

ゲーム機からプラネタリウムまで 天文シミュレーションによる宇宙の可視化

上山 治貴*¹

From game machine to planetarium; Visualization of the Universe via Astronomical Simulation

Haruki KAMIYAMA*¹

Abstract

We have been providing information about astronomy, space development, and star watching, through our computer softwares, magazines, and websites. Thus we have been gaining support from many astronomical fans. Working with research institutes and using astronomical simulation softwares, we will create an environment that allows easy access to a variety of astronomical information.

Keywords: Astronomical simulation softwares, Astronomical data, Visualization

概要

当社は天文シミュレーションや Web の天文ニュースなど天文や宇宙に関する情報を提供することで、多くの天文ファン、宇宙ファンから支持を集めてきた。今後も研究機関と連携しながら、天文シミュレーションソフトを媒介にして、宇宙の様々な情報に手軽にアクセスできるような環境を構築したいと考えている。

1. はじめに

本論文では、弊社アストロアーツが天文シミュレーションソフトウェアで星空や宇宙の可視化を行い、宇宙科学研究所や国立天文台の研究成果のアウトリーチに取り組んできた経緯を報告するものである。

2. 天文シミュレーション

当社では、1992年より天文シミュレーションソフト「ステラナビゲータ」を発売し、多くの天文ファンから愛好されてきた。「ステラナビゲータ」は、天文ファンが必要とする天体の様々な情報をパソコンの画面にグラフィカルに表示することを目的とした開発したソフトウェアである。

それまでは天文観測に必要な情報は数値で提供されることが多く、各自がこれを紙の星図にプロットすることで可視化を行ってきた。「ステラナビゲータ」では、独自の高速化アルゴリズムにより、恒星、太陽、月、惑星、彗星、小惑星などの位置を瞬時に計

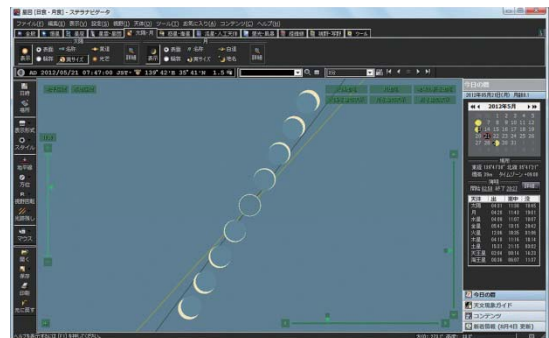


図1 ステラナビゲータの画面

*1 株式会社アストロアーツ (AstroArts Inc.)

算して画面に表示できるようにした。また、天体の検索も簡単にできるため、観測の準備に必要な時間が大幅に短縮されることとなりパソコン普及期の天文ファンにとって必要不可欠のソフトとなった。また、同時期にアマチュア用の自動導入望遠鏡の普及が始まり、「ステラナビゲータ」もすばやくこれに対応した。これにより画面に表示されている天体をマウスでクリックするだけで天体が導入できるという、アマチュアにとって夢のようなシステムを簡単に使えるようになった。

2.1 位置天文学のシミュレーションと可視化

「ステラナビゲータ」のシミュレーションの基本となっているのは「位置天文学」である。天球の動き（日周、年周、歳差）をはじめとして、太陽系天体（月、惑星、彗星、小惑星）の位置は、観測地と日時から計算できる。太陽、月の正確な位置計算から、日食や月食の正確な予報を計算することが可能となる。近年はGPSの普及により正確な観測地と時間を得ることが簡単になったので、「ステラナビゲータ」を日食専用に変化した「エクリプスナビゲータ」では、世界各地で起きる日食の時刻を、現地にいながら0.1秒の精度で得ることができる。日食ツアーでは、天候の影響などによって急に観測地を変更する必要が生じることがあるが、そのような時でも予報は正確に行えるということだ。また、星を見るためには闇夜が必要であるが、空の明るさは太陽や月の高度によって変化していく。これも大気のレイリー散乱、ミー散乱から空の明るさを計算することができる。「ステラナビゲータ」ではver7からは空の明るさを太陽光の散乱シミュレーションにより計算している。そのほかにも、恒星の固有運動、大気による浮き上がり、変光星の変光、ガリレオ衛星の食など、アマチュアが実際の星空で見ることができる現象のほとんどを計算によってシミュレーションが可能であるので、パソコンの処理能力の向上にもって「ステラナビゲータ」もシミュレーション可能な現象を随時増やしていった。

さらに、このような計算結果をいかに可視化していくかが重要である。これらを記号として表示させることもできるが、それでは興ざめである。あたかも本物の天文現象を見ているかのような表現ができるのが望ましい。茜色の夕焼け、ぼんやりと光る天の川、夜空を駆け抜ける流れ星と、美しいといえる「絵」が理想的だ。次の図は、月食を実際に撮影したものと、シミュレーションで作成したCGである。実写とシミュレーションの区別がほとんどつかないようにCGを作りだすパラメータを調整している。

このように、地上から見ることでできるほとんどの天文現象を正確かつ、見た目にも忠実に再現することを「ステラナビゲータ」では目指してきた。そのため天文ファンは、これから起こる天文現象をパソコン上でいろいろな角度からシミュレーションして、実際にその天文現象が起こる日に備えることができるようになっており、「ステラナビゲータ」がますます欠かせないものとなっているのである。



図2 月食のシミュレーションと実写の比較

2.2 教育的効果

天文シミュレーションは天文ファンのためのみものではない。時を同じくして学校でもパソコンの導入が始まり、理科の天文の授業で天文シミュレーションが使われ始めたのだ。小学校の天文の授業では、太陽や月、恒星の動きを教えている。これらを実際の観測をベースに授業ができればよいのだが、時間がかかったり、夜間でなければならなかったりと、それを妨げる要因が多い。そのため、早い時期から天文シミュレーションを実際の空の代用として、天文の授業が行われてきた。最初は天文に詳しい理科の先生が「ステラナビゲータ」を授業に導入したことから始まる。生徒たちに時間を変えるなどの操作をさせて、パソコン画面の天体の位置変化をワークシートに記述をさせ、実際の天体観測の代用としたのだ。この授業スタイルは次第に広がりを見せ、現在では学習指導要領の天文分野では、パソコンの天文シミュレーションを使うことが推奨されるようになってきている。いまのところ学校の授業でこのように「シミュレーション」が使われるのは天文分野のみである。天文に関しては学校でも「可視化」されたシミュレーションが使われているのだ。

2.3 モバイルデバイスへの展開

ここ数年で、モバイルのゲーム機やスマートフォンが広く普及するようになってきた。これらモバイルデバイスは常に携帯できるほどの軽量・小型にもかかわらず、一昔前のPCの性能を凌ぐようになってきた。当然のことながら、このモバイルデバイスに天文シミュレーションを移植していくことになる。実際に星空の見える野外で使うことを想定したソフトウェアにすることはもちろんののだが、これを補助してくれる強力なデバイスが登場する。いわゆる6軸センサーと呼ばれる小型センサーである。これは加速度センサー3軸、磁気方位センサー3軸を組み合わせたもので、米粒ほどの大きさにまで小型化されていて、センサーの傾きや向きが方角をベースとした絶対値で取得できる。この6軸センサーを搭載したモバイル

デバイスと天文シミュレーションを組み合わせると、向けた方向の星空をセンサーで感知して、画面にそのまま表示させることができる。2005年ころからこの6軸センサー一部の携帯電話に搭載され地図と連動したアプリケーションが見受けられるようになった。そこで2006年にボーダーフォンの6軸センサーを搭載した携帯電話「904SH」に天文シミュレーションソフト「星座をさがそ」をバンドルさせて6軸センサー連動モバイル天文シミュレーションの先駆けとなった。

従来星座を覚えるには、「星座早見盤」を使ったものだが、使い方を覚えるのが大変なと、楕円形に変形した星図を頭の中で変換して、実際の空と比べなければならなかったというハードルがあり誰でも使えるというものではなかった。しかしこのソフトの登場で、誰でも星座を見分けられるようになったといえる。また、見たい天体があれば、その方向へ誘導してくれる機能も備えており正に、天体観測のカーナビといえるシステムである。

2008年以降のいわゆるスマートフォンにはこの6軸センサーの搭載が標準となるので、iPhoneやアンドロイド携帯電話、任天堂の携帯ゲーム機DS用にもソフトを移植し、天文ファンの間でベストセラーとなっている。

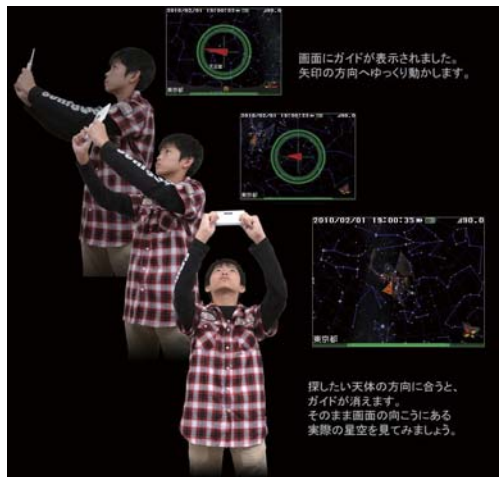


図3. センサーと連動した星座ナビソフト

3. 天文ニュースの提供

天文シミュレーションソフトの開発・販売と並行してアストロアーツでは、1995年からWebを使って天文に関するニュースの発信を開始している。天文現象や天文イベントの告知、それに天文学の最新成果の発表など、天文ファンにとって必要なニュースの配信を中心に、天文に関するさまざまな情報をまとめたWebサイトとして、現在は月間約1000万PVの人気サイトとなっている。

初期の天文学関連のニュースは宇宙研や国立天文台のニュースリリースを中心としていたが、近年は世界中の研究機関のサイトをチェックして、興味深いリリースを日本語に翻訳して提供をしている。天文ファンのみならず、全国のプラネタ



図4. 天文ニュースの例

リウム・科学館の解説者や研究者にも貴重なニュース源として活用されている。

また、月食や日食などの天文現象の画像の投稿システムも早期から導入し、国内のみならず海外からも投稿されるようになってきている。その結果、天文現象があればたとえ天候が悪く見ることができなかつたとしても、全国的にどこかが晴れていれば翌日には誰かが撮影した投稿画像を見ることができるようになっている。一昨年からデータベース化を図り、投稿から公開までに迅速化と、画像の検索ができるシステムに強化している。

4. パソコンからプラネタリウムへ

プラネタリウムのドームというのは特殊な空間である。360度の空全体を表現できるのだ。太陽や月が東から西に動いていくというのは、実際の空を見れば実感できるが、パソコンの画面などではとても体感できるものではない。このためにプラネタリウムというのは天文教育において重要な意義があり、日本国内では約200館のプラネタリウムが運営されている。

このプラネタリウムも、ここ5年でデジタル化が急速に進んでいる。当社でも「ステラナビゲータ」をプラネタリウムの投影に対応させた「ステラドームプロ」を開発して、2011年10月現在で全国で18の館の導入している。

デジタルプラネタリウムは、コンピュータによって生成された画像を、高性能のプロジェクタでドームに写しこむものである。ドームに写すためには通常複数のプロジェクタを用いるが、これらのつなぎ目の処理やひずみ補正など技術的問題もあるが、ここでは宇宙の可視化の場としてのプラネタリウムを考えてみたい。

従来の光学式プラネタリウムは、歯車をベースにして位置天文学を再現する機械であった。そのため、機械の限界がシミュレーションの限界となっていた。例えば、時を現代からエジプト王朝にさかのぼるには、ギアを何回転もさせて惑星位置を「計算」させなければならず分単位の時間がかかるものだった。ところがデジタルプラネタリウムではこのようなことは瞬時に切り替えることができる。そればかりか、地上から脱して、太陽系や銀河系を飛び出して、宇宙の大規模構造までを見せることができる場として進化してきている。この点でも地球中心の位置天文学から、あらゆるところに視点の移動ができるようになったということになる。「ステラドーム」は、「ステラナビゲータ」の一番のセールスポイントである天文現象の正確な再現をそのまま引き継いでいる。またプラネタリアンの多くが「ステラナビゲータ」のユーザーであり「ステラドーム」へ移行することもたやすい。またSDSSのデータを用いた宇宙の大規模構造の可視化も行って、地上から宇宙の果てまでを自由に行き来することができるようになってきている。この方面では国立天文台が開発した「mitaka」が有名であるが、今後はこの「mitaka」と「ステラドーム」を連動させていく予定である。

また、さまざまなデジタルデータを投影できるのもデジタルプラネタリウムの特徴である。例えばX線の全天画像をドームに写して星座と重ね合わせることで、普段見ている星空とX線の強度分布を重ね合わせてみるができるようになる。今日の宇宙が科学のデータはほとんどデジタル化されているので、デジタルプラネタリウムならば簡単に研究成果をドームに映し出すことができるようになった。これまでは、プラネタリウムに備え付けのスライド投影機で画像を投影していたのに比べて、全天に投影されたマルチバンドで観測された宇宙を「体感」できるようになったといえる。これらの元画像のフォーマットはFITSがほとんどである。当社では天体画像処理用アプリケーションソフトとして「ステライメージ」を開発してきており、この「ステライメージ」ではFITS画像を自由自在に加工することが可能で、この機能をステラドームに



図5. 平塚市博物館のデジタルプラネタリウム

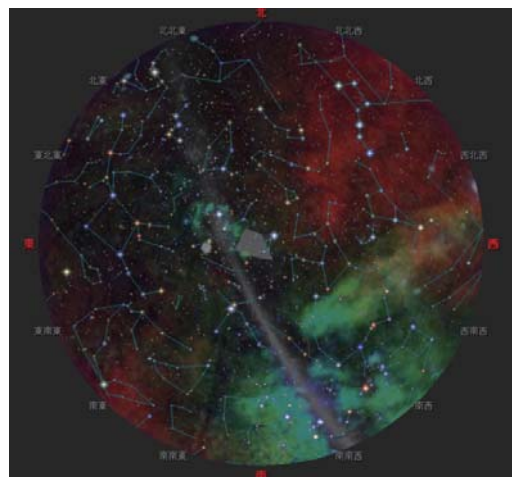


図6. ROSAT画像と星座を重ねたもの

組み込むことで生データをそのままドームに投影することが可能となっている。また画像解析に特化し国立天文台と共同開発した「makali'i」という派生ソフトもある。これはすばる望遠鏡によるデータを解析する目的のソフトであるが、今後はこの「makali'i」とも連動させて天文の生データをドーム上で解析と可視化が同時にできるようにしたいと考えている。さらに近年の観測データは Web 上からアクセス可能なデータベースとなっているものが多いので、これらのデータベースと Web 上の天文学関連ニュースと組み合わせて、インタラクティブなアウトリーチを目指していきたいと考えているので、今後は研究機関の成果のアウトリーチ先としてプラネタリウムがますます重要になってくるといえる。

4.1 プラネタリウム番組の作成

このような背景の下、JAXA の海老沢研教授が中心となり当社やプラネタリウム番組製作会社リブラと共同で、あかりなどの観測成果をベースにした「見えない光で宇宙をさぐる」というプラネタリウム番組を作成した。¹⁾ 赤外線や X 線の全天画像を、ふだん見慣れている可視光の夜空と重ね合わせながら、最新の研究成果を紹介するものである。

当社では FITS の生データを番組の演出に沿って見やすいように画像処理を行い、さらに動きをつけた映像に加工した。全天 CG を作成するには、これまで多額の費用がかかったのだが、デジタルプラネタリウムの進化で、番組制作におけるコスト面、時間面で大幅な短縮になったことも、この番組が成立した要因であるが、すべてのデータがデジタルのまま編集・加工・投影ができるようになったことが大きなポイントといえる。この生データの他に X 線バーストを解説する降着円盤の CG などを組み合わせて番組を作成している。

5. 今後の展開

このように天文シミュレーションをベースとしたソフトウェアで宇宙の可視化を行ってきた。天文ファンがそれを見るシーンも、パソコン、プラネタリウム、野外と場所を選ばないようになってきている。

今後は研究機関、プラネタリウム・科学館、学校や天文ファンがデジタルを通じた情報を共有しながら宇宙への理解を深めていくことになると考えている。当社としては、これらをまとめたアプリケーションや環境を作って、様々な情報にアクセスできるようにしていきたいと考えている。

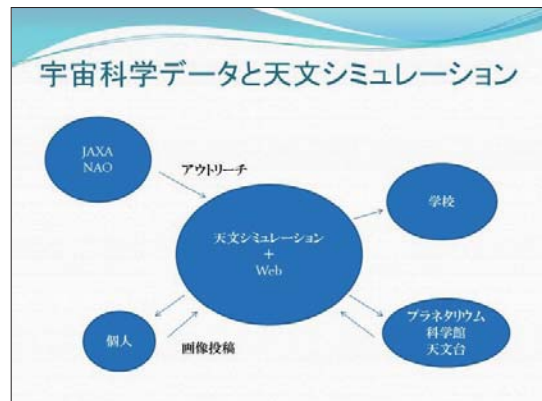


図 7. 天文学情報の連携

参考文献

- 1) 海老沢 研他, 大規模天文観測データの可視化に向けたデジタルプラネタリウム番組の製作, 宇宙科学情報解析論文誌, 第 1 号, 47-56, 2012