

平成 22 年 5 月 24 日現在

研究種目：基盤研究（S）
研究期間：2007～2011
課題番号：19101001
研究課題名（和文）航空機観測に基づくアジアのブラックカーボンの気候影響の解明
研究課題名（英文）Studies of impacts of black carbon aerosol on climate based on aircraft observations
研究代表者
近藤 豊（KONDO YUTAKA）
東京大学・先端科学技術研究センター・教授
研究者番号：20110752

研究代表者の専門分野：大気化学

科研費の分科・細目：環境学 環境動態解析

キーワード：エアロゾル、ブラックカーボン(BC)、航空機観測、アジア、気候影響

1. 研究計画の概要

ブラックカーボンの気候影響を研究する上で鍵となる粒径分布、被覆量、光吸収率の測定を高精度で測定できる測定器を開発する。またその測定器を用いて航空機観測を行い、アジアにおよび北極におけるブラックカーボンの粒径分布、被覆過程を解明し光吸収を定量化する。数値モデルを用いてエアロゾルが引き起こす気候変動を評価する。

2. 研究の進捗状況

2008 年の春にアラスカ、夏にカナダを基地として NASA DC-8 航空機に SP2 測定器を搭載し、北極で最初の高精度の BC の測定を行った（NASA-ARCTAS）。急速に進行している北極の温暖化に BC が関与している可能性がある。また、アジアは北極 BC の供給源として重要である点でも、当初の研究計画と密接な関連がある。シベリア・アメリカ・カナダの森林火災から発生する BC とトレーサー（CO、CO₂ など）との相関から、森林火災による BC の放出比を求めた。これまでの値と 2 倍程度小さな BC-CO₂ 放出比が得られた。またこの放出比の燃焼効率依存性も初めて明らかにした。森林火災から発生する BC は発生直後に有機物で厚く被覆されており、光吸収効果が大きいことが示された。夏は春に比べ自由対流圏での BC 濃度が大きく低下した。この主な原因は、降水による BC の除去であると推定できた。またこの観測と、多くの気候モデルで計算された BC の値を比較し、モデルの不確定性を評価した。また BC の雪氷面への沈着量を 3 次元モデルで見積もった。

2009 年の春季に SP2 測定器、無機・水溶性有機エアロゾル化学組成測定器、エアロゾル粒径分布測定器、雲粒子測定器を航空機に

搭載し高度 8km までの境界層と自由対流圏におけるブラックカーボンの微物理特性の広域分布を東シナ海上で実施した（A-FORCE）。また測定された BC の高度分布をアジア大陸上での放出量と鉛直輸送の観点から解析し、BC の輸送効率を推定した。さらに中国からの汚染空気塊中において期待成分の凝縮により BC が被覆されていく過程・進行速度を明らかにした。特に BC を被覆する無機エアロゾル成分および二次有機エアロゾルの相対的寄与を調べた。凝集により BC の平均直径が増大していくという重要な過程も明らかにした。

3. 現在までの達成度

当初の目標とした SP2 測定器の開発、BC 被覆の光吸収効果の検証、SP2 を用いた地上観測による BC 微物理量の経時変化の解明、BC 観測値と気候モデル計算値の比較については既に多くの論文として出版した。このこと自体、当初の目標を超える研究の進展を客観的に示している。

4. 今後の研究の推進方策

2008 年の ARCTAS データから北極エアロゾルの光学特性を調べる。またバイオマス燃焼で放出された BC の自由対流圏への輸送過程・輸送効率を調べる。また A-FORCE データから BC の微物理量の経時変化を解明する。さらにこれらの微物理量を explicit に組み込んだ数値モデルで時間発展を計算する。降水によって除去される BC の割合、アジアから東方に向かって輸送される BC のフラックスをモデル計算する。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 28 件) 15 件のみ記入

1. Moteki, N., Y. Kondo, and S. Nakamura, Method to measure refractive indices of small nonspherical particles: Application to black carbon particles, *J. Aerosol Sci.*, doi:10.1016/j.jaerosci.2010.02.013, 2010.
2. Nakayama, T., Y. Kondo, N. Moteki, L. K. Sahu, T. Kinase, 他 2 名 2 番
Size-dependent correction factors for absorption measurements using filter-based photometers: PSAP and COSMOS, *J. Aerosol Sci.*, *41*, 333-343, 2010.
3. Moteki, N., Y. Kondo, T. Nakayama, K. Kita, L. K. Sahu, 他 3 名 2 番.
Radiative transfer modeling of filter-based measurements of light absorption by particles: Importance of particle size dependent penetration depth, *J. Aerosol Science*, *41*, 401-412, 2010.
4. Takegawa, N., T. Miyakawa, M. Watanabe, Y. Kondo, Y. Miyazaki, 他 10 名 4 番目
Performance of an Aerodyne Mass Spectrometer (AMS) during intensive campaigns in China in the summer of 2006, *Aerosol Sci. Tech.*, *43*, 1-16, 2009.
5. Matsui, H., M. Koike, N. Takegawa, Y. Kondo, R. J. Griffin, Y. Miyazaki, 他 1 名 3 番目
Secondary organic aerosol formation in urban air: Temporal variations and possible contributions from unidentified hydrocarbons, *J. Geophys. Res.*, *114*, D04201, doi:10.1029/2008JD010164, 2009.
6. Oshima, N., M. Koike, Y. Kondo, N. Moteki, N. Takegawa, and Y. Miyazaki, 他 1 名 4 番目
Aging of black carbon in outflow from anthropogenic sources using a mixing state resolved model: 1. Model development and evaluation, *J. Geophys. Res.*, *114*, D06210, doi:10.1029/2008JD010680, 2009
7. Kondo, Y. L. Sahu, M. Kuwata, Y. Miyazaki, N. Takegawa, N. Moteki, 他 6 名 1 番目
Stabilization of the mass absorption cross section of black carbon for filter-based absorption photometry by the use of a heated inlet, *Aerosol Sci. Tech.*, *43*, 741-756, 2009.
8. Miyazaki, Y., Y. Kondo, M. Shiraiwa, N. Takegawa, 他 9 名 2 番目
Weber, Chemical characterization of water-soluble organic carbon aerosols at a rural site in the Pearl River Delta, China, in the summer of 2006, *J. Geophys. Res.*, *114*, D14208, doi:10.1029/2009JD011736, 2009.
9. Matsui, H., M. Koike, Y. Kondo, N. Takegawa, K. Kita, Y. Miyazaki, 他 8 名 3 番目
Spatial and temporal variations of aerosols around Beijing in the summer 2006: 1. Model evaluation and source apportionment, *J. Geophys. Res.*, *114*, D00G13, doi:10.1029/2008JD010906, 2009.
10. Koch, D., M. Schulz, S. Kinne, G. Schuster, Y. Kondo, N. Moteki, N. Takegawa, 他 44 名 11 番目
Evaluation of black carbon estimations in global aerosol models, *Atmos. Chem. Phys.*

9, 9001-9026, 2009.

11. Moteki, N., Y. Kondo, N. Takegawa, and S. Nakamura, Directional dependence of thermal emission from nonspherical carbon particles, *J. Aerosol Sci.*, *40*, 790-801, 2009.
12. Oshima, N. M. Koike, Y. Zhang, and Y. Kondo, Aging of black carbon in outflow from anthropogenic sources using a mixing state resolved model: 2. Aerosol optical properties and condensation nuclei activities, *J. Geophys. Res.*, *114*, D18202, doi:10.1029/2008JD011681, 2009.
13. Kuwata, M., Y. Kondo, and N. Takegawa, Critical condensed mass for activation of black carbon as cloud condensation nuclei, *J. Geophys. Res.*, *114*, D20202, doi:10.1029/2009JD012086, 2009.
14. Shiraiwa, M., Y. Kondo, T. Iwamoto, and K. Kita, Amplification of light absorption of black carbon by organic coating, *Aerosol Sci. Tech.*, *44*, 46-54, 2009.
15. Han, S. Y. Kondo, N. Takegawa, Y. Miyazaki, N. Oshima, 他 4 名 2 番目
Temporal variations of elemental carbon aerosol in Beijing, China, *J. Geophys. Res.*, *114*, D23202, doi:10.1029/2009JD012027, 2009.

〔学会発表〕(計 12 件) 5 件のみ記入

1. Y. Kondo, N. Moteki, N. Takegawa, N. Oshima, and L. Sahu, The mixing state of black carbon in Asian outflow, AGU 2004 Fall meeting, San Francisco, USA, December 14, 2009.(招待講演)
2. Y. Kondo, N. Oshima, N. Moteki, N. Takegawa., M. Kajino, M. Koike, K. Kita, Transport of black carbon from the Asian continent, Fourth China-Korea-Japan Joint Conference on Meteorology, Taikuba, November 9, 2009.
3. Y. Kondo, L. Sahu, N. Moteki, N. Takegawa, Y. Zhao, S. Vay, G. S. Diskin, A. Wisthaler, L. G. Huey, J. L. Jimenez, and ARCTAS Science Team, Emissions of black carbon particles from biomass burning and their physical and chemical properties, AGU 2004 Fall meeting, San Francisco, USA, December 19, 2009.
4. 近藤 豊, 北極大気中のブラックカーボンエアロゾルの起源・季節変動及び物理・化学特性, 『国際極年2007-2008シンポジウム- 地球規模の変動現象と極域の役割』 日本学術会議, 2010年3月1日.
5. 近藤 豊, 茂木信宏, Lokesh Sahu, 竹川 暢之, 松井仁志, 坂本弘美, バイオマス燃焼による北極域のエアロゾル生成量・物理化学特性・輸送過程, 日本気象学会秋季大会, スペシャル・セッション「国際極年(IPY)2007-2008の成果と将来展望」, 2009年11月25日.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)