

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 29 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 29 年 4 月 1 日から平成 34 年 5 月 8 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 28 年 6 月 1 日から平成 34 年 3 月 31 日まで
(正式契約移行日 平成 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

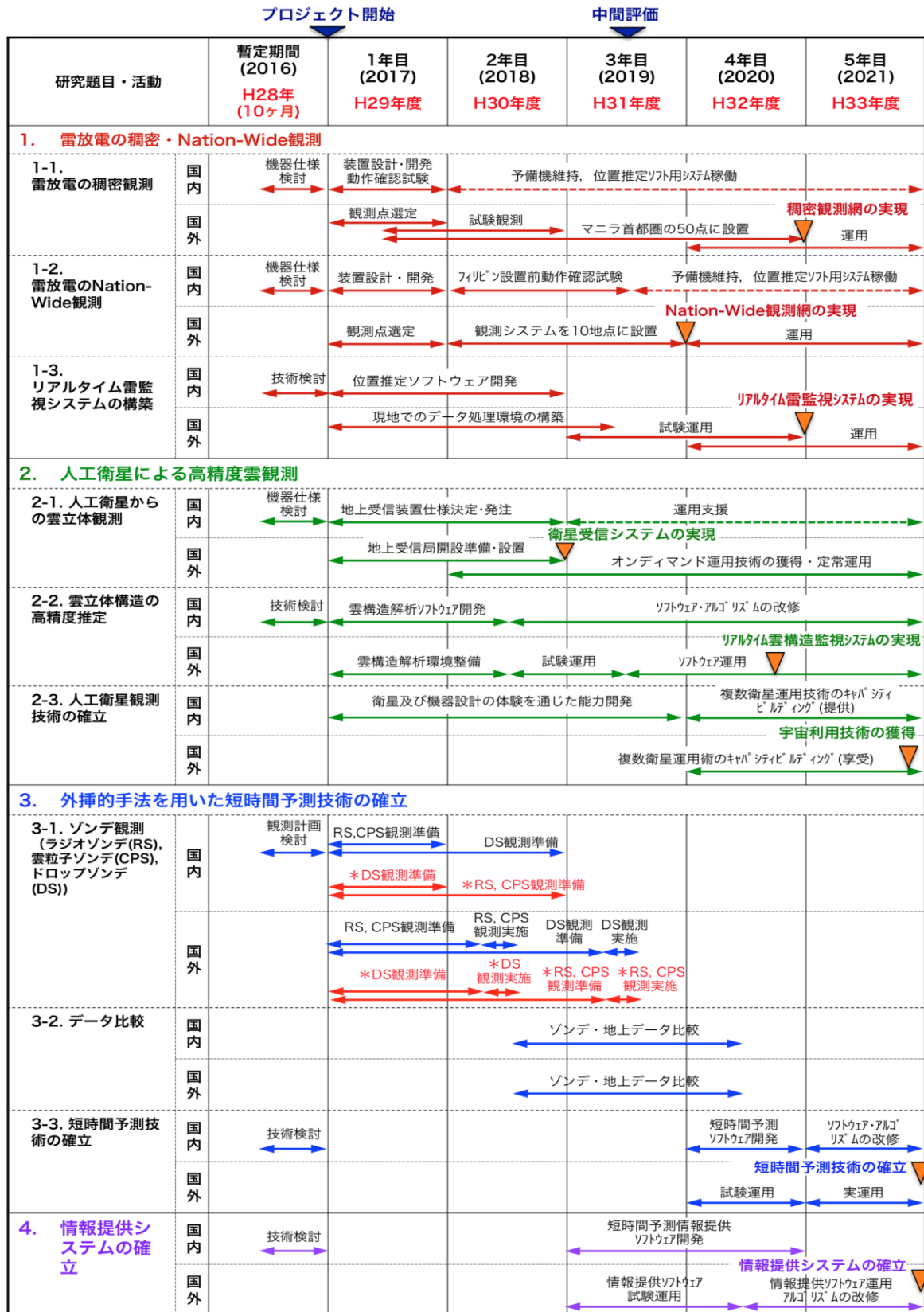
研究代表者：高橋 幸弘

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。

(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

平成 29 年度の終了時点では、地上観測装置の開発で発生した軽微な問題から若干の遅れが生じているが、次年度の目標達成に向けた大きな課題・問題点は上がっていない。雷放電観測装置を合計 60 カ所(マニラ首都圏 50 カ所+フィリピン国内 10 カ所)に設置するのは大きなチャレンジとみられるが、平成 29 年度の進行状況を見る限り、当初の予想よりも困難はかなり小さいと考えている。また超小型衛星の運用は平成 29 年度中に高度な衛星回転撮像をフィリピン側で実施できるようになっており、撮像技術の向上は順調である。

研究題目 1(雷放電の稠密観測・Nation-Wide 観測)に関しては、20 式の P-POTEKA および 4 式の V-POTEKA を設計・製造し、マニラ首都圏とフィリピン全土に配備してネットワークを構築する体制が整いつつある。P-POTEKA および V-POTEKA の設置場所の選定も目処が付いている。3G の携帯電話回線とソーラーパネルを使用することで、商用電源やインターネット回線を必要としないリアルタイムの雷放電観測装置は世界初である。この装置はフィリピンだけでなく、3G という最も手軽な通信条件を満たしたところであれば、世界中のどの国・地域にも直ちに設置可能であり、雷放電観測の世界展開にも道を開くものである。

研究題目 2 (人工衛星による高精度雲観測) に関しては、前年度のフィリピンの DIWATA-1 衛星による連続雲画像から一歩進んで、衛星を回転させることで複数の露光の間、対象物を視野内に収める技術の修練を行い、望遠光学系を用いた数 10m 以下の解像度での雲の立体撮像を世界で初めて成功させた。

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、日本ではじめて台風の「眼」を観測する試験飛行に成功した。この観測手法を 2018 年はフィリピン海で発生した台風に対して実施し、フィリピンを襲う台風の短時間予測技術向上に向けた気象データを収集していく。

本プロジェクト提案の動機である地上雷放電観測や超小型衛星によるオンディマンド観測に加え、ラジオゾンデ、ドロップゾンデ、ビデオゾンデ、インフラサウンド、GNSS を用いた海洋波浪観測、ミリ波レーダーの利用の各観測の推進を引き続き行っている。こうした新しい手法の集合体としての積乱雲・台風観測システムは世界にも例がなく、極端気象の被害が最も頻発する国の一つであるフィリピンでデータ取得を実施することは、同国のみならず、日本を初めとする先進国を含む世界中の国々の防災体制にインパクトを与えるものになるであろう。

(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

平成29年度は、(i)マニラ首都圏に展開する観測システム(P-POTEKAと呼ぶ)とNation-wide用の観測システム(V-POTEKAと呼ぶ)のそれぞれの機器設計と開発を国内で行う、(ii)P-POTEKAのフィリピンでの試験観測を実施する、(iii)P-POTEKAおよびV-POTEKAの設置場所の選定を行う、(iv)リアルタイム雷監視システムの構築を行う事になっており、概ねその内容をスケジュール通りに実施することができた。各項目の具体的実施内容を以下に記す。

(i) P-POTEKAおよびV-POTEKAの機器設計と開発

平成28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。平成29年度では、POTEKAシステムに付加する雷センサー等の仕様を決定し、POTEKAシステムとのインタフェース仕様や出力データの仕様を詳細に決定した。P-POTEKAには、プレート型準静電場センサー（スローアンテナ）、フィールドミル型準静電場センサー、マイクロフォン型インフラサウンドセンサーを付加し、一方、V-POTEKAには、雷放電が放射する電磁波のうち鉛直電場成分を計測するVLF帯電波受信器、周波数0.01 Hz及び1 Hz付近に十分な感度を持つインフラサウンドセンサー、高さ10mポールに設置される風速計を付加する。詳細仕様の決定は2017年10月にほぼ完了し、11月から製造に移行した。12月末にはP-POTEKAが5式、V-POTEKAが2式の納品が行われた。続く2018年3月末には、P-POTEKAが15式、V-POTEKAが2式の追加納品が行われた。これによって、平成29年度では合計P-POTEKAを20式、V-POTEKAを4式製造したことになる。これらの機器は、国内で試験観測をするために1式を残して全てをフィリピン側に輸送を行った。

2018年1月にはフィリピン側研究者を招聘し、試験観測用に国内に残した1式のP-POTEKA（写真1）およびV-POTEKA（写真2）を用いて機器の概要や組立て方法を教授する短期研修を実施した。



写真1. 製造完成したP-POTEKAとそれを用いた短期研修



写真2. 製造完成したV-POTEKAとそれを用いた短期研修

(ii) P-POTEKAのフィリピンでの試験観測の実施

P-POTEKAをフィリピン国内に1式組立て、試験観測を実施することとしていた。しかしながら、実際のP-POTEKAの設計・製造が当初予定よりやや遅延する見通しとなった。このため、P-POTEKAおよびV-POTEKAに共通する重要な基幹装置である電源制御・データ処理装置部分（電源・通信ボックス）の機能評価と、VLF帯電波受信器による雷観測の検証を主目的とする、簡易的なV-POTEKAシステムを先行してフィリピンに輸送し、試験観測を行うこととした（写真3）。これまでに問題なく雷由来の電波を検出し、安定した動作を続けていることを確認している。



写真3. フィリピンのサイエンスガーデンで実施している試験観測

(iii) P-POTEKAおよびV-POTEKAの設置場所の選定

フィリピン側と共に場所の選定を進めている。当初、P-POTEKAに関してはASTIが現有する水位計などの設置場所にP-POTEKAも付加的に設置予定であったが、スペース・盗難防止対策等の観点から場所の選定をやり直している。具体的には、学校や官公庁などの敷地に直置きでき、かつVLF帯のノイズ信号強度が低い場所を選定している。ノイズ環境の検証には、日本とフィリピンチームが用意した簡易型ノイズ計測装置を用いて行っている。これまでに21箇所を選定完了し、平成30年度で残りの約30箇所を絞り込む予定である。V-POTEKAに関しては、PAGASAが所有する観測拠点に設置する予定で、すでに場所の選定は完了しノイズ信号強度の測定を逐次進めている。

(iv) リアルタイム雷監視システムの構築

フィリピン側から北海道大学にきている国費留学生及び長期研修員の2名が、P-POTEKAおよびV-POTEKAのリアルタイムデータ処理ソフトウェアの開発を行っている。すでにフィリピンとグアム、パラオに設置してある簡易型V-POTEKAシステムで得られるデータを実際に用いて解析を自動で行うためのソフトウェアを、高度データ処理プログラム言語（IDL）を用いて開発している。また、ASTIに構築するためのデータサーバーシステムも購入済みであり、平成30年度にASTIに輸送してセットアップを行う。

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や原理、ソフトウェアの記述方法などに関する技術移転を行っている。また、2018年1月17日から23日にかけての短期研修で、P-POTEKA および V-POTEKA の装置概要や組立て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（ASTI、PAGASA）の運用する気象ステーションなど20-40カ所に実運用型の装置を展開する。また、東南アジア7カ所のVLF電波観測網（AVON）の整備・改良と、フィリピン国内約10カ所の観測点から構成されるNation-wideの雷放電観測網を新たに構築することで、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

予定通り、フィリピン国内に設置するパラボラアンテナを含む衛星地上運用設備の仕様決定及び調達を行い、2018年3月にフィリピンへの輸送が完了した。設置場所の候補地を数箇所に絞り、日本の製造業者と共にフィリピン側が視察を行い、土地所有者との最終調整に入った。(2018年度の早い時期に最終決定の予定)

2-2. 雲立体構造の高精度推定

前年度で既に、フィリピン衛星 DIWATA-1 衛星の広角スペクトルカメラによって撮影された衛星直下の連続雲画像から、雲の立体構造推定にめどが立っていたが、平成 29 年度はカメラの視野を特定に雲に固定させた連続撮影画像に基づき、広角及び望遠カメラによる立体構造推定に成功した。望遠カメラによって得られた構造の空間スケールは数 10m と推測されるが、これは雲の立体観測として世界最高クラスの解像度である。ソフトウェアの開発担当は主として日本滞在のフィリピン人学生が担当しているため、フィリピンでの計算機導入は次年度以降に行うこととした。

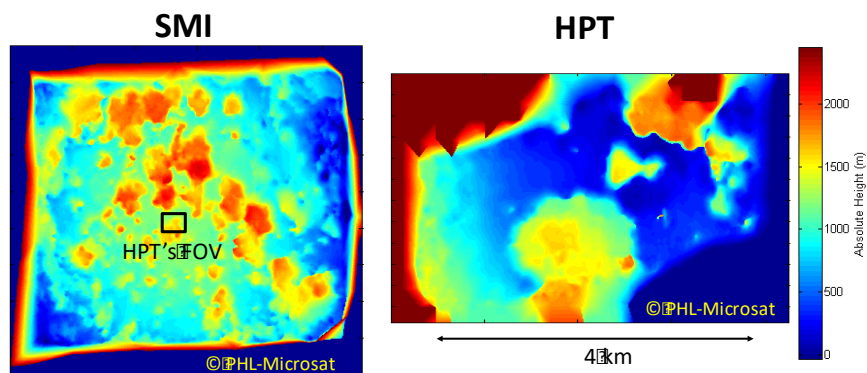


図 1. DIWATA-1 衛星搭載の広角 (SMI) 及び望遠 (HPT) カメラによって得られた雲の立体画像

2-3. 人工衛星観測技術の確立

フィリピンは DIWATA-1 を使って 1 日あたり数 100 枚の撮像を世界各地で行うようになっている。また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、その一つの例である雲画像から、2-2 で述べた、雲の詳細な立体画像を得ることに、世界で初めて成功した。

本年度打ち上げが予定されている DIWATA-2 衛星の搭載機器及び衛星本体 (BUS) の開発をフィリピン人技術者及び学生が主体的に行い、打ち上げに向けて順調に作業が進行している。

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、2017 年 7 月にマニラにおいてフィリピン大学ディリマン校と持ち、AMC の“フィロソフィー”と“衛星を用いた参画国間の観測要求のプロトコル”についての原案作成を行った。それを同月、北海道大学の Hokkaido Summer Institute に継続する日程で開催された AMC 全体会合で諮り、基本方針として採択された。その後各国機関からのコメントを反映するよう修正し、

2018年3月にマニラで開催された AMC 全体会で承認した。またそのプロトコルに沿って、参画機関の間で衛星による観測要求を出せるシステムを構築することとし、各国からの担当者から構成されるタスクフォースを設置することが認められた。(今後 AMC を軸に、DIWATA-1 を含む各国の打ち上げる超小型衛星の相互利用の仕組みを構築していく。)

② 研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

2017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を通じて、それらの製作についての技術移転を行った。また衛星を回転させることで、カメラの視野を特定領域に対し長時間固定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) 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のセブ気象台を2017年9月に現地調査した(写真4)。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。過去に1日4回のラジオゾンデ観測実績があるのはセブ気象台のみあり、現在の実施可能性を調査した。セブ気象台はフィリピン中部のビサイヤ地域の拠点気象台であり、気象レーダー観測を行い、フィリピン中部の天気予報も実施しており、人材や機材は充実しており、集中観測キャンペーンを実施するには問題ないことが分かった。ラジオゾンデの集中観測は、セブ気象台の職員が実施し、観測消耗品は、北大が調達することで実施可能である。また、放球する風船に必要な水素ガスは、セブ気象台が提携しているガス供給会社に依頼できる。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、セブ気象台にアンテナの設置や放球するために必要な十分な敷地が確保できることを確認した。



写真 4. セブ気象台での現地調査

(ii) ドロップゾンデの試験観測、現地調査

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、航空機を用いた観測を 2018 年にフィリピン海で計画しており、試験観測と現地調査を実施した。航空機観測は、台風内部を飛行し、ドロップゾンデを航空機から投下して気象データを観測する。名古屋大学と共同で航空機観測を実施する計画で、今年度は日本周辺で試験観測を実施した。日本に接近・上陸した台風 21 号の眼に突入し、ドロップゾンデを投下して気象データが得られることを確認した。また、台風内部の飛行は、積乱雲が弱い部分を選んで飛行することで、航行が可能であることを確認した。2018 年の航空機観測は、フィリピン海まで飛行し、フィリピンのクラーク空港で 1 泊し、燃料補給と機体整備を実施する計画である。フィリピンの航空機会社 Asian Aerospace と協力し、クラーク空港内の Asian Aerospace 社の設備を利用する計画である。2018 年 2 月にクラーク空港を現地調査し、Asian Aerospace 社の格納庫を訪れ、航空機滞在に必要な設備や、当日の観測フライト準備に必要な会議室や気象情報を入手できる環境が整っていることを確認した(写真 5)。Asian Aerospace 社とはフィリピン空域内を飛行する許可を得る手続きに関しても確認した。



写真 5. クラーク航空の Asian Aerospace 社の格納

(iii) 微気圧計の調達

台風の強度を正確に見積もる新たな技術の確立する目的で、気象レーダーを高精度の微気圧計を組み合わせる観測を実施するため、微気圧計を調達した。2018年に気象レーダーが付随しているPAGAGAのアパリ气象台に設置し、観測を開始させる。

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し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

平成31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

平成31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

平成31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HP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）

平成 29 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、地上雷観測装置の開発で一部予期しない軽微な問題が発生し、その解決のために装置完成に数ヶ月の遅れが生じている。しかし次年度の設置計画には大きな影響なく間に合わせられると考えており、今後新たな予期しない大きな障害が発生しない限り、当初目標の達成は十分可能と考えている。

今後のプロジェクトを進めるにあたり開発の遅れを生じさせないための方策として、(1) 機器開発企業である明星電気に対し、設計・製造・検証の各段階でこれまで以上にチームメンバーが深く関わって進捗やスケジュールを管理する、(2) カウンターパートの ASTI と毎月 1 回程度の割合でテレビ会議を行い、開発や設置にかかるスケジュールの調整やリスク要因の割出しを行い、情報共有を図ることを行っている。

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

平成 29 年度の終了時点では、装置開発で発生した軽微な問題から若干の遅れが生じているが、設置についての年次目標には十分間に合う範囲であることから、次年度の目標達成に向けた大きな課題・問題点は上がっていない。プロジェクトの自立的発展性向上のために、今後相手国が取組むべきことは、計画書にある役割を遅滞無く遂行することである。雷放電観測装置を合計 60 カ所（マニラ首都圏 50 カ所＋フィリピン国内 10 カ所）に設置するのは大きなチャレンジとみられるが、平成 29 年度の進行状況を見る限り、当初の予想よりも困難はかなり小さいと考えている。また超小型衛星の運用は平成 29 年度中に高度な衛星回転撮像をフィリピン側で実施できるようになっており、撮像技術の向上は順調である。次年度は、より高精度な観測を高い即時性で実現する手法に磨きをかけ、先進国を凌駕する世界最高水準の機動的な超小型衛星運用を目指す。

(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）

- ・ P-POTEKA および V-POTEKA の装置概要と組立て・設置方法等については、フィリピン側（ASTI）との度重なる打合せと研修を通じて技術継承することができており、ASTI のグループが自力で行えるレベルに達している。しかし、日本からフィリピンへの物品輸送と通関手続きにかかる手続きと期間が想定以上で、このために設置がスムーズに進んでいない。今後は、物品を小分けにせずまとまった単位で、かつ少ない回数でフィリピンに一気に輸送するよう改善する。
- ・ 当初想定していた P-POTEKA の設置場所は、ASTI が現有する水位計の設置箇所に同居させる予定であった。しかし、それらの場所の適性やスペースの問題から、50 箇所を再考することにした。ASTI のグループが積極的に場所選定を行っており、現時点で約半分の場所の選定を完了した。今後も、必要に応じてステークホルダー会議を開催するなどして、残りの場所の選定を進めることにしている。
- ・ V-POTEKA の設置場所について、フィリピン大気地球物理天文局（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。しかしながら、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、設置がやや遅延気味である。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としている。

(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)

- ・ 衛星の基本的な運用、ターゲットポインティングによる連写は、フィリピン側 (ASTI) が自力で行えるレベルに達しており、またそのデータに基づく雲の立体構造の推定も目処が立っており、当初予定よりも前倒し目標を達成している。今後は、直前の雷・気象情報に基づき、衛星を準リアルタイムで運用する技術の修得を目指す。本プロジェクトではなく衛星全体の運用体制が貧弱で人材不足の傾向がある。今後フィリピン政府 (大臣、副大臣など) へ直接要望を出していくことを検討している。
- ・ フィリピン側の経験不足もあり、衛星運用のためのアンテナ設置場所の選定において危険性を楽観視する傾向がみられた。製品を提供する日本のメーカーと綿密に連絡をとり、安全性の確保を第一に場所の選定と設置方法を提案している。時間的にやや遅れているが、2 号機衛星の打ち上げまでには運用体制が整う見込みである。

(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)

- ・ ラジオゾンデ、雲粒子ゾンデの集中観測の候補地である PAGASA セブ気象台の現地調査は、ASTI と協力して実施し、観測候補地として問題ないことを確認している。ただ、現地調査後に PAGASA が候補地をマニラにより近い場所を希望しており、今後調整が必要である。
- ・ PAGASA 側とは気象データの利用についても未だ協議中であり、フィリピンに赴いてより緊密な協議が必要である。
- ・ ドロップゾンデ観測の研究に関しては、ASTI との研究協力を進め、観測についての理解を深めるため日本で短期研修を計画しており、さらに航空機に搭乗してドロップゾンデ観測に参加してもらい共同研究の準備を進めている。

(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)

平成 31 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)

- ・ 2017 年 5 月 : SATREPS プロジェクトのキックオフ会合をフィリピンで開催。
- ・ 2017 年 6 月 : フィリピン・マニラで開催されたアジア学術会議で高橋が招待講演を行い、会議会場にてフィリピン科学技術省の大臣及び副大臣と面談し、衛星開発における今後の技術協力について協議した。
- ・ 2018 年 2 月 : フィリピン・マニラにおいて SATREPS プロジェクトの Joint Coordination

Committee Meeting を開催し、超小型衛星を用いた災害監視研究の現状と今後の展望について情報交換を行った。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

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/s40645- 017-0138-5.	国際誌	発表済	

論文数 1 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 1 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, 久保埜雄貴, 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/10.5687/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:10.3390/s1802 0619	国際誌	発表済	

論文数 2 件
 うち国内誌 1 件
 うち国際誌 1 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	

著作物数 1 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		

成果発表等

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
		該当なし	

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 0 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	Yukihiko 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	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	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, "シベア気象規模発達の直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	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	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
2018	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, 2018年01月	口頭発表
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 micros-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

2017	国際学会	HISAYUKI KUBOTA ¹ , YUKIHIRO TAKAHASHI ¹ , MITSUTERU SATO ¹ , 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

招待講演	12	件
口頭発表	15	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	

7 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

1 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

2 件

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
研究代表者名 (所属機関)	高橋 幸弘 (北海道大学 大学院理学研究院)
研究期間	平成28年6月1日～平成34年3月31日
相手国名／主要相手国研究機関	フィリピン先端科学技術研究所 (ASTI/DOST), フィリピン大学ディリマン校(UPD)

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> アジア防災圏の確立 フィリピンを初めとするアジア圏での宇宙利用を日本がリード 効果的なインフラ整備への貢献
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 日本の減災に開発技術と知見をフィードバック 気候変動への知見獲得
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイム雷観測システム 人工衛星を利用した雲監視システム 外挿的手法を用いた短時間予測技術の確立
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> アジア圏での宇宙開発、極端気象観測・予測をリードする若手人材の育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> アジア防災圏の確立 衛星開発技術のキャパシティビルディング
成果物（提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど）	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイム雷観測情報提供システム 衛星を利用した雲監視システム 極端気象に対する外挿的手法を用いた短時間予測手法の確立

上位目標

フィリピンをハブとしたアジア防災圏の確立
人間生活と社会基盤が極端気象現象によって被る災害を軽減する

フィリピンの主要都市部への稠密観測システムの展開および安定運用と、
自国衛星による雲監視技術の獲得、および社会実装の手法確立

プロジェクト目標

マニラ首都圏における極端気象に対し、雷放電の稠密・Nation-Wide観測と人工衛星による高精度雲観測から外挿的手法を用いた短時間予測を行い、その予測結果を報知する情報提供システムを確立する

