

環境

SATテクノロジー・ショーケース2023

## ■ はじめに

大気中に存在する雲は、太陽光を散乱することで地球の気候変動に影響を与えている。雲粒は水と無機/有機成分で構成されている。雲粒は気相から化学種を受け取り、化学反応が起きる。この化学反応によって、雲粒の性質(組成やサイズ)が変化していく(図1)。組成やサイズの変化は、雲粒が持つ太陽光を散乱する能力に影響するため、雲粒中で起こる化学反応を調べることは気候変動の理解に直結する重要な課題である。しかし、従来の研究では、このような微小な反応場である雲粒中で起こる化学反応を調べる手法がなかったため、その反応機構はほとんどわかっていない。

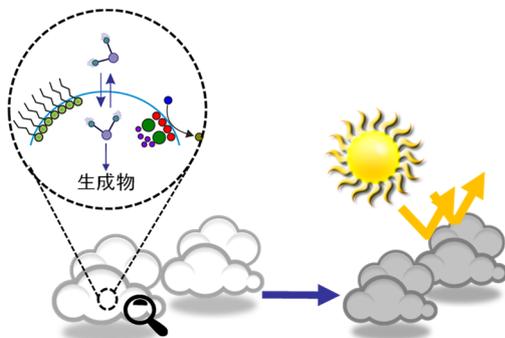


図1 雲粒中で起こる化学反応によって雲粒の性質が変化する。

## ■ 活動内容

### 1. 疑似雲粒中で起こる化学反応測定手法の開発

雲粒中で起こる化学反応を室内実験で再現するために、新規実験手法(図2)の開発を行った。ネブライザー(霧吹き)によって、雲粒に含まれる化合物の水溶液を数十マイクロメートルのサイズの液滴としてチャンバーに導入する。大気中の反応性のガス(オゾンなど)を液滴に吹き付けて、気体から液体への取り込みを介した化学反応を引き起こす。疑似雲粒の成分が反応し、質量分析計に取り込まれる。従来の手法では検出できなかった短寿命(1ミリ秒以下)の不安定中間体が初めて検出できるようになった。

また、溶液に塩化ナトリウム(NaCl, 食塩)を加えるだけで、不安定な過酸化物の一種が質量分析法で検出できるNaCl+MS法を開発し、雲粒中で起こる過酸化物の分解過程の解明を行った。

### 2. 雲粒成分の多相(マルチフェーズ)反応機構の解明

上述の手法を用いて、雲粒の代表的な無機/有機成分と気相/液相のオゾン反応を研究した(1-8)。その結果、空気-雲粒の境界で起こるオゾン反応は液中よりも速く進むことが明らかになった。特に有機成分は過酸化物などに変換されることがわかった。また雲粒中で起こる過酸化物の分解反応によって、過酸化水素が発生し、雲粒の親水性が高くなるメカニズムが明らかになった。これらの結果は、雲粒で起こる化学反応によって雲粒がより水分を取り込みやすくなることを意味し、雲粒の成長が促される可能性が示唆された。

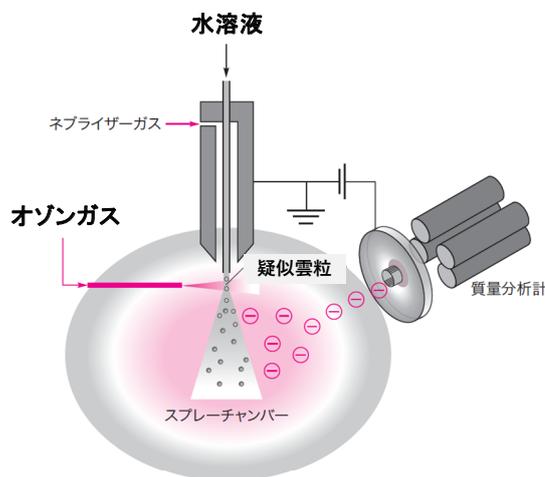


図2 微小液滴(疑似雲粒)の成分変化を測定する手法の模式図。

## ■ 発表論文

- 1) Enami *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **2014**, *111*, 623.
- 2) Enami and Colussi, *J. Phys. Chem. Lett.*, **2017**, *8*, 1615.
- 3) Qiu *et al.*, *Environ. Sci. Technol.*, **2019**, *53*, 5750.
- 4) Qiu *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.*, **2020**, *11*, 67.
- 5) Qiu *et al.*, *Environ. Sci. Technol.*, **2020**, *54*, 3890.
- 6) Qiu *et al.*, *Environ. Sci. Technol.*, **2020**, *54*, 10561.
- 7) Hu *et al.*, *Environ. Sci. Technol.*, **2021**, *55*, 12893.
- 8) Qiu *et al.*, *J. Phys. Chem. A.*, **2022**, *126*, 5386.

代表発表者 江波 進一(えなみ しんいち)  
 所属 国立研究開発法人 国立環境研究所  
 地球システム領域地球大気化学研究室  
 問合せ先 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2  
 TEL:029-850-2770 FAX:029-850-2579  
 enami.shinichi@nies.go.jp

■キーワード: (1)質量分析法  
 (2)物理化学  
 (3)気候変動  
 ■共同研究者: 戸野倉賢一(東京大学)  
 Junting Qiu(東京大学)  
 Mingxi Hu(東京大学)  
 A. J. Colussi (Caltech)