
高職生海洋科學素養與迷思概念之評量分析

張正杰^{1*} 楊文正² 羅綸新¹

¹國立臺灣海洋大學 教育研究所兼師資培育中心

²基隆市立中和國民小學

摘 要

本研究旨於探討高職學生運用海洋科學概念命題敘述、表達海洋科學概念、以及海洋科學素養與迷思概念之情形。研究以北台灣四所高職學生為對象，採用調查法與概念圖質性評分進行。共計回收 291 份問卷，有效問卷為 285 份。研究結果為：1.藉命題式概念圖造句評量，結果顯示高職學生海洋科學素養概念亟待加強。2.海洋科學素養問卷中平均答對率僅有 49%。3.學生對「海中冰山融化是造成海平面上升的原因」一題之答對率最低。4.學生對「瞭解冰期與間冰期海平面的升降，對全球生物與自然環境可能造成影響」的能力指標為最常有迷思概念。研究結果可供海洋教育研究者及教師參考，以提升海洋教育課程學習之成效。

關鍵字：迷思概念、海洋教育、海洋科學素養、概念圖

壹、緒論

臺灣是婆娑之洋環繞的島嶼國家，孕育豐富獨特的海洋資源環境，舉凡經貿活動、漁業生計、資源條件與國家安全均與海洋息息相關。然而在長時期的海禁政策之下，形成國人畏懼靠近海洋心態，更遑論形成海洋之文化。另外，受陸權國家文化影響，教育方針亦以「由陸看海」思維而實施，各級學校通識教育，對於培育國民海洋素養的課程付之闕如，教科書蘊含海洋知能亦極度缺乏，使得海洋一直被阻隔在人民的記憶和視野之外。教育部 95

年高中職暫行綱要，高中職教科書相關海洋知能比例約為 2%至 5%，徵諸國民中小學相關海洋概念課程比例亦未足 5%，顯示中小學教科書涵蓋的海洋內容相當稀少（教育部，2007）。

當今各級學校應加強海洋教育，培育學生具備認知海洋、熱愛海洋、善用海洋、珍惜海洋及兼具海洋地球觀的國民特質。為此教育部於 2011 年將海洋教育列為重大議題，以融入教學方式進行。然而海洋教育教學知能透過海洋教育議題融入各領域課程教學，亦因分散未能連貫，導致學生對海洋相關知識普遍缺乏完整脈絡概念，甚至產生迷思。基此，推廣海洋教育

*為本文通訊作者

首要發展各種評量模式，以供教師瞭解學生學習海洋知能情形，進而提升海洋教育學習之成效。根據高中生海洋科學素養研究結果顯示，高中生的海洋科學素養能力不足，有其加強的必要性與重要性（羅綸新、張正杰、童元品、楊文正，2013）。鑑於現行高職生海洋科學素養能力的調查尚無相關的先導研究，因此本研究之目的為：

1. 調查高職學生運用海洋科學概念之命題敘述；
2. 瞭解高職學生表達海洋科學概念情形；
3. 瞭解高職學生於海洋科學素養與迷思概念情形。

貳、文獻探討

海洋教育課程實施之始，本研究透過概念圖評量的理論基礎、教學應用與相關研究，發展適宜評量學生海洋科學概念與素養的教學輔助工具。其中概念圖除被視為一種有利於學習教材教法的輔助利器，幫助學生釐清所知，並將概念以明示的方法聯結外，概念圖亦為極佳之評量工具，可資明瞭學生的先備知識。

一、概念圖意義及應用

Ausubel (1968) 的認知學習同化理論認為學習乃內在思考之組織活動，教師於教育上，發展並應用概念圖於支援建構理論，以明瞭學習者的先備知識，將新經驗的學習建立於舊經驗基礎，使新舊知識產生聯結，以達有意義學習 (Novak & Gowin,

1984)。職是之故，教師應選擇適合學生知識程度的教材，將教材組織後，有系統地教導學生。透過 Novak 提倡之概念圖，可先行瞭解學生既存概念與知識迷思概念後，俾利教師釐定教學起始位置。

建構概念圖歷程，瞭解學生學習概念的關係性和知識結構，並增進學習者發展對自己思考過程的自我評量，將認知的知識更具體化。而最簡單的概念圖型式即由兩個節點與連接線所組成，此亦為概念圖命題 (proposition) 之定義。概念圖應用過程及學習組織其概念結構，蘊含四個顯著的有意義學習：(1) 新概念的學習；(2) 包容；(3) 漸進的變化 (progressive differentiation)；及 (4) 統整的一致性 (integrative reconciliation)。於概念構圖中，學生可以指認觀念、瞭解階層組織概念、區別概念、並且表達組織間的複雜關係 (Novak, 1998；Marshall、Chen & Madhusudan, 2005)。Boxtel、Linden、Roelofs 與 Erkens (2002) 指出概念圖提供有意義的學習包括：(1) 幫助學生察覺及反應其所知或困惑；(2) 幫助學生運用概念學習時，熱衷參與並發展出具體意義；(3) 提供學生互動學習機會，增益學生科學概念之學習效果。

對於課程發展、科學教學暨評量之決定前提，均需對學生的認知概念有所瞭解，而教學者為期於課堂計畫有效率的教學，對於影響學生學習的諸多因素，亦應做一般性理解。診斷學生的概念，不僅反映學生思考與認知瞭解類型，亦協助教學者以新方式審視其教學 (劉俊庚，2002)。透過

概念構圖，幫助學生釐清所知並將概念以明示的方法聯結，教導基本認知目標，甚而臻至更高階的學習目標。概念圖亦為一種極佳評量工具，可瞭解學生的先備知識，指認學生知識落差，教師或研究者便可以由其概念圖評量分析其知識的正確性或診斷其迷思或錯誤概念的程​​度（陳宗禧、李欣怡與黃詩婷，2003）。因此，教學之初如能大量收集學生對某一主題的瞭解狀況，或診斷出學生先備知識及迷思概念，除有助教師定位教學之起始位置，教師亦得以更有效率地修正學生的迷思概念，建立正確而有意義的科學概念教學。

二、概念圖評量學生海洋知識與迷思概念診斷

藉由概念圖除能指認出研究對象的知識落差外，亦可透過實際案例討論概念圖之聯結關係，針對該聯結關係做解釋與辯護，以瞭解其錯誤概念所在，進而監控自身如何操弄知識或概念，以達有意義的學習（余民寧與陳嘉成，1996）。綜上歸納運用概念圖評量學生認知概念可獲致效益，茲臚列如次：

（一）明確區分概念 (concept) 與想法 (conception)

概念圖利於釐清概念 (concept) 和想法 (conception) 之間的差異，並更為明確瞭解其意義。於概念圖的網絡裡，各個節點是我們所稱的概念 (concept) (例如：力、質量)；而想法 (conception) 則可以描述為許多命題的組合，乃藉由明確的線段將兩個概念

結合後，再與其他概念做相互的聯結，形成一個概念的網絡結構（劉俊庚，2002）。

（二）偵測概念的變化

藉由概念圖評量能洞察學生知識結構之變化趨勢，掌握產生錯誤概念的時機、錯誤聯結之處及何種情況產生錯誤的推理（余民寧，1997）。每個學生所表徵的概念圖都是一個特別的知識狀態，從一個圖轉移至另一個圖時，我們可以將它表徵為概念的改變，概念圖改變的順序則表徵學生於概念知識之改變情形 (Nersessian, 1991)。Brody (1996) 研究評量 4、8 及 11 年級約 159 位學生對 Oregon 海洋資源的科學認知，予以深探研究，評量結果獲致一個完整的海洋資源概念圖、透過概念圖發掘學生認知概念與既存之迷思概念，該概念圖更可繼續擴大並且將概念間的聯結加上有意義的關聯。

概念圖的評分模式至今發展出三種：Novak & Gowin (1984) 之節點集合評分模式、Goldsmith, Johnson, & Acton (1991) 等人的專家與新手相似比例評分模式以及 Stoddart, Abrams, Gasper & Canaday (2000) 的命題評分模式。本研究企圖瞭解剖析高職學生運用海洋科學概念命題敘述、表達海洋科學概念、海洋科學素養與迷思概念情形，應用調查法與質性評分進行研究，屬開放性任務 (open-ended tasks) 計分，採取 Stoddart 等人命題評分模式，使學生於部分限制之條件下，以面訪或寫作業方式完成任務，俾利教師暨研究者用之修訂為概念圖後，以正確性 (accuracy)、解釋性

(explanation) 以及命題結構 (proposition structure) 向度進行評分，並藉該診斷工具瞭解學生命題概念，復以知識、情意、態度三面向進行多元評量。當學習者繪製概念圖過程，可將所學內容以圖示精簡摘要出概念間之關聯性，有助其以文字描述基本概念時，增進情境式理解，徵證概念結構與迷思概念情形，並利用文字作為綱要或註解，標註學生心智模式間之問題癥結或錯誤，進而以概念圖解方式，使學生明瞭其所對應的心智表徵有無問題。綜合歸納文獻暨實證研究結果發現，運用概念構圖，以視覺化表徵建構知識結構歷程，亦可資診斷或評量學生先備知識與迷思概念，據供教師釐清教學起始位置。

蔚藍寬闊的海洋、一望無際的穹蒼以及蔥蔥鬱鬱的大地，是我們的家園-地球的真實外貌。人類除了腳踏著溫馨的土地外，亦能搭上各項航具穿越雲際、飛行於大空，更不時乘著舟船航行於大海間，只為一探美麗又神祕的大海。海洋知識面向深廣，難以全然瞭解，非僅針對海洋專業研究面向，對於一般民眾，相關海洋知識缺乏，亦普遍存在了許多迷思的概念或不完整思維。故亟應重視海洋教育，建立國民認知海洋概念，涵養海洋通識素養，從而發展善用海洋思維能力，以及對自然環境珍惜與愛護的情操，與以海洋為本的地球觀。

參、研究方法與步驟

一、研究方法

本研究藉文獻蒐集與專家座談建立

研究工具，再以「問卷調查法」進行資料蒐集。於專家座談蒐集整理海洋科學基本概念 100 詞彙，並確認海洋科學素養評量題目後，邀請 19 位專家學者，包含大學教授 5 人與高中職具海洋教育專長教師 14 人，審查問卷焦點議題，而成海洋科學概念問卷，內容包含「學生基本資料」、「海洋科學概念 100 詞彙應用」、「海洋概念問答題」、「海洋科學素養問卷」四個部分。

受測高職學生依詞彙應用問卷進行命題式概念造句，用以調查學生海洋科學素養及迷思概念；「海洋概念問答題」以半開放式之問答題，請學生闡述己身所知之海洋概念，並從其中剖析學生的海洋科學素養及迷思概念；「海洋科學素養問卷」則是利用是非題之調查型式，計 20 題海洋科學素養試題，用以調查學生對海洋科學概念的理解情況。

二、研究對象

(一) 研究對象選擇

高職教育係以職業類科為主，除與海事相關科系外，學生的海洋科學素養多源自於教育部 2008 年起推行之海洋教育融入議題，屬於國中小階段所學的內容。本文針對高級職業學校學生進行研究，用以瞭解高職學生於國中、國小階段的海洋科學素養學習程度，供作高職教育海洋科學素養課程教授方式參考，進而瞭解近年推動海洋教育議題後，學生之海洋科學素養程度與情況。本研究採立意取樣，選

擇北臺灣四所高級職業學校，每所各兩個一年級班級，進行海洋科學命題式概念圖造句及海洋科學素養問卷。研究對象共計 291 人，有效樣本 285 人，無效樣本 6 人，詳如表 1。

(二) 研究對象背景

研究對象為 2011 年入學之高職一年級新生，屬於海事類職業學校有 C、D 兩間學校，一般職業學校有 A、B 兩間學校。其中一般職業學校 A 校兩班皆為機械科系；B 校兩班為商業經營及會計科系。海事類職業學校 C 校兩班為航海及輪機科系；D 校兩班皆為輪機科系。八個班入學級分數介於 PR40~70 的學生。

三、研究工具

(一) 海洋科學概念詞彙與海洋科學素養試題建構之過程，茲分別敘明如次：

1. 海洋科學概念 100 個詞彙

研究團隊分類羅列海洋基本概念、海水性質、海洋生態、海洋科技與海洋生物，每一主題舉列 30 至 50 個詞彙，請專家學者擇取適合高職學生程

度之詞彙後，提供 100 個海洋科學概念詞彙，而成海洋科學素養問卷。學生於海洋科學概念 100 詞彙問卷，選擇 10 題，按己身所知概念進行命題造句，命題規範各個命題造句內至少需含兩個調查表所提供的海洋科學概念詞彙。收回後將每一位學生之敘述性命題造句依 Stoddart 等人(2000)開放性命題的三個向度來加以評分及分析。其錯誤意涵表達錯誤者，均歸類為海洋科學迷思概念。依正確性、解釋性與命題結構三個向度進行評分，各向度以五點尺度評分，最高五分、最低零分，三向度評分規範說明如下：

- (1) 正確性(accuracy)：依「科學正確性」、「普通知識」、「情意性」、「不正確」四項選擇一項判斷給分。
- (2) 解釋性(explanation)：依「高度解釋」、「描述性」二項選擇一項給分。
- (3) 命題結構(proposition structure)：依「複式」、「簡式」二項選擇一項給分。給分如表 2。

表 1 研究對象描述性統計表

校別	A 職業學校	B 職業學校	C 職業學校	D 職業學校	總計
類別	一般	一般	海事	海事	4 校
班級數	2	2	2	2	8 班
男	67	22	61	72	222
女	2	61	0	0	63
學生數	69	83	61	72	285

表 2 高職學生命題式概念圖造句評分表

變項	分類	示例解釋	評分方式
正確性	科學正確性	海水愈深透光度越低	5 分
	普通知識	珊瑚生活在海中	3 分
	情意性	獅子魚很美麗	1 分
	不正確	鱷魚是魚類	0 分
解釋性	高度解釋	海平面上升主要是海洋增溫引起海水熱膨脹，造成海面上升。另外，海上冰山融化並不會引發海平面上升。但陸上或冰原的冰川融化將會造成海平面上升。	5 分
	描述性	深海鮫鱈魚有類似燈籠的發光體	3 分
命題結構	複式	鯨豚類是海中動物	5 分
	簡式	海水中有魚	3 分
總計			0~15 分

以正確性向度而言，每一個命題造句能得到 3 分為普通知識，屬具學生的基礎能力，能得到 5 分則代表學生達到對這個概念的精熟。其它向度依此類推，因此，經研究者與專家共同討論後，以此為標準，於單一向度內，每一個學生命題造句 10 題滿分為 50 分，設定 31~50 分為對這個向度「精熟」，11~30 分為「基礎」，0~10 分則為「待加強」。以此標準綜合三向度的成績及總分來判斷及瞭解學生的海洋科學概念達到的程度。

評分方式為受測學生之開放性答卷 10 題，經兩位研究者評分後，加以平均；如給分差異過大 (>10)

再請第三者評分，最後將三位研究者之給分數加以平均。施測問卷利用描述統計方式，說明受測樣本填寫資料之答對率、平均數、標準差等數據。藉由量表施測結果，用以剖析瞭解高職學生海洋科學概念之情形，而此項評分方式亦經專家群認同，正式施測評分者為評分者信度為 0.88。

2. 海洋科學素養問卷題目

研究團隊透過海洋教育網站及相關文獻，蒐集學生的海洋科學迷思概念，歸納整理專家諮詢會議與現場高中職教師提出常見的海洋科學素養議題，參酌 Feller (2007) 所列海洋迷思概念 110 題，並按照《高中職海洋教育科目課程綱要》(教育部，

2008) 能力指標作分類後, 依每項能力指標挑選適當的迷思概念題目計 20 題, 成為海洋科學素養問卷。

3、海洋概念半開放式問答題

研究目的乃為瞭解學生對海洋科學概念之情形, 屬質性資料分析。學生撰寫內容分析係依據 2006 年國際學生評量計畫 PISA (the Programme for International Student Assessment), 由經濟合作暨發展組織所執行科學評量計畫理論架構—能力、知識、態度、情境四個面向與布魯姆 (Bloom, 1956) 將教育目標分為認知、情意、技能三個領域, 於其中擷取知識、態度、情意三個面向說明學生表達之內容。分類標準: 其文字敘述中具有正確性的事實內容, 評定為知識; 傳遞觀念或保護海洋環境意涵者評為態度; 表達情感因素則評為情意, 三種面向可兩兩相關或三者兼具, 而表達錯誤意涵者, 評為迷思概念, 如表 3 所示。

研究者將學生在其海洋概念問答題描寫內容, 依其逐字稿內容分面向給予適當資料編碼代號, 利用劃記

的方式進行統計排序, 計算百分比說明學生表達對海洋概念之情形。

(二) 審定編製調查表

1. 專家內容效度審查

調查表初稿編製後, 邀請專家學者評估調查表內容之專家效度審查, 就題項內容設計之適切性、重要性及代表性加以檢核, 並依據專家學者提供之寶貴意見, 作為篩選暨修改各題項之參考, 據而彙整並進行適合度分析。經統計分析結果, 凡未經修正前, 適合度於 80% 以下之題項, 均予以刪除, 並依據專家學者建議, 作為擬定及修改題項內容參考, 以建立調查問卷之內容效度。

2. 預試

調查表編製完成後, 選定高職二個班級之學生進行預試, 有效問卷 60 份, 預試 KR₂₀ 信度值為 0.56。綜合「海洋科學迷思概念」問卷試題內容的難易度、鑑別度分析和專家學者所提供建議, 製成題項內容修正表。復經修正後, 完成正式施測之調查問卷。試題的難易度介於 0.28~0.88 之間, 試題

表 3 資料編碼代號及其意義

編碼代號	海洋科學概念表達意涵	編碼代號	海洋科學概念表達意涵
0	沒有填寫答案	5	態度+情意
1	知識	6	知識+情意
2	態度	7	知識+態度+情意
3	情意	8	迷思概念
4	知識+態度		

的難易度於可接受的範圍。但在鑑別度的方面，屬於不良的試題，需要刪除或大幅修改題目，研究團隊將此試題綜合專家建議及小組討論進行大幅度修改後，最終定稿「海洋科學素養問卷」，計 20 道試題題項。

3. 信度分析

海洋科學素養測驗調查表所測出的 KR₂₀ 信度為 0.66，因本研究海洋科學素養問卷，為自行編製的評量測驗研究工具，屬於探索性質研究。研究工具初擬創發，信度的標準在 0.6 以上的標準仍在可接受範圍(謝金青, 2011；Hatch & Stepanski, 1994)。

肆、研究結果與討論

本研究旨於瞭解高職學生運用海洋科學概念命題敘述、表達海洋科學概念、於海洋科學素養與迷思概念之情形，經上述統計分析，茲將研究結果臚列於下：

一、高職學生海洋科學概念命題造句評量分析

學生海洋科學概念命題之造句評量，乃研究者依 Stoddart 等人開放性之命題三面向度，據以修改為「海洋科學概念命題式概念圖評量表」，以評定給分並分析。由表 4 肆可以得知在滿分為 50 分的情況下，三個向度四校總平均數分別為正確性 26.59 分、解釋性 29.65 分及命題結構 24.63 分。在三向度總分滿分為 150 分下，四校三向度總平均數為 80.08 分。

受測學生表達海洋科學概念詞彙能力，以滿分 150 分為基準，總平均分數為 80.08 分，據以換算百分比分數僅 53.38%，該結果顯示高職學生表達海洋科學詞彙概念成績尚有進步空間。而正確性、解釋性與命題結構三個向度評量結果，依研究團隊所訂定的五等第標準以滿分 100 為基準下，分為特優(90 分以上)、優(80 分至 89 分)、良(70 分至 79 分)、中等(60 分至 69

表 4 命題式概念圖評量造句三向度分析表

學校	評量向度							
	正確性*		解釋性*		命題結構*		三向度總分**	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
A 校	25.90	8.21	28.68	7.74	24.80	6.52	79.07	27.14
B 校	26.59	7.10	30.71	7.82	25.12	6.85	81.89	21.39
C 校	26.62	7.70	30.97	7.97	25.87	6.53	83.30	21.35
D 校	25.23	8.60	28.24	9.27	22.85	7.64	76.19	24.59
四校合計	26.09	7.88	29.65	8.27	24.63	6.96	80.08	22.22

分)、需加強(60 分以下)級距,平均各向度分數經轉換百分數為 49.26 分(原始為 24.63 分)至 59.3 分之間(原始為 29.65 分),顯示學生海洋科學概念程度,皆屬「需加強」之程度。進而按上開三向度分析評量結果得知,大多數高中學生無法撰寫蘊含海洋科學概念素養,並具有因果關係的複雜句型。顯見高職一年級學生,其於國中階段培養的海洋素養仍然缺乏,而海洋科學的知識亦有待加強。

二、高職學生在海洋科學素養問卷的迷思概念分析情形

評量高職學生海洋科學迷思問卷,評量題目共 20 道,經統計有 11 道試題答對率均於 50% 以下,為瞭解試題答對率偏低

之關鍵因素,本研究特按答對率低者舉列題項內容,優先排序,亦予以敘明正確概念內容,茲整理詳表 5。綜合歸納,學生產生錯誤認知之試項內容,主要對於「海中冰山融化後不佔海水的體積」、「珊瑚礁不是植物」、「鯨鯊是鯊魚的一種,不是哺乳類」、「黑潮所含雜質和營養鹽是較少」等海洋科學概念有所迷思。值得特別關注之題項 3「海帶可以提煉生質能源」,答對率僅 40%;而題項 7「天然氣水化合物是在低溫高壓環境中形成的一種富含天然氣體分子的冰狀物」,答對率低至 32.3%,該概念題型內容以正向表列,惟其評量結果亦不盡理想,答對率均偏低,顯示學生對此類型之海洋科學概念,仍有待加強。其對應情形及學生回答狀況詳表 5。

表 5 海洋科學素養問卷調查表

排名	題項	題項內容	正確概念內容
1	12	海中冰山融化是造成海平面上升的原因。	在海中冰山融化後仍不佔海水體積
2	4	珊瑚礁是海中的植物,有人稱為「海中花園」。	珊瑚礁不是植物
3	10	鯨鯊是哺乳類而不是魚類。	鯨鯊是鯊魚的一種,不是哺乳類
4	5	黑潮得名是因為所含雜質和營養鹽較多,陽光穿透過水的表面後,較少被反射回水面,所以色澤較深。	所含雜質和營養鹽較少
5	7	「天然氣水化合物」是在低溫高壓環境中形成的一種富含天然氣體分子的冰狀物。	正確
6	18	海上的冰山含有鹽分,所以是鹹的	海中的冰山不含鹽分
7	20	潛水時候下潛比上升危險,因為下潛的時候	上升太快會造成壓力失調

		壓力會越來越大，上升時只要依浮力升上來即可。	
8	8	深海魚的魚肉鹽度與深海環境相同約為 35‰，所以我們吃魚時，常感覺鹹鹹的。	魚體內是沒有鹽分
9	2	魚蝦買回家後要用清水清洗再冰凍才新鮮。	要保鮮不能清洗
10	3	海帶可以用來提煉生質燃料。	正確
11	9	海洋的結構基本上像一個碗，中間一帶是最深的地方。	海底地形是有高低起伏的

三、高中職海洋科學能力指標與「海洋科學素養問卷」結果之關係

海洋科學素養試題來源，以高中海洋科學能力指標之海洋科學與海洋資源為主題軸，參考海洋迷思概念 110 題(Feller,2007) 部分題目為輔，進而設計施測問卷之 20 道試題內容。於施測後，將答對率未達 50% 之 11 道題項試題，按答對率由低至高進行排序，即將答對率低之題項排置於前，並對應高職海洋教育能力細類與能力指

標，結果顯示各個海洋能力細類，除「環境保護與生態保育」細類外，均有答對率較差的題目。而答對率最低的三個試題為「海洋氣象」及「生物資源」兩個細類。其中第 12 題（答對率僅 10.5%）對應至能力指標 4-5-7 瞭解冰期與間冰期海平面的升降，對全球生物與自然環境將造成影響。故於進行教學或課程設計時，應該多加補充相關概念，以提升學生對於此類型式之概念能力，如表 6。

表 6 海洋能力指標與海洋科學素養試題題目排序對應表

細類	能力指標	試題題目	答對率(%)	排序
海洋物理與化學	4-5-1 瞭解地球形成過程中原始海水產生的機制與成分	Q11	68.8	6
	4-5-2 瞭解海洋的基本特質（如溫度、鹽度、波浪、潮汐、海流）的成因、分布或變化，及其與生活的關係。	Q18	33.7	
		Q19	88.1	
		Q15	54.7	
海洋地理地質	4-5-3 瞭解海洋仍有許多未知的奧秘。	Q5	28.4	4
	4-5-4 瞭解各種海洋探勘方法，如測量海水深度、地形結構、地質。			
	4-5-5 瞭解洋流(如黑潮、沿岸流)對氣候、環境的影響	Q9	40.7	11
	4-5-6 探討海岸環境的變遷。			

	4-5-7 瞭解冰期與間冰期海平面的升降，對全球生物與自然環境可能造成影響。	Q6	76.5	
海洋氣象	4-5-8 瞭解聖嬰及反聖嬰現象是海氣交互作用造成全球氣候異常、環境變遷的原因。	Q12	10.5	1
	4-5-9 瞭解颱風形成原因、路徑與侵臺時的風雨變化，及其災害。	Q14	56.1	
海洋應用科學	4-5-10 瞭解海洋中全球衛星定位 (GPS) 技術與衛星遙測的應用。	Q3	40	10
	4-5-11 瞭解海洋生物原理用在科技研發的實例。			
	4-5-12 瞭解聲波遙感探測技術對海洋探測的應用。	Q20	35.4	
	4-5-13 瞭解水下潛器與觀測技術的應用。			
海洋食品	5-5-1 評析天然、養殖水產資源的品質差異，體認維護天然資源的重要。	Q2	39.3	9
	5-5-2 比較各種海洋食材烹飪或加工方法之異同。	Q8	37.2	8
	5-5-3 善用各種方法保存水產食品。	Q17	88.8	
生物資源	5-5-4 瞭解臺灣海洋生物資源與環境的關係，及其永續利用的具體策略。	Q4	16.1	2
	5-5-5 瞭解人為因素，如誤捕、濫捕、棲地破壞等，對海洋生物資源造成的影響。	Q10	23.5	3
	5-5-6 瞭解全球水圈、生態系與生物多樣性的關係。			
非生物資源	5-5-7 評析臺灣近海地區海底蘊藏礦產資源，及其經濟價值。	Q1	62.8	
	5-5-8 分析臺灣附近海域石油的蘊藏與其經濟價值。	Q7	32.3	5
	5-5-9 瞭解臺灣海洋能源的開發及其成果。			
環境保護與生態保育	5-5-10 利用不同時期的圖像分析臺灣海岸線，說明臺灣海岸曾因人為與自然因素而變遷，並提出因應對策。	Q13	86.3	
	5-5-11 瞭解海洋環境變遷、過度使用對生態環境的影響，並提出因應對策。			
	5-5-12 評析海洋環境污染透過海洋生物累積造成的後果，並提出因應對策。	Q16	67.7	
	5-5-13 評析海洋環境之倫理、社會與永續發展議題。			

四、高職學生對海洋概念表達之分析

科學素養 (Scientific Literacy) 表示擁有基本的語言學習和表達能力，能理解科學觀念、科學研究過程和方法，並適當地運用科學解釋事物，建立與評價有證據基礎的論證。運用書寫、數值與資訊等能力，理解科學方法、理論，以引領自身行為，為一組目標的集合 (Bybee, 1997)，包含多個領域與層次，可依各面向進行教學與診斷學生達成科學素養的層面，亦可按不同目標與對象來培養學生達到各個素養面向的程度 (林樹聲, 1999)。研究問卷採半開放式填答，藉以多面向瞭解學生的海洋科學素養。綜合歸納四校學生的填答情況，全體學生回答具有知識面向有 35.1%、態度面向有 15.8%、情意面向有 17.2%、知識和態度面向有 11.2%、態度和情意有 2.8%、知識和情意有 7.7%，兼具知識、

態度與情意有 2.5%，出現迷思概念有 1.4%，未作答有 6.3%。研究結果顯示高職學生的海洋概念多屬知識面向為 35.1%，其次為情意面向、態度面向。而兼具兩方面向都有表達的學生，則以知識和態度面向最高為 11.2%。知識、態度與情意面向三者兼具者，比例僅 2.8%，分析詳表 7。

高職學生於海洋科學概念半開放問卷文字敘述內容比例最高者，為海洋議題知識，其面向涵括海洋生物保育、海洋資源開發、海洋科技應用與海洋環境保護等概念。Zeppel (2008) 研究指出學生的海洋環境保育概念與海洋生物知識，常受到教育現場教學與媒體的影響。因此，本研究之高職生接收有關海洋知識來源，應主要源自媒體資訊與教育現場教師所教導的課程內容，諸如：海平面上升、地震、暖化、白海豚等議題。敘述內容部分編碼如下表 8。

表 7 各校高職學生海洋科學概念半開放問卷內容分析表

學校	分析向度 (%)								
	知識	態度	情意	知識 + 態度	態度 + 情意	知識 + 情意	知識 態度 情意	迷思概念	未填答
A 職業學校	39.1	7.2	21.7	13.0	1.4	7.2	1.4	1.4	7.2
B 職業學校	31.3	20.5	12.0	14.5	6.0	7.2	4.8	1.2	2.4
C 職業學校	37.7	16.4	11.5	13.1	0	9.8	1.6	1.6	8.2
D 職業學校	33.3	18.1	23.6	4.2	2.8	6.9	1.4	1.4	8.3
全體總計	35.1	15.8	17.2	11.2	2.8	7.7	2.5	1.4	6.3

表 8 高職學生在海洋概念問答題面向表

海洋概念面向	學生代碼	學生文字敘述內容(例句)	描述說明
知識	A0104	在海洋除了有著相當多的海洋生物，另外還包含著許許多多的海洋地形，例如像是 <u>大陸棚、大陸坡、深海平原.....</u> 等。相當多關於天氣變化的成因，都跟海洋有關。	知識面向：如海洋地形與海洋氣候等內容
知識 情意	B0110	藍藍的一片海，住著許多的生物。 <u>海底有著和陸地上不一樣的景觀</u> ，很神奇。 <u>海豚最可愛了！</u>	知識面向：海底有著和陸地上不一樣的景觀。 情意面向：上段..很神奇。海豚最可愛了！
知識 態度 情意	B0116	海洋裡有著神秘的未知世界，海水的深度、廣度更是令人摸不透，危機也四伏，海洋裡的生物，可能也有著我們人類無法瞭解的構造，岸上看見夕陽與海平面平行，不只是因為有陸地而美麗，而是一片藍色國土的襯托才能製造出動人的景象。海洋是孕育大自然的母親，是給予地球生命的偉大母親，我們人類更是需要依賴海洋的一切！	知識面向：海洋裡有著神秘的未知世界，海水的深度、廣度更是令人摸不透 態度與情意面向：岸上看見夕陽與海平面平行，不只是因為有陸地而美麗，而是一片藍色國土的襯托才能製造出動人的景象。海洋是孕育大自然的母親，是給予地球生命的偉大母親，我們人類更是需要依賴海洋的一切！
迷思 概念	A0123	<u>海洋的水是最乾淨的水源</u> ，有很多生物，有些動物都是快要瀕臨絕種的動物。海洋上面有很多島嶼像是琉球等國家。	迷思概念面向：海水並非是最乾淨的水，通常溶解很多物質、氣體、雜質等。
	B0124	太陽和月球的關係深深影響海平面的高低；颱風來襲會出現瘋狗浪。臺灣是位於巴士海峽附近的島嶼，也 <u>位在太平洋板塊和歐亞板塊之上</u> ，所以地震頻繁。	迷思概念面向：學生海平面上升與潮汐潮差混淆。再者，臺灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊交界，並不是太平洋板塊。
	C0226	島嶼是需要兩個板塊撞擊才能形成！	迷思概念面向：島嶼並不一定需要兩個板塊撞擊形成。
	D0130	波斯灣、黑海是我認識最喜歡的兩大海洋。 <u>還有死海</u> ，都是我記得起來的 <u>海洋</u> 。	迷思概念面向：黑海與死海都是內陸海洋，一般海洋通指開放性大洋。

伍、研究結論

一、命題式概念圖造句評量高職學生海洋科學概念程度亟需加強

本研究請受測高職學生運用海洋科學概念 100 詞彙，撰寫命題式概念圖造句後，以正確性、解釋性及命題結構三個向度進行評量。以滿分為 50 分為基準，受測學生於三個向度之總平均數分別為：正確性 26.59 分、解釋性 29.65 分、命題結構 24.63 分；以三向度滿分為 150 分為基準，受測學生三向度總平均數為 80.08 分。綜合評量向度及總分數據顯示，高職學生海洋科學概念皆僅停留於基礎程度，其於國民中小學階段的海洋教育亟須加強落實，故高職階段的通識課程，應廣開海洋科學相關的課程與教學。

二、高職學生海洋概念以知識面向的表達最高，其次為情意和態度

高職學生海洋概念問卷之文字敘述內容，知識面向最高為 35.1%、態度面向為 15.8%、情意面向為 17.2%、知識和態度面向為 11.2%、態度和情意為 2.8%、知識和情意為 7.7%，兼具知識、態度與情意為 2.5%，出現迷思概念為 1.4%，未作答有 6.3%。因此，知識面向為學生海洋概念表達最高，兼具知識、態度與情意的表達最低，顯見學生在海洋科學素養與能力亟待加強。

此外，學生以認知作答海洋概念知識評量，存有迷思概念面向，為值得關注議題。學生若存有迷思概念，對科學課程的

理解與記憶會有很大的妨礙，肇因學生自身對此類型概念存有迷思而未有改變，或未曾自我察覺。於教育部 2011 年增列海洋教育議題後，此海洋迷思概念發掘之先導型實證研究，可提供海洋教育政策實施參。

三、高職學生於海洋科學素養問卷之平均答對率僅 49.35%

測驗評量結果顯示，高職學生填答 20 題問卷之平均答對率僅 49.35%，答對率於 50% 以下之題項數為 11 題。綜觀研究對象之海洋科學素養背景，高職一年級學生的海洋科學概念多源自於國中小階段。由研究結果可知，高職學生於國中小學階段，所習獲海洋科學概念的認知素養仍然缺乏，故亟須提高海洋概念之教學比例，以充實學生的海洋素養。

陸、未來研究建議

一、強化海洋科學教育基礎

教育部自 2011 年起，正式將海洋教育納入七大議題，以融入教學的方式推行海洋教育。而本研究調查結果顯示，高職學生於海洋科學能力仍亟待加強。高級職業學校雖以教授學生習得專業知識與技能為主，惟海洋教育為基礎教育重要環節，實應予重視並予加強。

二、教科書廣增涵養海洋知識課綱

研究對象為高職一年級學生，受測海洋科學概念評量結果為亟須加強，其海洋

科學概念背景源自國民中小學階段。故建議中小學課程增列相關海洋科學知識，以提升學生的海洋科學素養概念。惟海洋教育之實施，採用議題融入教學，故教科書設計，應廣增涵養海洋知識課綱，以提升學生海洋科學概念。

三、提升海洋通識課程教育

本研究評量結果顯示，高職學生之海洋科學概念能力欠缺。因此，通識教育亟應加強海洋知識，尤以未來即將從事與海洋相關職業之海事類學校為最。

參考文獻

- 余民寧、陳嘉成（1996）。概念構圖：另一種評量方法。《國立政治大學學報》，73，p161-200。
- 余民寧（1997）。有意義的學習－概念構圖之研究。臺北市：商鼎文化。
- 林樹聲（1999）。科學素養的省思。《科學教育月刊》，222，16-25。
- 陳宗禧、李欣怡、黃詩婷（2003）。電腦概念構圖應用於小學教育行動學習其結構分析方法。發表於第九屆資訊管理研究暨實務研討會（*Proceedings of the Ninth CSIM Conference on Information Management Research and Practice*, CSIM 2003), Chang-Hua, Taiwan, December 2003.
- 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。
- 謝金青（2011）。社會科學研究法。新北市：威仕曼。
- 劉俊庚（2002）。迷思概念與概念改變教學策略之文獻分析－以概念構圖和後設分析模式探討其意涵與影響。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 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），p51-80。
- Ausubel, D.P.(1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York, NY:Holt, Rinehart & Winton.
- Bybee, R. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Graber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy* (pp. 37-68). Kiel, Germany: Institute for Science Education (IPN).
- Boxtel, C., Linden, J., Roelofs, E., & Erkens, G. (2002). Collaborative concept mapping: Provoking and supporting meaningful discourse. *Theory Into Practice*, 41(1), 40-46.
- Bloom, B. S.(ed.) (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. Handbook I: Cognitive domain. New York: Longman, Green.
- Brody, M. J.(1996). An assessment of 4th-, 8th-, and 11th- grade students' environmental science knowledge related to Oregon's marine resources. *Journal of Environmental Education*, 27(3), 21-27.
- Feller, R.J.(2007). 110 Misconceptions about the ocean. *Oceanography*. 20 (4):170-173.
- Goldsmith, T. E., Johnson, P. J. & Acton, W.H. (1991). Assessing structural knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 83, 88-96.
- Marshall, B., Chen, H.-C., & Madhusudan, T. (2005). Matching knowledge elements in concept maps using a similarity flooding algorithm. *Decision Support System*, 42(3), 1-13.
- Nersessian, N. (1991). Conceptual change in science and in science education. In M. R.Matthews (Ed.), *History, Philosophy, and Science Teaching*. Toronto, Ontario : The Ontario Institute for Studies in Education.
- Novak, J. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, Uk : Cambridge University Press.
- Novak, J. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Hatch, L., & Stepanski, E. J. (1994). *A step-by-step approach to using the SAS system for univariate and multivariate statistics*. Vary, NC: SAS Institute.
- Snead, D., Young, B. (2003). Using concept mapping to aid African American students' understanding in middle grade science. *The Journal of Negro Education*, 72(3), 333-343.
- Stoddart, T., Abrams, R., Gasper, E. & Canaday, D.(2000). Concept maps as assessment in science inquiry learning- a report of methodology. *The International Journal of Science Education*, 22(12), 1221-1246.
- Zeppel, H. (2008) Education and Conservation Benefits of Marine Wildlife Tours: Developing Free-Choice Learning Experiences. *Journal of Environmental Education*, 39(3), 3-17.
- 投稿日期：102 年 10 月 31 日
- 接受日期：103 年 05 月 13 日

Evaluating Vocational High School Students' Marine Science Literacy and Their Misconceptions

Cheng-Chieh Chang^{1*}, Wen-Cheng Yang², and L.S Laurence Lwo¹

¹Institute of Education & Center of Teacher Education, National Taiwan Ocean University

²Zhong-Huo Elementary, Keelung City

Abstract

The purposes of this study were 1. to examine the conditions of marine science concepts and literacy of vocational high school students by the concept map method (open-ended tasks) and an open-end question and 2. to assess the marine science misconceptions of vocational high school students. A survey method was conducted on students from 4 vocational high schools in northern Taiwan. A total of 291 questionnaires were distributed, with a validity count of 285. The results of this study were as follows:

1. The answers provided by the vocational high school students with the aid of propositional concept maps showed marine science concepts need to strengthen.
2. The vocational high school students' average correct response rate for the marine science misconception assessment was 49%.
3. The statement "The increase in sea level is caused by the melting of the icebergs in the sea." received the lowest score in the marine science misconception assessment completed by vocational high school students.
4. "Increases and decreases in sea levels during glacial and interglacial periods may influence global biology and the natural environment." was the marine science competence index that vocational high school students typically misconstrued.

Researchers and vocational high school teachers to increase the effectiveness of infusing marine education into school curricula and prompt people's ocean scientific literacy.

Key words: marine education, marine scientific literacy, misconception, concept map

* corresponding author