

「地球変動のメカニズム」

平成9年度採択研究代表者

福井 康雄

(名古屋大学大学院理学研究科 教授)

「超伝導受信器を用いたオゾン等の

大気微量分子の高度分布測定装置の開発」

1. 研究実施の概要

この研究はオゾン及びオゾンの破壊物質である一酸化塩素(CIO)の高度別時間変動を高精度で測定するために低雑音超伝導受信器システムの開発を目的とする。

今までに 200GHz 帯超伝導ミクサー、局部発振電力供給システム、ベースラインの平坦化システム、小型 4K クライオスタット、小型音響光学型分光計等の開発を行ってきた。

我々は来年度これらのシステムを南米チリに設置する予定である。これにより観測データが皆無に近い南半球中緯度におけるオゾン、一酸化塩素の高度分布の測定を行い、中緯度オゾン層破壊の実態を解明する。

さらに、オゾン破壊に重要な役割をするエアロゾル（極成層雲を含む）の動向についてはライダーによる研究を、観測データを解析するために光化学モデルの開発を進める。

2. 研究実施内容

大気微量分子高度分布測定システムの開発グループ

大気オゾン、CIO分子等のミリ波スペクトル観測のための200GHz帯における超伝導ミクサーの開発を行なった。

従来ミクサーにおける信号と局部発振信号との結合に使用されているビームスリッター方式は冷凍機等の振動をうけやすく、それによる検出限界の制限があった。我々は今回ミクサーの中間周波数取り出しのポートに導波管入口を設けることにより、今までの100GHz帯と同じように導波管入力で局部発振電力をミクサー導入出来る方式を開発した。この方式は上に述べたような不安定さがなく、長時間積分を可能とした。

さらにスペクトルベースラインの改良のため、光路を1/4波長を変化させるために4枚のミラーよりなる位相変調器（パスレングスモジュレータ）を開発した。

これはオゾン観測でテストを行い、良好な結果を得た。

信号成分のみを取り出すためのロードスイッチング方式を開発した。この方式のロードとしてはスチロール容器の液体窒素中の電波吸収体を容器の底の方より見る方式である。この方式により、従来問題となっていた窒素の液面の低下による定在波の変化がなくなり、安定した周波数特性を得ることができるようになった。これもオゾン観測でテスト済である。

現在上記システム等を CIO 観測用装置に組込む作業を行っており、来年度にはチリにおいて観測を予定している。

ライダー観測グループ

ラマン散乱を利用した大気計測方法は、多くの利点があり、その本格的な利用は最近になって試みられるようになってきた。本研究では、ラマン散乱ライダーの開発研究をすすめ、それをオゾン層破壊の機構解明の一助にしようとするものである。成層圏オゾンの破壊減少は単にフロンから解離した塩素酸化物が直接オゾン破壊にむかう直接的な反応だけでなく、大気中のエアロゾルが活性に富む塩素酸化物を作り出す反応の場となることで劇的に進行する。

このために、オゾン層の破壊プロセスの理解には、成層圏高度におけるエアロゾルの有無（さらには、その表面積が推定できるてががり）、エアロゾルを成長（あるいは消滅）させる大気条件（気温、湿度、その他）などを知る必要がある。ラマン散乱ライダーはそのような観測にきわめて適した性能を持っており、本研究中には多くの技術開発およびオゾン層破壊解明について成果が得られた。とりわけ気温、湿度、エアロゾル量の同時観測は下部大気環境計測にも応用できることが判明し、本年はこの方面でも成果が上がってきている。

オゾン・C10変動の解析とモデル化グループ

ミリ波分光観測データを解析するための光化学モデル開発については、以下の成果が得られた。

トラジェクトリー光化学ボックスモデル

9年度に開発したモデルを極成層圏雲(PSC)を存在する領域を通るトラジェクトリー上で走らせた例について詳細に解析した。

その結果、PSC と太陽光が共存する場合には、貯留物質である HCl 中の Cl の CIO への変換が極めて高い効率で起こること、この「共存効果」は NO₂ の濃度が低くなることが明らかになった。

モデルの改良

光化学モデルの中の PSC について、観測によって多量に存在することが明らかになった「液体 PSC」をモデルに組み込むとともに、トラジェクトリーの多点化により三次元光化学ラグランジュモデルの作成を行った。

3. 主な研究成果の発表（論文発表）

- Nagahama, T., Nakane, H., Ninomiya, M., Ogawa, H. and Fukui, Y.,
“Ground-based
millimeter-wave observations of stratospheric and mesospheric ozone in
NIES”, Proceedings of the International Workshop on Submillimeter-wave
Observation of Earth's Atmosphere from Space, 137-140,1999.

他1件