



GPMの成功はTRMMの 成果の上に

宇宙航空研究開発機構
地球観測研究センター
沖 理子



全球降水観測計画

(GPM: Global Precipitation Measurement)

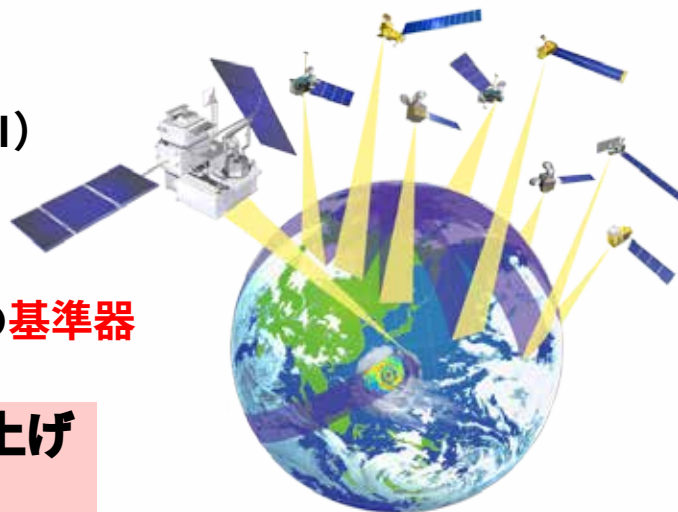


GPM主衛星

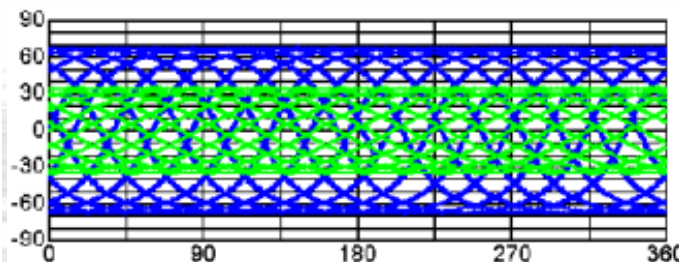
(JAXA, NASA)

- **二周波降水レーダ (DPR)**
- GPMマイクロ波放射計 (GMI)
- 2 全球降水量の**高感度・高精度**観測
- 2 コンステレーション衛星群の**基準器**

H-IIAロケットによる打上げ
(2014年2月28日)



TRMMとGPM主衛星の観測領域の比較



青：GPM主衛星
緑：TRMM衛星

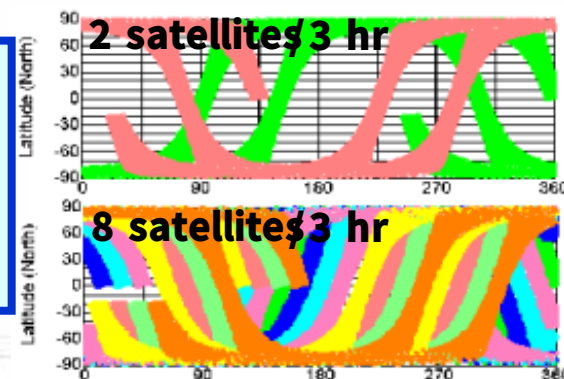
DPRプロダクト
GMIプロダクト
DPR/GMI複合プロダクト
全球合成降水マッププロダクト

コンステレーション衛星群

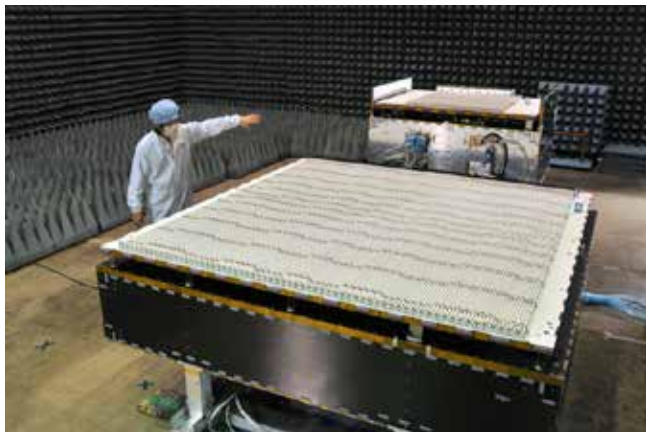
- マイクロ波放射計を搭載した各国・各機関の極軌道衛星
- 2 全球降水量の**広範囲・高頻度**観測

GPMパートナー：
NOAA, JAXA(GCOM-W),
CNES-ISRO, EUMETSAT等

観測領域の比較

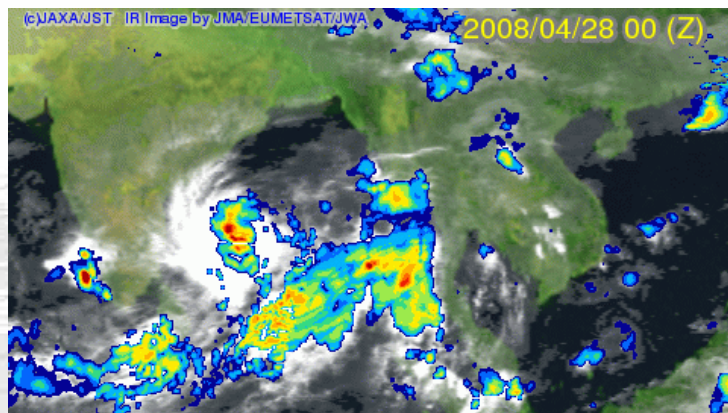


GPM計画におけるJAXAの役割



GPM計画のかなめであるDPRの開発

二周波降水レーダ（DPR）の開発はTRMM搭載降水レーダ（PR）開発でも協力した情報通信研究機構（NICT）と協力して行い、TRMM PRの開発と運用でこれまでに培った技術やノウハウを最大限に活用



GPMデータを処理するための地上システムの開発、運用とユーザへのデータの提供



GPM主衛星のH-IIAロケットによる打上げ



第2回GPMアジア降水データ利用技術会合の集合写真。日米アジアから50名が参加。

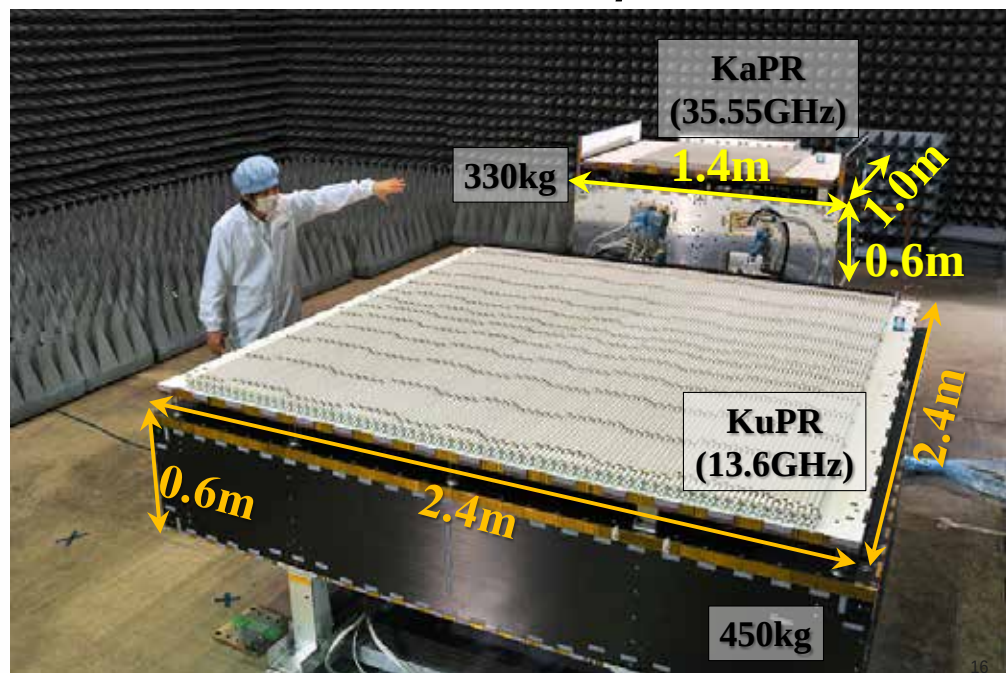
国内及びアジア諸国でのGPMデータ利用の推進

GPM主衛星 / DPRとTRMM / PRの比較

TRMM / PR



GPM主衛星 / DPR



	PR (高度変更前)	PR (高度変更後)	KuPR	KaPR
周波数	13.8GHz		13.6 GHz	35.55 GHz
水平分解能	4.3 km	5 km	5.2km	
鉛直分解能	250 m		250 m	250/500 m
観測幅	215 km	245 km	245 km	125km

GPM / DPRで目指す科学的成果

✧ 気候変化に関する知見の発信

- ✧ TRMMからGPMへ継続する降水観測データ

✧ 降水の科学について信頼性の高い知見の発信

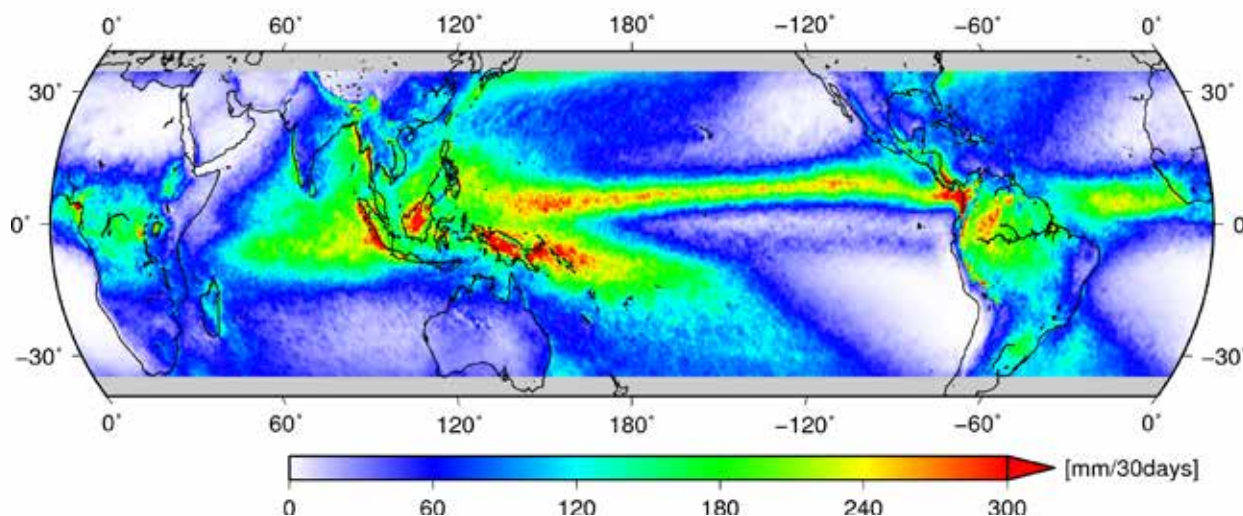
- ✧ TRMMによる熱帯の積乱雲、台風、降水日周期の観測
- ✧ à GPMによる中・高緯度前線帯の降水の観測

✧ 準リアルタイム降水情報の発信

- ✧ 気象庁数値天気予報による利用
- ✧ 洪水予測システムによる利用、など

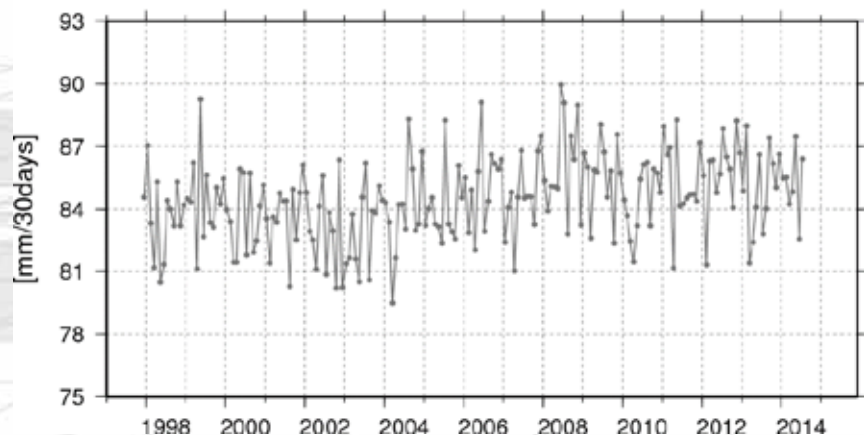
降水の長期変動はどうなっているか？

17年平均したTRMM/PRによる地表面降水強度
(1997年12月～2014年7月平均)



17年間のTRMM/PRによる地表面降水強度の時系列

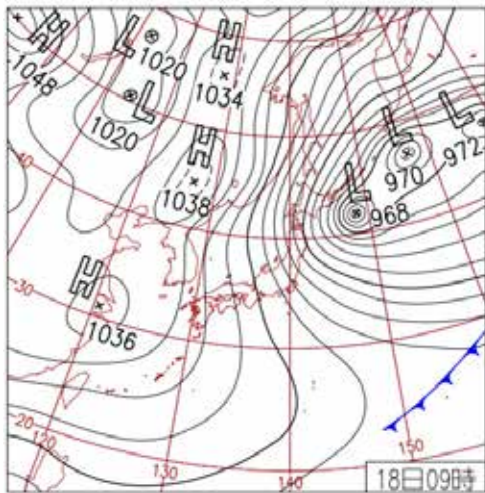
nearSurfRain (35S–35N Globe)



TRMM降雨レーダのバージョン7 プロダクト (2011年7月リリース) による、17年間の地表面降雨月平均値の時系列 (衛星高度変更ならびにPR冗長系切り替えによる影響の補正済み)。

GPM/DPRで中高緯度も含めた降水変動がどうなっているかを確認する必要がある。

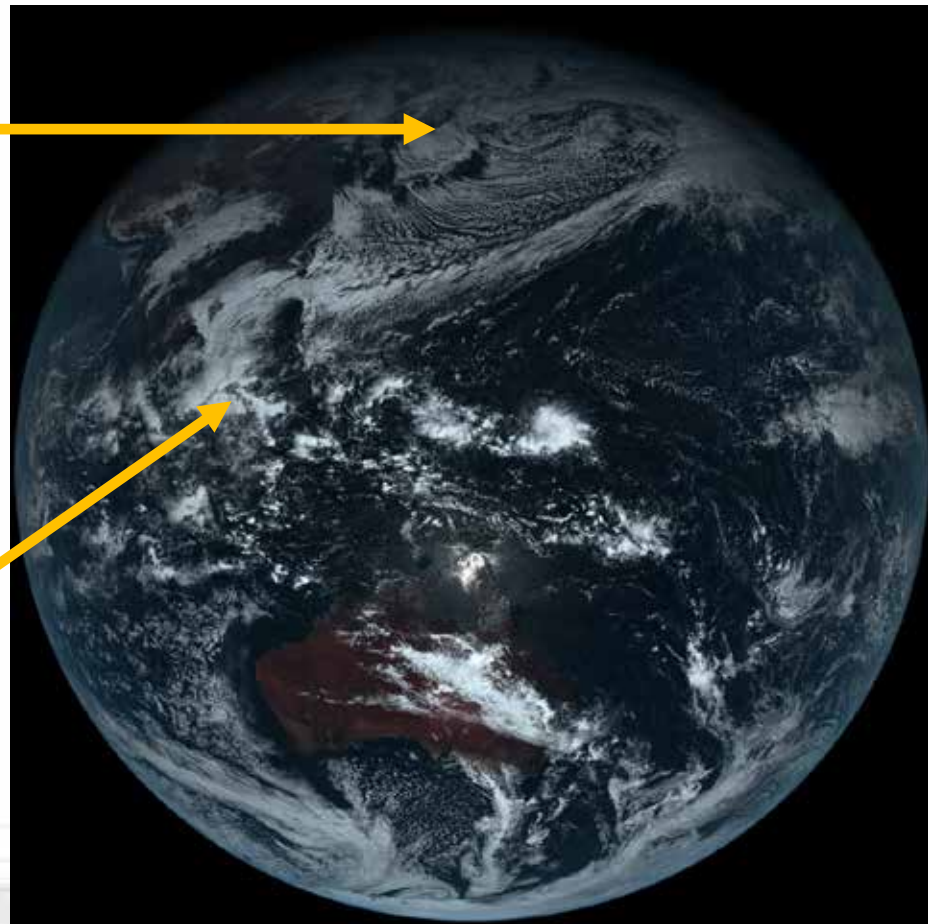
熱帯降雨の観測から全球降水システムの観測へ



温帯低気圧
など



積乱雲
など



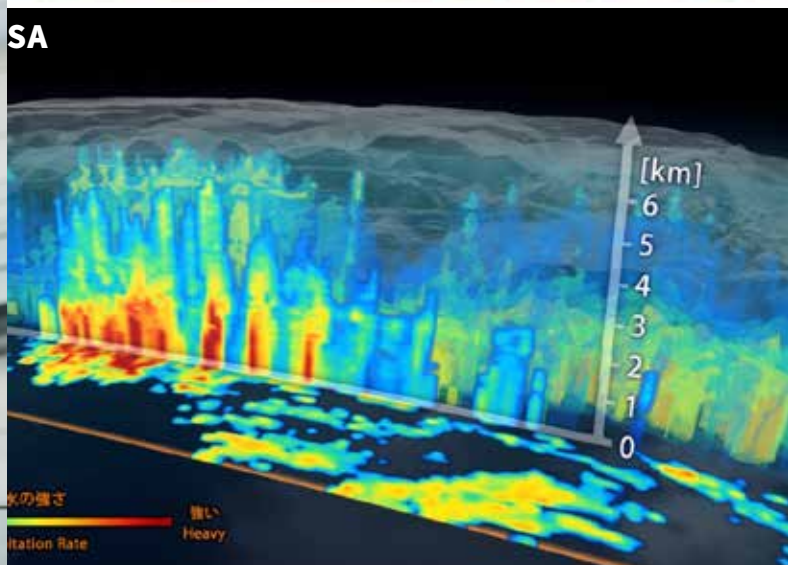
ひまわり8号初画像（気象庁提供）

TRMMで熱帯の積乱雲、台風、夕立などの特性は観測できた。
GPM/DPRで、中・高緯度の立体構造を含む降水機構の理解へ

GPM主衛星の初画像（2014年3月10日）



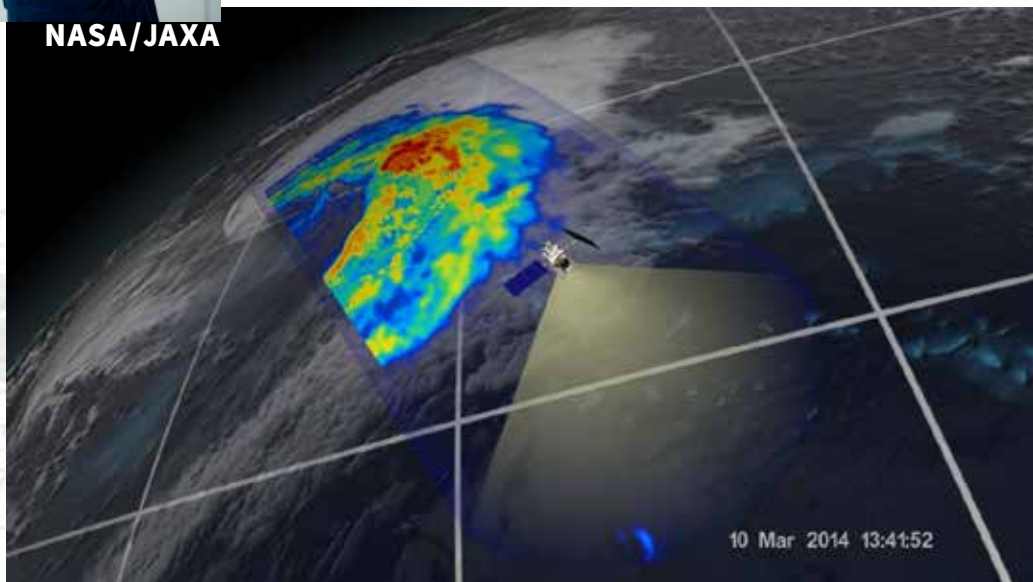
2014年4月にオバマ大統領が日本科学未来館へ来館時の写真
(日本科学未来館提供)



降水レーダー（DPR）による降水の三次元分布

2014年3月10日22時頃に
GPM主衛星が捉えた、日本の
東海上にある発達した温帯低
気圧による降水の強さの分布

NASA/JAXA



→GPMマイクロ波放射計（GMI）
による降水の平面分布

降雪の観測事例

GPM/DPRが捉えた日本海海上の筋状の降雪
(2014年12月2日18時54分頃[日本時間])

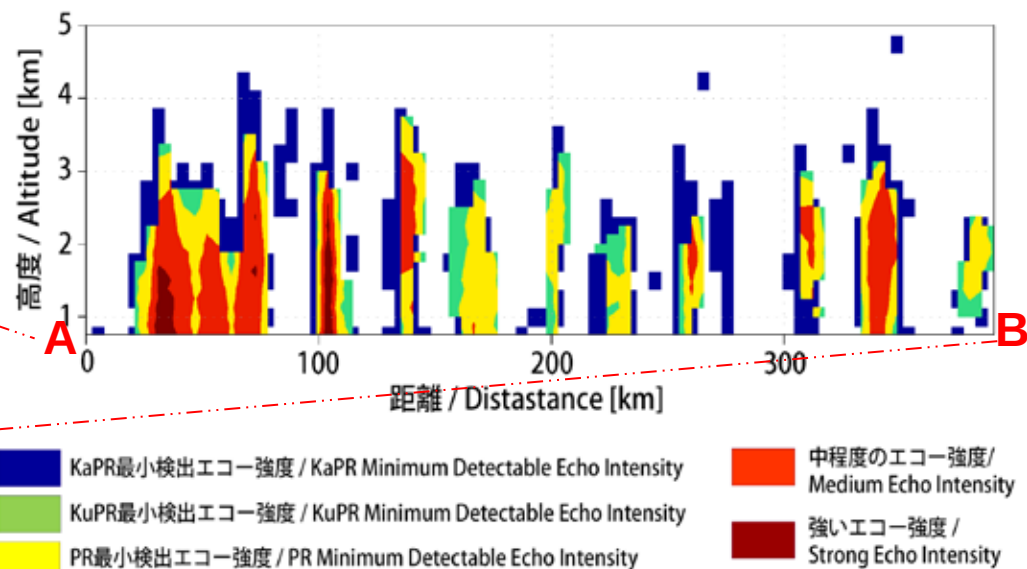
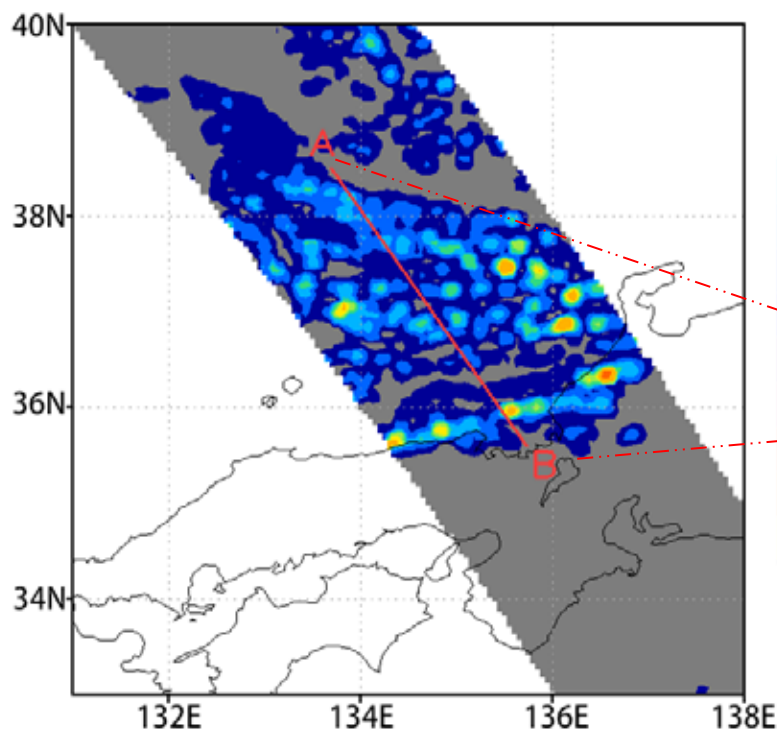
Snow streaks over the Sea of Japan observed by GPM/DPR
around 09:54Z on December 2, 2014

GPM / DPRの感度向上

- * GPM/DPRでは、感度の向上により、TRMM/PRに比べて、弱い降水も観測できている。

2014年12月2日にDPRによって観測された日本海上の降雪の地表降水強度

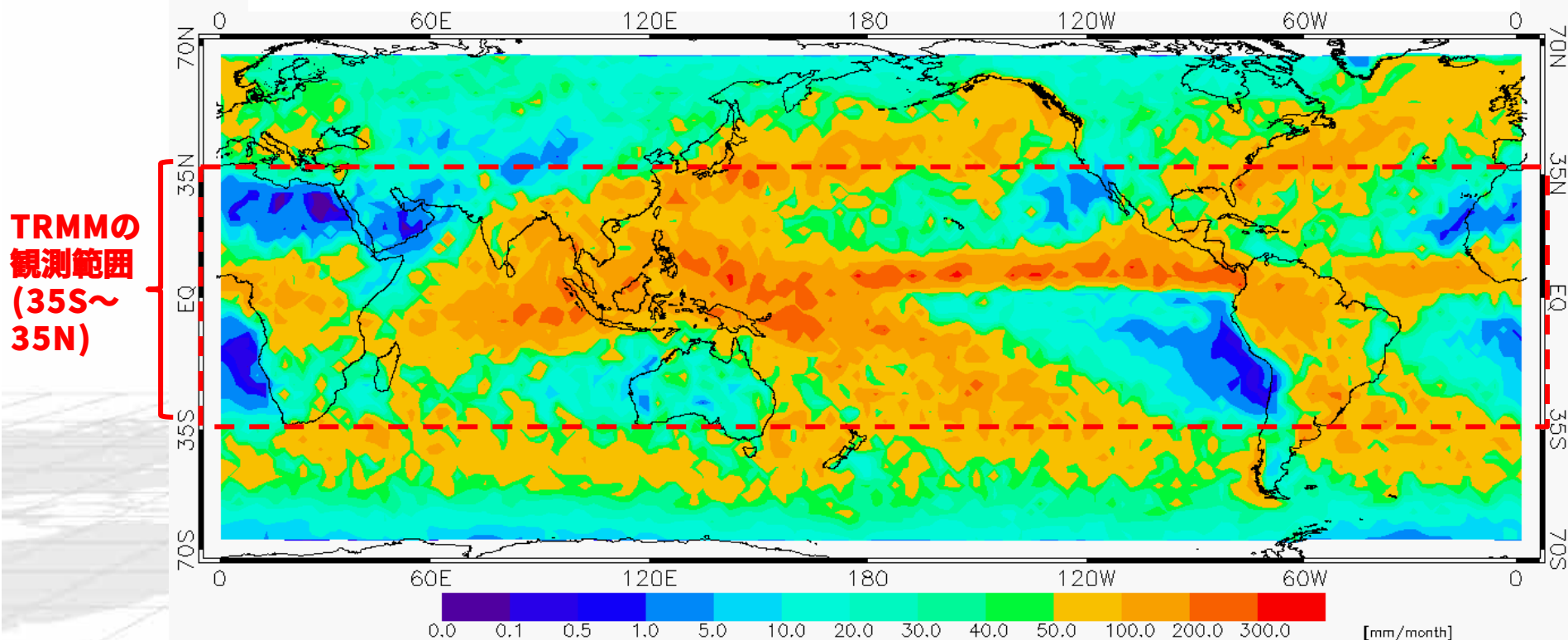
日本海上の降雪の鉛直断面図
(左図のA地点からB地点まで)



熱帯から高緯度までの降水観測

- GPM/DPRでは、TRMM/PRでは観測範囲外であった中高緯度の降水も、順調に観測データを蓄積し続けている。

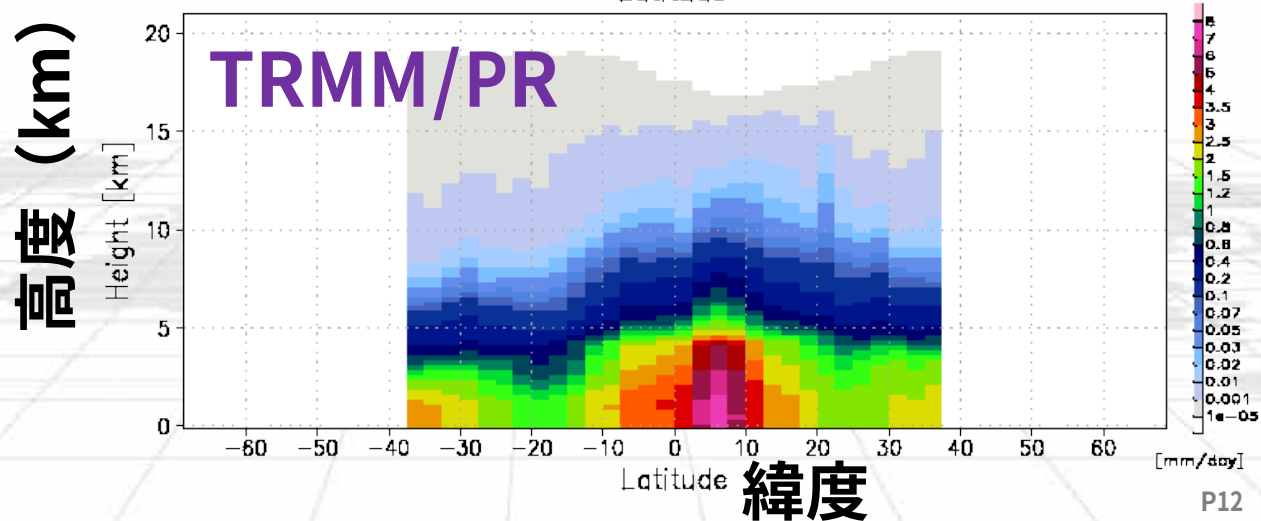
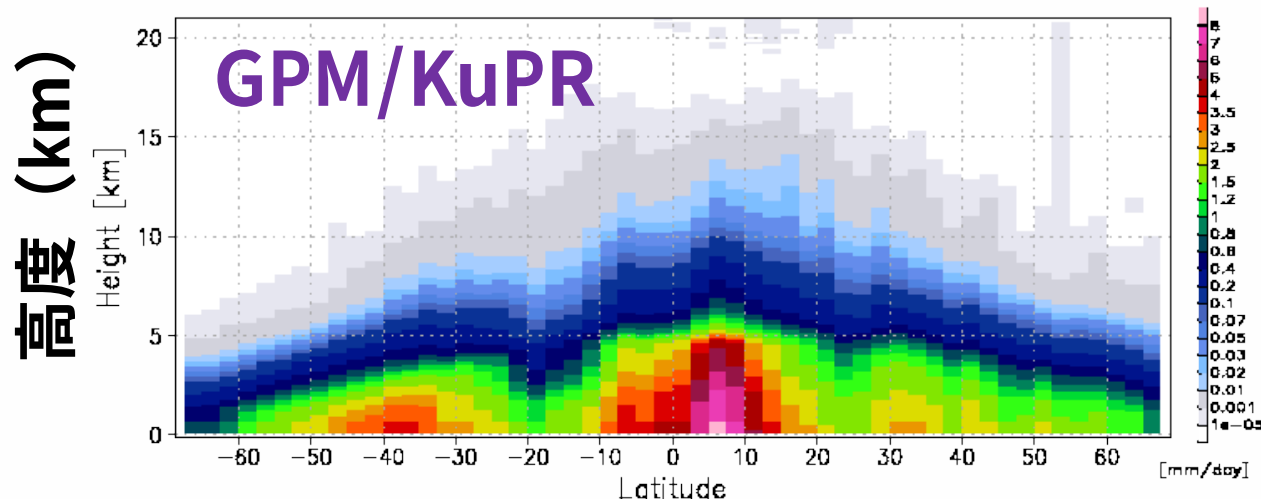
GPM/DPR地表降水強度の平均値（2014年3月～2015年1月）



降水鉛直分布の緯度による違い

- 高緯度地域では熱帯と比べて降水頂の低い降水が降っている特徴はDPRで捉えられつつある。

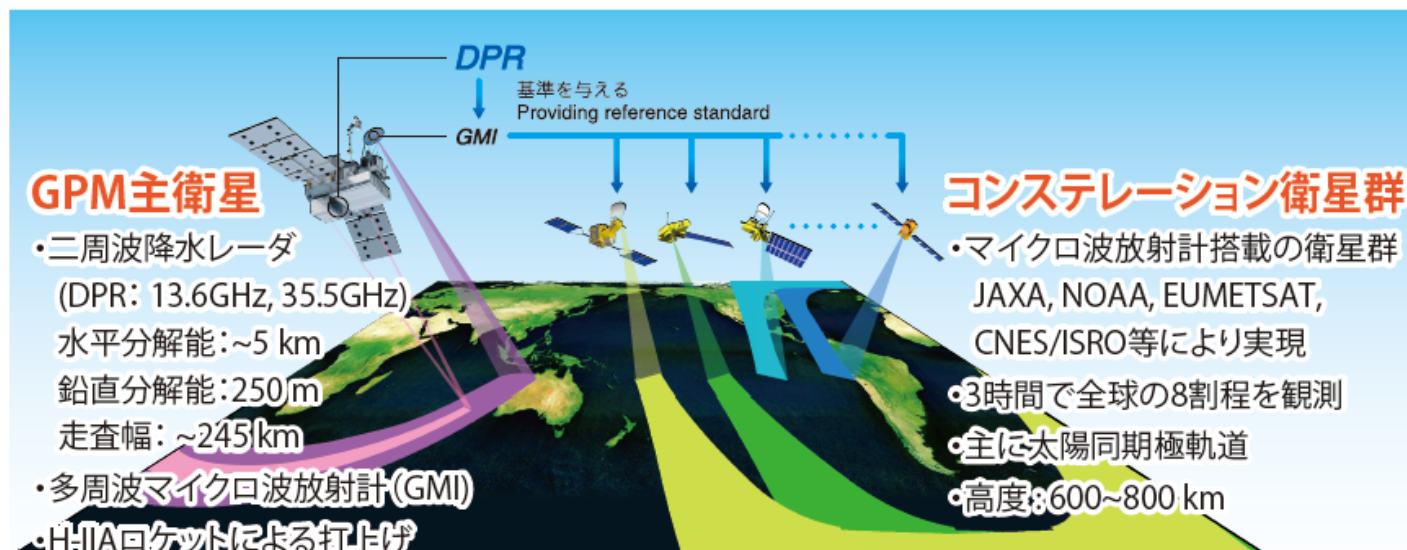
海上での降水の
緯度高度断面図：
2014年4～8月
(衛星直下付近の観測
データを使用)



名城大学 広瀬正史
准教授提供

GPM計画でのDPRの役割と重要性

- * DPRはTRMMのレーダを更に高度化した**世界で唯一（one and only）**の衛星搭載降水観測レーダ
- * DPRによる**高精度・高感度・3次元的な降水観測**
 - GPM主衛星のみならず、コンステレーション衛星群からの降水量の推定精度を向上させる
 - DPRは降水観測に関する世界中の衛星の基準になる



高頻度の全球降水マップ

高精度かつ高頻度の全球の雨の分布を作成、
準リアルタイムで提供

- 太陽非同期軌道
軌道傾斜角: 約 65°
高度: 約 407 km

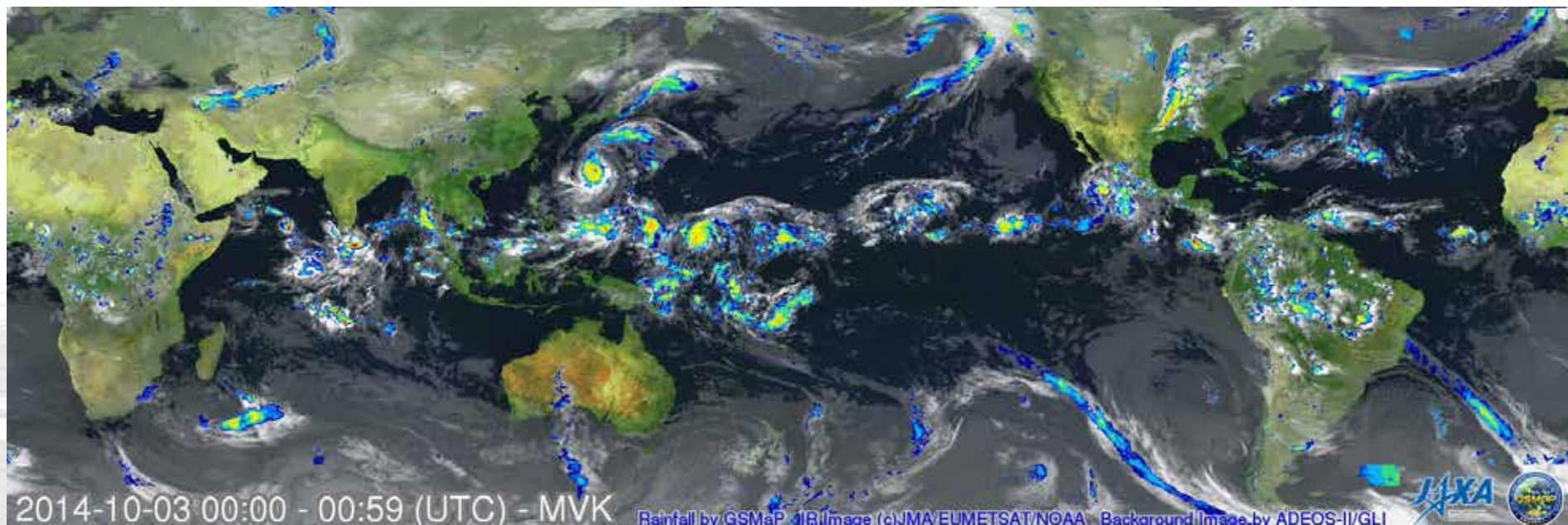
全球合成降水マップ (GSMaP)

<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>

TRMMを中心に、複数のマイクロ波放射計・静止気象衛星IR情報を複合した、
「世界の雨分布速報」 (GSMaP) を開発し、**JAXA/GPM標準プロダクト**として
公開中。**0.1度格子**、**1時間ごと**で、観測から**約4時間後**に提供。

- ・ 全球ブラウザ画像、Google Map上での領域表示、Google Earth用KMZファイル、動画などを簡易に利用可能。
- ・ 研究者向けに、テキスト及びバイナリのデータも提供。
- ・ 洪水予測、気象サービスや作物予測等の実利用分野での利用実証が進んでいる。

↓ 2014年10月3～16日の全球の降雨の分布。日本列島を縦断した台風18号・19号が熱帯海上から確認できる。

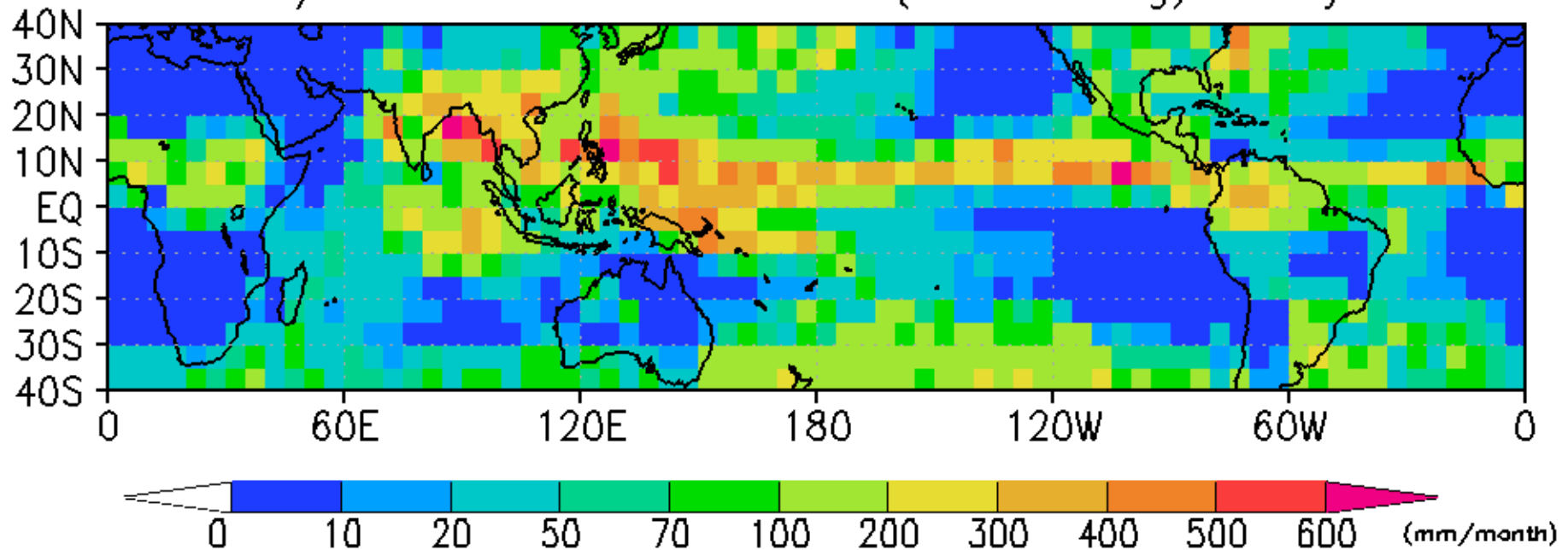


Rain 0.1 0.5 1.0 2.0 3.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 [mm/hr]

TRMM当初の目標からの進展

- ✧ TRMM当初の目標は緯度経度5x5度格子で月平均の降雨分布であった。
- ✧ →GSMaPでは緯度経度0.1x0.1度格子、1時間ごとの降雨分布まで向上。

TRMM/PR 3A25 Surface Rain (5.0x5.0deg) : July 2014



全球合成降水マップの水平分解能の向上

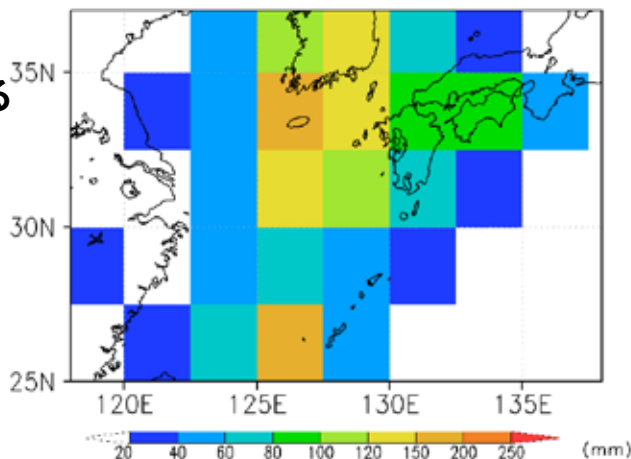
2003年9月8～12日の5日積算値で比較

CMAP

NOAA/CPCによる
プロダクト
(Xie and Arkin,
1997)

水平分解能：
2.5x2.5 度格子
時間分解能：5 日

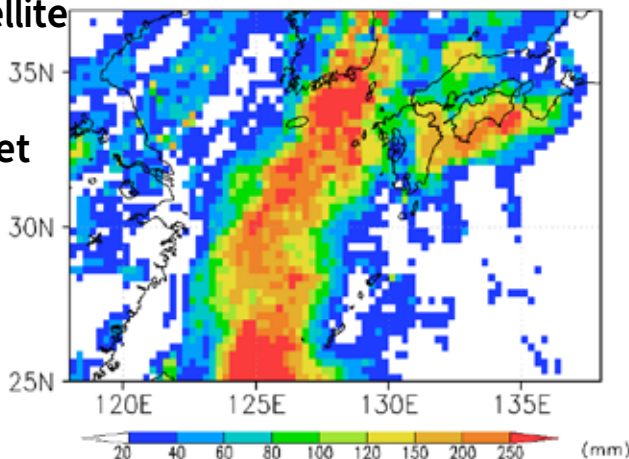
CMAP (2.5x2.5deg., 8-12 SEP 2003)



TRMM Multi-satellite
Precipitation
Analysis (TMPA)
3B42 (Huffman et
al., 2007)

水平分解能：
0.25x0.25度格子
時間分解能：
3時間

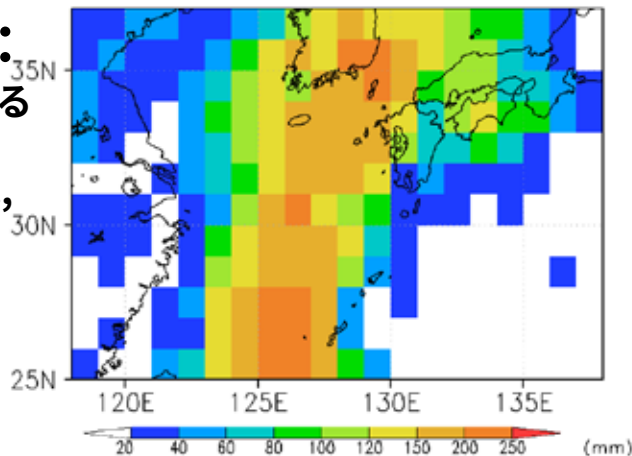
3B42 (0.25x0.25deg., 8-12 SEP 2003)



GPCP-1DD (1.0x1.0deg., 8-12 SEP 2003)

GPCP-1DD：
NASA/GSFCによる
プロダクト
(Huffman et al.,
2003)

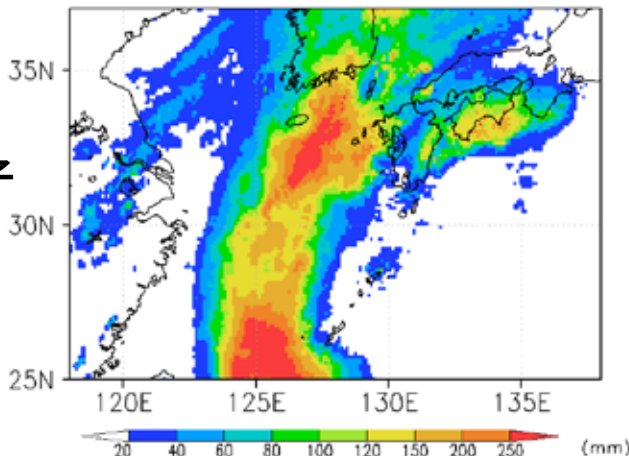
水平分解能：
1x1 度格子
時間分解能：1 日



GSMaP

水平分解能：
0.1x0.1度格子
時間分解能：
1時間

GSMaP (0.1x0.1deg., 8-12 SEP 2003)



GSMaPの改良: (TRMM時代→GPM時代) : 降水データベース (DB) の利用

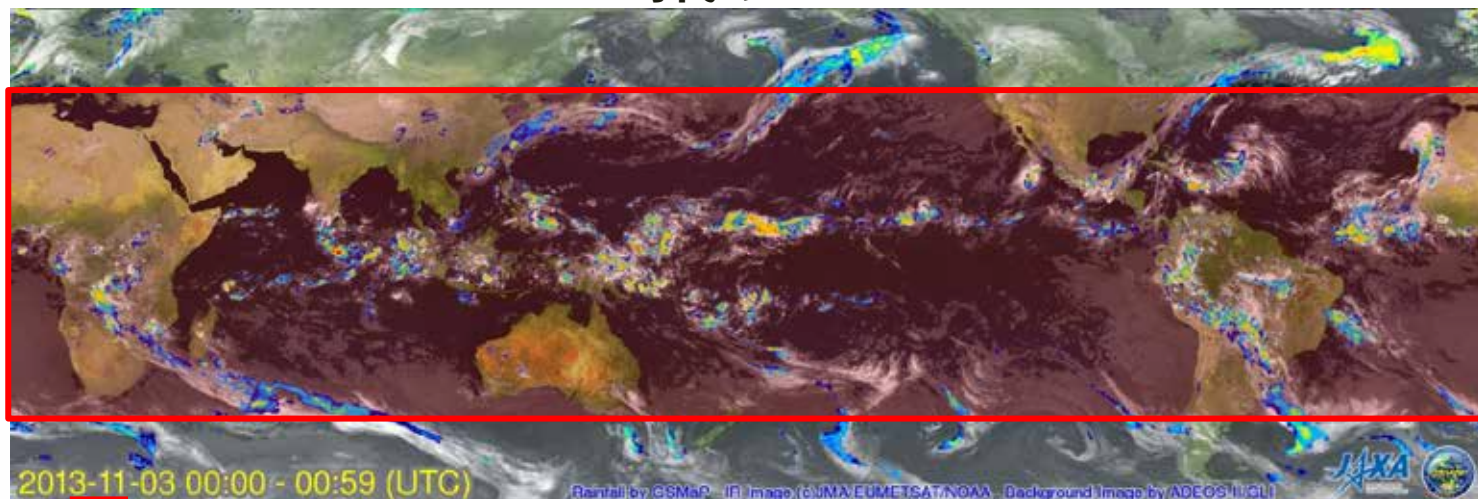


TRMM時代のGSMaP

固定のDB

TRMM/PRのDB
を利用

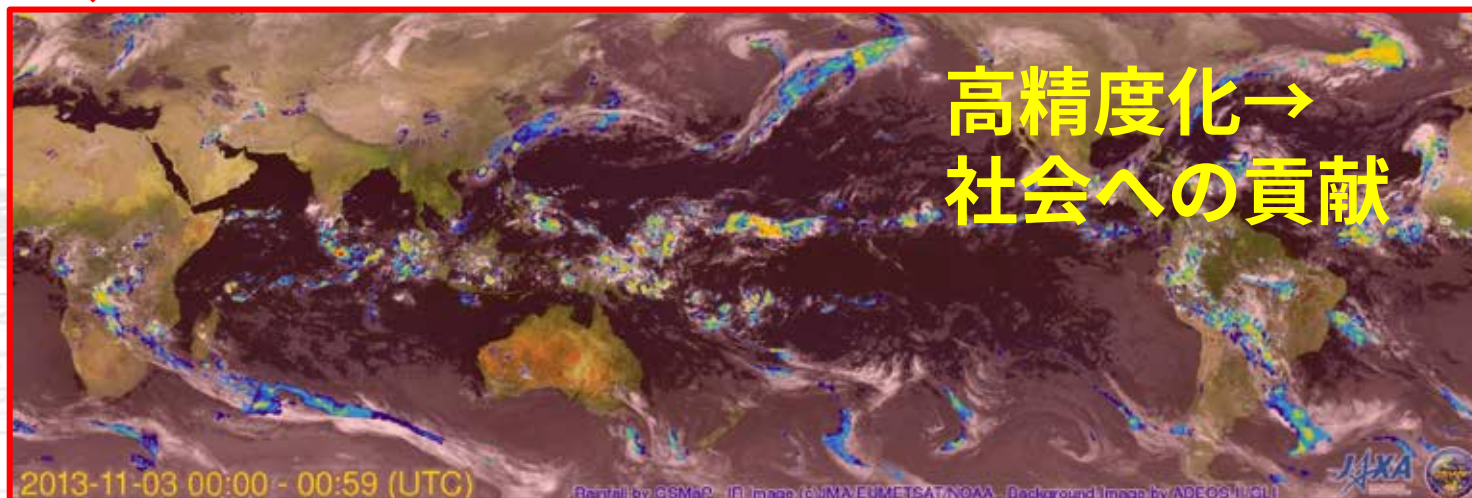
固定のDB



GPM時代のGSMaP

GPM/DPRのDB
を利用

PR観測外の高緯
度も、陸面判定
や降雨プロファ
イルのDBが使える
ようになるため、
精度が向上



高精度化→
社会への貢献

衛星降水データの利用の拡大 (TRMM→GPM)



気象観測・予報

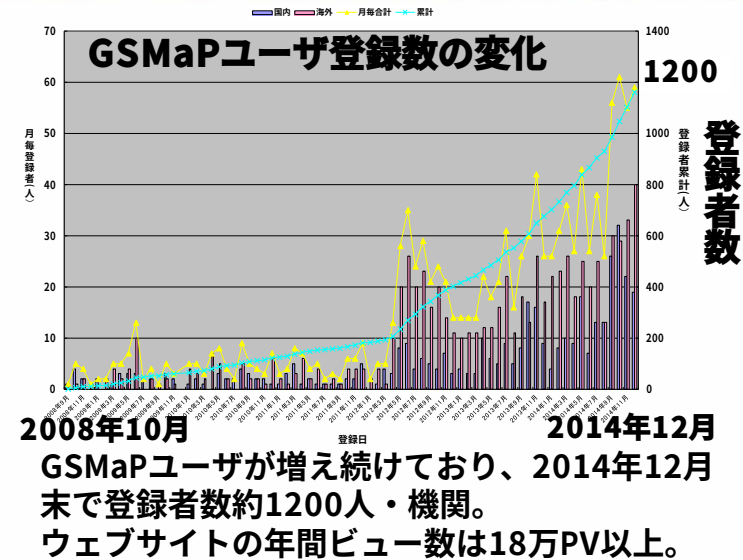
- 気象庁で数値予報、台風解析等での利用
- 日本気象協会で携帯電話・スマートフォン・PCサイトでの表示

洪水予警報

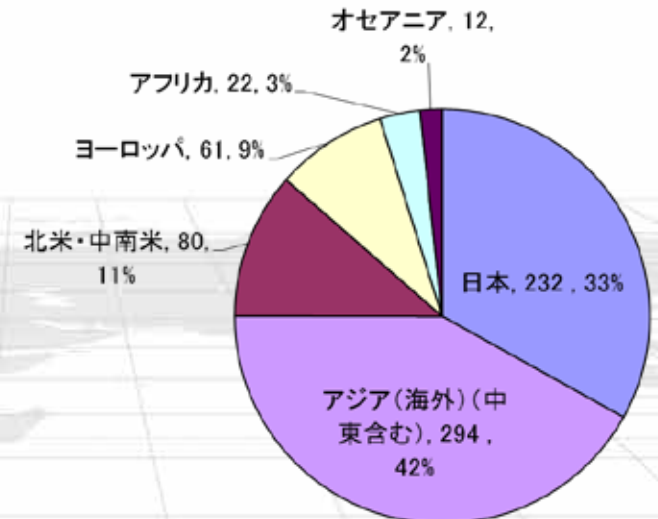
- アジアをはじめとする発展途上国への、国内機関・国際機関を通じた協力
 - 国際洪水ネットワーク (IFNet)/国際建設技術協会 (IDI)
 - 土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM)
 - 水資源機構
 - ユネスコ (パキスタン)
 - アジア開発銀行 (ADB) (フィリピン、バングラデシュ、ベトナム)
 - 国際協力機構 (JICA) (ナイジェリア、モザンビーク、等)

農業・工業・教育

- 農業分野：穀物収量の予測等への利用
- 工業分野：海外工場等への降水や洪水情報の提供
- 教育分野：全球降水分布の教材利用



GSMaPユーザの登録国統計



海外からの利用が多い (全体の約70%)

* 降雨レーダ(PR)の観測

- * 海陸を問わない3次元の降水観測
- * 熱帯・亜熱帯地域の様々な降水システムの観測
- * マイクロ波放射計の降水推定精度向上に寄与
- * à 中・高緯度への拡張
- * 低緯度とは異なる様々な降水システム、雪を含む。

* 降水マッププロダクトの利用

- * TRMM時代には、500km, 250km解像度、月～5日平均値
- * 近年は10km、1時間
- * 利用の裾野も広がっている。ローカルな問題への要求。
 - 精度、解像度、提供時間