



國立清華大學通識教育中心

IoT 智慧魚菜共生系統實作應用

自主學習計畫書

申請人：沈家瑜、陳妤蓁

指導老師：許素朱

中華民國 114 年 5 月 27 日

自主學習申請計畫書

壹、課程基本資料

一、課程名稱

IoT 智慧魚菜共生系統實作應用

二、人員

姓名	學號	系級
沈家瑜	112032027	化工 27
陳妤蓁	112011229	工科 27

三、學習領域

創客教育、互動控制、物聯網(IoT)、系統整合、跨域學習、永續城鄉

四、學分數：2 學分

五、指導老師

許素朱老師

貳、課程內容

一、學習目的

今年 4 月我們陪同科藝中心拜訪新竹小叮嚀科學主題樂園，討論 10 月將舉辦「萬聖-互動詭鬼節」活動以及相關場勘。在場勘拜訪中觀察到園區內有個《魚菜星球—魚菜共生體驗農場》[1]，有著良好知識展示環境並可提供學童豐富的學習資源，此引起我們的注意。小叮嚀的《魚菜星球》已獲得環保署認證為民間企業環境教育場所[2]，透過綠能教育串聯魚菜共生並和在地學校合作教學將環保意識向下紮根。《魚菜星球》目前設置有三種不同運用科學與物理結構方式建置的魚菜共生系統-「浮筏式」、「管耕式」、「介質床」，具有推廣魚菜共生與永續農業的豐富知識以及教育學習觀光潛力。

在 113 學年上學期我們已修習過「數位自造創意設計與實踐」課程，已能駕馭數位自造與互動微電子相關技術。我們期望能運用「數位控制」方式來製作一個新形式的魚菜共生系統，我們想運用自造的創客 DIY 經驗與微電子控制技術，結合物聯網互動感測與傳輸功能實作出一個「智慧型魚菜共生系統」，有別於現有的三種系統。因此我們規劃「IoT 智慧魚菜共生系統實作應用」自主學習課程，期望實作的成果未來能作為小

叮噹科學主題樂園《魚菜星球》的第四種系統供展示，這是個具備 IoT 智慧感測控制的魚菜共生系統。我們希望藉此能豐富小叮噹科學主題樂園《魚菜星球》的多元學習知識展示；另外，藉此實作完成跨域學習，以及實踐聯合國 SDGs 永續發展目標與社會服務精神。



圖 1：2025 年 4 月拜訪小叮噹科學主題樂園，郭總經理為我們解釋《魚菜星球-魚菜共生體驗農場》

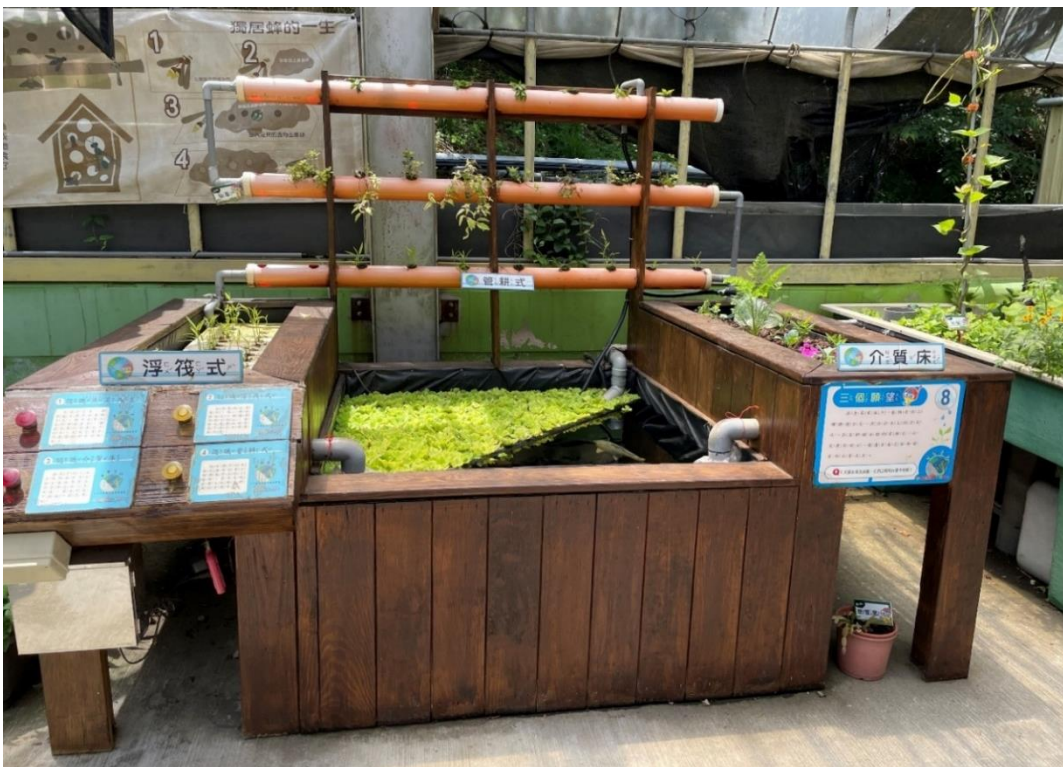


圖 2：小叮噹科學主題樂園《魚菜星球》內「浮筏式」、「管耕式」、「介質床」三種魚菜共生系統整合說明

二、學習內容與方式

在小叮噹科學主題樂園內，我們場域踏察時初步學習到「魚菜共生」系統的知識，以及園區展示全球各地的魚菜共生系統實際案例。魚菜共生系統是自一個水產養殖系統的水被輸送到水栽系統，其中副產物是由硝化細菌分解成硝酸鹽和亞硝酸鹽，由植物吸收作為營養物[3, 4]。我們初步瞭解《魚菜星球》的三種魚菜共生系統[1]：(1)浮筏式系統，植物的根部懸浮於富含養分的水中，通常使用浮筏支撐植物；水中養分來自魚類的排泄物，植物吸收這些養分，並過濾水質，實現水的循環利用。(2)管耕式，利用傾斜的管道讓營養液以薄膜狀態流經植物根部；植物根部暴露於營養液中，吸收所需養分，同時過濾水質。(3)介質床式，植物根部生長在充滿無機介質（如陶粒或礫石）的床中，這些介質有助於支撐植物並提供微生物的生長場所；水流經過這些介質，植物吸收養分，同時過濾水質。在自主學習中，我們會做再次深入瞭解以及做文獻考察，研究瞭解魚菜共生跨域原理以及發展脈絡，並再次訪小叮噹《魚菜星球》作場地探查，與園區內專業人士進行討論，瞭解未來的實作與應用方向。

而經文獻搜尋，我們發現國際上有類似「智慧型魚菜共生」系統，他們是用特定研發的 V2 控制晶片[5]。由於 V2 控制晶片不易取得，不適合未來做延伸與擴大推廣使用。我們與指導老師討論後決定運用過去所學的 Arduino 微電子控制加上 ESP32 無線傳輸功能，形成一個物聯網（IoT）智慧系統，即可完成我們的目標，而這兩種晶片都是台灣坊間容易取得的晶片。

關於「IoT 智慧魚菜共生系統」的裝置結構，我們以壓克力與木質材料為主，並用數位自造（雷射切割與 3D 列印）DIY 來完成整個結構元件切割與製作。壓克力木質將用來製作下面魚箱，木質材料與防水布料將用來製作整體結構，上層為植物種植，下層嵌入壓克力魚箱。

為設計出一個智慧互動控制系統，我們也會進一步認識魚菜共生系統在不同氣候與環境的差異下，如何應對設計出互動感測功能。使用物聯網(IoT)系統整合工具可將環境因素數據化[6,7]。我們將以 Arduino 控制板當物聯網的主控器，負責連結水位感測器及抽水馬達，並且設計程式偵測水位深度，當水位高於特定數值時，系統能自動溢流；水位低於低水線時，控制馬達補水。在指導老師指導下學習 ESP32 晶片的無線傳輸功能，來讓感測數據透過 ESP32 進行傳送，以便智慧自動化的解決魚菜共生系統問題。另外學習 WebSocket 方式設計手機 WebAPP，可遠端監控偵測水位、溫度、濕度等問題，輔助監測魚菜共生系統的生長狀況及環境。

學期當中，我們將學習完成魚菜共生系統的基本架構製作，包括水生動物與農作物間的互利共生關係、水缸溢流系統、虹吸管，與物聯網的原理與應用再設計並製作魚菜共生系統的機構，討論微電子控制系統與感測器的處理方式並進行功能測試，計畫後期將整合所有階段的零件組合，並實驗自製的智慧魚菜共生系統。我們也會定期與老師進行討論，以確保實作自主學習計畫進行，並適時修正製作系統整合後所面臨的問題。最後完成的「IoT 智慧魚菜共生系統」，希望能展示在小叮嚀《魚菜星球》成為第四個魚菜共生展示。

三、各週進度表

週次	內容	備註
第一週	探訪小叮嚀《魚菜星球》園區	向園區專業人士蒐集魚菜共生系統相關資料
第二週	學習魚菜共生歷史脈絡、基本原理（文獻研究、專家訪談）	文獻蒐集
第三週	物聯網 IoT 知識學習與基本應用	老師專業指導
第四週	「IoT 智慧魚菜共生系統」架構初擬規劃	老師討論指導
第五週	臺座雷切、元件 3D 列印設計	使用 Beam Studio
第六週	臺座雷切組裝製作(1)	數位自造 DIY 製作
第七週	臺座雷切組裝製作(2)	數位自造 DIY 製作
第八週	微電子晶片整體互動感測控制規劃	Arduino 控制
第九週	物聯網互動感測設計—溫濕度感測器	學習溫濕度感測器原理及應用方式，並進行實驗
第十週	物聯網互動感測設計—水位感測器、抽水馬達設置	學習水位感測器、抽水馬達原理及應用方式，並進行實驗
第十一週	物聯網智慧系統整合—EPS32 無線傳輸功能設計	EPS32 無線傳輸功能整合
第十二週	物聯網智慧系統整合—WebSocket 設計	WebSocket 遠端互動控制設計
第十三週	「IoT 智慧魚菜共生系統」測試與修正 (1)	確認作品完成度及運行程度運行程度
第十四週	「IoT 智慧魚菜共生系統」測試與修正 (2)	修正魚菜共生系統異常

第十五週	於小叮噹科學主題樂園架設展示「IoT 智慧魚菜共生系統」	
第十六週	成果展示與報告	



圖：「IoT 智慧魚菜共生系統」示意圖

（來源：<https://www.instructables.com/How-to-Build-an-IoT-Based-Smart-Aquaponics-Educati/>）

四、預期成果

透過「智慧型魚菜共生系統」自主學習課程，我們期望結合數位自造的方式與微電子互動控制、無線傳輸，製作「IoT 智慧魚菜共生系統」，達成跨域學習實作；並應用至小叮噹，實踐聯合國 SDGs 的永續發展目標與社會服務精神。

1. 探索「魚菜共生系統」跨域知識

透過學習魚菜共生系統的原理及核心概念，瞭解水生動物及植物間的共生機制，訪查小叮噹科學主題樂園、認識魚菜共生系統的歷史，完成「魚菜共生系統」跨域知識與發展脈絡的探索。

2. 完成「魚菜共生系統」實作

透過實地探查、文獻研究、實作、展示，學習如何讓學理知識轉成實作的實務經驗。

3. 體驗「物聯網應用與系統整合」經驗

以 Arduino 控制板結合感測器，監測溫度、水位、濕度等因素，進行資料數據化與遠端監控，確保水質及水位的穩定度，撰寫程式讓系統於水質出現異常時自動修正控制、調節水位，最後運用物聯網晶片(ESP32)進行數據傳輸，以及用 WebSocket 做遠端傳輸與控制。這對非電資學院的我們是次難得機會可以學習與體驗如何實作一個物聯網應用與系統整合。

4. 研究報告與國際發表

預計在系統建構後，撰寫魚菜共生系統的原理、歷史、應用的綜整研究報告，並紀錄魚菜共生系統的學習歷程、實作、測試分析及成果展示，並於製作後撰寫心得報告以及未來展望。若有機會將成果投稿於 Fablab 國際創客年會。

5. 實踐聯合國 SDGs 的永續發展目標[8] (創新及基礎建設(SDGs-9)、優質教育(SDGs-4)、永續城鄉(SDGs-11))

■永續工業與基礎建設 (SDGs-9)

我們完成的「IoT 智慧魚菜共生系統」期望能作為小叮嚀科學主題樂園《魚菜星球》第四座智慧魚菜共生系統，增添與改進小叮嚀《魚菜星球》園區基礎設施。

■優質教育(SDGs-4)

將物聯網魚菜共生系統架設於小叮嚀科學主題樂園，有別於現有的三種技術，將物聯網、數位自造、微電子控制技術帶入樂園內，讓小叮嚀在魚菜共生系統能增添與優化多元跨域知識與展示，增進樂園對永續發展優質教育的目標。

■永續城鄉 (SDGs-11)

透過魚菜共生系統的生態循環環境，減少對外在環境的汙染，並節省養殖空間，同時減少食物到餐桌的碳足跡，提供綠色公共空間。未來期望推廣與延伸至新竹偏鄉小學，讓孩子們學習 DIY 製作 IoT 智慧魚菜共生系統。

五、參考書目

1. 小叮嚀科學主題樂園，小叮嚀魚菜共生體驗農園 <https://www.dingdong.com.tw/park/33>，檢索日期 2025 年 5 月 16 日。

2. 小叮嚀魚菜共生園區 (Youtube) ,
<https://www.youtube.com/watch?v=17LWAdz7uM>
3. 魚菜共生 (Aquaponics) , <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%AD%9A%E8%8F%9C%E5%85%B1%E7%94%9F> , 檢 索 日 期 2025 年 5 月 19 日。
4. 焦傳金,「魚菜共生」是什麼?要留意哪些細節?陪孩子透過實作與觀察認識生態系統, <https://flipedu.parenting.com.tw/article/009059> , 檢 索 日 期 : 2025 年 5 月 16 日。
5. Instructables, How to Build an IoT Based Smart Aquaponics Educational Garden. 16 May 2025.
<https://www.instructables.com/How-to-Build-an-IoT-Based-Smart-Aquaponics-Educational/>
6. Wikipedia: Internet of Things,
https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things, last accessed 2025/01/05.
7. 清華大學科技藝術研究中心, 2018 印象清華-物聯網科技藝術節, <https://techart.nthu.edu.tw/THE2018/> , 檢 索 日 期 : 2025 年 5 月 16 日。
8. 聯合國永續發展目標, <https://globalgoals.tw/> , 檢 索 日 期 2025 年 5 月 16 日。

參、 指導教師意見 (附上指導教師簽名、日期)

一、 ☒ 我已詳閱「通識中心自主學習計畫之應行與注意事項」。(請勾選)

二、 指導老師關於本計畫之相關意見。

沈家瑜、陳妤蓁兩位同學過去修習我「數位自造創意設計與實踐」課程,不管是在學習態度或學習成果均表現優異,讓我印象深刻。這次他們提出「IoT 智慧魚菜共生系統實作應用」自主學習課程,也有跟我討論過。依據他們過去數位自造與微電子控制學習經驗以及對 DIY 實作的熱愛,本人肯定此「自主學習課程」之規劃與確認可行,很適合大學生透過訪查、文獻研究、跨域開發、多元整合到展示的整合性學習,是個難得的學習機會,值得鼓勵。本人願意擔任指導老師,讓學生充分自主學習,並定時與學生討論。

許壽奇

2025,5,25

附件：指導老師履歷



許素朱(小牛) Su-Chu Hsu 教授

學歷：台灣清華大學資訊科學博士
大同大學資訊工程研究所碩士
清華大學工業工程系學士

專長：科技藝術、物聯網藝術、數位文創、
STEAM創客教育

興趣：浪跡天涯，志向：當俠女

mail：suchu@mx.nthu.edu.tw

- 1992開始「**科技藝術**」創作與研究
- 2000創立 台灣第一個 **科技藝術研究所**
- 2013創立 台灣第一個 **台灣科技藝術學會**
- 2017成立清華大學 **藝術學院 + 科藝學士班**
科技藝術研究中心、跨領域碩、博士學程(科技藝術組)

■ 現職

- 清華大學 科技藝術研究中心 主任
通識教育中心、資訊系統與應用研究所合聘教授
- FBI Lab、MetAloT 實驗室主持人
- 國科會李國鼎KT科技藝術獎(互動組) 召集人

■ 重要學術經歷

- 清華大學「藝術學院」創院院長
- 清華大學「藝術學院」學士班首任班主任
- 清華大學跨院碩博科技藝術組 召集人
- 台灣科技藝術學會 創會會長
- 台北藝術大學「電影與新媒體學院」院長
- 台北藝術大學科技藝術研究所 創所所長
- 台北藝術大學科技藝術研究中心 主任
- 台北藝術大學動畫系 主任
- 台北藝術大學電算中心 主任
- 行政院科技政策審查委員
- 台灣人機互動學會副理事長
- 台灣文化部文化科技諮詢會 委員
- 財團法人新竹市文化基金會監事
- 台灣文化部財團法人臺灣生活美學基金會 董事
- 台灣大學 資訊網路與多媒體研究所 教授(兼任)
- 大同大學傑出校友
- 美國麻省理工學院(MIT) Media Lab 客座研究 (1995~1996)
- 美國 UCB Intel Research Lab 客座研究 (2004~2005)
- 美國加州大學柏克萊分校(UC Berkeley) 客座研究 (2011~2012)