像是我之前會運動，我還會看影片在那邊扭，之前我跟P1也都會運動啊，我還會做瑜珈，只是最近太懶，沒運動（P3）。*

> *坐著跟著運動還不錯，我之前腳好也可以站著，有人先說清楚要往哪裡動，我就比較知道，看到煙火知道就是對的（P4）。*

星光觸碰的核心問題並非所有星星都持續無法點擊，而是第一顆星出現時，參與者是否理解其可以被觸碰。P4雖因視力較弱而不易清楚辨識部分星星，仍能在說明與示範後完成部分觸碰。

> *有星星就知道有碰到，這樣比較清楚。只是因為我現在看都目瞷花（視力模糊），所以星星如果再小、顏色不清楚，我會比較難看到（P4）。*

P1在iPad階段對前數次觸碰感到新鮮，但約第五次後，在回饋變化有限的情況下出現單調，或是認為一直做一樣的東西有點無聊。

> *做到差不多第五次以後就感覺都是一樣，都是碰一次，有聲音。如果只有速度加快，就會覺得有一點單調（P1）。*

第三次測試的兩位參與者亦注意到成功後的煙火。綜合而言，煙火具有清楚、即時且非競爭性的回饋價值，但相同目標與回饋的重複次數仍需控制，亦需持續檢查星星的對比、大小、位置與停留時間。

> *看得出來應該是要碰它，碰下去有煙火，就知道有成功，就是一直點點點，可以收集星星（P3）。*

海風日記跨階段最穩定的反應是生活題目能引發真人談話，而非所有參與者都具有保存聲音的需求。前期資料顯示，參與者在陪伴者提問與回應下較容易延伸生活經驗；第三次測試中，P3與P4雖未明確拒絕錄音，卻也未主動表達保存聲音的意願，且未實際完成錄音。

> *你可以錄音阿，有人問、有人回，就會想到一些事情，可以繼續講下去，就像是問說阮有沒有聽歌，我會聽很多歌啊，都是老歌，我不知道叫什麼名字，但我跟P1會一起聽歌，她有一個小小收音機，咱們早上會一起坐在這聽歌（P3）。*

> *沒關係錄音阿，但記錄自己的生活喔，我沒有想過呢，日子還不是都這樣過，我以前最喜歡的事情就是到處去遊山玩水阿，到處遊覽，之前還有去過日本，但後來腳不好，就很少出去玩了，因為怕被嫌麻煩，那段時光真好阿（P4）。*

「可以錄」或「沒有關係」不能等同於理解保存用途或具有明確保存動機。因此，本輪只能支持生活題目具有初步對話引導價值，不能宣稱錄音開始、停止、保存、重新錄製、回放與刪除流程已通過使用者驗證。

（三）語言自然度、隱私理解與同儕互動均受情境影響

P1、P2、P4慣用在地台語，但對較標準化的閩南語表達及部分活動名稱感到陌生或是難理解；P3大致能理解台語提示，卻指出「喜歡」與「小事情」等用詞不是其日常自然說法。

> *我講台語我當然聽得懂台語阿，只是我們不會說「喜歡」啦，會說「尬意」，中文應該是「在意」嗎?哈哈，也不會說小事情，可能會直接說事情啦，但我也是聽得懂，你們這些年輕人，跟我孫相同，也用中文台語一半一半跟我聊天（P3）。*

此結果顯示，語音的可理解性與在地自然度是不同層次：參與者能猜出句意，不代表語序、詞彙、語速與停頓符合參與者日常使用的在地台語。將國語書面句直接翻成台語，可能保留國語的表達結構，因而造成「聽得懂但不會這樣說」的情形。

綜合第一階段之分級協助紀錄，參與者所需支持並非固定維持於單一層級，而會依裝置、活動及互動步驟改變。例如，首次互動規則不清楚時可能需要口語說明或一次操作示範；理解規則後，後續操作則可能降低協助需求。因此，本研究不將A0至A4視為參與者固定能力的等級，而是用於辨識系統在哪一個互動步驟需要何種程度的真人支持，如下表4-1-1。

表4-1-1

單人模式代表性協助事件

參與者／活動	當下情形	協助方式	協助代碼	協助後結果
P1／星光觸碰	由接受協助者轉為協助P4	研究者說明規則	A3-R	理解觸控規則並觸碰
P3／海風日記	錄音部分須介紹	研究者說明規則	A2-R	理解錄音為可選功能
P4／星空慢行（P1同儕協助）	需先知道移動方向	研究者說明並示範一次	A3-R	理解後以坐姿參與
P4／星光觸碰	首次未理解星星可直接觸碰	研究者示範操作	A3-P	理解規則後可繼續觸碰

此外，協助來源亦可能改變。P1在前期曾是接受協助的主要操作者，後續則轉為觀看者並協助P4理解觸控規則，顯示真人支持不僅來自研究者，也可能由熟悉系統後的高齡參與者提供。此結果亦說明，協助紀錄除了介入程度之外，仍需同時考量協助來源及協助後的操作變化。

二、團體模式研究結果

第二階段結果依表3-4-2之團體模式參與與互動觀察面向進行整理。同一事件可能同時涉及實體媒介操作、共享回饋、同儕互動或真人支持，本節將會依事件脈絡將相關觀察內容整理為以下四項主要結果。

（一）共同參與不等同於每位參與者都必須獨立完成操作

第二階段共有16位高齡者參與「星袋守護」、「聚星成光」及「星光共鳴」，但實際參與方式並不一致。部分參與者可自行持握、移動或翻轉實體媒介，或是上肢力量較弱的女性長者在照顧者協助持握或托扶下完成部分動作，使用輪椅之參與者亦接受移位與座位調整協助。這些參與者在獲得支持後仍持續觀看畫面、操作媒介或回應活動，部分長者在等待輪替時會持續觀看其他參與者的操作、注意共享畫面變化，或對其他人表現作出回應，接下來會以G1至G8標示影音資料中可靠辨識並進行個別引述之發言者；代碼數量不代表第二階段總參與人數。

首先，參與者G1在「星袋守護」回應顯示對部分參與者而言，活動價值不只來自自己是否完成單次操作，也包括與其他人共同進入同一活動情境的經驗。

> *我感覺這個接星星的活動很有趣，跟大家一起玩這種團體活動真好耍（很好玩），星星真媠（很漂亮）（G1）。*

因此，本研究將實際操作、觀看、等待、回應、接受身體協助及稍後加入等情形皆納入團體參與紀錄，而不以操作次數或獨立完成程度直接區分參與高低。

（二）參與者完成動作與系統成功辨識必須分開分析

「星袋守護」與「聚星成光」皆透過鏡頭辨識星星棒，參與現場出現「參與者已做出動作，但系統未完整產生預期回饋」的情形。這表示人的行動、系統是否辨識到媒介，以及後續數位事件是否成功完成，實際上是不同層次的事件。

在「星袋守護」中，G1一方面認為實體媒介外觀具有吸引力，另一方面也表示感應狀況不佳，G2在數次操作後則說是因為系統是初代所以硬體不好，這些回應顯示，參與者不只注意是否完成動作，也會察覺操作結果與系統反應之間不一致。

> *但是我感覺我的星星棒子不太好感應，攏沒反應，要好幾次，但是成功真歡喜（開心）（G1）。*

> *看起來不是我的頭腦無好（不好），應該是第一代，所以硬體設備無好，哈哈哈（G2）。*

「聚星成光」亦出現類似情況。部分參與者已依序完成靠近、翻轉及移開星星棒，但畫面中的動畫未完整觸發。G4表示自己喜歡活動最後的動畫與小流星效果，但也指出系統「明明有感應到我的棒子」，卻仍無法順利產生後續動畫，並認為此問題需要改善。當參與者已多次完成預期操作且能理解活動規則，但系統仍未產生完整回應時，現場才以人工控制完成該輪流程，以避免反覆要求相同動作。

> *我一直翻面，攏無星星出現，明明有看到阮的圓圈圈在電視頂（G4）。*

因此，不會把「畫面沒有出現」直接視為參與者操作失敗，而是分開記錄3件事：參與者是否理解並完成動作、系統是否成功辨識到實體媒介，以及後續數位回饋是否順利出現。這種區分在團體模式中特別重要，因為鏡頭辨識可能受到光線、遮擋、裝置位置與環境條件影響，因此系統沒有成功辨識，不代表參與者的動作或能力有問題（Jeyasingh-Jacob et al., 2024）。

（三）共享畫面與實體媒介使「旁觀」也可能成為團體參與的一部分

本次3項團體活動皆以電視作為共享顯示，數位回饋除了提供正在操作的參與者確認，也同時被其他等待或觀看的長者看見。「聚星成光」的結尾動畫尤其出現較明確的回饋。

G3表示喜歡最後星星全部散開的畫面，並認為整體效果很漂亮。G4同樣提到喜歡結尾動畫以及小流星出現的效果。由於兩位參與者皆主動提及完成後的視覺變化，可看出結尾動畫至少對部分參與者而言，是活動中容易被察覺並留下印象的回饋。

> *最後的星星散開，真媠，感覺真的把星星送回家，哈哈哈（G3）。*

> *我尬意(喜歡)這個活動，星星媠又多，最後也有成功感覺（G4）。*

兩位參與者均主動提及完成後的視覺變化，顯示結尾動畫在本次場域中具有較高可察覺性；然而，這類共享回饋仍依賴前段感測與事件流程穩定完成；若操作與系統回應未能穩定連結，視覺回饋亦無法如預期出現。

（四）「星光共鳴」以生活物件卡形成不同的聯想入口

「星光共鳴」與前兩項活動不同，主要透過生活物件卡、口語談話及共享畫面進行互動。這16張圖卡都是不同的物品，例如錢包、鏟子與杯子等，皆由系統完成自動

辨識，因此在此次場域中，物件辨識流程可完成預期功能，以下便是參與者在抽取物件後所形成的不同聯想方式。

G5抽到鏟子後，先以自己慣用的台語稱呼物件，再由鏟子延伸至過去農作、婚嫁贈禮及「產子」的傳統說法。G7隨後接續相同話題，補充該年代以小型金製鏟子作為婚嫁贈禮，並寄託生育期待的經驗，此段互動並非由帶領者要求兩位參與者回答相同問題，而是在一位參與者提出物件聯想後，由另一位參與者主動補充相關經驗，這項事件顯示，生活物件卡所引發的不只是個別記憶，也可能透過地方語言、諧音與世代經驗形成多人接續補充的話題。

> *我的是鉛筆仔（鏟子），這個我頭一個想到的就是種田阿，以前我在田裡都拿這個挖土，那個時候很多人別人結婚時候，都會送這個，古早人都說這樣才會產子拉（G5）。*

> *對啦!對啦!鉛筆仔就鏟子，你們現在都講國語，咱們那個年代，都說是鉛筆仔，結婚的時候都會送一支小小的，阿是黃金做的，希望生兒子（G7）。*

G7抽到便當盒，首先聯想到搭乘火車前往臺北時購買臺鐵便當的經驗，並進一步比較本次活動與過去在據點參與的回憶活動。他表示，過往活動較常先設定特定年代或使用紙板作為討論材料，再由參與者圍繞該主題分享；本次活動則由隨機取得的生活物件卡作為談話起點。此回應顯示，至少對具有既有據點活動經驗的參與者而言，本次活動與過往活動的差異之一，在於談話入口由「預先設定的年代或主題」轉為「當下取得的生活物件卡之回憶連結」。

> *我的是便當盒子，這個我想到就是，你們知道嗎?就是鐵路便當，一定要是台鐵上的鐵路便當，以前我坐去台北的時候，我記得那個時候上面的水是一瓶五角還是五元我忘記了但是，這個我最有印象，一開始我都會想說不要買，撐一下就過去了，結果中午大家都會吃，你在車廂聞到，就會很餓，所以每次最後都會買一個來吃，那真的真的是最好吃的便當，還很便宜，那個時候只有五十塊（G7）。*

G8抽到報紙後表示自己看不到報紙上文字，但並未因此停止回應，而是由報紙聯想到在外地工作的孩子，並談到可以傳訊息或打電話請孩子回來看報紙。此案例顯示，參與者不必依物件的預設功能或研究者預期的方向回答，同一物件也可能轉向家庭關係與個人生活經驗。

我抽到報紙阿，但是我看毋懂字，但是我會打電話叫我兒回來講給我聽，他平常都在外地做工作，都不常回家（G8）。

除了個人生活經驗之外，斗笠也引發多人接續回應。當一位男性參與者抽到斗笠後，現場由物件延伸出「大山戴帽，大雨來到」及「戴斗笠，講話沒氣」等俗諺與口語說法，其他參與者亦陸續補充不同說法及相關生活經驗。與前述鏟子的案例相似，此段互動並非由單一參與者完成一段完整生命故事，而是由一件熟悉物件形成共同話題，再由不同成員接續補充。

因此，本次「星光共鳴」較明確支持的並不是生活物件卡一定能引發完整回憶，而是「物件可能形成多種談話入口」：有些參與者從個人生活事件開始，有些從地方語言或諧音開始，有些連結家庭關係，也有部分物件引發多人共同補充的俗諺與世代經驗，皆可成為接續話題，數位回饋本身的作用則於第伍章進一步討論。

表4-2-1

團體模式代表性互動事件

活動／事件	參與與支持情形	系統狀態	主要觀察
星袋守護／G1、G2	參與者持續操作，並主動察覺動作與畫面反應不一致	部分操作需多次才產生預期反應	畫面未回應不直接等同參與者沒有完成操作。
聚星成光／G4	已多次完成靠近、翻轉與移開；圓圈亦曾出現在畫面	後續動畫仍未完整觸發，多次嘗試後使用人工控制	人的行動、媒介辨識與數位事件需分開記錄。
照顧者支持下參與	部分長者接受協助後，仍持續觀看、操作或回應	依各活動狀態而異	接受身體協助不等於沒有參與。
星光共鳴／G5、G7、G8	物件引發地方語言、農作、家庭等聯想，並出現同儕接續	16件物件皆完成自動辨識	生活物件可形成個人聯想與團體談話入口。

伍、研究討論與限制

本次所觀察到的高齡數位參與，是由使用者經驗、互動媒介、系統回饋、真人支持與場域條件共同形成。單人與團體兩階段資料亦顯示，參與者是否完成行動、系統是否成功辨識，以及數位事件是否產生，需分層理解，所以，本章將從人、系統與情境之間的關係，討論本研究限制與多模態互動設計對高齡參與的意義。

一、真人支持不是系統失敗後的補救，而可能是互動本身的一部分

結果顯示，操作困難並非固定存在於高齡者個人，而可能由使用者經驗、介面

規則、身體與感官狀態、裝置特性及使用情境共同形成。第一階段中，改由滑鼠轉為直接觸控後，部分間接指向操作的負擔降低，但參與者仍可能需一次說明或示範才能理解新的互動規則。此結果與Findlater et al.（2013）所指出觸控在部分任務中可降低高齡者操作負擔的結果相呼應，也再次顯示輸入裝置本身不能保證介面自然可知。

團體模式則進一步顯示，「需要協助」與「沒有參與」並非同一概念，在共同場域中其他參與者回應、步調，也可能改變個人的參與經驗，像是在第二階段中部分參與者在照顧者托扶、同儕提醒或帶領者說明下仍能保有自己的觀看、選擇與操作行動。這與Henni et al.（2022）將可近用性理解為使用者、產品與情境交互作用的觀點一致，也與Ahmad et al.（2022）及Miller et al.（2024）所重視的分段說明、實際操作、即時回饋及人際支持相呼應。

因此，高齡互動系統的設計目標可以區分為「協助使用者繼續自己的行動」與「由他人直接取代使用者操作」。前者成為參與條件的一部分，後者則可能削弱參與者原有意圖與控制感。對社區據點等本來即存在帶領者、照顧者與同儕的場域而言，真人支持應被視為實際互動情境的一部分。

二、多模態的價值在於可切換與可恢復，而非互動方式的數量

「星海織光」結合直接觸控、身體動作、語音、視覺回饋、生活談話、實體媒介及鏡頭辨識，卻不支持「互動方式越多，系統就越好使用」。不同互動方式只有在能回應特定需求時，才具有設計價值。例如：視覺動畫可協助參與者確認操作是否被系統接收；語音可降低部分文字閱讀需求，但仍需符合地方語言的日常表達；身體活動需要容納坐姿、站姿及不同動作幅度；生活題目可以引出談話，但錄音保存則應維持可選擇與可拒絕。這些結果與多模態互動中強調不同模態可形成互補、替代或備援關係的觀點一致（Naumann et al., 2010; Oviatt et al., 2004）。

因此，本研究所稱的多模態並非讓使用者同時處理更多資訊，而是避免單一能力或單一操作方式成為唯一的參與入口。對能力、經驗及當日狀態差異較大的高齡使用者而言，系統是否能在不同途徑之間轉換，比增加更多功能更為重要。

三、人的行動、感測狀態與數位事件應分層呈現

團體模式中較明確的工程與互動議題，是參與者完成動作、系統辨識到實體媒介，以及畫面產生預期回饋，實際上是三個不同層次的事件。現場曾出現參與者已理解

並完成操作，但數位事件仍未順利產生的情況，因此若僅以畫面是否完成或系統紀錄作為判斷依據，容易將技術問題錯誤歸因於參與者。

Jeyasingh-Jacob et al.（2024）指出，無標記動作擷取在自然情境中的驗證仍存在限制。本研究的場域經驗進一步顯示，鏡頭式互動需要讓帶領者理解系統目前處於哪一種狀態，例如尚未辨識到媒介、已完成辨識但事件尚未觸發，或數位事件已完成。換言之，系統不只需要「辨識」，也要讓辨識狀態本身具有可理解性。

人工備援亦具有相同問題，雖然介入可以避免參與者因技術失敗而反覆進行相同動作，但若過早干涉，可能直接取代原本的操作。因此，較適切的恢復機制應在參與者已表達並完成原有行動意圖後提供替代路徑，使技術失敗可以被恢復，而不是重新將責任轉移給參與者。

四、生活物件卡可形成共同注意，但數位層的額外價值仍待驗證

「星光共鳴」資料顯示，生活物件卡不只引出個人回憶，也可能透過地方語言、諧音、生活用途、家庭關係及俗諺等不同方式形成多人接續的話題。值得注意的是，這些互動並不一定以完整生命故事的形式出現。部分參與者雖然只提出一段生活片段，但是其他人再補充自己的經驗、俗語或相關知識。這也顯示，團體活動中的參與價值可能存在於共同注意與話題延伸，而非每位參與者都要獨立完成一段完整敘事。

然而，不能以此推論實體使用者介面本身必然增加社交互動，亦未設置「僅使用生活物件卡」與「生活物件卡結合數位回饋」的比較條件，因此目前較穩健之解釋是：生活物件卡在此次場域中可作為共同注意與談話的媒介，但星光痕跡、共享畫面及其他數位元素所增加的額外價值，仍需要後續研究進一步分離與驗證。

五、研究限制

本研究具有若干限制。首先，第一階段僅有4位主要高齡參與者，且不同參與者所接觸的版本、裝置與活動範圍不完全一致，因此資料適合用於形成性設計分析，不適合進行統計推論或個人能力比較。第二，單人模式歷經多次迭代，部分介面與流程修正尚未由新的參與者重新測試，因此，尚未經重新驗證之修正，只能視為依既有資料形成的設計方案。

第三點，第二階段雖有16位參與者，但未蒐集所有人的一致性個人背景資料，因此無法分析教育程度、科技經驗、視力、身體功能或其他人口條件與參與方式之關係。加上團體活動中出現多人同時說話、環境聲音干擾或發言者無法可靠辨識之情況

，因此逐字資料無法視為各自完整且等量的語料，僅對可由原始影音資料確認之發言進行個別引用，所以，本次研究不比較個別參與者的發言次數或談話量，也不將未發言直接解釋為低參與。

第四，正式場域中的活動流程包含實施上的調整。「星袋守護」與「聚星成光」在部分感測未穩定觸發時使用人工控制維持流程，因此不能將所有完成畫面解釋為感測系統自動成功，「星光共鳴」因參與人數與時間限制，由自由選物改為隨機抽取，故無法驗證自主選物偏好。此外，本次活動採固定順序，因此不同活動中的參與表現可能同時受到團體互動等累積影響，不進行跨活動成效排序。

最後，本次的研究聚焦於短期可用性、初步可接受性、參與方式、情境適切性與場域實施問題，因為研究資料來自單次或短期接觸，尚不足以評估長期使用、熟悉效果、新奇感消退或持續參與情形，所以，目前不能用來推論「星海織光」能改善高齡者的孤獨、認知功能、心理健康、身體功能或長期社會連結。此類成效仍需較長期、具比較條件且針對相關結果變項設計的研究加以驗證（Welch et al., 2023）。

陸、未來研究方向與目前研究結論

一、未來研究方向

後續研究應以目前尚未充分驗證的互動環節為優先，而非再次要求參與者完整重複所有活動。單人模式可先針對「海風日記」修正後的資料流程進行形成性測試，確認參與者能否理解「先談話，再自行決定是否錄音」，及拒絕錄音、重新錄製、保存與刪除等狀態是否足夠清楚。台語語音亦可由實際使用者逐句檢視詞彙、語序、語氣與節奏，使語言修正建立在地方日常使用經驗，而非單純由國語內容轉譯。

身體與觸控活動則可進一步比較不同科技經驗、身體活動能力及輔具使用情境下的操作情形，特別關注第一個互動目標是否容易被發現、活動強度能否依個人狀態調整，以及多次使用後的回饋是否仍具有足夠辨識性與參與動機。此類後續研究可協助區分首次接觸所形成的新奇感，以及較穩定的使用偏好。

團體模式下一階段應優先處理感測系統的環境適應性。現有結果已顯示，參與者完成動作、媒介被鏡頭辨識，以及數位事件成功觸發並非完全相同的狀態，因此後續介面應明確呈現「尚未辨識」、「已辨識但事件尚未完成」與「事件已完成」等不同感測狀態，使帶領者能較快速判斷問題來源。

在實體媒介設計方面，下版可嘗試將星星棒及其他辨識媒介的標記區域改為「主動發光或具穩定亮度的高對比辨識標記」，降低環境照明變化對辨識對比的影響。後續測試應比較不同亮度、色溫、鏡頭距離、角度、遮擋與背景條件下的辨識表現，並同時檢查過度發光是否造成鏡頭過曝、反光或標記輪廓模糊。換言之，發光設計應作為提高環境適應性的工程假設，而非預先視為已解決光源問題的方案。

人工備援機制亦需建立較明確的觸發條件，例如在參與者已正確完成操作、系統仍連續無法觸發事件時才由帶領者介入，並記錄介入頻率、等待時間及帶領者判斷負擔。如此可進一步評估系統的可恢復性是否能在避免重複操作的同時，保留參與者原本的行動與控制感。

「星光共鳴」則可恢復自主選物流程，並進一步比較不同媒介條件，例如圖片或卡片，以及生活物件結合共享數位回饋。後續分析可聚焦於不同媒介如何形成個人聯想、共同注意、同儕接話與話題延伸，而不只比較活動偏好。尤其本次場域中已出現由鏟子延伸至地方語言與婚嫁經驗、由斗笠延伸至俗諺，以及由報紙延伸至家庭關係等不同聯想方式，進一步分析數位回饋是否對這些互動產生額外作用。

最後，未來研究應納入更多據點工作人員、志工、照顧者及活動帶領者的使用經驗，並擴大參與者在地區、教育與識字程度、慣用語言、科技經驗及身體能力上的差異。若系統預期進入真實社區使用，除了參與者是否能操作，也必須評估設備架設、感測校準、故障處理、活動帶領、資料說明與安全管理所形成的實施負擔。

二、目前研究結論

本研究以「星海織光」為案例，透過單人與團體兩階段形成性研究，探討高齡者在不同能力、科技經驗與陪伴情境下參與多模態互動系統的方式。研究結果顯示，高齡者的數位參與不宜以「是否能完全獨立完成操作」作為唯一判準，而應同時考量互動入口是否可被理解、回饋是否清楚、身體與感官條件是否被容納，以及真人支持能否在不取代參與者意圖的情況下提供協助。

由此可見，多模態互動的價值在於不同互動方式是否能在特定情境中形成替代、互補與恢復路徑。當某一種操作方式受到身體能力、識字、語言或技術感測限制時，使用者仍應能透過其他方式繼續參與，而不是因單一環節失敗而被排除在外。

在團體情境中，進一步發現人的行動與系統辨識需要分開判讀。參與者完成操作並不代表系統一定成功接收，而系統未產生回饋亦不能直接解釋為參與者沒有理解活動。與此同時，團體參與亦包含觀看、等待、回應、接受協助與接續他人話題等形

式。生活物件卡在「星光共鳴」中則顯示出形成個人聯想與共同話題的可能性，其形成過程也會與參與者的生活經驗、地方語言、同儕回應及活動帶領有關。

因此，本研究所提出的核心設計觀點並非追求一套所有高齡者皆能以相同方式操作的「簡單介面」，而是建立具有多種參與入口、清楚系統回饋、可調整活動方式與可恢復失敗路徑的互動系統。真人支持在此不是科技失敗後才出現的替代方案，而是高齡者實際生活與社區活動中既有的互動資源；設計的重點則是使協助出現後，參與者原本的選擇、意圖與行動仍能被保留。

「星海織光」目前支持的是形成性可用性、參與方式、感測與場域實施等設計發現。就此研究階段而言，科技較適合被理解為一種支持高齡者進入身體活動、生活聯想、人際對話與共同參與的媒介。

柒、參考文獻

一、中文文獻

內政部戶政司全球資訊網。（2025）。人口數按三階段年齡及性別。資料檢索日期：2026年7月15日。網址：https://gis.ris.gov.tw/dashboard.html?key=B02

世界衛生組織。（無日期）。健康老齡化行動十年（2021–2030年）。資料檢索日期：2026年7月15日。網址：https://www.who.int/zh/initiatives/decade-of-healthy-ageing

數位發展部。（2023年9月15日）。《112年數位發展調查報告及摘要》。資料檢索日期：2026年7月15日。網址：https://moda.gov.tw/digital-affairs/digital-service/dv-survey/6635

張光煌、葉玲玲。（2022）。高齡者數位產品使用與購買經驗探索研究。《福祉科技與服務管理學刊》，10（2），88–110。https://doi.org/10.6283/JOCSG.202206_10(2).88

二、英文文獻

Ahmad, N. A., Abd Rauf, M. F., Mohd Zaid, N. N., Zainal, A., Tengku Shahdan, T. S., & Abdul Razak, F. H. (2022). Effectiveness of instructional strategies designed for older adults in learning digital technologies: A systematic literature review. *SN Computer Science, 3*, Article 130. https://doi.org/10.1007/s42979-022-01016-0

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Bong, W. K., Chen, W., & Bergland, A. (2018). Tangible user interface for social interactions for the elderly: A review of literature. *Advances in Human-Computer Interaction, 2018*, Article 7249378. https://doi.org/10.1155/2018/7249378

Chen, C.-H. (2019). Exploring teacher–student communication in senior-education contexts in Taiwan: A communication accommodation approach. *International Journal of Ageing and Later Life, 13*(1), 63–109. https://doi.org/10.3384/ijal.1652-8670.17369

Coutaz, J., Nigay, L., Salber, D., Blandford, A., May, J., & Young, R. M. (1995). Four easy pieces for assessing the usability of multimodal interaction: The CARE properties. In

K. Nordby, P. H. Helmersen, D. J. Gilmore, & S. A. Arnesen (Eds.), *Human-computer interaction—INTERACT '95* (pp. 115–120). Chapman & Hall.

D'Andrea, F., Dening, T., & Tischler, V. (2022). Object handling for people with dementia: A scoping review and the development of intervention guidance. *Innovation in Aging, 6*(5), igac043. https://doi.org/10.1093/geroni/igac043

Findlater, L., Froehlich, J. E., Fattal, K., Wobbrock, J. O., & Dastyar, T. (2013). Age-related differences in performance with touchscreens compared to traditional mouse input. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 343–346). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2470654.2470703

Henni, S. H., Maurud, S., Fuglerud, K. S., & Moen, A. (2022). The experiences, needs and barriers of people with impairments related to usability and accessibility of digital health solutions, levels of involvement in the design process and strategies for participatory and universal design: A scoping review. *BMC Public Health, 22*, Article 35. https://doi.org/10.1186/s12889-021-12393-1

Hung, L., Mann, J., Perry, J., Berndt, A., & Wong, J. (2022). Technological risks and ethical implications of using robots in long-term care. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering, 9*, 20556683221106917. https://doi.org/10.1177/20556683221106917

International Organization for Standardization. (2018). *Ergonomics of human-system interaction—Part 11: Usability: Definitions and concepts* (ISO Standard No. 9241-11:2018). https://www.iso.org/standard/63500.html

International Organization for Standardization. (2019). *Ergonomics of human-system interaction—Part 210: Human-centred design for interactive systems* (ISO Standard No. 9241-210:2019). https://www.iso.org/standard/77520.html

Jeyasingh-Jacob, J., Crook-Rumsey, M., Shah, H., Joseph, T., Abulikemu, S., Daniels, S., Sharp, D. J., & Haar, S. (2024). Markerless motion capture to quantify functional performance in neurodegeneration: Systematic review. *JMIR Aging, 7*, e52582. https://doi.org/10.2196/52582

Lazar, A., Brewer, R. N., & Knowles, B. (2025). HCI and older adults: The critical turn and what comes next. *Foundations and Trends in Human–Computer Interaction, 19*(2), 112–212. https://doi.org/10.1561/1100000094

Miller, L. M. S., Callegari, R. A., Abah, T., & Fann, H. (2024). Digital literacy training for low-income older adults through undergraduate community-engaged learning: Single-group pretest-posttest study. *JMIR Aging, 7*, e51675. https://doi.org/10.2196/51675

Naumann, A. B., Wechsung, I., & Hurtienne, J. (2010). Multimodal interaction: A suitable strategy for including older users? *Interacting with Computers, 22*(6), 465–474. https://doi.org/10.1016/j.intcom.2010.08.005

Oviatt, S., Coulston, R., & Lunsford, R. (2004). When do we interact multimodally? Cognitive load and multimodal communication patterns. In *Proceedings of the 6th International Conference on Multimodal Interfaces* (pp. 129–136). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/1027933.1027957

Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research, 42*(5), 533–544. https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y

Rogers, W. A., Kadylak, T., & Bayles, M. A. (2022). Maximizing the benefits of participatory design for human–robot interaction research with older adults. *Human Factors, 64*(3), 441–450. https://doi.org/10.1177/00187208211037465

Stephens, G. C., Ottrey, E., & Matthews, K. (2026). A practical guide to using diary methods in qualitative research. Anatomical Sciences Education, 19(2), 231–241. https://doi.org/10.1002/ase.70102

Welch, V., Ghogomu, E. T., Barbeau, V. I., Dowling, S., Doyle, R., Beveridge, E., Boulton, E., Desai, P., Huang, J., Elmestekawy, N., Hussain, T., Wadhwani, A., Boutin, S., Haitas, N., Kneale, D., Salzwedel, D. M., Simard, R., Hébert, P., & Mikton, C. (2023). Digital interventions to reduce social isolation and loneliness in older adults: An evidence and gap map. *Campbell Systematic Reviews, 19(4), e1369.* https://doi.org/10.1002/cl2.1369

Zhao, W., Kelly, R., Rogerson, M. J., & Waycott, J. (2024). Older adults imagining future technologies in participatory design workshops: Supporting continuity in the pursuit of meaningful activities. In *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Article 97, pp. 1–18). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3613904.3641887

捌、附錄

附錄一

個別測試觀察紀錄表

一、基本資料

紀錄項目	紀錄內容
參與者代碼（去識別化）	
測試日期	
測試地點	
使用版本	
年齡	
性別	
主要使用語言	□國語　□台語　□其他：_____
教育及識字情形	
過去科技使用經驗	
視力及聽力需求	
身體活動及輔具需求	
現場陪同者	

二、首頁及活動選擇

觀察項目	紀錄內容
首次點擊位置	
是否看見「選擇旅程」入口	□是　□否
是否理解入口功能	□是　□部分理解　□否
是否出現停頓	
是否出現重複點擊	
是否主動求助	
所需協助等級	□A0　□A1　□A2　□A3　□A4

協助者	□研究者 □家人 □工作人員 □其他高齡者
第一個選擇的活動	
選擇原因	

三、星空慢行紀錄

觀察項目	紀錄內容
使用方式	□坐姿 □站姿
鏡頭選擇	□使用鏡頭 □不使用鏡頭
是否理解動作提示	□是 □部分理解 □否
是否需要研究者示範	□是 □否
動作幅度是否適合	
是否出現疲勞或不適	
是否主動調整姿勢	
是否注意煙火回饋	
所需協助等級	□A0 □A1 □A2 □A3 □A4
協助者及協助內容	
重要原話	
活動停止或結束位置	

四、星光觸碰紀錄

觀察項目	紀錄內容
是否理解星星可以觸碰	□是 □示範後理解 □否
第一顆星的首次觸碰位置	
第一顆星是否需要提示	□是 □否
是否出現誤觸	
是否出現重複點擊	
是否持續出現觸控困難	
是否注意煙火回饋	

第幾顆開始出現疲勞或單調	
是否要求暫停或停止	
所需協助等級	□A0 □A1 □A2 □A3 □A4
協助者及協助內容	
重要原話	

五、海風日記紀錄

觀察項目	紀錄內容
選擇的生活題目	
是否理解題目	□是 □轉述後理解 □否
系統語音使用語言	
是否聽懂台語提示	□是 □部分理解 □否
語音是否符合日常說法	□是 □部分符合 □否
參與者建議的說法	
題目是否引發談話	□是 □否
主要談話對象	□研究者 □家人 □工作人員 □其他高齡者
是否願意進一步錄音	□是 □否 □不確定
是否理解錄音用途	□是 □部分理解 □否
是否實際完成錄音	□是 □否
是否選擇保存	□是 □否 □未進入此步驟
是否使用重新錄製	□是 □否 □未進入此步驟
是否使用刪除功能	□是 □否 □未進入此步驟
所需協助等級	□A0 □A1 □A2 □A3 □A4
重要原話	

六、活動結束後訪談

1. 剛才第一個選擇哪一項活動？為什麼？
2. 三項活動中最喜歡哪一項？為什麼？
3. 哪一項活動最容易操作？
4. 哪一項活動實際操作最順利？
5. 哪一項活動較困難或不想繼續？
6. 是否願意再次使用本系統？
7. 是否希望有人陪同使用？
8. 對台語語音有何建議？
9. 對畫面、文字或聲音有何建議？

附錄二

單人模式錄音與資料使用知情同意書

您好，感謝您閱讀本知情同意書。我是黃咨萁，目前正在進行「高齡者多元能力與陪伴情境之多模態互動系統設計研究——以『星海織光』為例」。本研究旨在了解高齡者以數位科技作為互動媒介時，使用iPad直接觸控、身體活動及可選擇錄音功能的實際經驗。本研究將邀請65歲以上參與者進行原型操作測試；僅在參與者另行同意後，才進行現場環境錄音或海風日記錄音。我們希望透過蒐集參與者的操作經驗與觀點，進一步理解不同高齡者首次使用數位互動原型時所面臨的理解與操作問題，並探討低壓力參與、真人陪伴、分級協助、在地語言、自主拒絕及資料隱私，應如何納入高齡互動系統的設計與評估。

同意項目	同意	不同意
參與本次原型操作測試	☐	☐
現場環境錄音	☐	☐
體驗海風日記錄音	☐	☐
保存海風日記錄音	☐	☐
使用去識別化文字內容於研究報告	☐	☐
使用去識別化文字內容於作品集	☐	☐

錄音保存前應說明事項

項目	說明內容
後續用途	用於分析活動流程、語音理解及研究紀錄，不作為人工智慧模型訓練資料。
可存取者	原則上僅限研究者本人；指導者以閱讀去識別化文字內容為原則。若需聆聽原始聲音，應另外取得參與者同意。
保存位置	iPad本機、電腦本機。
保存期限	所有的錄音資料將在2026.12.31後安全銷毀。
研究與作品集用途	可使用去識別化分析及文字引述；原始可辨識聲音不公開。

退出與風險

在研究過程中，您可以隨時選擇退出，且退出不會有任何不利影響。先前已收集的資料將根據您的要求銷毀或保留。參與本研究可能產生的風險包括操作疲勞、身體活動造成的不適、生活題目引起不愉快的回憶，以及錄音或個人資料處理所涉及的隱私風險。研究者將依參與者當下狀況調整或停止活動，參與者亦可隨時拒絕回答、拒絕錄音、暫停或退出，而不會受到任何不利影響。

聯絡方式

如果您有任何問題，歡迎隨時聯絡我們。

研究者：黃咨其

聯絡方式：公開版本隱去

感謝您花時間閱讀本同意書並考慮參與本研究。