

# 気象庁数値予報における 衛星観測の重要性

気象庁予報部数値予報課 数値予報モデル開発推進官 佐藤芳昭





## 目次

- ・イントロダクション
  - 気象情報と数値予報
- ・ 様々な観測
- ・ 数値予報における衛星データ利用
- TRMMデータ利用状況
- ・ 地球観測衛星への要望
- ・まとめ





## 気象情報の流れ

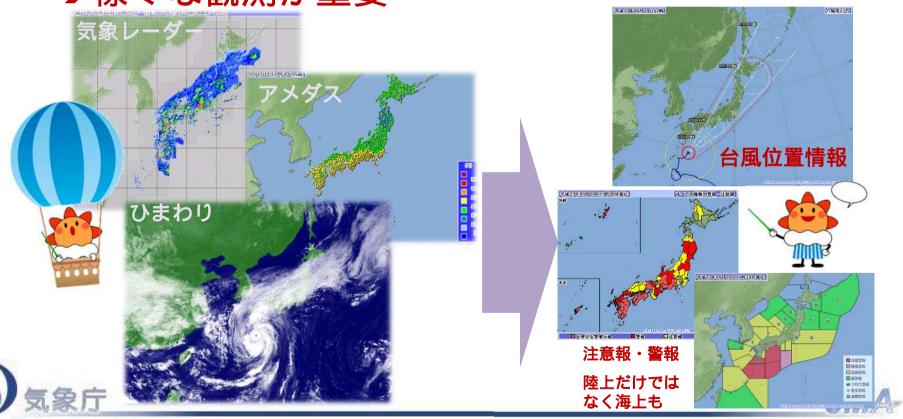
## 様々な観測 実況監視 気象 気 みなさま 気象情報 数值予報 予報作業 予測資料 民間気象会社

TRMMシンポジウム (2015年2月19日)

Japan Meteorological Agency

## 実況監視

- ・ 正確かつ迅速な気象情報や警報の発表のためには現在の気象状況の正確な把握が必須。
- ・ →様々な観測が重要



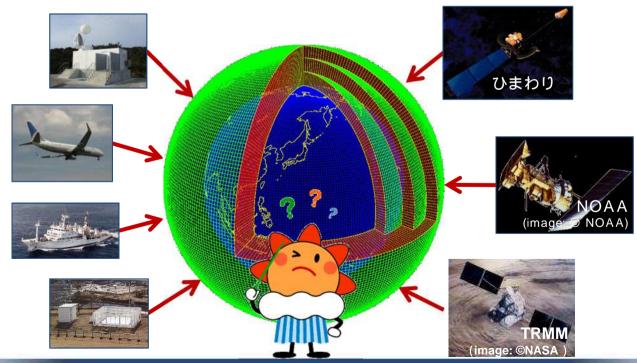
## 数值予報

地球大気を細かく分割し、そこに気圧、気温、 湿度、風などの気象要素の値を割り当て、物理 法則に基づいて、その値の時間変化を計算

- 流体力学方程式など 格子数 約1億3000万 計算量 数百兆回/24時間予報 ある時間の大気状態 未来(24時間後)の大気状態 (初期値(気圧・風)) (予報値(気圧・風・雨)) Meteorological Agency

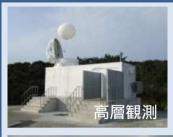
## 数値予報(データ同化)

 できるだけ多くの種類の観測をうまく利用して 気圧、気温、湿度、風などの気象要素の値を各 格子に正確に割り当てたい←精度の良い予測の ためには様々な観測が重要



# 様々な観測 TRMMシンポジウム (2015年2月19日)

## 数値予報で利用している観測











直接観測

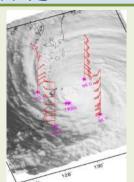








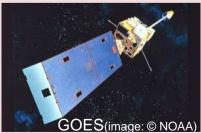
遠隔観測



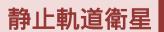
台風ボーガス

疑似観測





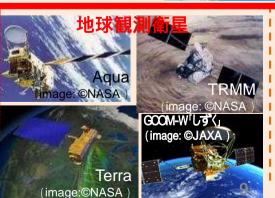














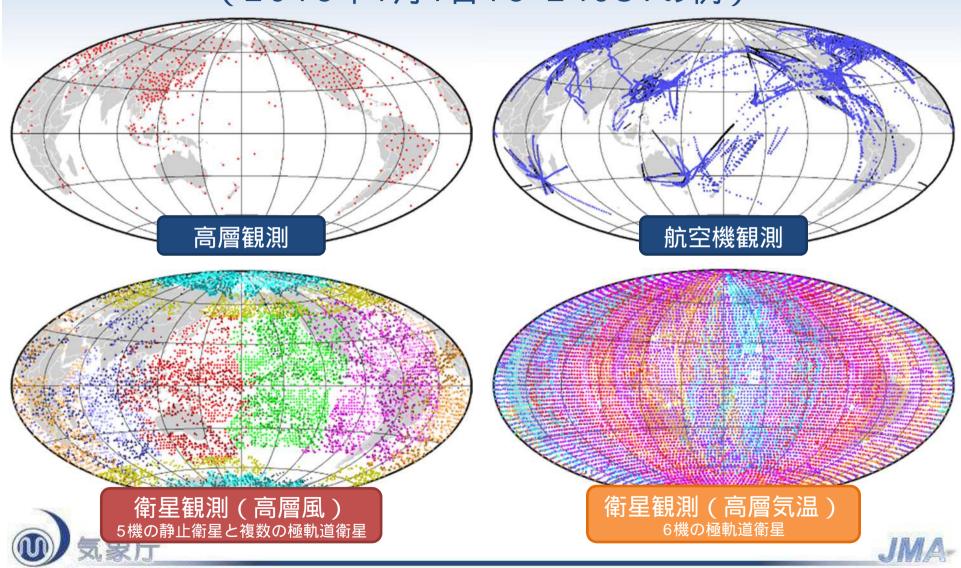




低軌道衛星

## 観測の分布

(2015年1月1日18-24JSTの例)



## 衛星データの特徴

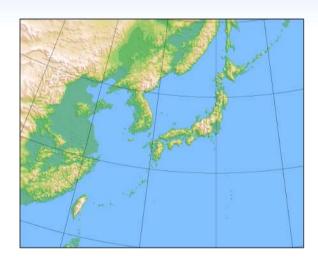
- ・広い範囲を定期的に観測
  - 非衛星観測は分布に偏りがある
    - 特に海上や砂漠、極域、発展途上国などではなか なか気象データが得られない
- 様々な衛星を用いることで、様々な気象 要素を測定することが可能
  - 単独の衛星だけでは限界がある
    - ・たとえば「ひまわり」では
      - 観測範囲外のデータは得られない
      - 雲の下の情報は得られない、など

→様々な衛星データを組み合わせて有効活用

# 数値予報での衛星データ利用

## 運用中の数値予報システムの例







#### 全球数値予報システム

#### メソ数値予報システム

#### 局地数値予報システム

84時間予報(1日3回) 264時間予報(1日1回) 水平解像度約20km 鉛直100層(~約80km (0.01hPa)) 短期予報・週間予報支援 39時間予報(1日8回) 水平解像度5km 鉛直50層(~22km) 防災気象情報、 航空気象予報支援 9時間予報(1日24回) 水平解像度2km 鉛直60層(~20km) 防災気象情報、 飛行場予報支援





## 数値予報精度の経年変化

#### 北半球500hPa高度5日予報の誤差

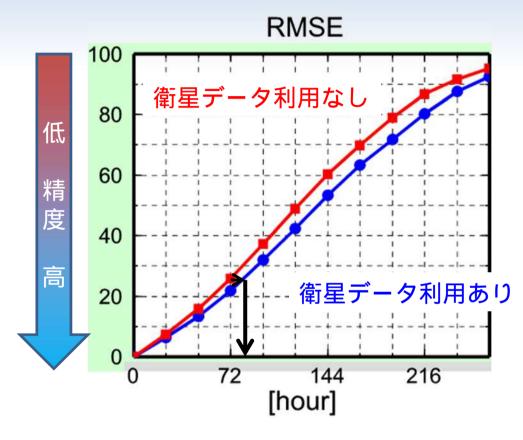
1995年1月-2014年12月、前12ヶ月移動平均

2000年以降の予測精度向上に様々な衛星データの活用が大きく貢献

一:計算機システム更新 一:予報モデル改良 一:新規観測データ導入 一:同化システム改良 一:観測データ利用法改良



## 衛星データ利用の効果



衛星データを利用しない →予測精度低下

衛星データを利用することにより、利用しない場合に比べて、同じ精度の予測を数時間~1日程度、早く出すことが可能となっている。

全球500hPa高度面予測 の予報誤差で検証した結果





# TRMMデータの利用

## TRMM/TMIデータ利用

- TRMM/TMIデータ利用開始
  - メソ数値予報システム:2003年10月~
    - ・2000年頃より、気象庁と宇宙開発事業団(当時、現JAXA)と共同でTRMMデータ利用開発を実施
      - 気象庁数値予報における地球観測衛星データ活用黎明期
      - それまでは衛星データとして、日米欧の静止気象衛星と 米国のNOAA衛星のデータを利用
  - 全球数値予報システム:2006年6月~

## TRMM/TMIデータ利用開始

気象庁「配信資料に関する技術情報(気象編)第148号(平成15年10月10日)」より抜粋

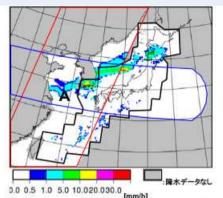


図1:2003年8月24日21UTC~25日00UTCの間に観測された解析雨量とマイクロ波放射計で推定した降水強度の合成図(1時間降水強度に換算)。太黒線は解析雨量の、赤線はSSM/Iの観測範囲を、青線はTMIの観測範囲をそれぞれ示す。

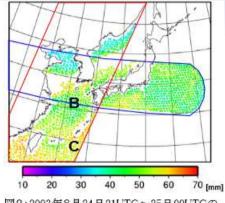
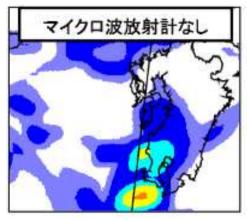
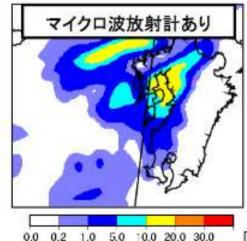


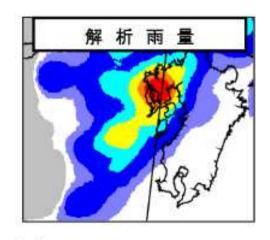
図2:2003年8月24日21UTC〜25日00UTCの 間に観測されたマイクロ波放射計データで推 定した鉛直積算水蒸気量の分布。

レーダーの届かない地域の 降水や水蒸気の情報が利用 可能となった →降水の予測精度改善 同時に米国のDMSP衛星

のデータも利用開始







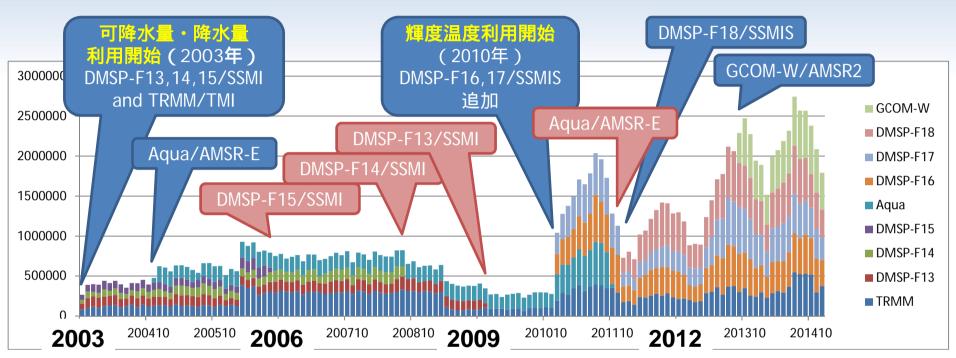


[mm/3h]

図4 2003年8月25日00UTCを初期値とする、マイクロ波放射計なし(左)、マイクロ波放射計あり(中)の15~18時間後の3時間雨量予測。右は予報と対応するレーダー・アメダス解析雨量(灰色の領域は雨量データ無し)。



## マイクロ波放射計データ利用履歴



気象庁メソ数値予報システムにおけるマイクロ波放射計データ月間積算利用量時系列

利用解了

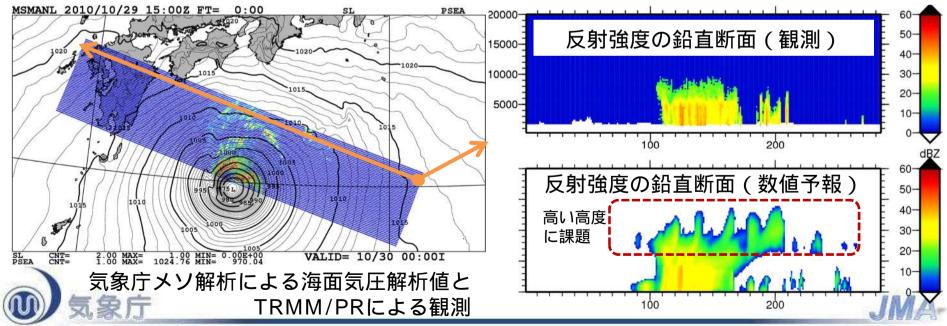
この12年の間に、TRMM/TMIと同時に利用開始された DMSP/SSMIデータは終了し、1年後に利用開始された Aqua/AMSR-Eのデータも終了している。 →ただし後継衛星等を随時追加利用している



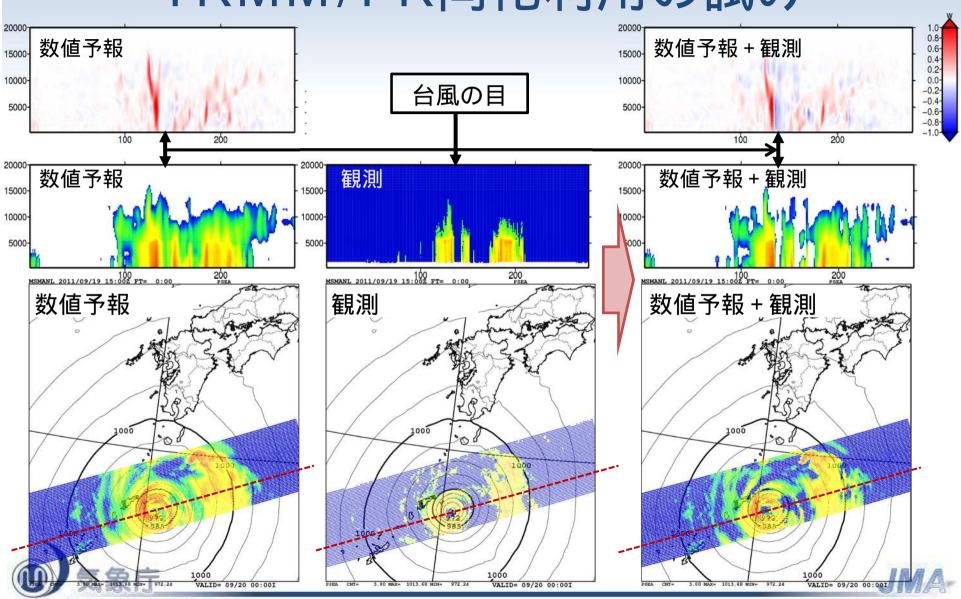
### TRMM/PRの活用

- 衛星搭載降水レーダー(TRMM/PR)では、海上における 降水粒子の3次元分布が単一の測器で均質に観測できる。
  - このデータにより数値予報モデルの予測結果を検証することで、 気象庁で運用している数値予報モデルの、今後の課題が明らか となってきている。

• 例:2010年10月29日の台風第14号における事例



## TRMM/PR同化利用の試み





## 地球観測衛星への要望

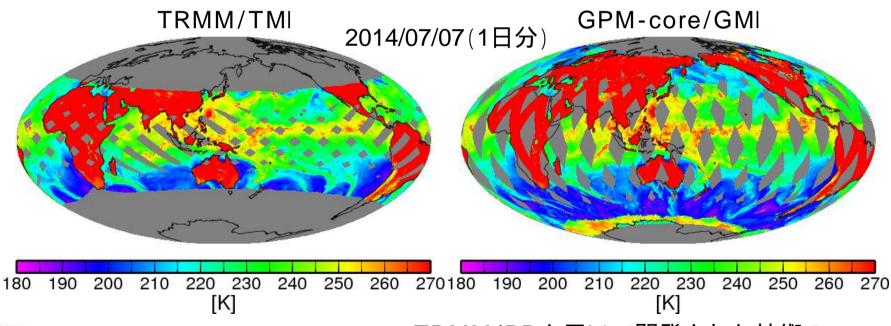
- ・気象業務で用いるためには
  - 信頼性/安定性/継続性が重要
  - また新たな観測技術のデモンストレーション も重要な役割
    - 世界的にも地球観測衛星の実利用が意識されている

#### 世界気象機関(WMO)

「Vision for the GOS in 2025」より抜粋 R&D satellites will continue to play an important role in the GOS; although they cannot guarantee continuity of observations, they offer important contributions beyond the current means of operational systems. Partnerships will be developed between agencies to extend the operation of functional R&D and other satellites to the maximum useful period;

## TRMM計画の継続性

- TRMM後継ミッションGPM
  - JAXAとの協力により、データ利用に向けた 開発を実施中





TRMM/PRを用いて開発された技術の GPM-core/DPRでの活用も調査中 JMA

## まとめ

- ・天気予報や気象情報の精度向上に衛星データは なくてはならない重要な観測データである。
  - 衛星データの効果的な利用のため、気象機関と宇宙 機関の緊密な協力関係が極めて重要
- 現在気象庁で利用している衛星にも、既に設計 寿命を超えて運用されているものがあり、運用 終了後の数値予報精度への影響が懸念される。
  - 新たな衛星データの活用に向けて開発を実施中
- 気象予報などの現業業務での利用の観点からは長期の持続的な衛星計画が望まれる。

