

# 国-6 竜巻等の自動検知・進路予測 システム開発

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

「革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技術領域」

財務省説明資料

令和3年2月  
気象庁 気象研究所

# 資料1 「竜巻等の自動検知・進路予測システム開発」の全体像

## 課題と目標

- (課題) 局地的・突発的な現象の即時的な検出・予測及び情報提供が困難
- (目標) 当該システムの開発により、以下の目標を将来的に実現できる。  
人工知能を用いた、気象レーダーデータのリアルタイムの分析・判断により、災害をもたらす竜巻等突風・局地的大雨の範囲や強さを自動検出。位置情報等を連携させ、先読み情報(直前予測)を入れて様々なニーズを持つ事業者(公共交通事業者等)へカスタマイズされた情報を提供。

## 出口戦略

アドオン施策で開発したAI(人工知能)システムを以下に搭載し、災害に結びつく現象の早期予測による運行規制を行うことで、防災減災が図られる。  
公共交通事業者が主要幹線沿い等に新規整備する気象レーダー システム要件を満たす既設の公共気象レーダー

## 民間研究開発投資誘発効果

民間研究開発投資誘発効果等(見込額): 合計5,005,000千円

民間からの貢献(見込額): 合計154,000千円

## 「竜巻等の自動検知・進路予測システム開発」の概要

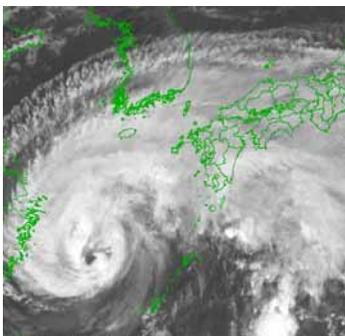
元施策: 大気海洋に関する研究

台風および集中豪雨・大雪・竜巻等突風等の顕著現象がもたらす気象災害を防止・軽減するため、最先端の観測・解析手法や高精度の数値予報システムを用い、これらの現象の機構解明と高度な監視予測技術の開発を行う。

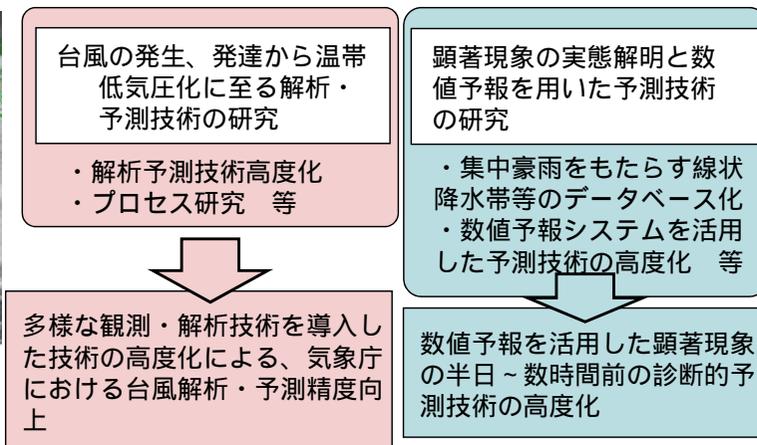
施策の全体像: 本アドオン施策は、主に公共交通事業者を対象とした情報提供システムの開発を行う。全国で運用される気象レーダーの観測で得られるビッグデータを、人工知能を用いた技術等でリアルタイムに処理し、災害をもたらすおそれがある竜巻等突風・局地的大雨の範囲や強さを自動検出する技術を確立する。さらに利用者向けにカスタマイズされた情報を提供するためのシステムを開発する。これらにより、災害の発生直前からまさに災害が発生中、及び事後における、公共交通の危険回避や抑止などの防災対策や応急対策等が可能となる。

## 元施策 大気海洋に関する研究 (254,000千円)

台風・顕著現象がもたらす気象災害を防止・軽減するため、新しい観測・解析手法や高精度の数値予報システムを用い、これらの現象の機構解明と高度な監視予測技術の開発を行う。



2017/09/16 15:00 衛星B13 B18



気象庁の予報・警報等の防災情報の高精度化のための現象の観測・解析技術において、波及効果の極めて高い技術的ブレークスルー

実施項目	H30	R1	R2	R3	R4
<b>実施項目(1)</b> 竜巻等突風・局地的大雨関連データの標準化・ビッグデータ化およびAIによる総合解析	<b>現象にかかわるAI学習データベース構築</b> ・レーダーデータ等の収集 / ・深層学習のためのカタログ化				
<b>実施項目(2)</b> 災害をもたらす現象の自動検出・追跡技術の開発	<b>AIを用いた自動探知・追跡・進路予測検出技術の開発</b> ・人工知能(AI)による深層学習				
	<b>リードタイム / 適中率 / 捕捉率などの評価検証に基づく改善</b>				
<b>実施項目(3)</b> AIによる竜巻等突風・局地的大雨の予測情報の自動生成システムの開発	<b>事前調査・ユーザーニーズ</b>				
	鉄道のための深層学習を用いた突風探知				
	<b>運行用プロダクト開発</b>				
	↓ <b>リアルタイム試行による評価・検証</b>				

アドオン施策で開発した技術の波及により、局地的大雨・竜巻等突風のみならず集中豪雨・台風等に対する対策のための研究開発が加速され、将来的な気象防災能力の強化の全国規模での実現が期待される。

## 資料3-1 「竜巻等の自動検知・進路予測システム開発」の概要

### 背景・現状、実施内容

集中豪雨・台風等およびそれらがもたらす気象災害の「新たなステージ」（局地化・集中化・激甚化）に関連し、局地的・突発的に発生し甚大な被害をもたらす大気現象に対する災害対応力の強化が求められている。

防災におけるAI利活用とそのための現場データ標準化等が求められている。

課題：局地的・突発的な現象の即時的な検出・予測及び情報提供が困難

目標：当該システムの開発により、以下の目標を将来的に実現できる。

人工知能を用いた、気象レーダーデータのリアルタイムの分析・判断により、災害をもたらす竜巻等突風・局地的大雨の範囲や強さを自動検出。

交通の位置情報等を連携させ、先読み情報（直前予測）を入れて事業者（公共交通事業者等）ごとにカスタマイズされた情報を提供するシステムを開発

AIによるビッグデータの災害リスク解析に基づく社会実装エリアの選定。

)国土交通省交通政策審議会気象分科会 提言（平成30年8月）、AI戦略（令和元年6月）

### 研究開発目標

竜巻等突風、局地的大雨は高速交通などへの災害をもたらすものの、そのサイズが小さく急速に発達するため従来の手法でこれをとらえ防災に結び付けることは困難である。本アドオン施策は、主に公共交通事業者を対象としたこれらの現象における情報提供システムの開発を行う。全国で運用されている気象レーダー観測で得られるビッグデータを、人工知能を用いた技術等でリアルタイムに処理し、災害をもたらすおそれがある竜巻等突風・局地的大雨の範囲や強さを自動検出する技術を確立する。さらに公共交通事業者向けに進路上に自動的にアラートを出す技術を開発する。これらにより、災害の発生直前からまさに災害が発生中、及び事後における、公共交通の危険回避や抑止などの防災対策や応急対策等の防災活動が可能となる。

### 出口戦略

アドオン施策で開発したAI(人工知能)システムを以下に搭載し、災害に結びつく現象の早期予測による運行規制を行うことで、防災減災が図られる。

公共交通事業者が主要幹線沿い等に新規整備する気象レーダー

システム要件を満たす既設の公共気象レーダー

また、災害に結びつく現象の早期予測が行えるようになり、以下のような民間投資が誘発される。

AIでビッグデータから災害リスク対策の重点エリアを解析することによる、民間による防災事業形成の促進。

気象レーダーと情報提供システムをパッケージとした新規整備、海外展開。

産学官一体での最新レーダーの開発投資。

当該システムから発信される情報を加工した情報通信コンテンツ等の産業の創出。

気象情報を必要とする物流・港湾荷役・ライフライン関連事業者等への利用の広がりやレーダーの導入の加速。

情報提供システムの実装で安全性向上が見込まれる自動運転等将来型交通インフラへの投資拡大。

## 資料3-2 「竜巻等の自動検知・進路予測システム開発」の概要

### PRISMで推進する理由

- ◆ 本研究開発は、公共交通事業者向けに特化した狭いエリアの気象情報提供の開発を産学官連携で行う。気象庁予算で実施する既存研究が対象とする全国をカバーする気象予測のための研究とは異なるほか、官民連携によって初めて可能となる気象・交通データの高度な融合に基づく新しい防災情報を創出するため、アドオン施策として申請した。
- ◆ 革新的技術のポイントは、局地的・突発的に発生し災害をもたらす現象をAIにより即時自動解析、危険域早期検出・追跡する技術を実現することである。上記の特化領域に当該アドオン予算を集中させることで、研究開発の加速と深化が図られる。その結果、本体事業における予報・警報等の防災情報の高精度化において、波及効果の極めて高い技術的ブレークスルーとなる。

### 元施策がどのように加速されるか

#### 元施策：大気海洋に関する研究

台風・顕著現象がもたらす気象災害を防止・軽減するため、新しい観測・解析手法や高精度の数値予報システムを用い、これらの現象の機構解明と高度な監視予測技術の開発を行う。

アドオン施策で開発した技術の波及により、局地的大雨・竜巻等突風のみならず集中豪雨・台風等に対する対策のための研究開発が加速され、将来的な気象防災能力の強化の全国規模での実現が期待される。

- ・気象衛星ひまわりの高頻度雲画像や広域の気象レーダーデータに応用することにより、台風・集中豪雨等の新たな強度推定と発達予測につながる。
- ・将来型気象レーダーであるフェーズドアレイレーダーに適用することで、局地的大雨・竜巻等の盛衰を3次元・高速にとらえることができ、これらの超短時間予測の実現につながる。

### 戦略の位置付け等

「『統合イノベーション戦略2019』 特に取組を強化すべき主要分野」における位置づけ

#### ○(1) AI技術 P75

本アドオン施策は、主に公共交通事業者を対象としたAIによる情報提供システムの開発を行う。全国で運用されている様々な気象レーダーなどで得られる竜巻等突風・局地的大雨および交通等のデータを収集し、AIで災害リスク対策の重点エリアを解析することにより、民間による防災事業形成を促進する。これはAIを用いた画期的な技術の開発として統合イノベーション戦略に整合するものであり、国土強靱化/物流分野における災害対応の高度化につながる。

#### ○(5) 安全・安心 (ウ) 自然災害への対応等に資する技術 P94

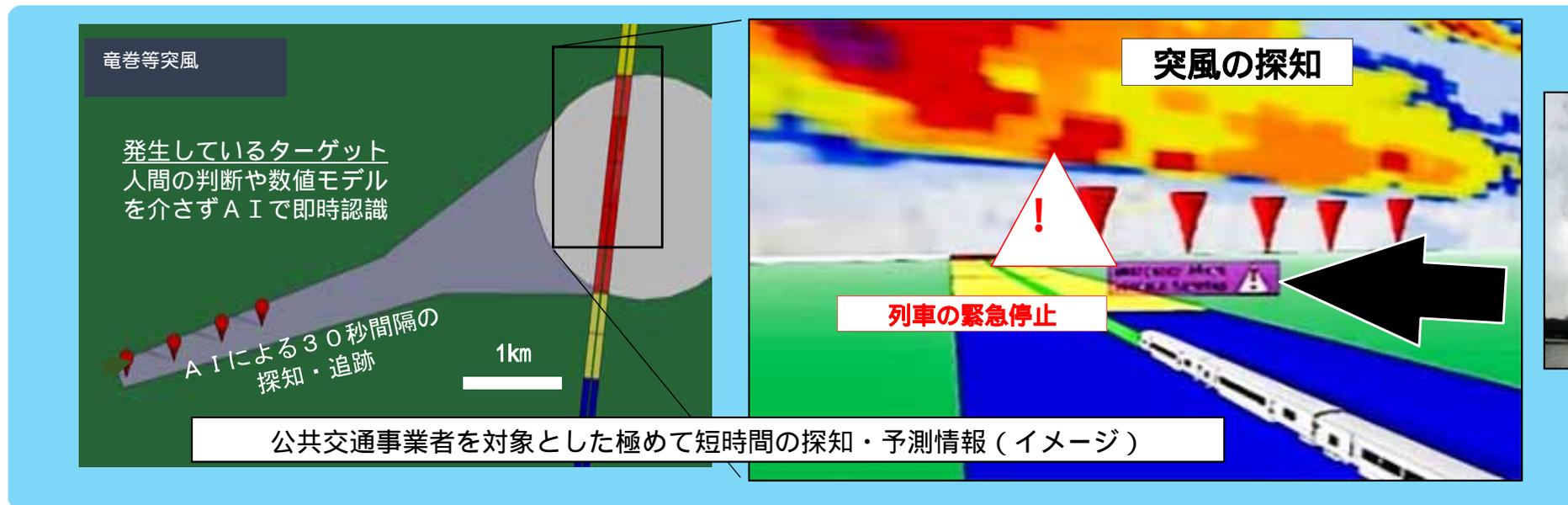
統合イノベーション戦略2019では、自然災害等の予兆や発生後の状況をいち早く、高精度に把握するとともに、自然災害等の予測・被害予測を迅速かつ正確に行い、自然災害等の防止や災害による被害を最小限に抑える技術の開発が求められている。本アドオン施策は、竜巻等突風、局地的大雨といった自然災害をAIにより探知・予測する、今後確実に世の中で必要になる技術の開発であり、統合イノベーション戦略で求められている内容に一致する。

事業名等		R2年度の目標	目標の達成状況
竜巻等の自動検知・進路予測システム開発	実施項目(1) 竜巻の実事例とシミュレーションによる教師データ整備	国内外の各種気象レーダーによるデータベースを構築し、データ標準化・ビッグデータ化を図るとともに、竜巻シミュレーターの開発を通して必要な教師データを拡充する。さらにAIによる解析で、現象の発生季節・頻度・エリア等の分布を明らかにするとともに、交通のデータ等と合わせて災害リスクを解析し、優先すべき社会実装のエリアを検討する。	2010年以降に発生した突風被害に関連するレーダー観測データの収集と、シミュレーションによる模擬的なレーダーデータを作成するとともに、竜巻の時間的推移を利用するモデル、さらに地形等に起因する異常パターン検出のための教師データを整備した。 夏季太平洋岸で比較的高頻度で竜巻が発生する災害リスクエリアにおいて、2019年度に鉄道事故を発生させた竜巻のシミュレーション結果を用いた自動探知を行い、疑似的な鉄道へのアラート情報実験に成功した。
	実施項目(2) AIを用いた竜巻の自動検出・追跡技術の開発	令和1年度の研究開発で進展した夏季における竜巻探知を含め、深層学習(AI)を利用した、様々な季節・場所で発生する竜巻への対応、様々な性能を持つ多様なレーダーに対応可能な汎用型検出技術を開発する。さらに 局地的大雨の探知・追跡・予測アルゴリズムを開発する。	夏季竜巻の探知について複数の深層学習モデルによる、適中率の精度向上を確認した。 日本の竜巻モデルを用い、竜巻の様相もレーダーの仕様も異なる米国レーダーデータによる探知実験を行い良好な結果を得た。局地的大雨の探知・追跡・予測アルゴリズムの開発を完了した。
	実施項目(3) 自動予測・情報提供システムの開発	局地的大雨の探知・追跡・予測に対し、自動アラートを出すための情報生成と携帯情報端末等への配信を行うシステムを開発する。 鉄道事業者：冬季日本海側を対象としたAIによる竜巻探知システムを社会実装及び精度検証を行う。また、事業者範囲の拡大を図るため、さらなるニーズ調査の深堀等を行う。	局地的大雨の探知・追跡・予測に対し、自動アラートを出すための情報生成と携帯情報端末等への配信を行うシステムを開発し、初期実験を完了した。 一部の鉄道路線を対象とした深層学習を用いた突風探知の世界初の実装につながった。さらに事業者範囲拡大を図るため、精度の数値目標等についてのニーズ検討を行った。

事業名等		R3年度の目標
竜巻等の自動検知・進路予測システム開発	実施項目(1) 竜巻の実事例とシミュレーションによる教師データ整備	<p>国内外の各種気象レーダー・竜巻シミュレーション結果を利用したデータベースを構築し、データ標準化・ビッグデータ化を図るとともに、教師データを拡充する。</p> <p>様々な災害リスクエリアにて行う竜巻シミュレーションを利用し、探知実験を行うとともに、交通のデータ等と合わせてリスクを解析する。</p>
	実施項目(2) AIを用いた竜巻の自動検出・追跡技術の開発	<p>引き続き、夏季の竜巻探知を中心に、深層学習(AI)を利用した(a)様々な季節・地域の竜巻、(b)多様なレーダーに対応可能な汎用型AIモデルを開発する。</p> <p>実装範囲を拡大し、探知システムの効率の良い運用を行うことを念頭に、アノテーションを半自動化した深層学習パイプラインの開発を行う。</p> <p>局地的大雨の探知・追跡・予測アルゴリズムの開発とともに、技術の波及の取り組みとして集中豪雨をもたらす線状降水帯への適用を検討する。</p>
	実施項目(3) 自動予測・情報提供システムの開発	<p>一部の鉄道路線で運用を始めた深層学習を用いた突風探知について検証手法の開発を行い、高い探知精度と輸送安定性を両立させるための改善を行う。</p> <p>多様なレーダーに対応する汎用型深層学習技術に世界初の運用で得られた情報を活用し、実装範囲を拡大するための本格的な準リアルタイム実験を様々なエリアで行う。</p>

## 資料6 PRISM実施に伴う事業効果等

○本事業により、災害の発生直前からまさに災害が発生中、及び事後における、公共交通の危険回避や抑止などの防災対策や応急対策等が可能となる。



### 民間研究開発投資誘発効果等

民間研究開発投資誘発効果等(見込額)	合計5,005,000千円
民間からの貢献(見込額)	合計154,000千円

### アドオン施策に関連する大学等民間企業との研究件数

共同研究	2件
委託研究	4件