

ROV を用いた海底電気探査技術の開発

○後藤忠徳・武川純一・三ヶ田均（京都大学工学研究科）
佐柳啓造・原田誠（東海大学）・笠谷貴史（海洋研究開発機構）
山野誠（東京大学地震研究所）

海底下を非破壊・非掘削で探査する物理探査技術は、この 50 年で飛躍的に進歩した。たとえば、海底下直下の堆積物の様子の調査するために欠かせないサブボトムプロファイラは、船上から海底に向けて音波を放ち、地層からの反射波を計測する装置である。またエアガンおよびストリーマケーブルを用いた洋上での反射法地震波探査は、海底下 20km 程度までを詳細にイメージ化する能力を有している。また潜水船や無人探査機（ROV）での海底調査では、カメラ画像により詳細な海底イメージを得ることができる。ところが、この両者の中間、すなわち船上物理探査による km オーダーとカメラ観察による m オーダーの中間のスケールについては海底下の情報乏しい。これは潜水船や ROV に海底下の構造調査が可能なセンサーが搭載されていないことに由来していると考えられる。このために、例えば熱水噴出孔周辺の海底面～海底下数百 m に広がる海底熱水鉱床に近年注目が集まっているが、海底下の鉱床の水平分布は未解明であり、個々の海底熱水鉱床の賦存量については、数少ない掘削孔から推測するしかない。他方、潜水船や ROV に搭載可能な海底下浅部のサブボトムプロファイラは、海嶺軸付近での地質構造解明に大きな威力を発揮している（小池ほか、2008）。また ROV に搭載された電磁探査装置による海底熱水鉱床探査の結果は強いインパクトを持って迎えられている（Kowalczyk, 2008）。

そこで本研究では、ROV に搭載可能なサイズの海底電気探査装置の開発を行った。海底電気探査装置はすでに深海曳航体に搭載されており、海底下 50m～100m の地下比抵抗構造のイメージ化に利用されている（Goto et al., 2008）。本研究では既存の海底電気探査装置を ROV に搭載できるサイズにより小型化し、探査深度 0～20m としたものである。この新型電気探査装置は船上でリアルタイムに受信データの品質や特徴をチェックすることができるため、ROV のカメラ映像やマニピュレータで採取した海底岩石と比較することで、海底面およびその直下の構造解析・解釈を迅速に実施できる。さらに、海底下のより深くを探査するために、ROV ペイロードに搭載できるサイズであり、ROV からの通信・給電なしに独立して海底で電気探査信号を受信できる「独立型受信機」も複数台製作した。これによって海底下 100m 程度までの探査が可能となる。

実際に製作した海底電気探査装置を、ROV かいこう 7000II に搭載し、これまでに 2 回潜航試験を実施した（KR08-10 航海、KR09-16 航海）。いずれの航海でも太平洋沖合海底（水深 5000-6000m）において海底電気探査を実施しており、海底における人工電流の送受信に成功している。特に KR09-16 航海では KR09-16 航海では、かいこう 7000II から送信した人工電流信号を、自己浮上式海底電位差磁力計で受信することに成功した。このときの送信電流値は約 5A であり、送信ダイポール長さは 20m、送受信距離は約 60～420m であった。送受信距離 420m の場合、65 個の送信波を重ね合わせて受信信号を強調した。受信電場は 1 つの送信波に対して約 $0.05 \mu\text{V/m}$ と微弱であったが、重合後の受信信号は明瞭であった。送受信データ解析の結果、海底下数百 m の比抵抗は海底直下よりも若干低くなる傾向が見られた。このことから、沈み込む前の太平洋プレートの海洋地殻最上部には海底表面と比べて多くの海水が含まれている可能性が示唆される。

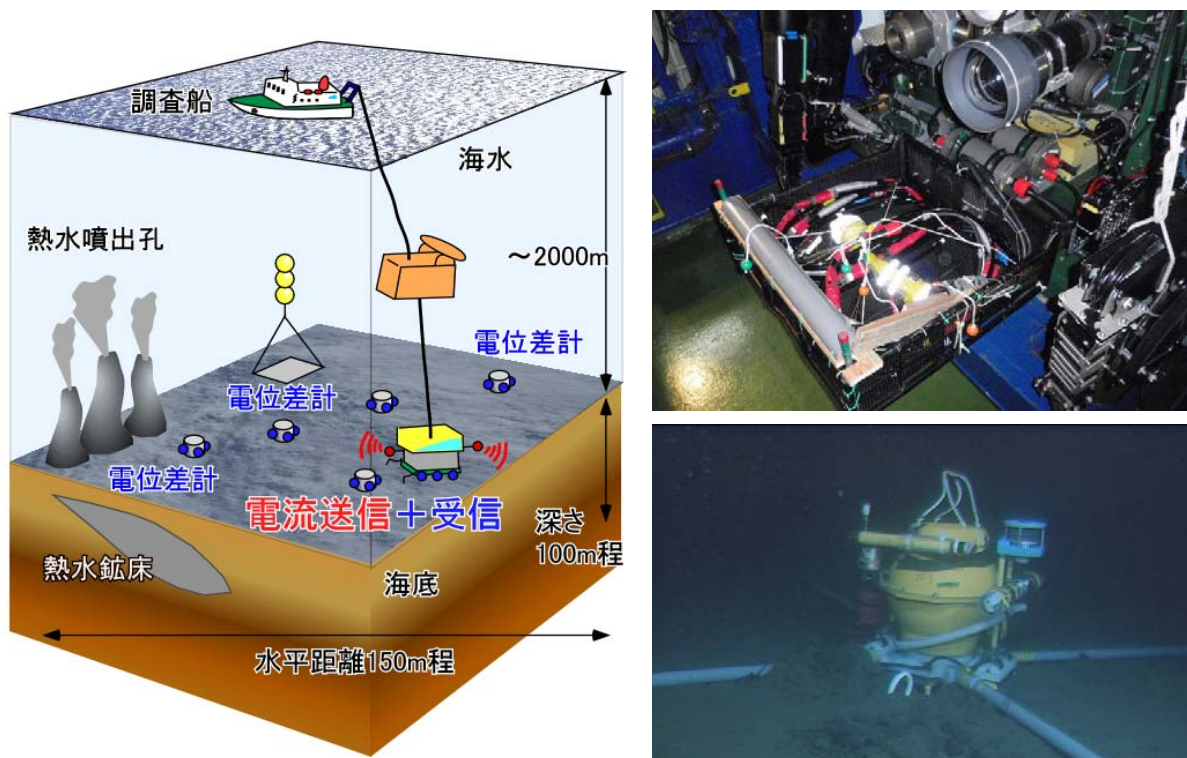
深海での動作試験を終えた本装置を用いて、2011年1月には本来のターゲットである海底熱水鉱床域において試験探査を実施する予定である（KR11-02 航海）。本航海では、ROV 搭載型海底電気探査装置に加えて、上記の独立型受信機4台も使用する予定である。これによって、熱水鉱床周辺（半径100m程度）の海底直下～深さ100m程度までの地下の比抵抗構造が明らかとなり、熱水鉱床の地下での空間的広がりへの把握が期待される。

参考文献：

小池悠己・富士原敏也・海野 進・浅田美穂・岡田 聡, 「しんかい 6500」に搭載されたサブボトムプロファイラを用いたマリアナトラフ背弧拡大軸付近の表層堆積物観察, JAMSTEC Rep. Res. Dev., 8, 29-36, 2008.

Kowalczyk, P., Geophysical prelude to first exploitation of submarine massive sulphides, first break, 26, 2008.

Goto, T., T. Kasaya, H. Machiyama, R. Takagi, R. Matsumoto, Y. Okuda, M. Satoh, T. Watanabe, N. Seama, H. Mikada, Y. Sanada and M. Kinoshita, Marine deep-towed DC resistivity survey in a methane hydrate area, Japan Sea, Exploration Geophysics, 39, 52-59; Butsuri-Tansa, 61, 52-59; Mulli-Tansa, 11, 52-59, 2008.



図：ROVを用いた海底電気探査の概念図（左）およびROVかいこう7000IIへの実際の装置搭載時の写真（右上）。KR09-16において人工電流信号を受信した自己浮上式海底電位差磁力計（右下）