

R011-01

C会場 : 11/25 AM1 (9:00-10:15)

9:00~9:20

#ホフマン アレックス¹⁾, Moldwin Mark²⁾

(¹⁾ アメリカ航空宇宙局, (²⁾ ミシガン大学

In Situ Calculation of Spaceflight Magnetometer Coupling Coefficients for Interference Removal using RAMEN Gradiometry Algorithm

#Alex Hoffmann¹⁾, Mark Moldwin²⁾

(¹⁾NASA Goddard Space Flight Center, (²⁾University of Michigan, Ann Arbor

High-fidelity in situ magnetic field measurements of celestial objects and the solar wind are often limited by spacecraft-generated interference, known as stray magnetic fields. These fields, generated by currents from spacecraft subsystems, are frequently several times stronger than the ambient magnetic field signals of interest. To mitigate this, strict magnetic cleanliness, long mechanical booms, and at least two magnetometers are typically necessary to eliminate the spacecraft-generated magnetic interference. When two magnetometers are placed collinearly on a boom, gradiometry can be performed by modeling the spacecraft's field as a dipole and subtracting it from the magnetometer measurements. However, this technique requires careful preflight characterization of the spacecraft's magnetic field to determine the dipole coupling coefficients and sufficient boom length. This process is time-intensive, costly, and prone to error due to the changing nature of a spacecraft magnetic field environment in operation. We present a novel method for in situ calculation of the gradiometric coupling coefficients, called the Reduction Algorithm for Magnetometer Electromagnetic Noise (RAMEN). RAMEN utilizes single-source point analysis and the time-frequency content of the magnetometer signals to identify stray magnetic field signals and calculate the gradiometric coupling coefficients. Through two Monte Carlo simulations, we demonstrate that the RAMEN gradiometry algorithm matches gradiometry with preflight coupling coefficient estimation. Additionally, we apply the RAMEN algorithm to noisy magnetometer data from the Venus Express spacecraft to demonstrate its use in situ. The RAMEN method enhances the fidelity of spaceborne magnetic field observations using gradiometry and reduces the burden of arduous preflight spacecraft magnetic characterization.

R011-02

C会場：11/25 AM1 (9:00-10:15)

9:20~9:40

DARTS 宇宙科学データアーカイブにおけるメタデータ駆動型 Web コンテンツ整備の取り組み

#中平 聡志¹⁾, 稲田 久里子¹⁾

¹⁾ 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

Metadata-Driven Web Content Organization in the DARTS Space Science Data Archive

#Satoshi NAKAHIRA¹⁾, Kuriko INADA¹⁾

¹⁾Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

DARTS is a space science data archive operated by the Institute of Space and Astronautical Science (ISAS). DARTS provides over 300 datasets from approximately 40 missions dating back to before 1970, offering diverse data across various fields. However, due to changes in data archiving standards over the years and differences in policies among research fields, the data has become a "hodgepodge", making the site difficult to navigate and use for users without specific data goals.

To address this issue, we aggregated all information into machine-readable metadata and developed a website and web applications that autonomously operate and display using this metadata. The metadata was created using the schema.org Dataset format, referencing various forms of text and HTML data, with one metadata entry generated for each dataset and each observation mission.

The website was developed using a static site generator based on nuxt.js, which generates pages from the data, including the metadata. Additionally, we developed dynamic web applications: a "Dataset Catalog Display" tool, which presents dataset contents in a human-readable format and allows for searchable access, and an "Observation Time Coverage Display" tool, which visualizes the time spans covered by numerous datasets. These tools are organically integrated into the entire site, making it easier for users to explore data relationships using various keywords.

Furthermore, we are developing a data search tool that creates indexes for each data file and incorporates faceted navigation to speed up filtered searches. This tool is also designed for API usage, allowing for detailed table retrieval by connecting with a specific database based on filtered criteria.

With much of the site's information now machine-readable, we have also considered leveraging AI. We are currently developing an interactive assistant system to support data exploration in DARTS. This system interprets user queries using AI, employing language models for searches and summaries, as well as API calls, to provide functions such as: 1) explanations of observation missions, 2) descriptions and suggestions of datasets, 3) information on data usage (e.g., code examples), and 4) data search and result provision, all through agent-based responses.

Through these efforts, DARTS is evolving into a data archive that is user-friendly for a diverse range of users and fosters new discoveries, while also enabling us to manage data more transparently.

DARTS は宇宙科学研究所が運営する宇宙科学データのアーカイブである。DARTS は、1970 年以前からの約 40 のミッションによる 300 以上のデータセットを提供しており、分野を超えた多様なデータを入手可能である。しかし、長年にわたるデータアーカイブの基準の変遷や、研究分野ごとの方針の違いにより、データは「寄せ集め」の状態となっており、特定のデータを目的としない利用者には見通しが悪く、使いづらいサイトであった。

この問題を解決するため、あらゆる情報を機械的に可読なメタデータとして集約し、メタデータを自律的に活用して稼働・表示される Web サイトおよび Web アプリケーションを構築した。メタデータは schema.org の Dataset を用いて作成し、様々な形式で書かれたテキストデータや HTML データを参考に、データセットごと、さらに観測ミッションごとにつづつ生成した。

Web サイトは nuxt.js を用いた静的サイトジェネレータにより、メタデータを含むデータからページを生成する方式を採用した。また、データセットの内容を人間にとって読みやすい形式で表示し、検索可能にする「データセットカタログ表示」のツールと、多数のデータセットがカバーする時間範囲を可視化する「観測時間カバレッジ表示」ツールを、動的な Web アプリとして構築し、サイト全体と有機的に結合させた。これにより、利用者は多様なキーワードを用いてデータの関連性を調べやすくなった。

さらに、データファイルごとの索引を作成し、絞り込み検索を高速化するファセットナビゲーションを導入したデータ検索ツールを開発している。このツールは API からの利用も想定しており、絞り込んだ状態から詳細データベースと連携してテーブル取得も可能である。

サイト内の多くの情報が機械にとって可読な状態になったことで、AI の活用も視野に入れた。現在、DARTS のデータ探索を支援する対話型アシスタントシステムの構築を進めている。このシステムは、AI がユーザーの質問を解釈し、言語モデルを用いた検索や AI による要約、API 呼び出しにより、1) 観測ミッションの説明、2) データセットの解説・提案、3) データの使用方法（コードなど）の情報提供、4) データ検索と結果の提供、といった機能を持つエージェントを呼び出して応答するものである。

これらの取り組みにより、DARTS は多様な利用者にとって使いやすく、新たな発見を促進するデータアーカイブへと進化しつつあり、私たち自身もデータの管理を見通し良く行える状態に近づいている。

R011-03

C 会場 : 11/25 AM1 (9:00-10:15)

9:40~9:55

ISC 世界データシステム (WDS) の現状と展望について

#村山 泰啓¹⁾

¹⁾NICT

Current Status and Perspectives of ISC World Data System

#Yasuhiro Murayama¹⁾

¹⁾National Institute of Information and Communications Technology

The current status and future perspectives of World Data System (WDS) an affiliated body of ISC (International Science Council, formerly ICSU) are introduced and are discussed in this paper. Expertise and strategic directions have change after changing the host of WDS-IPO (International Programme Office) from NICT, Japan to University of Tennessee, USA. The WDS Action Plan 2022-2024 has been proposed by the new WDS leadership in line with the ISC's Action Plan 2022-2024. During the first 10 years of WDS-IPO in Japan, the new scholarly research and science policy paradigm of Open Science as well as new Research Data Sharing and management (RDS/RDM) have emerged, and they have grown up to major agendas for international and domestics research data communities, not only for scientific research but also in context of UNESCO's SDGs and Open Science Recommendation or sustainability of the global society and science. Today's WDS Action Plan is redesigning the strategy for and to develop the data repository community and its new value proposition for not only the researcher community, but also for science stakeholders including publishers, funders, and science infrastructure practitioners, and for the general society. Also emerging is discussion, mainly by WDS-ITO (International Technology Office; hosted by University of Victoria, Canada) such as visioning and shaping a future framework of the international research data infrastructure like Global Research Data Commons, in connection with CODATA (Committee of Data of ISC) and RDA (Research Data Alliance). Discussions have been carried out in various conferences including symposia and plenary meetings of WDS, CODATA, RDA, AGU (American Geophysical Union) and so forth.

本論文では、ISC(国際科学会議、旧 ICSU) の関連機関であるワールドデータシステム (WDS) の、近年の活動概要や将来展望に関連する話題紹介、議論を行う。WDS-IPO(国際プログラムオフィス) のホストが NICT から米国テネシー大学に変更された際には関係者の専門性・方向性も変わり、新たな WDS のアクションプランが策定された。WDS アクションプラン 2022-2024 は、ISC のアクションプラン 2022-2024 に沿いつつ、新しい WDS のコアメンバーを中心に策定された。WDS-IPO が日本でホストされた最初の 10 年間に、オープンサイエンスという新しい学術研究と科学政策のパラダイム、新しい研究データの共有と管理 (RDS/RDM) の概念が重要視されるようになった。これは科学研究だけでなく、UNESCO の SDGs やオープンサイエンス勧告といった、グローバル社会と科学の持続可能性の文脈において、国際的および国内の研究データコミュニティの主要な将来課題となった。今日の WDS アクションプランは、こうしたオープンサイエンスの国際趨勢を背景として、研究者コミュニティだけでなく、科学活動のステークホルダー (例えば出版社、資金提供者、科学インフラの実践者等) や一般社会のための戦略を打ち出している。例えばデータリポジトリ・コミュニティの新しい価値提案のアウトプットのための戦略の再検討、調査作業を実施中である。また、WDS-ITO (International Technology Office、カナダ・ビクトリア大がホスト) を中心に、新たな国際的研究データインフラの将来の枠組み作りに取り組んできた。例えば他の国際的に主要な研究データ議論の母体である CODATA(ISC データ委員会) や RDA(Research Data Alliance) と連携して Global Research Data Commons と呼ばれる新たなコンセプトモデル、枠組み作りなどに積極的に参画してきた。実際の議論は、例えば WDS、CODATA、RDA、AGU(米国地球物理学連合) などの開催するシンポジウムや総会、WG など様々な場で課題としてとりあげられ、日本からは国立情報学研究所も取りまとめに参画するなど、研究データ基盤の将来像検討の 1 つとして注視される。

R011-04

C会場：11/25 AM1 (9:00-10:15)

9:55~10:10

研究データへのDOI登録にかかわる課題と展望

#白井 知子¹⁾

¹⁾ 国立環境研究所

Challenges and Prospects of DOI Registration for Research Data

#Tomoko Shirai¹⁾

¹⁾National Institute for Environmental Studies

The Digital Object Identifier (DOI), one of the most widely used persistent identifiers (PID), has been mainly used as an identifier for journal articles with the spread of electronic journals. DOI can be assigned to any digitized content, and with the movement towards open science, it is expanding its target object to research products other than academic papers.

The registration of DOI for research data started to be discussed internationally in the 2000s. Japan's DOI registration agency, JaLC (Japan Link Center), implemented the "The Experimental Project of DOI Registration for Research Data" in 2014, and the first research data DOI in Japan was registered in 2015 [1]. The deliverable of this project was published as the "Guidelines for Registering DOIs for Research Data" in October 2015. Based on the community cultivated in the project, the "Research Data Utilization Forum (RDUF)" was established in 2016, to foster cross-disciplinary discussions on the utilization of research data.

Since then, research data DOI has been proven to be effective in many aspects of research data management and utilization, including deterring research misconduct, responding to data guidelines/policies of journals, publishers, institutes, and funding agencies, keeping track of research data citations, etc... However, DOI registration for research data has not spread easily due to a lack of experience in the implementation system and workflow, and difficulty in gaining understanding about the significance of DOI registration. Under such circumstances, RDUF established the "Subcommittee for Promoting DOI Registration for Research Data" in November 2021 and published a revised version of the guidelines in June 2024, reflecting the accumulated experiences and case studies since its initial publication [2].

In the field of geosciences, the practice of sharing data internationally to advance research is already common, and the benefits of data DOI registration is significant. Still, data volume in the geosciences tend to become large, and it is not easy to secure enough resources, including manpower for research data management and utilization. In this presentation, I will introduce the revised guidelines, share examples and challenges of DOI registration for research data in the field of geosciences, aiming towards more concrete discussions.

References

[1] Alaska Project of NICT (CRL)-GI/UAF, Mesospheric wind velocity data (30min. mean) observed with MF radar at Poker Flat, Alaska, doi:10.17591/55838dbd6c0ad

[2] Subcommittee for Promoting DOI Registration for Research Data, "Guidelines for Registering DOIs for Research Data" (Japanese version), 2024, doi:10.11502/rd_guideline_2e.ja

一意かつ恒久的に対象を識別できる永続的識別子 (PID:Persistent identifier) の代表とも言えるデジタルオブジェクト識別子 (DOI:Digital Object Identifier) は、電子ジャーナルの普及に伴い、学術論文の識別子として広く流通している。DOIは電子化されたコンテンツであれば何にでも付与することができ、オープンサイエンスの動きにつれて、論文以外の研究成果にも対象を拡げている。

研究データへのDOI登録は、2000年代に国際的に議論され始め、日本のDOI登録機関であるJaLC (ジャパンリンクセンター) は2014年より「研究データへのDOI登録実験プロジェクト」を実施し、2015年に国内初の研究データDOI[1]が登録された。このプロジェクトの成果は「研究データへのDOI登録ガイドライン」として2015年10月に公開され、そこで培われたコミュニティを基に、2016年に「研究データ利活用協議会」(Research Data Utilization Forum: RDUF)が設立され、研究データ利活用まわりの分野横断的な議論が継続できるようになった。

その後も、研究不正の抑止をはじめとし、学術雑誌や出版社・所属機関・資金提供機関のデータポリシーへの対応、研究データ管理・利活用のための永続的アクセスの保証、研究データ公開を研究評価に用いるための成果の紐づけなど、研究データへDOIを登録する動機は増える一方であるにもかかわらず、実施体制やワークフローがわからない、DOI登録の意義を明確に説明できず周囲の理解が得られない等の理由で研究現場ではなかなかデータへのDOI登録が進まない現状があった。そのような状況の下、RDUFでは2021年11月に「研究データへのDOI登録促進」小委員会を立ち上げ、立場や目的、研究分野の異なるメンバーによる議論を重ねた上で、初版公開以降に蓄積された経験や事例を反映させたガイドライン改訂版[2]を2024年6月に公開した。

地球科学分野では、国際的にも広くデータを使い合って研究を進める慣習が既にあり、データの公開・利活用が進みやすく、DOI登録のメリットも享受しやすい。とはいえ、データが膨大になりやすい、データの管理・利活用に充てられるリソースが少ない等の課題は依然として存在している。本講演では改訂されたガイドラインについて紹介するとともに、地球科学分野での研究データへのDOI登録の事例や課題を共有し、より具体的な議論に繋げたい。

参考文献

- [1] Alaska Project of NICT (CRL)-GI/UAF, Mesospheric wind velocity data (30min. mean) observed with MF radar at Poker Flat, Alaska, doi:10.17591/55838dbd6c0ad
- [2] ジャパンリンクセンター運営委員会:「研究データへの DOI 登録ガイドライン」, 2024, doi:10.11502/rd_guideline_2e_ja

R011-05
C会場：11/25 AM2 (10:30-12:00)
10:30～10:45

データをめぐる国際機関の動向

#石井 守^{1,2)}

⁽¹⁾ 情報通信研究機構, ⁽²⁾ 名古屋大学宇宙地球環境研究所

Trends in International Organizations related Observational Data

#Mamoru Ishii^{1,2)}

⁽¹⁾National Institute of Information and Communications Technology, ⁽²⁾Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

With Recommendation A/AC.105/C.1/L.401 reported by UN/COPUOS in 2022, the coordination and collaboration of international organizations on space weather is accelerating. As a pilot project, data-related topics are being considered. Currently, the WMO is developing a framework for sharing weather data, and project to use these frameworks for space weather-related data sharing have begun. As one of these activities, an attempt to share ionograms using WIS2.0 is underway. Currently, there is no standard format for ionograms, but studies are underway to use SAO (Standard Archiving Output), which is widely used, and there is a high possibility that this will establish its position as the de facto standard. In addition to the above, this presentation will report on activities related to data in WDS and other organizations.

UN/COPUOS A/AC.105/C.1/L.401

https://www.unoosa.org/oosa/oosadoc/data/documents/2022/aac.105c.11/aac.105c.11.401_0.html

WIS2.0 <https://community.wmo.int/en/activity-areas/wis/wis2-implementation>

SAO <https://ulcar.uml.edu/~iag/SAO-4.htm>

2022年にUN/COPUOSが提出した勧告A/AC.105/C.1/L.401により、宇宙天気に関する国際機関の調整・連携が加速しつつある。そのパイロットプロジェクトとして、データ関連のテーマが検討されている。現在、WMOでは気象データの共有のためのフレームワークが開発されており、これらを宇宙天気関連のデータ共有に利用する活動が始まっている。

そのうちのひとつとして、WIS2.0を用いたイオノグラムの共有を行う試みを進めている。現在イオノグラムでは標準フォーマットが存在しない状況であるが、広く使用されているSAO (Standard Archiving Output) を使う方向で検討が進んでおり、これによりデファクトスタンダードとしての位置づけが確立する可能性が高い。

本講演では、上記に加えてWDS等でのデータに関する活動を報告する。

R011-06

C会場：11/25 AM2 (10:30-12:00)

10:45～11:00

分野横断型研究データベース AMIDER の公開

#小財 正義¹⁾, 田中 良昌¹⁾, 阿部 修司²⁾, 南山 泰之³⁾, 新堀 淳樹⁴⁾, 門倉 昭¹⁾

(¹ROIS-DS, (²九大 国際宇宙, (³情報研, (⁴名古屋大学宇宙地球環境研究所

Release of the cross-disciplinary research database AMIDER

#Masayoshi Kozai¹⁾, Yoshimasa Tanaka¹⁾, Shuji Abe²⁾, Yasuyuki Minamiyama³⁾, Atsuki Shinbori⁴⁾, Akira Kadokura¹⁾

(¹Joint Support-Center for Data Science Research, Research Organization of Information and Systems, (²International Research Center for Space and Planetary Environmental Science, Kyushu University, (³National Institute of Informatics, Research Organization of Information and Systems, (⁴Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Polar Environment Data Science Center (PEDSC) of Joint Support-Center for Data Science Research (ROIS-DS), Research Organization of Information and Systems (ROIS), was established in 2017 with the aim of promoting the management, publication, and utilization of scientific data, primarily in polar science. Leveraging the diverse fields in polar science, such as life sciences, geosciences, and space sciences, we have developed a new research data-sharing platform, AMIDER (Advanced Multidisciplinary Integrated-Database for Exploring New Research), with collaborative institutes. AMIDER is characterized by its multidisciplinary database, which is applicable to diverse fields and data types, and its user-friendly design, which encourages access by non-expertized users. The catalog view on the top page and search results pages consists of thumbnail images and snippets of each dataset, utilizing a general design in EC sites to enhance user accessibility. Individual dataset pages offer functions that meet the needs of not only non-expertized users but also scientific specialists, such as a data download function where the observational period is selectable, and a visualization of the specimens or data plots. Additionally, as a new initiative, related datasets are proposed to provide users with a "walk-around" experience between datasets, based on correlations and relationships between different datasets. Challenges for the future include extracting more interdisciplinary relationships through text analysis of metadata and a visualization of the relationships using network analysis. To improve the data curation process, which forms the basis of the research database, we are also exploring the development of dedicated tools and the use of natural language processing for semi-automation. The AMIDER website (<https://amider.rois.ac.jp/>) began its public operation in April 2024. As of July 2024, over 15,000 metadata have been registered, and approximately 500 visitors are accessing the website every day. We will present the development, current status, and future perspective of the AMIDER.

情報・システム研究機構データサイエンス共同利用基盤施設 (ROIS-DS) 極域環境データサイエンスセンター (PEDSC) は、極域科学を中心とした科学データの管理・公開・利活用の推進を目的として 2017 年に設立された。その柱の一つとして、生命科学、地球科学、宇宙科学など多様な分野が含まれる極域科学の特徴を活かし、各共同研究機関とともに新たな研究データ公開基盤 AMIDER (Advanced Multidisciplinary Integrated-Database for Exploring new Research) を開発した。多様な分野やデータタイプへ適用できる分野横断的なデータベースと、分野外ユーザーのアクセスを促進するためのユーザーフレンドリーなデザインが AMIDER の特長である。トップページや検索結果ページのカタログ表示は各研究データのサムネイル画像とスニペットで構成され、EC サイトなどの汎用的なデザインを用いることでユーザーのアクセス性向上へ配慮している。各データセットのページでは、観測期間などを選択し一括取得できるデータダウンロード機能や、標本画像やデータプロットの表示機能など、各分野研究者の利用にも耐えうる機能を提供している。さらに新たな試みとして各データセット間の相関や関連性を抽出し、関連データとして提示することで研究データ間の「渡り歩き」へユーザーを誘導する機能を実装している。メタデータのテキスト分析によるより多分野の関連性抽出や、ネットワーク分析などによる新たな関連性可視化が今後の課題である。また、データベースの根幹をなすデータキュレーションを効率化するため、専用ツールの開発や自然言語処理による半自動化も検討を進めている。AMIDER ウェブサイト (<https://amider.rois.ac.jp/>) は 2024 年 4 月に公開運用を開始した。2024 年 7 月時点で 1 万 5 千を超えるメタデータが登録され、1 日当たり約 500 のアクセス者数を数えている。本講演では、これら運用状況も含め、AMIDER の開発や今後の展望について発表する。

R011-07

C会場：11/25 AM2 (10:30-12:00)

11:00~11:15

GAIA シミュレーションデータのメタデータ・DOI登録

#埜 千尋¹⁾, 陣 英克¹⁾, 新堀 淳樹²⁾, 能勢 正仁³⁾, 田中 良昌⁴⁾, 阿部 修司⁵⁾, 村山 泰啓¹⁾, 品川 裕之⁶⁾, 三好 勉信⁷⁾, 藤原 均⁸⁾

(¹⁾ 情報通信研究機構, (² 名古屋大学宇宙地球環境研究所, (³ 名古屋市・DS 学部, (⁴ 国立極地研究所/ROIS-DS/総研大, (⁵ 九大国際宇宙, (⁶ 九州大学国際宇宙惑星環境研究センター, (⁷ 九大・理・地球惑星, (⁸ 成蹊大学

Metadata and DOI registrations of GAIA simulation data

#Chihiro Tao¹⁾, Hidekatsu Jin¹⁾, Atsuki Shinbori²⁾, Masahito Nose³⁾, Yoshimasa Tanaka⁴⁾, Shuji Abe⁵⁾, Yasuhiro Murayama¹⁾, Hiroyuki Shinagawa⁶⁾, Yasunobu Miyoshi⁷⁾, Hitoshi FUJIWARA⁸⁾

(¹National Institute of Information and Communications Technology (NICT), (²Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, (³School of Data Science, Nagoya City University, (⁴National Institute of Polar Research, (⁵International Research Center for Space and Planetary Environmental Science, Kyushu University, (⁶International Research Center for Space and Planetary Environmental Science, Kyushu University, (⁷Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, (⁸Seikei University

The Ground-to-topside model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy (GAIA) is an Earth's atmosphere – ionosphere coupled model that treats seamlessly the neutral atmospheric region from the troposphere to the thermosphere as well as the thermosphere – ionosphere interactions, including electrodynamics self-consistently. Basic parameters for mesosphere, thermosphere, and ionosphere regions simulated by GAIA and related data used for papers are archived and published at the website <https://stage.nict.go.jp/spe/gaia/data.e.html>. Not only developers but also domestic and foreign researchers access and analyze the dataset targeting various phenomena.

IUGONET (Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETWORK) has been constructing a comprehensive metadata database for various observation data of upper atmospheres obtained from a global ground-based observation network. Although the simulation outputs by GAIA are not observation results, they have a complementary role to deepen the understanding of the observation results and nature. We consider the registration is useful way to inform the dataset widely.

The Space Physics Archive Search and Extract (SPASE) schema referenced by IUGONET was originally intended for observational data. The SPASE version 2.6.0, which was expanded to include the registration of simulation data, was released in August 2023. On the other hand, since the SPASE is the standard for the NASA's Heliophysics data, some items related to model descriptions and coordinate systems were insufficient for the atmospheric and ionospheric model GAIA. After consulting with SPASE consortium members, version 2.6.1, which addressed these issues, was released in June 2024. Using this version, we were able to prepare metadata for the GAIA data.

We are updating the data DOI registration system for converting IUGONET/SPASE metadata to DOI metadata, including the new mandatory items of JaLC and the adaptation of SPASE version 2.6.1.

全大気圏 – 電離圏結合モデル GAIA (Ground-to-topside model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy) は、地上から超高層大気領域までを境界なくつなぎ、中性大気と電離大気との相互作用を扱う物理モデルで、中間圏・熱圏・電離圏領域の変動の再現と予測を目的に開発を進めている。GAIA から出力された、長期 (1996 年 1 月 ~ 2018 年 2 月) の中間圏・熱圏・電離圏領域の基本計算データおよび論文等に用いた関連データをウェブ <https://stage.nict.go.jp/spe/gaia/data.html> からアクセスいただけるよう公開している。開発メンバーの他、国内外の研究者にアクセスいただき、さまざまな現象の解析に利用されている。

IUGONET (Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETWORK) は、全球規模の地上観測ネットワークによる様々な超高層大気の観測データについて、網羅的なメタデータのデータベースを構築している。GAIA による超高層大気のシミュレーション結果は観測結果ではないものの、観測結果を考察し理解を深めるために相補的な役割を持つものとして、データを知っていただくためにも、IUGONET のデータベースへの登録は大変有効と考えられる。IUGONET で参照するスキーマである SPASE は、もともと観測データ用のものであったが、シミュレーションデータの登録を視野に拡張された 2.6.0 版が 2023 年 8 月に公開された。他方、NASA Heliophysics データの記述の標準である SPASE では、大気圏・電離圏モデル GAIA では十分ではないモデル説明や座標系の項目があったため、SPASE 関係者と相談し、反映された 2.6.1 版が 2024 年 6 月に公開された。これを用いて GAIA のデータについてのメタデータを作成することができた。

また、データ DOI 登録のために、IUGONET 用メタデータから DOI 登録用のメタデータへ変換するシステムについて、JaLC の新しい必須項目や SPASE-2.6.1 版に対応するよう改修を現在進めている。

R011-08

C会場：11/25 AM2 (10:30-12:00)

11:15~11:30

BepiColombo/MMO 衛星データのための惑星データシステム (PDS) に準拠したデータアーカイブの開発

#堀 智昭¹⁾, 三好 由純²⁾, 田 采祐³⁾, 新堀 淳樹⁴⁾, 北村 成寿⁵⁾, 山本 和弘⁶⁾, 千葉 翔太⁷⁾, 瀬川 朋紀¹⁾, 松田 昇也⁸⁾, 村上 真也⁹⁾, 相澤 紗絵¹⁰⁾, 原田 裕己¹¹⁾, 篠原 育¹²⁾, 村上 豪¹³⁾, 原 拓也¹⁴⁾

(¹名大 ISEE, (²名大 ISEE, (³名大 ISEE 研, (⁴名古屋大学宇宙地球環境研究所, (⁵名大・宇地研, (⁶名大 ISEE, (⁷ISEE, (⁸金沢大学, (⁹JAXA, (¹⁰宇宙研/ピサ大学, (¹¹京大・理, (¹²宇宙機構/宇宙研, (¹³ISAS/JAXA, (¹⁴カリフォルニア大バークレー校

Development of a Planetary Data System (PDS) compatible data archive of Bepi-Colombo/MMO

#Tomoaki Hori¹⁾, Yoshizumi Miyoshi²⁾, ChaeWoo Jun³⁾, Atsuki Shinbori⁴⁾, Naritoshi Kitamura⁵⁾, Kazuhiro Yamamoto⁶⁾, Shota Chiba⁷⁾, Tomonori Segawa¹⁾, Shoya Matsuda⁸⁾, Shinya Murakami⁹⁾, Sae Aizawa¹⁰⁾, Yuki Harada¹¹⁾, Iku Shinohara¹²⁾, Go Murakami¹³⁾, Takuya Hara¹⁴⁾

(¹Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, (²Institute for Space-Earth Environment Research, Nagoya University, (³Institute for Space-Earth Environmental Research, (⁴Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, (⁵Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, (⁶Institute for Space-Earth Environmental Research (ISEE), Nagoya University, (⁷Institute for Space and Earth Environmental Research, Nagoya University, (⁸Kanazawa University, (⁹Japan Aerospace Exploration Agency, (¹⁰ISAS/JAXA, University of Pisa, (¹¹Graduate School of Science, Kyoto University, (¹²Japan Aerospace Exploration Agency/Institute of Space and Astronautical Science, (¹³Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, (¹⁴UC Berkeley

The Center for Heliospheric Science (CHS), operated by the Institute for Space-Earth Environmental Research (ISEE) of Nagoya University, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), and the National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ), has been developing a science data archive for the Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO, also known as Mio) spacecraft of the BepiColombo mission. Besides development of many kinds of datasets, one of the toughest tasks is to build a data archive that is compliant with the standards of National Aeronautics and Space Administration (NASA) Planetary Data System version 4 (PDS4). The PDS4 standards require a data archivist to prepare a set of documents describing how to process and derive data as well as many metadata files in eXtensible Markup Language (XML), such as PDS4 label attached to each of individual data files. In addition to the PDS4 archive, we plan to develop and maintain another, rather conventional data archive that can be accessed by data users through the space physics environment data analysis system (SPEDAS). We therefore need special consideration in developing both data files and archives to allow us to ingest data files and metadata into both archives as automatically as possible so that the data archives can be maintained with the least manual effort. Since early this year we have accelerated development of the first version of a PDS4 label for MMO data and also prepared level-2pre science data from the cruise phase of the project. After some coordinations with the Mercury Planetary Orbiter (MPO) team and necessary refinements, we are about to make the first release of the Solar Particle Monitor (SPM) level-2pre dataset with their PDS4 labels. In the presentation, we describe the status of our development and discuss its future perspective as well as some lessons learned obtained from our trial and error.

名古屋大学宇宙地球環境研究所、宇宙航空研究開発機構、および国立天文台によって共同運用されている太陽圏サイエンスセンター (Center for Heliospheric Science; CHS) は、日欧共同の水星探査ミッションである BepiColombo プロジェクトで運用されている Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO, 別名 Mio) の科学データアーカイブの開発を行っている。この開発では、多種多様なデータファイルの開発に加えて、米国航空宇宙局 (NASA) の Planetary Data System version 4 (PDS4) 標準に沿ったデータアーカイブを準備する必要がある。このためには、どのようにデータを処理・導出したかについて記述された文書と、eXtensive Markup Language (XML) 形式で記述される多くのメタデータファイルを用意する必要がある。この PDS4 準拠のアーカイブとともに、太陽地球系物理学分野で広く利用されている統合データ解析ツール the space physics environment data analysis system (SPEDAS) を使ってユーザーがデータにアクセスできるように、従来よく用いられている形態のデータアーカイブも並行して準備する予定である。これらのアーカイブを開発する際には設計を熟慮し、実際の運用時に手動的な作業を最小限にして、この2つのデータアーカイブに可能な限り自動でデータファイルを流し込めるようにする必要がある。今年度は、MMO データのための PDS4 label の最初のリリースと、クルーズ期間に得られた科学データを Level-2pre データとしてリリースする準備を本格的に進めてきた。Mercury Planetary Orbiter (MPO) チームとの調整や改訂を経て、もうすぐ MMO 衛星の Solar Particle Monitor (SPM) の Level-2pre データを、その PDS4 label と一緒にリリースできるところまでできている。発表では、MMO 衛星データアーカイブ開発の現状と将来の展望について紹介し、またこれまで開発から得られた lessons learned についても議論したい。

R011-09

C会場：11/25 AM2 (10:30-12:00)

11:30～11:45

研究データの可視化・検索向上を目指したメタデータ変換と機関リポジトリへの登録

#新堀 淳樹¹⁾, 能勢 正仁²⁾, 三好 由純³⁾, 堀 智昭⁴⁾, 大平 司⁸⁾, 田中 幸恵⁸⁾, 直江 千寿子⁸⁾, 我喜屋 累⁸⁾, 岡本 麻衣子⁸⁾, 相良 毅⁹⁾, 田中 良昌⁵⁾, 阿部 修司⁶⁾, 上野 悟¹¹⁾, 今城 峻⁷⁾, 芦北 卓也¹⁰⁾, 堀 優子¹⁰⁾, 清水 敏之¹⁰⁾, 岡村 奈々子¹⁰⁾, 平野 かおる¹⁰⁾

⁽¹⁾名古屋大学宇宙地球環境研究所, ⁽²⁾名古屋市・DS 学部, ⁽³⁾名大 ISEE, ⁽⁴⁾名大 ISEE, ⁽⁵⁾国立極地研究所/ROIS-DS/総研大, ⁽⁶⁾九大 国際宇宙, ⁽⁷⁾京大・地磁気センター, ⁽⁸⁾名古屋大学附属図書館, ⁽⁹⁾情報試作室, ⁽¹⁰⁾九州大学附属図書館, ⁽¹¹⁾京都大学大学院理学研究科附属天文台

Metadata conversion and registration in institutional repositories to improve the visibility and availability of research data

#Atsuki Shinbori¹⁾, Masahito Nose²⁾, Yoshizumi Miyoshi³⁾, Tomoaki Hori⁴⁾, Tsukasa Oohira⁸⁾, Sachie Tanaka⁸⁾, Chizuko Naoe⁸⁾, Rui Gakiya⁸⁾, Maiko Okamoto⁸⁾, Takeshi Sagara⁹⁾, Yoshimasa Tanaka⁵⁾, Shuji Abe⁶⁾, Satoru UeNo¹¹⁾, Shun Imajo⁷⁾, Takuya Ashikita¹⁰⁾, Yuko Hori¹⁰⁾, Toshiyuki Shimizu¹⁰⁾, Nanako Okamura¹⁰⁾, Kaoru Hirano¹⁰⁾

⁽¹⁾Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ⁽²⁾School of Data Science, Nagoya City University, ⁽³⁾Institute for Space-Earth Environment Research, Nagoya University, ⁽⁴⁾Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ⁽⁵⁾National Institute of Polar Research, ⁽⁶⁾International Research Center for Space and Planetary Environmental Science, Kyushu University, ⁽⁷⁾Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University, ⁽⁸⁾Nagoya University Library, ⁽⁹⁾Info Proto Co., Ltd., ⁽¹⁰⁾Kyushu University Library, ⁽¹¹⁾Astronomical Observatory, Graduate School of Science, Kyoto University

Recently, government policy makers and research funding agencies have requested that research institutions and researchers should carry out proper data management for research data produced with support from public funding and also develop a metadata database for data retrieval and future reuse. In fact, principal investigators are required to prepare a research data management plan for Grants-in-Aid for Scientific Research proposals newly funded after FY2024, and to submit information on the data release and metadata (data describing the data itself and their contents) when they report the results in the final year. In this study, we develop a mapping table for converting specific metadata managed in each research field into general metadata, and then register the converted metadata in institutional repositories and the research data infrastructure system (NII Research Data Cloud). We also seek to extend these procedures to other research institutions and other research fields. This action should enable not only researchers but also data users in the education field and industry to find research data that have originally been used only by researchers in some limited research fields, thereby promoting use of different field data as well as data-driven research. In this study, we have converted the SPASE (Space Physics Archive Search and Extract) metadata of ground-based observation data of solar-terrestrial physics managed by the Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET), to the JPCOAR (Japan Consortium for Open Access Repository) metadata, which can be registered in institutional repositories. For the metadata conversion, we first developed a mapping table from the SPASE to JPCOAR data model. Next, we developed a conversion tool based on the mapping table. Using the table and tool, we have successfully registered 284 and 180 metadata in the field of space earth science to institutional repositories of Nagoya University and Kyushu University, respectively. These metadata were then harvested by the institutional repository database (<https://irdb.nii.ac.jp/>), data catalog cross search system (<https://search.ckan.jp/>), and Google Dataset Search (<https://datasetsearch.research.google.com/>). As a result, these data became easier to find research data through various data search systems. Based on this achievement, we plan to expand the project to Kyoto University in the future. Further, both the SPASE and JPCOAR data models were recently updated to 2.6.1 and 2.0, respectively, allowing to deal with a wider range of data types from ground and satellite observation data to model and simulation data. Following the updates of these metadata models, we also update the mapping tables and improve the registration scheme for institutional repositories. In this presentation, we will describe our efforts in detail and mention the future direction of the project.

近年、政策決定者や研究資金配分機関から、各研究機関・研究者に対して、公的資金を用いて作成された研究データについて適切なデータマネジメントを実施し、データを検索・再利用できるようなメタデータデータベースを整備することが要請されている。実際に 2024 年度以降に新規に採択された科研費課題については、研究データマネジメントプランを作成し、最終年度の成果報告時に研究データ公開情報およびメタデータ（データそのものやデータの内容を記述するデータ）を提出することが研究代表者に義務付けられている。このような背景にあって本研究では、各研究分野で作成・管理されているメタデータを一般的で汎用的なメタデータに変換するためのマッピングテーブルの作成とその実装を行うことで、変換したメタデータを機関リポジトリおよび研究データ基盤システム (NII Research Data Cloud) に登録することを目指す。また、こうした一連の手順を、他研究機関や他研究分野へ展開することを試みる。これにより、一部の研究者のみに利用されていた研究データを、研究者だけでなく教育・産業界にわたる利用者からも検索できるようにし、幅広い異分野データの利活用およびデータ駆動型研究の推進を図るものである。本研究では、「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)」プロジェクトで管理している太陽地球系物理学の地上観測データの SPASE (Space Physics Archive Search and Extract) メタデータの、機関リポジトリに登録可能な JPCOAR (Japan Consortium for Open Access Repository) メタデータへの変換を行った。このメタデータ変換を行うにあたり、SPASE から JPCOAR データモデルへのマッピングテーブルを作成し、それを基に変換ツールを整備した。その結果、宇宙地球科学分野について名古屋大学：284 件、九州大学：180 件のデータに対して機関リポジトリへの登録が完了し、その後、ハーベストにより、これらのメタデータは、学術機関リポジトリデータベース (<https://irdb.nii.ac.jp/>)、データカタログ横断検索システム (<https://search.ckan.jp/>)、Google Dataset Search (<https://datasetsearch.research.google.com/>) などに登録され、多くのデータ検索システム上から研究データが見つけられやすくなった。今後、この実績を踏まえ、京都大学への展開を実施する計画である。また、近年になって、SPASE と JPCOAR データモデルが、それぞれ 2.6.1 と 2.0 にバージョンアップされた。これにより、地上・衛星観測データに加え、モデル・シミュレーションデータ等の幅広いデータ種を取り扱えるようになった。これに対応するために、マッピングテーブルの更新と機関リポジトリへの登録スキームの改良を行っている。本講演では、この取り組みと今後の方向性について述べる予定である。

R011-10
C会場 : 11/25 AM2 (10:30-12:00)
11:45~12:00

#橋本 大志¹⁾

⁽¹⁾ 極地研

Hello World! with EISCAT_3D

#Taishi Hashimoto¹⁾

⁽¹⁾National Institute of Polar Research

The EISCAT_3D project installs a multistatic phased-array incoherent scatter radar network in the northern part of the Scandinavian Peninsula. To have maximum flexibility in operating remote sites via a fiber network, a software-defined-radio architecture is employed, and users can communicate with the EISCAT_3D radar system via the EISCAT_3D commanding library (e3d-commanding Python Package) on a Jupyter Notebook. This presentation introduces the possible release candidate of the e3d-commanding library and demonstrates a basic implementation of a radar application.

R011-11

C会場 : 11/25 PM1 (13:15-15:15)

13:15~13:35

宇宙天気研究のための大規模基盤モデルの長期的活用に向けて

#徳永 旭将¹⁾, 中西 慶一¹⁾

¹⁾ 九工大

Towards the long-term utilization of large-scale foundation models for space weather research

#Terumasa Tokunaga¹⁾, Keiichi Nakanishi¹⁾

¹⁾ Kyushu Institute of Technology

Utilizing foundation models has become a significant trend in statistical machine learning and AI research. Foundation models are pretrained on large-scale datasets for application to various specific tasks. The full utilization of these foundation models is considered important for space weather research in terms of both basic research and forecasting research. This tutorial introduces the research and development trends of foundation models, focusing on image recognition and time series prediction tasks. Additionally, we outline the major challenges in the introduction and long-term use of foundation models for space weather research.

大規模なデータセットを用いて事前学習され、幅広いタスクに適用できる汎用性の高いモデル：基盤モデルを活用することは、現在の統計的機械学習や AI 研究の主要なトレンドの一つとなっている。宇宙天気研究においても、これら基盤モデルを十分に活用することは、基礎研究と予報研究の双方の立場から重要であると考えられる。本チュートリアルでは、画像認識や時系列予測問題を中心に、基盤モデルの研究開発動向を紹介する。また、基盤モデルを宇宙天気研究に活用する、特に長期的に運用する上で考えられるについて概説する。

R011-12

C会場 : 11/25 PM1 (13:15-15:15)

13:35~13:50

グローバルMHDモデルのエミュレータを用いた極域電離圏再解析データ作成への展望

#中野 慎也^{1,3,4}, Reddy Sachin², 片岡 龍峰^{2,4}, 中溝 葵⁵, 藤田 茂^{1,3}

(¹ 統計数理研究所, (² 極地研究所, (³ データサイエンス共同利用基盤施設データ同化研究支援センター, (⁴ 総合研究大学院大学, (⁵ 情報通信研究機構

Prospects for generating reanalysis data of the polar ionosphere based on an emulator of a global MHD model

#Shin'ya Nakano^{1,3,4}, Sachin Reddy², Ryuho Kataoka^{2,4}, Aoi Nakamizo⁵, Shigeru Fujita^{1,3}

(¹The Institute of Statistical Mathematics, (²National Institute of Polar Research, (³CARA, Joint Support Center for Data Science Research, (⁴The Graduate Institute for Advanced Studies, SOKENDAI, (⁵National Institute of Information and Communications Technology

Although a wide area of the polar ionosphere can be observed by various methods, it is not easy to grasp the state of the entire polar ionosphere due to some gaps of the spatial coverage of the observations. On the other hand, the recent development of global MHD models has made it possible to predict the state of the polar ionosphere under given solar wind conditions. It would therefore be a promising approach to combine MHD simulation and the ionospheric measurements for analysing the state of the polar ionosphere. However, realistic MHD models of the magnetosphere is too computationally expensive to examine various events. To overcome this problem, we are constructing a machine-learning-based emulator that mimics the outputs of a global MHD model, REPPU. The latest version of the emulator, SMRAI2, instantaneously provides a spatio-temporal patterns of the electric potential and current in the polar ionosphere from a sequence of the solar wind data. The outputs of the emulator look reasonable and they roughly corresponds to the line-of-sight velocity as observed by SuperDARN radars. We then conduct data assimilation to incorporate ionospheric measurements such as the SuperDARN data into this emulator. The product of the data assimilation may be able to be used as reference data for the polar ionosphere in the future. We will report the current status and future prospects of our project.

R011-13

C会場 : 11/25 PM1 (13:15-15:15)

13:50~14:05

シンボリック回帰の太陽地球系科学データへの適用による新たな支配方程式の発見

#能勢 正仁¹⁾, 小山 聡¹⁾, 古賀 亮一¹⁾

¹⁾ 名市大・DS 学部

Discovery of new governing equations through the application of symbolic regression to solar-terrestrial physics data

#Masahito Nose¹⁾, Satoshi Oyama¹⁾, Koga Ryoichi¹⁾

¹⁾ School of Data Science, Nagoya City University

In solar-terrestrial physics, advancements in observational instrument performance, multi-point observations, high temporal resolution, and the large capacity of storage media have led to the continuous generation of vast amounts of data that are challenging to process solely by human capabilities. Traditionally, researchers have analyzed observational data through plotting and statistical processing to elucidate the properties of various electromagnetic phenomena occurring in space, identified the controlling parameters, and formulated the relationships between physical quantities. However, with the exponential increase in data volume, it has become increasingly difficult to handle this information purely with human effort. In the fields of information science and deep learning, a method called "symbolic regression" has been developed to automatically generate mathematical models from data without incorporating human biases, domain-specific knowledge, or pre-specifying the functional forms. Specifically, approaches such as genetic algorithms, discovery of modularity through neural networks, and combination of symbolic regression modules with inference modules have been proposed. However, there are very few reports on the application of these cutting-edge symbolic regression techniques to actual large-scale observational data.

Therefore, we focused on the solar wind-magnetosphere coupling functions, which have been the subject of formulation attempts in the field of solar-terrestrial science, and investigated how symbolic regression could re-evaluate these functions and the equations that derive related physical quantities. Various methods of symbolic regression, such as Eureqa, PySR, AI Descartes, and Φ -SO, have been proposed. For this study, we utilized AI Feynman, which has publicly available code and relatively comprehensive documentation. When applied to test data generated from theoretical equations, the symbolic regression method demonstrated excellent performance in estimating physical equations. When artificial noise with a normal distribution was added to the test data, relatively good estimation results were obtained as long as the standard deviation of the noise was less than a few percent of the standard deviation of the test data. Since most data in solar-terrestrial physics contain some level of noise, symbolic regression could be an effective tool for advancing research when the noise is minimal. In the presentation, we will show actual application examples and discuss the applicability of symbolic regression methods to the field of solar-terrestrial physics.

太陽地球系科学においては、観測器の性能向上・多点観測・高時間分解能・記憶媒体の大容量化が進み、人の能力だけでは処理することが難しいような大量のデータが連続して生み出されている。従来は、研究者が観測データをグラフ化したり、統計的処理を行ったりして、宇宙空間で生起している様々な電磁気現象の性質を解明し、それらをコントロールするパラメータを見出して物理量間の定式化を行ってきた。しかしながら、現在では、データ量が爆発的に増加し、人の能力だけでは処理することが難しくなっている。情報科学・深層学習の分野では、巨大なデータに対して、人間の先入観や分野の専門知識を含めたり、関数の形式を事前に指定したりせずに、データから数式モデルを自動的に生成する「シンボリック回帰」と呼ばれる手法が開発されてきている。具体的には、遺伝的アルゴリズム、ニューラルネットワークによるモジュラリティ性の発見、記号回帰モジュールと推論モジュールを組みわせる方法などが提案されている。ただ、こうした最先端のシンボリック回帰手法が実際の大規模観測データに適用されたという報告はほとんどない。

そこで、これまで太陽地球系科学分野で定式化が試みられてきた太陽風-磁気圏結合関数に焦点を当て、この式やそれに関係する物理量を導く式がシンボリック回帰によってどのように再評価されるかを調査した。シンボリック回帰の方法としては、Eureqa, PySR, AI Descartes, Φ -SO など様々なものが提案されているが、コードが公開されており、説明文章も比較的充実している AI Feynman を利用した。理論式から作成したテストデータに対しては、シンボリック回帰による物理式の推定は非常に優秀な成績を示した。テストデータに正規分布の人工ノイズを加えたところ、ノイズの標準偏差が、テストデータの標準偏差の数 % 以下であれば、比較的良好な推定結果が得られた。太陽地球系物理学のデータにはノイズが含まれることがほとんどであり、それが小さい場合にはシンボリック回帰は研究を進展させる有効なツールになるかもしれない。講演では、実際の適用例を元に、シンボリック回帰手法の太陽地球系科学分野への応用可能性について議論する。

R011-14

C会場：11/25 PM1 (13:15-15:15)

14:05~14:20

ひさき宇宙望遠鏡が観測した地球放射線帯のエネルギー粒子由来の紫外線イメージの異常検知

#古賀 亮一¹⁾, 小山 聡¹⁾, 能勢 正仁²⁾, 吉岡 和夫³⁾

(¹ 名市大, (² 名市大・DS 学部, (³ 東大・新領域

Anomaly detection in Hisaki EUV spectroscopy images caused by energetic proton from the Earth's radiation belt

#Koga Ryoichi¹⁾, Oyama Satoshi¹⁾, Nose Masahito²⁾, Yoshioka Kazuo³⁾

(¹School of Data Science, Nagoya City University, (²School of Data Science, Nagoya City University, (³Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

Since the Earth radiation belt was discovered in the late of 1950s., many satellites conducted plasma measurements to study the production, transportation, and loss processes of high-energy particles. Particles in the radiation belts are trapped by the Earth's intrinsic magnetic field and enter the upper atmosphere over the regions connected to the radiation belts via magnetic field lines. To detect the signal from the Earth radiation belt, we used the data from the Hisaki space telescope, which was launched in September 2013 and continuously observed the solar system for 10 years. The orbital altitudes are 950 km at perigee and 1,150 km at apogee, the orbital inclination from the equator is 30°. In Hisaki, the EUV spectroscopy named EXCEED consists of a 20 cm off-axis parabolic mirror and spectrometer with a diffractive grating and microchannel plate (MCP) photon detector. The spectral region on the MCP is limited to the center. Therefore, the dark counts in the other area can be used as the monitor of the Earth's radiation.

The sudden increase in the dark count rate (2- 5 times larger than the nominal period) was detected several times. In addition, we tried to solve the response anomaly detection problem to detect small enhancements that are hard to find by visual inspection. We applied multiple regression for the time series of the dark counts with the variables of the satellite geometric parameters. As a result, the data points outside the confidence interval of the fitting were newly detected as minor anomalies. To determine if the anomaly events were caused by solar wind disturbance, we include the feature of Disturbance Storm-Time (Dst) index in the regression model.

1950年代後半に地球放射線帯が発見されて以来、多くの人工衛星が高エネルギー粒子の生成、輸送、損失過程を解明するためにプラズマの計測を行ってきた。放射線帯の粒子は地球の固有磁場によって捕捉され、磁力線を介して放射線帯に接続する上層大気に侵入する。私たちは地球放射線帯からの信号を検出するために、2013年9月に打ち上げられ、太陽系を10年間継続的に観測した「ひさき」宇宙望遠鏡のデータを使用した。軌道高度は近地点で950km、遠地点で1,150km、赤道からの軌道傾斜角は30°である。ひさきの極端紫外分光器「EXCEED」は、20cmの軸外し放物面鏡と、回折格子MCP検出器を備えた分光器から構成されている。MCP上のスペクトル領域は中心に限られており、それ以外の領域のダークカウントは、地球放射のモニターとして使用することができる。

データ解析によって、ダークカウント率の急激な増加（通常時の2-5倍）が何度か検出された。これに加えて、目視では見つけにくい微小な増加を検出するために、応答異常検出の問題を解くことを試みた。ダークカウントの時系列に対して、衛星の地理的なパラメータの変数を用いた重回帰を適用した。その結果、フィッティングの信頼区間外のデータ点が新たに軽微な異常として検出された。この異常現象が太陽風の擾乱によるものかどうかを判断するために、Dst (Disturbance Storm-Time) 指数の特徴を回帰モデルに含めるつもりである。

R011-15

C会場 : 11/25 PM1 (13:15-15:15)

14:20~14:35

#片岡 龍峰^{1,4}, レディ サチン¹, 中野 慎也², ペティット ジョシュア³, 中村 勇貴⁴

(¹ 極地研, (² 統計数理研究所, (³ NASA/GSFC, (⁴ 東京大学

Citizen science of storm-time aurora in Japan

#Ryuho Kataoka^{1,4}, Sachin Reddy¹, Shinya Nakano², Joshua Pettit³, Yuki Nakamura⁴

(¹ National Institute of Polar Research, (² The Institute of Statistical Mathematics, (³ NASA/GSFC, (⁴ The University of Tokyo

During large geomagnetic storms, red auroras are typically observed from low-latitude countries such as Japan. The color arises from the specific emission line of Oxygen atoms at high altitudes. However, during the May 10-11th 2024 superstorm, magenta auroras were observed above Japan instead of the typical red. In this study, we demonstrate that the magenta hue is created by a mixture of red (O) and a blue (N₂⁺) aurora at extremely high altitudes. The blue color originates from the N₂⁺ first negative emission band caused by both resonant scattering of the upwelling molecular ions and heavy particle precipitation during the storm. This study is primarily driven by observations from citizen scientists, and confirmed and quantified with observations from spacecraft and modeling techniques. Additionally, we show that high solar activity, terrestrial season, and the preheating of the atmosphere all contribute to the occurrence of magenta aurora. This study showcases the value and richness of citizen science, and we anticipate that such approaches will become increasingly important in the future.

R011-16

C会場 : 11/25 PM1 (13:15-15:15)

14:35~14:50

デジタル画像記録方式ソーダボトル磁力計を用いた観測及びデータ処理教育

#今城 峻¹⁾

¹⁾ 京大・地磁気センター

Education of Observation and Data Processing with a Digital Image-Recording Soda Bottle Magnetometer

#Shun Imajo¹⁾

¹⁾ Graduate School of Science, Kyoto University

The soda bottle magnetometer, which is a handmade torsion-type magnetic variometer, has been used for education of the space weather in middle-to-high latitude region. However, this teaching material is rarely used in magnetically low latitude regions such as Japan because manual reading of the light spot reflected from the mirror attached to the sensor magnet cannot resolve small magnetic field fluctuations. To use the soda bottle magnetometer for a class at Kyoto University, I combined it with a data recording system that a webcam takes images of the position of the light spot on a regular basis, named "Image-Recording Soda Bottle Magnetometer". The data was recorded by taking 96 images at 4 images/s for 24 seconds every 5 minutes. The center positions of the light spot were accurately determined by a Python program. The resolution of the magnetic declination is less than ~ 0.08 arcmin (or ~ 0.7 nT) which is about ten times better than the manual reading. The new-type soda bottle magnetometer successfully detected Sq variations and substorm magnetic bays at Kyoto (GMLat ~ 25 degrees) with amplitude of < 5 nT. Since the data is acquired as digital format, students can analyze the data acquired by themselves on their computers. The cost of the observation system is inexpensive (less than 10,000 yen except PC). The digital image-recording soda bottle magnetometer has potential for use in Japanese geoscience education, not only in universities but also in high schools.

R011-17

C会場：11/25 PM1 (13:15-15:15)

14:50~15:05

太陽地球系科学データ活用した高等教育におけるデータサイエンス教育実践の可能性

#藤本 晶子¹⁾, 数理・DS・AI 教育推進室¹⁾

¹⁾ 九工大

Potential for data science education practices in higher education using solar-terrestrial science data

#Akiko Fujimoto¹⁾, MDASH Education Promotion Office¹⁾

¹⁾ Kyushu Institute of Technology

Today, in the real world, it is required to generate new knowledge on unsolved social problems by utilizing various types of data across different fields, based on solid mathematical reasoning and data analysis skills. Recent developments in information technology have increased society's expectations of AI and data science. In particular, the role of AI as a trigger for social transformation through digital transformation (DX) is regarded as important. As human resources responsible for this DX, the AI Strategy 2019 requires personnel who understand and can utilize mathematics, data science, and AI. To develop human resources with these skills, the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) has established the "Approved Program for Mathematics, Data science and AI Smart Higher Education" (MDASH) to approve educational programs at universities, junior colleges, and technical colleges.

The digital, science and mathematics fields are being strengthened in university education, and in order to maximize the effects of this policy, data science education is being also promoted in high schools with a view to developing human resources to support the growing digital sector. Programming education has become a required subject in high schools as 'Information I' from the 2022 academic year. All high school students learn about programming, networking, database basics, etc. Practical learning is expected to go beyond classroom learning, using various types of sensor data and other big data.

In many of the SGPSS research tasks, measurement data are collected using a variety of geophysical metrology sensors in different domain regions with different elementary physical processes, covering from the Earth's interior to the Earth's upper atmosphere region, the Sun, and the solar system planets. These data are in a variety of data formats, including time series data, batch data (discrete data) and image/video data. Knowledge discovery is then based on statistical analysis, including multivariate data analysis and machine learning. This series of research processes is consistent with the basic cycle of data science and shows high affinity as teaching materials for data science education.

In this presentation, specific examples of practical data science education using solar-terrestrial science data at the Kyushu Institute of Technology will be presented: (1) hands-on training workshops on machine learning for students and staff from across the university, (2) the PBL (Project Based Learning) course for information engineering graduate students provides practical data science training, such as designing machine learning models and making inferential predictions using space weather data, (3) hands-on practice package using sunspot number and satellite orbit data provided to the high school as part of the DX High School project of MEXT.

今日、実社会では、確かな数理的推論とデータ分析能力をベースに、分野横断的に様々なデータを活用し、未解決の社会問題に対する新たな知見を生み出すことが求められている。近年の情報技術の発展により、AIやデータサイエンスに対する社会の期待は高まっている。特に、デジタルトランスフォーメーション(DX)による社会変革のトリガーとしてのAIの役割が重要視されています。このDXを担う人材として、「AI戦略2019」では、数学、データサイエンス、AIを理解し、活用できる人材が求められている。文部科学省では、これらの能力を有する人材を育成するため、「数学・データサイエンス・AI Smart 高等教育認定プログラム」(MDASH)を創設し、大学・短期大学・高等専門学校における教育プログラムを認定している。

大学教育ではデジタル・サイエンス・数学分野の強化が進められているが、その効果を最大限に発揮するため、成長するデジタル分野を支える人材育成の観点から、高校でもデータサイエンス教育が推進されている。プログラミング教育は、2022年度から高校で「情報I」として必修化された。高校生全員がプログラミングやネットワーク、データベースの基礎などを学び、座学に留まらない、各種センサーデータなどのビッグデータを活用した実践的な学習が期待されている。

SGPSS研究課題の多くでは、地球内部から地球高層大気領域、太陽、太陽系惑星に渡って、さまざまな物理素過程の異なる領域空間において、さまざまな物理計測センサーを用いて計測データが収集される。これらのデータは、時系列データ、バッチデータ(離散データ)、画像/映像データなど、さまざまなデータ形式がある。そして、多変量データ解析や機械学習などの統計解析に基づいた知識発見が行われる。この一連の研究プロセスは、データサイエンスの基本サイクルに合致しており、データサイエンス教育の教材としても親和性が高いと言える。

本講演では、九州工業大学における太陽地球系科学データを用いた実践的なデータサイエンス教育の具体例として、(1)全学の学生・職員を対象とした機械学習に関するハンズオントレーニングワークショップ、(2)情報工学系大学院生を対象としたPBL(Project Based Learning)コースにおける機械学習モデルの設計や宇宙天気データを用いた推論予測など

の実践的なデータサイエンス教育、(3) 文部科学省 DX ハイスクール事業の一環として高校に提供した太陽黒点数や衛星軌道データを用いた実習パッケージについて紹介する。

R011-P01

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

#田中 良昌^{1,8,9}, 阿部 修司², 新堀 淳樹³, 今城 峻⁴, 上野 悟⁵, 能勢 正仁⁶, 埜 千尋⁷, 陣 英克⁷

(¹ 国立極地研究所, (² 九州大学国際宇宙惑星環境研究センター, (³ 名古屋大学宇宙地球環境研究所, (⁴ 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, (⁵ 京都大学大学院理学研究科附属天文台, (⁶ 名古屋市立大学データサイエンス学部, (⁷ 情報通信研究機構, (⁸ ROIS-DS, (⁹ 総研大

Recent activity of the IUGONET project: Update of metadata, data analysis tools and systems

#Yoshimasa Tanaka^{1,8,9}, Shuji Abe², Atsuki Shinbori³, Shun Imajo⁴, Satoru UeNo⁵, Masahito Nose⁶, Chihiro Tao⁷, Hidekatsu Jin⁷

(¹National Institute of Polar Research, (²International Research Center for Space and Planetary Environmental Science, Kyushu University, (³Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, (⁴Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University, (⁵Hida Observatory, Graduate School of Science, Kyoto University, (⁶School of Data Science, Nagoya City University, (⁷National Institute of Information and Communications Technology, (⁸Research Organization of Information and Systems, Joint Support-Center for Data Science Research, (⁹The Graduate University for Advanced Studies, SOKENDAI

We present recent activities in the Inter-university Upper-atmosphere Global Observation NETWORK (IUGONET) project: (1) update of metadata, (2) development of a Python-based analysis tool, (3) development of a DOI registration system, and (4) application for WDS network membership. Regarding (1), the IUGONET metadata is based on Space Physics Archive Search and Extract (SPASE) data model, and the metadata for more than 1,200 datasets have been registered in the metadata database "IUGONET Type-A". The metadata schema currently used for IUGONET Type-A is SPASE 2.4.0 and is being updated to the latest version (SPASE 2.6.1). Since SPASE 2.6.1 can describe simulation data, we tried and succeeded in creating a metadata for the Ground-to-topside model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy (GAIA) simulation data, which are archived and published by the National Institute of Information and Communications Technology (NICT). As for (2), we have developed a plug-in for Space Physics Environment Data Analysis Software (SPEDAS), which is written in Interactive Data Language (IDL), and a MATLAB-based analysis software (M-UDAS) to analyze various upper atmosphere data. Recently, we developed a plug-in package for Python-based SPEDAS (PySPEDAS) that includes routines for loading over 20 types of data and it is available from GitHub. PySPEDAS with the IUGONET plugin were used for analyzing EISCAT radar data at the EISCAT radar school held in Finland this August. It is expected that this plug-in will be incorporated into PySPEDAS in the near future. For (3), it is becoming common in recent years to register DOIs to data. Thus, we developed a prototype of a new system that can register data DOIs using SPASE 2.6 metadata in collaboration with NICT. This system allows us to register DOIs for many datasets registered in IUGONET Type-A. Regarding (4), we applied for network membership to WDS and it is under review as of August 2024. In the presentation, we will report on these topics in detail.

R011-P02

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

#阿部 修司¹⁾, 芦北 卓也²⁾, 堀 優子²⁾, 吉川 顕正^{1,3)}

⁽¹⁾ 九大 国際宇宙, ⁽²⁾ 九州大学附属図書館, ⁽³⁾ 九大/理学研究院

Research data distribution activities in cooperation with Kyushu University Library

#Shuji Abe¹⁾, Takuya Ashikita²⁾, Yuko Hori²⁾, Akimasa Yoshikawa^{1,3)}

⁽¹⁾International Research Center for Space and Planetary Environmental Science, Kyushu University, ⁽²⁾Kyushu University Library, ⁽³⁾Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

The International Research Center for Space and Planetary Environmental Science (i-SPES) at Kyushu University operates MAGDAS, an observation network of ground magnetometers deployed around the world. We have about 40 years of geomagnetic observation data including preceding projects. These data are maintained in scientific standard exchange formats such as IAGA2002 and CDF. Metadata are produced by Space Physics Archive Search and Extract (SPASE) and open to the public by the metadata database of the Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETWORK (IUGONET) project. These are readily available to researchers in related fields. In recent years, cross-disciplinary research is actively promoted, and updates are required that can be used by researchers in a wide range of fields. On the other hand, Kyushu University is promoting open access to research results with the aim of becoming an international academic research hub through active information dissemination, human exchange, and collaboration with various research institutions and industry. The Kyushu University Institutional Repository (QIR) is responsible for this activity. This repository enables the registration and publication of not only research papers but also research data in response to the recent rapid spread of the open science movement and the accompanying requests from journals and research funding agencies. We registered our metadata in QIR to make it accessible to many users, not just researchers in neighboring fields, and to promote the utilization of a wide range of cross-disciplinary data and data-driven research. QIR metadata can be distributed to external databases such as CiNii Research, DataCite Commons, etc., so that more people will be able to search and use them. In addition, research data published in QIR can be assigned a DOI. Obtaining a reliable and persistent identifier will ensure reliable access to research data. Obtaining DOIs is also expected to have the effect of facilitating the understanding of data citations and the number of data citations and leading to the evaluation of the performance of data providers by obtaining the number of data releases and the status of data utilization. In this paper, we introduce the progress of these activities and plans.

R011-P03

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

SuperDARN 北海道陸別第一レーダーにおけるイメージング化のデータ処理とノイズ除去

#早水 翔大¹⁾, 西谷 望¹⁾, 濱口 佳之¹⁾, 堀 智昭¹⁾, 新堀 淳樹¹⁾

¹⁾ 名大 ISEE

Processing and noise reduction of the prototype imaging data of the SuperDARN Hokkaido East radar.

#Shota Hayamizu¹⁾, Nozomu Nishitani¹⁾, Yoshiyuki Hamaguchi¹⁾, Tomoaki Hori¹⁾, Atsuki Shinbori¹⁾

¹⁾ Nagoya University Institute for Space-Earth Environmental Research

SuperDARN is a network of HF radars installed in high and mid-latitude regions of both hemispheres and used mainly for ionospheric research. Doppler velocities of ionospheric plasma are measured by observing echoes backscattered from ionospheric irregularities. SuperDARN radars' design, instrumentation, and basic software are based on the radars' initial specifications. Important operation parameters, such as integration time and sampling rate, were determined based on initial engineering and computational capabilities. Therefore, the system needs to be modernized. Replacing it with modern radio equipment and operating systems makes introducing new or replacement systems into the radar easier. McWilliams et al. [2022] introduced Borealis as a new open-source software and hardware design for the SuperDARN radar. It utilizes digital radio design and data analysis techniques to mitigate and remove the limitations of SuperDARN.

We are trying to implement software radio technology at the Hokkaido East radar. We carried out a test operation from 30 June to 3 July 2020. USRP-N210 was used as the digital radio equipment, and the data were received on four channels out of a total of 20 channels. The received data was beamformed in 16 directions, and the received signal strength and phases were imaged. During the operation, significant noises were observed at specific times. Specifically, many of them occurred around 10:00 UT (19:00 LT). The noise was huge in the geographical northward beam direction, and the typical noise frequency was around 10 kHz. In this study, a low-pass software filter was implemented to remove the noise. Since 300-microsecond pulse (corresponding to approximately 2.2 kHz) wave was transmitted, it is necessary to pass up to three times the pulse wave frequency to maintain the pulse waveform. 6.6 kHz low-pass filter would remove the 10 kHz noise without destroying the received pulse waveform.

While the implementation of the low-pass filter enabled the 10 kHz noise to be removed. On the other hand, we are focused on solving the issue of the spike noise spreading over the entire signal waveform. Details of the filtering algorithm and the latest results will be presented.

SuperDARN は両半球の高緯度・中緯度領域に設置された HF レーダーのネットワークであり、主に電離圏の研究に用いられている。電離圏不規則構造からの後方散乱エコーを観測することで、電離圏プラズマのドップラー速度を測定する。大部分の SuperDARN レーダーは運用開始当初からの設計、機器、運用ソフトウェアが用いられている。積分時間やサンプリングレートなどの測定において重要なパラメータは運用発足当時の工学、計算能力を基準に決められており、現状とそぐわないこともある。そのため、システムの最新化が必要である。最新の無線機器、オペレーティングシステムに置き換えることで、レーダーへの新規導入や交換システムをより簡単に導入することが出来る。McWilliams et al. [2022] では SuperDARN レーダー用の新しいオープンソースのソフトウェアとハードウェア設計として Borealis を導入している。デジタル無線設計とデータ解析技術を活用することで従来の SuperDARN レーダーの制限を緩和、除去している。

北海道-陸別第一レーダーにおいてもソフトウェア無線技術の導入を試みている。2020年6月30日から7月3日の期間に北海道-陸別第一レーダーにて試験運用が行われた。デジタル無線機器として USRP-N210 を用いて、4ch で受信した。受信データを 16 方向ビームフォーミングし、受信信号をイメージング化した。ここで特定の時間に大きなノイズが観測される現象が発生した。具体的には 10:00 UT(19:00 LT) 頃に多く発生した。また、地理的な北向き方向で特にノイズが大きく、ノイズの特徴的な周波数は 10kHz 程度であった。本研究ではソフトウェア上でローパスフィルタを実装し、ノイズの除去を行った。300 マイクロ秒(約 2.2 kHz 相当) のパルス波を送信しているため、パルス波形を保つためにも 3 倍波まで通過させる必要がある。6.6kHz のローパスフィルタであれば、受信パルスの波形を崩すことなく 10kHz のノイズを除去することが出来る。ローパスフィルタを実装によって、10kHz ノイズを除去することができたが、スパイクノイズの影響が信号波形全体に広がってしまう等の問題も出ている。本講演については問題の解決策および最新の進展状況について報告する。

R011-P04

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

#門倉 昭¹⁾

(¹ROIS-DS/極地研)

Current status and future perspective of data archive for Syowa – Iceland conjugate observations

#Akira Kadokura¹⁾

(¹ROIS-DS/NIPR)

Current status and future perspective of the data archive for the ground-based conjugate observations on auroral phenomena (optical aurora, geomagnetic field, ULF wave, CNA, VLF wave, etc.) between Syowa Station, Antarctica and Iceland will be introduced.

Simultaneous digital data recording of continuous ground-based upper atmosphere physics monitoring observation data at Syowa and observatories in Iceland has been carried out since 1984.

As for the auroral optical observations, an autonomous system of monochromatic all-sky digital CCD imager was installed in 2005 at Husafell, Iceland, and autonomous system of an all-sky panchromatic imager and a meridian scanning photometer was installed in 2008 at Husafell, and that of an all-sky panchromatic imager was installed in 2009 at Tjornes, Iceland.

So far, update or reconfiguration of those instruments and installation of other new instruments have been done several times both at Syowa and observatories in Iceland. In Iceland, observations were carried out at three sites during 1984 to 2008, and then have been reduced to two sites, Husafell and Tjornes, since August, 2008.

In our presentation, current status of the data archive of those Syowa – Iceland conjugate observations will be introduced and a future perspective will be discussed.

Information on the Syowa – Iceland conjugate observation and archived data can be seen and accessible from the following WEB site:

https://polaris.nipr.ac.jp/~aurora/uapm/ConjugateObs_index.html

R011-P05

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

アジア・オセアニア地域における、科学データの保全・公開態勢の充実に向けた国際連携

#渡邊 堯¹⁾, 金尾 政紀²⁾, 門倉 昭²⁾, 村山 泰宏¹⁾, 家森 俊彦³⁾

(¹⁾ 情報通信研究機構, (²⁾ データサイエンス共同利用基盤施設 (ROIS), (³⁾ 京都大学

International Collaborations on Science-Data related Activities in the Asia-Oceania Area

#Takashi Watanabe¹⁾, Masaki Kanao²⁾, Akira Kadokura²⁾, Yasuhiro Murayama¹⁾, Toshihiko Iyemori³⁾

(¹⁾National Institute of Information and Communications Technology, (²Joint Support-Center for Data Science Research (ROIS), (³Kyoto University

Based on a general understanding of discussions held in the previous Asia-Oceania (A&O) oriented symposia to promote regional activities on data (Kyoto in 2017, Beijing in 2019, Tokyo in 2021, and Tokyo in 2023, https://ds.rois.ac.jp/article/dsws_2023), the WDS National Committee (a sub-committee) of the Science Council of Japan has initiated to operate a Web site “WDS Asia-Oceania Network (<https://takashiwatanabe.wixsite.com/wds-asia-oceania>)” including information on the current status of Open-Science oriented activities in the A&O area. As a new trend, several South-Asian countries are trying to establish their data networks. Collaborations with these regional networks will be one of our essential works. Another remarkable movement seen in the A&O area is that almost all countries in the area have established their platform to promote Open-Science activities in their countries. It will be important to build a collaborative network to establish systems for the preservation and provision of science data being produced by scientific activities in these countries. Although every country in this area is operating well-established governmental data repositories, the involvement of these repositories will be one of our important challenges. The next conference will be held in Beijing, China, in September 2025 at the Institute of Tibetan Plateau Research, CAS.

アジア・オセアニア (AO) 地域においては、旧 ICSU (国際科学連合) の WDC (World Data Center) の流れを汲む日本、中国、オーストラリア、インドを中心として、主に太陽地球系科学分野の観測データの保全・公開に向けた連携活動が、早期より進められて来た。2008 年より、WDC が World Data System (WDS) へ移行したことに伴い、この活動は、更に包括的な研究分野との連携へと発展している。その一環として、2017 年よりほぼ隔年のペースで、国際研究集会を開催しており、2023 年 12 月にデータサイエンス共同利用基盤施設 (情報・システム研究機構) の主催により、International Symposium on Data Science 2023 (DSWS-2023) が開催された (SGEPSS 会報第 250 号 p 13)。この研究会では、AO 地域におけるデータ関連活動のボトムアップに加えて、政府系リポジトリや分野別データネットワークとの連携の強化等に向けた意見交換が行われ、次回の国際研究集会を、2025 年秋に中国・北京市で開催することとした (主催: 中国科学院青藏高原研究所)。この発表では、次回研究会の概要と、今後の活動方針の提示を行う。

関連サイト:

WDS Asia-Oceania Network: <https://takashiwatanabe.wixsite.com/wds-asia-oceania>

DSWS-2023: https://ds.rois.ac.jp/article/dsws_2023

R011-P06

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

#古川 瑠晟¹⁾, 藤本 晶子¹⁾

¹⁾九州工業大学

A generation model of two dimensional aurora image based-on Conditional GAN considering substorm process

#Ryusei Furukawa¹⁾, Akiko Fujimoto¹⁾

¹⁾Kyushu Institute of Technology

We propose a deep learning model for generating aurora images, focusing on the substorm process. Aurora all-sky image analysis is important in understanding the substorm time evolution caused by the interaction of the solar wind with the Earth's magnetosphere. Machine learning-based two dimensional aurora image classification research has increased over the last decade. Many studies have only classified aurora images into several types by mechanically learning the features of aurora shape and texture in the image, and have not yet taken into account the substorm development process. Aurora shapes such as arcs and aurora illumination intensity in two dimensional aurora images correspond to substorm phases and precipitation particles. Substorm time development processes can be estimated from these aurora property information in two dimensional aurora images. The reconstruction of two dimensional aurora time-series development processes will provide consequent insights into solar wind and magnetospheric physics, such as magnetic reconnection and particle acceleration.

Our proposed model for generating two dimensional aurora images is based on Conditional GAN (Mirza and Osindero, 2014), which is an Adversarial Generative Network model. GAN models are generative models that can learn features from prepared data, such as images, using two different types of learners, Generator and Discriminator, to generate artificial images. To generate aurora images considering substorm time development processes, 2-hour time-series data of solar wind data (velocity, density, IMF Bz, and Electric Field) and ground-based geomagnetic field are given as condition vectors to the generators and discriminators in our conditional GAN model.

As a dataset, we use aurora all-sky images, in which the aurora can be clearly observed, without the influence of moonlight or weather. As a result, a total of 67,409 aurora all-sky images are obtained for the period 2015-2019. The training time for our two dimensional aurora image generation model was approximately 8 hours.

The performance of the generated models was assessed by qualitative and quantitative evaluation. The results showed that auroras with simple shapes and a slow temporal variation were reproduced well, with an average accuracy of 0.725. On the other hand, auroras with complex shapes and auroras with a rapid change in time had a low reproducibility, with an average accuracy of 0.362. These results demonstrate the potential of using a two dimensional aurora image generation model based on a conditional GAN model in understanding substorm development processes through deep learning.

R011-P07

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

#藤本 晶子¹⁾, 中村 駿仁¹⁾, 牛王 悠輝¹⁾, 吉野 郁海¹⁾

¹⁾ 九工大

Application of image processing techniques for monitoring the ionospheric environment: ionogram images

#Akiko Fujimoto¹⁾, Hayato Nakamura¹⁾, Yuki Goou¹⁾, Ikumi Yoshino¹⁾

¹⁾Kyushu Institute of Technology

The upper atmosphere, known as the ionosphere, can affect shortwave communications and cause satellite positioning errors. The structure of ionosphere is not stable and variable in the time of day, season, latitude, and solar activity, because of the differences of the energetic photo-ionization process. Ionosonde, which is a type of HF radar, widely used to monitor the ionospheric environment. Measuring the altitude distribution of electron density in the ionosphere, using High-Frequency radio wave reflections, often causes the low signal-to-noise ratio of ionospheric echoes due to radio frequency interference. This can cause difficulties in detecting ionospheric echoes from ionogram image, which visualizes the measured output of the ionosonde.

In this study, we propose the following two types of image processing techniques with respect to ionogram images, for tracing the ionospheric echoes from Ionogram: (1) a processing technique to convert an ionogram video image with a low signal-to-noise ratio into a noise-reduced image, and (2) a reconstruction technique for the intermediate image between two ionogram images.

For the converting technique (1), the proposed method consists of three processing parts: STEP1. noise removal optimized for individual Ionogram images, STEP2. extraction of ionospheric echoes by penalized background subtraction technique, and STEP3. fine-tuning of ionospheric echo signals using a minimum spanning tree algorithm. For unstable signal-to-noise-ratio Ionograms, the model automatically determines the boundary threshold between signal and noise using ridge regression for STEP1 and non-fixed penalized parameters for STEP2. The proposed model successfully reproduces fine Ionograms.

For the reconstruction technique (2), we applied morphing with Delaunay triangulation. Ten feature points of ionospheric echoes are selected from each of the two temporally separated ionogram images and an affine transformation is used to generate an intermediate image. We found this technique Effective for generating ionogram video images with short duration (1-hour) and small time variations.

R011-P08

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

機械推論へのマルチモデル融合に基づいた電離圏全電子数の時空間予測学習

#劉 鵬¹⁾, 横山 竜宏¹⁾, 惣宇利 卓弥¹⁾, 山本 衛¹⁾

¹⁾ 京大生存研

Multimodal Fusion Towards Machine Reasoning for Spatiotemporal Predictive Learning of Ionospheric Total Electron Content

#Peng LIU¹⁾, Tatsuhiko Yokoyama¹⁾, Takuya Sori¹⁾, Mamoru Yamamoto¹⁾

¹⁾ Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

The spatiotemporal distribution of Total Electron Content (TEC) in ionosphere determines the refractive index of electromagnetic wave leading to the radio signal scintillation and deterioration. Thanks to the development of machine learning for video prediction, spatiotemporal predictive models are applied on the future TEC map prediction based on the graphic features of past frames. However, output result of graphic prediction is unable to properly respond to the external factor variations such as solar or geomagnetic activity. Meanwhile, there is still neither standard data-set nor comprehensive evaluation framework for spatiotemporal predictive learning of TEC map sequences leading to the comparisons unfair and insights inconclusive. In this research, a new feature-level multimodal fusion method named as channel mixer layer for machine reasoning is proposed that can be embedded into the existing advanced spatiotemporal sequence prediction models. Meanwhile, all performance benchmarks are accomplished on the same running environment and newly proposed largest scale data-set. Experiment results suggest that the multimodal fusion prediction of existing model backbones by proposed method improves the prediction accuracy up to 30% with almost the same computational complexity compared to that of graphic prediction without auxiliary factors input, having the real-time inference speed of 34 frames/second and minimum mean absolute error of 0.96/2.73 TEC unit during low/high solar activity period respectively. The channel mixer layer embedded models can respond to the variations of auxiliary external factors more correctly than previous multimodal fusion methods such as concatenation and arithmetic, which is regarded as the evidence of state-of-the-art machine reasoning ability.

R011-P09

ポスター 1 : 11/24 PM1/PM2 (13:15-18:15)

深層学習を用いた地磁気データによる磁力線共鳴の自動検出

#尾花 由紀¹⁾, 藤本 晶子²⁾

¹⁾九州大学 国際宇宙惑星環境研究センター, ²⁾九工大

Automatic Detection of Field Line Resonances in Geomagnetic Data Using Deep Learning

#Yuki Obana¹⁾, Akiko Fujimoto²⁾

¹⁾International Research Center for Space and Planetary Environmental Science, Kyushu University, ²⁾Kyushu Institute of Technology

As a step toward introducing deep learning to solar-terrestrial physics, we attempted to construct a classification model that learns from geomagnetic data to determine the presence or absence of field line resonances. It is well known that the field line resonance frequency can be accurately detected by comparing geomagnetic data from two stations at different latitudes. This frequency can be used to estimate plasma mass density in the magnetosphere.

Since the early 2010s, we have been measuring three-component geomagnetic data every second at four mid-latitude geomagnetic stations in New Zealand: Middlemarch (MDM), Eyrewell (EYR), Te Wharau (TEW), and Waitarere (WAI). This extensive dataset provides numerous opportunities to enhance research, but also presents challenges due to its large size. Therefore, the ability to automatically analyze large amounts of geomagnetic data would be highly valuable.

To create a training dataset, we used about one year's worth of geomagnetic data, classifying days based on whether field line resonances were clearly visible, somewhat visible, or not visible. A convolutional neural network (CNN) was trained on this dataset, resulting in a model capable of automatically detecting magnetic field line resonances. Additionally, we improved the existing algorithm for detecting field line resonance frequencies by incorporating parameters calculated during the process in which our model evaluates the geomagnetic data.

In this presentation, we will introduce our results and discuss future challenges and prospects.

太陽地球系科学分野で着目される諸現象の振る舞いは非常に複雑であり、不確定性も大きい。そのため、観測データから現象を理解するためには、データに現れる変動現象について、これを記述する説明変数を比較的少数に絞り込んだ上で、現象を支配する物理プロセスを抽出・解明する必要がある。従来の太陽地球系科学分野の研究では、これらの選択・抽出は、研究者の経験や直観によって行われてきた。またデータ処理で手作業に頼る部分が多く、処理可能なデータ量に限界があった。一方、情報科学分野では、大量のデータを処理する技術は急速に発展しており、AIの技術開発や実用化も急速に進んでいる。AIの一分野であるディープラーニングは、大量のデータ内に共通する特徴を見つけることに優れており、画像認識等の分野で活用されている。

上述のとおり、太陽地球系分野で扱うデータは多種多様であり、データ処理に必要なマンパワーも足りていない。AI等の導入が状況を改善する余地は大きいと考えられるが、その導入は遅れている。そこで我々は、ディープラーニングの太陽地球系科学分野への導入の一步として、地磁気データを学習し磁力線共鳴振動の有無を判定する分類モデルの構築を試みた。

ニュージーランドでは2010年代の初めから、4つの中緯度地磁気観測点(Middlemarch:MDM, Eyrewell:EYR, TeWharau:TEW, Waitarere:WAI)で、1秒ごとの3成分地磁気データが計測されている。緯度が異なる2観測点間の地磁気データを比較することで、磁力線共鳴振動周波数が高精度に検出できることがわかっており、その周波数を使うことで磁気圏赤道面のプラズマ質量密度が推定できる。よって地磁気観測データを自動解析して大量のデータ処理が可能となれば、その有用性は高い。

我々は、まず、約1年分の地磁気データを用いて、磁力線共鳴振動が極めて明瞭に見えている日、やや明瞭に見えている日、見えていない日に分類して教師データを作成した。この教師データを畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network: CNN)で学習させ、磁力線共鳴振動の自動検出・プラズマ密度推定を行う手法を開発した。またこの分類モデルが地磁気データを判定する過程で算出されるパラメータであるClass Activation Mapping(CAM)を用いて、既存の磁力線共鳴振動周波数検出アルゴリズムを改良して磁力線共鳴振動を高精度に検出することに成功した。

発表ではこれまでの研究成果を紹介するとともに、今後の課題と展望について議論する。