

**External Review Report
for
Earthquake Research Institute
The University of Tokyo**

外部評価報告書



March 2023

令和 5 年 3 月

東京大学地震研究所

Preface

After the 1923 Great Kanto Earthquake, the Earthquake Research Institute (ERI) was established in 1925 to carry out scientific research on phenomena related to earthquakes and to find approaches to prevent and reduce disasters caused directly or indirectly by earthquakes. Since its establishment, the ERI has undergone reorganization and revision of its research plan along with the development of related science and engineering, to aim further develop research and educational activities. During this period, numerous earthquakes, volcanic eruptions, and destructive disasters have occurred in Japan and abroad, and the environment surrounding the university (national universities transitioned to corporations in 2004), education, and research (including the social situation in the recent COVID-19 pandemic) has been rapidly changing.

In 1994, the ERI became a National Joint Usage Research Institute, with the first reorganization since its establishment. Since then, the ERI has conducted four external reviews. In 1999, the first external review committee was conducted to assess the Future Plan (FP1999) for the next 10 years. In 2003, the second external review was conducted as a follow-up to the first external review. In 2009, the third review committee evaluated the Science Plan 2009 (SP2009) which was newly created while keeping the Science Plan 1999 as the basis and the Future Plan. The ERI was authorized as the Joint Usage/Collaborative Research Center in 2009. In response to the third external review, the ERI was reorganized in 2010. In 2014, the fourth external review was conducted in response to the 2011 Great East Japan Earthquake Disaster, to evaluate the partially revised Science Plan (SR2009R) and to assess the two newly established research centers. Then, the ERI will celebrate its 100th anniversary in 2025.

During this period, the International Research Promotion Office was established in 2005 to promote international research and education activities through sending and inviting researchers and students, organizing international summer schools and research meetings, and promoting international research projects. In addition, as the Cooperative Research Organization within the University of Tokyo, the ERI has taken the lead in promoting research that combines the humanities and sciences based on earthquake and volcano archives and proceeds the international collaboration on muography.

In 2022, about 11 years after the 2011 Great East Japan Earthquake Disaster and in light of the rapidly changing education and research environment, we reviewed FP1999 and the subsequent Science Plans (SP2009, SP2009R) and Organizations after 2009. Based on this review, we proposed the Future Plan, including the Scientific Grand Challenge (SGC), the mid-term Science Plan, the human resource development and education, relationship with society, response to

research-education-social environment, activities as the Joint Usage/Research Center, and the corresponding implementation system to promote the new Science Plan. It is our understanding that the report which will be issued as a result of this fifth external review will positively evaluate the proposed revision of the new Future Plan. ERI has also received many constructive, multi-disciplinary recommendations on the implementation of the Science Plan. As with previous external evaluations, we have expressed our intention to respond positively to the evaluations and recommendations made by the external evaluation committee and reflect them in the future management of the institute.

In conclusion, we would like to express our deepest gratitude to Prof. Koshun Yamaoka, the chairperson of the external review committee, and to the seven domestic and foreign committee members who agreed to serve on this committee, for their attendance in person for three days of committee discussions, for their pre-evaluation of the review materials distributed in advance, and for the compilation of the final report in a short period of time after the external review committee.

March 2023

Kenji SATAKE

Director, Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

まえがき

東京大学地震研究所は、関東大震災を契機に 1925 年に設立され、「地震に関する諸現象の科学的研究所と直接又は間接に地震に起因する災害の豫防並に軽減方策の探究」を使命とし、研究・教育活動に取り組んできた。設立以来、研究・教育活動を効果的に推進するために、関連する科学、工学の進展とともに、組織の改編や研究計画の見直しを経てきた。この間、多くの地震・火山噴火と災害が発生するとともに、大学(2004 年国立大学法人化)や教育・研究をとりまく環境(近年のコロナ禍における社会の状況を含む)が急速に変化してきた。

地震研究所では、1994 年度の全国共同利用研究所への改組以降、これまで 4 回の外部評価を行った。1999 年の第 1 回外部評価では、研究・教育活動のさらなる発展を目的とし 10 年間の将来計画 FP1999 を策定し評価を受けた。4 年後の 2003 年には、第 1 回外部評価のフォローアップも兼ねて第 2 回外部評価を行った。2009 年には、1999 年のサイエンスプランを基本としつつ、その改訂および組織の最適化を進め、新たな SP2009 および将来計画を策定し、第 3 回の外部評価を実施した。それらを受ける形で、2010 年に共同利用・共同研究拠点としての機能強化のために改組を行った。2014 年には、東北地方太平洋沖地震への対応、および新たな 2 つの研究センター設置に関わるサイエンスプランの見直し(SP2009R 策定)に鑑み、第 4 回の外部評価を実施した。2025 年には、設立 100 周年を迎えようとしている。

この間、国際地震・火山研究推進室(国際室)を設置し、研究者・学生の派遣・招聘、サマースクール・研究集会の開催を通じて国際的な研究・教育活動を推進するとともに、国際的研究プロジェクトを牽引してきた。また、東京大学における連携研究機構(学問分野創成を促進するため、複数の部局が一定期間連携して研究を行う組織)として、地震研究所が主幹となり、地震火山史料連携研究機構による地震火山史料に基づく文理融合研究の推進、国際ミュオグラフィ連携研究機構によるミュオグラフィ技術に関する研究と国際研究拠点形成を推進している。

東北地方太平洋沖地震から約 10 年経たのを機に、また教育・研究環境が急速に変化しつつある状況を踏まえ、1999 年に策定された研究計画と、それを基礎とする 2009 年以降の研究計画や組織の在り方について見直しを進めてきた。この見直しに基づいて、Scientific Grand Challenges (SGC)、中期的サイエンスプラン、人材育成・教育、社会との関わり、研究-教育-社会環境への対応、共同利用・共同研究拠点としての活動および、実施体制について、新たな将来計画 FP2022 として提案した。

本報告書は、2014 年以降の成果と将来計画 FP2022 を評価して頂くことを目的として、2022 年 11 月に実施した第 5 回外部評価の報告書である。本報告においては、今回の将来計画について高い評価を頂いたものと理解している。また、サイエンスプラン実現に向けて様々な観点から多くの具体的かつ建設的提言を頂いた。地震研究所では、これまでの外部評価同様、今回頂いた評価と提言を真摯に受け止め、

今後の研究所の運営に活かしていきたいと考えている。最後に、外部評価委員を快く引き受け、地震研究所における 3 日間の委員会のみならず、事前の書類審査、事後の短時間での報告書のとりまとめにご尽力頂いた山岡耕春委員長ならびに国内外の 7 名の先生方に心からの感謝をこめて、お礼を申し上げたい。

令和 5 年 3 月

東京大学地震研究所長

佐竹 健治

Table of Contents (目次)

Preface by ERI director

まえがき (Preface by ERI director in Japanese)

External Review Report	1
1. Introduction	
2. Summary of Recommendations	
3. Item to be Evaluated	
4. Member of External Review Committee	
5. Schedule of External Review Committee	
6. Evaluation and Recommendations	
Report of Organizing Committee	16
外部評価報告書	19
1. はじめに	
2. 提言の骨子	
3. 評価項目	
4. 外部評価委員会の構成	
5. 外部評価委員会の日程	
6. 評価と提言	
外部評価実施委員会報告	34
Photos of External Review Committee Meeting	36

External Review Report

For Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

March 2023

1. Introduction

This report describes the external review of the University of Tokyo, Earthquake Research Institute (hereafter ERI) conducted in 2022. This external review of ERI is the fifth effort to review the activities in the light of the future plan, including the Scientific Grand Challenge drafted by ERI:

2000: First External Review (Decadal Future Plan 1999 (FP99))

2003-4: Second External Review (Interim progress of FP99)

2009: Third External Review (Decadal Future Plan 2009 (SP2009))

2014: Fourth External Review (SP2009 and SP2009 Addendum)

2022: Fifth External Review (Decadal Future Plan 2022 (FP2022) (creating of SGC))

2. Summary of Recommendations

The External Review Committee (ERC) of the Earthquake Research Institute (ERI) of The University of Tokyo had on-site discussions from November 7 to 9, 2022, with four members from Japan and four members from three overseas countries. External reviews and evaluations were based on the current situation and plans of ERI as discussed in external evaluation materials, which were sent to committee members in advance, and the on-site presentations by ERI staff as well as discussions during the visit. The summary of ERC evaluation is as follows:

As one of the leading geoscience research institutes in the world, ERI has produced numerous high-quality research products and is well set up to continue to do so. In addition, ERI provides an excellent research environment for early career researchers to engage in productive and enjoyable research. It is highly commendable that ERI has obtained a lot of research funds such as government-affiliated contract research and grants-in-aid for scientific research (KAKENHI). ERI also plays an important role as a domestic joint usage/research center for earthquake and volcano research. The proposed future science plan and the organization plan to realize it are well thought out, and the proposal is visionary and aligned with promising future developments in the field. In particular, the concept of the Earthquake and Volcano Data Science Center and integrative Platform are excellent and much anticipated. While future developments at

ERI are very promising, especially if the science goals are realized, the ERC would like to point out the following opportunities to further increase ERI's impact.

The fraction of foreign and female researchers is far from ideal in terms of faculty diversity. To improve it, there are many issues that need to be solved from an international perspective, such as compensation, the research environment for female researchers, and partner employment. These issues should be resolved in cooperation with the headquarters of the University of Tokyo. The research organization of ERI is complicated and difficult to understand from the outside. This complexity may arise from various new research collaborations or projects or programs that ERI has committed to, but it is desirable to streamline the organization as much as possible while allowing for flexibility. The science plan shows excellent and appropriate long-term directions of future research, but few mid- to short-term goals were discussed. The ERC recommends clarifying the goals of research through continued discussions within the institute; this will contribute to formulating specific research projects and acquiring more research funds. Although it is appropriate to classify all centers as "Research Centers", management contributions are still necessary. Consideration should be given to how to realize management with the help of support staff, which needs more enhancement.

Another concern is a relative decline, in terms of student numbers, interest, and funding, of solid earth science in the general area of earth and planetary sciences, perceived as a global issue by the ERC. ERI has played an important role as one of the few organizations that has been continuously producing valuable research results that deepen our understanding of solid earth science, including the basic physical mechanisms of plate tectonics. To continue to thrive in the competition between different fields in basic science and to keep ERI's status as a leading institution, it is necessary to continue to broadly disseminate attractive research goals and continue to promote initiatives to draw from an international pool of excellent young researchers.

3. Items to be Evaluated

The external review committee was requested to review and make recommendations on the current situation and plans of ERI as in the items listed below. Among them, (I-1) Research Activities of Divisions and Centers are evaluated by two of the members assigned for each division and center. As the evaluation is not a consensus of the external review committee, it is not included in this review report. (I-2) Overview of Research Output and (I-5) Budget are evaluated together as they are closely related to each other. In addition, the current situation of (I-3) Organizational Management Structure and (I-4) Personnel Structure are evaluated together in the evaluation of future plans.

- I. Current situation/Data
 - 1. Research Activities of Divisions and Centers
 - 2. Overview of Research Output
 - 3. Organizational Management Structure
 - 4. Personnel Structure
 - 5. Budget
- II. Future Plan 2022
 - 1. Human Resource Development and Education
 - 2. Relationship with Society
 - 3. Relationship with Research, Education, and Social Environment
 - 4. Joint Usage/Research Center for Earthquake and Volcano Science
 - 5. Science Plan
 - 6. Organization Plan

4. Member of External Review Committee

Dr. Koshun YAMAOKA (Chair)

Professor, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Japan.

Dr. Thorsten BECKER

Professor, Jackson School of Geoscience, The University of Texas Austin, USA.

Dr. Emily E. BRODSKY

Professor, Department of Earth and Planetary Science, University of California, Santa Cruz, USA.

Dr. Paolo FAVALI

Associated Researcher, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy (INGV)

Advisor of the Director-General, European Multidisciplinary Seafloor and Water Column Observatory, Rome, Italy (EMSO)

Dr. Kunio INOUE

Professor, Research Center for Neutrino Science, Tohoku University, Japan

Dr. Junji KIYONO

Professor, Graduate School of Engineering, Department of Urban Management, Kyoto University, Japan

Dr. Michihiko NAKAMURA

Professor, Graduate School of Science, Department of Earth Science, Tohoku University, Japan

Dr. Laura WALLACE

Geodetic Scientist, GNS Science, New Zealand

Research Scientist, Jackson School of Geosciences, The University of Texas at Austin, USA

5. Schedule of External Review Committee

April 2022 Appointment of External Committee Members

October to November 2022 Preliminary review reports

November 7 to 9, 2022 ERC meeting at ERI, the University of Tokyo

November 7, 2022 (Monday)

09:30 – 12:00 (Building #1 3rd floor Conference Room)

09:30 – 10:15 Introduction (English)

Greeting from the ERI director (Director, Kenji SATAKE)

Introduction of the ERC members

Greeting from the ERC chair (Dr. Koshun YAMAOKA)

Overview of the ERI (Director, Kenji SATAKE)

Explanation of the external review (Aitaro KATO)

10:15 – 10:30 Break

10:30 – 12:00 Meeting of only ERC members

(English/Japanese with simultaneous interpretation)

12:00 – 13:00 (Building #1 3rd floor Office Meeting Room B)

12:00 – 13:00 Lunch

13:00 – 13:30 (Entrance of Building #1)

13:10 – 13:25 Group photo

13:30—16:00 (ERI building #1 2nd floor Seminar Room)

13:30—15:50 Presentation of Science Plan (SP) and Results (English)

13:30—13:35 Overview of SP2022 (Hikaru IWAMORI)

13:35—14:05 SGC (Scientific Grand Challenge) (Masao NAKATANI)

Mid-term Science Plan and Results

14:05—14:20 (A) Understanding the structure and state of Earth's interior
(Takao OHMINATO)

14:20—14:35 (B) Global dynamics (Hisayoshi SHIMIZU)

14:35—14:50 (C) Understanding and forecasting earthquakes and volcanic
eruptions, and causative processes (Aitaro KATO)

14:50—15:05 (D) Understanding and forecasting of disaster mechanisms
(Takashi FURUMURA)

15:05—15:20 (E) Development of innovative observational and computational
technology (Masanao SHINOHARA)

15:20—15:35 (F) Platform and integrated modeling that connects (A–D)
(Hikaru IWAMORI)

15:35—15:50 (G) Schemes for serendipitous discoveries (Shingo WATADA)

15:50—16:00 Break

16:00—18:00 (Building #1 3rd floor Conference Room)

16:00—18:00 Meeting of only ERC members
(English/Japanese with simultaneous interpretation)

18:30—20:30 (Forest Hongo)

18:30—20:30 Reception

November 8, 2022 (Tuesday)

09:00—12:00 (Building #1 3rd floor Conference Room)

09:00—10:30 Presentation on organizational management
(English/Japanese with simultaneous interpretation)

09:00—09:15 Management structure, personnel structure and budget
(Director, Kenji SATAKE)

09:15—09:30 International and Outreach Activities (Masataka KINOSHITA)

09:30—09:45 Relationship with Society/ Relationship with Research,
Education, and Social Environment (Tsuyoshi ICHIMURA)

09:45—10:00 Human Resource Development and Education (Hisayoshi
SHIMIZU)

10:00—10:15 Joint usage/research center, nation-wide collaboration research
plan (Takao OHMINATO)

10:15—10:30 Organization Plan (Akito ARAYA)
 10:30—10:40 Break
 10:40—12:00 Q & A for the entire review materials (English/Japanese with simultaneous interpretation)
 12:00—1300 (Building #1 3rd floor Office Meeting Room B)
 12:00—13:30 Lunch
 13:00—15:00 (Building #1 1st floor, Building #2 2nd floor/Basement)
 13:15—14:45 Laboratory tour
 • Ocean Bottom Seismometer
 • Muography
 • Seismograph Museum
 • High Pressure/Temperature Lab)
 15:00—17:00 (Building #1 3rd floor Conference Room)
 15:00—17:00 Meeting of only ERC members (English/Japanese with simultaneous interpretation)
 17:00—18:30 (Building #1 2nd floor Lounge)
 17:00—18:30 Discussion with early career researchers (Poster session) (English)
 (Participants: Shuhei SAKATA, Shunsuke TAKEMURA, Manabu MORISHIGE, Yoshiya USUI, Shin-ichi ITO, Junzo OHMURA, Kohei FUJITA, Ryuichi NISHIYAMA, Takeshi AKUHARA, Masaaki MORITA)

November 9, 2022 (Wednesday)

09:00—12:00 (Building #1 3rd floor Conference Room)
 09:00—12:00 Meeting of only ERC members (English/Japanese with simultaneous interpretation)
 12:00—1300 (Building #1 3rd floor Office Meeting Room B)
 12:00—13:00 Lunch
 13:30—14:30 (Building #1 3rd floor Conference Room)
 13:30—14:30 Report of evaluation executive summary to ERI Director by the ERC Chair (English)

November to December 2022 Drafting of Report

February 2023 Submission of the Final Report of ERC

6. Evaluation and Recommendation

(1) Research Output and Budget

The high research productivity of the ERI is worthy of praise as one of the top research institutes in Japan. The research environment for the early career researchers of ERI appears to be vibrant, productive and happy. In spite of the drop in the number of publications in 2019, which arise from retirements of five faculty members and leaving of two faculty members as well as decrease of postdocs due to the terminations of some major research funds by MEXT, publication productivity for faculty and post-docs remains high. ERI should be more pro-active about nominating the members for international awards.

Long-term trends in external funding should be carefully examined. It is important to strike a good balance between the funded research such as government-affiliated contract research and Grant-in-aid for scientific research (= KAKENHI) depending on their respective positions. Efforts should be made to introduce research funds from new sectors such as private companies. These fundings create research opportunities for early career researchers. Tracking and keeping contact with former members and students of ERI may be helpful for this aspect. The science plan may provide a concrete way to formulate ideas for future projects that could help to enhance funding streams at ERI.

(2) Human Resource Development and Education

ERI is doing an excellent job supporting capacity development, and ERC commend their mentoring efforts for junior researchers, and this could be extended to mentoring and career support for postdocs. The International Office is doing a great job of supporting engagement of foreign scientists, and this is especially important given the difficulties in attracting permanent foreign research staff. Past and current efforts to conduct summer schools are encouraged to be revived and expanded, not only to train students and enhance interdisciplinary exchange, but also to expand the applicant pool for future hiring and sow the seeds of future collaborative proposals. Summer schools could also help with already envisioned efforts to enhance leadership in Asia-Pacific hazards collaborations and training. Tracking of graduate and alumni career paths is encouraged to better understand the hiring landscapes and expand efforts for career mentoring and building industry relations.

Declining number of graduate students as well as relatively low number par faculties are worrying. Considering the international reputation of ERI, it is natural to accept a larger number of international high-level students. Attracting more graduate students from fields outside the earth sciences may provide additional growth potential. Efforts should be made to draw post-docs from the wider geographic region by making ERI an even more attractive place to do research. This effort also contributes the increase of the diversity of faculty members.

The global pandemic has produced some long-lasting effects, especially on international collaboration and students. A cogent, resourced plan to recover from the isolation of COVID-19 should be considered and support the COVID-19 generation.

(3) Relationship with Society

In order to reverse the declining student numbers that solid earth science is currently experiencing, enhanced outreach, education, and public engagement efforts are required. ERI has done a great work in outreach and public engagement by establishing the Outreach and Public Relations Office. However, creative solutions to this are needed, and strategies could be developed and implemented by experts in science outreach and engagement. For example, partnering with other high school teachers will be beneficial rather than directly interacting with high school students. Partnering with organizations who have similar interests, and collectively these groups can support specialists to coordinate these efforts. A permanent, Ph.D. level, full-time coordinator for such outreach and capacity building activities would be a great advantage.

The idea of open science is indispensable for communication with society and outreach to society. Open data access is also important not only for making the science reproducible but also for maximizing the output of the investment that ERI has made for data acquisition. The open data policy that ERI has created is very important for data sharing especially with science community. Open sharing of data and tools should continue to be goals for all groups within ERI. It is also important to make a linkage with the data users as well as to construct the environment that provides broad access to various data in ERI. These efforts will contribute to measuring the expectation and requirement of society.

ERI has supported a significant number of researcher exchanges, both by hosting visitors and supporting visits elsewhere. Such efforts should be pursued further, including in terms of student training and international exchange. It is also effective to organize summer schools collaborating with oversea institutions. Such

collaborative training efforts for graduate students and post-docs may also help with enhancing the diversity of future hires.

As those targets have already been identified by ERI, the efficiency to realize the goals should be enhanced. The future plan of relations with other organizations is described. Under the recognition of the current relationship with society, how to achieve the aims and its process should be considered at every opportunity.

Improved public awareness of the importance of ERI's work to Japanese society may also lead to tangible improvements in ERI's ability to source government funding for its research.

(4) Relationship with Research, Education, and Social Environment

The issue of diversity is a deep-rooted problem intertwined with Japanese society and is difficult to solve on an institute basis. Nevertheless, one should recognize that the proportions of female and foreign faculty members are far from ideal and continue to make continuous efforts. ERC recommends that the institute does not use female-only positions as a remedy for the problem. Female-only positions may seem like a solution in the short-term but can create undesirable situations internally and do not address the structural problem at its root. Instead, building on existing ERI strategy, ERC recommends a multipronged, data-based approach that includes: (1) flexibility about the physical location of the researchers that utilizes the advantages of remote working tools, (2) collection of data tracking the career paths of former students to understand why female and other underrepresented scientists pick non-academic jobs, and (3) formal, easy-to-access, written policies on family leave that include tenure-clock extensions during parental leave. These activities require resources, and ERC recommends that ERI actively seek support for the initiatives from the University of Tokyo, who has made diversity a priority. In addition, male faculty and staff should be encouraged to take parental leave.

ERI can make efforts that could enable it to recruit highly qualified faculty members from some other countries. At the current salary level of the university, it is difficult to increase the percentage of foreign faculty. While improvements in diversity must be based on university-wide rules, the Institute should not limit itself to that scope but should continue to take the initiative and make good attempts.

Dual career couples pose a major challenge to institutions in attracting and retaining top talent of any gender. ERC recommends that ERI work with the University of Tokyo to take the lead in grappling with this challenge by developing policies and setting aside resources for situations where a dual hire would benefit the institution. It

may be helpful to examine policies and practices on partner hiring at other major international universities on this complex issue.

(5) Joint Usage/Research Center for Earthquake and Volcano Science

The role of ERI as a joint usage/research center is fundamentally important for the development of earthquake/volcano research in Japanese academia. In particular, it is commendable that the implementation of the earthquake/volcano observation program through nationwide cooperation has been promoted with an effective system that has a successful and sustained record of funding. ERI's leadership as a joint usage/research center has made the Japanese earthquake/volcano science community more cohesive and collaborative. It is desirable to also strengthen the role of international communication in the joint usage/research center, including sustained interactions with overseas institutions. Such international collaboration will translate into benefits for other universities in Japan through related domestic joint usage/research.

The management of the joint usage/research is transparent to the research community. Currently, many small-scale research projects are funded, but it is desirable to periodically consider whether the balance between the number of proposals funded and allocated amount for each project is appropriately achieving the scientific aims of the joint usage/research center, and that they are not creating unnecessary administrative inefficiencies.

(6) Science Plan

(6-1) General comments

The Science Plan of the Earthquake Research Institute is composed of the Science Grand Challenge (SGC), which provides broad, long-term directions of research, and the Mid-Term Science plan (MT2022) for 10 years. As for SGC, all the members of ERC recognize the values and importance of the SGC, which will contribute to increasing the motivation of the members of ERI by sharing the spirit of SGC. The MT2022, which has 8 perspectives, considers the inter-relationship between perspectives very well, especially marked by the platform developing for connecting the four basic research areas. Although the direction of each perspective is well thought out, the ERC suggests to: (1) Discuss the priorities for implementation both

among the eight perspectives and within each one. (2) Discuss the goals for each perspective by, for example, by defining key questions to be solved. Especially, perspectives A-D indicate the direction of the research and important topics in the mid-term science plan. However, they don't clarify the specific goals based on the current situation. As the plan contains many research activities with high potential, each activity should include a clear and concrete aim and goal within the mid-term science plan. (3) Discuss the strategies for completion of these goals, for instance, specific projects, natural laboratories, or other mechanisms that promote interdisciplinary solutions. These discussions will provide a more powerful driving force for advancing the research of ERI, and will also help define and discover future opportunities for new funding.

(6-2) Earthquake Research Institute SGC and three key scientific challenges

The Science Plan is an elegant and inspiring vision. The SGC is particularly impressive in parsing the problems in terms of three key tasks to measure dynamic parameters on Earth, to construct Earth history, and to extend the frontiers of physics. The SGC is well thought out and is useful in highlighting the mutual dependence of the disciplines, as well as pointing out the need for, and opportunities thanks to, enhanced integrative efforts. The acknowledgment of serendipitous discovery is refreshing. Of course, it is very difficult to promote interdisciplinary work and the social engineering necessary to make these connections happen need to be a high priority with appropriate resources. These are good general directions, and ERC looks forward to more specificity on strategies to achieve them and priorities within the areas.

(6-3) Mid-term Science Plan (MT2022)

(A) Understanding the structure and state of Earth's interior

This perspective addresses the fundamentals of most of the ERI's research objectives and thus bears primary importance for solid Earth science. ERI has been challenging innovative large-scale projects such as ocean bottom seismology, geomagnetics, and muon observation. In terms of muography, more interaction between geoscience and particle physics scientists are needed to make its application effective. The new technical development, maintaining and updating the steady observation network, and laboratory experiments are highly evaluated and should be continuously promoted. The international collaboration that extends cutting-edge observation to a global scale

is promising. The data analysis technique, numerical experiments, and theoretical approach have also been at the cutting edge, enabling inter-disciplinary collaborations; thus, it is desired that the Institute will continue to support this diverse approach. The particularly mentioned mid-term research targets, namely, internal structure and mechanical properties of fault systems and distribution and migration of magmas and fluids, are significant issues to be addressed.

(B) Global dynamics

Outstanding achievements have been made in the rheological properties of polycrystalline rocks, along with the space-time geochemical evolution of the whole Earth scale. The oceanic mantle observational studies are world class and have been visionary; they will play a key role in linking these multiscale studies. The mid-term plan for the studies on the lithosphere-asthenosphere system is well-defined. However, a significant portion of (B) overlaps with (A). ERC hopes that the ERI's precise observation of oceanic mantle and subduction zones further inspires mineral physics and geodynamics modeling, leading to high-level integrated studies. There is a significant scale gap between grain boundary and geomagnetic and seismological observations. New approaches may be needed to solve the problem of bridging spatio-temporal scales in the presence of heterogeneity.

(C) Understanding and forecasting earthquakes and volcanic eruptions, and causative processes

ERI's efforts towards forecasting earthquakes and volcanic eruptions are world leading. The scientific goals that they articulate for the next ten years in this field are admirable, and ERC looks forward to continued success and internationally important contributions in this field. Of particular importance is the focus on slow slip events to reveal their relationship to seismic slip events, and the physical controls on the range of subduction slip behavior that is observed. ERC agrees these are compelling problems that need to be addressed, and ERI has the right expertise to break new ground in this area. Likewise, the volcano research at ERI is exceptional by global standards. Few institutes have the full portfolio of capabilities here that combine the understanding of conduit processes, volcano history, material properties and observations of active eruptions extending into the plume dynamics. Further hiring in this area would build on the strength and solidify the position as a world-leader, especially if it is accompanied by a well-defined priority strategy. Tightening the strategic purpose of observations as discussed in the future plan combined with efforts at generalization are excellent goals.

(D) Understanding and forecasting of disaster mechanisms

ERI promotes the elucidation of earthquake and volcanic mechanisms based on basic and applied research done in the several divisions. The group includes scientists with a broad range of expertise for understanding and assessing disaster risk. In the mid-term plan, several disaster risk-related urgent topics are introduced: strong motion generation area, global impact assessment of tsunami, broadband simulation of strong ground motion, ground motion prediction equation, prior assessment of volcano, earthquake and tsunami, long-time horizon of disaster impact, immediate damage assessment, combination of real-time observation and simulation, etc.

Although they need innovative analytical and computational techniques, this is expected to come about in the near future judging from the current research activities and outcomes in the group.

(E) Advancement of observational and computational technology

The planned activities are very impressive and important. Spatially dense observations were particularly emphasized in the oral presentation to the committee and a compelling case was made for the significance and potential impact of this direction. This particular emphasis was appropriate under the “innovative analytical and computation techniques” section, which was quite exciting. Other directions include the development of higher precision and sensitivity sensors, including fiber optic methods, which are also definitely at the cutting edge and potentially transformative. Extending observations into new regimes is also highlighted and an ambitious goal. As with other sections, prioritization is necessary, given the limited human and economic resources available as well as a time plan and mechanisms to coordinate how the different activities proceed.

(F) A Platform and integrated modeling that connects (A-D)

The integrative platform is intended to combine diverse observational constraints and laboratory results into deterministic, geodynamic forward models, and to allow for extracting correlations and patterns from data with a machine learning or big data type approach. The platform effort is a very worthwhile and ambitious initiative and will be crucial to achieve the goals spelled out in the SGC and MT2022. Platform infrastructure, including open, FAIR (*Findability, Accessibility, Interoperability, and Reuse*) data access and computational resources, software development, as well as the human interactions and capacity building efforts involved will be a very important contribution to further link different parts of ERI and stipulate new collaborations for

an interdisciplinary understanding of volcano and earthquake systems. This effort could transform ERI operations and would benefit from investments to build on existing strengths.

(G) Schemes for serendipitous discoveries

There will be no formula for serendipitous discovery, but it is true that it is beneficial to have more opportunities to see a wide variety of observations, and to learn about new technologies and techniques. And there is no doubt that the availability of time for researchers to examine these is indispensable. It is also true that advances in data science will help us look at data from various angles. ERC agree that “Researchers need a secure research environment that allows them to have significant free time, and be willing to take advantage of it, to produce groundbreaking and original results.” The more difficult issue will be the best way to balance the need for serendipitous research and “planned research”. It is also important to note that serendipitous discoveries often occur unexpectedly during the course of planned research. Just holding periodic SGC seminars as a way to embody it will not be sufficient. Rather than establishing a system, it is important to constantly search for ways to continue to provide new stimuli and a positive environment to try to convert those stimuli into new ideas.

(7) Organization Plan

The organizational plan is well thought-out, and challenges and opportunities for the organization have been identified. Although the structure of ERI is complex, we realize that much of ERI's organizational structure has evolved in response to the development of large initiatives/programs, various requirements from the University, and to address challenges that have arisen (such as management and coordination of large initiatives). The members of ERC are in agreement with ERI's decision to classify all centers as “Research Centers” rather than a subset of these as “Management Centers”, as it is clear that important research for ERI is also being done by members of these “Management Centers”. However, this positive shift has now made the purpose of the center called “Coordination Center for Earthquake and Volcanic Research” less clear, and we suggest that ERI consider whether or not a separate center is still needed for this. To make the mission of the center clear, it is recommended to increase the number of support staff who are deeply involved in research promotion such as URAs. It is also recommended to consider the

simplification of the structure to promote Earthquake and Volcano hazard observation and research program to reduce the load of the Center members.

The reorganization of the technical division is well structured. ERI has recognized the importance of the technical staff despite the gradual decrease due to budget-cut by the government. It is necessary to increase the number technical staffs as well as to make a capacity building of the technical divisions to develop and introduce cutting-edge technology for research.

More interaction and communication among centers and divisions are needed. There is also still potential in terms of enhancing connections between groups and fostering more collaborative, interdisciplinary, and broadly integrative approaches.

Establishing a new “Earthquake and Volcano Data Science Center” is an exciting and important new development. This will go a long way to achieve greater impact and visibility for ERI by enabling dissemination and more widespread use of the globally unique datasets that ERI collects. It is also an effective tool for interdisciplinary science. We realize that making data available in an easy to access, discoverable way will require additional investment, which should be a priority. We would also like to encourage ERI to ensure that the organizational structure of the Institute makes every effort to reduce administrative burdens on scientific staff, so that they can effectively continue doing the great research that ERI is known for. We also note that talented technical staff are critical to achieve ERI’s operational and scientific goals, and the high level of technical expertise at ERI should be supported.

Report of Organizing Committee

Organizing Committee of External Review

1. Overall Schedule

February 2022 ERI Faculty Council decided to conduct External Review, and appointed Organizing Committee of External Review and Working Group for External Review Material

March 2022 Organizing Committee of External Review initiated

April 2022 Working Group for External Review Material initiated

May 2022 Members of External Review Committee were assigned

May through September 2022
Documents for External Review were prepared and completed

October 2022 Documents were sent to members of External Review Committee with the request of preliminary evaluation reports

November 2022 External Review Committee meeting was held at ERI (in person)

November 2022 - February 2023
External Review Report was composed and submitted

2. Documents for External Review

The following documents were prepared for external review and sent to all the committee members before the External Review Committee.

[1] External Review (Japanese version and English version)

Chapter 1 describes the background of ERI and the history of the external review committees. Chapters 2 and 3 summarize the research outcomes from each research division and center over the past nine years based on Science Plan 2009 and Science Plan 2009R. Chapters 4–6 state the current organizational management structure, personnel structure, and budget sources, respectively. Chapters 7–10 describe human resource development and education, the relationship of the ERI with society, the response of the ERI to the research–education–social

environment, and the activities of the Joint Usage/Research Center, as implemented by establishing specialized offices/committees to promote research and educational activities in a multifaceted manner.

Chapter 11 presents the Scientific Grand Challenges (SGCs) and Mid-term Science Plan that ERI would like the external review to focus on in light of the reviews of Science Plan 2009 and Science Plan 2009R. Chapter 12 explains the overall policy, organization structure, and management of the ERI to promote Science Plan 2022 effectively. These documents were created with digital content and printed materials.

[2] The publication list for 2021, and the external funding summary (2019-2021) for each of the Divisions and Centers

[3] Researcher's CV

This is a collection of research summaries of each researcher including a link to "Research map" that shows the full publication list.

[4] Assignment of preliminary report responsibilities

[5] Schedule of the External Review Committee

In addition to the above, the following references were included.

- a. Future Roadmap by the ERI Future Planning Committee
- b. Future Roadmap by the ERI Future Planning Committee (Japanese)
- c. External review reports for 2009 (just for reference)
- d. External review report for 2014 (just for reference)

3. Member of Organizing Committee of External Review

Aitaro KATO (Chair)

Hikaru IWAMORI

Masanao SHINOHARA

Akito ARAYA

Tsuyoshi ICHIMURA

Takao OHMINATO

Hisayoshi SHIMIZU

Kenji SATAKE

Takashi MURAOKA

4. Member of Working Group for External Review Material

Aitaro KATO (Chair)

Akito ARAYA

Masataka KINOSHITA

Wijerathne MADDEGEDARA

Shigeki NAKAGAWA

Kiwamu NISHIDA

Takeshi AKUHARA

Makiko OHTANI

Yoko TONO

東京大学地震研究所 外部評価報告書 2023 年 3 月

1. はじめに

本報告書は、2022 年に実施された東京大学地震研究所(地震研究所)の外部評価について報告するものである。以下のとおり、今回は地震研究所が策定したサイエンスプランを含めた将来計画を評価する外部評価としては 5 度目のものとなる。

2000 年：最初の外部評価(1999 年版 10 年間の将来計画:FP99)

2003—2004 年：第 2 回外部評価 (FP99 の中間進捗状況)

2009 年：第 3 回外部評価 (2009 年版 10 年間の将来計画:SP2009)

2014 年：第 4 回外部評価 (SP2009 および SP2009 改訂)

2022 年：第 5 回外部評価 (2022 年版 10 年間の将来計画:FP2022 (SGC の創設))

2. 提言の骨子

東京大学地震研究所の外部評価委員会は、国内から 4 名、海外 3 カ国から 4 名の計 8 名の委員により 2022 年 11 月 7 日から 9 日までの 3 日間にわたり議論を行った。あらかじめ各委員に送付された外部評価資料および、地震研究所スタッフによる現状および将来構想に関するプレゼンテーションを受け、外部評価を行った。評価の概要は以下の通りである。

地震研究所は、世界をリードする地球科学に関する研究所の一つとして多くの質の高い研究成果を生み出し続けている。また、助教など若手研究者にとっての研究環境も良好であり、活発に研究できるよう配慮されている。研究費も政府系受託研究や科研費などを確実に取得していることも高く評価できる。地震・火山研究における国内共同利用・共同研究拠点としても卓越した役割を果たしている。提案されたサイエンスプランやサイエンスプランを実現するための組織もよく考えられており、当該分野の将来の発展性を見据えた提案となっている。とりわけ、地震火山データサイエンスセンターおよび統合プラットフォームの構想についてはその実現を強く期待する。サイエンスプランの実現により今後の発展を大きく期待できる地震研究所であるが、さらに成長を加速させるために以下の点を指摘しておきたい。

外国人研究者および女性研究者の割合は、教員の多様性という観点からの理想とはほど遠く、改善の努力が必要である。給与の問題、女性研究者の研究環境の問題、パートナー雇用の問題等、国際的水準から見て解決すべき課題は多いが、東京大学本部と連携しながら解決して欲しい。研究組織が外

部から見て複雑でわかりにくいことも課題である。研究者間の様々な研究協力が行われていることや、地震研究所が関わるプロジェクトやプログラムによると理解するものの、研究の柔軟性は維持しつつ組織を合理化することが望ましい。また、サイエンスプランについては方向性が示されたものの、中・短期的なゴールはあまり示されていない。今後の所内の議論によって目標を明らかにしたうえで研究計画を立案すると共に研究費獲得も進めて欲しい。全てのセンターを研究センターと位置づけることは妥当であるものの、マネージメントの役割は依然として必要であり、サポートスタッフの充実も含めて、どのようにマネージメントを実現するかを検討すべきである。

もうひとつ指摘しておくべき事は、外部評価委員の共通認識として世界的に起きている地球惑星科学分野における固体地球科学分野の衰退である。学生数、関心、資金の点で徐々にではあるが厳しい状況になりつつあるという認識を持っている。地震研究所は、プレートテクトニクスの基本的な物理メカニズムをはじめ、固体地球科学の基礎的な理解を深化させる貴重な研究成果を生みだし続ける数少ない組織として重要な役割を果たしてきた。基礎科学における異分野間競争に勝ち残るためにも、魅力的な研究目標を広く発信するとともに、国際的に優秀な若手研究者を引きつける取り組みを継続的に推進することを強く期待する。

3. 評価項目

外部評価委員会では、地震研究所の現状及び将来計画の以下の項目について、評価・提言を要請された。(I-1)各部門・センターの研究活動に関する評価は評価委員で分担(各部門・センターごとに2名で担当)しておこなったものの、委員会の総意ではないことから、公開する外部評価報告書には含めなかった。(I-2)所全体の業績と(I-5)予算についてはお互いに関連しているため一体として評価を行った。また(I-3)組織運営体制および(I-4)人員体制の現状は、将来計画の評価の中で合わせて評価することとした。

I. 現状

1. 部門・センターの研究活動
2. 所全体の業績
3. 組織運営体制
4. 人員体制
5. 予算

II. 将来計画

1. 人材育成・教育
2. 社会との関わり
3. 研究-教育-社会環境への対応
4. 共同利用・共同研究拠点としての活動
5. サイエンスプラン
6. 実施体制

4. 外部評価委員会の構成

山岡 耕春 教授 (委員長)

名古屋大学大学院環境学研究科長

トルステン・ベッカー 教授

米国テキサス大学オースティン校ジャクソン地球科学大学院

エミリー・E・ブロードスキー 教授

米国カリフォルニア大学サンタクルーズ校地球惑星科学科

パオロ・ファヴァリ 博士

イタリア国立地球物理学及び火山研究所(INGV)准研究員

イタリア、欧州学際的海底および水中観測機構(EMSO)の局長および顧問

井上 邦雄 教授

東北大学ニュートリノ科学研究センター 教授

清野 純史 教授

京都大学大学院工学研究科

中村 美千彦 教授

東北大学大学院理学研究科

ローラ・ウォレス 博士

ニュージーランド GNS サイエンス 測地科学者

米国テキサス大学オースティン校ジャクソン地球科学部研究員

5. 外部評価委員会の日程

2022 年 4 月 外部評価委員の選任

2022 年 10～11 月 事前評価レポート作成

2022 年 11 月 7～9 日 東京大学地震研究所にて外部評価委員会実施

2022 年 11 月 7 日(月曜日)

09:30－12:00 (地震研究所 1 号館 3 階会議室)

09:30－10:15 開会式(英語)

地震研究所所長あいさつ(佐竹所長)

外部評価委員の紹介

外部評価委員長あいさつ(山岡委員長)

地震研の概要紹介(佐竹所長)

外部評価に関する説明(加藤(愛)教授)

10:15－10:30 休憩

10:30－12:00 外部評価委員のみの会議
 (日英同時通訳付き)
 12:00－13:00 (地震研究所 1 号館 3 階事務会議室 B)
 12:00－13:00 昼食
 13:00－13:30 (地震研究所 1 号館玄関)
 13:10－13:25 記念写真撮影
 13:30－16:00 (地震研究所 1 号館 2 階セミナー室)
 13:30－15:50 研究成果とサイエンスプランの紹介(英語)
 13:30－13:35 サイエンスプラン 2022 の概要(岩森教授)
 13:35－14:05 地震研究所 Scientific Grand Challenges (SGC) (中谷教授)
 中期的サイエンスプランと研究成果
 14:05－14:20 (A) 地球内部の構造・状態の解明(大湊教授)
 14:20－14:35 (B) グローバルダイナミクスの理解(清水教授)
 14:35－14:50 (C) 地震・火山噴火とそこに至るプロセスの理解と予測(加藤(愛)教授)
 14:50－15:05 (D) 災害メカニズムの理解と予測(古村教授)
 15:05－15:20 (E) 観測・計算技術の高度化(篠原教授)
 15:20－15:35 (F) (A)～(D)をつなぐプラットフォームと統合モデル化(岩森教授)
 15:35－15:50 (G) 意図せぬ発見のための仕組みの構築(綿田准教授)
 15:50－16:00 休憩
 16:00－18:00 (地震研究所 1 号館 3 階会議室)
 16:00－18:00 外部評価委員のみの会議
 (日英同時通訳付き)
 18:30－20:30 (フォーレスト本郷)
 18:30－20:30 懇親会

2022 年 11 月 8 日(火曜日)

09:00－12:00 (地震研究所 1 号館 3 階会議室)
 09:00－10:30 組織運営の紹介
 (日英同時通訳付き)
 09:00－09:15 組織運営体制、人員体制、予算(佐竹所長)
 09:15－09:30 広報・アウトリーチ・国際活動(木下教授)
 09:30－09:45 社会との関わり/研究—教育—社会環境への対応(市村教授)
 09:45－10:00 人材育成・教育(清水教授)
 10:00－10:15 共同利用・共同研究拠点としての活動(大湊教授)
 10:15－10:30 実施体制(新谷教授)

10:30－10:40 休憩

10:40－12:00 外部評価資料に関する質疑応答
(日英同時通訳付き)

12:00－13:00 (地震研究所 1 号館 3 階事務会議室 B)

12:00－13:30 昼食

13:00－15:00 (地震研究所 1 号館 1 階、2 号館 2 階および地階)

13:15－14:45 ラボツアー

- ・海底地震計
- ・ミュオグラフィ
- ・地震計博物館
- ・高温高圧岩石変形装置

15:00－17:00 (地震研究所 1 号館 3 階会議室)

15:00－17:00 外部評価委員のみの会議
(日英同時通訳付き)

17:00－18:30 (地震研究所 1 号館 2 階ラウンジ)

17:00－18:30 若手研究者とのディスカッション(ポスターセッション)(英語)
(参加者: 坂田助教、武村助教、森重助教、臼井助教、伊藤助教、大邑助教、藤田准教授、西山助教、悪原助教、森田助教)

2022 年 11 月 9 日(水曜日)

09:00－12:00 (地震研究所 1 号館 3 階会議室)

09:00－12:00 外部評価委員のみの会議
(日英同時通訳付き)

12:00－13:00 (地震研究所 1 号館 3 階事務会議室 B)

12:00－13:00 昼食

13:30－14:30 (地震研究所 1 号館 3 階会議室)

13:30－14:30 委員長から所長へ概要報告(英語)

2022 年 11 月～12 月 報告書作成

2023 年 2 月 最終報告の提出

6. 評価と提言

(1) 研究成果と予算

地震研究所の高い研究力は、日本を代表する研究機関の一つとして称賛に値する。地震研究所の若手研究者(Early Career Researcher)の研究環境も大変良好で、生産的で生き生きと研究しているように見える。2019年度は、教員5名の退職や教員2名の離職、文部科学省による一部の主要研究費の終了によるポスドクの減少などにより、一時的に発表論文数が減少したものの、教員・ポスドクの論文生産性は依然として高い水準にある。このような優れた研究力をアピールするためにも、所員を積極的に国際的な賞へ推薦することに取り組むことが望ましい。

外部資金の長期的な変化傾向については注意深く検討する必要がある。政府系の受託研究や科学研究費補助金(科研費)など、研究者の置かれた立場などに応じて、研究費獲得先についてバランスをとることも重要である。また民間企業などの新しいセクターからの研究費の導入も重点的に検討する必要がある。これらのいずれの研究資金も、若手研究者に活躍の機会を提供するものであることに注目する必要がある。この重要性を評価するためには、地震研究所に所属した若手研究者や学生に連絡を行い、その後のキャリアを追跡することが役立つだろう。また地震研究所の研究資金獲得の強化につながる将来のプロジェクトを策定するためには、サイエンスプランから得られるアイデアが大変役立つと考えられる。

(2) 人材育成・教育

地震研究所は人材育成に関して、若手研究者に対するメンタリングなど、優れた取り組みを行っていることは賞賛に値する。この取り組みを、ポスドクのメンタリングやキャリアサポートに拡張していくことを期待したい。国際地震・火山研究推進室は外国人研究者との共同研究を支援するという素晴らしい役割を果たしており、外国人研究者を常勤のスタッフとして招くことの難しさを考慮するとこの役割は特に重要である。地震研究所が運営に関与しているサマースクールは、学生の訓練や学際的な交流を強化するだけでなく、将来の研究者採用のための候補者プールを拡大させるとともに、将来の共同提案の種をまくためにも有用である。過去に実施したサマースクールの復活や、現在行っているサマースクールの拡大を是非とも期待したい。地震研究所はアジア太平洋地域の災害研究における協力やトレーニングを通じたリーダーシップ強化想定を持っているが、サマースクールはその取り組みに貢献する可能性がある。また学生の就職状況をよく理解し、就職支援や業界との

関係構築を拡大するため、卒業生のキャリアパスの追跡調査が役立つと思われるので是非実施していただきたい。

教員一人あたりの学生数の少なさだけでなく大学院生の減少は懸念事項である。地震研究所の国際的な評価を考えると、国際的にハイレベルな学生をもっとたくさん受け入れていても良いと思われる。その際に、地球科学以外の分野からも、多くの大学院生を受け入れることは、地震研究所のさらなる成長につながる可能性がある。また地震研究所をより魅力的な研究の場にし、世界の広範な地域からポスドク等を受け入れる努力がなされるべきである。これらの取り組みは、教員の多様性の向上にも貢献すると考えられる。

新型コロナウイルスの世界的大流行は、特に国際協力と学生にとって長期的な影響を及ぼした。新型コロナウイルスによる孤立から回復するため、説得力とリソースの裏付けのある計画を検討し、「コロナ世代」をサポートする必要がある。

(3) 社会との関係

固体地球科学分野が現在経験している学生数の減少を挽回するためには、アウトリーチ、教育、および市民参加の取り組みを強化する必要がある。地震研究所では、広報アウトリーチ室を設けることで、アウトリーチおよび社会との関わり(public engagement)において素晴らしい役割を果たしている。しかしながら、さらなる効果を上げるためには独創的な方策が必要であり、そのためには科学の専門家とアウトリーチの専門家の協力による戦略の立案と実施が効果的である。たとえば、高校の教師と連携することは、高校生と直接交流するよりも効果的である。関心を共有する組織どうしが連携することで、専門家によるアウトリーチの取り組みを総合的に支援することができる。そのようなアウトリーチと能力向上のためには、博士レベルの常勤のコーディネーターが非常に効果的であろう。

オープンサイエンスの考え方は、社会とのコミュニケーションや社会へのアウトリーチに不可欠である。オープンデータアクセスは、科学における再現性を担保するだけでなく、地震研究所がデータ取得のために行った投資の成果を最大化するためにも重要である。地震研究所が作成したオープンデータポリシーは、特に科学コミュニティとのデータ共有にとって非常に重要である。データとツールのオープンな共有は、地震研究所における全ての研究グループにおいて継続的な目標とする必要がある。また、地震研究所の持つ様々なデータに幅広くアクセスできる環境を構築するだけでなく、データの利用者と連携することは重要である。これらの取り組みにより、社会の期待や要請を測ることにつながるだろう。

地震研究所は、派遣・受入ともにすでに相当数の研究者交流の支援を行っている。この取り組みは、学生の研修や国際交流の面も含めて、さらに推し進める必要がある。そのためには、海外の研究機関等と共同したサマースクールの開催も有効である。このような大学院生やポスドクを対象とした共同研修は、将来採用する研究者の多様性を高めることにも役立つ可能性がある。

社会との関係における達成目標についてはすでに認識されているとおりであるが、目標達成のための効率向上を図るべきである。他の組織との関係についての将来計画が説明されているが、現時点における社会との関係を認識し、目的とそのプロセスをどのように達成するかを、あらゆる機会に検討すべきである。

地震研究所の研究活動の重要性を日本国民にさらに知ってもらうことは、地震研究所が政府から調達する研究資金の具体的な改善にもつながる可能性がある。

(4) 研究・教育・社会環境との関係

ダイバーシティの問題は、日本社会と深く絡み合った問題であり、いち研究所のみで解決することは難しい問題である。しかし、地震研究所の女性教員と外国人教員の割合は理想からかけ離れていることを認識し、継続的な努力を続ける必要がある。ただし、解決策としての女性限定公募は望ましくない。女性限定公募は、短期的には解決策のように見えるかもしれないが、内部的に望ましくない状況を生み出す可能性があり、その根本にある構造的な問題の解決にはつながらない。代わりに、地震研究所の持つ既存の戦略に基づいた以下の手段を推奨する。(1) リモートワークツールの利点を活用し研究者の物理的な所在場所の柔軟性を確保すること。(2) 女性やその他少数派に属する科学者がアカデミックポスト以外の職を選ぶ理由を理解するため、卒業生・修了生のキャリアパスを追跡したデータ収集・分析を実施すること。(3) 育児休業等にもなう任期の延長を含む、正式に文書化された家族休暇に関するポリシーを作成することである。これらの実施にはリソースが必要であることから、多様性の実現を推進している東京大学本部の支援を受けて取り組むことが望ましい。さらに、これら課題に関連し、男性の教職員も積極的に育児休業を取得することが奨励されるべきである。

地震研究所は、他の国からの優秀な教員採用の努力をすることはできるものの、現在の日本の国立大学の給与水準では、外国人教員の割合を増やすことは容易ではない。多様性の改善は全学的なルールに基づく必要があるものの、地震研究所は自ら限界をつくるべきではなく、引き続き率先して多様性の実現に努力する必要がある。

デュアルキャリアカップルの問題は、どの性別(gender)においても優秀な人材を引き付け、かつ維持する上で組織にとって大きな課題であるが、その雇用は組織に利益をもたらす。地震研究所が東京大学と協力して基本方針を策定し、リソースを確保することにより、この課題に取り組む上で先進的事例となることを期待する。この複雑な問題については、海外の主要な大学におけるパートナー雇用に関する方針と慣行を検討することが役立つであろう。

(5) 共同利用・共同研究拠点としての活動

共同利用・共同研究拠点としての地震研究所の役割は、日本の学術における地震・火山研究の発展にとって根本的に重要である。特に、全国的な協力によって行われている地震・火山観測研究計画については、研究の進捗管理と持続的な研究資金獲得について、効率的組織的に推進されていることは高く評価できる。共同利用・共同研究拠点としての地震研究所のリーダーシップにより、日本の地震・火山研究者コミュニティは、よりまとまりのある共同研究が推進されるようになった。今後は、海外の研究機関との間の継続的な交流など、共同利用・共同研究拠点の役割を国際協力・交流の機能強化の方向に発展させることが望ましい。このような国際協力・交流は、国内共同利用・研究の役割を通じて、日本の他の大学にも恩恵をもたらすであろう。

共同利用・共同研究の運営は、研究者コミュニティに対して透明性が確保されている。現在、共同利用採択課題において少額の研究課題が多く採用されているが、これが共同利用・共同研究拠点としての科学的目標の達成に適切か、また不必要な運営上の非効率性を生み出していないかという観点から、個々の研究課題の配分額と採択件数とのバランスについて定期的に検討することが望ましい。

(6) サイエンスプラン

(6-1) 全体的なコメント

地震研究所のサイエンスプランは、広範で長期的な研究の方向性を示すサイエンスグランドチャレンジ(SGC)と、10 年間の中期的サイエンスプランで構成されている。SGC については、外部評価委員会メンバー全員がその価値と重要性を認めており、SGC の精神を共有することで地震研究所構成員のモチベーションと研究力向上に貢献すると考えている。8 つの視点からなる中期的サイエンスプランは、視点間の相互関係をよく考慮しており、特に4つの基礎的研究領域をつなぐためのプラットフォームの開発を特徴としている。それぞれの視点の方向性はよく考えられているものの、外部評価委員会は以下の提案をしたい。(1) 8 つの視点間および各視点内における実施の優先順位について議論すること。(2) 解決すべき重要なキーエスチョンを設定するなど、各視点における達成目標について議論すること。特に、視点 A-D は、研究の方向性や中期的サイエンスプランにおける重要課題を示しているものの、現状を踏まえた各研究の具体的な目標を明確にしていない。サイエンスプランにはポテンシャルの高い研究活動が多数含まれているので、中期的サイエンスプラン期間における明確で具体的な目的と目標を定めて研究活動を進めるべきである。(3) これらの目標を達成するための戦略について議論すること。例えば、プロジェクトの立

案、自然実験室(natural laboratory)の選定、あるいは学際的な課題解決の促進などである。これらの議論は、地震研究所の研究を進めるためのより強力な原動力となり、新しい資金調達の機会の創出につながるだろう。

(6-2) 地震研究所 SGC と 3 つの重要な科学的課題

提案されたサイエンスプランはエレガントで刺激的なビジョンである。SGC における科学的課題を分析し、地球におけるダイナミクスのキーパラメータの測定、過去の履歴の解明、物理学のフロンティアの開拓という3つの鍵となる挑戦的課題を明示したことは、特に印象的である。SGC はよく考えられており、分野統合による研究活動の必要性や機会創出の重要性について指摘するだけでなく、分野間の相互依存の重要性も強調されている。また意図せぬ発見のための仕組みの構築に言及したことは改めて新鮮な気分させるものである。もちろん、学際的研究を促進する困難さが存在することは理解しているが、学際的つながりを実現するために必要な仕組みの構築(social engineering)を、適切なリソースをあてがうことで優先的に取り組んでほしい。SGC の全体的な方向性は適切であり、外部評価委員会は SGC を達成するための戦略の構築とそれぞれの視点における優先順位がより具体的になることを期待している。

(6-3) 中期的サイエンスプラン

(A) 地球内部の構造・状態の徹底解明

この視点の扱う課題は、地震研究所におけるほとんどの研究目的の基礎を扱っているとともに、固体地球科学にとっても最重要研究課題である。地震研究所は、海底地震学、地磁気学、ミュオン観測などの革新的な大規模プロジェクトに挑戦してきた。ミュオグラフィに関しては、その地球物理学への効果的応用のために、地球科学と素粒子物理学の科学者の間のさらなる研究交流が必要である。新しい観測・実験技術開発、定常観測ネットワークの維持と更新、および室内実験は高く評価でき、継続的に推進すべきである。最先端の観測を地球規模に拡大するための国際協力は将来有望である。データ解析手法、数値実験、理論的アプローチも最先端であり、これらが学際的共同研究につながっていることを考えると、地震研究所が研究において多様なアプローチを継続的に支援することが望まれる。中期的な研究課題である断層系の内部構造と力学特性、マグマや流体の分布と移動は、特に取り組むべき重要な課題である。

(B) グローバルダイナミクス

地球スケールの時空的地球化学進化の研究と並び、多結晶岩のレオロジー特性の研究において顕著な成果があがっている。海洋マントルの観測研究は世界レベルかつ先進的でありこれらのマルチスケール研究を結びつける上で重要な役割を果たしている。中期的サイエンスプランにおいて、リソスフェア-アセノスフェアシステムの研究は明確に定義されている。ただ、(B)のかなりの部分は(A)と重複している。外部評価委員会は、地震研究所による海洋マントルと沈み込み帯の精密な観測が、鉱物物理学とジオダイナミクスモデリングの研究をさらに刺激し、高度な統合研究につながることを期待する。鉱物・粒子境界に関する研究と地磁気・地震観測との間には大きなスケールギャップがある。不均質性が存在する中で、この時空間スケールギャップを橋渡しするための課題を解決するためには新しいアプローチが必要になるかもしれない。

(C) 地震・火山噴火とそこにいたるプロセスの理解と予測

地震や火山噴火の予測に向けた地震研究所の取り組みは世界をリードしている。今後 10 年間の明確な科学的目標は称賛に値し、外部評価委員会は、この分野における地震研究所の継続的な成功と国際的に重要な貢献を期待している。特に重要なのは、SSE(Slow Slip Event) に焦点を当てた、SSE と地震性すべりとの関係の解明およびプレート沈み込みに伴って観測されるすべり挙動を支配する物理に関する研究である。これらは取り組むべき喫緊の課題であり、地震研究所はこの分野で新境地を開拓するためのまさに中心となる専門性を備えている。同様に、地震研究所の火山研究は世界基準から見ても際立っている。地震研究所は、マグマ輸送プロセス(conduit process)、火山噴火史、マグマ物性の理解、また活火山からプルームダイナミクスにまでに及ぶ観測を統合させる研究能力を有している。この様に完全な研究分野がそろっている研究所は世界でも希である。この分野におけるさらなる研究者を育成していくことができれば、地震研究所を強化し、この分野における世界のリーダーとしての地位を確固たるものにできるだろう。そのためには、明確に優先順位を定めた戦略が必要である。将来構想で議論されているように、一般化への取り組みと合わせて、観測を厳格な戦略的目的のもとに行うことは、優れた目標になるだろう。

(D)災害メカニズムの理解と予測

地震研究所は、複数の部門で行われている基礎研究や応用研究に基づいて、地震や火山噴火のメカニズムの解明を推進している。その中には、災害リスクを理解および評価するための幅広い専門知識を持つ研究者が含まれている。中期的サイエンスプランでは、災害リスクに関連するいくつかの喫緊のトピックが紹介されている。すなわち、津波の全球影響評価、強震動生成域、強震動の広帯域シミュレーション、地震動予測式、地震・津波・火山災害の事前評価、災害の長期影響評価、即時被害評価、リアルタイム観測とシミュレーションの組み合わせなどである。

災害メカニズムの理解と予測のためには、革新的な分析・計算技術が必要であるが、現在の地震研究所の研究活動や成果から判断すると、近い将来に実現することが期待される。

(E) 観測・計算技術の高度化

計画された取り組みは非常に印象的であり重要である。委員への口頭発表では、空間的に高密度な観測が特に強調され、その重要性和潜在的有効性について説得力のある事例が紹介された。この特別に強調された事例は、「革新的な解析・計算技術」として適切であり、非常に刺激的であった。それ以外にも、光ファイバーを用いた観測技術など、より高い精度と感度を持ったセンサーの開発が含まれているが、これら間違いなく最先端であり、変革をもたらす可能性がある。新たな領域への観測拡大が強調されているが、これは大変野心的な目標である。他の視点と同様に、限られた人的・経済的資源およびさまざまな研究活動の推進における年次計画や調整のしくみを考えると、この視点においても優先順位付けが必要である。

(F) (A-D)を接続するプラットフォームと統合モデル化

統合プラットフォームは、多様な観測による制約と実験室の結果を決定論的でジオダイナミックなフォワードモデルに落とし込み、機械学習やビッグデータ解析のアプローチによりデータから相関とパターンを抽出できるようにすることを目的としている。このプラットフォームの取り組みは非常に価値があるとともに野心的な方針であり、SGC と中期的サイエンスプランで詳しく説明されている目標を達成するために不可欠である。プラットフォームの基盤は、オープンで FAIR (Findability=見つけることができる、Accessibility=アクセスできる、Interoperability=相互運用できる、Reuse=再利用できる) なデータアクセスに基づき、計算リソースやソフトウェア開発、および関連する人たちの交流と能力開発の取り組みが含まれることが大事である。このようなプラットフォームは、地震研究所のさまざまな領域の研究をさらに結びつけ、火山噴火や地震の仕組みに関する学際的な理解のための新たな共同作業を促すものとして、非常に重要である。この取り組みは地震研究所の運営

を変革し、地震研究所の持つ既存の強みの上に組み上げることであり、大きな投資効果が期待できる。

(G) 意図せぬ発見のための仕組み

意図せぬ発見のための決まった方法は存在しないものの、多種多様な観測結果に触れる機会や、新しい技術や手法について知る機会を増やすことが意図せぬ発見につながり得ることは事実である。そして、研究者がこれらの事に費やす時間を確保することも不可欠であることは間違いない。また、データサイエンスの進歩は、データをさまざまな角度から見るのに役立つことも事実である。外部評価委員会は、「研究者は、画期的で独創的な研究成果を生み出すために、相当の自由時間が与えられ、それを進んで利用できる研究環境の確保を必要としている」ことに同意する。しかし、もっと難しい問題は、「意図せぬ発見のための研究」と「計画された研究」の必要性のバランスをとる最良の方法の探求である。また、計画された研究の過程においてしばしば意図せぬ発見があることにも注意すべきである。意図せぬ発見を促進する手段として SGC セミナーを定期的に開催するだけでは不十分である。システムを確立するのではなく、新しい刺激を提供し続ける方法や、その刺激から新しいアイデアを得ようとする前向きな環境を常に模索することが重要である。

(7) 実施体制

実施体制についてはよく考えられており、実施体制にかかわる課題と機会についてよく分析されている。地震研究所の組織構造は複雑だが、その多くは、大規模なイニシアチブやプログラムの進展、大学からのさまざまな要求への対応、またそれらに対応することで生じた課題(大規模なイニシアチブの管理や調整など)に対処するためにできあがったものと理解している。外部評価委員会は、センター群の一部を「マネジメントセンター」とするのではなく、全てのセンターを「研究センター」として分類するという地震研究所の決定に同意する。これは、地震研究所の重要な研究がこれらの「マネジメントセンター」のメンバーによっても行われていることが明らかだからである。しかし、この前向きな改革により、「地震火山研究推進センター」というセンターの目的が不明確になるため、地震研究所としてこの目的のために独立なセンターとしておくことが必要かどうかを検討することを勧める。このセンターのミッションを明確にするためにも、URA などの研究推進に深く関わるサポートスタッフを増やすことが望ましい。また、地震火山災害観測研究プログラム(建議の研究)を推進するための構造を簡素化し、センター教員の負担軽減を検討することが望ましい。

技術部門の再編成は良い構成となっている。地震研究所は、政府による予算削減により技術スタッフが徐々に減少している中で、その重要性を認識している。技術スタッフの増員と研究のための最先端技術の開発・導入のためには、技術部門の能力開発が必要である。

センターや部門間のさらなる交流や意思の疎通が必要である。グループ間のつながりを強化する余地があり、そのことを通じて、学際的で広範な統合的アプローチを促進すべきである。

地震火山データサイエンスセンターの新設は、刺激的で重要な新展開である。これは、地震研究所が収集する世界的にユニークなデータセットを周知させ広範な利用に供するとともに、地震研究所がより大きな影響力を及ぼして知名度を高めることに大いに貢献するであろう。また、学際的科学のための効果的なツールともなる。データをアクセスしやすく、かつ見つけやすい方法で利用できるようにするためには、追加の投資が必要であり、これが優先事項であると外部評価委員会は考えている。また、地震研究所は新たな実施体制の中で研究スタッフの管理上の負担を軽減するため、あらゆる努力を払うことを奨励する。そのことにより、地震研究所の優れた研究を効果的に継続できることが期待される。外部評価委員会は、地震研究所の実務上及び学術的目標を達成するためには有能な技術スタッフが不可欠と考えており、地震研究所が組織的に高度な技術の専門性維持・発展を支援すべきであることを述べておく。

外部評価の実施について

外部評価実施委員会

1. 全体の日程

2022 年 2 月	地震研究所教授会において外部評価の実施を決定、外部評価実施委員会、外部評価資料検討ワーキンググループを設置
2022 年 3 月	外部評価実施委員会の活動開始
2022 年 4 月	外部評価資料検討ワーキンググループの活動開始
2022 年 5 月	外部評価委員の決定
2022 年 5～9 月	外部評価資料の作成
2022 年 10 月	外部評価資料の事前送付及び事前評価の依頼
2022 年 11 月	外部評価委員会の実施（対面）
2022 年 11 月～2023 年 2 月	外部評価報告書のまとめ

2. 外部評価資料

今回の外部評価のために作成し、各委員へ事前送付した資料は以下のとおりである。

[1] 外部評価用資料（英文、和文）

第 1 章では、地震研究所のこれまでの経緯と過去に実施された外部評価委員会の概要についてまとめた。第 2～3 章では、サイエンスプラン 2009 とサイエンスプラン 2009R に基づき、過去 9 年間の各研究部門とセンターの研究成果の概要について報告した。第 4～6 章では、現在の組織運営体制、人員構成、予算について述べた。第 7～10 章では、研究・教育活動を多面的に推進するための所内委員会・室の運営により進められている、人材育成・教育、社会との関係、研究-教育-社会環境への対応、共同利用・共同研究拠点としての活動について説明した。

第 11 章では、サイエンスプラン 2009 およびサイエンスプラン 2009R の所内レビューを踏まえて、外部評価委員会にて注目して頂きたい Scientific Grand Challenges (SGC) と中期的サイエンスプランについて紹介した。第 12 章では、サイエンスプラン 2022 を効果的に推進するための全体方針、組織体制、マネジメントについて説明した。

[2] 各教員等の 2021 年の業績リスト、各部門・センターの 2019-2021 の外部資金獲得状況

[3] 研究者の研究活動概要

各研究者の研究活動の概要と Research map へのリンク(研究業績リスト)

[4] 外部評価資料に基づく事前評価の担当者リスト

[5] 外部評価委員会当日のスケジュール

下記の資料を参考資料として事前配布した。

a. サイエンスプラン 2009 および 2009R に関するレビューの第 7 章(今後の展開:分野間連携研究を中心として)(英語)

b. サイエンスプラン 2009 および 2009R に関するレビューの第 7 章(今後の展開:分野間連携研究を中心として)(日本語)

c. 2009 年外部評価報告書

d. 2014 年外部評価報告書

3. 外部評価実施委員会

加藤愛太郎(地震予知研究センター教授、委員長)

岩森光(物質科学系研究部門教授)

篠原雅尚(観測開発基盤センター教授)

新谷昌人(観測開発基盤センター教授)

市村強(計算地球科学研究センター教授)

大湊隆雄(観測開発基盤センター教授)

清水久芳(海半球観測研究センター教授)

佐竹健治(所長)

村岡俊(事務長)

4. 外部評価資料検討ワーキンググループ

加藤愛太郎(地震予知研究センター教授、委員長)

新谷昌人(観測開発基盤センター教授)

木下正高(地震火山情報センター教授)

Wijerathne Maddeggedara(計算地球科学研究センター准教授)

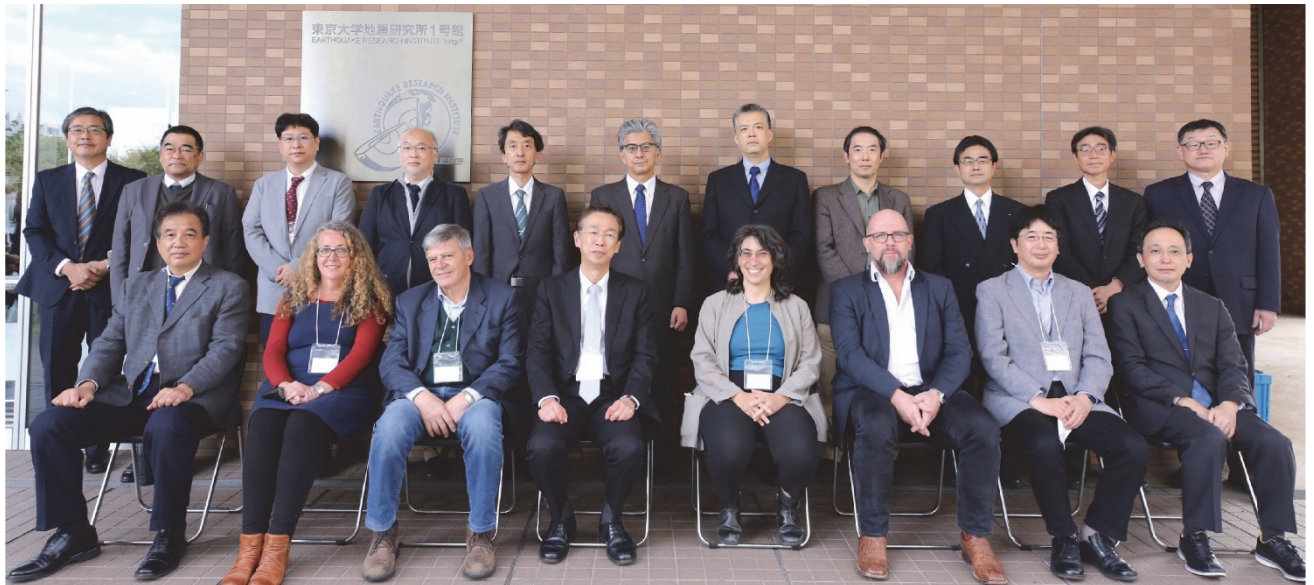
中川茂樹(地震火山情報センター准教授)

西田究(数理系研究部門准教授)

悪原岳(観測開発基盤センター助教)

大谷真紀子(数理系研究部門助教)

東野陽子(URA)



Review Committee members and ERI members of Organizing Committee



Review Committee meeting



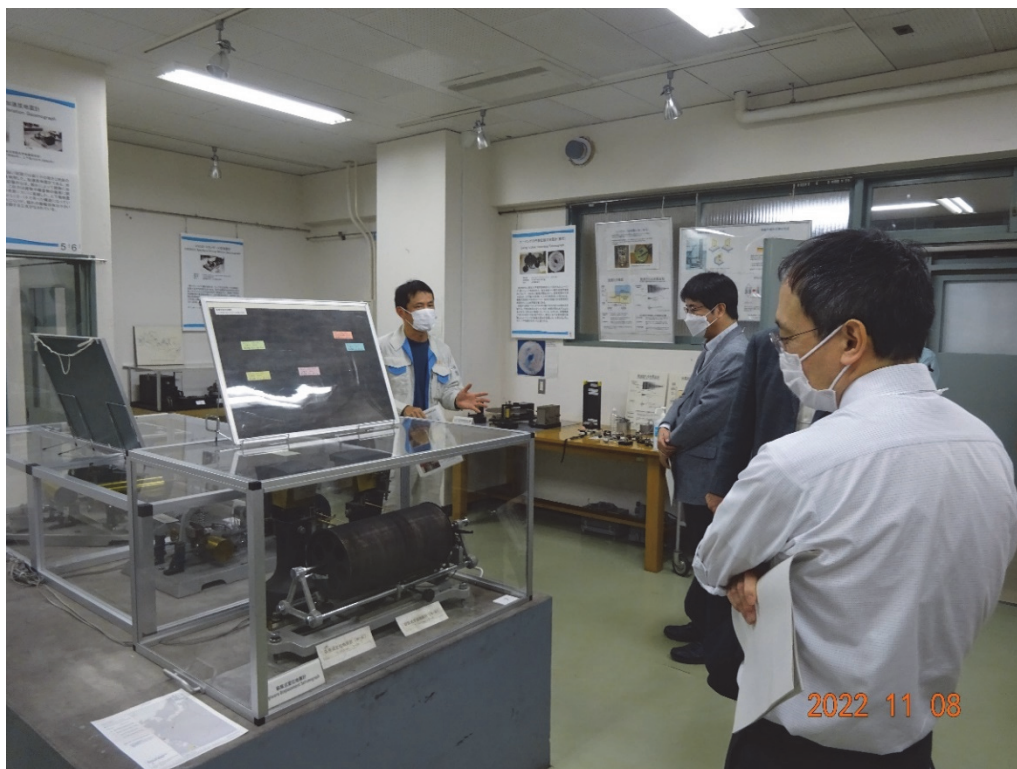
Review Committee meeting



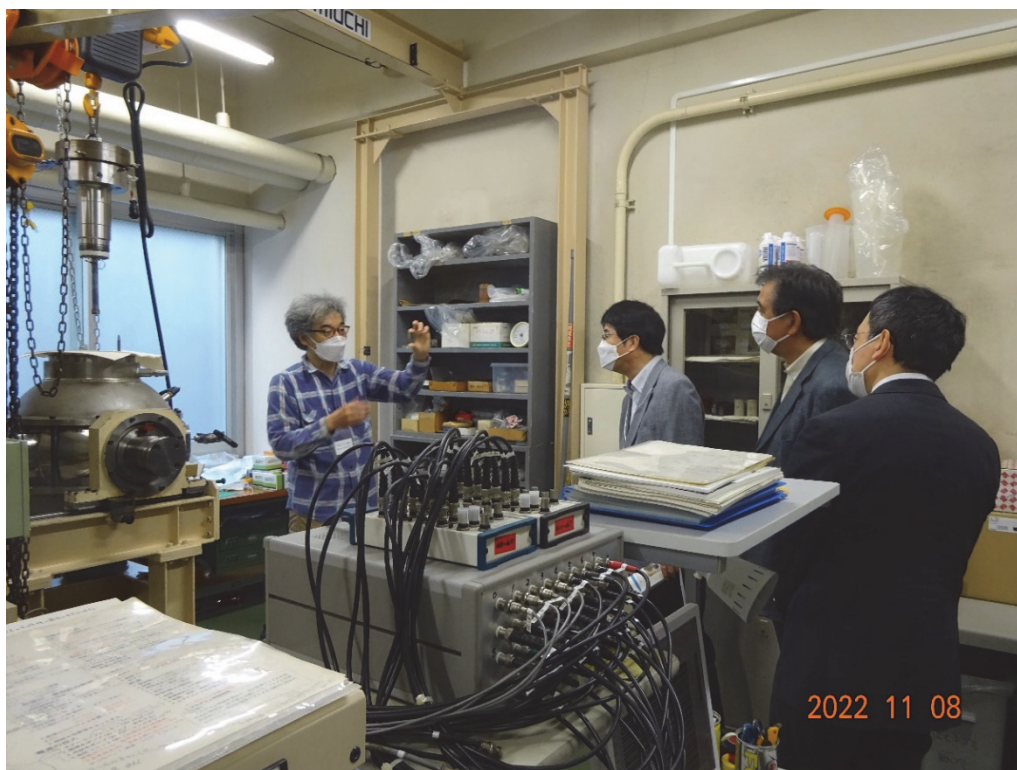
Review Committee meeting



Presentation of Science Plan and Results



Lab tour for Seismograph Museum



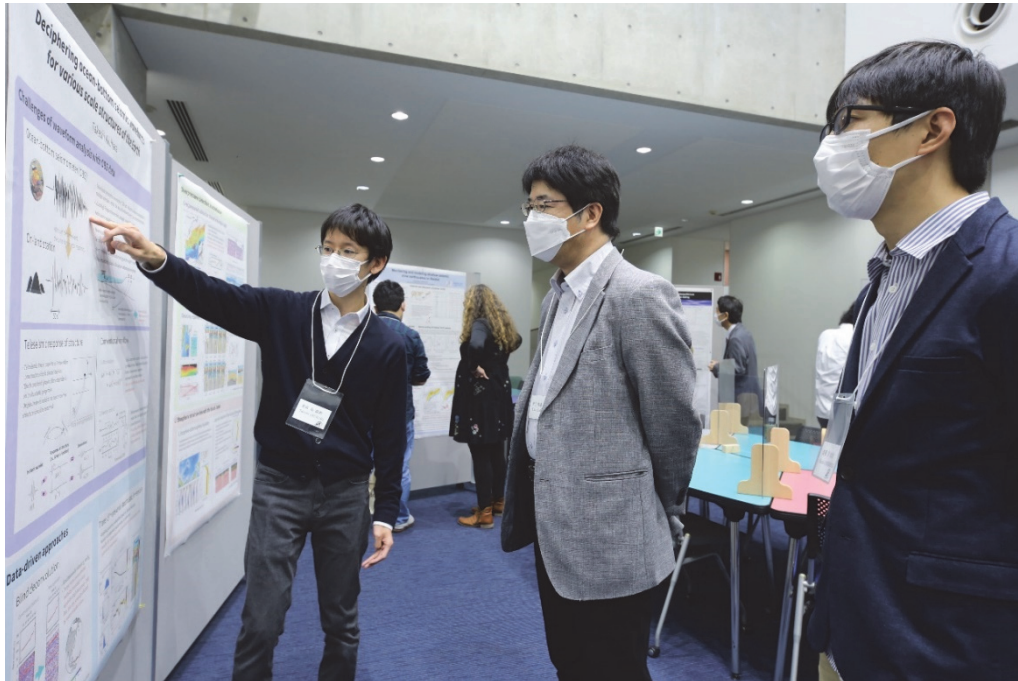
Lab tour for High Pressure/Temperature Rock Deformation Lab



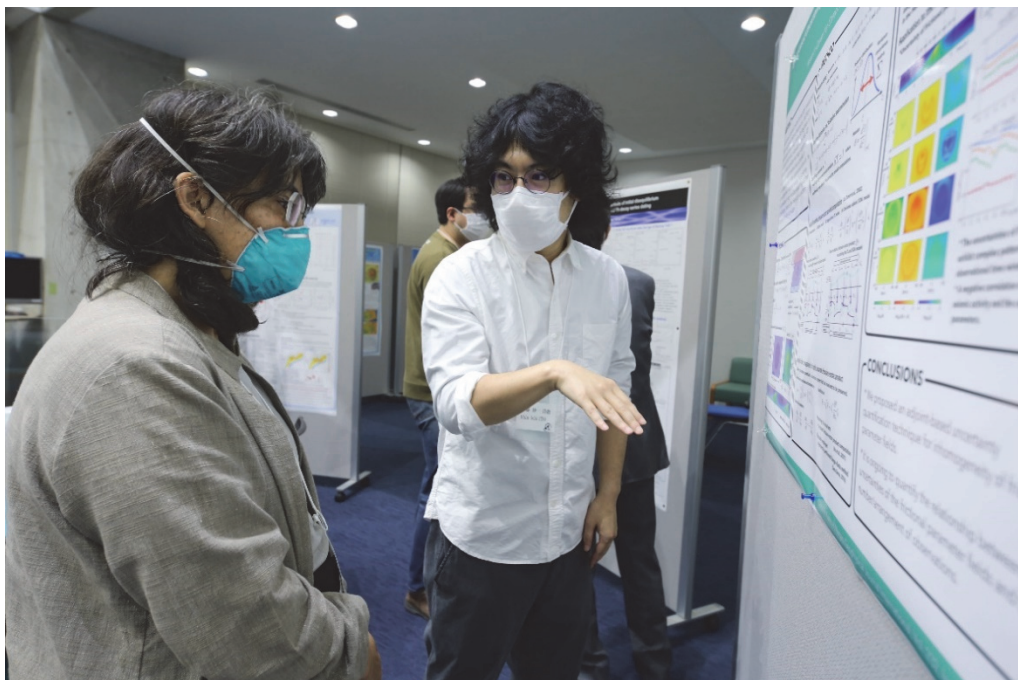
Lab tour for Ocean Bottom Seismometer



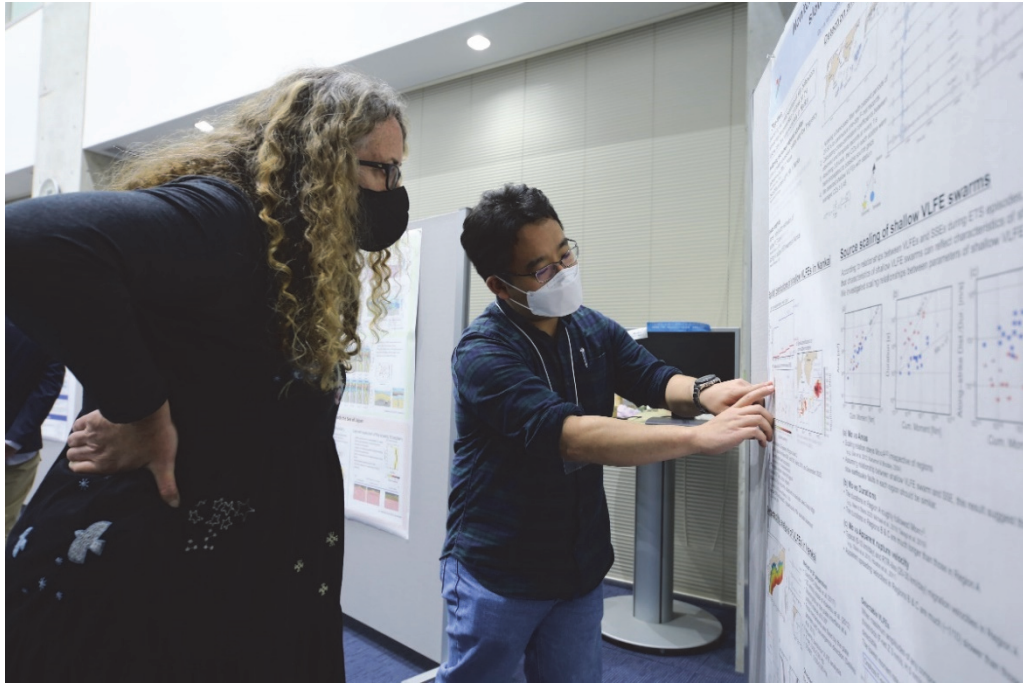
Discussion with early career researchers (Poster session)



Discussion with early career researchers (Poster session)



Discussion with early career researchers (Poster session)



Discussion with early career researchers (Poster session)