

新たに導入した海上磁力計及び海上重力計の紹介[†]

藤岡ゆかり*, 熊川浩一*

The new marine magnetometric and gravimetric observation systems on the S/V *Shoyo* and the S/V *Takuyo*[†]

Yukari FUJIOKA* and Koichi KUMAGAWA*

Abstract

In 2012, the marine magnetometer (PMP-400) has been installed on the S/V *Takuyo*, and the marine gravimeters (Air-Sea System II) have been installed on the S/V *Shoyo* and the S/V *Takuyo*. This article presents an overview of the new equipment.

1 はじめに

海上保安庁では、わが国の海洋権益の保全のための海洋に関する基礎情報収集の一環として、海上磁気測量及び海上重力測量を実施している。

観測機器の老朽化に伴い、2012年度に、測量船「拓洋」に搭載している海上磁力計・海上重力計、及び測量船「昭洋」に搭載している海上重力計を更新した。最新の装置による海洋観測を実施することで、さらなる地磁気データ及び重力データの収集・整備が期待される。本稿では、更新された各装置の概要について紹介する。

2 海上磁力計

2.1 新しい装置の構成

測量船「拓洋」に新たに導入した海上磁力計 PMP-400 (国際電子工業) (Photo 1) は、2012年 10 月に搬入され、同年 12 月に動作試験を行ったのち、翌年 3 月に納入された。海上保安庁で使用している海上磁力計は、一般にプロトン磁力計と呼ばれる種類の磁力計であり、プロトン (水素

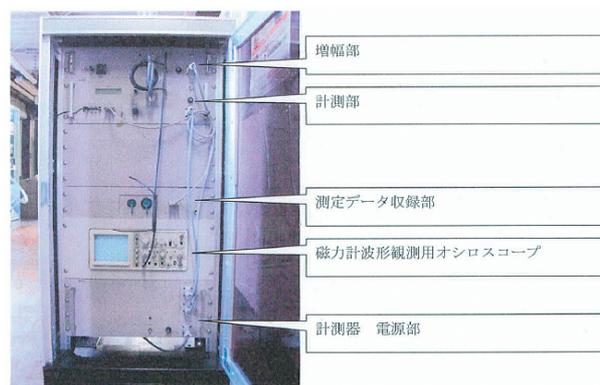


Photo 1. Onboard unit of the new marine magnetometer PMP-400.

写真 1. 新型海上磁力計 PMP-400.

原子核) の核磁気共鳴現象を利用して、地球磁場の強度を測定する (物理探査学会, 1989)。

本磁力計は、主に曳航体 (センサー部) 及び海上磁力計測器から構成されている (Fig. 1)。

2.2 収録データ

センサー部で測定された全磁力データは、計測

[†] Received October 16, 2013; Accepted December 27, 2013

* 海洋調査課大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office, Hydrographic Surveys Division

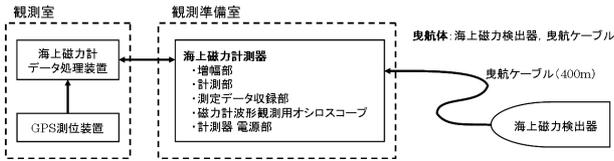


Fig. 1. System configuration of the marine magnetometer.
 図 1. 海上磁力計の構成.

器に送られ海上磁力計データ処理装置で、GPS測位装置で収録された日時、緯度・経度、方位及び水深のデータと結合されることにより、全磁力ファイル (mag ファイル) が生成される。

2.3 データ処理

今回導入されたシステムで収録された全磁力ファイルから全磁力異常値を算出し、最終データとして保管している。新しいシステムで出力されるデータフォーマットは、更新前のシステムで収録されるものと類似した形式であるため、後処理において大きな変更は生じていないが、ここで改めて、通常の処理について概説する。

- 1) ケーブル長補正：GPS 測位装置で取得した船の位置から、進行方向と逆向きにケーブルの長さだけ移動した位置を、海上磁力計の位置として求める。
- 2) 船体磁気補正：各測量船固有の船体磁気を測定値から除く。
- 3) 日変化補正：地磁気の周期的な変化として、数十年から数百年という長周期の変化 (永年変化) と、太陽活動に伴う一日周期の変化 (日変化) がある。地磁気分布が調査海域に近い地磁気観測所の全波長データ (観測所毎分値) から、永年変化による長波長の変化成分 (観測所ベース値) を除去することで、日変化による短波長成分を求め、測定値からこれを除く。
- 4) 地磁気異常値の算出：国際標準地球磁場モデル (IGRF モデル) を用いて地磁気異常値を計算する。

なお、後処理の船体磁気補正に必要な補正值について、本システムにおける値が未取得であるた

め、今後、補正值の計算を実施する予定である。

3 海上重力計

3.1 新しい装置の構成

測量船「昭洋」及び「拓洋」の海上重力計は、Bodenseewerk Geosystem (独) 社の KSS-31 から Micro-g LaCoste (米) 社の Air-Sea System II へと換装された。装置は 2012 年 11 月に測量船「昭洋」に、同年 12 月に測量船「拓洋」に搬入され、調整および海上試験を行ったのち、翌年 3 月に納入された。Air-Sea System II は、おもりに働く重力によりバネが伸び縮みすることを利用して、おもりの位置、速度、加速度をバネ式重力センサーで測定することで、重力値を計測している。

新しく導入した海上重力計は、重力測定機構部 (ラコスト重力計及び収録装置) 及びシステムコントロール部で構成される。船の動揺等の影響を極力小さくするため、重力測定機構部は Fig. 2 のように船体の重心付近に設置されている。重力計を設置している場所から離れた観測室のシステムコントロール部において、重力の概算値をリアルタイムで確認できる。

3.2 収録データ

収録されるデータファイルは、dat ファイルと env ファイルの二種類である。dat ファイルには、バネ張力値、測量時に取得データを確認するために重力計内部でフィルター処理を施された暫定的な重力値 (以下、「QC gravity」という。), 内蔵した原子時計による時刻、位置情報、船速、

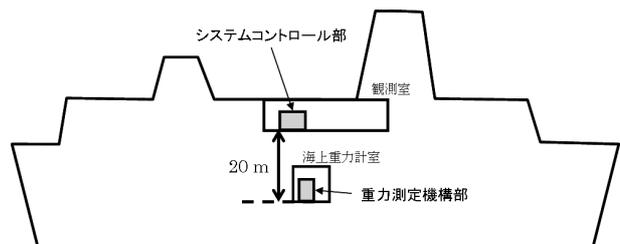


Fig. 2. The layout of the new marine gravimeter system.

図 2. 新型海上重力計システムの配置.

針路のほか、重力値を算出するための諸係数が記録される。env ファイルにはデータ収録中の環境設定（フィルター長等の設定値）が格納される。

3.3 データ処理

取得されたデータからフリーエア重力異常値を算出し、最終データとして保管している。以下の手順で処理を行う。

- 1) dat ファイルに収録された値に対して、env ファイルに記載されている諸係数を用い、重力値に換算をする。
- 2) 海洋情報部基準点と測量船の係留岸壁測点の重力値から、絶対重力値への換算を行う。潮汐によって重力計センサーの高さが変わるため、係留岸壁測点と重力センサーの位置の比高（岸壁高）についても考慮する。なお、岸壁高は、出入港時に測量船の喫水を測定し、重力センサーと船体との位置関係を求める。
- 3) 時間経過に伴う、スプリング材質の劣化によるバネの伸びによって起こる重力値の変化（ドリフト）の補正を行う。なお、ドリフト補正は、出入港時の測定値の差分を、調査期間で割り、この値を各測定値に対して線形に配分する。
- 4) 新しい海上重力計では、リアルタイムでフィルター処理が行われるため、出力される値には時間的遅れが生じる。従って、遅延時間分だけ時間を戻す処理を行う。
- 5) 平滑化した船速と方位、及び船位の緯度データから計算されたエトベス効果の値を用いて、エトベス補正を行う。
- 6) 最後に、測地基準系 1980 に基づく正規重力式を使用し、フリーエア異常値を算出する。

なお、4) で行う時間遅れの量については、マニュアルによるとフィルターの長さと同等と記載されているが、フィルター長として入力する項目が、ソフトウェア上に 2 箇所あり、どちらのフィルター長が適用されているか不明瞭な箇所がある。従って、実際にどの程度の時間遅れが生じているかについては、機器内部における時間遅延の可能性も含め、実際のデータを用いて検証する必

要がある。

また、今回導入されたシステムでは、重力値を算出するためのバネの伸びの変化量に加えて、QC gravity が出力される。マニュアルによると、より詳細な解析のためには、1) の処理により算出された重力値が必要であると記載されているが、今後のデータ処理を簡易にするため、QC gravity をデータ処理で使用するについて、1) の処理により算出された重力値との比較を行い、精度の検証を実施する予定である。

4 まとめ

2012 年度に更新した、測量船「拓洋」に搭載している海上磁力計と、測量船「昭洋」及び「拓洋」に搭載している海上重力計について、各装置の概要を述べた。装置の換装により、重力についてこれまでより短い収録間隔で測量することが可能になった。

なお、詳細な解析のためには、2.3 及び 3.3 で示したように更なるデータの検証が必要であるため、引き続きデータの品質を確認する予定である。

謝 辞

本稿の執筆にあたり、査読者の方、海上保安庁海洋情報部の栗田官、及川官には種々のご意見、ご示唆を頂きました。記して感謝の意を表します。

文 献

物理探査学会（1989）図解 物理探査，物理探査学会。

要 旨

2012 年度に、測量船「拓洋」に搭載している海上磁力計（PMP-400）と、測量船「昭洋」及び「拓洋」に搭載している海上重力計（Air-Sea System II）を更新した。新規に導入した各装置の概要について紹介する。