

# 深海巡航探査機「うらしま」に搭載した海中重力計測システムによる 伊是名海穴・ベヨネーズ海丘における海中重力観測

○篠原雅尚・石原丈実・新谷昌人・山田知朗・塩原肇（東京大学地震研究所）

藤本博己・金沢敏彦・植平賢司・望月将志（防災科学技術研究所）

月岡哲・大美賀忍・吉梅剛（海洋研究開発機構） 飯笹幸吉（東京大学生産技術研究所）

重力異常のマッピングは、鉱床探査や活断層調査などを目的とした地下構造の解析に重要であり、高精度かつ効率的に海底下の構造を明らかにする上で、海底近くの海中を移動しながら重力測定することが可能な海中重力探査システムが必要である。近年、ジャイロなどの装置の向上および自律型無人探査機技術の進歩により、高精度な海中航行型の重力測定システムの開発が可能となった。そこで、重力値を計測する重力計と、重力の鉛直勾配を計測する重力偏差計からなる移動体搭載型重力計測システムの開発を行った。必要な計測精度としては、モデル計算により、それぞれ  $0.1 \text{ mGal}$  程度、 $10\text{E}$  (エトベス) =  $1 \mu \text{ Gal/m}$  程度とした。海中重力計のセンサには、海中測定用に改良した海上重力計を採用し、高精度ジャイロを用いたジンバル機構に搭載し、鉛直を保持する。ジンバルは、直径約  $50 \text{ cm}$  のチタン合金製耐圧球に収納した（図 1）。重力偏差計も同じサイズの耐圧球に封入され、上下に配置した新規開発の重力計センサ 2 台を、ジンバルに搭載し、鉛直方向の重力偏差を測定する（図 1）。どちらのセンサも、陸上試験から、目標精度が達成可能であることが確認された。深海巡航探査機「うらしま」に重力計システムを搭載するために、ペイロードへの電源供給や音響による支援母船との通信などの各種機能の強化と共に、重力測定に適した安定した航行が可能な技術の開発を行った。2012 年 9 月、海洋研究開発機構深海潜水調査船支援母船「よこすか」YK12-14 次航海において、「うらしま」による実海域実証試験を実施した。取得された重力データに、傾斜補正や鉛直動揺加速度補正、エトベス補正などの各種データ処理を行い、同一測線を複数回計測した結果から、300 秒のローパスフィルターを施した場合、 $0.1 \text{ mGal}$  程度の繰り返し測定精度が得られた。また、重力偏差計について、これまで海中での計測が行われていないことから、高精度計測に向けた基礎データの取得を行った。

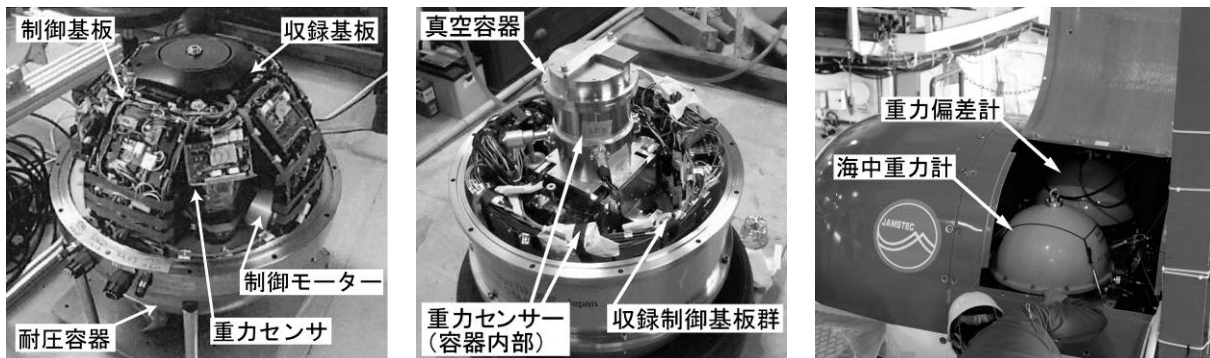


図 1. 移動体搭載型海中重力計 (左)、移動体搭載型重力偏差計 (中央)、重力計測システムを搭載した「うらしま」(右)

伊是名海穴は、沖縄本島北西約  $110 \text{ km}$  に位置する中部沖縄トラフ内のカルデラである。これまで多くの調査でカルデラ内海底下に鉱床の存在が推定されている。伊是名海穴内のハクレイサイトにおいて、2014 年 8 月の「よこすか」YK14-14 次航海および 2015 年 8 月の「よこすか」YK15-13 次航海において、「うらしま」による実証試験観測を実施した（図 2）。これらの潜航では、海中重力計、重力偏差計ともに、連続したデータを取得することに成功した。2014 年 8 月の観測では、ハクレイサイトを覆

うように、11本の測線を設定し、主に定深度航行による測定を実施した。海中重力計のデータは、上述の各種補正・ノイズ軽減を行い、同一測線のデータを用いて、繰り返し測定精度の確認を行った。その後、各測線のデータを用いて、重力異常分布を求めた。ブーゲー異常分布では、観測域南部に高重力異常が確認される(図2)。YK15-13次航海では、南部ハクレイサイトに約1km四方の観測域において、空間的に高密度な測線を設定し、測線間隔は約50mとなった。また、海底からの高度は、測線全体にわたって、約50mである。データは現在解析中であるが、海中重力計によるフリーウォーター異常分布からは、観測域南部において、小海丘に対応する明瞭な高重力異常が確認される(図2)。また、重力偏差計については、YK15-13次航海において、AUVの航法を工夫することにより、良好なデータが得られることがわかった。

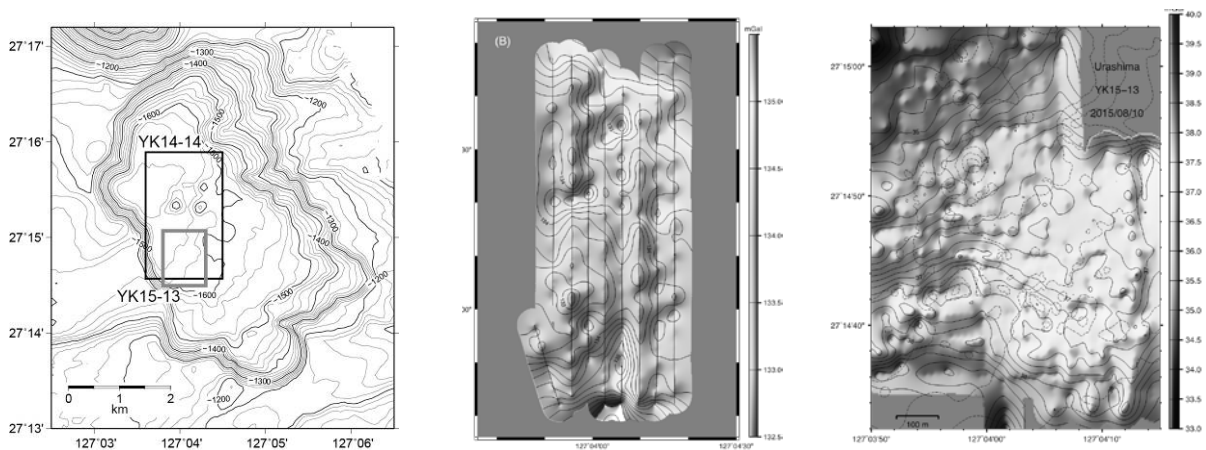


図2. 伊是名海穴の観測域(左)、YK14-14で観測されたブーゲー異常(中央)、YK15-13によるフリーウォーター異常(右)

伊豆小笠原島弧の背弧リフト帯にあるベヨネーズ海丘は、八丈島の南方約120kmに位置する。カルデラの直径は、約3kmであるが、カルデラ内の南東部に鈇床(白嶺鈇床)が認められている。「よこすか」YK15-13次航海において、「うらしま」による海中重力測定を行った(図3)。カルデラ南東部白嶺鈇床を覆うように、北東-南西方向に8測線、東西方向に2測線を設定し、各測線において、複数回航行し、測定を実施した。カルデラ内の高低差が大きく、高度は最大で約200mとなった。定深度での測定以外にも、技術的に困難な定高度(海底から約50m)の測定を行ったことが特徴である。海中重力計のデータについては、これまでと同じデータ処理を行い、ノイズ低減を行うと共に、測線の交点において、測定精度の確認を行った(図3)。データ処理は現在も進行中であるが、定高度航行による海中重力計測定では、より高精度な結果が期待されるデータが得られた。

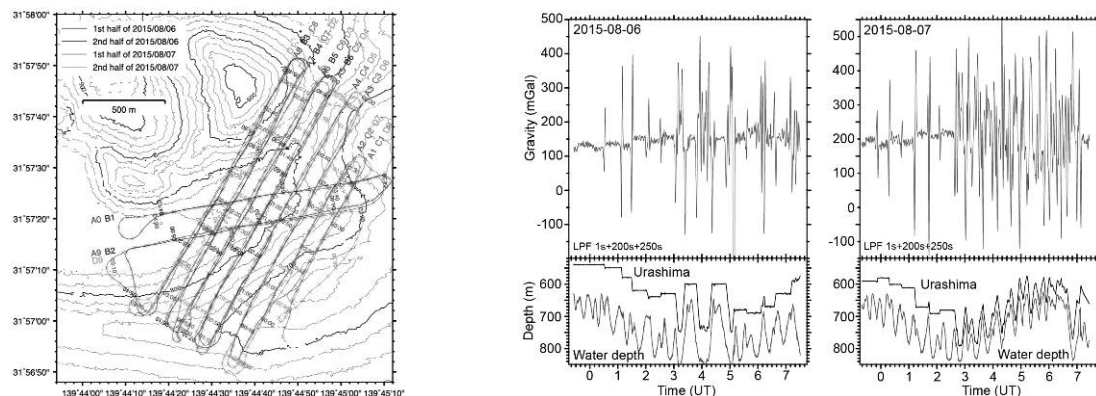


図3. ベヨネーズ海丘における測線位置(左)と、取得された8月7日(中)および8日(右)のデータ。横軸は時間、上が重力計のデータであり、2日目の後半から、定高度測定を実施したために、重力値の変動が大きくなっている。