

「地球変動のメカニズム」
平成11年度採択研究代表者

中島 映至

(東京大学 気候システム研究センター 教授)

「アジア域の広域大気汚染による大気粒子環境の変調 について(APEX)」

1. 研究実施の概要

本研究ではアジア域の人為起源エアロゾルの間接気候効果を研究する。すなわち、アジア域で増加し続ける大気浮遊微粒子(エアロゾル)が雲核として雲を変化させる間接効果を研究することによって、最終的には人為起源エアロゾルが生み出している間接効果の放射強制力と降雨量変化を推定したい。今年度は、雲とエアロゾルの相互作用研究のための基盤整備として、雲レーダーとライダーの同時観測システムの確立、雲分解モデルの導入、雲とエアロゾルの衛星解析システムの確立、SKYNET地上観測網の整備・拡充を行った。このような活動を通して、エアロゾルと雲の微物理構造の観測能力の増強が行われた。本研究における現在の知識では、人為起源エアロゾルの間接効果の放射強制力は -0.7W/m_2 から -1.7W/m_2 程度の範囲にあると推定された。今後は、放射強制力算定の精度向上と降雨量変動についての評価を行いたい。また、12月には最初の集中観測を奄美大島付近で行った。その中でインターネット上で観測を支援するための仮想実験室を立ち上げ、著しい効果を得た。

2. 研究実施内容

今年度は、雲とエアロゾルの相互作用研究のための基盤整備として以下のことを行った。

1. 雲レーダーとライダーの同時観測システムを確立した。図1に示すような雲構造の詳細が分かる雲レーダーエコーのデータを多く収集した。また、ライダーデータとの同時解析により雲粒の有効粒子半径の鉛直プロファイルを求めるアルゴリズムを開発した。現在、データ解析中である。雲-エアロゾル相互作用現象は雲底付近の雲粒径に変化が出やすいので、このようなデータは重要である。

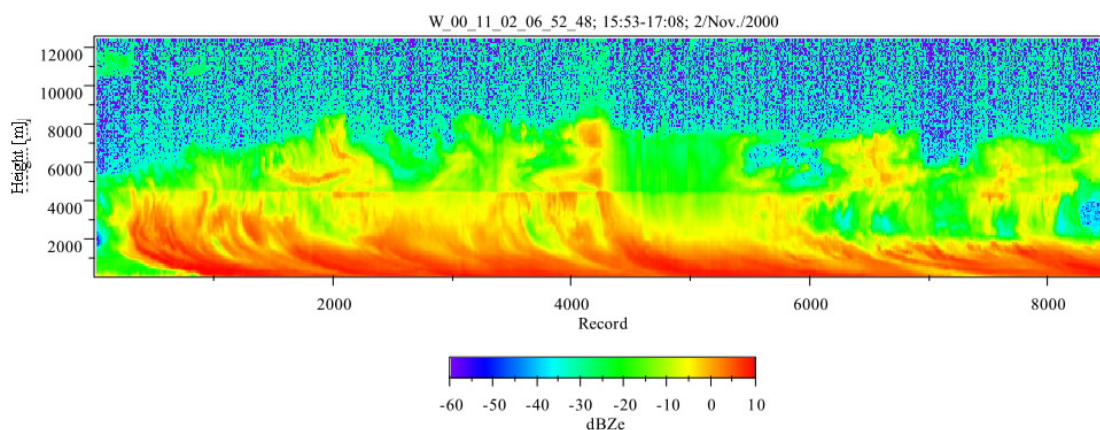


図1 雲レーダーによる雲システムの観測。2000年11月2日の例。

2. SKYNET 地上観測網の整備・拡充を行った。特に海上での雲の放射強制力を求めるために重要なデータとなる船舶上でのスカイラジオメーターの全自動運用システムを確立した。図2にこれまで商船によって得たデータを示す。北半球、特に20度以北でエアロゾルの光学的厚さが大きいことが分かる。南半球の中高緯度でもオングストローム指数が増加し、植生燃焼起源の小粒子が卓越していることが分かる。このようなデータは世界的に見ても無い。

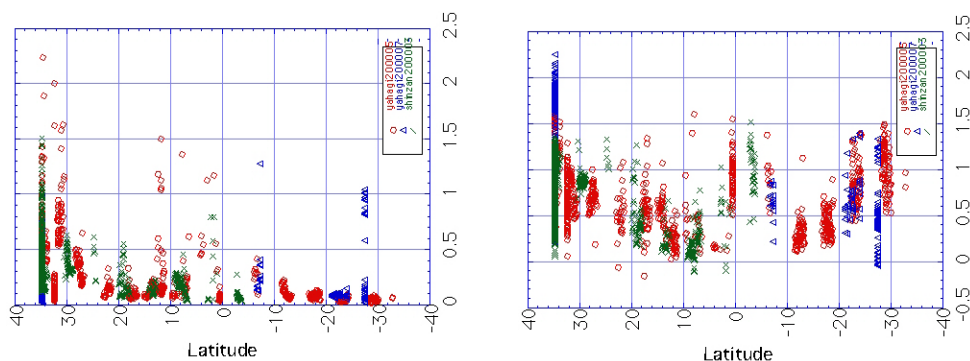


図2 船舶用スカイラジオメーターから得られたエアロゾルの光学的厚さとオングストローム指数の緯度分布。日本 - オーストラリア間の商船による自動観測例。

3. 雲とエアロゾルの微物理パラメーターを求める衛星アルゴリズムの開発とデータ解析システムシステムの整備を行った。特に、TRMM データから雲とエアロゾルの相互作用研究にとって重要な霧粒量を求めるアルゴリズムを確立した。また、図3に示すようにAVHRR から得られた低層雲の光学的厚さと有効粒子半径、およびエアロゾルの光学的厚さとオングストローム指数を比較することにより、産業革命以降のエアロゾル増加による間接効果が引き起こす放射強制力の全球分布を求めた。図によると夏半球の大陸西岸沖で著しい負の間接効果が起きていることが分かる。

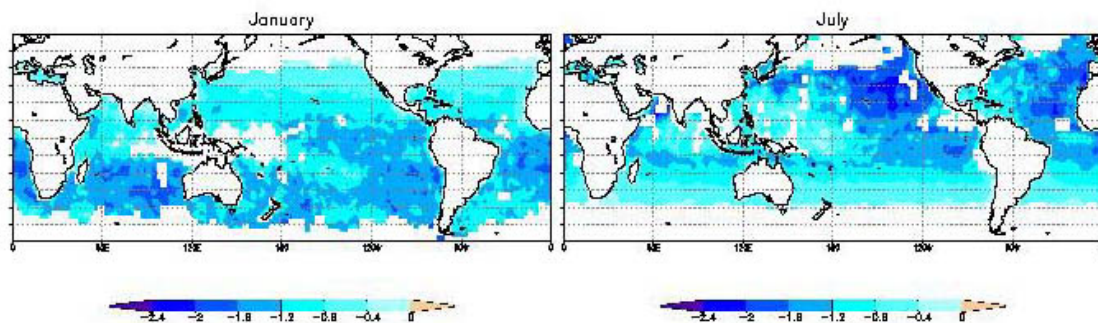


図3 AVHRRリモートセンシングから得られたエアロゾル間接効果による放射強制力。1990年

- 4 . 12月には最初の集中観測を奄美大島付近で行った。データは現在解析中である。その中でインターネット上で観測を支援するための仮想実験室を立ち上げ、著しい効果を得た。これはホームページ上でエアロゾル輸送に関する予報モデル結果や雲とエアロゾルに関するリモートセンシング結果、地上観測値結果をセミリアルタイムで掲載し、現地観測者を含む研究者がネット上でこれらのデータを見ながら観測を進めていくシステムである。これにより有効なデータが収集できた。また、開発した低過飽和度の雲核計から始めてデータを修得した。
- 5 . エアロゾルと雲に関する気候モデルを改良した。特にエアロゾルの一次散乱アルベドを地上観測値と比較することによりエアロゾルの直接効果による放射強制力の計算精度を高めた。また、イスラエル大学のAlex Khain 博士が開発した雲分解モデルを気候システム研究センターの計算機システムにインストールした。現在、このモデルを学習中である。
- 6 . 図4に人為起源エアロゾルが引き起こす放射強制力に関する本研究の知識をまとめる。Sekiguchi et al(2001)の結果はNakajima et al(2001)の手法を地球上の各ピクセルに適用し、かつ産業革命以降、エアロゾル数が一律15%増加したと仮定して求めた。計算手法の違いにより3つの結果を得た。図によるとエアロゾルの直接効果よりも間接効果がかなり大きいものと現段階では結論できる。

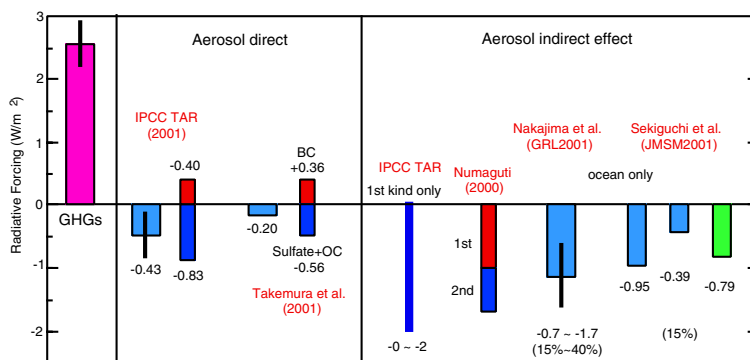


図4 エアロゾルの放射強制力の様々な評価。

3 . 主な研究成果の発表（論文発表）

Sugita, T., T. Yokota, T. Nakajima, H. Nakajima, K. Waragai, M. Suzuki, A. Matsuzaki, Y. Itou, H. Saeki, and Y. Sasano, 2000 : Temperature and pressure retrievals from O2 A-band absorption measurements made by ILAS: Retrieval algorithm and error analyses. *SPIE*, 4150, 94-105.

Takemura, T., H. Okamoto, Y. Maruyama, A. Numaguti, A. Higurashi, and T. Nakajima, 2000 : Global three-dimensional simulation of aerosol optical thickness distribution of various origins. *J. Geophys. Res.*, 105, 17853-17873.

Ru, J., N. Takeuchi, T. Uezono, S. Kaneta, M. Minomura, H. Kuze, T. Takamura, A. Higurashi, and T. Nakajima, 2000: Optical properties of biomass burning smoke in South-east Asia studied by NOAA/AVHRR and ground-base monitoring. *Adv. Space Res.*, 25, 1029-1032.

Nakajima, T., M. Tsukamoto, Y. Tsushima, A. Numaguti, and T. Kimura, 2000: Modeling of the radiative process in an atmospheric general circulation model. *Appl. Opt.*, 39, 4869-4878.

Higurashi, A., T. Nakajima, B. N. Holben, A. Smirnov, R. Frouin, B. Chatenet, 2000: A Study of Global Aerosol Optical Climatology with Two Channel AVHRR Remote Sensing, *J. Climate*, 13, 2011-2027.

Kuji, M., T. Hayasaka, N. Kikuchi, T. Nakajima and M. Tanaka, 2000: The Retrieval of Effective Particle Radius and Liquid Water Path of Low-Level Marine Clouds from NOAA AVHRR Data, *J. Appl. Meteor.*, 39, 999-1016.