

# 地磁気世界資料解析センター News

## 1. 新着地磁気データ

前回ニュース (2018年11月27日発行、No.172) 以降入手、または、当センターで入力したデータのうち、オンラインデータ以外の主なものは以下のとおりです。

オンライン利用データの詳細は (<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/catmap/index-j.html>) を、観測所名の省略記号等については、観測所カタログ (<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/catmap/obs-j.html>) をご参照ください。

また、先週の新着オンライン利用可データは、(<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/wdc/onnew/onnew-j.html>) で御覧になれば、ほぼ2ヶ月前までさかのぼることもできます。

### Newly Arrived Data

- (1) Annual Reports and etc.(off-Line) : NGK (Sep.-Dec., 2018), LRV (2017)
- (2) Kp index : (<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/kp/index-j.html>) : (Nov.-Dec., 2018)

## 2. ASY/SYM 指数

2018年11-12月のASY/SYM指数を算出し、ホームページに載せました。

<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/aeasy/index-j.html>

## 3. IGRF-13SV の提案に向けたフランスでのワークショップの参加報告～その1

2018年9月19日、20日の二日間、フランスのIPGP (Institut de Physique du Globe de Paris、パリ地球物理学研究所)にて、「Forecasting the geomagnetic secular variation with data assimilation」というタイトルのワークショップが行われた (また、9月21日には、フランスのChambon-la-Forêt地磁気観測所を見学させて頂いた)。このワークショップの主な目的は、次世代の国際標準地球磁場 IGRF-13 (The 13<sup>th</sup> generation of International Geomagnetic Reference Field) 提案のための日仏共同研究である。この二国間共同研究では、磁場モデルのうち、永年変化モデル (IGRF-13SV) の提案を目指している (地磁気世界資料解析センターニュース No. 169, 3. 「IGRF-13 地磁気永年変化モデル提案に向けて」、地磁気世界資料解析センターニュース No. 171, 4. 「SEDI2018 参加報告」参照)。私は、九州大学の高橋太先生と共にこの共同研究に参加させてもらっている。

私は、このワークショップの2日目 (9月20日) に「Effects of an azimuthal background magnetic field on slow waves in a stably stratified outermost Earth's core」という題で発表を行った (実は、英語での口頭発表は今回が初めてである!)。この研究は、Buffett(2014)の研究に触発されて、卒論から博士後期課程の現在まで続けているものである。Buffett(2014)は、地球の外核最上部の領域 (厚さは100km オーダー) にあるかもしれないと推測されている安定成層 (Helffrich and Kaneshima, 2010) 内部を伝播する電磁流体波動 (MAC 波、Magnetic Archimedes Coriolis waves) を、地球磁場の双極子成分の数十年変動と関係付けた。彼の研究では、マンツルの絶縁性のために、マンツル側に電流を流すような磁場の分布にはならないとして、鉛直方向成分のみを持つ主磁場を選んでいる。また、地磁気の大極子成分の変動に注目するために、波動は自転軸対称成分のみを調べている。そこで私は、(i) 主磁場が鉛直方向成分以外を持つ場合どのような波動が現れるのか、(ii) 自転軸非対称な構造 (すなわち、東西波数を持つ構造) を持つ波動にはどのような特徴があるか、に興味を持ち研究を続けている。この研究は、電磁流体の問題としても面白いが、Buffett 氏が行ったように、地磁気変

動の原因や特徴を理解するのに役立つという地球科学的な応用面も併せ持っている。地球磁場変動のうち、内部に起源を持つもの全てが外核最上部安定成層の波動であることはもちろんないだろうが、変動の一部は安定成層内の波動に起因していてもおかしくはない。

今回の発表では、東西方向成分のみをもつ赤道反対称な主磁場（具体的には、東西磁場強度が  $\sin \theta \cos \theta$  に比例するというもの、ここで  $\theta$  は余緯度である。）を考えた時、地球磁場観測に引っかかる可能性のある波動にはどのようなものがあるかについて示した。私の拙い英語の発表に対し、Gauthier Hulot 氏、Vincent Lesur 氏、Alexandre Fournier 氏から質問やコメントを頂くことができ、初めての英語口頭発表にしては、とても有意義なものであった。

現時点では、外核最上部安定成層について、あまり理解がされておらず、どちらかという地磁気変動をうまく説明できるように安定成層（の厚さや成層の強さなど）について制約を与える（ことができればいい）という立場にある。そのため、自分の研究が直接 IGRF-13SV の提案に利用できるわけではない。むしろ、完成した磁場モデルを利用する立場である。しかし、もし外核最上部の安定成層が存在するのであれば、それは外核表面付近の流れに少なからず影響を及ぼす（おそらく、鉛直方向の流れは負の浮力によって弱められ、水平方向の流れが卓越する）ので、より良い候補モデルを作成するためには、安定成層の加味が必要であると私は考えている。もし自分が将来の地球磁場モデルの提案に携わることができれば、今回の共同研究への参加は、良い経験になるであろう。将来の地磁気モデル提案の一員になれるように、まずは自らの研究の成果を出すべく今後も努力していきたい。

#### 【参考文献】

B. Buffett, *Nature* **507**, 484-487 (2014)

G. Helffrich, S. Kaneshima, *Nature* **468**, 807-810 (2010)

(中島 涼輔 - 九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻 博士後期課程 2年)

## 4. IGRF-13SV の提案に向けたフランスでのワークショップの参加報告～その 2

2018 年 9 月 19 日から 21 日、Institut de Physique du Globe de Paris にて、次世代国際地球磁場参照モデル(IPGP-13)策定に向けた日仏プロジェクトに関連した work shop 「Forecasting the geomagnetic secular variation with data assimilation」が開かれ、参加した。最初の 2 日間は研究者各々のこのプロジェクトに関係した研究の発表やこれからのスケジュールについて話し合われた。最終日はパリから車で 2 時間ほどかかる場所にある地磁気観測所の見学もさせていただいた。

今回、work shop の中で自分の研究について、「Kinematic dynamo associated with a drifting columnar convection」という発表をした。私は地球型惑星の深部のダイナミクス・ダイナモを研究対象としており、磁場観測やダイナモシミュレーションなどから得られる固有磁場やそれを維持するのに必要な対流の生成

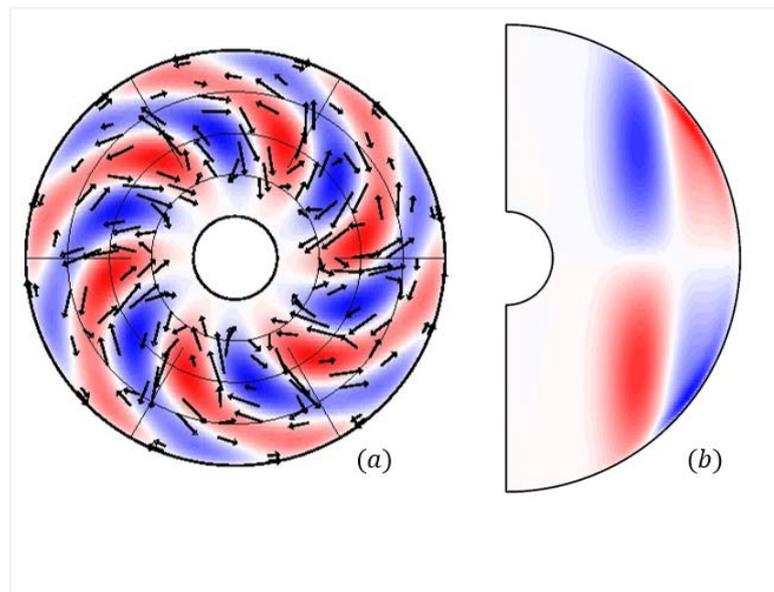


図 1. Kinematic dynamo に用いた流れの構造。(a)赤道断面内の渦度の回転軸方向成分の分布（色）とその面上の流れ（矢印）(b)経度方向に平均したヘリシティの子午面分布

メカニズムの物理的理解をすることを目的とした研究をしている。ただし、これらの magnetohydrodynamics (MHD) の世界で作られるダイナモは複雑で解釈することが難しいため、まずはその物理素過程を理解し、その状態で地球や他の惑星で起こりうる対流や磁場の基本的な理解を試みている。今回の発表内容としては、磁場なしのある組成対流についての線型安定性解析を行い、さらにその得られたドリフトする柱状対流(図1)の存在する球殻内に微小磁場擾乱を与え、そのときに起こるダイナモの基本的理解をするという内容(つまり、既知の流れ場を誘導方程式に代入し、磁場から速度場への寄与であるローレンツ力を無視した状態で誘導方程式を解き、そのときの速度場と磁場の生成メカニズムを調べるという内容)で発表をした。今回発表させていただいた内容は、観測や本プロジェクトと現段階で直接的には関係しないが、この研究において系の状態を様々に変えて得られた知見が MHD ダイナモの物理素過程として、観測磁場や MHD ダイナモシミュレーションの結果を物理的に説明する手助けになるはずである。このプロジェクトはデータ同化を反映させた新たな地球磁場の予測モデルを策定することを目的としているため、付属的な要素にはなるが、そのモデルにおけるダイナモ作用を物理的に説明する上で自分の研究を役立てることができるのではないかと考えている。さらに今回、日仏共同で発表するモデルでは地磁気ジャークの影響を反映させることを検討しているため、磁場の加速度を求めると流れの加速度を考慮する予定である。もしこれまでのモデルのように流れの加速度を無視するとするならば、つまり流れが定常であると仮定するならば、その数値ダイナモ計算は運動方程式を解く必要のない系であるため、Kinematic dynamo 問題を考えるような系である。そのため、Kinematic dynamo 計算を用いたモデルも作成すれば、今回考慮に入れる流れの加速度がモデルにどのような影響を与えているのかわかるのではないかと考えている。

謝辞

work shop 「Forecasting the geomagnetic secular variation with data assimilation」参加・発表にあたり、平成30-31年度日本学術振興会日仏二国間共同研究の支援を受けました。ここに感謝いたします。

(谷口 陽菜実 — 九州大学理学府 地球惑星科学専攻 博士後期課程 1年)

## 5. トカラ列島中之島の装置修理とフラックスゲート磁力計の測定実験

センターニュース 2013年11月 No.142、No.144 で記した観測装置のメンテナンスで、12月12日から家森名誉教授、院生の小谷君、私の3名で島に向かいました。本来は10日から出張の予定が、伊丹空港に到着直前に高波でフェリーが欠航となり全てキャンセルに。次の船で向かうべく人員と旅程を急遽組み直したのでした。(今回初乗船となった2018年4月の新造船「フェリーとしま2」はエンジン静音化、速度向上、屋内も快適になりました。)

2018年8月に島を直撃した台風19号。全国には大きく報道されませんでした。島の人に聞くと「島の発電所の送電線が切れ全島停電、荒海で船も出ず専門業者は来ないし島民達の手で復旧したが丸3日停電だった」とのこと。データからも8月21日18時JSTに停電で通信等停止、磁力計は電池でしばらく記録できたが22日10時頃停止と判明しました。電源復旧後も微気圧観測装置は何らかの故障で停止したままで修理が必要となりました。

12月13日朝、私は車から機材を下ろし始め、先に様子を見に小屋へ向かった家森先生は何故か直ぐに「飛ばされてます、カメラ、カメラ」と半笑いで戻ってきました。意味が理解できず一緒に見に行くと右写真の有り様。建物と竹藪斜面の隙間に潜れるよう置いた観測箱は上に載せた20kgの重しも何のその、狭い軒下を5m先まで点々と吹き飛ばされ転がっています。早々に修理は諦め入れ替えました。

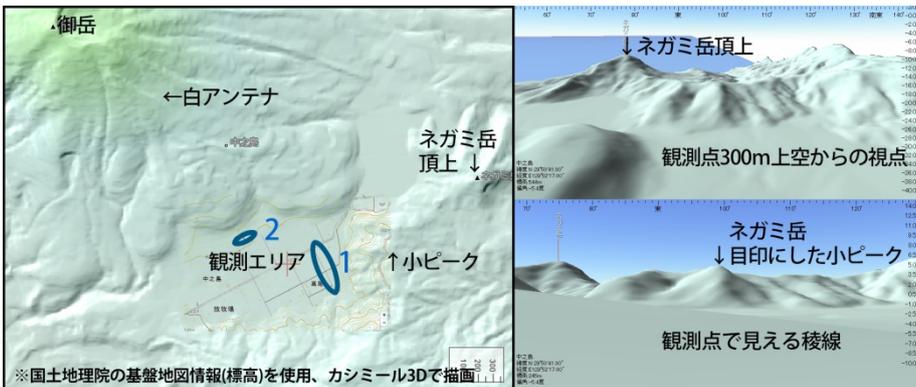


これまで出張毎に計測してきたオーバーハウザー磁力計が今回は故障のため代替手法の観測に挑みました。

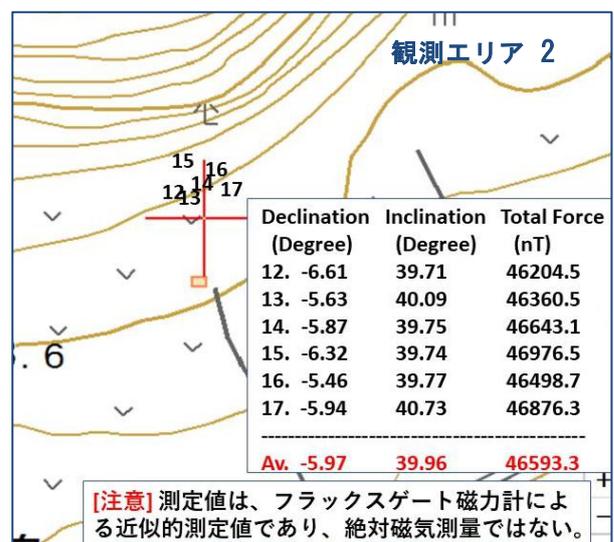
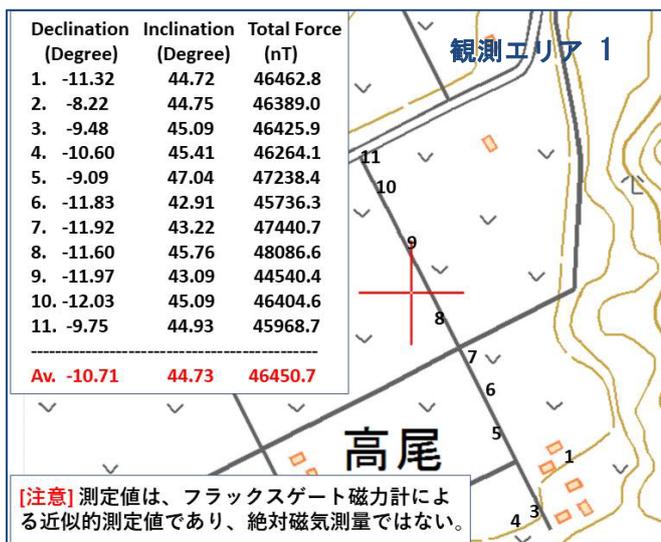


数 m 毎に移動しながら、水準器と単眼鏡 (Nikon 6x5 7.5p) を取り付けたフラックスゲート磁力計 (国際電子 KEI-9220、センサー部は Bartington 製 MAG-03) を非磁性仕様の三脚に載せて目印に方角を合わせ測定しました。目印は御岳中腹の白アンテナと、観測小屋からは尖って見えるネガミ岳の小ピークとしました。測定値は、絶対磁気儀やプロトン(オーバーハウザー)磁力計とは異なり、ベース値

と感度に多少の誤差を含むことが原理的に避けられないフラックスゲート磁力計での近似的測定値であり、絶対磁気測量ではありませんが、オーバーハウザー磁力計で得た値に近似した値が読み取れました。2箇所集中観測領域で得た偏角伏角値からは火山特有の狭い範囲内での大きな磁気異常が見えた気がします。



ピーク判別のため稜線確認した図



年月日	時刻 (JST)	磁場強度	Dst
2016.12.03	11:16	46261.62	-3
2016.12.04	8:56	46286.05	-5
2016.12.04	9:03	46285.61	-4
2017.02.18	11:13	46288.57	-27
2017.02.19	8:16	46295.88	-3
2017.10.07	10:25	46286.71	-10
2017.10.08	9:44	46307.07	6

2013年に観測開始した中之島フラックスゲート磁力計センサー直上、高さ約180cmでのオーバーハウザー磁力計によるこれまでの測定値。磁場強度の増加は、日本付近の大局的变化傾向と一致する。

(小田木洋子)

## 6. 地磁気世界資料解析センター2018年データサービス報告

京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター

### (1) 収集・配布 (最近6年間)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>【収集】</b>						
データブック	17冊	20冊	17冊	680冊	15冊	15冊
データシート	150枚	150枚	150枚	150枚	150枚	150枚
電子媒体(DVD等)	17件	18件	15件	12件	15件	12件
マグネトグラムの画像データ化	41年×観測所	96年×観測所	20年×観測所	34年×観測所	34年×観測所	55年×観測所
リアルタイム1秒値	19ヶ所	17ヶ所	15ヶ所	16ヶ所	16ヶ所	16ヶ所
リアルタイム1分値	50ヶ所	55ヶ所	55ヶ所	50ヶ所	50ヶ所	53ヶ所
<b>【配布】</b>						
データブック	490冊	0冊	0冊	5冊	500冊	0冊
WWW ホームページ (アクセスリクエスト数)	23233k	26347k	32012k	27017k	23477k	8168k(*)
データリクエスト件数						
地磁気1時間値	19716	35184	10478	22337	273597	2406
地磁気1分値	76770	116548	35568	53884	959844	4808
地磁気1秒値	21005	17151	5537	31391	129987	9437
Kp 指数	703+ $\alpha$	1956761	1069094	7420	7054	8117

(\*)9月18日以降

データリクエスト件数は通年

[リアルタイム1秒値]16か所

LRV, KAK, MMB, KNY, ASP, CNB, CSY, CTA, GNA, KDU, LRM, MAW, MCQ, CKI, CYG, GNG

### (2) 印刷・出版 (2018年)

#### 1) データカタログ

World Data Center for Geomagnetism, Kyoto, Data Catalogue No.31", 2018年6月 (PDF版のみ)

#### 2) ニュース

地磁気世界資料解析センターニュース (No.167-172)

### (3) オンラインデータベース

#### 1) Realtime, Provisional, Final Dst 指数表示およびダウンロード

#### 2) Realtime, Provisional, Final AE 指数表示およびダウンロード

#### 3) 信楽、峰山磁場観測データのオンラインマグネトグラムサービス

#### 4) アーカイブ地磁気データ (1秒値, 1分値, 1時間値) のプロットとデータ出力

