

# Interview

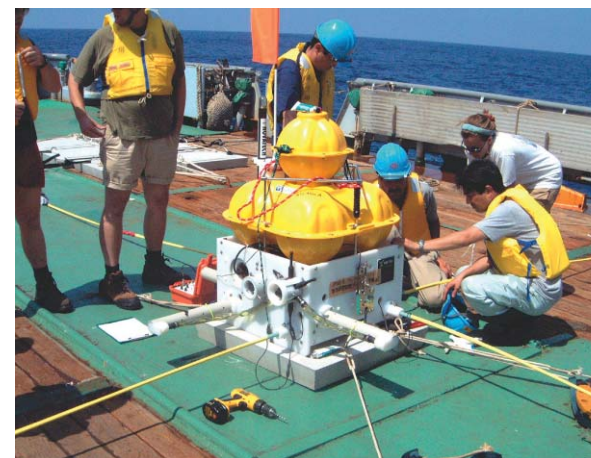
研究者に聞く

## 電磁気による地下構造の 解析技術を確立し

## 地球内部の仕組みを 明らかにしていきたい

ごとう ただのり  
後藤忠徳 研究員  
深海研究部

地球の内部構造を解明するために、様々な手法が研究されている。なかでも地震波による構造探査はよく知られるが、いま新たな手法として研究が進められているのが、電磁気を活用した地下構造解析だ。これは電磁波が地球内部を伝わる際の伝わり方、つまり電気伝導度の違いによって、その構造を理解しようというもの。海洋科学技術センターで後藤忠徳研究員が取り組んでいるのが、こうした地球電磁気学の研究だ。海中に設置した海底電位差磁力計によって、地球の地磁気の変化によって生まれる微細な電位差（電場）を観測し、これを解析することによってプレート沈み込み帯などの地下構造を明らかにする研究を行っている後藤研究員にお話をうかがった。



投入前に船上で海底電位差磁力計の調整を行う

Blue Earth編集部（以下BE） まず、電磁気によって地球の内部構造を明らかにするという手法について、分かりやすく説明していただきたいのですが。

後藤 確かに、電磁波といわれてもイメージしにくい、分かりづらいですね。地震波の観測では、地震の波が地中を伝わる時に、各地層で反射したり屈折したりする、その波を地震計でとらえるわけですね。実は電気の波にも同じような性質があります。もちろん、跳ね返るパターンや、その伝わり方は地震波とだいぶ違うのですが、たとえば、地面の内部を伝わる時に、特に電気の伝わりやすい層があります。

その層がどれくらいの深さのどの位置にあるかをとらえることができます。地下の浅いところであれば、電気を通しやすいのは水を含んでいるもの、たとえば堆積物、これは電気を伝えやすいものの代表です。また、深いところであれば温度の高いもの、たとえばマグマや岩石の一部が溶けたものです。ほかに、電気を通しやすい鉱物などにも敏感です。ですから、浅い場所を調査する場合は水に着目することになり、深さ100kmを超えるような深いところでは、水よりもむしろ温度に注目することになります。もちろん、最終的には電気の伝わりやすさ

だけでなく、地震波を使った調査や熱の調査、重力の調査などと比較して、電気を伝わりやすくしている原因が何かを導き出すわけです。重要なのは、地下の情報を比較的高い精度（分解能）で調査したいというときに使えるのは、地震波と電磁波の2つしかないということです。

BE この電気の伝わりやすさというのは、どのようにして調べるのですか。

後藤 海洋では、海底電位差磁力計（OBEM）というものを使います。特徴的なのは、十字の腕です。この腕の先に電極がついています。一般に電圧や電流を測るときに、テスターという機器を使いますよね。その赤と黒の棒と同じものが腕の両端についていると考えてください。これでどの方向からどのくらいの電気が流れているかを測ることができます。もし地球の地磁気が一定であれば何もおきませんが、実際はいろいろと変化しています。ときには地磁気嵐というものもあって、地磁気

が急激に強くなることもあります。こうした変化によって海中や地面のなかに電流が発生するわけです。海底電位差磁力計は、この地球を流れている微弱な電流の電位差（電場）を測ることができます。さらに、どれくらい地磁気のエネルギが入ってきているのかを知るために、磁力計も含まれています。電位差計と磁力計がセットされている、ですから電位差磁力計と呼んでいます。

BE 深さはどの程度まで測れるのですか。後藤 現在、私たちは、調べたい深さに応じて装置を使い分けていて、浅いところ用は深さ15kmくらいまで、深いところ用は数十kmから500kmくらいまでですね。長期間かけてできるだけゆっくりとした変化を追えば、より深いところまでわかります。

BE これまで、どんな海域で、このOBEMを使った調査を行ったのですか。

後藤 日本周辺のいろいろな海域で行ってきましたが、私自身が取り組んでいる代表的な海域は3つほどあります。ひとつは太平洋プレートが沈み込んでいる三陸沖、もうひとつはフィリピン海プレートが沈み込んでいる南海トラフ。そしてもうひとつは、やはりプレートの沈み込み帯であるマリアナ海域です。三陸沖と南海トラフは、ともに日本近海ですが、プレートの沈み込みの角度やプレートの年代なども異なり、地震のおき方も違います。地下構造もまったく違うといわれています。一方のマリアナ海域



海底電位差磁力計（OBEM）の構成

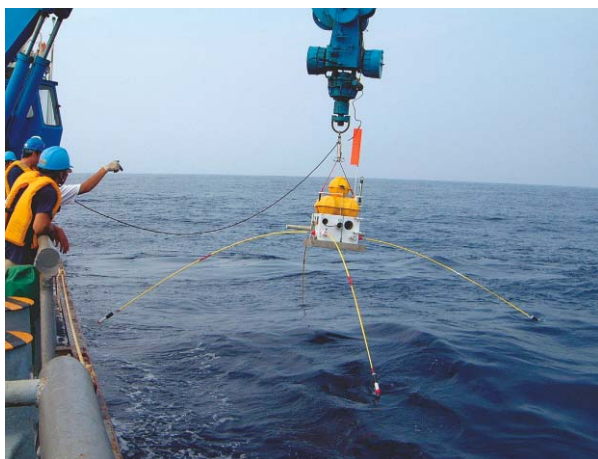


船上で機器の調整を行う後藤研究員

の沈みこみ帯も大きく違っていますので、これらを比較検討していきたいと考えています。プレートの沈み込み帯は、様々なものが生まれ、大きく変化する場所です。地震がおきたり、火山が生まれ、あるいは日本海のように海までもが生まれます。しかし、プレートはほとんど沈み込んでいってしまいますから、直接物質を採取することは難しい。こういった場所の構造をどのように調べるかは大きな問題です。物質が取れないわけですから、それ以外の方法で探っていく必要があります。そこで、私の場合は、地中を通っていくことができる電磁波を利用して、これで得られる情報やイメージによって、その構造を明らかにしていこうとしているわけです。確かに、実際に物質を手に入れることができれば顕微鏡スケールで解析できますが、電磁波では頑張っても100mくらいのスケールです。それでも、この電磁波によって得られる情報やイメージは非常に貴重であると考えています。

**今後の成果が期待される電磁気を活用した調査**

**BE** 電磁気による地下構造の解析や探査の研究は、どのくらい進んでいるのですか。  
後藤 地震波による構造探査は、以前から行われていて研究も進み、観測機器も普及し、現在では人工地震による調査も

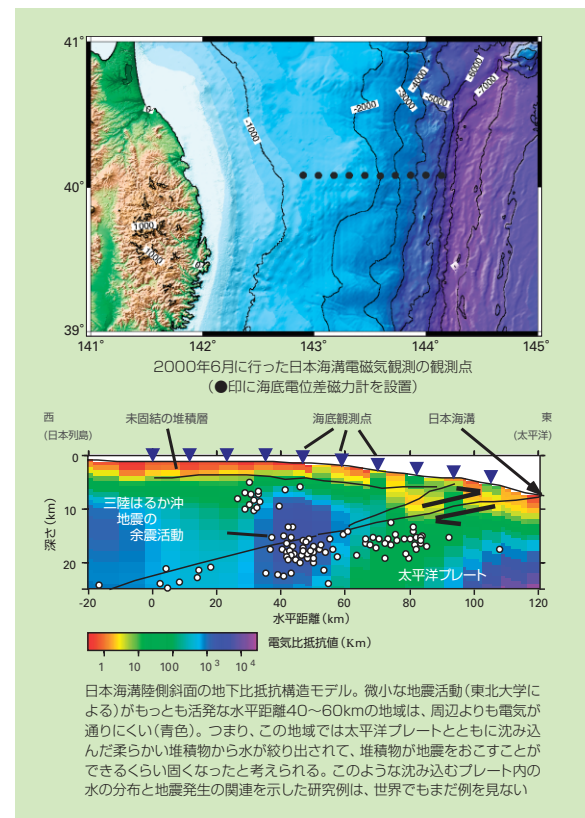


海底電位差磁気計を海洋に投入

一般的になってきました。しかし、残念ながら電磁気を使った調査や研究は、これからという状況で、OBEMの数もまだまだ少ないですね。現在、私たちが行っているように海洋で10台以上のOBEMを使った調査が行われるようになったのも、わずか10年ほど前からです。

調査そのものは、陸上でも海洋でも、古くから行われていました。それをもとに簡単な解析も行われてきましたが、かつては「大陸のような構造のシンプルな場所なら使えるが、日本列島のような構造が複雑な場所では難しい」といわれていました。しかし、観測装置の開発と、コンピュータの進歩によって複雑な計算もできるようになり、1980年代には地震学者等も大きな関心を寄せ始めました。さらに、ここ10~15年の技術的な進歩は非常に目覚ましいものがあります。特に陸上では解析技術が進み、海洋でも優れた観測装置が開発されています。現在は、陸上で開発された解析技術を、海洋分野に応用しようとしている状況です。

**BE** 今後、この電磁気を利用する手法は、どのように活用されていくとお考えですか。  
後藤 たとえば、マントルを調査するとき、地震波と電磁気を両方結びつけること、温度と水です。水といっ



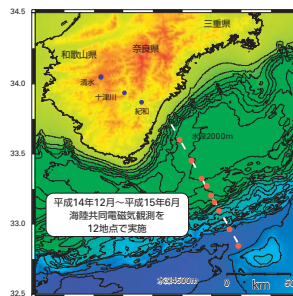
ても、マントルの高温高压の世界では液体の水がそのまま存在しているわけではありませんが、ここでは一応、水といっておきましょう。一方の電気の流れも熱と水に左右されるのです。お互いに、熱と水に関する何らかの情報を持っているわけです。これから研究が進んでいけば、片方だけでは温度と水のどちらが原因で変化が出たのか分からない場合も、地震波と電磁気を両方結びつけることによって、「温度がこれくらいで、水がこのくらい含まれているために、こうした変化が出た」ということが分かるようになるのではないかと考えています。マントルの流動には温度と水の存在が大きく関わっていますので、そのどちらがどの程度ずつ影響しているかを理解することは非常に重要なことです。

**BE** 地震波だけでは見えなかったものが、電磁気によって見えるようになる可能性があるということですね。  
後藤 これまでの地震波による調査によって、おそらくここは熱であろうと推察されていたところに、電磁気という異なる角度から光を当てることによって、これまで見えなかった水の存在が見えてくるかもしれません。もちろん、実際に穴を掘って確認すれば確かかなことが分かるのですが、そう簡単にどこでも掘削できるわけではありませんから、電磁気による探査も非常に重要な役割を果たすと考えています。  
**BE** 電磁気を使った調査は、学生時代から取り組んでこられたのですか。  
後藤 ええ。学生のころはずっと陸上の調査をやってきました。私自身が海洋で行うようになったのはここ5年ほどです。

陸上では、人の生活圏には人工の電気が流れていますので、山の奥へ入っていくなければなりません。電車や電線、それに電話線もだめです。ですから、そのころは山歩きばかりしていました(笑)。また、観測装置はだいたいコンバクトになっていますが、調査を行うには30m四方ほどの平地が必要です。山奥で平坦な土地というのはなかなかないんです。調査に適した場所を探すだけでも一苦労。またそこへ行くのも一苦労でした。海ではそうした大変さはありませんが、やはり、海には海の難しさがあります(笑)。

**BE** これからさらに研究を進めていただけるなかで、最も関心を持っておられるのはどのようなことですか。

後藤 電磁気か地震波かといった手法へのこだわりを超えて、この地球の内部で何かおきているのかを知りたいというのが私の気持ちです。どのようにして地震がおきるのか、どうしてプレート沈み込み帯で火山が噴火し、山ができたり、海ができたりするのか、プレートは沈み込んだ後はどうなるのか。まだまだ分かっていないことがたくさんあります。データはまだ非常に少なく、どこまで正しいのかさ確かではありません。それを明らかにしていきたいと思っています。どうしても、研究者は自分の研究分野を中心に仕事をしますし、私自身もそのスタイルは変わらないと思いますが、ただ、それだけに終始するのではなく、その先にあるものを見越しながら、いまの研究を進めていきたいと考えています。



2002年12月南海トラフ電磁気観測の観測点