

## 簡易型海底電位差計の開発（1）

島 伸和・大道寺 貴  
千葉大学理学部地球科学科

Newly developed ocean bottom two-component electrometer (1)

Nobukazu Seama and Takashi Daidouji  
Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Chiba University

### 1. はじめに

海底での電磁気観測により、海底下の電気伝導度構造というひとつの物理量が得られるにも関わらず、例えば海底地震観測等に比べてあまり進んでいない。最大の理由は、観測機器が高価であること、この方面の観測機器の開発を担う研究者の数が少なかったことが考えられる。

我々は、海底での展開力のある電磁気観測をめざし、簡易型海底電位差計の開発をおこなっている。本小論では、この海底電位差計の基本設計を述べる。

### 2. 設計方針

我々の海底電位差計開発の基本方針は、次のとおりである。

- 1) 取り扱いが容易
- 2) 材料費、制作費、運用費が安価
- 3) 電位差計としては高性能

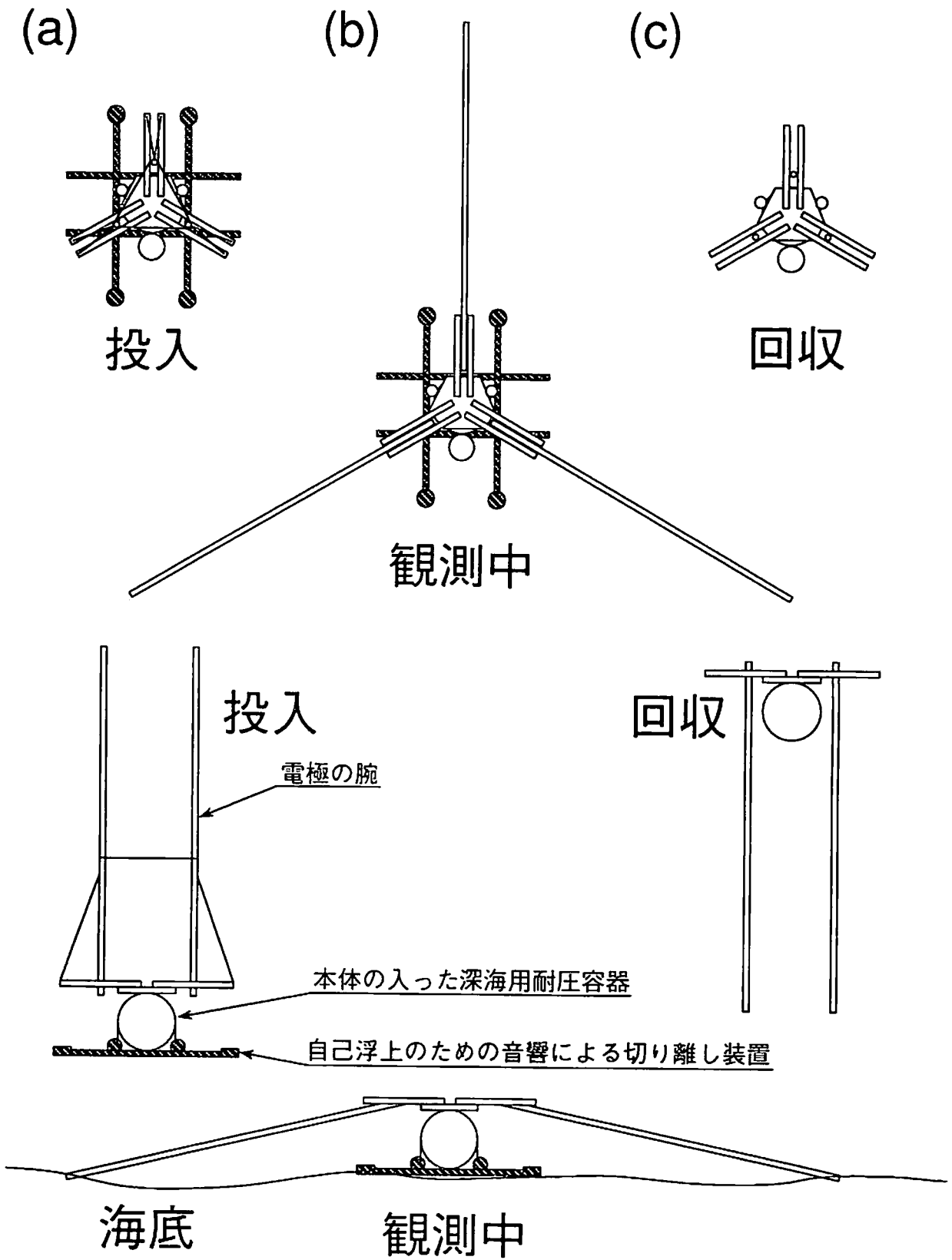
取り扱いが容易であるとは、具体的には、気象条件等で作業効率が変わる船上での作業が、極力少なくなるようにし、誰でも取り扱えるようにする。また、大きなクレーンやフレームがないような船でも投入、回収ができるようにする。このような観測をする人や船を選ばない海底電位差計であれば、観測する機会を増やすことにもつながる。

材料費、制作費が安価であれば、今後台数を増やすことが比較的容易になる。電場のみ観測となるので、現在ある海底電位差・磁力計と組み合わせて観測する必要はある。しかし、台数が増えると、現在のような空間的に点の観測から線的・面的な観測に道が開け、得られる情報量としては飛躍的な進歩となる。また、運用費を安価にしておくことは、観測する機会を増やすうえで重要である。

1) と 2) の条件を満たしつつ、得られる電場のデータとしては、現存する海底電位差計より高性能になるような工夫をする。

### 3. 外形の設計

今回設計した海底電位差計の外形（第1図）は、主に、本体の入った深海用耐圧容器、



第1図 海底電位差計の外形の概念図 上図は上から見た図、下図は横から見た図  
 (a) 組立時から着底、(b) 観測中、(c) 離底から回収時を示す

電極の腕、自己浮上のための音響による切り離し装置からなる。耐圧容器は、金属製のものと比べて安価で取り扱いの簡単なガラス球ひとつのみであり、全体では、従来の海底電位差計 [たとえば、1] もしくは海底電位差計磁力計 [たとえば、2、3] に比べてかなり小さくなっている。この小型化により、船からの投入および回収の作業に、特殊なクレーンを必要としなくなる。また、電極の腕やその支え台には、規格品の塩化ビニルの管と板を使っており、若干の加工が必要なもののコストの面では低く押さえられている。

電極の腕には、特に工夫がある。電極の腕の長さは、そのまま得られる信号の大きさに比例するので、電極の腕が長いほどデータの質が良くなる。しかしその反面、電極の腕の長さが長くなればなるほど、船上での取り扱いが難しくなる。そこで、われわれは、第1図のような構造の電極の腕を考えた。4 mある3本の電極の腕が、本体の根元近くで支えられおり、その支えを中心に回転するようになっている。この電極の腕は、船上および投入時には鉛直上向き、回収時には鉛直下向きになる(第1図 a、c)。この結果、従来のタイプ [たとえば、1、2、3、4] に比べて、船上では保管および準備の場所をとらず、船からの投入および回収では、その作業が容易になる。また、従来のタイプは、水中では電極の腕が水平に伸びているので、これによる水の抵抗が大きくなるために、投入から着底までの下降速度と離底から回収まで上昇速度が遅く、それぞれに長い時間がかかっていた。しかし、第1図のような構造だと電極の腕による抵抗はほとんど考えられず、下降および上昇の速度が格段と早くなると予想される。従って、投入および回収に使う船の時間が節約できることになり、観測する機会を増やしたり、今後の台数を増やした観測につながる。

電極の腕は海底に着底すると倒れて大きく広がり、この状態で電位差が測られる(第1図 b)。この時のおおのこの電極間の距離は、約7.5 mである。腕を倒すのにパネを使っていて、海底電位差計が約20度傾いた斜面上に着底しても、腕が開くように設計している。電極間の距離は電極の腕を倒す時々によってばらつくことが考えられるが、その程度は、陸上での実験の結果、電極間の距離で数cmであり、電極間の角度にして1度以下である。

電極の腕の数は、従来の4本から3本に減らした。腕の数が4本であれば、2本ずつの2組をそれぞれ直交して配置するので、データ獲得後の処理が単純である。しかし、原理的に、水平面内で独立した2方向の成分が測ればよいので、腕の数は3本あれば十分である。腕の本数が少なければ、取り扱いやすくなり、コストもさがり、トラブルのおこる確率も減る。腕の数は2本でも可能だが、3本もしくは4本の場合と同じ電極間距離をとるためには、1本の腕の長さを極端に長くする必要があり現実的でない。

自己浮上の方式は海底地震計のもの [5、6] を採用した。海底地震計と共通にすれば、おもりやその切り離し部品などは海底地震計で使っている型がそのまま使え、よけいなコストがかからなくなる。また、海底地震計では、切り離しのための電気回路はそれ専用の耐圧容器にいられたが、海底電位差計では、本体をいれる耐圧ガラス球の中にい

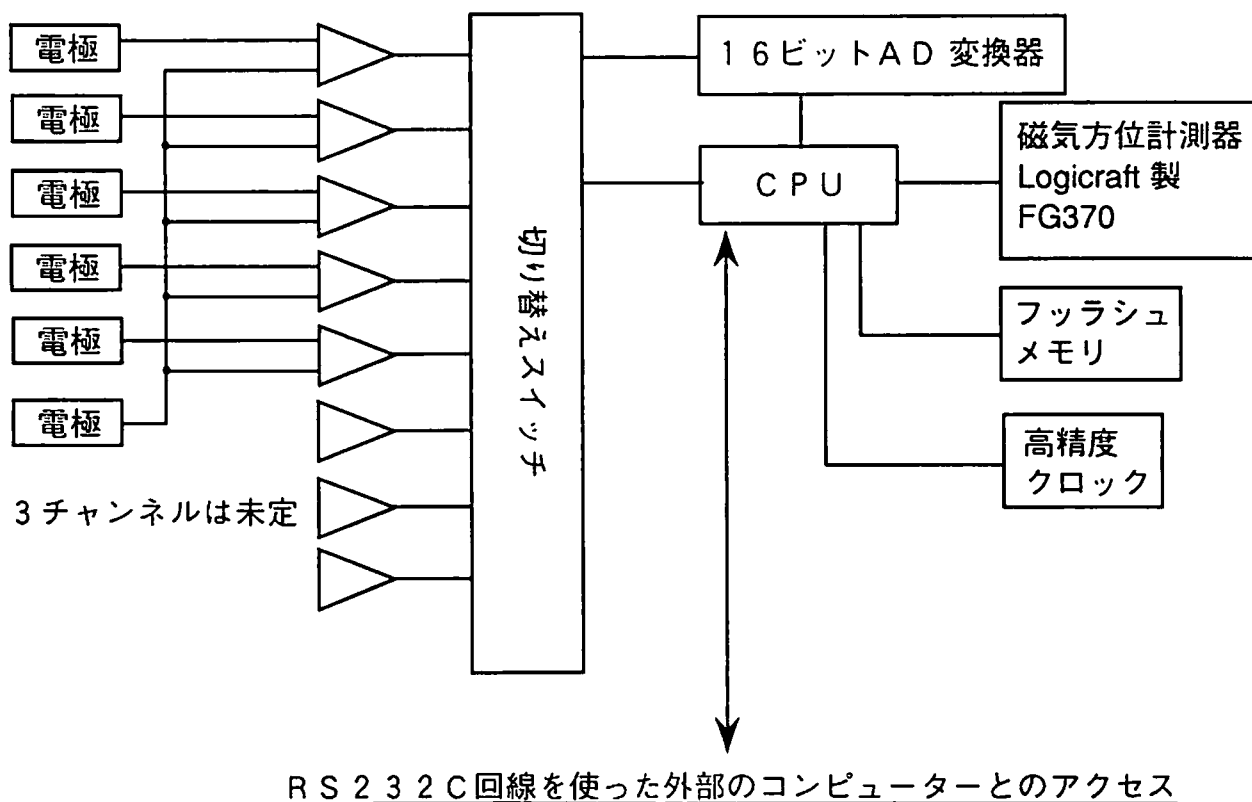
れることにした。この結果、耐圧容器がひとつ減るため、コストがさがるとともに、回収への信頼性があがることになる。

#### 4. 電位差計本体の設計

電位差測定は、すべてを1つのCPUで制御し、16ビットのAD変換器で行なう。得られたデータは、フラッシュメモリカードに記録される。また、RS232C回線により、このCPUと外部のコンピューターを通信を可能にした。これらの概念図を第2図に示す。

電位差は全部で8チャンネルまで測定可能である。現在、各電極の腕に各々2つの電極をつける予定であり、その組み合わせにより5つの電位差を測ることになる。他の3チャンネルは、現在のところ使用しない予定であるが、将来の候補としては、磁場三成分、傾斜、水圧、加速度、電源電圧、温度などの計測が考えられる。これらの電位差は、プリアンプの後、16ビットのAD変換器によりデジタルデータになる。なお、それぞれのチャンネルは、CPUで制御された切り替えスイッチにより選択される。

得られたデータの記録は、フラッシュメモリカードにおこなう。フラッシュメモリカードは、現在20Mバイトまでのものが量産されおり、比較的消費電力で大容量の記



第2図 海底電位差計本体の概念図

録が可能である。1度書き込むと電源が落ちてもデータは保存されるので、もしも途中でバッテリーが切れることが起こっても、データは保護される。また、フラッシュメモリカードのコネクターピンは統一規格なので、今後大容量のフラッシュメモリカードが製造されることがあれば、今のシステムはそのまま、記憶容量だけを大きくすることができる。この結果、今後より長期観測もしくはより高いのサンプリングレートの観測へとつながる。また、フラッシュメモリカードは、直接パーソナルコンピュータにつないでデータの読み書きができるので、大量のデータをすいあげる際に時間がかからない。

内部のCPUは、RS232回線により、外部のコンピュータで制御できる。具体的には、次のことが、外部のコンピュータを使っておこなえる。

- ・内部時計の時刻設定、確認
- ・メモリカードのクリア、確認
- ・AD変換データ、方位データの入力確認
- ・AD変換データのチャンネル数とサンプリングレートの設定、確認
- ・計測開始時刻の設定、確認
- ・計測終了、確認
- ・メモリカードのデータの読み出し

このような通信ができるため、研究室において、電位差本体を深海用耐圧ガラス球の中に収納することができる。その後、船上では、通信用のRS232回線ケーブルを接続して、上記の設定、確認をおこなうだけでよくなる。従って、船上では耐圧ガラス球の開け閉めをする必要がなくなるため、船上での作業が格段と少なくなり非常に取り扱いやすいものとなる。

海底電位差計が海底に着底した時の方向を知るために磁気方位計測器を使う。これもCPUが制御しており、1日に1回磁気方位を計測し記録する。なお、この磁気方位計測器の磁気方位検出精度は±1度であるが、切り離し装置のおもりに鉄を使っているため、その影響を調べる必要がある。

高性能の電位差計を作るためには、安定した電極を作ることが最重要である。焼結式の銀-塩化銀平衡電極が最もよいとされているが[2、3、7、8]、それでも電極ごとにばらつきがあり、実際の観測ではドリフトもみられる。より安定した電極を作るためのテストを現在おこなっており、今後この結果による電極を使う予定である。また、電極の影響をできる限り取り除くために、各電極の腕に各々2つの電極をつけ、その各々で電位差を測ることも考えている。ただし、この場合、1個の電極を基準電極にする必要がある、この影響を考慮することが今後の検討課題である。

## 5. まとめ

我々は、現在、次のような基本方針で、海底電位差計を開発している。

### 1) 取り扱いが容易

2) 材料費、制作費、運用費が安価

3) 電位差計としては高性能

このような海底電位差計であれば、今后台数を増やすことが比較的容易であり、観測する機会を増やすことも可能である。性能については、開発の段階でチェックを行い、基本方針に沿って、随時フィードバックをおこなっていく予定である。完成すれば、現存する海底電位差・磁力計と組み合わせて、海底での展開力のある電磁気観測ができると考えている。

#### 謝辞

貴重な助言と議論をいただいた海洋科学技術センターの一北岳夫特別研究員に感謝する。

#### 参考文献

- 1) 浜野洋三、行武毅、瀬川爾朗、浅岡達史、歌田久司、中川一朗、笹井洋一、電位差計による海底観測、Conductivity Anomaly 研究会論文集、259-265、1984
- 2) 一北岳夫、大西信人、歌田久司、新型海底電位磁力計の製作、Conductivity Anomaly 研究会論文集、22-30、1983
- 3) 一北岳夫、海底電位磁力計の製作および南部沖縄トラフにおける観測例、神戸大学博士論文、1994
- 4) 浜野洋三、歌田久司、瀬川爾朗、行武毅、海底電位磁力計、Conductivity Anomaly 研究会論文集、235-240、1989
- 5) 山田敏彦、海底地震計による精密観測に基づくサブダクション領域の震源立体分布と地殻構造、東京大学博士論文、1980
- 6) 金沢敏彦、7成分記録・低消費電力の超音波切離式海底地震計、昭和63年秋季地震学会予稿集、240、1986
- 7) 浜野洋三、行武毅、瀬川爾朗、海底電位差計の開発：電極の製作、Conductivity Anomaly 研究会論文集、251-257、1984
- 8) 堀口晶夫、Ag-AgCl electrode for measuring the deep sea electric field、東京工業大学修士論文