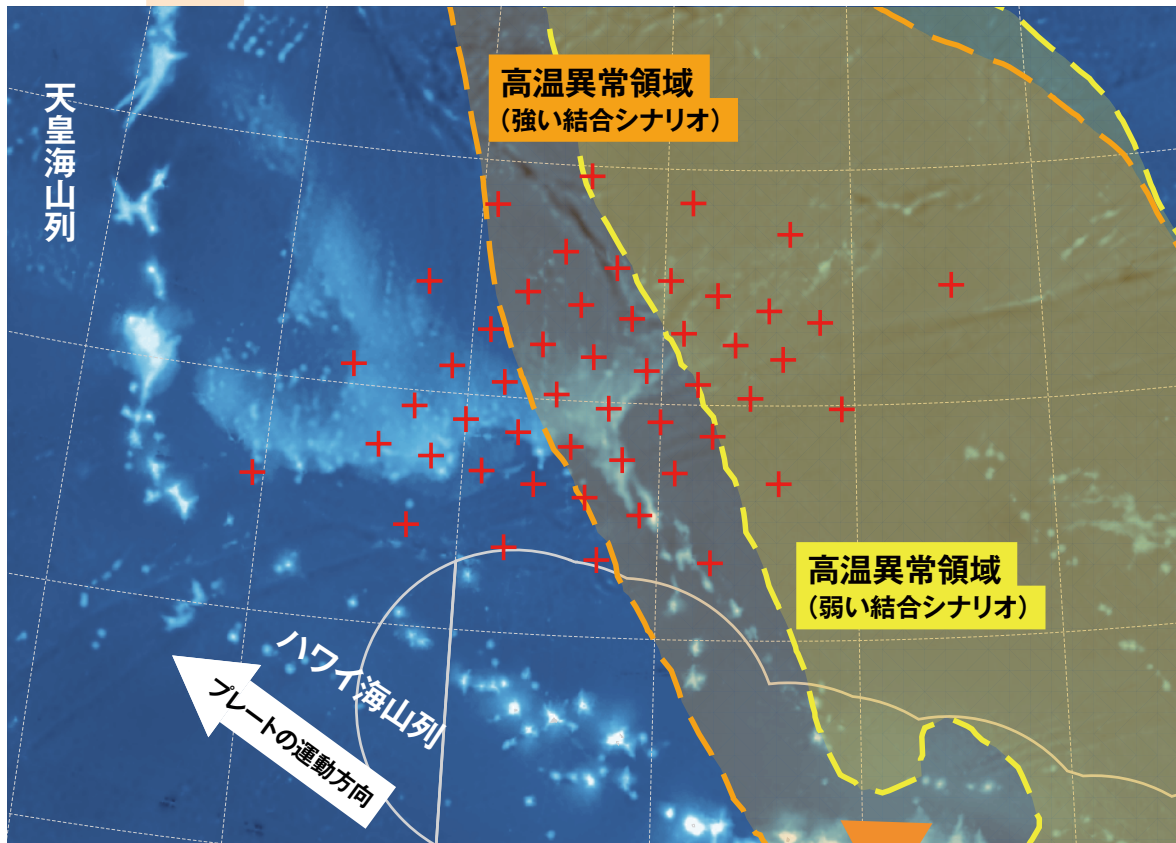


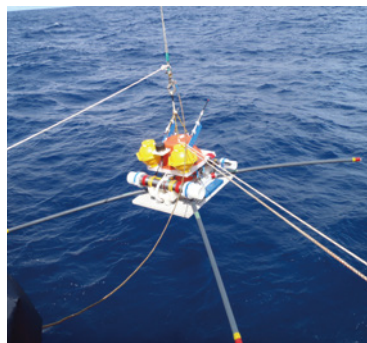
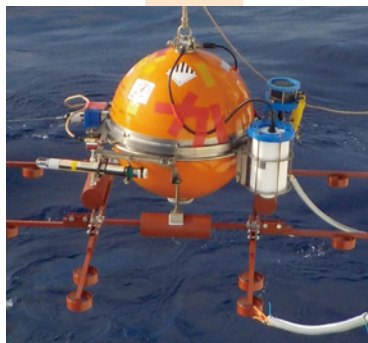
PIUS

地震研究所 ニュースレター

NEWS LETTER Plus No.45
Earthquake Research Institute,
The University of Tokyo



太 平洋のハワイ・天皇海山列の屈曲部東側の海域に史上最大規模の地震・電磁気同時観測アレイを展開する日本とドイツ・中国の共同観測「HEB」が2025年10月から始まる。この観測で、アセノスフェアの粘性率を精度良く推定し、プレートテクトニクスの根幹の理解を深めることを目指す。



特集

海から プレートテクトニクスの 根幹に迫る



東京大学地震研究所

海からプレートテクトニクスの根幹に迫る

海半球観測研究センター 准教授

いっせ たけひ
一瀬 建日

海半球観測研究センター 准教授

ばば きよし
馬場 聖至

地震波と電磁気から地球内部構造を探る

「地球表面は十数枚のプレートに覆われていて、そのプレートが動いているとするプレートテクトニクス理論は、教科書にも載っています。しかし、プレートの構造はどこでも同じなのか、どのように動くのかなど、根本的な部分は分かっていません」と一瀬建日さんは言う。「だから私たちは海へ行くのです」と馬場聖至さんが続ける。

地球表面の7割を海が占める。地球の典型的な内部構造を知るには、典型的な場所、つまり海で観測する必要がある。しかし、海底観測機器には腐食対策・耐水圧性能・電源の確保などが求められ、観測海域に船で行くには大変な費用がかかる。こうした課題により、陸域に比べると海域には観測の空白域が多く残されている。そこで海半球観測研究センターでは、機器や解析手法の開発を進めながら、海域観測に取り組んでいる。

「私たちは多くの場合、地震観測と電磁気観測をセットで行います（表紙下段の左と中）。地震観測から分かる地震波速度、電磁気観測から分かる電気伝導度はどちらも温度や流体の存在、組成などに依存して変わるため、それらの分布から地球の内部構造を推定できます。ただし、1つの観測量だけで

は複数の要素の寄与を分離することが難しいため、独立した複数の観測量を用いることで内部構造の本質がより正確に分かるようになるのです。地震と電磁気の同時観測は世界的にはそれほど一般的ではなく、日本グループの特徴の1つとなっています」と馬場さんは説明する。一瀬さんは地震観測、馬場さんは電磁気観測を専門としている。

「ふつうのマンテル」はなかった

海半球観測研究センターはこれまで、さまざまな海域で観測を行ってきた。その1つが、2010～14年度に実施した「海半球計画の新展開：最先端の海底観測による海洋マンテルの描像」である。プレートテクトニクス理論では、海洋プレートは海嶺で生まれ、移動しながら成長し、海溝で大陸プレートの下に沈み込むとされている。海嶺や海溝など活動的な海域から離れた、ふつうの海域で観測することで、典型的なプレートやマンテルの姿を明らかにしようとしたのである。通称は「ふつうのマンテル計画（NOMan計画）」だ。

NOMan計画では、北西太平洋シャツキーライズの北西域と南東域で地震・電磁気観測を行った。海洋底の年代差は、1000万年程度である。「プレートは移動しながら成長して厚く冷たくなりますが、1億年以上の古い

海洋底での1000万年程度の年齢差では構造に違いは出ないと考えられていました。ところが、プレートに対応する低電気伝導度層の厚さが、北西域と南東域で異なっていたのです」と、馬場さんは観測結果を説明する。地震波速度から得られた構造も、北西域と南東域で有意な違いが見られた。一瀬さんは、「ふつうのプレート、ふつうのマンテルはなかった。では典型的な地球内部構造を探るにはどこを観測すればよいのか、と頭を抱えました。そうしたときに始まったのが、『太平洋アレイ』です」と語る。広範囲に観測機器を複数設置して行う観測を、アレイ観測と呼ぶ。

太平洋アレイを展開

太平洋アレイは、世界各国が協力し太平洋全域をカバーするように次々とアレイ観測を行うことで、海域の地球内部構造を詳細に明らかにしようというものである（図1）。2018年に始まり、アメリカ、日本、EU、オーストラリア、韓国、台湾、中国が参加している。

日本は2018～19年に、太平洋で最も古い海洋底において「Oldest-1」アレイ観測を韓国と共同で実施した。「これまでで最も厚いプレートがあると予想していましたが、地震波速度から推定した構造は、NOMan計画で得られた構造と大きくは違いませんでした」と一瀬さん。一方、電磁気観測からは、低電気伝導度層が予想より厚く見積もられている。馬場さんは「プレートは古くなるに従って成長して厚くなるという単純なストーリーでは説明できないことがかってしまいました。観測をやればやるほど、謎が深まります」と語る。

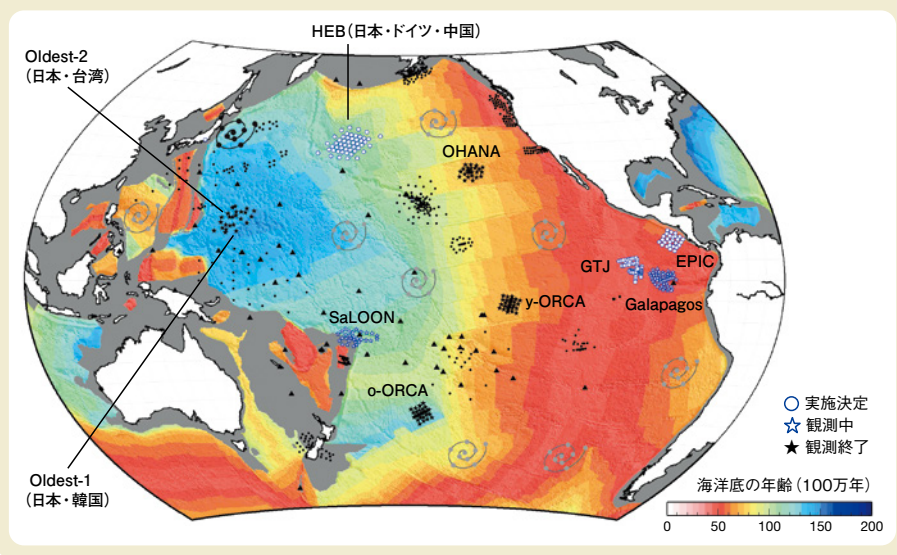
2022～23年には「Oldest-2」として、「Oldest-1」の西側の海域で台湾と共同でアレイ観測を行った。現在、観測データを解析しているところで、結果が待たれる。

HEB:ハワイ・天皇海山列屈曲

2025年10月からは「HEB」アレイ観測が始まる。ハワイ・天皇海山列が屈曲する（Hawaiian-Emperor Bend）海域の東側、ミッドウェイ島北方海域に史上最大規模の観測アレイを展開し、日本とドイツ・中国が共同で観測する。馬場さんはこの観測の代表を務め、「HEBでの観測は悲願でした。こ

図1 「太平洋アレイ」の配置（2025年春現在）

「太平洋アレイ」開始後（2018年～）の海底観測アレイの配置、名称を示す。名称のないものは、太平洋アレイ以前の観測。らせんは観測空白域を示す。



の領域で観測すればアセノスフェアの粘性率を制約できると思ひ至り、機会を待っていたのです」と言う。

プレートは、地殻とマントル最上部から成る。地球の内部構造を分ける際、地殻、マントルといった組成による区分とは別に、流動性による区分もある。流動しにくい層をリソスフェア、流動しやすい層をアセノスフェアと呼ぶ。プレートはリソスフェアであり、プレートテクトニクス理論において、プレートが移動できるのは下に軟らかいアセノスフェアが存在しているためだとされている。アセノスフェアがどのくらい軟らかいかは、プレート移動の駆動力に関わり、それを知ることはプレートテクトニクスの理解に不可欠である。しかし、アセノスフェアの粘性率は直接は観測できず、さまざまな研究者が推定しているものの、その値は研究によって桁で違っている。

そうした中で馬場さんが注目したのが、ハワイ・天皇海山列だった。海山列は、マントル深部から上昇してきた高温のブルーム物質がプレートを突き抜けて形成されたものである。上昇流の位置は変わらず、プレートが移動していくので、海山の列ができる。ハワイ・天皇海山列は、途中で折れ曲がっている。これは、プレートの移動方向が4700万年前、南北から東西に急に変わったためである。

アセノスフェアの粘性率を精度良く推定する

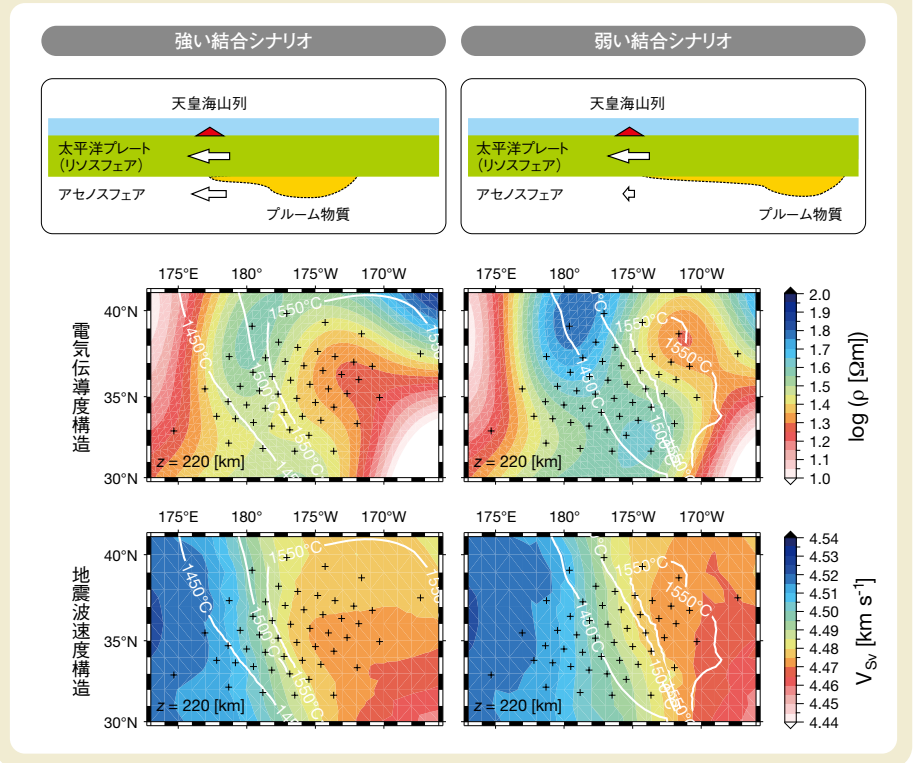
なぜハワイ・天皇海山列なのか？馬場さんはまず、「プレートの移動に伴い、ブルーム物質も引きずられます。引きずられ具合は、アセノスフェアの粘性率によって変わります」と説明する。アセノスフェアの粘性率が高いと、アセノスフェアとプレート（リソスフェア）の結合が強くなり、ブルーム物質はたくさん引きずられる（図2上左）。アセノスフェアの粘性率が低いと、結合が弱くなり、ブルーム物質はあまり引きずられずに後ろに残る（図2上右）。

続けて馬場さんは、「プレートが一方向に移動している場合、引きずられたブルーム物質は海山列に沿って連続的に分布するので、引きずられ具合を判別できません。でも移動方向が急変した場合、屈曲部を見れば引きずられ具合が分かるのではないかと考えたのです」と説明する。

馬場さんは、その考えが正しいかを確かめるためマントル対流の数値シミュレーションを専門とする研究者の協力を得て、4700万年前にプレートの移動方向が変わったという条件で高温のブルーム物質の現在の分布を計算した。すると、アセノスフェアとプレートの結合が強いシナリオと弱いシナリオでは、

図2 ハワイ・天皇海山列の屈曲部東側海域の地震波速度・電気伝導度構造モデル

プレート（リソスフェア）とアセノスフェア間の力学的結合が強い場合、ブルーム物質は移動するプレートに大きく引きずられ（上左）、力学的結合が弱い場合、あまり引きずられず後ろに残る（上右）。2つのシナリオで、ハワイ・天皇海山列の屈曲部東側海域について高温のブルーム物質の分布をマントルダイナミクスモデリングでシミュレーションすると、違いが表れた（表紙）。下の図は、シミュレーションによる高温のブルーム物質の分布（白線）から想定される観測データを人工的に作り、それを解析して得た電気伝導度と地震波速度の構造で、2つのシナリオの違いが区別可能であることを示している。+印はHEBの観測予定点。



高温のブルーム物質の分布が変わるといふ結果になった（表紙上）。さらに、その高温のブルーム物質の分布に対応する地震波速度と電気伝導度の構造をシミュレーションで求めた（図2下）。「シミュレーション結果と観測結果を合わせて解析することで、アセノスフェアとリソスフェアの結合度合いを求め、そこからアセノスフェアの粘性率を制約できると考えています」と馬場さんは語る。

地震波速度と電気伝導度が温度や圧力、流体といった要因で変わるように、粘性率もそれらに依存して変化すると考えられているが、その変換法則は確立されていない。馬場さんは、「地震波速度や電気伝導度から粘性率を間接的に推定する変換法則の確立も目指しています。変換法則をつくれれば、これまで得られている地震波速度と電気伝導度のデータを用いて、さまざまな場所のアセノスフェアの粘性率を求められ、プレートテクトニクスの理解に近づけるでしょう」と展望する。

史上最大のアレイを展開

HEBでは、広帯域海底地震計と海底電位磁力計それぞれ50台ずつから成る観測アレイを構築する。約2,000km×1,700kmもの広大な領域だ。馬場さんは、「日本中の海底電磁気観測を行っているグループの総力

を結集します」と力を込める。広帯域海底地震計と海底電位磁力計は、国内だけでは足りず、約半数をドイツから持ち込む予定だ。2025年10月に学術研究船「白鳳丸」で観測機器を設置する。回収は、2026年3月末から5月にドイツの研究船で行う。観測データの解析には2～3年を要する見込みだ。「思いがけない結果が出る可能性もあります」と馬場さん。一瀬さんは「予想と異なる結果が出た場合、何が原因かを踏み込んで考えるのも、楽しいものです」と言う。

太平洋アレイの今後は？一瀬さんは、こう解説する。「2018年の開始時には10年ほどで太平洋全域をカバーできると見込んでいましたが、コロナ禍の影響もあって少し遅れています。ただし、太平洋アレイはもともと、期限付きのプロジェクトではありません。各国のグループがそれぞれの解きたい課題に応じて領域を選んで観測し、得られたデータを共有し、結果的に太平洋全域をカバーできたいという、緩い連携で成り立っています。海域の地球内部構造を詳細に明らかにするという共通認識は持ちつつ柔軟な関係だからこそ、長く続けたいし、続けられると思うのです。日本グループでも、HEBの次のターゲットの検討を始めています」。海からプレートテクトニクスの根幹に迫る挑戦は続く。

（取材・執筆：鈴木志乃／フロンティア）

TOPICS

広報アウトリーチ室活動報告

●「懇談の場」開催報告

2025年2月26日にハイブリッドで開催されました。「災害後経済の高性能シミュレーションを開発」について、マッデゲダラ・ラリス 准教授によるお話でした。通訳は藤田航平 准教授が行いました。

●「サイエンスカフェ」開催報告

●第28回「地震の即時評価と防災情報」
2025年2月27日にハイブリッドで開催。林元直樹 准教授（東京大学地震研究所）・太田雄策 教授（東北大学）を迎え、地震即時評価手法の現状や防災情報高度化の可能性について紹介していただきました。



最近の研究

最近の研究を紹介するコンテンツ「最近の研究」に、新たな論文が追加されています。ぜひご覧ください。



- 2024年日向灘地震とその余効すべりの過程に沈み込んだ海山が与えた影響について
- トンガで発生した2022年大規模火山噴火に先行する未確認の波に迫る

職員研修会・地震火山災害予防賞授賞式開催報告

令和6年度地震研究所職員研修会が2025年1月29～31日の3日間にわたり開催されました。今年度は対面参加を重視した形となり、コロナ禍以前ぶりに、全国の国立大学・機関から多数の技術職員が一堂に会しました。

初日には「地震火山災害予防賞」の授賞式・記念講演会が行われました。今年度は、名古屋大学の地震・火山観測、特に御嶽山での地震観測網の構築に関する功績により、堀川信一郎氏（東海国立大学機構名古屋大学全学技術センター技師）に贈られました。



古村孝志 地震研究所所長（左）と堀川信一郎氏
（写真提供：研修運営委員会）

地震火山災害予防賞：地震研究所では、地震・火山の観測または研究およびその災害の予防軽減において、技術的側面で顕著な功績のあった方を、地震火山災害予防賞として表彰することとしております。これは財団法人震災予防協会の解散にあたって、同協会が行ってきた表彰を引き継ぐものとして平成22年度（2010年度）より始めたものです。

INFORMATION

お知らせ

●東京大学地震研究所技術部では、技術職員を新規採用予定です。

令和7年度末（2025年度末）に学部または修士課程を卒業・修了予定の方や民間企業等に在職中の方で、地震研究所で技術職員として勤務することに興味がある方を対象に、オンライン説明会及び現地説明会を実施いたしますので、ぜひ、ご参加ください。

◆オンライン説明会開催日時：2025年4月12日（土）

- ①10:00～10:30 ②11:00～11:30
- ③13:00～13:30 ④14:00～14:30

（内容はいずれも同じ）

- ◆現地説明会開催日程：2025年5月9日（金）14時から
- ・参加人数：特になし
- ・参加資格：就職・転職を検討している方で、東京大学地震研究所の技術職について興味がある方。学部生の参加も歓迎します。
- ・申込締切：オンライン説明会 4月11日（金）17:00まで
現地説明会 5月8日（木）17:00まで

- 開催概要：東京大学地震研究所技術部紹介及び公募概要や業務内容の説明、先輩技術職員との対話など。
- 申込登録：次のいずれかにより事前にお申し込みください。

①マイナビ（東京大学地震研究所の採用情報掲載ページ）
<https://job.mynavi.jp/26/pc/search/corp270574/outline.html>



②参加申込フォーム
<https://forms.office.com/r/rci4YqCQ8A>



技術職員からのメッセージ
（応募を考えている皆様へ）
<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/gijyutsubu/message/>



- 「懇談の場」を2025年4月10日（木）17時から地震研セミナー室とオンラインのハイブリッド形式で開催予定です。今号の特集「海からプレートテクトニクスの根幹に迫る」について、一瀬建日 准教授と馬場聖至 准教授によるお話です。会場と接続の情報をお送りしますので、orhp@eri.u-tokyo.ac.jp宛てに件名を「懇談の場参加希望」としてEメールをお送りください。お気軽にご参加ください。

「懇談の場」で話すマッデゲダラ准教授（左）と藤田准教授

本所永遠の使命とする所は
地震に関する諸現象の科学的研究と
直接又は間接に地震に起因する災害の予防並に
軽減方策の探究とである（寺田眞彦）

東京大学地震研究所
ニュースレターPlus
第45号

発行日 2025年3月28日

発行者
東京大学 地震研究所

編集者
地震研究所 広報アウトリーチ室

制作協力
フォントクリエイト
（デザイン：酒井デザイン室）

問い合わせ先
〒113-0032
東京都文京区弥生1-1-1
東京大学 地震研究所
広報アウトリーチ室

Eメール
orhp@eri.u-tokyo.ac.jp
ホームページ
<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/>