

竜巻等の自動検知・進路予測システム開発

国-6 台風・集中豪雨対策等の強化に関する研究

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」

令和元年度成果

令和2年7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」の概要

### 課題と目標

- n（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
- n（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（交通事業者等）へカスタマイズされた情報を提供。

### 「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を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（R1年度：254,000千円の内数）。

PRISMで実施する理由：竜巻等突風はそのサイズが小さく急速に発達するため、これをリアルタイムに探知・追跡し、防災に結び付けることは技術的に困難である。そこで本アドオン施策により、これら現象を対象に、交通等の事業者向けに特化した狭いエリアの即時的な気象情報提供の開発に当該アドオン予算を集中させ、研究開発の加速と深化を図るため、PRISMで実施する。

テーマの全体像：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。

### 出口戦略

アドオン施策で開発したAI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。  
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

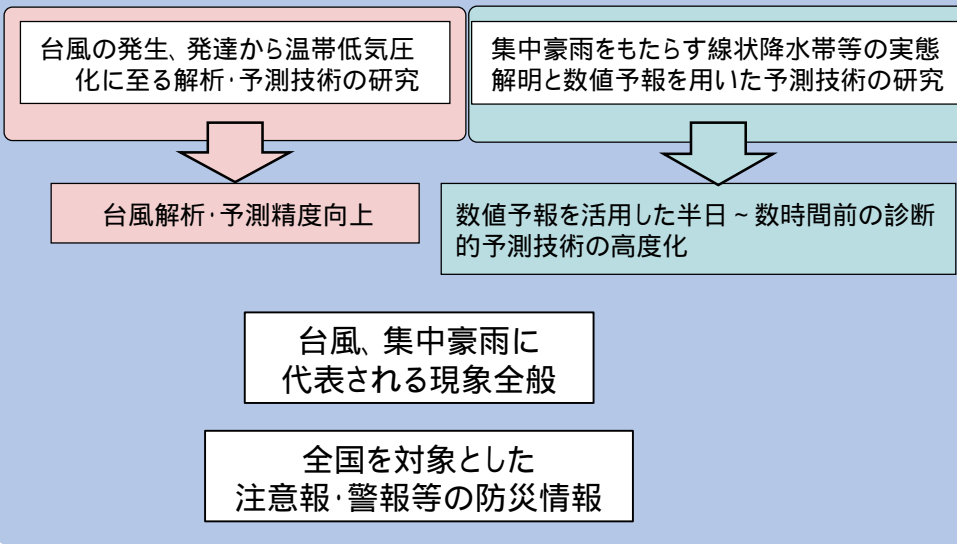
民間研究開発投資誘発効果等（見込額） 合計5,005,000千円 民間からの貢献 合計154,000千円

**アドオン(気象庁): 竜巻等の自動検知・進路予測システム開発 (193,000千円)**

**元施策名: 大気海洋に関する研究 (254,000千円の内数)**

**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を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。



**【開発のイメージ】**

局地的かつ急激に発生発達するため、従来の手法では対処困難

例: 竜巻等突風

発生しているターゲット  
人間の判断や数値モデルを  
介さずAIで即時認識

AIによる30秒間隔の  
探知・追跡

1km

社会実装により、竜巻等突風・局地的大雨に関する防災減災能力の強化が、全国規模で実現。

局地的・突発的な現象  
竜巻等突風・局地的大雨

交通事業者を対象とした極めて短時間の  
探知・予測情報

**【PRISM】**

**アドオン施策: 竜巻等の自動検知・進路予測システム開発**

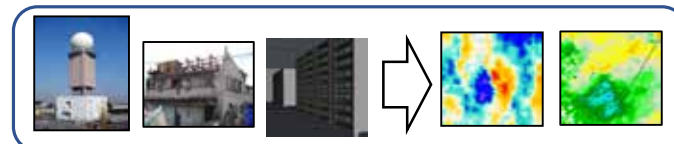
目標: 当該システムの開発により、以下の目標を将来的に実現できる。  
人工知能を用いた、気象レーダーデータのリアルタイムの分析・判断により、災害をもたらす竜巻等突風・局地的大雨の範囲や強さを自動検出。  
交通の位置情報等を連携させ、先読み情報(直前予測)を入れて事業者(交通事業者等)向けにカスタマイズされた情報を提供するためのシステムを開発

### 資料3 「竜巻等の自動検知・進路予測システム開発」の目標達成状況

○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が可能となる。

事業名等		令和元年度目標	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	<p><u>実施項目(1)</u> 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>	<p>突風被害に関連するレーダー観測データベース構築を行なう。さらに過去に発生した竜巻のスーパーコンピュータによるシミュレーション結果から様々な竜巻観測を模擬し、実観測とシミュレーションの両面で深層学習用の教師データを作成する。</p>	<p>2010年以降に発生した突風被害に関連する国交省・気象庁・鉄道用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し、夏季竜巻の深層学習に用いる教師データを整備した。</p>
	<p><u>実施項目(2)</u> AIを用いた竜巻の自動検出・追跡技術の開発</p>	<p>平成30年度に数値目標を達成した冬季の竜巻に引き続いて、夏季竜巻に関するアルゴリズム開発を行う。</p>	<p>実観測とシミュレーションの教師データによる自動検出の実験を実施し、夏季竜巻の探知精度の大幅な向上を確認した。</p>
	<p><u>実施項目(3)</u> 自動予測・情報提供システムの開発</p>	<p>鉄道に対して竜巻等突風の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について、鉄道事業者からの意見に基づいた改良を行うとともに、航空向けのシステムの開発とニーズ調査を行う。</p>	<p>鉄道用ドップラーレーダーへの実装の準備を進めるとともに、航空機向けのシステムの初期プロトタイプを試作を行った。</p>

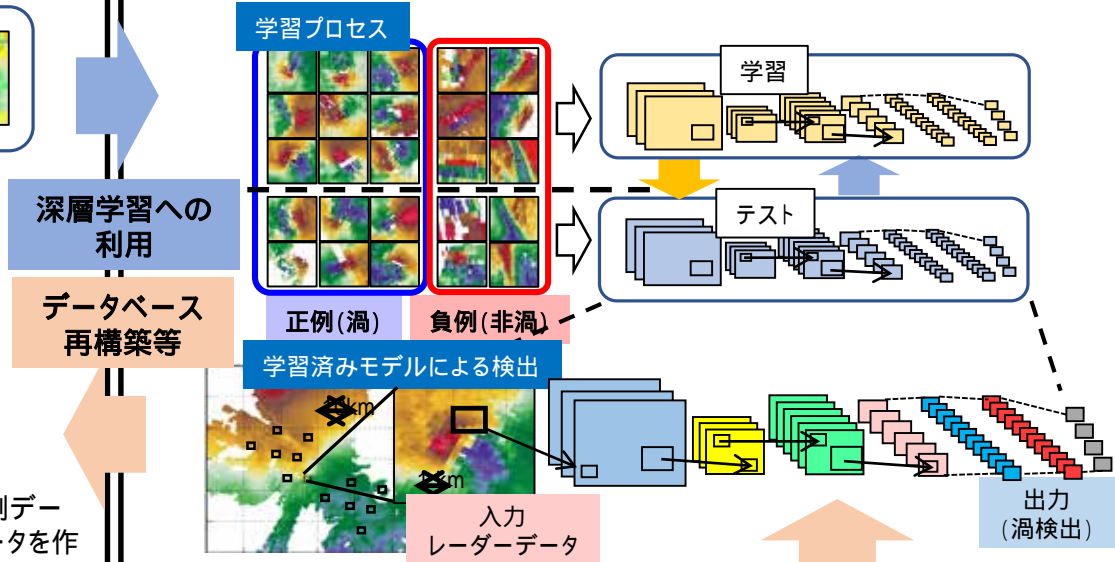
実施項目(1) 竜巻の実事例とシミュレーションによる教師データ整備



レーダーの種類	抽出された夏季竜巻
竜巻観測に適した国交省XRAIN (26か所)	38事例 1943パターン
気象庁空港気象ドップラーレーダー (9か所)	23事例 781パターン
シミュレーション	3事例 204,600パターン以上

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し、夏季竜巻の深層学習に用いる教師データを整備。

実施項目(2) AIを用いた竜巻の自動検出・追跡技術の開発



AI(深層学習)の導入により、レーダー画像中の渦パターン検出が、  
 ・捕捉率(発生した渦のうち渦と認識した割合) 「39~56%」 「61~91%」に向上  
 ・適中率(渦と認識したうち実際に渦であった割合) 「1~7%」 「55~77%」に向上  
 2012-17年夏季太平洋側 気象場3事例

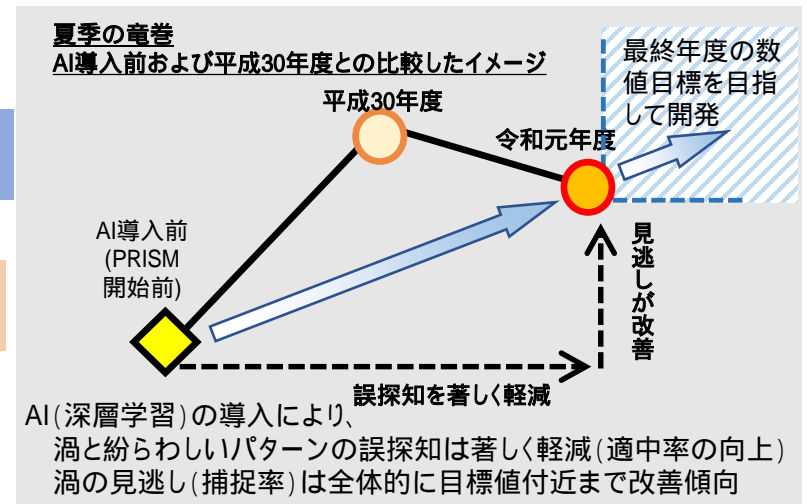
実施項目(3) 自動予測・情報提供システムの開発

鉄道用ドップラーレーダーへの実装の準備を進めるとともに、航空機向けのシステムの初期プロトタイプを試作を行った。



システムへの適用

再学習によるAI能力改善



資料5 「竜巻等の自動検知・進路予測システム開発」  
民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献 合計154,000千円

令和元年度当初見込み	令和元年度実績
(内訳) 共同研究開発 98百万円	(内訳) 共同研究開発 98百万円
(内訳) システムの新規実装のためのアセスメント 56百万円	(内訳) システムの新規実装のためのアセスメント 56百万円

○出口戦略  
アドオン施策で開発したAI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。  
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

令和元年度当初見込み	令和元年度実績
・突風被害に関連するレーダー観測データとシミュレーション結果による学習用の教師データを作成	・2010年以降のレーダー観測データの収集と、シミュレーション結果から夏季竜巻の深層学習に用いる教師データを整備
・夏季竜巻に関するアルゴリズム開発	・実観測とシミュレーションの教師データによる自動検出の実験により夏季竜巻の探知精度の大幅な向上を確認
・鉄道に対する竜巻等突風の情報配信を行うシステムの改良と航空向けのシステムの開発とニーズ調査	・鉄道用ドップラーレーダーへの実装の準備を進めるとともに、航空機向けのシステムの初期プロトタイプを試作を実施