

## 情報通信技術を宇宙科学にどう活用するか？（第1回）

### 1. 緒言

宇宙科学研究本部は、科学衛星や惑星探査機を打ち上げ、太陽の活動や月・惑星、地球近傍の宇宙空間、ブラックホール、銀河の成り立ちなど、宇宙に関するさまざまな謎を解明することを目的とした組織である。これらの謎を解明するための新しい観測機器や高度な衛星観測技術の開発が、同本部の主な目的のひとつである。開発された観測機器や観測技術により宇宙空間や天文分野のさまざまな観測が行われ、観測データを解析処理することにより、これまでに多くの科学的成果を得てきた。

観測計画は特定のテーマに基づいた科学探査を目的としており、それを解明するためのデータ解析は精力的に行われてきた。しかし、解析後に蓄積された観測データをどのように利活用するかについての議論は軽視されてきたように思われる。蓄積された観測データは、本来の目的以外にも国内外の他の観測機関による同時観測と比較することでグローバルに現象を理解するために参照されたり、将来、異なる目的でこれらのデータを活用したりすることもありえる。言い換えると、天文学、宇宙科学、地球科学などにおける自然科学観測データは、その時々でしか得られない、二度と観測できない過去の宇宙空間の情報という点で重要である。貴重な蓄積データを利活用するためには、何が必要であろうか？

一方、現在の科学衛星観測データは、新しい観測機器の開発と高度な衛星観測技術、およびテレメトリ技術の向上により大規模化かつ複雑化する傾向にある。蓄積されるデータ量は膨大なものとなっているにもかかわらず、これらの大量データから必要とするデータファイルを検索する方法や、データファイルの山から所望する情報を高速に抽出する技法は十分に活用されていない。また、複雑なデータに対して、それらをより直感的に理解する技術も成熟しているとはいえない。たとえば筆者が関わっている太陽地球系プラズマ観測

村田 健史（愛媛大学総合情報メディアセンター助教授  
・宇宙科学情報解析センター客員助教授）

においては複数衛星による多地点同時観測が今後の主流となると思われるが、これらのデータを深く理解するためには、2次元プロットではなく、3次元のデータを3次元のまま理解できる可視化解析環境が必要であろう。

現在の情報通信ネットワークは、インターネットの普及によりますます広がりつつある。特に、学術系ネットワークのバックボーンの拡充、国際回線の高速化、一般家庭へのブロードバンドネットワークの普及など、10年前には考えることができなかった大容量のデータ伝送が可能となっている。これらを背景に、高速ネットワークを前提とした新しい通信サービスが日々提案されている。また、パーソナルコンピュータの数値データやグラフィックスの処理能力は、10年前のスーパーコンピュータに匹敵する。高価なワークステーションを用いなくても、比較的安価な環境でも3次元のデータ処理をダウンサイズして行うアプリケーションや技法は整いつつある。

これらの新しい情報通信技術の中には、宇宙科学分野やその他の自然科学観測分野で活用できる可能性を秘めた技術が多く含まれている。また、情報通信分野では、研究開発された新しい情報通信技術を応用するテーマを常に求めている。しかし残念ながら、宇宙科学分野はこれまで、このような新しい情報通信技術を導入することに積極的ではなかったように思われる。その結果、大型の予算申請の機会を失ったり、それらの技術が他分野で活用したりしてから初めてのその有効性に気づくなど、いわゆる「後手にまわる」ことが多かった。このような現状を打破するためには、われわれはまず、今、どのような情報通信技術が存在し、またそれらをどのような研究やデータに活用できるのかを積極的に考える必要がある。

本稿では、筆者が本研究分野で有効であると考えられる新しい情報通信技術を、できる限り紹介する。これらは、少しの工夫を加えるだけで研究のブレイクスルー  
[裏へ続く]

となる技術や、現在は未成熟であるが将来は研究の主流になると予想される技術も含まれる。宇宙科学関連の学会や研究会において情報通信技術を応用したデモンストレーションを行うと、しばしば、奇をてらった新しいツールの紹介と思われることがある。しかし、筆者が行いたいのは単なるインパクトのあるエキシビジョンではない。次世代の宇宙科学研究手法につながる、新しい技術である。

宇宙科学分野の研究者と話をする時にしばしば感じるのは、宇宙科学を専門とする科学者が、情報処理技術を「時間をかけさえすればだれでもできるモノ」と考えている節があることである。たとえば、新しいプログラミング技法を駆使したデータ解析ツールを紹介すると、「時間さえあれば、私もこういうアプリケーションを作りたいのだけどねえ」と言われる。しかし、それは間違いである。情報処理技術を駆使したシステムのほとんどは、情報処理技術を有する専門家でなくては実現ができないものである。このことは、観測機器開発や惑星探査技術と同じである。餅は餅屋、我々は情報通信技術者と協調することで、さまざまなブレークスルーを達成する可能性を高めることができると言うのが、筆者の考えである。そのためにも、我々は積極的に新しい情報通信技術を吸収し、宇宙科学分野を新しいパラダイムへと導くことを期待している。

## 2. Cyber Media Space

一愛媛大学総合情報メディアセンターの最近の取り組み

### 2.1. 概要

本節では、情報通信技術の活用例の一つとして、筆者が所属する愛媛大学総合情報メディアセンター（センター長・平田浩一）の3次元可視化を中心とした取り組みについて紹介する。平成17年度の愛媛大学研究基盤経費により、メディアセンター1Fのメディア展示室を改装し、Cyber Media Space（サイバー・メディア・スペース）を立ち上げた。

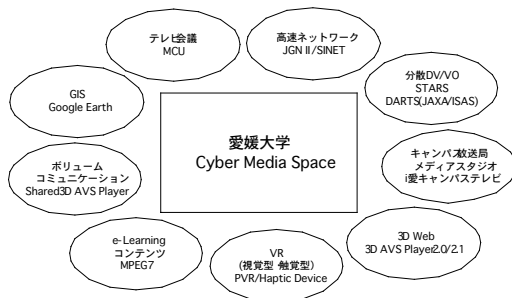


図1: 愛媛大学 Cyber Media Space 概要

図1に示すように、Cyber Media Spaceは可視化とネットワークにかかわるさまざまな環境を持つ。

Cyber Media Spaceの主な目的は、図1の環境を活用して、愛媛大学内の研究関連コンテンツ、特に3次元可視化コンテンツを学内の研究・教育や地域貢献・教育に活用するものである。Cyber Media Spaceは表1の設備から構成される。

表1: Cyber Media Space の設備

|                   |
|-------------------|
| Portable VR システム  |
| 120 インチスクリーン      |
| 50 インチデュアル液晶スクリーン |
| DBMS サーバ          |
| 3D カメラ            |
| JGN2 ネットワーク       |
| 講演卓 (タッチパネル)      |
| 液晶プロジェクト型タッチパネル   |

図2は、このうちの、ポータブルVRシステム用のデュアルDLPプロジェクタと120インチのスクリーンである。



図2: 愛媛大学 Cyber Media Space ポータブルVRシステム用のデュアルDLPプロジェクタ (左) と120インチスクリーン (右)

表2: Cyber Media Space 3D コンテンツ

| 研究グループ           | 3D コンテンツ       | データ形式 |
|------------------|----------------|-------|
| 総合情報メディアセンター     | 宇宙プラズマシミュレーション | GFA   |
| 沿岸環境科学研究センター     | インドシナ半島汚染調査    | KML   |
| 地球深部ダイナミクス研究センター | 地震波速度研究        | GFA   |
| 理工学研究科           | 等角写像による流れ場     | GFA   |
| 総合情報メディアセンター     | 太陽地球系科学衛星観測    | GFA   |

また、現在、Cyber Media Spaceで閲覧ができる3Dコンテンツは、表2のとおりである。本稿では、図1のCyber Media Spaceのさまざまな機能のうち3次元可視化に関連する機能を紹介する。

### 2.2. スーパーコンピュータ

Cyber Media Spaceで閲覧する3Dコンテンツは、学外のスパコンで計算したシミュレーション結果、各種モデリングおよび数値計算結果、データ観測結果である。閲覧できるデータの一覧を、表2に示す。KMLは、Google Earthのデータフォーマットである。GFAについては、後述する。この中でも、特に、宇宙プラズマシミュレーションは、MHDシミュレーション (Global MHDシミュレーションを含む)、ハイブリッドコードシミュレーション、電磁粒子シミュレーションなど、マクロスケールからミクロスケールまでさまざまなスケールでの結果である。

計算には、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の宇宙科学研究本部（ISAS）が所有するSX-6をはじめとして、情報通信研究機構（NICT）のSX-6、京都大学、京都大学生存圏研究所（RISH）、名古屋大学が有するPrimePower HPC2500を用いている。また、一部、地球シミュレータを用いたものもある。

計算結果の多くは、AVS社のAVS Express/DevまたはAVS Express/Vizにより3次元時系列可視化を行い、3次元時系列オブジェクトデータフォーマットのひとつであるGFA形式で出力している。特に筆者が最近精力的に可視化を行っているGlobal MHDシミュレーションはHDF5フォーマットでデータを出力しており、AVS/Expressとの親和性がよい。

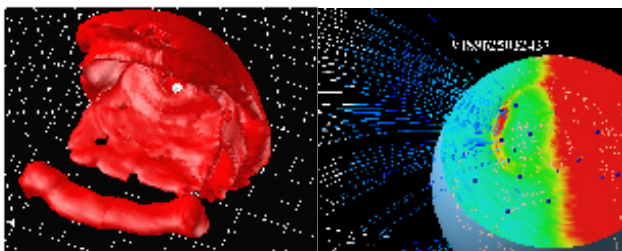


図3: Global MHDシミュレーション結果（左）と衛星観測データ（右）の3次元可視化結果例

出力されたGFAファイルは、KGT社がフリーウェアとして公開している3D AVS Playerにより閲覧することができる。3D AVS Playerは、Windows上で動作し、GFAファイルのプレビューを行うことが

## 人工衛星データを用いた太陽地球系物理学の研究(2)

前回(2006年8月第154号)は太陽地球系物理学(Solar-Terrestrial Physics, STP)の研究対象について概要を述べましたが、今回は具体的に、人工衛星による観測データを用いた解析の手順について、STP分野での現状を述べたいと思います。

まず、観測から解析までは、大まかに、人工衛星からのデータの取得、データの補正、利用者によるデータの入手・解析という流れになっています。衛星から地上まで伝送されたデータは、通常、そのまますぐに解析に使うことができず、補正や意味のある物理量への変換などが必要です。一般的に、ここまでは観測器の担当者が作業しています。そのため、実際に利用者が行う作業は、データの入手からになります。

データの入手方法は、いくつかあります。衛星プロジェクトに参加しているかどうかや、データが一般に公開しているかどうかで、特に新しいデータは、入手方法やデータの時間等の分解能に違いがあります。データ解析をする人が衛星プロジェクトに参加してい

できる。エンジン部はActiveXコンポーネントとしても提供されるため、PowerPointなどに張り込むことも可能である。筆者は、学会等のプレゼンテーションでは、この機能を多用している。

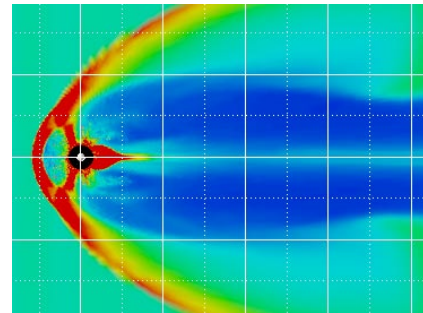


図4: Global MHDシミュレーション結果を2次元表示した例

図3は、GFAによるシミュレーションや観測データの3次元可視化例である。図3の左図は3次元Global MHDシミュレーションにおいて得られた磁気圏尾部を伝搬するプラズモイドである。特定の密度値で等値面表示を行った結果を尾部側から見ている。図4に示される我々がこれまでに見慣れた2次元表示によるプラズモイドと比較すると、プラズモイドの3次元的形状が理解しやすいことがわかる。図3の右図は、POLAR衛星によるオーロラ可視光観測(VIZ)を3次元地球体にマッピングしたものである。このように3次元空間でマッピングすることにより、地球磁場との関係の理解などが容易になる。(次号へ続く)

宮下 幸長(PLAINセンター)

る場合は、高分解能のデータも含めて、各チームが用意した、解析用データを管理しているコンピュータにアクセスして入手できるようになっています。その際、利用者登録をする必要があります。この方法により入手したデータだけを解析する場合もありますが、プロジェクトに参加していない衛星のデータを使いたい場合もあります。そのときは、まずウェブで公開しているかどうかを確認します。各衛星プロジェクトのページや、たとえば、宇宙研のDARTS(<http://www.darts.isas.jaxa.jp/>)やアメリカNASAのCDAWeb(<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>)のような総合的なデータアーカイブスから入手します。さらに、何らかの理由によりウェブ上で公開されていないデータや、より高分解能のデータが必要な場合は、各観測器の担当者に直接、交渉します。場合によっては、先方に向くこともあります。なお、最近は、クイックルック(QL)という暫定的なデータの図をウェブ上で見られるようになっている場合も多くなってきています。

[裏へ続く]

データのファイル形式は、アスキーのほかに、Common Data Format (CDF) と呼ばれる形式のものが増えてきましたが、STP 分野で統一して使われているものはなく、データの種類ごとに異なっています。ファイルの中のデータの並び順・フォーマットも、データの種類ごとに異なっています。

次に、このようにして入手したデータを解析します。各種の解析をし、図を作成しますが、プロジェクトによっては、解析や図の作成をするソフトウェアを整備し、公開していることもあります。しかし、そのようなことは、あまり多くなく、基本的に各自でプログラムを作成しなければなりません。その際、データの種類やファイル形式は様々ですので、それに合わせて個別に読み込みや解析のプログラムを作成する必要があります。

以上のように、データの入手から解析までの流れを大まかに述べましたが、STP 分野の現状では、データはあちこちに分散し、データの種類や形式も観測ごとにまちまちになっています。これは、複数衛星を使った研究や衛星と地上の観測を連携させた研究のように、多種類のデータを解析する研究をするとき、数が多くなればなるほど、データの入手と読み込み・解

析プログラムの作成は、個別にそれぞれに対応しなければならないので、非常に煩わしく、悩ましい問題です。詳細は述べませんが、この問題を解消し、データ解析の効率化に向けて、最近、愛媛大学では、Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System (STARS)(<http://www.infonet.cite.ehime-u.ac.jp/STARS/>) の開発が進んでいます。また、宇宙研 DARTS の STP データベースでは、この STARS のシステムを参考に更新することを計画しています。

最後に、各種 QL データの図は、ウェブ上で閲覧できることが多いですが、これを使って、多種類のデータを取りあえずさっと調べたい場合や何か研究対象になる事例を探したい場合があります。その場合、QL データの図はあちこちに散らばっていて、データごとに一つずつウェブページを開き、期間の入力をする手間がかかります。これを省き、効率化するために、簡単なものですが、“Conjunction Event Finder (CEF)” (<http://www.darts.isas.jaxa.jp/cef/cef.cgi>) を作りました。これを開いて、調べたい日時を一度、入力すれば、その日時の QL 図へのリンク集ができるようになっています。まだリンク先が少ないですが、今後さらに増やしていく予定です。

## 平成 18 年度スーパーコンピュータ共同利用追加公募のお知らせ

篠原 育 (PLAIN センター)

NEC SX-6 128M16 です。)

平成 18 年度後期 (10 月 16 日～の利用可能) の追加公募を行います。詳細な応募要項・応募書類を <https://www.jss.jaxa.jp/> 上で公開します。

なお、応募〆切は、10 月 2 日 (月) (必着) です。

不明な点につきましては電子メールにて [isas-hpc@plain.isas.jaxa.jp](mailto:isas-hpc@plain.isas.jaxa.jp) までお問い合わせください。

## 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)

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

<http://www.isas.jaxa.jp/home/plain/cpis/>

下記の申請を受け付けています。

- ・ JAXA 内の利用申請

お問い合わせは [isas-cc@plain.isas.jaxa.jp](mailto:isas-cc@plain.isas.jaxa.jp) 迄お願いします。

### ●その他の情報システム関連

ISAS LAN 内限定：<http://www.pub.isas.jaxa.jp/>

### ●計算機室関連

申請受付：計算機室 山本 (RN.2103, 内線 8388)

ISAS LAN 内限定：

<http://www.pub.isas.jaxa.jp/net/>

<http://www.pub.isas.jaxa.jp/cc/>

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 LAN ネットワーク接続

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

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](mailto: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：夏休みを取る間もなく、いつの間にか涼しい季節になりました。宇宙研の狸の数が増えていました。もうじき Solar-B の打上げです。どんな名前になるのだろうか？ (K.E.)