

令和元年6月24日現在

機関番号：62611

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H02807

研究課題名(和文) 西太平洋～インド洋海域洋上エアロゾルの光学特性と変質

研究課題名(英文) Optical properties and modification of maritime aerosol over Western Pacific and Indian Ocean

研究代表者

塩原 匡貴 (Shiobara, Masataka)

国立極地研究所・国際北極環境研究センター・准教授

研究者番号：60291887

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,100,000円

研究成果の概要(和文)：南極観測船しらせの南極航海航路上で、船舶搭載オーリオールメータやシーロメータ等のリモートセンシング機器および光学式粒子計測装置やエアロゾル消散係数モニター等の直接観測機器によるエアロゾル総合観測を実施し、広域洋上エアロゾルの光学特性について調べた。さらに、同型のオーリオールメータを韓国砕氷船アラオンに搭載し、韓国極地研究所との国際共同研究として韓国～南大洋にいたる広域洋上観測を実施し、極域エアロゾルの光学特性に関する良好な観測データを取得することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において新たに開発された船舶搭載型オーリオールメータおよびそれを用いた船上観測の成果は米航空宇宙局が主導する海洋エアロゾル観測ネットワーク(MAN)計画への貢献、ひいてはそのMAN計画の大きな目的の一つである衛星観測によるエアロゾルリトリーバル検証へ貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：In order to investigate the optical properties of maritime aerosols over Western Pacific and Indian Oceans, comprehensive on-board aerosol observations have been conducted during the Antarctic cruises of R/V Shirase, using ship-board aureolemeter, ceilometer as remote-sensing instruments and optical particle counters and aerosol extinction monitor as an in-situ measurement system. Furthermore, installing the newly developed aureolemeter on the Korean icebreaking R/V Araon, aerosol remote-sensing observation was successfully performed in the Korean Antarctic Research Program cruising over the Pacific to Antarctic Oceans.

研究分野：大気物理学・極地気象学

キーワード：エアロゾル 西太平洋 インド洋 広域船上観測 光学特性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

大気中のエアロゾルがその放射効果や雲降水過程を通して地球規模の気候変動に及ぼす影響については、気候変動に関する政府間パネル (IPCC, 2013) においても重要な項目として取り上げられているが、その定量的な評価には未だに多くの不確かさが残る。すなわち、地球温暖化を引き起こすと考えられる温室効果気体についてはその科学的な理解が進んでおり温暖化強制力の定量的な評価がなされている一方で、地球冷却化に働くと考えられる大気中のエアロゾルについては科学的理解の遅れが著しく、気候影響力の評価も不十分である。その結果、数値モデルによる地球温暖化の正確な将来予測が著しく困難なものとなっている。

エアロゾルは自然起源、人為起源に大別されるが、その物理的・化学的性質は多様であり、結果として、エアロゾルの直接的効果による気候影響は冷却化・温暖化の双方が考えられる (中島, 1999)。さらに、物理過程や降水過程を含む間接的効果による気候影響についてはほとんど解明されていない。その一因はエアロゾルの地球規模での時間的・空間的分布とその変動について十分な観測データが得られていないことによる。そのため、気候変化の将来予測の精度向上には、まず地球規模でのエアロゾルの物理的・化学的性質の実態把握が肝要で急務とされ、エアロゾルと放射に関する全球的な観測ネットワークや観測プロジェクトが展開されている (例えば、BSRN, AERONET, SKYNET, ARM, ABC など)。

しかし、これらは主に陸域に偏在していることから、地球表面の7割を占める海洋上の観測データを取得する手段としては、船舶による洋上観測が必要であり、広域エアロゾルの実態把握において極めて有効である。

また、全球データの蓄積には衛星観測がもっとも有効と言えるが、一方で、衛星観測リトリバルの精度向上には地上検証観測が不可欠であり、船舶観測は洋上の検証観測として重要な役割を持つ。

本計画の応募者を含む研究グループは、2000年に先代「しらせ」船上でエアロゾル観測を実施し、東京～オーストラリアに至る海域で、自然起源の海洋性エアロゾルや人為起源の燃焼性エアロゾル等、異なった海域でそれぞれ特徴あるエアロゾル特性を見出した (Yabuki et al., 2003)。しかし、その観測では化学成分に関する観測が不十分だったために、エアロゾルの組成と光学特性とを直接的に結びつけた議論を行うことはできなかった。その後、化学観測も加えた総合観測を「しらせ」の国内巡航 (日本周辺海域の試験航海) 時に実施し成果を上げることができた (Shiobara et al., 2007)。本研究計画はこれをさらに発展させる内容となっている。

2. 研究の目的

自然起源や人為起源のエアロゾルが複雑に存在する西太平洋～インド洋海域において、エアロゾルの光学的性質とその鉛直構造の実態把握とその変質過程の解明を研究目的とする。

そのため、受動型測器スカイラジオメータと能動型測器ライダーの複合リモートセンシングを中心に大気全層のエアロゾル観測を行うと共に、表層エアロゾルの光学観測やフィルター・インパクターサンプリングを行い、広域洋上エアロゾルの光学特性・化学成分およびそれらの空間的・時間的変動を調べる。さらに、流跡線解析や輸送モデルを用いて、その起源から洋上輸送を経て観測されるまでの変質過程を明らかにする。

本研究計画の広域洋上観測には、毎年同時期に同一航路の航海を行う新南極観測船「しらせ」を観測プラットフォームとして利用し、その航路上でエアロゾルの光学観測やサンプリング等の総合観測を実施する。

3. 研究の方法

受動型測器スカイラジオメータと能動型測器ライダー (シーロメータ) の複合リモートセンシングを中心に大気全層のエアロゾル観測を行う (全層エアロゾル観測) と共に、表層エアロゾルの光学観測やフィルター・インパクターサンプリングを行い (表層エアロゾル観測) 広域洋上エアロゾルの光学特性・化学成分を総合的に調べる。

そのため、日本の南極観測行動として毎年同時期 (東京 南極: 11～12月、南極 東京: 2～4月) に同一航路の航海を行う南極観測船「しらせ」にエアロゾル観測機器を搭載し、その航路上でエアロゾルの光学観測やエアロゾルサンプリング等の総合観測を実施する。

4. 研究成果

本研究計画では、これまでノウハウを蓄積してきたエアロゾル直接測定装置および新たに開発したリモートセンシング機器を含む船上エアロゾル総合観測システムを南極観測船しらせに搭載し、しらせの南極観測航海において船上観測を実施することにより、これまで得られなかったインド洋、南大洋を含む広域洋上エアロゾルの光学特性に関する貴重な観測データを取得することができた。さらに、本研究において新たに開発された船舶搭載型オリオールメータを韓国砕氷船アラオンに搭載し、韓国極地研究所との国際共同研究として韓国～南大洋にいたる広域洋上観測を実施し、極域エアロゾルの光学特性に関する良好な観測データを取得することができた。船舶搭載型オリオールメータおよびそれを用いた船上観測の成果は米航空宇宙局が主導する海洋エアロゾル観測ネットワーク (MAN) 計画への貢献、ひいてはそのMAN計画の大きな目的の一つである衛星観測によるエアロゾルリトリバル検証へ貢献するものである。

<引用文献>

- 中島, 1999: 人為起源エアロゾルと気候変動. 科学, Vol. 69, 838-845 .
- IPCC, 2013: IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2013. UNEP/WMO.
- Shiobara et al., 2007: Optical and chemical properties of marine boundary layer aerosol around Japan determined from shipboard measurements in 2002. *Atmos. Environ.*, **41**, 4638-4652, doi:10.1016/j.atmosenv.2007.03.048.
- Smirnov et al., 2009: Maritime Aerosol Network as a component of Aerosol Robotic Network. *J. Geophys. Res.*, **114**, D06204, doi:10.1029/2008JD011257.
- Tanaka, N., H. Kobayashi, T. Murayama, M. Shiobara, 2014: Improvement of shipborne sky radiometer and demonstration aboard the Antarctic R/V Shirase. *Antarctic Record (Nankyoku Shiryo)*, in press.
- Yabuki et al., 2003: Optical properties of aerosols in the marine boundary layer during a cruise from Tokyo, Japan to Fremantle, Australia. *J. Meteor. Soc. Japan*, **81**, 151-162.

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 4件)

- Kobayashi, H., and M. Shiobara, 2015: Development of new shipborne aureolemeter to measure the intensities of direct and scattered solar radiation on rolling and pitching vessel. *Proc. SPIE 9640, Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XX*, 96401A1-9.
- Kuji, M., R. Fujimoto, M. Miyagawa, R. Funada, M. Hori, H. Kobayashi, S. Koga, J. Matsushita, M. Shiobara, 2016: Cloud fractions estimated from shipboard whole-sky camera and ceilometer observations. *Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan*, **14** (ists30), Pn_7-Pn_13.
- 古賀聖治, 2018: 南極域での DMS 及び関連物質観測. *大気化学研究*, **38**, 1-10.
- Kuji, M., A. Murasaki, M. Hori, M. Shiobara, 2018: Cloud fractions estimated from shipboard whole-sky camera and ceilometer observations between East Asia and Antarctica. *J. Meteorol. Soc. Japan*, **96**, 201-214, DOI:10.2151/jmsj.2018-025.

[学会発表](計 8件)

- 小林拓, 塩原匡貴, 2015: 船舶用オリオールメータの開発. *日本気象学会2015年秋季大会*.
- Funada, R., M. Nakamura, M. Kuji, M. Shiobara, 2015: Optical properties of aerosols determined from shipboard sky radiometry observation. *Asian Conference on Meteorology 2015, 26-27 October 2015, Kyoto, Japan*.
- Koga, S., T. Kinase, J. Matsushita, M. Shiobara, 2015: Aerosol extinction and scattering coefficients in the atmospheric boundary layer over the Southern Ocean. *The 13th International Conference on Atmospheric Science and Application to Air Quality, 11-13 November 2015, Kobe, Japan*.
- Kobayashi, H., and M. Shiobara, 2015: Development of new shipborne aureolemeter to measure the intensities of both direct and circumsolar radiation. *AGU Fall Meeting, 14-18 December 2015, San Francisco, CA, USA*.
- Kuji, M., R. Fujimoto, M. Miyagawa, R. Funada, M. Hori, H. Kobayashi, S. Koga, J. Matsushita, M. Shiobara, 2015: Cloud fractions estimated from shipboard whole-sky camera and ceilometer observations. *AGU Fall Meeting, 14-18 December 2015, San Francisco, CA, USA*.
- Kobayashi, H., Y. Nomura and M. Shiobara, 2016: Development of new shipborne aureolemeter to measure the direct- and circumsolar-solar radiation. *22nd International Symposium on Polar Sciences, 10-11 May 2016, Incheon, Rep. Korea*.

古賀聖治, 木名瀬健, 塩原匡貴, 2017: 西太平洋から南大洋にかけてのエアロゾル粒子の光学特性. 日本気象学会 2017 年秋季大会.

Shiobara, M., H. Kobayashi, N. Tanaka, Y.J. Yoon, S. Ahn, J. Jung, T. Choi, 2018: Ship-board Sky-radiometry for Investigating Optical Properties of Maritime Aerosols over Oceans Including Polar Regions. 15th AMS Conf. Atmospheric Radiation, 9-13 July 2018, Vancouver, Canada.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 古賀 聖治
ローマ字氏名: KOGA Seiji
所属研究機関名: 独立行政法人産業技術総合研究所
部局名: 環境管理技術研究部門
職名: 主任研究員
研究者番号(8桁): 70356971

研究分担者氏名: 小林 拓
ローマ字氏名: KOBAYASHI Hiroshi
所属研究機関名: 山梨大学
部局名: 医学工学総合研究部
職名: 准教授
研究者番号(8桁): 20313786

(2) 研究協力者

研究協力者氏名: 原 圭一郎
ローマ字氏名: HARA Keiichiro
研究協力者氏名: 矢吹 正教
ローマ字氏名: YABUKI Masanori
研究協力者氏名: 久慈 誠
ローマ字氏名: KUJI Makoto

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。