¹ WWWを利用した MTSAT データ処理・可視化・配信 ² システムの構築

Development of MTSAT data processing, visualization and distribution system on WWW

Abstract: This research focuses on a network based data distribution and visualization system of Multifunctional Tranport SATellite (MTSAT). Institute of Industrial Science (IIS) and Institute of Earthquake Research Institute (ERI) both at University of Tokyo have been receiving, processing, archiving and distributing of MTSAT imagery with a direct receiving of High Rate Information Transmit (HRIT) since October 2006. A software package, mtsatgeo, is developed including radiometric calibration, geometric correction and spatial subset, and they are available on a web-based data distribution and processing service accessed at http://webgms.iis.u-tokyo.ac.jp/

12

Keywords: HRIT, mtsatgeo, YUV model

13 1 はじめに

14 1.1 本研究の背景

運輸多目的衛星(Multi-functional Tranport SATellite, MTSAT)は、ひまわりシリーズとして利用されて
 きた静止気象衛星としての機能の他に、次世代の航空保安システム用人工衛星としてアジア太平洋地域の航空
 交通に貢献する役割も持つ、気象庁と国土交通省とを中心とする複数の省庁によって 2005 年 6 月より新 1 号
 機(MTSAT-1R, ひまわり 6 号)が東経 140 度の赤道上で運用されており、新 2 号機(MTSAT-2R, ひまわり
 7号)も待機している、Table1 に MTSAT-1R の諸元を示した、GMS(ひまわり 5 号)からの変更点は、1)衛星
 の姿勢制御がスピン安定式から 3 軸安定式に変わった、2) 画像取得における水平方向の走査が、衛星のスピ
 ン走査からミラー走査に変わった、3) 中間赤外チャンネル IR4 が追加された、4) 量子化幅が 10bit に向上し

た、5)可視画像 VIS の空間分解能が 1km に、熱赤外画像 IR1-4 のそれが 4km に向上した、ことなどがあげ
 られる.MTSAT の画像配信方式には、小規模利用局向けの低速情報伝送 (LRIT) と中規模利用局向けの高速
 情報伝送 (HRIT) がある.LRIT は伝送データ量を削減するため、画像のチャンネル数、分解能、量子化ビッ
 ト数を低減させているが、HRIT はフルスペックで送信している (JMA 2003).全球観測は、毎時 30 分ころか
 ら 25 分ほどかけて1日 24 回行う.北半球のみの観測は、ほぼ毎時 0 分ころから 13 分ほどかけて1日 20 回行
 う.そのうち6時間毎の4回は風計算 (wind extraction) のため、毎時 0 分からの観測に続き毎時 15 分ころか
 5 13 分ほどかけて北半球観測を再度実施する.また、南半球のみの観測は、1日 4 回、6 時間毎に、毎時 0 分
 ころからと毎時 15 分ころからの2 回続けて観測を行う.従って、北半球に限ると (南半球のみの観測の4 回を
 除き) ほぼ 30 分毎に観測が行われていることになり、一日の総データ量は 12GB になる.これらのうち熱画像
 のみは、(財) 気象業務センター¹を通じて有償での配布が行われている.

Channels	Wavelentgh	IFOV	Quant.
IR1	10.5-11.5 $\mu \mathrm{m}$	4 km	10 bit
IR2	11.5-12.5 $\mu \mathrm{m}$	$4 \mathrm{km}$	10 bit
IR3	6.5-7.0 $\mu \mathrm{m}$	$4 \mathrm{km}$	10 bit
IR4	3.5-4.0 $\mu {\rm m}$	4 km	10 bit
VIS	0.55-0.90 $\mu {\rm m}$	1 km	10 bit

Table 1. MTSAT-1Rの諸元

東京大学地震研究所 (東大地震研) と東京大学生産技術研究所 (東大生研)は,2006年10月1日より東京大
 学弥生キャンパスにおいて MTSAT HRIT 画像の受信を開始し,受信・処理・保存・配信のシステムを共同で
 運用している.MTSAT の観測範囲は北緯80度から南緯80度,東経60度から220度の領域をカバーし,可
 視・赤外・水蒸気の各波長に分光された画像が,北半球に限れば,ほぼ30分に1度取得できるため,天気予報
 のみならず,砂漠化,森林火災,洪水,台風などの災害・環境監視に有効である.これまでのひまわりシリー

¹(財) 気象業務センター http://www.jmbsc.or.jp/

ごの多大なる貢献を考えると利用者の期待は大きいと考えられるが,現段階では気象業務以外でのデータ利用
 支援に乏しいという問題がある.

3 1.2 本研究の目的

本研究では,東大地震研と東大生研が受信している MTSAT HRIT 画像を対象に,データの受信,処理,保
 存,配信といった一連のサービス提供システムを構築することを目的とする.これにより,アジアの環境・災
 害監視におけるリモートセンシングデータの利用が大きく促進するものと期待される.

12 データ配信システム

2 2.1 システムの概要

本システムは,1)データ受信・保存,2)データ処理・可視化,3)データ配信,の3つに大別される、全体的
 な処理の流れは次の様になる、まず,インターネット上で任意のユーザーがサーバーのホームページ²にアク
 セスし,グラフィカルユーザーインターフェースを通じて,希望する観測日時のファイルと地図化領域を指定
 する(Figure 1-1)、次に,データ処理サーバーがデータ保存システムのデータベースにアクセスし,FTPを通
 じてデータをダウンロードし所定の前処理を行ったのち,処理したデータをユーザーが外部からアクセスでき
 る領域に保存する(Figure 1-2)、最後に,処理完了とデータのダウンロードの仕方を電子メールにてユーザー
 に送信する(Figure 1-3)、以下では,各システムについて順に述べる.



Figure 1. WebGMS のシステム構成

²WebGMS ホームページ http://webgms.iis.u-tokyo.ac.jp/

1 2.2 データの受信・保存,処理の概要

データの受信は,東大弥生キャンパスの地震研に設置されたアンテナによって行われ,受信後ただちに光ファ
 イバーネットワークを通じて東大駒場キャンパスの生研へと転送される.クイックルック画像の作成,FTPを
 通じた配布の準備をディスク上で行ったのち,最終的には700TBの容量を有するロボット式大規模テープ格
 納装置へデータが保存される.一連の手順はすべて自動化されているが,現在のところデータの公開までに受
 信からおよそ2時間を要する.

データ処理は、1)放射量補正、2)幾何補正、3)指定範囲の切り出しの3つに大別される.放射量補正は、
 受信と同時にダウンリンクされる補正係数を基に行われ、可視チャンネルは大気上端の反射率に、赤外チャ
 ンネルは大気上端の輝度温度値に変換される.幾何補正は、MTSAT HRIT 画像の座標系である Normalized
 Geostational Projection (NGP)から等緯度座標系への変換によって行われ、標高に起因する倒れ込み誤差の
 補正を考慮して処理される(安川ら、2003).ここでいう幾何補正とはシステム情報を基にしている.衛星の姿
 勢制御に起因する位置ずれがおよそ4-5km程度あり、1kmデータを時系列解析に利用するためには、精密幾何
 補正が必要である(竹内ら、2007).最後に、ユーザからの指定範囲を切り出してFTPサイトに格納する.地図
 化された MTSAT の可視画像の例をFigure2に示す.以上に示した放射量補正,幾何補正,切り出し機能は、
 パッケージソフトウェアmtsatgeoとしてとして、無償利用できるようにオンラインで配布している.

16 2.3 データの配信とユーザインターフェース

ユーザの利便性を考えて,放射量補正,幾何補正,切り出し,配信機能をWebGMS³としてウェブ上に全て
 の処理を実装した.リモートセンシングに精通していないユーザーでも利用できるように,必要とされる入力
 パラメータは最小限にとどめた.必要となるのは,1)目的のファイル名,2)地図化する範囲,3)電子メールア
 ドレス,3つのパラメータのみである.ユーザーインターフェースは以下の方針で設計されている.

1. トップページ (Figure 3-(a)) では,ユーザーは目的に応じて 1km (可視) あるいは 4km (熱赤外) の空間
 分解能を指定する..

³WebGMS のウェブページ http://webgms.iis.u-tokyo.ac.jp/



Figure 2. 地図化された MTSAT の可視画像

1	2. データ注文ページ (Figure 3-(b)) では , はじめに目的のファイル名を入力する (Figure 3-(b)-A) . ファイ
2	ル名は年月日時分 (YYYYMMDDHHMM) から構成されており, 簡単に手入力できる.また,時系列階
3	層型データ検索システム (Figure 4)を用いれば , クイックルック画像 , データ観測範囲 , 取得年月日を
4	マウスのクリックによって取得できる.
5	3. 次に , 地図化する範囲を南北の緯度および東西の経度で入力する (Figure 3-(b)-C) . MTSAT の観測範囲
6	に含まれるアジア・オセアニア各国の主要な地図座標はあらかじめ用意されており , プルダウンメニュー
7	からマウスで指定することもできる $(Figure 3-(b)-B)$.

4. 最後に,自分の電子メールアドレスを入力する (Figure 3-(b)-C). そのアドレス宛に,データ処理完了
 の旨とデータダウンロードの方法を示した電子メールが配信される.

WebGMS - MTSAT/GMS (HI	MAWARI) data processing on WWW	WebCWS for Taken Decembing Station Data (1KM)
C + Ohttp://webgms.iis.u-tokyo.ac.jp	p/ • Q+ Google	Webdins for Tokyo Receiving Station Data (IKM)
○ アップル (4) ▼ ニュース▼ マニュアル▼ プロジェクト	▼ 研究に役立つデータ▼ 出張・旅行▼ ソフトウェア▼ 論文▼ >>>	
WebGMS - MTSAT/GMS (HI		LL アラブル(4) マーユースマ マーユアルマ プロジェクトマ 研究に使立ファータマ 出版・原行マ タクトウェアマ 論文マ 30 WabGMS for Tokyo Paraivi
TE Pa INDUSTA		WebGms for Tokyo Receivi
WebGMS - MTS	AT/GMS (HIMAWARI) data processing on WWW	MTSAT data spatial subset for Tokyo Receiving Station (1KM)
	Earthquake Reserach Institute &	Current time: August 17 2007 13:24:53
Minastre With STRY OF TOT	Institute of Industrial Science, U-Tokyo	0 process running now (max 100 processes)
What's newl (Update history)		173617 scenes processed in total
2007/06/24 Land surface water monitoring system has started. 2007/02/05 Forest fire monitoring system has started.		Step1 - Data Acquisition
2006/11/24 Priski onime data processing service has started. 2006/10/31 MTSAT quick look service has started.		MTSAT Data Search (UTC): Database search
2006/10/17 WebGMS has started to work.		Input original file name: Ex.) 200610030230
174897 (173617 +1280) scenes have been processed since Nov. 1, 2006. 26311 scenes are available for processing.	Japanese	Step2 - Mapping area selection
COLLECTED IN INVITED TO POCESSING.	13:20:34 up 17 days, 1:34, 8 users, load average: 0.19, 0.29, 0.33	Search your area of interest: Pop up world map
Latest image and last 72-hours movie: MTSAT1200708161230 (UTC)		Select 1 area 😯 (Click here to paste) (or you can type by yourself)
Anna Anna Anna	North Contraction	
		North Latitude
		West Longitude East Longitude
IR1 (10.5-11.5) IR2 (11.5-12.5) IR3 (6.5-7.0)	IR4 (3.5-4.0) VIS (0.55-0.90) PSEUD (0.55-0.90)	
Image Movie Image Movie Image Movie	Image Movie Image Movie Image Movie	South Latitude
Overview of this page	Contact	Stan2 - Input corresponding a-mail address
Background information Online (JPEG)	Download (PDF, 2,2MB)	Steps - Input corresponding e-mail address
Online data processing	P	E-mail:
1km (Visible channel only)	<u>4km</u> (All channels)	
ERI data (U-Tokyo, Japan)		Step4 - Click to proceed
Thematic map database	Land surface water monitoring	Colorite Descurate
Coverage map	Land Surrace water monitoring	Submit Request
Asia		Contact:
Access analysis	Cpu load statistics	WebGMS Developer: Dr. Wataru Takeuchi
Contacts		E-mail: <u>wataru@iis.u-tokyo.ac.jp</u>
WebGMS Project Team Dr. Wataru Takeuchi		
E-mail: <u>wataru@iis.u-tokyo.ac.jp</u>		
by php ³	Copyright (C) 2006 - 2007 Yasuuka & Takeuchi Laboratory. All rights reserved. Last Update: June 28 2007 12:33:15 (JST) managed by <u>Dr. W. Takeuchi</u>	
	li.	
(a) ウェブ	「ページの外観	(b) データ注文ページの外観

Figure 3. WebGMS のグラフィカルユーザインターフェース

パラメタが正しく入力されると確認の画面があらわれ,ジョブが正しく受けつけられると同時にサーバー
 はデータ処理を始める.パラメタの入力に要する時間は1分程度である.通常のCGIによる処理と異なり,
 PHP⁴によるスクリプティング処理をバックグラウンドで行うので,ユーザー側に待ち時間はほとんど発生し
 ない.ウェブ上でのリクエストは100シーンを上限として同時に受け付けるが,各ジョブに待ち行列を発生さ
 せ優先順位をつけて順次処理を行う.至近3ヶ月程度のデータはディスク上に保管されているため直ちに処理
 が行われるが,それ以前のデータはアーカイバから自動転送するための時間差が発生し処理が後回しになる.
 おおむねパラメタ入力完了から電子メールによる完了通知が届くまで約10分を要する.サーバーのディスク
 容量の制約から,電子メールによる通知後72時間経つとデータはサーバー上から削除される.

⁴日本 PHP ユーザー会 ホームページ http://www.php.gr.jp/



Figure 4. 時系列階層型データ検索システム

13 データ可視化システム

2 3.1 色変換による疑似カラー画像作成手法

3 HRIT 画像から通常作成されるクイックルック画像は, Figure 5 に示すように可視・赤外・水蒸気の各波長
 4 に分光された白黒画像である.ここでは,空間分解能の最も高い可視画像を対象に,視覚的により親和性ある
 5 いは判読性の高い疑似カラー画像を作成する方法を検討した.



 (a) IR1
 (b) IR2
 (c) IR3
 (d) IR4
 (e) VIS

 Figure 5. 可視・赤外・水蒸気の各波長に分光された HRIT 白黒画像

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \tag{1}$$

$$U = B - Y \tag{2}$$

$$V = R - Y \tag{3}$$

10 Y 成分は明るさを表す輝度信号, U 成分は輝度信号と青色成分の差, V 成分は輝度信号と赤色成分の差をそ
 11 れぞれ表している.具体的な色変換の手順は次の通りである.

- 1. 背景画像として MODIS から作成された雲なし画像 (R:G:B=Ch.1:Ch.4:Ch.3, ナチュラルカラー画像)
- ² を入手し⁵(Figure 6の(a)), これを式 (1)-(3) を用いて YUV 成分に変換する (Figure 6の(b)-(d)).
- 3 2. MODISのY成分 (Figure 6の(b))とMTSATの可視画像 (Figure 6の(e))とを置き換え,新規のYUV
- ₄ 成分とする
- 5 3. 新規の YUV 成分を式 (1)-(3) を用いて RGB 成分に変換する (Figure 6 の (f))
- 。3.2 疑似カラー画像作成結果



(a) MODIS VIS

(b) MODIS Y

(c) MODIS U



(d) MODIS V (e) MTSAT VIS (f) MTSAT PSEUD



⁵NASA Blue Marble http://earthobservatory.nasa.gov/

新規に作成された MTSAT 疑似カラー画像 (Figure 6 の (f))は,中国内陸部やオーストラリア中央部の砂
 漠がやや赤っぽくなっている等の問題があるが,目視による判断からおおむね違和感なくカラー化されている
 と言える.本研究で検討した画像処理は可視画像を対象としているため,夜間の画像を得ることができない.
 その場合は,熱画像を使って雲を可視化する方法,あるいは,背景画像として DMSP による夜間の光を取り
 入れて擬似的に夜間に見えると思われるシーンを作り出す方法,などが解決方法として考えられる.また,同
 ーシーン中に昼と夜の画素が混在するときには,昼夜の判定を行う必要が出てくるため,更なる検討が必要と
 なる.

14 まとめ

2 本研究では,東大地震研・生研で運用している MTSAT データをオンラインで処理・配信・可視化するシス
 3 テムを構築した.ユーザーの観点から期待できることおよび注意点をまとめると次のようになる.

- MTSAT データの検索,放射量補正,幾何補正,切り出しをオンラインで行うことができる.
- ・ 地図化処理されたデータを FTP 経由で無料ダウンロードすることができる.

• 幾何補正は標高を考慮したシステム補正によるものであり,4-5km 程度の位置ずれが発生する.

本システムの構築により, NOAA AVHRR⁶, Aqua/Terra MODIS⁷, MTSAT による準リアルタイム環境災
 害監視およびデータ配信システムが複合的に利用可能となった.東大生研で処理された一連の衛星データは,
 東大地震研⁸, 国立情報学研究所⁹, 千葉大学環境リモートセンシングセンター,高知大学¹⁰へとネットワーク
 を通じて転送されている.

本システムは稼働から 10ヶ月を過ぎた現在,1,500,000 シーン程度の処理が行われており,東大地震研・生
 研で運用している MTSAT データへの期待は大きいと考えている.これらのデータはオンライン公開し,でき
 る限り多くのユーザーに使っていただくという方針である.現在は,精密幾何補正,地表面温度,海水面温度
 といった高次プロダクトを用意できるよう研究を進めていく予定である.

ュ₅ 謝辞

16 本研究は, 文部科学省 科学技術振興調整費「地球観測データ統合・情報融合基盤技術の開発」プロジェク

17 ト (研究代表者 柴崎亮介 東京大学教授)の一環として行われたものである.深く感謝の意を表する.

⁶WWW を用いた NOAA AVHRR データ配信システム http://webpanda.iis.u-tokyo.ac.jp/

⁷WWW を用いた Aqua/Terra MODIS データ配信システム http://webmtsat.iis.u-tokyo.ac.jp/

⁸衛星データによる東アジア活火山の準リアルタイムモニタリング http://vrsserv.eri.u-tokyo.ac.jp/REALVOLC/

⁹デジタル台風 http://www.digital-typhoon.org/

¹⁰高知大学気象情報項 http://weather.is.kochi-u.ac.jp/

1 参考文献

- ² Japan Meteorological Agency (2003). JMA HRIT Mission Specific Implementation, Ver. 1.2, 2003.
- 3 菊地時夫・喜連川優 (2001). GMS-5 気象衛星画像データベースと統合可視化システムの構築. 情報処理学会
- ⁴ 論文誌: データベース, 42(8), 148-155.
- 5 高木幹雄・下田陽久 (1991). 画像解析ハンドブック. 東京大学出版会, 103-106.
- 6 竹内渉・安岡善文 (2007). MTSAT HRIT 画像の精密幾何補正.写真測量とリモートセンシング, 査読中.
- 7 安川雅紀・高木幹雄 (2003). 標高を考慮した GMS S-VISSR データの幾何補正. 写真測量とリモートセンシ
- ⁸ ング, 42(6), 33-41.

1 目次

2	1	はじめに	1
3		1.1 本研究の背景	1
4		1.2 本研究の目的	3
5	2	データ配信システム	4
6		2.1 システムの概要	4
7		2.2 データの受信・保存 , 処理の概要	5
8		2.3 データの配信とユーザインターフェース	5
9	3	データ可視化システム	9
10		 3.1 色変換による疑似カラー画像作成手法 	9
11		3.2 疑似カラー画像作成結果	10
12	4	まとめ	12

1 表目次

2	1	MTSAT-1R の諸元						2
---	---	--------------	--	--	--	--	--	---

1 図目次

2	1	WebGMS のシステム構成	4
3	2	地図化された MTSAT の可視画像	6
4	3	WebGMS のグラフィカルユーザインターフェース.........................	7
5	4	時系列階層型データ検索システム	8
6	5	可視・赤外・水蒸気の各波長に分光された HRIT 白黒画像	9
7	6	MODIS との合成により作成された MTSAT の疑似可視画像	10