

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「地球規模の環境課題の解決に資する研究」領域)

## 南米における大気環境リスク管理システムの開発

(アルゼンチン・メキシコ)

平成 24 年度実施報告書

代表者：水野 亮

名古屋大学 太陽地球環境研究所・教授

<平成 24 年度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施の概要

地球の大気環境は、温室効果ガス等の排出などの人為的なリスクと火山や森林火災等の自然起源のリスクにさらされている。本研究はアルゼンチンおよびチリの研究者らと協力し、国際的な地球観測網の「空白域」である南米域において、(1)先端的な観測機器による大気観測網の整備を進め、地域社会および世界各国で活用される基本的な大気質データを取得し関係諸機関に提供すること、および(2)リアルタイムな大気環境リスク情報伝達システムのひな形を構築し、取得された観測データをもとに地域社会へのアラート(警報・注意喚起)の発信等、相手国における具体的な大気環境リスクの社会管理システムの構築を目指すものである。

本年度はプロジェクトを開始するため、相手国の研究機関と今後の共同研究の進め方を議論した。特に本研究の柱のひとつであるエアロゾルライダーの観測網について、新規・既存のライダー併せて計9基のライダーから構成される観測網とすることを決め、さらに相手国と新規に共同開発するライダーの仕様を詰めた。また、オゾン観測においては観測データの高精度化のための機器開発に向けた準備を進めた。研究・技術開発面において計画は順調に進んでいる。

また、R/D、MoU の締結に向け、相手国の社会的な状況、背景を調べるため、JICA 主導の下で9月に2週間にわたり詳細計画策定調査を行った。本プロジェクトは他のプロジェクトと異なりチリとアルゼンチンの2つの国を相手国としているが、投入規模の大きいアルゼンチン側にやや比重をかけて調査を行った。調査の結果、両国とも独自に行政が危機管理体制のインフラ整備を行っていることが明らかになった。本プロジェクトでめざす準リアルタイムな大気環境リスク情報伝達システムをどのようにそれぞれの国の危機管理インフラに組み込んでいくか、その具体的な設計を進めることが今後のプロジェクトを進める上で重要である。そこで、本格的なプロジェクト開始初年度にあたる H25年度に両相手国の危機管理インフラ整備の現状を把握するためのベースライン調査を行い、その調査結果をもとにどのような省庁部局とどういった連携を取るべきかを明確にし、構築すべき情報伝達システムの設計をより具体化したいと考えている。

## 2. 研究グループ別の実施内容

### オゾン・紫外線グループ

研究題目:オゾンホール・紫外線リスクの高精度実態把握と住民への情報伝達に関する研究

オゾンホール直下にしばしば位置する南米南端のパタゴニア地域におけるオゾン層破壊と紫外線量変動の実態を把握するためのモニター観測を実施し、地域住民への迅速な情報伝達システムを開発することを目的とする。また同モニター観測を行うためのミリ波遠隔測定技術の高精度化開発を行う。さらに地球規模の環境変動の動向を把握するためチリ・アタカマ高地、南極昭和基地を含む広範囲の地上観測網を形成し、三次元化学輸送モデルや国際的データベースへのデータ提供を行う。また南米における大気環境リスク管理システムの開発を目指す本研究課題全体を統括する。

本年度は、H25 年4月より本格的に開始する本計画の準備を進めた。南米南端リオ・ガジェゴス市の南部パタゴニア大気観測所に設置したミリ波分光計について、初期運用を開始した 200GHz 帯の受信機から下層大気の吸収の影響の少ない 100GHz 帯の受信機への載せ替えを行った。また、これに合わせて 100GHz 帯における観測効率を向上させるべくビーム伝送光学系の再設計を行った。H25年度以降、2、3年の間にビーム伝送系の改良、冷却黒体の改良、受信機の片サイドバンド化などの開発を進め、観測の高精度化を目指す。本年度はまだ暫定研究期間で本格的な開発は進めてはいないが、ビーム伝送系の再設計と電磁界シミュレータを用いた数値計算評価、片サイドバンド化のための導波管フィルタの設計と試作など本計画開始後に向けた基盤的な開発を進めた。また、相手国研究者とともに高度分布のリトリーバ

ル解析プログラムに関する技術検討を行った。アルゼンチンの相手機関である CEILAP のライダーのデータ解析は MATLAB を用いて行われており、MATLAB と親和性が高く欧州の研究グループで解析に用いられている ARTS, Q-Pack のパッケージを利用したミリ波データ解析プログラムと名大で開発した C 言語と FORTRAN によるミリ波データ解析プログラムの比較を行った。解析結果自体は基本的によい一致を示すが、様々なミリ波観測装置に対応できるように汎用化されている ARTS, Q-Pack では、我々のミリ波観測装置に特化した名大の解析プログラムより計算時間が長くかかった。相手国におけるソフト開発体制の強化やライダーデータとの結合を見据え、今後は MATLAB ベースの ARTS, Q-Pack を用いた解析システムを構築するのが得策と考えられるが、大量のデータを迅速に処理するために我々のミリ波分光計観測にカスタマイズし、解析時間の短縮を図る必要があることが明らかになった。基本的に計画は順調に進んでいる。

### 対流圏エアロゾル・統合データ解析グループ

研究題目:対流圏エアロゾルの監視・予測・警報システムの構築および大気環境リスクに対する統合的なデータ解析手法に関する研究

#### ・対流圏エアロゾル観測

人間活動に影響を及ぼす火山灰や森林火災の煙、ミネラルダストなどの対流圏のエアロゾルイベントを常時監視するとともに、エアロゾルの輸送を予測して関係機関に警報を発するためのシステムの構築を目的とする。そしてこのために、高機能のライダー観測ネットワークおよび準リアルタイムのデータ解析システムを構築する。

本年度は CEILAP におけるライダー研究について調査し、既存のラマン散乱ライダーの改良と新たに製作する高スペクトル分解ライダー(HSRL)の構成について検討を行った。その結果、新たに開発する HSRL は、これまでに CEILAP が火山噴煙観測用に開発したラマン散乱ライダーの設計をベースに、レーザーを狭帯域化するとともに、受信光学系にヨウ素セルを追加して波長 532 nm の高スペクトル分解ライダー測定を行う構成を採用することとした。これによって昼夜共に 532 nm における消散係数の直接測定が可能になる。また、HSRL の製作の方法、必要な機器の仕様と調達方法について具体的な検討を行った。一方、既存のライダーおよび新たに製作する HSRL を用いて構築する対流圏エアロゾル観測ライダーネットワークの観測地点の配置について検討した。

#### ・統合データ解析

地球規模の大気環境問題のひとつに挙げられる南極オゾンホールとその人間活動等への影響の理解に資する情報の提供を目的とし、各種の高精度観測に基づくオゾン等のデータを活用するための三次元化学輸送モデルの開発を行う。このモデルを用いて短期的なオゾン等の大気成分の予測結果を配信し、南米の人間活動にとって有益な情報源とすることを目指す。リオ・ガジェゴスのオゾンライダー、ミリ波分光放射計、オゾンゾンデ等の観測データに、アタカマ、昭和基地での各種データ、いくつかの衛星観測データを統合的に利用する。開発した化学輸送モデルを用いて、南極オゾンホールの南米先端部への到来を事例としてモデルの性能評価、統合的データ解析の有効性を検証する。

H24年度は、いくつかの衛星観測データの整備とナッジングに利用する気象データの選定等を進めた。H25年度以降にその気象データを利用した化学輸送モデルの開発を進める。

H25年度は、JEM/SMILES のデータと、アタカマの地上ミリ波観測データ、さらに米国 MLS 等の既存衛星データなどと、再解析気象データをナッジングによって同化した化学輸送モデルによる3次元の計算結果とを比較することにより、相互検証・モデルの性能評価を行う。H26年度以降は、上記のモデルの性能評価

に基づく化学輸送モデルの改良を行うとともに、短期予報の気象データを化学輸送モデルに使うことで、成層圏の微量成分分布の短期的な予報を試みる。その後、本事業の観測網が整備され定常的なアウトプットが期待される観測網のデータを活用したデータ解析を進める。研究期間の最終年度には、これらの結果をインターネットを通じて配信するシステムの構築を行う。このような計画の下、基本的に順調に進んでいる。

### 3. 成果発表等

#### (1) 原著論文発表

①本年度発表総数(国内 0 件、国際 7 件)

②本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 7 件)

Mona, L., Liu, Z., Mueller, D., Omar, A., Papayannis, A., Pappalardo, G., Sugimoto, N., and Vaughan, M., “Lidar Measurements for Desert Dust Characterization: An Overview”, *Advances in Meteorology Volume 2012*, Article ID 356265, 36 pages doi:10.1155/2012/356265, 2012.

Scaife, A., Spanghel, T., Fereday, D., Cubasch, U., Langematz, U., Akiyoshi, H., Bekki, S., Braesicke, P., Butchart, N., Chipperfield, M., Gettelman, A., Hardiman, S., Michou, M., Rozanov, E., and Shepherd, T., “Climate change projections and stratosphere–troposphere interaction”, *Clim. Dyn.*, 38, 2089–2097, doi:10.1007/s00382-011-1080-7, May 2012

Fujiwara, M., Suzuki, J., Gettelman, A., Hegglin, M. I., Akiyoshi, H., and Shibata, K., “Wave activity in the tropical tropopause layer in seven reanalysis and four chemistry climate model data sets”, *J. Geophys. Res.*, 117, doi:10.1029/2011JD016808, 2011JD016808, Jun. 2012

Mitchell, D. M., Charlton-Perez, A. J., Gray, L. J., Akiyoshi, H., Butchart, N., Hardiman, S. C., Morgenstern, O., Nakamura, T., Rozanov, E., Shibata, K., Smale, D., and Yamashita, Y., “The nature of Arctic polar vortices in chemistry–climate models”, *Quart. J. Royal Met. Soc.*, 138, 1681–1691, doi:10.1002/qj.1909, Oct. 2012

Sugita, T., Kasai, Y., Terao, Y., Hayashida, S., Manney, G. L., Daffer, W. H., Sagawa, H., Suzuki, M., and Shiotani, M., “HCl/Cly ratios just before the breakup of the Antarctic vortex as observed by SMILES/MLS/ACE-FTS”, *Remote Sensing of Atmosphere, Clouds, and Precipitation IV*, edited by Hayasaka, T., Nakamura, K., and Im, E., vol. 8523 of *Proc. SPIE*, doi:10.1117/12.975667, Nov. 2012

Kuwahara, T., Nagahama, T., Maezawa, H., Kojima, Y., Yamamoto, H., Okuda, T., Mizuno, N., Nakane, H., Fukui, Y., and Mizuno, A., “Ground-based millimeter-wave observation of stratospheric ClO over Atacama, Chile in the mid-latitude Southern Hemisphere”, *Atmos. Meas. Tech.*, 5, 2601–2611, Nov. 2012.

Yumimoto, K., Uno, I., Sugimoto, N., Shimizu, A., Hara, Y., and Takemura, T., “Size-resolved adjoint inversion of Asian dust”, *Geophysical Research Letters*, Vol. 39, L24807, doi:10.1029/2012GL053890, Dec. 2012.

(2) 特許出願

該当なし

4. プロジェクト実施体制

(1) 「オゾン・紫外線」グループ

(研究題目:オゾンホール・紫外線リスクの高精度実態把握と住民への情報伝達に関する研究)

①研究者グループリーダー名: 水野 亮 (名古屋大学・教授)

②研究項目

- ・現存するオゾンと紫外線観測システム(ミリ波分光放射計、オゾンライダー、および他の関連測定器)の高精度化
- ・モニタリングに基づくオゾンホールの変動および低オゾン状態の空気塊の南米中緯度帯への拡散・混合過程の分析
- ・観測および解析データを相手国関係各省庁および各機関と共有するための情報システムの開発

(2) 「対流圏エアロゾル・統合データ解析」グループ

(研究題目:対流圏エアロゾルの監視・予測・警報システムの構築および大気環境リスクに対する統合的なデータ解析手法に関する研究)

①研究者グループリーダー名: 杉本 伸夫 (国立環境研究所・室長)

②研究項目

- ・準リアルタイムエアロゾルモニタリングネットワークの開発
- ・エアロゾルの特性の把握
- ・大気環境リスク把握のための統合解析システムの開発

以上