

GPMプロダクト概要

第2.1版

2017年1月

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

改訂履歴

版	日付	修正箇所	改訂理由
第1.0版	2014年9月2日	-	初版
第2.0版	2016年3月1日	p.3 p.8-10 p.11 p.12 p.13, 14 p.22, 24 p.25, 27, 28 p. 28 p.29 p.49, 50 p.53 p.57, 59, 60	GPMコンステレーション衛星打上げ運用状況改訂 図1.3-1シーン定義図差し替え、図1.3-2の説明および図1.3-3 DPRレベル3次元定義変更 1.3.2 レベル3プロダクトシーン定義に、GPM DPR L3潜熱加熱およびGPM Comb DPR/GMI L3対流性・層状性加熱プロダクトを追記 GPMデータ処理プロダクト定義レベル2, 3にスペクトル潜熱加熱、対流性・層状性加熱を追記 GPMプロダクトに潜熱加熱、対流性・層状性加熱プロダクト処理フローを追記 GPM DPR L2/3潜熱加熱量プロダクトをDPR レベル2/3標準プロダクトレベル定義に追記 ファイル命名規約、レベル1/2標準プロダクトにDPRレベル2処理を追記、レベル3標準プロダクトにDPRレベル3処理を追記 環境補助データ(ENV)レベル2追記 GPMレベル3プロダクト(GeoTIFF形式)追記 DPR/GMI複合プロダクトのレベル3標準プロダクトレベル定義に、格子化対流性・層状性加熱量、複合月平均対流性・層状性加熱量を追記 PPS処理COMB LH L3(月平均)処理を追記 潜熱加熱CSHレベル3(格子化)標準プロダクトを追記 GSMaPレベル3標準プロダクトにHDF, TEXTに加えてGeoTIFFを追記
第2.1版	2017年1月17日	P.3 P.11, 57 P.24 P.61 P.62	DMSP-F19の運用停止を追記。 GSMaPプロダクトにnetCDF形式を追記。 DPR L3プロダクトにGeoTIFF形式を追記。 GSMaPプロダクト(netCDF形式)のファイル命名規約を追記。 GSMaP処理アルゴリズムフロー図を更新。

版	日付	修正箇所	改訂理由
		P.63	入力ファイルに、NOAA積雪・海水データ(北半球)、NOAA積雪・海水データ(南半球)を追記。

参考文献

- (1) “GPM/DPR Level-2 Algorithm Theoretical Basis Document,” December 2010
- (2) Willam S. Olson, Hirohiko Masunaga, and GPM Combined Radar-Radiometer Algorithm Team “GPM Combined Radar-Radiometer Precipitation Algorithm Theoretical Basis Document (Version 2),” November 2011
- (3) “Global Precipitation Measurement (GPM) Science Implementation Plan,” April 2 2013
- (4) “File Naming Convention for Precipitation Products For the Global Precipitation Measurement (GPM) Mission,” PPS_610.2_P550, V1.4.3, July 2013
- (5) Joyce Chou: “Global Precipitation Measurement (GPM) mission Precipitation Processing System (PPS) Opeartional Readiness Review L1C (L1C) Algorithms,” Nov.13-14, 2013
- (6) “NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Microwave Imager (GMI) Level 1B (L1B) Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Version 0.2: DRAFT,” February 2014
- (7) Precipitation Processing System, Global Precipitation Measurement, File Specification for GPM Products, Version Preliminary for V04 PPS Science Algorithm Input/Output Toolkit (TKIO) 3.70.7, November 18, 2015

目次

1. 基本情報	1
1.1 GPMプロダクトの概要	2
1.2 センサの概要	5
1.2.1 二周波降水レーダ (DPR)	5
1.2.2 GPMマイクロ波放射計 (GMI)	7
1.3 シーン定義	8
1.3.1 レベル1/レベル2プロダクトシーン	8
1.3.2 レベル3プロダクトシーン	10
1.4 レベル定義	12
1.5 処理概要	13
1.5.1 GPM処理フロー	13
1.6 GPMプロダクトフォーマット	15
1.6.1 GPMプロダクトフォーマット	15
1.6.2 HDFとは?	15
1.6.3 HDF5ライブラリを取得する方法	16
1.6.4 HDF5を用いたGPMプロダクトのデータ構成の概略	17
1.7 プロダクト/アルゴリズムバージョンの概念説明	18
2. DPRプロダクトの概要	19
2.1 DPRセンサ	20
2.2 運用モード	21
2.3 プロダクトレベル定義	22
2.4 ファイル名規約	25
2.4.1 レベル1/レベル2 標準プロダクト (軌道番号あり)	25
2.4.2 レベル1/レベル2 準リアルタイムプロダクト (軌道番号なし)	26
2.4.3 レベル3 標準プロダクト (軌道番号なし)	27
2.4.4 DPR潜熱 レベル3 (格子化) 標準プロダクト (軌道番号あり)	28
2.4.5 KuPR/KaPR/DPR 環境補助データ (ENV)	28
2.4.6 GPMレベル3プロダクト (GeoTIFF形式)	29
2.5 DPRデータ処理	31
2.5.1 レベル1処理	31
2.5.2 レベル2処理	32
2.5.3 レベル3処理	33
2.6 環境補助データ (ENV)	34
3. GMIプロダクトの概要	35
3.1 GMIセンサ	36
3.2 観測	37
3.3 プロダクトのレベル定義	39
3.4 ファイル名規約	41
3.4.1 レベル1/レベル2標準プロダクト(軌道番号あり)	41
3.4.2 レベル1/レベル2準リアルタイムプロダクト(軌道番号なし)	42
3.4.3 レベル3標準プロダクト	43
3.5 GMI処理の概要	44
3.5.1 レベル1Bアルゴリズムの概要	44

3.5.2 レベル1Cアルゴリズムの概要	45
3.5.3 レベル2処理	46
4. DPR/GMI複合プロダクトの概要	48
4.1 プロダクトのレベル定義	49
4.2 ファイル名規約	51
4.2.1 L2標準プロダクト(軌道番号あり)	51
4.2.2 レベル2準リアルタイムプロダクト(軌道番号なし)	52
4.2.3 L3標準プロダクト	53
4.2.4 潜熱加熱CSH レベル3(格子化)標準プロダクト	53
4.3 DPR/GMI複合処理の概要	55
5. 全球合成降水マップ(GSMaP)プロダクトの概要	56
5.1 プロダクトのレベル定義	57
5.2 ファイル名規約	59
5.2.1 GSMaP標準/準リアルタイムプロダクト	59
5.3 GSMaPプロダクト処理の概要	62
5.4 ファイル入力/出力	63
6. コンステレーション衛星プロダクトの概要	64
6.1 コンステレーション衛星プロダクト	65
6.2 GMIとコンステレーション衛星	67
6.3 プロダクトのレベル定義	68
6.4 ファイル名規約	69
6.4.1 MWI/MWSレベル1C標準プロダクト	69
6.4.2 MWI/MWSレベル1C準リアルタイムプロダクト	71

1. 基本情報

1.1 GPMプロダクトの概要

日米で共同開発されたGPM主衛星は、二台の観測機器が搭載された衛星である。一台は日本が開発した二周波降水レーダ (DPR)、もう一台はアメリカが開発したマイクロ波放射計 (GMI) である。

GPM主衛星は、65度の傾斜角を持ち、熱帯域だけでなく中高緯度域の観測も可能である。また、太陽非同期軌道を生かし、一日の間での降水変化を捉えることもできる。表1.1-1 に衛星の軌道情報を示す。

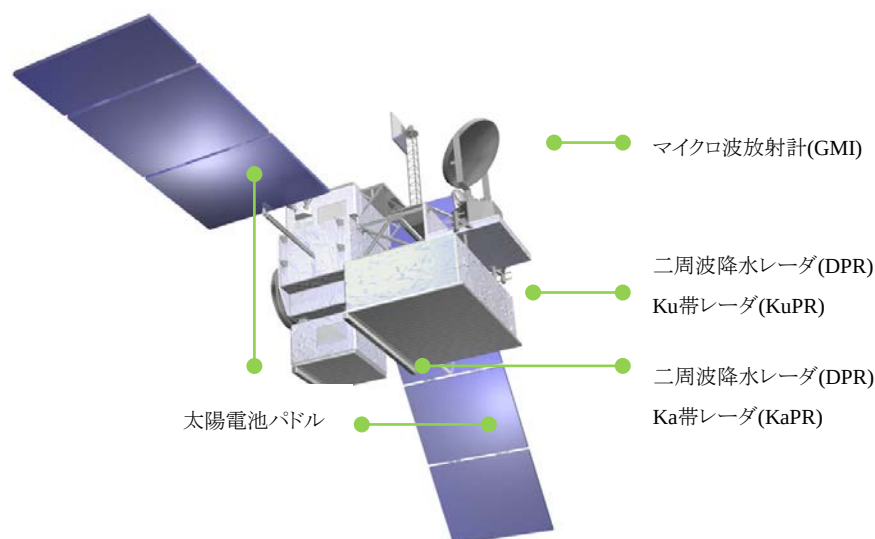


図 1.1-1 GPM主衛星

表 1.1-1 衛星軌道情報

諸元	内容
軌道傾斜角	65 deg
軌道長半径	6776.14 km
自律高度制御範囲	±1 km
軌道離心率	0.00010
軌道高度変動幅	397 km ~ 419 km

DPRは、GPMの先駆に当たる熱帯降雨観測衛星 (TRMM)に搭載された降雨レーダ (PR)の後継器である。13.6GHz (Ku帯)のPRに35.5GHzレーダ (Ka帯)が高精度観測のために追加された。

GMI もまたTRMMの後継器で、TRMMのマイクロ波放射計 (TMI)と同様9つのチャンネルを備えたうえ、4つの高周波チャンネル (166GHz と183GHz)が追加されている。

DPRの観測幅は、13.6GHz レーダは約245 km、35.5 GHz レーダは約125kmである。

二つのレーダは、観測幅が重なるときには同期する。またGMI はコニカルスキャンを行い、その観測走査幅は約900 kmである。

GPM主衛星の役割は、レーダとマイクロ波放射計で同時観測することにより、マイクロ波放射計による降雨観測の精度を向上させることである。

GPM主衛星のDPRとGMIに加え、複数機のGPMコンステレーション衛星には、下記に示すコニカル走査型マイクロ波イメージャとクロストラック走査型サウンダを有する観測機器等が搭載されている。

表 1.1-2 GPM主衛星

観測機器	周波数	機関
二周波降水レーダ (DPR)	Ku-band (13.6 GHz)	宇宙航空開発機構 (JAXA)
	Ka-band (35.5 GHz)	JAXA
GPM マイクロ波放射計 (GMI)	10.65 GHz (V/H), 18.70 GHz (V/H), 23.80 GHz (V), 36.50 GHz (V/H), 89.00 GHz (V/H), 166.00 GHz (V/H), 183.31±3.0 GHz (V), 183.31±7.0 GHz (V)	アメリカ航空宇宙局 (NASA)

表 1.1-3 GPMコンステレーション衛星

衛星	観測機器	周波数	機関
熱帯降雨観測衛星 (TRMM) 1997-2015年運用	TRMMマイクロ波観測装置 (TMI)	10.7 GHz (V/H), 19.4 GHz (V/H), 21.3 GHz (V), 37.0 GHz (V/H), 85.5 GHz (V/H)	宇宙航空研究開発機構 (JAXA) アメリカ航空宇宙局(NASA)
防衛気象衛星 (DMSP) F17 ¹⁾ , F18 ²⁾ , F19 ³⁾ , F20 ⁴⁾ 1) 2006年11月4日打上げ・運用中 2) 2009年10月18日打上げ・運用中 3) 2014年4月3日打上げ・2016年2月11日運用停止 4) 2020年打上げ予定	マイクロ波イメージサウンダ (SSMIS)	19.35 GHz (V/H), 22.235 GHz (V), 37.0 GHz (V/H), 50.3 GHz (H), 52.8 GHz (H), 53.596 GHz (H), 54.4 GHz (H), 55.5 GHz (H), 57.29 GHz, 59.4 GHz, 60.793±0.358 GHz (H+V), 60.793±0.358±0.002 GHz (H+V), 60.793±0.358±0.006 GHz (H+V), 60.793±0.358±0.016 GHz (H+V), 60.793±0.358±0.050 GHz (H+V), 63.283±0.235 GHz (H+V), 91.655 GHz (H/V), 150.0 GHz (H), 183.31±7 GHz (H), 183.31±3 GHz (H), 183.31±1 GHz (H)	アメリカ国防総省 (DoD)
水循環変動観測衛星(GCOM-W) 2012年5月18日打上げ・運用中	高性能マイクロ波放射計2 (AMSR2)	6.925/7.3 GHz (V/H), 10.65 GHz (V/H), 18.7 GHz (V/H), 23.8 GHz (V/H), 36.5 GHz (V/H), 89.0A GHz (V/H), 89.0 B GHz (V/H)	JAXA
Megha-Tropiques 2011年10月12日打上げ・運用中	マルチ周波数マイクロ波放射 (MADRAS) 、 マルチチャンネルマイクロ波温度サウンダ(SAPHIR)	MADRAS: 18.7 GHz (H+V), 23.8 GHz (V), 36.5 GHz (H+V), 89 GHz (H+V), 157 GHz (H+V) SAPHIR: 183.31±0.20 GHz (H), 183.31±1.10 GHz (H), 183.31±2.80 GHz (H), 183.31±4.2 GHz (H), 183.31±6.80 GHz (H), 183.31±11.0 GHz (H)	フランス国立宇宙研究センター (CNES), インド国立宇宙研究機構 (ISRO)

衛星	観測機器	周波数	機関
NOAA衛星18 ¹⁾ , 19 ²⁾ 1) 2005年5月20日 打上げ・運用中 2) 2009年2月6日打 上げ・運用中	高性能マイクロ波 サウンダ ユニット A (AMSU-A)	23.800 GHz (V), 31.400 GHz (V), 50.300 GHz (V), 52.800 GHz (V), 53.596±115 GHz (H), 54.400 GHz (H), 54.940 GHz (V), 55.500 GHz (H) $f_0=57.290.344$ GHz (H), $f_0\pm 217$ GHz (H), $f_0\pm 322.2\pm 48$ GHz (H), $f_0\pm 322.2\pm 22$ GHz (H), $f_0\pm 322.2\pm 10$ GHz (H), $f_0\pm 322.2\pm 4.5$ GHz (H), 89.00 GHz (V)	アメリカ海洋大 気庁 (NOAA)
	マイクロ波水蒸気 サウンダ (MHS)	89.0 (V) GHz, 157.0 (V) GHz, 183.31 ± 3.0 GHz (H), 183.31 ± 1.0 GHz (H), 190.311 GHz (V)	
極軌道気象衛星 MetOp A ¹⁾ , B ²⁾ , C ³⁾ 1) 2006年10月19日 打上げ・運用中 2) 2012年9月17日打 上げ・運用中 3) 2017年打上げ予 定	高性能マイクロ波 サウンダ ユニット A (AMSU-A), マイクロ波水蒸気 サウンダ (MHS)	同上	欧州気象衛星 機関 (EUMETSAT)
スオミ衛星(NPP) 2011年10月28日打 上げ・運用中	高性能マイクロ波 サウンダ(ATMS)	23.800 GHz (QV), 31.400 GHz (QV), 50.300 GHz (QH), 51.760 GHz (QH), 52.800 GHz (QH), 53.596 ± 0.115 GHz (QH), 54.400 GHz (QH), 54.940 GHz (QH), 55.500 GHz (QH), $f_0 = 57.290344$ GHz (QH), $f_0 \pm 0.217$ GHz (QH), $f_0 \pm$ 0.3222 ± 0.048 GHz (QH), $f_0 \pm 0.3222 \pm$ 0.022 GHz (QH), $f_0 \pm 0.3222 \pm 0.010$ GHz (QH), $f_0 \pm 0.3222 \pm 0.0045$ GHz (QH), 89.5 GHz (QV), 165.5 GHz (QH), 183.31 ± 7.0 GHz (QH), 183.31 ± 4.5 GHz (QH), 183.31 ± 3.0 GHz (QH), 183.31 ± 1.8 GHz (QH), 183.31 ± 1.0 GHz (QH) 注記: QV, QH準偏波(Quasi-polarization)	NASA, NOAA
極軌道環境衛星 (JPSS) 2017年打上 げ予定	高性能マイクロ波 サウンダ (ATMS)	同上	NOAA, NASA

1.2 センサの概要

1.2.1 二周波降水レーダ (DPR)

GPM主衛星搭載の二周波降水レーダ (DPR) は、強い雨の検出が可能なKu帯 (13.6GHz)降水レーダ (KuPR)と弱い雨や雪の検出が可能なKa帯 (35.5GHz)降水レーダ (KaPR)の二台のレーダで構成されている。図1.2-1にDPRの外観、表1.2-1に諸元を示す。

高感度化を目的としたKaPRは、KuPRでは測定できない弱い雨や雪の検出に有効であり、強い雨の検出が可能なKuPRと同時観測することで、熱帯域の強い雨から高緯度域の弱い雨や雪まで高精度で観測が可能になる。

これらの周波数では一般に、降水エコー強度は降雨による減衰の影響を受けるが、その減衰量は周波数や雨粒の大きさに依存する。従って、KuPRとKaPRのレーダビームの位置やパルス送信タイミングを一致させ、同一場所の降水粒子を二周波で同時観測することで、降雨減衰量の差から雨粒の大きさ (雨滴粒径分布)を推定することができる。

この情報は、TRMM降雨レーダのような一周波のレーダでは得られないものであり、降水量の推定精度を大幅に向上することが可能になる。

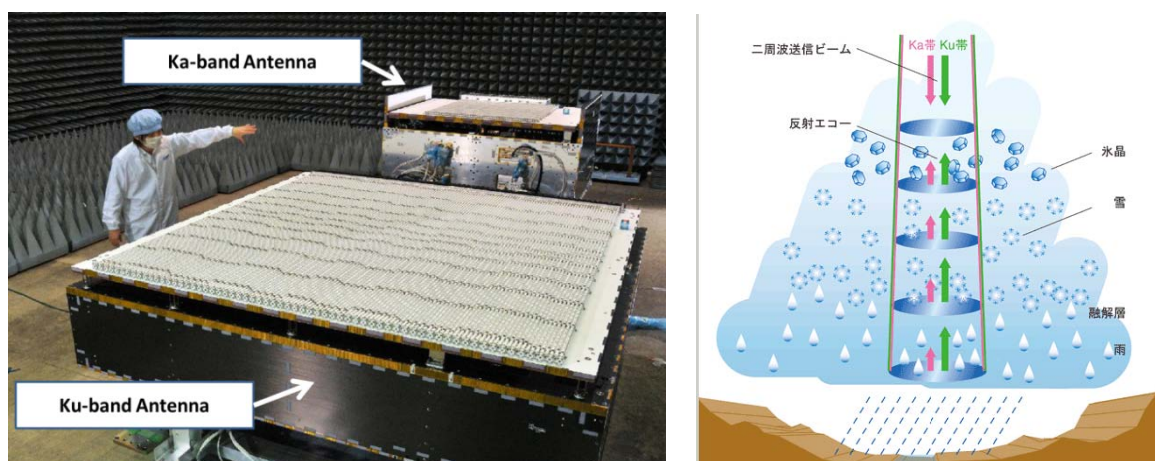


図 1.2-1 強い雨が検出可能な Ku 帯及び弱い雨や雪が検出可能な Ka 帯の二周波降水レーダ (DPR)

1.2 センサの概要

1.2.1 二周波降水レーダ (DPR)

表 1.2-1 DPR設計

センサ諸元	KuPR	KaPR
観測走査幅	245 km	125 km
鉛直分解能	250 m	250/500 m
水平分解能	5.2 km (衛星高度407km (直下))	5.2 km (衛星高度407km (直下))
ビーム半値幅	0.71 deg (ビーム中心)	0.71 deg (ビーム中心)
送信機	128 半導体増幅器	128 半導体増幅器
尖頭送信出力	1012.0 W	146.5 W
パルス繰り返し周波数	4000 ~ 4500 Hz	4000 ~ 4500 Hz
パルス幅	1.6 μsec (2 ビーム)	1.6 μsec (2ビーム(マッチドビーム走査)) 3.2μsec (2ビーム(インターレース走査))
ビーム数	49	49 (25 (マッチドビーム走査)、 24 (インターレースド走査))
最小測定降雨強度	0.5 mm/hr	0.2 mm/hr
ビームマッチング精度	1000 m未満	
観測高度	19 km~地表面 (直下点近傍で-5 kmまで)	
ダイナミックレンジ	システムノイズレベル以下の-5dBから通常最大地表エコーレベルの+5dB	
受信電力測定精度	±1dB	
走査角 (観測モード)	±17° (軌道直交方向)	±8.5° (軌道直交方向)
周波数	13.597 および 13.603 GHz	35.547 および 35.553 GHz
ビーム幅	14 MHz	
アンテナサイズ	2.5 × 2.4 × 0.6 m	1.4 × 1.2 × 0.8 m
質量、最大	472 kg	336 kg
消費電力 (最大)	446 W (一軌道周回平均)	344 W (一軌道周回平均)
サイエンスデータレート (最大)	109 kbps	81 kbps
ハウスキーピングデータレート (公称値)	1 kbps	1 kbps

1.2.2 GPMマイクロ波放射計 (GMI)

GMIはGPM主衛星に搭載されたマイクロ波放射計である。主衛星は軌道傾斜角 65° 、高度407km の円軌道を周回する。GMIは10～183GHzの帯域内に13チャンネルを有する。センサの線形性に係るジオメトリック校正に高温校正源や低温校正源が使われる通常のケースを除いて、非線形性と測定ノイズレベルを決めるのに、GMIでは高温ノイズダイオードと低温ノイズダイオードが使われている。



図 1.2-2 GPMマイクロ波放射計(GMI) (NASA開発)

1.3 シーン定義

1.3.1 レベル1/レベル2プロダクトシーン

レベル1、レベル2標準プロダクトの1シーンは、地球の南端を起点とする1周回のデータとして隣り合うシーンが重ならず定義される。準リアルタイムプロダクトは、衛星からのデータ受信単位を基本とし、GMI準リアルタイムプロダクトは5分単位、DPR及びDPR/GMI複合準リアルタイムプロダクトは30分単位を1ファイルとして生成される。

図1.3-1は、KuPRとKaPRのシーン定義のイメージを示す。ただし、Noteで記述した時間分解能の内容を除く。

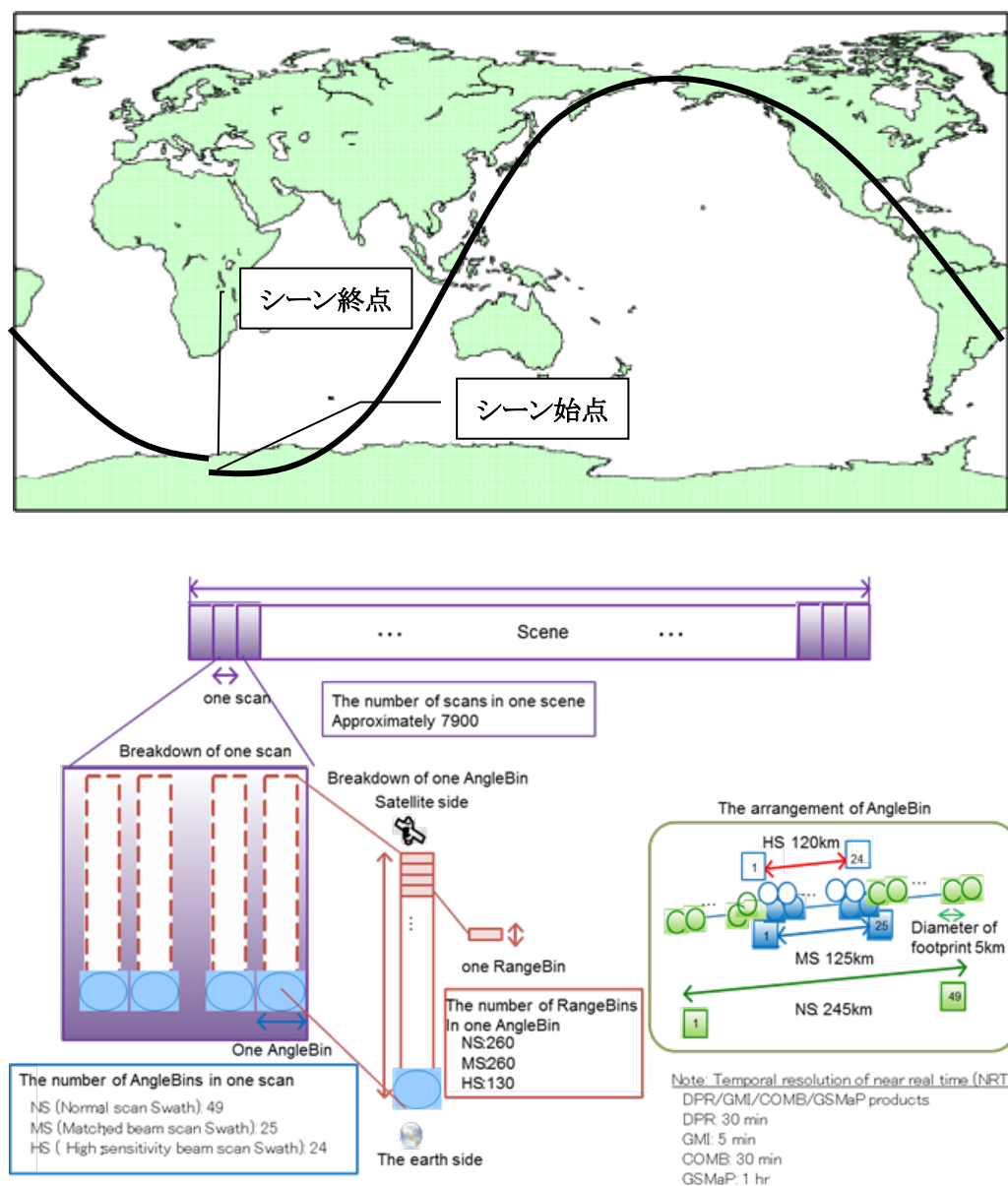


図1.3-1 シーン定義のイメージ

1.3 シーン定義

1.3.1 レベル1/レベル2プロダクトシーン

1スキャンでのアングルビンは0～51の52個となるが、実際に電波を出して観測するのはアングルビン1～49の49個である。

下の図1.3-2は通常観測時の観測概念を示す。KaPRの観測幅は約125 km、KuPRの観測幅は約 245 kmである。

Ku/Ka/DPRレベル2プロダクトでは、KuPRの観測幅を「NS (=Normal Scan) 」と呼び、図1.3-2 に示された青色フットプリント(49 angle bin)に対応する。また、「MS (=Matched beam Scan) 」はKaレベル2とDPRレベル2におけるマッチドビームスキャンの観測幅であり、図1.3-2 に示された黄色フットプリント(25 angle bin)に対応する。さらに、同図の赤色フットプリント (24 angle bin) に対応するのは、「HS (=High sensibility beam Scan) 」と呼び、高感度ビームスキャンの幅である。

さらにプロダクトバージョン4よりDPRレベル3プロダクトで機器数、チャンネル数の定義が追加された。図1.3-3に追加された次元定義を示す。

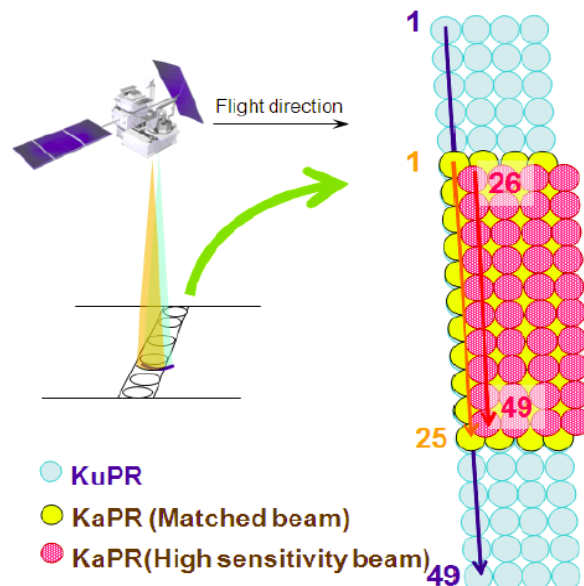


図 1.3-2 通常観測時のKuPR、KaPRの観測概念

1.3 シーン定義

1.3.2 レベル3プロダクトシーン

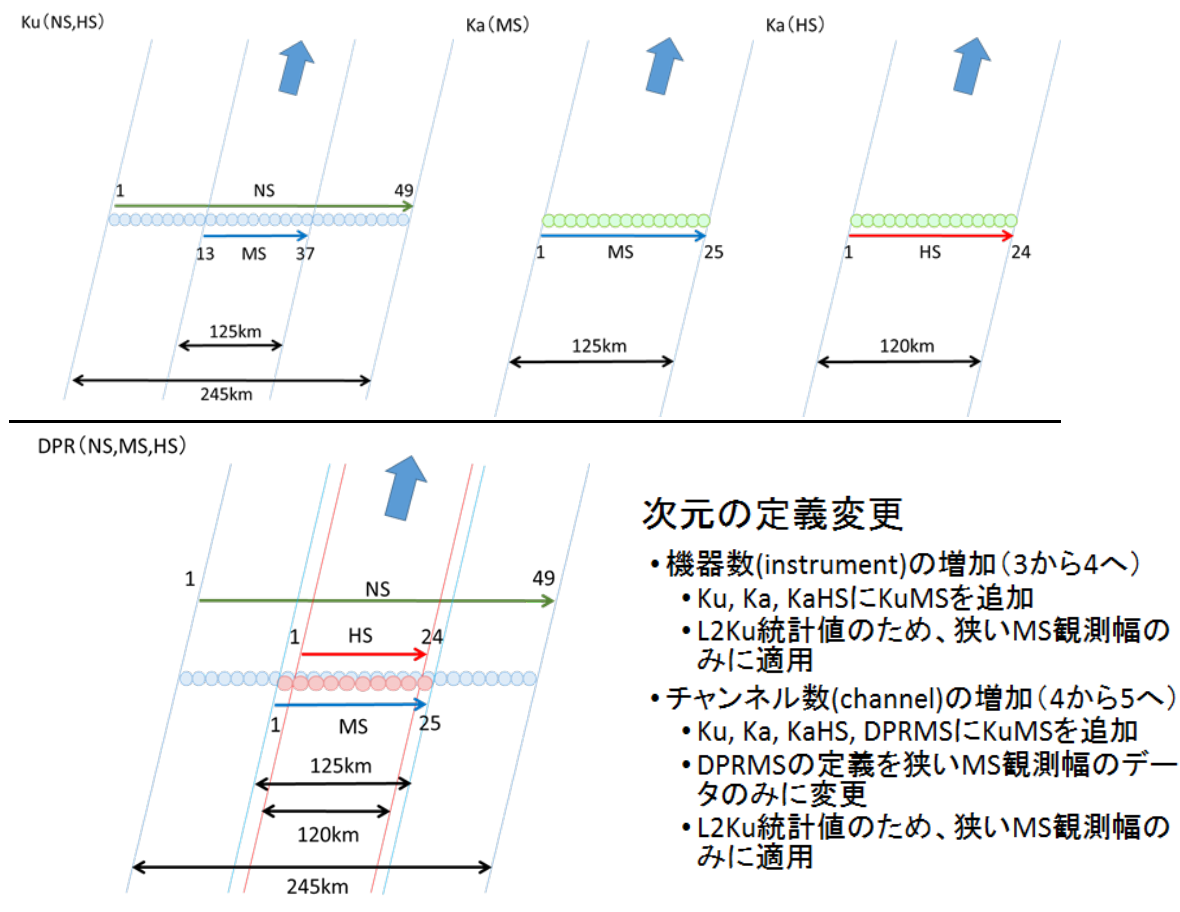


図1.3-3 DPRレベル3の次元(index)の定義変更

1.3.2 レベル3プロダクトシーン

次の表に、GPMレベル3プロダクトのシーン定義を示す。一定の空間で格子状にデータ配列されたものであるが、プロダクトによってその格子サイズやカバー範囲(緯度範囲)は異なる。

表 1.3-1 レベル3プロダクトのシーン定義

プロダクト	時間分解能、格子サイズ	シーンカバー範囲
GPM DPR L3 降水量	標準プロダクト - 日平均 Text 解像度: $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ - 日平均 HDF 解像度: $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ - 日平均 GeoTIFF 解像度: $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ - 月平均 HDF 解像度: $0.25^\circ \times 0.25^\circ$、$5^\circ \times 5^\circ$	67°S から 67°N 180°W から180°E

1.3 シーン定義

1.3.2 レベル3プロダクトシーン

プロダクト	時間分解能、格子サイズ	シーンカバー範囲
	- 月平均 GeoTIFF 解像度: $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$	
GPM DPR L3 潜熱加熱	標準プロダクト - 格子化軌道スペクトル 解像度: $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ - 月平均スペクトル 解像度: $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$	67°S から 67°N 180°W から 180°E
GPM GMI L3 降水量	標準プロダクト - 月平均 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$	90°S から 90°N 180°W から 180°E
GPM Comb DPR/GMI L3 降水量	標準プロダクト - 月平均 解像度: $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ & $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$	67°S から 67°N 180°W から 180°E
GPM Comb DPR/GMI L3 対流性・層状性加熱	標準プロダクト - 格子化軌道スペクトル 解像度: $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ - 月平均スペクトル 解像度: $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$	67°S から 67°N 180°W から 180°E
GSMaP 降水量	標準プロダクト - 時間平均 Text 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ - 時間平均 HDF 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ - 時間平均 GeoTIFF 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ - 月平均 HDF 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ - 月平均 GeoTIFF 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ - 時間平均 netCDF 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ - 月平均 netCDF 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$	90°S から 90°N 180°W から 180°E
	準リアルタイムプロダクト - 時間平均 Text 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ - 時間平均 HDF 解像度: $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$	90°S から 90°N 180°W から 180°E

1.4 レベル定義

表1.4-1に、GPMデータ処理のレベル定義を示す。

表 1.4-1 GPMデータ処理のプロダクトレベル定義

プロダクトレベル	内容
レベル 0	レベル 1 データへの入力データとして APID 分離済みされたデータ。レベル 0 データは提供されない。
レベル 1A	レベル0データを入力とし、センサ出力値、衛星指定・位置情報、センサ状態、変換係数などを、ある一定の周回単位で定義されるファイル単位（シーン）に基づいて格納したもの。 なお、本データはミッション運用系システムでマスタデータとして管理されるが、ユーザへは提供されない。
レベル 1B, 1C	レベル1Aデータを入力とし、幾何補正を行い、受信電力あるいは輝度温度等に変換したもの。
レベル 2	レベル1プロダクトを入力とし、レベル2アルゴリズムにより降水に関する各種物理量（地表面散乱断面積、降水タイプ、ブライトバンド高度、減衰補正済みレーダ反射因子、降水強度、スペクトル潜熱加熱など）を算出処理したもの。
レベル 3	レベル1またはレベル2プロダクトを入力とし、空間的及び時間的に統計処理を行ったもの。 作成されるプロダクトの領域は全球で、プロダクトの範囲期間は、月単位、日単位、時間単位（全球降水マップ、スペクトル潜熱加熱、対流性・層状性加熱）。

1.5 処理概要

図1.5-1は、表1.4-1に示す処理レベル定義に対応したGPMプロダクトの処理フローを示す。このチャートには、標準プロダクトと準リアルタイムプロダクトがある。

1.5.1 GPM処理フロー

JAXAから配布される標準プロダクト及び準リアルタイムプロダクトは図1.5-1a, bに示すとおり。標準プロダクトは、NASAと JAXAによる精度保証付きのプロダクトである。

準リアルタイムプロダクトは短時間で作成、配布が要求されることから、衛星からのダウンリンクされたデータをGMIでは5分単位で、DPR及びCOMBでは、30分単位と小刻みに処理を行う。また、レベル2以上の物理量への処理においては、気象庁の全球予報値(FCST)を用いる。一方、標準プロダクト処理では、気象庁の全球客観解析値 (GANAL) が使われる。

さらに2016年3月、GPMプロダクトのバージョンをV04に改訂し、潜熱加熱、対流性・層状性加熱プロダクトが、新たにJAXA、NASAより利用者に提供開始することになった。図1.5-1bは図1.5-1aに加えて、新たに提供される潜熱加熱プロダクトの処理フローを示す。

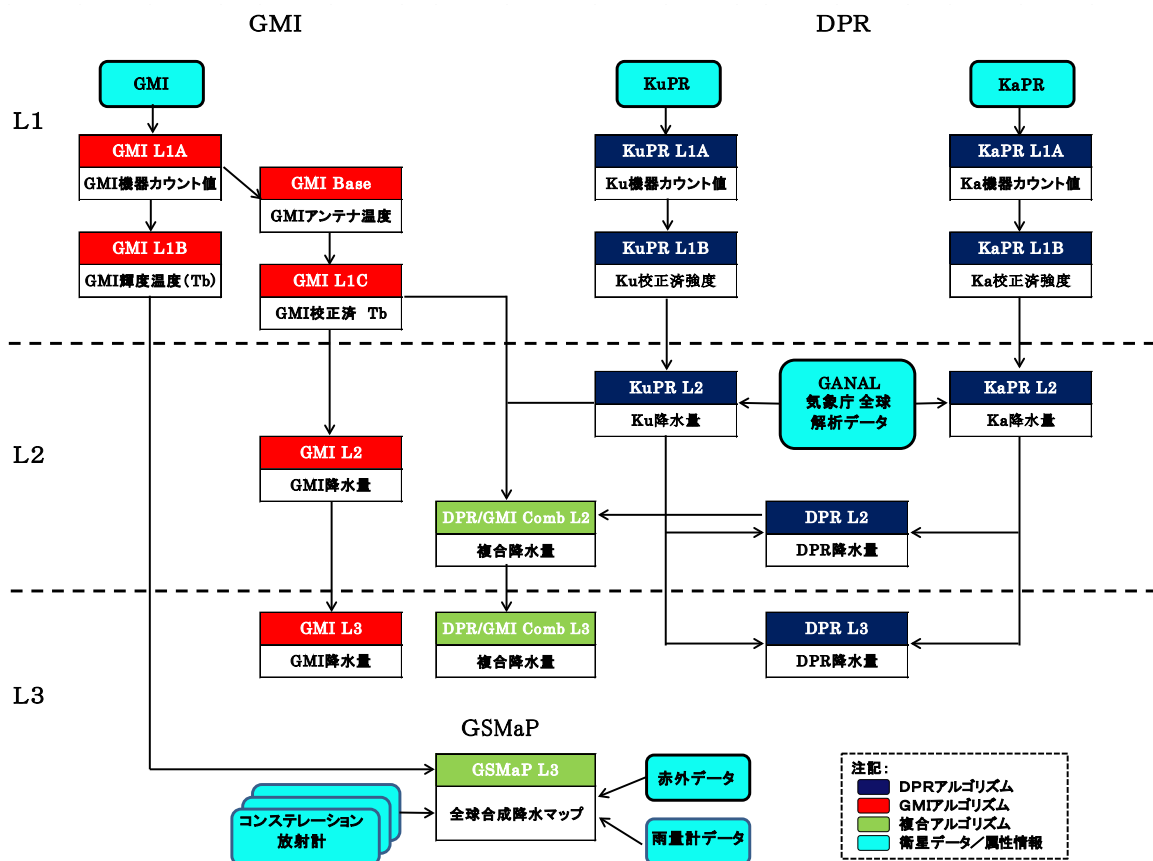


図 1.5-1a GPMプロダクトの処理フロー

1.5 処理概要

1.5.1 GPM処理フロー

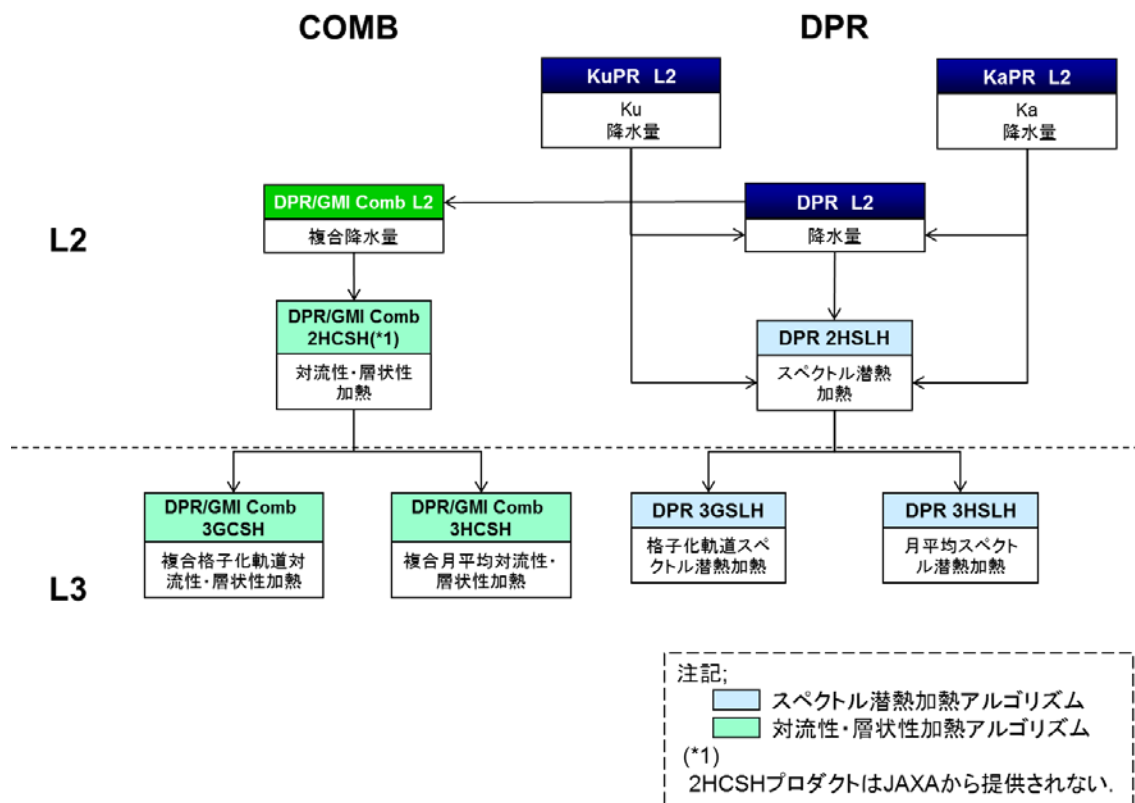


図 1.5-1b GPMプロダクトの処理フロー (図 1.5-1aのL1の下に繋がる)

1.6 GPMプロダクトフォーマット

1.6.1 GPMプロダクトフォーマット

GPMプロダクトはHDF (Hierarchical Data Format)で提供される。このファイルフォーマットは内部的に圧縮されているフォーマットで、多次元配列データの取り扱いに有用である。GPMプロダクトはHDF5 ver1.8.9を適用している。またTKIOを使用するとHDF5内のデータをユーザ自身のプログラムで取り扱えるようにする。

1.6.2 HDFとは?

HDFは、NCSA (スーパーコンピューティングアプリケーション国立センター;イリノイ大学)が開発したファイルフォーマットで、プラットフォームに依存せずに情報を利用できるよう開発されたフォーマットである。HDFには、HDF4とHDF5の2つの形式がある。HDF5はHDF4のいくつかの問題点 (データサイズや複数種類のデータタイプ制限など)が改善されたものである。

HDFファイルは属性部と、プロダクトデータを含むデータセット部から成る。GPM プロダクトのヘッダにメタデータが格納され、データセットには観測データ、緯度/経度等のプロダクトデータが格納される。

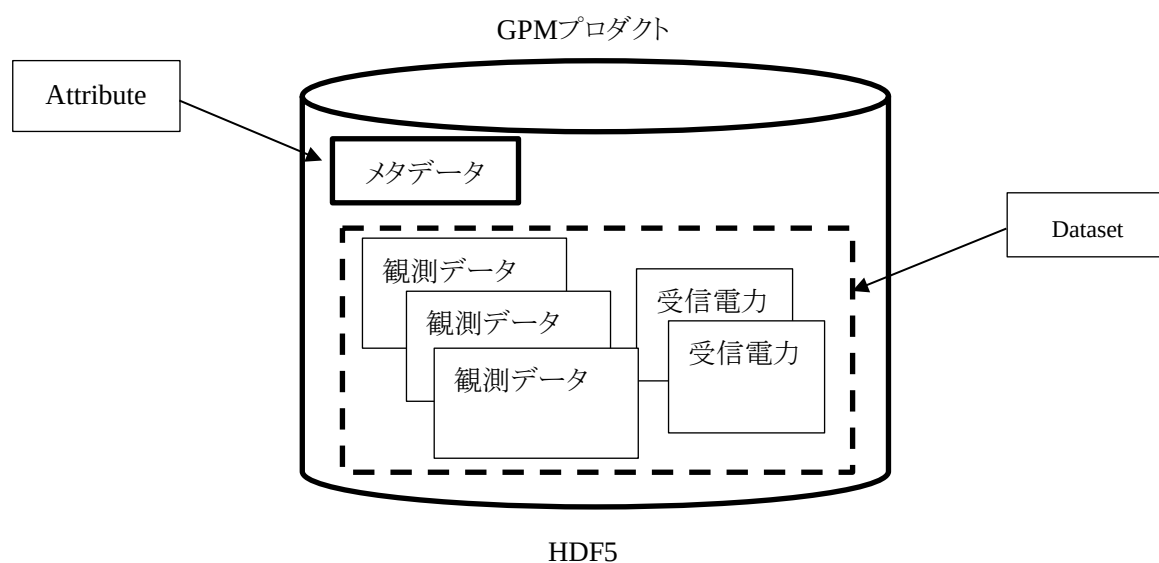


図 1.6-1 HDFファイルの構成

1.6.3 HDF5ライブラリを取得する方法

HDF5ライブラリは以下のHDFグループのウェブサイトからダウンロードできる。HDF5 ライブラリの最新版は次のウェブサイトで購入可能。

<http://hdfgroup.org/HDF5/release/obtain5.html#obtain>

以下の表に示す2014年6月時点のダウンロードファイルから、プラットフォームに適したHDF5 ファイルをダウンロードできる。このライブラリのバージョンはGPMプロダクトのバージョンと異なっているが、GPMプロダクトのバージョンの上位互換である。

表 1.6-1 HDF5 ライブラリ

プラットフォーム	ファイル名	備考
全てのプラットフォーム	src/hdf5-1.8.13.tar.gz	ソースコード
Linux 2.6 i686	hdf5-1.8.13-linux-shared.tar.gz	バイナリ (shared)
Linux 2.6 x86_64	hdf5-1.8.13-linux-x86_64-shared.tar.gz	バイナリ (shared)

HDFライブラリはszライブラリを使用するため、ユーザは、szライブラリをダウンロードする必要がある。

表 1.6-2 sz ライブラリ

URL	備考
http://www.hdfgroup.org/ftp/lib-external/szip/2.1/src/szip-2.1.tar.gz	

1.6.4 HDF5を用いたGPMプロダクトのデータ構成の概略

図1.6-2 は、レベル1BのKuプロダクトのデータ構成を一例として示したものである。レベル1BのKuプロダクトは、メタデータとNS(Normal scan Swath)の二つの部分より成る。メタデータは、FileHeader, Input Record, NavigationRecord, FileInfo, JAXAInfo, DPRKuInfoの6つの部分で構成される。一方NSは、1つのメタデータと11のデータグループから構成される。緯度・経度、SwathHeaderを除いて、データグループはいくつかの変数から成る。各変数は、配列型とバイトサイズに固有の値を持つ。

GPMプロダクトのデータ構成は、各プロダクトフォーマット書に記載されている。

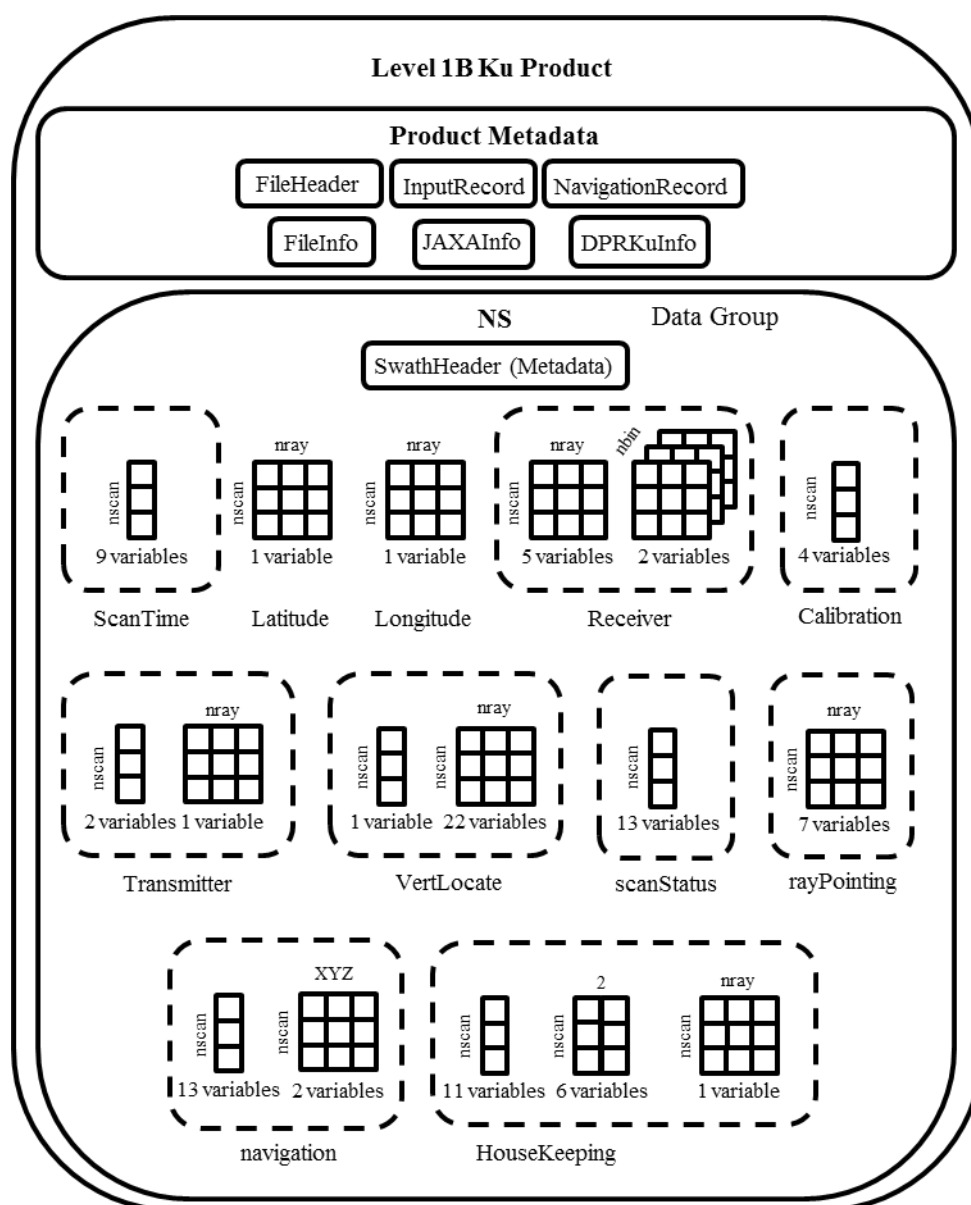


図 1.6-2 レベル1B Kuプロダクトのデータ構成概略

1.7 プロダクト/アルゴリズムバージョンの概念説明

プロダクト/アルゴリズムのバージョンは、データ配布に責任を持つJAXAによって管理される。バージョンアップは、衛星打上げ後の運用段階での校正検証結果による。プロダクトバージョンは、「2.4 ファイル名規約」に示すように、3文字から成るプロダクトバージョン情報を含むプロダクト定義として示される。プロダクトバージョンはメジャー(2桁の数字;01, 02, 03.....)とマイナー(1文字;a, b, c....)で、メジャーは打上げ時を01とし、その後の再処理の数を示す。

2. DPRプロダクトの概要

2.1 DPRセンサ

GPM搭載の二周波降水レーダ (DPR) の特性を表 2.1-1に示す。

表 2.1-1 二周波降水レーダ(DPR) の特徴

主要諸元	KuPR	KaPR
周波数	13.597, 13.603 GHz	35.547, 35.553 GHz
観測走査幅	245 km	125 km
観測高度	地表面~19 km	地表面~19 km
水平分解能	5.2 km (衛星直下)	5.2 km (衛星直下)
鉛直分解能	250 m	250 / 500 m
最小測定降雨強度	0.5 mm/hr ~	0.2 mm/hr ~

2.2 運用モード

DPRの運用モードの詳細は以下のとおり。

表 2.2-1 運用モード

No.	運用モード	概要	留意事項
1	通常観測モード	通常の観測モード	DPRレベル1プロダクトについては、「通常観測モード」以外のデータは、降水量等の物理量算出に使用できないので、「運用モード」を参照し、「通常観測モード」のみを使用するような操作が必要となる。 なお、DPRレベル2プロダクトについては、「通常観測モード」以外のデータには、欠損値が格納される。
2	外部校正モード	地上に設置したレーダ校正装置による降雨レーダの校正を行うモード	
3	内部校正モード	FCIFのRF信号折り返しループを用いて受信系の校正を行うモード	
4	SSPA動作解析モード	SSPA のそれぞれの素子が正常に信号を増幅していることを確認するモード	
5	LNA動作解析モード	LNA のそれぞれの素子が正常に信号を増幅していることを確認するモード	
6	ヘルスチェックモード	SCDP内部のヘルスチェックを行うモード	
7	スタンバイモード	以下のいずれかをサイエンステレメトリに出力するモード ● 可変PRFテーブルダンプ ● 位相コードダンプ ● メモリダンプ	

各運用モードの詳細については、“GPMデータ利用ハンドブック”を参照。

2.3 プロダクトレベル定義

DPRプロダクトは標準プロダクト(STD)と準リアルタイムプロダクト(NRT)から成る。KuPR、KaPRおよびDPRプロダクトに関して、レベル1/レベル2標準プロダクトのレベル定義を表2.3-1に、準リアルタイムプロダクトのレベル定義を表2.3-2に、また、レベル3標準プロダクトのレベル定義を表2.3-3に示す。

表 2.3-1 DPRのレベル1/レベル2 標準プロダクトのレベル定義

GPM 標準プロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト 名称	処理 レベル	内容
DPR	STD	L1	GPM KuPR レベル 1B 受信電力	L1B	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 受信電力 観測走査幅: 245 km 分解能: 5 km (水平), 125 m (鉛直)
			GPM KaPR レベル 1B 受信電力	L1B	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 受信電力 観測走査幅: 125 km 分解能: 5 km (水平), 125/250 m (鉛直)
		L2	GPM KuPR レベル 2 降水量	L2	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度, 降水タイプ、雨粒粒子 サイズ、反射因子鉛直プロファイル, 地表面後方 散乱断面積 観測走査幅: 245 km 分解能: 5 km (水平), 125 m (鉛直)
			GPM KaPR レベル 2 降水量	L2	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度, 降水タイプ、雨粒粒子 サイズ、反射因子鉛直プロファイル, 地表面後方 散乱断面積 観測走査幅: 125 km 分解能: 5 km (水平), 125/250 m (鉛直)
			GPM DPR L2 降水量	L2	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度, 降水タイプ、雨粒粒子 サイズ、反射因子鉛直プロファイル, 地表面後方 散乱断面積 観測走査幅: 245 km 分解能: 5 km (水平), 125/250 m (鉛直)
			GPM DPR L2 潜熱加熱量	L2	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: スペクトル潜熱加熱 観測走査幅: 245 km 分解能: 5 km (水平), 125 /250 m (鉛直)

表 2.3-2 DPRのレベル1/レベル2 準リアルタイムプロダクトのレベル定義

GPM 準リアルタイムプロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト 名称	処理 レベル	内容
DPR	NRT	L1R	GPM KuPR レベル 1B 受信電力	L1B	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 受信電力 観測走査幅: 245 km 分解能: 5 km (水平), 125 m (鉛直)
			GPM KaPR レベル 1B 受信電力	L1B	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 受信電力 観測走査幅: 125 km 分解能: 5 km (水平), 125/250 m (鉛直)
		L2R	GPM KuPR L2 降水量	L2	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 降水強度, 降水タイプ, 雨粒粒子 サイズ, 反射因子鉛直プロファイル, 地表面後方散 乱断面積 観測走査幅: 245 km 分解能: 5 km (水平), 125 m (鉛直)
			GPM KaPR L2 降水量	L2	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 降水強度, 降水タイプ, 雨粒粒子 サイズ, 反射因子鉛直プロファイル, 地表面後方 散乱断面積 観測走査幅: 125 km 分解能: 5 km (水平), 125/250 m (鉛直)
			GPM DPR L2 降水量	L2	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 降水強度, 降水タイプ, 雨粒粒子サ イズ 観測走査幅: 125/245 km 分解能: 5 km (水平), 125/250 m (鉛直)

表 2.3-3 DPR レベル3 標準プロダクトレベル定義

GPM 標準プロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト 名称	処理 レベル	内容
DPR	STD	L3	GPM DPR L3 降水量 (日平 均 TEXT)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.1 °
			GPM DPR L3 降水量 (日平 均 HDF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.25 °
			GPM DPR L3 降水量 (月平 均 HDF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.25 °、5 °
			GPM DPR L3 降水量 (日平 均アセンディン グ GeoTIFF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.25 °
			GPM DPR L3 降水量 (日平 均ディセンディ ング GeoTIFF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.25 °
			GPM DPR L3 降水量 (月平 均 GeoTIFF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.25 °
			GPM DPR L3 潜熱加熱 量 (一軌道)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 格子化軌道スペクトル潜熱加熱 分解能: 0.5°
			GPM DPR L3 潜熱加熱 量 (月平均)	L3	GPM標準プロダクト 主要パラメータ: 月平均スペクトル潜熱加熱 分解能: 0.5°

2.4 ファイル名規約

2.4.1 レベル1/レベル2 標準プロダクト (軌道番号あり)

KuPR、KaPR、およびDPRプロダクトに関して、レベル1/レベル2 標準プロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

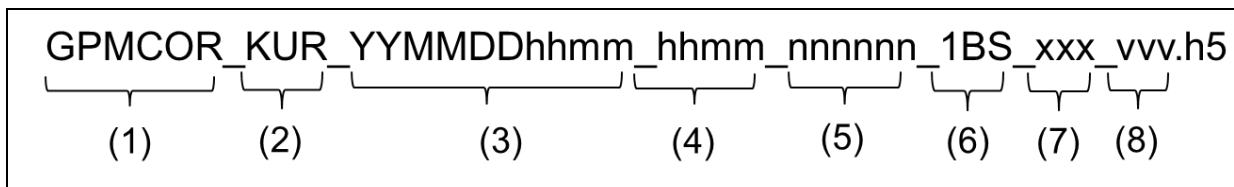


図 2.4-1 レベル1/レベル2 標準プロダクトの命名規約 (軌道番号あり)

表 2.4-1 レベル1/レベル2 標準プロダクトのファイル名定義 (軌道番号あり)

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPMCOR [固定]
2	センサID	3	KUR/KAR/DPR/
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	軌道番号	6	nnnnnn : 000000~999999
6	処理レベル	3	レベル+種別, レベル:1B/L2/... , タイプ:S (標準)
7	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: KuPR レベル 1B: DUB KaPR レベル 1B: DAB KuPR レベル 2: DU2 KaPR レベル 2: DA2 DPR レベル 2: DD2 DPR レベル 2: SLP
8	プロダクトバージョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー (アルファベット 1 文字) (メジャー; 再処理毎に加算)

2.4.2 レベル1/レベル2 準リアルタイムプロダクト (軌道番号なし)

KuPR, KaPR, およびDPRプロダクトに関して、レベル1/レベル2 準リアルタイムプロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

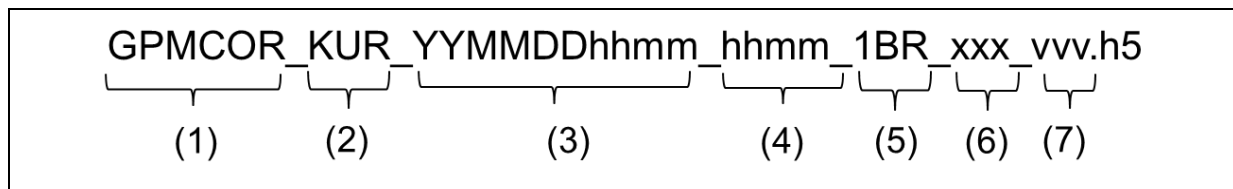


図 2.4-2 レベル1/レベル2 準リアルタイムプロダクトの命名規約 (軌道番号なし)

表 2.4-2 レベル1/レベル2 準リアルタイムプロダクトのファイル名定義 (軌道番号なし)

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPMCOR [固定]
2	センサID	3	KUR/KAR/DPR/
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	処理レベル	3	レベル+タイプ, レベル:1B/L2/..., タイプ:R (準リアルタイム)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: KuPR レベル 1B: DUB KaPR レベル 1B: DAB KuPR レベル 2: DU2 KaPR レベル 2: DA2 DPR レベル 2: DD2
7	プロダクトバージョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー (アルファベット 1 文字) (メジャー; 再処理毎に加算)

2.4.3 レベル3 標準プロダクト (軌道番号なし)

DPRのレベル3 標準プロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

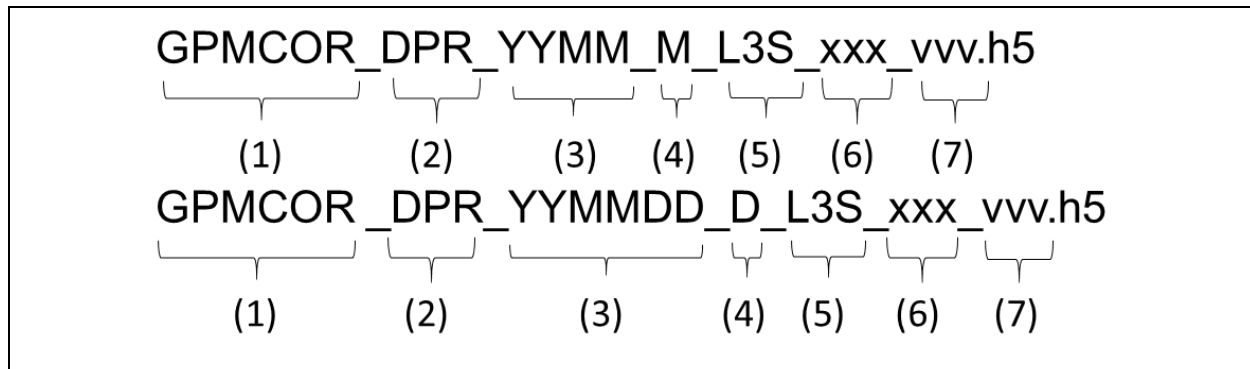


図 2.4-3 レベル3 標準プロダクトの命名規約 (軌道番号なし)

表 2.4-3 レベル3 標準プロダクトのファイル名定義 (軌道番号なし)

No.	名称	文字数	値
1	ミッション ID	6	GPMCOR [固定]
2	センサ ID	3	DPR [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	4, 6	YYMM: 月平均 YYMMDD: 日平均
4	処理単位	1	M: 月平均, D: 日平均
5	処理レベル	3	レベル+タイプ, レベル:L3, タイプ:S (標準)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名 DPR レベル 3 (日平均, HDF): D3Q DPR レベル 3 (日平均, Text): D3D DPR レベル 3 (月平均, HDF): D3M DPR レベル 3 (月平均, HDF): SLM
7	プロダクトバージョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー (アルファベット 1 文字) (メジャー: 再処理毎に加算)

2.4.4 DPR潜熱 レベル3（格子化）標準プロダクト（軌道番号あり）

DPRの潜熱レベル3（格子化）標準プロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

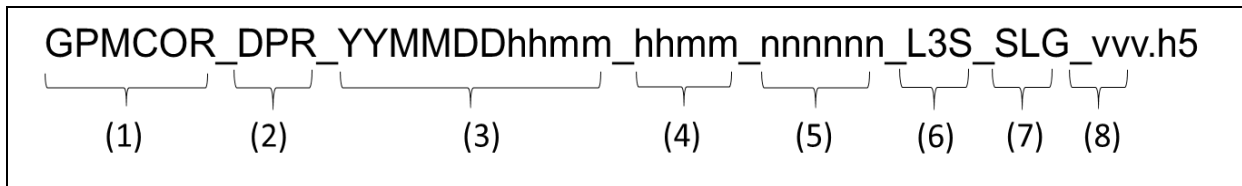


図 2.4-4 潜熱レベル3（格子化）標準プロダクトの命名規約（軌道番号あり）

表 2.4-4 潜熱レベル3（格子化）標準プロダクトのファイル名定義（軌道番号あり）

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPMCOR [固定]
2	センサID	3	DPR
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	軌道番号	6	nnnnnn : 000000~999999
6	処理レベル	3	レベル+種別, レベル:3, タイプ:S (標準)
7	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名 DPR レベル 3: SLG
8	プロダクトバージョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー (アルファベット 1 文字) (メジャー; 再処理毎に加算)

2.4.5 KuPR/KaPR/DPR 環境補助データ(ENV)

該当するプロダクトとして、KuPR、KaPR、DPR 環境補助データ(ENV)(標準:STD)が存在する。
ENVレベル2標準プロダクトの命名規約を示す。

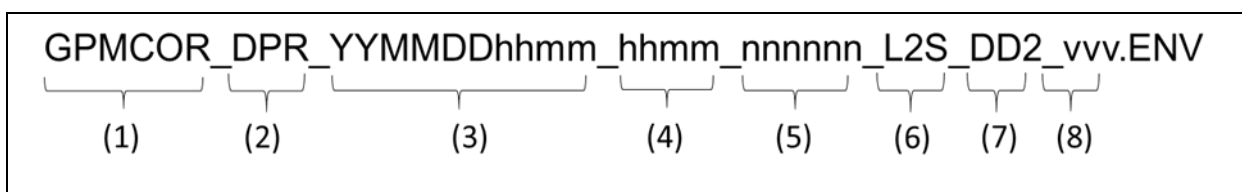


図 2.4-5 GPM環境補助データ(ENV)レベル2標準プロダクトの命名規約

表 2.4-5 GPM環境補助データ(ENV)レベル2標準プロダクトのファイル名構成 (軌道番号あり)

No.	名称	文字数	値
1	ミッション ID	6	GPM (GPM mission, fixed), COR (GPM core satellite)
2	センサ ID	3	sss (KUR: KuPR, KAR: KaPR, DPR: DPR)
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	軌道番号	6	nnnnnn (000001～999999)
6	処理レベル	3	レベル+タイプ, レベル:L2, タイプ:S (標準)
7	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名 : DU2 (KuPR L2), DA2 (KaPR L2, DD2 (DPR L2)
8	プロダクトバージョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー (アルファベット 1 文字) (メジャー; 再処理毎に加算)

2.4.6 GPMレベル3プロダクト(GeoTIFF形式)

DPR レベル3 プロダクト(GeoTIFF形式)のファイル命名規約を以下に示す。

GPMCOR_DPR_YYMMDD_D_L3S_vvv_PRC_O.tif										
└──┘		└──┘		└──┘		└┘	└┘	└┘	└┘	└┘
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(7)	(8)	(9)			
GPMCOR_DPR_YYMM_M_L3S_xxx_vvv_PRC_SSS_RTY.tif										
└──┘		└──┘		└┘	└┘	└┘	└┘	└┘	└┘	└┘
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(10)	(11)	

図 2.4-6 DPR レベル3標準プロダクト(GeoTIFF形式)の命名規約

表 2.4-6 DPR レベル3標準プロダクト(GeoTIFF形式)のファイル名構成

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPMCOR (GPM 主衛星 [固定])
2	センサID	3	DPR (DPR [固定])
3	シーン開始時刻 (UTC)	4~10	YYMMDDhhmm, YYMM, YYMMDD

2.4 ファイル名規約

2.4.6 GPMレベル3プロダクト(GeoTIFF形式)

No.	名称	文字数	値
4	処理単位	1	D(日単位 [固定])、M(月単位 [固定])
5	処理レベル	3	レベル+種別, L3 [固定]、タイプ:S (標準処理 [固定])
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: D3Q (DPR L3 Daily アルゴリズム [固定])、 D3M (DPR L3 Monthly アルゴリズム [固定])
7	プロダクトバージョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー (アルファベット 1 文字) (メジャー; 再処理毎に加算)
8	変数名	3	PRC (1 時間(または日、月)平均降水量 [固定])
9	軌道タイプ	1	O (A:アセンディング、D:ディセンディング)
10	センサタイプ	3	SSS (KUN: KuNS, KAM: KaMS, KAH: KaHS, DPM: DPRMS, KUM: KuMS)
11	降雨タイプ		RTY (STR: Stratiform、 CON: Convective、 ALL: All)

2.5 DPRデータ処理

2.5.1 レベル1処理

本節ではレベル1B処理の概要を示す。

(1) 標準処理

DPRレベル1B標準処理では、レベル1Aプロダクトが入力データとして読み込まれ、受信電力値プロファイルや観測位置等の幾何情報を含むプロダクトが出力される。処理の過程で、ラジオメトリック補正が行われ、欠損データ情報に基づき欠損処理が行われ、スキャンタイム補正が行われる。また、各ビンのスキャンデータについて、時間、緯度・経度、の高さについての幾何計算が行われる。

KuPR とKaPR レーダ入力値に対して上記の処理が行われる。図2.5-1に処理フローを示す。

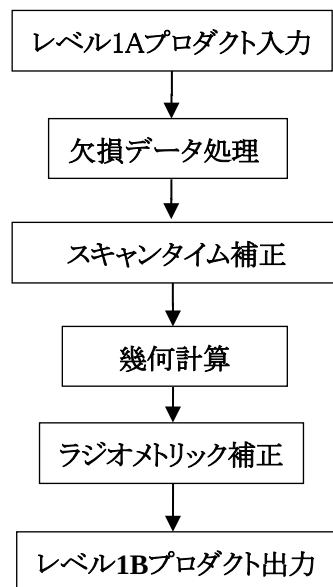


図 2.5-1 レベル1B標準処理フロー

(2) 準リアルタイム処理

準リアルタイム処理の概要は、1.5.1の標準処理を参照。

2.5.2 レベル2処理

レベル2 処理は、標準処理と準リアルタイム処理の両方のケースがある。ここでは、それぞれの処理タイプについて概要を述べる。

(1) 標準処理

二周波降水レーダのレベル2アルゴリズムは、KuPR及びKaPRによって観測された受信電力値プロファイルを追加的に用いて、降雨強度プロファイルを推定する。また、降水タイプ、降雨頂高度、ブライtband高度を推定する。

図2.5-2に、レベル2アルゴリズムの処理フローを示す。

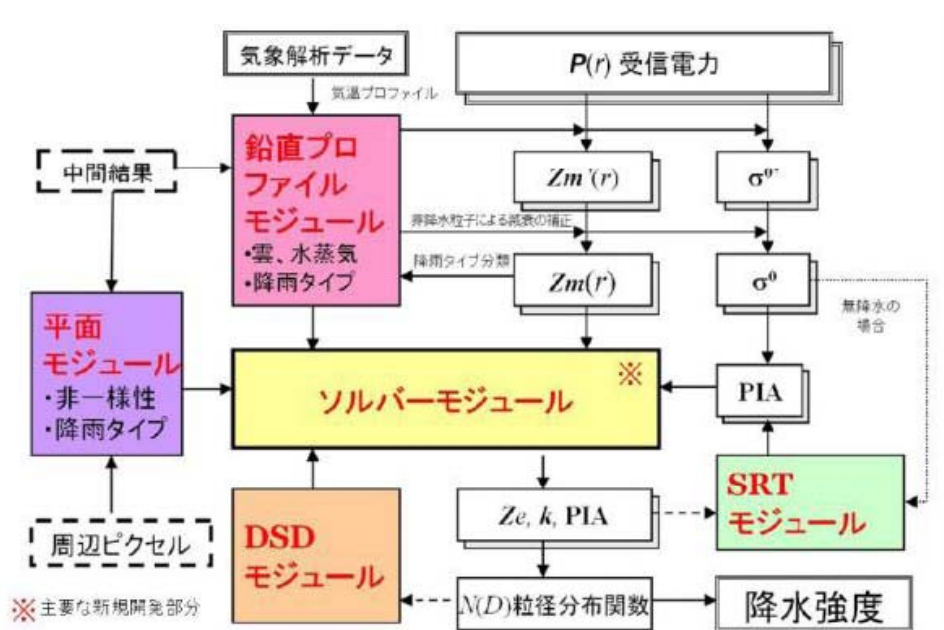


図 2.5-2 レベル2処理アルゴリズムのフロー

(DSD:雨滴粒径分布、SRT:表面参照法、PIA:経路積算減衰量)

レベル2アルゴリズムの入力データはレベル1プロダクト (受信電力値プロファイル)、また出力データはレベル2プロダクト (降水強度プロファイル)である。

標準アルゴリズムからは、KuPRプロダクト、KaPRプロダクト及びDPRプロダクトが作成される。KuPRプロダクトは、KuPRによる観測のみを利用して広い観測幅(約245km幅)に対して処理する。KaPRプロダクトは、KaPRによる観測のみを利用して狭い観測幅 (約125km幅)に対して処理する。DPRプロダクトは、狭い観測幅に対しては、KuPRとKaPRの両方の観測を利用して処理し、狭い観測幅を含まない広い観測幅に対してはKuPRによる観測と、狭い観測幅におけるKuPRとKaPRの観測から得られた情報を拡張して処理する。

(2) 準リアルタイム処理

レベル2準リアルタイムアルゴリズムでは、KuPRレベル2R、KaPR レベル 2R及びDPR レベル 2Rの各プロダクトを作成する。処理アルゴリズムについては、2.5.1の標準処理を参照。

2.5.3 レベル3処理

本節ではレベル3処理の概要を示す。

(1) 標準処理

L3標準アルゴリズムの処理フローを図2.5-3に示す。A/Dは昇交/降交を意味する。月平均プロダクトに関しては日積算プロダクトを28～30個スタックして作られる。HDFプロダクトはNASAにより開発されたアルゴリズムで生成され、TextプロダクトはJAXAにより開発されたアルゴリズムで生成される。

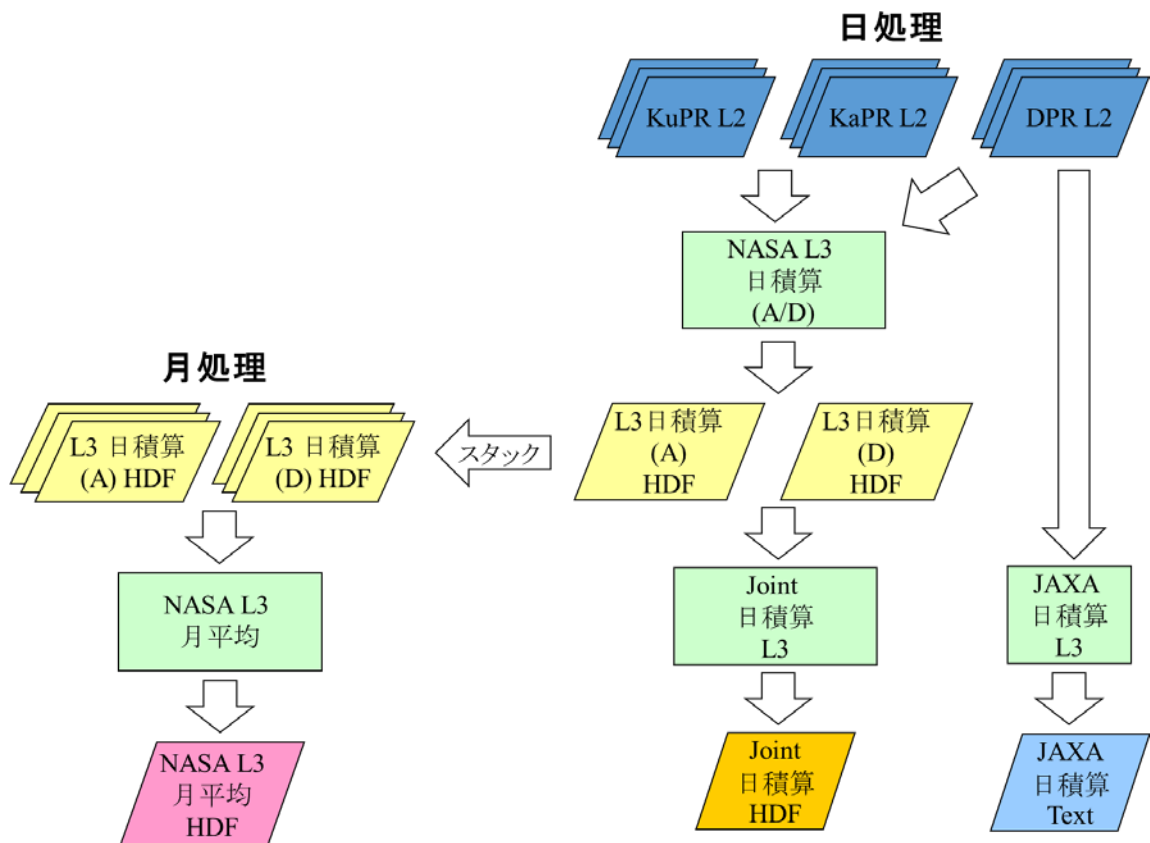


図2.5-3 レベル3アルゴリズムの処理フロー

2.6 環境補助データ(ENV)

環境補助データ(ENV)は、レベル2処理に入力データとして用いられる気象解析用データで、大気環境条件として日本の気象庁の全球客観解析値 (GANAL) が使用される。現行のアルゴリズムでは、解析データのみが、複合プロダクトのアルゴリズム処理に対して外部から統合される。

解析データは、積算水蒸気量 TPW_{anal} 、積算雲水量 $CLWP_{anal}$ 、表層温度 $Tsfc_{anal}$ 、高さ10mの風速 $U10m_{anal}$ などの環境パラメータの初期推定値を作成することが求められる。現行のアルゴリズムでは、標準アルゴリズム処理の過程で、気象庁の全球客観解析値(GANAL)からこれらデータの補間(内挿)が必要になる。データは、レベル2レーダアルゴリズムのDPRフットプリント位置における鉛直プロファイルサブモジュール内のレンジビン位置および時刻に対して保管され出力される。準リアルタイム処理には、気象庁の予報値が鉛直プロファイルサブモジュール処理に使用される。何らかの理由で予報値が得られなかった場合は、気候値で代用される。

表 2.6-1 環境補助データ

種類	内容
GPM KuPR 環境補助データ	主要パラメータ: 気温, 気圧, 水蒸気, 積算雲水量 観測走査幅: 245km 分解能: 5km(水平), 125m(鉛直)
GPM KaPR 環境補助データ	主要パラメータ: 気温, 気圧, 水蒸気, 積算雲水量 観測走査幅: 125km 分解能: 5km(水平), 125/250m(鉛直)
GPM DPR 環境補助データ	主要パラメータ: 気温, 気圧, 水蒸気, 積算雲水量 観測走査幅: 245km 分解能: 5km(水平), 125/250m(鉛直)

3. GMIプロダクトの概要

3.1 GMIセンサ

GMIはGPM主衛星に搭載されたマイクロ波放射計である。主衛星は軌道傾斜角65°、高度407km の円軌道を周回する。GMIは10～183GHzの帯域内に13チャンネルを有する。センサの線形性に係るジオメトリック校正に高温校正源や低温校正源が使われる通常のケースを除いて、非線形性と測定ノイズレベルを決めるのに、GMIでは高温ノイズダイオードと低温ノイズダイオードが使われている。

表3.1-1 に、GMI観測機器及び軌道の主要なパラメータを示す。

表 3.1-1 GMI観測機器および軌道パラメータの基準値

チャンネル	中心周波数 (GHz)	偏波	ナディア角 (°)	地表面入射角 (公称値)(°)	ビーム幅 (°)	フットプリント km×km	低温校正源 サンプル数 /スキャン	高温校正源 サンプル数 /スキャン	地表面観測 数/スキャン	バンド幅 (MHz)
1,2	10.65	v/h	48.5	52.821	1.72	32.1×19.4	19/25	13/19	211/221	100
3,4	18.7	v/h	48.5	52.821	0.98	18.1×10.9	31/37	13/19	211/221	200
5	23.8	v	48.5	52.821	0.85	16.0×9.7	31/37	13/19	211/221	400
6,7	36.64	v/h	48.5	52.821	0.81	15.6×9.4	45/51	19/25	211/221	1000
8,9	89	v/h	48.5	52.821	0.38	7.2×4.4	45/51	25/31	211/221	6000
10,11	166	v/h	45.36	49.195	0.37	6.3×4.1	45/51	27/33	211/221	3400
12	183.31±3	v	45.36	49.195	0.37	5.8×3.8	45/51	27/33	211/221	2000
13	183.31±7	v	45.36	49.195	0.37	5.8×3.8	45/51	27/33	211/221	2000

主要なGMIセンサデータ諸元を以下に示す。

高度: 407 km

軌道傾斜角: 65°

スピンレート: 32 rpm

観測走査周期: 1.875 sec

観測走査幅: 885 km

観測走査角度: 140 deg

観測サンプル数: 221

積分時間: 2.2-9.7 ms

3.2 観測

GMIによるコンカルスキャンは図3.2-1に示すとおり。オフナディア角は、入射角 52.8° (TRMMのTMIと同じ)に相当する 48.5° に設定されている。パラボラリフレクターは機器の垂直軸周りに1分間に約32回転する。回転毎に、移動方向に沿って 140° の範囲を観測する。図3.2-2にGPM主衛星による観測の模式図を示す。スキャン(回転)毎の残りの 260° 部分は、機器校正とハウスキーピングに使われる。GMIの 140° は地上の観測幅885kmに相当する。深宇宙観測によるGMI搭載機器の校正は初期段階で一度行われるが、その後の運用段階では予定されていない。

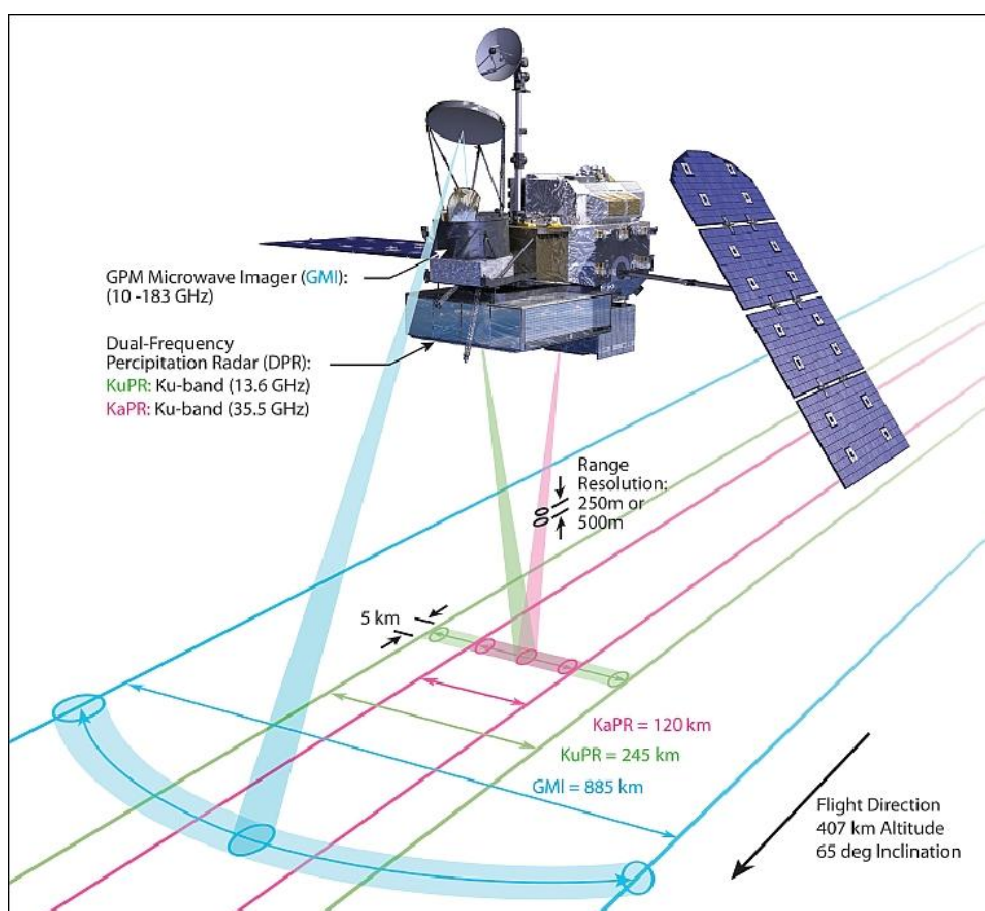


図 3.2-1 GPM主衛星による観測概念図 (NASA提供)

フットプリントサイズは各チャンネルの周波数により変動する (表3.1-1参照)。図3.2-2 はGMI の移動方向の連続スキャンによるフットプリントを示す。低周波数ではフットプリントは大きく、スキャン方向に沿って十分にオーバーラップすることから連続的に漏れなくカバーできる。一方、チャンネル8～13では、1回のスキャンから次のスキャンにかけてオーバーラップしないので観測範囲に欠損が生じるが、これらのチャンネルの瞬時視野角で最小限のカバーレッジは維持される。ナイキスト条件を満たすためには、GMIの1回の瞬時視野角の間に、すべてのチャンネルで少なくとも2回サンプリングされなければならない。十分な同時記録を保証するため、各チャンネルのサンプリング時間は、全体として複数回観測するよう設定されている。

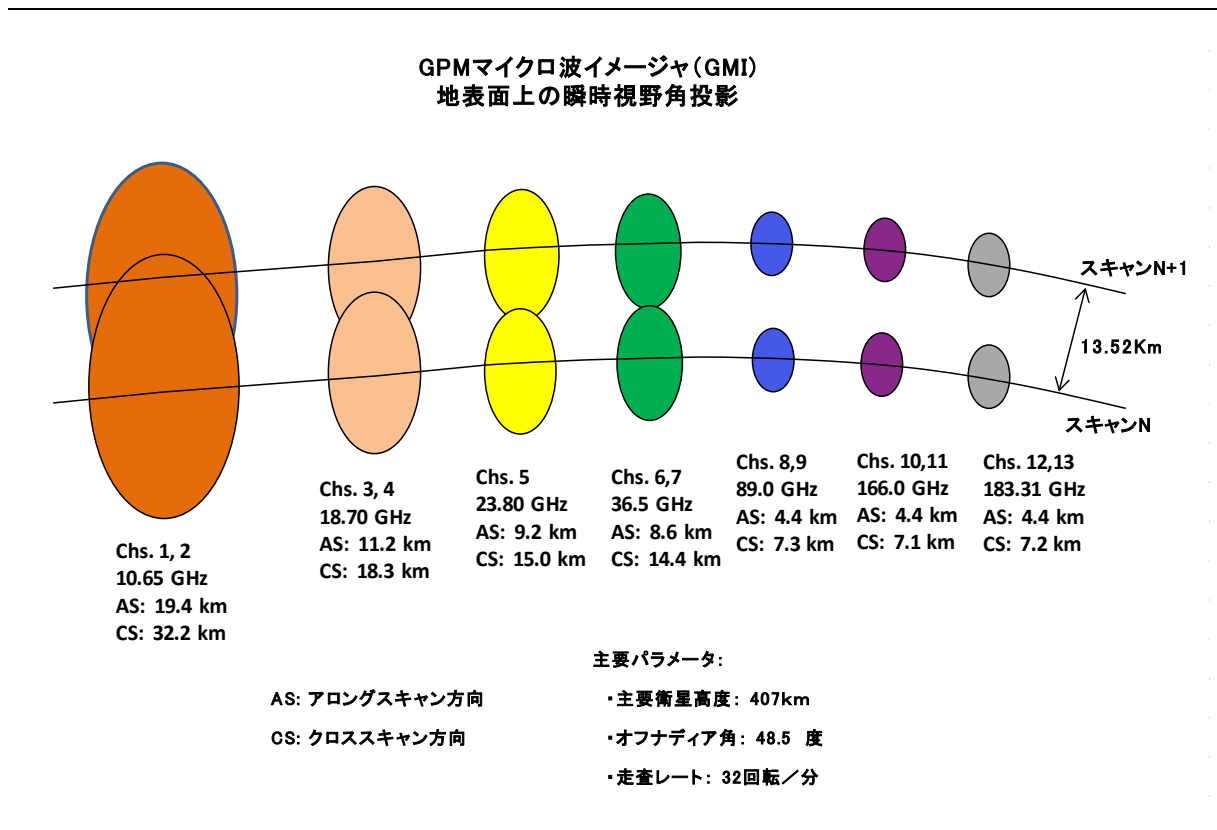


図 3.2-2 GMIの進行方向連続スキャンのフットプリント (NASA提供)

3.3 プロダクトのレベル定義

表 3.3-1～3に、GMI プロダクトのレベル定義を示す。GMIプロダクトは、標準プロダクト(STD)と準リアルタイムプロダクト (NRT)から構成させる。

表 3.3-1 GMI レベル1/レベル2/レベル1C 標準プロダクトのレベル定義

GPM 標準プロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト名称	処理レベル	内容
GMI	STD	L1	GPM GMI レベル 1B 輝度温度	L1B	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 輝度温度 観測走査幅: 800 km
			GPM GMI L1C 校正済み輝度温度	L1C	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 輝度温度 観測走査幅: 800 km
		L2	GPM GMI レベル 2 降水量	L2	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度, 雲氷・雲水量, 雲マスク分類, 積算水蒸気量, 海表面温度 観測走査幅: 800 km

表 3.3-2 GMI レベル1/レベル2/レベル1C 準リアルタイムプロダクトのレベル定義

GPM 準リアルタイムプロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト名称	処理レベル	内容
GMI	NRT	L1R	GPM GMI レベル 1B 輝度温度	L1B	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 輝度温度 観測走査幅: 800 km
			GPM GMI レベル 1C 校正済み輝度温度	L1C	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 輝度温度 観測走査幅: 800 km
		L2R	GPM GMI レベル 2R 降水量	L2R	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 降水強度, 雲氷・雲水量, 雲マスク分類, 積算水蒸気量, 海面温度 観測走査幅: 800 km

表 3.3-3 GMI レベル3 標準プロダクトのレベル定義

GPM 標準プロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト名称	処理レベル	内容
GMI	STD	L3	GPM GMI レベル 3 降水量	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水量 分解能: 0.25°

3.4 ファイル名規約

3.4.1 レベル1/レベル2標準プロダクト(軌道番号あり)

GMI のレベル1, レベル2 およびL1C標準プロダクトのファイル命名規約を以下に示す。



図 3.4-1 レベル1/レベル2/レベル1C 標準プロダクト(軌道番号あり)のファイル名構成

表3.4-1 レベル1/レベル2/レベル1C 標準プロダクト(軌道番号あり)のファイル名定義

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPMCOR [固定]
2	センサID	3	GMI [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	軌道番号	6	nnnnnn : 000000~999999
6	処理レベル	3	レベル+タイプ, レベル:1B/L2/... , タイプ:S(標準)
7	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: GMI レベル 1B: G1B GMI レベル 1C: G1C GMI レベル 2: GL2
8	プロダクトバージョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)

3.4 ファイル名規約

3.4.2 レベル1/レベル2準リアルタイムプロダクト(軌道番号なし)

GMI レベル1, レベル2およびレベル1C 準リアルタイムプロダクトのファイル命名規約を以下に示す。



図3.4-2 レベル1/レベル2/レベル1C 準リアルタイムプロダクトファイル名構成(軌道番号なし)

表3.4-2 レベル1/レベル2/レベル1C 準リアルタイムプロダクトファイル名定義(軌道番号なし)

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPMCOR [固定]
2	センサ ID	3	GMI [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	処理レベル	3	レベル+タイプ, レベル:1B/L2/..., タイプ:R(準リアルタイム)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: GMI レベル 1B: G1B GMI レベル 1C: G1C GMI レベル 2: GL2
7	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)

3.4.3 レベル3標準プロダクト

GMI レベル3 標準プロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

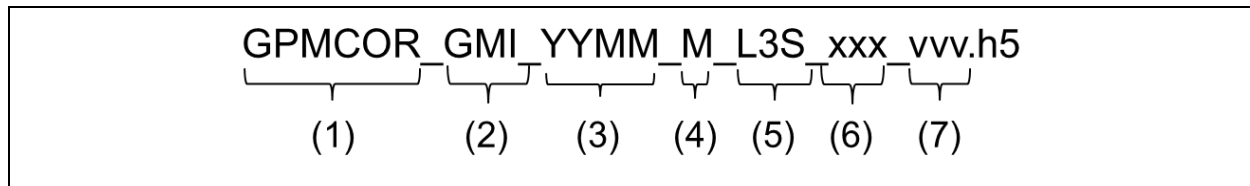


図3.4-3 レベル3標準プロダクトのファイル名構成

表3.4-3 レベル3標準プロダクトのファイル名定義

No.	名称	文字数	値
1	ミッション ID	6	GPMCOR [固定]
2	センサ ID	3	GMI [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	4	YYMM
4	プロセス単位	1	M [固定]
5	プロセスレベル	3	レベル+タイプ, レベル:L3 タイプ:S(標準)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: GMI レベル 3: GL3 [固定]
7	プロダクトバージョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)

3.5 GMI処理の概要

3.5.1 レベル1Bアルゴリズムの概要

レベル1B アルゴリズムとソフトウェアにより、レベル0のデータはアンテナ温度(Ta)と輝度温度(Tb)に変換される。アンテナ温度(Ta)は、ラジオメトリック補正により得られ、輝度温度(Tb)はアンテナ温度(Ta) にアンテナパターン補正(APC) と 代替校正を施して得られる。図3.5-1に、アルゴリズムとプロダクト(出力)の関係を示す。

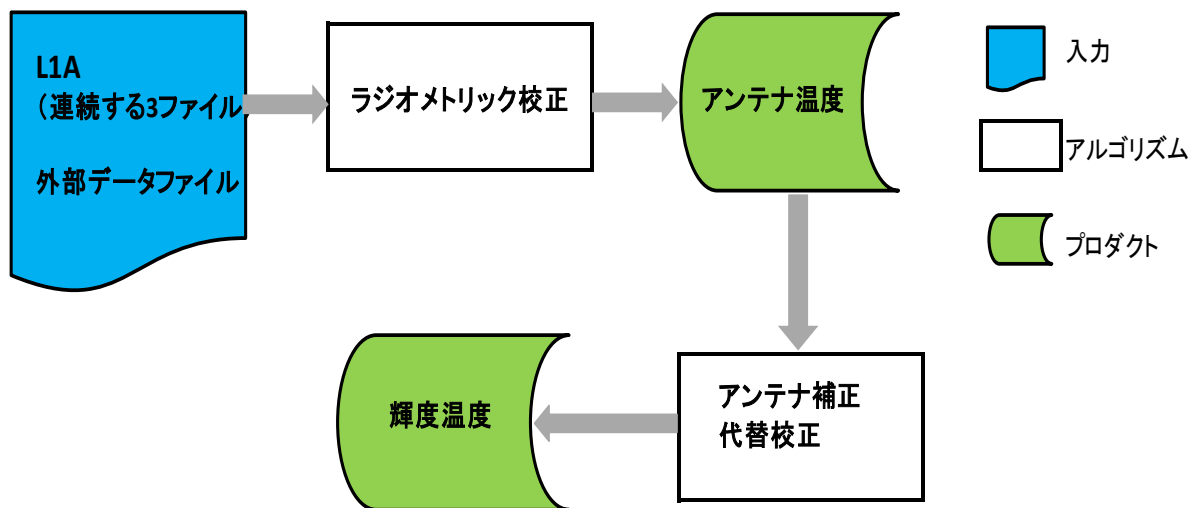


図3.5-1 GMI レベル1B アルゴリズムのトップレベルフローチャート

3.5.2 レベル1Cアルゴリズムの概要

NASA のPPSによる、レベル1C標準プロダクトとレベル1C 準リアルタイムプロダクトは、運用準備レビューの段階で導入された。レベル1Cアルゴリズムの目的は、GPM主衛星とコンステレーション衛星の間に対して相互校正輝度温度(Tc)プロダクトを生成する事であり、降水量検索に対して均一で一貫性のあるデータセットを提供する事である。

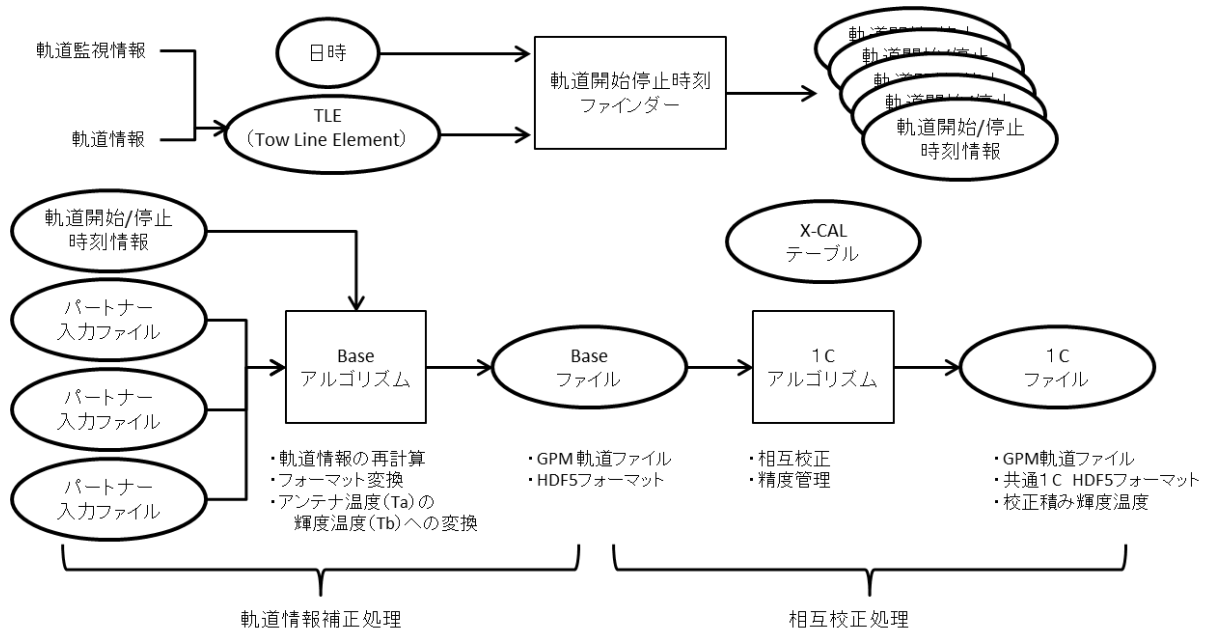


図 3.5-2 レベル1C 処理フロー(標準プロダクト)

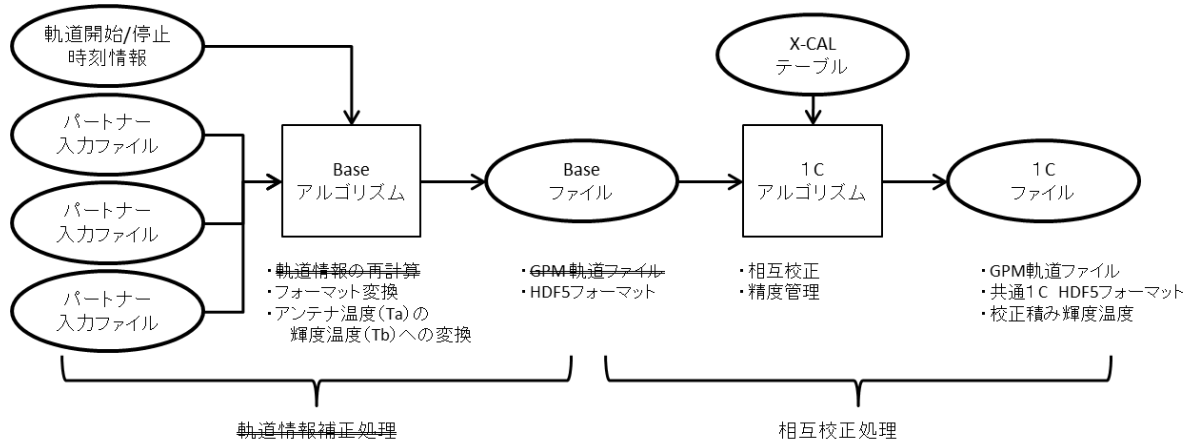


図 3.5-3 レベル1C 処理フロー(準リアルタイムプロダクト)

3.5.3 レベル2処理

GMI L2のアルゴリズム記述書(ATBD)では、GPM主衛星・副衛星すべての放射計で使われる受動型マイクロ波降水測定アルゴリズムについて規定している。アルゴリズムの出力パラメータは表 3.5-1に示すとおり。

表 3.5-1 レベル2降水プロダクトの主要出力パラメータ

ピクセル情報		
パラメータ	単位	内容
緯度・経度	°	画素の地球座標位置
表面タイプ	なし	地表面放射率、クラス/海洋/海岸/海水
検索タイプ	なし	S0, S1, S2(検索タイプ)
画素状態	なし	品質管理過程により除去された画素の識別
品質フラグ	なし	画素がデータベース上の Tb との適合程度
表面温度, 積算水蒸気量, 地表 2m 気温	K, mm, K	モデルから出力された変数
表面降水量	mm/hr	全降水量
流体降水分率 対流降水分率	0-1.0 0-1.0	流体での地表面への降水分率 対流による地表面への降水分率
降水構造	なし	28 鉛直分布プロファイルにおける水分構成要素の自己類似指標
構造指標	なし	降水検索指標と不確実性
雲水量, 雨水量, 混合相量, 水氷量	kg/m ²	検索プロファイルの総量

放射計降水アルゴリズム(PA)実装は、5つのプロセス(モデル準備、GPM前処理、GPM降雨アルゴリズム-GPROF2014、GPM結合及びGPM後処理(図3.5-4の紫色のボックス)で構成されている。モデル準備プロセスでは、GANALとヨーロッパ中期予報センター(ECMWF)のGRIB形式ファイルの双方が取り込まれる。例えば、相対湿度の鉛直分布からGANALの鉛直積算水蒸気量(TCWV)が計算される。

リアルタイム及び準リアルタイムのGPROF2014では、気象庁の全球客観解析値(GANAL)が必要とされ、解析後、検索され速やかに、気象庁からJAXAを介しPPSにデータが送られる。

地表面上のパラメータは、表面気圧、海面気圧、高度10mでの風速のU V成分、高さ2 mの気温、高さ2 mの相対湿度と表層温度である。等気圧面上の鉛直プロファイルは、温度、鉛直速度、風速のU V成分、相対湿度、重力ポテンシャル高(圧力面からの実標高)である。モデルデータは6時間毎のプロファイル、表面のデータが同化される。GANAL格子の空間分解能は $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ である。

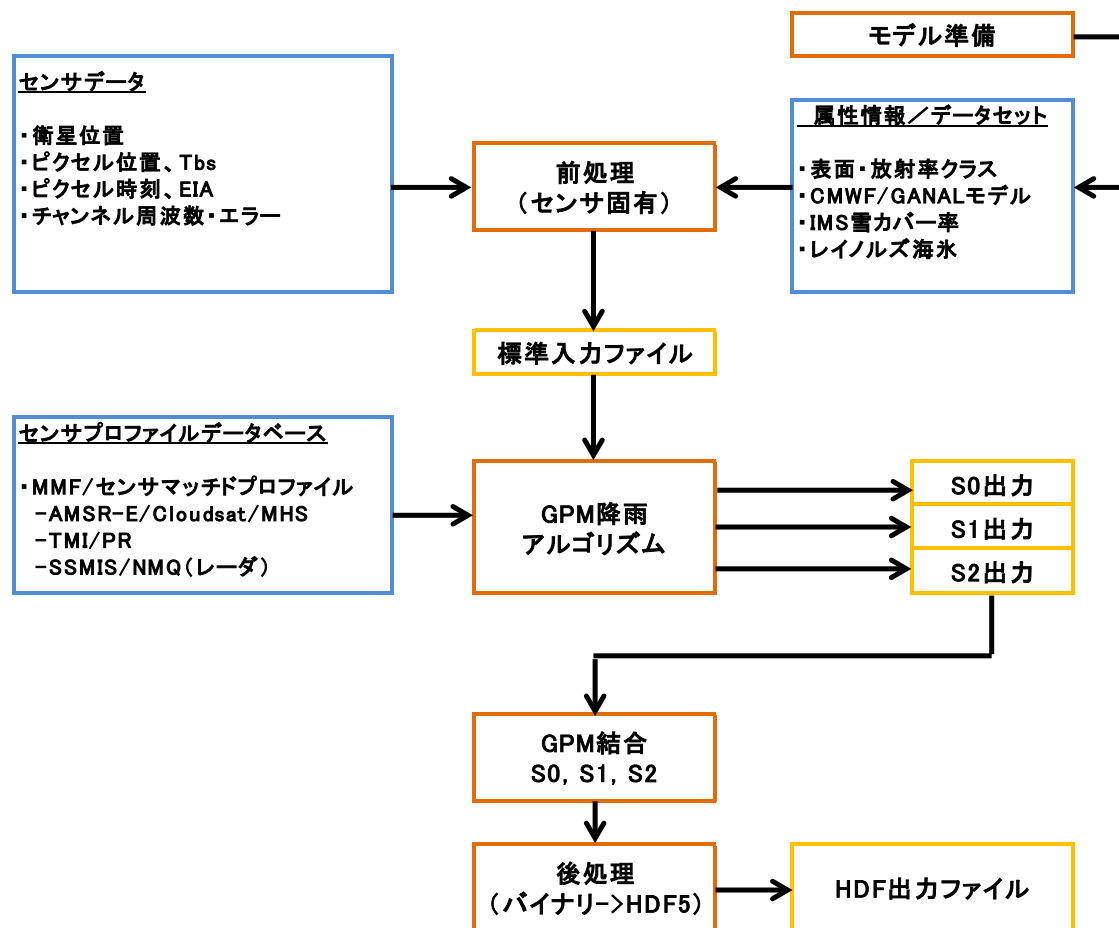


図 3.5-4 GPM降水アルゴリズムの処理ステップの概要

4. DPR/GMI複合プロダクトの概要

4.1 プロダクトのレベル定義

表4.1-1～3に、DPR/GMI 複合プロダクトのレベル定義を示す。DPR/GMI 複合プロダクトは、標準プロダクト (STD: Standard) と準リアルタイムプロダクト(NRT: Near Real Time)から構成される。なお、本プロダクトはDPR/GMI複合、DPR/GMI、COMB (Combined)、CMBと呼ばれることがある。

表 4.1-1 DPR/GMI複合レベル2 標準プロダクト レベル定義

GPM 標準プロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト名称	処理レベル	内容
DPR/ GMI (COMB)	STD	L2	GPM DPR/GMI 複合 レベル 2 降水量	L2	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 観測走査幅: 125/245 km 分解能: 5 km(水平), 250 m(鉛直)

表 4.1-2 DPR/GMI複合 レベル2 準リアルタイムプロダクト レベル定義

GPM 準リアルタイムプロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト名称	処理レベル	内容
DPR/ GMI (COMB)	NRT	L2R	GPM DPR/GMI 複合 レベル 2 降水量	L2	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 降水強度 観測走査幅: 125/245 km 分解能: 5 km(水平), 125/250 m(鉛直)

表 4.1-3 DPR/GMI レベル3 標準プロダクト レベル定義

GPM 標準プロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト名称	処理レベル	内容
DPR/ GMI (COMB)	STD	L3	GPM DPR/GMI レベル3降水量	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ:降水量 分解能: 0.25, 0.5 °
			GPM DPR/GMI レベル 3 加熱量	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ:格子化対流性・層状性加熱量 分解能: 0.25°
			GPM DPR/GMI レベル3加熱量	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ:複合月平均対流性・層状性加熱量 分解能: 0.25°

4.2 ファイル名規約

4.2.1 L2標準プロダクト(軌道番号あり)

DPR/GMI レベル2 標準プロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

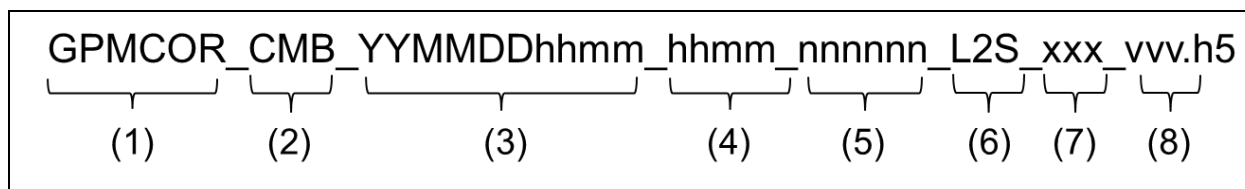


図 4.2-1 レベル2 標準プロダクトのファイル名構成(軌道(シーン)番号あり)

表 4.2-1 レベル2 標準プロダクトのファイル名定義(軌道(シーン)番号あり)

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPMCOR [固定]
2	センサ ID	3	CMB [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	軌道番号	6	nnnnnn : 000000~999999
6	処理 レベル	3	レベル+タイプ, レベル:L2, タイプ:S(標準)
7	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: DPR/GMI 複合レベル 2: CL2 [固定]
8	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)

4.2.2 レベル2準リアルタイムプロダクト(軌道番号なし)

DPR/GMI レベル2準リアルタイムプロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

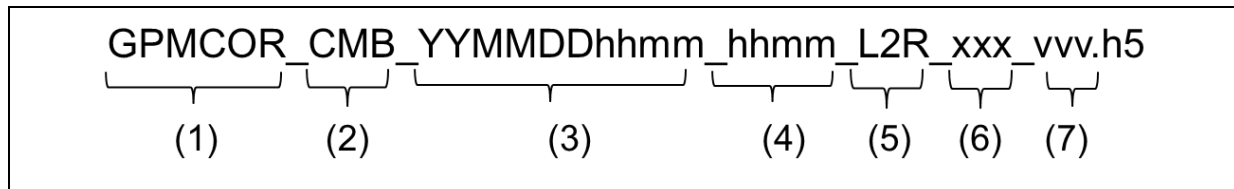


図 4.2-2 レベル2準リアルタイムプロダクトファイル名構成(軌道番号なし)

表 4.2-2 レベル2 準リアルタイムプロダクトのファイル名定義(軌道番号なし)

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPMCOR [固定]
2	センサ ID	3	CMB [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	処理 レベル	3	レベル+タイプ, レベル: L2, タイプ:R(準リアルタイム)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: DPR/GMI Combined レベル 2: CL2 [固定]
7	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー: 再処理毎に加算)

4.2.3 L3標準プロダクト

DPR/GMI レベル3標準プロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

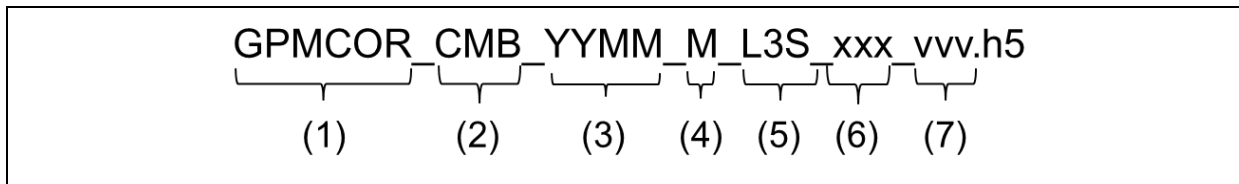


図 4.2-3 レベル3 標準プロダクトファイル名構成

表 4.2-3 レベル3 標準プロダクトファイル名定義

No.	名称	文字数	値
1	ミッション ID	6	GPMCOR [固定]
2	センサ ID	3	CMB [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	4	YYMM
4	Process Unit	1	M [固定]
5	Process レベル	3	レベル+タイプ, レベル:L3 タイプ:S(標準)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: DPR/GMI 複合 レベル 3: CL3 DPR/GMI 複合 レベル 3: CSM
7	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)

4.2.4 潜熱加熱CSH レベル3(格子化)標準プロダクト

DPRの潜熱レベル3 (格子化)標準プロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

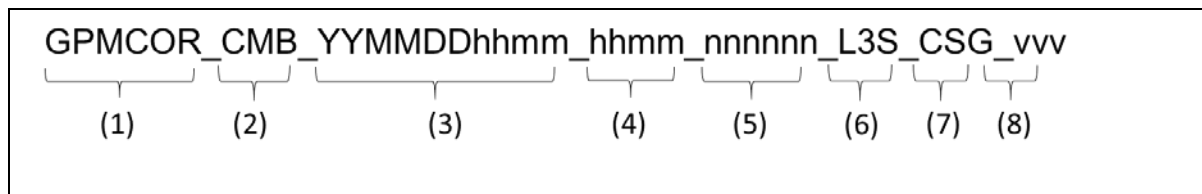


図 4.2-4 潜熱レベル3 (格子化)標準プロダクトの命名規約 (軌道番号あり)

4.2 ファイル名規約

4.2.4 潜熱加熱CSH レベル3(格子化)標準プロダクト

表 4.2-4 潜熱レベル3 (格子化)標準プロダクトのファイル名定義 (軌道番号あり)

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPMCOR [固定]
2	センサID	3	CMB
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	軌道番号	6	nnnnnn : 000000~999999
6	処理レベル	3	レベル+種別, レベル:3, タイプ:S (標準)
7	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名 PPS 処理 COMB LH L3 (gridded orbit al): CSG
8	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー (アルファベット 1 文字) (メジャー; 再処理毎に加算)

4.3 DPR/GMI複合処理の概要

現在のアルゴリズムはアンサンブルカルマンフィルタ(EnKF)手法に則って設計されており、DPR反射率とGMI輝度温度を逆解析して降雨プロファイルを推定している。GPM複合アルゴリズムの概略構成を図 4.3-1に示す。準リアルタイム処理の場合には、環境パラメータ解析のボックスに示すように、非降雨域での環境パラメータの推定値は、全球客観解析値(GANAL)の代わりに全球予報値(FCST)を用いて単純化される。

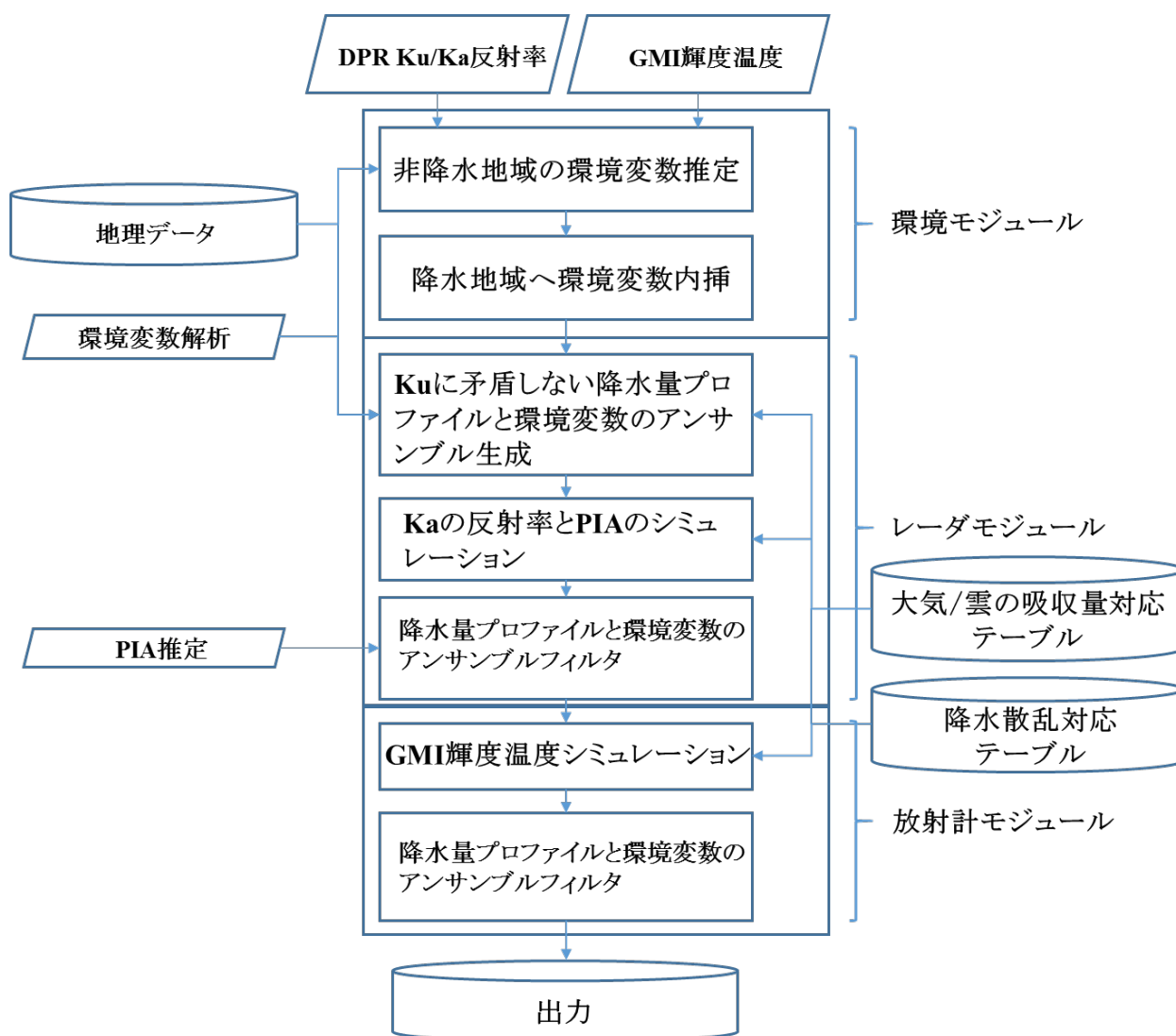


図 4.3-1 GPM 複合レーダ放射計アルゴリズムの基本設計

複合アルゴリズムは、3つの主要モジュールで構成される。降水分布を推定するためのバックグラウンドとしての環境モジュール、DPRの各フットプリント地点における降水量プロファイル作成のためのレーダモジュール、レーダからの降水データ情報をGMI観測値と整合させるための放射計モジュールである。

アルゴリズムの出力は、DPRフットプリント位置におけるDPR-GMIで観測された推定降水量の平均値(最適推定値)と標準偏差(推定値の不確かさ)である。衛星打上げ後のGPM複合アルゴリズムプロダクトの検証は、二段階で行われる。

5. 全球合成降水マップ(GSMaP)プロダクトの概要

5.1 プロダクトのレベル定義

表5.1-1～2 に、GSMaP プロダクトのレベル定義を示す。GSMaPプロダクトは、標準プロダクト(STD)と準リアルタイムプロダクト(NRT)から構成されている。

表 5.1-1 GSMaP レベル3 標準プロダクト レベル定義

GPM 標準プロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト名称	処理レベル	内容
GSMaP	STD	L3	GSMaP 降水量 (1 時間強度 HDF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.1 °
			GSMaP 降水量 (1 時間強度 TEXT)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.1 °
			GSMaP 降水量 (1 時間強度 GeoTIFF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.1 °
			GSMaP 降水量 (月平均 HDF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.1 °
			GSMaP 降水量 (月平均 GeoTIFF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.1 °
			GSMaP 降水量 (1 時間強度 netCDF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.1 °
			GSMaP 降水量 (月平均 netCDF)	L3	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 降水強度 分解能: 0.1 °

表 5.1-2 GSMP 準リアルタイムプロダクト レベル定義

GPM 準リアルタイムプロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト名称	処理レベル	内容
GSMP	NRT	L3	GSMP 降水量 (1 時間強度 HDF)	L3	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ:降水強度 分解能: 0.1 °
			GSMP 降水量 (1 時間強度 TEXT)	L3	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ:降水強度 分解能: 0.1 °

5.2 ファイル名規約

5.2.1 GSMP標準/準リアルタイムプロダクト

GSMPプロダクト(HDFとTEXT) レベル3 標準と準リアルタイムプロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

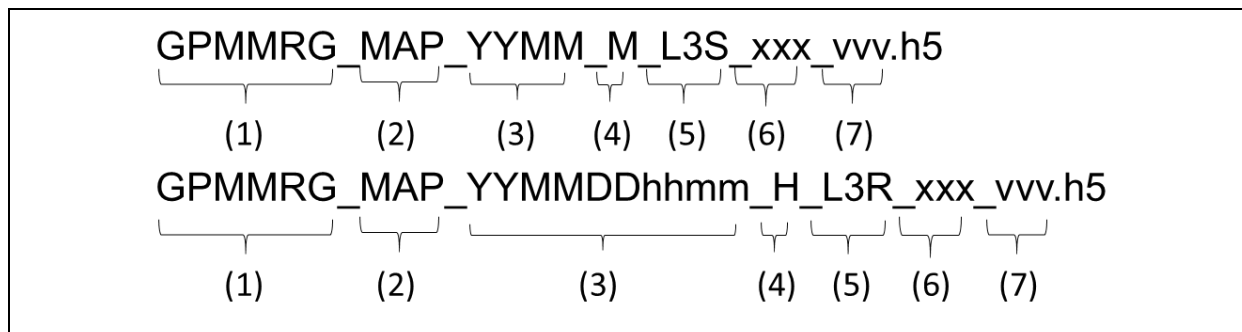


図 5.2-1 GSMP標準と準リアルタイムプロダクトのファイル名構成

表 5.2-1 GSMP標準と準リアルタイムプロダクトファイル名定義

No.	名称	文字数	値
1	ミッション ID	6	GPMMRG [固定]
2	センサ ID	3	MAP [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	4,10	YYMM :年月 YYMMDDhhmm : 年月日時分(分は 00 固定)
4	Process Unit	1	M:月 平均, H:1 時間平均
5	Process レベル	3	レベル+タイプ, レベル:L3 タイプ:S(標準)/R(準リアルタイム)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: GSMP(1 時間平均, 標準,HDF): MCH GSMP(1 時間平均, 標準, Text): MCT GSMP(1 時間平均, 準リアルタイム,HDF): MFW GSMP(1 時間平均, 準リアルタイム,Text): MFT GSMP(月 平均): MCM
7	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)

5.2 ファイル名規約

5.2.1 GSMP標準/準リアルタイムプロダクト

GSMPプロダクト(GeoTIFF) レベル3 標準のファイル命名規約を以下に示す。

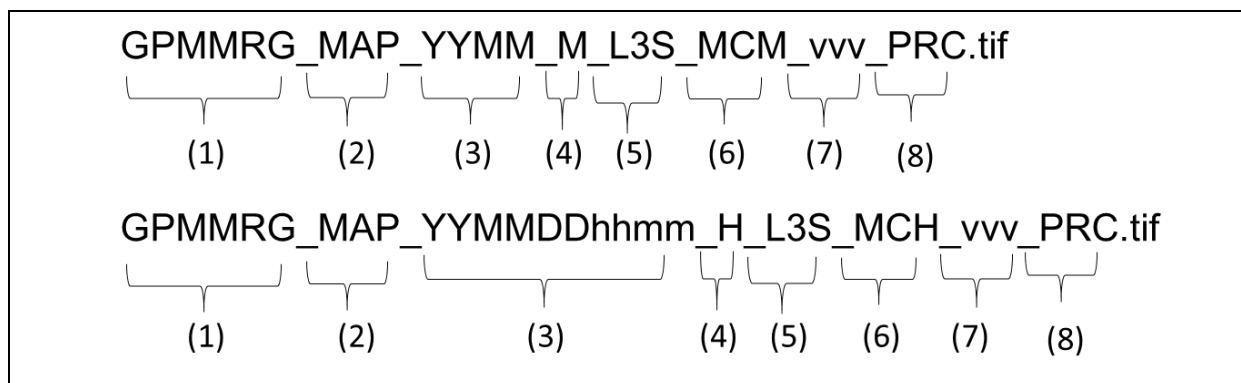


図 5.2-2 GSMP標準プロダクト(GeoTIFF)の命名規約

表 5.2-2 GSMP 標準プロダクト(GeoTIFF)ファイル名定義

No.	名称	文字数	値
1	ミッション ID	6	GPMMRG [固定]
2	センサ ID	3	MAP [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	4,10	YYMM :年月 YYMMDDhhmm : 年月日時分(分は 00 固定)
4	Process Unit	1	M:月 平均, H:1 時間平均
5	Process レベル	3	レベル+タイプ, レベル:L3 タイプ:S(標準)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: GSMP(1 時間平均, 標準 L3 GeoTIFF 形式 固定): MCH GSMP(月 平均, GeoTIFF 形式): MCM
7	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)
8	変数名	3	PRC (1 時間平均降水量/月平均降水量、固定)

5.2 ファイル名規約

5.2.1 GSMap標準/準リアルタイムプロダクト

GSMapプロダクト(netCDF) レベル3 標準のファイル命名規約を以下に示す。

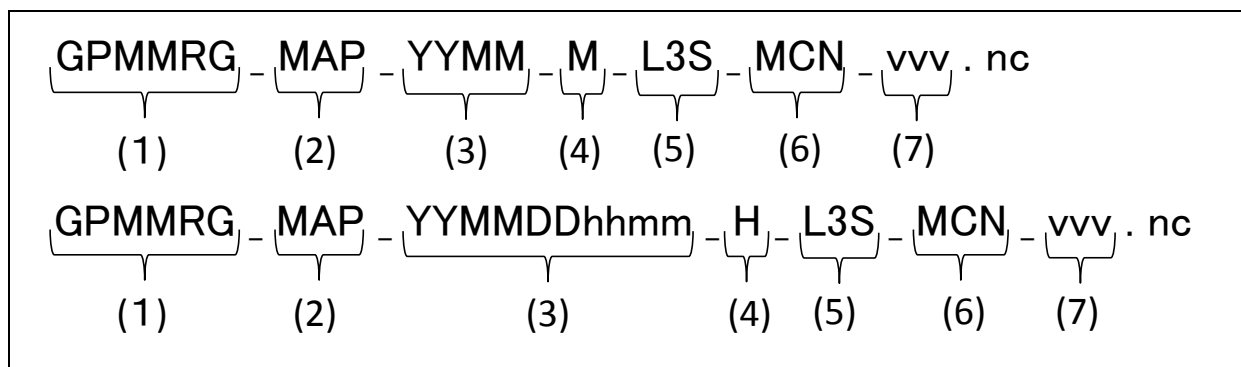


図 5.2-3 GSMap標準プロダクト(netCDF)のファイル名構成

表 5.2-3 GSMap標準プロダクト(netCDF)ファイル名定義

No.	名称	文字数	値
1	ミッション ID	6	GPMMRG [固定]
2	センサ ID	3	MAP [固定]
3	シーン開始時刻 (UTC)	4,10	YYMM :年月 YYMMDDhhmm : 年月日時分(分は 00 固定)
4	Process Unit	1	M:月平均, H:1 時間平均
5	Process レベル	3	レベル+タイプ, レベル:L3 タイプ:S(標準)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名: GSMap(1 時間平均, 標準,netCDF): MCN GSMap(月平均, netCDF): MCN
7	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)

5.3 GSMP製品処理の概要

GSMP アルゴリズムは、DPRデータ等の情報を用いて精度向上が図られた全球の降水地図作成アルゴリズムである。本アルゴリズムは、GPMマイクロ波放射計(GMI)を含む多くのマイクロ波放射計(イメージャ/サウンダ)の観測値から求められた推定値や静止気象衛星の赤外觀測データから得られた雲情報を合成することにより、時間空間的に平均化したレベル3の衛星全球合成降水マップを作成する。図5.3-1に、処理フローの概略を示す。

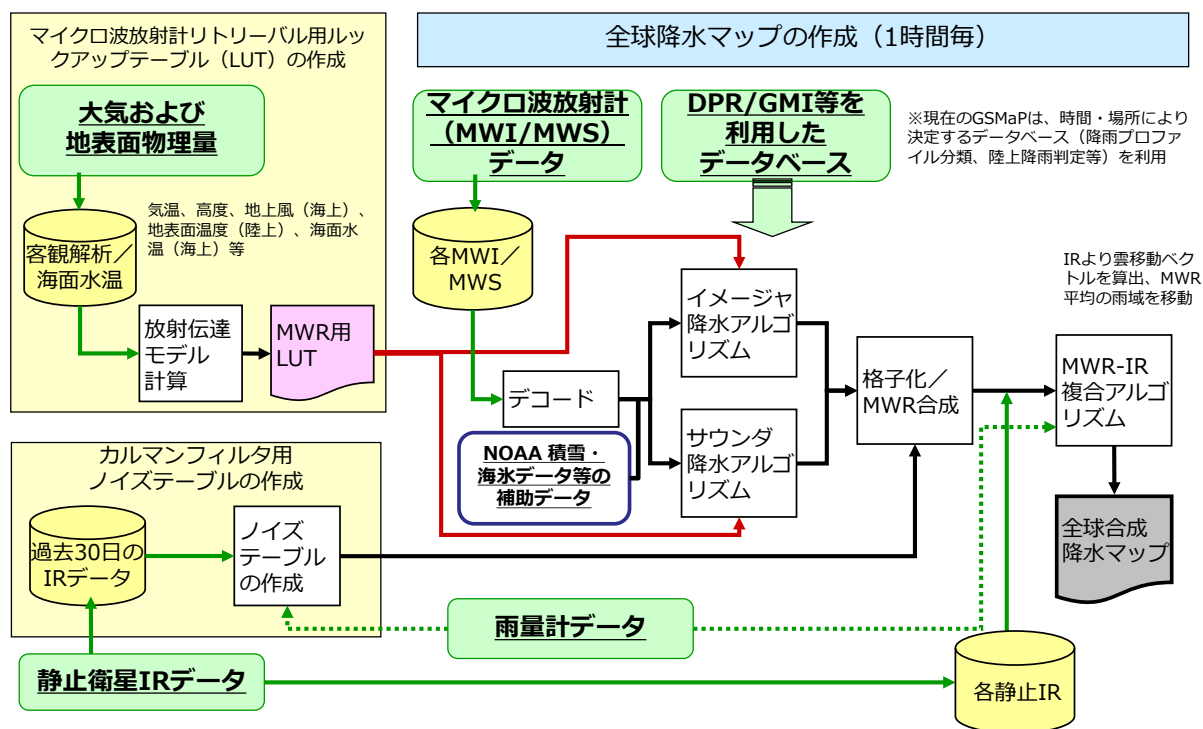


図 5.3-1 GSMPアルゴリズム処理フロー

GSMP アルゴリズムは、マイクロ波放射計(MWI)アルゴリズム、マイクロ波サウンダ(MWS)アルゴリズム及びマイクロ波赤外複合(MVK)アルゴリズムの3つに大別される。

全球合成降水マップは標準処理または準リアルタイム処理により作成される。標準処理では、一時間毎の観測合成データを処理し月毎に平均化する。準リアルタイム処理では、標準処理よりも高頻度にデータが作成される。(毎時)

5.4 ファイル入力/出力

表5.4-1は、GSMPで使用される入力データと出力プロダクトを示す。

表 5.4-1 GSMPで使用される入力データ及び出力プロダクト

No.	標準処理	準リアルタイム処理	入出力
1	マイクロ波放射計イメージャ (MWI) データ (TRMM/TMI, DMSP-F16-19/SSMIS, GCOM-W/AMSR2, 等)	マイクロ波放射計イメージャ (MWI) データ (TRMM/TMI, DMSP-F16-19/SSMIS, GCOM-W/AMSR2, 等)	入力
2	マイクロ波放射計サウンダ (MWS) データ (NOAA 18-19/AMSU-A, B, NPP/ATMS, MetOp-A,B,C/MHS, 等)	マイクロ波放射計サウンダ (MWS) データ (NOAA 18-19/AMSU-A, B, NPP/ATMS, MetOp-A,B,C/MHS, 等)	入力
3	全球解析値	全球予報値	入力
4	衛星データと地上観測データとを用いた全球日別海表面温度データ (MGDSST)	衛星データと地上観測データとを用いた全球日別海表面温度データ (MGDSST)	入力
5	日積算雨量計データ	日積算雨量計データ	入力
6	NOAA/CPCの各衛星(GOES-12, GOES-11, METEOSAT, and MTSAT) 合成IRデータ	NOAA/CPCの各衛星(GOES-12, GOES-11, METEOSAT, and MTSAT)合成IRデータ	入力
7	NOAA積雪・海氷データ(北半球) NOAA積雪・海氷データ(南半球)	NOAA積雪・海氷データ(北半球) NOAA積雪・海氷データ(南半球)	入力
8	GSMP レベル 3 (時間平均)	GSMP レベル 3R (1時間)	出力
9	GSMP レベル 3 (月平均)	なし	出力

6. コンステレーション衛星プロダクトの概要

6.1 コンステレーション衛星プロダクト

GPM主衛星搭載のDPRとGMIに加え、GPMコンステレーション衛星は、以下に示すコニカル走査型のマイクロ波放射計グループとクロストラック走査型水蒸気サウンダグループから構成される。図6.1-1に、2014年1月13日時点のGPMコンステレーションを示す。

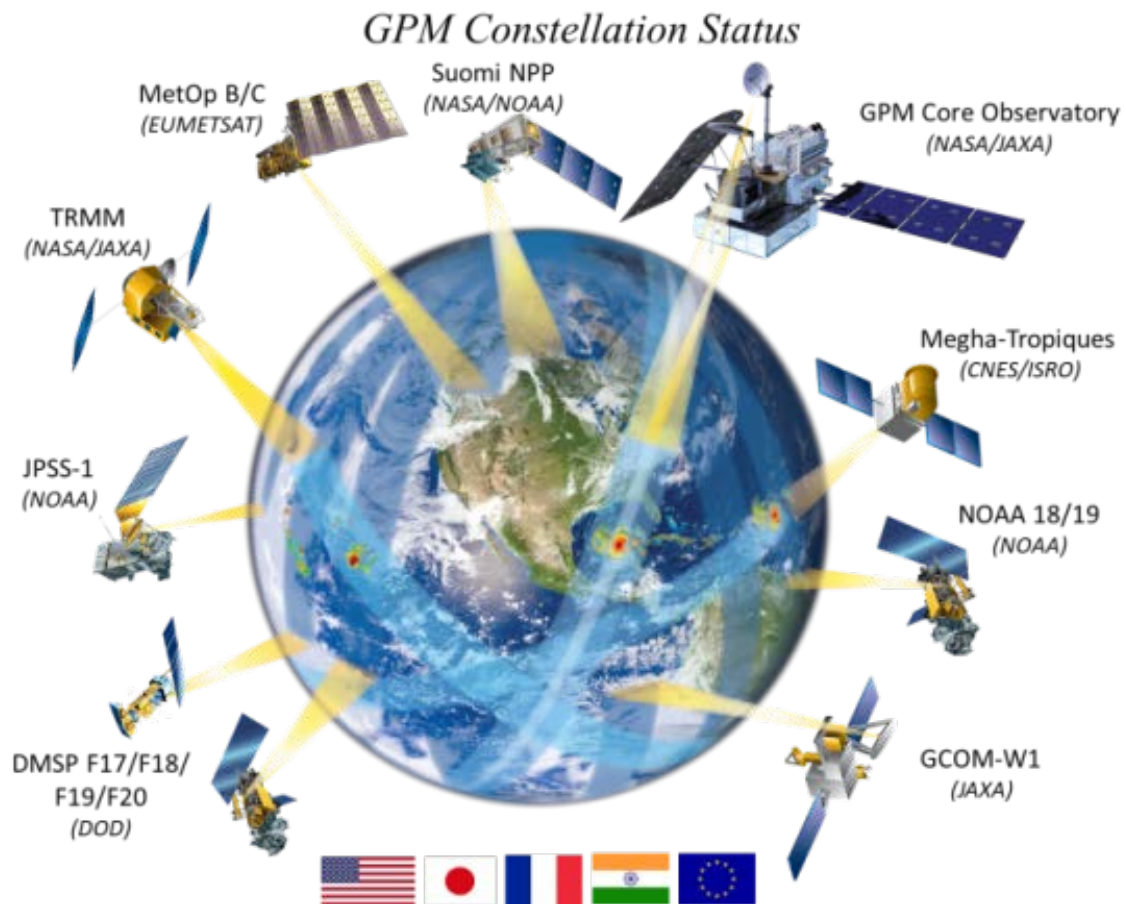


図 6.1-1 GPM コンステレーション(2014年1月13日)

表 6.1-1 GPMコンステレーション衛星

観測機器	衛星	機関
マイクロ波イメージャ(TMI)	熱帯降雨観測衛星(TRMM)	宇宙航空研究開発機構 (JAXA) ,アメリカ航空宇宙局 (NASA)
マイクロ波イメージサウンダ (SSMIS)	防衛気象衛星 (DMSP)	アメリカ国防総省 (DoD)
高性能マイクロ波放射計2 (AMSR2)	水循環変動観測衛星 (GCOM-W)	宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
マルチ周波数マイクロ波放射計 (MADRAS), マルチチャンネルマイクロ波温度サウン (SAPHIR)	Megha-Tropiques衛星	フランス国立宇宙研究センター (CNES), インド国立宇宙研究機構 (ISRO)
高性能マイクロ波サウンダ ユニットA (AMSU-A)	NOAA衛星-18, 19	アメリカ海洋大気庁 (NOAA)
マイクロ波水蒸気サウンダ (MHS)		
高性能マイクロ波サウンダ ユニットA (AMSU-A)	極軌道気象衛星 MetOp シリーズ	欧州気象衛星機関 (EUMETSAT)
マイクロ波水蒸気サウンダ(MHS)		
高性能マイクロ波サウンダ (ATMS)	スオミ衛星(NPP)	アメリカ海洋大気庁 (NOAA), アメリカ航空宇宙局 (NASA)
ATMS	極軌道環境衛星(JPSS)	NOAA, NASA
マイクロ波イメージャ	防衛天候衛星 (DWSS)	アメリカ国防総省 (DoD)

6.2 GMIとコンステレーション衛星

GPMマイクロ波イメージャ(GMI)は、DPRと同様、GPM主衛星搭載の観測機器である。多周波、多偏波のこのコニカル走査型マイクロ波イメージャは、TRMM搭載のマイクロ波イメージャ(TMI)の後継に当たる。GMIの開発はNASAが担当した。

GMIの主要な役割はDPRとの同時観測により降水予測の精度を向上するとともに、GPM主衛星による高精度観測とコンステレーション衛星搭載のマイクロ波放射計による高頻度観測の連携を図ることである。またGMIは、コンステレーション衛星搭載の各マイクロ波センサの輝度温度校正を行うことにより、センサ間のバイアスに伴う降水強度予測の差異を縮小することも期待される。

TMIと比較した場合のGMIの特徴としては、TMIで用いられている10.65-89GHz帯に9つのチャンネルを実装するとともに、ミリ波帯の166GHz (「大気窓」チャンネル) と183.31GHz (水蒸気吸収線) 帯に新たに4つのチャンネルを実装していることが挙げられる。高周波数帯の追加により、特に高緯度域でしばしば生じる弱い雨や雪の推定精度の向上に寄与することが期待される。またGMIは、TMIの2倍の1.2mのアンテナ口径を持つことから、空間分解能が大幅に向上している。

6.3 プロダクトのレベル定義

表6.3-1～2に、MWI/MWSプロダクトのレベル定義を示す。MWI/MWSプロダクトは、標準プロダクト(標準)と準リアルタイムプロダクト (NRT)から構成される。

表 6.3-1 MWI/MWS レベル1C 標準プロダクト レベル定義

GPM 標準プロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト名称	処理 レベル	内容
MWI/MWS	STD	L1	XXX L1C 校正済み Tb ¹⁾	L1C	GPM 標準プロダクト 主要パラメータ: 輝度温度
			1): XXX は個々のセンサのプロダクト名称.		

表 6.3-2 MWI/MWS レベル1C 準リアルタイムプロダクト レベル定義

GPM 準リアルタイムプロダクト					
センサ	タイプ	レベル	プロダクト 名称	処理 レベル	内容
MWI/MWS	NRT	L1	XXX L1C 校正済み Tb ²⁾	L1C	GPM 準リアルタイムプロダクト 主要パラメータ: 輝度温度
			2): XXX は個々のセンサのプロダクト名称.		

6.4 ファイル名規約

6.4.1 MWI/MWSレベル1C標準プロダクト

MWI/MWS レベル1C標準プロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

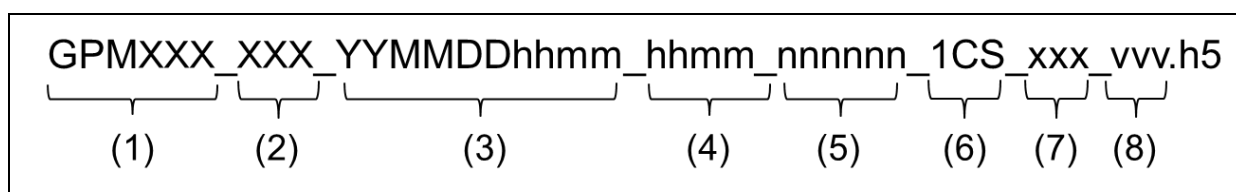


図 6.4-1 MWI/MWS レベル1C 標準プロダクトの命名規約(軌道(シーン)番号あり)

表 6.4-1 MWI/MWS レベル1C 標準プロダクト(軌道番号あり)のファイル名定義

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPM+xxx, xxx:衛星識別コード e.g. GW1/TRM/... ; 表 6.4-2 参照
2	センサ ID	3	e.g. AM2/TMI /... ; 表 6.4-2 参照
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	軌道番号	6	nnnnnn : 000000~999999
6	処理 レベル	3	レベル+タイプ, レベル:レベル 1C/... , タイプ:S(標準)
7	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名 表 6.4-3 参照
8	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)

表 6.4-2 MWI/MWS レベル1C プロダクトの衛星識別コードとセンサ ID

衛星	機関	センサ	衛星識別コード	センサ ID
Megha Tropiques	CNES/ISRO	SAPHIR	MGT	SPH
GCOM-W	JAXA	AMSR2	GW1	AM2
DMSP F16	NOAA, DOD	SSMIS	F16	MIS
DMSP F17	NOAA, DOD	SSMIS	F17	MIS
DMSP F18	NOAA, DOD	SSMIS	F18	MIS
DMSP F19	NOAA, DOD	SSMIS	F19	MIS
NOAA-18	NOAA	MHS	N18	MHS
NOAA-19	NOAA	MHS	N19	MHS
NPP	NOAA, NASA	ATMS	NPP	ATS
MetOp-A	EUMESAT	MHS	MTA	MHS
MetOp-B	EUMESAT	MHS	MTB	MHS
MetOp-C	EUMESAT	MHS	MTC	MHS
TRMM	JAXA /NASA,	TMI	TRM	TMI

表 6.4-3 MWI/MWS レベル1C プロダクトのアルゴリズムキー

アルゴリズム	アルゴリズムキー
MWI/MWS レベル 1C	センサ ID 表 6.4-2 参照

6.4.2 MWI/MWSレベル1C準リアルタイムプロダクト

MWI/MWS レベル1C 準リアルタイムプロダクトのファイル命名規約を以下に示す。

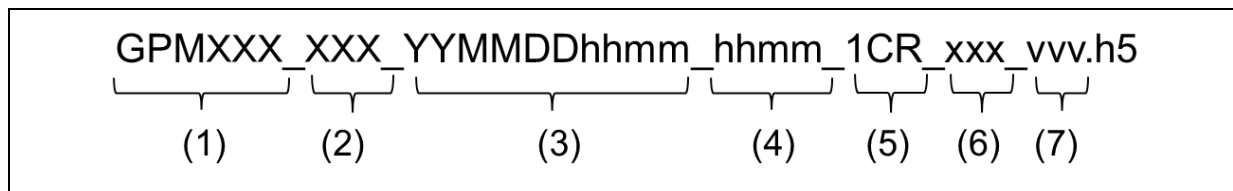


図 6.4-2 MWI/MWS 準リアルタイムプロダクトの命名規約(軌道番号なし)

表 6.4-4 MWI/MWS レベル1C 準リアルタイムプロダクトのファイル名定義(軌道番号なし)

No.	名称	文字数	値
1	ミッションID	6	GPM+xxx, xxx:衛星識別コード e.g. GW1/TRM/... ; 表 6.4-2 参照
2	センサ ID	3	e.g. AM2/TMI /... ; 表 6.4-2 参照
3	シーン開始時刻 (UTC)	10	YYMMDDhhmm
4	シーン終了時刻 (UTC)	4	hhmm
5	処理 レベル	3	レベル+タイプ, レベル:L1C/... , タイプ:R(準リアルタイム)
6	アルゴリズムキー (プロダクト識別)	3	アルゴリズム識別名 表 6.4-3 参照
7	プロダクトバージ ョン	3	メジャー (数字 2 桁) + マイナー(アルファベット 1 文字) (メジャー:再処理毎に加算)