

## 平成 27(2015)年度「宇宙科学情報解析シンポジウム」アブストラクト集

### 1. データサイエンス、データ解析手法

#### これまでの月震分類は正しいのか？～機械学習の視点から見た妥当性～

加藤 広大 (首都大学東京システムデザイン学部)、山田 竜平 (国立天文台 *RISE* 月惑星探査検討室)、山本 幸生 (宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、横山 昌平 (静岡大学情報学部)、石川 博 (首都大学東京大学院システムデザイン研究科)

アポロミッションによって、1969年から1977年の間、膨大な月震データが取得された。月震の解析は、月の内部構造や月震の発生原因などを解析するうえで非常に重要であり、約40年が経過した現在も解析が続けられている。これまで、月震は波形の類似性から、その種類や震源位置の分類が行われてきた。しかし、従来の月震分類に対する妥当性に疑問が残ることが示唆されており、従来の手法とは異なる手法を用いた月震検出や分類が行われている。そこで、本研究では、現在、様々な分野で応用されている技術である機械学習を用いて、従来の手法で行われた月震分類の妥当性を検証する。

#### 月震の震源域を推定する機械学習手法の検討

菊池 栞 (首都大学東京システムデザイン学部)、山田 竜平 (国立天文台 *RISE* 月惑星探査検討室)、山本 幸生 (宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、横山 昌平 (静岡大学情報学部)、石川 博 (首都大学東京大学院システムデザイン研究科)

1969年から1977年の間にNASAによって行われた、月面に地震計を設置する計画によって、膨大な量の月震（月における地震）波形データが取得された。これらの月震波形データは、月震の種類と震源ごとに分類され、月内部構造の解明や、月震の発生原因の解明といった研究に用いられている。特に、深発月震は大量のイベントが存在しているものの、多くの波形はノイズ成分を多く含んでおり、振幅も小さいため分類が困難である。そこで本研究では、現在までに分類されている月震を教師データとして、複数の機械学習手法で分類器を作成し、その分類性能を比較する。

#### データサイエンスの手法を用いた **AGN** の **X線** スペクトル変化の解析

Sean Pike、海老沢 研 (JAXA/ISAS)、森井 幹雄、池田 思朗(統計数理研)、水本 岬希、楠 絵莉子 (JAXA/ISAS)

AGN の X 線スペクトルを説明する、代表的な二つの対立するモデルを検証するためにデータサイエンスの手法を適用している。「disk-line モデル」もブラックホール遠方の部分吸収体を仮定する「Variable Double Partial Covering (VDPC)モデル」も観測されたスペクトルをよく説明できるが、モデルを仮定せずにスペクトル変化の特徴を抽出し、その物理機構を調べることを目指している。その第一段階として、Nonnegative Matrix Factorization (NMF)と Principle Component Analysis (PCA)という手法で二つのモデルから作成したシミュレーションデータを成分分解し、結果を比べた。次に、観測スペクトルもこれらの手法を用いて成分分解する。観測スペクトルの構成要素がどちらのモデルの結果に近いかを調べることによって disk-line モデルと VDPC モデルの有効性を比べる。本発表ではこのプロジェクトの方法、進捗、目標を説明する。

## 突発天体探索の手法について

森井 幹雄 (統計数理研究所)

突発的な天体现象の探索のために試みている解析手法の紹介を行う。X 線突発天体探索で活躍している MAXI のデータ解析手法や、木曾超広視野 CMOS カメラ(Tomo-e)で得られた動画解析のために試みている行列分解の手法などを紹介する。

## データマイニングによる Fermi-LAT 点源カタログ 3FGL 未同定ガンマ線源の識別

吉田 健二 (芝浦工業大学 システム理工学部 電子情報システム学科)

Fermi-LAT によるガンマ線点源カタログ 3FGL には 3034 個のガンマ線源が記載されている。その内 2024 個のガンマ線源が AGN (1745 個)、パルサー (167 個)、その他の天体 (112 個)として同定されているが、全体の 33%にあたる 1010 個のガンマ線源が未同定である。これまでに、分類木やニューラルネットワーク等のデータマイニング手法を適用して Fermi-LAT カタログの未同定ガンマ線源を識別した結果が報告されている。本研究では、3FGL で提供されているガンマ線源の空間、スペクトル、時間変動情報に、ロバストなデータマイニング手法である Mahalanobis-Taguchi 法 (MT 法)を適用する。MT 法は、基準データの特徴量から基準空間を作成し、マハラノビス距離を用いて基準データとそれ以外のデータを識別する方法である。本発表では、識別率の評価を行うとともに、3FGL の未同定ガンマ線源の識別結果を報告する。また、高銀緯の未同定ガンマ線源に対する暗黒物質サブハローの寄与について議論する。

## Big Data Spatio-Temporal Analysis on Astronomical Images

*Francisco Javier de la Mora García、宝珍 輝尚、野宮 浩揮 (Kyoto Institute of Technology)*

Instrument sensors used on earth science and space exploration are getting improved to provide us with bigger and more detailed data sets with each iteration. The projected enormous rate of information to be produced by them will demand archiving and processing mechanisms that are able to cope with such surge of data. In this research, we aim to take advantage of cloud technologies to process large amounts of files, as usually required in Astronomy, focusing on indexing and processing the spatial information provided within them to improve query performance while creating spatio-temporal mosaics through image co-addition in an attempt to improve detection of moving faint objects.

## 軌道計画への品質工学の応用可能性

*池内 正之、角 有司 (JAXA 安全・信頼性推進部)*

軌道計画に品質工学を導入することにより、概念検討段階の軌道計画(運用)とシステム要求のロバスト性を可視化するツールと手法の事例を報告する。

ツールは、品質工学ツール(JIANT)と宇宙可視化解析ツール(SVA)を結合して構成し、それらの処理・解析手法を応用した。

ロバスト性の可視化は、品質工学手法を用いた JIANT により実現する。このツールは、インタフェースを適合させれば、基本的に他のアプリと結合できる。

宇宙可視化解析ツール(SVA)は、宇宙機や天体の軌道、姿勢を模擬する機能を有し、変数定義などに特長があり、瞬時に実行可能な標準画面を備えている。

事例では、デブリ除去のための非協力対象への相対接近軌道に品質工学を応用して、宇宙情報解析に共通するニーズや要件を議論する。

## Persistent Homology を用いた宇宙の大規模構造の定量化

*木村 雄喜 (スマートスケープ株式会社)、今井 弘二 (JAXA/ISAS)*

近年、分析トポロジーという分野が新たに生まれ活発になりつつあり、Persistent Homology もその分野における重要な解析手法の一つとして各分野で利用されはじめている。本発表では、その手法を宇宙の大規模構造に適用する方法について紹介する。

## 2. 衛星・探査機データ処理、アーカイブ

### 地球観測衛星データ処理における JAXA スパコン活用の効果検証

齋藤 紀男, 中西 功, 上田 陽子, 田中 誠, 仁尾 友美, 小西 利幸 (JAXA 第一宇宙技術部門 衛星利用運用センター), 井口 茂 (日本電気株式会社), 早坂 英俊 (日本電気航空宇宙システム株式会社), 井上 淳一, 鳥居 雅也 (富士通株式会社)

人工衛星による地球観測では、取得データの解析アルゴリズムを改良し、精度・確度の高い情報をユーザーへ提供する取り組みを日々行っている。アルゴリズム改良に伴い、観測データを解析し直す作業（再処理という）が行われるが、日々蓄積される観測データの量は膨大となり、その結果、再処理に要する時間は観測期間に比例して増大する。

しかし、地球環境の科学的研究を促進し、その恩恵を迅速に国民に届けるためには、再処理に要する期間を可能な限り短縮することが必要である。昨年 11 月、地球温暖化ガスの観測を行う「いぶき (GOSAT)」の 6 年半に渡る観測データの再処理に JAXA スーパーコンピュータシステム (JSS2) を活用することで、約 400 日の期間を要すると見積もられていた再処理を約 37 倍まで高速化し、11 日間で完了した。機関ユーザーへのプロダクト提供は今年より開始している。

また、GPM (全球降水観測ミッション) において性能検証を行った結果、従来手法と比べ約 13 倍以上の高速化が可能であることが分かった。これにより、来年度以降に予定している再処理では、従来よりはるかに迅速にユーザーへのデータ提供が可能となる。

今回、JSS2 におけるデータの妥当性及び性能の検証結果、GOSAT での実利用の成果、GPM での利用効果の見通しを述べ、最後に、今後のプロジェクトに JSS2 を有効活用するための教訓、課題となる事項をまとめ、報告する。

### はやぶさ 2 のデータアーカイブ

山本 幸生、石原 吉明、小林 直樹、早川 雅彦 (JAXA 宇宙科学研究所)  
はやぶさ 2 のデータアーカイブについて報告する。

### 「あかつき」データパイプラインと雲追跡

村上真也 (ISAS/JAXA)、堀之内武 (北海道大学)、高木征弘 (京都産業大学)、はしもとじょーじ (岡山大学)、「あかつき」データ処理チーム

「あかつき」レベルデータパイプラインでは、最終的に二つのフォーマットのプロダクトを生成する。天文でよく使われる FITS 形式(レベル 2)と気象でよく使わ

れる NetCDF 形式(レベル 3)である。雲追跡ツールは、画像処理(基本となるのは古典的な相互相関法)によって雲の運動を追跡する。これらパイプライン及び雲追跡ツールの開発状況について報告する。

### 3. ソフトウェア・アプリケーション開発

#### 多バンド画像のスペクトル配信を可能とするソフトウェア

林 洋平,小川 佳子,山本 幸生,寺藪 淳也,平田 成,出村 裕英,松永 恒雄,大竹 真紀子,大嶽 久志

多バンド画像のスペクトル情報を Web Map Service の GetFeatureInfo を用いて配信するアプリケーションを開発したので紹介する。

#### ウェブブラウザを用いた天文データ早見システム JUDO2・UDON2 の開発

海老沢 研,中平 聡志,中川 友進 (JAXA)、田中 義光 (NSSOL)、斧田 康孝、染野 和昭 (ISP)

私たちは、ブラウザを用いて全天画像を簡便に表示するためのシステム、JAXA Universe Data Oriented (JUDO)、および、X 線天体のスペクトルやライトカーブを抽出して表示するためのシステム、UDON (Universie via DARTS ON-line) の開発を、2007 年に開始した。2014 年度には JUDO を根本的に改良し、Aladin-lite という技術を用いて飛躍的な高速化を実現すると共に、新たに MAXI 全天データを追加して、「JUDO2」 (<http://darts.isas.jaxa.jp/astro/judo2>)として公開した。今年度は、理化学研究所で公開されている MAXI 解析システムの機能を UDON に取り込んだ「UDON2」の開発を進めている。ユーザーは JUDO2 を用いて解析したい天域の MAXI 画像を表示し、UDON2 を呼び出して、その領域のエネルギースペクトルやライトカーブを抽出・解析できるようになる。本講演では、JUDO2/UDON2 の開発状況を報告する。

### 4. 統合解析環境、データアーカイブセンター

#### 宇宙科学連携拠点 ERG サイエンスセンターにおける ERG プロジェクト統合データ解析環境の構築

堀 智昭,三好 由純,宮下 幸長,桂華 邦裕,小路 真史,瀬川 朋紀,梅村 宜生 (名大 ISEE)、関 華奈子 (東大)、田中 良昌 (NIPR)、篠原 育 (JAXA/ISAS)

宇宙科学連携拠点 ERG サイエンスセンターでは、ERG 衛星を含む ERG プロジェクト全体の科学データのアーカイブ・公開と、それらのデータを効率よく解析するための統合データ解析環境を開発している。ERG 衛星打ち上げを来年度

に控え、これまで開発してきたデータリポジトリや統合解析ツールの現状を含め、**ERG** サイエンスセンターで行っている様々な開発・整備について紹介する。

## 月惑星探査データ解析の現状課題と取り組みについて

大嶽 久志 (ISAS)、大竹 真紀子 (ISAS)、橋本 樹明 (ISAS)、星野 健 (宇宙探査イノベーションハブ)、田中 智 (ISAS)、増田 宏一 (ISAS)、山本 幸生 (ISAS)、三浦 昭 (ISAS)、石原 吉明 (ISAS)

月周回衛星「かぐや」は月惑星科学の進展に貢献し、1990年代以降の世界の月探査機で第2位の論文数を創出している。今後、月惑星の起源・進化解明をめざして更に高次の研究で世界を牽引し、「かぐや」等の月惑星探査の成果を最大化するためには、大量の探査データ（海外探査機も含む）を高次処理・解析可能な体制と環境が必要である。これは日本が月惑星探査の戦略／計画を立案し、技術研究を行う観点でも重要である。

米国では NASA や USGS（地質調査所）等が高次プロダクト作成のための体制・環境を構築し、研究・探査に活かされている。日本においてはユーザ個人のデータ処理能力・努力に依存する状況であるため、このままでは世界トップクラスのサイエンス成果の発信や、自立的な探査戦略／計画の立案が今後難しくなることが予想される。このような現状の課題に対し、JAXA として今後どう取り組むべきかについて述べたい。

## IRTS データアーカイブの再整備から学ぶ科学データアーカイブ構築における留意事項

松崎 恵一(JAXA/ISAS)、稲田 久里子(JAXA/ISAS)、吉野 彰(NAOJ)、山村 一誠(JAXA/ISAS)

IRTS は SFU にて実施された実験である。赤外線天文衛星「あかり」に先立ち実施された。ISAS では、2001年に IRTS のデータアーカイブの構築を行い、以降、幾たびかのシステム換装を経て、今でも維持している。今回、保持しているデータの見直しを行い、再整備を行うこととした。データを精査した結果、新たなデータの見直しや、文書類との紐づけなど保持しているデータの明確化が行われた。今回の報告は、今回修正した問題点が、データアーカイブ構築・維持の段階で混入したものなのか、その分類を明らかにすることで、今後の科学データアーカイブ作成の際の留意点として示すためのものである。

## 宇宙科学データアーカイブ DARTS の現状と課題

殿岡 英顕、松崎 恵一、海老沢 研、山本 幸生、北條 勝巳、藤嶋 幸美、稲田

久里子 JAXA 宇宙科学研究所科学衛星運用・データ利用ユニット)  
JAXA 宇宙研の科学データアーカイブ DARTS の現状を紹介し、課題を議論する。

## 5. アウトリーチ

### 宇宙データを使った世界同時開催ハッカソン「International Space Apps Challenge」の日本開催

湯村 翼 (SpaceApps Tokyo / NICT / JAIST)

International Space Apps Challenge(SpaceApps)は、NASA などの宇宙データを使って宇宙のアプリをつくるハッカソンである。2012 年よりはじまり、4 回目となった 2015 年は 133 都市にて同時開催され参加者総数 13699 人にのぼる世界最大級のハッカソンである。東京を会場とした SpaceApps Tokyo も有志メンバーによる運営と JAXA の後援にて 2012 年より毎年開催し、2015 年には、日本の開催地は会津、東京、福井、山口、肝付の 5 箇所に増えた。ハッカソンでは、スペースデブリをコレクションして AR 表示できるアプリや、市販の材料をつかってデジタル地球儀を作るプロジェクト、火星の人面岩を機械学習で探すプロジェクトなど様々なアプリケーションが誕生した。

発表では、SpaceApps の概要を紹介し、イベントの様子や成果について報告する。

### ドームを用いた科学データの映像化と研究成果の公表について

田部一志(リブラ)

2016 年に予定している第 7 回国際科学映像祭ドームフェスタは、科学映像を可視化するのみならず、一般の人たちに分かるように見せること、それに必要な付帯状況を整えることに主眼を置いて開催する予定です。

研究成果の公表の方法として、(特に天文・宇宙分野では)ドームは魅力的かつ強力な表現・伝達空間となります。今後ドームを効果的に利用していくための議論も必要と考えます。

### 宇宙科学データに係る各種表現手法について

三浦 昭 (JAXA 宇宙科学研究所)

宇宙科学研究所が扱っている宇宙科学データは、フォーマットやアーカイブの方法が研究者向けとなっており、一般に利用するには敷居の高いものとなっているケースが多く見受けられる。またデータの種類によっては、一般的な映像表現に供するには情報量不足である場合も見受けられる。

これらの課題に鑑み、宇宙科学データの表現手法や、情報の補完手法等につい

て、これまでの取り組みや今後の展望について述べる。

## ダジック・アースによる地球宇宙科学データの可視化とアウトリーチへの利用

齊藤 昭則 (京都大学)、津川 卓也 (NICT)、島田 卓也 (Crosshat)

ダジック・アースは球型スクリーンを使った立体表示システムであり、学校での授業、科学館での展示、研究機関のアウトリーチ活動などで用いられている。

ソフトウェアとしては、Windows/Mac で利用出来る PC ソフト版、Web ブラウザで利用出来る HTML 版、iPad で利用出来る iOS アプリ版を開発しており、様々な環境で利用出来るようにしている。

発表では、ダジック・アースによる地球宇宙科学データの可視化手法とその利用について報告する。

## 日食シミュレーションソフト・エクリプスナビゲータでの月周回衛星「かぐや」 LALT データの利用

門田 健一 (アストロアーツ)

月周回衛星「かぐや」で観測されたレーザ高度計 (LALT) データの利用事例として、日食シミュレーションソフト・エクリプスナビゲータを紹介する。

LALT データを用いることにより、観測地点から見た月縁の凹凸を考慮して接触時刻を高精度で求め、皆既日食のダイヤモンドリングや金環日食でのベイリービーズを正確に再現できる。

## コミュニケーションツールとしての軌道可視化 — はやぶさ 2/あかつきのリアルタイムシミュレーションを通じて

柏井勇魚、宮崎剛

2015 年末の「はやぶさ 2」の地球スイングバイならびに「あかつき」の金星軌道投入に際して、JAXA/ISAS から提供されている軌道データを利用して、Web サイト上でのリアルタイム可視化を試みました。本プロジェクトを事例とし、その技術的な内容とコミュニケーションツールとしてのリアルタイムシミュレーションの可能性についてご報告したいと思います。

<http://www.lizard-tail.com/isana/hayabusa2/misc/swingby/?t=201512030930>

[http://www.lizard-tail.com/isana/orbview/misc/akatsuki\\_orbit\\_insertion.html](http://www.lizard-tail.com/isana/orbview/misc/akatsuki_orbit_insertion.html)

## 「はやぶさ 2」地球スイングバイ Viewer

上坂 浩光、武 貴寛 (ライブ)

ゲームエンジン「Unreal4」を使った科学データの可視化事例を紹介します。無償使用が可能になった UE4。ゲームエンジンとして鍛えられたその表現力、リアルタイム性は、群を抜くものがあります。今後の宇宙科学データの可視化において、有用なツールになると思われます。具体例を紹介しながらその可能性を示します。

## 6. ポスター発表

### 惑星分光観測衛星「ひさき」の科学データ

木村 智樹 (理化学研究所・仁科加速器研究センター)

惑星分光観測衛星「ひさき」は2013年9月の打ち上げ後、2年以上に渡って惑星観測を実施し、データの取得と科学成果創出を達成してきた。本発表ではその現状を報告する。

### 宇宙科学資料データベースについて

小野 縁、長木 明成、本田 秀之、齋藤 宏、平井 寿美子、周東 三和子、川上 修司、竹島 敏明 (JAXA/ISAS 科学衛星運用・データ利用センター)

宇宙科学資料データベースは、ISAS 内部に蓄積されている貴重な技術資料の散逸を防止し、情報の共有化と有効活用を図ることを目的として、2007 年度よりシステムの構築とデータ登録作業を続けてきている(経緯は 2007年10月号、2010年12月号 PLAIN ニュース参照)。資料のデジタル化・データベース化及び検索システムの構築を進めており、部内にて試験運用を行っているところである。宇宙科学資料データベースに登録されている資料に関する概観及び今後の活動予定を報告する。

### JavaFX-based iUgonet Data Analysis Software (JudasFX)開発の進捗状況

小山 幸伸 (新領域融合研究センター)

超高層物理学における、無料のデータ可視化・解析ソフトウェアを目指している、JavaFX-based iUgonet Data Analysis Software (JudasFX)開発の進捗状況を報告する。