

バーチャル天文台の公開データを利用した 多波長プラネタリウムコンテンツの作成

Development of planetarium contents for multi-wavelength sky.

宇宙情報解析研究室：P06057-6 鈴木 彬央 指導教員：久保田 あや

2010 年 2 月 10 日

1 はじめに

宇宙の様子は可視光で見えるだけではなく X 線や赤外線といった多波長の電磁波の観測を行うことで、天体の現象、宇宙の起源などを知ることができる。天文衛星から入手した画像データは研究者の中では広く利用されているものの、一般の人に活用される機会は少なかった。しかし、現在は画像や動画などのデジタルデータを全て計算機で管理、運営できる「デジタルプラネタリウム」という、新しい形のプラネタリウムが普及してきており、可視光以外の多波長の観測の様子も簡単に投影することができるようになった。プラネタリウムという媒体を通してならば、一般の人に理解してもらう機会を増やすことができる。昨年度までの研究 [1][2] では、ROSAT 衛星および「あかり」衛星の全天データを用いて、プラネタリウム投影用のデータ形式変換を行うプログラムが開発された。これらの研究を受け、本研究では、プログラムの改良とともにバーチャル天文台「sky view」¹で公開されているさまざまな衛星・天文台のデータ利用し、多波長プラネタリウム投影用のコンテンツを一括で作成することを目指す。

2 プラネタリウム投影へ向けた準備

2.1 多波長データの取得

コンテンツ作成用データは、バーチャル天文台「SkyView」にて取得する。SkyView とは、静的画像データベースから異なる波長体制で空のイメージをダイナミックに出している web 上の「仮想」天文台である。各国の科学衛星、天文台で観測され、公開されている様々な波長の画像データが、天空上の位置、画像サイズをすることで誰も簡単に取得することができる。現在 sky view には、電波からガンマ線まで 37 基の衛星、天文台の 88 個のサーベイデータが公開されている。

2.2 データの選択基準の決定

まず、プラネタリウムに投影させた際に違和感なく鑑賞できるかを考えなくてはならない。これは人間の視力と画像データの解像度との兼ね合いで決まる。日本で視力測定

の基準(視標)とされているのはランドルト環と呼ばれる、一方向に切り欠きがあるリングで、5m の距離で、太さ 1.5mm、直径 7.5mm のリングに設けられた、巾 1.5mm の切り欠きの方向がわかる視力を 1.0 とされる。つまり、視力 1.0 の空間分解能は

$$\frac{1.5 \times 10^{-3}}{2 \pi \times 5} \text{rad} = 17.18 \times 10^{-3} \text{度} = 1 \text{分} \quad (1)$$

5m の半分の距離まで近づかないと、切り欠きの方向がわからない場合、視力も半分と考え、0.5 となる。空間分解能は、2 分である。本研究では、視力が、1.0~0.5 ぐらいの人を中心に考えているため、使用する観測データの空間分解能は、1 分角~2 分角が要求される。

次に、プラネタリウムである以上、すべて空(立体角 $4\pi \text{strad}$)を補っているのが望ましい。しかし、すべて空を補っている画像に限定してしまうと扱えるデータが少なくなってしまうので、本研究では、1/4 以上の空を補っている画像も可とした。

2.3 選択したデータセット

2.2 の基準より表のように 5 基の衛星の 7 個のサーベイデータがプラネタリウムに使用可能とわかった。

波長	サーベイ
可視光線	SDSS
電波線	NVSS
赤外線	Two Micron All Sky Survey IRAS Sky Survey Atlas Improved Reprocessing of the IRAS Survey
紫外線	ROSAT Wide Field Camera
X 線	ROSAT ALL SKY
ガンマ線	なし

表：選択したデータ

3 プラネタリウムコンテンツの作成

最終的には、2.3 で選択した画像すべてについてコンテンツを作成するが、ここでは例として IRAS Sky Survey Atlas による電波のデータを用いた赤外線宇宙コンテンツ作成を示す。

¹<http://skyview.gsfc.nasa.gov/>

3.1 ダウンロードスクリプトの作成

skyview では、衛星名、Pixels、Scale、座標を指定すればプラネタリウム用の画像をダウンロードできる。しかし、全天のデータを一回で持ってくることはネットワーク上では、不可能であるので、skyview より提供されている java プログラム²を利用して 1 視「12 度×12 度」の画像について座標の中心位置を少しずつずらしながら、コマンドライン上で自動でダウンロードすることとした。本研究で作成したダウンロードスクリプトは、C 言語で、経度 (RA) を 10 度ずつずらし、緯度を 10 度に分割するものを作成した。しかし、skyview の画像は元々球面でのもので、デジタルプラネタリウム投影用フォーマット TSC(平面)に変換すると、経度に隙間ができる。この隙間を計算して、その分の経度をずらすことを、ダウンロードスクリプトに組み込む必要がある。以下の式が隙間を計算したもので、図 1 の (2) の式が図 1 の台形の上辺、(3) の式が台形の下辺、(4) が隙間となり、これを考えてスクリプトに作成した。

$$(x_1)^2 = 2(\cos dec)^2 \{1 - (\cos \Delta ra)\} \quad (2)$$

$$(x_2)^2 = 2\cos(dec + \Delta dec)^2 \{1 - (\cos \Delta ra)\} \quad (3)$$

$$(x_1) - (x_2) \quad (4)$$

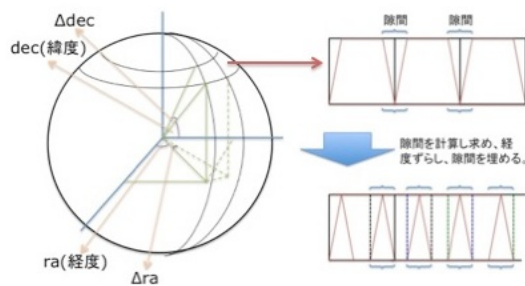


図 1: 画像の取得手順

3.2 全天画像の作成

デジタルプラネタリウムでは、全天画像もデジタル画像として扱うため、作成する画像にデジタル処理があまり影響を与えないような投影法が好ましいとされる。TSC(Tangential Spherical Cube) 投影法は 1 つ 1 つの分割に対して歪みが少なく過去の研究でもこの投影法が用いられている。

ダウンロードした個々をファイルを、デジタルプラネタリウム投影用フォーマット TSC に変換するプログラムが必要になる。まずは、西尾の研究 [1] と同様に、宇宙科学研究本部の海老沢教授により開発され、海老沢教授のホームページ³に公開されているプログラムを使用した。このプログラムは、Fitsfile を扱う Cfitsio および World Coordinates

Syatem(WCS) というライブラリを利用し、入力ファイルの各ピクセルの天空上の位置およびピクセル値を、出力ファイル (全天画像) の対応するピクセルに埋め込むものである。このプログラムをそのまま使用してできた画像データを図 2 である。3.1 で隙間を埋めるためにできた重なりが目立ちプラネタリウム用画像としては、見栄えがよくない。これを取り除くためのプログラムの改良が、必要となってくる。

3.3 画像データの重なるの削除

重なっていない部分のピクセル値に対して、画像が 2 枚重なっている部分のピクセル値は 2 倍、4 枚重なっている部分のピクセル値は 4 倍となっていると考えられる。したがって余分に加算されたカウント数を規格化するためには、もとのファイルの各ピクセルに保存されたピクセル値 (X 線のカウントレート) にかわって、定数 1 を入力し、それを全天の各座標のピクセル値として出力させてやれば良い。こうすることで、データの重なるのない部分には 1 が、2 枚画像が重なった部分には 2 が、3 枚、4 枚にはそれぞれ 3 と 4 がピクセル値として出力される。その後、元の画像データからこの規格化用の画像データを割ると全体のピクセル値が均一となり、重なりが取り除かれた画像が図 3 になる。

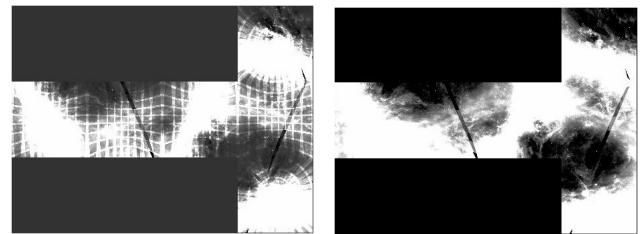


図 2: 隙間を埋めた画像 図 3: 重なるの除去画像

4 まとめ

本研究の目的であるバーチャル天文台「skyview」からのプラネタリウム用全天画像作成の道筋を確立することはでき、宇宙の可視光以外で理解される天体現象について、プラネタリウムで身近に学習できる効果的な番組が提供できると期待している。今後も宇宙の観測が、天文台や衛星によって進み、その画像データがバーチャル天文台に保存される。最新の宇宙画像を、プラネタリウムの媒体として、一般の人に理解していけると考えている。

参考文献

- [1] 西尾 光史 総合研究論文 (芝浦工業大学) 2007
- [2] 小倉 博之 総合研究論文 (芝浦工業大学) 2008

²<http://skyview.gsfc.nasa.gov/jar/skyviewinajar.html>

³<http://plain.isas.jaxa.jp/ebisawa/Planetarium/>