

The Kibo Exposed Facility Utilization

地球の大気を見張る
超伝導サブミリ波リム放射サウンダ

SMILES

背景

地球を取り巻くオゾン層は太陽光に含まれる危険な紫外線の多くを吸収し、「地球の宇宙服」として、私たちを含む生物の生態系を守る役割を果たしています。しかしながら、人類の活動で作られ出したフロン等の気体が原因で、このオゾン層が破壊されています。南極にはオゾンホールが出現し(図1)、北極や中緯度地域においてもオゾン量が減少しています。これは、冷蔵庫やクーラーの冷媒などに使われてきたフロンをはじめとする気体が大气中に排出され、やがて成層圏に運ばれて分解し、オゾンを破壊する物質を生成したためです。

このように、オゾン層の破壊を考える場合、大气中のオゾンだけではなく、大气にわずかに含まれる化学物質(大气微量成分)も調べなければなりません。多くの大气微量成分の中にはフロンから生じる一酸化塩素のように、オゾンを大量に破壊する反応の鍵になるものがあるからです。これら大气中のオゾンと大气微量成分の濃度を定期的に測り、その変化をとらえることがこの研究の大きな目的のひとつです。

では、どのようにしてオゾンや大气微量成分の濃度を測るのでしょうか? これには携帯電話や電子レンジで用いられているような電波の仲間であるサブミリ波を使います。サブミリ波は、電波の中で特に短い波長(0.1~1mm)のものを指します。大气中に存在するオゾンをはじめとする多くの分子が、この波長帯で分子固有のサブミリ波を出すことがわかっているので、それを詳しく分析すれば良いわけです。サブミリ波をささげるものがない宇宙を飛び国際宇宙ステーションから、大气中のオゾンや大气微量成分を観測する、これが研究のポイントです(図2)。

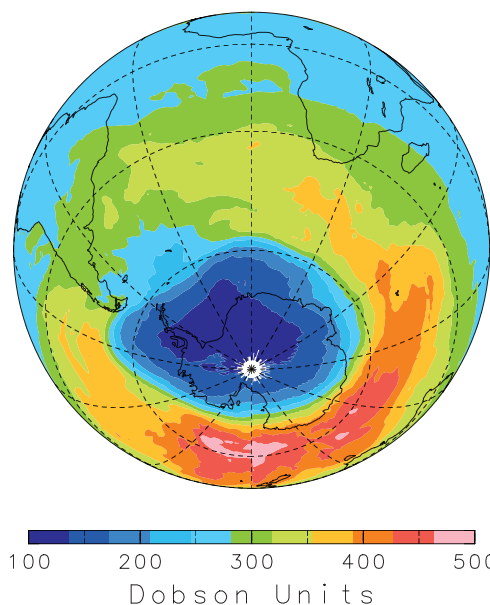


図1 2007年10月に見られた、オゾンホール最大の頃のオゾン全量の分布図(データはNASA提供)
南極大陸上空にオゾン全量が少ない領域が広がっている。

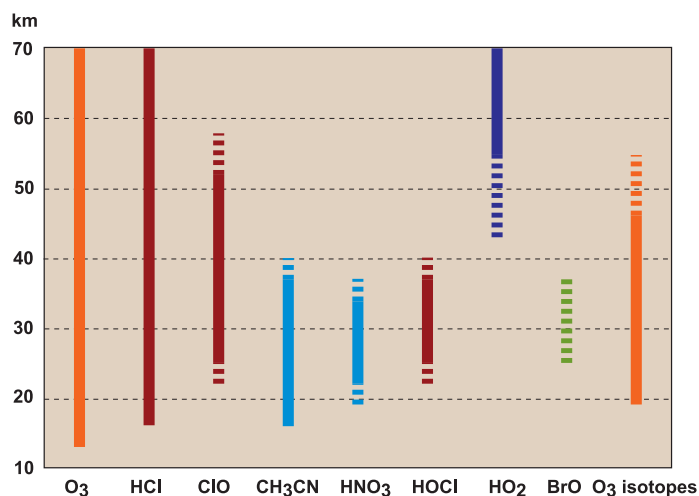


図2 SMILES が観測予定の代表的な大气微量成分の観測高度領域

実験装置

超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES)の目的は、地球全体で大気中のオゾンと大気微量成分がどの程度増えているか、または減っているかを高感度に精度良くとらえるために、大気微量成分が放射するサブミリ波を利用した観測技術を確立することです。サブミリ波による宇宙からの観測技術は、世界的にまだ開発途上にあります。

実験装置(SMILES)の特徴は、従来にない高い感度で観測するために、超伝導技術を用いた受信機を載せていることです(図3)。この受信機は、極低温冷凍機(機械式冷凍機)により絶対温度4Kまで冷却された超伝導センサ(受信器)と、20Kおよび100Kまで冷却されたノイズの少ない増幅器で構成されています。この極低温まで冷却する技術は、これまでの赤外線天文衛星でも使われ、日本の得意とする分野ですが、SMILESでは、さらにそれを発展させた技術が用いられています。

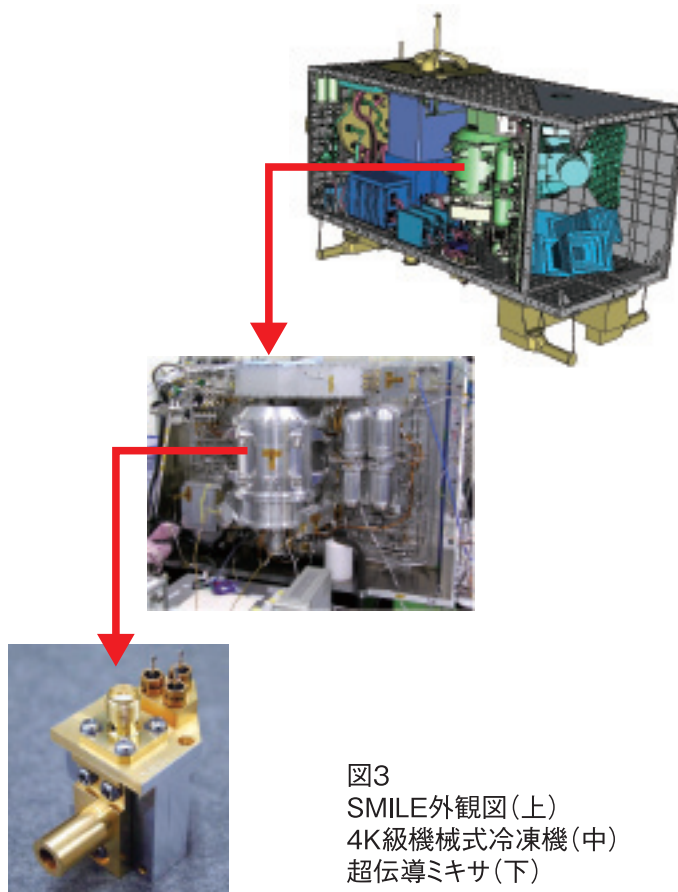


図3
SMILE外観図(上)
4K級機械式冷凍機(中)
超伝導ミキサ(下)

観測計画

サブミリ波の観測は、大気中の微量物質が自然に放射する電波を使うものです。言い換えれば、人間の目で見るときに必要な灯り、太陽光などの光源が必要ありません。したがって、サブミリ波観測は昼夜に関係なく、24時間連続でできます。SMILESが活動を開始したあとは、毎日、地球上の104箇所以上で、大気中の微量物質の高さ方向の濃度分布データが得られます。SMILESから送られてくる観測結果を使い、オゾンが減少または回復する機構が明らかにされれば、オゾン層の変動状況をより正確に予測し、オゾン層破壊を防ぐ対策をたてるために役立ちます。

研究体制・プロフィール



JAXA 宇宙科学研究本部
情報通信研究機構

研究代表者

塩谷 雅人

京都大学 生存圏研究所 教授
専門：大気科学