

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「開発途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」

研究課題名「フィリピンにおける極端気象の監視・情報提供システムの開発」

採択年度：

平成28年度/研究期間：5年/相手国名：フィリピン共和国

平成30年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成29年4月19日から 令和4年4月18日まで

JST側研究期間^{*2}

平成28年6月1日から 令和4年3月31日まで
(正式契約移行日 令和29年4月1日)

*1 R/Dに基づいた協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

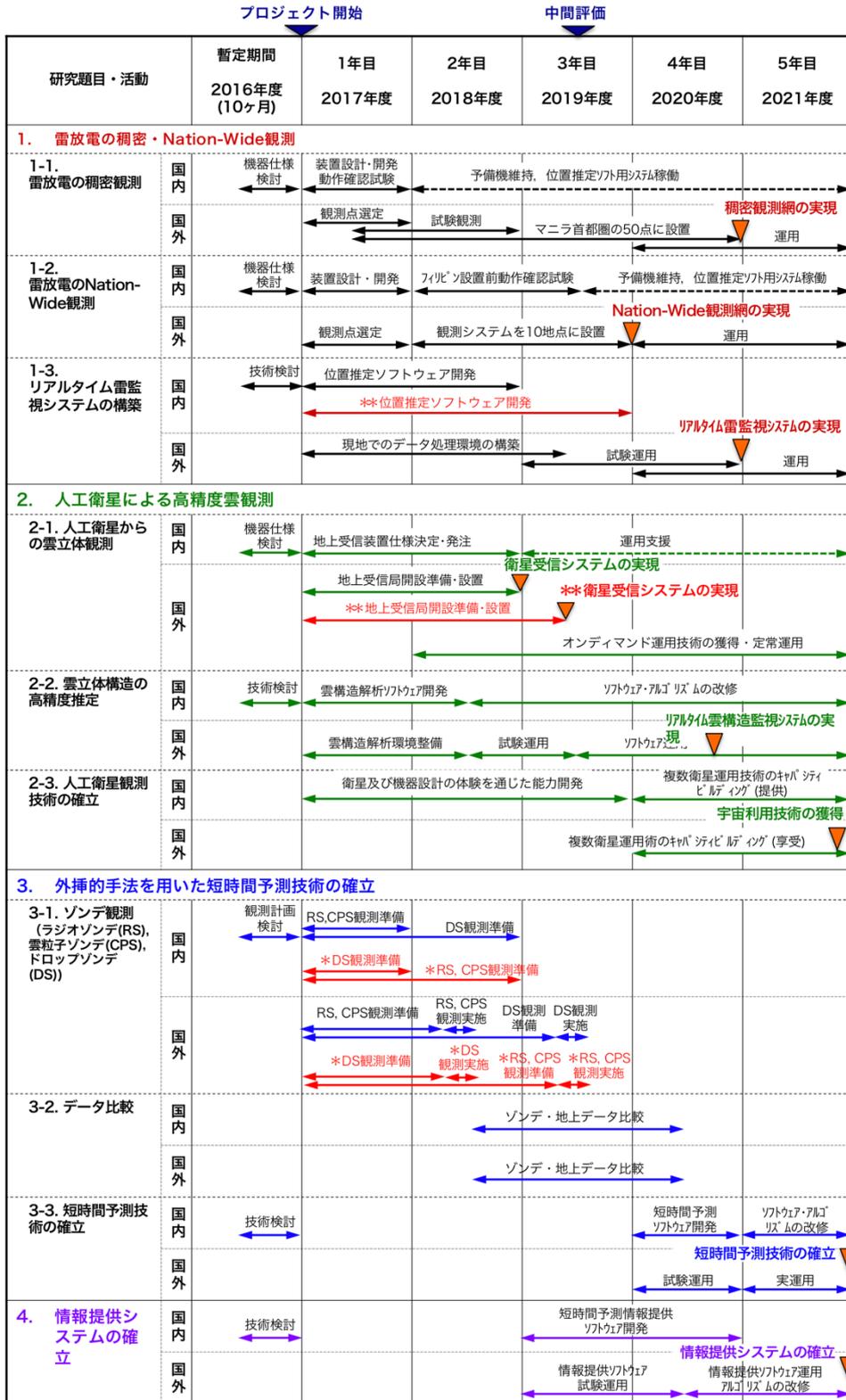
研究代表者：高橋 幸弘

北海道大学大学院理学研究院・教授

I. 国際共同研究の内容 (公開)

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール



*名古屋大学の台風航空機観測プロジェクトとの調整の結果、DS観測をRS、CPS観測に先行して実施することにしたため。
 **2019年1月末時点での進捗を考慮してスケジュールを変更。

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

該当なし

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

2018年度は、雷放電観測システムは稠密/Nation-wide/広域合わせて40機をフィリピンに発送し、20機の設置を完了した(2019年度には全60機を設置予定)。マニラなどですでに稼働していたものと、新規設置した沖縄のものを合わせて、合計24機の観測体制が整った。2018年台風14号の観測データから、カテゴリー1の台風強度と雷活動に初めて定量的関係を見出した。台風24号では航空機によるドロップゾンデ観測とDIWATA-1衛星による台風の目の立体撮像に成功した。2018年10月にDIWATA-2衛星の打ち上げに成功し、初期観測を開始した。衛星管制用の地上アンテナは設置がやや遅れているが、2018年度中に設置場所が確定し、2019年夏頃の運用開始に目処がついた。

研究題目1(雷放電の稠密観測・Nation-Wide観測)に関しては、

稠密観測及びNation-wide観測の基本観測システムとなる総合気象観測システム(AWS)及び雷放電などの最終的な製造を行った。2018年度中に稠密観測用システム(P-POTEKA)を32機、Nation-wide及び広域観測システム(V-POTEKA)を8機、フィリピンに発送完了した。装置の設置箇所について候補を選定し、現地との交渉を継続している。2019年3月末時点で、マニラ首都圏に20機のP-POTEKAの設置と、ロスバニョスへの1機のV-POTEKAの設置が完了した。マニラ、パラオ、グアムでは簡易型V-POTEKAシステム(VLFレシーバのみを搭載したV-POTEKAシステム)がすでに稼働しており、継続的な雷放電観測を継続中である。2019年3月には新規に沖縄・本部町にも簡易型V-POTEKAシステムを設置し、より広域で雷放電の位置推定が可能となるようにした。マニラ・パラオ・グアムのデータと初期バージョンの雷放電位置推定ソフトウェアを用いて雷放電位置の推定を行い、2018年台風14号の強度発達との比較を行い、有意な関係性を見いだした。

研究題目2(人工衛星による高精度雲観測)に関しては、

超小型衛星DIWATA-1を用いたターゲットポインティング技術を駆使し、ドロップゾンデキャンペーンを実施した台風24号のステレオ観測に成功し、台風の目の中の雲の3次元構造の推定を実施した。2018年10月にフィリピンとして2機目となる超小型衛星DIWATA-2の打ち上げに成功し、順調に初期運用を行なっている。また、2017年度に調達した衛星受信アンテナの設置場所を決定した。

研究題目3(外挿的手法を用いた短時間予測技術の確立)に関しては、

名古屋大学の台風航空機観測プロジェクトと共同で、台風24号を対象とした航空機を用いた観測を実施した。フィリピン海にて台風の眼に入りドロップゾンデを投下した。ラジオゾンデと雲粒子ゾンデのキャンペーン観測の候補地であるタナイ気象台を訪問し、観測に向けた準備状況を確認する現地調査を実施した。ASTIの屋上に雲を測定するビデオカメラを、アパリ気象台に台風通過時の気圧変化を測定する微気圧計を設置し、連続観測を開始した。航空機を用いた観測は、名古屋大学の台風航空機観測プロジェクトとの共同観測を2019年度に計画していたが、名古屋大学の都

合で2019年度は航空機観測を実施しないことになったため、2018年度に計画を変更した。これを受けて2018年に計画していたラジオゾンデと雲粒子ゾンデのキャンペーン観測を2019年度に変更する。

研究題目4（情報提供システムの確立）に関しては、

2019年度以降に実施する内容のため、2018年度は特に進捗はない。

(2) 研究題目1：「雷放電の稠密観測・Nation-Wide観測」（リーダー：高橋幸弘・北海道大学）

① 研究題目1の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

(i) P-POTEKAおよびV-POTEKAの機器製造と輸送

2016年度から明星電気等の日本国内企業と共に、P-POTEKAおよびV-POTEKAの設計を進めてきた。2017年度では、マニラ首都圏に展開する雷・気象観測システム（P-POTEKA）を20式、Nation-wide用の雷・気象観測システム（V-POTEKA）を4式製造した。これに引き続き2018年度ではP-POTEKAを32式、V-POTEKAを8式製造し、9月に納品が完了した（写真1）。直後にこれらの機器群はフィリピンに輸送され、11月末にデリバリーが完了した。これによって、本プロジェクトの研究題目1で必要となる観測器の全ての製造とフィリピンへの輸送が完了した。



写真1. 製造完成したP-, V-POTEKA用の観測器群と、(右下)検収の様子

(ii) P-POTEKAおよびV-POTEKAの設置

マニラ首都圏における雷・気象稠密観測網を構築する目的で、製造したP-POTEKAの設置を進めた（表1）。2018年度は、合計20式のP-POTEKAの設置を完了させた。

P-POTEKA設置方法の習熟とテスト観測を実施するため、2018年6月に1式をASTIに設置し、動作安定性や耐環境性能の確認を行った。台風シーズンを越えて安定した動作が確認できたため、2018

年11月から逐次マニラ首都圏への設置を進めた。設置にあたっては土地所有者との覚書(MOA)の取り交わし、設置場所の事前調査とノイズ環境計測を行った後に、機器の本設置を行った(写真2, 3)。1カ所あたりのP-POTEKA設置作業時間は平均で2-3時間である。設置したP-POTEKAからの雷・気象データは、明星電気のデータサーバーにリアルタイムで送信されており、これまでに欠測ない連続的なデータ取得に成功している。今後は得られた雷・気象データを準リアルタイムで解析し、算出した雷発生位置と気象パラメータを一元的に表示するツールの開発を進める予定である。

表1. マニラ首都圏におけるP-POTEKAの設置箇所

| 設置順 | 観測拠点名 | 設置日 | 位置 |
|-----|---|--------------|---------------------|
| 1 | ASTI | 2018/ 06/ 29 | 14.6471N, 121.0721E |
| 2 | MMDA EFCOS | 2018/ 11/ 21 | 14.5987N, 121.0892E |
| 3 | MMDA Tapayan | 2018/ 11/ 22 | 14.5414N, 121.1156E |
| 4 | MMDA San Andres | 2018/ 11/ 23 | 14.5837N, 121.0061E |
| 5 | DOST | 2019/ 01/ 22 | 14.4896N, 121.0521E |
| 6 | De la Salle Araneta University | 2019/ 01/ 24 | 14.6705N, 120.9974E |
| 7 | MMDA Catmon | 2019/ 01/ 28 | 14.6706N, 120.9552E |
| 8 | CAAP | 2019/ 01/ 29 | 14.5141N, 121.0044E |
| 9 | Valenzuela Brgy. Punturin | 2019/ 02/ 11 | 14.7409N, 120.9899E |
| 10 | Valenzuela Brgy. Ugong | 2019/ 02/ 11 | 14.6941N, 121.0086E |
| 11 | Valenzuela DRRMO | 2019/ 02/ 13 | 14.6934N, 120.9683E |
| 12 | Las Piñas Dr. Felimon C. Aguliar Memorial College | 2019/ 02/ 18 | 14.4385N, 121.0097E |
| 13 | Las Piñas Elias Aldana Brgy. Hall | 2019/ 02/ 20 | 14.4778N, 120.9799E |
| 14 | Las Piñas Science High School | 2019/ 02/ 21 | 14.4330N, 120.9844E |
| 15 | MMDA Balut | 2019/ 02/ 28 | 14.6297N, 120.9687E |
| 16 | Pasig RAVE | 2019/ 03/ 06 | 14.5729N, 121.0974E |
| 17 | Rescue Emergency Disaster Pasig | 2019/ 03/ 07 | 14.5702N, 121.0818E |
| 18 | MMDA Libertad PS | 2019/ 03/ 11 | 14.5448N, 120.9893E |
| 19 | Valenzuela Brgy. Bagbaguin | 2019/ 03/ 13 | 14.7134N, 121.0009E |
| 20 | Navotas Centennial Park | 2019/ 03/ 14 | 14.6509N, 120.9475E |



写真2. Pasig RAVEでのP-POTEKA設置の様子



写真3. Rescue Emergency Disaster PasigでのP-POTEKA設置の様子

一方、フィリピンを含むより広い領域で発生する雷放電を検出することを目的として、Nation-wide用のV-POTEKAの設置を進めている。2018年度は、フィリピン大学ロスバニョス校（UPLB）に隣接する農業気象観測所へのV-POTEKAの設置を行った（表2）。同観測所でのノイズ環境調査を2018年6月に実施し、V-POTEKA設置に問題ない電磁環境であることを確認した。そこで同観測所へのV-POTEKA設置を11月27日に実施した（写真4）。現在まで観測システムは順調に稼働しており、他のV-POTEKA観測点で得られるデータとともに、雷位置推定のために使用されている。

また、V-POTEKA設置のための観測所の現地調査とノイズ計測を、UPLBとは別に8カ所実施した。

表2. Nation-wide観測網用のV-POTEKAの設置箇所

| 設置順 | 観測拠点名 | 設置日 | 位置 |
|-----|---|--------------|---------------------|
| 1 | University of the Philippine, Los Baños | 2018/ 11/ 27 | 14.1650N, 121.2501E |



写真4. UPLBの農業気象観測所におけるV-POTEKA設置の様子

(iii) ステークホルダーミーティングの開催

マニラ首都圏の50カ所にP-POTEKAを設置するには、設置場所の土地管理機関からの許可と覚書き(MOU)の締結が必要となる。この手続を簡便化するために、P-POTEKAの設置を通じた本プロジェクトへの貢献に興味を示す機関を一堂に会した、ステークホルダーミーティングを2018年8月30日に実施した(写真5)。このミーティングには、16の機関から41名の参加者を得たことから分かりますとおり、本プロジェクトへの期待が大きいことを示している。ミーティングでは、ASTIのメンバーが本プロジェクトの目的と観測内容の説明を行うとともにP-POTEKAの実機を披露して、参加を呼びかけた。その結果、多くの機関から設置に向けた手続を開始することが約束された。



写真5. 2018年8月30日にNovotel Manila Hotelで実施したステークホルダーミーティングの様子

(iv) ELF観測装置設置に向けたノイズ環境試験

本プロジェクトではELF波動観測装置を1式フィリピンに設置し、観測した波形データから雷放電電荷量を経験的に推定することとしている。ELF波動観測装置はV-POTEKAを設置しているUPLB・農業気象観測所に設置する予定であるが、これに先立ち1Hz-1kHzのELF帯のノイズ環境計測を2018年8月29日に実施した。これまでASTIが実施してきたダイポールアンテナを用いた1-100kHzのVLF帯電界ノイズ強度計測とは異なり、より周波数の低い1Hz-1kHz帯に感度を持つELF帯磁界ループアンテナを用いた計測を行った(写真6)。観測所が街中にあるため磁界ノイズレベルは約±250pTと相当高いが、ELF波動観測が不可能なほどではないため、この場所に設置する方針とした。



写真6. 2018年8月29日にUPLB・農業気象観測所で実施したELF帯ノイズ計測の様子

(v) P-, V-POTEKAデータ配信先の追加

2019年1月までは、設置したP-POTEKAおよびV-POTEKAのデータは全て明星電気のデータサーバにのみ転送され保存されるような仕組みとなっていた。この場合、データ保全と冗長性の観点でリスクが高く、今後のプロジェクト推進に不都合が生じる可能性があった。そこで、P-POTEKAとV-POTEKAに搭載されているソフトウェアの変更と、ASTIのデータサーバにおける受信データの自動処理ソフトウェアを新たにインストールする作業を実施することとした。2019年1月30日に北大の研究者1名と明星電気の技術者1名がASTIに赴いてソフトウェアの更新作業を実施し（写真7）、無事にP-POTEKAとV-POTEKAのデータが明星電気とASTIのそれぞれのデータサーバに配信されることを確認した。これにより、データの保存先が二重冗長となり、リスクの低減化が図られた。



写真7. 2019年1月30日にASTIにて実施したデータ配信先ソフトウェア変更作業の様子

(vi) 短期研修の実施

P-POTEKAおよびV-POTEKAで得られるデータのフォーマットや処理方法、気象データの表示方法などを教授するため、2018年6月28日から7月3日にかけて短期研修を北海道大学にて実施した（写真8）。この短期研修のために、ASTIから4名の研究者が北大を訪問した。6月29日に北大・久保田准教授から台風やそれに関連する気象現象の説明が行われ、気象データを計算機上で表示させるまでの実習を行った。続いて7月2日には佐藤・講師が、P-POTEKAとV-POTEKAのデータフォーマット、取得データがデータサーバに送信・保存されるまでの仕組み等について説明が行われ、ASTI

に設置する準リアルタイムデータ処理用の計算機を組み立てて、明星電気のデータサーバから cron jobを用いた自動データの取得を行う実習を行った。



写真8. 2018年6月28日-7月3日に北海道大学にて実施した短期研修の様子

(vii) 雷放電発生位置推定ソフトウェアの開発

フィリピンに設置したV-POTEKAおよび他財源で他国に展開している複数のV-POTEKAから得られる雷放電データを用いて、雷放電発生位置を推定するソフトウェアの開発を進めている。国費留学生（SATREPS枠）として北大の博士課程に在籍するLoren Joy De Vera Estrebilloさんがソフトウェア開発を担当しており、マニラ・パラオ・グアム・沖縄のV-POTEKAデータから雷放電の発生位置を約30kmの精度で推定できるようになった（図1）。今後はさらに増えるV-POTEKAのデータを含めることで、位置推定精度がより向上すると期待される。

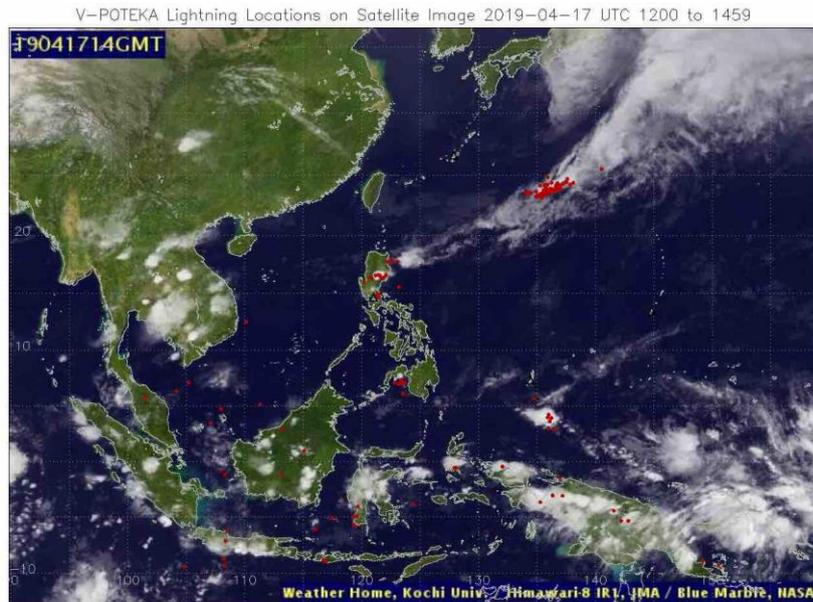


図1. マニラ・パラオ・グアム・沖縄のV-POTEKAデータから推定した雷放電位置(赤点)と赤外雲画像

(viii) 台風強度発達と雷活動との相関性に関する研究

V-POTEKAデータから推定した雷放電発生位置のデータと、2018年8月6日から16日にかけて発生した台風14号(YAGI)のデータとを比較した。台風YAGIはカテゴリー1に分類される勢力が弱い台風であったが、台風の風速・中心気圧と雷放電発生数との間には相関性がみられた(相関係数は約0.5)(図2)。かつ、雷発生数のピークが台風強度のピークに対して約12-18時間先行するという結果が得られた。先行研究ではカテゴリー4, 5のみに雷活動との明確な相関性がみられ、雷が先行する時間差は30時間とされていたのに対し、本結果ではカテゴリー1の台風でも同様に規模を直前予測することが可能であることが示された。この理由の1つとして、V-POTEKAは台風発生域に近いところで雷放電を観測しているの、先行研究が用いた全球雷放電検出網(WWLLN)よりも検出感度が高く、規模の弱い雷放電まで含んで検出したことが考えられる。今後は、より位置推定精度が向上したV-POTEKAによる雷放電データを用いて台風強度との相関解析を実施する予定である。

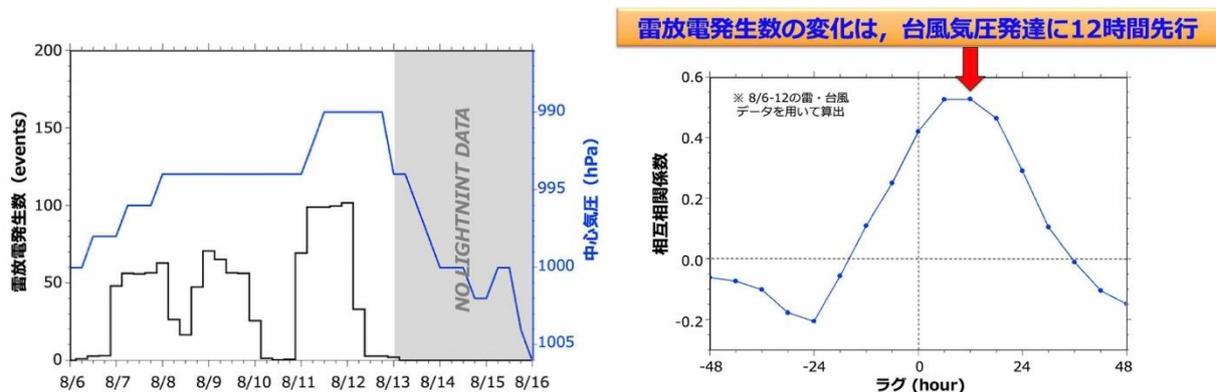


図2. 台風YAGIの台風強度(風速・気圧)と雷放電発生数との相関解析の結果

② 研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

2017年10月から北海道大学にきている国費留学生に対し、雷データの処理方法と雷発生位置

推定ソフトウェア開発に関する技術移転を行っている。また、インフラサウンドセンサを用いた雷放電観測に関する技術移転も行っている。2018年6月28日から7月3日にかけての短期研修で、P-POTEKA および V-POTEKA のデータ処理方法とデータフォーマット、気象データの処理方法などについて技術移転を行った。

③ 研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

④ 研究題目1の研究のねらい

雷放電データを取得する地上観測網を整備することで、リアルタイムで積乱雲活動をモニターする手法を確立する。

⑤ 研究題目1の研究実施方法

フィリピン（先端科学技術研究所 (ASTI)、大気地球物理天文局 (PAGASA)）の運用する気象ステーションなど10カ所に実運用型の雷・気象観測装置 V-POTEKA を展開することで Nation-wide の雷放電観測網を新たに構築する。また、マニラ首都圏の50カ所に、実運用型の雷・気象観測装置 (P-POTEKA) を設置することで、マニラ首都圏を中心とした稠密観測網を構築する。これと同時に、東南アジア7カ所の VLF 電波観測網 (AVON) の整備・改良と、Nation-wide 雷放電観測網を組み合わせることで、フィリピン全土で発生する落雷の位置を10km以下の精度で同定し、またマニラ首都圏の気象予測の背景となる、台風などの広域（数百 km スケール）の積乱雲活動をリアルタイムでモニターする手法を確立する。AVON は東南アジアで唯一の VLF 帯の放電波形観測する多点観測網であり、それを整備・改良することで、フィリピンに接近する台風に伴う雷放電活動を、台風の発生段階から通過後に至るまでの一貫した監視が可能になる。

(3) 研究題目2：「人工衛星による高精度雲観測」（リーダー：吉田和哉・東北大学）

① 研究題目2の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

2-1. 人工衛星からの雲立体観測

2017年度に衛星運用のためのパラボラアンテナをフィリピンへ輸送し、設置場所の候補地を数箇所に絞った。2018年度は、設置場所を Iloilo 州 Dumangas 市にある Iloilo Science and Technology University の敷地に最終決定し、ASTI、DOST Region6 オフィス、Dumangas 市との間での MOU 署名作業に入った。

2018年9月26日に、航空機ドロップゾンデキャンペーンに同期させて、DIWATA-1 衛星による台風24号 (Trami) の中心付近の撮像観測を、台風の位置情報に基づくオンディマンド運用で実施し、目標物を視野に収めて立体観測のための複数回露光に成功した。

2-2. 雲立体構造の高精度推定

2018年度に行った DIWATA-1 による雲頂高度分布の俯瞰図を作成し、さらにその結果を、ひまわり8号衛星の熱赤外線画像を用いた別の手法による推定の結果と比較検討した。高度約380kmを周回する DIWATA-1 衛星に搭載された、可視近赤外領域の撮像装置 SMI で、特定の領域の雲を撮影した画像を、3Dモデルソフトウェアを用いて雲の輪郭の3D構造推定した。解析に用いた衛星画像の地上解像度は約60m/画素、視野の大きさは、約40km x 30kmである。静止軌道気象衛星 HIMAWARI-8 に搭載された中間赤外カメラ（波長11.2 μm）による熱赤外線画像から推定し

た雲頂高度の水平分布と比較した結果、大局的な構造はほぼ整合的であり、DIWATA-1 の結果の方が、20 倍以上高い水平解像度を持っていることを確認した。

2018 年 9 月 26 日に、DIWATA-1 から連写された台風 24 号 (Trami) の中心部付近の画像取得し、そのデータから台風の目の中の雲の立体モデルを作成した。これは、台風の目の中を雲の立体構造を詳細にとらえた世界初の成果である。

2-3. 人工衛星観測技術の確立

フィリピンは 2018 年度より DIWATA-1 を使って 1 日あたり数百枚の撮像を世界各地で継続している。また、ターゲットポイントングで特定領域を視野に入れ、さらに衛星を回転させることで、カメラの視野を特定地域に固定して連続撮影する技術の確立を目指しており、2018 年 9 月 26 日に、台風の中心部を狙った詳細画像の連続取得に世界で初めて成功した。

2018 年 10 月 29 日に、フィリピン人技術者及び学生が主体的に開発を行った DIWATA-2 衛星の打ち上げに成功し、順調に運用が行われている。

2016 年 11 月にアジア 9 カ国、16 の大学や宇宙機関など政府の機関が参加し、超小型衛星の利用を推進する目的で発足したアジア・マイクロサテライト・コンソーシアム (AMC) に関するローカル会合を、2018 年 7 月の北海道大学の Hokkaido Summer Institute 期間、及び 2019 年 3 月にマレーシア・クアラルンプールで開催した。“衛星を用いた参画国間の観測要求のプロトコル”に基づく衛星運用システムの構築について協議し、ほぼ完了しているページデザインや運用手法の原案が AMC メンバーに示された。

② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

2018 年度はフィリピンの第 2 号超小型衛星 DIWATA-2 の衛星バス及び搭載機器の開発と運用を通じて、それらの製作と運用についての技術移転を行った。また台風など特定の目標を観測し、視野を固定して撮像する手法についても指導を行った。

③ 研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開 特になし

④ 研究題目 2 の研究のねらい

超小型人工衛星で取得される画像から、降水予測に供する積乱雲の立体構造を取得する手法を確立する。

⑤ 研究題目 2 の研究実施方法

衛星データを受信する地上局を設置、運用し、既存衛星及びプロジェクト期間中に打上げられる超小型衛星による気象データの受信と解析ができる環境を整える。また、日本の地上局も使った超小型衛星によるオンデマンド運用実験を行い、次世代の衛星運用の技術を確立・修得する。衛星から得られたデータを解析し、豪雨や雷放電予測に有効な衛星観測の手法を確立する。

(4) 研究題目 3 : 「外挿的手法を用いた短時間予測技術の確立」(リーダー : 松本淳・首都大学東京)

① 研究題目 3 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

(i) 航空機を用いたドロップゾンデ観測

台風強度の短時間予測技術の確立に向けて、台風内部で発達する積乱雲をとらえる目的で、名古屋大学と共同で航空機を用いた観測を 2018 年 9 月に実施した。フィリピン海で発生した台風 24 号

を対象に9月25日-28日の4日間航空機観測を実施し、台風の目に突入してドロップゾンデを投下する観測を成功させた。25日は名古屋の小牧空港から離陸し、フィリピンのクラーク空港まで飛行し、17個のドロップゾンデを投下した(図3)。26日はクラーク空港を離陸し、台風観測を行い22個のドロップゾンデを投下し、那覇空港に着陸した。27日は那覇空港を離陸して、15個のドロップゾンデを投下し、鹿児島空港に着陸した。28日は鹿児島空港を離陸し、6個のドロップゾンデを投下し、小牧空港に着陸した。4日間で6回台風の目に突入することができ、25日5:03UTCには中心気圧918hPaのカテゴリー5の台風強度をドロップゾンデで観測し、気象庁がほぼ同じ時刻に衛星の雲画像から観測した中心気圧915hPaと同程度の値が得られた(写真9)。4日間の中で台風の様子は50kmから200km程度まで広がり、台風を中心気圧も28日の観測で960hPaまで弱まった。研究題目1で航空機観測期間中に雷観測を実施しており、今後台風強度変化に対応した台風周辺の雷活動の解析を進めていく。

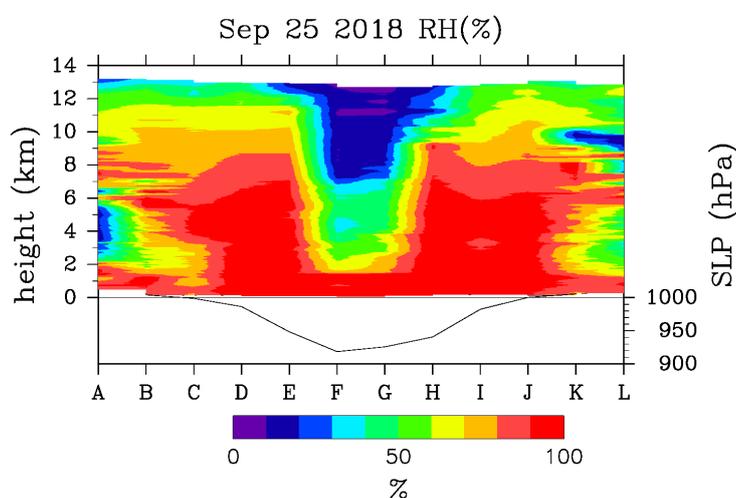


写真9. 航空機で観測した台風24号の目

図3. ドロップゾンデで観測した台風24号の相対湿度の断面図と海面気圧(9月25日)

(ii) ラジオゾンデ、雲粒子ゾンデの現地調査

短時間予測技術の確立に向けて、集中豪雨などをもたらす活発な積乱雲内部の気象データを得て鉛直構造を把握する目的で、ラジオゾンデと雲粒子ゾンデの集中観測キャンペーンを2019年に実施するため、候補地のPAGASAのタナイ気象台を2018年9月に現地調査した(写真10)。PAGASAはラジオゾンデを用いた高層気象観測を、現在7か所で通常1日1~2回実施している。短時間で急速に発達する積乱雲を捉えるには1日4回のラジオゾンデ観測が欠かせない。PAGASAからの要請で、マニラ首都圏で発達して集中豪雨をもたらす積乱雲を観測するため、候補地をセブからマニラ首都圏のタナイに変更した。1日4回のラジオゾンデの強化観測が実施できる環境が整っているか人材や機材を調査した。タナイ気象台では人員の補強が必要であり、PAGASA本部と調整している。また、放球する風船に必要な水素ガスは、タナイ気象台が提携しているガス供給会社に供給してもらえる。雲粒子ゾンデは北大が機材を持ち込み、観測を実施するが、タナイ気象台はマニラ首都圏のケソンから車で通える距離にあり、観測の際、ケソンから通い、雲粒子ゾンデを実施できることを確認した。



写真 10. タナイ気象台での現地調査

(iii) 雲を測定するビデオカメラの設置

短時間予測技術の確立に向けて、マニラ首都圏で発達する積乱雲を観測するため、2018年7月にASTIの屋上にビデオカメラを設置した(写真11)。自動的に連続して雲を撮影でき、積乱雲の発達過程や成層圏へ水蒸気を供給していると言われるジャンピングシーラスを視覚的に捉えて理解につなげることを目的としている(写真12)。



写真 11. ビデオカメラの設置



写真 12. ビデオカメラで撮影した雲

(iv) 微気圧計の設置

台風の強度を正確に見積もる新たな技術を確認する目的で、気象レーダーと高精度の微気圧計を組み合わせた観測を実施するため、アパリ気象台に2018年8月に微気圧計を設置した(写真13)。2018年9月15日に台風22号がアパリ気象台の近くを通過し、気圧変化の観測に成功し、気象台で951hPaまで気圧低下を観測した(図4)。今後はアパリ気象台の気象レーダーと合わせて、台風強度の見積もりを進めていく。また、2019年度は同じタイプの気象レーダーが稼働しているビラクとギアンの気象台に微気圧計を設置していく予定である。



写真 13. アパリ気象台に設置した微気圧計

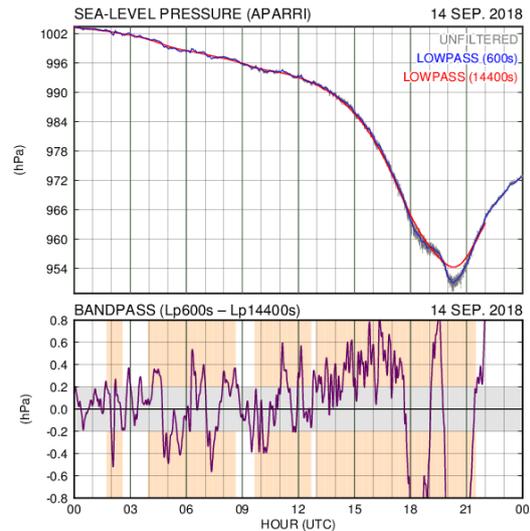


図 4. 台風 22 通過時の気圧変化(9 月 14-15 日)

② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

本年度は、技術移転は行っていない

③ 研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

④ 研究題目 3 の研究のねらい

P-POTEKA, V-POTEKA による雷観測データと超小型人工衛星による積乱雲観測データに加え、積乱雲・台風のゾンデ集中観測を行い、それらのデータを統合し外挿的手法を用いた短時間予測技術を確立する。

⑤ 研究題目 3 の研究実施方法

短時間予測技術の確立に向けて、集中豪雨などをもたらす活発な積乱雲内部の気象データを取得鉛直構造を把握するため、ラジオゾンデと雲粒子ゾンデの集中観測キャンペーンを 2019 年に実施する。また、台風強度の短時間予測技術の確立に向けて、台風内部で発達する積乱雲をとらえるため、航空機を用いたドロップゾンデ観測を 2018 年にフィリピン海で行う。それらの結果と雷・衛星観測データを統合して、外挿的手法を用いて極端気象の短時間予測を行う手法を確立する。

(5) 研究題目 4 : 「情報提供システムの確立」(リーダー: 久保田尚之・北海道大学)

① 研究題目 4 の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

2019 年度から活動開始

② 研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

2019 年度から活動開始

③ 研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

2019 年度から活動開始

④ 研究題目 4 の研究のねらい

集中豪雨や落雷地域の短時間予測に基づく、豪雨・落雷予想のマップ、台風強度の 24 時間前予

測値を防災機関に公開するためのウェブサイトを作成する。さらに、フィリピン政府との協議の上で、試験運用の実施を検討する。

⑤ 研究題目 4 の研究実施方法

国内で短時間予測情報結果の情報を提供するソフトウェアを開発し、フィリピンに移植して試験運用を行う。さらに、試験運用の結果を受けて情報提供ソフトウェアを改修し予測精度の向上を図る。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

- ・プロジェクトの自立的発展性向上において、相手国であるフィリピンの若手技術者は極めて主体的に作業に参加し、すでに多数の地上観測装置をフィリピン側のみで設置してきた実績と高いスキルを身につけており、プログラム終了後の技術的な自立については全く不安がない。
- ・2018年度の終了時点では、雷放電観測装置の設置作業は2019年度内の完了が見込まれており、当初計画からの大きな遅れはない。特に、P-POTEKAの設置に関して、当初は16式を2018年度中に設置する予定であったが、20式の設置を完了することができた。フィリピン側（ASTI）が精力的に他機関へ設置とプロジェクトへの参加を促した結果であり、非常にスムーズに進行している。
- ・超小型衛星の運用は2018年度中に高度なターゲットポインティングにより、狭視野のカメラによる台風の中心付近の撮像に成功しており、着実に技術が向上していることが確認できている。
- ・ターゲットポインティングによる目標物への指向、またその連写は、フィリピン側（ASTI）が自力で行えるレベルに達している。そのデータに基づく雲の立体構造の推定はひまわり8号など最先端の気象衛星を凌ぐものであり、当初予定よりも前倒しで目標を達成し続けている。

III. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

2018年度においては、全体としてはほぼ順調に計画を推進し、目標とした成果を達成することができたが、衛星運用のためのパラボラアンテナの設置に遅れが生じた。2017年度に衛星運用のためのパラボラアンテナをフィリピンへ輸送し、設置場所の候補地を数箇所絞り、2018年度中の設置を目指していた。しかし設置場所の第一候補が、その敷地にレーダーを持つPAGASAから電氣的な干渉を懸念する声が上がった。当方としては障害にならないことをデータに基づいてPAGASA側に説明したが、最後まで了解が得られなかった。そこで次の候補地を再度選定し、調査ののち最終候補地に決定した。Iloilo州Dumangas市にあるIloilo Science and Technology Universityの敷地であるが、そこを利用するためには、ASTI、DOST Region6 オフィス、Dumangas市との間でのMOUが必要となりその作業に入っている。しかし、3者で締結するMOUであるため時間を要し、2019年夏の設置を目指している。

今後プロジェクトを進めるにあたり、同様の遅れを生じさせないための対策として、PAGASA側の意向を最優先で確認、尊重し、スケジュール管理を行なっていくこととする。

(2) 研究題目 1 : 「雷放電の稠密観測・Nation-Wide 観測」(リーダー: 高橋幸弘・北海道大学)

- ・V-POTEKAの設置場所について、PAGASAが現有する10箇所の気象観測拠点に設置することになっている。2018年度中は5カ所に設置する予定であったが、設置方法やデータ利用に関する細

かな点でプロジェクト側と PAGASA 側とで齟齬が生じており、設置が遅延している。互いの理解と合意をとりつけるべく、必要に応じて直接会って会議を開催することが必要である。

- ・ P-POTEKA および V-POTEKA の設置状況や現在抱える課題などについては、月に一度の TV 会議を通じて情報共有し議論を行っている。その効果もあって研究題目 1 については概ねスケジュール通りに進んでいるが、引き続き細かな点までの現状把握と課題抽出、早めのリスク管理が徹底できるよう情報共有に努める。

(3) 研究題目 2 : 「人工衛星による高精度雲観測」(リーダー: 吉田和哉・東北大学)

- ・ 目標としていた衛星地上アンテナ設備の導入が遅れているが、既存のフィリピン側の設備で十分な運用ができており、研究開発上は問題がない。2019 年夏以降は稼働できる見通しであり、より機動力ある衛星運用を目指していく予定である。

(4) 研究題目 3 : 「外挿的手法を用いた短時間予測技術の確立」(リーダー: 松本淳・首都大学東京)

- ・ 本プロジェクトで実施した航空機観測は、得られた観測経験や気象データを生かして、台風などの極端気象の短時間予測技術の確立を目指している。そのために担当の ASTI 技術員は事前に日本で短期研修を行い、航空機観測にも搭乗し、台風の目に突入する貴重な経験をする事ができた。ただ、残念なことに観測直後に当の ASTI 職員は退職してしまい、フィリピン側に経験を生かす機会が失われた。ASTI にはより慎重な人選を望みたい。
- ・ 2018 年度の航空機観測(ドロップゾンデキャンペーン)の事務手続きについて、放置に近い状態が数ヶ月続き、大幅な遅れが生じた。結果的には、観測の好機が 9 月に訪れたため間に合ったが、もし早い時期に観測に適した台風が発生した場合、チャンスを逃す可能性があった。再発を防ぐために、JICA 側とのテレビ会議を高頻度で行うなどの対策をとって効果を上げたが、経緯についての報告書の作成については JICA が承諾したものの、いまだ提出されていない。今後同様の問題を防ぐためにも、経緯の総括を引き続き求めて行くと同時に、各種手続きの進捗について定期的に JICA に確認をとるものとする。
- ・ ラジオゾンデ、雲粒子ゾンデの集中観測の候補地は PAGASA の要請でマニラ首都圏のタナイ気象台に変更し、ASTI と協力して現地調査を実施し、観測候補地として問題ないことを確認した。

(5) 研究題目 4 : 「情報提供システムの確立」(リーダー: 久保田尚之・北海道大学)

2019 年度から活動開始予定のため該当なし

IV. 社会実装(研究成果の社会還元)(公開)

(1) 成果展開事例

現状、該当なし

(2) 社会実装に向けた取り組み

現状、該当なし

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

- フィリピンに設置したV-POTEKAおよび他財源で他国に展開している複数のV-POTEKAから得られる雷放電データを用いて、雷放電発生位置を推定するソフトウェアの開発を進めており、マニラ・パラオ・グアム・沖縄のV-POTEKAデータから雷放電の発生位置を約30kmの精度で推定できるようになった。今後はさらに増えるV-POTEKAのデータを含めることで、位置推定精度がより向上すると期待される。
- 超小型衛星 DIWATA-1 を用いたターゲットポインティング技術を駆使し、ドロップゾンデキャンペーンを実施した台風 24 号の中心部を狙ったステレオ観測に成功した。
- 2018 年 9 月 26 日に、DIWATA-1 から連写された台風 24 号（Trami）の中心部付近の画像データを用いて、台風の目の中の雲の立体モデルを作成した。これは台風の目の中の雲の立体構造を詳細にとらえた世界初の成果である。
- 2018 年 10 月にフィリピンとして 2 機目となる超小型衛星 DIWATA-2 の打ち上げに成功し、順調に初期運用を行なっている。また、DIWATA-2 の打ち上げに関して、フィリピン国内で多くのメディアに取り上げられた。
- 2018 年 7 月に ASTI の屋上に雲を測定するビデオカメラを設置し、連続観測を実施していく中で、積乱雲の発達過程や成層圏へ水蒸気を供給していると言われるジャンピングシーラスを視覚的に捉える事ができた。
- 2018 年 8 月にアパリ气象台に台風通過時の気圧変化を測定する微気圧計を設置し、連続観測を開始した。2018 年 9 月 15 日に台風 22 号がアパリ气象台の近くを通過し、気圧変化の観測に成功し、气象台で 951hPa まで気圧低下を観測した。今後はアパリ气象台の気象レーダーと合わせて、台風強度の見積もりを進めていく。
- 2018 年 9 月に名古屋大学の台風航空機観測プロジェクトとの共同で、台風 24 号を対象とした航空機を用いた観測を実施した。フィリピン海にて台風の眼に入りドロップゾンデを投下し大気の鉛直構造の計測を行うと共に、立体構造推定のための航空機撮像を実施した。4 日間で 6 回台風の目に突入することができ、2019 年 9 月 25 日 5:03UTC には中心気圧 918hPa のカテゴリー 5 の台風強度をドロップゾンデで観測し、気象庁がほぼ同じ時刻に衛星の雲画像から観測した中心気圧 915hPa と同程度の値が得られた。4 日間の間で台風の目は 50km から 200km 程度まで広がり、台風の中心気圧も 28 日の観測で 960hPa まで弱まった。研究題目 1 で航空機観測期間中に雷観測を実施しており、今後台風強度変化に対応した台風周辺の雷活動の解析を進めていく。今回の航空機観測に関して、フィリピンの現地メディアからのインタビューに加え、国内外のテレビや新聞などで多数報道された。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

様式 02 に記載済み

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

様式 03 に記載済み

VIII. その他（非公開）

様式 04 に記載済み

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

| 年度 | 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ | DOIコード | 国内誌/ 国際誌の別 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。) |
|------|--|---|---------------|---------------------------------|--|
| 2017 | Kubota, H., R. Shirooka, J. Matsumoto, E. O. Cayan, and F. D. Hilario, 2017: Tropical cyclone influence on the long-term variability of Philippine summer monsoon onset, Prog. Earth. Planet. Sci. | DOI 10.1186/s4 0645-017- 0138-5. | 国際誌 | 発表済 | |
| 2018 | Olaguera, L.M., Matsumoto, J., Kubota, H., Inoue, T., Cayan, E.O. and Hilario, F.D., 2018. Abrupt climate shift in the mature rainy season of the Philippines in the mid-1990s. Atmosphere 9: 350. | 10.3390/at mos909035 0 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2018 | Olaguera, L.M., Matsumoto, J., Kubota, H., Inoue, T., Cayan, E.O. and Hilario, F.D. 2018. Interdecadal shifts in the winter monsoon rainfall of the Philippines. Atmosphere 9: 464. | 10.3390/at mos912046 4 | 国際誌 | 発表済 | |

論文数 3 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 3 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

| 年度 | 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ | DOIコード | 国内誌/ 国際誌の別 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。) |
|------|---|--|---------------|---------------------------------|--|
| 2017 | 山下幸三, 久保雄貴, 濱田純一, 高橋幸弘, 松本淳, 渡辺聡, 積乱雲監視を目的としたELF-VLF帯電磁界計測に基づいた雷観測システムの簡易化の検討, システム制御情報学会論文誌, Vol.30, No.11, pp.420-426, 2017 | https://doi .org/10.568 7/iscie.30. 420 | 国内誌 | 発表済 | |
| 2017 | Kurihara, J., Takahashi, Y., Sakamoto, Y., Kuwahara, T., Yoshida, K., HPT: A High Spatial Resolution Multispectral Sensor for Microsatellite Remote Sensing, Sensors, 18, 619, 2018. | DOI:10.339 0/s180206 19 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2018 | Kubota, H., 2018: Comparison of tropical cyclones Haiyan and Talas with tropical cyclones having similar tracks in the past 120 years, Journal of Geography (Chigaku Zasshi), 127, 471-482. | doi.org/10. 5026/jgeog raphy.127.4 71 | 国際誌 | 発表済 | |

論文数 3 件
 うち国内誌 1 件
 うち国際誌 2 件
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

| 年度 | 著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年 | 出版物の種類 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項 |
|----|-------------------------|--------|---------------------------------|------|
| | 該当なし | | | |
| | | | | |

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

| 年度 | 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ | 出版物の種類 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項 |
|------|--|--------|---------------------------------|------|
| 2017 | 久保田尚之, 2017: 台風からさぐる気候変動, 気候変動の事典, 山川修治・常盤勝美・渡来靖 編, 朝倉書店, 190-193. | 書籍 | 発表済 | |
| 2018 | 松本 淳 2018. 東南アジアの気候学から防災に挑む. 学術の動向 23(7): 20-21 | 総説 | 発表済 | |

著作物数 2 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

| 年度 | 研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数 | 開発したテキスト・マニュアル類 | 特記事項 |
|----|------------------------------------|-----------------|------|
| | 該当なし | | |
| | | | |

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度 | 国内/ 国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等 | 招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別 |
|------|-------------|--|----------------------------|
| 2017 | 国際学会 | Sato, M., Y. Takahashi, H. Kubota, E. Momota, and J. Marciano, "Operation of lightning detection network and micro-satellites for nowcast of thunderstorm and tropical cyclone activities", European Geosciences Union General Assembly 2017, EGU2017-11468, Vienna, Austria, April 28, 2017. | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | Ellison Castro, Joel Marciano, Gay Perez, Kaye Vergel, Yukihiro Takahashi, "Readiness in DOST-ASTI for SATREPS project for development of extreme weather monitoring and alert system in the Philippines", 2017 JpGU Meeting, Makuhari, Japan, May 2017. | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 佐藤光輝, 高橋幸弘, 山下幸三, 久保田尚之, 濱田純一, 百田恵理子, M. Joel, "シビア気象規模発達の前予測にむけたアジア域における雷放電観測網の構築", 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会, R005-16, 京都, 2017年10月16日. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, Mitsuteru Sato, Ellison C Castro, Tetsuro Ishida, Joel Joseph Marciano, Hisayuki Kubota and Kozo Yamashita, "Extreme weather monitoring system with combination of micro-satellites and ground-based", American Geophysical Union Fall Meeting, NEW ORLEANS, US, Dec 12, 2017. | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | Sato, M., Y. Takahashi, K. Yamashita, H. Kubota, J. Hamada, E. Momota, and J.J. Marciano, "Development of lightning observation network in the western Pacific region for the intensity prediction of severe weather", American Geophysical Union Fall Meeting 2017, AE13A-2229, New Orleans, USA, December 12, 2017. | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | Takahashi, Y., T. Ishida, M. Sato, Y. Sakamoto, G.J. Perez, J.Marciano, and H. Kubota, "3-D cloud monitoring by the micro-satellites in SATREPS project, ULAT", New Dimensions for Natural Hazards in Asia, An AOGS-EGU Joint Conference, NH-A212, Philippines, Feb. 2018. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Mitsuteru SATO, Hisayuki KUBOTA, Kozo YAMASHITA, Jun-Ichi HAMADA, Jun MATSUMOTO, Joel MARCIANO, Gay Jane PEREZ, Ellison CASTRO, Yukihiro TAKAHASHI, "SATREPS Project, ULAT, for Development of Extreme Weather Monitoring and Alert System in the Philippines", New Dimension for Natural Hazard in Asia, An AOGS-EGU Joint Conference, Feb 2017. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Mitsuteru Sato, Yukihiro Takahashi, Kozo Yamashita, Hisayuki Kubota, Junichi Hamada, and Joel J. Marciano, "ULAT Project: Lightning Observations in the Philippines for the Intensity Prediction of Severe Weather", European Geosciences Union General Assembly 2018, EGU2018-16395, Vienna, Austria, April 10, 2018. | ポスター発表 |
| 2018 | 国際学会 | Mitsuteru Sato, Yukihiro Takahashi, Hisayuki Kubota, Kozo Yamashita, Junichi Hamada, and Joel J. Marciano, "Lightning Observations in the Philippines and Western Pacific Region for the Intensity Prediction of Severe Weather", 2018 JpGU Meeting, Makuhari, Japan, May 20, 2018. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Alvin Estoquia Retamar, Joel Joseph Marciano, Glenn Vincent Lopez, Felan Carlo Garcia, and Jericho Capito, "Development of a Real-Time Thunderstorm Monitoring and Information System in Metro Manila, Philippines", 2018 JpGU Meeting, Makuhari, Japan, May 20, 2018. | 招待講演 |
| 2018 | 国際学会 | Mitsuteru Sato, Yukihiro Takahashi, Hisayuki Kubota, Kozo Yamashita, Junichi Hamada, and Joel J. Marciano, "ULAT Project: Lightning Observations in the Philippines and Western Pacific Region for the Intensity Prediction of Severe Weather", Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 15th Annual Meeting, Honolulu, Hawaii, June 5, 2018. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Mitsuteru Sato, Yukihiro Takahashi, Hisayuki Kubota, Kozo Yamashita, Junichi Hamada, and Joel J. Marciano, "Development of Lightning Observation Network in the Western Pacific Region for the Intensity Prediction of Severe Weather and Tropical Cyclone", 16th International Conference on Atmospheric Electricity, Nara, Japan, June 22, 2018. | ポスター発表 |
| 2018 | 国内学会 | Mitsuteru Sato, Yukihiro Takahashi, Kozo Yamashita, Hisayuki Kubota, Junichi Hamada, and Joel J. Marciano, "アジア域雷放電検出網で観測された雷活動と台風強度発達との関係", 第144回地球電磁気・地球惑星圏学会, 名古屋, 2018年11月25日. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Mitsuteru Sato, Yukihiro Takahashi, Hisayuki Kubota, Kozo Yamashita, Junichi Hamada, and Joel J. Marciano, "Relation between Lightning and Typhoon Activities in the Western Pacific Region", AGU Fall Meeting 2018, AE13B-2723, Washington D.C., Dec 10, 2018. | ポスター発表 |
| 2018 | 国際学会 | Ellison CASTRO, Tetsuro ISHIDA, Yukihiro TAKAHASHI, Kaye Kristine VERGEL, and Francisco Miguel FELICIO, "Reconstructing Three-dimensional Models of Clouds by the Philippines' First Microsatellite, DIWATA-1", 日本地球惑星科学連合2018年大会, A-CG36, 幕張, 2018年5月24日. | ポスター発表 |
| 2018 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, Mitsuteru Sato, Hisayuki Kubota, Kozo Yamashita, Jun-Ichi Hamada, Tetsuro Ishida, Junichi Kurihara, Jun Matsumoto, Joel Marciano, Gay Perez, Status of ULAT project for development of extreme weather monitoring and alert system in the Philippines, JpGU meeting, Makuhari, Japan, May 20, 2018. | 口頭発表 |

| | | | |
|------|------|--|--------|
| 2018 | 国際学会 | Ellison Caparas Castro, Tetsuro Ishida, Yukihiro Takahashi, Kaye Kristine Vergel, Francisco Miguel Felicio, Reconstructing Three-Dimensional Models of Clouds by the Philippines' First Microsatellite, DIWATA-1, JpGU meeting, Makuhari, Japan, May 24, 2018. | ポスター発表 |
| 2018 | 国際学会 | Purwadi, Yukihiro Takahashi, Kozo Yamashita, Mitsuteru Sato, Observation system for thunderstorm development using ground lightning detection network and thermal infrared camera onboard micro-satellites, JpGU meeting, Makuhari, Japan, May 20, 2018. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, Mitsuteru Sato, Hisayuki Kubota, Kozo Yamashita, Tetsuro Ishida, Ellison Castro, Loren Jay Estrebillon, Doreena Karmina Pulutan, Purwadi, New strategy for monitoring of tropical cyclones and thunderstorms with micro-satellites and ground-based lightning network, 2018 AGU fall meeting, Washington DC, Dec 13, 2018. | ポスター発表 |

| | |
|--------|-----|
| 招待講演 | 1 件 |
| 口頭発表 | 9 件 |
| ポスター発表 | 9 件 |

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度 | 国内/ 国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等 | 招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別 |
|------|-------------|--|----------------------------|
| 2016 | 国際学会 | Sato, M., C. Shimizu, F. Tsuchiya, N. Honma, Y. Hongo, and Y. Takahashi, "Future observations of lightning-exciting ELF waves in Asian region for the nowcasting of severe weather development", 日本地球惑星科学連合2016年大会, HDS07-06, 千葉, 2016年5月24. | 口頭発表 |
| 2016 | 国際学会 | Shimizu, C., M. Sato, Y. Takahashi, F. Tsuchiya, Y. Hongo, S. Abe, and A. Yoshikawa, "Relation between charge amounts of lightning discharges derived from ELF waveform data and severe weather", 日本地球惑星科学連合2016年大会, HDS07-05, 幕張, 2016年5月. | 口頭発表 |
| 2016 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "Monitoring of thunderstorm and typhoon using lightning detection network and micro-satellites in Southeast Asia", AOGS 13th Annual Meeting, Beijing, August 3, 2016. | ポスター発表 |
| 2016 | 国内学会 | 高橋幸弘、「超小型衛星コンステレーションによる次世代地球モニタリング」、第60回宇宙科学技術連合講演会、函館、2016/9/8 | 招待講演 |
| 2016 | 国内学会 | 石田哲朗、「超小型衛星コンステレーションが切り開く新しい地球・宇宙環境計測」、第60回宇宙科学技術連合講演会、函館、2016/9/8 | 口頭発表 |
| 2016 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "The scientific scope of microsatellite projects and Venus observations with Akatsuki and ground-based telescopes", Astronomy Special Colloquium, National Central University, Taiwan, October 5, 2016. | 招待講演 |
| 2016 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "Great Possibility of Micro-satellite", Geo Smart Asia 2016, Kuala Lumpur, Oct. 18, 2016. | 招待講演 |
| 2016 | 国内学会 | 清水千春, 佐藤光輝, 高橋幸弘, 土屋史紀, 本郷保二, 阿部修司, 吉川顕正, ELF帯電波観測により推定した雷放電の放電電荷量を用いたダウンバースト現象の予測可能性, 第140回地球電磁気・地球惑星圏学会, R005-P02, 福岡, 2016年11月. | ポスター発表 |
| 2016 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "Development of Philippine Scientific Earth Observation Micro-Satellite", Special session (Small Satellites for Innovation), APRSAF-17, Manila, Philippines, November 17, 2016. | 招待講演 |
| 2016 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "Next-generation disaster management using micro-satellites and ground observation network", APRSAF-17, Manila, Philippines, November 15, 2016. | 招待講演 |
| 2016 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "Collaborative Promotion of Micro-satellite Utilization by International Consortium", APRSAF-17, Manila, Philippines, November 16, 2016. | 招待講演 |
| 2016 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "Nowcast of thunderstorm and typhoon activity based on lightning detection and flexible operation of micro-satellites", AGU(American Geophysical Union) fall meeting, San Francisco, Dec. 14, 2016. | ポスター発表 |
| 2016 | 国内学会 | 清水千春, 佐藤光輝, 高橋幸弘, 土屋史紀, 本郷保二, 阿部修司, 吉川顕正, "ELF帯電波観測による雷放電の電荷量推定とダウンバーストの予測可能性について", 日本大気電気学会第95回研究発表会, 神戸, 2017年1月. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Kubota, H., Y. Takahashi and M. Sato, 2017: Heavy rainfall observation in Metro Manila, Philippines for understanding the relation of lightning activity and tropical cyclone, Japan Geoscience Union Meeting 2017, Japan, May 2017. | 招待講演 |
| 2017 | 国際学会 | Kaye Kristine Vergel, Yukihiro Takahashi, "Readiness in DOST-ASTI for SATREPS project for development of extreme weather monitoring and alert system in the Philippines", 2017 JpGU Meeting, Makuhari, Japan, May 2017. | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | Matsumoto, J., Marcelino, V., and Kubota, H. 2017. Changes in extreme rainfall in the Philippines for the 100-year period (1911-2010). Japan Geoscience Union Meeting 2017: MIS05-09, May, Chiba. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Olaguera, L. M. P., and Matsumoto, J. 2017. Characteristics of the rainfall over Luzon during the summer monsoon of the Philippines. Japan Geoscience Union Meeting 2017: ACG44-P03, May, Chiba. | ポスター発表 |

| | | | |
|------|------|--|--------|
| 2017 | 国際学会 | Sato, M., Y. Takahashi, H. Kubota, and C. Shimizu, "Deployment Plan of ELF observation system in Asian countries to monitor severe weather development", 日本地球惑星科学連合2017年大会, MIS05-P09, 千葉, 2017年5月22日. | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | Shimizu, C., M. Sato, and Y. Takahashi, "Characteristics of Downburst Occurrences Derived from Ground-based Lightning and Meteorological Observations", 日本地球惑星科学連合2017年大会, MIS05-P08, 幕張, 2017年5月22日. | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | Kubota, H., Y. Takahashi, and M. Sato, "Heavy rainfall observation in Metro Manila, Philippines for understanding the relation of lightning activity and tropical cyclone", 日本地球惑星科学連合2017年大会, MIS05-08, 幕張, 2017年5月22日. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Hamada, J.-I., J. Matsumoto, S. Mori, M. Katsumata, F. Syamsudin, and K.Yoneyama. "An observational study on lightning activities over the coastal region of Sumatra, Indonesian maritime continent". 日本地球惑星科学連合2017年大会, MIS05-P06, 幕張, 2017年5月22日. | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | Yamashita, K., H. Kojima, Y. Komori, H. Ohya, Y. Takahashi: Monitoring of lightning activity with the combination of radio observation in ELF-VLF band and electrostatic measurement, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, MIS05-P07, May 2017 | ポスター発表 |
| 2017 | 国内学会 | 高橋幸弘, 久保田尚之, 佐藤光輝, 松本淳, 山下幸三, 吉田和哉, "雷放電及び超小型衛星を駆使したフィリピンにおける極端気象の監視・情報提供システムの開発", 日本気象学会, 2017年5月 | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "Next-generation Earth Monitoring System with Micro-satellites and Ground-based Networks", 17th Conference of the Science Council of Asia, Manila, Philippines, June 15, 2017. | 招待講演 |
| 2017 | 国内学会 | 高橋幸弘, "超小型衛星による極端気象及び海洋観測", 名古屋大学宇宙地球環境研究所研究集会 小型飛翔体による海象観測, 名古屋大学, 2017年7月7日 | 招待講演 |
| 2017 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "Next-generation remote sensing and applications realized by micro-satellite and its international collaboration", 1st IAA North-East Asia Symposium on Small Satellites, Ulaanbaatar, Mongolia, Aug 23, 2017. | 招待講演 |
| 2017 | 国際学会 | Matsumoto, J., Villafuerte II, M.Q., Endo, N. and Nguyen-Thi H.A. 2017. Changes in extreme rainfall in Southeast Asia. International Workshop on the Asian Monsoon in a Warmer World, (21 August), Chengjiang, China. | 招待講演 |
| 2017 | 国内学会 | 山下幸三, 大矢浩代, 濱田純一, 岩崎博之, 若月泰孝, 高橋幸弘, 松本淳: ELF-VLF 帯電界と静電界の同時計測に基づいた積乱雲の帯電と放電の監視, 地球電磁気・地球惑星圏学会, R005-P35, 2017年10月 | ポスター発表 |
| 2017 | 国内学会 | 高橋幸弘, "超小型衛星がもたらす異次元の防災情報", 防災推進国民大会, 仙台, 2017年11月26日 | 招待講演 |
| 2017 | 国際学会 | Kubota, H., Y. Takahashi, M. Sato, K. Yamashita, and J. Hamada, "Development of extreme weather monitoring and information sharing system in Metro Manila", UNESCO-JASTIP Joint Symposium on Intra-Regional Water Security and Disaster Management, Manila, November 2017. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Kubota, H., Y. Takahashi, M. Sato, K. Yamashita, and J.-I. Hamada, 2017: Development of extreme weather monitoring and information sharing system in Metro Manila, UNESCO-JASTIP Joint Symposium on Intra-Regional Water Security and Disaster Management, The 3rd Symposium on JASTIP Disaster Prevention International Cooperation Research, Philippines, Nov. 2017. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Yamashita, K., H. Ohya, Y. Takahashi, M. Sato: Monitoring of lightning activity based on simultaneous measurement of electric field and electric field-change in the Tokyo metropolitan area, AGU Fall Meeting, AE23B-2480, Dec 2017 | ポスター発表 |
| 2017 | 国内学会 | 山下幸三, 岩崎博之, 大矢浩代, 高橋幸弘: 関東圏 VLF 帯電界計測網による雷監視の性能評価, 日本大気電気学会第96回研究発表会, 東京, 2018年01月 | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | HISAYUKI KUBOTA1, YUKIHIRO TAKAHASHI1, MITSUTERU SATO1, JUN-ICHI HAMADA, "Heavy rainfall in Metro Manila, Philippines during the summer monsoon associated with tropical cyclone", New Dimension for Natural Hazard in Asia, An AOGS-EGU Joint Conference, Feb 2017. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, "Status of ULAT and related projects in Asia", The International Post-MAHASRI Planning Workshop, Akihabara, Japan, March 15, 2018. | 口頭発表 |
| 2018 | 国内学会 | 松本 淳: 文理融合科学から持続可能な未来を考える—世界への日本の貢献—, 日本学術会議公開シンポジウム, 東京, 2018年4月9日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Matsumoto, J., Villafuerte II, M.Q. and Kubota, H. 2018. Changes in extreme rainfall in the Philippines from the early 20th century. Asian Extremes: Climate, Meteorology and Disaster in History, May 18, Singapore. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Olaguera, L.M., Matsumoto, J., Kubota, H., Inoue, T., Cayanan, E.O. and Hilario, F.D. 2018. Abrupt climate shift in the mature rainy season of the Philippines in the mid-1990s. JpGU Meeting 2018, A-CG37-P01, May 20, 2018 | ポスター発表 |
| 2018 | 国内学会 | 坂本祐二, 栗原聡文, 吉田和哉, 石田哲朗, 栗原純一, 高橋幸弘, 「国際宇宙ステーション衛星放出機会を活用した50kg 級衛星DIWATA-1 における国際連携と運用成果」第62回宇宙科学技術連合講演会, 久留米市, 2018年10月 | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Kubota, H., Y. Takahashi, M. Sato, K. Yamashita, J.-I. Hamada, 2018: Observation study of the relationship between lightning activity and tropical cyclone intensity in the Philippine Sea, Japan Geoscience Union Meeting 2018, MIS04-03. Makuhari, May 20 2018 | 招待講演 |

| | | | |
|------|------|---|--------|
| 2018 | 国際学会 | Kubota, H., Y. Takahashi, M. Sato, K. Yamashita, J.-I. Hamada, 2018: Observation study for understanding the relationship between lightning activity and tropical cyclone intensity in the Philippine Sea, Asia Oceania Geosciences Society 2018, AS31-A084. Honolulu, Jun. 4 2018 | 招待講演 |
| 2018 | 国際学会 | Masa-yuki Yamamoto, Infrasound multi-site observation of thunders 2: test results for SATREPS, JpGU meeting, Makuhari, Japan, May 20, 2018. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Jun-Ichi Hamada, Jun Matsumoto, Kozo Yamashita, Yukihiro Takahashi, Monitoring for lightning activities and thunder cloud developments over the Tokyo metropolitan area based on electrostatic field and electromagnetic measurements, JpGU meeting, Makuhari, Japan, May 20, 2018. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Kozo Yamashita, Yukihiro Takahashi, Mitsuteru Sato, Development of electric field mill kit for multiple measurement of thunderstorm electrification, JpGU meeting, Makuhari, Japan, May 20, 2018. | ポスター発表 |
| 2018 | 国際学会 | Rikuto Noguchi, Yukihiro Takahashi, Mitsuteru Sato, Hisayuki Kubota, Estimation of electric charge structure in cumulonimbus in ULAT project in Philippines, JpGU meeting, Makuhari, Japan, May 20, 2018. | ポスター発表 |
| 2018 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, Micro-satellite and its Constellation as a New Platform for Space Remote-sensing, AOGS annual meeting, Hawaii, US, June 4, 2018. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, Let's make "innovation in space", The Philippines Crossing the Atmospheric Borders, National Science and Technology Week (NSTW) Celebration, July 20, 2018, | 招待講演 |
| 2018 | 国内学会 | 高橋幸弘, 久保田尚之, 佐藤光輝, 松本淳, 山下幸三, 吉田和哉, 濱田純一, ULAT: フィリピンにおける極端気象の監視・情報提供システムの開発プロジェクト, 日本気象学会秋季大会, 仙台, 2018年10月31日 | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, On-demand image acquisition system by micro-satellite constellation under international consortium, The 18th Science Council of Asia Conference, Tokyo, Japan, Dec 6, 2018. | 口頭発表 |
| 2018 | 国際学会 | Yukihiro Takahashi, DEVELOPMENT OF SPECTRAL IMAGING FOR REMOTE SENSING, 1st International Conference on Joint Research Program in Mongolia (ICJPM 2019), Ulaanbaatar, March 11, 2019. | 口頭発表 |

| | |
|--------|------|
| 招待講演 | 15 件 |
| 口頭発表 | 20 件 |
| ポスター発表 | 15 件 |

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

| | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | 登録番号 (未登録は空欄) | 登録日 (未登録は空欄) | 出願特許の状況 | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者所属機関 | 関連する外国出願※ |
|------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|------------------|-----------------|---------|------------|-----|---------|-----------|
| No.1 | 該当なし | | | | | | | | | | | | |
| No.2 | | | | | | | | | | | | | |
| No.3 | | | | | | | | | | | | | |

国内特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

| | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | 登録番号 (未登録は空欄) | 登録日 (未登録は空欄) | 出願特許の状況 | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者所属機関 | 関連する国内出願※ |
|------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|------------------|-----------------|---------|------------|-----|---------|-----------|
| No.1 | 該当なし | | | | | | | | | | | | |
| No.2 | | | | | | | | | | | | | |
| No.3 | | | | | | | | | | | | | |

外国特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

| 年度 | 受賞日 | 賞の名称 | 業績名等 (「〇〇の開発」など) | 受賞者 | 主催団体 | プロジェクトとの関係 (選択) | 特記事項 |
|----|------|------|---------------------|-----|------|--------------------|------|
| | 該当なし | | | | | | |
| | | | | | | | |

0 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

| 年度 | 掲載日 | 掲載媒体名 | タイトル/見出し等 | 掲載面 | プロジェクトとの関係 (選択) | 特記事項 |
|------|------------|-------------------------|--|----------------------|--------------------|------|
| 2016 | 2016年8月27日 | 読売新聞(夕刊) | アジア8か国超小型衛星網 | 科学面 | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2016 | 2017年1月1日 | 北海道NHK ニュース | 超小型衛星で比の豪雨予測へ | NHKお正月ニュース(北海道版) | 1.当課題研究の成果である | |
| 2016 | 2017年1月23日 | 北海道新聞(夕刊) | 宇宙利用”革命”起こせ | 科学面 | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2016 | 2017年2月6日 | Asia Research News 2017 | Philippines' First Microsatellite Captures Ultra-High-Resolution Images | テクノロジー | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2016 | 2017年2月28日 | 朝日新聞(朝刊) | 災害監視アジア衛星網構築へ | 知の達人たち | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2017 | 2017年5月18日 | 日刊まにら新聞 | 雷レーダーで短時間予報目指す(世界初の方法で減災効果狙う) | 表紙面 | 1.当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2018年2月23日 | 日刊まにら新聞 | 雷から集中豪雨などを予報へ(トップレベルの技術確立目指す) | 表紙面 | 1.当課題研究の成果である | |
| 2018 | 2018年9月26日 | CBCテレビ | 台風飛行機観測について | イッポウ | 1.当課題研究の成果である | |
| 2018 | 2018年9月26日 | ABS-CBN | Japanese weather experts, Pinoy specialist, papunta sa mata ng bagyong Paeng | Patrol PH | 1.当課題研究の成果である | |
| 2018 | 2018年9月27日 | NHKテレビ | 台風24号飛行機観測について | ニュース7(トップニュース) | 1.当課題研究の成果である | |
| 2018 | 2018年9月27日 | NHKテレビ | 台風24号飛行機観測について | ニュースウォッチナイン(トップニュース) | 1.当課題研究の成果である | |

| | | | | | |
|------|------------|------------------------------|--|---------------------|---------------|
| 2018 | 2018年9月27日 | NHKテレビ | 台風24号飛行機観測について | ニュースチェックイレブン | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年9月27日 | テレビ朝日 | 台風24号飛行機観測について | ニュースステーション(トップニュース) | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年9月27日 | 日刊まにら新聞 | 台風パエンを上空から観測 | 2面 | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年9月27日 | ABS-CBN | Detalyadong lakas ng bagyong Paeng, aalamin ng mga eksperto | Patrol PH | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年9月28日 | NHKテレビ | 台風飛行機観測について | おはよう日本 | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年9月28日 | テレビ朝日 | 台風飛行機観測について | ワイド!スクランブル | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年9月28日 | KBS(韓国放送公社) | 台風24号飛行機観測について | | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年9月28日 | インターネットテレビ AbemaTV(アベマTV) | 台風24号飛行機観測について | WEB | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年10月1日 | 読売新聞朝刊 | 台風24号の進路と日本付近の黒潮の流れ | | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年10月3日 | フジテレビ | 台風24号飛行機観測について | とくダネ! | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年10月4日 | TBSテレビ | 台風24号飛行機観測について | ビビット | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2018年10月4日 | ABS-CBN | Pinoy scientist part of research crew that flew over typhoon Paeng | Future Perfect | 1.当課題研究の成果である |
| 2018 | 2019年2月25日 | 朝日新聞(朝刊) | 地球を含め 北大・超小型衛星群 | 道内ニュース | 1.当課題研究の成果である |

24 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

| 年度 | 開催日 | 名称 | 場所 (開催国) | 参加人数 (相手国からの招聘者数) | 公開/ 非公開の別 | 概要 |
|------|-----------|----------------|---|----------------------|--------------|------------------------------|
| 2017 | 2017/5/17 | キックオフワークショップ | Luxent Hotel (フィリピン) | 62名 (48名) | 非公開 | 1)プロジェクトの概要説明, 2)各グループの概要説明 |
| 2018 | 2018/8/30 | ステークホルダーミーティング | Novotel Manila Araneta Center (フィリピン) | 62名 (57名) | 非公開 | プロジェクトの概要説明及びPOTEKA設置場所の希望調査 |

2 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

| 年度 | 開催日 | 議題 | 出席人数 | 概要 |
|------|-----------|---------------------------------------|-------|---|
| 2017 | 2017/5/17 | プロジェクト概要説明 @Luxent Hotel(フィリピン) | 60名程度 | 1)プロジェクトの概要説明, 2)各グループの概要説明, 3) 今後の活動計画(専門家派遣及び機材の調達スケジュール等含む) |
| 2017 | 2018/2/20 | 活動報告及び今後の活動計画 @Luxent Hotel(フィリピン) | 60名程度 | 1)各グループの活動報告, 2) 各グループの今後の活動計画(専門家派遣及び機材の調達スケジュール等含む), 3) 全体の討議検討 |
| 2018 | 2018/8/31 | 活動報告及び今後の活動計画 @ASTI(フィリピン) | 50名程度 | 1)各グループの活動報告, 2) 各グループの今後の活動計画(専門家派遣及び機材の調達スケジュール等含む), 3) 全体の討議検討 |
| 2018 | 2019/3/5 | 活動報告及び今後の活動計画 @ASTI(フィリピン) | 50名程度 | 1)各グループの活動報告, 2) 各グループの今後の活動計画(専門家派遣及び機材の調達スケジュール等含む), 3) 全体の討議検討 |

4 件

