

傾斜地におけるマンガングラスト音響厚さ計測の適用に関する研究

○佐藤匠（東京大学大学院），ブレア ソートン・アドリアン ボーデンマン・浅田昭・浦環（東京大学生産技術研究所）

マンガングラスト（以下クラスト）は、鉄やマンガンに加え、コバルト、ニッケル、白金などのレアメタルを含み、日本近海に多く発見されていることから、新たな金属鉱物資源として期待されている。平頂海山の肩などの安定した基盤に面的に分布し、その厚さは局所的に2~20cmと変動するため、開発のための賦存量調査において、その厚さ分布情報は重要なものとなる。従来に用いられてきたドリリングやサンプリング以外の厚さ調査手法は未だ確立されておらず、新たな賦存量調査手法の開発が求められている。我々の研究グループは、文部科学省「海底資源の利用促進に向けた基盤ツール開発プログラム」に参画し、音響厚さ計測と3Dマッピングを組み合わせた、効率的なクラスト調査手法の研究開発を行ってきた。3Dマッピングによって視覚的にクラストの分布を把握し、音響プローブによって厚さ情報を獲得できるため、両者の組み合わせによって総合的な調査が可能となっている。

現在まで、開発してきたシステムはROV:「ハイパードルフィン」に搭載し、拓洋第五海山において実海域展開を行ってきた。NT09-02 leg2、NT10-11、NT12-05 航海を経て、システムの有用性が確認されてきたが、本システムは音響プローブの指向性の高さをもって平地での計測を目指したものであったため、堆積物が少なくクラストが厚く堆積していると考えられている傾斜地において十分な計測がなされていない。よって、本研究では、現状のセットアップにおける課題点の把握・分析に基づいて、音響プローブの適用範囲を傾斜地へと拡大することを目的とする。

NT10-11 航海においては、平地においてクラスト厚さを計測することに成功したが、計測領域全てでデータを取得できたわけではなく、局所的に音響反射が低下した箇所が存在した。音響反射低下の要因としては、①海底面までの距離の変動、②底質、そして③音波の斜め入射がある。①については、海底面から一定高度を保ちつつ移動していることから影響は少ないと考えられ、また②については、マッピングデータから明らかにクラストが確認されているにもかかわらず、反射が弱い箇所があるため、底質だけでは説明できない。よって、③が最も音響データへ影響すると考えられる。具体的にどれほどの影響なのかについて、NT10-11 で得られた結果の解析及び、実サンプルを使用した入射角度影響実験によって調査する。結果として、垂直入射から $\pm 5^\circ$ 程度ずれると、音響反射強度の著しい低下が見られた。

そこで、海底面への音波入射角制御手法として、音響プローブ本体にジンバル装置を取り付け、海底面へ常に垂直に入射するように自動制御するシステムを提案する。音響装置本体の開発ではなく、別動作をするデバイスを追加することにより、比較的安価な開発が可能であると考えられる。

ジンバルシステムの設計において、海底面傾斜角の読み取り手法の考察が肝要である。マッピングデータは座標情報を含むため、高精度な読み取りが可能であるが、情報量が膨大過ぎてリアルタイム制御には適さない。よって、少ない情報で海底面を近似する必要がある。また、傾斜角を読み取った領域に音波が入射する必要があるため、ある程度の大きさで海底面を近似しなければならない。今までの航海で取得したマッピングデータの解析によって、どれぐらいの大きさの近似面が必要なのか検証する。

ジンバル制御システムは開発が進んでおり、図 1 に全体図、図 2 に制御アルゴリズム概要を示す。先述の通り、リアルタイム制御を可能とさせるために、前方のレーザー測距デバイス、後方の音響測距デバイスから、合計 3 点の海底面座標を取得し、傾斜角を算出する。前後の測距デバイス間の距離は近似面への音波入射を考慮し、1.4m 程度と、長くとった。開発したセットアップについては、水槽実験によって性能を確認した。傾斜角が既知の傾斜面を作成し、傾斜読み取り精度と音響反射強度の改善について確認することができた。

NT12-25 航海において、装置の実海域試験を実施した。3D マッピングデバイス、音響プローブ共に正常に動作し、データを取得することに成功した。傾斜地においては、ジンバル制御によって音響データの改善が見られた。今航海においては、天候不順により、予定していた調査海域における展開ができなかったが、次の段階として、流星海山と拓洋第五海山の 2 つをモデルケースとして装置を展開し、本システムの実用性を確認すると共に、新しい総合的クラスト調査手法の確立を目指す。

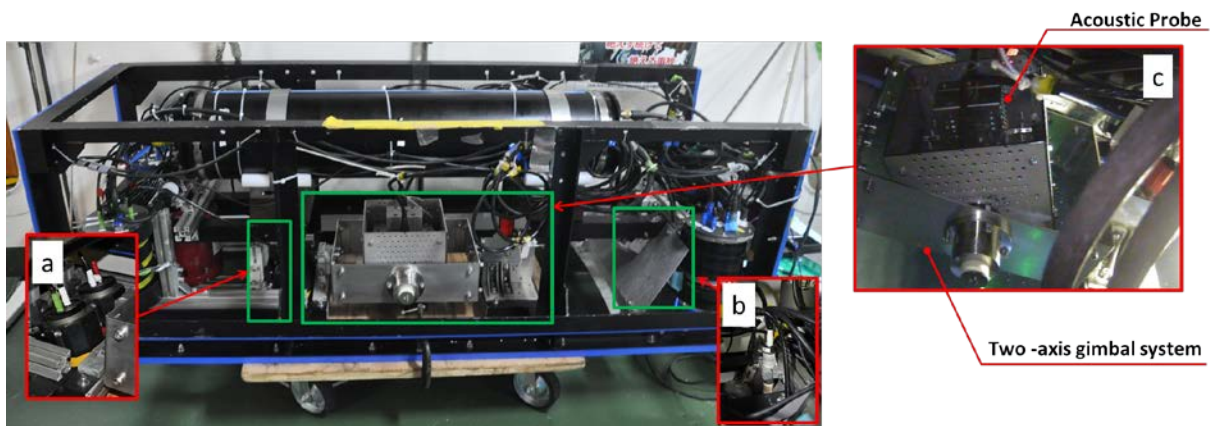


図 1 ハイパードルフィン用ペイロードキットに内蔵する (a) マッピング用カメラと高度計測用カメラ，(b) シートレーザー，(c) ジンバル機構を取り付けた音響プローブ

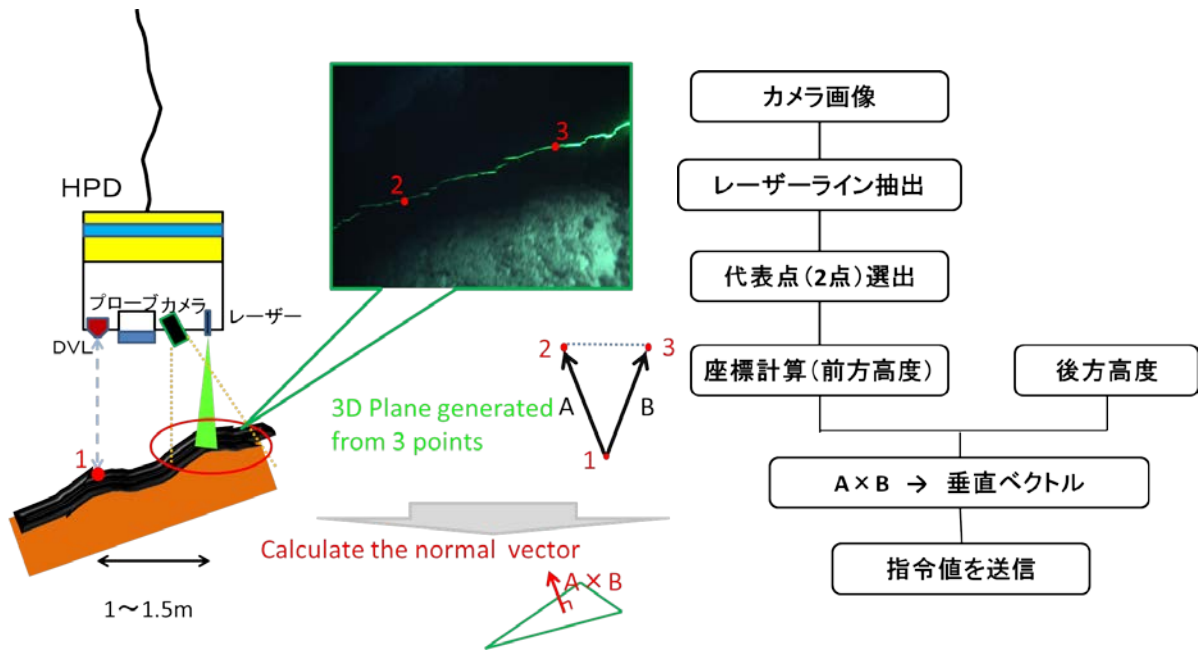


図 2 ジンバル制御アルゴリズム概要