

## 大気中のブラックカーボンおよびブラウンカーボン粒子の光学特性の解明

研究者所属・職名： 水産・環境科学総合  
研究科・准教授

ふりがな なかやま ともき

氏名：中山 智喜

主な採択課題：

- [若手研究\(A\) 「自動車排ガス起源の二次有機エアロゾルの光学特性の解明」\(2013-2017\)](#)
- [基盤研究\(B\) 「アジア大陸起源のブラックおよびブラウンカーボン粒子が下流域の放射収支に及ぼす影響」\(2019-2021\)](#)

分野：大気化学、エアロゾル科学、大気環境科学

キーワード：エアロゾル粒子、ブラックカーボン、ブラウンカーボン、レーザー分光法、複素屈折率

### 課題

#### ●なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）

大気中に浮遊するエアロゾル粒子は、太陽光を吸収または散乱することで、地球の大気を加熱または冷却し、気候や大気環境に重要な影響を及ぼしている。ブラックカーボン（BC）は、排出源からの輸送中に有機物や無機塩に被覆されると、被覆物がレンズとして働く「レンズ効果」により光吸収が増加する可能性がある。また近年、短波長可視から紫外領域に光吸収性を有する有機炭素成分を含むブラウンカーボン（BrC）が存在する可能性が指摘されている。そこで、レンズ効果によるBCの光吸収の増大の程度やBrCの光学特性（光吸収や光散乱）が、発生源や大気中の生成・変質過程の違いにより、どのように変化するのか明らかにすることを目的としている（図1）。

#### ●研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）

従来、エアロゾル粒子の光吸収はフィルターに粒子を採取した際のフィルターの光透過率の変化をモニターし測定されているが、捕集中に粒子の形状や混合状態の変化するおそれがあり、被覆されたBCやBrCの光吸収を正確に測定することは難しかった。そこで、光音響分光法やキャビティリングダウン分光法などのレーザー分光法を用いて、粒子が浮遊した状態で光吸収や消散（散乱と吸収の和）を直接計測することで、BCやBrCの光学特性について調べた。

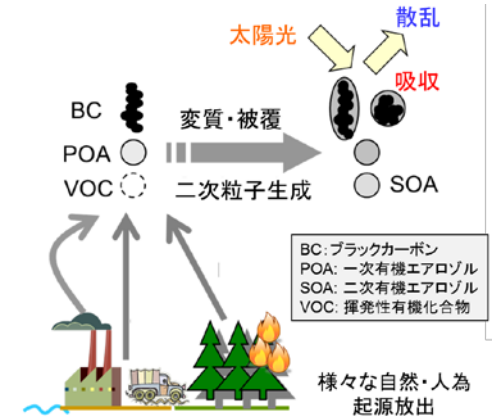


図1 BCや有機エアロゾルの放出、生成、変質過程の概念

## 大気中のブラックカーボンおよびブラウンカーボン粒子の光学特性の解明

### 研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

室内実験では、世界に先駆けて光吸収性を有する二次有機エアロゾル（SOA）の複素屈折率（光学特性パラメータ）を決定することに成功した。人為起源の揮発性有機化合物（VOC）であるトルエンから生成したSOAは共存する窒素酸化物の濃度が高いほど、植物起源のVOCであるイソプレンの光酸化により生成したSOAは共存する二酸化硫黄の濃度が高いほど、光吸収性が増加することを明らかにした（図2）。また、自動車排ガス中粒子の光学特性のリアルタイム計測を行い、排ガス中のBCはレンズ効果による光吸収の増加率が小さいことや、高速走行時に光吸収性の大きなBrCが排出されることを明らかにした。

実大気観測では、都市部(名古屋市)での観測では被覆によるBCの光吸収の増加は10%程度以下と小さいことや、BrCによる光吸収には冬季には全光吸収の10-20%の寄与を持つことを明らかにした。一方、アジア大陸から長距離輸送された空気塊の影響が大きな能登半島の先端での春季の観測では、被覆によるBCの光吸収の増加率は最大50%(平均23%)程度と大きいことがわかった。

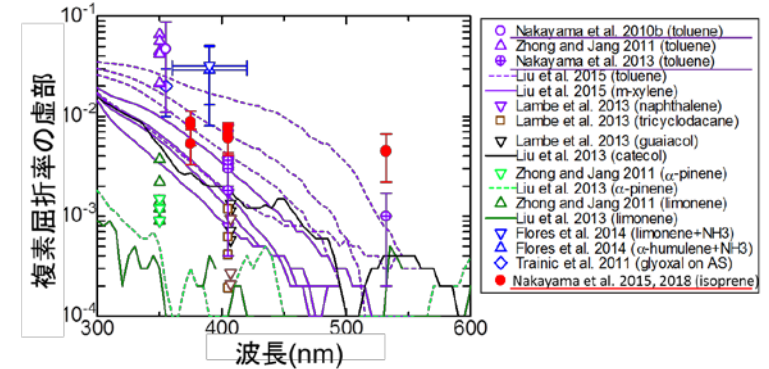


図2 様々なVOCから生成させたSOAの複素屈折率の虚部（光吸収）の波長依存性の報告例

### 今後の展望

●今後の展望・期待される効果

エアロゾル粒子は、大気中での変質過程により、含有する化学成分や混合状態が変化し、その結果として光学特性が変化していくと予想されるが、変質に伴う光学特性の変化についてはよくわかっていない。そこで、室内実験により、様々な条件下でBCや有機エアロゾルを変質させた際に光学特性がどのように変化するか調べる研究を進めている。また、東アジアの大規模排出源の下流域に位置する長崎市において、エアロゾル粒子の光学特性とともに、粒子の化学成分や混合状態を観測することで、季節による排出源や輸送中の変質過程の違いが、化学成分や混合状態の変化を介して、光学特性に及ぼす影響を解明したいと考えている（図3）。エアロゾル光学特性の決定要因の理解が進むことで、人間活動が気候変動や大気環境に及ぼす影響評価の不確定性の低減につながると期待される。

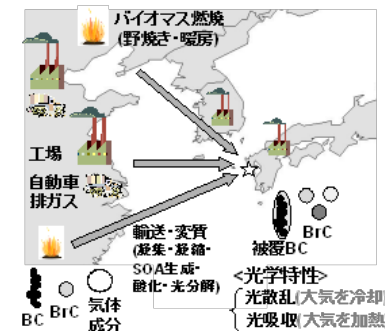


図3. BCやBrCの越境輸送の概念