

# 雲・エアロゾルのグローバル観測のための衛星搭載レーザーレーダー Observation of global cloud and aerosol distribution by space lidar

笹野 泰弘<sup>1</sup>・小林喬郎<sup>2</sup>

Yasuhiro Sasano and Takao Kobayashi

<sup>1</sup>国立環境研究所地球環境研究グループ

The national Institute for Environmental Studies

<sup>2</sup>福井大学工学部

Faculty of Engineering, Fukui University

## Abstract

The present paper summarizes the discussion made by the investigation team organized by NIES for investigating the significance of space-borne lidars. Focus was placed on the expected roles of space lidars in observing global distribution of clouds and aerosols (including polar stratospheric clouds) which have a very close relationship with global warming and ozone depletion mechanisms.

## 1. はじめに

地球大気環境の観測・監視における衛星搭載レーザーレーダーの意義を探るために、環境庁の地球環境研究総合推進費による研究調査の一環として光産業技術振興協会に調査業務を委託し、調査委員会を組織して特に地球温暖化、オゾン層の破壊に関連する雲・エアロゾルのグローバル観測について検討を進めてきた。ここでは平成3年度に行われた委員会での議論を整理し、主要な事項を報告する。

調査委員会は気候・気象の専門家、レーザーレーダー研究者、衛星システム研究者等により、次のように組織された。

- 委員長 小林喬郎（福井大学工学部電気工学科教授）
- 委員 輿石 肇（（財）リモートセンシング技術センター参与）
- 委員 浅井和弘（東北工業大学教授）
- 委員 板部敏和（郵政省通信総合研究所電波応用部室長）
- 委員 内野 修（気象庁気象研究所衛星観測システム部室長）
- 委員 斉藤保典（信州大学工学部環境情報工学科助手）
- 委員 柴田 隆（郵政省通信総合研究所電波応用部主任研究官）
- 委員 杉本伸夫（国立環境研究所地球環境研究グループ主任研究員）
- 委員 住 明正（東京大学気候システム研究センター教授）
- 委員 谷貝 勇（気象研究所気候研究部主任研究官）
- 委員 中島正勝（宇宙開発事業団筑波宇宙センター開発部員）
- 委員 早坂忠裕（東北大学大気海洋変動観測研究センター助手）

## 2. 調査結果の概要

今回の調査では、特に「衛星搭載レーザーレーダーによるグローバルな雲・エアロゾルの観測」の意義とその可能性について検討を行った。「地球温暖化に及ぼす雲の効果」、「地球の気候と雲の放射特性」、「大循環気候モデルにおける雲の問題」、「オゾン層破壊に関連する雲・エアロゾル」という観点から気象・気候の専門家の報告を得、議論を行った。レーザーレーダー観測の必要性を示唆するものとして、次のような問題提起があった。

(7)地球温暖化に関する問題の解決には、気候モデルと呼ばれる数値モデルの精度の向上が不可欠であり、そのためには雲の気候に及ぼす効果の解明と気候モデルへの取り込みの研究が、海洋の効果の解明とともに大変重要である。

(イ)雲はその高度、雲水量、光学的厚さ等によって、その大気の放射場（赤外長波放射、可視短波放射）に及ぼす影響が異なるので、その出現の実態を正しく把握することが極めて重要であるが、観測の困難さのために十分な情報が集積されていない。

(ウ)雲のオーバーラップ構造は長波放射、短波放射に対して異なる影響を与えるのでその実態を把握することは極めて重要であるが、未だほとんど解決されていない。

(エ)地球の温暖化などの気候変動の問題の解明においては、現状が正しく再現出来るモデルをもとに将来予測を行う必要があるが、必ずしも満足のいく状況ではない。ひとつの大きな理由は、モデルにおける雲の取扱が不十分なためである。例えば、複数の（19の）大循環モデルの国際比較実験の結果からも明らかなように、雲の取扱い方の相違によって生成される雲の種類、雲量、高度等が異なり、結果的に予測される地表気温等に大きなばらつきが生まれている。

(オ)成層圏エアロゾルの表面反応を媒介としたオゾン層破壊のメカニズムが明らかにされつつあり、成層圏雲・エアロゾルの観測による実態把握が望まれている。特に極域成層圏の観測に関しては、地上からの観測、航空機観測では観測頻度、カバーレージに難点があり、また衛星利用でも従来のような受動的なセンサーによる観測では観測密度が低いという難点がある。

(カ)衛星からの雲・エアロゾルの観測可能性については数値シミュレーションの方法により、現実的な大気（雲、エアロゾル）のモデルを設定して評価した。シミュレーション結果によれば、いずれの飛行体であっても現状で開発可能なレーザーレーダーシステムを用いて、昼夜ともに雲の観測（雲頂高度、雲の厚さ、雲のオーバーラッピング）は十分な精度（信号対雑音比が10以上）で行える。エアロゾルに関しては飛行体の高度、レーザー出力、観測時間、昼夜の別によって観測可能な高度範囲は異なるが、火山噴火に伴う高濃度の成層圏エアロゾルの挙動などをグローバルに捉えることは十分可能であることが示された。詳細については調査委員会委員である齊藤保典氏により別途、報告される。

これらの議論から、

- (1)衛星搭載レーザーレーダーによる雲・エアロゾルのグローバル観測の意義は大きい
  - (2)現状で開発可能なレーザーレーダーによって昼夜ともに必要な精度での雲及び火山性成層圏エアロゾルの分布の計測が可能
- の2点が結論づけられた。

また、レーザーレーダーと他のセンサーとの組合せによる高次情報抽出の可能性を次年度以降に検討することの必要性が提起された。

### 3. おわりに

オゾン層の破壊の問題に対してはグローバルなオゾン濃度分布の詳細な観測が必要とされている。また、地球温暖化・気候変動の問題においては水蒸気や風の分布のグローバル観測が強く要請されている。差分吸収方式レーザーレーダー、ドップラーライダーがこれらに対するひとつの回答になると考えられる。しかしながら、重量、消費電力等の点からこれらのレーザーレーダーの衛星搭載性にまだ難点が残されている。これに対して、雲・エアロゾル観測用のレーザーレーダーは原理的・技術的に最も基本的なミー散乱レーザーレーダーであることから、現状の技術発展の延長で最も容易に実現できると考えられる。また、宇宙用レーザーレーダーの第一歩として衛星搭載ミー散乱レーザーレーダーの開発を推進することは有意義と考える。