

出國報告（出國類別：出席國際會議）

JpGU Meeting 2018
日本地球物理聯盟研討會2018

服務機關：國防大學理工學院環境資訊及工程學系

姓名職稱：李宏輝副教授

派赴國家：日本

出國期間：2018年5月19日至2018年5月25日

報告日期：2018年6月19日

摘要

2018日本地球物理聯盟(JpGU)年會，於5月20日至24日假日本千葉市幕張展覽館舉辦為期5日的國際會議。會議主題涵括「太空與行星科學(Space and Planetary Science)」、「大氣與水圈科學(Atmosphere and Hydrospheric Science)」、「人類地球科學(Human Geoscience)」、「固態地球科學(Solid Earth Science)」、「生物地球科學(Biogeoscience)」、「教育與推廣(Education and Outreach)」與「結合多門學科或跨學科(Multidisciplinary and Interdisciplinary)」等七大領域，每個領域再各自規劃相關的研討主題，供參與者以口頭或海報發表方式進行成果發表與交流研討。本次會議參與的主題，主要為「人類地球科學(Human Geoscience)」項下的「災害地球科學(Disaster Geoscience)」項下的「山崩與相關現象(Landslides and related phenomena)」，本次發表研究成果為「Earthquake-induced Deformation, Instability and Failure Patterns of Rock Slope revealed by Shaking Table Test」。藉由此次國際研討會的參與，可了解亞洲與世界各國在上述相關領域的發展近況外，亦可透過與會者之間的討論增進學術交流。

目次

一、前言	1
二、目地	1
三、會議議程	3
四、會議過程	5
五、心得與建議	17
六、攜回資料	17
七、致謝	17

一、前言

成立於2005年的日本地球物理聯盟(Japan Geoscience Union, JpGU)在2010年舉辦了第一屆JpGU國際研討會後，其主題涵括行星科學、大氣科學與地球科學等議題，每年均吸引世界各國相關領域之研究學者參與盛會，並於2017年首次與美國地球物理聯盟(American Geoscience Union, AGU)舉辦第一屆聯合年會，擴大與世界各國之交流。

今(2018)年度JpGU年會循例邀請地球物理相關領域專家學者共同參與，會議主題涵括「太空與行星科學(Space and Planetary Science)」、「大氣與水圈科學(Atmosphere and Hydrospheric Science)」、「人類地球科學(Human Geoscience)」、「固態地球科學(Solid Earth Science)」、「生物地球科學(Biogeoscience)」、「教育與推廣(Education and Outreach)」與「結合多門學科或跨學科(Multidisciplinary and Interdisciplinary)」等七大領域，詳如表1。

考量研討會主題涵蓋範圍廣泛，實無法於有限的時間內涉略所有議題，故在行前即規劃以「人類地球科學(Human Geoscience)」項下的「災害地球科學(Disaster Geoscience)」項下的「山崩與相關現象(Landslides and related phenomena)」領域為本次研習與交流的重點主題，並發表研究成果「Earthquake-induced Deformation, Instability and Failure Patterns of Rock Slope revealed by Shaking Table Test」。另在「固體地球科學(Solid Earth Sciences)」領域中，合成孔徑雷達(Synthetic Aperture Radar)亦有應用於邊坡災害監測之相關研究發表，一併作為本次行程研習項目之一。

二、目地

此行目的在於了解日本與世界各國在工程地質、自然災害、災害防治與岩石力學等相關課題之研究與應用近況，亦透過與會者之間的討論增進學術交流，作為未來深入上述相關課題之研究參考。

表1、JpGU-AGU Joint Meeting 2018 研討會主題

項次	分類	代碼	內容
	Union	U	Sessions to present the up-to date frontier topics related to all earth and planetary sciences related community.
	Public	O	Sessions open to the public to promote scientists' outreach activities, and to help societies' understandings of research fields of our union.
1	Space and Planetary Sciences	P	Planetary Science, Solar Terrestrial Physics, Space Physics, Space Electromagnetism Exoplanetology... etc.
2	Atmospheric and Hydrospheric Sciences	A	Atmospheric Science, Meteorology, Atmospheric Environment, Ocean Sciences, Hydrology, Limnology, Ground Water Hydrology, Cryospheric Sciences, Geoenvironmental Science, Climate Change Research...etc.
3	Human Geosciences	H	Geography, Geomorphology, Engineering Geology, Sedimentology, Natural Disaster, Disaster Prevention, Resources, Energy...etc.
4	Solid Earth Sciences	S	Geodesy, Seismology, Geomagnetism, Science of the Earth's Interior, Earth and Planetary Tectonics Dynamics, Geology, Quaternary Research, Lithology and Mineralogy, Volcanology, Geochemistry...etc.
5	Biogeosciences	B	Biogeosciences, Space Biology, Origin of Life, Geosphere-Biosphere Interactions, Palaeontology, Paleoecology...etc
6	Education & Outreach	G	Earth Science Education, School Education, Relation to the society...etc.
7	Multidisciplinary and Interdisciplinary	M	Session that cannot be categorized into one session, Joint Symposium with other scientific societies...etc.

三、會議議程

JpGU年會的議程包括午餐特別講座(Lunchtime special lecture)、頒獎儀式(Award ceremony)、專題討論會(Seminar & workshops)、攝影競賽(Joint meeting special photo contest)、NASA 視覺運算系統展示(NASA hyperwall presentations)、參展商的小型討論會(Exhibitor's short seminar)、論文口頭發表(Oral Presentation)與海報發表(Poster Presentation)等。展場區分國際演講廳、APA酒店東京灣幕張廳及國際展示廳等3處。在論文口頭發表方面，依各種不同的主題排定於各演講廳進行。以「人類地球科學(Human Geoscience)」中的次主題「災害地球科學(Disaster geosciences)」為例，若欲參加該演講，可於該議程時段(如表2)自行前往A01演講廳參加。

表2 災害地球科學(Disaster geosciences) H-DS07研討議程

Human Geosciences(H)		
Session Sub-category	Disaster geosciences	
Session ID	H-DS07	
Title	Landslides and related phenomena	
Short Title	Landslides	
Main Convener	Name	Masahiro Chigira
	Affiliation	Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
Co-Convener 1	Name	Gonghui Wang
	Affiliation	Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
Co-Convener 2	Name	Fumitoshi Imaizumi
	Affiliation	Faculty of Agriculture, Shizuoka University
Session Language	EE	
Scope	Mass movements, such as landslides, rockfalls, and debris flows, have been occurring extensively in a large number of countries, causing heavy damage. In order to understand them and mitigate induced disasters, we would like to discuss on various issues. We invite contributions that report and discuss on mass movements and related phenomena, focussing on improved understanding of their characteristics; new insights into landslide mechanisms; the development of new approaches to monitoring; novel approaches to behaviour forecasting and prediction; studies of successful landslide management; and the development of methods for hazard and risk evaluation.	
Presentation Format	Oral and Poster presentation	
Joint Session with	AGU, EGU	

表2 災害地球科學(Disaster geosciences) H-DS07研討議程(續)

Time	Presentation No	Title	Presenter
Oral Presentation May 22 AM1			
09:00 - 09:15	HDS07-01	Rupture directivity of strike-slip earthquakes on landslide distribution: A case study of the Kumamoto 2016 Earthquake	Sebastian Specht
09:15 - 09:30	HDS07-02	Monitoring insights on the co-seismic responses of a deep-seated landslide	Ning MA
09:30 - 09:45	HDS07-03	Tephrostratigraphy and the formative processes of halloysite that controll landslide sites by earthquakes: Landslides of tephra induced by 2016 Kumamoto earthquake	Tatsuki Sato
09:45 - 10:00	HDS07-04	Distribution of earthquake-susceptible tephra in Kanto and Tohoku areas: For the earthquake hazard mapping	Masahiro Chigira
10:00 - 10:15	HDS07-05	Characteristics of seismic waveforms excited by slope failures	Issei Doi
10:15 - 10:30	HDS07-06	Failure of landslide dam in centrifuge model test	Gonghui Wang
Oral Presentation May 22 AM2			
10:45 - 11:00	HDS07-07	Measurements of strain changes along a borehole in a landslide using distributed fiber optic sensing	Tetsuya Kogure
11:00 - 11:15	HDS07-08	Study of ICP analysis of LiDAR using UAV laser measurement of surface slope collapse	Teruyuki kikuchi
11:15 - 11:30	HDS07-09	Experimental study on water and salt migration of solidified sulphate saline soil	CHENGRUI CHANG
11:30 - 11:45	HDS07-10	Initiation and runout characteristics of debris flow surges in a huge landslide scar	Fumitoshi Imaizumi
11:45 - 12:00	HDS07-11	Influence of grain-size distribution on formation of debris-flow fan	Haruka Tsunetaka
12:00 - 12:15	HDS07-12	Attempt for hazard prediction of deep-seated landslide based on stream water chemistry	Norifumi Hotta
Oral Presentation May 22 PM2			
15:30 - 15:45	HDS07-13	Gunsakot landslide, a gigantic dormant landslide found in central Nepal Himalayas	Hiroshi YAGI
15:45 - 16:00	HDS07-14	Ensemble rainfall forecast for lahar mitigation at Mount Merapi	Magfira Syarifuddin
16:00 - 16:15	HDS07-15	Learning more to predict landslides in different scales (Regional to local)	Ugur Ozturk
16:15 - 16:30	HDS07-16	Geology and geomorphology of the 2017 Xinmo landslide and its preceding gravitational slope deformation at Maoxian, Sichuan, China	Siyuan Zhao

四、會議過程

JpGU 2018 年會共計舉辦 5 天(5月20日至5月24日)，均全程參與，行程摘述詳如表3，本次年會亦率博士生陳祺杰共同參與，如圖1。

表3 出席會議期間之行程摘述

日期與時間	行程摘述
5/19(六) 07:00	出發至桃園國際機場，搭乘08:50班機，12:55抵達日本成田機場
5/19(六) 17:00	抵達東京押上，入住飯店
5/20(日) ~5/24(四)	研討會報到，參與研討會議程與論文發表
5/25(五) 10:00	離開飯店前往成田機場，搭乘14:00班機，17:05抵達桃園國際機場



圖1 日本地球物理聯盟2018年年會，與會者國防大學環境資訊及工程學系李宏輝副教授(右)及國防大學國防科學研究所博士生陳祺杰(左)合影

2017年AGU-JpGU美國與日本地球物理聯盟聯合年會總計發表論文數5,562 篇，今(2018)年JpGU召開年會，發表論文數仍達5,001 篇，顯示該聯盟在國際學術領域的高號召力與活動盛況。而日本地球物理聯盟為推廣其國內科普知識深耕教育，本次研討會亦循

往例，開放高中、國中學生報名參加，並以活動第1天(5月20日)列為高中生組論文發表時段，其對科普教育的推廣及鼓勵年輕學子參與國際性研討會的方式值得我國參考。

國際展館與7號展館(International Exhibition Hall and Hall 7)為廠商展示與論文海報發表場地，如圖2。而本次NASA與JAXA(Japan Aerospace Exploration Agency)配合JpGU活動，於展館內公開展示在行星與大氣科學相關課題的研究成果，課程場次依對象區分ST(School Teacher)、JHS(Junior High School)及HS(High School)等3類，利用高解析度的動態展示螢幕進行講解。經由視覺化展示，配合講員的細心解說，除能增添與現場聽眾的互動，能直接激發國、高中生對行星科學、大氣科學與地球科學等課題的研究興趣。在廠商陳展部分，內容涵括天文觀測、地質調查、地球物理探測、資料蒐集整合與分析等，亦有兼具科學研究與教學旨趣的產品，如圖3所示的地球立體投影技術等。



圖2 日本地球物理聯盟2018年聯合年會論文海報發表會場



圖3 日本防災研究所展示之地球立體投影技術

在論文海報部分，發表之”Earthquake-induced Deformation, Instability and Failure Patterns of Rock Slope revealed by Shaking Table Test”，依大會安排期程於5月22日進行論文海報發表，如圖4、5。海報展示過程中，與眾多國內外知名學者或研究人員進行學術交流，如臺灣大學地質系胡植慶教授如圖6、中興大學水保系馮正一教授圖7及日本弘前大學農學生命科學部鄒青穎助理教授圖8等，除推廣說明本次研究成果外，亦得到相當多的意見回饋，獲益良多。國內亦有不少大學與研究機構提出研究成果發表，如圖9所示。

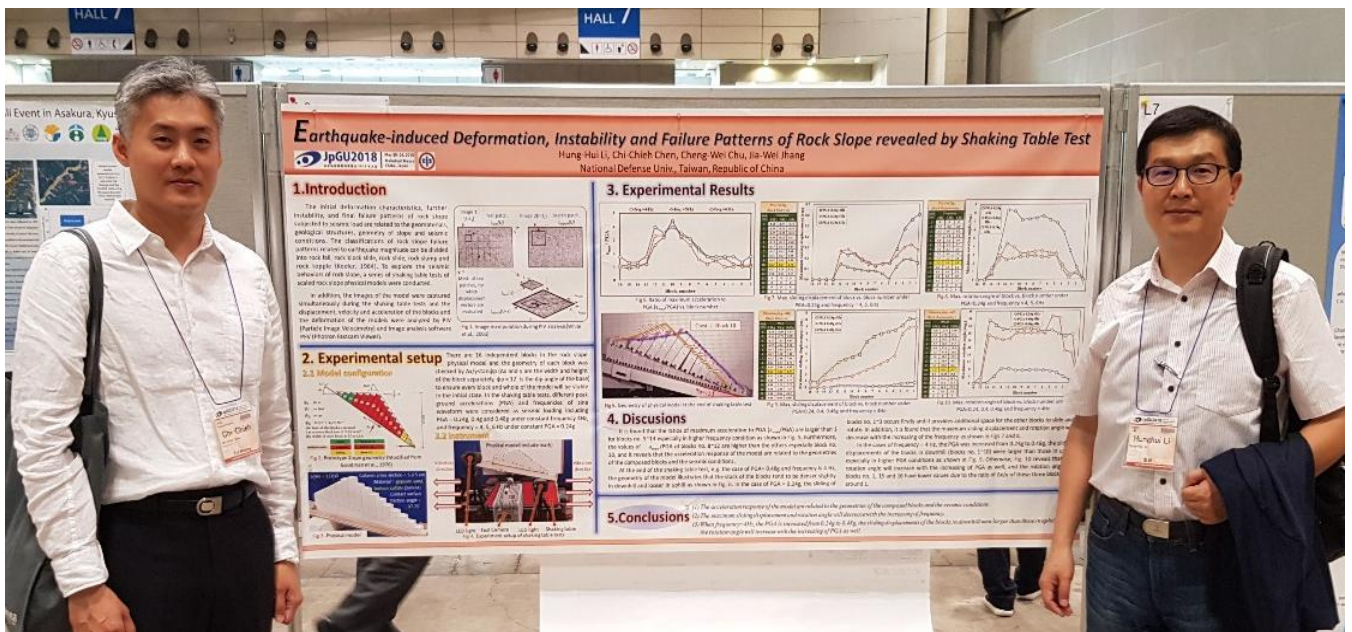


圖4 國防大學環境資訊及工程學系李宏輝副教授與博士生陳祺杰於JpGU年會發表論文海報

1. Introduction

The initial deformation characteristics, further instability, and final failure patterns of rock slope subjected to seismic load are related to the geomaterials, geological structures, geometry of slope and seismic conditions. The classifications of rock slope failure patterns related to earthquake magnitude can be divided into rock fall, rock block slide, rock slide, rock slump and rock topple (Keefer, 1984). To explore the seismic behaviors of rock slope, a series of shaking table tests of scaled rock slope physical models were conducted.

In addition, the images of the model were captured simultaneously during the shaking table tests and the displacement, velocity and acceleration of the blocks and the deformation of the models were analyzed by PIV (Particle Image Velocimetry) and Image analysis software PFV (Photron Fastcam Viewer).

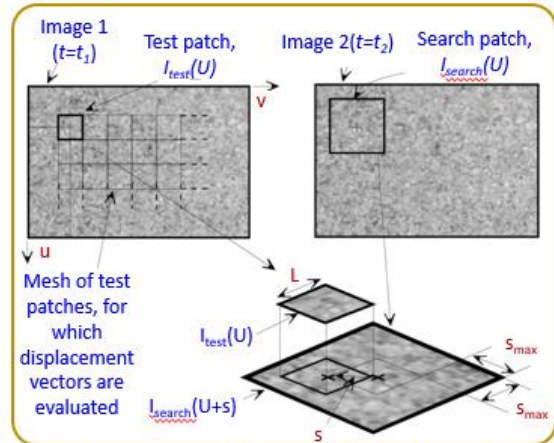


Fig 1. Image manipulation during PIV analysis(White et al., 2003)

2. Experimental setup

2.1 Model configuration

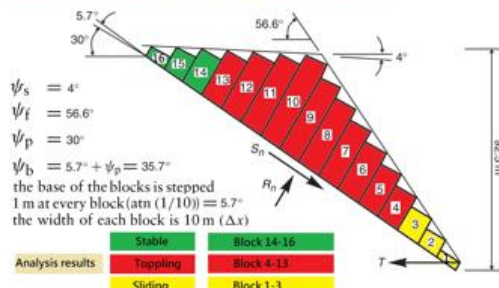


Fig 2. Prototype Slope geometry (Modified from Goodman et al., 1976)

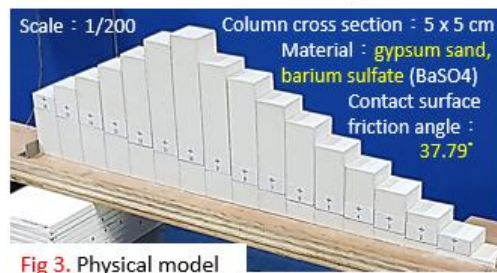


Fig 3. Physical model

There are 16 independent blocks in the rock slope physical model and the geometry of each block was checked by $\Delta x/y < \tan \psi_p$ (Δx and y are the width and height of the block separately, $\psi_p = 12^\circ$ is the dip angle of the base) to ensure every block and whole of the model will be stable in the initial state. In the shaking table tests, different peak ground accelerations (PGA) and frequencies of sine waveform were considered as seismic loading including PGA = 0.24g, 0.4g and 0.48g under constant frequency 4Hz, and frequency = 4, 5, 6 Hz under constant PGA = 0.24g.

2.2 Instrument

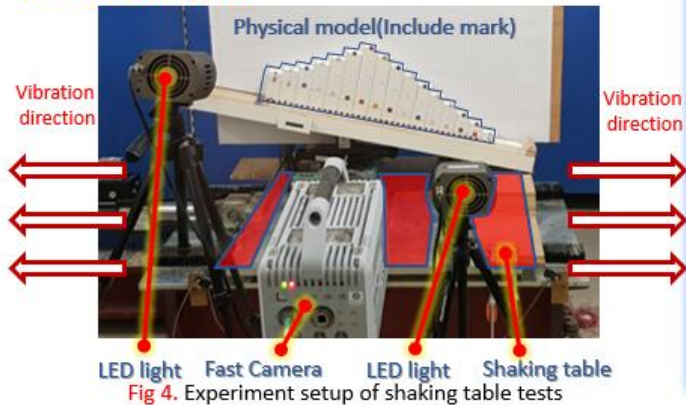


Fig 4. Experiment setup of shaking table tests

(a)

3. Experimental Results

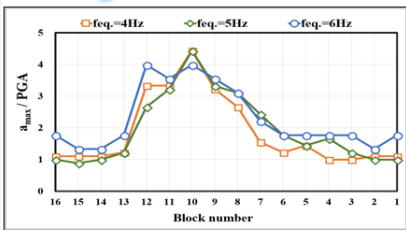


Fig 5. Ratio of maximum acceleration to PGA (a_{max}/PGA) vs. block number

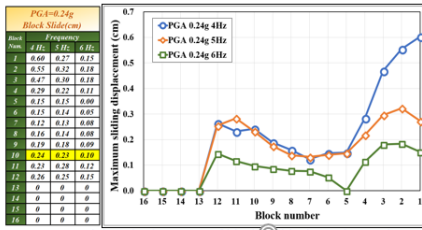


Fig 7. Max. sliding displacement of block @ block number under PGA=0.24g and frequency = 4, 5, 6Hz

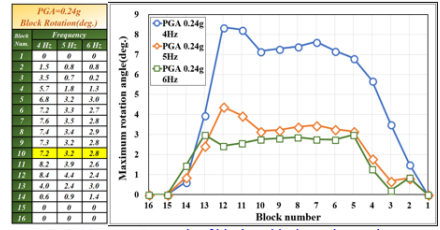


Fig 8. Max. rotation angle of block vs. block number under PGA=0.24g and frequency = 4, 5, 6Hz

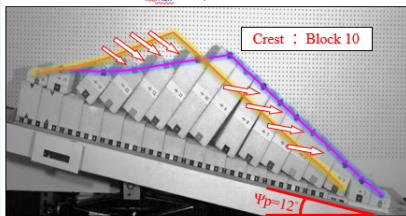


Fig 6. Geometry of physical model at the end of shaking table test

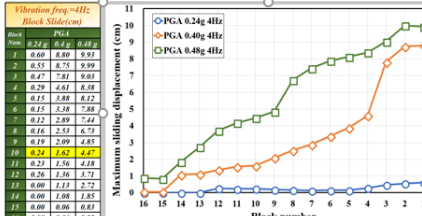


Fig 9. Max. sliding displacement of block vs. block number under PGA=0.24, 0.4, 0.48g and frequency = 4Hz

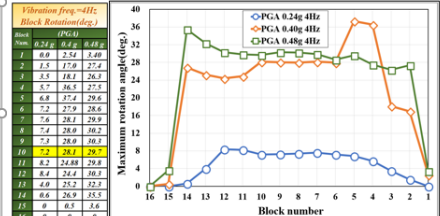


Fig 10. Max. rotation angle of block vs. block number under PGA=0.24, 0.4, 0.48g and frequency = 4Hz

4. Discussions

It is found that the ratios of maximum acceleration to PGA (a_{max}/PGA) are larger than 1 for blocks no. 5~13 especially in higher frequency condition as shown in Fig. 5. Furthermore, the values of a_{max}/PGA of blocks no. 8~12 are higher than the others especially block no. 10, and it reveals that the acceleration response of the model are related to the geometries of the composed blocks and the seismic conditions.

At the end of the shaking table test, e.g. the case of PGA= 0.48g and frequency is 4 Hz, the geometry of the model illustrates that the stack of the blocks tend to be denser slightly in downhill and looser in uphill as shown in Fig. 6. In the case of PGA= 0.24g, the sliding of

blocks no. 1~3 occurs firstly and it provides additional space for the other blocks to slide and rotate. In addition, it is found that the maximum sliding displacement and rotation angle will decrease with the increasing of the frequency as shown in Figs 7 and 8.

In the cases of frequency = 4 Hz, the PGA was increased from 0.24g to 0.48g, the sliding displacements of the blocks in downhill (blocks no. 1~10) were larger than those in uphill especially in higher PGA conditions as shown in Fig. 9. Otherwise, Fig. 10 reveals that the rotation angle will increase with the increasing of PGA as well, and the rotation angle at blocks no. 1, 15 and 16 have lower values due to the ratio of $\Delta x/y$ of these three blocks are around 1.

5. Conclusions

- (1) The acceleration response of the model are related to the geometries of the composed blocks and the seismic conditions.
- (2) The maximum sliding displacement and rotation angle will decrease with the increasing of frequency.
- (3) When frequency=4Hz, the PGA is increased from 0.24g to 0.48g, the sliding displacements of the blocks in downhill were larger than those in uphill, and the rotation angle will increase with the increasing of PGA as well.

(b)

圖5 本次於JpGU年會發表之” Earthquake-induced Deformation, Instability and Failure Patterns of Rock Slope revealed by Shaking Table Test”研究成果海報(a)左半部 (b)右半部



圖6 國防大學環境資訊及工程學系李宏輝副教授與臺灣大學地質系胡植慶教授合影

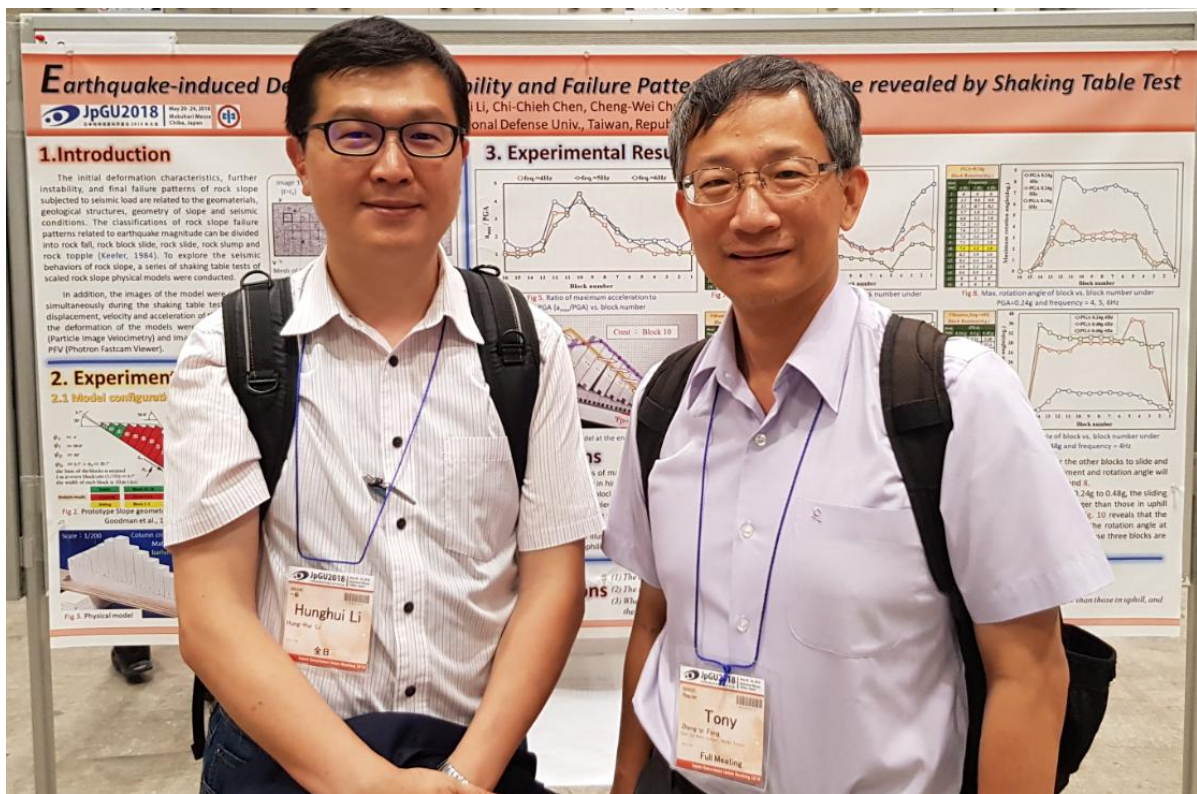


圖7 國防大學環境資訊及工程學系李宏輝副教授與中興大學水保系馮正一教授合影

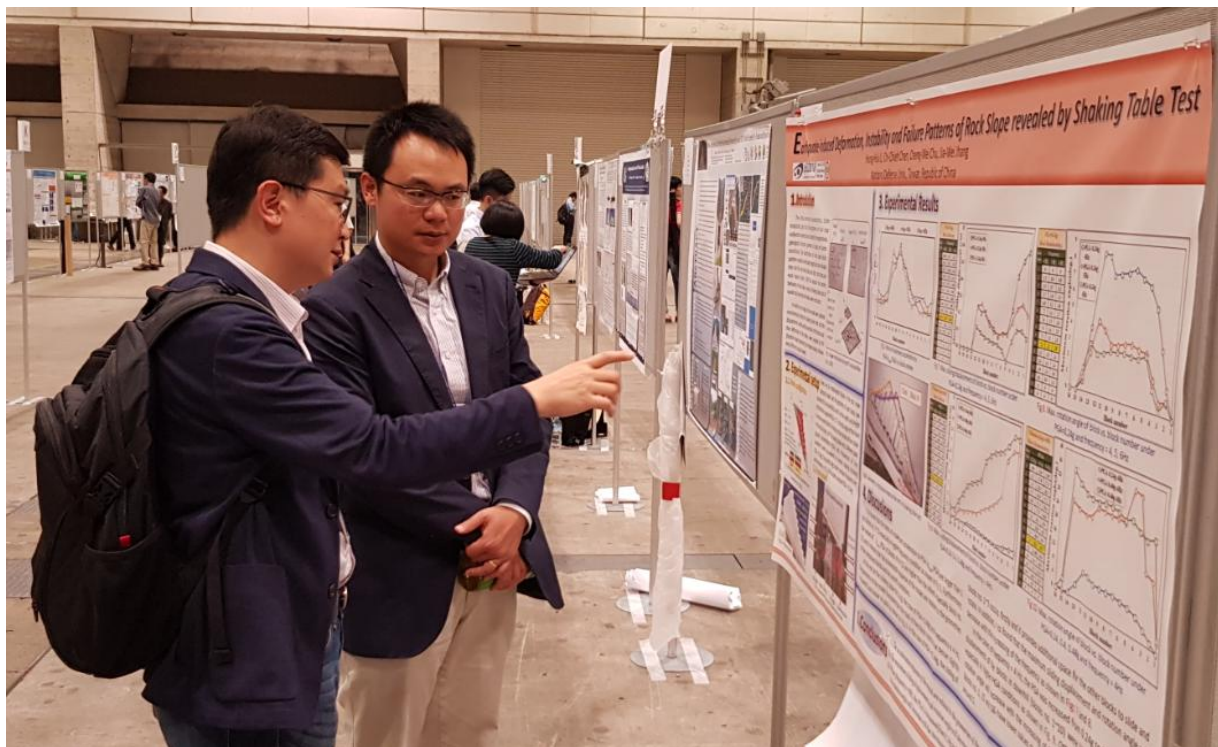
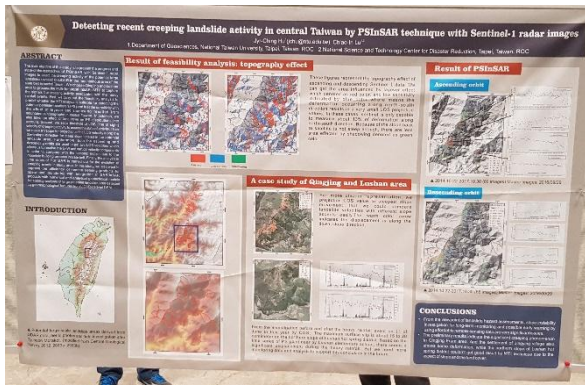
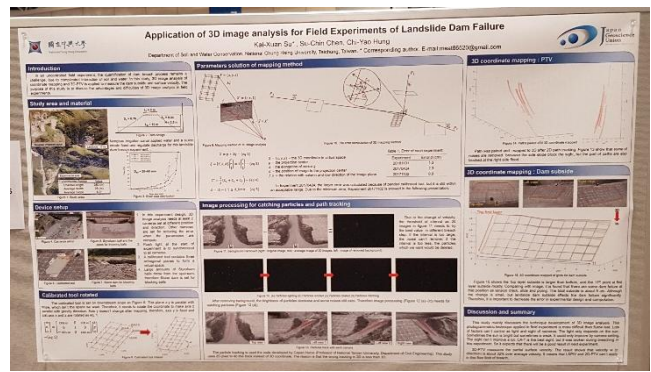


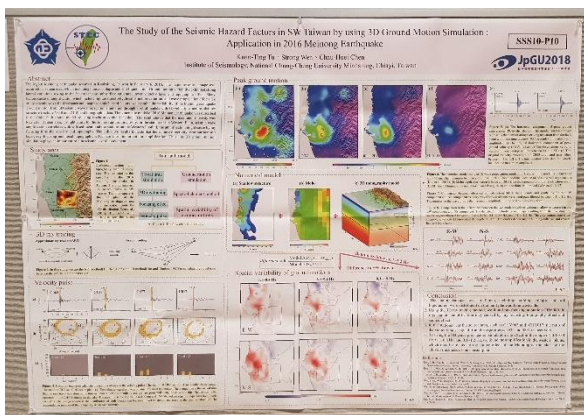
圖8 國防大學環境資訊及工程學系李宏輝副教授向日本弘前大學農學生命科學部鄒青穎助理教授講解研究成果



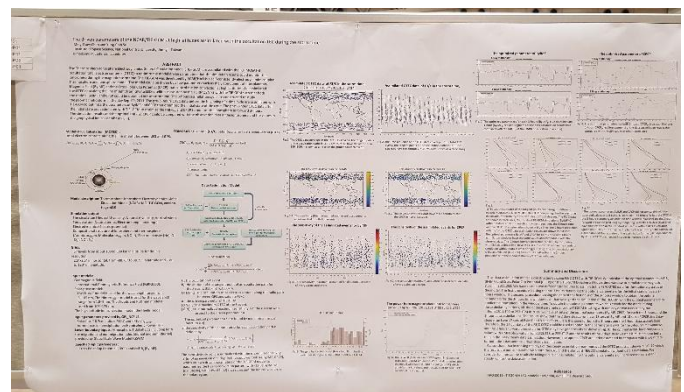
(a)



(b)



(c)



(d)

圖9 國內臺灣大學、中興大學、中正大學及中央大學等學術單位於本次JpGU年會的部分論文海報發表成果

此外，地熱能源的開發一直是地球科學、地質學與岩石力學研究者關心的課題，本次研討會有關地熱能源開發之部分研究成果，茲摘錄了3篇研究如后：

- (1) 日本地質調查局與日本東北大學聯合發表「超臨界條件下裂隙花崗岩的力學和水文特性(Mechanical and hydrological properties of fractured granite under supercritical conditions)」研究成果(Kitamura等人, 2018)，如圖10。該研究為在滿足安全需求下，有效地從岩漿和/或相鄰的熱岩中提取地熱能，進行了一系列的實驗，其目的是澄清水熱超臨界條件下岩石強度與裂縫密度之間的關係。在高溫（250-750°C），高壓（104MPa）條件下，以恆定負載速度（0.1 μ m/sec）進行花崗岩三軸測試。實驗用花崗岩在乾燥條件下（乾燥時）的初始孔隙度 $<0.2\%$ ， V_p 為 4.26 ± 0.42 km/s。結果顯示強

度與彈性模數隨著溫度提高而下降。當溫度超過650°C時，變形特性可能開始具有延展性。

- (2) 東北大學環境科學研究科發表「超臨界和亞臨界條件下岩石的閃裂(Flash Fracturing of Rock at Supercritical and Subcritical Conditions)」研究成果(Takagi等人，2018)，如圖11。在這項研究中，花崗岩試體被加熱到500,550和600°C，水壓達到50MPa，然後進行快速減壓以研究閃壓裂的有效性。由於高壓條件下的大量水導致蒸發潛熱大，所以減壓之後的溫度下降隨著減壓前的壓力增加而增加。在每個預熱溫度下，快速冷卻（減壓）試體的孔隙率大於自然冷卻試體的孔隙率。岩石試體冷卻速率會影響孔隙度增量的差異，換句話說，冷卻會產生裂縫。此外，在氣相減壓（從4MPa到大氣壓力）的試體比自然冷卻的試體具有更多的裂縫。意即從地熱儲層的壓力條件減壓到大氣中，數MPa級的減壓也會在岩石中產生裂縫。
- (3) 東北大學環境科學研究科發表「利用彈性波測量分析真三軸應力作用下超臨界地熱岩體的水力壓裂特性(Analysis of hydro fracturing behaviors of supercritical geothermal rock mass under true triaxial stress by elastic wave measurement)」研究成果(Takahiro等人，2018)，如圖12。本研究指出，為了應用超臨界地熱資源，可透過水力壓裂法建立裂縫網絡和擴展一個地熱儲層，因此採用樹脂熔融型真三軸試驗裝置(resin melt type true triaxial testing equipment)，在高溫壓力條件下的真三軸應力作用下，採用花崗岩試體進行水力壓裂試驗，並通過測量彈性波速度來評估壓裂行為。水力壓裂前後的彈性波速度的測量結果，認為裂紋不僅在特定方向上，且在所有方向上傳播，每個方向的彈性波速度均下降。此外，確認了彈性波速度在所有方向上減少了大約40%至50%，因此無論最大，中間和最小主應力的方向如何，由水力壓裂造成的裂縫被認為在所有方向上均勻地發展。最後，從10-18 m²的完整試樣滲透率增加到10-15 m²，認為通過水力壓裂可充分提高地殼滲透率。

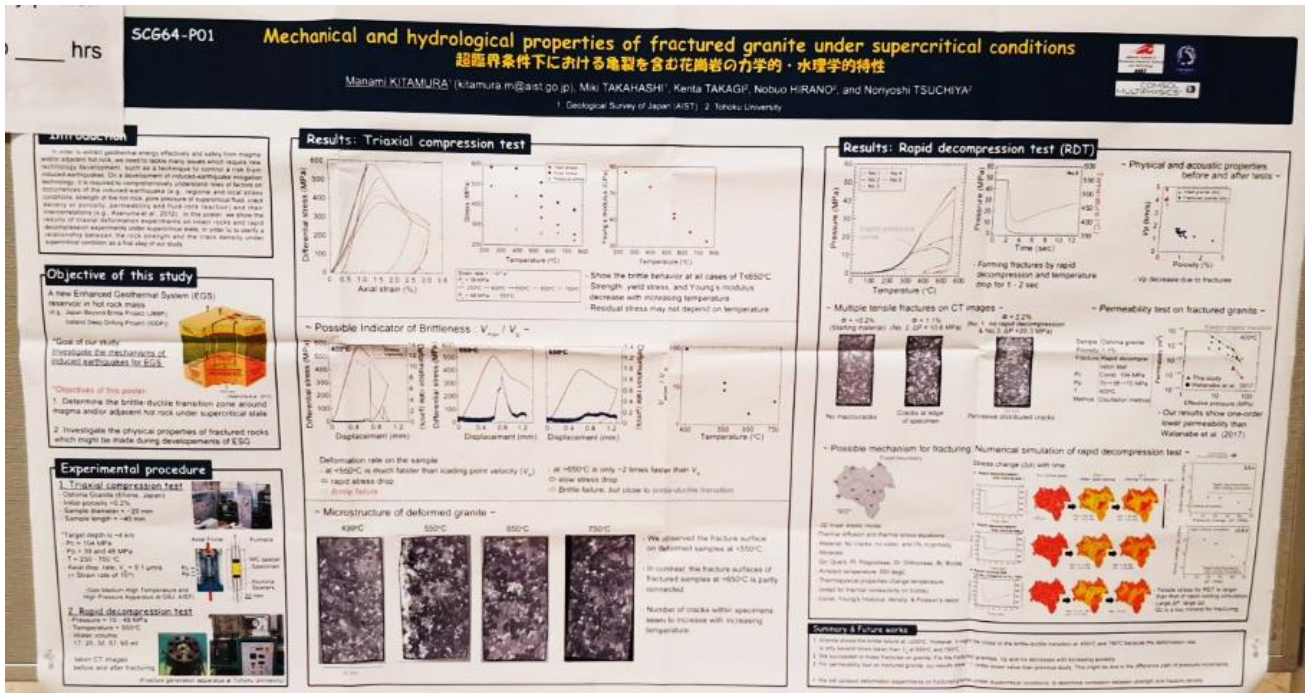


圖10 超臨界条件下裂隙花崗岩的力學和水文特性(Kitamura等人, 2018)

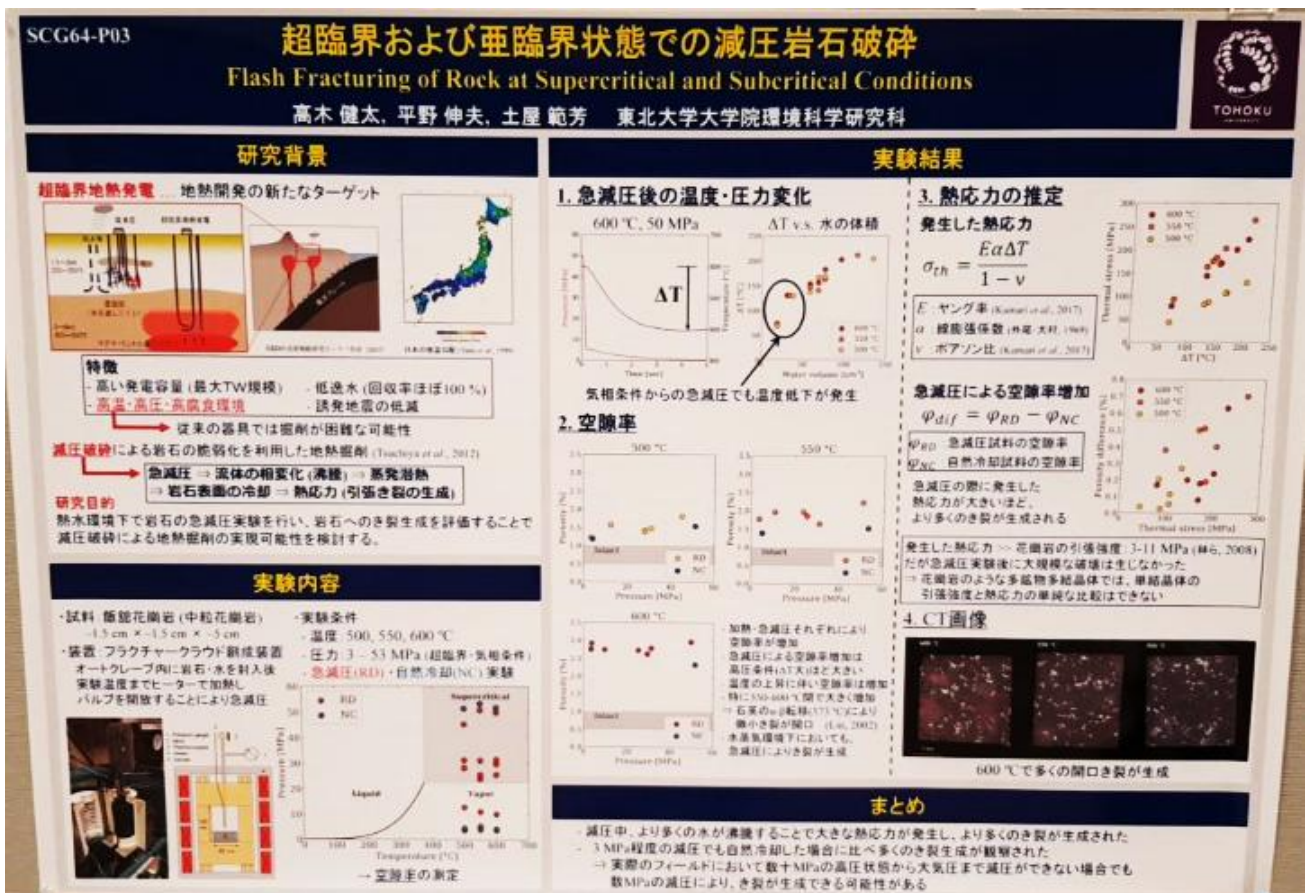


圖11 超臨界和亞臨界条件下岩石の閉裂(Takagi等人, 2018)

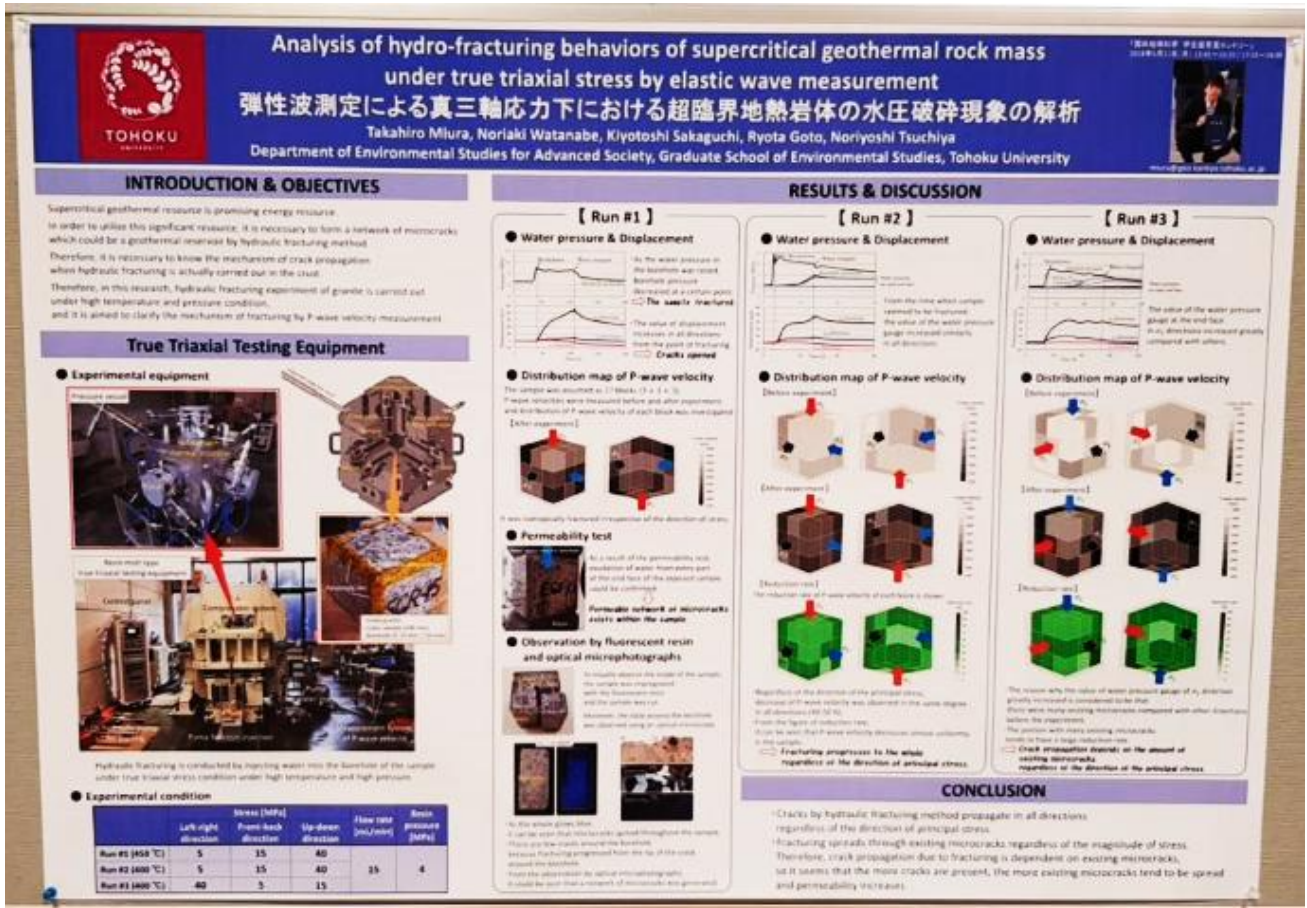
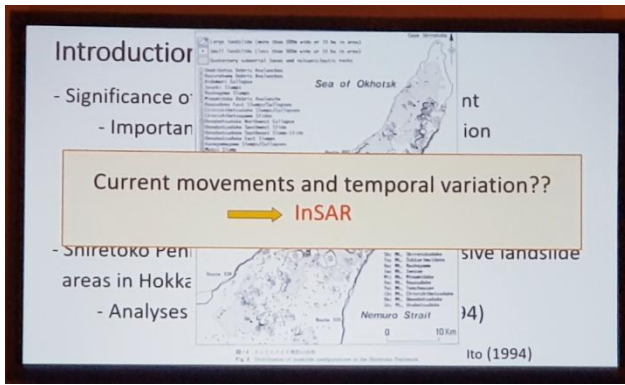
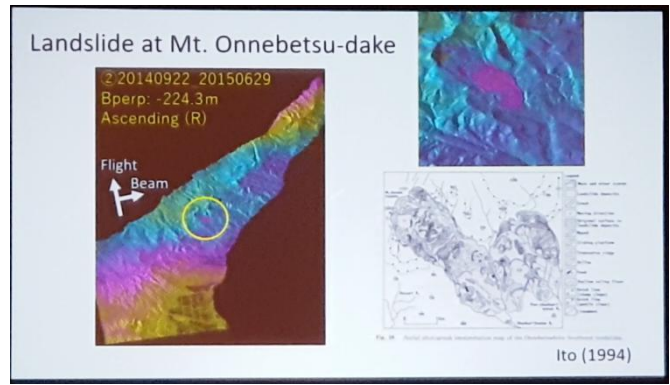


圖12 利用彈性波測量分析真三軸應力作用下超臨界地熱岩體的水力壓裂特性(Takahiro等人，2018)

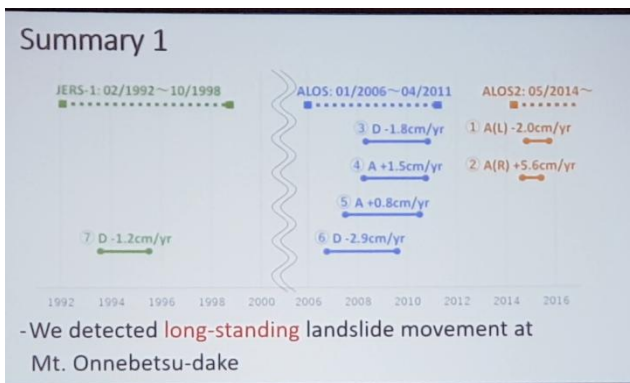
在口頭報告的議程部分，於「合成孔徑雷達(SAR, Synthetic Aperture Radar)」議程中，日本北海道大學透過運用干涉合成孔徑雷達 (InSAR) 分析，說明了知床半島(Shiretoko Peninsular)中的Onnebetsu山岳，其滑動邊坡在不同時期的運動變化情形，如圖13(a)(b)。日本在15年內發射了3個L波段SAR衛星 (JERS-1, ALOS, ALOS-2)，並積累了大量的SAR圖像，透過影像波長分析技術，可以在沒有任何地面站的情況下檢測茂密森林下的地表運動，有利於研究像知床半島這樣的遠端區域。其成果顯示，Onnebetsu 山岳邊坡有持續滑動的現象，而2014-2017的位移量快於2007-2010年，如圖13(c)(d)。



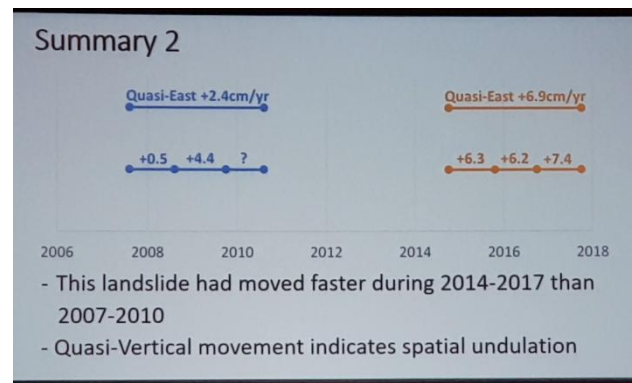
(a)



(b)



(c)

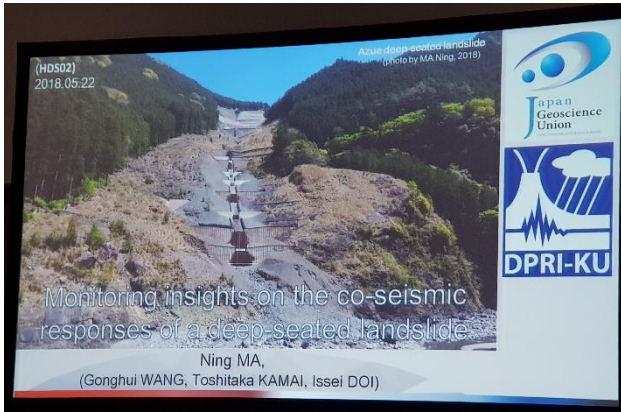


(d)

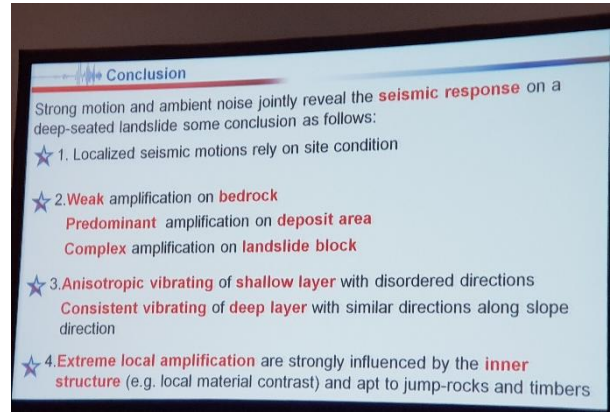
圖13 於「合成孔径雷達(SAR, Synthetic Aperture Radar)」議程中，日本北海道大學利用SAR分析了知床半島邊坡滑動量：(a)(b)SAR的監測技術與範圍、(c)(d)SAR分析每年邊坡滑動量成果

在「山崩及相關現象(Landslides and related phenomena)」議程中，MA (2018)探討了深層山崩同震反應的監測成果，分析結果發現，局部的地震運動依賴現場條件，如沉積區（古土壤）的放大效應較為明顯，而崩塌塊體有著較複雜的放大效應；另局部區域受到內部結構的影響，易造成坡面的不穩定，如造成岩塊崩落等，如圖14(a)(b)。

Tatsuki (2018)對2016年熊本地震所引致的火山岩山崩，對其火山地層學與形成過程進行研究。透過航照判釋、實地調查與礦物和物理特性分析，針對阿蘇火山口400多座山崩，調查其中63處及確定滑動面位置，多發生在傾角 20° 至 30° 之間，深度在2至14m之間。而滑動面的地層中含有埃洛石(halloysite)，其易受地震晃動影響，可能是由於滲透水通過上覆的火山泥土而使材料彈性復原而成，對於易受地震震動影響的區域，提供了一些辨別的方式，如圖15(a)(b)。



(a)



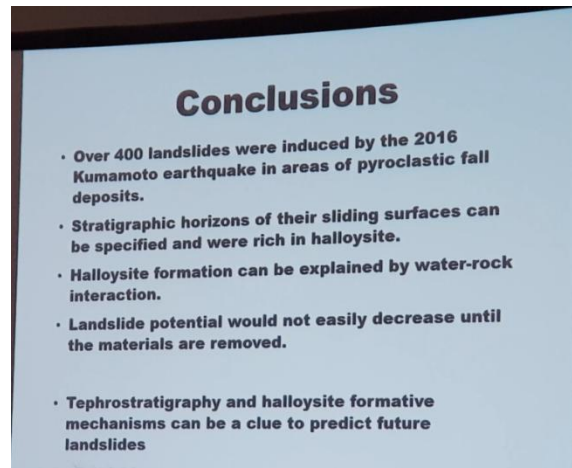
(b)

圖14 H-DS07-02議程 (a)MA說明監測深層滑坡同震反應的研究成果；(b)研究結論

A list of recent earthquake that induced many landslides

Earthquake	Area	Magnitude	Rock types	Reference	
1999	Chi-Chi	Taiwan	Mw 7.6	Sedimentary rock (Ss, Sh)	Wang et al. (2003)
2001	El Salvador	El Salvador	Mw9.0	Pyroclastics, volcanic rock	Crosta et al. (2005)
2004	Mid Niigata Prefecture	Japan	Mw 6.6 (Mj) 6.8	Sedimentary rock (Ss, Sh)	Chigira and Yagi (2005)
2005	Northern Pakistan	Pakistan	Mw 7.6	Sedimentary rock (Ss, Sh)	Chigira (2007), Schneider (2008)
2008	Wenchuan	China	Mw 7.9	Sedimentary (Carbonate, Ss/Sh), Granite	Huang and Li (2009)
2008	Iwate Miyagi Inland	Japan	Mw 6.9 (Mj) 7.2	Volcanic rocks	
2009	Padang	Indonesia	Mw7.6	Pyroclastics	Nakano et al. (2016)
2011	Tohoku	Japan	Mw9.0	Pyroclastics, Various	Chigira et al. (2012)
2015	Gorkha	Nepal	Mw7.8	Sedimentary, Metamorphic	Tsou et al. (2017)
2016	Kumamoto	Japan	Mw7.0	Pyroclastics, Lava	Sato et al. (2017)
2016	Kaikoura	New Zealand	Mw7.8	Sedimentary rocks (Graywacke)	Jibson et al. (2017)

(a)



(b)

圖15 H-DS07-03議程 (a)MA說明監測深層滑坡同震反應的研究成果；(b)研究結論

五、心得與建議

日本地球物理聯盟(JpGU)自2010年舉辦了第1屆JpGU國際研討會迄今，由於其研討議題廣泛與具教育目的，且滿足各方實務需求，因此每年均吸引眾多國際學者參與，反應相當熱烈。另外，由於日本與台灣同樣位於太平洋環地震帶上，頻繁地面臨震所帶來的威脅，因此對於地震的監測，及地震引發的災害等課題，均為兩地共同關切的課題，應持續透過相關會議的交流，吸取彼此經驗。此外，經參與本次年會後，另提出下列幾點建議：

- (1) 本次研討會發表的論文篇數總計有 5,001篇，並持續開放給大學生、高中及國中生參加，展示其研究成果，其對科普教育的推廣及深耕值得我國參考。
- (2) 本次研討會結束後次日(5月25日)，計有安排2個實地考察之旅，其一為登上已退役的南極考察船”日本破冰船SHIRASE”與參觀千葉工業大學行星探索研究中心，另一個是河川地質勘察，安排內容多元，值得我國學習參考。
- (3) 有鑑於JpGU主題豐富、研討地點分散在不同的樓層與場館，且參展的單位甚多，主辦單位為提供與會者能清楚掌握各議程主題、時間、地點與發表的成果內容，自2015年起即開發了APP軟體供與會者免費下載，研討會所收錄的所有文章摘要均可自APP軟體查詢與閱讀，並不斷的改善更新，其善用E化產品的經驗亦可作為我國未來承辦大型國際研討會之借鏡。

六、攜回資料

JpGU 2018年會大會議程手冊一本。

七、致謝

承蒙科技部提供參與 JpGU 2018 年會的經費補助，藉此深表感謝。

(計畫編號：OST106-2625-M-606-001)