

1. 計劃實施成果

本計劃以人類在「太空探索」進程中相關的藝術實踐為主軸，包含創作與研究環節，並與麻省理工學院及Zero-G公司合作。創作部分以應用無重力特性開發的穿戴式音樂介面《浮游共鳴體》於美國實地參與「無重力飛行」項目，研究部分則以「太空藝術」為主題，爬梳在藝術與設計領域，因太空科技發展而得以實現的創意表達，經由參訪、座談、出席太空研究課程與研討會等方式搜集資料，並將部分成果轉化為短篇介紹與長篇專題文章，為此新興領域的中文化進行初步統整。

a. 創作紀錄

麻省理工媒體實驗室「太空探索倡議」小組與Zero-G公司合作的無重力飛行，主要是開放給專業科學、科技應用研究項目在無重力狀態下進行測試。每一個人參與無重力飛行的成本，以一個機位來估算大約是8000美金。但每年「太空探索倡議」會開放少數參與名額給藝術計畫，唯申請者需要參與半年的前置課程培訓，包括太空發展相關科技與產品的設計、電子電路、太空生命探索、天文物理、數位建模與模擬、NASA太空人座談會...等等內容，每一個小環節都有必須通過的測驗，在完成所有測驗並經歷兩次由現役與退役太空人、學者、研究人員組成的審查委員會議，判斷在計畫創新性、完整度、安全性都過門檻後，才可獲得最終登機的機會。

零重力飛行，又名無重力飛行(Weightless Flight)或即拋物線飛行(Parabolic flight)，是在近地面環境(平流層以下)感受太空宇航員失重體驗的唯一途徑。乘客將在短時間內處於失重狀態，達到如在太空漂浮般的感覺。飛機會在約2萬4千英尺高度做傾斜45度爬升，向上飛行時人們會感受到兩倍的自身重量。在達到3萬4千英尺左右時，飛機的發動機功率驟降開始弧度滑翔，此時乘客將體驗到長達22-30秒的失重感覺，親身經歷脫離地球引力的奇妙感受，在空中隨意旋轉倒立。飛機在接近2萬4千英尺時會慢慢改為平緩飛行，為下一次爬升做準備。

「零重力飛行」通過沿拋物線路徑產生20-30秒的微重力和超重力交替短時，同時保持在正常的「巡航」高度。我將參與的飛行項目包括20個這樣的拋物線，混合了月球(1/6重力)、火星(1/3重力)和零重力。這將是一次難得的機會，可在不進入軌道的情況下體驗真正的失重和不同的重力環境。零重力飛行項目除了科研功能外，也不乏藝術創作計畫。其特點之一即是關於在藝術中起著基礎性的「垂直性(Verticality)」的美學探討。

過去50年來，零重力飛機的拋物線軌跡為太空探索和相關研究提供了一塊重要基石。此項目中相當重要的一個基礎認識，是要區分「自由落體(free-fall)」和「失重(weightlessness)」。即使在軌道飛行中，例如當飛機在地球表面上方300公里軌道運行，重力也只比海平面略小(9.37m/s²，而海平面為9.81m/s²)。因此，儘管「微重力」、「零重力」和「失重」等術語經常被用來描述太空人在自由落體時的感覺，但在應用於軌道飛行(和大氣層飛機操縱)時，於技術上是不夠精確的。在地球軌道上的零重力飛機，於引力作用下會不斷向地面墜落，但又因被賦予了足夠的前進速度，使其向地表和與地面平行的速度之和會與地球等距。飛機向下墜時，地球其實是在其下方彎曲行進。乘客會認為自己是失重的，因為他們是在與飛機相同的引力場影響下而下降，所以飛機對乘客沒有反作用力。

零重力飛行的拋物線軌跡設計，使飛機在相對於地球俯仰的情況下，仍能產生恰到好處的升力和推力，分別沿飛機垂直軸(z)和縱向軸(x)產生適當的加速度。沿z軸(飛機垂直向量)，飛機對乘員的反作用力和乘員的重量之和產生的淨重力為0g或1.8g。沿x軸(飛機縱軸)，則會有一個乘員重量的分量，使乘員相對於機身向前或向後滑動。因推力被調整為「飛機沿x軸加速度」與「乘員自身加速度」相匹配，因此乘員不會相對於飛機移動。透過機身中的重力感應器測量其重量與飛機通過乘員身體施加的淨反作用力之間的差異時，我們將觀察到，沿z軸，此差值在飛行的兩個階段分別為1.8g和0g。沿x軸，飛機的加速度抵消了在該方向作用的重量分量。飛機的俯仰角速度小於每秒3度，勉強達到人類的探測閾值。因此，儘管飛機相對於地球的俯仰角變化很大，但機上乘客所體驗到的卻是沿垂直軸(垂直於機艙底部)的重力水平變化，幾乎感覺不到旋轉。

最終我所完成的無重力飛行項目，是以日益增多到現今難以忽視的「太空垃圾」為主題的穿戴式音樂介面開發計畫。今天每年有上千顆非屬於國家集團的微型衛星經由不同管道發射升空，其中一部分會因遭遇漂浮於地球軌道的太空垃圾撞擊而損毀，有些便也成為新的太空垃圾。這些人造物的品項與材質也日益多樣化，彷彿是在這遠離地表的地軌道創造了人造新景觀一般。本次創

作計畫與台灣技術協力團隊「穀米機工」合作，整合電子電路、感測元件與裝置設計，並利用在地工業耗材成為此計畫中「無重力樂器」的發聲材料，我將此項目命名為《浮游共鳴體》，伴隨著以下介紹：

微重力/超重力(microgravity/hypergravity)如何塑造我們對「失重聆聽」的感知體驗？能如何尋求利用將聲音這一空間觀點視為一種獨特參數的權利？本計畫由設計「擴增音樂介面(augmented musical interface)」出發，探索微重力下的陌生時刻。研究與串連「太空探索」相關主題的內涵將是此計畫的核心關懷。

在拋物線飛行中的無根狀態是「浮游性(pecarity)」的隱喻和生成方法。韋伯字典將Precarity一詞描述為「取決於他人的意願或樂趣」，源自拉丁文的祈禱。它是「我們這個時代的景況」，也是一整個階層的決定性特徵—即「浮游者」們。我將這種岌岌可危的空間性和微重力造成的感官錯置，視為一種新興的、關於空間探索的聲音思考和想像形式。此裝置可以作為一個穿戴式設備，並對表演者的身體動態做出反應，也可以作為一個具有失重特性的自主設備獨立運行。

《浮游共鳴體》中的穿戴式音樂介面，其設計理念源於「雨棍」—一種南美洲土著人用來祈求水源的古老樂器。雨棍的聲音是對自然現象的模擬。雨棍通常是由日常生活周圍的原材料製成。例如，將仙人掌的針頭敲回仙人掌的莖部，然後倒入小豆子等顆粒，使這些顆粒在裝置中彈跳，從而產生豐富的聲音。早期很多部落的原住民認為，只要彈奏這種樂器就能召喚風雨、避免干旱。隨著科技的發展，如今類似的樂器有塑料、PVC、紙、木片等不同材料製成的版本。我將應用工業材料與人造現成物，輔以數位構築(如3D列印、電路設計)工具來完成，並將鐵鋁罐、保麗容等人工製品切成顆粒，與日益增多的太空垃圾進行對比。我將原來雨棍中的釘子換成棍狀拾音器，用以捕捉顆粒撞擊時的壓電信號。我們可以佩戴這樣的樂器，在無重力或微重力環境中，感受到由於使用者的力道而不斷變化和反彈的原材料碎片和這些「碎屑」所產生的動態。

b. 研究紀錄

於本計畫研究過程中，我將研究主題重新收斂為：太空科技發展與太空探索進程如何與藝術及設計領域產生交集？

與太空連結的當代藝術會是什麼樣子？自古以來，浩瀚星空對於僅能於地表生活的人類來說，都是極富詩意、熟悉又神秘的存在。當全世界的人都仰頭望向天空，面對著充滿未知的遙遠世界，無數神話、故事與創作皆為此而生。時至今日，「太空」已不再是遙不可及的地方。儘管人類探索外太空的歷史不過短短數十年，但早在人造衛星被送出大氣層之前，藝術家們就已在想像逃離地面、奔向天空。

宇宙深處的具體形象，儘管我們竭盡所能去觀測，仍需仰賴想像力來再現科學數據。事實上，大眾對於外太空的想像，從五顏六色的星系、外星文明，到太空裝、航空器、衛星及太空站等人造物，大都來自前人在藝術與設計領域的推測，並經由政治宣傳、大眾媒體與流行文化傳播(如影視作品、遊戲、小說等)而不斷累積、深化。以美國畫家切斯利·博內斯特(Chesley Bonestell)早年描繪外太空場景的作品為例，因其畫作過於逼真，看起來就像是未來太空人所拍攝的明信片，以至於當時的人們認為這不僅僅是幻想，而是一種對20世紀太空探索的預示，對後世科幻作品中的美術與插畫影響深遠，並啟發了無數科學家、工程師和太空人。

計畫執行期程中所彙整的主要研究資料，可分為兩大類別—「發展領導者的太空技術(Space Technology for the Development Leader)」以及「科幻太空未來原型(Prototyping our Sci-Fi Space Future)」，分別來自麻省理工媒體研究室「太空增能(Space Enabled)」小組及其負責教授Danielle Wood，以及「太空探索倡議(Space Exploration Initiative)」小組及其負責教授Ariel Ekblaw。過程中除了與研究人員、教授、利益關係者多方交流外，也曾至休士頓的NASA Space Center參訪以獲得更全面資訊，並觀摩此類場館如何轉譯專業術語及研究成果為科普資訊與大眾溝通。

我將許多相關資訊中文化後，建立了以科普性質為主的「太空藝術」資料庫，相關發文與專題可見於不同數位平台，詳情可參考附件。

2. 整體效益

與台灣技術協力團隊「穀米機工」合作，整合電子電路、感測元件與裝置設計，並利用在地工業耗材成為此計畫中「無重力樂器」的發聲材料。

經由研究與訪查，與「太空增能(Space Enabled)」與「太空探索倡議(SEI)」小組建立進一步合作關係，並進一步理解「太空探索」如何從太空競賽時代，由一種排他性的、昂貴和狹隘的嚴肅追求，逐漸轉變為包含一系列廣泛可能性的群眾參與活動。

轉化研究過程的媒體經營與專題文章，可讓公眾能感覺到「宇宙探索」並非那麼遙不可及的領域。經由每月3000人次瀏覽的融聲創意線上平台，發布與太空藝術相關之短文，藉以與大眾溝通同時建立可供索引之資料庫雛形。專題文章除刊登於融聲創意工作室的數位平台外，也與「藝術收藏+設計」雜誌合作，將於十一月份起每月以專欄形式刊載「太空藝術」專文。

3. 綜合檢討

「太空藝術」於此計畫創研過程中，初步可分為三種形式：推測太空未來、太空探索、無重力狀態(垂直性)等三種面向。

雖然現在有時在國際上一些展會、媒體藝術節與研討會上，不時會出現「太空藝術(Space Art)」一詞，但實質上更像是「與太空有關的藝術」，或者可說是「太空」與「藝術」的交集。有些被描述為「太空藝術」的計畫，是建立在對太空的想像或模擬，例如物體漂浮感、賽博龐克設計、水下影像、3D模擬等。在與科研單位合作的項目中，通常是需要以「太空」為場域，透過太空才擁有的特徵(例如無重力等)才能實現的藝術表達形式。在缺乏科研機構支持的情況下，藝術家們若想以「太空」為主題來借題發揮，往往難以進入「太空探索」領域的窄門，獲得相關機構的關注。

通常對於太空發展中各項資本、技術、人力投入而獲得的成果，外溢至其他領域的現象，會稱為「副產品 (spin-off)」。而藝術與設計，對許多科研單位來說，仍舊是一種衍生的、非主要的成果。儘管如此，更多人也意識到，藝術項目是與公眾溝通、產生共感、獲得輿論支持等需求中效益頗佳的途徑。可以說，「太空藝術」的獨特之處在於它允許我們自由想像、建立和部署大膽的願景，超越大多數學術資助的合理限制。

在探索太空的進程中，無論是解讀衛星圖像、從外太空回望地球，或是身處地面、遙想在宇宙的生活樣態，都是推動技術突破與社會變遷的情感動力。每當我們更接近太空一些，探索的成果與過程，以及人們為理解這些龐大事物而進行的創造與發明，都會反過來影響下一輪的藝術表達，深入每個世代的文化之中，從美學與題材上反映了人與宇宙的關係演進。

本計畫將仍定義模糊的「太空藝術」，視為舊時代與現代影像的體現，經由選介以太空為題的推測性案例，探討藝術創作如何能被視為太空探索的催化劑，進而利用科技來重構敘事，透過創作的寓言性，從人類釀成的危機中提取教訓。執行成果則展示了「太空藝術」在促進跨學科合作上的潛力，以及藝術創作如何在太空探索過程中創造更多元的視角。正是因為太空探索的發展，與軍備競賽、地緣政治、經濟利益高度相關，因此，在商業化契機使宇宙成為等待被開拓的「新邊疆(new frontier)」時，能不為特定價值觀服務的藝術實踐，反而能另闢蹊徑，給出有別於「征服宇宙」這類殖民語言的答案。從氣候變遷到貧富差距，我們已見識到要解決這些人類製造出的問題有多困難。而在太空，我們有機會從一開始就做出更好的選擇。