《海》—反思性沉浸劇場的虛實整合實踐

李炳曄

國立臺北教育大學藝術與造形設計學系
pingyehli@gmail.com

摘　要

《海》（2024）是一個反思性、沉浸式並整合虛實媒介的劇場創作計畫，於 2024 年 5 月至 9 月間於國立臺灣美術館 U-108 SPACE 展出。本計畫融合多種技術，包括現成物裝置、資料視覺化、AI 神經網絡生成動態影像，以及紙雕珊瑚裝置與沉浸式投影的整合設計。《海》圍繞四個主題段落—生命、資訊、反思與希望，呈現海對於人類文明而言的多重意義，邀請觀眾思考人類與海洋之間的動態關係。本文以實踐導向研究為方法，闡述《海》的概念與技術發展過程，並呈現展覽紀錄與觀眾經驗研究。觀眾的觀展回饋提供對生態反思性沉浸劇場的見解、闡述沉浸式空間在影音設計上應該特別留意的部分，也突顯新媒體藝術在探討永續發展與污染議題上的潛力。本研究透過實踐、展陳與反思，闡述新媒體藝術創作者應從「以技術為中心」的實驗，轉向「以體驗為核心」的探索，而虛實整合的設計型態在此條件下深具挑戰性與潛力。

關鍵詞：沉浸式劇場、演算法視聽覺、資料視覺化、新媒體藝術、生態反思
論文引用：李炳曄（2026）。《海》—反思性沉浸劇場的虛實整合實踐。*設計學報，31*（3），1-21。

一、前言

1-1 研究背景與動機

國際間科技藝術、跨領域設計之脈絡與思維，讓科學知識、數位技術與藝術設計不斷整合、引發新的美學議論，這也讓藝術設計可以延伸探討的議題。在此背景下，科技在人類藝術創造的過程中扮演的角色轉換為「反思性的（reflective）」—人類透過科技來反思科技的負面產物、反思自身對於環境的作為、或是藉由科技來進一步追尋永續環境的實踐（李炳曄，2023）。科技藝術與生態反思的意圖應如何整合才能打造具人文省思的體感經驗，成為國際間跨領域學者與創作者們積極努力的方向。近幾年來隨著影像技術不斷進步，沉浸式設計在藝術、娛樂和商業等不同的產業中發展，為觀眾提供豐富的視覺體驗。日本藝術團隊 teamLab 近年利用光雕投影創造沉浸與互動的展演，讓觀眾在空間巡走中體驗日本文化與意象（Lee, 2022）。在各大博物館內也不乏應用光雕投影或虛擬實境（VR）創造的沉浸式體驗，讓觀眾走進自然、歷史或文物的情境與氛圍（Hakvoort, 2013）、也興起關於使用者經驗的探究（Komianos, 2022; Li et al., 2023）。

近年來，在後數位（post-digital）與人類世（anthropocene）等藝術思潮的推展下，以超文本、連結性、虛擬性、可變性與衍生性為特徵（Manovich, 2001），新媒體藝術超越了傳統藝術的界限，促進觀眾的互動與參與。新媒體藝術的跨領域合作日益擴展，涵蓋互動設計、生物技術、生態知識與大數據處理，拓寬了藝術實踐的範疇與社會影響（李炳曄，2023）。然而，當許多探究人類對於地球環境負面影響的生態藝術創作在世界各地發酵，運用新媒體與沉浸劇場形式探究具生態反思性的創作，依然是相對缺乏的實踐。尤其，當談到沉浸經驗設計（immersive experience design），目前多數研究仍指向虛擬實境（VR）與擴增實境（AR）設計（Ruscella & Obeid, 2021; Zhang, 2020），而非透過沉浸式投影、讓觀眾不需穿戴任何裝置也可集體觀賞的沉浸式劇場（immersive theater）。因此，沉浸式劇場藝術的主題與展示形式的契合度、實體裝置與投影設計的整合、觀眾經驗研究、觀展之舒適度等都缺乏深入的探討，國內具高度沉浸投影品質的展演場域也十分稀少，能具體分析的案例也相當有限。有鑒於此，本研究呼應上述研究趨勢與空白，以國立台灣美術館 U-108 SPACE 展演創作計畫《海》作為研究場域，透過「實踐導向的研究方法學」（practice-based research），紀錄與分析《海》的設計製作流程、展示成果與觀眾經驗研究，以海洋生態與海廢塑料議題為主題，並以「具生態反思性的沉浸式劇場設計」為實踐場域，意圖提供較為完整的設計實踐概觀、成果與洞察。

1-2 研究目的

筆者近期的創作與研究方向為「新媒體藝術作為社會創新實踐（new media art as social innovation practice）」—探索新媒體藝術如何觸發並支持有意義的「社會變遷」（Manzini, 2007），以新媒體之媒介特性，探究新型態的社會創新（social innovation）實踐可能。延續這樣的視角，本研究所探討的沉浸式劇場創作計畫《海》（2024）靈感來自「容器（container）」的概念—將國立臺灣美術館 U-108 SPACE 圓柱形的容器空間與自然海床的地質容器結構進行類比，透過與海洋生態相關的概念發想、創作實踐、展出後之觀眾研究，探討如何能整合多種新媒體技術、大數據資料庫與跨媒材實踐，以新型態的沉浸式劇場形式回應當代海洋生態環境議題？以及，以上述目的創作之沉浸式劇場，其觀眾的整體評價、理解影音內容的程度、觀眾的反思情境、以及具體的回饋建議為何？如何為未來相關之創作提供相關的建議？此為本研究探討之目標。

二、文獻探討

關於「反思性沉浸劇場（reflective immersive theater） 」，我們藉由以下媒體學者的觀點梳理其定義與脈絡。首先，借鑑 Dourish（2001）對於「體現互動（embodied interaction）」的理解—互動經驗本身根植於可觸及的、具體的社會世界。互動並非僅存在於「螢幕與使用者」的二元關係，而是奠基於人類的社會實踐與真實的物質環境，體現互動的意義是在具體的社會情境中展演與協商。換而言之，互動並非個人經驗而是社會經驗，強調共感與共鳴。在這樣的脈絡中，沉浸劇場之所以能成為「反思性的」，正是當觀眾意識到他們的身體行動、空間位置，以及彼此共享的在場情境，是如何共同構築審美與社會經驗。Hansen（2012）在探索人類身體經驗與數位環境的關係時，提出數位媒介是透過身體體現的知覺（embodied perception）而產生情動（affect），也就是當觀眾身處在一個沉浸劇場中，其身體被光影、聲響所包圍，其身體與現場的發光裝置／現成物雕塑身處在一起。當觀眾可以在沉浸劇場中走動，即跳脫過去螢幕式或投影式的「觀看」，而是走進創作者所提供的「沉浸情境」。本文作者也因此認為，觀

眾在此沉浸的感官條件下，更能促使其反思當下的感官經驗與此空間呈現出的環境關係，因為在沉浸劇場裡，觀眾的身體回應（移動、凝視、駐足）也同時塑造了作品的體驗結構，觀眾同時是「參與者」與「反思者」。Dixon（2007）也呼應以上的觀點，他強調新媒體的獨特性在於「重新定義現場性（liveness）」，亦即新媒體不只是「輔助技術」，而是改變了觀眾與演出者的關係，創造出不同於傳統劇場的「擴增現場性」（augmented liveness）。Dixon 的新媒體劇場理論提供了一個關鍵視角：沉浸不等於單純逃避或沉迷，而可以成為「覺察的觸發」。換而言之，創作者可以在沉浸劇場中，藉由設計技術干擾（如不協調的聲響、突兀的光影），迫使觀眾從沉浸中「反思」—思考當下的沉浸經驗為什麼被建構？此沉浸經驗與自身、與他人的關係為何？—也就是產生「反思性」的可能。

在近期關於地球環境變遷的報導，以及人類世藝術、生態藝術的探究中，我們不難發現氣候變遷（climate change）已對環境造成重大影響，是人類當下面臨的最緊迫的挑戰之一。氣候變遷的成因是溫室氣體排放量的增加（Pachauri, 2014），連帶導致地球海冰和高山冰川融化、野生動植物種群與棲息地變化，以及極端天氣事件的頻率不斷發生。為了面對這一全球性的問題，如何提高人們對其成因的認識並促進態度與行為的改變至關重要。學者們發現實現此目標極具挑戰性的主因是「公眾的關注程度往往未能反映問題的嚴重性」，而且群眾因為個人所偏好媒體的選擇，而導致關於氣候變遷的信念有顯著差異（Carmichael & Brulle, 2018, p. 251）。造成這個落差的原因是氣候變遷的「抽象性」（abstract nature）：例如：溫室氣體排放的影響並非「立即顯現」，而是經過長時間才能被體驗—因此造成「時間距離（temporal distance）」，而且溫室氣體排放的後果通常發生在與排放行為不同的地點—因此造成「空間距離（spatial distance）」（Trope & Liberman, 2010）。上述時間與空間距離解釋了為何難以讓這類生態問題引起人類足夠的共鳴，並推動可持續的群體行為改變。換而言之，若人類無法藉由媒介來轉化、呈現出氣候變遷實際上正在影響著人類的生活種種，則此一議題將不斷被視為它者，人類也將繼續漠視。由上述我們可見新媒體藝術（new media arts）在生態議題上的實踐價值—如何運用新型態的媒體特性，轉化抽象的生態危機意識為具體的藝術設計展陳，並創造觀眾共鳴與討論的契機，是尚待努力的方向，這也因此成為作者以國立臺灣美術館 U-108 SPACE 來實踐《海》的創作動機。

2-1 視覺設計上的啟發

在近期的多篇研究中，學者們開始以沉浸式技術進行氣候變遷的互動體驗設計，試圖理解沉浸式體驗對於環境議題教育的關聯性。Thoma 等（2023）邀請 142 名受測者的體驗，使用虛擬實境來視覺化呈現氣候變遷的影響，特別是瑞士阿萊奇冰川兩百多年來的融化狀況。Thoma 等之研究發現，與控制條件相比，虛擬實境情境被評價為更令人興奮和愉快，這表明受測者在虛擬實境環境中感受到更高的「臨場感」。儘管「新生態典範」（new ecological paradigm – NEP[1]）量表分數有所增加，但在任何條件下，自然相關性或氣候變遷懷疑論都沒有顯著變化。這表明雖然「對氣候變遷的認識有所提高」，但「與自然更深層的情感聯繫或對氣候變遷的懷疑並沒有顯著改變」（Thoma et al., 2023, p. 11）。研究結果還表明，虛擬實境中的「視覺真實感（visual realism）」水平並沒有顯著影響結果，換而言之，抽象的和寫實的視覺體驗都可能有效提高環境意識，高視覺擬真度很可能不是實現預期效果所必需的條件。也就是說，情境設計上不複雜、不寫實、但視覺上連貫和真實的環境（抽象條件）對氣候變遷意識的產生與寫實的環境設計具有相同的正面影響。

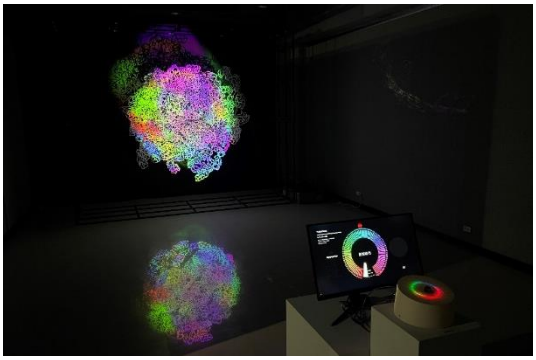
McGinity（2018）於研究中探討虛擬實境與擴增實境技術在提升環境意識及促進永續消費行為的潛力，並點出關鍵問題為「我們對全球環境的影響能力與感知能力之間的差距」（McGinity, 2018, p. 1），這種脫節常成為採取環保行動的障礙。McGinity 分析沉浸式媒體的特性如何能提供更全面或更具希望的

觀點，進而縮短我們作為環境行動者的主觀感知與實際能力之間的差距。Said 等（2023）學者在研究中運用 LiDAR 身體追蹤技術與擴增實境，意圖提高觀眾對氣候變遷的認識。一件混合實境（XR）公共藝術裝置《Shadows of Tomorrow》（2023）展示了來自澳洲、科威特、美國及格陵蘭的真實氣候變遷場景。透過 Azure Kinect 系統捕捉並整合觀眾的輪廓，當觀眾在螢幕前移動時，此藝術裝置透過將全球氣候故事與在地觀眾聯繫，強調氣候危機的普遍性與地方性的雙重特質。這些互動式的視覺化呈現，鼓勵觀眾直接參與並理解發生在遠離自身地區的氣候變遷現實、促進同理心與理解力。以上之案例對於《海》之設計實踐有所啟發—《海》並未追求高擬真度的視覺設計，而主要以具想像力的動畫、粒子特效、具共鳴感的音景，引導觀眾關於海的情感聯繫與想像力，並且以臺灣四周環海的地理狀態作為影像腳本的鋪陳，強調在台灣海洋與居民的深刻連結。

2-2 實體裝置與沉浸式劇場設計

沉浸式劇場融合了沉浸式體驗和戲劇性，是影像技術和電腦科學發展的結果，也延續了人類對於視覺幻覺的追求。數位影音處理方式也讓投影、影像、音樂、裝置等不同的形式得以整合在一起。例如：物理的展示可以與虛擬的影像相互對照與融合，打造更具感染力的效果（Yuhu et al., 2024）。於「非自然之自然（Unnatural Nature）」（2024）一作中，藝術家創建了名為「非自然之自然」的聲音裝置，此裝置透過數據聲音化和互動性來探索氣候變遷，包括有關全球溫度、二氧化碳濃度、北極和南極冰蓋狀態、以及海平面變化等氣候數據的沉浸式聲音處理，以及使用定制感測器系統讓觀眾可以與實體植物互動。相關數據被轉換為聽覺的沉浸式體驗，透過結合數據聽覺化、互動植物藝術和沉浸式音頻，「非自然之自然」旨在培養環境意識、喚起對主題的情感參與並鼓勵參與氣候變遷討論。海洋學家奧姆斯泰特（Anders Omstedt）（2020）在著作中以劇場式的陳述和對白，結合科學數據、夢境陳述與影像，以不同以往的文體開啟海洋生態與人性的討論，也勾勒出一個不同的實踐空間—一個結合科學知識、夢境陳述、藝術的問題解決方式。

當下人類所面臨的種種氣候變遷與污染危機，需要整合多種學科才得以理解與解決，而在藝術展演的場域中探究與表現相關主題時，也同樣需要複雜的展示技術整合，才能呈現出相關議題的複雜面貌。筆者過去曾嘗試不同的虛實整合技術，例如：《迷霧之境–即時空汙數據光雕投影》（2021，圖 1a）透過 Processing 程式將即時的台灣空氣汙染數據視覺化，並讓觀眾透過實體的旋鈕裝置，挑選欲觀看的空氣汙染資料，形成互動式的光雕投影體驗，呈現出空氣汙染議題的複雜性。《夢想之悸動》（2022，圖 1b）結合海廢現成物雕塑、燈光裝置與動畫投影—當展場的探照燈亮起時，牆面上會投放出在展場中央旋轉的海廢雕塑的剪影；而當探照燈熄滅時，牆面上會投放出以塑膠組成的心跳跳動的 3D 動畫。在明暗之間，形成視覺上的對照和隱喻，呈現塑料汙染議題實為一體兩面。《在記憶的涵洞中徘徊》（2021）（圖 2a）以虛擬實境體驗引導觀眾在一個濱海的涵洞中來回游移，每次出洞口卻是隨機抽換的場景，近距離銜接受塑料污染的海灘與居家客廳、幼兒遊樂場與廢棄傾倒場，打造在涵洞中快速漸變的音景體驗。其他如《北海岸海廢考古系列》（2021，圖 2b）也關注台灣海廢污染與生態議題，嘗試整合現成物雕塑、動物頭骨造型、影像媒介與即時程式運算。以上案例皆試圖以虛實空間轉譯的經驗，引導觀眾思考關於城市環境的夢想（便利與速度）與現實（塑膠與廢棄物），也就是人類快速生活所導致的塑料與生態汙染。然而，在上述案例的實踐過程中也發現，如何整合虛實媒介來形成更具沉浸感的體驗、如何讓更多觀眾可以同時在一個空間中觀展，並連結彼此、形成討論議題的契機，成為《海》沉浸式劇場的實踐與研究課題。


（a）

（b）

圖 1.（a）《動態空污資訊雕塑》（2021）展示於《異態共頻》，師大德群藝廊；
（b）《夢想之悸動》（2022）展示於《粼光・無邊際沉浸科技媒體展》，台中屯區藝文中心。
（資料來源：作者自攝）


（a）

（b）

圖 2.（a）《在記憶的涵洞中徘徊》（2021）；
（b）《北海岸海廢考古–海牛》（2021）展示於《異態共頻》，師大德群藝廊。
（資料來源：作者自攝）

多數研究顯示，沉浸式媒體（目前多數研究意指虛擬實境 VR）透過情感敘事與沉浸式體驗，能有效縮短環境認知與行動落差，成為推動永續發展的潛力工具。過去有學者（Hurrell et al., 2024）以兩項實驗對照說明以虛擬實境進行氣候變遷相關的體驗，虛擬實境受測者回饋的沉浸感（immersion）、臨場感（presence）、參與度（engagement）、互動性和使用性都顯著高於傳統電腦桌機使用者（Hurrell et al., 2024, p. 1877）。但在眾多論文中，我們也不難發現共同的限制，例如：受測者所提出的問題，如：生理不適（physical discomfort）－也就是長時間使用虛擬實境所導致的暈眩、眼睛疲勞與不適；內容受限（content limitations）－虛擬實境設計內容僅限於視覺上，較難突破內容與表現手法上的限制；過度仰賴科技（dependence on technology）－若僅以虛擬實境體驗來進行環境變遷的教育或體驗，也導致缺乏對於現實世界的體驗與互動的參與等。由上述關於當下沉浸式媒體（主要指 VR）之限制，亦可見整合虛實設計的沉浸式劇場極具探索價值，關於沉浸式劇場體驗上的舒適度（例如：是否產生暈眩、不適感）、視覺呈現上如何能突破內容與表現手法上的限制、並創造更多觀眾的互動與參與等議題，形成沉浸式媒體設計正待探索的問題，尤其以沉浸式劇場形式探究生態永續議題，仍有極大的實踐與實驗空間。

總結以上文獻與案例，沉浸式體驗不必然要打造「高視覺擬真感（high visual realism）」，因為抽象性的、具想像性的視覺經驗，亦可能提高環境變遷意識。本研究在《海》的架構下，推測以下開發實踐的契機與價值：一、融合關於海洋議題的現成物、裝置設計、資料視覺化與虛擬景觀的沉浸式劇場體驗。二、將海洋生態現況與認知轉譯為具想像性、抽象性、流動性的沉浸式影像設計。以上兩個推測形成了《海》的美學涵構，也呼應前述研究現況。而大數據資料之應用、虛實整合的設計、聲音設計、AI 神經網路生成影像等技術，皆成為達成上述推測的關鍵技術。

三、研究方法

3-1 研究架構

為探究沉浸式體驗與生態反思概念的整合，本研究援引實踐導向研究方法（practice-based research），意圖在實踐與開發的過程中產出知識與論證，並透過「與當下既存之實踐相連結」的設定下探索「具有啟發性的知識成果」（Candy & Edmonds, 2018）。對於本研究而言，所謂「與當下既存之實踐」意指「以新媒體藝術進行永續議題反思」的科技藝術探究，尤其聚焦於沉浸式體驗劇場的設計開發、展示與觀眾回饋研究。而「具有啟發性的知識成果」則為透過文獻梳理、創作實踐與公開展示，探究生態永續議題如何與電子裝置設計、現成物雕塑、動態影像設計等技術整合，打造沉浸式的觀眾體驗，並透過觀眾研究理解在此條件下觀眾的經驗、回饋與建議。

3-2 研究範圍與對象

本研究以國立台灣美術館 U-108 SPACE 沉浸式空間作為研究範圍與場域。於 2023 年 11 月至 2024 年 5 月間藉由多種技術開發完成《海》沉浸式劇場體驗。《海》於 2024 年 5 月 18 日至 9 月 8 日間於 U-108 SPACE 公開展出。展出後，以觀賞過《海》的觀眾作為研究對象，透過線上問卷調查的方式收集自願參與者，藉此蒐集觀展體驗、回饋與建議。

3-3 研究方法及工具

本實踐導向研究之步驟包含：文獻探討、概念發展、創新開發、開發過程記錄、公開展演、觀眾研究與分析，對應於上述文獻探討中所提及之「沉浸媒體當下的限制」。研究過程中意圖「以實踐方法或是實踐成果帶來新的或實質性的改進」，探究沉浸式劇場與實體裝置整合的實踐性。本研究之成果沿用 John Bowers（2012）所陳述的「註釋作品集（Annotated Portfolio）」，包含藝術展演紀錄和文字論述，以相互援引與印證之方式導引讀者對於此研究主題之認識。本研究以藝術實踐做為反思（reflective）新型態科技的過程與方法（Scrivener, 2021），試圖為相關創新設計之知識領域提出洞察。本研究之文獻探討針對近期運用沉浸式設計進行生態議題反思的案例與論文進行回顧（見本文第二章），並歸納出《海》的創作概念與設計方向。創新開發過程中使用的工具包含：（1）以開源 Processing 程式設計進行台灣近海海水品質大數據資料的視覺化；（2）以 Arduino 程式設計整合紙雕實作，進行發光珊瑚裝置設計；（3）運用海廢塑料現成物蒐集、組裝與珊瑚骨的鋪陳，完成展場中央的島型展示；（4）使用 After Effect、Touch Designer、Blender 3D 等完成動態影像設計部分。另外，以 Tinkercad 進行數位模型設計與 3D 列印、以及鋁擠型金屬組裝紙雕珊瑚的內裝骨架，技術開發之相關細節將於第四章中詳述。

3-4 資料蒐集方法

《海》公開展示於國立臺灣美術館 U-108 SPACE 後，於線上公開徵求觀眾參與觀眾經驗研究，透過線上問卷調查（Google 線上表單）的方式收案。本研究使用非概率取樣方法：「自選取樣（self-selection sampling）」讓參與者自願加入研究。與其他取樣方法相較，自選取樣適用於初步探索性的研究，較能召募到對此研究主題本來就感興趣的觀眾。本研究透過線上社交媒體（FB、IG、Threads）招募參與者，

邀請有體驗過《海》的觀眾填寫線上問卷。本研究預期收案 60 份，實際收案 60 份有效問卷。每位參與者皆回答 16 個問卷題目，問卷包含選擇題與簡答題，為了避免混淆，問卷中以附圖方式輔助說明。線上問卷依照研究倫理之規範，以 cover letter 說明本研究不涉及任何個資填寫、也說明送出的填寫內容無法撤回，因此屬於「免除知情同意」。完成 60 份有效問卷收案後，隨即關閉線上問卷填寫頁面，完成收案。

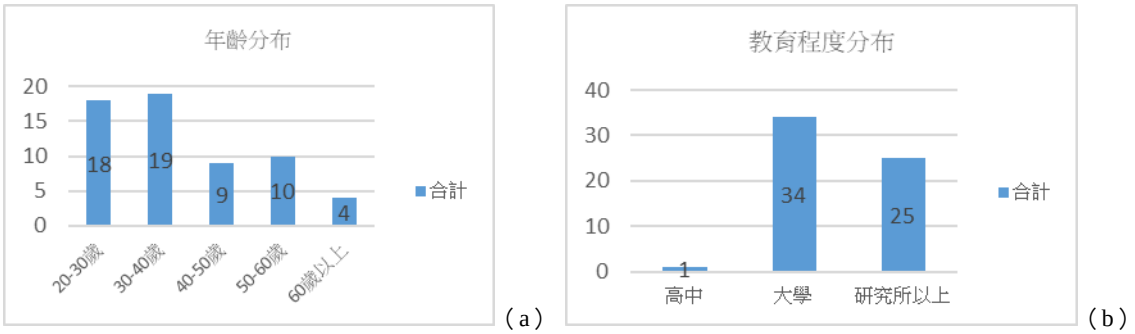
本研究問卷的設計方法可分為四個部分。第一部分為「基本資料」—調查觀眾的年齡與教育程度。第二部分為「整體評價」—詢問觀眾對於《海》的整體評價與感受，包含：體驗《海》的感覺？認為《海》與創作者描述的反思性的關聯性強弱？是否會聯想到當下嚴重的海廢塑料汙染問題？第三部份為「內容與展示手法」，包含：詢問觀眾最喜歡哪一個段落？為什麼？對於整體展示手法的評價？哪個部分最需要調整與提升？第四部份為「舒適度與其他回饋」，包含：體驗《海》的時候是否感到不適？感到不適的部分為何？以及最後讓觀眾可以開放性的以文字描述對於觀展後的感想或評價，以得到更具體的觀展回饋。

3-5 資料處理與分析

本研究收案後，根據 Google 線上表單之統計與視覺化進行比較分析。主要包含：（1）頻率分佈與百分比：計算每個選項的選擇次數與比例，例如：「最喜歡的影像段落」與「整體滿意度評價」等；（2）回饋與建議分析：以簡答題理解觀眾對於《海》的具體建議與批評，藉此提供未來創作的回饋。以下描述觀眾回饋問卷之分析結果：

3-5.1 整體觀眾評價

《海：觀眾經驗問卷》收案之對象年齡層分布廣泛，包含 20 歲至 60 歲以上。觀眾年齡層以 30-40 歲為最多、20-30 歲次之、60 歲以上者最少（如圖 3a）。觀眾教育程度則介於高中至研究所以上（圖 3b）。大多數觀眾對於本研究開發之作品《海》給予正面評價，表示「非常喜歡」或「喜歡」者占比約 92%（圖 4a）。多數參與者認為《海》與創作概念中所談的「關於海洋廢棄塑料問題的反思」是具關聯性的，認為關聯性「非常強」與「強」的觀眾占比約 73%（如圖 4b）。有 85%之觀眾認為本作品可讓他聯想到當下嚴重的海廢塑料汙染問題（圖 5）。



（a） （b）

圖 3. 填寫《海：觀眾經驗問卷》：（a）年齡分布；（b）教育程度分布調查

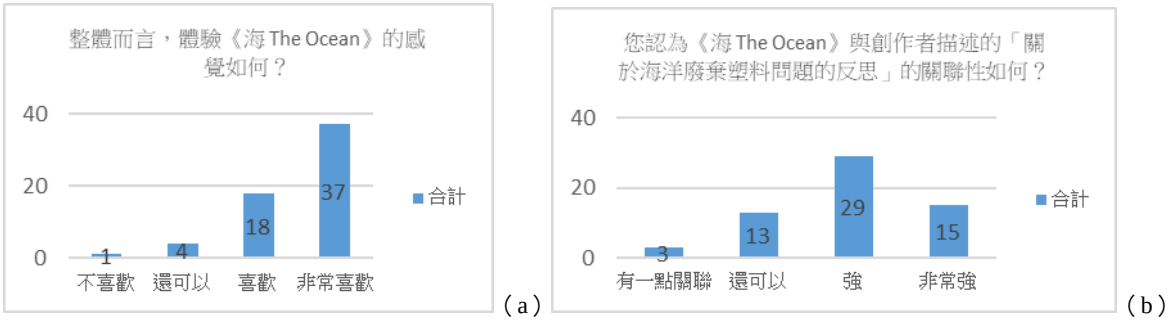


圖 4.《海》之（a）整體評價；（b）作品與概念的關聯性調查

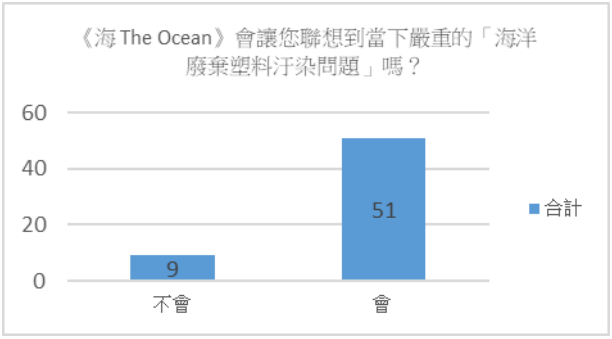
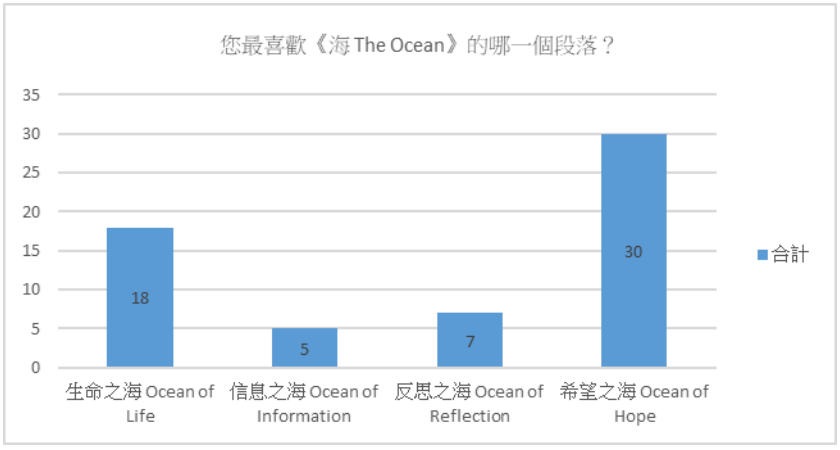


圖 5.《海》關於作品是否能讓觀眾聯想到現實中的海廢塑料污染問題

3-5.2 四個段落主題的表現

本研究針對《海》的四個段落設計，藉由問卷收取觀眾回饋，如圖 6（a）。整體而言，觀眾較喜歡「生命之海」（30%）與「希望之海」（50%）。根據「喜歡此段落的理由」，如圖 6（b）。綜合分析，此兩段落之共同點是「較為流暢的動態視覺設計」、較豐富的「呈現海洋意象」。例如：「生命之海」呈現出細胞的繁衍、魚群的游動、鯨魚聲響的動態視覺化。有觀眾表示：「我很喜歡生命之海開場時的音效設計，加上細胞分裂，感到像魚群感的線條在海底流動，視覺效果跟音效上的搭配，跟海洋的顏色相呼應，讓人感覺到一種十分有活力的感受」。而「希望之海」則以藍色的波浪、光粒子的流動表現鯨魚洄游在身旁的效果，有觀眾表示：「希望之海搭配環繞的音效，以及投影效果，有種在夢境的感覺，非常沉浸式的觀賞感」。此兩段落搭配音樂與裝置的燈光設計，屬於較為光明、豐富的海洋意象，因此更容易得到不同年齡層觀眾的共鳴。相較而言，關於「信息之海」，雖然有觀眾提到「將現代的資訊爆炸與海的意象串接，概念相當新穎」，如圖 6（b），但僅有 8.3%的觀眾選擇其為最喜歡的段落。根據綜合分析，主要原因在於海水品質大數據視覺化之畫面有許多較細小的數字與文字，在 U-108 SPACE 現有的投影硬體條件下，離投影機最遠的牆面之像素會被投放為較大顆的方塊，因此導致在牆面上顯示的資料視覺化文字看不太清楚。另外，動態的資料視覺化畫面如何再轉譯為更豐富的影像、情境、或是更具有身體感的視覺形式，都是觀眾建議未來可著手的方向。



（a）

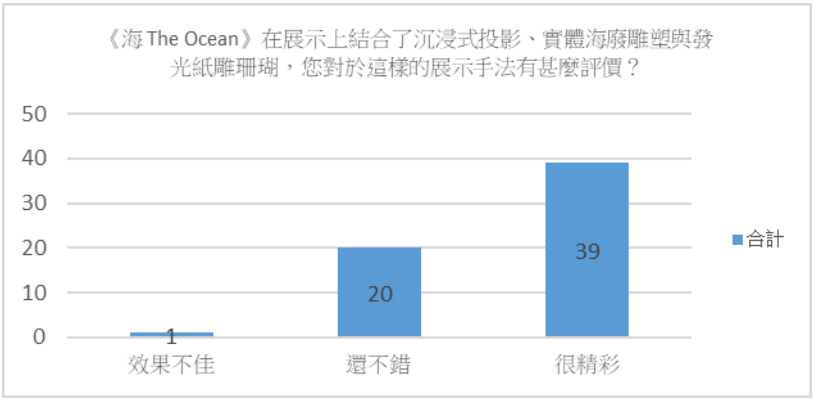
其實四個都各具特色，但生命之海的聲音、色彩、視覺運動所帶給我的感受及所表達與生命、世界的聯繫印象深刻。
發光的細胞在一片黑暗中緩緩接近四周的觀眾，彷彿向我們發出邀請加入海中的世界，節奏由緩而快，非人入勝
高科技未來創意
這段的配樂真的會讓人一秒沈浸
感覺到生命初始的樣態，很迷人。
將現代的資訊爆炸與海的意象串接，概念相當新穎

（b）

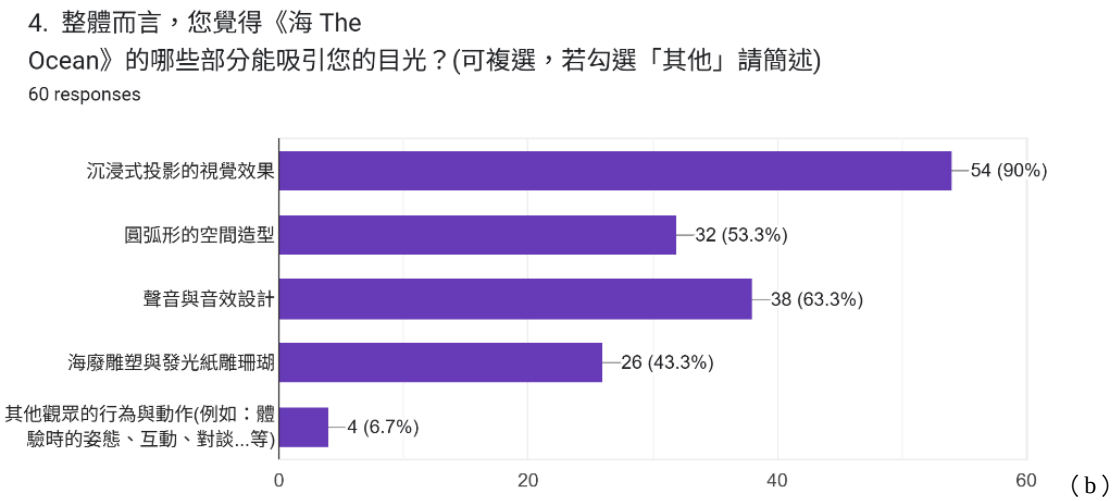
圖 6.《海：觀眾經驗問卷》：（a）哪個段落較為喜歡；（b）喜歡此段落的理由（部分答案）

3-5.3 展示手法的觀眾喜好程度

整體而言，觀眾能理解並區分《海》所應用的科技媒體展示方式，並且多數觀眾（98%）對於綜合不同感官經驗的整體效果給予正面評價，如圖 7（a），由此可見《海》整合虛實的沉浸式設計，已能獲得許多觀眾認同。針對不同媒體展示手法的喜好度問題，本研究以複選題進行調查。有 90%的觀眾認同「沉浸式投影的視覺效果」能吸引他的目光。63%的觀眾認為「聲音與音效設計」具有吸引力。另一方面，「海廢雕塑與發光紙雕珊瑚」，僅有 43%的觀眾勾選，如圖 7（a）。由此可見在實體裝置的設計上、或是實體與影像的整合上依然有提升的空間。



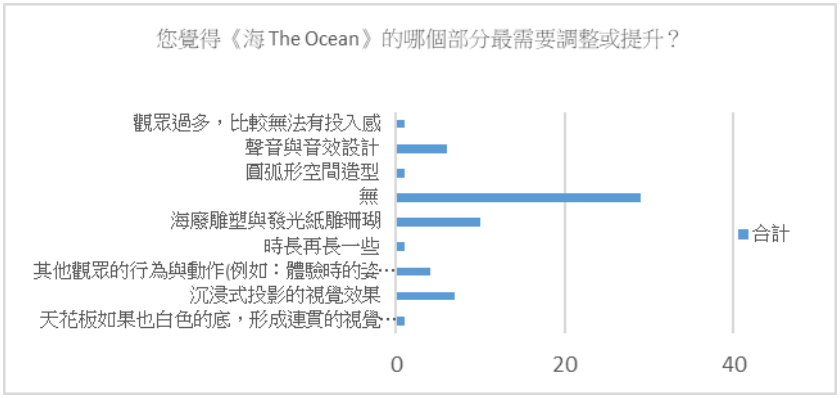
（a）



（b）

圖 7.《海：觀眾經驗問卷》：（a）整體展示手法的評價；（b）哪個部分能吸引目光

關於展示手法有「哪個部分最需要調整或提升？」，如圖 8（a），有近一半的觀眾選填「無」。若選填「有」，則以選擇「海廢雕塑與發光紙雕珊瑚」為最多（16.7%）。另外也有觀眾認為「沉浸式投影的視覺效果」（11.7%）可以再改善。觀眾認為「海廢雕塑與發光紙雕珊瑚」的改善方式包含：「因為裝置的限制讓海廢和紙雕珊瑚必須在展場的正中間，如果能讓這些物件突破展場跟裝置的框架，感覺會讓觀者更注意到這些物件」、「光掃過或從偶有光來自發光珊瑚，整場視覺效果很棒，但多數黑暗，輪播完又繼續輪播，觀眾無法有太多時間仔細觀察細節與構成物有點可惜」。可見未來若有結合實體裝置與沉浸式影像的展示手法，可以規劃將投影聚焦於實體物件的影像段落、或是思考投影如何與自發光的裝置更有趣的整合。關於「沉浸式投影的視覺效果」的改善方式，觀眾反應：「四個切分點無須旁白，聲音突然出現有點突兀，反而中斷體驗時的延續性感受」、「影像畫質可再優化」、「投影的連接線處若可以消失，會更能融入情境」等，如圖 8（b）。這些回饋也引發關於影像敘事的手法、影像解析度提升、與影像段落之連續性等反省與討論。



（a）

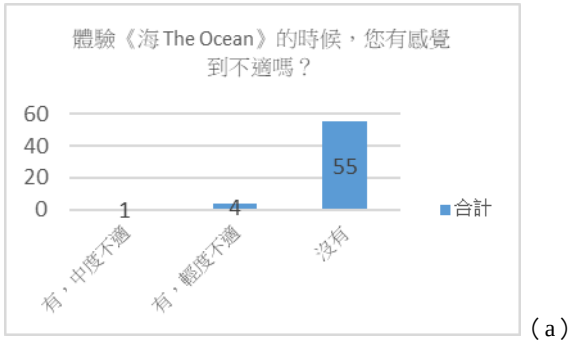
可以再加強，讓小朋友感受會更強烈
投影的連接線處若可以消失，會更能融入情境。
之前看過其他場次，所以略覺得海廢雕塑會影響沉浸式影片的視覺
畫質可優化
聲音太大聲
第一次看到這個場域的人潮，也看到無法入場的觀眾情緒不好，這是館方應該思考的問題。
夢想一個無干擾且時間較長的體驗
一直想找機會將似乎很細膩、很美觀的立體作品看得更清楚，但光線部分比較少可以讓大家看得更清楚。

（b）

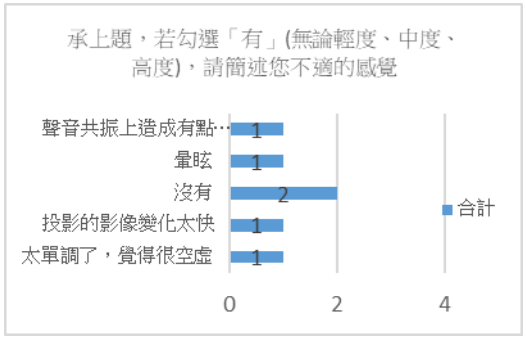
圖 8.《海：觀眾經驗問卷》：（a）哪個部分最需要調整或提升；（b）調整與提升的建議（部分答案）

3-5.4 觀眾觀展的舒適度

關於觀展時是否感到不適，如圖 9（a），在 60 位收案者中有 4 位感到輕度不適（6.7%），有 1 位感到中度不適（1.7%）。感到不適的原因包含：「暈眩」、「聲音共振上造成有點頭暈不適」、「投影的影像變化太快」等，如圖 9（b），此部分調查反映了沉浸式劇場在動態影像設計、聲響設計上須特別留意的部分—若影像變化太快速、或是聲音的共鳴太強烈，在沉浸式的空間中更容易讓觀眾產生不適感。



（a）



（b）

圖 9.《海：觀眾經驗問卷》：（a）觀展時是否感到不適；（b）觀展時感到不適的部分

3-5.5 其他回饋與建議

觀眾之其他回饋與建議包含：可以增加「海的反撲」段落設計、作品時間長度可以增加、關於環保議題呈現與議題性的深度應該再強化、實體裝置的展陳可以突破放置在展場中央的形式、可以容納更多海廢塑料於實體展陳等相關內容，在不同的面向上，皆得到寶貴的觀展回饋，如圖 10。



圖 10.《海：觀眾經驗問卷》其他回饋或建議（部分答案）

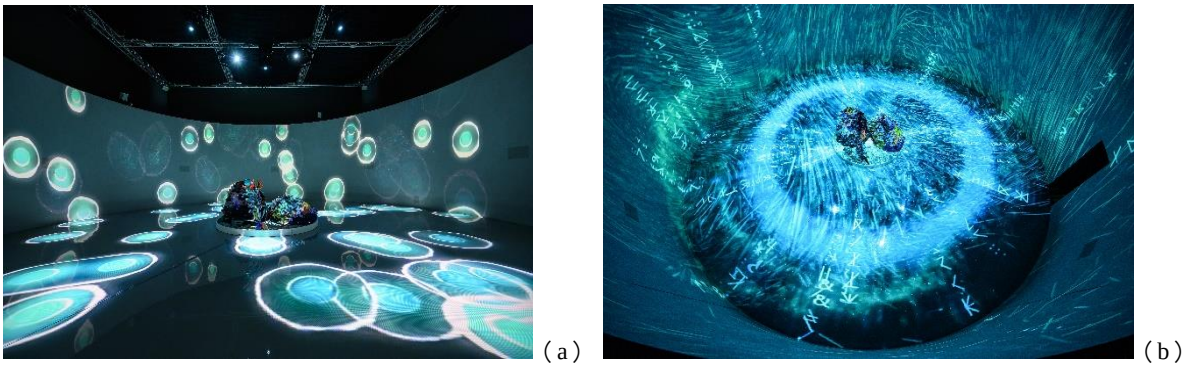
就以上之觀眾調查結果，本研究歸納：藉由文獻探討中所規劃之創新開發方向，我們能透過整合海廢現成物裝置、海洋大數據視覺化、AI 神經網路生成影像、聲音設計等技術，打造出「海洋永續議題結合沉浸劇場體驗」的沉浸式設計，且此開發與展示方式能獲得不錯的觀眾回饋。然而，在觀眾的回饋與建議中，我們亦理解到觀眾對於「議題深度」的渴求，也就是關於一件沉浸式劇場藝術如何能夠不僅提供聲光效果的體驗，更能提供具深度、且具有反思性的內容，此依然是生態議題融入沉浸式設計最大的挑戰性，也考驗設計師如何將生態污染的現況在展示內容中被妥善運用得宜並取得平衡。另外，關於「實體裝置與沉浸式影像的整合」如何能夠以更加協調、或是彼此對應的狀態下整合？所謂的整合似乎不只是影像與實體裝置在時間上的同步，而可能在於更具有敘事性的巧思和安排。例如：部分影像段落是否能將投影聚光於實體海廢裝置上，讓觀眾在某一段時間中，能夠屏息凝視海廢污染造成的現況？彙整上述的觀眾經驗分析，本研究獲益良多，也發現在沉浸式設計中，虛實媒介之間如何整合與協調，實為未來新媒體藝術創作與研究無盡的探詢。

四、創作過程與實驗記錄

以下歸納《海》的概念發想與運用的技術工具，藉此說明整合海洋生態議題與沉浸式劇場設計的探究過程。

4-1 四個影像敘事段落的發展

在《海》的創作初期，透過閱讀與資料查找，作者意識到海洋對於人類而言不僅僅是自然環境的表徵，更蘊含著多重意義。這一意識引導了《海》的四個敘事段落的發展，成為動態視覺設計、聲音設計與實體燈光裝置設計的核心架構與腳本。以下簡述《海》的四個段落組成，具有起、承、轉、合的意涵。



（a） （b）

圖 11. 生命之海：（a）細胞的初始與增生；（b）鯨魚與海豚的聲音與視覺化

（資料來源：由國立臺灣美術館提供，攝影師 ANPIS FOTO、王世邦）

4-1.1 段落一：生命之海

本段落是《海》的初始段落，呈現人類與海洋之間的原始聯繫、海作為地球生命的搖籃。在簡短的英文旁白後，影像浮現單一細胞、環繞展場一圈，並分裂為多個細胞（使用 Houdini 製作）開展敘事，象徵海洋作為生命的起源，見圖 11（a）。許多流動的粒子逐漸呈現，代表海洋中慢慢地發展出的浮游生物型態，作為海洋食物鏈的基礎（使用 Touch Designer 製作）。接著象徵魚群的粒子出現並流動，開始構成海洋生態系統的重要部分。接續是鯨魚與海豚的聲音與視覺化呈現一作為具智慧的海洋生物的代表，牠們的鳴叫聲構成一種莊嚴而深邃的情境，見圖 11（b）。最終，在本段落結束前，畫面轉為類似象形文字的視覺符號流動，象形文字暗示著人類文明的誕生，象徵人類逐步發展出溝通能力與觀察、紀錄大自然的知識系統。在展場中央的發光珊瑚裝置主要以藍色、藍綠色、紫色等漸變呈現，與第一段落的影像搭配，也隱喻生命緩慢發展的狀態。聲音設計上以具有情境感、希望感的音樂，搭配鯨豚的鳴叫聲進行配樂。

4-1.2 段落二：信息之海

《海》的第二段落為「信息之海」，探討人類在科學與技術的發展下，不僅能以肉眼觀察海，更進一步開始透過科技與數據來理解海洋。本段落使用臺灣海洋保育署的公開海域水質數 [2]，包含海域水質資料與全臺沿岸觀測站的位置資料，以上資料包含自 2002 年至 2023 年的大數據資料，主要內容包含：海域名稱（TYPE）、監測站站名（STATION_NAME）、採樣日期（SAMPLE_DATE）、海水溫度（TEM_WATER）、鹽度（SALINITY）、酸鹼值（PH）、懸浮固體（SS）、葉綠素 a（CHL_a）、重

金屬鎘（Cd）、鉻（Cr）、銅（Cu）、鋅（Zn）、鉛（Pb）、汞（Hg）等。作者透過 Processing 程式將上述多個數據資料進行整合與視覺化，意圖將台灣近海的海水品質數據以視覺化方式呈現於《海》的投影牆面。為了提供觀眾不同的理解，作者從兩個不同的觀點呈現海洋數據：

（1）微觀視角—見圖 12（a）：綜合所有觀測站的最新一筆的數據資料，將每一個觀測站的最新資料映射（mapping）於 3D 的空間中，並將溫度或懸浮微粒等相似的數據連接，形成花朵般的動態造形。背景運用 GLSL 語言撰寫海洋波浪的視覺效果，並隨時間而變化其色相。這個視角意圖將數據串聯並引發觀眾的想像力，著重於藝術表現，而非單純的數據視覺化。

（2）宏觀視角—見圖 12（b）：呈現自 2002 年以來累積的，超過 8,500 筆的海域海水品質觀測數據資料，透過取樣（sampling）與資料排列，比較客觀地展示出過去二十多年間觀測站所觀測的海水品質數值的變化。左上角的台灣地圖上以紅點同步顯示資料取得的地理位置，中央呈現波浪的模擬效果，右上角則為重金屬數據的視覺化。這個視角意圖呈現出數據的客觀性，著重於真實數據的陳列。

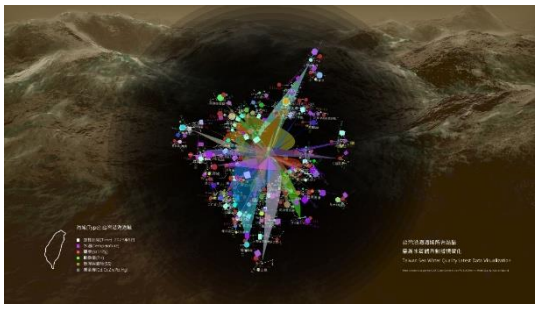
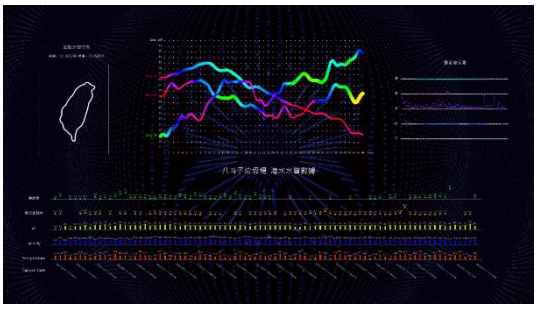

（a）

（b）

圖 12. 臺灣近海海水品質數據視覺化：（a）微觀視角；（b）宏觀視角

（資料來源：作者截圖 Processing 運行畫面）

上述的 Processing 資料視覺化設計透過 After Effect 與沉浸投影畫面整合。畫面中加入大量流動的 0 與 1，意圖呈現數位技術下二進位的技術環境，象徵當代人類已經被數據與感測資訊所包圍。這一視覺設計呈現出人類與自然的關係透過數據延伸至意識層面見，圖 13（a）、（b）。在展場中央的發光珊瑚裝置主要以黃色、綠色、紫色等色光輪流變換的方式呈現，此段落較為多彩的視覺化設計，隱喻數據的多樣性與豐富性。聲音設計上也以具有數位感、訊息感、資料傳輸感的電子聲響進行配樂。


（a）

（b）

圖 13. 資訊之海：（a）空間整體呈現；（b）發光珊瑚裝置與資料視覺化設計

（資料來源：由國立臺灣美術館提供，攝影師 ANPIS FOTO、王世邦）

4-1.3 段落三：反思之海

《海》的第三段落標誌著作品敘事的轉折，聚焦於人類活動所造成的生態破壞與污染。視覺元素包含枯死、發黑的珊瑚、混亂的海底環境、散落在海床上的塑膠袋，以及扭曲變形的海洋生物，如：海龜與魚類。這些影像皆由 AI 神經網路生成。作者運用 Stable Diffusion 與 Deforum 動畫工具，透過「文字生成動畫」的方式進行。動畫是以逐格方式生成，經過篩選、剪輯與分層特效處理，最終構成完整的投影影像。在本段落中，AI 神經網路扮演了「鏡子」的角色，透過生成動畫映照出人類、科技與自然之間錯綜複雜的關係，見圖 14（a）、（b），關於「AI 神經網路生成視覺作為人類活動的鏡像」的相關討論將於後段描述。而在展場中央的發光珊瑚裝置以紅色的呼吸燈方式呈現，隱喻當下人類碰到的環境危險與警示；聲音設計上以具有衝突感、細碎感、稍微雜亂的共鳴聲響進行配樂。



（a）



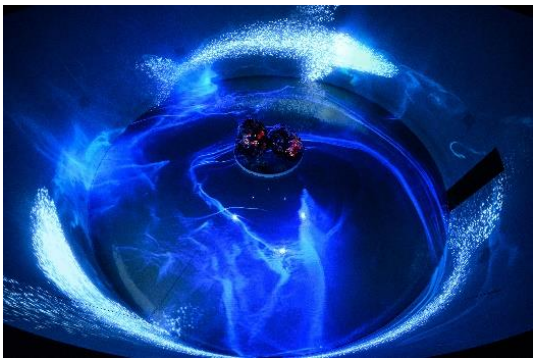
（b）

圖 14. 反思之海：（a）空間整體呈現；（b）發光珊瑚裝置與影像設計

（資料來源：由國立臺灣美術館提供，攝影師 ANPIS FOTO、王世邦）

4-1.4 段落四：希望之海

第四段為《海》的最後一個段落，意圖為整個沉浸體驗帶來正向與希望的結尾。「希望」與「期待」是推動人類科技進步最強大的力量。儘管人類正面臨前所未有的氣候變遷、海洋汙染等挑戰，然而唯有抱持對未來的希望，才能持續激發行動與解決方案。本段落描繪了一個人類與海洋和諧共存的未來，象徵陸地與海洋智慧的融合。畫面中，人類與鯨豚共同穿梭於粒子組成的海洋，象徵對海洋生態的尊重。此場景結合了使用 Blender 創作的粒子化的鯨豚與潛水員影像，共同交織於這個未來願景之中。接著，畫面轉變為兩隻巨大的鯨魚，以光粒子的型態迴游於圓形的展覽牆面上，搭配具希望感的音樂，提供觀眾巨大鯨魚在身邊迴游的體感經驗，見圖 15（a）、（b）。最終鯨魚化為閃爍的星空並逐漸消散，象徵人類對於浩瀚海洋的嚮往與探索。在展場中央的發光珊瑚裝置以藍色、藍綠色、白色等色光，以跳躍方式呈現，搭配本段落的希望感受。音樂在本段落中特別強調希望與未來感，以深遠而振奮的配樂為作品畫下句點。


（a）

（b）

圖 15. 希望之海：（a）空間整體呈現；（b）發光珊瑚裝置與影像設計

（資料來源：由國立臺灣美術館提供，攝影師 ANPIS FOTO、王世邦）

上述影像設計在初步完成後，在正式到館布展之前，作者陸續至 U-108 SPACE 現場測試三次。唯有在現場體驗從數位影像映射（mapping）為圓弧形的沉浸式投影狀態，才能真實體驗目前的設計效果並進行修正。

4-2 實體裝置與現成物的鋪陳

根據文獻探討中結合實體裝置於沉浸式劇場的意圖，《海》容納了以下兩種實體物件／裝置的設計。

4-2.1 發光紙雕珊瑚裝置與島型展示設計

為了加強《海》的沉浸感與真實感，作者在 U-108 SPACE 的中央設計了一座島嶼造型的展示。透過圓形木製底座乘載珊瑚骨、海砂與海洋廢棄塑膠打造如珊瑚般的造型，提供觀眾置身海底的感受，如見圖 16（a）、（b）。另外，作者也運用鐵絲、半透明描圖紙、玻璃紙等材料，採用捲紙雕塑技法製作紙雕珊瑚，如圖 17（a）。這些紙雕珊瑚以鋁擠型金屬作為支架，內嵌 Arduino 晶片、RGB LED 燈板與繼電器，可根據不同段落控制珊瑚的燈光變化，如圖 17（b）。透過 Arduino 程式設計將燈光的表演與四個沉浸式投影段落在時間上同步調控，就可讓紙雕珊瑚根據四段影像展現獨特的燈光效果與動態，增強觀眾的沉浸式體驗。例如：在第二段落信息之海，發光紙雕珊瑚裝置上的數據液晶螢幕會自動亮起，搭配地面投影的動態數據，創造出由展場中央延伸至外圍牆面的數據延伸效果，如圖 13（a）、（b）。


（a）

（b）

圖 16. 島嶼造型展示：（a）島型展示設計，作者自攝；（b）以海廢塑膠組裝的珊瑚造型

（資料來源：由國立臺灣美術館提供，攝影師 ANPIS FOTO、王世邦）

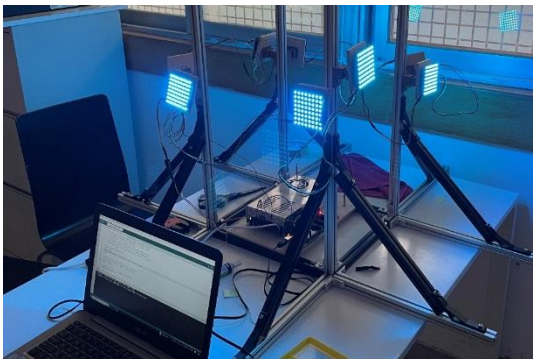

（a）

（b）

圖 17. 發光珊瑚裝置：（a）紙雕珊瑚設計；
（b）內嵌 Arduino 晶片、RGB LED 燈板與繼電器，根據不同段落控制珊瑚的燈光變化
（資料來源：作者自攝）

4-2.2 塑膠廢棄物組成的海豹頭骨雕塑

在 U-108 SPACE 的入口處，作者展示了一件以海洋塑膠廢棄物組成的海豹頭骨雕塑。這件雕塑的基礎造型來自自然科學博物館線上公開的 3D 掃描海豹頭骨模型。作者首先使用 3D 列印製作出一個薄殼結構，並將從台灣北海岸收集來的海廢塑膠碎片黏著於表面，展示時以紫光燈照射，讓表面上含有螢光劑的塑膠廢棄物能在黑暗中發亮，如圖（18）。在概念上，過去人類收集動物頭骨，部分象徵對自然的敬畏、部分代表對自然的征服與勝利。在這次創作中，作者以海洋廢棄塑膠覆蓋海豹頭骨，暗示著現代社會對自然環境的影響與污染。這件雕塑被放置於《海》展覽入口，作為進入沉浸式劇場體驗的序曲，也意圖強化本作品的反思性與批判性。


（a）

（b）

圖 18. 《海》入口處以紫光燈照射：（a）海廢塑料頭骨雕塑；（b）表面細節
（資料來源：（a）由林秋萍提供；（b）作者自攝）

4-3 AI 神經網路生成視覺作為人類活動的鏡像

AI 神經網路在《海》的第三段落–反思之海中扮演著關鍵角色，此技術既是反思的媒介，也是生成影像的媒介。作者以自己在台灣北海岸拍攝的海灘塑料污染的照片作為訓練資料，透過 Stable Diffusion 以「文本嵌入（textual inversion）」的方式進行風格學習，並生成與海廢塑料汙染相關的的視覺內容。在此概念下，由於 AI 所運用的污染影像皆來自於居民在北海岸的活動，AI 在此被視為一面鏡子，反映並放大臺灣居民對海洋環境的影響。AI 的影像生成能力提供了觀眾人類過去的行為是如何導致環境現況，也同時讓觀眾得以體驗這些影響所帶來的未來情境，如圖 19（a）。此時中央的珊瑚裝置以紅色的

警示燈效果，呈現出人類對環境的傷害、警示等意味，如圖 19（b）。在生成動態影像時，作者使用 Stable Diffusion 與 Deforum 外掛工具，藉由輸入文字（prompts）來生成視覺內容，文字包含：受污染的海洋海床、混亂的水下景觀，以及因污染而變異的海洋生物等。初次生成的動態影像解析度最高大約為 1080*1080 像素，藉由 Stable Diffusion 的放大（upscale）工具再將每個影格再次放大，才能達到 U-108 SPACE 所需要的影片解析度 5596*5596 像素，最後將動畫片段剪輯為完整的影片。《海》在第三段落運用 AI 生成動畫影像，藉由新型態的數位影像，呈現出人類與自然生態之間的交錯關係，透過實踐呈現出 AI 在當代藝術創作中可能扮演的角色，也展示其作為環境意識與批判性討論工具的新可能性。



（a）



（b）

圖 19. 反思之海：（a）以 AI 神經網路生成的影像與實體裝置整合的樣貌；
（b）中央的珊瑚裝置呈現出紅色警示燈的狀態
（資料來源：由國立臺灣美術館提供，攝影師 ANPIS FOTO、王世邦）

五、結論與建議

5-1 結論

《海》是國內少見以沉浸式劇場形式探究海洋生態議題的創作計畫，在 2024 年暑假期間獲得許多觀眾的社群迴響。作者運用多種影像處理軟體、程式設計、現成物組裝、裝置設計來構築沉浸式、反思性的觀眾體驗。在實踐中也整合「新媒體藝術作為社會創新實踐」的精神，讓觀眾以嶄新的體驗方式參與《海》傳達的內容與主題。對於創作者而言，沉浸式劇場的挑戰與機會皆在於：如何運用新媒體技術，使觀眾能夠被影像與聲音所包圍、能夠身處在情境與敘事「之中」，而非傳統的「觀看」。在這個脈絡下，無論是物理造型的塑造、影像內容的規劃以及聲音情境的設計，關鍵都在於如何為觀眾創造更具沉浸感的體驗—也就是「以感官經驗為核心」的設計形式。這促使新媒體藝術從「以技術為核心」的實驗，轉向「以體驗為核心」的探索。本研究的觀眾回饋也反映這個洞察，多數觀眾皆期待在具沉浸感的空間中體驗更深刻的內容與議題性，而非更絢麗的視覺效果。而在此條件下，創作者須關注的細節也更多了，例如：如何避免觀眾的不適、如何讓實體物件與影像有更好的展陳關係、甚至包含進場體驗的觀眾人數的控制。更廣泛而言，當新媒體藝術應用相對新穎的技術，則其技術應用的意圖、必要性與批判性尤為關鍵。例如：在《海》的第三段落—反思之海中，海洋汙染被作者以 AI 神經網路技術進行生成與再現，目的不僅是為了「新技術的展現」，而是意圖透過 AI 神經網路生成人類活動的「鏡像」，以此技術運用的意圖，來深化觀眾對於海洋汙染的理解與共鳴，也呼應本作品的「反思性」特質。

5-2 建議

在本研究過程中，作者體驗到台灣觀眾在關於沉浸式藝術展示的接受度極高，抱持好奇心、也普遍有好的觀展水平。觀眾在填寫問卷時能說出《海》與海洋永續議題的連結性，在回饋問卷中也不乏具有深度與獨特性的觀點。雖然每位觀眾的意見有所不同，但正因為沉浸式劇場所能帶來的多元感官經驗，也讓觀眾討論的內容得以更加多元，提出關於海洋議題的不同看法。《海》在社群媒體上所引發的分享與討論，讓具反思性、沉浸式的科技藝術創作能有更高的參與度和討論度，也讓此作所闡述的議題性得以被看見。透過本研究，我們理解到沉浸式劇場藝術所涵蓋的多元藝術形式與身體經驗，例如：身體知覺的體現（embodiment）、聯覺共感（synesthesia）、虛擬與實體的整合設計、網路參與、資料視覺化與聽覺化、跨領域實驗等，與不同的反思性議題的結合，依然有非常多的可能性，也有待創作者進行更深入與多元的探究。

註釋

1. 新生態典範（new ecological paradigm, NEP）是環境社會學中用於衡量人類對環境關係的核心信念系統。NEP 透過量表工具成為評估環境態度與行為的重要指標，廣泛應用於環境教育、休閒研究與永續發展政策分析。
2. 臺灣海洋保育署海域水質監測數據：
   https://iocean.oca.gov.tw/OCA_OceanConservation/PUBLIC/Marine_WaterQuality.aspx

參考文獻

1. Bowers, J. (2012). The logic of annotated portfolios: Communicating the value of ‘research through design’. *Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference* (pp. 68-77). New York, NY: Association for Computing Machinery.
2. Candy, L., & Edmonds, E. (2018). Practice-based research in the creative arts: Foundations and futures from the front line. *Leonardo*, *51*(1), 63-69.
3. Carmichael, J. T., & Brulle, R. J. (2018). Media use and climate change concern. *International Journal of Media & Cultural Politics*, *14*(2), 243-253.
4. Dixon, S. (2007). *Digital performance: A history of new media in theater, dance, performance art, and installation*. Cambridge, MA: MIT Press
5. Dourish, P. (2001). *Where the action is: The foundations of embodied interaction*. Cambridge, MA: MIT Press.
6. Hakvoort, G. (2013). The immersive museum. *Proceedings of the 2013 ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces* (pp. 463-468). New York, NY: Association for Computing Machinery.
7. Hansen, M. B. (2012). *Bodies in code: Interfaces with digital media*. New York, NY: Routledge
8. Hurrell, C., Chai, A., Green, H., & Bradley, G. (2024). Virtual reality facilitates pro-environmental behavioural intentions. *Environmental Education Research*, *30*(10), 1856-1883.
9. Komianos, V. (2022). Immersive applications in museums: An analysis of the use of XR technologies and the provided functionality based on systematic literature review. *International Journal on Informatics*

Visualization, *6*(1), 60-73.

10. Lee, L. (2022). Worlds unbound - The art of teamLab. Bristol: Intellect.
11. Li, J., Wider, W., Ochiai, Y., & Fauzi, M. A. (2023). A bibliometric analysis of immersive technology in museum exhibitions: Exploring user experience. *Frontiers in Virtual Reality*, *4*, 1240562.
12. Manovich, L. (2001). *The language of new media*. Cambridge, MA: MIT Press.
13. Manzini, E. (2007). Design research for sustainable social innovation. In Michel, R. (Ed.), *Design research now: Essays and selected projects* (pp. 233-245). Berlin: De Gruyter.
14. McGinity, M. (2018). Immersive media for environmental awareness. *IEEE Workshop on Augmented and Virtual Realities for Good* (VAR4Good)(pp. 1-5). Reutlingen: IEEE.
15. Omstedt, A. (2020). *A philosophical view of the ocean and humanity*. London: Springer.
16. Pachauri, S. (2014). Household electricity access a trivial contributor to CO2 emissions growth in India. *Nature Climate Change*, *4*(12), 1073-1076.
17. Ruscella, J. J., & Obeid, M. F. (2021). A taxonomy for immersive experience design. *Proceedings of the 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network* (ILRN)(pp. 1-5). Eureka, CA: IEEE.
18. Said, I., Stanbury, A. J., Delhagen, E., & Kang, H. (2023). Immersive climate narratives: Using extended reality to raise climate change awareness. *Proceedings of the 29th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (pp. 1-2). New York, NY: Association for Computing Machinery.
19. Scrivener, S. (2022). The art object does not embody a form of knowledge revisited. In C. Vear, L. Candy, & E. Edmonds (Eds.), *The routledge international handbook of practice-based research* (pp. 277-291). New York, NY: Routledge.
20. Thoma, S. P., Hartmann, M., Christen, J., Mayer, B., Mast, F. W., & Weibel, D. (2023). Increasing awareness of climate change with immersive virtual reality. *Frontiers in Virtual Reality*, *4*, 897034.
21. Trope, Y., & Liberman, N. (2010). Construal-level theory of psychological distance. *Psychological Review*, *117*(2), 400.
22. Yuhu, T., Dawam, Z. A. Md., & Zainal, S. (2024). Immersive theatre: A comprehensive review and future direction. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, *22*(2), 3767-3775.
23. Zhang, C. (2020). The why, what, and how of immersive experience. *IEEE Access*, *8*, 90878-90888.
24. 李炳曄（2023）。海廢現成物裝置：後數位的人類世藝術反思。*感性學報*，*11*（2），46-76。
    Li, P. Y. (2023). Installation of ready-made marine debris: Artistic reflections on the post-digital issues in the anthropocene. *Journal of Kansei*, *11*(2), 46-76. [in Chinese, semantic translation]

The Ocean – The Virtual and Physical Integrated Practice of A Reflective Immersive Theater

Ping Yeh Li

Department of Arts and Design, National Taipei University of Education
pingyehli@gmail.com

Abstract

The Ocean (2024) is a reflective, immersive, and multimedia-integrated theatrical project, exhibited at the National Taiwan Museum of Fine Arts' U-108 SPACE from May to September 2024. This project incorporates various technologies, including ready-made installations, data visualization, AI neural network-generated dynamic imagery, and the integration of paper-sculpted coral installations with immersive projection design. *The Ocean* explores four thematic segments—Life, Information, Reflection, and Hope—presenting the multifaceted significance of the ocean in human civilization and inviting audiences to contemplate the dynamic relationship between humanity and the ocean.

This study adopts a practice-based research approach to elaborate on the conceptual and technical development of *The Ocean*, while documenting the exhibition and analyzing audience experiences. Audience feedback provides insights into ecological reflection in immersive theater, highlights key aspects of audiovisual design in immersive spaces, and underscores the potential of new media art in addressing sustainability and pollution issues. Through practice, exhibition, and reflection, this research advocates for a shift in new media art creation from "technology-centered" experimentation to "experience-driven" exploration. Under these conditions, the hybrid integration of virtual and physical design presents both significant challenges and immense potential.

Keywords: Immersive Theater, Algorithmic Audiovisual, Data Visualization, New Media Art, Ecological Reflection.