

國家科學及技術委員會專題研究計畫申請書

一、基本資料:

申請條碼:

計畫類別 (單選)	<input checked="" type="checkbox"/> 一般研究計畫 <input type="checkbox"/> 新進人員研究計畫 <input type="checkbox"/> 其他		
研究型別	<input checked="" type="checkbox"/> 個別型 <input type="checkbox"/> 整合型		
計畫歸屬	<input checked="" type="checkbox"/> 自然處 <input type="checkbox"/> 工程處 <input type="checkbox"/> 生科處 <input type="checkbox"/> 人文處		
申請機構/系所(單位)	中央研究院 環境變遷研究中心		
本計畫主持人姓名	夏復國	職稱	研究員
		身分證號碼	H102600159
本計畫名稱	中文	台灣海洋觀測系統核心設施	
	英文	Taiwan Marine Observatory System	
整合型總計畫名稱			
整合型總計畫主持人		身分證號碼	
全程執行期限	自民國 113 年 01 月 01 日起至民國 117 年 12 月 31 日		
研究學門	學門代碼	學門名稱	
	M7	海洋學門	
【請考量己身負荷，申請適量計畫】			
本年度申請主持本會各類研究計畫(含預核案)共 2 件。(共同主持之計畫不予計入)			
本件在本年度所申請之計畫中優先順序(不得重複)為第 2 。			
本計畫是否同時有其他單位提供補助項目 <input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是，請務必填寫表 CM05			
近三年內是否有執行非國科會補助之其他(含國內外、大陸地區及港澳)計畫 <input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是，請務必填寫於 CM14-1			
本計畫是否為國際合作研究 <input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是，合作國家：_____，請加填表 IM01~IM03			
本計畫是否申請海洋研究船 <input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是，請務必填寫表 CM15			
本計畫是否申請高效能計算資源 <input type="checkbox"/> 否; <input type="checkbox"/> 是，請另於國網中心網站進行申請(https://rac.nchc.org.tw)			
1. 本計畫是否有進行下列實驗/研究：(勾選下列任一項，須附相關實驗/研究同意文件)			
<input type="checkbox"/> 人體試驗/人體檢體 <input type="checkbox"/> 人類胚胎/人類胚胎幹細胞 <input type="checkbox"/> 基因重組實驗 <input type="checkbox"/> 基因轉殖田間試驗 <input type="checkbox"/> 第二級以上感染性生物材料 <input type="checkbox"/> 動物實驗(須同時加附動物實驗倫理 3R 說明)			
2. 本計畫是否為人文處行為科學研究計畫 <input type="checkbox"/> 是(請檢附已送研究倫理審查之證明文件); <input type="checkbox"/> 否			
3. 本計畫是否為臨床試驗研究計畫 <input type="checkbox"/> 是(請增填性別分析檢核表 CM16); <input type="checkbox"/> 否			
計畫連絡人	姓名： <u>夏復國</u> 電話：(公)02-27839910 ext 1271 (宅/手機) <u>0970045807</u>		
通訊地址	115 台北市南港區研究院路二段 128 號 中央研究院 環境變遷研究中心		
傳真號碼	2789-3234	E-MAIL	fkshiah@rcec.sinica.edu.tw

計畫主持人簽章：_____

夏復國

日期：_____

1 **二、 研究計畫中英文摘要：**請就本計畫要點作一概述，並依本計畫性質自訂關鍵詞。

2 (一) 計畫中文摘要。(五百字以內)

3 (二) 計畫英文摘要。(五百字以內)

4
5 **中文摘要**

6 為精進台灣海洋研究的發展，本「台灣海洋觀測系統」 (**Taiwan Marine Observatory System;**
7 **Tai-MOS**) 申請成為”國科會自然科學及永續研究發展處”轄下的「基礎研究核心設施」之一。
8 計畫發展分為二個階段：第一年先由申請單位 中研院環境變遷研究中心(RCEC)與國研院台灣海
9 洋科技研究中心(TORI) 共同籌組 **Tai-MOS** 核心設施總部計畫。由中研院在其南部院區提供全新
10 空間，供總部計畫業務部門，調查部門與實驗室(生地化及錨定)人員使用。此二實驗室運轉所需
11 的儀器均先由 RCEC 提供。營運後，儀器的更新/維修則由總部計畫編列經費提供。TORI 則提供
12 沉積物收集服務以及一年 2 次的勵進號航次。總部計畫遠洋觀測的站點選在位於南海北部深水區
13 的南海時間序列研究 SEATS 測站 (18 °N; 116 °E)，每年進行四次航次調查。此外，總部計畫會與
14 台大海研所”錨碇掛載探針”研發團隊合作，推動本總部計畫發展海洋生地化參數錨碇自動監測的
15 進程。計畫第 2 年起，視預算核撥情形，由總部公開徵求 **Tai-MOS** 分部計畫，由國內研究單位針
16 對具有不同生態特性的系統或重大的科學議題提出申請建立觀測站，進而組成台灣海洋觀測站
17 網絡系統。本計畫預期達成下列四項成果：1. 提供高品質長期的海洋環境資料，為環境“可持續
18 性”和“氣候變遷”分析研究之用；2. 吸引並提升跨領域與跨國合作，後者有助於提升臺灣科學
19 界的國際聲譽，並突顯臺灣在基礎科學研究方面的成就；3. 核心實驗室提供的高品質環境輔助參
20 數與固定的每年四次的航次，可有效地作為培訓年輕科研人員(博/碩生、博後)的平台；4. 透過核
21 心實驗室服務，強化國內海洋相關單位及研究機構與國科會之間的夥伴關係。

22
23
24
25
26 **關鍵字：**基礎研究，核心設施，核心實驗室，海洋觀測站，時間序列研究
27

Abstract

To advance the development of Taiwan's marine research, this proposal, the Taiwan Marine Observatory System (Tai-MOS) calls for its inclusion as a component of "the Instruments Information System" under the Department of Natural Sciences & Sustainable Development, National Science & Technology Council (NSTC). In the first year of the implementation, the Research Center of Environmental Changes of Academia Sinica (RCEC-AS) will provide a headquarter space (c.a. 205 m²) locating in the AS southern campus in Tainan to accommodate the personnel of the administration, marine biogeochemistry lab, buoy/mooring lab. RCEC will provide all the instruments required for the operation of these two labs. The replacement and maintenance of these instruments will be funded by Tai-MOS afterward. The other host, Taiwan Ocean Research Institute (TORI) of the National Applied Research Laboratories will provide the service of its self-supporting sediment-trap lab and two TORI's South China Sea cruises each year using the R/V Legend. The chosen open ocean time-series station locates in a historical site SEATS (18 °N; 116 °E) in the deep-water area of the northern South China Sea. Four cruises will be conducted annually. In addition, with the technical help from the physical oceanography group of IO-NTU, this project will include the R&D of the anchored biogeochemistry automatic mooring system. Starting from the second year, with a foreseeable expanding budget, Tai-MOS will incorporate marine observatories in other specific marine ecosystems such as nearshore, coral reefs...etc., to form a marine observatory network. Four achievements are expected from this project. 1. Providing long-term (i.e. decadal) data for environmental sustainability and climate change analyses; 2. Attracting multidisciplinary and international collaboration and advocating international reputation and highlighting Taiwan's achievement in basic science research; 3. Acting as a training platform/nurture ground for marine young generation via the service from the core laboratories and routine cruises, and 4. Strengthening the partnerships among NSTC and other marine related government and/or research institutions through the service provided by Tai-MOS.

Key Words: Basic research; Core facility; Core laboratory; Marine observatory; Time series study

1
請概述執行本計畫之目的及可能產生對社會、經濟、學術發展等面向的預期影響性(三百字以內)。

台灣是海洋國家，高階海洋研究的顯現表現在「海洋核心設施」的建立與永續經營。為追求海洋生態與生地化測量參數的精準性與一致性，本案建議成立「台灣海洋觀測系統」，做為追求學術研究卓越及彰顯台灣關懷海洋永續經營的第三項海洋核心設施。本計畫的施行可 1.提供高品質長達數十年的海洋環境資料，為環境可持續性和氣候變遷分析研究之用。2.吸引並提升跨領域與跨國合作，後者有助於提升臺灣科學界的國際聲譽，並突顯臺灣在基礎科學研究方面的成就。3.核心實驗室提供的高品質環境輔助參數與固定的航次，可有效地成為年輕科研人員的培訓平台和成長基地。4.透過核心實驗室服務，有效地強化國內海洋相關單位及研究機構與國科會的夥伴關係。

※此部分內容於獲核定補助後將逕予公開

三、研究計畫內容（以中文或英文撰寫）：

（一）研究計畫之背景。請詳述本研究計畫所要探討或解決的問題、研究原創性、重要性、預期影響性及國內外有關本計畫之研究情況、重要參考文獻之評述等。如為連續性計畫應說明上年度研究進度。

（二）研究方法、進行步驟及執行進度。請分年列述：1.本計畫採用之研究方法與原因及其創新性。2.預計可能遭遇之困難及解決途徑。3.重要儀器之配合使用情形。4.如為須赴國外或大陸地區研究，請詳述其必要性以及預期效益等。

（三）預期完成之工作項目及成果。請分年列述：1.預期完成之工作項目。2.對於參與之工作人員，預期可獲之訓練。3.預期完成之研究成果（如實務應用績效、期刊論文、研討會論文、專書、技術報告、專利或技術移轉等質與量之預期成果）。4.學術研究、國家發展及其他應用方面預期之貢獻。

（四）整合型研究計畫說明。如為整合型研究計畫請就以上各點分別說明與其他子計畫之相關性。

一、研究計畫之背景

台灣是海洋國家，高階海洋研究的顯現表現在「海洋核心設施」的建立與永續經營。目前”國科會自然與永續處”建制下已有「研究船/貴重儀器中心」以及「海洋資料庫」兩大核心設施。為追求海洋生態與生地化測量參數的精準性與一致性，本案建議成立「台灣海洋觀測系統」，做為追求學術研究卓越及彰顯台灣關懷海洋永續經營的第三項海洋核心設施。與前二核心設施較為不同之處在於，「研究船/貴重儀器中心」以及「海洋資料庫」主要的功能在於提供服務，本身沒有科學研究的議題要進行。而「台灣海洋觀測系統」是一個**必須具有科學假說並依此執行科學任務的核心設施**。「台灣海洋觀測系統」由四個部分組成。一是固定的調查地點，二是定期的研究船航次，三是研究團隊，四是核心參數實驗室。

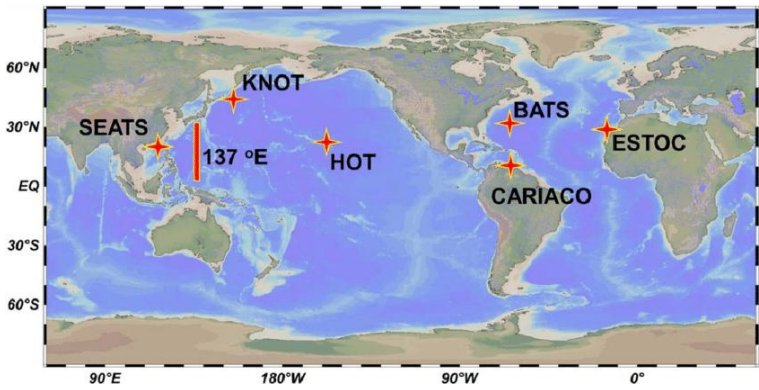
海洋面積占地球總面積百分之七十以上，對地球生態系內各類物質的源、匯及分布都有著極重要之影響。自全球暖化現象遭揭發以來，海洋調節大氣二氧化碳度變化之機制，即成為本世紀海洋科學重要議題。全球海洋通量聯合研究（Joint Global Ocean Fluxes Study; JGOFS；<http://ijgofs.whoi.edu/>），一個國際性跨學科的大型海洋研究計劃隨即應運而生。1987年在SCOR-ICSU (Scientific Committee of Oceanic Research, the International Council for Science) 主持下，在巴黎舉行了JGOFS的初步規劃會議。當時即有超過20個以上的國家參與。1989年JGOFS就成為IGBP (International Geosphere-Biosphere Program) 名下的第一個核心計劃。

在當時JGOFS計畫下就對海洋碳通量研究定下二大研究目標及五個主要研究架構群，分別由不

1 同角度探討並解析全球碳循環的問題 (<http://usjgofs.who.edu/jgofMission.html>)。海洋碳通量研究
2 二大研究目標分別是: (1). 在全球尺度下，去了解有那些控制過程會操控以及如何操控海洋中隨
3 時間變異的碳(及相關元素)通量，並評估這些相關的變異會對大氣，海底及陸地接壤處的影響 (To
4 determine and understand on a global scale the processes controlling the time-varying fluxes of carbon
5 and associated biogenic elements in the ocean and to evaluate the related exchanges with the atmosphere,
6 sea floor and continental boundaries); (2). 在全球尺度下，發展有關海洋生物地球化學過程現象在
7 人為干擾，特別是氣候變遷衝擊下，模式的預測能力 (To develop a capability to predict on a global
8 scale the response of oceanic biogeochemical processes to anthropogenic perturbations, in particular
9 those related to climate change)。

10 海洋碳通量研究五大研究架構群是: (1). 時間序列研究 Time-series study，以下簡稱「時序研究」
11 (見下段說明); (2). 過程研究 Process studies - 如當時美國執行的“北大西洋藻華實驗 NABE“ 與
12 國內執行之“黑潮與東海陸棚交換過程研究 KEEP“; (3). 跨海盆大尺度調查研究 Basin-scale
13 survey - 如過去執行之“全球海洋環流實驗 WOCE“ 與現今的“GEOTRACES“; (4). 數據整合及
14 模式分析 Data analysis & Simulations 以及 (5). 國際海洋生地化資料庫 International
15 Biogeochemistry Database。在完成階段性任務後，JGOFS 計畫於 2003 年終止。隨即 IGBP 又推出
16 了 IMBER (Integrated Marine Biosphere Research)及 SOLAS (Surface Ocean - Lower Atmosphere
17 Study) 二個大型計劃，持續進行有關海洋碳循環的研究。

18 「時序研究」係於一特定之地點做至少超過十年以上的連續調查，以期了解各種海洋現象在季
19 節、年間乃至世紀時間尺度內的變異。研究地點應該要選在遠離人為干擾(如在大洋中間)以及海
20 洋水體物理現象相對穩定(如沒有內波或渦流較少)的區域。唯有擁有數十年以上的數據，才能對
21 全球暖化與氣候變遷等的科學議題，進行分析 (Henson et al., 2016; O'Brien et al., 2017; Benway et
22 al., 2019)。最早海洋時序研究計畫是美國國家科學基金會 (NSF) 在 1988 年選定北太平洋的夏
23 威夷以及北大西洋的百慕達同步地推行時序研究計畫，分別為「Hawaii Ocean Time-series, HOT;
24 https://hahana.soest.hawaii.edu/hot/hot_jgofs.html」及 Bermuda Atlantic Time-series, BATS;
25 <https://bats.bios.edu/>」。除 NSF 外，美國尚有其他組織如 NOAA，NASA 及 ONR 亦對這二項時序
26 研究提供資助 (Chien 2018)。



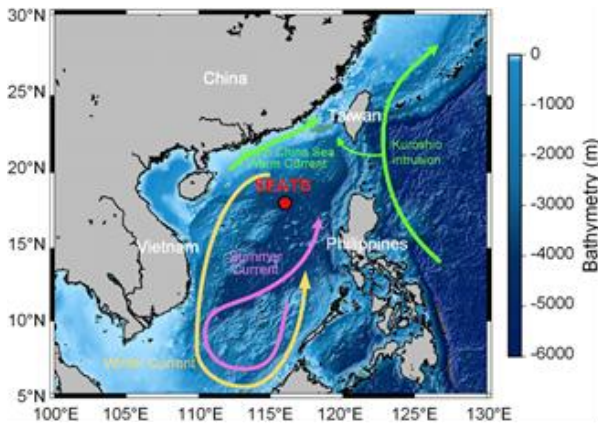
圖一. 大洋時序觀測站全球分布範例圖。BATS - Bermuda Atlantic Time Series Study (BATS), CARIACO - Carbon Retention in a Colored Ocean Project, ESTOC - European Station for Time Series in the Ocean Canary Islands, HOT - Hawaii Ocean Time Series, KNOT - Kyodo North Pacific Ocean Time-Series, SEATS - South East Asia Time Series Study, and 137 °E repeated hydrographic line (137°E). (資料來源 Lui and Chen 2017 L&O Method).

到了 1995 年，另有三個時序研究測站加入運作行列。分別是法國位於南印度洋 Kergulen 島之測站，德國、西班牙合作位於北大西洋東部 Canary 島測站，以及德國、智利合作位於南太平洋東部智利外海之測站。日本亦於 1997 年通過成立 Kyodo North Pacific Ocean Time Series, (KNOT)，於 1998 年在北太平洋西部次極區 (Subarctic; 44°N, 155°E) 展開作業 (圖一)。1972 年日本氣象廳對 137 °E 測線以研究船調查方式展開物理水文時序觀測。自此，全球陸陸續續如雨後春筍般地成立許多生態監測站，並加入如「全球海洋觀測系統」GOOS (Global Ocean Observing System; <https://www.gooscean.org/>) 以及「國際長期生態研究」ILTER (International Long Term Ecological Research; <https://www.ilter.network/>) 等跨國組織。

1997 年國家科學委員會(NSC; 現今之 NSTC)依據全國第五次科技會議之決議，成立虛擬的「海洋科學研究中心; National Center for Ocean Research; NCOR」計畫，積極推動海洋之基礎及相關研究。在諸項重點研究項目中「南海時間序列研究」(South-East Asia Time Series, SEATS)即為其中之一。此計畫於 1998 年 7 月開始執行，測站設於南海中部 (18 °N; 116 °E; 圖二) 的深水區 (>3,800 米)。此站點位於南海中央，遠離人為干擾；再者，盛行於北南海的內波(internal solitary waves)不會在此處發生，海洋水體的物理現象相對穩定；最後，當時陸續成立的時序測站都位於亞熱帶與溫帶，尚無熱帶測站設立。SEATS 成立後隨即成為國際七大海洋時序研究測站之一，是唯一位於熱帶海域的時序測站 (Shiah et al., 1999, 2022; Wong et al., 2007; 詹森...等., 2016; Chien, 2018)。

由於海洋學門計畫對研究船申請使用十分激烈，此階段的航次分配也由原先計畫的一年 6 次變成

1 每季 1 次，最後變成一年 1-2 次。



2
3
4 圖二. 台灣「南海時間序列研究 South East Asia Time Series, SEATS」測站位置圖。

5
6 2007 年隨著 NCOR 的轉型成為「台灣海洋科技研究中心; Taiwan Ocean Research Institute; TORI」，
7 SEATS 計畫也由原本國科會處級長期支持的狀態轉為由學門的個人計畫執行(如中研院黃天福/夏
8 復國研究員)迄今。目前有三個單位都在執行 SEATS 研究。一是前述的中研院環境變遷研究中心
9 (RCEC)，每年有 1 個學門核准航次，在南海測站測量水體內的物理與生物地球化學參數。二是
10 TORI，每年利用 2 次編制內的勵進研究船航次，進行沉積物收集器的佈放與回收，並建有沉積物
11 與岩心實驗室。三是中國廈門大學，在 2003 年後，每年進行水體及沉積物參數的測量。
12 RCEC-SEATS 與 TORI-SEATS 迄 2022 年共發表論文 57 篇 (附錄 1)。

13 時序研究站營運最困難之處在於必須提供高品質的核心(輔助)參數，供給研究人員及其合作者發
14 表研究論文。而水域生態的物理、化學、生物範疇的核心參數至少超過十個以上。經營時序測站
15 所需要的人力、儀器設備與耗材費用，不是一般個人實驗室所能負擔的起的。其次，中國 SEATS
16 在國際學術舞台上取代本國 SEATS 的野心，也已昭然若揭。國際政治打壓固然是原因之一，但
17 自 2007 年後，本國經營 SEATS 研究所需的人力，船期與經費，皆來自於國科會個人計畫，缺乏
18 中央系統性的長期支持才是主因。「時序研究」若能獲得政府的長期支持，成為「台灣海洋觀測
19 系統」核心設施，便可以在下列五個層面上，整體地提升國內海洋研究水平。(1). 可以為環境可
20 持續性(sustainability)和氣候變遷(climate changes)分析提供長達數十年的資料；(2). 長期的資料累
21 積可吸引並提升跨領域/跨國合作；(3). 有助於提升臺灣科學界的國際聲譽，並突顯臺灣在基礎科

1 學研究方面的成就；(4). 穩定的航次及核心實驗室提供的高品質環境參數，有效地成為年輕科研
2 人員(博碩士、博後)的培訓平台和成長基地及 (5). 強化國科會與國內海洋相關單位/研究機構之間
3 的夥伴關係。

4 中央研究院環變中心經營海洋/淡水時間序列研究的歷史與成效:

5 中央研究院環境變遷研究中心 (RCEC) 的“水圈研究小組 (Hydrosphere Research Group) 是國內
6 少數(甚至是唯一)長期深耕海洋與淡水系統內時序研究以及與其相關的生地化核心實驗室(Core
7 Laboratory)的單位。黃天福特聘研究員首先於 2004 年建立 RCEC 生地化實驗室，並於 2008 年與
8 夏復國研究員接手 SEATS 計畫並確實建立起時序研究計畫與生地化核心實驗室的運作關係。2015
9 年黃特聘研究員退休後，RCEC 生地化實驗室由辛宜佳副研究員(行政經營管理)，何東垣研究員(技
10 術顧問)持續經營並對外服務至今。2004 年夏復國研究員結合個人實驗室與 RCEC 生地化實驗室
11 之力，開啟了一個長達 20 年湖沼生態系統的長期觀測時間序列研究計畫，即位於翡翠水庫的“臺
12 灣集水區生態與生地化研究 (Taiwan Watershed Ecology and Biogeochemistry Study; T-WEBS) “。
13 由於生地化實驗室提供優秀的環境參數的服務，T-WEBS 計畫很快地便吸引到國際研究夥伴，如
14 日本京都大學，菲律賓大學及馬來西亞國立大學，並與之維持合作關係迄今。AS-RCEC 生地化
15 核心實驗室經營上成功的主因之一在於擁有豐富海上及實驗室工作經驗的研究助理群。目前助理
16 團隊中已有 3 名超過十年，2 名超過五年海洋調研工作經驗的助理。

17 2010 年迄今，T-WEBS 總計發表了 47 篇論文(附錄 2)，平均每年 3.6 篇。計畫經營成功之處，由
18 此可見。在與國內外學者及林務局共同努力下，T-WEBS 計畫在 2022 年爭取到國科會自然處的支持，
19 成為“臺北水源特定區森林茶園社會生態系統核心觀測站計畫“的重要成員。AS-RCEC 的生地
20 化核心實驗室是目前國內唯一一個能夠完全負擔水域生態系統時序研究站的所有核心參數的測
21 量。此外，夏復國博士的實驗室利用 ^{14}C -現場培養法測量初級生產力以及利用 ^3H -胸腺密啶培養
22 法測量細菌生產力的技術，也是獨步於國內。夏研究員也是目前國內唯一合格進口 ^{14}C - 與 ^3H - 放
23 射性藥品的人員。2022 年環變中心成立「海洋能專題研究中心」，對利用黑潮進行發電的可行性
24 進行研發。目前此一專題研究中心下編制有錨定實驗室研究副技師一名。

25 台灣海洋科技研究中心(TORI)經營海洋時間序列研究的歷史與成效:

26 TORI 目前設有海洋物理，海洋生地化以及海洋地質地物核心服務平台。自 2013 年起，即以隸屬

1 單位的研究船(前為海研五號，現為勵進研究船)以每年二個航次，至 SEATS 測站佈放/回收沉積物
2 採集器並採集水樣進行生地化參數的測量與分析。航次所採得的資料包括：海洋物理水文資料、
3 生地化水質與生物資料，以及地質與地形資料與沉積物樣本，對外提供產、官、學、研界之申請。
4 目前 TORI 生地化實驗室編制有研究員 3 名及助理 3 名；地質實驗室編制有研究員 1 名及助理 1
5 名。

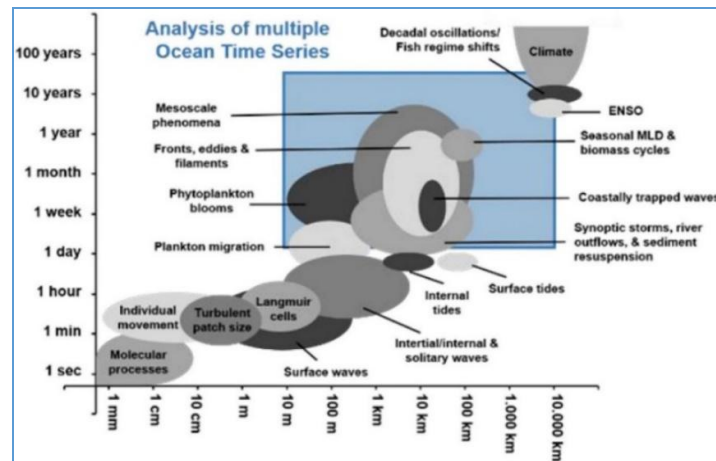
6 在建立海洋時序研究的過程中，必須深刻的闡釋時序研究的自身定義、組成要件及管理/操作。時
7 序研究之**定義**係指在一具有大型及明顯年間變異之生態系統內，進行至少十年以上連續性野外調
8 查；調查之主要目的是希望藉由長期海洋資料的收集與分析，了解各種海洋現象的自然變化；調
9 查之方針必須著重物理、化學、及生物各學門間之整合。時序研究的**組成要件**則包含(A)明確的科
10 學目標；(B)具有代表性的測站；(C)符合生態研究的調查頻率與種類；(D)符合國際規範的測量參
11 數與核心實驗室；(E) 海洋時序資料庫之管理；(F) 公眾關注及地區興趣。在此分別敘述如下：

12 **A. 時序研究的科學目標:** 科學目標必須明確也要與時俱進。如 US-BATS 1997 年以前的研究目
13 標計有下列四點：(1). 觀測並解釋水體混合層及透光層內(通常為一百公尺以下的淺水區域)生物
14 及化學現象之年內及年間變異；(2). 觀測並解釋水體內顆粒物質合成及分解通量之年內及年間變
15 異；(3). 了解項目(1)及(2)中生物及化學變化過程與物理作用之互動關係，以及(4). 提供與全球變
16 遷趨勢相關之海洋數據。在 2000 年則稍做修正為 (1). 瞭解海洋物理、化學與生物現象在季節與
17 年間時間尺度上的變異；(2). 瞭解海洋外在物理驅動力與生物速率過程(rate processes) 間的關聯
18 性；(3). 瞭解海洋中的那些過程會影響海水表層二氧化碳分壓(pCO₂)的變化。包括熱力學，(有機)
19 顆粒輸出與海氣交換；(4). 為海洋新發展中的工具/儀器/科技提供初步實驗或驗證的場域。

20 US-HOT 的研究的大目標計有下列四點：(1). 驗證並瞭解水團的季節及年間變異；(2). 瞭解水團
21 變異與環流(gyre)波動的關聯性；(3). 決定追蹤測站內洋流的必要性與否以及方法；(4). 展短期物
22 理變異的氣候學。HOT 生地化研究群在四個大科學目標下，擬訂出較為具體的細部科學目標，包
23 括(1). 驗證並瞭解表層海洋初級生產力，新生產力及顆粒輸出在季節與年間時間尺度上的變異；
24 (2). 決定無機營養鹽特別是氮鹽及磷酸鹽，在海表層 200 公尺水深以內的供應與循環的機制與速
25 率；(3). 測量海水表層中溶解態無機碳濃度時間上的變化，並估算海氣交換的年通量速率。

1 **B. 時序研究測站選定:** 首要條件是遠離陸地之深水(超過二千公尺)海域。這是為了避免人為活
2 動對海洋自然狀態下生地化循環之干擾，進而扭曲海洋自然現象的訊號。科學上必需考量水體生
3 態系統之穩定度，生物及水文現象之變異度以及所擬測試之假說之提出。此範疇之評估，則取決
4 於背景資料(如物理、水文、生物因子...等)之充分與否。在後勤考量上，測站的遠近對航程及能
5 夠在海上作業的時數影響極大。但又不可過度遠離母港，以免耗時於航程。一般以航程 6-8 小時
6 可及處為佳。測站經緯座標一旦確立，在其五十公里直徑範圍內採樣皆能具有代表性。

7 **C. 調查頻率與種類:** 各種海洋過程(processes)與現象在時間尺度的分布上可以由數秒內至超過
8 百年，在空間尺度上的分布上可以由數毫米至超過數十萬公里。水體內的分子運動與氣候變遷現
9 象就是二個極端對立的例子(圖三)。

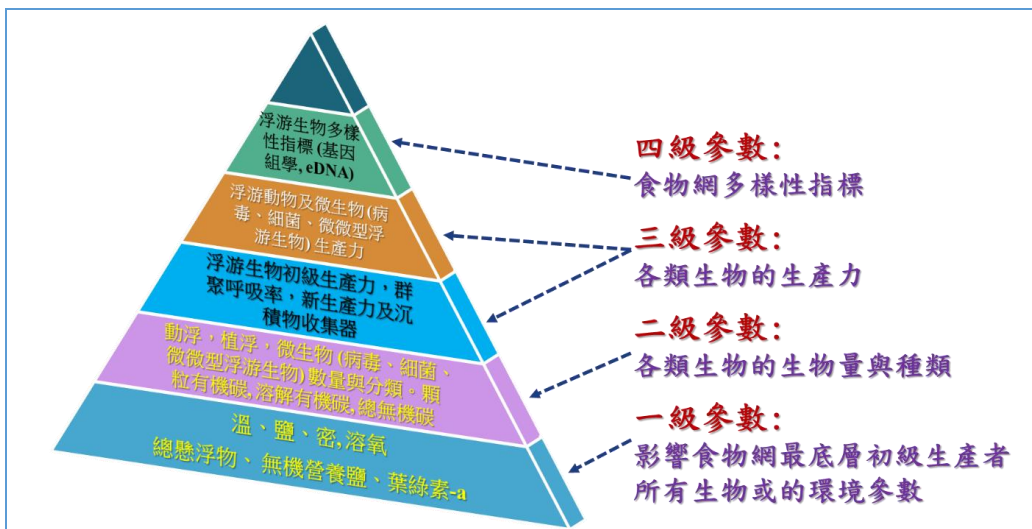


11 **圖三.** 各種海洋過程(processes)在時間空間尺度上的分布圖。藍色方框內的是可以利用研究船航次
12 進行時間序列調查的海洋自然現象。(資料來源 [Valdés and Lomas, 2017](#)).

13
14 利用研究船航次進行時間序列調查的海洋自然現象在時空尺度上也就只能涵蓋“數天-數十年”以
15 及“數十公尺-數千公里”的範圍之內。浮游生物生命週期電腦模式分析顯示，為兼顧浮游動物(因
16 其為初級生產者之捕食者並為仔稚魚類主要餌料)完整之週期研究，調查頻率以雙週採樣為佳，月
17 採樣亦在容許範圍之內。海上作業(不包括來回航時)以四至六天皆可。測站遠近與現行船期編制
18 也會影響採樣頻度。如僅能每季甚至每年調查一次，則應考慮擴大採樣範圍(如改做測線或網狀測
19 站調查，延長作業天數，甚至採用高頻採樣(每隔 2-3 小時採樣一次進行 24-36 小時週期研究，如
20 現行 SEATS 的作法)，以強調水域內之空間變異及高頻度反應過程之重要性。但如此一來對時間

變異之解析度勢必要有所犧牲。測量項目需包括物理、化學及生物因子在內。除主要航次(core cruise)外，亦可針對需要或特定之現象，增開特殊航次。如 BATS 研究中即另規劃藻華航次(bloom cruise)及認證航次(validation cruise)。前者針對每年春季之藻華現象在一月至四月內進行雙週採樣；後者則是在測站內重複採水或測站外不遠處(五至十公里)取樣，以對各種物理、化學、生物測量方法之精準性及恆定性進行驗證，頻率為每季一次。

D. 測量參數與核心實驗室: 國內時序研究所採用的各種測量方法與實驗手冊最好能與國際通行者，如 1996 年發行的 "JGOFS 核心測量實驗手冊 (core measurements protocols; Knap et al., 1996)" 相同。JGOFS 實驗手冊寫有 25 個章節。由船上採樣步驟到 CTD 資料處理到各種化學生物分析方法及如需採用他法則必須進行方法間之比對等事項，均有鉅細靡遺的描述(圖四)。各測量方法及數據之特有分析方式，一經採用切勿隨意變更以確保資料之恆定性。同一項目以不同方法測定以及更換測量人員(助理)時，均需進行比對工作，以確定研究數據取得方式之恆定性。國內核心實驗室經營的最大隱憂在於研究助理的流動性。主因有二。一是薪資偏低，二是約聘隨著個人研究計畫走，沒有長期保障。BATS 與 HOT 都是 US NSF 長期支持的核心設施型計畫，大大地降低了這方面的隱憂。



圖四. 國際全球碳通量 (JGOFS) 核心測量實驗手冊 (Knap et al., 1996)之建議而訂定之核心參數。

1 **E. 資料庫之建立/管理:** 所得之各項數據必須以特定之格式,在一定期限內(通常是航次結束半年
2 之內)存入海洋資料庫(Ocean Data Bank; ODB)核心設施內。資料庫之管理及資料之品管有專人負
3 責。國內外所有研究人員及涉海單位皆可提出申請。存入 ODB 的資料依照期規定有三年管制保
4 護期。但有特殊需求,在「台灣海洋觀測系統」計畫管理階層的同意下,可以提早釋出。

5 **F. 公眾關注及地區興趣:** 依據理論,時序研究測站必須遠離陸地以避免人為干擾。不容諱言時
6 序研究本身實具有學術價值並兼具國際意義,一般民眾、政府官員及民意代表短期偶發性及地區
7 性(如與台灣本身有關)的事件較為關切,故測站最好是選在領海之內但具有大洋海水性質之地,
8 以兼顧研究工作及推廣活動。百慕達生物研究站內即設有公共關係部,聘有專職人員負責文宣、
9 募款及各類通俗教育活動之推廣。主要工作目標是將深澀之科學成果通俗並趣味化,便於一般大
10 眾接受及認知,並定期舉辦夏令營、實驗站開放參觀等活動,以引發民眾、私人企業、民代及政
11 府部門各階層之關注。此一做法頗值國內日後參考。

12 時序研究中工作項目極多,故有必要就項目之本質分為管理及執行二種層面。此二層面工作之最
13 終目的是產生高品質可信賴之數據並能為所有使用者提供最簡易方式以取得數據。

14 **管理層次:** 由三至四名正式研究員負責,包括一名計畫經理總其事,1 名科學家與 2 名博士後。
15 所負責之事項計有:(1)確立執行層次(見下方敘述)運作正常,包括研究人力(助理)之調配;測量
16 項目及航次進度之掌控以及單位內各實驗空間之協調等;(2)資料庫之管理:確切執行資料庫之政
17 策及數據之品質管制;(3)國內、外相關學術活動之規劃;(4)整合、協調時序研究內之子計畫及與
18 時序研究有關之國內外的友計畫。科學家與博士後的編制也是為有志於長期從事海洋研究者進入
19 職場的緩衝區塊。

20 **執行層次:** 此層次之工作重點為數據之取得、處理、檢視、分析並存入資料庫。為確保高品質數
21 據,主其事者(通常由資深助理負責)對於採樣之儀器(如溫鹽深儀上之各種探針、採水瓶、沈積物
22 收集器.....等),各類環境因子之測量方法(如溶氧、鹽度、鹽養鹽...等)以及電腦數據處理分析等
23 項目均需十分熟悉。此層次內最重三個工作項目是:(1)上述各工作項目的障礙消除;(2)如何消除
24 採樣誤差及分析誤差。其中後者包括測量儀器及操作人員(如更換操作員)所引起之誤差。每種測
25 量方法最好有標準品以做校正之用;(3)各類數據之處理/檢視及統計分析應於航次後完成,以免
26 上一航次之問題(比如採水瓶漏水、採針有偏差...等)延誤至下一航次。

1 研究人力不足及如何長時間留住基層工作人員，特別是研究助理，是所有單位均感頭痛的問題。
2 題。時序研究執行一段時間後，所有的例行工作對某些人而言會變得十分單調；海上作業的併發
3 症-暈船，也會使許多新進人員望而卻步或中途放棄。最好的方法是鼓勵並支持研究助理獨立從事
4 小型研究，並儘可能派他們參加各類型國內、外之研討會，以建立其成就感。在增編人力方面可
5 循 BATS 所採技術人力分時作業計畫(time-share technician program)為之。該研究現在八個助理名
6 額，其中六個是全職(薪水全由該研究計畫支付)，二名是半職(該計畫僅支付其一半的薪資)。後者
7 另一半的薪水之來源則由百慕達生物研究站對外代為分析樣品所收取之分析費中支付。
8 基礎研究，特別是海洋及全球變遷方面的研究需要長時間地投入大量金錢及人力。時序研究成果
9 的回收卻是極為緩慢。如何有效地喚起民間及政府對時序研究重要性的認同並爭取長期(至少十年
10 以上)的支持，恐怕是熱衷於海洋科學研究者必須面臨的重大課題。由政府單位長期支持的生態系
11 統觀測站，在實際作為上，台灣竟不可思議地落後歐美長達 35 年 (相較於 US-BATS 及 HOT 1988
12 起由 NSF 長期資助)。2017 年聯合國教科文組織之政府間海洋學委員會(UNESCO-IOC) 提案並經
13 決議，將 2021-2030 年訂定為「海洋科學永續發展十年」(United Nations Decade of Ocean Science for
14 Sustainable Development)。依據 IOC 所發布之「實施計畫」(Implementation Plan)，海洋科學十年
15 之精神在於建立以「海洋科學」為基礎的海洋管理體制，其關鍵即為海洋數據之觀測、收集與分
16 享。基於以上二個觀點，台灣海洋觀測站實體化與中央支持化，已屆臨刻不容緩之地步。此時加
17 大國內海洋時序研究及核心實驗室的規模，除強化海洋基礎研究外、就地緣政治重要性(南海為我
18 國領海)，國際競爭優勢(唯一位於熱帶海洋 SEATS 時序測站)與鍵結國內涉海單位策略(建立合作
19 伙伴關係)等各個觀點而言，皆有實質上極具正面的意義。

20 參考資料

- 21 夏復國. 1998. 海洋時間序列研究. *科學發展月刊*. 26(10): 1287–1290.
- 22 詹森、陳韋仁、蘇志杰、夏復國. 2016. 南海國際科學研究：海洋生態、海洋生地化及水質環境、
23 海洋物理、海洋地質. *自然科學簡訊*. 28(3): 1~4.
- 24 Benway HM et al. 2019. Ocean Time Series Observations of Changing Marine Ecosystems: An Era of
25 Integration, Synthesis, and Societal Applications. *Frontiers in Marine Sciences*,
26 doi.org/10.3389/fmars.2019.00393.
- 27 Chen TY, CC Lai, JH Tai, CY Ko and FK Shiah. 2021. Diel to seasonal variation of picoplankton in the
28 tropical South China Sea. *Frontiers in Marine Science*. doi: 10.3389/fmars.2021.732017.
- 29

1 Chen TY, JH Tai, CY Ko, CC Chen, CH Hsieh, NZ Jiao, HB Liu and FK Shiah. 2016. Nutrient pulses
2 driven by internal solitary waves enhance heterotrophic bacteria growth in the South China Sea.
3 *Environmental Microbiology*. 08:40PM EST | DOI: 10.1111/1462-2920.13273.
4 Chien HJ. 2018. Ministry highlights 20th anniversary of SEATS program. *Taipei Times*.
5 <https://www.taipeitimes.com/News/taiwan/archives/2018/06/07/2003694481>
6 Henson SA, C Beaulieu and R Lampitt. 2016. Observing climate change trends in ocean
7 biogeochemistry: when and where. *Global Change Biology*, doi: 10.1111/gcb.13152
8 Hou LT, BS Wang, CC Lai, TY Chen, YY Shih, FK Shiah and CY Ko. 2022. Effects of the mixed layer
9 depth on phytoplankton biomass in a tropical marginal ocean: a multiple timescale analysis. *Earth's*
10 *Future*. [dx.doi.org/10.1029/2020EF001842](https://doi.org/10.1029/2020EF001842).
11 Knap AA, A Michaels, A. Close, H. Ducklow and A. Dickson (eds.). 1996. Protocols for the Joint Global
12 Ocean Flux Study. (JGOFS) Core Measurements. *JGOFS Report*. Nr. 19, vi+170 pp
13 O'Brien TD, L Lorenzoni, K Isensee and L Valdés (Eds). 2017. What are Marine Ecological Time Series
14 telling us about the ocean? *A status report. IOC-UNESCO, IOC Technical Series*, No. 129: 297 pp.
15 Shiah FK, KK Liu and CY Tang. 1999. The South East Asia Time-series Study (SEATS). *US-JGOFS*
16 *Newsletter*. p.8-9.
17 Shiah FK, CC Lai, TY Chen, JH Tai, CY Ko & CW Chang. 2022. Viral shunt in tropical oligotrophic
18 ocean. *Science Advances*. DOI: [10.1126/sciadv.abo2829](https://doi.org/10.1126/sciadv.abo2829).
19 Valdés L and MW Lomas. 2017. "New light for ship-based time series," in What are Marine Ecological
20 Time Series telling us about the ocean? *A status report, Technical Series, No. 129*,
21 Wong GTF, TL Ku, M Mulholland, CM Tseng and DP Wang. 2007. The South East Asian Time-series
22 Study (SEATS) and the biogeochemistry of the South China Sea - An overview. *Deep Sea Research Part*
23 *II: Topical Studies in Oceanography*. 54:14-15. 1434-1447.
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

二、研究方法、進行步驟及執行進度

本「台灣海洋觀測系統；Taiwan Marine Observatory System; Tai-MOS」核心設施計畫發展分為二個階段（圖五）。計畫第一年先由本申請單位(RCEC-AS)與國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心(NARLabs-TORI) 共同籌組 Tai-MOS 核心設施總部計畫。由中研院提供南部院區的空間供總部計畫編制人員研究室/辦公室，生地化實驗室與錨定實驗室使用（圖六）。在此階段，生地化實驗室與錨定實驗室所需的主要儀器設備均使用中研院 RCEC 原有的儀器設備。營運後儀器設備的更新及維修則由 Tai-MOS 總部計畫編列經費為之。國家實驗研究院 TORI 提供沉積物收集服務以及其本身沉積物收集所用的一年二次的勵進研究船航次。日後若需擴展沉積物核心實驗室規模，可透過與其它專精於沉積物學的學術/研究單位的合作申請擴編。總部計畫遠洋觀測的站點則是 SEATS 原先的站點（圖二；原因敘述於後段章節）。

計畫第二年起，視預算核撥情形，開放 Tai-MOS 分部計畫的申請。先以公開徵詢計畫方式，由國內有興趣爭取的大專院校以及研究單位，針對不同生態特性的系統或重要科學議題等提出長期觀測研究計畫簡化的重點說明書，由總部計畫邀請國內相關專家學者組成「分部計畫審核委員會」，邀請提案單位公開說明。經評比後擇其最優者撰寫正式的計畫書，再經「科學指導小組」審核同意後成為 Tai-MOS 分部計畫，與總部計畫共同組成台灣海洋觀測站網絡系統。目前已有至少有二個大學/研究單位表示有意願申請分部計畫。「科學指導小組」為常態性編組，負責監督/顧問總計畫辦公室的各項業務的執行，一任二年可連任。「分部計畫審核委員會」為任務編組，負責審核分部計畫的初審(計畫重點說明書審核與公開說明會評審)。「分部計畫審核委員會」與「科學指導小組」的成員可部分相同但不可完全雷同。

以下就 Tai-MOS 核心設施計畫的任務，組成要件 (科學目標、測站與調查頻率、測量參數、資料庫管理、訓練與教以及國內與國際合作)及管理/操作層面，分述於下：

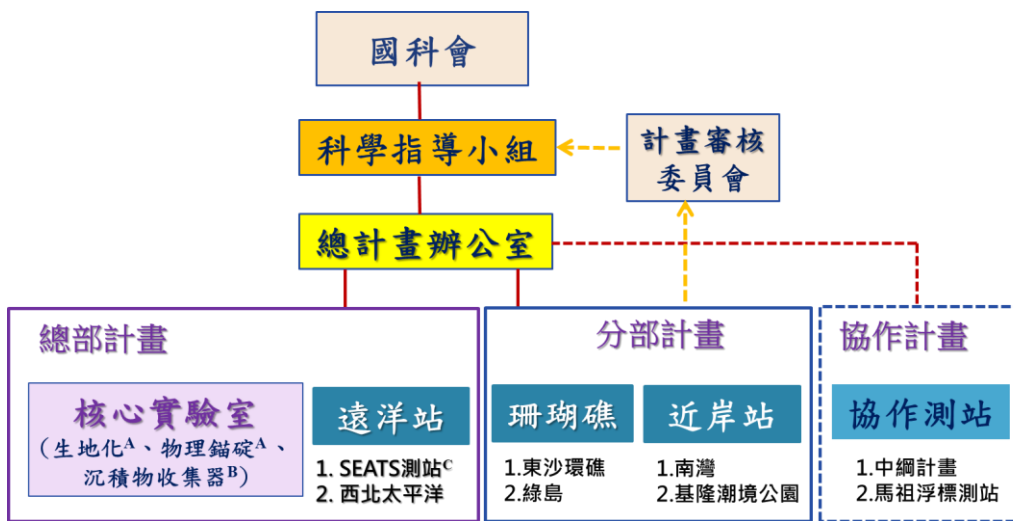
任務： 主要任務：執行國家與國際級計劃中長期觀測站(如 SEATS)之採樣與樣品測量。核心參數資料累積與分享。

次要任務 1: 核心參數測量技術的研發與推廣

次要任務 2: 相關海洋單位設置海洋觀測站與核心實驗室的諮詢及訓練

次要任務 3: 協助學門計畫進行核心參數測量

次要任務 4: 以公定價格方施，接受有特殊需求計畫的樣品代測。



圖五. Tai-MOS 核心設施發展規劃圖。上標 A, 中央研究院-RCEC; B, NARLabs-TORI 與 C, 計畫中已確定會執行之測站。其餘站點尚待徵詢中。



圖六. 中研院南部院區新建的 研究大樓 II 的位置圖。其中的 5 樓樓層將提供 Tai-MOS 總部計畫編制人員研究室/辦公室，生地化實驗室使用。

科學目標: 如前所言，海洋時序觀測計畫必需定有明確的科學目標，這些目標也要隨著國際海洋大環境的研究需求或是執掌 Tai-MOS 計畫的科學家的研究專業而滾動式修正。Tai-MOS 的研究目標如下：

- (1). 觀測並解釋水體混合層及透光層內物理，生物及化學現象之年內/間變異；
- (2). 觀測並解釋水體內”有機顆粒物質合成-分解”通量之年內及年間變異；
- (3). 了解生物及化學變化過程與物理作用(混合層變動，中尺度渦流)之互動關係；

1 (4). 觀測並解釋水體內”微生物環”細部運作現象與機制；

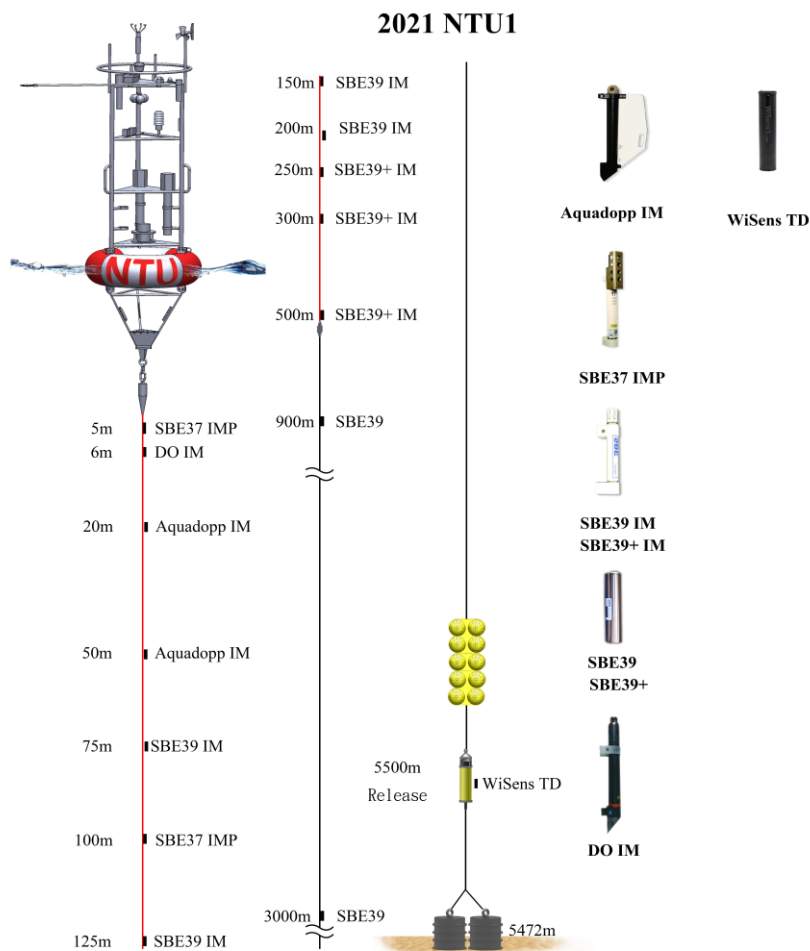
2 (5). 提供與全球變遷趨勢相關之海洋數據。

3
4 **測站與調查頻率:** 本計畫延續 1998 年 7 月開始執行的 SEATS 計畫,選擇位於南海北部 (18 °N; 116
5 °E; 圖二)的 SEATS 深水測站做為 Tai-MOS 總部計畫的測站。原因如下:一是延續國際 SEATS 測
6 站的歷史沿革(早在 1999 年即被 JGOFS 列名為惟一位於熱帶海域的國際測站)與長期的探測資
7 料;二是此站遠離陸地(人為活干擾)並位於深水區,符合遠洋時序站的首要科學條件。為了避免
8 南海北部盛行高頻內波的干擾,當初只能將 SEATS 站定位在 18 °N 以南沒有內波干擾之處,致使
9 遠離台灣本島。面對國內研究船船期需求緊湊的壓力,本計畫只好進行每年四季調查。其中兩次
10 由 TORI 本身已有的沉積物航次分攤,只需額外地再爭取二次各 12 天的航次。此舉能降低本計畫
11 與學門計畫在競爭航次上的敵對性。本計畫擬採用定點高頻採樣作業,即每隔 3 小時採樣一次,
12 進行 24-36 小時蹲站研究,以強調水域內高頻度生地化反應過程的重要性 (Chen et al., 2016, 2021;
13 Lai et al., 2021; Hou et al., 2022; Shiah et al., 2022)。這是目前其它國際時序研究站尚未被強調的採
14 樣策略。

15 **測量參數:**

16 (1) **手測參數:** 表一所列 16 項手測參數是 JGOFS 在 1996 公布的實驗手冊(Knap et al., 1996)。目
17 前已被各個國際時序研究測站所採用。目前本計畫無法提供的 4 項測量參數(標有紅色字體
18 者),目前在國內是某些教授的個人研究專長。未來或可透過合作方式將其納入並成為常規參
19 數。其餘的 14 個參數在 RCEC 的生地化實驗室皆有超過 10 年以上經驗的特殊技能助理,利
20 用已經購置的各型儀器,長/定期在海洋學門航次及翡翠水庫 T-WEBS 觀測計畫中進行測量。
21 這也是 RCEC 在本計畫中最大的競爭優勢之一。一旦核心實驗室成立便可立即運作,不必再
22 行購買儀器及耗時徵募及訓練助理。中研院會提供南部院區全新空間(62 坪)作為生地化核心實
23 驗室所需的空間;也會提供全新的辦公室與研究室給總部計畫下的業務及調查人員;中研院
24 也會提供測量各項水體生地化核心參數所需之儀器(表二)。針對核心參數數據品管,本計畫規
25 劃於每年的 1 及 8 月份與國內幾個重點實驗室(如海洋大學環態所,中研院環變中心,中山大
26 學海地化所…等)提供樣本交互進行盲測,維持國內基本核心參數分析的能力。

1 (2) 錨碇生地化探針自動監測系統: 海洋浮標系統(圖七)可觀測海洋表面的氣象以及上層海洋的
 2 各種物理、化學、生物性質，並利用衛星通訊即時的將資料回傳至控制中心。此種高頻連續
 3 性即時觀測資料有助於氣象預報(如颱風動態發展)及海洋藍碳的最新資訊。台大海洋所物理海
 4 洋組是目前國內唯一有能力從浮標設計組裝、電子電路設計、錨碇布放技術、探針校驗、資
 5 料處理分析到應用於科學研究一手包辦的單位。台大海洋研究所在 2015 年透過自行整合的海
 6 氣象觀測浮標系統 NTU1 進行捕捉颱風暴風圈內的海氣資料。在 2016 與 2018 年分別推出改
 7 良的二代(NTU2)與三代(NTU3) 海氣象觀測浮標。本計畫第一年會編列預算，委請台大物理
 8 海洋團隊組裝錨碇系統，懸掛探針包括溶氧探針、酸鹼值探針、混濁度(懸浮顆粒濃度)探針、
 9 葉綠素螢光探針...等。計畫第二年及其後是否補助則視績效而定。



11 圖七. 台大海洋研究所自行整合的海氣象觀測浮標系統。(https://po1.oc.ntu.edu.tw/buoy/)。
 12
 13

(3) 有機碳輸出(藍碳)參數: 國家實驗研究院 TORI 提供沉降顆粒收集器服務以及其本身一年二次的勵進研究船航次, 在 SEATS 站進行海洋藍碳調查。

表一、國際 JGOFS 訂定時間序列研究應具有的海洋生地化核心參數

編號	核心參數
1	CTD and Related Measurements
2	Salinity Determination
3	Dissolved Oxygen by the Winkler Procedure/Shibala method
4	Total Inorganic Carbon by the Coulometric Procedure
5	Nitrite, Nitrate +Nitrite, Phosphate and Reactive Silicate by continuous Flow Analysis
6	Measurement of Chlorophyll- <i>a</i> and Phaeopigments by Fluorometric Analysis
7	Particulate Organic Carbon and Particulate Nitrogen
8	Dissolved Organic Carbon by High Temperature Combustion/Direct Injection Technique
9	JGOFS Sediment Trap Methods
10	New Production by ¹⁵ N-method
11	Viruses and pico-plankton abundance by Flow Cytometry
12	Primary Production by ¹⁴ C-method
13	Bacterial Production using Methyltritiated Thymidine/Tritiated Leucine
14	Community Respiration by DO dark incubation method
15	Microzooplankton Biomass
16	Microzooplankton Herbivory

表二、中研院 RCEC 可提供之核心實驗室儀器設備

No.	設備名稱	廠牌	型號	購入金額	測量項目
1	流式細胞儀	Thermo-Sci	Attune Nxt	1,800,000	微微型浮游生物量
2	液態閃爍計數器	PerkinElmer	Tri-Carb 4810TR	2,550,000	細菌、初級生產力
3	螢光顯微鏡	Carl Zeiss	Axio Scope, A1	650,000	細菌生物量
4	分光光度計	Shishin Tech.	SP8001、SP830	300,000	營養鹽、溶氧濃度
5	多管道蠕動幫浦	Ismatec	IPC-8	100,000	營養鹽量測
6	螢光光度計	Turner Designs	Trilogy	300,000	葉綠素 a 濃度
7	高速冷凍離心機	Eppendorf	Centrifuge 5810R	400,000	葉綠素 a、細菌生產力
8	真空過濾系統	Chrom Tech	DP-02	25,000	顆粒、溶解態有機碳
9	微量天平	Mettler Toledo	XP2U	800,000	總懸浮顆粒濃度
10	天平	Mettler Toledo	ML4002	100,000	實驗藥品備製
11	碳硫元素分析儀	Horiba	EMIA Pro	1,600,000	顆粒態有機碳

12	總有機碳分析儀	Shimadzu	TOC-LCPH	1,500,000	溶解態有機碳
13	超純水系統	Milli-Q	IQ-7000+Ess 10	1,200,000	實驗用水
14	快速消毒器	Tomin	TM-325	40,000	實驗器材備製
15	高溫爐	Deng Yng	DF303	70,000	顆粒、溶解態有機碳
16	熱風循環烘箱	Deng Yng	DO45	35,000	實驗器材備製
17	恆溫培養箱	Deagle	LTI-600	40,000	恆溫培養
18	超音波清洗器	Delta	DC-600H	40,000	葉綠素萃取
19	恆溫水槽	Firstek	B402-L	70,000	恆溫培養
20	桌上型酸鹼度計	Horiba	F-54BW	20,000	水質量測
21	4°C 冷藏冰箱	Ruey Shing	RS-S3002F	50,000	樣品保存
22	-20°C 冷凍冰箱	Ruey Shing	RS-S3007F	75,000	樣品保存
23	-80°C 冷凍冰箱	Nuaire	NU-6382G	400,000	樣品保存

1 **資料庫建立/管理:** 如前所述，目前已有受國科會支持的海洋資料庫(Ocean Data Bank; ODB)核心
2 設施，負責接收處理與儲藏國內所有被國科會資助的海洋研究的數據。Tai-MOS 計畫時序資料庫
3 與 ODB 間的銜接不會有任何問題。本研究所取得的數據會存入 ODB，公開地供學界及其他政府
4 機構公開索取。數據申請與取得的手續依 ODB 現有的規章條文施行之。Tai-MOS 的中心科學家
5 與博士後以及參與航次的研究團隊，有不受二年資料保護期的限制，在「科學指導小組」核可後，
6 可以優先取得二年內最新的航次資料。

7 **海洋訓練與教育功能:** 由於 Tai-MOS 的核心實驗室服務及每年固定的 4 次南海航次，這些都會成
8 為國內外學者及他(她)們的研究生從事或投入海洋研究的最大誘因。為此，在未來航次中會保留
9 2-4 個船為給博士班的學生。再者，晚近台灣陸續成立許多海洋單位，諸如海委會，國海院，海
10 保署等計畫發展海洋環保與生態調查業務。Tai-MOS 很願意和這些單位建立長期的合作夥伴關
11 係，透過講習與訓練課程，讓其所招收的相關人員能在短期內立刻進入狀況並開展業務；在未來
12 亦可定期舉辦研討會或工作坊，在互相砥礪中發揮 1+1>2 的功效。

13 **年輕學者加盟策略:** 本計畫書尚在撰寫階段，即有許多海洋年輕學者強烈表達合作意願。未來恐
14 有更多海洋年輕學者要求加入。由於勵進研究船船位有限，最多只能乘載研究人員 24 位，本計
15 畫通過後即會進行公開說明會並要求有意加入者繳交航次計畫申請書，交由本計畫的「科學指導

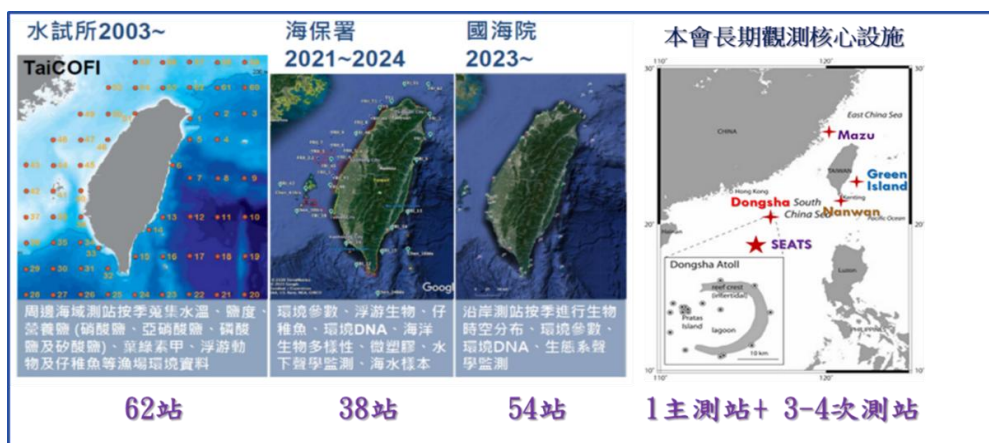
小組」審閱後進行公平且合理的航次分配。往後會每年會在 Tai-MOS 網頁公布訊息，供學界申請進行公開競爭。

與其它涉海單位聯盟策略：國內許多涉海單位諸如水試所，國海院，海保署等，均有各自編列的經費在台灣附近海域進行各類生態調查。「台灣海洋觀測系統」是一種帶有服務學界功能的科學研究型計畫，一切以科研及提升學界海洋研究水準為出發點。其它涉海單位環境監測計畫(圖八)是以該單位服務宗旨(資源生態管理/環保政策擬定)為重點的任務型計畫。二者在很多的營運層面不盡相同但是不衝突(表三)，但是二者都需要以高品質/精密數據為依託。

表三、本計畫與其它涉海單位計畫在營運層面上的比較表。

比較項目	其它涉海單位	台灣海洋觀測系統核心設施
調查場域位置	沿岸近海	大洋與特殊生態系
調查目的取向	資源生態管理/環保政策擬定	基礎科學研究
調查方法偏重	密集站點偏重闊域空間分布	少數測點偏重高時間解析
核心參數執行能力	一級與部分的二級 ^註	一級二級三級

註：多數涉海單位並無建構自己的人力與實驗室執行核心參數的測量。環境監測計畫都是以外包方式委託大學或研究機構進行。



圖八. Tai-MOS 核心設施與其它涉海單位環境監測計畫站點比較圖。

1 本計劃可以透過下列四項工作的執行，與其它涉海單位達成策略聯盟。

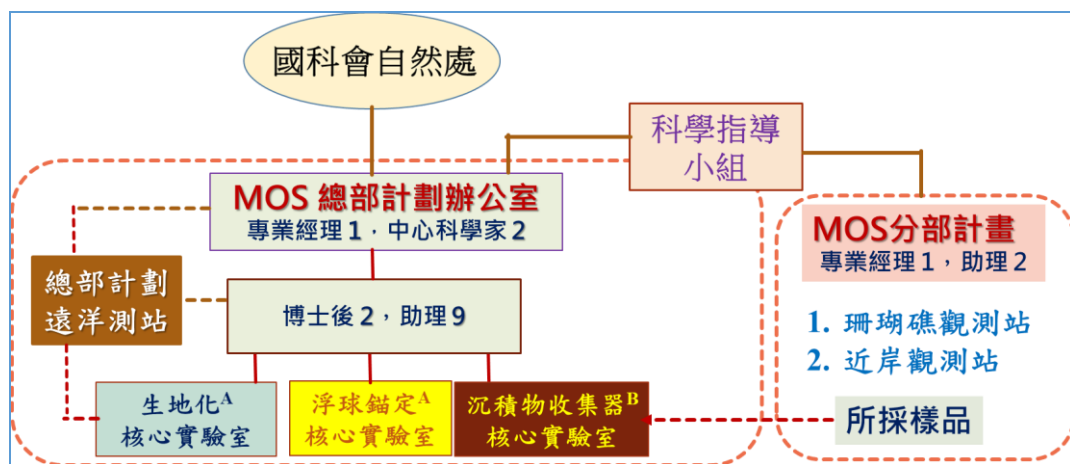
- 2 1. 舉辦核心參數測量方法與儀器使用講習班: 每年 1-2 次，每次 1 週。
- 3 2. 邀請學界專家及教授授課，並在核心實驗室實際操演。舉辦國內海洋觀測計畫交流會: 每年一
4 次，就管理策略，測站選取，採樣策略以及數據展示...等，進行討論。
- 5 3. 彼此邀請互上對方航次: 由實際海上作業中，交換心得。採同一批水樣，攜回實驗室測量，
6 數據進行相互比對。
- 7 4. 共同舉辦國際海洋觀測研討會: 每年 1 次，與國內外相關實驗室進行合作交流。

8 **國際合作:** NCOR-SEATS 計畫於 1998 年即成為國際時序研究測站之一、提供熱帶海域部分重要的
9 海洋資訊 (Shiah et al., 1999, 2022; Wong et al., 2007; 詹森...等., 2016)。在 2007 年隨著 NCOR 轉
10 型，SEATS 變成個人型計畫後，國際參與度雖然隨之下滑，但知名度在不斷有高品質論文的發表
11 下，仍能維持不墜。這對未來推展國際交流合作具有相當的優勢。計畫主持人與台大卜詩安助理
12 教授目前與美國 HOT 與 BATS 時序計畫團隊仍保有良好溝通管道。規劃在計畫第 1 至 2 年間或
13 親至 HOT 與 BATS 基地或邀請此二計畫執行人來台訪問，除討論簽訂 MOU 的可能性外，並共同
14 研議交流的項目(如派員學習對方新發展出的調查項目/方法)與執行方面的細節。國際交流的項目
15 與細節將會在後續(第 2 或第 3 年)的計畫書中予以呈現。此外亦會每年派員參加相關國際組織的
16 年會與研討會。如有可能，也會在 Tai-MOS 計畫的第 2-3 年在台灣籌辦國際研討會。

17 **Tai-MOS 研究人力管理及執行:**

18 **管理層次:** 由三至四名正式研究員負責(圖九)，包括一名計畫經理(總計畫主持人兼任)總其事，1
19 名科學家與 1 名博士後。所負責之事項計有：(1). 確立執行層次(件下方敘述)運作正常，包括研
20 究人力(助理)之調配；測量項目及航次進度之掌控以及單位內各實驗空間之協調等；(2). 資料庫
21 之管理：確切執行資料庫之政策及數據之品質管制；(3). 國內、外相關學術活動之規劃；(4). 整
22 合、協調時序研究內之子計畫及與時序研究有關之國內外的友計畫。科學家需具有二年以上的博
23 士後經驗，除分擔計畫經理支業務外，需針對 Tai-MOS 計畫下的時序測站(生態系統)，獨立地向
24 國科會提出自己的研究計畫書。在維持長期量測技術人力方面，TMOS 會向國科會申請服務型或
25 共用設施計畫的可長期聘用的技術型博士後研究，有助於維持本計畫長期量測技術人力的穩定。

執行層次：編列 6 位研究助理與 1 名行政助理供 7 位，由總部計畫聘用；另有 2 名研究助理名額由中研院提供。由於航次調查中需進行 36 小時每隔 3 小時的蹲站取樣，加上核心參數繁多，每個航次需有至少 4 名助理上船，以三班輪值方式採樣。每年四次航次中每位助理參加二次航次。此層次之工作重點為數據之取得、處理、檢視、分析並存入資料庫。為確保高品質數據，由具有十年以上實務經驗的資深助理負責。他(她)們對採樣之儀器(如溫鹽深儀上之各種探針、採水瓶、沈積物收集器...等)，各類環境因子之測量方法(如溶氧、鹽度、鹽養鹽...等)以及電腦數據處理分析等項目均需十分熟悉。此層次內最重三個工作項目是：(1). 上述各工作項目的障礙消除；(2). 消除採樣誤差及分析誤差。其中後者包括測量儀器及操作人員(如更換操作員)所引起之誤差。每種測量方法最好有標準品以做校正之用；(3). 各類數據之處理，檢視及統計分析應於航次後儘速完成，以免上一航次之問題延誤至下一航次。目前已有 5 名具有豐富航次經驗的碩/學士表達加入意願。此外，本計畫亦須編列行政助理，除協助行政事務與財務外，亦須處理公關事務，協助規劃辦理國內與國際合作等相關事務。



圖九. Tai-MOS 核心設施總部計畫與分部計畫人力分配架構圖。9 名助理中 6 位研究助理 1 名行政助理，由總部計畫聘用；另有 2 名研究助理名額由中研院提供。上標 A, 中央研究院-RCEC; B, NARLabs-TORI。

計畫執行成效評估指標：

1. 安排學界 PI 研究團隊參與航次的滿意度與妥善率
2. 參與航次的碩/博士生人數

- 1 3. 核心參數樣品分析後數據取得的妥善率
- 2 4. 數據庫中數據資料的被申請使用率
- 3 5. 核心實驗室代測樣品的服務滿意度
- 4 6. 發表學術論文中的篇數以及被致謝次數
- 5 7. 其他 (參與或舉辦國內/國際研討會次數，舉辦核心參數測量方法與儀器使用講習班次數)

6

7 三、預期完成之工作項目及成果

- 8 1. 提供高品質長達數十年的海洋環境資料，為環境可持續性(sustainability)和氣候變遷(climate
- 9 changes)分析研究之用。
- 10 2. 吸引並提升跨領域與跨國合作，後者有助於提升臺灣科學界的國際聲譽，並突顯臺灣在基礎科學
- 11 研究方面的成就。
- 12 3. 核心實驗室提供的高品質環境輔助參數與固定的航次(一年四次)，可有效地成為年輕科研人員(博
- 13 碩生、博後)的培訓平台和成長基地。
- 14 4. 透過核心實驗室服務，有效地強化國內海洋相關單位及研究機構與國科會的夥伴關係。

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

1
2 附錄 1. 表列 SEATS 計畫中本國的論文發表量。

- 3 1. Chen, C.-T. A., &Huang, M.-H. (1995). Carbonate chemistry and the anthropogenic CO₂ in the South China Sea. *Acta*
4 *Oceanologica Sinica*, 14(1), 47–57.
- 5 2. Chen, C. T. A., &Huang, M. H. (1996). A mid-depth front separating the South China Sea water and the Philippine sea water.
6 *Journal of Oceanography 1996 52:1*, 52(1), 17–25.
- 7 3. Chen, C. T. A., &Wang, S. L. (1998). Influence of intermediate water in the western Okinawa Trough by the outflow from the
8 South China Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 103(C6), 12683–12688.
- 9 4. Chen, C. T. A., Wang, S. L., Wang, B. J., &Pai, S. C. (2001). Nutrient budgets for the South China Sea basin. *Marine*
10 *Chemistry*, 75(4), 281–300.
- 11 5. Liu, K.-K., Chao, S. Y., Shaw, P. T., Gong, G. C., Chen, C. C., &Tang, T. Y. (2002). Monsoon-forced chlorophyll distribution
12 and primary production in the South China Sea: observations and a numerical study. *Deep Sea Research Part I:*
13 *Oceanographic Research Papers*, 49(8), 1387–1412.
- 14 6. Wu, J., Chung, S.-W., Wen, L.-S., Liu, K.-K., Lee Chen, Y., Chen, H.-Y., Karl, D. M., Chung, S., Wen, L., Liu, K., Chen, Y.
15 L., Chen, H., &Karl, D. M. (2003). Dissolved inorganic phosphorus, dissolved iron, and Trichodesmium in the oligotrophic
16 South China Sea. *Global Biogeochemical Cycles*, 17(1), 8–1.
- 17 7. Chou, W.-C., Sheu, D. D.-D., Chen, C.-T. A., Wang, S.-L., &Tseng, C.-M. (2005). Seasonal Variability of Carbon Chemistry
18 at the SEATS Time-Series Site, Northern South China Sea Between 2002 and 2003. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic*
19 *Sciences*, 16(2), 445–465.
- 20 8. Tseng, Chun Mao, Wong, G. T. F., Lin, I. I., Wu, C. R., &Liu, K. K. (2005). A unique seasonal pattern in phytoplankton
21 biomass in low-latitude waters in the South China Sea. *Geophysical Research Letters*, 32(8), 1–4.
- 22 9. Chen, C. C., Shiah, F. K., Chung, S. W., &Liu, K. K. (2006). Winter phytoplankton blooms in the shallow mixed layer of the
23 South China Sea enhanced by upwelling. *Journal of Marine Systems*, 59(1–2), 97–110.
- 24 10. Chen, C. T. A., Wang, S. L., Chou, W. C., &Sheu, D. D. (2006). Carbonate chemistry and projected future changes in pH and
25 CaCO₃ saturation state of the South China Sea. *Marine Chemistry*, 101(3–4), 277–305.
- 26 11. Wen, L. S., Jiann, K. T., &Santschi, P. H. (2006). Physicochemical speciation of bioactive trace metals (Cd, Cu, Fe, Ni) in the
27 oligotrophic South China Sea. *Marine Chemistry*, 101(1–2), 104–129.
- 28 12. Chou, W.-C., Chen, Y.-L. L., Sheu, D. D., Shih, Y.-Y., Han, C.-A., Cho, C. L., Tseng, C.-M., Yang, Y.-J., Chen, Y.-L. L.,
29 Sheu, D. D., Shih, Y.-Y., Han, C.-A., Cho, C. L., Tseng, C.-M., &Yang, Y.-J. (2006). Estimated net community production
30 during the summertime at the SEATS time-series study site, northern South China Sea: Implications for nitrogen fixation.
31 *Geophysical Research Letters*, 33(22).
- 32 13. Chou, W. C., Sheu, D. D., Lee, B. S., Tseng, C. M., Chen, C. T. A., Wang, S. L., &Wong, G. T. F. (2007). Depth distributions
33 of alkalinity, TCO₂ and δ¹³C_{TCO2} at SEATS time-series site in the northern South China Sea. *Deep Sea Research Part II:*
34 *Topical Studies in Oceanography*, 54(14–15), 1469–1485.
- 35 14. Chou, W C, Sheu, D. D., Chen, C. T. A., Wen, L. S., Yang, Y., &Wei, C. L. (2007). ransport of the South China Sea
36 subsurface water outflow and its influence on carbon chemistry of Kuroshio waters off southeastern Taiwan. *Journal of*
37 *Geophysical Research: Oceans*, 112(C12).
- 38 15. Ho, T. Y., Wen, L. S., You, C. F., &Lee, D. C. (2007). The trace metal composition of size-fractionated plankton in the South
39 China Sea: Biotic versus abiotic sources. *Limnology and Oceanography*, 52(5), 1776–1788.
- 40 16. Hung, J. J., Wang, S. M., &Chen, Y. L. (2007). Biogeochemical controls on distributions and fluxes of dissolved and
41 particulate organic carbon in the Northern South China Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*,
42 54(14–15), 1486–1503.
- 43 17. Lee-Chen YL, Chen HY, Lin II, Lee MA & Chang J. (2007). Effects of cold eddy on phytoplankton production and
44 assemblages in Luzon strait bordering the South China Sea. *Journal of Oceanography 2007 63:4*, 63(4), 671–683.
- 45 18. Lee-Chen YL, Chen HY & Chung CW. (2007). Seasonal variability of coccolithophore abundance and assemblage in the

- 1 northern South China Sea. *Deep Sea Res II: Topical Studies in Oceanography*, 54(14–15), 1617–1633.
- 2 19. Lin, H. L., &Hsieh, H. Y. (2007). Seasonal variations of modern planktonic foraminifera in the South China Sea. *Deep Sea*
3 *Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 54(14–15), 1634–1644.
- 4 20. Liu H, Chang J, Tseng CM, Wen LS & Liu KK. (2007). Seasonal variability of picoplankton in the Northern South China Sea
5 at the SEATS station. *Deep-Sea Re II: Topical Studies in Oceanography*, 54(14–15), 1602–1616.
- 6 21. Liu KK, Chen Y J, Tseng CM, Lin II, Liu HB & Snidvongs, A. (2007). The significance of phytoplankton photo-adaptation
7 and benthic–pelagic coupling to primary production in the South China Sea: Observations and numerical investigations.
8 *Deep-Sea Res II: Topical Studies in Oceanography*, 54(14–15), 1546–1574. _
- 9 22. Liu, Kon-Kee, Kao, S. J., Hu, H. C., Chou, W. C., Hung, G. W., &Tseng, C. M. (2007). Carbon isotopic composition of
10 suspended and sinking particulate organic matter in the northern South China Sea—From production to deposition. *Deep Sea*
11 *Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 54(14–15), 1504–1527.
- 12 23. Tseng, C. M., Wong, G. T. F., Chou, W. C., Lee, B. S., Sheu, D. D., &Liu, K. K. (2007). Temporal variations in the carbonate
13 system in the upper layer at the SEATS station. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 54(14–15),
14 1448–1468.
- 15 24. Wu, C. R., &Chiang, T. L. (2007). Mesoscale eddies in the northern South China Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical*
16 *Studies in Oceanography*, 54(14–15), 1575–1588.
- 17 25. Wong, G. T. F., Ku, T. L., Mulholland, M., Tseng, C. M., &Wang, D. P. (2007). The SouthEast Asian Time-series Study
18 (SEATS) and the biogeochemistry of the South China Sea—An overview. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in*
19 *Oceanography*, 54(14–15), 1434–1447.
- 20 26. Wong, G. T. F., Tseng, C. M., Wen, L. S., &Chung, S. W. (2007). Nutrient dynamics and N-anomaly at the SEATS station.
21 *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 54(14–15), 1528–1545.
- 22 27. Ho TY, You CF, Chou WC, Pai SC, Wen L S & Sheu DD. (2009). Cadmium and phosphorus cycling in the water column of
23 the South China Sea: The roles of biotic and abiotic particles. *Marine Chemistry*, 115(1–2), 125–133.
- 24 28. Tseng CM, Gong GC, Wang LW, Liu KK & Yang Y. (2009). Anomalous biogeochemical conditions in the northern South
25 China Sea during the El-Niño events between 1997 and 2003. *Geophysical Research Letters*, 36(14), 14611.
- 26 29. Tseng, Chun Mao, Liu, K. K., Wang, L. W., &Gong, G. C. (2009). Anomalous hydrographic and biological conditions in the
27 northern South China Sea during the 1997–1998 El Niño and comparisons with the equatorial Pacific. *Deep Sea Research*
28 *Part I: Oceanographic Research Papers*, 56(12), 2129–2143.
- 29 30. Ho TY, Chou WC, Wei CL, Lin FJ, Wong GTF & Lin H L. (2010). Trace metal cycling in the surface water of the South
30 China Sea: Vertical fluxes, composition, and sources. *Limnology and Oceanography*, 55(5), 1807–1820. _
- 31 31. Hung, C.-C., Gong, G.-C., Chou, W.-C., Chung, C.-C., Lee, M.-A., Chang, Y., Chen, H.-Y., Huang, S.-J., Yang, Y., Yang,
32 W.-R., Chung, W.-C., Li, S.-L., &Laws, E. (2010). The effect of typhoon on particulate organic carbon flux in the southern
33 East China Sea. *Biogeosciences*, 7(10), 3007–3018.
- 34 32. Sheu DD, Chou WC, Wei CL, Hou WP, Wong GTF & Hsu C W (2010). Influence of El Niño on the sea-to-air CO₂ flux at the
35 SEATS time-series site, northern South China Sea. *J Geophy Res: Oceans*, 115(C10), 10021.
- 36 33. Wei, C.-L., Lin, S.-Y., Sheu, D. D.-D., Chou, W.-C., Yi, M.-C., Santschi, P. H., &Wen, L.-S. (2011). Particle-reactive
37 radionuclides (²³⁴Th, ²¹⁰Pb, ²¹⁰Po) as tracers for the estimation of export production in the South China Sea. *Biogeosciences*,
38 8(12), 3793–3808. _
- 39 34. Ho, T. Y., Chou, W. C., Lin, H. L., &Sheu, D. D. (2011). Trace metal cycling in the deep water of the South China Sea: The
40 composition, sources, and fluxes of sinking particles. *Limnology and Oceanography*, 56(4), 1225–1243.
- 41 35. Wang, S.-H., Hsu, N. C., Tsay, S.-C., Lin, N.-H., Sayer, A. M., Huang, S.-J., Lau, W. K. M., Hsu, N. C., Tsay, S.-C., Lin,
42 N.-H., Sayer, A. M., Huang, S.-J., &Lau, W. K. M. (2012). Can Asian dust trigger phytoplankton blooms in the oligotrophic
43 northern South China Sea? *Geophysical Research Letters*, 39(5), 5811.
- 44 36. Yang, S. C., Lee, D. C., &Ho, T. Y. (2012). The isotopic composition of Cadmium in the water column of the South China
45 Sea. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 98, 66–77.

- 1 37. Kao, S.-J., Yang, J.-Y. T., Liu, K.-K., Dai, M., Chou, W.-C., Lin, H.-L., Ren, H., Yang, Y. T., Liu, K.-K., Dai, M., Chou,
2 W.-C., Lin, H.-L., &Ren, H. (2012). Isotope constraints on particulate nitrogen source and dynamics in the upper water
3 column of the oligotrophic South China Sea. *Global Biogeochemical Cycles*, 26(2), 2033.
- 4 38. Pan, X., Wong, G. T. F., Shiah, F. K., &Ho, T. Y. (2012). Enhancement of biological productivity by internal waves:
5 Observations in the summertime in the northern South China Sea. *Journal of Oceanography*, 68(3), 427–437.
- 6 39. Pan, X., Wong, G. T. F., Ho, T. Y., Shiah, F. K., &Liu, H. (2013). Remote sensing of picophytoplankton distribution in the
7 northern South China Sea. *Remote Sensing of Environment*, 128, 162–175.
- 8 40. Liu, K.-K., Wang, L. W., Dai, M., Tseng, C. M., Yang, Y., Sui, C. H., Oey, L., Tseng, K. Y., &Huang, S. M. (2013).
9 Inter-annual variation of chlorophyll in the northern South China Sea observed at the SEATS Station and its asymmetric
10 responses to climate oscillation. *Biogeosciences*, 10(11), 7449–7462.
- 11 41. Hsu SC, Tsai F, Lin FJ, Chen WN, Shiah FK, Huang JC, Chan C Y, Chen CC, Liu TH, Chen HY, Tseng CM, Hung GW,
12 Huang CH, Lin SH & Huang YT. (2013). A super Asian dust storm over the East and South China Seas: Disproportionate
13 dust deposition. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(13), 7169–7181.
- 14 42. Lee Chen, Y. ling, Chen, H. Y., Lin, Y. H., Yong, T. C., Taniuchi, Y., &Tuo, S. how. (2014). The relative contributions of
15 unicellular and filamentous diazotrophs to N₂ fixation in the South China Sea and the upstream Kuroshio. *Deep Sea Research*
16 *Part I: Oceanographic Research Papers*, 85, 56–71.
- 17 43. Wei, C.-L., Yi, M.-C., Lin, S.-Y., Wen, L.-S., &Lee, W.-H. (2014). Seasonal distributions and fluxes of ²¹⁰Pb and ²¹⁰Po in the
18 northern South China Sea. *Biogeosciences*, 11(23), 6813–6826.
- 19 44. Tseng, C. H., Chiang, P. W., Lai, H. C., Shiah, F. K., Hsu, T. C., Chen, Y. L., Wen, L. S., Tseng, C. M., Shieh, W. Y., Saeed,
20 I., Halgamuge, S., &Tang, S. L. (2015). Prokaryotic assemblages and metagenomes in pelagic zones of the South China Sea.
21 *BMC Genomics*, 16(1), 1–16.
- 22 45. Ho, T. Y., Pan, X., Yang, H. H., Wong, G. T. F., &Shiah, F. K. (2015). Controls on temporal and spatial variations of
23 phytoplankton pigment distribution in the Northern South China Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in*
24 *Oceanography*, 117, 65–85.
- 25 46. Tai, J.H, X Pan, & GTF Wong,. (2017). Upper Water Structure and Mixed Layer Depth in Tropical Waters: The SEATS
26 Station in the Northern South China Sea. *Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences*, 28(6), 1019–1032.
- 27 47. Tseng, H. C., Chen, C. T. A., Borges, A.V., DelValls, T. A., Lai, C. M., &Chen, T. Y. (2016). Distributions and sea-to-air
28 fluxes of nitrous oxide in the South China Sea and the West Philippines Sea. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic*
29 *Research Papers*, 115, 131–144.
- 30 48. Wei, C. L., Chia, C. Y., Chou, W. C., &Lee, W. H. (2017). Sinking fluxes of ²¹⁰Pb and ²¹⁰Po in the deep basin of the northern
31 South China Sea. *Journal of Environmental Radioactivity*, 174, 45–53.
- 32 49. Lui, H. K., Chen, K. Y., Chen, C. T. A., Wang, B. S., Lin, H. L., Ho, S. H., Tseng, C. J., Yang, Y., &Chan, J. W. (2018).
33 Physical Forcing-Driven Productivity and Sediment Flux to the Deep Basin of Northern South China Sea: A Decadal Time
34 Series Study. *Sustainability 2018, Vol. 10, Page 971, 10(4)*, 971.
- 35 50. Shih, Y. Y., Lin, H. H., Li, D., Hsieh, H. H., Hung, C. C., &Chen, C. T. A. (2019). Elevated carbon flux in deep waters of the
36 South China Sea. *Scientific Reports 2019 9(1)*, 1–8.
- 37 51. Chen, T. Y., Lai, C. C., Tai, J. H., Ko, C. Y., & Shiah, F. K. (2021). Diel to Seasonal Variation of Picoplankton in the
38 Tropical South China Sea. *Frontiers in Marine Science*, 8, 1460.
- 39 52. Liao, W. H., Takano, S., Tian, H. A., Chen, H. Y., Sohrin, Y., & Ho, T. Y. (2021). Zn elemental and isotopic features in
40 sinking particles of the South China Sea: Implications for its sources and sinks. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 314,
41 68–84.
- 42 53. Shih, Y. Y., Shiah, F. K., Lai, C. C., Chou, W. C., Tai, J. H., Wu, Y. S., Lai, C. Y., Ko, C. Y., &Hung, C. C. (2021).
43 Comparison of Primary Production Using in situ and Satellite-Derived Values at the SEATS Station in the South China Sea.
44 *Frontiers in Marine Science*, 8, 1377.
- 45 54. Hou, L. T., Wang, B. S., Lai, C. C., Chen, T. Y., Shih, Y. Y., Shiah, F. K., &Ko, C. Y. (2022). Effects of Mixed Layer Depth

- on Phytoplankton Biomass in a Tropical Marginal Ocean: A Multiple Timescale Analysis. *Earth's Future*, 10(5), e2020EF001842.
55. Jurikova H, Abe O, Shiah FK, & Liang MC. (2022). New constraints on biological production and mixing processes in the South China Sea from triple isotope composition of dissolved oxygen. *Biogeosciences*, 19(7), 2043–2058.
56. Shiah, F. K., Lai, C. C., Chen, T. Y., Ko, C. Y., Tai, J. H., & Chang, C. W. (2022). Viral shunt in tropical oligotrophic ocean. *Science Advances*, 8(41), eabo2829.
57. Wong GTF, Chung SW, Shiah FK, Chen CC, Wen LS & Liu K K. (2002). Nitrate anomaly in the upper nutricline in the northern South China Sea - Evidence for nitrogen fixation. *Geophysical Research Letters*, 29(23), 12–1.
58. Chai, F., Liu, G., Xue, H., Shi, L., Chao, Y., Tseng, C. M., Chou, W. C., & Liu, K. K. (2009). Seasonal and interannual variability of carbon cycle in South China Sea: A three-dimensional physical-biogeochemical modeling study. *Journal of Oceanography* 2009 65:5, 65(5), 703–720.
59. Takano, S., Liao, W. H., Tian, H. A., Huang, K. F., Ho, T. Y., & Sohrin, Y. (2020). Sources of particulate Ni and Cu in the water column of the northern South China Sea: Evidence from elemental and isotope ratios in aerosols and sinking particles. *Marine Chemistry*, 219, 103751. h

附錄 2. 表列中央研究院環境變遷研究中心 T-WEBS 計畫自 2010 年迄今的論文發表量。

1. dela Paz ESP, N Okuda, PC Ho, FS Lin, CH Hsieh, CC Lai, FK Shiah and CY Ko. 2023. Nitrogen subsidies to pelagic food webs through profundal methane-oxidizing bacteria in oligotrophic freshwater. *Freshwater Biology*. (revision). IF: 3.630.
2. Lee LC, G Weigelhofer, T Hein, SC Chan, YS Liou, CS Liao, FK Shiah, YL Yu, TY Lee and JC Huang. 2023. Transition of Carbon-Nitrogen Coupling along an Anthropogenic Disturbance Gradient in Subtropical Small Mountainous Rivers. *Science of the Total Environment*. IF: 10.753.
3. Lee TY, CC Chiu, CJ Chen, CY Lin and FK Shiah. 2022. Assessing Future Availability of Water Resources in Taiwan based on the Budyko Framework. *Ecological Indicators*. IF: 6.263.
4. Lopez, ML; YY Lin, S Schneider, Ch Hsieh, FK Shiah and M Ryuji. 2022. Allometric scaling of interspecific RNA transcript abundance to extend the use of metatranscriptomics in characterizing complex communities. *Molecular Ecology Resource*. IF: 7.059.
5. Chang CW, T Miki, H Ye, S Souissi, R Adrian, O Anneville, S Ban, Y Be'eri-Shlevin, YR Chiang, H Feuchtmayr, G Gal, S Ichise, M Kagami, M Kumagai, X Liu, S Matsuzaki, MM Manca, P Nöges, R Piscia, M Rogora, FK Shiah, SJ. Thackeray, H Agasild, CE Widdicombe, JT Wu, T Zohary and CH Hsieh*. 2022. Causal networks of phytoplankton diversity and production are modulated by environmental context. *Nature Communications*. 13:1140. IF: 14.919.
6. Cheng WH, C-h Hsieh, CW Chang, FK Shiah and T Miki. 2022. New index of functional specificity to predict the redundancy of ecosystem functions in microbial communities. *FEMS Microbiology Ecology*. 98(6): 1-9. IF: 4.519.
7. Lai CC., CY Ko, E Austria and FK Shiah*. 2021. Extreme weather events enhance DOC consumption in a subtropical freshwater ecosystem: a multiple-typhoon analysis. *Microorganisms*. 9(6): 1199. IF: 4.926
8. Chang CW, T Miki, M Ushio, PJ Ke, HP Lu, FK Shiah, CH Hsieh. 2021. Reconstructing large interaction networks from empirical time series data. *Ecology Letters*. doi: 10.1111/ele.13897. IF: 9.492.
9. Lopez ML, YY Lin, M. Sato, FK Shiah, CH Hsieh, and M Ryuji. 2021. Using meta-transcriptomics to estimate the diversity and composition of zooplankton communities. *Molecular Ecology Resources*. doi: 10.1111/1755-0998.13506. IF: 8.678.
10. Ho PC, CW Chang, FK Shiah, PL Wang, CH Hsieh and KH Andersen. 2020. Body size, light intensity and nutrient supply determine plankton stoichiometry in mixotrophic plankton food webs. *American Naturalist*. 195(4): 100~111 IF: 3.926.
11. Zheng LW, D Li, XD Ding, TY Lee, ZH Zheng, FK Shiah, XF Zheng, TC Hsu, JC Huang and SJ Kao. 2020. Isotope Constraints on the Sources of Particulate Organic Carbon in a Subtropical Deep Reservoir. *JGR Biogeosciences*. 10.1029/2019JG005240. 1~15. SCI. IF: 4.710.
12. Chang CW, Y Hao, M Takeshi, D Ethan, S Souissi, A Orlane, A Rita, YR Chiang, I Satoshi, K Michio, M Shin-ichiro, FK

- 1 Shiah, JT Wu, CH Hsieh and G Sugihara. 2020. Long-term warming destabilizes aquatic ecosystems through weakening
2 biodiversity-mediated causal networks. *Global Change Biology*. IF: 9.610. doi.org/10.1111/gcb.15323
- 3 13. Ritika Kaushal, CC Lai, FK Shiah and MC Liang. 2020. Investigating nitrate dynamics in a well-preserved subtropical
4 reservoir using ^{17}O method. *Science of the Total Environment*. IF: 10.753. 753:141836.
- 5 14. Lee LC, TC Hsu, TY Lee, YT Shih, CY Lin, SH Jien, T Hein, F Zehetner, FK Shiah, JC Huang. 2019. Unusual Roles of
6 Discharge, Slope and SOC in DOC Transport in Small Mountainous Rivers, Taiwan. *Scientific Reports*. 9:1574. IF: 4.996.
- 7 15. Shih YT, PH Chen, LC Lee, CS Liao, SH Jien, FK Shiah, TY Lee, T Hein, F Zehetner, CT Chang, and JC Huang. 2018.
8 Dynamic Responses of DOC and DIC Transport to Different Flow Regimes in a Subtropical Small Mountainous River.
9 *Hydrology and Earth System Sciences*. 22: 6579-6590. IF: 5.748.
- 10 16. Ko CY, CC Lai, HH Hsu, FK Shiah*. 2017. Decadal phytoplankton dynamics in response to episodic climatic disturbances in
11 a subtropical deep freshwater ecosystem. *Water Research* 109:102-113. IF: 13.400.
- 12 17. Okuda N, Y Sakai, K Fukumori, SM Yang, CH Hsieh, FK Shiah*. 2017. Food-web properties of the recently constructed,
13 deep subtropical Fei-Tsui Reservoir. *Hydrobiologia* 802 (1): 199–210. IF: 2.600.
- 14 18. Chow MF, CC Lai, HY Kuo, CH Lin, TY Chen, FK Shiah*. 2017. Long term trends and dynamics of dissolved organic
15 carbon (DOC) in a subtropical reservoir basin. *Water*. 9, 545; doi:10.3390/w9070545. IF: 3.530.
- 16 19. Chow MF, JC Huang, FK Shiah*. 2017. Phosphorus dynamics along river continuum during typhoon storm events. *Water*. 9,
17 537; doi:10.3390/w9070537. IF: 3.530.
- 18 20. Miki T, M Itoh, H Kojima, PC Ho, CW Chang, TY Chen, SY Hsiao, Y Kobayashi, M Fujibayashi, SJ Kao, CH Hsieh, M
19 Fukui, N Okuda and FK Shiah*. 2017. Integrating isotopic, microbial and modeling approaches to better understand methane
20 dynamics at a frequently-disturbed deep reservoir in Taiwan. *Ecological Research* DOI 10.1007/s11284-017-1502-z. IF:
21 1.917.
- 22 21. Jurikova H, T Guha, O Abe, FK Shiah, CH Wang and MC Liang. 2017. Variations in triple isotope composition of dissolved
23 oxygen and primary production in a subtropical reservoir. *Biogeosciences*. 13, 6683-6698. IF: 4.710.
- 24 22. Chow MF, FK Shiah*, CC Lai, HY Kuo, KW Wang, TY Chen, CH Lin, Y. Kobayashi and CY Ko. 2016. Evaluation of surface
25 water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Fei-Tsui Reservoir basin, Taiwan. *Environmental Earth*
26 *Sciences*. 75:1-15. IF = 1.765.
- 27 23. Huang JC, TY Lee, TC Lin, T Hein, LC Lee, YT Shih, SJ Kao, FK Shiah, and NH Lin. 2016. Effects of different N sources on
28 riverine DIN export and retention in subtropical high-standing island, Taiwan. *Biogeosciences* 13: 1787-1800. IF: 4.710.
- 29 24. Ho PC, N Okuda, T Miki, M Itoh, FK Shiah, CW Chang, SY Hsiao, SJ Kao, M Fujibayashi and CH Hsieh. 2016. Summer
30 profundal hypoxia determines the coupling of methanotrophic production and the pelagic food web in a subtropical reservoir.
31 *Freshwater Biology*. 61: 1694–1706. IF: 3.360.
- 32 25. Kobayashi Y, Kojima H, Itoh M, Okuda N, Fukui M and FK Shiah. 2016. Abundance of planktonic methane-oxidizing
33 bacteria in a subtropical reservoir. *Plankton and Benthos Research*. 11(4):144-146. DOI:10.3800/pbr.11.144. IF: 0.740.
- 34 26. Yamamoto Y and FK Shiah. 2016. Appearance of *Cylindrospermopsis raciborskii* in winter in an artificial pond in northern
35 Taiwan. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.*, 52: 335-341. IF: 1.042.
- 36 27. Ko CY, CC Lai, TY Chen, HH Hsu and FK Shiah*. 2015. Typhoon effects on phytoplankton responses in a semi-closed
37 freshwater ecosystem. *Marine and Freshwater Research*. http://dx.doi.org/10.1071 /MF14294. IF: 2.250.
- 38 28. Itoh M, Y Kobayashi, TY Chen, T Tokida, M Fukui, H Kojima, T Miki, I Tayasu, FK Shiah, and N Okuda. 2015. Effect of
39 inter-annual variation in winter vertical mixing on CH_4 dynamics in a subtropical reservoir. *J. Geophys. Res. – Biogeosciences*.
40 120 (7): 1177–1195. IF: 3.822.
- 41 29. Chang CW, T Miki, FK Shiah, SJ Kao, JT Wu, AR Sastri and CH Hsieh*. 2014. Linking secondary structure of individual size
42 distribution with nonlinear size–trophic level relationship in food webs. *Ecology*. 95(4) pp. 897–909. IF: 5.499.
- 43 30. Yamamoto Y, FK Shiah. 2014. Growth, trichome size and akinete production of *Cylindrospermopsis raciborskii*
44 (cyanobacteria) under different temperatures: comparison of two strains isolated from the same pond. *Phycological Research*.
45 62(2): 147~152. IF: 1.086

- 1 31. Chang CW, FK Shiah, JT Wu, T Miki, CH Hsieh. 2014. The role of food availability and phytoplankton community dynamics
2 in the seasonal succession of zooplankton community in a sub-tropical reservoir. *Limnologia*. 46: 131~138. IF: 1.565.
- 3 32. Kojima H, R Tokizawa, K Kogure, Y Kobayashi, M Itoh, N Okuda, FK Shiah, and M Fukui. 2014. Community structure of
4 planktonic methane-oxidizing bacteria in a subtropical reservoir characterized by dominance of phylotype closely related to
5 nitrite reducer. *Scientific Reports* 4: 1-7. IF: 4.380
- 6 33. Lee TY, YT Shih, JC Huang, SJ Kao, FK Shiah and KK Liu. 2014. Speciation and Dynamics of Dissolved Inorganic Nitrogen
7 Export in the Danshui River, Taiwan. *Biogeosciences* 11: 5307-5321. IF: 4.710.
- 8 34. Ho PC, CW Chang, CH Hsieh, FK Shiah, T Miki. 2013. Effects of increasing nutrient supply and omnivorous feeding on the
9 size spectrum slope: a size-based nutrient – phytoplankton - zooplankton model. *Population Ecology*. 55(2): 247-259. IF:
10 1.930
- 11 35. Yamamoto Y, FK Shiah. 2013. Potential factors affecting the body weight of bluegill *Lepomis macrochirus* in Lake Biwa,
12 Japan. *Folia Zoologica*. IF: 0.680
- 13 36. Yamamoto Y, FK Shiah and SJ Kao. 2013. Reproductive traits of bluegill *Lepomis macrochirus* sourced from upstream and
14 downstream areas in a small river in western Japan. *Marine and Freshwater Behavior and Physiology*. 46(3), 159-167. IF:
15 0.891
- 16 37. Yamamoto Y, FK Shiah. 2013. Seasonal variation in the net growth rate of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*
17 in a shallow artificial pond in northern Taiwan. *Plankton and Benthos Research*. 8(2): 68~. IF: 0.740.
- 18 38. Tseng CH, PW Chiang, FK Shiah, YL Chen, JR Liou, TC Hsu, S Maheswararajah, I Saeed, S Halgamuge and SL Tang. 2013.
19 Microbial and viral metagenomes of a subtropical freshwater reservoir subject to climatic disturbances. *International Society*
20 *for Microbial Ecology Journal*, doi: 10.1038/ismej. 118 IF: 10.302
- 21 39. Yamamoto, Y., FK Shiah. 2013. Potential importance of lagoons as breeding grounds for bluegill *Lepomis macrochirus* in
22 Lake Biwa, Japan. *Limnology* 14: 31–37 Non-SCI.
- 23 40. Yamamoto, Y., FK Shiah. 2012. Factors related to the dominance of *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) in a
24 shallow pond in northern Taiwan. *Journal of Phycology*. 48(4): 984~991. IF: 2.923
- 25 41. Yamamoto Y, FK Shiah. 2012. Spatial variation in the spawning season of bluegill *Lepomis macrochirus* in Lake Biwa, Japan.
26 *Zoological Studies*. 51(8): 1446-1453. IF: 2.058
- 27 42. Yamamoto Y, FK Shiah. 2012. Why does the body weight of bluegill in Lake Biwa increase with latitude? *Annales de*
28 *Limnologie - International Journal of Limnology* (Accepted) IF: 0.796
- 29 43. Yamamoto Y, FK Shiah and YL Chen. 2011. Importance of large colony formation in bloom-forming cyanobacteria to
30 dominate in eutrophic ponds. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 47: 167-173. IF: 0.887
- 31 44. Yamamoto Y, H. Tsukada, FK Shiah. 2011. Latitudinal gradient in the ovary weight of bluegill *Lepomis macrochirus* in Lake
32 Biwa, Japan. *Ethology Ecology & Evolution* IF: 1.582
- 33 45. Tseng YF, TC Hsu, YL Chen, SJ Kao, JT Wu, JC Lu, JC Lai, HY Kuo, CH Lin, Y. Yamamoto, T. Xiao and FK Shiah*. 2010.
34 Typhoon effects on DOC dynamics in a phosphate-limited reservoir. *Aquat. Microb. Ecol.* 60:247-260. doi: 10.3354. IF:
35 2.037.
- 36 46. Yamamoto Y, FK Shiah. 2010. Variation in the growth of *Microcystis aeruginosa* depending on colony size and position in
37 colonies. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 46: 47-52. IF: 0.887
- 38 47. Yamamoto Y, FK Shiah. 2010. Relationship between cell growth and frequency of dividing cells of *Microcystis aeruginosa*.
39 *Plankton and Benthos Research* 5: 131-135. IF: 0.764