

2020 戴運軌 地球科學營



主辦單位： 台灣科學特殊人才提升計畫
Taiwan Top Science Student Project

協辦單位：財團法人戴運軌田蘊蘭伉儷學術基金會、教育部、科技部自然司地球科學研究推動中心

目錄

一、臺灣科學特殊人才提升計畫簡介	2
二、地科營課程表	3
三、地球科學營評審辦法	11
四、講座大師簡介	12

一、臺灣科學特殊人才提升計畫簡介

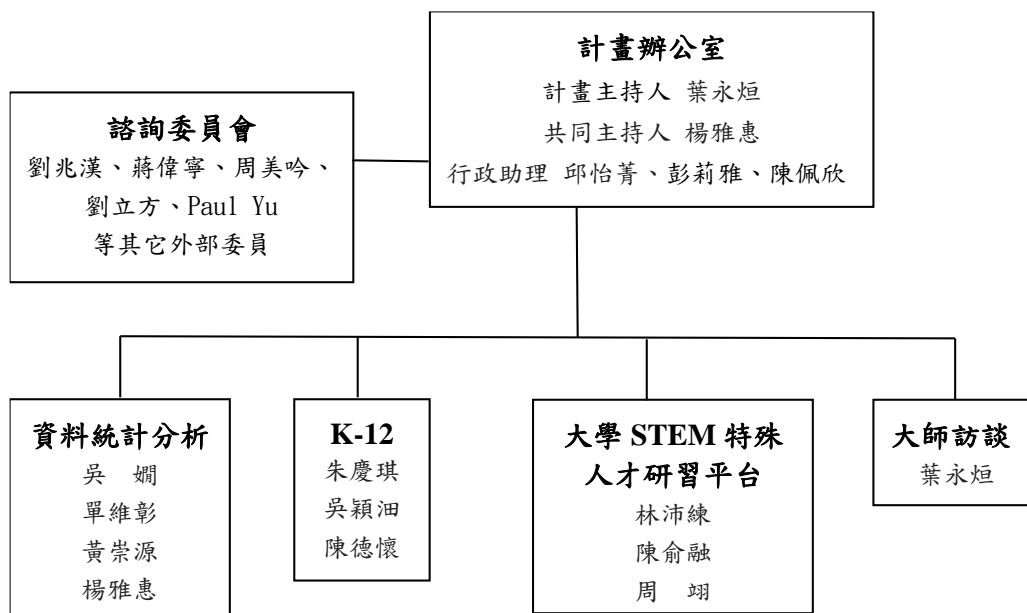
【成立緣起】

雖然臺灣中學生在 PISA 及奧賽項目中屢創佳績，但在基礎科學的整體學術成就與歐美及日本等先進國家比較，尚有相當落差。所以本計畫目的在於從各種不同面向探討如何提升臺灣的科學教育，並在幾個環節嘗試一些前期計畫，以求從 K-12 到前沿研究都能有所銜接，並產生協同作用(Synergism)。

因為科技創新，首要在於穩定度及抗壓性，發掘及解決問題的能力，以致專業倫理，所以 TTSS 對少兒教育於認知能力發展以及人格特質的可能影響有特別興趣。我們將著手開發在天文及環境科學的教學工具，用以加強 108 課綱在探究與實做多樣性和視野。

為因應未來社會趨勢，以及大學畢業學生面對千變萬化的就業環境，我們希望提高有關人文倫理的通識課程以及跨領域的微學分課程的比重。如何讓優秀的臺灣青年科學家有一展所長的機會，也是 TTSS 關心的議題，所以我們會訪問一些卓越的科學家和大師，收集他們的學術心得和工作經驗，作為借鏡。

【團隊成員】



【聯絡方式】

電話：(03)4227151 分機 65955、65956

信箱：ttss@ncu.edu.tw

二、地科營課程表

午別	時間	8/9 星期日	8/10 星期一	8/11 星期二	8/12 星期三	8/13 星期四	8/14 星期五
上午	09:00 10:30		開幕式暨 TTSS計畫介紹	大師講座： 吳俊傑	大師講座： 陳于高	大學教授與高 中老師對談(A)	大師圓桌
	10:30 11:00		大合照/茶敘	茶敘	茶敘	茶敘	茶敘
	11:00 12:30		主題演講： 劉兆漢院士	大師對談： 吳俊傑	大師對談： 陳于高	大學教授與高 中老師對談(B)	閉幕式暨 頒獎典禮
中午	12:30 14:00	報到/入住	午餐	午餐	午餐	午餐	午餐
下午	14:00 15:30		大師講座： 馬國鳳	大學教授演講/ 實作與對談(A)	大師講座： 許樹坤	海報評審	賦歸
	15:30 16:00		茶敘	茶敘	茶敘	茶敘	
晚上	16:00 17:30	校園巡禮	大師對談： 馬國鳳	大學教授演講/ 實作與對談(B)	大師對談： 許樹坤	實驗室參觀	
	17:30 19:00		歡迎茶會	晚餐自理	晚餐自理	晚餐自理	
	19:00 20:30			參觀天文台	專題討論	參觀天文台	

【主題演講】

主講貴賓：劉兆漢 院士

講 題：從全球變遷到永續發展 (週一 11:00-12:30)

【大師講座】

主講大師：馬國鳳

講 題：從宏觀到微觀了解地震 (週一 14:00-15:30)

主講大師：吳俊傑

講 題：颱風的異想世界 (週二 9:00-10:30)

主講大師：陳于高

講 題：全球氣候緊急事件-暖化 (週三 9:00-10:30)

主講大師：許樹坤

講 題：台灣西南海域天然氣水合物的特徵 (週三 14:00-15:30)

【實作與對談(A)】 (週四 14:00-15:30)

大學教授：林沛練 教授 (中央大學大氣科學系)

講 題：大氣探空觀測與實作

摘 要：本課程著重在大氣探空觀測實作與分析與探究當下之大氣環境。課程內容包含探空氣球搭載無線電探空儀之探空施放與資料接收，無線電探空儀之溫濕壓感應元件可以量測溫度、濕度與氣壓之垂直分布，探空儀內之 GPS 接收器搭配地面資料接收系統，可以藉由 GPS 定位推算出從地面到高空的風向與風速的垂直分布。利用這些探空觀測資料，可以分析探究大氣之穩定度、雲層與雲底高度、逆溫層、是否會發生對流、空氣品質不良或焚風等現象。最後有機會參觀移動式雙偏極化雷達 TEAM-R。

大學教授：陳卉瑄 教授 (台灣師範大學地球科學系)

講 題：地震預測和預報：迷思大解密

摘 要：1556 年正值隆冬，一個大地震在午夜子時發生，熟睡中的人們逃生不及，其後的次生災害包含水患、山崩、火災甚至隔年的瘟疫，死亡人數超過 80 萬人。這是全世界致死人數最多的地震事件，發生在明朝的嘉靖時期。此後，單一地震致死人數超過五萬人的，仍歷歷可數，包含 1908 年規模 7.2 義大義地震 (7 萬多人死亡)、1923 年規模 7.9 關東地震 (14 萬多人)、1948 年規模 7.3 土庫曼地震 (11 萬多人)、1976 年規模 7.5 唐山地震 (24 萬多人)、2004 年蘇門答臘地震 (22 萬多人)、2005 年規模 7.6 巴基斯坦 (8 萬多人)、2008 年規模 7.9 汶川地震 (8 萬多人) 以及 2010 年規模 7 海地地震 (31 萬多人)，由於反應時間僅有數十秒，而伴隨發生的人為及天然災害，都讓「地震」對生命財產造成了巨大威脅。

科學家們苦思「提先預知地震」的可能性，從觀測、實驗和理論分別

提出了不同的方法，如何在下一個地震發生之前，知道時間、地點和規模？這是「地震預測」的範疇。在地震發生前數年、數月、數天、幾小時，發動「多大的地震即將在哪裡發生」的通報，這是「地震預報」。兩者相輔相成，一個是分析面，一個是執行面。全世界唯一預報成功的，是 1975 年規模 7.3 的海城地震，在地震前數年、數月、數天甚至數小時顯著的前兆現象，是成功預報的關鍵，然而這些經驗卻無法複製在隔年的唐山大地震，當時死亡人數高達 24 萬多人。科學家們把責任歸咎於：地底下的孕震條件隨時間而變，而地震前兆因時、因地皆不同！

地震預測為何無法達成？在人工智慧的時代，機器學習可以帶領我們看到更多大地震發生前的前兆行為嗎？這個演講將帶領大家從歷史地震的預報經驗，到現今機器學習世代突破性的發現，我們，能不能成功的預測地震？

大學教授：龔慧貞 教授 (成功大學地球科學系)

講 題：從晶體到星球：如何以地球物理觀測建立地球化學成份模型

摘 要：在教科書中，我們學到地球的主要成份是以矽酸鹽、氧化物及鐵鎳合金構成。在實驗室中我們想知道一材料得化學成份，頂多就是用一個十幾公尺大小的儀器來量測。但是生活在地球表面的我們怎麼來量測整個地球的化學成份？我們在地球表面看到的岩石及礦物能代表地球內部得化學成份嗎？現在探索太空或載運人類去太空已不是難事。但人類的地心之旅，仍只出現在科幻小說中。只因人類至今無法合成能抵抗地球內部高溫高壓的材料製做偵測儀器送入地底。所幸科學家可以用地震波傳遞整個地球的特性(即體波)，得到的地球內部物質的物理性質以實驗與理論計算的方法得到地球內部的化學成份及物理狀態，進一步詮釋地球物理觀測現象。將以此主題來介紹如何以礦物物理學方法來探索地球內部化學成份。

大學教授：郭鴻基 教授 (臺灣大學大氣科學系)

講 題：問風雨雷霆之故

摘 要：“問風雨雷霆之故”文出自[莊子天下篇]，內容是南方的奇人黃繚和惠施討論科學問題的故事；我們以“問風雨雷霆之故”來闡述大氣科學的新進展。從尤拉流體力學，到包含科氏力的拉普拉思的潮汐方程式，以及二十世紀初控制大氣運動方程式的確立，帶動了近一百年來氣象科學革命性的發展。二十世紀中葉後電腦科技的進步，數值天氣預報與實驗，使得氣象科學進展更是一日千里。天氣與氣候科學是本世紀的重大問題，數學模式使天氣與氣候科學成為預報與實驗科學，觀測分析提供電腦數學預報與實驗所必須有的驗證。伴隨數值實驗室而發展的學問是兩度空間亂流或新近被稱為的大氣海洋流體力學；在本演講將介紹大氣海洋流體力學的核心觀念---位渦與反演計算，演講將討論由小尺度到大尺度的兩度空間亂流，也將介紹兩度空間亂流最重要的渦旋動力，我們也將討論兩度空間亂流學應用於大尺度動力與颱風研究，最後將介紹一些新而重要的颱風渦旋動力。

【實作與對談(B)】 (週二 16:00-17:30)

大學教授：張起維 教授 (中央大學太空科學與工程學系)

講 題：天空上的新海洋與傳聲筒：以小型衛星建立太空天氣的探測網

摘 要：對跨入 2020 年代的現代社會來說，太空科技與太空飛行已經不是僅限於科幻故事或則少數強權的東西，而已經是在日常生活中扮演日益重要角色的民生、國防及商業工具。衛星導航是我們每天掏出手機找路不可或缺的工具，而衛星網路也形成後 5G (Beyond 5G) 通訊系統的重要環節。位在 200-1000 公里高度間的低地球軌道(Low Earth Orbit)宛如這個時代即將大量航行的新海洋，將成為衛星航行及資訊交流的新介面。而如同海上船艦會受海勢及天氣影響，低軌道衛星通訊與飛控會受到地球大氣層最高層的電離層與熱氣層影響。

由國立中央大學主導設計、組裝、操控的飛鼠號(Ionospheric Dynamics and Attitude Subsystem Satellite·簡稱 IDEASSat)立方衛星將成為探測電離層太空天氣的重要觀測平台。4.5 公斤重量的飛鼠號是將原本安裝在 450 公斤重量福衛五號的先進電離層探測儀縮小到全頭大小，再搭配微型衛星航電。如同飛鼠號大小的小型人造衛下應可大量生產、發射，成為太空天氣監測及探索的新觀測網。飛鼠號預計今年 12 月發射，也將搭配與美國、印度、新加坡合力開發的小型人造衛星建立新的太空天氣監測網。飛鼠號的開發更成為國立中央大學今年新成立的太空科學與工程系的學生體驗衛星系統工程、科學任務設計、任務飛控作業的實作學習機會。我們將介紹小型人造衛星科學應用、高層大氣太空天氣對人類影響、定參訪中大的衛星整測、飛控設施。

大學教授：楊舒芝 教授 (中央大學大氣科學系)

講 題：劇烈天氣之可預報度：利用資料同化連結氣象觀測與數值預報模式
摘 要：不同尺度的大氣現象有不同的可預報度。氣象觀測提供真實但有限的大氣資訊，而天氣數值模式可供我們推估未來大氣變化(天氣預報)。資料同化結合氣象觀測與數值預報模式，使其相輔相成發揮各自之優勢，進而改善天氣預報。然而，對台灣劇烈天氣預報而言，我們需要什麼樣的觀測資訊，又會面臨什麼樣的挑戰呢？在本次課程中，將介紹資料同化基本概念及如何透過同化如氣象雷達及衛星觀測改善台灣劇烈天氣預報。

大學教授：林佩瑩 助理教授 (台灣師範大學地球科學系)

講 題：深海底的太空人-內外太空行星內部探索
摘 要：想要尋找適居住的行星，除了研究其大氣與地表特徵，了解其內部構造也是十分關鍵，但行星內部因具有極高溫且極高壓環境，以現今科技要進入行星內部直接觀測極具困難。因此科學家們利用衛星收集資料或在行星表面架設儀器觀測數據，來了解行星內部構造。

如何具體進行探索則是重要課題，以地球為例，海洋占地球表面70%面積，架設儀器在海域需克服電力、水密等遠比在陸地上困難甚多的要素。同樣是架設地震儀，架設在深海底、月球表面、火星表面、金星表面與地球陸地到底有哪些不同困難度？收集到的資料又跟地球陸地測站資料有哪些差異？讓我們想像自己是太空人，在內外太空探索行星內部。

大學教授：黃千芬 教授 (臺灣大學海洋研究所)

講 題：邁向利用沿岸水聲層析術的自主海洋測繪

摘 要：海洋學 (Oceanography) 是一門以瞭解海洋為目標的跨領域學科，傳統領域分為物理海洋學、地質海洋學、化學海洋學、生物海洋學等，而海洋聲學 (Ocean Acoustics) 乃是研究海洋環境中有關聲波(音)的性質，以及傳播的現象、原理與應用，屬於物理海洋學的一部份。由於聲波 (Acoustic Waves) 與電磁波 (EM Waves) 相比，在水中的穿透力遠高於電磁波，因此聲波乃成為水中探測的必要工具，而利用聲波作為航行與測距的設計乃稱之為聲納 (SONAR=SOund Navigation And Ranging)，對稱於在大氣中所使用的雷達 (RADAR=RAdio Detection And Ranging)。聲納的設計與操作效能牽涉到聲源強度、傳輸損失、環境噪音與混響、陣列指向性、目標強度等。因此，乃結合電機、機電、水中聲學、海洋學的一個專業。

物理海洋學 (Physical Oceanography) 作為探討海水流動的原因及其特性，例如，波浪、海流、潮汐等，以及這些運動如何影響海洋環境的一門學問，除藉由地球流體動力學 (Geophysical Fluid Dynamics) 建立理論模式外，大都藉由現場儀器觀測及資料擷取，進行海洋物理現象的分析。由於聲波對海水有良好穿透力，本專題演講主要目的在於介紹當今水聲海洋學之重要研究主題與內涵，以及在台灣附近海域 (包括高雄西子灣海域、基隆望海巷海灣、黑潮海域等) 所獲得的研究結果，進而探討水聲海洋學領域未來的發展與應用。

並分享在創新領域發展的歷程與心得。

【實驗室參觀】 (週四 16:00-17:30)

參觀項目：太空及遙測研究中心

簡 介：身為國內遙測領域的先趨者，太遙中心自 1984 年成立迄今，即以發展遙測科技為核心願景，致力於遙測科學的研究與教學，以及遙測技術的實現與應用。配合國家社會、經濟文化和環境生態的特定需求，本中心積極投入實務研究，落實研究成果於國土監測、災害調查、海洋偵測、大氣分析、農林規劃、工程管理、與科普教育等不同領域，確實達到產、官、學、研的共同合作，儼然已成為遙測基礎研究及整合應用的典範。

太遙中心依據各教授學術專長設置遙測技術、空間資訊及太空科學等三個研究群。多面向深耕於遙測研發與應用，每位教授皆負責專業實驗室，研究範圍上至太空、大氣，下至海洋、土地之空間應用。本中心亦運作管理資源衛星接收站，及時接收衛星影像，提供產、官、學、研於遙測之基礎研究及整合應用。2008 年本中心成立遙測科技碩士學位學程，招收有志於遙測研究的本地及國際學生，培育先進遙測科技研發與國際宏觀科學人才。

太遙中心成立至今已歷經數十個年頭，合計退休與現任同仁所累積的教學與實務經驗更是無可計量，堪稱是遙測領域的佼佼者。前瞻未來，勢必面對更多的衝擊和影響，本中心期許能夠不斷創新與引導趨勢，以先前階段性的研究成果為基礎，持續鑽研於潛在技術的需求和市場的特性，建構成一個具基礎技術開發、教育推廣與相關應用的完整遙測科技研發體系。並進一步與國際接軌，強化國內的遙測基礎及技

術建置，期於國土管理、環境偵測及防災體系中發揮更卓越的貢獻，
以成為遙測領域的領航者。

參觀項目：地電阻測勘及透地雷達探測技術演示

介紹導師：張竝瑜 教授 (中央大學地球科學系)

簡 介：地電阻測勘是利用將電流 (直流電或低頻交流電) 通入地下，並且量測地下相應的電壓變化，藉以推測地下的地電阻率變化，了解地下地質的地球物理探勘方法。而透地雷達則是一種能顯示地底地層反射影像的裝置，所產生之電磁波能有程度的穿透地層，且頻率越低穿透越深。透地雷達接收其發射的電磁波，遭遇不同物質之介電常數界面，所造成反射波。經由透地雷達主機將不同位置量測的反射波走時與振幅，轉換成反射影像，以了解地下的地層結構。

三、地球科學營評審辦法

(一) 競賽方式

分成「大師對談」(四場)與「海報競賽」(一場)二部份：

1、大師對談：

由學生針對大師的演講內容發問。學生必須先書寫提問單，交由小隊輔遞交給評審團教授過濾。

2、海報競賽：

- (1)海報主題為各大師講座之相關議題，內容須清楚說明動機及目的、如何解決、可能遭遇的問題、延伸議題，並鼓勵學員發揮創意及跳脫框架思考。
- (2)學員可以個人或團隊(成員人數以3人為上限)參賽，每人可提交數量不限。由評審教授評定成績，評選出其中優異者，安排上台公開頒獎。

(二) 評審成績計算方式

按學員在四場與大師對談和一場創意競賽的表現，評定總成績。

各場分配分數比例如下：

1、大師對談：

評審教授按學員所提問題的深度和意義，每個提問評給1到2點，合計評審教授評分的平均即為學員的得分成績。

2、海報競賽

(1)評分比重：

海報呈現(組織架構、圖文安排、版面設計)：30%

口語表達及 Q&A(邏輯性、研究問題主軸掌握度)：40%

創意表現：30%

(2)計分方式：

學員組成團隊參加創意海報競賽，其得分平均分配給該團隊所有成員，作為個人創意競賽得分，若本人也有個人創意海報得分，兩者可加總作為個人創意競賽得分。

3、上兩項合計即為總成績，最後成績及等第由評審教授團討論決定。

(三) 獎勵方式

依學生在「海報競賽」和四場「大師對談」的表現評定總成績，按總成績高低排序，頒給最佳前六名，及其他各領域有突出表現者若干。

四、講座大師簡介



馬國鳳 教授

Professor Kuo-Fong Ma

中央研究院地球科學研究所 特聘研究員

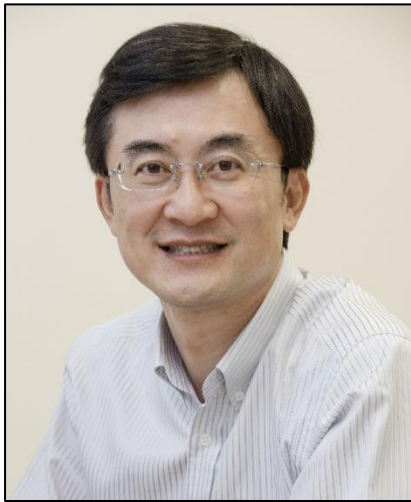
研究領域：地震學、震源力學

宜蘭人，就讀於蘭陽女中、國立中央大學地球物理系，台灣大學海洋研究所，畢業後赴美國加州理工學院取得博士學位，為台灣知名地震學家。主要專業領域為地震學、震源力學，知名貢獻為首度觀測到大型地震斷層的滑移帶厚度、量化計算生成地震的能量，發表均向地震研究等。

馬國鳳從小就非常喜歡數學，在大四修研地震學時，課堂上教授的波動方程式是指引她一頭栽入地震學研究的契機，自此立志成為地震學家。1993 年返回台灣任教於母校國立中央大學至今，並醉心於深愛的研究工作。1999 年台灣集集地震的發生，更促使馬國鳳加深將所學所用回饋大眾的志向，將自己的地震學專業投入到防災減震上。

馬國鳳教授現為臺灣地震科學中心首席科學家、中央研究院地球科學研究所特聘研究員、國立中央大學地球科學系教授，地震災害鏈風險評估及管理研究中心主任、全球地震模型組織會員。她獲得了多項國家獎項，包括國科會傑出研究獎、教育部國家獎學術獎(2007 年)、中華民國十大傑出女青年 (2000 年)、第 4 屆台灣傑出女科學家獎 (2011 年)、第 17 屆國家講座 (2013 年)、2019 年美國地球物理學會會士 (2019 年)。

馬國鳳於 2017 年創立地震災害鏈風險評估及管理研究中心，致力於地震災害風險評估研究，目標科學研究實用化，將學術成果應用至相關產業界，降低地震災害損失。



吳俊傑 教授

Professor Chun-Chieh Wu

國立臺灣大學大氣科學系 特聘教授

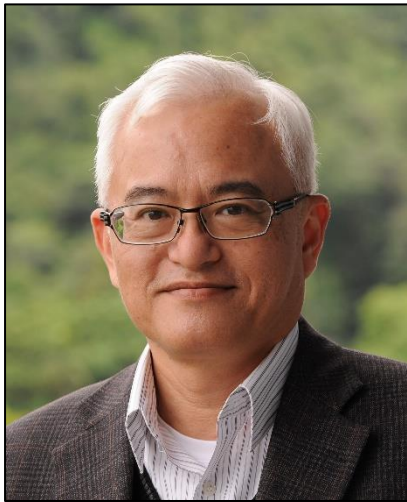
研究領域：颱風動力、準平衡動力、策略觀測及數
值模擬與同化

吳教授 1964 年 7 月出生及成長於台東，1979 年到台北求學，1982 年於建國中學畢業，1986 年於臺灣大學大氣科學系畢業，1988 年 8 月赴美國留學，1993 年 5 月獲得麻省理工學院「地球、大氣及行星科學系」博士學位，隨即至普林斯頓大學地球物理流體動力實驗室擔任博士後研究員（1993-1994）、客座研究員（1995）及客座學者（2004），於 1994 年返回臺灣大學大氣科學系任教至今，現為該系特聘教授。

吳教授目前為國立臺灣大學理學院院長，亦曾任國立臺灣大學大氣科學系系主任，及科技部自然科學及永續研究發展司司長等職務。

吳俊傑教授致力學術研究工作，在大氣科學領域的貢獻，可歸納為三大面向：（1）颱風飛機觀測與颱風標靶觀測理論；（2）颱風與海洋之海氣交互作用；（3）颱風動力：運動/強度與眼牆/降雨與氣候變遷。吳教授是一位在颱風研究領域的世界級學者，領導國內及國際研究與觀測實驗皆有突破性成果、並發揮重要學術影響，對於颱風災防亦有具體貢獻。

吳教授目前擔任 AOGS 副主席、IUGG GRC 執行委員會副主席，及中華民國氣象學會理事長。也曾擔任中華民國地球科學學會地球科學集刊(TAO)總編輯、亞洲大洋洲地球科學學會 (AOGS) 大氣學門主席及秘書長、美國氣象學會「熱帶氣象及熱帶氣旋委員會」委員及 JAS 期刊編輯等職務。



陳于高 教授

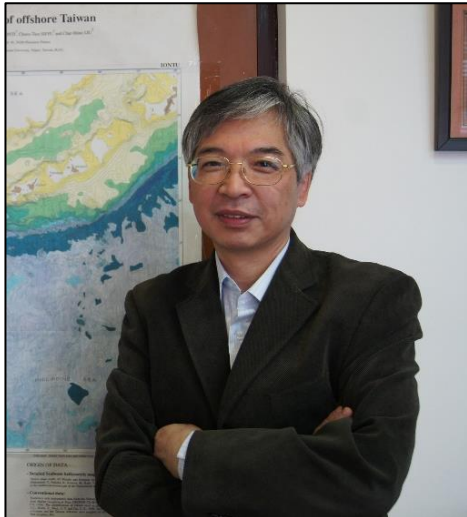
Professor Yue-Gau Chen

中研院環境變遷中心主任

研究領域：野外及區域地質、動力地質學及地形學、同位素地球化學、地層學及沈積學

現職為中研院環境變遷研究中心特聘研究員兼主任，研究專長為穩定同位素地球化學，研究沈積物中有機碳、氮、硫隨時間的變化，第四紀古氣候，研究珊瑚骨骼與石筍中化學及同位素組成隨時間的變化，新期構造運動，地震地質、數字高程地形模型、遙測技術應用等。

2010 年到 2012 年擔任亞洲大洋洲地球科學學會 (AOGS) 固態地球研究群主席，同時亦擔任國科會自然科學發展處處長、災防應用科技方案執行秘書，同期間也榮獲國科會傑出研究獎等殊榮，且在 1995、1996、1997、1999、2000 國科會年度研究獎。



許樹坤 教授

Professor Shu-Kun Hsu

國立中央大學地球科學學系 特聘教授

研究領域：海洋地質與地球物理、重力學、磁力學、地體構造。

現為國立中央大學地球科學院院長。研究專長為海洋地球物理，尤其是台灣周邊的琉球隱沒帶及馬尼拉隱沒帶的地體構造及孕震構造的研究，天然氣水合物地質構造，海床穩定地質議題等。

2008 年到 2015 年底擔任國際期刊 Marine Geophysical Research 的主編，2015 至 2018 年擔任國際地球科學集刊 Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences (TAO) 的總主編。2013 至 2015 年科技部擔任海洋學門審議委員的召集人三年。發表超過百篇的正式 SCI 國際期刊論文，其中重磁力探勘解釋技術的高解析的解析訊號解與尤拉解技術更是廣受國際注意和引用。

在學術上的優異表現更榮獲 2014 年台法科技獎 (Grand Prix de Fondation scientifique Franco-Taiwanaise) 的肯定，且有多篇論文獲得 SCI 期刊最佳被引用論文獎。2018/6 與法國科學家合作調查台灣海域的地質極端事件，同時調查台灣西南海域天然氣水合物，在該航次鑽獲台灣第一塊實體的天然氣水合物。