

2007.5.17/No.163

「はやぶさ」のサイエンスデータアーカイブ公開

安部正真（固体惑星科学研究系、
月・惑星探査推進グループ研究開発室）

先月の24日に「はやぶさ」のサイエンスデータアーカイブが公開されました。公開されたデータは次のウェブサイトからアクセスすることができます。

<http://hayabusa.sci.isas.jaxa.jp>

本稿では、このアーカイブスについて説明いたします。

「はやぶさ」は2003年5月に打ち上げられた小惑星探査機で、2005年9月に小惑星イトカワに到着し、約3ヶ月間にわたってイトカワの観測や表面へのタッチダウンなどを行いました。



図1: はやぶさサイエンスデータアーカイブのトップページ

「はやぶさ」には、可視分光撮像カメラ（AMICA）、レーザー高度計（LIDAR）、近赤外線分光器（NIRS）、蛍光X線スペクトロメータ（XRS）の4つの科学観測機器が搭載されています。これらの観測機器によって得られた科学データは、「はやぶさ」サイエンスチームで初期解析が行われ、その初期成果はScienceやNatureを初めとするいくつかの論文として発表されています。並行して、サイエンスチームではチーム外の研究者にもデータを公開する準備を進めてきました。このたび、レベル1データについて公開の準備が整ったため、アーカイブ公開の運びとなりました。

高次の加工データについても順次整備追加されていく予定ですが、現時点では以下のデータを取得することが出来ます。

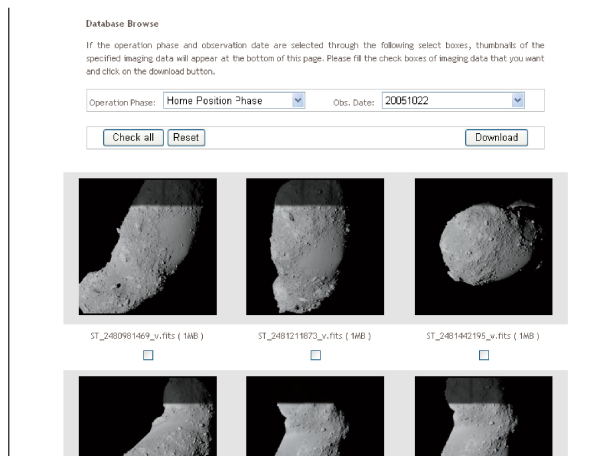


図2: AMICA データのダウンロードページ（例）

- ◆ AMICA : 300nm ~ 1100nm における広帯域フィルターを備えたカメラを使って撮像された画像データが1,662枚。小惑星イトカワの全体像や表面近接撮像のほかにも、地球スイングバイ時の地球・月の画像も含まれている。
- ◆ LIDAR : はやぶさ探査機から小惑星イトカワ表面までの距離を、レーザーを反射させて計測したデータ。小惑星表面にヒットした1,665,548点のデータが得られている。
- ◆ NIRS : 764nm ~ 2248nm におけるスペクトルデータ。打ち上げ後から合計で117,938本のデータが取得されている。小惑星イトカワ表面の反射スペクトルデータが主であるが、地球、月、火星、木星、土星などのスペクトルデータも得られている。
- ◆ XRS : X線 CCD で取得された0.7 ~ 10KeV におけるX線スペクトルデータが15,451本。太陽X線を励起源として発生した小惑星表面の蛍光X線データのほか、航行中に取得したX線天体の観測データも含まれている。
- ◆ SPICE : はやぶさ探査機の位置・姿勢データ、機器のアライメント情報などデータのジオメトリ解析に必要なアンシラリーデータ。（SPICEはNavigation Ancillary Information Facility(NAIF)が開発した情報システムで、は
[裏へ続く]

やぶさでもその汎用性・柔軟性からこのシステムを採用している。NAIF および SPICE については、<http://naif.jpl.nasa.gov/naif> 参照)

◆ Shape Model : はやぶさミッションで得られた小惑星イトカワの詳細な形状モデルの数値データ。

現時点でのデータアーカイブサイズは、AMICA : 1.16GB、LIDAR : 19.1MB、NIRS : 131.9MB、XRS : 286.4MB、SPICE : 68.8MB、Shape Model : 213.8MB、でトータル 1.9GB です (圧縮されているデータは圧縮時のサイズで計算)。

観測機器の生データ以外にも、機器の観測データログや機器の打ち上げ前校正情報や関連論文などの情報も掲載し、はやぶさの科学観測機器データの解析に必要な情報を集約するようにしています。

データ公開から 1 週間のアクセス解析では、トータルの訪問数は 2 万件 (ピーク時は 1 日約 8 千件の訪問) を越え、15 万ページの閲覧 (同約 6 万ページ)、約 100 万件のデータアクセス (同 30 万件) がありました。他のデータベースとの比較はまだ出来ていませんが、JAXA 各本部のトップページにおける通常のアクセス数と同程度 (あるいはそれ以上) を記録しています。

まだ観測データごとのジオメトリデータは観測デー

タファイルには付属されておらず、キャリブレーションなどを施した 2 次データ (レベル 2 データ) も一部の観測機器でしか実現できていないため、今後も引き続きサイエンスアーカイブの更新作業は継続される予定です。並行して、実際にデータ解析を行う研究者からの質問や意見なども反映させてより使いやすいデータベースにしていきたいと思っておりますので、皆様ご協力お願いいたします。

なお、本データアーカイブスは現時点でははやぶさミッション単独のデータベースですが、将来的には PLAIN で取りまとめている ISAS ミッションのデータアーカイブス DARTS や、今年度新しく発足した月惑星探査グループとしての惑星探査データアーカイブスに組み込んでいただくことも検討中です。また、はやぶさミッションでは NASA との協力で PDS (Planetary Data System) としても格納してもらう予定で、その準備も進めています。さらには現在、NASA, ESA, JAXA などを含んだ世界の宇宙機関で相互運用できる惑星探査データアーカイブ構想 (International Planetary Data Alliance) も進められており、本データアーカイブスはそのテストベンチになると考えられています。

宇宙情報システム講義第 1 部

衛星データ処理システムをこう作ってきた (第 4 回 SIB)

山田 隆弘 (宇宙情報・エネルギー工学研究系)

今回は、衛星情報ベース (Spacecraft Information Base)、略して SIB の話をします。今までに、「のぞみ」以降の衛星データ処理システムではパッケージが基本的なデータ単位であり、それぞれの装置ではパッケージを単位としてデータ処理を行うのだと書いてきました。実際に、現在の宇宙科学研究本部の衛星データ処理システムではパッケージ単位でデータの伝送や蓄積を行っています。

パッケージは、その中身が何であろうと (衛星内部機器のオンオフ状態であろうと衛星内部の温度データであろうと) 関係なしに伝送や蓄積が行えるように作られているデータ単位です。しかし、個々のパッケージには異なるデータ (すなわち、衛星内部機器のオンオフ状態とか衛星内部の温度データとか) が格納されています。宇宙科学研究本部の「のぞみ」以降の衛星データ処理システムでは、個々のパッケージの中身がどうなっているかを標準的な方法で記述して受け渡しできるような仕組みも開発しました。これが SIB です。

SIB の使い方は以下ようになります。まず、衛星に搭載される各機器の設計者が、自分の設計した機器

の発生するテレメトリパッケージとその機器を操作するためのコマンドパッケージの内容を標準的な方法で記述して、それをファイルとして作成します。次に、一つの衛星に搭載される全部の機器についてこのようなファイルをまとめ、一つのデータベースとします。これが SIB です。

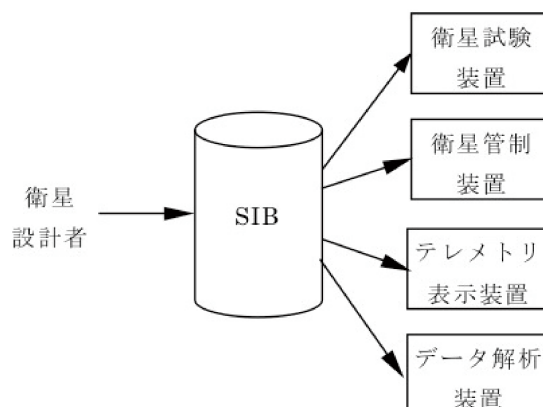


図 1: SIB の概念

できあがった SIB は、まず衛星の試験の時に使用されます。試験を行うときには、試験手順に従ってコマンドパッケージを生成し、それを衛星に送ります。このと

きに、SIB の内容を利用してコマンドパッケージが生成されます。また、コマンドの実行結果の確認をテレメトリデータを用いて行いますが、テレメトリパッケージの内容の解釈を行うときにも SIB が使われます。衛星が打ち上げられ、運用を行うときにも、試験時と全く同様な方法で SIB が使われます。さらに、受信したテレメトリデータの解析を行うときにも SIB が使用されます。

「のぞみ」以前の SIB が無かった頃は、これをどうやっていたのかと言うと、テレコマリストという文書を SIB の代わりに使っていたのです。そして、それぞれの装置は、この文書に基づいて別々にデータベースを作っていたのです。この方法だと、文書の内容をデータベースにする段階で細かなミスがいろいろと発生し、衛星の試験の始めの段階では、試験装置で表示されるテレメトリデータがおかしいのだが、衛星の状態がおかしいのかデータベースがおかしいかわからないという事態が頻繁に発生しました。しかし、SIB を導入してからは、衛星の設計者が入力した情報がそのままテレメトリ表示のために使われますので、このような混乱は激減しました。

ただし、SIB を導入した当初は、まったく混乱がなかったわけではなく、「テレコマリストがあるのに、なぜわざわざ SIB みたいなものを作らねばならないの

だ」というようなことをずいぶんと言われました。しかし、テレコマリストのような印刷物が必要な場合は、SIB を印刷すればよいわけであり、今では、ほとんどのプロジェクトがテレコマリストをオンライン管理するための道具としても SIB を使っています。

SIB において重要なことは、一つの情報は一つの手段で管理し、一つの場所に置くべきだということです。実際に、パッケージの構成に関する情報は、SIB だけで管理し、最新の SIB を入手すれば常に最新の情報が取得できるようになっています。

SIB のようなものを用いて情報管理を行う方法は、情報管理の方法として極めて自然なものなのですが、宇宙科学研究本部の中でこのように管理されている情報は、実はそれほど多くありません。そこで、私は、テレメトリやコマンドデータだけでなく、様々な種類の情報を SIB と同様に管理できるようにするための仕組みも検討しています。例えば、運用システムの装置構成や地上局の運用スケジュール等を管理するシステムや手順の構築をこれから行っていきたいと考えています。これらのテーマは、昨年宇宙科学研究本部内に設置された衛星運用室の事業として取り組んでいく予定です。これらの成果は、近々開設される衛星運用室のホームページ（ただし所内限定）で公開していく予定です。期待していて下さい。（次号へ続く）

情報通信技術を宇宙科学にどう活用するか？（第 8 回）

村田 健史（愛媛大学総合情報メディアセンター準教授、
宇宙科学情報解析センター客員準教授）

3.5 STARS4：分散メタデータベースの重要性

STARS バージョン 3（STARS3）では、メタデータを使ってデータファイルを管理していた。STARS は、ユーザが直接データファイルを直接指定してオープンするのではなく、メタデータベース管理システム（STARS3 では Microsoft ACCESS を使っていた）がメタデータを管理し、STARS がクエリを発行することでユーザが選択した期間とデータのデータファイル名を取得していた。これにより、ユーザはデータファイルという意識を持たずに日時やデータ名から数値データや画像を取得することができる。1 秒以下の短時間現象と数日間以上の長時間現象をともに解析でき、また時間精度・分解能が異なる複数のデータを解析する環境を作るためにはこの手法が有効であるというのが、私の考えであった。本来、宇宙空間の現象は、「データファイル」という単位で時空間的に区切られてはいない。

STARS3 を構築していたころ、メタデータをどのように収集するかについて、よいアイデアがなかった。

一方、STARS4 では、メタデータの収集がもっとも重要で深刻な問題となっていた。アルバイトの学生（当時修士課程の学生であった山本和憲君など）が各データサイトにアクセスしてデータファイル名を収集し、同時にファイル名から観測期間を類推して、それをデータベース化していた。（山本君は独自のメタ情報収集用プログラムを使ってメタ情報を収集していたが、自動化からは程遠く、作業は半手動であった。）当時は対象となるデータ機関が宇宙科学研究所（当時）など少数に限られていたため半手動でのメタデータ収集はまだ現実的であったが、今後の STARS が目指す「STP 分野のあらゆるデータを収集・解析する機能」を考えると、何か、対策を立てなくてはならない状況であった。（STARS の R は、Reference である。STARS は、当初から、データ解析ツールという側面と同時に、データ収集という側面を意識していた。これは、私ではなく、当時の修士課程学生の山口弘市君と Julio Gomes 君の先見の明である。）

[裏へ続く]

メタデータは、観測データを記述するデータである。観測データよりも貴重なメタデータはないが、観測データをより多角的に幅広く利用するためには、メタデータが果たす役割は大きい。そこで、STARS4ではSTARSのアプリケーションとしての機能（データプロット機能やデータ解析機能）の開発を少し遅らせて、メタデータの収集と管理に重点を置くこととした。この機能が、後で述べるSTP分野でのVirtual Observatory (VO) などの発想に結びついていく。同時に、宇宙研などの各データ公開機関にメタデータを定期的に生成してもらい、それを公開してもらうというプロセスも必要となる。

STARS4では、もうひとつ、解決をしなくてはならない問題点があった。それは、メタデータベースへの接続の問題である。STARS3では、上述のとおり、メタデータベースへの接続にACCESSを使っていた。ACCESSは安価で使いやすいDBMSであるが、どちらかというとローカルコンピュータ上での利用を前提としていた。したがって、多くのユーザがSTARSを利用するためには、メタデータを定期的に配布しなくてはならない。もちろんこれは現実的ではない。したがって、STARSユーザアプリケーションから、ネットワークを介して愛媛大学が管理するSTARSメタデータベースに接続するサービスが必要となる。この機能が、後で述べるWebサービスの導入に結びついてくる。

次号では、STARS 5の中心となるメタデータ収集とWebサービスの導入について述べようと思う。この2つの概念を合わせたシステム（図16）が、VOに近づいてくる。

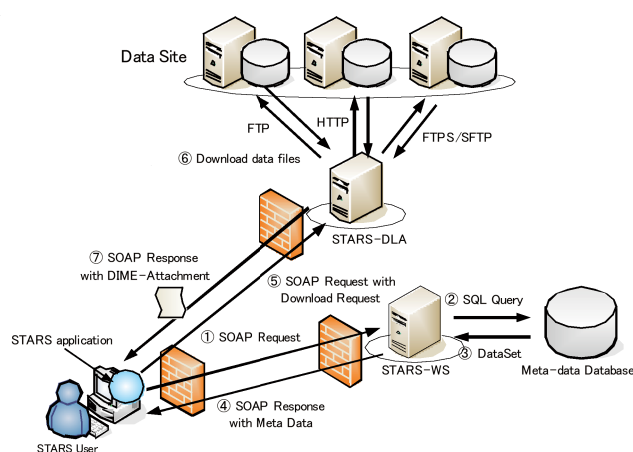


図 16: WS を活用したメタデータ収集システム

余談であるが、当時、とあるデータベース関係の予算申請に、「太陽地球系物理観測分野のメタデータベースの充実」というテーマで申請したことがある。その際、審査員から「データベースというのは、観測データを一元的に管理するものを言うのである。申請者はデータベースを勘違いしている」と評価されて、辛い思いをしたことがある。また、「各研究機関のメタデータを収集してデータベース化することは、まるで愛媛大学からすべての観測データを公開している錯覚をユーザに与えるので協力できない」という意見もあった。当時、まだ、メタデータの意義が理解されていなかったからであるが、若い人（私もまだ若い）には「自分が信じることは、他人になんと言われても貫き通しなさい」というメッセージを伝えたい。（これは、私の恩師の松本紘先生（現京都大学副学長）に言われた言葉の受け売りである。）（次号に続く）

宇宙研計算機、ネットワークに関するお知らせ

三浦 昭 (PLAIN センター)

●解析サーバ、相模原ネット関連

利用案内、申請方法：

解析サーバ

http://plain.isas.jaxa.jp/ana_servers/

ネットワーク利用

<http://www.pub.isas.jaxa.jp/>（相模原ネット内限定）

申請受付：計算機室 山本 (RN.2103, 内線 8388)

下記の各申請を受け付けています。

- ・ ISAS ドメインメールサービス

- ・ 解析サーバ (ISAS 内)

- ・ 相模原ネット接続等

計算機等利用上の質問・トラブルなどはシステム・プログラム相談室 (RN 2113・内線 8391) 迄、ネットワーク関係の質問・トラブルなどは PLAIN センター本田秀之 (RN 1261・内線 8073)、長木明成 (RN 2101・内線 8386) 迄お願いします。

●スーパーコンピュータ

利用案内、申請方法：

<https://www.jss.jaxa.jp/>

編集発行：宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 宇宙科学情報解析センター (PLAIN センター)
〒229-8510 相模原市由野台 3-1-1 Tel.042-759-8351 住所変更等 e-mail: news@plain.isas.jaxa.jp
本ニュースはインターネットでもご覧になれます。 <http://www.isas.jaxa.jp/docs/PLAINnews>

- 編集後記：ゴールデンウィーク、“Event PLAIN”の仲間は毎年恒例のタケノコ掘りへ（橋本先生、お世話になりました）。私は初めてラリーに出場、四国の山中を思い切り走りまわってきました。次はモンゴルに挑戦。(K.E.)