



雨雲を味方にせよ

GPM計画とDPR

人工衛星による次世代 降水観測ミッション

平成26年1月14日

宇宙航空研究開発機構

第一衛星利用ミッション本部

GPM/DPRプロジェクトチーム

プロジェクトマネージャ

小嶋正弘



GPMミッションのキーメッセージ

東大 沖教授提供



地球の水が暴れている。人類に打つ手はあるのか？

JMA 佐藤博士提供



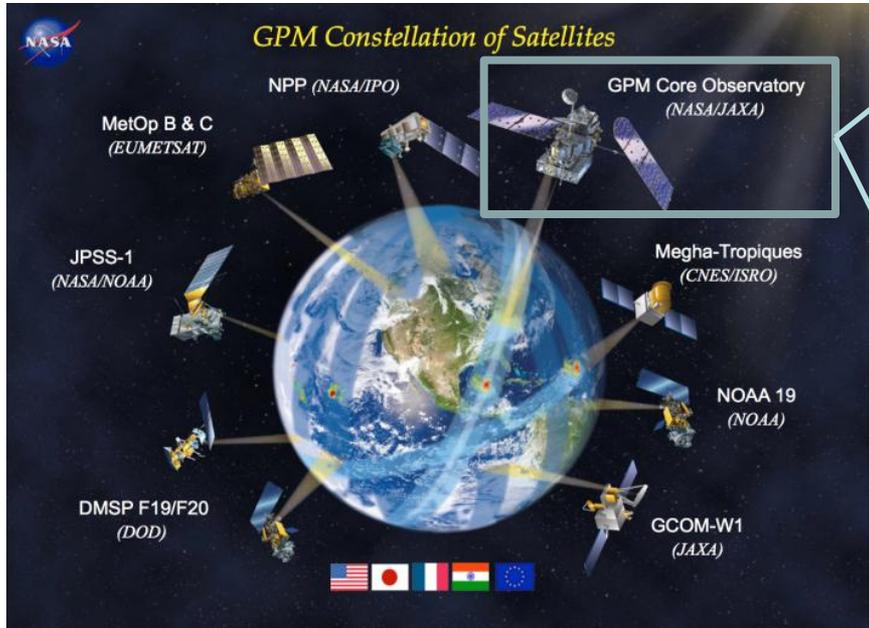
あなたの体は世界の水でできている

雨雲を
味方にせよ



Photo taken by Scott Collis of the of Argonne National Laboratory

DPR —雨雲スキャンレーダー—



©NASA



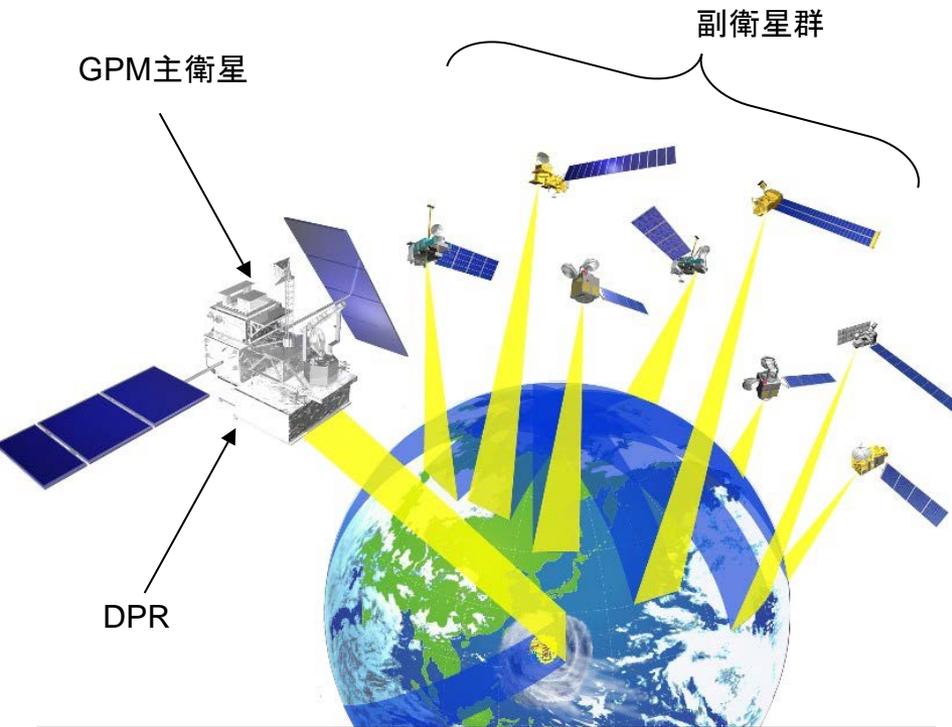
©NASA

- ✓ 日本の「**雨雲スキャンレーダー (DPR)**」を載せたGPM主衛星
- ✓ 地球に降る雨を宇宙から見極める**GPM計画の最後の1ピース、いよいよ打上げ**

全球降水観測／二周波降水レーダ（GPM／DPR）

◆ 全球降水観測計画（GPM）は、二周波降水レーダ（DPR）及びマイクロ波放射計（GMI）を搭載した1機の主衛星と、マイクロ波放射計またはマイクロ波サウンダを搭載した複数の副衛星群により、気候変動・水循環変動の解明の為、全球降水の高精度・高頻度観測を行う国際協力ミッションである

◆ 主衛星は宇宙航空研究開発機構（JAXA）と米国航空宇宙局（NASA）の共同開発であり、JAXAは情報通信研究機構（NICT）と共同でDPRの開発を行う



GPM: Global Precipitation Measurement
 DPR: Dual-frequency Precipitation Radar
 GMI: GPM Microwave Imager

GPM主衛星及び副衛星群の分担

事項		NASA	JAXA	備考
GPM 主衛星	衛星バス	○		設計寿命 3年2ヶ月 質量 3,850kg 軌道高度 407km 軌道傾斜角 65度 (太陽非同期)
	ミッション機器			
	DPR		○	NICTと協力して開発
	GMI	○		
	打上げ		○	H-IIAロケットにより平成26年2月28日打上げ予定
	追跡・管制 データ処理	○ ○		
副衛星群		NASA(米)、NOAA(米) CNES(仏)、ISRO(印) 欧州気象衛星機関 JAXA等		

GPM計画の国際協力パートナー

衛星名	開発国	開発機関	ステータス
熱帯降雨観測衛星 (TRMM)	米国	NASA	運用中
	日本	NASDA	
全球降水観測計画 主衛星 (GPM)	米国	NASA	2014.2.28打上げ
	日本	JAXA	
メガトロピーク衛星 (Megha-Tropiques)	インド	ISRO	運用中
	フランス	CNES	
DMSP衛星	米国	DOD	F16、F17、F18運用中 2014年にF19打上げ予定
GCOM-W衛星	日本	JAXA	W1運用中
MetOp衛星	欧州	EUMETSAT	A、B運用中 Cは2016年 打上げ予定
NOAA衛星	米国	NOAA	16、18、19運用中
Suomi NPP衛星	米国	NASA	運用中
		NOAA	
		DOD	
JPSS衛星	米国	NASA	開発中 2017年に打上 げ予定
		NOAA	

なぜ人工衛星による降水観測が重要なのか？

- ◆ 過小な降水は、ダムの貯水量や食料生産の減少、干魃をもたらす
- ◆ 過度な降水は、洪水や土砂災害により大きな被害をもたらす
- ◆ 降水変動は平年値から少し揺らぐだけでも生活基盤を脅かし社会的に大きな影響がある
- ◆ 降水は淡水資源の源

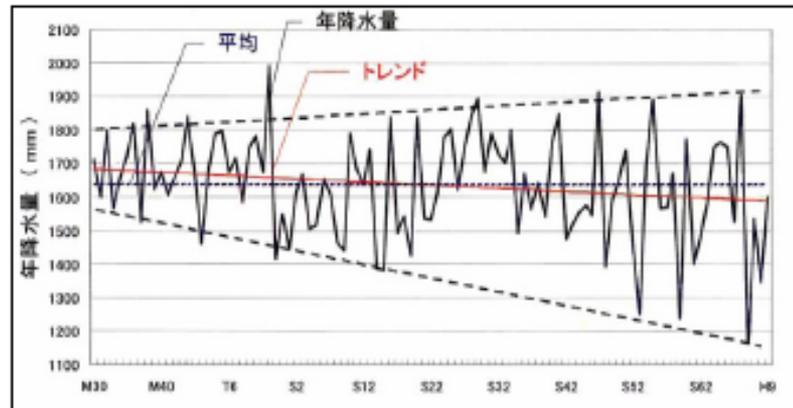


図1.2.1-4 わが国の年降水量の年々変動 (国土交通省, 2002)

明治30年

平成9年

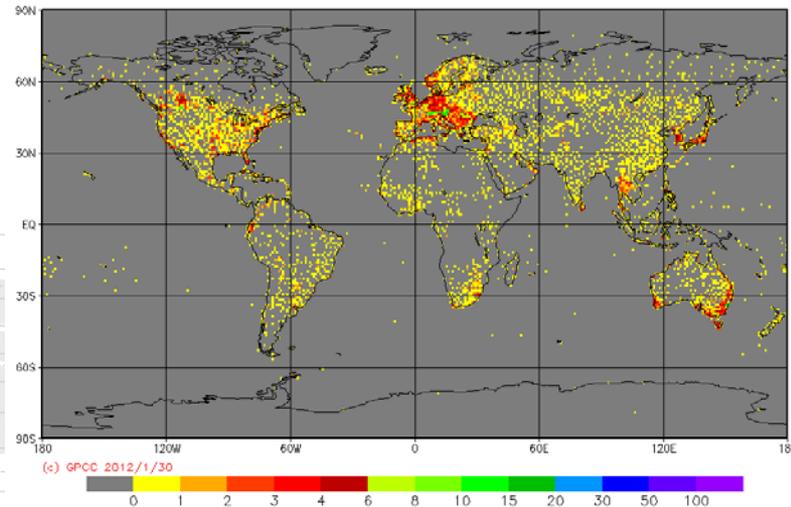
◆ 地上の降水観測網(雨量計、気象レーダ)は、先進国にしかない

◆ 地上の降水観測は全陸域の30%以下しかカバーせず

◆ 人が立ち入れないような険しい自然の地域、紛争地域では衛星雨量データが唯一の情報

◆ 複数の国を流れる国際河川では、上流国の降水データを入手できないことが下流の国にとって切実な問題

GPCC Monitoring Product Gauge-Based Analysis 1.0 degree number of stations per grid for October 2011



GPM計画の先駆け 熱帯降雨観測衛星 (TRMM)

◆ 日米共同ミッション

- 米国 (NASA) : 衛星バスと4つの観測機器の開発、衛星の追跡管制、観測データ処理
- 日本 (NASDA) : 降雨レーダの開発、H-IIロケットによる衛星打上げ、観測データ処理

◆ 観測域は熱帯～亜熱帯域 (南北35度の緯度の範囲)

◆ 世界で初めて宇宙からの降雨レーダによる高精度な雨の観測を実施

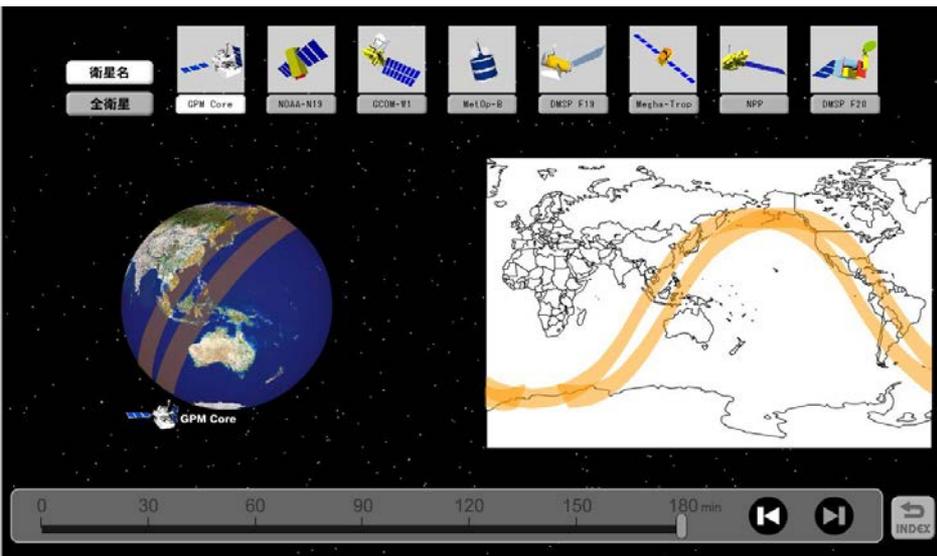
打ち上げ	平成9年11月28日 (日本時間)
軌道高度	約350km (H13年にミッション延長のため、高度変更後は402km)
軌道傾斜角	約35度 太陽非同期軌道
設計寿命	3年2ヶ月 (現在も運用中)
観測機器	降雨レーダ (PR) TRMM マイクロ波観測装置 (TMI) 可視赤外観測装置 (VIRS) 雲及び地球放射エネルギー観測装置 (CERES) 雷観測装置 (LIS)



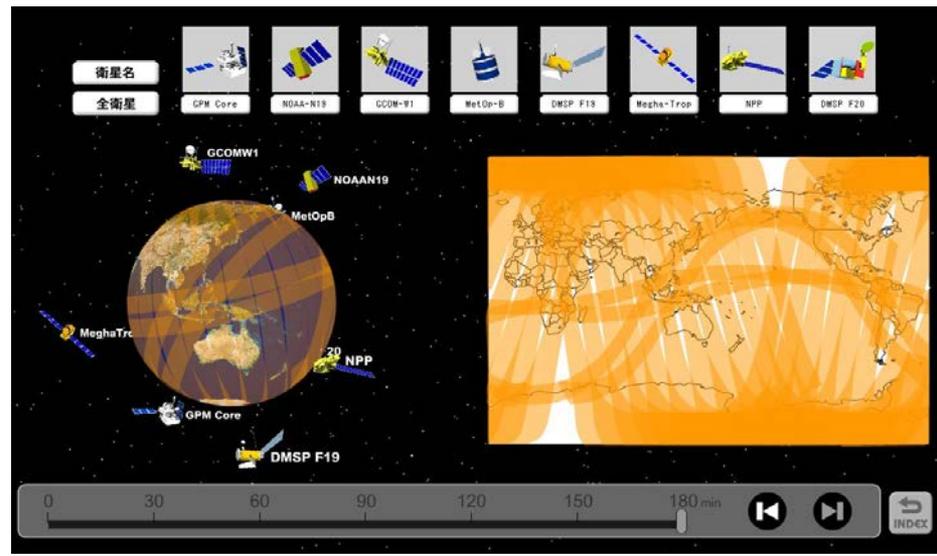
GPM計画の特徴

- ◆ 全球の観測に観測領域を拡大
 - 観測域を緯度65度まで拡大することにより地球全体の降水の95%を観測
- ◆ 降水レーダの観測感度を向上
 - TRMM降雨レーダの感度(0.7mm/h)→GPM搭載DPRは0.2mm/hに感度が向上
 - 熱帯~日本を含む中緯度帯で、TRMM降雨レーダは7%程度の雨を見逃していたが、DPRでは見逃しが1%程度まで減少
- ◆ 2つの周波数をもつ降水レーダ(DPR)による観測
 - 熱帯や亜熱帯に多いスコールのような豪雨から、高緯度地域に多い、しとしと降る弱い雨や雪・氷までを観測
 - 同じ雨を2つの周波数で観測することにより降水の推定精度が向上
- ◆ 観測頻度の向上
 - GPM主衛星を基準の衛星とし、各国各機関が打ち上げる微弱な電波放射を測る衛星(コンステレーション衛星)と連携
 - 主衛星はコンステレーション衛星の降水推定精度を向上させるハブとなる校正器の役割を果たす
 - 複数のコンステレーション衛星データを使うことにより観測範囲が大きく広がるとともに時間的な変化が速い降水を高い頻度で観測

コンステレーション衛星群による観測頻度の向上



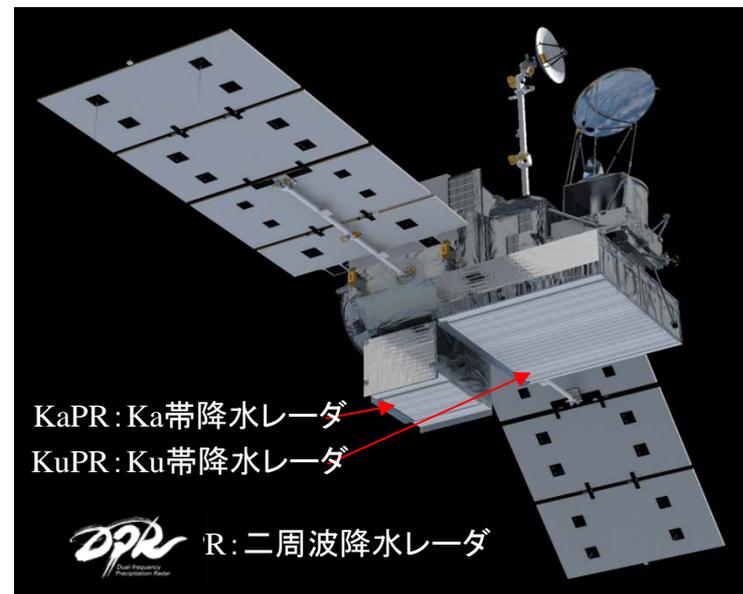
GPM主衛星のみで3時間にカバーするエリア



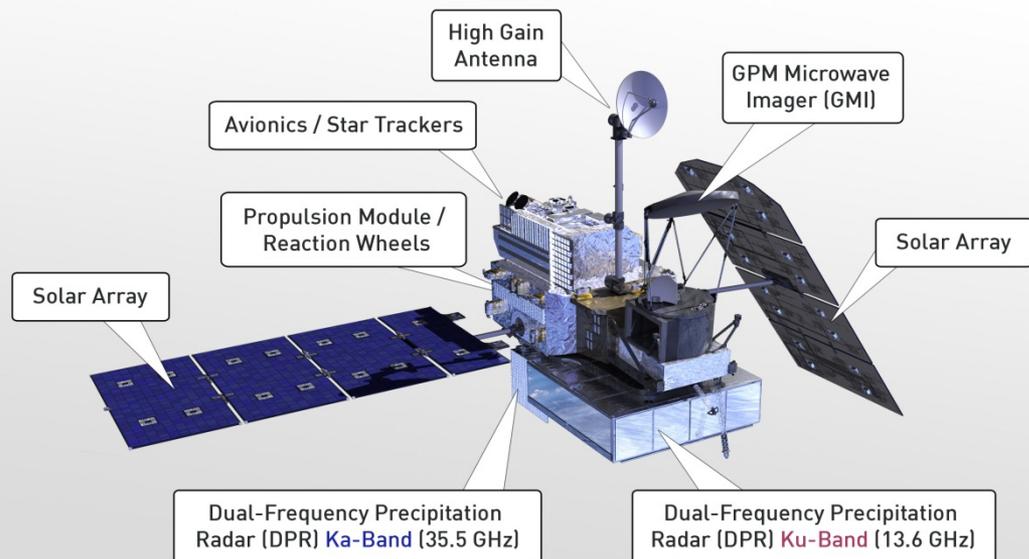
GPM主衛星と7機のコンステレーション衛星群で3時間にカバーするエリア



GPM主衛星概要

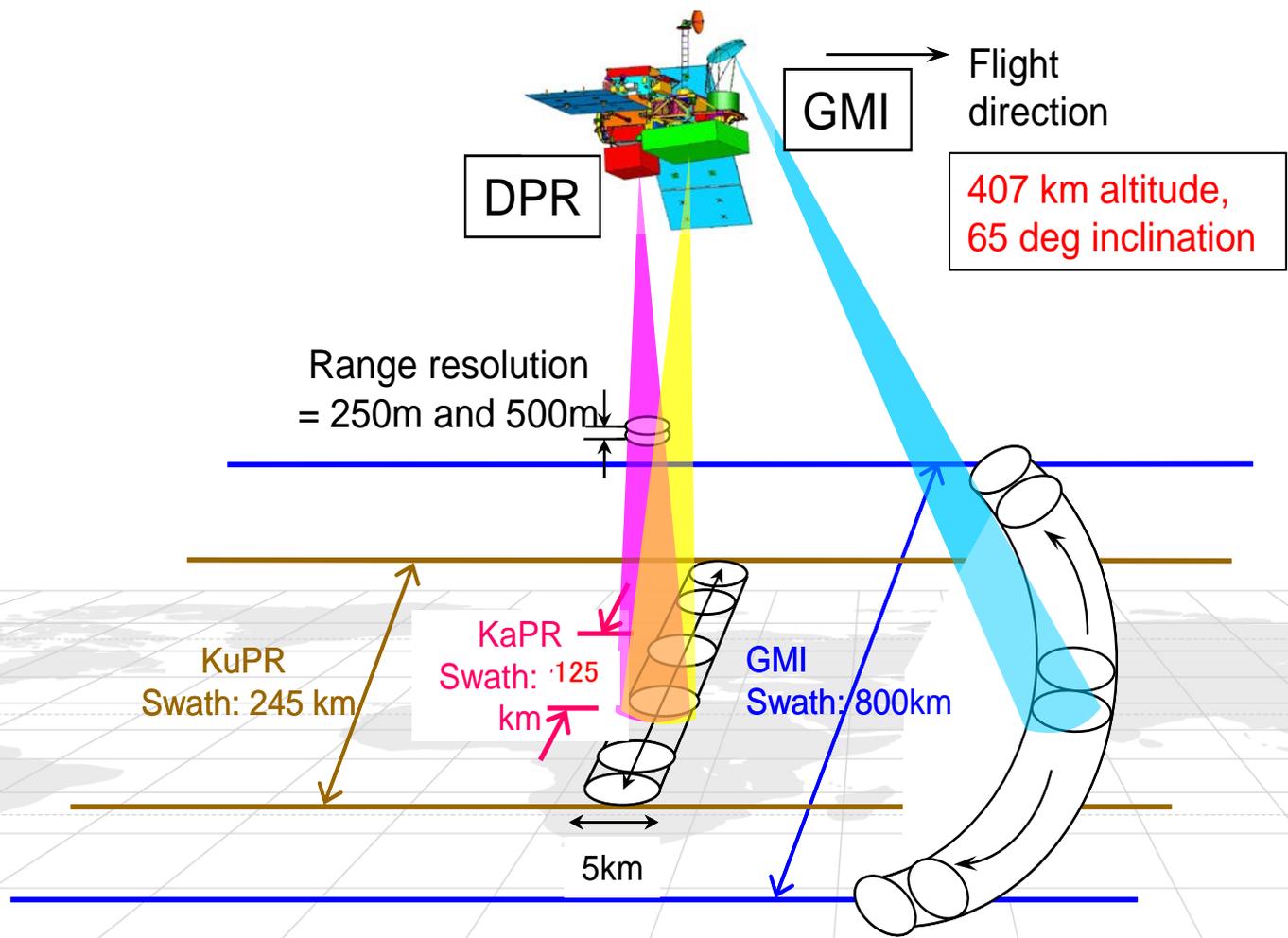


Global Precipitation Measurement Mission Core Observatory

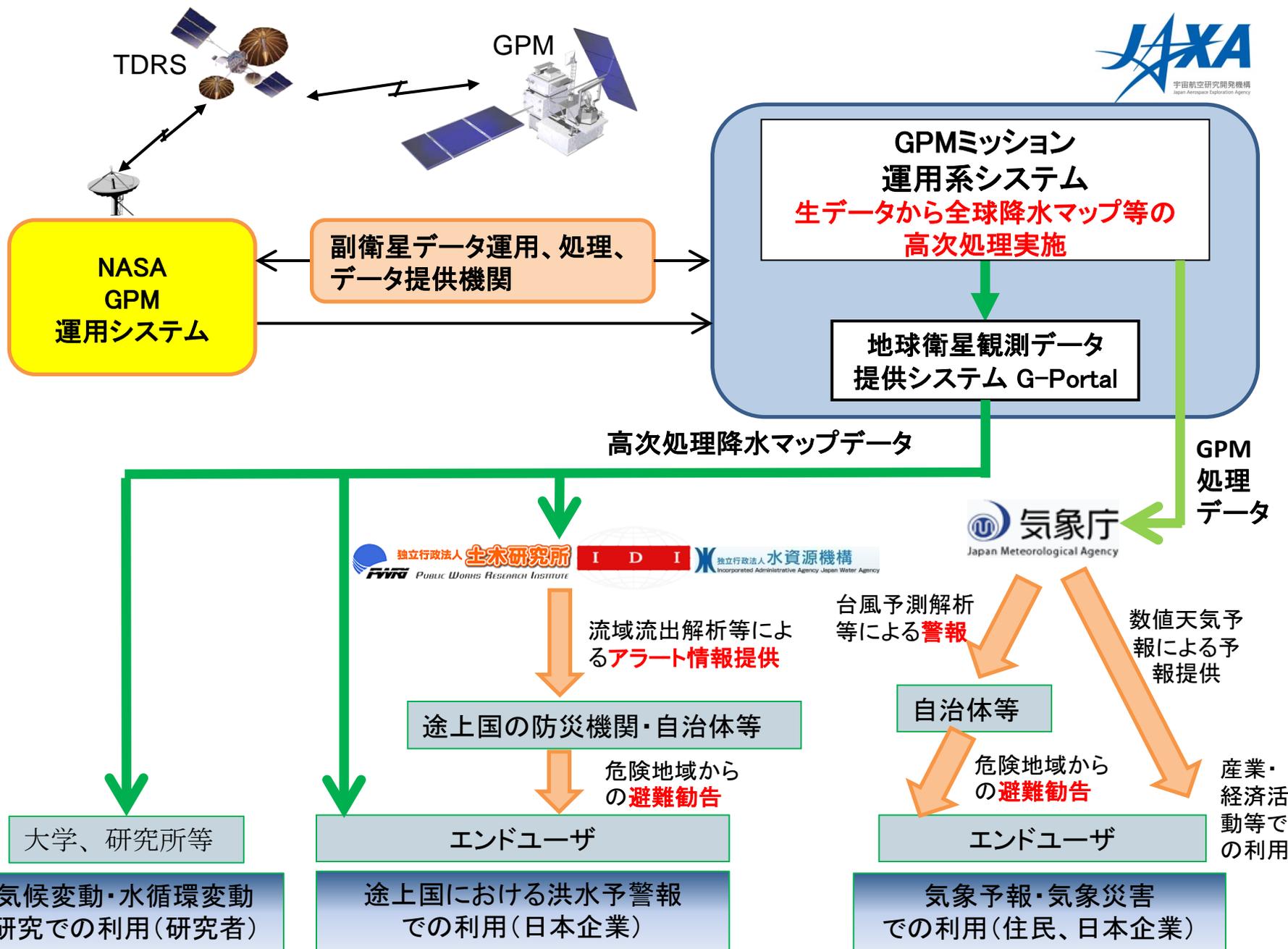


GPMの軌道上観測概念図

二周波降水レーダは二つのレーダから構成
Ku帯降水レーダ: KuPR (13.6GHz)
Ka帯降水レーダ: KaPR (35.55GHz)



GPMのデータ及び情報の流れと我が国での利用

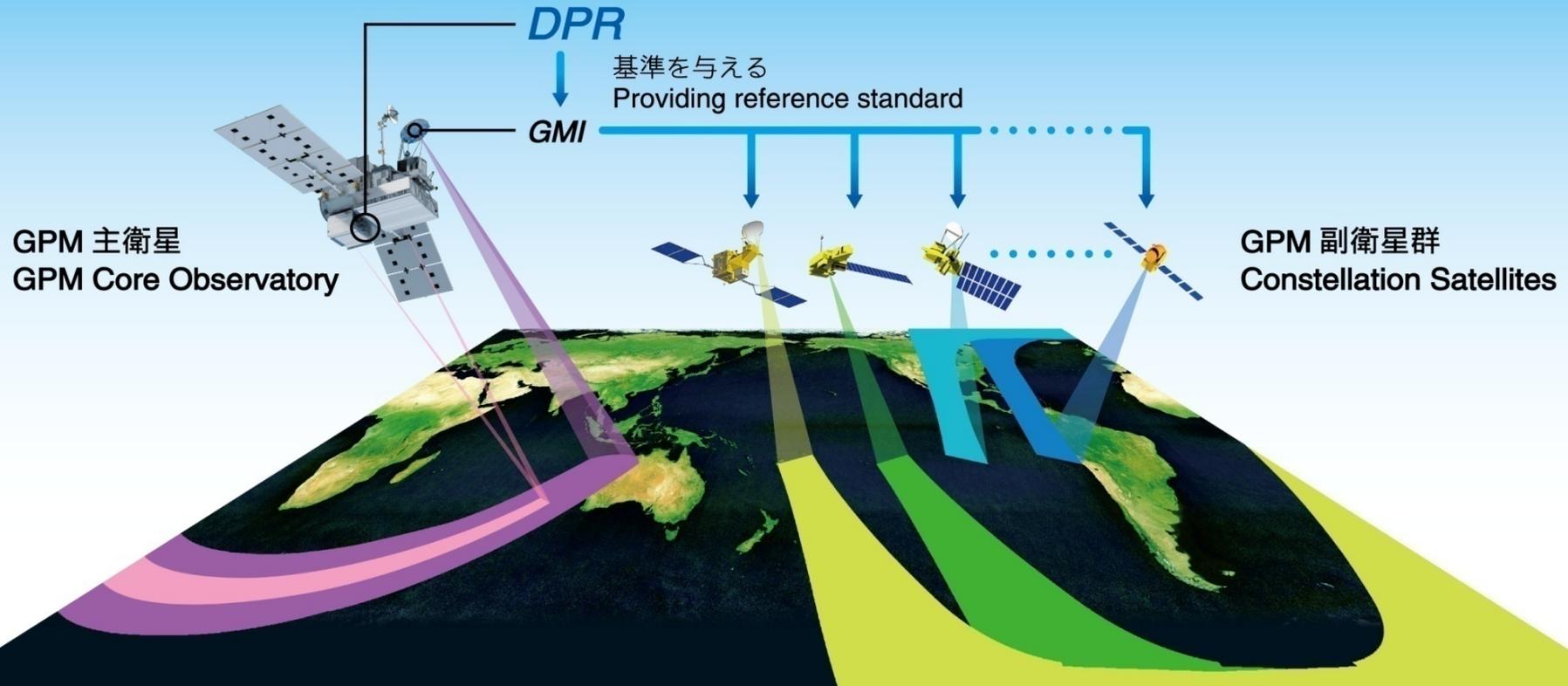


データの提供

情報の提供

DPRの役割と重要性

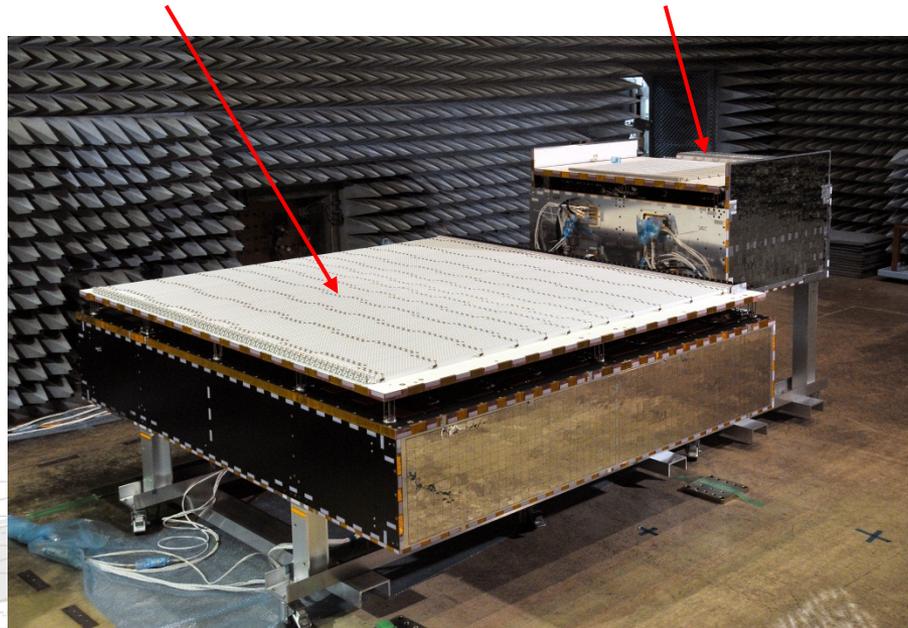
- ◆ DPRによる**高精度・高感度・3次元的な降水観測**
 - GPM主衛星のみならず、GPM副衛星群からの降水量の推定精度を向上させる
 - DPRは降水観測に関する**世界中の衛星の基準になる**
- ◆ TRMM搭載の降雨レーダ(PR)は「空飛ぶ雨量計(Flying Rain Gauge)」と言われている
DPRは、それをさらに高度化した「**次世代の空飛ぶ雨量計**」
- ◆ DPRは、TRMMのレーダを更に高度化した**世界で唯一(one and only)の衛星搭載降水観測レーダ**



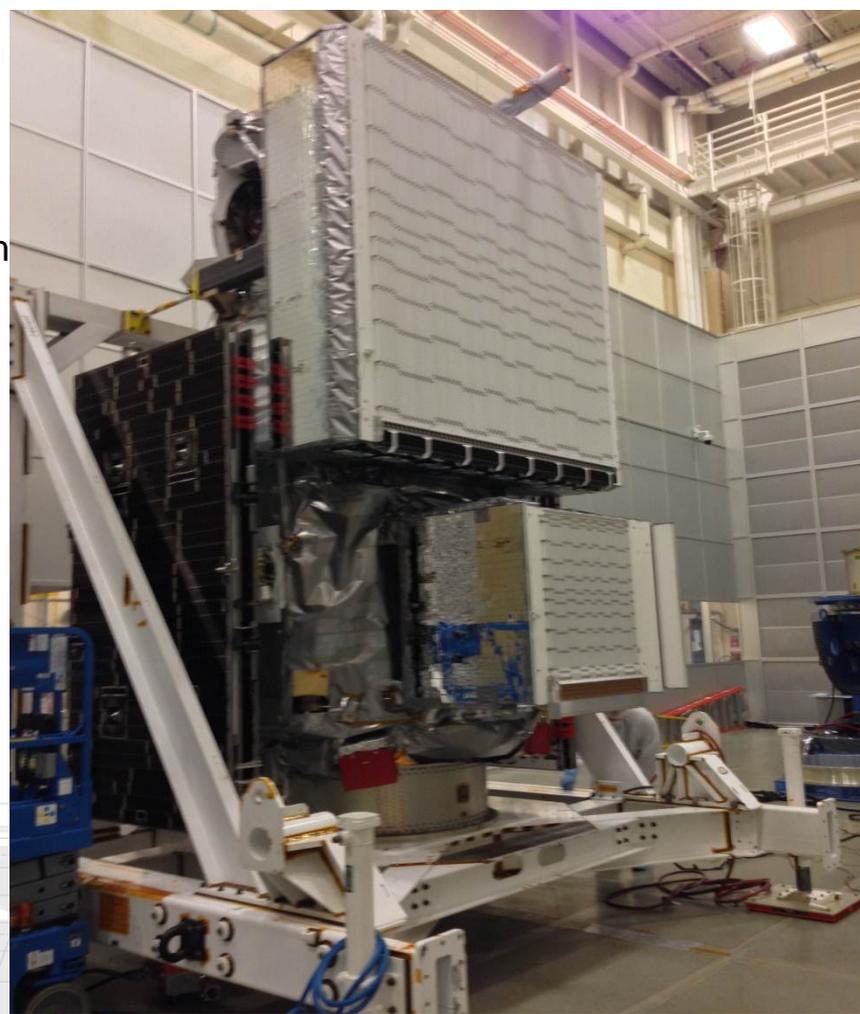
DPRの概要

Ku帯降水レーダ:KuPR
周波数:13.6GHz(波長2.2cm)
寸法:2470 x 2425 x 637 mm
重量:約403kg

Ka帯降水レーダ:KaPR
周波数:35.55GHz(波長8.4mm)
寸法:1440 x 1185 x 802 mm
重量:約302kg

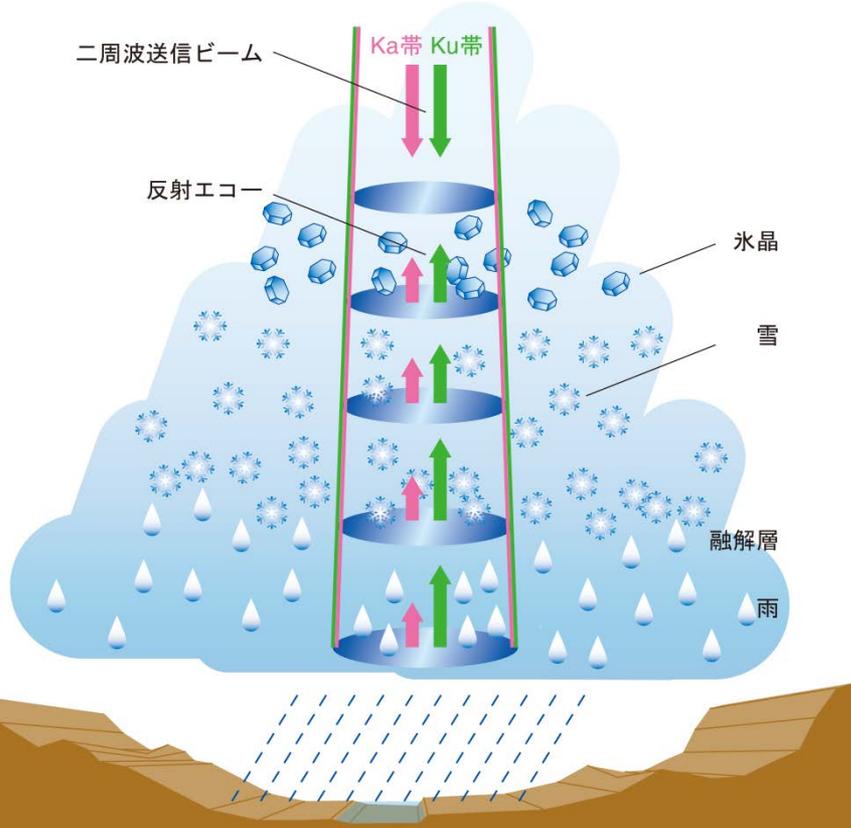


筑波宇宙センターでの試験

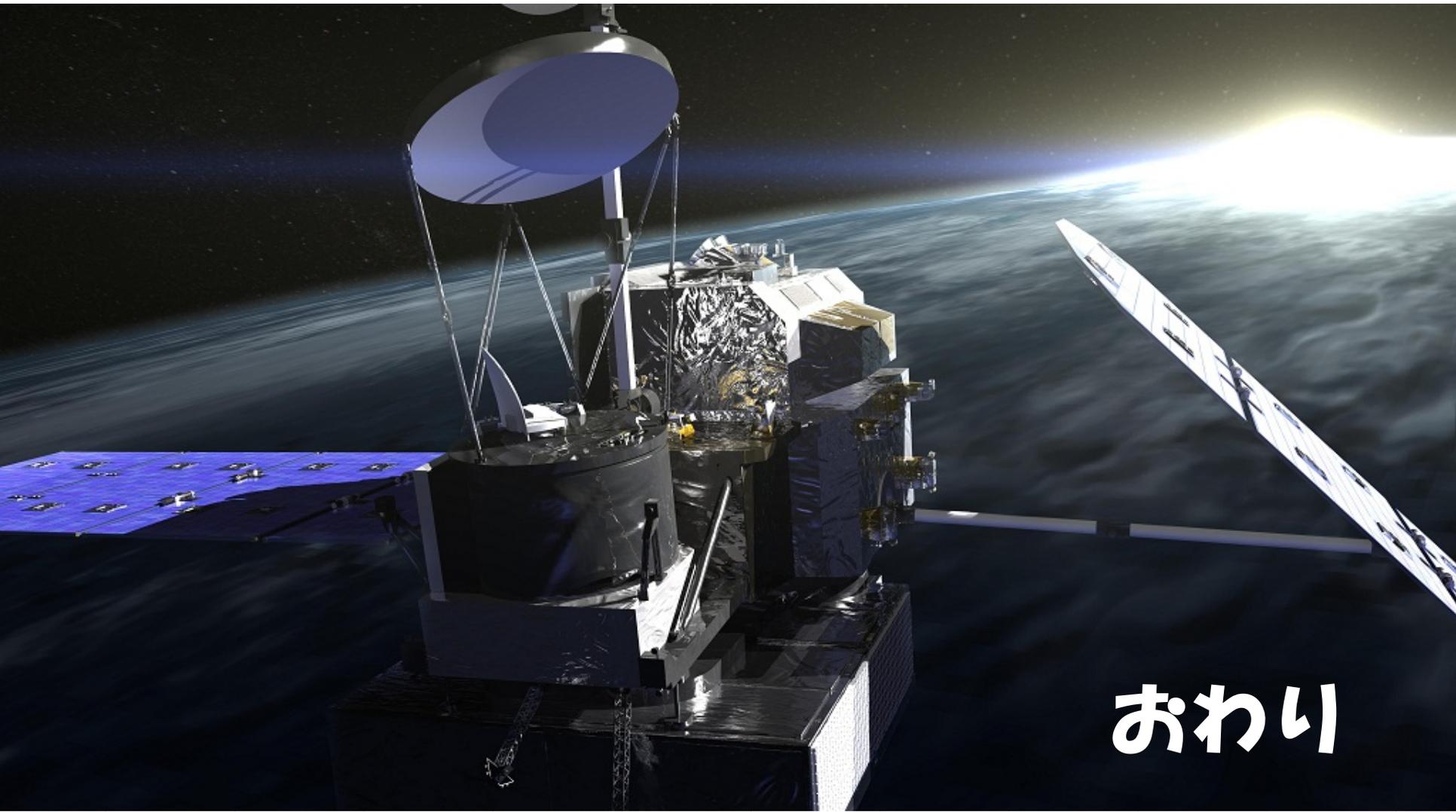


NASAでのDPR試験 (NASA提供)

DPRによる降水観測



- * アンテナから電波を照射して、雨から反射される電波の強さを図ることで降雨の強さを直接的に観測
- * 電波のビームを電氣的に走査し、電波が雨から反射され戻ってくる時間を測ることで、雨を3次元で観測
- * 波長2.2cmの電波による観測を行うKu帯降水レーダ(KuPR)と波長8.4mmの電波による観測を行うKa帯降水レーダ(KaPR)の2台のレーダによる観測
- * KuPRとKaPRの電波ビームの照射方向を合わせることで、同じ雨を2つの周波数で同時に観測。



おわり