

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：82109

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2023

課題番号：19K23466

研究課題名（和文）二重偏波レーダーを用いた新たな降水粒子判別手法の開発と雷・突風の前兆把握への応用

研究課題名（英文）Development of a Novel Hydrometeor Classification Algorithm Using Dual-Polarization Radar and Its Application to the Detection of Precursors to Damaging Winds and Lightning

研究代表者

梅原 章仁 (Umehara, Akihito)

気象庁気象研究所・台風・災害気象研究部・研究官

研究者番号：10845944

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：二重偏波レーダーによる新たな降水粒子判別手法を開発し、その手法を発雷、ダウンバースト、竜巻事例に適用することで、前兆となる特徴量を調査した。発雷事例では、落雷に重要な下層正電荷が0℃高度より上空の液水を伴う降水粒子（LWP）と対応することが分かった。ダウンバースト事例では、発生30分前頃に上空のLWPが、20分前頃に上空の雹が増加しはじめ、上空の雹がLWPを上回った直後に突風が生じていたことが分かった。竜巻事例では、竜巻が住家倒壊地域に到達する約10分前に、その竜巻飛散物を検出可能であることを確認した。このように、開発した手法の結果から、雷・突風の前兆となる特徴量を捉え得ることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した降水粒子判別手法により、積乱雲内部の微物理構造をより正確に捉えることができるようになった。また、この手法を用いることで、二重偏波レーダーから、発雷、突風の前兆を捉えられる可能性を示した。これらの成果は、雷や突風に関する直前予測情報の改善等に貢献し得る点で社会的意義が大きい。また、雷雲の電荷構造と対応する降水粒子特性を明らかにすることで、未だ明らかになっていない下層正電荷の電荷分離機構に新たな洞察を与えた点で、学術的意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：We developed a novel hydrometeor classification algorithm using dual-polarization radar and applied this method to cases of lightning, a downburst, and tornadoes to investigate precursors. In lightning cases, we found that the lower positive charge, crucial for cloud-to-ground discharge, corresponded to liquid water-containing precipitation particles (LWP) above the 0°C level. In a downburst case, LWP aloft increased about 30 minutes prior, and hail aloft increased about 20 minutes prior to the event, with downburst occurring shortly after hail exceeded LWP. In tornado cases, we confirmed the detection of tornadic debris approximately 10 minutes before the tornado reached a damaged residential area. These findings show the potential of the developed method to detect precursors for lightning and damaging winds.

研究分野：レーダー気象学

キーワード：二重偏波レーダー 降水粒子判別 雷 ダウンバースト 竜巻

## 1. 研究開始当初の背景

航空機の安全運航や人間生活に影響を及ぼす雷や突風は、積乱雲によりもたらされる。これまで、室内実験、高層気象観測、気象レーダー観測、数値モデル等により積乱雲内部の微物理構造（雹、あられ、氷晶、0°C高度以上に存在する液水を伴う降水粒子、等の分布構造）が雷・突風の発生に深く関わることが示されてきた。

現実の積乱雲を時空間的に最も良く解像するのは気象レーダーであるが、従来の単偏波レーダーは、降水粒子からの反射の強さ（反射強度）やレーダーに対する動径方向の速度成分しか得られず、現実大気における積乱雲の微物理構造に対する理解は限定的であった。例えば、反射強度だけでは、強雨、あられ、雹、それらの混合状態、の分離は不可能である。このため、これまでの気象レーダーによる雷・突風を伴う積乱雲の研究では、気流構造の解析のほか、反射強度によるあられや雹の解析も行われてきたが、特に液相を含む微物理構造を把握できないため、雷や突風の前兆把握は困難であった。

一方、近年普及しつつある二重偏波レーダーでは、垂直・水平の二つの偏波による観測で、微物理特性（強度、形状、数濃度、分布一様性等）を反映した偏波情報が得られるので、積乱雲内部の降水粒子分布の推定を可能とする。既に、偏波情報を用いた降水粒子判別手法も開発されているが、既往研究で提案されている降水粒子判別手法は分類する降水種別の数が充分ではなく（例えば、Dolan et al., 2013）、強い上昇流域に特徴的な0°C高度以上に存在する液水を伴う降水粒子や相変化の過程にある降水粒子を十分に表現することができない。また、降水粒子判別手法を用いた現象の解析例も限られており、積乱雲の微物理構造の特徴から雷や突風を含む顕著現象の前兆を捉えられるか、まだよく分かっていない。

このような状況を改善するため、強い上昇流域に存在する混合相の降水粒子を判別可能な降水粒子判別手法を開発した上で、その手法を用いて、雷や突風と積乱雲内部の微物理構造との関係を調査することが必要とされる。

## 2. 研究の目的

本研究では、二重偏波レーダーを用いて「強い上昇流域に存在する混合相の降水粒子を判別可能な降水粒子判別手法」を新たに開発し、その判別結果を用いることで、雷、突風の前兆となる微物理構造の特徴を明らかにすることを目的とする。

## 3. 研究の方法

まず、気象庁の運用するCバンド二重偏波レーダーを用いて「強い上昇流域に存在する混合相の降水粒子を判別可能な降水粒子判別手法」を開発し、その上で、当該手法を雷事例と突風事例に適用して事例解析を行い、前兆把握に有効な特徴量の抽出を試みた。なお、申請当初の計画にはなかったが、2019年に竜巻を観測することに成功したことから、竜巻飛散物の検出手法も導入した。主な実施事項と利用データについて、次の(1)～(4)に示す通りである。

### (1) 降水粒子判別手法の開発

気象庁のCバンド二重偏波レーダーデータを用いて、新たな降水粒子判別手法を開発した。降水粒子判別手法の検証には、気象庁の高層気象観測データ（館野）、防災科学技術研究所のLightning Mapping Array (LMA)データ、降水粒子撮像ゾンデデータ、地上の降雹被害情報等を用いて検証を行った。

### (2) 雷事例への適用

(1)で開発した降水粒子判別手法をマルチセル型雷雨事例、スーパーセル型雷雨事例に適用し、それぞれの積乱雲内部の電荷構造と比較した。電荷構造の推定には、三次元放電路観測装置として、気象研究所と宇宙航空研究開発機構の共同研究で得られたBroadband Observation network for Lightning and Thunderstorm (BOLT)のデータ、防災科学技術研究所より提供を受けたLMAのデータをそれぞれ用いた。

### (3) ダウンバースト事例への適用

(1)で開発した降水粒子判別手法を2018年8月27日のダウンバースト事例に適用し、突風発生の前後における上空の降水粒子の時間変化を調査した。観測データとして、気象庁のCバンド二重偏波レーダーのほか、気象庁のアメダス練馬の地上気象観測データを用いた。

### (4) 竜巻事例への適用

竜巻飛散物の検出が可能となるよう、降水粒子判別手法を拡張し、2012年5月6日のつくば竜巻、2019年10月12日の市原竜巻事例にそれぞれ適用し、被害発生時刻・位置と竜巻飛散物の時空間分布の関係を調査した。

## 4. 研究成果

### (1) 降水粒子判別手法の開発

当時、気象庁・気象研究所で開発中であった降水粒子判別手法（Koike, 2021）をベースに、強い上昇流域に存在する混合相の降水粒子が判別可能となるよう改良した。また、降水粒子撮像

ゾンデ画像との比較結果 (図1 に一例を示す) を受けて、雷解析に重要とされる“部分的に湿った霰 (球形な混合相粒子)”と“サイズの小さいまたは数濃度の小さい乾いた霰”に関するラベルを修正した (表1 中, MP, +SN/-GR). また、当該降水粒子判別手法を評価するため、以下の比較を実施した. 気象庁の高層気象観測データ (館野) の融解層高度と、湿雪ラベル (-WS, +WS) 高度の比較, LMA データの発雷開始点と乾いた霰や雹ラベル (GR, HS) 位置の比較, 降水粒子撮像ゾンデ画像と粒子種別の比較, 地上の降雹被害域と HS, RA/HS 判別域の比較. この場では、特に、降水粒子撮像ゾンデとの比較結果を示す. 図1 は、当該粒子判別手法を気象庁のCバンド二重偏波レーダー (福岡レーダー) に適用した結果である. 二重偏波値の特性から上昇流が示唆される領域では、RA/GR や RA/HS, などの液水を伴う降水粒子が 0°C 高度より上空に判別され、その上方及び風下に GR (乾いた霰) が、その GR (乾いた霰) の下層 0°C 高度にかかる領域では、MP (球形な混合相粒子) がそれぞれ判別されており、雲微物理的に合理的な分布が表現された.

表1：降水粒子判別手法で判別する降水粒子種別と表示色

-RA	弱雨	MP	その他の球形な混合相粒子
RA	並雨	-SN	小さい/数濃度の小さい 乾雪
+RA	強雨	+SN/-GR	雪片または 小さい/数濃度の小さい 乾いた霰
RA/GR	濡れた霰/霰と雨の混合	ICE	その他の氷粒子
RA/HS	濡れた雹/雹と雨の混合	IC	氷晶
GR	乾いた霰	BD	大雨滴/共鳴散乱粒子
HS	乾いた雹	NM	非降水エコー
-WS	小さい/数濃度の小さい 湿雪	NS	ノイズ
+WS	大きい/数濃度の大きい 湿雪	UK	不明

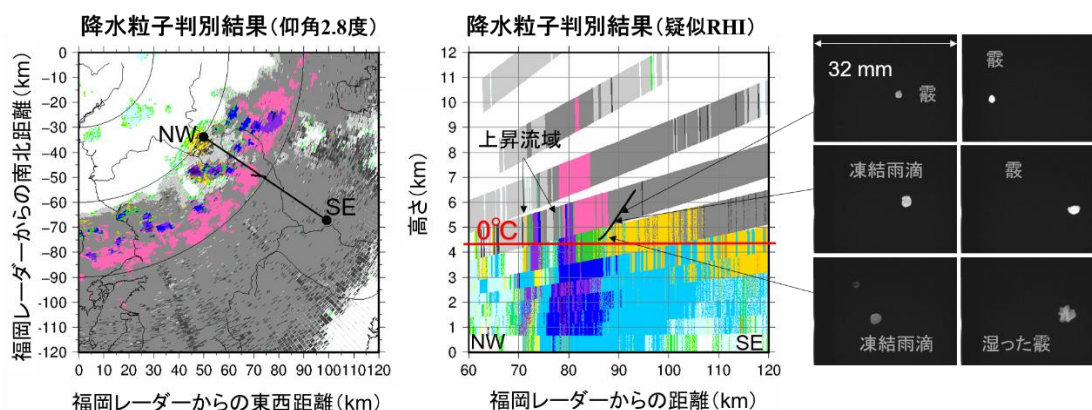


図1：福岡の二重偏波レーダーに適用した降水粒子判別結果. 左から、仰角 2.8° 面の降水粒子分布、左図中の黒線分に沿う鉛直断面 (RHI) 上の降水粒子分布 (図中の黒曲線は当該時刻における降水粒子撮像ゾンデの軌跡)、降水粒子撮像ゾンデ観測により得られた画像の一例、をそれぞれ示す. 各色と降水粒子の関係は表1を参照.

### (2) 雷事例への適用：電荷構造と降水粒子の対応

三次元放電標定装置 (BOLT または LMA) のデータから判別した積乱雲内部の電荷領域と、二重偏波レーダーによる降水粒子判別結果を比較した結果、落雷の発生に重要な主負電荷と下層正電荷は、前者が雹や霰といった球形の降水粒子 (GR, HS, +SN/-GR) と、後者が 0°C 高度以上に存在する液水を伴う降水粒子 (+RA, RA/GR, RA/HS) と、それぞれ良く対応することが分かった. 各電荷に対応する降水粒子種別はそれぞれ比較的分離度が高く、二重偏波レーダーによる降水粒子判別結果から各電荷領域が推定できる可能性が見い出された.

さらに、これまで下層正電荷領域の形成には霰と氷晶の衝突分裂を前提とした電荷分離機構 (例えば, Takahashi, 1978) が広く信じられてきたところ、本研究で得られた下層正電荷と対応する降水粒子の半数以上は、粒子表面の水膜から液水が脱落する際に現れる二重偏波値の特徴を有しており、氷晶と衝突しても反発せず電荷分離を起こさない完全に濡れた状態の粒子 (Luque et al., 2019) である可能性が示唆された. このため、従来の定説以外に、氷表面の水膜が重要な働きをする電荷分離プロセスを検討した. これらの知見をまとめ国際誌に投稿した. 報告書作成時点で査読中であるため、図は省略とする.

### (3) ダウンバースト事例への適用：突風の直前予測可能性

2018 年 8 月 27 日に、東京都杉並区～練馬区にかけて突風被害をもたらしたダウンバースト (以下, DB) 事例を対象に降水粒子判別を行い、鉛直存在率 (水平 1 km 四方の全高度に存在する

注目粒子のデータビン数が、同領域内の全降水粒子のデータビン数に占める百分率)を定義して、DB 発生前後における上空の降水粒子の特徴を考察した。図 2a に雹 (HS) の鉛直存在率を、図 2b に 0°C 高度以上の液水を伴う降水粒子 (+RA, RA/GR, RA/HS, BD) の鉛直存在率を、図 2c に 0°C 高度以上の液水を伴う降水粒子の鉛直存在率に対する雹の鉛直存在率の比 (以下、単に鉛直存在率比) をそれぞれ示す。アメダス練馬で最大瞬間風速 25.1 m/s を観測した時刻 (19:46, 以下 DB 極大時刻) の約 10~15 分前には、雹の鉛直存在率、0°C 高度以上の液水を伴う降水粒子の鉛直存在率がともに、被害地点周辺で大きい。特に、0°C 高度以上の液水を伴う降水粒子の鉛直存在率が高い領域 (上昇流域に対応) の北側で鉛直存在率比の高い領域 (図 2c) があり、この領域では、上昇センスの粒子より落下速度の大きな雹が卓越していたことが示唆される。

図 3 に雹及び 0°C 高度以上の液水を伴う降水粒子の鉛直存在率が 10% 以上の格子数 (以下単に格子数)、鉛直存在率比の領域内平均、アメダス練馬の地上観測値の時系列をそれぞれ示す。DB 極大時刻の約 30 分前頃から、0°C 高度以上の液水を含む粒子の格子数が増加 (図 3a①)、その 10 分後から雹の格子数も増加 (図 3a②)、DB 極大時刻の 10~15 分前の間に、鉛直存在率比が 1 を超えた (図 3a③)。DB 極大時刻後に、雹の格子数、鉛直存在率比のピークがあり (図 3a④)、0°C 高度以上の液水を含む粒子の格子数は急激に減少した (図 3a⑤)。

このように、雹と 0°C 高度以上の液水を伴う降水粒子について、それらの鉛直方向 (鉛直存在率)、水平方向 (格子数) の時空間変化から、DB 発生の前兆を捉えられる可能性が示された。

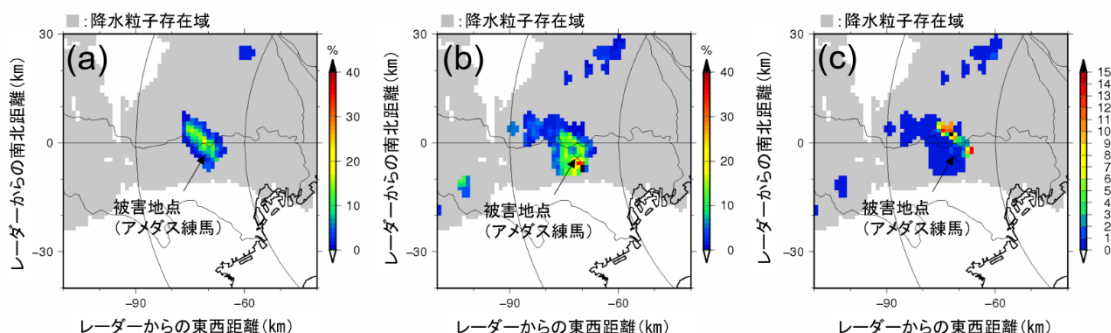


図 2: 2018 年 8 月 27 日 19 時 30~35 分における二重偏波レーダー (成田空港) の降水粒子判別結果から作成した、(a) 雹の鉛直存在率、(b) 0°C 高度以上の液水を伴う降水粒子の鉛直存在率、(c) (b) に対する (c) の比。グレー領域はその他の粒子の存在域。

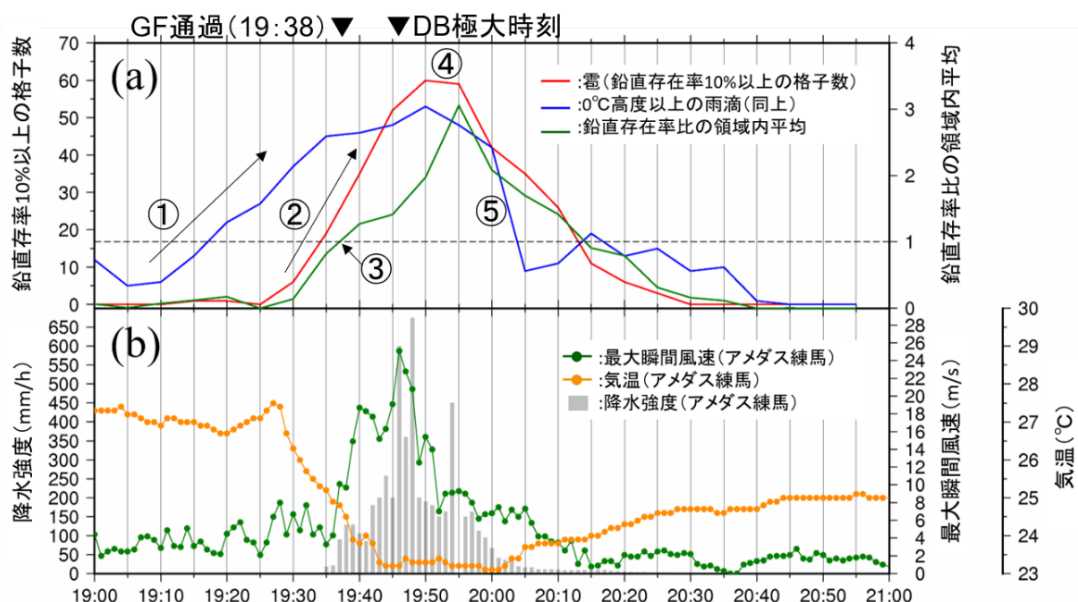


図 3: (a) 図 2 描画領域内における鉛直存在率 10% 以上の格子数 (赤線: 雹, 青線: 0°C 高度以上の雨滴), 鉛直存在率比の平均 (緑線) の時系列図, (b) アメダス練馬における降水強度 (棒), 最大瞬間風速 (緑), 気温 (橙) の時系列図。

#### (4) 竜巻事例への適用: 二重偏波レーダーによる竜巻飛散物の検出

2019 年 10 月 12 日に観測頻度が希少な竜巻 (市原竜巻) 観測事例を基に、降水粒子判別手法を拡張して竜巻飛散物 (竜巻渦が地表に到達したシグナチャ) の検出機能を追加した (Umehara et al., 2021)。この竜巻飛散物の検出手法を国内最大級 (藤田スケールで F3 規模) のつくば竜巻に適用し、住家倒壊地域に到達する約 10 分前に、接地した証拠となる竜巻飛散物を検出可能



であることを確認した (梅原ほか, 2022). これまでもレーダーから地表付近の渦を検出する技術は存在していたが, 竜巻渦が接地したか否かは現地調査をしないと分からなかった. 本手法により, 二重偏波レーダーデータから自動で竜巻飛散物を検出することで, 特に長時間, 長距離を移動する, つくば竜巻のような事例では, 「既に被害を起こしている危険な竜巻が接近している」という緊急アラートとして利用できる可能性が見いだされた.

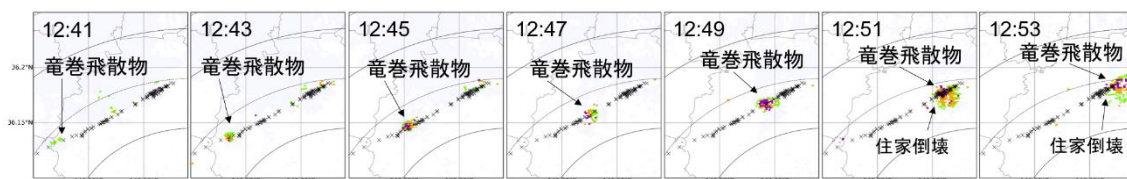


図 4 : 2012 年 5 月 6 日茨城県つくば市に国内最大級 (F3 規模) の被害をもたらした竜巻を対象に, 降水粒子判別を適用し, 竜巻飛散物を抽出した結果. カラーは, 竜巻飛散物の分布域を表しており, 黄緑, 黄色, 紫の順に確度が高いことを表している. ×印は被害報告地点.

#### 引用文献

- Dolan, B., Rutledge, S.A., Lim, S., Chandrasekar, V., Thurai, M., 2013. A robust C-band hydrometeor identification algorithm and application to a long-term polarimetric radar dataset. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 52, 2162-2186.
- Koike, T., 2021. Hydrometeor classification algorithm for dual polarization weather radar using Bayes classifier - an approach for fast training data creation by cluster analysis -. *Wea. Serv. Bull.*
- Luque, M.Y., Bürgesser, R.E., Ávila, E.E., 2018. Experimental measurements of charge separation under wet growth conditions. *Quart. J. Royal Meteor. Soc.* 144, 842-847.
- Takahashi, T., 1978. Riming electrification as a charge generation mechanism in thunderstorms. *J. Atmos. Sci.* 35, 1536-1548.
- Umehara, A., Adachi, T., Mashiko, W., Yamauchi, H., 2021. Analysis of the tornadic debris signatures of the Ichihara tornado in a typhoon environment using two operational C-band dual-polarization weather radars. *Sola* 17, 196-201.
- 梅原章仁, 足立透, 益子渉, 山内洋, 2022: 二重偏波レーダーによる竜巻観測. *号外海洋*, 63, 63-68.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Umehara Akihito, Adachi Toru, Mashiko Wataru, Yamauchi Hiroshi	4. 巻 17
2. 論文標題 Analysis of the Tornadoic Debris Signatures of the Ichihara Tornado in a Typhoon Environment Using Two Operational C-band Dual-Polarization Weather Radars	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 196 ~ 201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2021-034	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 -

1. 著者名 梅原章仁、足立透、益子涉、山内洋	4. 巻 号外No.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 -
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20件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Akihito Umehara, Satoru Yoshida, Syugo Hayashi, Nobuhiro Nagumo, Hiroshi Yamauchi, Eiichi Yoshikawa
2. 発表標題 Analysis of Charge Structure in a Typical Deep Convection Using C-band Polarimetric Radar and LF-band Three-dimensional Lightning Mapper
3. 学会等名 11th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梅原章仁、櫻井南海子、吉田智、林修吾、清水慎吾、山内洋、出世ゆかり
2. 発表標題 二重偏波レーダー及び雷3次元観測システムを用いて考察する夏季積乱雲内部における降水粒子と電荷構造の対応
3. 学会等名 日本気象学会 第17回航空気象研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 梅原章仁, 荒木健太郎, 山内洋, 猪上華子, 南雲信宏
2. 発表標題 二重偏波レーダーで判別した2022年6月2, 3日における関東の顕著な降雹
3. 学会等名 日本気象学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梅原章仁, 櫻井南海子, 吉田智, 林修吾, 清水慎吾, 山内洋, 出世ゆかり
2. 発表標題 二重偏波レーダー及び雷3次元観測システムを用いた 降水粒子と雷活動の比較解析
3. 学会等名 日本気象学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梅原章仁, 鈴木賢士, 原優里佳, 山内洋, 猪上華子, 南雲信宏, 鵜沼昂
2. 発表標題 二重偏波レーダーによる降水粒子判別結果と降水粒子撮像ゾンデ画像との比較
3. 学会等名 日本気象学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 梅原章仁, 吉田智, 林修吾, 南雲信宏, 山内洋, 吉川栄一
2. 発表標題 二重偏波レーダーと三次元雷標定装置を用いた夏季積乱雲内部の電荷分布構造の解析
3. 学会等名 日本大気電気学会第100回研究発表会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 梅原章仁, 吉田智, 林修吾, 南雲信宏, 山内洋, 吉川栄一
2. 発表標題 二重偏波レーダーによる降水粒子判別結果とBOLTによる三次元電荷分布との相互比較
3. 学会等名 日本気象学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 梅原章仁, 南雲信宏, 山内洋
2. 発表標題 二重偏波レーダーで捉えたダウンバースト発生前後における降水粒子の時空間分布特性
3. 学会等名 日本気象学会2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 梅原章仁, 足立透, 益子涉, 山内洋
2. 発表標題 2019年10月12日に市原市に被害をもたらした竜巻の二重偏波特性について(その2)
3. 学会等名 日本気象学会2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 梅原章仁, 南雲信宏, 山内洋
2. 発表標題 二重偏波レーダーの降水粒子判別結果から考察するダウンバースト発生前兆
3. 学会等名 第15回航空気象研究会
4. 発表年 2020年～2021年



1. 発表者名 梅原章仁, 足立透, 益子涉, 山内洋
2. 発表標題 二重偏波レーダーで捉えた竜巻飛散物の時空間分布～2019年10月12日千葉県市原市に生じた竜巻を対象として～
3. 学会等名 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・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」
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 梅原章仁, 足立透, 益子涉, 山内洋
2. 発表標題 二重偏波レーダーによる竜巻観測
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 2020年～2021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～2021年

1. 発表者名 足立透, 益子涉, 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 2020年～2021年

1. 発表者名 Akihito Umehara, Tetsuji Koike, Kentaro Yamamoto, Nobuhiro Nagumo, Hiroshi Yamauchi
2. 発表標題 Development of a Practical Hydrometeor Classification Algorithm via a Bayesian Approach Using C-band Dual Polarization Radar
3. 学会等名 AMS 39th International Conference on Radar Meteorology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Syugo Hayashi, Akihito Umehara, Nobuhiro Nagumo
2. 発表標題 A dual-polarization radar observation of the thunderstorm dominated by positive cloud to ground lightning flash
3. 学会等名 AMS 39th International Conference on Radar Meteorology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅原章仁, 小池哲司, 山本健太郎, 南雲信宏, 山内洋
2. 発表標題 Cバンド二重偏波レーダーを用いた降水粒子判別手法の開発と評価
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 林 修吾, 梅原章仁, 南雲信宏
2. 発表標題 二重偏波レーダーによる降水粒子判別を用いた雷雲の特徴
3. 学会等名 日本気象学会 第14回航空気象研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梅原章仁, 山内 洋
2. 発表標題 2019年10月12日に市原市に被害をもたらした竜巻の二重偏波特性
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 梅原章仁, 嶋田宇大
2. 発表標題 2019年台風第19号の降水過程に関する二重偏波レーダーを用いた解析
3. 学会等名 日本気象学会2020年度春季大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	山内 洋  (Yamauchi Hiroshi)	気象研究所・台風・災害気象研究部・室長  (82109)	
研究協力者	南雲 信宏  (Nagumo Nobuhiro)	気象庁・大気海洋部・調査官	
研究協力者	猪上 華子  (Inoue Hanako)	気象庁・大気海洋部・調査官	

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
---------	---------