

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)  
日本ーインドネシア・フィリピン共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：「雷放電観測網及び超小型衛星を活用した極端気象の監視と予測」
2. 研究期間：2016年8月～2020年3月
3. 主な参加研究者名：  
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	高橋 幸弘	教授	北海道大学大学院 理学研究院	統括・衛星による雲撮 像
主たる 共同研究者	佐藤 光輝	講師	北海道大学大学院 理学研究院	主に雷放電観測器の改 良及びデータ解析
主たる 共同研究者	山下 幸三	講師	足利大学・工学部 創生工学科	主に雷放電観測器の改 良及びデータ解析
研究参加者	松本 淳	教授	東京都立大学・都 市環境科学研究科	主に衛星の機動的運用 の検討
研究参加者	栗原 純一	特任准 教授	北海道大学大学院 理学研究院	主に赤外線カメラの開 発
研究参加者	石田 哲朗	特任助 教	北海道大学大学院 理学研究院	主に衛星雲画像の解析
研究期間中の全参加研究者数			16名	

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Joel S. Marciano	Acting Director	Department of Science and Technology, Advanced Science And Technology Institute	統括
研究代表者	Tri Handoko Seto	Director	National Laboratory for Weather Modification Technology, Indonesia Agency for the Assessment and Application of Technology	統括

主たる 共同研究者	Glenn Vincent Lopez	Senior Science Research Specialist	Department of Science and Technology, Advanced Science And Technology	主に 雷放 Lightning analysis
研究参加者	Gay Perez	Associate Professor	University of the Philippines Diliman	Weather data analysis
研究参加者	Ellison Castro	Senior Science Researcher	University of the Philippines Diliman	Satellite data analysis
主たる 共同研究者	Findy Renggono	Researcher	Agency for The Assessment and Application of Technology	Software development
研究参加者	Erwin Mulyana	Researcher	Agency for The Assessment and Application of Technology	Weather analysis
研究参加者	Halda Aditya Belgaman	Researcher	Agency for The Assessment and Application of Technology	Data analysis and software development
研究参加者	Faisal Sunarto	Researcher	Agency for The Assessment and Application of Technology	Cloud micro- physics analysis
研究期間中の全参加研究者数			9 名	

#### 4. 国際共同研究の概要

東南アジア域は毎年のようにゲリラ豪雨や台風による甚大な被害を受け、また近年日本でも、そうした極端気象災害は深刻になっている。本研究は、東南アジアにおける雷放電の位置と規模を推定する VLF 電波観測網 (Asia VLF Observation Network: AVON) と参加国が開発・保有する重量 50kg クラスの超小型衛星のネットワークを用いた観測を組み合わせ、集中豪雨や台風などの極端気象の監視およびその予測手法を開発し、日本を含む参画国及び東南アジア全域での展開を目指した。日本は、東南アジアの約 10 ヶ所に設置された雷放電観測網の統合的データ解析を行うと共に、超小型衛星のオンデマンド観測運用の手法開発を行った。インドネシアおよびフィリピンは、自国に設置された雷放電観測装置の拡大・維持・改良と、自国の超小型衛星の開発と運用を行い、日本はそれらの技術的支援を担当した。プログラム期間内に、VLF 電波観測網の拡大・維持・改良を進め、そのデータを用いた高速雷放電位置検出プログラムの開発を行い、観測された雷放電活動と降雨などの気象現象の間の定量的関係を見出した。また、台風強度と雷放電活動の関係について、初めてバックトレースの手法を用いて解析を行い、雷放電活動を用いた台風予測に見通しをつけた。さらに、超小型衛星による世界最高解像度の 3 次元雲構造の推定に成功した。インドネシア衛星に搭載する、気象観測用の熱赤外線カメラは日本でその開発を完了し、同国に搬入、衛星の打ち上げを待つ状態になっている。

## 5. 国際共同研究の成果

### 5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

プログラム期間内に、VLF 電波観測網のデータを用いた高速雷放電位置検出プログラムの開発を行い、観測された雷放電活動と降雨などの気象現象の間の定量的関係を見出した。台風強度と雷放電活動の関係について、初めてバックトレースの手法を用いて解析を行い、雷放電活動を用いた台風予測に見通しをつけた。超小型衛星による世界最高解像度の3次元雲構造の推定に成功した。インドネシア衛星に搭載する、気象観測用の熱赤外線カメラは日本でその開発を完了し、同国に搬入した。

### 5-2 国際共同研究による相乗効果

雷放電観測システム(AVON)を既存に加え、新たにフィリピン、インドネシア、日本に設置した。適した場所の選定、設置許可、設置作業などはホストする国の責任で実施し、安定的な運用を実現した。フィリピンの2号機衛星を共同開発、打ち上げるとともに、衛星運用は3カ国の保有する衛星4機を動員、連携して実施し、高精度な3D雲画像の取得や、気象災害地域の早期撮像に見通しをつけた。インドネシア衛星に、日本として初めて観測装置を搭載する。3カ国の研究者でワークショップを開催し、プログラムの目標の確認、研究経過の報告を行った。

### 5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

フィリピン衛星の成果は同国で高い評価を得て、長年の懸案だった宇宙庁設置を直接後押しするものとなり、本プログラムのフィリピン側の代表である Joel Joseph S. Marciano Jr. 教授は、初代長官(閣僚)に抜擢され、今後一層の同国との協力関係を深める大きな布石になった。またミャンマーはフィリピンに倣って同様のプログラムを開始し、他のASEAN諸国やモンゴルも強い興味を示している。本プログラムで培った衛星や超多点観測の技術は、他の自然災害だけでなく、SDGsの環境監視、農林水産業支援、イノベーションなどの分野を大きく推進するものである。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)  
Japan – Indonesia · Philippines Joint Research Program

Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「 Monitoring and prediction of extreme weather using lightning detection network and micro-satellites」
2. Research period : August 2016 ~ March 2020
3. Main participants :

Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	TAKAHASHI Yukihiro	Professor	Hokkaido University	Unification
Co-PI	SATO Mitsuteru	Lecturer	Hokkaido University	Lightning analysis
Collaborator	MATSUMOTO Jun	Professor	Tokyo Metropolitan University	Weather data analysis
Collaborator	YAMASHITA Kozo	Lecturer	Ashikaga University	Lightning sensor development
Collaborator	KURIHARA Junichi	Associate Professor	Hokkaido University	Satellite development
Collaborator	ISHIDA Tetsuro	Assistant Professor	Hokkaido University	Satellite data analysis
Total number of participants throughout the research period: Number 16				

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Joel S. Marciano	Acting Director	Department of Science and Technology, Advanced Science And Technology Institute	Manager
PI	Tri Handoko Seto	Head of National Laboratory for Weather Modification Technology	National Laboratory for Weather Modification Technology, Indonesia Agency for the Assessment and Application of Technology	Manager
Co-PI	Glenn Vincent Lopez	Senior Science Research Specialist	Department of Science and Technology, Advanced Science And Technology Institute	Lightning analysis
Collaborator	Gay Perez	Associate Professor	University of the Philippines Diliman	Weather data analysis
Collaborator	Ellison Castro	Senior Science Researcher	University of the Philippines Diliman	Satellite data analysis
Co-PI	Findy Renggono	Researcher	Agency for The Assessment and Application of Technology	Software development
Collaborator	Erwin Mulyana	Researcher	Agency for The Assessment and Application of	Weather analysis

			Technology	
Collaborator	Halda Aditya Belgaman	Researcher	Agency for The Assessment and Application of Technology	Data analysis and software development
Collaborator	Faisal Sunarto	Researcher	Agency for The Assessment and Application of Technology	Cloud micro-physics analysis
Total number of participants throughout the research period: Number 9				

#### 4. Summary of the international joint research

During this joint project, we conducted cutting-edge scientific researches toward the social implementation in order to monitor and predict extreme weathers based on the data obtained by a lightning observation network and by micro-satellites. We established methodology of rapid lightning geolocation and found some essential relationship between lightning activity and thunderstorm/typhoon development. Also, we succeeded in making and calibrating new satellite-born thermal infrared camera which will be installed at Indonesian satellite and dedicated to thunderstorm measurement. Moreover, we found a close relationship between Taal volcano eruption happened in the period of this research. Using consecutive cloud images taken by a micro-satellite we constructed the world's best 3D model of cloud.

#### 5. Outcomes of the international joint research

##### 5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

We developed a high-speed lightning discharge location detection program using the data of the VLF radio observation network and found a quantitative relationship between the observed lightning activity and meteorological parameters such as rainfall. For the first time, the relationship between typhoon intensity and lightning discharge activity was analyzed using the backtrace method, and the typhoon prediction using lightning activity was expected in the near future. We succeeded in estimating the world's highest resolution 3D cloud structure using a micro-satellite. The development of a thermal infrared camera for weather observation onboard the Indonesia satellite was completed in Japan and was brought into Indonesia.

##### 5-2 Synergistic effects of the joint research

In addition to the existing lightning observation system (AVON), some new site were newly installed in the Philippines, Indonesia and Japan. It was the responsibility of the host country to select a suitable location, get permission for installation, and perform installation work, ensuring stable operation. In addition to jointly developing and launching the second micro-satellite in the Philippines, satellite operation will be conducted with four micro-satellites from three countries to obtain highly accurate 3D cloud images and early imaging of meteorological disaster areas. Japan's first scientific payload onboard Indonesia satellite was build and exported. We held workshops with researchers from three countries, confirmed the goals of the program, and reported the progress of the research.

##### 5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

The achievements of two Philippine micro-satellites were highly evaluated in the country and directly supported the establishment of the Philippine space agency, PhilSA, which had been a long-standing concern. Professor Joel Joseph S. Marciano Jr. was appointed as director general (secretary level) of PhilSA. It became a great stepping stone to deepen further cooperation with the country. Myanmar has also started a similar program following the Philippines. Other ASEAN countries and Mongolia are also showing strong interest. The satellite and multipoint observation technology cultivated through this program will greatly promote not only other natural disasters but also fields such as environmental monitoring of SDGs, support for agriculture, forestry and fisheries, and innovation.

## 国際共同研究における主要な研究成果リスト

### 1. 論文発表等

\*原著論文 (相手側研究チームとの共著論文) 計 4 件

・査読有り: 発表件数: 計 1 件

1. Ellison Castro, Tetsuro Ishida, Yukihiro Takahashi, Hisayuki Kubota, Gay Jane Perez & Joel S. Marciano Jr., Determination of Cloud-top Height through Three-dimensional Cloud Reconstruction using DIWATA-1 Data, Scientific Reports, 2020, doi.10.1038/s41598-020-64274-z

他 3 件

\*原著論文 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文) 計 4 件

・査読有り: 発表件数: 計 3 件

1. Kubota, H., R. Shirooka, J. Matsumoto, E. O. Cayan, and F. D. Hilario, Tropical cyclone influence on the long-term variability of Philippine summer monsoon onset, Prog. Earth. Planet. Sci., 2017, DOI: 10.1186/s40645-017-0138-5.
2. Akasaka, I, H. Kubota, J. Matsumoto, E. O. Cayan, R.D. Guzman, F. D. Hiralio, Seasonal march patterns of the summer rainy season in the Philippines and their long-term variability since the late 20th century, Prog. Earth. Planet. Sci., 2018, DOI: 10.1186/s40645-018-0178-5
3. Olaguera, L.M., Matsumoto, J. Kubota, H., Inoue, T., Cayan, E.O. and Hilario, F.D., Abrupt climate shift in the mature rainy season of the Philippines in the mid-1990s. Atmosphere 9: 350., 2018, DOI: 10.3390/atmos9090350

他 1 件

### 2. 学会発表

\*口頭発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数: 計 14 件 (うち招待講演: 2 件)

\*口頭発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数: 計 50 件 (うち招待講演: 17 件)

\*ポスター発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数: 計 11 件

\*ポスター発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数: 計 17 件

### 3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

1. e-ASIA Kick-off Meeting, 主催者: 高橋幸弘 (北海道大学・教授)、ジャカルタ、インドネシア、2016 年 10 月 11 日、参加人数 25 名程度
2. e-ASIA JRP final workshop, 主催者: 高橋幸弘 (北海道大学・教授)、Serpong、インドネシア、2019 年 11 月 27 日、参加人数 20 名程度

### 4. 研究交流の実績 (主要な実績)

#### 【合同ミーティング】

- ・2017 年 6 月 7-8 日にインドネシア科学技術評価応用庁 (BPPT) 及びインドネシア国立航空宇宙研究所 (LAPAN) を訪問し、研究打ち合わせを行った。
- ・2017 年 7 月 24-26 日にフィリピン・ロスバニョスにて現地調査を行った。
- ・2019 年 9 月 2-3 日に赤外線カメラの引き渡し及び LAPAN にて研究打ち合わせを行った。

- ・2019年11月11日にフィリピン科学技術省先端科学技術研究所を訪問し研究打ち合わせを行った。

【学生・研究者の派遣、受入】

- ・2017年10月から3年間、インドネシアから国費留学生1名を受け入れた(2020年9月にPh Dを取得予定)。

5. 特許出願

研究期間累積出願件数：0 件

6. 受賞・新聞報道等

該当なし

7. その他

該当なし