

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：レーザー反射光を利用する海中海底ハイブリットセンシングの研究
- (2) 研究代表者：海洋研究開発機構 石橋 正二郎
- (3) 研究期間：令和2年度～令和6年度（予定）

2. 中間評価の実施概要

日時：令和4年11月1日
場所：ビジョンセンター田町
評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授
平澤 洽（委員長）
神奈川大学 名誉教授
遠藤 信行
東京理科大学 工学部 電気工学科 嘱託教授
村口 正弘
元東海大学 教授
森本 雅之
宇宙航空研究開発機構 航空技術部門
次世代航空イノベーションハブ 主任研究開発員
吉川 栄一

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究の進捗状況

研究の概要

本研究課題では、海中や海底にある対象物の物性を推定する複合的なセンシングの研究を行い、海底鉱物資源探査に資する重要基礎技術の確立を目指す。そのため、1. レーザー測距と可視化、2. 反射率からの反射対象の物性推定、3. 反射光のドップラシフトを利用する自身の移動速度検出、の3つに取組み、その高精度化・実用化を図るとともに、試験機を開発して海洋の実環境（深海）にて各要素課題の有効性（目標値、測距レンジ:60 m；最大水平分解能:8000 画素；物性推定の正解率：70%；移動速度測定：純慣性航行法位置検出比 10 倍）と有用性を示す。

進捗状況

主な実施項目に対する進捗は以下の通り。

(1) 反射光の伝搬時間解析

試作した2種類のAGC（自動ゲイン制御）基板を評価機に組み込んで水槽試験を実施し、ノイズフィギュア約10 dB以上の向上を達成。さらに3種類目

の AGC 基板を組み込み、計算上、距離減衰補正機能 33 dB を達成。

(2) 反射光の反射率解析

GaAsP 光電面を有する新構造の光電子増倍管を試作し、現行機比で光検出効率 2 倍以上かつ同等の寿命維持を達成 (1 C/cm² にて 50%以上の相対出力保持)。

(3) 反射対象の物性推定

CNN (畳み込みニューラルネットワーク) を採用した物性推定アルゴリズムの基本設計書を作成し、既知物材を用いて学習データ (反射光データ) を取得した。

(4) 反射光のドップラシフト解析

ドップラシフト検出機能を組み込んだ評価機を構築し、水槽試験および浅海試験を実施し、そのフェージビリティを確認した。また、計測誤差に関する基礎データを取得した。これらの結果に基づき、実証機を製造中。

(5) 水槽試験・フィールド試験

8 回の水槽試験と 4 回のフィールド試験 (浅海試験) を実施した。また、R5 年度以降に予定している深海試験に向けて、リスク管理をしながら試験コンフィギュレーションなどを調整中。

4. 中間評価の評点

A 研究計画を超えた成果を挙げており、さらなる発展を期待する。

5. 総合コメント

複合的な海中海底センシングのためのレーザーと可視化手法 (反射率から物性推定手法および反射光のドップラシフトからの速度検出手法) の開発は順調に進行していると評価できます。特に広く活用が期待できる特許技術を創出した光電子増倍管に関しては高く評価します。中間評価後に予定されている実機・実環境試験についても懸念事項を考慮しながら慎重に研究を進めており、現在の計画および方法で問題なしと判断します。得られた基礎技術を統合して海中海底の可視化に有用な技術の実現を目指してください。

6. 主な個別コメント

- 順調に進行しており、一部予定以上の成果を上げている。
- 光電子増倍管に関しては、目標以上に進捗した。
- 深海試験の実施可否について事前検討しており、対処可能であると思う。
- 今後の計画は適切であり、当初想定していなかったコロナ禍などへの対応も検討している。
- リスクの見積り、それに対する対策をすでに想定できている。
- 懸念される諸課題を考慮し、多角的なスコープを用意し、極めて慎重にアプローチしている。
- 本分野のエキスパートからなる体制となっており、マネジメントも問題ない。

- 実際に判別できるかの実証実験を速やかに行うことが望ましい。
- 機械学習に必要なデータ量を取得できるのか、という点で不安は残るが、実施者はそれも想定して計画を策定しているため、問題ないと思われる。
- 最終目標は高いが、新たな海中海底鑑別法を開発する可能性はある。
- 光源波長を複数（3波以上）用いないと、反射率だけでの物質推定は難しいだろう。