

第 13 回(2017 年)日本大気化学会奨励賞

受賞者: 佐藤知紘(情報通信研究機構)

受賞課題: ISS 搭載 SMILES データを用いた独自の物理量導出最適化アルゴリズムによる新たな中間圏化学の開拓

受賞理由: 国際宇宙ステーション(ISS) 搭載超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES)は、既存の欧米の類似センサと比較して 20 倍以上の感度を生かして、高度 10–100 km における O₃、HO₂、ClO、BrO など大気化学反応システムにおいて重要な活性分子やラジカルの純回転遷移スペクトルを観測した世界でも類を見ないミッションである。佐藤氏は SMILES データに対し、個別の科学目的に最適化した「パーソナルアルゴリズム」を開発することで、これまでにない新たな物理量を導出し、基礎的実体把握が得られていない中間圏におけるラジカル化学に新たな科学的知見をもたらした。

具体的な成果として、まず、オゾン同位体比における光解離効果の定量化が挙げられる。佐藤氏は、オゾン同位体比の知見を非対角項に導入して、自然界相関を先験値として取り入れる独自のアルゴリズムを開発し、オゾン同位体比の導出を最適化した。これにより同位体比導出精度を 0.5% 程度にまで向上させた。その上で、観測全期間のオゾンにおける酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$)の日変化を導出し、昼間に約 2–3% 上昇するという挙動を世界で初めて見いだした。この日変化を解釈するため、オゾン同位体($^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ と $^{18}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$)の吸収断面積の差を基にした理論計算を行い、オゾン光解離の同位体分別の起源が吸収断面積の差であることを明らかにした。さらにその太陽天頂角依存性から、 $\delta^{18}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ 同位体比の昼間の増加が光解離によるものであることを定量的に示した。この研究は、欧州やカナダの衛星研究チームに先行するものであり、世界をリードしているといえる。

佐藤氏はまた、装置関数や分光パラメータによる誤差を見積もるためのアルゴリズムを開発し、これらを実測の ClO の存在量高度分布の推定(リトリーバル)に適用して、成層圏から中間圏までの ClO 観測のランダム誤差を約 5 ppt、系統誤差を 10–30 ppt と理論的に見積もった。その上で、ClO 濃度の日変化が、成層圏と中間圏で逆相関を示すことを世界で初めて観測結果から明らかにし、これが、成層圏と中間圏での異なる化学素過程に起因することを示した。さらに、成層圏と中間圏の境界領域(高度 40–50 km)において、24 時間を通して常に ClO が 100 ppt 以上存在する「ClO layer」の構造を世界で初めて明らかにした。

以上のように佐藤氏は、独自のアルゴリズム開発を通して高精度かつ定量性の高い情報を導出し、そこから中間圏化学において先駆的な成果を得てきた。これらの成果は、Atmospheric Measurement Techniques 誌や Geophysical Research Letters 誌などに掲載されている。また、佐藤氏が開発した誤差推定アルゴリズムは、他の SMILES 研究にも広く応用され、SMILES 観測誤差解析の標準ともなっている。佐藤氏の業績は、大気化学の研究分野で特筆されるべきものであり、日本大気化学会運営委員会は佐藤知紘会員が同賞に値するものと認める。