

2023年度 08) データベース作成共同研究 目次詳細

4 件

*所属・職名は2024年3月現在
*Affiliation and Department displayed are current as of March 2024.

研究代表者 Principal Investigator	所属機関* Affiliation	所属部局 Department	職名* Job title	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	282	
青木陽介	東京大学	地震研究所	准教授	超稠密GNSS受信機網を用いた電離圏イメージング観測に向けてのデータベース構築	284	
久保雅仁	自然科学研究機構国立天文台	SOLAR-Cプロジェクト	助教	「ひので」衛星太陽極域磁場ISEEデータベースの精度検証	285	
吉川顕正	九州大学	国際宇宙惑星環境研究センター	教授	MAGDAS/CPMNデータのデータベース化	287	

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。このような記録は少なくとも1924年以降アナログ形式で残存しており、1960年代以前の激甚宇宙天気現象を高時間分解能で理解する上で必要不可欠なデータソースである。

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。このデータベースの作成により、1分値あるいは更に高時間分解能のデータを抽出することができ、現存のデジタルデータよりさらに数十年間、過去に遡ったデータが利用可能になる。

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. 研究方法と研究結果

2023年度は、女満別の1962年と鹿屋の1962～1963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1,133枚の高精度スキャン作業（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。2022年度からは、柿岡の極端現象の数値化にも注力している。

3. まとめ

2012年度から2023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

○ 谷口秀隆、地磁気観測成果のデータベース化、「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）」令和5年度成果報告シンポジウム、東京大学弥生講堂、令和6年3月14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, 4, 5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。

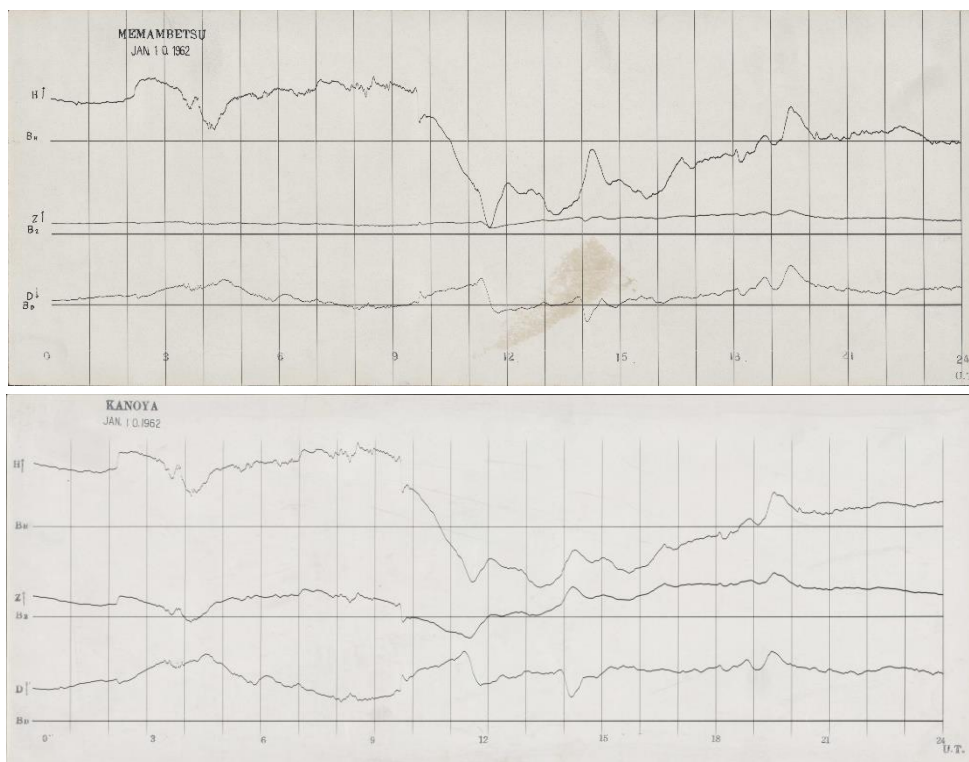


図1 デジタル画像化されたアナログマグネトグラム（上：女満別、下：鹿屋）
水平成分(H)、鉛直成分(Z)、偏角(D)の変化が記録されている。日時はUTC。

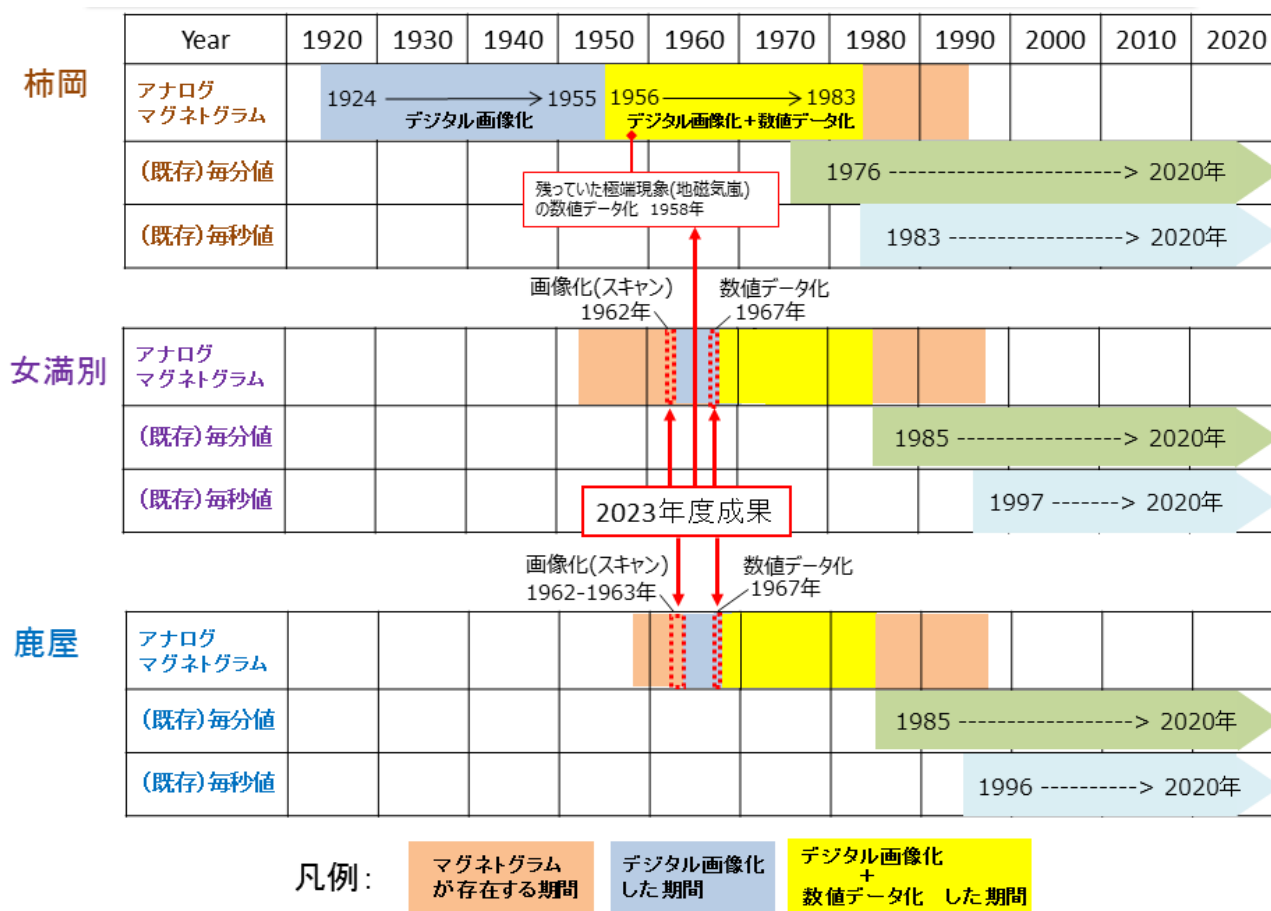


図2 2023年度までに実施されたアナログマグネトグラムのデジタル化成果のまとめ
デジタル画像及び数値化（毎分値、7.5秒値）したデータは全て公開している。

超稠密 GNSS受信機網を用いた電離圏イメージング観測に向けての
データベース構築

Database for imaging ionosphere with super-dense GNSS network

青木 陽介、東京大学・地震研究所

GNSS観測は観測点の座標の高精度な測位を本来の目的とするが、測位のためにはノイズとなる電離圏の電子密度擾乱をシグナルとして用いることもでき、これまでに磁気嵐・日食・地震・火山噴火などにもなう電離圏擾乱が研究されてきた。電離圏擾乱を正確にイメージングするためには稠密なGNSS観測網が不可欠であるが、近年のソフトバンク（株）によるGNSS観測網の整備は、その空間密度により電離圏イメージングに革新をもたらそうとしている。従来日本列島では、世界でも最も稠密な国土地理院によるGEONET観測（観測点密度15—20 km）が存在していたが、ソフトバンク（株）による観測網は観測点密度5—10 kmとGEONETのそれをはるかに凌駕するからである。

そこで我々は、このように充実した観測網から得られる情報を余すことなく活用することを目的としてデータベースを構築し、電離圏を高い時空間分解能でイメージングするための準備を整えた。また、Fu et al. (2024)は夜間の電離圏擾乱をソフトバンク（株）によるGNSS観測網およびGEONETを用いてイメージングし、ソフトバンク（株）によるGNSS観測網を用いることによって電離圏擾乱の空間分解能がE層において0.15度から0.1度に、F層において0.5度から0.3度に向し、さらに時間分解能が2分から1分に向ししたことを示した(図1)。このことは超稠密GNSS網が電離圏のイメージングをより高精度なものにするために大きく貢献していることを示す。

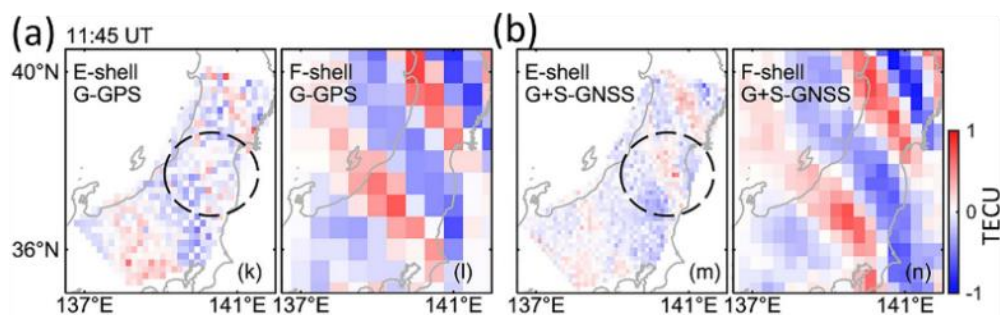


図1: (a)国土地理院 GNSS 受信機観測網(GEONET)で得られた GPS データを用いて推定された E 層 (左)と F 層(右)の全電子数変動. (b)GEONET 及びソフトバンク社の GNSS 受信機観測網で得られた複数 GNSS データを用いたもの(Fu et al. 2024).

参考文献

Fu, W., Otsuka, Y., Shinbori, A., Nishioka, M., Perwitasari, S. (2024), Performance of the double-thin-shell approach for studying nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances using two dense GNSS observation networks in Japan, *Earth Planet. Space*, 76, 7, doi:10.1186/s40623-023-01956-8.

「ひので」衛星太陽極域磁場ISEEデータベースの精度検証
Verification of ISEE database for Hinode/SOT polar magnetic field

久保雅仁、自然科学研究機構国立天文台・SOLAR-Cプロジェクト

1. 研究目的

名古屋大学宇宙地球環境研究所 (ISEE) で公開中の「ひので」衛星太陽極域磁場データベース (doi: 10.34515/DATA.HSC-00001) と米国High Altitude Observatory (HAO) の「ひので」衛星磁場データベースを比較し、ISEEデータベースの磁場導出精度の検証を行う。太陽極域磁場とその時間発展の詳細な観測は、「ひので」衛星の重要な成果の一つである。極域磁場の精密な測定は太陽活動の11年周期変動を理解する上で不可欠であり、太陽風の発生源を特定する上で重要な境界条件を提供する。ユーザーにとっては、データベースの品質や他のデータベースとの特徴の違いといった情報は、そのデータベースの使用の可否を判断する上で必要不可欠であり、本来はデータベース公開時に付随していることが望ましい。ISEEデータベースで使用されている磁場導出コードでは、極域磁場用にパラメータを最適化している部分があり、比較研究を通してISEE極域磁場データベースの優位な点を明確にし、より多くのユーザーの獲得を目指す。

2. 研究結果

米国HAOデータベースから導出した太陽面の法線方向の磁束密度が、名古屋大学ISEEの極域磁場データベースの結果に対して1.2倍程度大きくなる傾向を持つことが分かった (成果発表I、図1)。この傾向は、太陽サイクルや北極/南極に依存せず常に見られたため、磁場導出コードの特性と考えられる。磁束密度に差を生む原因は、2つのデータベースで使用している磁場導出コードでstray light profile (非磁気大気プロファイル) の仮定が異なるためと考えられる結果を得た。磁束密度の差が顕著なピクセルに対して、フィッティング誤差を評価したところ、フィッティング誤差はISEEデータベースの方が小さく、より適切なstray light profileを仮定していることを示唆している。

また、ISEEの極域磁場データベースを今後どのように維持・有効活用するかを議論するワークショップを本データベース作成共同研究の枠組みで2024年2月に開催した。その中で、ISEEの極域磁場データベースでは2021年9月までのデータが公開中であるが、これを最新の極域観測データ (2023年9月) まで拡張することを試みた。2019年12月に始まった今太陽サイクル (サイクル25) が当初の予定を上回るペースで推移していることが太陽物理のホットトピックの一つであるが、「ひので」衛星データにおいても緯度70-75度の領域で2023年に入り極性反転が進行している様子が確認されている (成果発表III、図2)。この解析に用いたデータは近日中にデータベースに追加される予定である。一方、緯度80度以上の高緯度領域において、ISEEの極域磁場データベースから導出した太陽面の法線方向の磁束密度が過小評価されている可能性を示唆する結果が得られており (成果発表II, V)、今後その原因を探るとともにデータベースへの様に反映させるかが重要である。

3. 成果発表

- I. M. Kubo, D. Shiota, Y. Katsukawa, M. Shimojo, D. Orozco Suarez, N. Nitta, M. DeRosa, R. Centeno, H. Iijima, T. Matsumoto, S. Masuda, "Comparison of polar magnetic fields derived from MILOS and MERLIN inversions with Hinode/SOT-SP data", Solar Physics, 2024, submitted.
- II. M. Kubo, D. Shiota, Y. Katsukawa, H. Iijima, S. Masuda, A. Fujimori, "Influence of magnetic filling factor estimation on the polar magnetic fields as observed with Hinode/SOT-SP", Hinode-16/IRIS-13 meeting, Niigata Japan, September 25-29, 2023.
- III. 塩田大幸、久保雅仁、勝川行雄、下条圭美、飯島陽久、松本琢磨、増田智、「ひのでで観測されたサイクル24-25の太陽極域磁場の変動」、日本天文学会春季年会、東京大学、2024年3月11-15日
- IV. 飯島陽久、「オープンフラックス問題の解決策：明るいコロナホールの可能性」、日本天文学会春季年会、東京大学、2024年3月11-15日
- V. 藤森愛梨沙、勝川行雄、久保雅仁、「ひので」極域データベースを用いた太陽極域磁場の緯度依存性の検証」、日本天文学会春季年会、東京大学、2024年3月11-15日

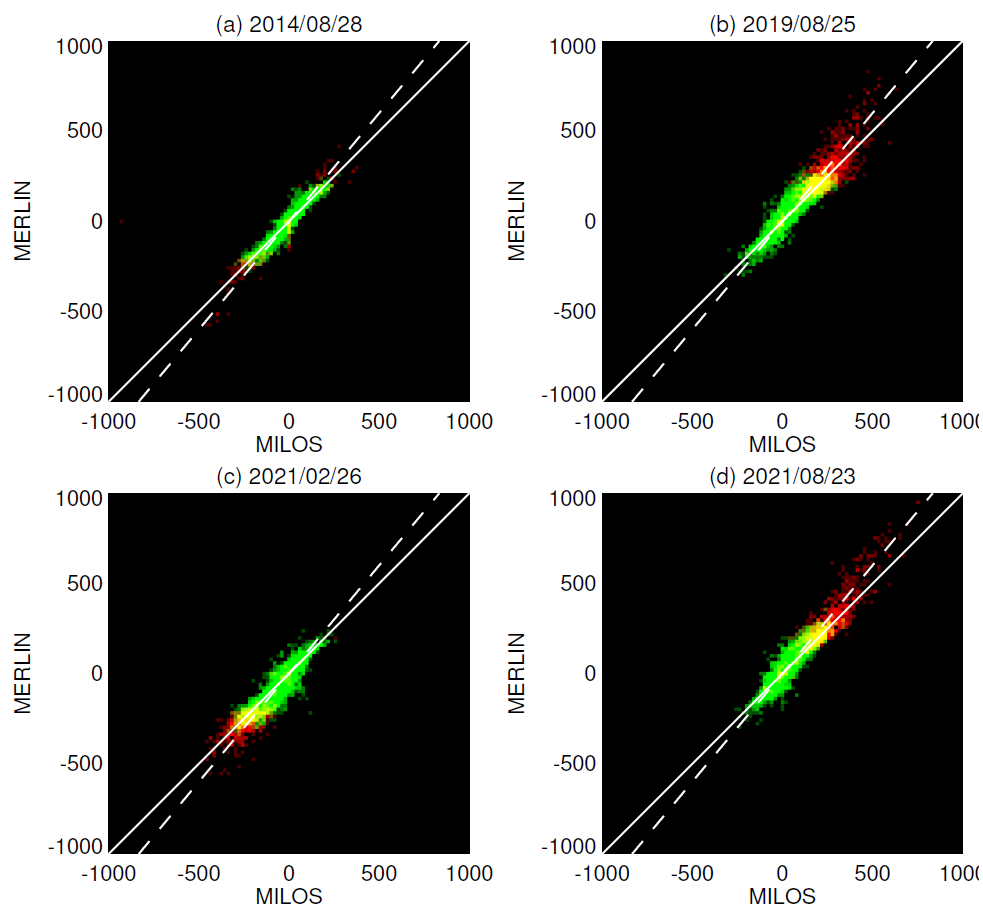


図 1: 太陽面の法線方向の磁束密度に対する、名古屋大学 ISEE 極域磁場データベース（横軸）と HAO データベース（縦軸）の比較。赤が偏光度 0.01 以上の領域で、緑が偏光度 0.004 以上 0.01 未満の領域で、黄色がオーバーラップ領域を示す。白の実線が 1 対 1 の直線で、白の点線は縦軸が 20% 大きな場合。(a), (b), (d) は太陽の北極域で、(c) は南極域のデータ。

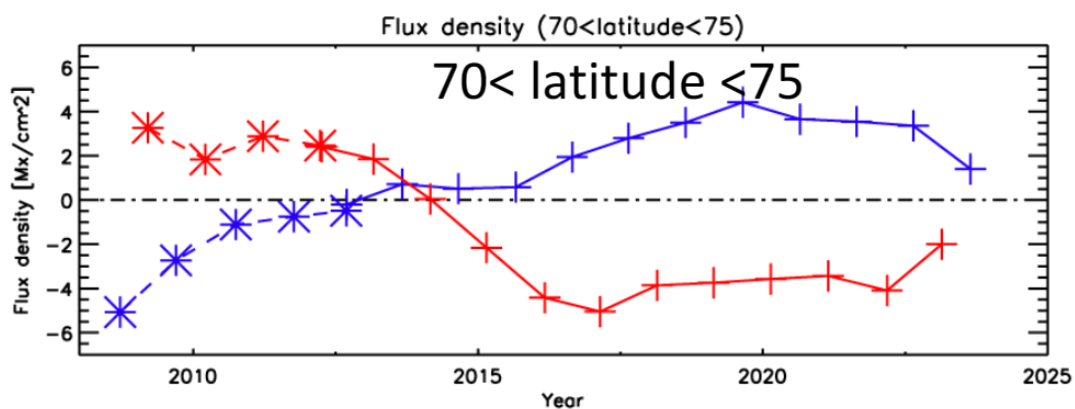
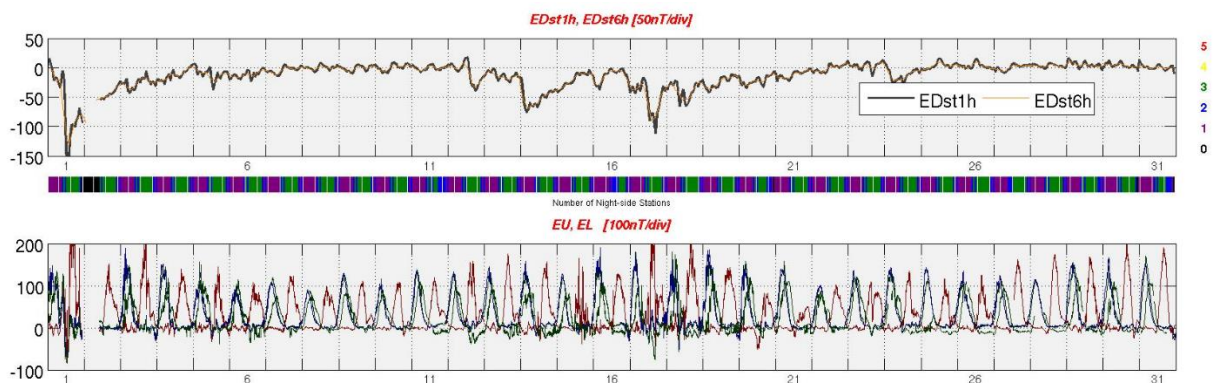


図 2: 緯度 70 度-75 度における太陽面の法線方向の平均磁束密度の年変化。赤が南極域、青が北極域を示す。

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

吉川顕正、九州大学・国際宇宙惑星環境研究センター

本データベース作成共同研究は、九州大学で運用している MAGDAS 地磁気ネットワークの観測データベースを作成・更新するものである。フラックスゲート型磁力計（3成分1秒、1分、10Hz 値）の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。登録した磁場データは、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。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)」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。また、インダクション磁力計データと FM-CW イオノグラムデータについて、観測データの収集と、データベース化のためのデータ整理を進めた。MAGDAS データベースを用いた EE-index の更新を進め、また、新たに高緯度観測点データを用いた Proxy PC index とウェブ解析インターフェースの開発を進めている。



処理データの例：EE-index(2023年12月)。12月初旬に発生したCME起源の磁気嵐による影響が磁気赤道領域の磁場変動でも確認できる

(<https://data.i-spes.kyushu-u.ac.jp/eeindex/QuickLook/202312.html>)。