

## グローバルな大気環境の変化を捉える

### Observation of Global Atmospheric Change

We, in cooperation with National Institute for Environmental Studies, carry out research on global atmospheric environment, such as global warming, ozone depletion, and air pollution. For that purpose, we develop measurement techniques on atmospheric composition changes. We conduct research and education on measurement principles, data processing algorithm, field experiments, and data analysis on the basis of specific cases of remote sensing and in-situ technologies. We also develop their applications for atmospheric compositions/clouds/aerosols, utilizing such instruments as satellite-borne, air-borne, and ship-borne sensors, and remote sensors such as FTIR (Fourier Transform InfraRed spectrometer). We conduct field measurements at the Antarctica, the Arctic, and at Siberia, and study global atmospheric environment change by analyzing these data.

当講座では地球規模の大気環境変動に関わる大気化学成分の分布や経時変化を計測する観測技術と、地球温暖化を含めたグローバルな大気環境変動解析に関する研究と教育を行っている。具体的には、人工衛星や航空機、船舶を用いた大気成分や雲、エアロゾルの観測技術、地上からの各種の計測技術の開発、南極や北極、シベリアなど世界各地における観測活動ならびに取得したデータの処理アルゴリズム、データ解析を行うことによって地球規模での大気環境変動の原因究明に向けた研究を実施している。

#### 成層圏大気のリモートセンシング

1982年の日本南極地域観測隊による「オゾンホール」の発見を端緒とする「地球環境問題」の顕在化は、現在では世界人類にとってさまざまな問題を呈示してきている。その中でも、オゾンホール問題は、その発見に引き続く科学者と行政との理想的なタイアップにより、原因解明とその対策としての「モントリオール議定書」の速やかな締結など、「地球環境問題の優等生」として現在では位置づけられている。それでも南極上空のオゾン層ががっつりのレベルに回復するまで、さらに数10年～50年の時間がかかるであろうと予測されている。また、2011年春には、これまで南極のような大規模なオゾン破壊は起こらないだろうと考えられていた北極上空で、史上初めて「北極オゾンホール」が起こった。これは、例年にない強い極渦と低温が長引いた異常気象が原因だと考えられている。われわれの研究室でも、ロシア・西シベリア・サレハルドにおけるオゾンゾンデ観測を分担することによって、この北極オゾンホールの発見の一翼を担うことが出来た。

最近では、オゾン破壊にとって重要な働きをする「極成層圏雲」の観測と解析も、現在継続的に行っている。また、南極昭和基地や北海道において得られた、フーリエ変換赤外分光器 (FTIR) を用いた微量気体成分の分析をす

ることを通じて、オゾンホールの詳細なメカニズム解明につながる研究を実施してきている。

2013年6月10日～14日に、北海道網走市「ホテル網走湖荘」において、FTIR関係の専門家が毎年一回集まって様々な問題を議論する場である、NDACC/IRWG国際会議を開催した。我々は、北海道陸別・母子里・つくば・南極昭和基地等にFTIR装置を設置して観測を継続してきている。今回は、世界各地の15か国・27の研究・教育機関から、計58名の参加者が集まった。1992年から毎年行っている会議は今回21回目を数え、日本での開催は2006年のつぐばに次いで2回目となった (Fig.1)。



Fig.1. A group photo of the 21<sup>st</sup> Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC) / Infra-Red Working Group (IRWG) international meeting.

#### 温室効果ガスの地球規模観測

大気中の温室効果ガスのグローバルな循環を解明するためにはそれらのガスの空間分布や時間変動を知る必要があるが、世界の観測データはまだ十分ではない。特に地表以外の上空の観測値は決定的に不足している。われわれの研究室では地上ステーションや船舶を利用した観測に加えて航空機を使った温室効果ガスの3次元観測を推進している。

ロシア連邦のシベリア地域には広大な森林や湿地帯が広



客員教授  
中島 英彰  
Invited Professor  
Hideaki Nakajima



客員教授  
町田 敏暢  
Invited Professor  
Toshinobu Machida

がっており、地球規模の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度やメタン (CH<sub>4</sub>) 濃度の変動に大きな影響を及ぼしている。シベリア上空において航空機を使った定期サンプリングによって得られた月別のCO<sub>2</sub>濃度の鉛直分布を Fig.2に示す。1月から4月にかけてはシベリア地域の陸上生態系の光合成活動はまだ弱く、生態系のわずかな呼吸や人間活動によるCO<sub>2</sub>の放出によって上空より地表近くの方がわずかに高濃度になっている。5月になると光合成によってCO<sub>2</sub>濃度が減少を始め、6月には全ての高度において1月より低い濃度を示している。特に2km以下では地表に近いほど濃度が低くなる勾配があり、地表がCO<sub>2</sub>の吸収源になっていると考えられる。8月には高度7kmから0.5kmにかけての全ての高度帯で負の濃度勾配が見られ、シベリアの生態系が強くCO<sub>2</sub>を吸収していることがわかる。9月になると呼吸活動が光合成活動を上回るので、濃度は上昇を始める。以上のようにCO<sub>2</sub>濃度の鉛直分布は、その時期その場所の地表がCO<sub>2</sub>の吸収源になっているか放出源になっている

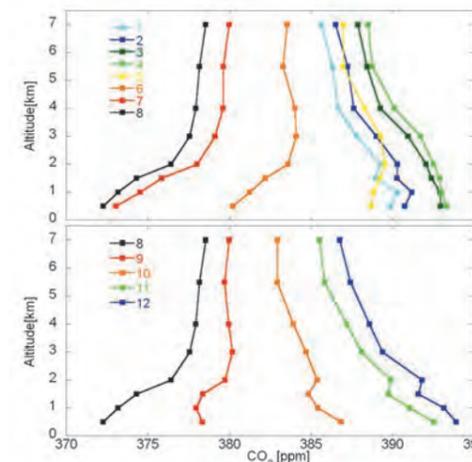


Fig.2. Vertical profiles of monthly mean CO<sub>2</sub> mixing ratio over Siberia.

かの判断材料を与えることができる。これらのデータを用いて解析した高度別のCO<sub>2</sub>濃度の季節変動を示したものが Fig.3である。CO<sub>2</sub>濃度の季節変動は地上の生態系活動が駆動しているので、低高度ほど季節振幅が大きく、高度1kmの振幅は高度7kmの約2倍である。高度1kmにおける濃度の極小値は8月初旬に観測されるが、極小値の出現時期は高度とともに遅くなっており、高度7kmでは約半月遅れている。

上空大気の観測データをさらに高頻度で得るために、2005年より定期旅客便に観測装置を搭載した観測プロジェクト (CONTRAIL プロジェクト) が国立環境研究所や気象研究所などのグループによって実施されている (Fig.4)。定期旅客便を使った定常的なCO<sub>2</sub>濃度の観測は世界で初めてである。これらのデータは上空におけるCO<sub>2</sub>濃度の情報を著しく増やしつづあり、炭素循環の解明ばかりでなく、大気輸送モデルの検証、大気輸送メカニズムの解析、衛星データの検証にも大きく貢献している。

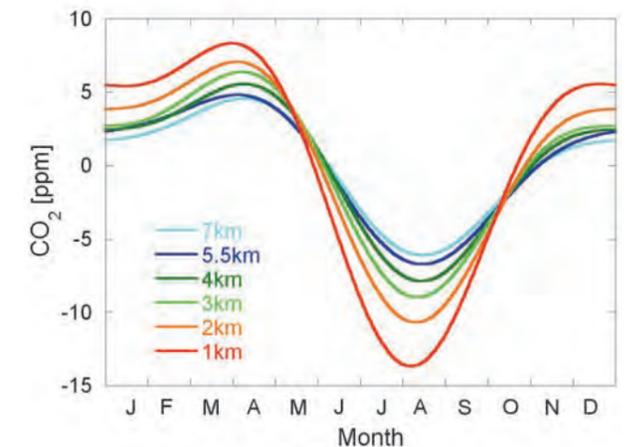


Fig.3. Averaged seasonal variations of CO<sub>2</sub> over Siberia.



Fig.4. Boeing 777-200ER aircraft and two equipments for atmospheric observation installed in her cargo room.