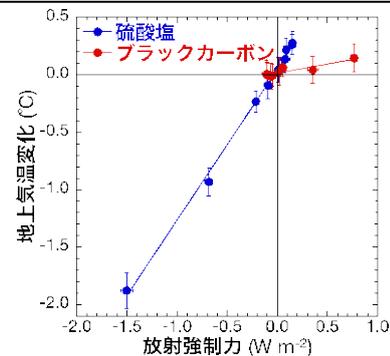
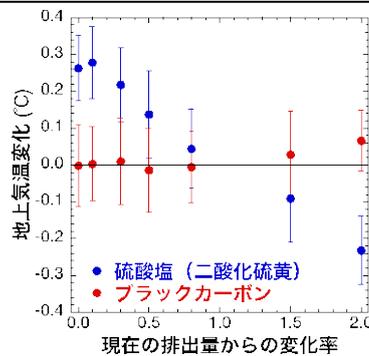
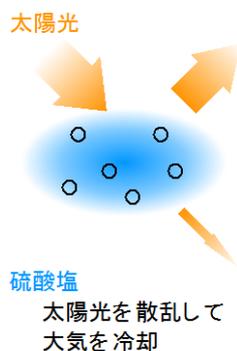


## PM2.5の排出量変化に伴う気温変化は化学組成によって大きく異なることを解明 ～気候変動と大気汚染の最適な同時緩和策策定に貢献～

様々な物理現象と同様に、地球の気候もエネルギー収支のバランスで成り立っています。そのバランスを崩す物質として赤外線を吸収する温室効果ガスが知られていますが、大気汚染を引き起こすPM2.5などの大気中に浮かんでいる微粒子（エアロゾル）もバランスを崩す重要な物質です。九州大学応用力学研究所の竹村俊彦教授と東京大学大気海洋研究所の鈴木健太郎准教授は、エネルギー収支の崩れ（放射強制力）による気温変化がエアロゾルの化学組成によって大きく異なることを、エアロゾルによる気候変化を計算できるソフトウェアMIROC-SPRINTARSを利用して明確に示しました。代表的な“白い”エアロゾルである硫酸塩と“黒い”エアロゾルであるブラックカーボン（すす）は太陽光をそれぞれ散乱・吸収することにより大気エネルギー収支を崩します。本研究では、同量の放射強制力による気温変化が、硫酸塩よりもブラックカーボンはかなり小さいことを、その仕組みとともに解明しました。気候変動や大気汚染の国内外におけるこれまでの対策は、放射強制力と気温変化の関係は化学組成にあまり依存しないことが前提とされることが多くありました。したがって、本研究の成果は、気候変動と大気汚染の最適な同時緩和策策定のための重要な科学的知見となるものです。なお、本研究で利用したSPRINTARSは、多くの報道機関も日々利用しているPM2.5予測情報を提供するソフトウェアとして知られています。

本研究は、(独)環境再生保全機構環境研究総合推進費(S-12)、JSPS科学研究費補助金(JP15H01728)、文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラムの助成を受けました。

この研究成果は、国際科学誌「Scientific Reports」に2019年3月14日付で掲載されました。



(上図) MIROC-SPRINTARS による計算結果

(左) 排出量の変化に伴う地球平均地上気温の変化。硫酸塩は気温を大きく変えるがブラックカーボンによる変化はそれほど大きくない。

(右) エネルギー収支の崩れ（放射強制力）に対する地球平均地上気温の変化。同じ量の放射強制力でも化学組成によって大きく異なることが明確にわかる。

(左) 竹村教授  
(右) 鈴木准教授



### 研究者からひとこと：

大気汚染対策の方法によっては、地球温暖化を加速させてしまうことがはっきりしました。本研究の成果は、国際的な環境・エネルギー問題に対して多面的な検討を行い、総合的に取り組むことの重要性を示唆しています。

【お問い合わせ】九州大学応用力学研究所 教授 竹村俊彦

電話：092-583-7932 FAX：092-583-7909 Mail：toshi@riam.kyushu-u.ac.jp

**■論文情報**

タイトル: Weak global warming mitigation by reducing black carbon emissions

(ブラックカーボン排出量削減による地球温暖化緩和は弱い)

著者: Toshihiko Takemura and Kentaroh Suzuki (竹村俊彦・鈴木健太郎)

掲載誌: Scientific Reports (Springer Nature Publishing AG)

DOI: 10.1038/s41598-019-41181-6

**■研究背景**

パリ協定の下において、国際社会は産業革命以降の気温上昇を2度以内に抑えることが求められ、1.5度以内に抑える努力をすることも求められています。日本においては、2018年12月に気候変動適応法が施行され、気候変動はすでに起こっているものととらえて、それに備えて国・地方公共団体・企業・国民が具体的行動を取るよう求められている状況です。主要な温室効果ガスである二酸化炭素は、放出されると数十年は大気中に漂うため、現在対策を実施しても、その効果が現れるのは数十年後です。そこで、大気中での寿命が短く、気候変動を引き起こす物質の排出量を制御することにより、当面の気候変動を可能な限り緩和する取り組みがなされています(ヒラリー・クリントン元米国務長官が設立に携わった「短寿命気候汚染物質削減のための気候と大気浄化の国際パートナーシップ(CCAC)」など)。その主な物質は、光化学オキシダントであるオゾンや、PM2.5などの微粒子(エアロゾル)といった大気汚染物質でもあるため、それらの排出量を上手く制御できれば、気候変動緩和と大気環境改善の両方にメリットとなる可能性があります(コベネフィット)。ただし、その取り組みのための科学的根拠において、加熱効果を持つとされるエアロゾルの代表格であるブラックカーボンの気温に対する影響の評価には、定量的不確実性の大きい状況が続いていました。

**■研究手法**

本研究では、論文著者らが開発してきたエアロゾルによる気候変化を地球規模で計算できるソフトウェアMIROC-SPRINTARSを利用して、関係する物質の排出量が現実的な範囲で増減した場合の気温変化を定量的に計算しました。このソフトウェアは、多くの報道機関も日々利用しているPM2.5予測情報を提供しています(<http://sprintars.net/forecastj.html>)。

**■解析結果**

代表的な“白い”エアロゾルである硫酸塩は太陽光を散乱して大気を冷却し、一方、代表的な“黒い”エアロゾルであるブラックカーボンは太陽光を主に吸収して大気を加熱します。論文筆頭著者の竹村教授が執筆に参画した気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書では、人間活動起源の硫酸塩とブラックカーボンにより1平方メートルあたりそれぞれ-0.4ワットと+0.6ワットのエネルギー収支の崩れ(放射強制力)があると評価されています。したがって、単純に考えれば、ブラックカーボンの排出量を削減すれば、大気加熱を大きく緩和できる可能性があります。しかし、本研究により、同量の放射強制力による気温変化が、硫酸塩に比べてブラックカーボンではかなり小さいことを明確に示しました。その仕組みの詳細は、論文著者による別論文(Suzuki and Takemura, 2019, Journal of Geophysical Research, doi:10.1029/2018JD029808)により示されていますが、簡単に解説すると、ブラックカーボンによるエネルギー収支の崩れを大気中で解消する仕組みが働くために、正味としてのエネルギー収支の崩れは小さくなります。一方、硫酸塩の場合には、雲の凝結核となる役割などを通して、エネルギー収支の崩れを増長する仕組みが働きます。

**■今後の展開**

ブラックカーボンの排出量削減による当面の気温上昇の抑制が期待されていましたが、本研究によりそれが効果的ではない可能性が示されました。しかし、現在起こっている気候変動において重要なのは、平均気温の上昇だけではありません。直接的に人命・財産に影響を及ぼすのは豪雨や熱波などの極端現象ですが、極端現象に対するエアロゾルの影響の統合的評価はなされていません。例えば、豪雨のきっかけである雲の形成にはエアロゾルの存在が必須であるため、エアロゾルの増減は豪雨に影響を及ぼす可能性が十分にあります。また、エアロゾルは短寿命であるため、濃度の地域差が非常に大きく、地域規模の気候変動に及ぼす影響についても今後詳細に解析する必要があります。

**■問い合わせ機関窓口**

九州大学 広報室

TEL: 092-802-2130 FAX: 092-802-2139 E-mail: koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

東京大学 大気海洋研究所 広報室

E-mail: kouhou@aori.u-tokyo.ac.jp