

【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PAG1100175

學門專案分類/Division：生技農科

執行期間/Funding Period：2021-08-01 ~ 2022-07-31

生物科技藝術課程之教學與學習最佳化

Optimization of the teaching and learning of biotechnology art course

計畫主持人(Principal Investigator)：蕭育源

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

陽明交通大學生物科技學系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2022.09.12

生物科技藝術課程之教學與學習最佳化

Optimization of the teaching and learning of biotechnology art course

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

陽明交通大學生物科技藝術課程是由四位老師共授的一門新創課程，授課老師們的組成橫跨生物科技學院與人文社會學院，包含生物科技學院分子醫學與生物工程所蕭育源與黃兆祺教授、人文社會學院應用藝術研究所賴雯淑教授以及生物科技學系麥如村教授。此跨領域課程目設定為「**素養導向**」之課程，目的為提升學生的藝術素養，加強學生對於生物科技之美的認知，讓學生回想起喜歡生物科技的初衷，也將加強學生的獨立思考能力來對先進生物科技衍生出的人文與倫理議題以藝術創作的模式進行討論與批判，也因此這門課的上課內容涵蓋了以下三個面向，即生物科技技術與原理、生物科技相關社會議題以及了解生物藝術進展與各種形式的創作方法實作，如下圖所示：



圖一：生物科技藝術課程的三大主要內涵以及相關實例

此課程為三學分課程，授課的方式可區分成三種模式：(1) 講授型的授課 (2) 實驗或實作類型的授課 (3) 學生自主創作期末生物科技藝術作品。授課的時間進程如下圖所示 (由左至右代表學期初至學期末)，初期以教師講課為主而末期則以學生實作創作作品為主，在學期末將有以藝術作品展的方式呈現學生學期學習成果及自主創作之生物科技藝術作品。此課程設計涵蓋了(1)做中學(learning by doing)¹ (2)團隊本位學習 (Team-based learning)^{2, 3} (3)專題本位學習(Project-based learning)⁴ 三種教學理論，細節與優化方式將於文獻探討章節中詳述。



圖二：生物科技藝術課程的授課模式與進程，由左至右為學期初至學期末，學期一開始老師們會講授生物科技藝術創作的最新發展以及各種生物科技的技術原理，期中則是老師們會帶領學生進行實驗以及體驗生物類型的藝術創作媒材，期末則是學生進行實體創作並以藝術展的方式發表作品。

依據課程的執行特色而言，此課程屬於「**素養導向**」之課程，此教學精進計畫即是為了解決此課程所遭遇的問題來優化此課程，讓學生的學習更貼近於我們預期的學習成果(Intended Learning Outcomes, ILOs)，同時我們也將建立一個良好的跨科技與藝術領域之教師合作授課模型，以供全國跨領域教師們做為參考。最終我們將以「**期末藝術作品之成熟度**」以及「**問卷調查法**」兩種方式來評量此計畫的執行成果，了解課程問題是否獲得解決。而此課程目前所遭遇的問題有四個，詳述如下：

問題一、藝術創作之模式與範圍界定

什麼是生物科技藝術？哪種作品才是屬於生物科技藝術範疇？

由於此課程是全台灣第一個開設的生物科技藝術課程，也是頭一次開在生物科技學院的藝術類型課程，此課程的概念相當創新，不僅授課內容未被定義，而且到目前為止生物科技藝術的範圍界定也不明確，也因此如何加強學生對於課程的認知是這門課所需解決的第一個問題。此外，學生在進行創作時的作品是否屬於生物科技藝術範疇？如何定義一個作品確實屬於生物科技藝術範疇也是一個急迫需要解決之問題。

問題二、課程順序與時間分配

- (1) 非生物科技領域學生之課程難度 (2) 課程內容是否貼近生活並利於期末創作
(3) 該安排何種實驗課程 (4) 授課時間、實驗與實作時間之比例分配

雖然此課程為三學分的課程，但由於課程內容涵蓋了生物科技與藝術觀念的傳授，也包含了科學實驗實作以及學生自己的創作，因此造成課程的順序以及時間難以分配，再加上學生的背景差異非常大，過去也有護理系、機械系、電機系以及應化系等學生加入，更加使得課程難以編排，目前最主要的問題有以上綠色字所呈現的 4 項。如何重新排列課程順序、難度，與重新分配時間，也是此門課程需要解決的問題之一。

問題三、實驗課程與期末作品之創作經費

實驗課程與學生創作的經費來源

生物科技藝術課程在課程進行中有著實驗課程，需要實驗的耗材，此外學生需要繳交期末作品來做為此課程的重要成果，其過程皆需要經費來支持，而此課程之經費的來源不定；而在過去的課程中，經費的支持不足也限制了學生的創作深度。也因此如何找尋合適且穩定的經費來源為重要的課題之一。

問題四、課程的評量方式之公平性

老師們依自己喜好為創作作品評分夠客觀嗎？

在過去此課程的評量構成如下：出席與參與討論(20%) + 創作提案與期中進度報告(15%+15%) + 期末成果發表(50%)。因為這們課程是藝術創作課程，其實很難用量化或考試的方式進行評量，所以評量的方式主要是藉由四位老師的主觀評分，雖然說四位老師評分後平均有某種程度的客觀性，但是否有更好的方式來評量學生的學習成果呢？也因此如何找出一個方法來更加公平客觀的評量學生的學習成果也是一個重要的議題。

2. 文獻探討(Literature Review)

此生物科技藝術課程的除教師口述性 (Lecture-Based Learning) 的教學之外，也使用三種不同教學方式進行。如 (1) 做中學(learning by doing)¹ (2) 團隊本位學習 (Team-based

learning)^{2,3} (3) 專題本位學習(Project-based learning)⁴，此三種教學方式的定義以及這些方式在此課程中如何使用與優化的描述如下：

(1) 做中學的課程概念¹

從做中學(Learning by doing)是美國教育學家杜威 (John Dewey) 所提出的一種教學概念，即是教育必須要注重實際經驗，要從做中學學習。

課程有用到做中學的地方與優化方式：此課程有兩部分會使用的做中學的概念，即期中的各種生物科技相關之科學實驗以及期末藝術創作（此部分也為專題本位學習，於之後專題本位學習章節討論），實驗課程如以下四種：(1) 生物塑料實驗：生物相關培養基應用於創作的實際做例 (2) 培養自己身上的細菌：直接培養身上細菌並另利用細菌來設計作品 (3) Microscope and art at microscopic scale：利用顯微鏡觀察動植物細胞或其他微生物 (4) Neuron SpikerBox Bundle：神經生物學相關實驗。所以做中學在此課程中佔了很大的部分，我們這學期針對做中學的優化方式有兩種，第一種為增加實驗實作，第二種為邀請有經驗的科學家或創作者分享他們實作之經驗，兩種作法皆獲得良好成效。本次課程邀請到的專家經驗分享有兩人，其一為清華大學科技藝術研究所的曹存慧教授，另一位為原本是生物科技學系本科生轉藝術之學生，臺北藝術大學新媒體藝術學系研究所之劉禹廷，兩位的分享接獲良好之回響。兩位分享者之分享題目與投影片可參考附件六與附件七 (p.21 與 p.22)。

(2) 團隊本位學習 (Team-based learning)^{2,3}

團隊本位學習(Team-based Learning)是一種將班級分為多個小的團隊，團員個人需要獨立思考，而團員與團員間則會利用團體自學、集體討論、發表意見...等方式來學習並解決問題。

課程有用到團隊本位學習的地方與優化方式：在這個課程中我們採此學習法之「異質分組法」，將不同背景的學生放入同一組中，讓較熟悉的學生帶領較不熟悉的學生前進，並交換彼此專長之知識，讓學習效果更佳。今年的組別皆由一個生命科學相關科系的成員來搭配另一位人文相關科系的成員，在課堂的一開始即以組別為單位學習，同組成員相鄰而坐並彼此學習。這樣的分組方式成效良好故此次課程照往例進行分組而並無特別進行優化。

(3) 專題本位學習(Project-based learning)⁴

專題本位學習聚焦於「從事某些事物」(doing about something)來取代單純地「學習某些事物」(learning about something)⁴，學生需接受一個任務，此任務具特定目標，學習者需建構知識，並進行實驗並嘗試的去解開問題，最終即可達到目標、完成作品以及闡述發現。

課程有用到團隊本位學習的地方與優化方式：這門課學生須進行專題計畫，即生物科技藝術期末的藝術作品創作，學生需要先明白什麼是生物科技及如何以此為材料進行藝術創作，隨後須確定自己要在作品中傳達生物科技議題相關批判之概念，也就是主題，最後需要利用生物相關材料來將此概念具現化，而作品也需要藝術創作之美感。這種形式之專題本位學習非常契合我們的課程，讓學生可以思考並且實作，故使用之。這學期的主要是針對藝術作品創作的評量方式進行優化，除原本的老師評分之外，我們也額外使用了學生間的同儕相互評分 (Peer review)以及邀請校外專家加入評分，這學期邀請了兩位藝術創作者暨策展人加入，分別是藝術創作者暨策展人關凱宇先生以及藝術家李姿伶小姐，以上做法讓我們的評量方式具多樣性且更加客觀。

3. 研究問題(Research Question)

在此教學實踐計畫中，我們的研究問題是「我們所嘗試的教學問題解決方法是否能夠達到生物藝術課程的優化？」，期望優化後的課程可以永續發展，也因此課程涉及多種社會議題之探討，故可並協助我們達成聯合國之 SGDs 的第三、第五、第十、與第十六項永續發展目標：健康與福祉、性別平權、減少不平等及和平正義及健全制度。生物科技藝術課程的授課有前述的四種問題，我們依據過去兩年的授課經驗，以及四位授課老師間的討論找出多種方式解決目前四大授課問題，最後再藉由學生期末作品表現以及問卷調查法來檢視我們是否真的將課程優化，目前規劃之四大問題解決方式規劃如下：

問題一、藝術創作之模式與範圍界定

解決方式(1)：建立生物科技藝術資料庫讓學生可以學習參考

為讓學生了解目前生物科技藝術的進展及過去優秀作品，我們與陽明交通大學研究中心-白色設計計畫合作，並與授課教師之一的賴雯淑教授所主持之科技部計畫（先後採用「封閉式專業編寫法」與「開放式協同寫作法」之於「生物藝術資料庫」所能產生的反饋成效）一起進行生物科技藝術資料庫的建置，來加強學生對於生物科技藝術的認知，目前此資料庫收錄了大於 300 件生物科技藝術相關的作品資訊，作品內容涵蓋廣泛，亦為全台灣第一個生物科技藝術相關的重要資料庫(資料庫網址：<https://bioart.nycu.edu.tw/>)。我們將會把此資料庫的內容導入教學，讓學生可以大量觀察與研究過去具有代表性之生物科技藝術的作品，多面向的了解生物科技藝術作品的呈現方式，並且將這些資訊融會貫通應用於自己本身的生物科技藝術作品之上。此外，我們也會要求學生以組為單位，建立一筆新的生物科技藝術作品資料後加入到資料庫中，擴充此生物科技資料庫，讓教學與資料庫的建置相輔相成。最後，學生本學期的期末創作作品也將寫入到資料庫中，讓社會大眾也能夠看到學生的創作。



生物科技藝術資料庫

解決方式(2)：明確定義創作範圍的要求

我們明確定義生物科技藝術作品之創作範圍要求，讓學生有實例可以遵循，對於學生的創作範疇我們訂立了六項要點，學生創作時須符合以下六項條件中的五項，第六項為必需條件：要點一、題目需與生物或生物科技相關議題。要點二、藝術獨創性（創作模式不限定但不能僅是 ppt 呈現）。要點三、創作需具有批判思考與反思。要點四、具備藝術性（美學）。要點五、使用生物科技作為素材或創作工具。要點六、須以完整的報告方式來呈現作品，若為二創必須要有出處。最後也要求學生需填寫實驗與創作記錄本作為紀錄與評分參考。

問題二、課程順序與時間分配

解決方式(1)：生物科技原理相關授課主題與時數調整

這次的授課課程內容與順序重新更新，主要改變是由小到大的順序來介紹生物相關內容，由分子層級的科普分子生物學開始，到細胞層級與生命定義後接續基因編輯、神經與疾病、病毒生活史、最後到個體層級的實驗動物管理與福祉。讓學生可以漸進學習生物科技相關知識，加強知識建構，我們也刪減部分困難且難以融入創作的課程來減低課程的難度及學生負擔。

解決方式(2)：授課、實驗與實做比例調整

為了讓學生可以更容易連接生物科技與藝術，我們增加了實作的實驗課程，確實讓學生知道那些實驗素材可用在他們未來的藝術創作上，所以我們的實驗課程從原本的顯微鏡使用與創作、細菌培養兩種，額外新增了濕軟件-培養基材創作、神經生物學相關實驗-Neuron SpikerBox

Bundle，希望同學可以用身體去體驗生物科技實驗並且將相關實驗應用於期末作品上。

解決方式(3)：增加校外教師或藝術創作者的創作經驗座談分享 (生物科技與藝術連結)

過去課程上有個問題，學生們知道生物科技的技術，也知道藝術創作的的方法，但是就是不知道如何將這兩者連接起來做成一個作品；有時候則是無法把自己抽象的概念實體化變成一個作品，也因此我們邀請了兩位原本背景都是科學領域後轉成藝術創作者的藝術家，分享他們在創作時的經驗，他們的背景以及經驗將有利於生物科學領域之學生。我們這次邀請的兩位專家分別是清華大學科技藝術研究所曹存慧教授以及臺北藝術大學新媒體藝術學系劉禹廷研究生，她們分享的投影片節錄於附件六與附件七 (p.21 與 p.22)。

問題三、期末作品之創作經費

解決方式：教育部教學實踐計畫 + 學校常態行教學補助 (激勵型教學獎助)

此教學精進計畫的部分經費將提供給學生進行創作之用，學生可以提出預算表並受教師們審核，審核通過後即可購買創作所需要的材料。同時我們也探詢校內有意願的合作實驗室提供創作支持，可促進課程資訊傳播並增加生物科技藝術課程的大眾熟悉度。而未來將會每學期申請陽明交通大學激勵型教學獎助的補助供給課程所需之經費。

問題四、課程的評量方式之公平性

解決方式：增加評分的指標並且邀請校外藝術家參與評分

過去課程的評分方式基準為：出席與參與討論(20%) + 創作提案與期中進度報告 (15%+15%) + 期末成果發表(50%)，評分者為四位授課老師。為了讓評量方式更加客觀，我們增加了一個評分指標，並且在期末成果發表的評分時增加了組員互評「peer review」同儕審查機制以及校外藝術創作者的評分，修改之後的評分方式如下：

出席、參與討論與資料庫寫作 (20%)	老師評分
創作提案與期中進度報告 (15%+15%)	老師評分
期末成果發表 (50%)	老師評分 + 組員互評 + 外校藝術創作者

圖三：修正後的生物科技藝術課程的評量方式。

其中校外的藝術家為真正有在策展或者發表自己作品的藝術專業之人士，他們可以藝術家的角度來準確評價學生的期末作品，除評分外我們也邀請他們參加座談並對同學的作品進行講評，讓同學們除分數外還可以知道自己作品的優缺點以及未來改進方向。這學期所邀請的藝術家為策展人兼藝術家闕凱宇先生(<https://dsone.taipower.com.tw/news/40>)及藝術家李姿伶小姐(<https://www.tzu-ling.com/About-Lee-Tzu-Ling>)。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

此教學精進計畫之目的為了解使用我們的課程修正方式之後是否增加學生的學習成效，來探究我們的研究問題「我們所嘗試的教學問題解決方法是否能夠達到生物藝術課程的優化？」。由於此課程為藝術創作課程，難以利用考試或者給予特定標準之量化，所以將以「質性研究 (Qualitative research) + 參與觀察研究法 (Participant observation method)」來評量學生學期情況以及期末藝術作品之成熟度，並利用「調查/問卷研究法」來收集學生以及老師的問卷，綜合性的來評量此計畫的執行成果。詳述如下：

質性研究 (Qualitative research) + 參與觀察研究法 (Participant observation method)

老師們以質性研究的方式仔細觀察學生們在課程中的表現，包含課程參與程度、生物科技藝術資料庫的建置、課程知識利用於期末創作作品之深度以及期末成果作品的完整度...等，綜合的評估學生之學習成效。我們也會以不同年度學生之學習成效為標準，藉由不同學年比較之方式來評估今年的學習成效是否有提升。

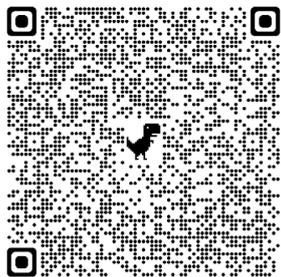
調查/問卷研究法

我們設計了部分題目相同的前後測問卷，分別在課程進行前以及課程進行後給予學生填寫，來瞭解學生在課程進行之後是否有達到此課程之課程目的，學生是否更加喜愛生物科技以及藝術創作。老師問卷則是於課程進行後發放填寫，老師可以於課程結束後再綜合的評判學生之學習成效並給予此教學實踐計畫建議。問卷內容與回覆詳列與 5.教學暨研究成果 (p.9)及附件二與附件三 (p.15 與 p.18)。

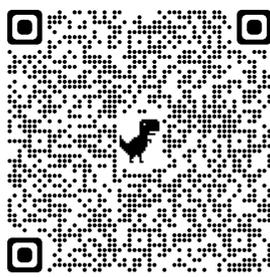
5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

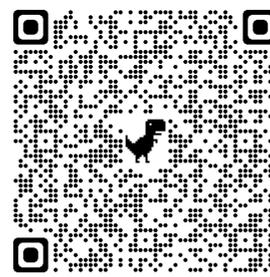
因此課程的授課成果傑出，除開創一個嶄新的跨領域「**素養導向**」之實作課程外，也成功建立了跨領域教師共授的課程典範，故此課程獲得陽明交通大學 110 學年度「**特色課程之課程傑出獎**」；而此課程的兩位授課教師(蕭育源教授以及黃兆祺教授)也因教學認真且成效良好故分別獲得陽明交通大學 110 學年度校級「**傑出教學獎**」以及「**優良教學獎**」，獎項相關資訊如下：



特色課程傑出獎



傑出教學獎



優良教學獎

除獎項資訊外，此課程之量化的教學暨研究成果有以下幾項，並分別詳述如下：

- 成果一：優化之每周課程內容(每周進度請見附件一)
- 成果二：期末生物科技藝術成果展
- 成果三：生物科技藝術資料庫建立
- 成果四：兩部生物科技藝術課程之宣傳暨課程全紀錄 YouTube 影片
- 成果五：學生問卷前後測之結果
- 成果六：教師問卷結果

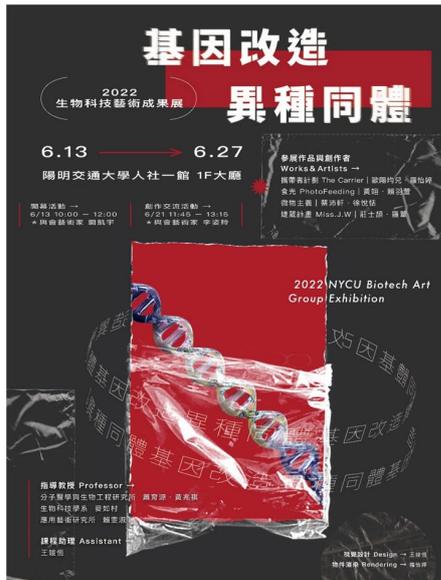
成果一：優化之每周課程內容

經過一學期的授課，除期中幾堂課程受疫情影響而改採線上授課外，其餘實作課程，如實驗課程以及小組討論創作時間，皆有順利進行，已將疫情對這堂課的影響情況減至最小，而在此學期初也有再將課程內容與進度進行調整，調整後完整的每周進度表請見附件一 (p.14)。

學生們對於此課程的評價非常高，匿名教學評鑑分數為 **5.0/5.0 滿分的成績**，優於過去兩年平均的 4.56。而學生於教學評量所給予之意見與評價則詳列於 **(3)學生的學習回饋 (p.11)**。

成果二：期末生物科技藝術成果展

學期末的期末成果展為此課程評量的重要依據，同時也為判斷此課程是否優化成功的判斷標準，我們也克服疫情影響成功的在陽明交通大學光復校區人社院一樓舉辦為期兩周生物科技藝術展，展覽名稱為「**基因改造·異種同體-2022 生物科技藝術成果展**」，並在展期內分別邀請兩位藝術家並搭配舉辦兩場座談會。生物科技藝術展以及座談會相關資訊請見圖四。而**所有授課教師們一致認為，這一屆同學對於期末作品的投入程度以及創作作品的平均完成度均高於過去兩屆的學生作品**，可見此教學實踐計畫之正面成效。



基因改造·異種同體：2022生物科技藝術成果展

當生物科技與藝術相互理解融合後會呈現什麼樣貌？
藝術與生物科技分屬於兩個不同的領域，
藉由創作手段的「提取」之下，
技術與動機將相異的物種融合於同一個體，
當創作者取出、揭露並進行應用時，
即企圖將技藝與意識結合，對萬物進行共感。
我們這次的主題為「#基因改造 x #異種同體」
歡迎參與 #陽明交通大學生物藝術課程第三屆的期末成果展！

展覽時間：6/13 - 6/27
展覽地點：陽明交通大學人社一館 1F大廳
開幕活動：6/13 10:00 - 12:00 (與會藝術家 關凱宇)
創作交流活動：6/21 11:45 - 13:15 (與會藝術家 李姿玲)

- | 攜帶者計劃 The Carrier | 歐陽均兒·羅怡婷
- | 食光 PhotoFeeding | 黃翊·賴羽萱
- | 微物主義 Microtialism | 蔡沛軒·徐悅恬
- | 婕威計畫 Miss.J.W | 莊士韻·羅葦

圖四：期末生物科技藝術成果展相關資訊。

成果三：生物科技藝術資料庫建立

生物科技藝術資料庫為此課程授課的重要輔助工具(資料庫網址：<https://bioart.nycu.edu.tw/>);截圖如圖五)，藉由資料庫的建立可以讓學生了解過去生物科技藝術的創作類型，也可以知道生物科技藝術的範疇，固本計畫中有一位專任助理負責此資料庫的撰寫與維持，此外為讓學生熟悉此資料庫，故學生也會以組為單位新增一筆資料進資料庫中，而學生們的期末作品亦會加入此資料庫中。這樣形式的資料庫建立可以使得此課程未來可以永續發展。



圖五：生物藝術資料庫之頁面 (<https://bioart.nycu.edu.tw/>)。

成果四：兩部生物科技藝術課程之宣傳暨課程全紀錄 YouTube 影片

此生物科技藝術課程為台灣第一個生物藝術課程，具「**素養導向**」之特色，從這個跨領域課程成立的流程，到四位教師共授之授課模式、課程內容規劃、實作實驗設計與執行，甚至到課程運作之模式都是創新且具成效的，非常值得觀摩與學習。此外，此課程相當有趣且具有深度，也很適合各種不同領域的學生學習或直接修課，以因此我們四位老師以及課程助教製作了兩部影片，包含了課程的宣傳以及 2022 年此門課程的全紀錄，並置於 YouTube 頻道之上，作為推廣以及供有興趣這學習觀摩之用，影片封面與連結如圖六。



圖六：生物科技藝術 YouTube 影片網址以及封面。

宣傳短片：

<https://www.youtube.com/watch?v=l6ICV3ib3FE>

2022 課程全紀錄影片：

<https://www.youtube.com/watch?v=yf0bwQwjYic>

成果五：學生問卷前後測之結果

我們以課前與課後無記名問卷模式向學生調查關於生物科技課程理解程度及教學成效，其中學生對於生物科技藝術的熟悉及定義之理解有顯著提升，提升程度約為 2.5 分，可以顯示我們對於生物科技藝術之定義與應用之相關課程具成效。而學生對於使用生物素材進行創作之掌握程度則提升 3.25 分，顯示實驗等實作課程成效良好，確實幫助學生們掌握生物科技素材於藝術創作的使用。惟學生對於生物科技藝術的感興趣程度降低了 0.125 分，探究原因可能是一開始不明白生物科技藝術的內涵，後來上完課程並理解後發現與自己所想像不一樣所導致，也有可能是創作過程很辛苦所造成，老師們會進行檢討。不論如何，學生上完課程之後對於課程的喜好與理解，甚至是對自己作品的滿意度之分數都介於 7.85-8.62 之間，顯示了學生對於課程整體的評價與教學成效良好。問卷結果可見圖七以及附件二 (p.15)。

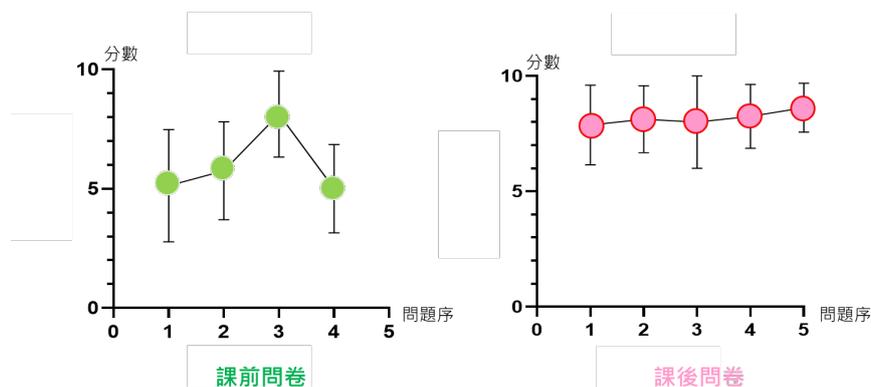
	課前問券	課後問券
對生物科技藝術的熟悉程度	5.125	7.875
生物科技藝術 定義 的理解程度	5.75	8.125
對生物科技藝術有興趣嗎?	8.125	8
對使用生物科技為素材進行藝術創作的掌握程度	5	8.25
滿意你的生物科技藝術作品嗎?		8.625

圖七：學生以課前或課後問卷測試之結果。

問卷可信度與問卷設計檢討：

在問卷的可信度與正確性方面，由於學生編號 1-8 在前測與後測沒有特別綁定，也就是說前測與後測的學生 1 有可能並非同一人，故我們採用前後測的學生全體平均來以「成對樣本檢定」之計算方式來比較前測以及後測的差異，並計算此份問卷的顯著性以及標準差 (圖八)，

此份問卷的顯著性為 0.003，小於 0.005，故此份問卷可信並具有顯著差異。而課前問卷的標準差明顯比課後問卷來的大，原因可能為學生的許多認知在課程結束後得以收斂；而在問題五也就是學生對於自己作品的滿意度之標準差最小，顯示學生皆滿意自己的期末作品。然而此份問卷仍有優化空間，如雖然為無記名問卷模式，但仍可以特別方式綁定學生，讓學生 1 在前後測皆為同一人，這樣就可以觀察特定學生在課程前後之變化；又或者在問卷中增加學生背景之資料調查，如是否為理工科系或人文科系學生、學生年級、或是否進行過藝術創作...等資訊，這樣就可以提供更多不同組別的配對分析，可獲得更多不同類型學生於修課前後之差異訊息。



圖八：以圖表方式呈現問卷結果，此份問卷以學生群體前後測平均分數搭配「成對樣本檢定」之計算方式，此份問卷的顯著性為 0.003，小於 0.005，故此份問卷為顯著有差異。

成果六：教師問卷結果

教師的問卷題目詳列於附件三 (p.18)，問卷內容著重於「教學實踐計畫是否對課程有幫助」以及「這學期之哪項課程優化對於提升教學成效最有幫助」兩項，其中老師們對於教學實踐計畫對於幫助課程進行以及教學成效提升分別給予平均 9.5 分以及 8.5 分的高分評價(滿分為 10 分，與過去課程持平為 5 分)，顯示老師們認為此教學實踐計畫對於課程優化很有幫助。而我們這學期對於課程優化的做法有六項，分別為：A. 授課與實作比例調整、B. 生物科技原理相關授課主題與時數調整、C. 增加校外教師或藝術創作者的創作經驗座談分享、D. 學生創作經費增加 E. 評量的多元性—增加校外藝術家的講評與評分、F. 有兩位助教分別支援生物藝術資料庫的寫作以及課程進行(包含課程紀錄與影片製作)，老師們覺得這些改變都相當重要，尤其是為 D 項與 E 項(學生創作經費增加以及評量的多元性)對於此課程的影響最大，未來會繼續維持這些重要的做法來優化課程。

(2) 教師教學反思

經過了一整學期的授課，四位老師於期末進行會議對這學期課程進行檢討與反思，相關檢討反思如下所述：

反思一：是否增加生物科技實驗與探討議題？

在教學問卷中有 87.5% 的學生有提出他們感興趣且想整併進入課程的生物科技議題，顯示出學生對於新生物科技議題的渴求。另外一題問卷調查的題目為 Q：如果有加開藝術創作相關的生物科技實驗課程(或微學分課程)，你願意參加嗎？你想進行那些生物科技實驗？這題的問卷結果顯示不論在前測或後測 100% 的學生都想要參加生物科技相關的實驗課程。而匿名的意見中也有學生表示：我目前覺得科技的使用沒有提到太多，科技部分比較少。這些意見顯示了學生都想參與生物科技實驗，然而實驗課程滿花時間的，且目前課程的時間已經相當緊

湊，故解決方式是配合開設不同的微學分課程來加強實驗操作與生物科技認知部分，或者可以訂定每學期不同之課程主題，讓學生可以選擇喜歡的主題參與，然而微學分的衛星課程以及課程主題之訂定等作法仍需要相當程度之評估。

反思二：學生負擔過重

少數學生反應因組員人數過少而造成期末藝術作品創作時的負擔過重，其原因可能是這學期為了排除小組冗員以及非真正有興趣的修課生而改採兩人一組的小班教學授課模式所導致。我們於課後也對學生進行口頭詢問，發現小部分非藝術領域的學生覺得負擔重，而藝術創作領域的全部學生則覺得課程負擔正常，因為他們常因為要做展覽而花費額外的時間，因此學生認知差異有可能來自領域的不同，未來會在課程之初進行宣導，讓學生了解課程負擔，或者增加組員人數至3人，在學生負擔正常化和小班教學與排除小組冗員之間做個平衡。

反思三：增加藝術展策展與口頭發表之相關課程內容

這學期的學生表現非常積極，且更求好心切，但因策展經驗不足以及口頭發表之技術不夠，因而導致導覽時間過長、環境遮光不足導致投影效果不佳，或者說明過於鬆散而難以聚焦，也有著導覽指示過小而無法展現功能等缺點，為彌補這部分的不足，藝術展覽的策展方式以及口頭報告之技巧於日後都可以納入教學項目內。

(3) 學生學習回饋

除無記名問卷上所調查的學生回饋外(問卷調查之學生回饋請見附件二, p.15)，學校的教學評鑑上也有顯示學生意見與滿意度，這學期課程的教學評鑑分數為深獲肯定的 **5.0/5.0 滿分**，除評鑑分數外亦有學生對於課堂上的學習回饋，詳列如下：

1. 感謝老師在此門課極度照顧非生物科學背景的應藝同學，以深入淺出的方式帶領同學探討生物的奧妙。並提供豐富的意見與知識供同學有足夠的養分進行生物藝術的創作。從來沒有想過在高中後錯過的知識，還可以在研究所補回來，除了更認識自己也拓展了對世界的了解。感謝老師很願意花額外的時間與小組討論關於期末專題的想像與意義。很感謝本堂課可以報帳，讓同學安心無後顧之憂的創作。總而言之，是一門很豐富的課程，感謝老師願意與應藝合開這門課程，我學到很多也很享受!
2. 兩個人完成一個作品的份量有點重
3. 老師很用心在每次提案與報告時給予回饋、建議。
4. 老師上課都很淺顯易懂很有趣，而且對於我們的想法都不會否定，喜歡～

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

在這堂課程的期末四位老師有針對課堂教學以及教學實踐計畫對於課程的幫助程度予以討論，我們的討論中有兩樣主要的建議，詳述如下：

(1) 此課程教學成效量化不易，建議可以以多年期的方式觀察課程是否優化完成

教學實踐計畫有效的提升了教學成果，對這門課有相當大的幫助。但由於教學實踐計畫給予的執行時間與量化執行成效的方式有所不足。其中教學成果非常難在一學年（或一學期）中

看到成果，如果能看到成果，也多半是透過經費挹注的方式看到較短暫的改變。如果能將計畫執行時間拉長至三學年，則更有可能觀察到教學實踐計畫對授課本質的長期改變。此外，教學執行成效的量化一直以來都是非常困難的任務，我們覺得透過授課老師與課程學生量表的填答未必能幫助經費提供單位看到教學成效的提升。比較有效的方式應該是比較歷屆學生在課程開始前與結束後對幾個較深入生物藝術議題的看法改變，從而瞭解教學實踐計畫對這門課的影響。也因此，多年期的計畫有非常重要的存在目的。

(2) 增加評量的多元性以直接反映學生的學習成效

對於「評量的多元性」一項，增加校外藝術家的講評與評分是給予外部觀點，因為他們非學院體制內的藝術家或老師又具跨領域經驗，對提出跨領域藝術領域思考與實作經驗十分有幫助。然而「評量的多元性」還指評分時，也考慮到學生在學習、發表過程中的表現或內外條件與因素，建議之評量方式優化如下：

1. 考量本課程所規劃的學習活動、創作、實踐場域具有實作特性（例如實驗、實作、策展、佈展、舉辦成果展覽），故需採取實作評量、真實評量(authentic assessment)等學習成果評量方法，較有助於提供更具信度與效度的佐證資料，如採用參考文獻 5 之方式⁵。
2. 「實作評量」其所要的測量是程序性知識而不是敘述性的知識，而「真實評量」不僅要學生能表現特定的行為與技能，而且要在真實的情境中去執行該項工作。
3. 而階段性提報、師生與同儕討論、參與式的來回互動學習，給予學生滾動式、個人化的調整空間，這不僅有助於學生的課程參與，也能提升學習的有效性、靈活性、即時性，提高學習動機與日後落實的可行性。

二. 參考文獻(References)

1. 吳木崑(Mu-Kun Wu)。杜威經驗哲學對課程與教學之啟示-The Insights of John Dewey's Empirical Philosophy for Curriculum and Teaching；臺北市立教育大學學報，教育類；40 卷 1 期 (2009 / 05 / 01)，P35 – 54
2. 史美瑤 (2012b)。以學生學習為中心的教學：團隊導向學習法。評鑑雙月刊，38。取自 <http://epaper.heeact.edu.tw/archive/2012/07/01/5828.aspx>
3. 梁仁楷;張奕華;吳權威。TEAM Model TBL 團隊合作學習模式之理念與實踐案例。教育系；2015_ http://www.habook.com.tw/eteaching/habook_epaper/2015/20150115_TEAM_Model_TBL/20150115_TEAM_Model_TBL.html
4. 陳毓凱;洪振方。兩種探究取向教學模式之分析與比較-The Comparison and Analysis of Two Inquiry-oriented Teaching Models 。科學教育月刊，200712 (305 期)，p4-p19.
5. 楊登順；許彩梁；劉品君；顏瓊芬。專題反思教學應用於 PM_(2.5)空汙環境行動課程之學習成效研 (Effect of Applying Project-Based Reflective Teaching in Environmental Action Curriculum of PM_(2.5) Air Pollution on Learning Outcome); 科學教育學刊 ； 29 卷 S 期 (2021 / 12 / 01) ， P491 – 516.

三. 附件(Appendix) (請勿超過 10 頁)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

附件一：經優化後之生物科技藝術課程綱要 (p.14)

附件二：學生課前與課後之匿名問卷結果 (p.15-p.17)

附件三：教學實踐計畫實行後之教師問卷問題與結果 (p.18)

附件四：期末成果展相關概念與照片(第一組與第二組) (p.19)

附件五：期末成果展相關概念與照片(第三組與第四組) (p.20)

附件六：清華大學科技藝術研究所曹存慧教授之課程投影片(p.21)

附件七：臺北藝術大學新媒體藝術學系劉禹廷研究生之分享投影片(p.22)

附件一：每周進度表

每週進度表		
週次	上課日期	課程進度、內容、主題
1	2/14	課程簡介 (蕭育源) – ()括號為當日主講教師
2	2/21	生物藝術-當代利用生物進行藝術創作的現況 part one (賴雯淑) -2 hours 實作：1.學生進行分組 2.生物科技藝術資料庫教學 (細菌培養設計- 直徑 14.5 cm)
3	2/28	228 紀念日，放假一天
4	3/7	Central dogma、基因重組技術與細菌相關創作 (蕭育源) - 2 hours 實作: (應藝所) 1. 生物塑料-培養基應用於創作分享 - 60 min 2. 培養自己身上的細菌並設計作品
5	3/14	Microscope and art at microscopic scale (黃兆祺) - 2 hours 實作：利用顯微鏡觀察細菌或其他微生物 (科三館二樓生物實驗室 210 or 212)
6	3/21	生物藝術-當代利用生物進行藝術創作的現況 part two (賴雯淑) - 2 hours 實作:小組討論或創作
7	3/28	Central dogma：蛋白質結構與應用 (蕭育源) – 1 hours Genome editing, eugenics, and immortality (黃兆祺) – 2 hours Minor：The controversy surrounding the beginning and the end of life.
8	4/4	清明連假，放假一天
9	4/11	期初創作提案
10	4/18	生物科技的道德爭議 (麥如村) + 病毒生活史與傳播- 2 hours 實作:小組討論或創作 + 經費提案
11	4/25	Neuron, brain, and epilepsy. (黃兆祺)-1 hours 實作: (Neuron SpikerBox Bundle) 小組討論或創作+ 經費提案 (減低時間)
12	5/2	生物科技的必要之惡?- 動物實驗與動物福祉 (麥如村)- 2 hours 實作:小組討論或創作
13	5/9	小組創作進度報告 (全體老師)
14	5/16	生物藝術家分享座談 – 清大曹存慧老師 -1 -1.5 hour 實作:小組討論或創作
15	5/23	北藝大禹廷課堂分享 (1 hour) 小組創作 (全體老師參與討論)
16	5/30	期末進度報告 (全體老師)
17	6/6	課程作品展覽佈展 (一周) (全體老師)
18	6/13	課程作品展覽 (開展 + 老師與外聘藝術家評圖) 對外開放至 6/27 (撤展) 放兩周

附件二：學生課前與課後之匿名問卷結果

給分型問卷題目：

前測與後測皆有之題目

- 問題 1. 請指出你對生物科技藝術的熟悉程度?
- 問題 2. 請指出你對生物科技藝術定義的理解程度?
- 問題 3. 你對生物科技藝術有興趣嗎?
- 問題 4. 請指出你對使用生物科技為素材進行藝術創作的掌握程度?

後測獨有之題目

- 問題 5. 你滿意你的生物科技藝術作品嗎?

	問題 1	問題 2	問題 3	問題 4	問題 5
課前問卷					
學生 1	8	8	10	9	無
學生 2	7	8	9	5	
學生 3	6	6	10	4	
學生 4	4	4	8	4	
學生 5	1	3	5	3	
學生 6	3	4	6	4	
學生 7	5	5	9	5	
學生 8	7	8	8	6	
平均	5.125	5.75	8.125	5	
課後問卷					
學生 1	10	10	10	10	10
學生 2	10	10	10	10	10
學生 3	8	7	5	8	9
學生 4	5	6	6	6	7
學生 5	7	8	7	8	8
學生 6	7	7	9	8	9
學生 7	7	9	7	7	8
學生 8	9	8	10	9	8
平均	7.875	8.125	8	8.25	8.625

註:前後測學生編號為亂數編號，同編號非一定為同一人

問答型問卷題目：

前測題目一：嘗試說明你加入此課程的動機？

1. 大學是讀藝術相關科系、研究所是生科所，這堂課能夠結合了我的兩項專長發揮因此抱有很大的期待
2. 想了解生物藝術為何
3. 想學習關於基因工程和生物議題相關的知識！
4. 對於生物科技和藝術都很有興趣，因此覺得兩者結合感覺很好玩
5. 平時作為主學科的生物科技，與我不熟悉的藝術做結合似乎很有趣，因此想來挑戰不同的領域。
6. 希望可以增加自己在不同領域的知識，拓展自己的視野，幫助自己在日後創作有更多的靈感，以及不同的實作能力。
7. 很喜歡以植物 珊瑚為靈感的生成藝術或演算法（還有設計研究者 Neri Oxman），因此想要深入了解「生物」與「科技」可以在藝術與設計領域的結合。
8. 生物藝術在台灣的發展指日可待

前測題目二：如果有加開藝術創作相關的生物科技實驗課程(或微學分課程)，你願意參加嗎？你想進行那些生物科技實驗？

1. 願意，細胞培養與藝術創作結合
2. 可以考慮、螢光生物
3. 願意，都可以嘗試！
4. 應該會～不過對生物科技其實很不熟悉，所以也不知道有什麼實驗可以進行
5. 願意，動物或細胞實驗。
6. 目前對於細菌培養，或是微生物生化有興趣。
7. 願意，想進行關於顏色（之前看到類似昆蟲的微結構造成的不同光線折射形成的花紋）/黏菌或其他菌類培養/ 生物材料在設計的應用等等。
8. 未來若遇到有興趣的主題，我很樂意參加

後測題目一：如果有加開藝術創作相關的生物科技實驗課程(或微學分課程)，你願意參加嗎？你想進行那些生物科技實驗？

1. 可
2. 我就想進行人體改造
3. 什麼都好
4. 基因轉殖、細菌培養
5. 願意，顯微鏡拍攝
6. 願意參加，微生物、基因編輯，相關滿有興趣的，
7. 比起模擬生物實驗的裝置藝術，我比較想要實際做生物實驗
8. 願意，很想試試看生物相關的實驗，像是在家就能做的基因編輯（曹老師曾經提過的）解剖、或其他比較普通人比較難接觸到的實驗之類的

後測題目二：請說明你對課程內容的改善建議？

1. 好累 希望可以短一點
2. 感覺需要上策展課。
3. "時間有點長，真的好累，兩個人有點吃力"
4. 感覺可以增加關於創作、發表的課程
5. 進度安排部分，有些通知事項都有點晚講，進度上有點趕，作品呈現上沒有學到很多呈現的方法跟概念，所以做作品的部分有點茫然。

6. 可以在課程內容增加關於展覽呈現的案例介紹、藝術素材使用的教學、展覽與發表的練習。然後希望更多人一組、雖然學到很多有收穫很多，但實在是修課負擔太重。
7. 雖然策展的基本細節是應藝所需要具備的能力，會希望老師們可以加開一堂關於策展的技巧等等課程。
8. "可能需要佈展教學和注意事項等等（因為我的專長比較不是輸出類，比較不熟悉流程）報告邏輯訓練等"

後測題目三：請指出那堂課程對生物科技藝術較不相關或對你的藝術創作無實際幫助？

1. 都很棒
2. 感覺要先決定題材再上課這樣。
3. 好像都有幫助
4. 不會啊，目前都有幫助
5. 生物塑料實作
6. 生物塑料的製作，概念後來比較少用到
7. 好像沒有
8. 動物實驗（但不是沒有所學，但跟我的創作比較不相關）但對社會議題比較了解，相比其他可能比較偏生物知識

後測題目四：請說明你感興趣的生物科技議題或想整併進此課程中的生物科技議題？

1. 希望多一點實體課
2. 想要上一些申論課！
3. 我覺得讓人類行光合作用很有趣，也有更多能討論的部分
4. 我目前覺得科技的使用沒有提到太多，科技部分比較少
5. 女性、倫理
6. 藝術與非藝術的探討
7. 基因改造食品對人類的影響
8. 基因編輯、生物列印技術（之前看過肺列印，很想知道應用原理）

附件三：教學實踐計畫實行後之教師問卷問題與結果

1. 你認為教學實踐計畫是否對於生物科技藝術課程有所幫助(依幫助的程度給予 1-10 分)? 原因是?
2. 因為教學實踐計畫而改變的教學型態如下：
 - A. 授課與實作比例調整
 - B. 生物科技原理相關授課主題與時數調整
 - C. 增加校外教師或藝術創作者的創作經驗座談分享
 - D. 學生創作經費增加
 - E. 評量的多元性 – 增加校外藝術家的講評與評分
 - F. 有兩位助教分別支援生物藝術資料庫的寫作以及課程進行(包含課程紀錄與影片製作)
 你覺得那些改變是很重要的, 原因是?
3. 你覺得本學期的課程是否因教學實踐計畫而有更好的教學成效 (1-10 分, 5 分為持平, >5 分有更好的教學成效)? 你給予這個判斷的最主要原因或依據是?

教師問卷結果

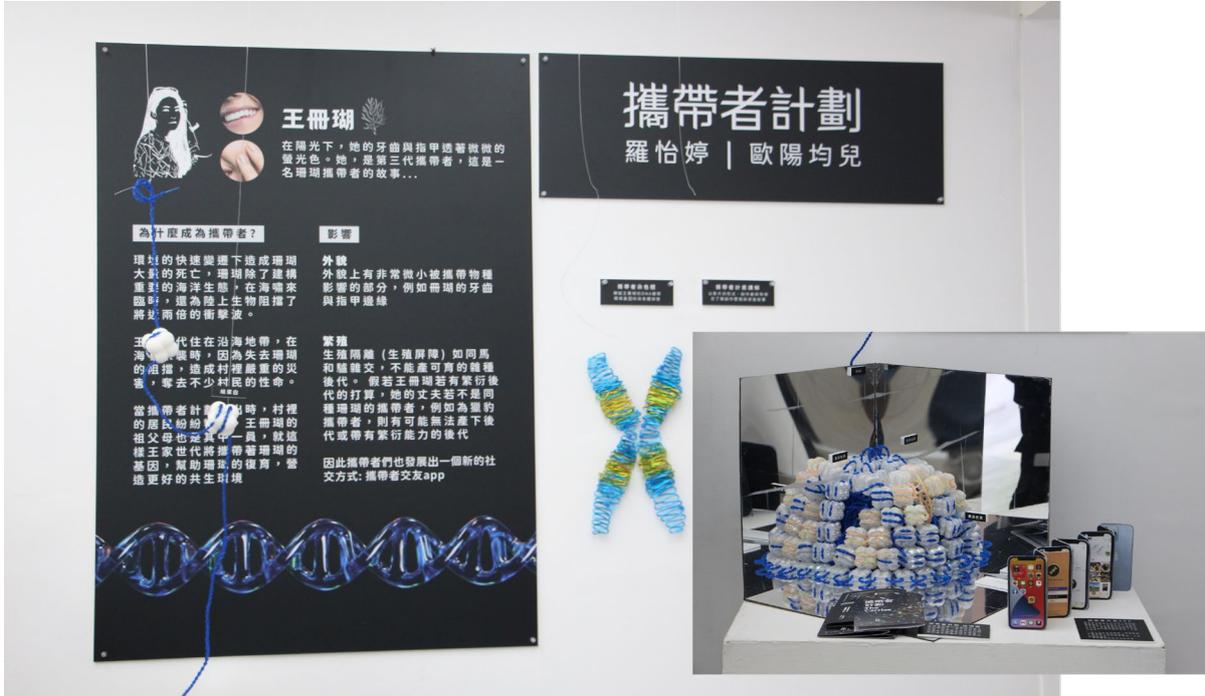
你認為教學實踐計畫是否對於生物科技藝術課程有所幫助? 依幫助的程度給予1-10分	9.5 分 (10, 9, 10, 9)
因為教學實踐計畫而改變的教學型態如下:你覺得那些是重要的, 原因是?	
A. 授課與實作比例調整	+
B. 生物科技原理相關授課主題與時數調整	+ + +
C. 增加校外教師或藝術創作者的創作經驗座談分享	+
D. 學生創作經費增加	+ + + +
E. 評量的多元性 – 增加校外藝術家的講評與評分	+ + + +
F. 有兩位助教分別支援生物藝術資料庫的寫作以及課程進行 (包含課程紀錄與影片製作)	+ + +
你覺得本學期的課程是否因教學實踐計畫而有更好的教學成效 (1-10分, 5分為持平, >5分有更好的教學成效)?	8.5 分 (8, 8, 10, 8)

老師們的簡答意見已整理於 **5.教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes) – (2)教師教學反思** 以及 **6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)**。

附件四：期末成果展相關概念與照片(第一組與第二組)

第一組：| 攜帶者計劃 The Carrier | 歐陽均兒·羅怡婷

人為因素造成自然生態以相較正常速度的千倍加速物種滅絕，科學家為留存消失物種基因並嵌入人體基因中，在人們的體內流傳和豐富物種多樣性，直到適合的時機再次重返地球.....



第二組：| 食光 PhotoFeeding | 黃翊·賴羽萱

「PhotoFeeding 食光」模擬人類也擁有光合作用的能力來獲取能量，目前將技術應用於醫療方面，對象為進食困難的病患。



附件五：期末成果展相關概念與照片(第三組與第四組)

第三組：| 微物主義 Microtialism | 蔡沛軒·徐悅恬

我們以行走的方式漫遊新竹護城河畔，藉由放置培養皿與手持顯微鏡的拍攝，試圖去觀察肉眼不可見的微生物，那些我們習以為常、忽視的視角，可以是一場超感官的身體經驗。

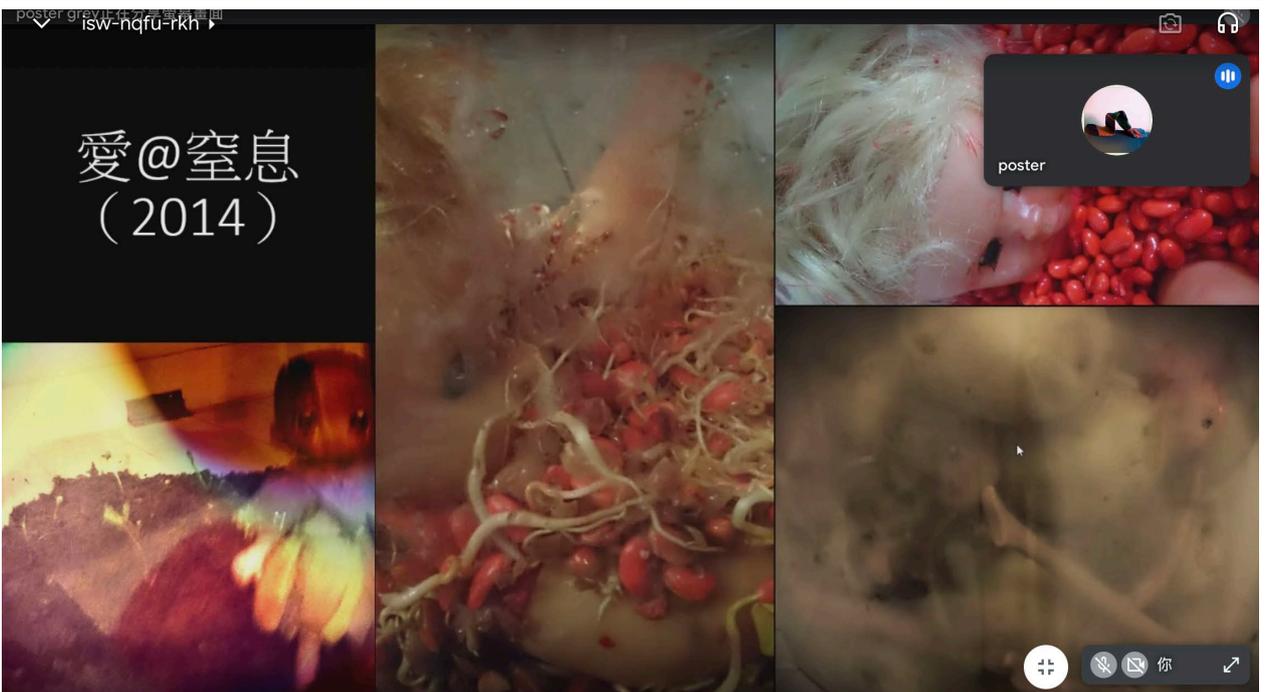
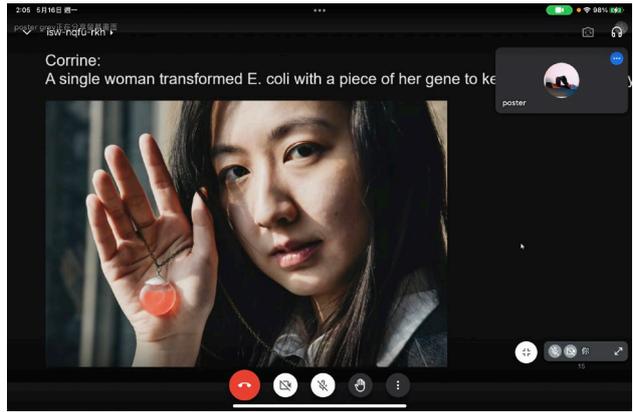


第四組：| 婕葳計畫 Miss.J.W | 莊士頓·羅葦

一個科學實驗團隊進行了一個人體改造計畫，將帶有螢光基因的胚胎植入自願者女性的子宮內，創造他們的藝術品，出發光的女孩—「婕葳」。在夜裡她是發光的維納斯，但在美麗的外表下卻隱藏著不為人知的故事。希望能讓觀者除欣賞藝術作品外，同時也思考「生物藝術的範疇」、「與身俱來的人權」，既然實驗動物都有規範，我們是不是也該想想生物藝術中的倫理議題呢？

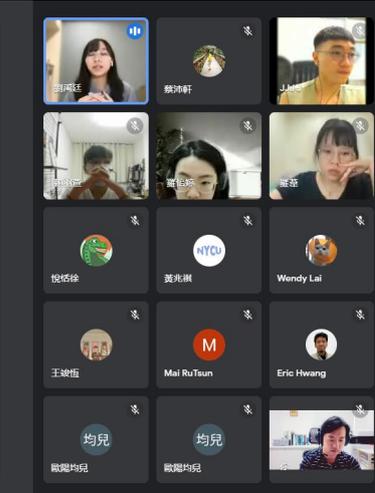


附件六：清華大學科技藝術研究所曹存慧教授之課程投影片



附件七：臺北藝術大學新媒體藝術學系劉禹廷研究生之分享投影片

個人作品介紹：從交大生科到北藝新媒
生物藝術案例分享：零技術也能創作？
跨領域：不僅僅只是專長差異
期末怎麼辦：有想法就嘗試！



劉禹廷正在分享螢幕畫面

利用細胞培養技術生成人類食用的肉品，在這個構想下，沒有生命的誕生或逝去，過去所認為殘忍的肉品供應將被重新定義。

在既往的認知裡，人類以經濟動物的與否為界，劃分攝取肉品過程的殘忍與不殘忍，亦或因為衛生考量，捨棄極具營養價值的肉品。



劉禹廷正在分享螢幕畫面

劉禹廷正在分享螢幕畫面



