

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「持続可能な社会を支える防災・減災に関する研究」

研究課題名「持続可能なエネルギー供給と極端気象災害の早期警報の

ための電荷分布リアルタイム3Dイメージングと雷活動予測」

採択年度：令和4年（2022年）度/研究期間：5年/

相手国名：マレーシア

令和4（2022）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2023年6月11日から2028年6月10日まで

JST側研究期間^{*2}

2022年6月1日から2028年3月31日まで

（正式契約移行日2023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：森本 健志

近畿大学・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

研究題目・活動	2022 年度 (10ヶ月)	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度
1. 超多波長帯電磁界計測による雷放電進展様相の高分解能観測	観測地選定調整			設置したものから	観測を継続	
1-1. LF 帯電波観測網		装置準備	設置	設置完了	設置完了	
1-2. VHF 帯電波観測網					設置完了	
1-3. 高エネルギー放射線及び高速ビデオ観測				設置完了		
1-4. 高速ビデオ観測				設置完了		
1-5. 電場計測				設置完了		
1-6. 3D イメージングモデル開発 用データセット整備		検討			実施・配信	
2. 雲内電荷分布のリアルタイム 3D イメージング	国内データでの検討		観測・	推定・	検証・	調整
2-1. 電場計測				設置完了		
2-1. 電荷分布と電荷量推定モデル開発	観測地/実験場選定・調整	検討			実施	
2-2. 電流計測			設置完了		誘雷実験	
2-3. ロケット誘雷			実験場準備			
2-4. 電荷分布と電荷量推定モデル改善						
3. 持続可能なエネルギー供給と極端気象災害の早期警報への応用	過去の故障・事故・災害等事例調査					
3-1. 雷ナウキャストのパイロット運用				検討	・実装	
3-2. 雷警報システムの開発と検証						
3-3. 電力・電気機器制御へのIoT技術応用を活用した雷害対策の開発				検討・実装	・試作	
3-2. 極端気象災害警報へのAI技術応用						
3-4. プロジェクト成果の活用機会促進						
3-5. 社会実装用プロダクト提案						

(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)

詳細計画策定調査において、プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) および活動計画表 (PO) について行った協議の内容を反映した。進捗や今後の研究計画に、開始時の構想からの大きな変更点はない。

2. 計画の実施状況と目標の達成状況 (公開)

(1) プロジェクト全体

暫定研究期間である 2022 年度は、相手国側においては詳細計画策定調査による雷災害とその対策に関する現状把握および観測や実験の実施場所の選定、国内においては供与する観測や実験装置の準備を中心に国際共同研究の準備を進めた。

詳細計画策定調査に先立ち、8 月に研究代表者森本らが相手国側研究機関であるマラッカ科学大学 (UTeM)、テナガナショナル大学 (UNITEN) を訪問し、相手国側研究者らとこれまでオンライン会議や文献等で情報を得てきたマレーシアでの雷被害と対策に関する情報交換やディスカッションを行った。この時、森本が UNITEN で Electromagnetic Lightning Observations from Ground and Space と題した講演を行い、ライブ配信を含め相手国側の関連研究機関から 50 名超が聴講した。

9 月に実施した詳細計画策定調査では、防災行政機関や民間企業に対するヒアリング等から、マレーシア気象局や電力会社 TNB が雷観測装置を展開しているものの即時性や分解能が不十分で、災害対策に必要な情報提供に至っていないことが確認された。また、マラッカ地域では、主要産業である観光業や漁業への影響と被害を軽減することを目的として、雷情報へのニーズが高いことが分かった。詳細計画策定調査における主要な面談先と内容の概要を下表に示す。

面談先	日時	内容概要
Tenaga Nasional Berhad (TNB) Research	2022/9/12 他	マレーシアでの電力設備故障の原因は落雷と洪水である。同社では落雷検知システムを国外企業から購入して稼働しているが、リアルタイム性に乏しく、修理やカスタマイズが柔軟に行えないことに問題点を感じている。本事業の内容は、TNB-R が取り組んでいる研究内容とも合致する。
Melaka ICT Holdings Sdn. Bhd.	2022/9/13	マラッカ州政府管轄の半官半民の企業で、マラッカの ICT 促進を担う機関。マレーシア政府は国内に重点地域を設け、このような企業を設置して 5G 導入等スマートシティ化を推進し、インフラ整備を行っている。マラッカでは、観光業が主要産業であり、この方面への本プロジェクト成果の活用が期待される。
Ministry of Energy & Natural Resources	2022/9/14	マレーシア国内の主な自然災害として、地滑り、落雷、洪水が挙げられる。落雷対策は TNB が多額の資金を投入して実施しており、洪水の早期警戒システムも存在するという認識である。本プロジェクトで、これらが強化されることを期待する。
Malaysia Marine & Heavy Engineering Sdn. Bhd.	2022/9/14	海洋エンジニアリングを含めた建設、重工産業を行う同社の事業に最も影響を与える自然災害は落雷である。多くの従業員が屋外作業に従事しており、落雷が予想される場合に作業を中断することが、モンスーン季に多く起こる。作業現場等のピンポイントの情報を期待する。
Melaka Fisheries Office, Dept. of Fisheries, Malaysia	2022/9/15	Ministry of Agriculture & Food Industry 傘下で、海洋調査や資源管理のための漁業調整、漁獲方法や漁具規則の整備と管理、水産業向けの安全管理や漁支援などを行う機関。水産業では、暴風雨（特に風）や天候の急変が懸念事項である。精度の高い気象情報を求めている。

【令和 4 年／2022 年度実施報告書】【230531】

Dept. of Irrigation & Drainage (DID)	2022/9/15 2022/9/29 他	DID では雨量や河川水位のリアルタイム情報提供や、一般市民向けの洪水早期警報の伝達を行っている。雷と洪水発生に関連関係に関心があり、本事業の成果が洪水予測に貢献することを期待する。マラッカは、洪水多発地帯に設定されている。
Tanjung Bruas Port	2022/9/20	マラッカの港湾運営権を有している民営化された機関。今年マラッカで竜巻が発生し、海上竜巻の発生を懸念している。この観点から本事業による積乱雲の監視に期待する。港湾運営においては、暴風や高波に注視している。
National Disaster Management Agency (NADMA)	2022/9/22	防災関連の全活動の調整、災害対応に関する国家政策や戦略の立案を担当する、首相府直轄機関。MET Malaysia や DID 等の防災対策に係る所轄省庁と天気予報、河川・ダム等の水位、土砂災害リスク等の情報を共有し、予防防災や災害対応について、協議や体制整備を行っている。マレーシアにおいて深刻な災害は、洪水と土砂災害で、天気予報や早期警報の技術向上を進めているが、まだリードタイムが非常に短い。気象観測技術の向上と、防災への活用が期待される。
MET Malaysia (Malaysian Meteorological Department)	2022/9/28 2022/9/30 他	現在の雷観測は、航空気象情報の提供が主目的で、22 基のセンサー（観測所）で観測網を構築している。2022 年 6 月から新システムの運用を開始した。情報は有償提供している。マレーシアでは、雷雨予報や発雷予報のみでも、同機関以外から気象予報を出すことは許可されない。同機関では、2022 年度中に施設見学や観測地候補として電波環境測定も実施した。
Malaysia Japan International Institute of Technology, Disaster Preparedness and Prevention Center	2022/9/29	マレーシア政府の要請に基づき、日本とマレーシア両国政府の合同事業としてマレーシア工科大学（UTM）に 2015 年開設され、防災研究機関への格上げが決まっている。マレーシアでの防災における主な対象は洪水で、NADMA が非常に強い権限を有している。防災や災害に関する法整備が進められている。本事業による社会実装への協力が可能で、早い段階からユーザー目線のアプリケーション開発に貢献できると考える。

この他、気象情報や気象測器を提供する民間企業、耐雷・避雷設備を有する民間企業等とも面談した。近年、激しい雷活動を伴うシビア気象現象の頻度が多くなっているという印象が多くの面談で聞かれた。

マレーシアでは主要インフラには耐雷・避雷対策が施されているものの、その損害は電力関連だけで年間 RM250 百万（約 75 億円）と見積もられており、本プロジェクトで開発する電荷分布リアルタイム 3D (三次元) イメージングによる災害メカニズムの科学的解明や雷ナウキャスト情報の活用は、災害リスク軽減や科学技術の社会実装に貢献できるものと確信した。調査期間中に相手国側研究機関と、本プロジェクトの枠組み（案件名称、上位目標、プロジェクト目標、アウトプット、活動）、実施体制、投入計画（プロジェクト期間、専門家派遣計画、給与機材）について詳細に協議し、合意した。本研究では、UTeM が相手国側代表機関であるが、UTeM と UNITEN が予算・人員を二分した対等な共同研究体制で実施する。

11 月には、両国の研究者がマレーシア気象局を訪問し、気象局が展開する既存の雷観測装置の仕様や稼働状況に関する情報収集を行い、求められる雷情報とその活用について情報交換を行った。相手国側研究機関により、雷観測地とロケット誘雷実験場候補地の選定を行った。観測地は 9 箇所を候補とし 3 月に電波環境の予備測定を実施した結果、概ね良好な結果を得た。実験場は 4 箇所の候補を視

察し、うち2箇所を有力候補として引き続き検討を進める。

研究コアメンバーは、ほぼ毎週、日本側およびマレーシア側のそれぞれで1回と、両国間で1回の定例ミーティングを行い、各チームでの検討やこれらを踏まえた議論を継続している。研究体制の強化に努め、日本側では、2023年度から本プロジェクト専任の若手研究者（特任研究員）雇用と共同研究機関追加を決定した。相手国側では、UTeM22名、UNITEN17名の研究体制とし、2010～2015年に実施された「マレーシアにおける地すべり災害および水害による被害低減に関する研究」メンバーを含めて、過去のSATREPSプロジェクト実績を活用する体制を整えた。本プロジェクトで日本側に受け入れる留学生（博士後期課程）候補も1名決定した。

R/DはJICAとマレーシア高等教育省により2月15日に、CRAは近畿大学とUTeMおよびUNITENにより3月15日に署名・締結された。

(2) 各研究題目

(2-1) 研究題目1：「超多波長帯電磁界計測による雷放電進展様相の高分解能観測」

観測グループ（リーダー：王（LF、高速ビデオ）、サブリーダー：森本（VHF、データセット）、鳥居（放射線）、工藤（電場））

① 研究題目1の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

クアラランプールおよびマラッカ地域で、雷放電進展様相を高分解能で観測するためのLF帯受信機、VHF帯広帯域干渉計、電場観測装置を設置する電波観測候補地を選定し、3月に日本から観



電波環境測定

測機材を持ち込み、9 地点で LF 帯および VHF 帯電波環境測定を実施した。概ね良好な結果を得ることができたが、観測地によってはアンテナを金属製のフェンスや平らではない屋根に設置せざるを得ないという制約条件から、特に VHF 帯では電波の反射等による影響を考慮した、これまでの観測では採用していない新たなノイズ対策が必要であることが分かった。形状に工夫をしたアンテナを検討し、その効果を検証する予備実験を実施した。また、本研究実施のために必要な、各観測装置の要求仕様を設定し、供与機材の製造業者選定等を進めた。

②研究題目 1 の当該年度の目標の達成状況と成果

電波環境測定結果を詳細に解析した結果、一部の地点でより詳細な測定（2023 年 6 月に実施予定）が必要となったが、いずれの候補地も電波環境や設置条件に致命的な問題はなく、うち数地点では雑音の少ない理想的な環境であることが分かった。当初計画の 6 地点より多くの地点で観測を実現するための検討を進めることとなった。電波環境測定には、UTeM と UNITEN の若手研究者や学生が参加し、本研究で投入予定の観測機材に類するものに触れたり、現場でデータを確認したりすることによって、共同研究への理解が深まったと考えられる。これは、観測機の設置先機関へも同様で、日本側研究代表者から実物を見せながら装置や研究内容を説明できたことは、協力関係の構築においても有効であったと考える。以降、相手国側研究機関によって、借地等の交渉を順調に進めている。

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

相手国側研究機関から提示された候補地はいずれも概ね良好な条件で、現時点で選外とすべき地点はない。当初計画の 6 地点から観測地を増やすことによって、観測範囲や精度を向上することが期待できるため、製造コストの削減や予算配分を見直し、観測地を増やすことを検討している。

電場観測装置は、既存の電場計では電荷分布 3D イメージングに必要な仕様を満たさないため、記録系を新規開発する必要がある。相手国側研究機関の技術を転用可能なことが分かり、共同開発を目指すことになった。

④研究題目 1 の研究のねらい（参考）

複数の LF 帯受信機と VHF 帯広帯域デジタル干渉計からなる雷放電電波観測網を構築し、マラッカ海峡沿岸地域で発生する雷放電の放電路を雲内の前兆的放電過程から、長距離長時間に及ぶ放電の終焉まで漏れなくリアルタイムで再現する。落雷が期待される高構造物近傍に放射線測定器と高速ビデオカメラを配置し、雷放電開始メカニズム解明につながる集中観測を実施する。

⑤研究題目 1 の研究実施方法（参考）

日本側研究機関で開発を進め、国内冬季を中心に雷観測で実績を挙げている LF 帯電波計測装置を、マラッカ海峡沿岸地域を中心に 6 カ所以上で展開する（活動 1-1）。正極性落雷では雲内に断続的に存在する正電荷領域を次々に結合することがあるという報告もあり、申請者らのこれまでの観測では、水平方向に数十キロメートルを超える領域の電荷を中和する事例も認められる。伝搬距離の長い LF 帯の電波観測では、このような広域に至る放電進展や、観測機が設置できる陸地から離れた海上の雷放電も追跡することができる。また、雷放電に伴い放射される VHF 帯電波を 1 観測地につき 3 台のアンテナで広帯域（少なくとも 30 - 100 MHz）連続的に記録し、ディジタ

ル干渉法により微弱な電波も漏れなく放射源を推定する（活動 1-2）。電荷分布の 3D イメージングに必要となる正リーダの進展は相対的に電波放射が弱く、申請者らが日本の冬季の雷観測を目的に長年研究開発を進めノウハウを蓄えてきた同手法により、唯一電荷分布推定に十分な放電路を得ることが可能である。年間に何度も避雷する高構造物の近傍に放射線測定器（活動 1-3）と高速ビデオカメラ（活動 1-4）を配置し、雷放電開始メカニズム解明につながる高周波電磁波計測を行う。電場の多点計測（活動 1-5）データとあわせて、研究題目 2 の電荷分布のリアルタイム 3D イメージングに供するデータセットを作成する（活動 1-6）。

(2-2) 研究題目 2 : 「雲内電荷分布のリアルタイム 3D イメージング」

イメージンググループ（リーダー：森本、サブリーダー：山本（電流））

誘雷グループ（リーダー：森本）

① 研究題目 1 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

雷雲内電荷分布推定に関する研究動向をレビューし、本研究で行うイメージング手法の検討を進めた。過去に取得した雷放電進展様相観測結果に対して、3D イメージングを試行した。

電流計測は日本側で装置の基礎検討、マレーシア側で測定対象の検討を開始した。ロケット誘雷は、相手国側での実験場の候補地を選定、国内での実験準備と誘雷用ワイヤの調達について検討した。

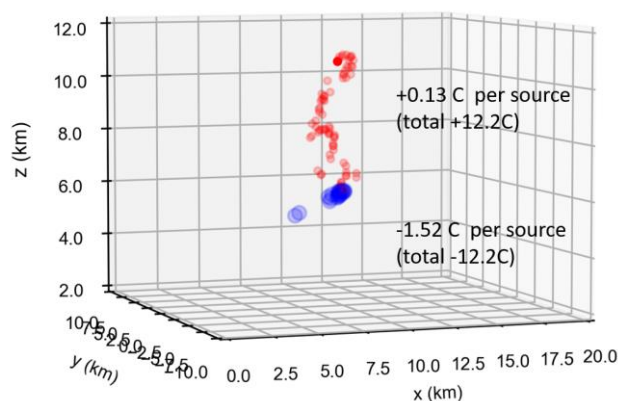


図 雲放電 1flash の雷放電進展様相から推定した雲内電荷分布（○と●が正負電荷の位置、それらの大きさが電荷量を表す）

② 研究題目 1 の当該年度の目標の達成状況と成果

雷放電は雲内の強電場域から開始し、両極の電荷領域へ向かう。電荷が集中する領域に達すると局所的な中和が起これ、地上電場変化が観測される。右図は過去に取得した雲内放電 1flash の放電様相観測結果に対して、局所的な中和毎にその位置と電荷量の推定を試みたものである。現時点では多くの手間と時間を要しているが、本研究でリアルタイムイメージングの手法が確立できれば、我が国の雷研究や対策にも還元することができる。

雷撃電流計測は相手国側研究者に対して山本が講義を行い、理解を深めた上で観測地選定に当たった。電流計測経験のある TNB にも協力を求めている。ロケット誘雷実験場は、4 箇所の候補地を選定し視察した。周囲の安全性等から、うち 2 箇所を有力候補として検討を進める。国内では、2023 年度から相手国側研究者を受入れて行う誘雷実験の準備と実験機会を多く確保するために欠かせない誘雷用ワイヤの調達について検討した。本プロジェクトで新規開発する誘雷用ワイヤのボビン巻取り装置の構想設計を行った。

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

当初は誘雷用ボビン巻ワイヤの製造先を開拓し購入調達する計画であったが、専用巻取り装置

を新規開発し日本が研究機関でボビン巻きを行うことで量産体制を実現することとし、装置設計を行った。

④研究題目 2 の研究のねらい（参考）

研究題目 1 で提供される放電進展様相と地上電場データから、雷雲内の電荷分布と電荷量を 3D で推定する。高構造物やロケット誘雷の雷撃点で雷撃電流波形を計測し、電荷推定結果を検証して精度向上を図る。ロケット誘雷の技術向上と効率化を行い、高構造物への自然雷も含めて雷撃電流波形を取得する。

⑤研究題目 2 の研究実施方法（参考）

研究題目 1 で得た放電進展様相と電場の多点観測データから、雷雲内のどこにどれだけの電荷が分布しているかをリアルタイム且つ 3D で推定するモデルを構築する（活動 2-1）。電場変化と落雷位置標定結果から中和電荷量を推定する試みは古くからなされているが、これらは落雷に限定して中和される電荷が一点に集中しているものとみなしてその量を逆算するもの（点電荷モデル）である。これに対して本研究で実施するのは、放電進展過程に即した雲内電荷同士の中和も考慮した推定で、従来のものとは根本的に異なる。

雲内の電荷分布推定のリモートセンシングは、その検証が困難である。本研究では高構造物に、周囲に生じる磁界を計測することで雷撃電流を計測するロゴスキーコイルを利用して、落雷により大地に流れ込む雷撃電流を測定する（活動 2-2）ことで中和電荷量の解を得て、電荷量推定モデルの検証と向上を行う（活動 2-4）。また、雷雲が上空に来た時に一端を接地した細い導電性ワイヤを小型ロケットで急速に引き上げ雷放電を誘発する技術であるロケット誘雷を実施する（活動 2-3）。研究開始後から準備を進めると共に、日本国内で研究代表者らが主宰している冬季のロケット誘雷実験時に相手国側研究者を招へいし、技術移転を行い、2025 年の雷の最盛期である 10 月（予定）から相手国側でも実験を行う。

(2-3)研究題目 3：「持続可能なエネルギー供給と極端気象災害の早期警報への応用」

対策グループ（リーダー：工藤（対策）、サブリーダー：鳥居（ナウキャスト））

①研究題目 3 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

アウトプットと活動が明確になるよう、研究題目 3 の枠組みの見直しを行った。相手国側共同研究機関を通じて、本研究成果のユーザー発掘に努めた。詳細計画策定調査や関連研究機関との情報交換やディスカッションを行い、相手国での雷被害と対策の実際やニーズに関する情報を得た。

②研究題目 3 の当該年度の目標の達成状況と成果

雷活動のナウキャストの試行や早期警報の開発、この情報を用いた雷対策機器の開発、プロジェクト成果の活用機会促進と、社会実装用プロダクトの提案という枠組みが明確化できた。本プロジェクト成果の直接的な潜在的ユーザである TNB およびマレーシア気象局とコミュニケーションを密にし、両機関の施設を観測地にするなどして協力体制を強化している。2022 年度に訪問し本プロジェクトを説明した中では、科学技術革新省やマラッカ州政府から大きな期待を示された。科学技術革新省は気象局を所管し、研究活動にも積極的で企業との繋がりが豊富である。マラッカ州政府は UTeM と繋がりが強く、地域では観光業や漁業への影響・被害の軽減のための雷情報の

提供ニーズが高い。特にこれらの機関には積極的な進捗報告や意見交換を行っていききたい。

雷情報を元に商用電源と補助電源を自動的に切替える装置の構想設計を行い、必要な開発要素を抽出した。相手国側研究機関と情報共有し、双方の得意分野を活かした装置開発の役割分担を行った。

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

相手国側で雷の情報を豪雨や洪水予測に活用することに対して極めて意欲的で、過去にマレーシアで実施した SATREPS の成果を活用できるよう研究体制が強化された。

④研究題目 3 の研究のねらい（参考）

研究題目 1, 2 の成果を、ユーザが活用しやすい形で安定的に提供する。高度雷情報と IoT 技術を活用した耐雷・避雷対策を検討し、試作機による試験運用を行う。災害を伴うような極端気象現象の指標ともなる、雷早期警報システムを開発する。

⑤研究題目 2 の研究実施方法（参考）

対象地域を絞って、研究題目 1, 2 の成果を雷ナウキャストとして試験運用する（活動 3-1）。これらの情報をもとに、雷警報システムを開発し試験運用を行う（活動 3-2）。IoT 技術によって雷サージにセンシティブな機器を前もって系統から外すなどのアダプティブな耐雷・避雷対策を検討し、試作機を開発して試験運用を行う（活動 3-3）。積極的にワークショップなどを開催し、プロジェクト成果の活用機会を促進する（活動 3-4）と共に、潜在的なユーザに対して高度雷情報の活用方法を示した社会実装用のプロダクトを提案する（活動 3-5）。

II. 今後のプロジェクトの進め方、およびプロジェクト／上位目標達成の見通し（公開）

【共同研究全体】

各種雷観測装置の開発と観測地の準備を進め、VHF 帯および LF 帯雷観測装置による観測を開始する。ロケット誘雷はマレーシアで実験場準備を進めると共に、冬季に我が国で実験を行い、これにマレーシア側研究者が参加する。本研究成果のユーザ開拓のためワークショップを開催すると共に、TNB やマレーシア気象局との連携を強化する。研究提案時より行っている両国のコアメンバーによる進捗報告や研究打合せは今後も週 1 回のペースを基本に継続する。

【研究題目 1. 超多波長帯電磁界計測による雷放電進展様相の高分解能観測】

マレーシアへの供与機材の詳細設計を進める。いずれの機器も各担当者がこれまで独自に開発し雷観測を行ってきたものである。本研究目的や、マレーシアでの設置環境および条件にあわせて機能の追加や調整を行うと共に、ハードウェアを一新して安定した常時連続観測を実現する。主要観測装置である LF 帯電波観測装置と VHF 帯電波観測装置は、当初計画から 1 システム以上ずつ追加する。前者を 2 年、後者を 3 年で設置完了し、設置した観測地から順次観測を開始し、研究期間を通じて継続運用する計画である。放射線測定器と電場観測装置の開発を行い、2024 年度に観測を開始する。半導体不足による機器や備品の長納期化と価格高騰の懸念が大きいのが、特に電場観測装置は研究題目 2 へのインパクトも大きいいため開発を急ぐ。3D イメージングモデル開発用データセット整備では、各観測装置による観測データのオンサイトでの一次処理とサーバへのデータ集約、データフォーマット等から検討を進める。マレーシア側研究者は観測地の準備を主体的に進め、装置の設置作業にも参加する。

【令和 4 年／2022 度実施報告書】【230531】

技術移転後、マレーシアでの雷観測はマレーシア側が自律的に継続する。

【研究題目 2. 雲内電荷分布のリアルタイム 3D イメージング】

電荷分布推定の研究実績がある共同研究者を追加し、体制を強化する。電荷分布リアルタイム 3D イメージングのモデル検討を行い、2022 年度に引き続き日本側研究者らがこれまでの雷観測で蓄積してきたデータでイメージングを試行する。雷撃電流計測場所を選定し、現地視察を経て計測装置の詳細設計を行う。

ロケット誘雷は、引き続きマレーシアでの実験場選定と、必要機材の入手ルートの確保を進める。2023 年度冬季から日本でロケット誘雷実験を実施し、これにマレーシア側の研究者も参加することで技術移転を行う。2022 年度に設計を行った誘雷ワイヤ巻取り装置を完成させ実証すると共に、誘雷技術と観測の効率化と安定化を図る。

【研究題目 3. 持続可能なエネルギー供給と極端気象災害の早期警報への応用】

プロジェクト期間を通じて成果のユーザ開拓を継続する。2023 年には 6 月にマレーシアで開催される 12th Asia-Pacific International Conference on Lightning (APL 2023)をはじめとする関連国際会議への参加と本研究のキックオフミーティングの開催が決定している。これらの場において積極的な広報を行うと共に、ワークショップも開催する。研究題目 1 で得られる観測データをもって、より具体的に本研究成果を示して働きかけを行う。TNB、マレーシア気象局、マラッカ州政府と定期的にミーティングを行い、連携を強化する。

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）

本プロジェクトの主要研究機関である、近畿大学、UTeM および UNITEN の代表をはじめとする研究コアメンバーが原則週 1 回のミーティングを行い、忌憚のない議論を行っている。このメンバーは各機関ではプレーイングマネージャーであり、強いリーダーシップでコアメンバー会議と研究グループ会議の橋渡しを行っている。このため、プロジェクトの意思決定を迅速に行うことができ、信頼関係が強化されている。

研究成果を社会実装するためには、潜在的ユーザの開拓と働きかけが不可欠である。雷情報に興味はあるものの、その効果に実感が持てないケースも多いため、ユーザに応じた活用方法までを含めた社会実装用プロダクトの提案が必要であると考え、本プロジェクトの活動に設定した。

Ⅳ. 社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

暫定期間は該当なし

Ⅴ. 日本のプレゼンスの向上（公開）

UNITEN 敷地内にマレーシア国内唯一の電力関連事業の推進拠点として National Energy Center が新設された。同施設内に本プロジェクトの研究室を構え、データサーバを設置し、拠点とする予定である。

以上

【令和 4 年／2022 年度実施報告書】【230531】

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。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 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。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 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

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

著作物数 0 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

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
2022	国内学会	森本健志(近畿大学)、工藤剛史(音羽電機工業)、王道洪(岐阜大学)、山本和男(中部大学)、鳥居建男(福島大学)、河崎善一郎(大阪大学)、Mohd Riduan Ahmad(Universiti Teknikal Malaysia Melaka)、Ammar Nasser Al Kahtani、Zafri Baharuddin(Universiti Tenaga Nasional)、持続可能なエネルギー供給と極端気象災害の早期警報のための電荷分布リアルタイム3Dイメージングと雷活動予測 ～マレーシアSATREPSプロジェクト～、日本大気電気学会第101回研究発表会、東京、2023年1月6-7日	ポスター発表

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 1 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

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 0 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													
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													
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
----	-----	------	---------------------	-----	------	--------------------	------

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
2022	2022.6.10	近畿大学プレスリリース	深刻な雷災害に悩むマレーシアの防災に貢献 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)に採択	https://www.kindai.ac.jp/news-pr/news-release/2022/06/035966.html https://newscast.jp/news/4479262	1.当課題研究の成果である	英文 https://jp-uninews.mynewsdesk.com/pressreleases/contributing-to-lightning-disaster-prevention-in-malaysia-selected-for-the-fy2022-science-and-technology-research-partnership-for-sustainable-development-satreps-program-3191332

1 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
2022	2022.8.15	Special Lecture on advanced lightning research	テナガナショナル大学 (マレーシア)	約50名(ライブ配信の視聴者を含む)	公開	日本側研究代表者森本が、UNITENにおいて Electromagnetic Lightning Observations from Ground and Spaceと題した講演を行った。UTeM, UNITENのプロジェクトメンバーや学生が参加した他、ライブ配信を行いTNB等の外部機関の研究者ら50名余りが視聴した。

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

0 件

成果目標シート

研究課題名	持続可能なエネルギー供給と極端気象災害の早期警報のための電荷分布リアルタイム3Dイメージングと雷活動予測
研究代表者名 (所属機関)	森本 健志 (近畿大学 理工学部 教授)
研究期間	R4採択 (令和4年6月1日～令和10年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	マレーシア／マレーシア・マラッカ技術大学、テナガ・ナショナル大学
関連するSDGs	目標 11.包摂的で安全かつ強靱(レジリエント)で持続可能な都市及び人間居住を実現する 目標 9.強靱(レジリエント)なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る 目標 7.すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 我が国の雷害、極端気象災害低減への活用 日本企業による成果の事業化と国際展開
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 雲内電荷分布のリモートセンシング技術の確立 送配電網や電力機器のアダプティブ制御及び誘雷技術を用いた順応的・能動的な耐雷・避雷対策 雷放電物理研究の発展
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 雷雲内電荷のリアルタイム3Dイメージングシステム 雷活動モニタリングによる極端気象災害予測 アダプティブな耐雷・避雷対策
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(相手国研究者・留学生・技術者との議論や指導力、レビュー付雑誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 実学教育を重視する大学間の国際ネットワーク構築(OJTベースの教育連携) 日本とマレーシアの電力関連企業の実務的交流
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"> 雷放電路の高分解能な再現と雲内電荷分布の3D推定 センサネットワークによるリアルタイムイメージング 高信頼性観測とAI手法による極端気象の短時間予測

上位目標

電荷分布リアルタイム3Dイメージング及び雷ナウキャストが、雷被害及び電力・電気設備故障の低減のために活用される。

マレーシア国内製観測装置の展開と持続的な拡大運用
電荷分布と電荷量推定の高信頼性化
産業界、行政機関、一般市民による雷情報の利用

高度雷情報と誘雷技術に基づく
順応的・能動的な耐雷・避雷技術開発
(電力分野での高度利用)

プロジェクト目標

マラッカ海峡で発生する雷活動に対して
雲内の電荷分布3Dイメージングと雷ナウキャストがの社会実装が達成される。

