



# 空飛ぶクルマとドローン等に対する気象情報の開発

2023年10月19日

一般財団法人 日本気象協会

事業戦略開発部

部長

森 康彰

環境・エネルギー事業部

空飛ぶクルマ推進チーム 赤井 大晃

## 本日の講演

1. 日本気象協会とは
2. ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係
3. ドローン向け気象情報の開発
4. ドローンの社会実装における気象
5. 空飛ぶクルマの社会実装における気象
6. まとめ

## 本日の講演

1. 日本気象協会とは
2. ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係
3. ドローン向け気象情報の開発
4. ドローンの社会実装における気象
5. 空飛ぶクルマの社会実装における気象
6. まとめ

1

# 日本気象協会とは



創立 **73** 周年

設立日	1950年5月10日
従業員数	852名
気象予報士	355名
技術士	120名

2023年7月1日現在

## 一般財団法人 日本気象協会

本社（東京：池袋）

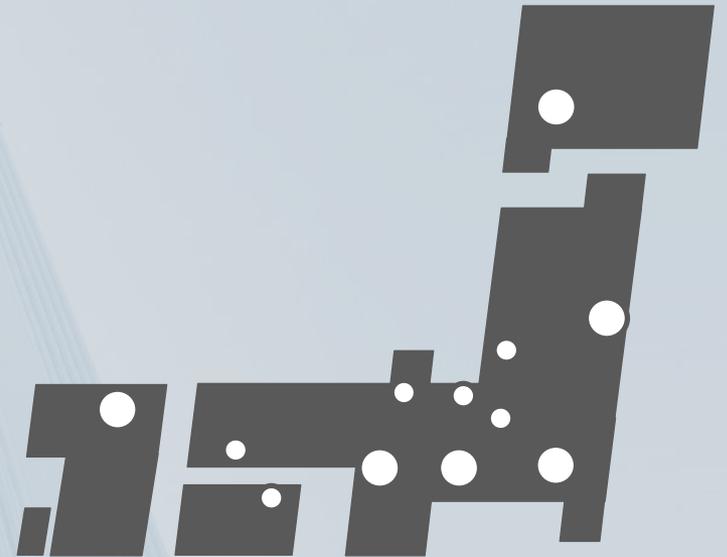
北海道支社（札幌市）

東北支社（仙台市）

中部支社（名古屋市）

関西支社（大阪市）

九州支社（福岡市）



# 1

## 日本気象協会とは

### 一般財団法人 日本気象協会

本社（東京：池袋）

北海道支社（札幌市）

東北支社（仙台市）

中部支社（名古屋市）

関西支社（大阪市）

九州支社（福岡市）

事業戦略開発部

環境・エネルギー事業部

社会・防災事業部

メディア・コンシューマ事業部

情報サービス部

# 1 日本気象協会とは



## 環境・エネルギー事業部

- 風力発電所アセス
- 風況調査
- エネルギーマネジメント
- 気候変動対策
- その他

## 社会・防災事業部

- 気象デジタルサービス事業
- 防災マネジメント事業
- 交通ソリューション事業

## メディア・コンシューマ事業部

- メディア関連事業
- tenki.jp 分野
- その他

# 1

## 日本気象協会とは

- 2014 ● ドローン機体開発 気象観測ドローンの開発 (2014~)**
  - ・ 高層気象観測用ドローンの研究開発 (JWA、京大)
- 2017 ● ドローン気象情報 運航管理システム(UTM)用ドローン気象情報の研究開発 (2017~2021)**
  - ・ 平地地形 (一様な風) : 気象観測・気象予測・情報提供に係る基本技術 : NEDO DRESS①
  - ・ 複雑地形 (複雑な風) : 運航管理向け気象情報提供に係る実証研究 : NEDO DRESS②
  - ・ 都市 (都市乱流) : 気象情報・情報提供に向けた予測技術 : JST未来社会創造事業
- 2021 ● ドローン気象情報 ドローンポート気象情報の研究開発(2021~)**
  - ・ ドローンポート情報管理システムへの気象情報連携 : ブルーイノベーション、京セラ
- 2022 ● ドローン気象情報 ドローン運航の社会実装に向けた実証 (2022~)**
  - ・ 無人VTOL機による物資輸送プラットフォーム構築事業(2022~) : 伊那市、川崎重工業
  - ・ 山間地域の生活利便性向上に向けたドローン配送(2022~)
    - : 東京都、三菱総合研究所、佐川急便、イムズ ㈱ テイクス、サントドラッグ
  - ・ 風況アラートによるドローン飛行判断の自動化に向けた実証(2023) : 兵庫県、NIRO、イムズ ㈱ テイクス
- 2022 ● 空飛ぶクルマ気象情報 空飛ぶクルマ気象情報の実証研究(2023~)**
  - ・ 大阪・兵庫での空飛ぶクルマの航空医療分野の活用検討(2023)
    - : 大阪府、兵庫県、エアバス・ヘリコプターズ・ジャパン、Airbus Urban Mobility、ヒラタ学園
  - ・ 大阪・関西万博の運航ルートを想定した気象分析(2023)
    - : 大阪府、大阪市、SkyDrive
  - ・ 空の移動革命に向けた官民協議会 : 第9回より参画(2023~)

## 本日の講演

1. 日本気象協会とは
2. ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係
3. ドローン向け気象情報の開発
4. ドローンの社会実装における気象
5. 空飛ぶクルマの社会実装における気象
6. まとめ

# 気象リスク

強風

突風

乱気流

風速  
変動

ビル風

竜巻

豪雨

大雨

ダウン  
バースト

雷

高温  
低温

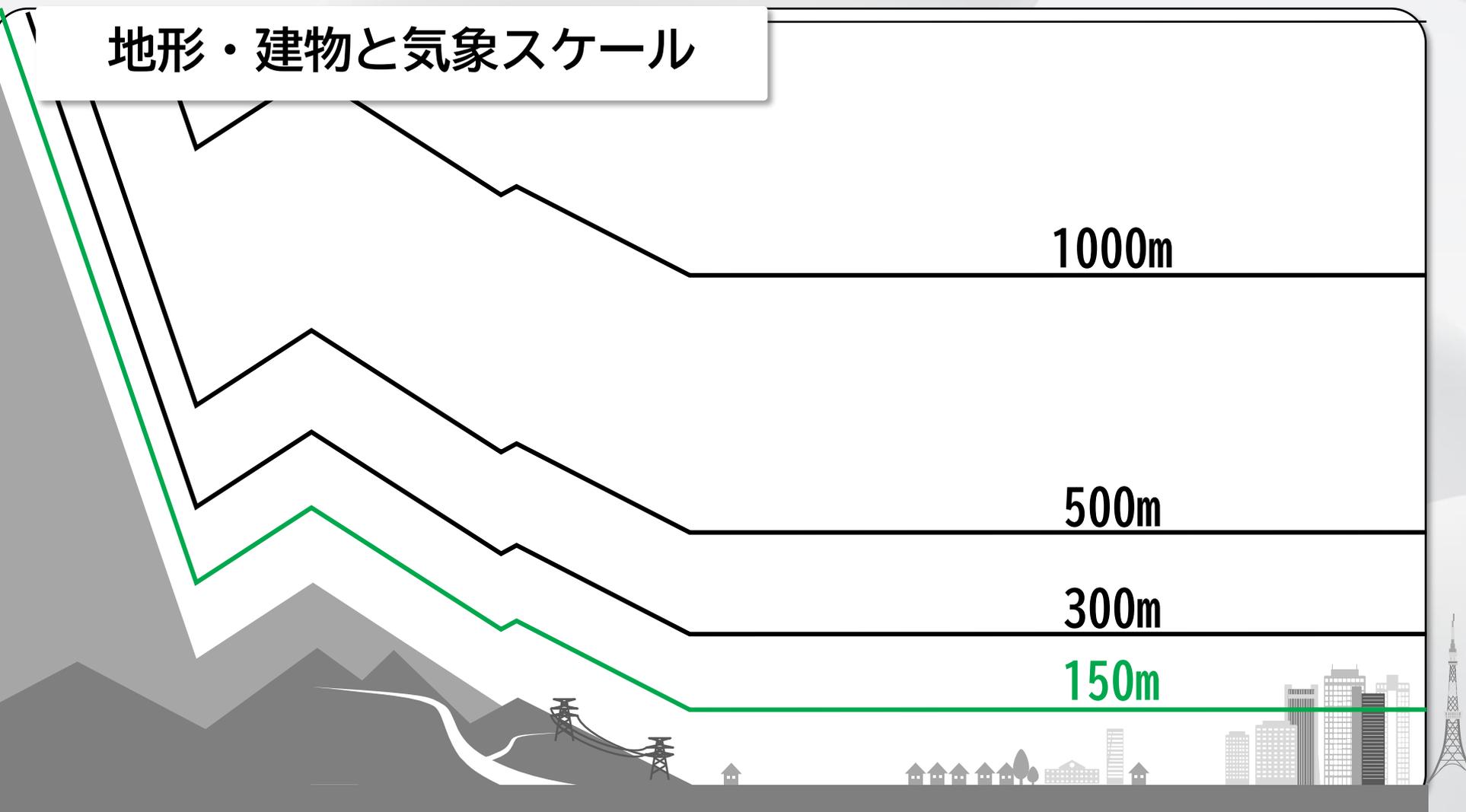
霧

雪

着氷

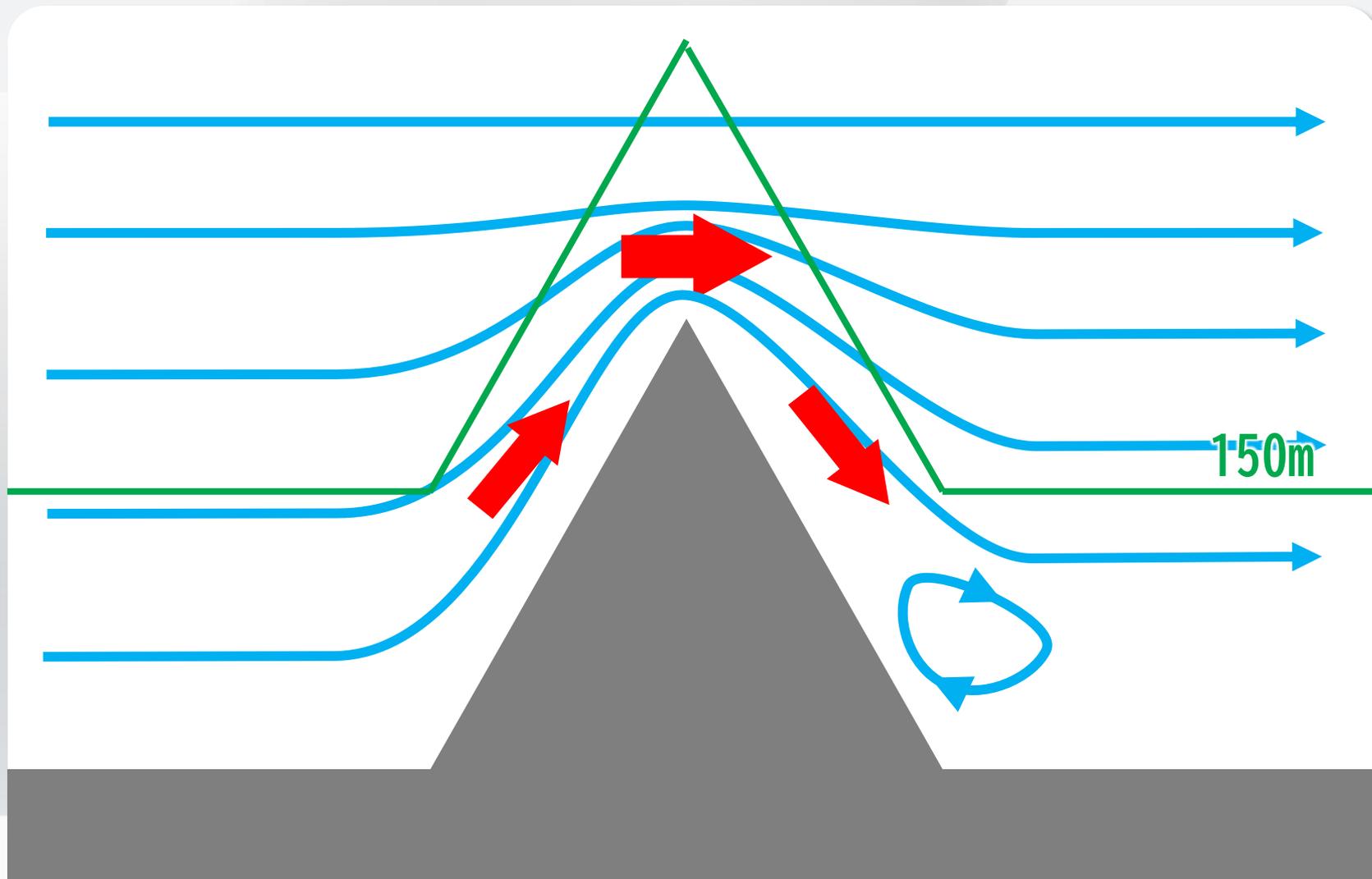
## 2 ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係

### 地形・建物と気象スケール

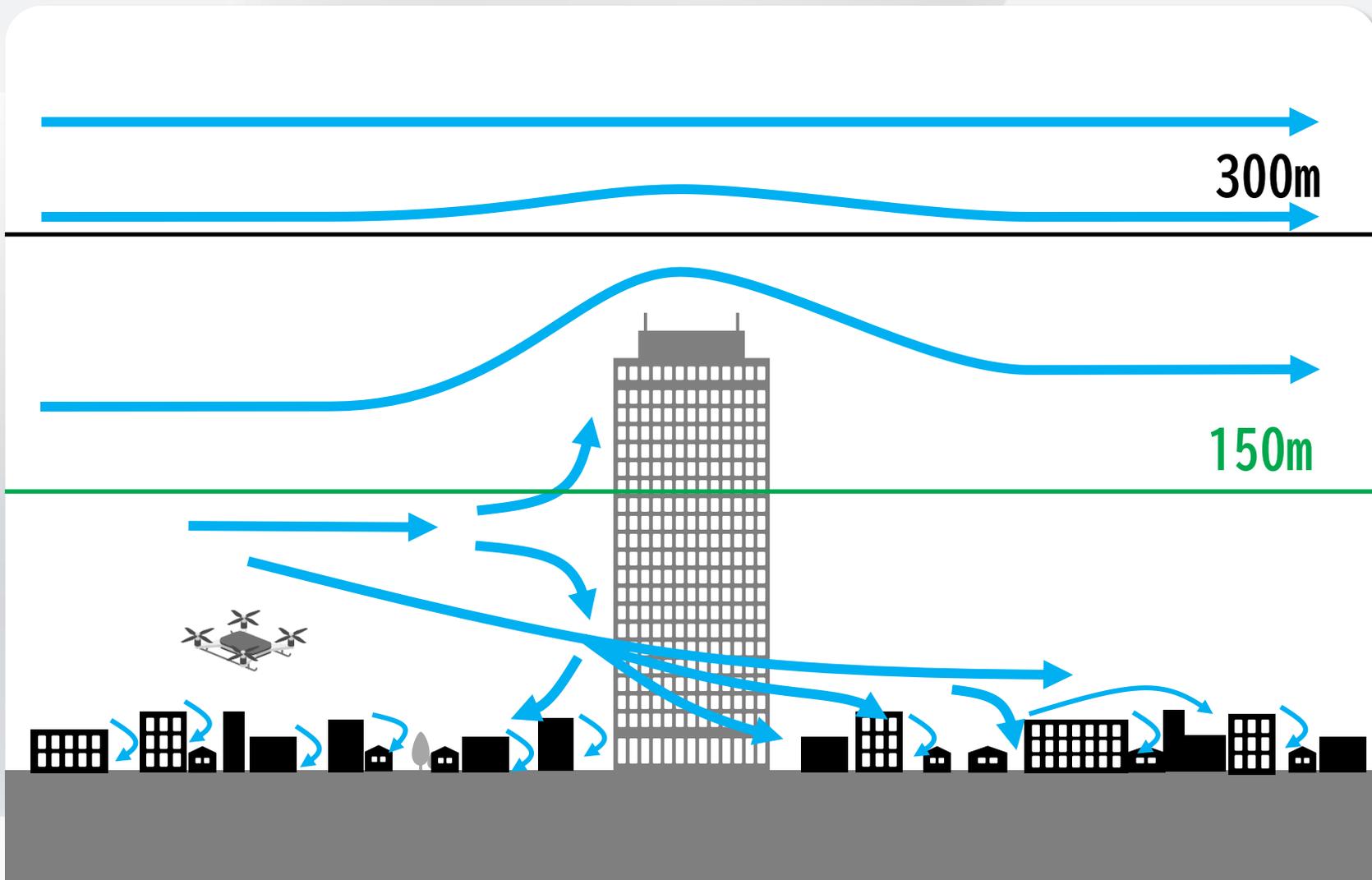


# 2

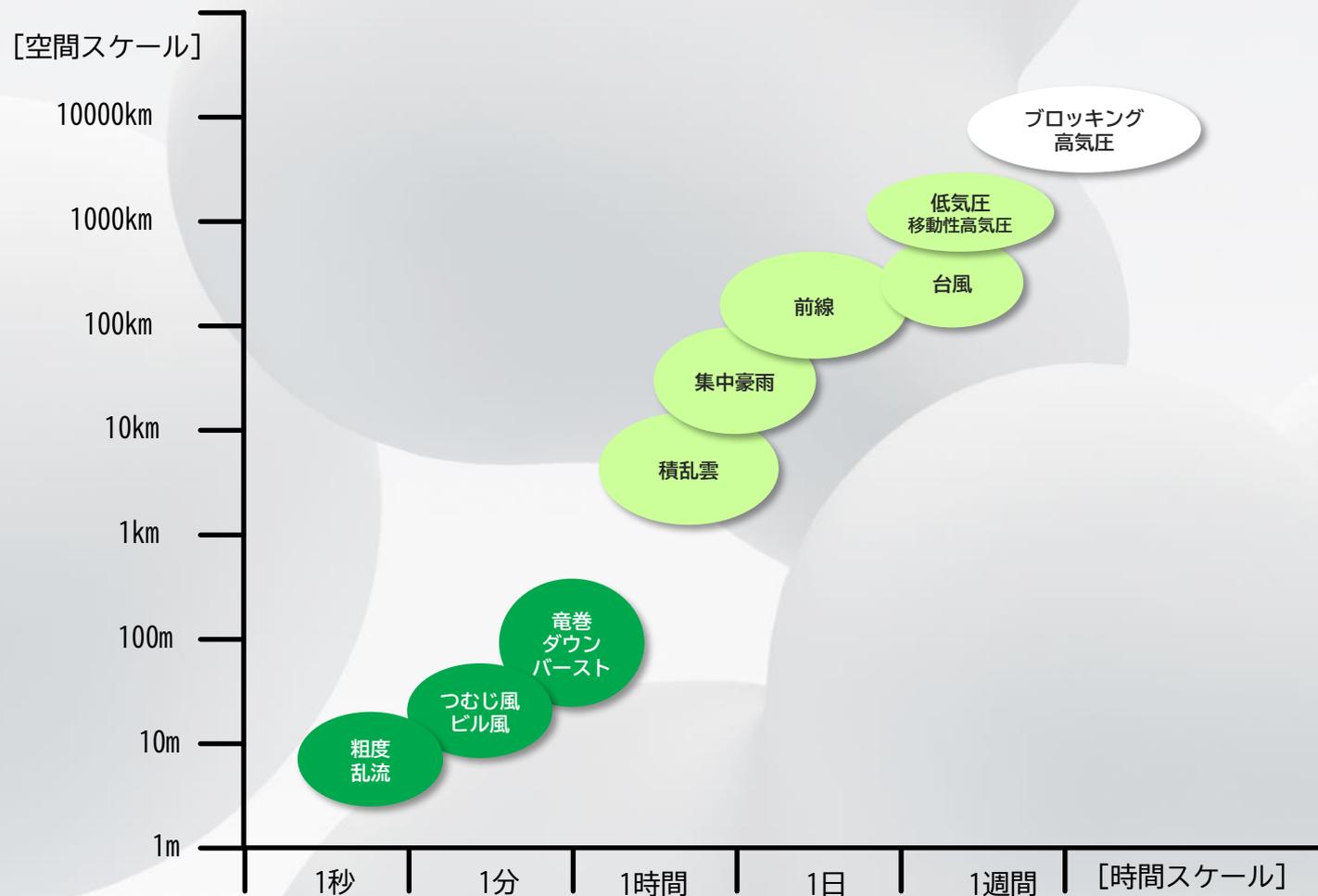
## ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係



## 2 ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係



## 2 ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係



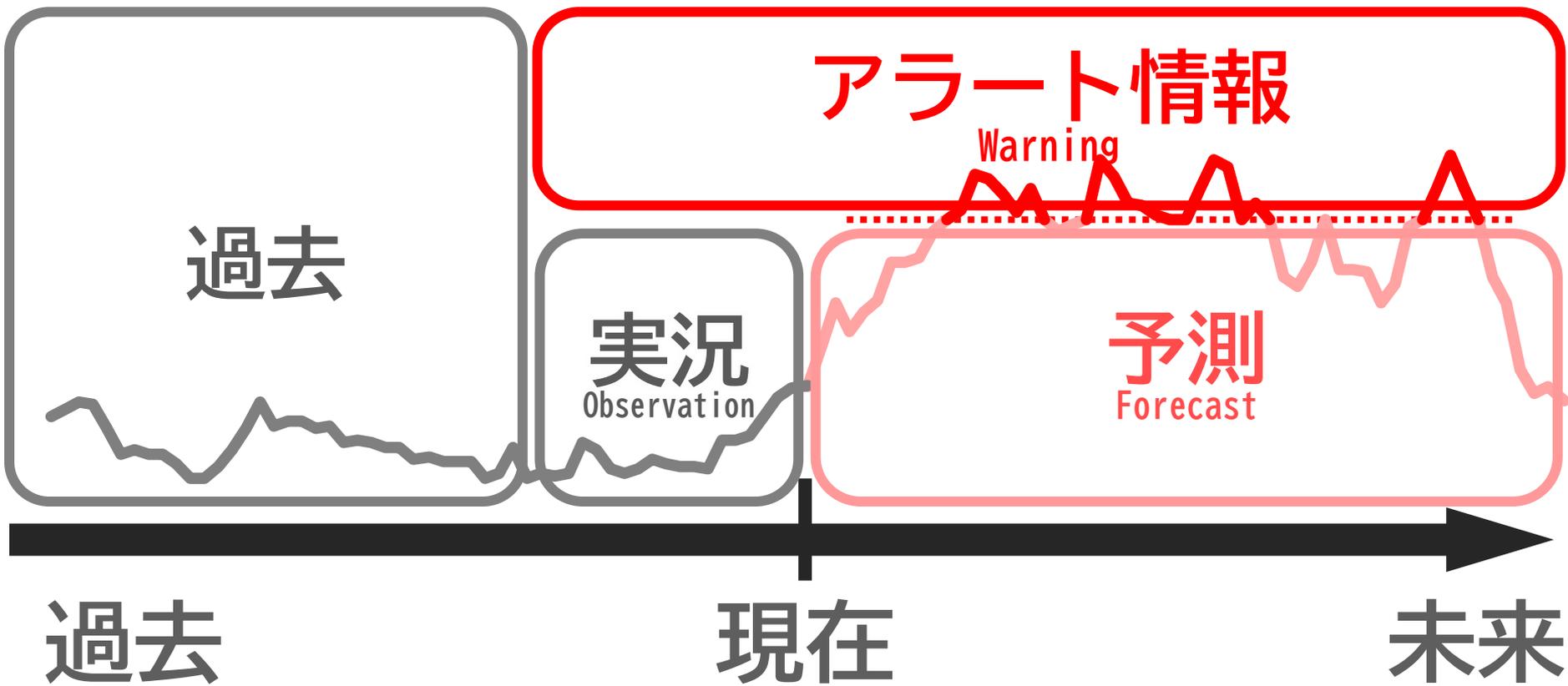
[加藤輝之、楠研一、「第39回メソ気象研究会・気象災害委員会との共催発表会の報告」、天気（日本気象学会機関誌）、2013年8月]、新版 気象ハンドブック、朝倉書店、1995年11月 を基に作成

## 本日の講演

1. 日本気象協会とは
2. ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係
3. ドローン向け気象情報の開発
4. ドローンの社会実装における気象
5. 空飛ぶクルマの社会実装における気象
6. まとめ

# 3

## ドローン向け気象情報の開発



事前計画

飛行前・飛行中

# 3 ドローン向け気象情報の開発

## 国際標準

ISO23629-7  
 UAS traffic management (UTM) -Part 7  
 Data model for spatial data 2021.9.29発行

ドローン運航管理のための地理空間情報データモデルの国際標準

高度※	データ種類	データ構成
0~150m	動的データ Dynamic Data	気象情報や他の航空機の位置など 
~ 150m	仮想データ Virtual Data	飛行禁止エリアやドローンの飛行ルートなど 
~ 100m	障害物情報 Obstacle Feature Information	ドローン飛行の障害物となる建物や鉄塔など 
0m ~	地図情報 Ground map	地形や離着陸エリアなど 



DRESS  
 プロジェクト  
 初の国際標準化



# 気象実況 observation

IoT小型気象  
センサー



気象観測  
ドローン



ドップラー  
ライダー



3Dスキャニング  
ライダー

# 3

## ドローン向け気象情報の開発

固定点観測

機動観測

リモートセンシング

地上気象観測

気象観測鉄塔

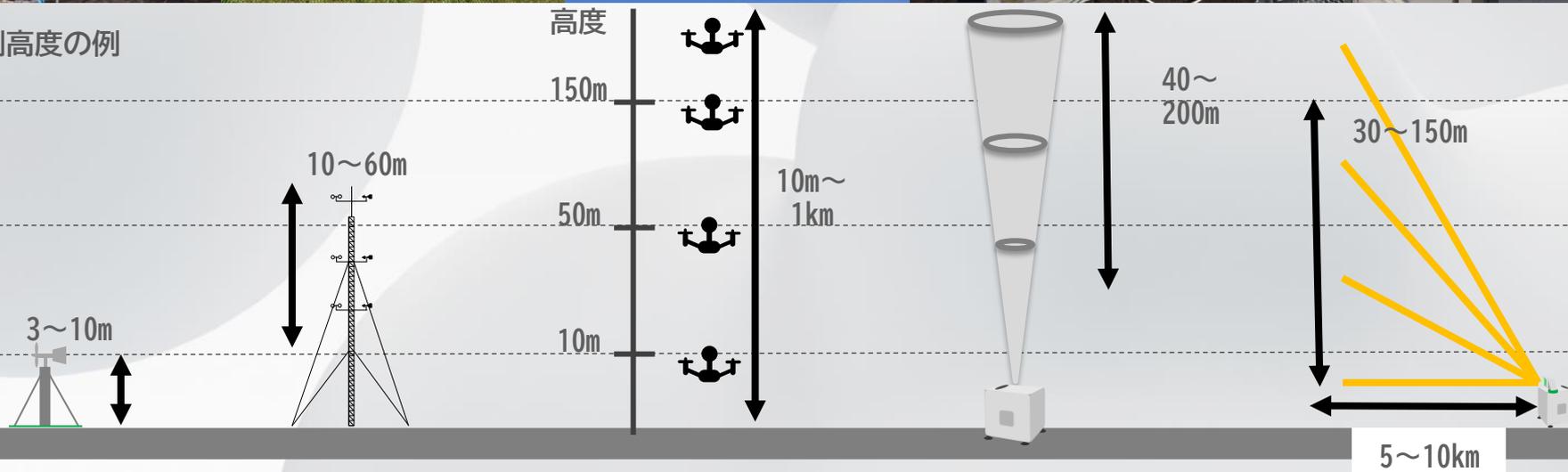
気象観測  
ドローン

鉛直プロファイル型  
ドップラーライダー

3Dスキャニング  
ライダー



観測高度の例





# 気象予測

Forecast

### 3 ドローン向け気象情報の開発

気象庁  
一般気象情報

ドローン用3D風況予測

複雑地形

ビル街区

メッシュサイズ

10~2km

メッシュサイズ

200~20m

メッシュサイズ

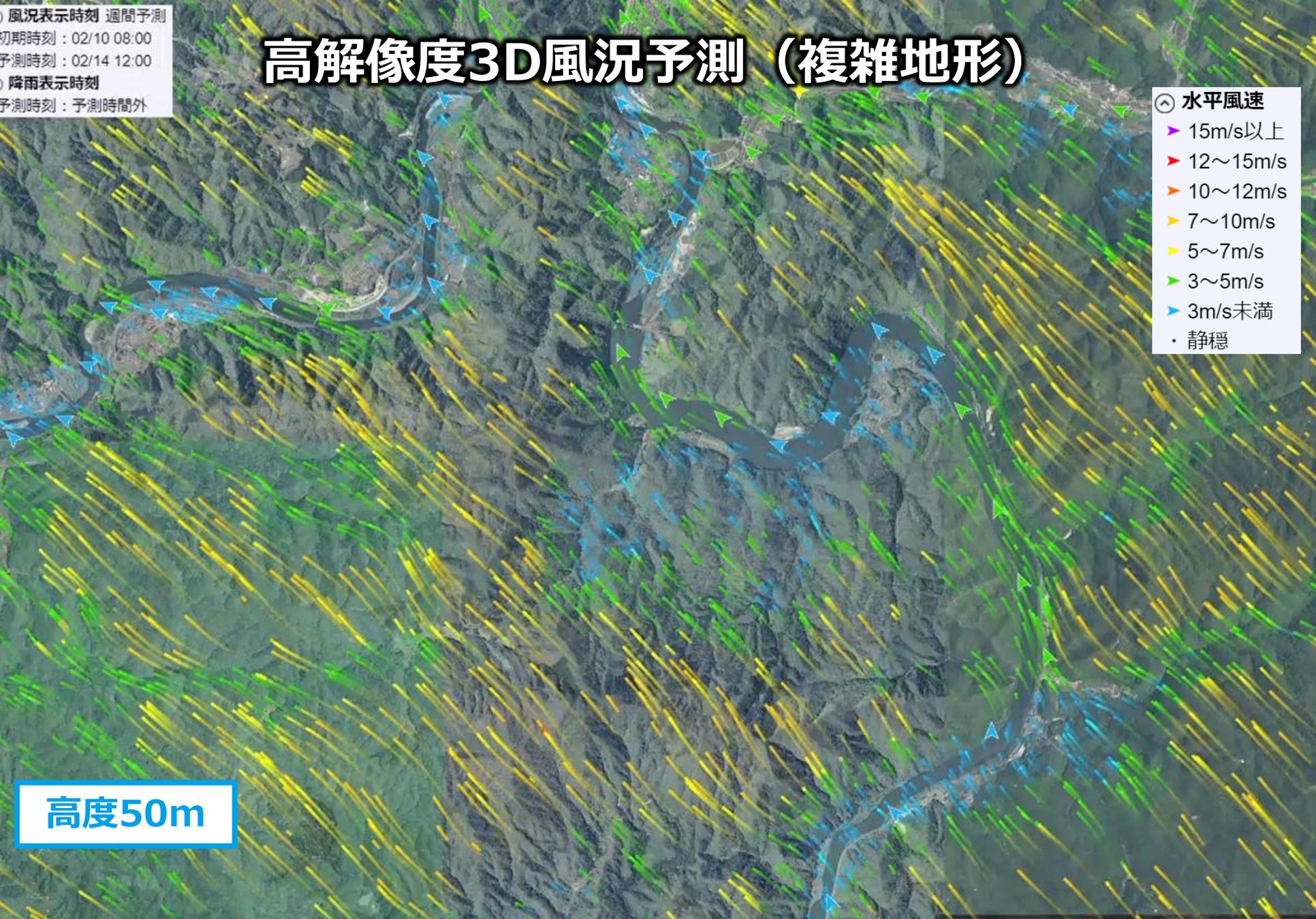
20~1m



風況表示時刻 週間予測  
初期時刻：02/10 08:00  
予測時刻：02/14 12:00  
降雨表示時刻  
予測時刻：予測時間外

# 高解像度3D風況予測（複雑地形）

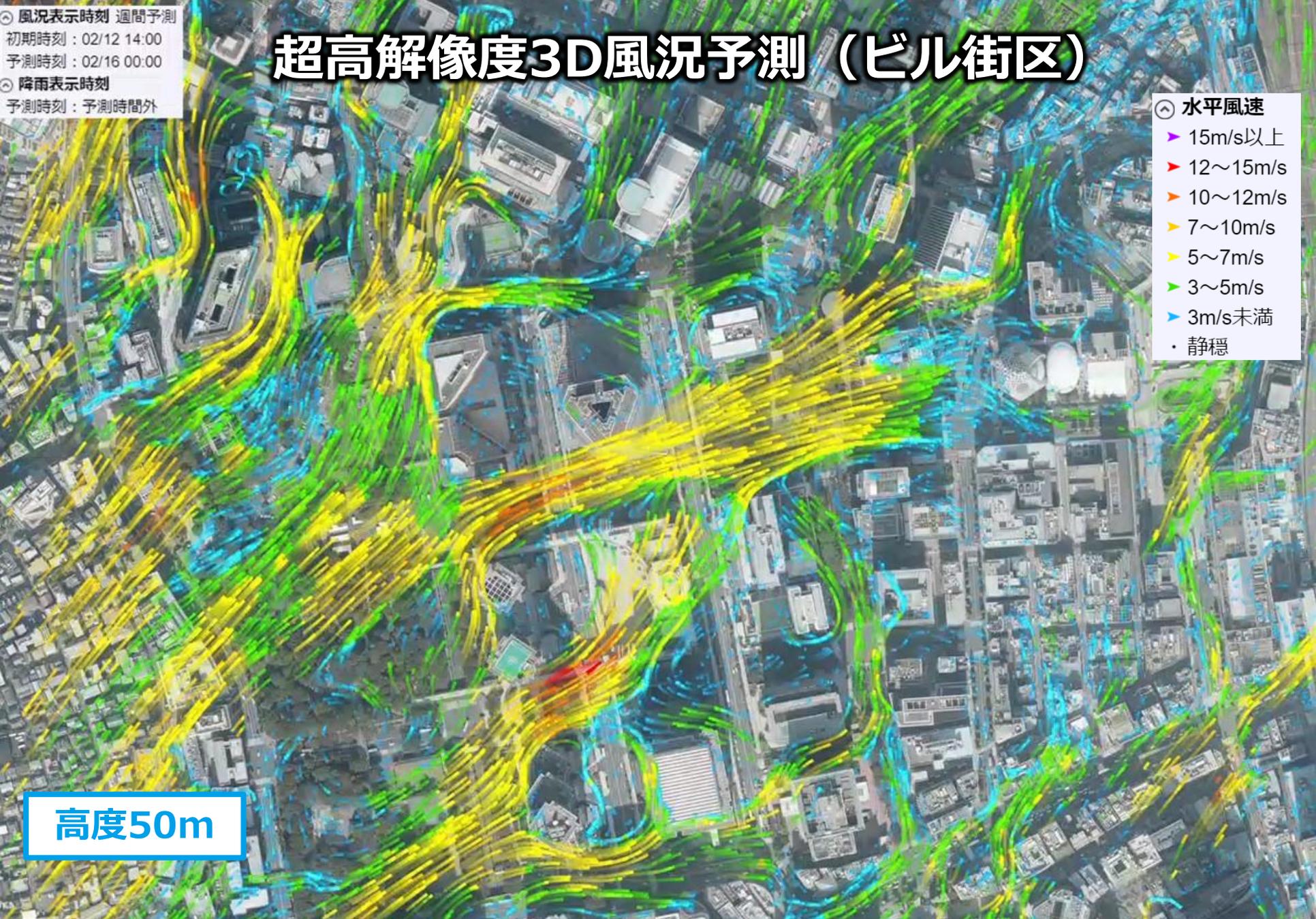
- ⊙ 水平風速
- ▶ 15m/s以上
  - ▶ 12~15m/s
  - ▶ 10~12m/s
  - ▶ 7~10m/s
  - ▶ 5~7m/s
  - ▶ 3~5m/s
  - ▶ 3m/s未満
  - ・ 静穏



高度50m

◎ 風況表示時刻 週間予測  
初期時刻：02/12 14:00  
予測時刻：02/16 00:00  
◎ 降雨表示時刻  
予測時刻：予測時間外

# 超高解像度3D風況予測（ビル街区）



- ◎ 水平風速
- ▶ 15m/s以上
  - ▶ 12~15m/s
  - ▶ 10~12m/s
  - ▶ 7~10m/s
  - ▶ 5~7m/s
  - ▶ 3~5m/s
  - ▶ 3m/s未満
  - ・ 静穏

高度50m

# 3 ドローン向け気象情報の開発

## 事前計画

## 事前解析

## 飛行前・飛行中の管理

## 可視化

## データ連携

### 運用計画支援

- ・ルート
- ・観測地点
- ・機器選定

### 運航支援

- ・気象可視化
- ・実況、予測
- ・カメラ

### 交通管理支援

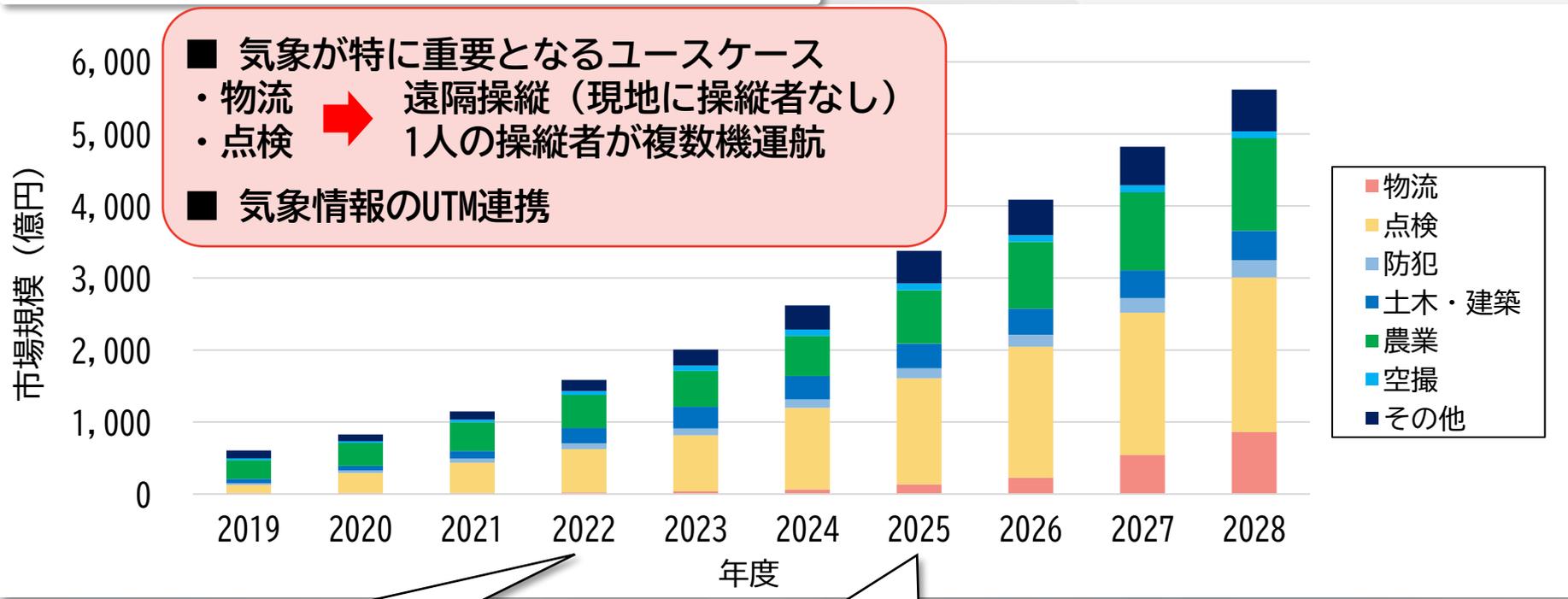
- ・データ連携
- ・実況、予測
- ・アラート

## 本日の講演

1. 日本気象協会とは
2. ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係
3. ドローン向け気象情報の開発
4. ドローンの社会実装における気象
5. 空飛ぶクルマの社会実装における気象
6. まとめ

# 4 ドローンの社会実装における気象

## 中期的な市場の発展



レベル4飛行  
(有人地帯補助者なし目視外飛行)  
解禁

航空局が認めた  
UTMプロバイダを利用

指定空域 (混雑度が高い空域) で、  
全ての無人航空機が  
航空局が認めたUTMプロバイダを利用  
※有人機も位置情報を共有

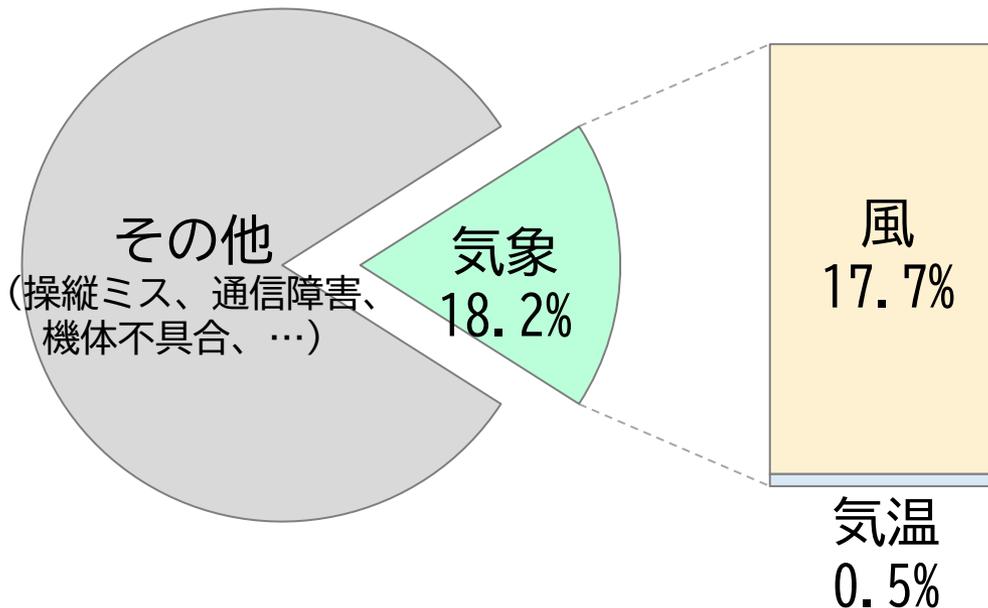
・ドローンビジネス調査報告書 (インプレス総合研究所) を引用  
・国土交通省 空域の混雑度や運航形態に応じた運航管理システム (UTMS) の段階的導入 を基に作成

# 4 ドローンの社会実装における気象

## 求められる気象情報

ドローンにおける事故の割合

国土交通省 無人航空機に係る事故等報告一覧 2019年7月30日～2022年3月31日を独自に分析



物流・点検のユースケース増加により、  
**気象情報の重要性は増加すると推測**

IS05491 (2023年6月2日発行)  
物流用ドローンポートシステムの  
設備要件

⇒ **風速、風向、雨量、気温等の  
気象観測**を定めている

IS05491  
<https://www.iso.org/standard/81313.html>

# 4 ドローンの社会実装における気象

## 求められる気象情報

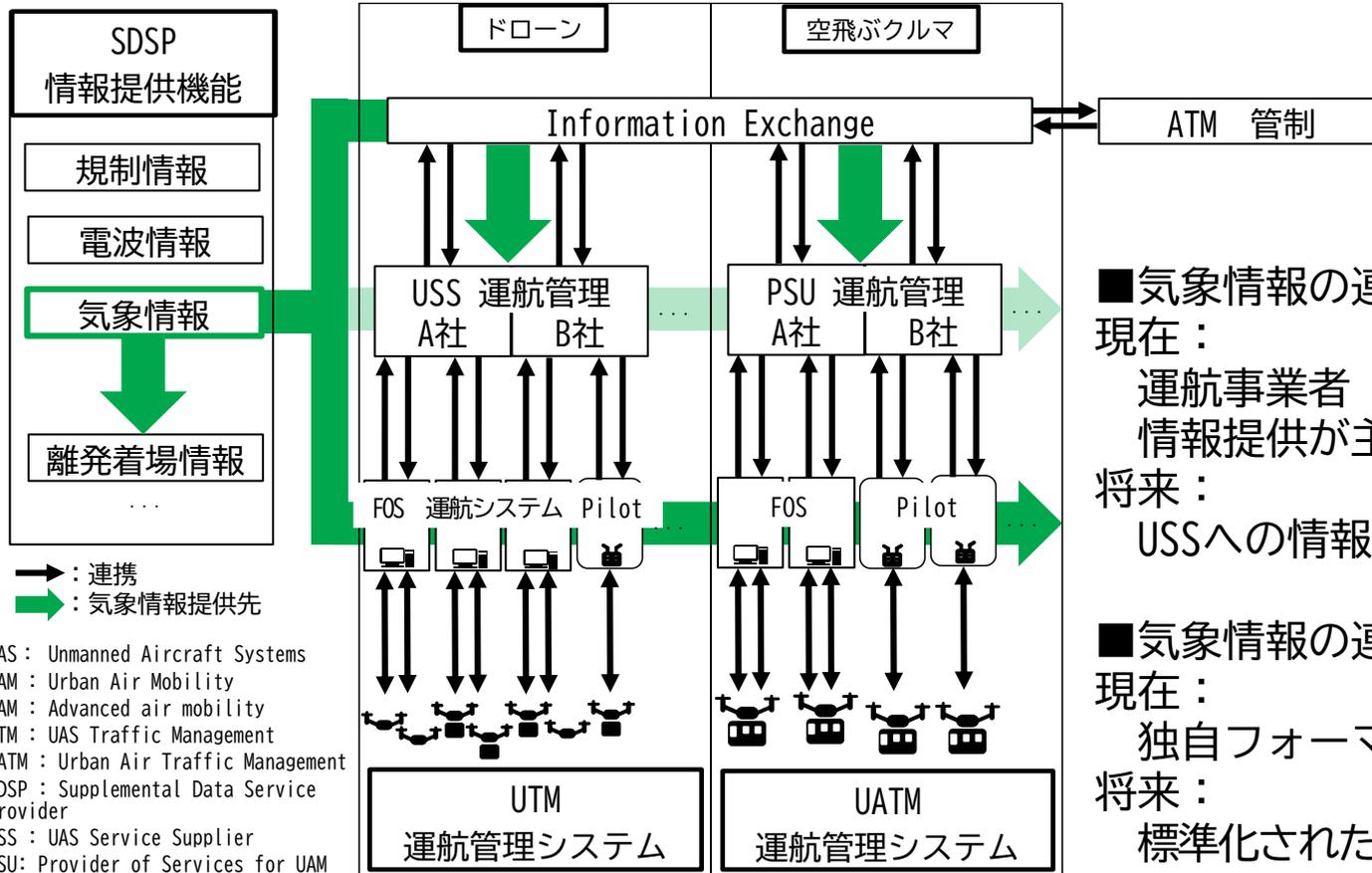
	風	視程	雲	雷（積乱雲）	気温
レベル1, 2	●	●	●	●	●
レベル3, 4	●	▲	▲	●	●
特徴	ドローン事故の 17.7% ↓ 多くが飛行中に発生	レベル1, 2 目視外とならないため必要  レベル3, 4 他の機体情報は、 リモートIDなどで認識？		落雷を避ける 必要あり  雨は飛行可能な 機体もあり	着氷や バッテリーに 影響

●：運航への影響が大きい ▲：運航への影響が未定

レベル1	目視内での操縦飛行
レベル2	目視内飛行（操縦なし）
レベル3	無人地帯での目視外飛行（補助者の配置なし）
レベル4	有人地帯（第三者上空）での目視外飛行（補助者の配置なし）

# 4 ドローンの社会実装における気象

## 気象情報の連携



■気象情報の連携先  
 現在：  
 運航事業者 (Pilot) への  
 情報提供が主

将来：  
 USSへの情報提供？

■気象情報の連携方法  
 現在：  
 独自フォーマットのAPI

将来：  
 標準化されたフォーマット？のAPI

- : 連携
- (緑) : 気象情報提供先
- UAS : Unmanned Aircraft Systems
- UAM : Urban Air Mobility
- AAM : Advanced air mobility
- UTM : UAS Traffic Management
- UATM : Urban Air Traffic Management
- SDSP : Supplemental Data Service Provider
- USS : UAS Service Supplier
- PSU : Provider of Services for UAM
- FOS : Flight Operation System
- ATM : Air Traffic Management

## 本日の講演

1. 日本気象協会とは
2. ドローン・空飛ぶクルマと気象の関係
3. ドローン向け気象情報の開発
4. ドローンの社会実装における気象
5. 空飛ぶクルマの社会実装における気象
6. まとめ

# 5

## 空飛ぶクルマの社会実装における気象

### 中長期的な社会実装の流れ

	2023・2024年度 試験飛行・実証飛行	2025年度 商用運航の開始	2026～2029年度 運航規模の拡大	2030年度～ AAM運航の確立
都市部		大阪・関西 万博での 飛行		郊外－都市間、都市間交通
			二次交通（空港輸送）、都市内交通	
	試験飛行・実証飛行		遊覧・エンタメ	
地方部			二次交通（空港輸送）	
				地域内、地方都市間交通
				過疎地、離島交通
				寒冷地へ
飛行エリア	1～2カ所	数カ所～10数カ所	全国各地に拡大	
運航形態		低密度運航	中～高密度運航	高密度運航
	操縦者搭乗、遠隔操作（荷物輸送）		操縦者搭乗、遠隔操作	自動、自律運航

- ・第8回 空の移動革命に向けた官民協議会 資料1-4 目指すべき絵姿と実装の流れ
- ・第9回 空の移動革命に向けた官民協議会 資料3 空飛ぶクルマの運用概念（ConOps）概要（案）を基に作成

# 5

## 空飛ぶクルマの社会実装における気象

### 求められる気象情報

	2023・2024年度 試験飛行・実証飛行	2025年度 商用運航の開始	2026～2029年度 運航規模の拡大	2030年度～ AAM運航の確立
運航形態		低密度運航	中～高密度運航	高密度運航
		操縦者搭乗、遠隔操作（荷物輸送）	操縦者搭乗、遠隔操作	自動、自律運航
飛行方式	VFR（有視界飛行方式）			
			IFR（計器飛行方式）	
				自律飛行

	風	視程	雲	雷（積乱雲）	気温
VFR	●	●	●	—	●
IFR	●	—	—	●	●
自律飛行	●	—	—	●	●

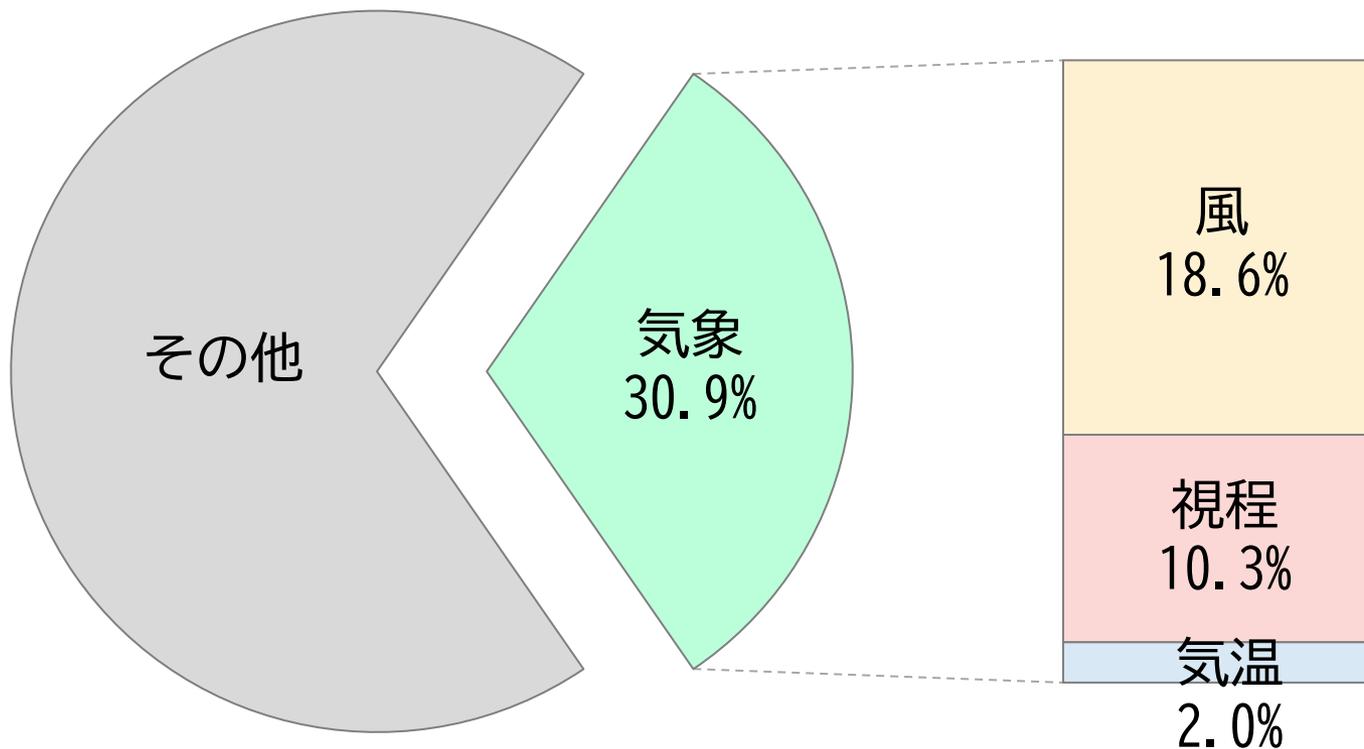
●：運航への影響が大きい    —：運航への影響が小さい

# 5

## 空飛ぶクルマの社会実装における気象

### 求められる気象情報

空飛ぶクルマの規定の基となる、ヘリコプターにおける事故の割合  
航空事故調査報告書 回転翼航空機（ヘリコプター） 2000年～2019年を独自に分析



# 5

## 空飛ぶクルマの社会実装における気象

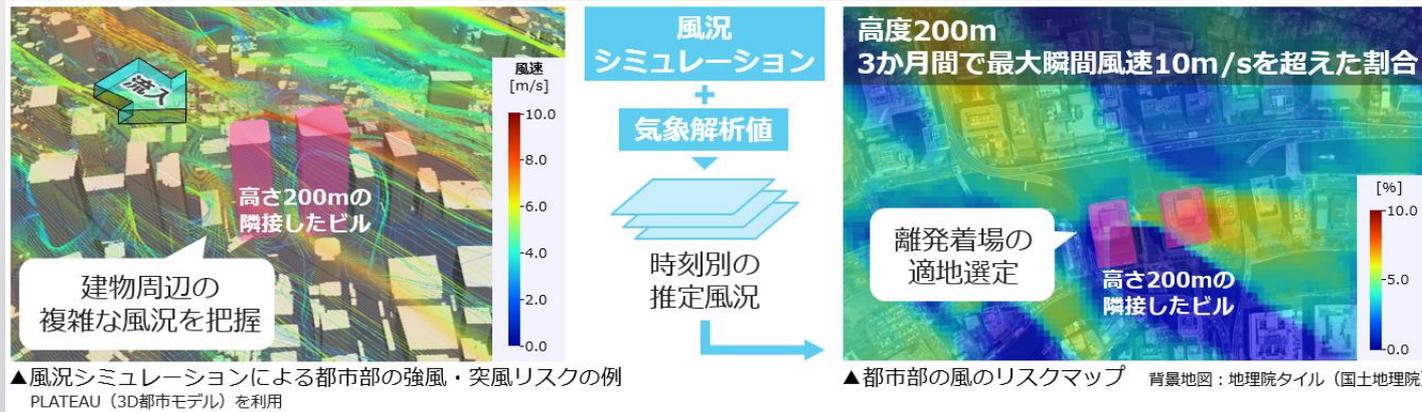
### 風

飛行方式に関わらず考慮する必要あり

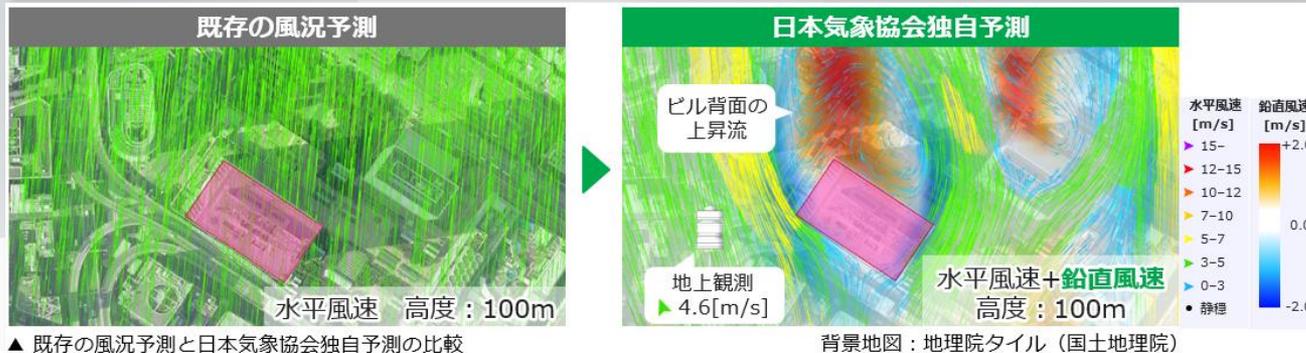
ヘリコプター事故の18.6% ⇒ **地表付近で発生**（離着陸時、吊り下げ時など）

⇒ **低高度の詳細な風況情報が必要**

事前検討時



運航時



# 5

## 空飛ぶクルマの社会実装における気象

### 視程・雲・雷（積乱雲）

VFR：

視程と雲は、VMC（有視界気象状態）として規定あり

⇒ 雲に接近や突入することができないため、雷（積乱雲）を考慮する必要なし

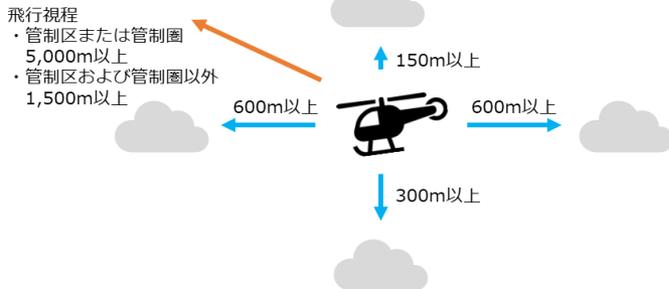
IFR・自律飛行：

視程が低い状態や雲の中を飛行可能

⇒ 雷（積乱雲）を考慮する必要あり

### 【参考】VMC（有視界気象状態）

■ 飛行高度3,000m未満を飛行



■ 管制区および管制圏以外において、  
飛行高度が地表または水面から300m以下を飛行



■ 管制圏又は情報圏にある飛行場において、  
離陸または着陸



# 5

## 空飛ぶクルマの社会実装における気象

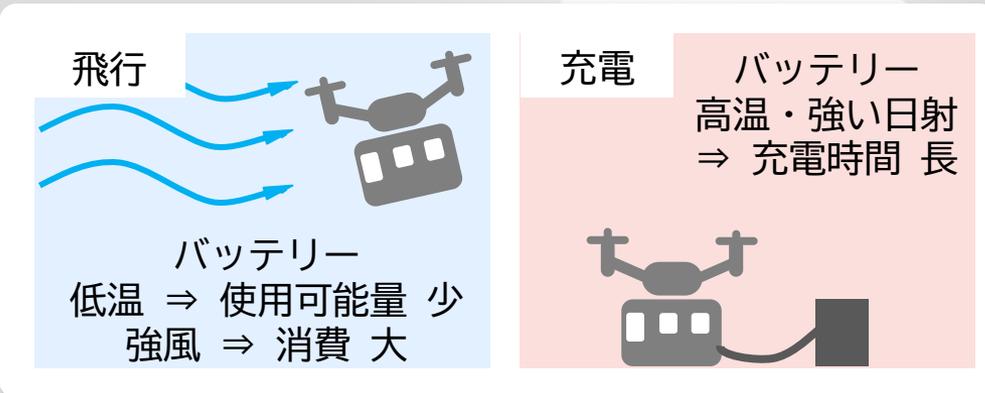
### 気温

飛行方式に関わらず考慮する必要あり

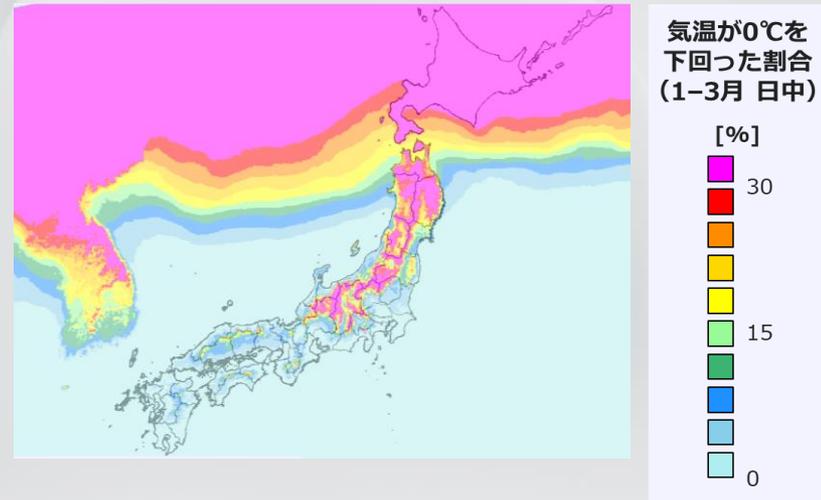
- ・着氷（主にIFR、自律飛行）
- ・バッテリー

⇒ 使用可能時間や充電時間に影響する

**空飛ぶクルマの特徴**（既存の航空機では不要）



事前検討時



# 6 まとめ

## 求められる気象情報

		風	視程	雲	雷 (積乱雲)	気温
ドローン	レベル1, 2	●	●	●	●	●
	レベル3, 4	●	▲	▲	●	●
空飛ぶクルマ	VFR	●	●	●	—	●
	IFR	●	—	—	●	●
	自律飛行	●	—	—	●	●

⇒ 低高度の気象情報が必要

## 今後の取り組み

- ・ 空飛ぶクルマ・ドローン向けの気象情報の開発・提供による安全運航支援
- ・ 気象情報を活用した効率的な運航支援
- ・ 気象情報の連携方法の標準化 (提供先、データフォーマットの統一など)



# Weather as a Service

あらゆるビジネスに、気象データを。