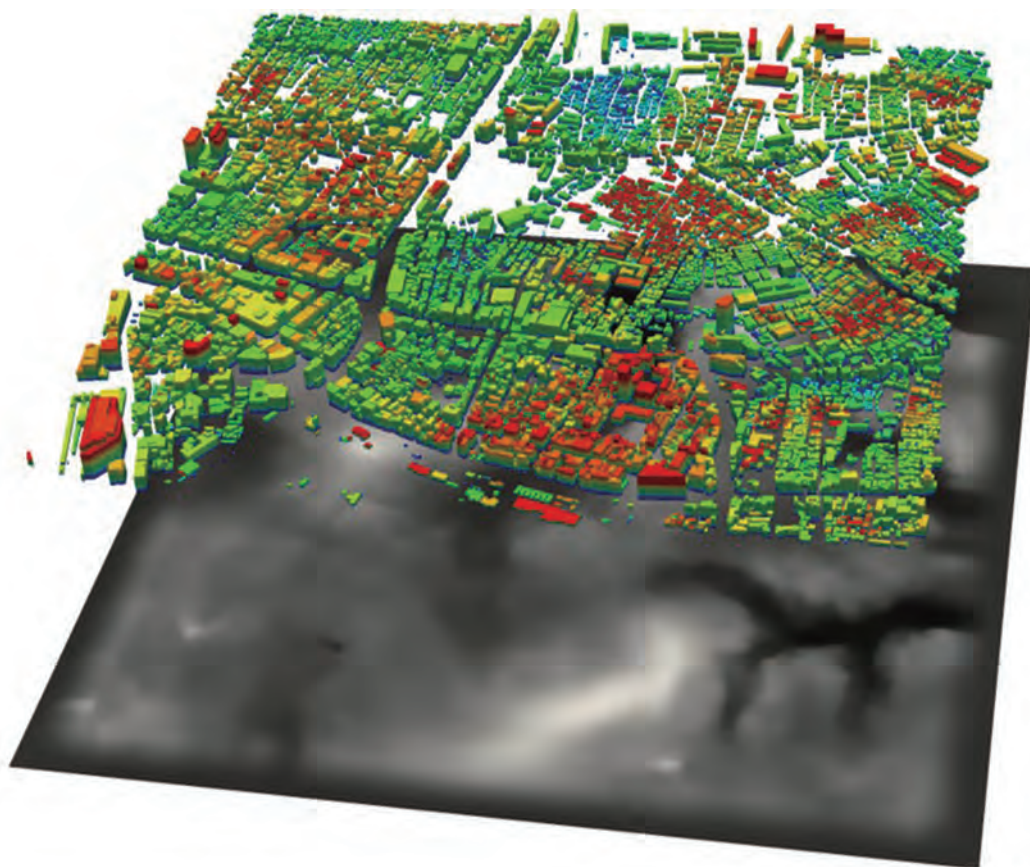


# 東京大学地震研究所 要覧 2015



Earthquake Research Institute  
The University of Tokyo



表紙

地震動の増幅解析と建物の地震応答解析：建物の層間変形と地震動インデックスの最大値の分布.  
(p.16)

Cover:

Simulation of ground motion amplification and seismic structural response:distribution of maximum structural response and seismic index.

## 目 次 Contents

所長挨拶 .....	2
Greetings from the Director	
沿革 .....	4
History	
組織 .....	5
Organization	
教員一覧 .....	6
Faculty	
ハイライト研究 .....	8
Research Highlights	
部門・センター .....	23
Research Divisions / Research Centers	
国際地震・火山研究推進室, 広報アウトリーチ室 .....	25
International Research Promotion Office / Outreach and Public Relations Office	
技術部, 図書室 .....	27
Technical Division / Library	
地震・火山噴火予知研究協議会 .....	29
Coordinating Committee of Earthquake and Volcanic Eruption Prediction Researches	
京都大学防災研究所の拠点間連携共同研究 .....	30
ERI-DPRI Joint Research	
教育・研究活動 .....	31
Educational & Research Activities	
資料 .....	32
Data	
アクセスマップ	
Access to ERI	

## 所 長 挨拶 Greetings from the Director

所長

小原一成

Director

Kazushige OBARA



地震研究所は、大正12年（1923年）の関東大震災を契機としてその2年後に設立されて以来、地震・火山現象の科学的解明とそれらに起因する災害の軽減方策の探究を使命としてきました。世界的に見ても非常に活発な日本の地震・火山活動はプレート（岩盤）の沈み込みに伴うものであり、それは我が国の国土を形成すると同時に巨大災害をもたらします。従って、我々の使命を果たすためには、地震・火山の根源としての地球内部ダイナミクスまでも包括的に理解することが必要であり、固体地球科学分野における諸課題に対して観測・実験・理論的アプローチを総合した多様な取り組みを行なっています。

観測研究の対象は日本全国及び世界に広がっています。国内では、共同利用・共同研究拠点として、全国規模の「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」等の固体地球科学における様々な研究プロジェクトを企画立案し、多数の大学や研究機関と共同研究を行なっています。また、防災研究の拠点である京都大学防災研究所との拠点間連携に基づいて、成果の社会貢献を強く意識した取組も進めています。一方、地震研究所は米国の南カリフォルニア地震センターやフランスのバリ地球物理学研究所等と学術協定を結ぶほか、国際地震・火山研究推進室を中心として、海外の研究者・研究機関との共同研究も積極的に進めており、地震・火山研究教育の国際拠点となることを目指しています。

地震・火山現象の解明という永遠の使命のもと、地震研究所は常に世界最先端の研究を行なうとともに、その支えとなる技術開発にも力を入れてきました。例えば、高エネルギー素粒子を用いた透視技術は、従来の地震波等を用いた手法とは全く異なるものであり、既に宇宙線ミュオンを用いた火山体CTスキャンに成功するなど、国際的にも高い評価を得ています。また、これまで観測が困難であった深海底での地震・地殻変動観測用機器の開発も進めており、今後の地球規模のグローバル観測に威力を発揮することが期待されています。

地震研究所は、これらの多様な先端的研究を通じて得られた成果を広く発信し、様々なレベルでの科学的関心や社会的要請に応えるとともに、大学附置の研究所として、将来を担う次世代研究者および社会に役立つ人材育成にも積極的に取り組んでいきたいと考えています。今後とも、皆様のご支援・ご協力をお願い申し上げます。

Since its foundation in 1925, two years after the Great Kanto Earthquake, the mission of the Earthquake Research Institute (ERI) has been to promote research on earthquakes and volcanic eruptions and to develop methods for mitigating related disasters. Japan, one of the most seismically and volcanically active countries in the world, was formed as a result of the subduction of tectonic plates. On the other hand, these forces also have the potential to cause terrible disasters. Therefore, our mission requires a comprehensive understanding of the dynamics of the Earth's interior which drive these phenomena. To achieve this goal, we promote multi-disciplinary research in the field of solid earth science; integrating field observations, laboratory experiments, and theoretical studies.

The target of our observational research is not only Japan, but also all over the world. As a Joint Usage/Research Center of Japanese universities, ERI organizes several joint research projects, including a nationwide "Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program" involving many universities and research institutes across Japan. In order to better contribute to the mitigation of earthquake and volcano disasters, ERI has joined hands with the Disaster Prevention Research Institute of Kyoto University, which is designated as a Joint Usage/Research Center for integrated disaster science related to natural disasters. ERI has also concluded agreements with the Southern California Earthquake Center of the United States, the Institut de Physique du Globe de Paris of France, and other foreign organizations to encourage international collaboration. In addition, ERI has established an international office for the promotion of earthquake and volcano related research, and contributes to sponsoring foreign visiting researchers in order to stimulate international scientific cooperation.

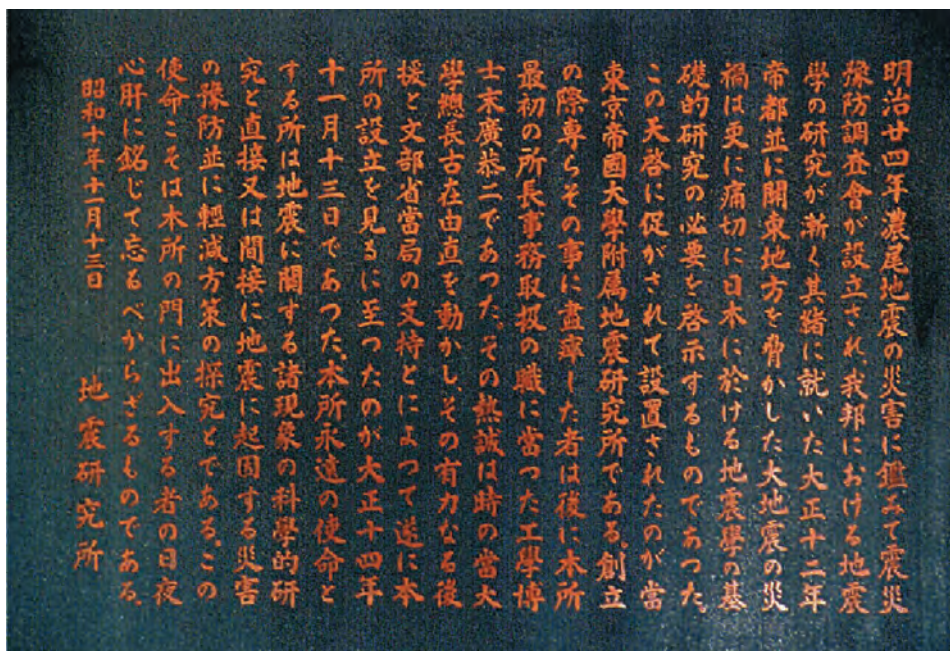
ERI has been pursuing its mission by developing state-of-the-art research methods and observation technologies, such as radiographic imaging of very large objects using high-energy particles, which is an innovative technology for the study of the Earth's interior dynamics. ERI has succeeded in capturing images of movement within a magma head conduit associated with an eruption. We are also developing seafloor seismic and geodesy observation system for very-deep areas of the ocean where instruments could not previously be installed. This system is expected to be available for future world-wide observation projects.

ERI is committed to promoting the most advanced, multi-disciplinary research in the field of solid earth science, and understands the importance of our outreach activities, which make our scientific and engineering achievements accessible to the public. Our faculty members are deeply involved in the education of graduate students at the University of Tokyo, in order to develop the next generation of solid earth science researchers needed by our global society. ERI aspires to become a world-class research organization, so we welcome your cooperation and suggestions for improvement.



東京大学地震研究所全景。右 1 号館，左奥 2 号館，左手前 3 号館。

Overview of the Earthquake Research Institute. From right to left : Building No.1, No.2, and No.3



地震研究所創立 10 周年を機に，寺田寅彦によって撰せられた銅版の碑文  
Monumental Inscription Composed by Prof. Torahiko TERADA (1878-1935)

## 沿革 History

地震研究所（以下、本所）は、大正14年（1925年）11月13日に創立された。それまで30余年にわたり日本の地震学発展に貢献した文部省震災予防調査会の研究業務は、このとき本所に引きつがれた。昭和3年（1928年）6月には、東京帝国大学（当時）の構内に、本庁舎が完成し、本所は、同大学附属の研究所として、その基礎を定めた。

第二次世界大戦の苦難の時期を経て昭和24年（1949年）5月31日に、国立学校設置法が制定され、本所は東京大学附属の研究所となった。戦後の復興と共に、国内外の研究の進展にもめざましいものがあった。本所でも研究規模の増大に伴い、昭和45年（1970年）3月、農学部構内に新しい庁舎（現在の2号館）が建設された。

新庁舎完成以後、本所は地震学・火山学の基礎研究を行うとともに、わが国における地震予知・火山噴火予知計画を推進してきた。昭和54年（1979年）度には地震予知観測センターが地震予知観測情報センターに改組され、全国の大学の地震予知計画に係わる観測データの集積、整理、提供等による研究も行われるようになった。

全国の大学が合同で実施する海陸での観測、全国地震観測網のデータ流通やそれらに基づく各種プロジェクト研究などの、大規模研究計画を担う体制が必要となり、平成6年（1994年）6月、本所は、東京大学附置の全国共同利用研究所となり、4部門、5センター、2附置観測施設の組織となった。さらに、客員教授制が採用され、全国から研究協力者を集めた各種の共同研究が行われるようになった。

平成9年（1997年）4月には、国内外の研究者と共同して地球規模の観測研究する目的で、新たに海半球観測研究センターが発足した。

平成18年（2006年）には、免震構造を有する新庁舎（1号館）が竣工するとともに、旧本館（2号館）の耐震改修も行われ、首都圏周辺で大地震が発生しても継続的な観測・研究ができる体制が整った。

平成21年（2009年）、地震予知研究と火山噴火予知研究の一層の連携のために、2センターを改組して、地震火山噴火予知研究推進センターと、火山噴火予知研究センターを発足させた。

平成22年（2010年）に、本所は全国共同利用研究所から、全国共同利用・共同研究拠点となり、高エネルギー素粒子物理学研究センターを含む4部門、7センターに改組し、多様で多面的な観測固体地球科学を、機動的で柔軟な組織によって推進する体制となった。

平成24年（2012年）、東日本大震災の教訓を踏まえ、理学と工学の連携強化を目的として、先端の数値解析を軸に据えた巨大地震津波災害予測研究センターが発足した。

平成26年（2014年）から開始した「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の推進のため、防災研究の拠点である京都大学防災研究所との間で拠点間連携が開始された。

Established on November 13th 1925, the Earthquake Research Institute (ERI), took over the research project which had been run by the government at the time. For over thirty years, the research activities had contributed to the development of the seismology in Japan. In June 1928, it officially became an institute of Tokyo Imperial University..

After World War II, the institute was re-established as one of the research institutes of the University of Tokyo. Following the nation-wide cooperative Earthquake Prediction Program that started in 1965 and the Volcanic Eruption Prediction Program in 1974, ERI played a core role in bearing the heaviest responsibilities for their implementation, as well as serving as the central institute for fundamental geophysical researches in Japan.

In the last few decades, various cooperative studies, such as seismic observations in several inland areas, seismic and geophysical observations in the ocean, application of Global Positioning System (GPS), seismic observations by a network covering the whole of the western Pacific under the POSEIDON Project, and experiments on volcanic structure and magma supply system, have been planned and conducted as joint researches among the universities and institutes in Japan. To promote these projects further, ERI was re-organized in 1994 as a shared institute of the University. The reorganized ERI consisted of four divisions, five centers, and two observatories providing positions for visiting professors, and formulating the system for cooperative studies.

In April 1997, the Ocean Hemisphere Research Center was established to develop and operate a global multidisciplinary network in the Pacific hemisphere consisting of seismic, geoelectromagnetic, and geodetic observations.

With the completion of the new base-isolated building (Building 1) in 2006, followed by the anti-seismic reinforcement of the old building (Building 2), ERI's capacity to respond to large earthquakes in Tokyo has increased

In 2009, the Coordination Center for Prediction Research of Earthquakes and Volcanic Eruptions was established to promote collaboration of researches of earthquake predictions and volcanic eruptions.

In 2010, ERI was re-organized as a joint usage/research center of Japanese universities for earthquake and volcano researches with four research divisions and seven centers including the Center for High Energy Geophysics Research. The new organization will enable ERI to provide flexible frame-work for diverse and multi-disciplinary observational solid earth sciences.

In 2012, Research Center for Large-Scale Earthquake, Tsunami and Disaster was established in order to construct the theory and develop the method of advanced numerical analysis for conducting the research on forecasting large-scale earthquake and tsunami.

In 2014, ERI has started to join hands with the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, which is the Joint Usage/Research Center for integrated disaster science concerning natural disasters.

## Organization



# 教員一覧

## Faculty

2015.4.1 現在

所 属	職 名	氏 名	専門分野	Position title	Name
数理系研究部門 Division of Theoretical Geoscience	教 授	小屋口 剛博	数理火山学	Prof.	KOYAGUCHI Takehiro
	教 授	本多 了	地球ダイナミクス	Prof.	HONDA Satoru
	准教授	亀 伸樹	震源物理学	Assoc. Prof.	KAME Nobuki
	准教授	西田 究	地球震動解析学	Assoc. Prof.	NISHIDA Kiwamu
	准教授	波多野 恭弘	非線形地殻物理学	Assoc. Prof.	HATANO Takahiro
	准教授	宮武 隆	計算地震学	Assoc. Prof.	MIYATAKE Takashi
	助 教	鈴木 雄治郎	シミュレーション火山学	Assist. Prof.	SUZUKI Yujiro
地球計測系研究部門 Division of Monitoring Geoscience	教 授	加藤 照之	測地学・地殻変動論	Prof.	KATO Teruyuki
	准教授	今西 祐一	重力・測地学	Assoc. Prof.	IMANISHI Yuichi
	准教授	中谷 正生	地震破壊物理学	Assoc. Prof.	NAKATANI Masao
	助 教	高森 昭光	地球観測機器開発	Assist. Prof.	TAKAMORI Akiteru
	助 教	田中 愛幸	総合測地学	Assist. Prof.	TANAKA Yoshiyuki
物質科学系研究部門 Division of Earth and Planetary Materials Science	教 授	栗田 敬	地球惑星システム学	Prof.	KURITA Kei
	教 授	中井 俊一	地球化学	Prof.	NAKAI Shunichi
	准教授	武井 康子	地球内部物性論	Assoc. Prof.	TAKEI Yasuko
	准教授	平賀 岳彦	ナノスケール固体地球科学	Assoc. Prof.	HIRAGA Takehiko
	准教授	安田 敦	マグマ学	Assoc. Prof.	YASUDA Atsushi
	助 教	折橋 裕二	岩石化学・年代学	Assist. Prof.	ORIHASHI Yuji
	助 教	三浦 弥生	同位体地球惑星科学	Assist. Prof.	MIURA Yayoi
	助 教	三部 賢治	実験岩石学	Assist. Prof.	MIBE Kenji
災害科学系研究部門 Division of Disaster Mitigation Science	教 授	壁谷澤 寿海	耐震工学	Prof.	KABEYASAWA Toshimi
	教 授	額額 一起	応用地震学	Prof.	KOKETSU Kazuki
	教 授	古村 孝志	地震津波災害情報生成	Prof.	FURUMURA Takashi
	准教授	楠 浩一	耐震工学（建築構造学）	Assoc. Prof.	KUSUNOKI Koichi
	(兼) <sup>1</sup> 准教授	三宅 弘恵	強震動地震学	Assoc. Prof.	MIYAKE Hiroe
	助 教	飯田 昌弘	地震工学	Assist. Prof.	IIDA Masahiro
	特任助教	等々力 賢	地震津波シミュレーション	Project Assist. Prof.	TODORIKI Masaru
	特任助教	原田 智也	南海トラフ広域地震防災研究	Project Assist. Prof.	HARADA Tomoya
地震予知研究センター Earthquake Prediction Research Center	教 授	佐藤 比呂志	構造地質学	Prof.	SATO Hiroshi
	教 授	平田 直	観測地震学・地殻構造論	Prof.	HIRATA Naoshi
	准教授	上嶋 誠	地球電磁気学	Assoc. Prof.	UYESHIMA Makoto
	准教授	望月 公廣	海域地震学	Assoc. Prof.	MOCHIZUKI Kimihiro
	助 教	石山 達也	変動地形学	Assist. Prof.	ISHIYAMA Tatsuya
	助 教	藏下 英司	プレート構造論	Assist. Prof.	KURASHIMO Eiji
	助 教	福田 淳一	地震発生予測	Assist. Prof.	FUKUDA Junichi
	助 教	山田 知朗	海底地震学	Assist. Prof.	YAMADA Tomoaki

所 属	職 名	氏 名	専門分野	Position title	Name
火山噴火予知研究センター Volcano Research Center	教 授	武尾 実	地震発生過程論・火山地震学	Prof.	TAKEO Minoru
	教 授	中田 節也	火山噴火岩石学	Prof.	NAKADA Setsuya
	准教授	市原 美恵	火山噴火物理学	Assoc. Prof.	ICHIHARA Mie
	助 教	及川 純	火山物理学・火山変動学	Assist. Prof.	OIKAWA Jun
	助 教	金子 隆之	火山リモートセンシング	Assist. Prof.	KANEKO Takayuki
	助 教	小山 崇夫	火山物理学・火山電磁気学	Assist. Prof.	KOYAMA Takao
	助 教	前野 深	火山地質学	Assist. Prof.	MAENO Fukashi
海半球観測研究センター Ocean Hemisphere Research Center	教 授	歌田 久司	グローバル電磁気学	Prof.	UTADA Hisashi
	教 授	川勝 均	グローバル地震学	Prof.	KAWAKATSU Hitoshi
	教 授	塩原 肇	海底地震観測・開発分野	Prof.	SHIOBARA Hajime
	准教授	清水 久芳	グローバル電磁気学	Assoc. Prof.	SHIMIZU Hisayoshi
	准教授	竹内 希	グローバル地震学・地震波動論	Assoc. Prof.	TAKEUCHI Nozomu
	准教授	山野 誠	地球熱学	Assoc. Prof.	YAMANO Makoto
	助 教	一瀬 建日	海底広帯域地震学	Assist. Prof.	ISSE Takehi
	助 教	馬場 聖至	海底電磁気学	Assist. Prof.	BABA Kiyoshi
高エネルギー素粒子 地球物理学研究センター Center for High Energy Geophysics Research	助 教	綿田 辰吾	グローバル地震学・地球力学	Assist. Prof.	WATADA Shingo
	教 授	大久保 修平	ラジオグラフィ解析	Prof.	OKUBO Shuhei
	教 授	田中 宏幸	高エネルギー素粒子地球物理学	Prof.	TANAKA Hiroyuki
	(兼) <sup>2</sup> 教授	相原 博昭	素粒子検出デバイス	Prof.	AIHARA Hiroaki
	助 教	武多 昭道	素粒子検出デバイス	Assist. Prof.	TAKETA Akimichi
巨大地震津波災害 予測研究センター Research Center for Large-Scale Earthquake, Tsunami and Disaster	助 教	宮本 成悟	デバイス開発	Assist. Prof.	MIYAMOTO Seigo
	教 授	堀 宗朗	地震津波災害情報統合	Prof.	HORI Muneo
	(兼) <sup>3</sup> 教授	佐藤 慎司	地震津波災害情報生成	Prof.	SATO Shinji
	准教授	市村 強	地震津波災害情報生成	Assoc. Prof.	ICHIMURA Tsuyoshi
	准教授	ウイジャラトネ マデゲダラリ スラクスマン	地震津波災害先端シミュレーション	Assoc. Prof.	WIJERATHNE Madgededa Lalith Lakshman
地震火山噴火予知 研究推進センター Coordination Center for Prediction Research of Earthquakes and Volcanic Eruptions	准教授	長尾 大道	地震津波災害情報統合	Assoc. Prof.	NAGAO Hiromichi
	教 授	加藤 尚之	地震発生物理学	Prof.	KATO Naoyuki
	教 授	吉田 真吾	実験地震学	Prof.	YOSHIDA Shingo
	教 授	渡辺 俊樹	地殻物理学	Prof.	WATANABE Toshiki
	准教授	飯高 隆	地殻構造論	Assoc. Prof.	IIDAKA Takashi
	准教授	大湊 隆雄	火山物理学・火山地震学	Assoc. Prof.	OHMINATO Takao
	助 教	青木 陽介	火山体構造論・測地学	Assist. Prof.	AOKI Yosuke
観測開発基盤センター Center for Geophysical Observation and Instrumentation	助 教	五十嵐 俊博	観測地震学・地震活動論	Assist. Prof.	IGARASHI Toshihiro
	教 授	岩崎 貴哉	制御震源地震学	Prof.	IWASAKI Takaya
	教 授	小原 一成	観測地震学	Prof.	OBARA Kazushige
	教 授	篠原 雅尚	海域地震観測	Prof.	SHINOHARA Masanao
	教 授	森田 裕一	地震火山噴火予測学	Prof.	MORITA Yuichi
	准教授	新谷 昌人	地球観測機器開発	Assoc. Prof.	ARAYA Akito
	准教授	卜部 卓	火山・地震計測学	Assoc. Prof.	URABE Taku
	准教授	酒井 慎一	観測地震学	Assoc. Prof.	SAKAI Shinichi
	助 教	小河 勉	地殻活動電磁気学	Assist. Prof.	OGAWA Tsutomu
地震火山情報センター Earthquake and Volcano Information Center	助 教	前田 拓人	地殻活動モニタリング	Assist. Prof.	MAEDA Takuto
	助 教	竹尾 明子	観測地震学	Assist. Prof.	TAKEO Akiko
	教 授	佐竹 健治	巨大地震・津波学	Prof.	SATAKE Kenji
	(兼) <sup>1</sup> 教授	鷹野 澄	先端防災情報学	Prof.	TAKANO Kiyoshi
	准教授	鶴岡 弘	地震活動論	Assoc. Prof.	TSURUOKA Hiroshi
	助 教	中川 茂樹	観測地殻構造学	Assist. Prof.	NAKAGAWA Shigeki

\* (兼)<sup>1</sup> は大学院情報学環総合防災情報研究センターが本務先。

\* (兼)<sup>2</sup> は大学院理学系研究科物理学専攻が本務先。

\* (兼)<sup>3</sup> は大学院工学系研究科社会基盤学専攻が本務先。

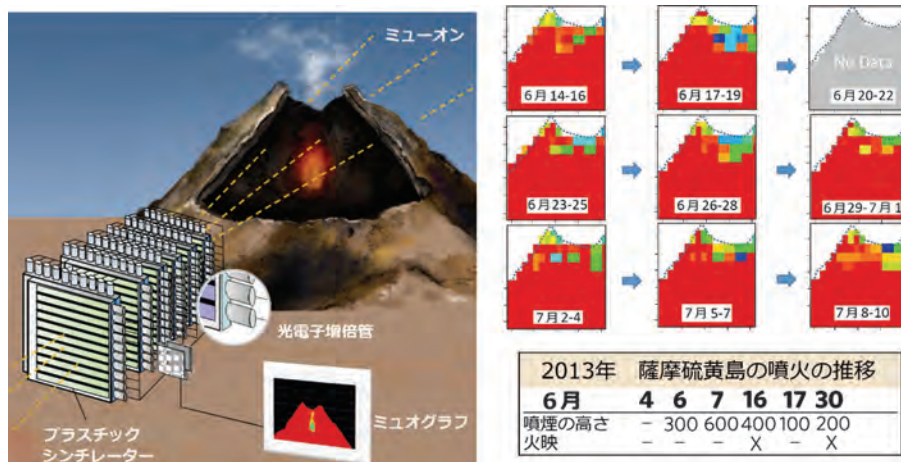
# 極低雑音ミュオグラフィ望遠鏡によるマグマ透視

Research Highlights

## Magma imaging with the ultra-low noise muography telescope

ミュオグラフィ望遠鏡とは、宇宙線に含まれる高エネルギー素粒子・ミュオンの強い透過力を利用して、キロメートルを超えるサイズの巨大物体内部を透視し、その内部の密度構造を可視化する装置である。2006年、浅間山山頂部の透視に世界で初めて成功して以来、この技術はX線が撮影できるサイズの限界を超える夢の技術として世界中の注目を集めてきた。しかし、そこには解決すべき問題も残されていた。従来は望遠鏡の感度が低く、1枚の透視像を得るのにひと月以上かかっていた。対象物体のイメージングをもっと短時間で完了するには、望遠鏡にとって邪魔な背景雑音、すなわち高エネルギーのミュオン以外の粒子を、これまで以上に効率的に除去する必要に迫られていた。地震研究所高エネルギー素粒子地球物理学研究センターでは、この問題に取り組み、2013年に背景雑音を従来の100分の1以下に低減したカロリメータ方式の望遠鏡開発に成功した。このミュオグラフィ望遠鏡は、ミュオンを捉える検出器（プラスチックシンチレータと光電子増倍管から成る）6台と、鉛の板で構成されている。6台の検出器を直線状に通過した飛跡のみを取り出すことで、ミュオンだけを選択的に記録する確率が飛躍的に上がる。更に、鉛の板で背景雑音となる放射線を吸収させる。このようにして、雑音の大幅な低減が可能になったのである。鹿児島県の薩摩硫黄島を対象に2013年6月14日からテスト観測を開始した。薩摩硫黄島は6月3日からごく小規模な噴火が時々発生し、7月10まで噴煙や火映が断続的に観測された。この噴火期間に、地下のマグマの動きを透視動画として捉えることに成功した。3日に1枚の時系列画像に密度が高い領域（橙～赤）が上下に移動している様子が捉えられている。気象庁による遠望観測の記録を比較したところ、この移動は噴火に連動していたことが分かった。3日の時間分解能で火山浅部のダイナミクスを透視可視化したのは世界で初めてである。

Muography telescope visualizes the internal structure of gigantic objects by using the strong penetration characteristics of muons that are produced by high-energy elementary particles arriving from the universe. Since the peak of Asama volcano was imaged in 2006 for the first time, muography had drawn worldwide attention as a desirable technique for imaging larger-sized objects than possible with x-rays. However, it took more than one month to take one muographic image due to the low sensitivity of conventional muography telescopes. To address this problem the goal was to significantly reduce the background noise to improve its sensitivity. In 2013, a calorimetric muography telescope was developed at Center for High Energy Geophysics Research to reduce the background noise to less than 1% of the conventional telescope. This newly developed muography telescope consisted of 6 muon detectors (comprising of plastic scintillators and photomultiplier tubes) and lead plates. Improvements were achieved by exploiting only linear trajectories in the telescope to differentiate random events from the muon-like events. Furthermore, lead plates were installed between each layer to shield ambient radiation. Test measurements started on June 14, 2013 in Satsuma-Iwojima in Kagoshima Prefecture. Satsuma-Iwojima volcano erupted on June 3 and volcanic column and glow events continued until July 10. During this eruption episode, muographic images captured the movement of the magma inside the volcano. These time-sequential images taken every three days revealed the ascent and descent of a high-density region (orange to red). After comparing with the visual observation results conducted by the Japan Meteorological Agency (JMA), it was found that these movements synchronized with the eruptions. This level of time resolution had never been achieved in the world.



極低雑音ミュオグラフィ望遠鏡の原理（左）と得られた薩摩硫黄島内部の時系列的ミュオグラフィ透視画像（右上）。右下の表は2013年薩摩硫黄島噴火の推移。

Principle of the ultra-low noise muography telescope (left) and the observed time-sequential muographic images inside Satsuma-Iwojima volcano (top right). The table (bottom right) shows the sequence of the 2013 Satsuma-Iwojima eruption.

# 霧島新燃岳噴火の噴煙ダイナミクスと降灰シミュレーション

Research Highlights

## Tephra-dispersal simulation of the 2011 Shinmoe-dake eruptions

霧島山新燃岳では、2011年1月26日から27日にかけて噴煙をたちあげる準プリニー式噴火が3回発生した。この噴火では、噴火時の大気条件や火口での噴火条件に加え、噴煙の高度や、噴煙の拡大方向、地上での火山灰堆積物の分布が高精度で観測された。このような様々な観測データを総合的に説明し、噴火現象を理解することを目的として、火山噴煙ダイナミクスと火山灰輸送の数値モデル開発とシミュレーションを行った。

火山灰粒子と火山ガスからなる噴煙の挙動を再現するために、独自の流体-粒子結合モデルを開発した。気象モデルによって見積もられた噴火時の山頂周辺の気象場を与え、観測によって特定された噴出率を火口での境界条件としてシミュレーションを行なった。計算の結果、噴煙の中心軸は風によって大きく曲げられ、6～8kmの高度で拡大する様子が再現された(図1a)。細かい粒子は噴煙頂部高度に達し、大気上層での西北西の風によって運ばれるが(図1b)、粗い粒子は噴煙から分離し大気下層での北西風に流されたことが分かった(図1c)。その結果、地表の堆積物分布軸は南東に拡大する(図1d)。これらの計算結果は、気象レーダー観測や人工衛星画像、野外調査による降下火砕堆積物の分布データを合理的に説明する。

Several sustained explosive eruptions occurred between January 26 and 27 in 2011 at Kirishima-Shinmoe-dake volcano in Kyushu, Japan. For this eruption, the atmospheric conditions and the eruption conditions are well-constrained on the basis of field observations. In order to comprehensively explain all these observations, we have developed a numerical model of eruption column dynamics and tephra dispersal and carried out a numerical simulation.

Our model is designed to simulate the behavior of eruption cloud as gas-particle mixture. We have simulated the eruption cloud dynamics for the 2011 eruptions with the atmospheric conditions and eruption conditions at the vent (e.g., magma discharge rate) estimated from the observations. The model has successfully reproduced the eruption cloud distorted by the wind. The fine particles are raised up to the cloud top and transported east-southeasterly by the high-altitude wind (Fig. 1a,b), whereas the coarse particles separate from the lower part of volcanic plume and travel southward by the low-altitude wind (Fig. 1c). As a result, the dispersal axis of the main fall deposits extends toward the southeast (Fig. 1d). These simulation results are consistent with all the observations such as the weather radar echo observation, the satellite images, and the field data of the tephra deposits.

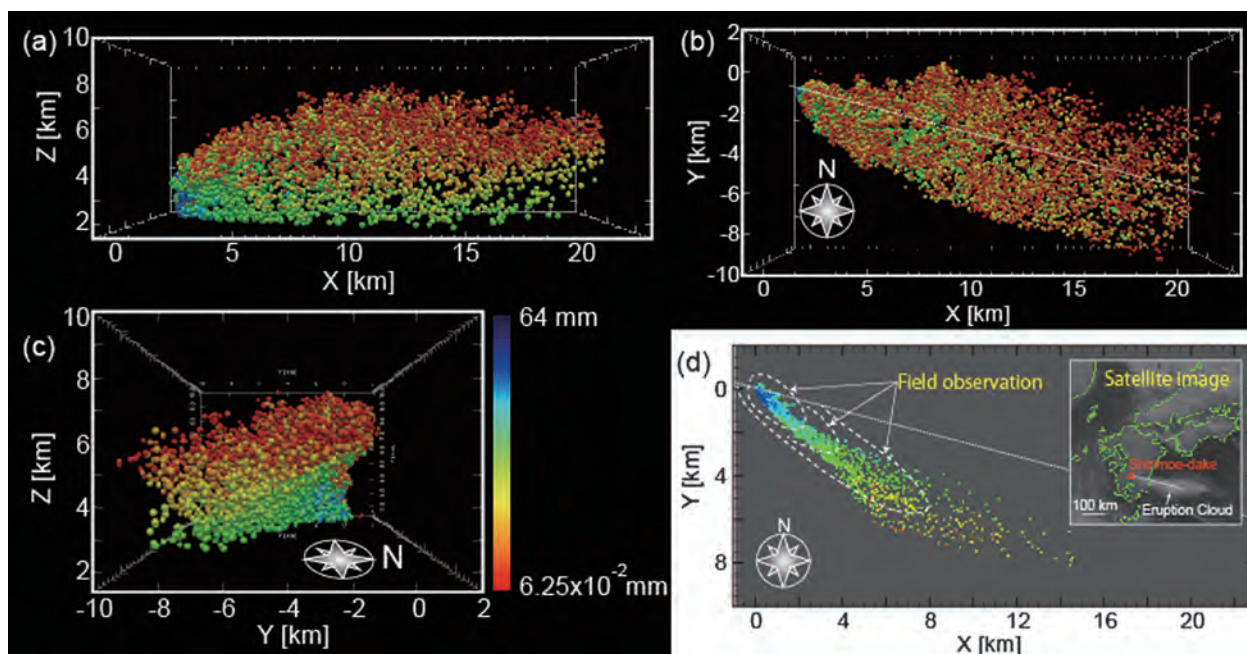


図1 霧島山新燃岳1月26、27日噴火における降灰シミュレーション結果。(a)側面から、(b)上から、(c)風下側からみた噴火11分後の粒子分布。(d)地表での火山灰堆積分布。青いほど粒子サイズが大きく、赤いほど小さいことを表す。

Fig.1 The results of 3D numerical simulations for the 2011 Shinmoe-dake eruptions. (a) Side view from the south, (b) top view, and (c) side view from the east of the distributions of simulated tephra particles. (d) Depositional pattern of simulated tephra particles. Particle colors represent particle sizes.

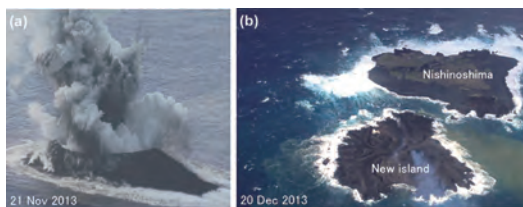
# 西之島の噴火活動

Research Highlights

## Eruption activity of Nishinoshima

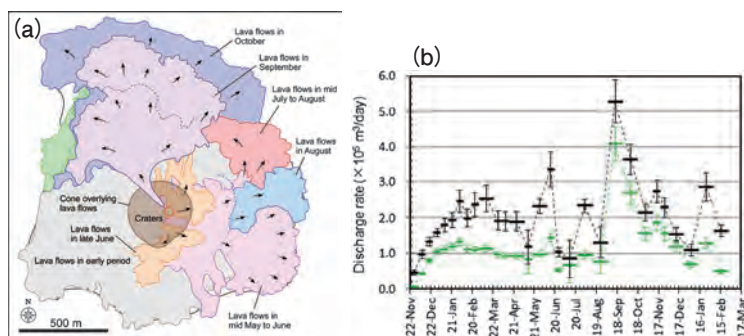
小笠原諸島西之島では、2013年11月以降、溶岩流出とストロンボリ式噴火による活発な噴火活動が続き、新たな島が成長し続けている。火山島を成長させるような噴火は世界的にみても珍しく、この噴火のプロセスを詳しく調査・観測することができれば、海洋域での火山活動について様々な知見が得られる可能性がある。2015年3月現在も溶岩流出とストロンボリ式噴火は継続しており、活動は依然として活発である。西之島の噴火開始以降、航空機による上空からの観察、人工衛星画像の解析をもとに、噴火様式、溶岩流の表面構造や火口形状の時間変化を明らかにし、活動推移を予測する上で重要な面積・噴出量・噴出率などの物理量の推定を行っている。2015年2月末までに西之島の面積はおよそ2.6km<sup>2</sup>、噴出量は1億m<sup>3</sup>に達し、今回の噴火は、国内では21世紀最大規模の噴火となったことや、噴出率が平均およそ20万m<sup>3</sup>/dayで推移していることなどがわかった。また、130km離れた父島で空振観測を行い、活動の推移をモニタリングする可能性も見えてきた。そのほか、他機関と共同で洋上観測や海底地震計の設置を行うなど、噴火活動の地球物理観測も開始している。日本近海では海洋域での噴火やそれに伴うハザードは常に存在し続けるが、観測・調査手法が十分確立しているわけではない。西之島のような活動中の火山をターゲットとして観測・調査を行うことにより、海域火山噴火に関する理解が進展することが期待される。

A new volcanic islet has been growing up with lava effusion and Strombolian activities at Nishinoshima, Ogasawara islands, since November 2013. Marine eruptions of this type forming a new volcanic island are infrequent and our understanding is very limited, so that the eruption at Nishinoshima will give a good opportunity to study the eruptions in the oceanic environment with geological and geophysical surveys and monitoring. Lava effusion and Strombolian activity continues at the time of March 2015. Since the beginning of the Nishinoshima eruption, we have characterized the variation of eruptive styles, morphological evolution of lava flows and craters, based on airborne observations, aerial photos and satellite images taken by TerraSAR-X. We have also estimated temporal variation of area, volume and discharge rates. By the end of February 2015, the newly formed area and volume reached 2.6 km<sup>2</sup> and ~0.1 km<sup>3</sup>, respectively. The estimated volume suggests that the eruption is the largest one in Japan in the 21st century. The average discharge rate is estimated to be about  $2 \times 10^5$  m<sup>3</sup>/day. Moreover, the eruption activity is successfully captured by infrasound observation at Chichijima, 130 km away from Nishinoshima. Ocean bottom seismometers have also been installed in collaboration with other institutions. Eruptions in the oceanic environment and associated hazards are inevitable around Japanese islands, but the methodology of observations and surveys have not been established well. Studying the erupting volcanoes like Nishinoshima will improve our knowledge of the marine/submarine eruptions.



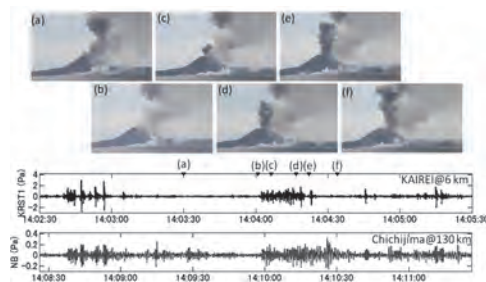
◀図 (a) コックステールジェットを伴う活動初期の噴火 (2013 年 11 月 21 日, 協力: 朝日新聞). (b) 成長する新島と旧西之島 (2013 年 12 月 20 日, 協力: 毎日新聞)

Figure. (a) Eruption with cock's tail jets in initial stage (21 November 2013, cooperated with the Asahi Shimbun). (b) Growing new island and old Nishinoshima (20 December 2013, cooperated with Mainichi Newspapers).



▲図 (a) 西之島の新たに形成された部分の時間変化。TerraSAR-X による衛星画像 (協力: 株式会社パスコ) をもとに作成している。(b) 期間毎の平均噴出率とその変化。黒はトータルの噴出率。緑色は陸上のみに対する噴出率。

Figure. (a) Temporal change of outline of newly formed part of Nishinoshima, estimated based on TerraSAR-X images (cooperated with PASCO Co. Ltd.). (b) Temporal changes of average discharge rates. Black is for total, and green is for land.



▲図 海洋研究開発機構の観測船「かいらい」の船上、西之島から約 6km の距離で得られた映像と空振記録。130km 離れた父島でも、伝播時間に相当する約 6 分ずれて、よく似た空振波形が確認できた。

Figure. The images of an eruption and correlated infrasound signals taken on the research ship 'KAIREI' (JAMSTEC) about 6 km from Nishinoshima. Similar infrasonic signals were also observed at Chichijima with a reasonable time delay for propagation.

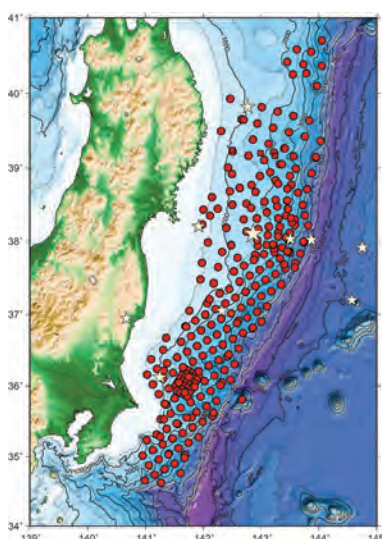
# 自己浮上式海底地震計を用いた地震モニタリング観測

Research Highlights

## Monitoring of Seismic Activities Using Ocean Bottom Seismometers

平成 23 年東北地方太平洋沖地震の震源域は、日本海溝の陸側斜面下に位置している。この地震の余震活動を正確に把握するため、本震直後から 100 台を超える自己浮上式海底地震計を用いた大規模な海底余震観測が実施された。その結果、本震直後から精度のよい余震分布が明らかとなっている。震源域での地震活動を、長期間にわたって観測することは、規模の大きなプレート境界地震の発生を考える上において、重要な情報である。そこで、本震発生後 4 年が経過した段階でも、長期観測型海底地震計を用いた地震観測が継続的に実施されている。これらの観測から、本震直後からの地震活動の正確な時空間変化を把握し、プレート境界における時間の経過による変化を推定することが目的である。震源域北部では、地震発生 2 年を経て、地震発生数は減少しているが、地震活動域に大きな変化はなかった。一方、震源域南部の福島県沖では、地震発生場所の変化などが推定されている。これらは、震源域における応力の状態変化を示すものと考えられる。

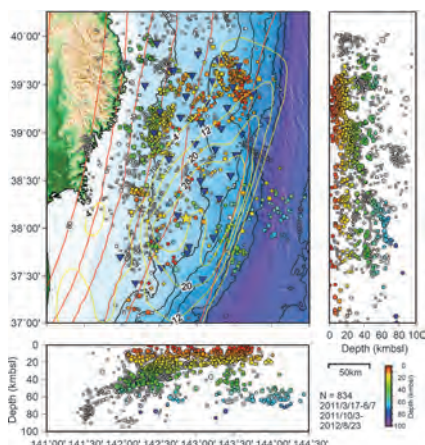
The source region of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake is positioned below the landward slope of the Japan Trench. To obtain the precise aftershock distribution, we carried out extensive seafloor aftershock observation using more than 100 ocean bottom seismometers just after the mainshock. A precise aftershock distribution in the whole source area was obtained from the observation. Monitoring of a precise seismic activity is important for consideration of generation of a large inter-plate earthquake. In order to monitor the seismic activity after the mainshock, we are still carrying out seafloor seismic observations using long-term ocean bottom seismometers. The purpose of the monitoring is to obtain spatiotemporal changes of seismic activities along the plate boundary, which should correspond to changes of status on the plate boundary. Seismic activities in the northern source region have little spatial variation. High activities in the landward plate were recognized after 2 years from the mainshock. Seismic activity along the plate boundary was still low. The low-seismicity region was recognized at the plate boundary in the off-Fukushima region just after the mainshock. On the other hand, the seismicity is estimated to become high in the identical region from the observation in 2013. These features are estimated to indicate a stress change at a ruptured plate boundary.



◀平成 23 年東北地方太平洋沖地震発生以後に、地震研究所が中心となった地震観測に用いられたすべての海底地震計の設置位置 (赤丸) (2015 年 3 月現在)。星は、東北沖地震以降に発生したマグニチュード 7 以上の地震の震央。Positions of ocean bottom seismometers (red circles) which were deployed at the occurrence of the mainshock and after the mainshock by March 2015. The observations led by ERI are shown. Stars indicate epicenters of large earthquakes ( $M > 7$ ) after the mainshock.



▲観測船上で投入を待つ長期観測型海底地震計  
Long-term pop-up type ocean bottom seismometers on the deck of research vessel (Hakuho-maru) were waiting for deployment (October, 2014).



◀海底地震計データを用いた平成 23 年東北地方太平洋沖地震震源域北部の震源分布。色付丸が、東北沖地震発生後 (2011 年 3 月 17 日～6 月 7 日, 2011 年 10 月 3 日～2012 年 8 月 23 日) の地震の震源位置を表す。丸の大きさは、マグニチュードに比例している。灰色の丸は、東北沖地震発生以前に、海底地震観測により、決定された地震の震源位置を表す。黄色の星は、本震の震央を示す。青逆三角は海底地震計の設置位置。赤色のコンターは、太平洋プレートと陸側プレートの境界の深度を表す。黄色のコンターは、本震時のプレート境界での滑り量を表す。Hypocenter distribution (March 17th - June 7th, 2011, October 3rd, 2011 - August 23rd, 2012) by ocean bottom seismometers data with bathymetry. The circles filled with color indicate the hypocenters. The depth of events is color-coded, and diameters of the circles are proportional to magnitudes. Inverted triangles denote positions of ocean bottom seismometers. Grey circles indicate hypocenters from the previous OBS observations before the mainshock. Yellow star indicates epicenter of the mainshock. Slip distribution during the mainshock is indicated by yellow contours. Red contours indicate depths of surface of the subducting Pacific plate.

# 2011 年東北地方太平洋沖地震の余効すべりから推定されたプレート境界の摩擦特性

Research Highlights

## Frictional properties of the plate interface inferred from afterslip following the 2011 Tohoku-oki earthquake

プレート境界における地震性及び非地震性のすべりの時空間変化を決める主要な要因の一つとして、断層の摩擦特性がある。岩石の摩擦特性は室内実験により調べられているが、現実の断層の摩擦特性はほとんど分かっていない。そこで本研究では、2011 年東北地方太平洋沖地震後約 7 ヶ月間の GNSS データからプレート境界面上における余効すべりの時空間発展を推定し、その結果に基づき、プレート境界面の余効すべり発生域における摩擦特性を推定した。

推定された余効すべりは地震時のすべり量が大きい領域の深部側に集中し、すべり領域の顕著な時間変化はなかった (図 1)。これまで、多くの地震の余効すべりの時間発展は、定常摩擦のすべり速度依存性を表すパラメータを一定とした通常の数値・状態依存摩擦法則に基づくモデルで説明できること示されてきた。この場合、すべり速度の対数と余効すべりによるプレート境界面上における剪断応力変化の間には線形の関係が成り立つ。しかし、東北地方太平洋沖地震の余効すべりの時間発展はこのようなモデルでは説明できず、すべり速度の対数と剪断応力変化は非線形な関係を示した (図 2a)。図 2a の曲線の傾きは定常摩擦のすべり速度依存性、つまり速度強化の程度を表す。従って、この結果は、東北地方太平洋沖地震の余効すべり領域が、すべり速度が高速になるにつれて速度強化の程度が減少するような摩擦特性を持つことを示す (図 2b)。同様の性質は岩石の摩擦特性に関する室内実験では既に見つかっていたが、本研究では、現実の断層もこのような性質を持つことを地球物理学的な観測データから初めて示した。

Fault frictional properties are one of the major factors in determining the spatial and temporal variations in seismic and aseismic slip on plate boundary faults. Although frictional properties of rock have been investigated through laboratory measurements, we have little knowledge of frictional properties of real faults. In this study, we estimated the spatiotemporal evolution of afterslip during the first 7 months following the 2011 Tohoku-oki earthquake using GNSS data. We then estimated frictional properties of the afterslip area on the plate interface based on the inferred evolution of afterslip.

The estimated afterslip is concentrated downdip of the area of large coseismic slip and the locations of areas of large slip do not change significantly with time (Fig. 1). Previous studies have shown that the evolution of afterslip following many large earthquakes can be well explained by models employing the rate- and state-dependent friction law with a constant value for the parameter describing the slip-rate dependence of the steady state friction. In these models, the relation between the logarithm of slip rate and shear stress changes on the plate interface due to afterslip is linear. However, the evolution of afterslip following the Tohoku-oki earthquake cannot be explained by such models. For the Tohoku-oki afterslip, the relation between the logarithm of slip rate and shear stress is nonlinear (Fig. 2a). The slope of the curve in Fig. 2a represents the slip-rate dependence of the steady state frictional stress, which denotes the degree of rate strengthening. Therefore, our result indicates that the Tohoku-oki afterslip area has rate-strengthening frictional behavior that exhibits less rate-strengthening with increasing slip rate (Fig. 2b). Although similar behavior has been identified in laboratory measurements of rock friction, this study reports the first evidence for slip-rate-dependent frictional properties for real faults based on geophysical observations.

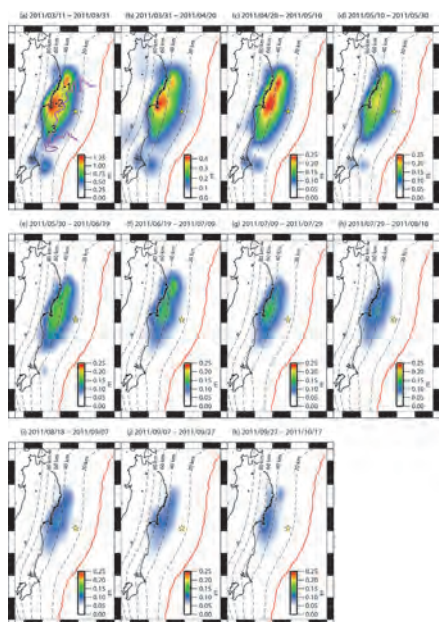


図 1 2011 年東北地方太平洋沖地震後の 20 日毎の余効すべり。紫色の曲線は余震データから推定された地震時の大すべり域の外縁を表す。

Fig.1 Cumulative afterslip distribution over consecutive periods of 20 days following the 2011 Tohoku-oki earthquake. Purple solid line denotes the outer edge of the large slip zone of the earthquake inferred from aftershock data.

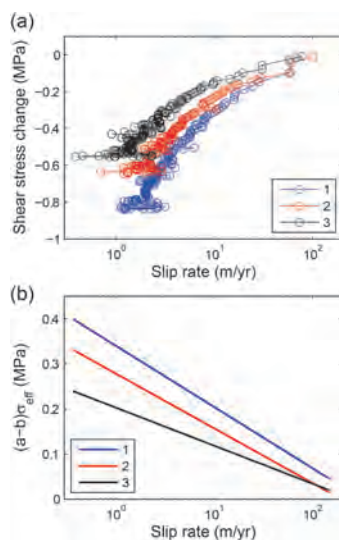


図 2 (a) プレート境界面上の点 (図 1 の点 1-3) における余効すべりによる剪断応力変化とすべり速度の関係。(b) 点 1-3 における速度強化の程度を表すパラメータのすべり速度による変化。

Fig.2 (a) Shear stress change due to afterslip as a function of slip rate at selected points on the plate interface (points 1-3 in Fig. 1). (b) Parameter describing the degree of rate strengthening as a function of slip rate at points 1-3.

# 房総スロースリップイベントと群発地震活動

## Research Highlights

## The Boso slow slip events and associated earthquake swarm activity

2011 年東北地方太平洋沖地震の発生以前、房総半島沖では、群発地震活動を伴う Mw 6.5–6.6、継続時間 10～14 日程度のスロースリップイベント（SSE）が 4～7 年間隔で繰り返し発生してきた。スロースリップは応力擾乱に敏感に反応することが知られているため、東北地方太平洋沖地震による応力変化によって SSE がトリガーされた可能性が考えられる。そこで 2011 年 3 月の連続地震波形記録から地震の検出を行った結果、3 月 12 日に始まり、3～4 日間継続する群発地震活動を検出した。この活動には小繰り返し地震が含まれているため、地震活動と同時に SSE が発生していたと考えられる。この SSE の後も 2011 年 10 月、及び 2013 年 12 月～2014 年 1 月に SSE が発生しており、東北地方太平洋沖地震以降、房総 SSE の発生間隔はかなり短くなったことが分かる（図 1）。

房総 SSE の時空間発展及び群発地震活動との相互作用を明らかにするために、2013 年 12 月～2014 年 1 月の SSE におけるすべりの時空間変化を GNSS データから推定するとともに、この期間の連続地震波形記録から地震の検出を行った（図 2）。スロースリップは 2013 年 12 月上旬から中旬頃にゆっくりと始まり、12 月下旬にかけて低い伝播速度で地震活動を伴わずに徐々に加速した。その後、12 月 30 日頃からすべりが急激に加速すると同時にすべりの伝播も加速し、群発地震活動が開始した。12 月 30 日以降の群発地震活動はスロースリップ域の深部に隣接した領域で発生し、地震の発生個数とすべり速度及び震源の移動とすべりの伝播との間には強い相関が見られた。これらの結果は、群発地震活動がスロースリップによる応力変化によってトリガーされたことを示唆する。

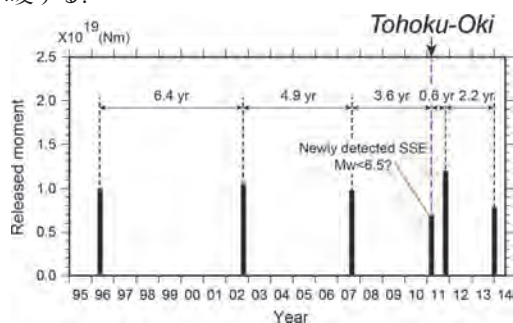


図 1 新たに検出された 2011 年 3 月の SSE を含む房総 SSE の発生履歴。

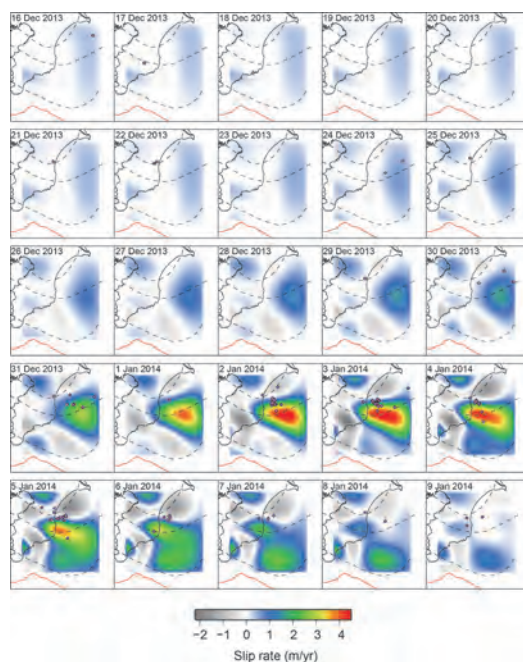
Fig.1 Revised history of the Boso SSEs including the newly detected SSE in March 2011.

図 2 2013–2014 年房総 SSE に対するプレート境界面上における 1 日毎のすべり速度分布（2013 年 12 月 16 日～2014 年 1 月 9 日）。紫色の丸は当該の日に発生した地震の震央を示す。

Fig.2 Daily slip rate distribution along the plate interface for the 2013–2014 Boso slow slip event between 16 December 2013 and 9 January 2014. Purple circles represent earthquake epicenters which occurred during the indicated day.

Before the 2011 Tohoku-oki earthquake, slow slip events (SSEs) of Mw 6.5 to 6.6 and a duration of 10–14 days, accompanied by swarm-like seismicity, had repeatedly occurred offshore of Boso Peninsula with a recurrence interval of 4–7 years. It is well known that slow slip phenomena are highly sensitive to external stress perturbations. Therefore it is expected that an unknown Boso SSE could have been induced by stress changes from the Tohoku-oki earthquake. We thus detected earthquakes from continuous seismograms recorded in March 2011. As a result, we found a swarm-like seismicity sequence that started on 12 March 2011 and continued for 3 to 4 days. Because this seismicity included several small repeating earthquakes, our results indicate that an SSE occurred during the seismicity. Taking this SSE and SSEs in October 2011 and December 2013–January 2014 into consideration, we find that the recurrence interval of the Boso SSEs became significantly shorter after the 2011 Tohoku-oki earthquake (Fig. 1).

To examine the spatiotemporal evolution of a Boso SSE and the interaction between slow slip and swarm-like seismicity, we estimated the spatiotemporal variation of slow slip during the 2013–2014 Boso SSE using GNSS data. In addition, we detected earthquakes from continuous seismograms during the SSE. Fig. 2 shows the results. Slow slip started in early to mid-December 2013 and then slowly accelerated until late December with low propagation speeds and no accompanying seismicity. This slow slip then underwent a rapid acceleration on 30 December, coincident with a sudden acceleration of the propagation of slip and the onset of swarm-like seismic activity. This seismic activity occurred along the downdip edge of the slow slip area and there were strong correlations between seismicity rate and slip rate and between the migration of earthquakes and the propagation of slip. These results suggest that the swarm activity was triggered by stress loading due to the slow slip.



# 濃尾断層系におけるひずみ・応力集中過程の解明

## Research Highlights

## Multidisciplinary Project on elucidating generation mechanism of 1891 Nobi Earthquake (M8.0)

### 【濃尾地震震源域の総合集中観測】

内陸地震の発生のメカニズムを解明するために、変形速度の大きな新潟-神戸歪集中帯内に位置する濃尾地震の震源域において観測研究を実施した。濃尾地震は、1891年に発生した国内最大級の内陸地震である（図\*-a）。

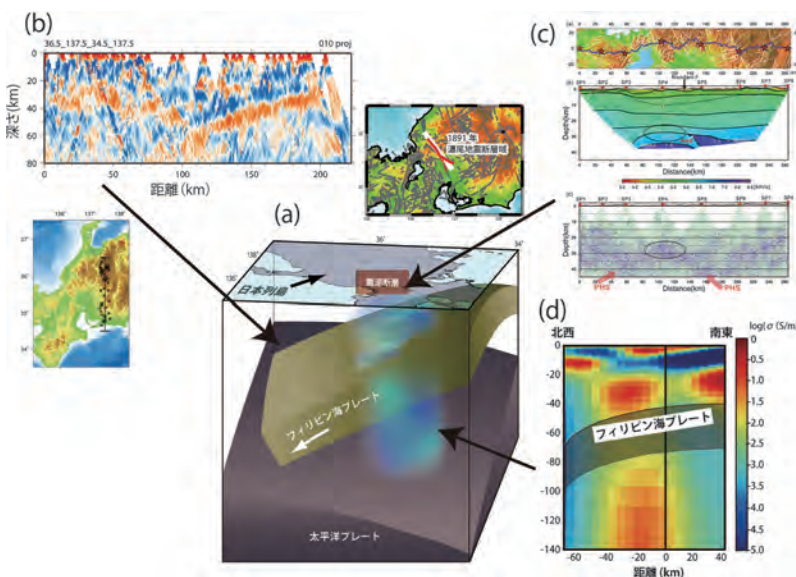
断層域の構造を見てみると、下部地殻の地震波速度が周囲に比べ低速度であり、濃尾地震のすべり量が大きかった温見断層の上部地殻では高速度であることを示した。また、この地域の東側においては、沈み込むフィリピン海プレートが深さ 80 km 程度まで確認できた一方、断層域では浅いことがわかった（図\*-b）。さらに、全長 280 km の制御震源をもちいた地震探査も行った。その結果、反射法断面図から沈み込むフィリピン海プレートが、琵琶湖から根尾谷断層下の約 28 km の深さで島弧地殻と直接接触していることが分かった（図\*-c）。このような特異な構造が、地震の発生と関係している可能性がある。

一方、同地域における広域深部比抵抗構造を決定するため、岐阜・福井両県にわたってネットワーク MT 観測を実施した。3次元解析の結果、濃尾地震の最初の破壊が発生したとされる福井県池田町直下のフィリピン海プレート上面に低比抵抗帯が見出された。さらに、その深部の福井-岐阜県境付近の上部マントル内に東西に連なる低比抵抗帯が決定された。後者の低比抵抗帯は、100 km 以深の深部から立ち上るかのような形状を示していて、太平洋スラブからの脱水をとらえた可能性がある（図\*-d）。火山岩中の包有流体を調べた過去の地球化学的研究から、同地域の特に背弧側ではフィリピン海スラブ起源より太平洋スラブ起源の流体量の比率が高いという結果が得られていて、比抵抗構造とは矛盾しない結果となっていた。これらの流体の存在が、本研究エリアでは福井-岐阜県境を走る新潟-神戸ひずみ集中帯のひずみ集中に関わっている可能性がある。

In order to elucidate the mechanism of inland earthquakes, we conducted a geophysical observation at the source area of Nobi earthquake, which occurred in 1891. The earthquake is located in the Niigata-Kobe Tectonic Zone (NKTZ), which is an area with large strain rate. The 1891 Nobi earthquake is one of the maximum size inland earthquakes in Japan (Fig.\*-a).

The seismic velocity at the lower crust in the source area of the earthquake is low compared with those of the surrounding area. The seismic velocity at upper crust of the Nukumi fault, which suggested the largest slip rate, is high velocity. The subducting Philippine Sea plate can be traced to the depth of about 80 km at the east side of the source area (Fig.\*-b). But, the depth of the slab is very shallow at the source area. We also conducted a seismic experiment with artificial sources. The profile line length of the experiment was 280 km. The reflection image figured out the seismic structure at the area (Fig.\*-c). The Philippine Sea slab is contact with the continental crust beneath the Biwa Lake - Neodani Fault area. The contact depth is about 28 km. The unique crustal structure might be related to the mechanism of the 1891 Nobi earthquake.

In addition, series of the Network-MT surveys in the vicinity of the Nobi Earthquake Fault were performed to elucidate regional and deep electrical resistivity structure. 3-D analysis revealed existence of a low resistivity body just on the top of the Philippine Sea Plate and beneath the rupture starting area (Fig.\*-d). In addition, another deep seated conductive zone was detected along the Fukui-Gifu boundary (and along the Niigata-Kobe Tectonic (strain accumulating) Zone). The conductive zone indicates existence of dehydration also from the Pacific Plate, which was suggested by a past geo-chemical investigation on fluid inclusions in the volcanic rocks in this area. These subsurface fluids may cause the initial rupture, the strain rate accumulation and the back-arc volcanism.



図\* 濃尾地震断層域の地下構造。(a) 濃尾地震断層域の地下概念図、(b) レシーバ関数解析から求めた地下構造、(c) 構造探査によって求められた構造、(d) 濃尾地震断層域下の比抵抗構造。

Fig.\* The crust and mantle structure beneath the 1891 Nobi earthquake. (a) Schematic figure of the Nobi earthquake area. (b) Seismic image obtained from receiver function analysis. (c) Fine seismic structure obtained from seismic exploration using artificial sources. (d) The resistivity structure beneath the 1891 Nobi earthquake.

# 遠地津波の伝播メカニズムの解明

Research Highlights

## Study for the propagation mechanism of distant tsunamis

2010年チリ沖地震（M8.8）に伴う津波は約24時間かけて日本へ到達した。気象庁は津波到達予想時刻の数時間前に津波警報を発表したが、日本沿岸のほとんどの観測点で実際の津波は30分程度予想時刻から遅れて到達した。また、発生域から遠くはなれた深海に設置された水圧計などに記録された津波波形を詳しく調べると、押し波で始まる津波第一波の前に、微弱な引き波で始まる津波が、共通して出現していた。同様な遠地津波の遅れと初動反転は2011年東北地方太平洋沖地震の津波でも観測された。

二つの巨大地震の震源域から、沿岸からの複雑な干渉を受けずに深海域を観測点まで長距離伝播する津波の伝播速度を精密に測定すると、周期1000秒以上の津波の位相速度が従来の考えよりも周期に依存して1~2%遅くなること（位相速度の分散性）が判明した。これまでの津波波形計算で考慮されなかった、圧縮性を持つ海水・弾性変形する海洋底・津波伝播が引き起す質量移動に伴う重力場の変化の影響を含む津波伝播理論で、測定された津波の位相速度分散性がほぼ完全に説明できた。そこで、これら3つの影響を考慮した簡便な津波波形計算手法を開発した。実際の海底地形と地震断層モデルを与えて遠地津波伝播計算を行うと、観測と計算波形の到達時間差はほぼ解消され、初期反転位相を含む津波波形も高精度に再現された。

今回の研究により遠地津波伝播の物理的メカニズムの理解が深まり、遠地津波波形を利用した津波波源研究の道が開かれた。同時に、今後の遠地津波予測技術の大きな向上が期待できる。

Systematic tsunami traveltime delays relative to the numerically simulated long waves from the 2010 Chilean and 2011 Tohoku-Oki earthquakes were widely observed at deep ocean tsunami-meters. Enigmatic small negative phases appearing before the main peak were commonly found only at trans-oceanic locations. Precise measurements of propagation speed of distant tsunamis in deep oceans with little coastal interference revealed that the tsunami phase velocity with periods beyond 1000 sec becomes slower than the conventional long-wave tsunami speed by 1-2% depending on period, i.e., long-period tsunami phase velocity is dispersive. A new tsunami propagation theory with compressible seawater, elastic sea bottom, and gravity change associated with mass motion during tsunami propagation explains the measured dispersive tsunami phase velocity. A fast computation method of tsunami waveforms including these three effects has been developed. Simulated waveforms for real bathymetry and earthquake fault models accurately reproduce the observed waveforms including an initial negative phase. The traveltime difference between the observed and simulated waveforms has been remarkably diminished.

With a new simulation method of distant tsunamis, startling advancement of research on tsunamis sources utilizing distant tsunami waveforms is foreseen. A significant improvement of distant tsunami forecast is expected as well.

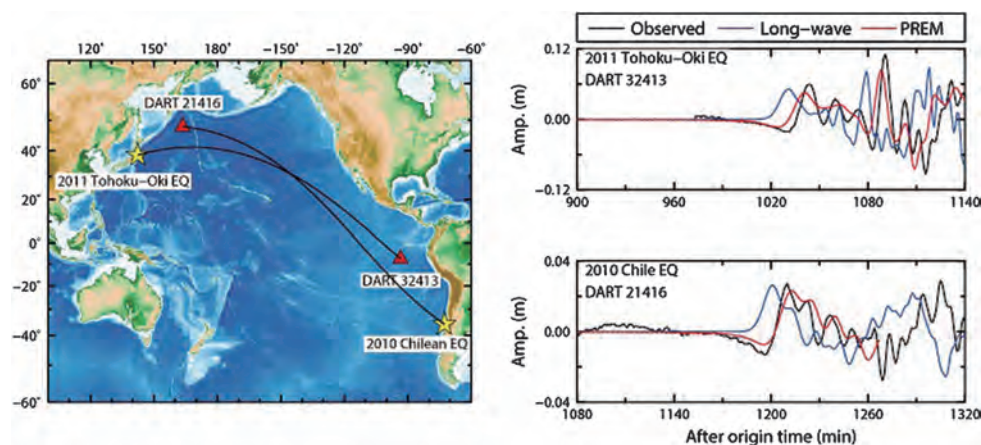


図1 (左) 2010年チリ地震と2011年東北地方太平洋沖地震の震源（黄星）から太平洋を横断して深海津波計（赤三角）に到達する津波（黒線）。(右) 観測された津波波形と実際の海底地形と地震断層モデルから計算された津波波形の比較。これまでの遠地津波の計算手法による津波波形（青線）に比べ、観測波形（黒線）は遅れて到達し、初動が引き波となっている。今回新たに開発された簡便な計算手法による津波波形（赤線）では観測波形の遅れはほぼ解消し、初動を含めた波形が良く再現できている。

Fig.1 Left: Tsunamis from the 2010 Chile and 2011 Tohoku-Oki earthquakes (yellow stars) across the Pacific Ocean to the distant tsunami-meters (red triangles) in the deep oceans. Right: Comparison of observed and simulated tsunami waveforms for real bathymetry and fault models. Observed waveforms (black curves) delay relative to conventional long-wave simulations (blue curves) and show a negative initial phase. Simulated waveforms (red curves) by using a newly developed method eliminate traveltime delays and accurately reproduce observed waveforms including the initial phase reversal.

## ハイライト研究：

# 計算・計算機科学の境界領域での巨大地震災害被害シミュレーション研究

## Research Highlights

## Hazard and disaster simulation in margin area of earth science and computer/computational science

巨大地震の防災・減災の第一歩は、引き起こされる地震動や構造物損傷といった災害被害を合理的に予測することである。数値シミュレーションは予測のための有効な手段であるが、広域の都市がシミュレーションの対象となるため、スーパーコンピュータを使う大規模数値解析も必要とされる。このような大規模数値解析を実行するためには、計算機のソフトウェアとハードウェアに関わる計算科学・計算機科学の研究開発が必須となる。具体的には、スーパーコンピュータの特性を理解した上でのコーディングやアルゴリズム開発である。

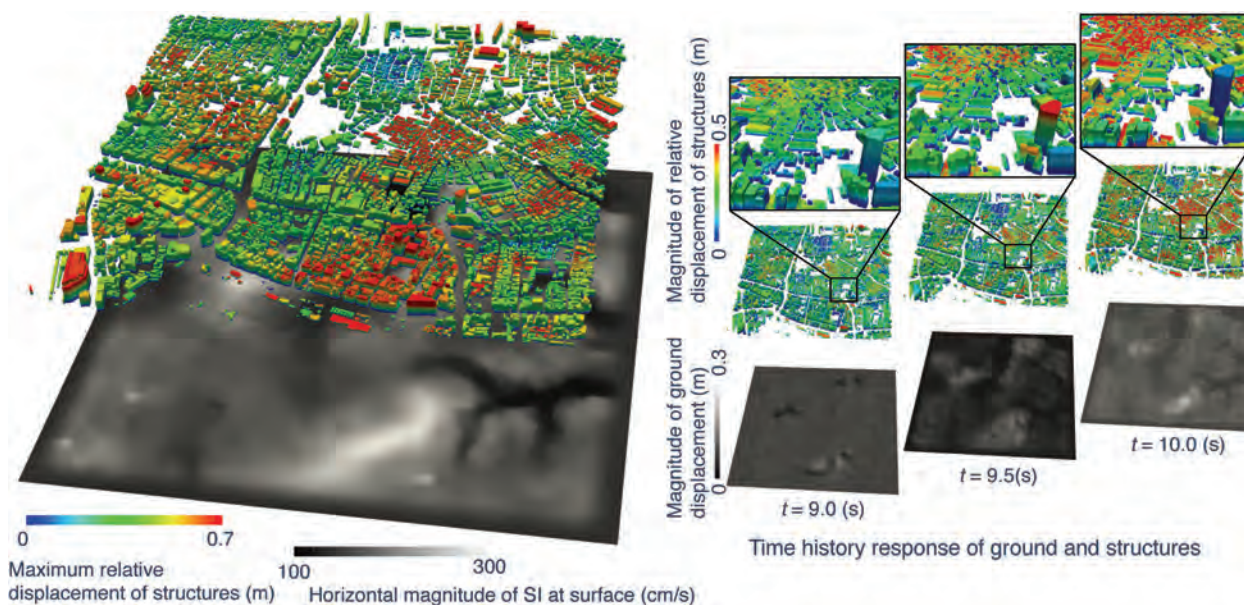
巨大地震災害被害シミュレーションは、地球科学・地震学と計算・計算機科学の境界領域の研究である。地殻スケールの波動伝播過程、表層地盤での地震動増幅過程、構造物の地震応答過程、そして徒歩・自動車を使った津波避難過程のシミュレーションが実現している。最終的に全シミュレーションを連成させることで、災害被害の全過程を予測することが巨大地震災害被害シミュレーションの目的となる。

スーパーコンピュータでの数値解析コード開発の他、都市モデルの自動構築やシミュレーションの実行も重要な研究要素である。理化学研究所や地震研究所共同利用研究を利用して、このような研究を進めている。

The first step of reducing and mitigating large-scale earthquake disaster is to make rational prediction of hazard and disaster. Utilization of physics-based simulation is an effective measure for such prediction. Since the target is an urban area, the simulation needs a supercomputer that enables us to carry out huge numerical computation. It is essential to develop a code that is able to take full advantage of the supercomputer, working in the field of computational science and computer science.

Hazard and disaster simulation of large-scale earthquake is allocated in the margin area of earth science and computational/computer science. At this moment, developed are seismic wave propagation, ground motion amplification, seismic response and walking and driving mass evacuation. The goal of this simulation is to integrate all the simulations so that the whole processes of the earthquake hazard and disaster are predicted.

There are other research elements such as automated construction of urban area models and execution of hazard and disaster simulation, besides for the development of numerical analysis methods. Collaborative research activities are being made with RIKEN and in the framework of national collaborative research projects of ERI.



地震動の増幅解析と建物の地震応答解析：左) 建物の層間変形と地震動インデックスの最大値の分布，右) 建物の層間変形と地震動インデックスのスナップショット

Simulation of ground motion amplification and seismic structural response: left) distribution of maximum structural response and seismic index; and right) snapshot of structural deformation and seismic index

# 特別推進研究「ふつうの海洋マントル」プロジェクト

## Research Highlights

## The Normal Oceanic Mantle (NOMan) Project

地球表面の3分の2以上を占める海洋域のマントルは、地球全体を理解する上で不可欠の領域である。特に中央海嶺で生成されたプレートが海溝から再びマントルに沈み込むまでの「ふつうの海洋マントル」は、我々に残された未知の領域である。本研究は、北西太平洋を対象（図1）に我々が独自に開発した最先端の海底地震計および海底電磁気観測装置（図2）による観測的アプローチによって、この未知の領域を解明することを目標として、平成22年度から5年間実施してきた。

プレートテクトニクスの根本には、堅いプレート（リソスフェア）が軟らかいアセノスフェアの上をすべるように動くという考え方がある。しかし、アセノスフェアの流動性の原因は未解明であり、マントル物質の部分溶融による、鉱物の粒子サイズによる、鉱物中の水の効果によるなどの説がある。

水は地球という惑星を特徴付ける物質である。近年の高温高压実験の成果により、マントル遷移層（深さおよそ410～660kmの範囲）には、最大限に見積もると地表の全ての海水よりも大量の水を含み得ることが示された。我々は、沈み込み帯における地球物理観測から、プレートの沈み込みに伴う水輸送の様子等を明らかにしてきた。本プロジェクトでは、体積的に大半を占める「ふつうの海洋マントル」の遷移層の水の量を推定して地球全体の水収支の解明をも目指して実施した。

2014年9月に実施した機器回収航海により、本研究計画で観測海域に設置したほとんどの観測機器を回収することができ、期待通りの高品位な観測データが多くの観測点で得られた。

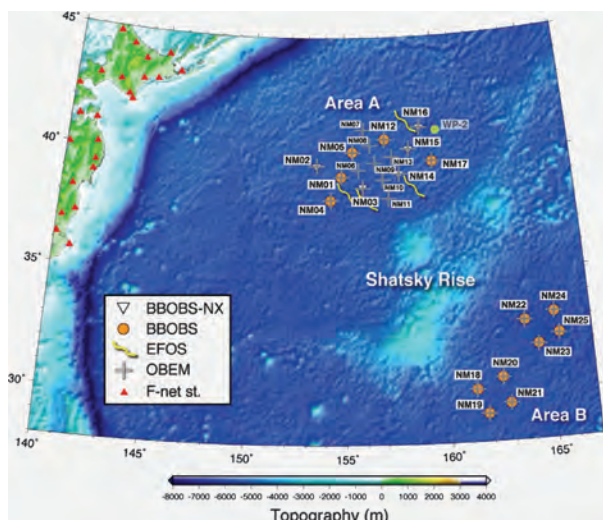


図1 本研究の対象海域。北西太平洋・シャツキー海台の北西と南西にそれぞれ海域AとBを設定し、長期観測を実施した。

Fig.1 Study areas of the NOMan Project. Long-term observation was conducted in Areas A and B to NW and SE of the Shatsky Rise in the NW Pacific Basin.

The oceanic mantle is an important region to understand the Earth system, as more than 2/3 of the Earth surface is covered by oceanic area. The 'normal oceanic mantle' between mid oceanic ridge and subduction zone in particular (Fig. 1) is still an enigmatic region in Earth science where deep structure is little revealed. The NOMan project has been conducted for five years since 2010, aiming at studying the mantle structure below northwestern Pacific Basin through long-term observations by seafloor seismic and electromagnetic instruments (Fig. 2).

Plate tectonics is based on a concept that a rigid lithosphere moves over a weaker asthenosphere, and thus the precise knowledge of its lubrication mechanism is fundamental to understand how our planet works. The cause of asthenosphere is still a un-resolved problem, although several possible mechanisms have been suggested by past works.

The presence of water is one of the physical properties characterizing the planet Earth. The NOMan project aims to make an accurate estimate of the amount of water in the mantle transition zone below normal oceanic mantle, which is essential to understand the Earth's total water budget.

A recovery cruise was conducted in September 2014, and instruments were retrieved from the study areas. Most of these instruments successfully recorded high-quality seafloor data as expected.

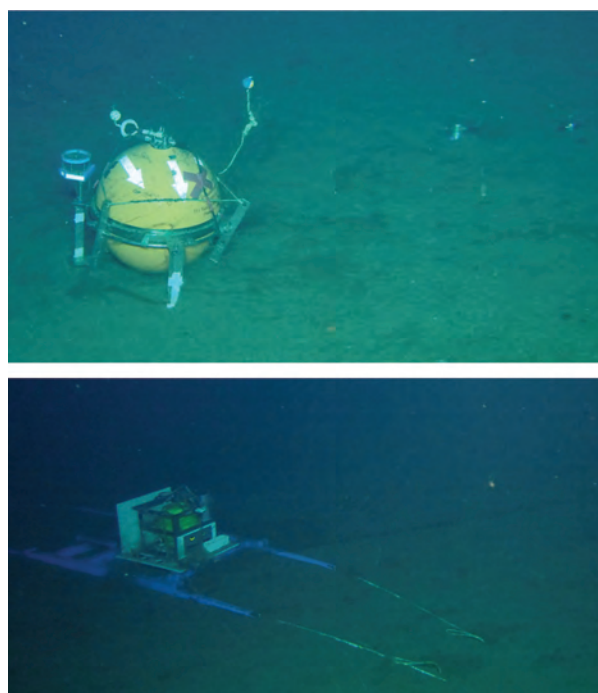


図2 深海底に設置された新型広帯域海底地震計 BBOS-NX（上）と新型海底電位差計 EFOS（下）。

Fig.2 Newly developed broadband ocean bottom seismometer BBOS-NX (top) and electric field observation system EFOS (bottom) installed at deep seafloor.

# NECESSArray 計画：中国大陸からみる深部スラブダイナミクス

Research Highlights

## NECESSArray Project and Deep Slab Dynamics

NECESSArray (NorthEast China Extended SeiSmic Array) とは、中国東北部における機動的大規模地震観測網の略称である。日中米の国際共同観測として 2009 年 9 月から 2011 年 8 月まで 120 点の広帯域観測点を展開し、差し渡し 1000 km をこえる領域に巨大で稠密な広帯域地震計アレイを構築した。(1) 中国大陸の形成・火成活動とダイナミクス、(2) 中国大陸下に滞留している沈み込んだ海洋プレート（スタグナントスラブ）のダイナミクスの解明、(3) 地球深部（CMB および中心核）の構造解明を目的としている。

特筆すべき発見として、日本海溝から沈み込んだ海洋プレートが中国東北部下のマントル遷移層（深さ 410–660 km の領域）で水平方向に長々と横たわりスタグナントスラブを形成しているという、これまでのトモグラフィ結果に基づいた予想が大きく覆されたことが挙げられる。スタグナントスラブに大きな穴が空いている（または、存在しないかもしれない）可能性が P 波、S 波のトモグラフィから明らかになった。長白山をはじめとする広大な火成活動の領域がその上に存在し、両者をつなぐような低速度領域が見られることから、スタグナントスラブの穴からの上昇流が長白山の形成に関係しているというモデルが提唱されている。今後、長白山などのプレート境界から離れた場所にある（off-arc）火山の成因論に新たな制約を与える可能性がある。なお NECESSArray によって得られた波形データは、海半球観測研究センターのデータセンターからすべて公開されている。

We have conducted, together with Chinese and U.S. colleagues, a temporal deployment of over 120 broadband seismometers in northeast China (NorthEast China Extended SeiSmic Array, NECESSArray) from September, 2009 till August, 2011. NECESSArray covers the area about 600 x 1200 km<sup>2</sup> and the largest such temporal deployment conducted by one research group. The purposes of the project are: (1) elucidating the origin and dynamics of Chinese continent, (2) resolving the fate and role of Pacific stagnant slab beneath, (3) probing Earth's deep interior (CMB, core).

One of the biggest surprises was the finding of a gap (or absence) of the stagnant slab in the mantle transition zone beneath NE China, where previous tomographic models indicated the presence of a horizontally laying slab. Considering that Changbaishan volcanic region, the largest currently active magmatic center in northeast China and a puzzling off-arc intraplate volcano, is located just east of this gap of the stagnant slab, we proposed their connection. Indeed both P- and S-wave tomographic models show consistently a slow region in the transition zone, and particularly the S-wave model shows a conduit like low-velocity anomaly connecting the gap and Changbaishan. NECESSArray data are now open to the scientific community from the OHRC Data Center of ERI.

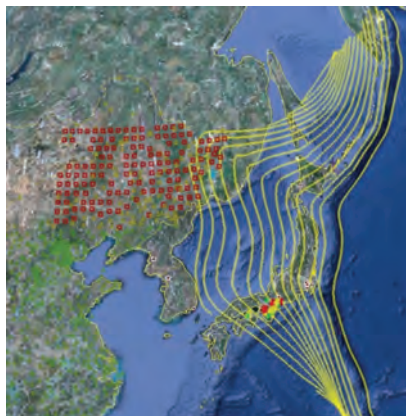


図1 NECESSArray 観測点（赤四角）と沈み込んだ太平洋スラブ位置のコンター（黄色線）。  
Fig.1 NECESSArray stations (red squares) and the subducted Pacific slab depth contour (yellow lines).

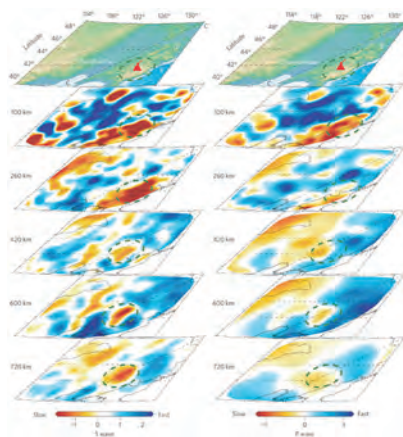


図2 S波（左）、P波（右）のトモグラフィの結果。緑の点線で囲った部分が“穴”と長白山をつなぐ低速度域。  
Fig.2 Results of S- and P-wave tomographic imaging. Areas circled by green lines trace the proposed upwelling.

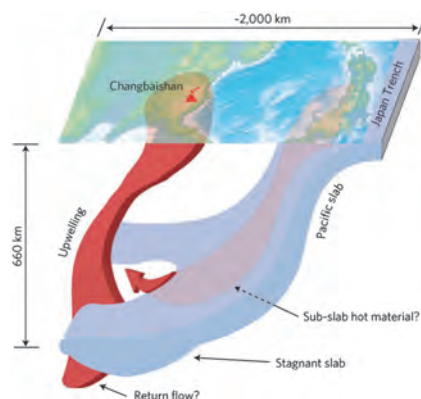


図3 スタグナントスラブの穴と上昇流と長白山等の火成活動と関係づけるモデルを示す模式図。  
Fig.3 Cartoon showing a possible scenario to associate the deep Pacific slab subduction, the upwelling, and the off-arc intraplate volcanism.

# ソリダス近傍での多結晶体の振る舞い

## Research Highlights

## Experimental studies on polycrystalline materials at near solidus temperatures

### 1. 結晶選択配向（CPO）と地震波異方性

これまで、上部マントルにおいて観測される地震波速度異方性の成因は、マントルの転位クリープによるカンラン石の結晶軸選択配向（CPO）と考えられてきた。マントルの拡散クリープ下ではCPOは生じえない、が常識であったからである。しかし、本研究により、拡散クリープ下において強いCPOが形成され、その形成条件がマントルのソリダス（融点： $T_s$ ）に対して $0.92T_s$ から $T_s$ の範囲内であることが示された（Miyazaki et al. 2013 Nature）。この温度条件で、カンラン石に結晶学的な面に平行な粒界が発達し、その粒界での選択的な粒界すべりが拡散クリープ下で起きることが原因と考えられる。この温度条件を太平洋下マントルに適用したところ、地震波観測で見出された強い地震波異方性の深度分布に一致した。この結果より、マントルアセノスフェアは、拡散クリープの下、ニュートン流体的に流動していることが推定された。

### 2. 非弾性と地震波速度・減衰

岩石のアナログ物質を用いた実験では、多結晶体の非弾性緩和がソリダス近傍（ $T > 0.93T_m$ ）で促進される現象が捉えられている（図2）。これは、岩石がソリダス近傍にある上部マントルで地震波の低速度や高減衰が観察されることを良く説明する。また、ソリダス以下のメルトの無い温度（ $T \sim 0.93T_m$ ）でも非弾性効果によって地震波の低速度、高減衰が実現する可能性があり、これまでもっぱらメルトの存在が主因とされてきた上部マントル低速度域の解釈が変わる可能性もある。ソリダス近傍において非弾性が促進されるメカニズムの解明を目指して、さらに広い温度、粒径、化学組成で非弾性を測定する実験を行っている。

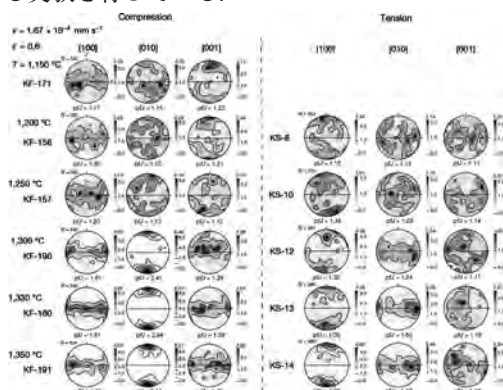


図1 高温一軸圧縮・引張変形実験後のカンラン石の結晶軸分布。左が圧縮、右が引張実験の結果で、高温条件（1300–1350℃）において、強い結晶軸配向が見出された。

Fig.1 Lower-hemispheric projections of the crystallographic orientations of forsterite grains. Left and right column correspond to the results from compression and tensile deformation experiments, respectively. Results from high temperature condition (1300–1350 °C) show strong crystallographic preferred orientation.

### 1. Crystallographic-preferred orientation (CPO) and seismic anisotropy

Crystallographic-preferred orientation (CPO) of olivine produced during dislocation creep is considered the primary cause of elastic anisotropy in the upper mantle of Earth. Here we show the development of CPO of olivine during diffusion creep. Grain boundary sliding accommodated by diffusion that occurs preferentially on boundaries that correspond to specific crystallographic planes contributes to grain rotation resulting in CPO. Strong radial anisotropy is anticipated at temperatures from  $0.92T_s$  to  $T_s$  ( $T_s$ : solidus temperature) corresponding to depths where melting initiates to depths where strongly anisotropic and low seismic velocities are detected 50–100 km deeper. Diffusion creep once predicted for mantle flow but diminished as the primary flow mechanism soon after the discovery of mantle anisotropy is now revived.

### 2. Anelasticity and seismic velocity & attenuation

We observed a significant enhancement of anelastic relaxation at near solidus temperatures ( $T > 0.93T_m$ , Figure 2). This explains well the seismic low velocity and high attenuation in the upper mantle, where temperature is near the solidus temperature. Moreover, the significant enhancement at a sub-solidus temperature ( $T \sim 0.93T_m$ ) suggests that low velocity and high attenuation can occur even without melt. Although seismic low velocity zones in the upper mantle have been mostly interpreted by melt, the present result may offer a new interpretation. In order to clarify the mechanism of such sub-solidus enhancement, we need more data over a wider range of temperature, grain size, and chemical composition.

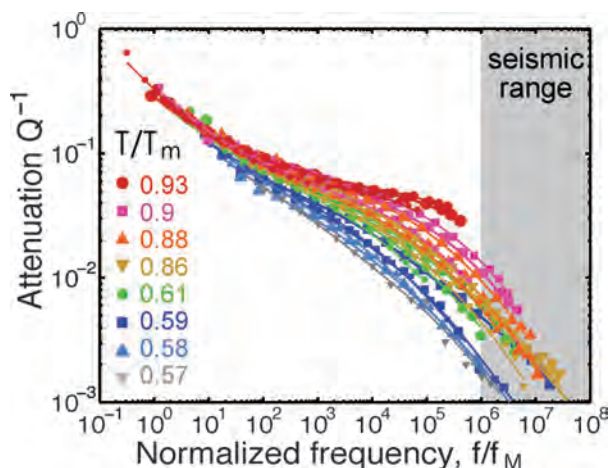


図2 減衰 vs 規格化周波数  $f/f_M$  ( $f_M$  はマックスウエル周波数)。規格化温度  $T/T_m$  ( $T_m$  はソリダス) が高い程、地震波帯域（グレーのハッチをつけた領域）での減衰が大きくなる。（Takei et al (2014) のデータより）

Fig.2 Attenuation versus frequency  $f$  normalized to the Maxwell frequency  $f_M$ . As normalized temperature  $T/T_m$  ( $T_m$ =solidus) increases, attenuation in the seismic range (shaded) increases. Data from Takei et al (2014).

## 革新的な観測技術開発

### Research Highlights

## Development of Innovative Observational Technologies

- ・ ICT を用いたケーブル式海底地震・津波観測システムの開発

海底ケーブルを用いる地震津波観測システムは、リアルタイムでデータを陸上に伝送することが可能であり、海域における観測研究に大きな役割を果たす。現在の海底ケーブル式地震観測システムは、通信システムの技術を用い、高い信頼性があるが、より多点での観測や柔軟な観測は不得手である。そこで、多数の観測点を接続可能で、観測の柔軟性を備えた海底ケーブル式地震観測システムの開発を行っている。開発したシステムは、イーサネット技術による伝送路の冗長化、制御への UNIX の利用、最新半導体技術の導入などが特徴である。開発したシステムの 1 号機は、2010 年 8 月に新潟県粟島南西海域に設置され、2 号機を三陸沖に設置する予定である。

- ・ 火山活動観測網の構築へ向けた小型絶対重力計の開発

現在様々な観測方法により火山活動が監視されているが、重力観測はその一つでマグマの移動など地下深部の物質移動を検知する有効な方法である。重力観測には高い精度が必要であるため、これまで大型で高価な絶対重力計が用いられ、多点の野外観測が困難であった。そこで、火山を取り囲む多点の重力観測網の構築をめざして、絶対重力計を小型化する研究を進めている。市販の 2/3 のサイズの小型絶対重力計の試作機を開発し、計測分解能は市販品と同等の  $1\mu\text{Gal}$  であることが確認された。火山地域での観測に適用できるように、改良を進めている。



開発したケーブル式海底地震・津波観測システム 2 号機の観測ノード（奥に見える 3 台）。奥の 2 台は、地震計と津波計を装備している。手前から 2 つめの観測ノードは津波計の代わりに、観測センサーのための拡張ポートを持つ。一番手前の円筒耐圧容器は、海底ケーブルの接続用である。

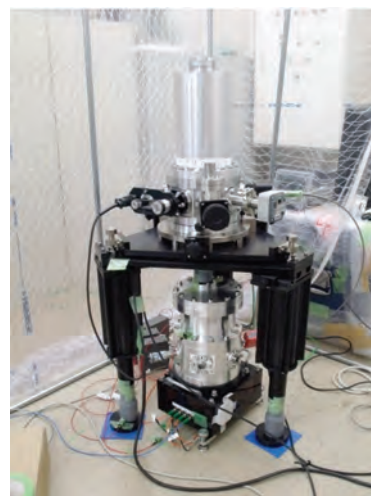
Observation nodes of the second ocean bottom cable observation system (3 cylinders in the back). Two nodes in the back have seismometers and a tsunami-meter. The second cylinder from the front has an external port for additional sensors which can be connected on the seafloor. The small cylinder is a junction box for the seafloor cable.

- ・ Development of Ocean Bottom Cabled Seismic and Tsunami Observation System Using ICT

An ocean bottom cabled seismic and tsunami observation system is the best instrument to observe tsunamis and seismic activities on the seafloor because data are obtained in real time. Although the existing cabled system have high reliability, the number of observation nodes and flexibility of observations are insufficient. We have developed a new cabled system with connectivity of many observation nodes and flexibility of observations. The new system has a data-transmission redundancy using information and communication technologies (ICT), UNIX system for a control of each observation node and introduction of the state-of-the-art semiconductor technology. In August 2010, the first OBSC system was deployed off the Awashima Island, Niigata. We have a plan to deploy the second system off Sanriku.

- ・ Development of a Compact Absolute Gravimeter for Constructing a Volcanic Observation Network

Volcanic activities have been monitored using various methods, and the gravity observation is one of such methods, enabling effectively to detect the mass movement, such as magma motion, in the deep underground. Because high precision was necessary for the gravity observation, the absolute gravimeters which have been used for such observation are too massive and expensive to be used in the field with a number of observation points. Aiming at the construction of a gravity observation network with multiple absolute gravimeters around a volcano, a compact absolute gravimeter prototype has been developed. The prototype shown in the figure has 2/3 in size of the commercial absolute gravimeter, and its measurement resolution was estimated to be  $1\mu\text{Gal}$  which was similar to that of a commercial one. The prototype is being improved in the applicability to the volcanic field.



小型絶対重力計の試作機 (TAG-1)  
Prototype of the compact absolute gravimeter, TAG-1.

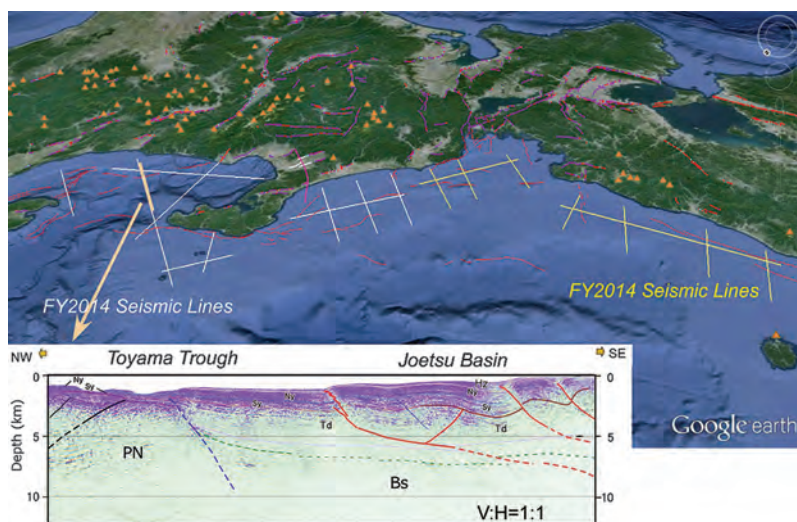
## 日本海地震・津波調査プロジェクト

### Research Highlights

## Integrated Research Project on Seismic and Tsunami Hazards Around the Sea of Japan

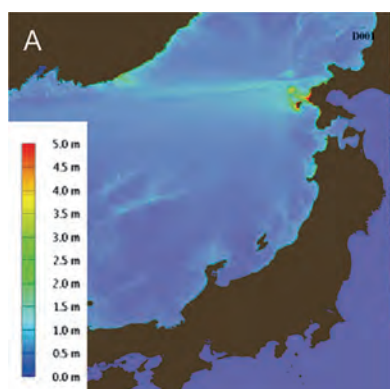
2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う大津波は、日本列島の広汎な領域に極めて甚大な人的・物的な被害を及ぼし、防災対策の見直しが必要になっている。一方、日本海側には津波や強震動を引き起こす活断層が多数分布しているが、多くの地域については、震源断層モデルや津波波源モデルを決定するための観測データが十分に得られていない。このような問題点を解決するために、2013年度より「日本海地震・津波調査プロジェクト」が開始され、これまで新潟沖～鳥取沖の沖合から沿岸域及び陸域にかけての領域で、津波の波高予測に必要な津波波源モデルや震源断層モデルを構築するための観測データの取得や、プレート構造を明らかにするための長期海底地震観測・解析を進めている。また、これらのモデルを用いて、津波・強震動シミュレーションを行い、防災対策をとる上での基礎資料を提供するとともに、地震調査研究推進本部の実施する長期評価・強震動評価・津波評価に資する基礎データを提供することを目指している。加えて、調査・研究成果に基づく防災リテラシーの向上を目指して、地域研究会を立ち上げ、行政と研究者間で津波や強震動による災害予測に関する情報と問題意識の共有化に努めている。

Devastating damages caused by the 2011 Tohoku-oki earthquake posed more tsunami and seismic hazards to other coastal regions in Japan and urges intense efforts to shed more light on them. To estimate quantitatively Tsunami and seismic hazards along the coastal area of the Sea of Japan, which has been repeatedly damaged by historic large earthquakes and tsunamis though distribution and geometries of offshore active faults remain less understood, a new research project funded by MEXT, "Integrated Research Project on Seismic and Tsunami Hazards Around the Sea of Japan" has begun since FY 2013. This science oriented research project includes onshore-offshore deep seismic reflection profilings to obtain geometry and distribution of seismic source faults, long-term offshore seismic observation by use of ocean bottom seismometers to reveal lithospheric structure of the Sea of Japan, and reevaluations of focal mechanisms of the past large earthquakes and historical documents. Our work suggests the presence of previously unrecognized faults, and survey results have contributed to construct faults models and numerical calculation of Tsunami and seismic hazards of this region. In addition, outreach program focuses on sharing state-of-the-art knowledge obtained by this project to local governments and communities.



◀二船式反射法地震探査測線と反射法地震探査深度変換断面。

Seismic lines in FY 2013-4 and a obtained depth converted seismic section.



◀数値計算によって求められた1993年北海道南西沖地震に伴う津波の日本海全域の最大水位上昇分布(A)と日本海のリソスフェア構造を明らかにするための長期観測型海底地震計。

(A) Calculated maximum heights of tsunamis associated with the 1993 Hokkaido Nansei-oki earthquake. (B) Long-term pop-up type ocean bottom seismometers for seismic observation to reveal the lithospheric structure beneath the Sea of Japan.

# 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

## Research Highlights

## Special Project for Reducing Vulnerability in Urban Mega Earthquake Disasters

2012 年度から 5 ヶ年計画で文部科学省委託研究「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」が開始されました。地震研究所では、サブプロジェクト①「首都直下地震の地震ハザード・リスク予測のための調査研究」を担当しています。そこでは、前プロジェクトである「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」で設置した首都圏地震観測網（MeSO-net）を引き続き運用し、東北地方太平洋沖地震以降の新たな地震像を解明するとともに、大規模シミュレーション数値解析法を開発し、都市の詳細な地震被害評価技術を開発して災害軽減策の検討を行います。サブプロジェクト②「都市機能の維持・回復のための調査研究」（京大防災研）やサブプロジェクト③「都市災害における災害対応能力の向上方策に関する調査研究」と連携することで、災害防止に関する総合的な調査研究を推進していきます。 <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/toshi/>

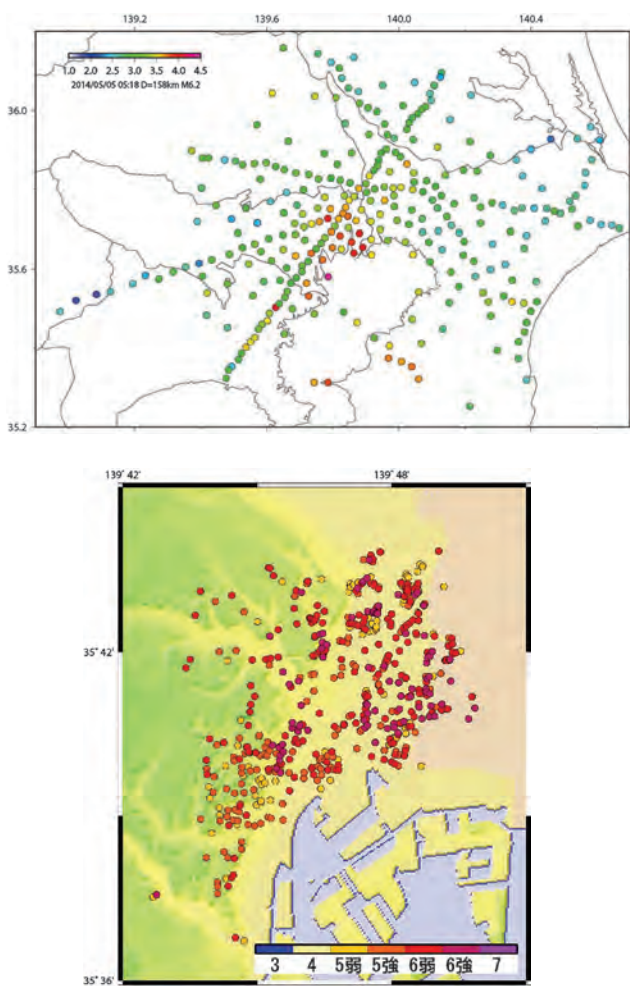


図2 1855 年安政江戸地震時の江戸市中の震度分布。近接した地域でも被害が異なるため推定震度が違う。地盤構造や地下構造のちがいによる地震動の増幅度の違いが原因と考えられる。

Fig.2 Distribution of the seismic intensity in city of Edo.

We have just started the Special Project for Reducing Vulnerability in Urban Mega Earthquake Disasters (2012-2016), which is sponsored by the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. This project is composed of three academic disciplines: Earth and physical sciences, engineering, and human social sciences. It seeks to (1) clarify the earthquake mechanism of southern Kanto Region and develop evaluation technology for seismic damages in urban areas; (2) develop technology for rapid damage assessment of high-rise office buildings which may be damaged during earthquakes, and (3) develop strategies to increase earthquake social resilience.

図1 首都圏地震観測網（MeSO-net）で観測された記録による計測震度相当値。震源は大島近海で、深さ約160km、マグニチュード6.2の地震。震源地から離れた地点でも震度が大きくなる地域があり、その地点の地盤や地下構造の影響であると考えられる。

Fig.1 Intensity of the Metropolitan Seismic Observation network (MeSO-net). Colors indicate the seismic intensity.

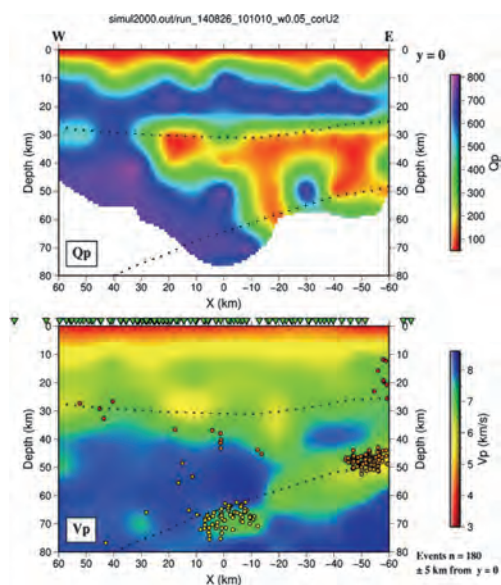


図3 地震波減衰構造（Qp）の東西断面図（上）と地震波速度構造（Vp）の東西断面図（下）。図1や図2に現われている震度の違いが、減衰構造や速度構造の違いに起因するものと考えられ、地震動シミュレーションによってその震源地を特定するのがねらいである。

Fig.3 Profiles of an attenuation structure (Qp) and the velocity structure (Vp). Difference in the observed seismic intensity is caused by the difference between the Qp and the Vp.

## 部門・センター

## Research Divisions / Research Centers

### ■ 4 部門

#### 数理系研究部門

数学・物理学・化学・地質学の基本原則に基づく理論モデリングを通じて、地震や火山活動およびそれに関連する現象を理解するための研究を行っています。

#### 地球計測系研究部門

各種物理量の計測と解析を通じて、地震や火山活動などの地球内部の活動を理解するための研究を行っています。

#### 物質科学系研究部門

物質の化学的、物性的情報に基づいて、地球や惑星内部の活動を理解するための研究を行っています。

#### 災害科学系研究部門

地震による強震動や津波などの現象の解明と予測を行い、それらによる災害を軽減するための地震工学などの基礎研究を、理学と工学の視点から行っています。

### ■ 研究（プロジェクト）センター

#### 地震予知研究センター

地震現象の包括的理解と地震発生予測の高度化のためのプロジェクト研究を行っています。

#### 火山噴火予知研究センター

火山やその深部で進行する現象の素過程や基本原理を解き明かし、火山噴火予知の基礎を築くことを目指して、火山や噴火に関連した諸現象の研究を行っています。

#### 海半球観測研究センター

地球内部を覗くための観測空白域である海半球に、独自開発した観測機器を長期的・機動的に展開することを中心に据えた、グローバルな観測研究を海陸で推進しています。そのユニークなデータから、地震や火山噴火など様々な地学現象の根源であるマントルとコアの運動とその原動力を解明するための解析・研究を行っています。

#### 高エネルギー素粒子地球物理学研究センター

ミューオンやニュートリノなどの高エネルギー素粒子によって、火山・断層・全地球などさまざまな固体地球内部の透視画像を作成し、地震学・火山学に新たな観測窓を開ける研究を進めています。

#### 巨大地震津波災害予測研究センター

大規模シミュレーションを使って、巨大地震・津波と災害の予測研究を行っています。数値解析の理論構築と手法開発の他、実際にシミュレーションを実施し、防災・減災に有益な包括的な災害情報の生成を研究します。

### ■ Research Divisions

#### Division of Theoretical Geoscience

This division engages in theoretical modeling researches based on fundamental principles of mathematics, physics, chemistry and geology to understand phenomena related to seismic and volcanic activities.

#### Division of Monitoring Geoscience

This division engages in research through measurements and analyses of various physical quantities to understand seismic, volcanic and other activities of the Earth's interior.

#### Division of Earth and Planetary Materials Science

This division engages in research based on information about chemical and physical properties of materials to understand the processes that take place in the Earth and planetary interiors.

#### Division of Disaster Mitigation Science

This division engages in the investigation and prediction of strong ground motions and tsunamis caused by earthquakes. It also carries out basic studies of earthquake engineering, aimed at mitigating disasters from such phenomena.

### ■ Research Centers

#### Earthquake Prediction Research Center

This center carries out research projects for comprehensive understandings of earthquake phenomena and improvement of forecasting future earthquakes.

#### Volcano Research Center

This center carries out studies on various phenomena to elucidate its elementary processes and fundamental principles, aimed to form the basis for volcanic eruption predictions.

#### Ocean Hemisphere Research Center

This center studies the Earth interior through the ocean hemisphere, which has been an observational blind zone, by deploying unique instruments originally developed. The goal of such observational studies is to elucidate the movements of the mantle and the core, which are the origins of various geological phenomena such as earthquakes and volcanic eruptions, and its driving forces.

#### Center for High Energy Geophysics Research

This center dedicates efforts to cosmic ray imaging of volcanoes, faults and global earth with high-energy particles such as muons and neutrinos.

#### Research Center for Large-Scale Earthquake, Tsunami and Disaster

This center studies large-scale earthquakes and tsunamis as well as urban area disasters.

By advancing numerical analysis methods and taking advantage of massive numerical simulation, this center seeks to provide exclusive information about possible disaster that would be useful for the disaster mitigation.

## ■サイエスマネージメントセンター

### 地震火山噴火予知研究推進センター

地震火山噴火予知に関する全国的・国際的規模の共同研究プロジェクトの企画・調整と関連する研究の推進を行っています。

### 観測開発基盤センター

地震火山及び海底観測機器や分析装置の維持・管理・活用等の研究支援と観測機器・技術開発支援を行うとともに、地震火山観測研究や新たな観測のための技術開発・機器開発研究を推進しています。

### 地震火山情報センター

観測データ等の地震・火山に関わる情報の収集・提供、データ流通網や全国共同利用計算機の整備・運用、古い地震記象の利活用を行っています。また、地震情報システムの開発研究や技術移転、地震活動とその予測、現在と過去の巨大地震・津波についての研究などを行っています。

## ■ Science Management Centers

### Coordination Center for Prediction Research of Earthquakes and Volcanic Eruptions

This center is responsible for coordination and planning of national and international research projects on predictions of earthquakes and volcanic eruptions.

### Center for Geophysical Observation and Instrumentation

This center is responsible for maintenance, management utilization and support for observational, technical and analytical facilities and analytical instruments belonging to ERI. This center also engages in intensive researches based on geophysical observations on land and sea, developing new observational techniques and instrumentation.

### Earthquake and Volcano Information Center

This center is responsible for collecting, organizing, archiving and sharing seismic and volcanic data, and works on forming and operating nationwide information and distribution basis. Research activities include development and technology transfer of earthquake information system, studies on seismicity and its forecast, giant earthquakes and tsunamis of present and past.

正門脇に設置されているモニュメント▶  
Monument placed by the main gate



建物が取り壊されたときに記念碑を建立。  
オブジェと月日が設置された。（月は記念碑の左側面）  
A monument was placed when the building was taken down.  
It has the seismograph-looking object on top, and the moon and the sun on the sides. (Moon on right side.)



1925 年地震研究所設立当時の建物。  
この建物の正面に月と太陽をイメージしたモザイクがあり、右側面には地震計をモチーフにしたオブジェがある。  
Building of ERI when first built in 1925.  
Mosaics of the moon and the sun are on the front wall of the building, and a seismograph-like object is on the right side of the building.

## 国際地震・火山研究推進室

### International Research Promotion Office

国際地震・火山研究推進室（略称：国際室）は地震研究所の国際的な研究活動の推進のため、平成 17 年（2005 年）4 月に開設された。日本を含むアジア太平洋地域は、地震・火山噴火の多発地帯であり、発生機構や予測・防災に関する研究が世界で最も必要とされる地域であるといつてよい。地震研究所は全国の研究者と連携しつつ、これまでもこの地域を研究対象として、世界トップレベルの地震・火山の研究を行ってきた。最近では、地球規模課題対応国際科学技術協力事業などの外部資金による国際共同研究も数多く実施されている。国際室では、日本国内・海外の関連機関との連携のもと、研究者の交流、国際研究集会の開催、大規模な地震・火山活動への緊急対応などを通じて国際的な研究活動の推進を図っている。

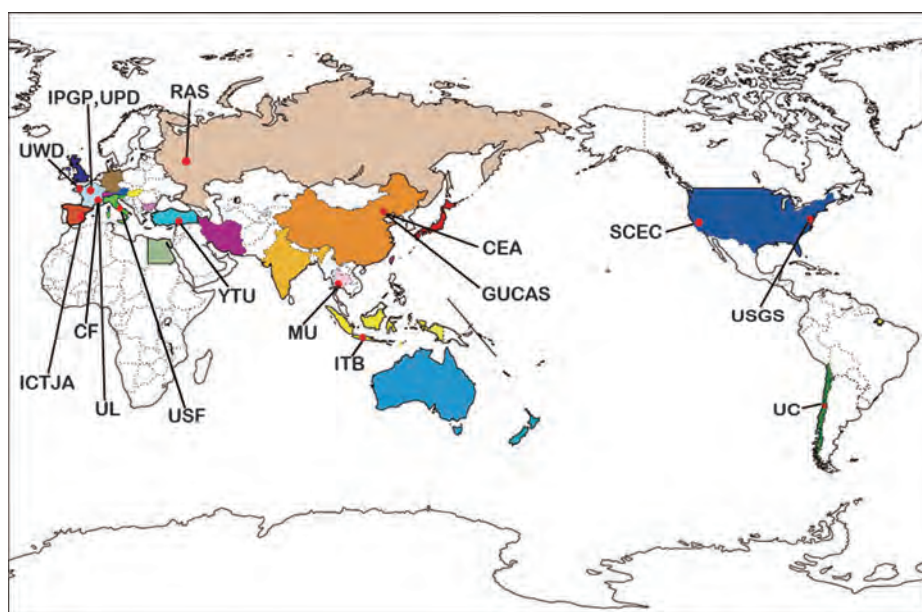
外国人客員教員・研究員招聘事業には、長期招聘（3 か月以上：東大と雇用契約を結ぶ）と短期招聘（3 か月未満：出張として来日）の 2 種類があり、前者については国際的に公募し、後者に関しては地震研のホスト教員を所内で応募し、毎年数名の客員教員・研究員を招聘している。2005 年以降に招聘した客員教員・研究員は 160 名を超えた。

部局間協定を結んでいる南カリフォルニア地震センター・中国地震局・パリ地球物理学研究所などの海外の機関とは、定期的にワークショップやサマースクールを開催し、研究交流や学生・若手研究者の育成を行っている。また、東大フォーラムに参加し、地震学・火山学・地球物理学関係のワークショップも開催している。教育面では、中国科学院大学へ毎年講師を派遣しているほか、理学部が主催する学部生のインターンシップ（UTRIP）や地震研独自の大学院生インターンプログラムを実施し、アジアや欧米からの大学院生を受けて入れている。

The International Research Promotion Office was established in April 2005 to promote international research activities of the Earthquake Research Institute. Since the Asian-Pacific regions including the Japanese Islands are in the area of geological disasters, it is imminent to promote researches on clarifying the mechanisms, forecasting and mitigating those disasters. ERI has conducted the cutting-edge researches on earthquakes and volcanoes in the region. In recent years, many international collaborative projects supported by external funding such as “Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS)” are implemented. The International Office promotes international research cooperation through exchanges of the researchers, holding international symposia and deploying urgent scientific survey teams for disastrous earthquakes and volcanic eruptions in the region, under the cooperation with related domestic and overseas institutes.

The program for visiting professors and postdoctoral researchers has two types: long-term (3 months or longer) and short-term (up to 3 months) visiting programs. Direct applications from candidates are considered for the long-term program, while the applications to short-term program must be submitted by host researchers at ERI. Since 2005, more than 160 foreign researchers have visited ERI.

International Office also promotes active interactions such as regular research workshops or summer-schools with several foreign institutes such as Southern California Earthquake Center, China Earthquake Administration, or Institut de Physique du Globe de Paris, with which ERI has Memorandum of Understanding. ERI also holds workshop as a part of University of Tokyo Forum. On the educational aspects, ERI annually sends lecturers to Graduate University, Chinese Academy of Sciences, participates to UTRIP (University of Tokyo Research Internship Program) for undergraduate students, and invites graduate students as internship students.



◀色を塗ってあるのは、国際室の招聘プログラムで研究者を招聘した国・地域。赤丸と略称は、地震研究所が協定を結んでいる機関。

Colored countries are those ERI has invited researchers under the invitation program of International Office. Institutes that ERI exchanged agreements with are also shown with red circles.

## 広報アウトリーチ室

### Outreach and Public Relations Office

アウトリーチ (Public Outreach) とは、「研究開発を行う機関が一般社会に赴いて教育・普及・啓発等の働きかけを行うこと」を意味します。地震研究所では、この活動を組織的かつ効率的に行うため、平成 15 年 (2003 年) にアウトリーチ推進室を設けました (2010 年に広報アウトリーチ室に改称)。その理念は、①一般市民や自治体等へ研究成果やその知見を普及・啓発・広報する、②教育や研究ニーズを把握し、それに基づく研究計画の策定を検討することで、具体的には次のような活動を展開しています。

#### 1) ホームページや報道機関を通じた広報活動

地震研究所の研究活動や教育活動に関する情報をホームページ・広報誌等を通じて紹介しています。重要な調査観測や研究成果についてはホームページに掲載するほか、報道機関を通すなど、一般の方へ届くよう情報発信をしています。また、2014 年秋にホームページをリニューアルしてより判りやすい情報発信に努めています。地震・火山に関する取材や一般からの問合せへの対応も広報アウトリーチ室で行っています。

[www.eri.u-tokyo.ac.jp/?page\\_id=361](http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/?page_id=361)

#### 2) 公開講義等の普及・啓発活動

地震・火山に関する研究の最先端やその魅力を伝えるため、公開講義や一般公開、施設見学会などを開催しています。また、自治体や教育機関等からの講演依頼、地震研究所の見学・講演依頼等についても、状況に応じて適宜、対応に努めております。

#### 3) 防災担当者や報道関係者等の専門家教育

地震・火山防災の担当者や報道関係者に、地震・火山に関する研究の動向等を紹介するとともに、関係者との意思疎通の促進を図るため、年間 2～3 回程度の懇談会を開催しています。

#### 4) 防災関係省庁や自治体等との連携・技術移転の促進

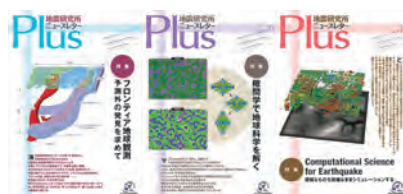
専門的な立場からの防災担当機関への助言や、地震研究所が開発した技術の応用・移転に取り組んでいます。

東京大学のオープンキャンパスに合わせて、毎年、地震研究所の一般公開を行い、公開講義等も実施しています。

ERI Open House and Open Lecture are held every summer.



In viewing the importance of our mission to feedback our research products to many people, we have been carrying out various outreach activities. The Public Outreach Office was first established in 2003 and has now been renamed as Outreach and Public Relations Office in 2010. Our main roles are 1) to make the public outreach more effective and systematic, and 2) to grasp public needs to research activities and reflect them to our research projects. In order to accomplish them, the office has been promoting 1) public relations through the web site, publication, and the media, 2) public education through open house and public seminar, 3) education for the specialists and technicians of emergency services, and 4) cooperation with national and local governments.



2008 年よりニュースレターを刷新

New quarterly newsletter "ERI Newsletter Plus" since 2008



所内見学会  
「ラボツアー」  
Lab Tour



## 技術部

### Technical Division

地震研究所内の観測・実験研究への技術的サポートは技術部により実施されています。技術研修の効率的実施、共通ミーティングの開催、公平な業務分担など、より効率的な技術部運営を目的に、技術部運営委員会と技術検討委員会が設置されています。

- 1) 総合観測室：野外観測・実験による研究推進のための機器管理・整備や観測実施等による技術的サポート。
- 2) 技術開発室  
開発系：観測・実験による研究推進のための、機器開発や機器保守等によるサポート。  
分析系：火山岩試料、実験合成物などの化学分析サポートや機器保守。



蛍光 X 線分析装置。

X-ray fluorescence analyzer (XRF).

実験系：室内実験のサポート。

- 3) 情報処理室：情報処理の面からの、観測データ管理、データ・研究成果公開、ホームページ作成、情報処理環境整備等による研究活動サポート。

Technical Division supports technical aspects of a wide range of research activities undertaken in ERI. This division is separated in to three sections.

- 1) Technical Supporting Section for Observational Research: Provide technical support for field observations and laboratory experiments including management-maintenance for research facilities and equipments.
- 2) Laboratory for Development, Analysis, and Experiment Researches: This section is divided into three subsections, support for development and maintenance of research instruments, **support for chemical analyses including maintenance** of related analytical instruments, and support for laboratory experiments.
- 3) Technical Supporting Section for Information Processing: Support for information processing, including management and issue of observational data and research results on website.

The Management Committee of Technical Division and the Steering Committee of Technical Division are responsible for management of this division to provide efficient technical support for the ERI researchers and promote **technical training** and general meeting for improving technicians' skill.

## 図書室

### Library

地震研究所図書室は地震・火山等に関する研究のための専門図書室です。地震研究所に関連の深い災害をテーマとした鯰絵などの和古書類や近代地震学の黎明期に関する貴重な資料を多数所蔵しています。これらの目録と画像データは「地震研究所図書室特別資料データベース」より提供しています。また、編集事務を担当している「東京大学地震研究所彙報」は、UTokyo Repository（東京大学学術機関リポジトリ）より全文提供しています。

The ERI library is specialized in fields of seismology, physics of earth and planets, geology, volcanology, and earthquake engineering. We also archive collections of antiquarian books and illustration related to natural disasters such as Namazu-e (catfish drawing). Index and images for these collections are available from “ERI library data base” on the website. Our publication, the “Bulletin of Earthquake Research Institute” is also available from the UTokyo Repository website.

単行書	和書 20,220 冊 洋書 34,323 冊
雑誌	和雑誌 1,133 種 洋雑誌 1,164 種
地図類	地質図（地質調査所等）、地形図（国土地理院）、海の基本図（海上保安庁）、土地分類基本調査（地方自治体）、その他 約 20,000 点
和古書類	瓦版、江戸時代や明治時代の刊本、筆写本等 約 600 点
写真	関東大震災、新潟地震、1906 年カリフォルニア地震等の記録 約 3,000 枚
16mm 映画フィルム・ビデオ	大正 3 年の桜島噴火、関東大震災、松代地震、日本海中部地震、サンフランシスコ大地震などのもの 約 50 点

2014 年 4 月 1 日現在

Books	20,220 Japanese volumes and 34,323 foreign volumes
Scientific magazines	1,133 Japanese serial titles and 1,164 foreign serial titles
Maps	Geological, topographic and fundamental bathymetric maps around Japan. Fundamental land utility maps of Japan and others; Total of about 20,000 sheets
Archives	600 titles, including old Japanese drawings such as the “Namazu-e” and the “Kawaraban”
Photographs	3,000 photos from the Kanto earthquake, the Niigata earthquake, the 1906 California
16 mm films, videos	50 titles

As of April 1, 2014

#### 利用時間

月曜日～金曜日 9:00-17:00 (12:00-13:00 を除く)  
ホームページ <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/tosho>

#### Opening

Monday～Friday 9:00-17:00 (except 12:00-13:00)  
Library Home page  
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/tosho/index-e.html>



図 1



図 2

The Great Earthquake of Japan, 1891 by John Milne and W.K. Burton with Plates by K. Ogawa

1892 年 Yokohama : Lane, Crawford & Co. 28.9 × 40.6 図版 29 点

1891 (明治 24) 年 10 月 28 日早朝、日本の内陸地震最大級の濃尾地震が発生した。当時導入されたばかりの煉瓦造りの洋風建物の多くが倒壊し、名古屋、岐阜県一帯に死者 7,273 人 (宇佐美龍夫「日本被害地震総覧 最新版」) と大きな被害をもたらした。濃尾地震直後、御雇外国人教師ミルンはバートン (衛生工学) や写真師小川一真らと共に被災地に赴き、多数の被害写真を含むこの調査報告書を出版した。なお、有名な水鳥断層写真 (図 2) は初版 (図 1) には所収されていないが、2 版には載せられている。この濃尾地震を契機として、明治 25 年 (1892) に文部省に震災予防調査会が発足した。

1892 Yokohama : Lane, Crawford & Co. 28.9 x40.6 with 29plates

"Nobi earthquake" one of the biggest inland earthquake in Japanese history, stroke early morning of 28th October, 1891. Most of the western style buildings using bricks, which was newly introduced at that time, collapsed and ended up with death toll of 7273 in Nagoya and Gifu region. Right after this earthquake, John Milne who was an advisor employed by the Japanese Meiji government, visited the site together with a photographer Kazumasa Ogawa, and W.K Burton who was also an employed advisor in sanitary engineering, and published this report with many photos picturing the damaged situation of the local people. The famous picture of Mizudori fault (fig. 2) was not included in the first edition (fig. 1) but was included in the second edition. Due to this Nobi earthquake, the "Advisory Committee for Earthquake Prevention" was established in the Ministry of Education in 1892.



図 3

信州浅間山大焼上州群馬郡吾妻郡流失村々之記 (1783)

災害絵地図 (手書き彩色, 小幡氏平信厚写) 天明 3 年 10 月 29 日 49.8 × 83.

1783 天明 3 年 7 月 7 日、信州の浅間山が爆発して未曾有の災害をおよぼした。軽井沢・追分周辺に、二抱えもの石が降り、人々は桶や鉢をかぶって逃げまどった。爆発は翌 8 日まで続き、流れ出た熔岩は北方上野国吾妻郡を襲い、死者 2000 人、埋没民家 1800 戸、降灰は関東一帯にわたり、江戸でも地上一寸 (約 3cm) に及んだ。また火山礫は吾妻川をせき止め、ついで決壊して利根川すじに大水害をおよぼした。前年からの大飢饉と重なり人々の疲弊はつづいた。

Record of Washed-out Villages in Joshu (Gunma) Agatsuma-gori by the Great Eruption of Shinshu Asamayama (1783)

Disaster Picture Map (Hand drawn, colored, copied by Obata Ujihira Nubuatsu) October 29, Tenmei 3 (1783) 49.8×83cm

On July 7, 1783, Asamayama in Shinshu erupted, which caused unprecedented disaster. In Karuizawa and Oiwake, big stones as large as one can hardly put arms around fell, and people ran around with tubs and pots on their head. Eruption continued until the 8th, the next day, and the out-flown lava attacked Agatsuma-gori in Kozuke to the north. The death toll was 2,000 and buried houses were 1,800. Ashes fell over the entire Kanto area and in Edo, piling up to 3cm (1-sun) on the ground. Lapilli blocked Agatsuma River and they broke off to cause great flood damages along Tone River. Even with the great famine from the previous year, the plight of the people continued further.

## 地震・火山噴火予知研究協議会

### Coordinating Committee of Earthquake and Volcanic Eruption Prediction Researches

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」(科学技術・学術審議会が建議)は、全国の15大学や地震・火山に関係する機関が参加する学術研究計画であり、2014年度から5ヶ年計画で進められている。これまで、全国の研究者は地震及び火山噴火の現象解明や予測のための研究を行ってきたが、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、超巨大地震の研究が不十分であることが明らかになった。また、地震や火山噴火に関する科学的理解を災害軽減に役立てるための研究の重要性が強く認識された。このような課題を解決するために、新しい研究計画は、史料・考古データに基づき過去の巨大地震や巨大噴火を解明する研究や、工学や社会科学に基づく災害科学研究を取り込んだものとなった。全国の大学間の研究の連携・協力を図り、この研究計画を推進するために地震・火山噴火予知研究協議会が設置されている。2010年に文部科学省より地震研究所が地震火山科学の「共同利用・共同研究拠点」に認定されたことに伴い、協議会は地震火山噴火に関する研究を大学間の緊密な連携のもとで進める上でより重要な組織となった。協議会のもとには、個々の研究課題が全体の研究計画と調和的に推進されるように企画部、計画推進部会、予算委員会が置かれている。毎年度末に開催している成果報告シンポジウムでは、全国の研究者による研究発表やそれに基づく討論が行われ、研究計画全体の進捗状況を参加研究者が共通に理解し、さらに研究を推進させるための重要な場となっている。最近の研究成果として、2011年東北地方太平洋沖地震に関連する地震活動(図1)、地震破壊の詳細な過程(図2)、火山噴火の推移予測(図3)などがある。これらの活動の内容は地震研究所のホームページ(<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/index.htm>)を通じて公開されている。

Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program is one of the national scientific research programs that are authorized by Council for Science and Technology, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. We started this five-year scientific program in 2014 in cooperation with national universities and institutes for understanding mechanism of earthquakes and volcanic eruptions. In response to the devastating 2011 Tohoku earthquake of magnitude 9, the program enhances the studies on massive earthquakes and major-scale eruptions that occurred prior to the history of modern observation with the help of historical science and geology and advances the earthquake and volcanic eruption studies to a part of disaster science in collaboration with disaster-related engineering fields and human and social sciences. The Coordinating Committee of Earthquake and Volcanic Eruption Prediction Researches (CCEVPR) was established to collaborate on promoting the scientific program. Member of CCEVPR consists of the heads of research institutes concerning seismology and volcanology in the universities in Japan. In 2010, ERI was re-organized as the Joint Usage/Research Center for earthquake and volcano researches, and CCEVPR was required to play a more important role for collaborating closely with nationwide researchers. CCEVPR includes the Planning Committee, Program Promotion Panels and Financial Committee to promote the researches that are carried out in cooperation among universities under the national scientific program. The Planning Committee also holds symposia to discuss the achievements of the researches. Recent scientific results of the program include seismic activity before and after the 2011 Tohoku earthquake (Fig. 1), detailed propagation process of earthquake rupture area (Fig. 2), and volcanic scenario analysis (Fig. 3). The official WEB site of CCEVPR is <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/index.htm>.

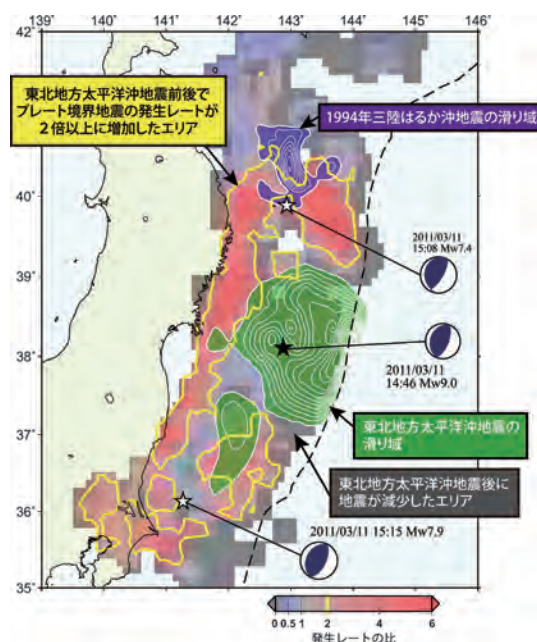


図1 2011年東北地方太平洋沖地震前後の地震活動。地震活動度が上昇した領域を赤、低下した領域を紫で示す。活動度が2倍以上になった領域(黄線で囲まれた領域)は本震すべり域(緑色領域)とほとんど重ならない。

Fig.1 Seismic activity before and after the 2011 Tohoku earthquake. Reddish and purplish areas indicate the areas where seismicity was activated after the earthquake and the areas where the seismicity was inactivated, respectively.

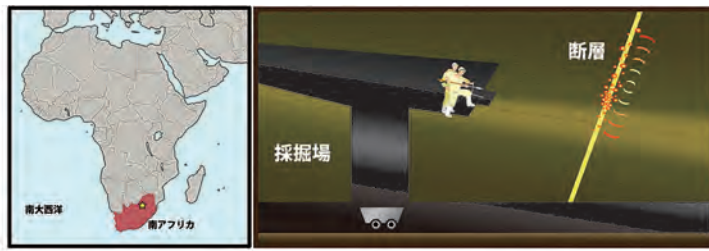


図2 南アフリカの金鉱山において坑道の先端前方で発生した微小地震領域の拡大。  
Fig.2 Detailed propagation process of fracture area ahead of a mining gallery in South Africa.

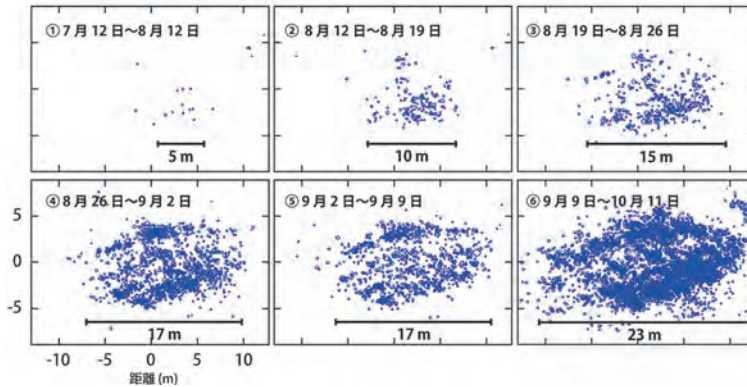


図3 インドネシアスマトラ島のシナブン火山の噴火シナリオ。これまでの研究成果に基づき噴火の推移を確率的に評価することができるようになった。

Fig.3 Volcanic scenario analysis for Sinabung volcano, Indonesia. Changes of volcanic activity is evaluated.

## 京都大学防災研究所の拠点間連携共同研究

### ERI-DPRI Joint Research

2014年から始まった「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」では地震・火山の研究成果を災害軽減に役立てることを重要な目標としている。これを実現するために、地震研究所と自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点である京都大学防災研究所が連携して、地震・火山に関する理学研究と防災に関する工学・社会科学研究を融合した新たな研究を推進していくことにした。両拠点の連携研究を進めるために、地震研究所と防災研究所で拠点間連携共同研究委員会を設置して共同研究の内容を検討したうえで、南海トラフ巨大地震の災害リスク等に関する共同研究を開始した。

Making use of scientific results of seismology and volcanology for earthquake and volcanic eruption disaster mitigation is the main goal of Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program, which started in 2014 as a five-year national scientific research program. ERI started cooperative researches with the Disaster Prevention Research Institute (DPRI), Kyoto University, which is the Joint Usage/Research Center for natural disaster reduction research to cooperate with researchers of disaster-related engineering fields and human and social sciences. ERI and DPRI established the Coordinating Committee for Joint Research for planning the joint researches and evaluating research proposals.

## 教育・研究活動

## Educational & Research Activities

表 大学院生および研究員等

Table Number of Students and Research Fellows

		大学院生 Graduate Students	大学院研究生 Research Students of Graduate School	本所研究生 Research Students of ERI	学振特別研究員 (PD・SPD) JSPS Research Fellows	外国人研究員 Foreign Research Fellows	受託研究員及び 外来研究員等 Adjunct Research Fellows
平成17年度	2005FY	85	2	—	2	24	13
平成18年度	2006FY	71	2	2	4	31	16
平成19年度	2007FY	64	3	1	4	26	18
平成20年度	2008FY	58	2	3	2	34	28
平成21年度	2009FY	58	1	2	3	51	36
平成22年度	2010FY	66	2	2	4	56	36
平成23年度	2011FY	71	2	1	3	56	32
平成24年度	2012FY	65	2	2	2	58	39
平成25年度	2013FY	75	2	3	2	74	35
平成26年度	2014FY	75	2	3	2	77	39

### 理学系研究科、工学系研究科大学院、情報学環・新領域研究科における教育・研究

地震研究所は、本学理学研究科地球惑星科学専攻、工学研究科社会基盤工学専攻および建築学専攻からの大学院生・研究生を受入れており、地震研究所の教員はそれぞれの専攻の教員として、多くの講義や研究指導など大学院教育を受け持っている。また、これらの大学院研究生に相当するものとして、地震研究所独自に研究生を受け入れており、各研究科の大学院生・研究生と同様の教育・研究を行っている。そのほか、学術振興会特別研究員、外国人研究員、受託研究員等を受け入れている。

### 教養学部前期課程（駒場）における教育

教養学部前期課程の1、2年生に対して開講される「全学自由研究ゼミナール」は、高校卒業程度の知識を有した学生に対して、地震学や火山学に対する興味をおこさせ、その内容を理解させる絶好の機会であることから、これらの分野に関する基礎的な教育の一環として捉えている。また、初年次ゼミナールや総合科目においても講義を実施している。

### 談話会・金曜セミナー

地震研究所では、毎月1回第3金曜日に、「談話会」という名称で公開の研究発表会を行っている。また、談話会が行われない金曜日には所内外の最先端の研究者を招いて「金曜セミナー」が開かれている。

### Education and research of graduate students

The Earthquake Research Institute (ERI) accepts graduate students and research students of the Graduate School of Sciences (Earth and Planetary Science) and the Graduate School of Engineering (Civil Engineering and Architecture). Professors and Associate Professors of ERI belong to these graduate schools and undertake teaching and supervisions of graduate and research students. ERI also accepts research students of its own, similarly to those belonging to the graduate schools, and conducts teaching. Besides them, ERI accepts special research fellows from Japan Society for Promotion of Science (JSPS) and foreign research fellows, and research students from private or governmental institutions.

### Education at College of Arts and Sciences of University of Tokyo

Seminars are given to students of College of Arts and Sciences at the Komaba campus by professors of various disciplines. ERI faculty members have been participating in this seminar, and giving lectures including field practices. In addition, lectures in the first-year seminar and the integrated course are also given by professors of ERI.

### “Danwakai” and Friday Seminars

ERI holds a “Danwakai”, a monthly meeting where members present their most recent academic and technical achievements, every third Friday of the month. Danwakai is open to the public. On Fridays when Danwakai is not held, Friday Seminars where researchers are invited from outside ERI to give lectures on up-to-date academic topics will be held.

# 資料

## Data

在籍者数 (平成 27 年 4 月 1 日現在) Number of Permanent Staff (As of April 1st, 2015)

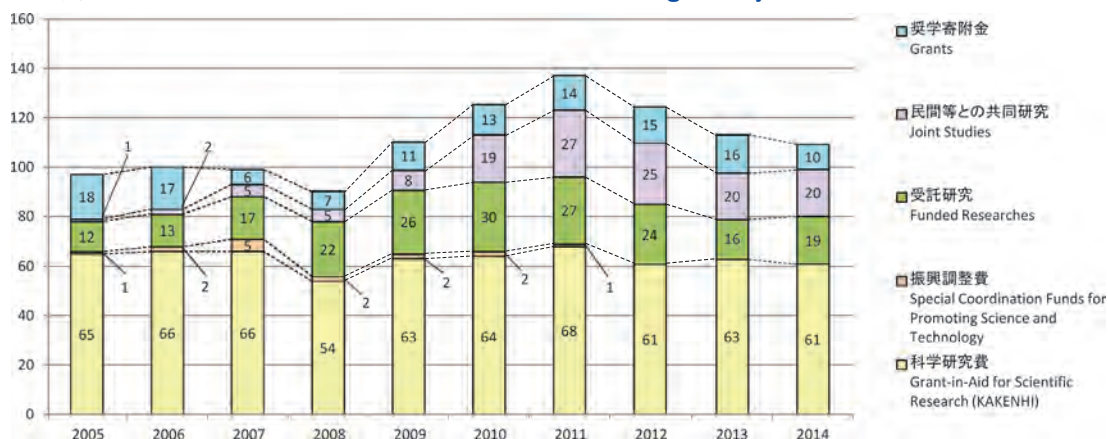
教 授	Professors	26人
准 教 授	Associate Professors	25人
助 教	Assistant Professors	26人
一 般 職 員	Technical and Administrative Associates	45人
合 計	Total	122人

支出額 Yearly Budget

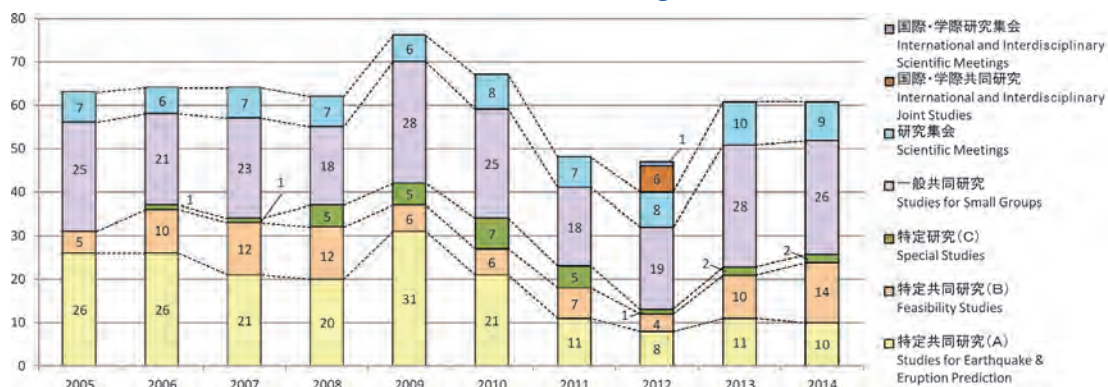
(単位：千円 thousand Yen)

年度 Fiscal Year	人件費 Personnel	物件費 * Educational	計 Sub total	科学研究費 Scientific Research Grants	受託研究費等 Funded Research	奨学寄附金 Grants	合計 Total
平成16年度 2004FY	1,189,966	1,496,977	2,686,943	411,100	1,077,118	21,873	4,197,034
平成17年度 2005FY	1,258,522	1,604,003	2,862,525	394,200	1,231,351	20,850	4,508,926
平成18年度 2006FY	1,358,553	1,474,502	2,833,055	387,946	1,309,248	18,760	4,549,009
平成19年度 2007FY	1,267,151	1,454,657	2,721,808	400,190	2,041,608	5,150	5,168,756
平成20年度 2008FY	1,388,788	1,619,257	3,008,045	280,656	1,659,122	8,477	4,956,300
平成21年度 2009FY	1,204,446	2,118,425	3,322,871	281,453	1,500,408	9,411	5,114,143
平成22年度 2010FY	1,201,967	1,467,670	2,666,637	466,586	1,471,935	37,864	4,643,022
平成23年度 2011FY	1,266,310	1,354,913	2,621,223	358,696	1,971,930	33,944	4,985,793
平成24年度 2012FY	1,215,462	1,579,163	2,794,625	314,476	1,651,728	20,959	4,781,788
平成25年度 2013FY	1,118,043	1,720,312	2,838,355	336,293	1,178,818	6,029	4,359,495

外部資金による研究課題数の推移 Number of Research Programs by External Funds



共同利用採択課題数の推移 Number of Joint Research Programs



## 歴代所長

## Directors of the Earthquake Research Institute

末石	広本	恭巳	二雄*	(大正 14. 11. 14 ~ 昭和 7. 4. 8)	大梶	沢浦	胖	(昭和 50. 8. 1 ~ 昭和 52. 7. 31)
寺石	本	巳	四雄*	(昭和 7. 4. 9 ~ 昭和 8. 5. 5)	梶	浦	欣二郎	(昭和 52. 8. 1 ~ 昭和 54. 7. 31)
津屋	沢	巳	四雄	(昭和 8. 5. 6 ~ 昭和 14. 5. 14)	笠	原	慶	(昭和 54. 8. 1 ~ 昭和 56. 7. 31)
津屋	克	一	惟	(昭和 14. 5. 15 ~ 昭和 17. 1. 31)	下	鶴	大輔	(昭和 56. 8. 1 ~ 昭和 58. 7. 31)
津屋	弘	達*	達*	(昭和 17. 2. 1 ~ 昭和 19. 4. 23)	嶋	大悦	三治	(昭和 58. 8. 1 ~ 昭和 60. 7. 31)
津屋	須	信	治	(昭和 19. 4. 24 ~ 昭和 20. 2. 10)	宇	津	清夫	(昭和 60. 8. 1 ~ 昭和 63. 3. 31)
那高	龍	太郎	廣	(昭和 20. 2. 11 ~ 昭和 28. 2. 10)	茂	木	彦	(昭和 63. 4. 1 ~ 平成 2. 3. 31)
河萩	角	尊	武*	(昭和 28. 2. 11 ~ 昭和 35. 3. 31)	伯	野	毅	(平成 2. 4. 1 ~ 平成 4. 3. 31)
水森	上	良	平*	(昭和 35. 4. 1 ~ 昭和 38. 3. 31)	行	武	良	(平成 4. 4. 1 ~ 平成 5. 3. 31)
森力	本	良	常	(昭和 38. 4. 1 ~ 昭和 40. 3. 31)	深	尾	敏	(平成 5. 4. 1 ~ 平成 7. 3. 31)
宇佐	佐	龍	夫*	(昭和 40. 4. 1 ~ 昭和 42. 3. 31)	深	井	敏	(平成 7. 4. 1 ~ 平成 9. 3. 31)
坪川	川	家	恒	(昭和 42. 4. 1 ~ 昭和 43. 11. 13)	藤	井	嗣	(平成 9. 4. 1 ~ 平成 11. 3. 31)
				(昭和 43. 11. 14 ~ 昭和 43. 12. 10)	山	下	輝	(平成 11. 4. 1 ~ 平成 13. 3. 31)
				(昭和 43. 12. 11 ~ 昭和 45. 11. 24)	山	下	輝	(平成 13. 4. 1 ~ 平成 15. 3. 31)
				(昭和 45. 11. 25 ~ 昭和 45. 12. 10)	大久保	修	平	(平成 15. 4. 1 ~ 平成 17. 3. 31)
				(昭和 45. 12. 11 ~ 昭和 46. 9. 28)	大久保	修	平	(平成 17. 4. 1 ~ 平成 19. 3. 31)
				(昭和 46. 9. 29 ~ 昭和 46. 10. 20)	平	田	直	(平成 19. 4. 1 ~ 平成 21. 3. 31)
				(昭和 46. 10. 21 ~ 昭和 46. 11. 15)	小	屋	剛	(平成 21. 4. 1 ~ 平成 23. 3. 31)
				(昭和 46. 11. 16 ~ 昭和 48. 7. 21)	小	屋	剛	(平成 23. 4. 1 ~ 平成 25. 3. 31)
				(昭和 48. 7. 22 ~ 昭和 48. 7. 31)	小	原	成	(平成 25. 4. 1 ~ 平成 27. 3. 31)
				(昭和 48. 8. 1 ~ 昭和 50. 7. 31)				(平成 27. 4. 1 ~ )

(\*所長事務取扱)

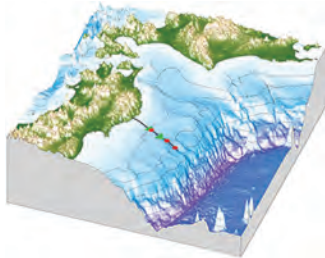
## 年表 Chronology

年 Year	
大正14年 1925	地震研究所設置 Establishment of ERI
昭和 2年 1927	筑波支所設置 Tsukuba Branch
昭和 9年 1934	浅間支所設置 Asama Branch
昭和16年 1941	江の島津波観測所設置 Enoshima Tsunami Observatory
昭和22年 1947	油壺地殻変動観測所設置 Aburatsubo Geophysical Observatory
昭和24年 1949	松山地殻変動観測所設置 Matsuyama Geophysical Observatory
昭和30年 1955	小諸火山化学観測所設置 Komoro Volcano-Chemical Observatory
昭和34年 1959	伊豆大島地磁気観測所設置 Izu-Oshima Geo-electromagnetic Observatory
昭和35年 1960	伊豆大島津波観測所設置 Izu-Oshima Tsunami Observatory
昭和36年 1961	鋸山地殻変動観測所設置 Nokogiriyama Geophysical Observatory
昭和38年 1963	霧島火山観測所設置 Kirishima Volcano Observatory
昭和39年 1964	筑波支所と浅間支所を筑波地震観測所, 浅間火山観測所に各々名称変更及び和歌山微小地震観測所設置 Rename as Tsukuba Seismological Observatory and Asama Volcano Observatory. Establish Wakayama Seismological Observatory
昭和40年 1965	白木微小地震観測所及び強震計観測センターを設置 Shiraki Seismological Observatory & Strong Seismic Motion Observation Center
昭和41年 1966	弥彦地殻変動観測所及び堂平微小地震観測所設置 Yahiko Geophysical Observatory & Dodaira Seismological Observatory
昭和42年 1967	地震予知観測センター, 北信微小地震・地殻変動観測所 Earthquake Prediction and Observation Center, Hokushin Geophysical Observatory
昭和43年 1968	柏崎 微小地震観測所設置 Kashiwazaki Seismological Observatory
昭和44年 1969	富士川地殻変動観測所設置 Fujigawa Geophysical Observatory
昭和45年 1970	八ヶ岳地磁気観測所設置 Yatsugatake Geo-electromagnetic Observatory
昭和54年 1979	地震予知観測情報センター (地震予知観測センターの転換・拡充) Earthquake Prediction, Observation & Information Center
昭和59年 1984	伊豆大島火山観測所設置 Izu-Oshima Volcano Observatory (伊豆大島地磁気観測所, 伊豆大島津波観測所の廃止・統合)
昭和55年 1980	信越地震観測所設置 Shin'etsu Seismological Observatory (北信微小地震・地殻変動観測所, 柏崎微小地震観測所の廃止・統合)
平成 6年 1994	地震研究所改組 (共同利用研究所に改組) 及び附属施設の改組 Re-organization of the Institute as 4 divisions, 4 research centers, and 2 observatories
平成 9年 1997	海半球観測研究センター設置 Ocean Hemisphere Research Center
平成18年 2006	江の島津波観測所廃止 Enoshima Tsunami Observatory closed
平成21年 2009	地震予知研究推進センターを地震火山噴火予知研究推進センターに, 火山噴火予知研究推進センターを火山噴火予知研究センターに改組 Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions
平成22年 2010	共同利用・共同研究拠点に改組, および4部門・7センターへ改組 Re-organization to a Joint Usage/ Research Center with 4 Divisions and 7 Research Centers
平成24年 2012	巨大地震津波災害予測研究センター設置 Research Center for Large-Scale Earthquake, Tsunami and Disaster

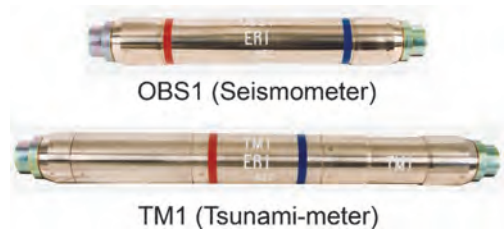
## 地震研究所が展開する海域常設観測点 Seafloor Cabled Observatories Operated by ERI

### 三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システム

The seismic and tsunami observation system using seafloor optical fiber off Sanriku



◀三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの位置。赤丸が地震計、緑三角が津波計の位置を示す。  
Position of the seismic and tsunami observation system using seafloor optical fiber off Sanriku. Red circles and green triangles show positions of seismometers and tsunami-meters, respectively.



▲三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの地震計観測ノード（上）と津波計観測ノード（下）。

Pressure canisters of seismometer (upper) and tsunami-meter (lower) for the seismic and tsunami observation system using seafloor optical fiber off Sanriku.

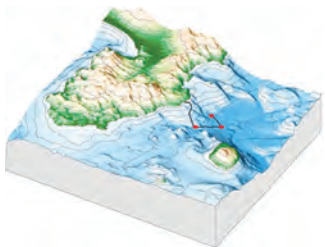


◀ 2013 年 12 月に竣工した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの新しい陸上局（釜石市）。

The new landing station for the seismic and tsunami observation system using seafloor optical fiber off Sanriku (Kamaishi, Iwate Prefecture). Construction was completed in December 2013.

### 伊豆半島東方沖光ケーブル式海底地震観測システム

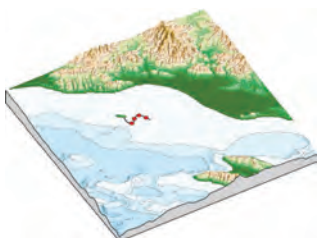
The seismic observation system using seafloor optical fiber off the east coast of the Izu peninsula



◀伊豆半島東方沖光ケーブル式海底地震観測システムの位置。赤丸が地震計の位置を示す。  
Position of the seismic and tsunami observation system using seafloor optical fiber off the east coast of Izu peninsula. Red circles indicate positions of seismometers. Line show the cable route.

### ICT を用いた日本海粟島南西沖海底地震観測システム

The seismic observation system using seafloor optical fiber southwest off Awashima in Japan Sea using Information and Communication Technology



◀日本海粟島南西沖海底地震観測システムの位置。赤丸が地震計の位置を示す。  
Position of the seismic observation system using seafloor optical fiber southwest off Awashima in Japan Sea. Red circles indicate positions of seismometers. Line show the cable route.



◀日本海粟島南西沖海底地震観測システムの4台の地震計観測ノード

Pressure canisters of seismometers for the seismic observation system using seafloor optical fiber southwest off Awashima.



▲新潟県粟島西海岸に設置した観測システムの陸上局。

The landing station for the ICT cabled seismic observation system installed at the west coast of Awashima, Niigata Prefecture.

## Access to ERI



地震研究所は、東大本郷キャンパスに属していますが、  
安田講堂などのあるキャンパス中央とは別の街区にあり、  
徒歩で約 10 分離れています。

農学部からは、グラウンド脇の構内通路（徒歩、自転車のみ）が利用できますが、  
地下鉄でお越しの場合は農学部を通らず、  
外の道路（点線のルート）を経由されることをお勧めします。

最寄駅 地下鉄 千代田線「根津」1番出口 徒歩 10分  
南北線「東大前」1番出口 徒歩 5分

10 min. walk from Nezu Station (Exit 1), Subway Chiyoda Line  
5 min. walk from Todai-mae Station (Exit 1), Subway Nanboku Line

平成27年（2015年）4月発行

編集発行：東京大学地震研究所

編集 広報アウトリーチ室

東京都文京区弥生1丁目1番1号  
電話 (03) 5841-2498  
ホームページ: <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/>



江戸鯰と信州鯰(仮), 鯰絵 災害年 1855年(安政2年), 江戸  
Catfishes from Edo (Tokyo) and Shinshu (Nagano prefecture),  
Earthquake print (Namazu-e), Year of Disaster: 1855, in Edo.

## 東京大学地震研究所

〒113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1

電話：(03) 5841-5666 (代表)

(03) 5841-2498 (広報アウトリーチ室)

FAX：(03) 5689-4467

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/>

## Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0032, JAPAN

Phone: +81-3-5841-5666 (General)

+81-3-5841-2498 (Outreach and Public Relations Office)

FAX: +81-3-5689-4467

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/eng/>