

16. 人工衛星による地球環境観測(地球環境総合推進計画)

宇宙航空研究開発機構(JAXA) 宇宙利用推進本部 古濱洋治 (furuhamaya.yoji@jaxa.jp)

1. 研究の目的

宇宙から人工衛星による地球観測、地上設備によるデータの受信、記録、処理、保存、提供、データの解析研究、応用利用、各種地球観測技術衛星に関する研究等を含めた「地球観測システム」を構築し、温室効果ガス把握、水循環変動把握、気候変動予測への貢献ならびに、衛星を用いた防災危機管理、資源管理、気象や漁業等の実利用などによる安全安心な社会の構築に役立てるため、地球観測衛星による地球観測を推進する。

本計画は、2002年8月に南アフリカで開催された持続可能な開発に関する首脳会議(WSSD)で採択された実施計画に含まれる「統合地球観測戦略パートナーシップ(IGOS-P)の推進」、およびWSSDにおいて小泉首相から表明された「小泉構想」中の「地球観測・地球地図の活用を通じた地球環境のモニタリングの推進」に対応するものである(JAXA, 2004e; JAXA, 2003a)。

2. 研究の概要

本研究は、人工衛星の開発、打上げ、運用(観測データ取得・処理を含む)、データ利用という下記の一連の人工衛星計画の中で実施される。

(1) 熱帯降雨観測衛星(TRMM)

1997年に、日米共同プロジェクトとして打上げられたTRMMは、JAXAと情報通信研究機構(NICT)が共同で開発した世界初の衛星搭載降雨レーダ(PR)を搭載しており、現在も観測運用を続けている(JAXA 2004a,b)。目的は、熱帯および亜熱帯地域の降雨観測を行うことにより、気候システムの理解(水・エネルギー循環システムの解明等)、エルニーニョなどの異常気象の解明、災害防止のための洪水予報などに貢献することである。TRMMは、PR、マイクロ波放射計(TMI)、および可視赤外放射装置(VIRS)などの5つのセンサを搭載している。特に、我が国が開発したPRは宇宙からのレーダによる降雨観測技術の確立、降雨の三次元構造観測を目的とする観測機器で、降雨の詳細な三次元構造を観測し、降雨の物理、台風の内部構造の解明のためデータを提供している。

(2) 環境観測技術衛星(ADEOS-)「みどり2」

1996年に打上げられた地球観測プラットフォーム技術衛星(ADEOS)による広域観測技術をさらに高度化し、人類共通の緊急課題である地球環境問題に係る全地球的規模の水・エネルギー循環等のメカニズ

ムの解明に不可欠な地球科学データを取得することを目的とした衛星である(五十嵐, 2003; 石田, 2003)。大気中の水蒸気量や降雨の強さ・海面水温などの水に関するさまざまな物理量を昼夜の別なく観測する高性能マイクロ波放射計(Advanced Microwave Scanning Radiometer: AMSR)、海域・陸域・大気の雪氷、土地被覆、雲、エアロゾルなどの多様な物理量を観測するグローバルイメージャ(Global Imager: GLI)、環境省開発の南極・北極の成層圏オゾンやメタンを観測する改良型大気周縁赤外分光計II型(Improved Limb Atmospheric Spectrometer-II: ILAS-II)、などの5つのセンサが搭載された。

平成14年12月に打上げられた後、翌年4月に初期機能確認を完了し、定常観測/校正・検証フェーズに移行し、観測データの取得・処理、センサ校正・検証等を実施していたが、同年10月25日に衛星との通信が途絶する運用異常が発生し(JAXA, 2003d)、同31日に観測運用が復旧する見込みは極めて少ないと判断するに至った(JAXA, 2003c)。その後、宇宙開発委員会 調査部会において原因究明作業を実施し、2004年7月に太陽電池パドルハーネスでの異常発生に起因する発生電力低下による可能性が高いとの原因究明結果をまとめた。

また、米国の地球観測衛星アクア(Aqua)に、ADEOS-II搭載の高性能マイクロ波放射計(AMSR)を改良した観測センサAMSR-Eを搭載しており(Kawanishi et al., 2003)、平成14年5月の打上げ以降、AMSR-Eを用いた観測は順調に継続しており、データ提供を行っている。

(3) 陸域観測技術衛星(ALOS)

ALOSは、地球資源衛星1号(JERS-1)及びADEOSによる陸域観測技術を継承・発展させ、地図作成、地域観測、災害状況把握、資源探査等への貢献を図ることを目的とした衛星である。フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ(PALSAR)、高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2)、パナクロマチック立体視センサ(PRISM)の3つの観測機器を搭載し、地図作成、地域観測、災害状況把握、資源探査等において有効なデータを提供し、社会への貢献が期待されている。現在、打上げに向けて、ADEOS-II運用異常に係わる原因究明の結果反映を含めた信頼性向上等を着実に実行し、開発を進めている(JAXA 2004f)。

(4) 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)

温室効果ガスの全球濃度分布を測定し、亜大陸レベルでの吸収排出量を明らかにすること等を目的とし、環境省、環境研、JAXAが共同で進めるプロジェクトで

ある。温室効果ガス(二酸化炭素等)の全球の濃度分布を測定し、亜大陸レベルでの吸収排出量の推定精度を高めることにより、京都議定書に基づく組織的観測の維持及び開発の促進に貢献するとともに、京都議定書第1約束期間(2008～2012年)における先進国の排出量削減効果・森林炭素収支の評価等、環境行政に貢献する。GOSATでは、これまでの地球観測技術を継承・発展させ、温室効果ガスの測定技術を開発するとともに、将来の地球観測に必要な技術開発、およびその軌道上実証を行う。また、GOSATのより効果的な利用を目指し、環境省および国立環境研究所と共同で、シンポジウムを開き、宇宙からの二酸化炭素観測の有効性とその利用方法等について検討した(JAXA, 2004d)。

(5) 全球降水観測/二周波降水レーダ(GPM/DPR)

国際協力ミッションである、全球降水観測(GPM)計画の目的は、二周波降水レーダ(DPR)及びマイクロ波放射計を搭載した1機の主衛星と、マイクロ波放射計を搭載した複数機のコンステレーション衛星(副衛星群)によって、3時間毎の全球降水の高精度・高頻度観測を実現することである。

JAXAは、NICTと協力して、NASAが開発するGPM主衛星に搭載する、TRMMで実証した衛星搭載降水レーダ技術を継承・発展させたDPRの研究開発を行っている。

3. 研究の主要な成果

TRMMは、1997年以降継続して、熱帯から亜熱帯にかけての降雨の3次元分布の観測を行い、データ提供を行っている。PRとTMI、VIRSとの同時観測により、画期的な成果が得られている(JAXA, 2004b)。PRにより、海陸を問わない均質な降雨強度の分布および、降雨の3次元構造の観測を行った(JAXA, 2002)。宇宙からの降雨観測技術として、PR/TMI同時観測による降水量推定精度の向上(Berg et al., 2002)、PRによる土壌水分の観測(Oki et al., 2000)を確立し、TRMM台風データベース¹を公開している。また、全球の水・エネルギー循環の評価として、降雨による潜熱加熱量の算出を行った(Shige et al., 2004)。さらに、TRMMデータ同化による気象予報精度の向上が行われている(Sato et al., 2004)。

*1 http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/typhoon/index_j.htm

また、AMSR-Eに関しても、AMSRとの整合性を図りながらアルゴリズム開発と校正・検証を実施し、平成15年6月以降、段階的にデータ提供を開始した。平成16年3月には、土壌水分量を含む全プロダクトの提供を開始した(JAXA 2003e)。海面水温データの実利用として、漁業に貢献する海面水温データの提供を行っており、それにより対象となる漁場ができる可能性の高い場所を判断でき操業の効率化が期待されている(図1)。



図1 マイクロ波放射計による海面水温データの実利用
海面水温と魚種別の漁船の位置

(詳細は、<http://www.eorc.jaxa.jp/>を参照のこと)

[JAXAと漁業情報サービスセンター(JAFIC)の協定による成果]

ADEOS-II では、海面水温、水蒸気量、エアロゾルや積雪特性などの物理量導出のためのアルゴリズム開発を行い、観測データの校正・検証を実施した(Hoeller et al., 2003; Hori et al., 2003; Nakajima et al., 2003; 今岡 et al., 2003a,b; Shibata et al., 2003)。また、観測データの目標精度の確認を実施し、平成15年12月データ提供を開始した。

ADEOS-II 観測データによる主な成果(JAXA, 2003b)としては、AMSRにより雲を透過して全地球の海面水温を観測し、異常気象をもたらすエルニーニョなどの気候変動現象を短期間で観測したこと、GLIにより陸域のエアロゾル(大気中の微粒子)を検知(1km解像度では世界初)し、大規模森林火災等による大気汚染粒子を観測したこと等が挙げられる。さらに、GLIによる広域の積雪特性観測(世界初)を行い、極域の積雪粒径、積雪不純物など地球温暖化に関係する新しい成果を世界に先がけて取得した。

4. 成果文献

発行年	論文	本
2003	32	4
2002	34	0

[地球観測利用推進センター(EORC)のAnnual reportより]

5. 引用文献

(a) JAXAプレスリリース

(http://www.jaxa.jp/press/index_j.html)

JAXA, 2004a: 熱帯降雨観測衛星(TRMM)の運用期間延長について, 8月6日

JAXA, 2004b: 熱帯降雨観測衛星(TRMM)の運用終了について 添付資料 TRMM運用の研究成果について, 7月14日

JAXA, 2004c: 地球観測技術衛星(ADEOS-II)「みどりII」運用異常に係る原因究明の検討状況について, 5月21日

JAXA, 2004d: 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)利用シンポジウムの開催結果について, 5月12日

JAXA, 2004e: 統合地球観測戦略(IGOS)に関する世界会議の開催結果について, 2月25日

JAXA, 2004f: ロケット/衛星の確実な開発・打上げと

- 運用のための総点検の実施について, 2月18日
 JAXA, 2003a: 第17回地球観測衛星委員会(CEOS) 本会合及び第10回統合地球観測戦略パートナーシップ(IGOS-P)臨時総会の結果について, 11月26日
 JAXA, 2003b: 環境観測技術衛星(ADEOS-2)「みどりII」の今後の地球観測運用について【添付】「みどりII」の運用成果等, 11月5日
 JAXA, 2003c: 環境観測技術衛星「みどりII」の今後の地球観測運用について, 10月31日
 JAXA, 2003d: 環境観測技術衛星「みどりII」の運用異常について, 10月25日
 JAXA, 2003e: AMSR-Eデータリリースについて, 6月18日
- (b) 論文**
- Berg, W., C. Kummerow and C. A. Morales. 2002: Differences between East and West Pacific Rainfall Systems. *Journal of Climate*, 15, 3659-3672.
- Hoeller, R., K. Ito, S. Tohno and M. Kasahara : Wavelength dependent aerosol single-scattering albedo: Measurements and model calculations for a coastal site near the Sea of Japan during Ace-Asia. *J. Geophys. Res.* 108(D23), ACE 16-1 to ACE 16-15, 8648, doi:10.1029/2002JD003250, 2003.
- Hori, M., T. Aoki, H. Ishimoto, T. Tanikawa, K. Naoki*, K. Matsuoka, Y. Ogura, A. Hachikubo, R. Stovold, H. Eide, K. Stamnes, B. Chen and W. Li* : Validation of satellite derived snow physical parameters at Saroma Lagoon, Japan (Extended abstract). *Tohoku Geophys. Journ.(Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5)* 36(4), 410-415, 2003.
- Kawanishi, T., T. Sezai, Y. Ito, K. Imaoka, T. Takeshima, Y. Ishido, A. Shibata, M. Miura, H. Inahata* and R. W. Spencer* : The Advanced Microwave Scanning Radiometer for the Earth Observing System(AMSR-E), NASDA's Contribution to the EOS for Global Energy and Water Cycle Studies. *IEEE trans. geosci. remote sens.* 41(2), 184-194, 2003.
- Oki, T., S. Seto and K. Musiake, 2000: Land surface monitoring by σ^0 from TRMM/PR 2A21, Proceedings of European Geophysical Society annual meeting, April 2000, Nice, France.
- Nakajima, T. Y., H. Murakami, M. Hori, T. Nakajima, T. Aoki, T. Oishi and A. Tanaka : Efficient use of an improved radiative transfer code to simulate near-global distributions of satellite measured radiances. *Appl. Opt.* 42, 3460-3471, 2003.
- Sato, Y., Y. Takeuchi and T. Tauchi: Use of TMI and SSM/I Data in the JMA Operational Meso Analysis. Proceedings of 20th Conference on Weather Analysis and Forecasting/16th Conference on Numerical Weather Prediction, January 2004, Seattle, WA.
- Shibata, A., K. Imaoka and T. Koike : AMSR/AMSR-E Level 2 and 3 algorithm developments and data validation plans of NASDA. *IEEE trans. geosci. remote sens.*, 41(2), 195-203, 2003.
- Shige, S., Y. Takayabu, W.-K. Tao and D. E. Johnson : Spectral Retrieval of Latent Heating Profiles from TRMM PR Data. Part 1: Development of a Model-Based Algorithm. *Journal of Applied Meteorology*, 2004/9.
- JAXA, 2002: 宇宙から見た雨 ~ 熱帯降雨観測衛星4年間の軌跡 ~, 74 ページ
 五十嵐保: みどりIIで期待される科学的成果. *検査技術* 8(7), 50-52, 2003.
 石田中: みどりIIの実利用計画. *検査技術* 8(7), 53-56, 2003.
 今岡啓治: マイクロ波放射計AMSRとAMSR-Eによる水循環観測. *土木学会誌* 89(1), 14, 2003.
 今岡啓治・中山雅茂・可知美佐子・佐々木政幸・柴田彰: マイクロ波放射計AMSR-Eによる水循環プロダクト. *日本リモートセンシング学会誌* 23(4), 396-398, 2003.