

Tue. Sep 17, 2019

ROOM D

Room D | Special session | S23. Open data for seismology

[S23]AM-1

chairperson: Yasuyuki Kano (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi (NIED), Tadashi Ishikawa (Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard)

9:15 AM - 10:30 AM ROOM D (International Conference Halls I)

[S23-01] [INVITED] Progress and well-being of Open

Science and research data sharing in international communities

*Yasuhiro Murayama¹ (1. National Institute of Information and Communications Technology)

9:15 AM - 9:45 AM

[S23-02] [INVITED] Recent activity of data publication and

data citation in the international community of geomagnetism

*Masahito Nose¹, Yasuhiro Murayama², Takenari Kinoshita³, Yukinobu Koyama⁴, Michi Nishioka⁵, Mamoru Ishii⁵, Manabu Kunitake², Koji Imai² (1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Nagoya, Japan, 2. Strategic Program Produce Office, National Institute for Information Communications Technology, Tokyo, Japan, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Kanagawa, Japan, 4. Kindai University Technical College, Mie, Japan, 5. World Data Center for Ionosphere and Space Weather, National Institute for Information Communications Technology, Tokyo, Japan)

9:45 AM - 10:15 AM

[S23-03] [INVITED] Outline of "Promotion of Earthquake Research (third phase)" started in 2019

*Yutaka HAYASHI¹ (1. MEXT)

10:15 AM - 10:30 AM

Room D | Special session | S23. Open data for seismology

[S23]AM-2

chairperson: Yasuyuki Kano (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi (NIED), Tadashi Ishikawa (Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard)

10:45 AM - 12:15 PM ROOM D (International Conference Halls I)

[S23-04] Construction and Utilization of a Database

System on Offshore Active Faults around Japan

for Earthquake and Tsunami Hazard Assessment

*Ayako Nakanishi¹, Hiromi Kamata¹, Narumi

Takahashi^{1,2}, Shigeyoshi Tanaka¹, Hiroyuki Fujiwara²,

Tsuneo Ohsumi², Takahiko Inoue³, Tomoyuki Sato³,

Yoshiyuki Kaneda^{1,2,4} (1. JAMSTEC, 2. NIED, 3. AIST,

4. Kagawa Univ.)

10:45 AM - 11:00 AM

[S23-05] Assignment of DOIs to NIED MOWLAS data

*Katsuhiko SHIOMI¹, Naotaka YAMAMOTO

CHIKASADA¹, Shin AOI¹, Narumi TAKAHASHI¹, Youichi

ASANO¹, Takeshi KIMURA¹, Takashi KUNUGI¹, Hideki

Ueda¹, Kenji UEHIRA¹ (1. National Research Institute

for Earth Science and Disaster Resilience)

11:00 AM - 11:15 AM

[S23-06] Development of a data sharing system in the

field of volcanology

*Hideki Ueda¹, Taishi Yamada¹, Takanori Matsuzawa¹,

Takahiro Miwa¹, Masashi Nagai¹ (1. NIED)

11:15 AM - 11:30 AM

[S23-07] Introduction of the Groundwater, Strain and

Seismograph Display System "Well Web"

*Norio Matsumoto¹ (1. Geological Survey of Japan, AIST)

11:30 AM - 11:45 AM

[S23-08] Data journals for publication and management

of observation data: A case of GNSS-A seafloor geodesy

*Tadashi Ishikawa¹, Yusuke Yokota², Shun-ichi

Watanabe¹ (1. Hydrographic and Oceanographic

Department, Japan Coast Guard, 2. Institute of

Industrial Science, The University of Tokyo)

11:45 AM - 12:00 PM

[S23-09] Activity of "Slow Earthquake Database"

*Takanori Matsuzawa¹, Masayuki Kano², Yusaku

Takaka³, Naofumi Aso⁴, Satoshi Ide³, Kazushige Obara³

(1. National Research Institute for Earth Science and

Disaster Resilience, 2. Tohoku Univ., 3. Univ. of Tokyo,

4. Tokyo Institute of Technology)

12:00 PM - 12:15 PM

Room D | Special session | S23. Open data for seismology

[S23]PM-1

chairperson: Yasuyuki Kano (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi (NIED), Hiroshi Tsuruoka (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo)

1:30 PM - 3:00 PM ROOM D (International Conference Halls I)

[S23-10] Archive and publication of marine seismic data

by JAMSTEC

*Tetsuo No¹, Ayako Nakanishi¹, Kaoru Takizawa², Yuka Kaiho¹, Yasuyuki Nakamura¹, Gou Fujie¹, Seiichi Miura¹, Koichiro Obana¹, Shuichi Kodaira¹ (1. JAMSTEC, 2. Nippon Marine Enterprises)

1:30 PM - 1:45 PM

[S23-11] How JAMSTEC handles data and samples obtained by JAMSTEC's facilities

*Seiji Tsuboi¹, Chizuru Saito¹, Kazuyo Fukuda¹ (1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

1:45 PM - 2:00 PM

[S23-12] A review of data management for polar sciences in Japan

*Masaki Kanao¹ (1. Research Organization of Information and Systems)

2:00 PM - 2:15 PM

[S23-13] Utilization of earthquake catalog data

*Hiroshi Tsuruoka¹ (1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)

2:15 PM - 2:30 PM

[S23-14] Data usage by non-specialists through mobile apps

*Kentaro Emoto¹ (1. Graduate School of Science, Tohoku University)

2:30 PM - 2:45 PM

[S23-15] Open data will be abused by (dubious) earthquake predictions

*Mamoru Kato¹ (1. GS Human and Environmental Studies, Kyoto Univ.)

2:45 PM - 3:00 PM

Room D | Special session | S23. Open data for seismology

[S23]PM-2

chairperson:Yasuyuki Kano(Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi(NIED), Hiroshi Tsuruoka(Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Manabu Morishige(JAMSTEC)

3:15 PM - 4:00 PM ROOM D (International Conference Halls I)

[S23-16] Digitization of Analogue Seismograms by Japanese High School Students

*Miaki Ishii¹, Toshihiro Morinaga^{2,3} (1. Department of Earth &Planetary Sciences, Harvard University, 2. School Innovation Forum, 3. Graduate School of Education, Kyoto University)

3:15 PM - 3:30 PM

[S23-17] Open Data for Historical Earthquake Studies and

Historical Records

*Yasuyuki Kano^{1,2} (1. ERI, The University of Tokyo, 2. Collaborative Research Organization for Historical Materials on Earthquakes and Volcanoes, The University of Tokyo)

3:30 PM - 3:45 PM

[S23] Discussion

3:45 PM - 4:00 PM

Room D | General session | S07. Deep Structure and Properties of the Earth and Planets

[S07]PM-2

chairperson:Yasuyuki Kano(Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi(NIED), Hiroshi Tsuruoka(Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Manabu Morishige(JAMSTEC)

4:00 PM - 5:00 PM ROOM D (International Conference Halls I)

[S07-01] Shear velocity and attenuation of the mantle

beneath the Ontong Java Plateau based on an analysis of multiple ScS wave

s

*Daisuke Suetsugu¹, Hajime Shiobara², Hiroko Sugioka³, Aki Ito¹, Takehi Isse², Yasushi Ishihara¹, Satoru Tanaka¹, Masayuki Obayashi¹, Takashi Tonegawa¹, Junko Yoshimitsu¹, Takumi Kobatashi³ (1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 3. Graduate School of Science, Kobe University)

4:00 PM - 4:15 PM

[S07-02] Upper mantle structure beneath the Ontong Java Plateau

*Takehi Isse¹, Daisuke Suetsugu², Hajime Shiobara¹, Hiroko Sugioka³, Aki Ito², Akira Ishikawa⁴, Yuki Kawano¹, Kazunori Yoshizawa⁵, Yasushi Ishihara², Satoru Tanaka², Masayuki Obayashi², Takashi Tonegawa², Junko Yoshimitsu², Takumi Kobayashi³ (1. ERI, the University of Tokyo, 2. JAMSTEC, 3. Kobe University, 4. Tokyo Institute of Technology, 5. Hokkaido University)

4:15 PM - 4:30 PM

[S07-03] **P-wave tomography beneath Greenland**

*Matsuno Takaya¹, Genti Toyokuni¹, Dapeng Zhao¹ (1. Tohoku univ. Reserch Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions)

4:30 PM - 4:45 PM

[S07-04] Azimuthal anisotropy in the upper mantle using

multi-mode surface waves: Application to the
Australian region

*Yuka Nishimura¹, Kazunori Yoshizawa^{1,2} (1.

Graduate School of Science, Hokkaido University, 2.

Faculty of Science, Hokkaido University)

4:45 PM - 5:00 PM

Room D | Special session | S23. Open data for seismology

[S23]AM-1

chairperson: Yasuyuki Kano (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi (NIED),
Tadashi Ishikawa (Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard)

Tue. Sep 17, 2019 9:15 AM - 10:30 AM ROOM D (International Conference Halls I)

[S23-01] [INVITED] Progress and well-being of Open Science and research data sharing in international communities

*Yasuhiro Murayama¹ (1. National Institute of Information and Communications Technology)

9:15 AM - 9:45 AM

[S23-02] [INVITED] Recent activity of data publication and data citation in the international community of geomagnetism

*Masahito Nose¹, Yasuhiro Murayama², Takenari Kinoshita³, Yukinobu Koyama⁴, Michi Nishioka⁵, Mamoru Ishii⁵, Manabu Kunitake², Koji Imai² (1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Nagoya, Japan, 2. Strategic Program Produce Office, National Institute for Information Communications Technology, Tokyo, Japan, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Kanagawa, Japan, 4. Kindai University Technical College, Mie, Japan, 5. World Data Center for Ionosphere and Space Weather, National Institute for Information Communications Technology, Tokyo, Japan)

9:45 AM - 10:15 AM

[S23-03] [INVITED] Outline of “Promotion of Earthquake Research (third phase)” started in 2019

*Yutaka HAYASHI¹ (1. MEXT)

10:15 AM - 10:30 AM

Progress and well-being of Open Science and research data sharing in international communities

*Yasuhiro Murayama¹

1. National Institute of Information and Communications Technology

1. はじめに

近年「オープンサイエンス」や「オープンデータ」などといった言葉を聞く機会が増えている。よくわからない、つかみどころがない、という声もある一方、国際的な科学政策では2013年G8での合意以来、とくに科学研究の「データ」を中心にした整備・共有（「オープン化」）の推進が重要なトピックとなっている（例えば内閣府（2015, 2018b[ym1]）など）。2013年ごろに国内で話をしてもなかなか議論にならなかった頃と比べれば大きな変化である。

「わくわく面白い」オープンサイエンスでは必ずしもないかもしれないが、科学が不要な無理をせず健全に活動できる、そして科学と社会が相互に恩恵をうけるようなそういう議論を目指したい。

2. 「オープンサイエンス」とは

本稿で述べるオープンサイエンスは主に、欧米のアカデミーや政府機関・予算配分機関での議論に近い。英国王立協会や米国科学アカデミー、OECD（経済協力開発機構）やICSU（国際科学会議；2018年よりISC；国際学術会議）などが科学発展に資する研究データ取扱いが議論される（例えばThe Royal Society、201[ym2]8など）。近年の科学の相当部分がデータに依るのなら、それは論文と同様に科学の重要な要素であり、論文と同様に科学研究の成果物であり資源とする議論が活発である（AGU、2013[ym3]など）。なお「オープンデータ」は過去、政府系公共データのオープン化運動の呼称でもあったが、専門性のある科学データのそれとは大きく異なるため区別いただく必要がある。例えば欧州連合政府では異なる部局で取り扱われる。

3. 地球惑星科学とデータ共有

地球惑星科学は長年にわたり観測データの共有、相互交換をコミュニティ活動の中にとりこんで発展してきた分野である。国際アカデミーであるICSUの下の科学データ委員会ICSU-World Data System（WDS；2008年設立）は現在は全学術領域を対象とするがその前身の1つWDC（World Data Centre）は国際地球観測年を契機として設置された。また国連海洋委員会下にある国際海洋データ交換機構（IODE）、世界気象機構（WMO）の気象データ交換網など、枚挙にいとまがない。オープンサイエンスや研究データ共有を、他の分野に先駆けて議論するにふさわしい分野といえる。

4. 「オープン化」

「オープンサイエンス」「オープンデータ」というと、研究の過程のすべての情報やデータの公開と思われることが多いが、誤解といってよい。日本政府は「戦略的共有」という言葉で、競争性と共存するオープン化（これも近年では「オープン」と言わず「データ共有」などとも呼ぶ）を志向する（内閣府、2018a[ym4]）。オープン化やデータ開示が最終目的ではなく、科学研究の健全化、最適化、それによるよりよい科学成果の創出と社会への貢献、といった目標を探索し、これに基づいた戦略や行動が考えられるべきである。

5. 科学の再現性とFAIRデータ原則

研究成果は一般に例えば専門家コミュニティによる議論や検証を経て正当と認められる。近代科学の原理からいえば、再現性（reproducibility）を担保するため記録の保存・共有が必要である（AAAS, 1990など）。その意味で、データを引用（data citation）すること、そのためにデータに論文で用いるようなDOIを付与する（mintという）こと、などいくつかの今後科学データの共同利用に求められる原則が、「FAIR（Findable, Accessible, Interoperable, Reusable）データ原則」（例えばWilkinson et al., 2016）[ym5]としてまとめられている。

6. まとめにかえて：科学の業績としての研究データへ向けて

近年では、DORA (San Francisco Declaration on Research Assessment)(DORA, 2013)で、研究評価や研究者採用においてデータセットをはじめ幅広い研究成果を対象にすべきという声明が出されAGU、EGUはじめ国際的に話題となっている。これまでの論文を出すことが研究の成果であった時代から、研究が何を世に残すかという視点から幅広い科学の在り方を、学術現場から議論する声があがっている。同サイトでは専門家の採用評価にオープンサイエンス活動が考慮された欧米の事例も紹介されている。科学者が知的営為によって生成したものが知的価値があるのならば、きちんと評価する、そうでなければ持続可能な科学制度が危機に瀕する、という認識と思われる。それはすなわち科学を統治原理とする現代社会にとっても危機であろう。社会と科学の持続的発展のための議論が今後も必要といえる。

Recent activity of data publication and data citation in the international community of geomagnetism

*Masahito Nose¹, Yasuhiro Murayama², Takenari Kinoshita³, Yukinobu Koyama⁴, Michi Nishioka⁵, Mamoru Ishii⁵, Manabu Kunitake², Koji Imai²

1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Nagoya, Japan, 2. Strategic Program Produce Office, National Institute for Information Communications Technology, Tokyo, Japan, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Kanagawa, Japan, 4. Kindai University Technical College, Mie, Japan, 5. World Data Center for Ionosphere and Space Weather, National Institute for Information Communications Technology, Tokyo, Japan

The DOI (digital object identifier) system was originally developed by publishers and introduced as a common identifier for publication in late 1990s. Now, more than 5000 publishers participate in the DOI system. DOI is applicable not only for usual publication articles but also for any objects such as a piece of online content (e.g., PDF files, movie files, etc.) or a physical asset (e.g., DVD, an item of equipment, rock samples, etc.). Therefore, it can be mint to research data or database. Minting DOI to scientific database can be considered as data publication, since the database is identified with DOI. Data publication and data citation with DOI provide much benefit to both researchers and data providers: (1) Researcher can more easily locate the data used in the paper, obtain necessary information of the data (i.e., metadata), and validate the findings of the paper; and (2) Data providers can gain professional recognition and rewards for their labors of publishing and managing data set, according to results of data publication and data citation, in the same way as traditional publications.

Recognizing the importance of data publication and data citation, solar-terrestrial physics (STP) data centers in Japan have been working to mint DOI to their database (i.e., to register DOI on their database). We participated from October 2014 in a 1-year pilot program for DOI-minting to science data launched by Japan Link Center, which is one of the DOI registration agencies. In the pilot program, a procedure of the DOI-minting for STP data was established. As a result of close collaboration with Japan Link Center, the first case of data-DOI in Japan (doi:10.17591/55838dbd6c0ad) was created in June 2015. As of July 2019, there are 18 data-DOIs for the STP data in Japan. Four of them are related to geomagnetic field data: the Dst index (doi:10.17593/14515-74000), the AE index (doi:10.17593/15031-54800), the Wp index (doi:10.17593/13437-46800), and magnetotelluric data at Muroto, Japan (doi:10.17593/13882-05900).

In the International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA), scientists who are working for data centers or observatories started discussion about DOI-minting to their data and a task force was formed in August 2013. In the latest International Union Geodesy and Geophysics (IUGG) General Assemblies that was held at Montreal, Canada, in July 2019, the task force reported “Present Status of Data Publication and Data Citation of Geomagnetic Data/Indices” that is available from <https://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vdat/>. The report found that there are different types of activities of data publication in individual data centers or observatories. In addition to data publication, it was also found that data citation started to be actually implemented in some international journal articles. In the field of geophysics including seismology, interests to the DOI-minting are rapidly growing. At the IUGG General Assemblies, an inter-association symposium entitled “Geoscience data licensing, producing, publication and citation” was held. In this symposium, 3 invited talks, 12 contributed talks, and 6 posters presented actual practices and future plans of data licensing, producing, publication, and citation of scientific data, and possible related topics. The international effort will be continued for such topics regarding scientific data in geophysics.

Outline of “Promotion of Earthquake Research (third phase)” started in 2019

*Yutaka HAYASHI¹

1. MEXT

1. はじめに

2019年5月に地震調査研究推進本部（以下、「地震本部」）は、将来を展望した新たな地震調査研究の方針を示す「地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策（第3期）―」（以下、「第3期総合基本施策」）を策定した。本稿では、この施策の背景と概要を紹介する。

2. 背景

地震本部は、阪神・淡路大震災を契機として、1995年6月に制定された「地震防災対策特別措置法」（平成7年法律第111号）に基づいて、地震に関する調査研究を一元的に推進する機関として設置された。この法で定められた地震本部の役割は、(1)総合的かつ基本的な施策の立案、(2)関係行政機関の予算等の事務の調整、(3)総合的な調査観測計画の策定、(4)関係行政機関、大学等の調査結果等の収集、整理、分析及び総合的な評価、(5)上記の評価に基づく広報、である。

地震本部は、(1)の役割として、1999年4月に「地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（以下、「総合基本施策」）を、2009年4月に「新たな地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（以下、「新総合基本施策」）を策定した。(2)～(5)の役割は、地震防災対策の強化、特に地震による被害の軽減に資することを目標に、総合基本施策と新総合基本施策の方針の下で実施されてきた。なお、東日本大震災において地震調査研究に関する多くの課題等があったため、新総合基本施策は2012年9月に改訂された。

2019年5月に策定された第3期総合基本施策は、新総合基本施策の策定以降の環境の変化や地震調査研究の進展を踏まえて、地震本部が将来を展望した新たな地震調査研究を推進する今後10年間の基本方針である。

3. 第3期総合基本施策の概要

第3期総合基本施策は、3章で構成され、その概要は図1及び下述のとおりである。

第1章「我が国の地震調査研究をめぐる諸情勢」では、地震調査研究の進捗、地震本部による成果、地震調査研究を取り巻く環境の変化について概説されている。地震本部が設置されて20年余りが経過する間に、地震調査研究の成果は着実に社会へと還元され始めているが、十分に活用が進んでいるとは言えない状況にあると分析されている。社会への成果の還元が進んだ例として、全国地震動予測地図や各種長期評価が、防災計画、地震保険の基準料率算定、耐震対策の計画に活用され始めたことが挙げられ、より活用できる例として、各種長期評価を行う過程で生み出される様々なデータや分析手法を建築物の耐震化等に活用できる可能性が指摘されている。

第2章「これからの地震本部の役割」では、新たな科学技術を積極的に活用して社会の期待を踏まえた成果を創出すべきこと、これからの地震調査研究の進むべき方向性、地震火山観測研究計画（建議）との連携強化等が示されている。地震調査研究の成果が今後更に防災・減災に貢献するためには、一般国民のみならず、地方公共団体や民間企業、NPO等にとってより活用しやすい成果を提供すること、また、これらの組織からの地震本部への期待を適切に地震本部における議論に反映する体制を構築していくことの必要性が示されている。

第3章「今後推進すべき地震調査研究」では、当面10年間に取り組むべき地震調査研究と横断的な事項について、基本目標と各基本目標の達成に向けてこの10年間に取り組むべき項目が示されている。取り組むべき地震調査研究として設定された基本目標は、海溝型地震の発生予測手法の高度化、津波予測技術（津波即時予測技術及び地震発生前に提供する津波予測の技術）の高度化、内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化、大地

震後の地震活動に関する予測手法の高度化、地震動即時予測及び地震動予測の高度化、社会の期待を踏まえた成果の創出～新たな科学技術の活用～、の6点である。また、横断的に取り組むべき事項として設定された基本目標は、基盤観測網等の長期にわたる安定的な維持・整備、地震調査研究における人材の育成・確保、地震調査研究の成果の広報活動の推進、国際的な連携の強化、の4点である。

4. おわりに

地震・津波に関する諸現象を解明・予測するための地震調査研究を進め、その成果を明確かつわかりやすい形で社会に示し、災害による被害軽減に貢献していく取組の重要性がより一層増しているとして、第3期総合基本施策は、「我が国が地震災害に対して強い国となるよう、オールジャパンとして、戦略を持ち、関係者一丸となって努力していかなければならない」と締めくくられている。

地震調査研究の推進について

—地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策(第3期)—

地震調査研究推進本部

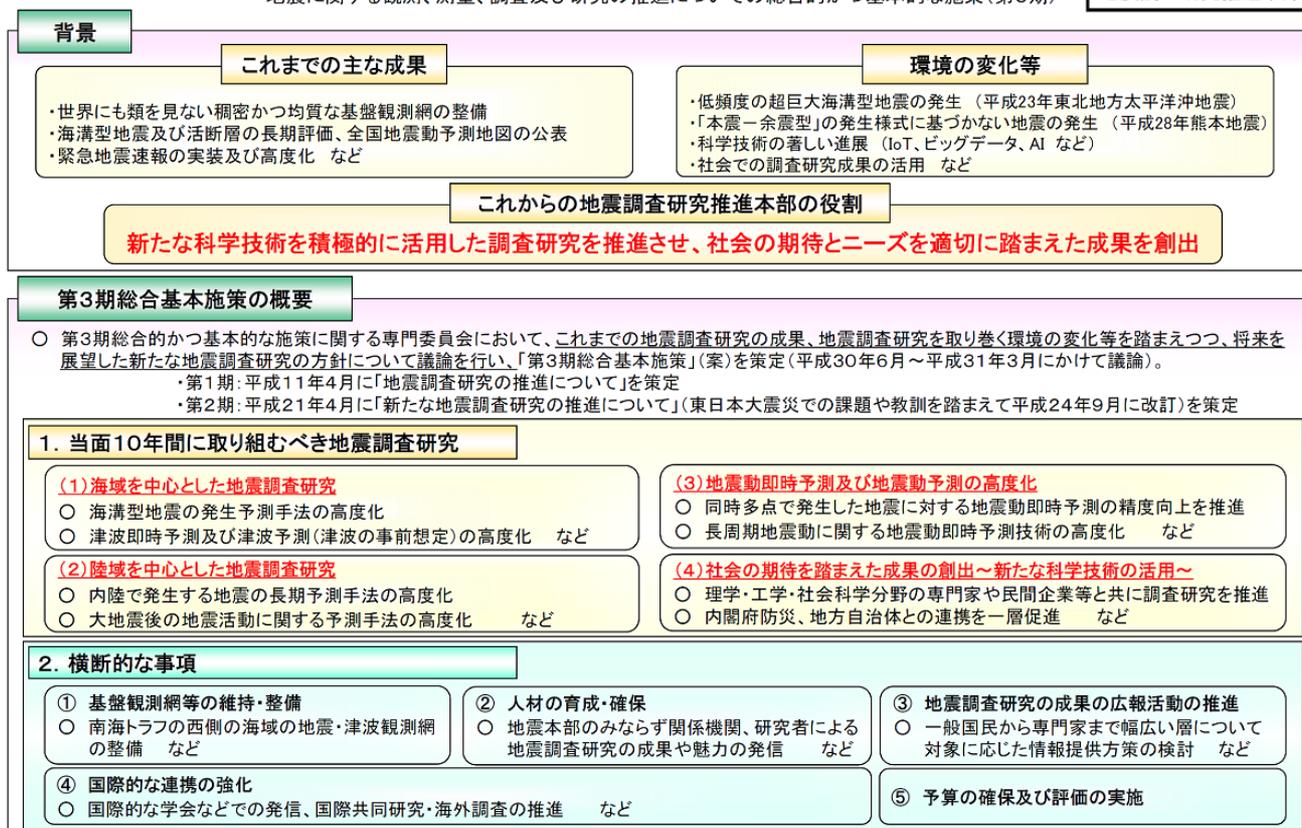


図1 「地震調査研究の推進について(第3期)」の概要(地震調査研究推進本部, 2019)

Room D | Special session | S23. Open data for seismology

[S23]AM-2

chairperson: Yasuyuki Kano (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi (NIED), Tadashi Ishikawa (Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard)

Tue. Sep 17, 2019 10:45 AM - 12:15 PM ROOM D (International Conference Halls I)

[S23-04] Construction and Utilization of a Database System on Offshore Active Faults around Japan for Earthquake and Tsunami Hazard Assessment

*Ayako Nakanishi¹, Hiromi Kamata¹, Narumi Takahashi^{1,2}, Shigeyoshi Tanaka¹, Hiroyuki Fujiwara², Tsuneo Ohsumi², Takahiko Inoue³, Tomoyuki Sato³, Yoshiyuki Kaneda^{1,2,4} (1. JAMSTEC, 2. NIED, 3. AIST, 4. Kagawa Univ.)

10:45 AM - 11:00 AM

[S23-05] Assignment of DOIs to NIED MOWLAS data

*Katsuhiko SHIOMI¹, Naotaka YAMAMOTO CHIKASADA¹, Shin AOI¹, Narumi TAKAHASHI¹, Youichi ASANO¹, Takeshi KIMURA¹, Takashi KUNUGI¹, Hideki Ueda¹, Kenji UEHIRA¹ (1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience)

11:00 AM - 11:15 AM

[S23-06] Development of a data sharing system in the field of volcanology

*Hideki Ueda¹, Taishi Yamada¹, Takanori Matsuzawa¹, Takahiro Miwa¹, Masashi Nagai¹ (1. NIED)

11:15 AM - 11:30 AM

[S23-07] Introduction of the Groundwater, Strain and Seismograph Display System "Well Web"

*Norio Matsumoto¹ (1. Geological Survey of Japan, AIST)

11:30 AM - 11:45 AM

[S23-08] Data journals for publication and management of observation data: A case of GNSS-A seafloor geodesy

*Tadashi Ishikawa¹, Yusuke Yokota², Shun-ichi Watanabe¹ (1. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, 2. Institute of Industrial Science, The University of Tokyo)

11:45 AM - 12:00 PM

[S23-09] Activity of "Slow Earthquake Database"

*Takanori Matsuzawa¹, Masayuki Kano², Yusaku Takaka³, Naofumi Aso⁴, Satoshi Ide³, Kazushige Obara³ (1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Tohoku Univ., 3. Univ. of Tokyo, 4. Tokyo Institute of Technology)

12:00 PM - 12:15 PM

Construction and Utilization of a Database System on Offshore Active Faults around Japan for Earthquake and Tsunami Hazard Assessment

*Ayako Nakanishi¹, Hiromi Kamata¹, Narumi Takahashi^{1,2}, Shigeyoshi Tanaka¹, Hiroyuki Fujiwara², Tsuneo Ohsumi², Takahiko Inoue³, Tomoyuki Sato³, Yoshiyuki Kaneda^{1,2,4}

1. JAMSTEC, 2. NIED, 3. AIST, 4. Kagawa Univ.

JAMSTEC海域地震火山部門 地震発生帯研究センター 海域断層情報総合評価グループは平成25年度より、文部科学省による科学技術基礎調査等委託事業「海域における断層情報総合評価プロジェクト」を受託している。本プロジェクトでは、国・地方自治体、公的機関等への情報提供、および各機関による防災・減災対策の促進に繋がるデータベースとしての利活用を目的として、これまで日本海・南西諸島海域・伊豆小笠原諸島海域・南海トラフ海域における活断層情報等を取り纏め、地震・津波ハザード評価のための基礎資料を作成している。本プロジェクトは、サブテーマ1「海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築」、サブテーマ2「海域における既往探査データ等の解析及び統一的断層解釈」、サブテーマ3「海域における断層モデルの構築」を業務の基本構成とする。

サブテーマ1では、様々な機関が保有する地震探査データや海底地形データ、速度情報等を収集し、それらを一元的に管理・登録するとともに、断層解釈結果や速度構造モデル、断層モデルなど、サブテーマ2・3から得られた成果も登録・閲覧できるデータベースを構築した。サブテーマ2では、サブテーマ1で収集した反射法探査データを統一的かつ最新の処理手法で再解析し、反射断面深部イメージングの品質向上を図った上で、統一的評価基準に基づき、断層の同定と空間分布を解釈した。また、3次元速度構造モデルを構築し、解釈断層を深度変換し、断層カタログを作成した。サブテーマ3では、サブテーマ2の成果である断層カタログから空間分布の大きい主断層について断層モデルを作成し、一部海域では地震動と津波のシミュレーションを実施し、モデルの妥当性を検証した。

本プロジェクトは今年度が7カ年計画の最終年度に当たり、海域断層データベースの構築も大詰めを迎えており、現在、収集した既往データや解釈・解析結果の登録とともにデータ閲覧機能の充実を図っているところである。また、昨年度より、文部科学省地震調査推進本部所管の海域活断層評価手法等検討分科会において本データベースが試験運用されており、同分科会へ情報提供を行いながら、来年度以降の本格運用を見据えたシステム環境整備や利活用に対する問題点の洗い出しを行っている。

本プロジェクトの成果物である海域断層データベースについては、積極的な情報提供と防災・減災対策への貢献の必要性を鑑みれば、対象は公共性・公益性の高い内容の検討に必要とされる案件に限定されるものの「公開」するのが基本的考えである。しかしながら、本プロジェクトで収集したデータは民間会社を含めた様々な機関から提供された、また借用したものであり、公開にあたってはある程度の制約がある。従って、試験運用中のデータベースは、現在限定的な使用に限られている。今後の運用に向けて、対象となる利用者や公開するデータの設定や取り扱いについて、慎重に検討する必要がある。さらに、JAMSTECや産総研などから、本データベースの元となったデータが部分的ではあるものの既に公開されていることから、データの権利・責任の所在などを明確にするなどの課題もある。

本発表では、海域断層データベースの概要とその運用・利活用時における課題について紹介し、最後に本データベースの今後の展開とJAMSTECの地震研究業務において期待される波及効果について触れる。

Assignment of DOIs to NIED MOWLAS data

*Katsuhiko SHIOMI¹, Naotaka YAMAMOTO CHIKASADA¹, Shin AOI¹, Narumi TAKAHASHI¹,
Youichi ASANO¹, Takeshi KIMURA¹, Takashi KUNUGI¹, Hideki Ueda¹, Kenji UEHIRA¹

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

1995年に発生した阪神・淡路大震災を契機として設置された地震調査研究推進本部により、1997年8月に「地震に関する基盤的調査観測計画」が取りまとめられた。本計画では、地震観測、地震動（強震）観測を含む基盤的調査観測の基本的な考え方が示されたほか、「基盤的調査観測等の結果は、公開することを原則とし、円滑な流通を図るよう努めるものとする」と明記された。防災科学技術研究所（防災科研）では、この計画に基づいて整備されたHi-netやKiK-net等に加え、その後に整備が進んだV-netやS-net, DONETを含めた陸海統合地震津波火山観測網MOWLASの運用管理を行うとともに、MOWLASで得られた観測波形データの流通・公開の責を担っている。これらの観測網による観測データは、日本の地震津波火山防災に不可欠なデータとして広く活用されている。しかし、日本全国を対象とした観測網を将来にわたって維持し、データ公開を継続するためには、公開されたデータの利用状況や用途を把握し、その有用性を客観的に示すことが極めて重要となっている。防災科研では、観測データの利用状況を把握することを目的として、観測データダウンロードを希望するユーザーにIDの登録を依頼するとともに、データ利用により得られた成果（またはその概要）を報告して頂くことをお願いしている。これまでに多くの利用実績の報告を頂いているが、このような受動的な調査では、収集出来る情報に限界があるのも事実である。

一方、学術雑誌等の研究発表の場において、解析に使用したデータや解析結果を第三者が利用可能となるようデータを公開すること、あるいはその取得方法を明記することを求める傾向が強まっている。防災科研のウェブサイト公表している観測データについても、多くの利用者が長期に亘って参照しやすい環境を整えることが重要となる。

防災科研では、2017年度後半より、防災科研が発行する出版物や公開するデータにDOI（Digital Object Identifiers；デジタルオブジェクト識別子）を付与するための全所的な取り組みが始まった。MOWLASを構成する各観測網データに対しては、2018年度中にDOIの付与を完了した。DOIの登録に際しては、観測データの国際的な利用を念頭に、DataCiteが管理するDOIをJaLC（ジャパンリンクセンター）経由で付与する形式を採用した。DOIは永続的に使用するデジタル識別子であり、DOIからアクセス可能なランディングページを構築する。ランディングページには、文献やデータに関する基本的な情報（メタデータ）と文献やデータそのもの（あるいは公開ページへのリンク）を記載する。ランディングページを適切に管理することで、公開ページのURLを変更しても、ユーザーは容易に当該ページにたどり着くことが出来る。近い将来には、出版された論文等に掲載されているDOIを逆引きすることにより、MOWLAS観測データの利用統計が能動的に取得できるようになることが期待されている。この情報は、観測網の利用価値を客観的に評価する指標として重要な位置を占めることを期待している。

今後、論文等で観測データを利用される際には、是非、観測網のDOIを記述頂きたい。一方、DOIによる利用統計の逆引きの実現にはもう少し時間を要する見込みである。また、DOIですべての利用状況を網羅出来るものではない。観測データを利用された際には、引き続き成果を防災科研まで報告頂けるよう、御協力をお願いしたい。

防災科研Hi-net（NIED Hi-net） <https://doi.org/10.17598/NIED.0003>

防災科研K-NET, KiK-net（NIED K-NET, KiK-net） <https://doi.org/10.17598/NIED.0004>

防災科研F-net (NIED F-net) <https://doi.org/10.17598/NIED.0005>
防災科研V-net (NIED V-net) <https://doi.org/10.17598/NIED.0006>
防災科研S-net (NIED S-net) <https://doi.org/10.17598/NIED.0007>
防災科研DONET (NIED DONET) <https://doi.org/10.17598/NIED.0008>
防災科研 陸海統合地震津波火山観測網 (NIED MOWLAS) <https://doi.org/10.17598/NIED.0009>

Development of a data sharing system in the field of volcanology

*Hideki Ueda¹, Taishi Yamada¹, Takanori Matsuzawa¹, Takahiro Miwa¹, Masashi Nagai¹

1. NIED

<はじめに>

防災科研は、文部科学省の次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト（以下、火山プロジェクト）において、火山分野におけるデータ共有の仕組み作りを進めている。本講演では、現在開発中のシステムと火山分野におけるデータ共有の動向について紹介する。

<JVVDNシステム>

火山プロジェクトにおいて、関係機関の火山観測データをオンラインで一元化共有するJVVDNシステムの運用を開始した（JVVDNとは、Japan Volcanological Data Networkの略）。ポータルサイト (<https://jvvdn.bosai.go.jp>)からアクセスできる。2019年7月末時点で、防災科研の火山観測データを公開している。今後、気象庁、国土地理院、大学等のデータの公開も進める予定である。

本システムでは、GIS画面で各火山観測点の情報を確認できるほか、地震波形画像、傾斜計、GNSSデータなどを表示できる。WINデータなどのデータを研究に利用したい場合は、観測機器を選んで、ダウンロードすることもできる。地震分野と異なる点は、地震計データだけでなく、GNSSデータ、火山ガス、画像などの複数種類のデータを扱っている点である。今後SARなどのリモートセンシングデータ、火山灰の降灰量調査結果、ボーリングコアの情報なども公開する予定である。

<火山分野におけるデータ共有の重要性>

本システムは、データの活用促進だけでなく、関係機関の連携強化や共同研究をより活性化することを目的としている。データ共有を通じた分野間・組織間の連携は、日本の火山研究において非常に重要な課題である。火山活動に伴って、地震だけでなく地殻変動、地磁気、火山ガスなど様々な観測項目に変化が現れる。火山現象を明らかにするためには、1つの観測項目だけでなく、複数項目のデータを総合的に分析することが必要である。JVVDNシステムでは、複数項目のデータ共有を進め、可視化ツールで比較できるようになっている。さらに、日本は、諸外国と異なり火山監視と研究を行っている組織が複数に分かれており、連携して観測や研究を進めにくい構造的な問題を抱えている。JVVDNシステムはそれらの問題の改善に貢献すると考えている。

<これまでの日本の火山分野におけるオープンデータの状況と課題>

重要であるにもかかわらず火山分野においてデータ共有が進んでこなかった理由には、他の分野と共通する問題の他、火山特有の問題も背景にあると考えている。その1つは、自分が研究対象としている火山のデータが得られれば研究できるため、データ共有の価値があまり理解されてこなかったことである。それぞれの火山観測所で研究を行うことは、個々の火山の個性や特徴を詳しく知ることができ、機器のメンテナンスや地域防災に貢献しやすいなど、メリットは大きい。しかし、個々の火山の研究は活火山が持つ普遍的特徴を見出しにくい。全国の火山のデータを共有することによって、火山が持つ普遍性が明らかになり、それによって火山への理解が深まるとともに、噴火予測にも貢献できると考える。

もう1つの理由は、火山観測点が過酷な環境に設置されていることが多く、故障したり様々な異常が含まれて

いたりする場合があるため、利用者が誤った使い方をするのではないかという懸念があるためである。例えば、傾斜計データには火山活動に伴う変化以外に、降雨や地震、原因不明の変化も含まれている。この問題に対しては、データ提供者が観測項目ごとに公開・非公開を切り替えられるようにし、さらにメンテナンス情報を記入できるようにした。また、ポータルサイトに火山観測データの利用上の注意を掲載している。

<海外の動向>

シンガポール南洋理工大学EOSでは2009年よりWOVOdatデータベースプロジェクトが進められており、国際的なデータ共有が進められている。しかし、まだ十分に進んでいないのが現状であり、集約されているのは生データではなく震源情報などの処理済みデータのみである。アメリカのUSGS、イタリアのINGV、EOSでは、データベースを活用して、統計的に噴火の推移予測を行うための研究が進められている。

<今後の展望>

火山分野におけるデータ共有の取り組みはまだ始まったばかりであるが、開発したJVDNシステムの利点やデータ共有の意義が理解されつつあると考えている。次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトは令和7年度まで続く予定である。今後、本システムをプラットフォームとして、分野間や組織間連携による共同研究や人材育成の成果が生まれてくるものと考えている。

Introduction of the Groundwater, Strain and Seismograph Display System "Well Web"

*Norio Matsumoto¹

1. Geological Survey of Japan, AIST

産業技術総合研究所では、地震予測の研究を目的として、1976年から東海地域で、1996年から近畿地域およびその周辺地域において、さらに2006年から南海トラフ沿いの愛知県から紀伊半島、四国にかけて、計50地点で地下水、歪、地震、気象等の観測を行っている。これらの最新データのグラフや関連情報、および各種会合資料を公開するために、「地震に関連する地下水観測データベース” Well Web”」(<https://gbank.gsj.jp/wellweb/GSJ/index.shtml>)を運用している。

Well Webの機能は①最新データ表示、②会合資料、③解説資料、④メンテナンス情報、⑤地震前後における地下水変化事例データベースと⑥ユーザデータ解析で構成される。

「最新データ表示システム」には、地下水・歪データ表示と地震データ・震源データ表示がある。地下水・歪データ表示とは、表示したい観測井を選択した後に最新3ヶ月データが表示される。図の上の「期間を選択」の部分で同じ表示パターンでの期間を最新12日間と最新2年間表示に変更することができる。グラフは毎日1回自動で更新されている。

地震データ・震源データ表示では、「震源図表示」を選択すると気象庁一元化震源や深部低周波微動などの震源図を描くことができる。また、「連続波形表示」を選択すると、産総研の観測点で観測した地震波の連続波形を表示できる。

「会合資料」には産総研が南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会や地震予知連絡会に提出した資料をPDFで見ることができる。

「ユーザデータのBAYTAP/tpe/tper/mrar解析」では、産総研が解析に利用しているBAYTAP-G (Tamura et al., 1991) やtpe, tper, MRAR解析 (Matsumoto, 1992; Matsumoto et al., 2003) の解析方法を手持ちのデータに適用することができる。また、「ユーザデータの時系列解析」では、北川 (2005) で紹介されている時系列解析手法を手持ちのデータに適用することが可能である。

なお、Well Webでグラフ表示している地下水・気象データのデジタル値の多くの部分を今年度中に公開予定である。

Data journals for publication and management of observation data: A case of GNSS-A seafloor geodesy

*Tadashi Ishikawa¹, Yusuke Yokota², Shun-ichi Watanabe¹

1. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, 2. Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

GNSS-音響測距結合方式(GNSS-A)による海底地殻変動観測は、深海底における絶対位置座標を測定可能な唯一の技術であり、海溝型地震の震源域直上の海底における地殻変動を直接検出できる技術として地震学上重要な役割を担う。海上保安庁は、日本海溝や南海トラフ周辺海域において海底地殻変動観測点を展開し、GNSS-A観測を継続的に行っている。これまでに、海洋プレートの沈み込みに伴う変動(e.g. Fujita et al. 2006, Sato et al. 2013, Yokota et al. 2016)、地震時の変動(e.g. Matsumoto et al. 2006, Sato et al. 2011)、地震後の余効変動(e.g. Watanabe et al. 2014)などを捉えることに成功している。

これらの観測成果は、モデル研究などの分野において広く活用されているが、その際の成果の引用は、例えば、南海トラフであればYokota et al. (2016)、東北沖地震の余効変動であればWatanabe et al. (2014)、といったように個別の論文を引用する形となることが多い。一方で、観測は論文出版以降も継続的に実施しており、新たなデータが随時追加されている。更新された結果は、webサイト上でデータを公開するとともに地震調査委員会等の関連会議の場で定期的に公表している。しかしながら、学術論文に使用するには、データの取得手法や質が明確でないなど、使い勝手が良いとは言えず、それら最新のデータが論文に引用されることは少ない。また、資料やwebサイトによる引用は、引用件数の把握など、成果の管理の点からも、適切な方法であるとは言い難い。

これまでは、観測成果を査読付きの論文として発表するには、観測結果のみでは不十分であり、結果の解釈やモデル化等の研究が必須であった。そのため、観測データが更新されても、それに関する新たな研究がない限り、更新されたデータを査読付きの成果として発表することができなかった。また、研究部分の成果の創出に時間がかかり、その結果観測データが世に出ることが遅れるという問題も発生しうる。

近年、データそのものの重要性に着目し、研究とデータを分離し、データのみを査読付きの論文として発表する仕組みであるデータジャーナルが発刊されるようになった(図)。そこで、我々のグループでは、観測データをより適切に使い易い形で公開することを目指し、GNSS-A観測で得られる海底観測局の位置座標データの時系列をデータジャーナル誌から発表することにした(Yokota et al. 2018, Scientific Data)。査読は、データの中身の重要性や新規性ではなく、データを生産した手段・手法の解説やデータの精度や妥当性に関する科学的な検証、データの使用方法など、第三者がデータを適切に使用できるための記述が適切になされているかに重きが置かれる。なお、データと研究を分けて考えるため、(雑誌にもよるが)新たな科学的知見をもたらすことを目的とした事柄については、基本的に記述してはいけないことになっており、この点が、従来の学術論文とは異なる哲学となる。データをデータジャーナルとして出版することにより、データの引用は識別子(DOI)が付いた論文を引用するという形で適切に管理されることが期待される。また、観測を実施したこと自体が査読付の成果となることは、観測を主体とする機関としては、望ましい形式であるといえる。

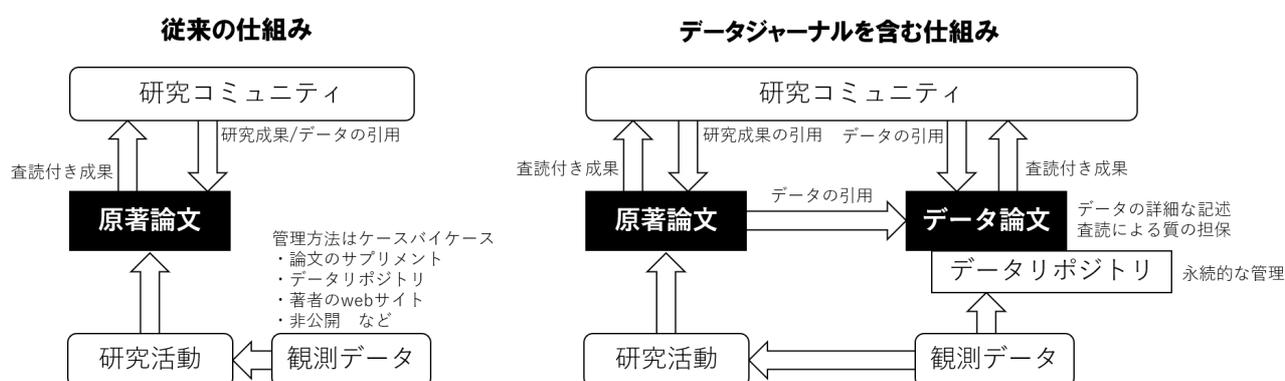
データジャーナルでは、基本的にデータが個人や所属組織のwebサイト等ではなく、適切なりポジトリにおいて管理されていることを条件としている。ここで適切なりポジトリとは、データベース管理の永続性が担保されていることや、登録データにDOIのような永続的な識別子が付与される機能を有することなどの条件をクリアしたものである。固体地球の分野でScientific Data誌が推奨するリポジトリは少なく、今回我々のグループでは、試みとしてドイツのPANGAEAという地球科学データベースにデータを登録した([doi:10.1594/PANGAEA.885139](https://doi.org/10.1594/PANGAEA.885139))。

なお、今回我々のグループがScientific Data誌に発表したのは、2017年中頃までの観測データであり、当初の問題である新たに追加されるデータを、どう発表・出版していくかについては、未だ検討段階である。地殻変動観測に限らず、地球科学においては日々更新されるタイプの観測データが多く存在するが、こうした時系列データの出版の方法についての確たる枠組みは構築されていないようで、この分野における適切な手法を検討していくことが必要になると思われる。

参考文献：

Yokota, Y., T. Ishikawa and S. Watanabe (2018): Seafloor crustal deformation data along the subduction zones around Japan obtained by GNSS-A observations, Scientific Data, 5:180182, doi:10.1038/sdata.2018.182.

Yokota, Y., T. Ishikawa, S. Watanabe (2018): Original data of seafloor crustal deformation along the subduction zones around Japanese Islands, PANGAEA, doi:10.1594/PANGAEA.885139.



図：データジャーナルによる研究成果とデータの利用体制。

(地球電磁気・地球惑星圏学会(2013), “地球電磁気学・地球惑星圏科学の現状と将来”の図4.3.2を基に作成)

Activity of "Slow Earthquake Database"

*Takanori Matsuzawa¹, Masayuki Kano², Yusaku Takaka³, Naofumi Aso⁴, Satoshi Ide³, Kazushige Obara³

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Tohoku Univ., 3. Univ. of Tokyo, 4. Tokyo Institute of Technology

科学研究費補助金 新学術領域研究（研究領域提案型）「スロー地震学」ではカタログ班を設け、国内外で構築されているスロー地震のカタログを集約し、標準化されたフォーマットでのカタログを提供し、カタログの可視化機能も備えた英語版ウェブサイト”Slow Earthquake Database”（「スロー地震データベース」, <http://www-solid.eps.s.u-tokyo.ac.jp/~sloweq/>）を構築、運用している。本講演では、この取り組みについて紹介する。

○スロー地震データベースの目指すもの

スロー地震はその時定数から、低周波地震・微動、超低周波地震、スロースリップイベント(SSE)に分類されるが、同規模の通常の地震に比べて時定数の長いゆっくりとした断層すべり現象としての統合的な見方も重要である。Obara (2002)による深部低周波微動の発見を端緒として、国内外の研究者により種々のスロー地震のイベントカタログが得られている。これらのカタログを利用するには、論文やリポジトリ、公開ページ等にアクセスしてデータを取得し、フォーマット変換を行うといった作業が各々の研究者に必要となる。こうした労力は、スロー地震カタログを利用した研究や議論の敷居を高める要因となる。

スロー地震データベースは、研究者が利用しやすい形でのカタログの集約と標準化、簡易な可視化機能を提供することにより、国際的にスロー地震に関連した研究を盛り立て、より広い分野へスロー地震研究の成果が浸透することを目指し公開された。さらにこうした活動を通じて、世界の同研究コミュニティを牽引する中核的な役割を担うことも目指している。

○スロー地震データベースの公開・運用

ウェブサイトの構築に先立ち、「スロー地震学」は、スロー地震の解析をしている国内の研究者に対し、プロジェクトに関わらず広く呼びかけて2回の研究集会を開催するとともに、情報交換・議論用のメーリングリストを作成した。こうしたコミュニティにおいて、スロー地震データベースのあり方やフォーマットの標準化に関する議論を行った。

これを基に「スロー地震データベース」は2017年12月に公開された。本データベースの“Map+DL”ページからは、ユーザーが指定した期間・場所・種類のスロー地震の発生状況を時間・カタログ・発生深度別に色分けして地図上に表示したり、標準化されたフォーマット（あるいはユーザー指定のフォーマット）でカタログをダウンロードしたりすることが可能である。カタログ提供者が了承した場合には、“Originals”ページにて元データも提供される。これらのカタログは利用規約のもと、論文等で利用することが可能である。公開当初のカタログ数は29であったが、2019年7月現在では46まで増えている。なお本データベースは、世界的な位置づけを狙うとともに、原論文を理解できる研究者向けであるため、ページ作成や運用の労力を軽減する観点から、英語ページのみとしている。

本データベースについては、Seismological Research Letters 誌のData Mineに投稿し、論文として出版されており(Kano, Aso, et al., 2018)、カタログ利用の際には、カタログ提供者の指定した論文および上記論文の引用が求められる。本論文は、2019年7月現在、少なくとも7編の査読付き論文に引用されている。

本データベースの利用規約は、全カタログに関する“General Policy”と個々のカタログに関する“Individual Policy”の二つからなる。“General Policy”では、前述の論文の引用の他、“Individual Policy”の順守、自己責任での利用、データ更新の可能性、プロジェクトへの謝辞、商用利用の不可、再配布の不可について規定している。

○おわりに

本データベースが広く活用されるためには、長期の安定した運用が重要である。本データベースは、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」の課題の一部に位置付けられており、科研費課題の終了後もデータベースとして継続できる見込みであるが、運用に係る人件費等の大幅減に対応するため、作業の省力化を現在進めている。ただし、フォーマットの標準化においては、SSEの時空間すべり発展など、課題が残っている。ウェブサイトについても、表示数が増えた場合の操作性などの既存の課題とともに、随時の問題対応が必要である。こうしたことから、現科研費課題のような大きな研究計画への申請も検討していく予定である。

スロー地震データベースは、論文等の成果によるカタログのオリジナルの公開場所としての、単なるレポジトリを目指すものではない。研究者のコミュニティーに根差し、フォーマットの標準化や可視化機能の提供などを通じて、様々なカタログの横断的な利用を国内外で促進することに、大きな意義があると考えている。

Room D | Special session | S23. Open data for seismology

[S23]PM-1

chairperson: Yasuyuki Kano (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi (NIED), Hiroshi Tsuruoka (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo)

Tue. Sep 17, 2019 1:30 PM - 3:00 PM ROOM D (International Conference Halls I)

[S23-10] Archive and publication of marine seismic data by JAMSTEC

*Tetsuo No¹, Ayako Nakanishi¹, Kaoru Takizawa², Yuka Kaiho¹, Yasuyuki Nakamura¹, Gou Fujie¹, Seiichi Miura¹, Koichiro Obana¹, Shuichi Kodaira¹ (1. JAMSTEC, 2. Nippon Marine Enterprises)

1:30 PM - 1:45 PM

[S23-11] How JAMSTEC handles data and samples obtained by JAMSTEC's facilities

*Seiji Tsuboi¹, Chizuru Saito¹, Kazuyo Fukuda¹ (1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

1:45 PM - 2:00 PM

[S23-12] A review of data management for polar sciences in Japan

*Masaki Kanao¹ (1. Research Organization of Information and Systems)

2:00 PM - 2:15 PM

[S23-13] Utilization of earthquake catalog data

*Hiroshi Tsuruoka¹ (1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)

2:15 PM - 2:30 PM

[S23-14] Data usage by non-specialists through mobile apps

*Kentarō Emoto¹ (1. Graduate School of Science, Tohoku University)

2:30 PM - 2:45 PM

[S23-15] Open data will be abused by (dubious) earthquake predictions

*Mamoru Kato¹ (1. GS Human and Environmental Studies, Kyoto Univ.)

2:45 PM - 3:00 PM

Archive and publication of marine seismic data by JAMSTEC

*Tetsuo No¹, Ayako Nakanishi¹, Kaoru Takizawa², Yuka Kaiho¹, Yasuyuki Nakamura¹, Gou Fujie¹, Seiichi Miura¹, Koichiro Obana¹, Shuichi Kodaira¹

1. JAMSTEC, 2. Nippon Marine Enterprises

海洋研究開発機構（JAMSTEC）では、1997年に深海調査研究船「かきれい」が竣工されてから本格的にマルチチャンネル反射法地震（MCS）探査や自己浮上型海底地震計（OBS）を用いた地震探査・自然地震観測による地殻構造研究を実施してきた（e.g., 小平, 2009, 地震2）。

JAMSTECの地殻構造探査は、年度毎の予算動向によって大きく変化するため、必ずしも測線数や実施航海数が年々増加しているというわけではないが、1測線あたりのデータ容量は10年前や20年前と比較すると明らかに増加している。それは、地震探査システムの高度化、コンピューティングの進展、ハードディスクの大容量化・低価格化などによって、受振チャンネル数・サンプリングレート・記録長が増加したことによる。また、OBSに関しても、1997年当初は十数台を使った観測であったが、現在は100台以上を用いる観測も特別ではなくなった。したがって、年々累積していくデータを消失させることなく、長期的に維持・管理することは重要な課題の1つであるため、得られたデータはJAMSTEC横浜研究所内のデータ保管室やサーバー上のハードディスクに保管し、定期的にバックアップを取っている。さらに、バックアップデータを収録したメディア形式は同じ横浜研究所のみではなく、大災害等に備えたデータの遠隔地バックアップとして沖縄県名護市にあるJAMSTEC国際海洋環境情報センターにも保管している。

一方、データを用いた解析・研究は、担当している研究員が責任を持って進めて成果発表しているが、データそのものはJAMSTECの中で定めている「データ・サンプルの取り扱いに関する基本方針」に則って原則的に公開している。その一環として、2004年から「地殻構造探査データベースサイト」（www.jamstec.go.jp/obs/mcs_db/j/）というWebを開設し、取得されたデータや調査航海の詳細情報を記載し、データ自体はオフラインではあるが、データに関する問い合わせや利用申請に対応している（Kido et al. 2006, JAMSTEC-R）。

大まかではあるが、以上のようにJAMSTECでは地殻構造探査データのアーカイブと公開を進めているが、現状多くの課題がある。

1つはフォーマットの問題である。地殻構造探査で扱う波形データや測位データはSEG（アメリカ物理探査学会）による“SEG Technical Standards”で定めたフォーマットによって出力されており、解析や解釈で用いているソフトウェアはそれらのフォーマットが扱える仕様となっている。したがって、今後も多くのフォーマットに対応したソフトウェアとそれをインストールしているハードウェアを維持・管理し続けることは重要になるが、長期的な視点で考えるとその時代に合ったフォーマットへ変換していくことは大きな課題である。2つ目はデータの品質管理の問題である。データ取得方法やデータ処理方法は年々多様化してきている。また、調査実施した年度・時期、調査を実施した船舶、データ取得システムの仕様や状態、データ処理・解析方法によって品質は大きく異なり、さらに調査や解析を担当した研究員・技術員による違いもある。これらについて、どのように整理していくかも課題である。3つ目はデータを保管する媒体の問題である。データを収録している媒体の劣化も非常に大きい問題で、媒体の劣化をどのようにチェックし、媒体を読み込むためのデバイスの維持、バックアップや新しい媒体への移行のタイミングも課題である。4つ目は、予算・人材・時間の確保の問題である。現時点では地殻構造探査データの公開やアーカイブのための専任の人員がおらず、予算も非常に限られている。データの公開やアーカイブに関する重要性について否定する人はほとんどいない一方、専任の人材や予算を確保しようという動きにならない。そういう意味では少人数でできるようなシステムの効率化を図ることが1つの解決策になるが、容易なことではない。以上の4つの事例以外に

も、データポリシーやデータDOI付与への問題など課題は数多い。

課題は多いが、地殻構造探査データのアーカイブと公開の重要性は年々増している。例えば、地殻構造探査データの利用や研究の裾野を広げ、新たな解析手法による新しい地殻構造イメージング (e.g., Kamei et al. 2012, EPSL) や地震前後のTime lapse解析による構造変化の抽出 (e.g., Landrø et al. 2019, IJGGC) などデータ取得を行った当時には想定していなかった研究も展開されている。さらに、観測や解析の担当者の異動や退職のリスクに対してもアーカイブの維持・継承は重要になっている。

How JAMSTEC handles data and samples obtained by JAMSTEC's facilities

*Seiji Tsuboi¹, Chizuru Saito¹, Kazuyo Fukuda¹

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

海洋研究開発機構では、機構の調査船等が調査観測航海で取得したデータ・サンプルについて、機構の「データ・サンプルの取り扱いに関する基本方針（データポリシー）」を2007年に制定し、このポリシーに関連する諸規程に従い継続的に収集・保管・品質管理・公開（提供）を実施している

(http://www.jamstec.go.jp/j/database/data_policy.html)。このポリシーでは、機構の施設で取得されたデータ・サンプルは「人類共有の財産であり、研究・教育などの利用のために広く公開され、将来にわたって世界中で活用されることが重要」であると述べられている。このために、機構では「機構の施設・設備等を利用して取得されたデータ・サンプルは、特別な取り決めがある場合を除き、機構に帰属」と定義しており、これにより、専門のデータ管理部門がデータ管理公開を行う体制が構築されている。

機構の船舶や潜水船による航海や潜航調査で取得したデータ・サンプルは、機構内の規定類で定められた公開猶予期間を経た後に公開される。その際に、国連海洋法条約や、外部資金による研究計画などに基づいた特別な契約の有無などに基づいて公開の可否を検討し、公開可能と判断されたものを、このようなデータの統合サイトである「JAMSTEC航海・潜航データ探索システム（DARWIN）」から公開している。公開済みの航海数は、2019年1月末で1,929航海に、潜航数は5,961潜航となっている。2019年1月末の公開済みのデータ件数は13,914件である。サンプルについては、岩石サンプルのメタデータ、堆積物コアサンプル、生物サンプルを合わせた公開数が約69,384件となっている。

機構が保有する潜水調査船や無人探査機により取得された膨大な数の深海の映像や画像は「深海映像・画像アーカイブス（J-EDI）」で公開されている。公開している映像の総時間は約38,000時間(平成30年度末時点)、公開している画像の総枚数は約150万枚(平成30年度末時点)となっている。公開している映像や画像は、公開猶予期間を経過したものであり、映像や画像とともに撮影場所、撮影内容(生物名や事象)、調査内容などの詳細な情報も公開している。深海映像・画像アーカイブスでは、新規の深海映像画像の分類作業を継続的に実施しており、また深海に存在するデブリが映る映像画像に注目して詳細な分類作業を行ない「深海デブリデータベース」として公開も行っている。深海デブリデータベース内のデータを用いて論文化したことにより、UNEPサイトで引用されるなど、世界的にも話題となっている。

機構が公開するデータの将来的な利用促進とオープンサイエンスの取組として、調査航海で得られたデータセットに対するデジタルオブジェクト識別子(Digital Object identifier : DOI)の付与の環境を整備し、DOI付与を開始するとともに、研究者が持つデータセットへの展開に向けて研究者の状況把握と対応検討を進めている。

A review of data management for polar sciences in Japan

*Masaki Kanao¹

1. Research Organization of Information and Systems

Diverse data accumulated by many science disciplines in polar regions make up the most significant legacy of the International Polar Year (IPY2007-2008). The Polar Data Center (PDC) of the National Institute of Polar Research (NIPR), followed by the Polar Environment Data Science Center (PEDSC) of the Joint Support-Center for Data Science Research (DS) since 2016 have responsibility to manage these multi-disciplinary polar data in Japan as a National Antarctic Data Center (NADC). The data policy of PDC/PEDSC was established in February 2007, based on the requirements of the Standing Committee on Antarctic Data Management (SCADM) of the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). During the IPY, a significant number of metadata records were compiled from IPY- endorsed projects. A tight collaboration has been established between the Global Change Master Directory (GCMD), the Polar Information Commons (PIC), and the newly established World Data System (WDS). In this presentation, a decade of history of polar data management is demonstrated, in particular focusing on several database of PEDSC, international collaboration among global data bodies and initiatives, data publication and citation, as well as data journal issues (Polar Data Journal). Linkages of data sharing among Asian Forum for Polar Sciences (AFoPS) countries, moreover, should be promoted by the involved countries in near future.

Utilization of earthquake catalog data

*Hiroshi Tsuruoka¹

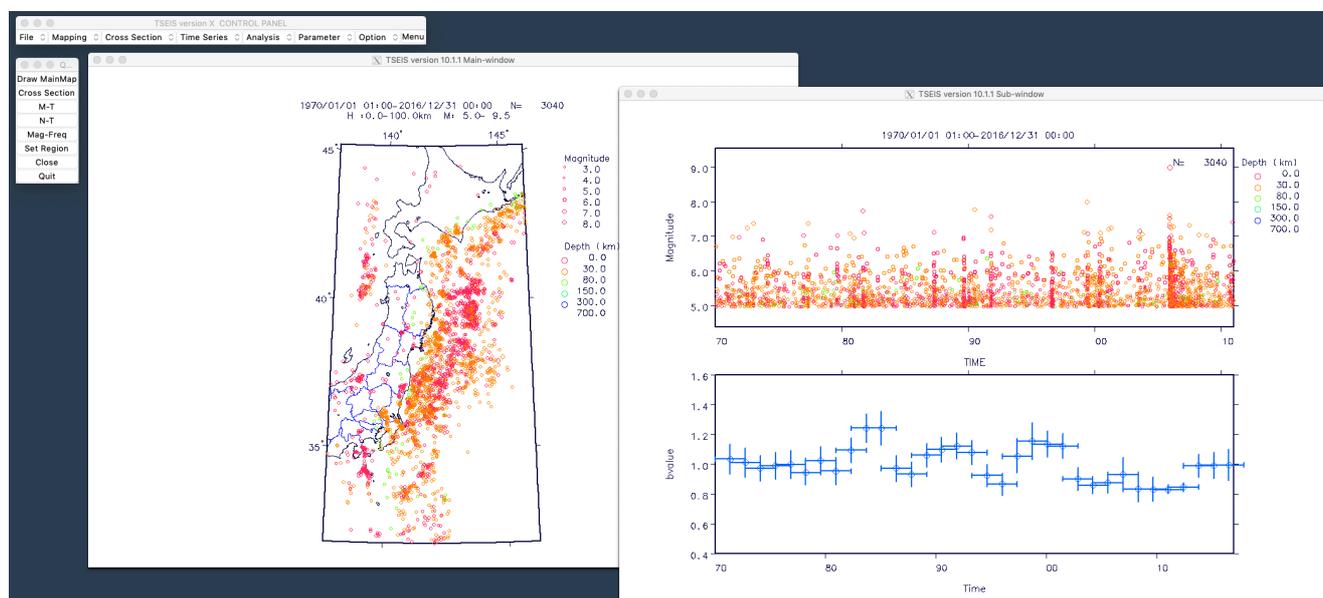
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

地震研究所地震火山情報センターでは、TSEISなるWebアプリケーションを開発し、気象庁一元化震源をはじめ、ISCカタログなど種々の震源カタログを提供している。このアプリケーションでは、時間、領域、マグニチュード等で検索ができ、震央表示、断面図表示、M-T図、地震数積算図、規模別頻度分布図などの出力機能を有する他リスト出力もでき研究者だけでなく地震活動に興味がある一般の方からも利用されている。このアプリについては、もともとはUNIXにおいて開発されたツールをWeb対応させたアプリケーションである。アプリケーションの提供を維持するために様々な対応を行っている。

- 1)UNIX以外で利用可能となるようマルチプラットフォーム化
- 2)商用のソフトウェアに依存しない開発環境の選択
- 3)特定のデータライブラリ等を利用しない
- 4)アプリケーション内で利用する共通フォーマット

1)の対応にあたり、コンパイラ環境はGNUコンパイラコレクション(GCC)を採用した。もちろん昨今であればPythonなどの言語も候補にあがると思われるが、今後10年利用できるのかは判断が困難である。一方、C言語、Fortran言語はプログラムの資産も多いので今後も対応すると思われる。2)については例えば、機能が豊富なMatlab等を採用することによりコーディングの量は格段に減るがMatlab本体のバージョンアップによりその対応がほぼ毎年発生するだけでなくこのツールの維持のためのライセンス量が負担になることが多い。3)についてはこれまでnetCDFというかなり汎用的に利用されているデータライブラリを利用してきたが計算機の向上によりアスキーデータの入力でも問題がなくなったことなどがあり使用しないことにした。4)については各震源カタログのフォーマットはデータソース機関毎に異なっており、それぞれのフォーマットを読み込むようにするという対応ではなく内部的な共通フォーマットに変換してそのデータを読み込むようにしている。

地震活動解析ツールについては、地震活動解析ルーチンの拡充が重要であるが、現在ベータバージョンを開発中である(図)。本来であれば開発チームを作成することにより開発時間が短縮できると思われるが、少しずつ充実を図っている。また、今後はwebAPIを策定するなど検討している。



Data usage by non-specialists through mobile apps

*Kentaro Emoto¹

1. Graduate School of Science, Tohoku University

地震学におけるデータは、震源位置やマグニチュードといった地震学を専門としていない一般の人々にも馴染みのあるものから、ある観測点での地震動記録といった専門家向けの解析用のものまで様々である。特に地震動記録は、データのフォーマットも地震学者コミュニティにおける独自のものが採用されていることが多く、非専門家では波形を表示することも難しい。このような専門データの一般からのニーズは高くないと思われるが、専門家が波形の切り出しやフィルタリングを行い、要点を抜き出した上で画像として一般向けに発信されることもある。一方、震源情報といったニュースで広く馴染みのある情報ですら、その地震が話題となっている場合以外は、非専門家がすぐにアクセスすることは難しい。まず、どの機関がどのように公開しているかを調べ、webで公開されている場合には数値データをダウンロードする必要がある。震源情報のデータファイルのフォーマットは、比較的わかりやすい場合が多いが、膨大な情報の中から知りたい情報を抽出する手間が生じる。つまり、非専門家では地震学で観測されるデータをすぐに扱うことはできない。このようなことは、地震学だけに限ったことではないが、インターネットが普及し、膨大な情報を得られる現在の社会において、地震学のデータもより多くの人に利用可能な状態であることが望まれる。

我々は、震源分布を視覚的にわかりやすく表示するためのモバイル端末アプリを作成した（江本・他，2019）。このアプリはApple社のiPhoneやiPad上で動作するiOSを対象とし、AppStoreから無償でダウンロードすることが可能である。このアプリでは、日本列島周辺で発生する地震活動を3次元的に表示することが可能である。日本列島の地形や海底地形、太平洋プレートやフィリピン海プレート形状も震源分布同様に3次元表示することで、プレートの沈み込みと地震活動の関係を一目で把握することが可能である。アプリ内にはあらかじめサンプルデータとして、2週間分の震源カタログが含まれるが、防災科学技術研究所のアカウントを利用することで、10年前から1日前までの期間のカタログを追加ダウンロードすることができる仕様とした。表示する震源の期間やマグニチュードはユーザーが設定することができる。Webアプリやマルチプラットフォームのアプリケーションではなく、特定の端末を対象とし、性能を重視することで、1ヶ月分の地震（約18,000個）を表示しても滑らかな動作を実現している。

本アプリは、地震学に興味を持つ幅広いユーザを対象とし、非専門家でも気軽に震源分布に触れる機会が増えることを期待している。日本は毎日のように有感地震が発生しているため、テレビや新聞で地震の情報に触れる機会は多い。しかし、震源分布を自分自身で描画するには、カタログのダウンロードやデータの加工、描画ソフトにおけるスクリプトの作成といった、やや手間のかかる作業が必要である。本アプリはそのような手間をなくし、普段から地震活動に触れる機会を増やし、地震に対する興味と理解を深めることで、普段からの地震災害への備えにつながることを期待している。また、本アプリは、中学校や高等学校において、地震活動とプレートとの関係や、自分の住む場所における普段からの地震活動を把握する際の教材となることが期待される。

本発表では、既に公開済みの3次元震源分布表示アプリを中心とし、モバイル端末アプリにより、地震学のデータを非専門家に届けることの可能性を議論する。

Open data will be abused by (dubious) earthquake predictions

*Mamoru Kato¹

1. GS Human and Environmental Studies, Kyoto Univ.

データ公開はデータが使われる機会を増やす。ただし不幸な使われ方を事前に想定して対策していることが望ましい。データ公開はアウトリーチ活動でもあると位置付けるのがよいだろう。

科学研究で取得されたデータを公開する最大の目的はその利活用である。地震学では新しいデータが新しい分野を拓くということを繰り返してきた。データの使用者が増えることはデータ公開の最大の目的であろう。

では、公開されたデータを使うのは誰だろうか。地震学会の会員は1800人程度で、継続的に公開データにアクセスするのはこの一部である。これに対し、ネット利用者かつ地震に関心を持つ人は桁で数が多いだろう。公開データを目にする人の大半は非専門家である。非専門家が地球惑星科学のデータに関心をもつ理由のひとつが地震の予知・予測である。地震への不安がこの関心を生んでいるであろう。社会では宏観前兆現象への関心は高い。信頼性の高いデータが自由に使えるとなればそれを用いて地震予知・予測を試みる人は出てくるだろう。これは地磁気観測などの1次データであっても、震源情報などの2次データであっても、同じである。

データを用いて地震前兆現象に関する自説を検証することは健全な科学であり、これを妨げる必要はない。一方、不健全な使われ方をされた場合、どこで誰がどのような地震予知・予測情報を発信しているかをデータ公開者が網羅的に知ることは難しい。元となるデータの信頼性はその予知・予測の確実性を保証するものではないが誤解は生じやすい。小さな地震は数が多く、ランダムな予測でも一定の割合で成功することも問題を難しくする。

このような状況から生じる混乱を最低限に抑える一つの手段は、データ公開サイドが非専門家のアクセスを前提とし、データの「素性」の解説を事前に用意することである。データ公開を地震科学の広報の一手段であると扱い、初心者にもその価値が分かるような説明をすることが好ましい。どのような観測をして得たか、どのように用いるのか、どのような研究成果につながっているのかを紹介することは、その観測とデータ公開を継続するため応援団を作る作業にもつながる。これは初めてデータを使う人にとっても有益な情報である。例えば、高校科学部が研究に用いるケースを想定して、使い方や注意点などのチュートリアルを公開することが考えられる。このような準備は健全なデータの利活用を促すこととなるだろう。データ公開に至るフローやデータが意味するものを知る機会を提供することをアウトリーチであると位置づけることもできるだろう。

発表では、データ公開に関して何を想定するべきか、を実際に公開データが（地球科学の専門家が想像もしないだろう形で）地震予知に使われている例を紹介しながら議論する。

Room D | Special session | S23. Open data for seismology

[S23]PM-2

chairperson: Yasuyuki Kano (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi (NIED), Hiroshi Tsuruoka (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Manabu Morishige (JAMSTEC)
Tue. Sep 17, 2019 3:15 PM - 4:00 PM ROOM D (International Conference Halls I)

[S23-16] Digitization of Analogue Seismograms by Japanese High School Students

*Miaki Ishii¹, Toshihiro Morinaga^{2,3} (1. Department of Earth & Planetary Sciences, Harvard University, 2. School Innovation Forum, 3. Graduate School of Education, Kyoto University)
3:15 PM - 3:30 PM

[S23-17] Open Data for Historical Earthquake Studies and Historical Records

*Yasuyuki Kano^{1,2} (1. ERI, The University of Tokyo, 2. Collaborative Research Organization for Historical Materials on Earthquakes and Volcanoes, The University of Tokyo)
3:30 PM - 3:45 PM

[S23] Discussion

3:45 PM - 4:00 PM

Digitization of Analogue Seismograms by Japanese High School Students

*Miaki Ishii¹, Toshihiro Morinaga^{2,3}

1. Department of Earth & Planetary Sciences, Harvard University, 2. School Innovation Forum, 3. Graduate School of Education, Kyoto University

一般的に研究に使われる地震計のデータは約40年前からのデジタルデータです。しかし、地震計は100年以上前に作られ、アナログ記録は世界中にほぼ100年間分存在します。日本は世界的にも早い時点で地震計設置が進んだ国ですので、アナログ記録も数多く残されています。アナログデータにアクセスすることができれば、地震データの利用可能期間は2倍以上長くなり、巨大地震や珍しい地震や、ゆっくりと変化する地下構造などの現象を研究するための機会を提供します。この貴重なデータを使用可能にする最大の障害はデータのアナログからデジタルへの変換です。この発表では、デジタル化の取り組みと、データベースの構築に一般の人々（高校生など）が参加する可能性について説明します。

デジタル化の第一歩は写真媒体などで残されている地震計記録をスキャンなどでコンピューター画像として読み込む事です。地震計記録は一般的に使用される紙よりもサイズが大きいので、大判スキャナーなどが必要となります。残されている記録が多いので、このスキャンも大変な作業となりますが、コンピューター画像だけでは、現代の分析には使えません。画像を時系列に変換する必要があります。このため、ハーバード大学では地震計画像のデジタル化ソフト、DigitSeis、を開発しています。このソフトでは出来る限りの自動化を目指していますし、将来的には人工知能を使用する計画ですが、今の時点ではかなりの部分が手作業に頼っています。人工知能を使用する為には膨大な育成用データが必要ですが、地震計記録のデジタル化のデータベースは現在存在しません。このデータベースを構築すると、研究に使用されるデータを作成する為に2018年からデジタル化の作業を日本の高校生に協力してもらっています。

生徒はまず、DigitSeisソフトの仕様方法をトレーニング画像の解析を通して学びます。解析ファイルはインターネットを通してハーバード大学に提出され、問題点などを指摘したフィードバックが足されたファイルが生徒に返されます。生徒はフィードバックを元に修正作業を行い、再度解析ファイルを提出します。このトレーニング画像の解析の問題点が解消され、合格すると、デジタル化されたことのない画像をデジタル化することに進みます。解析が終了したデータ（SACフォーマット）はハーバード大学のウェブページで公開されています。このプロジェクトは地震学者が使用するためのデジタルデータへの変換を行うのが1つの目的ですが、早い段階で科学や研究に学生を参加させる絶好の機会でもあります。まだまだソフトの改善などの課題も沢山ありますが、高校生がデジタル化された記録を使って簡単な研究に取り組みたりする可能性を広げていきたいと考えています。このプロジェクトの最終目的は日本の地震学者によって日本のアナログ記録を日本の高校生がデジタル化する事ですので、日本の地震学者や教育者の方の参加を募っていききたいと思っています。

Open Data for Historical Earthquake Studies and Historical Records

*Yasuyuki Kano^{1,2}

1. ERI, The University of Tokyo, 2. Collaborative Research Organization for Historical Materials on Earthquakes and Volcanoes, The University of Tokyo

加納靖之

東京大学地震研究所

国内外でオープンデータの流れが加速するなかで、地震学の周辺での現状と今後の見通しを議論するため、特別セッション「オープンデータと地震学」を企画した。オープンデータ、特に観測データへの永続的識別子付与の重要性を考えるようになったのは、過去に大学の微小地震観測や地殻変動連続観測のデータ生産および流通に携わりながら、その作業そのものを業績として示しにくい環境に疑問を持ったことだった。データへのDOI付与やデータジャーナルによる出版など、観測データを有効にオープンにする方策が見えてきつつある。

オープンデータについて考えるとき、研究分野や対象となるデータの内容あるいは形態によって、オープンにするために必要な作業が違ってくると考えられる、ここでは、歴史地震研究および歴史記録（ここでは、主として記録装置のデジタル化以前の紙に記録された観測記録）のオープンデータについて考えてみたい。

歴史地震研究においては、いわば生データともいえる歴史史料から地震に関係する部分を抽出し、解読して分析に利用する。地震に関係する記述を収集した史料集（たとえば『大日本地震史料』や『新収日本地震史料』など）が刊行されている。これらから必要な情報を抽出・分析し、歴史時代に発生した地震に関するカタログが作成されている（たとえば『理科年表』の「地震の年代表」など）。主として出版物としてオープンにされてきた歴史地震に関するデータであるが、史料集をデータベース化したもの（たとえば、[古代・中世]地震・噴火史料データベース <https://historical.seismology.jp/eshiryodb/>）や、史料集の掲載巻ページを検索できる「歴史地震史料検索システム」(<http://etna.seis.nagoya-u.ac.jp/HistEQ/>)など、オンラインでのデータ提供も取り込まれつつある。歴史地震のカタログのひとつとして地震学会ホームページで公開されているものもある。（<http://www.zisin.jp/publications/document05.html>）。また、歴史史料自体も、一部については所蔵館等によってデジタルアーカイブ化され、オンラインで容易に検索でき、書誌情報だけでなく、史料そのものをデジタル画像として閲覧できるものもある。

歴史地震研究の成果は、地震本部の報告書などでも広く使われている基礎的なデータである。カタログの個々の地震の発生日時や場所、規模などの精度や妥当性を評価するには、推定に使われた歴史史料の原本や画像、あるいは抽出された記述、分析結果をまとめた研究論文や報告書等まで遡って検証できることが望ましい。もともと紙であったために、このような検証を行うには経験が必要であり、中には、史料の所在地など、既に失われてしまった情報もある。歴史地震研究に使われた歴史史料や記述について、何らかのIDをつける形で整理して公開することができれば、過去の成果の検証が容易になり、新たな切り口による分析を促進し、また、歴史地震研究に参加しようとする際の障壁が小さくなるのではないかと。

京都大学阿武山観測所には、1940年代から京都大学で実施されてきた地殻変動観測の記録の一部が保管されている。京都大学紀州観測点の傾斜記録のうち、1970年代のプロマイド紙に描かれた傾斜変化の分析から、紀伊半島下で発生するスローイベントを捉えている可能性があることが明らかになった。このように、観測時には知られていなかった現象やモデルを、過去のデータに適用することで新たな知見が得られる可能性が

ある。

歴史記録については、既に多くの記録がデジタル画像化され公開されている（たとえば、東京大学地震研究所「和歌山観測所観測点ペン書き記録画像DB」<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/wakayama/>）。ハーバード大学の「地震計記録のデジタル化プロジェクト」のように教育と組み合わせた取り組みもなされている。気象分野などでは、「データレスキュー」のキーワードで、保全や活用の取り組みがなされている。いっぽうで、まったく顧みられないまま書庫や倉庫に眠っているケースもあると考えられる。記録紙そのものだけでなく、計器の設置状況や感度などのメタデータとともに、保存・公開の方法を考えていかなければならない。

歴史史料と歴史記録の活用にあたって、共通する要素としてデジタル画像の扱いがある。撮影機器の高度化と、計算機での処理や情報ネットワークの高速化により、高精細、高画質のデジタル画像をこれまでより容易に公開できるようになってきた。デジタルアーカイブの画像データ公開の国際標準形式としてInternational Image Interoperability Framework (IIIF)がある。博物館や図書館のデジタル展示や人文学研究に活用されている技術であるが、地震学に関する画像資料の公開に応用すれば、データ利用の可能性が広がるのではないか。画像公開にあたってメタデータやライセンスの付与などに関する知見も先行する分野から取り入れつつ、数値データ以外のデータについても、再利用可能な形でのデータ公開を目指したい。

3:45 PM - 4:00 PM (Tue. Sep 17, 2019 3:15 PM - 4:00 PM ROOM D)

[S23] Discussion

Room D | General session | S07. Deep Structure and Properties of the Earth and Planets

[S07]PM-2

chairperson: Yasuyuki Kano (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Katsuhiko Shiomi (NIED), Hiroshi Tsuruoka (Earthquake Research Institute, the University of Tokyo), Manabu Morishige (JAMSTEC)

Tue. Sep 17, 2019 4:00 PM - 5:00 PM ROOM D (International Conference Halls I)

[S07-01] Shear velocity and attenuation of the mantle beneath the Ontong Java Plateau based on an analysis of multiple ScS wave

S

*Daisuke Suetsugu¹, Hajime Shiobara², Hiroko Sugioka³, Aki Ito¹, Takehi Isse², Yasushi Ishihara¹, Satoru Tanaka¹, Masayuki Obayashi¹, Takashi Tonegawa¹, Junko Yoshimitsu¹, Takumi Kobatashi³

(1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 3. Graduate School of Science, Kobe University)

4:00 PM - 4:15 PM

[S07-02] Upper mantle structure beneath the Ontong Java Plateau

*Takehi Isse¹, Daisuke Suetsugu², Hajime Shiobara¹, Hiroko Sugioka³, Aki Ito², Akira Ishikawa⁴, Yuki Kawano¹, Kazunori Yoshizawa⁵, Yasushi Ishihara², Satoru Tanaka², Masayuki Obayashi², Takashi Tonegawa², Junko Yoshimitsu², Takumi Kobayashi³ (1. ERI, the University of Tokyo, 2. JAMSTEC, 3. Kobe University, 4. Tokyo Institute of Technology, 5. Hokkaido University)

4:15 PM - 4:30 PM

[S07-03] P-wave tomography beneath Greenland

*Matsuno Takaya¹, Genti Toyokuni¹, Dapeng Zhao¹ (1. Tohoku univ. Reserch Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions)

4:30 PM - 4:45 PM

[S07-04] Azimuthal anisotropy in the upper mantle using multi-mode surface waves: Application to the Australian region

*Yuka Nishimura¹, Kazunori Yoshizawa^{1,2} (1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University)

4:45 PM - 5:00 PM

Shear velocity and attenuation of the mantle beneath the Ontong Java Plateau based on an analysis of multiple ScS wave

S

*Daisuke Suetsugu¹, Hajime Shiobara², Hiroko Sugioka³, Aki Ito¹, Takehi Isse², Yasushi Ishihara¹, Satoru Tanaka¹, Masayuki Obayashi¹, Takashi Tonegawa¹, Junko Yoshimitsu¹, Takumi Kobatashi³

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 3. Graduate School of Science, Kobe University

The Ontong Java Plateau (OJP) in the southwest Pacific is the largest oceanic Large Igneous Provinces (LIP) on Earth. Detailed seismic structure of the plateau has not been understood well because of sparse seismic stations. We investigated seismic attenuation of the mantle beneath the plateau by analyzing temporary seismic stations on the seafloor and islands in and around the plateau. We analyzed the spectra of multiple ScS waves to determine the average attenuation of the mantle (Q_{ScS}) beneath the plateau. We estimated the average Q_{ScS} values for the paths with bounce points located in the plateau to be 309, which is significantly higher than the average (i.e., weaker attenuation than average) estimated in the western Pacific and is close to that of stable continents. We obtained positive residuals of 6 s for travel times of multiple ScS waves, which indicate that the average S velocity in the entire mantle beneath the OJP is low. While the positive residuals is at least partially attributable to the Pacific Large Low Shear Velocity Province (Pacific LLSVP), it is difficult to conclude whether low-velocity anomalies are required in the OJP upper mantle to explain the residuals from the multiple ScS analysis.

Upper mantle structure beneath the Ontong Java Plateau

*Takehi Isse¹, Daisuke Suetsugu², Hajime Shiobara¹, Hiroko Sugioka³, Aki Ito², Akira Ishikawa⁴, Yuki Kawano¹, Kazunori Yoshizawa⁵, Yasushi Ishihara², Satoru Tanaka², Masayuki Obayashi², Takashi Tonegawa², Junko Yoshimitsu², Takumi Kobayashi³

1. ERI, the University of Tokyo, 2. JAMSTEC, 3. Kobe University, 4. Tokyo Institute of Technology, 5. Hokkaido University

オントンジャワ海台（以下OJPと略す）は地球上最大の巨大海台であり、白亜紀後期（1.2億年及び9千万年前）に現在の南太平洋の海域において激しい火山活動の結果生成された。同時期に地球が温暖化するとともに海洋無酸素事変が発生し、多くの海洋生物が絶滅するなど、地球の表層・海洋環境に大きなインパクトを与えたことが示唆されている。しかしなぜ火山活動が起きたのかのようなメカニズムで環境に影響を与えたのかは定説はない。OJPの上部マントル構造に関してもいくつもの謎がある。OJP下のマントルに深さ300kmまで地震波低速度異常が存在し（Richardson et al., 2000）、この低速度異常は化学組成の異なる硬いマントルの根である（Klosko et al., 2001）とされているが、最近の研究（Covellone et al., 2015）ではそのような低速度異常はみられてない。OJPでこのように未解明な点が多いのはOJPにおける地球物理観測が不足しているからである。我々はOJPの地下構造を明らかにするため2014-2017年にかけてOJP海域に23点の広帯域海底地震計、2点の海洋島広帯域地震観測点、20点の海底電位差磁力計を展開した（OJPアレー）、本研究では広帯域地震観測記録を用いた表面波トモグラフィーによるS波速度構造の結果について報告する。

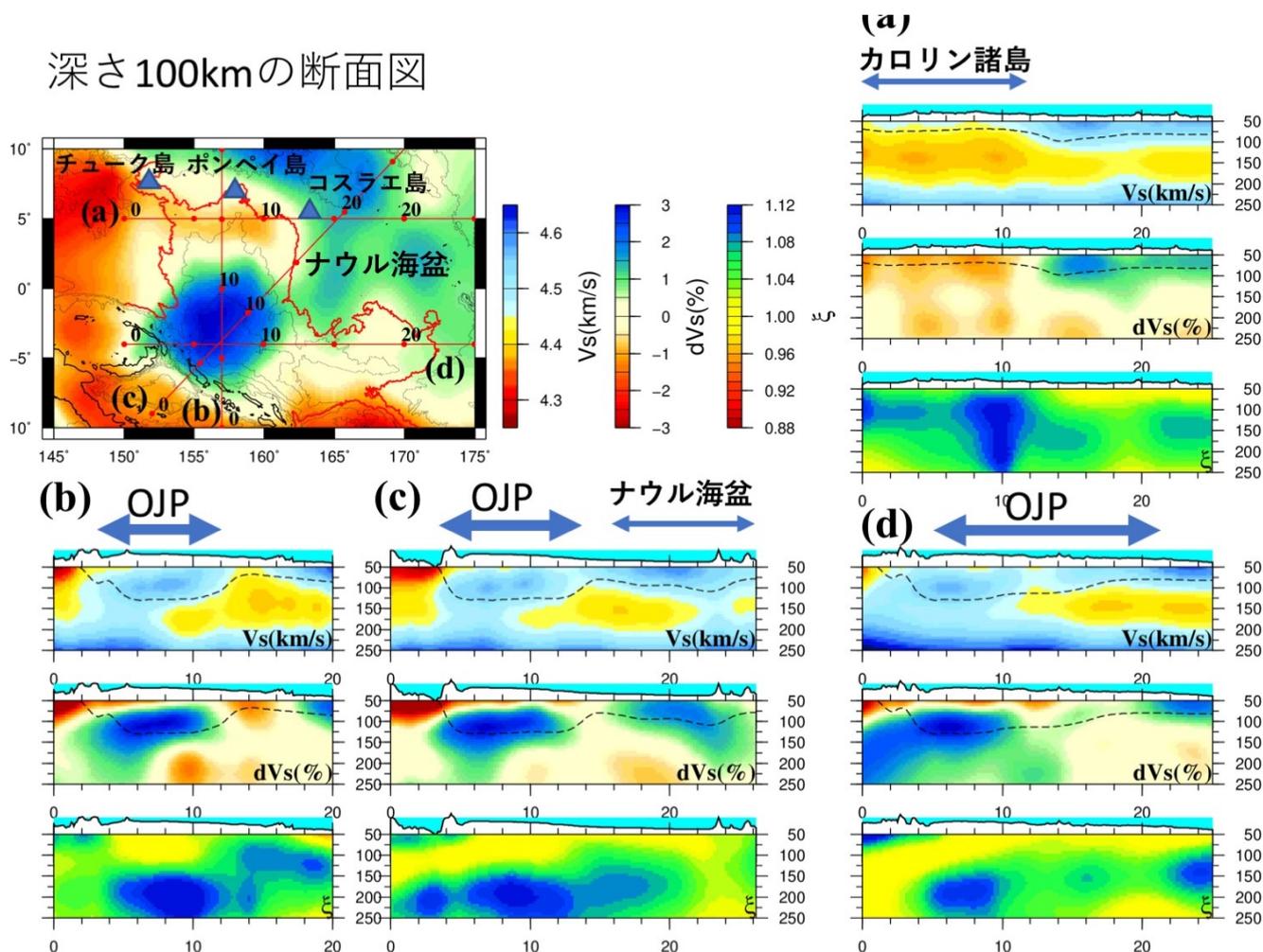
西太平洋域の陸上及び海底広帯域地震観測点及びOJPアレーで取得された地震波形記録の表面波波形の位相速度を測定し、表面波トモグラフィー手法（Yoshizawa & Kennett, 2004）により、オントンジャワ海台と周囲の3次元上部マントルS波構造を鉛直異方性を含めて求めた。OJPアレーの海底地震計によって得られた記録は傾斜ノイズ、コンプライアンスノイズ除去手法を適用し地震波形記録の質の向上をはかった。使用した波線数は基本モードのラブ波約1500、レイリー波約4000、高次モード（4次まで）がそれぞれ250-500, 1000-1500である。チェッカーボード解像度テストの結果、本研究で得られたOJP海域の最上部マントルS波速度構造の水平方向解像度は等方不均質構造で約400km、鉛直異方性構造は約700kmであった。

得られたOJPの速度構造の大まかな特徴は以下の通りである、

(1) OJP北方に東西に並んでいるカロリン諸島の下に少なくとも深さ300kmまで約2%の低速度異常がみられる。カロリン諸島はホットスポット火山列と考えられているが現在のホットスポットに近い東端のコスラエ島付近のみでなく既に主要な活動を終えているポンペイ島、チューク島に至る約800km広範囲な領域に低速度異常が存在することは興味深い。

(2) OJP中央部（直径約700km）の深さ70-150kmの領域に約2%の高速度異常が存在することがわかった。これは従来の研究とは異なる結果である。この高速度異常領域は鉛直異方性が弱く、S波速度は4.45-4.55km/s程度であり、隣接するナウル海盆のリソスフェアの特徴とよく似ている。またS波速度の鉛直方向勾配の最大値の深さ（リソスフェア底部を推定する指標）はOJP中央部は約130km、ナウル海盆は90kmである。これらの結果は、OJP中央部ではリソスフェアが周囲より約40km深部にまで達していることを示している。OJP形成時のマントル残渣物質がリソスフェアの深さ約100-120kmに存在していることがOJPの火山岩中のゼノリスの解析から示唆されており、本研究はこの存在を地震学的に初めて示した研究である。

深さ100kmの断面図



OJPの深さ100kmの速度不均質構造と断面図(a, b, c, d).

断面図は上からS波速度(km/s), 速度異常(%), 鉛直異方性の大きさを示す. 点線は速度の負の鉛直勾配が最大値をとる深さを示す.

カロリン諸島下に顕著な低速度異常が見られる(断面a)

OJP中央部の高速度異常は周囲の海洋マントルと同様な特徴を有している (断面b, c, d).

P-wave tomography beneath Greenland

*Matsuno Takaya¹, Genti Toyokuni¹, Dapeng Zhao¹

1. Tohoku univ. Reserch Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions

The Greenland landmass has a long and complex tectonic history (~4 billion years). However, most of the continent is covered by the extensive inland ice cap, and so it is hard to access its geology and the underlying tectonics. The Greenland Ice Sheet Monitoring Network (GLISN) is an international project between 11 countries to establish a seismic network in and around Greenland (Toyokuni et al., 2014). The project was initiated in 2009, and now it provides broadband, continuous, and real-time seismic data from 33 stations. This study aims to reveal the 3-D mantle structure beneath Greenland by using the GLISN data.

We inverted P-wave arrival-time data of both local and teleseismic events recorded at 33 GLISN stations to estimate 3-D P-wave velocity (V_p) tomography beneath Greenland and surrounding areas. We integrated two sets of first P-wave arrival-time data. The first data are selected from a catalog compiled by the International Seismological Centre, which include 35,553 arrival times from 5,240 teleseismic events and 934 local earthquakes. The second data are newly picked from seismograms by ourselves using the cross-correlation technique (Liu & Zhao, 2016), which include 4,322 P-wave relative travel-time residuals from 159 teleseismic events. We used the seismic tomography method by Zhao et al. (2012).

In the polar region, if grid nodes are arranged on the basis of geographic coordinates, the distance between two adjacent nodes in the same latitude decreases as it gets closer to the pole. In order to overcome this problem, we converted our study region from the geographic coordinates to ecliptic coordinates. This scheme enables to solve equations in quasi-Cartesian coordinates (e.g., Kobayashi & Zhao, 2004; Gupta et al., 2009; Takenaka et al., 2017). We set up a 3-D grid with a horizontal grid interval of 2° and a vertical grid interval of 15–30 km (at depths of 5–700 km).

The results of this study are summarized as follows.

There is a prominent low- V_p anomaly beneath Iceland (at depths < 500 km), which is related to the current Iceland plume. In the shallow mantle (at depth of 40-250 km) beneath central and offshore eastern Greenland, V_p is relatively lower than those in the other inland areas of Greenland in the depth range, which may reflect the ancient motion path of the Iceland plume. This feature coincides with the known basalt areas at the central western and eastern coasts of Greenland.

References:

Kobayashi & Zhao (2004) PEPI, 141, 167–181.

Gupta, Zhao & Rai (2009) *Gondwana Res*, 16, 109–118.

Liu & Zhao (2016) *PEPI*, 252, 1–22.

Takenaka et al. (2017) *EPS*, 69:67.

Toyokuni et al. (2014) *Antarctic Record*, 58 (1), 1–18.

Zhao et al. (2012) *GJI*, 190, 816–828.

Keywords: Seismic tomography, Greenland, Iceland plume, GLISN project

Azimuthal anisotropy in the upper mantle using multi-mode surface waves: Application to the Australian region

*Yuka Nishimura¹, Kazunori Yoshizawa^{1,2}

1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

地球表層のプレート運動と地球内部のダイナミクスとの関係を明らかにする上で、地震表面波は最も有用な情報源の一つである。地震波速度の方位異方性は主に、地球内部での物質流動による結晶選択配向の影響を反映するため、現在のプレート運動との関係や、リソスフェア内に残る過去の大陸の変動過程の痕跡を調べるの役立つ。現在、大陸プレートとして最も速く移動（約7cm/年）するオーストラリア大陸は、その周辺域の活発な地震活動と、安定大陸上の地震観測点での良質な観測波形を用いることで、大陸全域をカバーする地震波線を得やすく、高解像度な表面波トモグラフィモデルの復元に適している。

本研究では、オーストラリアプレート周辺域で発生した1990年から2007年までのマグニチュード5.0～7.0の遠地地震の波形解析から得られた、基本及び高次モードのラブ波およびレイリー波の位相速度情報 (Yoshizawa, *PEPI*, 2014) を用いて、周期毎・モード毎の方位異方性空間分布を復元する。異方的な位相速度分布の復元には、Yoshizawa & Kennett (*JGR*, 2004) の表面波トモグラフィ法を、方位異方性媒質の場合に拡張した手法を利用する。得られた方位異方性モデルを用いて、当該地域のテクトニクスやプレート運動との関係等について検証を行う。

得られた位相速度モデルの等方成分では、大陸中央～西部のクラトン域で高速異常が、大陸東縁～海洋域では低速異常が見られるなど、当該地域下の大規模不均質構造の空間分布を反映したモデルが得られた。一方、方位異方性では、深さ約100kmの大陸リソスフェア内部に感度を有する周期帯において、大陸を構成する3つの主要クラトン間の境界に沿う形で、方位異方性の向きが変化することがわかった。これは、各クラトンの過去の変形過程を通じて生じた凍結異方性を反映するものと考えられる。また特に、深さ100km付近では大陸東縁の海域下で、深さ200km付近では海洋・大陸域下ともに、方位異方性の高速方向とプレート絶対運動方向 (Gripp & Gordon, *GRL*, 1990) とがほぼ一致した。これは、海洋と大陸では、リソスフェアの厚さの違いのために、流動性アセノスフェアの深さが異なることを反映している。

また、大陸中央～西部の始生代から原生代のクラトン領域と大陸東部の顕生代の領域とを区分する大規模な構造線 (Tasman Line) 周辺に着目し、方位異方性の高速方向とプレート絶対運動 (Absolute Plate Motion: APM) の方向との関係について精査した。その結果、Tasman Line東側の顕生代の領域において、周期約100秒以下の短周期（約150kmより浅部を反映）では大陸北部でのみ、方位異方性とAPMとの一致が見られるが、より長周期側（深部を反映）では、異方性とAPMの一致する領域が徐々に南側にも広がることわかった。Tasman Line東側の顕生代領域のリソスフェアは、西側のクラトン域よりも薄く、流動性アセノスフェアがより浅部にまで影響することが主な原因と考えられ、特に高速移動する大陸リソスフェアの北東端付近においてこの影響が顕著であることが示唆される。また、Tasman Line付近では、等方S波速度構造が、大陸東縁部に向かってリソスフェアが階段状に薄くなることが報告されており (Fishwick et al., *Tectonics*, 2008), これもアセノスフェア内の物質流動に影響を与えていると考えられる。今後、本研究で得られた周波数毎の位相速度分布から、3次元的なS波方位異方性モデルを作成し、より詳細な空間分布を調べていく必要がある。