

第 19 回 (2023 年度) 日本大気化学会奨励賞

受賞者：河野 七瀬 (近畿大学)

受賞課題：ペルオキシラジカルの速度論的研究およびその大気化学への応用

受賞理由：ペルオキシ(HO_2 , RO_2)ラジカルは大気中の様々な揮発性有機化合物(VOC)の酸化反応で生成し、対流圏オゾンの生成にも深く関与する、大気化学で最も重要な化学種のひとつである。しかしその検出効率の低さから、大気中における反応メカニズムの完全解明には至っていない。河野七瀬氏は、化学変換法やレーザー誘起蛍光(LIF)法を用いてペルオキシラジカルの反応速度測定、およびその大気質への影響評価を行い、その成果を報告してきた。

炭素鎖をもつ RO_2 ラジカルの大気圧室温条件下での直接検出は困難であるため、 NO との化学反応により OH ラジカルへ変換し、 OH ラジカルの LIF を介して検出する化学変換法が知られている。しかし、この手法は変換効率が低いことが問題であった。河野氏は、既存のラジカル検出装置を改良し、過剰の O_2 を添加することで OH ラジカルへの変換効率を劇的に向上させることに成功した。本システムを用いることで、実験室実験だけでなく様々な RO_2 ラジカルの実大気における反応性や、エアロゾルへの取込速度が高効率に測定可能となることから、本研究は、より定量的な HO_x サイクル反応の評価そして対流圏オゾンの生成メカニズム解明に繋がる、非常に意義のある成果である。

また、河野氏は RO_2 ラジカルが引き起こす代表的な NO_2 との錯合体形成過程($\text{RO}_2 + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{RO}_2\text{NO}_2$)の包括的理解を進めるため、独自の解析手法を構築した。これまで、錯合体の速い熱分解により、反応速度測定は大きな誤差を含む懸念があったが、様々な NO_2 濃度条件下での RO_2 濃度時間変化を非線形回帰モデルを用いてフィッティングすることで正反応および逆反応速度を同時に決定する事に成功した。いくつかの RO_2NO_2 は NO_x リザーバーとして大気中で働くことが知られており、その熱分解速度や平衡定数の決定は大気シミュレーションモデルの精度向上に大きく貢献することが期待される。

さらに、河野氏は、ペルオキシラジカルの不均一反応が大気質に及ぼす影響を調査するため、大気エアロゾルへの HO_2 ラジカル取込速度測定結果から、オゾン生成効率がおおよそ 20%弱減少することを明らかにするなど、大気化学におけるラジカル反応研究に対し非常に精力的に取り組んでいる。上記の結果は、都市域におけるオゾン濃度増加問題を解決するための新たな知見を与え得る成果である。

河野氏は、研究キャリア中に研究を中断する期間がありながらも、大気化学における反応研究において多くの成果を発表してきた。さらに日本大気化学会においては人材育成活動で精力的な貢献をしている。河野氏は 2022 年より近畿大学において自身の研究室を立ち上げており、将来の人材の育成拠点を新たに構築した点でも日本の大気化学分野における貢献は多大である。以上より、日本大気化学会奨励賞選考委員会は、河野七瀬氏が同賞にふさわしい実績と将来性を有するものと認める。