

海洋教育創新課程與教學研發基地 課程模組

(一) 基本資料

課程模組 名稱 (總標題)	評量即學習~讀懂海洋科普文章	設計者 姓名	文山高中	
			吳素玫	
適用年級	<input type="checkbox"/> 國小低年級 <input type="checkbox"/> 國小中年級 <input type="checkbox"/> 國小高年級 <input type="checkbox"/> 國中一年級 <input type="checkbox"/> 國中二年級 <input type="checkbox"/> 國中三年級 <input checked="" type="checkbox"/> 高中組	融入領域 (或科目)	自然 國文 美術 資訊	

(二) 課程模組概述

高中組

課程模組 名稱	評量即學習~讀懂海洋科普文章			
實施年級	高二	節數	共 2 節， 100 分鐘。	
課程類型	<input type="checkbox"/> 議題融入式課程 <input type="checkbox"/> 議題主題式課程 <input checked="" type="checkbox"/> 議題特色課程	課程實施 時間	<input type="checkbox"/> 領域/科目： <input checked="" type="checkbox"/> 選修課程:多元選修 <input type="checkbox"/> 彈性學習課程/時間	
課程設計 理念	<p>現在的測驗總是有落落長的題目需要閱讀，要想提升學生的閱讀素養，除了多閱讀、多思考之外，也可以讓學生從文本中抓重點，然後自己設計評量試題增加學習的樂趣，其中，若閱讀的海洋科普文本內容與真實看到的情境有關，這樣學生對文本的接受度及興趣應該也會較高。所以本次結合鄰近的海洋奇珍園(海洋生物展示館)，讓學生近距離觀察及觸摸海洋生物，讓學生對海洋生物留下深刻印象，之後老師選擇一些跟這個展場有關的海洋科普文章讓學生閱讀，並透過『評量即學習』的方式，讓學生自行設計評量題目給同儕施測，從測驗的題目及答對率來分析出題學生和作答學生對文本的理解程度。</p>			
總綱核心 素養	B2 科技資訊與媒體素養			
與課程綱要的對應				
領域/ 學習 重點	國 S-U-B2 <u>善用科技、資訊與各類媒體所提供 的素材，進行閱讀思考，整合資訊， 激發省思及批判媒體倫理與社會議題 的能力。</u> 自 C-U-B2 <u>具備對其他領域的符號理解及使用能力</u>	海洋 教育 議題	核心 素養	海 B2 能善用資訊、科技等各類媒 體，進行海洋與地球資訊探 索，進行分析、思辨與批判 海洋議題。

		之增進，進而善用科技、資訊與各類媒體等資源，並培養相關知識倫理，對於自然科學相關的媒體訊息與議題，能有客觀分析、思辨、批判的能力。			
學習表現	5-V-4	廣泛運用工具書及資訊網絡蒐集、分析資料，提高綜合學習和應用能力。	學習主題	海洋科學與技術 海洋資源與永續	
學習內容	Bd-V-1	以事實、理論為論據，達到說服、建構、批判等目的	實質內涵	海 U14 了解全球水圈、生態系與生物多樣性的關係	
學習目標	學習目標是呼應 SDGs14--「保育及永續利用海洋生態系，以確保生物多樣性並防止海洋環境劣化」及海洋教育目標--「親海、愛海、知海」，從親近海洋生物並利用解說介紹海洋展場的海洋生物，讓學生擁有豐富的視野及海洋知識，搭配閱讀海洋科普的文章，利用評量即學習的方式，讓學生找出科普文章的知識重點並設計題目讓學生的學習更全面，並透過對同儕施測結果，了解學生對文章的理解程度。				
教學資源	海洋書籍 網路資源				

注：可參閱國家教育研究院發展之「十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校議題融入說明手冊」(12-13 頁；294 頁；52-57 頁)。

(1)議題融入式課程：此類課程是在既有課程內容中將議題的概念或主軸融入。融入的議題可僅就某一議題，或多項相關議題。此類課程因建立於原有課程架構與內容，以現有課程內容為主體，就其教學的領域/科目內容與議題，適時進行教學的連結或延伸，設計與實施相對容易。

(2)議題主題式課程：此類課程是擷取某單一議題之其中一項學習主題，發展為議題主題式課程。其與第一類課程的不同，在於此類課程的主軸是議題的學習主題，而非原領域/科目課程內容，故需另行設計與自編教材。它可運用於國中小的彈性學習課程、高級中等學校的彈性學習時間，以數週的微課程方式進行，或於涉及之領域教學時間中實施。

(3)議題特色課程：此類課程是以議題為學校特色課程，其對議題採跨領域方式設計，形成獨立完整的單元課程。它可於校訂課程中實施，例如國中小的彈性學習課程、高級中等學校的彈性學習時間，或規劃成為校訂必修或選修科目。此類課程不論是單議題或多議題整合進行，通常需要跨領域課程教師的團隊合作，以協力發展跨領域的議題教育教材。雖有其難度且費時，但因是更有系統的課程設計，並輔以較長的教學時間，故極有助於學生對議題的完整與深入了解，可進行價值建立與實踐行動的高層次學習；同時，亦可形成學校的辦學特色。可參閱教育部發布之「十二年國民基本教育課程綱要」總綱及各領域

(三) 課程模組課程設計

課程主題名稱： 評量即學習~讀懂海洋科普文章

學習活動

時間

備註 (評量方式)

課前說明:

1. 要完成海洋科普文章閱讀之前，若能在課前安排一趟海洋展館參訪，讓學生對海洋生物留下深刻的體驗或印象，對海洋科普文章的閱讀及理解會有很大的助益，若真的無法克服時間及場域的問題，可以用海洋影片代替。

活動一：Kahoot 測驗

一、引起動機

1. 請學生先利用 3 分鐘閱讀以下文章，然後掃 QRcode 進入 Kahoot 測驗
說明:這個題目設計是從 108 學年度台北市海洋教育素養導向課程教案成果中摘錄而得。

10

以同學答對率來看學生閱讀理解的狀況

三仙台悲情寄居蟹 學者痛心：牠們幾乎都背著垃圾殼

成功大學教授邱郁文前往台東三仙台調查寄居蟹生態，記錄到 14 隻短腕陸寄居蟹，竟然背的幾乎都是垃圾塑膠殼，而少數有殼可背的個體，不是殘破不堪的破殼，就是無法蔽體的小殼，讓他欲哭無淚。

邱郁文表示，寄居蟹的殼源不足，造成塑膠製品成為荒謬的替代品，很多海岸的寄居蟹也都有類似的問題，只是嚴重程度及面臨的問題不一樣。他以台南的寄居蟹為例，一樣面臨無適合的殼可背的困境，但台南這裡因靠近農地、防風林，有非洲蝸牛的殼可以代替，但蝸牛殼因薄又脆弱，對寄居蟹來說並不理想，如果是一般堅硬天然的螺殼，甚至摩托車碾過也壓不碎。

三仙台當地短腕陸寄居蟹無天然螺殼可背而改背塑膠杯。但因塑膠杯光滑的內側，導致寄居蟹無法以腹肢穩定的勾住，而塑膠蓋和破損的殼，無法讓牠們的大螯如天然螺殼一般可以有效的形成密閉的防守位置，因此除了無法有效禦敵外，更無法防止身體水分蒸發，更遑論母蟹在繁殖期可以順利抱卵釋幼。

資料來源：自由時報 2018-04-22 20:42:31 生活版

- 2.Kahoot 測驗題目舉例如下:

1.()為什麼非洲蝸牛的殼不適合讓寄居蟹使用呢？

- ①殼的內部太光滑，腹肢無法勾住
- ②殼太薄且脆弱
- ③殼口太大，營養流失太快
- ④螺類被人類大量食用

八、解答及試題分析：

1.(3) 為什麼非洲蝸牛的殼不適合讓寄居蟹使用呢？

- ①殼的內部太光滑，腹肢無法勾住
- ②殼太薄且脆弱
- ③殼口太大，營養流失太快
- ④螺類被人類大量食用

(1) 這題屬於知識層面的評量，其目的在於評量學生從文本中提取資料的能力。

4.() 寄居蟹使用比自己需求還小的空殼，主要有什麼問題？

- ①容易被海水侵蝕，造成身體吸收過多鹽分
- ②殼太小，寄居蟹失去方向性，無法順利抱卵
- ③殼容易被巨大的身體撐破，造成感染
- ④大螯無法在殼口形成密閉的防守位置

4.(4) 寄居蟹使用比自己需求還小的空殼，主要有什麼問題？

- ①容易被海水侵蝕，造成身體吸收過多鹽分
- ②殼太小，寄居蟹失去方向性，無法順利抱卵
- ③殼容易被巨大的身體撐破，造成感染
- ④大螯無法在殼口形成密閉的防守位置

(4) 這題屬於理解層面的評量，其目的在於評量學生對文本所要傳達資訊的能力，並能將文本內容整理出可能的答案。

老師說明：

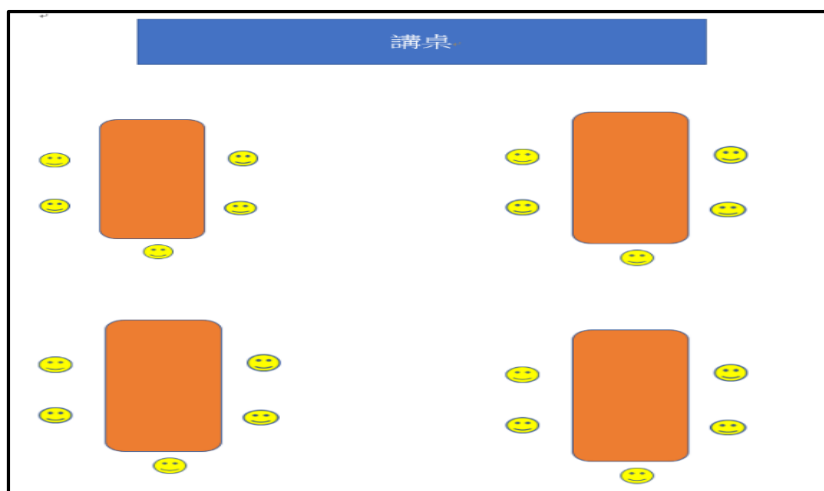
從題目及解答中可看出有些題目是知識層面的問題，有些是理解層面的問題，知識層面的問題通常從文章前後文就可找到答案，理解層面的問題需要融合原本的概念或知識，融會貫通才能找出答案。

二、教學準備/發展活動一

1. 完成 Kahoot 測驗之後，接著老師會選擇合適的海洋科普文章讓同學練習閱讀，這些文章跟之前同學去海洋展場看到的生物都有些關聯性。

2. 座位分配

(1) 每 5 人為一組，假設目前共四大組，每人會拿到 1 篇示範的科普文章 (老師準備科普文章: 棘冠海星大量爆發！太平島珊瑚礁遭浩劫驚爆 9 成死亡)。



3. 現在每位同學手邊都有一張海洋科普文章及一張學習單，請先到看學習單上問題說明:

- 第一點: 請仔細閱讀上述的文章之後，將重要的知識性或理解性層面的問題用有顏色的底線畫出來，並標上①②③等數字。
- 第二點: 依據上面標示的重點，請同學把自己當成老師，你覺得你會出什麼樣的問題來測驗同學，是否能讀懂該篇文章的內容呢?
- 題型以單選(4 選一)為主。
- 請同學寫上正確答案及解析，方便對答案及解題。
- 因為此題是老師示範，所以老師已經先設計好了一題單選題的題目，請同學試著看看還可以設計什麼題目?

所以現在給 5 分鐘閱讀，然後再給 10 分鐘，依照學習單的要求，先標示完成重要的知識性或理解性層面的問題。

以下是示範文章及學習單

5

老師課前說明本次上課的方式及目的，並安排合適座位

15

1. 學生能從閱讀文章中標出知識性的重點並依照老師學習單的要求設計一題單選題。

2. 同組同學互相交換觀看同學設計的題目，請同學舉出哪一位同學設計很好或不理想需要提出來讓大家討論

學 習 單

問題	做法
1.請仔細閱讀上述的文章之後，將重要的知識性或理解性層面的問題用有顏色的底線畫出來，並標上①②③等數字	目前依據文章共標示__處重點如上:
2.請利用心智圖或簡單圖示，畫出此篇文章想表達的重點	
3.依據上面標示的重點，請同學把自己當成老師，你覺得你會出什麼樣的問題來測驗同學，是否能讀懂該篇文章的內容呢？題型以單選(4選一)為主。	
4. 請同學寫上正確答案及解析，方便對答案及解題	

科普文章:棘冠海星大量爆發！太平島珊瑚礁遭浩劫驚爆 9 成死亡

新頭殼 newtalk | 詹鈺竹 綜合報導 2021.7.1

中研院團隊今年 4 月前往太平島海域進行珊瑚礁監測，經潛水調查，驚訝地發現 9 成珊瑚礁已經死亡！尤其石珊瑚近乎全滅。「曾未見過如此慘狀」而造成此生態浩劫的原因，正是因為棘冠海星的大量爆發。

從 1994 年至今，中研院生物多樣性研究中心研究員鄭明修博士去過太平島潛水調查 7 次，每次都有發現棘冠海星棲息，不過數量是從罕見逐漸增加，到 2017 年變成為偶爾可見。

棘冠海星又稱為「魔鬼海星」，繁殖能力強，以珊瑚蟲為食，1 隻成體的棘冠海星每年可以啃食掉 4~6 平方公尺的珊瑚，對珊瑚礁產生很大的衝擊。

鄭明修指出，珊瑚覆蓋率超過 50% 的健康珊瑚礁海域，每 1 萬平方公尺可以供養 20 到 30 隻棘冠海星，如果數量再增加可能對該區域的珊瑚不利。而今年經監測計算得出太平島海域棘冠海星密度，相當於在 1 萬平方公尺達 760 隻，超過警戒值，已達到大爆發等級。

目前推測棘冠海星大爆發的原因有二：

- 1.天敵的消失，大法螺身為棘冠海星的天敵，常被人拿去做觀賞用貝殼。珊瑚魚類的減少，也使棘冠海星幼體遭捕食的機會降低。
- 2.人類對海洋的污染，造成微細藻類的大量增生，也提供足夠的食物來源，有機會讓大量的棘冠海星長大。

近年各國皆在研究如何有效控制棘冠海星的數量，過去常以人工移除，但是數量龐大時可能緩不濟急。現在發展出透過影像辨識系統尋找，再利用機械手臂注射 20CC 醋酸到其體內使其死亡的做法。

**老師補充說明心智圖的寫法如下:

心智圖是一種思考方法，可以幫助大家整理文章內容，繪製心智圖有 5 個重要的規則，跟心智圖的結構有關，分別是中心主題、文字、圖像、線條跟顏色。簡化步驟如下:

Step1:

主題：架構上從中央出發，放射狀向周邊延伸從最中央的中心主題開始出發，中心主題的位置在一張圖的正中央。

Step2

文字：選擇短而精簡的關鍵字

心智圖上每個文字的位置要寫在線的上方，方向都是左到右，遵循 one word per line (一線段一重點) 的原則，每一個線段上的文字選擇建議是短而精簡的關鍵字，文字的顏色可以跟線條相同顏色，也可以整張心智圖都選擇用黑色的文字呈現，由於黑色是無彩色，在色彩管理上比較不會影響心智圖的分類跟訊息閱讀。

Step3

線條：主幹和枝幹分明且相連

心智圖在線條規則上，主要分成兩大類，一類是由粗到細的線條，稱為主幹，它會連接中心主題，是比較主要的大分類資訊；而另一個則是枝幹，就是維持細細的線條，呈現出次要的資訊。主幹和枝幹都彼此相連，不會中斷，讓心智圖的線條看起來就像是一個靈活的有機體 (Organic) 一樣，跟你的內容一起同步生長。

學習單擬答如下

學習單

問題	做法
<p>1.請仔細閱讀上述的文章之後，將重要的知識性或理解性層面的問題用有顏色的底線畫出來，並標上①②③等數字</p>	<p>目前依據文章共標示五處重點如下(文章如下):</p> <p>①棘冠海星又稱為「魔鬼海星」，繁殖能力強，以珊瑚蟲為食</p> <p>②大法螺身為棘冠海星的天敵</p> <p>③<u>珊瑚魚類的減少，也使棘冠海星幼體遭捕食的機會降低</u></p> <p>④<u>微細藻類的大量增生，也提供足夠的食物來源</u></p> <p>⑤<u>發展出透過影像辨識系統尋找，再利用機械手臂注射 20CC 醋酸到其體內使其死亡</u></p>
<p>2.請利用心智圖或簡單圖示，畫出此篇文章想表達的重點</p>	
<p>3.依據上面標示的重點，請同學把自己當成老師，你覺得你會出什麼樣的問題來測驗同學，是否能讀懂該篇文章的內容呢？題型以單選(4 選一)為主。</p>	<p>依據上述文章，下列何者敘述正確？</p> <p>(A)棘冠海星又稱為「魔鬼海星」，繁殖能力強，只能以珊瑚蟲為食。</p> <p>(B)正確的食物鏈:珊瑚→棘冠海星→大法螺。</p> <p>(C)棘冠海星幼體因為微細藻類的大量增生，容易因污染而死亡</p> <p>(D)目前發展出透過影像辨識系統尋找珊瑚，利用機械手臂注射 20CC 醋酸到其體內使其死亡。</p>
<p>4. 請同學寫上正確答案及解析，方便對答案及解題</p>	<p>答案是:B</p> <p>這題是知識性和理解性層面綜合，解析如下，錯誤之處用紅色字標示:</p> <p>(A)棘冠海星又稱為「魔鬼海星」，繁殖能力強，不只以珊瑚蟲為食。</p> <p>(C)棘冠海星幼體因為微細藻類的大量增生，個體數量反而會增加</p> <p>(D)目前可透過影像辨識系統尋找棘冠海星，再利用機械手臂注射 20CC 醋酸到其體內使其死亡。</p>

科普文章擬答的方式如下(以紅色字體標示重要概念):

科普文章:棘冠海星大量爆發！太平島珊瑚礁遭浩劫驚爆 9 成死亡

新頭殼 newtalk |詹馥竹 綜合報導 2021.7.1

中研院團隊今年 4 月前往太平島海域進行珊瑚礁監測，經潛水調查，驚訝地發現 9 成珊瑚礁已經死亡！尤其石珊瑚近乎全滅。「曾未見過如此慘狀」而造成此生態浩劫的原因，正是因為棘冠海星的大量爆發。

從 1994 年至今，中研院生物多樣性研究中心研究員鄭明修博士去過太平島潛水調查 7 次，每次都有發現棘冠海星棲息，不過數量是從罕見逐漸增加，到 2017 年變成偶爾可見。

①棘冠海星又稱為「魔鬼海星」，繁殖能力強，以珊瑚蟲為食，1 隻成體的棘冠海星每年可以啃食掉 4~6 平方公尺的珊瑚，對珊瑚礁產生很大的衝擊。

鄭明修指出，珊瑚覆蓋率超過 50%的健康珊瑚礁海域，每 1 萬平方公尺可以供養 20 到 30 隻棘冠海星，如果數量再增加可能對該區域的珊瑚不利。而今年經監測計算得出太平島海域棘冠海星密度，相當於在 1 萬平方公尺達 760 隻，超過警戒值，已達到大爆發等級。

目前推測棘冠海星大爆發的原因有二：

- 1.天敵的消失，②大法螺身為棘冠海星的天敵，常被人拿去做觀賞用貝殼。
- ③珊瑚魚類的減少，也使棘冠海星幼體遭捕食的機會降低。
- 2.人類對海洋的污染，造成④微細藻類的大量增生，也提供足夠的食物來源，有機會讓大量的棘冠海星長大。

近年各國皆在研究如何有效控制棘冠海星的數量，過去常以人工移除，但是數量龐大時可能緩不濟急。現在⑤發展出透過影像辨識系統尋找，再利用機械手臂注射 20CC 醋酸到其體內使其死亡的做法。

三、教學準備/發展活動二

1.本課程是根據 Earl (2003)以「評量即學習(assessment as learning)」的理念來發展，在設計評量問題時，學生需要具備幾點能力:

- (1) 首先學生需要能讀完讀懂文章
- (2) 需要從文章中摘錄學習重點
- (3) 需要能重新組織學習重點，並發展成評量試題

如此一來，學生自己在設計評量試題內容時，自己對自己閱讀的文章也已完成學習，而其他同學也同步完成學習。

<p>2.學生自己設計題目</p> <p>(1)每人一篇文章，每組共 5 篇，每人都會拿到不同的題目，給每人 30 分鐘閱讀並設計完成 1 題單選題的題目，同一篇文章共有 4 人閱讀，共產出 4 題評量試題，請這四位同學統一寫入同一個 kahoot 測驗中(會放一台筆電在講桌前)。然後所有同學需要在 3 分鐘內完成第一篇科普文章的閱讀(原出題學生完成另一篇閱讀)，然後請同學拿出手機在 3 分鐘內完成第一篇科普文章測驗</p> <p>(2)接著 6 分鐘看完第二篇文章及完成第二篇 kahoot 測驗。</p> <p>(3)接著 6 分鐘看完第三篇文章及完成第三篇 kahoot 測驗。</p> <p>(4)接著 6 分鐘看完第四篇文章及完成第四篇 kahoot 測驗。</p> <p>(5)接著 6 分鐘看完第五篇文章及完成第五篇 kahoot 測驗。</p> <p>等全部完成，利用後臺數據，統計所有題目的答對率，從中挑選出答對率最高和最低的兩組，用來討論是題目出得不好，還是題目出的很有挑戰性?此次學生至少學習到 5 篇文章的閱讀內容，之後也可根據學生的程度，挑選不同程度的科普文章。</p> <p>四、總結活動</p> <p>1.挑選 2 位科普文章題目答對率最高及最低的同學，上台分享設計題目的想法，並分享這個的學習方法跟直接由老師出題目考試有何差異?</p> <p>2.老師講評及同學回饋。</p>	<p>30</p> <p>30</p> <p>10</p>	<p>1.同學完成一題單選題題目並寫入 kahoot 中</p> <p>2.同學完成所有題目的施測，請同學討論答對率與出題之間的關聯性</p> <p>1.評量方式為學生的表達能力</p> <p>2.從學生的回答及反饋中，了解學生的學習狀況</p>
<p>教學實踐、省思與建議</p>		
<p>課程模組實踐情形與成果</p>	<p>執行成果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生可以完成 5 篇科普閱讀文章及完成 1 題單選題目設計 2. 課程可以跨領域共被討論及使用平板，並可完成測驗任務。 <p>教學實踐遇到之狀況：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 海洋生物種類多，生物的資料也多，老師如何挑選合適的文章，需要耗費許多時間。 2. 分組閱讀時，每個學生閱讀理解程度不一，時間掌控需要特別注意。 3. Kahoot 的方式可讓全體學生一起答題，但是無法避免猜題狀況。 	
<p>課程模組省思與建議</p>	<p>教學省思：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 可以再多與其他科的老師共備，如美術，形成一個更完整跨領域學習的小組，甚至可結合 SDGs 及雙語的教學，讓教學內容更符合國際化及永續的精神。 <p>未來修正意見：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 可以多準備一些適合閱讀的科普文章，設計的題目可包括不同題型，如問答題或申論題等。 	

附錄一:

5頁閱讀文章(有6篇文章)如下

文章一:護海獺救地球 陳俊堯 · 2012/09/09

全球暖化的議題受到重視，連帶著跟暖化有關的研究成果也比較容易受到注意。幾年前的”吃袋鼠救地球”就是個有趣的例子。為什麼吃袋鼠可以救地球？那篇研究的作者是這樣推論的：牛是反芻類，消化道裡有很多很多甲烷菌，所以養活一頭牛得付出讓甲烷菌持續產生大量甲烷這種溫室氣體的代價。目前地球上牛口眾多，如果要吃牛的人轉去吃袋鼠，地球上累積的甲烷可以少一點。且不論實際執行時可能碰到的困難，這個說法倒是成功讓人注意到他的研究。

最近又有一篇「護海獺救地球」的研究報告。首先，海獺會吃海膽，而海膽的食物是海帶這些大型海藻，接著作者以過去四十年的記錄資料來推算，發現當地海獺藉由控制海膽數量來讓海藻好好生長，把二氧化碳固定下來。

海獺在的時候海膽只敢躲在洞裡撿海藻屑渡日，少了海獺的話它們就直接出來啃嫩藻，對海藻造成很大的傷害。他們比較了兩種狀況下的固碳狀況，發現可以差到十二倍，海獺的存在估計每天可以多固定 4.4 到底 8.7 百萬公噸的碳，用歐盟排放交易體系的標準來換算的價值是每年美金 2.05-4.08 億。雖然固碳應該是植物的工作，但是動物在幫助固碳上也是有間接貢獻的。

文章二、吃海膽救地球？海膽成溫帶海藻大威脅，加州新創扭轉海洋危機成商機

作者 商業周刊 | 發布日期 2021.07.18

《獨立報》(The Independent) 指出，澳洲近期飽受海膽困擾，因數量暴增，且以海藻為食，導致海洋生態失去平衡。海洋專家鼓勵澳洲潛水民眾，下水時就「順手」採一袋海膽回家吃！也鼓勵當地餐飲業者推出海膽料理，要大家多吃海膽。不只澳洲，美國加州、阿拉斯加、加拿大、日本、挪威（主要為溫帶地區）的海膽，因為天敵海星感染「消耗性疾病」(wasting disease) 數量大減，致使海膽不斷增加。

暴增的海膽將海藻吃光後，更可怕的是竟不會餓死！「牠們有點像僵屍，可好長一段時間不進食，卻不會死掉。」。為什麼海膽沒進食還能存活？原來啃完海藻後，還很餓的海膽為了生存，縮小自己生殖腺，並轉化成「空殼海膽」，也就是沒有人類食用的精華部分「uni」(日語) 生殖腺。因此空殼海膽不具經濟或環境價值。

專為解決此問題開設的新創公司 Urchinomics 執行長武田 (Brian Tsuyoshi Takeda)，想把有害環境的空殼海膽轉變成「海膽商機」。方法是漁夫或潛水義工收集海膽後，利用一般食用昆布邊角料製成的「特製飼料」，6~12 週「養肥」海膽，再送往市場販賣。為了遵守永續發展理念，聲稱拒絕使用動物性成分、基因改良成分、抗生素、賀爾蒙，或破壞森林的玉米或黃豆。Urchinomics 的商業化養殖據點分布美國、加拿大、澳洲、日本、挪威，甚至台灣澎湖。為了增加養殖效率，同步使用海上與陸上養殖系統。

海星手斷了可以再生新觸手，同為海中無脊椎動物的海月水母卻不用再生就能維持正常機能。生物學家邁克爾·亞伯拉罕及團隊的研究發現，海月水母的再生方式很特別，牠們不會重新長出斷掉的觸手，而是利用肌肉移動剩餘的觸手，讓觸手重新對稱的分布在身體上，就可以維持正常機能。生物學家 Lea Goentor 表示，這項發現應可提供再生醫學新的方向。

根據《國家地理雜誌》報導指出，海月水母平常靠 8 隻觸手捕捉軟體動物或是浮游生物，但觸手活動有限，大多還是隨著海浪漂流。從 2013 年開始，生物學家邁克爾·亞伯拉罕與他的團隊就對水母的再生系統進行研究，他先切斷海月水母的 2 隻觸手，期待牠們會像其他的海中無脊椎動物一樣，很快的再生觸手。

結果卻發現，海月水母沒有重新生長出新的 2 隻觸手，而是靠著肌肉的運動移動剩餘的 6 隻觸手，直到觸手能平均、對稱的分布在身體上，他們發現，「對稱性」對水母而言是很重要的，如此牠們才能維持正常機能。

而讓水母觸手移動成對稱樣子的關鍵是肌肉。研究人員先在水母的觸手上打了肌肉鬆弛劑，明顯發現觸手無法重新排列，但當增加肌肉的活動力時，觸手移動的速度比平常更快。這表示經由肌肉的互相推擠，能讓觸手達到最大的移動值，生物學家 Lea Goentor 解釋，這個原理就像擠壓壓力球，擠了這端，另一端就會凸出。

這項結果對科學家而言是全新的發現，科學家認為水母經常會遭遇天敵而斷手斷腳，因此「對稱」是他們修復自己的方式。美國緬因大學海洋生物學家莎拉·琳賽驚嘆的說，「這真是一項了不起、神奇的研究。」Lea Goentor 說，希望這項新發現可以提供再生醫學新方向，不須專注在怎樣再生失去的手臂或腳，而是修復該器官的功能。

蠶 (Limulidae) 是一種海洋底棲性的無脊椎動物，其祖先出現在古生代的泥盆紀，當時恐龍還沒崛起，原始魚類才剛現身。隨著時間推移，和它同時代的動物大多進化或者滅絕，而蠶從 4 億多年前至今仍保留原始的樣貌，所以才有「活化石」之稱。英語世界覺得牠外型像馬蹄，因此稱之為馬蹄蟹 (horseshoe crab)，但實際上蠶與魚蟹相距甚遠，與牠親緣關係相近的是同屬節肢動物門的蠍子、蜘蛛。

蠶不僅外表怪異，牠身體裡流著動物圈中獨一無二的藍血，這是因為蠶的體內沒有含紅色鐵離子的血紅蛋白，取而代之的是富含銅離子的血藍蛋白。牠的血液非常珍貴，據傳一加侖 (3.7 公升) 售價達 6 萬美元 (約合台幣 180 萬)，因此蠶血又有「藍金」之稱。會這麼昂貴，全都是因為其生醫價值，蠶的血液含有特殊凝血蛋白，可以做成醫療試劑，一旦遇到細菌、內毒素(內毒素補充說明如下) 會出現反應，所以蠶血製劑可被用於快速檢測藥品或醫療用品是否遭細菌污染。使用在人類身上的藥物、疫苗或醫學儀器，都受益於蠶試劑的「維安」。抽完血後，蠶被野放回大海，卻未必每隻都能存活，動物學家表示，有 10% 到 25% 的蠶會在遭到大量抽血後的幾天內死亡。蠶的外型酷似胃甲，經常一公一母成對出現，又被稱為「夫妻魚」，體型較小的雄蠶會趴在雌蠶身上，以腹足夾緊，雌的很難跑掉，因此被說是至死不渝，不會有劈腿的情況發生。也有一說是，蠶的配對是「隨緣的」，在繁殖季節也不一定是固定伴侶，交配一結束，有的雄蠶會拋下雌蠶「射後不理」。

補充說明:內毒素介紹

內毒素 (Endotoxin) 為組成革蘭氏陰性菌外膜脂多醣 (lipopolysaccharide; LPS) 複合體的一部分。當細菌死亡或用人工方法破壞後，細菌外膜裂解，釋出脂多醣片段，在宿主內啟動內毒素的致毒機制。內毒素並非蛋白質，因此十分耐熱而且穩定，在 100°C 的高溫下加熱 1 小時也不會被破壞，只有在 160°C 的溫度下加熱 2 到 4 個小時，或使用強鹼、強酸或強氧化劑加溫煮沸 30 分鐘才能破壞它的生物活性。細菌內毒素廣泛存在於自然界中，如自來水中含內毒素的量為 1 至 100 EU/ml。當內毒素通過消化道進入人體時並不產生危害，但內毒素通過注射等方式進入血液時則可能引起熱原反應、內毒素休克或播散性血管內凝血等。因此，生物製品類、注射用藥劑、抗生素類、疫苗類、及醫療器材類等，必須經過細菌內毒素檢測試驗合格後才能使用。1956 年美國人 Bang 發現美洲蠶血液遇革蘭氏陰性菌時會產生凝膠。其後 Levin 和 Bang 確認微量革蘭氏陰性菌內毒素即可引起凝膠反應，從而創立了蠶試劑檢測法。LAL (Limulus Amebocyte Lysate) 試劑又稱為蠶試劑，是由蠶的藍色血液中提取多功能血細胞 (變形細胞) 的溶解物，利用其與內毒素反應會產生凝集的特性而發展出來偵測內毒素的試劑，專用於細菌內毒素檢測 (Bacterial Endotoxin Test)。

講到印魚，大家對牠的第一印象經常是出現在鯨鯊或海龜身邊的小跟班，扁長的身體配上灰黑色的外型，很容易就跟背景融為一體，仔細看才會發現牠的頭頂非常特別。橢圓形的吸盤是由第一背鰭特化而成，讓牠可以依附在其他大型海洋生物的腹部、背上，甚至是頭頂，像搭便車一樣在大洋中四處移動，順便享用牠們覓食時散落的殘渣。此外，還可以被保護，減少被其他生物掠食的風險，印魚則會幫大型海洋生物移除一些體外寄生蟲當作回饋。

有生物學家把印魚的演化和親緣關係跟宿主專一性聯想在一起，並提出一個假說，認為棲息在珊瑚礁區的印魚宿主專一性較低，而棲息在大洋中的印魚宿主專一性較高，且這兩種印魚在演化上應該是兩個不同的分支。相關的研究一直到 2019 年才稍有進展，魚類學家分析了印魚和宿主的 DNA 序列、用電腦斷層掃描印魚的吸盤，再搭配很多野外觀察的數據，發現大洋組的印魚其實沒有像生物學家想得那麼專一，反而是珊瑚礁組印魚可以選擇的宿主類型比我們認為來得少。

此外，吸盤的型態特徵也會影響印魚能夠附著的宿主種類，因此推測印魚的演化和親緣關係應該受到宿主表皮硬度、宿主專一性和宿主游動方式的影響，才發展出現今的型態多樣性。印魚除了會跟著鯊魚到處走之外，還會清除鯊魚身上的體外寄生蟲，甚至會游到鯊魚的嘴巴裡面幫忙「清牙縫」！令研究人員好奇的是，這種互動究竟是鯊魚先提出請求？還是印魚主動占便宜呢？如果是鯊魚先發起，就表示鯊魚可以感覺到牙縫中腐敗的組織和細菌。但鯊魚其實是經常換牙的生物，檸檬鯊通常 8 天到 10 天就會換一次。如果這麼常換牙，卡一些食物殘渣在牙縫應該不至於造成太大的困擾。會不會印魚在鯊魚口中清除的不僅是食物殘渣，還有卡在鯊魚牙齦上的寄生蟲呢？研究人員還觀察到會「清牙縫」的印魚體型都比較小，可能是因為當印魚長大之後，這些牙縫中食物的殘渣就不夠牠們吃了，空間也不夠讓印魚自在游走。研究人員甚至還觀察到檸檬鯊把大隻的印魚當成食物吃掉的情況，雖然這個事件應該是純屬意外，並非常態，推測是因為印魚「偷吃」健康的組織，或某些行為惹怒鯊魚。但這個事件也讓鯊魚和印魚之間所謂互利共生的關係，增加了一點不確定性。

對鯨豚來說，印魚可以幫忙移除宿主身上的寄生蟲，但除此之外好像沒有更多的貢獻了。當水流流過鯨豚體表時，印魚會增加鯨豚的水阻、讓牠們移動起來更費力，皮膚比較敏感的鯨豚（例如飛旋海豚）還會被印魚的吸盤弄到受傷。飛旋海豚以空中旋轉的華麗動作著名，甚至可以跳出水面高達 3 米，旋轉 7 圈之後才縱身側躺落水，有研究人員猜想這種空中動作會不會是為了移除皮膚表面的體外寄生蟲和印魚。於是，研究人員從將近 400 筆的海豚跳躍資料中發現，棲息在夏威夷群島周圍的長吻飛旋海豚就算身上沒有印魚也喜歡空中旋轉，這樣的案例占了所有資料的 37.5%，因此推測空中旋轉這個動作的主要功能應該不是為了甩掉寄生蟲，有可能是用來溝通或是表達自己的情緒。而從觀察到印魚的跳躍資料中（62.5%），發現母海豚身上有印魚附著的比率比較高，是公海豚的 4 倍左右。以年齡層來區分，則成年海豚有印魚附著的比率比較高，是年輕海豚的 4.6 倍。雖然從這篇報告中，無法得知空中旋轉是否是海豚甩掉印魚的好方法，但稍微窺見印魚選擇海豚的偏好。

海龜和印魚互動關係的研究很少，彙整後發現大西洋地區曾被記錄過身上有印魚依附的海龜種類，包括革龜、玳瑁、綠蠔龜和赤蠔龜。他們還在容易遇到海龜（綠蠔龜和玳瑁）的熱門潛點調查海龜身上有印魚附著的發生率，結果大概僅有千分之二到千分之六。

影響珊瑚成長發育的因素很多，像是海水溫度要在攝氏 23 到 28 度間，鹽度在 33% 到 36% 間，酸度在 pH 8.2 左右，光照強度大於 1% 到 5% 的表面光照度，海水水質清潔，海底底質堅硬等等。這些大多是環境因素，使得珊瑚對於海洋環境的變動極為敏感，也因此成為觀察海洋變化的極佳指標。

珊瑚為動物界一刺絲胞動物門，體內有共生藻在內胚層細胞裡生長。耳熟能詳的珊瑚白化現象，就是因為這些共生藻離開珊瑚的內胚層所致，只要共生藻能夠及時回來，白化的珊瑚就可以恢復正常，否則就會死亡。

珊瑚宿主細胞以及共生藻在形成胞內共生關係時，會產生新的細胞現象或胞器。共生藻原本游移在海水中，在某種機轉下會被珊瑚細胞吸納至體內，並產生共生膜以及脂質體。共生藻行光合作用，產生的養分便儲藏在脂質體內，珊瑚也可以使用脂質體內的養分。脂質體只存在於共生的內胚層細胞，其密度與成分會隨著不同的共生狀態而變化，珊瑚白化愈嚴重，脂質體的密度就愈低。

針對脂質體的密度、形態以及構造進行研究後，我們發現胞內共生基本上受到光線驅動，依循每日光週期 24 小時循環一次，白天活躍，晚上沉寂；此外也會受到四季變化影響，夏季最旺，秋季最弱。由此我們得知，胞內共生是一種隨著光週期變化，逐漸成熟的步驟，這是影響珊瑚健康最重要的因素；任何改變海洋的光滲透度或其週期的改變，都會對珊瑚的微觀生理調控產生顯著影響。

光照是影響珊瑚成長最關鍵的因素。珊瑚礁生態系依據光線穿透多寡，可分為淺水珊瑚礁、中光層珊瑚礁、以及深海珊瑚礁。光線隨著波長不同，能夠穿透的深度也會產生差別，幾乎沒有光線可穿透到深海，穿透力最佳的藍光能夠抵達中光層，紫外線光的穿透力也還不差，紅光跟紅外線光就只能穿透到淺水層。位於水深 40 公尺以內的淺水珊瑚礁，以石珊瑚以及依附在其中的魚類為主，這裡的珊瑚多半依靠共生藻行光合作用，提供主要的能量來源；介於水深 40 到 200 公尺的中光層珊瑚礁，則是以軟珊瑚為主，物種相對就沒有淺水珊瑚礁來得豐富，主要的能量來源是異營現象。淺水珊瑚礁由於接近海平面，比較容易受到波浪、風力、以及人類活動的破壞；中光層珊瑚礁雖然相對來說受到干擾的程度比較低，但有時也會受到拖網捕撈、鋪設管線、探勘作業等人類活動影響。

中光層珊瑚的共生藻含量較低，但是相對地其共生藻葉綠素含量較高，其光合作用效率也較高，藉此彌補共生藻數量不足的劣勢；中光層珊瑚本身也在體型上產生了特殊型態適應，例如巨大星型珊瑚的扁平狀身形，可藉此增加可行光合作用的表面積。此外，珊瑚會隨著光照與海水溫度等等環境條件的變化，選擇不同系群的共生藻共生，中光層的巨大星型珊瑚與棘葉珊瑚等，甚至會產生特殊種類的螢光蛋白，將藍綠光與紫外線光轉換成橘紅光，以獲得近似於淺水層的光照條件。

學習單

問題	做法
1.請仔細閱讀上述的文章之後，將重要的知識性或理解性層面的問題用有顏色的底線畫出來，並標上①②③等數字	目前依據文章共標示__處重點如上: 文章名稱為:_____
2.請利用心智圖或簡單圖示，畫出此篇文章想表達的重點	
3.依據上面標示的重點，請同學把自己當成老師，你覺得你會出什麼樣的問題來測驗同學，是否能讀懂該篇文章的內容呢? 題型以單選(4 選一)為主。	
4. 請同學寫上正確答案及解析，方便對答案及解題	

※注意事項

1.內文 A4 直式橫書、左側裝訂、單行間距、插入頁碼、字型大小12 號。

2.表格若不敷使用，請自行增刪，包含附錄總頁數至多30頁。

電子檔案光碟：內含繳交資料（附件1至2）及3分鐘短片，文件檔以 ODT 及 PDF 格式儲存；影音檔以 wmv、mpeg、mpg 或 mp4格式儲存，片頭標示名稱與設計者姓名；圖片檔需另以 jpg 檔提供。