

高性能マイクロ波放射計 AMSR について —ADEOS-2 研究募集に関連して—*

青 梨 和 正*¹・柴 田 彰*²・上 田 博*³

1. はじめに

高性能マイクロ波放射計 AMSR (Advanced Microwave Scanning Radiometer) は、1999年2月打ち上げを目指して宇宙開発事業団が開発を進めている環境観測技術衛星 ADEOS-2 (Advanced Earth Observing Satellite-2) に搭載されるセンサーである。これまで、リモートセンシング技術センターの地球環境観測委員会の中に ADEOS-2/AMSR ミッションチームが編成され、センサーの仕様等の作業が行われてきたが、今年度、アルゴリズム開発を目的とした研究募集が行われることになった。ADEOS-2 には、AMSR の他、グローバルイメジャー GLI (Global Imager, 可視赤外放射計)、及び海上風観測装置 SeaWinds (NASA 提供センサー、マイクロ波散乱計) 等の大型のセンサーが搭載され、強力な地球観測衛星になる見込みである。アルゴリズム開発は、海洋・大気・陸域と多分野にまたがる他、2つ以上のセンサーデータを用いた複合利用も考えられ、これまでにまして積極的に進めて行く必要があるとみられる。研究募集では、AMSR 及び GLI が対象となっている。ここでは、これまであまり馴染みのないマイクロ波放射計 AMSR のセンサーとしての機能と、観測対象について簡単に解説する。

2. AMSR の機能

AMSR の周波数・偏波などについては第1表に示した。元来、マイクロ波放射計は地球の放射する微弱なマイクロ波を測定するもので、データの校正に多々の

問題があった。しかし、1987年に打ち上げられた米軍気象衛星搭載の SSM/I (Special Sensor Microwave/Imager) ではそれが解決された。第1図は SSM/I で採用された観測方法である。センサーは固定部分(心棒、及びそれを支える台座)と回転部分に分かれる。第1図(a)の観測モードでは、地球のマイクロ波放射が主鏡で反射し、ホーンと呼ばれる小穴に入る。回転部分がさらに回転し、(b)の高温校正までくると、ホーンは約 300 K 程度に加熱されている高温ダミーを見る。さらに回転し、(c)の低温校正までくると、小鏡で反射された深宇宙のマイクロ波放射(約 2.7 K)を見るようになる。回転部分が周期数秒で回転し、(a)、(b)、(c)を順繰りに繰り返して、データを取っていき、受信機で信号が出力される。常時、(b)と(c)で校正されるので、信頼できる(a)の地球放射のデータを得ることができ

る。AMSR でも同様の校正方法をとっており、周期1.5秒で回転する。主鏡の大きさは2mで、これまでで最大の大きさである。センサーの製作にあたっては、前身である MSR (Microwave Scanning Radiometer, 海洋観測衛星搭載)での経験をふだんに取り入れている。第2図に AMSR の構成図を示す。センサーは ADEOS-2 の進行方向の先端部分に取り付けられ、上側から見ると、反時計回りに回転する。回転によって生じるモーメントを補償するために、ADEOS-2 のバス本体に、時計回りに高速で回転するモーメントホイール、及びそれらを制御する機器が取り付けられている。

3. AMSR の観測対象

マイクロ波領域での大気の射出率は雲による影響が小さいため、擾乱付近の雲域内でも物理量のリモートセンシングが可能である。水蒸気の吸収帯の 23.8 GHz と窓領域の観測データ (18.7, 36.5 GHz) を組み合わせることで海上の可降水量と雲水量、酸素の吸収帯の 50

* Introduction of Advanced Microwave Scanning Radiometer—Related with research announcement for Advanced Earth Observing Satellite-2—

*¹ Kazumasa Aonashi, 気象研究所予報研究部.

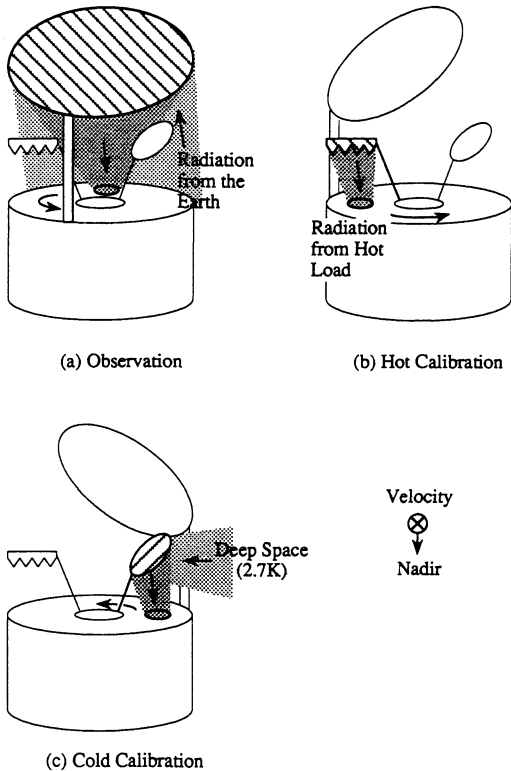
*² Akira Shibata, 気象研究所海洋研究部.

*³ Hiroshi Uyeda, 北海道大学理学部.

© 1995 日本気象学会

第1表 AMSR の周波数・偏波・空間分解能、及び観測対象

| 周波数 | 偏波 | 空間分解能 | 観測対象 |
|----------------|-------|-------|----------------|
| 6.925 GHz | 垂直・水平 | 60 km | 海面水温, 土壌水分 |
| 10.65 GHz | 同上 | 40 km | 降水量, 海上風速 |
| 18.70 GHz | 同上 | 24 km | 降水量, 海上風速 |
| 23.8 GHz | 同上 | 24 km | 水蒸気量 |
| 36.5 GHz | 同上 | 15 km | 雲水量, 降水量, 海上風速 |
| 50.3, 52.8 GHz | 垂直 | 12 km | 大気下層の気温 |
| 89.0 GHz | 垂直・水平 | 7 km | 氷晶, 融解状態 |



第1図 マイクロ波放射計におけるデータ校正方法 (宇宙開発事業団提供)。

GHz 帯の2波のデータから大気下層の気温をみることが出来る。

マイクロ波への雲より粒径の大きな降水粒子の影響は、低周波側では雨粒子による放射の効果、高周波側では雪粒子による散乱が卓越する。従って、10.65, 18.7, 36.5 GHz のデータから海上の降雨量の推定, 89.0 GHz のデータから陸上を含めた降雪粒子の検出を行うことができる。

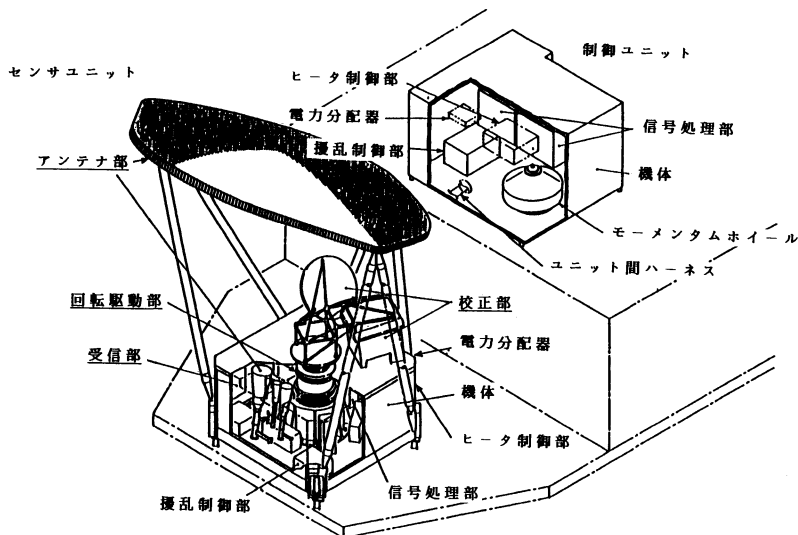
また地表面のマイクロ波の放射は表面状態の関数と見ることが出来る。これを利用して、海上風速 (10.65, 18.7, 36.5 GHz), 海面水温 (6.925 GHz), 土壌水分 (6.925 GHz), 海水, 及び積雪に関する物理量 (6 GHz から 89 GHz まで多周波を利用) などの物理量のリモートセンシングが可能である。

AMSR から気象関係で特に期待されることの1つは、降水量の推定精度の向上である。従来のマイクロ波放射計は空間分解能が降水雲の水平スケールよりも非常に粗いことが、観測データから降水強度を推定する上で大きな問題であった。AMSR は、現在最も popular なマイクロ波放射計である SSM/I の約3倍の空間分解能を持っているので、こうした問題が改善されることが期待できる。

海上ではマイクロ波の輝度温度が降水量の増加に伴って高くなる。しかし、降水量がある値以上になると輝度温度の飽和が起こる。飽和の起こる降水量は周波数が低いほど大きい。AMSR は低周波数のチャンネルを持っているために、SSM/I より強い雨の定量的な推定に利用することができる。

AMSR のもう1つの期待は 6.925 GHz のデータを用いた海面水温の測定である。マイクロ波放射計で海面水温を測ることは、これまで実用化されていない。6 GHz を搭載した最初のマイクロ波放射計 SMMR (Scanning Multichannel Microwave Radiometer) の海面水温の抽出精度は月平均で 1.0°C であった。この精度では、実用的に用いることはできなかった。その後、6 GHz を搭載したマイクロ波放射計は打ち上げられておらず、AMSR が二番目のセンサーになる見込みである。

AMSR の海面水温の精度は瞬時値で 0.5°C 程度を目標にしている。全天候型の観測は難しいと見られ、強度 10 mm/h 程度以上の降水域、白波が多く見え出す



第2図 AMSR 構成図 (宇宙開発事業団提供).

約 10 m/s 以上の強風域, 及び陸・海水から 50 km 以内の海域では, 観測不可能になると見られる. AMSR が精度 0.5°C を達成すると, 将来のマイクロ波放射計において海面水温を測ることが実用化されると見られる.

4. 航空機搭載マイクロ波放射計

宇宙開発事業団では, ADEOS-2 の打ち上げ前に, アルゴリズム開発を目的として, 航空機搭載マイクロ波放射計 AMR (Airborne Microwave Radiometer) を製作した. 50 GHz 帯の 2 波がないことを除くと, 周波数・偏波は衛星のものと同じである. 空間分解能は飛行高度によるが, 高度 3 km では約 2~4 km である. この航空機搭載マイクロ波放射計は, 平成 7 年度から, 年間数十時間の飛行を予定しており, 衛星打ち上げ後 1~2 年まで継続される見込みである.

5. おわりに

AMSR 及び AMR のデータは取得後, 公開される.

データ入手のみの目的では, 今回の研究募集に応募する必要はないとされている. 研究募集では, AMSR 及び GLI に関連して, アルゴリズム開発を募るもので, 研究に必要な費用は宇宙開発事業団から提供される見込みである (研究募集の詳細は「天気」95年 7 月号 481 ページの「ADEOS-2 搭載 GLI, AMSR の研究公募について」に述べられている). 研究募集の作業は, 平成 7 年 4 月に宇宙開発事業団に発足した地球観測データ解析研究センターを中心に行われる予定である. ちなみに, ADEOS-2 の科学面における全体のまとめ役として, 東京大学気候システム研究センター 住 明正センター長, GLI では同じく中島映至助教授がなっており, AMSR では著者の 1 人 (柴田 彰) が予定されている. また, 解析研究センターでの研究活動, 特に地球科学分野での研究を積極的に推進するために, 解析研究センターに首席研究員がおかれ, 鳥羽良明 東北大学名誉教授が就任された.