

【目的】

SIP第2期（線状降水帯予測）で研究開発した積乱雲群予測と、防災科研が開発した落雷・突風等予測を統合し、減災行動に結び付ける積乱雲危険度予測情報として提供するために必要な研究開発・実証を行う。

【BRIDGE終了時の成果（社会実装）】

積乱雲毎の確率論的移動予測法に基づく「積乱雲の予報円情報」のリアルタイム提供を可能とし、さらに発雷の可能性がある危険な積乱雲を判定する手法を開発した。**気象庁雷ナウキャストに比べて、1時間先の捕捉率を20%向上させ、「発雷の見逃しが少ない予測」を実現**した。さらに、気象庁雷ナウキャストが1時間先までの予測であることに対して、BRIDGEでは1時間先の予測精度を維持しながら2時間先まで予測することが可能であると実証した。**1時間先予測情報に基づく落雷リスクのトリガー情報に加えて、さらに2時間先及び半日先予測も統合することで、「落雷はもう無い」という安心・解除情報を提供する実証実験を複数の半導体工場と実施し、これらの予測は将来、事業継続判断を支援する情報になり得るという評価を得た。**

【成果（KPI達成状況）／社会状況変化の対応など】

半導体工場への実証実験後のヒアリング調査において、**現業を上回る高精度な1時間以内の直前予測に高い有効性が確認でき、当初計画の技術的なKPI目標である、【TRL 6の実現】を達成**できたと考える。

本課題で高度化した予測技術を確実に社会実装させるためには、リアルタイムでの予測情報提供に留まらず、顧客ニーズに応じた情報提供のあり方（社会実装モデル）の検討が必要である。事前ヒアリングで、半導体工場毎に、前工程か後工程か、またハード対策状況に応じて、落雷対策が大きく異なることが分かった。

必要とされる予測精度とリードタイムを把握した上で、顧客毎にカスタマイズされた通知ルールに基づいたアラート配信方法を実装し、実証実験後に一定の評価を得た。最適な情報提供方法の検討においては、事前の想定を検証することができ、**当初計画どおり【BRL 5の実現】を達成**できたと考える。

【今後の社会実装/普及に向け必要な措置等】

「空振り予測の更なる低減」及び「瞬停・瞬低の可能性予測」が実現されれば、本システムの導入を検討したいという声もあった。こうした技術/研究開発を継続し、2年以内での社会実装を検討している。

本成果は、半導体工場のみならず、横展開として、瞬停・瞬低リスクへのハード対策が不十分な様々な業種において、災害発生前の生産ライン制御や発生後の迅速な復旧対応を可能とし、新しい価値（生産機会損出の最小化と休業保証等の保険）を創造する基盤技術となることが期待される。

① 全体概要

【解決すべき社会課題】

- 近年、**積乱雲マルチハザード**（線状降水帯も含め積乱雲によってもたらされる豪雨や落雷等の様々なハザードを指す）が頻発し、人的被害や年2,000億円以上とされる経済被害が発生するなど甚大な被害をもたらしている。
- **国民の生命を守るとともに、企業活動による経済被害の低減への対策もレジリエント社会の実現のために重要**。具体的な例として、半導体工場等の運用事業者では、瞬停（瞬低）リスク対応として、雷予測は半日前から直前までのシームレスな予測が有効との声があり、**時間とともに危険範囲を絞り込んでいく落雷予測情報やそれに基づく事業継続の判断に資する総合的情報（積乱雲危険度予測情報）が必要**。
- SIP第2期において線状降水帯予測のために開発した**積乱雲群の予測及びデータ同化技術は豪雨予測のみならず、積乱雲マルチハザード予測の基盤技術となり得る**。一方で、**積乱雲危険度予測情報を社会実装するためには、多様な企業で有効性を検証しながら、多様なニーズに対応可能な、積乱雲予測技術のさらなる高度化が必要**。

【施策内容】

- 防災科研が開発した三次元雷放電経路観測（LMA）を用いた**落雷予測技術**と、SIP第2期で開発した線状降水帯予測技術を基盤とした**積乱雲の直前から半日先までの予測を統合・活用し、減災行動に結び付ける積乱雲危険度予測情報として提供するために必要な研究開発・実証**に取り組んだ。また、**九州経済連合会や工場運営事業者と連携し、実証実験及びヒアリング調査を実施した**。

【成果の社会実装】

- 工場への事後ヒアリングにおいて、**現在の予測情報を上回る高精度な1時間以内の直前予測に高い有効性が確認**できた。
- 課題となった「空振り予測の低減」及び「瞬停・瞬低の可能性予測」を推進することで、**2年後を目処に社会実装をめざす**。
- 本研究成果は、**瞬停・瞬低リスクへのハード対策が不十分な様々な分野の業種（特に中小規模）において、災害発生前の生産ライン制御や発生後の迅速な復旧対応を可能とし、新しい価値（生産機会損出の最小化と休業保証等の保険）を創造する基盤技術となることを確認した**。

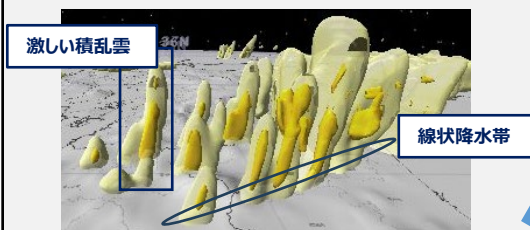
社会実装に向けた施策・取組等の全体俯瞰の中での成果（進捗の説明）

② 全体俯瞰図

SIP第2期（線状降水帯予測）で研究開発した積乱雲群予測と、防災科研が開発した落雷・突風等予測を統合し、減災行動に結び付ける積乱雲危険度予測情報（半日先までの予測）として提供するために必要な研究開発・実証に取り組む。

内閣府:SIP第2期（防災）

豪雨等予測技術（2時間先と半日先予測）



水蒸気観測に基づく、線状降水帯を構成する豪雨等の2時間先から半日先予測

文部科学省:防災科研運営費交付金事業

落雷・突風等予測技術（1時間先まで）



三次元雷放電経路観測(LMA)



LMAやレーダ同化技術に基づく落雷・突風の予測技術

LMAやレーダ観測に基づく、落雷・突風等の1時間先までを予測する技術開発

BRIDGE（R5-R6年度）

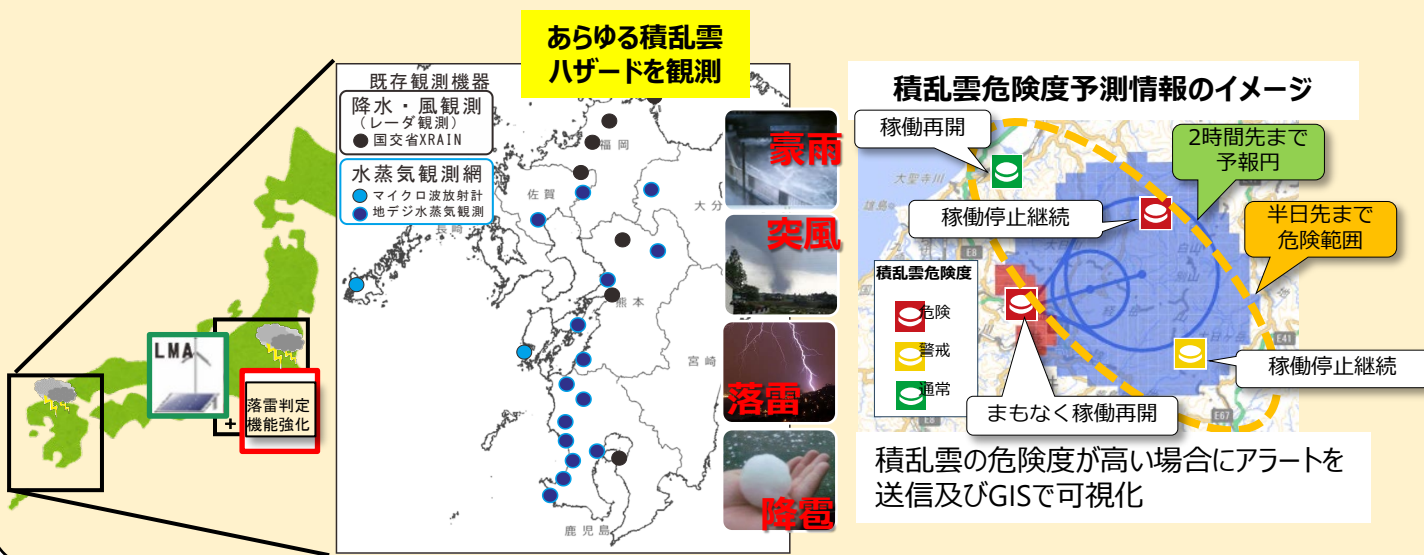
積乱雲危険度予測情報の研究開発

○積乱雲ハザード予測技術の高度化

・豪雨・落雷・突風・降雹の現況や予測の統合により、**産業界からのニーズを踏まえ、企業の事業継続や住民の安全確保に資するため、拠点等にピンポイントで半日先までの積乱雲ハザード予測情報を開発**

○積乱雲確率危険度予測情報の研究開発

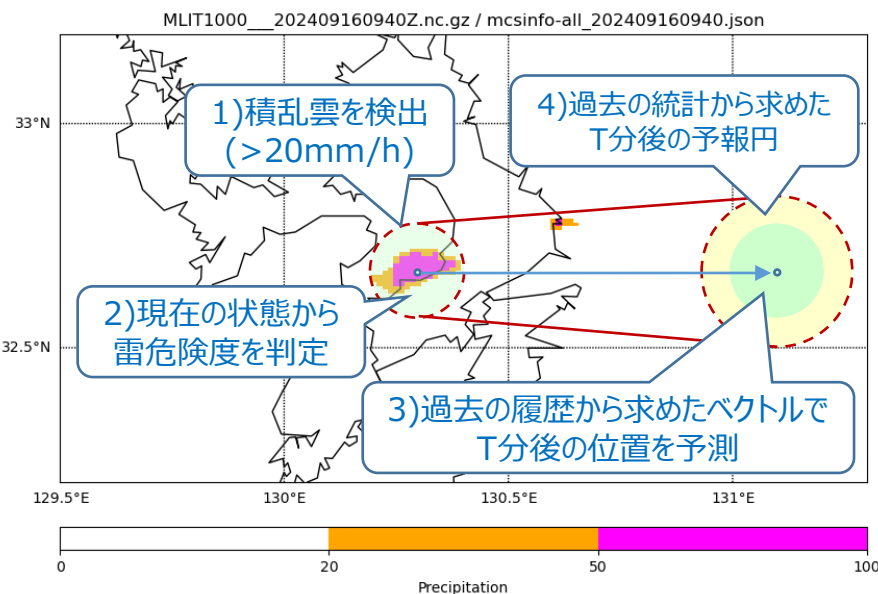
・予測時点毎に**不確実性を抽出**し、ニーズに応じて時系列的にハザード情報を**リスク情報へ高度化**
・企業等における実証に基づく改善を図り、**予測情報の有効性を評価**



災害情報の瞬時把握（気象センシング情報）

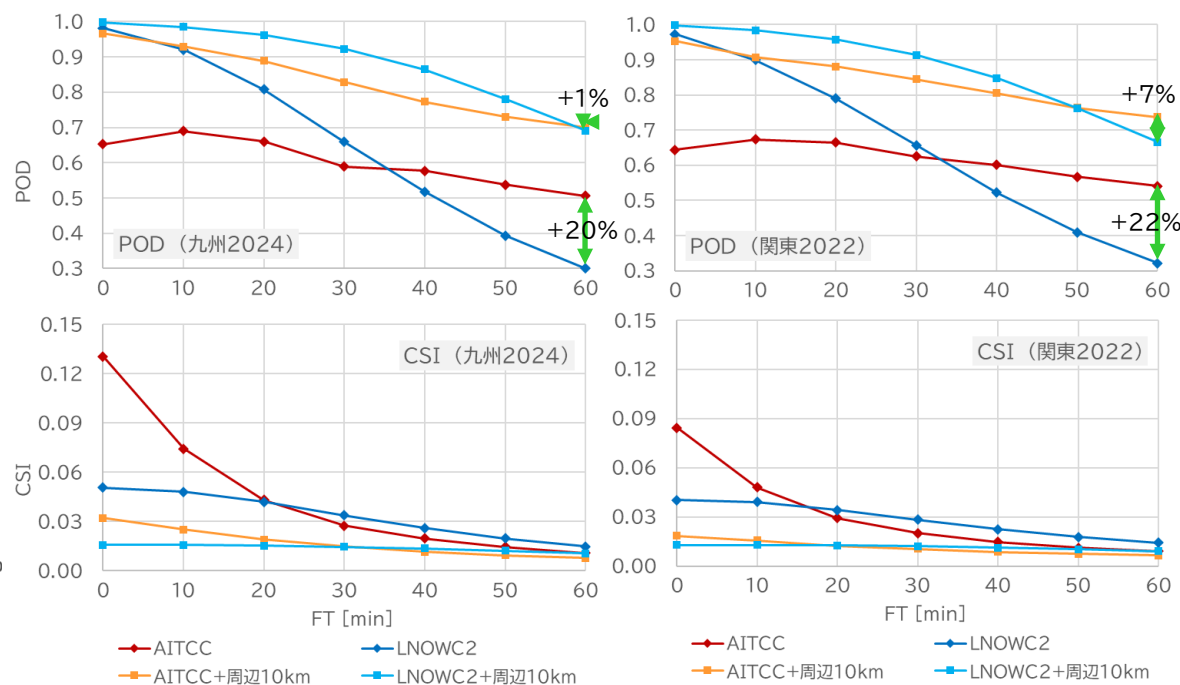
内閣府：SIP第3期（防災）サブ課題A 災害情報の広域かつ瞬時把握・共有

テーマ 減災行動に結び付ける積乱雲危険度予測情報の研究開発



1) 積乱雲毎の予測手法（AITCC）の概要

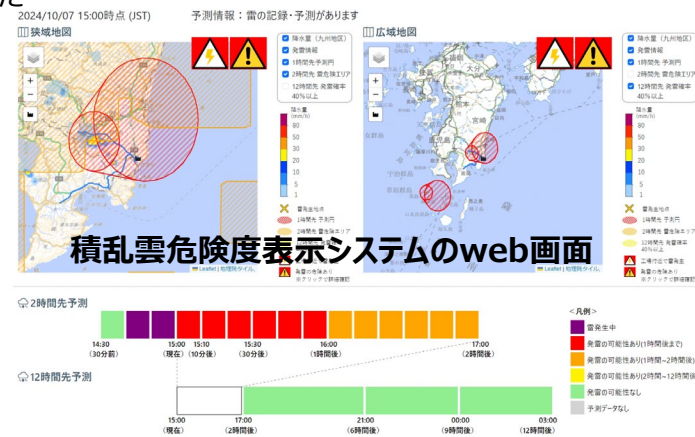
- ・ T分後の積乱雲の範囲（予報円）は、現在の積乱雲の範囲にT分後の予測誤差を加えた範囲とした。
- ・ 現在の積乱雲の範囲内に落雷または雲間雷が観測されている場合を「雷危険度あり」とした



2) 気象庁雷ナウキャスト(活動度2以上)とのスコア比較

FT±5分の間に、予測された積乱雲及びその周辺10km以内に観測された落雷を捕捉した雷とした

積乱雲毎の確率論的移動予測法に基づく「積乱雲の予報円情報」のリアルタイム提供を可能とし、さらに発雷の可能性がある危険な積乱雲を判定する手法も開発した。この新手法は、1時間先の捕捉率（POD）を、**現業の気象庁雷ナウキャスト（1時間先予測）**に対し適中率は同程度に保ちながら、**捕捉率を20%向上させ、「発雷の見逃しが少ない予測」を実現した。**



研究成果及び出口戦略、達成状況（取組全期間）

テーマ 減災行動に結び付ける積乱雲危険度予測情報の研究開発

① 研究成果及び達成状況(全体概要)

【積乱雲ハザード予測手法の高精度化】

- 積乱雲毎の確率論的移動予測法に基づく「**積乱雲の予報円情報**」のリアルタイム提供を可能とし、さらに発雷の可能性がある危険な積乱雲を判定する手法も開発した。この新手法は、**1時間先の捕捉率を、現業の気象庁雷ナウキャスト(1時間先予測)に対し適中率を同程度に保ちながら、捕捉率を20%向上させ、「発雷の見逃しが少ない予測」を実現した。**
- SIP第2期で開発した積乱雲群の2時間先予測等を用いて、降雨のみならず、2時間先までの落雷及び強風などの積乱雲ハザードを予測する手法を開発した。さらに位置ズレ補正技術を発雷予測に導入し、1時間先から3時間先までの「予報の空白」を埋めるような高精度な予測情報の提供をリアルタイムで可能とした。**この新手法においては、1時間先の気象庁の雷ナウキャストの予測精度を維持しながら、2時間先まで予測することができることを実証した。**
- 現業予測として、3時間以降から39時間先までの降雨及び発雷確率情報が気象庁から提供されているが、事前ヒアリングにおいて、半日程度先までの予測情報が工場職員の通勤管理において重要であるという意見があった。そのため、**見逃しと空振りが共に少ない半日先程度までの予測情報プロダクトを気象庁メソアンサンプルガイダンスから作成し、関東及び九州地方において2023年と2024年において精度検証を実施し、その適中率は25%であり、職員の注意喚起としての利用する十分な精度があると判断した。**半日先予測情報を実証実験内でリアルタイムで提供した。

【事業継続支援システムの研究開発】

- 本研究で開発した「積乱雲の予報円」を用いた“1時間先予測”、SIP第2期での予測技術を拡張した“2時間先予測”、気象庁メソアンサンプルガイダンスをベースとする“半日先予測”を統合した、**リアルタイム可視化機能、自動アラート送信機能、自動ポップアップ通知機能を有した「積乱雲危険度表示システム」を開発した。**
- 「積乱雲危険度表示システム」をリアルタイム運用し、**顧客毎にカスタマイズされた通知ルールに基づき、6社への実証実験を実施した。**3つの予測情報の中で、特に工場現場では、**1時間先までの高精度予測へのニーズが高く、「もう落雷はない」という安心情報・解除情報も含めた時系列情報に高い有効性を確認した。**

② 出口戦略・研究成果の波及

事業の担い手（実装先）としてスタートアップを想定。さらに、スタートアップが防災企業によるコンソーシアムと連携することにより、多様な新サービスの創出を想定している。サービスの顧客として発電事業者、鉄道事業者、半導体関連企業、ITメーカー、民間気象会社、イベント会社、自動車製造事業者、住宅機器製造事業者、建設業者、農業、林業、損害保険会社等を想定している。**内閣府の「BRIDGEのスタートアップの事業創出に係る支援業務」の一環として、PwCコンサルティングによる本研究のスタートアップ支援において、顧客のニーズに合わせて行動指針までカスタマイズして提供する類似事業は見られないことから、新規参入余地があると評価された。**

③ 目標達成状況等の特記事項

特に無し

