

令和 5 年 5 月 26 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04080

研究課題名（和文）ひまわり8号とフェーズドアレイ気象レーダによる積乱雲発達初期の高頻度同時観測

研究課題名（英文）Fine-time synchronized observations of the initial stage of cumulonimbus clouds by phased array weather radar and Himawari8 AHI

研究代表者

樋口 篤志（Higuchi, Atsushi）

千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・准教授

研究者番号：90324384

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：急激に発達する積乱雲の発達初期に着目し、ひまわり8号日本域観測（2分30秒間隔）、Pフェーズドアレイ気象レーダ（30秒間隔）の高頻度同時観測より、積乱雲の短期間挙動を捉え、「1つの積乱雲の一生」に対してより精緻に発達過程を観察することで雲物理の更なる理解に貢献する。千葉県房総半島で発生した4つの積乱雲を対象として、レーダで検出される前後の雲の光学的な特性の変化を明瞭に捉えることができた。また東京湾沿岸部で発生した積乱雲について、多彩な地上設置観測により精緻に観測することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

積乱雲の発達期は状態が急激に変化しゲリラ豪雨等の災害に直結するため、挙動の更なる解明は科学的にも社会貢献の観点からも意義が高い。本研究は事例研究ではあるが、「1つの積乱雲の一生」に対し、地上設置レーダと人工衛星による観測を効果的に組み合わせることにより精緻に発達過程を観察するアプローチを構築することができた。

研究成果の概要（英文）：Focusing on the early stage of development of rapidly developing cumulonimbus clouds, we will capture the short-term behavior of cumulonimbus clouds through high-frequency simultaneous observations by the Himawari-8 Japan Area Observation Mode (every 2 minutes 30 seconds) and the Phased Array Weather Radar (every 30 seconds). Precise observations can contribute to further understanding of cloud physics, particularly capturing "the life of a cumulonimbus cloud." The changes in optical properties of four cumulonimbus clouds over the Boso Peninsula in Chiba Prefecture were clearly captured by radar before and after the detection. In addition, the ground-based observations of cumulonimbus clouds along the Tokyo Bay coastline were also exact.

研究分野：衛星気候学，水文学

キーワード：積乱雲 ひまわり8・9号 フェーズドアレイ気象レーダ 雲の光学的特性 発達期

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

「孤立した積乱雲の一生は約 1 時間」である。これはメソ気象学の重要な成果であり、生涯は発達期・成熟期・衰退期に分かれる(図 1)。この中で特に発達期は急激に状態が変化し、ゲリラ豪雨等の災害に直結するため、挙動の更なる解明が学問的問いの中核となる。発達期初期には大気が不安定な中、湿った空気塊が上昇し凝結過程で雲粒を形成する(図 1)。この段階の雲粒は非常に小さく、降水レーダ(C, X, Ku バンド)での検出は困難である。図 1 より降水レーダで検出可能となり、雨が降り出し(図 1)、発達・成熟・衰退過程の理解のため、様々なアプローチで研究が進められた。

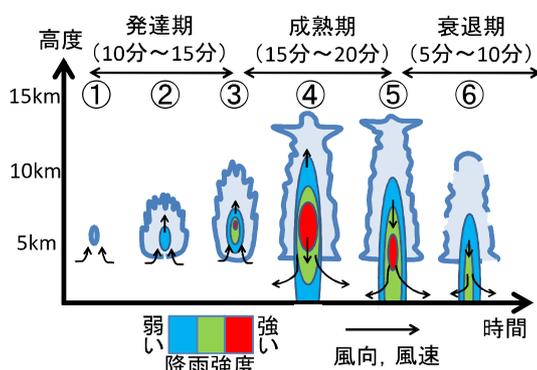


図 1 孤立積乱雲の発達過程 (中北ほか, 2010)

図 1①~③は雲の生成・発達過程を捉え、気候学、大気科学でも関心の高い現象である。発達初期は降水レーダでの検出は困難であることから、衛星搭載光学センサ(例えば MODIS)による雲の光学的特性情報(雲の光学的厚さ、雲粒の放射有効半径)の活用が有効である。光学受動センサによる推定は鉛直積算、雲最上部に関する情報しか得られないが、雲粒に感度のある雲レーダ(Cloudsat: 85GHz)と MODIS の複合解析が Nakajima et al (2010) によってなされた。こうした複合的な解析は雲物理の更なる理解に貢献するが、極軌道衛星のコンポジット解析では「モンタージュ」的などところで留まらざるを得ず、1つの積乱雲の一生を捉えていない。

積乱雲の一生を衛星で追うには観測頻度の高い静止気象衛星を用いるしかない。MTSAT ラピッドスキャンでの解析(Hamada and Takayabu, 2016)もあるが、ドイツ降水レーダ観測網と EU 静止気象衛星 METEOSAT MSG (15 分)による降水セル追跡による統計解析(Senf and Deneke, 2017)がある。ここでは熱赤外 10 μm 輝度温度(Tbb)の時間変化が対流発生前後で顕著に変わることを示したが、MSG の観測頻度では特に発達期の急激な状態変化を捉えるには至らず、観測技術のブレークスルーが求められてきた。

2015 年に運用を開始したひまわり 8 号は機能向上が図られ、日本域を 2 分 30 秒で観測する。地上設置レーダも 3 次元ボリュームスキャンに従来の 5-6 分要したが、フェーズドアレイ気象レーダ(以下 PAWR)は最短 10 秒(通常 30 秒)で可能となった。日本無線は PAWR 試験機を千葉市で運用し、同観測データを共同研究で利用可能である。衛星と地上設置レーダ両方の技術革新を活用することで、学問的問いの核心部分である「急速に変化する積乱雲の発達初期をより精緻に捉えること」が可能となった。

### 2. 研究の目的

急激に発達する積乱雲の発達初期に着目し、ひまわり 8 号日本域観測(2 分 30 秒間隔)PAWR(30 秒間隔)の高頻度同時観測より、積乱雲の短期間挙動を捉える。その際雲の光学的特性の変化に着目し、Nakajima et al. (2010) で示された複合解析をひまわり 8 号(衛星光学センサ)と PAWR(元々は Cloudsat)に置き換え、「1つの積乱雲の一生」に対してより精緻に積乱雲発達過程を観察することで雲物理の更なる理解に貢献する。さらに、強雨をもたらす積乱雲とそうならないものの間には発達初期の環境場にはどのような違いがあるか、その差を多くのサンプルから統計的に示すことで危険な積乱雲の発達初期の描像をより明確にする。を申請時に研究目的として設定した。

### 3. 研究の方法

上記目的を達成するため、研究目的の、について 2016 年 8 月 4 日に千葉県房総半島で発生した 4 つの積乱雲を対象に解析を行った。対象となる雲は目視で選定し、ひまわり 8 号観測データ(可視光反射率, 10 μm Tbb)に加え、太陽放射コンソーシアム(<http://www.amateras.org/>)より提供される AMATERASS プロダクトの一つである雲物理パラメータ(雲の光学的厚さ、雲粒の放射有効半径)を用いた。PAWR で最初にエコーが観測される(1st Echo)時間を 0 時として、その前後でひまわり観測情報がどのように変化しているかを確認した。加えて、PAWR、ひまわり観測両方のデータがある期間で、雲の光学的厚さを縦軸とし、雲の放射有効半径を振り分け条件として頻度分布(CFODD: Contoured Frequency by Optical-Depth Diagram, Nakajima et al., 2010)を作成し、極軌道衛星観測ベースで得られた知見と比較を行った。

降水レーダより波長の短いレーダの一つである W 帯雲レーダである FALCON-1 の常時観測データを活用するため、千葉大学西千葉キャンパス直上付近で発生した積雲事例を抽出し、異なる波長による観測、および同キャンパスに展開される多彩な地上観測装置でどのように見えているのか、同じく事例解析を行った。また、少し目線を変えた解析として、降水現象に影響を与える地形効果について、国内を広く網羅するレーダアメダス解析雨量を用いた解析を実施した。

#### 4. 研究成果

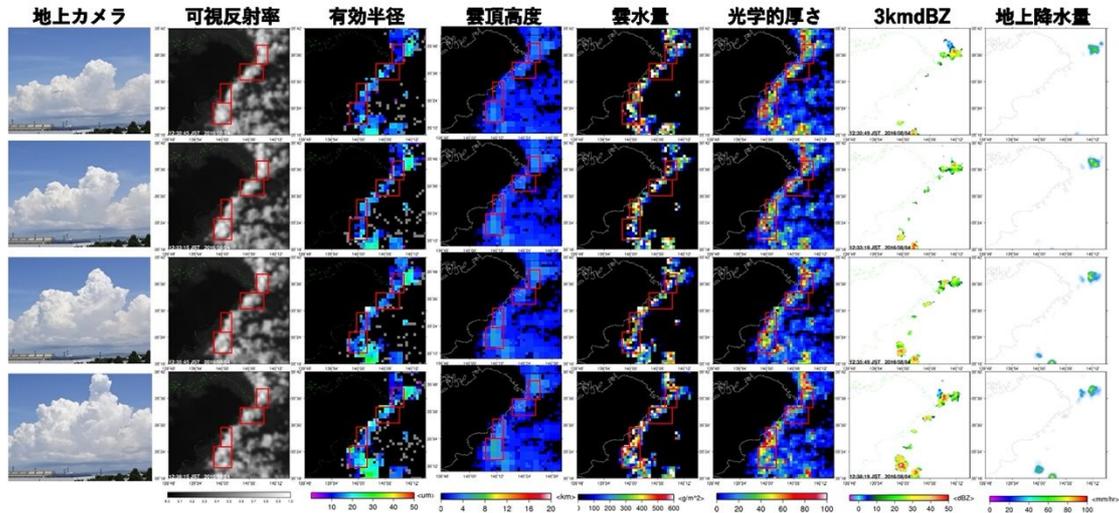


図2 2016年8月4日千葉県房総半島で発生した積乱雲の時間発展の様子。12:20:45 JST - 12:28:15 JSTにおける2.5分間隔での時系列を示し、左から防衛大学校より房総半島方向を撮影したビデオカメラ画像、ひまわり8号可視反射率、AMATERASSプロダクト(雲粒の放射有効半径、雲頂高度、雲水量、雲の光学的厚さ)、PAWRによる3km高度でのレーダ反射因子(dBZ)、およびX-RAINによる地上降水量。

まず2016年8月4日の事例解析を説明する。図2に同日に得られた各種要素の時系列の一部を示す。対象日の天候は12時時点で太平洋高気圧の周辺部に位置し、大気が不安定な状態であった。午前中は晴れ間が広がり気温は31.5℃まで達した。このため、積乱雲が発達しやすい環境であった。同日11:20 JST頃からひまわり可視画像画像から複数の積雲が確認でき、発生・発達・衰退を繰り返していた。雲の光学的厚さは20以下、雲頂高度は2~3 km程の水雲がほとんどであった。12:00 JST頃から積雲数がより多くなり、北北東~南南西に伸びる雲列を形成した。この段階では光学的厚さがやや厚い(30~50)雲が現れ、AMATERASSプロダクトでも雲の放射有効半径・雲水量の推定値が現れ出したことから積乱雲に近い積雲まで発達したと思われるが、まだ雲頂高度は低いものが殆どであった。その後、水平方向に散在していた積雲は狭い地域に密集することで雲水量・雲の光学的厚さが厚い雲に成長したように見えた。12:20 JST頃から雲列の中でより可視反射率の高い(明るい)雲が形成され、大きな積乱雲へと発達した。本事例解析で対象とした4つの孤立積乱雲の1st Echo時刻は12:16-29 JSTであり、X-RAINによる最大降水時刻についても同じようなズレを生じていたことがわかった。そこでPAWRによる1st Echo時刻を中心に各種情報の時系列を拾うことで積乱雲の一生に関する挙動を調べた。図3に積乱雲Aの各種パラメータのPAWRの1st Echo前後の時系列を示す。1st Echo検出前40分(t = -40分: 11:44 JST)では、積雲による可視反射率の増減が見られる。このフェーズでは雲の光学的厚さの領域平均値に変化は殆ど無い。t = -40~23分では可視反射率は増減を繰り返しながら上昇を続け、かつ雲の光学的厚さも緩やかに上昇を開始する。t = -23~0分では可視反射率・光学的厚さに共に急激な増加を示し、特にt = -19~5

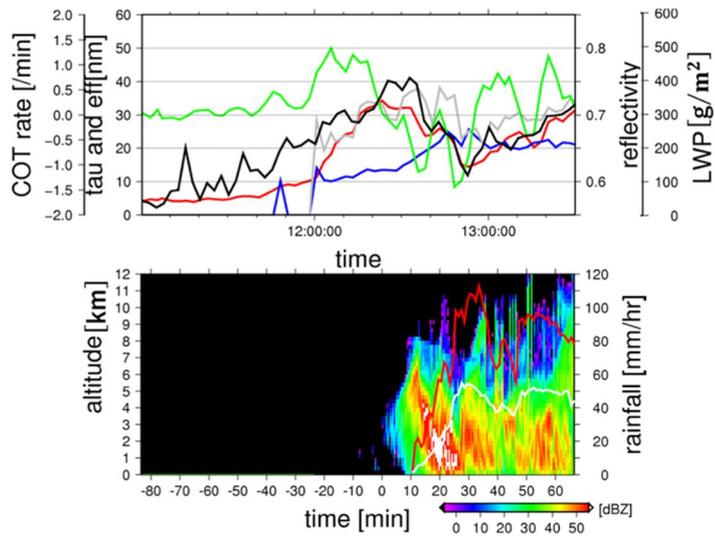


図3 積乱雲Aのひまわり8号可視反射率、AMATERASSの各種物理量(上)、PAWRのレーダ反射因子、XRAINの地上合成雨量の時間変化(下)。可視反射率は領域内0.52以上のピクセル平均値、AMATERASSデータは領域平均、レーダ反射因子はボクセル内最大値を含む1ピンを表示。上:可視反射率(黒)、雲の放射有効半径(青)、雲水量(灰)、光学的厚さ(赤)、光学的厚さの変化率(緑)。下:PAWRのレーダ反射因子(カラー)、XRAINによる地上最大降水量(赤線)、および領域平均降水量(白線)をそれぞれ示す。

分では雲の放射有効半径は  $10\ \mu\text{m}$  から  $13\ \mu\text{m}$  へ、雲水量は  $230\ \text{g m}^{-2}$  から  $320\ \text{g m}^{-2}$  へ急激に増加していたことがわかる。PAWR による 1st Echo は高度  $3\text{km}$  で検出され、 $t = 9.5\sim 12$  分では  $40\text{dBZ}$  を超える強い降水セルが高度  $4.5\text{km}$  から  $6\text{km}$  まで上昇する。その前に可視反射率のピークが観測されている。その後  $t = 12$  分以降では可視反射率の急激な減少とレーダエコーの落下が同期した応答を示していることがわかる。 $t = 22$  分および  $25$  分に X-rain の地上最大降水量の極大が存在し、それぞれ  $67.2\ \text{mm hr}^{-1}$  および  $98.8\ \text{mm hr}^{-1}$  であった。こうした挙動は模式的に示した図 1 と整合的であり、本研究課題で提示したアプローチの有用性を示すことができた。なお、図 3 はひまわり 8 号に代表される第 3 世代静止気象衛星の地球環境研究(特に大気および陸域研究)への有用性を示すレビュー論文(Higuchi, 2021)でのハイライト図に採用している。

積乱雲 A に対する CFODD を図 4 に示す。1st Echo 付近の時間帯 ( $t = 0\sim 7.5$  分)では  $30\text{dBZ}$  以下の弱いエコーが殆どであり、雲の光学的厚さに対してほぼ一様な強度分布を示す。その後  $t = 7.5\sim 12.5$  分では光学的厚さ  $10\sim 25$  付近が  $30\sim 40\text{dBZ}$  の強いエコーで膨らんでいることがわかる。 $t = 12\sim 17.5$  分では光学的厚さが厚いところに強いエコー頻度が集中するようになり、次の  $t = 17.5\sim 20$  分では光学的厚さの薄い領域のみ頻度が見えるようになり、一連の挙動は  $t = 22$  分に X-RAIN 極大値を迎えたことと整合的である。それ以降は 2 番目に発生したコアを拾っているが、当初の目的である、は事例解析レベルでは成功したと判断している。

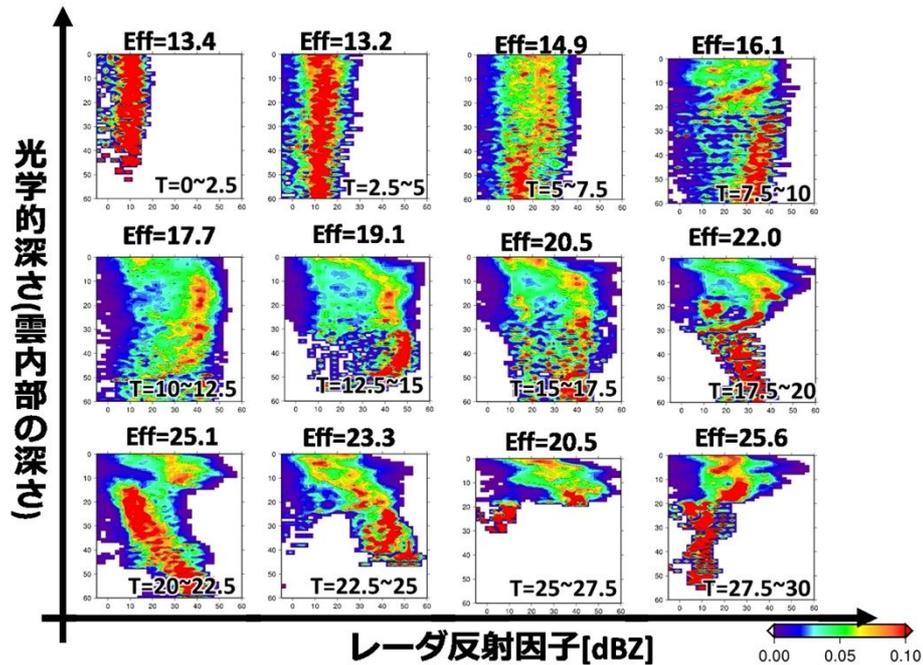


図 4 積乱雲 A の CFODD. 縦軸に光学的厚さ, 横軸にレーダ反射因子 (dBZ), カラーは頻度, 左下の時刻はファーストエコー時からの時間, Eff は平均有効半径をそれぞれ表す. 光学的厚さのグリッド間隔は 1, レーダ反射因子のグリッド間隔は 2dBZ である.  $T=20\sim 22.5$  の光学的深さ 10 以上に分布する領域は、積乱雲 A 内で 2 番目に発生したコアであり、その後の CFODD はそのコアの変動を捉えている。

積乱雲の発達初期段階の挙動を更に着目するため、千葉大学西千葉キャンパスに設置・運用されている W 帯雲レーダ FALCON-I を中心に、複数の鉛直観測機器で発達初期状態はどのように見えているか、2020 年 9 月 4 日に東京湾で発生した積乱雲について解析を行った。この日の天候は千葉では 6 時から 18 時まで晴れており、最高気温は  $33.3$  であった。台風 9 号から変わった低気圧からのびる前線の影響で西日本～北日本のところどころで雷雨が発生している。館野の高層観測から計算された CAPE は 00 UTC は  $1660\ \text{J kg}^{-1}$ , 12 UTC では  $463.8\ \text{J kg}^{-1}$  と大きく減少しており、不安定な大気状態が対流活動により解消されたことが伺える。PAWR による平面図 (3 次元ボクセルデータから最大レーダ反射因子を抽出し、平面に落としたもの: 図省略) では 18:50JST に千葉大学西千葉キャンパスの西近くでエコーが認められ、すぐに発達し  $35\text{dBZ}$  以上の強いエコーの端が 19 時台にキャンパスにかかる状態が続いた。より正確にはキャンパス近くで発生した積乱雲の PAWR での 1st Echo 時刻は 18:48:30 JST, キャンパス内 FALCON-I 直上での 1st Echo 時刻は 18:54:00 JST であった。ここでは 3 次元データが取得できる PAWR を鉛直 1 次元レーダと捉え、FALCON-I 直上の鉛直プロファイルデータを抽出、FALCON-I と合わせて時系列で表現した。同キャンパスには他にも Skynet (<http://atmos3.cr.chiba-u.jp/skynet/>) によるマイクロ波放射計から推定された可降水量・雲水量、国立環境研ライダーネットワーク (<https://www-lidar.nies.go.jp/>) によるライダー、魚眼カメラ等の観測機器が充実している。図 5 に 18 時～20 時における各種観測データの時系列を示す。PAWR で 1st Echo が観測される前

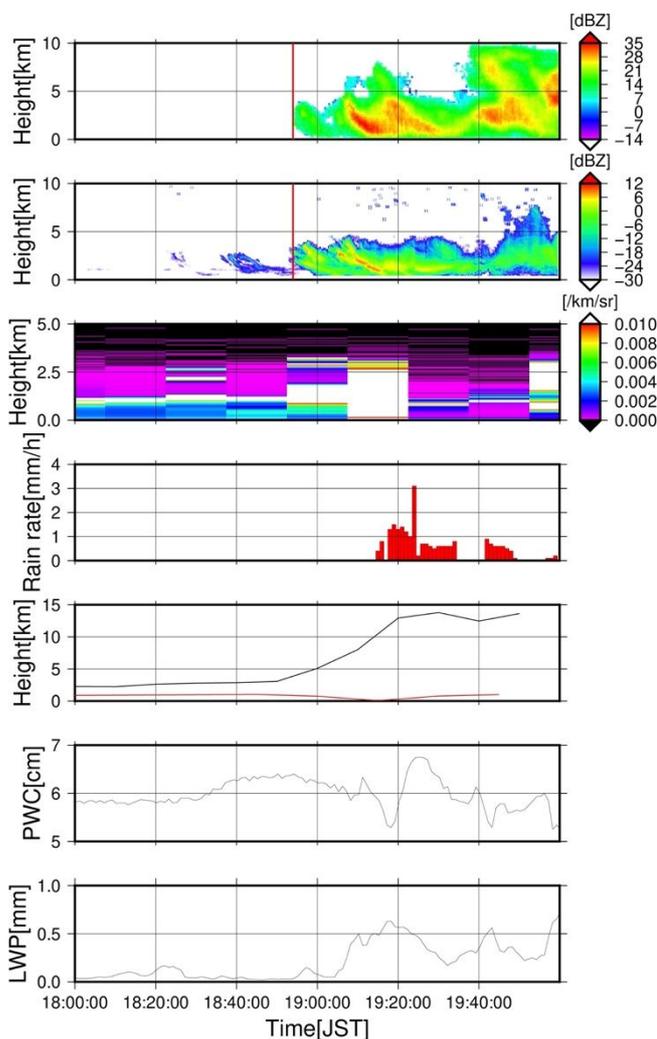


図5 2020年9月4日18-20JSTにおける千葉大西千葉キャンパスで計測された各種要素の時系列。上からPAWRのレーダ反射因子、FALCON-Iレーダ反射因子、環境研ライダー1064nm後方散乱係数、地上雨量、ライダーによる雲頂(黒)・雲底(赤)高度、可降水量、雲水量

標高依存性を評価することを目的として、一部地域において標高依存性が明瞭ではないことが報告されている梅雨期、類似した降水システムである秋雨期、局所的な降水量分布が見られ標高依存性が大きい台風及び冬季降水を抽出して解析を行った。年降水量から各降水システムを抽出した後に残る降水(降水システム抽出後)は、日本全体で一様な分布を示した。また、降水システム抽出後の降水量は日本全体で標高依存性が認められた。これによって日本各地における標高依存性の違いを評価することが可能になった。降水システム抽出後では、近畿地方・瀬戸内地方・熊本県・宮崎県・東北地方日本海側及び太平洋側では標高依存性が認められたが、関東地方では認められなかった。県境に明瞭な分水嶺を持つ九州地方と東北地方では分水嶺の西側で標高依存性が大きく、東北地方日本海側は解析対象地域の中で最も大きく、宮崎県は最も小さい。日本の標高依存性は降水システムを抽出しても地域性が大きいことがわかった。本成果は大槻ほか(2022)として水文・水資源学会誌に掲載された。

研究目的の については3次元情報を持つPAWRデータを2次元に扱うツールを利用し、対象となる降水セルの効率的な収集、およびその寿命を統計的に扱う方法確立に向け試行錯誤を繰り返したが、期間中の確立までは至らなかったため、今後の研究開発課題として残った。

[引用文献]

中北ほか(2010): 水工学論文集, 第54巻, 343-348. Nakajima et al (2010) <https://doi.org/10.1175/2010JAS3276.1>. Hamada and Takayabu (2016): <https://doi.org/10.1002/2016GL068962>. Senf and Deneke (2017): <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-16-0293.1>. Higuchi (2021): <https://doi.org/10.3390/rs13081553>. 樋口ほか(2022): 水文・水資源学会/日本水文科学会合同大会, 本橋ほか(2022): 日本気象学会2022年度秋季大会, D404, 大槻ほか(2022): <https://doi.org/10.3178/jjshwr.35.1715>.

段階の挙動を見る。17:45JSTに高度1kmで1064nmライダーでの後方散乱係数の急上昇が認められる。また可降水量は17:40JST頃から上昇しており、魚眼カメラ画像を確認すると17:45JSTの時点で離散した積雲が存在していたことが確認できた。これらの観測情報からPAWR 1st Echoの1時間以上前にはキャンパス上空に小さな積雲群が存在していたと考えられる。その後ライダーの後方散乱係数より17:45-18:45JSTまで雲底は高度1km前後に存在していたと考えられる。FALCON-I 1st Echoは18:35:30JSTであり、PAWRによる1st Echo時刻より約20分早かった。積乱雲の前兆である積雲が集積し出す状況を捉えたとの期待を含め、もう少し広い場での大気場の動きを精査したところ、18:35JST-18:50JSTのFALCON-Iの弱いレーダ反射因子は茨城県南部から千葉県に向け流れてきた収束帯で発生した積雲であり、その後急発達した積乱雲とは直接の関係がないことがわかった。一連の事例解析の結果は樋口ほか(2022): 水文・水資源学会/日本水文科学会合同大会, および本橋ほか(2022): 日本気象学会2022年度秋季大会にて発表した。本事例に関してはFALCON-Iから得られる鉛直速度に関係するドップラースペクトルデータや、PAWRのX帯観測とFALCON-IのW帯の2周波数比(DFR<sub>m</sub>)を算出し、より科学的に価値の高い解釈が得られるか解析を行ったが、満足な成果を得るまでには至らなかった。

また、降水現象に影響を与える地形効果(標高依存性)について、気象庁1kmメッシュGPVを用いて解析を行った。ここでは日本各地における降水量

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Higuchi Atsushi	4. 巻 13
2. 論文標題 Toward More Integrated Utilizations of Geostationary Satellite Data for Disaster Management and Risk Mitigation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 1553 ~ 1553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs13081553	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 樋口 篤志	4. 巻 41
2. 論文標題 雲・降水過程リモートセンシングにおける今後の展開	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本リモートセンシング学会誌	6. 最初と最後の頁 140 ~ 143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11440/rssj.41.140	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 樋口 篤志、棚田 和玖、村上 浩、本多 嘉明、中島 孝、石坂 丞二、弓本 桂也、堀之内 武、中島 正勝、木村 俊義、橋本 真喜子	4. 巻 41
2. 論文標題 次期静止ミッション検討分科会における次期ひまわり搭載イメージャに関する検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本リモートセンシング学会誌	6. 最初と最後の頁 461 ~ 468
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11440/rssj.41.461	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 樋口 篤志、竹中 栄晶、青木 佐恵子、豊嶋 紘一、山本 宗尚、山本 雄平、市井 和仁	4. 巻 41
2. 論文標題 千葉大学環境リモートセンシング研究センターにおける静止気象衛星データのアーカイブおよび公開	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本リモートセンシング学会誌	6. 最初と最後の頁 487 ~ 492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11440/rssj.41.487	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 Morotomi Kazuomi, Shimamura Shigeharu, Kobayashi Fumiaki, Takamura Tamio, Takano Toshiaki, Higuchi Atsushi, Iwashita Hisato	4. 巻 47
2. 論文標題 Evolution of a Tornado and Debris Ball Associated With Super Typhoon Hagibis 2019 Observed by X-Band Phased Array Weather Radar in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2020GL091061
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020GL091061	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 Suzuki Ryotaro, Higuchi Atsushi	4. 巻 67
2. 論文標題 Vegetation response to soil moisture and groundwater in west-central Africa revealed by satellite observations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Hydrological Sciences Journal	6. 最初と最後の頁 1153 ~ 1164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02626667.2022.2069502	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 大槻真由, 樋口篤志, 広瀬民志	4. 巻 35
2. 論文標題 我が国における降水量標高依存性とその地域性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 水文・水資源学会誌	6. 最初と最後の頁 376 ~ 390
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/jjshwr.35.1715	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 樋口篤志	4. 巻 106
2. 論文標題 10.8 リモートセンシング	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 照明学会誌	6. 最初と最後の頁 268
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16件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Otsuki, M., A. Higuchi, H. Hirose
2. 発表標題 Attempt to separate factors to reduce locality of precipitation-elevation dependence in Japan
3. 学会等名 JpGU 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suzuki, R., A. Higuchi
2. 発表標題 Vegetation response to soil moisture and groundwater in west-central Africa revealed by satellite observations
3. 学会等名 JpGU 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toyoshima, K., H. Hirose, A. Higuchi
2. 発表標題 Evaluation of Himawari estimated precipitation product compared with GSMaP and JMA radar analysis,
3. 学会等名 JpGU 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suzuki, R., A. Higuchi
2. 発表標題 Vegetation response to soil moisture and groundwater in west-central Africa revealed by satellite observations
3. 学会等名 AOGS 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原岡秀樹, 小林文明, 岩下久人, 諸富和臣, 嶋村重治, 鷹野敏明, 高村民雄, 樋口篤志
2. 発表標題 台風に伴う発雷分布 台風中心壁雲付近で正極性落雷が多い事例 ,
3. 学会等名 2021年度日本気象学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 樋口篤志, 本多嘉明, 中島孝, 石坂丞二, 弓本桂也, 堀之内武, 中島正勝, 木村俊義, 太田和敬, 橋本真喜子, 棚田和玖, 村上浩
2. 発表標題 次期ひまわり搭載イメージャーに関する検討(その2)
3. 学会等名 2021年度日本気象学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木下朱佳, 樋口篤志, 豊嶋紘一, 小槻峻司
2. 発表標題 北海道に降雪をもたらす気団変質の近年の変動について
3. 学会等名 水文・水資源学会/日本水文科学会 2021年度研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩下久人, 小林文明, 諸富和臣, 嶋村重治, 原岡秀樹, 鷹野敏明, 高村民雄, 樋口篤志
2. 発表標題 2018 年台風 21 号と 2019 年台風 15 号の地上稠密気象観測網による気圧と風向・風速の観測結果
3. 学会等名 2020年度日本気象学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 諸富和臣, 嶋村重治, 小林文明, 岩下久人, 原岡秀樹, 鷹野敏明, 樋口篤志, 高村民雄
2. 発表標題 令和元年台風 19 号(Hagibis)に伴い市原市で発生した竜巻のフェーズドアレイ気象レーダ観測
3. 学会等名 2020年度日本気象学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋村重治, 諸富和臣, 小林文明, 岩下久人, 原岡秀樹, 鷹野敏明, 樋口篤志, 高村民雄
2. 発表標題 フェーズドアレイ気象レーダで観測された 2019 年 10 月 12 日市原竜巻の鉛直構造
3. 学会等名 2020年度日本気象学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鷹野敏明, 樋川恵祐, 堀切友晃, 河村洋平, 樋口篤志, 高村民雄, 小林文明, 諸富和臣, 嶋村重治, 岩下久人
2. 発表標題 ミリ波雲レーダ FALCON-1 による融解層での雨滴形成と落下の詳細解析
3. 学会等名 2020年度日本気象学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原岡秀樹, 小林文明, 岩下久人, 諸富和臣, 嶋村重治, 鷹野敏明, 高村民雄, 樋口篤志
2. 発表標題 令和元年台風第 15 号の発雷極性の特徴
3. 学会等名 2020年度日本気象学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 樋口篤志, 本橋優登, 鷹野敏明, 諸富和臣, 嶋村重治, 小林文明, 高村民雄, 豊嶋紘一, 岩下久人
2. 発表標題 X 帯 PAWR と W 帯 FALCON-I による降水雲同時観測
3. 学会等名 2020年度日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 樋口篤志, 本多嘉明, 中島孝, 石坂丞二, 弓本桂也, 富田浩, 別所康太郎, 安藤昭芳, 大和田浩美, 磯野賀瑞夫, 中島正勝, 木村俊義, 太田和敬, 金子有紀, 棚田和玖
2. 発表標題 次期ひまわり搭載イメージャーに関する検討
3. 学会等名 2020年度日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 樋口篤志, 本橋優登, 小林文明, 諸富和臣, 嶋村重治, 大矢浩代, 鷹野敏明, 高村民雄, 岩下久人, 本吉弘岐, 中井専人
2. 発表標題 千葉北西部房総半島におけるレーダ, 衛星, 地上観測による対流雲発生の観測的研究: これまでとこれから
3. 学会等名 水文・水資源学会/日本水文学会 2022年度研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本橋優登, 樋口篤志, 小林文明, 諸富和臣, 嶋村重治, 大矢浩代, 鷹野敏明, 高村民雄, 岩下久人
2. 発表標題 複数のレーダが捉えた積乱雲の内部構造の時間変化
3. 学会等名 日本気象学会2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 日本リモートセンシング学会	4. 発行年 2023年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 758
3. 書名 リモートセンシング事典	

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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