

【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

計畫編號/Project Number：PED1080327

學門專案分類/Division：教育類

執行期間/Funding Period：2019/8/01~2020/7/31

STEM 融入海洋教育課程提升師資培育生海洋素養與實作能力之研究
海洋教育

計畫主持人(Principal Investigator)：張正杰

共同主持人(Co-Principal Investigator)：羅綸新

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立臺灣海洋大學

師資培育中心

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2020/9/20

STEM 融入海洋教育課程提升師資培育生海洋素養與實作能力之研究

一. 報告內文(Content)

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

教育部於 2007 年公佈《海洋教育政策白皮書》，於現有教育基礎上，確立我國海洋教育未來發展的目標、方向及策略。更於 2008 年將「海洋教育議題」納入九年一貫課程綱要中，自 2011 年全面實施，足見政府推動海洋教育決心。然海洋教育全面實施後，多數教師未具備海洋專門學科知識，難以將海洋教育議題的內容融入在現場課程與教學當中(許籐繼, 2011)。在師資培育過程中，多數師資生並無海洋教育教材教法的培力或增能，導致推動海洋教育融入各領域或學科的老師極少數。大多數現職教師的成長與學習過程也較少接受海洋相關的知識。於此情況下，學生所接觸與理解到與海洋相關的知識及訊息，便僅能透過家庭教育、學校教育、文化習俗或生活經驗等傳遞管道，他們所接收與理解到知識的很容易產生錯誤或混淆的迷思概念，這些因素也將會阻礙學生對海洋的學習 (Tsai & Chang, 2018; 羅綸新、張正杰、童元品、楊文正, 2013; Feller, 2007)。臺灣的海洋教育為五大主軸的海洋知識，其內容涉及自然、社會及人文等不同領域，多數師資培育歷程當中並無接觸海洋教育，而教學現場又需要融入海洋知識、技能及態度，這種未具備專業學科所培訓的師資要在教育現場推動海洋教育就會相對困難 (張正杰、羅綸新, 2014; 張正杰, 2015)。國內外對於職前教師或師培生的海洋素養研究相當少，僅見 Greely(2008)與 Markos, Boubonari, Mogias 與 Kevrekidis(2017)的研究職前教師的海洋素養調查，其使用海洋素養與經驗的問卷 (Survey of Ocean Literacy and Experience, SOLE)施測職前教師。結果顯示美國與希臘國家職前教師海洋素養不足，對於海洋的理解有限，實有加強的必要性。臺灣在師資培育的研究非常少，且關心這個議題的人也是非常少數，然而臺灣以海立國，不該忽視這個教育內涵。

本校師資培育中心將「海洋教育」列為職前教育課程必修，為全國師資培育大學之特色與首創。申請人在這些年的「海洋教育」相關授課過程中，發現師資培育生海洋知識稍有提升，但仍有加強的空間，另外在實作能力明顯不足，先前的探究與實作研究顯示，教師實作能力有待提升 (陳育霖, 2016; 張仁壽, 2015; 白佩宜、許瑛珺, 2011)。這次課程融入「自然與生活科技教材教法」與「海洋教育」兩門師資培育課程。故本次課程將會融入科學、科技、工程與數學簡稱 STEM 教育的概念。先前 Dewaters (2006) 進行的研究表明，學生對跨學科方式來討論 STEM 領域主題感到滿意，這些課程與經驗有助於解決日常生活中遇到的問題。此外，Bingölbalı、Monaghan 與 Roper (2007) 發現，跨領域的 STEM 主題式學習活動對學生會產生重大影響一對 STEM 領域及對未來職業選擇持有正向的態度。STEM 教育包含了科技和工程的學習。Cunningham 與 Lachapelle (2014) 認為參與科技和工程的學習經驗促進了創造力和高階思考能力，並能促進整個 STEM 學科的整合，在跨學科的討論情境中，亦可改善學習動機及學習成效 (English, 2015; Moundridou & Kaniglonou, 2008)。另外，Moore 等人 (2015) 認為融合了工程思維的 STEM 教育有助於發展學生的 21 世紀關鍵能力，亦可增進學生對 STEM 領域的學習興趣及學習成就。STEM 教育提出跨科際整合、與生活經驗連結、團隊合作等教學特質，再搭配 STEM 教育的核心一動手做，期許能使學生成為具備 21 世紀關鍵能力一批判性思考與問題解決、有效溝通、團隊共創、創造與創新的未來國家人才。未來是海洋新紀元，各國投入更多的海洋科學研究與教育上，本計畫將以 STEM 整合「海洋教育」與「自然與生活科技課程」，結合海洋科技與創客概念，以 6E (6E learning by design) 教學模式進行課程，實踐教學於現場當中，提升師生對於探究海洋的興趣、動機與海洋素養，深化師資生海洋素養。

本研究主題為 STEM 融入海洋教育課程提升師資培育生海洋素養與實作能力之研究。

本研究目的如下：

- A. 設計與建構 STEM 融入海洋教育課程教學方案。
- B. 發展 6E 教學模式在海洋教育課程。
- C. 提升師資生海洋科學興趣、動機、海洋素養與實作能力。
- D. 探究教師將 STEM 融入海洋教育課程，其歷程所遭遇的問題與解決方案。
- E. 實施 6E 教學模式提升師資生學習表現的行動研究帶給申請人的成長與學習。

2. 文獻探討(Literature Review)

臺灣四面環海，是一個島嶼性質的國家，海洋對於臺灣的重要性不言可喻，可說是居民日常生活中不可或缺的一個重要因子。由此而論，認識海洋、親近海洋、善用海洋應該是臺灣國民應該具備的重要知識。但教育部的課程規劃中，並沒有將海洋教育列為正式的學習領域，雖然教育部從 2004 年就開始規劃與推動中小學的海洋教育，在 2007 年頒布了《海洋教育政策白皮書》，並於 2008 年公告中小學海洋教育課程綱要，但在「97 課綱」最終是將海洋教育納入國民中小學九年一貫課程綱要重大議題，融入各學習領域。在我國 2006 年頒布的《海洋教育政策白皮書》中指出，國民中、小學相關海洋概念之課程比例尚未達 5%。而海洋教育是以重大議題融入中小學各領域或各學科的方式來進行，因此除了培養教師有把海洋融入教學領域或科目中的良好設計能力外，提供教師必要的資源是當前最重要的工作之一（羅綸新，2012）。

現行的正式課程中，教科書中所教授的海洋教育內容相當不足；2006 年頒布《海洋教育政策白皮書》也指出，國民中、小學相關海洋概念之課程比例尚未達 5%；教育部更於 2008 年頒佈《國民中小學海洋教育議題課程綱要》，可見海洋教育推行實屬迫切。而海洋教育囿於教學時數限制，只能以重大議題融入的方式進行教學，以致現職教師在正式教學過程中，難以進行海洋教育內容的課程教學；另外許多現職教師進行海洋教育時，缺乏相關的知識與教學方法，也是造成海洋教育推動的困難處，許籐繼（2010）指出影響教師推動海洋教育意願的原因之一，是教師自身對海洋知識素養的缺乏，故須深耕教師的海洋教育能力素養，以推動海洋教育。然而當教師的海洋素養不足、海洋概念不正確，又如何能去進行良好的海洋教育教學呢？

在教師們面臨這些實施海洋教育上的困境時，運用親海場所讓教師帶領學生親自體驗或參訪來認識海洋、愛護海洋、親近海洋，成為實施海洋教育的另一好選擇。而博物館或科學教育中心「是終身學習環境，它們在人類學習中起重要作用」（Plakitsi, 2013）。如果教師能利用相關的博物館或科學教育中心來對學生進行海洋教育，相信可以更加有效。基隆市除了將海洋教育列為中小學的發展重點，自 95 學年度起，更在全市國中小推展海洋教育，將海洋教育列為基隆市中小學的發展重點；各學校也發展出不同的特色課程，像是基隆海洋日活動，也是持續實施；可見海洋教育在基隆的推展成果是顯而易見的、深具效果的，惟較缺乏適當的海洋教育場館提供教師利用。

2013 年完工並開幕正式營運的「國立海洋科技博物館」，正好為教師實施海洋教育提供了一個良好的校外教育場館資源。簡國良（2011）也指出教師願意帶領學生進行海洋教育戶外教學課程，利用既有的海洋教育場館資源來授課，確實提高了學生的學習意願。第一線教師在培訓師資的過程中未得到的海洋專業素養培訓，多以海洋科學專家蒞校演講，速成式地增進海洋專業內容，難以轉化到學生的授課現

場。海洋教育議題對學生來說陌生且困難，對教育現場教師而言，也不啻為一大挑戰。因此，推動國民教育階段的海洋教育，改變國民以陸觀海或重陸輕海的思維，進而培育國民具備正確海洋素養的國際公民，為未來國家發展的重點目標（Ocean Project, 2009b, 1999；Steel, Smith, Opsommer, Curiel, & Warner-Steel, 2005；Hoegh-Guldberg & Bruno, 2010；羅綸新、黃明蕙、張正杰，2012；許籐繼，2012；邱文彥，2000；教育部，2007；張正杰、楊文正、羅綸新，2014；張正杰、李宜頻、羅綸新，2014）。

相較於台灣，國外較早開始STEM教育的研究。Bybee（2013）指出，STEM課程注重的是培養21世紀新型態的能力（NGA, 2007；NRC, 2011；Toulmin & Groome, 2007），其目的在培養每個人具備有解決真實世界問題的知識、態度、技能與能力，以面對快速變遷的現代社會。Dabney等人（2012）認為，學生參與STEM教育時，跨學科的討論及學習活動使得STEM主題更有意義，並且增加了對STEM領域的學習興趣（Raju & Clayson, 2010；Tindall & Hamil, 2004）。Harrel（2010）認為STEM教育是更適合學生學習自然領域和感知世界的教學方式，因為日常生活中遇到的問題通常包含兩個或兩個以上的學科領域，因此跨領域教學才是合適的。而Dewaters（2006）進行的研究表明，學生對跨學科方式來討論STEM領域主題感到滿意，這些課程與經驗有助於解決日常生活中遇到的問題。此外，Bingöbali、Monaghan與Roper（2007）發現，跨領域的STEM主題式學習活動對學生會產生重大影響一對STEM領域及對未來職業選擇持有正向的態度。

STEM教育包含了科技和工程的學習，Cunningham & Lachapelle（2014）認為參與科技和工程的學習經驗促進了創造力和高階思考能力，並能促進整個STEM學科的整合，在跨學科的討論情境中，亦可改善學習動機及學習成效（English, 2015；Moundridou & Kaniglonou, 2008）。另外，Moore等人（2015）認為融合了工程思維的STEM教育有助於發展學生的21世紀關鍵能力，亦可增進學生對STEM領域的學習興趣及學習成就。Cantrell等人（2006）在STEM課程中運用工程案例進行教學，發現可提升學生科學概念的學習成效及綜合分析的能力。Schnittka（2011）則運用具體的工程設計實務範例來講解特定的科學概念知識，可以改善學生的概念認知。Ortiz（2015）透過教學實驗發現，結合數學與工程概念之樂高機器人課程，可以有效地幫助學生學習特定的數學概念知識，並能產生較長時間的學習保留與有效的學習遷移。新世代來臨，傳統教學模式已不能滿足國家人才培育所需，雖然目前台灣教育模式逐漸改變，但以升學為主要教學、學習為目標的教師、學生卻仍佔大多數。教師為了學生考試而教，學生為了考試而學，所學知識無法靈活運用於日常生活及未來工作，造成學生畢業後無法順利進入職場、職場人才短缺問題層出不窮。

STEM教育最主要宗旨為幫助學生遠離零散與破碎的學習和死記的程序的方式，把學生學習到的零碎知識與機械過程轉變成一個探究世界相互聯繫不同面向的過程（趙中建，2012）。STEM教育有別於以往分科上課，而採取科際整合的合科方式教學。分科教學易使學生無法將各科知識連貫、應用，在思考上也較封閉。合科教學可讓學生將所學知識應用於各領域，使學生腦力激盪、促進思考、提升創新、創意與創造力。再者，傳統教學以傳授課本知識為主，學生所學知識常無法應用，STEM教育重視理論與真實社會、生活經驗的連結，將使學生提升學習動機與興趣，並與工作順利接軌。另一方面，STEM教育強調團隊合作，為因應未來就業趨勢，在小組討論中學習分工、互助合作、良好的溝通，也落實了「No child left behind」的教育理念。Burke（2013）是由美國國際科技與工程教師學會(ITEEA)針對STEM教育提出了一套6E（6E learning by design）教學模式，6E分別是參與（engage）、探索（explore）、解釋（explain）、建造（engineer）、深化（enrich）、評量（evaluate），以學生為中心的教學模式，強化STEM教育中的設計（Design）與探究能力，以及問

題解決的能力與策略方式。而這套以學生為中心的教學模型的目的，是要強化 STEM 教育中的設計(design)與探究(inquiry)能力的培育。姚經政、林成彥 (2016) 以 STEM 結合 6E 教學模式上，應用在機器人教學，學生成效佳，對於學生邏輯思考與運算思維都有正向的提升。最後，STEM 教育的科際整合、與生活經驗連結、團隊合作等教學特質，再搭配 STEM 教育的核心—動手做，期許能使學生成為具備 21 世紀關鍵能力—批判性思考與問題解決、有效溝通、團隊共創、創造與創新的未來國家人才。本計畫主以 STEM 理論為基礎，6E 教學模式進行課程，結合探索與實作課程模組，增能師培生，落實與現場教學當中，以提升海洋素養。

3. 研究問題(Research Question)

基於本研究問題如下：

- A. 如何設計與建構 STEM 融入海洋教育課程教學方案?
- B. 如何發展 6E 教學模式在海洋教育課程?
- C. 如何提升師資生海洋科學興趣、動機、海洋素養與實作能力呢?
- D. 探究教師將 STEM 融入海洋教育課程，其歷程所遭遇的問題與解決方案。
- E. 實施 6E 教學模式提升師資生學習表現的行動研究帶給申請人的成長與學習。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

(1) 研究設計說明

本研究將透過行動研究，資料蒐集將透過質性晤談表、錄影觀察上課情況與量化的「海洋科學學習興趣量表」與「海洋科學學習動機量表」來評估。行動研究有四個重要的觀點，它們以動態形式聯結成一個循環步驟，而成為行動研究的「時機」。

- A. 發展一個批判性計劃，以提供訊息給改進行動。
- B. 行動—履行計畫。
- C. 觀察結果，並在行動的脈絡裡判斷所發生的。
- D. 反省這些結果，作為更進步計畫的基礎。隨後再形成一個行動，而成為一個連續的循環。

(2) 研究步驟說明

A. 研究架構

本研究架構以 STEM 教學方案設計與 6E 教學模式來進行課程，課程在「海洋教育」與「自然與生活科技教材教法」課程上，其教學設計詳細說明如下表：由於篇幅關係，課程以海洋教育-海洋垃圾議題為例，六堂課，融入 6E 教學模式如下表 5。

表 5：STEM 教學方案設計與 6E 教學模式表

堂數	6E	STEM 課程	教學重點
1	一、二、參與探索	海洋先備知識回顧	<ul style="list-style-type: none"> • 教師瞭解學生的先備知識 • 讓學生有興趣參與課程
		海洋的重要性、海洋與人類的關係	<ul style="list-style-type: none"> • 讓學生去探索課程主題的內容
2	三、四	洋流、環流	<ul style="list-style-type: none"> • 學生解釋目前的學習內容，重新

堂數	6E	STEM 課程	教學重點
3		模擬洋流（操作）	建構思考內容，精緻化學習內容 • 應用概念知識，並透過實作讓學生對於課程內容有更深入的了解。 • 學生應用科學概念在生活當中，並透過科技來問題解決
		海洋垃圾（分類活動）	
		海洋垃圾（來源、種類、數量）	
		海洋垃圾帶（成因、數量）	
		海洋垃圾對生態的影響	
4 5	五、 深化	保護海洋的方法	• 學生對於議題有更深入的理解，並瞭解系統的複雜性，需更多的科學知識與科學過程技能來處理面臨的問題點
		清除海洋垃圾的科技	
		製作海洋垃圾清除器（活動）	
6	六 評 量	檢測學習成果	• 教師評量學生的學習成效，包含認知、態度與技能。

B. 研究假設

師資培育生經 STEM 融入海洋教育課程後將會提升海洋素養與實作能力。

C. 研究範圍

研究以海洋教育（上學期）與自然與生活科技教材教法（下學期）。以 STEM 融入這些課程，並以 6E 教學模式進行教學。其中海洋教育課程與本校羅綸新教授協同上課。教學當中常會融入實作課程，課前會以即時回饋系統（如：Kahoot），瞭解學生的先備知識。另外，本校有創新科技教師社群，將會定時（每月召開一次）進行交流與反思。評量除了總結性測驗（期中考），也會進行實作評量，採取多元評量的方式進行。課程內容將會放置到本校學習平臺（tronclass.ntou.edu.tw），包含學生討論的內容、繳交作業區，系統可以使用手機搭配 App 即時回應。

D. 研究對象

研究對象為申請教育學程的師資培育生。多數本身沒有教學經驗與缺少教學方法與策略本身實作能力不佳。師資生共有 20 位參與，完成者 18 位。

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

(1) 教學過程與成果

本研究之教學活動內容涵蓋科學原理（Science）、科技使用(Technology)、工程設計(Engineering)與數學統計與圖表分析(Mathematics)，為一 STEM 教育取向的科際整合課程，期望藉由動手操作的實作活動來建立科學相關領域知識與技能的整合，並能將學科知識應用於實際生活的問題解決。教學流程以 6E（6E learning by design)教學模式，6E 分別是參與(engage)、探索(explore)、解釋(explain)、建造(engineer)、深化(enrich)、評量(evaluate)，以學生為中心的教學模式，強化 STEM 教育中的設計（Design）與探究能力，以及問題解決的能力與策略方式。而這套以學生為中心的教學模型的目的，是要強化 STEM 教育中的設計(design)與探究(inquiry)能力的培育，來設計相應的教學內容，以提供學生完整的學習歷程，培養學生能從課堂上主動探索的精神。

E. 資料處理與分析

(a) 半結構式的訪談

I. 訪談對象

本研究研究對象共 20 位同學，每位學生在使用後教學後，對每位學生進行訪談。

II. 訪談時間

訪談時間皆在課餘時間，每個研究對象訪談時間約為 5 至 10 分鐘。

III. 訪談方式

採用半結構式的訪談方式，由申請人事先擬定好訪談大綱，在訪問的過程中，可以依照學生的回答狀況進行題目的增減，頗富彈性。

IV. 訪談內容

訪談內容依據研究目的，分成三個面向：

i 研究對象的學習動機

(i) STEM 融入海洋教育以 6E 教學模式對你的學習有幫助嗎？

(ii) STEM 融入海洋教育以 6E 教學模式能吸引你的注意力，讓你更有動力學習嗎？

ii 研究對象的學習興趣、海洋素養

(i) 你喜歡 STEM 融入海洋教育以 6E 教學模式嗎？

(ii) 你希望以後的課程以 STEM 融入海洋教育以 6E 教學模式在課程當中？可以提升你的學習興趣嗎？海洋素養嗎？

iii 研究對象的實作能力？

(i) 你認為以 STEM 融入海洋教育以 6E 教學模式在課程當中對你的實作能力成績有幫助嗎？

(b) 量化分析

期初先施測前測，分別為海洋科學學習動機量表與海洋科學學習興趣量表、海洋素養量表。經過 STEM 融入海洋教育課程與 6E 教學模式後，實施期末再次施測後測。統計以相依樣本 T 檢定來評估興趣、動機與海洋素養情況。

(c) 實作評量規準

依照 STEM 工程設計程序在製作過程中，顯得非常重要，它教導學生組織想法並根據目的做出判斷，發展學生具有品質較高的問題解決能力(Hynes, Portsmouth, Dare, Milto, Rogers, Hammer, & Carberry, 2011)。根據前述 6E 教學模式來評估學生實作作品，底下舉遙控船舶設計為例，詳如表（修改自張玉山、楊雅茹，2014）。

表：6E 教學模式融入實作評量之規準表-以遙控船舶設計為例

6E 程序	工程設計程序	運用在遙控船舶設計為例	評分標準 (精熟、基礎、待加強)
投入 探索	定義問題	組裝遙控船舶	依實際狀況評分
	找尋資料	尋找船舶浮力原理、製作方法、相關材料、討論相關科學或數學概念、提出多種船舶浮力概念	依實際狀況評分
	發展解決方案		
解釋	選擇最佳方案	根據科學與科技、實作可行性，進行評估選擇最佳的方案	依實際狀況評分

6E 程序	工程設計程序	運用在遙控船舶設計為例	評分標準 (精熟、基礎、待加強)
工程	製作原型 測試與評估 溝通方案	製作船舶、組裝船舶、是否會漏水、測試是否安穩可漂浮在水面、繪製船舶圖例，小組討論	依實際狀況評分
豐富	再設計 完成	漏水船舶之解決方法或重新設計，能夠符合船舶遙控的目標。程式控制船舶是否可行。	依實際狀況評分
評鑑		檢視自己的遙控船是否可以控制	依實際狀況評分

(2) 教師教學反思

對教學者的反思而言，對本身的教學方法與策略都有提升教學設計與方法的能力。尤其在 6E 教學方法更有深透的了解，未來可應用在其他科目上。STEM 的課程的設計能力也提升，尤其在每次實作課程後，學生的學習回饋與反應，都可獲得寶貴的意見回饋。透過多次的活動，教學者也較能掌握到課程融入的方式，6E 教學策略的使用。以及實作評量的應用與修改方式。

(3) 學生學習回饋

除了量化指標的呈現可得知學生的海洋素養、海洋興趣、海洋動機都有顯著提升外。透過晤談的了解，更能夠深入了解學生對於 STEM 課程的掌握，以及探究與實作的應用，以及實作評量的評分規準。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

可嘗試合作學習方式，提升學生實作能力，尤其在新課綱之下，探究與實作為重點推動方向。另外，可拉長整個研究期程，瞭解學生長期影響。

二. 參考文獻(References)

- 行政院研究發展考核委員會 (2006)。海洋政策白皮書。臺北市：行政院研究發展考核委員會。
- 羅綸新、楊玉梅 (2007)。國民中小學推展海洋教育之內涵與其網站之分析。教學科技與媒體，82，83-100。
- 沈彥甫 (2011)。國小師生全球暖化迷思概念與成因探討(未出版的碩士論文)。臺灣師範大學，臺北市。

- 李賢文 (1989)。海洋科學的研究現況。科學月刊，20(8)，572-573。
- 李賢哲、樊琳、張蘭友(2005)。國小學童「電池」概念之診斷—以兩段式選題為例。科學教育學刊，13(3)，263-288。
- 吳穎汕 (2011)。建構主義。載於黃鴻博(主編)，自然與生活科技教材教法(57-82頁)。臺北市：五南。
- 許民陽、王郁軒、梁添水、徐玲莉 (2009)。國民小學海洋教育融入課程發展研究。論文發表於 2009 年海洋教育師資培育國際學術研討會。屏東縣：國立屏東教育大學。
- 曾永祥、許瑛珺(2006)。線上課程對高二學生四季成因概念學習的影響。科學教育學刊，14(3)，257-282。
- 教育部 (2007)。海洋教育政策白皮書。臺北市：教育部。
- 教育部 (2008)。國民中小學海洋教育議題課程綱要。臺北市：教育部。
- 姚經政、林呈彥 (2016)。STEM教育應用於機器人教學-以6E教學模式結合差異化教學，科技與人力教育季刊，3 (1)，53-75。
- 張正杰 (2015)。影響國中學生海洋科學知識與海洋教育能力指標因素之研究。教育學報，43 (2)，173-196。
- 張正杰、楊文正、羅綸新 (2014)。高職生海洋科學素養與迷思概念之評量分析。科學教育月刊。371，2-17。
- 羅綸新、張正杰、童元品、楊文正 (2013)。高中生海洋科學素養及迷思概念評量分析。教育科學研究期刊，58(3)，51-83。
- 劉家瑄 (2006)。台灣海洋科學與海洋立國。教育資料與研究雙月刊，70，105-116。
- 歐姿妤、黃貞觀 (2013)。以事例訪談探究專科學校低學習成效學生對化學物質變化之另有概念。科學教育研究與發展季刊，66，1-24。
- 鄭淑菁 (2007)。淺談迷思概念。教育趨勢報導，25，108-144。
- 戴昌鳳 (2003)。台灣的海洋。臺北縣：遠足文化。
- 鍾聖校 (1995)。國小自然科課程教學研究。臺北市：五南。
- Andersson, B. (1986). The experiential gestalt of causation: a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8(2), 155-171.
- Ault, C. (1998). Criteria of excellence for geological inquiry: The necessity of ambiguity. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 189-212.
- Barry, N. (2014). The ITEEA 6E learning byDeSIGN™ Model. *The Technology and Engineering Teacher*, March 2014, 14-19.
- Bezzi, A. (1999). What is this thing called geoscience? Epistemological dimensions elicited with the repertory grid and their implications for scientific literacy. *Science Education*, 83, 675-700.
- Belden, Russonello, & Stewart (1999a). *The Ocean Project: Highlights of National Survey*, 3 pp. [http://www.theoceanproject.org/what we do/research.html](http://www.theoceanproject.org/what_we_do/research.html)
- Belden, Russonello, & Stewart (1999b). *Review of existing public opinion data on oceans*, 59 pp. <http://www.theoceanproject.org/what we do/research.html>
- Berk, L. (2000). *Child development* (5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington: National Academy Press.
- Cudaback, C. (2006). What Do College Students Know About the Ocean? *Eos*, 87, 418-421.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-489.
- Feller, R. J. (2007). 110 Misconceptions about the ocean. *Oceanography*, 20(4), 170-173.
- Greely, T. (2008). Ocean literacy and reasoning about ocean issues: The influence of content, experience and morality. Theses and Dissertations. Paper 271.
- Greely, T. M. & Lodge, A. (2009). *Measuring Ocean Literacy: What teens understand about the ocean using the Survey of Ocean Literacy and Egament (SOLE)*. American Geophysical Union, Fall Meeting 2009.

- Markos, A., Boubonari, T., Mogias, A., & Kevrekidis, T. (2017). Measuring ocean literacy in pre-service teachers: psychometric properties of the Greek version of the Survey of Ocean Literacy and Experience (SOLE). *Environmental Education Research*, 23(2), 231-251.
- Mogias, A., Boubonari, T., Markos, A., & Kevrekidis, T. (2015). Greek Pre-Service Teachers' Knowledge of Ocean Sciences Issues and Attitudes Toward Ocean Stewardship. *The Journal of Environmental Education*, 46(4), 251-270.
- Mukerji, C. (1989). *A fragile power: Scientists and the state*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- National Oceanographic and Atmospheric Administration. (1998). *Year of the Ocean Discussion Papers*. Office of the Chief Scientist, NOAA, Washington, D.C.
- Jessica, F. G. (2009). *Common misconceptions about oceans*. Retrieved from <http://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/polar-oceans/common-misconceptions-about-oceans>
- Russell M., & Shauna O. (2007). Marine Education in the Sea Grant Program. California Sea Grant College Program University of California, San Diego.
- Hatch, L., & Stepanski, E. J. (1994). *A step-by-step approach to using the SAS system for univariate and multivariate statistics*. Cary, NC: SAS Institute.
- Kals, E., Schumacher, D., & Montada, L. (1999). Emotional affinity toward nature as motivational basis to protect nature. *Environment and Behavior*, 31, 178-202.
- Kean, W.F., Posnanski, T.J., Wisniewski, J.J., & Lundberg, T.C. (2004). Urban Earth Science in Milwaukee Wisconsin. *Journal of Geoscience Education*, 52, 433-437.
- Kellert, Stephen R. (2002). *Experiencing Nature: Affective, Cognitive, and Evaluative Development, in Children and Nature: Psychological, Sociocultural, and Evolutionary Investigations*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kelly, G.J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86, 314- 342.
- Ocean Literacy Network. (2008). One big ocean. Retrieved from <http://www.coexploration.org/oceanliteracy/>
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). The changing meaning of force. *Cognitive Science Quarterly*, 2, 5-61.
- Jessica, F. G. (2009). *Common Misconceptions about Oceans*. Retrieved March 15, 2014, from <http://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/polar-oceans/common-misconceptions-about-oceans>
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Ocean Literacy (2013). *Welcome to Ocean Literacy*. Retrieved on 2013, 5,13, from <http://oceanliteracy.wp2.coexploration.org/>
- Osborne, R. J., & Gilbert, J. K. (1980). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education*, 2(3), 311-321.
- Sudman, S. (1976). *Applied sampling*. New York, NY: Academic.
- Wandersee, S. (1990). Concept mapping and the cartography of cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 923-936.
- Wellman, H. M., & Gelman, S. (1992). Cognitive development: Foundational theories of core domains. *Annual Review of Psychology*, 43, 337-375.

三. 附件(Appendix)

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。