



GSMaP
GLOBAL SATELLITE MAPPING OF PRECIPITATION

衛星全球降水マップ(GSMaP)の 現状と今後の計画

久保田 拓志

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
地球観測研究センター (EORC)



平成28年度JAXA/EORC水循環ワークショップ (2016年7月29日)

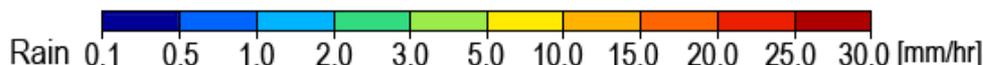
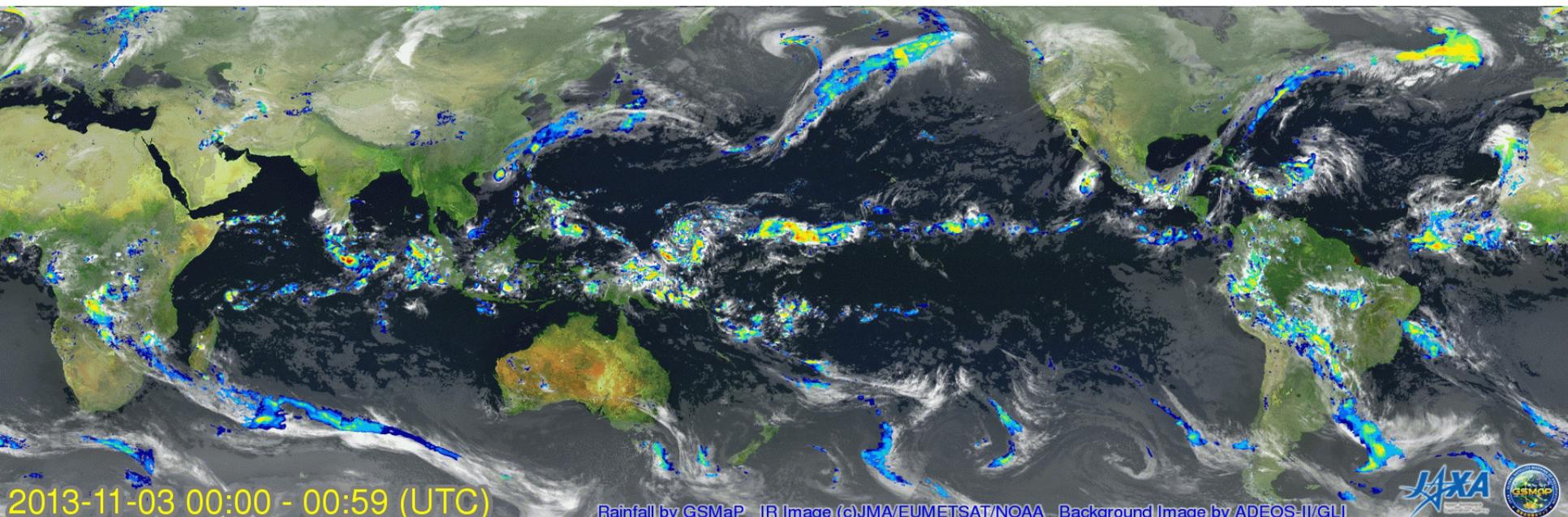
衛星全球降水マップ (GSMP)



複数のマイクロ波放射計・静止気象衛星IR情報を統合した、**衛星全球降水マップ (GSMP)**を開発し、**全球降水観測計画 (GPM) JAXA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。

- GSMPは「世界の雨分布速報」 (<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMP/>) ならびにJAXA G-portal (<https://www.gportal.jaxa.jp>) からデータ入手可能
- EORCサイトでは、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。テキスト及びバイナリのデータも提供。

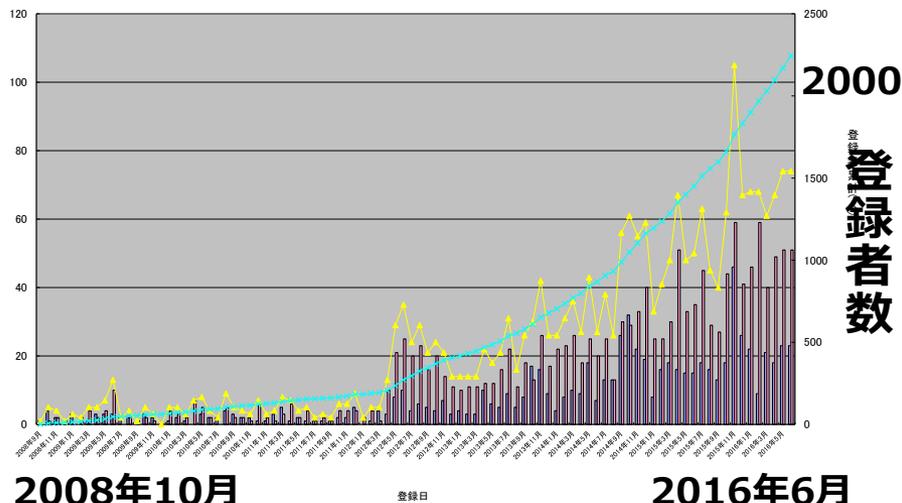
↓ 2013年11月5～11日の全球の雨の分布。フィリピンで大きな被害をもたらした大型台風30号「ハイヤン」が確認できる。



GSMaPの一般公開を開始後、特にこの数年間で利用者が急増

GSMaPユーザ登録数の変化

■ 国内 ■ 海外 ▲ 月毎合計 ▲ 累計



2008年10月

2016年6月

- GSMaPの登録者数は、特にこの数年間で増加が顕著。2016年6月末で登録者数約2200人、90ヶ国。
- 海外からの利用が多い（全体の約2/3）
- 所属は、「大学」42%、「政府機関、地方自治体」21%、「研究機関」16%、「民間企業」10% など

● 気象観測

- 小笠原村での利用
- アジアの気象機関（BMKG、TMD、NHMS等）での利用

● 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：穀物収量等への利用
 - 農林水産省 海外食料需給レポート等
- 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
 - ダジック・アースでの利用等

全球降水観測計画 (GPM) GSMaPプロダクト



- 2002年～2007年：JST-CREST → 2008年10月からJAXAでGSMaPデータを公開してきたが、2014年9月にGPM時代のGSMaPプロダクトを公開（JAXA標準プロダクト化）。
 - メジャーバージョンアップ。アルゴリズムバージョンはV6。
 - 再解析プロダクトにより、2000年3月以降のデータが利用可能

準リアルタイム処理プロダクト（観測終了から4時間後）

プロダクト名	物理量名	空間分解能	時間分解能	提供遅れ	補正
準リアルタイム全球合成降水マップ (L3R)	1時間降雨量 (GSMaP_NRT)	0.1×0.1度格子	1時間	観測終了から4時間後	無し
	雨量計補正1時間降雨量 (GSMaP_Gauge_NRT) 新規				誤差係数を適用して補正

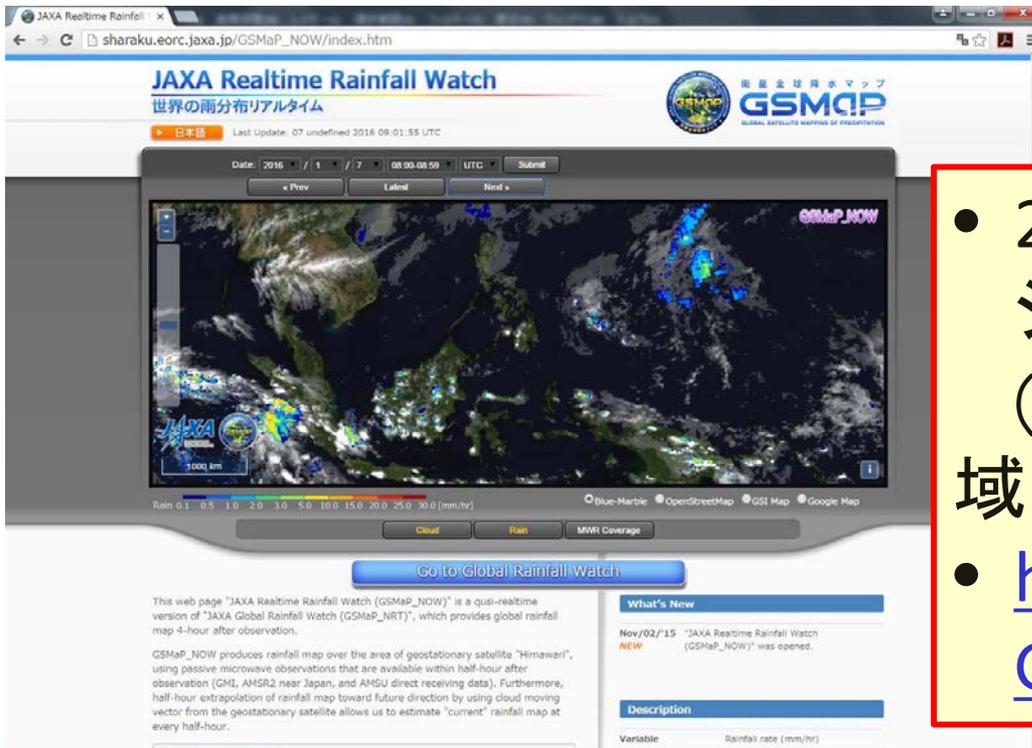
標準処理プロダクト（観測終了から3日後）

プロダクト名	物理量名	空間分解能	時間分解能	提供遅れ	補正
標準全球合成降水マップ (L3Map)	1時間降雨量 定常処理 (GSMaP_MVK) が新規	0.1×0.1度格子	1時間/1ヶ月	観測終了から3日後	無し
	雨量計補正1時間降雨量 (GSMaP_Gauge)				地上日雨量計データにより補正

GSMaPリアルタイム版 (GSMaP_NOW)



- 4時間後提供から“リアルタイム”に早めたプロダクト：GSMaP_NOW
 - 30分以内で利用可能な衛星データを使う(GMI, AMSR2直接受信データ、ATOVS直接受信データ、ひまわり-IR) →これにより、30分前のGSMaPを作成する。
 - さらに、雲移動ベクトルによる30分間の外挿を行う→これにより、実時間のGSMaPデータを提供可能 (GSMaP_NOW)



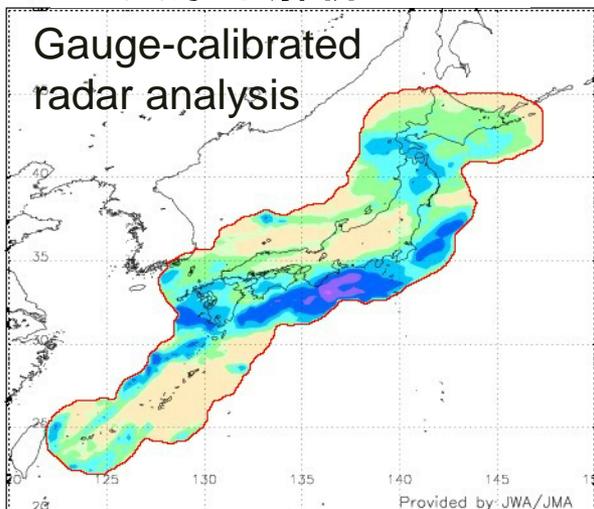
- 2015年11月に、ホームページとデータを一般公開
(ただし、気象衛星ひまわり域のみ)
- http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP_NOW/

気象庁解析雨量データとの比較 (1/2)



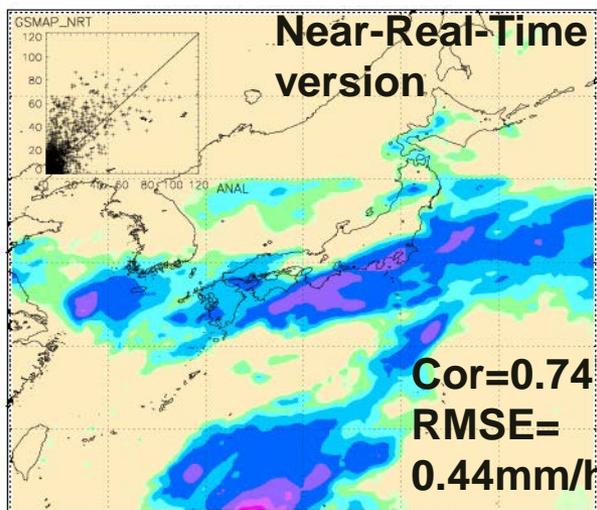
気象庁解析雨量

Gauge-calibrated
radar analysis



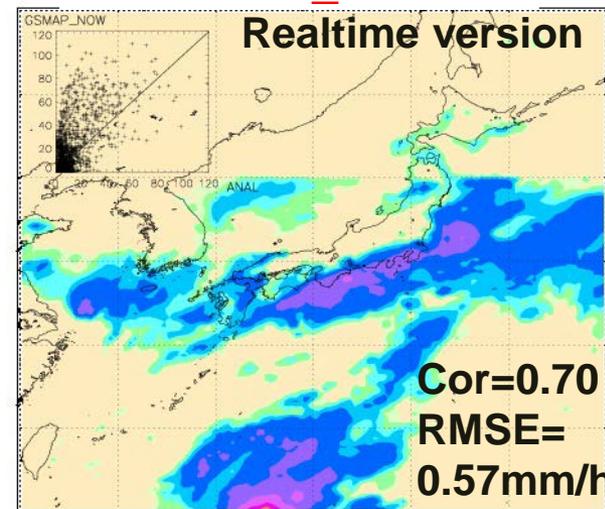
GSMaP_NRT

Near-Real-Time
version



GSMaP_NOW

Realtime version

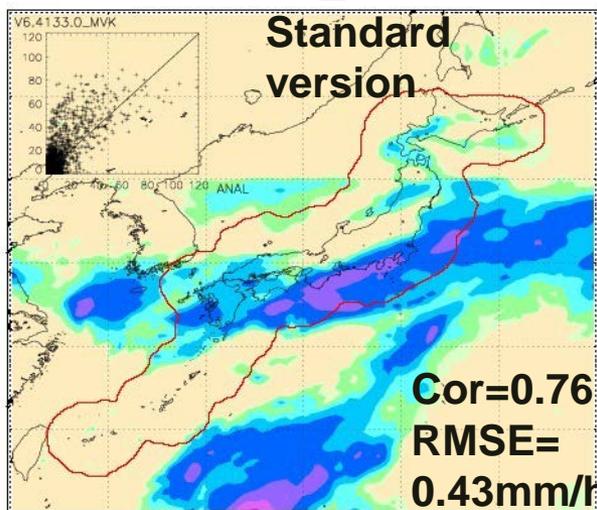


GSMaP降雨プロダクトについて、気象庁解析雨量データと、0.25度格子、日平均での雨量を比較。図は2015年11月23日の例。

Cor=空間相関係数
RMSE=二乗平均平方根誤差

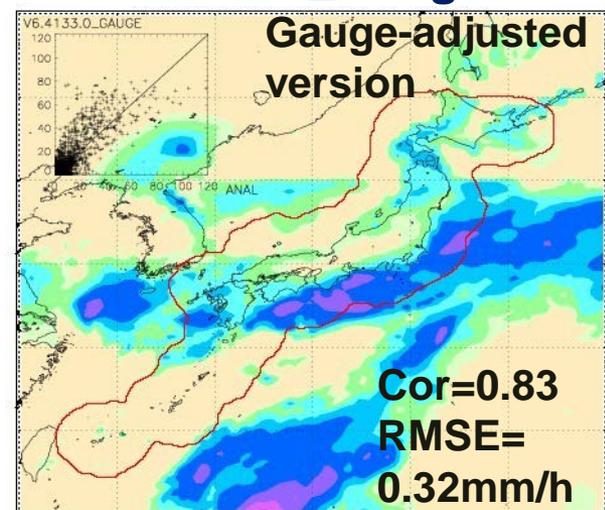
GSMaP_MVK

Standard
version



GSMaP_Gauge

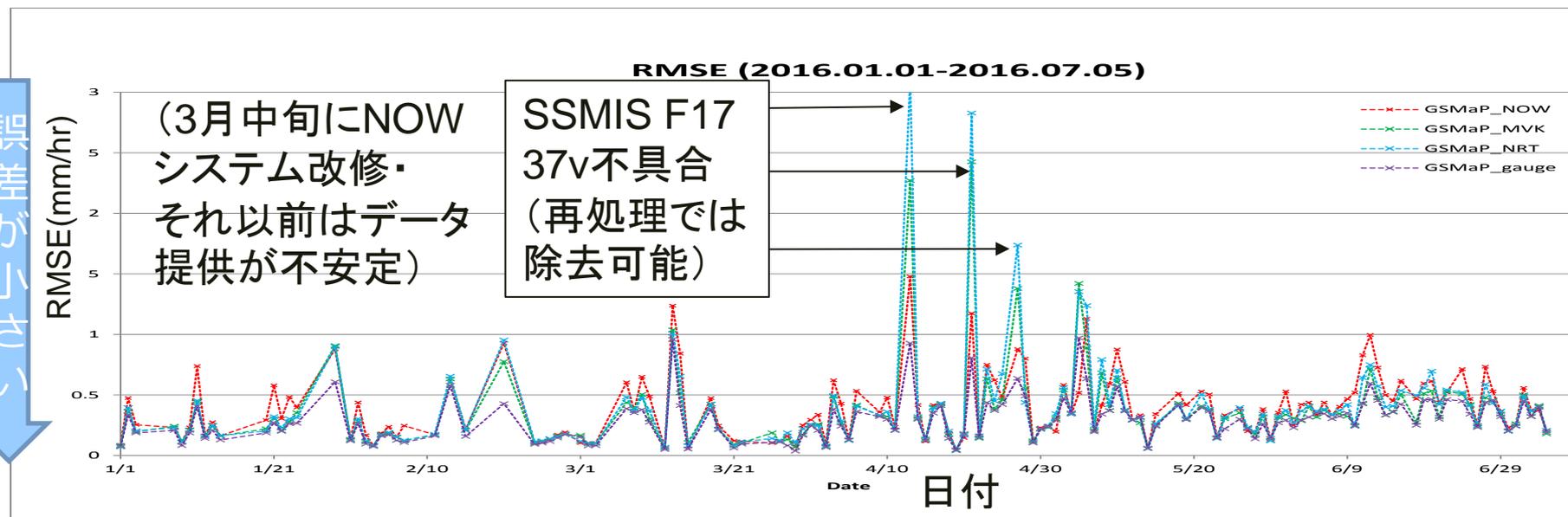
Gauge-adjusted
version



気象庁解析雨量データとの比較 (2/2)



- 気象庁解析雨量データを基準とした二乗平均平方根誤差 (RMSE) の時系列。緯度経度0.25x0.25格子、日平均値で評価。2016年1月1日から2016年7月5日の期間。
 - **GSMaP_NOW: GSMaP Realtime version (latency: 0 hour)**
 - **GSMaP_NRT: GSMaP Near-Real-Time version (latency: 4 hour)**
 - **GSMaP_MVK: GSMaP Standard version (latency: 3 days)**
 - **GSMaP_Gauge: Gauge-adjusted version (latency: 3 days)**

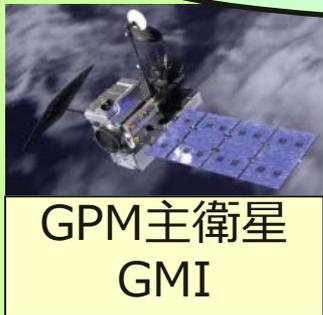


現在、EORC 金子有紀さんを中心にGSMaP精度のまとめ文書を作成中。

GPM版GSMaPアルゴリズムの構成



マイクロ波イメージャ・サウンダ



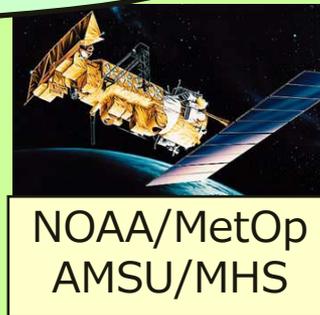
GPM主衛星
GMI



GCOM-W
AMSR2



DMSP
SSM/I, SSMIS



NOAA/MetOp
AMSU/MHS

GSMaP
マイクロ波放射計アルゴリズム

○ 観測頻度が高い（中心として
いるマイクロ波
放射計は観測幅
が広い、複数の
衛星に搭載）
× 鉛直構造を観
測できない

降雨レーダ



TRMM
PR



GPM主衛星
DPR

データ
ベース

○ 鉛直構造を
観測可能
× 数が少ない

各マイクロ波放射計
による降水量データ

マイクロ波放射計合成

赤外放射計



静止衛星

赤外・マイクロ波放射計
複合アルゴリズム

全球降水マッププロダクト
+ 雨量計補正プロダクト
(水平分解能：0.1x0.1度格子
時間分解能：1時間)

(Okamoto et al. 2005, Kubota et al, 2007, Aonashi et al. 2009, Ushio et al. 2009, Shige et al. 2009, Kachi et al. 2011)



GPM時代におけるGSMPの精度向上 (2014年9月バージョンアップ : Version 6)



● マイクロ波放射計の観測数の増加

- 利用可能なマイクロ波放射計の増加 (現状、7.5機→10機に増やして利用中)
- 全球降水観測計画 (GPM) マイクロ波イメージャ (GMI) の追加
 - 太陽非同期のTMIは南北緯38度までだったが、GMIは南北緯70度まで観測可能

● GSMPアルゴリズムのバージョンアップ

- ルックアップテーブルの計算頻度向上 (1日1回→1日4回)
- 準リアルタイムアルゴリズムでの気象庁予報値利用
- AMSR2降水量標準アルゴリズムをベースに、マイクロ波イメージャアルゴリズムを改良 (新しい陸上アルゴリズム、海岸判定スキームを含む)
- 地形性降雨補正を開発 (→**京大 重准教授 発表**)
- データベース更新 (陸上降雨判定 (→**長崎大 瀬戸准教授発表**))、名大のDPR/GMI複合チーム開発の地表面射出率を含む)
- 陸上用マイクロ波サウンダアルゴリズムを開発
- 雨量計補正アルゴリズムを開発 (→**大阪大 牛尾准教授 発表**)

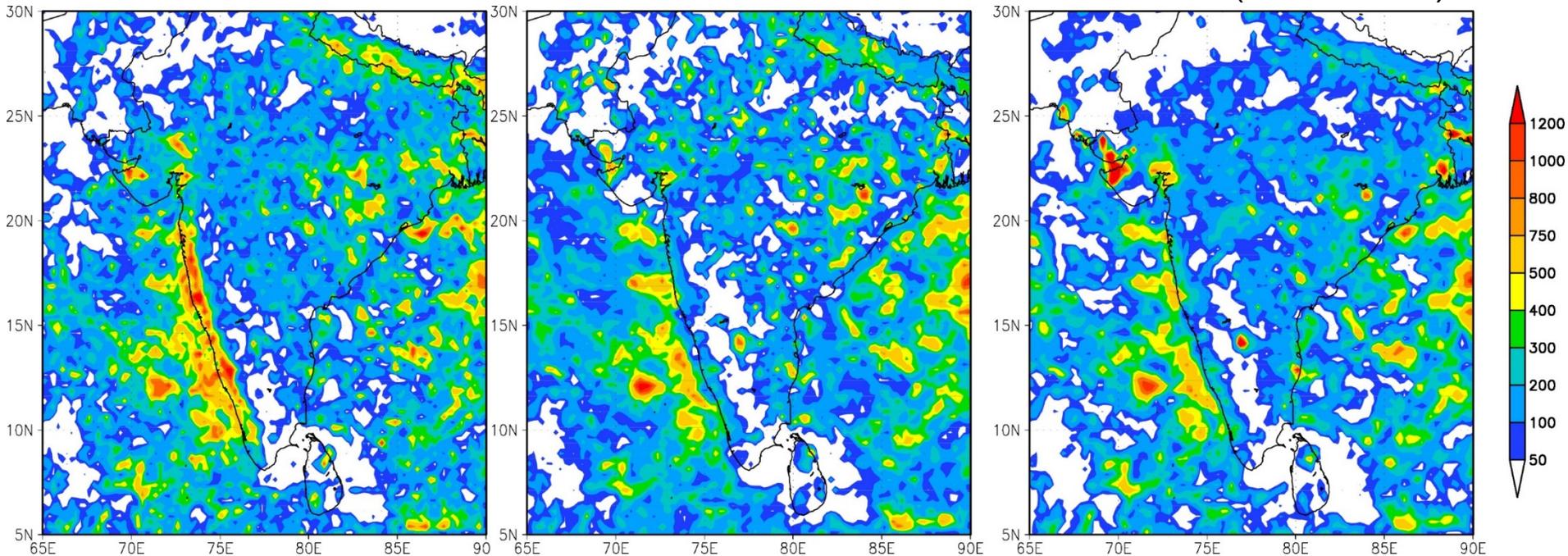
地形性降雨推定手法のインド付近の効果 (1/2)

Shige et al. (2014, AGU monograph)

TRMM/PR

NASA GPROF

GSMaP (old version)



NASA GPROFとGSMaP (old version)は、西ガーツ山脈(インドの西側の海岸付近の陸上)でTRMM/PRと比べて**大幅に過小評価**している。

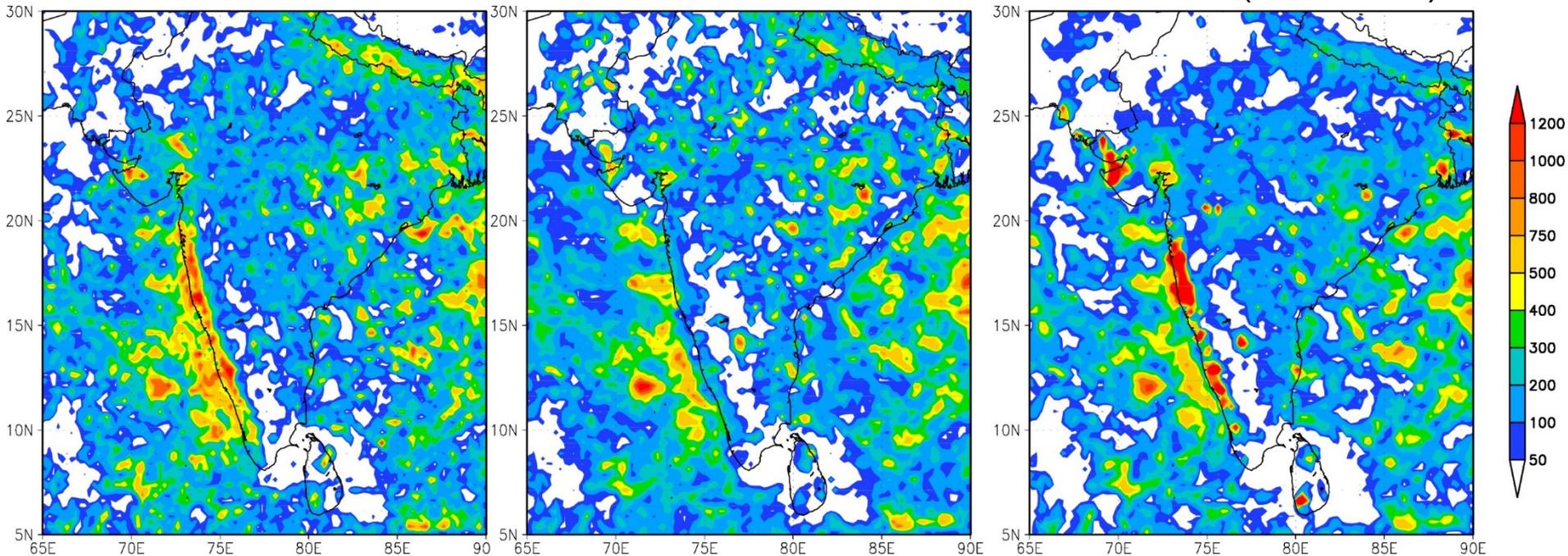
地形性降雨推定手法のインド付近の効果 (2/2)

Shige et al. (2014, AGU monograph)

TRMM/PR

NASA GPROF

GSMaP (Version 6)



- 西ガーツ山脈の過小評価が **GSMaP (Version 6)** で改善
- Prakash et al. (2016, JH) はインドの地上雨量計データにより、NASA IMERGやTMPAより、**GSMaP V6**が相対的に小さいRMSEであることを示した。
- ただ、ネパール付近の内陸の地形性降雨域は、いまだ過小評価。今後の改善が必要。



● 既存の手法の改良

- 地形性降雨補正の改良（→京大 重准教授 発表）
- 標準雨量計補正アルゴリズムの改良（→大阪大 牛尾准教授 発表）
- 第一推定値の誤差PDFの統計解析を基にした、マイクロ波アルゴリズムの前方計算法やリトリバーバル部分の改良（気象研 青梨室長）
- SSMISの高周波チャンネルをもちいた海岸降雨判定（EORC 久保田）

● GPM主衛星データの活用（New!）：GPM/DPRによって世界で初めて中高緯度の衛星降水レーダ観測が可能→その知見をデータベース（DB）として活用

- 降水タイプDB、プロファイルDB（東大・高薮・濱田）
- 雨滴粒径分布DB（EORC 山地・久保田）
- 陸上降雨判定（→長崎大 瀬戸准教授発表）
- 降雪推定手法の導入（EORC 久保田・Prof. G. Liu）

● 新規手法の導入（New!）

- 準リアルタイム雨量計補正アルゴリズムを開発（→大阪大 牛尾准教授 発表）
- NOAA海氷・積雪データの導入によるスクリーニング手法の導入（EORC 久保田）

GPM主衛星データ、特に二周波降水レーダ(DPR)の活用

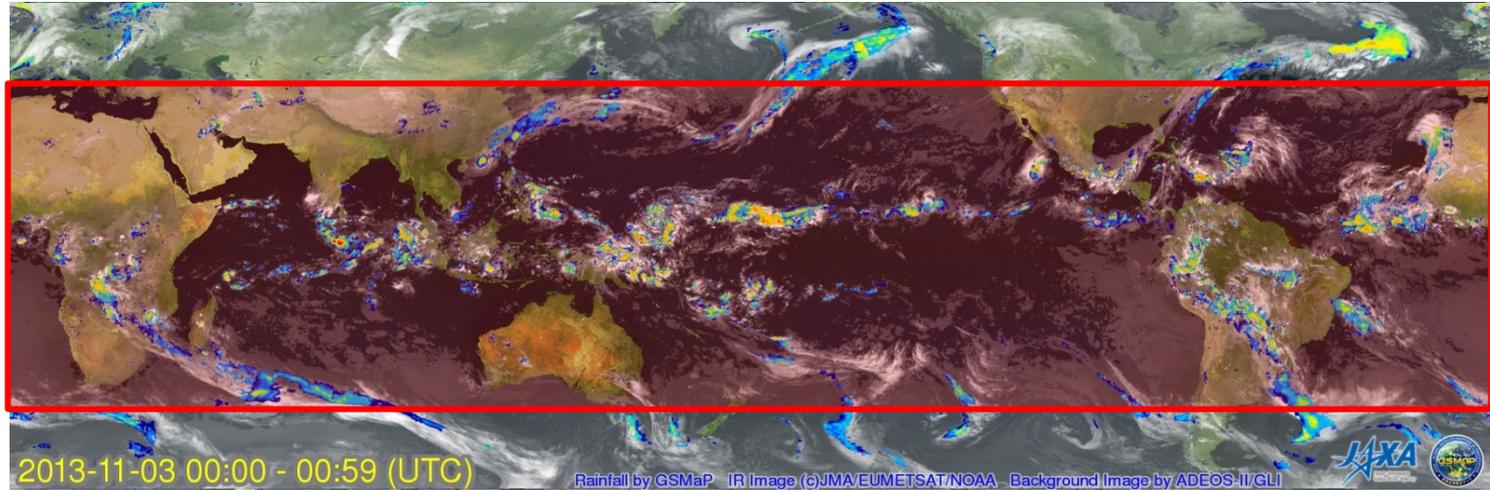


現在のGSMP: TRMM/PRに基づくデータベース (DB)

固定 DB

TRMM/PR観測
に基づくDB

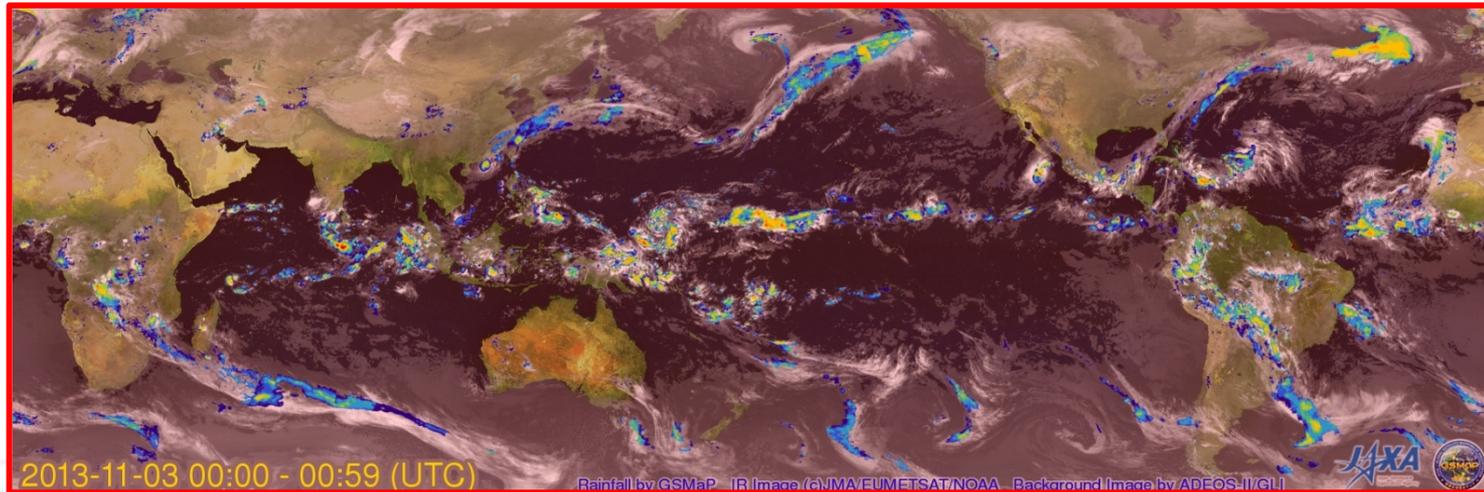
固定 DB



次バージョンのGSMP: GPM/DPRに基づくDB

GPM/DPR観測
に基づくDB

GPM/DPRによって
世界で初めて中高
緯度の衛星降水
レーダ観測が可能
となった。



より将来の課題



● 既存手法の拡張、高度化

- GPM主衛星データの高度利用（高藪・濱田・瀬戸 他）
 - 今回は2年間の蓄積によりGPM/DPR DBへ更新したが、作成に際して、データの蓄積とスケジュール遵守は議論であった。今後、より蓄積することで、さらなる高度利用が可能。
- 内陸の地形性降雨の補正（重）、マルチレジーム物理量PDFを用いたアルゴリズム改良（青梨）、GSMaP_NOWの全球化（EORC）他

● 新規衛星データ利用による精度向上

- ひまわり8号のような、高水平分解能、高時間分解能、マルチチャンネルの静止気象衛星データの利用（千葉大・樋口、大阪大・牛尾）
 - 2015年9月の常総豪雨ではIRアルゴリズムが極端な過小評価（牛尾）
- 現在使っていない衛星データの利用、将来衛星計画を含めた検討

● 気象モデルによる同化手法（GPM Level 4プロダクト）

● 気象研究所-JAXA共同研究

- 気象庁非静力学モデル（JMA-NHM）による、GPMデータの同化・予報研究（Okamoto et al. 2016）→気象研 青梨室長の発表

● 理化学研究所-JAXA共同研究

- GSMaPナウキャスト（Otsuka et al. 2016）
- GSMaPを理研「京」やJAXAのスパコン「JSS2」でNICAM-LETKFによる同化・予報（Kotsuki et al. 2016）