

出國報告（出國類別：出席國際會議）

JpGU-AGU Joint Meeting 2017
日本地球物理聯盟-美國地球物理聯盟
聯合年會2017

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：2017年5月19日至2017年5月25日

報告日期：2017年6月11日

摘要

由日本地球物理聯盟(JpGU)與美國地球物理聯盟(AGU)共同合辦的2017聯合年會，於5月20日至25日假日本千葉市幕張展覽館舉辦為期6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「大氣與水圈科學」項下的「地質與土壤環境」、「人類地球科學(Human Geoscience)」項下的「災害地球科學(Disaster Geoscience)」等，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、會議議程與主題演講	3
四、會議過程	7
五、心得與建議	18
六、攜回資料	18
七、致謝	18

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，為擴大與世界各國之交流，日本地球物理聯盟於今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，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，故在行前即規劃了「人類地球科學(Human Geoscience)」與「太空與行星科學(Space and Planetary Science)」領域為本次研習與交流的重點主題。在「人類地球科學(Human Geoscience)」領域，又細分了地理(Geography)、地貌(Geomorphology)、工程地質(Engineering Geology)、沉積學(Sedimentology)、自然災害(Natural Disaster)、災害防治(Disaster Prevention)、資源(Resources)與能源(Energy)等主題，在「太空與行星科學(Space and Planetary Science)」部分，則是細分了大地測量(Geodesy)、地震學(Seismology)、地磁學(Geomagnetism)、地球內部科學(Science of Earth's Interior)、地球與行星構造動力學(Earth and Planetary Tectonic Dynamics)、地質(Geology)、第四季研究(Quaternary Research)、岩性學與礦物學(Lithology and mineralogy)、火山學(Volcanology)與地球化學等(Geochemistry)。

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 2017 研討會主題

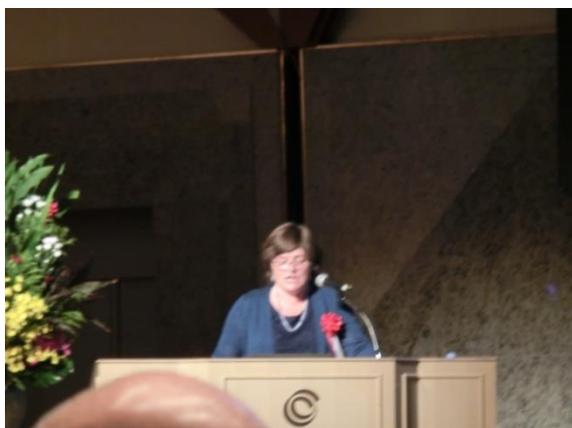
	Union	U	
	Public	O	
1	Space and Planetary Sciences	P	Planetary Science, Solar Terrestrial Physics, Space Physics, Space Electromagnetism Exoplanetology... etc.
2	Atmospheric and Hydrospheric Sciences	A	Atmospheric Science, Meteorology, Atmospheric Environment, Ocean Sciences, Hydrology, Limnology, Ground 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	H	Biogeosciences, Space Biology, Origin of Life, Geosphere-Biosphere Interactions, Palaeontology, Paleoecology...etc.
6	General (Education and Outreach)	G	Earth Science Education, School Education, Relation to the society...etc.
7	Multidisciplinary and Interdisciplinary	M	Session that can't be categorized into one session, Joint Symposium with other scientific societies...etc.

三、會議議程與主題演講

JpGU-AGU聯合年會的議程包括主題演講(Keynote speech)、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)、論文口頭發表與海報發表等，主題演講(Keynote speech)安排於第二日的議程(5月21日)，當日之議程如表2所示，講員分別為 Prof. Lucy Jones 與 Prof. Takaaki Kajita，詳如圖1，演講題目詳如表3。

Prof. Lucy Jones 為美籍地震學學者，其長年從事地震科學研究，已發表研究著作逾百篇以上且獲獎無數，除長期與美國地質調查所(US Geological Survey, USG)合作外，亦為加州理工學院地震學實驗室(Seismological Laboratory of Caltech)的訪問學者。

Prof. Lucy Jones 的演講題目為「21世紀的災害回復力：增進科學與社會的溝通(Disaster Resilience in the 21st Century: Improving the communication between science and society)」，其演講以日本311大地震引發的海嘯災害為開場，說明災害日漸頻繁的21世紀，社會必須以科學為基礎，制定相關的災害防治政策。演講中亦強調，針對無法預測的天然災害，在制定相關的災害防治政策過程中，科學家必須透過災害想定(disaster scenario)的論述方式與社會大眾溝通，災害想定須依序建構在地球科學(Earth Science)、工程(Engineering)與社會工程(Social Science)的架構上，進而提出政策的建議與指導，如圖2。

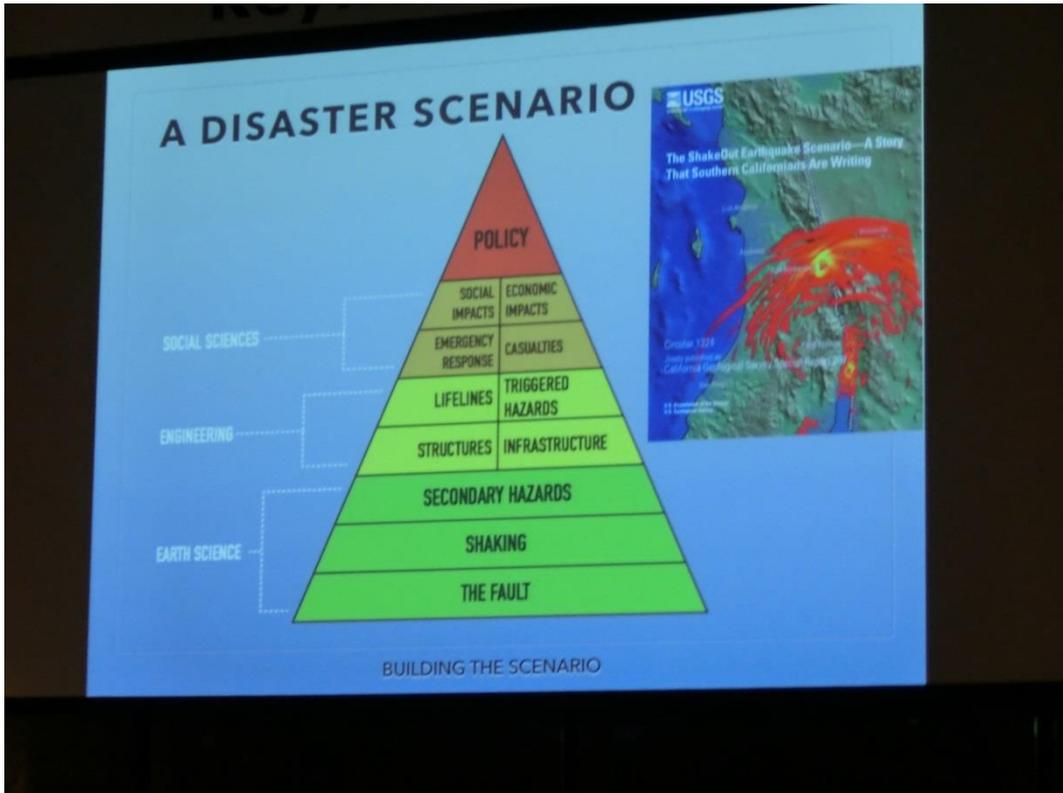


(a)



(b)

圖1 JpGU-AGU聯合年會主題演講講員：(a) Prof. Lucy Jones 與 (b) Prof. Takaaki Kajita



(a)

JpGU-AGU Joint Meeting 2017 Keynote Speech

VALUE OF SCENARIO APPROACH

- A scenario tells a story
- A scenario avoids probabilities
- Emphasized consensus
- Emphasized financial outcomes which directed attention away from awfulness of disaster

USGS

The ShakeOut Earthquake Scenario—A Story That Southern Californians Are Writing

October 12th

2008

California Geological Survey

(b)

圖2 Prof. Lucy Jones 講述(a)災害想定之建構與(b)災害想定論述法的價值

表2 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 研討會第二日議程表

Room	AM1 [9:00 am - 10:30 am]	AM2 [10:45 am - 12:15 pm]	PM1 [1:45 pm - 3:15 pm]	PM2 [3:30 pm - 5:00 pm]
101	P-PS08 [JJ] Lunar science and exploration	U-05 [EJ] Geoscience and health science	S-SS14 [JJ] Earthquake prediction and forecast	
102	P-CG24 [EJ] Planetary Magneto-Ionosphere & Atmosphere		S-IT23 [EE] Mantle structure and dynamics	
103	P-PS02 [EE] Small Bodies			
104	A-CG46 [EE] Satellite Earth Environment Observation			
105	P-EM14 [EE] Magnetosphere-Ionosphere			
106	B-PT04 [EJ] Evolution of Chemosynthetic Ecosystem	M-IS17 [JJ] Marine manganese deposits	S-CG75 [JJ] Crustal fluids and deformation	
201A	O-02 [JJ] Terminology in school education		O-01 [JJ] Survival seminar for young researchers	
201B	A-HW32 [EE] Watershed Sciences			
202		M-IS07 [EE] Conservation of geosites and heritages	M-GI31 [JJ] social media	
IC	O-03 [JJ] Advances in Earth & Planetary Science	O-05 [JJ] Presentations by high school students		
CH-A				
CH-B				
301A	A-AS03 [EE] Years of the Maritime Continent (YMC)		A-CG44 [EE] Asian GEWEX	
301B	S-EM18 [EE] Geo-, Paleo-, and Rock-magnetism		S-MP44 [JJ] Physics and Chemistry of Minerals	Keynote Speech @Convention Hall

表2 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 研討會第二日議程表(續)

302	A-OS15 [EE] Ocean Mixing Matters		A-OS19 [EJ] Ocean modelling and introduction of OMIP
303	A-OS27 [JJ] Ocean Sciences in the Indian Ocean	A-OS14 [EE] Marine ecosystem & biogeochemical cycle	A-OS26 [JJ] the biodiversity of ocean ecosystems
304	A-AS01 [EE] 3D Cloud and Radiative Transfer Modeling		A-CG49 [JJ] Aircraft observation for Earth sciences
A01	M-IS14 [JJ] Geopark	H-CG33 [JJ] Design basis ground motion	M-IS14 [JJ] Geopark
A02	H-CG37 [JJ] Active fault and disaster mitigation		H-SC07 [EJ] Human environment and disaster risk
A03	S-MP44 [JJ] Physics and Chemistry of Minerals	G-03 [JJ] Outreach	
A04		S-TT61 [JJ] Frontier science on solid Earth with HPC	S-TT59 [JJ] seismic monitoring and processing system
A05	S-IT22 [EE] Core-mantle coevolution in the Earth and planets		
A07	M-ZZ42 [JJ] Geoscience Studies		S-IT21 [EE] Do plumes exist?
A08	S-VC51 [JJ] 30th anniversary of IzuOhshima eruption	S-VC49 [JJ] Volcano Disaster Mitigation	
A09	S-SS17 [JJ] Fault Rheology and Earthquake Physics		A-OS15 [EE] Ocean Mixing Matters
Exhibition Hall7	G-01 [EJ] Ocean Education in tomorrow classrooms (Poster only session)		

表3 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 研討會第二日議程表(續)

講員	主題
Prof. Lucy Jones (California Institute of Technology)	Disaster Resilience in the 21st Century: Improving the communication between science and society
Prof. Takaaki Kajita (Institute for Cosmic Ray Research, The University of Tolyo)	Exploring the Universe with neutrinos, gravitational waves and gamma rays

四、會議過程

JpGU-AGU 共同舉辦的 2017 年會共計舉辦 6 天(5月20日至5月25日)，期間參與之會議行程計 5 天(5月20日至5月24日)，行程摘述詳如表4，本次年會係與淡江大學土木工程學系楊長義教授共同參與，如圖3。

表4 出席會議期間之行程摘述

日期與時間	行程摘述
5/19(五) 07:00	出發至桃園國際機場，搭乘08:50班機，13:15抵達日本成田機場
5/19(五) 17:00	抵達東京押上，入住飯店
5/20(六) ~5/24(三)	研討會報到，參與研討會議程、大會演講與論文發表
5/25(四) 09:30	離開飯店前往成田機場，搭乘14:15班機，16:50抵達桃園國際機場



圖3 日本地球物理聯盟-美國地球物理聯盟2017年聯合年會，與會者淡江大學土木系楊長義教授(右)與國防大學環境資訊及工程學系李宏輝副教授(左)合影

本次研討會參加人數計有 8,148 人，發表的論文篇數計有 5,562 篇，值得一提的是日本地球物理聯盟為推廣其國內科普知識深耕教育，本次研討會亦開放高中、國中學生報名參加，並開闢高中生組論文發表時段，總計此次參加研討會的研究生、大學生與高中、國中生計 2,223 人，為總參加人數的 33%，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NASA 視覺運算系統展示、廠商展示與論文海報發表場地，如圖4，其中NASA 視覺運算系統展示主要是配合大會規劃的國、高中生研討議程(The session for Junior High School students and High School student)，利用高解析度的動態展示螢幕，向與會者展示 NASA 在行星與大氣科學相關課題的研究成果，以5月20日的展示議程為例，詳如表5，內容包括資料視覺化與模式、從外太空看地球與全球降雨觀測等議題，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，計有91個陳展攤位，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5所示的河川實驗桌(stream table)，可觀察河道變化、河岸沖刷與土體因滲流引致的管湧現象。

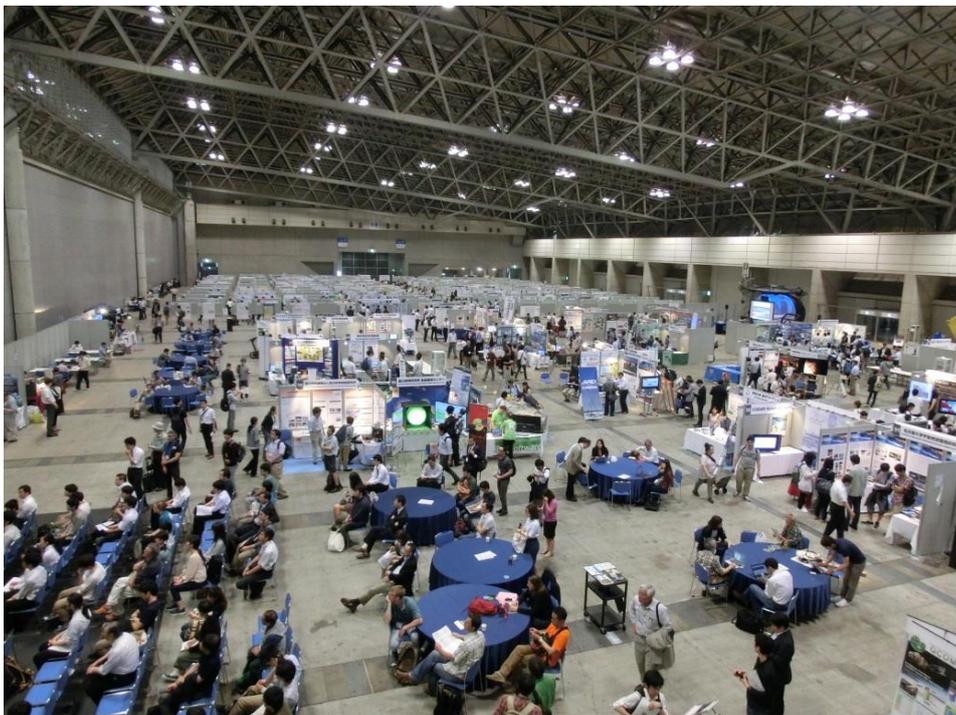


圖4 日本地球物理聯盟-美國地球物理聯盟2017年聯合年會論文海報發表會場

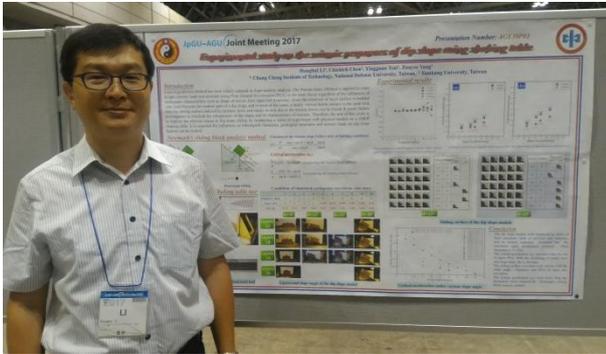
表5 NASA 視覺運算系統展示議程(以5月20日為例)

May 20 (SAT) 15:30-18:30	
15:30-15:40	Opening Comment
15:40-16:00	Steve Graham (Goddard Space Flight Center/NASA), Tour of NASA's Data Visualization/Models
16:00-16:20	Tetsuya Kaku (ISAS/JAXA), Japanese Lunar science missions: Kaguya and Uzume
16:20-16:40	Greg Schmidt (Solar System Exploration Research Virtual Institute/NASA), SSERVI--The Moon and Beyond
break(20min)	
17:00-17:20	Mitsuru Hikishima (ISAS/JAXA), Arase (Exploration of energization and Radiation in Geospace: ERG)
17:20-17:40	Michael Freilich (Earth and Science Division Director/NASA), Looking Down on the Earth: Satellites, Sciences, and Societal Benefit
17:40-18:00	Elizabeth Tasker (ISAS/JAXA), Hayabusa-2 and MMX
18:00-18:30	Informal Mixer

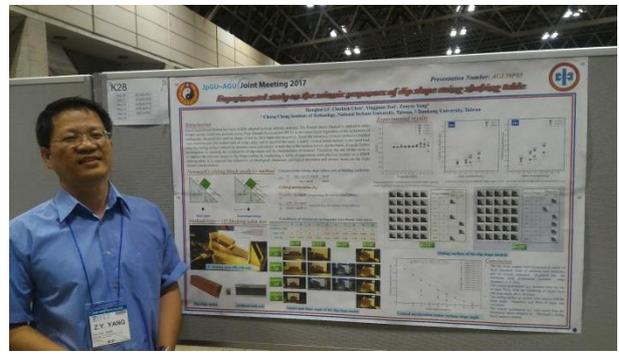


圖5 Little River Research & Design 公司展示的河川實驗桌(stream table)

在論文海報發表部分，與淡江大學土木系楊長義教授共同發表之” Experimental study on the seismic responses of dip slope using shaking table” ，依大會安排期程於5月23日進行論文海報發表，如圖6、7，國內亦有不少大學與研究機構提出研究成果發表如圖8所示。



(a)



(b)

圖6 JpGU-AGU聯合年會研究論文海報發表：(a) 國防大學環境資訊及工程學系李宏輝副教授、(b) 淡江大學土木系楊長義教授

Newmark's sliding block analysis method

Considered the seismic slope failure only at limiting conditions

$$FS = \frac{F_r}{F_d} = \frac{mg \times \cos \theta \times \tan \phi}{mg \times \sin \theta} = \frac{\tan \phi}{\tan \theta}$$

Critical acceleration (a_c)

$$\frac{a_c}{g} = (FS - 1) \times \sin \theta \quad (\text{neglecting the inertia force effects})$$

$$\frac{a_c}{g} = \frac{(FS - 1) \times \sin \theta}{\tan \phi \times \tan \theta + 1} \quad (\text{considering the inertia force effects})$$

Methodology – 1D Shaking table test

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Frequency (Hz)	1	2	2	4	11	8	10	11	11	8
Amp. (cm)	6	2	4	1	0.050	0.153	0.098	0.091	0.098	0.25
Acc. (g)	0.24	0.32	0.64	0.64	0.24	0.40	0.40	0.40	0.48	0.64

Conditions of simulated earthquake waveform -sine wave

$\theta = 0^\circ$ $\theta = 15^\circ$ $\theta = 25^\circ$ $\theta = 30^\circ$

Layers and slope angle of the dip slope model

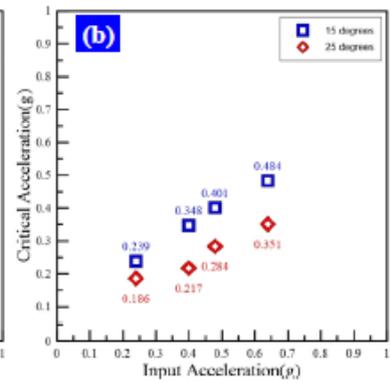
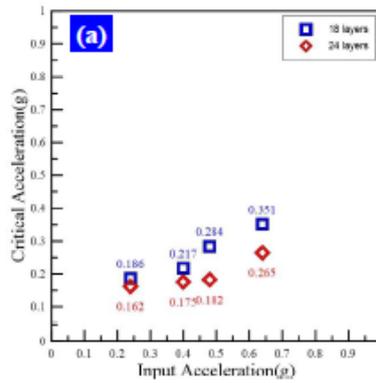
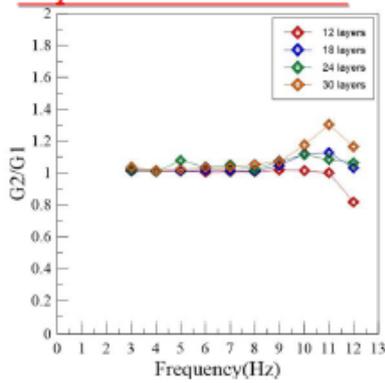
Layers	$\theta = 0^\circ$	$\theta = 15^\circ$	$\theta = 25^\circ$	$\theta = 30^\circ$
Layers 12				
Layers 18				
Layers 24				
Layers 30				

Dip slope model **Artificial rock ball**

ID Shaking table (90 x 90 cm)

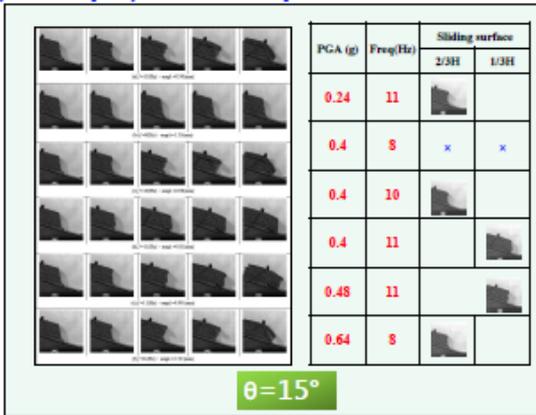
(a)

Experimental results

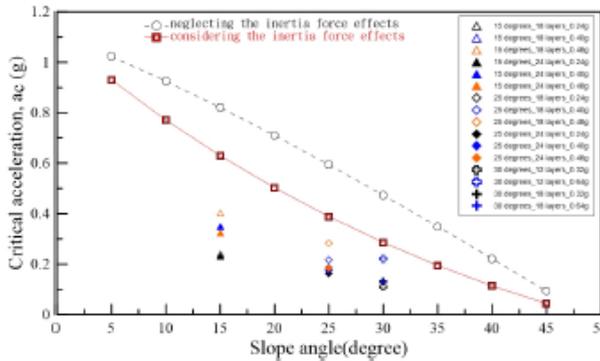


Peak acceleration Amplification of model under various model layers and frequency of simulated earthquake

Influences of (a) layers and (b) slope angle of the dip slope model on the critical acceleration (a_c)



Sliding surface of the dip slope models



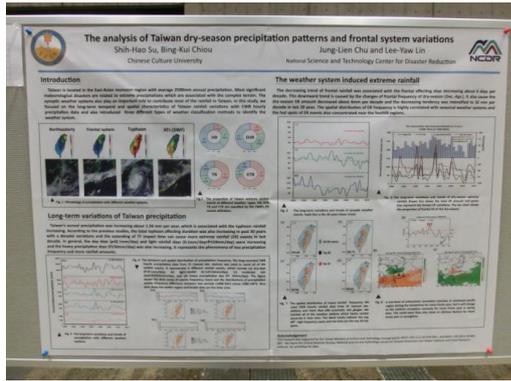
Critical acceleration under various slope angle

Conclusion

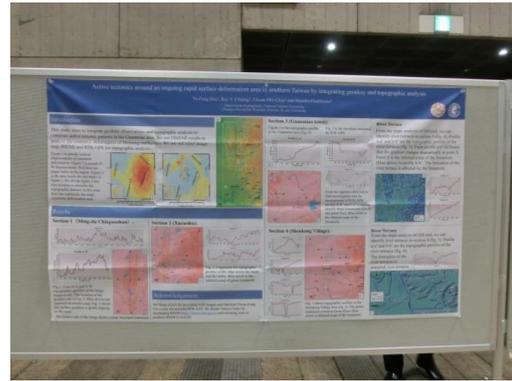
- The dip slope models were composed by stacks of layer structures made of artificial rock materials, and its seismic responses illustrated that the maximum peak acceleration occurred when frequency is 11 (Hz).
- The critical acceleration (a_c) increase when the rise of input PGA. With the increasing of model layer and slope angle, the a_c decrease.
- The sliding surface of models were various with the slope angle, frequency and PGA of input sine wave form.
- The critical acceleration (a_c) were lower than the theoretical values obtained by Newmark's sliding block analysis method.

(b)

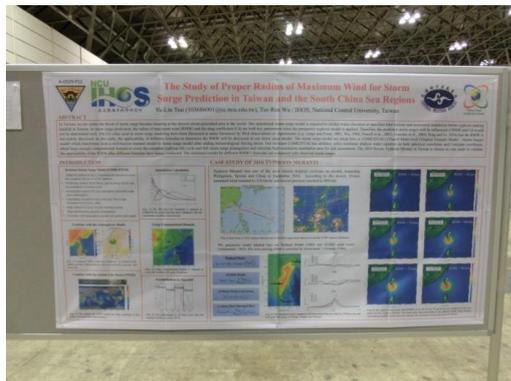
圖7 與淡江大學土木系楊長義教授共同發表之” Experimental study on the seismic responses of dip slope using shaking table”



(a)



(b)



(c)



(d)

圖8 國內大學、中央氣象局及防災應變中心等研究機構於本次JpGU-AGU聯合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，摘錄了三篇東北大學及一篇廣島大學的研究：

- (1) 東北大學大學院環境科學研究科發表的岩石在不同的解壓速率與高溫條件下之破裂特性研究(高木健太等人，2017)，如圖9，其採取不同含水與圍壓條件之日本飯館花崗岩試體於溫度500、550與600°C之條件下，經減壓後量取試體之孔隙率與P波波速，藉以探討岩石在不同的含水、溫度與解壓條件下其內部裂隙的變化；為了解增強型地熱系統(Enhanced Geothermal System, EGS)所處母岩的力學反應，Kitamura等人(2017)採大島花崗岩(Oshima granite)探討其在三軸變形後的力學特性，及處於超臨界狀態(supercritical state)之熱液條件(hydrothermal condition)下之破裂特性，如圖10；武山群等人(2017)以含裂隙之福田花崗岩分別在溫度350°C(彈性變形條件)與450°C(塑性變形條件)下探討裂隙的滑移特性，如圖11。

(2) 廣島大學大學院理學研究科發表有關花崗岩在三軸壓縮試驗條件下之滲透性即時量測研究，如圖11，實驗採取的圍壓條件為 20 MPa 與 40 MPa，孔隙壓力為 1.5 MPa，採取模擬孔隙介質並裝設流量計以紀錄岩石在壓縮過程中的滲流情況。

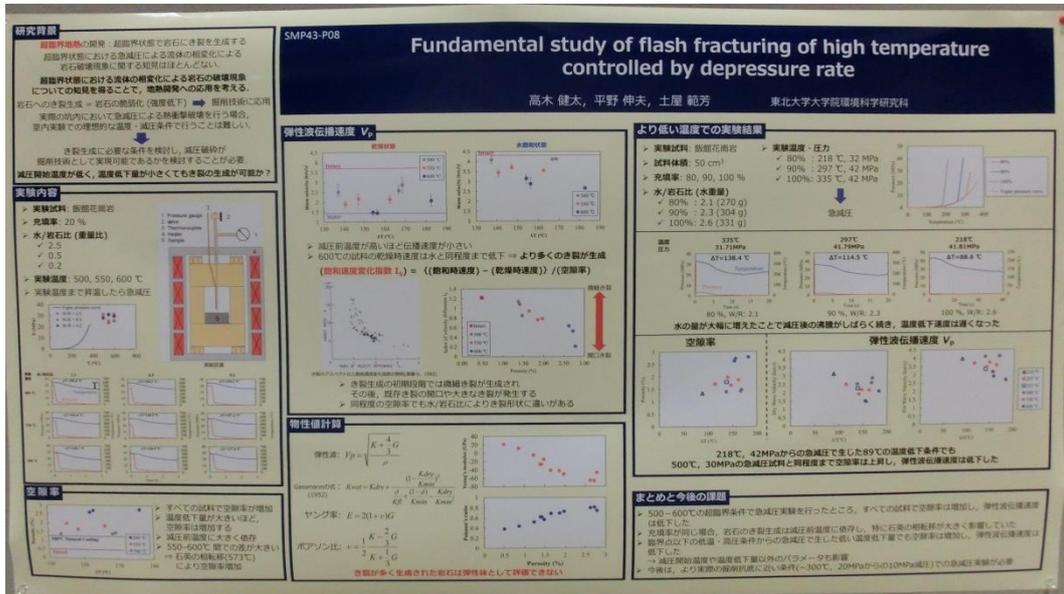


圖9 岩石在不同的解壓速率與高溫條件下之破裂特性研究(高木健太等人，2017)

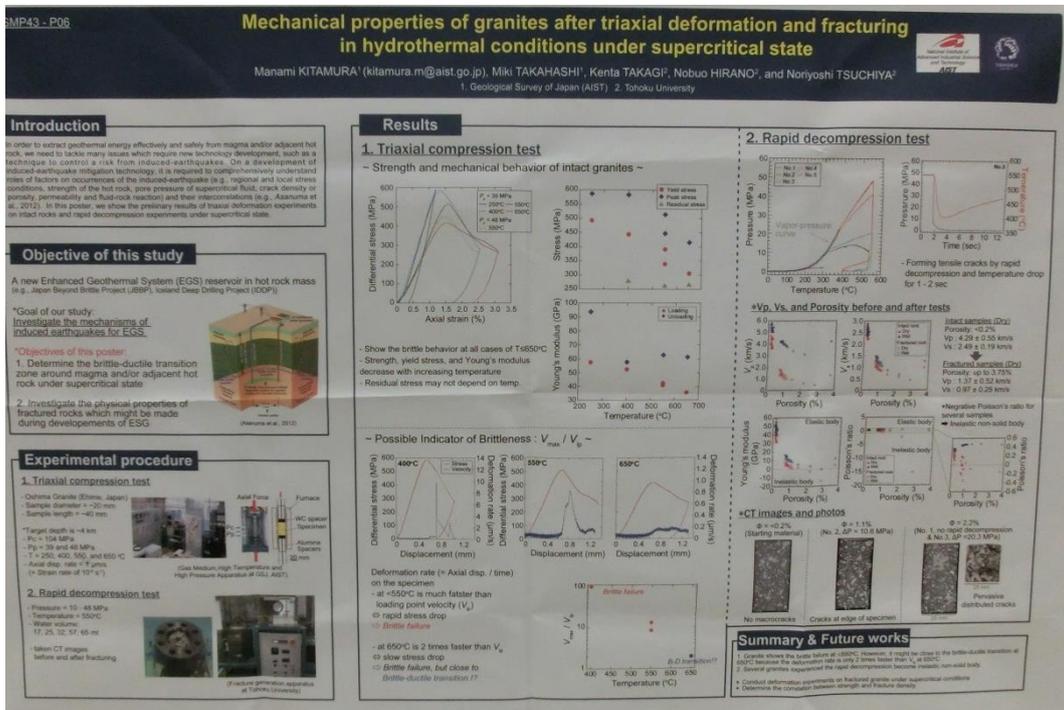


圖10 花崗岩在三軸變形後的力學特性，及處於超臨界狀態之熱液條件下之破裂特性(Kitamura 等人，2017)



圖11 含裂隙之福田花崗岩在脆性-延性轉化溫度條件下之裂隙的滑移特性 (武山群等人, 2017)

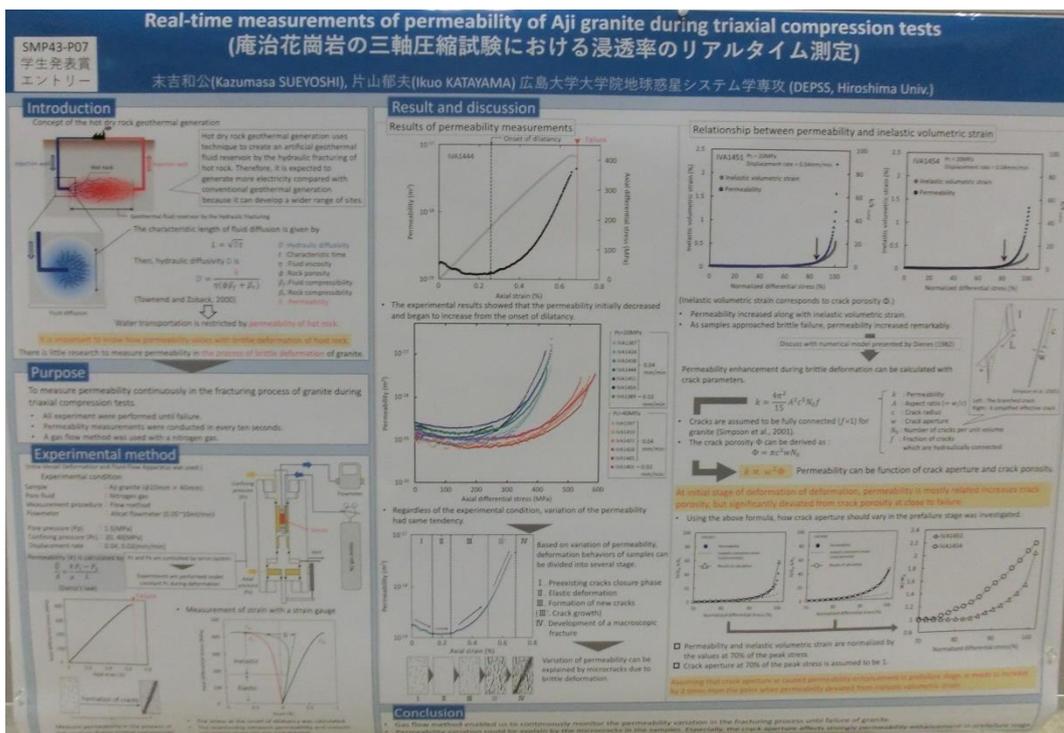


圖12 三軸壓縮試驗條件下之岩石滲透性即時量測研究(末吉和公等人, 2017)

在口頭報告的議程部分，於「地震監測與資料處理系統(Seismic monitoring and processing system)」議程中，日本海洋研究開發機構(Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, JAMSTEC)於日本海溝設置了150個觀測點(水深約 1,500m)，每個觀測點均配賦了地震計與海底水壓計，可同時進行地震與海嘯觀測，以提供日本島陸地有關地震與海嘯之預警，如圖13(a)(b)。我國中央氣象局陳達毅技佐亦受邀發表了利用MEMS(微機電式)地震儀器P-alert建立的震測網絡，由於P-alert能更迅速地建立全台的震度分布圖，對於災防預警有相當正面的幫助，如圖13(c)(d)。

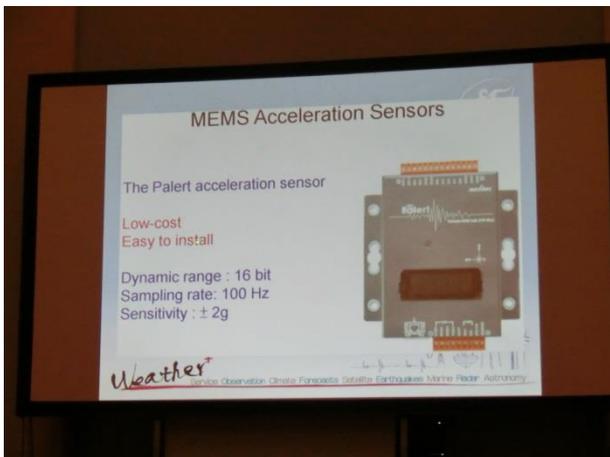
在強地動與災害(Strong ground motion and disaster)」議程中，Hikima探討了 2016年地震規模6.3的關東地震及其與 2011 年 311大地震的關係，如圖14(a)；Kenta等人報告了 2016年地震規模7.3的熊本地震震央位置評估研究，如圖14(b)；Ryosuke等人針對日本西南方的Beppu-Haneyama斷層帶提出動態破裂過程的模擬分析與應用，如圖14(c)(d)，於報告中介紹其採用的運動模式(Kinematic model)主要是提供位移邊界所需條件，動態模式(Dynamic model)在於提供應力邊界條件，並提醒動態模式仍存在高度非線性、對初始條件俱高度敏感性及數值分析過程中所引發精度的問題；此外，我國中央大學地質研究所李錫堤教授研究團隊則是提出路徑效應在強度動分析課題之研究，如圖14(e)(f)。



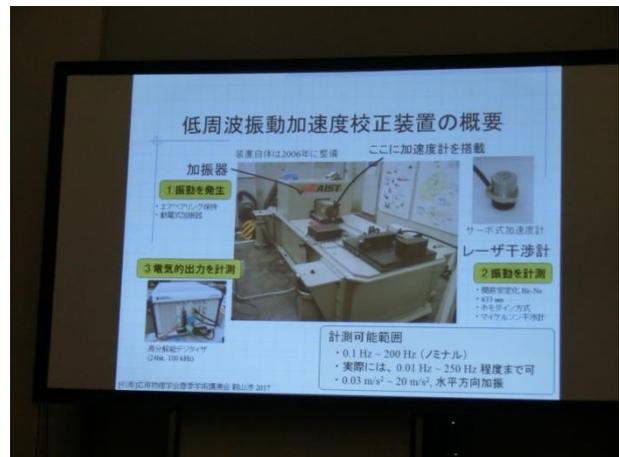
(a)



(b)

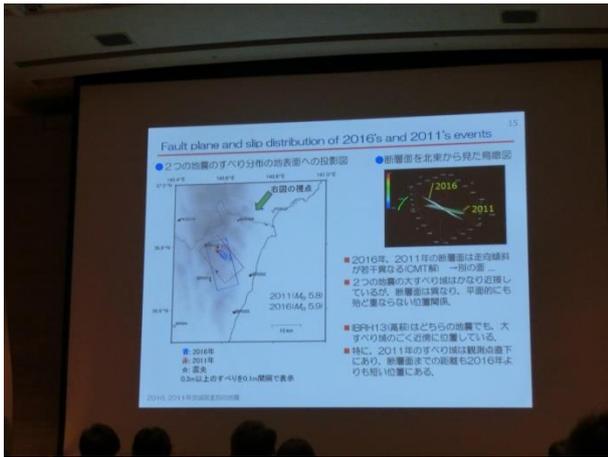


(c)

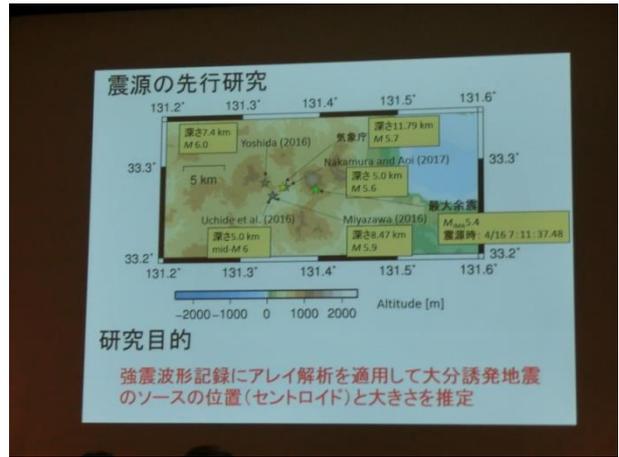


(d)

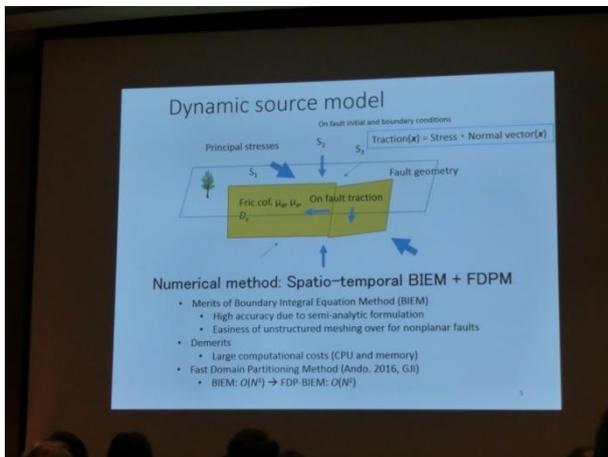
圖13 於「地震監測與資料處理系統(Seismic monitoring and processing system)」議程中：(a)(b)日本海洋研究開發機構(JAMSTEC)於日本海溝埋設之地震海嘯觀測網相關研究、(c)我國中央氣象局陳達毅技佐發表了利用MEMS(微機電式)地震儀器P-alert建立的震測網絡，能更迅速地建立全台的震度分布圖，對於災防預警有相當正面的幫助、(d)以雷射干涉儀(laser interferometer)進行寬頻地震儀(broadband seismometer)的校正研究



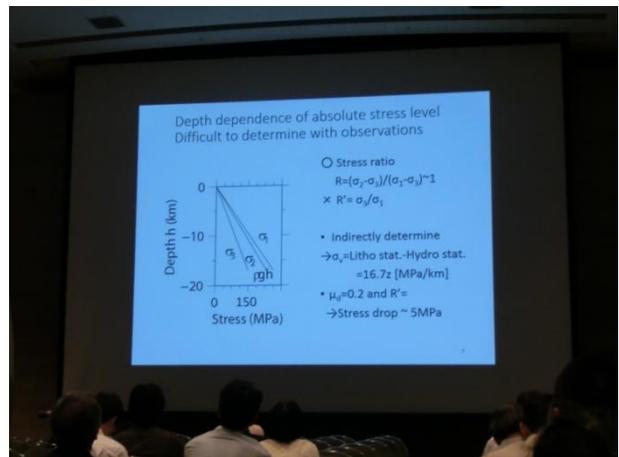
(a)



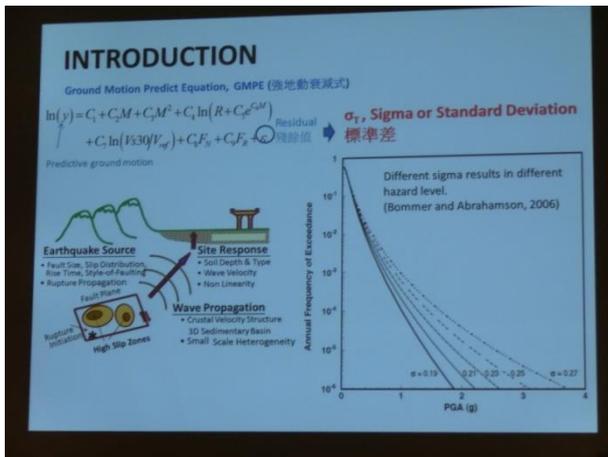
(b)



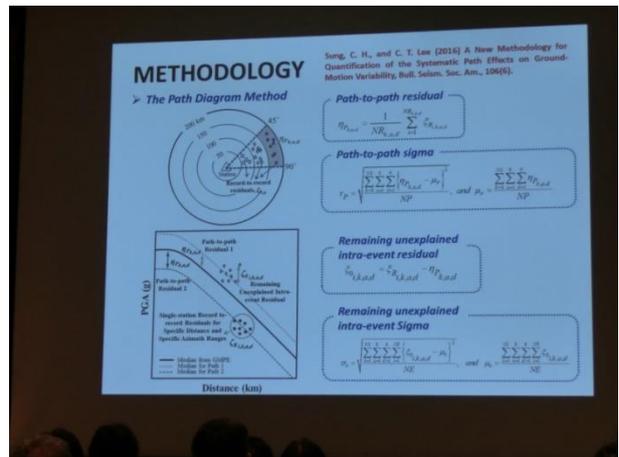
(c)



(d)



(e)



(f)

圖14 於「強地動與災害(Strong ground motion and disaster)」議程中：(a) Hikima探討了 2016年地震規模6.3的關東地震及其與 2011 年 311大地震的關係；(b) Kenta等人報告了 2016年地震規模7.3的熊本地震震央位置評估研究；(c)(d)Ryosuke等人針對日本西南方的 Beppu-Haneyama斷層帶提出動態破裂過程的模擬分析與應用；(e)(f)我國中央大學地質研究所李錫堤教授研究團隊提出之路徑效應在強度動分析課題之研究

五、心得與建議

日本地球物理聯盟(JpGU)自2010年舉辦了第一屆JpGU國際研討會後，今年(2017)為第一次與美國地球物理聯盟(AGU)舉辦第一屆聯合年會，在各項研討議題及參展活動過程中，因參與者來自世界各國，更能促進國際間的學術交流與合作。此外，由於日本與台灣同樣位於太平洋環地震帶上，對於地震的監測，及地震引發的災害等課題，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) 本次研討會參加人數計有 8,148 人，發表的論文篇數計有 5,562 篇，參與會議的研究生、大學生與高中、國中生計 2,223 人，為總參加人數的 33%，其對科普教育的推廣及深耕值得我國參考。
- (2) 由於研討會主題豐富、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，特別開發了 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，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-AGU Joint Meeting 2017 聯合年會大會議程手冊一本。

七、致謝

承蒙科技部提供參與 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 年會的經費補助，藉此深表感謝。