NCX-030021

地球観測データ利用ハンドブック

- AMSR-E 編-

第 5 版

平成 21 年 3 月

Japan Aerospace
Exploration Agency

はじめに

近年、地球規模の環境変化を把握する必要性について、世界的な関心が高まりつつあります。このような環境変化の解明に寄与する為、宇宙からの観測技術を利用することを目的として、米国において地球観測衛星（EOS）シリーズが開発されました。Aqua は、EOS シリーズ 2 機目の衛星であり、日米協力プロジェクトとして（独）宇宙航空研究開発機構製造の改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR-E）が搭載されております。

Aqua は、2002 年 5 月に米国バンデンバーグ空軍基地からデルタ 2 ロケットにより打ち上げられ、高度約 705ｋm、軌道傾斜角約 98 度、周期約 99 分で地球を周回する軌道に乗りました。AMSR-E により観測されたデータは、NASA 地上局（アラスカ局、スバルバード局等）で受信された後、NASA ゴダード宇宙飛行センターにおいてパケット分離処理が実施され、さらにオンラインで（独）宇宙航空研究開発機構/地球観測センターに伝送されます。

（独）宇宙航空研究開発機構では、打上げ約 1 月後から取得した AMSR-E 観測データに対し、1 年にわたる校正検証を実施し、レベル 1 プロダクトについては 2003 年 6 月から、レベル 2 以上の高次レベルプロダクトについては 2003 年 9 月から一般への公開を開始いたしました。その後、プロダクトの精度向上等のためのアルゴリズム改良が行われ、現時点（2009 年 3 月現在）においては、レベル 1 プロダクトについてはアルゴリズムバージョン 2、高次レベルプロダクトについてはアルゴリズムバージョン 6 のプロダクトを提供しております。

本書は、AMSR-E プロダクトを利用して頂く上で、必要となる情報の提供を目的としております。本書を通じて AMSR-E プロダクトが、地球規模の環境変動監視や環境保全に活用されることを期待いたします。

2009 年 3 月
（独）宇宙航空研究開発機構
地球観測研究センター

地球観測データ利用ハンドブック –AMSR-E 編-

目　次

地球観測データ利用ハンドブック –AMSR-E 編-

図表一覧

【図】

【表】

地球観測データ利用ハンドブック –AMSR-E 編-

有効ページ一覧

ページ	符号
全ページ	オリジナル

第1章　序論

地球環境は、海洋、海、大気及び生物が互いに深く関係して成り立っていることは既に知られている。地球環境を 1 つのシステムとして解明するには、グローバル、かつ継続的な観測が必要となる。この目的の為に、現在、各国が協調をとりながら、プロジェクトが進められている。この一環として、米国航空宇宙局（NASA）は観測時刻（昇交点通過地方時刻）が午後となる軌道の地球観測衛星 EOS Aqua を、宇宙開発事業団（NASDA）（現在の（独）宇宙航空研究開発機構（JAXA））は観測時刻（降交点通過地方時刻）が午前となる軌道の環境観測技術衛星 ADEOS-II を開発した。

Aqua には、当時の NASDA が開発した改良型高性能マイクロ波放射計 AMSR-E が搭載されている。AMSR-E は、ADEOS-II に搭載するセンサとして JAXA が開発した高性能マイクロ波放射計 AMSR をベースに、Aqua 搭載用の改良を加えたセンサである。

AMSR-E、並びに AMSR は、地表や大気から自然に放射される微弱な電波を複数の周波数帯で高精度に観測し、地球の水循環を解明するために必要なデータを取得する電波センサである。電波センサの特徴として、光学センサと異なり、昼夜の別なく、また天候に影響されることなく、常に観測を行うことができる。また、AMSR を午前の軌道、AMSR-E を午後の軌道に投入することによる高い頻度の観測で、地球環境の日変化をとらえることが可能になり、地球環境システムの解明に大きく貢献することが期待されている。

1.1　目的

本書は、ユーザが AMSR-E から得られたデータを有効利用するために必要な様々な情報を提供するものであり、標準プロダクトに関する各種情報をはじめ、Aqua 衛星、搭載センサおよび地上システム等の関連する情報もあわせて紹介する。

1.2　範囲

本書は、以下の 6 つの章と付録から構成される。

1 章　：本文書の目的、範囲、Aqua および AMSR-E ミッションの概要について記述。

2 章　：Aqua 衛星システムおよび搭載センサの主要諸元、軌道概要、運用方針等を紹介するとともに、AMSR-E センサの仕様について詳細を説明。

3 章　：JAXA および NASA の、関連する地上システムの概要を紹介。

4 章　：JAXA から提供される AMSR-E 標準プロダクトのデータ処理アルゴリズム、

およびデータフォーマットの概要を紹介。

5 章　：JAXA の地球観測情報システムが、AMSR-E 標準プロダクトに関連して提供するデータサービスの概要を説明

6 章　：Aqua 打ち上げ後の AMSR-E 軌道上初期チェックアウト、校正・検証の概要および主要な成果について紹介

付録　：略語集、参考情報や窓口一覧等の関連情報、AMSR および GLI プロダクトフォーマット

1.3　ミッションの概要

1.3.1　Aqua ミッション概要

Aqua プロジェクトは、全地球的な環境変動メカニズムを長期的に研究するために、NASA が推進している Earth Science Enterprise（ESE）の中核をなす地球観測衛星システム（EOS：Earth Observation System）プログラムの一つであり、同じく EOS プログラムの一環として実施されている他の地球観測衛星プロジェクト[*1]、およびデータ処理・提供、衛星の運用管理等を行う地上設備（ESDIS：Earth Science Data and Information System）プロジェクトと連携して実施されている。また、衛星および地上システムの開発におけるアメリカと日本、およびブラジルの協力を含め、南北アメリカ、オーストラリア、ヨーロッパおよびアジアからの多彩な専門分野における研究者の協力により推進している国際プロジェクトである。

Aqua プロジェクトの主要なミッションは、大気、海洋、地表間の地球環境プロセスを研究し、さらにそれらのプロセスと、地球環境変動との関連を解明することである。搭載される各種のセンサによって取得される様々な観測データからは、長期的な地球環境変動の評価およびその変動における人的要因と自然現象の識別、長期気象予測精度を向上させるための気候モデルの改良等の研究に利用される。

図 1.3-1　**軌道上の** Aqua **外観図**

[*1]：Aqua と同シリーズの地球観測衛星プロジェクトとしては、1999 年 12 月に打ち上げられた EOS Terra および 2004 年 7 月に打ち上げられた EOS Aura がある。

ここで、Aqua による主要な観測対象およびその目的を、大気、海洋、陸域、および雪氷域の各分野について表 1.3-1 に整理する。

表 1.3-1　Aqua による主要な観測対象および目的

分野		観測対象・目的
大気		
	観測対象	エアロゾル、大気温度・湿度、雲、降雨、エネルギー放射
	観測理由	大気温度および湿度は、地域的または全地球的な気象条件に影響する主要な要素である。また、水や固体（海塩、火山灰等）の微少な粒子であるエアロゾルは、大気中にとどまり、太陽エネルギーを吸収、散乱し、また雲の凝結核となることで、気象のパターンに影響する。雲は、地表に真水を与える源であり、また太陽エネルギーを宇宙空間に反射し（冷却）、地球が発する熱を蓄える（保温）ことで気候に影響を及ぼす。
海洋		
	観測対象	海色、海面温度、海上風
	観測理由	海洋の変化は、世界中の漁場に影響し、また海洋と大気の間で熱交換および化学的交換の空間分布に影響する。特に、海面温度は、海洋生産力および気象に全地球的規模で影響する。
陸域		
	観測対象	火災、土地被覆、土地利用変化、地表面温度、地表面含水量、植生、火山活動の影響
	観測理由	土地被覆の種類およびその広がりは、地域的または全地球的な気候に影響する。また気候の変動は、これらの影響を受けるとともに、土地利用変化の一因となる。
雪氷域		
	観測対象	積雪、海氷
	観測理由	積雪は、地球から直ちに光を反射し、地熱が逃げることを防ぎ、寒気団を形成し、また地面への氷結浸透を制限することで気候に影響する。また、積雪量は、将来的な洪水や干ばつを示している可能性がある。海氷は、熱損失や太陽エネルギーの強い放射から海水を絶縁するという性質により、地球表面で吸収される太陽放射量を減少させる。

Aqua は、2002 年 5 月 4 日午前 2 時 55 分（米国太平洋夏時間）に、米国／カリフォルニアのバンデンバーグより、デルタ 2 型ロケットで打ち上げられた。打ち上げ後は、16 日で全球をカバーする軌道に投入され、その設計寿命である 6 年を越えて後期運用段階に入った現時点でも地球環境に係るプロセスの解明に必要なデータを提供している。観測されたデータは、衛星に搭載されたデータレコーダに記録された後、約 1 周回に 1 回の頻度で X バンドにて地上に送信され、米国／アラスカおよびノルウェー／スバルバードの NASA 極域地上局にて受信される。受信された観測データは、NASA GSFC（Goddard Space Flight Center）に伝送され、各センサデータ毎に基本的な前処理が行われたのち、AMSR-E のデータ処理を行う JAXA を含む、各センサデータの処理機関に配信される。

また、Aqua の運用計画立案および追跡・管制（衛星状態監視、軌道決定、軌道・姿勢制御管理等）も GSFC にて行われる。なお、運用コマンドの送信や HK テレメトリデータの受信は、NASA 局域地上局の他、米国／メキシコ（White Sands）の地上局から NASA のデータ中継衛星（TDRS）を経由しても行われる。

1.3.2　AMSR-E ミッション概要

AMSR-E は、6 つの周波数帯における輝度温度を垂直／水平偏波のそれぞれに対して計測するマイクロ波放射計である。AMSR-E ミッションの目的は、全球的な環境変動の研究および監視を行うために必要な各種の物理量を測定することである。ここで、AMSR-E が観測の対象としている各種物理量、およびその目的を表 1.3-2 に整理する。

表 1.3-2　AMSR-E **の観測対象および目的**

観測対象	目的
降雨	AMSR-E は、雲を通して雨滴や氷粒子からのマイクロ波放射や散乱を観測し、海域および陸域の両方において降雨強度を測定することができる。降雨は、生態系に水を与えるとともに、地表面の加熱を抑制し、地球を適度な環境に保つための重要な役割を果たしている。
海面温度	AMSR-E は、降水を伴わない雲を通して海面温度を測定する事ができる。海面温度は、グローバルな気象パターンに大きく影響することが知られており、AMSR-E の全天候観測は、気象に影響する海面温度とそのプロセスの監視に大きく貢献する。
水蒸気量	AMSR-E は、海域において積算水蒸気量を観測する。大気中の水蒸気量は、水がどのように大気を循環するのかを把握するために重要であり、また主要な温室効果ガスの一つとして、今後の地球温暖化を予想するための重要な指標となる。
海上風速	AMSR-E は海面の波を観測し、その観測データから海上風速を算出する事ができる。海上風は、海面からの水の蒸発量を推定する際の重要な要素となる。
雲水量	AMSR-E 観測データより算出される海上の雲水量は、様々な条件下での雲（およびその雲による太陽光の反射）の増減の研究に利用される。温暖化による雲の増減は、地球温暖化のメカニズムの解明にフィードバックされる。
海氷	海洋を覆う氷は、低温の大気への熱損失から海水を絶縁し、逆に海洋を暖める太陽光を反射する。海氷パラメータ（種類や広がり）を監視することは、海氷のこれらの作用が気候変動に与える影響を把握するために必要である。
積雪	降雨プロセスの初期段階における氷粒子の観測とほぼ同じ原理で、AMSR-E は積雪による散乱を観測する。海氷と同様、積雪は地球からの太陽光反射量に大きく影響するとともに、地熱の放出を防ぎ寒気団を形成する役割を果たす。さらに、積雪による冬期の保水は、春季における植物や作物への水の供給量に影響する重要なメカニズムである。
土壌水分	植生の少ない地域においては、AMSR-E による土壌水分量の観測が可能である。土壌水分は、植物や作物を良好な状態に維持するために重要な役割を果たし、また土壌水分量を全球について観測することで、干ばつしやすい地域における干ばつの予兆を監視する。

AMSR-E は、軌道上での Aqua 定常運用開始以降、常時観測モードで運用される。AMSR-E 観測データは他のセンサデータと一緒に約 1 周回に 1 回の頻度で NASA 極域地上局で受信され、GSFC で基本的な処理が行われた後、回線経由で JAXA の地球観測センター（EOC）に伝送される。JAXA/EOC は、GSFC より提供された AMSR-E 観測データを輝度温度に変換する処理を行い（低次処理）、さらに上記で示した各種物理量を算出する処理（高次処理）を行ったうえ、その結果を JAXA プロダクトとしてユーザに提供する。また、GSFC から回線で提供される AMSR-E の HK データにより、AMSR-E センサの運用状態の監視を行う。

なお、JAXA/EOC で処理した AMSR-E 輝度温度データは NASA 側に提供され、NASA の

マーシャル宇宙飛行センター（MSFC）でも各種物理量の算出が行われた上、NASA プロダクトとしてユーザに提供される。

1.4　各国の役割分担

1.4.1　全体役割分担

Aqua プロジェクトは、1.3 節で述べた通り、米国 NASA を中心に、日本やブラジルが協力して推進している国際プロジェクトである。ここでは、Aqua プロジェクトに係る関係各国の役割分担を、衛星および搭載センサの開発、運用、およびデータ受信・処理のそれぞれについて整理する。

表 1.4-1　Aqua **プロジェクトに関わる各国の役割**

役　割		担　当		
		米国	日本	ブラジル
衛星・センサ開発				
衛星本体		○		
改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR-E）			○	
大気赤外サウンダ（AIRS）		○		
高性能マイクロ波サウンダ（AMSU）		○		
水蒸気サウンダ（HSB）				○
雲・地球放射エネルギー観測装置（CERES）		○		
中分解能撮像分光放射計（MODIS）		○		
衛星・センサ運用				
打ち上げ		○		
衛星運用計画立案、追跡・管制		○		
センサ状態監視		○	○	○
データ受信・処理				
データ受信		○		
全センサデータの前処理		○		
AMSR-E データ処理	低次		○	
	高次	○	○	
AIRS データ処理		○		
AMSU データ処理		○		
HSB データ処理		○		○
CERES データ処理		○		
MODIS データ処理		○		

1.4.2　データ処理アルゴリズムの開発方針

AMSR-E のレベル 2 以上の高次処理アルゴリズムは、日米の合同サイエンスチームにより検討、開発されている。合同サイエンスチームによるアルゴリズム開発は、まず日・米双方においてアルゴリズムの検討を行い、それぞれ JAXA アルゴリズム、NASA アルゴリズムを開発する。これらのアルゴリズムは、ある段階において比較・検討され、最終的に合同アルゴリズムとして一本化される。

なお、JAXA アルゴリズムによる AMSR-E 観測データの処理は、JAXA/EOC においてそれぞれ実施され、その処理結果は「JAXA 標準プロダクト」としてユーザに提供される。また、NASA アルゴリズムによって処理された AMSR-E データは、「EOS 標準プロダクト」としてユーザに提供される。一方、合同アルゴリズムに一本化された以降の AMSR-E 高次処理は、一括して JAXA/EOC にて実施され、その処理結果は「AMSR-E 標準プロダクト」として、NASA 側のユーザを含む全てのユーザに提供される。

第2章　Aqua 衛星システムの概要

2.1　衛星システム

Aqua 衛星システムは､米国の TRW 社が開発する共通衛星バスシステムを採用している。共通衛星バスシステムを採用するメリットとしては、搭載機器の改良や置き換えが設計や開発スケジュールへの深刻な影響なしに実施できることであり、また EOS Aura といった今後の地球観測衛星のニーズに併せてスケールを変更可能である。さらに、この共通衛星バスシステムは、軽量な材質を使用しているため、機器を多く搭載する事ができかつ打ち上げコストも削減できる。なお、Aqua 衛星バスシステムに対しては、センサを取り付ける地球方向側の面について、視野を最大にする開発が個別に実施された。

ここで、図 2.1-1 に Aqua 外観図および表 2.1-1 に衛星の主要諸元を示す。

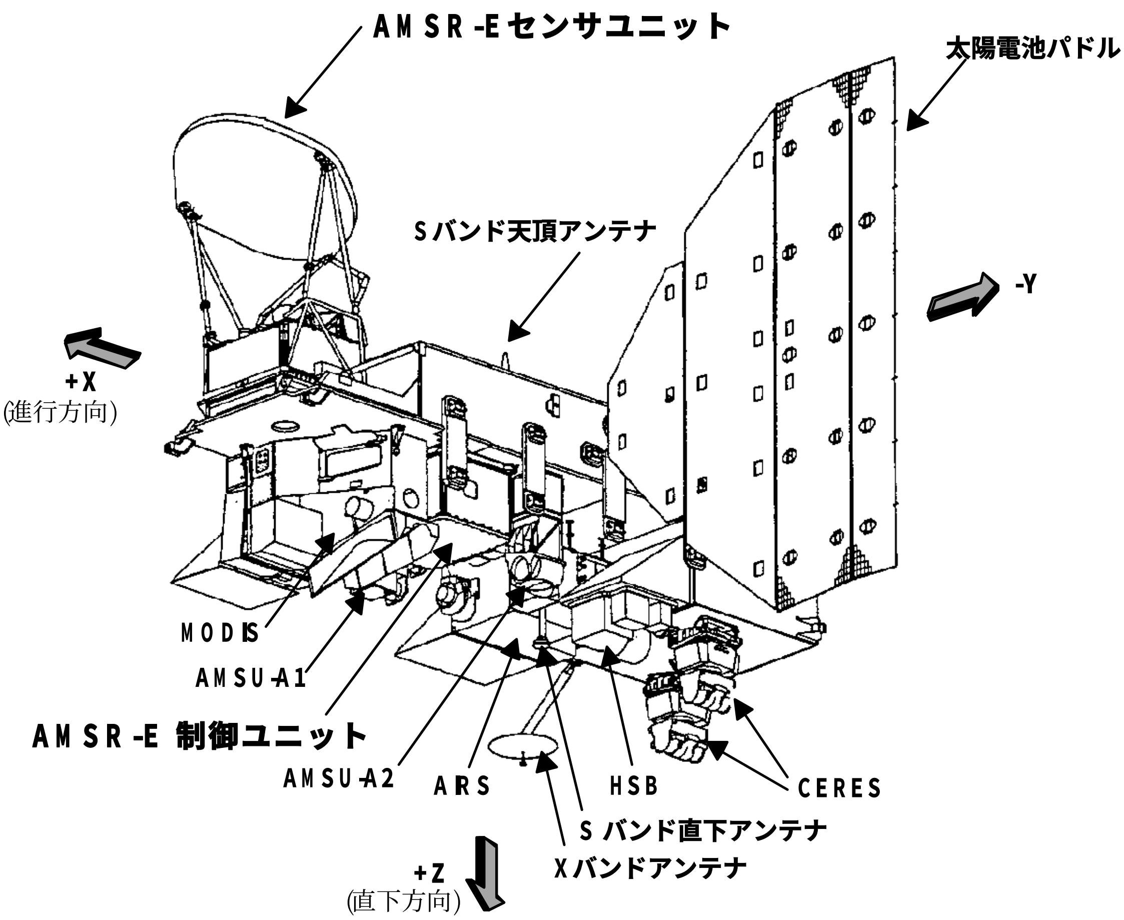


図 2.1-1　Aqua **外観図**

表 2.1-1　Aqua 主要諸元

項目		諸元
寸法	本体（打ち上げ時）	2.68m×2.49m×6.49m（X 軸×Y 軸×Z 軸）
	本体（軌道上運用時）	4.81m×16.70m×8.04m
重量	全重量（打ち上げ時）	2,934 kg
	衛星バス機器	1,750 kg
	ミッション機器	1,082 kg
	燃料	102 kg
電力	寿命末期	4,860 W
寿命	設計寿命	6 年
軌道	種類	太陽同期準回帰軌道
	高度	705km
	軌道傾斜角	98.2°±0.1°
	周期	98.8 分
	回帰日数	16 日
	1 回帰の周回数	233 周
	赤道上隣接軌道間距離	約 140km
	昇交点通過地方時	PM1:30±15 分
打ち上げ	ロケット	デルタ 2 ロケット
	射場	バンデンバーグ空軍基地
	打ち上げ日時	2002 年 5 月 4 日　午前 2 時 55 分（米国太平洋夏時間）

2.2　搭載機器の概要

Aqua には、改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR-E）、大気赤外サウンダ（AIRS）、高性能マイクロ波サウンダ（AMSU）、雲・地球放射エネルギー観測装置（CERES）、中分解能撮像分光放射計（MODIS）、および水蒸気サウンダ（HSB）の観測センサが搭載される。

2.2.1　改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR-E）

(1) ミッション概要

改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR-E）は、6.9GHz 帯から 89GHz 帯までの 6 周波数帯を、各々垂直偏波及び水平偏波で観測するマイクロ波放射計で、アンテナ等を機械的に回転させ走査することにより、地表等の放射輝度データを取得する。 AMSR-E は 1.6m という大きなアンテナ開口径で、最も波長の短い 89GHz 帯では約 5km、最も波長の長い 6.9GHz 帯でも約 50km の空間分解能のデータを取得できる。また、地表入射角を約 55 度で一定となるようにコニカル走査を行い、海面水温に対する海上風の影響を小さくするとともに、1450km という広観測幅を達成している。さらに、観測データを校正するために、深宇宙の輝度温度を取得する機能、および高温校正源を搭載している。

- 開発機関：JAXA（Japan Aerospace Exploration Agency：（独）宇宙航空研究開発機構）（ただし、開発当時は NASDA）
- 観測対象：降雨、海面温度、大気中水蒸気量、海上風速、雲水量、海氷、積雪、土壌水分量

(2) 主要諸元

図 2.2-1 に AMSR-E 外観図を、また表 2.2-1 に主要諸元をそれぞれ示す。

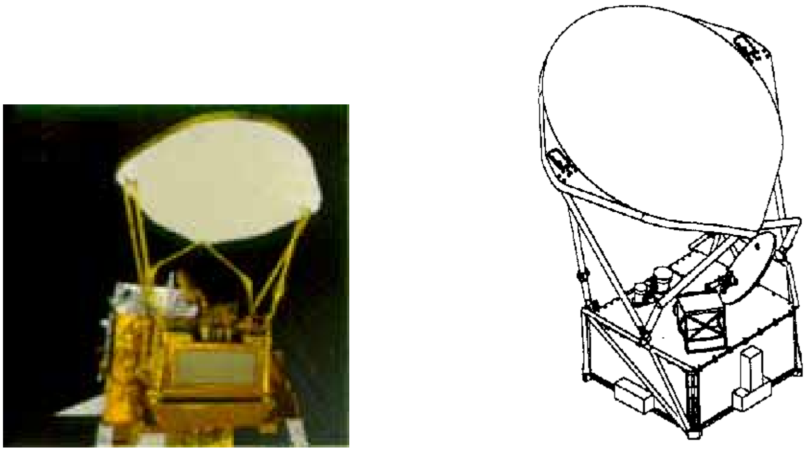


図 2.2-1　AMSR-E **外観図**

表 2.2-1　AMSR-E **センサ主要諸元**

項目	諸元						
周波数	6.925GHz	10.65GHz	18.7GHz	23.8GHz	36.5GHz	89.0GHz	
						A	B
空間分解能	約 50km		約 25km		約 15km	約 5km	
バンド幅	350MHz	100MHz	200MHz	400MHz	1000MHz	3000MHz	
偏波	水平および垂直						
入射角	55°						54.5°
交差偏波特性	-20dB 以下						
観測幅	1,450km 以上						
ダイナミックレンジ	2.7-340K						
絶対精度	1K（1 シグマ）目標						
温度分解能	0.34K	0.7K	0.7K	0.6K	0.7K	1.2K	
量子化ビット数	12bit	10bit					
データレート	87.392Kbps						
消費電力	350±35 W						
質量	324±15 kg						
寸法 アンテナ部	1.95×1.7×2.4 m						
寸法 制御部	0.8 × 1.0 × 0.6 m						

2.2.2　大気赤外サウンダ（AIRS）

(1) ミッション概要

大気赤外サウンダ（AIRS）は、NOAA が将来の実利用気象衛星への搭載を計画している高分解能赤外サウンダに対する要求事項を満足するように設計されている。また、同じく Aqua に搭載される AMSU および HSB による観測データと併せて解析に使用することで、赤外データから雲の影響を除外することができ、高い鉛直分解能および精度で、大気温度鉛直分布並びに地表面温度を算出することができる。

AIRS は、3.74～15.4μm の波長帯において、スペクトル分解能（λ/Δλ）1200 で、2378 チャンネルの同時観測を行う赤外分光計と、0.4～1.0μm の波長帯において、4 チャンネルでの観測を行う可視/近赤外センサを搭載した高分解能サウンダである。スペクトル分解能が高いことで、不要なスペクトル放射の影響を分離することができ、特に、地表面観測を理想的な条件で行う、スペクトル的にクリーンな「Super Window」を得ることができる。

- 開発機関：NASA/JPL（Jet Propulsion Laboratory：ジェット推進研究所）
- 観測対象：大気温度鉛直分布、大気湿度鉛直分布、可降水量、降雨強度、被雲率、雲頂高度、雲頂高度温度、雲光学的厚さ、地表面温度、地表面日夜間温度差、海面温度、放射エネルギーフラックス、対流圏・成層圏海面高度等

(2) 主要諸元

図 2.2-2 に AIRS の外観図を、また表 2.2-2 に主要諸元をそれぞれ示す。

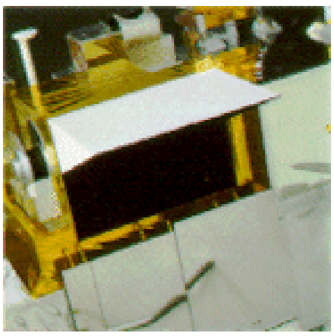
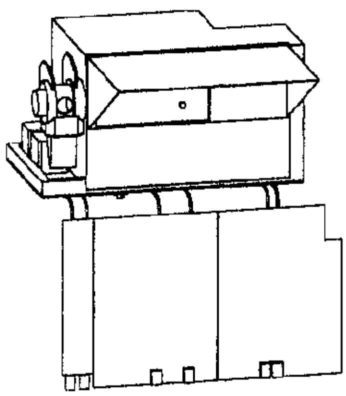



図 2.2-2　AIRS **外観図**

表 2.2-2　AIRS **センサ主要諸元**

項目		**諸元**
赤外分光計	観測周波数帯	3.74～15.4　m
	スペクトル分解能	1,200　/
可視／近赤外	観測周波数帯	0.4～1.0　m
分解能		空間分解能：13.5 km（直下） 鉛直分解能：1km
観測精度		温度：1 K　放射率：0.05
視野角／瞬時視野角		±49.5˚／1.1˚
観測幅		1650 km
データレート		1.30Mbps
消費電力		256 W
質量		156 kg
寸法		139.7×151.2×76.2 cm

2.2.3　高性能マイクロ波サウンダ(AMSU)

(1) ミッション概要

高性能マイクロ波サウンダ（AMSU）は、成層圏大気温度の鉛直プロファイルを取得し、そのデータは対流圏観測に対する雲の影響を除去するためにも利用される。AMSU は、23.8～89GHz の波長帯において、それぞれ 3.3˚ のビーム幅を持つ 15 チャンネルでの観測を行う。チャンネル 3～14 は、酸素吸収帯の低周波数側である 50～60GHz に設定され、大気温度の測定に利用される。チャンネル 1 は水蒸気の最初の吸収線上に設定されており、大気中の水蒸気全量の測定に利用される。また、31 GHz に設定されているチャンネル 2 は、降雨の有無判定に利用される。さらに、89GHz に設定されたチャンネル 15 は、その周波数に対して、氷滴が吸収や放射に比べて非常に強い散乱を示すことから、降雨の測定に利用される。

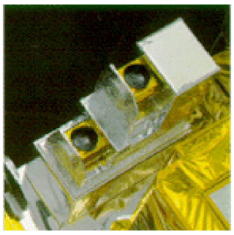
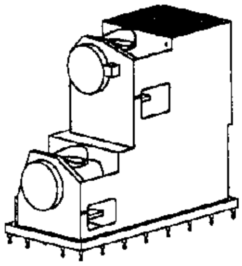
AMSU は、AMSU-A1 と AMSU-A2 の 2 つのモジュールに分かれており、チャンネル 3～15 が AMSU-A1、チャンネル 1、2 が AMSU-A2 に割り当てられている。

なお、AMSU のチャンネル 1 および 2 による観測データは、AIRS の大気湿度データの校正に使用される。

- 開発機関： NASA/GSFC（Goddard Space Flight Center：ゴダード宇宙飛行センター）
- 観測対象： 大気温度、大気湿度等

(2) 主要諸元

図 2.2-3 に AMSU の外観図を、また表 2.2-3 に主要諸元をそれぞれ示す。

AMSU-A1  

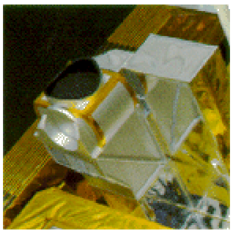
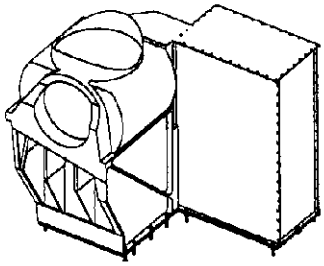
AMSU-A2  

図 2.2-3　AMSU **外観図**

表 2.2-3　AMSU **センサ主要諸元**

項目		**諸元**
AMSU-A1	観測周波数帯	チャンネル 3～14　：50～60 GHz チャンネル 15　：89 GHz
	データレート	1.316 Kbps
	寸法	65.5×29.9×59.2 cm
AMSU-A2	観測周波数帯	チャンネル 1　：23.8 GHz チャンネル 2　：31 GHz
	データレート	0.350　Kbps
	寸法	54.6×64.9×69.7 cm
空間分解能		40 km（直下）
視野角／瞬時視野角		±49.5˚／3.3˚
観測幅		1650 km
消費電力		125 W
質量		100 kg

2.2.4　雲・地球放射エネルギー観測装置（CERES）

(1) ミッション概要

CERES は地球大気上端（TOA：Top of the Atmosphere）における放射エネルギーフラックスを測定する。この測定データは、対流活動や境界層気象学のように、異なる雲生成過程が TOA フラックスにどのように影響するかを理解するために利用され、さらに大気のエネルギー論、生物生産力の研究及び空気海洋エネルギー移送にとって重要な地表面の放射エネルギーを決定するための情報を提供する。

CERES は、NOAA 衛星に搭載された ERBE（Earth Radiation Budget Experiment）に類似のセンサであり､さらに 2 軸スキャンモードを追加して精度の向上を図ったものである。また同型のセンサが､同じ EOS シリーズの衛星である TRMM（Tropical Rainfall Measuring Mission）および Terra に搭載されており、現在も観測が行われている（ただし、TRMM に搭載されている CERES については、打ち上げ後過電圧が流れる不具合が発生し、現時点でのデータの取得は断続的な実施に限定されている)。

また、Terra および Aqua には、2 器の CERES が搭載され、それぞれクロストラック方向の観測と全方位角方向の観測を行う（TRMM には 1 器のみ搭載)。

- 開発機関：NASA/LaRC（Langley Research Center：ラングレー研究センター）
- 観測対象：放射エネルギーフラックス等

(2) 主要諸元

図 2.2-4 に CERES の外観図を、また表 2.2-4 に主要諸元をそれぞれ示す。

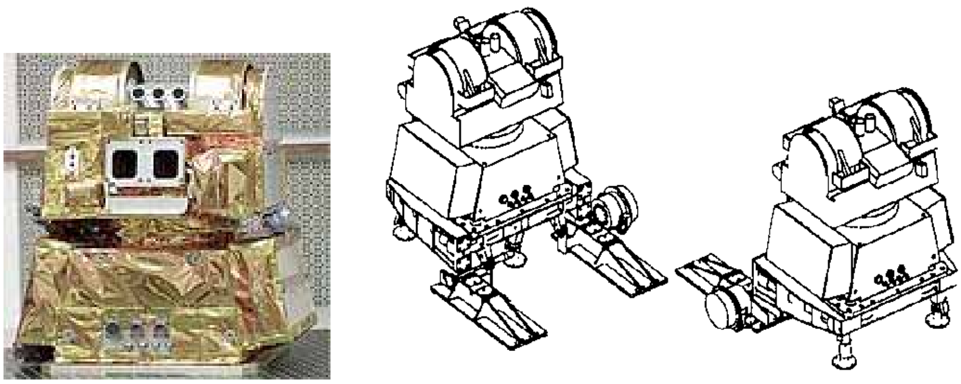


図 2.2-4　CERES **外観図**

表 2.2-4　CERES センサ主要諸元

項目	諸元
観測周波数帯	短波長チャンネル：0.3～5　m 長波長チャンネル：8～12　m 全チャンネル　　　：0.3～ >100　m
空間分解能	20 km（直下）
視野角	クロストラック方向：±78˚ アジマス方向　　　　：360˚
瞬時視野角	14　mrad
データレート	9.5 Kbps
消費電力（1 器あたり）	平均：47 W 最大：104 W（2 軸スキャンモード）
質量（1 器あたり）	50 kg
寸法（1 器あたり）	60×60×70 cm

2.2.5　中分解能撮像分光放射計（MODIS）

(1) ミッション概要

中分解能撮像分光放射計（MODIS）は、クロストラック方向のスキャンミラーと集光するための光学系、および干渉フィルタとともに 4 つの焦点に配置されたリニアアレイセンサで構成される典型的な分光放射計である。MODIS は、0.4～14.5µm の周波数帯において、地球科学的な重要性に基づき選択された 36 バンドの観測を行う。各バンドの空間分解能は、直下において 250m、500m および 1000m の 3 種類がある。また 1000m分解能での SN 比は、太陽入射角 70˚において 500 以上であり、放射照度の絶対精度は 0.4～3µm のバンドについて±5%以下、3.7～14.5µm のバンドについて 1%以下である。

MODIS は、日照域における反射および日照／日陰域における放射を、地球上のあらゆる点に対して少なくとも 2 日おきに連続的に観測できるため、全地球的に各種物理量の算出を行うことができる。

- 開発機関：NASA/GSFC
- 観測対象：雲、放射エネルギーフラックス、エアロゾル、土地被覆・土地利用変化、植生動態、地表面温度、海面温度、海色、積雪、大気気温、大気湿度、海氷、等

(2) 主要諸元

図 2.2-5 に MODIS の外観図を、また表 2.2-5 に主要諸元をそれぞれ示す。

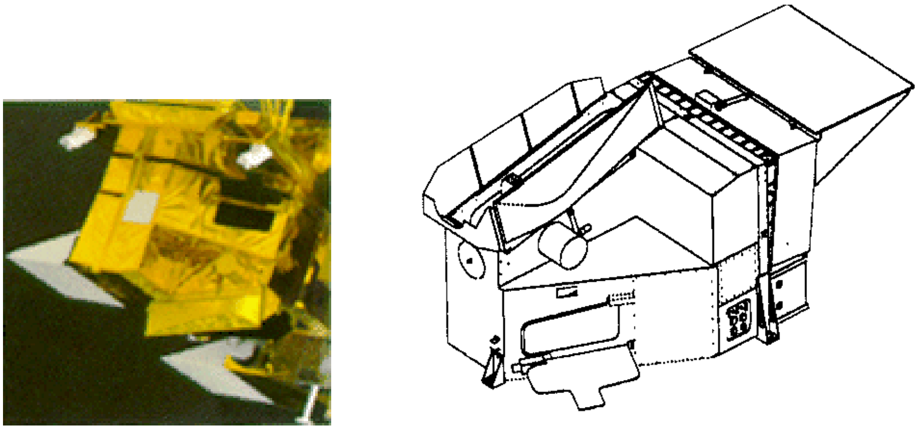


図 2.2-5　MODIS **外観図**

表 2.2-5　MODIS **センサ主要諸元**

項目	**諸元**					
観測周波数帯	ﾊﾞﾝﾄﾞ	周波数帯	ﾊﾞﾝﾄﾞ	周波数帯	ﾊﾞﾝﾄﾞ	周波数帯
	1	0.620～0.670 μm	13	0.662～0.672 μm	25	4.482～4.549 μm
	2	0.841～0.876 μm	14	0.673～0.683 μm	26	1.360～1.390 μm
	3	0.459～0.479 μm	15	0.743～0.753 μm	27	6.535～6.895 μm
	4	0.545～0.565 μm	16	0.862～0.877 μm	28	7.175～7.475 μm
	5	1.23～1.25 μm	17	0.890～0.920 μm	29	8.400～8.700 μm
	6	1.628～1.652 μm	18	0.931～0.941 μm	30	9.580～9.880 μm
	7	2.105～2.155 μm	19	0.915～0.965 μm	31	10.780～11.280 μm
	8	0.405～0.420 μm	20	3.660～3.840 μm	32	11.770～12.270 μm
	9	0.438～0.448 μm	21	3.929～3.989 μm	33	13.185～13.485 μm
	10	0.483～0.493 μm	22	3.929～3.989 μm	34	13.485～13.785 μm
	11	0.526～0.536 μm	23	4.020～4.080 μm	35	13.785～14.085 μm
	12	0.546～0.556 μm	24	4.433～4.496 μm	36	14.085～14.385 μm
空間分解能	バンド 1、2：250 m　　バンド 3～7：500 m　　バンド 8～36：1000 m					
視野角	±55°					
観測幅	クロストラック方向：2330 km　　アロングトラック方向：10 km（直下）					
データレート	日照域：10.06 Mbps　日陰域：3.2 Mbps　平均：6.2 Mbps					
消費電力	225 W（最大）　162.5 W（平均）					
質量	229 kg					
寸法	1.044×1.184×1.638 m					

2.2.6　水蒸気サウンダ（HSB）

(1) ミッション概要

水蒸気サウンダ（HSB）は、大気湿度プロファイルを得るために、大気からの放射を 4 チャンネルで観測する放射計である。観測チャンネルは、150GHz を中心周波数とするチャンネル 17 と、183.31 GHz のチャンネル 18、19、20 である。

HSB による観測データは、AMSU と同様に AIRS 観測データから算出される大気湿度プロファイルおよび可降水量測定の精度向上に利用される。

- 開発機関： INPE（Instituto Nacionalde Pesquisas Espaciais：ブラジル国立宇宙研究所）
- 観測対象： 大気湿度、等

(2) 主要諸元

図 2.2-6 に HSB の外観図を、また表 2.2-6 に主要諸元をそれぞれ示す。

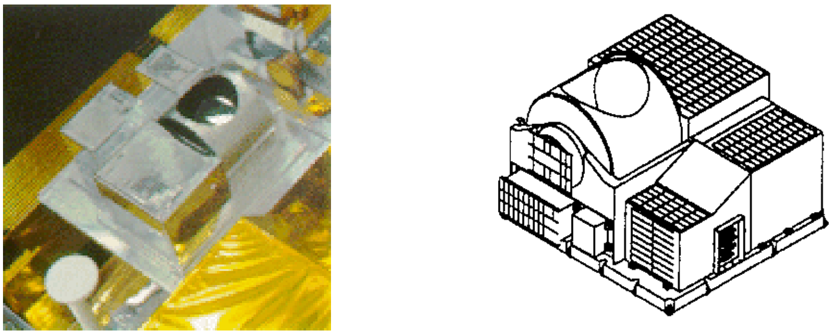


図 2.2-6　HSB **外観図**

表 2.2-6　HSB **センサ主要諸元**

項目	諸元
観測周波数	チャンネル 17　　　：150 GHz チャンネル 18～20　：183.31 GHz
空間分解能	13.5 km（直下）
視野角／瞬時視野角	±49.5˚／1.1˚
観測幅	1650 km
データレート	4.2　kbps
消費電力	80 W
質量	60 kg
寸法	52.6×70×65 cm

2.3　AMSR-E の詳細仕様

2.3.1　AMSR-E 動作原理

AMSR-E は、6.9GHz 帯から 89GHz 帯までの 6 周波数帯のアンテナ等価雑音温度として地表等の放射輝度データを各々垂直偏波および水平偏波で取得するマイクロ波放射計である。

図 2.3-1 に AMSR-E の軌道上動作原理図を示す。AMSR-E センサユニットは衛星進行方向先端部に搭載され、Z 軸反時計回りに回転しながら飛翔することにより、アンテナビームの地表入射投影は直径約 1660 km の円弧を描きながら前進するコニカル走査となる。

アンテナビーム方向は Z 軸に対して 47.5°のオフナディア角を有しており、地表入射角としては地球の球状効果により 55°となる。

マイクロ波放射計のラジオメトリック特性は入射角依存性が強いため、観測地点に依存せず地表入射角一定となるコニカル走査方式とすることで良好な特性を確保している。55°の地表入射角は海上風の影響が小さく、垂直と水平の偏波の相違が大きくなる角度として設定されている。

信号処理部においては、X 軸方向を中心として±75°以上の地表観測データを取り込む設計となっている。一方、メインビームの低温／高温校正源などの干渉については、6.9 GHz 帯で-61° ～ 58°において、またその他の周波数帯においては、±61°の範囲に干渉物がない設計となっている。このため、有効な地表観測データとしては、X 軸方向を中心として±61°以内の走査角範囲で取得されたデータを採用することとしており、これに対応する地表面観測幅は 1450km となる。

衛星進行方向のサンプリング間隔 10km とするために、高度 705km を飛翔する Aqua の対地換算速度を考慮して、地表換算距離 10km 相当でセンサユニットが 1 回転するようコニカル走査の走査周期を 1.5 sec ノミナルとしている。この回転速度は 40 rpm に相当しており、走査方向サンプリング周期を 2.6msec と設定することにより走査方向サンプリング間隔 10 km を確保する。

なお 89 GHz に関しては、チャンネル間で衛星進行方向に約 15km オフセットされた別系統のビームが追加設定してあるので、3 回転相当前後したデータと合わせて衛星進行方向のサンプリング間隔が 5km ノミナルとなる。また走査方向にもサンプリング周期を 1.3msec と設定して走査方向サンプリング間隔 5 km ノミナルとしている。

各アンテナビームの瞬時視野（フットプリント、半値幅で規定）は衛星進行方向に長い楕円形状であり、アンテナ有効開口径約 1.6m で、瞬時視野約 6.5km×4km（89GHz 帯 衛星進行方向×走査方向）となる。また約 2.6msec の積分時間（89GHz では 1.3msec）に対応し

て走査方向に約 10km 長い領域の観測データが 1 画素（空間分解能）相当のデータとなる。走査ライン間及び走査ライン方向の隣接画素とのオーバーラップがなくなった状態がアンダーラップであるが、アンダーラップが生じない設計としている。

観測周波数帯として 6 周波数帯の観測を行うため、アンテナ部に 6 式の一次放射器を横並びに配列しており、そのビーム中心が主反射鏡の異なる部分を指向するため、主反射鏡から地表を同時に指向する角度は各周波数で異なる。そこで各周波数の一次放射器を衛星進行方向にずらして配置することにより、各周波数、各偏波のビーム中心は同一の走査線上を通るよう設計している。また走査方向のずれを補償するよう各周波数の観測タイミングをずらすことにより、各周波数のフットプリントが地表の同一ポイントを観測するよう設計している。フットプリントの各周波数の相対位置ずれが周波数レジストレーションである。

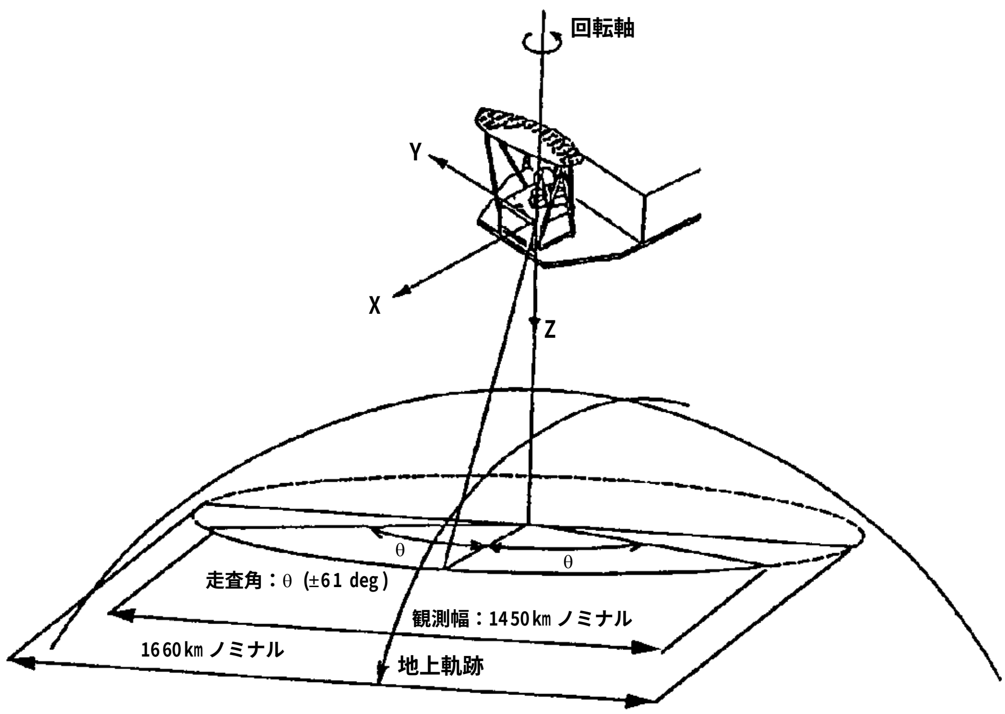


図 2.3-1　AMSR-E **動作原理**

2.3.2　システム構成および外観

AMSR-E は、センサユニットと制御ユニットの 2 つのユニットにより構成される。ここでは、AMSR-E のシステム構成および外観を示す。

(1) システム構成

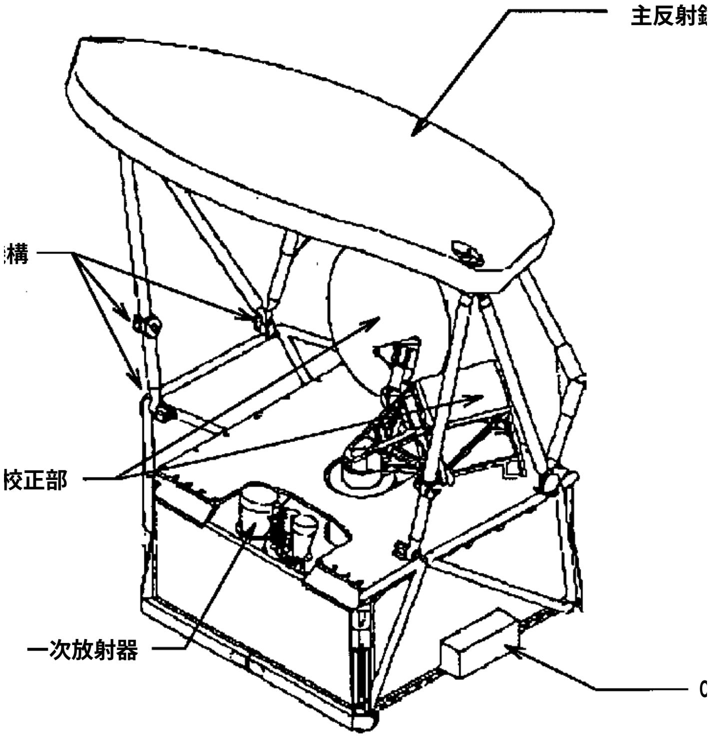
AMSR-E は、表 2.3-1 に示すサブシステムおよびコンポーネントにより構成されている。

表 2.3-1　AMSR-E の構成

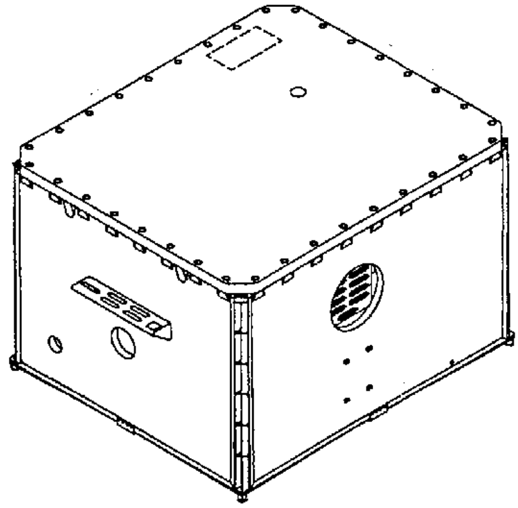
ユニット	コンポーネント	略語	主要機能
センサユニット（SENS UNIT）	アンテナ部	ANT	地球からのマイクロ波放射波を受信部へ導入する。
	校正部	CAL	観測データの温度校正のための低温および高温校正源で構成される。
	受信部	RX	アンテナ部から入力されたマイクロ波を低雑音増幅した後、観測帯域幅に帯域制限し、さらに増幅・検波・積分して信号処理部へ出力する。また、観測データ校正のため、必要な温度モニタを行う。
	回転駆動部	ADA（ADM）	AMSR-E のアンテナ部および受信部等を一定の回転速度で回転させる。
	信号処理部	SPS	受信部からの観測データの A/D 変換、受信部のキャリブレーション制御、SPC から受信したコマンドによるセンサユニット内の各部制御、センサ部内のテレメトリ取得および SPC への出力を行う。
	ヒータ制御部	TCS	SPS からのコマンドを受け、センサユニット内のヒータ制御を行う。
	電力分配部	PDUS	PDUC と電源インタフェースをとり、センサユニットの各機器へ電力を分配する。
	擾乱制御部	OBM/OBE	軌道上でセンサユニット回転部分の質量バランス調整を行う。
	構体	STRS	センサユニットの各コンポーネントを保持固定する。
	展開機構部	DEP	打ち上げ時に、アンテナ部主反射鏡を収納状態にし、軌道上で展開する。
	インテグレーション部品	-	各コンポーネントを電気的、機械的に統合する。
制御ユニット（CONT UNIT）	回転駆動部（回転駆動回路部）	ADA（ADE）	回転駆動部を構成する駆動機構（モータ、ベアリング等）はセンサユニットにあり、回路部分が制御ユニットに含まれている。
	信号処理部	SPC	SPS より入力した観測データおよびテレメトリに衛星テレメトリを含む他のテレメトリを加え所定のフォーマットに編集して衛星システム側に出力する。また、衛星システム側からコマンドを受信し、制御ユニット内の各部制御を行うとともに、センサユニットのコマンドを SPS に送信する。また、ADA および MWA の回転／擾乱制御を行う。
	ヒータ制御部	TCC	SPC からのコマンドを受け、制御ユニット内のヒータ制御を行う。
	電力分配部	PDUC	衛星システムと一次電源インタフェースをとり、制御ユニットおよび PDUS へ電力を分配する。
	擾乱制御部	MWA	走査のための回転により生じる角運動量を補償するため、その角運動量と同じ角運動量を有し、逆方向に回転するモーメンタムホイールを有する。
	構体	STRC	制御ユニットの各コンポーネントを保持固定する。
	インテグレーション部品	-	各コンポーネントを電気的、機械的に統合する。

(2) 外観

AMSR-E の外観を、図 2.3-2 に示す。



センサユニット外観および各部名称



コントロールユニット外観

図 2.3-2　AMSR-E **外観図**

(3) **システムブロックダイアグラム**

AMSR-E のシステムブロックダイアグラムを図 2.3-3 に示す。

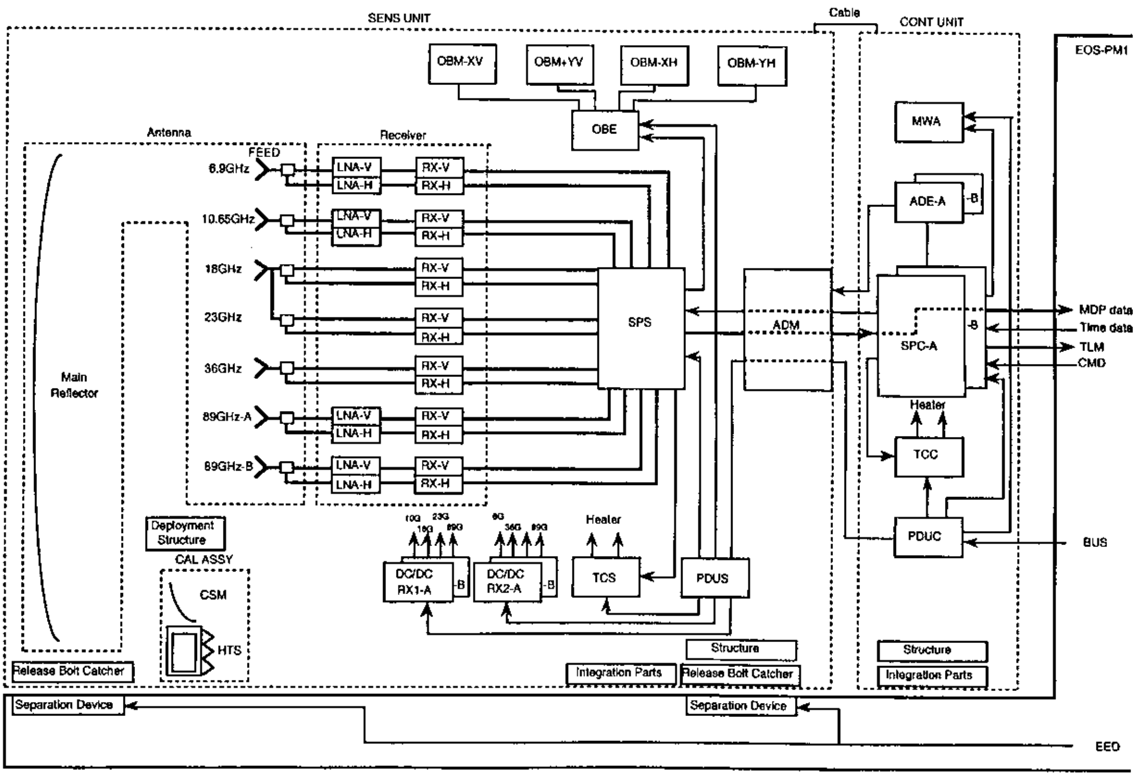


図 2.3-3　AMSR-E **システムブロックダイアグラム**

2.3.3　コンポーネントの概要

ここでは、AMSR-E を構成する各コンポーネントについて、構成および主要機能、性能を示す。なお、以下に示す性能は仕様値であり、打ち上げ後の機器の検証等を通して今後見直される可能性がある。

2.3.3.1　アンテナ部

(1)**構成**

AMSR-E アンテナ部は、主反射鏡と一次放射器で構成される。また、一次放射器は 6GHz、10GHz、18/23GHz 共用、36GHz、89GHz（2 個）帯用ホーンアンテナ、および垂直、水平偏波を分波するための偏分波器により構成される、なお、18/23GHz 帯を共有する一次放

射器の分波部には、両周波数を分離するためのバンドリジェクションフィルタおよびハイパスフィルタが設けられている。

(2) 機能

アンテナ部の主要機能を以下に示す。

- 地球からのマイクロ波放射を受信部へ導入する。
- 必要な空間分解能が得られるビーム幅を有する。
- 十分な観測精度が得られるビーム効率を有する。
- 水平偏波と垂直偏波を分離し、各偏波用の受信機へ導入する。

(3) 性能

アンテナ部の主要性能を以下に示す。

表 2.3-2　**アンテナ部主要性能**

項目	性能						
中心周波数 [GHz]（公称）	6.925	10.65	18.7	23.8	36.5	89.0A	89.0B
帯域 [MHz] （公称）	350	100	200	400	1000	3000	3000
ビーム幅 [deg] （公称）	2.2	1.5	0.80	0.92	0.42	0.19	0.18
交差偏波	-20 dB 以下						
メインビーム効率	90%以上						
偏波	垂直および水平						
一次放射器個数	1	1	1		1	1	1

2.3.3.2　校正部

(1) 構成

AMSR-E 校正部は、観測データを校正するために、深宇宙の輝度温度（約 2.7K）を取得する低温校正源（CSM：Cold Sky Mirror）、および常温付近に温度制御された高温校正源（HTS：High Temperature Source）で構成される。

(2) 機能

校正部の主要機能を以下に示す。

- 高温校正源（HTS）は、温度を一定に制御した電波吸収体であり、校正の基準となるマイクロ波を放射し、一次放射器に入力する。
- 低温校正のための校正用反射鏡（CSM）は、深宇宙からのマイクロ波背景放射（2.7K）を一次放射器へ導入する。

(3) **性能**

校正部の主要性能を以下に示す。

表 2.3-3　高温校正源主要性能

項目	性能					
中心周波数 [GHz]（公称）	6.925	10.65	18.7	23.8	36.5	89.0
帯域 [MHz] （公称）	350	100	200	400	1000	3000
反射特性	-35 dB 以下					
温度制御範囲	27 ˚C ± 10 ˚C					
温度計測精度	0.3 ˚C 以内（0.1˚C 以内目標）					
偏波	垂直および水平					

表 2.3-4　低温校正源主要性能

項目	性能					
中心周波数 [GHz]（公称）	6.925	10.65	18.7	23.8	36.5	89.0
帯域 [MHz] （公称）	350	100	200	400	1000	3000
反射鏡形式	オフセットパラボラ					
ビーム幅（公称）	10 deg 以下					
偏波	垂直および水平					

2.3.3.3　受信部

(1) **構成**

AMSR-E 受信部は、各周波数毎に、水平偏波と垂直偏波に対してそれぞれ独立した受信機から構成される。

(2) **機能**

受信部の主要機能を以下に示す。

- アンテナ部から入力されたマイクロ波を低雑音増幅した後、観測帯域幅に帯域制限し、さらに増幅・検波・積分して信号処理部へ出力する。
- 観測データの校正のため、必要な温度モニタを行う。
- 信号処理部からの制御信号により制御される AGC（Auto Gain Control）機能を有する。
- DC/DC コンバータを有し、一次電源を安定化した電圧として供給する。

(3) **性能**

受信部の主要性能を以下に示す。

表 2.3-5　受信部主要性能

項目	性能					
中心周波数 [GHz]（公称）	6.925	10.65	18.7	23.8	36.5	89.0
IF 中心周波数 [GHz]（公称）	-	2.5	2.5	2.2	2.5	4.5
帯域 [MHz] （公称）	350	100	200	400	1000	3000
雑音指数 [dB] （参考、下段は目標）	1.25 1.16	1.52 1.5	2.3 2.01	2.7 2.48	4.4 4.1	6.7 6.0
積分時間 [ms]（ノミナル）	2.5					1.2

2.3.3.4　回転駆動部

(1) 構成

AMSR-E 回転駆動部は、回転駆動機構と回転駆動回路からなる。回転駆動機構は、主として以下の構成品からなる。なお、回転駆動回路は、制御ユニットに含まれている。

- モータ
- ベアリング
- スリップリング
- エンコーダ
- コミュテータ

(2) 機能

回転駆動部の主要機能を以下に示す。

- AMSR-E のアンテナ部および受信部等を、一定の回転速度で回転させることにより、地表面をコニカルに走査する。
- 固定軸は、回転部分をベアリングを介して保持する。
- 回転部分内の機器と、固定部分の機器との電力と信号を相互に伝達するために、スリップリング等を有する。
- エンコーダは、回転位置および速度をモニタするための機能を有する。

(3) 性能

回転駆動部の主要性能を以下に示す。

表 2.3-6　回転駆動部の主要性能

項目	主要性能
回転速度	40 rpm ± 1% RMS
回転方向	+Z 軸に対して反時計回り

2.3.3.5　信号処理部

(1) 構成

AMSR-E 信号処理部は、センサユニット信号処理部（SPS）および制御ユニット信号処理部（SPC）で構成される。SPC は、擾乱制御部電子回路を含む。また、SPC およびそのインタフェース部は、冗長系を有する。

(2) 機能

信号処理部の主要機能を以下に示す。

- 受信機からの観測データを A/D 変換し、校正データおよびテレメトリデータとともに、所定のフォーマットに編集して衛星システムに送出する。
- 受信機の利得制御、オフセット制御を行う。
- 受信機積分器放電タイミングおよび受信機ホールドタイミング制御を行う。
- センサ部、制御部の温度測定を行う。
- 衛星システムからのコマンドを処理し、AMSR-E の他のコンポーネントに展開する。また、AMSR-E の他のコンポーネントから収集したテレメトリを編集して衛星システムに送出する。
- DC/DC コンバータを有し、一次電源を安定化した電圧として供給する。

(3) 性能

信号処理部の主要性能を以下に示す。

表 2.3-7　信号処理部の主要性能

項目	主要性能
受信機信号 A/D 変換分解能	6.9 GHz 帯　：12 ビット その他　：10 ビット
温度センサチャンネル数	SPS　：32 チャンネル SPC　：22 チャンネル
温度測定周期	1.5 秒（定常観測時）

2.3.3.6　ヒータ制御部

(1) 構成

AMSR-E ヒータ制御部は、センサユニットヒータ制御部（TCS）と、制御ユニットヒータ制御部（TCC）から構成される。

(2) 機能

ヒータ制御部の主要機能を以下に示す。

- センサユニットヒータ制御部は、センサユニット信号処理部からコマンドを受け、ON/OFF 制御方式により、センサユニット内のヒータ制御を行う。
- 制御ユニットヒータ制御部は、制御ユニット信号処理部からコマンドを受け、ON/OFF 制御方式により、制御ユニットおよびセンサユニット内のヒータ制御を行う。

2.3.3.7　電力分配部

(1) 構成

AMSR-E 電力分配部は、センサユニット電力分配部（PDUS）と、制御ユニット電力分配部（PDUC）から構成される。

(2) 機能

電力分配部の主要機能を以下に示す。

- センサユニット電力分配部は、制御ユニット電力分配部とインタフェースをとり、センサユニットの各機器へ電力を分配する。また、キャパシタバンクを有する。
- 制御ユニットの電力分配部は、衛星システムと一次電源インタフェースをとり、AMSR-E 制御ユニットおよびセンサユニット電力分配器へ電力を分配する。また、キャパシタバンクを有する。

(3) 性能

電力分配部の主要性能を以下に示す。

表 2.3-8　電力分配部の主要性能

項目	主要性能
最大分配電力	センサユニット：533 W 以上 制御ユニット　：900 W 以上

2.3.3.8　擾乱制御部

(1) 構成

AMSR-E 擾乱制御部は、センサユニット擾乱制御部と、制御ユニット擾乱制御部から構成される。センサユニット擾乱制御部は、OBM（バランス調整機構）および OBE（バランス調整電子回路）で構成され、制御ユニット擾乱制御部は、モーメンタムホイール

およびホイール制御回路で構成される。また、擾乱制御部電子回路は、制御ユニット信号処理部に含まれている。

(2) 機能

擾乱制御部の主要機能を以下に示す。

- 走査のための回転により生じる角運動量を補償するため、その角運動量と同じ角運動量を有し、逆方向に回転するモーメンタムホイールを装備する。
- 軌道上でセンサユニット回転部分の質量バランス調整を行うための、能動的なバランス調整機構（OBM）を有する。
- 衛星システムから受信するコマンドにより、モーメンタムホイールおよび OBM を制御する。
- 衛星の姿勢にできるだけ影響を与えないような回転の立ち上げ、立ち下げを行う。

2.3.3.9　展開機構部

(1) 構成

AMSR-E 展開機構部は、主に以下の構成品から構成される。

- 支持構造
- ヒンジ
- ジョイント
- ダンパ
- ラッチ

(2) 機能

展開機構部の主要機能を以下に示す。

- 打ち上げ時にアンテナ部主反射鏡を収納状態に保ち、軌道上で展開する。

(3) 性能

展開機構部の主要性能を以下に示す。

- 軌道上でアンテナ部主反射鏡を展開するのに十分なトルクを有する。
- アンテナ部主反射鏡の展開後に、所要のアライメント精度が確保できる。

2.3.4　運用モード

2.3.4.1　モードの定義

AMSR-E には、以下に示す 6 つの運用モードがある。また、表 2.3-9 に Aqua 衛星運用の状態と AMSR-E 運用モードの組み合わせを、表 2.3-10 に AMSR-E の各モードに対するコン

ポーネントのオン／オフおよびその場合の出力データを整理する。

(1) ノーマルモード

観測データを取得／編集し、ミッションデータとして衛星に出力するモードであり、受信機を含む全機器がオン状態である。観測モードにおいては、ミッションデータおよび HK テレメトリデータが衛星側に出力される。また、本モードには、受信部や高温校正源（HTS）用ヒータをオンした後、観測データが取得されるまでの待機状態も含まれる。

(2) スリープモード

観測を休止している状態。ADM および MWA は定常回転数で回転している。受信部電源はオフし、各機器を許容温度範囲内に制御するためのスリープモードヒータ設定が実施される。衛星側のセーフモード移行に対応して、AMSR-E はノーマルモードより本モードに移行する。

(3) サバイバルモード

機器を動作可能な温度範囲に保つ状態。ADM および MWA の回転は停止し、各機器を許容温度範囲内に制御するためのサバイバルヒータ設定が実施される。なお、本モードにおいては、信号処理部でのテレメトリおよびコマンド処理のみは実施されている。

(4) オールオフモード

全機器がオフの状態。打ち上げ時、およびアンテナ展開、センサユニット解放時は本モードである。

(5) ランアップ

ADM および MEA を停止状態から定常回転数までランアップし、安定回転するまでのモード。加速準備として、ADM 用ヒータのオンから、加速動作およびヒータ設定切替等の一連の動作／状態を含む。

衛星側への発生擾乱を許容値内に抑えるために、数段階に分けて回転数の増加を行い、必要に応じて MWA の回転数の補正、および OBM によるセンサユニットのバランス調整を行う。なお、ADM の定常回転数は 40 rpm であり、MWA の定常回転数は約 3400 rpm である。

(6) **ランダウン**

ADM および MWA を定常回転数から停止状態までランダウンするモード。減速動作およびヒータ切替等の一連の動作／状態を含む。AMSR-E の軌道上での通常運用では、本モードは使用されない。

表 2.3-9 Aqua **衛星運用状態と** AMSR-E **運用モードの組み合わせ**

Aqua 衛星状態		AMSR-E モード					
モード	状態	ｵｰﾙｵﾌ	ｻﾊﾞｲﾊﾞﾙ	ﾗﾝｱｯﾌﾟ	ﾗﾝﾀﾞｳﾝ	ｽﾘｰﾌﾟ	ﾉｰﾏﾙ
Launch	打ち上げ時	○	×	×	×	×	×
Propulsion	軌道制御時	○	○	○	○	○	×
Standby	定常運用準備	○	○	×	×	○	×
Science	定常運用	○	○	○	○	○	○
Safe	不具合の検証および処置	○	○	×	○	○	×
Survival	最大限に消費電力を制限	○	○	×	○	○	×

○:移行可　×:移行不可

表 2.3-10 AMSR-E **運用モード毎のコンポーネントオン／オフおよび出力データ**

モード	コンポーネント								出力データ
	センサユニット				制御ユニット				
	RX	OBM/OBE	SPS	TCS	ADE	MWA	SPC	TCC	
オールオフ	×	×	×	×	×	×	×	×	PA、PB
サバイバル	×	○*1	○	○	×	×	○	○	HK
ランアップ	×	○*1	○	○	○	○	○	○	HK
ランダウン	×	○*1	○	○	○	○	○	○	HK
スリープ	×	○*1	○	○	○	○	○	○	HK
ノーマル	○	○*1	○	○	○	○	○	○	ﾐｯｼｮﾝﾃﾞｰﾀ、HK

○：オン　×：オフ
*1：センサユニットのバランス調整が必要な場合のみオン
RX：受信部　OBM/OBE：センサユニット擾乱制御部
SPS：センサユニット信号処理部　TCＳ：センサユニットヒータ制御部
ADE：回転駆動回路部　MWA：制御ユニット擾乱制御部
SPC：制御ユニット信号処理部　TCC：制御ユニットヒータ制御部
PA：パッシブアナログテレメトリ　PB：パッシブバイレベルテレメトリ

2.3.4.2 モード遷移

AMSR-E は、オールオフモードにて打ち上げ、アンテナ展開、センサユニット開放までサバイバルモードで機器の温度制御を行う。アンテナ展開、センサユニット開放時には、一旦全機器をオフにするオールオフモードの状態にし、爆管等による展開／開放を行う。アンテナ展開／センサユニット開放後、サバイバルモードに移行し、ランアップのタイミングによりランナップを行う。ランアップ中には、必要に応じて OBM によりセンサユニットのバランス調整を実施する。ADM および MWA が定常回転に達するとスリープモードに移行し、受信部の電源オンおよびノーマルモードのヒータ設定を行うことにより、最終的

にノーマルモードに移行する。図 2.3-4 にアンテナ展開およびセンサユニット開放以後のAMSR-E のモード遷移図を示す。

なお、AMSR-E は、通常運用では常時観測を行うノーマルモードで運用を行うが、必要に応じてスリープモード、ランダウン、サバイバルモードに移行することが可能である。

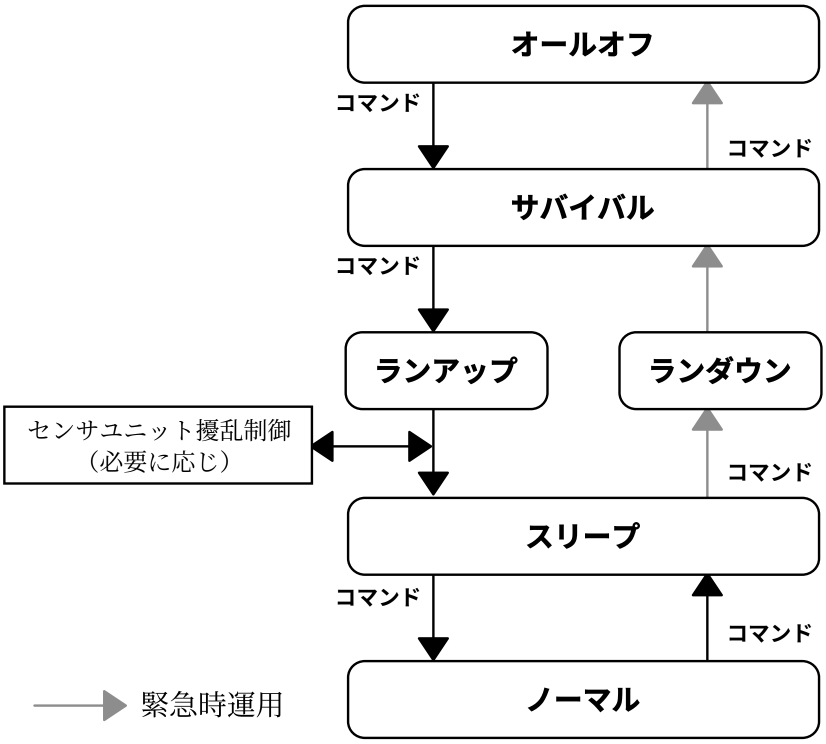


図 2.3-4　AMSR-E **モード遷移図**

2.3.5　ラジオメトリック特性

2.3.5.1　観測周波数と偏波

AMSR-E の観測周波数および偏波は、ADEOS-II に搭載される AMSR と比較して 50GHz 帯（50.3GHz および 52.8GHz）が削除されたこと以外、全く同様の仕様となっている。

2.3.5.2　メインビーム効率

メインビーム効率は、ビーム幅の 2.5 倍の角度範囲に含まれる所望偏波の電力の全受信電力に対する割合で、観測帯域内の平均値で規定される。AMSR-E の各観測周波数帯のメイ

ンビーム効率には 90%以上が要求されている。

2.3.5.3　温度分解能

AMSR-E の各観測周波数帯に対する温度分解能を以下に示す。

表 2.3-11　AMSR-E **温度分解能**

観測周波数	偏波	温度分解能		
		規格	目標	実績（rms）
6 GHz	水平	0.34 K	0.30 K	0.33 K
	垂直	0.34 K	0.30 K	0.30 K
10 GHz	水平	0.70 K	0.60 K	0.54 K
	垂直	0.70 K	0.60 K	0.47 K
18 GHz	水平	0.70 K	0.60 K	0.46 K
	垂直	0.70 K	0.60 K	0.48 K
23 GHz	水平	0.60 K	0.55 K	0.44 K
	垂直	0.60 K	0.55 K	0.45 K
36 GHz	水平	0.70 K	0.65 K	0.40 K
	垂直	0.70 K	0.65 K	0.45 K
89 GHz-A	水平	1.20 K	1.10 K	0.98 K
	垂直	1.20 K	1.10 K	0.78 K
89 GHz-B	水平	1.40 K	1.10 K	0.79 K
	垂直	1.20 K	1.10 K	1.12 K

2.3.5.4　ダイナミックレンジ

AMSR-E のダイナミックレンジは 2.7K～340K である。ダイナミックレンジの確保は、高温および低温校正出力を所定出力レンジに収まるように受信器のゲイン／オフセットを調整することにより達成される。

2.3.5.5　リニアリティ

AMSR-E のリニアリティは、±1%(rms)である（仕様値）。

2.3.6　校正

AMSR-E は、受信機の利得変動の影響を校正するために、1.5 秒の走査周期中に低温および高温校正データを取得している。図 2.3-5 に高温校正源（HTS）および低温校正用反射鏡（CSM）の位置関係を示す。

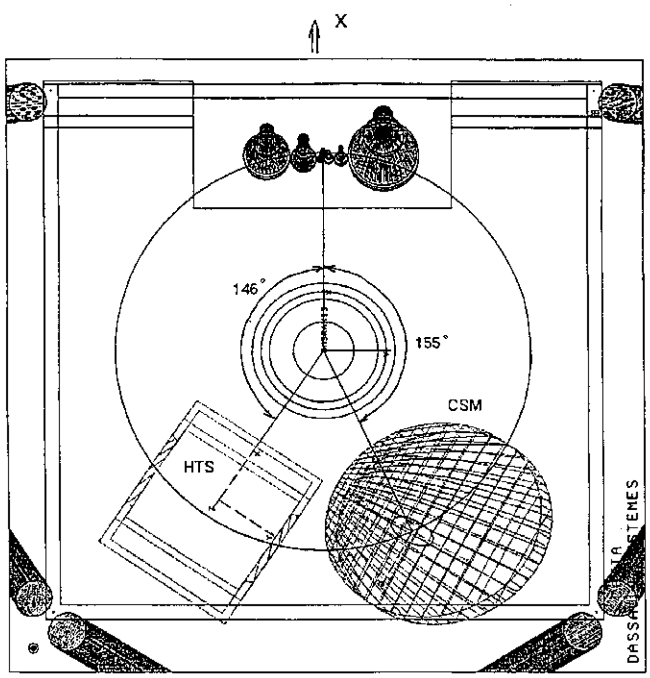


図 2.3-5　AMSR-E **の** HTS **と** CSM **の位置関係**

2.3.6.1　低温校正

低温校正は、低温校正用反射鏡（CSM）を用いて深宇宙（輝度温度 2.7K）の観測を行うことにより実施しているが、衛星構体、ストラット等の影響により校正輝度温度が 2.7K よりずれる。

この、低温校正源輝度温度には、地球の放射、月の放射、静止衛星からの電波干渉、太陽光の混入、衛星構体の放射および主反射鏡に映る地球の放射が誤差要因として影響している。このうち、特に地球の放射、月の放射、電波干渉および太陽光による影響が比較的大きく、これらの誤差に対しては、レベル 1A 処理の過程で補正処理が施されている（4.2.2 項参照)。

2.3.6.2　高温校正

高温校正データは、300K に温度制御された電波吸収体である高温校正源（HTS）を観測することにより実施している。

この高温校正源輝度温度には、高温校正源の不均一性、白金センサ計測温度との相違が誤差要因として判明している。これらの誤差に対しては、レベル 1A 処理の過程で補正処理

が施されている（4.2.2 項参照）。

2.3.7　ジオメトリック特性

AMSR-E のジオメトリック特性としては、オフナディア角、地表入射角、走査角、観測幅、瞬時視野に係わるビーム幅、瞬時視野と積分時間を考慮したフットプリント、ポインティング等の特性について総合性能として把握する必要がある。

2.3.7.1　オフナディア角と地表入射角

オフナディア角と地表入射角は、地球形状及び衛星高度に関係する幾何学的パラメータであり、AMSR-E のハードウェア設計上は AMSR-E 座標軸に対するビーム方向の設計に依存するものである。図 2.3-6 に、これらのパラメータの関係を模式化して示す。

Aqua 搭載用 AMSR-E においては、衛星軌道高度 705km を前提とし、また地球半径として 6373km とした場合に、地表入射角 55°となるようオフナディア角を設定している。その結果、オフナディア角は 47.5°ノミナルとなるよう設計されている。

また 89GHz については衛星進行方向にノミナル 15km づつオフセットした 89GHzA と 89dHzB の 2 つのビームを使用しており、89GHzB のオフナディア角 47.0°に設定することにより、89GHzA-B 間の地表換算距離が 1498km ノミナルとなる。この際 89GHzB の地表入射角は 54.5°ノミナルとなっている。

なお、AMSR-E では図 2.3-7 に示すように、6 個の一次放射器が同時に主反射鏡を利用する方式のため、各一次放射器の向き・配置を幾何学的にオフセットすることで、センサオフナディア角 47.5°を実現している。

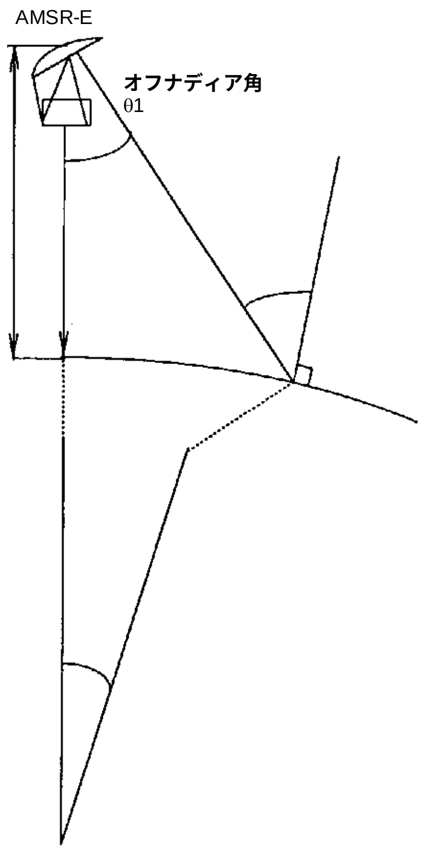


図 2.3-6　AMSR-E **のジオメトリック関連特性模式図（オフナディア、地表面入射角）**

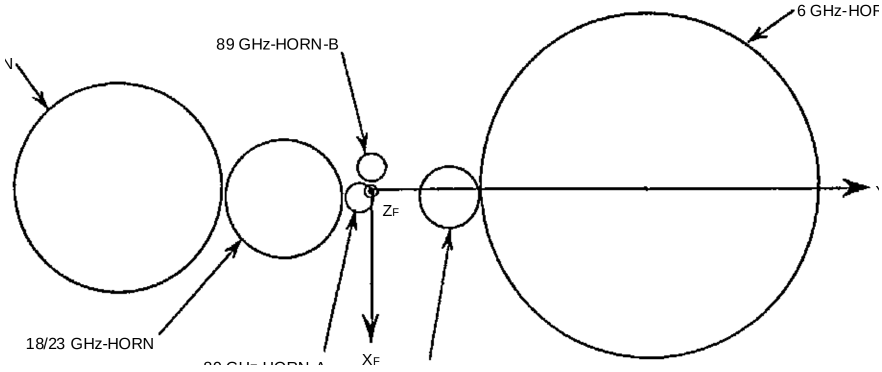


図 2.3-7　**一次放射器の配列**

2.3.7.2　走査角と観測幅

AMSR-E のオフナディア角を 47.5°に設定し、アンテナ部を含む可動部を地心方向(Z 軸方向)を回転軸として反時計回りにコニカルスキャンすると、AMSR-E 固定部を基準にして見たビーム中心の地表投影は直径 1660km の円周を描くことになる。

更に、衛星進行方向(X 軸方向)を基準として±61°の走査角を確保した場合、その走査角範囲の地表投影幅として 1450km ノミナルの観測幅を確保できる。

次に AMSR-E のハードウェア設計上は、走査角を確保するために、所定走査角範囲内において、一次放射器から主反射鏡、及び主反射鏡から地表面に至るメインビームの経路内に干渉物がないことと、信号処理部において所定走査を包含するデータを取得、処理していることが条件となる。

メインビームの干渉については 6.9GHz では-61°～+58°において、また他の周波数帯では±61°の範囲内に干渉物のない設計となっている。

また信号処理部においては観測データとして±75°以上のデータを取り込んでおり走査角は十分確保されている。

また 6.9GHz についても、+58°～+61°の領域で想定される視野干渉があっても利得、ビーム効率、交差偏波、発生量ともに問題なく、設計上は実効的に全周波数において走査角±61deg、観測幅 1450km 以上が確保できている。

2.3.7.3　回転速度、走査周期とサンプリング間隔

AMSR-E のジオメトリックな撮像原理として、衛星進行方向のサンプリング間隔は AMSR-E 回転部が任意の回転角度でデータ取得した後に、1 回転して同じ回転角度で再びデータ取得するまでの間(走査周期)の衛星進行方向対地換算移動距離に対応している。模式図を図 2.3-8 に示す。

衛星軌道高度を 705km、地球半径を 6373km とすると、Aqua の対地換算速度は 676km/sec となる。AMSR-E 回転部が 40rpm ノミナルで回転した場合、走査周期 1.5sec でちょうど 1 回転することになり、衛星進行方向サンプリング間隔が 10.14km ノミナルとなる。

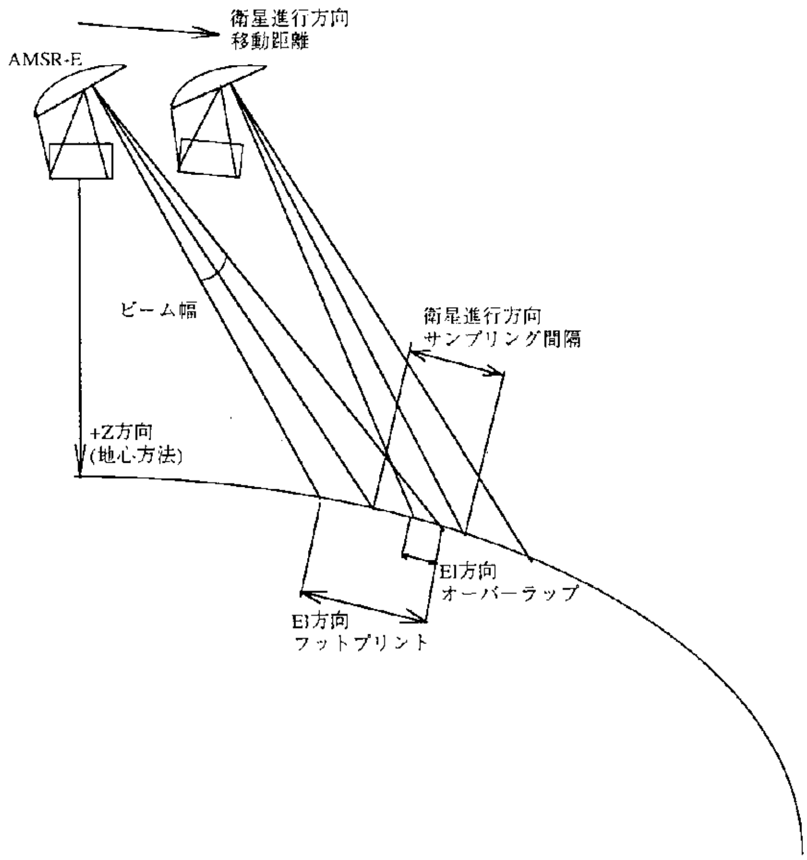


図 2.3-8　AMSR-E **のジオメトリック関連特性模式図（ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ間隔、ﾋﾞｰﾑ幅、ﾌｯﾄﾌﾟﾘﾝﾄ、ｵｰﾊﾞﾗｯﾌﾟ）**

2.3.7.4　サンプリング周期、積分時間とサンプリング間隔

AMSR-E のビーム中心の地表投影は直径 1660km の円弧を描いており、AMSR-E 回転部の回転速度が 40rpm ノミナルの場合、サンプリング周期を 2.6msec に設定すると走査方向サンプリング間隔は 8.87km ノミナルとなる。89GHz 帯の場合はサンプリング周期が 1.3msec であるため、走査方向サンプリング間隔は 4.44km ノミナルとなる。

また 89GHz 帯以外の周波数の積分時間は 2,488msec ノミナルであり、89GHz 帯は 1.1875msec ノミナルである。

2.3.7.5　ビーム幅とフットプリント

ビーム幅は、アンテナ部の特性として実現するよう設計している。アンテナ部のビーム幅設計値を表 2.3-12 に示す。

一方メインビームの地表面投影形状及び地表上換算距離（以下フットプリントと総称する）は衛星高度、オフナディア角、及びビーム幅に依存し、地球形状に対応して決まる。

図 2.3-8 に示すように、例えば衛星進行方向のフットプリントは、ビーム幅の衛星進行方向上限から下限までの地表入射範囲として幾何学的に決定する。衛星高度を 705km、地球半径を 6373km とした場合に、各周波数帯でノミナルビーム幅に対応するフットプリントを表 2.3-12 に併記する。

表 2.3-12　ビーム幅とフットプリント

周波数帯	ビーム幅（ノミナル）	フットプリント（走査×進行方向）	備考
6.925 GHz	2.2°	43.2×75.4 km	衛星軌道高度：705 km 地球半径：6378km とした場合
10.65 GHz	1.5°	29.4×51.4 km	
18.7 GHz	0.8°	15.7×27.4 km	
23.8 GHz	0.9°	18.1×31.5 km	
36.5 GHz	0.4°	8.2×14.4 km	
89 GHz A	0.2°	3.7×6.5 km	
89 GHz B	0.2°	3.5×5.9 km	

2.3.7.6　オーバーラップとアンダーラップ

衛星進行方向のオーバーラップは、フットプリントに対して次の走査周期におけるフットプリントの重複する部分の進行方向長さの比率であり、逆に重複がなくなった状態をアンダーラップという。

同様に、走査方向のオーバーラップは、走査方向の 1 積分区間内にカバーするフットプリントに対して、次の積分区間のフットプリントの重複する部分の走査方向長さの比率であり、逆に重複がなくなった状態をアンダーラップという。

表 2.3-13 に設計ノミナル条件における進行方向／走査方向の両方について、観測周波数毎のオーバーラップ率を示す。

表 2.3-13　オーバラップ率（設計ノミナル条件）

周波数帯	オーバーラップ率	
	走査方向	進行方向
6.925 GHz	82.6%	86.6%
10.65 GHz	76.3%	80.3%
18.7 GHz	62.9%	63.0%
23.8 GHz	66.2%	67.8%
36.5 GHz	46.5%	29.5%
89 GHz A/B	42.5%	22.6%

2.3.7.7　周波数レジストレーション

周波数レジストレーションに関しては、衛星進行方向、走査方向のそれぞれについて以下の誤差要因を考慮している。

＜走査方向＞

- アンテナビーム方向誤差
- 撮像タイミングずれ
  （地表同一点のデータを取得するまでの各周波数毎の時間補正算差）

＜衛星進行方向＞

- アンテナビーム方向誤差
- 衛星進行効果

（地表同一点のデータを取得するまでの各周波数毎の時間差）

上記の要因の中で設計あるいは組立製造の初期設定で発生する要因としてはアンテナビーム方向初期設定誤差、撮像タイミングずれがあり、打上げ後に発生する要因としては衛星進行効果及び熱変形等に基づくアンテナビーム方向の変動が挙げられる。

また衛星進行方向の影響は厳密には進行方向と走査方向の両方向に影響するが、その影響度合いは AMSR-E が進行方向直下観測時（X-Z 面通過時）の進行方向において最大となるため、この条件下の影響を評価した。一方走査方向に関しては量的にネグリジブルである。

各誤差要因を考慮した設計結果から、各周波数、各偏波のビーム軸中心は、89GHz 帯 B 系を除き同一の走査線上を通り、その誤差は、衛星進行方向に±0.16°以内となる。

また、走査方向サンプリング中心は、89GHzA 系のサンプリング開始位置から±0.26°以内となる。

2.3.7.8　ポインティング

AMSR-E センサのアンテナビームホアサイトの指向ずれは、ADM 取付面中心で定義される AMSR-E 座標系を基準とし、アンテナビームが衛星進行方向前向き(走査角中心)の位置における走査方向、進行方向への傾き角の各誤差要因を積算評価している。誤差要因としては、時間依存しない固定誤差となる固定誤差成分と、時間依存する変動誤差成分に分けることができる。このうち、固定誤差成分については誤差は一定であるため、観測データによる評価も含めた角度誤差認識精度を上げることで補正が可能と考えられるが、変動分についてはそのまま観測データ誤差に影響を与えるものである。

第3章　Aqua 地上システムの概要

3.1　全体システム

Aqua および AMSR-E のミッション運用を実施する、日米の関連する地上設備の主要な構成要素を以下に示すとともに、全体構成を図 3.1-1 に示す。

3.1.1　JAXA 側設備

(1) 地球観測センター（EOC）

地球観測センター（EOC：Earth Observation Center）は、AMSR-E ミッション運用に係る JAXA 側の中心であり、AMSR-E のデータ処理、保存およびユーザへの提供サービス等を実施する以下のシステムが設置されている。なお、以下に示す AMSR-E データ処理等システム、および地球観測情報システムについては、後述の 3.2 節および 3.3 節でそれぞれ概説する。

- AMSR-E データ処理等システム
- 地球観測情報システム／データ総合管理・提供システム（EOIS/DDMS）
  - 媒体変換サブシステム（MCS：Media Conversion Subsystem）
  - データ保存システム（DSS：Data Storage Subsystem）
  - スケジュール管理サブシステム（SMSS：Schedule Management Subsystem）
  - 画像カタログ伝送サブシステム（BDS：Browse data Distribution Subsystem）
  - 処理済みデータ伝送サブシステム（DDS：Data Distribution Subsystem）
  - 地球観測情報システム（ISS：Information Service System）

また上記の他、JAXA／EOC 内に設置され、AMSR-E のミッション運用に関連する設備としては、以下の 2 つがある。

- 共通情報保存システム（MIFS：Mission Information File Server）

  衛星の種類や処理の内容等によらず、複数のシステムで使用される共通的な情報を保存し、必要に応じて EOC 内システムに提供する。

- オーダデスク

  一般ユーザから処理済みデータに対する注文をオフライン（Fax 等）で受け付け、スケジュール管理サブシステムに入力するとともに、媒体変換サブシステムで所定の媒体に記録された処理済みデータをユーザに提供する窓口となる。

(2) 地球観測研究センター（EORC）

EORC では、レベル 2 以上の高次標準プロダクトの検証、および処理アルゴリズムの作成・改良等を実施するとともに、標準プロダクト以外の研究プロダクト、データセットの試作を行う。

3.1.2　NASA 側設備

Aqua のミッション運用は、NASA／EOSDIS（Earth Observation System Data and Information System）で実施される。特に、AMSR-E ミッションに係るシステムを以下に示す。なお、各システムについては、後述の 3.4 節で概説する。

- NASA EOS Polar Ground Stations（EPGS）
- EOS Data and Operation System（EDOS）
  - Ground Station Interface Facilities（GSIFs）
  - Level Zero Processing Facility（LZPF）
  - NASA Server
- EOS Operation Center（EOC）
- Flight Dynamics System（FDS）
- Science Investigator-led Processing Systems (SIPS) for AMSR-E
- Distributed Active Archive Centers（DAACs）
  - National Snow and Ice Data Center（NSIDC）　DAAC
  - Physical Oceanography DAAC（PO.DAAC）
- EOS Data Gateway
- White Sands Complex（WSC）

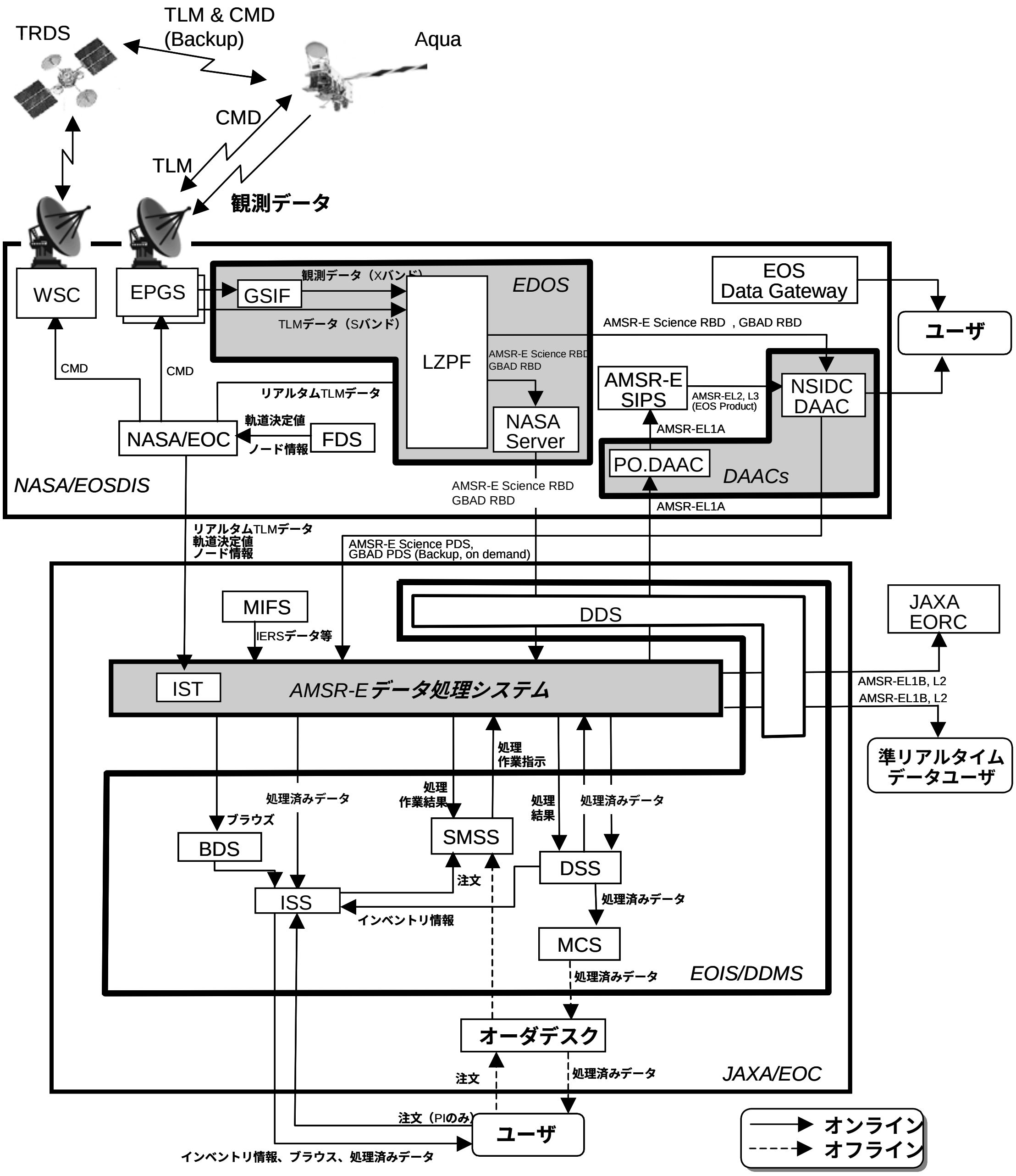


図 3.1-1　Aqua 地上システムの全体構成

3.2　AMSR-E データ処理等システム

AMSR-E データ処理等システムは、レベル 1 処理設備と高次処理設備の 2 つで構成される。このうち、レベル 1 処理設備は AMSR-E データ処理等システム独自のものであるが、高次処理設備は ADEOS-II/AMSR における高次処理設備との共用システムである。ここで、AMSR-E データ処理等システムの概念を図 3.2-1 に示すとともに、システムを構成する機能の構成を表 3.2-1 に示す。

図 3.2-1　AMSR-E **データ取得処理等システム概念図**

表 3.2-1　AMSR-E **データ取得処理等システム機能構成**

機能項目	機能概要	適用対象設備	
		レベル 1	高次
運用管理機能	AMSR-E データの処理制御を行う。設備運用者により、データ処理状況の確認を行うことができ、運用者の判断により処理の中止や再開等をマニュアルで制御することが可能である。	○	○
運用計画立案機能	計画生産および注文生産のデータ処理を行うための処理計画（ワークオーダ）を作成する。	○	○
データ処理機能	レベル 1 データ処理、および JAXA アルゴリズムまたは合同アルゴリズムを用いた高次プロダクト処理を実施する。また、レベル 3 プロダクトからブラウズデータの作成を行う。なお、AMSR-E データ処理の詳細については、4 章を参照のこと。	○	○
入出力管理機能	JAXA が規定するインタフェースプロトコルを用いて、外部設備とのインタフェース制御を行う。	○	○
アルゴリズム管理機能	レベル 1 処理および高次処理で使用する各種ソフトウェア、パラメータ等のバージョン管理を行う。	○	○
チェック処理機能	主に、打ち上げ直後の初期チェックアウト期間において、全てのレベル 1 プロダクトに対する詳細な品質評価を行う。	○	
検査機能	定常運用段階において、レベル 1 および高次プロダクトの品質を、運用者指示による抜き取りで検査する。なお、抜き取り検査で異常が発見された場合には、詳細な検査を行う。	○	○
Instrument Support Toolkit（IST）	Aqua 軌道決定値、AMSR-E 運用計画（ノード情報：軌道上の最北点、最南点通過時刻）、および AMSR-E リアルタイムテレメトリデータを、NASA/EOC から回線経由で取得する。なお、IST ソフトウェアは、NASA 側が、Aqua に搭載される全てのセンサの供給機関に対して共通的に作成し、提供するものを使用する。	○	

3.3　地球観測情報システム

地球観測情報システム（EOIS: Earth Observation Data and Information System）データ総合管理・提供システム（DDMS）は、地球観測データの利用促進を目的として、地球観測データのカタログ情報サービス及びプロダクト提供を行うユーザフロントエンドシステムであり、地球観測衛星データを選択するために必要な各種情報をデータベースで管理し、オンライン提供するとともに、各種媒体、フォーマットにより、標準処理データを提供するシステムである。ここで、表 3.3-1 に、AMSR-E ミッション運用に係わる、EOIS/DDMS を構成するサブシステムの機能概要を示す。

表 3.3-1　データ総合管理・提供システムの機能概要

システム	サブシステム	機能概要
データ提供系	媒体変換サブシステム（MCS）	処理済みデータを各種ディジタル媒体でデータ利用機関に提供するために、マスタ保存媒体から新しい提供媒体に複写する。あわせて、データのフォーマット変換を行う。
	データ保存システム（DSS）	AMSR-E レベル 1 および高次プロダクトを含め、EOC での管理対象となる地球観測データを即時読みだし可能な形で保存する。また、保存・管理する地球観測データに関する情報（シーン情報、処理情報等）の管理、および関連設備への情報提供等を行う。
スケジュール管理系	スケジュール管理サブシステム（SMSS）	EOC におけるデータの提供および生産の窓口的な役割を担うサブシステムであり、注文受付、提供品発送管理、およびデータ提供に係わる情報の管理等を行う。
カタログデータ伝送系	画像カタログデータ伝送サブシステム（BDS）	間引きデータ、圧縮データを、画像カタログとして、ネットワークまたは媒体でユーザへ提供する。
オンライン情報系	処理済みデータ伝送サブシステム（DDS）	EOC 外部機関との間で、ネットワークを通じたデータおよび情報のやり取りを行う。
	ネットワーク管理サブシステム（NMS）	EOC 内のネットワーク資源の管理、ネットワークパフォーマンスの解析・表示、ネットワークシステムの障害箇所・原因の検出等を行う。
地球観測情報システム（ISS）		ユーザからのカタログ情報及び画像カタログデータの検索要求、地球観測データの注文要求をオンラインで受け付けるためのクライアントシステム。

3.4　EOSDIS

EOSDIS（EOS Data and Information System）は、Aqua を含む EOS シリーズの全衛星および搭載センサについて、運用計画の立案や状態監視等の運用管理を行うとともに、データの取得、処理、保存等を実施する米国／NASA の地上設備であり、NASA/GSFC（Goddard Space Flight Center）を中心に構築されている。ここで、EOSDIS を構成するシステムのうち、特に AMSR-E ミッション運用に係わるものの機能概要を表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1　AMSR-E に関連する EOSDIS 構成システムの概要

システム		機能概要
EPGS		米国のアラスカおよびノルウェーのスバルバードに設置される地上局であり、X バンド経由での観測データ受信、および S バンド経由でのテレメトリデータ受信を行う。また、NASA/EOC から提供される衛星の運用コマンドを S バンド経由で衛星に送信する。受信した観測データおよびテレメトリデータは、GSIF に一旦保存された後、回線経由で LZPF に伝送される。
EDOS	GSIF	アラスカおよびスバルバードの EPGS にそれぞれ設置され、X バンド経由で取得した観測データを、LZPF への伝送終了が確認されるまでの短期間保存する。
	LZPF	EPGS で取得され、GSIF を経由して伝送される観測データおよびテレメトリデータから、AMSR-E 観測データ、および軌道、姿勢データ（GBAD データ）の RBD、および PDS を作成する。また AMSR-E および GBAD RBD を、回線で JAXA/EOC に伝送する。なお、RBD の JAXA/EOC への伝送は、JAXA 側が規定するプロトコルに準拠して実施する。このため、EDOS 側にデータ伝送用のサーバ（NASA サーバ）が設置される。また、PDS を NSIDC DAAC に伝送する。さらに、テレメトリデータを処理し、NASA/EOC に伝送する。
DAAC[*1]	PO.DAAC	JAXA/EOC から、AMSR-E レベル 1A データを回線経由で取得し、AMSR-ESIPS に伝送する。
	NSIDC DAAC	LZPF から、AMSR-E PDS および GBAD PDS を回線経由で取得し、保存する。また、保存した PDS を、JAXA/EOC からの要求に応じ、媒体（8mm テープ）にて提供する。さらに、AMSR-E SIPS が作成する AMSR-E 高次プロダクト（EOS プロダクト）を回線経由で取得、保存し、ユーザからの要求に応じて提供する。
AMSR-E SIPS[*2]		PO.DAAC を経由して、JAXA/EOC から AMSR-E レベル 1A データを取得し、NASA アルゴリズムを用いて高次プロダクトを作成する。作成した高次プロダクトを、回線経由で NSIDC DAAC に伝送する。
FDS		Aqua の軌道を管理し、必要に応じて軌道制御を実施する。また、軌道確定値、ノード情報（最南北点通過時刻）を作成し、NASA/EOC に伝送する。
NASA/EOC		Aqua の衛星および搭載センサの運用計画の立案、コマンドの作成を行う（ただし、AMSR-E は常時観測モードのため、原則としてコマンドは発生しない）。また、FDS から取得した軌道確定値、およびノード情報を JAXA/EOC に設置される IST に送信する。
EOS Data Gateway		米国を中心に、世界各国[*3]の地球観測データを扱うカタログシステムとの相互運用を行い、ユーザに対してカタログ情報（インベントリおよびブラウズ）を提供する。
WSC		データ中継衛星（TDRS）の地上送受信局であり、Aqua ミッションにおいては、バックアップ運用としてコマンド送信およびテレメトリ受信を行う。

*1：現在、DAAC は米国内に 7 箇所設置されている。
*2：SIPS は、NASA からの資金提供を受け PI が直接管理を行うデータ処理システムである。
*3：米国、カナダ、ドイツ、オーストラリア、ロシア、イスラエル。

3.5　地上システム運用概要

3.5.1　データ受信

AMSR-E の観測データは、軌道上で CCSDS 形式のパケットに格納され、他の搭載センサの観測データと共に X バンドで地上に送信され、米国のアラスカ、およびノルウェーのスバルバードの NASA の高緯度地上局（EPGS）で受信される。

AMSR-E の観測データは、各周回毎に受信局にダウンリンクされる。すなわち、衛星に搭載されているレコーダに記録された約 100 分の観測データが、1 回のダウンリンクで地上に送信される。なお、定常運用において、AMSR-E センサは観測モードのみで運用され、校正データをとるようなモードはないため、運用中は必ず観測データが取得される。

AMSR-E 観測データを含む、受信局で取得した全てのデータは、GSIF を経由し、EDOS/LZPF へ伝送される。

3.5.2　RBD／PDS データ処理

EDOS/LZPF では、取得したパケットデータから RBD（Rate Buffered Data）および PDS（Production Data Set）を作成する。RBD は、即時データを希望するユーザ（気象予報の目的 等）を対象として、可能な限り早いデータ提供を目的として作成される。このため、データ処理はダウンリンクの単位で実施され、パケットデータの品質チェックおよびパケットデータの重なりや抜け等の編集は行われない。一方 PDS は、パケットデータの品質チェックを行ったうえ、パケットの重なりや抜け等に対する編集を行ったデータである。品質チェックの結果が、品質情報として付加されている。

ここで、作成される RBD および PDS のうち、AMSR-E 処理に必要なデータとして JAXA/EOC に提供されるものを表 3.5-1 に示す。

表 3.5-1　JAXA/EOC に提供される RBD/PDS

項目		内容
RBD	AMSR-E Science Data	AMSR-E 観測データ
	GBAD Data	Aqua 軌道予測値、姿勢データ
PDS	AMSR-E Science Data	AMSR-E 観測データ
	GBAD Data	Aqua 軌道予測値、姿勢データ

GBAD: Ground Based Attitude Determination

3.5.3　NASA からのデータ入手

JAXA/EOC では、 NASA で作成された RBD、ミッション運用計画等を入手し、AMSR-E のレベル 1 以降の処理を行う。ここでは、NASA からのデータ入手方法について示す。

(1) 観測データ／軌道・姿勢データ

AMSR-E 観測データ（AMSR-E Science Data）および軌道・姿勢データ（GBAD Data）は、定常運用としては RBD が提供される。これらの RBD は、作成元の LZPF から NASA サーバを経由して JAXA/EOC の EOIS/DDS にてオンラインで取得され、AMSR-E データ処理等システムに自動で入力される。なお、JAXA/EOC への RBD 提供は、原則として AMSR-E 観測データが EPGS で受信されてから 160 分以内に完了する。

一方、RBD ファイルが一定の時間を超えても未受領のままである場合、RBD の提供を Web よりオンラインで要求するか、NASA/NSIDC DAAC に対して PDS の提供が要求される。PDS は、NSIDC DAAC よりオンラインで JAXA/EOC に送付され、AMSR-E データ処理等システムに入力される。ただし、NSIDC DAAC において PDS の提供が可能となるのは、AMSR-E 観測データが EPGS で受信されてから、24～48 時間以降となる。

なお、RBD 未受領の判断は、AMSR-E データ処理等システムの運用者が、後述の AMSR-E ミッション運用計画（ノード情報）、またはこれに基づいて作成されるレベル 1 処理計画（ワークオーダ）を定期的に監視することで実施する。

(2) 運用計画情報

NASA/FDS で作成される AMSR-E ミッション運用計画（ノード情報）は、NASA/EOC より AMSR-E 処理等システムの IST に 1 日 1 回の頻度で伝送される。ミッション運用計画には、AMSR-E データのシーン単位（極～極の半周回）での切り出し／編集等に必要な情報である、各周回の軌道番号、最北点通過時刻、最南点通過時刻が格納されている。データの処理では、この AMSR-E ミッション運用計画（ノード情報）から、処理計画（ワークオーダ）を自動的に作成する。

(3) 軌道決定値

AMSR-E のデータ処理においては、原則として GBAD データに含まれる軌道予測値が使用される。ただし、将来的に精度の高い処理を行う場合には軌道決定値が必要となる。

この軌道決定値は、NASA/FDS で作成され、NASA/EOC から AMSR-E 処理等システムの IST に 1 日 1 回の頻度で伝送される。

3.5.4 AMSR-E データの定常処理

AMSR-E データ処理等システムでは、あらかじめ定義された処理パラメータ等にしたがって、自動的（一部オペレータによる作業も含む）に行われる以下の処理を定常処理として実施している。

- 標準処理
  - 計画生産
  - 注文生産
- 準リアルタイム処理
- 再処理
- カタログ処理

以下に各処理の概要を示す。

(1) 標準処理

標準処理とは、RBD または PDS を用いて、レベル１～3 データを作成する処理をいい、計画生産と注文生産の 2 種類がある。

a) 計画生産

計画生産とは、AMSR-E ミッション運用計画を基に、要求の有無に関わらず、あらかじめ取り決められたプロダクトを計画的に作成する処理である。なお、処理パラメータはあらかじめ定義された固定のものが使用される。

NASA/PO.DAAC には、この計画生産で作成された AMSR-E レベル 1A プロダクトが提供される。

b) 注文生産

注文生産とは、ユーザからの要求に基づき行う処理である。この処理は EOIS/DDMS のスケジュール管理サブシステムからの作業指示に基づいて行われる。なお、注文を受け付ける処理メニュー（パラメータ）は EOIS/DDMS であらかじめ定義された固定の

ものが使用される。なお、スケジュール管理サブシステムからの注文生産に対する作業指示には、通常注文と緊急注文の 2 段階の優先順位が付加される。緊急注文での作業指示に対しては、他のどの処理よりも優先した処理が実施される。

(2) 準リアルタイム処理

即時データ利用希望ユーザ（準リアルタイムデータユーザ）を対象として、あらかじめ取り決められた時間内に、指定のデータを指定の処理内容（指定領域の切り出し処理等）でデータ提供先に提供することを目的として行う処理である。

(3) 再処理

処理パラメータの見直しや処理アルゴリズムの改良等に伴い、過去に標準処理（計画生産）およびカタログ処理で作成されたプロダクト（レベル 1～3、ブラウズ）を変更されたパラメータまたはアルゴリズムによって再び行う処理である。なお、再処理されるプロダクト（レベル 1A 以降）は変更されるパラメータまたはアルゴリズムに依存する。

(4) カタログ処理

標準処理（計画生産）（暫定）で作成したレベル 3（日）データに対して間引き処理を行い、付加情報（TBD）をつけてブラウズデータを作成する処理である。

なお、上記の各処理にはあらかじめ決められた優先順位があり、処理はこの優先順位に従って順次行われる。優先順位は以下の通りである。

1：標準処理（注文生産）で処理優先度が「緊急注文」であるもの
2：準リアルタイム処理
3：標準処理（計画生産）、カタログ処理
4：標準処理（注文生産）で処理優先度が「通常注文」であるもの
5：再処理

第4章　AMSR-E プロダクト

4.1　プロダクトの定義

4.1.1　処理レベル定義

AMSR-E プロダクトの処理レベルの定義を表 4.1-1 に示す。

表 4.1-1　AMSR-E プロダクトの定義

処理レベル	概　要	生産種別
レベル 0	AMSR-E Rate Buffered Data もしくは、PDS の品質チェックを行い、品質チェックフラグを付与したデータ。	提供対象外
レベル 1A	レベル 0 データにラジオメトリック補正処理、幾何補正処理を加え、アンテナ温度変換係数とアンテナ温度カウント値等を計算し、シーン単位に切り出したプロダクト。	計画生産
レベル 1B	レベル 1A で出力したアンテナ温度を変換係数を用いて輝度温度に変換したプロダクト。	計画生産
レベル 1B Map	レベル 1B プロダクトを地図投影したプロダクト。	注文生産
レベル 2	レベル 1B から、水に関する物理量を算出したプロダクト。	計画生産
レベル 2Map	レベル 2 プロダクトを地図投影したプロダクト。	注文生産
レベル 3	レベル 1B プロダクト、およびレベル 2 プロダクトを、地球表面にあらかじめ設定した格子点上で空間的、時間的に平均化し、全球サイズにマッピングしたプロダクト。	計画生産

4.1.2　シーン定義

(1) **レベル** 1A／**レベル** 1B／**レベル** 2

- AMSR-E レベル 1A、1B およびレベル 2 プロダクトのシーン定義は、観測走査中心点における最北点と最南点の間の 1/2 周回とする。ただし、図 4.1-1 に示すように、レベル１プロダクトについては、プロダクトの両端に 10 走査のオーバーラップデータを付加する。レベル 2 プロダクトでは、走査中心点における最北点または最南点を含む走査から次の最北点または最南点を含む走査の直前の走査までのデータで構成される。

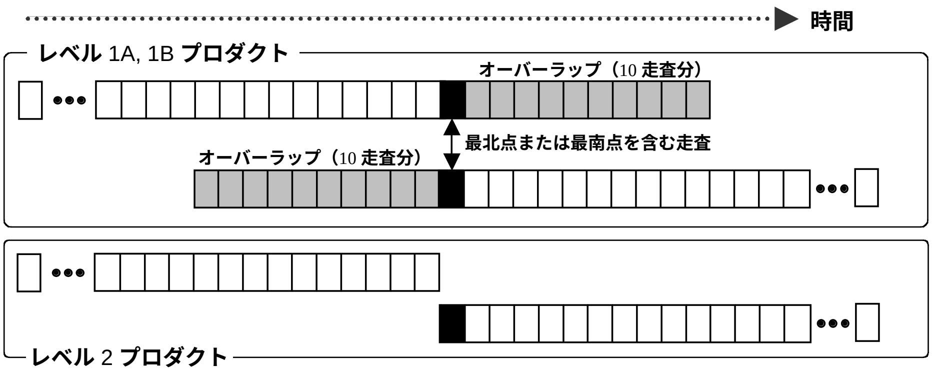


図 4.1-1　レベル 1A／1B／レベル 2 プロダクトシーン定義

(2) **レベル** 1B Map／**レベル** 2Map

- プロダクトサイズは、300×300 ピクセルで、1 ピクセルは約 10km×10km でリサンプリングされたものとする。従って、1 枚の Map のシーンサイズは、約 3000km ×3000km となる。
- 地図投影法は、等緯度経度（EQR）、メルカトル（MER）、ポーラステレオ（PS）から選択される（表 4.1-2、図 4.1-2 参照）。
- 地球形状（準拠楕円体）は WGS84 である。
- シーン切り出しにおける基準緯度は、次に示す 3 種類から選択される。なお、基準緯度とは、球である地球を平面である地図に投影する際に、接点となる部分の緯度のことである。

  - 標準緯度　：EQR および MER における標準緯度は、0˚（赤道）である。
    PS における標準緯度は、±90˚（極点）である。
  - シーン中心：シーン中心は、文字通りシーンの中心でユーザがマップの切り出しに指定する中心緯度と同じである。
  - 指定緯度　：ユーザが別途指定する。ただし、指定する緯度の刻みは 5˚間隔である。

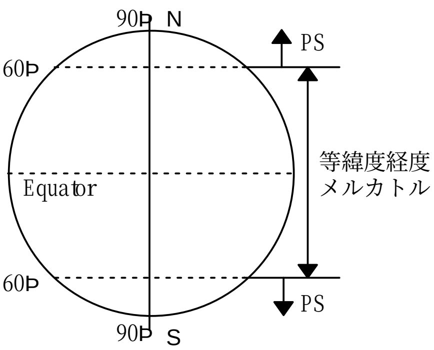


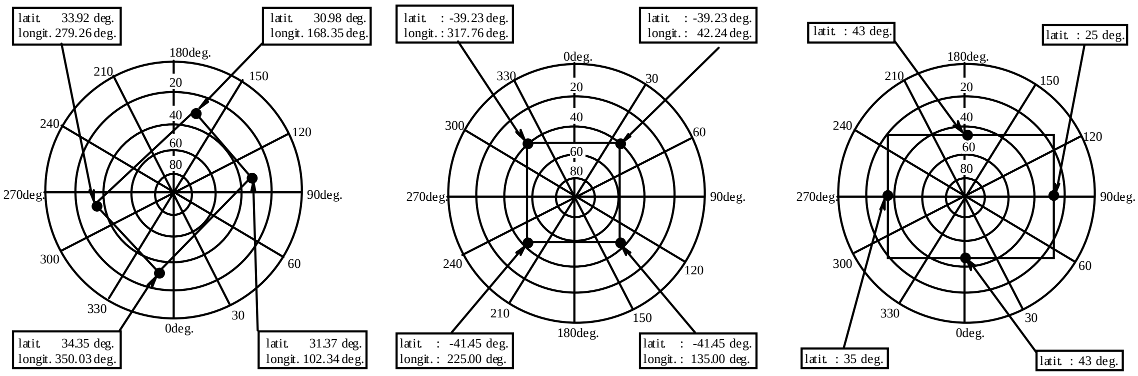
図 4.1-2　**地図投影法**

表 4.1-2　**地図投影法**

南北の緯度	投影法		
	EQR	MER	PS
0˚～60˚	○	○	×
60˚～90˚	×	×	○

(3) **レベル** 3

- レベル 3 プロダクトは、シーン単位でなく全球データである。
- 地図投影法は、等緯度経度（EQR）とポーラステレオ（PS）の 2 種類がある。
- マップの格子点間隔は、EQR では 0.25˚、PS では 25km である。
- PS 図法の定義は、図 4.1-3 (a) ～ (c)に示す通りである。



(a) 輝度温度、海氷密接度（北半球）　(b) 輝度温度、海氷密接度（南半球）　(c) 積雪深（北半球）

図 4.1-3　**レベル** 3 **プロダクト** PS **対象領域**

4.1.3　標準プロダクトの定義

4.1.3.1　レベル 1 プロダクト

(1) レベル 1A プロダクト

- レベル 0 データに欠損パケットのダミーデータを付加し、極～極の半周回のシーンに編集。
- 観測データのビット列（12bit または 10bit）をバイト単位（16bit）に変換。
- 6GHz における地球放射の低温校正源への映り込み補正。
- 月からの放射の低温校正源への混入補正。
- 10GHz における静止衛星から低温校正源への電波干渉補正。
- 6GHz における太陽光の迷光の低温校正源への混入補正。
- 高温校正源の温度補正。
- レベル 1B 処理に必要なアンテナ温度変換係数および輝度温度変換係数の算出。
- 観測データに対応する緯経度情報、入射角、太陽方位角、仰角を算出。
- パケット欠損・チェックを行い、品質情報を付加。
- 陸海判定フラグを付加。

(2) **レベル** 1B **プロダクト**

- レベル 1A データのディジタルカウント値からアンテナ温度に変換し、さらに輝度温度へ変換。
- 6GHz における走査バイアス補正。
- アンテナ温度に校正曲線を適用。
- アンテナ温度から輝度温度へ変換。
- アンテナ走査角度±61°の範囲のデータのみが切り出され、格納。

(3) **レベル** 1B Map **プロダクト**

- レベル 1B データを地図投影（EQR、MER または PS）したもの。

表 4.1-3　AMSR-E **レベル** 1 **プロダクト一覧**

プロダクト	データ単位	頻度	データ量*1
レベル 1A	シーン（半周回）	29/日*2	38 MB
レベル 1B	シーン（半周回）	29/日*2	32 MB
レベル 1B Map	シーン（EQR, MER, PS）	注文	5 MB*3

*1：データ単位毎の概算データ量
*2：Aqua の 1 日当たりの平均周回数 ＝ 約 14.5 周回/日
*3：地図投影法および基準緯度による

4.1.3.2　高次プロダクト

(1) **レベル** 2 **プロダクト**

- レベル 1B データをもとに各物理量を算出したもの。
- レベル 1B と同様に幾何学情報が付加され、品質情報、付加情報（国際電子時刻で、1993 年からの通算秒である TAI93 に準拠する各走査毎の時刻、軌道番号）を格納。

表 4.1-4　AMSR-E **レベル** 2 **プロダクト一覧**

プロダクト	コード	データ単位	頻度*1	データ量*2
積算水蒸気	WV	シーン（半周回）	29/日	2.6 MB
積算雲水量	CLW	シーン（半周回）	29/日	2.6 MB
降水量	AP	シーン（半周回）	29/日	2.6 MB
海上風速	SSW	シーン（半周回）	29/日	2.6 MB
海面水温	SST	シーン（半周回）	29/日	2.6 MB
積雪深	SWE	シーン（半周回）	29/日	2.6 MB
海氷密接度	IC	シーン（半周回）	29/日	2.6 MB
土壌水分量*3	SM	シーン（半周回）	29/日	2.6 MB

*1：Aqua の 1 日当たりの平均周回数 ＝ 約 14.5 周回/日
*2：データ単位毎の概算データ量
*3：アルゴリズムバージョン 2 より標準プロダクトに追加

(2) **レベル** 2Map **プロダクト**

- レベル 2 データを地図投影（EQR、MER または PS）したもの。
- 画素サイズは 10 km 間隔でリサンプリングされたものであり、リサンプリングの方法としては、ニアレスト・ネイバーで処理したもの。

表 4.1-5　AMSR-E レベル 2Map プロダクト一覧

プロダクト	コード	データ単位	頻度	データ量*1	投影法	基準緯度		
						標準	シーン中心	指定
積算水蒸気	WV	シーン	注文	5.5MB	EQR	○	○	○
					MER	○	○	○
					PS	○		○
積算雲水量	CLW	シーン	注文	5.5MB	EQR	○	○	○
					MER	○	○	○
					PS	○		○
降水量	AP	シーン	注文	5.5MB	EQR	○	○	○
					MER	○	○	○
					PS	○		○
海上風速	SSW	シーン	注文	5.5MB	EQR	○	○	○
					MER	○	○	○
					PS	○		○
海面水温	SST	シーン	注文	5.5MB	EQR	○	○	○
					MER	○	○	○
					PS	○		○
積雪深	SWE	シーン	注文	5.5MB	EQR	○	○	○
					MER	○	○	○
					PS	○		○
海氷密接度	IC	シーン	注文	5.5MB	EQR	○	○	○
					MER	○	○	○
					PS	○		○
土壌水分量*2	SM	シーン	注文	5.5MB	EQR	○	○	○
					MER	○	○	○
					PS	○		○

*1：データ単位毎の概算データ量
*2：アルゴリズムバージョン 2 より標準プロダクトに追加

(3) レベル 3 プロダクト

- レベル 1B の輝度温度（TB）データおよびレベル 2 の物理量データを、あらかじめ地球表面上に設定した格子点対応に、空間的、時間的に平均化したものである。時間平均は、1 日と 1 ヶ月の 2 種類とする。平均化したデータは、EQR と PS の 2 種類の地図投影法で全球サイズにマッピングされる。
- データ単位は、各プロダクトについて全球データとするが、Ascending による全球データと、Descending による全球データの 2 種類がある。ここで、Ascending と Descending の定義は以下のとおり。

  - Ascending　：地球を南北の極点で区切ったとき、南極点から北極点にかけて観測したときのデータ
  - Descending　：地球を南北の極点で区切ったとき、北極点から南極点にかけて観測したときのデータ

表 4.1-6　AMSR-E レベル 3 プロダクト一覧

プロダクト	コード	データ単位	頻度	投影法	データ量[*1]
輝度温度	TB	全球（A / D）	1/日、1/月	EQR	1.98 MB[*2]
				PS（北半球）	0.26 MB[*2]
				PS（南半球）	0.20 MB[*2]
水蒸気量	WV	全球（A / D）	1/日、1/月	EQR	1.98 MB
積算雲水量	CLW	全球（A / D）	1/日、1/月	EQR	1.98 MB
降水量	AP	全球（A / D）	1/日、1/月	EQR	1.98 MB
海上風速	SSW	全球（A / D）	1/日、1/月	EQR	1.98 MB
海面水温	SST	全球（A / D）	1/日、1/月	EQR	1.98 MB
積雪深	SWE	全球（A / D）	1/日、1/月	EQR	1.98 MB
				PS（北半球）[*3]	0.47 MB
海氷密接度	IC	全球（A / D）	1/日、1/月	PS（北半球）	0.26 MB
				PS（南半球）	0.20 MB
土壌水分量[*4]	SM	全球（A / D）	1/日、1/月	EQR	1.98 MB

A：Ascending　　D：Descending
*1：データ単位毎の概算データ量
*2：輝度温度（TB）には以下の 12ch があり、ここであげたデータ量は 1ch = 1 ファイルに対応する。

- 水平偏波（6ch）：6.9、10.65、18.7、23.8、36.5、89.0 GHz
- 垂直偏波（6ch）：6.9、10.65、18.7、23.8、36.5、89.0 GHz

*3：南半球の積雪量を、PS で地図投影したプロダクトは作成しない。
*4：アルゴリズムバージョン 2 より標準プロダクトに追加

4.2　レベル 1 処理アルゴリズム

4.2.1　編集処理

AMSR-E データ編集処理の流れを図 4.2-1 に示す。

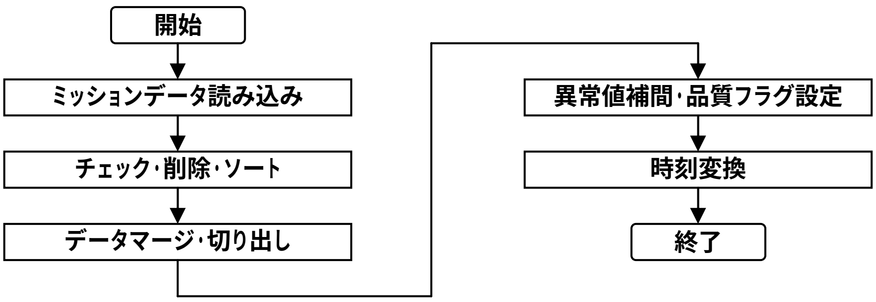


図 4.2-1　編集処理フロー

AMSR-E パケット分離済みデータ Rate Buffered Data (RBD)に対して、データ抜け、重複等の品質チェック、不要データ（ダイレクトブロードキャストデータ）の削除、パケットシーケンスカウンタおよび時刻によるソート等を行う。

その後、RBD（もしくは、Production Data Set (PDS)）に対して、処理の実行単位であるシーン（地球半周分、最大南緯～最大北緯）に処理用オーバラップを含んだデータの切出しを行う。

切出しにおいて、入力ファイルが複数存在する場合は、そのマージ編集を行う。シーン単位に切出した編集済みデータは、データ項目毎にフォーマット変換及び工学値変換を実施する。また、変換したデータに対してはパリティビットと欠損のチェックを行った後、異常値、欠損に対して補間またはダミーデータ挿入、品質フラグ設定を実施する。

編集処理では、入力となるデータ（Science／GBAD）の時刻系を 1958 年基準の TAI 時刻から 1993 年基準の TAI 時刻への変換を実施し、各走査に対応した 1 周期トリガ時刻を算出設定する。

ここで、編集処理の概念図を図 4.2-2 に示す。

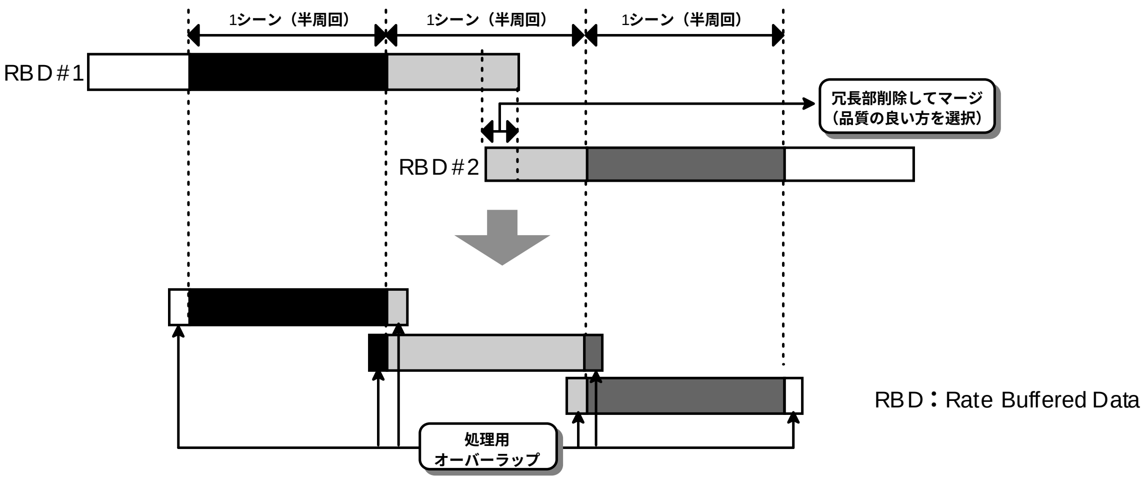


図 4.2-2　編集処理概念図（Rate Buffered Data 入力時の例）

4.2.2　レベル 1A 処理

レベル 1A 処理では、編集処理で出力した編集済みデータを入力とし、図 4.2-3 に示すようにラジオメトリック情報および幾何情報を算出する。

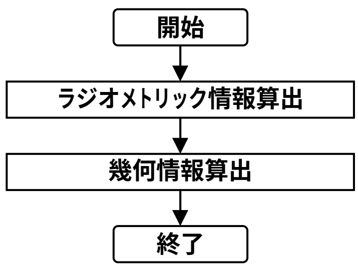


図 4.2-3　レベル１A プロダクト処理フロー

(1) ラジオメトリック情報算出

ラジオメトリック情報算出処理の流れを図 4.2-4 に示す。

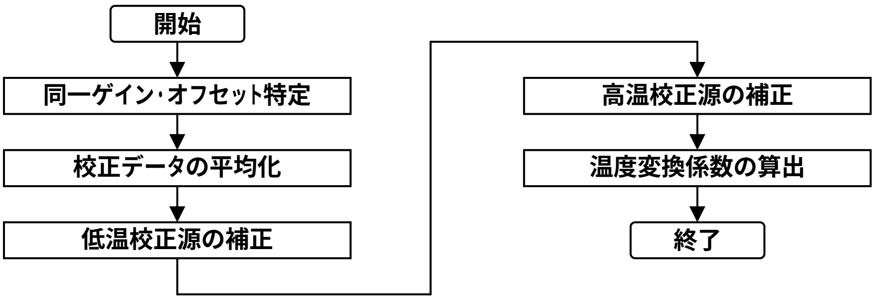


図 4.2-4　アンテナ温度変換係数算出処理フロー

a) 同一ゲインオフセット点の特定／平均化

同一の AGC（Auto Gain Control）レベル（ゲイン、オフセット）で低温、高温校正データが取得された範囲を特定し、同じゲインレベルで取得された校正データを平均化する。ゲインまたはオフセット値が異なるデータの平均は行わない。

b) 高温校正源/低温校正源の補正

高温校正源温度と低温校正源カウント値に対して補正を実施する。

- 高温校正源温度の補正（補正アルゴリズム使用）
- 低温校正源温度の補正（月／地上放射／電波干渉／太陽光の除去）

c) 全周波数のアンテナ温度変換係数の算出

期待される高温校正源温度（T_h)、高温校正データ平均（C_h)、期待される低温校正源温度（T_c）および低温校正データ平均（C_c）の 2 点かから、観測カウント値（C_{obs}）を一次放射器の入力であるアンテナ温度（T_A）に変換するための 1 次の校正式の係数（A,B）を算出する（図 4.2-5 参照)。

$$T_A = A \times C_{obs} + B$$

$$A = \frac{T_h - T_c}{C_h - C_c} \qquad B = \frac{T_h - T_c}{C_h - C_c} \times (-C_c) + T_c$$

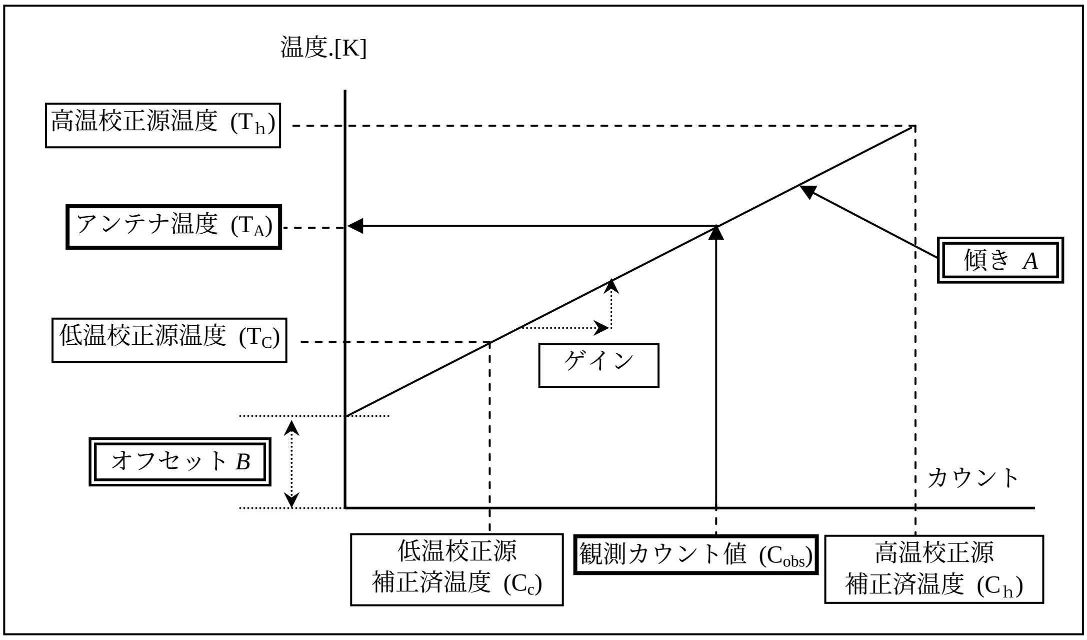


図 4.2-5　**ラジオメトリック情報算出概念図**

(2) 幾何情報算出

幾何情報算出処理では、以下の処理が行われる。

- 観測点の緯度経度算出
- 観測点に於ける太陽の仰角と方位角の算出
- 観測視線ベクトルの地表入射角と方位角の算出
- 全周波数の陸／海フラグ情報の設定

a) 観測点の緯度経度算出

観測点の緯度経度算出処理の流れを図 4.2-6 に示す。

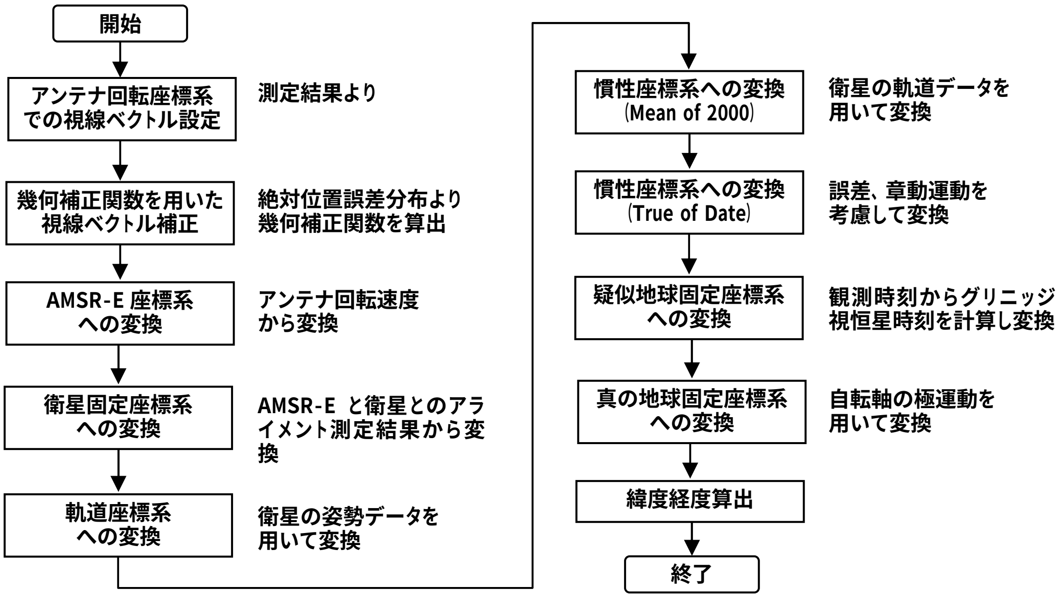


図 4.2-6　**観測点緯度経度算出処理フロー**

■　視線ベクトル補正

衛星進行方向の位置誤差（ΔLine）と、スキャン方向の位置誤差（ΔPixel）より、視線ベクトルの仰角と方位角を調整することで視線ベクトルを修正する。ΔPixel は、方位角を調整することで補正し、ΔLine は仰角と方位角を調整することで補正を実施する。ここで、視線ベクトルと位置補正量の関係を図 4.2-7 に示す。

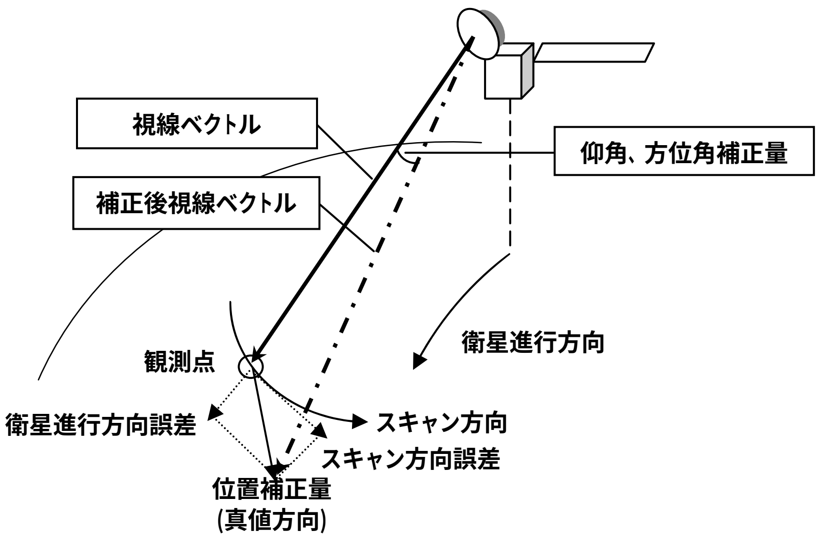


図 4.2-7　**視線ベクトルと位置補正量の関係**

■ 座標変換

89GHz の観測データに対応した位置情報である緯度･経度情報は、各観測点における観測時刻タイミングと、その衛星軌道位置からベクトルの座標変換により算出する。地球モデルは WGS84 で、与えられる緯度は測地緯度である。89GHz 以外の観測周波数の幾何情報は、プロダクトの中には与えられていない。これらについては、プロダクト中の 89GHz の幾何情報から、コアメタ部分に与えられている相対レジストレーションパラメータを用いて算出することが可能である。一方、89GHz 以外の周波数で観測したデータの幾何情報を 89GHz の値で代用した場合には、5～10km 程度の地上位置誤差が見込まれる。

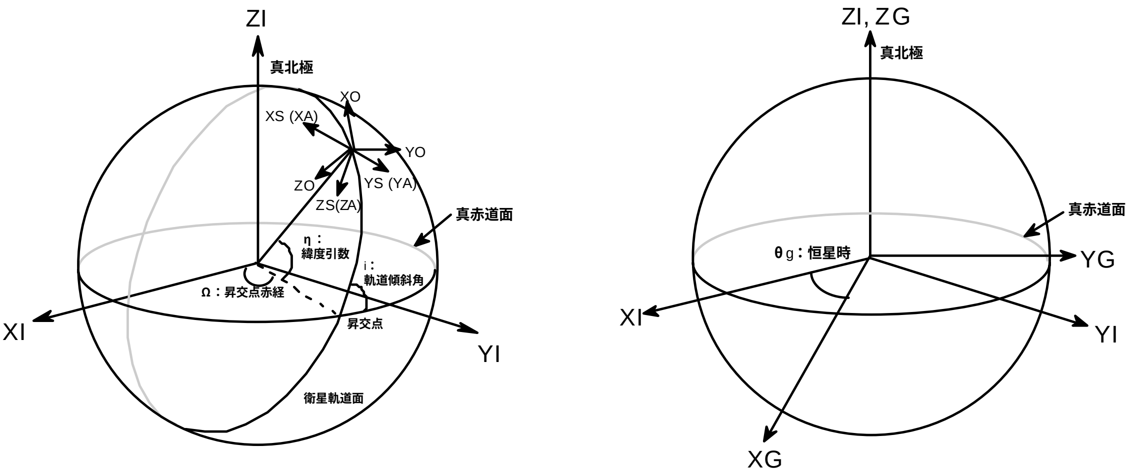
なお、相対レジストレーションパラメータを用いた算出式については、付録 3 に添付されているレベル 1 フォーマット説明書を参照のこと。

ここで、地表面観測緯度経度を算出する過程で適用される各種座標系の定義を表 4.2-1 および図 4.2-8 示す。

表 4.2-1　**座標系の定義**

座標系名称	記号	原点および軸	定義
アンテナ回転座標系	R	原点（OR）	AMSR-E アンテナ回転軸中心
		XR	回転角度 0 の場合に XA と一致*1
		YR	回転角度 0 の場合に YA と一致*1
		ZR	ZA と一致
AMSR-E 座標系	A	原点（OA）	回転中心
		XA	衛星ロール軸方向
		YA	ZA × XA
		ZA	衛星ヨー軸方向
衛星座標系	S	原点（OS）	衛星重心
		XS	衛星ロール軸
		YS	衛星ピッチ軸
		ZS	衛星ヨー軸
軌道座標系	O	原点（OO）	衛星重心
		XO	YO × ZO
		YO	軌道角運動量ベクトルと反対方向
		ZO	地心方向
慣性座標系（Mean of 2000）	I_{2000}	原点（O I_{2000}）	地球中心
		X I_{2000}	平均春分点方向
		Y I_{2000}	Z I_{2000} × X I_{2000}
		Z I_{2000}	平均赤道面に垂直方向
慣性座標系（True of Date）	I_{True}	原点（O I_{True}）	地球中心
		X I_{True}	真春分点方向
		Y I_{True}	Z I_{True} × X I_{True}
		Z I_{True}	真赤道面に垂直方向
疑似地球固定座標系		原点（OG）	地球中心
		XG	グリニッジ子午線方向
		YG	ZG × XG
		ZG	真の自転軸方向
真の地球固定座標系	G	原点（OG）	地球中心
		XG	赤道面でのグリニッジ子午線方向
		YG	ZG × XG
		ZG	IERS 基準極原点（IRP）を基準

*1：回転角度 0 とは、1 周期のトリガが発行される瞬間のことである。1 周期トリガ発行時のアンテナの位置ずれは、アンテナ回転座標系への変換時に反映される。



(a) AMSR-E/衛星/軌道/慣性座標系の関係　　**(b) 慣性座標系と地球固定座標系の関係**

図 4.2-8　**座標系の定義**

b) 太陽の仰角と方位角、地表面の入射角と方位角

上記で算出した観測点の緯度・経度と太陽の位置を用いて、89GHz の観測位置に対応した太陽の仰角と方位角を算出し、緯度・経度から地表面の入射角と方位角を算出する。

c) 全周波数の陸/海フラグ情報の設定

上記で算出した観測点の緯度・経度から、データベースとして保持している陸海フラグ情報を検索した結果を設定する。

4.2.3　レベル 1B 処理

レベル 1B 処理では、レベル１A プロダクトを入力として、図 4.2-9 に示す処理を実施する。

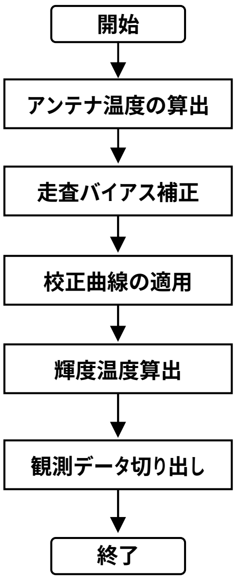


図 4.2-9　**レベル１**B **プロダクト処理フロー**

(1) アンテナ温度の算出

レベル 1A 処理で計算したアンテナ温度変換係数 A、B を用いて、観測データカウント C_{obs} をアンテナ温度 T_A に変換する。

$$T_A = A \cdot C_{obs} + B$$

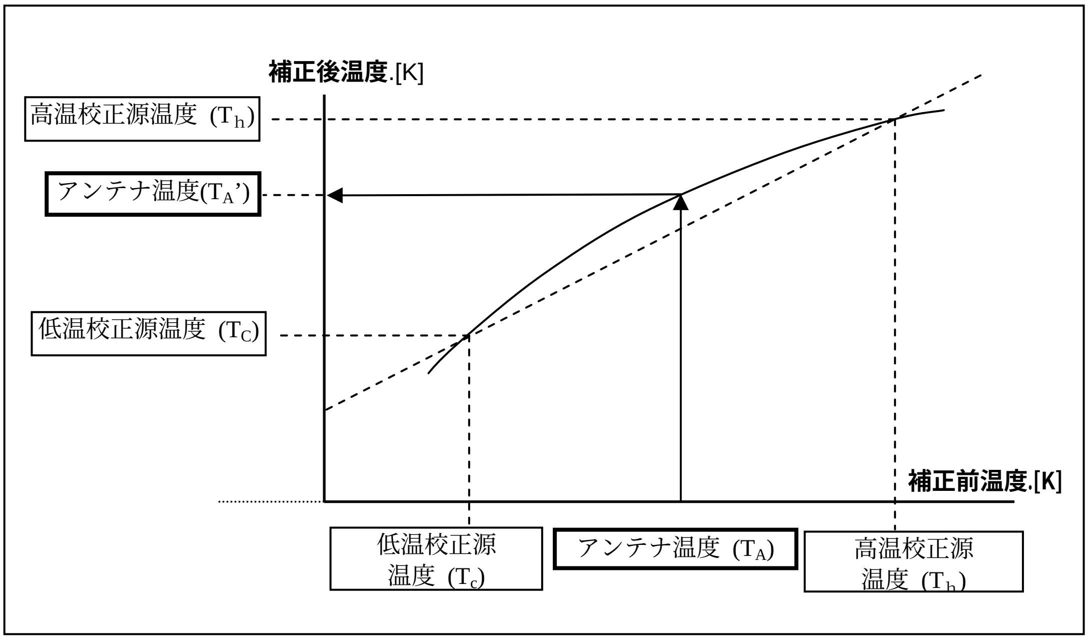
(2) 走査バイアス補正

別途算出済みの変換係数を用いて、レベル 1B プロダクトの 1 走査(全 196 点)のうち最初の 30 点に発生している走査バイアスを補正する。

(3) 校正曲線の適用

別途算出済みの補正係数（C_1、C_2、C_3、C_4、C_5）を用いて、アンテナ温度 T_A を補正済アンテナ温度 T_A'に変換する。

$$T_A{}' = C_1 + C_2 \cdot T_A + C_3 \cdot T_A{}^2 + C_4 \cdot T_A{}^3 + C_5 \cdot T_A{}^4$$



(4) 輝度温度算出

別途算出済みの変換係数を用いて、補正を実施したアンテナ温度 TA から、輝度温度（V 偏波 TBvb、H 偏波 TBhb）を次式により算出する。

$$T_{Bvb} = A_{vv}T_{Av} + A_{hv}T_{Ah} + 2.7A_{ov}$$
$$T_{Bhb} = A_{hh}T_{Ah} + A_{vh}T_{Av} + 2.7A_{oh}$$

(5) 観測データの切り出し

レベル 1A プロダクトにおいて、±75°の範囲で取り込まれている地表面観測データから、

低温／高温校正源などの干渉を受けていない±61°の範囲の観測値を切り出す。

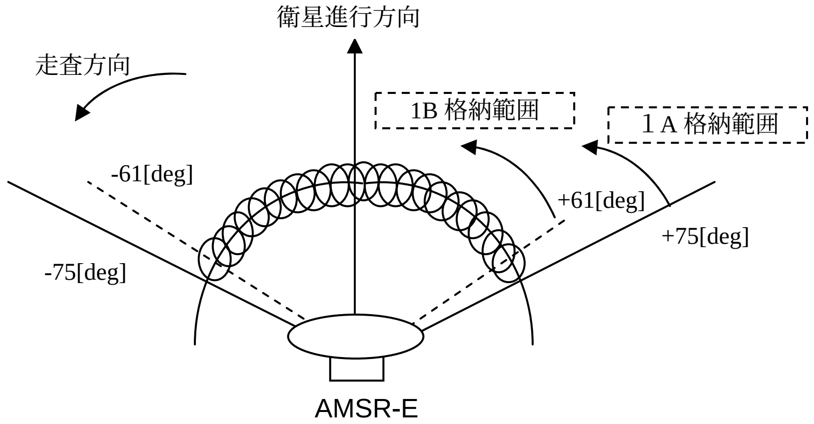


図 4.2-10　**観測イメージとプロダクト格納範囲**

4.2.4　レベル 1B Map 処理

レベル 1B Map 処理は、レベル 1B プロダクトを入力とし、指定された中心緯度と基準緯度、投影法（等緯経度、メルカトルまたはポーラステレオ）に従って、データの切出しとその地図投影を実施する。地図投影での処理内容は、以下のとおりである。

- 地図投影する領域を、指定された中心緯度を元にレベル 1B プロダクトから抽出する。
- 抽出したレベル 1B データをブロック単位に分割させ、出力する固定領域（3000km×3000km）の中心と抽出レベル 1B データの中心を基準に対応させる。
- 抽出レベル 1B データの各ブロックの 4 隅の位置に対して、指定される投影法による座標変換を行う。
- 出力領域は、固定である為、各ピクセル位置が既存であり、この位置と抽出レベル 1B データの地図投影後の座標位置を元に、出力領域座標からレベル 1B 領域への変換係数を算出する。
- 座標変換係数を使用して、出力領域座標の各ピクセル点に対応したレベル 1B データブロックを抜き出し、二アレストネイバ法により観測輝度温度を算出設定する。
- 対応するレベル 1B データがない領域は、輝度値に 0 を設定する。

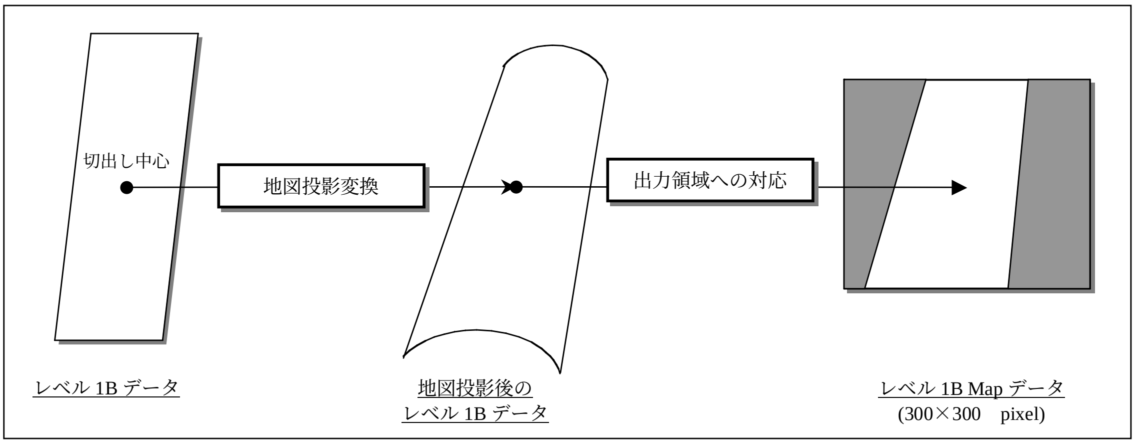


図 4.2-11　地図投影概念図

4.3　高次処理アルゴリズム

4.3.1　レベル 2 処理

レベル 2 処理では AMSR-E レベル 1B データを入力し、実際の物理量を算出する。算出される物理量には、積算水蒸気量、積算雲水量、降水量、海上風速、海面温度、海氷密接度、積雪深、土壌水分量の 8 種類がある。

4.3.1.1　水蒸気量

(1) 入力データ

水蒸気量の算出アルゴリズムは、以下のデータを入力とする。

- AMSR-E レベル 1 プロダクト
  - 18.7、23.8、36.5GHz 輝度温度（垂直／水平偏波）
  - 緯度・経度
  - 地表面入射角
  - 観測時刻
- 陸海フラグ
- 海氷データ（AMSR／AMSR-E 海氷密接度プロダクト 等）
- 海表面温度
- 海上風速
- 850 hPa における気温

(2) アルゴリズムの概要

a) 陸域／海氷域の識別

陸海フラグおよび海氷データを用いて、陸域および海氷域を除去する。海氷データは、AMSR 海氷密接度プロダクト等の最新情報により毎日更新される。AMSR-E のある視野が陸域または海氷域と識別された場合、land/sea ice フラグがセットされ処理は終了する。

b) AMSR-E 輝度温度データ品質チェック

以下の条件が満たされない場合、bad TBB フラグがセットされ、処理は終了する。

- 18.7 GHz、23.8 GHz および 36.5GHz 帯の垂直／水平偏波に対する輝度温度が 90 K ～300 K の範囲にある
- 18.7 GHz、23.8 GHz および 36.5GHz 帯の垂直偏波に対する輝度温度と水平偏波に対する輝度温度の差（垂直 – 水平）が正となる。
- 23.8 GHz 帯の垂直偏波に対する輝度温度と、18.7 GHz 帯の垂直偏波に対する輝度温度の差が、TBD K 以下となる。

c) 属性データの品質チェック

- 海上風速の値が 0～60 m/s の範囲外の場合、デフォルト値として 5 m/s が設定される。
- 海面温度の値が 0～35 ˚C の範囲外の場合、Others フラグがセットされ、処理は終了する。
- 850 hPa での気温が 200～300K の範囲外の場合、デフォルト値として海面温度-10 K が設定される。

d) 雲量インデックスの算出および品質チェック

18.7 GHz、23.8 GHz および 36.5GHz 帯の垂直／水平偏波に対する海面放射率を、周波数、海面温度および入射角より算出した後、海面温度および海上風速で補正し、雲量インデックス（CCI）を算出する。算出した CCI が-0.05 以下の場合、bad TBB フラグがセットされ、処理は終了する。

e) 晴天／曇り／降雨の識別

- 輝度温度（18.7 GHz／垂直） が 240 K 以上 → 降雨（Rainy フラグがセット）
- 輝度温度（18.7 GHz／垂直） が 240 K 以下かつ CCI が 0.2 以上 → 曇り（Cloudy フラグがセット）

- 輝度温度（18.7 GHz／垂直） が 240 K 以下かつ CCI が 0.2 以下 → 晴天（Normal フラグがセット）

f) 鉛直平均大気温度、大気透過率二乗の算出および品質チェック

850 hPa における大気温度、海面放射率、海面温度および輝度温度から、反復計算により 18.7 GHz、23.8 GHz および 36.5 GHz 帯の垂直／水平偏波に対して、大気透過率二乗（Tr）および鉛直平均大気温度（Ta）を算出する。

適切な Ta が参照テーブルから取得できない、または大気-海面システムの鉛直平均大気温度（α）が輝度温度以下の場合、bad TBB フラグがセットされ、処理は終了する。

g) 水蒸気量インデックスおよび雲水量インデックスの算出

まず、18.7 GHz、36.5 GHz 帯に対する輝度温度（水平／垂直偏波)、鉛直平均大気温度（Ta）および大気透過率二乗（Tr）より雲水量インデックス（CWI）を算出する。この CWI と 18.7 GHz、23.8 GHz 帯に対する大気透過率二乗（Tr)、および参照テーブルから取得される係数および定数から水蒸気量インデックス（PWI）を算出する。なお、この参照テーブルは、PWI と最終的に算出される水蒸気量（PWA）との相関が最大となるように、ラジオゾンデデータを用いて準備される。

h) 積算水蒸気量の算出

AMSR-E による観測データから算出した PWA と、ラジオゾンデによる観測データから算出した PWA が一致するように調整された参照テーブルを用いて PWI を変換し、PWA（kg/m^2）を算出する。PWI の値が参照テーブルの範囲外となった場合、low accuracy フラグがセットされる。

i) 降雨に対する補正

降雨有りと識別された領域の PWA に対しては、以下の補正が適用される。

- 18.7 GHz 帯の輝度温度について、水平偏波（T19H）／垂直偏波（T19V）が 0.884 以下
  → PWA = PWA – 1.51
- 水平偏波（T19H）／垂直偏波（T19V）が 0.884 以上
  → PWA = PWA + (T19H/T19V – 0.884) / (0.960-0.884)×16.5 - 1.51

4.3.1.2 積算雲水量

(1) 入力データ

積算雲水量の算出アルゴリズムは、以下のデータを入力とする。

- AMSR-E レベル 1 プロダクト
  - 6.925、10.65、18.7、23.8、36.5 GHz 輝度温度（垂直／水平偏波）
  - 緯度・経度
  - 地表面入射角
- 陸域マップ（1/12°解像度）

(2) アルゴリズムの概要

a）AMSR-E 輝度温度データ品質チェック

入力される各チャンネルの輝度温度データ、および垂直偏波と水平偏波の輝度温度の差分が、予め設定された海洋観測データとして利用可能な温度範囲内にあることを確認する。この温度範囲内から外れる輝度温度データに対して、フラグに 1 が設定される。

b) 輝度温度標準化

各チャンネルの輝度温度を、AMSR-E アンテナビームの地表面入射角 55°に併せて標準化する。また、AMSR-E の絶対校正誤差を取り除くために、地球物理学的な手法で求められたオフセットを加える。なお、これらのオフセット値は、各チャンネル毎に与えられる。

c) 陸域および海氷域の識別

1/12°解像度の陸域マップに基づき、陸または海岸近くの観測データを識別し、陸が識別された場合にはフラグに 1 が設定され、それ以外の場合は 0 が設定される。

また、輝度温度データと緯度情報より海氷密接度を算出する。この海氷密接度の算出には、AMSR-E の海氷密接度処理アルゴリズムが適用される。

上記にてエラーフラグが一つでも設定されたセルは、積算雲水量の算出から除外される。

d) 積算雲水量の算出

10 チャンネルの輝度温度データ（5 周波数×2 偏波）から、線形統計回帰アルゴリズム（Linear Statistical Regression: LSR）により積算雲水量を算出する。ここで、積算雲水量の算出に使用する係数は、様々な状態の海洋に対する多くの観測データ（海面温度、海上風速、水蒸気量、雲水量）を入力として、放射伝達モデルを用いて計算した輝度温度のシミュレーション値に基づいており、規定の環境に対して算出値と真値の標準偏差が最小となるように設定される。

なお、積算雲水量の値が 0.18mm 以上となった場合、そのデータに対しては Heavy Rain のフラグが設定される。

4.3.1.3　降水量

(1) 入力データ

降水量の算出アルゴリズムは、以下のデータを入力とする。

- AMSR-E レベル 1 プロダクト
  - 18.7、36.5、89.0 GHz 輝度温度（垂直／水平偏波）
  - 緯度・経度
  - 地表面入射角
- 地表面大気温度
- 海面温度（AMSR レベル 3 プロダクト）
- 海氷密接度（AMSR レベル 3 プロダクト）

(2) アルゴリズムの概要

本アルゴリズムは雨滴による放射・散乱応答を組み合わせた推定手法を用いており、沿岸域(海岸線から 25km 程度)、海氷、積雪域、及び砂漠を除いた、海域・陸域両方の降水量を推定する。海域と陸域では別のアルゴリズムが適用され、一般的に海域での推定精度は陸域より良好である。海氷域の判定は、AMSR 処理システムソフトウエアから提供される AMSR 海氷密接度を用いて行い、陸上積雪域及び砂漠域の検出は、輝度温度情報に基づきアルゴリズム内で実施される。

a) 降水量の算出（海域）

降水量の算出には、以下に示す放射と散乱の組み合わせた関数が主要なパラメータとし

て利用される。

$$f = (1 - \frac{D}{D_0}) + 2(1 - \frac{PCT}{PCT_0})$$

ここで、D は 18.7GHz 帯のデポラリゼーション（$D = T_{B19V} - T_{B19H}$）であり、閾値 D_0 は雨の降り始めにおける D である。PCT は、偏波補正済みの輝度温度であり、$PCT = 1.818T_{B89V} - 0.818T_{B89H}$ で与えられる。閾値 PCT_0 は、雨の降り始めにおける PCT である。

D_0 および PCT_0 は、36.5 GHz のデポラリゼーションと海面温度に基づいて 3°（緯度）×6°（経度）の矩形領域に対して毎月決定され、ルックアップテーブルとして保存される。関数 f と降水率との関係は、Beam-Filling 効果を考慮した以下の放射伝達式で定義される。

$$R = \alpha f^{\beta}$$

ここで、α および β は空間的スケールに依存する係数である。この α と β の空間スケールにおける依存性は、Beam-Filling 効果の空間的依存性によるものである。

b) 降水量の算出（陸域）

陸域における降水量は、18.7GHz と 89GHz 帯の輝度温度から、以下の式にて算出される。

$$R = a\left(DT_B - DT_{B0}\right)$$

ここで、放射伝達モデルから与えられる係数 a の値は 0.2 であり、$DT_B = T_{B18.7} - T_{B89}$ である。閾値 DT_{B0} は、雨の降り始めにおける D_{TB} であり、3°（緯度）×6°（経度）の矩形領域に対して毎月決定され、ルックアップテーブルとして保存される。

4.3.1.4　海上風速

(1) 入力データ

海上風速の算出アルゴリズムは、以下のデータを入力とする。

- AMSR-E レベル１プロダクト
  - 10.65, 36.5 GHz 輝度温度（垂直／水平偏波）
  - 6.925 GHz 輝度温度（水平偏波）

(2) アルゴリズムの概要

海上風速は、主に 36.5 GHz 帯垂直／水平偏波の輝度温度から算出される。垂直／水平偏波の輝度温度は、水蒸気量、雲水量および海面温度に依存して変化するため、これらの影響を除去する補正処理が行われる。また、36.5 GHz 帯の観測データから算出された海上風速は、AMSR-E のアンテナ指向方向と海上風向との角度に依存する異方性が大きい。この異方性は、36.5 GHz に加えて、異方性の少ない 10.65 GHz 帯の輝度温度を用いて補正される。

ただし、36.5 GHz 帯の輝度温度は、降雨時には飽和してしまい、この周波数帯を用いた海上風速の算出は、無降雨の条件下に制限される。一方降雨時でも、6.925 GHz、10.65 GHz 帯の観測データは飽和しないため、これらの水平偏波データを用いて、海上風速を算出することができる。ただし、6.925 GHz、10.65 GHz 帯は感度が低いため、これらのデータから算出した海上風速の精度は、36.5 GHz 帯のデータから算出されたそれに比べて悪くなる。

標準アルゴリズムとしては 36.5 GHz 帯のデータを使ったものが動いており、6.925 GHz、10.65 GHz 帯を使ったものは、研究アルゴリズムとして、EORC からデータが提供されている。

4.3.1.5　海面水温

(1) 入力データ

海面水温の算出アルゴリズムは、以下のデータを入力とする。

- AMSR-E レベル１プロダクト
  - 6.925、10.65GHz 輝度温度（垂直／水平偏波）
  - 23.8、36.5GHz 輝度温度（垂直偏波）

(2) アルゴリズムの概要

a) 地表面入射角の補正

地表面入射角の変動に起因する輝度温度の補正は、以下の式にて与えられる。

dA = -2.9×(A-55.0)　・・・ 6(V)

dA = -2.7×(A-55.0)　・・・ 10(V)

ここで、A が地表面入射角である。水平偏波に対する補正も同様の式で実施される。

b) 大気補正

6.925、10.65GHz 帯の観測データに対する大気補正は、23.8、36.5GHz 帯の垂直偏波を用いて実施する。ただし、23.8、36.5GHz 帯の輝度温度は海面温度に依存して変化するため、0～35˚C の範囲における海面温度に対して 5˚C 間隔で補正テーブルが準備される。

また、SST 精度は降雨域において劣化するため、降雨の影響を受けている観測データを除去する必要がある。この処理は、6.925、10.65GHz 帯の視野内において、規定の閾値の範囲内にある観測データをカウントすることで実施する。閾値の範囲外の観測データが、有効なデータよりも多い場合には SST の算出は行われない。

c) 海上風速補正

海上風速が 7～8m/s 以下の場合、垂直偏波により観測された輝度温度は一定となるが、水平偏波の輝度温度は上昇する。一方、海上風速が 7～8m/s 以上の場合、輝度温度は垂直、水平偏波ともに上昇する。この関係に基づき、海上風速の補正は、6.925、10.65GHz 帯の垂直偏波と水平偏波を用いて、各周波数毎に独立して行われる。

d) 地表面放射補正

観測視野内に、海岸または島が含まれている場合、地表面放射の影響が極端に増加する。このため、地表面放射の影響が 2K 以下の場合はこれを除去する補正を行う。ただし、地表面放射の影響が 2K 以上の場合は、SST の算出は行われない。

e) サングリッタ除去

レベル 1B プロダクトより与えられる、アンテナビームと太陽方向との角度から、サングリッタのチェックを行う。アンテナビームと太陽方向との角度が 30°を越える場合、SST の算出は行われない。

f) 塩分影響補正

SST が 30˚C 以上の場合、塩分による影響を無視することができない。塩分の影響を方正するために、事前に解像度 1˚のデータセットが準備される。なお、このデータセットは、打ち上げ後にも修正は行われない。

g) 海氷除去

海氷は、大気補正と同じ補正テーブルを適用しての識別する。すなわち、緯度 65˚以上の領域において、値が 5.5K を越えたものについては海氷の影響を受けたピクセルとみなす。また、海氷の影響を受けたピクセルが規定の閾値を越えた場合、SST の算出は行われない。

h) SST への変換

6.925、10.65GHz 帯の輝度温度と、SST との関係を、複素相対誘電率を用いて算出する。

i) 空間移動平均

6.925 GHz 帯における、1 ピクセルに対する温度分解能は 0.3K であり、これは SST にして約 0.6˚C に相当する。算出した SST のノイズを除去する必要があり、現段階では 5 ピクセル×5 ピクセル（50km×50km）の領域における空間移動平均を算出する手法がとられている。

4.3.1.6　積雪深

(1) 入力データ

積雪深の算出アルゴリズムは、以下のデータを入力とする。

- AMSR-E レベル 1 プロダクト
  - 18.7、89 GHz 輝度温度（垂直偏波）
  - 36.5 GHz 輝度温度（垂直／水平偏波）
  - 緯度・経度
  - 地表面入射角
- 補助データ
  - 陸/海/雪氷識別
  - 地形
  - 雪の分類（Strum *et al*, 1995）
  - 積雪の可能性

(2) アルゴリズムの概要

a) 積雪領域の検出

積雪深の算定アルゴリズムでは、まず対象となる地表面の種類（平地、湖沼、氷、海洋、山岳、気象的な積雪の可能性、森林）が識別され、地表面が森林に覆われていない平地でない場合は、積雪深の算定対象外のフラグが付与される。森林に覆われていない平地についてのみ、AMSR 輝度温度データが読み込まれる。

次に、おおよその地表面温度を、積雪の可能性の有無に係わらず、全ての領域ついて算出する。この地表面温度も、対象となるピクセルにおける積雪の可能性を判定するために使用される。なお、現時点における判定の閾値としては、275K が設定されている。

降水は、陸域におけるマイクロ波の特性に影響するため、降雨時においては積雪パラメータの算出が出来ない可能性がある。そこで、複数の周波数を用いた降雨フィルターを利用して降雨の影響を受けたピクセルを除外する。

湿雪は、雪による散乱特性を低下させるため、積雪深の算定を混乱させる要因となる。現時点において、この問題を直接的に解決する有効な手段がないため、地表面温度と 36.5GHz の偏波の差を組み合わせて湿雪領域を識別する。

b) 積雪深の算出

積雪のない地表面と比較すると、積雪は、25GHz 帯上に独特の電磁特性を有している。

受動型マイクロ波放射計で積雪を観測した場合、観測周波数が高くなるにつれて、放射輝度の散乱が積雪の輝度温度を低下させる。この積雪の散乱特性により、地表面の積雪の存在を検出することができる。積雪が検出された場合、散乱の度合いにより積雪深（SD：Snow Depth）を推定することが可能となる。

湿雪の場合、積雪深は以下の式で算定される。

$$SD = 1.66 \times \Delta Tb$$

また、乾いた雪の場合、積雪深さは以下の式で算定される。

$$SD = a \times \Delta Tb / (1 - ff)$$

ここで、ΔTb は 18.7 GHz と 36.5GHz の垂直偏波輝度温度の差である。a は、Strum 等（1995）の、北半球を積雪タイプ別の 6 つの領域に分割した季節毎の雪の分類により与えられる係数である。ff は、パーセントで与えられる森林の割合である。

4.3.1.7　海氷密接度

(1) 入力データ

海氷密接度の算出アルゴリズムは、以下のデータを入力とする。

- AMSR-E レベル 1 プロダクト
  - 6.925、18.7 GHz 輝度温度（垂直偏波）
  - 36.5 GHz 輝度温度（垂直／水平偏波）
  - 緯度・経度
  - 地表面入射角

(2) アルゴリズムの概要

6.925 GHz と 36.5 GHz の垂直偏波輝度温度データを使用して、海氷密接度および海氷温度の初期値を算出する。算出した海氷温度は、続いて、対象観測におけるその他のチャンネルに対する放射率の推定に利用される。海氷密接度は、主に 36.5 GHz 帯の垂直／水平偏波データ、および 18.7 GHz 帯の垂直偏波から、Bootstrap 法を用いて算出される。ただし、海氷温度の空間的な変化に伴う誤差を最小とするために、輝度温度の代わりに放射率を使用する。

さらに、観測領域中の海氷部分だけの温度を表すため、算出した海氷密接度の値を用いて海氷温度を標準化する。

4.3.1.8　土壌水分量

(1) 入力データ

土壌水分量の算出アルゴリズムは、以下のデータを入力とする。

- AMSR-E レベル 1 プロダクト
    - 6.925、10.6、18.7、36.5、89.0 GHz 輝度温度（垂直／水平偏波）
    - 緯度・経度
    - 地表面入射角

(2) アルゴリズムの概要

一般に、2 つの均一な物質にはさまれた平坦な界面における放射率は、物質の誘電率と入射角を入力とするフレネルの式を用いて算出することができる。一方、AMSR-E の観測周波数帯（6.9、10.6、18.7、36.5 および 89 GHz）における含水地表面の放射率は、水平偏波／垂直偏波の両方について、高周波数側の放射率の方が低周波数側よりも大きくなる。よって、以下に示すインデックスを、地表面の水分量を示す指標として利用することができる。

$$ISW = \frac{(T_{bhigh} - T_{blow})}{T_{blow}}$$

ISW　：Index of Surface Wetness
T_{bhigh}　：輝度温度（高周波数側）
T_{blow}　：輝度温度（低周波数側）

ここで、大気放射の影響は ISW においては無視することができる。

なお、航空機搭載用マイクロ波放射計（AMR）実験によって得られた、36.5GHz と 6.9GHz 帯の観測データを用いて算出した ISW と、実際に測定した土壌水分量との間には良好な相関が得られている。

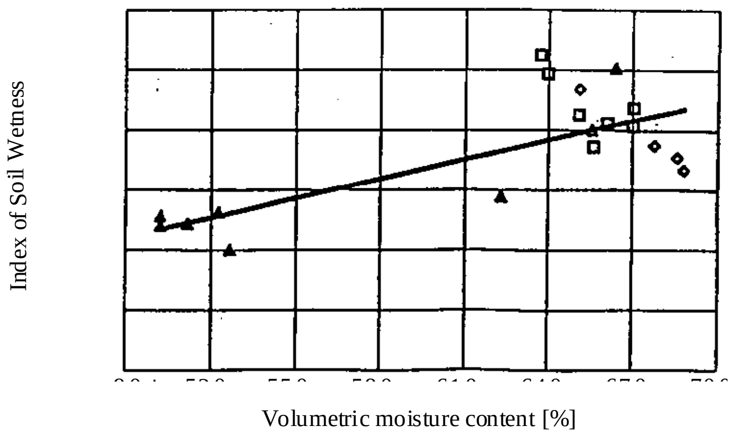


図 4.3-1　**土壌水分量と** ISW **の関係**

植生による被覆は、地表面水分からの信号（すなわち土壌水分に対する ISW が依存するもの）を減衰させる。SSM/I による 19GHz と 37GHz 帯の観測データを用いて算出した SWI と、GVI（Global Vegetation Index）との相関を評価した結果、GVI が増加すると SWI の最大値は減少することが示された。なお、地表面土壌水分の最大値と、それに対応する、植生の状態に応じて経験的に識別された SWI を満足するように傾きを保持することで､土壌水分を推定する線形回帰式はシフトされている。

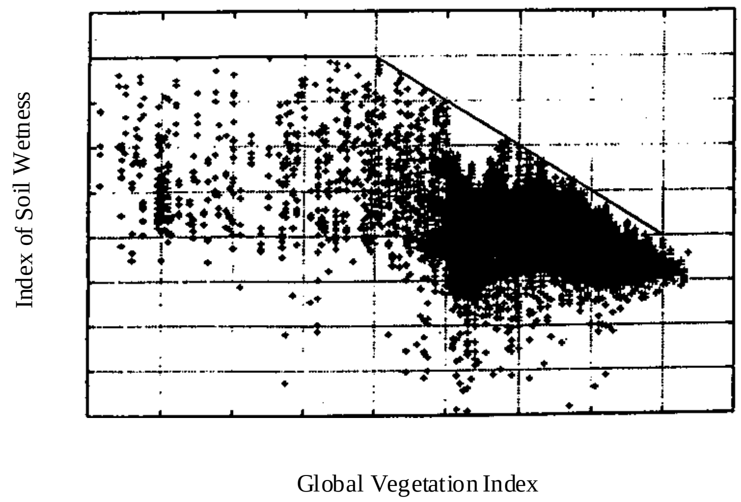


図 4.3-2　**植生指標と** ISW **の関係**

4.3.2　レベル 2 Map 処理

レベル 2 プロダクトを、指定された基準緯度および投影法（等緯度経度、メルカトルまたは

ポーラステレオ）に従って地図投影する（4.2.2 参照）。なお、地図投影における処理内容は 4.2.4 で示したレベル 1B Map と同様である。また、何らかの理由でパケットの欠損があった場合、パケットが欠損した部分に対応する観測データをダミーデータで埋め込む。なお、埋め込まれるダミーデータの値は、-9999 である。

4.3.3 レベル 3 処理

1 日分のレベル 1B データおよびレベル 2 データを入力として、規定の地図投影法（等緯度経度またはポーラステレオ）に従って地図投影し（4.2.2 参照）、各グリッド上での単純相加平均により日平均統計量を算出する。また、各物理量の 1 日平均レベル 3 データ 1 ヶ月分を入力とし、1 日平均と同様に各グリッド上での単純相加平均により月平均統計量を算出する。ただし、統計量の算出は、衛星の昇交軌道と降交軌道での観測に対してそれぞれ算出される。また、何らかの理由でパケットの欠損があった場合、パケットが欠損した部分に対応する観測データをダミーデータで埋め込む。なお、埋め込まれるダミーデータの値は、-9999 である。また、未観測グリッド及び地図投影法の関係でデータが存在しないグリッドにはダミーデータ-8888 が設定される。

4.4 プロダクトフォーマット

AMSR-E レベル l～3 プロダクトを格納するフォーマットとしては以下の理由から HDF が適用されている。

- いろいろなツールが整備されている。
- 計算機に依存しないなど、ユーザがアクセスしやすい環境が整っている。
- NASA の ECS（EOSDIS Core System）も HDF を標準フォーマットとしておりシステムに組込やすい。

なお、AMSR-E レベル 1～3 プロダクトフォーマットの詳細については、付録-3 として本文書に添付されている以下のフォーマット仕様書を参照のこと。

- AMSR-E レベル 1 フォーマット説明書（レベル 1A、1B および 1B Map を含む）
- AMSR-E レベル 2 プロダクト仕様書
- AMSR-E レベル 2 Map プロダクト仕様書
- AMSR-E レベル 3 プロダクト仕様書

第5章　データ提供サービス

地球観測情報システム（EOIS）は、JAXA/EOC で提供される各種データ提供サービスをWWW ブラウザで利用するための総合オンライン情報サービスである。ユーザは、EOIS から利用したいサービスを選択し、検索条件等のパラメータを入力して検索要求を送信し、検索結果を受信して表示することができる。

5.1　データ提供サービスの概要

EOIS では、対象となるユーザを表 5.1-1 に示す共同研究代表者（PI）、一般研究者および一般ユーザに分類し、データサービスを提供している。EOIS から提供されるサービスの一覧を表 5.1-2 に示す。

表 5.1-1　ユーザ定義

ユーザ	定義
共同研究代表者（PI）	JAXA と共同して共通の研究目的を達成するため、衛星データを用いる研究の場合には、JAXA からデータが無償で提供される。
一般研究者	EOIS にてオンライン登録を行ったユーザ。無償で、特定の地球観測衛星データをインターネットにてダウンロードできる（ダウンロードできるデータには制限がある）。
一般ユーザ	データを入手する際に特別な資格や申請等を必要としない。一般配布価格にて地球観測衛星データを入手することができる。また、サンプルデータに限り、インターネットにてダウンロードできる。

表 5.1-2　EOIS 提供サービス一覧

提供サービス	対象ユーザ			参照箇所*
	共同研究代表者	一般研究者	一般ユーザ	
シーンオーダ				
シーン検索	○	○	○	5.3.1(1)
プロダクト注文	○	○		5.3.1(2)
サンプルデータダウンロード	○	○	○	5.4.3
データセットオーダ				
データセット検索	○			5.3.2(1)
データセット注文	○			5.3.2(2)
スタンディングオーダ				
プロダクト注文	○			5.3.3(1)
画像カタログ				
画像カタログ表示	○	○	○	5.3.4(1)
画像カタログ編集	○	○	○	5.3.4(1)
地図表示				
観測領域の地図表示	○	○	○	5.3.4(2)
ステータス検索				
ステータス検索	○	○		5.3.4(3)
プロダクトダウンロード	○	○		5.4.2

＊：本ハンドブック中で概要を紹介する箇所に対応する項番を示す

表 5.1-2 にある各種のサービスには、EORC ホームページ（www.eorc.jaxa.jp）の「地球観測衛星データ提供」メニューからアクセスすることができる。ただし、ユーザ毎に利用できるサービスは異なる。

各サービスの概要について、5.2 節以降に示す（表 5.1-2 参照）。また、EOIS が提供するサービスの利用方法の詳細については、共同研究代表者、一般研究者と一般ユーザ向けのそれぞれに対してユーザーズマニュアルが準備されており、「地球観測衛星データ提供」メニューからアクセスする EOIS のページよりダウンロードすることができる。

EORC ホームページ：
http://www.eorc.jaxa.jp/

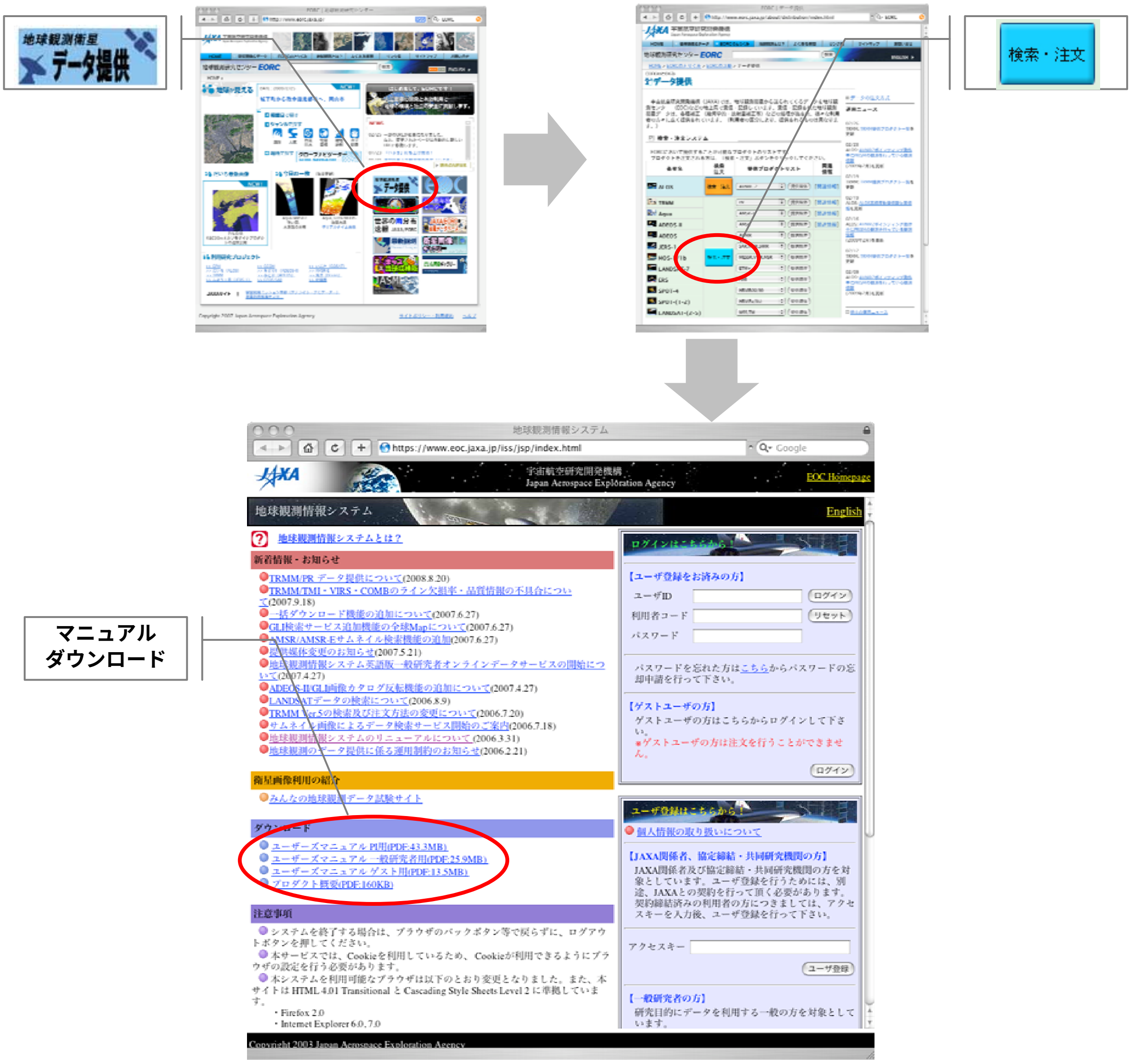


図 5.1-1　EOIS **ログイン画面**

5.2　プロダクト提供方式

プロダクトの提供方式には、シーンオーダ方式、データセットオーダ方式およびスタンディングオーダ方式の 3 種類がある。

(1) シーンオーダ

衛星、センサ、観測日、場所（緯度経度又は GRS/WRS）等の条件によって特定された個々のシーンに対してパラメータを指定することにより、必要とするデータを１件ずつ注文していく方式であり、共同研究代表者、一般研究者と一般ユーザを含む全てのユーザを対象とする。計画生産プロダクト、注文生産プロダクトのいずれもが提供の対象となる。

(2) データセットオーダ

予めセンサ単位で決められたデータセットをユーザが指定することで、そのセンサの複数種のプロダクトあるいは複数日分のプロダクトを一度に注文する方式であり、共同研究代表者を対象とする。計画生産された大量のプロダクトを一括して提供することが目的であるため、注文生産プロダクトの本方式での提供は行われない。

(3) スタンディングオーダ

ユーザから事前に提示された条件（センサ、処理レベル、プロダクト、期間及び緯経度）に該当するプロダクトを、ユーザが選択した頻度（16 日、１ヵ月、等）毎に媒体に格納して提供する方式であり、共同研究代表者を対象とする。計画生産された大量のプロダクトを一括して提供することが目的であるため、注文生産プロダクトを本方式で提供することはできない。なお、注文条件として緯経度を指定した場合には、指定された緯経度の範囲内に「シーンの中心」が含まれるデータが、提供の対象となる。

5.3　プロダクト検索及び注文

5.3.1　シーンオーダ

(1) シーンオーダ検索

EOIS が提供するシーンオーダ検索サービスは、EOC で保存管理されている地球観測データのカタログ情報を、衛星、センサ、観測日、場所（緯度経度又は GRS/WRS）等の条件で検索する機能であり、全てのユーザが利用可能である。AMSR-E の場合は、表 5.3-1 に示す全ての計画生産プロダクトが検索の対象となる。

表 5.3-1　AMSR-E **のシーンオーダ検索対象プロダクト一覧**

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">レベル</th><th rowspan="2">物理量</th><th colspan="3">投影法*1</th><th rowspan="2">備考</th></tr>
<tr><th>EQR</th><th>PS</th><th>PN</th></tr>
<tr><td colspan="2">1A、1B</td><td></td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2</td><td>水蒸気量、雲水量、降水量、海上風速、海面温度、海氷、積雪深、土壌水分量*2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">3</td><td rowspan="4">日・月</td><td>輝度温度（全 12ch）</td><td>〇</td><td>〇</td><td>〇</td><td>昇交／降交</td></tr>
<tr><td>水蒸気量、雲水量、降水量、海上風速、海面温度、土壌水分量*</td><td>〇</td><td>-</td><td>-</td><td>昇交／降交</td></tr>
<tr><td>海氷</td><td>-</td><td>〇</td><td>〇</td><td>昇交／降交</td></tr>
<tr><td>積雪深</td><td>〇</td><td>-</td><td>〇</td><td>昇交／降交</td></tr>
</table>

*1：EQR：等緯度経度　　PS：ポーラステレオ（南半球）　PN：ポーラステレオ（北半球）
*2：Ver.2 から標準プロダクトに追加

検索結果は文字情報として一覧及び詳細表示される。

検索条件に緯度経度を使用する場合は、地図画面上で領域を選択する方法でも指定することができる。また、検索の結果得られたカタログ情報に対応した観測領域（カバレッジ）を、地図画面上に表示することが可能である。

(2) プロダクト注文

共同研究代表者、一般研究者は、全ての計画生産プロダクト及び注文生産プロダクトに対するシーンオーダ方式でのプロダクト注文をEOISのシーン検索結果画面よりオンラインで行うことができる。

AMSR-E の場合には、計画生産プロダクトの処理情報がカタログ検索の結果として表示されるため、計画生産プロダクトの提供を要求する場合には、検索結果の一覧の中から必要とするプロダクトを選択し、媒体等の指定を行うだけでよい。注文生産プロダクトの場合には、最初に注文の源泉とすべき計画生産プロダクトのカタログ検索を行い、検索結果の中から選択したシーンのインベントリ情報を基に、処理レベル、地図投影パ

ラメータ等を指定することによって、注文情報の作成を行う必要がある（表 5.3-2 参照）。

表 5.3-2　注文生産プロダクト要求時の源泉情報

センサ	注文生産プロダクト		注文の源泉とすべきインベントリ情報	
AMSR-E	Level 1B Map	-	L1B	-
	Level 2 Map	水蒸気量、雲水量、降水量、海上風速、海面温度、海氷、積雪深、土壌水分量*2	L2	水蒸気量、雲水量、降水量、海上風速、海面温度、海氷、積雪深、土壌水分量*1

*1：Ver.2 から標準プロダクトに追加

一般ユーザは JAXA が業務を委託したデータ配布機関*に対してプロダクトの提供依頼を行う必要がある。

*: 平成 20 年度の時点では（財）リモート・センシング技術センター（RESTEC）
一般ユーザのデータ注文方法については、RESTEC ホームページ (www.restec.or.jp) からアクセスする地球観測衛星画像オンラインサービスシステム（CROSS）を参照。

(3) 複数バージョンへの対応

a) 計画生産プロダクト

計画生産プロダクトについては、最新及び一つ前のバージョンのアルゴリズム（2009 年 3 月現在、高次プロダクトについては Ver.6 及び Ver.5。ただし、低次プロダクトについては Ver.2 のみ）によって処理されたデータが EOC 内に保存され、これらの全てが提供の対象となる。EOIS を用いてオンラインで注文を行う場合には、検索時の条件としてプロダクトバージョン番号を指定することにより、必要とするバージョンのデータに絞り込むことが可能となる。

b) 注文生産プロダクト

注文生産プロダクトの場合には、常に最新のアルゴリズムにより処理されたデータが提供対象となる。

5.3.2　データセットオーダ

(1) データセット検索

EOIS が提供するデータセット検索サービスは、予めセンサ単位で決められた複数種のプロダクトあるいは複数日分のプロダクトのデータセットを、データセットの種類と観

測日を条件に検索する機能であり、共同研究代表者が利用可能である。AMSR-E の場合は、表 5.3-3 に示すデータセットが検索の対象となる。

表 5.3-3　AMSR-E のデータセット検索対象一覧

データセット	物理量
AMSR-E	
レベル 1A、1B	
レベル 2+3（日）	水蒸気量、雲水量、降水量、海上風速、海面温度、海氷、積雪深、土壌水分量*1
レベル 3（日，月）	輝度温度（全 14ch）、水蒸気量、雲水量、降水量、海上風速、海面温度、海氷、積雪深、土壌水分量*1

*1：Ver.2 から標準プロダクトに追加

(2) データセット注文

共同研究代表者は、EOIS のデータセット検索結果画面から、オンラインでデータセットを注文することが可能である。

5.3.3　スタンディングオーダ

(1) プロダクト注文

スタンディングオーダ方式の注文受け付けはシート（紙）インタフェースにより行われ、EOIS の画面からオンラインでの注文は受けつけない。

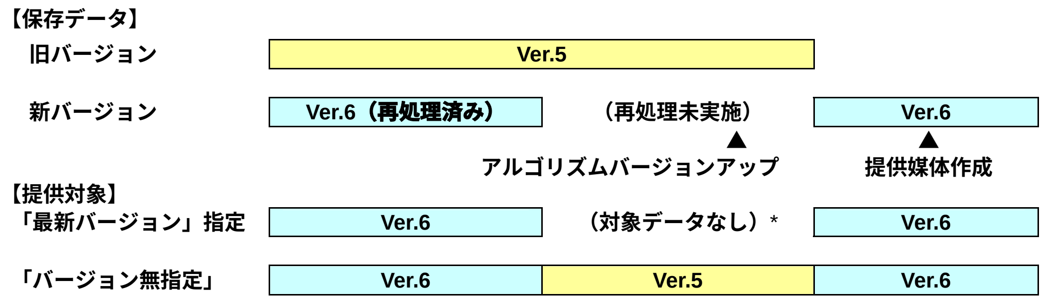
共同研究代表者からの要求については、注文量の合計が EOC の提供能力を大幅に上回ることが無いようにする必要があるため、JAXA/EORC の PC (Project Coordinator) による調整が行われる場合がある。

(2) 複数バージョンへの対応

スタンディングオーダの注文では、「最新バージョン」、「バージョン無指定」のいずれかを選択することができる。

「最新バージョン」を指定した場合には、提供媒体作成の時点で最新のアルゴリズムバージョン（図 5.3-1 の例では Ver.6）により作成されたデータだけが提供の対象となる。

バージョンの指定を行わなかった場合には（「無指定」）、提供対象の期間内に含まれるデータの中でバージョン番号が新しいもの（Ver.5 と Ver.6 が保存されていた場合には Ver.6）が提供対象となる。ただしこの場合には、一つの提供媒体に異なるバージョンの処理済みデータが格納される可能性がある。



* Ver.6 での再処理が完了するまでは提供媒体の作成が保留される

図 5.3-1　**スタンディングオーダにおける複数バージョン対応**

5.3.4　検索・注文支援情報

EOIS は、ユーザがシーンオーダまたはデータセットオーダによるデータ提供サービスを利用するため、プロダクトの検索および注文を行う際に参考となる様々な情報を提供する。

(1) 画像カタログ表示・編集

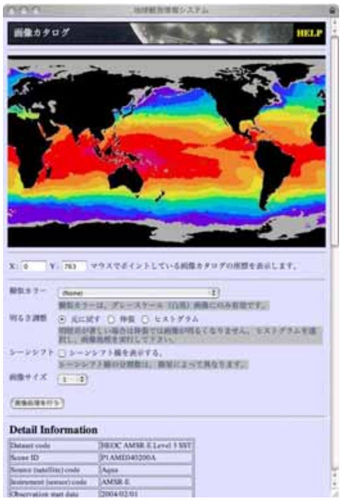
表 5.3-4 に示すプロダクトについては、シーン検索およびデータセット検索の結果抽出されたプロダクトの画像カタログを表示し、観測領域、雲量等の確認を行うことが可能である。

表 5.3-4　AMSR-E **画像カタログデータ一覧**

レベル		物理量	投影法*1			備考
			EQR	PS	PN	
3	日	輝度温度（6.9、36.5、89 GHz 帯垂直偏波）	○	○	○	昇交／降交
	日・月	水蒸気量、雲水量、降水量、海上風速、海面温度、土壌水分量*2	○	-	-	昇交／降交
		海氷	-	○	○	昇交／降交
		積雪量	○	-	○	昇交／降交

*1：EQR：等緯度経度　　PS：ポーラステレオ（南半球）　PN：ポーラステレオ（北半球）
*2：Ver.2 から標準プロダクトに追加

複数バンドのデータから構成されるプロダクトの場合にはRGBでのカラー表示が行われる。単バンドのデータの場合には予め定められたパレット情報による擬似カラーでの表示が可能である。また、画像の明るさの調整や、シーンシフト線の表示ならびに画像サイズの調整を行うことができる。



AMSR-E レベル 3（海面水温）

図 5.3-2　画像カタログ表示画面

(2) 地図表示

シーンオーダ検索またはデータセット検索により検索されたプロダクトのシーンを地図上に表示し、観測領域を確認することができる。

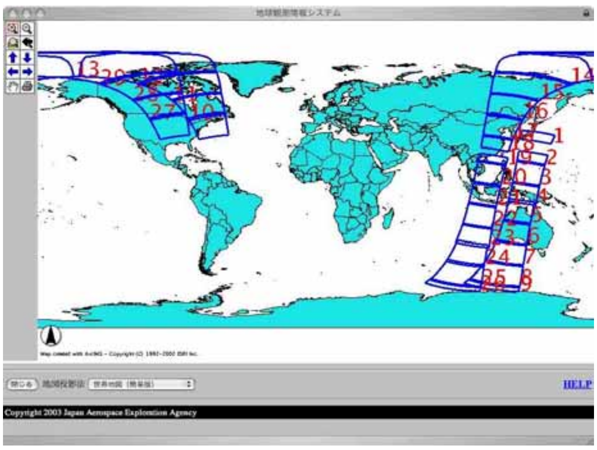


図 5.3-3　地図表示画面

(3) ステータス検索

共同研究代表者、一般研究者は、シーンオーダまたはデータセットオーダで注文したプロダクトの注文状況を確認することができる。また、プロダクト注文時に提供媒体として「オンライン」を指定した場合、登録ユーザは注文したプロダクトをオンラインで取得することができる（5.4.1(2)参照）。

5.4　プロダクト提供

5.4.1　提供媒体

シーンオーダに対するプロダクトの提供媒体は CD-ROM、DVD-R またはオンラインが選択可能であり、原則として 1 プロダクト 1 媒体で提供されるが、マルチファイルを指定することにより複数のプロダクトを 1 つの媒体に格納して提供することもできる。

データセットに対するプロダクトの提供媒体は CD-ROM、DVD-R またはオンラインが選択可能である。

ただし、オンラインでのデータ提供は登録ユーザのみを対象としている。

スタンディングオーダに対するプロダクトの提供媒体は DVD-R または USB-HDD が選択可能である。スタンディングオーダでは指定された一種類のプロダクトを一つの媒体に連続して格納することを基本とするが、一部のプロダクトについては複数のプロダクトを組み合わせて提供することも可能である。指定可能なプロダクトの組み合わせは EOC が予め用意し、ユーザはその中から選択することとなる。

ここで、シーンオーダ、データセットオーダおよびスタンディングオーダによるデータ提供の媒体を、表 5.4-1 に整理する。

表 5.4-1　シーンオーダ・データセットオーダの提供媒体

提供サービス	提供媒体			
	CD-ROM	DVD-R	オンライン	USB-HDD
シーンオーダ	◎	◎	○	×
データセットオーダ	●	●	●	×
スタンディングオーダ	×	●	×	●

◎：提供可能（全ユーザ）　○：提供可能（共同研究代表者、一般研究者のみ）
●：提供可能（共同研究代表者のみ）　×：提供不可

媒体により提供されるプロダクトのファイルフォーマットは NCSA-HDF となる。

5.4.2　オンラインデータ提供

共同研究代表者、一般研究は、シーンオーダ方式およびデータセットオーダ方式での注文要求時にオンライン提供を指定することにより、処理済みデータをインターネット経由で取得することが可能である。このサービスは、一般ユーザが利用することはできない。

注文したプロダクトがダウンロード可能かどうかは、EOIS の「ステータス検索」サービスの「ステータスシーンオーダ検索結果表示画面」および「ステータスデータセット検索

結果表示画面」で確認することができる。提供方法に、「On-line」ボタンが表示されていれば、そのプロダクトをダウンロードすることができる。

ダウンロードされる処理済みデータには compress による圧縮がかけられる。また、シッピングリスト（テキストファイル）が添付されるため、ダウンロードされるファイルは tar によるアーカイブがかけられたものとなる。

5.4.3　サンプルデータの提供

予め定められた特定のプロダクトを一定期間サーバ上に保持してインターネット経由で提供するサービスであり、全てのユーザが利用可能である。

サンプルデータは、シーン検索結果画面において、「サンプルボタン」を選択することでダウンロードすることができる。また、「サンプルボタン」を選択した際に、サンプルデータがない場合は、サンプルデータのダウンロード申請を行うことができる。

一般的なインターネット環境を考慮して、本サービスではファイルサイズが 10MB 前後（最大 50MB 以下）のプロダクトを対象としている。このため、AMSR-E の場合はレベル 3 プロダクトを提供対象とし、サーバでの保持期間は約 6 ヵ月とした。具体的なプロダクト名については、表 5.4-2 に示すとおりである。

表 5.4-2　サンプルデータ提供対象プロダクト

レベル		物理量	投影法[*1]			備考
			EQR	PS	PN	
3	日・月	輝度温度（全 12ch）	○	○	○	昇交／降交
		水蒸気量、雲水量、降水量、海上風速、海面温度, 土壌水分量[*2]	○	-	-	昇交／降交
		海氷	-	○	○	昇交／降交
		積雪量	○	-	○	昇交／降交

*1：EQR：等緯経度　　PS：ポーラステレオ（南半球）　PN：ポーラステレオ（北半球）
*2：Ver.2 から標準プロダクトに追加

ダウンロードされるファイルは compress による圧縮が行われるため、拡張子は "Z" となる。また、複数ファイルのダウンロードを指定した場合には tar によるアーカイブが行われるため、拡張子 "tar" のファイルが伝送される。

5.5　EORC におけるユーザサービス

地球観測研究センター（EORC）では、EOIS によるユーザサービス以外にも、主に共同研究代表者を対象としたユーザサービスを提供している。AMSR-E について、EORC が提供

しているユーザサービスは、ADEOS-II の AMSR と基本的に同様であり、その詳細は「ADEOS-II リファレンスハンドブック」に記述されている。「ADEOS-II レファレンスハンドブック」は、EORC の ADEOS-II ホームページ（URL は以下のとおり）の「ドキュメント」のページからダウンロードすることができる。

- http://sharaku.eorc.jaxa.jp/ADEOS2/index_j.html

第6章　打ち上げ後の状況と成果

ここでは、Aqua 打ち上げ後の AMSR-E 軌道上初期チェックアウト、校正・検証の概要および主要な成果について紹介する。平成 14 年 5 月 4 日に Aqua に搭載されて打ち上げられた AMSR-E は、平成 18 年の 3 月現在において、特に大きな問題もなく運用を継続している。

ここで、Aqua 打ち上げ以降の AMSR-E の主要なイベントを以下に示す。

表 6-1　Aqua 打ち上げ以降の主要なイベント

時期（日本時間）		イベント
平成 14 年（2002 年）	5 月 4 日	米国／カリフォルニアのバンデンバーグより、デルタ 2 型ロケットで打ち上げ
	5 月 5 日〜24 日	AMSR-E ランアップ（AMSR-E を停止状態から、定常観測回転数（40rpm）まで増速）
	5 月 18 日	AMSR-E ミッションデータ伝送開始
	5 月 24 日〜5 月 30 日	断続的に、観測データの内容が 0 となる
	5 月 30 日	観測データの内容が 0 でないことを確認
	6 月 2 日〜4 日	AMSR-E 初画像取得（6 月 12 日プレス発表）
	6 月 28 日	LLM（軽負荷モード）移行によるデータ欠損
	7 月 29 日〜8 月 8 日	
	9 月 12 日〜9 月 20 日	
平成 15 年（2003 年）	6 月 18 日	AMSR-E レベル 1 プロダクト一般公開開始
	9 月 19 日	AMSR-E 高次プロダクト Ver.1 プロダクト一般公開開始
	10 月 29 日〜11 月 6 日	太陽活動の活発化に伴う太陽風対策としての運用休止によるデータ欠損
平成 16 年（2004 年）	3 月 12 日	AMSR-E 高次プロダクト Ver.2 プロダクト一般公開開始
	5 月 18 日	AMSR-E による「台風速報」ページを公開
	6 月 4 日	AMSR-E による「黒潮モニター」ページを公開
	11 月 4 日	AMSR-E 89GHz A 系受信機にデータ欠損（現在も継続）
	12 月 2 日	AMSR-E による「El Niño Watch」ページを公開
	12 月 8 日	AMSR/AMSR-E による「台風データベース」を公開
	12 月 27 日	AMSR-E と MODIS による「海氷分布」ページを公開
平成 17 年（2005 年）	3 月 1 日	AMSR-E レベル 1 プロダクト Ver2、高次プロダクト Ver.3 一般公開開始
	6 月 8 日	AMSR/AMSR-E と TRMM を統合した「JAXA/EORC 台風データベース」を公開
	10 月 18 日	AMSR/AMSR-E による「全天候型海上風速」ページを公開
平成 18 年（2006 年）	3 月 5 日	高次プロダクト Ver.4 一般公開開始
	9 月 14 日	AMSR-E による「北半球海面水温偏差」ページを公開
平成 19 年（2007 年）	3 月 12 日	高次プロダクト Ver.5 一般公開開始
	6 月 18 日	AMSR-E による「北極圏海氷モニタ」のページを公開
平成 20 年（2008 年）	3 月 25 日	高次プロダクト Ver.6 一般公開開始
平成 21 年（2009 年）	8 月	AMSR/AMSR-E ホームページの全面リニューアル（予定）
		高次プロダクト Ver.7 一般公開開始（予定）

平成 16 年 11 月 4 日に発生した AMSR-E 89GHz A 系受信機データの欠損に伴い、降水量および積雪算定アルゴリズムについて、それぞれほぼ同様の変更が施された。変更前は 89GHz A 系･B 系の輝度温度を個別に扱っていたが､低周波観測点を中心として､半径 12.5km の領域に含まれる 89GHz A 系・B 系両方の輝度温度を平均し、物理量算出に用いるよう変更した。これにより、変更前は 89GHz A 系の輝度温度が欠損の場合は物理量が算出されなかったが、変更後は A 系が欠損しても B 系だけで輝度温度平均値が求められるため、物理量算定が行われる。

センサおよび地上設備の最新の運用状況等を含む AMSR-E の最新情報については、JAXA/EORC のデータ提供ホームページ（5.1 節参照）から、リンクされている Aqua 関連情報のページで確認することができる。また、AMSR-E の検証・解析に関する情報は、EORC の AMSR/AMSR-E ホームページから得ることができる（6.3 節参照）。

EORC データ提供ホームページ：
http://www.eorc.jaxa.jp/about/distribution/index.html

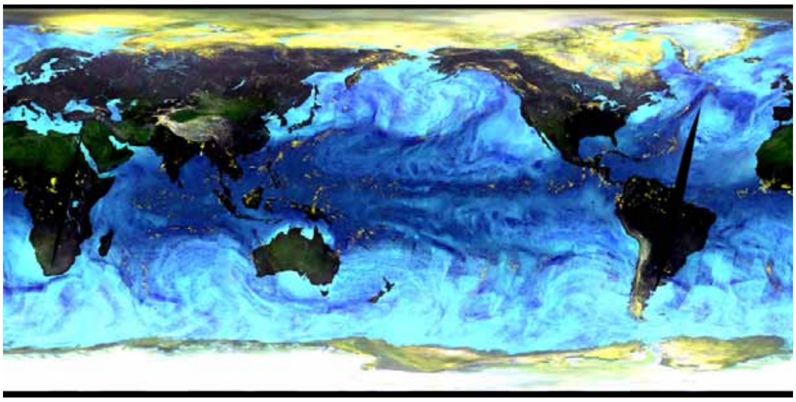
図 6-1　Aqua 関連情報のページ

6.1　軌道上初期チェックアウト

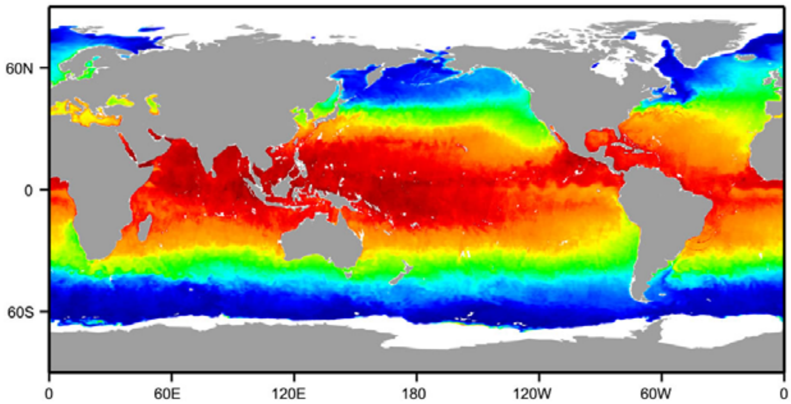
平成 14 年 5 月 4 日 18 時 55 分（日本時間）に米国／バンデンバーグから打ち上げられた AMSR-E は、同日 19 時 54 分頃にロケットから分離され、引き続き 20 時 13 分頃、太陽電池パドルを展開し安定した運用を保っていることが確認された。

AMSR-E のアンテナ回転が 5 月 5 日から 24 日までの間に実施され、衛星からのテレメトリ・データを解析した結果からこれらが正常に行われたことが確認された。その後、センサ等の衛星搭載機器の機能確認を目的とした軌道上初期チェックアウトが実施された。初期チェックアウト中の平成 14 年 6 月 2 日 ～4 日に観測した AMSR-E データが、初画像

として 6 月 12 に公開された。



観測日は2002 年6 月2 日〜4 日(世界時)で、降交パスのみを 3 日平均した。89.0GHz(垂直･水平偏波)、及び 23.8GHz(垂直偏波)の輝度温度情報をカラー合成しており、欠測域は黒色で示されている。両極点の周囲は観測できないため欠測域となっている。海域における黄白色の部分は強い降水領域に、水色から紺色への色調変化は大気中の水蒸気や雲の増加にそれぞれ対応する。陸域の積雪や低温で乾燥した地面、両極域の海氷なども黄白色で示されている。



2002 年6 月2 日〜4 日(世界時)の3 日平均海面水温。6GHz 垂直偏波を利用して、海面水温を推定した。大気補正と風の補正は他のチャネルを利用している。マイクロ波観測の最大の特長は、雲がある場合でもその下の海面水温を算出可能なことにある。また、6GHz 帯を使うことによって、TRMM/TMI の 10GHz 帯では困難だった低水温域の推定も可能となった。図中の灰色は陸域、白色は海氷や強い雨などによる欠測域を示している。海岸線を縁取るように海面水温が上昇しているのは陸域のマイクロ波放射が海面水温推定に影響しているためであり、データ検証によって改善される。

図 6.1-1　AMSR-E の初画像（観測日：平成 14 年 6 月 2 日〜4 日）

6.2　AMSR-E 校正・検証の概要

(1) 校正の概要

AMSR-E においては、輝度温度（Brightness Temperature: TB）の評価と調整までの作業が校正と定義されており、衛星の打ち上げ後を対象とした AMSR-E 校正の概要は以下のとおりである。

a) 輝度温度校正

輝度温度に関わる評価、いわゆるラジオメトリック校正を行う。輝度温度の絶対値評価、走査内バイアスなどの相対的な評価を含む。温度分解能やセンサ各部の物理温度などの定常的なモニタリングを行う。

b) 幾何学的校正

幾何精度に関する評価、いわゆるジオメトリック校正を行う。評価項目としては、ビームパターン概略評価、チャネル間コレジストレーション、絶対位置精度等がある。アンテナ回転速度、姿勢変動等の定常的モニタリングを行う。

c) データ品質評価

初期的なデータ品質の評価、全工学値の妥当性評価、導出アルゴリズムの評価を含む。

(2) 検証の概要

AMSR-E 検証計画の主要な目的は、各プロダクトの精度を定量的に定義すること、そして要求される精度でプロダクトを作成し、必要に応じてアルゴリズムを改良することである。衛星の打ち上げ後を対象とした AMSR-E データ検証の概要は以下のとおりである。

a) 物理量精度評価

各物理量の精度を評価する。物理量毎に方法は異なるが、一般的には AMSR-E データから 推定した物理量と、それと独立な計測量(実測データ、航空機観測データ、類似の他衛星データとの比較により評価を行う。

b) データ品質評価

初期的なデータ品質の評価として、アルゴリズムの不具合などによるデータの欠損や、画像として見た時の画質評価を行う。

6.3　校正・検証計画および結果等

校正・検証の結果得られた AMSR-E プロダクトに含まれるデータの精度などは、ユーザがプロダクトを利用する際の注意事項として、JAXA/EORC の AMSR/AMSR-E ホームページで公開されている。

AMSR/AMSR-E ホームページ：
http://suzaku.eorc.jaxa.jp/AMSR/index_j.htm

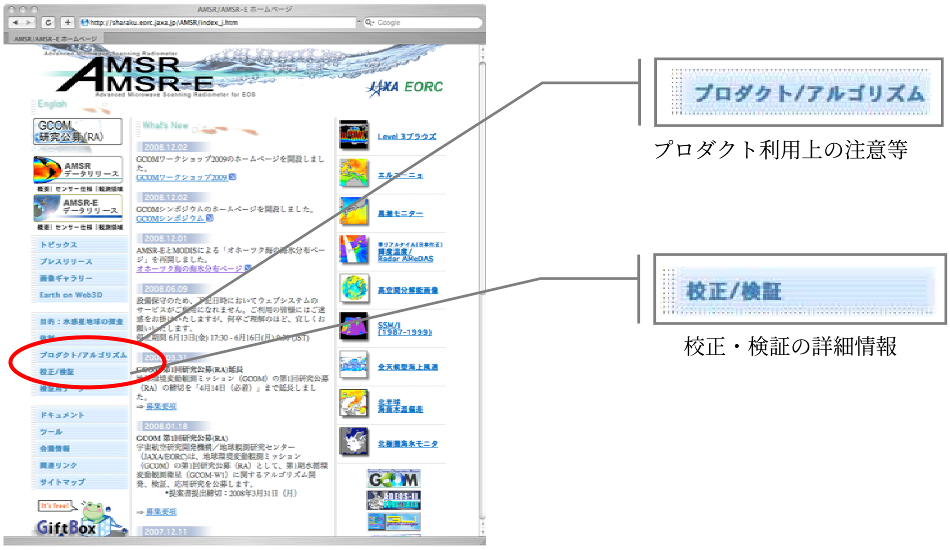


図 6.2-1　AMSR/AMSR-E **ホームページから校正/検証結果等へのリンク**

また、校正・検証計画や検証用データ等、AMSR-E の校正・検証に関する情報の詳細もこれらのホームページより得ることができる。ただし、一部の情報へのアクセスには制限がかけられており、全てのデータへのアクセスが可能なのは AMSR-E の PI のみである。

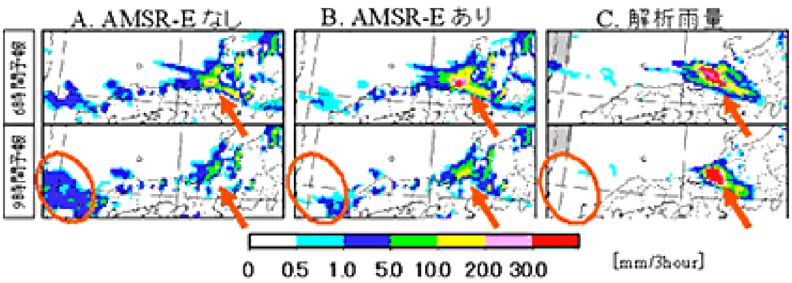
6.4　データ利用例

(1) 気象庁の天気予報業務での利用

平成 16 年 11 月 17 日から、気象庁の天気予報業務での AMSR-E データ利用が開始された。近年の天気予報では、コンピュータ上で大気の動きを再現し、将来の予測を行う数値天気予報が一般的になっている。数値天気予報の正確さは、初めに与える観測情報の量や質と、数値モデルの精度に大きく依存する。衛星観測は、データを取得することが難しい広大な海洋上などでも均質な情報を定期的に得ることができるため、数値天気予

報の入力情報として重要である。

AMSR-E データから推定される水蒸気量と降水強度が数値天気予報に入力されることにより、正確な海上の水蒸気分布が入力されるようになり、予測精度が改善される。図 6.3-1 は、平成 16 年 7 月の福井豪雨における予測改善例を示している。



平成 16 年 7 月 18 日 3 時(日本時間)を初めの状態として、6 時間後、9 時間後の予報結果を示したもの。A と B はそれぞれ AMSR-E データなし・ありの場合の予報結果、C は実際の雨量を示す。AMSR-E データの利用により、福井における予想降水強度（矢印部分）が実際の雨量により近くなり、予報が改善されていることが分かる。また、AMSR-E 無しの場合に山口県沖(楕円部分)に見られた広い偽の降水域も低減されている。
解析・予報結果および・図は気象庁の提供による。

図 6.3-1　**天気予報業務での** AMSR-E **データ利用**

(2) AMSRーE データの発信

AMSR-E のデータは、図 6.2-1 に示した JAXA/ EORC の AMSR/AMSR-E ホームページを通じて一般に発信されている。AMSR/AMSR-E のホームページから定常的に発信されている AMSR-E データの例を以下に示す。

- El Nino Watch　：AMSR-E データによる日々の El Nino の様子
- 黒潮モニター　：AMSR-E データによる日々の黒潮の様子
- 台風データベース　：AMSR、AMSR-E および TRMM が捉えた台風のデータ
- 台風速報　：AMSR-E による台風観測データの準リアルタイム提供
- 海氷分布　：AMSR-E データによる冬季オホーツク海の日々の海氷分布
- 全天候型海上風速　：AMSR-E データによる全球の日々の海上風速分布
- 北半球海面水温偏差：AMSR-E データによる北半球の毎月の海面水温偏差
- 北極圏海氷モニタ　：AMSR-E データによる北極圏の日々の海氷分布

図 6.3-2　AMSR/AMSR-E ホームページから発信されている AMSR-E データ

付録-1　略語一覧

A

ADA : Antenna Drive Assembly
回転駆動部

ADE : Antenna Drive Electronics
回転駆動回路部

ADEOS-II : ADvanced Earth Observing Satellite-II
環境観測プラットフォーム技術衛星

ADM : Antenna Drive Mechanism
回転駆動部

ADS : Advertisement　Subsystem
ガイドサブシステム (JAXA)

AIRS : Atmospheric Infrared Sounder
大気赤外サウンダ

AMR : Airborne Microwave Radiometer
航空機搭載用マイクロ波放射計

AMSR : Advanced Microwave Scanning Radiometer
高性能マイクロ波放射計

AMSR-E : Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS
改良型高性能マイクロ波放射計

AMSU : Advanced Microwave Sounding Unit
高性能マイクロ波サウンダ

ANT : ANTenna Part
アンテナ部

AP : Amount of Precipitation
降水量

B

BDS : Browse data Distribution Subsystem
画像カタログデータ伝送サブシステム (JAXA)

C

CAL : CALibration Part
校正部

CATS : Catalogue Subsystem
カタログサブシステム (JAXA)

CCI : Cloudiness Index
雲量インデックス

CCSDS : Consultative Committee for Space Data Systems
宇宙データシステム諮問委員会

CCT : Computer　Compatible　Tape
電子計算適合テープ

CD-ROM : Compact Disk Read Only Memory

CEOS : Committee on Earth Observation Satellites

CERES : Clouds and the Earth's Radiant Energy System
雲・地球放射エネルギー観測装置

CLW : Cloud Liquid Water
雲水量

CSM : Cold　Sky　Mirror
低温校正用反射鏡

CWI : Cloud Water Index
雲水量インデックス

D

DAAC : Distributed Active Archive Center (NASA)

DAS : Data　Analysis　System
データ解析処理システム (JAXA)

DAT : Digital Audio Tape

DEP : DEPloyment mechanism
展開機構部

DDMS : Data Distribution and Management System
データ総合管理・提供システム (JAXA)

DDS : Data Distribution Subsystem
処理済みデータ伝送サブシステム

DRS : Data　Retrieval　Subsystem
データ提供サブシステム (JAXA)

DSS : Data Storage System
データ保存システム (JAXA)

E

ECS : EOSDIS Core System

EDOS : EOS Data and Operation System

EOC : Earth Observation Center
地球観測センター (JAXA)

EOC : EOS Operation Center (NASA)

EOIS : Earth Observation Data and Information System
地球観測情報システム (JAXA)

EORC : Earth Observation Research Center
地球観測研究ｾﾝﾀｰ (JAXA)

EOS : Earth Observing System
地球観測衛星システム（NASA）

EOSDIS : EOS Data and Information System
地球観測データ情報システム

EPGS : EOS Polar Ground Station (NASA)

EQR : Equi-Rectangular Map Projection
等緯度経度図法

ERBE : Earth Radiation Budget Experiment
地球放射収支実験

ESDIS : Earth Science Data and Information System (NASA)

ESE : Earth　Science　Enterprise

F

FD : Floppy Disk
フロッピーディスク

FDS : Flight Dynamics System (NASA)

FTP : File Transfer Protocol
ファイル転送プロトコル

G

GSFC : Goddard Space Flight Center

ゴダード宇宙飛行センター (NASA)
GSIF : Ground Station Interface Facility (NASA)
GUI : Graphical User Interface
ｸﾞﾗﾌｨｶﾙ・ﾕｰｻﾞ・ｲﾝﾀﾌｪｰｽ
GVI : Global Vegetation Index
全球植生指標

H

HDF : Hierarchical Data Format
HK : Housekeeping
ハウスキーピング
HSB : Humidity Sounder for Brazil
水蒸気サウンダ
HTS : High Temperature Source
高温校正源

I

IC : Sea Ice Concentration
海氷密接度
INPE : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ブラジル国立宇宙研究所
ISW : Index of Surface Wetness

J

JAXA : Japan Aerospace Exploration Agency
（独）宇宙航空研究開発機構
JPEG : Joint Photographic Coding Experts Group
カラー静止画符号化方式
JPL : Jet Propulsion Laboratory (California Institute of Technology)
ジェット推進研究所

L

LAN : Local Area Network
構内ネットワーク
LaRC : Langley Reserch Center
ラングレー研究センター (NASA)
LSR : Linear Statistical Regression
線形統計回帰アルゴリズム
LZPF : Level Zero Processing Facility (NASA)

M

MCS : Media Conversion Subsystem
媒体変換サブシステム (JAXA)
MIFS : Mission Information File Server
共通情報保存システム (JAXA)
MLP : Multi-layer Perceptron
階層パーセプトロン
MO : Magneto Optical disk
光磁気ディスク
MODIS : MODerate resolution Imaging Spectrometer
イメージングスペクトロメータ
MSFC : Marshall Space Flight Center
マーシャル宇宙飛行センター (NASA)
MWA : Momentum Wheel Assembly
制御ユニット擾乱制御部

N

NASA : National Aeronautics and Space Administration
アメリカ航空宇宙局
NASDA : National Space Development Agency of Japan
宇宙開発事業団
NCSA : The National Center for Supercomputing Applications
NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration
米国海洋大気局
NRT : Near Real Time Data (Directory)
準リアルタイムデータ
NSIDC : National Snow and Ice Data Center (University of Colorado at Boulder)

O

OBE : Orbital Balancing Electronics
センサユニット擾乱制御部（電子回路部）
OBM : Orbital Balancing Mechanism
センサユニット擾乱制御部

P

PA : Passive Analog telemetry
パッシブアナログテレメトリ
PB : Passive Bilevel telemetry
パッシブバイレベルテレメトリ
PC : Personal Computer
パーソナルコンピュータ
PDS : Production Data Set
PDUC : Power Distribution Unit Control unit
電力分配部
PDUS : Power Distribution Unit Sensor unit
電力分配部
PI : Principal Investigator
主任研究者
PN : Polar Stereo Map Projection (North)
ポーラステレオ（北半球）
PO.DAAC : Physical Oceanography Distributed Active Archive Center
PS : Polar Stereo Map Projection (South)
ポーラステレオ（南半球）

R

RBD : Rate Buffered Data
RX : Receiver
受信部
RESTEC : Remote Sensing Technology Center of Japan
(財)リモート・センシング技術センター

S

SDS : Scientific Data Sets
SIPS : Science Investigator-led Processing System (NASA)
SM : Soil Moisture
土壌水分量
SMSS : Schedule Management Subsystem
スケジュール管理サブシステム (JAXA)
SPC : Signal processor Control unit
制御ユニット信号処理部
SPS : Signal processor Sensor unit

センサユニット信号処理部

STRC : Structure (Control unit)
構体

STRS : Structure (Sensor unit)
構体

SSM/I Special Sensor Microwave/Imager
DMSP 搭載マイクロ波撮像装置

SST : Sea Surface Temperature
海面温度

SSW : Sea Surface Winds
海上風速

SWE : Snow Water Equivalent
積雪水量

T

TAI : international atomic time
世界原子時刻系

TB : Brightness Temperature
輝度温度

TBD : To Be Determined
未定

TCC : Thermal Controller (Control unit)
制御ユニットヒータ制御部

TCS : Thermal Controller (Sensor unit)
センサユニットヒータ制御部

TDRS : Tracking and Data Relay Satellite
追跡データ中継衛星

TMI : TRMM Microwave Imager
TRMM マイクロ波観測装置

TOA : Top of the Atmosphere
地球大気上端

TRMM : Tropical Rainfall Measuring Mission
熱帯降雨観測ミッション

U

URL : Universal Resource Locator
ユニバーサルリソースロケータ

URS : User Request Management Subsystem
要求処理サブシステム(JAXA)

USGS : United States Geological Survey
米国地質研究所

W

WV : Water Vapor
水蒸気量

WSC : White Sands Complex (NASA)

WWW : World Wide Web
ワールド・ワイド・ウェッブ

付録-2　関連情報

付 2.1　参考文献

以下に関連する文書のタイトル、作成元、概要等を紹介する。

(1) **「地球観測情報システム　ユーザーズマニュアル」**

- 作成　：（独）宇宙航空研究開発機構　地球観測センター
- 内容　：地球観測センターの地球観測情報システムが提供する総合オンライン情報サービスの利用マニュアル。

(2) **「改良型高性能マイクロ波放射計** Advanced Microwave Scanning Radiometer-E**」**

- 作成　：（独）宇宙航空研究開発機構
- 内容　：AMSR-E ミッションに関するパンフレット

付 2.2　関連ホームページ

Aqua または AMSR-E に関する情報を提供しているホームページの URL を以下に紹介する。

■ 国内サイト

(1) **（独）宇宙航空研究開発機構（**JAXA**）ホームページ**

- http://www.jaxa.jp/

a) **宇宙利用ミッション本部** Satellite Navigator Aqua/AMSR-E **ページ**

- http://www.satnavi.jaxa.jp/project/aqua/

(2) **（独）宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター**(JAXA/EORC)**ホームページ**

- http://www.eorc.jaxa.jp/

a) AMSR/AMSR-E **ホームページ（**JAXA/EORC**）**

- http://sharaku.eorc.jaxa.jp/AMSR/index_j.htm

b) AMSR/AMSR-E **関連情報ページ**

- http://www.eorc.jaxa.jp/about/distribution/info/aqua.html

c) **地球観測情報システム**

- https://www.eoc.jaxa.jp/iss/jsp/index.html

(3) (**財**)**リモート・センシング技術センター**(RESTEC)**ホームページ**

- http://www.restec.or.jp/

■ 海外サイト

(1) NASA **ホームページ**

- http://www.nasa.gov/

a) Aqua **ホームページ**

- http://aqua.nasa.gov/

b) ESDIS **ホームページ**

- http://esdis.eosdis.nasa.gov/

(2) GSFC **ホームページ**

- http://www.gsfc.nasa.gov/

(3) AMSR-E **ホームページ（**NASA/MSFC**）**

- http://wwwghcc.msfc.nasa.gov/AMSR/

(4) MODIS **ホームページ（**NASA/GSFC**）**

- http://modis.gsfc.nasa.gov/

(5) AMSU **ホームページ（**NOAA/NESDIS**）**

- http://www.orbit.nesdis.noaa.gov/smcd/spb/amsu/aqua/amsuclimate/index.html

(6) AIRS **ホームページ（**NASA/JPL**）**

- http://www-airs.jpl.nasa.gov/

(7) CERES **ホームページ（**NASA/LaRC**）**

- http://asd-www.larc.nasa.gov/ceres/ASDceres.html

(8) HDF **ホームページ**

- http://www.hdfgroup.org/

付 2.3　問い合わせ先

■ データ提供に関する問い合わせ

(1) 一般ユーザ配布

〒106-0032　東京都港区六本木 1 丁目 9 番 9 号　六本木ファーストビル 2F

財団法人　リモート・センシング技術センター

データ利用推進部　データ普及課

TEL：03-5561-9777　FAX：03-5574-8515

E-mail：data@restec.or.jp　URL：http://www.restec.or.jp

(2) 研究代表者配布（PI、RA 関連）

〒305-8505　茨城県つくば市千現 2-1-1

（独）宇宙航空研究開発機構

地球観測研究センター

オーダデスク

TEL：029-859-5571　FAX：029-859-5574

E-mail：orderdesk@jaxa.jp　URL：http://www.eorc.jaxa.jp

■ EOIS に関する問い合わせ

〒350-0302　埼玉県比企郡鳩山町大橋沼ノ上 1401　地球観測センター内

財団法人　リモート・センシング技術センター

観測技術本部　観測部　計画課　オーダデスク

TEL：049-298-1307　FAX 049-298-1398

E-mail eusadmin@eoc.jaxa.jp

■ 本書に関する問い合わせ

〒305-8505　茨城県つくば市千現 2-1-1

（独）宇宙航空研究開発機構

地球観測研究センター

オーダデスク

TEL：029-859-5571　FAX：029-859-5574

E-mail：orderdesk@jaxa.jp　URL：http://www.eorc.jaxa.jp

付録-3　AMSR-E プロダクトフォーマット

AMSR-E レベル 1～3 プロダクトのフォーマット詳細を規定する､以下の文書を添付する。

- AMSR-E レベル 1 フォーマット説明書（レベル 1A、1B および 1B Map を含む）
- AMSR-E レベル 2 プロダクト仕様書
- AMSR-E レベル 2 Map プロダクト仕様書
- AMSR-E レベル 3 プロダクト仕様書

これらのフォーマット説明文書の最新版は、本ハンドブックと同じ、以下の URL のホームページからダウンロードすることができる。

- http://www.eorc.jaxa.jp/about/distribution/info/aqua/handbook_format.html