

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、その発見に引き続き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。これら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。



Ozonesonde launch at Salekhard, Russia (66N, 66E) in August, 2009.



FTIR Observation at Syowa Station, Antarctica (69S, 39E) in 2007.



客員教授
中島 英彰
Invited Professor
Hideaki Nakajima



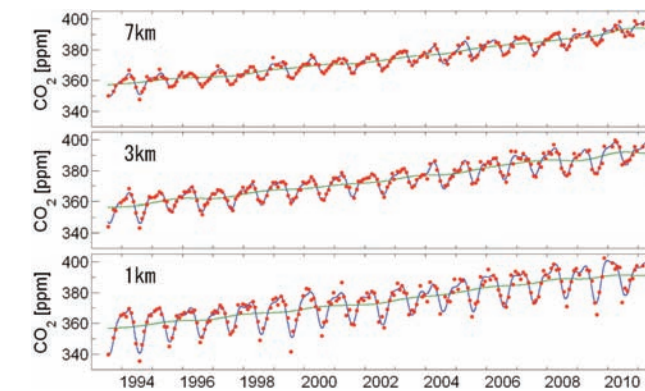
客員教授
町田 敏暢
Invited Professor
Toshinobu Machida

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こ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がっており、地球規模の二酸化炭素(CO₂)濃度やメタン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、1993年から2011年にかけての高度別のCO₂濃度の変動を図に示す。地表付近におけるCO₂濃度の季節変動から、シベリアにおける陸上生態系の活動規模の大きさがわかる。季節変動の振幅は上空ほど小さくなり、高度7kmでは高度1kmの半分程度である。地球の大気は1年のスケールで混合してしまうので、人口密度の小さいシベリアであっても全球の化石燃料燃焼の影響で、他の観測点とほぼ同じ率でCO₂濃度が経年増加している。

さらに上空大気の観測データを得るために、2005年より民間航空機に観測装置を搭載して、これまでにない頻度で世界のCO₂濃度の観測を実施している。民間航空機を使った定期的なCO₂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CO₂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、衛星データの検証にも大きく貢献している。



Time series of CO₂ mixing ratio over Siberia.



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

ARTICLE

doi:10.1038/nature10556

Unprecedented Arctic ozone loss in 2011

Glória L. Manney^{1,2}, Michelle L. Santee³, Markus Rex⁴, Nathaniel J. Livesey⁵, Michael C. Pitts⁶, Pepijn Veefkind^{7,8}, Eric R. Nash⁹, Ingo Wohltmann¹⁰, Ralph Lehmann¹¹, Lucien Froklevaux¹², Lamont R. Poole¹³, Mark R. Schoeberl¹⁴, David P. Haffner¹⁵, Jonathan Davies¹⁶, Valery Dorokhov¹⁷, Hartwig Germandt¹⁸, Bryan Johnson¹⁹, Rigel Kivi²⁰, Esko Kyro²¹, Niels Larsen²², Pietermel F. Levelt^{23,24}, Alexander Makshits²⁵, C. Thomas McElroy²⁶, Hideaki Nakajima²⁷, Maria Concepción Parrondo²⁸, David W. Tarasick²⁹, Peter von der Gathen³⁰, Kaley A. Walker³¹ & Nikita S. Zinoviev³²

Chemical ozone destruction occurs over both polar regions in local winter–spring. In the Antarctic, essentially complete removal of lower-stratospheric ozone currently results in an ozone hole every year, whereas in the Arctic, ozone loss is highly variable and has until now been much more limited. Here we demonstrate that chemical ozone destruction over the Arctic in early 2011 was—for the first time in the observational record—comparable to that in the Antarctic ozone hole. Unusually long-lasting cold conditions in the Arctic lower stratosphere led to persistent enhancement in ozone-destroying forms of chlorine and to unprecedented ozone loss, which exceeded 80 per cent over 18–20 kilometres altitude. Our results show that Arctic ozone holes are possible even with temperatures much milder than those in the Antarctic. We cannot at present predict when such severe Arctic ozone depletion may be matched or exceeded.

¹Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California 91109, USA. ²New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, New Mexico 87801, USA. ³Richard Wagner Institute for Polar and Marine Research, D-34473 Potsdam, Germany. ⁴NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia 23061, USA. ⁵Royal Netherlands Meteorological Institute, 3730 AZ De Bilt, The Netherlands. ⁶Delft University of Technology, 2600 GA Delft, The Netherlands. ⁷Science Systems and Applications, Inc., Lanham, Maryland 20706, USA. ⁸Science Systems and Applications, Inc., Hampton, Virginia 23066, USA. ⁹Science and Technology Corporation, Lanham, Maryland 20706, USA. ¹⁰Environment Canada, Toronto, Ontario, Canada M3H 5T4. ¹¹Central Aerological Observatory, Dolgoprudny 141700, Russia. ¹²NASA Earth System Research Laboratory, Boulder, Colorado 80508, USA. ¹³Arcus Research Center, Finnish Meteorological Institute, 00000 Solaari, Finland. ¹⁴Danish Climate Center, Danish Meteorological Institute, DK-2100 Copenhagen, Denmark. ¹⁵Eindhoven University of Technology, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands. ¹⁶Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg 199397, Russia. ¹⁷National Institute for Environmental Studies, Tsukuba-city, 305-8506, Japan. ¹⁸National Institute for Aerospace Technology, 28850 Torrejón de Ardoz, Spain. ¹⁹University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada M5S 1A7.

A "Nature" paper which describes the first discovery of ozone hole in the Arctic in 2011.