

## 地球大気の変化を捉える

### 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かつて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、例年の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。

2012年8月末には、4年に1回全世界のオゾン関連の研究者が集う国際会議「Quadrennial Ozone Symposium (国際オゾンシンポジウム)」がカナダ・トロントで開催され、

世界32か国から312人の参加者が集結した。シンポジウムでは、オゾン研究に関する最新の情報交換がなされ、我々もこの場で最新の研究成果の発表を行った。また、かつて日本の人工衛星 ADEOS-II に搭載された ILAS-II というオゾン層観測センサーにかかわっていた国際サイエンスチームのメンバーとともに、トロントの日本料理店で「ILAS-II Dinner」と銘打った夕食会を開催した (Fig.1)。

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きている。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。



Fig.1 Participants of "ILAS-II dinner" held at a Japanese restaurant in Toronto during the Quadrennial Ozone Symposium 2012.

#### 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



客員教授  
中島 英彰  
Invited Professor  
Hideaki Nakajima



客員教授  
町田 敏暢  
Invited Professor  
Toshinobu Machida

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と考えられている。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、1994年から2011年にかけての CH<sub>4</sub> 濃度年平均値の鉛直分布を Fig.2 に示す。観測地点は西シベリア低地の湿原地帯に位置しているため、湿地からの大量の CH<sub>4</sub> の発生を反映して、いずれの年においても低高度ほど高い濃度を示している。シベリア上空の CH<sub>4</sub> 濃度は1997年から1998年にかけて全ての高度において急激な増加が見られたが、その後の10年ほどは経年的な濃度の変動が停滞していた。しかしながら、2007年以降は全球の CH<sub>4</sub> 濃度の増加を反映してシベリアにおいても増加が認められ、2010年以降は再び増加が止まっている。上空大気の観測データをさらに高頻度で得るために、

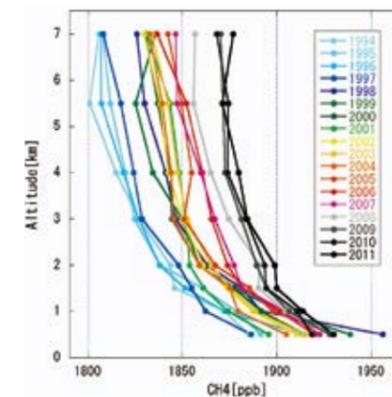


Fig.2. Vertical profiles of annual mean CH<sub>4</sub> mixing ratio over Siberia from 1994 to 2011.



Fig.3. Boeing 777-200 aircraft and two equipments for atmospheric observation installed in her cargo room.

2005年より民間航空機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.3)。民間航空機を使った定常的な 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つあり、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、衛生データの検証にも大きく貢献している。

本年度は世界各地の空港上空で離着陸時に得られた CO<sub>2</sub> 濃度の鉛直分布データを解析して、高度別の季節変動の違いを明らかにした (Fig.4)。北半球中高緯度では低高度ほど CO<sub>2</sub> 濃度の振幅が大きく、低高度ほど早い位相が観測されている。赤道域のシンガポール (SIN) では北半球と同じ位相の変動が見られ、南半球のシドニーとブリスベン (SYD+BNE) 上空では北半球と逆位相の季節変動が見られる。また、北半球高緯度では成層圏の季節変動も捉えられており、夏季に対流圏大気の影響を受けた濃度上昇が観測されている。

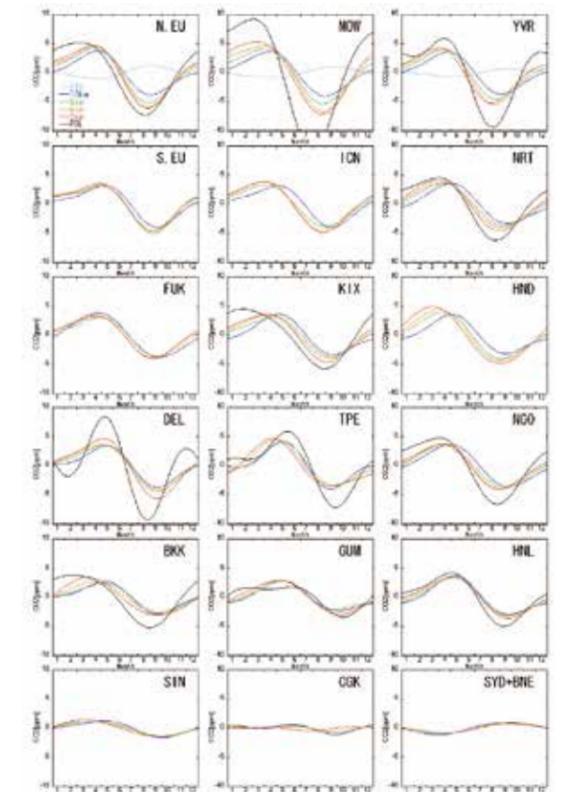


Fig.4. Seasonal variations of atmospheric CO<sub>2</sub> mixing ratio observed by commercial airliners.