

令和 4 年 5 月 27 日現在

機関番号：82109

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K13007

研究課題名（和文）フェーズドアレイレーダーを用いた台風環境下における竜巻発生メカニズムの解明

研究課題名（英文）Study on Physical Mechanisms of Typhoon-Associated Tornado Using Phased Array Radar

研究代表者

足立 透 (Adachi, Toru)

気象庁気象研究所・台風・災害気象研究部・主任研究官

研究者番号：10632391

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では台風に伴って発生する竜巻に着目し、次世代観測装置であるフェーズドアレイレーダー（PAR）を用いて、現象の物理機構の解明に取り組んだ。2台のPARを用いた統合解析や至近距離からの高解像度観測を通して、渦が形成されていく様子を30秒ごとに立体的に捉えることに成功した。複数の事例解析により、台風環境下における極めて強い鉛直シアが低高度にまで渦を形成しやすくする要因となっていることに加え、積乱雲内部の降水コアの落下に伴う下降気流が地面付近に竜巻性の渦を作り出すきっかけとなっていることが明らかになった。これらは、これまで未解明であった現象の分単位での機構解明につながる新しい知見である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

台風に伴う竜巻は発生頻度が高いにもかかわらず、親雲の空間スケールが小さいため、現象の理解と監視・予測が困難であった。本研究はPARを用いることによってこの問題に取り組み、現象の分単位での機構解明を可能とした点に学術的な意義がある。また、竜巻は台風の中心部から数100kmほど離れて発生するため、台風が十分に接近する前の段階から竜巻に対する警戒を高める必要があり、このためには竜巻発生の予兆をより直接的に捉える必要がある。本研究で得られた知見は、PARを用いた渦と降水コアの監視が竜巻発生の直接的な指標として有効な手立てであることを示唆するものであり、未来の防災技術の高度化の上で社会的な意義が高い。

研究成果の概要（英文）：This research aims at elucidating the physical mechanisms of tornados associated with typhoons using phased array radars (PARs), a next-generation observation system. Through integrated analysis using two PARs and high-resolution observations from a close distance, we succeed in resolving the three-dimensional formation of vortices every 30 seconds. By performing multiple case analyses, we find that extremely intense vertical shear in a typhoon environment makes a favorable condition to form vortices at low altitudes and downdrafts associated with descending precipitation cores in the parent storm result in the generation of a small-scale tornadic vortex near the ground. These findings are a new key to understanding the physical mechanisms of typhoon-associated tornadoes on a minute scale.

研究分野：レーダー気象学

キーワード：台風 竜巻 フェーズドアレイレーダー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

竜巻は多様な環境場で発生することが知られている。中でも台風に伴う竜巻は発生頻度が高い一方で、親雲の空間的な規模の小ささが障壁となって現象の理解が乏しいという問題があった。このような現象を理解する上で、時間空間分解能の高い気象レーダーによる観測は重要な手法の一つであるが、台風に伴う竜巻についての観測研究は十分に進められていなかった。

2. 研究の目的

そこで本研究は、極めて高い時空間分解能を有する次世代型気象レーダーである、フェーズドアレイレーダー (PAR) を用いて、以下の2つの観点から研究を進めた。

目標1：竜巻渦の発生状況と時空間構造の理解

台風環境下における竜巻の親雲は、直径2~10kmの渦構造(メソサイクロン)を持つことが知られている。そこでまず、竜巻被害報告のあった事例を対象として、地面付近に発生する竜巻から積乱雲内のメソサイクロンに至るまで、渦の立体的な動態を明らかにすることを目指す。

目標2：竜巻発生の要因となる台風環境場の理解

次に竜巻が発生した背景の解明のため、現象発生時の台風接近時の環境場に着目し、上記(1)で得られる知見と合わせることによって竜巻発生の物理機構の解明を目指す。

3. 研究の方法

これら2つの目標を達成するため、次の方法を用いて研究を推進した。

方法1：PARによる渦の解析

渦の立体的な動態を解明するため、PARを用いたデータ解析を行う。特に、同レーダーで観測されたドップラー速度場から正確に渦構造を抽出する解析技術を開発し、数100メートルから数キロメートルにわたる渦を地面付近から積乱雲に至るまで立体的に捉える。さらに、30秒ごとの時間変化を明らかにすることにより、渦の形成に至る過程を解明する。

方法2：竜巻発生時の環境場の解析

方法1で着目した事例について、竜巻渦発生時の環境場を解析する。方法1より広い範囲のレーダーデータを扱って台風の3次元的な降水・気流構造を理解するとともに、ラジオゾンデによる高層気象観測や地上における地域気象観測システム、気象衛星等のデータを併せ用いて解析し、竜巻の発生に至った背景を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 手法の開発

まず本研究では、PARで得られるドップラー速度場のデータから渦の立体構造を捉える手法を開発した。30秒ごとに得られる多仰角の観測データを単一仰角ごとに取扱い、各仰角面において、レーダーに向かう風の成分と遠ざかる風の成分が局所的に強まった領域がペアとなって現れるパターンを、渦の候補として抽出した。このようにして得られた渦の候補を3次元空間上で取り扱い、一定の条件を満たすものを鉛直方向に連なった一続きの立体渦とした。この解析手法を用いて個々の事例解析から得られた成果のうち、主たるものを以下に示す(足立ほか2022)。

(2) 事例1：埼玉県草加市の突風事例

平成29年台風第3号の接近に伴って、埼玉県草加市において突風被害が発生した。気象庁の現地調査の結果、この事例は竜巻の可能性のあるものの特定には至らなかった、とされた(熊谷地方气象台、東京管区气象台、2017)。

茨城県つくば市および千葉県千葉市においてそれぞれ気象研究所および日本無線株式会社が運用する2台のPARによる同時観測が成立したため、両データを統合解析したところ、次のことが明らかになった。台風のアウターレインバンドにおいて、メソサイクロンを伴う積乱雲が発生していた。この積乱雲の後面では、まとまった雨域が成長・落下し、その内部では顕著な下降気流が生じていた。さらに、落下した雨域の周辺ではガストフロントと思われる上昇流域が発生するとともに、その両端付近では、正・負の渦度を持つ鉛直渦のペアが発生した。このうちの正の渦度領域はメソサイクロンの存在高度に向かって上昇しながら強化され、その後、被害域を通過する様子が明らかになった。図1はこの様子を模式的に表したものである。

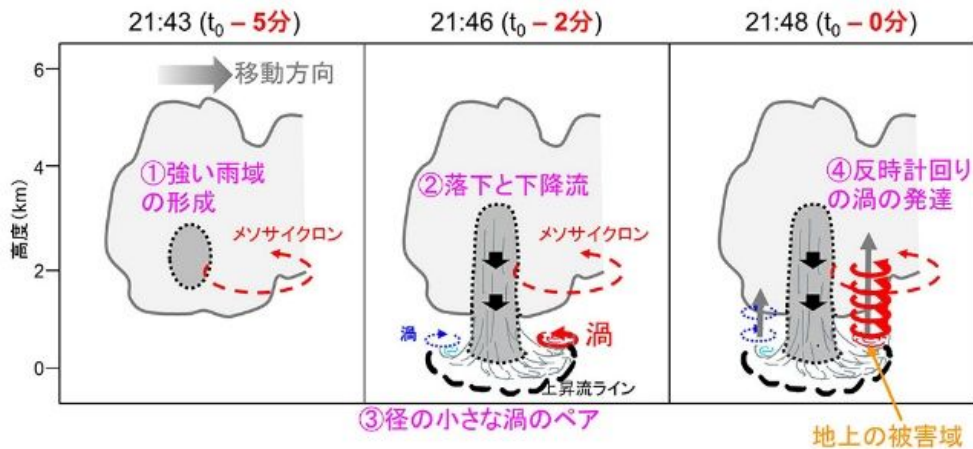


図1 . 2017年7月4日埼玉県草加市で発生した突風事例における渦の発生プロセス。反時計回りの強い渦が地上被害域に差し掛かる時刻を t_0 とし、その5分前からの様子を表したもの。【足立ほか(2022)より】

この事例は竜巻と明確に推定されたものではないが、台風に伴う竜巻性の渦が、雨域の落下に伴う下降流の周辺における水平渦の発生とその持ち上げによる鉛直渦の形成によって生じた可能性を示唆するものである。

(3) 事例2：千葉県市原市の竜巻事例

令和元年10月12日、東日本台風が接近するなか、千葉県市原市において竜巻と推定される突風被害が発生した(銚子地方気象台、2020)。この様子を捉えた PAR による観測データの解析から、台風に伴う竜巻が以下のメカニズムで発生したことが分かった(図2参照)。

台風の中心から400~500km離れた外側の降雨帯において、ミニチュア・スーパーセルと呼ばれる竜巻を発生させやすい積乱雲が形成され、高度およそ1kmよりも上空にメソサイクロンを伴いながら、北西に進んでいた。

積乱雲の後面で形成された下降気流に伴って、メソサイクロンの下方に、直径1km未満の小さな反時計回りの渦が作られた。この渦は上方に進展してメソサイクロンと結合し、強化された。結合から強化に至る過程は1~2分という短時間で生じていた。

強化された反時計回りの渦は、さらに1~3分程度で下方に成長し、被害域にて地面に達する竜巻となった。

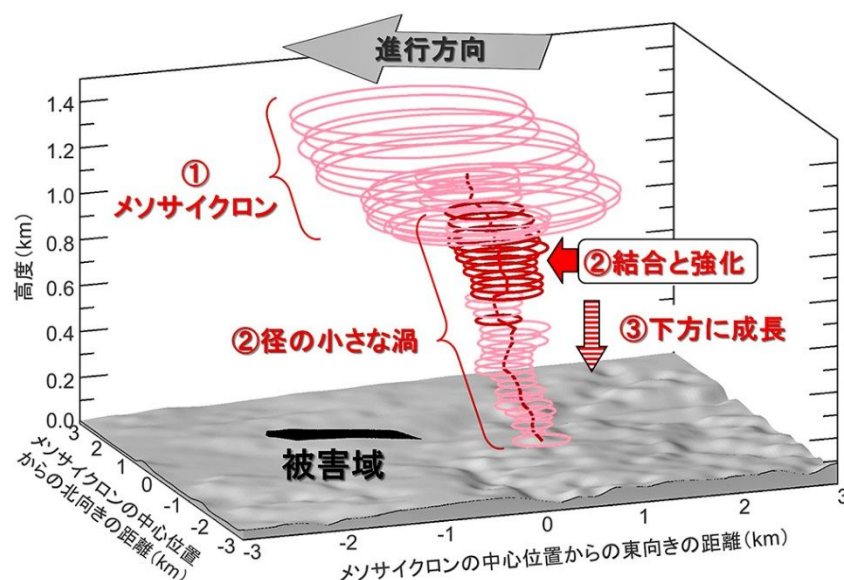


図2 . 積乱雲内で観測されたメソサイクロンとその下部で新たに生じた径の小さな渦の立体構造。ピンク色の円は反時計回りの渦、赤色の円は35m/s以上の回転速度を持つ、とりわけ強い反時計回りの渦を表す。鉛直方向に延びる赤色の線は、径の小さな渦の中心位置を表す。また、灰色のシェードは、国土地理院発行の基盤地図情報(数値標高モデル)より算出した地表面の標高を表す。【気象研究所・報道発表(令和元年東日本台風に伴う竜巻の発生メカニズムについて)】

より】

このように、台風に伴う竜巻の発生メカニズムを数分単位の過程に分けて詳細に分析できたのは、高頻度観測を行う PAR が竜巻を近傍から捉えていたためで、世界的にも初めての事例となった。この知見を論文に取りまとめ、米国地球物理学連合 (AGU) の論文誌である Geophysical Research Letters (GRL) に投稿して受理された (Adachi and Mashiko, 2020)。また同論文は、ハイライト論文 (AGU Editor's Highlight) に選出された (Camargo, 2020)。

また同事例において、二重偏波気象レーダーの観測データから算出された竜巻飛散物のシグナチャとの比較解析を行ったところ、竜巻の発生に伴って飛散物が開始・上昇したこと、上空では遠心分離によると考えられる分布の拡がりが生じたこと、また、台風の強い背景風によって南西方向へ流されながら落下したことが明らかになった。

<備考>

本課題で得られた研究成果を取りまとめた論文の内容、および当該論文のハイライト論文選出に関して、所属研究機関よりプレスリリースを行った。

報道発表：令和元年東日本台風に伴う竜巻の発生メカニズムの解明について

https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/020929/press_020929.html

お知らせ：米国地球物理学連合 GRL 誌に掲載された論文のハイライト論文選出について

https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/021027/021027_adachi_jyusyou.html

<引用文献>

Adachi, T., and W. Mashiko, 2020: High temporal-spatial resolution observation of tornadogenesis in a shallow supercell associated with Typhoon Hagibis (2019) using phased array weather radar. *Geophys. Res. Lett.*, 47, e2020GL089635.

足立透, 益子渉, 梅原章仁, 2022: フェーズドアレイレーダーを用いた竜巻研究. 月刊海洋・号外「竜巻シンポジウム 藤田哲也博士生誕 100 年を記念して」, 63, 56-62.

Camargo, S, 2020: Radar Observations of a Tornado Associated with Typhoon Hagibis. *EOS*, <https://eos.org/editor-highlights/radar-observations-of-a-tornado-associated-with-typhoon-hagibis>

銚子地方气象台, 2020: 現地災害調査報告,

https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/new/20191012/20200326_choshi.pdf

熊谷地方气象台, 東京管区气象台, 2017: 現地災害調査報告,

https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/new/20170704/20170807_kumagaya.pdf.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 2件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 足立透、坪木和久、牛尾知雄、高橋暢宏、川口航平、瀧澤丈晴、岩波越、楠研一、松田知也、新野宏、中川勝広 | 4. 巻 67 |
| 2. 論文標題 気象災害委員会・第52回メソ気象研究会合同研究会の報告 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 天気 | 6. 最初と最後の頁 359-363 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 Adachi Toru, Mashiko Wataru | 4. 巻 47 |
| 2. 論文標題 High Temporal Spatial Resolution Observation of Tornadogenesis in a Shallow Supercell Associated With Typhoon Hagibis (2019) Using Phased Array Weather Radar | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Geophysical Research Letters | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2020GL089635 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 BandhoInopparat K., Sato M., Adachi T., Ushio T., Takahashi Y. | 4. 巻 125 |
| 2. 論文標題 Estimation of the IC to CG Ratio Using JEM GLIMS and Ground Based Lightning Network Data | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2019JD032195 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 足立透、益子渉 | 4. 巻 2020K-10 |
| 2. 論文標題 令和元年台風第19号に伴って発生した市原竜巻の3次元レーダー解析 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」 | 6. 最初と最後の頁 15-18 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 足立透 | 4. 巻 46 |
| 2. 論文標題 最新レーダー技術を用いた台風に伴う竜巻の新しい研究 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 日本風工学会誌 | 6. 最初と最後の頁 19-28 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Bandhoinopparat K., Sato M., Adachi T., Ushio T., Takahashi Y. | 4. 巻 189 |
| 2. 論文標題 Optical properties of intracloud and cloud-to-ground discharges derived from JEM-GLIMS lightning observations | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics | 6. 最初と最後の頁 87 ~ 97 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jastp.2019.04.005 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名 Miglietta Mario Marcello, Arai Ken'ichiro, Kusunoki Kenichi, Inoue Hanako, Adachi Toru, Niino Hiroshi | 4. 巻 234 |
| 2. 論文標題 Observational analysis of two waterspouts in northwestern Italy using an OPERA Doppler radar | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Atmospheric Research | 6. 最初と最後の頁 104692 ~ 104692 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosres.2019.104692 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 Yamada T., Sato T. O., Adachi T., Winkler H., Kuribayashi K., Larsson R., Yoshida N., Takahashi Y., Sato M., Chen A. B., Hsu R. R., Nakano Y., Fujinawa T., Nara S., Uchiyama Y., Kasai Y. | 4. 巻 47 |
| 2. 論文標題 HO Generation Above Sprite Producing Thunderstorms Derived from Low Noise SMILES Observation Spectra | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Geophysical Research Letters | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GL085529 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 足立透 | 4. 巻 44 |
| 2. 論文標題 フェーズドアレイレーダーを用いた顕著な大気現象の観測 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 日本風工学会誌 | 6. 最初と最後の頁 371 ~ 380 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Yoshida Satoru, Yoshikawa Eiichi, Adachi Toru, Kusunoki Kenichi, Hayashi Syugo, Inoue Hanako | 4. 巻 14 |
| 2. 論文標題 Three-dimensional radio images of winter lightning in japan and characteristics of associated charge structure | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering | 6. 最初と最後の頁 175 ~ 184 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tee.22795 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------------|
| 1. 著者名 Perez Invernón F. J., Luque A., Gordillo Vázquez F. J., Sato M., Ushio T., Adachi T., Chen A. B. | 4. 巻 123 |
| 2. 論文標題 Spectroscopic Diagnostic of Halos and Elves Detected From Space Based Photometers | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres | 6. 最初と最後の頁 12,917 ~ 12,941 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JD029053 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 足立透 | 4. 巻 56 |
| 2. 論文標題 気象災害予測のための最新のレーダー技術 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 安全工学 | 6. 最初と最後の頁 475 ~ 481 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18943/safety.56.6_475 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Sato Mitsuteru, Adachi Toru, Ushio Tomoo, Morimoto Takeshi, Kikuchi Masayuki, Kikuchi Hiroshi, Suzuki Makoto, Yamazaki Atsushi, Takahashi Yukihiro, Ishida Ryohei, Sakamoto Yuji, Yoshida Kazuya, Hobara Yasuhide | 4. 巻 28 |
| 2. 論文標題 Sprites identification and their spatial distributions in JEM-GLIMS nadir observations | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences | 6. 最初と最後の頁 545 ~ 561 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3319/TAO.2016.09.21.02 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 楠 研一・足立 透・諸富和臣・佐藤晋介・菊池博史・吉田 翔・清水慎吾・小池佳奈・牛尾知雄・水谷文彦・高橋暢宏 | 4. 巻 64 |
| 2. 論文標題 シンポジウム「フェーズドアレイレーダー」の報告 - 現在の利活用状況から将来展望まで - | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 天気 | 6. 最初と最後の頁 901-905 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 足立透, 益子渉, 梅原章仁 | 4. 巻 63 |
| 2. 論文標題 フェーズドアレイレーダーを用いた竜巻研究 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 月刊海洋 | 6. 最初と最後の頁 56-62 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 梅原章仁, 足立透, 益子渉, 山内洋 | 4. 巻 63 |
| 2. 論文標題 二重偏波レーダーによる竜巻観測 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 月刊海洋 | 6. 最初と最後の頁 63-68 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 楠研一, 足立透, 猪上華子, 鈴木修, 新井健一郎, 石津尚喜, 藤原忠誠, 鈴木博人 | 4. 巻 63 |
| 2. 論文標題 冬季日本海側の竜巻等突風の観測と災害軽減に向けた研究開発 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 月刊海洋 | 6. 最初と最後の頁 69-73 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 石津尚喜, 楠研一, 足立透, 猪上華子, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人 | 4. 巻 63 |
| 2. 論文標題 深層学習を用いた竜巻探知アルゴリズムの開発 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 月刊海洋 | 6. 最初と最後の頁 74-78 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計24件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 5件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透, 益子渉 |
| 2. 発表標題 フェーズドアレイ気象レーダーで観測された 2019年10月12日市原竜巻の発生メカニズムについて |
| 3. 学会等名 日本気象学会2020年度春季大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透, 益子渉, 梅原章仁 |
| 2. 発表標題 令和元年台風第19号に伴って発生した市原竜巻の3次元レーダー観測 |
| 3. 学会等名 台風研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透、梅原章仁、益子涉 |
| 2. 発表標題 2019年10月12日市原竜巻の3次元渦形成過程について |
| 3. 学会等名 日本気象学会2020年度秋季大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 足立透 |
| 2. 発表標題 フェーズドアレイレーダーを用いた研究の最前線 |
| 3. 学会等名 気象キャスターネットワークオンライン勉強会（招待講演） |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Adachi, T., A. Umehara, and W. Mashiko |
| 2. 発表標題 Multi-Radar Observation of Tornadogenesis in a Shallow Supercell of Typhoon Hagibis (2019) |
| 3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透、益子涉 |
| 2. 発表標題 フェーズドアレイ気象レーダーによる市原竜巻の詳細解析 |
| 3. 学会等名 研究集会「日本版改良藤田スケールにおけるDI、DOD と被害風速の評価」（招待講演） |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立 透, 益子 渉, 梅原章仁 |
| 2. 発表標題 フェーズドアレイレーダーを用いた竜巻研究 |
| 3. 学会等名 竜巻シンポジウム - 藤田哲也博士生誕100年を記念して - |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Adachi, T., N. Ishitsu, K. Kusunoki, H. Inoue, K. Arai, C. Fujiwara, H. Suzuki |
| 2. 発表標題 Volumetric Detection of Tornadic Vortices Associated with Typhoon NanmadoI (2017) Using PAWR and Deep Learning |
| 3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2019 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 足立透、石津尚喜、楠研一、猪上華子、新井健一郎、藤原忠誠、鈴木博人 |
| 2. 発表標題 PAWRおよびCNNによる突風被害をもたらした渦の立体解析 |
| 3. 学会等名 日本気象学会2019年度春季大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Adachi, T., N. Ishitsu, K. Kusunoki, H. Inoue, K. Arai, C. Fujiwara, H. Suzuki |
| 2. 発表標題 Analysis of Tornado-like Vortices Using Phased Array Weather Radar and Deep Learning |
| 3. 学会等名 AOGS 2019 Meeting (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透、楠研一 |
| 2. 発表標題 気象研究所フェーズドアレイレーダーを用いた 最新の研究成果とその応用 |
| 3. 学会等名 気象災害委員会・メソ気象研究会合同研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透、小司禎教、酒井哲 |
| 2. 発表標題 PAWR・水蒸気観測を用いた首都圏における積乱雲の盛衰の解析 - 2018年8月27日の事例 - |
| 3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透 |
| 2. 発表標題 TC1703に伴って突風被害をもたらした積乱雲のデュアルPAWR解析 |
| 3. 学会等名 日本気象学会2018年度春季大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透 |
| 2. 発表標題 複数のフェーズドアレイ気象レーダーを用いた革新的な極端気象センシング技術 |
| 3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透 |
| 2. 発表標題 フェーズドアレイレーダで観測した竜巻等突風 |
| 3. 学会等名 ポスト「京」重点課題4「観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化」第2回竜巻研究会（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透 |
| 2. 発表標題 茨城県行方市に突風被害をもたらした対流系の高速3次元観測 |
| 3. 学会等名 日本気象学会2018年度秋季大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名 足立透 |
| 2. 発表標題 フェーズドアレイレーダーが拓く未来の航空気象 |
| 3. 学会等名 第13回航空気象研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Toru Adachi |
| 2. 発表標題 Dual Phased Array Radar Analysis of Tornadic Storm Associated with Typhoon Nanmadol (2017) |
| 3. 学会等名 16th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Adachi, T., K.Kusunoki, U. Shimada, J. Ito |
| 2. 発表標題 Three-Dimensional Structure of Typhoon Mindulle (2016) and Near-Surface Streaks Observed By Phased Array Radar |
| 3. 学会等名 38th Conference on Radar Meteorology (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Adachi, T., K. Kusunoki, S. Yoshida, U. Shimada |
| 2. 発表標題 Three-dimensional structure of Typhoon Mindulle (2016) observed by phased array radar |
| 3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透 |
| 2. 発表標題 フェーズドアレイレーダーが拓く顕著気象の新しい理解と予測 |
| 3. 学会等名 「第2回 降水と噴火」研究集会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 足立透、伊藤純至、楠研一 |
| 2. 発表標題 フェーズドアレイレーダーを用いた台風に伴う境界層ストリークの3次元解析 |
| 3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 足立透、楠研一、吉田智、伊藤純至 |
| 2. 発表標題 フェーズドアレイレーダーで観測された台風第1609号に伴う境界層の気流構造 |
| 3. 学会等名 日本気象学会2017年度春季大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 足立透 |
| 2. 発表標題 気象研究所におけるXバンドフェーズドアレイレーダーを用いた研究 -大気現象の新しい理解- |
| 3. 学会等名 フェーズドアレイレーダー第2回シンポジウム |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|---|
| <p>【報道発表等】</p> <p>1. 気象研究所・報道発表：令和元年東日本台風に伴う竜巻の発生メカニズムの解明について https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/020929/press_020929.html</p> <p>2. 気象研究所・お知らせ：米国地球物理学連合GRL誌に掲載された論文のハイライト論文選出について https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/021027/021027_adachi_jyusyou.html</p> <p>【受賞等】</p> <p>1. JpGU & #8211; AGU Joint Meeting 2017 ハイライト論文，足立透，楠研一，吉田智，嶋田宇大，「フェーズドアレイレーダーによって観測された平成 28 年台風 9 号の 3次元構造」</p> <p>2. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会 ハイライト論文，足立透，石津尚喜，楠研一，猪上華子，新井健一郎，藤原忠誠，鈴木博人，「フェーズドアレイ気象レーダーとディーブレーションを用いた平成 29 年 台風第 3 号に伴う竜巻性の渦の立体的検出」</p> <p>3. 気象研究所長表彰（2018），突風探知研究開発グループ（楠研一、足立透、猪上華子、ほか4名），突風探知アルゴリズムの研究開発に尽力しドップラーレーダーを用いた突風に対する鉄道安全運行システムの実用化に貢献した功績。</p> <p>4. Geophysical Research Letters Editor's Highlight, Adachi, T. & Mashiko, W., High temporal-spatial resolution observation of tornadogenesis in a shallow supercell associated with Typhoon Hagibis (2019) using phased array weather radar,</p> |
|---|

| | | | |
|---------|--------------------------------|-----------------------|----|
| 6. 研究組織 | | | |
| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
| 研究協力者 | 楠 研一 (Kusunoki Kenichi) | | |

6. 研究組織（つづき）

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 益子 渉 (Mashiko Wataru) | | |
| 研究協力者 | 伊藤 純至 (Ito Junshi) | | |
| 研究協力者 | 梅原 章仁 (Umehara Akihito) | | |
| 研究協力者 | 佐藤 晋介 (Sato Shinsuke) | | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
| | |