

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5（2023）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	装置準備	設置	設置したものから設置完了	観測を継続	
1-1. LF 帯電波観測網				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. 電荷分布と電荷量推定モデル開発	観測地/実験地選定・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			検討・実装		
3-1. 雷ナウキャストのパイロット運用				検討		
3-2. 雷警報システムの開発と検証					試作	
3-3. IoT 技術を活用した雷害対策の開発				検討・実装		
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

本研究は、年間の発雷日が 200 日を超え、中和電荷量が大きく、電力・通信設備や電気・電子機器への落雷被害の脅威となる正極性落雷が多く発生するマレーシア・マラッカ海峡沿岸地域に、雷の前兆となる雲内の微小放電の開始からその進展路を詳細に観測する VHF 帯と、広域の雷活動全体を限なく観測する LF 帯を両輪とする世界最高レベルの電磁界観測網を構築する。放電がどこで始まり、どのように進展し、どこで終わるのかの 3D 観測データを高速処理して雲内の電荷分布と中和される電荷量を推定し、高構造物とロケット誘雷で直接計測する雷撃電流波形で検証する。電磁界計測および雷撃電流計測によって、雷放電に関わる空中の電荷挙動を網羅的に捉え、その情報に基づく雲内電荷分布推定と発雷予測を実現する。また、IoT や AI を活用した送配電線網や電力機器の制御や極端気象災害の早期警報の社会実装を進めるとともに、対処療法ではない能動的耐雷・避雷対策について研究する。

2023 年度は、本研究が正式契約に移行し、6 月に国際会議 12th Asia-Pacific International Conference on Lightning (APL 2023)に参加し、本研究のキックオフシンポジウムを開催して、マレーシア国内での活動を本格化した。シンポジウムには、マレーシア側からオンラインを含めて約 80 名が参加し、録画配信を含めると 390 名が聴講した。本研究でマレーシアに展開するほとんどの観測装置で詳細仕様や調達方法が確定し、うち電場計と LF 帯雷観測装置の受信系が発注済みで、間もなくマレーシアに供与される。電波観測候補地では、背景雑音の有無や強度など電波環境測定を実施し、この結果を受けて 9 か所を装置設置場所に絞って各地で観測準備を進めている。12 月からは、マレーシア側代表機関であるマラッカ技術大学 (UTeM) で VHF 帯雷観測装置による試作機を設置して観測を開始し、初期データを得た。電流計測も、高層タワーと通信鉄塔を測定対象に定め、詳細計画を進めたが高層タワーでの使用交渉が難航しているため、鉄塔での計測を先行して進めることとしている。ロケット誘雷は、マレーシアで実験地準備を進めると共に、冬季に我が国での実験にマレーシア側研究者 12 名が参加し、実地研修を行った。また、マレーシア政府が大株主である電力会社テナガナショナル (TNB) の研究部門 (TNBR) やマレーシア気象局 (MMD)、灌漑廃水局 (DID) との連携を強化し、これらの機関が共同研究機関として正式に本研究に参画することになった。2023



キックオフシンポジウム (2023 年 6 月 19 日 UNITEN)

年度は、これらの研究機関の研究者らの本
研究目的や内容、技術への理解を深めるこ
とと、本研究成果のユーザ開拓を目的とし
た公開セミナーを4回開催した。2023年度
の本邦からのマレーシアへの専門家派遣
は、延べ15名、140日で、短期研修の受入
れは5名延べ196日であった。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
(2023年6月のキックオフシンポジウム以
降2024年3月までに合計35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。日本
側では、4月に電気通信大学を共同研究機
関へ追加し、研究代表機関の近畿大学で6
月から本研究専任の特任研究員を雇用した。
相手国側では、UTeM28名、テナガナシ
ョナル大学 (UNITEN) 22名、マラ工科大
学 (UiTM) 9名、TNBR2名、MMD1名
の研究体制に拡大し、長期研修員として
2024年度9月に入学する留学生(博士後
期課程)が2月に行われた近畿大学の入学
試験に合格し、入学手続きを完了した。

名前	アップロード	リンクのコピー	ダウンロード	並び替え	印刷
231215_FriAM-J	2月8日	nakacawa.shigeki@ai	4 個のアイテム	各 共有	
231218_ThuAM-Lecture	2月8日	nakacawa.shigeki@ai	3 個のアイテム	各 共有	
231222_FriAM-J	2月8日	nakacawa.shigeki@ai	4 個のアイテム	各 共有	
240104_FriAM-J	2月8日	nakacawa.shigeki@ai	4 個のアイテム	各 共有	
240112_FriAM-J	2月8日	nakacawa.shigeki@ai	4 個のアイテム	各 共有	
240126_FriAM-J	2月8日	nakacawa.shigeki@ai	2 個のアイテム	各 共有	
240202_FriAM-J	2月8日	nakacawa.shigeki@ai	4 個のアイテム	各 共有	
240209_FriAM-J	2月14日	nakacawa.shigeki@ai	4 個のアイテム	各 共有	
240216_FriAM-J	2月14日	nakacawa.shigeki@ai	4 個のアイテム	各 共有	
240219_Meeting@UiTM	2月29日	nakacawa.shigeki@ai	2 個のアイテム	各 共有	
240228_WebAM-J	3月4日	nakacawa.shigeki@ai	3 個のアイテム	各 共有	
240306_WebAM-J	3月11日	nakacawa.shigeki@ai	3 個のアイテム	各 共有	
240307_UTMAsian_JTC site	3月6日	nakacawa.shigeki@ai	1 個のアイテム	各 共有	
240312_PublicationPresentation	3月11日	nakacawa.shigeki@ai	5 個のアイテム	各 共有	
240313_WebAM-J	3月18日	nakacawa.shigeki@ai	3 個のアイテム	各 共有	
240327_WebAM-J	4月1日	nakacawa.shigeki@ai	3 個のアイテム	各 共有	

コアメンバー会議
(議事録、資料等をクラウドで共有している。)

(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：森本 (VHF、データセット) サブリーダー：王 (LF、高速ビデオ)、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)

本研究題目では、LF 帯および VHF 帯電波観測網、高エネルギー放射線観測、高速ビデオ観測、電場計測のための各観測装置の開発と、観測地の選定および準備を進めている。日本側研究者らが中心に開発を進めてきた各種観測装置をマレーシアに展開するため、装置の仕様を確定し詳細設計を進めると共に、マレーシアへの輸送や通関を含めた調達方法を検討した。供与機材の一部は発注を済ませて間もなくマレーシアに到着する状況である。電波観測は、これまでマラッカおよびクアラルンプール周辺の20か所以上の候補地で、日本からの持込み機材によって背景電波環境を測定した。これらの結果等



観測候補地での電波環境調査

から 9 か所を観測地として選定し、各地点の所有者や管理者と使用許可申請、観測装置の設置方法や工事の調整等の観測地準備を進めている。UTeM が主に担当するマラッカ地域、UNITEN が主に担当するクアラルンプール地域で、バランスの良い観測地が選定され、準備が進められている。2023 年 12 月には UTeM で VHF 帯雷観測装置試作機による雷観測を開始し、初期観測で得られた結果を国際会議論文として投稿し、採択された。日本側研究者がマレーシアに出張して行った電波環境調査やセミナーを通じたマレーシア側研究者への観測に必要な技術や知識の技術移転を経て、UTeM での雷観測は、装置の設置、観測、データ解析の一通りを UTeM のメンバーが主導し、必要に応じて日本

背景電波環境調査

VHF

No.	Site Name	Month	Noise level	Noise type
①	DID Batu Dam	Feb. 2024	Very low	
2	DID Ampang	Nov. 2023	Modest	Broadband & coherent
3	UiTM Shah Alam	Mar. 2023	Very high	Broadband & coherent
4	UNITEN Putrajaya 1	Mar. 2023	Relatively high	
⑤	UNITEN Putrajaya 2	Sep. 2023	Very low	
6	DID Cyberjaya	Nov. 2023	Modest	Broadband & coherent
7	MMU Cyberjaya	Mar. 2023	Very low	
8	Uniti collage 1	Mar. 2023	Very low	
9	Uniti collage 2	Sep. 2023	Very low	
10	UTeM 1	Mar. 2023	Relatively high	Intermittent broadband
⑪	UTeM 2	Nov. 2023	Very low	
12	FALAK Astronomy	Mar. 2023	Relatively high	Intermittent broadband
⑬	UiTM Jasin	Mar. 2023	Low	
⑭	Pulau Besar	Mar. 2023	Low	

LF

No.	Site Name	Month	Noise level	Noise type
①	DID Batu Dam	Feb. 2024	< 5 mV	
2	DID Ampang	Nov. 2023	> 100 mV	Inverter
③	UiTM Shah Alam	Jun. 2023	< 10 mV	
4	UNITEN Putrajaya 1	Sep. 2023	< 5 mV	
⑤	UNITEN Putrajaya 2	Sep. 2023	< 50 mV	
6	DID Cyberjaya	Nov. 2023	< 5 mV	
⑦	MMD Kuala Pilar	Sep. 2023	< 5 mV	
8	Uniti collage 1	Mar. 2023	< 5 mV	
⑨	Uniti collage 2	Sep. 2023	< 10 mV	
⑩	UTeM	June. 2023	< 20 mV	
⑪	FALAK Astronomy	June. 2023	< 15 mV	Maritime radio
⑫	UiTM Jasin	Sep. 2023	< 5 mV	
⑬	Pulau Besar	Sep. 2023	< 5 mV	

No.に○印が採用する設置候補地

側からサポートする形で進めている。観測用のソフトウェア開発なども、両国の研究者が密にコミュニケーションを取りながら共同で実施しており、マレーシア側の理解は急速に深まっている。

②研究題目 1 の当該年度の目標の達成状況と成果

2023 年度はクアラルンプールおよびマラッカ地域において、15 か所以上の電波観測候補地で電波環境測定を実施し、うち 9 か所を装置設置場所を選定した。また、本研究で要求される、各観測装置の詳細設計や入手方法を決定した。VHF 帯観測装置は、UTeM に試作機を設置し雷観測を開始して、得ることができた初期観測結果を、国際会議論文として投稿した。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調査測定（2024 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行った。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

予定の観測機材と類似の装置に触れたり、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。選定した観測地では、相手国側研究機関によって、借地交渉等の準備を進めている。

観測装置の調達では、LF 帯雷観測装置のデータ記録部と電場計測装置、高速ビデオカメラ（UNITEN 調達分）は間もなくマレーシアに納品される。LF 帯雷観測装置のセンサー部、VHF 帯雷観測装置は間もなく発注する予定である。高エネルギー放射線観測装置は、当初別々の装置で観測する計画であったガンマ線とラドンが両方観測できる装置に変更して開発を行っている。



マレーシアおよび日本での公開セミナー、観測の指導の様子
(公開セミナーは毎回オンライン配信を併用したハイブリッド形式で実施している。)

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ライン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の検討を行った。

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

相手国側研究機関から当初計画より多くの条件が良い観測候補地が提示されたため、当初計画から 3 地点追加し、9 地点での観測地を準備している。装置の製造コスト削減や予算配分見直しにより、観測範囲や精度の向上を目指す。

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、センサー部は既製品を購入して使用し、記録系は相手国側研究機関の技術を転用して共同開発することとした。

高速ビデオ観測は、当初供与機材で実施する計画であったが、相手国側の予算で購入することになり、この分の費用を LF 帯雷観測装置の追加に回すことになった。

高エネルギー放射線観測は、当初 3 台のガンマ線スペクトロメータと 1 台のラドンモニターで観測を行う計画であったが、両方を観測できる観測装置を開発し、3 台による観測を行うこととした。実質的には、ラドンモニターの 2 台追加に相当する。

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ー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：秋田（モデル）、サブリーダー：山本（電流）、森本（モデル））
誘雷グループ（リーダー：森本）

①研究題目 2 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）

イメージンググループでは、雷雲内電荷分布推定に関する研究をレビューし、本研究で行うイメージング手法の検討を進めている。先行研究では類を見ない高分解能雷観測データを入力とするアドバンテージを活かしたイメージング手法を開発している。過去に取得した雷観測データに対して、3D イメージングを試行し検討を進めた。電流計測は日本側で装置に関する検討を行い、本研究で使用する装置の詳細仕様の決定と機種選定を完了しており、2024 年度初めから調達を進める。相手国では、日本側研究者による現地視察も行い、雷撃電流の測定対象を検討した。高層タワーと通信鉄塔の種類の異なる 2 つの高構造物を対象とすることに決定し、準備を進めているが、高層タワー側では使用許可が得られていない。鉄塔での測定を優先し、2024 年度前半の測定開始を目指している。

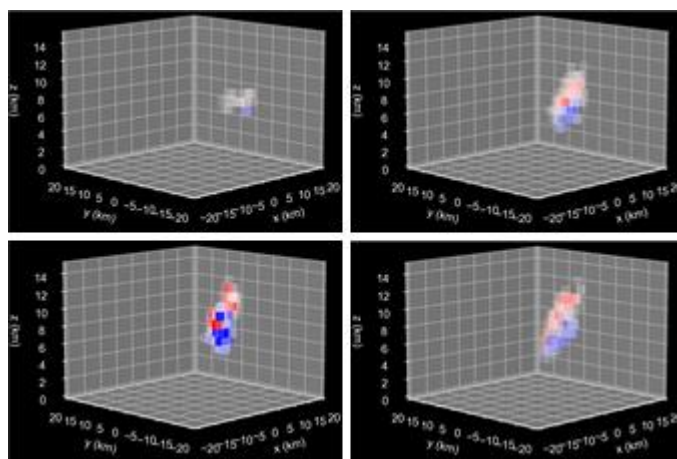
誘雷グループでは、2023 年度に 1 回目の外国人研究員研修として、ロケット誘雷実験の現地研修を行った。研修参加者が中心となり、マレーシア国内での実験デザインを進めると共に実験場の選定を主導し、2 か所の候補地で誘雷実験を実施する方向で準備・調整を進めている。また、本研究で行った誘雷実験用ワイヤ巻取機の開発が完了し、同機により作製したワイヤの機能試験を行った。誘雷実験での使用が可能であることが確認できたものの、ワイヤ切断等の事例も発生しており、調整と検証を継続する。

②研究題目 2 の当該年度の目標の達成状況と成果

2023 年度より雷雲内電荷分布推定の研究実績がある秋田をメンバーに加え、イメージンググル

ープのリーダーとした。これに伴い、研究代表者の森本が研究題目 1 のリーダーに回り、全体の体制を強化した。

電流計測は日本側で装置の基礎検討を進め、マレーシアでは観測地の選定を進めた。日本側研究者現地訪問などを経て高層タワーと通信鉄塔の 2 か所を電流観測場所と決定し一旦設置許可も得て測定装置の設計を進めたが、高層タワー側で状況が変わり準備を保留している。通信鉄塔側での測定を先行させることとし、電流計測装置の詳細設計と機種選定を行った。2024 年度初めから直ちに調達を進める。



3D イメージング試行結果
推定された雲内電荷を 5 分毎に積算したもの。
赤が正電荷、青が負電荷を表す

ロケット誘雷は、マレーシア側研究者が短期研修員として 1 名が 3 か月、4 名が 1 ヶ月、出張として 7 名が 1 週間来日し、日本国内で実施した誘雷実験の現地研修を行った。研修の実施に適した実験場を新規開拓し、金沢市内での実験を実現できた。研修での技術移転を経て、マレーシア側による提案を日本側でレビューする手順で、マレーシアにおける実験場のデザインを進めた。この研修では、日本側研究機関が所有する、供与機材と同等の電流計測装置の使用法や、雷観測や雷放電物理に関する講義も実施した。短期研修では、観測用ソフトウェア開発、観測データの解析や現象理解、観測所や実験施設の見学なども行った。マレーシアでは、誘雷実験場候補地を選定し、当初 1 か所の計画であった実験場を 2 か所整備することにして準備を進めた。誘雷用ワイヤの専用巻取り装置を開発し国内実験で検証すると共に、マレーシア側に供与する誘雷ロケットと発射台の調査検討は、2024 年度も継続する。

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、装置開発を行った。

2023 年度のロケット誘雷研修は、2024 年 1 月の 2 週間を集中実施期間とし、2023 年 12 月に短期研修者と共に実験準備を整えていたが、2024 年 1 月 1 日に発生した能登半島地震の影響で実験期間の短縮を余儀なくされた。更に、記録的に雷放電の少ない冬となり、誘雷機会に恵まれなかったもので、実験トレーニングに終始した。結果として雨天や夜間等ではない環境下で時間をかけてロケット打上げを行うことができたので、技術移転が進んだと考えている。

クアラルンプール地方とマラッカ地方ではいずれも雷活動頻度が高いが、現地での活動時の体感や現地での聞き取りによると、その発生時間帯や放電の特性に差が見られるようである。本研究で展開する高分解能観測や 3D イメージングにより、雷放電の開始機構や電荷分布の発生など、雷放電や雷雲構造に関する新たな科学的知見を得ることも期待できる。

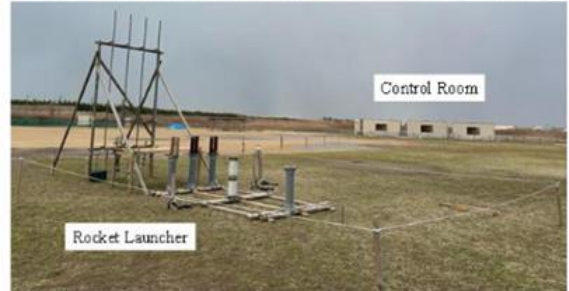
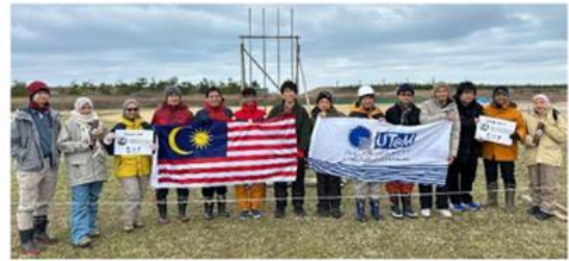
④研究題目 2 の研究のねらい（参考）

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。



ロケット誘雷研修



相手国のロケット誘雷実験場候補地

(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）

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した。JCC メンバーである TNB、DID、MMD との連携を強化し、TNBR と DID を Joint Research Institution に格上げし、TNBR からは 2 名が外国人研究者研修に参加、DID からは複数の観測場所の提供を受け

ることになった。MMD も同様の対応を予定しており、MMD 施設内への観測装置設置も決定している。これらの機関との連携強化は、本研究成果の社会への応用や実装の有効なパスとなる。相手国での公開シンポジウムやセミナー、国際会議で本研究の広報、相手国側共同研究機関を通じた本研究成果のユーザ発掘に努めている。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では、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。次の段階として、本研究で展開する観測装置による実データの見える化が重要だと考えている。

雷観測データやこれによる予測情報に基づき、商用電源とバックアップ電源を自動的に切り換える装置の開発を計画に先行して開始し、試作初号機のハードウェアを製作した。本装置は、日本と相手国で共同開発することとし、定期的に議論を重ねている。

②研究題目 3 の当該年度の目標の達成状況と成果

2023 年 6 月に UNITEN で本研究のキックオフシンポジウムを行い、日本及び相手国省庁等から当プロジェクトにかける期待を共有したのち、両国の研究者が関連する研究の動向について発表や、両国の研究代表者らによるパネルディスカッションを行い、参加者との意見交換を行った。オンラインをあわせて登録参加者は 93 名で、録画配信を含めると 390 名が聴講した。この他雷観測技術や雷放電現象、本研究の進捗報告を内容とする公開セミナーを 4 回実施した。いずれもオンライン配信も行っている。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 MMD 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。2 つの国際学会や複数の国内学会で両国の研究者の共著で本研究を紹介した。

雷観測データやこれによる予測情報に基づき、商用電源とバックアップ電源を自動的に切り換える装置の開発を計画に先行して開始し、試作初号機のハードウェアを製作した。本装置は、日本と相手国で共同開発することとし、定期的に議論を重ねている。

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

2023 年 11 月に UTeM に、災害リスク削減のための技術センター Center of Technology for Disaster Risk Reduction (CDR) が設立された。兼ねてより UTeM で構想が練られていた環境、生物資源、情報、社会実装、エネルギーの安全保障に関する 5 つの研究グループから構成されるセンターで、本プロジェクトの開始により一気に具体化され、マレーシア側研究代表者の Mohd Riduan 准教授が初代センター長に就任した。災害リスク削減の取り組みにおける革新的研究拠点として、マレーシアの国家機関とも連携し、国内外での中心的存在となることを目指しており、本研究成果の社会実装も主要なミッションとする。

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、過去に相手国で実施した SATREPS の成果を活用できるよう研究体制が強化された。

相手国側共同研究機関で、本研究成果のユーザ発掘を継続しており、気象情報を提供する民間会社や通信会社、観測装置メーカーにプロモーションを実施し、本研究成果に興味を示されている。

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 3 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】

これまでに選定した観測地の準備を進め、供与機材を各地に設置して雷観測を開始する。本研究では、供与機材の雷観測装置としての組上げや、観測地への設置を研究者自身で行うので、これらの作業を相手国側研究者と合同で実施することにより、OJT 方式での雷観測技術の移転をした後は、相手国側研究者主体での雷観測やデータ解析を継続する。我が国で冬季に行うロケット誘雷実験を継続し、相手国側研究者の研修を行う。相手国では実験場準備を進めると共に、ロケットや発射台の調達方法の調査検討を継続する。本研究で得られる実観測データを活用した広報を行い、本研究成果のユーザ開拓に努める。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】

相手国への供与機材と、供与機材の設置、観測開始を加速する。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、相手国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 帯電波観測装置は 9 か所、VHF 帯電波観測装置は 6 か所に設置することとしており、前者は今後 1 年、後者は 2 年で設置完了を目指している。準備が整った観測地や装置から順次設置し観測を開始後、研究期間を通じて継続運用する計画である。高エネルギー放射線と電場計測も 2024 年度に観測を開始する計画である。半導体不足による機器や備品の長納期化と価格高騰の影響や、免税手続きや通関等の輸送に想定以上の時間を要しているが、間もなく最初の機材供与が行われる見込みで、2024 年度には一気に進むものと思われる。事前に観測地準備を計画的に進め、納品から観測開始までの時間を短縮する。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の検討を行っており、これらの実装を進める。観測地の準備は相手国側研究者主体、装置の設置作業は日本側と相手国側共同で進め、技術移転後、相手国側が自律的に観測を継続する。

【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】

電荷分布リアルタイム 3D イメージングのモデル検討と高速化を行い、2023 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と共に、供与機材と同スペックの観測装置によるデータ取得を本邦でも行い、検討したモデルの検証を行う。

【令和 5 年／2023 度実施報告書】【240531】

通信鉄塔での雷撃電流計測を開始する。

ロケット誘雷は、相手国での実験場準備と、必要機材の入手ルートの確保を進める。2024 年度冬季は、相手国側の研究者の研修として日本でのロケット誘雷実験の規模を拡大し誘雷実績を獲得と、供与機材の検証に活用する。2023 年度までに開発した誘雷ワイヤ巻取り装置を実証すると共に、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。2024 年には 9 月にドイツ開催される 37th International Conference on Lightning Protection (ICLP 2024) 等で相手国側と日本側の共著で本研究成果の発表を行う。2024 年 6 月に行う JCC 会議にあわせて第 2 回のシンポジウムを行い、プロジェクトの進捗を広報する。2024 年度に運用を開始する装置による観測データをもって、より具体的に本研究で得られる成果を示して、ユーザの発掘や成果利用への働きかけを行う。TNB、DID、MMD、マラッカ州政府と定期的にミーティングを行い、プロジェクト成果のニーズを常にアップデートし、活用機会の促進に努める。

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）

本共同研究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、対等関係を意識した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。2024 年度は機材供与と観測装置の設置が本格化するため日本側研究者の渡航機会が増えるので、より密なコミュニケーションをとって行く。UNITEN で研究者の入れ替りが頻繁に発生しているので、各担当に複数の研究者を当てるようにしている。

日本と相手国双方で、国際輸送や通関等に関する知識や経験が乏しく、機材の供与に係る手続きに想定以上の時間と労力を費やしている。2023 年度中に管轄省庁への相談や、民間企業の協力等を経て本プロジェクトに適した輸送手段を確立し供与機材の調達を開始した。2024 年度以降順次機材供与を行う。

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）

本研究成果の直接のユーザであり、研究成果の社会還元や実装の有効なパスとなる TNBR と DID の連携を強化し、Joint Research Institution に格上げした。MMD も同様の対応を予定している。DID および MMD の施設を観測装置の設置場所として選定しており、観測状況や結果をリアルタイムに配信する計画で、実データによる研究成果のプロモーションを行う。本プロジェクトの開始を契機に UTeM に新設され、マレーシア側研究代表者の Mohd Riduan 准教授が初代センター長に就任した Center of Technology for Disaster Risk Reduction (CDR) は、マレーシアの国家機関とも連

携し、国内外での中心的存在となることを目指したセンターで、本研究成果の社会還元も主要なミッションとする。同センターを通じて、まずは特に関係が深いマラッカ州政府への雷ナウキャストや早期警報を提供すると共に、ユーザへの社会実装用プロダクトの提供窓口とすることを検討している。相手国では、豪雨や洪水に対する防災への要求が高い。活発な雷活動や雷雲内に蓄えられた大量の電荷は災害を引き起こすような活発な積乱雲の発達度を示す指標となり得る。MMD や DID、過去の SATREPS 課題で得られた知見を投入し、本研究成果の還元領域拡大を検討する。

当初 2025 年度に着手する計画であった、高度雷情報に基づき商用電源とバックアップ電源を自動的に切替える装置の開発を初年度から先行して実施し、試作初号機のハードウェアを製作した。本装置の電源切替部を除く IoT ユニット等は、マレーシアと日本で共同開発することとし、2025 年度より UNITEN および TNB での試用開始を目指している。

気象情報を提供する民間会社や通信会社、観測装置メーカーに対して本プロジェクトの内容や狙いを説明し、情報交換等のコミュニケーションを継続している。供与機材による観測を開始した後、実データを示したプロモーションを行う予定である。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

UNITEN 敷地内に新設された National Energy Center はマレーシア国内唯一の電力関連事業の推進拠点である。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

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～終わりのページ	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～終わりのページ	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
2023	Rocket Triggerd Lightning (RTL) 2024 研修、A:2023/12/4 ~ 2024/2/24 1名、B:2024/1/14 ~ 2024/2/4 4名、C:2024/1/14 ~ 2024/1/21 7名、金沢でのロケット誘雷実験実地研修、雷放電物理や雷観測技術に関する研修、サイトビジット、近畿大学での観測装置や解析手法に関する研修など	Instruction manual for Lightning Current Detector, 3D imaging of lightning channel and charge structure, Basics for lightning, Low-frequency radio observations of lightning deischarge, Basics for VHF LCI and LF LCI,	2024/1/1に発生した能登半島地震により、B、Cの実施機関を1週間短縮し、避難マニュアルの作成など安全対策を強化した上で、金沢での実地研修を行った。

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
2023	国際学会	Takeshi Morimoto(Kindai University); Mohd Riduan Ahmad(Universiti Teknikal Malaysia Melaka); Mohd Zafri Baharuddin(Universiti Tenaga Nasional); Daohong Wang(Gifu University); Kazuo Yamamoto(Chubu University), Takeshi Kudo(Otowa Electric Co. Ltd.), Ammar Nasser Al Kahtani(Universiti Tenaga Nasional), Mohamad Zoinol Abidin Abd Aziz(Universiti Teknikal Malaysia Melaka), Manabu Akita(The University of Electro-Communications), Yuji Takayanagi(Kindai University), Zen-Ichiro Kawasaki(Osaka University), Tatsuo Torii(University of Fukui)、Real-time Lightning 3D Imaging and Forecasting Project in Malaysia for Sustainable and Reliable Supply of Energy and Storm Disaster Early Warning、APL 2023 – Asia-Pacific International Conference on Lightning、Langkawi, Malaysia、12-15 June 2023	ポスター発表
2023	国際学会	Takeshi Morimoto(Kindai University), Takeshi Kudo(Otowa Electric Co. Ltd.), Daohong Wang(Gifu University), Kazuo Yamamoto(Chubu University), Tatsuo Torii(University of Fukui), Zen-Ichiro Kawasaki(Osaka University), Ammar Al Kahtani (Universiti Tenaga Nasional), Riduan Mohd (Universiti Teknikal Malaysia Melaka), Zafri Baharuddin(Universiti Tenaga Nasional), Real-time Lightning 3D Imaging and Forecasting Project for Sustainable and Reliable Supply of Energy and Storm Disaster Early Warning ~SATREPS Project in Malaysia~, URSI GASS 2023 – International Union of Radio Science General Assembly and Scientific Symposium、SAPPORO, JAPAN、19-26 August 2023	口頭発表

2023	国内学会	M. H. M. Sabri(Universiti Teknikal Malaysia Melaka), M. R. Ahmad (Universiti Teknikal Malaysia Melaka), Y. Takayanagi(Kindai University),T. Morimoto(Kindai University) , Z-I. Kawasaki(Osaka University), M. Z. Baharuddin M. Abdullah(Universiti Tenaga Nasional)、Positive cloud-to-ground flashes from tropical thunderstorms in Malaysia、日本大気電気学会第101回研究発表会、兵庫、2024年1月6-7日	口頭発表
2023	国内学会	秋田学(電気通信大学)、稲葉敬之(電気通信大学)、森本健志(近畿大学)、Mohd Riduan Ahmad (Universiti Teknikal Malaysia Melaka)、Zafri Baharuddin(Universiti Tenaga Nasional)、広帯域干渉計における最尤推定に基づく電磁波源標定法、日本大気電気学会第101回研究発表会、兵庫、2024年1月6-7日	口頭発表
			招待講演 0 件
			口頭発表 3 件
			ポスター発表 2 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
	国内学会	森本健志(近畿大学)、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、電気学会東海支部研究フォーラム「電力設備及びシステムに対する雷・自然災害と環境問題に関する研究」、愛知、2024年3月2日	招待講演
			招待講演 1 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。
2023	2023/6/19	Kick-Off Symposium	テナガナショナル大学 (マレーシア)	約390名(録画配信の視聴者を含む)	公開	日本及びマレーシアの省庁等から当プロジェクトにかける期待を共有したのち、両国の研究員が関連する研究の動向について発表を行った。両国の研究代表者らによるパネルディスカッションを行い、参加者との意見交換を行った。
2023	2023/6/26	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	観測サイトの合意文書に係る進捗を確認。JCC議事録の内容を確認。9月の現地調査計画を検討。研修員派遣計画を検討。
2023	2023/7/7	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	9名(オンライン)	非公開	マレーシア側予算の拠出に係る進捗を確認。JCC及びシンポジウムの事後処理を検討。観測サイトの計画を協議。
2023	2023/7/14	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	JCC議事録の進捗を確認。ビデオ観測に係る進捗を検討。9月の現地調査計画を作成。中澤調整員の赴任状況を確認。

2023	2023/7/21	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	観測サイトKLタワーの進捗を確認。9月の現地調査計画を検討。共同開発中のオートスイッチに係る仕様を作成。マレーシア側がロケット誘雷に係る準備態勢を報告。
2023	2023/7/28	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	マレーシア側予算の拠出に係る手続きを確認。第1回JICC議事録を検討。観測サイトの進捗を確認。9月の研究員派遣計画を検討。
2023	2023/8/4	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	マレーシア側予算の拠出に係る手続きを検討。JCCメンバーに係る進捗を確認。観測サイト選定に係る進捗を確認。翌年1月の研修計画を検討。
2023	2023/8/18	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	8名(オンライン)	非公開	シンポジウムの結果共有ウェブサイトを検討。JCC議事録署名の進捗を確認。共同開発中のオートスイッチに係る日本側の進捗を報告。
2023	2023/8/25	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	JCC議事録署名の進捗を確認。9月の現地調査に係る準備を検討。研修の派遣計画を検討作成
2023	2023/9/1	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	JCCメンバーに係る交渉の状況を確認。観測サイトの進捗を確認。9月の現地調査計画を検討。1月の日本への研修の候補者を検討。
2023	2023/9/8	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	8名(オンライン)	非公開	自動気象観測機を所有する企業情報を共有。観測サイトの進捗状況を確認。9月の現地調査計画を検討。研修の応募状況を確認。
2023	2023/9/15	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	8名(オンライン)	非公開	JCCメンバー参加に係るTNBRとの会議結果を報告、同対応方針を決定。観測候補サイトKLタワーの現地調査結果を報告。1月の日本への研修の進捗を確認。

2023	2023/9/29	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	8名(オンライン)	非公開	JCCメンバー参加に係る各機関の進捗を確認。10月の現地調査の日程を確認。学位取得長期研修の候補者推薦方針を検討。
2023	2023/10/6	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	6名(オンライン)	非公開	観測サイト候補のKLタワーの現地調査結果を共有。9月に実施した背景ノイズ調査の結果を共有。JSTの冊子への掲載案を検討。
2023	2023/10/13	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	9月の現地調査の分析結果を確認。翌年1月の日本への出張の参加人数を確定。自動切換装置の試験結果を確認。河崎研究員が高速力メラ販売会社訪問結果を報告。
2023	2023/10/20	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	ザフリ研究員がKLタワーの観測機器設置計画を発表。10、11月の現地調査計画を検討。1月の研修に係る進捗を確認。自動切換装置の開発計画を確認。
2023	2023/10/25	Lightning Physics	テナガナショナル大学 (マレーシア)	約6名	公開	在外研究員として派遣された河崎善一郎が、テナガナショナル大学の研究員に対し、雷放電の最新の研究動向の講演を行った。
2023	2023/10/27	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	6名(オンライン)	非公開	JCCメンバーに関し、排水灌漑局との協議に係る方針を検討。高柳研究員が11月の現地調査計画を発表、検討。JSTの冊子への掲載案を検討。
2023	2024/11/3	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	河崎研究員が10月の現地調査活動を報告。高柳研究員が11月の現地調査計画を検討。12～1月に行う研修の準備過程を検討。

2023	2024/11/10	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	8名(オンライン)	非公開	JCCメンバーに関し、気象局との調整過程を共有。観測サイトに関し、山本研究員との打ち合わせ結果を共有。マレーシア側のコンピュータ調達に関し、秋田研究員が同仕様を助言。
2023	2023/11/16	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	8名(オンライン)	非公開	JCCメンバーに関し、排水灌漑局との協議結果共有。高柳研究員の11月の現地調査計画を検討。本邦調達機材の計画を共有。
2023	2023/11/24	Background Noise Measurement in Malaysia	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	約128名 (録画配信の視聴者を含む)	公開	在外研究員として派遣された高柳裕次がマレーシアの観測候補サイトで行ったBackground Noise Measurementの結果を同国の研究者に共有した。
2023	2023/11/24	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	6名(オンライン)	非公開	観測サイトの交渉過程について意見交換。高柳研究員が現地調査の進捗を報告。翌年1月の研修の準備を確認。
2023	2023/12/1	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	高柳研究員が現地調査の進捗を報告。第2回JCCの日程を検討。本邦調達機材の通関手続きを確認。
2023	2023/12/8	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	8名(オンライン)	非公開	第2回JCCの構想を検討。共同開発中のデータロガーの仕様を協議。本邦調達機材Eフィールドセンサーのマレーシアにおける通関手続きを確認。
2023	2023/12/15	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	長期研修員の候補者を検討。1月の研修・出張計画を確認。第2回JCCの構想を検討。

2023	2023/12/18	Lightning Initiation Mechanism Observation of Initial E-Field Changes with Microwave and VHF Radiation in Tropical Thunderstorms	近畿大学(日本)	約115名 (録画配信の視聴者を含む)	公開	研修員として派遣中のDr. Muhammad Haziq Bin Mohammad Sabri が、これまでに実施されてきたマレーシアでの研究と、今後の研究課題についての発表を行い、参加者からの意見を聴取した。
2023	2023/12/22	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	6名(オンライン)	非公開	河崎研究員の現地調査計画を検討。長期研修の候補者選考及び選考日程確認。1月の研修に係る取り止め1名の確認。
2023	2024/1/4	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	8名(オンライン)	非公開	2024年1月1日に発生した能登半島地震のため、同月予定していた研修計画を再検討。同月に派遣予定の河崎研究員の日程を確認。
2023	2024/1/12	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	8名(オンライン)	非公開	観測候補サイトKLタワーに係る対応方針を決定。令和6年能登半島地震発生に関連し、2024年1月に予定している日本への研修・出張に係る実施方針を決定。
2023	2024/1/26	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	9名(オンライン)	非公開	ロゴスキーコイル開発状況を報告。2～3月の現地調査計画を検討。1月の研修の実施状況を確認。第2回JCCの内容を検討。
2023	2024/2/2	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	UTeMが同大学で実施中のVHF観測の分析結果を共有。2～3月に派遣予定の河崎・高柳調査の計画を検討。JCC2のマレーシア側招待者を確認。
2023	2024/2/9	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	ロケット誘雷候補サイトを検討。JCC2の実施計画を検討。自動切換装置の構想を検討。機材USPRソフトウェア無線デバイスの発注を報告。

2023	2024/2/16	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	4名(オンライン)	非公開	ロケット誘雷サイトの準備方針を決定。長期研修に係る調査計画検討結果を共有。次回研修の検討計画を決定。
2023	2024/2/19	Detail Discussion on VHF Interferometer Sytem	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	約64名 (録画配信の視聴者を含む)	公開	MET Malaysia代表のDizah氏が、マレーシアの気象に関する説明と雷雨の統計について講演を行い、質疑や意見交換が行われた。その後、UTeM側のZikri氏が、雷放電に関する講演、また、Riduan氏がVHF干渉計に関する講演を行い、参加者からの意見を聴取した。
2023	2024/2/28	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	電流計測サイトの候補を変更。USPRソフトウェア無線デバイスに係るマレーシア税関向け申請を確認。ロケット誘雷候補地の実地検分日程を確認。
2023	2024/3/6	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	5名(オンライン)	非公開	電流計測候補サイトの実地検分結果を共有。電界センサーのマレーシア側での受け取りに係る手続の進捗を確認。観測サイトの選定状況と今後の対応方針を確認。
2023	2024/3/12	Publication Presentation	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	11名 (録画配信の視聴者を含む)	非公開	International Conference on Lightning Protection(ICLP)で発表予定の内容・研究成果について学生4名がプレゼンを実施し、参加者からの意見を聴取した。
2023	2024/3/13	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	9名(オンライン)	非公開	USPRソフトウェア無線デバイスの日本側での進捗を報告。ロケット誘雷サイトをUiTM Jasinに決定、今後の対応方針を確認。4～5月の現地調査の計画を検討。

2023	2024/3/27	Meeting With Research Members of Malaysia and Japan	マレーシア技術大学マラッカ校(マラッカ)	7名(オンライン)	非公開	供与機材及び同機材の一時保管場所確保の進捗を共有。RTLサイトとしてUiTMJasinを選定。4～5月の日本側研究員派遣日程を検討。
------	-----------	---	----------------------	-----------	-----	--

41 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
2023	2023/6/19	PDM, PO, JCCメンバー等のプロジェクトの概要、調達・研修日程、観測サイト等の確認	49	観測サイト候補の8か所を特定。プロジェクト実施体制として、日マ双方で主要研究機関、合同研究機関、協力機関及び同機関内での責任者を特定した。また、プロジェクトの各成果について、その詳細を確認した。

1 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	- 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	- 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	- 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人材の育成	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	- 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)	- 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。

