

臺灣北部海陸域火山活動 及 災害潛勢研討會



20211201

臺灣北部海陸域火山活動 及 災害潛勢研討會

| 第一號通知 |

臺灣北部受到碰撞後張裂作用與西進的琉球隱沒系統所導致的岩漿活動以及弧後擴張火山活動，陸海域分布了一系列的火山群，例如：陸域的大屯火山群及基隆火山群，海域的基隆嶼、花瓶嶼、棉花嶼及彭佳嶼等火山島嶼，以及沖繩海槽中的海底火山與熱液活動。由於鄰接台北都會區，在科技部及內政部的支持下成立大屯火山觀測站，對大屯火山群的火山活動進行長期的密集觀測，而近年來經濟部中央地質調查所委託學界在臺灣北部與東北海域展開海底火山與熱液礦床的調查研究，也有許多新的發現。

緣此，國立臺灣大學海洋中心訂於 2021 年 12 月 1 日假集思台大會議中心舉辦為期一天的「臺灣北部海陸域火山活動及災害潛勢研討會」，針對臺灣北部海陸域之火山系統、災害預警、都會防災、地質環境與熱液礦床等重要議題進行研討。

本研討會除邀請相關單位之專家學者分別對於各類議題進行演講與討論之外，同時開放官、產、學等不同領域先進同儕參與，對於海陸域火山活動調查研究成果、潛在地質災害、及北部陸海構造連接模式等議題進行學術交流與討論。

| 研討會活動資訊 |



研討會時間：2021年12月1日 | 上午 9:00
研討會地點：台灣大學集思會議中心 | 柏拉圖廳
舉辦方式：現場（來賓100人上限）、直播



| 研討會報名資訊 |

報名時間：即日起至2021年11月26日截止
報名網址：<https://forms.gle/krNby9o9kLHLrQG1A>

配合防疫需求，除用餐、飲食之外，室內全程配戴口罩





臺灣北部海陸域火山活動 及 災害潛勢研討會

| 第一號通知 |



| 研討會主題 |

- 北部陸域火山地體構造
- 北部海域火山地體構造
- 火山災害預警與防災
- 火山與熱液活動



聯絡窗口：臺灣大學海洋中心 謝獻祥博士

電話：(02)33661870

電子信箱：denny.hsieh@gmail.com



- 主辦單位
臺灣大學海洋中心
- 合辦單位
地球科學研究推動中心

- 協辦單位
大屯火山觀測站
國家海洋研究院
經濟部中央地質調查所
臺灣大學海洋研究所

配合防疫需求，除用餐、飲食之外，室內全程配戴口罩





地址：台北市106大安區羅斯福路四段85號B1(台灣大學第二活動中心內)

電話：02-2363-5868

E-mail：meeting@gisgroup.com



捷運

捷運新店線 公館站2號出口：
2號出口左轉 (步行2分鐘)



公車

捷運公館站一 (羅斯福路)： 254

捷運公館站(公車專用道-往西區方向)： 0南、1、109、208、208(高架線)、208(區間車)、208(基河二期國宅線)、236、251、252、253、278、284、284(直行)、290、52、642、643、644、648、660、671、672、673、676、74、907、景美女中-榮總快速公車、棕12、綠11、綠13、藍28

捷運公館站(公車專用道-往新店方向)： 207、278、280、280(直達車)、284、311、505、530、606、606區間車、668、675、676、松江幹線、松江-新生幹線、敦化幹線、藍28

公館 (羅斯福路基隆路口)： 671

公館 (基隆路)： 1、207、254、275、275(副)、650、672、673、907、南港軟體園區通勤專車(雙和線)

仁愛路二段： 214、248、606

信義杭州路口 (往101)： 0東、20、22、204、670、671、信義幹線、信義新幹線、1503

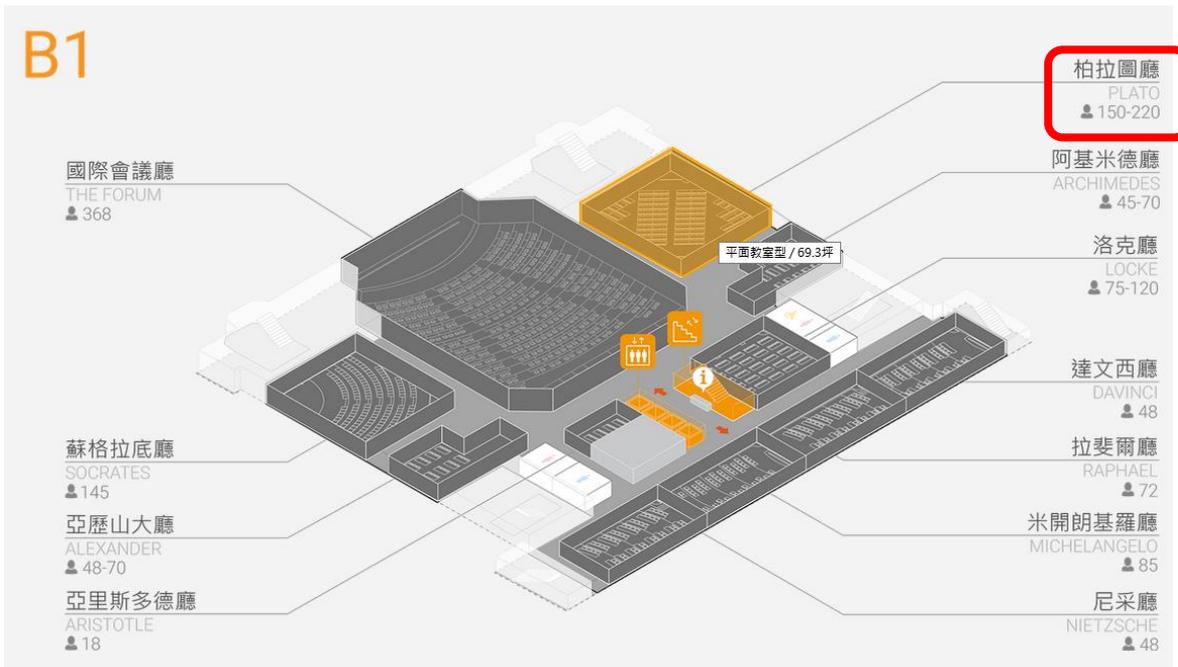


開車

公館水源市場對面羅斯福路上，近羅斯福路與基隆路交叉口

國道一號： 由松江路交流道下，轉建國高架道路南行至和平東路出口，續行辛亥路至基隆路右轉，直行至羅斯福路再右轉，隨即於右側「台灣大學公館二活停車場」停車即可。

國道三號： 由台北聯絡道下辛亥路端，接基隆路右轉羅斯福路，隨即於右側「台灣大學公館二活停車場」停車即可。



● 注意事項

1. 請直接下樓梯前往 B1 櫃台旁進行 QR code 實聯制登記
2. 集思台大會議中心禁帶外食
3. 配合防疫需求，除用餐、飲食之外，室內全程配戴口罩

● 線上直播網址

<https://www.youtube.com/watch?v=HVQz6PVn-h4>



如直播連結發生問題，可由海洋中心 YouTube 頻道進入。

(<https://www.youtube.com/channel/UCP47v1Fw8FgBWt0O0hKibVw>)



臺灣北部海陸域火山活動 及 災害潛勢研討會議程

| 時段 | 內容 |
|---|---|
| 8:40-9:00 | 報到入場 |
| 9:00-9:30 | 開幕致詞 |
| <p>主題一：北部陸域火山活動 主持人：國家海洋研究院 陳麗雯 副研究員</p> | |
| 9:30-10:10 | <p>大會邀請演講：臺灣北部活火山噴發特性,災害和演變 主講人：臺灣大學地質科學系 宋聖榮 教授</p> |
| 10:10-10:30 | 休息 |
| 10:30-10:50 | <p>大屯火山群地震活動研究 主講人：大屯火山觀測站 賴雅娟 副研究員</p> |
| 10:50-11:10 | <p>近期大屯火山群地球化學監測結果 主講人：大屯火山觀測站 李曉芬 副研究員</p> |
| 11:10-11:30 | <p>大屯火山群地熱資源概念模型探討 主講人：經濟部中央地質調查所 陳棋炫 科長</p> |
| 11:30-12:00 | 討論 |
| 12:00-13:20 | 午餐時間 |
| <p>主題二：北部海域火山活動 主持人：臺灣大學海洋研究所 蘇志杰 副所長</p> | |
| 13:20-14:00 | <p>大會邀請演講：高解析地震成像窺探北台灣陸、海域火山的地下岩漿系統 主講人：中央研究院地球科學所 黃信樺 副研究員</p> |
| 14:00-14:40 | <p>大會邀請演講：南沖繩海槽海底火山及金屬礦產 主講人：經濟部中央地質調查所 陳松春 科長</p> |
| 14:40-15:00 | 休息時間 |
| 15:00-15:20 | <p>台灣北部海域火山的一些地質特性 主講人：中央大學地球科學院 許樹坤 院長</p> |
| 15:20-15:40 | <p>東北海域海床線性與火山特徵-新一代研究船隊的新發現 主講人：臺灣大學海洋研究所 許鶴瀚 助理教授</p> |
| 15:40-16:00 | <p>水下無人載具應用於海底火山的探勘與研究：現況與展望 主講人：中山大學海洋科學系 林玉詩 副教授</p> |
| 16:00-16:40 | 綜合討論 |



臺灣北部活火山噴發特性,災害和演變

宋聖榮

台大地質科學系

整合大屯火山群過去的地質、地球物理和地球化學的研究成果，以及依據國際火山學會對活火山經驗和現象的定義：一萬年內仍有火山活動和地下存在岩漿庫，大屯火山群已被認定為一座活火山，故科技部在大屯火山群設立『大屯火山觀測所(TVO)』，以及內政部立法訂定『火山災害防救業務計畫』，都是為了因應大屯火山群未來可能的噴發活動和伴隨所產生的災害，尤其類似 2014 年日本 Mt. Ontake 的蒸氣噴發所造成無預警的人命傷亡。另外，北部外海的彭佳嶼依據野外和鑽井資料，並進一步比較火山渣的風化程度，推斷其最後噴發的年代應該年輕於全新世，可能也是一座活火山。

大屯火山群主要的噴發產物包括有火山泥流、熔岩流、火山碎屑流、火山灰落堆積物、熔岩穹窿、碎屑崩落和火山泥流等。依據野外產狀和層序對比，大屯火山群可分為三期的噴發特徵：最早期(可能老於 30 萬年)的噴發相當劇烈，形成大量的火山碎屑流堆積物，而後被搬運堆積形成大量的火山泥流堆積物分布於大屯火山群的外圍地區和台北盆地。中期(可能年代為 30~2 萬年)轉變成較溫和的噴發，形成大量的熔岩流和熔岩穹窿分布現在大屯的中心地帶。晚期(年輕於 2 萬年)的噴發作用以蒸氣式噴發為主，噴出大量含石英的火山灰物質分布於大屯火山的山頂上，並有數個火山爆裂口於七星山東西兩側的張裂帶上。彭佳嶼火山的噴發為岩漿與水作用，發生岩漿蒸氣噴發堆積厚層的基浪堆積物，阻絕海水與岩漿作用而有玄武岩質熔岩流的溢出和火山渣的噴出。

比較蒸氣噴發的模式，大屯火山群蒸氣型噴發是屬於地下有熱液儲集層、累積氣體壓力後噴發形成。為防範類似 2014 年日本 Mt. Ontake 的蒸氣噴發造成無預警的人命傷亡，建議抽取地下熱液運用於地熱發電，可減緩熱液在地下儲集層累積壓力發生蒸氣噴發所需的時間，以時間換取世界對火山預測和防範災害技術的發展，減低火山可能的危害。

關鍵詞：大屯火山群、彭佳嶼、活火山、爆裂口、蒸氣噴發

大屯火山群地震活動研究

賴雅娟^{1,2}、史旻弘^{1,2}、林正洪^{1,3}、蒲新杰⁴、洪國騰⁵

1. 大屯火山觀測站
2. 財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心
3. 中央研究院地球科學研究所
4. 中央氣象局
5. 經濟部中央地質調查所

相關研究指出，火山區域岩漿及熱液的活動，或者圍岩壓力的改變皆會產生微震，因此密集監測火山區域的微震時空變化，可提供判斷火山活動相當重要的資訊。自 2003 年陸續開始到現在，研究團隊已在大屯火山地區設置近 40 個地震測站，形成一高密度寬頻地震網，可提供七星山、大油坑、小油坑及八煙等處良好的解析包覆度，即時監測各種微小地震訊號。

大屯火山群的地震監測顯示，微震多發生於山腳斷層東南側，且分佈型態具明顯群聚的特性，主要分佈於三個區域，由西向東分別為七星山、大油坑及八煙鄰近區域。多數地震規模小於 1.0，且震源深度相當淺，僅七星山南側的地震震源深度大於 5 公里。該區域雖為大屯火山區域背景活動度偏低的區域，但過去觀測資料中大屯火山區最大規模的 2014 士林地震即發生在該區域，明顯的震源深度差異，可能顯示該區的地震形成機制與其他區域有所不同。

大屯火山的地震活動具明顯之時空變化，近期 2019 年至 2020 年除整體地震數量增加外，八煙至磺嘴山一帶地震活動度明顯提高，發生數起較大規模地震序列，且其震源分佈隨時間具往西南移動之趨勢，該地震分佈之時空變化將有助建立區域活動之模型。

近期大屯火山群地球化學監測結果

李曉芬^{1,2}、林正洪^{1,2,3}、羅清華^{1,2,4}、賴雅娟^{1,2}、史旻弘^{1,2}、
劉進興^{1,2}、張麗琴^{1,2}、洪國騰⁵

1. 大屯火山觀測站
2. 財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心
3. 中央研究院地球科學研究所
4. 國立台灣大學地質科學系暨研究所
5. 經濟部中央地質調查所

使用流體地球化學方法來監測火山活動是目前火山學界廣泛使用，也是最有效的方法之一。目前在大屯火山群所進行的地化監測工作包括：定期於六座最活躍的噴氣口與八個溫泉露頭採集樣品分析其成分組成，以及採用連續監測站的方式來監測區域內土壤氣中二氧化碳濃度及通量變化。近期的幾個重要監測結果包括了：1) 2014 年士林地震後噴氣口的氣體成分改變，震後突然大量增加的氯化氫顯示較深部的熱液系統可能受到擾動上湧，氯化氫在時空上的變化也顯示大油坑、八煙和四磺坪地區淺部熱液通道應該有連通。2) 士林地震過後，2015 年和 2016 年在小油坑及八煙兩個土壤氣體監測站觀察到二氧化碳通量異常增加，然而在噴氣組成與微震事件上都沒有觀察到明顯異常。3) 2018 年年底開始在主要噴氣口的氣體成分發現氦氣有明顯增加，特別是八煙地區，2019 年整年的變化更為明顯，至 2020 年時稍微回復，然而與過往的背景值相較之下仍偏高。同時期噴氣中的氯化氫濃度亦明顯增加。大油坑溫泉水樣本在 2020 年下半年也開始發生陰、陽離子濃度異常增加現象，應為深部熱液上湧的訊號，後續需要更密切觀察。

大屯火山群地熱資源概念模型探討

陳棋炫¹、董倫道²、林蔚²、黃信樺³

- 1.經濟部中央地質調查所
- 2.財團法人工業技術研究院材料與化學研究所
- 3.中央研究院地球科學研究所

國際上的地熱能源開發多數集中在火山地區，而大屯火山群是臺灣地熱潛能最高的區域，其地熱探勘始於 1970 年代，鑽鑿了不少地熱探勘井，然未能鑽獲具開採價值的熱水儲集層。2000 年前後，國內開始針對大屯火山群是否為活火山展開研究，累積多年的地表變位觀測、地球化學研究、火山及沉積物定年研究、微震觀測，以及最新的近遠震聯合震波速度成像，證實了她符合了活火山的現象定義及年代定義，雖目前尚無法得知深處岩漿庫是否活躍，然而淺部微震特性，逐漸被推論與液體或蒸氣活動有關。近年政府推動再生能源與淨零排放政策，地熱為綠色能源的重要一環，若能進一步釐清關鍵資訊，則有機會能在得天獨厚的休眠火山環境裡，勾勒地熱資源概念模型，進行地熱能源利用。

相關文獻提出的大屯火山群地熱概念模式，多建構於地球化學觀測，歸納出對於熱源、上湧熱液、出流熱液的區間分布，但這些概念因欠缺向下延伸到高溫熱液儲集層的空間資訊，致使利用概念模型到探勘標的之規劃，尚有補充調查空間，例如：建構分析火山型地熱構造最關鍵的三維地電阻模型、分析與熱水通道有關的地下地質構造、地下潛伏火成岩侵入體的空間分布(與熱液酸鹼中和有關)等。本整體計畫，從地表火山地層模型開始建構，繼而使用高解析度地形配合磁力線型與電阻資料不連續，界定可能斷裂構造，及其與微震空間分布關係；利用空中磁測、超寬頻大地電磁三維逆推，推論地下火成岩體分布，異常的電阻值也指示出火山地區低電阻蓋層特徵。配合過去地球化學、鑽井與深層岩漿庫的證據，更新建立了包含熱源、熱液通道、及熱液循環路徑的三維地熱地質概念模型。

關鍵字: 大屯火山群、地熱、地質概念模型

以高解析地震成像窺探北台灣陸、海域火山的地下岩漿系統

黃信樺¹、吳恩世²、劉承楠³、林凡奇³、宋德濡⁴、
王昱⁵、柯彥廷²、台灣陣列團隊⁶

1. 中央研究院地球科學研究所
2. 國立台灣大學海洋研究所
3. 美國猶他大學地質暨地球物理學系
4. 英國倫敦大學學院地球科學系
5. 國立台灣大學地質科學系
6. 由林正洪研究員帶領包括中研院地球所、大屯火山觀測站及國震中心參與之工作團隊

台灣是全球最年輕與活躍的造山帶之一，弧陸碰撞造山約從 5-6 個百萬年前開始，由北向南進行，致使台灣北部經歷從碰撞擠壓到後碰撞時期(約 2.8 個百萬年)張裂垮塌的構造轉換過程。從前期的板塊隱沒到後期的張裂活動，不同的地體構造模式產生了多期的岩漿活動與現今一系列分布於台灣北部陸、海域的火山群。主要可分為東部海域的龜山島與沖繩海槽的海底火山系統，以及自陸域向北部海域延伸的北台灣火山帶。北台灣火山帶在陸上最清楚的表徵即是噴氣與微震活動活躍的大屯火山群。近年有越來越多的證據顯示它可能不是座休眠火山。另外如基隆火山群與近期在基隆外海發現的海底火山氣焰(gas flare)現象，也值得留意。因此環顧四周，北台灣的火山災害潛勢其實不容忽視。透過大型台灣陣列計劃的推動，近 140 部密集且均勻分布於北台灣的寬頻地震站讓我們有機會收集與利用大量近、遠地震與連續噪訊資料進行高解析的地下速度構造成像，一窺北台灣地殼的細部速度構造與火山底下的岩漿庫形貌。結果發現，大屯火山群磺嘴山下方 8 到 20 公里深處有明顯的 P 波低速異常，推測為岩漿庫的存在。直徑約 10 公里，並且有向北往淺處延伸的趨勢，走向似乎對應到北海岸近海活躍的海底火山一帶。類似的 P 波低速異常構造也存在龜山島下方 10 到 20 公里處，呈較大範圍的扁平分佈。我們也發現北台灣的下部地殼有零星分布的高速速度異常構造，可能代表過去張裂活動時期留下的侵入岩體。透過進一步檢視這些火山岩漿庫與隱沒帶作用部分熔融(Partial melting)在空間上的關聯性，以及地質及岩石學的資料，我們有機會對岩漿生成的地體構造模式與火山的致災潛勢有更好地瞭解與評估。

南沖繩海槽海底火山及金屬礦產

陳松春¹ 王詠絢² 林依蓉³ 蘇品如⁴ 邵屏華⁵ 陳翔⁶

經濟部中央地質調查所¹ 科長² 代理所長³ 技士⁴ 技士⁵ 組長⁶ 職務代理

為了解臺灣東北海域南沖繩海槽區的礦產資源潛能，經濟部中央地質調查所自 105 年起~迄今，分年擇區進行海底金屬礦產資源潛能調查。目前在南沖繩海槽已完成面積約 6,970 平方公里的金屬礦產地質調查，描繪出至少約 50 條已出露海床的正斷層、5 處海底火山群(火龍火山 1~3、蓬萊火山、土龍火山群(土龍火山 1~3))及 1 處獨立火山(棉花火山)，共計發現約有 10 多座火山。火龍火山 1~3 位於南沖繩海槽擴張中心，是屬於擴張中心火山；蓬萊火山位於擴張中心南界斷層附近，棉花火山位於海槽北側棉花峽谷西側，棉花峽谷東側則有土龍火山群(和棉花火山以棉花峽谷區隔)，為正在發育的火山，地形已有突起，主要火成岩體還在地底下，該火山調查資料還不足，後續將持續調查。海底火山提供海底多金屬礦「黑煙囪」所需的熱源與主要金屬元素來源，而發達的正斷層構造，可作為黑煙囪所需的熱對流通道，以及厚層沉積物(厚達數百至千公尺)提供多樣態的金屬元素來源，因此從地質構造條件來看，南沖繩海槽具有孕育海底塊狀硫化礦床(seafloor massive sulfide deposits, SMS)的潛能。

根據各項調查成果顯示南沖繩海槽具有活躍的熱液噴泉(約有 470 處)、熱液換質和金屬礦化現象，共圈繪出 6 處礦產潛能場址，分別為第四與那國海丘(YK4-1)、蓬萊斷層帶(PFZ)、石林隆堆(GLM)、棉花火山(MHV)、火龍火山 1(FDV-1)及火龍火山 2(FDV-2)等，從礦石標本分析顯示富含金、銀、銅、鉛、鋅、鎳、鈹等多金屬，平均金屬含量至少 50% 以上，其中經濟金屬鉛、鋅、銅含量約 10~20%，主要成礦溫度均在 300°C 以上。其中棉花火山及石林隆堆已觀測到並採取到黑煙囪礦石及礦物隆堆，礦石分析結果具有金、銀貴金屬賦存潛能，最具金屬礦產賦存潛能，棉花火山的地溫梯度高達約 16.612 K/m，而石林隆堆為罕見的大型氣煙囪構造，地溫梯度更高達約 32.12 K/m，推估海床下的溫度高達約 150~310°C，顯示也是火成熱液流體來源。

棉花火山是現生的火山，分布水深約為 1,170~1,400 m，火山錐體直徑約 2,000 m，火山錐體突出海床高度約 230 m，噴氣柱主要分布在棉花火山東南側及西南側，從 EK60 聲納辨識出的噴氣柱可高達 700 m。由於棉花火山是 6 處礦產潛能區最具金屬礦產潛能的場址，因此分別於 108 年及 110 年使用線控無人載具(ROV)探測，目前 ROV 探測已發現了女巫隆堆(Witch Mound)、魔王煙囪(Devil Chimney)及鬼馬煙囪(Casper Chimney)等 3 處黑煙囪，並採取到熱液流體及礦石。另從高解析底拖聲納探測(底質剖面暨側掃聲納)及海床影像觀測資料，合計在棉花火山場址已發現至少 16 處的黑煙囪。棉花火山含銀礦為特點，高含銀礦物之含銀量可高達 10~30%，由於金、銀礦常為共生，有可能成為我國繼金瓜石之後發現的金礦區，後續將持續進行精密探測。

關鍵詞：棉花火山、黑煙囪、南沖繩海槽、臺灣東北海域

Some geological and geophysical characteristics of the volcanism off northern Taiwan

Shu-Kun Hsu

Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan

The Philippine Sea Plate has subducted beneath the northern Taiwan and its offshore area. Beneath the northern Taiwan, the western edge of the subducted Philippine Sea Plate is trending NW-SE. Geophysical evidence shows that the magmatism could be generated along the western edge of the Philippine Sea Plate, particularly at the location around 100 km deep. As a function of time and the migration of the post-collision between the Eurasian and Philippine Sea plates, magmatism or volcanic activities have occurred off northern Taiwan. The frontal trace of the volcanism is roughly along the Shanjiao Fault and its offshore projection in an orientation of NE-SW. Because of the Luzon Arc collision against the Eurasian margin, some NW-SE trending strike slip faults may have occurred and now develop as some submarine canyons. As evidenced by some high magnetization zones along the NW-SE trending canyons, the volcanism may also have occurred along those fractured NW-SE trending strike-slip fault zones. Some submarine volcanoes off northern are still active in terms of earthquakes or gas plumes out of seabed. Some bathymetric features can demonstrate the volcanism along the offshore projection of the Shanjiao Fault. In this presentation, I will give a general overview of the submarine volcanism and its origin mechanism.

東北海域海床線形與火山特徵-新一代研究船隊的新發現

許鶴瀚^{1、2}、劉家瑄²、蘇志杰^{1、2}、陳松春³、
陳姿婷^{1、4}、楊懿丞²、鍾承峻¹、黃靖芸¹

1. 國立臺灣大學海洋研究所
2. 國立臺灣大學海洋中心
3. 經濟部中央地質調查所
4. 伍茲霍爾海洋研究所

自 2016 開始，為能瞭解臺灣東北海域的地質構造及礦產資源潛能，在經濟部中央地質調查所計畫下，利用海研一、二、三號及新海研 1、2、3 號與勵進研究船在南沖繩海槽、臺灣北部近海、基隆陸棚及北方三島海域進行了一系列的反射震測、底質剖面、多音束聲納、地熱流量測、水下無人載具(ROV)及其他各式的調查。針對調查區內的海床線形特徵，發現這些線形與研究區域廣佈的正斷層構造相關，透過海床 ODP 長岩心所定義的晚第四紀區域層序(約 6 萬年前)、末次冰期不整合面及切穿海床造成的線形特徵，得以討論這些斷層構造的活動性。調查區內主要的活動斷層分布，多在南沖繩海槽張裂中心、宜蘭海脊南北嘴以及基隆陸棚部分區域，而線形走向可分為東北-西南向以及西北-東南向，其線形崖或脊狀線形特徵高程差在 3-178 公尺間，且部分的火成活動與這些線形與斷層發育有關。調查區內的火成及熱液活動，依其形貌特徵，可分成孤立海底火山、丘狀海底火山群、無明顯地形特徵之熱液場址，在南沖繩海槽區域已擇定出主要的六處場址，於基隆陸棚及北方三島海域則已初步標定出 11 處海底火山或熱液場址。透過新一代研究船隊的探測技術發展，對於這些線形、斷層、海底火山及火成活動特性之掌握已有相當突破，後續也將持續對東北海域海床線形與火成活動進行調查及研究工作，以進一步瞭解相關海底火山與斷層構造活動及可能的災害潛勢。

水下無人載具應用於海底火山的探勘與研究：現況與展望

林玉詩

國立中山大學海洋科學系

水下無人載具 (ROV) 是國際上海底火山與熱泉活動探測常用的工具。在國內，台灣海洋科技研究中心的工作級 ROV 參與相關探測始於 2019 年，迄今已於南沖繩海槽的棉花火山執行三個科學航次，取得熱液、礦石與沉積物樣本。根據鎂離子含量估算，熱液目前最高純度為 18%，該樣本展現富鹵水 (brine) 熱液特徵，超量鐳-224 (半衰期 3.66 天) 活度高於多數文獻紀錄，暗示旺盛的水岩反應與迅速的熱液排放。高溫且排放黑煙的鬼馬煙囪對應到以磁黃鐵礦 (Fe_{1-x}S)、硬石膏 (CaSO_4) 為主的高溫礦物相，排放透明熱液的魔王煙囪則對應到以雄黃 (As_2S_3)、重晶石 (BaSO_4) 為主的低溫礦物相，且富含金、銀等貴金屬。熱液沉積物呈現兩種海床特徵：黑斑或白斑。前者由高甲烷通量引發的厭氧甲烷氧化作用造成，後者則可能與沉積物受液態二氧化碳浸染有關。國內的工作級 ROV 與其搭配的勵進研究船，已展現優異的海上協作能力與精準的水下定位與巡航能力，但採樣能力尚待進一步機電整合方能提升，配套的載具營運機制則待學界形成共識。