

# F4 世界の衛星搭載大気ライダー・プログラムの現状

## Present status of Spaceborne Atmospheric Lidar Programs

浅井和弘 [asai@tohotech.ac.jp](mailto:asai@tohotech.ac.jp)

東北工業大学・環境情報工学科、〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1

宇宙開発事業団・地球観測利用センター（招聘開発部員）

Kazuhiro Asai<sup>1,2</sup>, <sup>1</sup>Tohoku Institute of Technology, <sup>2</sup>NASDA/Invited Senior Engineer

**ABSTRACT** It is believed that the spaceborne lidars have many fruitful advantages for observing the earth environment from space. This paper presents current status of not only NASDA's spaceborne lidar program but also NASA's one and ESA's one.

1. はじめに 二度にわたるH-II ロケットの打ち上げ失敗は、日本の地球観測衛星計画の根幹を揺り動かした。宇宙開発事業団(NASDA)は、衛星計画の全てについて見直しを行い開発要素の大きな試験・実験衛星ミッションは当面その開発を中止とすることにし、その結果、ミッション実証衛星(MDS: Mission Demonstration Satellite)計画全般の中止が決定された。ご承知のとおり、MDS 2号機(MDS-2)にはミー後方散乱ライダー(ELISE: Experimental Lidar In Space Environment)が搭載されることになっていて、もし予定通りに2003年春に打ち上げられたのなら、世界初のライダー衛星が誕生していた。

本文では、ELISE計画中止以降のNASDAにおけるライダーに関連した動きや、世界の衛星搭載ライダー開発の現状を報告する。

### 2. NASDA、CRL での現状

(1) ELISE 計画の中止以降 キーコンポーネントであるレーザー、APD 検出器、検出エレクトロニクス系、大口径 Be 受信望遠鏡などの研究開発は、2003年春のELISE打ち上げを目指し順調に進んでいた。ライダーが21世紀における地球観測衛星のコア・センサーであるという認識の元に、NASDAは打ち上げ中止後もキーコンポーネントの試作・開発の継続と開発コンポーネントの地上試験を積極的に進め、将来の衛星搭載ライダーのための基盤技術の蓄積を強力に推進している。目下のところ、下記に示すコンポーネントに対する基礎データの取得に向け、擬似的な宇宙環境下での動作実験の準備を進めている。

Nd:YLF レーザ (110mJ@ 1.06 $\mu$ m, 100Hz)

振動、衝撃テスト  
長期間ランニングテスト  
Be 受信望遠鏡 (口径 1m $\phi$ )  
-アライメント技術  
熱歪テスト

(2) 日欧共同による雲エアロゾル観測ミッション計画 ライダーは cirrus やエアロゾルの光学的厚さ(OD)の測定が可能のため、厚い雲の観測に適した電波レーダ(CPR: Cloud Profiling Radar)と組み合わせることにより、雲・エアロゾルが地球の放射、収支に及ぼす影響を精密に観測でき、その成果は大いに地球温暖化解明に寄与するであろうとされている。現在のところ計画も含め、雲エアロゾル観測ライダー衛星プログラムには次のようなものがある。

- ATOM-B1 (NASDA)
- ERM (ESA)
- ESSP3-CENA (NASA, CNES)

2000年より、NASDAとESAはそれぞれの雲・エアロゾル観測衛星ミッション、ATOMS-B1、ERMの共同プロジェクト化についてサイエンスサイド、エンジニアリングサイドの両面から検討を進めてきた。我々は、ELISE開発での遺産を有効に活用しつつ、雲・エアロゾルの粒径が推測する為により先端的な多重散乱光検出可能ライダー(A-Lidar)の提案を行った。一方ESAは、レイリー散乱とミー散乱を区別することにより精密な雲・エアロゾルのOD観測が可能で狭帯域ミーライダー(ATLID)を提案。両ライダーの性能を比較検討した結果、ESA提案ATLIDが採用されることになった。Fig.1にEarth CARE ミッションの概念図を示す。

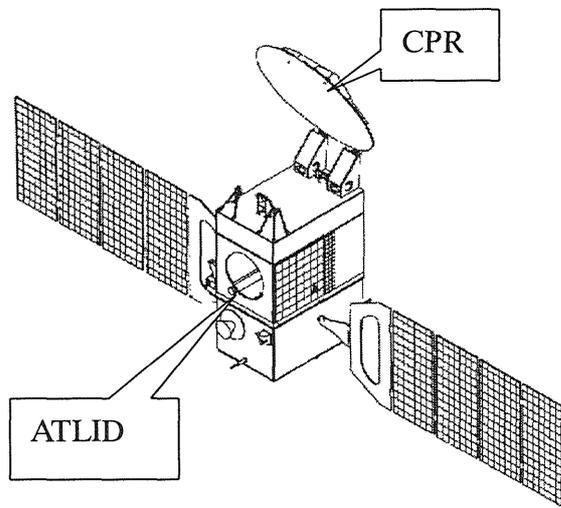


Fig. 1 Conceptual design of Earth CARE

この日欧共同ミッションは正式名を EarthCARE (Earth Clouds-Aerosols Radiation Explorer) とし、2001 年 10 月グラダナ (スペイン) において開催される “2009 年打ち上げの ESA 地球観測衛星ミッション” 選考会議で他の 4 候補ミッションと共に選考が行われる。

(3) 宇宙ステーション搭載・コヒーレント・ドップラー・ライダー (ISS-JEM/CDL) この計画は、(独法)通信総合研究所 (CRL) が主体となって進めている国際宇宙ステーションの日本実験モジュール・暴露部 (ISS-JEM) を用いたコヒーレント・ドップラー・ライダーの宇宙での実証実験計画である。現在、CRL では出力 500mJ, 繰り返し 10Hz の Tm, Ho:YLF MOPA システムの開発プロジェクトと、航空機搭載 CDL プロジェクトの推進を強力に押し進めている。

### 3. NASA の動向

GLAS (Geoscience Laser Altimeter Satellite) の打ち上げは、他ミッション打ち上げとのからみもあって 2002 年 7 月以降となる。

PICASSO-CENA の打ち上げは、2004 年。なお、名称がピカソー族からのクレームにより従来からの名称 PICASSO が PICASSO 使用できなくなり、“ESSP3: Earth Science Systems Pathfinder 3” に変更となった。

衛星搭載ドップラーライダーの開発は、LAWS プロジェクトや SPACLE プロジェクトのよう

に NASA, NOAA が主体的に行わず、民間資金により推進する (DATA-BUY プログラム)。現在, Incoherent Doppler Lidar が Michigan Aero Space 社によって開発が進められている。一方, NASA は地上での CAL/VAL 技術確立に向け Coherent Doppler Lidar (NASA/LaRC), Incoherent Doppler Lidar (NASA/GSFC) を研究開発中。

-USAF プログラムの一環として, CTI 社において Tm:YAG レーザ (500mJ, 100Hz) をレーザ送信機に用いた航空機搭載コヒーレント・ドップラーライダーが開発中。

### 4. ESA の動向

ADM (Atmospheric Dynamic Mission: インコヒーレント・ドップラー・ライダーによる大気風測定) の打ち上げは、2007 年・春の予定。

-2001 年 10 月グラダナ (スペイン) において開催される “2009 年打ち上げの ESA 地球観測衛星ミッション” 選考会議で以下のミッションが提案され、選考の結果、5 候補から 2 ミッションが選ばれて、フェイズ A の研究開発に入る。

- Earth CARE
- WALES-Water Vapor Lidar Experiment in Space
- WATS-Water vapor and Wind in Atmospheric Troposphere and Stratosphere
- ACECHEM-Atmospheric Composition Explorer for Chemistry and Climate Interaction
- SPECTRA-Surface Processes and Ecosystems Changes Through Response Analysis

### 4. おわりに

以上、衛星搭載プログラムに関する世界の現状を報告した。ライダーを含めアクティブ・センサーに対する期待は、以前に比べ熱狂的とは言い難い。この大きな理由は、予想を上回るコンピュータ・テクノロジーの進歩である。スペースライダー・プログラムを今後展開しようとするならば、“なぜ必要か?” を明確にせねばならないと言える。