

## 自律型海中ロボットを用いた

# 片山および拓洋第五海山におけるマンガクラスト賦存量の調査

○西田祐也（九州工業大学），長野和則・メフル サンゲカー・

ウメシュ ニータヤッツ・ソーントン ブレア・浅田昭（東京大学），浦環（九州工業大学）

海水に溶け込んだ酸化物が玄武岩や石灰岩等の基盤岩を覆うように形成されているマンガクラストは海山の斜面や頂部に広範囲に渡って分布しており，鉱物資源への利用が期待されている．マンガクラストの賦存量を定量的に調査するため，著者らは厚さを計測する超音波計測装置およびクラストの分布の広がり計測する 3D 画像マッピング装置を搭載したペイロードスキッドを開発し，2010 年より ROV に搭載して調査を行ってきたが，潮流や波等による船の移動や揺動で発生するケーブルの張力によって ROV の計測高度を一定に保つことができず，マンガクラストの厚さを計測できないことがあった．より効率的かつ確実にマンガクラストの調査を行うため，本研究では音響計測装置および 3D マッピング装置を搭載したマンガクラスト専用 AUV “BOSS-A” を開発した．

全長 3.0m，重量 580kg，耐圧深度 3,000m のホバリング型 AUV である BOSS-A は，海山の斜面に沿って移動しながら直線的にマンガクラストを調査することを想定して開発された．Fig. 1 に BOSS-A の外観，Table 1 に BOSS-A の性能を示す．BOSS-A は水平移動用に 2 基，垂直移動用に 2 基のスラストによりサージ，ヒープ，ロール，ヨーの 4 自由度を制御可能で，サージ方向の最大速度は 0.5m/s である．DVL で得られる対地速度，3 軸 FOG で得られる姿勢，深度センサーで得られる深度情報を基に位置を推定し，あらかじめ設定したウェイポイントに沿って移動する．相対ではなく絶対座標の位置（緯度，経度）の精度を向上させるため，DVL で対地速度を計測できない高度で潜航中の場合，支援船に取り付けた SSBL 音響計測装置にて AUV の位置を計測し，音響モデムで測位した位置データを AUV に送信し，絶対位置を更新する．前方に取り付けたスキャニングソナーにより前方障害物の位置を検知し，障害物までの距離および位置に応じて回避行動を選択している．



Fig.1 Photograph of AUV BOSS-A

Table 1 Specification of AUV BOSS-A

Category	Value
Dimension	3.0 x 1.2 x 1.3m
Weight	580kg
Maximum velocity	1.0kt
Maximum depth	3,000m
Duration	6.0h
Actuator	Horizontal thrusters x 2 Vertical thrusters x 2
Battery	Li-Ion 5,000 Wh
Communication	Wireless LAN, Acoustic modem
Sensor	IMU, DVL, Depth sensor, SSBL positioning device
Payload	Acoustic thickness measurement 3D visual mapping instrument

NT15-03 研究航海では、安定した BOSS-A の位置測位および音響通信のため、仮想係留ブイ“ABA”と BOSS-A を以下の手順に沿って展開し、片山海山におけるマンガンクラストの調査を行った。① BOSS-A の第一ウェイポイント近くにて ABA を投入。② 旋回しながら ABA の INS をアライメント後、BOSS-A の第一ウェイポイントに ABA が移動し、定点保持を開始。③ ABA の近くで BOSS-A を投入し、海底到達後に BOSS-A 自動航行および ABA による BOSS-A のモニタリングを開始。④ BOSS-A が第一ウェイポイントに到達後、ABA の BOSS-A トラッキングを開始。⑤ BOSS-A が最終ウェイポイントに到達後、BOSS-A は浮上を開始し、ABA はトラッキングを解除して定点保持を開始。⑥ BOSS-A 浮上後、BOSS-A 浮上位置に支援船を移動させ揚収。⑦ ABA の定点保持を解除し、支援船を移動させ揚収。Fig. 2 に ABA と BOSS-A の同時展開時の各ビークルの軌跡を示す。この時、BOSS-A が航行していた 1,400m 水深ではほとんど潮流がなく、表層では東西方向に 0.5~1.0kt の潮流があったが、ABA は搭載している自身の SSBL 音響測位装置にて BOSS-A の位置を計測し、平均 50m の水平相対距離を保ちながらトラッキングを行った。BOSS-A のスラストが激しく動作していた海底観測中の ABA と BOSS-A 間の平均通信成功率は 10% 程度であったが、潜航および浮上中の平均通信成功率は 80% 程度と非常に高く、支援船から音響通信と比較して安定して通信を行っていた。また、BOSS-A は 0.15m/s の全身速力で高度 1.5m を保ちながら、約 900m に渡ってマンガンクラストの観測に成功した。

KR16-01 研究航海では、支援船の舷側から海に投入した音響計測装置と音響モデム付きのフレームによって BOSS-A をモニタリングし、南鳥島沖の拓洋第五海山の南東肩部のマンガンクラストの調査を行った。BOSS-A の潜航前に行った「かいこう MkIV」による海底調査した軌跡に直行するように BOSS-A のウェイポイントを設定し、BOSS-A を 4 回潜航させ海底を調査した。4 潜航の合計で約 36 時間、BOSS-A は自身に搭載した音響計測装置および 3D マッピング装置を使ってマンガンクラストの厚さおよび分布の広がりを実測した。BSA#31 および BSA#32 潜航においては、高品質の音響計測およびマッピングデータを得ることに成功した。

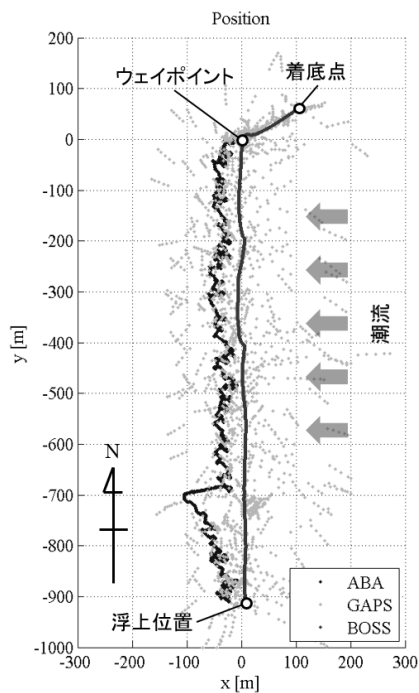


Fig.2 Two vehicle trajectories in Katayama seamount

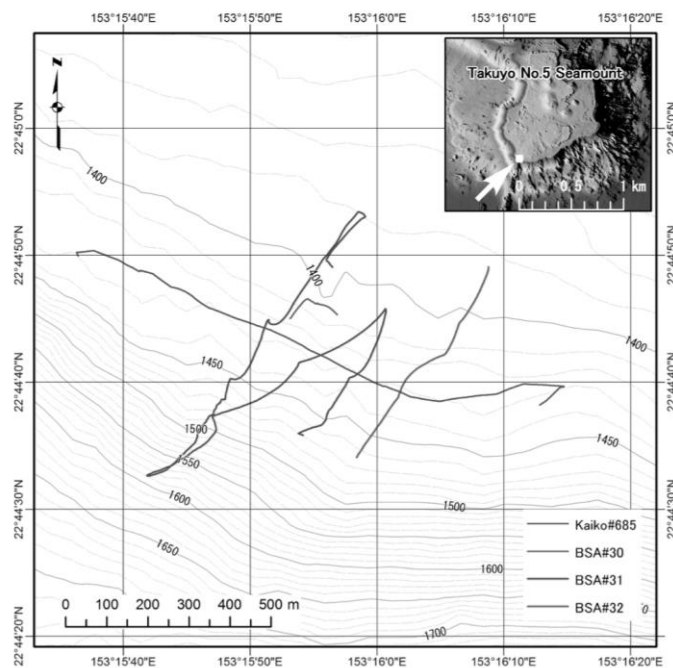


Fig.3 BOSS-A trajectory in #5 Takuyo seamount