

教育部 103 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：請魚兒來種菜

主持人：范秀珠

E-mail：hs4786@gmail.com (袁湘蘭)

共同主持人：邱金龍

執行單位：新竹縣竹北國小

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：

- (1) 「請魚兒來種菜」之概念與分享
- (2) 「請魚兒來種菜」系統建置操作體驗課程

4. 辦理活動或研習會對象：竹北國小全體教職員工

5. 參加活動或研習會人數：109 人

6. 參加執行計畫人數：8 人

7. 辦理/執行成效：

- (1) 設置竹北國小特色「請魚兒來種菜」系統。
- (2) 成立【請魚兒來種菜】魚菜共生課程研發精進社群。
- (3) 以「請魚兒來種菜」為融入環境議題課程的主軸，發展三至六年級自然與生活科技領域之環境教育校本課程。
- (3) 建置「請魚兒來種菜」教學資源。
- (4) 拍攝環保小劇場—「請魚兒來種菜」影片。

二、計畫目的

我們希望由竹北國小的生態池出發，另加入環境科學教育的能源議題，將之融入自然與生活科技領域的課程中，建置一套完整的校園內「請魚兒來種菜」系統。此系統的建置可結合自然與生活科技領域課程中的水生生物觀察、植物的種植、水溶液酸鹼質檢測，以及水循環再利用、風力省電系統等，使中、高年級學生之自然與生活科技領域課程有一個單一主題式的縱向聯結。藉由此系統的建置及其相關系列的教學，引發學生觀察的動機，並開啟尋找問題的能力、解決問題的能力，更進一步學習尊重生命的議題。

三、研究方法

本計畫的主要目的是建置「請魚兒來種菜」系統，並以本系統為主軸設計環境教育校本課程。以下探討研究理念與架構、研究對象、研究流程、研究工具、資料蒐集與分析：

(一) 研究理念與架構

近年來食安問題層出不窮，再加上環保意識、能源危機、氣候變遷等重大議題在社會上不斷的探討，讓身在教育第一線的我們，深感問題的重要性與迫切性。於是我們思考著：我們應該如何設計一個有系統、完整且良好的課程架構，並且必須是在原本的領域教學內而不需要耗費太多額外時間的教學？

由於「魚」的排泄物在水中逐漸累積，將對魚產生毒素，但經過大自然中的硝化菌分解後卻可當作植物的養分，使植物成長茁壯。藉由抽水馬達的作用，我們可以在不使用土壤的情況下，使水不斷的循環，且同時供應給魚和植物生長。這種魚和植物共生且循環水資源再利用的概念所建置的系統，就是「請魚兒來種菜」系統(如下圖 1)。此系統不但便於管理，且耗費非常低的電力及水資源，是一套環保節能又適合當作教學示範的好工具。



圖 1 【請魚兒來種菜】系統架構圖

我們將「請魚兒來種菜」的魚菜共生系統融入三至六年級自然與生活科技課程中，並發展屬於竹北國小特色的環境教育校本課程，以下為本(103)學年度的主要課程架構(如圖 2)：

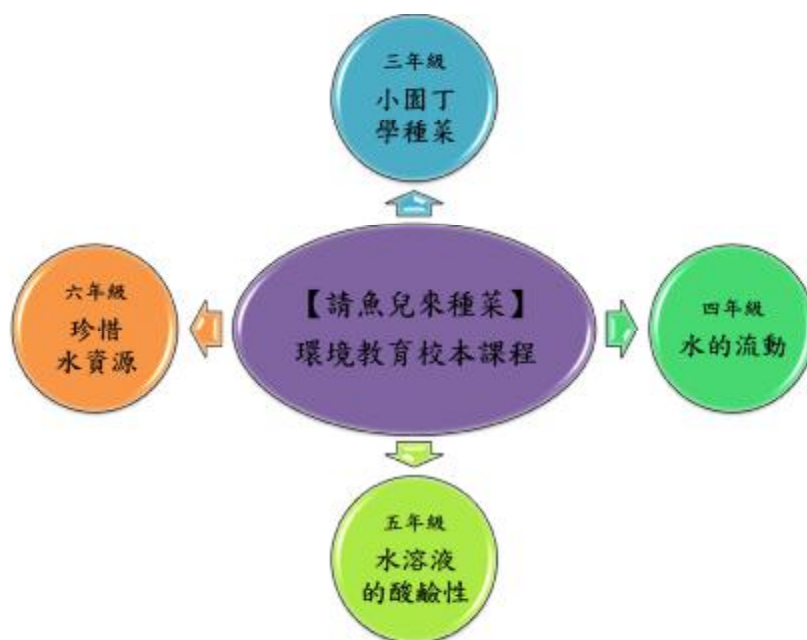


圖 2 竹北國小 103 學年度【請魚兒來種菜】環境教育校本課程架構圖

一個完整的校本課程架構，除了需要在團隊的努力下不斷的討論、規畫與設計，更應該在課程教學中確實的進行教學，以發現問題並修正課程。目前，我們在第一年的計畫執行中，規畫如上圖 2 之課程架構，並建置教學所需要之教學資源，來提供給未來教授三至六年級自然與生活科技領域的教師們使用，讓沒有參與本計畫的教師也能輕鬆上手。

不過，這只是一個起點，研發課程的道路還很漫長，未來在第二年、第三年，甚至更久的將來，我們會繼續努力呈現出更完整的課程，我們希望這樣的一個系統能夠持續不斷以達到永續校園的精神。

(二) 研究對象

本計畫所建置之「請魚兒來種菜」系統尚在初期開發階段，歷經半年的實施期程，本系統已經過三次改版。由於希望本系統能全面於校園內實施，故總共設置了八套系統，開放給三至六年級各班級的自然與生活科技領域教學使用。

(三) 研究流程

本計畫的流程分為準備、系統開發、課程開發、系統運作、教學實施及報告撰寫等六個步驟，分別說明如下。

1. 準備

計畫成員首先進行初步的資料蒐集與探討，然後與互相討論後確定計畫實施與主題，再根據計畫目的，針對魚菜共生系統、水耕蔬菜、魚類養殖等相關資料，再次進行資料的蒐集與探討，最後擬定本計畫。

2. 系統開發

計畫成員陳吟菱老師利用課餘時間實地探訪魚菜共生實驗農場的負責人李家璇老

師，也參與了農場的教學，學習魚菜共生系統的原理與相關設施的組裝。陳老師回校後，旋即開始與計畫相關成員進行系統開發，希望可以改造原先的魚菜共生系統成為適合竹北國小進行教學的「請魚兒來種菜」系統。「請魚兒來種菜」系統的建置及擴展共分為三個階段，每個階段皆需歷經一年的研究與實作，本（103）學年度為系統建置的第一個階段，以下說明各階段實施內容。

第一階段：使用一般電源設置「請魚兒來種菜」系統

- Ø 設置水循環系統硬體裝置
- Ø 測試飼養魚種的養殖方式
- Ø 測試可種植的蔬菜種類以及種植方式

第二階段：利用廚餘飼養蚯蚓取代魚飼料

- Ø 蚯蚓養殖方式建立
- Ø 蚯蚓餵食的成效記錄

第三階段：製作風力發電抽水馬達運用於「請魚兒來種菜」系統中

- Ø 校園內風力較強的區域測試
- Ø 風力發電機的設計
- Ø 風力發電機結合抽水馬達的設計
- Ø 風力發電抽水馬達的測試

3. 課程開發

「請魚兒來種菜」的課程開發為配合系統設置期程亦分為三個階段，每個階段仍需經一年的討論與實作。我們將「請魚兒來種菜」的共生系統融入到三至六年級自然與生活科技領域的課程中，整體的課程架構如下（圖 3）：

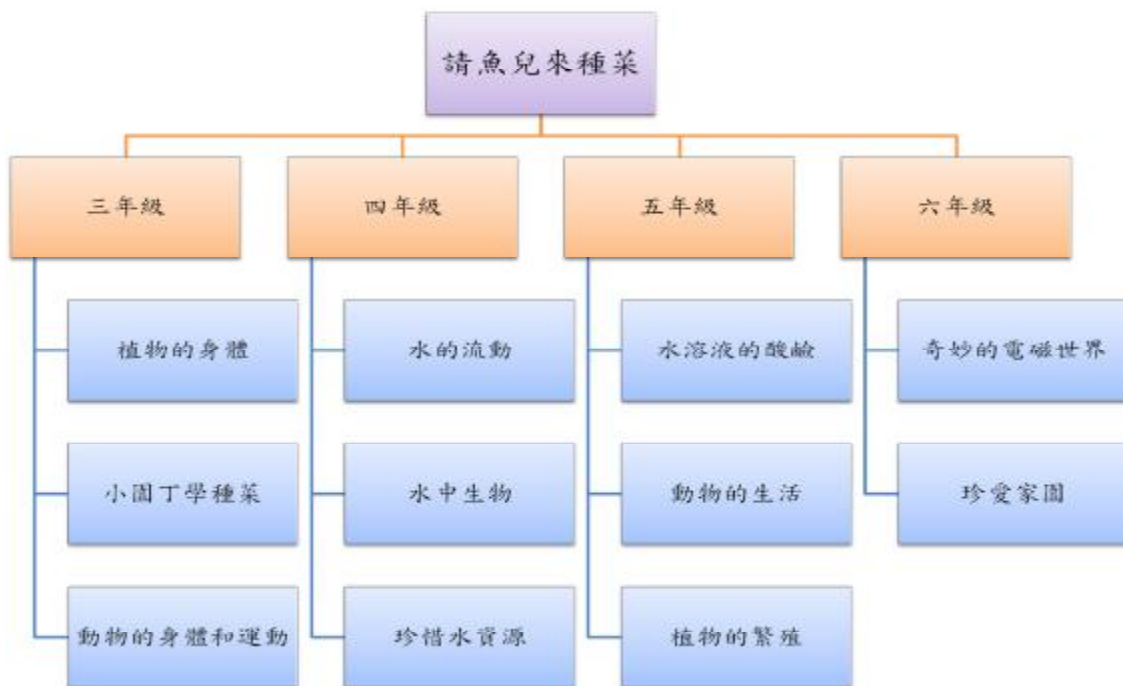


圖 3 竹北國小【請魚兒來種菜】環境教育校本課程架構圖

以下說明【請魚兒來種菜】環境教育校本課程融入三至六年級自然與生活科技領域課程之相關教學內容：

I 三年級

- (1) 植物的身體：觀察系統中所種植之蔬菜身體的各個部位（根、莖、葉、花、果實、種子）。
- (2) 小園丁學種菜：實際在系統中動手種植蔬菜，並在種植蔬菜的過程中，觀察、紀錄、發現問題、解決問題。
- (3) 動物的身體和運動：實際觀察系統中所飼養魚的身體部位及運動方式。

I 四年級

- (1) 水的流動：實際觀察系統中利用虹吸原理的裝置。
- (2) 水中生物：認識系統中的各種動植物（包括蔬菜、蚯蚓、昆蟲、水生植物、魚、螺和蝸牛等）。
- (3) 珍惜水資源：介紹系統的水循環裝置，藉以帶入水資源的重要性。

I 五年級

- (1) 水溶液的酸鹼：藉由酸鹼檢測液製作，帶入系統中水質酸鹼的檢測。
- (2) 動物的生活：介紹動物的覓食、避敵與繁殖，帶入系統中蚯蚓以及魚類的排泄物循環再利用。
- (3) 植物的繁殖：認識植物的繁殖方式--扦插法、匍匐莖繁殖等，引入系統讓學生實作。

I 六年級

- (1) 珍愛家園：介紹節能減碳、水污染、水資源、水循環等環境教育議題，教導學生從蒐集資料與討論的過程中，了解環境保護與珍惜資源的重要性，進而達到永續家園的目標。
- (2) 奇妙的電磁世界：介紹電動機中的電磁原理，引導學生觀察或改良魚菜共生系統的運作模式。

4. 系統運作

在系統的運作部分，藉由在執行的過程中，我們發現了系統的問題，於是著手進行系統的改版。我們的系統歷經三次的改版如下：



第一版：

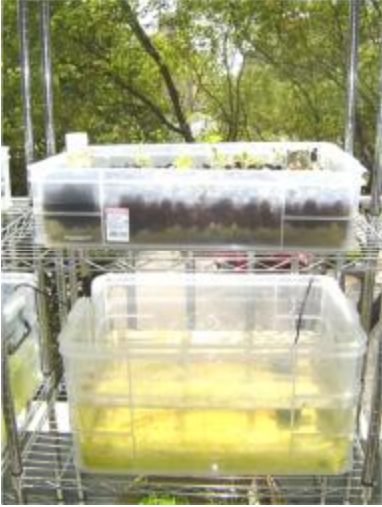

上層的菜箱和下層的魚箱互相疊合。

發現問題：

上層菜箱中水和鍊石的重量太重，超過下層魚箱的負荷，容易造成系統變形。

解決方法：

購置鍍鉻層架，將上下兩層分開。

	<p>第二版： 上層的菜箱和下層的魚箱分開放置。</p> <p>發現問題： 蔬菜的成長速度緩慢，且魚會莫名其妙的自殺身亡。與魚菜共生系統的專家討論後，發現：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 硝化菌的培養，不可長期曝曬在陽光下，因此造成蔬菜營養不足而無法有良好的成長。 2. 當初為了方便觀察，而購置了透明的整理箱作為系統，但魚兒生活在陽光充足的環境時容易緊張，且走廊上學生來往吵雜，更容易使魚兒感到不安。 3. 魚箱中的藻類因受充足的陽光照射，光合作用旺盛，藻類繁殖迅速，造成水質不良。 <p>解決方法：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 購置黑色塑膠瓦楞板，分別將上下兩層的四周圍起來，下層前蓋為活動式，方便加水、餵食與觀察。 2. 購買蝸牛和螺類，以解決藻類過度繁殖的問題。
	<p>第三版： 上下兩層分開，且四周圍有黑色塑膠瓦楞板。</p> <p>目前現況：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 上述問題均解決後，果然蔬菜快速成長。 2. 本學期種植的蔬菜種類，計有小白菜、空心菜、A菜、四季豆、辣椒、蔥、韭菜和番茄等。 3. 並非所有種類都成長得很好，其中以空心菜長得最好。分析原因為： <ul style="list-style-type: none"> (1) 每種蔬菜所需的營養其實不同，應針對不同蔬菜添加其成長所需的營養素。 (2) 有些蔬菜的生長期較長，不容易在短時間內看出豐碩的成果。 (3) 每種蔬菜均有其適合生長的季節，即使蔬菜種子包裝上已說明適合種植的月份，種植時仍然需要視當時的天候狀況而定。

5. 教學實施

「請魚兒來種菜」系統課程的開發與設計採螺旋式漸進發展，本（103）學年度為課程開發的第一個階段，第一階段著重在與系統設置直接相關之三、四、五年級的課程開發與教學實作。以下說明各階段與自然與生活科技領域課程配合的單元內容。

期程 年級	第一階段	第二階段	第三階段
三	小園丁學種菜	植物的身體 小園丁學種菜	植物的身體 小園丁學種菜 動物的身體和運動

四	水的流動	水的流動 水中生物	水的流動 水中生物 珍惜水資源
五	水溶液的酸鹼	水溶液的酸鹼 動物的生活	水溶液的酸鹼 動物的生活 植物的繁殖
六		珍愛家園	奇妙的電磁世界 珍愛家園

所謂「養魚要先養水」，在本計畫執行之上半年度時，系統設置剛完成，魚箱中水質的檢測十分重要，如果水質不好，魚就容易死亡。五年級教材中「水溶液的酸鹼」單元中介紹水溶液的性質，藉由酸鹼檢測液的製作，帶入【請魚兒來種菜】系統中水質酸鹼的檢測。

魚箱的部分完成後，便可以開始進行蔬菜的種植。三年級教材中「小園丁學種菜」單元中介紹各種常見的蔬菜種類，指導學生蒐集有關蔬菜的種植資料，並能由資料選擇適合當季種植的蔬菜。課程中亦介紹了蔬菜種植的技術，包括安排日照、提供水分和選擇土壤等，由此帶入各種蔬菜種植的方法（如：土耕、水耕、魚菜共生等），接著透過實地種植蔬菜，察覺蔬菜的成長變化歷程，並運用表格，記錄觀察資料，培養觀察記錄的能力。

另外，在【請魚兒來種菜】系統中，能夠使水源不斷循環的裝置，除了抽水馬達外，還有一個很重要的關鍵，即是運用「虹吸原理」使上層菜箱中的水位產生變化，而使蔬菜的根不會一直泡在水中，這樣對於一些不適合水耕的植物，也能夠在此系統中良好的成長。四年級教材中「水的流動」單元中即介紹了有關「虹吸原理」，教師在介紹此課程內容時，可以進行實地觀察、紀錄與討論。

6. 報告撰寫

計畫成員依據「請魚兒來種菜」之系統建置、課程實施與計畫執行情形歸納結論與建議，並撰寫計畫成果報告。



四、研究成果

(一) 設置竹北國小特色「請魚兒來種菜」系統



系統組裝



為系統加水，準備養水囉！



五年級的小朋友一起清洗系統



建置好的植栽床和系統



小朋友們爭相觀察



種植蔬菜初體驗

(二) 成立【請魚兒來種菜】魚菜共生課程研發精進社群並發展「請魚兒來種菜」環境教育校本課程



社群利用午餐時間進行討論



討論課程架構



三年各班導師進行會議簽到



與三年級學年導師說明【請魚兒來種菜】的課程實施方式

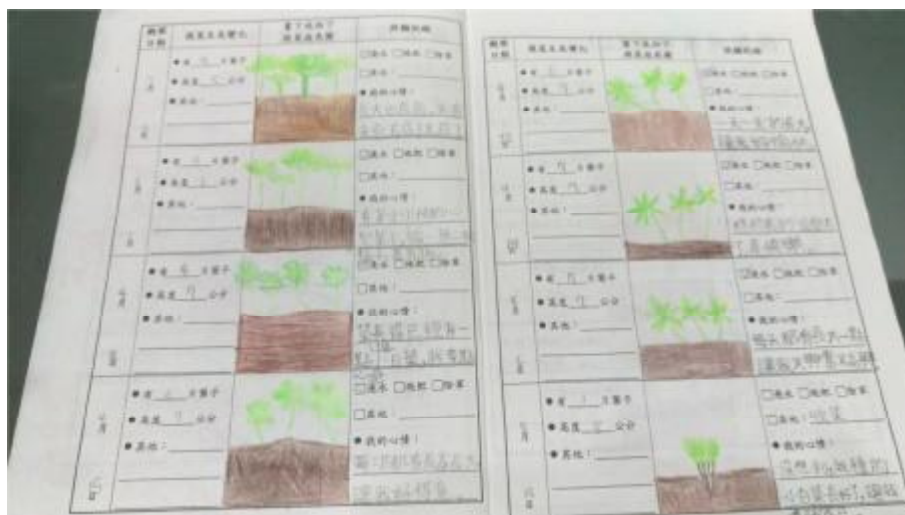
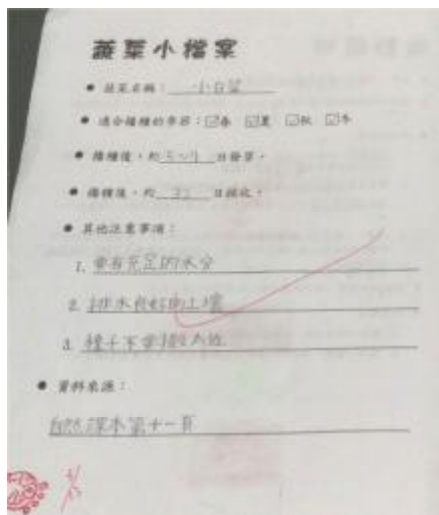
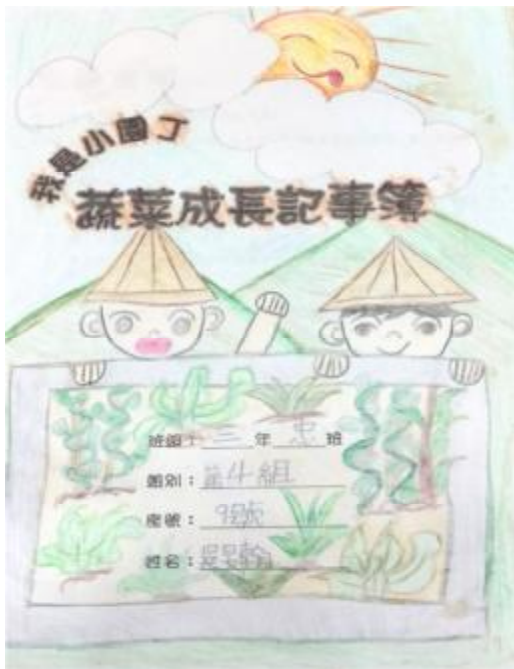


「請魚兒來種菜」教師研習



老師們一起動手做一小型的「魚花共生」系統

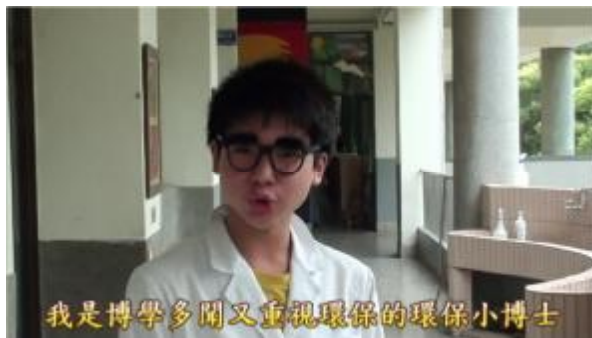
(三)「請魚兒來種菜」實驗教學成效良好



(四) 建置「請魚兒來種菜」教學資源



(五) 拍攝環保小劇場—「請魚兒來種菜」影片



五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

本計畫執行的過程，真可說是多災多難！會這麼說，絕對不誇張～因為，這一年來歷經了多次的「災變」，使得團隊成員們一路走來十分艱辛困難。

（一）縣府承辦人員不斷的更替：

1. 自 102 學年度期末申請計畫過後，遲至 12 月才確立縣府教育處的承辦人員，而在此之前一直無法確定是否確實通過審核及相關經費核定事宜，以致計畫遲遲無法確實執行，而導致與校本課程的規畫進度有所落差。
2. 好不容易與承辦人員連繫計畫經費相關事宜後，卻在短短二個月內又換了二個承辦人員，最後本項業務交由教育處的學管課長負責，但在不斷的人員更替下，校方與縣府間的聯繫十分困難。

（二）學校承辦人員（衛生組長）因長期業務繁重，造成身體不適，於 103 年 11 月時突然病倒，突發性的申請延長病假，以至於行政上的統籌規畫出現空窗期；而為了配合 12 月中突獲知的期中報告期程，因而商請各單位行政人員以及課程教學教師群全力加速配合協助建置系統。

（三）雖然校方緊急調派現任衛生組長從班級接任行政，但好運卻遲未降臨：接任班級的代課老師頻出狀況，結果由本計畫團隊的靈魂人物陳吟菱老師接手帶班，造成計畫期程一度中斷。

（四）本校自然與生活科技領域教師，也就是團隊成員，幾乎都是行政人員，其他皆為鐘點代課教師。行政人員的業務繁重，難以全心投入；鐘點代課教師除了課堂時間有在學校外，其餘時間皆無法配合。

以上為執行計畫期間，我們所遭遇到的困難，但過程中我們也看到了許多令人欣喜的部分，分享如下：

（一）實驗教學樂趣多

我們在三年級的自然課中運用了實驗教學，讓每一小組的學生均將欲種植的蔬菜分為三組種植：盆栽、土耕、魚菜共生。實驗從一開始的播種、育苗、移植、抓蟲、……到收成，學生將每個過程都記錄在小園丁日記中，由於大家都從未種過蔬菜，因此感到特別的興奮，尤其是對於魚菜共生的系統。因為自然課一週只有三堂課，無法每天都陪著學生觀察及紀錄，我們卻時常聽見導師給予的正向回饋：

1. 小朋友們每天都欣喜若狂，每節下課都非常忙碌的照顧自己的蔬菜，就像照顧自己的孩子一般。
2. 我不時的看到有學生在跟蔬菜說話，有的是鼓勵的話，有的還跟蔬菜說心事。
3. 小朋友們愈來愈喜愛上學，每天一到校就開始像農夫一樣的忙著澆灌、抓蟲，卻忙得不亦樂乎。

(二) 魚菜共生好處多

以往在三年級的蔬菜種植單元，為了觀察方便，均是盆栽的方式進行種植，今年由於參與了科學教育計畫，並獲得經費補助，我們一共建置了八套系統，使每個班級的學生均可以進行實驗教學。實驗進行中，由於每個學生都同時以盆栽、土耕、魚菜共生三種方式來種植蔬菜，因此我們對這三種方式進行比較，我們發現：

1. 土耕：

(1) 蔬菜澆灌困難多。

傳統的土耕需要大量的水，但學校的菜園在操場旁，附近並沒有水源，只能從遠處的水龍頭牽引水管至菜園附近，再讓學生裝水進行澆灌。

(2) 蔬菜成長蟲害多。

雖然小朋友已經很努力的在抓蟲、防蟲，但泥土裡原生的害蟲仍不少，難以真正防堵，最後菜葉幾乎都被啃食光了。

(3) 蔬菜種植外敵多。

由於菜園鄰近操場，每到下課時間，菜園中的蔬菜常會被天外飛來的球給砸中，許多蔬菜不幸夭折。菜園附近種有許多木棉花樹，到了木棉花開的季節時，重量不輕的木棉花被吹落滿地，菜園中也有不少掉落的木棉花，小菜苗被大朵的木棉花砸中也只能一命嗚呼了。

2. 盆栽：雖然這是最方便照顧和觀察記錄的種植方式，卻也是三種方式中成長最慢的，分析原因應該是在此次的種植過程中，我們並沒有勤於施肥，盆栽的土壤少，相對的能夠提供給蔬菜成長的營養不足，使得蔬菜成長緩慢。

3. 魚菜共生：

(1) 蔬菜澆灌好輕鬆。

「請魚兒來種菜」系統中的水不斷循環，種植時，只需要注意魚箱中的水是否足夠就可以了。冬天由於氣溫低，魚箱中水的蒸發作用與蔬菜的蒸散作用速度慢，約一個月加一次水即可，每次約為三分之一魚箱的水量；夏天由於氣溫高，蒸發與蒸散作用速度快，約一星期加一次水，但比起土耕仍然十分省水。

(2) 蔬菜成長好快速。

「請魚兒來種菜」系統中，魚所排放的糞便，經由硝化作用，變成蔬菜成長所需的養分，我們在種植時，只需要注意魚兒的餵食即可。在三種不同的種植方式中，此系統的蔬菜成長最快速。

(3) 蔬菜種植好輕鬆。

本學期我們將「請魚兒來種菜」系統，放置於三年級自然教室外的走廊上，不但方便觀察、取水，我們也為系統裝上了「蚊帳」，果然防蟲效果非常好，只有一些不危害蔬菜的椿象偶爾跑進系統裡，有時還不小心掉到水池中成為魚兒的飯後點心呢！雖然偶爾有紅蜘蛛危害，但只要用稀釋牛奶噴灑即可，所以蔬菜長得高大又茂密。

(三) 成果豐碩讚揚多

這一年來，過程雖然艱辛，卻也收穫滿滿，更重要的是不時獲得許多人的讚揚，這讓我們感到非常的欣慰。以下分享大家的回饋：

1. 學校老師：

學期中我們辦理了「請魚兒來種菜」的全校教師研習，上課時教師們與講師互動良好，不斷發問、討論，大家都興致高昂，急著想弄清楚魚菜共生系統到底是什麼？輔導室及特教、資源班的老師更表示這套系統具有輔導諮商的療效，當場就訂購了三套小型的魚花共生系統，以設置在教室中。學期中，陸續有老師來詢問魚菜共生的相關事宜，還有老師表示想在家中設置系統。

2. 校務評鑑委員：

學校這學期適逢四年一度的校務評鑑，委員們當天親自參觀系統後大力讚賞，並肯定系統以及學校實施教學的狀況，委員們也期許學校能夠將「請魚兒來種菜」系統做更多研究、紀錄，並將經驗分享、推廣至社區、家庭或其他學校。之後我們更陸續接到他校（例如：嘉義縣溪口鄉美林國小）甚至研究生的來電，諮詢魚菜共生系統設置、教學實施相關事項，以及到校參訪的意願。

3. 家長：

在小園丁日記中，家長們對於學校這樣的實驗教學，均給予非常正面回饋，例如其中一位家長寫道：「老師謝謝您帶領孩子種植蔬菜，實際的去觀察蔬菜，在不同環境下成長的情形。」另外，也有一位家長這樣回應：「『種菜』就好像人生一樣，如果你想擁有美好的人生，過程就要努力一些，也才能得到甜美的果實。所以，有了這次特別的經驗，你對人生的看法也會不同喔！」

非常感謝教育部及新竹縣政府給予本校參與計畫的機會，雖然計畫的執行過程中災難不斷，但我們仍然努力的朝向目標前進，所幸靠著大家永不放棄的精神，在教學的實施、系統的運作與團隊的討論中不斷的修正，雖然還沒達到最終目標，卻很值得我們做為未來相關計畫或研究之參考，我們也十分願意將實作的經驗與成果分享給其他學校。



教育部 103 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：請魚兒來種菜

主持人：范秀珠

E-mail：hs4786@gmail.com (袁湘蘭)

共同主持人：邱金龍

執行單位：新竹縣竹北國小

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：

- (1) 「請魚兒來種菜」之概念與分享
- (2) 「請魚兒來種菜」系統建置操作體驗課程

4. 辦理活動或研習會對象：竹北國小全體教職員工

5. 參加活動或研習會人數：109 人

6. 參加執行計畫人數：8 人

7. 辦理/執行成效：

- (1) 設置竹北國小特色「請魚兒來種菜」系統。
- (2) 成立【請魚兒來種菜】魚菜共生課程研發精進社群。
- (3) 以「請魚兒來種菜」為融入環境議題課程的主軸，發展三至六年級自然與生活科技領域之環境教育校本課程。
- (3) 建置「請魚兒來種菜」教學資源。
- (4) 拍攝環保小劇場—「請魚兒來種菜」影片。

二、計畫目的

我們希望由竹北國小的生態池出發，另加入環境科學教育的能源議題，將之融入自然與生活科技領域的課程中，建置一套完整的校園內「請魚兒來種菜」系統。此系統的建置可結合自然與生活科技領域課程中的水生生物觀察、植物的種植、水溶液酸鹼質檢測，以及水循環再利用、風力省電系統等，使中、高年級學生之自然與生活科技領域課程有一個單一主題式的縱向聯結。藉由此系統的建置及其相關系列的教學，引發學生觀察的動機，並開啟尋找問題的能力、解決問題的能力，更進一步學習尊重生命的議題。

三、研究方法

本計畫的主要目的是建置「請魚兒來種菜」系統，並以本系統為主軸設計環境教育校本課程。以下探討研究理念與架構、研究對象、研究流程、研究工具、資料蒐集與分析：

(一) 研究理念與架構

近年來食安問題層出不窮，再加上環保意識、能源危機、氣候變遷等重大議題在社會上不斷的探討，讓身在教育第一線的我們，深感問題的重要性與迫切性。於是我們思考著：我們應該如何設計一個有系統、完整且良好的課程架構，並且必須是在原本的領域教學內而不需要耗費太多額外時間的教學？

由於「魚」的排泄物在水中逐漸累積，將對魚產生毒素，但經過大自然中的硝化菌分解後卻可當作植物的養分，使植物成長茁壯。藉由抽水馬達的作用，我們可以在不使用土壤的情況下，使水不斷的循環，且同時供應給魚和植物生長。這種魚和植物共生且循環水資源再利用的概念所建置的系統，就是「請魚兒來種菜」系統(如下圖 1)。此系統不但便於管理，且耗費非常低的電力及水資源，是一套環保節能又適合當作教學示範的好工具。



圖 1 【請魚兒來種菜】系統架構圖

我們將「請魚兒來種菜」的魚菜共生系統融入三至六年級自然與生活科技課程中，並發展屬於竹北國小特色的環境教育校本課程，以下為本(103)學年度的主要課程架構(如圖 2)：

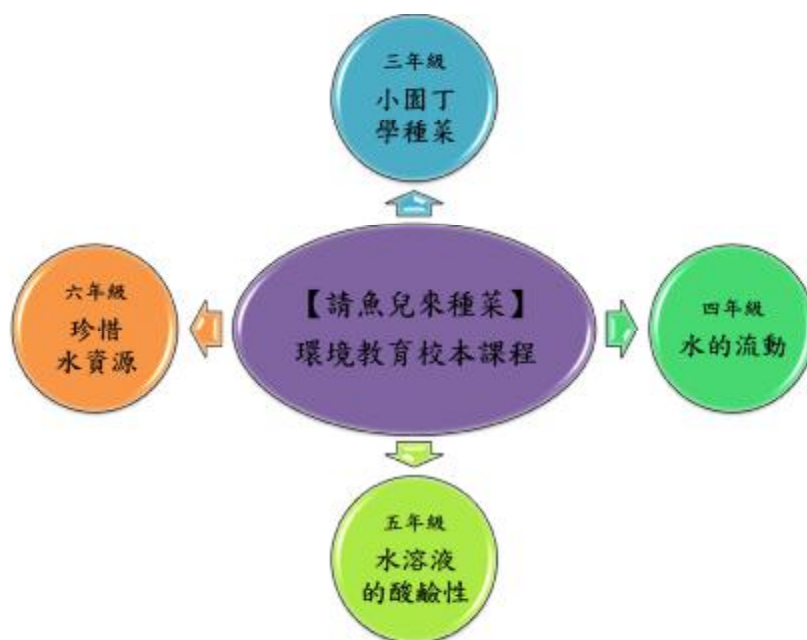


圖 2 竹北國小 103 學年度【請魚兒來種菜】環境教育校本課程架構圖

一個完整的校本課程架構，除了需要在團隊的努力下不斷的討論、規畫與設計，更應該在課程教學中確實的進行教學，以發現問題並修正課程。目前，我們在第一年的計畫執行中，規畫如上圖 2 之課程架構，並建置教學所需要之教學資源，來提供給未來教授三至六年級自然與生活科技領域的教師們使用，讓沒有參與本計畫的教師也能輕鬆上手。

不過，這只是一個起點，研發課程的道路還很漫長，未來在第二年、第三年，甚至更久的將來，我們會繼續努力呈現出更完整的課程，我們希望這樣的一個系統能夠持續不斷以達到永續校園的精神。

(二) 研究對象

本計畫所建置之「請魚兒來種菜」系統尚在初期開發階段，歷經半年的實施期程，本系統已經過三次改版。由於希望本系統能全面於校園內實施，故總共設置了八套系統，開放給三至六年級各班級的自然與生活科技領域教學使用。

(三) 研究流程

本計畫的流程分為準備、系統開發、課程開發、系統運作、教學實施及報告撰寫等六個步驟，分別說明如下。

1. 準備

計畫成員首先進行初步的資料蒐集與探討，然後與互相討論後確定計畫實施與主題，再根據計畫目的，針對魚菜共生系統、水耕蔬菜、魚類養殖等相關資料，再次進行資料的蒐集與探討，最後擬定本計畫。

2. 系統開發

計畫成員陳吟菱老師利用課餘時間實地探訪魚菜共生實驗農場的負責人李家璇老

師，也參與了農場的教學，學習魚菜共生系統的原理與相關設施的組裝。陳老師回校後，旋即開始與計畫相關成員進行系統開發，希望可以改造原先的魚菜共生系統成為適合竹北國小進行教學的「請魚兒來種菜」系統。「請魚兒來種菜」系統的建置及擴展共分為三個階段，每個階段皆需歷經一年的研究與實作，本（103）學年度為系統建置的第一個階段，以下說明各階段實施內容。

第一階段：使用一般電源設置「請魚兒來種菜」系統

- Ø 設置水循環系統硬體裝置
- Ø 測試飼養魚種的養殖方式
- Ø 測試可種植的蔬菜種類以及種植方式

第二階段：利用廚餘飼養蚯蚓取代魚飼料

- Ø 蚯蚓養殖方式建立
- Ø 蚯蚓餵食的成效記錄

第三階段：製作風力發電抽水馬達運用於「請魚兒來種菜」系統中

- Ø 校園內風力較強的區域測試
- Ø 風力發電機的設計
- Ø 風力發電機結合抽水馬達的設計
- Ø 風力發電抽水馬達的測試

3. 課程開發

「請魚兒來種菜」的課程開發為配合系統設置期程亦分為三個階段，每個階段仍需經一年的討論與實作。我們將「請魚兒來種菜」的共生系統融入到三至六年級自然與生活科技領域的課程中，整體的課程架構如下（圖 3）：

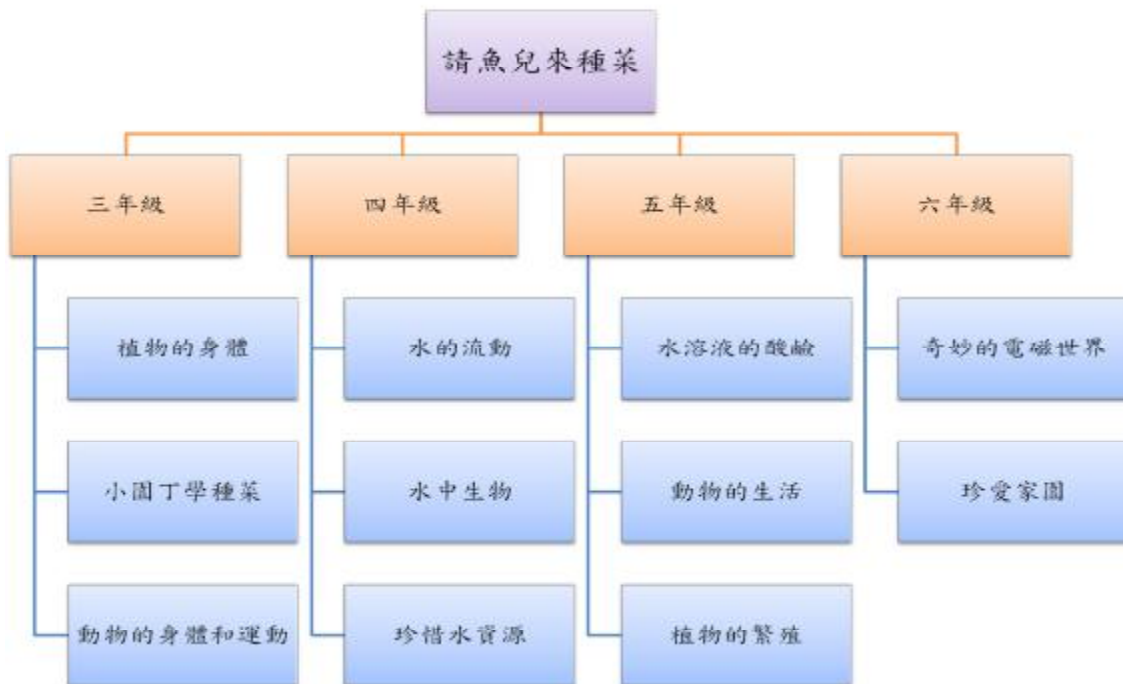


圖 3 竹北國小【請魚兒來種菜】環境教育校本課程架構圖

以下說明【請魚兒來種菜】環境教育校本課程融入三至六年級自然與生活科技領域課程之相關教學內容：

I 三年級

- (1) 植物的身體：觀察系統中所種植之蔬菜身體的各個部位（根、莖、葉、花、果實、種子）。
- (2) 小園丁學種菜：實際在系統中動手種植蔬菜，並在種植蔬菜的過程中，觀察、紀錄、發現問題、解決問題。
- (3) 動物的身體和運動：實際觀察系統中所飼養魚的身體部位及運動方式。

I 四年級

- (1) 水的流動：實際觀察系統中利用虹吸原理的裝置。
- (2) 水中生物：認識系統中的各種動植物（包括蔬菜、蚯蚓、昆蟲、水生植物、魚、螺和蝸牛等）。
- (3) 珍惜水資源：介紹系統的水循環裝置，藉以帶入水資源的重要性。

I 五年級

- (1) 水溶液的酸鹼：藉由酸鹼檢測液製作，帶入系統中水質酸鹼的檢測。
- (2) 動物的生活：介紹動物的覓食、避敵與繁殖，帶入系統中蚯蚓以及魚類的排泄物循環再利用。
- (3) 植物的繁殖：認識植物的繁殖方式--扦插法、匍匐莖繁殖等，引入系統讓學生實作。

I 六年級

- (1) 珍愛家園：介紹節能減碳、水污染、水資源、水循環等環境教育議題，教導學生從蒐集資料與討論的過程中，了解環境保護與珍惜資源的重要性，進而達到永續家園的目標。
- (2) 奇妙的電磁世界：介紹電動機中的電磁原理，引導學生觀察或改良魚菜共生系統的運作模式。

4. 系統運作

在系統的運作部分，藉由在執行的過程中，我們發現了系統的問題，於是著手進行系統的改版。我們的系統歷經三次的改版如下：



第一版：

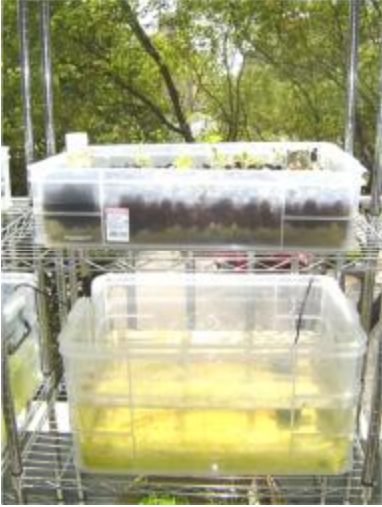

上層的菜箱和下層的魚箱互相疊合。

發現問題：

上層菜箱中水和鍊石的重量太重，超過下層魚箱的負荷，容易造成系統變形。

解決方法：

購置鍍鉻層架，將上下兩層分開。

	<p>第二版： 上層的菜箱和下層的魚箱分開放置。</p> <p>發現問題： 蔬菜的成長速度緩慢，且魚會莫名其妙的自殺身亡。與魚菜共生系統的專家討論後，發現：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 硝化菌的培養，不可長期曝曬在陽光下，因此造成蔬菜營養不足而無法有良好的成長。 2. 當初為了方便觀察，而購置了透明的整理箱作為系統，但魚兒生活在陽光充足的環境時容易緊張，且走廊上學生來往吵雜，更容易使魚兒感到不安。 3. 魚箱中的藻類因受充足的陽光照射，光合作用旺盛，藻類繁殖迅速，造成水質不良。 <p>解決方法：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 購置黑色塑膠瓦楞板，分別將上下兩層的四周圍起來，下層前蓋為活動式，方便加水、餵食與觀察。 2. 購買蝸牛和螺類，以解決藻類過度繁殖的問題。
	<p>第三版： 上下兩層分開，且四周圍有黑色塑膠瓦楞板。</p> <p>目前現況：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 上述問題均解決後，果然蔬菜快速成長。 2. 本學期種植的蔬菜種類，計有小白菜、空心菜、A菜、四季豆、辣椒、蔥、韭菜和番茄等。 3. 並非所有種類都成長得很好，其中以空心菜長得最好。分析原因為： <ol style="list-style-type: none"> (1) 每種蔬菜所需的營養其實不同，應針對不同蔬菜添加其成長所需的營養素。 (2) 有些蔬菜的生長期較長，不容易在短時間內看出豐碩的成果。 (3) 每種蔬菜均有其適合生長的季節，即使蔬菜種子包裝上已說明適合種植的月份，種植時仍然需要視當時的天候狀況而定。

5. 教學實施

「請魚兒來種菜」系統課程的開發與設計採螺旋式漸進發展，本（103）學年度為課程開發的第一個階段，第一階段著重在與系統設置直接相關之三、四、五年級的課程開發與教學實作。以下說明各階段與自然與生活科技領域課程配合的單元內容。

期程 年級	第一階段	第二階段	第三階段
三	小園丁學種菜	植物的身體 小園丁學種菜	植物的身體 小園丁學種菜 動物的身體和運動

四	水的流動	水的流動 水中生物	水的流動 水中生物 珍惜水資源
五	水溶液的酸鹼	水溶液的酸鹼 動物的生活	水溶液的酸鹼 動物的生活 植物的繁殖
六		珍愛家園	奇妙的電磁世界 珍愛家園

所謂「養魚要先養水」，在本計畫執行之上半年度時，系統設置剛完成，魚箱中水質的檢測十分重要，如果水質不好，魚就容易死亡。五年級教材中「水溶液的酸鹼」單元中介紹水溶液的性質，藉由酸鹼檢測液的製作，帶入【請魚兒來種菜】系統中水質酸鹼的檢測。

魚箱的部分完成後，便可以開始進行蔬菜的種植。三年級教材中「小園丁學種菜」單元中介紹各種常見的蔬菜種類，指導學生蒐集有關蔬菜的種植資料，並能由資料選擇適合當季種植的蔬菜。課程中亦介紹了蔬菜種植的技術，包括安排日照、提供水分和選擇土壤等，由此帶入各種蔬菜種植的方法（如：土耕、水耕、魚菜共生等），接著透過實地種植蔬菜，察覺蔬菜的成長變化歷程，並運用表格，記錄觀察資料，培養觀察記錄的能力。

另外，在【請魚兒來種菜】系統中，能夠使水源不斷循環的裝置，除了抽水馬達外，還有一個很重要的關鍵，即是運用「虹吸原理」使上層菜箱中的水位產生變化，而使蔬菜的根不會一直泡在水中，這樣對於一些不適合水耕的植物，也能夠在此系統中良好的成長。四年級教材中「水的流動」單元中即介紹了有關「虹吸原理」，教師在介紹此課程內容時，可以進行實地觀察、紀錄與討論。

6. 報告撰寫

計畫成員依據「請魚兒來種菜」之系統建置、課程實施與計畫執行情形歸納結論與建議，並撰寫計畫成果報告。



四、研究成果

(一) 設置竹北國小特色「請魚兒來種菜」系統



系統組裝



為系統加水，準備養水囉！



五年級的小朋友一起清洗系統



建置好的植栽床和系統



小朋友們爭相觀察



種植蔬菜初體驗

(二) 成立【請魚兒來種菜】魚菜共生課程研發精進社群並發展「請魚兒來種菜」環境教育校本課程



社群利用午餐時間進行討論



討論課程架構



三年各班導師進行會議簽到



與三年級學年導師說明【請魚兒來種菜】的課程實施方式

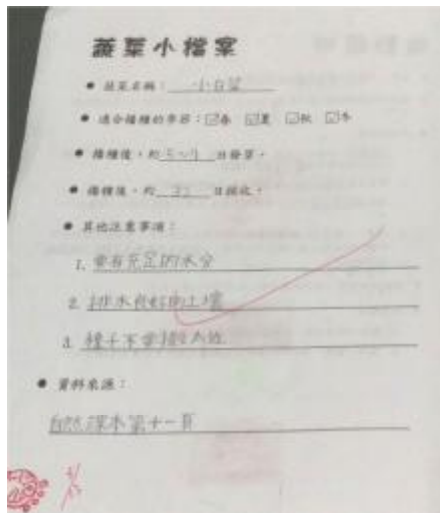
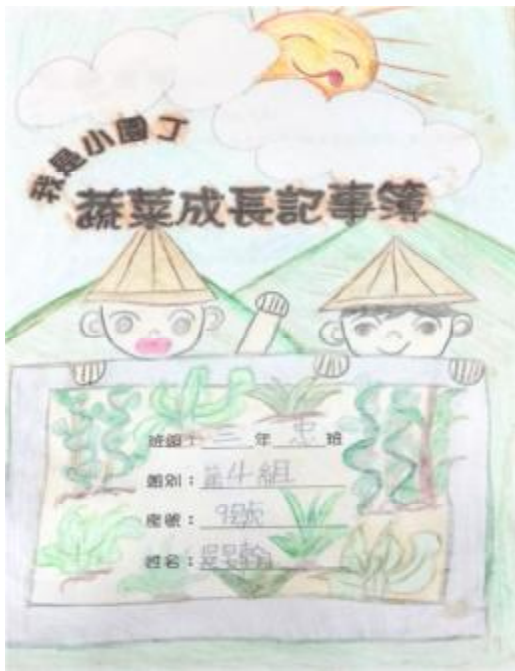


「請魚兒來種菜」教師研習



老師們一起動手做一小型的「魚花共生」系統

(三)「請魚兒來種菜」實驗教學成效良好



蔬菜小檔案

● 蔬菜名稱：小青菜

● 適合種植的季節：春 夏 秋 冬

● 播種後，約3天發芽。

● 播種後，約10天採收。

● 其他注意事項：

1. 要給小青菜澆水
2. 給小青菜澆肥的土
3. _____

● 資料來源：小青菜

蔬菜成長日記(1)

● 種植日期：5.25

觀察日期	蔬菜生長變化	澆了幾次水？ 澆菜肥幾顆？	照顧心得
5.25	● 種子 <u>1</u> 顆 ● 高度 <u>0</u> 公分 ● 其他： <u>種子</u>	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 肥	● 我的心得： <u>小青菜還沒發芽！</u>
5.26	● 種子 <u>1</u> 顆 ● 高度 <u>1</u> 公分 ● 其他： <u>種子</u>	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 肥	● 我的心得： <u>小青菜發芽了！</u>
5.27	● 種子 <u>1</u> 顆 ● 高度 <u>2</u> 公分 ● 其他： <u>種子</u>	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 肥	● 我的心得： <u>小青菜發芽了！</u>

觀察日期	蔬菜生長變化	澆了幾次水？ 澆菜肥幾顆？	照顧心得
5.28	● 種子 <u>1</u> 顆 ● 高度 <u>3</u> 公分 ● 其他： <u>種子</u>	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 肥	● 我的心得： <u>小青菜發芽了！</u>
5.29	● 種子 <u>1</u> 顆 ● 高度 <u>4</u> 公分 ● 其他： <u>種子</u>	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 肥	● 我的心得： <u>小青菜發芽了！</u>
5.30	● 種子 <u>1</u> 顆 ● 高度 <u>5</u> 公分 ● 其他： <u>種子</u>	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 肥	● 我的心得： <u>小青菜發芽了！</u>
5.31	● 種子 <u>1</u> 顆 ● 高度 <u>6</u> 公分 ● 其他： <u>種子</u>	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 肥	● 我的心得： <u>小青菜發芽了！</u>

後記

小朋友，恭喜你完成「我是小園丁」的任務！請寫下在這一段時間裡，照顧蔬菜的心得感想，可以是你發現的問題，怎麼解決困難；或是你照顧蔬菜的心情；或是更多你想說的話。（提醒你：可以在空白處畫些小圖案，讓畫面看起來更漂亮哦！）

第一次種菜時，我的興奮，卻也手和腳酸，畢竟我這種蔬菜，需要勤勞的澆水，一情筋疲力盡的滋味，我雖然很累，但看到我的菜，也會覺得很開心。一情回來，雖然菜很好吃，但種的菜吃得很飽，不過，我體會了，當他菜種出來不容易，所以要珍惜食物，才不會浪費農夫的辛勞。這次種菜的活動，讓我獲益良多。



收獲的話：

種菜，就好像人生一樣。如果，你種的菜長的好，人生過得就幸福。想一想，你已經得到甜果的喜悅，所以，請你，好好照顧它。這一切，都是你，努力的成果。它也會，不負所望。

蔬菜名：小青菜

後記

小朋友，恭喜你完成「我是小園丁」的任務！請寫下在這一段時間裡，照顧蔬菜的心得感想，可以是你發現的問題，怎麼解決困難；或是你照顧蔬菜的心情；或是更多你想說的話。（提醒你：可以在空白處畫些小圖案，讓畫面看起來更漂亮哦！）

當農夫真的很辛苦，菜蟲的好抓都抓不完。菜葉長的速度也很快，拔了又長，長了又拔。雖然自己種的菜都給菜蟲吃了，大部分都不過。看到自己種的菜，終於可以採收了，心情真的很高興。



收獲的話：

兒子你真好棒，可以當小農夫了，會製作辣椒水來驅趕菜蟲，又會抓菜蟲。

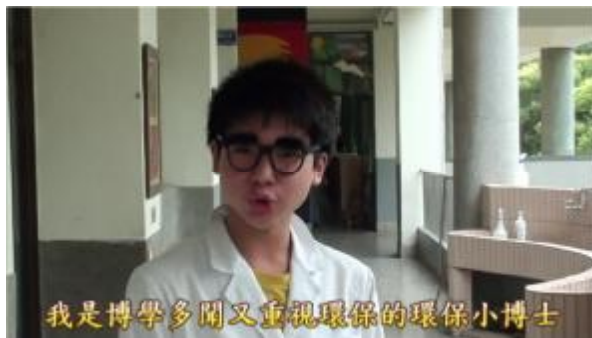
老師謝謝您帶領孩子種植蔬菜，實際的觀察蔬菜，在不同環境下成長的情形。

蔬菜名：小青菜

(四) 建置「請魚兒來種菜」教學資源



(五) 拍攝環保小劇場—「請魚兒來種菜」影片



五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

本計畫執行的過程，真可說是多災多難！會這麼說，絕對不誇張～因為，這一年來歷經了多次的「災變」，使得團隊成員們一路走來十分艱辛困難。

（一）縣府承辦人員不斷的更替：

1. 自 102 學年度期末申請計畫過後，遲至 12 月才確立縣府教育處的承辦人員，而在此之前一直無法確定是否確實通過審核及相關經費核定事宜，以致計畫遲遲無法確實執行，而導致與校本課程的規畫進度有所落差。
2. 好不容易與承辦人員連繫計畫經費相關事宜後，卻在短短二個月內又換了二個承辦人員，最後本項業務交由教育處的學管課長負責，但在不斷的人員更替下，校方與縣府間的聯繫十分困難。

（二）學校承辦人員（衛生組長）因長期業務繁重，造成身體不適，於 103 年 11 月時突然病倒，突發性的申請延長病假，以至於行政上的統籌規畫出現空窗期；而為了配合 12 月中突獲知的期中報告期程，因而商請各單位行政人員以及課程教學教師群全力加速配合協助建置系統。

（三）雖然校方緊急調派現任衛生組長從班級接任行政，但好運卻遲未降臨：接任班級的代課老師頻出狀況，結果由本計畫團隊的靈魂人物陳吟菱老師接手帶班，造成計畫期程一度中斷。

（四）本校自然與生活科技領域教師，也就是團隊成員，幾乎都是行政人員，其他皆為鐘點代課教師。行政人員的業務繁重，難以全心投入；鐘點代課教師除了課堂時間有在學校外，其餘時間皆無法配合。

以上為執行計畫期間，我們所遭遇到的困難，但過程中我們也看到了許多令人欣喜的部分，分享如下：

（一）實驗教學樂趣多

我們在三年級的自然課中運用了實驗教學，讓每一小組的學生均將欲種植的蔬菜分為三組種植：盆栽、土耕、魚菜共生。實驗從一開始的播種、育苗、移植、抓蟲、……到收成，學生將每個過程都記錄在小園丁日記中，由於大家都從未種過蔬菜，因此感到特別的興奮，尤其是對於魚菜共生的系統。因為自然課一週只有三堂課，無法每天都陪著學生觀察及紀錄，我們卻時常聽見導師給予的正向回饋：

1. 小朋友們每天都欣喜若狂，每節下課都非常忙碌的照顧自己的蔬菜，就像照顧自己的孩子一般。
2. 我不時的看到有學生在跟蔬菜說話，有的是鼓勵的話，有的還跟蔬菜說心事。
3. 小朋友們愈來愈喜愛上學，每天一到校就開始像農夫一樣的忙著澆灌、抓蟲，卻忙得不亦樂乎。

(二) 魚菜共生好處多

以往在三年級的蔬菜種植單元，為了觀察方便，均是盆栽的方式進行種植，今年由於參與了科學教育計畫，並獲得經費補助，我們一共建置了八套系統，使每個班級的學生均可以進行實驗教學。實驗進行中，由於每個學生都同時以盆栽、土耕、魚菜共生三種方式來種植蔬菜，因此我們對這三種方式進行比較，我們發現：

1. 土耕：

(1) 蔬菜澆灌困難多。

傳統的土耕需要大量的水，但學校的菜園在操場旁，附近並沒有水源，只能從遠處的水龍頭牽引水管至菜園附近，再讓學生裝水進行澆灌。

(2) 蔬菜成長蟲害多。

雖然小朋友已經很努力的在抓蟲、防蟲，但泥土裡原生的害蟲仍不少，難以真正防堵，最後菜葉幾乎都被啃食光了。

(3) 蔬菜種植外敵多。

由於菜園鄰近操場，每到下課時間，菜園中的蔬菜常會被天外飛來的球給砸中，許多蔬菜不幸夭折。菜園附近種有許多木棉花樹，到了木棉花開的季節時，重量不輕的木棉花被吹落滿地，菜園中也有不少掉落的木棉花，小菜苗被大朵的木棉花砸中也只能一命嗚呼了。

2. 盆栽：雖然這是最方便照顧和觀察記錄的種植方式，卻也是三種方式中成長最慢的，分析原因應該是在此次的種植過程中，我們並沒有勤於施肥，盆栽的土壤少，相對的能夠提供給蔬菜成長的營養不足，使得蔬菜成長緩慢。

3. 魚菜共生：

(1) 蔬菜澆灌好輕鬆。

「請魚兒來種菜」系統中的水不斷循環，種植時，只需要注意魚箱中的水是否足夠就可以了。冬天由於氣溫低，魚箱中水的蒸發作用與蔬菜的蒸散作用速度慢，約一個月加一次水即可，每次約為三分之一魚箱的水量；夏天由於氣溫高，蒸發與蒸散作用速度快，約一星期加一次水，但比起土耕仍然十分省水。

(2) 蔬菜成長好快速。

「請魚兒來種菜」系統中，魚所排放的糞便，經由硝化作用，變成蔬菜成長所需的養分，我們在種植時，只需要注意魚兒的餵食即可。在三種不同的種植方式中，此系統的蔬菜成長最快速。

(3) 蔬菜種植好輕鬆。

本學期我們將「請魚兒來種菜」系統，放置於三年級自然教室外的走廊上，不但方便觀察、取水，我們也為系統裝上了「蚊帳」，果然防蟲效果非常好，只有一些不危害蔬菜的椿象偶爾跑進系統裡，有時還不小心掉到水池中成為魚兒的飯後點心呢！雖然偶爾有紅蜘蛛危害，但只要用稀釋牛奶噴灑即可，所以蔬菜長得高大又茂密。

(三) 成果豐碩讚揚多

這一年來，過程雖然艱辛，卻也收穫滿滿，更重要的是不時獲得許多人的讚揚，這讓我們感到非常的欣慰。以下分享大家的回饋：

1. 學校老師：

學期中我們辦理了「請魚兒來種菜」的全校教師研習，上課時教師們與講師互動良好，不斷發問、討論，大家都興致高昂，急著想弄清楚魚菜共生系統到底是什麼？輔導室及特教、資源班的老師更表示這套系統具有輔導諮商的療效，當場就訂購了三套小型的魚花共生系統，以設置在教室中。學期中，陸續有老師來詢問魚菜共生的相關事宜，還有老師表示想在家中設置系統。

2. 校務評鑑委員：

學校這學期適逢四年一度的校務評鑑，委員們當天親自參觀系統後大力讚賞，並肯定系統以及學校實施教學的狀況，委員們也期許學校能夠將「請魚兒來種菜」系統做更多研究、紀錄，並將經驗分享、推廣至社區、家庭或其他學校。之後我們更陸續接到他校（例如：嘉義縣溪口鄉美林國小）甚至研究生的來電，諮詢魚菜共生系統設置、教學實施相關事項，以及到校參訪的意願。

3. 家長：

在小園丁日記中，家長們對於學校這樣的實驗教學，均給予非常正面回饋，例如其中一位家長寫道：「老師謝謝您帶領孩子種植蔬菜，實際的去觀察蔬菜，在不同環境下成長的情形。」另外，也有一位家長這樣回應：「『種菜』就好像人生一樣，如果你想擁有美好的人生，過程就要努力一些，也才能得到甜美的果實。所以，有了這次特別的經驗，你對人生的看法也會不同喔！」

非常感謝教育部及新竹縣政府給予本校參與計畫的機會，雖然計畫的執行過程中災難不斷，但我們仍然努力的朝向目標前進，所幸靠著大家永不放棄的精神，在教學的實施、系統的運作與團隊的討論中不斷的修正，雖然還沒達到最終目標，卻很值得我們做為未來相關計畫或研究之參考，我們也十分願意將實作的經驗與成果分享給其他學校。

