

## 研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 可搬型超伝導ミリ波大気分子測定装置の開発

2. 研究代表者名: 福井 康雄 (名古屋大学 大学院理学研究科 教授)

### 3. 研究概要:

オゾン層破壊による有害紫外線量の増加は、皮膚ガンの増加や生物の遺伝子破壊など地球の生態系に影響を及ぼす深刻な問題である。人為起源のフロンガスがオゾン層破壊に深く関与することは知られているが、近年、成層圏水蒸気量のオゾン破壊への影響の重要性が指摘されている。水蒸気はオゾン破壊に関係する HOx のソースであり、また成層圏水蒸気の増加は成層圏を寒冷化しオゾンホール巨大化・長期化を招く危険性も示唆されている。しかしながら、我々は成層圏における水蒸気量の変動のメカニズムを十分理解していない。

ミリ波による地上大気観測は、昼夜を問わず 24 時間連続してデータ取得が可能という点で、可視光・紫外線・赤外線などを用いる測定法に比べて優位であり、また衛星を用いたグローバルな観測では得られない高い時間分解能の測定データを連続的に取得できるという点で衛星観測と相補的な関係にある。

本研究は、CRESTで開発した超高感度のミリ波大気観測装置の小型化・省電力化を図ると同時に、多周波同時受信によるオゾンおよびClOの相関測定、水蒸気(H<sub>2</sub>O)とその同位体の同時観測等を通して、オゾン破壊や水蒸気量の長期変動など中層大気における大気組成変動の実態を明らかにし、その変動のメカニズムを多角的に解明することを目的としている。

平成14年度と15年度は、測定装置の小型化に向けた基礎開発を行った。熱流入が少ない固定バックショート型の超伝導ミクサを開発し、同ミクサと 90 度ハイブリッドを用いたサイドバンド分離型ミクサを実用化した。また、南米チリ共和国のラス・カンパナス天文台において、水蒸気同位体(H<sub>2</sub><sup>18</sup>O)分子の非常に微弱なスペクトルの連続観測を5ヶ月以上にわたって行なうことに成功した。

平成16年度は、世界最高のミリ波サブミリ波観測サイトであるチリ共和国北部のアタカマ高地(標高 4,800m)で装置開発と観測を開始するため、現地で発電設備や通信設備、観測用コンテナハウス等のインフラを整備した。年度後半には観測装置をラス・カンパナス天文台よりアタカマ高地に移設し、平地では大気吸収のために観測不可能な 183GHz 帯の成層圏水蒸気スペクトルの検出に成功した。

## 4. 中間評価結果

### 4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

可搬型装置については、導波管を用いたサイドバンド分離型超伝導受信器の開発を進め、100GHz帯の開発に成功し、現在、180GHzから250GHz帯での開発が進められている。また、受信器の小型化・熱流入の減少・省電力化について進展が図られている。また、チリ共和国のアタ

カマ高地での観測拠点の設営および観測体制の確立が図られている。一定の観測結果の蓄積・分析およびその地球科学的意味付けについては、今後に期待する状況である。

ただし、新しく開発している可搬型装置は、一部データが出ているが、めばしいデータを取得するレベルには達していない。また、小型化を左右する小型冷凍機の開発がやや遅れており、コスト等を含めた実用化時期が明確ではない。信頼性を含めた完成へのスピードアップが求められる。

海拔 4,800mのアタカマ高地での観測は、観測条件が当初予想より厳しく、定常観測体制の確立に時間がかかっているが、これには、科学技術的努力だけでなく、政治的な努力も必要である。この点、研究代表者は、リーダーシップを発揮して、チリ大学との協力開発体制を構築するなど、現地観測体制を実現したことは、評価できる。また、半年間にわたる $H_2^{18}O$ の時間変動の連続測定に成功するなど、興味ある結果が出始めている。

#### 4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

ミリ波大気分子を高精度に分析できる可搬型装置として、国内外を問わず最先端、最高レベルの技術水準を目標として研究開発を推進しており、本研究開発の目標達成による本分野及び関連分野に対するインパクトは極めて大きい。特に、可搬型装置が開発されれば、地球大気環境の研究に大きな貢献が期待できる。このためには、現状のピンポイント観測でなく全地球的観測が必要となる。

しかし、成果の発表は不十分である。当研究課題から得られた直接的な成果の発表が少ない。

開発された装置に関して、特徴や性能を国際学術誌に逐次投稿していく必要がある。また、観測データについても、解析が十分に行われておらず、未だ成果の発表に至っていない。

#### 4 - 3. 総合的評価

宇宙科学には不可欠であるミリ波計測装置の開発としては世界的レベルに達しており、これを地球環境観測に用いることを考えたのは独創的である。実際に高度 4,800m の天文台での大気微量成分観測に十分に感度のあることを実証している。可搬型測定装置の作製という当初計画については、計画に対しての遅れはあるものの、研究課題終了時の成果は、一層の努力を必要とするが、ある程度見込める。この装置の計測・分析に関する先端性と最高レベルの研究開発水準によって可能となる高精度の分析と結果が与えるインパクトは大きい。

特に、この装置が研究期間中に信頼性も含めて開発され、将来、全地球的に設置されると、地球科学的に新しいことが発見される可能性は大である。可搬型装置の研究期間中での完成を目指した具体的進め方をより明確にすると共に、天文、環境などの関連分野をも視野に入れた先端技術や、サイエンスにおける成果の情報発信を強化することが求められる。