

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）
研究課題別終了時評価報告書

1. 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

（2017年4月～2023年4月）

2. 研究代表者

2.1. 日本側研究代表者：高橋 幸弘（北海道大学 大学院理学研究院 教授）

2.2. 相手国側研究代表者：Dr. Franz Asunta de Leon

（科学技術省 先端科学技術研究所 所長 Advanced Science
and Technology Institute (ASTI) , DOST Director)

3. 研究概要

雷雨や台風による降雨は東南アジア等を中心に大規模な災害を引き起こしているが、とりわけフィリピンは台風の襲来を受ける頻度が高く、それに伴う豪雨や落雷によって多様な災害に見舞われる世界でも有数の気象被災国である。本プロジェクトは、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をフィリピン側の共同研究機関と実施するものである。

フィリピン全土にV-POTEKA（雷放電電波受信機）を10基、マニラ首都圏に鉛直電場計測器と気象観測計器を組み合わせたP-POTEKA（稠密観測ステーション）を50基設置し、フィリピン及び東南アジア全域の積乱雲と台風の活動動向、マニラ首都圏上空の積乱雲発達状況をリアルタイムで把握するシステムを構築するとともに、超小型衛星のオンデマンド運用で得られる雲画像の解析から、雲の立体細密構造を把握する手法を開発した。さらに、地上からの積乱雲観測と衛星による雲観測データとを統合し、極端気象のナウキャストを実現し、それに基づく警報システムの開発を目指した。

プロジェクトは下記の4つの研究題目で構成され、上位目標としてフィリピンをハブとしたアジア防災圏の確立、さらには、人間生活と社会基盤が極端気象現象によって被る災害の軽減を掲げている。

- ・研究題目1：雷放電の稠密・Nation-wide 観測
- ・研究題目2：人工衛星による高精度雲観測
- ・研究題目3：外挿的手法を用いた短時間予測技術の確立

- ・ 研究題目 4 : 情報提供システムの確立

4. 評価結果

総合評価 : A +

(所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる。)

本プロジェクトは、雷による降雨予測、超小型衛星の利用、また、それによる台風の立体構造の解析という、極めて魅力的ではあるが、難易度の高い課題を含んでいる。また、研究期間中、COVID-19 により日本側研究者の渡航が制限されただけでなく、フィリピン側研究者も厳しい行動制限を受けた。しかしながら、研究者のこれまでの経験と優れた計画性及び遂行力により、研究・開発を効率的に進め、高い科学的成果をもたらした。

設置された V-POTEKA 及び P-POTEKA から得られた広域かつ稠密な地上観測網による雷放電情報と、超小型衛星から得られた積乱雲等の観測情報を連携させ解析することで、極端気象の精密監視を実現し、気象予測につなげる道筋を確立した。科学的・技術的に先進的な研究であり、雷の予警報などの気象の現業に活用されるだけでなく、気象以外の分野をも含む防災対策等にも応用が見込まれる実践的な研究であると考えられる。今後、雷と積乱雲等の構造との関係については、定量的な把握がなされ、降雨予測ができるまでに達することが望まれる。研究・開発をさらに継続し、降雨予測、ひいては洪水予測にまで発展することを期待したい。以上により、科学技術面では所期の計画を超えた取り組みが行われており、実用面でも大きな成果が期待できると評価された。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

本プロジェクトは、V-POTEKA と P-POTEKA で得た情報に加え、超小型人工衛星による観測情報を組み合わせて、雷及び台風発生の研究を扱う課題である。独自の観測技術と稠密な観測網で取得した雷放電情報と、超小型衛星により得られた積乱雲や台風の詳細な 3D 形状の観測情報とを連携し解析することで、極端気象の精密監視を実現し、予測につなげる道筋を確立したことは、科学的・技術的インパクトが極めて高く、優れた成果を挙げたものと評価される。

超小型衛星を利用した気象観測は様々な国で検討されてきた課題であるが、本プロジェクトの超小型衛星による台風の詳細な 3D 観測結果を用いた研究内容が Nature 系の学術誌に掲載され、安価な超小型衛星でも雲の 3D 形状の把握が可能であることが示されたことは、資金力の乏しい開発途上国における活用が期待されるとともに、先進国においても重要な気象情報収集の方策になることを示した。特に、台風は周辺国に跨る現象であることから、将

来的には、フィリピン周辺国を含めた研究に発展することが十分に考えられる。ただし、この観測技術は、小型人工衛星、雷の観測機器、AIの活用等を組み合わせた技術となっており、他国展開のためには一層の努力が求められる。

4-2. 相手国ニーズの充足

豪雨や洪水などの気象災害は世界各地で頻発しており、地域の経済にダメージを与えている。極端気象の予測技術の確立はグローバルな課題であり、本プロジェクトの重要度は高い。本プロジェクトは、V-POTEKAとP-POTEKAで観測された気象情報を超小型衛星で観測された気象情報と連携することで、新たな気象観測及び予測の道筋を示すものであり、特に、PAGASA（フィリピン大気地球物理天文局）が雷予測という新たな視点で観測システムを継承することに積極的な姿勢を示していることは、本プロジェクトの成果がフィリピン側のニーズに十分に応えたことを示している。加えて、超小型衛星による気象観測がPhilSA（フィリピン宇宙庁）設立に大きく寄与したことは、フィリピンにおける本プロジェクトの評価を示すものである。引き続きPOTEKAによる観測情報と連携した研究を行い、雷と豪雨・洪水との関係性を追求する研究を進められたい。

課題解決、社会実装の見通しとしては、観測技術や可視化技術についての見通しがつき、観測システム、情報提供システムの一部がPAGASAに引き継がれ実際に使われる見通しである。しかしながら、降雨予測技術に関しては必ずしも見通しはたっていない。降雨予測を通常の形で行うためには、成果を気象モデルに組み込む必要があるが、雲の再現を行う気象モデルと雷との関係が十分にモデル化されていない。

本プロジェクトは、3年間にわたりCOVID-19の影響を受け、留学生の受入れが限定された。しかし、研修や実地指導をとおして着実に技術移転が行われた。その結果、観測機器・機材の設置、観測データの利用（ソフトウェア）などは、フィリピン側において自力的にできるようになった。なお、台風と積乱雲の3次元構造の推定と解析を行なったフィリピン人留学生は2021年度に博士号を取得し、帰国後も研究と作業を継続するなど、フィリピンの人材育成に大きな寄与を果たした。一方で、日本人若手研究者の育成は必ずしも十分ではなかったと思われる。

4-3. 付随的成果

本プロジェクトでは、機器の開発に民間企業が関わっており、今回、その成果が科学論文として各国に周知されたことは、日本企業が海外に進出する際に大きな助けとなる。特に海外においては、新しい技術の開発に対して高い評価がなされるため、日本の科学技術力を示

す上でも、その価値は大きい。廉価な気象観測装置の開発は産業の育成や国際競争力の向上、ひいては我が国の科学技術外交にも大きく寄与しうる。加えて、近年、我が国で問題となっている線状降水帯を含む豪雨災害の予測にも活用できる可能性がある。

4-4. プロジェクトの運営

研究代表者は、明確な役割分担のもとに、コロナ禍でも研究が途切れることなく適切に推進できるようプロジェクト運営を行った。特に、フィリピン側の機関である ASTI（先端科学技術研究所）と極めて密接な関係を構築し、相手側への技術移転もよく進められている。

現段階では、雷及び降雨予測は AI を用いた予測段階にあり、一般的な降雨予測に用いることは難しいと思われるが、太平洋上の雷の予測、超小型衛星の利用、台風の内層構造の把握、積乱雲内の電荷分布など、科学的成果としての利用が大いに期待される。生活に必要な技術としての利用が期待されるなど、本プロジェクトによる観測及び情報提供システムは優れた成果として評価できる。特に、小型衛星による観測では、2022 年の 11 号台風の壁雲（台風の内層）の内層をステレオ観測で連続撮影することに成功し、その画像が我が国の国内メディアをとおして発信された。今後は、フィリピン側省庁に向けた積極的な情報発信が望まれる。

科学技術分野では、JGR、JAS などの著名な学術誌に論文が掲載されており、十分な情報発信ができています。また、社会実装が進んだ後に重要となる一般向けの情報発信は、PAGASA や ASTI 等から行われているが、防災面での社会実装という観点からの研究論文公表をさらに進めて頂きたい。

COVID-19 の影響で観測機器の設置に一部遅れが見られるが、現時点でも引き続き ASTI による設置作業は進められている。仮に、設置箇所が予定数に達しない場合は、予備機としての活用が可能であり、計画的で適切な予算執行が行われたと評価できる。また、観測データは日本の民間企業と ASTI の両方に保存されバックアップ体制ができており、連携は良好である。衛星による観測体制は研究終了後 ASTI から PhilSA に引き継がれることが決まっている。

5. 今後の研究に向けての要改善点及び要望事項

- (1) 本課題の成果と、洪水対策を主題とする令和元年度採択の SATREPS フィリピン課題との連携を進められたい。
- (2) 本研究において開発された技術のさらなる発展に向け、近隣の諸国との情報ネットワークを構築し気象予測の相互利用を視野に入れた活動を進められたい。

- (3) 今後の技術移転を踏まえ、フィリピン側研究者と連携した本研究プロジェクト成果の活用方法を検討されたい。
- (4) 本研究において開発された台風、豪雨の予測システムが、PAGASA の気象の予警報に実際に活用されるよう引き続き尽力されたい。
- (5) 高等学校内に設置された観測機器は、住民の目に触れることによって、地域防災を考える良い教材となる。このことから、学校等の教育施設や公的施設に対する観測機器の設置を一層進められたい。

以上

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	2016年6月1日～2023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

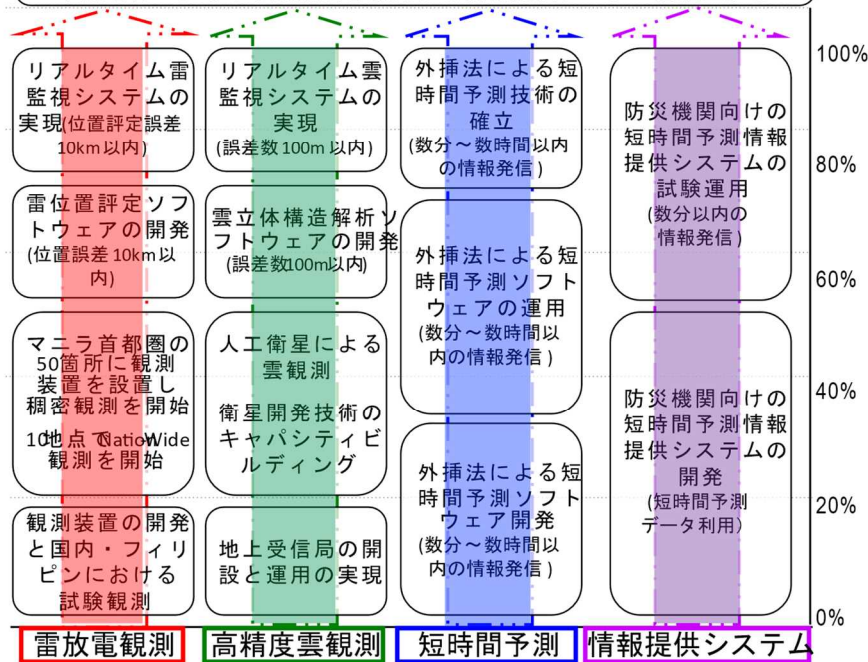
上位目標

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



成果目標シートと達成状況 (2023年3月時点)