

温室効果ガス観測用衛星搭載ライダーの概念検討

A study on space-borne differential absorption lidar for greenhouse gas monitoring

杉田考史、中島英彰、杉本伸夫

Takafumi Sugita, Hideaki Nakajima, Nobuo Sugimoto

国立環境研究所

National Institute for Environmental Studies

D.M. Sonnenfroh, G.E. Galica, T. Nakamura, and B.D. Green

Physical Sciences Inc.

Abstract

We discuss the spectroscopic and instrumental requirements for a space-borne differential absorption lidar approach to high-precision carbon dioxide (CO_2) and methane (CH_4) measurements in the troposphere. Global-scale, high-precision CO_2 and CH_4 measurements are highly desirable in an effort to improve understanding and quantification of their sources and sinks and their impact on global climate. Candidate wavelengths for lower-troposphere measurements are identified in the CO_2 bands centered near 1.6 and 2.0 μm . A proposed suitable lidar system for these measurements will also be presented.

はじめに

環境省は、ADEOS シリーズに搭載する太陽掩蔽方式センサ ILAS, ILAS-II によって、オゾンおよびその破壊に関連した微量気体成分の、高精度・高鉛直分解能でのモニタリングを実施してきている。しかし、1997 年の地球温暖化防止京都会議以来、世界的な温室効果ガス削減の流れの中で、対流圏も含めた全球的な GHG の衛星からのモニタリングが囑望されてきている。本研究では、温室効果ガス観測用衛星搭載型差分吸光ライダー(DIAL) の技術的実現可能性の評価と、その概念検討を行うことを目的とする。本技術が実現されれば、 CO_2 や CH_4 などの GHG の全球高度分布を、対流圏も含めて高分解能・高精度で取得することが可能となる。世界的に見てもこのような GHG 観測用衛星搭載型 DIAL はまだ提案されていないが、温暖化防止が国際的な課題である今、社会的に見てもこれを実現させることの意義は多大である。ひいては、地球温暖化の防止と人類の持続可能な発展のために、多大な貢献ができるものと期待される。

目的

今後の地球温暖化を予測する上で、対流圏も含めた GHG のグローバルなモニタリングが今後の重要な課題である。これまでも衛星からの対流圏 GHG のモニタリングが試行・検討されてはきたが、いまだ十分な精度・分解能での観測は実現されていない。そこで、本研究では GHG 観測用衛星搭載型差分吸光ライダー(DIAL) の実現可能性の評価と概念検討を行ない、将来の衛星へのセンサ搭載の可能性を示すことを目標とする。

検討内容

温室効果気体観測用差分吸光ライダーの技術的実現可能性を評価するため、初年度にあたる本年度は、CO₂ や CH₄ などの GHG の観測に使用することが適切な波長ペアについて、最新のレーザーの開発状況と製作可能性なども考慮しながら検討を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

まず、CO₂ や CH₄ の測定には、近赤外領域の 1.6 μm もしくは 2.0 μm 付近の波長がふさわしいこと。そして、大気モデルを利用したシミュレーションを行った結果、使用するレーザーに関しては、比較的繰り返し頻度の低い (20Hz)、ピークパワー 150mJ 程度の固体レーザーがふさわしいことが明らかとなった。衛星軌道高度を 800 km と仮定すると、1 ショットで期待される S/R としては 4 程度が見込まれた。これは、空間分解能で 80m に相当する。

また、最近のレーザー技術をもとに、実際に使用可能と思われるレーザー技術についても調査を行った。その結果、1.6 μm 帯では、ダイオード励起 YAG ベースの OPO が、また 2.0 μm 帯では、同じくダイオード励起の Ho: Tm: YLF がもっとも将来性があることが判った。さらにここで選んだ波長を用いて、衛星軌道上からどのような感度で観測が出来るかの感度解析を行った。

今後はこれまでの検討で得られた観測使用予定波長を用いて、適切なエアロゾル分布も含めた放射伝達計算を行い、差分吸光法で得ることができる S/N 比に関する見積もりを行う。また、DIAL 観測によって得られる予定のデータをもとに、その解析手法を開発し、シミュレーション計算を実施し、DIAL 観測の有効性を実証する。

謝辞

この研究は文部科学省の海洋開発及地球科学技術調査研究促進費によって実施しています。