

令和 2 年 研究成果報告

Research Achievements 2020

令和元年 1 月 – 令和 2 年 3 月
(January-December 2020)



九州大学 大学院工学研究院 地球資源システム工学部門

カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所

マルチスケール構造科学ユニット

辻研究室

Dept. Earth Resources Engineering, Faculty of Engineering

**International Institute for Carbon-Neutral Energy Research, Kyushu University
Multiscale Science and Engineering for Energy and the Environment Thrust**

辻研究室 メンバー（2021年1月時点）

辻 健 Takeshi TSUJI (Professor)
池田 達紀 Tatsunori IKEDA (Assistant Professor)
西澤 修 Osamu Nishizawa (Researcher)
Fei JIANG* (WPI Visiting Assistant Professor)
Jihui JIA* (WPI Visiting Assistant Professor)

Chanmaly CHHUN (Post-doctoral Researcher)
Fernando Hutapea-Lawrens* (Post-doctoral Researcher)

木村 陽子 (Yoko KIMURA) (Administrative Staff)
持田 貴子* (Takako MOCHIDA) (Technical Staff)
蛇川 真紀 (Maki JAGAWA) (Technical Staff)

Rezkia Dewi Andajani 【D3; 10月入学】
張 雨田 (Yutian ZHANG) 【D3; 10月入学】
Mohamed MOURAD 【D2; 10月入学】
Fahrudin 【D2; 10月入学】
二宮 啓 (Hiro NIMIYA) 【D2; 10月入学】
Bokani NTHABA 【D1; 10月入学】
Tarek Samir IMAM 【D1; 10月入学】

萩森 一郎 (Ichiro HAGIMORI) 【M2】
椋本 浩太 (Kota MUKUMOTO) 【M2】
劉 禹涵 (Yuhan LIU) 【M2】
Ahmad AHMAD 【M2】

荒巻 健 (Takeru ARAMAKI) 【M1】
繁 恒樹 (Koki SHIGE) 【M1】
松浦 稜祐 (Ryosuke MATSUURA) 【M1】
Natanael SUWANDI 【M1; 10月入学】

内垣 友貴 (Tomoki UCHIGAKI) 【B4】
國増 貴明 (Takaaki KUNIMASU) 【B4】
折田 まりな (Marina ORITA) 【B4】

竹之内 秀斗 (Shuto TAKENOUCHI) 【B4】

Daulet BAKHTIYAR 【研究生; 2021 年 10 月に DC 進学予定】

Sadieh Khosravi 【研究生; 2021 年 10 月に DC 進学予定】

* : I2CNER 所属 学年は 2021 年度 1 月現在

令和 2 年度 研究成果一覧

List of Research Achievements in FY2020

(1) 学会誌（査読あり） / Peer-Reviewed Journals

A. Hendriyana, and T. Tsuji, Influence of structure and pore pressure of plate interface on tectonic tremor in the Nankai subduction zone, Japan, *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 558, 116742, doi:10.1016/j.epsl.2021.116742, 2021.

F. Jiang, J. Yang, E. Boek, T. Tsuji, Investigation of viscous coupling effects in three-phase flow by lattice Boltzmann direct simulation and machine learning technique, *Advances in Water Resources*, Vol. 147, 103797, doi:10.1016/j.advwatres.2020.103797, 2021 (online publication in 2020)

R. D. Andajani, T. Tsuji, R. Snieder, T. Ikeda, Spatial and temporal influence of rainfall on crustal pore pressure based on seismic velocity monitoring, *Earth, Planets and Space*, 72:177, doi:10.1186/s40623-020-01311-1, 2020.

C. Chhun and T. Tsuji, Pore pressure analysis for distinguishing earthquakes induced by CO₂ injection from natural earthquakes, *Sustainability*, 12, 9723; doi:10.3390/su12229723, 2020.

Y. Suemoto, T. Ikeda, T. Tsuji Y. Iio, Identification of a nascent tectonic boundary in the San-in area, southwest Japan, using a 3D S-wave velocity structure obtained by ambient noise surface wave tomography, *Earth, Planets and Space*, 72:15, doi:10.1186/s40623-020-1139-y, 2020.

F. L. Hutapea, T. Tsuji, T. Ikeda, Real-time crustal monitoring system of Japanese Islands based on spatio-temporal seismic velocity variation, *Earth, Planets and Space*, 72:19, doi:10.1186/s40623-020-1147-y, 2020.

C. Chhun, and T. Tsuji, Sound speed of thermohaline fine structure in the Kuroshio Current inferred from automatic sound speed analysis, *Exploration Geophysics*, vol.51, issue 5, pages 581-590, doi:10.1080/08123985.2020.1736548, 2020.

K. Kret, T. Tsuji, C. Chhun, O. Takano, Distributions of gas hydrate and free gas accumulations associated with upward fluid flow in the Sanriku-Oki forearc basin, northeast Japan, *Marine and Petroleum Geology*, Vol.116, 104305, doi:10.1080/08123985.2020.1736548, 2020.

H. Nimiya, T. Ikeda, T. Tsuji, Three-dimensional S-wave Velocity Structure of Central Japan Estimated by Surface-wave Tomography Using Ambient Noise, *Journal of Geophysical Research - Solid Earth*, Volume125, Issue4, April 2020, e2019JB019043 ,doi:10.1029/2019JB019043, 2020.

辻 健, 貯留層マネージメントに向けたデジタル岩石の利用, 石油技術協会誌, Vol.84, No.6, p.403-410, doi:10.1080/00325899.2019.1585032, 2020.

B. Nthabaa, E. Shemanga, A. Hengaria, B. Kgosidintsia, T. Tsuji, Characterizing coal seams hosted in Mmamabula Coalfield, Central Botswana using pseudo-3D electrical resistivity imaging technique, *Journal of African Earth Sciences*, Volume 167, Page, 103866,doi:10.1016/j.jafrearsci.2020.103866, 2020.

Y. Suemoto, T. Ikeda, T. Tsuji, Temporal variation and frequency dependence of seismic ambient noise on Mars from polarization analysis, *Geophysical Research Letters*, vol.47 (13), e2020GL087123, doi:10.1029/2020GL087123, 2020.

A. Suzuki, M. Miyazawa, A. Okamoto, H. Shimizu, I. Obayashi, Y. Hiraoka, T. Tsuji, P. K. Kang, T. Ito, Inferring fracture forming processes by characterizing fracture network patterns with persistent homology, *Computers and Geosciences*, Vol. 104550, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2020.104550>

T. Akuhara, T. Tsuji, T. Tonegawa, Overpressured underthrust sediment in the Nankai Trough forearc inferred from transdimensional inversion of high-frequency teleseismic waveforms, ***Geophysical Research Letters*** Vol. 47, No.15, e2020GL088280, 2020.
<https://doi.org/10.1029/2020GL088280>

F. L. Hutapea, T. Tsuji, M. Katou, E. Asakawa, Data processing and interpretation schemes for a deep-towed high-frequency seismic system for gas and hydrate exploration, ***Journal of Natural Gas Science and Engineering***, Vol. 83, November 2020, 103573 Page, doi:10.1016/j.jngse.2020.103573.

F. Jiang, and T. Tsuji, New phase of modeling the viscous coupling effects of multiphase fluid flow, ***EurekaAlert***, (2020) DOI: 10.1016/j.advwatres.2020.103797

K. Ishitsuka, T. Tsuji, W. Lin, M. Kagabu, J. Shimada, Seasonal and transient surface displacements in the Kumamoto area, Japan, associated with the 2016 Kumamoto earthquake: Implications for seismic-induced groundwater level change, 72, Article number: 144 (2020) ***Earth, Planets and Space***, 72, 144 (2020). doi:10.1186/s40623-020-01275-2.

高橋恭平, 池田倫治, 佐藤誉司, 足達健人, 西坂直樹, 大西耕造, 大野裕記, 露口耕治, 辻健 (2020), 地震探査結果に基づく四国北西沖伊予灘海域における中央構造線の分布及び活動性, 活断層研究, 53, 13-32

C. Chhun and T. Tsuji, Pore pressure analysis for distinguishing earthquakes induced by CO₂ injection from natural earthquakes, ***Sustainability***, 12, 9723; doi:10.3390/su12229723, 2020.

A. Chapman and T. Tsuji (2020), Impacts of COVID-19 on a Transitioning Energy System, Society, and International Cooperation, ***Sustainability***, 12(19), 8232, doi:10.3390/su12198232

H. Matsui , J.Jia , T. Tsuji , Y. Liang, Y. Masuda, Microsecond simulation study on the replacement of methane in methane hydrate by carbon dioxide, nitrogen, and carbon dioxide-nitrogen mixtures, Fuel, Volume 263, 116640, doi:10.1016/j.fuel.2019.116640, 2020.

K. Sawayama, T. Ishibashi, F. Jiang, T. Tsuji, and Y. Fujimitsu, Relating Hydraulic-Electrical-Elastic Properties of Natural Rock Fractures at Elevated Stress and Associated Transient

Changes of Fracture Flow, ***Rock Mechanics and Rock Engineering***, doi:10.1007/s00603-021-02391-5, 2021.

K. Sawayama, T. Ishibashi, F. Jiang, T. Tsuji, O. Nishizawa, and Y. Fujimitsu, Scale-independent relationship between permeability and resistivity in mated fractures with natural rough surfaces, ***Geothermics***, doi:10.1016/j.geothermics.2021.102065, 2021.

F. Jiang, J. Yang, E. Boek, and T. Tsuji, Investigation of viscous coupling effects in three-phase flow by lattice Boltzmann direct simulation and machine learning technique, ***Advances in Water Resources***, Vol. 147, 103797, doi:10.1016/j.advwatres.2020.103797, 2021.

(2) 研究発表 / Presentations

【国際発表】

EGU General Assembly 2020, 3-8 May.2020, Vienna (online)

T. Tsuji, T. Ikeda, and K. Yamaoka, Continuous source system and distributed acoustic sensing for reservoir to crust monitoring, *EGU General Assembly 2020*, 3-8, May, 2020.

ISAS Planetary Exploration Workshop 2020, 9 -11 , September,2020, Online

M. Kobayashi, H. Miyamoto, A. Kumamoto, T. Nishibori, M. Sato, T. Niihara, H. Senshu, T. Iwata, F. Tsuchiya, K. Ishiyama, T. Tsuji, In-situ porosity estimation based on the relative permittivity on the Martian surface, *ISAS Planetary Exploration Workshop 2020*, September,10, 2020.

T. Tsuji, J. Kinoshita, T. Ikeda, T.Kawamura, T. Kobayashi, T.Maeda, Y.Ishihara, K. Ogawa, S. Tanaka, A. Araya, H. Miyamoto, Optimization and Miniaturization of Lunar Active Seismic Profiler (LASP), *ISAS Planetary Exploration Workshop 2020*, 2020.

The 11th Symposium on Polar Science Symposium, November,16-December 18,2020

A. Kioka, ,V.S. Isaev, M. Fujii, T. Tsuji, P. I. Kotov, S. A. Ogorodov, O.M. Tsarapov, T. Mironova, Field-based monitoring, assessment and forecast of the permafrost coast retreat along the Kara Sea, *The 11th Symposium on Polar Science Symposium*, November, 16-December 18,2020

International Symposium on Earth Science and Technology (CINEST) 2020,26-27

November 2020, Kyushu University, Fukuoka

- R. D. Andajani, T. Tsuji, R, T. Ikeda, A Study of Coastal Sea Variability Influence in Temporal Changes of Seismic Velocity Estimated from Ambient Noise Monitoring, *International Symposium on Earth Science and Technology (CINEST) 2020, Online*, 26-27, November, 2020.
- M. Mourad, T. Tsuji, T. Ikeda, S. Senna, K. Ishitsuka, Spatial prediction of shear-wave velocity structure for detecting fractured zones using microtremor data analysis, *International Symposium on Earth Science and Technology (CINEST) 2020, Online*, 26-27 November 2020.
- K. Sawayama, F. Jiang, T. Tsuji, Y. Fujimitsu, Development of two-phase fracture flow simulation method using Shan-Chen type lattice Boltzmann model, *International Symposium on Earth Science and Technology (CINEST) 2020, Online*, 26-27 November 2020.
- Y. Zhang, F. Jiang, T. Tsuji, Dynamic evolution of hydraulic and electrical properties of porous rock induced by mineral dissolution in pore-scale, *International Symposium on Earth Science and Technology (CINEST) 2020, Online*, 26-27 November 2020
- B. Nthaba, E. Shemang, A. Hengari, B. Kgosidintsi, T. Tsuji, The Utilization of Pseudo-3D Electrical Resistivity Imaging Method to Characterize Coal Seams Hosted in Mmamabula Coalfield, Central Botswana, *International Symposium on Earth Science and Technology (CINEST) 2020, Online*, 26-27 November 2020
- K. Mukumoto and T. Tsuji, S wave velocity Model Estimation using full waveform tomography in Central Japan Island, *International Symposium on Earth Science and Technology (CINEST) 2020, Online*, 26-27 November 2020
- Fahrudin, and T. Tsuji, Influence of shear zone thickness and strike-slip fault upon the low-frequency tremor in the Nankai Trough, *International Symposium on Earth Science and Technology (CINEST) 2020, Online*, 26-27 November 2020
- I. Hagimori, T. Tsuji, T. Ikeda, Influence of 3D Seismic Velocity Structure on Ground Amplification Factor Using Seismic Wave Simulation, *International Symposium on Earth Science and Technology (CINEST) 2020, Online*, 26-27 November 2020

SIS Technology Day for Universities 2020

- A. Ahmad and T. Tsuji, Extracting slump units and faults from seismic data using CNNs, *SIS Technology Day for Universities 2020,Online*, 27 November 2020.
- R. D. Andajani, T. Tsuji and T. Ikeda, Pore pressure assessment related to rainfall perturbation through seismic velocity monitoring, *SIS Technology Day for Universities 2020, Online*, 27 November, 2020.

SEG Annual Meeting 2020, 11-21,Oct, 2020, Online

T. Tsuji, T.Ikeda, R.Matsuura, K. Yamaoka, T.Kimura, Continuous reservoir monitoring system based on permanent seismic source and distributed acoustic sensing, *SEG Annual Meeting 2020*, 11-21,Oct, 2020.

T. Ikeda, T. Tsuji, C. Konishi, and H. Saito, Extracting surface wave dispersion curves from two-station microtremor analysis in heterogeneous ambient noise wavefield, *SEG Annual Meeting 2020*, 11-21 Oct, 2020.

ISAS Planetary Exploration Workshop 2020

T. Tsuji, J. Kinoshita, T. Ikeda, T.Kawamura, IPGP, T.Kobayashi, Ritsumeikan Univ., T.Maeda, Chuo Univ., Y.Ishihara, K.Ogawa, S.Tanaka, JAXA, A.Araya, H.Miyamoto, Univ. Tokyo, Optimization and Miniaturization of Lunar Active Seismic Profiler (LASP) , ISAS Planetary Exploration Workshop 2020. 9-10, Sep,2020.

【 国内発表 】

European Geophysical Union, 4-8 May,2020, Online

T. Tsuji, T. Ikeda, and K. Yamaoka, Continuous source system and distributed acoustic sensing for reservoir to crust monitoring, European Geophysical Union, 2020, Online

日本材料学会学術講演会（岩石力学部門）**2020 年 5 月 29 日～31 日**

石塚師也, 辻 健, 林 炳人, 利部 慎, 嶋田 純, PS 干渉 SAR 解析を用いた 2016 年熊本地震後の熊本地域の地表変動の推定, 日本材料学会学術講演会, 2020

応用のためのトポロジカルデータ解析ワークショップ, 2020 年 6 月 18 日～19 日, 宮城尾崎由紀子, 中村浩二, 宗藤伸治, 荒牧正俊, 平山恭介, 辻 健, 蒋 飛, パーシステントホモロジーを用いた鋼材の延性破壊過程の 3 次元解析, 東北大学 材料科学高等研究所, 東北大学 知の創出センター, JST ACT-X, 2020.

JpGU-AGU Joint Meeting 2020, 2020 年 7 月 12 日～16 日, Online

悪原 岳, 辻 健, 利根川貴志, Overpressured underthrust sediment in the Nankai Trough forearc revealed by high-frequency receiver function inversion, JpGU-AGU Joint Meeting 2020.

木村 学, 辻 健, 山口 飛鳥, Two steps of onset of the modern geodynamic framework; ~6Ma and ~2.5Ma in east Asia and western Pacific margin, JpGU-AGU Joint Meeting 2020.

二宮 啓, 池田 達紀, 辻 健, Estimation of shallow 3D S-wave velocity structure by applying surface-wave tomography using MeSO-net, JpGU-AGU Joint Meeting 2020.

F. L. Hutapea, T. Tsuji, E. Asakawa, M. Kato, Processing the Deep-towed Autonomous Continuous System (ACS) Data in Joetsu Basin, Niigata Prefecture, Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2020.

R.D. Andajani, T. Tsuji, Investigation of the pore pressure sensitivity toward ocean loading influence from seismic ambient noise monitoring, JpGU-AGU Joint Meeting 2020.

澤山 和貴, 石橋 琢也, 蒋 飛, 辻 健, 藤光 康宏, 表面形状が制約する岩石亀裂の物理的・水理的特性の関係: デジタル岩石物理による検討, JpGU-AGU Joint Meeting 2020

松浦 稔祐, 池田 達紀, 辻 健, 山岡 耕春, Analysis of Seismic Waves from Continuous and Controlled Seismic Signal System in Kyushu Area, JpGU-AGU Joint Meeting 2020

鈴木 杏奈, 宮澤 美幸, James Minto, 辻 健, 伊藤 高敏, Characterization of permeability based on topological data of fracture network, JpGU-AGU Joint Meeting 2020

池田 優治, K. Kret, 辻 健, 池田 達紀, 辻 智大, 大西 耕造, 西坂 直樹, Pore geometry and elastic moduli of fault rocks accompanied by the Median Tectonic Line in Shikoku, southwestern Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2020

内田 嗣人, 池田 優治, 辻 健, 大西 耕造, 西坂 直樹, 西南日本, 四国における中央構造線周辺の温度構造の推定

廣瀬 丈洋, 濱田 洋平, 谷川 亘, 神谷 奈々, 山本 由弦, 辻 健, 木下 正高, High Fluid Pressure Patch beneath the Décollement as a Potential Source of Slow Earthquakes at the Nankai Trough

日本地震学会 秋季大会 2020 年 10 月 29 日~31 日、オンライン開催

椋本 浩太, 辻 健, Application of Adjoint Waveform Inversion to Hi-net Data in Central Japan Island, 日本地震学会 秋季大会, 2020

第 143 回 物理探査学会（2020 年度秋季学術講演会）2020 年 11 月 25 日～27 日, オンライン開催

繁 恒樹, 辻 健, 實松 豊, 池田 達紀, 蒋 飛, 澤山 和貴, 機械学習を用いて岩石 CT 画像から弾性波速度を推定する手法の開発, 2020 年 11 月 25 日

A. Bahaa, 辻 健, Vehicle identification from their traffic noise using machine learning techniques, 2020 年 11 月 25 日

A.Bahaa, 辻 健, Slumps and faults identification in 3D seismic data using CNNs, 2020 年 11 月 25 日

R. D. Andajani, 辻 健, 池田 達紀, Identification of Sea-level Variability in Seismic Velocity Change From Seismic Ambient Noise, 2020 年 11 月 25 日

辻 健, 池田 達紀, 松浦 稔祐, 木下 順二, 山岡 耕春, 木村 恒久, 定常震源装置と DAS を利用した連続モニタリングシステム, 2020 年 11 月 27 日

二宮 啓, 池田 達紀, 辻 健, ラブ波を用いた表面波トモグラフィによる関東平野の3次元S波速度構造の推定, 2020年11月27日

池田 達紀, 辻 健, 小西 千里, 斎藤 秀樹, 微動の非等方なエネルギー分布を考慮した2観測点間の表面波分散曲線の推定, 2020年11月27日

地熱学会

山浦悠貴, 斎藤博樹, 辻 健, 池田達紀, 荒巻 健, 微動観測の地熱開発への適用, 地熱学会

海と地球のシンポジウム 2020年12月17日～18日、オンライン開催

竹之内 秀斗, 棕本 浩太, 辻 健, 白石 和也, 中村 恭之, 藤江 剛, 小平 秀一（海洋研究開発機構）反射法地震探査における自動速度解析を用いた活断層の推定, **海と地球のシンポジウム, 2020**

第13回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム（DEIM2021）2021年3月1日～3日

諏訪 雄二, 顧 志明, 小幡 卓也, 中川 慎二, 森下 諒一, 澤山 和貴・辻 健, 機械学習による弾性波初動点の自動解析, 日本データベース学会, 2021.

(3) 招待講演 / Invited Lectures

辻 健, “Closed Earth System：地球・宇宙探査から考える地球の環境と防災”, 日本会議通訳者協会, 2020年6月27日

辻 健, “近年の探査解析技術を用いたフロンティア域での浅層物理探査”, JPGU-AGU Joint meeting 2020, 2020年7月

T. Tsuji, “Challenges and Opportunities of Geophysical Exploration to Meet Future Energy Demands” SEACG2020, Indonesia (online), 3, November 2020. Keynote Speech.

T. Tsuji, “Induced Seismicity”, ITB and IEAGHG will organize an International CCUS Virtual Course, 12 November 2020.

(4) 高校訪問事業（出前講義）

辻 健, 地下を探査し、地球のCO₂削減や宇宙資源獲得に貢献する, 伝習館高校, 2020年11月11日

辻 健, 東北地震や地球温暖化を受けて見直されるエネルギー資源, 福岡高校, 2020 年 7 月

(5) 書籍・学術資料等 / Books and Academic articles

辻 健, 川村太一, 地震学の火星への挑戦, 日本地震学会なみふる, No.122, p.2-3, 2020 (2020 年 8 月)

釜野太郎, 實松 豊, 辻 健, 置込みニューラルネットワークによる岩石の弾性波速度推定, 映像情報メディア学会技術報告, 44(12), 55-60, 2020-05.

(6) 新聞 / Newspapers

西日本文化賞 4 氏に贈呈, 西日本新聞, 2020 年 11 月 4 日(1 面)(20 面)

(7) Web ニュースなど / Website News

火星の微動発生メカニズムと、微動を用いた探査による地下構造の解明

宇宙資源探査・惑星地震学の幕開け, 九州大学 HP, 2020 年 6 月 17 日

火星の地震計に記録された微動から、内部構造を明らかにする - 宇宙での資源探査の新たな手法, academist journal, 2020 年 8 月 6 日

火星の風が引き起こす微弱な振動, Astro Arts, 2020 年 6 月 22 日(Goo ニュース等にも掲載)

(8) 表彰 / Award

辻 健, 西日本新聞社主催 西日本文化賞 奨励賞(学術文化部門), 2020 年 11 月 3 日

K.Mukumoto and T.Tsuji, S wave velocity Model Estimation using full waveform tomography in Central Japan Island, CINEST MITSUI MATSUSHIMA award for best presentation, November 2020.