

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

海老沢研(JAXA宇宙研)
田部一志、高畠規子(株式会社リブラ)
上山治貴(株式会社アストロアーツ)
佐藤理江(藤沢市湘南台文化センター)
鳶宏道(平塚市博物館)

天文観測データの可視化 とデジタルプラネタリウム

- デジタル技術の進展に伴い、今日、大量の天文観測データが地上の天文台や天文衛星から生み出されつつある。
- これらの大量データから適切な科学的情報を引き出すために、データを効率よく可視化する方法が望まれている。
- デジタル技術の進歩により、近年、高精度のイメージをプラネタリウムで投影することが可能になってきている。
- 大規模な天文データの可視化のツールとしてデジタルプラネタリウムを利用する可能性について考察した。
- 実際に、主にJAXAの科学衛星による観測データを用いたプラネタリウム番組を製作したので、その手法について報告する。

観測データフォーマット: FITSファイル

- Flexible Image Transportation System (FITS)
- 天文学の世界で用いられる標準フォーマット
- ほぼすべての天文観測データがFITSフォーマットで保管(アーカイブ化)されている
- FITSファイルを扱う多くのソフトウェア、ライブラリがフリーで利用可能
- 広報、教育にはまだ十分活用されていない
- ただし扱いに慣れる必要がある

World Coordinate System(WCS)

- 天球座標を平面に投影する際のシステム
- 教科書的な論文あり
- FITSヘダーに正しいWCSキーワードがついてさえいれば、標準的なソフトウェアが、各画素を天球上の位置に対応づける

WCS キーワードの例

表 2: プラネタリウムで表示するために作成した全天イメージ FITS ファイルのヘダー. このヘダーを持つ FITS 画像の例が図 1 である.

SIMPLE = T / file does conform to FITS standard

BITPIX = -32 / number of bits per data pixel

NAXIS = 2 / number of data axes

NAXIS1 = 8192 / length of data axis 1

NAXIS2 = 6144 / length of data axis 2

EXTEND = T / FITS dataset may contain extensions

RADESYS = 'FK5' / Coordinate system

EQUINOX = 2.000E+03 / Equinox

CTYPE1 = 'RA---TSC' / RA projection

CTYPE2 = 'DEC--TSC' / DEC projection

CRPIX1 = 7.1685000000000E+03 / X reference pixel

CRPIX2 = 3.0725000000000E+03 / Y reference pixel

CRVAL1 = 0.0000000000000E+00 / RA of reference pixel

CRVAL2 = 0.0000000000000E+00 / DEC of reference pixel

CDELTA1 = -4.3945312500000E-02 / X pixel increment (degree)

CDELTA2 = 4.3945312500000E-02 / Y pixel increment (degree)

END

分点
座標系、投影法

基準となるピクセルのXY座標

基準となるピクセルの天球座標

ピクセルのサイズ(度)

色の表示

- FITSイメージには各ピクセル(画素)に、観測したバンド(波長域)における強度が入っている。
- X線や赤外線でも適当に三つのバンドを選び、それぞれをRed, Green, Blueと考える
- $R(0-255)$, $G(0-255)$, $B(0-255)$ で16,581,375色のフルカラーイメージができる。
- $(0,0,0) \rightarrow$ 黒、 $(255,0,0) \rightarrow$ 赤、 $(0,255,0) \rightarrow$ 緑
 $(0,0,255) \rightarrow$ 青、 $(255,255,255) \rightarrow$ 白

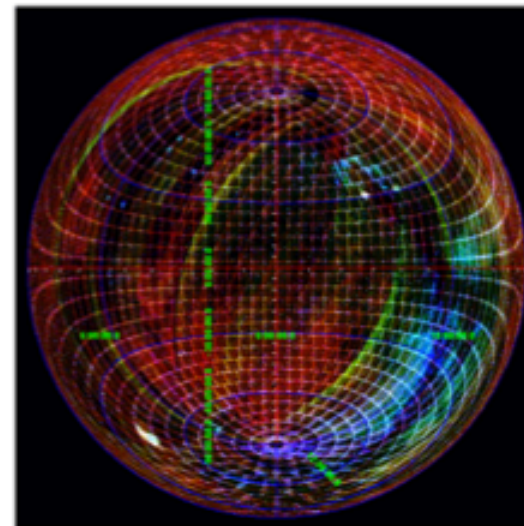
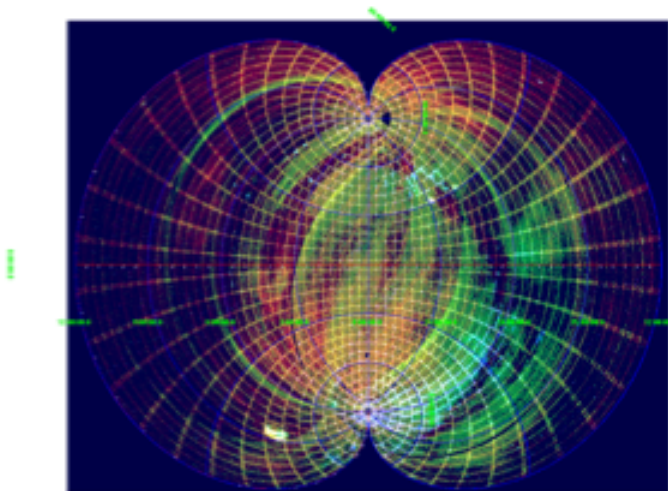
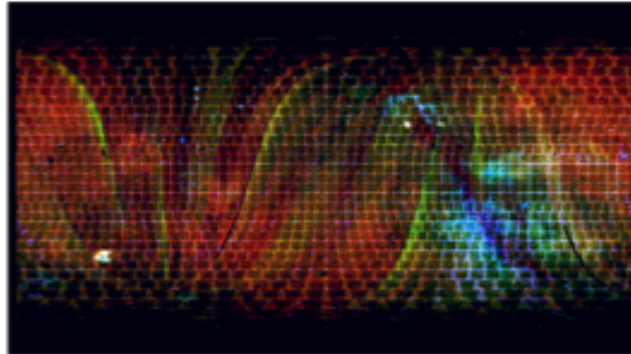
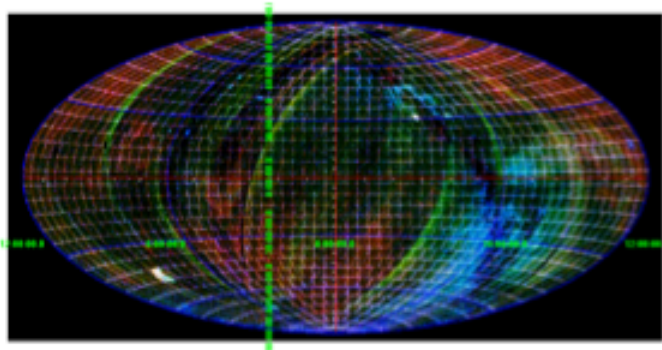
ROSAT全天画像の例

Red:0.11-0.28keV
Green:0.44-1.0keV
Blue:1.05-2.04 keV



プラネタリウム投影に適している
Tangential Square Cube (TSC)投影法

様々な全天画像投影法



WCslib(標準ライブラリ)で簡単に変換可能

プラネタリウム番組に用いたデータ

表 1: プラネタリウム番組作成に利用した天文観測データ

観測装置	波長	バンド数	領域	時間分解能
あかり FIS, IRC (点源)	中間, 遠赤外線	6	全天	-
あかり FIS (イメージ)	遠赤外線	4	銀河面	-
MAXI (SSC)	X 線 (0.7 – 7 keV)	3	全天	-
MAXI (GSC)	X 線 (2 – 20 keV)	3	全天	一日ごと
すざく	X 線 (0.5 – 10 keV)	スペクトル輝線ごと	はくちょう座ループ	-
なんてん	電波	1	銀河面 (南天)	-
デジタルスカイサバイ†	可視光 (暗黒星雲)	1	銀河面	-

† 東京学芸大学土橋氏のグループにより暗黒星雲データを抽出.

デジタルプラネタリウム番組の製作

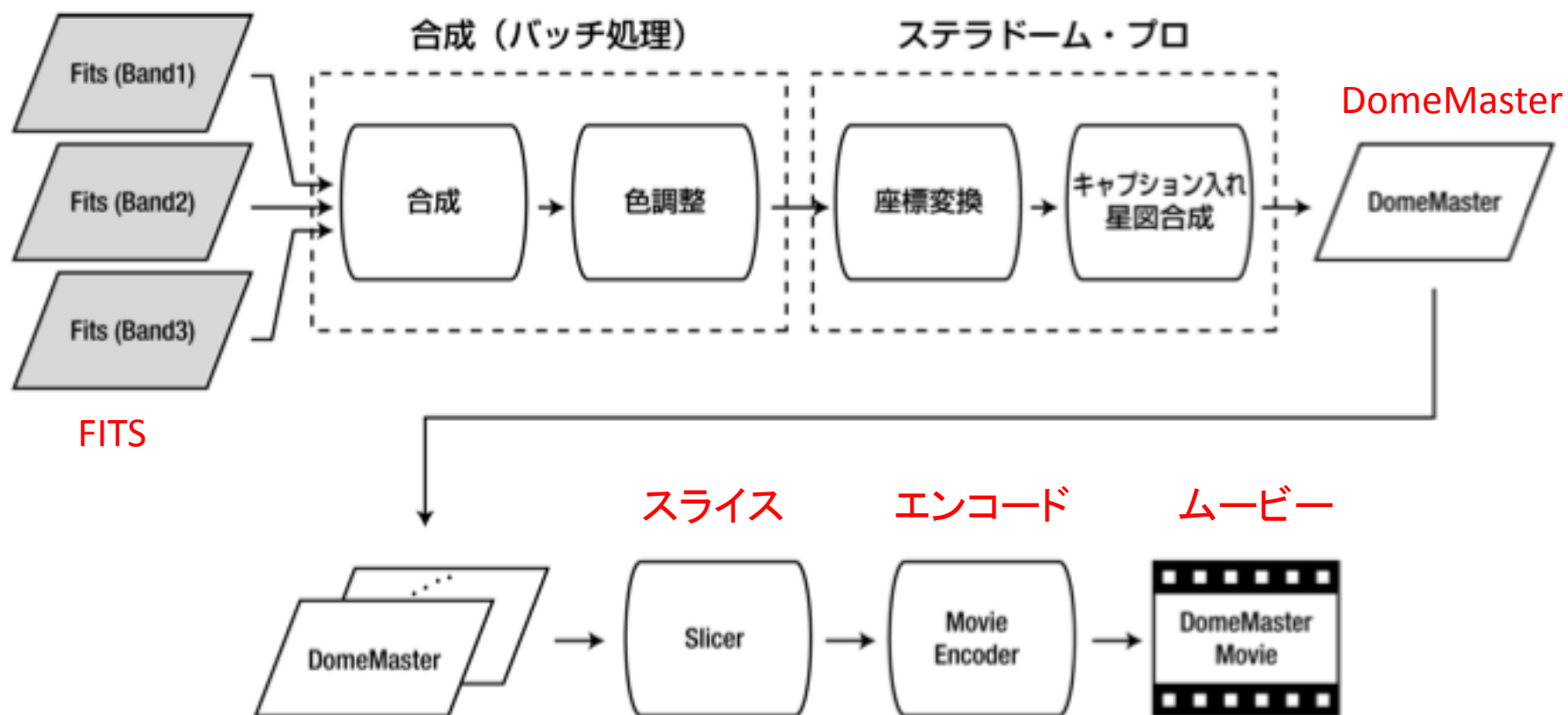
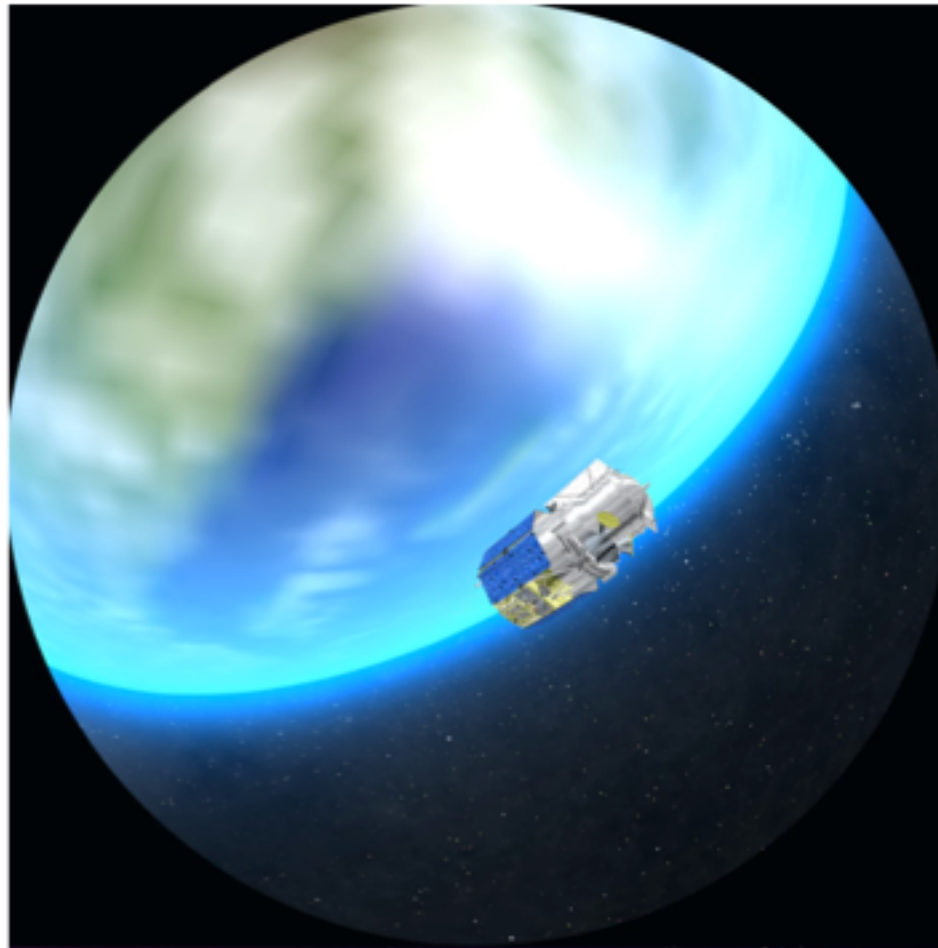


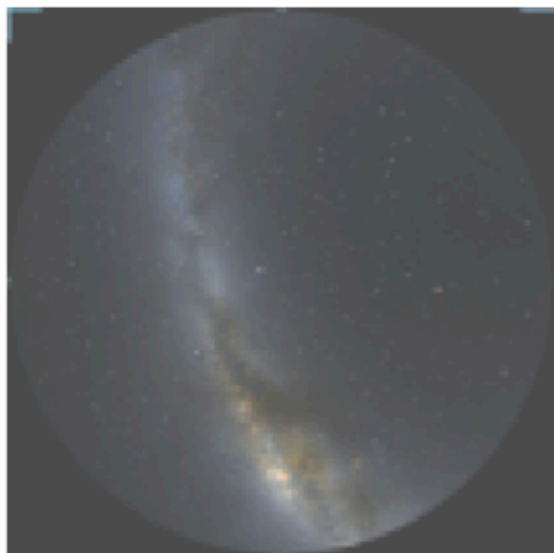
図 4: FITS 画像からドームマスターフォーマット, ムービーへの変換.

「ドームマスター」フォーマットの例

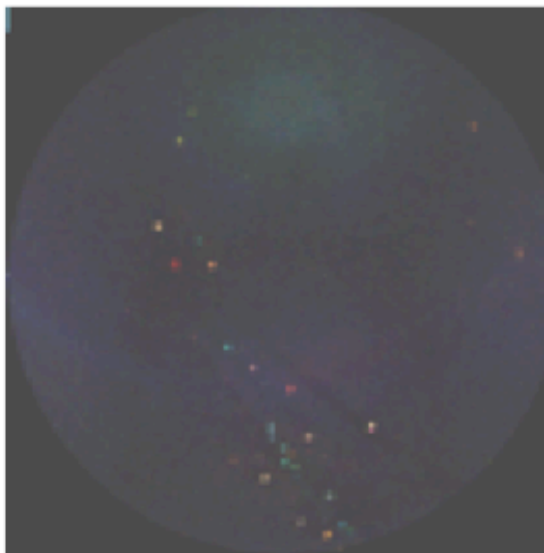


軌道上の「あかり」のアニメーション

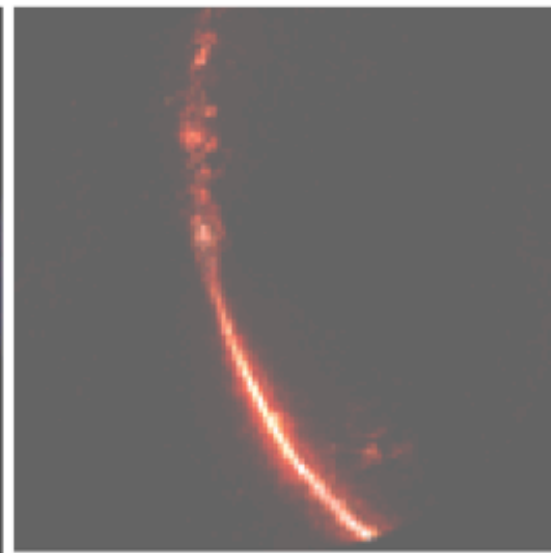
「ドームマスター」フォーマットの例



可視光で見た天の川



X線で見た天の川



赤外線で見えた天の川

製作した番組

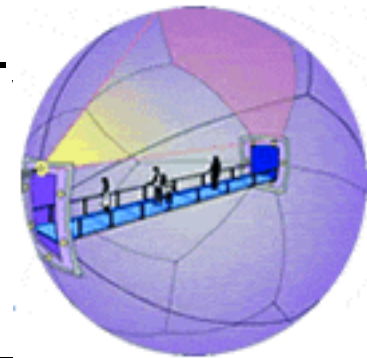
- 「見えない光で宇宙を探る～活躍するJAXAの科学衛星～」
 - 約22分のロング番組
- さらに、各トピックをやや詳しく掘り下げた、それぞれ約5分のショートクリップを5本製作
 - (1)電磁波の波長，大気による電磁波の吸収の話.
 - (2)赤外線天文衛星「あかり」が観測する宇宙.
 - (3)「あかり」の観測方法.
 - (4)X線全天観測装置MAXIによるブラックホール新星の観測.
 - (5)X線天文衛星「すざく」による超新星残骸の観測
- 2011年秋、平塚市博物館で先行公開

番組の公開

- 教育、啓蒙目的に無償で利用可
- PC版はJAXA相模原チャンネルから視聴化
http://www.isas.jaxa.jp/tv_isas
- JAXAデジタルアーカイブ(<http://jda.jaxa.jp>)に
収録予定

今後の展開

- デジタルプラネタリウム番組にFITSデータを利用
どんどん使って欲しい
 - 技術的なサポートはします
- 研究者が大量天文データ可視化に用いるため
に、手軽な投影用ドームが欲しい
 - 研究者にとっても、観測データをドーム
- 全天球ドームに投影したい
 - 国立科学博物館シアター360など
- 遠い将来：リアルタイムで全天ドームに再現？



シアター360イメージ図

鮮