

研究種目：基盤研究（A）海外

研究期間：2006～2009

課題番号：18253004

研究課題名（和文）

巨大積乱雲ヘクター理解のためのダーウィン総合観測網の構築

研究課題名（英文）

Development of the observation network for comprehensive study on giant thunderstorm, Hector

研究代表者

河崎 善一郎（KAWASAKI ZEN-ICHIRO）

大阪大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：60126852

研究分野：大気電気学

科研費の分科・細目：気象・海洋物理・陸水学

キーワード：自然現象観測，気象学，大気電気学，観測ネットワーク，モデリング，

1. 研究計画の概要

本研究の目的は，オーストラリア・ダーウィン近郊に連続的に稼動可能な観測網を構築し，

(1) 巨大積乱雲（ヘクター）の大気電気学および大気力学の両性質を考慮した物理モデルの確立

(2) 同地域の雷嵐活動の経年変化と地球電気回路への寄与の検討

を行うことである。なお，本研究遂行のため整備する観測網は研究期間終了後も稼動可能で，同地域における恒久的な，対流，降水，雷嵐活動の観測，および研究体制の整備が期待できる。

これらの研究目的達成のため，研究代表者や分担者らが独自に開発した雷放電可視化装置である，VHF 波帯広帯域デジタル干渉計を複数台用いた観測網を構築し，観測を行うことでヘクターを大気電気学的に理解する。また，オーストラリア気象局が運用している C バンド二重偏波ドップラーレーダや高層気象観測データにより，ヘクターを大気力学的に理解する。これらの観測データを有機的に統合することで，電気と力学を含んだ自己矛盾のない積乱雲モデルのシミュレーションや，気候変動への寄与を明らかにする。

2. 研究の進捗状況

オーストラリア・ダーウィン地域で，研究期間を通じて毎年 10 月から 12 月にかけてヘクター観測を行っている。この時期は同地における乾季から雨季への移行期であり，対流活動の最活発期間である。観測装置は，VHF

波帯広帯域干渉計 3 機のネットワークを中心にした電磁波計測である。観測地点は，研究初年度の 2 箇所から，追加や変更の後，最適と考えられる 3 箇所を確定し，設置方法，環境に応じた観測装置の高機能化を行った。具体的には，雷放電から生じる VHF 波帯の電磁波が放送波等とはことなり，非常に広帯域であることから，広帯域電磁波のみを選択的に記録する機能追加や，記録系を含むシステム全体を炎天下や豪雨時においても野外設置の実現などである。

一方，オーストラリア気象局との協力体制も整備し，気象局が観測を行う，C バンドドップラーレーダと高層気象データの提供を受け，雷観測データとの統合スキームを確立し，その実証実験も行っている。この結果，巨大積乱雲「ヘクター」を，大気電気学および大気力学の両面から詳細に観測する体制が整い，データの蓄積を進めているところである。

取得したデータは，雷放電と降水粒子種別を含む雷雲構造の比較する方法で解析を行っており，特に雷放電の開始点の雷雲構造に着目している。ここで得られた関係から，気象庁等で用いられている非静力学モデルに，電氣的な効果を組み込む手法を提案しその実証を行っている。更に，人工衛星観測データを用いた統計的な観点からのグローバルなアプローチを行い，積乱雲と雷放電のパラメタリゼーションも実施している。

3. 現在までの達成度

本研究課題は，これまで「おおむね順調に進展している」と考えている。これまで，

観測地の選定や変更・追加，観測装置の高機能化などを経て，オーストラリア・ダーウィン地域でヘクターを詳細に観測するための体制を整え，毎年観測を実施しデータの蓄積を行っている。その結果，

- (1) 雷放電の開始点とその領域に存在する降水粒子
- (2) K 変化を伴う雲放電の放電過程
- (3) 放電路が水平方向に長く進展する場合の雷雲構造

に，特筆すべき特徴を見出ししており，学会発表等でも関連研究者からの注目を浴びている。更に，モデル構築や雷放電と積乱雲のパラメタリゼーションでも，前者においては他機関から共同研究の打診を受けたり，後者は学術論文として掲載が決定したりと一定の成果を挙げていると言う事ができる。

一方，観測網の構築面で，同地域における高速通信網や電力の安定供給といったインフラ整備が，当初の計画通り進んでいなかったり，オーストラリア気象局の観測設備が盗難被害に遭ったりという，問題が生じている。通信面では，代替手段として通信衛星を利用したインターネット接続の利用を行っているが，必ずしも十分な通信速度と容量を確保できているとは言えない。これらは，研究者レベルでは力の及ばないところであるので，現状の環境で，データのオンサイト処理や高圧縮などの工夫を可能な限り行うことで対応している。

4. 今後の研究の推進方策

引き続き，10月から12月にかけて，オーストラリア・ダーウィン地域に観測装置を持ち込み，現地に滞在しての野外観測を行う。すなわち，これまでに整備を整え機能検証を済ませている観測機を展開し，多面的なヘクター観測による詳細データを蓄積することが，今後の内容である。

データ解析の面では，第3項で述べたこれまでに特徴を見出している観点を中心に，さらに蓄積されているデータの解析を進める。単体の観測装置ではなく，観測網により観測することで，ヘクターの発生から成長，発達，盛衰，消滅までを追従することが可能となり，大気電気学と大気力学双方の見地からヘクターの特徴を，そのライフサイクルを通して考察することができる。これらの観測結果とその考察から，セルフコンシステントなヘクターモデルを構築する。

5. 代表的な研究成果

(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11件)

1. S.Yoshida, T.Morimoto, T.Ushio, and

Z.Kawasaki, "ENSO and convective activities in Southeast Asia and western Pacific", 査読有, *Geophysical Research Letters*, vol.34, L21806, doi:10.1029/2007GL030758 (2007)

2. M. Koike, Y. Kondo, K. Kita, N. Takegawa, N. Nishi, T. Kashiwara, S. Kawakami, S. Kudoh, D. Blake, T. Shirai, B. Liley, M. Ko, Y. Miyazaki, Z. Kawasaki, T. Ogawa, "Measurements of reactive nitrogen produced by tropical thunderstorms during BIBLE-C", 査読有, *Journal of Geophysical Research*, Vol.112, D18304, doi:10.1029/2006JD008193, (2007)
3. T.Morimoto, and Z.Kawasaki, "VHF broadband digital interferometer", 査読有, *Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, vol.1, Issue 2, pp.140-144 (2006)

[学会発表](計31件)

1. 村田, 秋田, 吉田, 中村, 森本, 牛尾, 河崎, 「オーストラリア・ダーウィンの雷雲における放電開始点と放電頻度」, 日本大気電気学会第80回研究発表会, 東京(2009年1月8日)
2. Y.Nakamura, K.Murata, T.Morimoto, T.Ushio and Z. Kawasaki, "Spider-like lightning observation using VHF broadband digital interferometer", AGU 2008 Fall Meeting, California, U.S.A. (December 15, 2008)
3. T.Morimoto, T.Ushio, and Z.Kawasaki, "Comprehensive thunderstorm observations by the broadband radar network," The XXIXth URSI General Assembly, Illinois, U.S.A. (August 11, 2008)
4. 秋田, 佐藤, 森本, 牛尾, 河崎, 「VHF 波帯広帯域デジタル干渉計を用いた K 変化を伴う雲放電観測」, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 千葉 (2008 年 5 月 29 日)
5. M.Akita, K.Hirai, M.Satoh, Y.Nakamura, T.Morimoto, T.Ushio, and Z.Kawasaki, "Three-dimensional VHF observations using advanced VHF broadband digital interferometer," 13th International Conference on Atmospheric Electricity (ICAE), Beijing, China (August 17, 2007)

[図書](計1件)

1. 河崎善一郎, 化学同人, 「雷に魅せられて ~カミナリ博士, その謎を追う~」, 200 頁(2008)