

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：15501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24654155

研究課題名(和文) 台風の降水機構解明のための気球型雲微物理直接観測装置の開発研究

研究課題名(英文) Development of a new balloon-borne videosonde system for the direct microphysical measurement of typhoon clouds

研究代表者

鈴木 賢士 (SUZUKI, KENJI)

山口大学・農学部・准教授

研究者番号：30304497

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円、(間接経費) 510,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、台風の雲内部の微物理構造を安全かつ容易に直接観測できるような観測機器が現在存在しないという問題を解決するために、台風のような暴風雨時でも安全で容易に放球が可能な新型ビデオゾンデの開発を目的とした。本研究では測器の開発に重点をおき、その試験段階から実用段階にわたり、すでに進行している観測プロジェクト数度にわたり投入することで予算的にも時間的にも効率よく研究を進めることができた。ビデオゾンデセンサー本体の小型化は十分な台風の観測が行えるところまで到達し、用いる気球についても肉厚気球の利用にも目途がついた。これらを用いて台風の直接観測という次の段階に進む準備を整えることができた。

研究成果の概要(英文)：In this study, our goal is the development of a new balloon-borne videosonde that we can launch even in a severe condition such as a typhoon. We deployed testing equipments into some observation projects that has been conducted (e.g. Okinawa Baiu field campaign by Prof. Nakakita, Kyoto University, JAXA research grant, etc) in order to reduce cost and time. The downsizing of the main body of videosonde sensor came to be able to launch into the typhoon clouds. Newly developed fleshy rubber balloon would have little risk to explode in the strong wind. The in-situ microphysical observation using this new instrument will be carried out in the near future.

研究分野：数物系科学

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：ビデオゾンデ 台風 気球 雲物理 直接観測

1. 研究開始当初の背景

台風は世界で最も脅威な気象現象の一つであり、今夏の台風 12 号はその「自転車並み」の移動速度に起因する記録的な豪雨とそれによりもたらされた多く被害が記憶に新しい。台風は、その猛烈な強風と強雨によって特徴づけられ、それが台風の内部構造の直接観測を困難にしている大きな理由である。台風に関する研究はこれまで数え切れないほど行われているが、台風の降水機構つまり雲内部の微物理構造、特に降水粒子の空間分布の知見についてはその直接観測事例の致命的な欠如のため、依然として未知のままである。雲内部の直接観測は航空機と気球によるものが主であるが、航空機観測はその飛行の危険性からこれまで十分な観測が行われているとはいえない。気球放球型の場合は地上での放球時に危険はあるものの、雲内の鉛直分布が測定可能、航空機のような大規模な観測体制が不要、比較的低予算で観測が可能、連続して多地点での観測が可能、といった多くの利点がある。既存の気球放球型の雲内の直接観測手法としてはビデオゾンデ (Takahashi, 1990) がある。CCD カメラを内蔵し、雲内の降水粒子の静止映像を捉えて地上に送信するもので、これまで多くの研究成果をもたらしてきた (Takahashi et al., 1995, 1996, 1999, Takahashi and Keenan, 2004; Suzuki et al., 2006; Nakakita et al., 2009; Takahashi and Suzuki, 2010)。しかしながら、台風の暴風によるビデオゾンデセンサーの不具合やゴム気球の破裂などが懸念される上、放球時の危険も伴うため、既存のビデオゾンデによる台風への観測例はまだなく、現在このような台風の雲内部の微物理構造については安全かつ容易に直接観測できるような観測機器が存在しないのが現状である。事実これまでのビデオゾンデ観測中にも台風の接近によりやむなくビデオゾンデの放球を断念した経験があり、このまま指を加えてみているわけにはいかないと強い決意で本研究申請を計画した。

2. 研究の目的

本研究では、「現在このような台風の雲内部の微物理構造については安全かつ容易に直接観測できるような観測機器が存在しない」という問題を解決するために、台風のような暴風雨時にも容易に観測が可能な新型ビデオゾンデの開発を目的とした。ビデオゾンデ観測は既存の観測手法としては確立されているが、現状のままでは台風への放球は難しい。そのため、研究期間中には、(1) 全く新しいビデオゾンデ本体の開発を行うとともに、(2) 暴風による放球時の破裂の危険性が高いこれまでのゴム気球を再検討し、放球時の安全性を向上させた新たな

気球を提案し、(3) 安全で簡易な放球装置の試作を行う。これにより台風の内部微物理構造観測のための安全かつ正確な新しいビデオゾンデ観測システムを確立する。

3. 研究の方法

本研究は台風のような暴風雨時にも容易に観測が可能な新型ビデオゾンデの開発を目指すものであり、そのため、「開発」「試作」「現場への投入」を手段としてくり返すこととした。まず、ビデオゾンデの小型化については、平成 24 年度に何度か試作をくり返し、試作したものを、5-6 月の沖縄梅雨集中観測、7 月の京阪神観測 (いずれも研究の主体は京都大学の中北英一教授が研究代表者である科研費プロジェクト)、2 月に種子島宇宙センターでの観測プロジェクト (JAXA 受託研究: 山口大学) において実際の降水雲への飛揚試験を行い、小型化による計測精度の確認などを行った。小型化とともに暴風雨対策として、ビデオゾンデ本体のハウジングの検討、内蔵パーツの固定、ストロボの小型化、バッテリー容量の再検討による軽量化などを実施した。平成 25 年度には試作タイプから量産タイプへ微修正をし、平成 24 年度と同様に沖縄梅雨観測、京阪神観測だけでなく、山形蔵王 (JAXA/GPM 地上検証プロジェクト) での放球も実施した。このように、本研究で行った測器の開発部分とすでに進行している観測プロジェクトを結び付けて、本研究で開発した測器を試験段階から実用段階まで数度にわたり投入することで予算的にも時間的にも効率よく研究を進めることができた。

4. 研究成果

(1) 小型ビデオゾンデの開発

暴風雨時でも飛揚可能な形状を検討し、試作、試験放球を行った。試験飛行は研究代表者が参加している別の研究プロジェクト (沖縄観測: 科研費基盤 S・代表: 中北英一・京都大学や宇宙航空開発研究機構 (JAXA) の GPM/RA など) に開発した小型ビデオゾンデを持ち込み、試験飛揚を実施した。ビデオゾンデは、降水粒子が赤外線センサーを通過した際のストロボ発光により内蔵する CCD カメラが静止映像を記録するもので、1680MHz の搬送波で地上にビデオ信号が送信される。既存のビデオゾンデは CCD カメラやトランスミッターなどが上空の低温から保護するため保温性の高い発泡スチロールの箱内に収められている。台風のような暴風雨時の観測で問題となるのは、放球時の強風による衝撃や周囲の障害物に衝突することによるビデオゾンデの破損である。これを解決するため、衝撃による赤外線センサーの精度低下、ト

ランスミッターの故障による送受信トラブルが予想される。特にランスミッターが衝撃を受けると送信周波数が変わってしまい、指向性のある受信システムではロス（もしくは送受信停止）してしまう。これを避けるために、ビデオゾンデの形状を小型軽量化し、ランスミッター周辺のハウジングの改良を行うとともに新たに小型ストロボの実装も行った。

(2) 新たなゴム気球の提案

台風時には風速が30m/sを超えるような暴風の中でビデオゾンデを取り付けた気球を放球しなければならない。既存の観測ではゾンデにゴム気球を取り付けて放球するが、暴風時には変形し破裂してしまう可能性がある。またそれによる観測者へ危険性も高まる。これを解決するために通常のゴム気球の1.5倍ほどの厚さをもつ肉厚気球をトーテックス株式会社の協力のもと試作し、それをを用いた飛揚試験を実施した。通常、ゴムを肉厚にすると放球時の周辺の障害物への衝突などに対しては割れにくくなるものの、ゴムが硬いため高高度までの達することなく気球が破裂することが懸念されたが、試験飛揚では高度20kmに到達し、十分な飛揚性能を有することが確認された。またこの肉厚気球の応用として、宇宙航空開発研究機構（JAXA）の新型人工衛星GPMの地上検証実験において、係留気球観測用のダブルバルーンが製作されている。

(3) 台風観測に向けた準備

当初の計画では2年間の挑戦的萌芽研究終了後に、開発した観測システムを用いて台風の集中観測を実施するために基盤研究への申請を予定していたが、この2年間でビデオゾンデセンサーの小型軽量化ならびに肉厚ゴム気球による試験飛揚などには成功しているものの、暴風雨時の地上での飛揚準備における安全性の確保が不完全であるため、申請には至っていない。現在、地上設置型の雨観測システムの構築を進めており、本研究で予定していた安全な放球方法を模索、検討した上で、この雨観測システムの中に取り入れて次のステップにつなげていくことを考えている。

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 1件)

Suzuki, K., M. Matsuo, E. Nakano, S. Shigeto, K. Yamaguchi and E. Nakakita: Graupel in the Different Developing Stages of Baiu Monsoon Clouds Observed by Videosondes. Atmos. Res., Vol. 142, 100-110pp., doi:10.1016/j.atmosres.2013.09.020,

2014 (査読有)

[学会発表](計 7件)

Suzuki, K.: Videosonde observations in Zao2013. Joint PI Workshop of Global Environment Observation Mission 2013, ガーデンシティ竹橋(東京都), 2014年1月17日(Oral)

Suzuki, K., S. Oishi, K. Yamaguchi, E. Nakakita: Hydrometeor distributions in the different developing stages of Baiu monsoon clouds observed by continuous videosonde soundings. International Symposium on Earth-Science Challenges (ISEC) 2013, 京都大学おうばくプラザ(宇治市), 2013年10月5日(Oral)

Suzuki, K., R. Watanabe, M. Matsuo, M. Ogawa, S. Oishi, K. Yamaguchi, E. Nakakita: Hydrometeor distributions around the freezing level observed continuous videosonde soundings. International Precipitation Conference (IPC11), エーデ(オランダ), 2013年7月1日(Oral)

Suzuki, K.: Videosonde observations of liquid and solid precipitation particles for GPM algorithm verification. JAXA 7th Research Announcement Precipitation Measuring Mission Meeting, 御茶ノ水カンファレンスセンター(東京都), 2013年6月14日(oral)
鈴木賢士, 田中成美, 渡邊涼一, 松尾翠, 小川まり子, 大石哲, 相馬一義, 山口弘誠, 中北英一: ビデオゾンデ連続放球から明らかになった2012年5月20日に沖縄本島にかかった線状降水帯内部の微物理構造の変化, 2012年度日本気象学会九州支部発表会, 長崎歴史文化博物館(長崎市), 2013年3月2日(口頭)

田中成美, 鈴木賢士, 大石哲, 中北英一: 沖縄梅雨期において降水雲内の異なる発達段階でみられる微物理構造について, 日本農業気象学会中国四国支部発表会, 島根県農業技術センター(出雲市), 2012年11月8日(口頭)

鈴木賢士, 渡邊涼一, 松尾翠, 田中成美, 大石哲, 相馬一義, 山口弘誠, 中北英一: 新型ビデオゾンデ受信機を用いた沖縄梅雨期のビデオゾンデ連続観測, 2012年日本気象学会秋季大会, 北海道大学学術交流会館(札幌市), 2012年10月4日(ポスター)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 賢士 (SUZUKI, Kenji)
山口大学・農学部・准教授

研究者番号：30304497

(2)研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3)連携研究者

なし ()

研究者番号：