

**External Review Report  
for  
Earthquake Research Institute  
The University of Tokyo**  
**外部評価報告書**



**September 2014**

平成 26 年 9 月

**東京大学地震研究所**



## **Preface**

Since its foundation in 1925 in the aftermath of the Great Kanto Earthquake, the mission of Earthquake Research Institute (ERI) has been to promote research on earthquakes and volcanic eruptions and to develop methods for mitigating related disasters. We have been working in cooperation with national universities in Japan since 1994 as a Shared-Use Institution. ERI were designated as a Joint Usage/Research Center for Japanese universities in 2010 and has been promoting multi-disciplinary research in the field of solid earth science for many years, in collaboration with a wide range of Japanese universities and research institutes.

ERI was conducted three external reviews since its reorganization to a Shared-Use Institution in 1994. After the third external review, a subsequent reorganization took place in 2010 so that it could serve as a Joint Usage/Research Center for Japanese universities. The first external review was conducted by a committee consisting of seven Japanese and five foreign researchers in 1999. Their report, issued in 2000, evaluated the validity of ERI's scientific objectives (e.g., ocean hemisphere research plan), the involvement of our faculty members in the education of graduate students at the University of Tokyo, and our invitation of foreign researchers, and rated them all highly. The report called for a functional strengthening of our outreach activity and planning committee of Earthquake Prediction Research Program, in connection with our function as a Shared-Use Institution for national universities. In 2003, the second external review was conducted as a follow up to the first external review, involving the same Japanese committee members who participated in the first external review. The report confirmed the progress of reforms made in response to the recommendations of the first external review, and noted that additional time was needed to achieve the desired outcomes for some items. After the second external review, national universities transitioned to corporations and the circumstances of the university and the research institute changed dramatically. The flexible management of budget implementation was guaranteed, however the total budget gradually decreased in the name of improving efficiency. The University's governance by its president and board of directors was strengthened. On the other hand, we are requested to get result within a short time according to mid-term plan. The research environment of ERI improved physically thanks to the construction of our first seismically isolated building in 2006. ERI then compiled a future plan for operating as a Joint Usage/Research Center, which included formulating a new scientific plan and a reorganization plan, based on the previous external review results and the discussions of our planning committee. The third external review was conducted in 2009, and

the validity of our scientific plan was confirmed. On the other hand, some concrete recommendations related to management, human resources development and education, outreach, and international activities were proposed, and the changes made in response to these recommendations are reflected in our current management system.

Circumstances have changed during the five years since the confirmation of our scientific plan and our reorganization in 2010. Some of these changes were the result of The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, which was the largest earthquake ever recorded in Japan, as well as the establishment of two new research centers. We discussed on possible revisions to the scientific plan. A fourth external review was conducted in June of 2014 in order to evaluate the results of the scientific plan adopted in 2010, to consider revision of the scientific plan, and to assess the two recently established research centers. It is our understanding that the report which will be issued as a result of this fourth external review will positively evaluate the proposed revision of our scientific plan, our management and our future plans for the new research centers. ERI has also received many constructive, multi-disciplinary recommendations on the implementation of our scientific plan, and we would like to express our intention to respond positively to the evaluations and recommendations issued by this external review committee, as we have responded to previous external reviews, and to confirm that the committee's findings will be reflected in the future management of the institute.

In conclusion, we would like to express our deepest gratitude to Prof. Kiyoshi Suyehiro, the chairperson of the external review committee, and to the eight domestic and foreign committee members who agreed to serve on this committee, for their attendance at three days of committee discussions, for their pre-evaluation of documents distributed in advance, and for the summarization of their report based on their post-evaluation findings.

September, 2014

Takehiro Koyaguchi

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（大正 14）年に設立されて以来、観測固体地球科学分野の研究を軸に、地震・火山現象について新たな理解への道を切り開き、災害軽減に貢献することを目指している。1994（平成 6）年度以降は全国共同利用研究所として、また、2010 年（平成 22 年）度からは、共同利用・共同研究拠点として、全国の大学・研究機関と連携した様々な研究活動を推進している。

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、3 回の外部評価を行い、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を行う改組を行った。第 1 回の外部評価は、1999（平成 11）年に国内外 12 名の委員に委嘱して実施した。2000（平成 12）年に提出された報告では、サイエンスプラン（海半球計画など）の妥当性、教員の大学院教育への参加、外国人研究員の受け入れなどが高く評価された。また、全国共同利用研究所として地震予知計画に関わる企画部や、アウトリーチ活動の強化が期待された。4 年後の 2003（平成 15）年に、第 1 回外部評価のフォローアップも兼ねて、同じ国内委員による第 2 回の外部評価が行われた。この報告書（2004 年）では、第 1 回外部評価の提言に沿った変革が進んでいることが確認されるとともに、いくつかの項目でその成果が表れるまでに時間がかかる側面もあるとの認識が示された。第 2 回の外部評価の後、2004（平成 16）年に国立大学が法人化され、大学や研究所を取り巻く状況が大きく変化した。運営費交付金として、予算の使途が弾力的になった反面、効率化と称して総額は削減されている。また、総長や所長に裁量が与えられた反面、中期目標・計画など、短いタイムスパンでの成果が求められている。さらに地震研究所では、免震構造庁舎の完成（2006（平成 18）年）など、物理的な研究環境も変化した。このような状況下、これまでの外部評価結果や所内の将来検討委員会での議論に基づき、将来計画（サイエンスプランと共同利用・共同研究拠点に向けた改組案）をまとめ、2009 年に第 3 回の外部評価を実施した。この外部評価では、サイエンスプランの基本方針について支持を得た一方で、運営、人材育成・教育、アウトリーチ活動、国際活動において具体的な提言がなされ、それらが改組後の現運営体制に活かされることとなった。

2010 年の改組及びサイエンスプランの策定から 5 年が経過する中、地震研究所を取り巻く状況はさらに変化した。地震研究所では、この 5 年間の変化、特に我が国における観測史上最大の東北地方太平洋沖地震への対応、及び新たに 2 つの研究センターが設置されたことを踏まえ、サイエンスプランの見直しを進めてきた。本報告書は、2010 年以降の成果やサイエンスプランの見直し内容、さらには 2 つの新研究センターを評価して頂くことを目的として 2014 年 6 月に実施した第 4 回目の外部評価の報告書である。本報告においては、今回のサイエンスプランの見直しの方向性や新研究センターの運営体制・将来構想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ゆ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末廣潔委員長ならびに国内外の 8 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。

平成 26 年 9 月

東京大学地震研究所長

小屋口 剛博



## 目次 (Table of Contents)

Preface by ERI director .....	i
まえがき (Preface by ERI director in Japanese) .....	iii
External Review Report .....	1
1. Introduction	
2. Item to be Evaluated	
3. Member of External Review Committee	
4. Schedule of External Review Committee	
5. Summary of Recommendations	
6. Evaluation and Recommendations	
Report of Organizing Committee .....	20
外部評価報告書 .....	23
1. はじめに	
2. 評価項目	
3. 外部評価委員会の構成	
4. 外部評価委員会の日程	
5. 提言の骨子	
6. 評価と提言	
外部評価実施委員会報告.....	41
Photos of External Review Committee Meeting .....	43



**EXTERNAL REVIEW REPORT**  
**FOR EARTHQUAKE RESEARCH INSTITUTE OF THE UNIVERSITY OF TOKYO**  
**September 2014**

**1. Introduction**

This report describes the external review of the University of Tokyo, Earthquake Research Institute (hereafter ERI) conducted in 2014. This external review of ERI was the fourth such activity to review the activities in the light of the science plans 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)

**2. External Review**

**2-1 Mandate**

The external review committee was requested to review and make recommendations on the following items with priority on the first four items:

- (1) Research performance along the science plan established in 2009
- (2) Addenda to the science plan 2009
- (3) Administration of the Center for High Energy Geophysics Research – Present and Future
- (4) Management and future plans for the Research Center of Large-scale earthquake, Tsunami and Disaster
- (5) Management of ERI
- (6) Performance as Joint Usage/Research Center
- (7) Human resources and education
- (8) International and outreach activities.

**2-2 Members of the External Review Committee (ERC)**

Kiyoshi Suyehiro (Chair)

Principal Scientist

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Katharine Cashman

Professor, Department of Geological Sciences,

University of Oregon, USA

Donald Forsyth

Professor, Department of Geological Sciences,  
Brown University, USA

Atsushi Iizuka

Director and Professor, Research Center for Urban Safety and Security  
Kobe University

Kuo-Fong Ma

Professor, Department of Earth Sciences,  
National Central University, Taiwan

Toru Matsuzawa

Director and Professor, Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions  
Tohoku University

Paolo Emilio Strolin

Professor Emeritus, Università di Napoli Federico II, Italy  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Italy

Mitsuhiro Toriumi

Director, Laboratory of Ocean-Earth Life Evolution Research  
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

### **2-3 Schedule of External Review Committee (ERC)**

November 2013      Appointment of External Committee Members

May to June 2013      Preliminary review based on reports

June 10 to 12, 2014      ERC at ERI

June 10 (Tue)

13:30~17:00

First ERC Meeting

(English/Japanese with simultaneous interpretation)

Introduction of ERC members

Overview of ERI (Takehiro Koyaguchi, Director)

Explanation of the external review (Takehiro Koyaguchi, Kazushige Obara)  
Discussion of preliminary review results (**only ERC**)  
18:00~20:00 Reception (Forest Hongo)

June 11 (Wed)

09:00~12:00 Presentation of Science Plan (SP) and Results (English)  
Overview of SP2009R and addenda from SP2009 (Takehiro Koyaguchi)  
Comprehensive understanding of earthquake phenomena and advancement of earthquake forecasting (Hiroshi Satow)  
Comprehensive elucidation of volcanic eruption and eruption prediction (Minoru Takeo)  
Understanding Earth's internal activities through a multifaceted and integrated approach (Hisayoshi Shimizu)  
Development of innovative observational technologies (Masanao Shinohara)  
New development of disaster prediction science, as a comprehensive science (Muneo Hori)  
Center for High Energy Geophysics Research (Hiroyuki Tanaka)  
Research Center of Large-scale Earthquake, Tsunami and Disaster (Muneo Hori)

13:00~14:20 Laboratory tour

Center for High Energy Geophysics Research  
Research Center of Large-scale Earthquake, Tsunami and Disaster  
Ocean bottom observation

14:20~17:00 Presentation on managements and Discussion

(in Japanese with simultaneous interpretation)

Management (Takehiro Koyaguchi)  
Joint usage/research center, nation-wide collaboration research plan (Naoyuki Kato)  
Human resources and education (Hisashi Utada)  
International and Outreach Activities (Kazushige Obara)  
Discussion

17:00~19:00 Discussion with early career researchers including poster session (English)

(Participants: Hiroe Miyake, Takuto Maeda, Yujiro Suzuki, Fukashi Maeno, Akimichi Takeda, and Wijerathne Maddeggedara Lalith Lakshman)

June 12 (Thu) Final ERC Meeting

(in English/Japanese with simultaneous interpretation)

09:00~16:00 Meeting of ERC members

16:00~17:00 Report to ERI Director (ERC Chair)

June to September 2014                      Drafting of Report

September 2014                              Submission of the Final Report of ERC

### **3. Summary of Recommendations**

In this section, we summarize our recommendations based on our evaluations of ERI activities and achievements as presented to the ERC and are listed in the order of mandated evaluation items. The ERC reviewed the first four items with higher degree of attention. After the ERC meeting at ERI, the ERC members shared the view that the overall performance of ERI achieved along the direction described in SP2009 and SP2009R is high amongst world-class research institutions in geosciences. We encourage ERI to take larger strides in this direction into the future.

#### **(1) Research performance along the science plan established in 2009**

As stated above, we were generally impressed and satisfied by the achievements made along all five pillars. We recognize the multi-faceted directions of ERI: (a) holding a mission of significant societal relevance, (b) operating as a basic research institute, (c) encompassing large fields of science and engineering related to earthquakes and volcanic eruptions, (d) utilizing theories, modeling, developing new technologies, and experimenting in labs and fields. These are clearly strength for a research institution. We recommend that ERI actively work together to maintain and further this strength in an effective manner.

Specific comments are given in the following section according to the five pillars of the SP2009.

#### **(2) Addenda to the science plan 2009**

The 2011 Tohoku Earthquake and Tsunami Disaster<sup>1</sup> was the impetus for drafting SP2009R. SP2009R was drafted to address the challenge of infrequent (such as considering

---

<sup>1</sup> 2011 Earthquake off the Pacific coast of Tohoku (Great East Japan Earthquake) Mw 9.0 occurred on March 11 14:46 (JST), 2011. More than 18,500 perished and caused ~165BUSD damage.

millennium time interval) but massive natural disasters and emphasizes the need for interdisciplinary and international approach. We support the direction of SP2009R and in order to achieve the goals, we recommend that ERI draft an implementation plan based on SP2009 and SP2009R.

### **(3) Administration of the CHEER – Present and Future**

We enthusiastically endorse the direction of CHEER in muography accompanied with further R&D utilizing scintillation and nuclear emulsion technologies. We strongly recommend ERI to find ways to renew the term of CHEER so that CHEER can play a key role in international collaborations, which we encourage in order to effectively face the challenges in the field of research. We also recommend timely reviews to be made for the effectiveness of the science utilizing elementary particles.

### **(4) Management and future plans for the Research Center of LsETD**

The hard lesson from the 2011 Tohoku Earthquake prompted the establishment of the Center. We endorse the approach to integrate earth science and earthquake engineering to be realized by this Center. In order that the Center may play a dominant role in disaster prevention and mitigation, we recommend that every effort will be made by ERI to keep the computing capabilities of this Center at the cutting edge.

### **(5) Management of ERI**

We recognize that ERI is managed within various boundary conditions imposed externally as with all other research institutions. On this aspect, we suggest that ERI Director take efforts through his/(her) leadership in turning external threats to opportunities such as by promoting trans-disciplinary or novel fields for better chance of attracting funds and new hires towards the goals of SP2009 and SP2009R.

### **(6) Performance as Joint Usage/Research Center<sup>2</sup>**

ERI has been designated as the only “Joint Usage/Research Center for Earthquake and

---

<sup>2</sup> JU/RC for universities: ERI is designated by MEXT as one of the centers with official mechanism to provide research facilities to (joint usage) and to conduct joint research projects with researchers nationwide.

Volcano Science” in Japan since 2010. While the performance has been very high, we are aware that such achievement has been made based on the unselfish dedication of the staff at ERI supporting the JU/RC. As the new 5-year national program "Promoting the Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program" started in 2014 after the hard lesson of the 2011 Tohoku Earthquake, we recommend that ERI oversee the promotion of the program in a healthy academic environment.

#### **(7) Human Resources and Education**

We encourage the continuing efforts being made by the DEP office (Developing human resources and Education Promotion). We were somewhat disappointed to observe that significant improvements in gender balance or non-Japanese staff hiring were not apparent. We recommend efforts in this direction as well as in the recruitment of more Ph. D. students.

#### **(8) International and Outreach Activities**

The Outreach Office of ERI is performing actively through various channels from printouts to web-based media to the public and policy makers. We recommend the continuation of these efforts.

We endorse the activities by the International Office for the promotion of international research on earthquakes and volcanoes. We note that the SP2009R emphasizes the importance of international participation and recommends that the International Office seize on this opportunity.

### **4. Evaluations and Recommendations**

The Science Plan of the Earthquake Research Institute (ERI) forms the basis and guiding document for the research activities at ERI. The Science Plan that applies to the decade starting from April 2009 is called SP2009. In March 2011, the 2011 Tohoku Earthquake and Tsunami caused devastating disaster in modern Japan since the 1923 Kanto Earthquake and the 1995 Kobe Earthquake, which led to various checks and reviews at the national level looking into all aspects of the disaster including the role of the relevant science communities. The ERI conducted its own review and augmented the SP2009 to formulate a revised Science Plan (SP2009R). This external review exercise took place halfway through the decadal period, because of ERI's renewed determination to respond to this grave incident.

The 2011 Tohoku Disaster challenged the researchers to assess ways in which science and

technology may provide useful solutions to the risks imposed on Japan. Specifically, understanding infrequent and massive natural disasters suddenly called for major attention. The SP2009R addresses these points by emphasizing the direction to develop innovative, international/interdisciplinary observational technology and to introduce cutting-edge computing science. The SP2009R emphasizes the importance of building a group of hierarchical numerical models (“community model”) through integration of dispersed and individualistic observations that connect to disaster predictions, and by combining observations and simulations to cope with the disasters underpinned by solid basic science.

We note that although all discussions and the contents of this report were shared among all the External Review Committee members, the specific topics of (1) the management of ERI and (2) the role of ERI in joint usage/research with other Japanese research institutes were reviewed only by the Japanese committee members, as requested.

### **(1) Research performance along the science plan established in 2009**

SP2009 stipulates five key pillars to be the priority research fields of ERI:

Pillar 1: Comprehensive understanding of earthquake phenomena and advancement of earthquake forecasting,

Pillar 2: Comprehensive elucidation of volcanic eruption and eruption prediction

Pillar 3: Understanding Earth’s internal activities through a multifaceted and integrated approach,

Pillar 4: Development of innovative observational technologies,

Pillar 5: New development of disaster prevention science, as a comprehensive science.

Scientists and engineers at ERI are not compartmentalized into each Pillar. They collectively conduct research through three main categories: (1) basic research, (2) mission oriented research, and (3) joint research with other universities and research institutions in Japan. There are 4 research divisions aimed mainly at conducting basic research, and 5 research centers with defined missions. There are 3 Science Management Centers for providing planning, observational facilities, and data management that crosscut all disciplines and intramural and extramural activities. Each of the 12 organizational units (divisions and centers) except the Research Center for Large-Scale Earthquakes, Tsunami and Disaster, which is solely designed to contribute to Pillar 5, has multiple objectives in more than one Pillar.

The following comments include the addendum of SP2009R in their evaluations. Note also

that these comments are not made for each organizational unit, therefore there are cases where the same unit name appears in different Pillars. However, in our review process, we first went through the activities of each unit. We reorganized our comments to be in line with the SP2009 and SP2009R as requested after discussion and debates within the committee members and are presented below.

**Pillar 1: Comprehensive understanding of earthquake phenomena and advancement of earthquake forecasting**

1. ERI has done an excellent job over the years on the theme of comprehensive understanding of earthquake phenomena. The efficient transfer of domestic and global observational data obtained from the 2011 Tohoku earthquake to scientific results is impressive. It is a tremendous contribution to the earthquake community worldwide given the rarity of the event and its fault zone within proximity of world's most dense geophysical networks. ERI proved its world leadership in earthquake study. We strongly recommend ERI continue to promote the plan under this merit and also encourage their advancement effort in earthquake forecasting on physical grounds.
2. We recognize the tremendous data in volume and quality associated with the 2011 Tohoku earthquake process resulted from the great foresight more than 50 years ago by Japanese seismologists and continuing efforts to advance and expand the capabilities of earthquake monitoring inland and offshore. The high quality of the data owes also to modern innovation in observational technologies. Furthermore, the open-data policy made the unprecedented data quality and quantity to be exploited by the Japanese scientists and also by the international researchers. This cannot be overemphasized as these data lead to the break-through findings on the understanding of rupture process of the mega-thrust earthquake as well as the processes leading to and following after the event.
3. Truly large events often tragically bring devastating disasters as such as the 2004 Sumatra and 2011 Tohoku earthquakes. Such huge societal relevance requires scientists' best efforts to understand the mega-thrust event when such rare events occur. What controls the occurrence and slip of the subduction zone events? How does an earthquake cycle work? What controls fault zone dynamics? In particular, related to all these questions, a fundamental question is raised on the role of fluid in the fault zone. We encourage continued effort on collaborative and multi-disciplinary work on understanding the dynamics of fault zone and subduction zone systems combining

theoretical, experimental to observation and modeling studies, for which ERI has strengths in all aspects.

4. ERI has shown their excellent capability in modeling and prediction of ground motion for disaster mitigation. Such results should prove to be of practical use for early warnings. We note, however, that the size and the extent of the 2011 Tohoku earthquake causing the tsunami that brought the calamity were not predicted let alone its imminence. As the theoretical geoscience on friction law and dynamic modeling on stress and strain conditions in the brittle crust and the ductile crust/mantle has advanced with verifications by the real data, we anticipate that it will lead to advances in research on physics-based earthquake prediction.

## **Pillar 2: Comprehensive elucidation of volcanic eruption and eruption prediction**

1. Overall, the volcano group is very strong, and encompasses everything from detailed studies of active and recently active volcanoes, to creative development of observational and monitoring tools, to developing complex models of volcanic processes. The large number of active volcanoes in Japan makes it an ideal natural laboratory, and the group, as a whole, has been taking advantage of this opportunity.
2. The larger goals of understanding deep processes of magma accumulation and the dynamics of volcanic conduits are admirable, but these are major challenges in the volcanology community as a whole, and will require developing new ways to monitor subsurface processes in addition to better experimental and theoretical understanding of the rheology of complex materials. In this regard, we note that there appears to be a mismatch between the desire of the volcano group to incorporate materials science, and the focus of the materials science group on the rheology of mantle materials. Geophysics appears to be better integrated into these goals, particularly with regard to cutting edge research in high precision gravity measurements and muography. Together, gravity, muography and deformation have the potential to provide exciting insight into shallow conduit processes, particularly if all data can be obtained in near-real-time. A challenge is how to extend these data to monitor deeper processes.
3. We would have liked to see more discussion of plans to improve both long-term forecasting and short-term predictions of eruptive activity. For example, there is mention in 2.10.5 of “eruption scenarios” that have been developed for specific recently active volcanoes (Miyakeshima, Sakurajima, Kirishima and Usu); in light of SP2009R, however,

it seems important to consider scenarios for “maximum probable” eruptions as well. Another challenge (from an international perspective) is to effectively integrate real-time monitoring observations into probabilistic event-tree models for eruptive activity.

4. We noted that the matrix showing the intersection of the 5 pillars with the Divisions and Centers within ERI does not show a role for disaster mitigation science within the volcano program. Additionally, although renamed as EVIC (Earthquake and Volcano Information Center), to date the center focuses exclusively on earthquakes and tsunamis. This is understandable given not only the history of disaster research and information in Japan, but also the impact of the 2011 earthquake on disaster science. We note, however, that many of the same needs identified for earthquakes (databases, real-time information, studies of high magnitude events, studies of past events, international collaborations) also apply to volcanology. Some of these topics are mentioned in Sec 2.10.5 (CCEVPR), so perhaps this apparent lack of coordination is simply a function of the distribution of responsibilities between the different science management centers.
5. Another opportunity identified in SP2009R is to address the effect of crustal stresses on volcanic activity. This is an important challenge in volcanology in general, and the nature of ERI makes it an ideal place to develop comprehensive models of crustal processes that relate seismic and volcanic activity. From the perspective of volcanology, elucidating links between crustal stress/strain and magma migration and accumulation would be exciting, and could be a way to make progress in the area of recognizing when magma systems are approaching a critical threshold for the onset of eruptive activity.
6. The dual focus of ERI on both volcanic and seismic hazards also creates an opportunity to combine aspects of hazard and risk assessment from both communities, and thereby develop new and innovative approaches to both hazard prediction and mitigation.
7. Finally, the bottom-up structure of ERI research is working well in terms of generating world-class basic research. We note, however, that making progress on the larger goals identified in SP2009 and SP2009R may require new strategies for integrating studies of individual volcanoes and volcanic processes into general models for magmatic systems.

### **Pillar 3: Understanding Earth’s internal activities**

1. Overall, this pillar of research at ERI is world-class, leading in observations, some areas of material research, and the development of innovative technologies to advance the observations. It is making excellent progress in fulfilling the 2009 Science Plan.

2. Plate tectonics and convection in the interior of the Earth are ultimately responsible for earthquakes and volcanic eruptions. The manifestations of this activity in the interior of the Earth are modified by the effects of fluids, particularly in subduction zones. Thus a comprehensive understanding of earthquake phenomena and volcanic eruptions requires study of material circulation in the Earth's interior on a wide range of scales, ranging up to the globe as a whole. Progress in this pillar of the 2009 Science plan is centered on new observations of structure and new observational technologies, but these can never be complete in themselves; they must be interpreted in the light of theoretical and numerical models. Linking the observations and models must be an understanding of the physics involved, particularly the rheology describing the response of the Earth on small-scales to driving stresses. ERI is a strong contributor in all of these areas, and particularly is a world leader in observations in the oceans and observations of fault related structure on land.
  
3. The Ocean Hemisphere Research Center (OHRC) is a highly productive and innovative group that concentrates on plate tectonic processes, large-scale structure of the mantle and core, and convection in the interior of the Earth. Seismological and electromagnetic measurements are the most prominent observations, although heat flow also plays an important role. The OHRC group has made a number of important discoveries that affect our understanding of how plate tectonics works in the oceans. Some of these observations are surprising, forcing rethinking of our classical, simple plate tectonic models and pointing out the importance of a continued program of new observations with new tools and higher resolution. The NoMAN (Normal Oceanic Mantle) project studying the lithosphere and asthenosphere structure in the western Pacific is an excellent example of using state-of-the-art instrumentation in an innovative approach; it should be continued and, in collaboration with international partners, expanded to address the 200 m.y. history of the Pacific.
  
4. The Center for Geophysical Observation and Instrumentation group has made strong contributions in developing ocean bottom instrumentation for both seismology and electromagnetic studies. The broadband BBOBS-NX instruments, for example, are the only instruments that are currently employed that largely bury the sensors, which is important for reducing noise on the horizontal components. Work is underway to make these self-recovering and include tilt measurements. The NUDOBS is the only long-term ocean bottom seismometer capable of operating at depths greater than 6500 m. The

long cable in the EFOS instrument allows electric field measurements to much longer periods with good signal-to-noise ratio. ERI is clearly a global leader in ocean-bottom instrumentation and interpretation of seismic and electromagnetic observations.

5. On land and off-shore, the efforts at mapping the structure of the earth associated with faults and the subduction zone through seismic tomography, active seismic reflection profiling, and electrical resistivity studies are unmatched anywhere in the world. Innovative techniques are being employed, such as improvements in resistivity modeling, using repeat earthquakes to monitor slip rates, and continuous monitoring of vertical displacements using seafloor pressure records, to cite just three examples. The MeSO-net project has contributed significantly to the evaluation of seismic hazards in the Tokyo area and the follow-up project on Reducing Vulnerability in Urban Mega Earthquake Disasters directly addresses goals of the revision to SP2009.
6. On a global scale, the geo-neutrino effort of the Center for High-Energy Geophysics Research is an interesting, new approach. Although it remains to be seen whether adequate resolution can be achieved, these observations have the potential to be one of the few ways to test models of the composition of the lower mantle of the Earth. Muography appears to be a useful addition to gravity measurements for shallow density determinations. Progress is clearly being made with both muons and neutrinos; the group is actively publishing, but a few more years of effort is probably needed to assess how practical these completely new approaches are for revealing more about how the Earth works.
7. Also contributing to global understanding of tectonics and convection are the international collaborative projects of both the Earthquake Prediction Research Center and OHRC studying plate boundaries around the world. Going forward, efforts of this type in subduction zones will be important for a goal outlined in the SP2009R Addenda in response to the 2011 Tohoku earthquake; i.e., comparing the characteristics of subduction zones that produce M 9.0 earthquakes. Focused efforts in this direction should be encouraged, although clearly external funding and collaboration is required.
8. Progress towards modeling large-scale behavior of the earth includes developing theory for computing viscoelastic deformation of a spherical earth with 3D variations in viscosity, work done within the Division of Monitoring Geoscience. On a much smaller scale, but necessary for incorporating physics in modeling and in the interpretation of

seismic and resistivity anomalies, the Division of Earth and Planetary Materials science is a global leader in understanding attenuation, the behavior of two-phase aggregates and the development of microstructures and anisotropy during deformation.

9. There has been progress towards modeling mantle flow in the Division of Theoretical Geoscience, most notably in representing the effects of small-scale convection in the mantle wedge above the subducting plate. Overall, however, efforts at ERI in the modeling of mantle flow are not as well developed as the observational and laboratory research. Modeling efforts could be strengthened by closer interaction with the very successful observational and laboratory groups that provide the foundation for understanding convection in the Earth. Perhaps emulating the approach of the new Center of Large-scale Earthquake, Tsunami and Disaster would be productive, i.e., developing computational platforms that would allow the integration of various observations into a “community model” that would be relatively easy for collaborators to use to test convective scenarios.

#### **Pillar 4: Development of innovative observational technologies**

1. Development of new technologies is quite important because truly new discoveries always come through the gates opened by new technologies. Such developments of new technologies, however, usually take time and young researchers tend to hesitate to engage in such time-consuming works. We were quite impressed to observe some early-career researchers at ERI taking on such challenges in new technology developments leading to successful innovative products.
2. In particular, CHEER (Center for High Energy Geophysics Research) has developed quite unique observational technologies using cosmic rays and invented many innovative instruments one after another, which have already proved useful to obtain important geophysical information.
3. The external review of ERI conducted in 2009 had recommended that the developments should assess the needs from the practical observation research. Most of the new technologies developed at ERI follow this recommendation. We encourage that this direction will continue.
4. Various new simulation techniques have developed at LsETD (Research Center for

Large-Scale Earthquake, Tsunami and Disaster). Although they are not “observation technologies,” they are still important as they are expected to open the gates to new research fields. Developments of new software are also important as well for the observational instruments that produce vast amount of data that should be processed efficiently, in particular for real-time needs.

5. ERI has a long and unique history of developing ocean bottom sensors, which have been used in many universities and research organizations. Without the instruments they developed, we would have failed to understand geophysical characteristics of the 2011 Tohoku earthquake. The 2011 earthquake showed that even the plate boundaries close to the trenches, which had been believed to slip only aseismically, can cause earthquakes. Clearly, the development of ocean bottom sensors which can be operated close to the trench axes deeper than 7000 m is very important to reveal the characteristics of huge interplate earthquakes accompanying tsunamis.
6. Other new technologies including compact tiltmeters, optical fiber transducers, rotational seismometers, unmanned radio-controlled helicopters, or autonomous underwater vehicles have potentials to obtain new important data. We trust ERI will make strategic and accountable decisions to turn innovative ideas into actual working instruments in response to scientific needs.

#### **Pillar 5: Development of disaster prediction science, as comprehensive science**

1. We applaud ERI for leading the field of earth science at the same time as contributing extensively to disaster prevention and mitigation. The Japanese islands are constantly at risk of natural disasters from earthquakes and tsunamis, and volcanic eruptions. For example, the high risk of a giant Nankai Trough earthquake as assessed by the Central Disaster Management Council of the Government of Japan calls for ERI and other relevant institutions to make concrete and positive contributions for disaster mitigation. There will therefore be no change in ERI’s work to move forward on this goal. This challenging mission is one of the five Pillars of SP2009 and SP2009R and we recognize that this is a key direction for a leading research institute in Japan.
2. The Research Center of Large-scale Earthquake, Tsunami and Disaster (LsETD) was established in 2012 after the painful 2011 Tohoku disaster. The uniqueness of this research center is its role in pioneering computer simulation as a new academic field

that combines 'science' and 'engineering' using massive numerical computation. They seem to be already making rapid progress in the new scheme of joint interactive efforts by scientists and engineers in constructing a large-scale simulation environment for earthquakes, tsunami and disasters. In the coming years, we expect this research center to make useful and immediate contributions to disaster prevention and mitigation. We trust that ERI will manage the LsETD to adapt and evolve with the advancement of high performance computing and to discover new ways to predict and mitigate disasters.

## **(2) Addenda to science plan 2009**

The 2011 Tohoku Earthquake and Tsunami Disaster was the impetus for drafting SP2009R. An immediate issue was how to cope with infrequent but massive natural disasters. SP2009R emphasizes the need for interdisciplinary and international approach. SP2009R also proposes to construct a "community model" that integrates observations and disaster predictions.

We generally support the direction of SP2009R, which was carefully drafted after the self-evaluation of ERI according to the SP2009. ERI had concluded to maintain the five Pillars, while making additions and emphasizing a more integrative approach through expanding its observational capabilities and applying them in Japanese islands and surrounding oceans, connecting with global observations and synthesizing them via scientific "community model" exercises.

The 2011 event taught us that earthquake faults and volcanoes do not exist independently, but instead require an integrative view of the tectonics prevailing over the Japanese islands, which are, in turn, affected by global dynamics. We have seen several attractive projects being planned, but their implementation plans were not clear. We do not doubt the firm determination of ERI, and we recommend ERI to show leadership in organizing actual international and interdisciplinary large-scale projects with concrete implementation plan based on SP2009 and SP2009R.

## **(3) Administration of the Center for High Energy Geophysics Research (CHEER) -Present and Future**

CHEER was established in 2010 with a 6-year term. ERI has made the right decision, as evidenced by the rapid advancement of the new field led by CHEER and an excellent

publication record based on innovative experiments applied to imaging volcanoes and other target objects. We enthusiastically endorse this direction of muography accompanied with further R&D utilizing scintillation and nuclear emulsion technologies. Muon telescopes of larger area and higher background rejection, suitable to uneasy environments, are needed to explore larger rock thicknesses and/or reduce the data taking time for studies of the time evolution of the phenomena. We understand that the researchers recognize the challenge to push the limit of spatial resolution and reaching deeper depths.

We also support their plans to observe atmospheric neutrinos and geoneutrinos to investigate and verify directly the composition of the deep interior of the Earth.

CHEER can play a leading role in expanding international collaborations with a common effort in the R&D on detection technique(s), construction of the experimental apparatus and development of methodologies, in view of objectives in volcanological or other applications.

We strongly recommend ERI to find ways to renew the term of CHEER so that CHEER can play a key role in international collaborations. We also recommend timely reviews to be made for the effectiveness of the science utilizing elementary particles.

#### **(4) Management and Future Plans for the Research Center of Large-scale Earthquake, Tsunami and Disaster**

It is highly evaluated that this center was established based on the lessons learnt from 2011 Tohoku earthquake that occurred due to the subduction of the Pacific Plate. Interplate subduction earthquakes that threaten Japan include those that occur along the Nankai Trough, which are caused by the subduction of the Philippine Sea Plate underneath southwest Japan, and also postulated earthquakes that occur directly beneath the Tokyo metropolitan area due to the complex interactions of the Pacific and Philippine Sea plates with the main island Honshu. Although the establishment of the Research Center postdated the 2011 disaster, we consider the establishment of this research center to be timely and expect the center to make important contributions to disaster prevention and mitigation of earthquake hazards.

The fusion of earth science and earthquake engineering is a critical issue from the viewpoint of disaster mitigation: it is an important mission of ERI's. Research initiative of the center as presented shows a clear direction underpinned by a concrete design for the aimed fusion.

We recognize that ERI is determined to be the driving force of the much needed nation-wide collaboration on numerical simulation research and of promoting the integrative

and interactive approach of science and engineering. The center is recognized to be or become a core of computational science combining earth science and earthquake engineering and is expected to play a dominant role in disaster prevention and mitigation. At the same time, it is necessary that the center continuously make effort to improve the computing environment and develop various computational techniques with support of ERI and/or the University of Tokyo.

#### **(5) Management of ERI**

ERI management policy is well functioning for basic missions of the institute concerned with researches on earthquakes and volcanic eruptions together with their disasters. ERI has strategic research pillars of five components, which concern earthquake phenomena, volcanic phenomena, earth's internal activities, observational technologies, and disaster mitigation. These pillars were defined in SP2009. These are categorized research targets and are performed by many basic research divisions and mission oriented research centers together with supporting science management centers and supporting staff.

We focus here on the personnel and budget aspects of ERI management. The goals described in SP2009 and SP2009R require a good balance of dedicated researchers and supporting staff (from this perspective, the decrease in technical staff is a worrisome factor). We understand it is not easy even for a leading research institute such as ERI with considerable societal accountability to maintain/increase the staff and sound demography. We also understand the university headquarters regulations impose further constraints in hiring new faculty positions. In order to take advantage of the university's direction towards encouraging new and emerging fields, it seems that ERI's SP2009 and SP2009R fits well to promote new initiatives such as was accomplished by the establishment of LsETD. The role of the human resources planning committee (HRPC) membered by six faculties led by the director seems quite important.

In the current global economical trend, any request for funding considered as "business as usual" does not generally attract attention by the decision makers. Adopting new integrative and trans-disciplinary approaches for the goals described in the SP2009 and SP2009R that do not conform to the conventional school may not only appeal to the funding agencies but also yield groundbreaking results. We encourage ERI to consider seeking this approach.

#### **(6) Performance as Joint Usage/Research Center**

ERI has played an important role in the promotion of the researches relating to earthquakes and volcanoes as the only one “Joint Usage/Research Center for Earthquake and Volcano Science” in Japan since 2010<sup>3</sup>. The performance of ERI as the joint usage/research center is considered to be very high as evaluated by the Council of Science and Technology of MEXT in 2013.

In particular, "Observation and Research Program for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions<sup>4</sup>", which started in 2009 with a long preceding history could not have been promoted. Moreover, the new "Promoting the Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program" (2014-2019) with more than 20 participating institutions around Japan would not have started without their dedicated efforts. Since the new program needs more and stronger collaboration among participating universities and institutes, we recommend ERI to carefully oversee more than ever the staff with heavy duties for the promotion of the new program.

## **(7) Human resources and education**

ERI faculty continues activities of follow-up system for assistant professors and also development of human resources and education promotion office for postdoc and undergraduate student. These activities are very important for implementation of ERI science plan and development of early-career human resources in the solid earth science field. In particular, we encourage the following activities:

1. Continue the activities of follow-up system and DEP (Office of Developing human resources and Education Promotion) with the participation of many faculty members.
2. Continue the activities of international internship to strengthen the international relationship with foreign students.
3. Continue education of graduates and undergraduates including seminars, lectures, primary experiments, and field trips.

We commend all the efforts that are going into these activities despite many obstacles often imposed from outside. We understand ERI is working with the university

---

<sup>3</sup> JU/RC scheme was established in July, 2008 by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT).

<sup>4</sup> National Program for earthquake prediction research started from 1965 and for prediction of volcanic eruptions from 1974, which were merged in 2009. The programs run in 5-year series combined with the check and review of the Council of Science and Technology of MEXT.

administration to make changes to improve the situation in particular the support for masters course students. We encourage ERI to seek new ways to recruit PhD students such as through allowing for more interactions with ERI assistant professors. As had been pointed out in the previous external review in 2009, we do not observe significant improvements in gender balance or in hiring of non-Japanese staff.

## **(8) International and outreach activities**

ERI outreach office is well functioned and continuously performs the activities by the means of websites, open lectures, printed matters, and also provides scientific information on disaster prevention to the national and local governments. These activities are important to keep the high level of up-to-date information based on scientific grounds openly available to the public. It is expected that these efforts will help raise the scientific literacy of the general public as well. Thus, we suggest the following:

1. Continue the high level outreach activities to the public, pre-university students and also officers of governances.
2. Continue the high level activities of international long term and short term invitation programs and exchange program to strengthen the international outreach and cooperation researches.
3. Continue the high level activities of international collaborative researches based on formal agreements (MOUs) and also through international programs such as SATREPS<sup>5</sup>, IODP<sup>6</sup> and others.

In view of the SP2009R, which emphasizes the enhancement of international partnerships, we expect further international collaborative activities will be organized by ERI.

---

<sup>5</sup> Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development jointly funded by the Japan Science and Technology Agency (JST) and the Japan International Cooperation Agency (JICA).

<sup>6</sup> International Ocean Discovery Program is an international scientific ocean drilling program (2013-2023).

# Report of Organizing Committee

External Review Organizing Committee

## 1. Overall Schedule

June 2013	ERI Faculty Council decided to conduct External Review and appointed External Review Organizing Committee
July 2013	External Review Organizing Committee was organized
August 2013	Working group for external review material was organized
November 2013	Members of External Review Committee were assigned
January through May 2014	Documents for External Review were prepared
May 2014	Documents were sent to Committee members with request of preliminary evaluation reports
June 2014	External Review Committee meeting was held at ERI
July through September 2014	External Review Report was composed and submitted

## 2. Documents for External Review

The following documents were prepared for the review and sent to all the committee members

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

Research activities were summarized for each Division and Center in a similar way to annual reports. Chapters for Organizational Management Structure, Personnel Structure, Budget, Developing Human Resources and Education, Outreach and Public Relations, International Earthquake and Volcano Research Promotion, Joint Usage/Research Center for National Universities were newly composed. Priority Evaluation Items were also included. This document was created by digital contents including many figures, tables, and links to outside WEB contents. Printed material was not produced.

### [2] Activities of Researchers and Technical staffs

Research, education and other activities of ERI researchers (professors and posdocs) and technical staffs performed in 2012 and 2013 were compiled. The document is written in English and Japanese.

In addition to the above,

- Overview of ERI (48 page booklet)

- Report of 2009 External Review

were distributed to all the members during the meeting.

### **3. Member of External Review Organizing Committee**

Kazushige Obara (Chair)

Shuhei Okubo

Masanao Shinohara

Setsuya Nakada

Muneo Hori

Takehiro Koyaguchi

Masayuki Tobari

### **4. Member of working group for external review material**

Kazushige Obara (Chair)

Minoru Takeo

Hiroshi Tsuruoka

Wijerathne Maddeggedara Lalith Lakshman

Shigeki Nakagawa



**東京大学地震研究所**  
**外部評価報告書**  
**2014年9月**

## 1. はじめに

本報告書は、2014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評価する外部評価としては4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）

## 2. 外部評価

### 2-1 委任事項

外部評価委員会が評価および提言を要請された事項は以下のとおりである（重点項目は上から4項目）。

- (1) 2009年に策定されたサイエンスプランに沿った研究業績
- (2) 2009年サイエンスプランの改訂
- (3) 高エネルギー素粒子地球物理学研究センターの運営 - 現在と将来
- (4) 巨大地震津波災害予測研究センターの運営体制および将来計画
- (5) 地震研究所の運営
- (6) 共同利用・共同研究拠点としての業績
- (7) 教育・人材育成
- (8) 国際・アウトリーチ活動

### 2-2 外部評価委員会の構成

末広 潔（委員長）  
海洋研究開発機構 主任研究員

Katharine Cashman  
Professor, Department of Geological Sciences,

University of Oregon, USA

Donald Forsyth

Professor, Department of Geological Sciences,  
Brown University, USA

飯塚 敦

神戸大学 都市安全研究センター センター長・教授

Kuo-Fong Ma

Professor, Department of Earth Sciences,  
National Central University, Taiwan

松澤 暢

東北大学 地震・噴火予知研究観測センター センター長・教授

Paolo Emilio Strolin

Professor Emeritus, Università di Napoli Federico II, Italy  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Italy

鳥海光弘

海洋研究開発機構 海洋地球生命史研究分野 分野長

## 2-3 外部評価委員会の日程

平成 25 年 11 月

外部評価委員への依頼

平成 25 年 5 月－6 月

資料に基づく事前評価

平成 26 年 6 月 10－12 日 地震研究所にて外部評価委員会実施

6月10日（火）

午後1時30分－5時 外部評価委員会 初回会合（英語／日本語 同時通訳付）

評価委員の紹介

地震研究所の概要（小屋口所長）

外部評価の説明（小屋口所長，小原外部評価実施委員長）

事前評価結果についての討議（外部評価委員のみ出席）

午後6時－8時

レセプション（於：フォーレスト本郷）

6月11日（水）

午前9時－12時 サイエンスプラン（SP）と研究成果（英語での発表）  
SP2009Rの概要とSP2009からの改訂点（小屋口所長）  
地震現象の包括的理解と発生予測高度化（佐藤教授）  
火山活動の統合的解明と噴火予測（武尾教授）  
多角的・統合的アプローチによる地球内部活動の解明（清水准教授）  
革新的観測技術開発（篠原教授）  
災害予測科学の総合科学としての新展開（堀教授）  
高エネルギー素粒子地球物理学研究センター（田中教授）  
巨大地震津波災害予測研究センター（堀教授）

午後1時－2時20分 研究所視察

高エネルギー素粒子地球物理学研究センター  
巨大地震津波災害予測研究センター  
海底観測

午後2時20分－5時 研究所の運営体制と全体討論（同時通訳付）

組織運営（小屋口所長）  
共同利用・共同研究拠点，全国規模共同研究計画（加藤（尚）教授）教育・人材育成（歌田教授）  
国際・アウトリーチ活動（小原外部評価実施委員長）  
全体討論

午後5時－7時 若手教員との対話（ポスターセッション含む，英語）

（参加者：三宅助教，前田助教，鈴木助教，前野助教，武多助教，および

Wijerathne Maddegedara Lalith Lakshman）

6月12日（木）外部評価委員会 最終会合（英語／日本語 同時通訳つき）

午前9時－午後4時 評価委員のみの会議

午後4時－5時 所長への概要報告（評価委員長）

平成26年9月 外部評価委員会 最終報告書完成

### 3. 提言の骨子

本章では、地震研究所から外部評価委員に対して示された活動・成果にもとづいて、評価委任項目の記載順に我々からの提言の骨子を提示する。評価委員会では、最初の4項目により大きな重点を置いて評価した。地震研究所において外部評価委員会が開催された後、評価委員はSP2009およびSP2009Rに示された方向性に沿った地震研究所の全体的な業績が、地球科学に関する世界的な研究機関の中で高いと言えるかどうかについて見解を交換した。我々は地震研究所に対し、この方向性に沿ってさらに大きく前進していくことを奨励する。

### **(1) 2009年に策定されたサイエンスプランに沿った研究業績**

上述のとおり我々は、5本の柱すべてについて、その成果に総じて感銘を受け、満足している。我々は、地震研究所が次に示すような多面的な方向性を有していることを認識している。(a) 重要な社会との関連性というミッション、(b) 基礎研究を担う機関としての運営、(c) 地震および火山噴火に関する理学と工学にまたがる網羅的な広い研究分野、(d) 室内およびフィールドにおける理論の活用、モデリング、新技術の開発、および実験。これらのことが研究機関にとっての強みであることは明白である。我々は、地震研究所がこの強みを効果的に維持し、さらに強化するため、積極的に一致協力していくよう推奨する。

以降にSP2009の5本の柱にしたがって具体的なコメントを記す。

### **(2) 2009年サイエンスプランの改訂**

2011年の東日本大震災<sup>7</sup>を契機としてSP2009Rは作成された。SP2009Rは、頻度は低い(1000年に1度と考えられるものなど)が甚大な自然災害の課題に取り組むことを目的に作成され、分野横断的かつ国際的なアプローチの必要性を強調するものとなっている。我々はSP2009Rの方向性を支持する。また、その目的を達成するため、我々は地震研究所に対し、SP2009およびSP2009Rに基づく実行計画を作成することを推奨する。

### **(3) 高エネルギー素粒子地球物理学研究センター(CHEER)の運営 - 現在と将来**

我々は、ミュオングラフィーについて、シンチレーターおよび原子核乾板の利用技術のさらなる研究開発を進めるというCHEERの方向性を強く支持する。我々は地震研究所に対し、この研究分野における課題に効果的に立ち向かうためにCHEERの設置期間を更新する方策を探索することを強く推奨する。これは我々が奨励する国際的な協力を、CHEERが大きな役割を果たせるようにするための措置である。我々はまた、素粒子を活用した科学の有効性をタイムリーに評価することを推奨する。

### **(4) 巨大地震津波災害予測研究センター(LsETD)の運営体制および将来計画**

---

<sup>7</sup> 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)は2011年3月11日14:46(JST)に発生(モーメントマグニチュード9.0)。死者・行方不明者18,500人以上、損害額は1650億ドル。

2011年の東北地方太平洋沖地震からの厳しい教訓が、同センターの設立を促した。我々は、このセンターが今後実現することとなる、地球科学と地震工学を統合するアプローチを支持する。同センターが防災と減災における主要な役割を果たしていくため、我々は、同センターの計算能力を最先端レベルに保つべく、地震研究所があらゆる努力を払うことを推奨する。

#### (5) 地震研究所の運営

我々は、地震研究所が他のすべての研究機関と同様に、外部からもたらされる様々な境界条件の中で運営を進めていることを認識している。我々はこの観点から、地震研究所所長がそのリーダーシップを発揮して、外部の脅威を好機へ変えるべく努力することを提案する。例えば、SP2009 および SP2009R の目標達成に向けて資金と新規雇用を獲得するより良い機会をつかむため、分野横断的研究または新規分野の研究を奨励することなどが挙げられる。

#### (6) 共同利用・共同研究拠点としての業績<sup>8</sup>

地震研究所は2010年以降、日本で唯一の「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」として認定されている。この拠点は非常に高い成果をあげているが、我々はこうした成果が同拠点を支える地震研究所スタッフの利他的な献身に基づくものだということを承知している。2011年の東北地方太平洋沖地震の厳しい教訓を受け、2014年より開始した新たな5年間の国家プログラム「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」について、我々は、地震研究所が健全な学術的環境の中でこのプログラムの促進を監督することを推奨する。

#### (7) 教育・人材育成

我々は、若手育成・教育推進室の継続的な取り組みを奨励する。我々は、教員における男女比率の不均衡と外国人教員の雇用における大幅な改善が見られていない状況を目にして、幾分の落胆を感じている。我々は、この方向性に向けた取り組みに加えて、より多くの博士課程大学院生の募集を推奨する。

#### (8) 国際・アウトリーチ活動

地震研究所の広報アウトリーチ室は、印刷物からウェブベースのメディアまで、多彩なチャンネルを通じ、公共部門および政策決定者に対して積極的に活動している。我々は、これらの取り組みを継続することを推奨する。

我々は、地震と火山に関する国際的研究の促進に向けた国際室の活動を支持する。我々

---

<sup>8</sup> 共同利用・共同研究拠点: 地震研究所は、国内の研究者に対して研究施設を提供(共同利用)し、共同研究プロジェクトを実施する、公的な制度の拠点の一つに文部科学省から指定されている。

は、SP2009R が国際的な取組みへの参画の重要性を強調し、かつ国際室がこの機会をとらえるよう提言していることを指摘したい。

#### 4. 評価および提言

地震研究所のサイエンスプランは、地震研究所における研究活動のための基盤および手引きの書をなすものである。2009年4月から開始する10年間に適用されるサイエンスプランをSP2009と呼ぶ。2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波が発生し、1923年の関東大震災、1995年の阪神・淡路大震災以来の壊滅的な被害が現代日本を襲った。これを受けて、関連する科学コミュニティの役割を含め、震災のあらゆる面を対象として様々なチェック・評価が国家レベルで実施されてきた。地震研究所では、独自の評価を行い、SP2009を増補して改訂版サイエンスプラン（SP2009R）を作成した。この外部評価は、この重大な事象に対応するという地震研究所の新たな決意により、サイエンスプランの期間10年間の道半ばにおいて実施された。

研究者たちは、2011年の東日本大震災により日本が直面するリスクに対して、科学技術が有効なソリューションを提供することができる方策を評価するよう迫られた。特に、低頻度巨大自然災害の理解に対し、俄かに大きな注目が集まった。SP2009Rは、革新的な国際的／分野横断的観測技術を発展させ、かつ最先端の計算科学を導入する方向性に焦点を当て、これらの点に取り組む内容となっている。SP2009Rは、堅実な基礎科学に実証された形で災害軽減のための観測とシミュレーションを結びつけることを通じて、災害予知につながる分散した個々の観測を統合し、一群の階層的数値モデル（「コミュニティモデル」）を構築することの重要性を強調している。

すべての議論と本報告書の内容は、すべての外部評価委員の間で共有されているが、要請により、(1)地震研究所の運営、および(2)日本の他研究機関との共同利用・共同研究における地震研究所の役割、の項目については、日本の委員のみが評価にあたったことをここに注記する。

##### (1) 2009年に策定されたサイエンスプランに沿った研究業績

SP2009では、地震研究所の優先研究分野として以下の5つの柱を定めた。

- 柱1：地震現象の包括的理解と発生予測高度化、
- 柱2：火山活動の統合的解明と噴火予測、
- 柱3：多元的・統合的アプローチによる地球内部活動の解明、
- 柱4：革新的観測技術開発、
- 柱5：災害予測科学の総合科学としての新展開。

地震研究所の理学・工学研究者は各々の柱ごとに割り当てられているわけではなく、(1) 基礎研究、(2) ミッション指向型研究、および(3) 日本の他大学および他研究機関との共同研究、の3つのメインカテゴリーを通じて共同的に研究を実施している。地震研究所には基礎研究の実施を目的とした4つの研究部門の他、定められたミッションをもつ5つの研究センターがある。さらに、3つのサイエンスマネージメントセンターが置かれ、あらゆる領域を横断的に、かつ研究所の内外にわたって、研究企画、観測施設・設備の提供、およびデータ管理を行っている。柱5への貢献のみを目的として設置されたLsETD以外の12のユニット(部門およびセンター)は、2つ以上の柱にまたがって、複数の目的を有している。

以下のコメントは、SP2009Rの改訂分を含めた評価である。また、これらのコメントは一つ一つのユニットについて作成されたものではないため、同一のユニットが複数の柱に出現する場合があることをご承知おきいただきたい。一方で、評価の最初のプロセスとして、我々は各ユニットの活動について評価を行った。なお、委員の間での議論およびディベートの後、要請により、コメントをSP2009およびSP2009Rの項目に合わせるように並べ替えている。

#### 柱1：地震現象の包括的理解と発生予測高度化

1. 地震研究所は、地震現象に対する包括的な理解をテーマとして、長年にわたって優れた研究を行ってきた。例えば、2011年の東北地方太平洋沖地震から得られた国内および地球規模の観測データを、科学的結果に効果的に変換した業績は印象的である。これは、この地震の発生頻度の低さ、およびこの震源断層が世界で最も密度の高い地球物理学的観測ネットワークに近接している状況を鑑みると、世界の地震コミュニティに対する多大な貢献である。つまり地震研究所は、地震研究におけるその世界的なリーダーシップを証明したことになる。我々は地震研究所に対し、このメリットの下で引続きこの計画を進展させることを強く推奨し、また物理的根拠にもとづく地震予知の進展に関する取り組みを奨励する。
2. 我々は、2011年の東北地方太平洋沖地震の一連の過程に関して、膨大な質・量のデータが得られた背景には、日本の地震学者の50年以上にわたる偉大な先見の明、および陸域・海域での地震モニタリング能力を拡張する継続的な取り組みがあったことを認識している。また、そのデータの品質の高さは、観測技術における最新のイノベーションも貢献している。さらに、そのオープンデータポリシーは、日本及び世界の研究者が活用可能な前例のない質と量のデータをもたらした。このことは、いくら強調してもしすぎることはない。なぜなら、これらのデータは、海溝型巨大地震の破壊過程、

およびその発生前後のプロセスの理解におけるブレークスルーとなるべき発見につながるものであったからである。

3. 2004年のスマトラ沖大地震や2011年の東北地方太平洋沖地震のように真の巨大地震は、しばしば悲劇的な壊滅的被害を引き起こす。このような地震と社会との密接な関連性は、巨大地震が稀に発生した際に、巨大地震を理解するための最大限の努力を研究者たちに要求してくる。沈み込み帯のすべりの発生を制御しているものは何か？地震のサイクルがどのように働いているか？断層帯のダイナミクスを制御しているものは何か？特に、これらすべての疑問に関連して、断層帯において流体が果たす役割に関する基本的な疑問が浮上する。我々は、地震研究所が強みとして持ち合わせている、理論的・実験的手法を観測およびモデリング研究に組み合わせることで、断層帯および沈み込み帯システムのダイナミクスの解明に関する分野横断的な共同研究を継続することを奨励する。
4. 地震研究所は、減災を目的とした地震動に関するモデリングおよび予測において、卓越した実力を示してきた。この結果は、早期警戒のための実用的利用を証明したであろう。しかし我々は、あの悲劇の原因となった津波を引き起こした東北地方太平洋沖地震については、その切迫性のもとより、規模と範囲の予測もなされなかったことを言及しておく。実際のデータを用いた検証により、摩擦則に関する理論的地球科学、および脆性と延性を有する地殻／マントルにおける応力とひずみ条件の動的モデリングは進展してきていることから、我々はこれが物理ベースの地震予測における研究の進展につながることを期待している。

## 柱2：火山活動の統合的解明と噴火予測

1. 総じて、火山グループはとても強力なグループであり、活火山や最近まで活動していた火山に関する詳しい研究から創造性に富んだ観測／モニタリングツールの開発、火山プロセスの複雑モデルの開発に至るまで、すべてを網羅している。日本には多くの活火山があり、このことは日本を理想的な天然の実験室にしている。またグループ全体として、この機会を活用してきている。
2. マグマ蓄積の深部過程および火道ダイナミクスに関する理解という大きな目標は称賛に値するものであるが、火山コミュニティ全体には大きな課題が存在しており、地表面直下のプロセスを監視する新たな方法の開発の他、複合物質のレオロジーに関するよりよい実験的・理論的な理解が必要とされる。この点について、物質科学を取り込みたいと希望する火山グループと、マントル物質のレオロジーに重点を置く物質科学グループにミスマッチが存在するようであることを指摘しておきたい。地球物理学は、これらの目標に、よりうまく統合されてきたように見える（特に高精度の重力計

測およびミュオグラフィにおける最先端の研究について)。また、重力とミュオグラフィ、地殻変形は、浅部火道プロセスにエキサイティングな知見をもたらすポテンシャルを有している。特に、すべてのデータがほぼリアルタイムで取得できる場合には尚更である。課題は、これらのデータを深部過程のモニタリングへと拡張することである。

3. 我々は、噴火活動に関する長期的な予測と短期的な予知の双方を向上させる計画に関して、より多くの議論が持たれるべきであったと考えている。例えば、2.10.5の「噴火シナリオ」は、最近まで活動していた特定の火山（三宅島、桜島、霧島および有珠山）のためにこれを開発してきたとの記述がある。しかし、SP2009Rの観点からは、「最大可能」噴火のシナリオも同様に検討することが重要であると思われる。この他の課題（国際的な観点から）は、リアルタイムモニタリング観測を、噴火活動に関する確率的なイベント・ツリーモデルに効果的に統合することである。
4. 我々は、5本の柱と地震研究所の部門およびセンターとの関係性を示した表の中に、火山研究プログラムにおける減災科学に対する役割が示されていないことに気がついた。また、「地震火山情報センター」と名称を変更したにも関わらず、現在に至るまで同センターは、地震と津波のみに焦点をあてている。日本における災害研究・情報の歴史だけでなく東日本大震災が災害科学に与えた影響の大きさに鑑みれば、このことは理解できる。しかし、地震に関するニーズの多く（データベース、リアルタイム情報、マグニチュードの大きな地震の研究、過去の地震の研究、国際協力）は火山学にもあてはまるものであることを注記しておきたい。これらの論点のいくつかはセクション2.10.5（CCEVPR）において言及されている。つまりこの見かけの連携不足はおそらく、単に異なるサイエンスマネージメントセンター間の責任配分機能の調整不足のためであろう。
5. SP2009Rの中で指摘されている他の事項としては、火山活動における地殻応力の影響への取り組みがある。これは火山学全体にとって重要な課題であり、地震研究所はその特性から、地震および火山活動に関連する地殻プロセスの包括的モデルを開発するには理想的な場所である。火山学的な視点から見れば、地殻応力／ひずみとマグマの移動・蓄積との関連性を解明することはエキサイティングなものであろうし、マグマシステムが噴火活動発生の臨界閾値に近づいている時にその周辺での検知を進展させる方策となりうる可能性をもつであろう。
6. 地震研究所が火山災害と地震災害の双方に焦点を置いていることで、双方のコミュニティによるハザードとリスクの評価を結びつけ、ひいては危険度予測とその軽減に至る新規かつ革新的なアプローチを開発する機会がもたらされている。

- 最後に、地震研究所における研究のボトム・アップの構造は、世界レベルの基礎研究を創出するという点でうまく機能している。しかし、SP2009 および SP2009R に示されるより大きな目標に関して進歩を遂げるためには、個々の火山と火山プロセスの研究を、マグマ供給系のための一般モデルと統合するための新たな戦略が必要とされるであろう。

### 柱 3 : 地球内部活動の解明

- 総じて、地震研究所のこの柱の研究は世界レベルであり、観測、物質研究のいくつかの領域、および革新的観測技術の開発で世界をリードしている。これらはサイエンスプラン 2009 の達成に向けて優れた進展を遂げている。
- 究極的には、プレートテクトニクスおよび地球内部の対流が地震と火山噴火の原因である。地球内部におけるこの活動の表れは、特に沈み込み帯では流体の効果によって変化する。したがって、地震現象と火山噴火現象を包括的に理解するためには、地球全体におよぶ広範なスケールで地球内部の物質循環を研究することが必要である。2009 年サイエンスプランではこの柱について、地球内部構造に関する新しい観測と新たな観測技術を中心として発展させるとしている。しかし、これらは単独では完結することはできず、理論および数値モデルの観点から解釈されなくてはならない。観測とモデルとを関連づけることは、関係する物理学、特に駆動応力に対する地球の反応を小さなスケールで表現するレオロジーの理解に繋がるはずである。地震研究所はこれらすべての分野に大いに貢献する存在であり、特に海域観測および陸域の断層に關係する地下構造の調査において世界をリードしている。
- 海半球観測研究センター (OHRC) はプレートテクトニクスのプロセス、マントルおよびコアの大規模構造、および地球内部の対流に集中的に取り組む生産性の高い革新的なグループである。主たる観測項目は地震学的及び電磁気学的観測であるが、熱流量もまた重要な役割を果たしている。OHRC は海域におけるプレートテクトニクスの働きに関する我々の理解に影響をおよぼすような重要な発見を数多く行ってきた。これらの観測のいくつかは驚くべきものであり、我々の従来型のシンプルなプレートテクトニクス・モデルの再考を迫り、新しいツールとより高い解像度を備えた新たな観測プログラムを継続していくことの重要性を指摘している。西太平洋のリソスフェアとアセノスフェアの構造を研究する「ふつうの海洋マントル (NO-Man)」プロジェクトは、革新的なアプローチに最先端の観測機器を利用した優れた事例である。この取り組みを継続し、国際的なパートナー達との連携のもと、それを 2 億年の太平洋の歴史の解明に向けて発展すべきである。

4. 観測開発基盤センターのグループは、地震学および電磁気の研究双方のため、海底観測機器の開発に多大な貢献を果たしてきた。例えば、広帯域地震計 BBOBS-NX は、センサをほぼ埋設させることで、水平成分のノイズを低減することができる、現在採用されている唯一の計測機器である。これらの機器を、自己回収機能や傾斜測定を含めるように、現在開発が進められている。NUDOBS は 6500 m 以上の水深において機能することができる唯一の長期観測型海底地震計である。長基線電場観測装置 (EFOS) は、優れたシグナル・ノイズ比で大幅に長い期間にわたる電場の計測を可能とする。地震研究所が、海底観測機器および地震・電磁気観測の解釈における世界のリーダーであることは明らかである。
  
5. 陸域および海域における地震波トモグラフィ、人工地震反射法探査、および電気比抵抗の研究を通じた断層帯と沈み込み帯における地球内部構造のマッピングの取り組みは、全世界において肩を並べるものがない。ここでは革新的な技法が採用されており、3 つ事例を挙げると、比抵抗モデリングにおける進歩、繰り返し地震を用いた滑り速度のモニタリング、および海底圧力計を用いた鉛直変位の継続的なモニタリングがある。MeSO-net プロジェクトは首都圏における地震ハザード評価に対して極めて大きな貢献を果たし、そのフォローアップ・プロジェクトである「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」は、SP2009 の改訂の目標に直接的に取り組むものとなっている。
  
6. グローバルスケールにおける、CHEER の地球ニュートリノに関する取り組みは、興味深い新しいアプローチである。十分な分解能が得られるかどうかは依然として問題ではあるものの、これらの観測は、地球の下部マンツルの組成モデルをテストするための数少ない方策の一つとなる可能性を秘めている。浅部の密度測定において、重力計測に加えてミュオグラフィを投入することは有効であると思われる。ミュオンとニュートリノの双方について、明確に進展が見られる。このグループは、研究成果の公開を積極的に進めている。しかし、地球の仕組みをさらに解明するこれらのまったく新しいアプローチの実用性を評価するためには、おそらくあと 2、3 年を要するであろう。
  
7. 世界のプレート境界を研究する地震予知研究センターと OHRC の両方が進める国際共同プロジェクトは、地球規模のテクトニクスと対流の理解にも貢献している。沈み込み帯に関するこの種の取り組みは、この先、2011 年の東北地方太平洋沖地震に対応した SP2009R の改訂に記載された目標、つまり、マグニチュード 9.0 の地震を起こす沈み込み帯の特性を相互比較するという目標にとって重要になるだろう。外部からの

資金と協力が必要とされることは明白であるが、この方向性に向けた重点的な取り組みは、奨励されるべきである。

8. 地球の大規模挙動のモデリングに向けた進展として、地球計測系研究部門で進められた3次元粘性の不均質を取り入れた球体地球の粘弾性変形の計算理論の開発が挙げられる。また、物質科学系研究部門は、減衰、2相集合体の挙動、および変形の間微細構造と異方性の成長の理解におけるグローバルリーダーである。この研究内容は、スケールこそ大幅に小さいものの、地震学的構造や比抵抗構造における異常のモデリングや解釈に、物理学を取り入れるために必要とされる。
9. 数理系研究部門においては、マンツルの流れのモデリングに向けた進展がなされてきた。最も顕著なものとしては、沈み込むプレートの上のマンツルウェッジの小規模な対流の影響を提示したことが挙げられる。しかし、マンツルの流れのモデリングにおける地震研究所の取り組みは、全体としては、観測や実験研究ほどには進展していない。モデリングの取り組みは、地球内部における対流の理解に基礎を提供している、非常に成功している観測・実験研究グループとの間で、より密接なインタラクションを図ることにより強化できるだろう。おそらく、新しく設置されたセンターであるLsETDのアプローチを見習うことは生産的かもしれない。つまり、協同研究者が比較的容易に対流シナリオをテストするために使用することができるような「コミュニティモデル」に、様々な観測データを統合することができる計算プラットフォームを開発することである。

#### 柱4：革新的観測技術開発

1. 新規の技術開発は非常に重要である。なぜなら、真に新しい発見は常に新たな技術により開かれた門を通過して訪れるものだからである。しかし、こうした新規の技術開発はおしなべて時間がかかるものであるし、若手の研究者はこうした時間のかかる研究に従事することに尻込みしがちである。我々は、地震研究所の数人の若手研究者らが、革新的な機器開発の成功を目指して、こうした新規技術開発というチャレンジングな課題に取り組んでいるのを目にして深く感銘を受けた。
2. 特に、CHEERは宇宙線を利用した極めてユニークな観測技術を開発し、また多くの革新的な観測機器を次々と創出してきた。これらの機器は、重要な地球物理学的情報を得るために有効であることがすでに証明されている。
3. 2009年に実施された地震研究所の外部評価では、実際の観測研究からのニーズを評価

して開発を行うことを推奨している。地震研究所において開発された新規技術の大半はこの提言に従ったものである。我々は、この方向性を継続していくことを奨励する。

4. LsETD は、様々な新規のシミュレーション手法を開発してきた。これらは「観測手法」ではないが、新たな研究分野への門戸を開くことが期待されるという点で、やはり重要なものである。また、特にリアルタイム解析へのニーズに対応するため、効率的に処理されるべき大量のデータを生成する観測機器用の新しいソフトウェアの開発も重要である。
5. 地震研究所は、海底観測機器の開発における長くユニークな歴史を持っている。これらの機器はこれまで多くの大学と研究機関により使用されてきた。地震研究所が開発した機器類がなければ、2011年東北地方太平洋沖地震の地球物理学的特性を理解することは叶わなかっただろう。この大地震により、これまで非地震性のすべりしか生じないと考えられていた海溝付近のプレート境界も地震を引き起こすことができるということが示された。水深 7000 m 以上の海溝軸に近い場所で使用することができる海底観測機器の開発が、津波を伴うプレート境界型巨大地震の特性を明らかにする上で非常に重要であることは論を俟たない。
6. 小型傾斜計、光ファイバ変位計、回転地震計、無人ラジコンヘリコプター、自律型無人潜水機などを含むその他の新規技術は、新規な重要性の高いデータを得る可能性を秘めている。我々は、地震研究所が科学的なニーズに応え、革新的なアイデアから実用的な観測機器を生み出すための戦略的かつ説明可能な決断をするものと確信している。

#### 柱 5：災害予測科学の総合科学としての新展開

1. 我々は、地震研究所が地球科学分野をリードし、同時に防災および減災に広く貢献してきたことを称賛したい。日本列島は絶えず地震や津波、火山噴火という自然災害のリスクにさらされている。例えば、日本政府の中央防災会議が評価した巨大な南海トラフ地震の大きなリスクは、地震研究所およびその他の関係機関が減災に向けて具体的かつ前向きに貢献していくこと必要としている。したがって、この目標に向けて前進する地震研究所の研究業務内容に何ら変更はないだろう。このチャレンジングなミッションは、SP2009 および SP2009R の 5 つの柱の一つであり、我々は、これが日本の主導的な研究機関として目指すべき重要な方向性であると認識している。
2. LsETD は痛ましい東日本大震災の後、2012 年に設立された。この研究センターのユニ

一な点は、莫大な数値計算を用いて「理学」と「工学」を結びつける新たな学問領域としてのコンピューターシミュレーションを発展させる、というその役割にある。彼らはすでに、地震や津波、災害を対象とした大規模な計算環境を構築する過程で、理学者と工学者によるインタラクティブな共同作業の新たなスキームにおいて目覚ましい進歩を遂げているようである。我々は、この研究センターが今後数年間のうちに、防災および減災に有益かつ迅速な貢献をもたらすことを期待する。我々は、高性能計算の進歩に合わせさらに発展するよう、地震研究所がLsETDを運営し、災害予知・軽減のための新たな道を拓くものと確信している。

## (2) 2009年サイエンスプランからの改訂点

2011年の東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波を契機としてSP2009Rを作成することとなった。喫緊の課題は、頻度は低いが甚大な自然災害に対してどのように対処するかということであった。SP2009Rは、分野横断的かつ国際的なアプローチの必要性を強調する。SP2009Rはまた、観測と災害予知を統合する「コミュニティモデル」を構築することを提案している。

我々は、地震研究所がSP2009に関する自己評価の後、慎重に作成したSP2009Rの方向性を総じて支持する。地震研究所は、5つの柱を維持するとの結論に至った一方で、さらに科学的な「コミュニティモデル」の構築を通して地球規模の観測とそれらの理論的予測を結び付け、その観測能力を拡張し日本列島および周辺海域に適用することで、これまで以上に統合的なアプローチを追加・重視するとした。

東日本大震災により我々は、震源断層と火山は独立して存在するものではなく、地球規模のダイナミクスから影響を受けるという、日本列島全体のテクトニクスに関する統合的な視点が必要であることを学んだ。我々はこれまでに、魅力的なプロジェクトがいくつも計画されているのを目にしてきたが、その実行計画は明確なものではなかった。我々は地震研究所の確固たる決意を疑わず、地震研究所が、SP2009・SP2009Rに基づいた具体的実行計画を携え、国際的かつ分野横断的な大型プロジェクトを立ち上げるリーダーシップを発揮することを推奨する。

## (3) CHEER-現在と将来

CHEERは6年間の期限付きで2010年に設立された。CHEERが主導するこの新分野の急速な発展に鑑みて、また、火山やその他の対象物のイメージングに使用された革新的な実験に基づく優れた成果発表の実績から、この地震研究所の判断が正しかったことは明らか

である。我々は、シンチレーターおよび原子核乾板を利用したミュオグラフィのさらなる研究開発を進める同センターの方向性を、熱意を込めて支持する。より大きな面積とより高い背景雑音除去性能をもち、厳しい環境にも適したミュオン望遠鏡は、厚みのある大きい岩石を調査したり、現象の時間発展の研究のためのデータ取得にかかる時間を短縮するために必要とされている。我々は、CHEER の研究者が、空間分解能の限界に挑戦し、また、より深部へ到達しようとする課題を認識していることを理解している。

また我々は、地球深部の組成を直接的に調査・検証するために大気ニュートリノと地球ニュートリノを観測するという彼らの計画を支持する。

CHEER は、火山学その他への応用を目的とした観点からの検出技術の開発、実験機器の製作、および手法の開発における共通的な努力とともに、国際協力の拡大において主導的な役割を果たすことができる。

我々は、CHEER が国際協力において役割を果たすことが出来るよう、地震研究所が CHEER の設立期間を更新するための努力をすることを強く推奨する。我々はまた、適切な時期に素粒子を活用した科学の有効性を対象として評価を実施することを推奨する。

#### (4) LsETD の運営体制および将来計画

太平洋プレートの沈み込みによって生じた 2011 年東北地方太平洋沖地震の教訓に基づき、このセンターが設立されたことは高く評価できる。日本を脅かすプレート境界型地震には、西南日本直下のフィリピン海プレートの沈み込みにより南海トラフに沿って起こるものや、太平洋プレートおよびフィリピン海プレートと本州との複雑な相互作用によって発生が想定されている首都直下地震がある。本研究センターが設立された時期は 2011 年の東日本大震災の後であるが、我々は本研究センターの設立は機をとらえたものであると考えており、同センターが地震災害にかかる防災と減災に重要な貢献を果たすことを期待する。

防災の観点から、地球科学と地震工学の融合は極めて重大な論点であり、それは地震研究所の重要なミッションである。同センターが提示している研究イニシアティブは、目指すべき融合に向けた具体的な設計に裏打ちされた明確な方向性を示している。

我々は、地震研究所が、待ち望まれている数値シミュレーション研究に関する全国レベルの協力体制や、理学と工学の間の統合的で対話的なアプローチを促進する推進力となるようとしていることを承知している。LsETD は、地球科学と地震工学を組み合わせる計算科学の中核的拠点であり、または今後そうなるようとしていると認識され、防災と減災における主要な役割を果たすと期待される。同時に、地震研究所や東京大学のサポートをうけて、計算環境を向上させ、様々な計算手法を開発するべく継続的に努力することが必要である。

## (5) 地震研究所の運営

地震研究所の運営ポリシーは、地震および火山噴火、ならびにそれらが引き起こす災害における研究に関しての研究所の基本ミッションに対しては、うまく機能している。地震研究所は、地震現象、火山現象、地球内部の活動、観測技術、および減災という SP2009 の中で定義された 5 つの研究の戦略的な柱をもっている。これらは研究目標を分類したものであり、基礎研究に関与する研究部門やミッション指向型研究センターに加えて、それらをサポートするサイエンスマネジメントセンターやサポートスタッフにより実施されている。

我々はここで、地震研究所の人事面と予算面の運営にフォーカスする。SP2009 および SP2009R に記された目標を達成する上では、専任の研究者とサポートスタッフの優れたバランスが求められる（この観点から、技術スタッフの人数減少は憂慮すべきである）。我々は、大きな社会的責任を有している地震研究所のような主導的研究機関にとってさえ、職員を維持・増加し、機関内の「人口学」を健全に保っていくことは容易ではないことを理解している。また、大学本部の規則により、新たな教員の雇用にさらなる制約がかけられていることも理解している。新分野を促進する大学の方針をうまく活用する上で、地震研究所の SP2009 および SP2009R は、LsETD の設立により達成されたなど、新たな取り組みを促進する方向性にうまく適合していると思われる。6 人の教授会メンバーで構成され、所長が率いる人事準備委員会の役割は極めて重要であろう。

現在のグローバルな経済の潮流においては、「いつものこと」と見なされたプロジェクトに対する資金要請に、意志決定者の注意を引くことはほとんどない。SP2009 および SP2009R に記された目標に向けて、従来の大学にはあてはまらない、分野横断の統合的な新しいアプローチを採用することにより、資金提供機関にアピールすることができるのみならず、画期的な成果を得ることができるだろう。我々は、地震研究所がこのアプローチを追究することを奨励する。

## (6) 共同利用・共同研究拠点としての業績

地震研究所は、2010 年以降、日本で唯一の「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」<sup>9</sup>として、地震と火山に関する研究の促進において重要な役割を果たしてきた。平成

---

<sup>9</sup> 共同利用・共同研究拠点制度は 2008 年 7 月に文部科学省によって創設された。

25年に文部科学省の科学技術・学術審議会において評価されたとおり、共同利用・共同研究拠点としての地震研究所の業績は、とても優れたものだと受け止められている。

特に、先立つ長い歴史とともに2009年に開始した「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画<sup>10</sup>」は彼らの献身的な努力なしには進めることが出来なかったし、また、日本全国から20を超える参加機関を得た新たな「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」(2014-2019)もそれなくしては始動することは出来なかつたろう。この新たな計画は、参加大学・機関間により多くの強固な協力関係を必要としているため、我々は地震研究所がこの新たな計画を推進する重要な責務を背負ったスタッフ達を、これまで以上に注意深く監督していくことを推奨する。

### (7) 教育・人材育成

地震研究所の教授会メンバーは、助教のフォローアップシステムとともに、ポスドク・学部学生のための若手育成・教育推進室の発展にも継続的に取り組んでいる。これらの活動は地震研究所のサイエンスプランを実施する上で、また固体地球科学の分野における若手人材を成長させる上で、非常に重要である。特に、我々は以下の活動を奨励する。

1. 多くの教授会メンバーの参加を得て、フォローアップシステムと若手育成・教育推進室の活動を継続する。
2. 海外の学生との国際的な関係を強化するため、国際インターンシップの活動を継続する。
3. セミナー、講義、基礎実験、およびフィールド調査などの大学院生および学部学生の教育を継続する。

我々は、外部から多くの障害がもたらされる中で、これらの活動に向けてなされているあらゆる努力を称賛する。我々は、地震研究所が大学の管理部門とともに、特に修士課程の学生に対するサポートについて、状況を改善する変更を行うべく取り組んでいることを理解している。我々は地震研究所に対し、助教とより多くの交流を可能とするなど、博士課程学生を募集する新しい方法を探ることを奨励する。すでに2009年の外部評価において指摘されたとおり、教員数における男女のバランスおよび外国人研究者の採用には大きな改善は果たされていない。

### (8) 国際・アウトリーチ活動

---

<sup>10</sup> 国家プログラムである地震予知研究計画は1965年に開始された。1974年に火山の噴火に関する研究計画が開始され、これらは2009年に合併された。このプログラムは文部科学省の総合科学技術会議による評価を伴う形で5年を期間として実施されている。

地震研究所広報アウトリーチ室はうまく機能しており、ウェブサイト、公開講義、印刷物などを媒体として活動を続けている。また、国及び地方自治体に対して防災に関する科学的な情報を提供している。これらの活動は、市民に広く開かれた科学的な基盤に基づいた最新情報のレベルを高く保つために重要である。同様に、これらの取り組みは一般大衆の科学的なリテラシーを向上させる一助となると期待される。したがって、我々は以下の事項を提案する。

1. 一般市民，大学入学前の学生，および政府職員に対するレベルの高いアウトリーチ活動を続ける。
2. 国際的なアウトリーチおよび共同研究を強化するため，国際的な長期・短期の招聘プログラムおよび人材交流プログラムに関する高いレベルの活動を続ける。
3. 公式な協定（MOU）に基づき，またはSATREPS<sup>11</sup>，IODP<sup>12</sup>などの国際的なプログラムを通じて，高いレベルの国際的な共同研究活動を続ける。

国際的なパートナーシップの強化を強調する SP2009R の観点から，我々はさらなる国際的な協力活動が地震研究所により立ち上げられることを期待する。

---

<sup>11</sup> 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラムは独立行政法人科学技術振興機構（JST）と独立行政法人国際協力機構（JICA）が共同で資金を提供するものである。

<sup>12</sup> 統合国際深海掘削計画（IODP）は国際的な海洋掘削プログラムである（2013年－2023年）。

## 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

平成 25 年 6 月	地震研究所教授会において外部評価の実施及び外部評価実施委員会の設置を決定
平成 25 年 7 月	外部評価実施委員会活動開始
平成 25 年 8 月	外部評価資料検討ワーキンググループを設置し、資料作成における技術的検討を開始
平成 25 年 11 月	外部評価委員の決定
平成 26 年 1 月～5 月	外部評価資料の作成
平成 26 年 5 月	外部評価資料の事前送付
平成 26 年 6 月	外部評価委員会の実施
平成 26 年 7 月～9 月	外部評価報告のまとめ

### 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（和文、英文）

研究内容については、年報と同様に部門・センター毎にまとめた。さらに、組織運営体制、人員体制、予算、人材育成・教育、広報アウトリーチ、国際活動、全国共同利用共同研究拠点、重点評価項目についてまとめた。印刷物は制作せず、図表や外部コンテンツへのリンクを含むデジタルコンテンツとして制作した。

#### [2] 各教員等の活動

各教員等の 2012 年及び 2013 年の 2 年間の研究活動等をまとめた。和英併記。

このほか、全委員に

- ・地震研究所要覧
  - ・2009 年外部評価報告書
- を委員会の際に配布した。

### 3. 外部評価実施委員会

小原一成 (観測開発基盤センター教授、委員長)  
大久保修平 (高エネルギー素粒子物理学研究センター教授)  
篠原雅尚 (観測開発基盤センター教授)  
中田節也 (火山噴火予知研究センター教授)  
堀宗朗 (巨大地震津波災害予測研究センター教授)  
小屋口剛博 (所長)  
戸張勝之 (事務長)

#### 4. 外部評価資料検討ワーキンググループ

小原一成 (観測開発基盤センター教授)  
武尾実 (火山噴火予知研究センター教授、広報アウトリーチ室長)  
鶴岡弘 (地震火山情報センター准教授)  
ウイジェラジ マッデゲデラ ラリス (巨大地震津波災害予測研究センター准教授)  
中川茂樹 (地震火山情報センター助教)



GM Mr. Tobar  
 Prof. Nakada  
 \*Prof. Donald Forsyth  
 \*Prof. Katharine Cashman  
 Prof. Hori  
 Prof. Takeo  
 \*Principal scientist Dr. Toriumi  
 \*Chair, Principal Scientist Dr. Suyehiro  
 Prof. Shinohara  
 Prof. Okubo  
 \*Prof. Iizuka  
 Director Prof. Koyaguchi  
 \*Prof. Matsuzawa  
 \*Prof. Kuo-Fong Ma

Review Committee members and ERI hosts

(※Red and blue represent Review Committee members and ERI hosts, respectively)



Review Committee meeting (Opening remarks by ERI director)



Open discussion on Science plan and results



Lab tour for the Research Center of Large-scale Earthquake, Tsunami and Disaster



Lab tour for Ocean bottom observation



Lab tour for Center for High Energy Geophysics Research

