



准教授 村田 功
Associate Professor
Isao Murata

大気中のオゾン等微量成分の変動の研究

Variations of ozone and related trace species in the atmosphere

当研究室では、「グローバルな大気環境変動」をキーワードに、オゾン減少問題や地球温暖化など、地球規模の環境変動に関わる大気中の微量成分の観測的研究を行っている。2023年は、つくばにおけるフーリエ変換型分光器 (FTIR) 観測による HCFC-22 の経年変化の解析等を行い、NDACC/IRWG 会議にも参加した。また、南極・昭和基地における大気重力波の気球観測プロジェクトも引き続き行っている。

Temporal variation of HCFC-22 was investigated using the spectra observed with a Fourier transform infrared spectrometer (FTIR) at Tsukuba. We participated in the Network for the Detection of Atmospheric Composition Change/Infrared Working Group (NDACC/IRWG) meeting held in Spa, Belgium. We performed a balloon measurement project for atmospheric gravity waves at Syowa Station, Antarctica.

我々は国立環境研究所との共同研究として、つくばにおける FTIR による観測を 1998 年より行っている。FTIR では太陽光の 2-15 μm の赤外領域のスペクトルから大気中の多くの微量成分の高度分布等を調べることができる。同様の観測を行っている国際的な研究グループ Network for the Detection of Atmospheric Composition Change/Infrared Working Group (NDACC/IRWG) では、各観測ステーションの結果を総合して地球規模の変動要因を解明する研究を進めており、これまでも HCl、HCHO 等についての論文を共同で発表している。今年は COVID-19 によるロックダウン期間の O_3 、CO、 C_2H_2 、 H_2CO 、 C_2H_6 の変化に関する論文 (Ortega et al., 2023) が出版された。また、NDACC の公式サイトとしてつくばのこれまでの観測結果のうちの 15 成分の解析結果を NDACC データホームページで公開したほか、HCFC-22 の解析を行った。

HCFC-22 (CHF_2Cl) は代替フロンの一つであり、冷媒や発泡剤、断熱材などに使用され、HCFCs の排出量のおよそ 80% を占めている。その大気中での寿命は 11.6 年、オゾン破壊係数は 0.038、温暖化係数は 100 年の場合で 1910 である。もちろんモントリオール議定書の規制対象であり、先進国では 2020 年までに既に撤廃され、発展途上国でも 2030 年までに撤廃となる。そのため、サンプリングなどによる地上観測では近年濃度上昇が頭打ちになる様子が観測され始めている。FTIR の解析では 10 μm 帯の 828.75 - 829.4 cm^{-1} 、1115.5 - 1116.1 cm^{-1} の二つの波数領域を合わせて使用した。HCFC-22 の吸収はあまり強くないため高度分解することは難しく、カラム全量のみを求めている。Fig. 1 につくばで観測された HCFC-22 カラム全量の経年変化を示す。2018 年以前は観測パラメータの設定の関係で S/N がよくなかったため値がばらばらしているもの、おおむね 2020 年までは増加傾向が見られ、2022 年以降減少傾向となっている。これはモントリオール議定書に基づく排出規制が順調に進み、先進国における撤廃のみならず発展途上国における排出削減もかなり進んでいることを示していると考えられる。

NDACC/IRWG では、毎年世界各国から 20 以上の研究グループが集まって観測手法や最新の結果に関する情報交換を行う会議を

In collaboration with the National Institute for Environmental Studies, we have been investigating the temporal and spatial variations of atmospheric trace species with solar infrared spectroscopy using FTIR at Tsukuba since 1998. We have contributed to the NDACC/IRWG's activity and collaborated on HCl and HCHO, among others. In 2023, a paper on the anomalies of O_3 , CO, C_2H_2 , H_2CO , and C_2H_6 during the COVID-19 lockdown (Ortega et al., 2023) was published. The results for the 15 species observed at Tsukuba were open to the public on the NDACC data homepage. HCFC-22 was analyzed.

HCFC-22 (CHF_2Cl) is one of the substitutes for chlorofluorocarbon and was used for refrigerant, foaming agent, heat-insulating material, etc. It occupied approximately 80% of emissions of HCFCs. The lifetime in the atmosphere is 11.6 years, the ozone depleting potential is 0.038, and the global warming potential is 1,910 in the case of 100 years. It is regulated by Montreal Protocol, which already prohibited the production in developed countries by 2020 and will prohibit it in developing countries by 2030. Recently, the leveling of the increase in its concentration was observed by the sampling measurements at the surface. For the analysis of the spectra measured by FTIR, two wavenumber regions of 828.75–829.4 cm^{-1} and 1,115.5–1,116.1 cm^{-1} in 10 μm region were used. It is difficult to retrieve a height profile due to its weak absorption; therefore, only the total column was retrieved. Fig. 1 shows the temporal variations of the HCFC-22 column density observed at Tsukuba. Although the columns varied before 2018 due to the bad signal-to-noise ratios as a result of the observation parameter setting, the increase before 2020 and the decrease after 2022 are apparent. Montreal Protocol's emission control advances smoothly, as they not only prohibit it in developed countries but also in developing countries.

The NDACC/IRWG holds an annual meeting in which scientists from more than 20 groups discuss observational results, new plans, and measurement techniques. The 2023 meeting was held face to face in Spa, Belgium, from June 12 to 16 for the first time in four years (Fig. 2). We participated in the meeting and presented the results of analyses for CH_4 isotopes.

Associate Professor Murata participated in the 63rd Japanese Antarctic Research Expedition as a summer member from November 2021 to March 2022 and carried out the observation of atmospheric gravity waves with a super-pressure balloon. A new balloon was developed this year, and two balloon measurements will be carried out by the 65th

行っているが、今年は4年ぶりに対面での会議がベルギー・スパで6月12 - 16日に開催され、我々も参加した (Fig. 2)。昨年行ったメタン同位体の解析結果の発表を行ったほか、解析手法の最適化などについて情報交換を行った。

村田は 2021 年 11 月から 2022 年 3 月まで第 63 次南極地域観測隊に夏隊員として参加し、スーパープレッシャー気球を用いた大気重力波の観測を行ったが、その後気球の改良を行い、今年出発した 65 次隊では新たに 2 機の気球観測を行う予定である。大気重力波は、大気中の運動量輸送を担い、中層大気の子午面循環の駆動を通じて成層圏・中間圏の温度・物質分布の決定に重要な役割を果たす。スーパープレッシャー気球は一定高度 (今回は 18 km) を長期間浮遊することが可能で、2 次元風速と気圧の観測により重力波の運動量輸送の水平分布をとらえることができる。これを昭和基地の PANSY レーダー観測および最新の気象再解析データと組み合わせることにより、大気重力波による運動量輸送の 3 次元の描像を捉えることが目的である。今回村田は国内からの支援となるが、観測隊出発前の 10 月には気球放球の訓練に参加し、昭和基地での放球後には受信データのチェックや気球監視を分担して行う予定である。

村田は 2015 年から宮城県保健環境センターの評価委員をしており、今年も 2 回の評価委員会に出席して県保健環境センターが行っている研究の評価を行った。また、2020 年から宮城県環境影響評価技術審査会委員となり、近年申請の増えている風力発電事業を中心に 3 回の審査会に出席した。

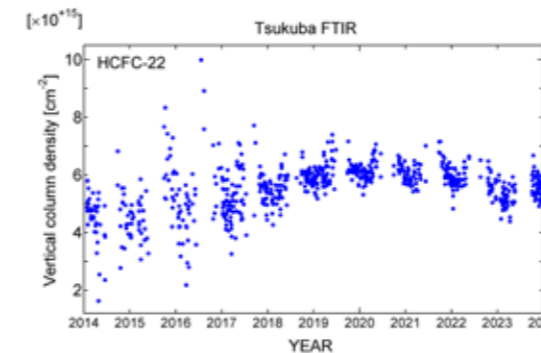


Fig. 1 Temporal variation of HCFC-22 column density observed at Tsukuba.

members in this summer. Atmospheric gravity waves transport momentum in the atmosphere and play an important role in determining temperature and material distribution by driving the meridional circulation in the middle atmosphere. The super-pressure balloon can stay at a certain altitude (18 km at this time) for a long duration and observe the horizontal distribution of the momentum transport due to gravity waves. By combining it with the PANSY radar observation at Syowa station and the state-of-the-art meteorological reanalysis data, a 3D picture of momentum transport due to gravity waves is acquired. We participated in the training for balloon launch in October and will support the monitoring of the observed data and the status of the balloons from Japan.

Associate Professor Murata serves as an evaluation committee member for the Center for Health and Environment, Miyagi Prefectural Government, and he attended two committee meetings. He also serves as a member of the environmental assessment technology examination committee, Miyagi Prefectural Government, and he attended three committee meetings.



Fig. 2 Group photo of the NDACC/IRWG meeting held in Spa, Belgium.