

突風防災の未来を拓くAI技術

気象庁 気象研究所 台風・災害気象研究部

楠研一（*）、足立透、鈴木修、新井健一郎、石津尚喜

謝辞

本研究は、以下の共同研究や研究ファンドの支援を受けて実施している。

運輸分野における基礎的研究推進制度（2007-2009年度）

東日本旅客鉄道との共同研究（2009年度-）

PRISM（官民研究開発投資拡大プログラム；2018-2022年度）

BRIDGE（研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム；2023-2025年度）

プレゼンテーション目的

AI技術を活用した突風災害の早期予測の技術の実情や可能性を検証し、社会実装に向けた課題と取り組みを提言する。

プレゼンテーション構成

1. 日本における突風災害
2. AI技術を活用した突風探知
3. AI技術を活用した突風探知の鉄道事業への社会実装
4. 今後の研究への期待やAI活用の可能性

1. 日本における突風災害
2. AI技術を活用した突風探知
3. AI技術を活用した突風探知の鉄道事業への社会実装
4. 今後の研究への期待やAI活用の可能性

日本における突風の発生状況

様々なエリア・季節で発生する局地的・突発的な顕著現象による災害が多数報告



平成24年5月6日に茨城県に発生した竜巻による被害



平成24年5月6日午後0時50分頃
つくば市平沢から撮影

筑波国際カントリークラブのクラブ
ハウスのトタン屋根の損傷



被害分布の長さ：約17km



● 被害の発生した地点
(主な地点をプロット)

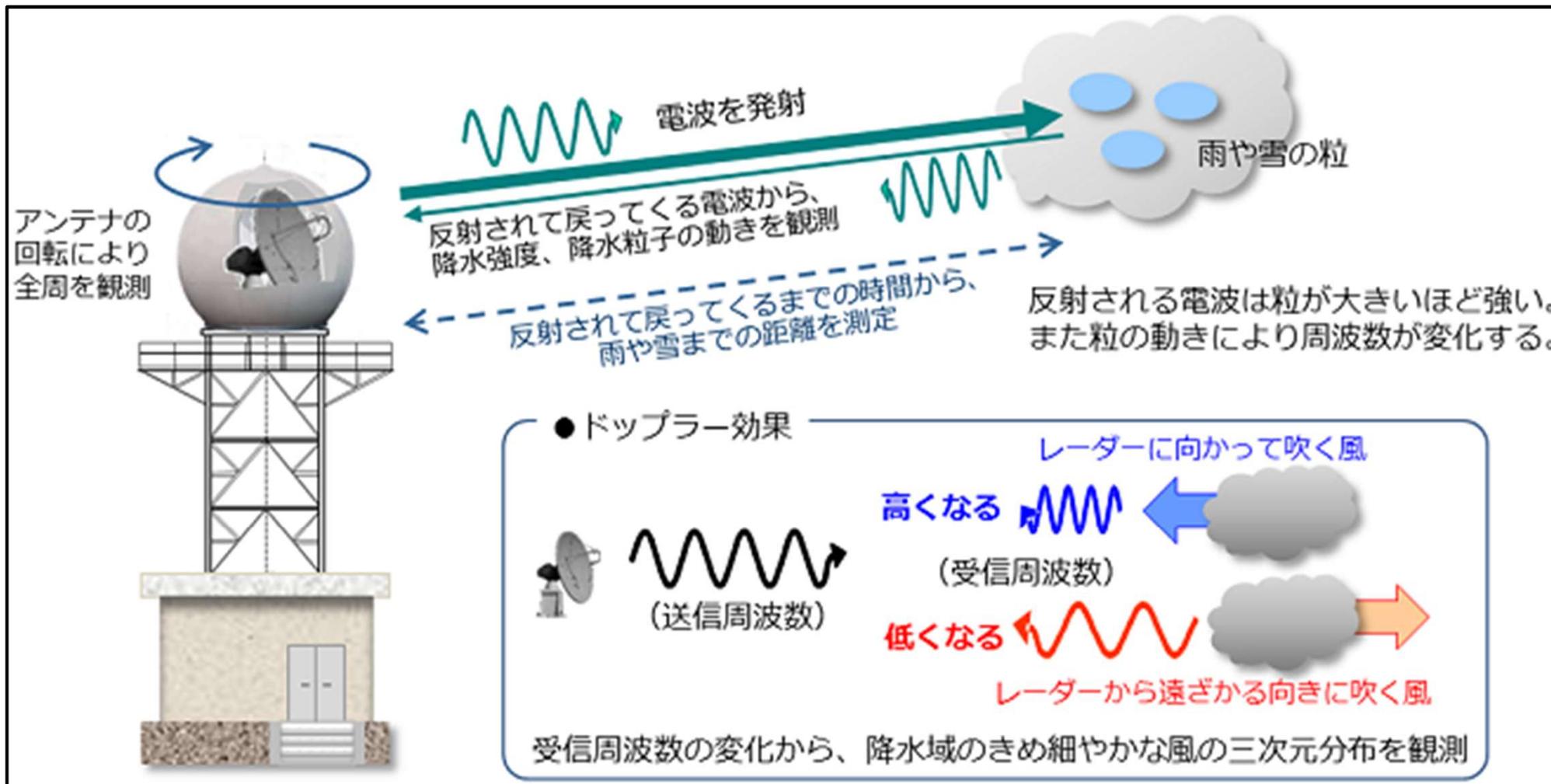
被害：長さ：約17km 幅：約500m
竜巻の強さ F3

引用および改変
気象庁現地災害調査速報「平成24年5月6日に茨城県常総市からつくば市にかけて発生した突風について」

1. 日本における突風災害
2. AI技術を活用した突風探知
3. AI技術を活用した突風探知の鉄道事業への社会実装
4. 今後の研究への期待やAI活用の可能性

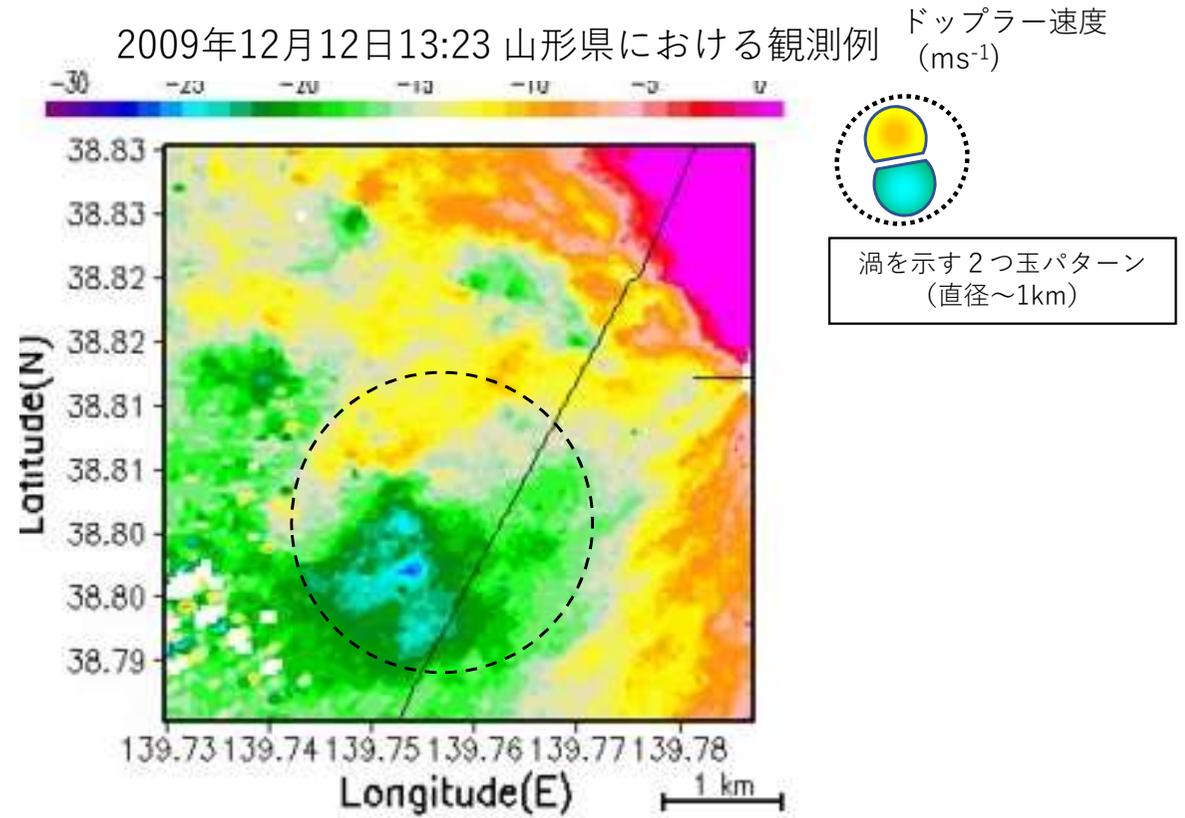
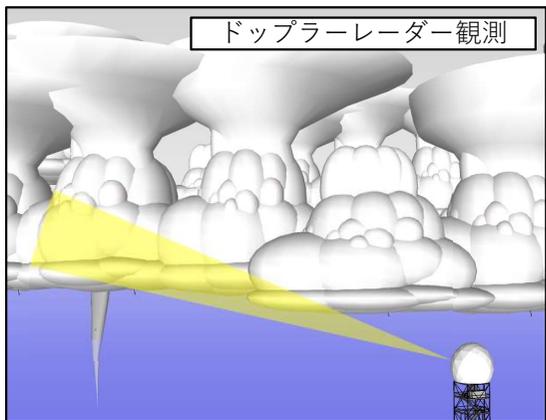
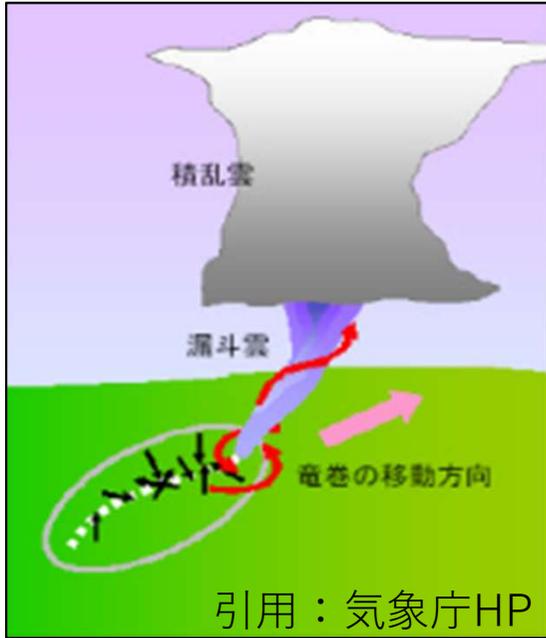
気象レーダーによる観測原理

気象レーダー（ドップラーレーダー）では、風に流される降水粒子から反射される電波のドップラー効果を用いて、レーダーに近づく風の成分と遠ざかる風の成分を測定



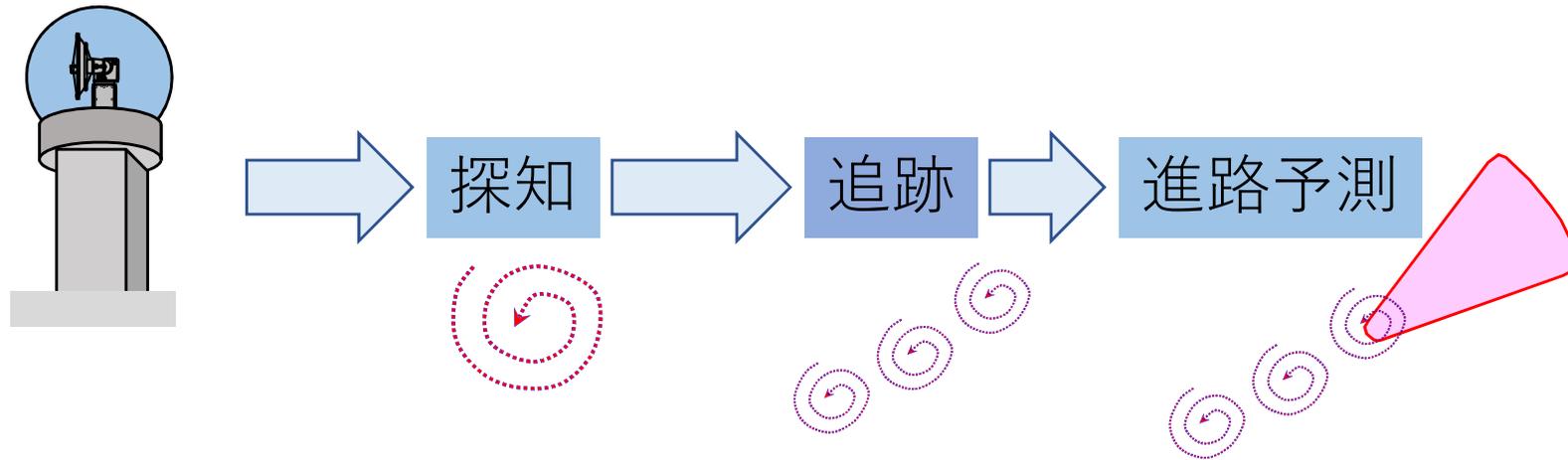
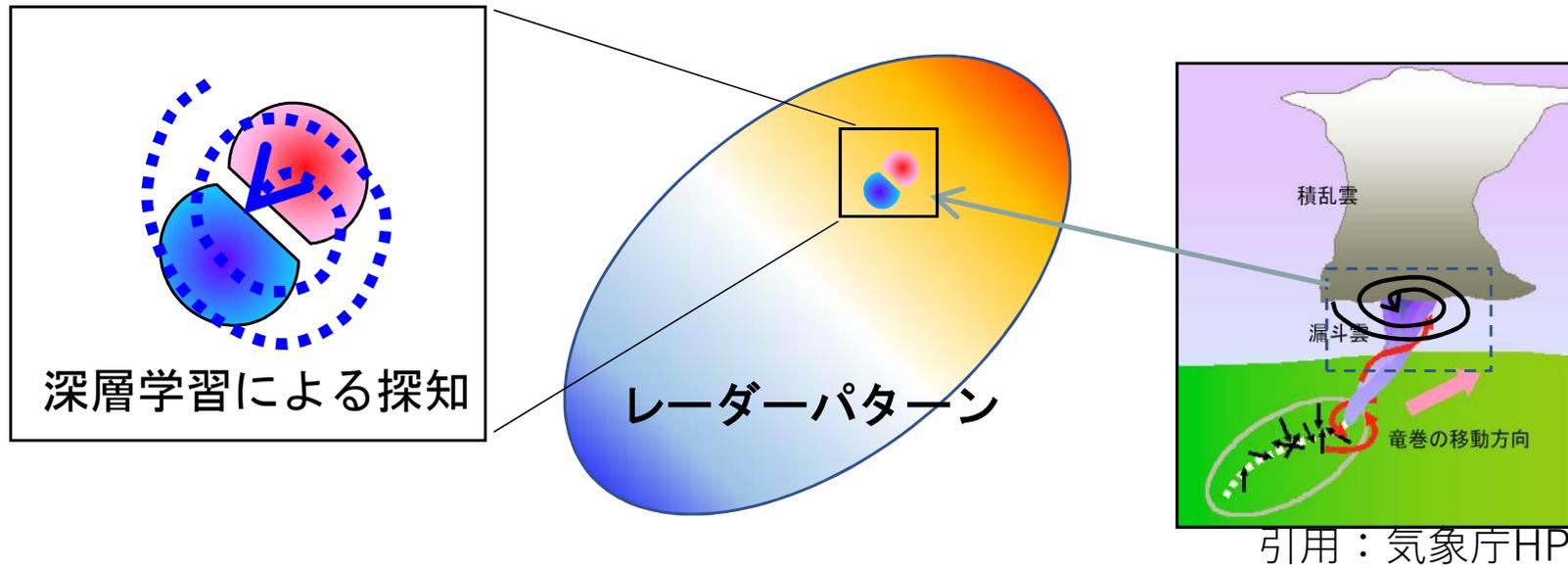
引用：気象庁HP

気象レーダーによる観測原理



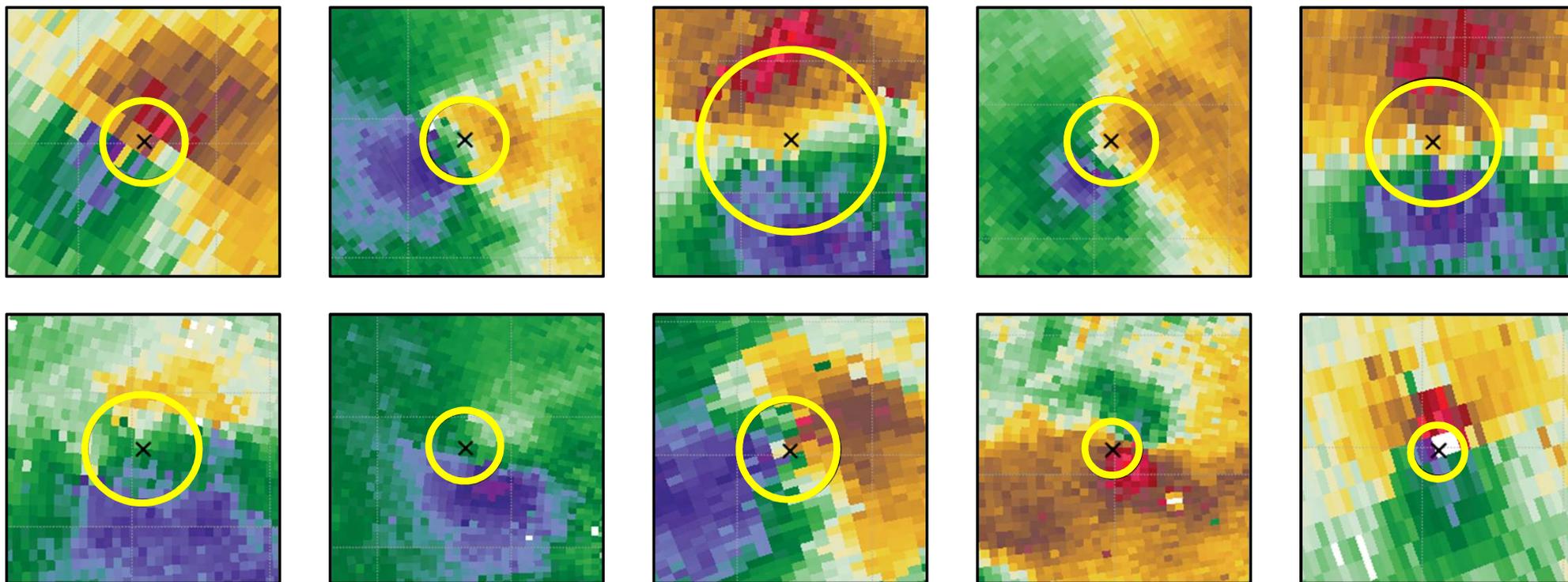
荒天をもたらす顕著現象のレーダーパターンを解析し、深層学習モデルで高精度に検出

AIによる竜巻パターンの探知・追跡・進路予測の原理



AIによる学習のイメージ①

過去に発生した竜巻渦について、気象レーダーで観測されたドップラー速度画像を正解の教師データとして整備する

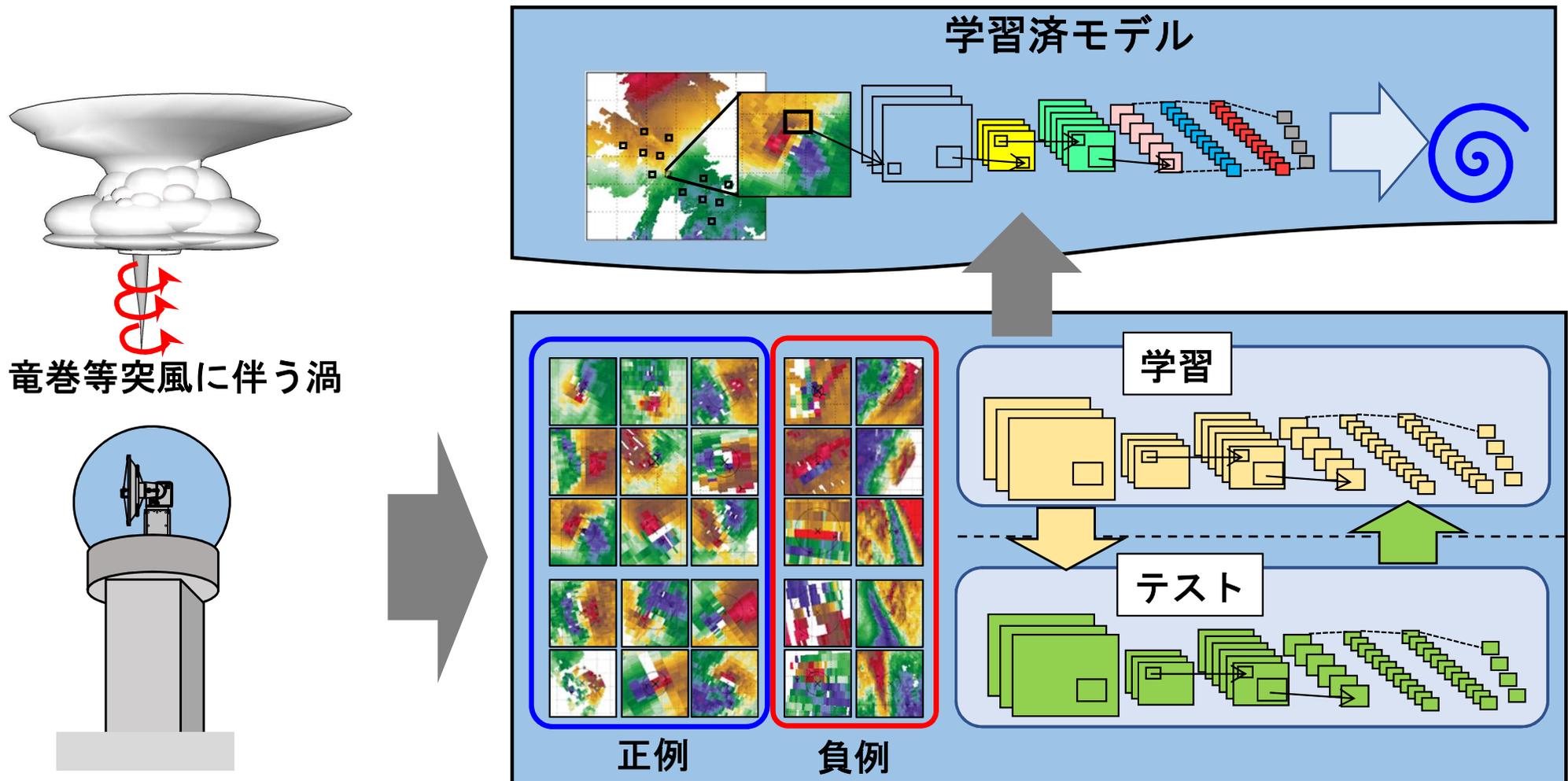


← 1 km →

竜巻渦の正解として学習する画像の例
(黄色い丸が渦に伴うパターン)

AIによる学習のイメージ②

正解の竜巻渦画像（正例）のほか、似たパターンの不正解の画像（負例）を深層学習の手法を用いてAIモデルに学習させる



1. 日本における突風災害
2. AI技術を活用した突風探知
3. AI技術を活用した突風探知の鉄道事業への社会実装
4. 今後の研究への期待やAI活用の可能性

AI技術を用いた突風探知の鉄道事業への社会実装

2020年11月にAIを用いた冬季日本海側の突風探知手法を鉄道事業者により実装（山形県、秋田県、新潟県）

AIを活用した突風探知手法による列車運転規制の実施について

■ ドップラーレーダーを用いた突風に対する列車運転規制

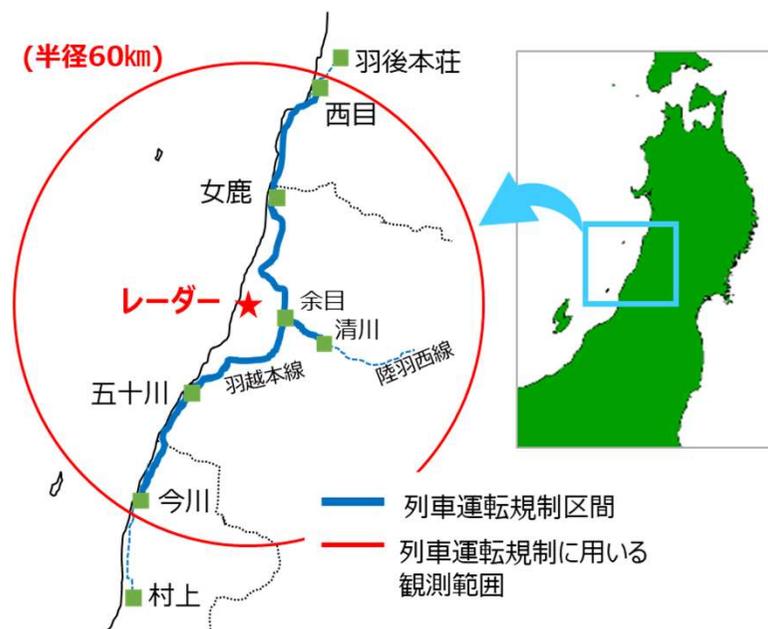


□ 列車運転規制の概要

- ・ 導入線区
羽越本線 今川～羽後本荘間、
陸羽西線 余目～清川間
- ・ 実施期間
毎年11月～翌年3月
- ・ 運転規制に用いるレーダーの観測範囲
レーダーから半径約60km



【ドップラーレーダー外観】

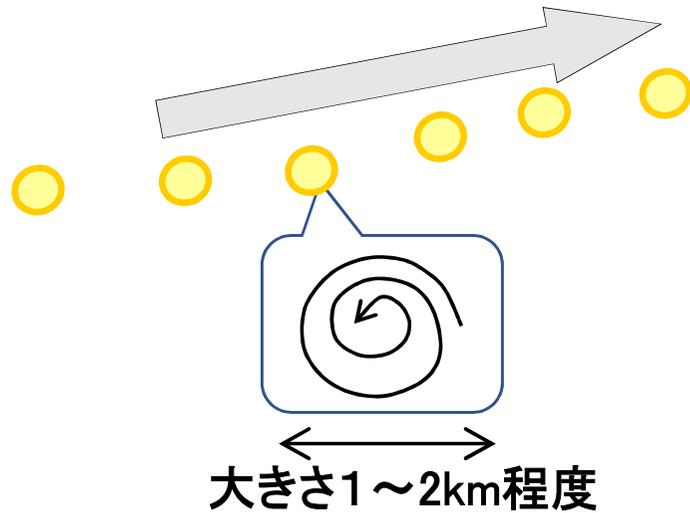


(引用) AI を活用した突風探知手法による列車運転規制の実施について
2020年10月6日 東日本旅客鉄道株式会社
https://www.jreast.co.jp/press/2020/20201006_ho03.pdf

従来の規制方式の課題

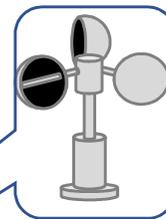
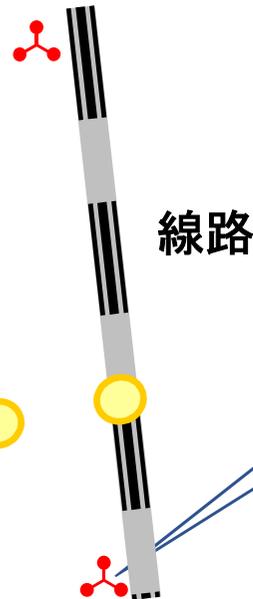
当該システム

線路から離れた場所から30秒間隔で
探知・追跡・進路予測



従来方式(沿線風速計)

間隔: 十数km離れていることが多い



ほとんどの渦はすり抜ける

観測されても規制には時間的に間に合わない

冬季日本海側の竜巻等突風に関する成果

竜巻の発生頻度の高い冬季日本海側に適用することで、
冬季日本海側の鉄道の安全運行に寄与

11月から翌年の3月まで 以下の運行規制に活用

2020年度 52回

2021年度 41回

2022年度 31回

データ提供：東日本旅客鉄道株式会社

1. 日本における突風災害
2. AI技術を活用した突風探知
3. AI技術を活用した突風探知の鉄道事業への社会実装
4. 今後の研究への期待やAI活用の可能性

1. 学術面での効果
2. AIを利用した探知技術の開発
 - ✓ 様々な季節・場所への適用
3. 様々な分野での利用

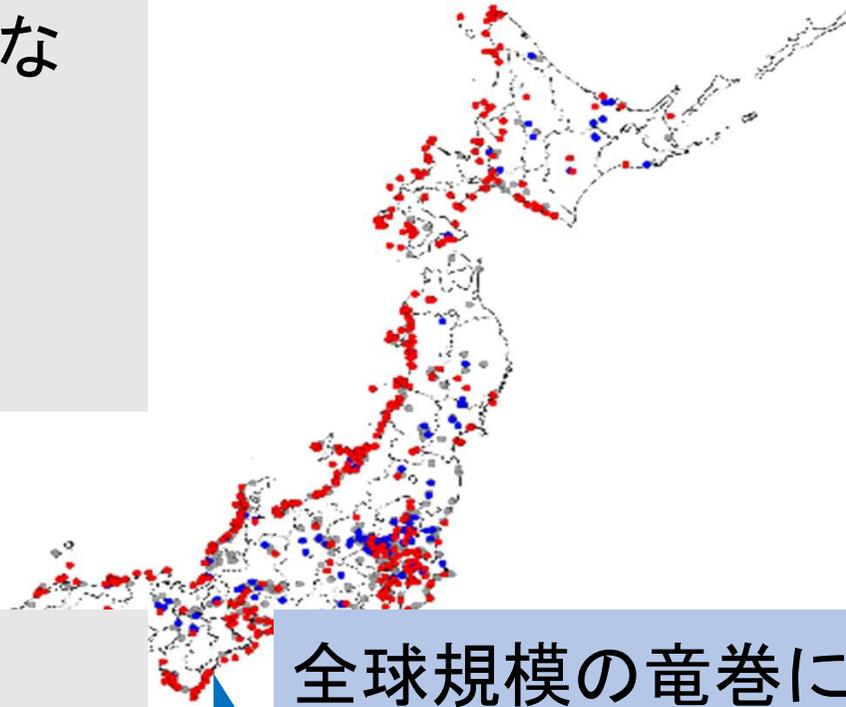
突風探知技術の汎用化により期待される効果

全国の竜巻発生の気候学的な実態把握

- ・ 季節
- ・ 発生発達プロセス
- ・ 地域特性



数値データ・レーダーデータ・衛星データ等を含めて深層学習することによる
竜巻発生・発達の予測
成因の解明



全球規模の竜巻について

- ・ 気候学的な実態把握
- ・ 発生発達のモニター・予測

- 防災分野は複合的な要因に位置づけられる
- 研究開発から社会実装への橋渡しが重要
- 研究機関・行政・民間企業と強固な連携体制
✓ スタートアップ企業との連携も重要
- 連携体制で知見と能力を結集できる

研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム (BRIDGE)

気象レーダーで観測された局地的・突発的な荒天をもたらす顕著現象を対象に、PRISM（官民研究開発投資拡大プログラム）の成果※も活用し、BRIDGEによりさらなる研究を実施。

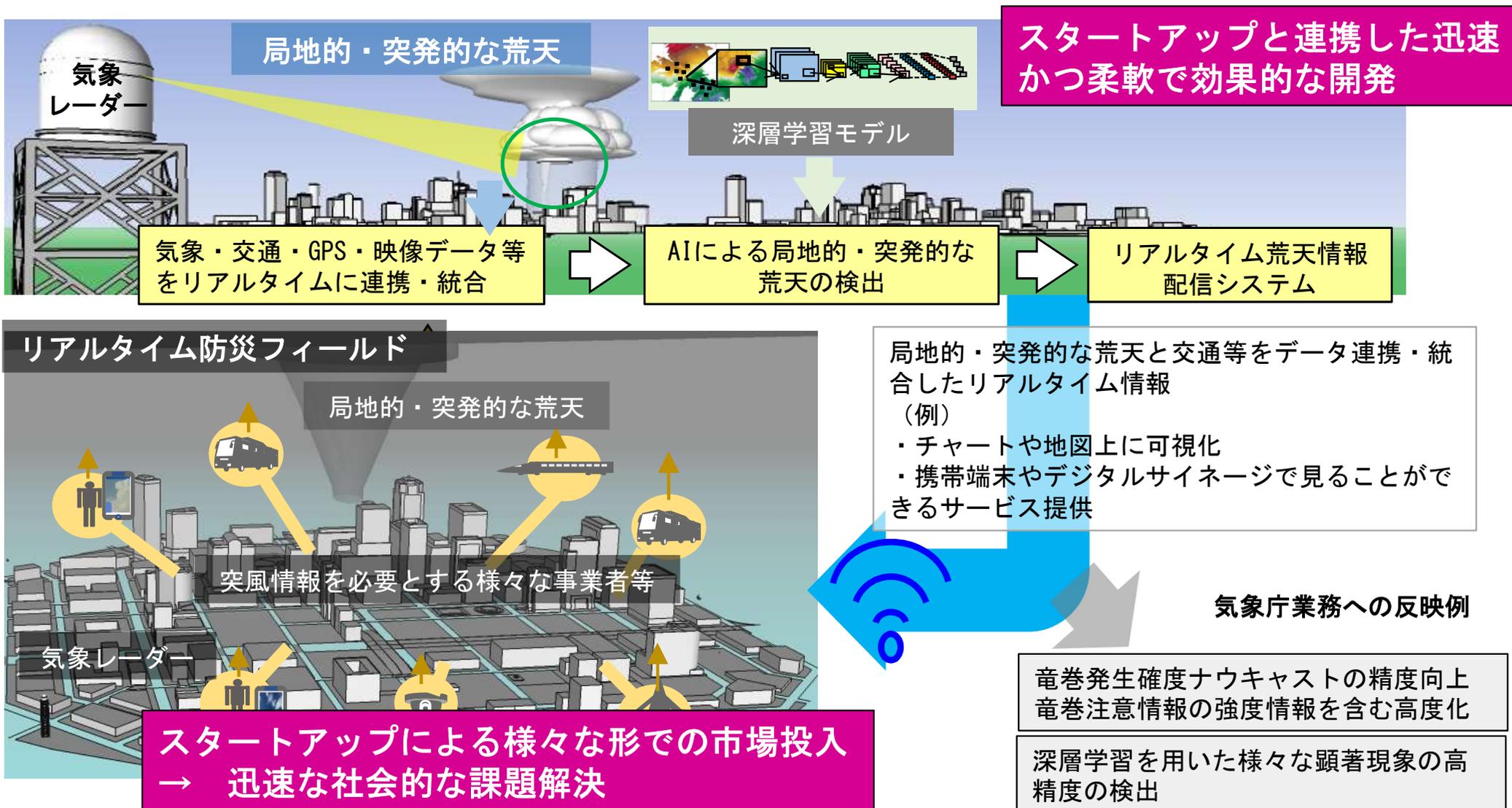
※国-6 竜巻等の自動検知・進路予測システム開発（H30-R4年度）



局地的・突発的な荒天対策のためのスタートアップとの連携：
AIを用いたリアルタイム防災フィールド構築

これまでの研究成果を活用したBRIDGEでの目標

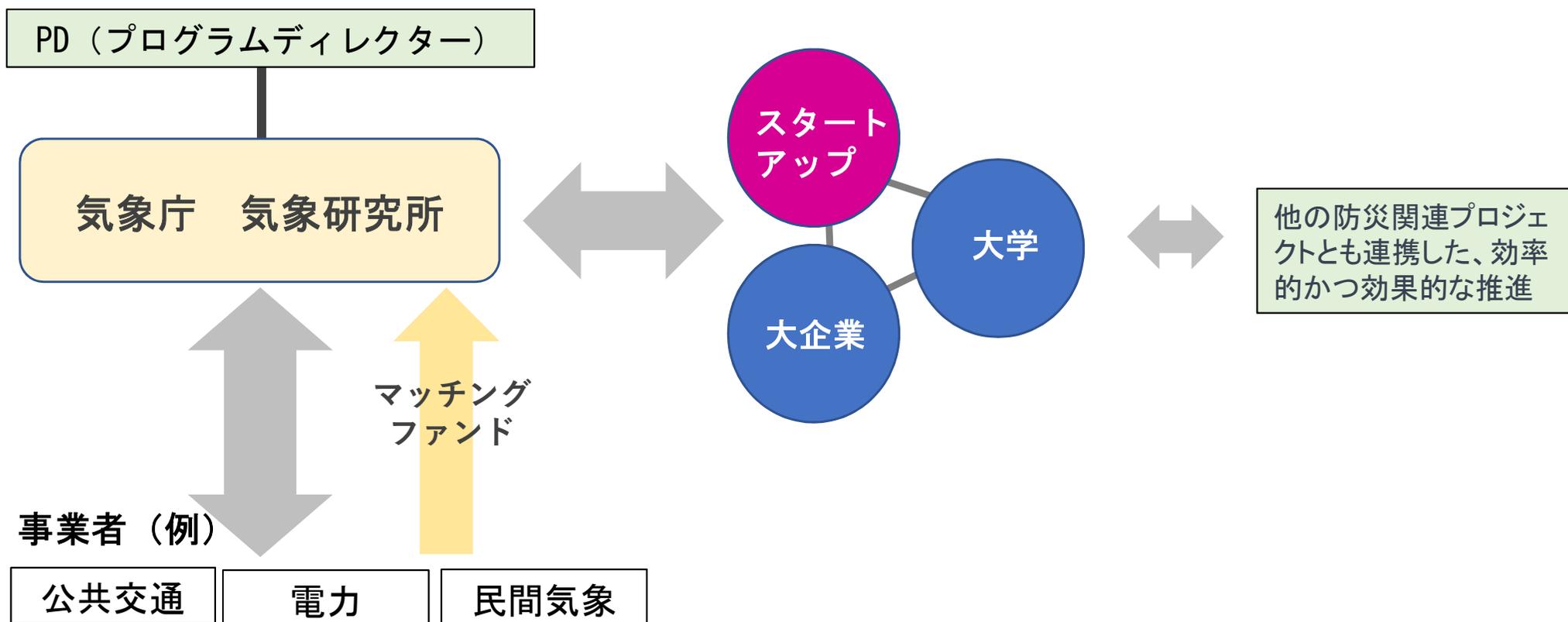
深層学習を用いて局地的・突発的な荒天を直前予測する技術をスタートアップと連携して開発する。さらに産学官連携で社会の多様なニーズに応じたリアルタイムの気象情報へ適用する研究を行うとともに、スタートアップが大企業との戦略的な連携を含め、開発した技術を様々な形で市場投入することで迅速な社会的な課題解決を目指す。



多様なパートナーとの連携体制

気象研究所がハブとなった産学官連携体制を構築し、コアとなる研究から事業化までを見据えて一気通貫で研究開発を進める。さらに研究開発の成果を参加企業が実用化・事業化につなげる仕組みやマッチングファンドの要素をビルドインする。

研究開発計画推進を担うとともに、研究開発目標達成の迅速化・効率化に係る機動的かつ戦略的な研究体制の運用を図る



・ ニーズ調査・評価実験・社会実装

- AI技術の可能性を最大限に引き出す
- 各分野のニーズを踏まえたサービス開発
- 安全・信頼性を重視した社会実装体制
- 連携強化で国土全体のレジリエンス向上