

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PSK1120606

學門專案分類/Division：技術實作

計畫年度：112 年度一年期 112 年度多年期

執行期間/Funding Period：2022.08.01 – 2023.07.31

(計畫名稱/Title of the Project)

(配合課程名稱/Course Name)

海洋工程材料結構腐蝕與防護

計畫主持人(Principal Investigator)：李弘彬

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：(學校名／系所名) 海洋大學/光電
與材料科技學系

成果報告公開日期：立即公開 延後公開 (統一於 2025 年 7 月 31 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2024 年 9 月 01 日

海洋工程材料結構腐蝕與防護

摘要

本課程配合此一教學研究實踐所開授「海洋工程材料結構腐蝕與防護」之課程，藉由大氣腐蝕實作具融入探究式教有其發展性。因此，本研究目的在探討大學生進行大氣腐蝕實作融入探究學習，對大學生「科學探究能力」之影響，並以行動研究檢視、修訂教學設計，以提供科學教師教學發展之參考依據。教學實踐研究目的：(一) 融入大氣腐蝕實作的探究式教學對大學生探究能力影響。(二) 實施融入大氣腐蝕實作的探究式教學。(三) 教學者在進行融入大氣腐蝕實作的探究式教學後，對學生有何專業成長。研究工具包括「學習態度量表」及「探究能力量表」，研究者並自行檢討課程實施過程，以瞭解本研究法方案實施之優缺點及效果。

一. 本文 Content

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

本研究目的在探討大學生進行大氣腐蝕實作融入探究學習，對大學生「科學探究能力」之影響，並以行動研究檢視、修訂教學設計，以提供科學教師教學發展之參考依據。教學實踐研究目的：(一) 融入大氣腐蝕實作的探究式教學對大學生探究能力影響。(二) 實施融入大氣腐蝕實作的探究式教學。(三) 教學者在進行融入大氣腐蝕實作的探究式教學後，對學生有何專業成長。研究工具包括「學習態度量表」及「探究能力量表」，研究者並自行檢討課程實施過程，以瞭解本研究法方案實施之優缺點及效果。

本課程的實踐內容包括腐蝕電化學分析實驗、海洋環境腐蝕試驗以及腐蝕防蝕技術研究等。透過這些實踐活動，學生將有機會實際操作並應用所學知識，從而加深對腐蝕防治的理解。課程的內容涵蓋了海洋環境腐蝕的基礎知識、不同類型和機制的腐蝕過程、以及腐蝕防制方法的研究和應用。同時，我們也將介紹最新的腐蝕防蝕技術研究，以豐富學生的知識儲備。在教學方法方面，我們採用問題導向式學習、實作課程、討論課和專題報告等多種教學方式，旨在激發學生的學習興趣和積極性，並培養其解決問題的能力和跨學科思維。透過本課程的學習，學生將不僅能夠獲得理論知識，更能夠具備實踐操作的能力，為未來從事相關領域的工作做好準備，同時為海洋環境腐蝕問題的防治提供更有效的解決方案。



圖 1 課程理念與目標

2. 研究問題 Research Question

研究問題聚焦於海洋環境腐蝕防治，這是一個在當今社會中極具重要性的議題。隨著工業化進程的加速以及人類活動的擴張，海洋環境受到了越來越多的污染和侵蝕。因此，了解並有效地應對海洋腐蝕問題至關重要。

為了更好地解決這一問題，我們採用了「做中學習」的方法，通過實際操作和體驗來深入研究海洋環境腐蝕防治的各個方面。我們希望通過這種方式，不僅提高學生對腐蝕問題的認識，還能夠培養其解決問題的能力和跨領域整合的思維。

在我們的研究中，我們專注於腐蝕認知和生態體驗教學。通過這種方式，我們讓學生深入了解腐蝕的成因、影響以及防治方法。同時，我們還探索了海洋環境腐蝕防治與應用之間的關係，並尋找跨領域整合的可能性。這包括了防蝕設計與理念認知的多元化學習方式，以及對一系列具體問題的研究，如太陽能腐蝕、鍍層膜厚量測、耐候鋼對比鋼板等。

透過這些研究，我們期望不僅能夠深入理解海洋環境腐蝕防治的重要性和挑戰，還能夠為實際應用提供可靠的解決方案。我們相信，這將有助於保護我們寶貴的海洋資源，維護地球的

生態平衡，並促進可持續發展的實現。



圖 2 學習上的動機

3. 文獻探討 Literature Review

在文獻中，要求學生動手操作課程上所學。有些設計課程，透過「探究教學的方式」(Inquiry-based learning, 簡稱 IBL) 教學，強調通過問題、探索和發現來促進學習，有些系所確實經歷以上不同程度的實作訓練，相信他們在畢業時一定具備進入職場所需的實作及設計能力。運用「Kolb 經驗學習理論」，發展一海洋腐蝕(電化學實驗)與海洋腐蝕探討「生態體驗教學」。本教學活動藉由好玩、有趣的「具體經驗」引發學習興趣與動機，使學生願意仔細的「省思觀察」，然後能「抽象概念」的思考以規劃、設計自己的想法，最後親自完成「主動驗證」做出自己的專題報告，並透過同學專題報告的呈現與分享，再一次回到經驗學習的初始「具體經驗」中，重啟經驗學習的循環，使學習能夠永續的循環下去。從動手做之教學活動，為增長科技能力的原則及方法為何？設計製作專題製作“動手做”類的教學活動之教學施教重點為何？

(一) 發現問題：以學生的發現為起點，引導學生去探索和發現問題，讓學生在學習或探究

的過程養成先找出問題的習慣，並能以真實的生活情境或社會生活為學習的場域。

(二) 規劃研究：通過設計和實施系統性的研究，老師可以評估探究式教學在促進學生批判性思維、問題解決能力和自主學習能力方面的有效性。這些研究還能揭示不同年齡層、學科和學習環境下探究式教學的適用性和挑戰，進而為教學實踐提供實證支持和改進建議。此外，研究結果可以幫助教師更好地設計教學活動，激發學生的學習興趣，並提高他們在現實情境中的應用能力。最終，這些研究的目的是在於優化教學策略，促進學生的全面發展，並為教育政策的制定提供科學依據。

(三) 論證建模：可幫助學生理解和構建有力的論證，從而提升他們的批判性思維和推理能力。在探究式教學中，學生經常需要對問題進行探究、收集證據並形成結論。論證建模提供了一個框架，使學生能夠系統地組織和呈現他們的思考過程。

(四) 表達分享：能促進學生的溝通能力、協作技能和自我反思能力。這些活動不僅有助於鞏固學生的學習成果，還能激發他們的創造力和批判性思維。

(五) 教學省思：促進教師的自我反思及成長，從而持續改進教學實踐，提升學習效果。主要強調不斷檢視和優化教學策略，以適應不同的學習需求和情境。如圖 3

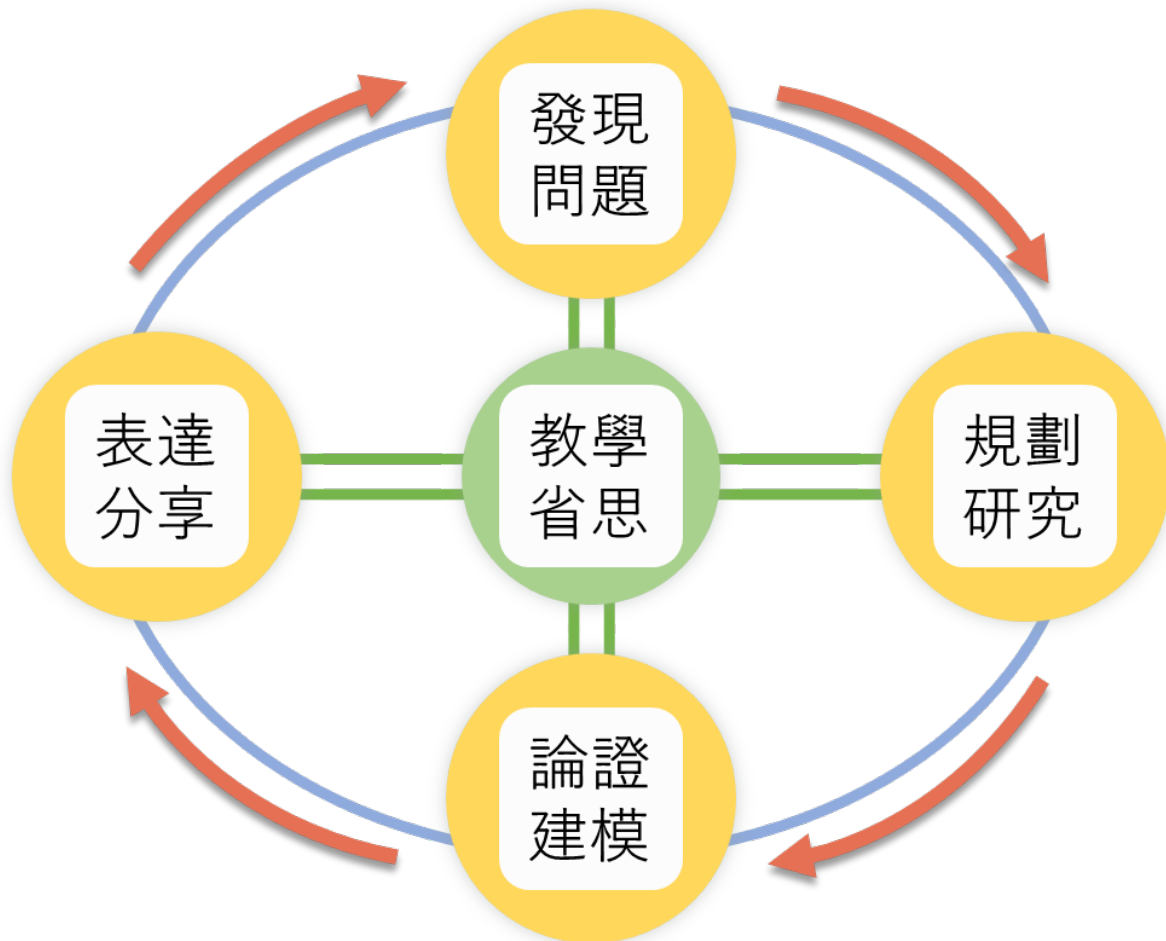


圖 3 探究教學的具體實施策略

4. 教學設計與規劃 Teaching Planning

在教學設計與規劃中，我們採取了多元化的教學策略，旨在促進學生的全面發展和深度學習。首先，透過小組討論，我們鼓勵學生成為主動的學習夥伴，從而建立起積極合作的學習氛圍。在這個過程中，學生將有機會進行反思學習，批判性地思考所學知識，從而提升他們的學習效果和能​​力。

其次，專題演講將為學生提供一個深入了解防蝕技術的機會。我們邀請到了蔡承洋博士讓學生能瞭解防蝕技術對能資源輸儲設施韌性提升的重要性，並能夠掌握相關的應用案例。

在互動學習方面，我們將進行生態體驗教學，讓學生通過觀察太陽能支架腐蝕等戶外教學活動，親身感受和理解腐蝕現象。這樣的互動體驗將有助於學生深化對防蝕技術的理解和應用。

最後，實質問題解決將提供一個開放、積極和成長的學習環境。通過大氣腐蝕實驗和電化學實驗等實驗活動，學生將有機會實際應用所學知識，解決實際問題，並培養解決問題的能力。

表1 教學設計內容(以大氣腐蝕為例)

	探究 學習內容	實作 學習內容
1. 發現問題	觀察現象	綠能產業(風能與太陽能)腐蝕觀察
	蒐集資訊	學生透過觀察、設計實驗等過程，蒐集各種數據
	形成或訂成問題	指導學生提出適合腐蝕探究的問題:(分組) (1)電鍍鋅試片，大氣腐蝕觀察，試片微結構觀察? (2)電鍍鋅-鎳試片，大氣腐蝕觀察，試片微結構觀察? (3)熱浸鍍鋅試片，大氣腐蝕觀察，試片微結構觀察? (4)熱浸鍍鋅-鎂-鋁試片，大氣腐蝕觀察，試片微結構觀察?
	提出可驗證的觀點	針對以上的腐蝕探究問題，提出「假說」(含理由) (1)環境因素：溫度、濕度、降雨量差異。 (2)材料鍍層結構因素：電鍍、熱浸鍍製程及成分差異。 (3)腐蝕型態：均勻腐蝕、孔蝕、沖蝕。
2. 規畫與研究	尋找變因或條件	指導學生釐清操作變因、控制變因、應變變因。 腐蝕探究問題：操縱變因是「電鍍、熱浸製程」，控制變因是「溫度、濕度、降雨量」等，應變變因是「均勻腐蝕、孔蝕、沖蝕」。
	擬定研究計畫	(1)依據選定的探究問題，設計實驗。 (2)能正確的實驗步驟製程 OM、SEM、恆電位儀、接觸角。 (3)小組合作分派實驗工作。
	收集資料數據	(1)正確且安全的操作實驗器材 (2)設計適當的紀錄格式，並詳實記錄，例如拍照或攝影，紙筆記錄等。 (3) 每項變因的實驗記錄至少三筆以上的資料。

週次 (堂次)	課程主題	內容說明	備註
1	1.金屬腐蝕與防護的基礎理論 2.放置「大氣腐蝕實作」	1. 了解材料腐蝕定義、電化學反應 2. 開始進行大氣腐蝕試驗	基礎 實作
2	海洋腐蝕種類	均勻腐蝕、局部腐蝕、環境斷裂	基礎

3	海洋腐蝕環境	海洋環境腐蝕因素、不同海域海洋腐蝕環境	基礎
4	加凡尼腐蝕	腐蝕原理、加凡尼耦合應用	基礎
5	鈍化(不鏽鋼)	鈍化是一種非常不尋常現象，腐蝕速率非常緩慢。	基礎
6	鋁陽極氧化膜應用	鋁陽極氧化膜介紹及應用實例	應用
7	電化學腐蝕分析(一)	以電化學分析法測量金屬在不同環境下的腐蝕速率。	實驗
8	水滴接觸角實驗(二)	利用水滴接觸角測量器，觀察材料為親水性 or 疏水性。	實驗
9	1. 陽極、陰極保護技術 2. 放置「大氣腐蝕實作」	陽極、陰極防蝕基本構思 2. 期中大氣腐蝕檢測	基礎 實作
10	臺灣腐蝕環境分類資訊系統建置與應用	交通部運輸研究所 羅建明博士	演講
11	綠能產業(風能與太陽能) 腐蝕觀察	腐朽-在海浪的氣息裡 深埋歲月的痕跡	校外 場域
12	海洋，近海和沿海地區的腐蝕與防護	海洋工程防腐蝕設計與保護	應用
13	太陽能系統防蝕設計	太陽能板腐蝕與材料選用	應用
14	離岸風機水下基礎塗裝工程	離岸風機工程結構腐蝕防護	應用
15	海洋腐蝕與磨耗	金屬材料腐蝕磨耗	應用
16	1. 船舶螺旋槳空泡腐蝕機制 2. 放置「大氣腐蝕實作」	1. 船舶螺旋槳空泡腐蝕 2. 期中大氣腐蝕檢測	應用 實作
17	專題報告/成果發表		
18	期末考		

表 2 教學設計與規範

5. 研究設計與執行方法 Research Methodology

本計畫研究為學生動手實作「電化學實驗」加上「生態體驗教學」，以了解腐蝕原理的主題而

設計本實驗如圖 5，初期的教學目標為學生能經過此課程的認知所得到的知識為(A)了解材料腐蝕原理原理、(B)了解並實作「電化學實驗」中的腐蝕電化學分析(腐蝕極化曲線、EIS)、水滴接觸角實驗分析等各組重要分析腐蝕因素、(C)透過「生態體驗教學」發現探討腐蝕型態、成因。(D)整合「電化學實驗」加上「生態體驗教學」並提出改善方案的教學。

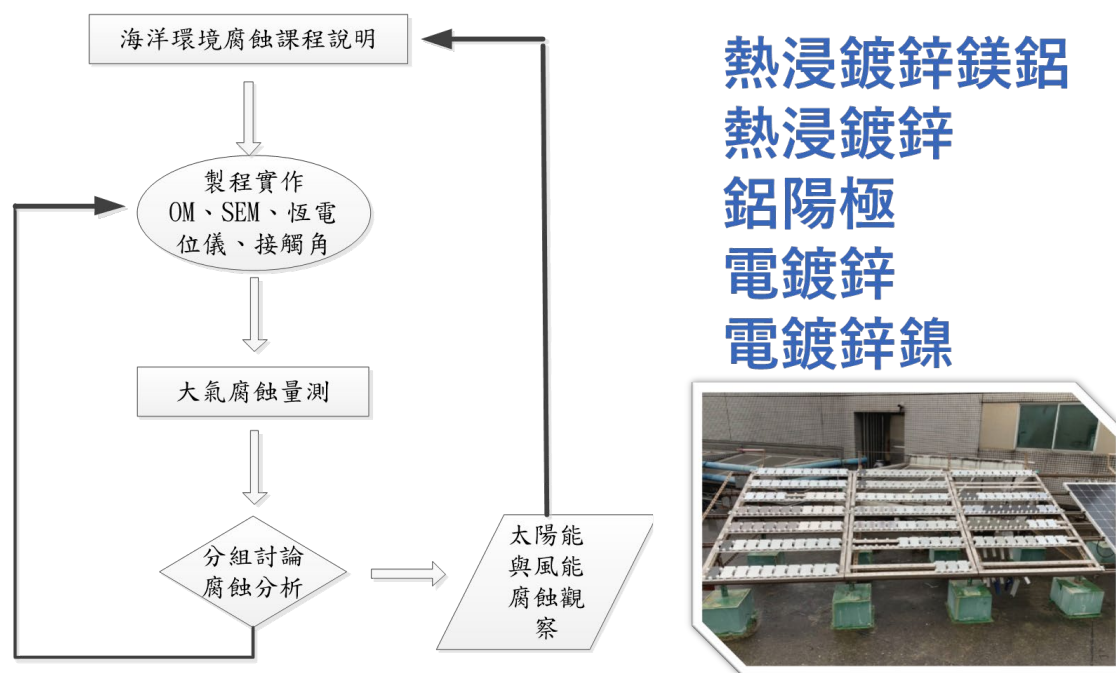


圖 5 研究設計與執行方法架構

6. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) 教學過程與成果

透過邀請業界專家分享相關議題，例如臺灣腐蝕環境分類系統的建置與應用，以及實地參訪，我們將學習環境擴展至自然環境，讓學生更加投入並展現極大的學習熱情。學生不僅在課堂上發問，也積極自主研究相關領域的新知識。我們設計了校外教學活動，讓學生自主選擇有興趣的地點進行實地考察，例如九份的耐候鋼腐蝕現象。同時，我們設計了一系列的實驗活動，讓學生分組進行實際操作，從而更深入地了解腐蝕的原理、防制方法以及相關測量技術。助教帶領學生進行電化學實驗和膜厚實驗等，讓他們從理論到實踐，逐步掌握腐蝕的全貌。这种多元教學模式受到了超過一半的同學的強烈認同。



圖 6 助教示範膜厚實驗



圖 7 鼻頭魚港校外教學

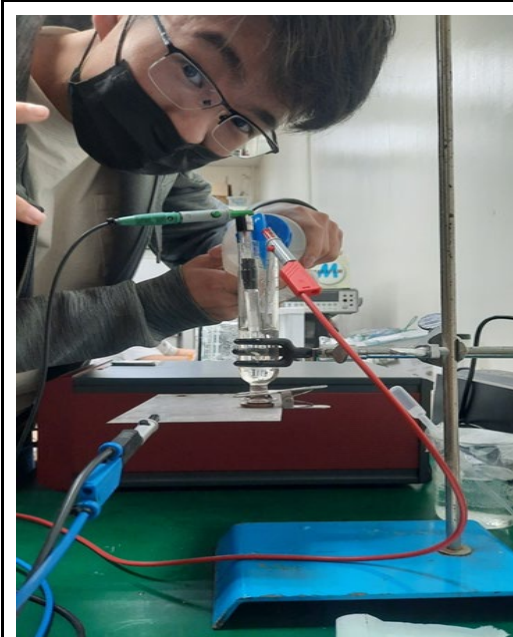


圖 8 學生進行電化學實驗



圖 9 九份耐侯鋼的腐蝕狀況



圖 10 蔡承洋博士演講

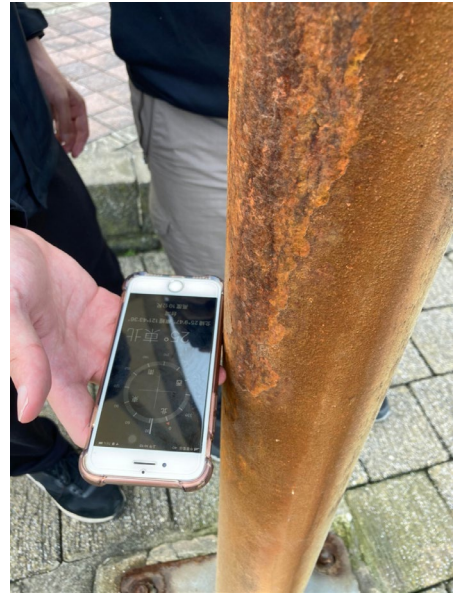


圖 11 校外教學腐蝕行為

(2) 教師教學反思

觀測學生的表情及投入程度，來了解學生吸收課程的狀況，思考說更多與學生間的互動，發問來引導學生認真上課。

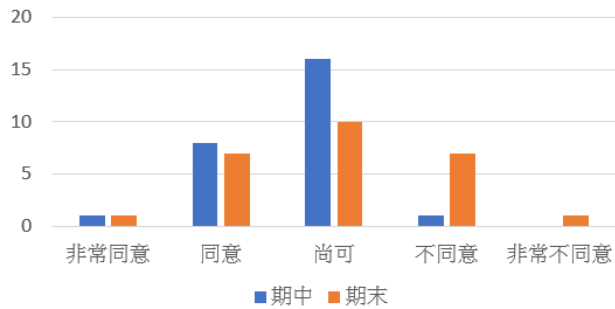
(3) 學生學習回饋

從學生填寫的不記名學習回饋單，有百分之七十的學生在相較於傳統教授，您更喜歡本課程的教學方法勾選了非常同意，不僅僅從學生口中得到喜歡這樣的教學模式，回饋單上面給予的評價都是很好且正面，對學生本身學習上與以前的學習模式有很好的化學效應。學習成效評估量化圖表，以實驗問卷表單和學生學習回饋單，以圓餅圖呈現回饋結果，超過一半的學生非常同意新的教學模式，更喜歡此種學習，得到更好的學習效果。

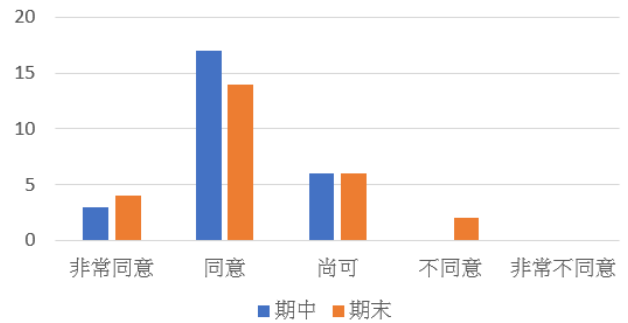
7.教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

向度一：課程內容與教師專業

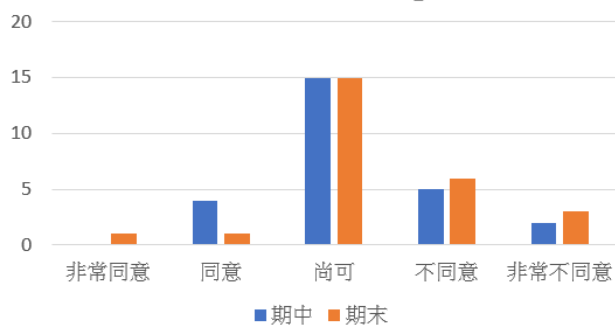
和其他科目比較起來，我比較喜歡「海洋環境腐蝕防制與應用」課



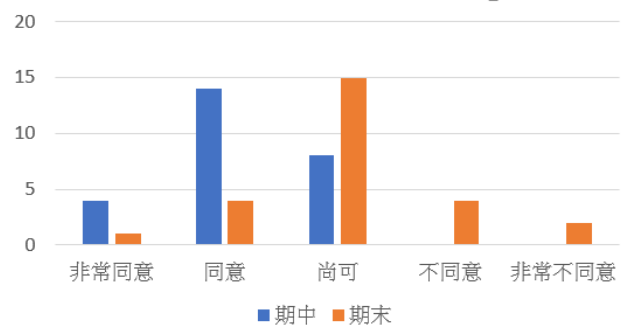
透過「海洋環境腐蝕防制與應用」課的學習，我比較容易獲得新的概念



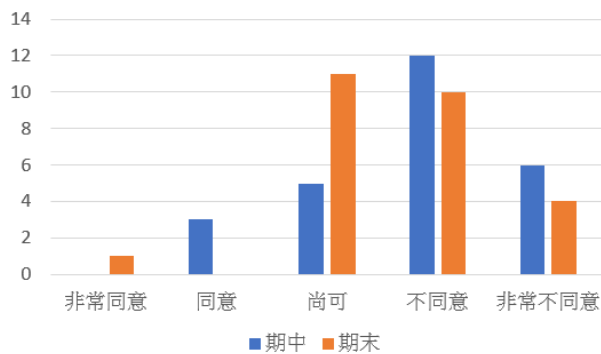
以後想要從事有關「腐蝕環境」方面的工作



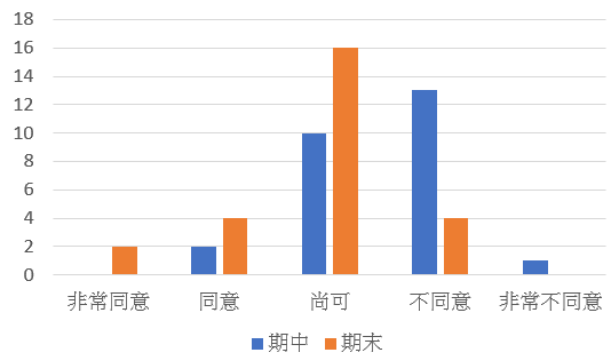
我喜歡「海洋環境腐蝕防制與應用」老師



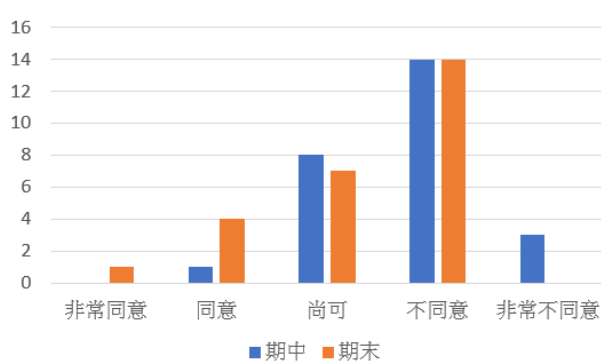
「海洋環境腐蝕防制與應用」老師會忽視成績不好的學生的需要



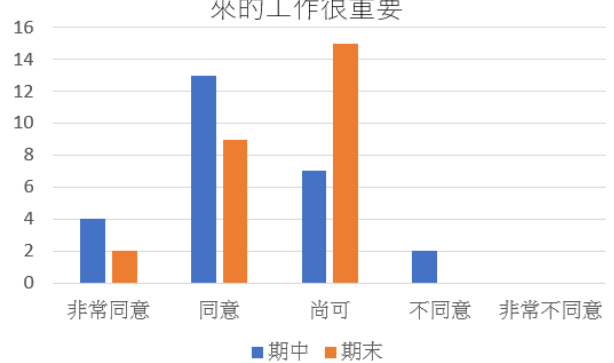
我對「腐蝕環境」內容不感興趣



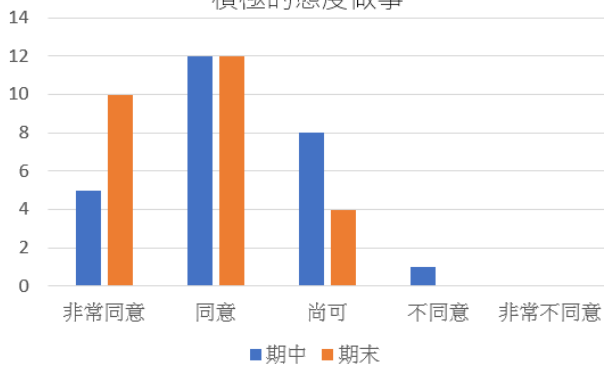
和其他科目比較起來，「腐蝕環境」是不重要的



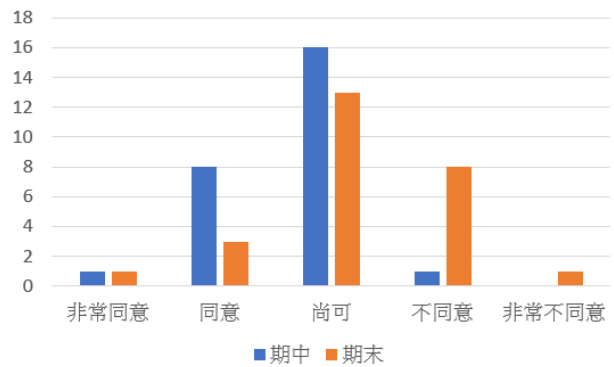
「海洋環境腐蝕防制與應用」所學的內容，對我未來的工作很重要



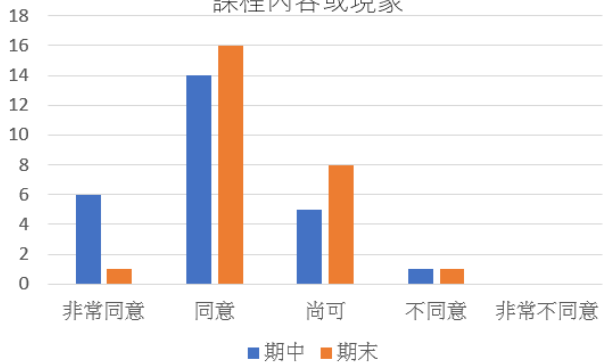
「海洋環境腐蝕防制與應用」老師會要求我們用積極的態度做事



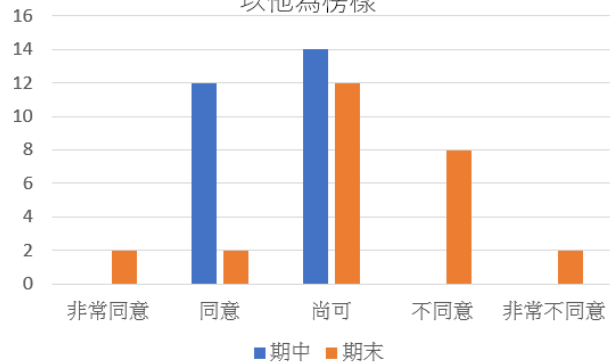
我想要多上一些「腐蝕環境」課



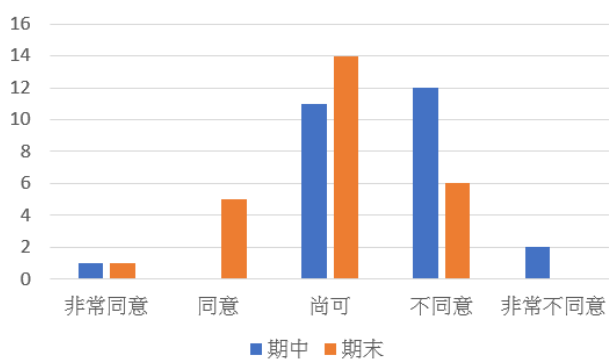
「腐蝕環境」所學的知識可以幫助我去理解其他課程內容或現象



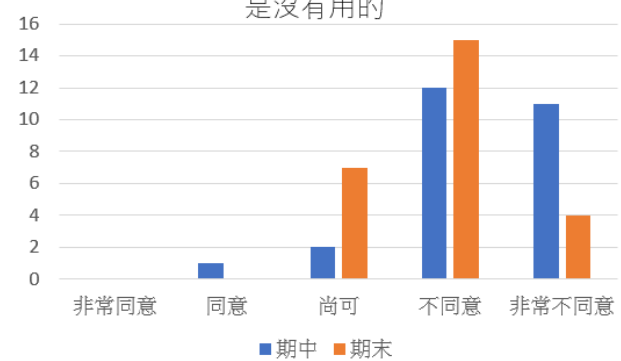
「海洋環境腐蝕防制與應用」老師是我的模範，我以他為榜樣



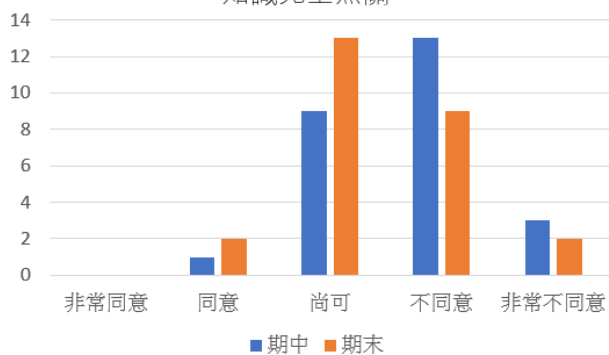
我討厭上「海洋環境腐蝕防制與應用」課



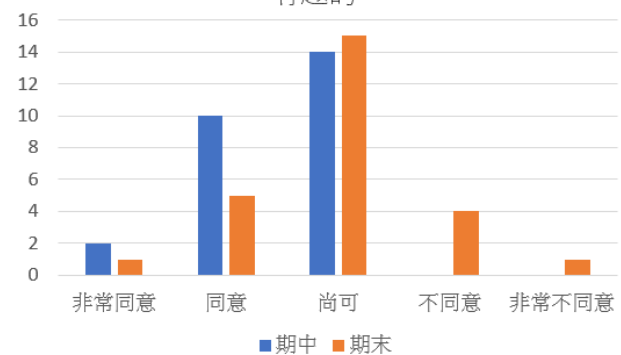
「海洋環境腐蝕防制與應用」所學的知識是沒有用的



我希望以後要從事的職業和「腐蝕環境」的內容知識完全無關



「海洋環境腐蝕防制與應用」課的實驗課程是非常有趣的



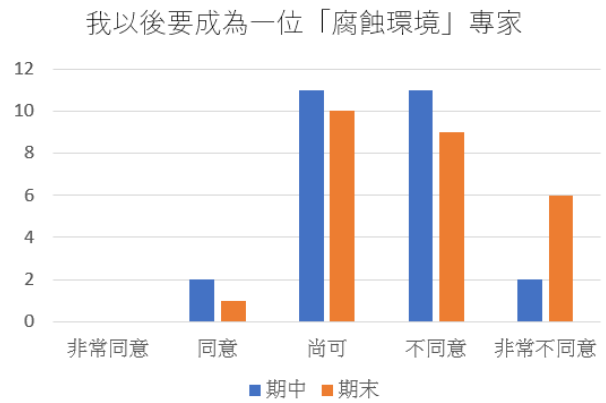
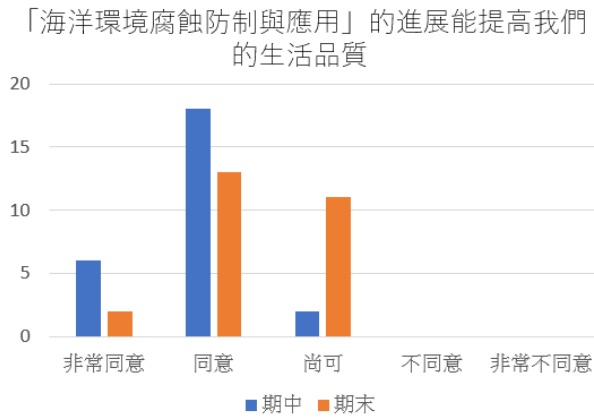
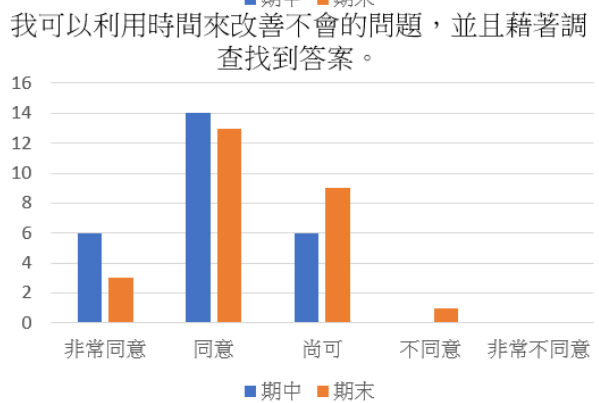
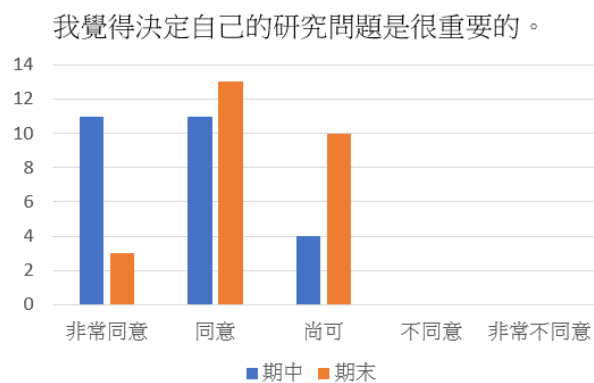
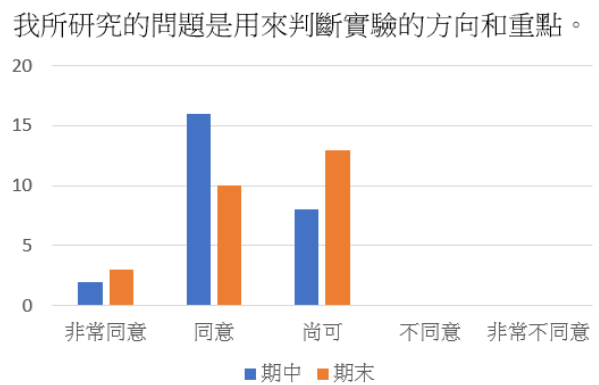
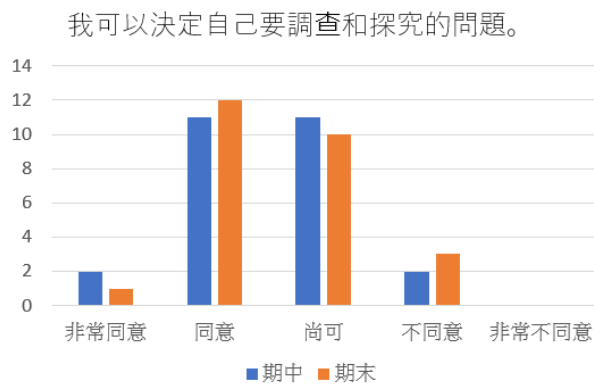


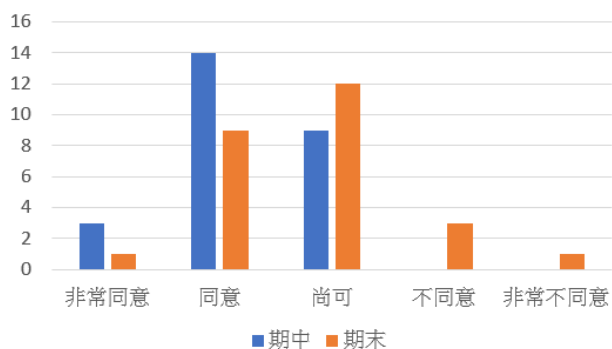
圖 12 向度一回饋單問卷長條圖

向度一可看出以課程與實作結合，能使學生思考與研究海洋環境腐蝕等相關更多面向的問題，且透過校外教學生態體驗教學，能夠提升對海洋環境腐蝕與防制的了解，並關心在地腐蝕情況。從期中和期末的回饋單發現學生會因為這門課而對腐蝕產生興趣，這是我們最大的收穫。

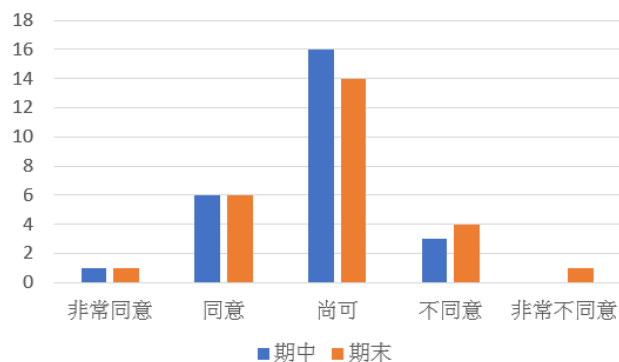
向度二：教學表徵與策略



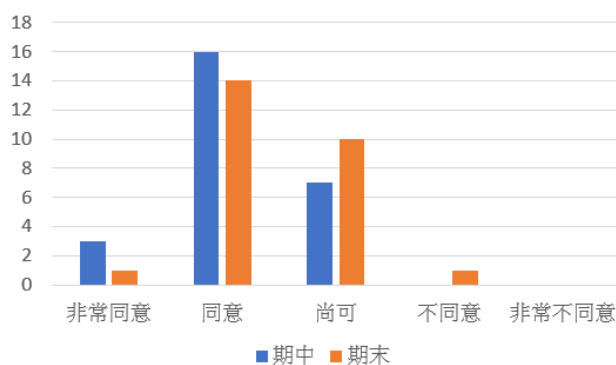
我在進行調查之前，可以獲得老師給的有順序的指導。



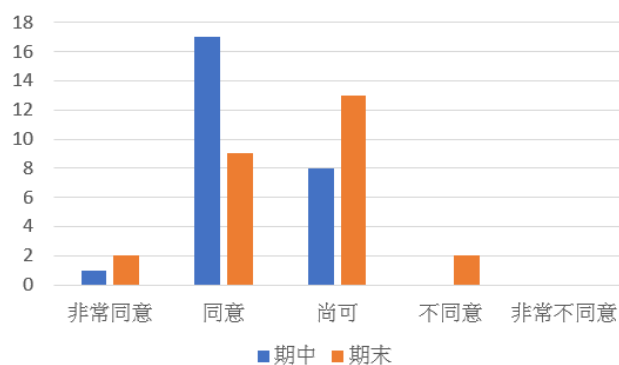
我可以設計自己的研究步驟。



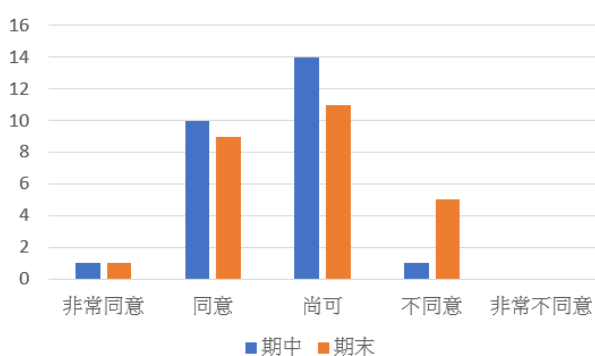
我在進行調查的時候可以專注在重要問題的調查探究的過程。



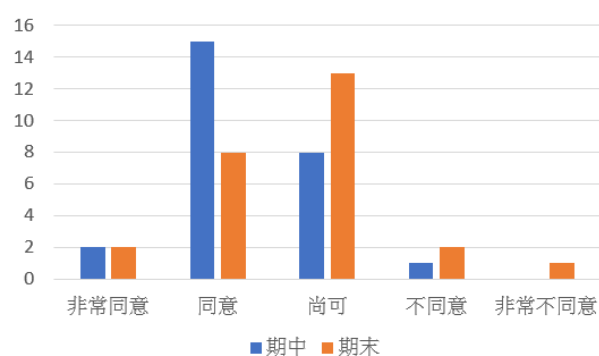
我可以在進行調查的時候，證明我所使用的步驟是適合的。



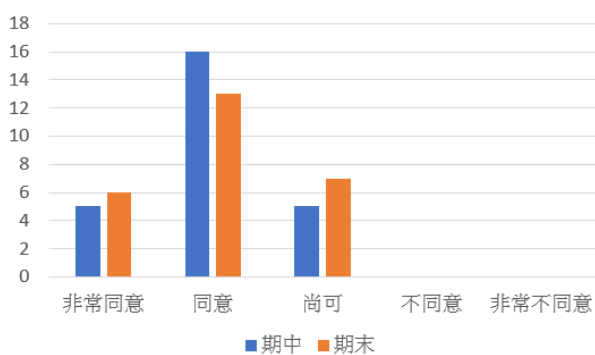
我可以自己決定調查的順序和步驟。



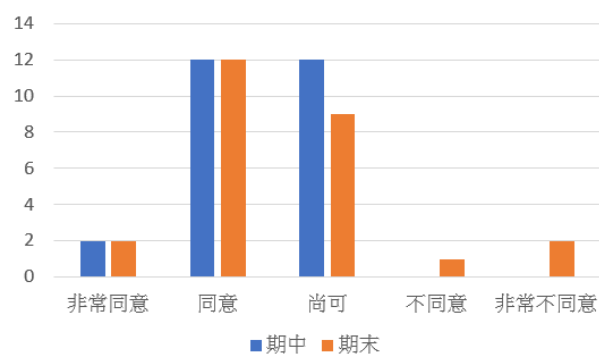
老師會在全班的前面示範如何進行探究的步驟。



我在進行探究調查時會積極參與。



我知道自己在調查進行時應該要做哪一些事。



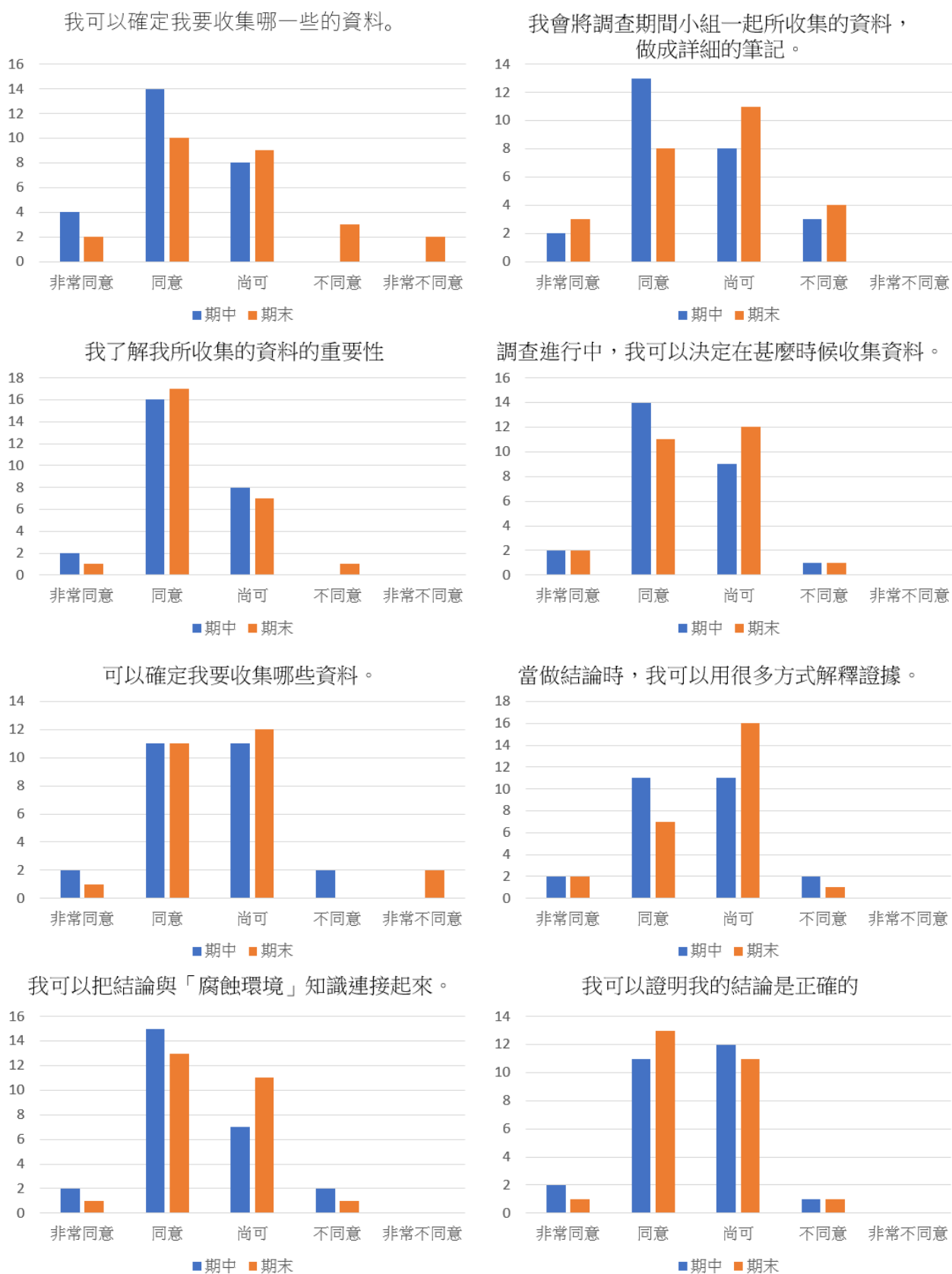


圖 13 向度二回饋單問卷長條圖

➤ 每週課程進行小組討論及學習單活動，提升學生對腐蝕認知與危害。

回饋單可看出學生對於本次的教學方式覺得創意十足，透過壓力和討論能夠大大增強同學的學習動機。每週課程進行小組討論及學習單的活動，對於提升學生腐蝕認知與危害非常有效果。團隊合作的專題表現不錯，但如果能夠拓展到更大的日常作業，將更能有效地鼓勵學生們合作完成。此外，增加分組討論的次數，更能讓學生對於課程融會貫通，使其精益求精。

有五個選項「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」，分別用「1」、「2」、「3」、「4」、「5」的數字代表，請將代表你的回答的數字「圈」起來。
性別：1. □男 2. □女

	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1、和其他科目比較起來，我比較喜歡「海洋環境腐蝕防制與應用」課	1	2	3	4	5
2、透過「海洋環境腐蝕防制與應用」課的學習，我比較容易獲得新的概念	1	2	3	4	5
3、以後想要從事有關「腐蝕環境」方面的工作	1	2	3	4	5
4、我喜歡「海洋環境腐蝕防制與應用」老師	1	2	3	4	5
5、「海洋環境腐蝕防制與應用」老師會忽視成績不好的學生的需要	1	2	3	4	5
6、我對「腐蝕環境」內容不感興趣	1	2	3	4	5
7、和其他科目比較起來，「腐蝕環境」是不重要的	1	2	3	4	5
8、「海洋環境腐蝕防制與應用」所學的內容，對我未來的工作很重要	1	2	3	4	5
9、「海洋環境腐蝕防制與應用」老師會要求我們用積極的態度做事	1	2	3	4	5
10、我想要多上一些「腐蝕環境」課	1	2	3	4	5
11、「腐蝕環境」所學的知識可以幫助我去理解其他課程內容或現象	1	2	3	4	5
12、「海洋環境腐蝕防制與應用」老師是我的模範，我以他為榜樣	1	2	3	4	5
13、我討厭上「海洋環境腐蝕防制與應用」課	1	2	3	4	5
14、「海洋環境腐蝕防制與應用」所學的知識是沒有用的	1	2	3	4	5
15、我希望以後要從事的職業和「腐蝕環境」的內容知識完全無關	1	2	3	4	5
16、「海洋環境腐蝕防制與應用」課的實驗課程是非常有趣的	1	2	3	4	5
17、「海洋環境腐蝕防制與應用」的進展能提高我們的生活品質	1	2	3	4	5
18、我以後要成為一位「腐蝕環境」專家	1	2	3	4	5

圖 14 學生學習回饋單

	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1. 我可以決定自己要調查和探究的問題。	1	2	3	4	5
2. 我所研究的問題是用來判斷實驗的方向和重點。	1	2	3	4	5
3. 我覺得決定自己的研究問題是很重要的。	1	2	3	4	5
4. 我可以利用時間來改善不會的問題，並且藉著調查找到答案。	1	2	3	4	5
5. 我在進行調查之前，可以獲得老師給的有順序的指導。	1	2	3	4	5
6. 我可以設計自己的研究步驟。	1	2	3	4	5
7. 我在進行調查的時候可以專注在重要問題的調查探究的過程。	1	2	3	4	5
8. 我可以在進行調查的時候，證明我所使用的步驟是適合的。	1	2	3	4	5
9. 我可以自己決定調查的順序和步驟。	1	2	3	4	5
10. 老師會在全班的前面示範如何進行探究的步驟。	1	2	3	4	5
11. 我在進行探究調查時會積極參與。	1	2	3	4	5
12. 我知道自己在調查進行時應該要做哪一些事。	1	2	3	4	5
13. 我可以確定我要收集哪一些的資料。	1	2	3	4	5
14. 我會將調查期間小組一起所收集的資料，做成詳細的筆記。	1	2	3	4	5
15. 我了解我所收集的資料的重要性。	1	2	3	4	5
16. 調查進行中，我可以決定在甚麼時候收集資料。	1	2	3	4	5
17. 我可以確定我要收集哪些資料。	1	2	3	4	5
18. 當做結論時，我可以用很多方式解釋證據。	1	2	3	4	5
19. 我可以把結論與「腐蝕環境」知識連接起來。	1	2	3	4	5
20. 我可以證明我的結論是正確的。	1	2	3	4	5

圖 15 學生學習回饋單

向度一：課程內容與設計

- 和其他科目比較起來，我比較喜歡「海洋環境腐蝕防制與應用」課
- 透過「海洋環境腐蝕防制與應用」課的學習，我比較容易獲得新的概念
- 以後想要從事有關「腐蝕環境」方面的工作
- 我喜歡「海洋環境腐蝕防制與應用」老師
- 「海洋環境腐蝕防制與應用」所學的內容，對我未來的工作很重要
- 「海洋環境腐蝕防制與應用」老師會忽視成績不好的學生的需要
- 和其他科目比較起來，「腐蝕環境」是不重要的
- 我對「腐蝕環境」內容不感興趣
- 「海洋環境腐蝕防制與應用」老師會要求我們用積極的態度做事
- 我想要多上一些「腐蝕環境」課
- 「腐蝕環境」所學的知識可以幫助我去理解其他課程內容或現象
- 「海洋環境腐蝕防制與應用」老師是我的模範，我以他為榜樣
- 「海洋環境腐蝕防制與應用」所學的知識是沒有用的

- 我討厭上「海洋環境腐蝕防制與應用」課
- 我希望以後要從事的職業和「腐蝕環境」的內容知識完全無關
- 「海洋環境腐蝕防制與應用」課的實驗課程是非常有趣的
- 「海洋環境腐蝕防制與應用」的進展能提高我們的生活品質
- 我以後要成為一位「腐蝕環境」專家

向度二：教學表徵與策略

- 我可以決定自己要調查和探究的問題。
- 我所研究的問題是用來判斷實驗的方向和重點。
- 我覺得決定自己的研究問題是很重要的。
- 我可以利用時間來改善不會的問題，並且藉著調查找到答案。
- 我可以決定自己要調查和探究的問題。
- 我所研究的問題是用來判斷實驗的方向和重點。
- 我覺得決定自己的研究問題是很重要的。
- 我可以利用時間來改善不會的問題，並且藉著調查找到答案。
- 我可以自己決定調查的順序和步驟。
- 老師會在全班的前面示範如何進行探究的步驟。
- 我在進行探究調查時會積極參與。
- 我知道自己在調查進行時應該要做哪一些事。
- 我可以自己決定調查的順序和步驟。
- 老師會在全班的前面示範如何進行探究的步驟。
- 我在進行探究調查時會積極參與。
- 我知道自己在調查進行時應該要做哪一些事。
- 我可以確定我要收集哪一些資料。
- 我會將調查期間小組一起所收集的資料，做成詳細的筆記。
- 我了解我所收集的資料的重要性
- 調查進行中，我可以決定在甚麼時候收集資料。
- 可以確定我要收集哪些資料。
- 當做結論時，我可以利用很多方式解釋證據。
- 我可以把結論與「腐蝕環境」知識連接起來。
- 我可以證明我的結論是正確的

1. 建議與省思 Recommendations and Reflections

從向度一和向度二所做的問卷分為期中和期末兩個階段，對比期中和期末可以看到學生對課程的滿意度有些微的下降，以下是我們推測下降的原因：

1. 課程過於深入，像是 SEM、XRD 等較精密的儀器和原理對於大學生是較為艱難的。
2. 實作課程過多，導致學生理論基礎薄弱，影響學生對學科概念的深入理解。
3. 有些學生對於這門課不在乎(因期中考團體報告，部分同學沒考，不能補考)，導致部分學生反感而影響問卷填寫。

基於以上三點，藉由**調整課程難度、平衡理論與實作**等方式相信可以增加學生對於本課程的滿意度！

雖然透過實地體驗教學方法能夠引導學生自主學習和改善學習態度，但我們在課堂中觀察到，仍有一小部分學生由於學習態度不佳而無法有效參與討論，導致他們的學習成效不盡如人意。同時，一些學生可能受到過去學習經驗的影響，對於提出問題和意見持保留態度，這一現象在學生回饋的問卷和課堂觀察中也得到了印證。在這樣的情況下，確保所有學生都能取得相同的學習成效是相當困難的，因此如何幫助學生發揮其最大的學習潛能，是一個值得進一步探討的問題。

二. 參考文獻 References

- [1]Dewey, J. (1944). Democracy and education. New York: The Free Press.
- [2]吳俊升(1972)。教育與文化論文選集。臺北市：臺灣商務印書館。
- [3]吳木崑(1999)，「杜威經驗哲學對課程與教學之啟示」，臺北市立教育大學學報 35 民 98，第 40 卷第一期 35-54 頁。
- [4]劉曼君，黃珮晴(2009)，IEET 認證第二週期重點方向系列報導之二透過實作 培育 學生設計及動手做，2009.11 評鑑雙月刊第 22 期。
- [5]經驗學習理論在生活科技課程的教學應用(2011)－以「扭轉乾坤」曲柄玩具單元為例，生活科技教育月刊，四十四卷，第六期，pp. 1-76，二〇一一年。

三. 附件 Appendix