

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04477

研究課題名(和文) インドネシアの森林火災による大気エアロゾル粒子の気候影響に関する観測的研究

研究課題名(英文) The effect of the Indonesian biomass burning aerosols on climate changes

研究代表者

安永 数明 (Yasunaga, Kazuaki)

富山大学・学術研究部都市デザイン学系・教授

研究者番号：50421889

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：降水活動が活発な熱帯西太平洋に位置するPalau 共和国に、降水粒子と大気中のエアロゾル粒子を観測できる測器を設置し、インドネシアの森林火災を起源とする大気エアロゾル粒子の、熱帯海洋上における雲・降水の特性に与える影響について調べた。ここでは降水活動の指標の1つとして雷に着目した。解析期間のデータの中から、解析領域内で発雷数が多い事例と少ない事例を抽出し、後方流跡線解析を行ったところ、多い事例では陸域起源の気塊が到来している一方で、少ない事例では主として海洋起源の気塊が到来していることが分かった。また発雷に関する違いは大気成層の安定性では説明できず、エアロゾルが重要であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

先行研究では、統計的な観点から人為的なエアロゾルが熱帯海洋上の雷活動に影響を及ぼしていることを指摘していたが、本研究では事例的な観点から初めてその関係性を明らかにすることができた。Covid19の感染拡大のために、熱帯海洋上での観測データは当初想定したほど集めることが出来なかったが、少し視点を変えて暖候期の日本海海洋上の降水粒子の特性と比較することで、熱帯海洋上では降水粒子をより一般的な観点から特徴づけることが出来た。このように同じような解析条件で、中緯度海洋上と熱帯海洋上の降水特性を整理した先行研究はなく、本研究の大きな成果の一つであるといえる。

研究成果の概要(英文)：Observational instruments (Mie-scattering lidar, disdrometer, and automatic weather station) were installed in the Republic of Palau, located in the tropical western Pacific Ocean, where convection activity is especially high. Here, we focused on lightning as one of the indicators of convective activity to explore influence of aerosol particles on precipitation. Backward trajectory analysis indicates that in the cases with a large number of lightning events, land-originated air masses arrived at the observational location, while in the cases with a small number of events, oceanic air masses mainly arrived. The differences in lightning cannot be explained by the stability of atmospheric stratification, suggesting that aerosols are important.

研究分野：メソ気象学

キーワード：対流 雷 降水

1. 研究開始当初の背景

気候モデルを用いて、二酸化炭素の増加に伴う将来の気候変化を予測する試みが世界的に続けられている。気候変動予測における最大の不確実性の要因は、環境場の変化に伴う雲や降水の特性の変化である。特に、大気中のエアロゾル粒子の直接・間接的な影響の精度の良い見積もりは、大きな課題の一つである。

インドネシアの湿地林とその下に堆積している泥炭層では、毎年のように乾季に火災が発生する。この火災は、二酸化炭素やメタンの温室効果気体だけでなく、大気エアロゾル粒子の大きな放出源にもなっている。こうした森林火災起源の大気エアロゾル粒子は、周囲の熱帯海洋上の対流活動に影響を及ぼし得るが、観測的な面からそれを明らかにした研究はない。Palau 共和国付近(図1)の西太平洋熱帯域は、海面温度の最も高い地域の一つで、この海域の対流活動は全球的な気候に影響を与える(例えば、この海域で降水活動が活発化すると、日本では夏に猛暑、冬に厳冬となりやすいこと等が有名である)。当該海域では大気エアロゾル粒子が非常に少ないため、大気エアロゾル粒子が供給された場合に、雲や降水の特性は影響を受けやすい。このことから当該海域で、大気エアロゾル粒子や降水粒子の連続観測を行い、雲や降水の特性を調べることは、気候学的な観点において重要であると共に、環境場に伴う降水特性の違いに関して Robust な結果を得やすいと考えられる。



図1: Palau 共和国の位置
(ウィキペディアから引用)

森林火災起源のエアロゾル粒子の物理的・化学的な性質は、放出時の森林火災の状況だけでなく、放出後に気相から粒子が二次的に生成されることでも大きく変わる。インドネシアにおける粒子の放出源付近の直接観測については、比較的多くの事例がある。また硫黄系の気体などから間接的に生じた粒子の気候影響については、数値モデルなどで良く調べられている。しかし森林火災起源の大気エアロゾル粒子が、長距離輸送される間でのどの程度変質し、熱帯海洋上の雲や降水の特性にどのような影響を及ぼしているか、といった観測研究は殆ど行われておらず、本計画は先駆的といえる。なおインドネシアの乾季に当該海域の対流圏下層では西風が卓越し、Palau 共和国は風下にあたることから、そうした研究目的に適した観測場所である。

2. 研究の目的

本研究では、「降水活動が活発な熱帯西太平洋に位置する Palau 共和国において、大気エアロゾル粒子と降水粒子の長期的な連続観測をおこない、衛星観測から得られたデータも組み合わせながら、インドネシアの森林火災を起源とする大気エアロゾル粒子の、熱帯海洋上における雲・降水の特性に与える影響について明らかにする」ことを目的とする。こうした目的を達成するために、以下の から の個別の課題に取り組む。

Palau 共和国において、多波長ライダー、ディストロメータ、AWS(自動気象観測装置)、ラジオゾンデ等を用いて観測をおこない、大気エアロゾル粒子や降水粒子に関する連続かつ長期的で詳細な観測データを取得する。

多波長ライダーの観測データから4種(黒色炭素(BC)、海塩、硫酸塩+硝酸塩+有機炭素(OC)、黄砂)のエアロゾル種に分離し、大気エアロゾル粒子の鉛直分布等を調べる。

ディストロメータ等による降水粒子の反射強度や平均粒径を、大気エアロゾル粒子が多い場合と少ない場合に分類しながら整理・比較し、熱帯海洋上における雲・降水特性に及ぼす影響を調べる。

3. 研究の方法

(1) Palau 共和国における長期的な地上観測に関して

2017年度には、Palau 共和国に設置されたAWS、ディストロメータのメンテナンスを行うと共に、ミー散乱ライダーの設置とそれを用いた長期連続観測に向けた停電対策を行った。ライダーに関しては、エアロゾルの種別を精度よく特定することを目的に、波長532nmと1064nmの送・受信機能に加えて、波長355nmの送受信機能と355nmに対応する窒素ラマン散乱(波長387nm)と水蒸気ラマン散乱(波長408nm)の受信機能を加えたシステムとした。停電への対応に関しては2台のノートパソコンを持ち込み、観測プログラムをそれぞれ定期的に監視させることで冗長性を持たせることで対応した。2018年度には6月から10月まで試験的に連続観測を実施し、無人のままでの約3ヶ月のデータ取得を試みた。この試験観測中、何度か停電があったが、自動停止・自動立ち上げの機能は想定通りに動作することが確認できた。また観測データの品質に関して、上層は電源の不安定さからノイズレベルの大きな時間帯が見られたものの、中下層の雲・エアロゾルに関しては問題ないことが確認された。特に、2018年8月

にはインドネシアで比較的大規模な森林火災が発生し、Palau 付近にまで移流される様子が衛星画像から確認されたが、それに対応する形で実際の現地観測でも下層でのエアロゾル濃度の上昇を捉えることが出来た(図2)。2019 年は本観測として長期観測を開始し、無人の長期連続観測により、インドネシアの乾季を含む西風卓越期(6月~10月)において300日程度のデータが、停電とそれに対応したシャットダウン期間を除き取得できた。

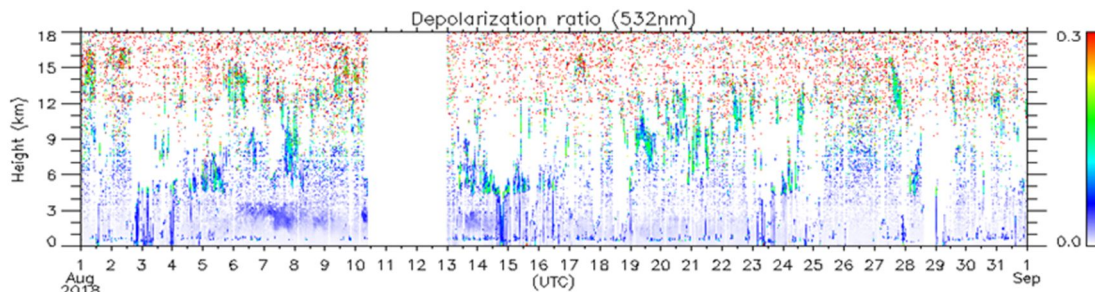


図2：2018年8月のPalau 共和国における532 nmの波長の偏光解消度の高度-時間断面図。6日から15日の高度3km付近にエアロゾルの飛来に対応した偏光解消度の値の上昇が見られる。

(2) 多波長ライダーの観測データを用いたエアロゾル種の同定について

多波長ライダーの観測データからエアロゾル種を同定するアルゴリズムの精度を、船舶による熱帯海洋上の観測データを用いて確かめた。図3は、観測期間中の2020年8月2~3日にかけての解析例で、3日12Z付近に水溶性エアロゾルとブラックカーボンに関連した大きな消散係数が見られる。この時期、観測点に近い西ノ島の火山活動が活発化したことが報告されていると共に、気象衛星「ひまわり」の可視波長の合成画像では茶色の煙の移流がとらえられている。また観測領域から前方の流跡線解析を行ったところ、8月3日に観測領域にあった空気塊は、3-4日後に日本の九州地方に到来しており、同時期の九州地方の陸上の観測データでは火山性のエアロゾルの可能性が指摘されている。これらのことから、8月3日の水溶性エアロゾルとブラックカーボンに関連した大きな消散係数は、火山性のエアロゾル由来のものであることが示唆される。また別の例として、後方流跡線解析を用いて、観測地点の空気塊が数日前に海洋大陸上にあった場合の観測データを抽出すると、想定通りブラックカーボンを中心とした高濃度エアロゾルが同定されている(図略)。以上のように、エアロゾル特性の変化は、本解析手法によって良く同定できていると考えられ、手法の有効性が確認できた。

(3) Covid19 対応について

2017年から2019年の前半にかけては、Palau 共和国における観測測器の展開と、試験的な無人連続観測の実施を行うことができた。またエアロゾル同定のアルゴリズムの精度評価、データ品質の確認を含めて、研究は当初の計画通り進展した。しかし、本観測を始めた2019年後半以降、Covid19の感染拡大によって日本から海外への出国、もしくはPalau 共和国への渡航が制限されることになり、それが解除される2022年まで、実質的に現地の観測データ取得が不可能になった。そのため研究計画を少し変更し、衛星データを中心とした解析研究を推進すると共に、日本近海での類似の観測データを用いて研究を行った。以上から次節の研究結果では、それらの結果を重点的に記述する。ただし渡航禁止期間に合わせて研究期間も2022年まで繰り越したことから、一部の観測データについては最終年度に取得ができた。このことから、後者に関しては、中緯度と熱帯を比較する形で、研究成果をまとめる。

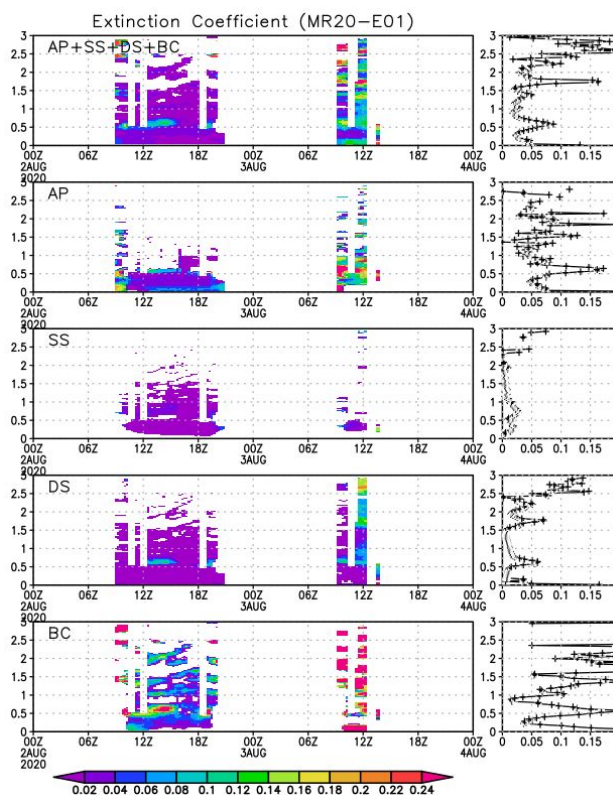


図3：2018年8月2~3日の熱帯海洋上におけるエアロゾル種別の消散係数の鉛直プロファイルの時間変化。上から全てのエアロゾル種の総和、水溶性エアロゾル(AP)、海塩粒子(SS)、土壌粒子(DS)、ブラックカーボン(BC)の消散係数。右側には、時間平均した鉛直プロファイルが示されている。

4. 研究成果

(1) 熱帯海洋上における対流活動に対する大気エアロゾルの影響

ここでは対流活動の指標の1つとして雷に着目し、その大気エアロゾルの影響を調べた。解析にあたっては、シアトルのワシントン大学によって運営されている WLLN (World Wide Lightning Location Network) から提供されているものを用いた。WLLN は、全世界 40 地点以上に設置されている雷位置センサーを用いた全球落雷位置評定システムのである。解析にあたっては、時間解像度は 1 時間、水平解像度は $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ 格子に直して使用した。解析期間は 2009 年 1 月 1 日から 2019 年 12 月 31 日である。解析領域は、フィリピンの東側の Palau 共和国を中心とする北緯 2 度～北緯 12 度、東経 130 度～東経 140 度とした。

解析期間のデータの中から解析領域内で発雷数が多い事例、または少ない事例を抽出した。発雷数が多い事例として、解析領域内の発雷数が 20000(回/日)を閾値とした。この 20000 回という値は、陸・沿岸部における雷の平均値の約 2 倍、海洋上における発雷数の平均値の約 10 倍の発生数に相当する。この条件で最終的に 4 事例を抽出した (2009 年 10 月 19 日, 2014 年 10 月 3 日, 2018 年 8 月 15 日, 2018 年 10 月 26 日)。また発雷数が少ない事例に関しては、「雲が発達しているが発雷数が少ない」ものを抽出するため、解析領域内で平均した OLR が $180(\text{W}/\text{m}^2)$ 以下で、発雷数が 2500(回/日)以下という基準を採用した。抽出できた事例は 8 つである (2009 年 8 月 28 日, 2009 年 10 月 16 日, 2012 年 10 月 21 日, 2016 年 8 月 7 日, 2016 年 10 月 10 日, 2017 年 10 月 16 日, 2018 年 8 月 4 日, 2018 年 8 月 23 日)。発雷数とエアロゾルの関係を調べるために、発雷数が多い事例と少ない事例のどちらについても解析領域内の OLR が $180(\text{W}/\text{m}^2)$ 以下である部分を緯度経度 $3.0^\circ \times 3.0^\circ$ で切り出し、その領域に対して 96 時間前までさかのぼって後方流跡線解析を行った。気塊の初期高度は 500m とした。

まずは発雷数の多かった 2009 年 10 月 19 日の事例に関して、対象時間から 96 時間さかのぼると、気塊はインドネシアのボルネオ島やスラウェシ島、マルク諸島など解析領域の西～南西の陸域から到来していることが分かった。ほかの発雷数が多かった 3 事例についても、多少の差異はあるが、ボルネオ島からフィリピン付近を通過するというルートで気塊が到来していることが分かった。一般的に陸起源の空気塊には、エアロゾルが多く含まれると考えられるため、この結果は熱帯海洋上の雷活動がエアロゾルによって活性化されることを示唆している。実際に 2018 年 8 月 15 日の事例は発雷数が過去 10 年間で 2 番目に多く、ボルネオ島やスマトラ島で発生した大規模な森林火災があった時期と対応していることが分かった。また解析領域内のライダー観測では、8 月 6 日～15 日にかけて対流圏下層でエアロゾルの増加が見られた (例えば図 2)。

次に発雷数が少ない 2012 年 10 月 21 日の事例に関して、96 時間さかのぼると全ての気塊が東経 160 度付近の太平洋からきていることが分かった。その後、気塊は西進し 10 月 19 日 12Z 頃にマリアナ諸島を通過し、解析領域まで到達していた。他の 4 事例についても同様であり、ほぼすべての気塊が東側の海域からきたもので構成されていた。一方で、発雷数の少ない事例の内の 3 事例は他と違い、海洋起源の気塊がほとんど含まれておらず、ボルネオ島やマルク諸島からフィリピン、セレベス海を通過して到来してきた。これは発雷数が多い時の後方流跡線解析と同様の特徴であるため、発雷数の多い事例と比較して考えると、これらの事例においても発雷数は増加して良いはずである。そのためこれらの事例についてさらに詳しく調べたところ、気塊が陸由来であるが発雷数が少なかった事例に関しては、気塊が通過していくルート上で、非常に長く強い降水イベントと遭遇したことにより、解析領域に到達するまでに気塊中のエアロゾルが落とされた可能性が示唆された。

以上の結果は、大気エアロゾルが発雷に対して本質的に重要であることを強く示唆する。一方で、大気成層も対流の発達過程においては重要である。このことから、雷が多い事例と少ない事例の違いを、エアロゾルとは関係なく、成層の不安定性から説明できるかを確かめるために CAPE (対流有効位置エネルギー) と CIN (対流抑制エネルギー) と OLR と発雷数の関係を統計的に調べた。CAPE に関して、主に CAPE が高く OLR が低い時に発雷数が多くなる事例は見られるものの、その関係性は明瞭とは言えず、特に 2016 年 8 月 18 日の事例では前日時点の CAPE が $282(\text{J}/\text{kg})$ という非常に小さい値であるにもかかわらず発雷数が 11318(回/日)と高く、反対の傾向の事例も多く見られた (図 4 左)。同様に CIN に関して、主に CIN と OLR が低い場合に発雷数が多い事例も見られるものの、明瞭な関係は見られず、下層の不安定が発雷数に本質的に重要とは考えにくい (図 4 右)。先行研究では、統計的な観点から人為的なエアロゾルが熱帯海洋上の雷活動に影響を及ぼしていることを指摘していたが、本研究では事例的な観点から初めてその関係性を明らかにすることができた。

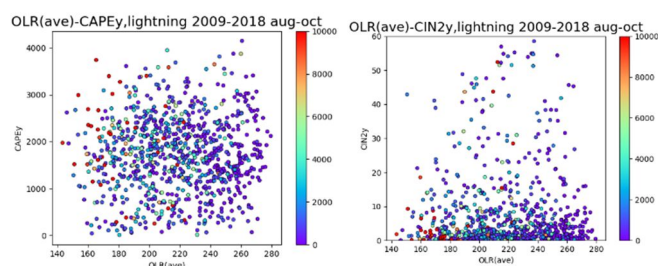


図 4 : (左) OLR (横軸) と CAPE (縦軸) に対応した発雷数 (色)。なお CAPE は各事例の前日の値を使用している。(右) OLR (横軸) と CIN (縦軸) に対応した発雷数 (色)

(2) 中緯度の海洋上における降水粒子の特性

単位体積に含まれる粒径ごとの雨滴数の頻度分布は、Drop Size Distribution (DSD)とよばれる。これは、降雨の形成された微物理過程を反映する基本的な物理量である。また気象レーダーを用いた降水量推定では、ある関数で近似したDSDを基にレーダー反射強度から降水量へと変換していることから、推定精度向上のためにDSDの一般性や変動についての深い理解が重要である。先行研究では、熱帯海洋上における対流性降雨と層状性降雨のDSDを比較し、層状性の方が対流性よりも大きい雨滴の数が多くなることを示した。さらに世界中の様々な地域の対流性降雨のDSDを比較し、大陸で発達した場合には海洋で発達した場合よりも雨粒の粒径は大きく、数密度は小さくなることを示した。こうした違いが、大気中のエアロゾルによるものかを明らかにするために、中緯度海洋上のDSDの変動特性を発雷数を指標としながら詳細に調べ、熱帯海洋上のDSDと比較した。

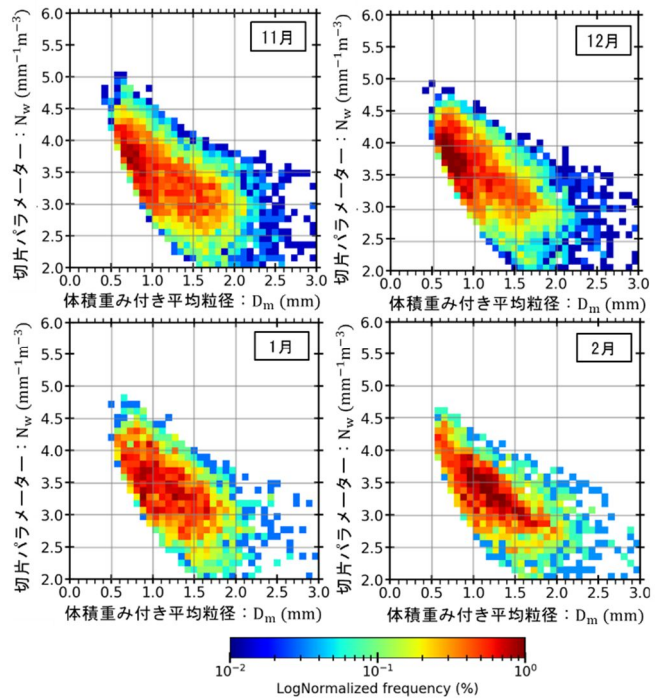


図5： N_w と D_m に関する2次元頻度分布図。色は、暖色ほど高頻度、寒色ほど低頻度であることを示している。なお、頻度は全度数で正規化してある。

図5は、日本海の離島における2020年から2022年までの11月から2月末までの粒径分布観測から求めた切片パラメーター N_w ($\text{mm}^{-1}\text{m}^{-3}$)と体積重み付き平均粒径 D_m (mm)に関する2次元頻度分布である。この図から11月と12月(冬季前半)は小さい雨滴と大きい数密度、1月と2月(冬季後半)は大きい雨滴と小さい数密度で特徴づけられることが分かる。これは、冬季前半に単一結晶を支配的に含む穏やかな層状性降雨、冬季後半に霰や凝集結晶を支配的に含む激しい対流性降雨が卓越し易いことを示唆する。一方で、雷の発生には霰と氷晶との衝突による電荷分離が重要であることから、この降水粒子特性の変化は雷の発生頻度の変化と整合的でない。すなわち、雷の発生し易い冬季前半は激しい対流性降雨、発生しにくい冬季後半は穏やかな層状性降雨が期待されるが、観測結果ではその逆の傾向を示した。この原因を明らかにするために、降水量で正規化した雷の発生頻度を月ごとに調べたところ、冬季前半(11月と12月)は発生し易く、冬季後半(1と2月)は、発生しにくいことが分かった。また雷に関わる降水粒子特性を調べたところ、霰や凝集結晶を支配的に含む対流性降雨の降水粒子特性に加えて、大きな数密度が必要なことが分かった。この特徴は、雷が発生し易い冬季前半の方が発生しにくい冬季後半よりも頻繁に観測され、雷の発生頻度の変化と整合的であった。また、全球降水観測主衛星による宇宙からの2周波降水レーダーを用いた解析においても、同様な特徴が確認できた。一方で、こうした中緯度海洋上での雷の発生時の降水と同様な特徴は、熱帯海洋上での降水にはみられず、先行研究で示されたようなエアロゾル粒子がより重要な役割を果たしていることが示唆された。

中緯度海洋上の暖候期(4月から9月)における降水特性に関しては、大きく2つに分類できることが分かった。1つは、同じ降水強度で比べたときに相対的に小さい雨滴が卓越し、粒径よりも雨滴数が降水強度に寄与するタイプであり(雨滴数タイプ)、もう1つは、同じ降水強度で比べたときに相対的に大きい雨滴が卓越し、雨滴数よりも粒径が降水強度に寄与するタイプである(粒径タイプ)。また粒径タイプの降水は、4月から9月のいずれの月でも観測される一方で、雨滴数タイプの降水は5,6,7月にしか見られなかった。ここで同定された2つの降水粒子タイプ(雨滴数タイプと粒径タイプ)と、降水過程との関係を明らかにするために、降水強度で対流性降雨と層状性降雨に層別化し、降水強度と D_m の関係を調べた。しかし対流性降雨と層状性降雨という降水特性では、本研究で同定された2つの降水粒子タイプを説明することはできなかった。全球降水計画(GPM)主衛星による宇宙からのレーダー観測データを用いた解析において、背の低い降雨では降水強度に対する平均粒径の変化が小さく、降水強度と数密度が強く結びついており、背の高い降雨では降水強度に対する平均粒径の変化が大きく、降水強度と粒径が強く結びついていることが分かった。こうした結果から、雨滴数タイプは暖かい雨の過程が主体となる浅い対流性降雨からもたらされる一方で、粒径タイプは冷たい雨の過程が主体となる降水からもたらされることが示唆された。一方で、こうした特徴は熱帯海洋上では明確にみられず、エアロゾル粒子が影響を及ぼしている可能性が考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 西澤智明, 工藤玲, 日暮明子, 及川栄治, 岡本創	4. 巻 39
2. 論文標題 EarthCARE衛星搭載ライダーデータを用いたエアロゾル・雲推定アルゴリズム	5. 発行年 2019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 215-224
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 西澤智明, 神慶孝, 清水厚, 杉本伸夫	4. 巻 24
2. 論文標題 高機能ライダーを用いたエアロゾルの5次元分布観測	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地球環境	6. 最初と最後の頁 43-52
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 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 菊池麻紀, 沖理子, 久保田拓志, 吉田真由美, 萩原雄一郎, 高橋千賀子, 大野祐一, 西澤智明, 中島孝, 鈴木健太郎, 佐藤正樹, 岡本創, 富田栄一	4. 巻 39
2. 論文標題 雲エアロゾル放射ミッション「EarthCARE」	5. 発行年 2019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 181-196
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 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 更科孟, 安永数明	4. 巻 38
2. 論文標題 富山における積雪深増加時の降水 粒子特性に関する研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 自然災害科学	6. 最初と最後の頁 201-212
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 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 GENG Biao, KATSUMATA Masaki, TANIGUCHI Kyoko	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Modulation of the Diurnal Cycle of Precipitation near the Southwestern Coast of Sumatra by Mixed Rossby-Gravity Waves	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Meteorological Society of Japan	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2020-026	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 木下武也・城岡竜一・鈴木順子・荻野慎也・岩崎杉紀・米山邦夫	4. 巻 52
2. 論文標題 YMC-Sumatra2017集中観測における大気重力波活動と背景風の関係について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊海洋	6. 最初と最後の頁 35-41
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 Kengo Arai, Kazuaki Yasunaga	4. 巻 15
2. 論文標題 Spatial Patterns of Winter Precipitation in the North-Central Region (Hokuriku District) of Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Online Letters in the Atmosphere (SOLA)	6. 最初と最後の頁 80-86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2019-016	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 横塚 駿	4. 巻 NA
2. 論文標題 パラオにおける2017年4月～12月の降水特性の変動について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 富山大学理学部地球科学科 卒業論文	6. 最初と最後の頁 NA
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 Hara Y., Nishizawa T., Sugimoto N., Osada K., Yumimoto K., Uno I., Kudo R., Ishimoto H.	4. 巻 10
2. 論文標題 Retrieval of Aerosol Components Using Multi-Wavelength Mie-Raman Lidar and Comparison with Ground Aerosol Sampling.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Remote Sens.	6. 最初と最後の頁 937
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs10060937	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 西澤智明、杉本伸夫、清水厚、鷓野伊津志、原由香里、工藤玲	4. 巻 29
2. 論文標題 ラマンライダーデータを用いたエアロゾルコンポーネント解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 光アライアンス	6. 最初と最後の頁 1-6
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 Seela, B.K., J. Janapati, P.-L. Lin, K.K. Reddy, R. Shirooka, and P.K. Wang	4. 巻 122
2. 論文標題 A comparison study of summer season raindrop size distribution between Palau and Taiwan, two islands in Western Pacific	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res.(Atmos)	6. 最初と最後の頁 11787,11805
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017JD026816	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 吉岡 大秋・筆保 弘徳・榎本 剛・勝俣 昌己・山崎 哲・横井 覚・辻野 智紀・舩田 あゆみ・城岡 竜一	4. 巻 64
2. 論文標題 ALERA2-WRFアンサンブルダウンスケールを用いた台風発生に対する初期値依存性 - PALAU2013で観測された台風4号の事例 -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 873,885
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 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 Kudo, R., T. Nishizawa, A. Higurashi, and E. Oikawa	4. 巻 NA
2. 論文標題 Remote sensing of aerosols by synergy of CALIOP and MODIS	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 28th ILRC proc.	6. 最初と最後の頁 081-111
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 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 Nishizawa T., N. Sugimoto, A. Shimizu, I. Uno, and R. Kudo	4. 巻 NA
2. 論文標題 Aerosol observation using multi-wavelength Mie-Raman lidars of the AD-Net and aerosol component analysis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 28th ILRC proc.	6. 最初と最後の頁 091-046
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 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 -

〔学会発表〕 計45件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 28件)

1. 発表者名 Kunio YONEYAMA, Takenari KINOSHITA, Shin-Ya OGINO, Junko SUZUKI, Satoru YOKOI, Peiming WU, Ryuichi SHIROOKA
2. 発表標題 Selected Typical Features from Ocean Surface to Stratosphere observed during YMC Intensive Observations and New Challenges
3. 学会等名 WCRP/SPARC SATIO-TCS joint workshop on Stratosphere-Troposphere Dynamical Coupling in the Tropics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuichi Mori, Hamada Jun-Ichi., Peiming Wu, Ryuichi Shirooka, Satoru Yokoi, Kunio Yoneyama, Urip Haryoko, Noer Nurhayati, Reni Sulistyowati, Fadli Syamsudin
2. 発表標題 Convections and lightning activities over the southwestern coastal area of Sumatra Island, Indonesia, observed during the Pre-YMC 2015 and YMC-Sumatra 2017 campaigns
3. 学会等名 European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Takenari Kinoshita, Ryuichi Shirooka, Junko Suzuki, Shin-ya Ogino, Suginori Iwasaki, Kunio Yoneyama, U Haryoko, D Ardiansyah, D Alyudin
2 . 発表標題 A study of relation between gravity waves and mean flow from upper troposphere to lower stratosphere based on intensive radiosonde observations at Bengkulu during YMC-Sumatra 2017
3 . 学会等名 AMOS- ICTMO 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Mori Shuichi, Hamada Jun-Ichi, Peiming Wu, Ryuichi Shirooka, Satoru Yokoi, Kunio Yoneyama, Urip Haryoko, Noer Nurhayati, Reni Sulistyowati, Fadli Syamsudin
2 . 発表標題 Convections and lightning activities over the southwestern coastal land of Sumatra Island, Indonesia, observed during the Pre-YMC 2015 and YMC-Sumatra 2017 campaigns
3 . 学会等名 Australian Meteorological and Oceanographic Society (AMOS) Annual Meeting 2019 and the International Conference on Tropical Meteorology and Oceanography (ICTMO) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kunio Yoneyama, Mikiko Fujita, Qoosaku Moteki, Satoru Yokoi, Ryuichi Shirooka
2 . 発表標題 Preliminary results of study on a relationship between convective activity and meso-scale SST gradient based on in-situ measurements.
3 . 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 2019 Annual Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kunio Yoneyama, Mikiko Fujita, Satoru Yokoi, Junko Suzuki, Ryuichi Shirooka, Esperanza O. Cayanan
2 . 発表標題 How we can obtain true humidity data for the YMC campaign?
3 . 学会等名 Australian Meteorological and Oceanography Society Annual Meeting 2019 and the International Conference on Tropical Meteorology and Oceanography (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Junko Suzuki, Shin-ya Ogino, Ryuichi Shirooka, Takenari Kinoshita, Shuichi Mori, Suginori Iwasaki, Urip Haryoko, Kunio Yoneyama
2. 発表標題 Cirrus and ozone variabilities in the UTLS over the maritime continent during YMC-Sumatra 2017 field campaign
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sugimoto N., Shimizu A., Nishizawa T., Jin Y
2. 発表標題 Long-range transport of mineral dust observed with the Asian Dust and aerosol lidar observation Network (AD-Net)
3. 学会等名 Central Asian DUST Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shimizu A., Nishizawa T., Jin Y., Sugimoto N.
2. 発表標題 VARIOUS APPLICATIONS OF AD-NET PRODUCTS FOR ENVIRONMENTAL IMPACT STUDIES RELATED TO ASIAN DUST
3. 学会等名 29th International Laser Radar Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sugimoto N., Shimizu A., Nishizawa T., Jin Y., Yumimoto K.
2. 発表標題 LONG-RANGE-TRANSPORTED MINERAL DUST FROM AFRICA AND MIDDLE EAST TO EAST ASIA OBSERVED WITH THE ASIAN DUST AND AEROSOL LIDAR OBSERVATION NETWORK (AD-NET)
3. 学会等名 29th International Laser Radar Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sugimoto N., Shimizu A., Nishizawa T., Jin Y., Pan X.
2. 発表標題 Change in Optical Characteristics of Asian Dust by Internal Mixing with Air Pollution.
3. 学会等名 The 6th International Symposium on Atmospheric Light Scattering and Remote Sensing (ISALSaRS'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shimizu A., Nishizawa T., Jin Y., Sugimoto N
2. 発表標題 AD-Net, a Lidar Network for Observation of Three Dimensional Distribution of Asian Dust Particles.
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 16th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nishizawa T., Kudo R., Higurashi A., Oikawa E., Fujikawa M., Sato K., Okamoto H.
2. 発表標題 Algorithms to retrieve optical and microphysical properties of aerosol, cloud, and precipitation from ATLID, MSI, and CPR measurements.
3. 学会等名 8th international EarthCARE workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Oikawa E., Okamoto H., Nishizawa T., Sato K., Kudo R.
2. 発表標題 Cloud and aerosol optical properties observed by the airborne and ground-based lidars.
3. 学会等名 8th international EarthCARE workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神谷圭, 安永数明
2. 発表標題 熱帯海洋上の対流活動における大陸由来のエアロゾルの影響
3. 学会等名 日本気象学会中部支部研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 更科孟, 安永数明
2. 発表標題 富山における積雪深増加時の降水粒子特性に関する研究
3. 学会等名 第38回日本自然災害学会学術講演会およびオープン・フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 更科孟, 安永数明, 濱田篤
2. 発表標題 富山における積雪深増加時の気象場・降水粒子特性に関する研究
3. 学会等名 日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 更科孟, 安永数明
2. 発表標題 富山における積雪深増加時の降水粒子特性に関する研究
3. 学会等名 北陸雪氷シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内木詩歩, 安永数明
2. 発表標題 ひまわり8号高頻度観測から同定した熱帯域雲システムの日変化
3. 学会等名 熱帯気象研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福田 航平, 安永数明
2. 発表標題 大気追跡風を用いた台風の日周期に関する研究
3. 学会等名 日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福田 航平, 安永数明
2. 発表標題 大気追跡風を用いた台風の日周期に関する研究
3. 学会等名 台風研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤本竜也, 安永数明
2. 発表標題 大気追跡風データを用いた2016年台風14号の日周期変動に関する研究
3. 学会等名 日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内木詩歩, 安永数明
2. 発表標題 ひまわり8号高頻度観測から同定した熱帯域雲システムの日変化
3. 学会等名 日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 城岡竜一・横井覚・鈴木順子・荻野慎也・那須野智江・米山邦夫
2. 発表標題 YMC-BSM2018観測概要
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 更科孟, 安永数明
2. 発表標題 富山における積雪深増加時の気象場・降水粒子特性に関する研究
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 Ryuichi SHIROOKA
2. 発表標題 YMC-BSM (Boreal Summer Monsoon) study in 2018 campaign
3. 学会等名 YMC 4th International Science and Planning Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryuichi SHIROOKA, Satoyu Yokoi, Junko Suzuki, Shin-Ya Ogino, Tomoe Nasuno, Kunio Yoneyama, Esperanza O. Cayanan, Flaviana Hilario, Mukri Halimurrahman, and Nguyen Vinh Th
2. 発表標題 Characteristics of observed phenomena during the YMC-Boreal Summer Monsoon study in 2018
3. 学会等名 AGU2018 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nishizawa T., Kudo R., Oikawa E., Higurashi A., Okamoto H.
2. 発表標題 Current status on algorithm developments for Japanese L2 products of the EarthCARE mission.
3. 学会等名 CloudSat/CALIPSO Annual Science Review (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nishizawa T., Kudo R., Oikawa E., Higurashi A., Fujikawa M., Okamoto H.
2. 発表標題 Algorithm development to retrieve aerosol and cloud optical properties from ATLID and MSI measurements.
3. 学会等名 7th internaional earthcare science workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nishizawa T., Higurashi A., Kudo R., Irie H., Yasunaga K., Katsumata M., Yumimoto K., Ishii S., Okamoto H., Sato K., Katagiri S., Nakajima T.
2. 発表標題 Validation of the EarthCARE ATLID and MSI products using ground-based lidar and sunphotometry measurements in East Asia.
3. 学会等名 1st earthcare validation workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西澤智明, 工藤玲, 及川栄治, 日暮明子, 藤川雅大, 岡本創
2. 発表標題 EarthCARE衛星搭載ライダー及び分光放射計データを用いたエアロゾル・雲導出アルゴリズムの開発
3. 学会等名 第36回レーザセンシングシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nishizawa T., Kudo R., Higurashi A., Oikawa E., Okamoto H.
2. 発表標題 Development of algorithms to retrieve optical properties of aerosols and clouds from space lidars ATLID/EarthCARE and CALIOP/CALIPSO.
3. 学会等名 SPIE Asia-Pacific remote sensing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nishizawa T., Hara Y., Uno I., Yasunaga K., Kudo R., Shimizu A., Sugimoto N.
2. 発表標題 Ground-based network observation of aerosols and clouds using Multi-wavelength Mie-Raman lidars
3. 学会等名 SPIE Asia-Pacific remote sensing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西澤智明, 工藤玲, 藤川雅大, 及川栄治, 日暮明子, 岡本創
2. 発表標題 衛星搭載ライダーCALIOPを用いた長期・全球エアロゾルコンポーネント解析
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 Tomoaki Nishizawa, Akiko Higurashi, Atsushi Shimizu, Yoshitaka Jin, and Nobuo Sugimoto
2 . 発表標題 Current status and progress on AD-Net and ISDC
3 . 学会等名 5th International SKYNET workshop (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Shirooka, R.
2 . 発表標題 Current Status of the Continuous Observation at Palau Site
3 . 学会等名 Workshop on Aerosol Observation and its Impact in East and Southeast Asia (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Shirooka, R.
2 . 発表標題 PALAU: Pacific Area Long-term Atmospheric observation for Understanding climate change project
3 . 学会等名 JpGU2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Shirooka, R.
2 . 発表標題 Observational research study around tropical Western Pacific: PALAU (Pacific Area Long-term Atmospheric observation for Understanding climate change) project
3 . 学会等名 EGU General Assembly 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Nishizawa, T.
2. 発表標題 Aerosol component retrieval from multi-wavelength Mie-Raman lidar measurements
3. 学会等名 Workshop on Aerosol Observation and its Impact in East and Southeast Asia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Taniguchi, K.
2. 発表標題 New Lidar Observation System on R/V Mirai
3. 学会等名 Workshop on Aerosol Observation and its Impact in East and Southeast Asia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yasunaga, K.
2. 発表標題 Introduction of Palau Project (Continuous Observation of Aerosol, Cloud, and Precipitation at Palau)
3. 学会等名 Workshop on Aerosol Observation and its Impact in East and Southeast Asia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 更科孟, 安永数明
2. 発表標題 2017:2016年-2017年冬季の富山における降水粒子の特性
3. 学会等名 日本気象学会中部支部研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内木詩歩, 安永数明
2. 発表標題 ひまわり8号のデータを用いた雲のトラッキングアルゴリズムの開発
3. 学会等名 日本気象学会中部支部研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷口 京子, 松井 一郎, 西澤 智明, 清水 厚, 勝俣 昌己
2. 発表標題 観測船「みらい」搭載ライダーによる水蒸気、雲、エアロゾルの海上観測
3. 学会等名 JpGU2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷口 京子, 松井 一郎, 西澤 智明, 清水 厚, 勝俣 昌己
2. 発表標題 「みらい」ライダー観測システムによる海上エアロゾル観測
3. 学会等名 ブルーアースサイエンス・テク2018
4. 発表年 2017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 分担者	西澤 智明 (Nishizawa Tomoaki) (10462491)	国立研究開発法人国立環境研究所・環境計測研究センター・ 室長 (82101)	

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
研究分担者	城岡 竜一 (Shirooka Ryuichi) (20222432)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(大気海洋相互作用研究プログラム)・主任技術研究員 (82706)	
研究分担者	谷口 京子 (Taniguchi Kyoko) (30770573)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(海洋観測研究センター)・技術スタッフ (82706)	

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1件

国際研究集会 Workshop on Aerosol Observation and its Impact in East and Southeast Asia	開催年 2017年～2017年
---	--------------------

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