

第2回宇宙開発委員会（定例会議）

議 事 次 第

1. 日 時 平成11年1月13日（水）
 14：00～
2. 場 所 科学技術庁 委員会会議室
3. 議 題 （1）第22号科学衛星「のぞみ」の新軌道計画について
 （2）熱帯降雨観測衛星（TRMM）搭載降雨レーダの運用状況
 について
 （3）その他
4. 資 料 委2-1 「のぞみ」の新軌道計画
 委2-2 熱帯降雨観測衛星（TRMM）搭載降雨レーダの運用
 状況について
 委2-3 第1回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）

委 2—1

「のぞみ」の新軌道計画

宇宙科学研究所

1. 平成 10 年 7 月 4 日に打ち上げられた火星探査機「のぞみ」は、昨年 12 月 20 日に、地球の引力圏を離脱し、現在火星遷移軌道上を航行中である。当初はこのまま火星に向かって飛行を続け本年 10 月に火星を周回する軌道に投入する予定であったが、地球離脱に際し、酸化剤加圧バルブ系の不調により推力の不足を生じ、これを補正するために予定より多くの推進剤を消費した。そのため、現在の推進剤量の下での軌道計画の見直しを行った結果、今後の火星での科学目的を確実に遂行するためには、当初予定していた本年 10 月の火星軌道投入を行わず、今後さらに 2 回の地球スイングバイを経て、2003 年末から 2004 年初にかけての時期に火星軌道へ投入することが適切であるとの結論に達した。

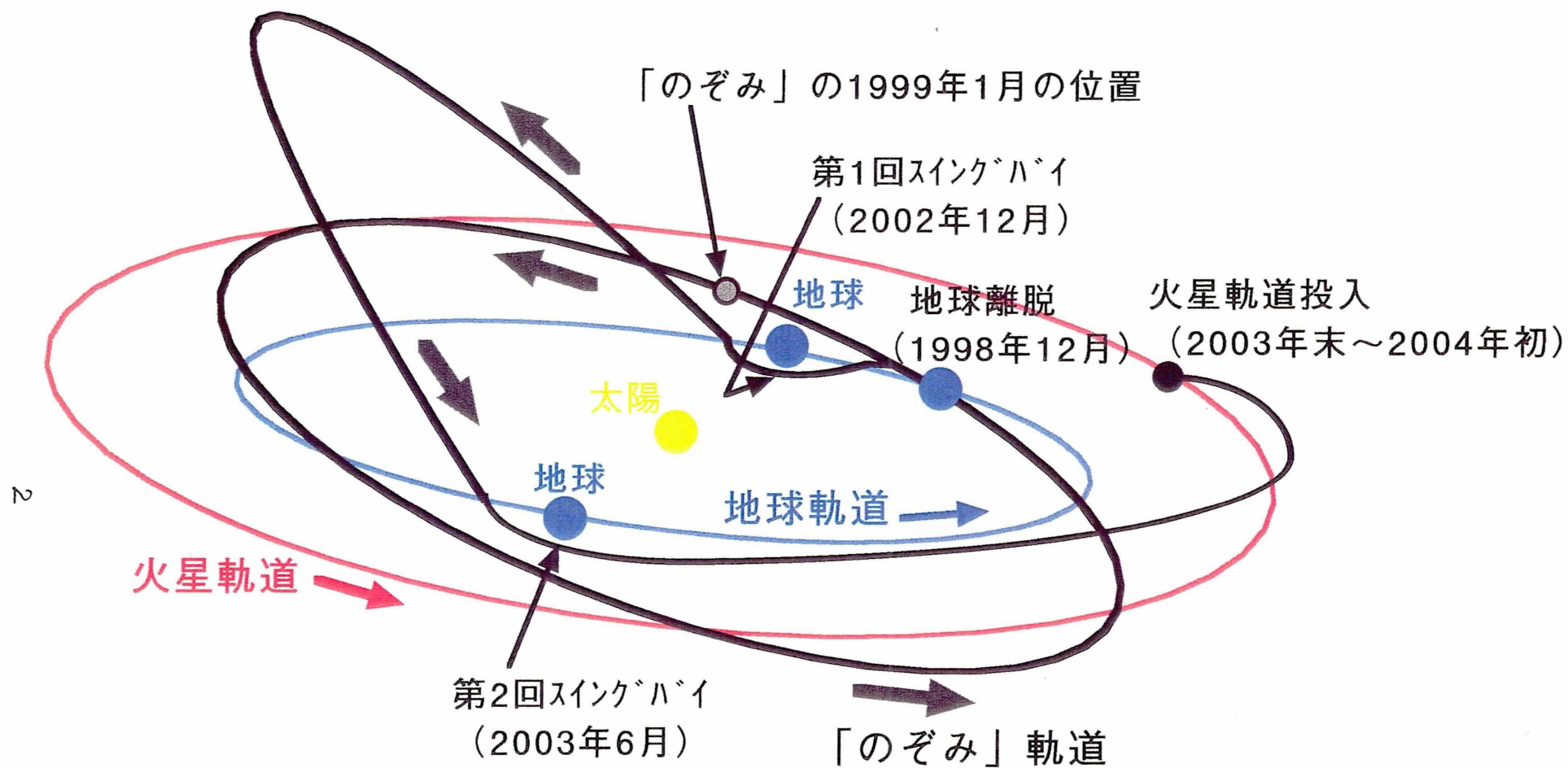
2. 新しい軌道計画は現在の「のぞみ」の軌道に若干の修正を加えて再度地球軌道に戻すもので火星到着は遅れるものの、危険を伴うスイングバイ時のエンジン噴射という操作を含まず、且つ火星投入時の推進剤の消費量が少ないため、これまでの消費を補って当初計画どおり科学観測に最適化した火星周回軌道への投入が実現できるものである。

3. 火星到着の遅れは現在計画中の米国の火星探査機 (MGS, Climate Orbiter) との共同観測を困難にする可能性はあるが、ヨーロッパの火星探査機 (Mars Express) との共同観測が実現できるほか、観測期間が太陽活動静穏時に当たるため、「のぞみ」の主テーマである火星電離層と太陽風との相互作用の研究では好条件の観測が期待できることや、火星到着までの期間が伸びることによって惑星間塵の観測などが長期間行えるなど科学的成果に広がりを持たせることができるものである。

4. 火星到着時期が遅れるために探査機各部の信頼性の再評価が必要となるが、主要な点については既にこの作業が始められているが現在のところ問題は無い。今後、詳細な検討を進めて万全を期す所存である。

(参考) 新しい軌道計画を実現する主な手順

- (1) 近日点が地球軌道、遠日点が火星軌道となる楕円軌道 (現状の軌道) を 3 周する。
- (2) 2002 年 12 月に地球に接近し、第 1 回目のスイングバイを行い、軌道面を変える。
- (3) 2003 年 6 月に、再び地球に接近し、第 2 回目の地球スイングバイを行う。
- (4) 2003 年末または 2004 年初に火星に接近し、推力 500N のメインエンジンを噴射して、周回軌道に投入する。

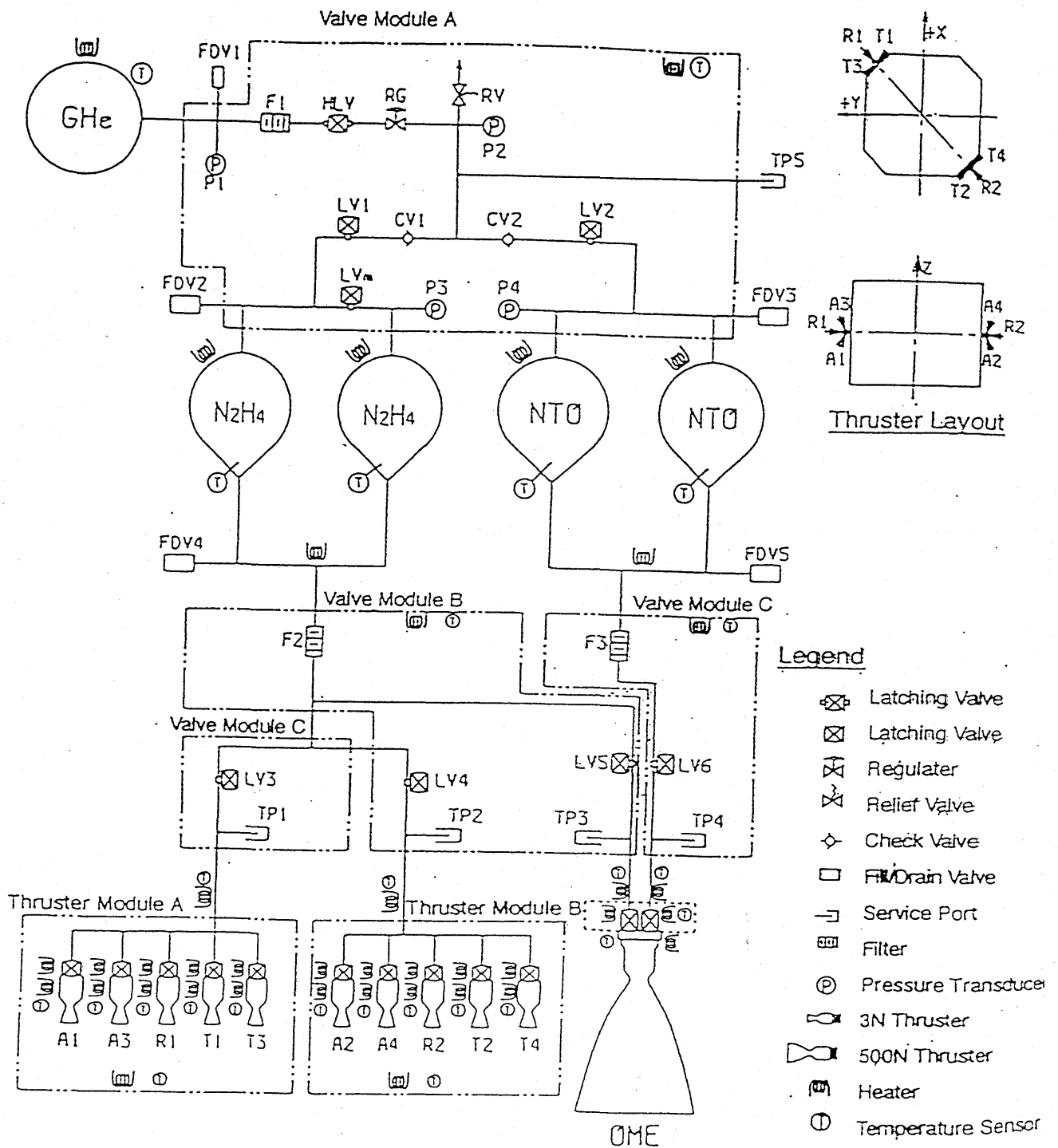


「のぞみ」の新軌道計画

軌道検討結果

残存推進剤は速度修正量換算で 1060m/s と推定される。火星での周回軌道を近火点高度 150km、遠火点高度 40rm とした時の軌道評価。

火星到着時期 (年.月)	軌道概要	速度修正量 (m/s)	評価
1999.10	到着時にそのまま火星周回軌道に投入。	1135	実現不可能
2000.08	1999.10 火星到着時、近火点でエンジン噴射しつつ火星スイングバイ。2000.08 に火星周回軌道に投入。	1102	実現不可能
2002.07	1999.10 火星到着時近火点でエンジン噴射しつつ火星スイングバイ、2001.08 に再度火星スイングバイ(エンジン噴射無し)、2002.07 に火星周回軌道に投入。	1064	スイングバイ時に近火点でのエンジン噴射を必要とし補正量確保が困難なため危険。
2003.12	現在火星に向かっている軌道を微調し、太陽を 3 周した後、2002.12 に地球に戻す軌道に変更。地球スイングバイで軌道面変更、再度 2003.06 に地球スイングバイをして火星に向かう軌道に変更。2003.12 に火星到着、周回軌道に投入。	846	エンジンを噴射しつつスイングバイをする必要が無く安全な軌道計画である。推薬量の余裕もあり当初計画の火星周回軌道(遠火点 15rm)実現が可能。
2006.04	1999.10 火星スイングバイ (噴射無し)、2005.05 に2度目の火星スイングバイ(噴射無し)2006.04 火星周回軌道に投入。	964	上記 2003.12 投入に比してメリットが無い。



Flow Diagram of Propulsion System

委 2 - 2

熱帯降雨観測衛星 (TRMM) 搭載降雨レーダの運用状況

平成 11 年 1 月 13 日

郵政省通信総合研究所

宇宙開発事業団

1 はじめに

H-2 ロケット 6 号機により技術試験衛星 VII 型 (ETS-VII) とともに平成 9 年 11 月 28 日に打ち上げられた熱帯降雨観測衛星 (TRMM) に搭載された降雨レーダ (PR) について、初期運用段階以降 (平成 10 年 2 月以降) の運用状況および今後の予定を報告する。

2 運用状況

2. 1 TRMM 衛星

軌道高度保持のためのマヌーバおよび太陽に照射される面を維持するための 180 度ヨーマヌーバを定期的に行いながら (前者は現在約 4 日毎、後者は 2~4 週間毎)、衛星はミッションモード (サイエンスデータ収集モード) で連続運用されている。異常事態はこれまで 3 回発生しているが (表 1)、いずれも原因は衛星のハードウェアに起因するものではなく、衛星は正常復帰している。その他、CERES* 深宇宙校正モード運用が 2 回、獅子座流星群の接近に伴う観測機器の電源オフ運用 (11 月 17 日 17~23 UT) が実施されている。これまでのところ、衛星は特に問題なく順調に運用されている。

* CERES : Clouds and the Earth's Radiant Energy System (雲及び地球放射エネルギー観測装置)

2. 2 降雨レーダ以外の搭載センサー

CERES 以外の搭載センサーには特に問題は発生していない。CERES については、7 月 31 日から +15V 電源の出力電圧が徐々に上昇する傾向が見られ、8 月 31 日に許容上限値近くまで増加したので電源をオフする措置がとられた。10 月 14 日に再度電源が投入され観測を再開したが、+15V 電源の出力電圧が前と同様に増加したため 10 月 18 日に電源オフされ、現在 CERES は電源オフの状態にある。不具合原因は未だ解明されていないが、1 月中旬に電源を投入することが予定されている。

2. 3 降雨レーダ

衛星の特殊運用および表 2 に示す PR の校正試験以外においては、観測モードでの連続運用を行っている。トレンドデータ (送信機出力、ノイズレベル、温度、電圧、電流など) に異常は見られず、また校正データにも特段の変化は無く、PR は初期運用で確認された性能を維持して順調に動作している。

なお、オーストラリアにある追跡管制局上空では、PR から追跡管制局への干渉を避けるために電波発射を停止する運用 (1 日 1~2 回、各数分間) を行っている。

(本運用は打ち上げ当初～1998年10月1日、1999年1月4日～で実施している。1998年10月2日～11月3日は停波の要請が無く観測モードでの運用を行った。)

また、当初懸念された固定衛星通信の地上局からPRへの電波干渉については、これまで検出された電波干渉の時間率は極めて短くかつ発生場所がTRMMの検証地域外にあるため、今のところ特に問題にはなっていない。

3 降雨レーダデータ処理、検証実験

3. 1 データ処理ソフトウェアの改訂とデータ公開

- ・1998年2月～3月に、初期運用結果を反映したレベル1データに対し、選考研究者によるデータ検証とレベル1処理ソフトウェアの改訂作業を実施した。初期運用結果を検討する日米サイエンスチーム会合においてデータの早期公開の方針が出され、6月1日より一般研究者へのレベル1データの配布を実施した。その後、地上検証実験や処理アルゴリズムの検証に対応した処理ソフトウェアの改訂を8月31日までに実施し、9月1日から降雨観測センサーであるPRおよびTMI*、VIRS**のレベル1、2、3データの一般配布を開始した。

*TMI : TRMM Microwave Imager (TRMMマイクロ波観測装置)

**VIRS : Visible Infrared Scanner (可視赤外観測装置)

- ・選考研究者以外の研究者へのデータの利用促進を図るため、12月4日にTRMMデータ利用講習会をNASDA/EORCで実施した。

3. 2 データ処理

NASDA/EOCにおけるPRデータ処理は順調であり、レベル1、2データはNASAからデータを受信してほぼ即日(観測日より2日後)、レベル3データは当該月のレベル2データの生成が終了してから10日程度で処理を終了している。

また、通常データと並行して1998年9月1日以前のデータの再処理を行っており、再処理は1999年3月頃までに完了の予定である。

3. 3 検証実験

- ・NASDA、通信総合研究所(CRL)、気象庁の3者共同で石垣・宮古周辺での検証実験を1998年5月下旬～6月上旬に実施し、CRLの航空機搭載降雨レーダ、気象庁の石垣島、宮古島、海洋観測船啓風丸の降雨レーダ、アメダスの各観測データとPRとの同期観測データを収集した。定量的な評価については更に検討を要するが、PR観測データが地上検証データと概ね良い一致を示すことを確認している。
- ・その他、チベットに設置した降雨レーダとPRの降雨強度の比較、気象庁のアメダス10分値データとPRの降雨強度の比較を行い、PRの観測精度の検証作業を実施した。特にアメダスとの比較では、1998年3月まではPRの降雨強度はアメダスより強く、4～6月ではPRの降雨強度はアメダスより弱い傾向を示す結果が得られており、降雨の粒径分布に季節変化があることが示唆される結果を得ている。

4 これまでの主な成果

PRは、所期の観測性能（観測感度 0.5 mm/h、精度約 1 dB）を満足しつつ、従来にない精度の良い降雨観測データを提供している。これまでの観測結果から、降雨の3次元構造の測定、海洋および陸上における降雨観測、TMIによる降雨観測精度の向上、というPRの目的は十分達成されると期待される。また、TMIやVIRSなどTRMMの他の搭載センサーも期待どおりの観測データを収集しており、雲を含めた降雨システムの特徴把握というTRMMの当初の目標も十分達成されると期待される。

実際これまでのPR観測から、台風時の降雨の3次元分布データ、台風に伴う非常に高くまで延びた降雨および雲分布の存在を示すデータ、月積算降雨量の世界分布データ、降雨の詳細構造解析を可能とするPR/TMI/VIRSの同時観測データ等、新しく興味ある現象についての観測データを得ている。別紙1、2に台風時の降雨の3次元分布および月積算降雨量の季節変化（1998年3月と6月の比較）を成果例として示す。その他、エルニーニョ現象を明瞭に示す海面水温分布がTMIデータから得られている。

現在TRMM観測データの利用はその初期段階にある。しかし、それでも予想以上の成果が得られつつあり、今後検証および解析作業を進める中で、降雨システムや水およびエネルギー循環、異常気象等に関する大きな研究成果が期待できる。

5 今後の予定

TRMM衛星はこれまでと同様に、今後ともミッションモードでの連続運用が行われ、PRについても観測モードによる連続運用および定期的な校正試験を実施する。また、データ処理に関しては、処理アルゴリズムの改訂等に応じて処理ソフトウェアの改訂を行い、精度の良い観測データの蓄積を行う。（次回のバージョンアップは1999年8月を予定）

以上に加え、今後は以下に重点をおいてTRMM/PRの運用を行っていく予定である。

- ・ 検証データの解析、検証実験の実施（平成11年度においては石垣・宮古検証試験を実施予定）によるPRの観測精度の評価、処理アルゴリズムの改良
- ・ PR、TMI、VIRS、気象データ等を総合的に用いた解析研究
- ・ 気象庁への実時間データ配信による気象予報入力データとしてのTRMMデータの利用実証への活用
- ・ インターネットのホームページの拡充によるデータ利用の促進

6 おわりに

TRMMはこれまでにない有効かつ貴重な観測データを提供しており、各方面からその運用結果が高く評価されている。NASAはこのTRMMの成果を継承すべく、日米共同でTRMMフォローオンを実現することを提案してきており、日本側としてこれに対応すべく現在検討を進めている。

表1 これまで発生したTRMM衛星異常

発生日時	現象	対策
1998年3月4日	電源インターフェイスを冗長系に切り替えた試験において電源電圧低下により衛星が低負荷モードになり、搭載センサーはオフされた。	冗長系のインターフェイスのバッテリー充電レートが打ち上げ時の低いレートのままであったミスが原因であり、充電レートを設定し直し、約5時間後に復旧した。
1998年4月25日	地球センサーへの太陽および月干渉の連続継続時間が異常判定ルーティンのしきい値(10分)を越えたことにより、衛星が太陽捕捉モードに移行し、ついで搭載センサーがオフされた。	衛星自体およびしきい値の変更に問題ないことを確認した後、異常判定ルーティンをバイパスして約10時間後に復旧した。異常判定ルーティンの見直しが行われ、以後は同種の事象は発生していない。
1999年1月4日	デルタV直後の太陽電池パドル制御において、所定の時間内にパドル制御が終了しなかったため、太陽捕捉モードに移行し、かつ太陽電池パドル制御系がB系に切り替えられた。搭載センサーは自動的にオフされず、外部コマンドによりオフした。	パドルの設定が所定時間終了しなかったのは、制御のパラメータ設定不備が原因であり、それを修正しミッションモードへの復帰を実施した。また、搭載センサーが自動的にオフされなかったのは、前の太陽捕捉モード移行後にリセットが行われていなかったためである。復帰後、衛星および搭載センサーは正常である。

表2 降雨レーダ校正試験

試験	頻度	結果
内部校正	ほぼ週1回実施	温度変化に対応するわずかな特性変化は存在するが、変動はわずかで特性は安定している。
外部校正	約2ヶ月毎	校正に使用能動型レーダ校正器ARC(Active Radar Calibrator)の誤差、データ処理の誤差を考慮すると、送信系および受信系とも変動は約1dB以内であり安定している。
LNA動作解析	約半年毎	全ての低雑音増幅器(LNA)は正常に機能している。

台風 10 号

この画像は 1998 年 10 月 15 日(世界時)に TRMM が観測した台風 10 号(ゼブ)の様子です。上図は TRMM の降雨レーダが幅約 220Km の範囲(白線で挟まれた領域)で観測した降雨のうち、高度 2Km での降雨分布の様子を気象衛星ひまわりによる雲の画像と重ねて示しています。赤い部分が特に強い雨の降っている領域です。下図は上図に示した観測領域の中央の線 AB に沿って降雨の領域を切断してこの断面の様子とこれに連なる北側半分の降雨領域を表示したもので、この断面から高さ方向の降雨分布を見ることができます。上図で台湾上空で降雨が切れて見えるのは高さ 2Km 以上の台湾山脈の部分に当たるため、下図ではこの山脈の上空での降雨の様子も示されています。

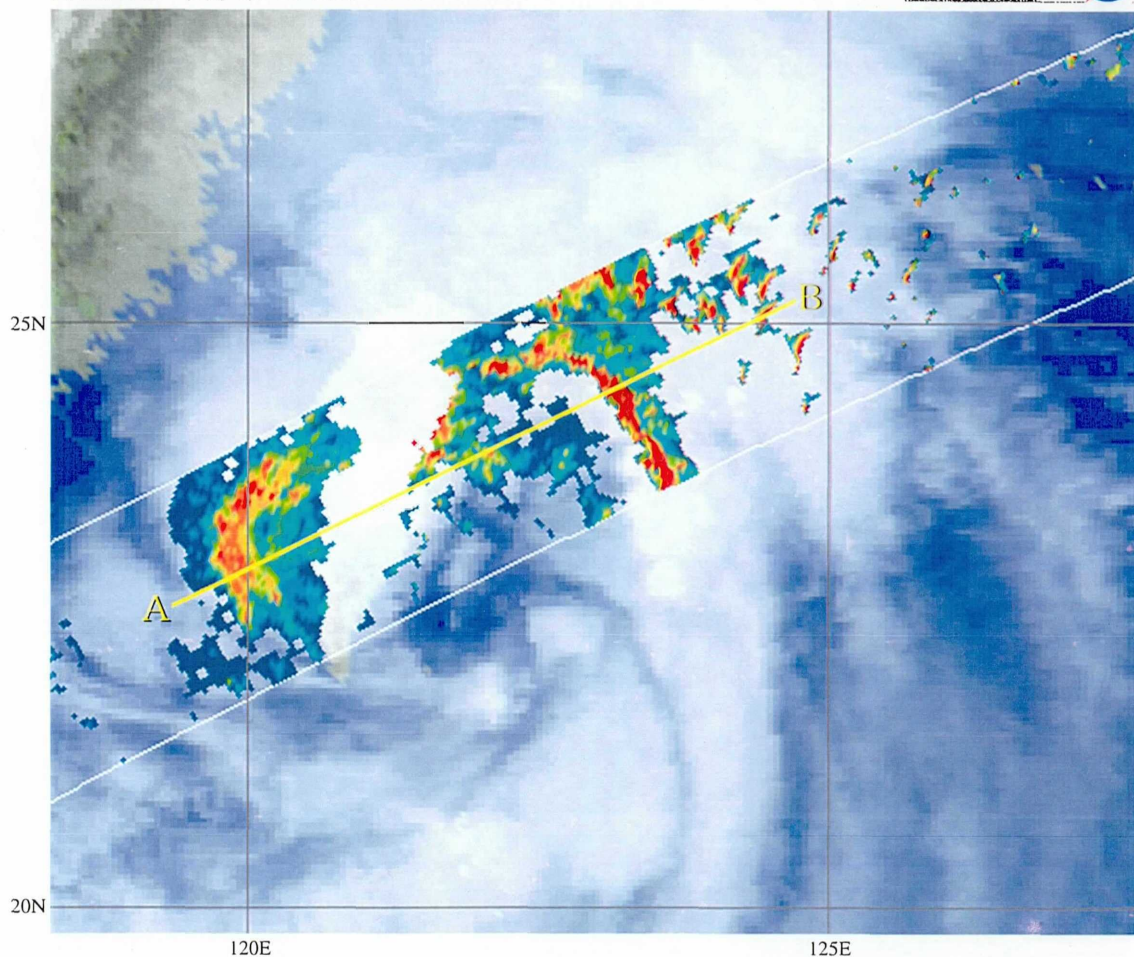
この台風は過去 10 年来記録にない「超大型で猛烈な台風」とされ、フィリピン、台湾、日本と次々に接近あるいは上陸して各地で崖崩れなどによる死者を出すなど多くの被害をもたらしました。

この TRMM の画像から、台風が台湾を襲っている様子が良く分かります。TRMM が観測した時、玉山(新高山)の頂上付近では特に強い雨が降り注いでいたことが分かりますが、雨域の連なりの様子から、台風が接近してから遠ざかるまでの間に各地で次々と強い降雨があった事が伺えます。TRMM は打ち上げ後一年以上に渡って順調に熱帯域を中心とした気象データを取りつづけていますが、今までになかったこれら貴重なデータは、気候システムの理解や気候変動予測に対する貢献といったサイエンスミッションに加え、水資源管理や防災など人々の日常の暮らしにも大いに役立つ研究の推進に貢献することが期待されます。

TRMM 降雨レーダ 台風10号(ZEB)

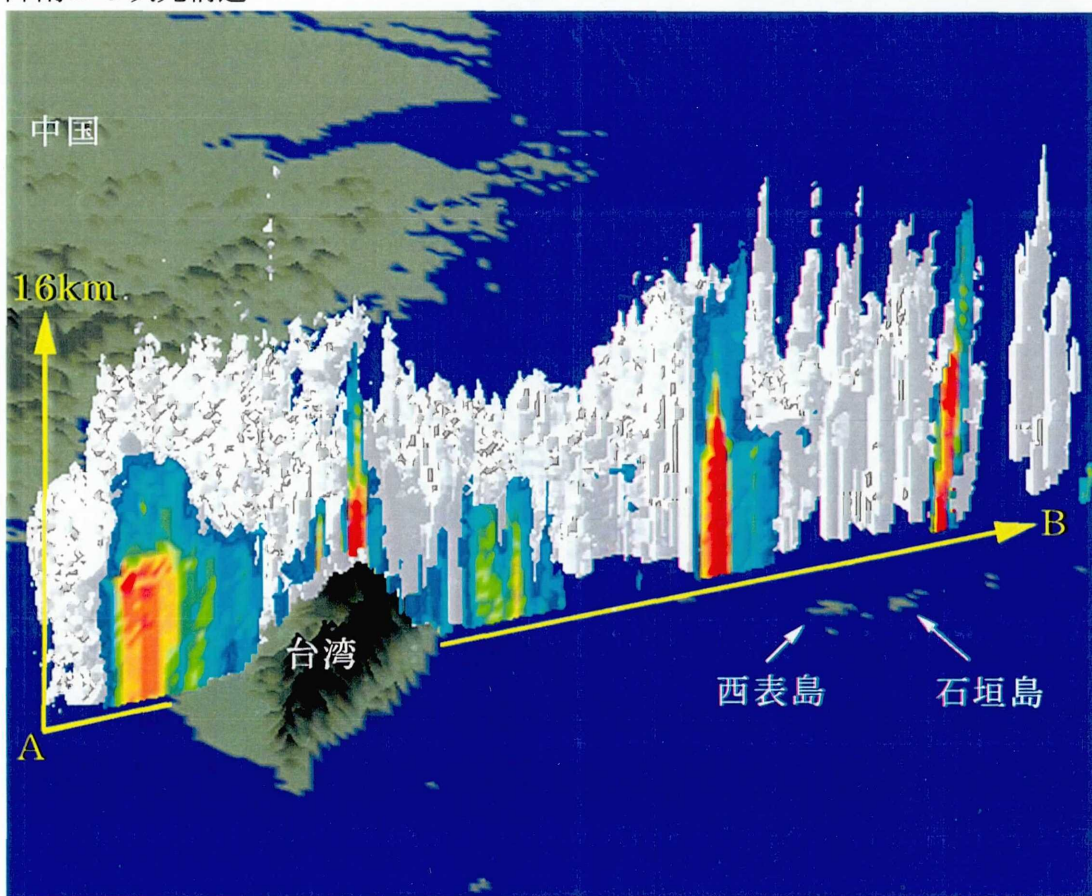
1998年10月15日18:23-18:27 (世界時)

降雨の水平分布 高度：2.0km



GMS IR 18:00 (UTC) by JWA

降雨の3次元構造



TRMM降雨レーダによって観測された1998年3月と6月の月積算降水量

これらの図はTRMM PRによって観測された、1998年3月(上)と6月(下)の月降水量の分布です。いずれも高度2kmにおける分布です。

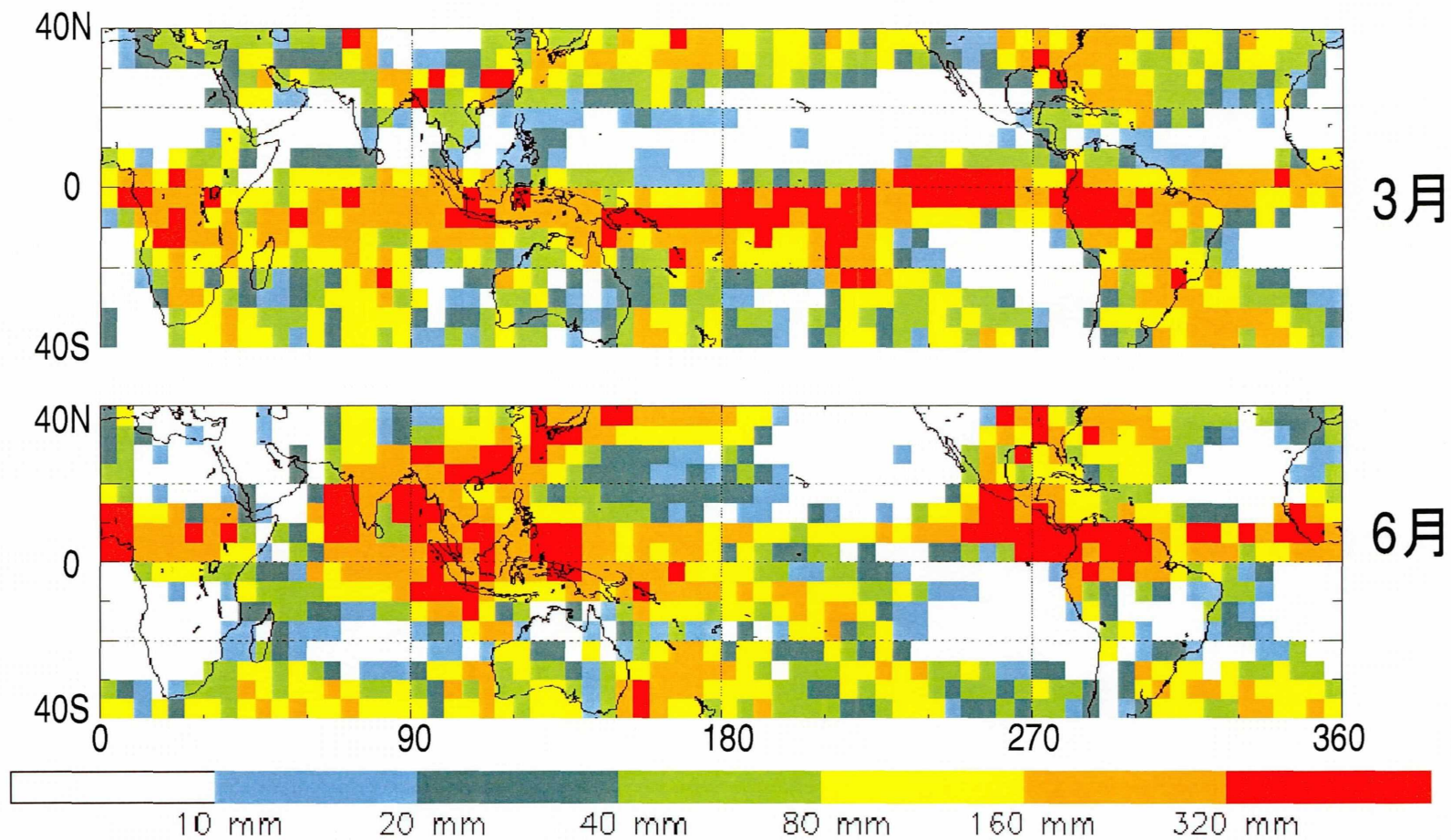
3月には、夏半球である南半球に特に降雨の多い領域が見られます。赤道付近で東西に帯状に広がる雨の多い領域が熱帯収束帯(ITCZ)です。

平年は西部熱帯太平洋から日付変更線にかけて雨の多い領域が広がっていますが、この図では、降水量の最も多い領域がより東側の西経150度付近に移動しているのがわかります。これは、前年から続いていたエルニーニョの影響であると考えられます。

同じ月の平均海面水温(示さず)を見ると、海面水温の高い領域と上図の降水量の多い領域はよく一致しています。この時期、まだエルニーニョの状態が続いていたため、通常水温の低い南米ペルー沖に至る東部赤道太平洋で非常に水温が高くなっており、逆に西部赤道太平洋では水温が下がっていました。エルニーニョによる海面水温の変動に対応して、熱帯収束帯で降水量の多い領域が例年に比べ東側へ移動し、西部太平洋で降水量が少なくなっている様子が現れています。このような熱帯での対流活動に伴う降水域の移動は、世界の気象に大きな影響を及ぼします。

下図は6月の月積算降水量の分布を示しています。降水量の分布にはITCZと南太平洋収束帯(SPCZ)がはっきりと見えており、3月に見られた熱帯太平洋での雨域のシフトが解消されています。この時の海面水温分布(示さず)ではエルニーニョが収束し、中部赤道太平洋の海水温度は平年値より低くなっています。またモンスーン地域特にインド、ベンガル湾、インドシナ半島周辺のアジアモンスーン域では5月より既にモンスーン季に入っており降雨が多く観測されています。

PR観測による積算降水量(1998年3月と6月)



委 2 - 2

熱帯降雨観測衛星 (TRMM) 搭載降雨レーダの運用状況

平成 11 年 1 月 13 日

郵政省通信総合研究所

宇宙開発事業団

1 はじめに

H-2 ロケット 6 号機により技術試験衛星 VII 型 (ETS-VII) とともに平成 9 年 11 月 28 日に打ち上げられた熱帯降雨観測衛星 (TRMM) に搭載された降雨レーダ (PR) について、初期運用段階以降 (平成 10 年 2 月以降) の運用状況および今後の予定を報告する。

2 運用状況

2. 1 TRMM 衛星

軌道高度保持のためのマヌーバおよび太陽に照射される面を維持するための 180 度ヨーマヌーバを定期的に行いながら (前者は現在約 4 日毎、後者は 2~4 週間毎)、衛星はミッションモード (サイエンスデータ収集モード) で連続運用されている。異常事態はこれまで 3 回発生しているが (表 1)、いずれも原因は衛星のハードウェアに起因するものではなく、衛星は正常復帰している。その他、CERES* 深宇宙校正モード運用が 2 回、獅子座流星群の接近に伴う観測機器の電源オフ運用 (11 月 17 日 17~23 UT) が実施されている。これまでのところ、衛星は特に問題なく順調に運用されている。

* CERES : Clouds and the Earth's Radiant Energy System (雲及び地球放射エネルギー観測装置)

2. 2 降雨レーダ以外の搭載センサー

CERES 以外の搭載センサーには特に問題は発生していない。CERES については、7 月 31 日から +15V 電源の出力電圧が徐々に上昇する傾向が見られ、8 月 31 日に許容上限値近くまで増加したので電源をオフする措置がとられた。10 月 14 日に再度電源が投入され観測を再開したが、+15V 電源の出力電圧が前と同様に増加したため 10 月 18 日に電源オフされ、現在 CERES は電源オフの状態にある。不具合原因は未だ解明されていないが、1 月中旬に電源を投入することが予定されている。

2. 3 降雨レーダ

衛星の特殊運用および表 2 に示す PR の校正試験以外においては、観測モードでの連続運用を行っている。トレンドデータ (送信機出力、ノイズレベル、温度、電圧、電流など) に異常は見られず、また校正データにも特段の変化は無く、PR は初期運用で確認された性能を維持して順調に動作している。

なお、オーストラリアにある追跡管制局上空では、PR から追跡管制局への干渉を避けるために電波発射を停止する運用 (1 日 1~2 回、各数分間) を行っている。

(本運用は打ち上げ当初～1998年10月1日、1999年1月4日～で実施している。1998年10月2日～11月3日は停波の要請が無く観測モードでの運用を行った。)

また、当初懸念された固定衛星通信の地上局からPRへの電波干渉については、これまで検出された電波干渉の時間率は極めて短くかつ発生場所がTRMMの検証地域外にあるため、今のところ特に問題にはなっていない。

3 降雨レーダデータ処理、検証実験

3.1 データ処理ソフトウェアの改訂とデータ公開

- ・1998年2月～3月に、初期運用結果を反映したレベル1データに対し、選考研究者によるデータ検証とレベル1処理ソフトウェアの改訂作業を実施した。初期運用結果を検討する日米サイエンスチーム会合においてデータの早期公開の方針が出され、6月1日より一般研究者へのレベル1データの配布を実施した。その後、地上検証実験や処理アルゴリズムの検証に対応した処理ソフトウェアの改訂を8月31日までに実施し、9月1日から降雨観測センサーであるPRおよびTMI*、VIRS**のレベル1、2、3データの一般配布を開始した。

*TMI : TRMM Microwave Imager (TRMMマイクロ波観測装置)

**VIRS : Visible Infrared Scanner (可視赤外観測装置)

- ・選考研究者以外の研究者へのデータの利用促進を図るため、12月4日にTRMMデータ利用講習会をNASDA/EORCで実施した。

3.2 データ処理

NASDA/EORCにおけるPRデータ処理は順調であり、レベル1、2データはNASAからデータを受信してほぼ即日(観測日より2日後)、レベル3データは当該月のレベル2データの生成が終了してから10日程度で処理を終了している。

また、通常データと並行して1998年9月1日以前のデータの再処理を行っており、再処理は1999年3月頃までに完了の予定である。

3.3 検証実験

- ・NASDA、通信総合研究所(CRL)、気象庁の3者共同で石垣・宮古周辺での検証実験を1998年5月下旬～6月上旬に実施し、CRLの航空機搭載降雨レーダ、気象庁の石垣島、宮古島、海洋観測船啓風丸の降雨レーダ、アメダスの各観測データとPRとの同期観測データを収集した。定量的な評価については更に検討を要するが、PR観測データが地上検証データと概ね良い一致を示すことを確認している。
- ・その他、チベットに設置した降雨レーダとPRの降雨強度の比較、気象庁のアメダス10分値データとPRの降雨強度の比較を行い、PRの観測精度の検証作業を実施した。特にアメダスとの比較では、1998年3月まではPRの降雨強度はアメダスより強く、4～6月ではPRの降雨強度はアメダスより弱い傾向を示す結果が得られており、降雨の粒径分布に季節変化があることが示唆される結果を得ている。

4 これまでの主な成果

PRは、所期の観測性能（観測感度 0.5 mm/h、精度約 1 dB）を満足しつつ、従来にない精度の良い降雨観測データを提供している。これまでの観測結果から、降雨の3次元構造の測定、海洋および陸上における降雨観測、TMIによる降雨観測精度の向上、というPRの目的は十分達成されると期待される。また、TMIやVIRSなどTRMMの他の搭載センサーも期待どおりの観測データを収集しており、雲を含めた降雨システムの特徴把握というTRMMの当初の目標も十分達成されると期待される。

実際これまでのPR観測から、台風時の降雨の3次元分布データ、台風に伴う非常に高くまで延びた降雨および雲分布の存在を示すデータ、月積算降雨量の世界分布データ、降雨の詳細構造解析を可能とするPR/TMI/VIRSの同時観測データ等、新しく興味ある現象についての観測データを得ている。別紙1、2に台風時の降雨の3次元分布および月積算降雨量の季節変化（1998年3月と6月の比較）を成果例として示す。その他、エルニーニョ現象を明瞭に示す海面水温分布がTMIデータから得られている。

現在TRMM観測データの利用はその初期段階にある。しかし、それでも予想以上の成果が得られつつあり、今後検証および解析作業を進める中で、降雨システムや水およびエネルギー循環、異常気象等に関する大きな研究成果が期待できる。

5 今後の予定

TRMM衛星はこれまでと同様に、今後ともミッションモードでの連続運用が行われ、PRについても観測モードによる連続運用および定期的な校正試験を実施する。また、データ処理に関しては、処理アルゴリズムの改訂等に応じて処理ソフトウェアの改訂を行い、精度の良い観測データの蓄積を行う。（次回のバージョンアップは1999年8月を予定）

以上に加え、今後は以下に重点をおいてTRMM/PRの運用を行っていく予定である。

- ・ 検証データの解析、検証実験の実施（平成11年度においては石垣・宮古検証試験を実施予定）によるPRの観測精度の評価、処理アルゴリズムの改良
- ・ PR、TMI、VIRS、気象データ等を総合的に用いた解析研究
- ・ 気象庁への実時間データ配信による気象予報入力データとしてのTRMMデータの利用実証への活用
- ・ インターネットのホームページの拡充によるデータ利用の促進

6 おわりに

TRMMはこれまでにない有効かつ貴重な観測データを提供しており、各方面からその運用結果が高く評価されている。NASAはこのTRMMの成果を継承すべく、日米共同でTRMMフォローオンを実現することを提案してきており、日本側としてこれに対応すべく現在検討を進めている。

表1 これまで発生したTRMM衛星異常

発生日時	現象	対策
1998年3月4日	電源インターフェイスを冗長系に切り替えた試験において電源電圧低下により衛星が低負荷モードになり、搭載センサーはオフされた。	冗長系のインターフェイスのバッテリー充電レートが打ち上げ時の低いレートのままであったミスが原因であり、充電レートを設定し直し、約5時間後に復旧した。
1998年4月25日	地球センサーへの太陽および月干渉の連続継続時間が異常判定ルーティンのしきい値(10分)を越えたことにより、衛星が太陽捕捉モードに移行し、ついで搭載センサーがオフされた。	衛星自体およびしきい値の変更に問題ないことを確認した後、異常判定ルーティンをバイパスして約10時間後に復旧した。異常判定ルーティンの見直しが行われ、以後は同種の事象は発生していない。
1999年1月4日	デルタV直後の太陽電池パドル制御において、所定の時間内にパドル制御が終了しなかったため、太陽捕捉モードに移行し、かつ太陽電池パドル制御系がB系に切り替えられた。搭載センサーは自動的にオフされず、外部コマンドによりオフした。	パドルの設定が所定時間終了しなかったのは、制御のパラメータ設定不備が原因であり、それを修正しミッションモードへの復帰を実施した。また、搭載センサーが自動的にオフされなかったのは、前の太陽捕捉モード移行後にリセットが行われていなかったためである。復帰後、衛星および搭載センサーは正常である。

表2 降雨レーダ校正試験

試験	頻度	結果
内部校正	ほぼ週1回実施	温度変化に対応するわずかな特性変化は存在するが、変動はわずかで特性は安定している。
外部校正	約2ヶ月毎	校正に使用能動型レーダ校正器ARC(Active Radar Calibrator)の誤差、データ処理の誤差を考慮すると、送信系および受信系とも変動は約1dB以内であり安定している。
LNA動作解析	約半年毎	全ての低雑音増幅器(LNA)は正常に機能している。

台風 10 号

この画像は 1998 年 10 月 15 日(世界時)に TRMM が観測した台風 10 号(ゼブ)の様子です。上図は TRMM の降雨レーダが幅約 220Km の範囲(白線で挟まれた領域)で観測した降雨のうち、高度 2Km での降雨分布の様子を気象衛星ひまわりによる雲の画像と重ねて示しています。赤い部分が特に強い雨の降っている領域です。下図は上図に示した観測領域の中央の線 AB に沿って降雨の領域を切断してこの断面の様子とこれに連なる北側半分の降雨領域を表示したもので、この断面から高さ方向の降雨分布を見ることができます。上図で台湾上空で降雨が切れて見えるのは高さ 2Km 以上の台湾山脈の部分に当たるため、下図ではこの山脈の上空での降雨の様子も示されています。

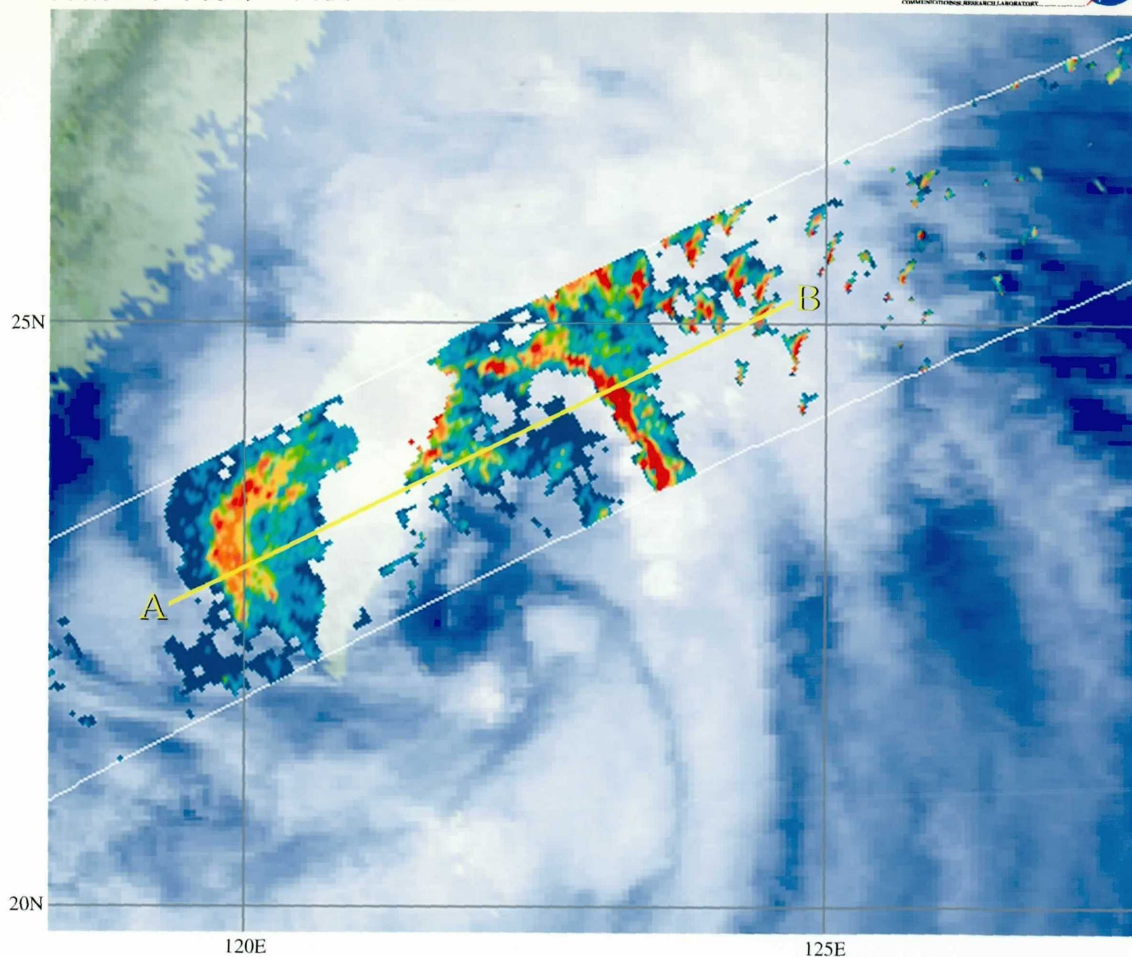
この台風は過去 10 年来記録にない「超大型で猛烈な台風」とされ、フィリピン、台湾、日本と次々に接近あるいは上陸して各地で崖崩れなどによる死者を出すなど多くの被害をもたらしました。

この TRMM の画像から、台風が台湾を襲っている様子が良く分かります。TRMM が観測した時、玉山(新高山)の頂上付近では特に強い雨が降り注いでいたことが分かりますが、雨域の連なりの様子から、台風が接近してから遠ざかるまでの間に各地で次々と強い降雨があった事が伺えます。TRMM は打ち上げ後一年以上に渡って順調に熱帯域を中心とした気象データを取りつづけていますが、今までになかったこれら貴重なデータは、気候システムの理解や気候変動予測に対する貢献といったサイエンスミッションに加え、水資源管理や防災など人々の日常の暮らしにも大いに役立つ研究の推進に貢献することが期待されます。

TRMM 降雨レーダ 台風10号(ZEB)

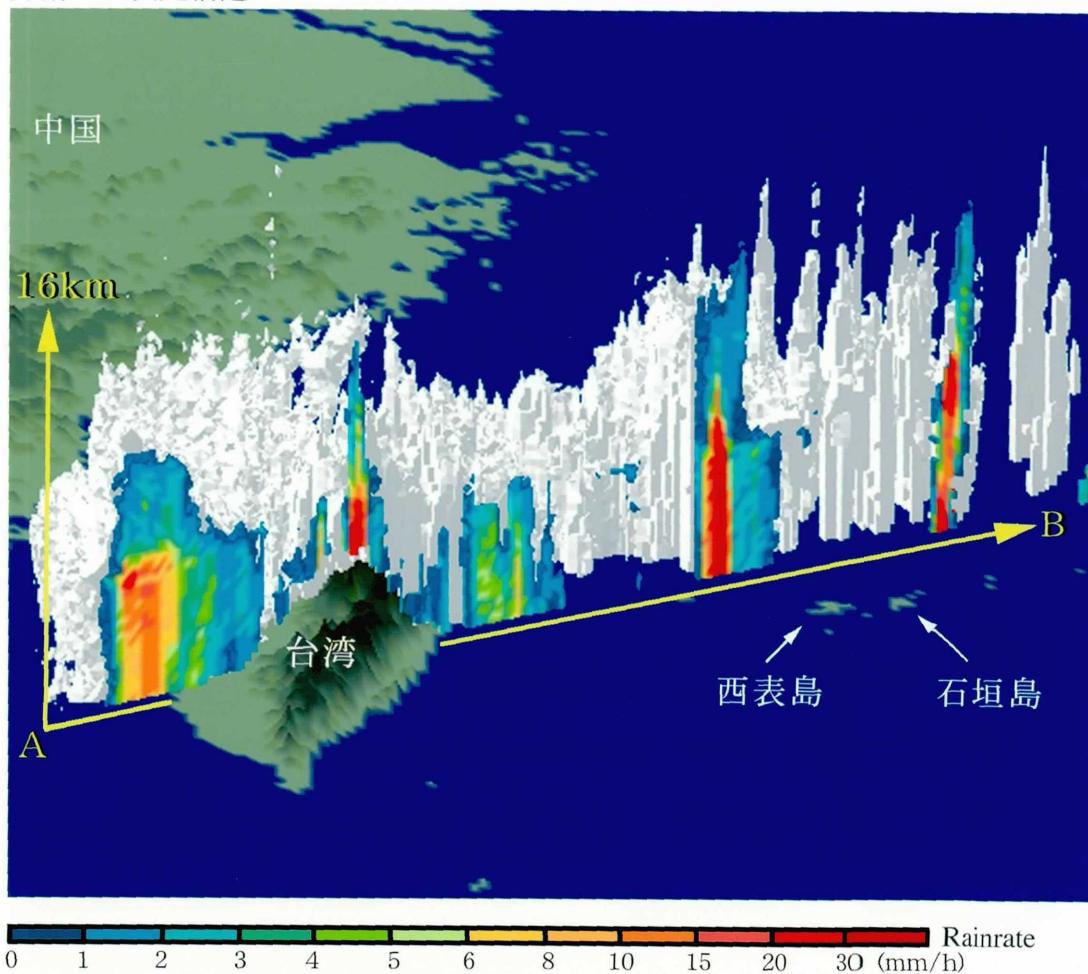
1998年10月15日18:23-18:27 (世界時)

降雨の水平分布 高度：2.0km



GMS IR 18:00 (UTC) by JWA

降雨の3次元構造



TRMM 降雨レーダによって観測された 1998 年 3 月と 6 月の月積算降水量

これらの図は TRMM PR によって観測された、1998 年 3 月(上)と 6 月(下)の月降水量の分布です。いずれも高度 2km における分布です。

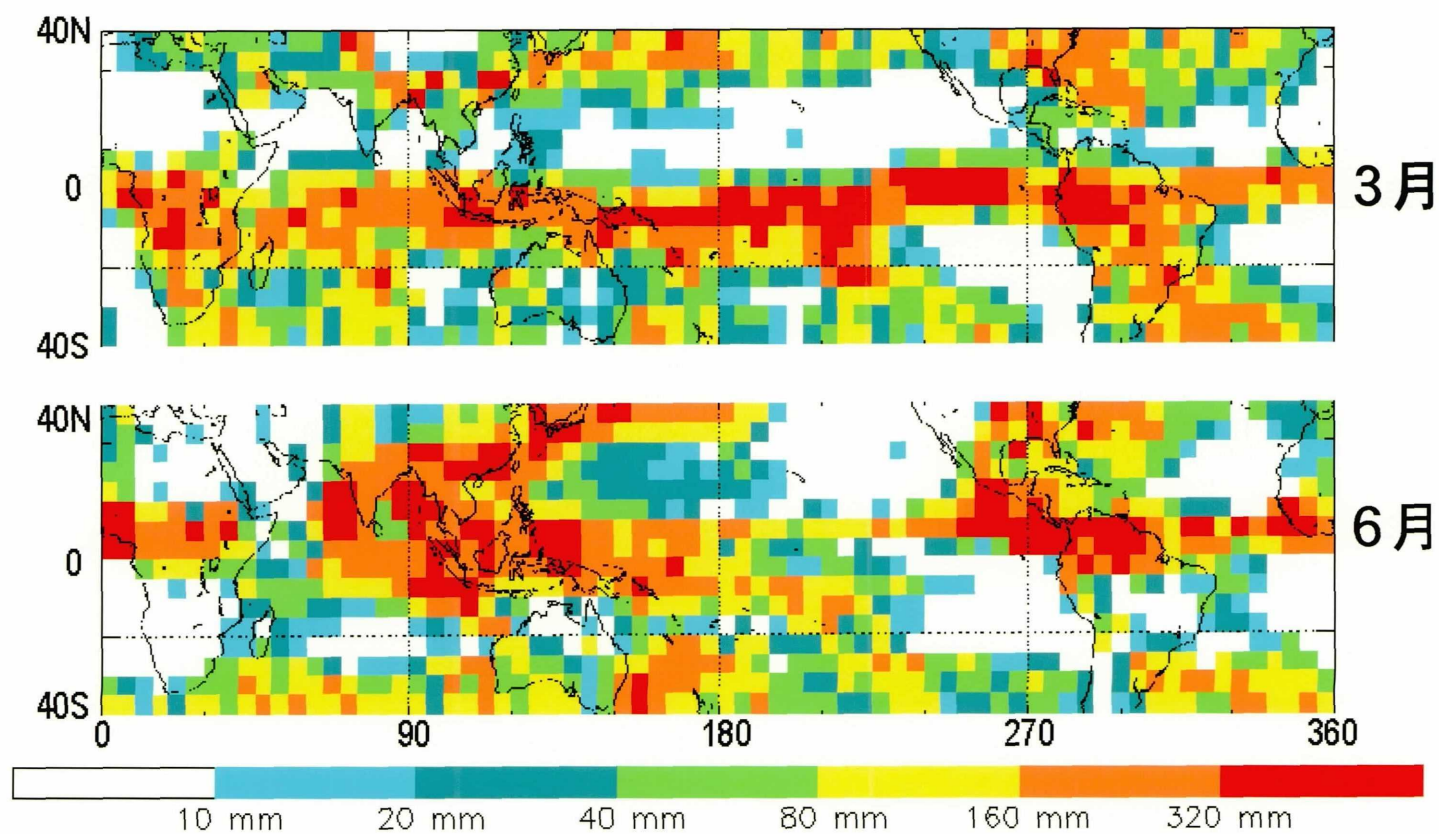
3 月には、夏半球である南半球に特に降雨の多い領域が見られます。赤道付近で東西に帯状に広がる雨の多い領域が熱帯収束帯 (ITCZ) です。

平年は西部熱帯太平洋から日付変更線にかけて雨の多い領域が広がっていますが、この図では、降水量の最も多い領域がより東側の西経 150 度付近に移動しているのがわかります。これは、前年から続いていたエルニーニョの影響であると考えられます。

同じ月の平均海面水温(示さず)を見ると、海面水温の高い領域と上図の降水量の多い領域はよく一致しています。この時期、まだエルニーニョの状態が続いていたため、通常水温の低い南米ペルー沖に至る東部赤道太平洋で非常に水温が高くなっており、逆に西部赤道太平洋では水温が下がっていました。エルニーニョによる海面水温の変動に対応して、熱帯収束帯で降水量の多い領域が例年に比べ東側へ移動し、西部太平洋で降水量が少なくなっている様子が現れています。このような熱帯での対流活動に伴う降水域の移動は、世界の気象に大きな影響を及ぼします。

下図は 6 月の月積算降水量の分布を示しています。降水量の分布には ITCZ と南太平洋収束帯 (SPCZ) がはっきりと見えており、3 月に見られた熱帯太平洋での雨域のシフトが解消されています。この時の海面水温分布(示さず)ではエルニーニョが収束し、中部赤道太平洋の海水温度は平年値より低くなっています。またモンスーン地域特にインド、ベンガル湾、インドシナ半島周辺のアジアモンスーン域では 5 月より既にモンスーン季に入っており降雨が多く観測されています。

PR観測による積算降水量（1998年3月と6月）



委 2 - 3

第 1 回宇宙開発委員会（定例会議） 議事要旨（案）

1. 日 時 平成 11 年 1 月 6 日（水）
 14:00～14:30
2. 場 所 委員会会議室
3. 議 題 (1) 平成 11 年度の宇宙関係予算案について
 (2) 試験惑星探査機「さきがけ」（MS-T5）の運用終了について
 (3) その他
4. 資 料 委 1 - 1 平成 11 年度の宇宙開発関係予算等政府原案について
 委 1 - 2 「さきがけ」送信電波の停止について
 委 1 - 3 第 47 回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）

5. 出席者

宇宙開発委員会委員長代理
宇宙開発委員会委員

〃

〃

長 柄 喜一郎
秋 葉 鐔二郎
末 松 安 晴
澤 田 茂 生

関係省庁

文部大臣官房審議官（学術国際局担当）
通商産業省機械情報産業局次長
郵政大臣官房技術総括審議官

若 松 澄 夫（代理）
林 良 造（代理）
甕 昭 男（代理）

事務局

科学技術庁研究開発局長
科学技術庁長官官房審議官
科学技術庁研究開発局宇宙政策課長

池 田 要
中 澤 佐 市
船 橋 英 夫 他

6. 議 事

(1) 平成 11 年度の宇宙関係予算案について

事務局より、平成 11 年度の宇宙開発関係予算等政府原案について報告があった。
（資料委 1 - 1 参照）

(2) 試験惑星探査機「さきがけ」（MS-T5）の運用終了について

文部省宇宙科学研究所より、試験惑星探査機「さきがけ」(MS-T5)の運用終了について、報告があった。(資料委1-2参照)

(3) その他

事務局より、第47回宇宙開発委員会(定例会議)議事要旨(案)について説明があった後、原案通り了承された。(資料委1-3参照)

以 上