

海底ケーブルによる地球電場の観測

歌田久司・清水久芳（東京大学・地震研究所）

海底ケーブルは、観測データの伝送および観測機器への電力供給という観測基盤としてだけでなく、遠く離れた接地（アース）点を結び地球電場を測定するための道具として極めて重要である。広義の「地球電場」とは、地球内部に発生している電場を一般に指し、人工的なノイズも含めてさまざまな原因によるものの総称である。このうち、自然現象に限り、海底ケーブルのように長距離の電位差観測で検出できるものとしては、次ぎに述べる狭義の「地球電場」の他に、地球外部に原因のある地磁気変動や海流による誘導電場がある。これらはそれぞれ、地球内部特にマントル深部の電気伝導度分布の研究、海流の流量変動の観測などに応用することができる。

さて、狭義の「地球電場」とは、地球磁場に対応する電場のことで、外核内部のダイナモプロセスによって発生していると考えられる。地球磁場発生のある外核には、我々が地表で観測できる地球の主磁場（動径方向の成分がある磁場でポロイダル磁場と呼ばれる）とともに、トロイダル磁場という、半径方向の成分をもたない磁場が発生すると考えられている。トロイダル磁場は、核の中にのみ存在し、地表において観測する事はできない。しかし、これに対応する電場＝地球電場は、マントルにしみ出しているため、これまでに行ってきたいくつかの研究で示されたように、この電場を地電位差として検出できる可能性がある。従来、地球電場の観測は通信用海底ケーブルを再利用することによってのみ行うことができると考えられてきた。しかし、通信用ケーブルの得られる場所は限られているので、電場変動の時空間分布といったより詳しい情報を得るためには、新たな装置開発が必要である。

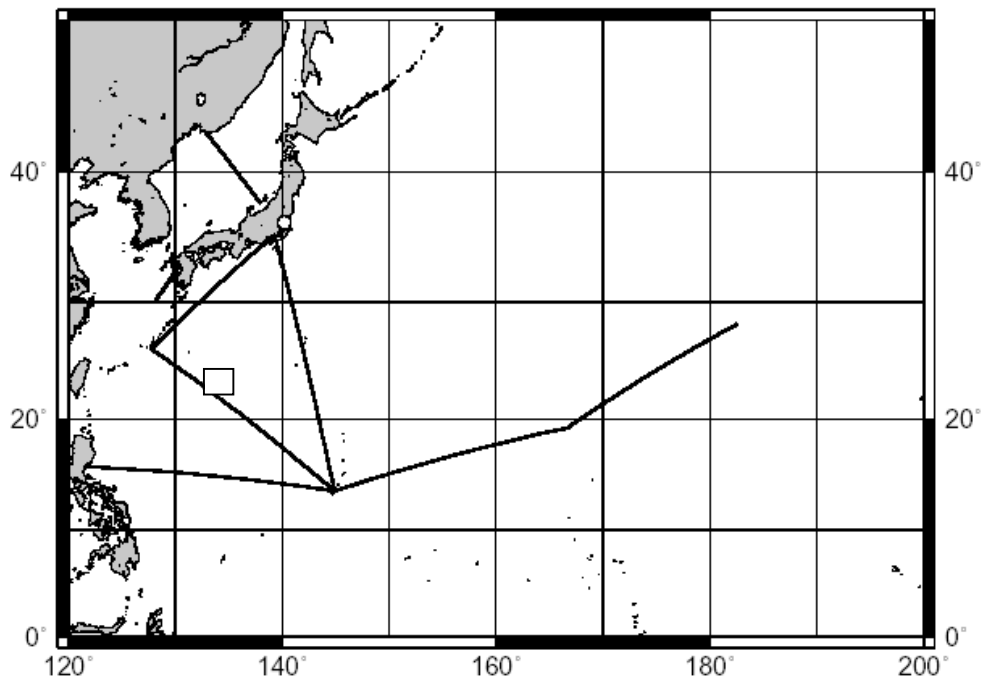


図1 西太平洋の位差観測の海底ケーブルネットワークと「なつしま」による調査海域（□）。

我々は数年前から、ディープトウを用いて自前のケーブルを敷設して地球電場が十分な感度で観測できる装置の開発に着手した。ケーブル長百キロメートルの展張能力の達成を装置開発の最終的な目標とした。そのプロトタイプとして、十キロメートルのケーブルによる装置を試作し（図2）、2004年5月の海洋研究開発機構「なつしま」NT-04-04 航海において、南大東島近海の25° 35' N 133° 00' E 水深約3360 m（図1）に設置した。

設置したルートは、海底がほぼ平坦で、地形等の影響を受けにくいという条件で選ばれた。ケーブル展張の方向はTPC-2（沖縄—グアム間のケーブル、図1参照）にほぼ平行（N60W-S60E）とした。測定・記録装置は長さ10キロメートルのケーブルの北西端に設置し、さらにその約300 m 西に海底電磁力計（OBEM）を設置した。この装置は、2005年に「かいいい」+「かいこう」によって回収する予定になっている。我々は以前より、TPC-2 を用いて沖縄とグアム間の電位差の観測を継続してきた。したがって、この研究によって2000キロメートル、10キロメートル、10メートルという3つの異なる空間スケールの電場変動の比較が可能になる。

長さ100キロメートルの地球電場観測を実用化することが我々の開発の最終的な目標であるが、ここで開発される技術により、通信用海底ケーブルと海底電磁力計による観測との中間の空間スケールの電場変動が可能になる。このスケールの観測は、狭義の地球電場の研究だけではなく、海流の流量変動やマントル電気伝導度構造の研究にも強力な武器になることは間違いない。

今後、光ファイバー方式の通信用海底ケーブルシステムの利用は、地球科学だけにとどまらずさまざまなグローバル地球観測の基盤として極めて重要なものとなると考えられる。地球電場の観測も、開発中の観測システムを光ファイバーシステムに接続することにより、オンライン・リアルタイム化が可能になれば、地球内部現象の解明や環境変動のモニタリングなどの分野に大きな貢献が期待できる。

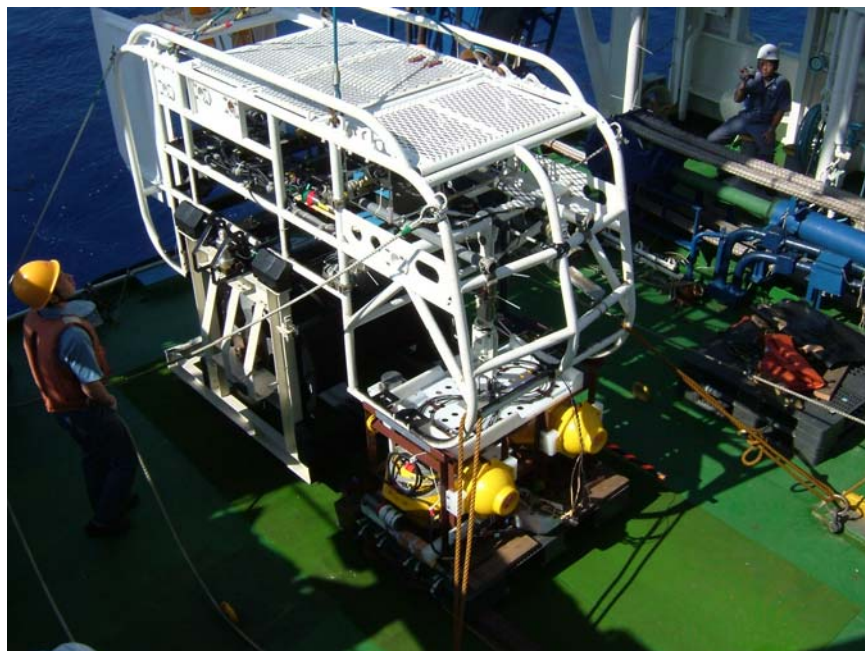


図2 4000 m 級ディープトウ DT-4000 に取り付けられた地球電場観測システムのケーブルポピンと測定装置。