

## アプリケーション開発

### JADE2: はやぶさ 2 統合サイエンスの促進にむけて

巽 瑛理 (JAXA)・庄司 大悟 (JAXA)・本田 和広 (JAXA)・山本 光生 (JAXA)・横田 康弘 (東京科学大学)・市川 真弓 (JAXA)・村上 真也 (JAXA)・佐藤 広幸 (JAXA)

はやぶさ 2 拡張ミッションの活動の一環として、ノミナルミッションでの観測データの活用を促進し、新しいサイエンスを生み出す活動を行っている。はやぶさ 2 データ可視化・配信システム JADE2 ははやぶさ 2 の主要機器全てのデータを取り扱い、2D/3D の可視化を可能にした。本発表では JADE2 の機能紹介とはやぶさ 2 におけるオープンサイエンスの取り組みを紹介する。

### フォボスの画像データ解析の効率化 : Flask を用いたアプリケーションの開発

山本 臨太郎 (学習院大学)・菊地 紘 (学習院大学)・渡邊 匡人 (学習院大学)・平田 成 (会津大学)

Mars Express から得られたフォボスのデータには、画像や関連情報を含む膨大な量のデータが存在する。そのため研究者が必要なデータを効率的に取得することは容易ではない。この課題を解決するため、Python の Flask フレームワークを使用して Web アプリケーションを開発した。このアプリケーションを通じて、研究者は求める情報を容易に抽出することが可能となる。

### 生成 AI を活用した DARTS データナビゲーションシステムの開発と公開

豊井 美雪 (東京大学)・中平 聡志 (JAXA)

宇宙科学研究所のデータアーカイブ DARTS では多種多様なデータが保管されているが、その解説の充実化のために生成 AI を用いた Retrieval-Augmented Generation (RAG) によるデータのナビゲーションシステムを開発・公開した。本システムでは Prompt Flow や Agent などの最新フレームワークを活用し、ユーザーが宇宙関連データにアクセスしやすくすることを目指した。本発表では、RAG 技術の概要、開発の過程について紹介する。

### 巨大表形式データ活用上の 3 課題を解決した写像表形式データのデモ

古庄 晋二 (NII テクノロジーズ)・飯沢 篤志 (一般社団法人 俯瞰工学研究所)・手塚 宏史 (一般社団法人 俯瞰工学研究所)・山本 幸生 (JAXA)・松久 孝志 ((株)セック)・飯田 学 ((株)セック)・光内 章 ((株)セック)・船橋 弘路 ((株)エー・スター・クォンタム)・宗元 潤 ((株)エー・スター・クォンタム)

「巨大時系列データの高速アクセスに関する共同研究」がソリューションの形になった。その成果を発表する。

- ①多数のファイルに分割保持されている太陽観測衛星「ひので」の HK データから 1 秒程度で必要な期間・必要なカラムを取り出し、統合。
- ②統合したデータの全カラム・全カラムの組合せ・全部分集合にインデックスが自動的に備わり、簡単にビューイングできる。Grafana での表示も可能。
- ③統合したデータは TB 級でもファイルは KB 級なので、簡単に保管・転送できる。

上記の結果、EDISON などの運用を劇的に改善できる。JAXA 発の技術として普及させて行きたい。

## 機械学習

### 機械学習を用いた Tomo-e Gozen 突発現象アラートシステムの開発

笹岡 大雅 (東京大学大学院)・酒向 重行 (東京大学)・瀧田 怜 (東京大学)・新納 悠 (東京大学)・森 由貴 (東京大学)・富永 望 (国立天文台)・高橋 一郎 (東京科学大学)・田口 健太 (京都大学)・田中 雅臣 (東北大学)

東京大学木曾観測所では、1.05 m シュミット望遠鏡に搭載された広視野 CMOS カメラ Tomo-e Gozen を用いて高頻度の広域サーベイを毎晩おこなっている。本研究では、サーベイを通して検出される数多くの誤検出から真の突発現象を抽出できるよう、ランダムフォレストアルゴリズムを使用した突発現象候補の正誤判定器・現象の分類器の開発を行った。本講演では、本アラートシステムを用いた他研究機関の望遠鏡との連携観測の状況についても報告する。

## 複数の重ね合わせ画像を用いた天体検知のための CNN モデルの開発

渋川 雅人 (総合研究大学院大学) ・ 吉田 二美 (産業医科大学大学院) ・ 伊藤 孝士 (国立天文台) ・ 柳沢 俊史 (JAXA) ・ 黒崎 裕久 (JAXA) ・ 吉川 真 (JAXA) ・ 神谷 浩紀 (JAXA) ・ Jiang Ji-an (国立天文台) ・ Stern Alan (サウスウエスト研究所) ・ Fraser Wesley (ビクトリア大学大学院) ・ Benecchi Susan (惑星科学研究所) ・ Verbiscer Anne (ヴァージニア大学大学院) ・ 王 方成 (東京大学大学院) ・ 畠山 祥 (総合研究大学院大学) ・ 尾崎 直哉 (JAXA)

NASA の New Horizons ミッションのターゲット探索のため、すばる望遠鏡の Hyper Suprime-Cam (HSC) により収集された観測データセットを JAXA が開発した移動天体検出システムにより分析している。我々はこのシステムの天体検出過程に於ける最終的な存否の判定の自動化を目指し、複数の重ね合わせ画像に対応した CNN モデルを開発した。約 2,000 枚の画像に対して 97.33% の正確さと 98.03% の再現率を達成した。

## 深層強化学習を用いた月面洞窟探査ローバ群の動的経路最適化

原 亜美佳 (電気通信大学) ・ 鳥越 湧真 (電気通信大学) ・ 山本 拓実 (電気通信大学) ・ 金城 富宏 (JAXA/電気通信大学) ・ 田原 康之 (電気通信大学) ・ 清 雄一 (電気通信大学)

本研究では、月面に存在する地下環境において複数の探査ローバが効率的かつ適応的に経路を決定・修正する手法を提案する。月の洞窟内部は衛星観測や地中レーダを元に事前設計できるものの、実際の環境との差異が生じる可能性がある。提案手法では、事前に正確とは限らない環境情報を基にローバが行動した結果を Deep Q-Network (DQN) によって学習させ、その学習結果を活かして個々のローバが環境変化に適応的な経路修正を行う。シミュレーション実験により、DQN を活用した手法の有効であることを示す。

## 衛星工学

### コストミニマムな宇宙機シミュレータの開発を目指して

松崎 恵一 (JAXA) ・ 鳥海 森 (JAXA) ・ 増田 敬史 (JAXA) ・ 石田 貴行 (JAXA) ・ 高田 光隆 (名古屋大学) ・ 松久 孝志 ((株) セック) ・ 大内 大輝 ((株) セック) ・ 熊崎 慎太郎 ((株) セック)

近年、宇宙研では、ほぼ全ての宇宙機プロジェクトにおいて、宇宙機シミュレータが開発される。他方で、その開発コストが大きいことが課題となっている。我々は、宇宙機の各種開発工程で使用するプロトコルを標準化・共通化することで、宇宙機シミュレータの開発コストをミニマムにすると共に、宇宙機自体の開発コストの低減を目指している。そこで、各種の開発工程を模擬し、共通のプロトコルが適用可能なことをプロトタイプした。本発表では、その結果を示す。

### 宇宙機推進系に生じる圧力波データの最適モード分解

尾亦 範泰 (JAXA) ・ 濱戸 昭太郎 (JAXA) ・ 山本 姫子 (JAXA) ・ 大門 優 (JAXA) ・ 堤 誠司 (JAXA)

宇宙機において、推進系はクリティカルなサブシステムである。推進系を構成する管路系には、バルブの開閉に伴って圧力変動が生じ、システムの健全性評価に有用な情報となる。圧力変動の解析は高速フーリエ変換を用いて実施されてきたが、結果の周波数やピークが読みづらいという問題点があった。本発表では、数値最適化を用いたモード分解によって、推進系に生じる圧力変動のモードごとの周波数や振幅、減衰率、位相といった特徴をシャープに取得できることを示す。

## データ解析

### EUV による人工衛星の降下への影響と予測

田中 智也 (茨城大学大学院) ・ 野澤 恵 (茨城大学大学院)

本研究では、地球低軌道の人工衛星 1 日当たりの降下量を降下率とし、2016-2022 の各年平均降下率を解析したところ太陽活動活発期 (2022) には静穏期 (2018-2020) と比べ、降下率が 1m/day となる高度が約 150km 上昇することが分かった。また、EUV 年平均値を使い降下率予測を実施したところ EUV の他宇宙物体の質量、突発的な現象時は地磁気指数も軌道降下に重要であることが分かった。

### 宇宙物体の軌道データから探る宇宙天気現象の影響

野澤 恵 (茨城大学) ・ 玉置 晋 (茨城大学) ・ 蘭 尚道 (茨城大学) ・ 湯浅 郁成 (茨城大学)

地球高度の 1000 km 以下を周回する人工衛星は地球大気に影響を受け、軌道の降下をしている。その降下は一定でなく、太陽活動など宇宙天気現象の影響を受ける。太陽活動が極大期を迎える最近では、その量が大きくな

っている。また、南大西洋異常などの放射線の影響も大きくなっている。そこで公開された TLE データを解析することで、その影響を探る。

#### **MAXI の姿勢データを用いた ISS の姿勢変動の解析**

**鳥海 陽与 (芝浦工業大学大学院) ・ 中平 聡志 (JAXA) ・ 山本 幸生 (JAXA) ・ 海老沢 研 (JAXA)**

国際宇宙ステーション (ISS) では、姿勢や軌道を取得する装置を持たないペイロードでもそれらの情報を得られるよう、ISS 上のネットワークで配信している。しかし、ISS は約 108.5m×72.8m の巨大な構造を持つため、姿勢の歪みが無視できない。本研究では、日本実験棟「きぼう」船外実験プラットフォームに搭載された MAXI が決定した姿勢を、ISS システムの姿勢と比較することで、両者の姿勢差がどのような外的要因と相関を持つかを解析する。初期解析の結果、太陽位置が ISS と MAXI の姿勢差に影響を与える可能性が示唆された。

本発表では、解析手法や初期結果を示し、今後の展望についても議論する。

#### **天体が重なった分散分光イメージに対するスペクトルの分離**

**森井 幹雄 (JAXA) ・ 山村 一誠 (JAXA) ・ 海老沢 研 (JAXA)**

AKARI 衛星の IRC を用いた分散分光観測は、スリット部分に対象天体を置いて行われた。スリット領域以外のイメージの大部分には分散分光によって細長く伸びた天体のイメージが取得されている。しかし天体がイメージ上で重なってしまうためにこれらのデータは活用されていない。そこで我々は各天体のスペクトルを分離する手法を開発した。

#### **一般利用向けの宇宙科学データ可視化手法について**

**三浦 昭 (JAXA)**

宇宙科学データの中には一般的な用途としても利用可能なデータが多く含まれている。それらの中には早見画像等、簡易に利用できる形式で提供されているものも多いが、学術的な利用を前提としている等、必ずしも一般の用途としてそのまま扱える形態となっていないものも見受けられる。そのようなデータについて一般利用向けの可視化としてどのようなデータ処理手法がありうるかについて、幾つかの事例を紹介する。