日本気象協会

【内容】「ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト」最終成果報告
【日時】2022年5月20日（金）16:15～16:30
【場所】ステーションコンファレンス東京 501

ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト
地域特性に考慮した情報提供機能の研究開発

地域特性を考慮した
ドローン気象情報提供機能に関する研究開発
～風を味方に、空の安全を実現するドローン気象APIサービスの実装～

2022年5月20日

一般財団法人　日本気象協会

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

地域特性を考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究開発

日本気象協会

2017 ～ 2019

ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト
研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」
（１）無人航空機の運航管理システムの開発
４）情報提供機能の開発

ドローン向け気象情報提供機能の研究開発

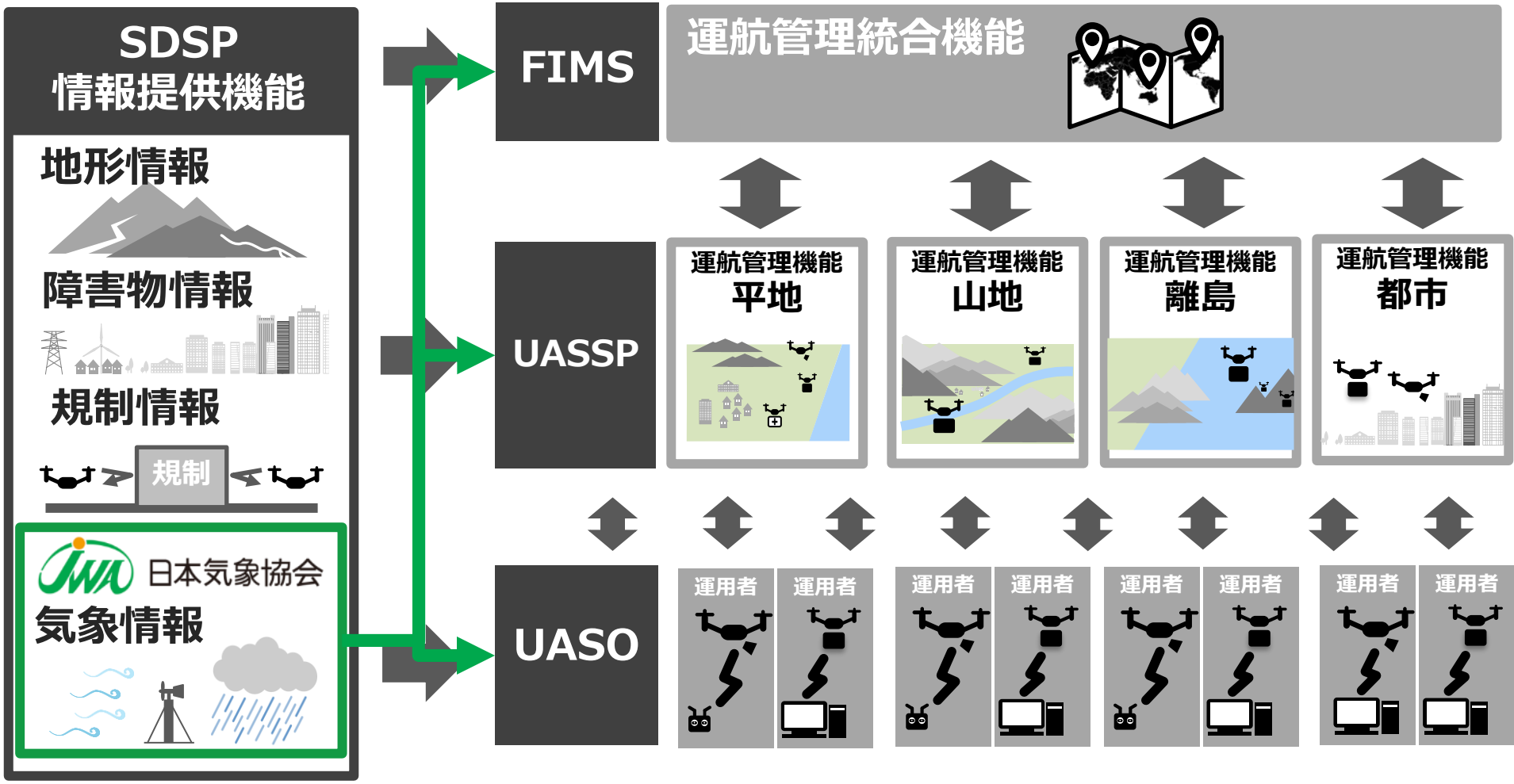
2020 ～ 2021

ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト
研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」
（１）無人航空機の運航管理システムの開発
９）地域特性に考慮した 情報提供機能 に関する研究開発

地域特性を考慮した
ドローン気象情報提供機能に関する研究開発

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

ドローン運航管理アーキテクチャ



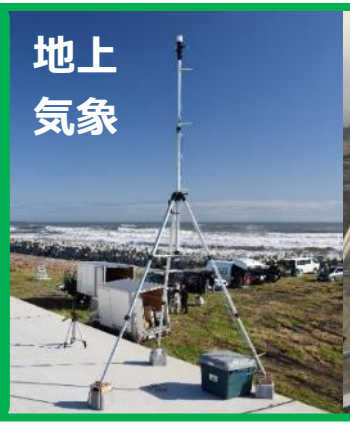
FIMS =Flight Information Management System
UASSP=UAS Service Provider
UASO =UAS Operator
SDSP =Supplemental Data Service Provider

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

ドローン気象情報提供機能

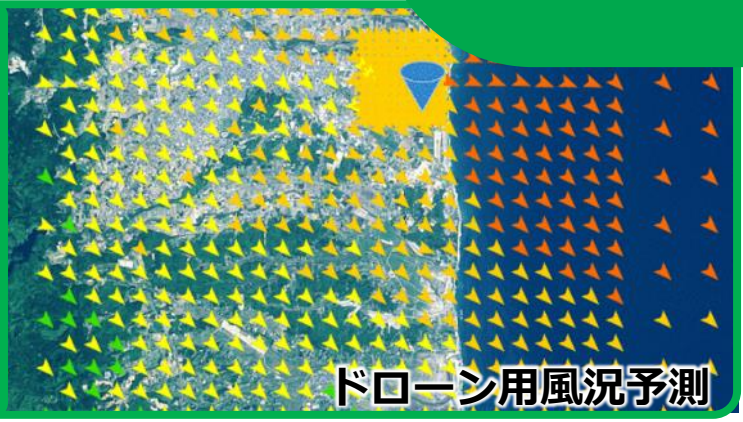
観測



運航

ドローン気象情報
提供機能

予測



情報提供

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

地域特性を考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究開発

日本気象協会

撮影：日本気象協会

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

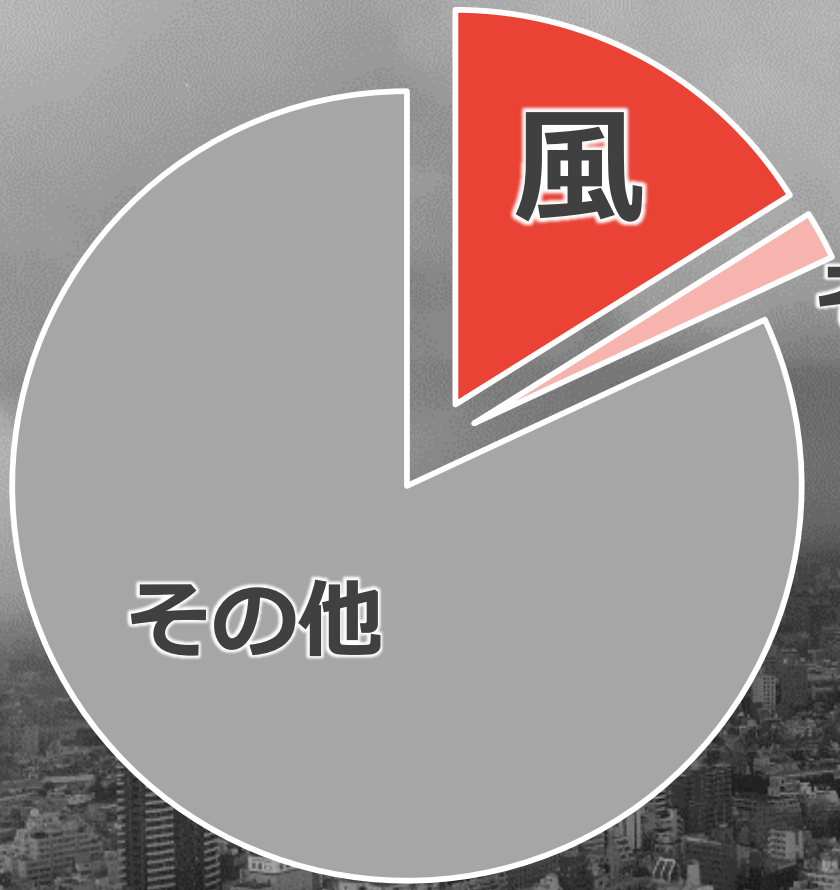
気象リスク

強風　突風　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

日本気象協会
無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

ドローンの事故割合



気象関連

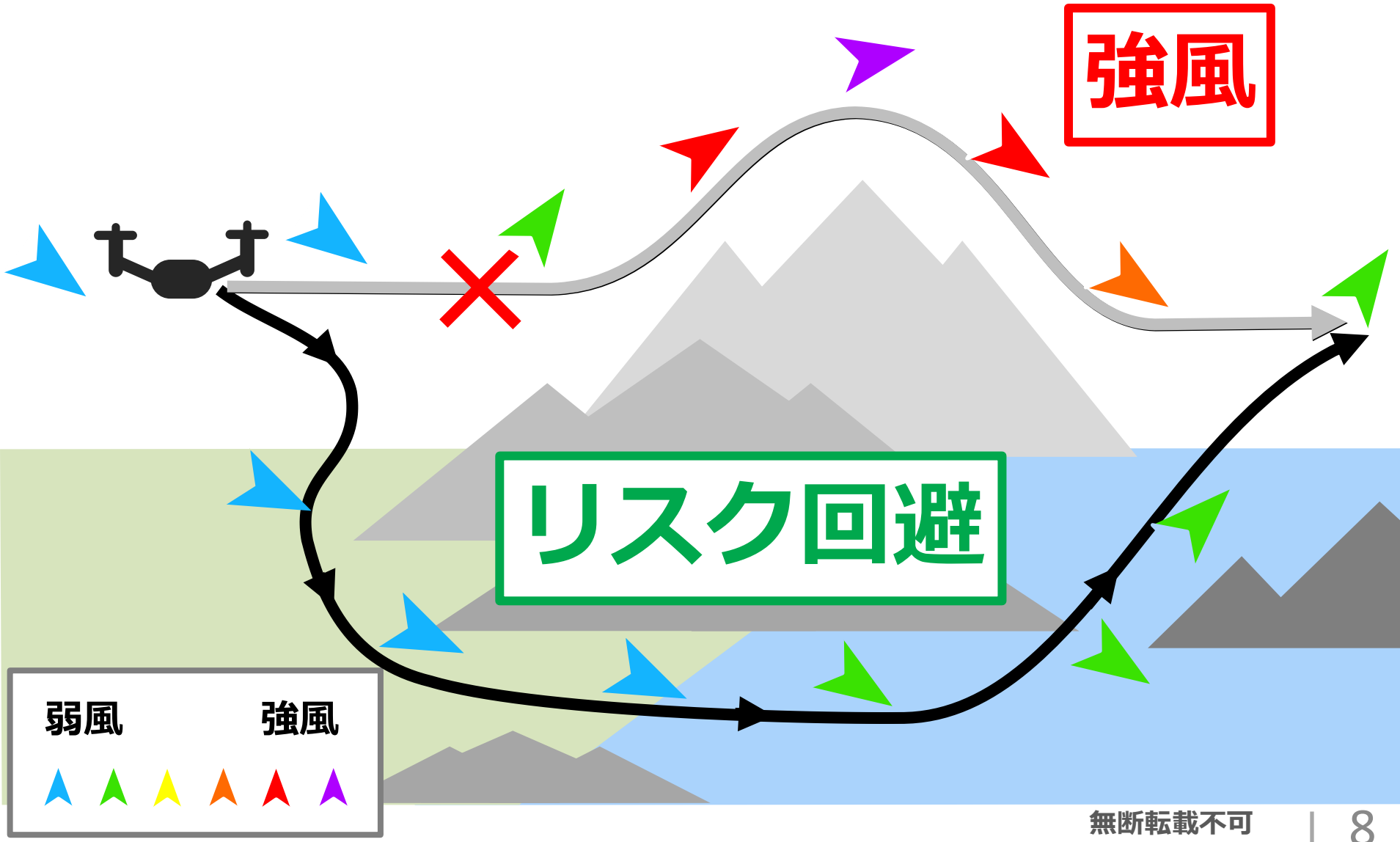
18%

無人航空機に係る事故トラブル等の一覧（国交省）
2016年4月～2021年3月を独自集計

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

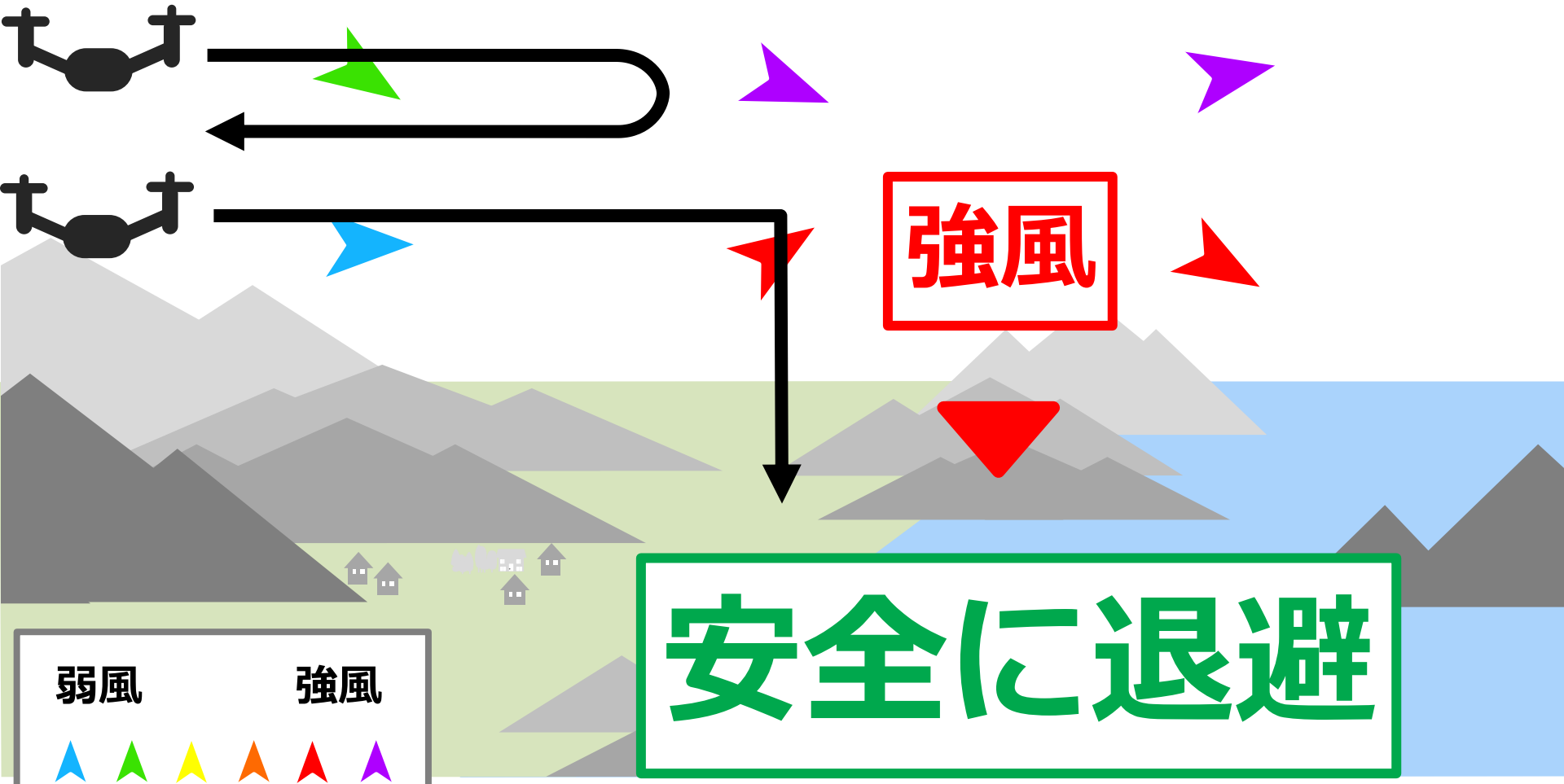
気象情報によるリスクの回避



無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

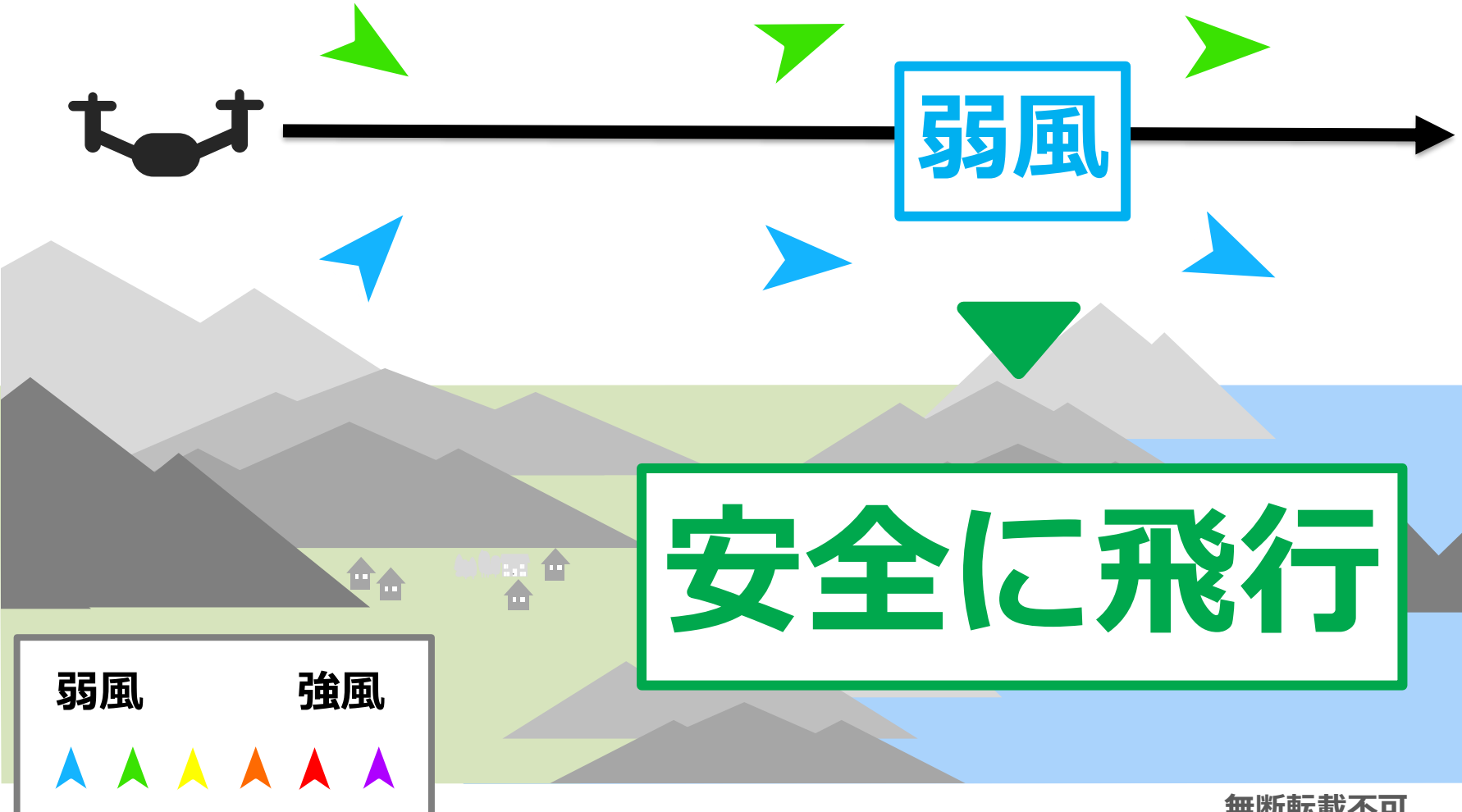
気象情報によるリスクの回避



無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

気象情報による安全な飛行



無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

事前計画

飛行前・飛行中

①風況解析

②気象観測

③気象予測

④情報提供機能

計画支援
- ルート作成
- ルート気象リスク
- 観測地点の選定

運用・運航管理支援
- 離陸・着陸判断
- 飛行の実施判断
- 飛行の継続判断
- 気象リスク回避
- 飛行ルート選定
- 運航効率化

⑤国際標準化

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

①風況解析

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

出典）国土地理院　標準地図
https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html

計画段階の課題
飛行ルートの気象リスク
気象観測の地点選定

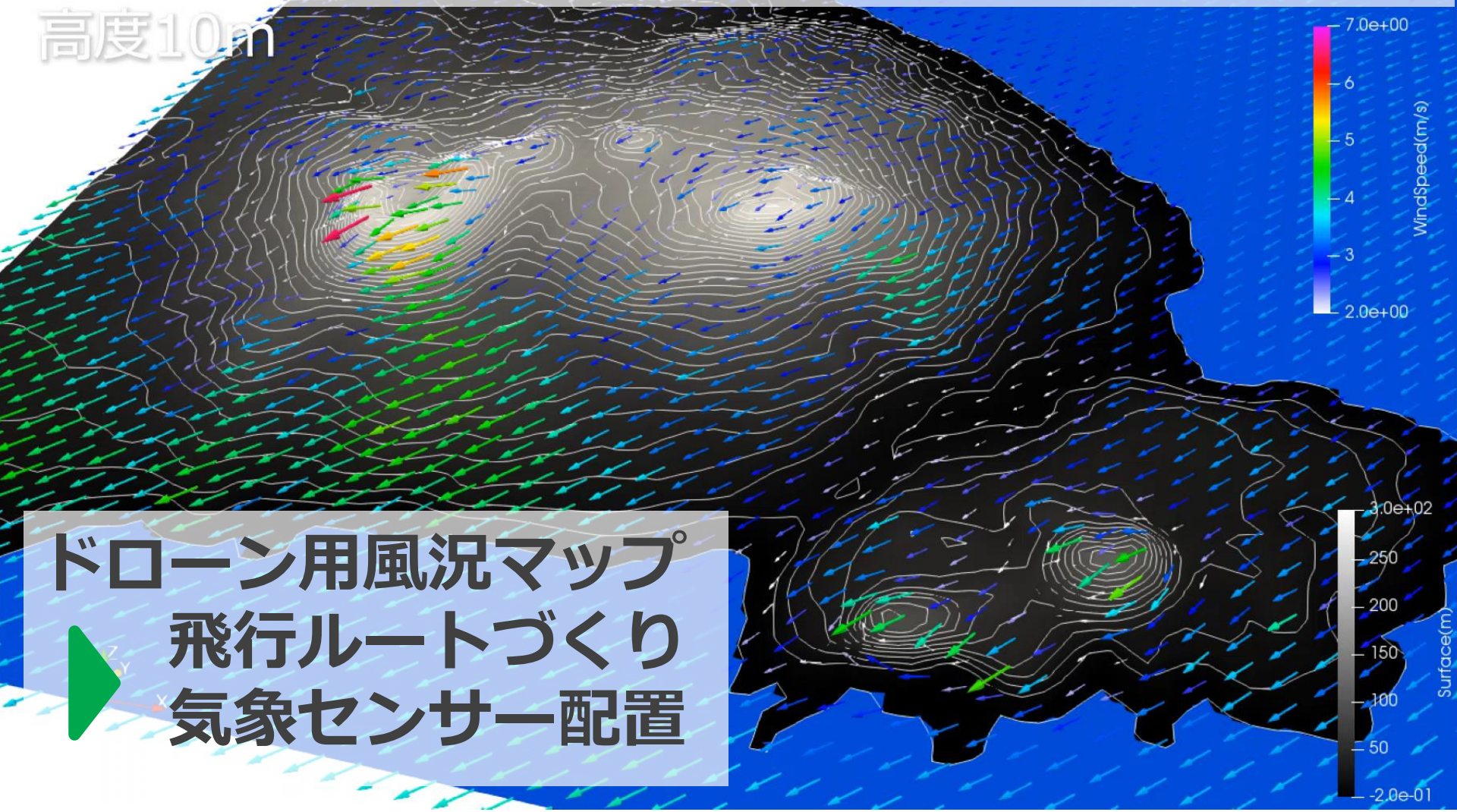
▼

風況シミュレーション

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

1）飛行ルートの気象リスク分析



ドローン用風況マップ
飛行ルートづくり
気象センサー配置

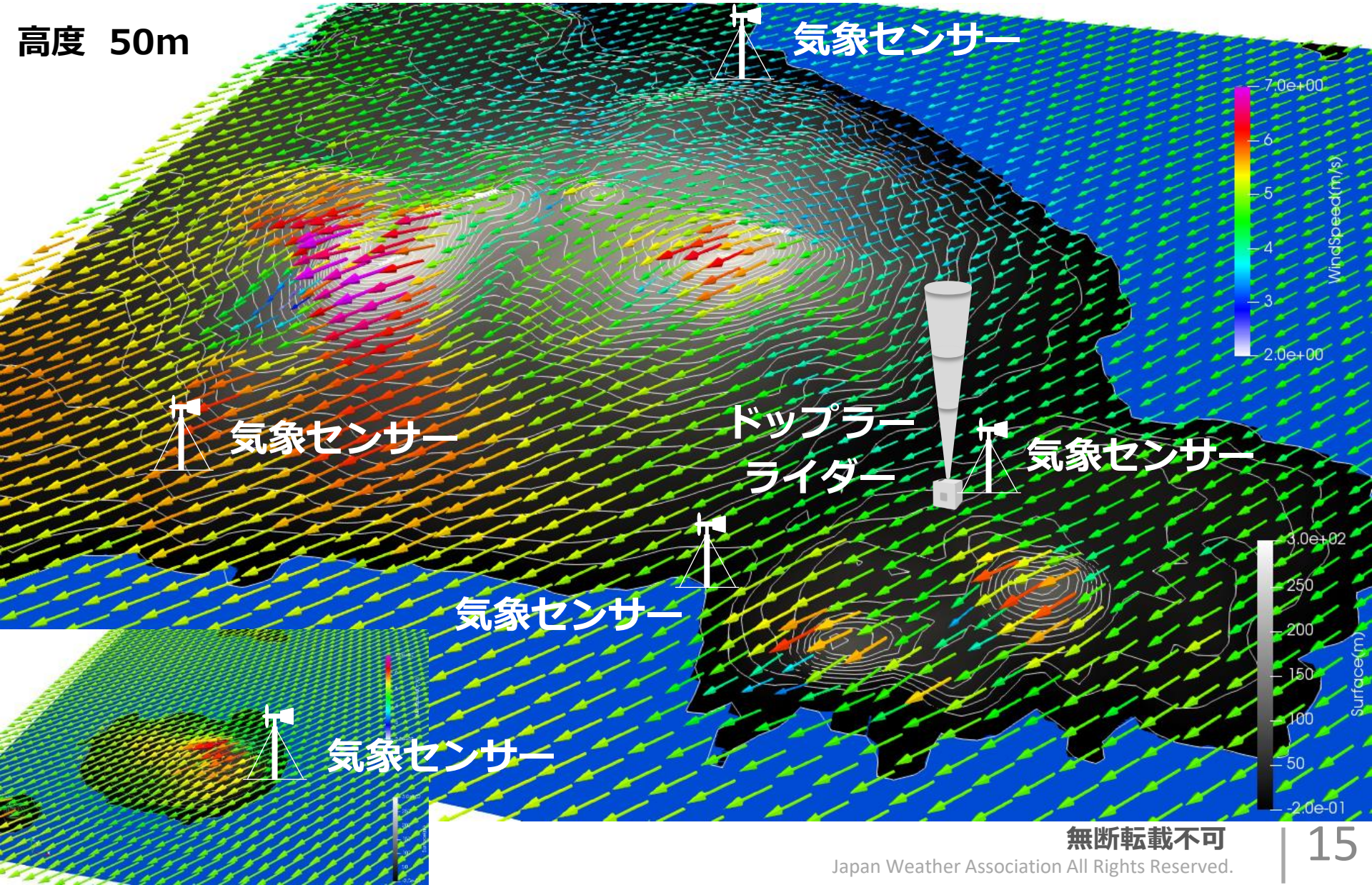
北東風の風況シミュレーション例

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

2）気象観測の地点選定

高度　50m



無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

②気象観測

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

IoT小型気象センサー

気象観測ドローン

気象観測 4つの方法

ドップラーライダー

3Dスキャニングライダー

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

IoT小型気象センサー

多要素同時測定

風向風速、気温、相対湿度
レイン、気圧、照度、UV

離陸・着陸時の安全を支えるセンシング技術

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

IoT小型気象センサー設置例

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

気象センサー搭載ドローン

立体機動観測
上空気象ピンポイント観測

上空気象を把握
より安全な空域へ

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

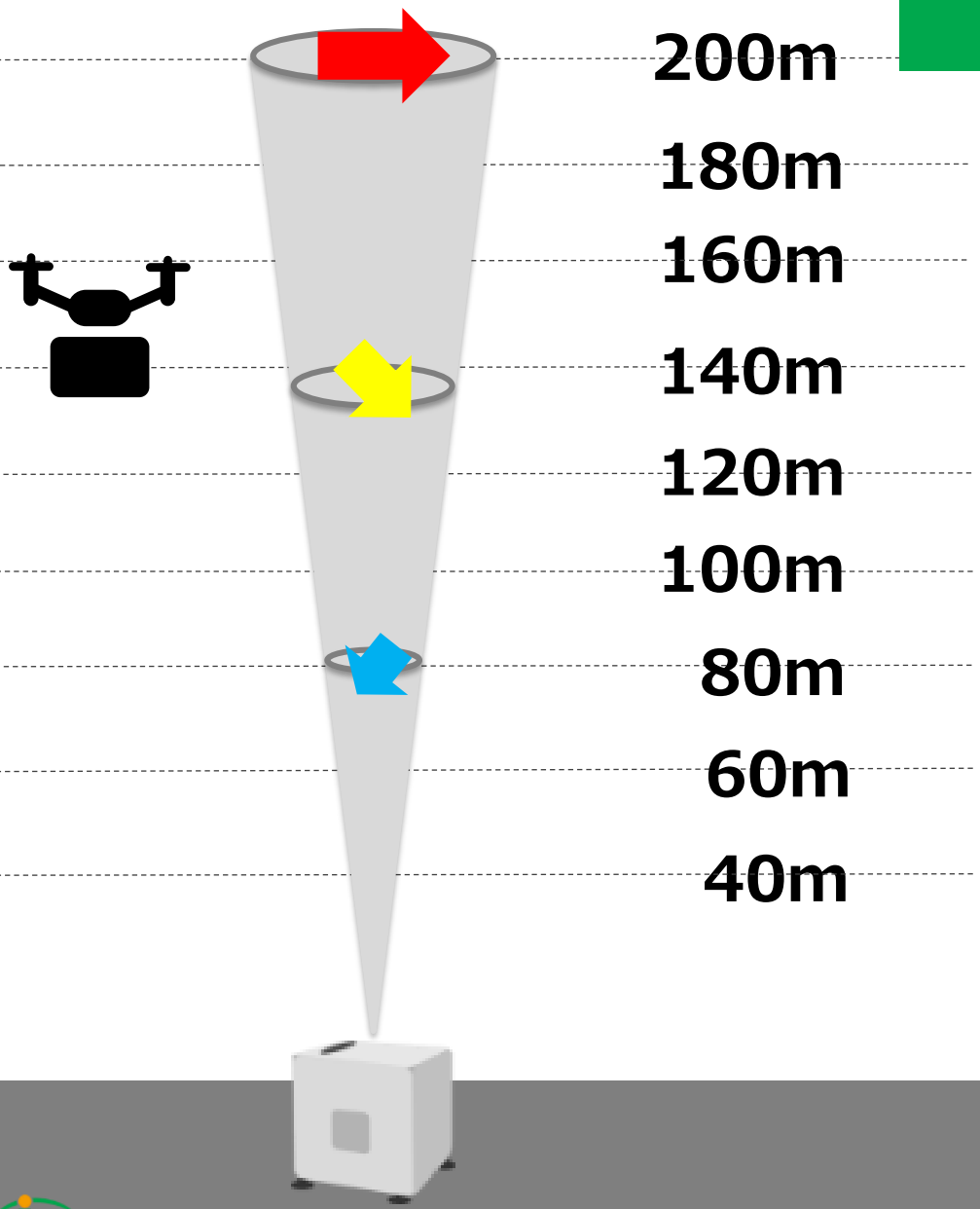
ドップラーライダー

高度40～200mの風をリアルタイム観測

飛行中の安全を支えるリモートセンシング

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

ドップラーライダー



- レーザーによる上空の風観測
- 測定高度 40～200m
- 飛行前に上空風の実況値を把握

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

スキャニング ライダー

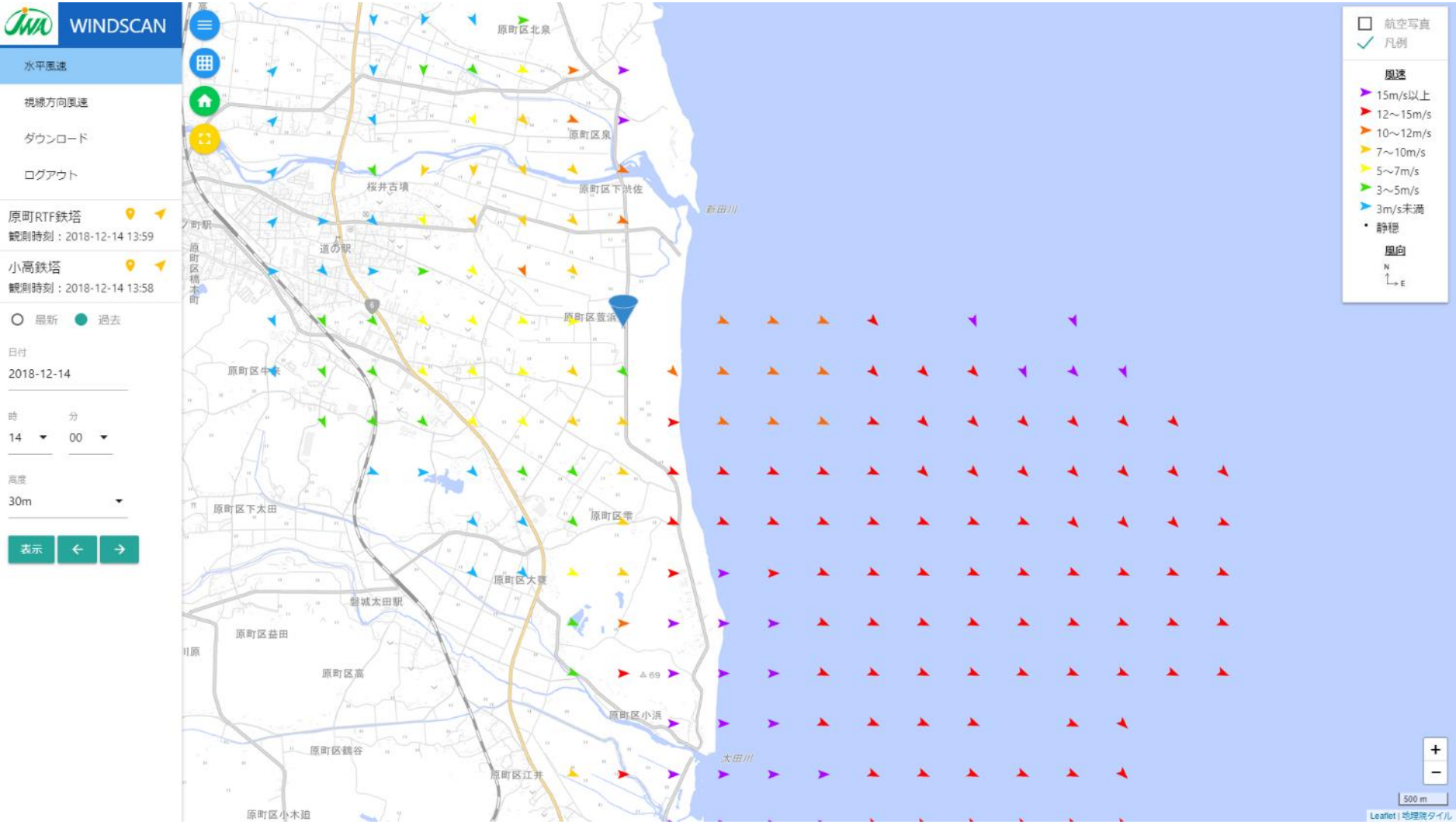
空域の風を面的に ３Dリアルタイム観測

空域の安全を支える リモートセンシング

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

３Dスキャニングライダーの観測例



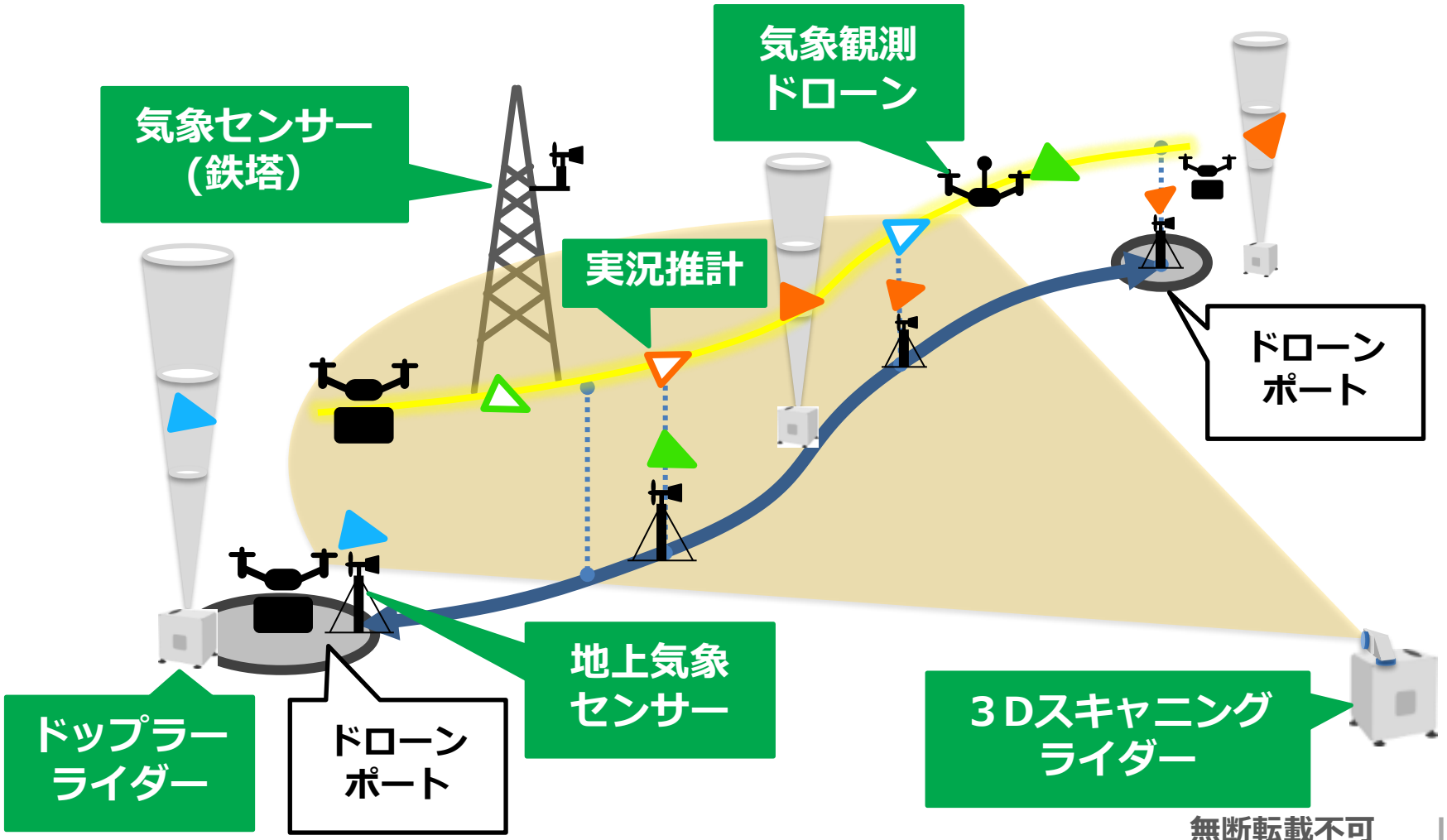
出典）国土地理院　標準地図
https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

ドローン用の気象センシング

1）離発着地点の気象監視　：　地上気象センサー/ドップラーライダー
2）航路の気象監視　：　ドップラーライダー/気象観測ドローン
3）空域の気象監視　：　３Dスキャニングライダー



無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

③気象予測

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

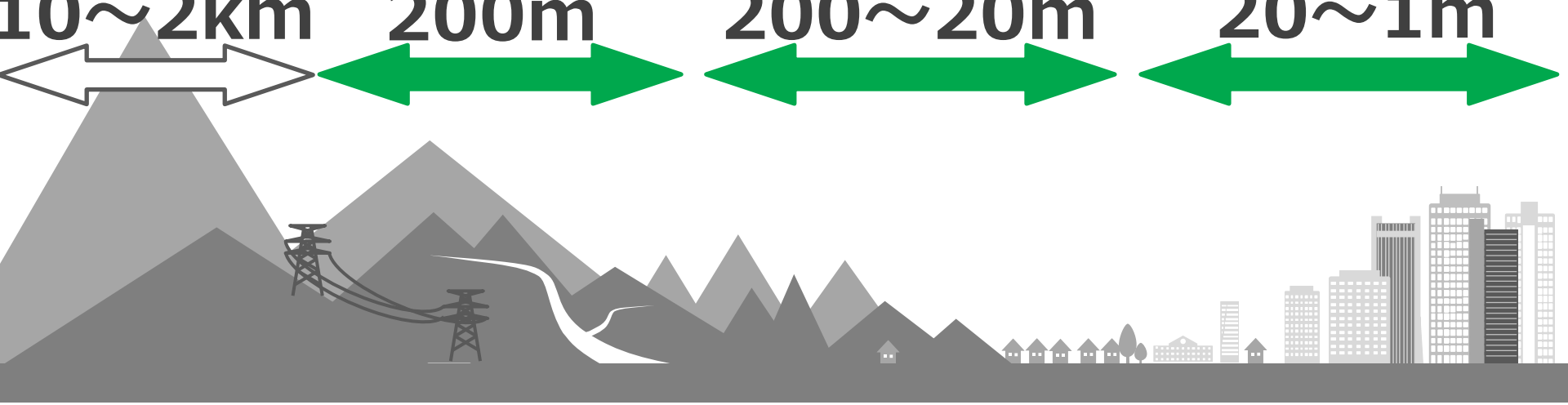
地域特性を考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究開発

日本気象協会

気象庁
一般気象情報

ドローン用３D風況予測

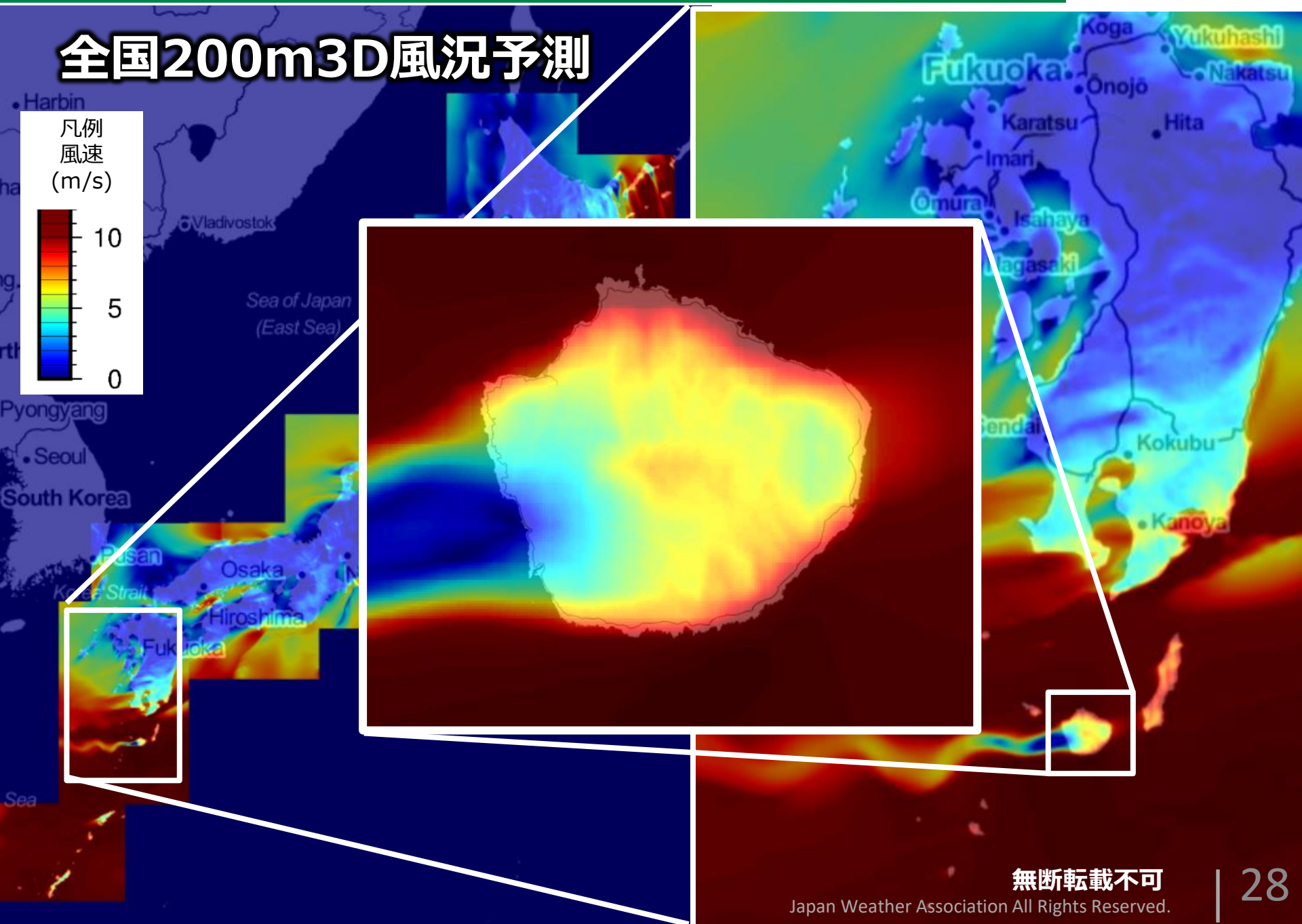
①全国汎用	②複雑地形	③ビル街区
全国200m 3D風況予測	高解像度 3D風況予測	超高解像度 3D風況予測
メッシュサイズ 10～2km	メッシュサイズ 200m	メッシュサイズ 200～20m	メッシュサイズ 20～1m



無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

全国200m3D風況予測



無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

高解像度3D風況予測（複雑地形）

風況表示時刻 週間予測

予測時刻：予測時間外

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

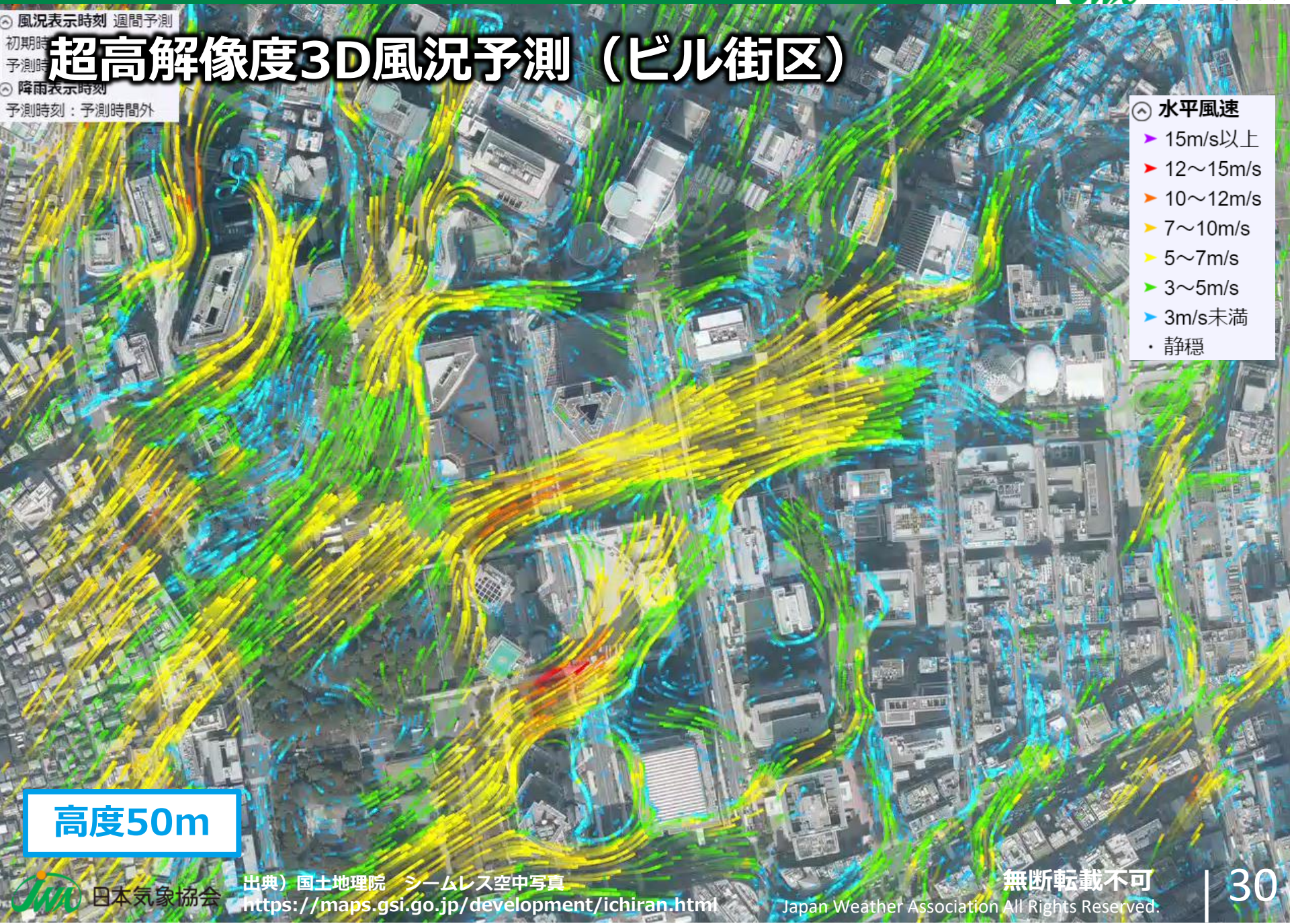
高度50m

出典）国土地理院　シームレス空中写真
https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

超高解像度3D風況予測（ビル街区）



出典）国土地理院　シームレス空中写真
https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

④情報提供機能

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

経度136.5度
緯度36.8度の
15時10分の
風速データを送れ

運航管理システム

リクエスト

レスポンス

ドローン気象
API

{ "ref_time" : "20210205T061000Z" ,
"type" : "FeatureCollection" ,"features" :
[{ "type" : "Feature" ,
"properties" : { "wind_vel" : 6.3 } ,
"geometry" : { "type": "Point" ,
"coordinates" : [136.5, 36.8] } }] }

ドローン気象
閲覧PC

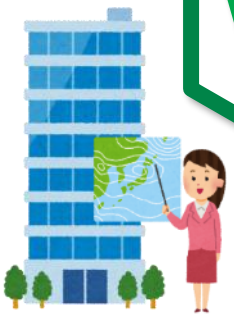
運航管理
システム

ウェブサーバに
アクセス

ドローン気象
WEB

ドローン気象
閲覧PC

ドローン
操縦者

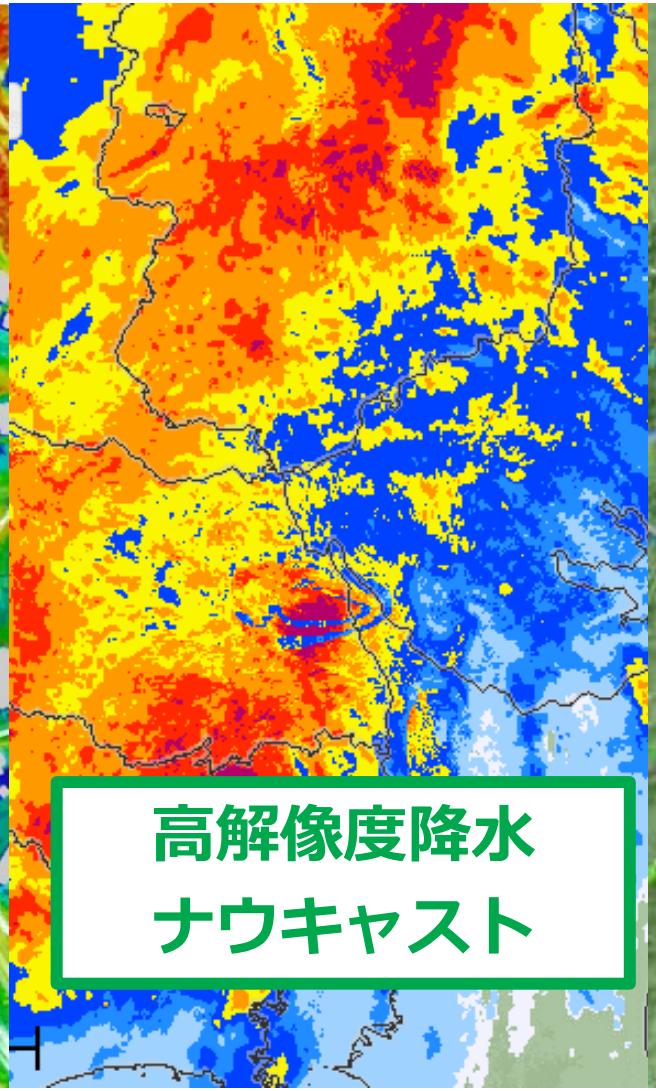


無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

ドローン運航支援のための気象情報の例

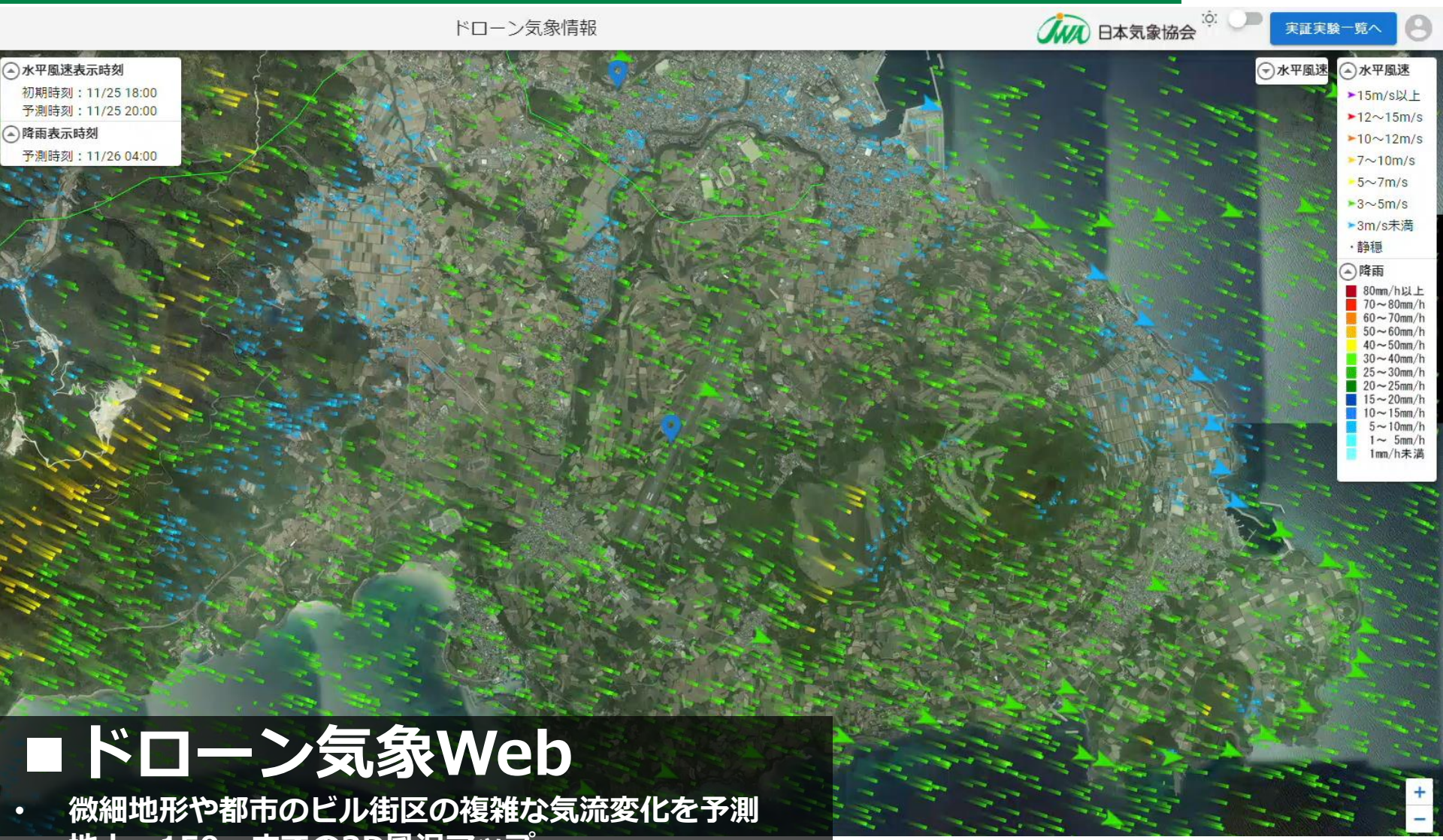
風	降水	雷



無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

地域特性を考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究開発

日本気象協会



■ ドローン気象Web

- 微細地形や都市のビル街区の複雑な気流変化を予測
- 地上～150mまでの3D風況マップ
- ルート上の気象予測で航路の気象状況を把握
- 降水、雷など参考情報を重ね合わせて表示

出典）国土地理院　シームレス空中写真
https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

⑤国際標準化

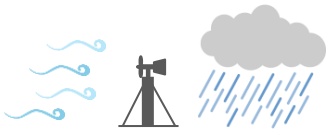
無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

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

国際標準

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

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

※飛行高度は、国ごとのルールに従います。

ZENRIN × 日本気象協会

DRESS プロジェクト 初の国際標準化

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

まとめ

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

まとめ

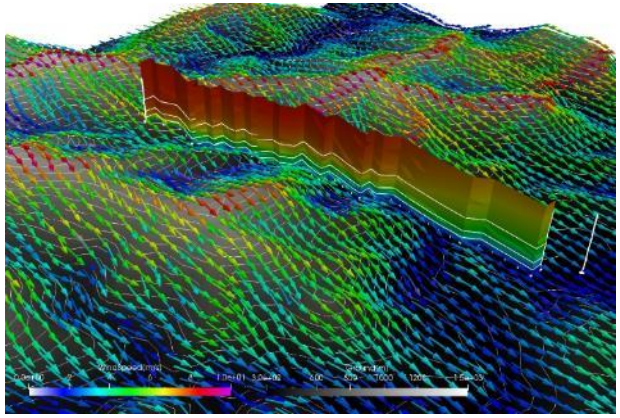
- ドローンの安全運航を実現する気象情報
- 専用に設計したドローン気象情報提供機能
  - 風況解析　風況シミュレーション
    気象リスク分析・観測地点選定
  - 気象観測　IoT小型気象センサー
    ドップラーライダー
  - 気象予測　複雑地形用３D風況予測
    都市ビル街区用３D風況予測
  - 情報提供　ドローン気象API
    ドローン気象WEB（可視化）
- 地域特性を考慮した機能拡張
- 複数地域での実証実験に基づき有効性を検証
- 実績を踏まえた国際標準化の実現　ISO23629-7

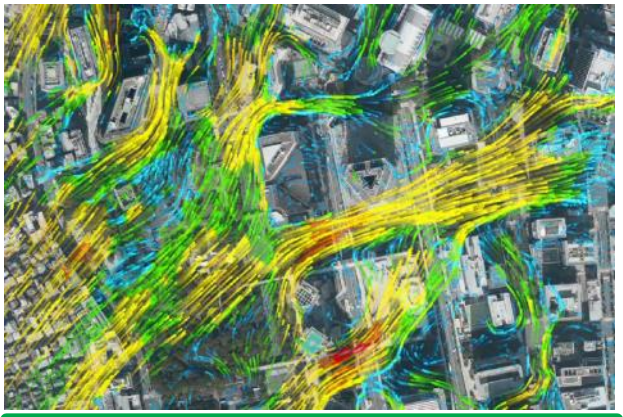
無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

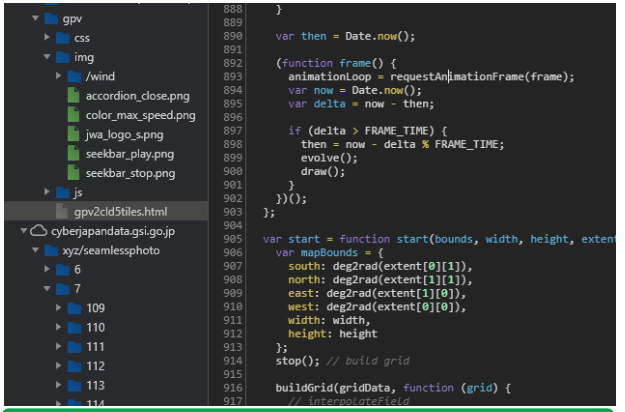
日本気象協会

ドローン気象情報の活用

事前計画	飛行前・飛行中	
①風況解析	②可視化	③API







運用計画支援
- 気流シミュレーション
- 飛行ルートリスク分析
- 気象観測地点選定

運用支援
- 気象可視化
- 気象実況分布
- 気象予測分布

運航管理支援
- データ連携
- 実況データ
- 予測データ

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.

日本気象協会

みえない「そら」の風

みえる「そら」、
使いやすい「そら」へ

日本気象協会

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved

地域特性を考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究開発

本事業は、

下記の国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成事業で実施しました。

「ドローン向け気象情報提供機能の研究開発（2017～2019）」
「地域特性を考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究開発（2020～2021）」

日本気象協会

無断転載不可
Japan Weather Association All Rights Reserved.