

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 12 日現在

機関番号：37111  
 研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2011～2012  
 課題番号：23710035  
 研究課題名（和文）海洋上における半球規模の大気組成の変動要因の解明～衛星観測データの検証  
 研究課題名（英文）Observational study of atmospheric aerosol and gas variations over ocean: validation of satellite measurements  
 研究代表者  
 高島 久洋（TAKASHIMA HISAHIRO）  
 福岡大学・理学部・講師  
 研究者番号：20469620

### 研究成果の概要（和文）：

海洋上での MAX-DOAS 法による二酸化窒素の導出手法について検討し、その上で海洋上の二酸化窒素濃度の背景値および変動性について定量化した。得られた研究成果を投稿論文として取りまとめ、国内外の学会で発表した。研究観測船「みらい」で実施した MAX-DOAS 法による海上での観測について、エアロゾル・二酸化窒素等の微量ガス成分の導出を行い、変動の特徴を明らかにするとともに、人工衛星観測データの評価を行った。得られた成果を学会で発表した。

### 研究成果の概要（英文）：

Nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) profile retrievals by Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy (MAX-DOAS) over the remote ocean were performed. Atmospheric aerosol and NO<sub>2</sub> variations over ocean were investigated using MAX-DOAS measurements on R/V Mirai for quantifying the background values over ocean. Comparison with satellite measurements as well as ground based measurements were also performed.

### 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：大気微量成分観測，エアロゾル，リモートセンシング観測

1. 研究開始当初の背景  
東アジアの経済成長にともない国境を越え

た大気汚染が深刻化している。しかし大気組成、特に寿命が短く人為起源の化学種（例え

ば、二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) の観測が不足しているために、大気中の化学・物理過程について十分な理解がなされていない。特に海洋上は観測空白域となっているため、陸域起源の海洋上への輸送過程や海洋上での諸化学・物理過程は明らかにされていない。

## 2. 研究の目的

本研究では海洋上において、複数の大気微量成分を連続的に観測可能な MAX-DOAS 法 (Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy: 複数仰角太陽散乱光分光計測・差分吸収解析法) とよばれる受動リモートセンシング観測手法により、エアロゾル・大気ガス成分を観測 (導出) し、人工衛星観測データと比較することで、定量的かつ半球規模での海洋上の化学・物理過程の詳細を明らかにすることを目的とした。

MAX-DOAS 法より得られた海洋上のエアロゾル・大気ガス成分の鉛直分布データを用いて、1) 海洋上での低濃度環境下での二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) 濃度の定量化、2) エアロゾルおよび大気ガス成分の時空間変動の定量化、さらに 3) 広範囲に同時に観測できる衛星観測データの検証を行うことを目的とした。検証後の衛星観測データを用いることで大気組成の変動の空間代表性を明らかにし、陸域起源の汚染大気の海洋上への輸送過程の解明や半球規模の大気組成の変動要因の解明に貢献する。

## 3. 研究の方法

海洋研究開発機構の研究観測船に観測装置を設置し、MAX-DOAS 法と呼ばれるリモートセンシング手法で観測を実施した。得られた数か月分の大気組成観測データを解析し、その変動の特徴を記述する。

エアロゾル観測データについて、同時に

船上で観測されているデータ (ライダー (Mie lidar; 波長 532 nm), スカイラジオメーター) 等と定量的な比較を行う。

$\text{NO}_2$  について、海洋上の濃度の背景値および変動性について定量化を行うため、複数の波長域での解析を進め、海洋上での解析手法を確立する。

気象再解析データを用いた気象場と各種大気ガス成分の変動との対応関係について調べ、後方流跡線解析による汚染域・海洋等の起源および起源からの輸送時間について推定できる仕組みを構築する。大気ガス成分毎の起源の類似性について調べる。

MAX-DOAS 観測データを用いて衛星観測データの検証を行い、各種成分の変動要因 (力学・化学過程) を定量化するとともに、検証後の衛星観測データから変動の空間代表性を調べる。

## 4. 研究成果

本研究では、主に以下の3つの研究成果を得た。

(1) 海洋上での MAX-DOAS 法による二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) 導出手法について検討した。海洋上の濃度の低い  $\text{NO}_2$  を導出するには、観測誤差、具体的には波長の干渉影響を評価する必要がある。これまでの陸上での観測では、可視域の1波長域のみを利用していたが、濃度が低い海洋上において、紫外域と可視域を含む複数の波長域のスペクトルデータを用いて  $\text{NO}_2$  の導出を試みた。その結果、同手法では海洋上において 0.2 ppbv 程度までは観測可能であることが明らかとなった。海洋上での複数回の航海で得られた数か月分のデータをもとに、 $\text{NO}_2$  の背景値および日変化、数日スケール内での変動性について定量化を議論した。

(2) MAX-DOAS 法では、エアロゾルの濃度

およびその変動特性を定量的に明らかにすることは、同手法で大気微量ガス成分の濃度と変動性を定量的に見積もる上で、必要不可欠である。まず研究観測船「みらい」で MAX-DOAS 法による海上でのエアロゾル・微量ガス成分の観測を実施した。得られたエアロゾルデータ（消散係数、光学的厚さ）を「みらい」で同時に観測している Sky radiometer や lidar によって得られたデータと比較を行った。その結果、MAX-DOAS 法より導出したエアロゾルデータが海上でも妥当であることが明らかとなった。

(3) 最後に、本研究で得られた船上観測データと人工衛星観測データとの比較を行った。対象とした衛星観測データは、OMI (Ozone Monitoring Instrument) と MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) の NO<sub>2</sub> エアロゾル、プロダクトデータである。OMI の NO<sub>2</sub> プロダクトは、NASA と KNMI の 2 つの機関から提供されているデータを用いた。水平分解能は数 10 km と、現場観測データ (数 km) よりかなり粗い。NO<sub>2</sub> に関して、本研究の(1)で得られたデータとの比較から、衛星観測データは値も小さく、対象空間内の変動性も低い傾向にあり、特に人為起源物質の発生源から離れている海洋上の微量大気組成成分の変動性を理解するためには、現場観測データの蓄積、および衛星観測技術の向上が必要であることが認識された。エアロゾルについては (晴天時) は整合的な結果が得られた。

得られた研究成果の一部は投稿論文としてとりまとめ、また国内外の学会で発表した。

## 5. 主な発表論文等

(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 1 件)

- ① Takashima, H., H. Irie, Y. Kanaya, and F. Syamsudin (2012), NO<sub>2</sub> observations over the western Pacific and Indian Ocean by MAX-DOAS on Kaiyo, a Japanese research vessel, Atmos. Meas. Tech., 5, 2351-2360, doi:10.5194/amt-5-2351-2012 (査読有).

[学会発表] (計 6 件)

- ① 高島久洋, 金谷有剛, 入江仁士, 青木一真, 清水厚, 海洋上におけるエアロゾルの変動~MAX-DOAS法による船上観測, ブルーアース2013, 2013年3月14日, 東京.
- ② Takashima, H., H. Irie, Y. Kanaya, Ship-borne MAX-DOAS measurements over the western Pacific and Indian Ocean on a Japanese research vessel "Mirai" AGU Fall meeting 2012, 6 December 2012, San Francisco, USA.
- ③ 高島久洋, 金谷有剛, 入江仁士, 西太平洋-インド洋域での MAX-DOAS 法による大気組成観測, 日本気象学会2012年度秋季大会, 2012年10月3日, 札幌.
- ④ 高島久洋, 金谷有剛, 入江仁士, 「みらい」でのMAX-DOAS 法による船上エアロゾル・ガス観測, ブルーアース2013, 2012年2月23日, 東京.
- ⑤ Takashima, H., H. Irie, Y. Kanaya, NO<sub>2</sub> variations over the remote ocean observed by MAX-DOAS on a Japanese research vessel, AGU Fall meeting 2011, 5 December 2011, San Francisco, USA.
- ⑥ 高島久洋, 金谷有剛, 入江仁士, MAX-DOAS 法による西部太平洋-インド洋での NO<sub>2</sub> 観測, 第 17 回大気化学討論会, 2011 年 10 月 18-19 日, 京都.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

- ・出願状況 (計 0 件)
- ・取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高島 久洋 (TAKASHIMA HISAHIRO)

福岡大学・理学部・講師

研究者番号：20469620

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし