

# バーチャルリアリティー技術を活用した 宇宙の把握と楽しくて分かりやすい天文教育

著者 林 満\*、加藤恒彦\*、武田隆顕\*、小久保英一郎#、

三浦均\$、高弊俊之%、観山正見#、海部宣男#

所属 \*科学技術振興事業団、国立天文台、

#国立天文台、\$武蔵野美術大学、%理化学研究所

## 目的:

すばる望遠鏡 ALMA 等最先端の観測装置から得られる観測データ、及びスーパーコンピュータを用いて得られた天文シミュレーションデータを仮想現実(バーチャルリアリティー)空間に再構築し、一般向けに分り易く、インパクトのあるかたちで天文学の最前線を紹介し、広報普及、初等中等教育、生涯教育に供するデジタル宇宙データ構築のプロジェクトに関して紹介する。

本プロジェクト(研究開発課題"4次元デジタル宇宙データの構築とその応用"(研究代表者:海部宣男))は、科学技術振興事業団平成13年度計算科学技術活用型特定研究開発推進事業に採択され、すばる、ALMA等の観測データ、天文シミュレーションデータを仮想現実空間に再構築し、教育、広報普及、研究推進に供するための開発を行なっている。すばる望遠鏡、ALMA等最先端の観測装置から取得される宇宙の観測データ、スーパーコンピュータを用いて観測データと理論モデルを結びつける大規模シミュレーションによって得られたデータに基づき、空間構造に時間発展を加えた大規模4次元デジタル宇宙データを仮想現実空間に再構築することで、宇宙の様々な階層における空間的構造とその時間発展を、没入感のある環境で体感し、研究学習を進めることが可能となる。本計画では手始めとして、完成したデータコンテンツの一般公開、普及、及び科学館等への配信を行ない、学術の社会への還流と相互交流、初等中等教育並びに生涯教育に貢献することを目指す。特に上記コンテンツは、子供や学生、社会一般に科学の成果と宇宙のおく深さ、サイエンスの楽しさを直観的に伝えることに極めて効果的と考える。上記目的の実現のため、特に、一般市民向けに分りやすいコンテンツの作成を目的として、芸術家、動画作成に実績のある研究者の参加も求めた。又、本計画で生成される大規模4次元デジタル宇宙データを学術高速ネットワークを活用し、関連機関のデータと結合し、効果的な宇宙研究推進も視野に入れる。

又、上記デジタルデータは、天文研究者に地上では実現できない視点を提供し、研究推進の強力な手段を提供することも目的とする。特に天文学の対象は時間・空間スケールが広範にわたる、多階層なシステムであるため、天文学におけるバーチャルリアリティー技術の活用は宇宙の把握に関して画期的と考えられる。平成14年6月に導入された、仮想現実空間投影システムの概要、システム導入後の開発の進捗状況、国立天文台一般公開日(平成14年10月)等で試験的に行なったコンテンツ公開、平成15年6月13日より開始した一般向けシアター公開、今後の目標についても報告する。

## 方法:

本システムで用いる仮想現実空間投影システムの構成について述べる。投影するスクリーンは100インチスクリーン3枚で構成され、各スクリーンは135度の角度を成す(図1(a))。スクリーン1枚に対して液晶プロジェクター2台を用い、円偏光フィルターを通して光を鏡(図1(b))にパーソナルコンピュータ6台をエンジンとして投影し(図1(c))、各パーソナルコンピュータが各プロジェクターに信号を送る。スクリーン1枚を2台のパーソナルコンピュータが担当している。パーソナルコンピュータのスペックはCPUが

Pentium IV 1.9GHz、主記憶が 1024MB、ハードディスクは 120GB、グラフィックスカードは GeForce3 である(OS は Windows2000)。各パーソナルコンピュータはギガビットで接続され、同期をとり 3 面に動画を投影できる。3 面スクリーンで構成される本システムの総額は二千数百万円程度であり、1 面スクリーンのシステムは数百万円程度で構築が可能である。各種学校、博物館、公開天文台等が 1 面スクリーンのシステムを購入し、本プロジェクトで生成されるデジタルデータ、ソフトウェアをメディア、ネットワークで配信することにより、教育、普及活動に積極的に活用することはハードのコストという観点からは、多くの機関で実現のための検討が行える状況にあるものとする。

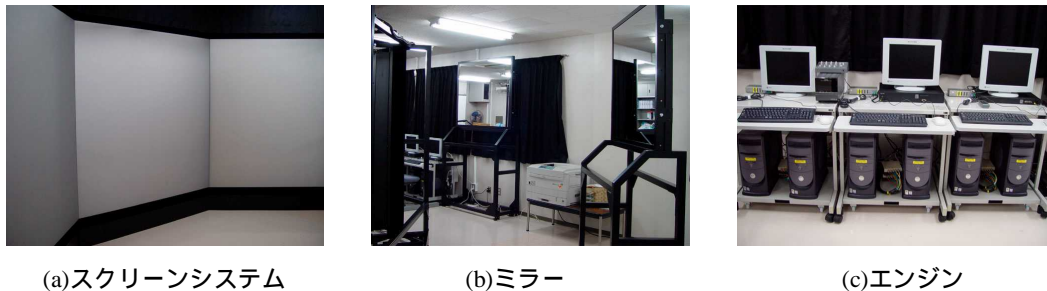


図 1. システム概要

システム導入後、幾つかのシミュレーションデータの VR 空間への再構築を試みた。ベンダー提供の仮想現実投影ソフトは VRML2.0(VRML97)形式、3DS 形式等であれば表示可能で、動画表示も可能であるが、可視化汎用ソフト AVS、IRIS Explorer 等で動画を VRML2.0 で出力する困難さ、データサイズの問題から、導入されたシステムに於いて動画で立体視を可能とするソフト開発を行なった。上記の通り、本システムでは 6 台のパーソナルコンピュータをエンジンとするが、同期をとり、3 面で動画の立体視が可能となった。システム投影に必要なデータは、汎用可視化ソフト AVS 又は、OpenGL で独自に作成した可視化ソフト、CG ソフト LightWave3D 等で作成している。

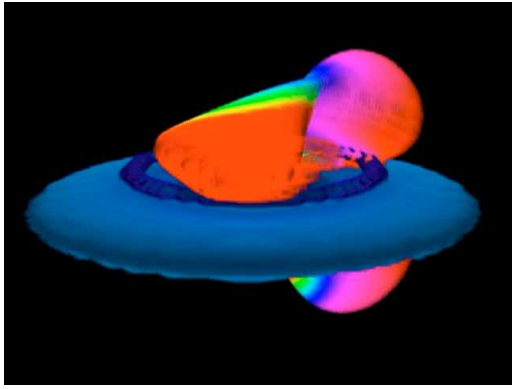
### 結果:

シミュレーションデータのコンテンツとして、月形成のシミュレーション(図 2(a))、地球型惑星形成のシミュレーション(図 2(b))、降着円盤と磁場の相互作用の電磁流体シミュレーション(図 2(c))、銀河中心の流体シミュレーション(図 2(d))、宇宙大規模構造のシミュレーション(図 2(e))が仮想現実投影システムに投影可能となっている。上記コンテンツでは、毎秒 15-30 のフレームレートで没入感のある、ダイナミックな物理現象が体感できる。

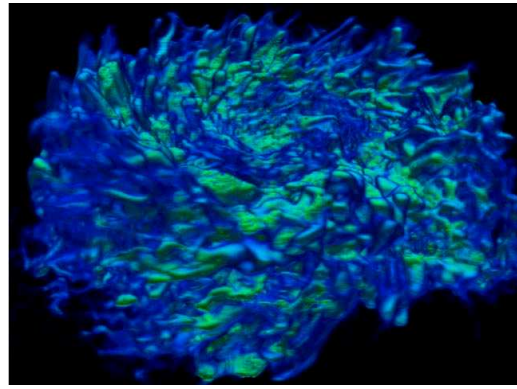


(a)月形成のシミュレーション

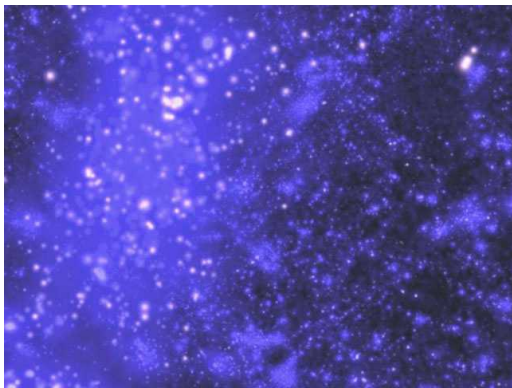
(b)地球型惑星形成のシミュレーション



(c) 降着円盤と磁場の相互作用のシミュレーション



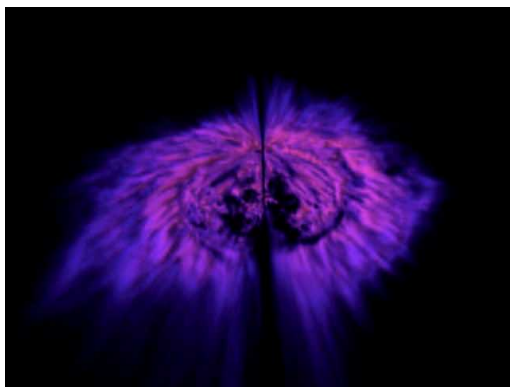
(d) 銀河中心の流体シミュレーション



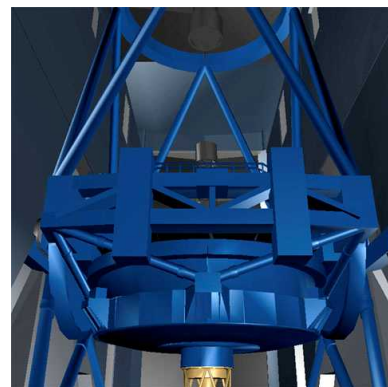
(e) 宇宙大規模構造のシミュレーション

図 2. シミュレーションの可視化例

一方、すばるデータに関しては、S106 の画像を基に、立体視が可能なデータの作成を試みている。色情報に基づき立体化を行なっているが、今後、観測研究者の意見を参考により精度の高いデータを構築する。更に、観測データに関しては、電波観測のデータに基づいた、銀河系の水素ガス分布の再構築も行なった(図 3(a))。観測装置についてもすばる望遠鏡の 3 次元モデルを活用して、インタラクティブに視点を変更して装置の見学を体験できる“バーチャルすばる望遠鏡”もコンテンツに含まれる(図 3(b))。また、すばる望遠鏡の主要な装置、その機構の解説を行うコンテンツも作成した(業務委託)。



(a) 銀河系の水素ガス分布

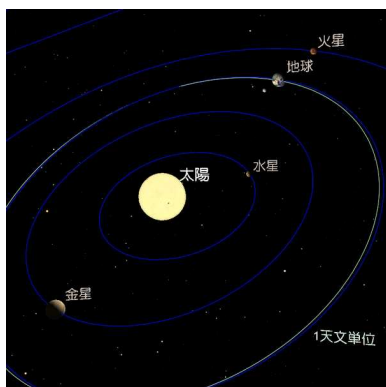


(b) バーチャルすばる望遠鏡

図 3. 観測に関する可視化例

平成 15 年度には、ヨーロッパの人工衛星“ヒッパルコス”が計測した、太陽系から 約 3000 光年程度の範囲の恒星の位置のデータを基に太陽系周辺の恒星の立体地図を体験できるインタラクティブなソフトウェア“ヒッパルコスプラネタリウム”を開発した。

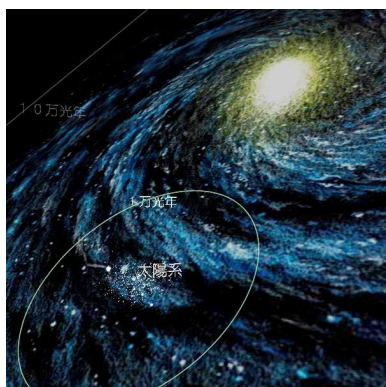
"ヒッパルコスプラネタリウム"では 太陽系の惑星の運動の記述も表現できる。更に 様々な天体データのカatalogの表示が可能であり、現在の番組では 2 種類の銀河カatalogを表示している。上記 ソフトウェアによって地球の外に飛び出し、太陽系の惑星、衛星の運動を表示し(図 4(a))、人工衛星"ヒッパルコス"のデータに基づいた恒星の世界(図 4(b))、銀河系を飛び出して(図 4(c))、約 137 億光年程度の宇宙の果て(図 4(d))まで VR コンテンツとして一挙に体験することができる。対応するシミュレーションムービーがある場合は、直接ムービーを呼び出し解説を行うことも加納である。上記の機能以外にも、"ヒッパルコスプラネタリウム"は従来のプラネタリウム同様、星座等の表示の機能ももつ。



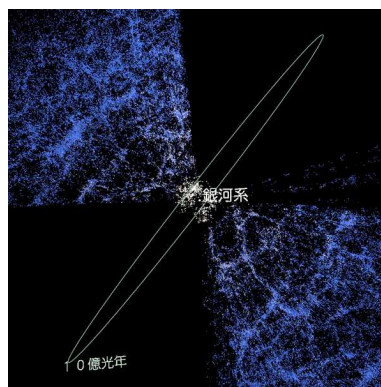
(a)太陽系の惑星



(b) 恒星の世界



(c)銀河系



(d)宇宙の大規模構造

図 4. ヒッパルコスプラネタリウム

ユーザインターフェースは Macromedia Director に付随しているスクリプト言語 Lingo を用いて記述されているものを当初採用していたが、上記の通り"ヒッパルコスプラネタリウム"(OpenGL のプログラム)から立体視動画を呼び出すことが可能となっている。

上記コンテンツ上映を平成 14 年 10 月の国立天文台(三鷹)の一般公開日に行ない、約 500 名の来場者に対して上映を行ない、大変好評であった。又、国立天文台の観望会においても、試験的に公開を行なった後、平成 15 年 6 月 13 日より月一回の一般向け公開を行っている。アンケートの回答も高い評価を受け、新聞、雑誌、テレビ等でも数多く取り上げられている(図 5)。

平成 14 年度に、本プロジェクトと同様なシステムを持つ、日本科学未来館において、配信の基礎的な実験を行ない、技術的には問題のないことも確認している。





朝日新聞 2003年4月18日夕刊



公開日風景

図 5. マスコミに取り上げられた本プロジェクト、公開日風景

### 結論:

天文シミュレーションデータの仮想現実空間への再構築に関しては、基本的な投影ソフト、データ作成ノウハウは確立できた。又、一般公開等のアンケート結果等から、本プロジェクトの試みは、広報普及、教育に非常に効果的であることが確認できた。今後は、より多くのシミュレーションデータの仮想現実空間への再構築を行ない、一般向けにより分りやすく、インパクトのあるコンテンツへの加工、番組作成を芸術分野の研究活動、広報普及活動を行なっているプロジェクト参加者、ベンダーの指導を仰ぎながら実現する。

他機関が持つ本プロジェクトと同様のシステムに関しては、確立したノウハウを適応することで、立体視が実現できる。そこで、同様のシステムを持つ他機関と協力し、ネットワークを通じてのデータ配信、公開の実験を行なう。又、異なるシステム(エンジン、投影方式)を持つ他機関とも協力し、本プロジェクトで開発した、コンテンツをより多くの場所で投影できるための実験開発を行なう。

特に 学校での科学教育への活用、博物館等での一般向け公開を想定し、案内役なしで上映するだけで、一般向けに分りやすい番組作成も試みる。字幕を用いたコンテンツも作製したが、映像に集中しているのであまり字幕は見ない、没入感にひたることの妨げになる等、天文学の専門家からも、分野外、特に一般の方々からも多くの指摘があり、平成 15 年度には、ナレーションを採用した番組作成も試みる。分りやすい番組作成に関しては、小中高の教員の方々の現場のアドバイス等を積極的に受け入れ、コンテンツに反映することを考えている。又、立体視ではないが、ニューヨーク自然史博物館でも、ハッブル望遠鏡等のデータをドーム式のスクリーンに投影し、一般向けの番組を公開している。ニューヨーク自然史博物館等との開発協力を国際的に推進し、コンテンツの交換、ノウハウの向上を図る。

将来的には天文学に限らず、他分野も含めた学術の社会への還元を行うための手段として確立することを目指す。

参考URL:<http://th.nao.ac.jp/~4d2u>

### 参考文献

- [1] 海部宣男、観山正見、小久保英一郎、林 満、加藤恒彦、武田隆顕、三浦均、高幣俊之：  
4次元デジタル宇宙 立体視と時間変化で宇宙の全貌を明かにするプロジェクト  
Newton 10月号, pp. 54-63, 2003.