

平成 27 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災

研究期間：H25 ～ H27 [平成 28 年度も研究継続 or 平成 27 年度で終了]

課題番号：13132001

研究課題名（和文）：漏斗雲の形状から竜巻の強度を評価する方法の検討

研究課題名（英文）：Investigation on the method estimating tornado intensity by using the outline of funnel cloud

研究代表者：佐々浩司

交付決定額（当該年度）： 386,000 円

1. 研究の目的

- ① 竜巻が被害を与える地面付近の速度場は観測が極めて難しい。高分解能の移動式レーダー複数台による集中観測を行ってきた米国の VORTEX, VORTEX 2 プロジェクトにおいても、地上付近の風はごく一部があきらかになっているだけ(Koshiha et al. 2013)であり、レーダー観測だけでは竜巻の速度場解明に限界が見えてきている。申請者らのグループは竜巻の特性を画像により評価する手法を提案してきた(宮城・鈴木 2010)が、漏斗雲の概形を画像計測することにより竜巻の最大接線速度と半径を推定可能なことを発見した(宮城ら 2013)。この評価手法の精度を高めるには竜巻の 3 次元速度場をモデル化することが必要であるが、室内実験の PIV 計測(Sassa & Takemura 2011)と、LES 解析(野田ら 2012)により詳細なデータを蓄積することにより可能となるものと期待される。
- ② レーダー観測、室内実験、LES を総合的に活用し、竜巻状渦の 3 次元速度場を明らかにするとともに、その結果を用いてランキン複合渦モデルに替わる竜巻渦モデルを確立することによって漏斗雲の画像により竜巻の最大風速や循環、さらには想定される被害幅の評価を可能とする手法を作り出す。
- ③ 本研究は他の観測機器に頼ることなく漏斗雲の映像のみにより竜巻の最大風速、循環、被害幅などを推定可能とする手法を確立するものであることが独創的な点である。この結果、画像のみしか入手できなかった海上竜巻も強度の統計評価に加えることができるようになるだけでなく、監視カメラ映像よりナウキャスト情報を提供できれば減災に大きく貢献することが期待される。

2. 研究の方法

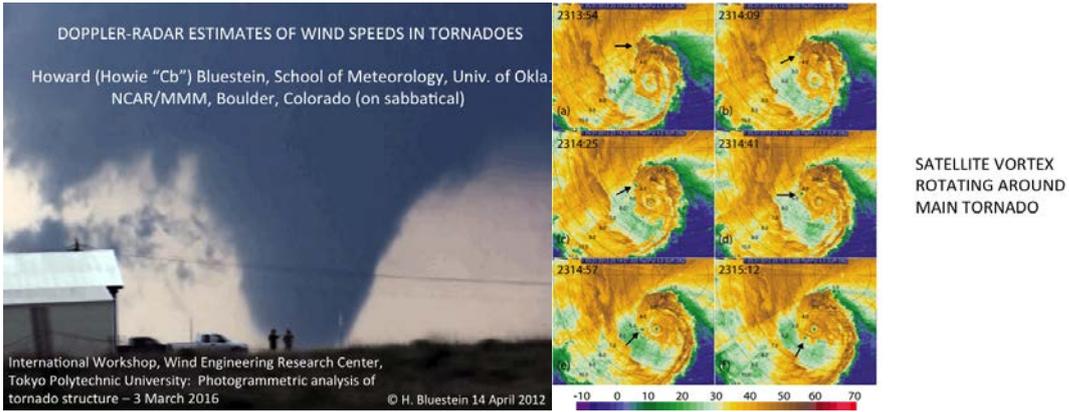
研究組織の主要な役割分担は以下の通りである。

竜巻モデルの検討：宮城弘守、佐々浩司	室内実験：宮城弘守、松井正宏、野田 稔、佐々浩司
LES 解析：野田 稔	レーダー観測：佐々浩司

LES を使った数値流体解析により実大スケールにて水平シアに生成される竜巻状流れ場を求め、そこに形成される漏斗雲の形と竜巻の最大接線風速及び渦半径との関係について検討した。

3. 研究成果

漏斗雲が地表面に達しない状態においては、漏斗雲の長さは最大接線風速の二乗と比例関係にあることが明らかとなった。また、地表付近の渦半径に対する漏斗雲の中間部における直径の比は相対湿度に支配されるマスターカーブに沿って最大接線風速との関係性を有していることを示した。



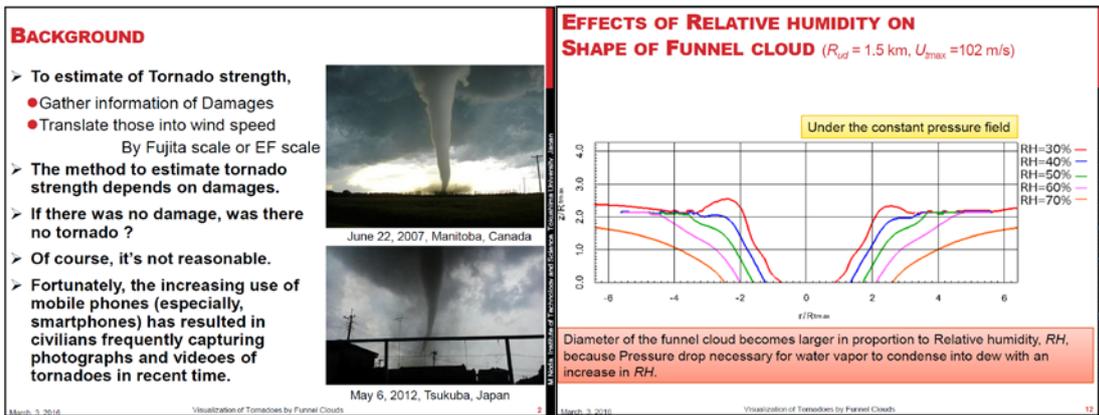
【招待講演】高分解能レーダーで捉えた竜巻の構造, Howard Bluestein, University of Oklahoma
 【招待講演】スーパーセルとそれに伴う竜巻に対する地表面摩擦の効果に関する数値的研究, 新野宏, 東京大学

<h3 style="text-align: center;">Tornado-like flow simulator</h3>	<h3 style="text-align: center;">Concluding Remarks</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Critical wind speeds for overturn and rolling of automobile cars are estimated from 40m/s to 60m/s. This result is consistent with estimated wind speeds for Automobile cars in JEF. • Surrounding buildings prevent cars from overturning and rolling. • The motion of hop up in the air looks kind of complicated.
--	--

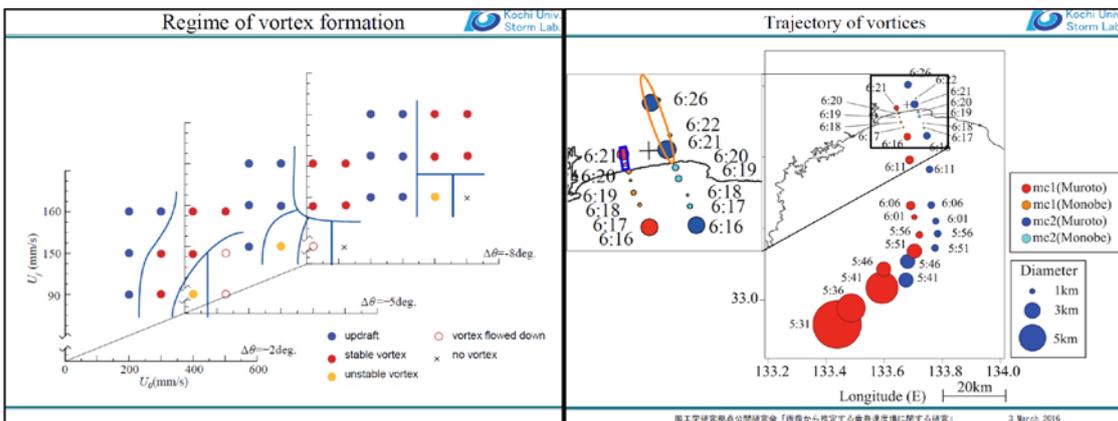
竜巻状気流シミュレータによる物体の飛散実験, 松井正宏, 東京工芸大学

<p style="text-align: center;">International Workshop, Wind Engineering Research Center, Tokyo Polytechnic University (March 3, 2016)</p> <h2 style="text-align: center;">Presumption of the intensity using the funnel cloud pictures</h2> <p style="text-align: center;">Hiromori Miyagi (Miyazaki University)</p>	<h3 style="text-align: center;">The exact measuring method of space coordinates Epipolar Geometry</h3> <p style="text-align: center;">Image of measurement of the size of funnel cloud</p>
--	--

漏斗雲画像解析に用いたランキン複合渦モデル, 宮城弘守, 宮崎大学



漏斗雲による竜巻状流れの可視化, 野田 稔, 徳島大学



竜巻渦 -実観測と再現実験との接点-, 佐々浩司, 高知大学

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

[学会発表] (計 7 件)

宮城弘守, 佐々浩司, 漏斗雲画像解析による竜巻の空間座標測定その 2, 風工学会年次研究発表会, 2015.

Koji Sassa, “Radar Observation and Laboratory Experiment of Tornado Vortex”, International Workshop, Wind Engineering Research Center, Tokyo Polytechnic University Photogrammetric analysis of tornado structure, 2016.

Hiromori Miyagi, “Presumption of the intensity using the funnel cloud pictures”, International Workshop, Wind Engineering Research Center, Tokyo Polytechnic University Photogrammetric analysis of tornado structure, 2016.

Masahiro Matsui, “Experiment of debris in a tornado simulator”, International Workshop, Wind Engineering Research Center, Tokyo Polytechnic University Photogrammetric analysis of tornado structure, 2016.

Minoru Noda, “Visualization of Tornadoes by Funnel Clouds and Flying Debris”, International Workshop, Wind Engineering Research Center, Tokyo Polytechnic University Photogrammetric analysis of tornado structure, 2016.

野田 稔, 「被害による体突風風速の推定方法」, 日本風工学会誌, Vol.41, No.2, pp.103-107, 2016.

八谷 実, 野田 稔, 長尾文明, 高井俊吾, 「水平シアに生じる竜巻状流れの漏斗雲による可視化」, 土木学会四国支部技術研究発表会, 2016.

野田 稔, 「漏斗雲画像による竜巻特性値の推定に関する検討」, 日本建築学会大会, 2016.

[その他]

産業財産権, ホームページ等

本共同研究を契機として27年度より以下の基盤研究2件が進められている。

基盤研究 B 15H02994 「気流構造の解明に基づくノンスーパーセル竜巻の発生予測の高精度化」

代表者 佐々浩司

基盤研究 B 15H04034 「移動竜巻の流れ場の時空間構造解明と画像による竜巻特性値同定手法の確立」

代表者 野田稔

5. 研究組織

(1) 研究代表者

佐々浩司 高知大学

(2) 研究分担者

宮城弘守 宮崎大学、野田稔 徳島大学、松井正宏 東京工芸大学