

## 8. データベース作成共同研究 目次詳細

(所属・職名は平成30年3月現在)

研究代表者 Principal Investigator	所属機関 Affiliation	所属部局 Department	職名 Position	研究課題名 Project Title	頁 Page
大矢浩代	千葉大学	大学院工学研究院	助教	AVONデータベースの作成	386
大川隆志	気象庁地磁気観測所	技術課	技術課長	アナログ時代に遡る高時間分解能地磁気デジタルデータベース	387
吉川顕正	九州大学	国際宇宙天気科学・教育センター	講師	MAGDAS/CPMNデータのデータベース化	389
加古真一郎	鹿児島大学	学術研究院 理工学域工学系	助教	複数衛星観測データを用いた全球海上風ベクトルデータセットの構築	390
渡邊 堯	情報通信研究機構	統合ビッグデータ研究センター	招聘専門員	宇宙線WDCデータベース	392
高田 拓	高知工業高等専門学校	ソーシャルデザイン 工学科	准教授	れいめい衛星搭載の磁力計GASのデータベース作成・整備	393

## 1. 研究目的

本研究の目的は、東南アジアVLF帯電磁波観測ネットワーク(AVON)で得られた広帯域水平磁場2成分(南北および東西方向, 0-10 kHz)と, LF/VLF帯標準電波(19.8-68.5 kHz)の強度および位相データのデータベース作成である。水平磁場2成分および標準電波のサンプリング周波数は, それぞれ20 kHzと200 kHzであり, 水平磁場2成分は生波形を, 標準電波は振幅及び位相の平均値をIUGONETを通して公開する。水平磁場2成分は, ダイナミック・スペクトルも公開する。AVONはあらせ(ERG)衛星プロジェクトの地上観測ネットワークのうちの一つであり, 打ち上げ後はERG衛星データとの比較により, 内部磁気圏から下部電離圏への高エネルギー降り込み粒子の解明に貢献できるものと思われる。また名古屋大学宇宙地球環境研究所が1976年から定常観測している国内でのVLF/ELF帯電磁波データベースと組み合わせて, 中低緯度帯の下部電離圏の長期変動解明に貢献できる。

## 2. データベース作成

平成29年度は, AVON全5地点中4地点のVLF/LF帯電磁波データをCDF化し, データベースを作成し, IUGONETを通して公開した。図1にIUGONETから本データベースを検索したときの結果を示す。VLFデータは毎時00-02分, 10-12分, 20-22分, 30-32分, 40-42分および50-52分の12分間, 水平磁場2成分(東西および南北)観測しており, 1地点あたり1年間で8TBのHDDを必要とした。

## 成果発表

[1] Ohya, H., Y. Takishita, F. Tsuchiya, H. Shinagawa, K. Nozaki, K. Shiokawa, H. Nakata, and Y. Miyoshi, D-region ionospheric oscillations measured by LF transmitter observations after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2017, Vienna (Austria), 22-30 April, 2017.

[2] Ohya, H., Y. Takishita, F. Tsuchiya, H. Shinagawa, K. Nozaki, K. Shiokawa, H. Nakata, and Y. Miyoshi, D-region oscillations of LF transmitter signals after the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, JpGU-AGU 2017, Chiba (Japan), 20-25 May, 2017.

[3] Ohya, H., F. Tsuchiya, H. Shinagawa, K. Nozaki, and K. Shiokawa, D-region ionospheric signatures observed in LF standard radio waves after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, SGEPPSS Fall Meeting 2017, Kyoto (Japan), 15-19 October, 2017.

[4] Ohya, H., and F. Tsuchiya, Observations of energetic electron precipitation into the atmosphere using LF/VLF standard radio waves, The 359th Symposium for Sustainable Humanosphere "International Workshop on radio science and radio application technology", Kanazawa, 29-30 October, 2017.

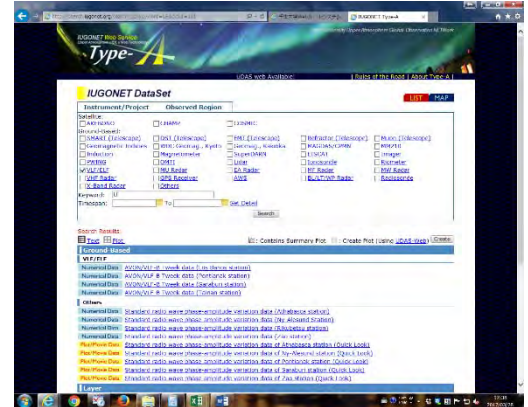


図1 IUGONET Type-AでのAVON検索画面

(<http://search.iugonet.org/search.jsp?keyword=AVON&cid01=101>)。

アナログ時代に遡る高時間分解能地磁気デジタルデータベース  
Database of High-time-resolution Geomagnetic Field  
Back to the Analog Era

大川隆志 気象庁地磁気観測所技術課

## 1. 目的

現在、地球電磁気学・宇宙空間物理学の分野で広く使われているデジタル収録のデータはそのほとんどが1970年代以降のものであり、それ以前は紙媒体によるアナログデータである。気象庁地磁気観測所には、アナログマグネトグラムと呼ばれる地磁気の変動を印画紙に記録したデータが保管されており、国際地球観測年以降については日本国内の3観測点（柿岡、女満別、鹿屋）における観測記録が揃っている。

本共同研究では、この紙媒体に記されたアナログデータのスキヤニングを行うことで高解像度のデジタル画像に変換し、計算機で利用可能なデータにすることを目的とする。

太陽活動に起因する短周期の地磁気変動を、1地点だけでなく3地点について高時間分解能かつ長期間にわたり詳しく解析することが可能となり、地磁気変動の空間分布の解明や、相互比較によるデータの信頼性の検討に役立つことが予想される。アナログ時代に遡ることにより、将来的に、太陽活動の11年/22年周期に比して長期的なデータベースを得ることが可能となり、太陽活動の地球環境への影響を解明することに資する。

## 2. 方法と結果

本年度は、女満別と鹿屋の1974～1976年（合計6年分）のアナログマグネトグラムについてデジタル画像化を行った。

気象庁地磁気観測所の職員が、1日毎に記録されているアナログマグネトグラムをすべてチェックし、日付に抜けがないか、欠測や異常値が含まれていないか、また、感度測定のための人為的信号が含まれる時刻等を確認した。その後、マグネトグラム2,038枚の高精度スキヤニング作業（光学解像度600dpi）を外注した。得られたデジタル画像は、既に稼働しているWWWサーバ（地磁気観測所ホームページ「デジタルデータサービス」）から提供している。デジタル画像の例を図1に示す。なお、デジタル画像からの数値化（毎分値、7.5秒値）も進めており、順次公開している。

## 3. まとめ

平成24年度から29年度にかけて、本共同研究（名古屋大学太陽地球環境研究所の共同研究を含む）に加え、科研費補助金や気象庁予算を用いて、アナログマグネトグラムのデジタル化を進めてきた（図2）。地磁気観測データの利活用に当たっては太陽活動の周期と比べて長期間のデータがあると有用性が高まるため、今後もデータベース作成を着実に進めていきたいと考えている。

## 4. 成果発表

なし

## 5. その他

アナログマグネトグラムのチェックには多大な手間がかかるため、本共同研究に明示的には関わっていない地磁気観測所職員も参加した。

地磁気観測所ホームページ「デジタルデータサービス」において、本共同研究に関連する日本語ページ（「地磁気：アナログ印画紙記録画像」及び「地磁気：毎分値の一部と7.5秒値」）では、下記の共同研究の成果を含むことを表示している。

- ・平成26, 27年度名古屋大学太陽地球環境研究所 所外データベース作成共同研究
- ・平成28, 29年度名古屋大学宇宙地球環境研究所 データベース作成共同研究

また、同サイトの本共同研究に関連する英語ページでは、「the Joint Research Program of the Institute for Space-Earth Environmental Research (ISEE), Nagoya University」の成果を含むことを表示している。

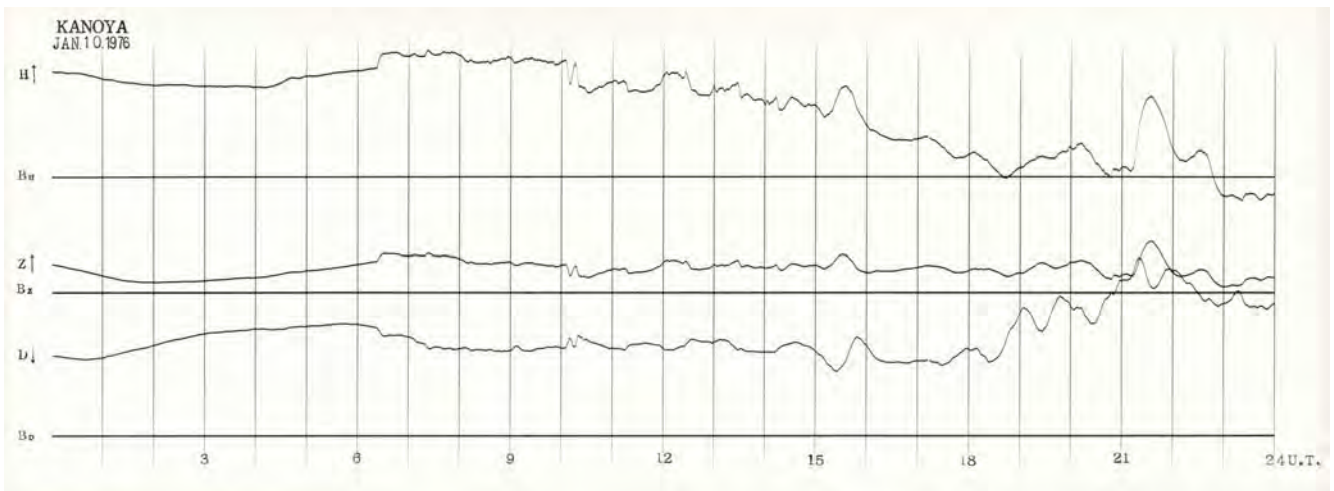
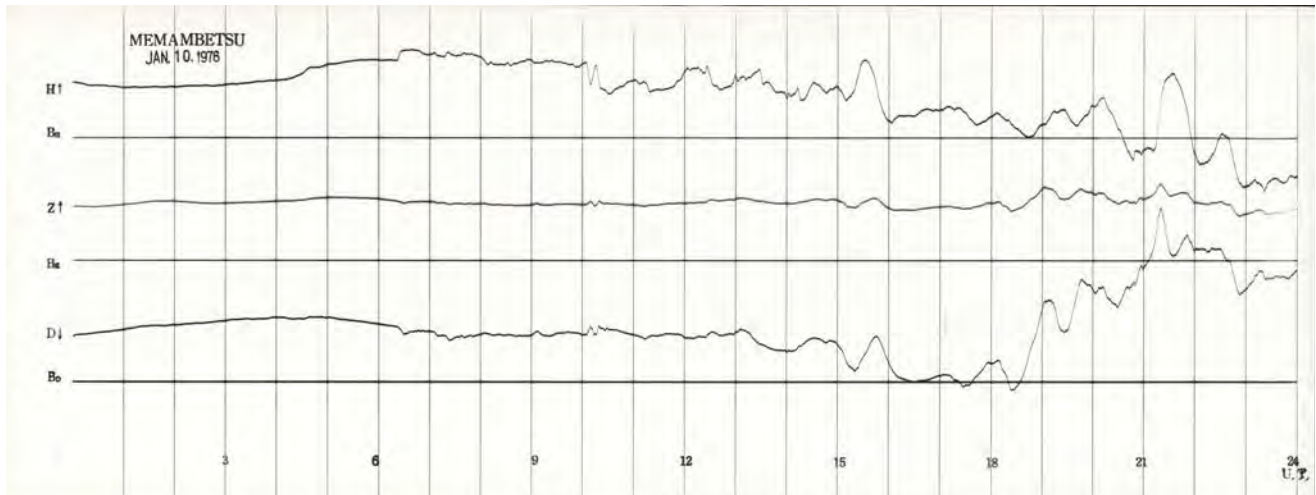


図1 デジタル画像化されたアナログマグネトグラム。  
1976年1月10日0時～24時の女満別（上）と鹿屋（下）の例。水平成分(H)、鉛直成分(Z)、  
偏角(D)の変化が記録されている。なお、両観測地点で6時22分に磁気嵐が発生した。  
日時はUTC。

	Year	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	
柿岡	アナログ マグネトグラム				1926 → 1955	1956 → 1983						
	(既存)毎分値								1976	----->	2018年	
	(既存)毎秒値								1983	----->	2018年	
女満別	アナログ マグネトグラム						1974 ↑ 1978	1979 ↑ 1984				
	(既存)毎分値								デジタル画像化	1985	----->	2018年
	(既存)毎秒値									1997	-->	2018年
鹿屋	アナログ マグネトグラム						1974 ↑ 1978	1979 ↑ 1984				
	(既存)毎分値								デジタル画像化	1985	----->	2018年
	(既存)毎秒値									1996	--->	2018年


図2 平成29年度までに実施されたアナログマグネトグラムのデジタル化作業のまとめ。  
デジタル画像及び数値化（毎分値、7.5秒値）したデータは全て公開している。

MAGDAS/CPMNデータのデータベース化  
MAGDAS/CPMN Database

吉川 顕正、九州大学・国際宇宙天気科学・教育センター

九州大学にて実施している MAGDAS/CPMN 地磁気ネットワーク観測を継続するため、各観測点に設置されている磁力計に接続されたデータ保存用コンパクトフラッシュカードを更新した。MAGDAS/CPMN 地磁気ネットワークの地磁気 3 成分 1 秒、1 分値、及び 10Hz サンプルングデータについて絶対値校正と温度補正及び IAGA-2002 データ交換形式への変換をおこなった。この磁場データより、1 日、3 日、7 日間のクイックルックプロット（磁場 3 成分ラインプロット、FFT スペクトログラム）を作成し、大学間連携プロジェクト IUGONET で開発されたメタデータ・データベース（IUGONET Type-A）への登録をおこなった。また、これらのデータを SPEDAS（Space Physics Environment Data Analysis System）より利用できるようにするための読み込みプログラムを作成し、登録をおこなった。

**Information**  
Quick Look Images and How to Analysis about MAGDAS Data (ICSWSE, Kyushu University, Japan) was added, 22 Feb. 2018.



The MAGDAS (MAGnetic Data Acquisition System) is worldwide magnetometer array operated by International Center for Space Weather Science and Education (ICSWSE), Kyushu University, and now being deployed in order to carry out space weather studies and educations.  
We need to clarify the dynamics of geospace plasma changes during magnetic storms and auroral substorms, the electro-magnetic response of iono-magnetosphere to various solar wind changes, and the penetration and propagation mechanisms of DP2-ULF range disturbances from the solar wind region into the equatorial ionosphere. By using this new MAGDAS data, we can conduct real-time monitoring and modeling of (1) the global 3-dimensional current system (2) the ambient plasma density for understanding the electromagnetic and plasma environment changes in the geospace, and so on.

Examples (MAGDAS):  
2006/10/03: <http://search.iugonet.org/search.jsp?cid=208&to=2006/10/03&cid01=101&stype=2>  
2012/03/10: <http://search.iugonet.org/search.jsp?cid=208&to=2012/03/10&cid01=101&stype=2>

Examples (MAGDAS and Dst/AE):  
2006/10/03: <http://search.iugonet.org/search.jsp?cid=232&cid=208&to=2006/10/03&cid01=101&stype=2>  
2012/03/10: <http://search.iugonet.org/search.jsp?cid=232&cid=208&to=2012/03/10&cid01=101&stype=2>

Detailed information:  
MAGDAS: <http://data.icswse.kyushu-u.ac.jp/>  
ICSWSE: <http://www.icswse.kyushu-u.ac.jp/>

IUGONET Type-A (<http://search.iugonet.org/list.jsp>) での MAGDAS データ公開告知

# 複数衛星観測データを用いた全球海上風ベクトルデータセットの構築 Construction of ocean surface wind vector dataset using multi-satellite observations

加古真一郎、鹿児島大学 理工学域工学系

## 1. 研究目的

大気海洋間の熱・運動量・淡水フラックスを定量的に把握することは、大気と海洋の相互作用を正しく理解する上で非常に重要である。我々の研究グループは、衛星観測に基づく海面フラックスデータセットとして、Japanese Ocean Flux Data Sets with Use of Remote Sensing Observations (J-OFURO)を2000年頃から世界に向けて発信し、その後、推定精度等を向上させたJ-OFURO2の公開も行った。2016年度には、複数の人工衛星データを統合することで、海面フラックスの推定に必要な不可欠な海上風の全球データセットの更なる高精度・高時空間解像度化を実現し、J-OFURO3の一部としてデータ配信を開始した。本研究の目的は、このデータセットをより一層拡張し、それを全世界に配信するためのウェブページを整備することで、大気海洋結合システムの解明やその研究の発展に貢献することにある。

## 2. 研究方法

表1に本研究で使用した衛星データの詳細を示す。本研究では、この表に示す衛星データを全て単純平均することで日平均スカラー風速を推定しているが、風向データは散乱計とWindSATからしか得られないため、それらに最適内挿法(Kako et al., 2011)を適用することで日平均値を推定していることに注意されたい。このようにして得られた風向・風速の日平均値を用いて、空間解像度0.25度の全球海上風ベクトルデータセットを構築した。

表1 海上風データセット作成に用いた人工衛星(括弧内はデータの提供元)

マイクロ波散乱計	OSCAT (PO. DAAC), ASCAT (PO. DACC), QuikSCAT (PO. DAAC)
マイクロ波放射計	SSMIs (RSS; 以下括弧内は提供期間を示す), AMSR-E (RSS), TMI (RSS), WindSAT (RSS), AMSR2 (RSS)
時間解像度	6時間毎のデータから計算した日平均値
空間解像度	0.25° × 0.25°

## 3. 研究成果

本研究では、海上風のデータセットの構築を1991年から2016年までの期間で行い、その内、精度検証が完了した1996年から2013年までの18年間分のデータセットの公開を <https://j-ofuro.scc.u-tokai.ac.jp> にて開始した。トップページのスクリーンショットを図1に示す。ここでは、データセットのダウンロードだけでなく、現場観測値や他の全球データプロダクトとの比較結果、データ利用のためのツールやサンプルコード、さらにはデータセットの詳細を記した公式ドキュメントも含めて配信している。また、データ利用のための講習会を開くなどして、新たに作成したロゴ(図2)と共に、J-OFURO3の



図1 本研究で構築したデータを配信するJ-OFURO3のWebページ

普及と宣伝を行っている。その甲斐あってか、NHK のサイエンス ZERO「巨大海流 黒潮」や Masunaga et al. (2018)にて、我々のデータセットが使用されるなどその効果が出始めている。

#### 4. まとめ

本研究では、人工衛星観測データに基づく海面熱・運動量・淡水フラックス推定に必要な海上風ベクトルデータセットの構築を 1991 年から 2016 年の期間で行い、このデータセットのウェブ上での配信を開始した(ウェブ上での配信は、1996 年から 2013 年まで)。また、このデータセットを含む J-ORUF03 のリファレンス論文を作成し、Tomita et al (2018)として投稿中である。今後は、データ期間を逐次延長しながら、準リアルタイムにデータセットを公開できる様なシステム作りを行う計画である。



図 2 J-ORUF03 のロゴ

#### 引用文献

1. Kako, S., A. Isobe, and M. Kubota, 2011: High resolution ASCAT wind vector dataset gridded by applying an optimum interpolation method to the global ocean. *J. Geophys. Res.*, **116**, D23107, doi: 10.1029/2010JD015484.
2. Masunaga R., H. Nakamura, H. Kamahori, K. Onogi, S. Okajima, 2018, JRA-55CHS: An Atmospheric Reanalysis Produced with High-Resolution SST, SOLA, 14, 6-13, [doi.org/10.2151/sola.2018-002](https://doi.org/10.2151/sola.2018-002)
3. Tomita H., T. Hihara, S. Kako, M. Kubota, and K. Kutsuwada, 2018, An Introduction to J-ORUF03, a Third-Generation Japanese Ocean Flux Data Set Using Remote-Sensing Observations, submitted to Journal of Oceanography (in revision)

#### 成果発表

1. Tomita H., S. Kako, T. Hihara, M. Kubota, and K. Kutsuwada, Introduction to a new satellite-derived air-sea flux data set J-ORUF03, AOGS 2017 annual meeting, Singapore, Aug. 2017
2. 富田裕之・加古真一郎・日原勉・久保田雅久・轡田邦夫、衛星観測に基づく海面フラックスデータセット J-ORUF03 で見る台風、H29 年度京都大学防災研究所共同研究集会「台風研究会」激昂化する台風災害の要因解明と減災へ向けて、2017 年 9 月 29 日
3. 富田裕之・加古真一郎・日原勉・久保田雅久・轡田邦夫、J-ORUF03 で見る黒潮続流域周辺の海面熱フラックスの特徴、日本海洋学会秋季大会、宮城、2017 年 11 月
4. 高橋優・轡田邦夫・富田裕之・加古真一郎・日原勉、高解像度全球海上風・海面応力格子データセットの精度検証、日本海洋学会秋季大会、宮城、2017 年 11 月
5. 富田裕之、J-ORUF03 のオープンデータサイエンス、日本海洋学会秋季大会、宮城、2017 年 11 月

宇宙線WDCデータベース  
Database of WDC for Cosmic Rays

渡邊 堯、情報通信研究機構・WDS 国際プログラムオフィス, 上級顧問

全世界約50ヶ所の宇宙線中性子観測観測データ(1時間値)を収集して、不良データの除去や基本的な観測情報のチェックを行った後、統一フォーマットによるデータベースの公開を行う(<http://cidas.isee.nagoya-u.ac.jp/WDCCR/>)。近年、特に旧ソ連圏観測所のデータの取り纏めと公開を行っていたロシア科学アカデミー電離層研究所(IZMIRAN)の活動が停滞気味で、データの更新が殆ど行われておらず、公開サイトへのアクセスも殆ど不可能な状態となっている。そこで可能な限り、各観測所が独自で公開しているデータの取得を行っているが、フォーマットや欠測の表示方法がまちまちなため、個別にデータベース化ソフトの作製が必要となっている。また最近では、強い太陽フレア等によって発生するGLEなどの突発現象の宇宙天気予警報を主目的としたN MDB (Neutron Monitor Data Base、<http://wwwnmdb01.physik.uni-kiel.de/ikiwiki/>)でデータ公開を行う観測所も増えつつあるが、1分単位の高時間分解能のデータを基本としているが、従来の1時間単位のカウント数への換算に必要な基本的情報(倍率、バイアス量など)が不足しているため、順次観測所等に照会中である。上記のような事情により、当WDCが保有する長期的安定性が確保されたデータベースの存在意義は、益々高まっている。宇宙線データベースについては、年二回(2017年9月と2018年3月)開催されたSTE現象報告会(宇宙地球環境研究所研究集会)において、宇宙線関連現象の報告を行っているが、近年の太陽活動レベルの低下傾向に伴って宇宙線フラックスの増加が見られ、地球環境への影響や宇宙機の太陽光発電パネル等の寿命短縮が懸念されているため、今後とも高品質データの保全・公開に万全を期したい。研究面では太陽活動に伴う宇宙線現象と、宇宙線フラックスの変化が地球環境に及ぼす影響に関する研究を継続しており、特に18-19世紀にかけて発生した太陽活動極小期(Dalton Minimum)と、同時期に欧州において発生した穀物価格上昇や社会情勢の変化との関連について、経済学系研究者との共同研究を進めている。



れいめい衛星搭載の磁力計GASのデータベース作成・整備  
Database production and management of magnetometer GAS  
onboard Reimei Satellite

高田拓、高知工業高等専門学校・ソーシャルデザイン工学科

【研究目的】

本研究では、れいめい衛星に搭載されたGASデータを科学データとして扱いやすい形式に変換し、GASデータベースの作成・整備を行った。GASデータの補正処理を行い、プラズマ粒子データと比較することにより、沿磁力線電流が適切に推定されていることを確認した。

【研究方法】

図1では、黒線で示された磁場の3成分は、赤線で示されたIGRF (International Geomagnetic Reference Field) 10モデルによる地球固有磁場の値と、同じような値を示している。磁場データの黒線は太い帯状に見えるが、これは短時間での磁場変動が大きく、大きなノイズ成分を含んでいるためである。また、MACの起動時と測定開始時には、縦の矢印で示すようにスパイク状のノイズが見られ、MACの測定中は、横向きの矢印で示す区間に階段状の磁場変動(オフセット)が見られる。MACの起動中(縦の点線の間の区間)に誘導磁場の影響を受けていることが分かる。MAC起動から測定開始の間(16:09:26 -33)には、スパイク状のノイズに加えて、オフセットノイズが時間的に変動している。沿磁力線電流に伴う誘導磁場成分を評価するためには、磁場変動のノイズ等をできるだけ軽減し、オフセットノイズを調整する必要がある。

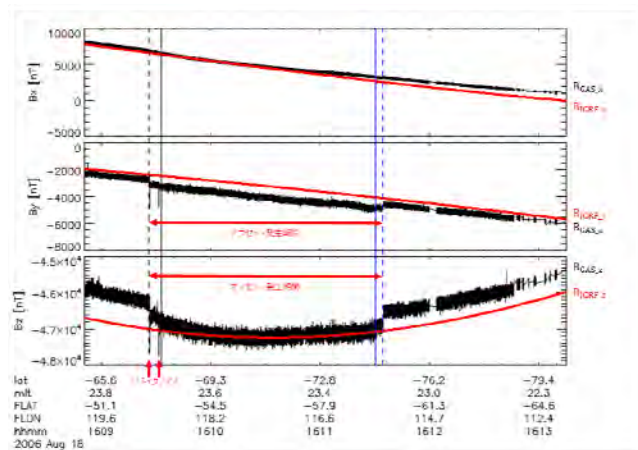


図1: GASによって測定された磁場データ: 衛星座標系での磁場の3成分(黒線)と、IGRFモデルによる地球の固有磁場(赤線)。縦線は、MACのコマンド実行時刻(順に、起動、測定開始、測定終了、停止)。

【研究結果】

ここでは、補正データの磁場変動が沿磁力線電流による影響を反映しているかを確認した結果を示す。図2に、GASの補正データによる東向きの磁場変動成分、ピッチ角ごとの電子・イオンのエネルギー-時間スペクトラムを示す。補正前のGASデータ(水色: オフセットのみ考慮)は、ノイズ成分が非常に大きい。補正データである赤線は、沿磁力線電流による緩やかな変動を明確に示している。れいめい衛星が南半球にいて、上向きの沿磁力線電流を北から南へと横切るとき、沿磁力線電流の北側では西向き、南側では東向きの誘導磁場を感じる。東向きを正とすると、磁場変動の東向き成分が増加傾向にあれば、沿

磁力線電流は上向き，減少傾向にあれば下向きとなると考えられる．また，衛星速度はほぼ等しいので，増減区間が短ければ，沿磁力線電流の空間スケールも小さく，増減区間が長ければ，空間スケールが大きいことを示している．図2の上部には，磁場変動の増減と時間長さを踏まえて，沿磁力線電流の向きと空間スケールを模した矢印を描いている．一方，観測範囲のプラズマ粒子が主な電流の担い手である場合，電子の降り込み量が多ければ，電流は上向きに，イオンの降り込み量が多ければ，電流は下向きに流れているはずである．例えば，16:11:00前後のD区間では，電子の降り込み（ピッチ角120-180°）が強く，上向きの電流があることが分かるが，それに対応して磁場の東向き成分は増加しており，上向き電流であること示唆している．16:10:22~16:10:30のB区間では，0.8 keV程度とエネルギーが低く，フラックス量の小さな電子の降り込みがあり，弱い沿磁力線電流であることが推測されるが，小さいながらも明確な磁場変動の増加が見られた．以上より，沿磁力線電流がある場合，対応する電子やイオンの特徴を確認した．

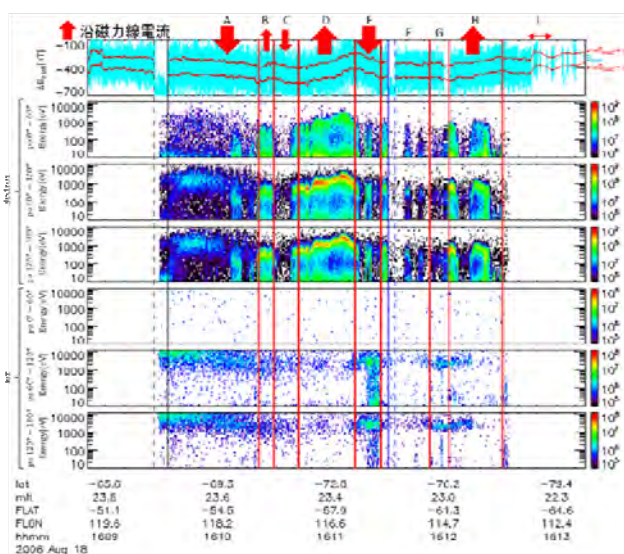


図2：較正後のGASデータ（東向き成分）とピッチ角毎の電子・イオンのエネルギー—時間変動の対応

## 【まとめ】

本研究では，姿勢制御用の磁力計GASのデータを処理し，沿磁力線電流の大きさや向きについて議論できるかどうかの評価を行った．座標変換，機器依存の高周波のノイズ成分の平均化，および，MACの起動に伴う磁場変動の除去等の補正を行い，データベースとして整備した．また，ESA/ISAデータと比較することで，GASの補正データによる磁場変動が，沿磁力線電流による変動とよく合うことを確認した．一方で，補正データの磁場変動は，比較的規模の小さな沿磁力線電流に対しても，よく対応することが分かった．現時点では，多くの沿磁力線電流を適切に検知できる磁場変動のデータベースとなっている．

れいめい衛星の磁力計データの作成・整備に関しては，磁力計データの補正プログラムの最終調整を行い，GASデータベース作成のためのスクリプトなどを準備し，データベース化を行っているところである．GASデータベース作成に関わる検討結果や成果は論文にまとめており，引用文献に示す査読付き学術誌に掲載されている．

データベースの公開アドレス：<http://reimei.stelab.nagoya-u.ac.jp/tgas/>

※データベースには，複数のバージョンがあり，v1, v2（4 Hzサンプリング）、v5（10 Hzサンプリング）、v5\_plot（プロット画像）のディレクトリ内に各々置かれている．

## 【引用文献】

益岡葵，高田拓，平原聖文，浅村和史，れいめい衛星搭載磁力計GASのデータベース作成・整備：沿磁力線電流の推定のために，宇宙科学情報解析論文誌（査読誌），6号，pp.63-71，2017