

第6回月惑星探査データ解析実習会を終えて

本田 親寿¹, 平田 成¹, 石山 謙², 三上 峻³, 出村 裕英¹,
 諸田 智克⁴, 木村 淳^{5,3}, 小林 直樹⁶, 第6回月惑星探査データ
 解析実習会世話人一同⁷

2009年3月に始まった月惑星探査データ解析実習会も6回目を迎えました。本実習会では普段は惑星探査データから自分の研究との間に少し距離がある方を対象にしています。少しでも両者の距離を詰めていただくことによって、日本の月惑星科学探査に関わるコミュニティの拡大を目指しています。さらにこの活動を継続することで「はやぶさ」, 「かぐや」に続く質の高い固体惑星探査ミッションの立案を推進し、分野の体質強化につながることを期待しています。

6回目を迎えた今回は小天体探査研究会と会津大学先端情報科学研究センタ宇宙情報科学クラスタが共催し、会津大学の平田成さんに講師をお願いしました。実習会には月惑星探査データ(特に画像)解析の初心者である学部生から教職員レベルまでさまざまな技術・知識を持った14名が参加し、「はやぶさ」の取得した画像データの解析を体験しました。

今回実習対象に取り上げたのは第1回目にテーマとした小惑星 Itokawa でした。小惑星探査機「はやぶさ2」の打上げを2年後に控えて、今一度初号機のデータに振り返って解析手順などイメージしてもらうことを目的としました。前回は「はやぶさ」データ全般に渡った実習でしたが、今回は「形状モデル」に着目した講義・演習を行いました。初日は小惑星探査データを扱う際に多くの解析者が触れることになる SPICE Toolkit の説明とこれを応用させて会津大で開発した

ツール plate_renderer を用いた実習を行いました。二日目午前中は Itokawa 画像データから形状モデルを作成することができるツール Bundler (これはコンピュータ・ビジョンの分野で利用される汎用的なツール) を用いた Itokawa 形状モデルの作成実習を行い、それに続いて、ジョンズ・ホプキンス大学応用物理研究所が開発した Small Body Mapping Tool を用いた形状モデルの可視化と解析方法の実習を行いました。

今回の実習会は、各人得意なスキルに応じて3つのグループに分かれて演習を実施しました。しかし準備したツールの動作確認が十分ではなく、動作可否が解析環境依存性に大きく依存していた点が準備側の反省する点でした。この事情から「plate_renderer」, 「Bundler」を用いた演習グループでは多くの方が自分で準備した解析環境で動作させるのがやっとという状況でした。一方、ジョンホプキンス大学の APL が小惑星の形状モデルを可視化する解析ツール (Small Body Mapping Tool) を用いた解析班は Itokawa 上のクレーター・ボルダーのサイズ頻度分布および空間分布を形状モデルから導出し、過去研究との比較を行うところまで至りました(詳細は [https://www.cps-jp.org/~tansaku/wiki/top/?実習会\[6\]報告](https://www.cps-jp.org/~tansaku/wiki/top/?実習会[6]報告) をご参照下さい)。

今回の実習をきっかけとしてより多くの月惑星探査データを利用して頂き、皆さんの研究活動に活かされることを期待しております。

最後に、本実習会を資金面および運営面にてご支援いただいた惑星科学研究センター(CPS)、日本惑星科

1. 会津大学先端情報科学研究センタ宇宙情報科学クラスタ
 2. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻
 3. 北海道大学理学院宇宙物理学専攻
 4. 名古屋大学大学院環境学研究科
 5. 惑星科学研究センター
 6. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
 chonda@u-aizu.ac.jp

7. 本田親寿, 平田成, 小川佳子, 出村裕英(会津大), 木村淳(CPS/北大), 小林直樹(JAXA), 諸田智克, 加藤伸祐(名古屋大), 仲内悠祐(総研大/JAXA), 三上峻, 高橋康人(北大), 石山謙(東北大)。

学会に厚くお礼申し上げます。

開催日程：2012年8月29日13:30～8月31日16:00

開催場所：会津大学M11教室

主催：月惑星探査育英会 実行委員会

共催：小天体探査研究会，会津大学先端情報科学研究センタ宇宙情報科学クラスタ(CAIST/ARC-Space)

後援：惑星科学研究センター(CPS)/神戸大-北大 GCOE プログラム，日本惑星科学会，宇宙航空研究開発機構

世話人：本田親寿，平田成，小川佳子，出村裕英(会津大学)，諸田智克(名古屋大学)，木村淳(CPS/北海道大学)，小林直樹(宇宙研)

講師：平田成(会津大学)

TA：仲内悠祐(宇宙研/総研大)，三上峻，高橋康人(北海道大学)，石山謙(東北大学)，加藤伸祐(名古屋大学)

参加者：14名(学部生1名，修士課程5名，博士課程1名，PD4名，教職員3名)

実習内容：小惑星探査データを用いた解析

課題演習：

- (1) SPICE Toolkit及びplate_rendererと小惑星形状モデルを用いた探査カメラの撮像模擬画像作成
- (2) Bundlerを用いた小惑星形状モデル作成
- (3) Small Body Mapping Tool(APL開発)を用いた小惑星地形の解析

参加者の声：

石山 謙(東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻M2)

第6回月惑星探査実習会は，3日間，会津大学で行われた。この実習会では，惑星探査機「はやぶさ」の観測データと，それに基づく小惑星イトカワの形状モデルを使って，小惑星の形状・地形に関する解析を行った。講師は，会津大学の平田成先生である。3日間の内容の感想を下記に記載していく。

初日は，まず，はやぶさとその観測データについて説明をして頂いた。私ははやぶさの観測装置についてはよく知らなかったため，初めて聞く人向けにお話しをして頂き大変助かった。そこから話が進み，SPICE toolkitのお話が絡んできた。SPICEとは，人工衛星の様々な補助的なデータ(カーネル)を引き出す重要なツールである。最近の人工衛星が取得する補助データは，すべてSPICEの規格に従う。私は，前々から「SPICE」については耳にしていたがよく知らなかったため，非常に有意義な時間を過ごすことができた。しかし，初めてということもあり，途中でお話のメモを取るの一杯になり，お話についていけなくなってしまった。

2日目の午前中は，小惑星三次元地理情報システム(3D-GIS)，Small Body Mapping Tool(SBMT)，SPICE toolkit DSK subsystemとplate_rendererによる小惑星模擬画像作製を行った。3D-GISはウェブから簡単にアクセスすることができ，イトカワをマウスで動かすことが可能である。これはとても面白いと感じた。SBMTも3D-GISと似たところがあるが，こちらは研究者用にも改良されたバージョンもあり，非常に研究には役立つと思われる。また，plate_rendererは，本物そっくりの疑似イトカワをはやぶさの軌道情報を基に様々な位置からイトカワを撮像することを可能とするツールである。このツールには，大変驚かされて



図1：実習会の様子。

しまった。2日目の午後は、Bundlerというツールを使った小惑星形状認識を行った。このツールは、イトカワの様々な位置から撮像した多くの画像から、小惑星の形状を認識するツールである。今回、もっともはまったツールがこれであった。午後はこのツールの実行を行うことに力を入れ、夕方近くになってBundlerが動いた瞬間は感無量であった。

3日目は、Bundlerを使ってよりイトカワらしい形状モデル作成に努めた。最終日は、毎回発表会が設定されているため、Bundlerを使用したイトカワの画像の撮像条件(太陽光とカメラとの位相角, 入射角, 出射角)をSPICEによって調べることを試みた。しかし、SPICEの復習まで手が回らなかったため、国立天文台の山田竜平さんと押上祥子さんに協力して頂いた。山田さんと押上さんには、前回の実習会でもお世話になり、今回で2度目である。この場を借りて感謝いたします。また、講師の平田先生ならびに世話人の先生方には、多くのサポートをして頂いた。厚くお礼申し上げます。

三上 峻(北海道大学理学院宇宙理学専攻 M1)

8月末、北海道から会津に来た私から最初にてた言葉は「あつい」。今回で6回目を迎えた惑星探査実習会は、古き良き町並みあふれる会津若松の中心から少し離れた会津大で行われた。この真夏の会津の3日間で、得たこと感じたことを稚拙な文章ではあるが、書き連ねていきたいと思う。

この実習会は、はやぶさの観測データとそれに基づく小惑星イトカワの形状モデルを用いた解析を試み、将来の探査データ解析の中心で活躍できるような人材を育成する場であった。私はこのような解析データやその他ツールをいじるのは初めてであり、非常に興味があった反面、実習前の事前準備の段階で、PCの環境依存による不具合が多発し、正直なところ、実習会に対する不安な一面も持っていた。

講師の平田先生(会津大)には初日の探査機はやぶさの観測装置など、初心者向けのお話から始まり、多数の解析ツールの操作等の説明をしていただいた。最終日には参加者それぞれが好きな解析ツールを使ってイトカワの画像解析を行い、それについて発表を行った。

私が個人的に興味を持ったのがJohns Hopkins Univ.のApplied Physics Labで開発された、Small

Body Mapping Tool(以下、SBMT)というJavaアプリを用いた解析である。このツールは、小天体のデータ解析を行うツールであり、ブラウザ上で行える解析で、初心者でも扱いやすい解析ツールである。会津大で開発された小惑星データ解析ツール3D-GISによく似た機能を持つが、研究者向けのSBMTでは形状モデル上でのマーキングができるなど、付加的な機能を持ち非常に便利な印象を持った。最終日の発表会ではSBMTを用いた解析を行い、イトカワ上の特徴的な地形についての発表を行った。このSBMT私のような画像解析初心者にとっては非常に便利なものであるが、よりadvanceなものを目指す方は、あまり自己流にカスタムできず、また画像の解像度を上げるとデータ量が多くなり、解析どころではなくなってしまうので注意が必要であることを付しておく。

実習終了後、北海道に戻った私は、このSBMTを用いて会津大の本田先生や名古屋大の諸田先生が行っていたクレーターのカウンティングを行い、サイズ密度分布をプロットしてみた。また、イトカワ上にある大きさ数十cm～数mサイズの「ボルダー」という岩が無数に点在し、そのサイズ密度分布も同様にプロットし、先行研究であるMichikami et al.(2008)の図と比較した。カウンティングは慣れていないような人には大変骨が折れるような作業である、と感じた一方、このような作業は非常に楽しいと感じるようになり、また自分の自身に正直驚いている。

最後に、講師の平田先生ならびに世話人の先生方には実習会中はもちろん、画像解析を行うきっかけを与えてくださり、さらには終了後の解析結果について指導・補助していただきました。みなさまには大変感謝しております。ありがとうございました。

【アンケート集計結果】

1. 本実習を知った経緯

学会メーリングリスト(7)、指導教官・研究仲間・世話人からの紹介(5)、前回実習会でアナウンス(1)

2. 参加理由

惑星探査データに興味があった(3)、将来行う小惑星研究・探査遂行のため(8)、現在の自分の研究を発展させるため(2)

3. 実習難易度

難しい(7)、ちょうど良い(4)、無回答(2)

4, 講師・TAに求めること

TA準備期間が短かった・十分な事前準備(8), 内容をもっと絞っても良い(1), 無回答(4)

5, 自由記述欄(複数回答)

環境依存するツールがあり, もう少し十分な事前準備・期間が必要だった(2), SPICE Toolkitを初めて扱い勉強になった(1), さまざまなツールを触るきっかけとなり良かった(5). 実習中写真を撮っている人が気になった(1), 無回答(5)

6, 今後取り上げてほしいトピック

火星探査データ, 氷衛星探査データ, かぐやデータ, GeodyneII, 探査画像データ, 海外の最新探査データ, 観測機器開発基礎講座, DSK(形状モデルを扱うためのSPICE Toolkitの追加パッケージ)を詳細に, 今回の続編

7, 開催時期についての希望

回答が少なかったが, 授業期間を除いた時期

詳細は [https://www.cps-jp.org/~tansaku/wiki/top/?実習会\[6\]報告](https://www.cps-jp.org/~tansaku/wiki/top/?実習会[6]報告) をご参照下さい.