

出國報告（出國類別：國際會議）

# 赴日本千葉縣參加 2019 年日本地球科學 協會大會

服務機關：交通部中央氣象局

姓名職稱：蒲新杰 研究員 (地震測報中心)

派赴國家：日本

出國期間：民國 108 年 05 月 25 日至 05 月 30 日

報告日期：民國 108 年 07 月 08 日

## 摘要

為分享我國火山地震監測工作之成果與觀摩各國相關之監測工作及技術，中央氣象局地震測報中心蒲新杰研究員，赴日本參加「2019 年日本地球科學協會大會」。此會議為日本地球科學協會（Japan Geoscience Union, JpGU）固定於日本舉辦，目的在於提供日本與世界各地的地球科學研究學者們相互交流的平台。蒲員於會中發表論文介紹與分享中央氣象局火山地震的研究成果，同時觀摩各國的地震與火山研究工作，並和與會學者進行經驗交流。最後，根據本次的與會經驗，提出心得與建議，期望能對中央氣象局的火山地震監測工作有所助益。

# 目 錄

摘要 .....	2
目錄.....	3
一、目的.....	4
二、過程.....	4
三、心得及建議.....	10

## 一、目的

臺灣位於全球地震活動最為活躍的環太平洋地震帶上，除了有頻繁的地震外，火山活動也是其中一項具有潛在威脅的災害。近年來，有研究指出位在大臺北盆地北部的大屯火山疑似仍具有活動性。為此，中央氣象局（以下簡稱氣象局）自 2012 年起，利用大屯火山觀測站所提供的大屯火山地區即時地動訊號進行地震監測。相較於地震測報作業已有多多年實務運作經驗，火山地震監測方面則是缺乏實務經驗，因此為提升並落實火山監測工作，氣象局有必要積極觀摩各先進國家的火山監測工作與研究的現況。

有鑑於此，氣象局地震測報中心蒲新杰研究員赴日參加由日本地球科學協會（Japan Geoscience Union, JpGU）舉辦之「2019 年日本地球科學協會大會」，該會議固定於日本千葉縣的幕張國際展覽館（Makuhari Messe international Exhibition）所召開之國際會議，是一個提供世界各地地球科學研究學者們學術相互交流之平台。報告人於會中以英文發表關於氣象局火山地震的觀測結果與其應用，主要介紹臺灣北部的大屯火山地區大地應力場之變化，其中逆推大地應力場的觀測資料來源為大量的地震震源機制。研究結果發現在大油坑地區的應力環境與周邊地區有著明顯的不同，經過一系列的模擬後，推測造成此觀測異常的成因，為當地地下 2 至 3 公里處存在一個壓力源。此研究成果可做為評估大屯火山地區中的火山活動高風險區，亦可做為未來進一步加強觀測的參考。

## 二、過程

為參加今（108）年 5 月 26 日至 30 日於日本千葉召開的「2019 年日本地球科學協會大會」，蒲員於會議開始前一日（25 日）搭乘國籍航空前往日本，回程則定於會議結束當日（30 日）返臺，共計 6 日。參與此次會議的經費係由蒲員申請通過之科技部委託研究計畫中的出席國外研討會費用支應。此次會議涵蓋之主要議題包括 Space and Planetary Sciences（太空與行星科學）、Atmospheric and Hydrospheric Sciences（大氣與水科

學)、Human Geosciences (人類地球科學)、Solid Earth Sciences (固態地球科學)、Biogeosciences (生物地球科學)、Education and Outreach (教育與推廣)、Multidisciplinary and Interdisciplinary (多重學科與跨學科)。除此之外，還有兩個議題 Union 與 Public，內容分別介紹與一般民眾相關的地球和行星科學最新主題，和向公眾開放以促進科學家拓展相關活動並幫助社會了解 JpGU 的研究領域。這會議不但議題多，場次 (session) 數也達 240。由於範疇廣，故吸引各領域的學者，甚至是學生與民眾的參與。會議相關資訊可參閱 JpGU 官方網址 ([http://www.jpгу.org/meeting\\_e2019/](http://www.jpгу.org/meeting_e2019/))

此次會議與會者有 8,390 人，報告數量高達 5,028 篇。與會者中，參與科會議題的與會者有 6,347 人，其中包含一般學者 (3855 人) 與研究生 (1479 人) 外，亦有大四生 (125 人)、本科相關學生 (823 人)、教師 (35 人) 與高中生 (30 人) 等參與，顯見該會想擴大參與和持續將地球科學向下紮根的目標。此會議雖名為「日本地球科學協會大會」，但與會的非日籍人士數量頗多，共計 655 人，其中亦有來自臺灣中央研究院、國立中央大學及中正大學等單位的學者專家。由於與人數眾多，大會在會場附近的重要交通據點皆設有大會的文宣廣告，除了歡迎與會者外，也提供會場的地點資訊 (如照片 1)。另一方面，由於報告論文數量眾多，大會為了方便與會者能快速有效地獲得與自己相關或有興趣之研究主題的會場位置，特別提供手機 App 程式 (圖 1)，與會者可藉由該 App 標註有興趣的報告並提示何時該前往聆聽，也可輕易的查詢報告的摘要內容，相當程度減少了與會者索取紙本摘要的需求與減少紙張的消耗。整體而言，大會已有多次舉辦此會議的經驗，讓與會者在參與會議的過程中不致於會有明顯的不便與困擾。

本次會議中，蒲員之論文報告被安排於會議第 2 天，以海報型式呈現 (照片 2 至 4)，內容為蒲員利用大屯火山地區之地震資料，在進行地震定位的同時，亦逆推解算地震的震源機制。由於大屯火山觀測站於當地設置地震觀測網，在 10 公里見方的區域內，地震站數目可達約 40 座。以此高密度的地震站資料為基礎，不但可以監測到大量的微震資料，同時可以獲得可信的地震震源機制。其中的震源機制可反應引發地震事件的應力環境，換言之，在震源機制數量充裕的條件下，有可能可以藉由這些震源機制探討地震應力場的變化性。因此，蒲員進一步以這些震源機制為基礎，嘗試逆推應力場在空間上的變化特性。結果發現產生地震的應力場，在大油坑地區有局部性的顯著異

常。為了探討產生異常的原因，蒲員利用模擬的方式，測試各種不同位置與體積變化的膨脹源所造成的應力場變化。最後得出在大油坑地區淺部深度約 2 至 3 公里處，可能存在一個膨脹源。配合諸多過往的研究，推估這個膨脹源的體積變化為  $8 \times 10^5$  至  $4 \times 10^6$  立方公尺。進一步與當地的地質特性比對，推測這個應力源可能與火山地熱活動有直接相關。此項研究成果的特殊性在於運用與過往不同的研究方法，指出大屯火山地區淺層主要的壓力源位置，此觀測現象可應用於防災模擬的評估。詳細的研究內容，可參閱中文版的海報（圖 2）。

透由海報展示，報告人與許多擁有火山監測經驗的學者進行交流，如日本火山觀測站的研究人員、日本氣象廳的火山活動評價官、京都大學的名譽教授、日本大學的教授等，他們對於臺灣的大屯火山之具有如此的火山特性多數表示興趣。蒲員利用這個機會，一方面介紹臺灣的大屯火山構造背景與研究成果，另一方面也介紹說明氣象局的工作業務內容。除介紹外，蒲員也與過去曾研究過大屯火山的學者進行交流，並分享彼此的研究成果與資料，這些資料將可做為未來成果發表的重要素材。

會議期間，報告人亦聆聽許多主題的研究報告。以下綜整蒲員參與 5 個討論議題所獲心得：

（一）強地動研究：這部分的研究報告主要集中於會議前 2 日，討論包含有強震震源特性的分析、強震的地動模擬、長週期地震波形成的災害、局部淺層的場址可能對強震災害的影響、日本強震潛勢分布的討論與檢討（如照片 5）等。這些研究多與臺灣目前進行的研究主軸相仿，但方式上略有不同。可惜的是，多數報告以日文形式為主，能意會的十分有限，但現場討論相當熱烈。在海報部分，有不少研究探討受遠震觸發的特殊地動訊號，相關的現象雖不致形成重大災害，但在科學研究上是很有趣的議題，尤其是受遠震地震波激發的構造本身。

（二）地熱研究：主要時間為會議的第 2 日，內容在討論火山地區的地熱特性。由於這部分的會議與報告人的海報張貼時間重疊，因此只能斟酌參加。在地熱研究中，除了探討地熱噴發前後的特徵變化外，亦有許多地球物理方法的應用，如地電與地磁特性等之探討，也有更進階的三維成像。相較於日本的多樣性研究成果，大屯火山地區過去這類的研究相對不多，但近年有增加的趨勢，甚至是空中磁力測量等之應用。

未來，主要的地震與地球化學資料等，若能配合這些地球物理的資料，可望能對大屯火山的地下構造有更多的了解。

（三）火山研究：接續在第 2 日的地熱議程結束後，一直延續到第 4 日。日本地區的火山活動頻繁，相對於火山的研究工作自然不少。為了監測與研究火山構造，各種監測方式皆可在會議中聆聽到，甚至是複合式的監測方法（如照片 6）。而在針對某些特殊的火山構造時（如地下構造的壓力源等），甚至會用主動式的研究方式，如井下震測等，以井下的人工震源去反推地下構造的形貌（如照片 7）。另外，由於 2018 年 12 月的印尼火山噴發，引起了海嘯與重大災情，在本次會議中，亦有相關的研究報告（如照片 8）。事實上，火山噴發除了引發海嘯災害外，會議中也有討論部分火山噴發產生大量融雪、高溫泥流、與火山灰等的影響。除了科學研究外，亦有部分朝向技術方面的研究報告，比較典型的是火山地區常有與一般地震明顯不同的地動訊號，這些地動訊號過去是以人工方式識別，但近期開始有人試圖引進人工智能的技術，進行自動化的識別（如照片 9）。

（四）慢地震研究：慢地震的議題是近年地震研究的一個新方向，在去年的「日本地球科學協會大會」中，即有不少的研究報告，日本東京大學甚至為此一主題，罕見地特別設置了展示攤位。今年慢地震的議程時間長且報告數量多，事實上，近年來相關的研究報告成果漸多，慢地震在時間與空間上的變化議題可以更進一步的被探討。除了科學性的研究報告外，也有針對這些特殊的慢地震訊息，提出許多自動化的監測技術。相關的議程主要集中在第 4 與第 5 日，除了口頭報告外，尚有許多的海報。今年關於慢地震的議題，是報告人近年來參與 JpGU 會議中，少見的大規模討論。

（五）地震前兆研究：討論時間被安排在最後 1 日的議程中。由於蒲員於當日下午須前往機場，故相關議程未能全程參與。在聆聽的有限報告中發現幾個特性，首先是報告者多以年紀較長的教授為主，年輕的教授人數偏少，這個現象似乎暗示日本在地震前兆的研究上似乎也出現了斷層。而相對年輕的學者中，臺灣學者較為熟悉的就屬千葉大學的服部教授，其亦為氣象局地震測報中心的國外顧問。其次是相關報告幾乎皆非英文，外籍學者較不易了解其統計上的基礎與理論，因此在與國外學者的交流上偏少。

JpGU 會議的議題方向甚廣，蒲員能參與的有限，因此僅能針對該員過去有涉獵之

議題擇要參與。雖然大部分的參與者皆日本當地學者，但亦有相當數量的英文報告。配合日本當地的構造特性，強地動、火山、與慢地震等議題在會議中皆有不少的關注與大量的研究報告，十分適合從事相關研究的人士積極參與，即便不諳日文者，亦可有所收獲。

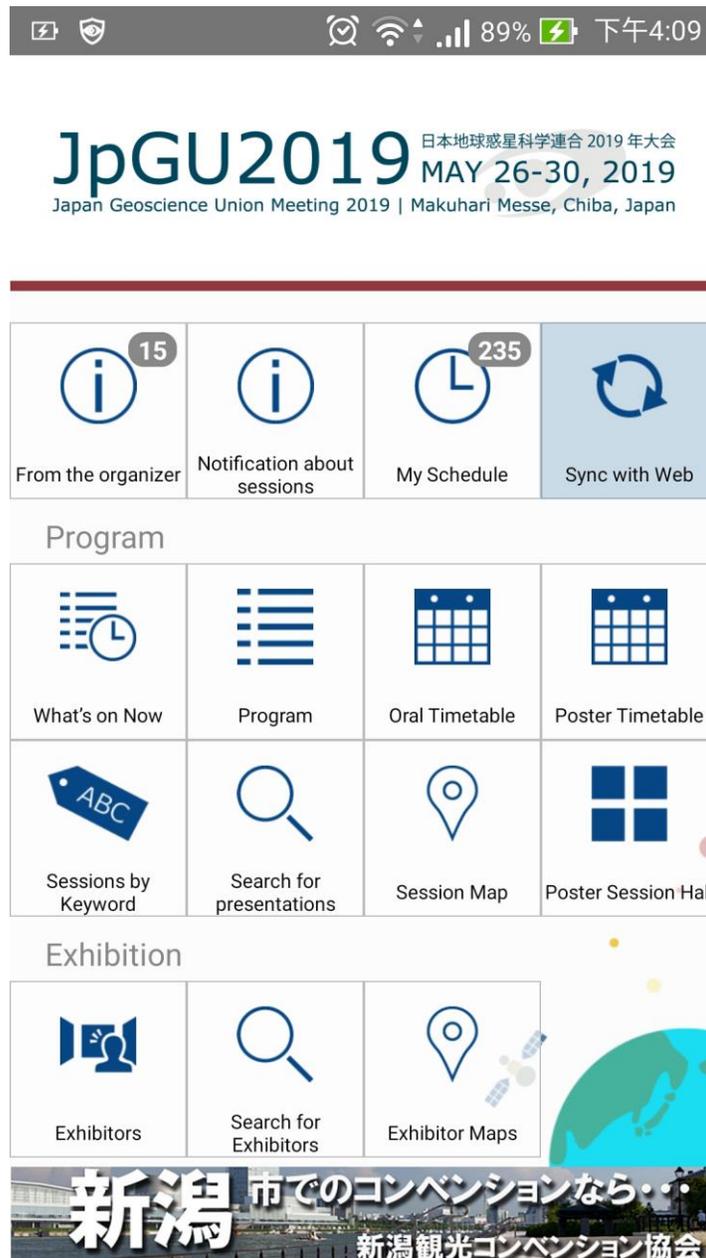
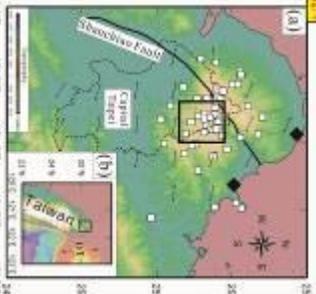


圖 1、大會專屬的手機 App。

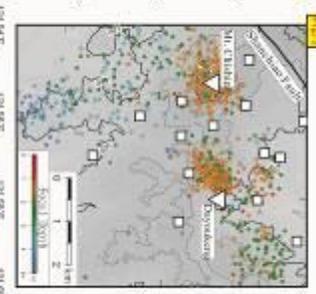
Abstract

了解大屯山地區之火山地熱膨脹源特性，本區火山地熱膨脹源特性，本區火山地熱膨脹源特性，本區火山地熱膨脹源特性...

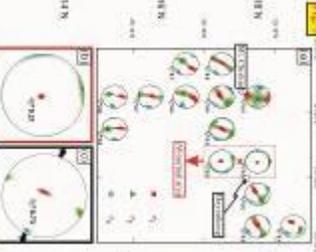
Background



Earthquake focal mechanisms



Stress inversion



本研究採用Richardson (1987) 1987 的方法進行應力場反演，結果顯示大屯山地區之應力場具有顯著之空間變化性...

Figure 1. (a) 大屯山地區之火山地熱膨脹源特性，(b) 大屯山地區之火山地熱膨脹源特性...

Stress modeling

在應力場模型方面，我們在兩維應力場模型中，考慮了地殼厚度 (Olsson, 1992) 及地殼厚度變化...

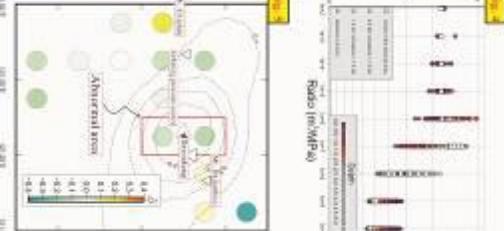


Figure 4. 在全體測試中，我們提供了三個應力場模型，每個模型都包含一個應力場模型...

Discussions

在拉法特模型中，我們測到有一入應力場在約 6 公里的深度造成了應力場的下降...



Figure 5. 在全體測試中，我們測到有一入應力場在約 6 公里的深度造成了應力場的下降...

Figure 6. 應力場反演結果顯示大屯山地區之應力場具有顯著之空間變化性...

Conclusions: 本研究利用 101 個震源在 2012 至 2017 年間，資源深度位於 5 公里的震源模型...

References: Anderson, J. L. (1978) The theory of faulting. Princeton University Press.

圖 2、蒲員的海報中譯版。

### 三、心得與建議

藉由參與本次會議，報告人得以有機會認識一些國外的研究學者，透過與渠等進行較深入的討論，對於目前研究上的一些問題，得以獲得解決。例如本次報告以震源機制資料逆推的壓力源，在水準測量的觀測資料中亦可獲得支持。事實上，今年的 JpGU 會議中，有相當多的報告是在探討地下壓力源的位置與狀態，主因仍與日本 2014 年御嶽火山蒸氣噴發造成災情有關係。由於過去研究報告指出，臺灣大屯火山在近萬年內的噴發就是以蒸氣型式為主，因此了解大屯火山地區的壓力源位置與狀態之議題，在臺灣同樣重要。

2018 年 12 月的印尼火山噴發引起了海嘯，並造成重大的傷亡，類似的地質特性也存在於臺灣地區火山活動特徵最明顯的龜山島。由於該島鄰近宜蘭平原，倘若噴發造成山崩，所造成的影響不止是火山灰等，其可能衍生的海嘯亦是要關注的議題。因此，火山的觀測工作上，除了臺灣本島的大屯火山群外，龜山島，乃至於基隆外海的海底火山，都是未來要注意的地區。建議可與學界合作，探討監測的可能。

在 JpGU 的會議之後，日本千葉大學同步會舉行地震前兆研討會。這樣的方式，可以提高國外的地震前兆學者參加研討會的機率。就側面了解，這樣的地震前兆討論會規模日益擴大，今年的討論會有 2 天，會中的報告數量已有 50 篇。未來，氣象局若想擴大研討會的參與人數，舉辦時間亦可以考慮緊接在某些大型會議之後，如臺北舉辦的 2019 臺灣地球科學聯合學術研討會。

另外，關於臺灣的地震訊息發布部分，在本次會議期間，有臺灣的學者建議可以參考日本，提供某個規模以上的餘震發生機率，這樣的科學統計資料更有參考價值，值得氣象局深入研思。

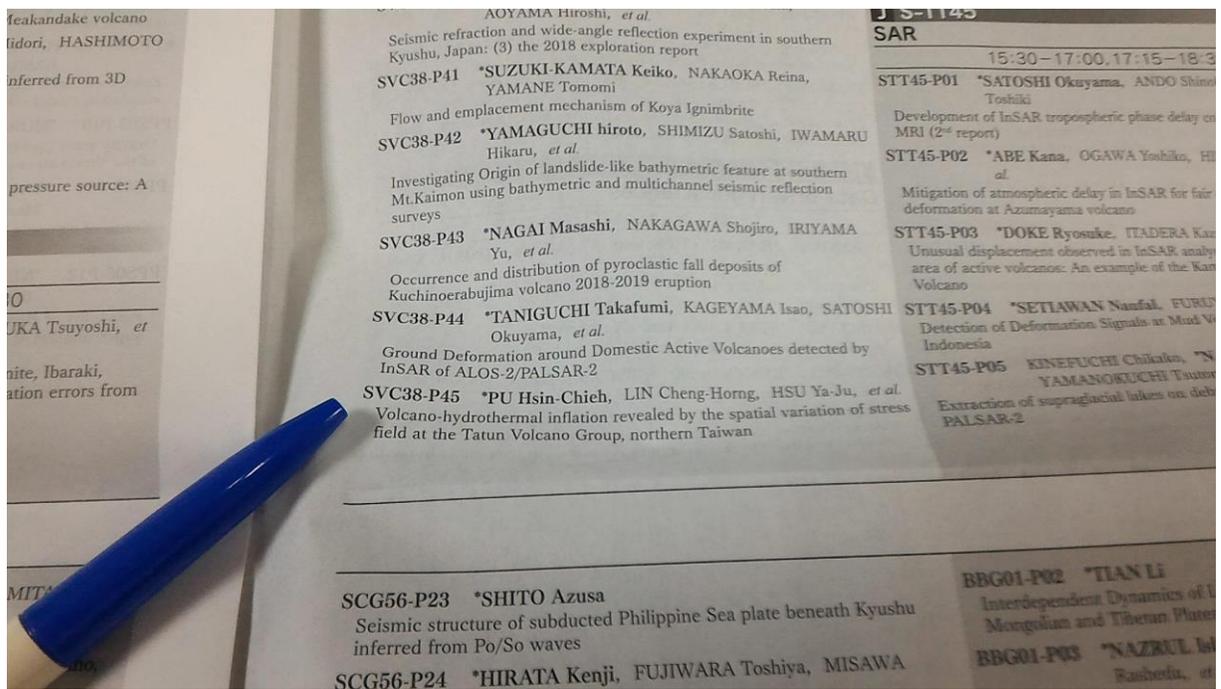
## 附錄:與會照片花絮



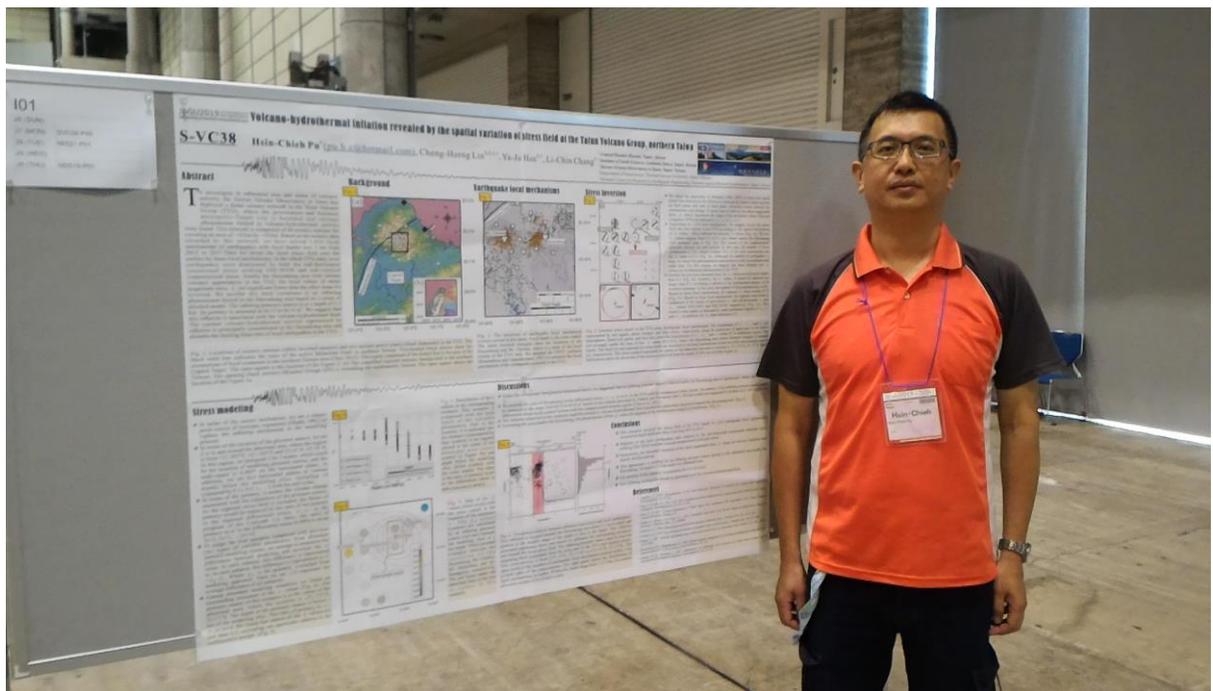
照片 1、大會於千葉幕張車站外的文宣。



照片 2、大會的海報展示區。



照片 3、會議提供之每日議程報紙與報告人的報告資訊。



照片 4、報告人的海報。

## 「確率論的地震動予測地図(PSHM)と観測最大震度との比較検討」

研究背景③  
確率論的予測地図の精度への指摘

Geller 2011 によると、1979年以降10人以上の死者をもあらしめた地震が、予測地図においてリスクが低いとされた地域に起きている。

活用にあたって、確率論的地震動予測地図の十分な検証が必要である。

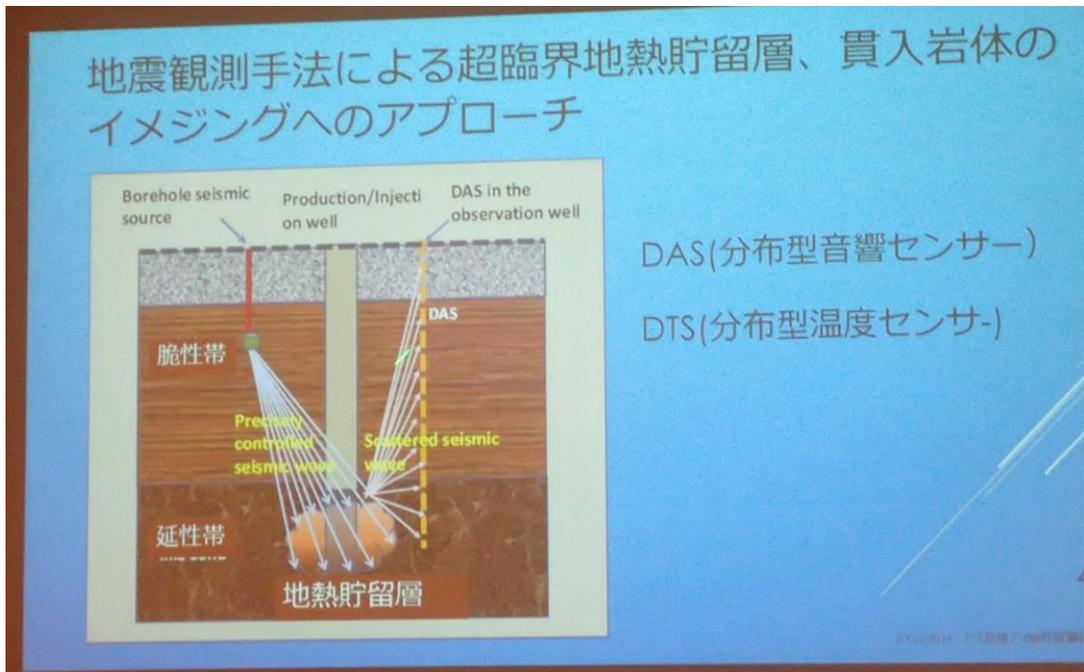


Geller 2011より引用

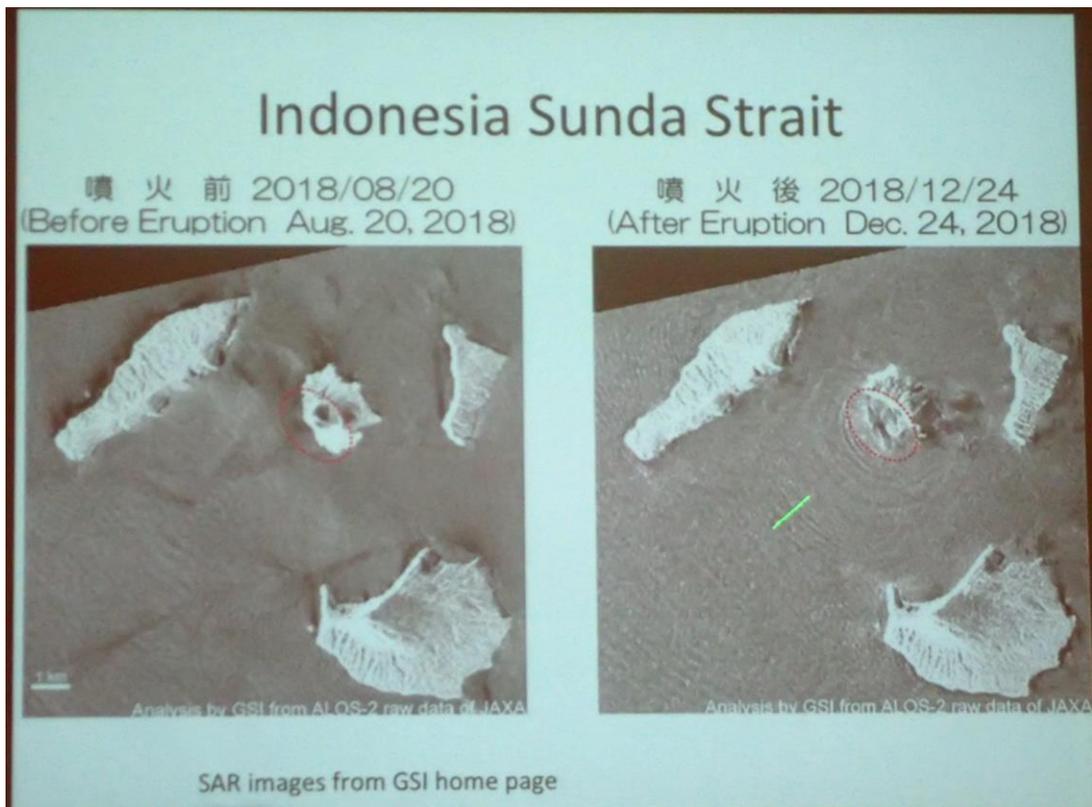
照片 5、日本地震動災害予測圖 (PSHM, Probabilistic Seismic Hazard Maps)。

	2015年噴火	2017年異常	2019年異常
地震	○	○	○
G N S S 基線長変化	○	○	○
局所的隆起 (Doke et al., 2018 EPS)	○	×	×
深部低周波地震 (行竹, 2017 温地研報)	○	○	×
大涌谷ガスのC/Sの変化 (Ohba et al., 2019 EPS; 萬年ほか, 2018 温地研報)	○	△	△
過熱蒸気のSO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S, HCl/H <sub>2</sub> S (萬年ほか, 2018 温地研報)	—	?	○

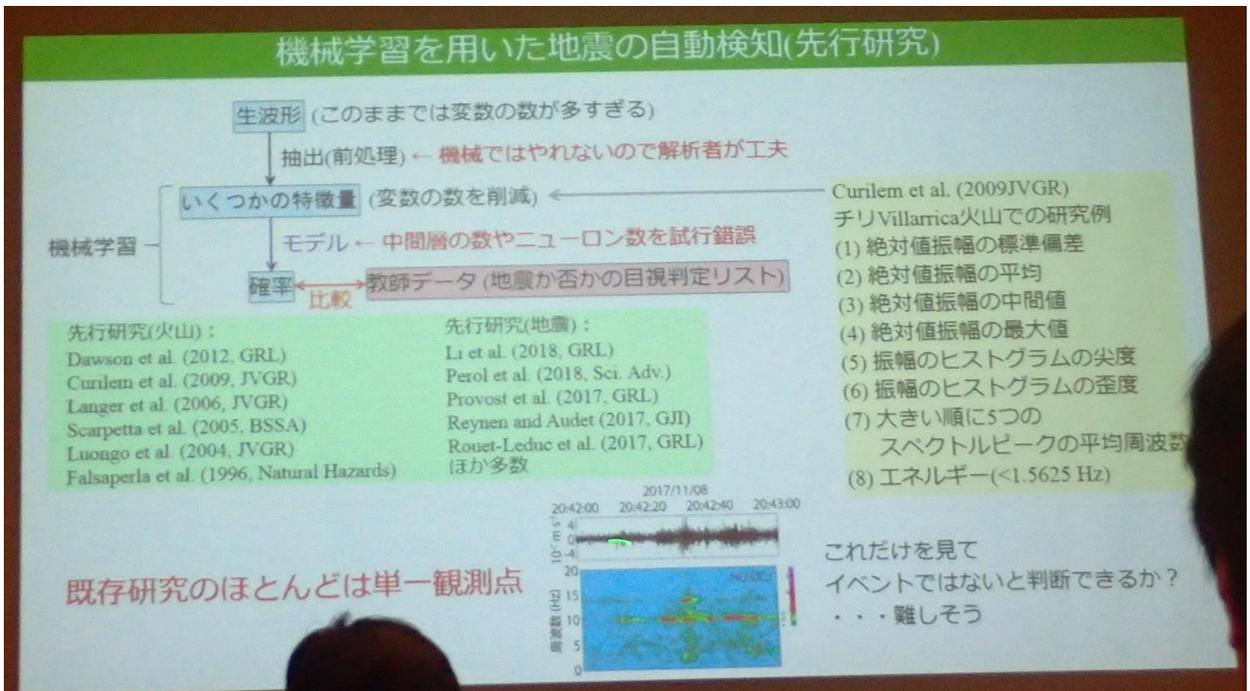
照片 6、日本箱根火山的各種監測與火山活動之比較。



照片 7、主動式震源的方式探討熱源體的細部特性。



照片 8、2018 年印尼火山噴發前後之衛星影象。



照片 9、以人工智能 (AI) 學習判讀火山地震訊號。



照片 10、會場提供之提神飲料。