

08) データベース作成共同研究 目次詳細

所属・職名は2022年3月現在

2021年度 4件

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	備考 Remarks
山崎 貴之	気象庁地磁気観測所	技術課	主任研究官	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	292	
大矢 浩代	千葉大学	大学院工学研究院	助教	AVONのVLF/LF帯電磁波データのデータベース化	294	
相田 真里	宇宙航空研究開発機構	研究開発部門	研究開発員	準天頂衛星システム(QZSS)で計測された内部磁気圏磁場データベースの作成	295	
阿部 修司	九州大学	国際宇宙天気科学・教育センター	学術研究員	MAGDAS/CPMNデータのデータベース化	298	

(別紙様式 8 - 2)

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

山崎貴之 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(1957~1958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をスキャナで取り込む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高時間分解能の数値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地点について長期間にわたり高時間分解能で詳しく解析することが可能になり、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

2021年度は、女満別の1965年と鹿屋の1965~1966年(合計3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1,120枚の高精度スキャニング作業(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

2012年度から2021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

- 増子徳道・長町信吾・森永健司・能勢正仁、Digitization of Japanese historical analogue magnetograms? sampling 1-minute and 7.5-second values from the scanned images, IAGA-IASPEI Joint Scientific Assembly 2021、オンライン開催、令和3年8月23日
- 有田真、地磁気観測成果のデータベース化、令和3年度「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」成果報告シンポジウム、オンライン開催、令和4年3月2日

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多数参加した。

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28,29,30,令和元,2,3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。

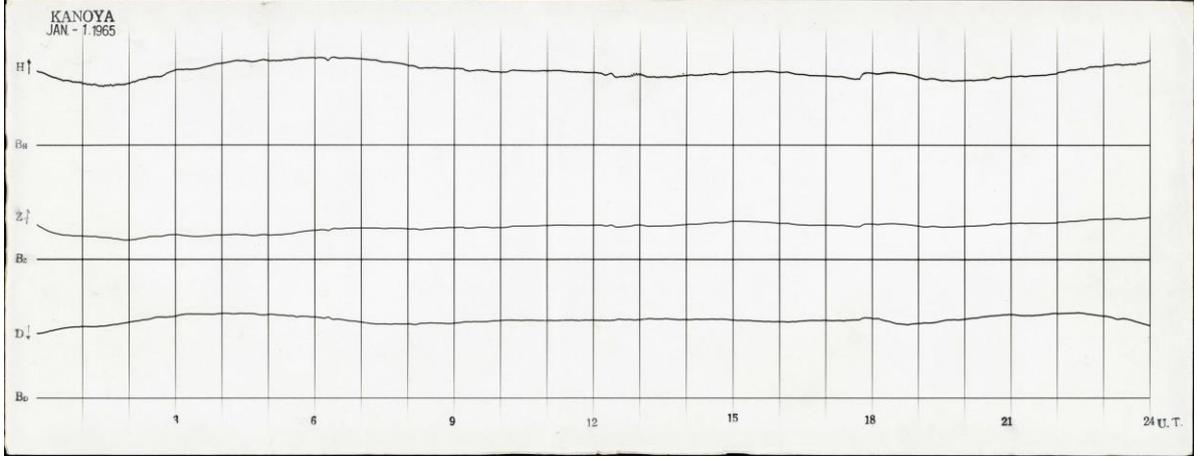
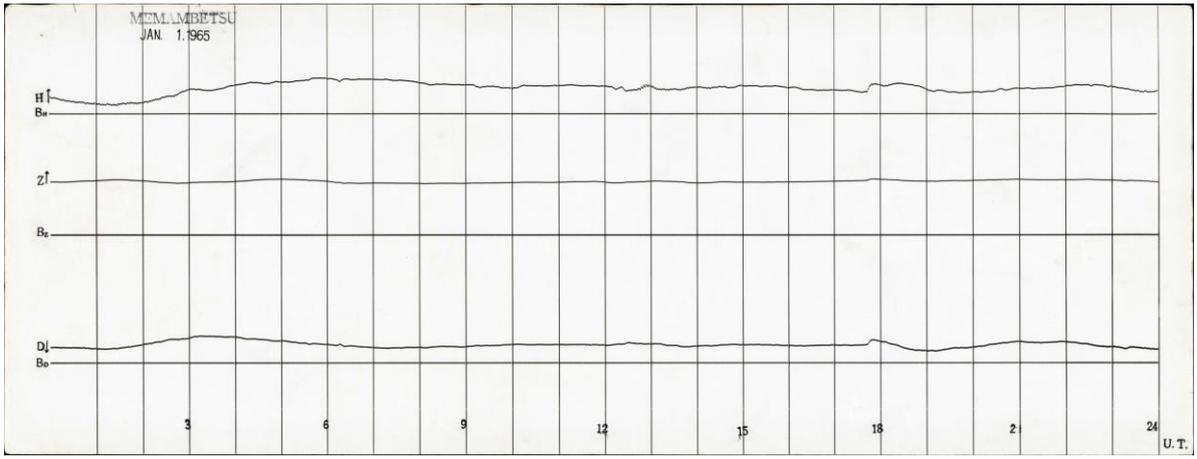
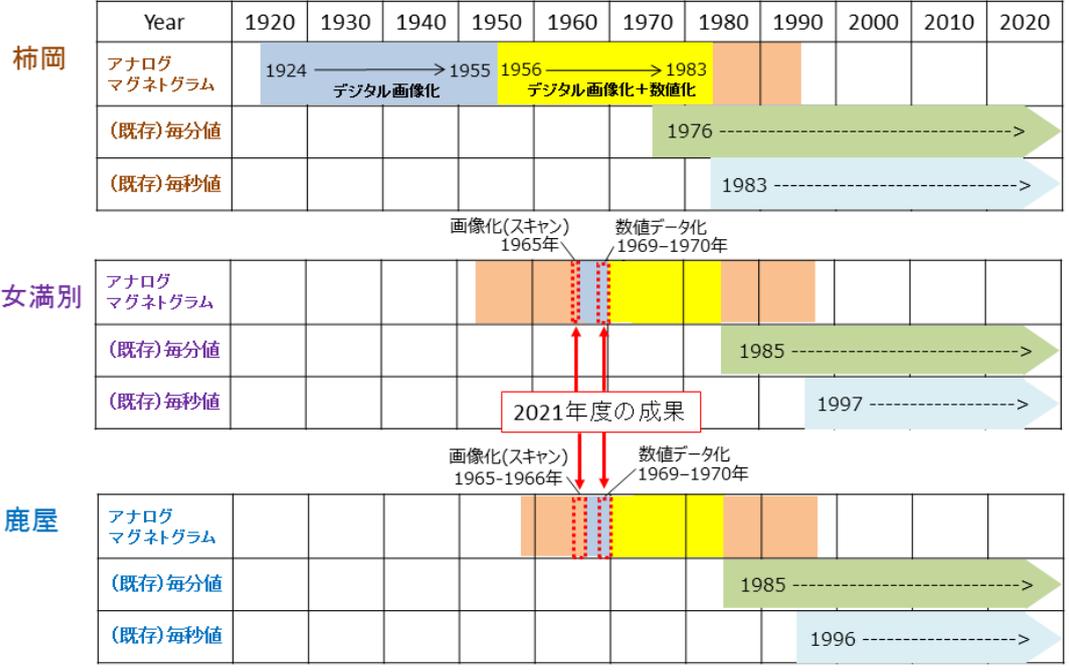


図1 デジタル画像化されたアナログマグネトグラムの例（上：女満別、下：鹿屋）
水平成分(H)、鉛直成分(Z)、偏角(D)の変化が記録されている。日時はUTC。



凡例：
マグネトグラムが存在する期間
デジタル画像化した期間
デジタル画像化+数値データ化した期間

図2 2021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。

(別紙様式 8 - 2)

AVONのVLF/LF帯電磁波データのデータベース化
Data archives of the VLF/LF electromagnetic waves for AVON

大矢 浩代、千葉大学・大学院工学研究院

1. 研究目的

本研究目的は、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(22.2-68.5 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LF帯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成分については、生波形とダイナミックスペクトルを、LF/VLF帯標準電波は最高で0.1秒分解能の振幅・位相データを、IUGONET (<http://search.iugonet.org/list.jsp>)を通して公開する。本課題で作成するデータベースにより、東南アジアを中心とした主に中低緯度帯のD領域・下部E領域電離圏研究に貢献できる。その理由は、AVONが東南アジアにおける初めての雷観測ネットワークであり、雷を起源とし、電離圏下端で反射しながら伝搬するtweek空電を非常に数多く受信できるためである。また名古屋大学宇宙地球環境研究所(名大ISEE)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ると、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

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2021年1月まで公開した。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1地点あたり1年間で8TBのHDDを必要とした。VLFデータはこれまで保管していた東北大サーバから千葉大サーバへ移行中であり、現在は一時的に未公開となっている。

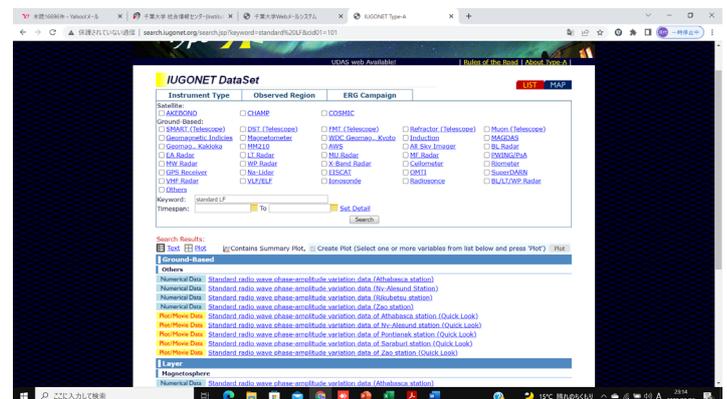


図1 IUGONET Type-AでのAVON検索画面

(<http://search.iugonet.org/search.jsp?keyword=standard%20LF&cid01=101>)。

成果発表

[1] 大矢浩代、土屋史紀、Jaroslav

Chum、高村民雄、塩川和夫、2022年1月15日トンガ噴火に関連した大気電場およびVLF/LF帯標準電波の変動について、2021年度第2回STE現象報告会、オンライン、2022年3月8日。

(別紙様式 8 - 2)

準天頂衛星システム(QZSS)で計測された内部磁気圏磁場データベース
Creation of Database of geomagnetic field in the inner magnetosphere measured by Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)

相田 真里、宇宙航空研究開発機構・研究開発部門

1. 研究背景・目的

準天頂衛星システム(QZS)は、「8の字衛星」の呼称で親しまれているQZS衛星群からなる。現在1-4号機の4機が運用中であるが、そのうちの1号機(QZS-1)、2号機(QZS-2)、4号機(QZS-4)にはフラックスゲート磁力計が搭載されており、磁気赤道面から離れた内部磁気圏における地球磁場の変化を継続して計測している。本データの一部は、すでに宇宙航空研究開発機構(JAXA)で保有するデータベースシステム(SEES)で公開している。しかし、これらの磁場データは、衛星座標系のデータ形式であることやオフセット値が考慮されていない等の理由から、データ較正が不十分であるため、科学解析を行うための磁場データとして利用することは困難であった。本研究では、QZS-1、-2、-4の磁場データを科学解析に利用できる形へ座標変換することや、データフォーマットの策定を行い、研究者が利用しやすいデータベースの作成を目的として、データの較正を実施した。また作成したデータベースは、SEESのホームページなどから公開し、ユーザのデータ利用率向上を目指す。

2. 方法と結果

以下で述べる方法では、2台の磁力計を有するQZS初号機の場合を例とする。2010年9月-2016年12月から、1日のKp指数の最大値が0.3以下の日のみを対象とした(1日を通してKp指数が0か0+であるもの)。次にこの対象について、XYZ各軸の観測値とIGRF12+Tsyganenko 89cのKp=0の時のモデル値と並列プロットを行い、UTで1時間ごとに観測値およびモデル値の平均を計算し、その差(B_diff)もプロットした。最後にB_diffの値(オフセット値)が約6年間でどのような値になっているかをグラフ化した。その結果、(1)ノイズに埋もれないデータがある程度存在し、(2)比較的UT依存が小さく、(3)EC姿勢-YS姿勢間の差が小さい、09-18 UTの時間帯のみを用いて、利用できるデータ点をすべて平均したとき、オフセット値は表1のように評価した。QZS-2、QZS-4に搭載される磁力計は1台となるが、ベースとなる評価方法は初号機と同様である。本研究より得られた較正レベルの磁力計データについては、JAXA SEESのデータベースサイトから近く公開する予定である。また、デジタルオブジェクト識別子(DOI)を付与し、データ引用を促す。参考までにランディングページのレイアウトを図1に示す。

表1 QZS初号機に関する2台の磁力計と各姿勢におけるオフセット値

	EC姿勢	YS姿勢	全て
MAM1 X	58.17 nT	60.87 nT	59.84 nT
MAM1 Y	408.33 nT	410.66 nT	409.76 nT
MAM1 Z	-203.87 nT	-200.33 nT	-201.69 nT
MAM2 X	-527.24 nT	-528.67 nT	-528.38 nT
MAM2 Y	-202.12 nT	-199.29 nT	-199.87 nT
MAM2 Z	483.72 nT	471.94 nT	474.37 nT



図1 JAXA 宇宙環境計測情報システムのランディングページ公開例

3. まとめ

本研究では、すでに JAXA で取得済である QZS-1、-2、-4 の磁場データを科学解析に利用できる形へ座標変換やオフセット値の決定、データフォーマットの整備等を実施した。またデータ利用ユーザの利便性向上のため、簡易プロット機能の追加やデータ公開に向けた研究データサイトの環境整備等も進めた。これらの QZS 磁力計データについては、さらにデータの較正精度レベルの向上も視野に入れ、近日 JAXA SEES のデータベースより公開予定である。

4. 謝辞

本研究では、本共同研究に加え、名古屋大学 ERG サイエンスセンターの方々の協力をいただき簡易プロット機能の IDL プログラムの作成にご協力いただきました。末筆ではありますが感謝申し上げます。

5. 成果発表

1. Imajo, S., Nosé, M., Aida, M., Matsumoto, H., Higashio, N., Tokunaga, T., & Matsuoka, A. (2021). Signal and noise separation from satellite magnetic field data through independent component analysis: Prospect of magnetic measurements without boom and noise source information. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2020JA028790. <https://doi.org/10.1029/2020JA028790>

2. 相田 真里, 東尾 奈々能勢, 松本 晴久, 木本 雄吾, 上野 遥, 今城 峻, 能勢 正仁, 宇宙環境計測情報システム(SEES)のDOI導入に向けた検討状況, 第150回地球電磁気・地球惑星圏学会, オンライン, S002-09, 2021年11月2日

3. 今城 峻, 能勢 正仁, 相田 真里, 松本 晴久, 東尾 奈々, 徳永 旭将, 松岡 彩子, 独立成分分析を用いた人工衛星干渉磁場の分離: 伸展物とノイズ源情報を用いない磁場観測, 第150回地球電磁気・地球惑星圏学会, オンライン, 2021年11月4日

(別紙様式 8 - 2)

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

阿部修司、九州大学・国際宇宙天気科学・教育センター

データベース作成共同研究において、九州大学にて運用している MAGDAS/CPMN 地磁気ネットワーク観測のデータベースを作成・更新した。データベース作成のため、MAGDAS/CPMN 地磁気ネットワークの地磁気 3 成分 1 秒、1 分値に対し、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。大学間連携プロジェクト「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究 (IUGONET)」が提案する形式のメタデータを作成し、IUGONET メタデータ・データベース (IUGONET Type-A) を更新した。登録された磁場データは、SPEDAS (Space Physics Environment Data Analysis System) に含まれるプログラムからダウンロードして利用することができるようにした。また、最新フラックスゲート磁力計で記録している 10Hz サンプリングデータについても、別途処理しデータベース化をおこなった。合わせて、磁場 3 成分ラインプロット、FFT スペクトログラムを含むクイックルックプロットを作成した。合わせて、日本篠栗観測点及びロシアパラツンカ観測点で取得したイオノグラムデータを処理し、クイックルックプロットを作成した。また、日本久住観測点に設置しているインダクション磁力計データについて、データベース化のためのデータ整理を進めた。