

平成21年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

- 特定共同研究(A) 特定共同研究(B) 特定共同研究(C) 一般共同研究
地震・火山噴火予知研究 施設・実験装置・観測機器等の利用
データ・資料等の利用 研究集会

2. 課題番号または共同利用コード 2008__-G__-02__

3. プロジェクト名、研究課題、集会名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文：北太平洋における大規模な海洋誘導電磁場の研究英文：Study on a large-scale motionally induced electromagnetic field in the North Pacific.4. 研究代表者所属・氏名 気象庁地磁気観測所 藤井郁子(地震研究所担当教員名) 歌田久司

5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	利用・参加内容または 施設,装置,機器,データ	利用・参加期間	日 数	旅費 支給
藤井郁子	気象庁地磁気観測所・主任研究官	解析、総括	H20/4/1～H21/3/31	365	有
小木曾仁	気象庁札幌管区气象台・技官	解析	H20/4/1～H21/3/31	365	有
山本輝明	気象庁地磁気観測所女満別出張所・技術係長	解析	H20/4/1～H21/3/31	365	
森永健司	気象庁地磁気観測所鹿屋出張所・技官	プログラミング補助	H20/4/1～H21/3/31	365	有

6. 研究内容 (コンマ区切りで3つ以上のキーワードおよび400字程度の成果概要を記入)

キーワード：海洋ダイナモ、海洋誘導電磁場、数値モデル

良導体である海水が地球磁場中を流れるとダイナモ効果によって電磁場が誘導され、海底ケーブルの地電位差や地磁気観測所の地球電磁気観測値には、黒潮などの日本付近の強い海流による海洋ダイナモ効果が含まれていると予想されている。本研究では、日本周辺の海洋ダイナモ効果を定量的に検証することを目指して、高精度の北太平洋海流モデルを利用し大規模な海流によって陸上・海中に誘導される広域的電磁場を数値的に計算した。その結果、海流の特徴に沿った電磁場が誘導されていることが示され、日本近傍の電磁場観測に海洋ダイナモ効果が有意な影響を与えていることが定性的に示された。実データと比較するためには計算精度のさらなる向上が必要であることも示唆された。

7. 研究実績報告（公表された成果のリスト*¹または2000～3000字の報告書）

（*¹論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無、ポイント数、電子ファイル添付のこと）

別紙参照。

平成 20 年度一般共同研究

2008-G-02「北太平洋における大規模な海洋誘導電磁場の研究」報告書

藤井郁子（気象庁地磁気観測所）、小木曾仁（気象庁札幌管区気象台）、山本輝明（気象庁地磁気観測所）

1、はじめに

黒潮などの日本付近の強い海流が地球磁場中を流れることにより誘導される電磁場は、海底ケーブルの地電位差や地磁気観測所の地球電磁気観測値に影響を与えていると推測されているが、定量的な検証はなされておらず、長期の電磁場変動の見積りもりの不確定要素となっている。本研究では、高精度の海流モデル MOVE (Usui et al., 2006) を用いて、良導体である海水が地球磁場中を流れることにより誘導される電磁場の数値モデル化を試みた。

2、利用データ

MOVE では、 $15^{\circ}\text{N}\sim 65^{\circ}\text{N}$ 、 $117^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{E}$ における流速、塩分濃度、ポテンシャル温度が旬ごとにモデル計算されている。水平面のグリッド間隔は、日本近海で 0.1° 、それ以外で 0.16° で、鉛直方向には 54 層に分けられている。本研究では、2001 年 1 月～2002 年 12 月のモデルを利用した。

この他、海底地形データは ETOPO2x2c、海底の堆積物厚は IRI モデルを利用した。地磁気の Z 成分値は IGRF モデルから得た。

3、下処理

地形データ、堆積物データ、地磁気モデル値は、MOVE と同じ水平グリッド上の値に平滑化あるいは補間された。

MOVE には海水の電気伝導度の出力がないので、各グリッド点での塩分濃度とポテンシャル温度に水深から推定した圧力を加え、各グリッド点での海水の電気伝導度を非線形最適化により求めた。その際、UNESCO の標準海水の式(UNESCO, 1984)を用いた。

海流の水平流速は電気伝導度の重みをつけて鉛直方向に積分され、各水平グリッド上での重み付き流量に換算された。海水の電気伝導度の平均も各水平グリッド上で求められた。

次に、以上で求められた重み付き流量、海水の電気伝導度、海深、堆積物厚、地磁気 Z 成分を原点 (34.125°N 、 139.625°E) で地球に接する平面へ投影して、 $10\text{km} \times 10\text{km}$ の等間隔グリッドデータに置き換えた。

4、誘導電磁場の計算

海流が誘導する電磁場の計算には薄層近似を適用した。さらに、マン
のせろ
体とすると、薄層の表面で磁気ポテンシャルが定義でき、系は磁気ポテンシャルのポアソン方程式に帰着する。これにより、計算が著しく簡略化され、複雑な地形や流速を利用し

でも効率の良い計算ができた。誘導磁場は磁気ポテンシャルの1階微分、誘導電場はダイナモ発電項と磁場勾配から生ずる電流項により計算できる。

用いた薄層は、大きさが5500km x 3200kmで厚さ10kmの板状のものである。北太平洋の一続きの海流をほぼ内包することができる大きさである。堆積物に10 Ω m、堆積物以外の岩石に100 Ω mを仮定し、先に計算した海水の電気伝導度の平均とあわせて、薄層の各水平グリッド点で電気伝導度を鉛直方向に積分し、薄層におけるコンダクタンス分布を計算した。さらに、各グリッド点で、重み付き流量を薄層の平均電気伝導度で規格化することで、重み付き流速を得た。

これらを利用することで、複雑な海陸分布を反映した電気伝導度分布と現実的な地磁気分布を持つ薄層中を現実的な海流が流れる様子をモデル化し、薄層に誘導される電磁場を有限要素法で計算した。境界条件は、ユーラシア大陸内部と東端の太平洋上ではポテンシャルがゼロ、他の境界では連続というものである。

5、計算結果

2001年1月上旬の海洋誘導電磁場の磁気ポテンシャル、磁場、電場を図1～3に示す。

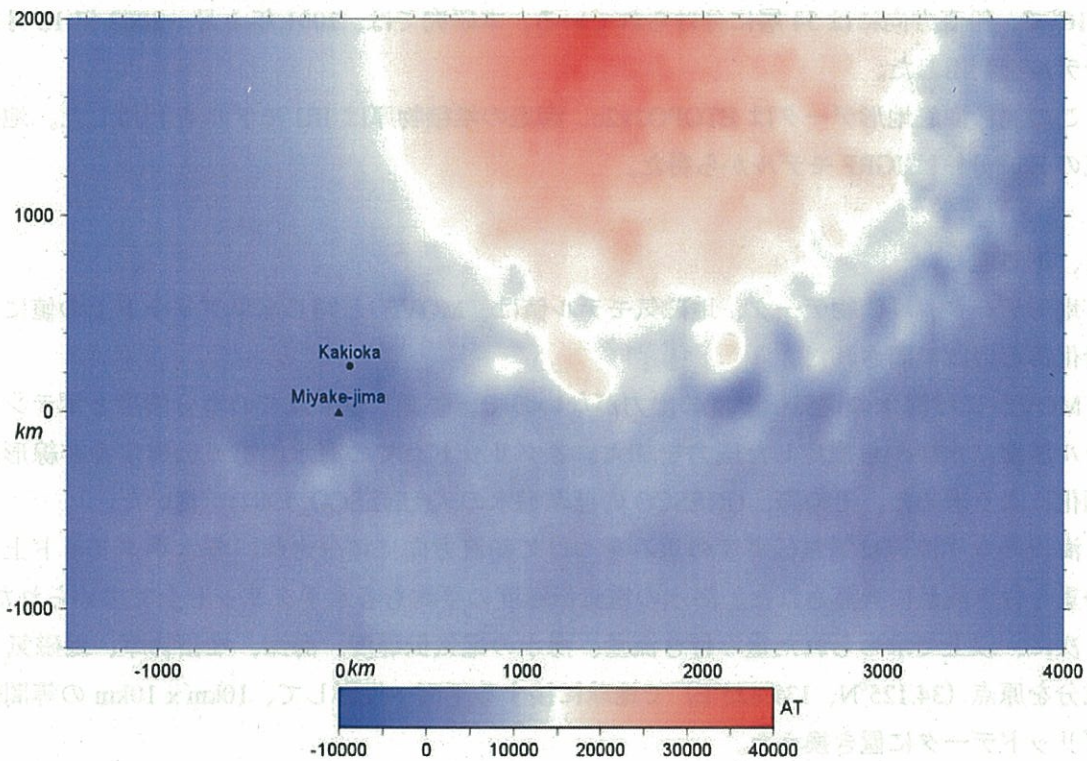


図1 2001年1月上旬の磁気ポテンシャル

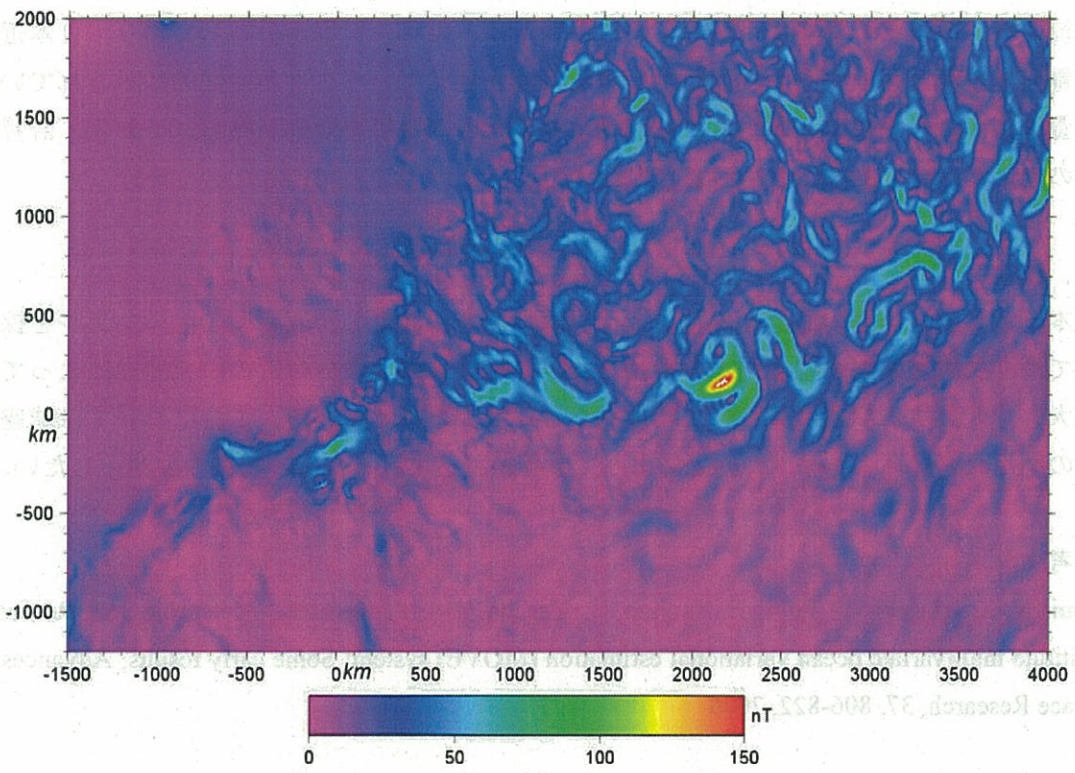


図2 2001年1月上旬の誘導磁場

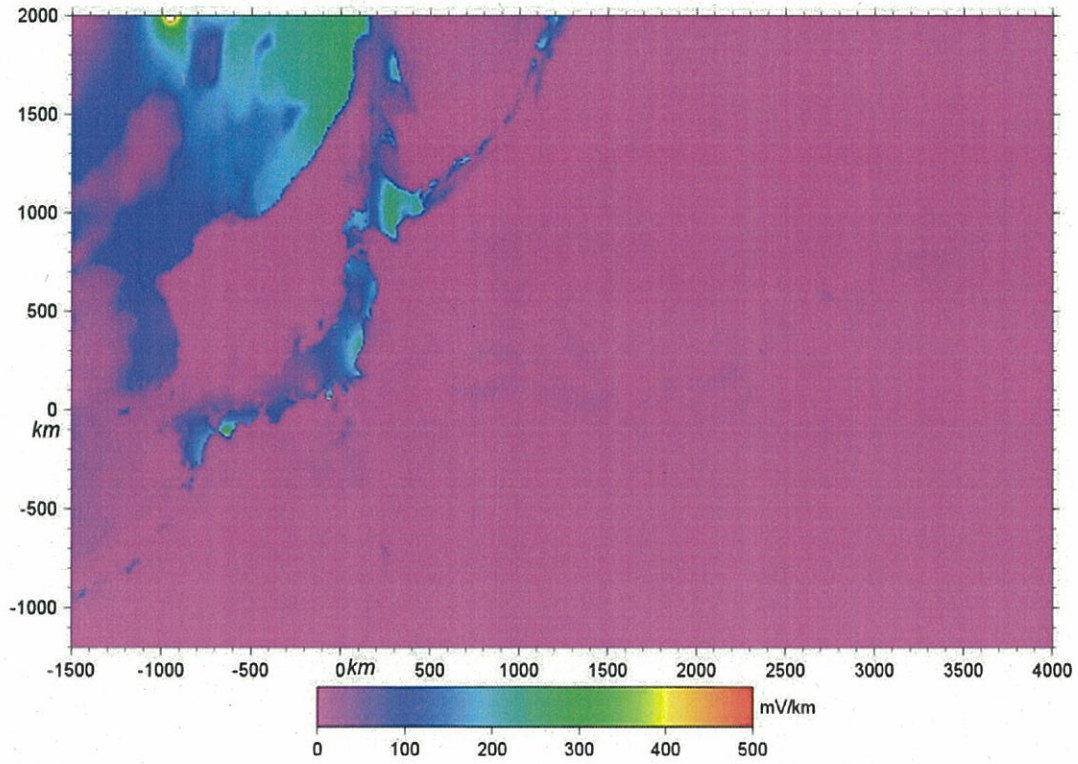


図3 2001年1月上旬の誘導電場

海流の流路や渦状の構造に付随してポテンシャル、磁場、電場が分布しており、日本近傍の電磁場観測に海洋ダイナモ効果が有意な影響を与えていることが定性的に示されている。定量的には、実測値から想定される変動よりも大きな電磁場変動が得られており、計算精度の向上が必要であることが示唆された。

6、議論

本研究では、一連の海流を含むように計算領域を広域化し、高精度の海洋モデルを採用して海洋誘導電磁場の精度向上を目指したが、境界条件と境界付近の海流変動によって解が大きく変動する傾向が見られ、精度を下げる要因となっている。これについては球座標系の利用など計算スキームの向上によって改善が見込まれるため、将来の課題としたい。

参考文献

Usui, N, S. Ishizaki, Y. Fujii, H. Tsujino, T. Yasuda, and M. Kamachi, Meteorological Research Institute multivariate ocean variational estimation (MOVE) system: Some early results, *Advances in Space Research*, 37, 806-822, 2006

Unesco, Algorithms for computation of fundamental properties of seawater, *UNESCO technical papers in marine science*, 44, 1984