

第2章

「4次元デジタル宇宙プロジェクト」の映像手法

林 満 国立天文台 専門研究職員

1. 「4次元デジタル宇宙プロジェクト」の背景と概要

1.1. 国立天文台のサイエンス・コミュニケーション

国立天文台が研究機関としてどのような映像を作成しているか、また、それらの映像を研究者向けだけではなく、一般向けのサイエンス・コミュニケーションとしてどのように活用しているかについてお話したいと思います。

国立天文台では、ハワイのすばる望遠鏡をはじめとするさまざまな観測装置によって宇宙を観測し、そこから得られる莫大なデータを解析することで研究を行っています。これに加えて、ベクトル型スーパーコンピュータ、スカラ型スーパーコンピュータ、重力多体専用計算機などの装置を使って、コンピュータ・シミュレーションを行っています。そして、これらの計算機資源を毎年日本全国の数十の天文学の研究グループに対してプロポーザル制で提供しており、各研究グループは、コンピュータ・シミュレーションによって得られる膨大なデータを解析することによって研究を推進しています。したがって、望遠鏡、スーパーコンピュータによって得られる膨大な“観測データ”を解析するために、従来にない効果的な手法を研究開発することは天文学研究において大変重要な課題となります。

「4次元デジタル宇宙プロジェクト」(4D2Uプロジェクト)は、こうした背景から2001年に始まりました。4次元デジタル宇宙は英語で、4-Dimensional Digital Universeなので、この頭文字をとってプロジェクト名を4D2Uプロジェクトと呼んでいます(2個のDをD2と表記してい

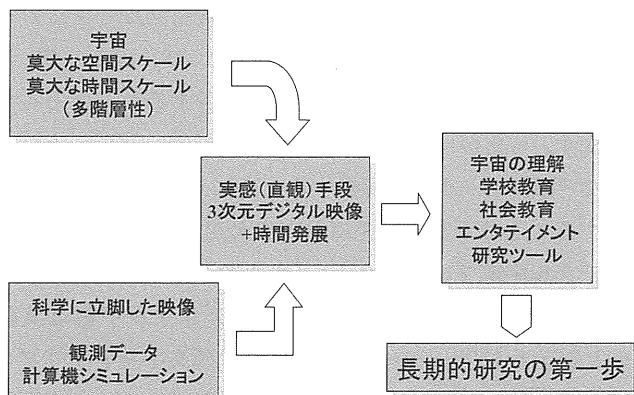
ます)。4D2U にはまた、“4-D to you”(4次元をあなたに)という意味も込められています。

1.2. 「4次元デジタル宇宙プロジェクト」の基本概念

【図1】は「4次元デジタル宇宙プロジェクト」の基本概念を示しています。宇宙には莫大な空間スケールがあります。そして、さまざまな空間スケールごとにそれぞれの構造があり、さまざまな時間スケールで変化しています。そこでは従来のコンピュータースクリーン等の平面的な視点ではなく、天体や天体現象を没入感のある空間3次元と時間1次元(時間発展)の4次元の視点で可視化する手法が有効な研究手段として期待されます。当プロジェクトは、スーパーコンピュータ、望遠鏡等の観測装置から得られる宇宙の構造の進化に関するデジタルデータをコンピュータで描き出し、宇宙を文字通り「目のあたり」にすることをめざしています。

これは、もともとは研究者の天文学の研究推進に供するためにスタートしたプロジェクトでした。しかし同時に、4次元デジタル宇宙コンテンツとして制作した映像は、学校教育、社会教育、一般向けエンターテインメントにも効果的に活用することが可能であり、さまざまな場面で使用していただいています。

【図1】「4次元デジタル宇宙プロジェクト」の基本概念



なお、天文台の国際プロジェクトとして、ALMA プロジェクトがあります。南米チリのアタカマ砂漠に設置した 80 台の電波望遠鏡で深宇宙を探索する、日本・北米・欧州共同の国際大型プロジェクトです。台湾も日本グループとして参加しています。これによってさらに膨大なデータが入手できますので、これらを活用して宇宙を総合的にとらえていくことも大変興味ある試みと言えます。

したがってプロジェクトの目標は、次の 3 つに整理することができます。

- ①天文学研究者に自在な 3 次元の視点を提供（研究推進を支援）
- ②最新の天文学の成果を科学的に正確に、わかりやすくかつ、インパクトある映像で表現（天文学の広報普及・教育に貢献）
- ③家庭、教室、博物館等への配信

すなわち、天文台では、研究者に 3 次元の自在な視点を提供することと同時に、一般向けの広報普及にも活用することをめざしており、すでに 4 次元デジタル宇宙コンテンツとして作成した映像をインターネットを通じて、学校、家庭、博物館等へ配信しています。

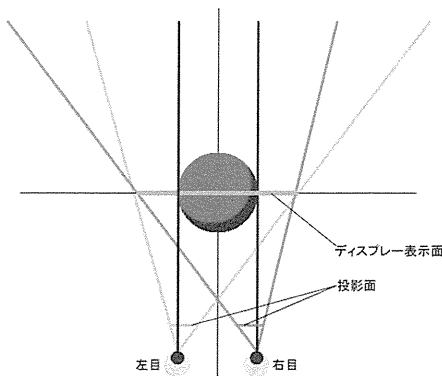
このプロジェクトで開発された成果物の中でも、特に 4 次元デジタル宇宙ビューワー”mitaka”は非常に高い評価を得ています。これは天文観測データ、理論モデルを表示するソフトウェアで、インタラクティブに視点を変更する操作が可能です。例えば、日本から出発し、月、太陽系、銀河系を経て、137 億光年前に誕生したとされる宇宙の果てまで宇宙旅行を体感することもでき、莫大なスケールの理解には大変有効なソフトウェアであるということを実感していただくことができます。すでに一般向けにも公開されています。教育目的であれば、国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクトのホームページからフリーでダウンロードでき、多くの学校、博物館などで活用されています。2007 年からは MIT ライセンスでソースコードも公開されています。

1.3. 「飛び出す映像」づくりを支える技術

当初は研究開発のための立体視投影装置として3面の偏光スクリーンで構成される偏光システムを利用していました。このシステムで採用されている技術自体は古い技術です。スクリーンが3面あり、1面当たり右目用、左目用が必要ですので、それぞれ6台のプロジェクター、パソコンで構成されています。

ご存知の方も多いかもしれませんが、立体視の原理は【図2】のように示すことができます。コンピュータ・グラフィックスのソフトウェアで、カメラの位置を右目用、左目用にそれぞれ少しずらした映像を作成します。各映像を担当 PC に持たせ、それらの映像信号を担当プロジェクターへ送り、プロジェクターから出た光が偏光フィルターを通して偏光スクリーンに表示された映像を偏光メガネを通してみると、右が見るべき映像は右目に、左が見るべき映像は左目にしか入りません。これによって、立体的な映像として見る事ができるのです。

【図2】立体視の原理



可視化ソフトウェアとしては、次のようなものを使っています。

- OpenGL ベースの独自のもの(Zindaiji)

- ・ 汎用可視化ソフトウェア（市販のもの）(AVS)
- ・ 市販のCGソフト(Maya, LW 等)
- ・ フリーソフト(Pov-Ray)

1.4. 研究者支援から一般向けエンターテイメントへの展開

2001年から、主に研究者のためにこのプロジェクトの実験開発を進めてきましたが、2003年に、報道記事で「夢の“3次元プラネタリウム”」と紹介されたために(「朝日新聞」2003年4月12日付)、この頃から一般向けにも、月に1回程度のペースで公開するようになりました。その後、テレビ・ラジオ、新聞、雑誌などさまざまなメディアで紹介されています。



このように、「4次元デジタル宇宙プロジェクト」の大きな特徴は、天文学の研究機関が、スーパーコンピュータ、最新の望遠鏡を使って獲得した最先端の研究成果を立体映像化することによって一般向けの普及啓発にも活用している点にあります。

もちろん立体映像を見るためには特殊な装置が必要になりますが、立体映像でなくても、教育に活用できる要素が大きいため、以下のような多くの博物館・科学館にコンテンツを提供し、活用いただいています。

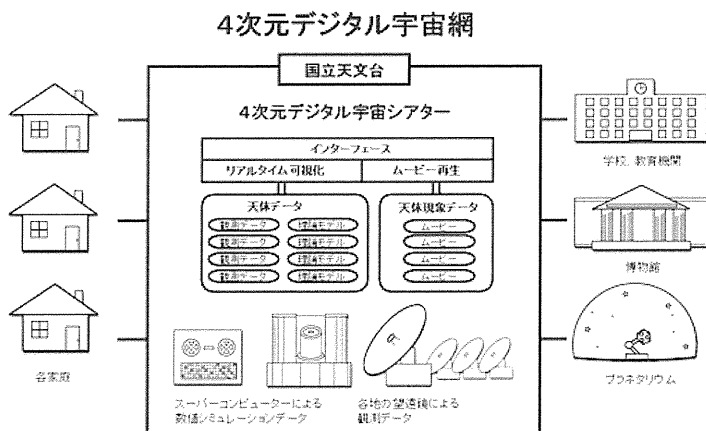
- ・ 日本科学未来館
- ・ 科学技術館
- ・ 国立科学博物館
- ・ 豊橋自然科学館
- ・ 徳島あすたむらんど
- ・ 葛飾区郷土と天文の博物館
- ・ 札幌市青少年科学館
- ・ やまがた天文台
- ・ 群馬県生涯学習センター少年科学館
- ・ 島根県立三瓶自然館サヒメル

2. 「4次元デジタル宇宙シアター」について

2.1. 4次元デジタル宇宙シアターの基本概念

4次元デジタル宇宙シアター網の全体像は、【図3】のように示すことができます。

【図3】4次元デジタル宇宙シアター網の全体像



2001年12月から2004年11月の期間での研究開発において、宇宙の観測データ、理論モデルを表示するソフトウェア”mitaka”が開発され、インタラクティブに視点を変更して、没入感のある天文データの表示を実現することができました。”mitaka”からはスーパーコンピュータのシミュレーションで得られたデータをもとに作成された立体ムービーを呼び出すことも可能で、科学的なデータ（観測データ、理論モデル）の中を自在に宇宙旅行し、対応する天体に近づいたところで、対応する立体ムービーを再生することで、天文教育、宇宙の理解に非常に効果的なスタイルを確立することができました。上記期間の開発における一般公開をはじめとする一般向けデモンストレーションにおける反応からも、4次元デジタル宇宙コンテンツは宇宙への興味の喚起、宇宙の理解のために大変効果的であることが確認できました。

2004年からは3面スクリーンではなく、ドームスクリーンで立体映像の投影を実現するための研究開発を進めてきました。歪み補正、スクリーンを分割して複数のプロジェクターを用いて投影するために必要となる、ブレンディングの技術を開発し、分光方式でドームスクリーンに立体映像の投影を実現できるようになりました。2007年度からドームシアターでの一般公開を始め、現在は月に2回一般公開をしています。

また2001年12月から2004年11月までの期間における研究開発の段階から、ポータブル・立体視システムも購入し、4次元デジタル宇宙コンテンツを用いた出張デモンストレーションを行っています。装置一式を宅急便で日本中に送ることができます。北は札幌から南は石垣島まで実績があり、夏休みのイベントなどによく活用されています。このように、こちらから出向くかたちでのサイエンス・コミュニケーションもしばしば実施しています。

さらに、海外との協力も進めています。すばる望遠鏡のあるハワイでは、ハワイ大学ヒロ校に、ハワイの風俗と天文の博物館があるのですが、こちらにも3面のスクリーンがあり、同じデータを提供しています。また、ナイジェリアにもポータブル・システムを提供しています。さらに、韓国はご存知のようにIT化に積極的ですが、揚州市の児童図書館ですでにシス

テムが稼働しています。

2.2. 「総合知」にむけての今後の展望と可能性

今後の可能性として、実写の立体視コンテンツの研究開発も行いました。最初に立体視の概念図を紹介しましたが、これを実写版で行おうというものです。立体視コンテンツ用撮影装置を使用すれば、飛び出す映像実写版も可能です。これは、観測施設や他分野（動植物、実験装置）の紹介など、実写の立体視コンテンツの教育、広報普及への応用が期待できます。

⇒ハワイ観測所の紹介ムービー一部紹介

最後に、サイエンス・コミュニケーションのために、研究所が映像をどう制作し活用しているかについてまとめておきたいと思います。一般向けに公開を始めてからすでに数年たちますが、アンケートをとると非常に高い評価をいただいています。一般の人々の興味や関心を宇宙にひきつけるという点では効果をあげていると考えています。

137億年という宇宙の広大なスケールとミクロの生命科学の世界も、科学知識の総合化という観点から再整理していくと、意外な発見があるかもしれません。そのためには、個々の分野の研究を超えて、天文学、生命科学など分野全体を横断的にとらえる知の総合化が求められます。また、宇宙には太陽系、銀河系という個々のシステムがあると同時に、多階層的な構造をしています。生命の世界も同様です。そういう意味で、全体的な位置づけの中でとらえていく視点が非常に重要になってきます。そして、もっとも大切なのは、専門家のための知だけにとどまらず、それらの知を社会へ還元していくことです。国立天文台では、このような観点から、プロジェクトの成果を積極的に一般向けに公開しています。

〈質疑応答〉

平田 ここで紹介されたシミュレーション映像は相当つくりこんでいますが、ここから専門的な知見が得られるとか、論文が書けるなどという例はあるのですか。

林 飛び出す映像にしたから、新しい知見が得られたというところまでは、まだないですね。先々、もっとシステムティックにデータを読んで映像化できるようになれば可能性はあると期待しています。

平田 もう少しパワーアップしないといけないということですか。

林 はい、まだまだすべきことはたくさんあります。

—— ドームシアターの研究開発の場合、技術自体も新しく開発されたのですか。

林 既存の技術でもできます。ただ、飛び出す映像は従来はシャッター方式を利用していたのですが、非常にコストが高いものとなりました。分光方式の方がコストダウンされています。この研究開発でドームスクリーンへ投影するための、歪み補正、エッジブレンディングのソフトを開発しました。「宇宙のコンテンツで、飛び出す映像」を研究機関が手がけたケースとしては、世界初です。

大森 データはコンピュータの中だけに保存されているのですか。データをコピーして簡単に再生できるような、もっとポータブルで手軽な方法はないのですか。

林 「宇宙の地図」を表示するミタカというソフトウェアがありますが、ミタカはインターネットを通してダウンロード可能なもので、データをコピーして簡単に表示できます。インタラクティブに操作を行うことが基本であるミタカですが、インタラクティブではなく、宇宙の階層構造を移動する様子をナレーション付で立体ムービーにしたものがあり、ミタカから呼び出すことで、簡単にナレーション付のムービーが再生できます。いくつかナレーション入りのコンテンツもありますが、権利関係で出せる、出せないという問題はあります。

26 第 I 部 研究機関(+制作プロダクション)により制作される映像

大森 それができないと、手軽ではないですね。そのソフトウェアは 天文台で開発されたのですか。

林 はい、教育目的であれば、無償で提供しています。