

AMSR/AMSR-E 校正・検証計画書

(Ver. 5.0)

D 改訂 :	平成 16 年 3 月 31 日
C 改訂 :	平成 15 年 9 月 30 日
B 改訂 :	平成 15 年 2 月 18 日
A 改訂 :	平成 14 年 5 月 7 日
当 初 :	平成 13 年 6 月 8 日

宇宙航空研究開発機構
地球観測利用推進センター

目次

付録 A 略語表

本文

1. 本計画の範囲.....	1
2. 適用文書及び参考文献.....	2
2.1 適用文書.....	2
2.2 参考文献.....	2
3. AMSR ミッションの目的.....	3
3.1 AMSR サイエンスの目的.....	3
3.2 AMSR 校正の目的.....	3
3.3 AMSR 検証の目的.....	4
4. スケジュール.....	6
4.1 校正作業の流れ.....	6
4.2 検証作業の流れ.....	6
5. 校正・検証の概要.....	7
5.1 校正.....	7
5.1.1 打上げ前校正.....	7
5.1.2 打上げ後校正.....	7
5.1.2.1 輝度温度校正.....	7
5.1.2.2 幾何学的校正.....	7
5.1.2.3 データ品質評価.....	7
5.2 検証.....	8
5.2.1 打上げ前検証.....	8
5.2.2 打上げ後検証.....	8
5.2.2.1 物理量精度評価.....	8
5.2.2.2 データ品質評価.....	8
6. AMSR 校正の基本計画.....	9
6.1 打上げ前校正.....	9
6.1.1 センサモデルの構築.....	9
6.1.2 PFM 特性の測定.....	9
6.1.3 AMR.....	9
6.2 打上げ後校正.....	10
6.2.1 輝度温度校正.....	10
6.2.1.1 初期校正.....	10

6.2.1.2	モニタリング	12
6.2.2	幾何学的校正	13
6.2.2.1	初期校正	13
6.2.2.2	モニタリング	13
7.	AMSR 検証の基本計画	14
7.1	打上げ前検証	14
7.1.1	マッチアップデータセット作成	14
7.1.1.1	積算水蒸気量	14
7.1.1.2	積算雲水量	14
7.1.1.3	海上風速	14
7.1.1.4	降水量	14
7.1.1.5	海氷密接度	14
7.1.1.6	積雪水量	14
7.1.1.7	土壌水分量	15
7.1.2	地上観測・航空機観測	15
7.1.2.1	積算水蒸気量・積算雲水量	15
7.1.2.2	降水量	15
7.1.2.3	積雪水量	16
7.1.2.4	土壌水分量	16
7.2	打上げ後検証	18
7.2.1	積算水蒸気量	18
7.2.1.1	概要	18
7.2.1.2	プロダクト精度	18
7.2.1.3	地上観測・船舶観測	18
7.2.1.4	マッチアップデータセット作成	19
7.2.1.5	体制及び他研究プロジェクトとの関係	19
7.2.2	積算雲水量	21
7.2.2.1	概要	21
7.2.2.2	プロダクト精度	21
7.2.2.3	地上観測・船舶観測	21
7.2.2.4	マッチアップデータセット作成	21
7.2.2.5	体制及び他研究プロジェクトとの関係	22
7.2.3	海上風速	23
7.2.3.1	概要	23
7.2.3.2	プロダクト精度	23
7.2.3.3	船舶観測 削除	23

7.2.3.4	マッチアップデータセットの作成	23
7.2.3.5	体制及び他研究プロジェクトとの関係	24
7.2.4	降水量	25
7.2.4.1	概要	25
7.2.4.2	プロダクト精度	26
7.2.4.3	地上観測・船舶観測・航空機観測	26
7.2.4.4	マッチアップデータセット作成	27
7.2.4.5	体制及び他研究プロジェクトとの関係	27
7.2.5	海水密接度	28
7.2.5.1	概要	28
7.2.5.2	プロダクト精度	28
7.2.5.3	地上観測・船舶観測・航空機観測	28
7.2.5.4	マッチアップデータセット作成	28
7.2.5.5	体制及び他研究プロジェクトとの関係	29
7.2.6	海面水温	30
7.2.6.1	概要	30
7.2.6.2	プロダクト精度	30
7.2.6.3	船舶観測 削除	30
7.2.6.4	マッチアップデータセットの作成	30
7.2.6.5	体制及び他研究プロジェクトの関係	30
7.2.7	積雪水量	31
7.2.7.1	概要	31
7.2.7.2	プロダクト精度	32
7.2.7.3	地上観測・航空機観測	32
7.2.7.4	マッチアップデータセットの作成	32
7.2.7.5	体制及び他研究プロジェクトとの関係	33
7.2.8	土壌水分量	34
7.2.8.1	概要	34
7.2.8.2	プロダクト精度	34
7.2.8.3	地上観測・航空機観測	34
7.2.8.4	マッチアップデータセット作成	35
7.2.8.5	体制及び他研究プロジェクトとの関係	35
8.	実施体制	36

付録 B AMSR 校正検証計画スケジュール表

付録 C 校正検証計画作成チーム体制

付録 A 略語表

ACMR	Airborne C-Band Microwave Radiometer
ADEOS-II	ADvanced Earth Observing Satellite-II
AGC	Automatic Gain Control
AMeDAS	Automated Meteorological Data Acquisition System
AMR	Airborne Microwave Radiometer
AMSR	Advanced Microwave Scanning Radiometer
AMSR/DCS	AMSR/Data Collecting System
AMSR-E	Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS
ARM	Atmospheric Radiation Measurement program
ASSH	Automatic Station of Soil Hydrology
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer
AVIRIS	Airborne Visible InfraRed Imaging Spectrometer
AWS	Automatic Weather Station
CAMP	CEOP Asia-Australia Monsoon Project
CEOP	Coordinated Enhanced Observing Period
CLIVAR	CLImate VARIability and predictability study
CREST-JST	Core Research for Evolutional Science and Technology - Japan Science and Technology corporation
CRL	Communication Research Laboratory
CRYSTAL	the fire-Cirrus Regional Study of Tropical Anvils and Layers
CSM	Cold Sky Mirror
EOC	Earth Observation Center
EORC	Earth Observation Research Center
EOS	Earth Observing System
EOS-PM1	Earth Observing System - PM1(Aqua)
EPIC	Equatorial Pacific Information Collection
ESTAR	Electrically Scanned Thinned Array Radiometer
GAME	GEWEX Asian Monsoon Experiment
GAME-AAN	GAME-Asia AWS Network
GCIP	the GEWEX Continental-scale International Project
GEWEX	Global Energy and Water cycle EXperiment
GHP	GEWEX Hydrometeorology Panel
GLI	GLobal Imager
GTS	Global Telecommunications System

IGBP	International Geosphere and Biosphere Program
IMH	(Mongolia) Institute of Meteorology and Hydrology
JAMSTEC	Japan Marine Science & TEchnology Center
JAXA	Japan Aerospace eXploration Agency
JPL	(NASA) Jet Propulsion Laboratory
MPM	Millimeter-wave Propagation Model
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NASDA	NAtional Space Development Agency of Japan
NDBC	National Data Buoy Center
NWP	Numerical Weather Prediction
PALS	Passive and Active L and S band system
PFM	Proto Flight Model
PI	Principal Investigators
POS	Position and Orientation System
PR	Precipitation Radar
PSR	Polarimetric Scanning Radiometer
PSR/C & A	PSR/C-band & A
RASS	Radio Acoustic Sounding System
SD	Snow Depth
SGP	Southern Great Plains
SMMR	Scanning Multichannel Microwave Radiometer
SMTMS	Soil Moisture-Temperature Measurement System
SOOH	Satellite Orbital Operation Handbook
SSM/I	Special Sensor Microwave / Imager
SST	Sea Surface Temperature
SWE	Snow Water Equivalent
T.B.D.	To Be Determined
TAO	the Tropical Atmosphere Ocean
TB	Brightness Temperature
TMI	TRMM Microwave Imager
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission
USDA	(United States) Department of Agriculture
V & H	Vertical & Horizontal
WCRP	World Climate Research Programme
WVP	Water Vapor Profiling radiometer

1. 本計画の範囲

本計画書は、2002年12月14日に打ち上げられた環境観測技術衛星（ADEOS-II）に搭載されている高性能マイクロ波放射計（AMSR）及び2002年5月4日に打ち上げられたNASA EOS-PM1（Aqua）衛星に搭載されている改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR-E）の校正検証計画をまとめたものである。

限られている予算内で、必要なセンサ校正及び物理量算出アルゴリズム検証を行うため、様々な研究機関やプロジェクトとの協力が不可欠である。

AMSR/AMSR-Eの校正検証では、必要なトゥルースデータの一部はサイエンスグループによって取得される。しかし、本計画書では、出資機関とは無関係に、AMSR/AMSR-E校正検証計画の全体を含んでいる。

なお、計画に変更が発生した場合は、その都度改訂していくものとする。

2. 適用文書及び参考文献

2.1 適用文書

(A) 「 EOS-PM1 搭載用改良型高性能マイクロ波放射計 (AMSR-E) の開発 プロトタイプ試験報告書 (EAMSR-R-016) 」

(B) 「 AMSR レベル 1 処理の前提条件 (AMSR-I-165) 」

2.2 参考文献

「 AMSR-E Science Data Validation Plan 」 US AMSR-E Science Team

3. AMSR ミッションの目的

3.1 AMSR サイエンスの目的

ADEOS-II のコアセンサの一つである高性能マイクロ波放射計 (AMSR) 及び Aqua 搭載の改良型高性能マイクロ波放射計 (AMSR-E) は、地球の表面や大気から放射される微弱なマイクロ波放射を受信する観測装置である。

受信されたマイクロ波の強度は、機上校正により、輝度温度に変換された後、物理量推定アルゴリズムにより 8 種類の物理量(積算水蒸気量・積算雲水量・海上風速・降水量・海氷密接度・海面水温・積雪水量・土壌水分量)が求められる。AMSR の主な目的は、グローバルな水循環、エネルギー循環の現状を把握するためのデータの取得である。

AMSR 及び AMSR-E は、それぞれ 2 m 及び 1.6 m という衛星搭載用マイクロ波放射計としては最大のアンテナ開口径を持つ。その大きさにより、6.9 GHz 帯において現実的な空間分解能での観測を可能にしており、従来のマイクロ波放射計では観測できなかった、海面水温や土壌水分量等のパラメータの観測への期待が高い。水蒸気量、降水量、雲水量等についても、より高い空間分解能を持つことから観測精度の向上が期待される。さらに、89 GHz 帯での空間分解能は約 5 km となり、高緯度における凍土特性や雪氷の解析に威力を発揮すると考えられる。

3.2 AMSR 校正の目的

本文書では、輝度温度 (Brightness Temperature: TB) の評価と調整までの作業を校正 (calibration) と定義する。打上げ前の性能確認・校正試験もこの範囲に含まれる。輝度温度の精度は、物理量推定精度に直接影響するだけでなく、物理量推定の根拠となるフォワードモデルの改良を行うために重要である。また、気候変動モニタリングの観点から、短期的な精度だけでなく、長期的な安定性を達成することが重要である。

AMSR によって観測された地球放射は、深宇宙からの放射 (低温) と高温校正源からの放射 (高温) により外部校正される。その校正手法は、米国国防省気象衛星搭載マイクロ波撮像装置 (SSM/I) に類似している。高周波数 (19 GHz 以上) の AMSR データは、主に SSM/I 等との比較でチェックされる。10 GHz 以下の周波数の AMSR データは、放射伝達モデルによる計算値や、航空機搭載用マイクロ波放射計 (AMR) のデータとの比較で評価される。走査内バイアス等の相対的なラジオメトリック補正や、幾何精度誤差等についても、初期段階で評価される。長期的な安定性を評価するために、温度分解能、受信機利得、アンテナ回転スピードなどの項目を継続的にモニターする。

3.3 AMSR 検証の目的

本文書では、高次プロダクトの評価を検証 (validation) と定義する。AMSR 高次プロダクトは、積算水蒸気量、積算雲水量、海上風速、降水量、海氷密接度、海面水温、積雪水量、土壤水分量の 8 物理量について作成される。AMSR 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。

検証作業は、定常観測型と検証観測型の 2 つに大きく分けられる。前者は、高層気象、降水量、積雪量、及びブイで観測された海面水温や海上風速等のリアルタイムデータを集める既存の全球通信システム (GTS) を主に利用する検証である。土壤水分量と雪の定常観測データも利用する。宇宙航空研究開発機構地球観測利用推進センター (EORC) は、現場データの管理、マッチアップデータセットの作成及び AMSR の主任研究者 (Principal Investigators : PI) への配付を行う。一方、検証観測型の検証は、2 つのタイプのフィールド観測からなる。1 つは、地上設置型のマイクロ波放射計を使った水蒸気量や雲水量の測定のような自動制御システムによるもの、もう 1 つは、AMR を始めとした多岐にわたるセンサシステムを駆使するフィールドキャンペーン型である。打上げ前検証は、AMSR 高次プロダクトのアルゴリズム検証及び改良を主目的として、SSM/I と TMI を用いた定常観測型検証のほか、AMR 航空機観測と地上観測も行う。打上げ後検証としては、EORC 及び標準・研究アルゴリズム開発 PI により、打上げ前検証を踏襲して、定常観測型検証を継続する。また検証観測型検証を、JAXA、AMSR PI、及び国際的な科学観測活動の協力の下で実行する。打上げ前後の両方の検証において、米国側 Aqua/AMSR-E チームとの相互協力が重要である。

国際的なサイエンスコミュニティは、自身の科学研究計画を持っている。世界気候研究計画 (WCRP) や地球圏・生物圏国際共同研究計画 (IGBP) のようないくつかの科学研究計画と、ADEOS-II サイエンスとの密接な結びつきは、ADEOS-II プログラムの成功の大前提である。これらの科学研究計画は、自身の科学的目標達成に貢献するものとして、ADEOS-II プログラムに賛同した。AMSR のフィールドキャンペーン型検証と、科学研究計画のフィールド活動を統合することは、ADEOS-II プログラムと科学研究計画双方の目標達成に、非常に有効である。

例えば、世界気候研究計画（WCRP）は、2002年10月から2004年12月にかけての運用が期待されている新しい衛星群を利用する、CEOP（Coordinated Enhanced Observing Period）を提言した。WCRPは、季節規模に至るタイムスケールでの全球大気循環と水資源変動の予測可能性における、大陸水文気象過程の影響の事例解析を行う国際的な実験としてCEOPを位置づけている。さらに、CEOPの期間として2001年から2003年の2年間（衛星打上げ延期に伴い2002.10-2004.12に変更）を必要とすると勧告している。世界中の様々な気候条件下に設置されるCEOP対象サイトは、検証観測サイトとしてADEOS-II/AMSRプロジェクトに貢献すると同時に、AMSR検証活動もまたCEOPに対して重要な役割を果たすであろう。

AMSR検証に必要な地上観測等の計画は、可能な限り、国際的なサイエンス活動の協力と統合に基づいて作られる必要がある。

4. スケジュール

各作業項目のスケジュール表を付録 B に示す。

4.1 校正作業の流れ

- ・ 打上げ前校正
- ・ AMR の改修
- ・ AMR の試験
- ・ 打上げ後校正
- ・ AMR 同期観測
- ・ 評価

4.2 検証作業の流れ

- ・ ツールズデータの取得
- ・ 衛星データとツールズデータのマッチアップデータセット作成
- ・ 評価（アルゴリズム/精度/データ品質）
- ・ アルゴリズム改良

5. 校正・検証の概要

5.1 校正

5.1.1 打上げ前校正

AMSR/AMSR-E の性能確認・校正試験、センサモデル構築、及び打上げ後校正のための準備作業（AMR 試験フライト等）をこの範囲に含める。

5.1.2 打上げ後校正

5.1.2.1 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。

5.1.2.2 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、チャン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なモニタリングを行う。

5.1.2.3 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。

5.2 検証

5.2.1 打上げ前検証

SSM/I、TMI等のデータを用いて、PI作成のアルゴリズム評価を行う。

5.2.2 打上げ後検証

5.2.2.1 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 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。

5.2.2.2 データ品質評価

レベル1と同じく、初期的な品質の評価を指す。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. AMSR 校正の基本計画

6.1 打上げ前校正

6.1.1 センサモデルの構築

センサ工学値からアンテナ温度・輝度温度を算出するためのラジオメトリックモデル、観測点緯経度等を算出するためのジオメトリックモデル等のセンサモデルを構築する。輝度温度算出以外については、適用文書（B）「AMSR レベル1 処理の前提条件」に記述されている。輝度温度はアンテナ温度（垂直・水平偏波）と深宇宙温度の線形回帰式により近似計算する。スピルオーバーの寄与分は、一次放射器のアンテナパターンと主鏡との幾何的な関係から算出する。その他の寄与分（交差偏波、偏波面回転の効果等）については、放射伝達計算により様々な観測条件に対する輝度温度とアンテナ温度のペアを算出し、最小自乗法を適用して線形回帰式の係数を求めることにより行う。アンテナ温度算出の際には、PFM のアンテナパターン測定データを用いる。

校正に用いる高温及び低温校正源のスキャン数は、AMSR 温度分解能と安定性を考慮し、打上げ後に決定される。

6.1.2 PFM 特性の測定

適用文書（A）及び（B）に記載されている、温度分解能、アンテナ指向性精度、主反射鏡と校正用反射鏡のアンテナパターン、及び受信機利得の線形性のデータは、物理量推定精度の評価に役立つ。高温校正源の温度は、高温校正源の表面と内部（温度センサの設置位置）の間で温度差があるため、レベル 1B 処理で補正する必要がある。同様に、高温及び低温校正源の 8 点（89 GHz は 16 点）の測定値は、ホーンと高温校正源（及び校正用反射鏡）の相対的位置に依存する誤差があるので、補正の必要がある。

6.1.3 AMR

打上げ後の衛星同期観測に向けて、AMR の改修と試験フライトを行う。主な改修内容は校正方式の変更であり、常温（300 K 程度）と高温（400 K 程度）の 2 点で校正する仕様に改修する。改修後の 2000 年の 3 月から 4 月に、青ヶ島周辺にて試験飛行を 3 フライト実施する。このフライトの目的は、各フライト中の安定性の確認、一度搭載を解除の上で再搭載することによる再現性の確認、及び各周波数、各偏波における輝度温度の、アンテナ温度からのオフセットの算出である。

6.2 打上げ後校正

初期校正は打上げ後 6 ヶ月を目標に、モニタリングはセンサの観測終了まで継続して行う。EORC ではレベル 1B から必要なモニタリング項目を抽出し、1 日単位でデータベースを作成するので、それをを用いる。

6.2.1 輝度温度校正

6.2.1.1 初期校正

6.2.1.1.1 単独校正

a) 校正用反射鏡と高温校正源の評価

各周波数で取得した校正用反射鏡と高温校正源の測定値のデータを評価する。測定値間の相対的な違い、及び時間変化を見る。高温校正源については、温度センサのカウント値との関係、ヒーターのオン、オフとの関係を調査する。次に、使用するデータのポイント数、重み関数、平均スキャン数等を評価する。使用するデータの期間は、初期評価として 1 週間、最終評価として 6 ヶ月。

b) 走査内バイアス誤差

各周波数、各偏波毎に、走査位置に依存したアンテナ温度のバイアスを求める。海洋上のデータのうち、降水域等を除いて走査位置毎に平均し、バイアスを求める。また、深宇宙校正データの利用も検討する。データの期間は打上げ後、1~3 ヶ月。

c) 89 GHz の 2 つのホーンアンテナ間の偏差の補正

AMSR/AMSR-E の 89 GHz 受信アンテナ部には、異なる一次放射器と受信機によって構成される A 系と B 系の 2 つのホーンがある。系により個体差があると考えられること、及び地表入射角 (A 系は 55.0° 、B 系は 54.5°) が異なることから、輝度温度差が生じる。入射角補正を施した上で個体差を調査し、必要に応じて補正量を決定する。データの期間は 2~3 日。

d) 深宇宙観測時の主鏡・校正鏡カウント値評価

Aqua の場合、衛星打上げ後 40 日目に、MODIS の月校正と同期して深宇宙観測を行う。その際的主鏡、校正鏡のカウント値を評価する。

6.2.1.1.2 複合校正

輝度温度の評価は、方法毎に誤差を含むため一律に決定できない。評価方法を複数準備し、それぞれの評価結果の一致を見る。

a) 衛星間相互校正

Aqua 打上げ後、AMSR-E と SSM/I 及び AMSR-E と TMI の相互比較を行う。前者の比較はともに太陽同期衛星なので、観測時間に 5 時間程度のずれが生じ、厳密な比較ができない。後者の比較は TMI が太陽非同期衛星なので、数十分以内の比較ができるが、TMI のキャリブレーションに 3 K 程度のエラーがあるため、これも厳密な比較ができない。両者の結果を得て、総合的に評価する。中心周波数、入射角の補正は、海洋上放射伝達モデルから計算済み。比較の期間は 6 ヶ月。

AMSR-E と SSM/I の比較は全球 0.25 度メッシュの格子で行う。SSM/I のデータは MSFC から入手する。格子データには平均値、個数、分散を入れる。

AMSR-E と TMI の比較は、観測時刻 10 分以内のものを用いて格子 0.1 度のマッチアップを作成して行う。

SSM/I については、過去 14 年分(1987-2000 年)のデータがある。1 ヶ月単位で SSM/I の気候値との比較を行う。

ADEOS-II 打上げ後には、AMSR と AMSR-E の相互比較を行う。

b) モデル計算による評価

小島及び観測船における高層観測データを用いて、放射伝達モデルにより算出した輝度温度と、AMSR/AMSR-E 観測値とを比較する。比較条件は弱風、及び快晴時のみ。期間は 3~6 ヶ月。ただし、マッチアップデータセット作成は、自動処理で、衛星の全期間行う。

c) AMR との比較

衛星打上げ後、AMR と衛星の同期フライトを行う。AMR の飛行高度は 4~5 km。入射角の補正は、同時搭載して飛行機の位置や姿勢を計測する POS のデータを用いる。アンテナパターンから生じる、輝度温度と AMR のアンテナ温度の差は、青ヶ島周辺で行う試験飛行のデータを用いて予め求めておく。これは飛行高度に依存する。AMR では 50 GHz 帯の検証はできない。

6.2.1.2 モニタリング

以下の各項目を定常的にモニターし、センサの性能を監視する。

6.2.1.2.1 温度分解能

温度分解能を校正用反射鏡と高温校正源データから算出する。周回毎、季節変化、及び長期トレンド等の時間スケールでモニタリングする。

6.2.1.2.2 校正カウント

校正用反射鏡及び高温校正源のカウントをモニターする。

6.2.1.2.3 物理温度

主反射鏡、校正源、受信機等の物理温度をモニターする。

6.2.1.2.4 受信機利得変動

受信機利得の変動と AGC テレメトリをモニターする。

6.2.1.2.5 走査内バイアス誤差

6.2.1.1.1 b) 項に記述したエラーを、定期的にモニターする。

6.2.2 幾何学的校正

6.2.2.1 初期校正

6.2.2.1.1 概略ビームパターン評価

海岸線等の、輝度温度のコントラストが大きく、境界が明瞭な領域を用いて、ビーム幅の概略を確認する（但しオーバーラップ率の大きい低周波数帯のみ可能）。

6.2.2.1.2 チャンネル間コレジストレーション及び絶対位置精度

予め設定した海岸線、島等の境界が明瞭な領域を用いて、各周波数間の位置ずれ、及び絶対位置精度を評価する。89 GHz については、A 系、B 系の位置ずれを評価する。緯度経度や走査位置を付加してずれ量のデータベースを作成する。これをもとに、EOC 側でセンサのアライメント補正量の変更を行う（TBD）。期間は数日～1 週間。

6.2.2.2 モニタリング

6.2.2.2.1 アンテナ回転スピード

アンテナ回転スピードをモニターする。

6.2.2.2.2 姿勢変動

姿勢データをモニターする。

7. AMSR 検証の基本計画

7.1 打上げ前検証

7.1.1 マッチアップデータセット作成

7.1.1.1 積算水蒸気量

- ・ SSM/I v.s. GTS/ゾンデ
- ・ SSM/I v.s. マイクロ波放射計（舢倉島・南大東島）
- ・ TMI v.s. マイクロ波放射計（舢倉島・南大東島）

7.1.1.2 積算雲水量

- ・ SSM/I v.s. マイクロ波放射計（舢倉島・南大東島）
- ・ TMI v.s. マイクロ波放射計（舢倉島・南大東島）

7.1.1.3 海上風速

- ・ SSM/I v.s. インターネット/ブイ

7.1.1.4 降水量

- ・ SSM/I v.s. ツールースデータ
- ・ TMI v.s. ツールースデータ

ツールースデータ：レーダアメダス

重量式雨量計（若狭湾）

マイクロレインレーダ（若狭湾）

雨滴計（若狭湾）

ドップラーレーダ（若狭湾）

AWS（チベット）

7.1.1.5 海水密接度

- ・ SSM/I v.s. AVHRR

7.1.1.6 積雪水量

- ・ SSM/I v.s. GTS/積雪
- ・ SSM/I v.s. 自動積雪深計（シベリア・チベット）

7.1.1.7 土壌水分量

- ・SSM/I v.s. USSR データ
- ・SMMR v.s. USSR データ
- ・TMI v.s. ツールースデータ

ツールースデータ：オクラホマ/SGP データ (AMSR-E チーム)
長岡データ (東京大学)
GCIP データ
AWS (タイ・チベット)
中国/ルーチンデータ

7.1.2 地上観測・航空機観測

7.1.2.1 積算水蒸気量・積算雲水量

7.1.2.1.1 舩倉島 (2000.10 ~ 2002.04)

- ・マイクロ波放射計 (WVP-1500) の設置及び自動観測
- ・雨量計の設置及び自動観測
- ・シーロメータの設置及び自動観測 (2001.11 ~ 2002.04 のみ)
詳細は 7.2.1.3 参照

7.1.2.1.2 南大東島 (2000.11 ~ 2002.04)

- ・マイクロ波放射計 (WVP-1500) の設置及び自動観測

7.1.2.2 降水量

7.1.2.2.1 若狭湾 (2000.02、2001.01 ~ 2001.02)

- ・国土交通省レーダデータ取得 (2001.01 ~ 2001.02 のみ)
- ・ドップラーレーダ観測 (2001.01 ~ 2001.02 のみ)
- ・地上固体降水量観測
TRMM チーム、JST/CREST と協力

7.1.2.2.2 チベット (2000.08 ~ 2002.04)

- ・自動気象観測装置 (AWS) の設置及び自動観測

- ・マイクロ波放射計（WVP-1500）、ウィンドプロファイラ及び電波・音波サウンディングシステム（RASS）等の輸送（2001.08）

7.1.2.3 積雪水量

7.1.2.3.1 シベリア（2000.11～2002.04）

- ・自動積雪深計の設置及び自動観測
CEOP/CAMP と協力

7.1.2.3.2 チベット（2000.11～2002.04）

- ・自動積雪深計の設置及び自動観測
CEOP/CAMP と協力

7.1.2.3.3 コロラド（2001.10～2002.03）

- ・地上マイクロ波放射計観測

7.1.2.4 土壌水分量

7.1.2.4.1 オクラホマ/SGP99（1999.07.07～1999.07.22）

- ・地上マイクロ波放射計観測
- ・航空機（PSR-C, A・ACMR・Step-C・PALS・ESTAR）観測
AMSR-E と共同、JST/CREST、CEOP と協力

7.1.2.4.2 長岡（2000.05～2000.06）

- ・地上マイクロ波放射計観測
- ・地上土壌水分量観測
様々な条件下での、土壌タイプ、地表面ラフネス、地表面温度、植生被覆の測定。
- ・航空機（AMR）観測
2フライト（田の状態の異なる2時期）。植生の影響把握。

7.1.2.4.3 チベット（2000.08～2002.04）

- ・設置型土壌水分計（SMTMS）及び自動気象観測装置（AWS）の設置及び自動観測
- ・予備観測（2001.08）
土壌水分計、分光放射計、粗度計等

CEOP/CAMP と協力

7.1.2.4.4 モンゴル (2000.08 ~ 2002.04)

- ・ 設置型土壌水分計 (SMTMS) 及び自動気象観測装置 (AWS) の設置及び自動観測 (2000.06 に事前調査)
- ・ 簡易土壌水分計 (ASSH) の設置及び自動観測 (2001.06 ~ 2002.04 のみ)
- ・ 予備観測 (2001.08)
土壌水分計、分光放射計、粗度計、マイクロレインレーダ、雨滴計等
CEOP/CAMP と協力

7.1.2.4.5 タイ (2001.06 ~ 2002.04)

- ・ 設置型土壌水分計 (SMTMS) 及び自動気象観測装置 (AWS) の設置及び自動観測

7.2 打上げ後検証

7.2.1 積算水蒸気量

7.2.1.1 概要

積算水蒸気量に対しては、全球のラジオゾンデ網を利用した検証を主とする。

7.2.1.2 プロダクト精度

積算水蒸気量は全球の海洋上（但し海水領域は除く）で算出される。要求精度は、範囲 0-70 kg/m² において 3.5 kg/m² である。

7.2.1.3 地上観測・船舶観測

7.2.1.3.1 舢倉島・南大東島（2002.05～~~2005.03~~2004.09）

D

・地上設置型マイクロ波放射計観測

20-30 GHz 近辺に観測周波数帯を有する地上設置型マイクロ波放射計を用いて積算水蒸気量を推定し、AMSR/AMSR-E 推定値との比較を行う。約 6 分間隔の時間的に連続なデータを取得することができる。AMSR/AMSR-E 推定値は海上のみ有効であるため、他の大きな島から 50 km 以上離れた、面積の小さい舢倉島、南大東島にマイクロ波放射計を設置し、打上げ前後の連続観測（2000.10～~~2005.03~~2004.09）を行う。機器の

D

運用は基本的に自動化されているため、電話回線でデータを回収するとともに、必要に応じて担当者が現地へ赴いて、外観の点検等を行う。

用いる放射計は、米国ラジオメトリクス社 (Radiometrics Corp.) 製の、WVP-1500 Water Vapor Profiling Radiometer である。

7.2.1.3.2 海洋地球研究船『みらい』（2002.08～2004.03）

・海上マイクロ波放射計及びゾンデ観測

海洋科学技術センターの海洋地球研究船『みらい』を観測プラットフォームとして、AMSR/AMSR-E の推定した積算水蒸気量の検証用のトゥルースデータを取得する。『みらい』は北極海域から赤道海域において年間約 280 日の観測を実施することになっており、陸の影響を受けない純粋な海洋上における水に関する物理量を観測するのに最適である。AMSR/AMSR-E の積算水蒸気量は海上に限定されており、海洋上での検証観測が有効である。

『みらい』に搭載された観測測器以外に、23GHz 及び 31GHz の 2 波長を観測するマイクロ波放射計（ラジオメトリクス社 Water Vapor Radiometer WVR-1100）を用いて積算水蒸気量を推定し、AMSR/AMSR-E の推定値との比較を行う。また、『みらい』では、

ゾンデによる高層観測を実施しており、そのデータから算出した積算水蒸気量についても AMSR/AMSR-E の推定値との比較を行う。なお、ゾンデ観測はできる限り衛星と同期した時間に実施する。

7.2.1.4 マッチアップデータセット作成

・ 全球ラジオゾンデデータとのマッチアップ

ラジオゾンデにより取得される気温、気圧、相対湿度プロファイルから算出する積算水蒸気量を、1日に1回、AMSR 及び AMSR-E による推定値と比較する(2002.05～2005.03)。全球のラジオゾンデデータは、GTS 回線で配信される指定気圧面データ、及び特異点を含むデータを利用する。AMSR 推定値は海上のみ存在するため、ラジオゾンデは面積の小さい島等に設置され、陸域放射の影響を受けないものを選定する。ラジオゾンデと AMSR のフットプリントの時空間的に一致したデータセットを定常的に作成し、検証を行う。ラジオゾンデデータは協定に基づき、気象庁より入手する。ソートデータには指定気圧面、特異点ともに含まれる。

- ・ AMSR v.s. GTS/ゾンデ (2002.12～衛星運用終了まで)
- ・ AMSR-E v.s. GTS/ゾンデ (2002.05～衛星運用終了まで)

・ マイクロ波放射計データとのマッチアップ

舩倉島及び南大東島で取得したマイクロ波放射計データから導出する積算水蒸気量を、AMSR 及び AMSR-E による推定値と比較する。

- ・ AMSR v.s. マイクロ波放射計 (2002.12～~~2005.03~~2004.09)
- ・ AMSR-E v.s. マイクロ波放射計 (2002.05～~~2005.03~~2004.09)

D

・ 海洋地球研究船『みらい』観測データとのマッチアップ

海洋地球研究船『みらい』でのマイクロ波放射計とゾンデ観測によって算出する積算水蒸気量と AMSR 及び AMSR-E とのマッチアップデータセットを作成する。

- ・ AMSR v.s. マイクロ波放射計 (2002.12～2004.03)
- ・ AMSR-E v.s. マイクロ波放射計 (2002.08～2004.03)
- ・ AMSR v.s. ゾンデ (2002.12～2004.03)
- ・ AMSR-E v.s. ゾンデ (2002.08～2004.03)

7.2.1.5 体制及び他研究プロジェクトとの関係

マッチアップデータセットの作成は EORC で行い、それを用いた評価検証は EORC 内部

及びアルゴリズム開発 PI の双方で実施する。地上設置型マイクロ波放射計 2 台は EORC で所有しており、舩倉島、南大東島での観測は EORC で実施する。南大東島については気象庁と、舩倉島については第 9 管区海上保安本部との適切な協力関係を締結する。

AMSR-E チーム、ARM、CLIVAR (EPIC)、CRYSTAL、GLI 大気チームとの協力による多点観測ネットワークの構築が望まれる。

7.2.2 積算雲水量

7.2.2.1 概要

積算雲水量の検証は、地上（海上）でのマイクロ波放射計観測データを用いて実施する。

雲水量は定量的な検証が困難な物理量の一つである。雲水量測定には、ビデオゾンデを用いる方法や航空機による測定等がある。しかし、雲の空間分布が離散的で時間変動が激しい一方、ビデオゾンデは一点の観測であり、航空機による観測も領域や頻度が限られる。また、それらの測定の定量性も完全ではない。地上からのマイクロ波放射観測による雲水量推定は、間接的なりモートセンシングではあるが、観測背景が宇宙背景放射であり安定、一様であることから衛星軌道からの推定よりも精度が高い。

また、シーロメータによる雲底高度観測も行い、雲層の物理温度を求め、雲水量の推定精度を向上させる。

7.2.2.2 プロダクト精度

積算雲水量は全球の海洋上（但し海水域を除く）で算出される。要求精度は、範囲 0-1.0 kg/m² において 0.05 kg/m² である。

7.2.2.3 地上観測・船舶観測

7.2.2.3.1 舢倉島・南大東島（2002.05～~~2005.03~~2004.09）

- ・地上設置型マイクロ波放射計及びシーロメータ観測

7.2.1.3.1 と同様。但し、シーロメータも舢倉島に設置して観測する（南大東島は空港に設置されているものを利用）。

7.2.2.3.2 海洋地球研究船『みらい』（2002.08～2004.03）

- ・海上マイクロ波放射計及びシーロメータ観測

7.2.1.3.2 と同様。但し、『みらい』搭載のシーロメータによる観測も実施。

7.2.2.4 マッチアップデータセット作成

- ・マイクロ波放射計データとのマッチアップ

舢倉島及び南大東島で取得したマイクロ波放射計データから導出する積算雲水量と AMSR 及び AMSR-E とのマッチアップデータセットを作成する。

- ・ AMSR v.s. マイクロ波放射計（2002.12～~~2005.03~~2004.09）
- ・ AMSR-E v.s. マイクロ波放射計（2002.05～~~2005.03~~2004.09）

D

D

・海洋地球研究船『みらい』観測データとのマッチアップ

海洋地球研究船『みらい』で取得したマイクロ波放射計データによって算出する積算雲水量と AMSR 及び AMSR-E とのマッチアップデータセットを作成する。

・ AMSR v.s. マイクロ波放射計 (2002.12 ~ 2004.03)

・ AMSR-E v.s. マイクロ波放射計 (2002.08 ~ 2004.03)

7.2.2.5 体制及び他研究プロジェクトとの関係

7.2.1.5 と同様。

7.2.3 海上風速

7.2.3.1 概要

海上風速の検証は、ブイによる観測値との比較を中心に実施する。

7.2.3.2 プロダクト精度

海上風速は全球の海洋上(但し海氷領域は除く)で算出される。要求精度は、範囲 0-30 m/s で 1.5 m/s である。

7.2.3.3 船舶観測 削除

~~・海洋地球研究船『みらい』での海上風速観測(2002.08~2004.03)
『みらい』搭載の風速計による観測。~~

D

7.2.3.4 マッチアップデータセットの作成

・ブイ観測値とのマッチアップ

海洋ブイ(固定ブイ)により取得される海上風速と AMSR 及び AMSR-E による推定値を比較する。現在、NDBC (National Data Buoy Center)、TAO array、JAMSTEC 等のブイデータが利用可能である。ブイによる測定(海上風速だけでなく、風向、海面水温等の情報も含める)と AMSR フットプリントの時空間的に一致したデータセットを定常的に作成し、検証を行う。ブイの風速観測高度は測器によって異なるため、高度補正を行った上比較を実施する。

TAO ブイについては、インターネットで常時最新のデータが配布されているので、それを用いる。NDBC のブイに関しては、インターネットでデータを入手する。

- ・ AMSR v.s. GTS/ブイ (2002.12 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR-E v.s. GTS/ブイ (2002.05 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR v.s. インターネット/ブイ (2002.12 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR-E v.s. インターネット/ブイ (2002.05 ~ 衛星運用終了まで)

~~・海洋地球研究船『みらい』観測データとのマッチアップ~~

~~海洋地球研究船『みらい』で観測した海上風速データと AMSR 及び AMSR-E とのマッチアップデータセットを作成する。~~

D

- ~~・ AMSR v.s. 風速計 (2002.12 ~ 2004.03)~~
- ~~・ AMSR-E v.s. 風速計 (2002.08 ~ 2004.03)~~

7.2.3.5 体制及び他研究プロジェクトとの関係

気象庁、観測フロンティア、及び CLIVAR との協力が望ましい。

7.2.4 降水量

7.2.4.1 概要

地上レーダ及び雨量計などによる観測値との比較を行う。AMSR からの降水量推定値が海上に限られているため、雨量計はなるべく小さな島での観測値を選択する必要がある。

AMSR の降水強度のリトリバルに要請される条件は以下のように考えられる。

- ・ 全球の海上で精度を持つデータセットであること

特に高緯度における推定精度に改良の余地があり、信頼できる実測データが少ない。

- ・ GEWEX・CLIVER 等の気候・水収支の研究に寄与すること

WCRP では、2001-2003 年(衛星打上げ延期に伴い 2002.10-2004.12 に変更)を中心とした CEOP (Cooperative Enhanced Observation Period) の計画策定が決定された。降水量の検証は CEOP との協力が不可欠である。

- ・ NWP モデルへのデータ同化を考えること

この目的のためには、できるだけ様々なデータが揃ったケースを準備する必要がある。

マイクロ波放射計による陸域の降水観測の精度は十分な精度が確認されていない。それは、地表面からの放射が強く、またそれが時空間的に極めて多様であり、その上空の降水層からの情報が相対的に少なくなってしまうためである。AMSR/AMSR-E では土壌水分量、植生水分量など地表面放射率に大きな影響を与えるパラメータの算定を行うため、その効果を導入することにより陸域降水量のより精度の高い観測が可能となる。但し、相対的に少ない情報で目的とする降水量を算定し検証するためには、降水量の 3 次元分布に加えて、降水粒子の粒径分布、水蒸気量、雲水量、大気温度などの情報と地表面放射率、地温分布に関する包括的な観測データが必要となる。

そこで、チベット高原にて実施される土壌水分量検証観測に加えて、~~3次元ドップラ~~ D
~~レーダ~~、マイクロレインレーダ、マイクロ波放射計、ライダー、ゾンデ観測、ウィンドプロファイラと RASS 装置を導入して、それぞれ、~~降水の 3次元分布~~、降水粒子の粒径分布の鉛直プロファイル、雲水・水蒸気量、雲底・雲頂高度、水蒸気・気温の鉛直分布、気温と風速分布などの降水プロセスの鉛直 1 次元データを取得する予定である。これらの統合的なデータを用いると、陸面から放射されるマイクロ波が衛星に届くまでの放射伝達過程を記述することができ、また放射伝達過程にまで踏み込んだアルゴリズムの検証が可能となる。さらに、降水のデータ同化に関する観測データとしてもその利用価値は高く、AMSR/AMSR-E による降水量算定に寄与するところは大きい。また、これまで土壌水分量算定は降水がないことを仮定したアルゴリズムか、または降水があるときとないときに分けたものが開発されてきたが、この包括的な観測データを用いると、降水を考慮した土壌水分量算定アルゴリズムの検証も可能となる。

7.2.4.2 プロダクト精度

降水量は、全球の海洋上（但し海水領域は除く）で算出される。要求精度は、時間雨量 20 mm までの降水量に対して精度 10 % である。陸上の降水量の精度は、打上げ 1 年後を目標に定める。

7.2.4.3 地上観測・船舶観測・航空機観測

打上げ 1 年後を目標に陸上でも算出するため、陸域や降雪域でもトゥルースデータを取得する。

7.2.4.3.1 若狭湾（2003.01～2003.02）

・地上レーダ観測

衛星と同期した、国土交通省のレーダデータ、及び国内機関所有マルチパラメータレーダデータを収集する。また、TRMM/TMI、PR との直接比較を行う。

若狭湾は、TRMM で固体降水を観測できるサイトである。

・雨量計及びディストロメータ観測

予備観測として、地上降水量、降水粒子を観測する。

・航空機観測

NASA による航空機観測を行う。

7.2.4.3.2 チベット（2002.05～2005.03）

・自動気象観測

・地上集中観測準備（2002.07～2002.10）

~~・地上レーダ観測（2004.06～2004.08）~~

・地上集中観測（2004.04、2004.07～2004.08）

D

7.2.4.3.3 宮古・八重山諸島（2003.05～2003.09）

・気象庁レーダによる観測

・雨量強度観測

海上の降水量推定のため、宮古・八重山諸島の小さい島に雨量強度観測システムを展開し、トゥルースデータを取得する。

7.2.4.3.4 海洋地球研究船『みらい』（2002.08～2004.03）

・船舶観測

『みらい』搭載のドップラーレーダ、ディストロメータ及び雨量計でデータを取得す

る。ドップラーレーダの観測から推定した降水量と AMSR/AMSR-E の推定値との比較を行う。

7.2.4.3.5 シベリア (2005.10 ~ 2006.03) 中止

- ~~・地上レーダ観測~~
- ~~・雨量及び降雪粒子観測~~

D

7.2.4.4 マッチアップデータセット作成

AMSR 及び AMSR-E と上記地上観測データとのマッチアップデータセットを作成する。

- ・ AMSR v.s. レーダアメダス (2002.12 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR-E v.s. レーダアメダス (2002.05 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR v.s. 地上観測データ (2002.12 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR-E v.s. 地上観測データ (2002.05 ~ 衛星運用終了まで)

7.2.4.5 体制及び他研究プロジェクトとの関係

気象庁、NASA/AMSR-E チーム、GAME-Siberia チーム、CEOP、TRMM チーム、AMSR 積雪水量及び土壌水分量チームとの協力が望ましい。

7.2.5 海水密度度

7.2.5.1 概要

他衛星や航空機で観測した海水密度度データを利用し、検証を行う。

7.2.5.2 プロダクト精度

海水密度度は、極域及びオホーツク海などで推定され、期待精度は10%以内である。

7.2.5.3 地上観測・船舶観測・航空機観測

7.2.5.3.1 オホーツク海（2003.01～2003.02、2004.01～2004.02、2005.01～2005.02、 2006.01～2006.02）

- ・航空機（PSR）観測（2003.01～2003.02）
- ・航空機（SAR）観測（2004.01～2004.02、2005.01～2005.02、2006.01～2006.02）
- ・船舶（砕氷船）からの写真撮影及びビデオ観測

7.2.5.3.2 南極（2002.07～2002.09、2002.12～2003.02、~~2003.08～2003.10~~2003.09～ 2003.11、2004.08～2004.10、2005.08～2005.10）

- ・航空機（PSR・AVIRIS）観測（2002.08、~~2003.08～2003.10~~2003.09～2003.11、2004.08～
2004.10、2005.08～2005.10）
- ・地上観測

D

7.2.5.4 マッチアップデータセット作成

AMSR 及び AMSR-E と他の衛星データや上記トゥルースデータとのマッチアップデータセットを作成する。

- | | | |
|----------|------|----------------------------|
| ・ AMSR | v.s. | GLI（2002.12～衛星運用終了まで） |
| ・ AMSR-E | v.s. | GLI（2002.12～衛星運用終了まで） |
| ・ AMSR | v.s. | AVHRR（2002.12～衛星運用終了まで） |
| ・ AMSR-E | v.s. | AVHRR（2002.05～衛星運用終了まで） |
| ・ AMSR | v.s. | RADARSAT（2002.12～衛星運用終了まで） |
| ・ AMSR-E | v.s. | RADARSAT（2002.05～衛星運用終了まで） |
| ・ AMSR | v.s. | 地上・船舶・航空機観測データ（T.B.D.） |
| ・ AMSR-E | v.s. | 地上・船舶・航空機観測データ（T.B.D.） |

7.2.5.5 体制及び他研究プロジェクトとの関係

- ・ AMSR-E チームとの共同観測
- ・ GLI 雪氷グループとの協力
- ・ CRL との協力
- ・ 日・米・欧の南極観測隊との協力

7.2.6 海面水温

7.2.6.1 概要

海面水温の検証は、ブイによる観測値との比較を中心に行う。

7.2.6.2 プロダクト精度

海面水温は全球海洋上で推定され、精度は範囲-2 から 35 で 0.5 である。

7.2.6.3 船舶観測 削除

~~・海洋地球研究船『みらい』での海面水温観測（2002.08～2004.03）
『みらい』搭載の水温計による観測。~~

D

7.2.6.4 マッチアップデータセットの作成

・ブイ観測値とのマッチアップ

海洋ブイにより取得される海面水温と AMSR 及び AMSR-E による推定値と比較する。利用可能なブイは海上風速と同様である。ブイ（固定/漂流）による測定（海面水温だけでなく、海上風の情報も含める）と AMSR フットプリントの時空間的に一致したマッチアップデータセットを定常的に作成し、検証を行う。

- ・ AMSR v.s. GTS/ブイ（2002.12～衛星運用終了まで）
- ・ AMSR-E v.s. GTS/ブイ（2002.05～衛星運用終了まで）

~~・海洋地球研究船『みらい』観測データとのマッチアップ~~

~~海洋地球研究船『みらい』で観測した海面水温データと AMSR 及び AMSR-E とのマッチアップデータセットを作成する。~~

D

- ~~・ AMSR v.s. 水温計（2002.12～2004.03）~~
- ~~・ AMSR-E v.s. 水温計（2002.08～2004.03）~~

7.2.6.5 体制及び他研究プロジェクトの関係

気象庁、観測フロンティア、及び GLI 海洋チームとの協力が望ましい。

7.2.7 積雪水量

7.2.7.1 概要

積雪水量、積雪深、積雪粒径、雪温プロファイルを対象としてトゥルースデータを収集し、検証を行う。これらの時系列的変化も観測されなければならない。また、積雪パラメータ推定における森林樹冠の影響を確認する必要がある。

マイクロ波放射計では、土壌面からの放射が積雪層において消散と射出する過程で変化する性質を使って、積雪量を推定している。この変化は積雪粒子の粒径などにも関連するが、基本的には積雪層の総氷量（積雪深×積雪密度）に依存している。したがって、マイクロ波放射計によって直接得られる量は、積雪相当水量（積雪水量）である。但し実際には、地上で計測されるのは積雪深が主で、密度の計測地点は少なく、したがって積雪水量の地上観測値は多くは得られておらず、検証には積雪深が用いられる場合が多い。そこで、積雪水量に加えて、積雪深もサブプロダクトとして加える。なお、水資源の観点からは前者が、積雪災害の観点からは後者が主として使われる。

現在、AMSR/AMSR-E の積雪水量アルゴリズムとして 2 つが提案されているが、SSM/I を用いたアルゴリズム比較実験では次の 3 点の問題が指摘されている。

- 1) 衛星センサのフットプリントサイズでの検証用データが取得されていない。
- 2) 植生、特にタイガ林の影響の評価が十分でない。
- 3) 積雪の変態に伴う算定制度の低下の改善が必要である。

したがって、積雪検証においてはこれらの点を考慮した特別観測計画が必要である。

1)に関しては、できる限り均一とみなせる対象領域において、(a)フットプリントスケールの衛星同期観測を行うか、(b)フットプリント内の多様性を考慮した地上観測システムを構築する必要がある。(a)、(b)の目的で計画されたのが、それぞれチベット高原およびシベリアヤクーツクでの観測である。チベット高原では、5つの平坦で広い領域を設定し、その中央付近に積雪深計および自動気象観測装置を設置する。シベリアヤクーツクでは、フットプリントスケールの領域を1つ設定し、その中に7台の自動積雪深装置を設置する。この7ヶ所のうち6ヶ所はタイガ林で、1ヶ所は林外であり、2)の問題に対応するための検証データが得られる。いずれの検証領域でも、冬期に密度、粒径観測を実施して、3)の問題にも対処する予定である。3)の課題を解決するためには積雪の変態（粒径の変化）の現地観測とそれに伴うマイクロ波輝度温度観測を一冬にわたって行う必要があり、これを衛星同期のフットプリントサイズで実施することは極めて困難である。したがって地上マイクロ波放射計を用いた長期観測により基礎データを取得し、その結果をアルゴリズムに反映させ、その結果を1)で得られるデータを用いて検証するという観測戦略をとることとし、地上長期観測をAMSR-E チームのコロラド大学のグループと共同で、コロラドのロッキー山脈山中にて実施することとした。

WCRP では、2001-2003 年（衛星打上げ延期に伴い 2002.10-2004.12 に変更）を中心とした

CEOP (Cooperative Enhanced Observation Period) の計画策定が決定された。積雪水量の検証は CEOP との協力が不可欠である。

7.2.7.2 プロダクト精度

- ・積雪水量 SWE : 20 % or 10 mm
- ・積雪深 SD : 20 % or 5 cm

7.2.7.3 地上観測・航空機観測

チベット、シベリアにおける GAME 集中観測地域において、超音波積雪深計やマニュアル観測による地上観測を行う。その際、積雪深、積雪密度、粒径、雪温、植生水分等の地上データを収集する。

7.2.7.3.1 シベリア

- ・地上積雪観測 (2002.11 ~ 2003.03、2003.11 ~ 2004.03、2004.11 ~ 2005.03)
- ・積雪深計による自動観測 (2002.05、2002.11 ~ 2003.05、2003.11 ~ 2004.05、2004.11 ~ 2005.05)

7.2.7.3.2 チベット

- ・地上積雪観測 (2003.01、2004.01、2005.01)
- ・積雪深計による自動観測 (2002.05 ~ 2002.06、2002.11 ~ 2003.06、2003.11 ~ 2004.06、2004.11 ~ 2005.06)

7.2.7.3.3 コロラド

- ・航空機観測 (2003.02 ~ 2003.03)
- ・地上マイクロ波放射計観測 (2002.09 ~ 2003.03)

7.2.7.4 マッチアップデータセットの作成

AMSR 及び AMSR-E と GTS/積雪及び上記地上観測データのマッチアップデータセットを作成する。

- ・ AMSR v.s. GTS/積雪 (2002.12 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR-E v.s. GTS/積雪 (2002.05 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR v.s. 地上観測データ (2002.12 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR-E v.s. 地上観測データ (2002.05 ~ 衛星運用終了まで)

7.2.7.5 体制及び他研究プロジェクトとの関係

- ・ WCRP/CEOP と AMSR-E チームとの共同観測
- ・ AMSR 降水グループ、GLI 雪氷グループとの協力
- ・ 観測フロンティアとの協力
- ・ JST/CREST との協力

7.2.8 土壌水分量

7.2.8.1 概要

6.9 GHz チャンネルを加えた土壌水分量の推定アルゴリズムの内部比較を行う。植生、土壌、気候の様々な条件下で地上土壌水分量及び関連パラメータの観測を行い、AMSR、AMSR-E 及び航空機 AMR データと比較する。AMR 観測は、陸面の多様性が衛星観測に及ぼす影響を把握する上で必要である。

現在、AMSR/AMSR-E の土壌水分量アルゴリズムとして4つが提案されているが、SSM/I や SMMR を用いたアルゴリズム比較実験ではアルゴリズム間の差が大きく、土壌水分量は標準プロダクトとなっていない。その主たる原因は、以下の2点である。

- 1) 衛星センサのフットプリントサイズでの検証用トゥルスデータが取得されていない。
- 2) 様々な地被条件に対する衛星検証用のデータが取得されていない。

したがって、土壌水分量検証においてはこれらの点を考慮した特別観測計画が必要である。

1)に関しては、できる限り均一とみなせる対象領域において、(a)フットプリントスケールの衛星同期観測を行うか、(b)衛星 - 航空機 - 地上の同期観測をしてフットプリント内の多様性を考慮した観測を行う必要がある。(a)の目的で計画されたのがモンゴルにおける検証観測であり、60 km × 60 km の密度の濃い土壌水分量、植生水分量、地温の観測を行うことに加えて、100 km スケールの移動観測も行う。(b)の目的で計画されたのがアイオワ観測であり、広域の土壌水分量分布を計測するために航空機観測が予定されている。

2)に関しては、特に植生の影響を重視する必要がある。そこで、裸地のチベット高原、草地のモンゴル、耕作植物としてタイのキャッサバ畑、落葉森林としてタイのチーク林での観測が実施される。またアイオワで大豆畑とコーン畑、オクラホマでは牧草、小麦畑での観測を予定している。また、チベット高原では永久凍土帯における凍結、融解に伴う土壌水分量を対象とする検証データが取得される。このように様々な地被条件、水文条件下で検証データが取得され、アルゴリズムの不確定性が改善されると同時に、幅広い条件に対応できるアルゴリズムの選定が可能となる。

WCRP では、2001-2003 年(衛星打上げ延期に伴い2002.10-2004.12に変更)を中心とした CEOP (Cooperative Enhanced Observation Period) の計画が決定された。土壌水分量の検証は CEOP や AMSR-E チームとの協力が不可欠である。

7.2.8.2 プロダクト精度

T.B.D.

7.2.8.3 地上観測・航空機観測

地上土壌水分量観測をタイ、チベット、モンゴルにおいて行い、土壌水分量、植生水分、地表面温度、粗度、土のテクスチャ等の地上データを収集する。また、航空機観測も行う。

7.2.8.3.1 タイ

- ・地上土壌水分量観測 (2002.05、2002.09、2002.11、2003.08、2003.09、2004.02、2004.05、2004.09)
- ・地上自動観測 (気象、土壌水分量) (2002.05 ~ 2005.03)

7.2.8.3.2 チベット

- ・地上土壌水分量観測 (2002.06 ~ 2002.10、2003.09、2004.04、2004.07 ~ 2004.08)
- ・地上自動観測 (気象、土壌水分量) (2002.05 ~ 2005.03)

| D

7.2.8.3.3 モンゴル

- ・地上土壌水分量観測 (2002.06、2002.08、2003.06、2003.08、2004.06、2004.08)
- ・地上自動観測 (気象、土壌水分量) (2002.05 ~ 2005.03)

| D

7.2.8.3.4 アイオワ

- ・地上マイクロ波放射計観測 (2002.06 ~ 2002.07)
- ・航空機観測 (2002.06 ~ 2002.07)

7.2.8.3.5 オクラホマ

- ・地上土壌水分量観測 (2003.06 ~ 2003.07)
- ・航空機観測 (2003.06 ~ 2003.07)

7.2.8.4 マッチアップデータセット作成

AMSR 及び AMSR-E や上記地上観測データとのマッチアップデータセットを作成する。
モンゴルルーチンデータ及びオクラホマ土壌水分量データとのマッチアップを含む。

- ・ AMSR v.s. トゥルースデータ (2002.12 ~ 衛星運用終了まで)
- ・ AMSR-E v.s. トゥルースデータ (2002.05 ~ 衛星運用終了まで)

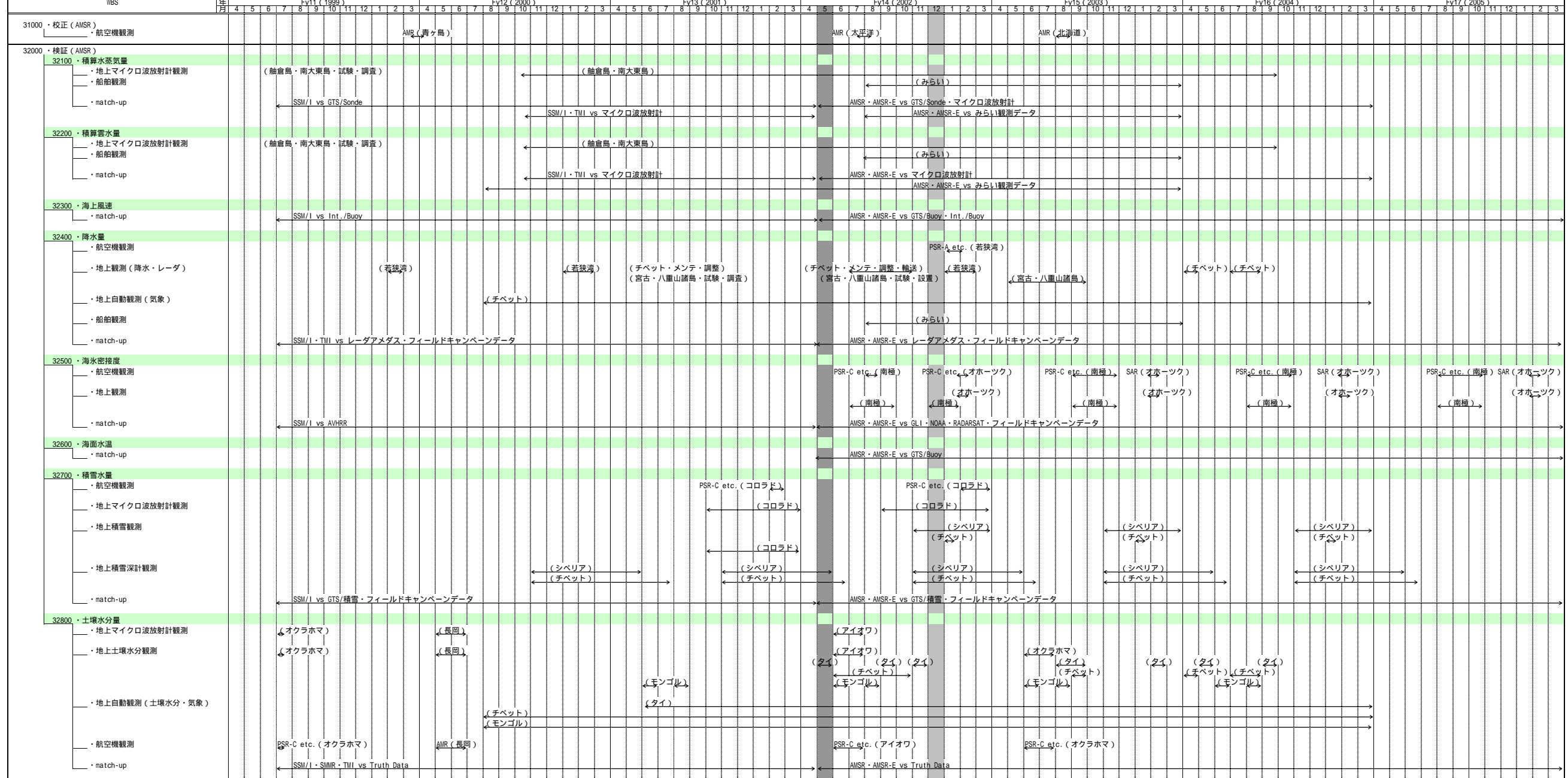
7.2.8.5 体制及び他研究プロジェクトとの関係

- ・ WCRP/CEOP と NASA/AMSR-E チームとの共同観測
- ・ AMSR 降水チーム、GLI 陸域チームとの協力
- ・ 観測フロンティアとの協力
- ・ JST/CREST との協力

8. 実施体制

校正検証計画作成チームの体制を付録 C に示す。

付録 B AMSR 校正検証計画スケジュール表



船倉島・南大東島のマイクロ波放射計観測：積算水蒸気量・積算雲水量共通

付録 C 校正検証計画作成チーム体制

校正検証計画 実施体制

