

環境・災害監視のためのアジア衛星観測ネットワークの構築

東京大学生産技術研究所 ○安岡善文

Development of Satellite Observation Network for Environment and Disaster Monitoring in Asian Region

Yoshifumi Yasuoka, Institute of Industrial Science, University of Tokyo

1. はじめに

アジア地域では、近年、ENSOなど大陸/地球規模での気候変動のために、集中的な豪雨や旱魃、大規模森林火災などの災害が多発している。また一方で、急激な都市開発や農地開発など地域レベルでの地表面改変や環境変動も著しい。これらの大陸/地球規模での気候変動と地域的な環境変動は、その相乗作用により、今後さらに大規模な災害を生む危険性が高く、これらの災害による被害を軽減するためには、広域的な監視体制の構築が急務である。広域の環境変動や災害の監視には、地上での観測データのみならず衛星データの活用が不可欠であるが、これまで、ネットワークの容量や処理システムの効率が不十分であるなどの理由により、大容量の衛星データを実時間で転送・処理・配布するシステムは実現されていなかった。

本課題では、広域での環境・災害の監視・予測に向けて、衛星データの準実時間収集・処理・配布システムを開発することを目的とした。特に、アジア地域を対象として、TERRA/MODIS、AQUA/MODIS、NOAA/AVHRRなどの広域観測衛星データを受信し、準実時間で転送、処理・解析、アーカイブ、配信するための衛星観測ネットワークを構築し、さらに受信データに基づいて地表面被覆分布、火災分布などの環境や災害に関する基盤データセットを整備することを目標とした。

2. 研究開発項目とその成果概要

2.1 MODIS、AVHRRアジア観測ネットワークの構築

(1) 基盤システムの構築

東京大学生産技術研究所が、東京およびタイ・バンコクのアジア工科大学院（AIT）において受信している地球観測衛星データ（TERRA/MODIS、AQUA/MODIS、NOAA/AVHRRデータ）を、24時間以内に生産技術研究所に転送、アーカイブするとともに、受信データならびに処理・解析した画像データを同じく24時間以内に日本国内、アジア、世界のユーザに配布するシステムを構築した（図1）。両受信局で受信される衛星画像データの総量は1日30シーン以上、約25GBであり、これらのデータは全て生産技術研究所の大容量データベースシステム（約300TB）に蓄積され、随時、検索できるよう設計されている。

(2) Webサービスシステムの構築

前日までに受信されたAVHRR、MODISデータをweb上で自由に検索するとともに、任意のデータの緯度・経度を指定することにより、画像を切り出して幾何補正し、データを無料で自由にダウンロードできるデータ配布Webサービスシステムを開発した（図2、URL：<http://yasulab.iis.u-tokyo.ac.jp>）。

また、上記のデータ処理システムを、AITに移植し、タイの研究者が自由にソフトウェアの改良を行えるよう技術支援を行った。さらに、タイ研究者の要望により、タイ宇宙情報科学技術庁（GISTDA）とAIT、生産技術研究所の共催により、「MODISデータ利用ワークショップ」を開催し（タイ・バンコク、

平成15年5月29、30日)、アジアにおける衛星データのネットワークによる活用の支援を行った。

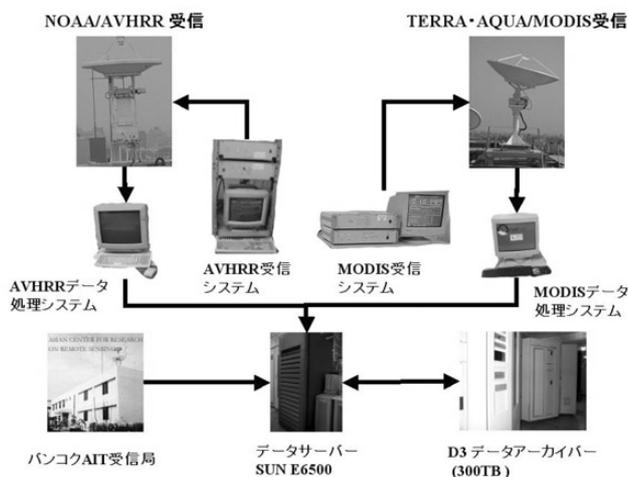


図1 衛星受信ネットワーク基盤システム

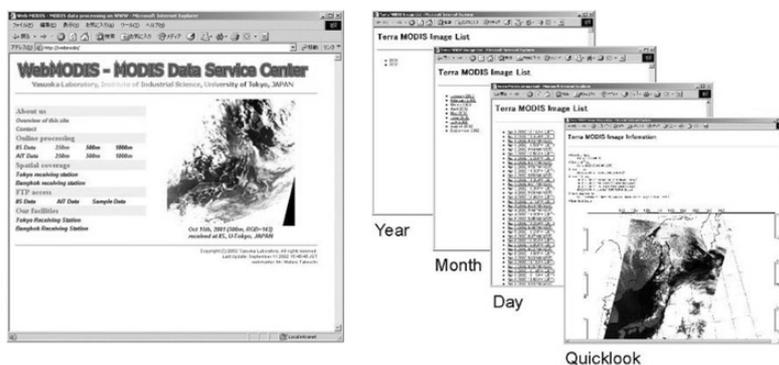
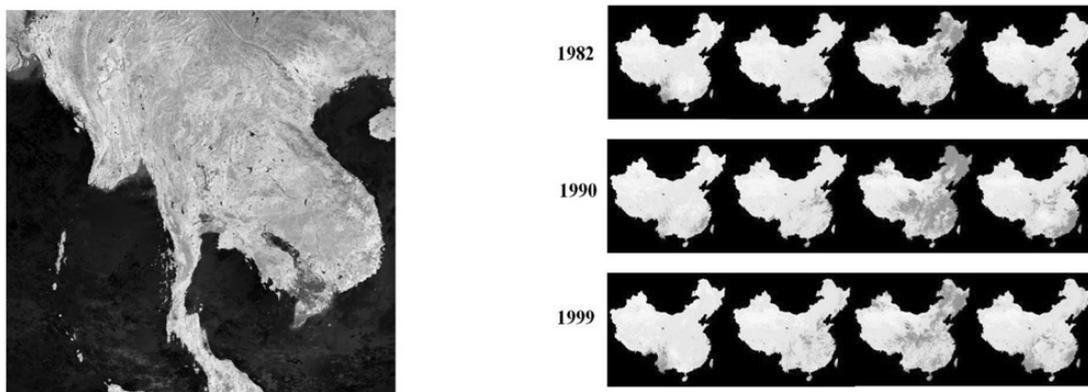


図2 MODIS画像、AVHRR画像のWebによるデータ配信サービスシステム

2.2 MODIS、AVHRR基盤データセットの作成

受信されたデータを基に、アジア地域をカバーする広域モザイク画像、ならびに地域の地表面変動を評価するための時系列データセットを作成した。このために、多時期衛星画像を重ね合わせるなど高精度画



(a) MODIS画像による合成画像 (2001年1月)

(b) AVHRR画像による時系列NDVI画像

図3 基盤データセット例

像補正アルゴリズムを開発した。一例として、図3にTERRA/MODIS画像を用いて作成したインドシナ半島モザイク画像 (a) と、NOAA/AVHRR画像を用いて作成したアジア域の広域時系列モザイク画像 (b) を示す。

2.3 衛星データからの陸域環境・災害主題図作成手法の開発

基盤データセットをもとに、各種の環境・災害主題図を作成した。以下にその例を示す。図4、5には、東アジアにおける大規模森林火災の画像例、および、1983年から18年間のAVHRR時系列画像から抽出された火災面積の年次別地域別統計値を示した。また、図6には、1997年夏季の光合成有効放射量 (PAR) の月別分布図を示した。1997年は、エルニーニョの影響により東南アジアで多くの火災が発生したが、カリマンタン島南部とスマトラ島で火災により大幅にPARが減少していることがわかる。さらに、図7には、MODISデータより推定した東アジア大都市圏における地表面温度分布を示した。温度推定に必要な土地被覆カテゴリ毎の放射率は、土地被覆分類と植生指数の組み合わせにより推定した。地表面温度分布と土地被覆分布との相関分析により、いずれの都市においても地表面温度が樹木の分布と高い相関を有していることが示された。

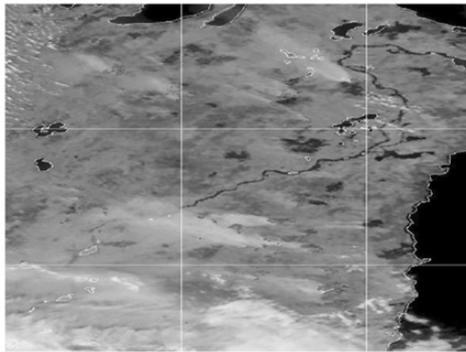


図4 東シベリア地域の森林火災分布

Year	Amur	Biro.	Khab.	Prim.	Heil.	Jilin	Nei M.	Total
1984	843.6	8.2	4569.8	45.2	298.8	16.0	66.8	5848.4
1985	451.5	111.1	767.0	158.2	632.3	102.9	44.7	2267.7
1986	4385.6	392.8	1580.4	236.6	1871.9	26.5	222.0	8715.8
1987	8082.2	364.2	2146.0	672.7	6703.2	23.8	204.4	18196.5
1988	520.5	120.1	4480.9	344.1	377.1	135.2	156.8	6134.6
1989	4173.3	262.5	582.0	219.5	433.0	59.7	31.7	5761.5
1990	764.4	182.2	223.7	75.3	217.5	4.8	79.5	1547.4
1991	356.9	577.2	232.0	209.8	715.0	17.5	53.8	2162.1
1992	4823.1	425.7	5597.7	1999.4	4957.2	686.9	2250.2	20740.2
1993	2385.8	831.9	2067.1	508.3	879.7	171.6	255.6	7100.2
1994	1390.1	55.9	1020.7	522.7	879.1	642.4	756.4	5267.2
1995	145.0	4.3	236.4	2.8	108.7	1.2	58.0	556.4
1996	15061.1	425.0	3781.3	98.2	1537.3	7.8	54.0	20964.8
1997	69.3	46.2	383.7	129.3	49.5	10.3	1.1	689.4
1998	2722.6	144.0	17677.4	398.9	516.2	16.7	34.1	21509.9
1999	1170.3	681.2	1475.9	378.2	773.7	0.0	74.4	4553.8
2000	9520.3	450.7	1682.8	4182.1	22333.2	8794.1	5165.1	52128.3
2001	8123.0	235.1	1864.1	797.9	16994.4	1495.8	3679.5	33189.8

図5 森林火災面積の年次別地域別統計

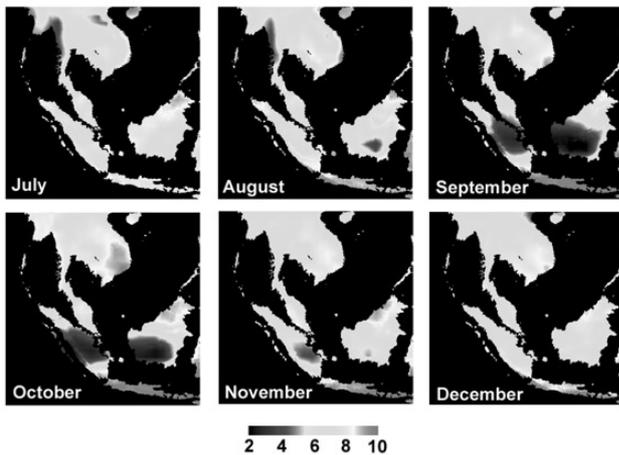


図6 東南アジアのPAR分布図 (1997年、単位: MJ/m²/day)

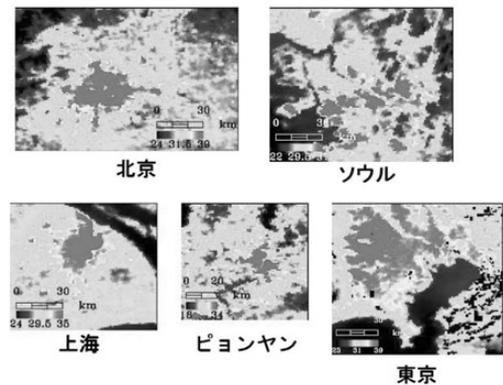


図7 東アジアにおける大都市の地表面温度分布

2.4 衛星データの統合利用手法の開発

上記2.2項に示したように、衛星データの広域モザイク画像や時系列画像を作成するためには、衛星デ

ータの高精度での重ねあわせが必要となる。また、本研究課題ではAVHRR、MODIS、GMSデータなど個別の衛星画像の処理のみならず、これらのデータを重ね合わせて複合的、統合的に利用することも重要な課題となっており、複数センサからのデータの重ね合わせ、統合処理が必要となる。本研究では、複合データセット作成手法を開発するための基礎研究として、複数の受信局で受信されたNOAA衛星データをつなぎ合わせるシステムの構築、標高を考慮した精密幾何補正法、GMSの精密幾何補正法などを開発した。又、高次処理された衛星画像を統合的に利用するために、検索インターフェースを统一的に扱えるXMLでメタデータ記述し、関係データベースに入れ、衛星に依存しないインターフェースの一元化を実現、Javaを用いた衛星画像データベースを構築した。

3. ネットワークの活用について

本研究では、東京、バンコクで受信される衛星データを、24時間以内に生産技術研究所の大容量記憶システムに蓄積し、処理、配布するために、バンコクー東京（NECTEC、SINET）、東京ー関係大学（SINET等）、また、東京ーユーザー（Web経由）間をすべてネットワークを活用してデータ転送するシステムを構築した。

本システムのネットワークの構造、ならびにデータ量を図8に示した。

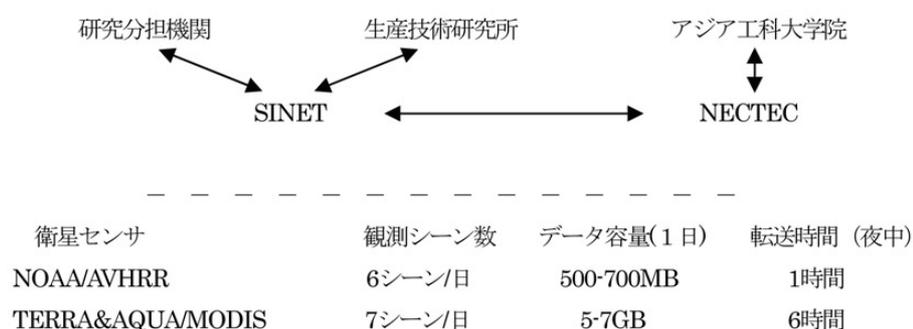


図8 衛星データネットワークの構造（下段はAITで受信された衛星データの転送量）

4. まとめ

本研究では、環境・災害監視のための準実時間データ収集、転送、処理、蓄積および配布システムを構築することを目的として、特に、衛星観測データの準実時間処理システムの開発を行った。この結果、

- ・東京、バンコクで受信される衛星データの、受信後24時間以内の生産技術研究所へのデータ蓄積
- ・Webシステムを利用した24時間以内の処理済データ（領域切出し、幾何補正、放射量補正済み）の配布
- ・大陸規模の地域をカバーする基盤データセット（雲なしモザイク画像、時系列画像衛星画像）の構築
- ・環境・災害に関する各種主題図の作成

などが可能となった。これらの実現により、今後さらに、

- ・より高次データセットの作成（植生の純1次生産量（NPP）、二酸化炭素吸収量の広域推定分図など）
- ・モデルとの結合による環境変動、災害の準実時間予測（森林火災の予測、風水害の予測など）

の実現に向けての道筋をつけることができた、と考える。

しかしながら、環境・災害監視のための準実時間システムの構築には、衛星データのみならず、地上観測データの収集、処理システムの開発が不可欠であり、地上観測データと衛星観測データを統合した監視システムの構築の早期実現が望まれる。

5. 研究開発実施体制

代表研究者 東京大学生産技術研究所 安岡 善文

研究分担（研究開発項目ごとに分担者をまとめた）

研究開発項目：MODISアジア観測ネットワークの構築

東京大学：安岡善文、喜連川 優、越智士郎、遠藤貴宏、アジア工科大学院：横山隆三、
Lal Samarakoon

研究開発項目：アジア域MODIS基盤データセットの作成

東京大学：安岡善文、柴崎亮介、竹内 渉、弘前大学：飯倉善和、丹波澄夫、
東京情報大学：須崎純一

研究開発項目：衛星データからの陸域環境・災害主題図作成手法の開発

千葉大学：本多嘉明・梶原康司、国立環境研究所：田村正行・松永恒雄・山野博哉
東京大学：Jan Kucera、Tran Hung

研究開発項目：衛星データの統合利用手法の開発

芝浦工業大学：高木 幹雄、東京大学：安川雅紀