



รายงานโครงการ

การประชุมวิชาการนานาชาติ

“Electromagnetic Induction Workshop 2016 (EMIW2016)”

ระหว่างวันที่ ๑๓ – ๒๑ สิงหาคม ๒๕๕๙

ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่



23rd Electromagnetic Induction Workshop

Chiang Mai, Thailand

14 - 20 August 2016

www.emiw2016.org

Program Book



กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
๑. หลักการและเหตุผล.....	๑
๒. วัตถุประสงค์.....	๒
๓. กำหนดการ.....	๒
๔. รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม.....	๗
๕. รายละเอียดการประชุม.....	๗
๕.๑ เรื่อง อุปกรณ์ในการสำรวจ แหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และกระบวนการ ประมวลผลข้อมูล.....	๘
๕.๒ เรื่อง ทฤษฎี แบบจำลอง และการแปลงค่าข้อมูลของเทคนิคคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Theory, Modelling and Inversion).....	๙
๕.๓ เรื่อง การสำรวจ การติดตาม และความเสี่ยง (Exploration, Monitoring and Hazards).....	๑๒
๕.๔ เรื่อง การศึกษาสำรวจทางทะเลด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Marine Electromagnetics).....	๒๒
๕.๕ เรื่อง สภาพความต้านทานไฟฟ้าและคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละ ทิศทางของชั้นหินและแร่ (Rock and Mineral Resistivity, and Anisotropy).....	๒๓
๕.๖ การนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation).....	๒๔
๕.๗ การทัศนศึกษาสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ (Excursion).....	๒๖
๖. ประโยชน์ที่ได้รับ.....	๒๗
๗. ข้อเสนอแนะ.....	๒๗
๘. ผู้เขียนรายงาน.....	๒๗
๙. ภาคผนวก.....	๒๘
๑๐. ภาพบรรยากาศการประชุม.....	๒๙

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ ๕.๑.๑ แสดงโมเดลข้อมูลลักษณะที่เป็น Gaussian Distribution.....	๙
รูปที่ ๕.๒.๑ แสดงแนวการสำรวจแนวราบและแนวตั้งในพื้นที่ศึกษา.....	๑๐
รูปที่ ๕.๒.๒ แผนที่ธรณีวิทยาแสดงพื้นที่ศึกษาทางทิศตะวันตกของประเทศไทย และแนว MT.....	๑๑
รูปที่ ๕.๓.๑ Geological map of the study region (left). Black parallel lines are the MT profiles, red lines are the anticline axis, and yellow filled in circle denotes Sehqanat well.....	๑๓
รูปที่ ๕.๓.๒ แสดง Three dimensional electrical model from the magnetotellurics.....	๑๓
รูปที่ ๕.๒.๒ แผนที่ธรณีวิทยาแสดงพื้นที่ศึกษาทางทิศตะวันตกของประเทศไทย และแนว MT.....	๑๑
รูปที่ ๕.๓.๓ Left: Tectonic of map of the study region with wide angle seismic profiles and MT stations. Centre: The geological sequence of Kachchh region. Right: Joint interpretation of seismic, MT and borehole log data.....	๑๔
รูปที่ ๕.๓.๔ a) The location map of the MT sites on the topography. A total of 75 MT stations were occupied along these three profiles. The Yurihara oil and gas field is located in the central part of the survey profiles, b) a geological section along line G2. MT site locations on line B are shown. c) Migration and accumulation model of hydrocarbons during Sasaoka Age in the Yurihara oil and gas field.....	๑๔
รูปที่ ๕.๓.๕ Sediment thickness map of western part of Narmada-son Lineament region from integrated modeling studies.....	๑๕
รูปที่ ๕.๓.๖ Left: Broken grey line represents the MT profile considered in the present study. Right: Results from geochemical studies together with the electrical image.....	๑๕
รูปที่ ๕.๓.๗. Location MT transects in Russia (left) and seismic constrained MT section of Reef Barriers in Eastern Siberia (right).....	๑๖
รูปที่ ๕.๓.๘. Left: Location of magnetotelluric survey and the tectonic map of Pre-Caspian depression. Right: Two-dimensional resistivity representation along two profiles in Altatino-Nikolskaya region in which salt domes are clearly imaged.....	๑๖

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ ๕.๓.๙. A representative diagram of a perfect geothermal system (taken from geothermal-energy.org).....	๑๗
รูปที่ ๕.๓.๑๐. Conceptual model of a geothermal system.....	๑๘
รูปที่ ๕.๓.๑๑. The study region is shown in the figure to the left. A two dimensional resistivity model obtained from the MT data where 100 ohm.m half space model was assigned as initial model.....	๑๘
รูปที่ ๕.๓.๑๒. Top: Regional geological map of the MT survey area. Bottom: 2D electrical model along C profile (left). A synthetic model was prepared taking the structure from the model along C profile (middle) and the joint (TE and TM) inversion of the synthetic data is presented to the right.....	๑๙
รูปที่ ๕.๓.๑๓. Location map of the Kadidia with topography (left), resistivity model of profile D and E.....	๒๐
รูปที่ ๕.๓.๑๔. Left: Resistivity image of Lahendong at a depth of 1.5 km overlain by topographic mesh. LDH 23 is the well track. Right: Shallow resistivity image of the Kamojang geothermal region.....	๒๐
รูปที่ ๕.๓.๑๕. Simplified geological map of Jigokudani Valley, Japan (left). 2D resistivity model across the valley (right).....	๒๑
รูปที่ ๕.๓.๑๖. Location of hot springs with the study region marked (left). Horizontal resistivity section (center). Vertical cross section at Easting -300m (right).....	๒๑
รูปที่ ๕.๕.๑. แสดงภาพบรรยากาศการนำเสนอผลงานและตอบคำถาม.....	๒๓
รูปที่ ๕.๖.๑. แสดงบรรยากาศการนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์.....	๒๕

สารบัญตาราง

รูปที่	หน้า
ตารางที่ ๕.๓.๑ แสดง The definition of different units constituting a hydrocarbon target for exploration studies.....	๑๒
ตารางที่ ๕.๓.๒. แสดง Classification of Geothermal Source. Temperature is in °C.....	๑๗

๑. หลักการและเหตุผล

International Electromagnetic (EM) Induction Workshops เป็นการประชุมเชิงปฏิบัติการด้านการพัฒนาและการใช้ประโยชน์จากการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าระดับนานาชาติ โดยเปิดโอกาสให้นักวิจัยทั่วโลกได้นำเสนอผลงานวิจัยและแลกเปลี่ยนวิทยาการและองค์ความรู้ด้านการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทันสมัยเพื่อใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม พลังงาน ปีโตรเลียม น้ำบาดาล สิ่งแวดล้อม การป้องกันพิบัติภัย และการใช้งานอื่นๆ การประชุมเชิงปฏิบัติการดังกล่าวจัดขึ้นทุกๆ สองปี นับตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๗๒ ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้ว กำลังพัฒนา และประเทศด้อยพัฒนา

ในปี ค.ศ. ๒๐๑๖ ประเทศไทยได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพในการจัดการประชุมวิชาการนานาชาติ ครั้งที่ ๒๓ ภายใต้ชื่อ “Electromagnetic Induction Workshop 2016 (EMIW2016)” ซึ่งเป็นงานประชุมครั้งที่ ๒๓ โดย ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ Electromagnetic Induction Working Group (EMIWG) ซึ่งตระหนักถึงความสำคัญในการนำความรู้ทางธรณีฟิสิกส์ด้านการสำรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้ในการพัฒนางานด้านวิชาการ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจ ความเป็นอยู่ของประชาชน สิ่งแวดล้อม และประเทศชาติ พร้อมยกระดับความรู้ทางวิชาการให้เป็นสากล โดยผู้จัดการประชุมได้เลือกจังหวัดเชียงใหม่เป็นสถานที่จัดการประชุม เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีวัฒนธรรมล้านนาที่โดดเด่นและอาหารพื้นเมืองที่หลากหลาย ซึ่งปัจจุบันเป็นหนึ่งในสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศไทย

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้รับเชิญจากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นเจ้าภาพร่วมในการจัดประชุมวิชาการนานาชาติ “Electromagnetic Induction Workshop 2016 (EMIW2016)” ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและเทคโนโลยี รวมไปถึงผลงานการวิจัยด้านธรณีฟิสิกส์ในระดับนานาชาติ เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือการวิจัยทางธรณีฟิสิกส์ในประเทศไทยให้เติบโตมากขึ้น ซึ่งการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดตำแหน่งจุดเจาะบ่อน้ำบาดาล การจัดทำแผนที่อุทกธรณีวิทยาและแผนที่น้ำบาดาล การศึกษาและประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล การศึกษาและวิจัยตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำบาดาล รวมถึงการศึกษาและวิจัยในการอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาล

ดังนั้น สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล กองแผนงาน และสำนักบริหารกลาง เห็นว่าการเป็นเจ้าภาพร่วมในการจัดการประชุมวิชาการนานาชาติ “Electromagnetic Induction Workshop 2016 (EMIW2016)” จะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนแนวคิด ข้อมูล ประสบการณ์ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะระหว่างนักวิจัยจากทั่วโลก และการจัดประชุมในครั้งนี้เป็นการจัดประชุมครั้งแรกของประเทศไทย การร่วมเป็นเจ้าภาพในการจัดประชุมที่ยิ่งใหญ่และได้ส่งบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเข้าร่วมการประชุม จะนำไปสู่การพัฒนาบุคลากรในระดับนานาชาติ ทั้งด้านเทคนิควิชาการ การสร้างเครือข่ายนักวิชาการ และนำความรู้ที่ได้จากการประชุมดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ให้สนองต่อภารกิจของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยกระดับกรมทรัพยากรน้ำบาดาลสู่ระดับสากลมากขึ้น

๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อให้บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้รับความรู้ความเข้าใจและวิทยาการที่ทันสมัยทางธรณีฟิสิกส์ด้านการสำรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

๒.๒ เพื่อให้บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ข้อมูล ประสบการณ์ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะกับนักวิจัยทั้งชาวไทยและต่างประเทศ

๓. กำหนดการ

Sun, 14 August 2016		
13:00 - 17:00	Registration and Poster Installation	
17:00 - 20:00	Ice Breaker	
Mon, 15 August 2016		
08:00 - 08:45	Opening Remarks	
08:45 - 09:30	Keynote Session 3	MT studies for petroleum and geothermal resources: examples with emphasis on Asian region <i>Prasanta Patro</i>
09:30 - 09:45	Poster Introduction: Session 3.1, 3.2	
09:45 - 10:10	Coffee Break	
10:10 - 11:45	Poster Presentation: Session 3.1, 3.2	
11:45 - 13:15	Lunch	
13:15 - 13:30	S3.1-0200	Links between volcanic, tectonic, and geothermal systems revealed with array MT data in the Taupo Volcanic Zone, New Zealand <i>Edward A. Bertrand, Grant Caldwell, Wiebke Heise, Stewart L. Bennie, Neville G. Palmer, Garth C. Archibald</i>
13:30 - 13:45	S3.1-0241	Characterizing geothermal resources with passive and active electromagnetic methods in challenging EM environments <i>Mathieu Darnet, Nicolas Coppo, Francois Bretaudeau, Pierre Wawrzyniak, Sebastien Penz, Bernard Bourgeois, Jean-Christophe Gourry, Bernard Sanjuan</i>
13:45 - 14:00	S3.1-0242	Electromagnetic methods in geothermal exploration in Iceland <i>Knútur Árnason, Ragna Karlsdóttir, Arnar M. Vilhjálmsson, Gylfi P. Hersir</i>
14:00 - 14:15	S3.1-0333	Audio magnetotelluric measurements over Bakreswar Geothermal Province, India <i>Shalivahan, Anuragh Tripathi, Roshan K. Singh, Akash Chandra, Ashok K. Gupta</i>
14:15 - 14:30	S3.1-0420	Challenge and opportunity of applying magnetotelluric technology for geothermal exploration in Indonesia <i>Yunus Daud, Wambra A. Nuqramadha, Fikri Fahmi</i>
14:30 - 14:45	S3.2-0161	MT survey for groundwater exploration at Wadi Diit, SE Desert, Egypt <i>Gad M. El-Qady, Mohamed Abdelzاهر, Mamdouh Soilman, A. Younes, I. Gaafar</i>
14:45 - 15:05	Coffee Break	
15:05 - 15:20	S3.3-0181	Seafloor massive sulfide exploration with the GOLDEN EYE marine electromagnetic profiler: first results from the German license areas on the Central Indian Ridge <i>Katrin Schwalenberg, Hendrik Müller, Martin Engels</i>
15:20 - 15:35	S3.4-0186	Deep-towed CSEM system for mapping shallow marine geology with applications for gas hydrate exploration <i>Peter Kannberg, Steven Constable</i>
15:35 - 15:50	S3.5-0168	CSEM monitoring in a producing oil field using cascaded inversion <i>Cedric Patzer, Kristina Tietze, Oliver Ritter</i>
15:50 - 16:05	Poster Introduction: Session 3.3, 3.4, 3.5, 3.6	
16:05 - 17:00	Poster Presentation: Session 3.3, 3.4, 3.5, 3.6	
17:00 - 17:45	Discussion I	

Tue, 16 August 2016		
08:00 - 09:45	Keynote Session 6	Electromagnetic monitoring of hydraulic fracking: relationship to permeability, seismicity and stress <i>Stephan Thiel</i>
08:45 - 09:00	S6.1-0125	ANN-based prediction of cement-admixed soft clay permeability using the time-domain IP data <i>Khin M. Latt, Pham H. Giao</i>
09:00 - 09:15	S6.1-0336	Effect of transverse anisotropy on MTEM data using FDTD-UPML approximation for anisotropic medium <i>Olalekan Fayemi, Qingyun Di, Oreoluwa B. Omisore</i>
09:15 - 09:30	S6.1-0157	Electrical conductivity during CO₂ – rock interaction under reservoir conditions <i>Jana Börner, Volker Herdegen, Jens-Uwe Repke, Klaus Spitzer</i>
09:30 - 09:45	Poster Introduction: Session 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 6	
09:45 - 10:10	Coffee Break	
10:10 - 11:45	Poster Presentation: Session 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 6	
11:45 - 13:15	Lunch	
13:15 - 14:00	Keynote Session 1	Estimation of the magnetotelluric response function: the path from robust estimation to a stable MLE <i>Alan Chave</i>
14:00 - 14:15	S1.1-0296	Multi-physics geophysical acquisition system for land, borehole and marine applications <i>Kurt M. Strack, Sonya Davydycheva, Tilman Hanstein, Valery Korepanov, Maxim Smirnov</i>
14:15 - 14:30	S1.1-0267	Large-scale magnetotelluric data acquisition system based on ZigBee network <i>Xiaolu Xi, Haicheng Yang, Xuefeng Zhao, Hongchun Yao, Jieting Qiu, Hai Dong, Fabao Yan, Shenglong Tan, Ruijie Shen, Hong Wu, Xin He, Rujun Chen</i>
14:30 - 14:45	S1.2-0406	Turning noise into signal: electromagnetic exploration using impressed pipeline currents <i>Tobias Lindau, Michael Becken</i>
14:45 - 15:05	Coffee Break	
15:05 - 15:20	S1.2-0140	An analysis of ionospheric versus oceanic tidal magnetic signals and implications for electromagnetic sounding <i>Neesha R. Schnepf, Manoj C. Nair, Alexey Kuvshinov</i>
15:20 - 15:35	S1.3-0113	Preserving the identity of VLF and LF transmitters for enhanced resolution of geoelectric models from RMT data <i>Suman Mehta, Laust Pedersen, Mehrdad Bastani</i>
15:35 - 15:50	S1.4-0375	European Magnetotelluric Data and Models (EMTDAMO) in the European Plate Observing System – Implementation Phase (EPOS IP) <i>Toivo Korja, Maxim Y. Smirnov, Thorkild M. Rasmussen</i>
15:50 - 16:05	S3.6-0256	USGS induction hazard science <i>Anna Kelbert, Paul Bedrosian, E. Joshua Rigler, Carol A. Finn, Jeffrey J. Love</i>
16:05 - 17:45	Division VI Business Meeting I	

Wed, 17 August 2016	
08:00 - 21:00	Excursion & Authentic Northern Thai Dinner and Show at Khum Khan Tok

Thu, 18 August 2016		
08:00 - 08:45	Keynote Session 2	Application of 3D EM inversion in practice - challenges, pitfalls and solution approaches <i>Marion Miensopust</i>
08:45 - 09:00	S2.2-0448	Hybrid finite element-finite difference method for solving two-dimensional magnetotelluric modelling <i>Tanakrich Tintan, Weerachai Sarakorn</i>
09:00 - 09:15	S2.2-0196	Three-dimensional electromagnetic modeling using advanced Galerkin methods <i>Vladimir Puzyrev</i>
09:15 - 09:30	S2.2-0244	Step-by-step: understanding the powerline problem in airborne electromagnetic data <i>Benjamin R. Bloss, Andrei Swidinsky, Paul A. Bedrosian</i>
09:30 - 09:45	Poster Introduction: Session 2.1, 2.2	
09:45 - 10:10	Coffee Break	
10:10 - 11:45	Poster Presentation: Session 2.1, 2.2	
11:45 - 13:15	Lunch	
13:15 - 14:00	Keynote Session 2	Integrating electromagnetic data with other geophysical observations for enhanced imaging of the Earth <i>Max Moorkamp</i>
14:00 - 14:15	S2.3-0228	Inversion of magnetotelluric data using L1-norm regularization and wavelet dictionaries <i>Christian Nittinger, Michael Becken</i>
14:15 - 14:30	S2.6-0159	The novel high-performance 3D MT inverse solver <i>Mikhail Kruglyakov, Alexey Geraskin, Alexey Kuvshinov</i>
14:30 - 14:45	S2.3-066	MARE3DEM: a three-dimensional CSEM inversion based on a parallel adaptive finite element method using unstructured meshes <i>Yuxiang Zhang, Kerry W. Key</i>
14:45 - 15:05	Coffee Break	
15:05 - 15:20	S2.5-0299	Lithospheric conductivity anomalies imaged at the Proterozoic-Phanerozoic transition of Australia using AusLAMP magnetotelluric data <i>Kate E. Robertson, Graham S. Heinson, Stephan Thiel</i>
15:20 - 15:35	S2.5-0414	Challenges in modelling and inversion of sea-floor MT data <i>Max Moorkamp, Anna Avdeeva</i>
15:35 - 15:50	S2.6-0209	Three-dimensional inversion of transient electromagnetic data and its numerical implementation in Julia <i>Ralph-Uwe Börner, Julia Weißflog, Oliver G. Ernst, Klaus Spitzer</i>
15:50 - 16:05	Poster Introduction: Session 2.3, 2.5, 2.6	
16:05 - 17:00	Poster Presentation: Session 2.3, 2.5, 2.6	
17:00 - 17:45	Discussion II	

Fri, 19 August 2016		
08:00 - 08:45	Keynote Session 2,4	Joint modelling of conductivity and other geophysical and petrological observables to infer the structure of the lithosphere and uppermost mantle <i>Javier Fulla</i>
08:45 - 09:00	S2.4-0238	Joint 3D inversion of magnetotelluric, receiver function and gravity data : application to the study of the continental lithospheric break-up in the North Tanzanian Rift <i>Matthieu Plasman, Pascal Tarits, Christel Tiberi, Sophie Hautot, Stephanie Gautier, Cynthia Ebinger, Steve Roecker, Julie Albaric, Khalfan Mtelela, Gabriel Mulibo, Remigus Gama</i>
09:00 - 09:15	S2.4-0312	Joint inversion of on-lake radiomagnetotelluric and lake-floor direct current resistivity data and its application <i>Shunguo Wang, Thomas Kalscheuer, Mehrdad Bastani, Alireza Malehmir, Laust B. Pedersen, Torleif Dahlin, Naser Meqbel</i>
09:15 - 09:30	S2.4-0372	Self-consistent thermo-chemical Bayesian joint inversion modelling of the southern part of the Ordos Block, North China Craton incorporating elevation, geoid, surface heat flow, Rayleigh wave data and MT data <i>Alan G. Jones, Hao Dong, Wei Wenbo, Juan Carlos Afonso, Simon Klemperer, Tianze Liu</i>
09:30 - 09:45	Poster Introduction: Session 2.4, 4.2, 4.3	
09:45 - 10:10	Coffee Break	
10:10 - 11:45	Poster Presentation: Session 2.4, 4.2, 4.3	
11:45 - 13:15	Lunch	
12:45 - 13:15	Division VI Business Meeting II	
13:15 - 14:00	Keynote Session 4	A review of recent developments in the study of regional lithospheric electrical structure of the Asian continent <i>Letian Zhang</i>
14:00 - 14:15	S4.2-0185	Imaging plate coupling at the northern Hikurangi subduction margin, New Zealand <i>Wiebke Heise, Grant Caldwell, Edward A. Bertrand, Yasuo Ogawa, Stewart L. Bennie</i>
14:15 - 14:30	S4.2-0262	3D fluid distribution and co- and post-seismic deformation: MT imaging of focal zone of 2008 Iwate–Miyagi Nairiku Earthquake, Japan <i>Atsushi Suzuki, Yasuo Ogawa, Zenshiro Saito, Masashi Ushioada, Hiroshi Ichihara, Masahiro Ichiki, Masaaki Mishina</i>
14:30 - 14:45	S4.2-0270	An amphibious magnetotelluric Investigation of the Cascadian Seismogenic and ETS zones <i>Blake A. Parris, Dean Livelybrooks, Paul Bedrosian, Gary Egbert, Kerry Key, Adam Schultz, Alex Cook, Max Kant, Nick Wogan, Alexa Zeryck</i>
14:45 - 15:05	Coffee Break	
15:05 - 15:20	S4.3-061	Probing the anisotropic asthenosphere beneath the Pyrenees in the presence of highly conducting oceans <i>Marcel Cembrowski, Andreas Junge, Joan Campaña, Juanjo Ledo, Pilar Queralt</i>
15:20 - 15:35	S4.3-0108	Electrical conductivity signature of the New York - Alabama Lineament as revealed by initial 3D inversions of EarthScope magnetotelluric data <i>Benjamin S. Murphy, Gary D. Egbert</i>
15:35 - 15:50	S4.3-0387	Three dimensional lithospheric resistivity structure of the Tibetan Plateau: a synoptic view <i>Hao Dong, Wenbo Wei, Sheng Jin, Gaofeng Ye, Jian'en Jing, Letian Zhang, Alan G. Jones, Chengliang Xie, Yaotian Yin</i>
15:50 - 16:05	Poster Introduction: Session 4.1	
16:05 - 17:00	Poster Presentation: Session 4.1	
17:00 - 17:45	Discussion III	

Sat, 20 August 2016		
08:00 - 08:15	S4.3-0154	Magnetotelluric evidence for the 1.1 Ga Keweenaw mantle plume <i>Esteban Bowles-Martinez, Adam Schultz</i>
08:15 - 08:30	S4.3-0367	The varying India crustal front in the South Tibetan Plateau as revealed by magnetotelluric data <i>Chengliang Xie, Wenbo Wei, Sheng Jin, Yuanyuan Fang</i>
08:30 - 08:45	S4.1-0151	New data on the conductive layer of dilatant-diffusive nature (DD-layer) in the Archaean-Proterozoic complexes of the Fennoscandian Shield. <i>Abdulkhai A. Zhamaletdinov, Aleksandr N. Shevtsov, Vitaly V. Kolobov, Vladimir E. Kolesnikov, Akersey A. Skorohodov, Pavel A. Ryazantsev, Victor V. Ivonin, Michail A. Birulya</i>
08:45 - 09:00	S4.1-0224	Geo-fluids distribution in mantle inferred from the electrical conductivity and simulated thermal structures beneath Kyushu, in the Southwest Japan Arc <i>Maki Hata, Makoto Uyeshima, Shoichi Yoshioka, Nobuaki Suenaga, Takumi Matsumoto</i>
09:00 - 09:15	S4.1-0309	The electrical conductivity structure of the Australian continental lithosphere – an overview of a 10 year MT program <i>Jingming Duan, Tristan Kemp, Liejun Wang</i>
09:15 - 09:30	S4.3-0116	Deep geoelectrical signature of the eastern segment of central India tectonic zone <i>Khasi Raju, Prasanta K. Patro, Ujjal K. Borah, Chinna Reddy</i>
09:30 - 09:45	Poster Introduction: Session 5, 7, 8	
09:45 - 10:10	Coffee Break	
10:10 - 11:45	Poster Presentation: Session 5, 7, 8	
11:45 - 13:15	Lunch	
13:15 - 14:00	Keynote Session 5	Recent progress in studies on EM fields generated by oceanic flows including tsunamis: their properties and applications <i>Takuto Minami</i>
14:00 - 14:15	S5.1-0146	Surface towed CSEM systems for shallow water mapping of Arctic permafrost <i>Dallas Sherman, Peter Kannberg, Steven Constable</i>
14:15 - 14:30	S5.1-0323	Ocean bottom electric field variations associated with the 2011 Tohoku-Oki tsunami <i>Hiroshi Ichihara, Yozo Hamano, Takafumi Kasaya, Kiyoshi Baba</i>
14:30 - 14:45	S5.1-0400	Electrical resistivity signature of the oceanic crust around hydrothermal vent sites on East Pacific Rise at 9° 50'N <i>Takuya Teraoka, Nobukazu Seama, Rob Evans</i>
14:45 - 15:05	Coffee Break	
15:05 - 15:20	S5.1-0411	Significance of electrical anisotropy on marine CSEM data <i>Ronghua Peng, Xiangyun Hu, Jianchao Cai</i>
15:20 - 15:35	S7.1-0412	Electromagnetic induction in a conductive planet due to stellar angular-momentum loss <i>Mark E. Everett</i>
15:35 - 15:50	S7.1-0321	Improving ionospheric source models for imaging upper mantle/transition zone resistivity <i>Gary D. Egbert, Patrick Alken, Astrid Maute, Arthur Richmond</i>
15:50 - 16:30	Closing Remarks	
18:00 - 22:00	Farewell Dinner (Bye Bye Chiang Mai & See You in Turkey 2018)	

๔. รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม

ข้าราชการจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลจากส่วนกลางและภูมิภาค ได้เข้าร่วมการประชุมฯ ประกอบด้วย นักธรณีวิทยา จำนวน ๑๐ ราย (ลำดับที่ ๑ – ๑๐) และผู้ประสานงานโครงการ จำนวน ๓ ราย (ลำดับที่ ๑๑ – ๑๓) ได้แก่

๑. นางสาววิวรรณ ฤทธิสิทธิ์	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ	สสป.
๒. นางสาวญาณิณี รุ่งงาม	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ	สสป.
๓. นายไฉน รินแก้ว	นักธรณีวิทยาชำนาญการ	สอพ.
๔. นายประเสริฐ หมุ่มมาก	นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ	สทบ.เขต ๑
๕. นายรพฐา พรหมมา	นักธรณีวิทยาชำนาญการ	สทบ.เขต ๑
๖. นายสุฤษดิ์ รัชพันธ์	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ	สทบ.เขต ๔
๗. นายบุญชัย หาญมงคลพิพัฒน์	นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ	สทบ.เขต ๕
๘. นางจิราภา หวังปัด	นักธรณีวิทยาชำนาญการ	สทบ.เขต ๗
๙. นายสิทธิศักดิ์ บางแก้ว	นักธรณีวิทยาชำนาญการ	สทบ.เขต ๘
๑๐. นางสาวกนกนิตน์ ทุมประเสริฐ	นักธรณีวิทยาชำนาญการ	สทบ.เขต ๙
๑๑. นางสาวอลิน ชินทรารักษ์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ	กผ.
๑๒. นางสาววรางคณา ลาภกิจ	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ	กผ.
๑๓. นางสาวปณณวีร์ อินทรักษา	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ	กผ.

โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล จำนวน ๓๗๑,๑๐๐ บาท (สามแสนเจ็ดหมื่นหนึ่งพันหนึ่งร้อยบาทถ้วน)

๕. รายละเอียดการประชุม

การประชุมวิชาการนานาชาติ “Electromagnetic Induction Workshop 2016 (EMIW2016)” จัดขึ้นระหว่างวันที่ ๑๔ – ๒๐ สิงหาคม ๒๕๕๙ ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ มีนักวิชาการและนักศึกษาด้านธรณีวิทยาจาก ๓๙ ประเทศทั่วโลกเข้าร่วมประชุมมากกว่า ๓๐๐ ราย มาร่วมนำเสนอและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ประสบการณ์ และนวัตกรรมด้านการสำรวจทางธรณี ปีโตรเลียม ทะเล ภัยพิบัติ โลกและจักรวาลโดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยรูปแบบการจัดการประชุมแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน ดังนี้

๑. การนำเสนอผลงานทางวิชาการรูปแบบ oral presentation และการตอบคำถาม
๒. การนำเสนอโปสเตอร์ทางวิชาการจากผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ และนักศึกษาระดับปริญญาโท/เอก
๓. การศึกษาดูงานด้านวิถีชีวิต ศิลปะและวัฒนธรรมล้านนา

วัตถุประสงค์ในการจัดงาน

๑. เพื่อให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้นำเสนอและเผยแพร่ผลงานทางด้านธรณีฟิสิกส์ สาขาที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการประยุกต์ในงานด้านธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ วิศวกรรม สิ่งแวดล้อม ประวัติศาสตร์ โบราณคดี และด้านอื่นๆ

๒. เพื่อให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้รับความรู้และวิทยาการทันสมัยในงานวิจัยทางด้านธรณีฟิสิกส์ ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

๓. เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด ข้อมูล ประสบการณ์ ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะ ระหว่างนักวิจัยจาก ส่วนราชการและเอกชน ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ที่มีความสนใจศึกษาเรื่องที่มีความคล้ายคลึงกัน

๔. เพื่อเป็นการส่งเสริมบรรยากาศงานด้านวิทยาศาสตร์สาขาธรณีฟิสิกส์ ส่งเสริมให้เยาวชนรุ่นใหม่มีความสนใจมากยิ่งขึ้น

การเข้าร่วมการประชุมดังกล่าว เป็นการให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้เปิดโลกทัศน์และองค์ความรู้ด้านการสำรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ ที่ทันสมัยระดับนานาชาติให้แก่บุคลากรของกรมทรัพยากร น้ำบาดาล ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน และได้สร้างเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการ โดยการ ประชุมมีรายละเอียด ดังนี้

๕.๑ เรื่อง อุปกรณ์ในการสำรวจ แหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และกระบวนการประมวลผล ข้อมูล (Instrumentation, Sources and Data Processing)

Dr. Alan Chave (keynote speaker) จาก Department of Applied Ocean Physics and Engineering สถาบัน Woods Hole Oceanographic, Massachusetts, สหรัฐอเมริกา บรรยายใน หัวข้อ “Estimation of the Magnetotelluric Response Function: The Path from Robust Estimation to a Stable MLE” กล่าวว่าโดยพื้นฐานแล้ว สนามของเทลลูริกจะอยู่ในแนวระนาบ และมีค่าข้อมูลที่เฉพาะ ตำแหน่งนั้นๆที่ค่าความถี่ ณ ตำแหน่งนั้นๆสัมพันธ์กับสนามไฟฟ้าในแนวระดับ และสนามแม่เหล็กซึ่งวัดได้ที่ พื้นผิวโลก หรือผิวสมุทร โดยปกติทั่วไปจะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ดังสมการ

$$\mathbf{E} = \mathbf{\tilde{Z}} \cdot \mathbf{B}$$

โดยที่ E คือ ข้อมูลเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าในแนวระดับ

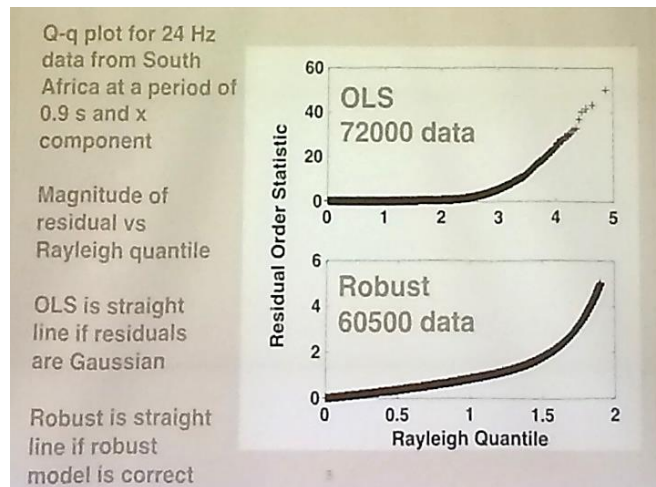
B คือ ข้อมูลเวกเตอร์ของสนามแม่เหล็ก ณ จุดหนึ่งๆ ที่ความถี่หนึ่งๆ

Z คือ ข้อมูลเมทริกซ์ที่เกิดจาก 2×2 MT

เมื่อค่า E และ B เป็นค่าที่วัดได้จริง แต่ก็อาจจะเกิดค่ารบกวน (noise) ขึ้นระหว่างการวัด ทำให้ความแม่นยำลดลง อีกวิธีที่จะช่วยคำนวณค่า Z คือ Least Square Principle (Sis et al, ๑๙๗๑) ดังสมการ

$$\mathbf{e} = \mathbf{\tilde{b}} \cdot \mathbf{z} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีดังกล่าวไม่ได้เป็นไปตามธรรมชาติที่ควรจะเป็นของมัน (bias) และแสดงค่าตัวแปรที่ ผิดปกติกับค่าความถี่ (erratic variable) โดยได้แสดงใน Remote reference Method ของ (Goubau et al, 1978) ภายหลังจึงมีการคิดค้น Robust Model ขึ้น โดยข้อมูลหลักในโมเดลเป็นข้อมูลลักษณะที่เป็น Gaussian Distribution และวิธีดังกล่าวนี้ยังช่วยลดผลกระทบจากข้อมูลที่มาจากแหล่งกำเนิดที่ห่าง ออกไปด้วย โดยความถูกต้องของโมเดลแสดงในรูป ๕.๑.๑



รูปที่ ๕.๑.๑ แสดงโมเดลข้อมูลลักษณะที่เป็น Gaussian Distribution

ตัวอย่างงานวิจัยตัวอย่าง : การพัฒนาเครื่องมือสำรวจ (Instrumentation Development)

๑. Multi-physics geophysical acquisition system for land, borehole and Marine application

โดย Dr. Kurt M. Stack จากบริษัท KMS Technology นำเสนอเครื่องมือสำรวจที่ใช้ในการสำรวจธรณีฟิสิกส์หลายรูปแบบ ทั้งบนภาคพื้นดิน ในหลุมเจาะ และมหาสมุทร

๒. Large-Scale magnetotelluric data acquisition system based on ZingBee network

โดย Dr. Xiaolu Xi จาก Nanjing University of Science and Technology, Nanjing, P. R. China นำเสนอระบบการวัดค่า magnetotelluric (MT) ที่เรียกว่า ZigBee network ประกอบไปด้วย ตัววัดค่าความละเอียดสูงจำนวน ๑๐๐ ตัว และตัวควบคุมหลัก โดยในแต่ละตัววัดจะประกอบไปด้วย power supply ,management subsystem, GPS timing, sync subsystem, embedded computer based on ARM และ 4-channel high precision data acquisition subsystem based on DSP and 24-bit ADC. ซึ่งทุกระบบในแต่ละตัววัดสามารถเปิดปิดใช้คำสั่งจากตัวควบคุมหลักได้เลย โดยระบบดังกล่าวได้ทดลองใช้ในการสำรวจแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพในสาธารณรัฐประชาชนจีน และการสำรวจแร่ในประเทศทิเบต

๕.๒. เรื่อง ทฤษฎี แบบจำลอง และการแปลงค่าข้อมูลของเทคนิคคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Theory, Modelling and Inversion)

เนื้อหาหัวข้อที่ ๒ นำเสนอเรื่องทฤษฎี ทัศนศึกษา แบบจำลอง รวมถึงเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ประยุกต์ใช้จากเทคนิคคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

Dr. Marion Miensoopust (keynote speaker) จากสถาบัน Leibniz Institute for Applied Geophysics in Hannover สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี บรรยายเรื่อง Application of 3D EM inversion in practice – challenges, pitfalls and solution approaches งานวิจัยที่ใช้แมกนีโตเทลลูริก (Magnetotellurics, MT) ในการสร้างแบบจำลอง ๓ มิติ เผยแพร่ครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.๑๙๗๖ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ที่มีเทคโนโลยีขั้นสูงที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกมากมาย

แต่ในระยะแรกของการพัฒนาแบบจำลองมีแบบจำลอง ๒ มิติเท่านั้น ที่ประสบความสำเร็จ ในขณะที่แบบจำลองแบบ ๓ มิติ กลับมีปัญหาในการเก็บข้อมูลในแนวระนาบ ในปี ค.ศ. ๑๙๙๕ ได้มีการประชุมเกี่ยวกับแบบจำลอง EM ๓ มิติ เพื่อกำหนด parameters ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการสร้างแบบจำลอง EM ๓ มิติ จึงทำให้แบบจำลอง EM ๓ มิติ พัฒนาต่อไปได้

การได้มาซึ่งข้อมูล (Data Acquisition)

ปัญหาของการเก็บข้อมูล คือ

๑. เสียงที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บข้อมูล ซึ่งมาจากสภาพแวดล้อม
๒. ความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงาน
๓. ความผิดพลาดของเครื่องมือในการสำรวจ

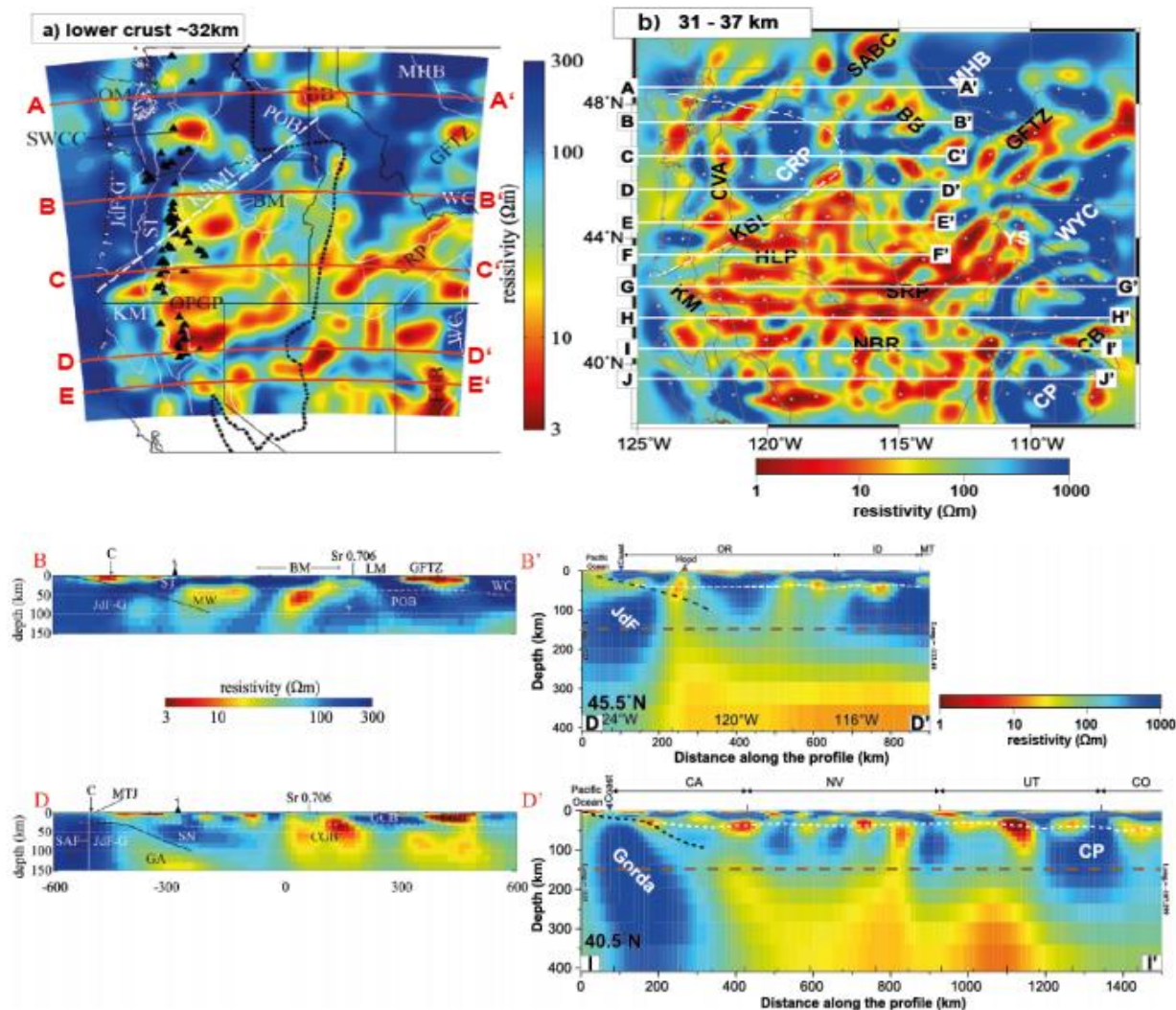
จากปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ด้วยการศึกษาข้อมูลภูมิประเทศและข้อมูลชั้นความลึกก่อนการเริ่มเก็บข้อมูล

การแปรข้อมูล (Interpretation)

การแปรข้อมูลจะแม่นยำหรือไม่ ขึ้นอยู่กับ Parameters การตั้งค่าเครื่องมือ และสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่

พื้นที่ศึกษา (Study Area)

บริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ ๗๐ กม. ใช้ข้อมูลทั้งหมด ๓๒๙ แนว

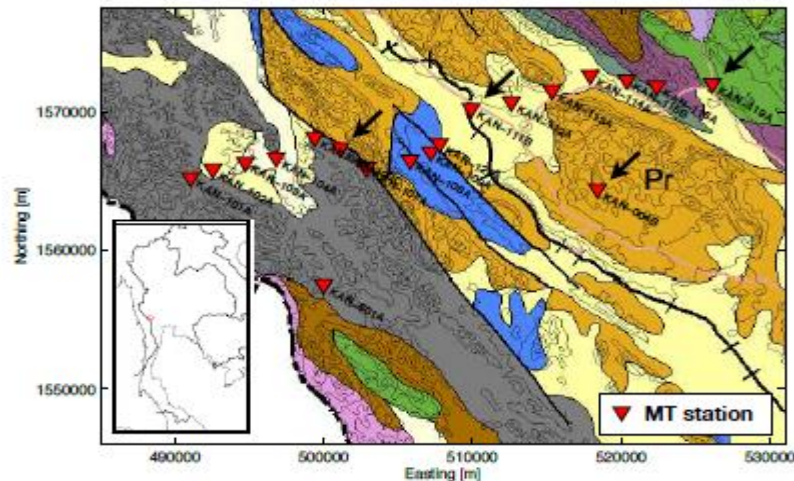


รูปที่ ๕.๒.๑ แสดงแนวการสำรวจแนวระนาบและแนวตั้งในพื้นที่ศึกษา

ตัวอย่างงานวิจัย

๑. Detecting Galvanic Distortion

โดย Dr. Tawat Rung-Arunwan, Dr. Weerachai Siripunvaraporn จากมหาวิทยาลัยมหิดล และ Dr. Hisashi Utada และมหาวิทยาลัยโตเกียว งานวิจัยนี้ใช้แมกนีโตเทลลูริก (Magnetotellurics, MT) ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการเทคนิคคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Methods) เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ Galvanic Distortion ในรูปแบบสามมิติ พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณตะวันตกของประเทศไทย มีแนว MT ทั้งหมด ๑๙ ทิศทาง



รูปที่ ๕.๒.๒ แผนที่ธรณีวิทยาแสดงพื้นที่ศึกษาทางทิศตะวันตกของประเทศไทย และแนว MT

๒. Galvanic Distortion Indicators

สมการในการศึกษา แบ่งออกเป็น Local distortion indicator และ Apparent Gain มีรายละเอียด ดังนี้

- Local distortion indicator (LDI)

อัตราส่วนระหว่าง ssq (the sum-of-the-squared-elements) และ det (determinant)

$$\gamma_i(\omega) = \frac{Z'_{ssq}(\mathbf{r}_i; \omega)^2}{Z'_{det}(\mathbf{r}_i; \omega)^2},$$

$$\gamma_i(\omega) = \frac{(1 - e_i^2)(1 - s_i^2)}{(1 + e_i^2)(1 + s_i^2)} \frac{Z_{ssq}^R(\mathbf{r}_i; \omega)^2}{Z_{det}^R(\mathbf{r}_i; \omega)^2}.$$

และ

$$\gamma_i(\omega) = \frac{(1 - e_i^2)(1 - s_i^2)}{(1 + e_i^2)(1 + s_i^2)},$$

- Apparent Gain

อัตราส่วนระหว่าง ssq และค่าเฉลี่ยของ ssq

$$g_i^{ssq}(\omega) = \frac{Z'_{ssq}(\mathbf{r}_i; \omega)}{Z'_{ssq}(\omega)}$$

และ

๕.๓ เรื่อง การสำรวจ การติดตาม และความเสี่ยง (Exploration, Monitoring and Hazards)

การสำรวจ EM เป็นวิธีการที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในการทำ electrical conductivity images บริเวณใกล้พื้นผิวโลก (near-surface) ถึงบริเวณเนื้อโลกชั้นบน (upper mantle) การใช้เทคนิคต่างๆ ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานสำรวจต่างๆตามวัตถุประสงค์ เช่น งานสำรวจ การสังเกตการณ์ หรือ การประเมินความอันตราย

Dr. Prasanta Patro (Keynote speaker) จาก CSIR-National Geophysical Research Institute, Hyderabad, India บรรยายในหัวข้อ “Magnetotelluric studies for petroleum and geothermal resources: Examples with emphasis on Asian region” หัวข้อนี้นำเสนอสถานการณ์ปัจจุบันของการประยุกต์ใช้ Magnetotellurics (MT) ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) และทรัพยากรความร้อนใต้พิภพ (geothermal) ในเอเชีย

การสำรวจ Petroleum

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนธรรมชาติ (Oil and Gas) มักเกี่ยวข้องกับลักษณะทางธรณีวิทยาและลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา การใช้เทคนิคการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ชนิดต่างๆ เป็นการสำรวจเพื่อตรวจวัดลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา ในขณะที่การตรวจวัดไฮโดรคาร์บอนโดยตรงยังเป็นเรื่องมีความเป็นไปได้น้อย เนื่องจากเงื่อนไขสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ การสำรวจไฮโดรคาร์บอน คือ source rock, reservoir และ traps หรือ barrier

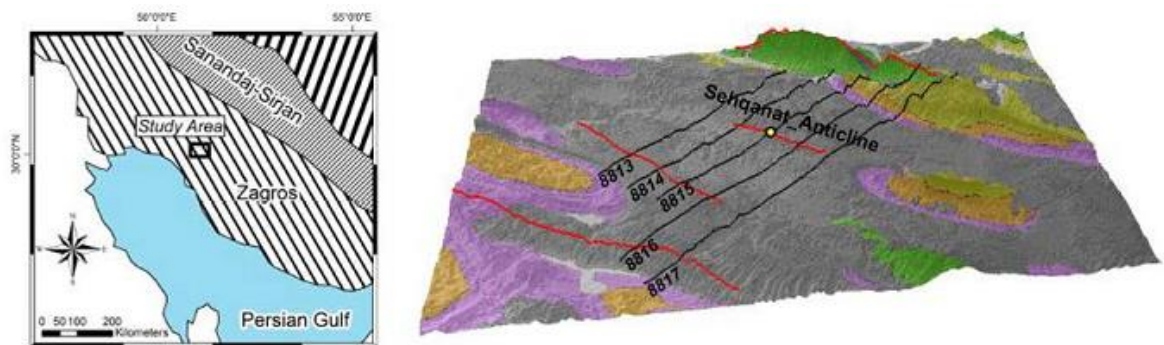
Source Rock	It is a sedimentary rock that contains sufficient organic matter which is later heated and converted into oil and gas.
Trap	It is a type of structure where oil and gas can be trapped.
Reservoir Rock	They are a type of sedimentary rocks (eg., coarse grained sandstone or limestone) which are porous and permeable. These formations when they hold oil and gas, they are referred to as reservoir rocks.

ตารางที่ ๕.๓.๑ แสดง The definition of different units constituting a hydrocarbon target for exploration studies.

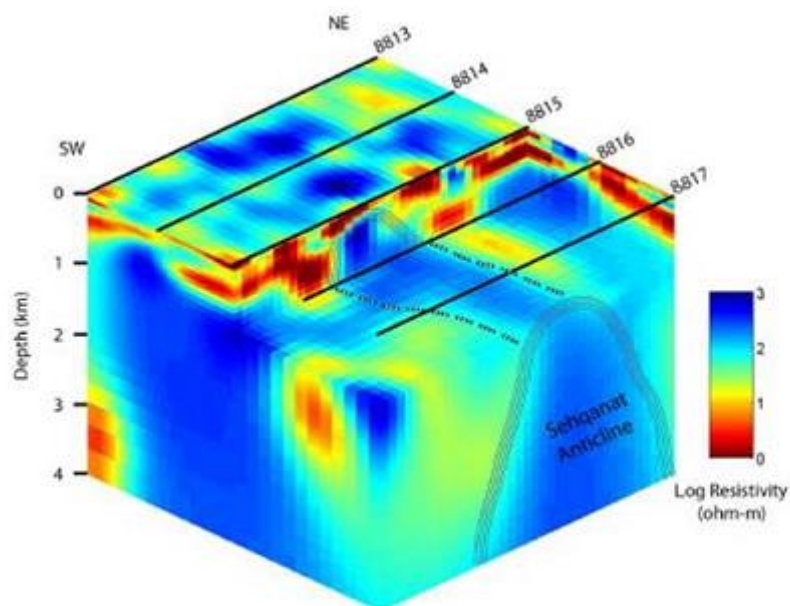
การสำรวจไฮโดรคาร์บอนด้วยวิธี seismic จะมีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้นหากพบว่ามีลักษณะทางโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่มีความซับซ้อน เช่นการมีชั้น high velocity หรือชั้น heterogeneous ปิดทับอยู่ด้านบน ทำให้การแปลความหมายทำได้ยาก การสำรวจ MT จึงเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพเหมาะที่จะใช้สำรวจไฮโดรคาร์บอนควบคู่ไปกับการสำรวจ seismic

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาพบว่า การศึกษา MT ถูกนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายในการสำรวจไฮโดรคาร์บอน ในหลายประเทศ ซึ่งรวมถึงในเอเชียด้วย เช่น

- Sehqanat Oil Field, Iran

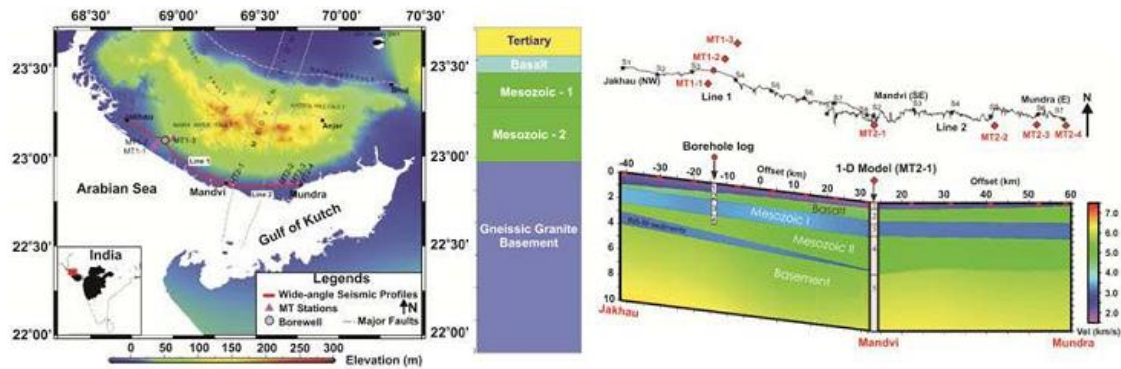


รูปที่ ๕.๓.๑. Geological map of the study region (left). Black parallel lines are the MT profiles, red lines are the anticline axis, and yellow filled in circle denotes Sehqanat well (Mansoori et al., 2016).



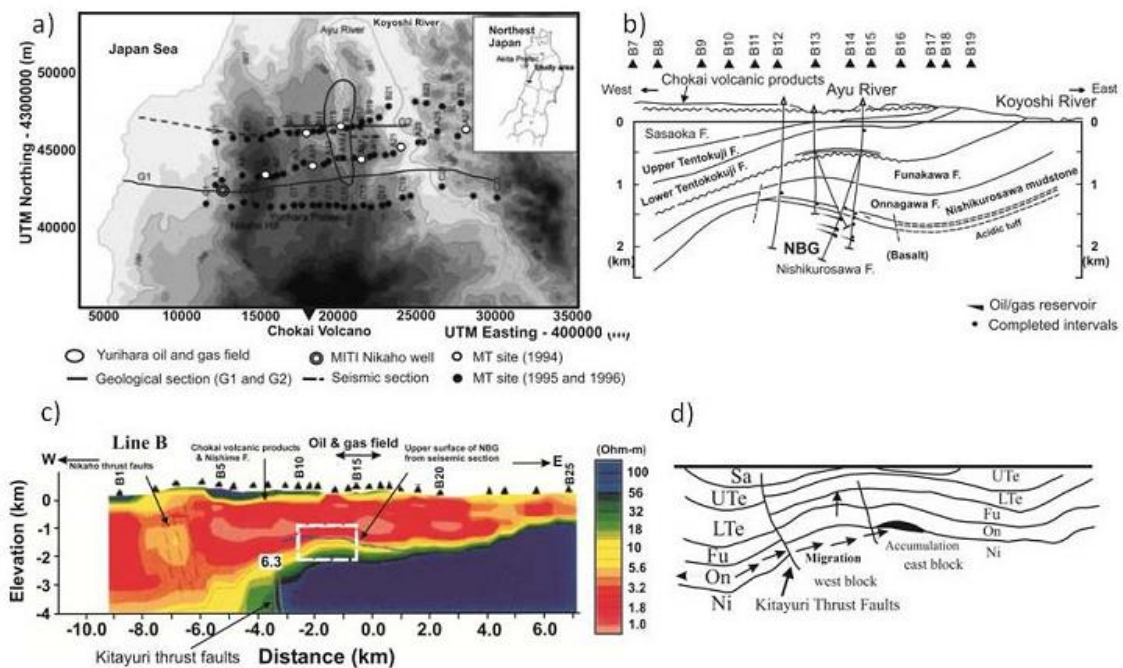
รูปที่ ๕.๓.๒ แสดง Three dimensional electrical model from the magnetotellurics (Mansoori et al., 2016).

- Kachchh region, Deccan Trap



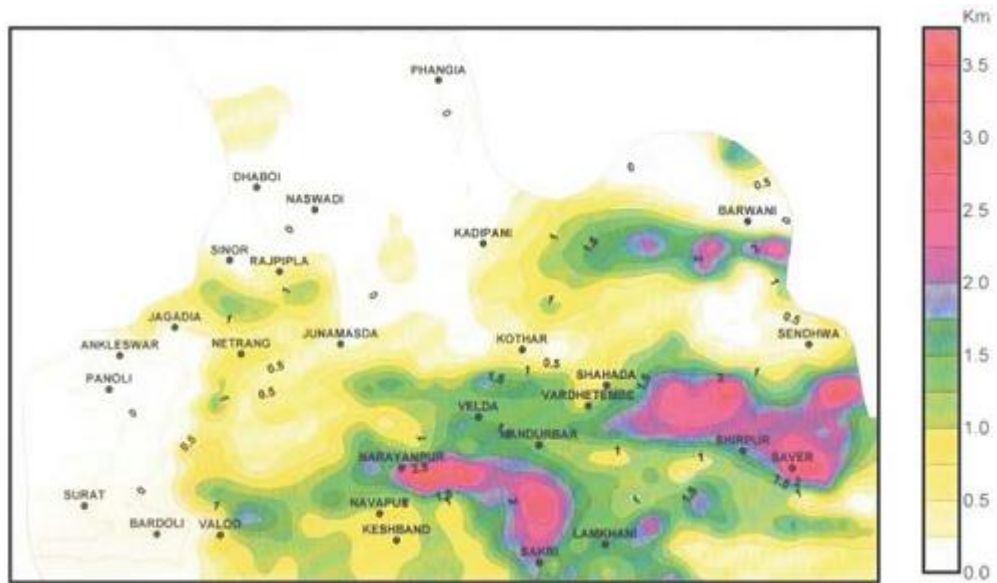
រូប ៥.៣.៣. Left: Tectonic of map of the study region with wide angle seismic profiles and MT stations. Centre: The geological sequence of Kachchh region. Right: Joint interpretation of seismic, MT and borehole log data (Pandey et al., 2009).

- Yurihara Oil Field, Japan

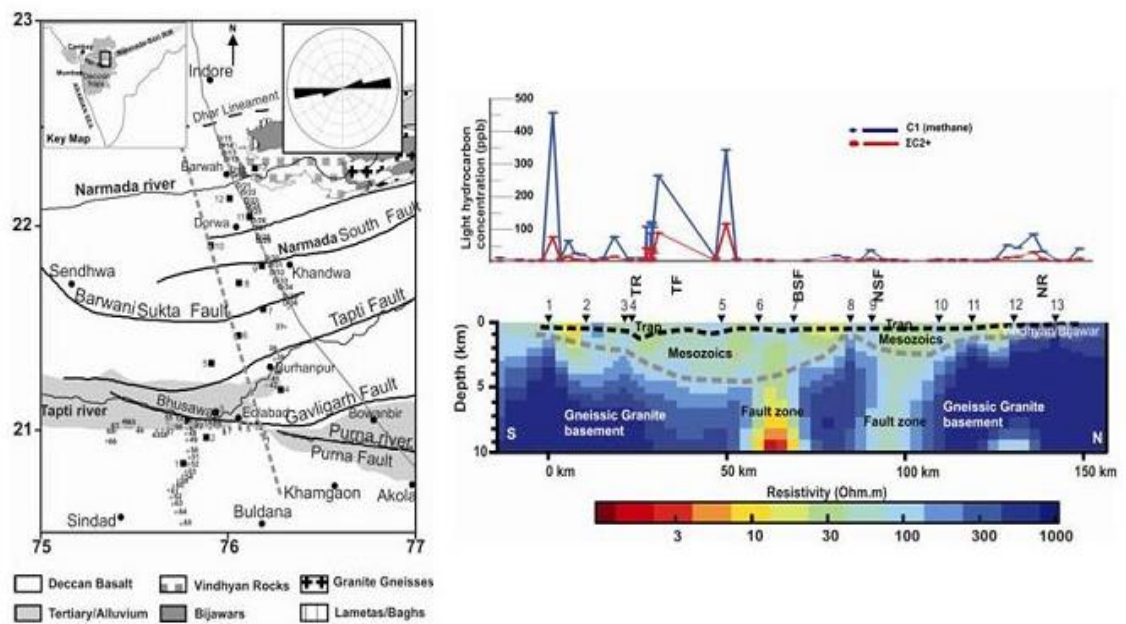


រូប ៥.៣.៤. a) The location map of the MT sites on the topography. A total of 75 MT stations were occupied along these three profiles. The Yurihara oil and gas field is located in the central part of the survey profiles, b) a geological section along line G2 (after Ichinoseki 1984, Japan Natural Gas Association, 1992). MT site locations on line B are shown. c) Migration and accumulation model of hydrocarbons during Sasaoka Age in the Yurihara oil and gas field (modified after Waseda and Omokawa, 1990).

- Narmada-Tapti Rift in the Narmada-son Lineament zone, India



ຮູບທີ ໕.໓.໕. Sediment thickness map of western part of Narmada-son Lineament region from integrated modeling studies (Harinarayana et al., 2003; Singh and Arora, 2008).



ຮູບທີ ໕.໓.໖. Left: Broken grey line represents the MT profile considered in the present study. Right: Results from geochemical studies together with the electrical image (Azeez et al., 2011).

- Eastern Siberia, Russia

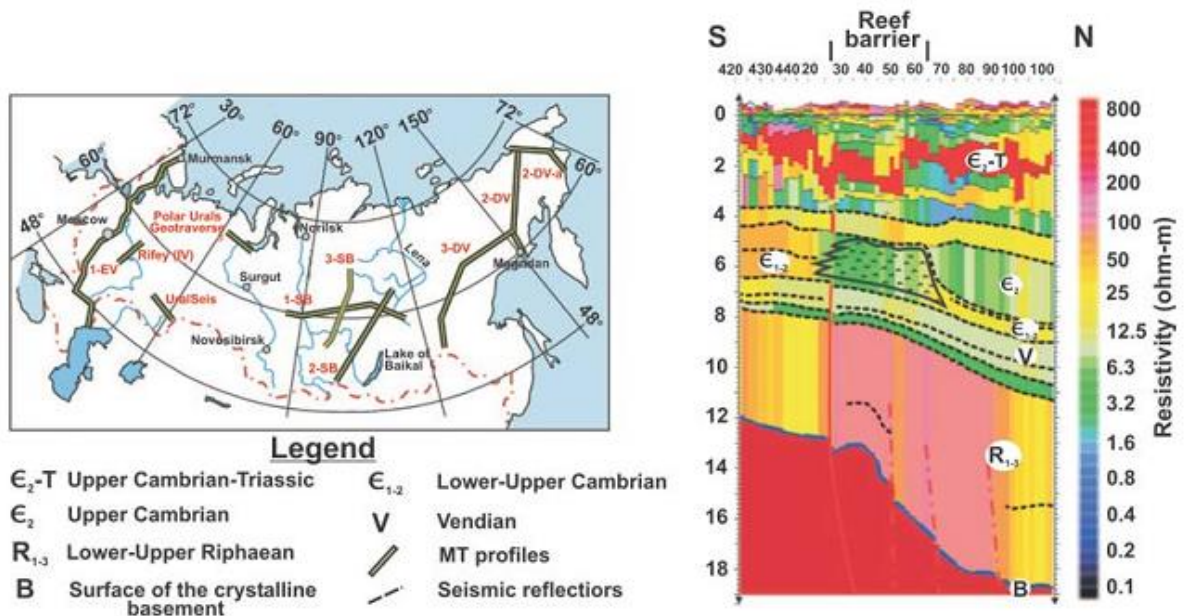
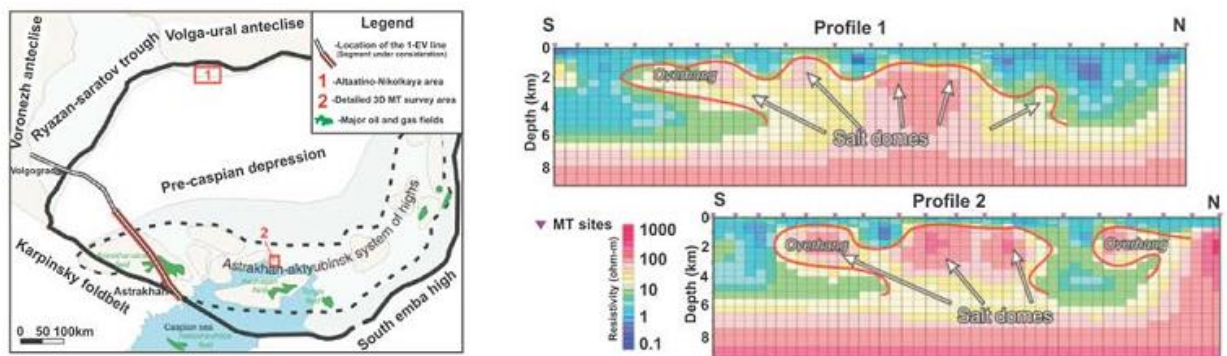


Figure 5. Location MT transects in Russia (left) and seismic constrained MT section of Reef Barriers in Eastern Siberia (right).

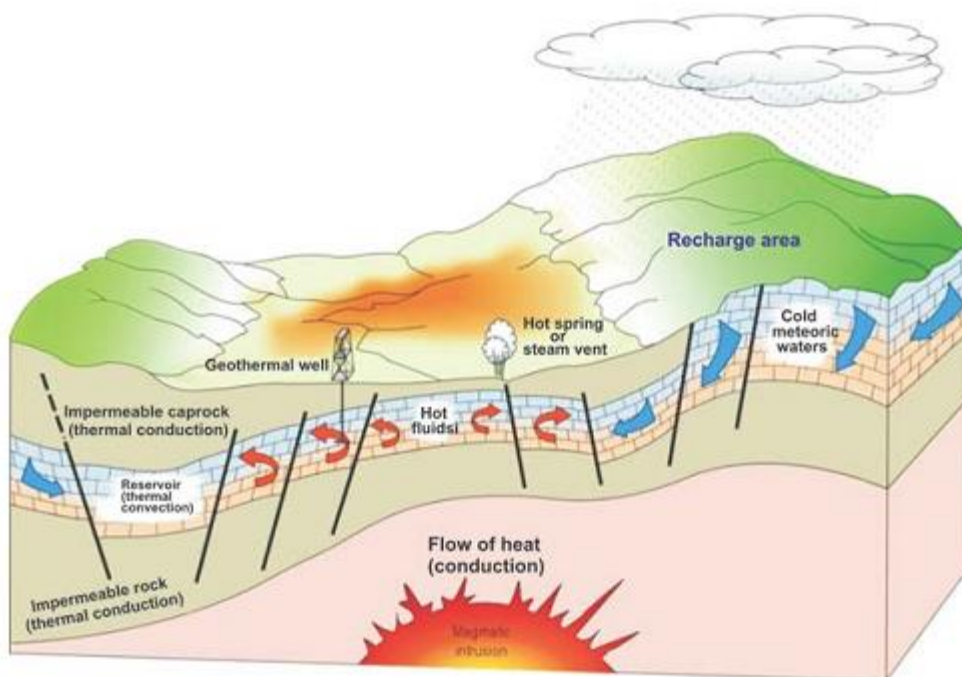
- Pre-Caspian depression, Russia



ຮູບທີ່ ໕.໓.໒. Left: Location of magnetotelluric survey and the tectonic map of Pre-Caspian depression. Right: Two-dimensional resistivity representation along two profiles in Altatino-Nikolskaya region in which salt domes are clearly imaged.

การสำรวจ Geothermal

ระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพ(Geothermal) ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ๓ ประการ คือ แหล่งพลังงานความร้อน แหล่งกักเก็บ และของเหลวที่จะเป็นตัวกลางในการนำความร้อน ระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพสามารถแบ่งออกเป็น แหล่งพลังงานต่ำ(Low enthalpy resources) แหล่งพลังงานขนาดกลาง (Medium enthalpy resources) และแหล่งพลังงานสูง(High enthalpy resources) โดยขึ้นอยู่กับ content of fluid และ potential forms of utilization



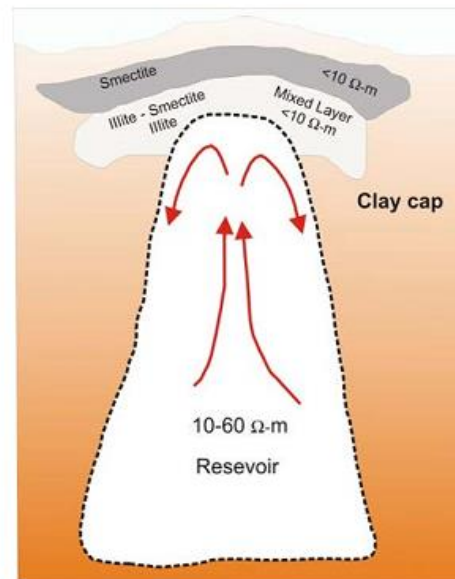
รูปที่ ๕.๓.๙. A representative diagram of a perfect geothermal system (taken from geothermal-energy.org)

Source	Muffler and Cataldi (1978)	Hochstein (1990)	Benderitter and Cormy (1990)	Nicholson (1993)	Axelsson and Gunnlaugsson (2000)
Low enthalpy resources	< 90	< 125	< 100	<=150	<=190
Intermediate enthalpy resources	90-150	125-225	100-200	---	---
High enthalpy resources	> 150	> 225	> 200	> 150	> 190

ตารางที่ ๕.๓.๒. แสดง Classification of Geothermal Source. Temperature is in °C.

Geophysical studies for geothermal investigations

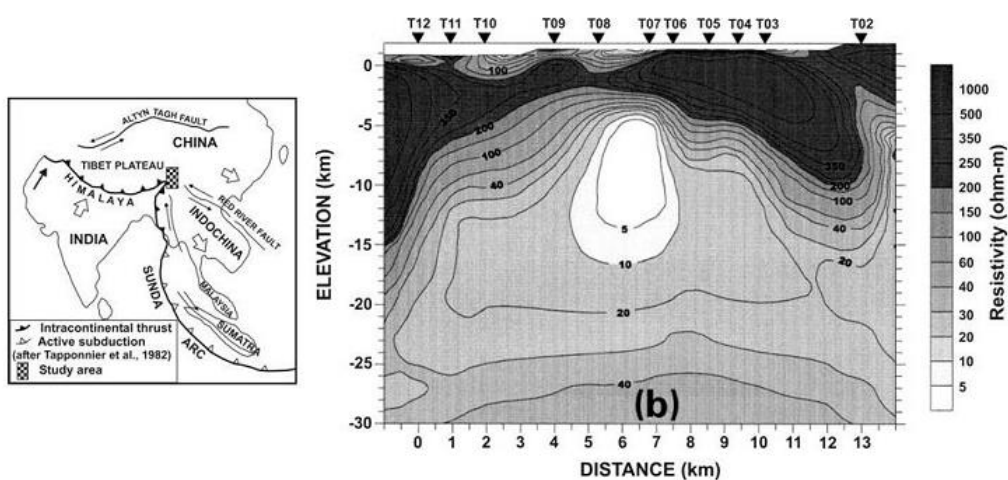
การสำรวจ ระบบแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal system) โดยเทคนิค EM โดยเฉพาะการสำรวจ MT เป็นวิธีการสำรวจที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการใช้สำรวจ geothermal system เนื่องจากว่าแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพมักจะเกิดสัมพันธ์กับแหล่งรอยเลื่อน รอยแตก หรือโซนรอยเลื่อนที่มีการไหลเวียนของ geothermal fluid ในชั้นหินตัวกลางเหล่านั้น geothermal system แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด ขึ้นอยู่กับแหล่งพลังงานความร้อน คือ ๑. Magmatic source (High Enthalpy system) ๒. Non-Magmatic Source (Low-Enthalpy)



รูปที่ ๕.๓.๑๐. Conceptual model of a geothermal system (modified after Pellerin et al., 1996).

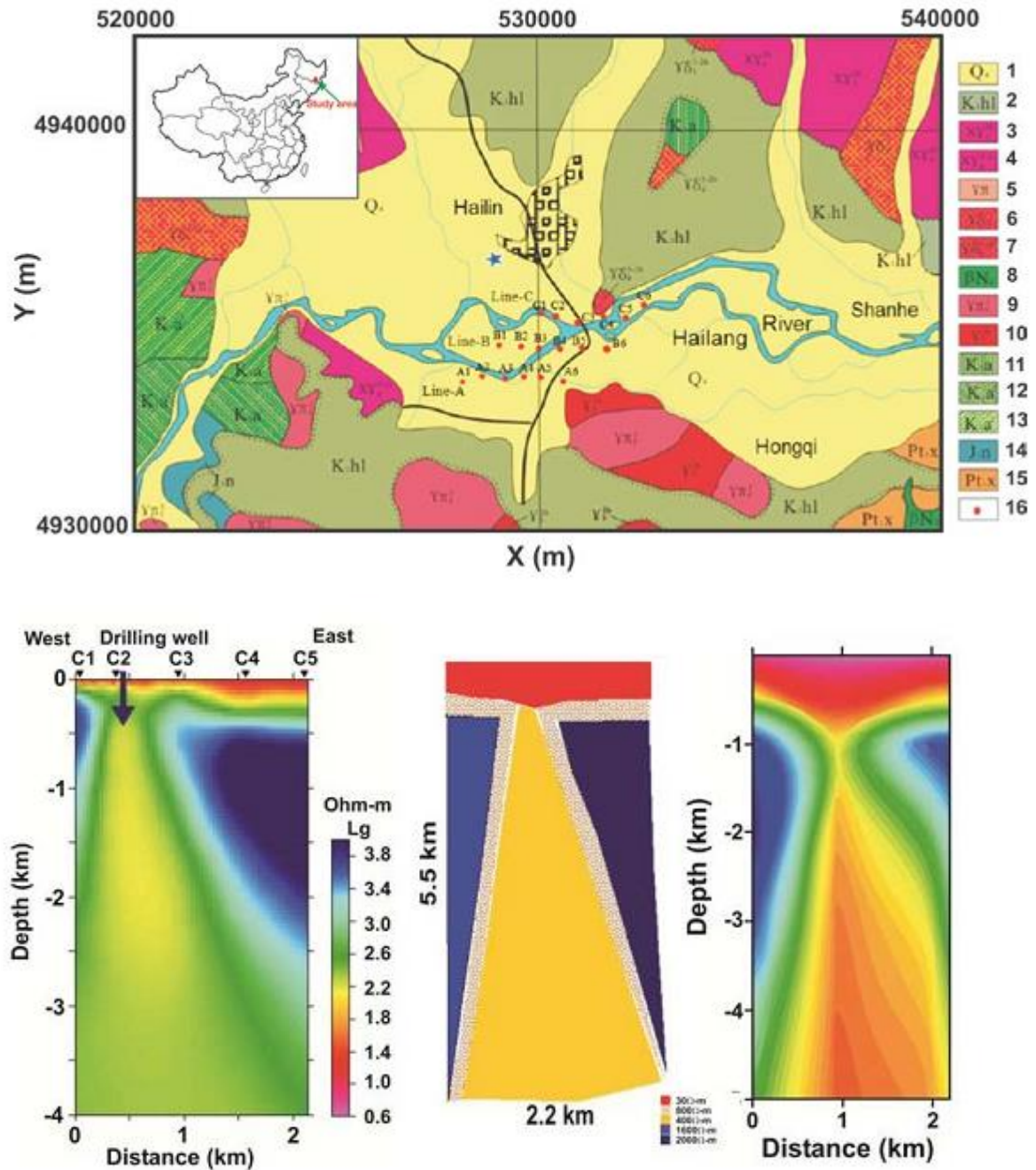
การศึกษาแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพในภูมิภาคเอเชีย

- Rehai Geothermal field, Southern China



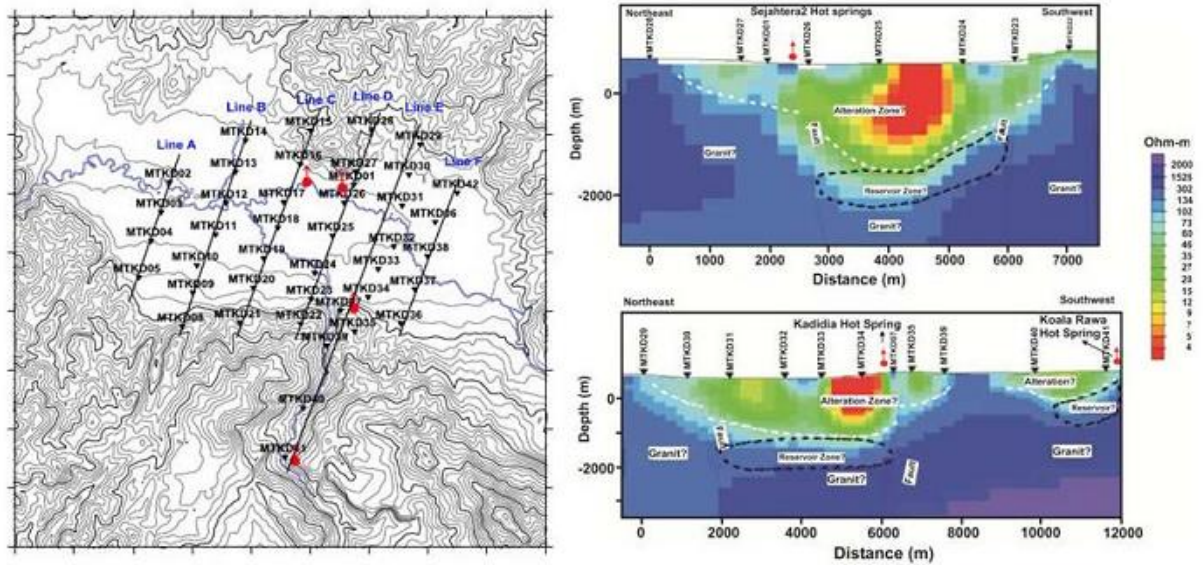
รูปที่ ๕.๓.๑๑. The study region is shown in the figure to the left. A two dimensional resistivity model obtained from the MT data where 100 ohm.m half space model was assigned as initial model (modified after Bai et al., 2001).

- Halin Geothermal Anomaly, Mudanjiang, NE China



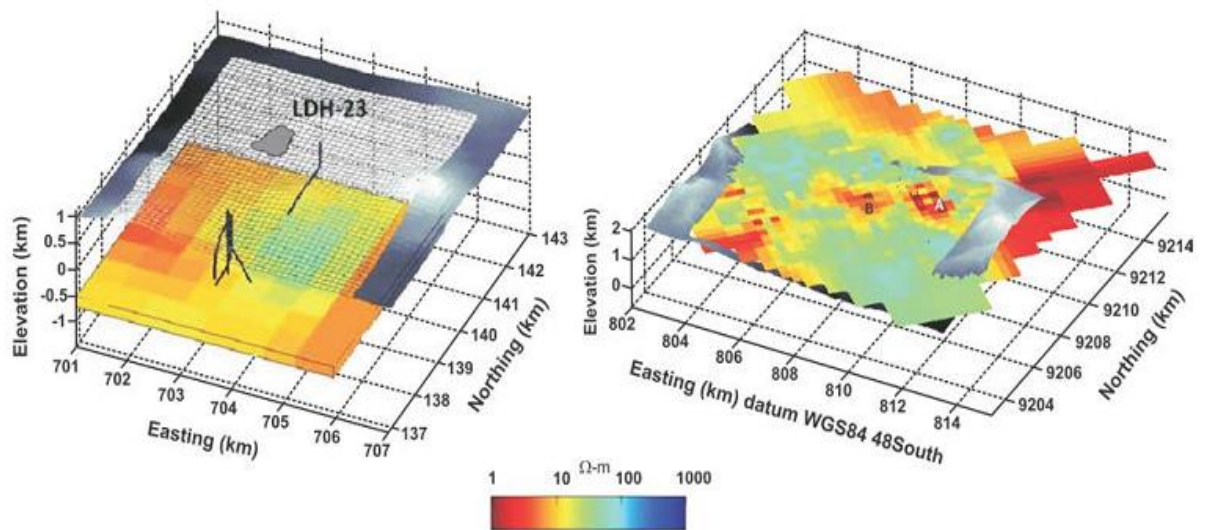
รูปที่ ๕.๓.๑๒. Top: Regional geological map of the MT survey area. Bottom: 2D electrical model along C profile (left). A synthetic model was prepared taking the structure from the model along C profile (middle) and the joint (TE and TM) inversion of the synthetic data is presented to the right (modified after Zhang et al., 2015).

- Kadidia Geothermal Area, Indonesia



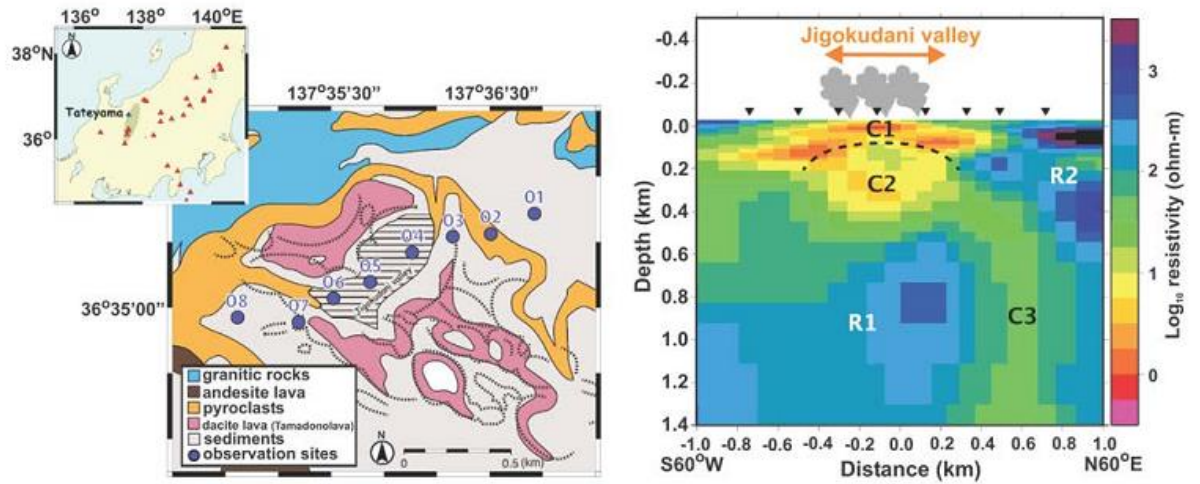
រូបភាព ៥.៣.១៣. Location map of the Kadidia with topography (left), resistivity model of profile D and E (modified after Zarkasyi et al., 2015).

- Lahendong and Kamojang Geothermal System, Indonesia



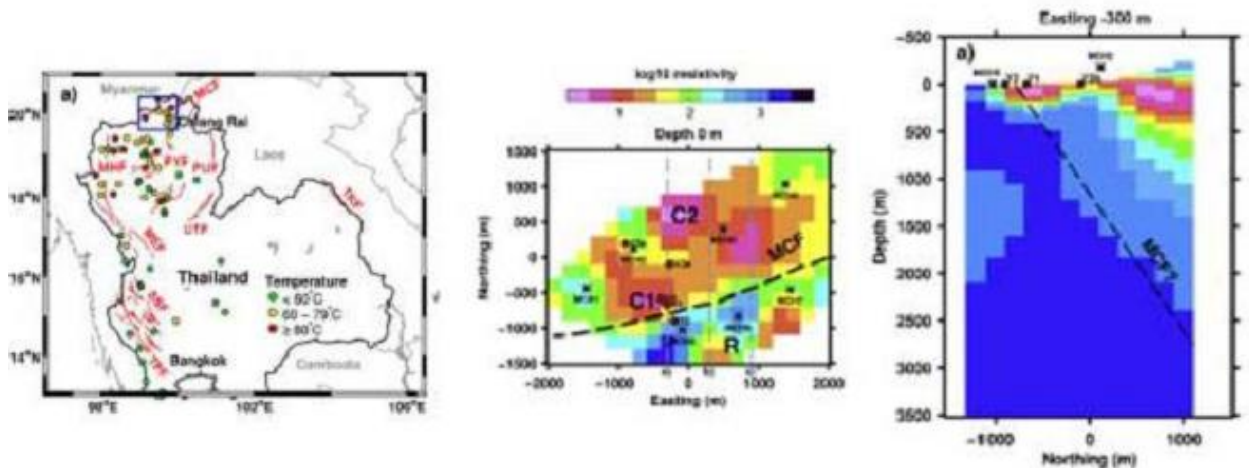
រូបភាព ៥.៣.១៤. Left: Resistivity image of Lahendong at a depth of 1.5 km overlain by topographic mesh. LDH 2 is the well track. Right: Shallow resistivity image of the Kamojang geothermal region (modified after Raharjo et al., 2010).

- Hydrothermal system beneath the Jigokudani valley, Tateyama volcano, Japan



រូប​ភាព ៥.៣.១៥. Simplified geological map of Jigokudani Valley, Japan (left). 2D resistivity model across the valley (right).

- Mae Chan geothermal region, northern Thailand



រូប​ភាព ៥.៣.១៦. Location of hot springs with the study region marked (left). Horizontal resistivity section (center). Vertical cross section at Easting -300m (right) (after Amatyakul et).

๕.๔ เรื่อง การศึกษาสำรวจทางทะเลด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Marine Electromagnetics)

การประชุมครั้งนี้มีผู้ที่มีผลงานทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic: EM) ทางทะเลเข้าร่วมนำเสนอผลงานทั้งที่เคยศึกษาสำรวจไว้แล้ว ผลงานปัจจุบัน ข้อมูลจากการติดตามเฝ้าสังเกตการณ์ สังเคราะห์ วิเคราะห์ข้อมูลจริง และการแปลความหมายข้อมูลทางทะเลรวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการศึกษาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทางทะเลมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ประกอบกับเป็นปีที่ครบรอบปีที่ ๑๒ ของการเกิดแผ่นดินไหว ณ เกาะสุมาตรา และปีที่ ๕ ของการเกิดแผ่นดินไหวของ Tohoku ที่เป็นเหตุการณ์ภัยพิบัติสึนามิที่รุนแรง เพื่อเป็นการระลึกถึงเหตุการณ์ทั้งสองจึงมีการเคลื่อนไหวเชิญให้นักวิจัยร่วมกันศึกษาปัญหาสึนามิและการเคลื่อนไหวของมหาสมุทร

Dr. Takuto Minami (keynote speaker) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก เดือนมีนาคม ค.ศ. ๒๐๑๔ ภายใต้การกำกับดูแลของ Ass.Prof. Hiroaki Toh จวบการศึกษาระดับปริญญาโทและแม่เหล็กไฟฟ้า ภาควิชาธรณีฟิสิกส์บัณฑิตวิทยาลัยวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกียวโต ภายใต้หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาแบบจำลองเชิงตัวเลขของคลื่นสึนามิที่เกิดขึ้นโดยใช้ข้อมูลสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยวิธีการใช้ a time-domain finite element method: ประยุกต์ใช้กรณีการเกิดสึนามิจากผลการเกิดแผ่นดินไหวที่ Tohoku ประเทศญี่ปุ่น ปี ค.ศ.๒๐๑๑ ("Numerical simulation of the tsunami-induced electromagnetic field using a time-domain finite element method: application to the 2011 Tohoku Earthquake tsunami")

ในหัวข้อการศึกษาสำรวจทางทะเลด้วยแม่เหล็กไฟฟ้านี้ Dr. Takuto Minami กล่าวถึงงานวิจัยของเขาที่ให้ความสนใจรูปแบบความหลากหลายสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เกิดจากสาเหตุคลื่นสึนามิครอบคลุมถึงกระแสการเคลื่อนไหลของมหาสมุทร แผ่นดิน รวมถึงใช้กระบวนการศึกษา Magnetotelluric (MT) และ Control Source Electromagnetic (CSEM) ทางทะเล โดยใช้ร่วมกับเทคนิคแบบจำลอง/โมเดลที่เกี่ยวข้อง และให้ความสนใจในวิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานกับปรากฏการณ์สนามแม่เหล็กไฟฟ้า สึนามิ ซึ่งค่อนข้างแตกต่างที่กับเทคนิคแบบจำลองเชิงโมเดลกับกระบวนการศึกษารูปแบบ CSEM ปัจจุบัน Dr. Takuto Minami พัฒนาแบบจำลองสามมิติที่มีรหัสสองค้ประกอบพื้นที่จำกัด (Three dimensional finite element code) สำหรับการจำลองคลื่นสึนามิที่ก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า นอกจากนี้ Dr. Takuto Minami มุ่งมั่นที่จะพัฒนาเทคนิคการสร้างแบบจำลอง CSEM สำหรับการตรวจสอบเฝ้าติดตามกระบวนการตามธรรมชาติของภูเขาไฟที่มหาวิทยาลัยเกียวโต

๕.๕. เรื่อง สภาพความต้านทานไฟฟ้าและคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละทิศทางของชั้นหินและแร่ (Rock and Mineral Resistivity, and Anisotropy)

เป็นการศึกษาสภาพความต้านทานไฟฟ้าของหินและแร่ที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ใช้ในการการศึกษาค้นคว้าประกอบของโลก ในการประชุมครั้งนี้ได้มีงานศึกษาวิจัยคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าของดิน หิน ทั้งในห้องปฏิบัติ หรือจัดทำแบบจำลองความต้านทานไฟฟ้าและคุณสมบัติอื่นๆ เช่น การเหนี่ยวนำไฟฟ้า นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสภาพความต้านทานไฟฟ้าโดยอาศัยคุณสมบัติเฉพาะตัวที่มีความแตกต่างทางกายภาพในด้านไฟฟ้า เช่น ใช้หาชั้นดิน-หิน ที่มีองค์ประกอบของแร่ ความพรุน และค่าการซึมผ่านที่แตกต่างกัน



รูปที่ ๕.๕.๑. แสดงภาพบรรยากาศการนำเสนอผลงานและตอบคำถาม

ตัวอย่างงานวิจัย

การทำนายค่าคุณสมบัติการซึมผ่านของซีเมนต์ผสมกับดินเหนียวอ่อนโดยใช้ข้อมูล Time – domain IP โดยใช้หลักการวิเคราะห์ ANN (Artificial Neural Network) (ANN-based prediction of cement-admixed soft clay permeability using the time-domain IP data)

เนื่องจากในการวิเคราะห์หาคุณสมบัติการซึมผ่านต้องใช้เวลาและงบประมาณค่อนข้างสูง ดังนั้นจากได้มีการศึกษาเพื่อประเมินหาค่าคุณสมบัติการซึมผ่านโดยใช้ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่เรารู้ได้ง่ายๆ จึงได้มีการศึกษาวิจัยโดยใช้ข้อมูล Time – domain IP โดยใช้การวิเคราะห์ ANN ในการประเมินค่าคุณสมบัติการซึมผ่านในสาขาวิศวกรรมปฐพีและปฐพีสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ MATLAB ในการนำเข้าข้อมูลปฐพีและธรณีฟิสิกส์ในการทำนายการซึมผ่าน จากการศึกษาเมื่อเทียบผลจากการคำนวณและตรวจวัดได้ พบว่าค่าการซึมผ่านที่คาดการณ์ มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการวิเคราะห์โดยใช้ ANN อาจเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำนายค่าซึมผ่านได้ในงานด้านปฐพี

๕.๖ การนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation)

การนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ (Poster Sessions) ประกอบด้วยโปสเตอร์แสดงผลงานทั้งหมดรวม 8 Sessions โดยมีกำหนดการจัดแสดงในแต่ละวัน ดังต่อไปนี้

๑. วันที่ ๑๕ สิงหาคม ๒๕๕๙ ได้แก่

- Session 3.1 Geothermal Energy
- Session 3.2 Groundwater and Environment
- Session 3.3 Mineral Exploration
- Session 3.4 Hydrocarbon Exploration including Gas Hydrates
- Session 3.5 Fracking, Fluid Injection and Sequestration Studies
- Session 3.6 Induction Hazards

๒. วันที่ ๑๖ สิงหาคม ๒๕๕๙ ได้แก่

- Session 1.1 Instrumentation Development
- Session 1.2 Source Fields
- Session 1.3 EM Data Processing
- Session 1.4 EM Model and Data Sharing
- Session 1.5 Rock and Mineral Resistivity, and Anisotropy

๓. วันที่ ๑๗ สิงหาคม ๒๕๕๙ ได้แก่

- Session 2.1 Theory
- Session 2.2 Modelling
- Session 2.3 Inversion (General)
- Session 2.5 3-D Inversion in Practice
- Session 2.6 Inversion Frameworks

๔. วันที่ ๑๘ สิงหาคม ๒๕๕๙ ได้แก่

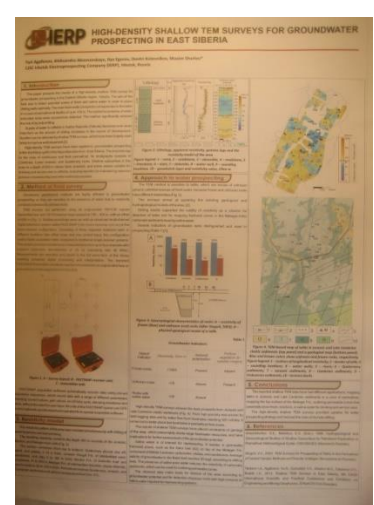
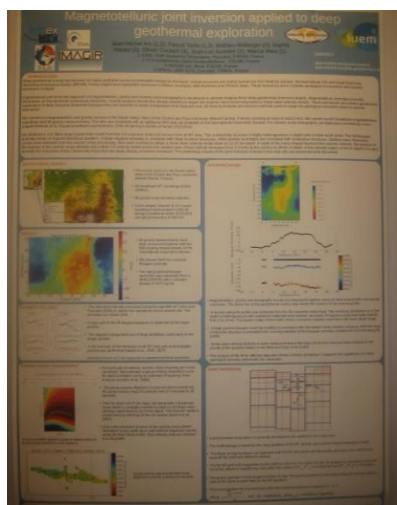
- Session 4.1 Crust and Upper Mantle Studies
- Session 4.2 Plate Boundary, Fault and Volcano Studies

- Session 4.3 Continental Tectonics
- Session 4.4 Joint and Constrained Inversion

๕. วันที่ ๒๐ สิงหาคม ๒๕๕๙ ได้แก่

- Session 5 Marine Electromagnetics
- Session 7 Global and Planetary Induction
- Session 8 EM Induction Education and Outreach Poster Session

การจัดแสดงโปสเตอร์นำเสนอผลงาน ผู้เป็นเจ้าของผลงานจะมีการแนะนำผลงานที่จะนำเสนอต่อที่ประชุม สำหรับช่วงเวลาของการแนะนำผลงาน จะมีรายละเอียดตามกำหนดการในโปรแกรมการนำเสนอโปสเตอร์นำเสนอผลงาน (Poster Sessions) ในภาคผนวก ข



รูปที่ ๕.๖.๑ แสดงบรรยากาศการนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์

๕.๗ การทัศนศึกษาสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ (Excursion)

การทัศนศึกษาในวันที่ ๑๗ สิงหาคม ๒๕๕๙ เป็นการส่งเสริมและเผยแพร่สถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญในจังหวัดเชียงใหม่ให้ผู้เข้าร่วมประชุมทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติให้เห็นวิถีชีวิต ความเป็นอยู่ ขนบธรรมเนียม ศิลปะ และวัฒนธรรมพื้นบ้านของชาวเชียงใหม่หรือล้านนาในอดีต ซึ่งผู้เข้าร่วมประชุมสามารถเลือกกิจกรรมเพียง ๑ รายการ ดังนี้

๑. Elephant Safari Tour (ปางช้างแมริม ฟาร์มกล้วยไม้ และวัดป่าดาราภิรมย์)



๒. Doi Inthanon National Park (อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และน้ำตกวชิรธาร)



๓. Doi Suthep Temple + Hmong Village + Home Industry (พระธาตุดอยสุเทพ หมู่บ้านม้ง และศูนย์หัตถกรรม)



๔. Temple Tour (ชมวัดต่างๆ)



๖. ประโยชน์ที่ได้รับ

- ๖.๑ บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ข้อมูล ประสบการณ์ ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะกับนักวิจัยทั้งชาวไทยและต่างประเทศ
- ๖.๒ การประชุมดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและผู้เข้าร่วมประชุมได้รับประโยชน์ สามารถนำความรู้ที่ได้จากการประชุมไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานด้านการใช้ธรณีฟิสิกส์ด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับงานน้ำบาดาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๗. ข้อเสนอแนะ

- ๗.๑ กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรผลักดันการศึกษาวิจัยด้านการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเทคโนโลยี เพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำบาดาล และส่งเสริมบุคลากรน้ำบาดาลเข้าร่วมการประชุมเพื่อพัฒนาความรู้และประสบการณ์อย่างต่อเนื่อง
- ๗.๒ กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรส่งเสริมการสร้างเครือข่ายแลกเปลี่ยนข้อมูลทางด้าน

๘. ผู้เขียนรายงาน

กองแผนงาน

ภาคผนวก ก

ภาพบรรยากาศการประชุมวิชาการนานาชาติ
“Electromagnetic Induction Workshop 2016 (EMIW2016)”

