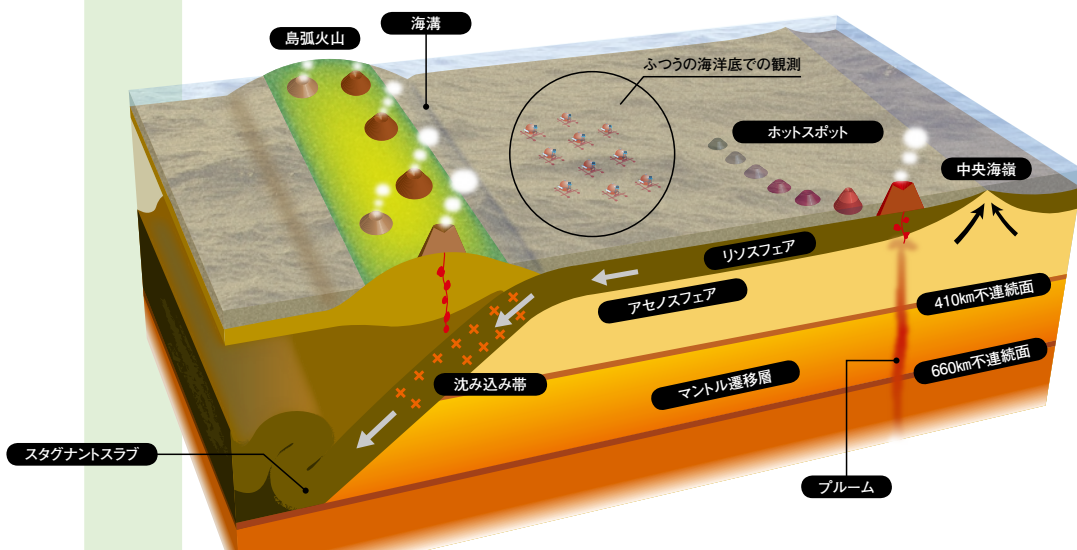


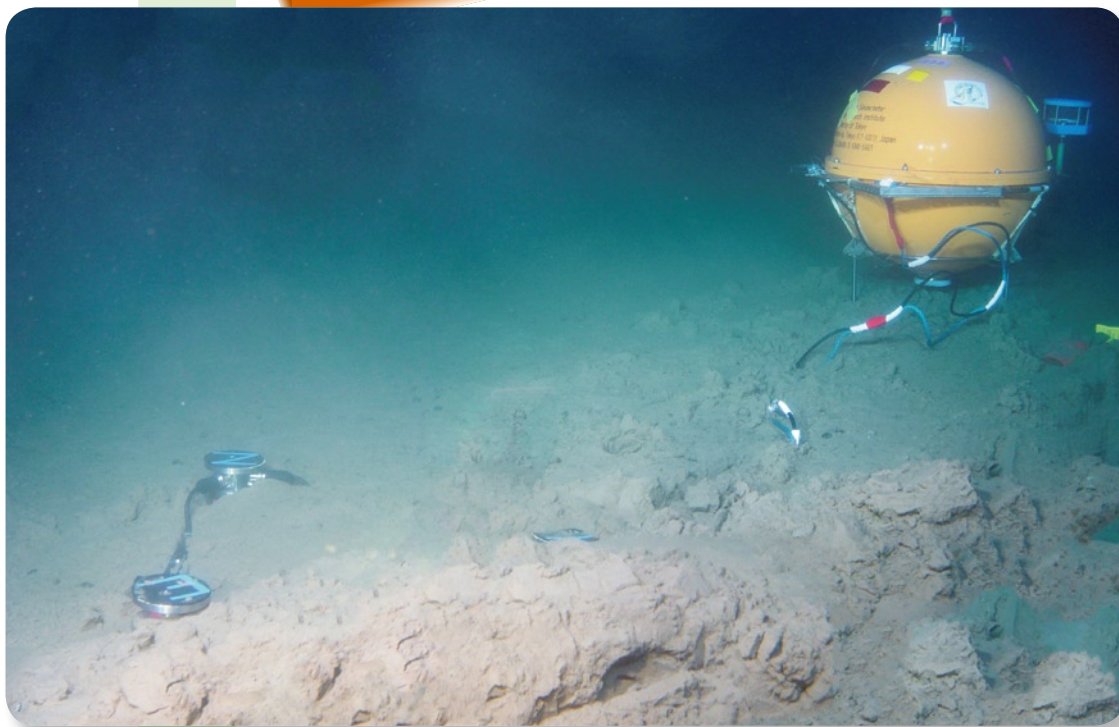
PIUS

地震研究所 ニュースレター

NEWS LETTER Plus No.12
Earthquake Research Institute,
The University of Tokyo



海 半球を舞台に、新たな研究プロジェクトが動き出した。「海半球計画の新展開」最先端の海底観測による海洋マントルの描像」である。ターゲットは、沈み込み帯でも海嶺でも、ホットスポットでもない。地球表面の大部分を占める、ふつうの海洋マントルなのか？ 研究代表を務める歌田久司教授に、プロジェクトの背景や意義を聞いた。



特集

挑戦：ふつうの 海洋マントルとは？



東京大学地震研究所

挑戦 ぶつうの海

取材協力 歌田久司 海半球観測研究センター 教授

「ぶつうの海洋マントルはどうなっているのだろう。ずっとそれを知りたかった」と歌田久司教授は言う。その疑問に答えを出すプロジェクトが、2010年度から5ヶ年計画で始まった。文部科学省の特別推進研究「海半球計画の新展開:最先端の海底観測による海洋マントルの描像」である。プロジェクトには地震研究所、海洋研究開発機構(JAMSTEC)、インド国立地球物理学研究所、タイ・マヒドン大学の研究者が参加し、歌田教授が研究代表者を務める。

地震波や電磁気の観測により、地球内部に関する理解は深まり、マントルについて大まかな描像は得られている。しかし、歌田教授はこう指摘する。「これまで私たちが観測したのは、プレートが生まれる海嶺や、プレートが消滅する沈み込み帯、マントルが上昇してくるホットスポットなど、特殊なマントルばかりです。地球の表層の大部分を占めるぶつうの海洋マントルを理解しなければ、地球全体のことは語れません」

このプロジェクトでは、解決すべき問題を2つ掲げている。「リソスフェアとアセノスフェアの境界はどのようになっているのか」と「マントル遷移層は水の貯蔵庫か」である。

リソスフェアとアセノスフェアの境界は？

20世紀の地球科学は、地球の表面は十数枚のかたいプレートで覆われ、プレートはマントル対流に乗って移動していることを明らかにした(表紙上)。プレートは、マントルの最

上部と地殻を合わせた部分で、リソスフェアとも呼ばれる。「かたいリソスフェアがやわらかいアセノスフェアの上を滑るように動く、というのがプレートテクトニクスの基本的な考えです。しかし、なぜアセノスフェアがやわらかいのか、まだ理解できていません」と歌田教授。部分的に熔融しているから、水をたくさん含んでいるから、鉱物の粒子が小さいからなど、さまざまな説がある。「リソスフェアとアセノスフェアの境界がどのようになっているのか。これは、プレートテクトニクスを理解するためには不可欠な問題で、私たちが20世紀にやり残したことです」

マントル遷移層は水の貯蔵庫か

一方、水の分布や移動を理解することは21世紀の地球科学の最重要課題だと、歌田教授は言う。「水惑星と呼ばれるように、水は地球を特徴づけ、物質の流動性や融解温度にもかかわる重要な物質です。にもかかわらず、水が地球内部のどこにどれだけあるのか、よく分かっていません。そうした中、マントル遷移層が大量の水をたくわえているのではないか、ともいわれ始めています」

マントル遷移層を構成する鉱物は上部マントルや下部マントルを構成する鉱物よりはるかに多くの水を含むことが実験で明らかになっている。一方、惑星の集積モデルに基づく質量バランスを考えると、全マントルに含まれたはずの水の総量は海水の3~6倍という見積もりがある。この見積もりが正しければ、そのほとんどが遷移層に存在することになる。

地震研も参加した特定領域研究「スタグナントスラブ:マントルダイナミクスの新展開」(2004~2008年度)によって、西太平洋の沈み込み帯では、プレートが運び込んだ水が遷移層にたまっていることが明らかになった。「プレートとともに表層から遷移層に運ばれてくる水もあるでしょう。しかし、沈み込み帯は特殊な場所です。ぶつうのマントルの遷移層にどのくらいの量の水があるのかは、ほとんど分かっていません」

新型海底地震計は無人探査機を使って設置

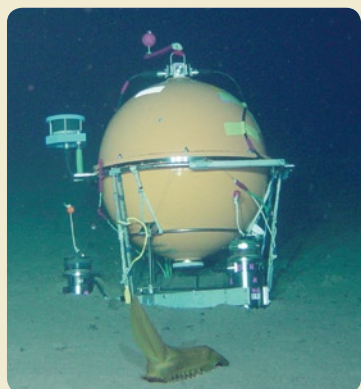
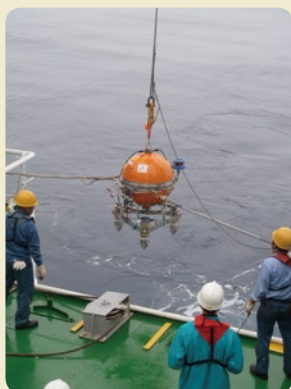
「ぶつうの海洋マントルの観測は難しく、これまではやりたくてもできなかった」と歌田教授。沈み込んだプレートが滞留しているスタグナントスラブの存在が分かったのは、地震波の伝わる速度や電気伝導度が周囲と大きく異なるからだ。ぶつうの海洋マントルでは、地震波速度や電気伝導度の変動は小さい。そこを調べるには、観測の精度を従来より数段上げる必要がある。地震研では、地震波と電磁気の観測技術の向上に取り組み、ようやく新型の海底地震計と海底電位差計が完成した。

地震波の速度は、岩石の温度や鉱物の組成の違いによって変化する。地球内部を通ってくる地震波を多くの地点で観測することで、内部構造が分かる。従来の海底地震計は、センサーや記録装置、バッテリーが入った球形の耐圧容器を船から投下し、自由落下させて海底に設置していた。センサーはやわらかい泥の上に載っているだけなので、震動が伝わりにくく、ノイズが大きいことが問題だった。

新型海底地震計は、形状も設置方法も変えた(図1)。まず、記録装置やバッテリーが入った球形の耐圧容器と、センサーが入った3本の円筒形の耐圧容器を、結合した状態で船から投下する。装置は自由落下し、円筒形の耐圧容器が海底に突き刺さる。その後、JAMSTECの無人探査機を使い、球形の耐圧容器をセンサーから離して設置する。最後に無人探査機で設置状況を確認し、セ

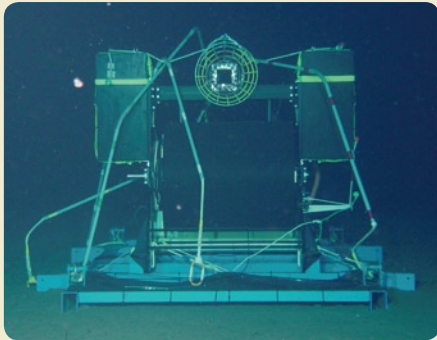
図1 新型海底地震計

記録装置とバッテリーが入った球形の耐圧容器と、センサーが入った円筒形の耐圧容器を、結合させた状態で船から投下(左)。自由落下によりセンサーを海底に突き刺す(右)。無人探査機「かいこう7000-II」によって球形の耐圧容器を分離し、センサーから離して設置する(表紙下)。回収にも無人探査機を使用する。



洋マントルとは？

図2 新型海底電位差計 左はケーブル展張部。無人探査機で曳航し、このプロジェクトでは3km長のケーブルを海底に敷設する。右は、記録部と敷設したケーブルの片端。



ンサーが傾いていれば上から押すなどして調整をする。「センサーが泥に埋まっているので海底との結合が強くなり、ノイズを通常型の10分の1に抑えることができました。これは陸上の観測点と同等のレベルです。精度が良くなったことで、通常型では10～20年かかるデータを、新型では2年で集めることができます」

ケーブルを敷設し電磁気観測

電磁気観測では、太陽活動による地球磁場の変動と、その結果生じた電位差を観測する。そのデータから電気伝導度を求めることで、どこに電気を通しやすい物質があり、どこに通しにくい物質があるか、地球の内部構造を知ることができる。「電気伝導度は鉱物の温度や熔融、水の有無によって変化します。特にマントル遷移層では、水の存在が電気伝導度に大きな影響を与えます。遷移層に水がどのくらいたくわえられているかを知るには、電磁気観測が重要です」

従来の海底電位差磁力計は、センサーや記録装置が入った耐圧容器から約3mの棒が4本出ている。棒の先端に電極があり、電極間の電位差を測る。電極の間隔が長いほど信号が強くなり精度の高い観測ができることから、無人探査機を用いてケーブルを海底に敷設し、その両端の電極間で電位差を測定する新型の海底電位差計を開発(図2)。10kmのケーブル敷設と1年間の試験観測に成功した。電極間の距離は従来の6mか

ら10kmになり、帯域によっては測定感度が1000倍以上も向上した。

ふつうの海洋底で観測

このプロジェクトでは北西太平洋で観測を行う。海山がない、ふつうの海洋底を選んだ。そこに新型海底地震計6台、新型海底電位差計を3台、通常型の海底地震計と海底電位差磁力計を各9台設置する(図3)。新型は2年間、通常型は1年ずつで交換して3年間観測する。そこには、過去に設置した海底掘削孔内地震計もある。

歌田教授は、「私たちが開発した海底地震計と海底電位差計は世界最高性能です。しかも地震波と電磁気観測を組み合わせ、データを統合的に解析することで、ふつうの

海洋マントルについてより詳しく、正確に知ることができます。このような観測を実施できるのは、世界中で私たちだけ」と胸を張る。

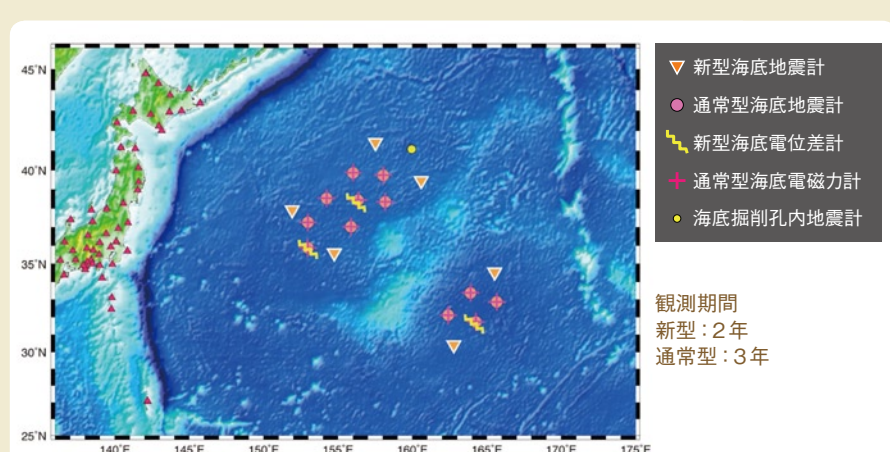
2010年6月から5地点で1年間のパイロット観測を行っている(図1、2)。2011年夏、装置を設置し、本観測を開始予定である。また、得られた観測データを解釈するためには、物理モデルの構築や、実験による物性の測定、シミュレーションなども不可欠だ。そうした取り組みも、すでにスタートしている。

新しい潮流をつくる

「観測地球科学の新しい潮流をつくりたい」と歌田教授は言う。「最近では沈み込み帯など特殊な地域の詳細な観測に重点が置かれています。それは、観測技術がふつうの海洋マントルに対応できるレベルに達していなかったからです。私たちがこのプロジェクトで、リソスフェアとアセノスフェアの境界面の形状や物性を明らかにし、遷移層における水の分布と存在量を求めることに成功すれば、世界の研究者も、ふつうの海洋マントルへ目を向けるようになるでしょう」

地球の中で何が起きているのか、すべてを理解すること。それが、地球科学の究極の目標である。「ふつうの海洋マントルを理解しなければ、地球全体のことは語れません」と歌田教授は繰り返す。地球科学の究極の目標に向け、大きな一歩が踏み出された。

図3 「海半球計画の新展開:最先端の海底観測による海洋マントルの描像」の観測点



TOPICS

一般公開・公開講義・オープンキャンパスを開催

8月3日(火)、この夏の例にもれず猛暑となった一日でしたが、約700名の方々に地震研究所一般公開にお越しいただきました。15時から安田講堂で開催された公開講義にも600名ほどの来場がありました。今年的一般公開は見どころが満載となり、会場を拡大して実施しました。人気の学生実験は大幅リニューアル、初公開の鯨絵展示のほか、100年前の地震計が稼働している地震計博物館では自分のジャンプの地震計記録をお土産に。さらにミニ講演会では、ジュースでのを潤しながら最先端の地球科学を味わっていただきました。20回目を迎える来年度の一般公開も、さらにご期待いただけるように取り組んでまいります。(http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/openhouse/)

また、翌日の「高校生のためのオープンキャンパス」にも200名以上の参加がありました。ぐるりと巡って地球をまるごと理解してもらえよう、地震研の研究者や大学院生が所内ツアーへご案内しました。(http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/student/openlec/opencampus/)



表彰・受賞

- クリスティーナ・マッカーシー 研究員
AGU(アメリカ地球物理連合) Outstanding Student Paper Awardを受賞
- 加藤照之 教授
全国発明表彰 発明賞を受賞
「GPS津波検知システムの発明」
- 藤井敏嗣 名誉教授・島崎邦彦 名誉教授
防災功労者内閣総理大臣表彰を受賞

自治体向け合同セミナーを開催

防災週間を控えた8月20日(金)、自治体向けの地震基礎講座を開催しました。地震発生メカニズムなどの講義の後、東京消防庁防災部の小野修副参事から地震への備えについて講演がありました。アンケートでは、継続的にやってほしい、ほかの自治体との意見交換がしたい、などのコメントが多数あり、盛況のうちに終了しました。(http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/press/kondan/201008_kondan/)

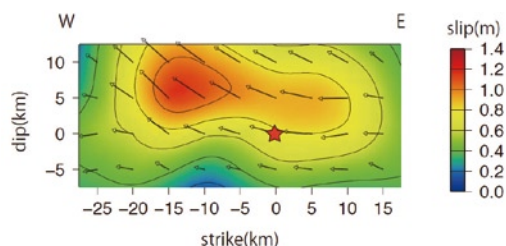
女子中高生理系進路支援事業『Earth Scienceへの道』を開催

9月12日(日)、地球科学研究の現場を知ってもらうため、女子中高生を対象とした進路選択支援イベントを実施しました。(http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/student/openlec/shinroshien/)

ニュージーランド南島でM7.0の地震

2010年9月4日午前1時35分(現地時間午前4時35分)、ニュージーランド南島のクライストチャーチ付近で、マグニチュード(M)7.0の浅い内陸地殻内地震が発生しました。この地震による直接的な死者は出なかったものの、100名を超える重軽症者や避難者が出たため、地震研究所ではウェブサイトを立ち上げ、研究情報の発信に努めました。(http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/eqvolc/201009_nz/)

この地震は、ほぼ東西の走向で垂直に近い断層面でききた、右横ずれのすべりによるMw7.0程度の地震と考えられます。P波データを用いた有限断層モデルによるインバージョン結果では、断層破壊は破壊開始点(下図の★)から西に進展しており、東にあるクライストチャーチには非常に強いゆれはもたらさなかった可能性があることが分かりました。引き続き検討していきます。



有限断層モデルによるインバージョン結果(すべり分布)

INFORMATION

地震研究所は共同利用・共同研究拠点です

個々の大学の枠を超えて施設や資料・データを全国の研究者が共同で利用することのできる拠点として、地震研究所は全国共同利用・共同研究拠点と認定されています。地震研究所のポテンシャルを全国の研究者に活用していただけます。詳しくはHPへ。
http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sharing/

人事異動

- 採用 特任助教 (数理系研究部門) 鈴木雄治郎
- 退職 准教授 (地震火山情報センター) 東田進也

イベント開催

- 2010年度冬の公開講義を年明けに開催する予定です。詳細はこちらのサイトで公開します。
http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/
- 地震研究所施設見学「ラボツアー」は、ほぼ毎月開催しています。
http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/tour/

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(寺田寅彦)

東京大学地震研究所 ニュースレターPlus 第12号

発行日 2010年10月31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
(責任者:大木聖子)

制作協力
フォトンクリエイト
(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
outreach@eri.u-tokyo.ac.jp
ホームページ
http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/