

平成21年 5月8日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19740293

研究課題名（和文）熱帯域及び中緯度域における雲微物理過程と鉛直流の相互作用

研究課題名（英文）Interactions between cloud microphysical processes and vertical air motions in the tropical and midlatitude regions.

研究代表者

山本 真之 (YAMAMOTO MASAYUKI)

京都大学・生存圏研究所・助教

研究者番号：90346073

研究成果の概要：

VHF 帯大気レーダー・気象レーダー・レーザーレーダー（ライダー）から、風速と雲に関する物理量を同時に観測することにより、雲微物理過程と鉛直流の相互作用を熱帯域及び中緯度域において調べた。大気レーダーによりはじめて正確に測定できる鉛直流の観測結果を用いることにより、雲粒の落下速度の精度良い観測に有用であることを示した。さらに、降水を伴わない非降水雲内における大きい鉛直流擾乱の存在や、雲頂付近における風速変動の詳細を観測により示すことに成功した。

交付額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2007年度 | 1,700,000 | 0 | 1,700,000 |
| 2008年度 | 1,600,000 | 480,000 | 2,080,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,300,000 | 480,000 | 3,780,000 |

研究分野：大気リモートセンシング

科研費の分科・細目：地球惑星科学（気象・海洋物理・陸水学）

キーワード：気象学、リモートセンシング、大気現象、地球観測、自然現象観測・予測、レーダー、ライダー、対流圏

1. 研究開始当初の背景

積雲対流の発達・維持メカニズムを理解し、さらに積雲対流を数値モデルで正しく表現するためには、積雲対流の発達・維持・消失に関する諸過程を観測的に解明し、さらに定量化する必要がある。

鉛直流は、積雲対流の到達高度や持続時間などを決定する最も重要な要因のひとつであるが、殆どの観測機器による鉛直流の観測には観測精度・観測分解能・観測領域の制約

が存在する。そのため、鉛直流を良い精度で観測し、鉛直流と雲微物理過程との相互作用を定量的に理解することが必要である。

2. 研究の目的

VHF 帯大気レーダーは、積雲対流内及びその周辺の鉛直流を、積雲対流が解像可能な時間及び高度分解能（数分以下・数100m以下）で観測可能である。鉛直流を観測するVHF 帯大気レーダーと、雲粒や降水粒子を

観測する他の観測手段を組み合わせることにより、熱帯域及び中緯度域における雲微物理過程と鉛直流の相互作用を解明する。

3. 研究の方法

鉛直流を観測する VHF 帯大気レーダーとして、熱帯域（インドネシア・スマトラ島の赤道大気観測所）に設置された赤道大気レーダー（Equatorial Atmosphere Radar; 以下 EAR）と中緯度域（滋賀県甲賀市信楽町の信楽 MU 観測所）に設置された MU レーダーを用いた。雨粒（粒径 0.5mm 以上）を観測する手段として、9GHz 帯気象レーダーを用いた。また、雲粒を観測する手段として、95GHz 帯ミリ波気象レーダーならびにレーザレーダー（ライダー）を用いた。赤道大気観測所および信楽 MU 観測所において観測を実施するとともに、過去に取得した観測データの解析を実施した。

4. 研究成果

本研究で得た成果は以下の通りである。

- ・ 赤道大気レーダーで観測される鉛直流と、ミリ波ドップラーレーダーで観測されるドップラー速度を併用することにより、雲粒の落下速度を良い精度で得られることを示した。
- ・ MU レーダーで得られる風速 3 成分（鉛直流・水平風）の観測データを用いて、中緯度域巻雲の雲頂付近における風速変動の詳細を示した。
- ・ 赤道大気レーダーで得られる鉛直流観測データを用いて、熱帯域対流圏中層の非降水雲内における鉛直流変動とその擾乱の詳細を示すとともに、鉛直流擾乱の生成要因につき議論を行った。
- ・ 信楽 MU 観測所において、開発中の 9GHz 帯気象レーダー・35GHz 帯気象レーダーのシステム評価を行うとともに、降水領域最下部近傍の大気不安定現象に伴う鉛直流擾乱の観測に成功した。

本研究では、晴天領域・雲や降水のある領域の双方で風速 3 成分が観測可能な VHF 帯大気観測用レーダーが、雲・降水に関連する物理現象の解明に有用であることを十分に示すことができた。本研究で得られた知見や経験をもとに、さらに詳細な雲・降水に関する物理量を得る観測手法を開発し、さらに開発した観測手法を用いて雲や降水現象の本質を解明していくことが期待される。

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 6 件）

査読あり

- (1) Sato, K., H. Okamoto, M. K. Yamamoto, S. Fukao, H. Kumagai, Y. Ohno, H. Horie, M. Abo, 95-GHz Doppler radar and lidar synergy for simultaneous ice microphysics and in-cloud vertical air motion retrieval, *J. Geophys. Res.*, 114, D03203, doi:10.1029/2008JD010222, 2009.
- (2) Seto, T. H., Y. Tabata, M. K. Yamamoto, H. Hashiguchi, T. Mega, M. Kudsy, M. D. Yamanaka, and S. Fukao, Comparison study of lower-tropospheric horizontal wind over Sumatra, Indonesia using NCEP/NCAR reanalysis, operational radiosonde, and the Equatorial Atmosphere Radar, *SOLA*, 5, 21-24, doi:10.2151/sola.2009-006, 2009.
- (3) Yamamoto, M. K., Y. Ohno, H. Horie, N. Nishi, H. Okamoto, K. Sato, H. Kumagai, M. Yamamoto, H. Hashiguchi, S. Mori, N. O. Hashiguchi, H. Nagata, and S. Fukao, Observation of particle fall velocity in cirriform cloud by VHF and millimeter-wave Doppler radars, *J. Geophys. Res.*, 113, D12210, doi:10.1029/2007JD009125, 2008.
- (4) Yamamoto, M. K., N. Nishi, T. Horinouchi, M. Niwano, and S. Fukao, Vertical wind observation in the tropical upper troposphere by VHF wind profiler: A case study, *Radio Sci.*, 42, RS3005, doi:10.1029/2006RS003538, 2007.
- (5) Nishi, N., M. K. Yamamoto, T. Shimomai, A. Hamada, and S. Fukao, Fine structure of vertical motion in the stratiform precipitation region observed by a VHF Doppler radar installed in Sumatra, Indonesia, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 46(2), 522-537, 2007.

査読なし

- (6) 山本真之・大野裕一・中村卓司・阿保真・堀江宏昭・熊谷博・長澤親生・柴田泰邦・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎, VHF 帯レーダー・ミリ波レーダー・可視光ライダーによる雲内及び周辺の風速観測, *信学技報*, 108(63), 1-6, 2008.

〔学会発表〕（計 18 件）

- (1) 深尾昌一郎・H. Luce・妻鹿友昭・山本真之・山本衛・田尻拓也・中里真久, Radar observations of mammatus clouds and turbulence in three frequency bands,

- 第 23 回大気圏シンポジウム, 神奈川県相模原市, 2009 年 2 月 26-27 日.
- (2) 山本真之・永田肇・橋口浩之・山本衛・深尾昌一郎・大野裕一・堀江宏昭・熊谷博・岡本創・佐藤可織・西憲敬・森修一・橋口典子, 赤道大気レーダー (EAR)・雲レーダー (SPIDER) による氷晶の落下速度の観測, 日本気象学会 2008 年度秋季大会, 宮城県仙台市, 2008 年 11 月 19-21 日.
 - (3) 山本真之・岸豊久・中村卓司・西憲敬・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎, MUレーダーとレイリー/ラマンライダーによる中緯度域の巻雲観測, 第 26 回レーザセンシングシンポジウム, 福岡県朝倉市, 2008 年 9 月 11-12 日.
 - (4) 山本真之・岸豊久・中村卓司・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎・西憲敬, VHF 帯レーダーとライダーによる巻雲の雲頂付近における風速観測, 日本気象学会関西支部 2008 年度年会, 大阪府大阪市, 2008 年 6 月 28 日.
 - (5) Yamamoto, M. K., T. Kishi, T. Nakamura, H. Hashiguchi, M. Yamamoto, N. Nishi, and S. Fukao, Wind observation around a top of midlatitude cirriform cloud by VHF Doppler radar and Rayleigh/Raman lidar, The 24th International Laser Radar Conference, Boulder, USA, 23-27 June 2008.
 - (6) 山本真之・大野裕一・中村卓司・阿保真・堀江宏昭・熊谷博・長澤親生・柴田泰邦・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎, VHF 帯レーダー・ミリ波レーダー・可視光ライダーによる雲内及び周辺の風速観測, 電子情報通信学会 マイクロ波研究会, 京都府宇治市, 2008 年 5 月 29-30 日.
 - (7) 山本真之・岸豊久・中村卓司・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎, MUレーダーとレイリー/ラマンライダーによる中緯度域の巻雲観測, 日本気象学会 2008 年度春季大会予稿集, 神奈川県横浜市, 2008 年 5 月 18-21 日.
 - (8) 山本真之・岸豊久・中村卓司・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎・西憲敬, MUレーダーとレイリー/ラマンライダーによる中緯度域の巻雲観測, 第 22 回大気圏シンポジウム, 神奈川県相模原市, 2008 年 2 月 27-28 日.
 - (9) 山本真之・岸豊久・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎・阿保真・西憲敬・安永数明, 赤道大気レーダーとライダーによる熱帯対流圏中層の非降水雲の観測, 第 1 回赤道大気レーダーシンポジウム, 京都府宇治市, 2007 年 12 月 20-21 日.
 - (10) 山本真之・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎・大野裕一・堀江宏昭・熊谷博・岡本創・佐藤可織・西憲敬, 赤道大気レーダー (EAR)・95GHz 雲レーダー (SPIDER) による熱帯域の巻雲観測, 第 1 回赤道大気レーダーシンポジウム, 京都府宇治市, 2007 年 12 月 20-21 日.
 - (11) Yamamoto, M. K., T. Horinouchi, M. Niwano, N. Nishi, M. Yamamoto, H. Hashiguchi, and S. Fukao, Vertical wind observation in the tropical upper troposphere by VHF wind profiler - A case study -, International CAUSES Symposium, Kyoto, Japan, 23-27 October 2007.
 - (12) 岸豊久・山本真之・中村卓司・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎, MUレーダーとレイリー/ラマンライダーによる中緯度域の巻雲観測, 2007 年度日本気象学会秋季大会, 北海道札幌市, 2007 年 10 月 14-16 日.
 - (13) 岸豊久・山本真之・中村卓司・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎, MUレーダーとレイリー/ラマンライダーによる中緯度域の巻雲観測, 地球電磁気・地球惑星圏学会第 122 回講演会, 愛知県名古屋市, 2007 年 9 月 28 日-10 月 1 日.
 - (14) Yamamoto, M. K., T. Horinouchi, M. Niwano, N. Nishi, M. Yamamoto, H. Hashiguchi, and S. Fukao, Vertical wind observation in the tropical upper troposphere by VHF wind profiler - A case study -, 33rd International Conference on Radar Meteorology, Cairns, Australia, 6-10 August 2007.
 - (15) Yamamoto, M. K., Y. Ohno, M. Yamamoto, H. Horie, H. Kumagai, N. Nishi, H. Okamoto, K. Sato, H. Nagata, H. Hashiguchi, and S. Fukao, Cirriform cloud observation in the tropics by VHF wind profiler and 95-GHz cloud radar, 33rd International Conference on Radar Meteorology, Cairns, Australia, 6-10 August 2007.
 - (16) 岸豊久・山本真之・Tri Handoko Seto・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎・阿保真・西憲敬・安永数明, 赤道大気レーダーとライダーによる熱帯対流圏中層の非降水雲の観測, 2007 年度日本気象学会関西支部年会, 大阪府大阪市, 2007 年 6 月 23 日.
 - (17) 山本真之・岸豊久・阿保真・安永数明・西憲敬・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎, 赤道大気レーダーとライダーによる熱帯対流圏中層の非降水雲の観測, 日本地球惑星科学連合 2007 年大会, 千葉市, 2007 年 5 月 19-24 日.
 - (18) 山本真之・Tri Handoko Seto・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎・岸豊久・阿保真・

安永数明・西憲敬，赤道大気レーダーと
ライダーによる熱帯対流圏中層の非降
水雲の観測，日本気象学会 2007 年度春
季大会，東京都，2007 年 5 月 13-16 日。

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 真之 (YAMAMOTO MASAYUKI)

京都大学・生存圏研究所・助教

研究者番号：90346073