

出國報告（出國類別：開會）

# 參加 Goldschmidt 國際地球化學會議 出國報告

服務機關：台灣中油公司探採研究所

姓名職稱：林殷田 地球化學探勘師

派赴國家：捷克

出國期間：104 年 8 月 14 日至 8 月 23 日

報告日期：104 年 10 月 1 日

## 摘要

Goldschmidt 2015 國際地球化學會議於 8 月 16 日至 8 月 22 日在捷克布拉格會議中心舉行，本會議為國際上地球化學最重要的會議，今年為第 25 屆，大會收到超過 3600 篇論文。

議程包含許多領域主題，如宇宙化學、海洋地球化學、大氣地球化學、環境地球化學、風化及地表作用、生物地球化學、有機地球化學、水文地球化學、地球礦產資源、地球能源資源、高解析地球化學、火山作用、深部地球演化、分析和計算新技術等，不一一列舉。本次參加會議的主要目的除了壁報論文發表外，主要為蒐集地化前端的研究發展及新技術，如水同位素、惰性氣體及放射性同位素與探勘的相關性等。

由於發表的論文多且領域廣，也因此大會將會議的議程及摘要整合，並提供手機應用程式（app）提供下載使用，讓持有行動裝置及智慧型手機的與會人員，能更有效率的瀏覽及安排自行的會議行程，也達到無紙化節能減碳的目的。

筆者此次與會的重點在地球能源資源的子題上，包括有地熱相關研究、非傳統能源的開發及對自然的衝擊、礦物學和地球化學與核廢料相關的研究、生物地球化學氧化還原過程和放射性污染間的關係、地下開採之地化模擬應用與發展、地球化學於油氣源系統中的應用、二氧化碳地質封存等。

研習內容非常豐富，除了聆聽各國學者的最新研究動態之外，也結識了許多地化界的專家，覺得受益良多。然而，像這樣的大型國際性學術研討會，已非單一個人與會可以蒐集完整的前端研究方向，職建議在未來公司可派遣一組人員與會，行前透過論文搜尋系統鎖定主要目標，配合個人專長，在會議期間可大量獲得前端研究的資訊，也對提昇我們的研究水準與國際知名度會有更大的幫助。

# 目次

摘要.....	1
目次.....	2
圖目錄.....	3
一、目的.....	4
二、過程.....	4
(一) 出國行程.....	4
(二) 專題研討會.....	6
(三) 壁報論文展示.....	17
(四) 學者交流.....	22
(1) 儀器商之新技術發表會.....	22
(2) 會場之小型交流會.....	23
(3) 會後交流.....	24
三、心得及建議.....	25

## 圖目錄

圖一、GOLDSCHMIDT 2015 會場：CONGRESS CENTER。	6
圖二、大會秩序冊封面。	9
圖三、研討會場概況。	10
圖四、宋聖榮教授投影片-宜蘭地熱流體來源追蹤。	11
圖五、同位素在追蹤水體上之應用。	13
圖六、地化新技術於探勘中的應用。	16
圖七、壁報論文發表。	19
圖八、壁報論文討論情形。	20
圖九、大陸中國石油研究人員之壁報論文。	21
圖十、大陸中國石化研究人員之壁報論文。	22
圖十一、THERMO 中紅外線雷射分析技術發表與實例應用。	23
圖十二、小型交流會。	24
圖十三、與日本及保加利亞學者餐敘。	25
圖十四、利用 APP 安排研習場次。	26
圖十五、利用 APP 找尋當地的民生資訊。	27

## 一、目的

本計畫係配合「石油基金」出國計畫，本公司多年來在南中國海的探勘結果，顯示不管南中國海的北部、南部及西部，均有大量油氣發現與生產，如瓊東南、白雲凹陷、臺灣西北部及西湖凹陷等皆為含煤三角洲。在南中國南側的南沙（禮樂平台）南端曾鑽探 Sampaguita 構造，在井下白堊統的頂部至上覆層（下始新統）的底部有鑽獲豐富油氣。但南沙（禮樂平台）東側即巴拉望西側曾鑽得豐富油氣的 Malampaya 油氣田，其生油岩除 Nido Limestone 的深海相泥灰岩及碳酸岩，且其有機富集度高。台灣西南部因活躍的地體運動，致使本區域出現極多的氣苗及油苗，油、氣苗通常是探勘一個新油氣藏相當經濟的參考指標，早期的油氣田之發現均係依據地表面所發現的油氣徵兆作為參考依據，再進行鑽探而發現的。台灣南部存在一般較為少見的地質特色即泥貫入體，泥貫入體出露於地表的則稱為泥火山。欲瞭解地底下之氣體及流體之組份及來源，除了用大量經費鑽取深井外，陸上泥火山是一現成的研究素材。本研究係對泥火山系統性的研究，且已有部分成果，並藉由此專業場合發表論文，題目為「Radionuclides and stable isotopes in Mud-Volcanic Waters from Southern Taiwan」。不但可提高中油在國際上之能見度，且藉由各多專業意見，可幫助公司更了解區域性的油氣藏資源。並藉參與此類世界性地球化學技術研討會，以研討地化分析、解釋等新技術，提昇本公司油氣田地球化學之技術能力，並希望藉由參加此類技術會議之機會，蒐集資料快速累積經驗與技術，並應用於本公司未來油氣田之探勘作業。

## 二、過程

### （一）出國行程

8/14 23：45 出發，8/15 13：25 抵達會議地點（圖一）。

8/16~8/22 之 6 天行程如下：

8/16 註冊報到、熟悉會場、領取資料，並與各論文發表人相互交流。

8/17

- 8:30-9:15 : Geochemical Aspects of Geothermal Energy Development Risk Management: From Exploration to Post-Production
- 9:15-10:30 : Environmental Impacts and Remediation of Mine, Fuel and Energy Extraction Processes
- 10:30-17:00 : Geochemical Characterizations of Unconventional Petroleum Reservoirs and Environmental Impacts Associated with their Production
- 17:30-19:30 : Poster sessions

8/18

- 8:30-17:00 : Mineralogical and Geochemical Processes
- 17:30-19:30 : Poster sessions

8/19

- 8:30-11:00 : Application and Advances of Geochemical Modelling for Exploitation of the Subsurface
- 13:30-17:00 : Biogeochemical Redox Processes and Radio contaminants
- 17:30-19:30 : Poster sessions

8/20

- 8:30-17:00 : From Source to Seep: Geochemical Applications in Hydrocarbon Systems
- 17:30-19:30 : Poster sessions

8/21

- 8:30— 17:00 Geologic Carbon Dioxide Storage and Fixation

8/22 15:45 離開

8/23 16:40 抵達台灣。



圖一、Goldschmidt 2015 會場：Congress Center。

## (二) 專題研討會

Goldschmidt 2015 會議於 8 月 16 日至 8 月 22 日在捷克布拉格會議中心舉行，本會議為國際上地球化學最重要的會議，今年為第 25 屆，大會收到超過 3600 篇論文。大會主辦及資助者為 EAG (The European Association of Geochemistry)，GS (Geochemical Society) 及 GSJ (Geochemical Society of Japan)。

此次 Goldschmidt 大會共有 26 個主題：

### 01：Plenary Sessions

宇宙化學、星球之形成

### 02：Ocean Geochemistry. Present Conditions and Past Variation: fluxes, reservoirs and processes.

海洋地球化學，下分 8 個子議題

### 03：Atmospheric and Aerosol Geochemistry

大氣及氣溶膠地球化學，下分 7 個子議題

- 04 : Environmental Geochemistry  
環境地球化學，下分 9 個子議題
- 05 : Weathering and Surface Processes  
風化及地表作用，下分 7 個子議題
- 06 : Geobiology  
地質生物學，下分 11 個子議題
- 07 : Biogeochemistry  
生物地球化學，下分 12 個子議題
- 08 : Evolution of Earth's Environment  
地球環境之演化，下分 7 個議題
- 09 : Organic Geochemistry  
有機地球化學，下分 6 個議題
- 10 : Hydrogeochemistry  
水文地球化學，下分 7 個議題
- 11 : Coastal Geochemistry: anthropogenic impacts and interactions with land and air  
沿岸地球化學：人類活動對陸空交互作用之衝擊，下分 4 個議題
- 12 : Mineral resources in an evolving Earth  
地球礦產資源，下分 7 個議題
- 13 : Energy Resources  
地球能源資源，下分 9 個議題
- 14 : Mineralogy and Mineral Physics  
礦物學和礦物物理，下分 9 個議題
- 15 : High-Resolution Geochemistry of Major Environmental Processes  
環境演化之高解析地球化學，下分 9 個議題
- 16 : Petrology and Process: Micro to Macro  
岩石過程：微觀到宏觀，下分 9 個議題

**17 : Melts, Glasses and Magmas**

火山作用，下分 8 個議題

**18 : Continental Crust: Formation, Evolution and Destruction**

大陸地殼：形成，演化及覆滅，下分 7 個議題

**19 : Geochemistry at Convergent Plate Boundaries**

聚合板塊邊界地球化學，下分 7 個議題

**20 : Mantle to Crust**

地函到地殼，下分 7 個議題

**21 : Deep Earth**

深部地球演化，下分 6 個議題

**22 : Early Earth: Earth's History before the Phanerozoic**

早期的地球：顯生宙之前的地球，下分 7 個議題

**23 : Planetary Chemistry**

行星化學，下分 6 個議題

**24 : Cosmochemistry and Astrophysics**

宇宙化學和天體物理學，下分 8 個議題

**25 : Frontiers in Analytical and Computational Techniques**

分析和計算新技術，下分 12 個議題

**26 : General Sessions**

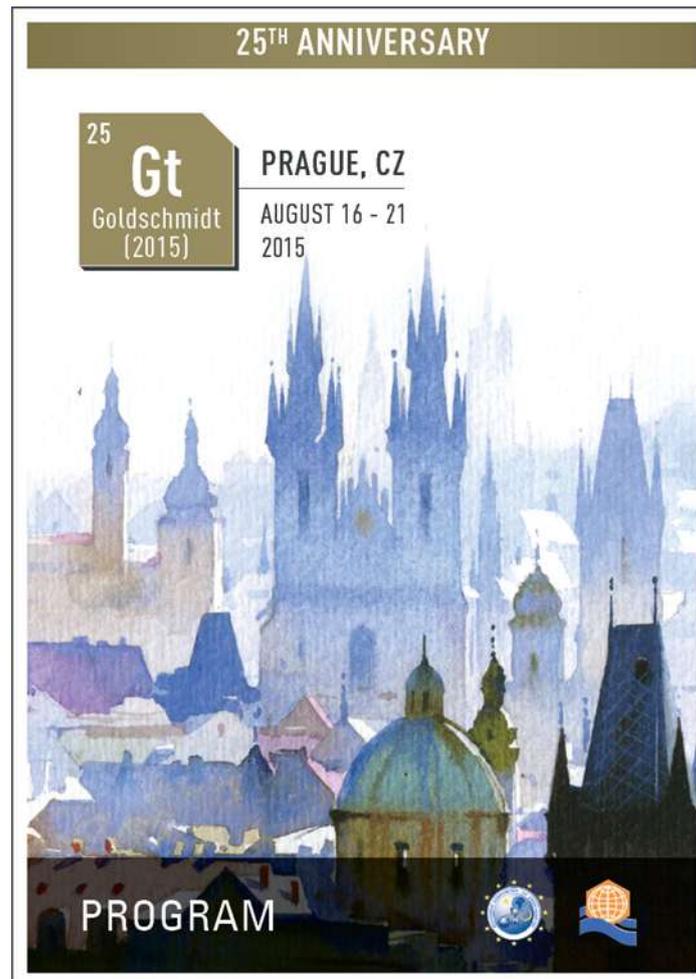
一般議題，下分 3 個議題

大會秩序冊超過 500 頁（封面影本如圖二），為節能減碳並便於搜尋與自訂個人議程，大會提供電子檔與 App，謹檢附大會電子檔網址，以供參考：

<http://goldschmidt.info/2015/uploads/program/programVolume.pdf>。

由於論文發表多達 3,600 多篇，職僅能透過摘要選取相關重要的議題進行學習及研討。大會全部摘要下載網址如下：

<http://goldschmidt.info/2015/uploads/abstracts/finalPDFs/A-Z.pdf>。



圖二、大會秩序冊封面。

本次會議，由於時間及人力有限，職主要著重於和本公司最相關的主題十三「地球能源資源」，進行學習及研討（圖三），將心得分述如下：

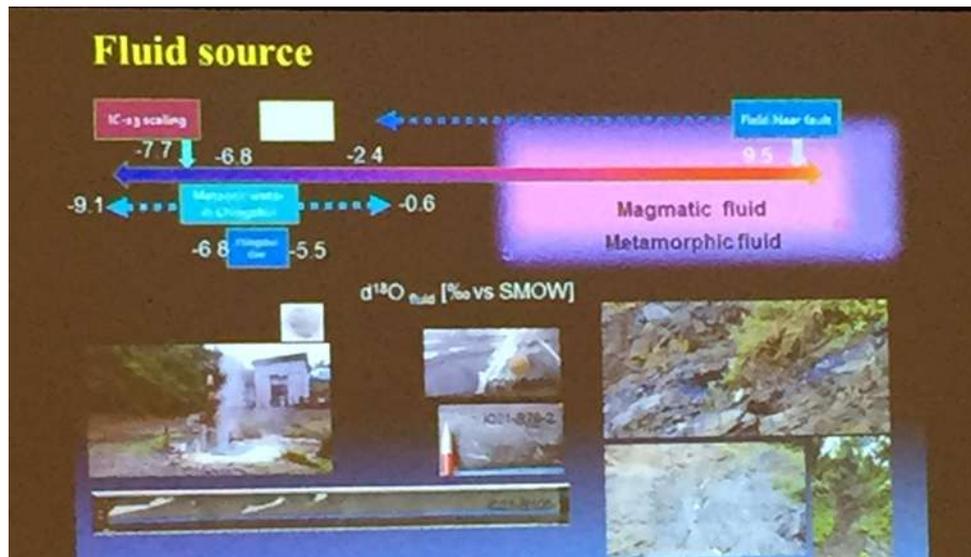


圖三、研討會場概況。

8/17

8月17日議題一為地熱相關，主要討論地球化學發揮在商業地熱系統的識別及評估，相關之發表內容包括化學測溫，溫泉化學分析，鹽水特性，流體/岩石的相互作用，熱液引起的蝕變調查，化工儲層改造，結垢和腐蝕，可替代熱傳輸介質（如 CO<sub>2</sub> 代替水），共產生的氣體管理和廢物處理方式。而台灣正在發展的地熱能資源，此次台灣方面報告的學者有台灣大學地質系的宋聖榮教授，報告內容為宜蘭平原的地熱能資源。宜蘭平原位於沖繩海槽張裂地區，且區域內的地溫梯度較高，因此適合發展地熱資源。宋教授整合工研院在的資料顯示宜蘭平原西南地區地底下有一高磁性異常區，其異常值與龜山島火成岩的異常值相似，故宜蘭平原西南的高磁性異常區可能與火成活動有關。另外，利用地表磁測也獲得相似的結果。而應用大地電磁測深法研究地熱構造，最主要目的是尋找地下岩層的電阻異常分佈，尤其是發現低電阻異常的存在，因為地熱儲集層具高溫並且含水之特性致電阻率下降。從溫泉水中的硫同位素值得知，清水地熱區的硫同位素（-4.8‰~2.9‰）記錄了火成岩體的訊號。而氦同位素訊息則可發現整個宜蘭地區噴氣、

溶解氣都有地函成分加入，在蘇澳冷泉、武淵、清水等地區，地函成分百分比佔氣體成分更達 15% 以上。另外，從方解石碳—氧同位素的研究顯示，形成方解石沉澱的熱水除了地表天水的來源外，也有來自於深部的岩漿熱水或變質作用所形成的熱水，可以和 MT 資料所獲得的深部儲集層相對比（圖四）。

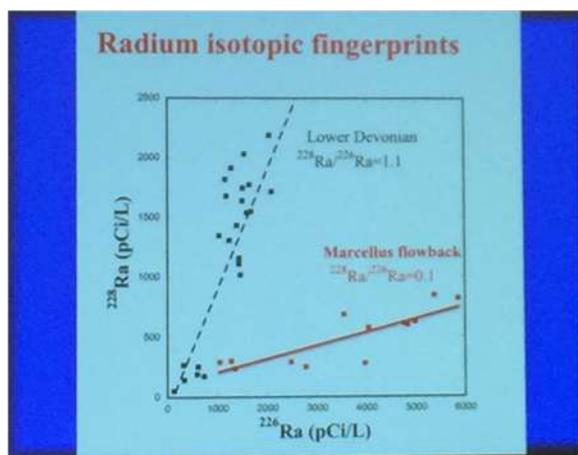
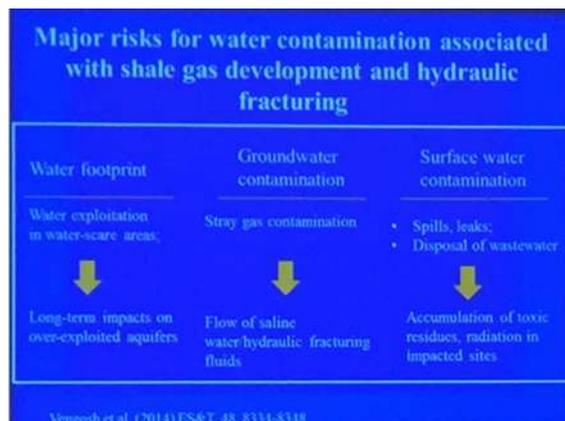
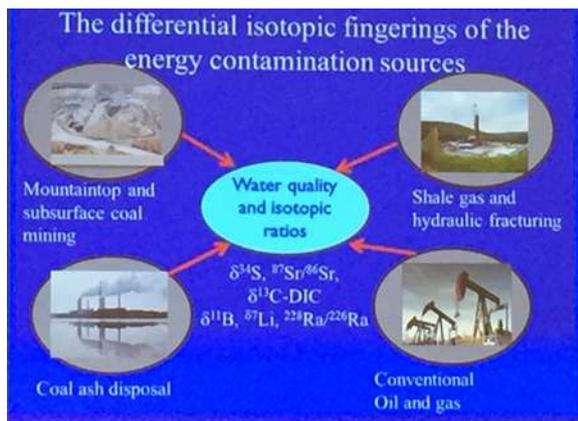


圖四、宋聖榮教授投影片-宜蘭地熱流體來源追蹤。

8 月 17 日議題二及三主要談及非傳統能源的開發及對自然的衝擊。非傳統能源和傳統能源一樣，在礦山、燃料和能源開採過程，或是在太陽能 and 風能的開發，均有所謂的環境足跡。在提取能源的過程中會導致空氣，土壤，蓄水層和水生生態系統的污染，因此瞭解對環境的各種資源開採過程中的風險，並作出明智的決定至為關鍵。因此利用最先進的（生物）地球化學分析和/或建模方法探討此議題。其中非傳統能源已被證明是 21 世紀對全球能源，金融，地緣政治和根本影響的主要能源資源。隨著定向水平鑽井和水力壓裂的技術，傳統的富含有機質的源岩已經變成了高產油氣藏。本次會議除了將重點放在有機和無機地球化學新應用在非傳統油氣藏的性質。此外，更著重於生產時其天然氣及回流水在同位素化學上的新觀念。其中最重要的就是來自“上游”的貢獻（地層水的起源，發生在低滲透地層流體，天然氣和水化學之間的聯繫）和“下游”（石油和天然氣廢水，處理風險，水污染，地下水揮發性氣體）。

其中頁岩油氣開發過程中，是否會污染地下水是熱門議題，因此水文研究是在非傳統探勘中非常重要的一環。以賓州為例，從賓州境內取得的超過 2300 個水樣分析結果，在沒有頁岩氣開採的地點，地下水中也發現頁岩氣，從而證實該污染與頁岩氣開採並不存在直接關係，且利用碳同位素追溯其來源並非生物氣。在這個議題上，幾乎都著重在新技術的開發和應用。在氣體方面，除了傳統的碳、氫同位素分析外，更加入了惰性氣體（氦、氖等）加強佐證。水體方面，除了水同位素（氫、氧）亦加入了微量元素之同位素（鋇、硼、鋰）以及放射性同位素（鐳）之交互作用追蹤地層水的來源以及回流水的走向（圖五）。這些新研究的開發，起因於大油公司（BP、ExxonMobil 等）挹注了大量的資金，委由國際上優秀的研究單位（牛津大學、柏克萊、南加大…等）開發，且大多為水文方面的研究。

經由這些議題，台灣方面可以自豪，我們在研究的起步上幾乎是同步的，在資源人力有限的情況下，我們研發的腳步並沒有停下。這幾年積極建立水文與探勘間的連結，和過去的觀念不同。過去環保意識沒有這麼強烈，油氣開採方式和觀念也和現在不同。因此對地層水和探勘的連結以及油氣開採時廢水的處理是否會影響民生用水之相關研究都應積極發展。



Take Home Messages

- Successfully determined base line data for large area in Germany
- Methane concentrations usually mostly low (nl / ng to µg - range)
- 4% of samples exceed upper threshold
  - different sampling procedure necessary
- Methane of biogenic origin, high concentrations seem to be associated with:
  - $\text{CO}_2$  reduction pathway & low sulfate content in groundwater
- Regional trend: concentration higher in NW
  - coincides with regional geology and sulfate concentrations
- no simple "correlation"
- To Do / Ongoing
  - Re-sampling selected sites at shorter intervals (natural variation)
  - Rerun sampling of all wells in Spring 2016 (statistical robustness)
  - $\delta\text{D CH}_4$  vs  $\delta^{13}\text{C CH}_4$  and  $\delta\text{D CH}_4$  vs  $\delta\text{D H}_2\text{O}$
  - And much more ... ☺

Questions?

BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe | L:EG Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

Geotechnik Conference, Prof. 17.09.2011

GEOTECHNIK MANNHEIM

圖五、同位素在追蹤水體上之應用。

8/18

8月18日整天的議程都著重在礦物學和地球化學與核廢料相關的研究。它們影響鈾礦石提取對環境的影響。垃圾處理的地下地質處置設施的實施需要瞭解地下水與母岩礦物、粘土和水泥基工程屏障間的相互作用。特別是在嚴苛的條件下（高達 300°C）其微生物活性與地下水作用後的潛在影響，可能會衝擊儲存核廢料之屏障工程。此議程，包括地球化學和礦物處理的最新進展、鈾礦開採及相關的土地污染、核電廠退役後有關地質處置、輻射損傷和微生物的活動。

從技術層面來看，核廢料主要分為高放射性、中放射性、低放射性三類。高放射性核廢料主要包括核燃料在發電後產生的乏燃料及其處理物。中低放射性核廢料一般包括核電站的污染設備、檢測設備、運行時的水化系統、交換樹脂、廢水廢液和手套等用品，占了所有核廢料的 99%。中低放射性核廢料危害較低。高放射性核廢料則含有多種對人體危害極大的高放射性元素，這些高放射性元素的半衰期長達數萬年到十萬年不等。核

廢料所具有獨特性質，使其在處理中相當麻煩。核廢料的放射性不能用一般的物理、化學和生物方法消除，只能靠放射性核素自身的衰變而減少。核廢料放出的射線通過物質時，發生電離和激發作用，對生物體會引起輻射損傷。核廢料中放射性核素通過衰變放出能量，當放射性核素含量較高時，釋放的熱能會導致核廢料的溫度不斷上升，甚至使溶液自行沸騰，固體自行熔融。

此議程探討相當多基礎水文與核廢料埋藏周遭水文化學間的變化，因為放射性廢棄物最終處置作業是將放射性廢棄物置放於地表或地下岩層中，當處置場封閉後處置區域的緩衝材料將會因為長時間的地下水入滲而逐漸達到再飽和，廢棄物與水接觸致使放射性核種可能溶出與遷移，因此為了進一步確認安全分析，需要岩體與地下水系統重要參數的數據，例如：近場的地下水化學特性與破裂帶特性等。因此放射性廢棄物處置的實務工作與安全管制，與地下水分析技術發展有深切的關聯性。

## **8/19**

8月19日議題一為地下開採之地化模擬應用與發展。此議程使用能源相關的案例研究地球化學和反應遷移模型的發展，並探討探勘及開採時對環境的影響。數值模擬是一種強有力進行預測的方式，已經廣泛應用在學術界和工業界。此議程利用地球化學反應過程用以模擬地下物質的遷移。包括了放射性廢物貯存、地熱能、二氧化碳和酸性氣體儲存、注水和碳氫化合物的開採的模擬研究與建模技術的討論。由於筆者非模擬方面專才，僅能將新的建模論文攜回，提供本所建模專才參考。

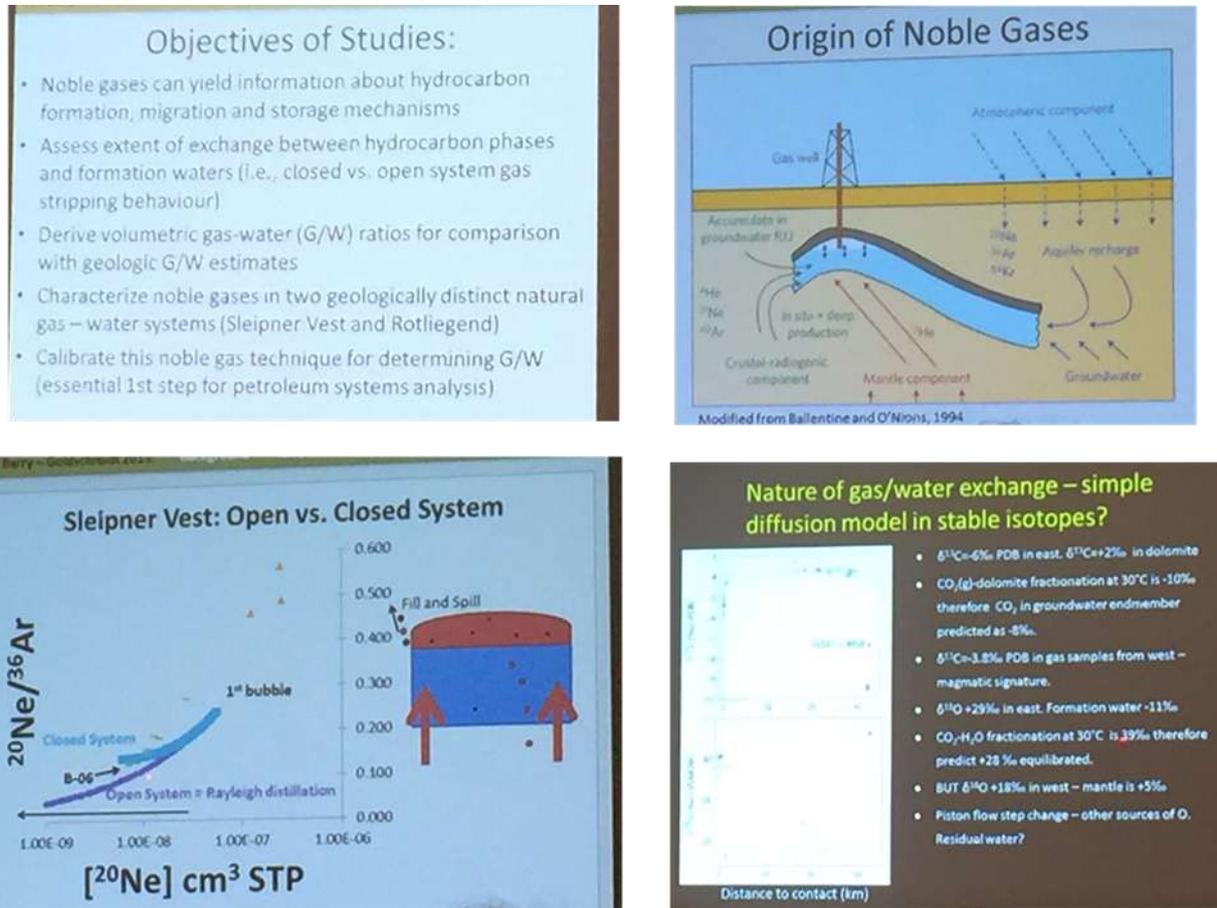
8月19日議題二為生物地球化學氧化還原過程和放射性污染間的關係。此議程與8月18日議程相關，8月18日探討的為核廢料與水文化學間的相關性，而此議題特別為生物地球化學與放射性污染做一專題。放射性核素釋放到環境中的各種人類活動，包括武器試驗、核事故、採礦、核廢料處理。許這些放射性污染，其中硒、鎘、錫、碘、鈾、銻及鈾，可發生於多種氧化態控制他們的水的形態和溶解性。因此，這些元素氧化還原過程產生的遷移作用對於放射性的污染最終的歸宿，扮演著關鍵性的角色。因此了解微生物驅動的氧化還原轉換可瞭解這些污染的傳輸，並加以追蹤和防堵。

8/20

8月20日整天的議程都著重於「地球化學於油氣源系統中的應用-由源頭到滲露」。也是此次會議的重頭戲。地下油氣藏的產生和保存，必須在對的空間和時間經過複雜的相互作用而存在。為了滿足發現油氣資源的日益嚴峻的挑戰，石油界透過新的地球化學方法和分析發展推進我們對這些系統的瞭解。也唯有學界和業界共同合作並努力，才能將地化技術往前推進。這主題主要集合了研究石油系統的地化及同位素專家（群集同位素分析、稀有氣體、Re-Os 分析技術、地球化學模擬，穩定和分子同位素地球化學）。特別針對瞭解源岩沉積和成熟時的溫度和時機以及油氣的移棲、保存的機制。藉由學界及業界的共同討論，促成最新地化進展，並鼓勵未來的協同合作，以解決油氣系統分析遺留的諸多問題。

此議題邀請了 ExxonMobil 的資深研究員 Lori Summa 進行了主題演講「From source to seep: New challenges and emerging technologies in petroleum systems analysis」，其內容摘要如下所述。全球能源需求持續上升，短期內，化石燃料仍然是能源供應的重要組成部分。為了滿足需求，油氣勘探已進入極具挑戰的環境中，包括超深水盆地有限的數據，陸上盆地複雜的歷史，以及難以開發的資源，例如：非傳統的油氣，在深水中的淺層氣、重油。在這些環境中，石油系統的分析是探勘成功的主要角色，而新的地球化學工具是對於含油氣系統分析成功的關鍵因素。石油系統最主要問題是：是否有一個強大的油氣系統；流體是石油或天然氣；為什麼是這口井不成功？在 20 世紀 80 年代和 90 年代，因為石油科學家的努力，而造就了當時新穎的地化技術，並能進行石油系統定量的分析，例如：油和氣體的分子和同位素地球化學和夾雜在成岩礦物中的流體。現今，我們利用創新的技術，可望解決目前超深水系統和複雜的陸上盆地石油系統的問題。例如利用 Re-Os 同位素可直接分析出油氣的沈積年代；利用群集同位素技術可分析出熱成熟氣形成時的溫度；惰性氣體和碳的化學耦合提供了一種創新的方法來追蹤油氣來源。碳同位素地球化學特徵，記錄無機碳和有機碳反應的碳遷移歷史。惰性稀有氣體則提供流體的來源處及移棲時獨特的示踪劑。並可用於地下水及地表下微生物共同影響所形成和改變化石燃料沉積物的程度，這是都是以往技術所解析不出的。

接下來的專題討論，在早上的議程中幾乎都是 **Re-Os** 同位素的發展與應用；下午則多是惰性氣體和群集同位素在油氣探勘中的應用實例或是技術改進（圖六）。



圖六、地化新技術於探勘中的應用。

## 8/21

8月21日議程為二氧化碳地質封存之相關討論。由於是議程最後一日，議場已經不若前幾天那麼熱絡，已經顯得稀稀落落，這似乎參加所有研討都會遇到的狀況。但這也不是壞處，留下來的都是對這個議題有高度興趣或相關的專才，因此討論的空間反而更大了。

聯合國於1992年即成立了「氣候變化綱要公約」，然而大氣中的二氧化碳濃度仍持續上升，該組織乃於1997年12月在日本京都舉行的第3次締約國大會中簽署了「京都議定書」，規範38個國家及歐盟，以個別或共同方式來控制溫室氣體的排放，以降低

溫室效應對全球氣候與環境所造成的影響。京都議定書規範的溫室氣體包含：二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）、氧化亞氮（ $\text{N}_2\text{O}$ ）、甲烷（ $\text{CH}_4$ ）、氫氟氯碳化物類（CFCs、HFCs、HCFCs）、全氟碳化物（PFCs）及六氟化硫（ $\text{SF}_6$ ）等 6 種，其中燃燒能源所排放的二氧化碳占了 80% 以上，因此全球溫室氣體減量的首要重點便以二氧化碳減量為主。而地質封存是二氧化碳經由輸送管線或車船運輸至適當地點後，注入具特定地質條件及特定深度的地層中，進行所謂的二氧化碳地質封存。目前提出較適合進行二氧化碳地質封存的地質環境包含：枯竭油氣田、難開採煤層以及深地下鹽水層。由於受到地層滲透度及孔隙率等條件的限制，通常會將二氧化碳以超臨界狀態注入地層中，以提高單位時間的注儲量。一般而言，在考量壓力及地溫梯度效應之下，若注儲的深度超過 800 公尺，二氧化碳即可達到高密度的超臨界狀態。

而此議程最大的目的是以地化的技術來瞭解地質二氧化碳封存中，地球化學和生物地球化學反應的最新進展。因此邀集了有關實驗（實驗室和現場規模），理論和計算研究有關的研究（1）地球化學和生物地球化學方面的天然類似物試驗，（2）中型規模的二氧化碳封存計畫，（3） $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2$  與圍岩的交互作用，（4）耦合過程建模，以及（5） $\text{CO}_2$  和鹵水洩漏對飲用水資源的影響。其中監測的方法，亦不逃脫利用水同位素、微量元素以及碳、氫同位素的監測及其與圍岩的交互作用。

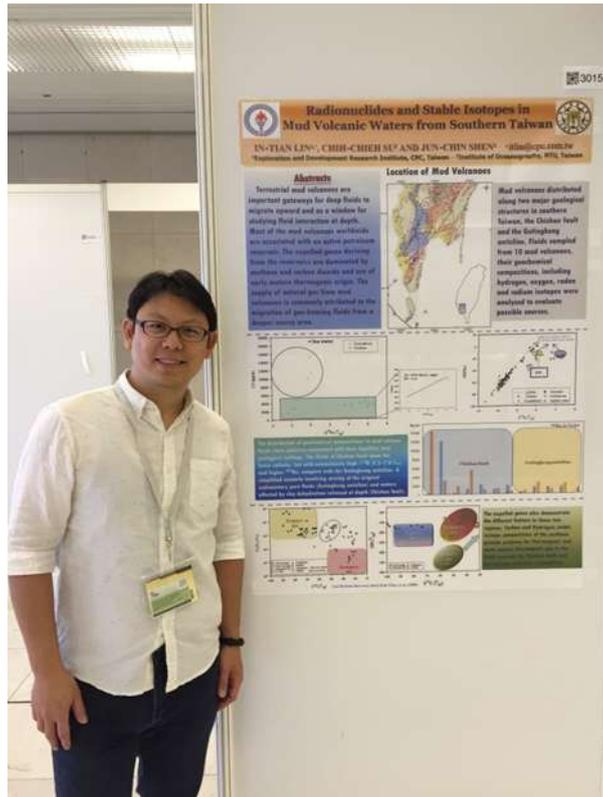
### （三）壁報論文展示

職於會中發表壁報論文一篇，題目為“Radionuclides and stable isotopes in Mud-Volcanic Waters from Southern Taiwan”（圖七）。壁報主要展示台灣南部地區之泥火山流體進研究。欲瞭解地底下之氣體及流體之組成及來源，除了用大量經費鑽取深井，獲取地下深部資訊外，陸上泥火山不失為一項對地底深部研究的素材。因此對泥火山系統性的研究，包括流體、氣體與泥岩之地球化學、斷層及大地構造關係，甚至於海底的泥火山與天然氣水合物之間的關係研究均可幫助了解區域性的油氣藏資源。

泥火山為地下流體提供一個滲流的通道，岩層中的裂隙有利於地底氣體和地下水的流通，而地底的超高壓氣體又有助於地下水的上湧。台灣南部地底下有厚達 2000 公尺

以上的南化泥岩。因此，台灣南部處於斷層沿線的泥火山，其泥漿水可能源自於地底深處，為高溫下黏土礦物脫水過程中，流體與圍岩交互作用後的產物。地下深處的氣體也藉由流體載體的攜帶而得以遷移至地表。除了二氧化碳及甲烷之外尚有氮氣、氦氣、氬氣、一氧化碳、硫化氫、氫氣和其他烴類。其中氫氣為惰性氣體、化性不活潑，不易和其他物質發生反應，且氫氣為放射性氣體，只要微小的量就可被偵測到。通常油氣藏上方呈現出的暈圈狀氦異常能夠有助於釐清油氣藏邊界，因此，可為油氣探勘提供有用資訊。

泥火山噴氣樣本中可見二氧化碳濃度及氦同位素 ( $^{222}\text{Rn}$ 、 $^{220}\text{Rn}$ ) 皆明顯高於背景大氣值。且  $^{222}\text{Rn}$  分布呈現出古亭坑背斜區之樣本群平均活度較旗山斷層區之樣本群為低。泥火山噴泥中流體之水氦 ( $^{222}\text{Rn}$ ) 活度略高於河川水氦活度，但低於地下水體中的水氦值。依據同一批樣本之氫、氧同位素分析結果顯示，噴泥流體之氫、氧同位素組成遠重於地下水體，因此泥火山中的水氦活度應該並非受到天水及地表水稀釋作用所影響，其較低的水氦活度值可能反映出氣體來源區具有較高的溫度致使流體中溶解量較低所致。在鐳同位素方面，短半衰期的  $^{223}\text{Ra}$  及  $^{224}\text{Ra}$  活度均很低，而長半衰期的  $^{226}\text{Ra}$  及  $^{228}\text{Ra}$  活度則相對略高，泥火山噴泥流體之氦及鐳同位素組成，顯示樣本之鈾系同位素間並未達成放射性平衡 (radioactive equilibrium)。



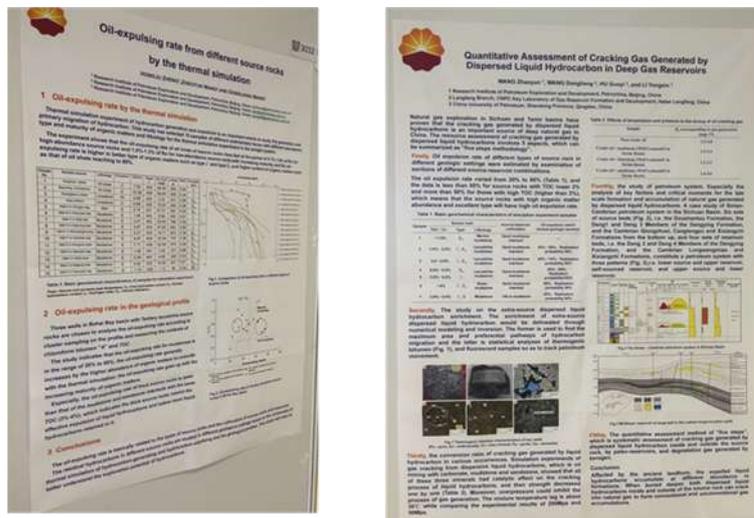
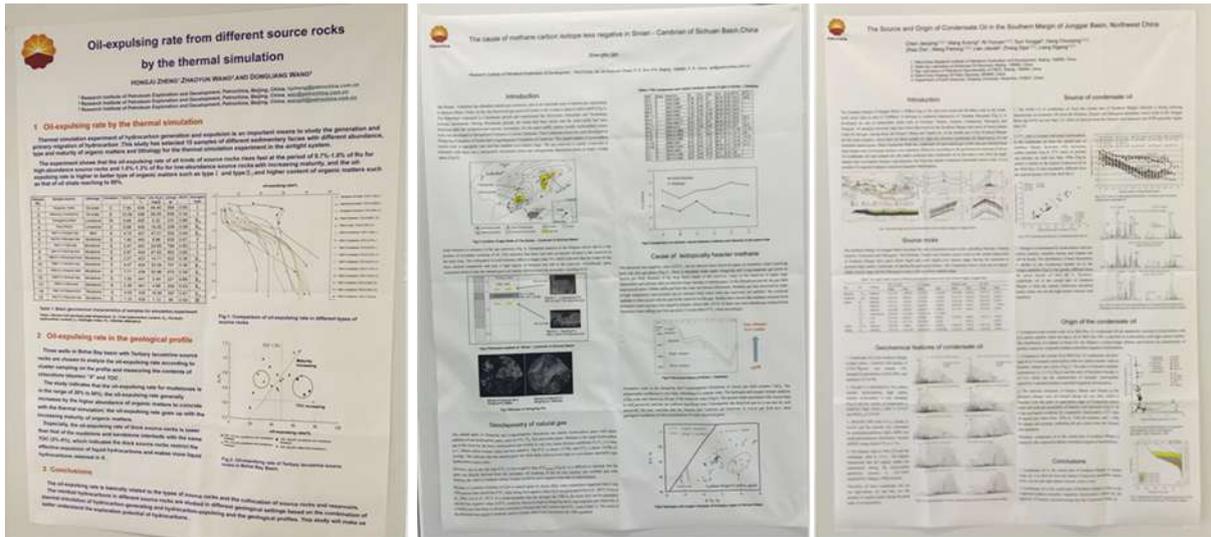
圖七、壁報論文發表。

此論文引起參觀學者之讚賞與好奇（圖八），因為此論文正好切中此大會發展中的新技術。在前述的專討論文發表中，不難發現，現在地化發展的趨勢正將水同位素化學、放射性同位素、惰性氣體以及微量元素應用探勘上。且此篇論文不但應用的最新發展中的技術亦結合了傳統的碳、氫同位素資料加以綜合討論，解析了深部流體來源，並探討了與海洋中甲烷水合物的相關性。不管在技術上或是話題性上都是現今新能源的方向，因此獲得了許多迴響，也被邀請參與許多相關主題壁報的討論。

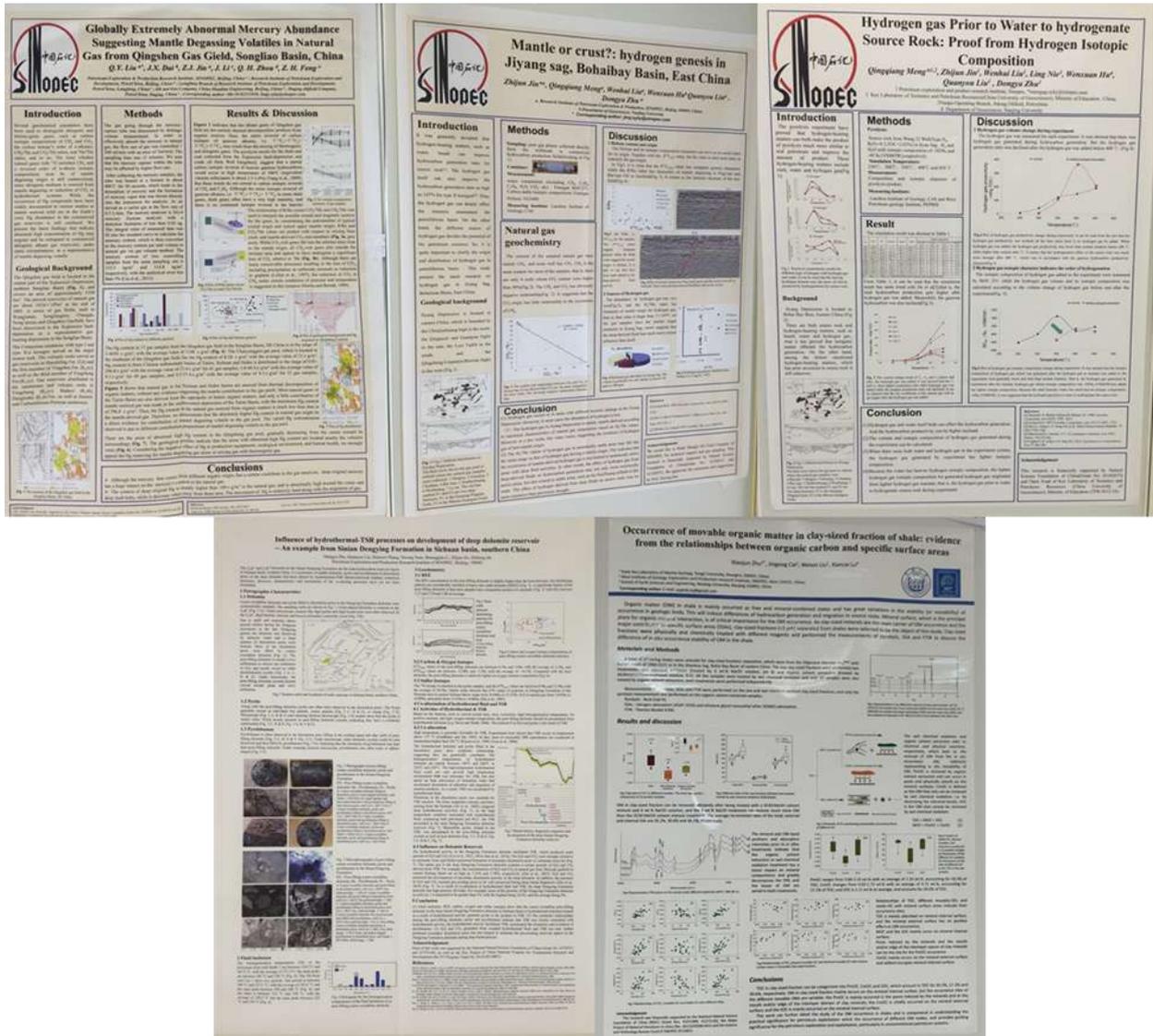


圖八、壁報論文討論情形。

除了自身的論文發表，在發表日之外，亦參與其他壁報的討論。其中值得一提的是，中國大陸方面幾乎都是團體（大陸中國石油、中國石化）來參加研討會。因為人非全才，多人參與可以互補，且可以比較全面的囊括大會的資訊。相較於中國大陸的研究人員，我方顯得形單影隻。這是值得警惕的。在研究方面，可以看出，大陸方面還是著重在傳統的技术，這在我國已經發展得很成熟了。但以他們這樣的規模和野心，相信假以時日必可追上甚或超越我們（圖九、圖十）。



圖九、大陸中國石油研究人員之壁報論文。



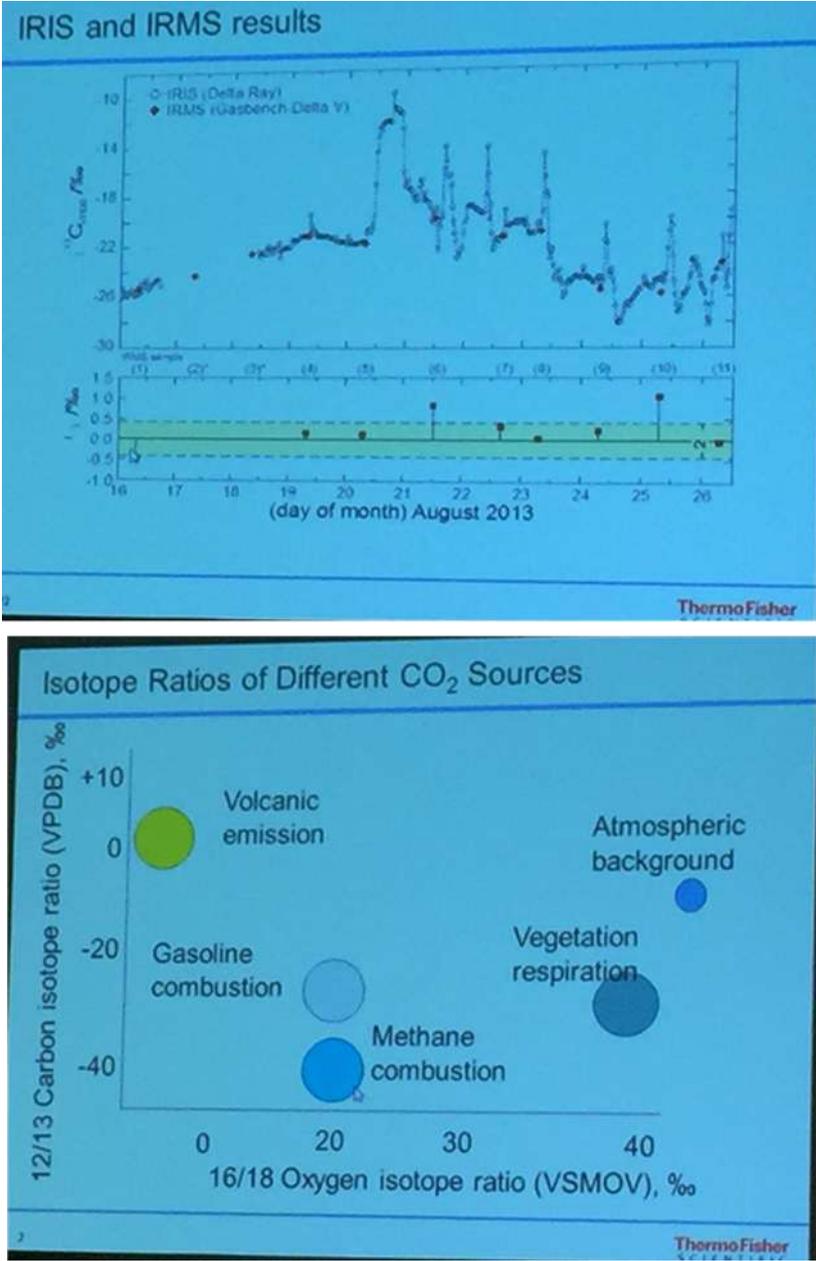
圖十、大陸中國石化研究人員之壁報論文。

## (四) 學者交流

### (1) 儀器商之新技術發表會

在正規會議的中午休息時間，儀器公司會有新儀器或新技術之發表會，職選了與本身相關之新技術，與會討論，並瞭解現今儀器的發展方向。其中同位素分析技術 IRMS 還是主流，但不難看見以雷射方法分析同位素已是兵家必爭之地了。連世界最好的 IRMS 儀器商 THERMO 都開始發展雷射技術了。探研所近幾年引進了 3 台雷射同位素分析儀，其技術使用的是近紅外線 (near-IR) 的雷射技術，而 THERMO 則是研發中紅外線 (mid-IR)

的雷射分析技術。由於中紅外線的雷射分技術尚屬新品，且現今市場佔有率還不高，哪方勝出還無法知悉，職會密切觀察日後之發展（圖十一）。



圖十一、THERMO 中紅外線雷射分析技術發表與實例應用。

## (2) 會場之小型交流會

此會議是我所參加過所有國際會議中，餐食最好的一次，無限的餐點、水果及飲料供應。也有各議題的小交流會，在吸收的大量的新資訊後，的確是需要補充能量再出發。

在交流會中，與相關的學者就發表之論文進行討論與寒暄（圖十二）。



圖十二、小型交流會。

### (3) 會後交流

會後的晚餐時間，也會與國外學者相約用餐並交流，為未來互訪及合作機會留下契機（圖十三）。



圖十三、與日本及保加利亞學者餐敘。

### 三、心得及建議

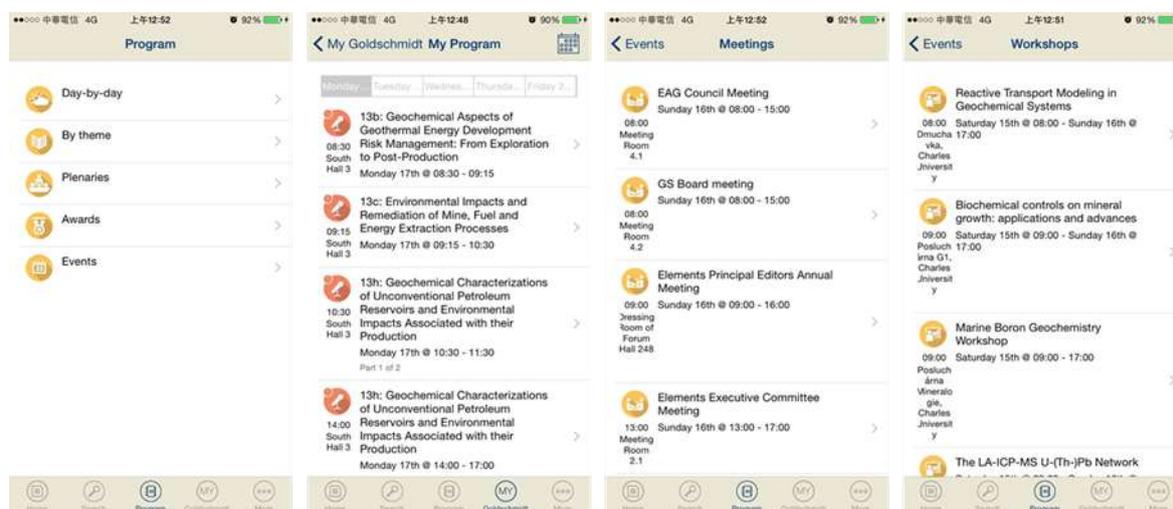
職很榮幸能代表中油探採研究所參加第 25 屆 Goldschmidt 國際地球化學會議，內容非常豐富，除了聆聽各國學者的最新研究動態之外，也結識了許多地化界的專家，覺得受益良多。然而，像這樣的大型國際性學術研討會，已非單一個人與會可以蒐集完整的前端研究方向，職建議在未來公司可派遣一小組人員與會，行前透過論文搜尋系統鎖定主要目標，配合個人專長，在會議期間可大量獲得前端研究的資訊，同時建議具有決策長官與會，可利用晚間與國內外學者洽談未來合作計畫，也對提昇我們的研究水準與國際知名度會有更大的幫助。

此次參與，最自豪的莫過於在研究的方向上，和國際的大油公司以及一級學術單位一致，且已有成果。這樣新穎的方向，在國內可能都無法得到太多的掌聲與支持，可惜的是，投入的人力太少，即使起步得早，但畢竟一個人的時間有限，未來要超英趕美，

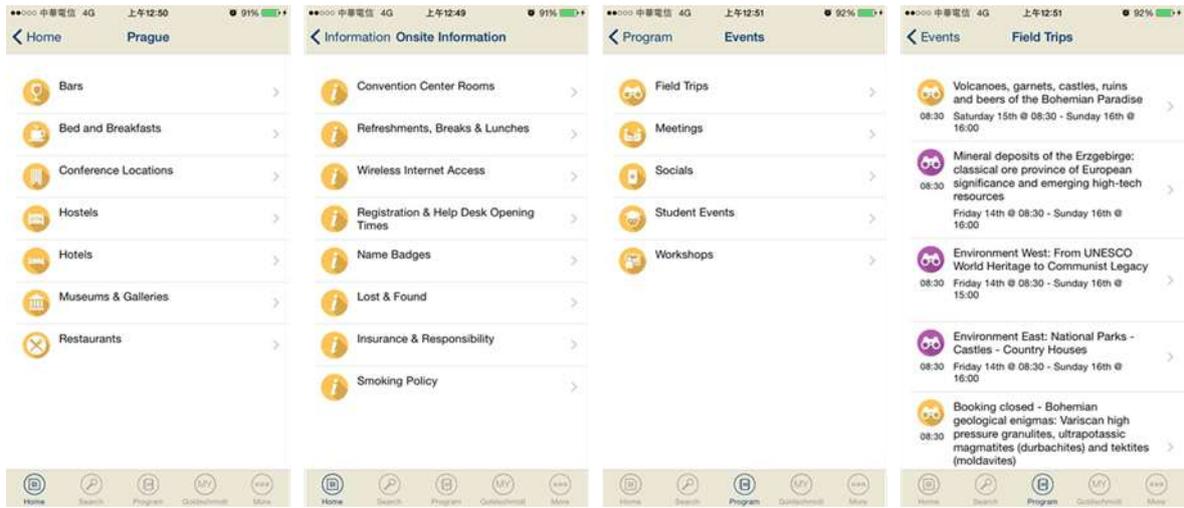
可能不太容易。

此外，此次與會除了對地化探勘的前端研究有更深入的了解外，也對會議的舉辦方式有深刻的體認。國內許多研討會仍然沒有進入到電子化、無紙化，甚至連報名費都還要劃撥再上傳證明。然而現在的國際會議從會前的通知、註冊、繳費幾乎採用全電子化模式，也有手機的 App 提供下載，並提供最新的訊息。而會議摘要也是線上下載，可以直接用手機（或筆電）讀取論文摘要，選擇需要的議程參與，可事先安排想要聆聽的場次，由 App 提醒與會者，真正達到節能減碳，且可以更精準地控制本身的行程。而 App 除了提供這些與會議相關的資訊外，另結合議場當地的觀光、交通、飲食等資訊，真正落實辦理國際研討會對於當地民生的邊際效益。我國可以學習這些會議的模式辦理（圖十四、圖十五）。

另外，大會設有場地提供參展，參展的單位不只是商業性質的廠商才具資格，例如中國大陸的地質相關學校與研究單位設立不少攤位，吸引人才加入。而日韓的研究中心也都有活動。從參與會議的人數也可看出端倪，在前面的章節筆者提過，並非只有學術單位積極參與研發，像大陸的油公司也都組團參加，大量獲取前端資訊並與國際人才交流，與我國競爭的亞洲國家均顯示出強大的企圖心，建議我國政府與相關研究單位應聯合組團參加，避免單打獨鬥。我國學者如參與踴躍，可有較多的機會與欲合作的國家進行交流，以開啟更多元的合作管道。



圖十四、利用 App 安排研習場次。



圖十五、利用 App 找尋當地的民生資訊。