

風車ウエイクによる微気象制御の数値的検討

Numerical Investigation of Weather Controllability using Wind Turbine Wakes



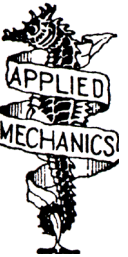
内田 孝紀 / Uchida Takanori

応用力学研究所 / 再生可能流体エネルギー研究センター / 教授

兼務: 洋上風力研究教育センター / マルチスケール洋上風況研究部門 / 部門長

リアムコンパクト / RIAM-COMPACT

Computed using RIAM-COMPACT LES model

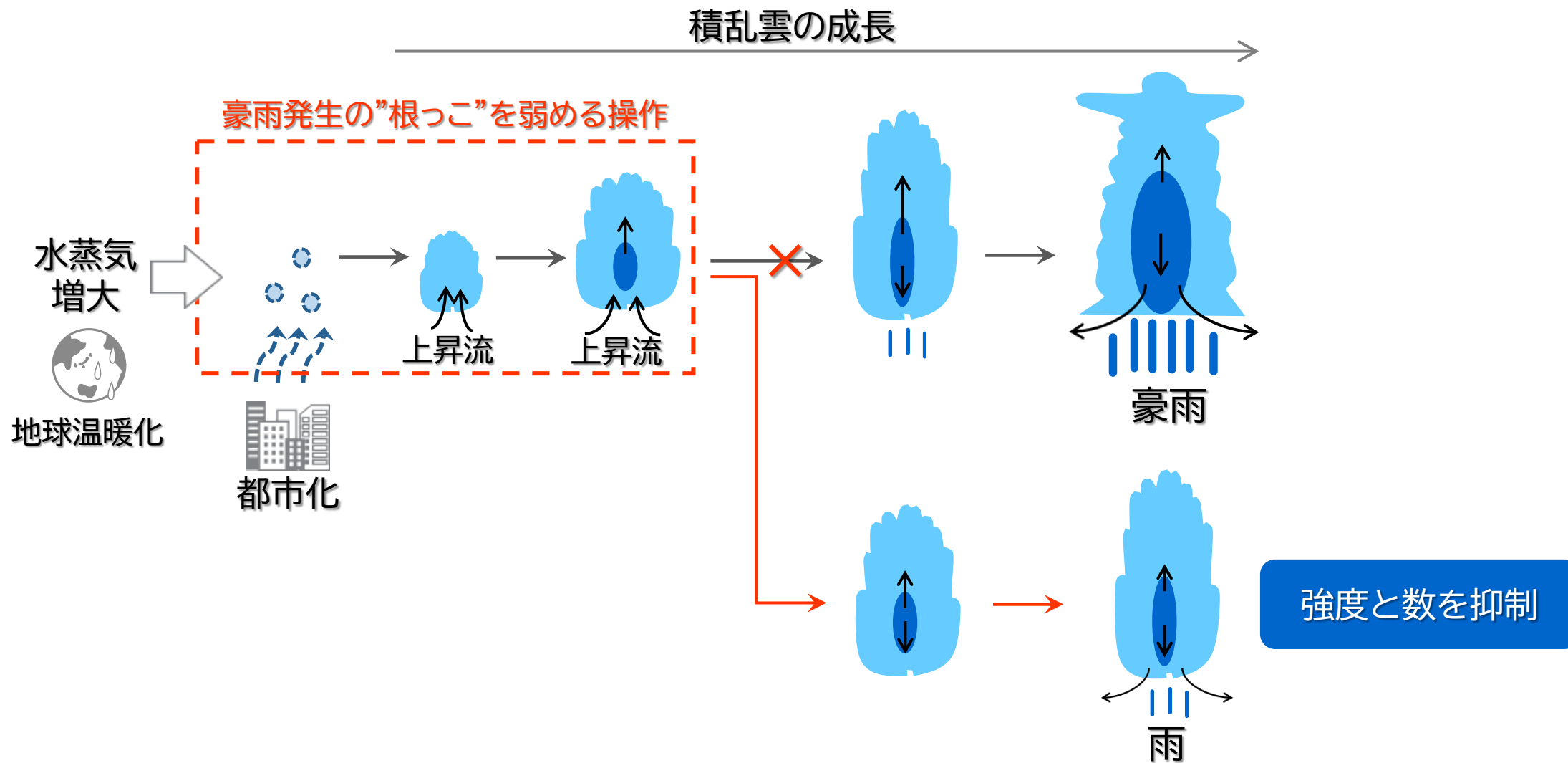


内閣府ムーンショット型研究開発制度は、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発(ムーンショット)を推進する国の大型研究プログラム。

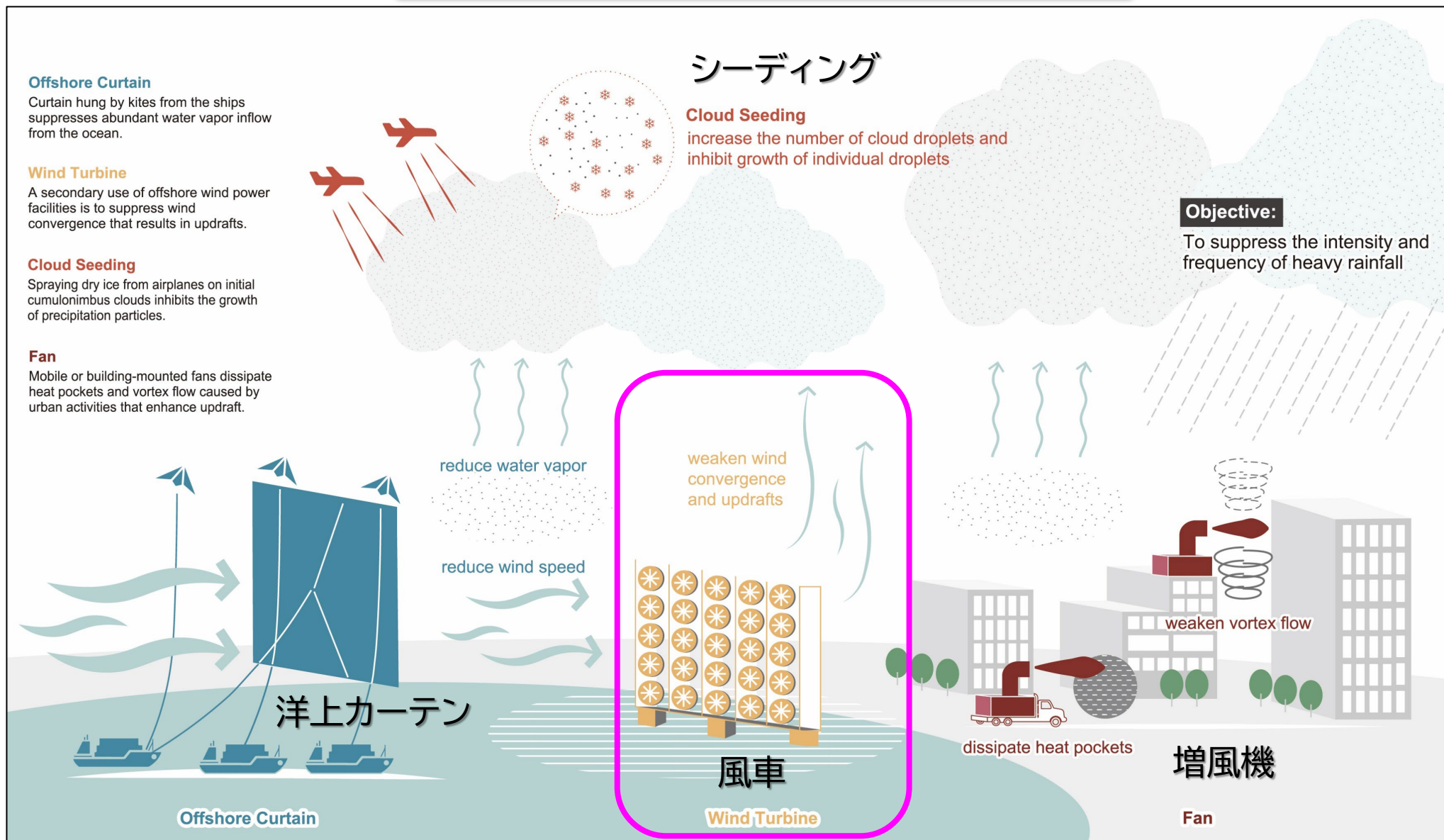
2022年度に開始。

内閣府ウェブサイト: <https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/index.html>

豪雨制御のイメージ・ねらい Image and Aim of Heavy Rain Control



豪雨制御のアプローチ Heavy Rain Control Approach



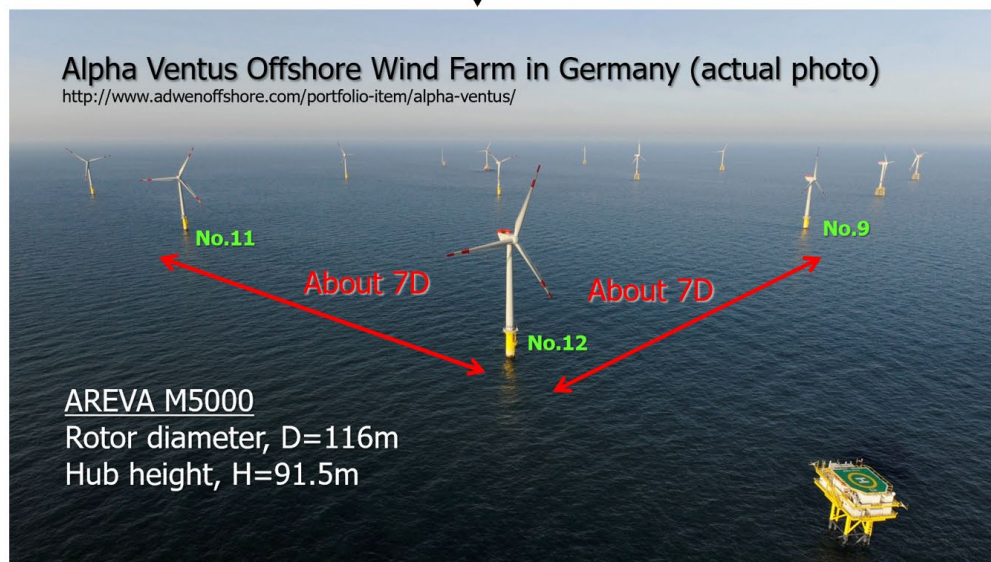
九州大グループ(内田PI、渡邊)のアプローチ

Our Proposed Approach

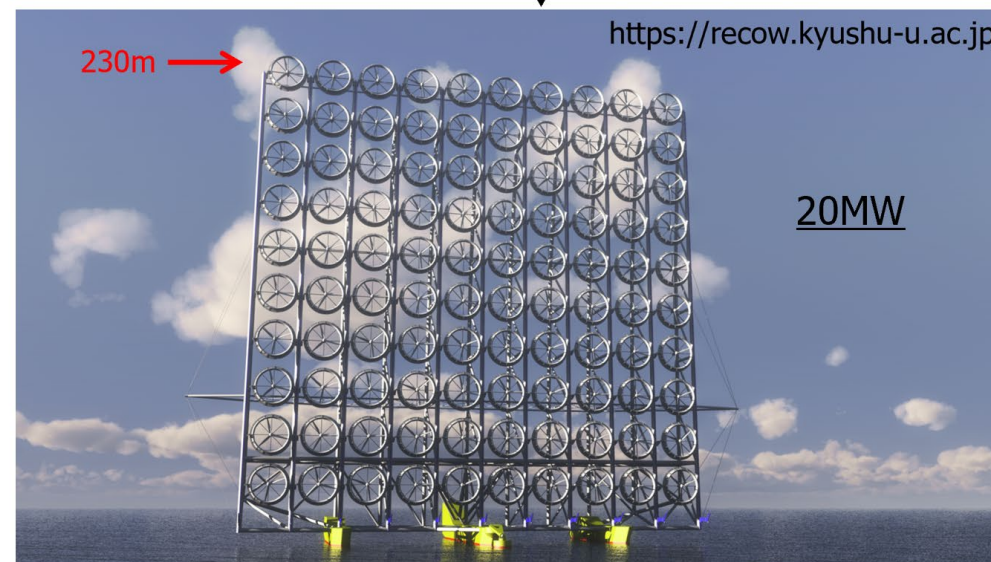
「気流収束に対する操作手法の開発(風車群)」

具体的なシナリオは、**風を弱めることで風の集まり(収束)、すなわち、上昇流のきっかけを抑制し、その結果として豪雨を抑制する**、というものである。本報では、これまでの研究成果を紹介する。

- 理論
- 実験
- CFD
- 観測



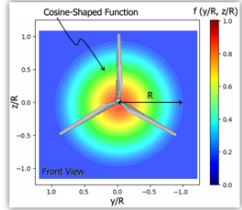
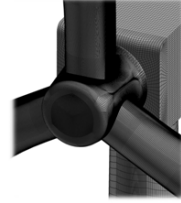
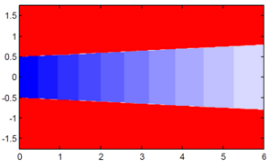
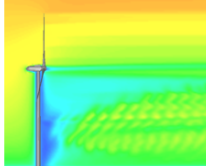
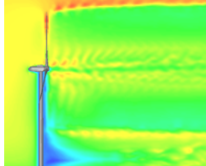
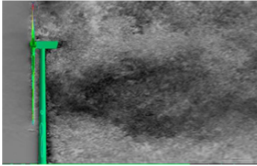
大規模洋上ウィンドファーム
 Large-scale offshore wind farm

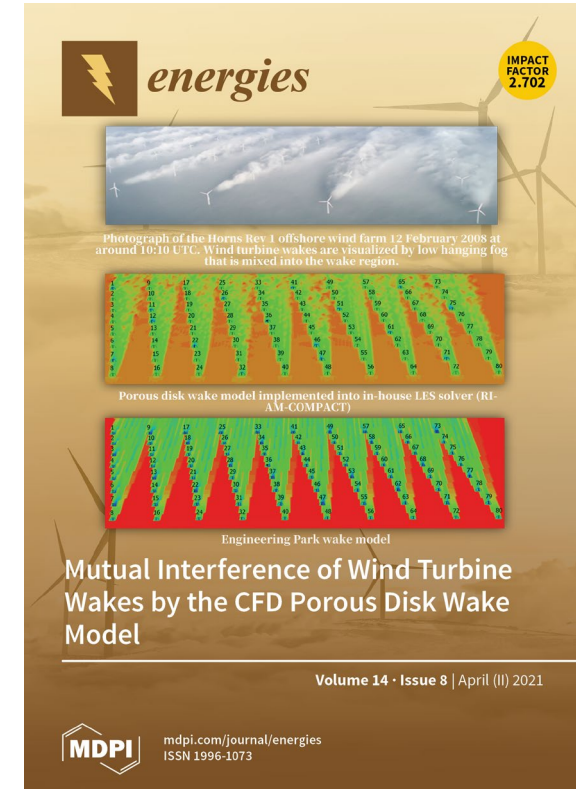
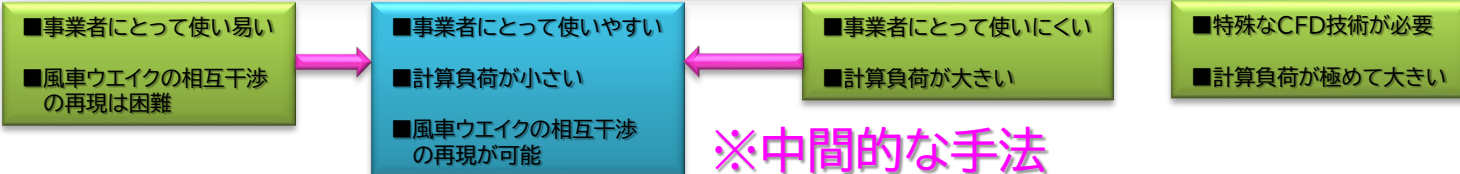


浮体式クラスタレンズ風車
 Floating cluster wind lens turbine

風車ウエイクモデルの分類

Classification of Wind Turbine Wake Models

Type			
Engineering Wake Model (Empirical / Analytical Wake Model)	CFD Wake Model (Wind Turbine Parameterization Model / Physical Surrogate Model)		Fully-Resolved Geometries Combined with CFD Simulations
	Large-Eddy Simulation		Nonlinear RANS and LES
◆Jensen (1983) / Katić (1986) (Park Model)	◆Uchida et al. (2020) (Porous Disk Model) 我々の独自技術 (特許取得済)	◆Actuator Disk Model ◆Actuator Disk Model with Rotation (ADM-R) ◆Actuator Line Model ◆Actuator Surface Model	◆ANSYS Fluent / ANSYS CFX ◆Simcenter STAR-CCM+ ※ Commercial CFD Software ◆Front Flow / blue (FFB) ◆OpenFOAM ※ Open Source CFD Software
$U_{wake} = U_{\infty} \left[1 - \frac{1 - \sqrt{1 - C_t}}{\left(1 + \frac{2 \cdot k \cdot x}{D}\right)^2} \right]$		 Actuator Line Turbine Model - Method of Sørensen and Shen - Blades discretized into spanwise sections of constant airfoil, chord, twist, oncoming wind - Airfoil lookup tables used to calculate lift and drag at each actuator section - Force on flow is equal and opposite to blade force - Force is normalized and projected back to flow	
			
従来技術	従来技術	従来技術	従来技術
Increasing Cost / Fidelity			

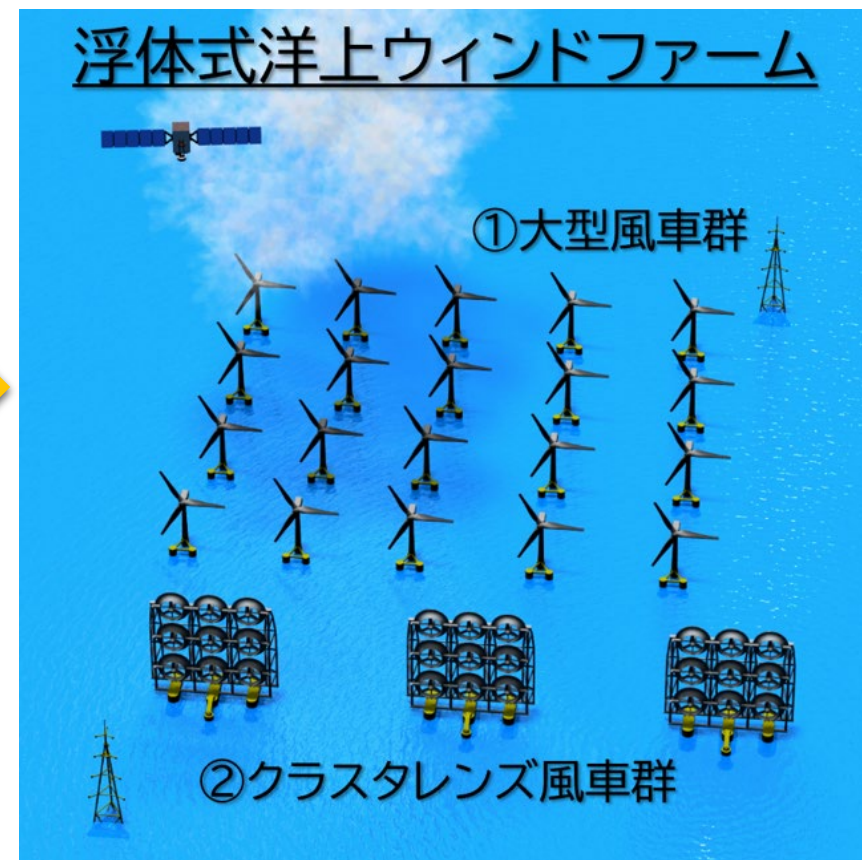
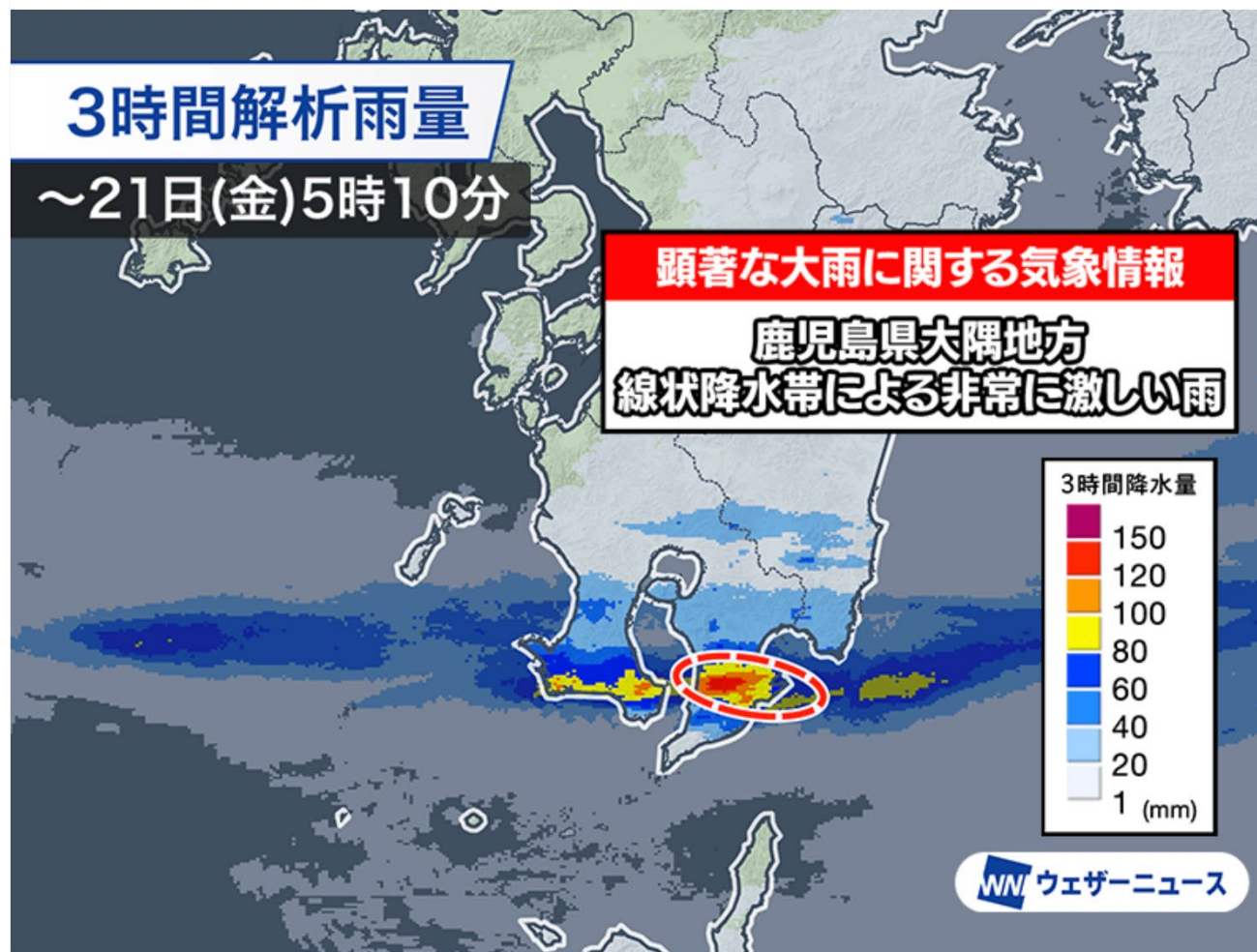


2014年から開始した
東芝/カナデビアとの
産学共同研究の成果

- 第54回 市村賞「市村地球環境学術賞貢献賞」, 2022
- 令和3年度 新工ネ大賞「審査委員長特別賞」, 2022
- 日本流体力学会「技術賞」, 2024

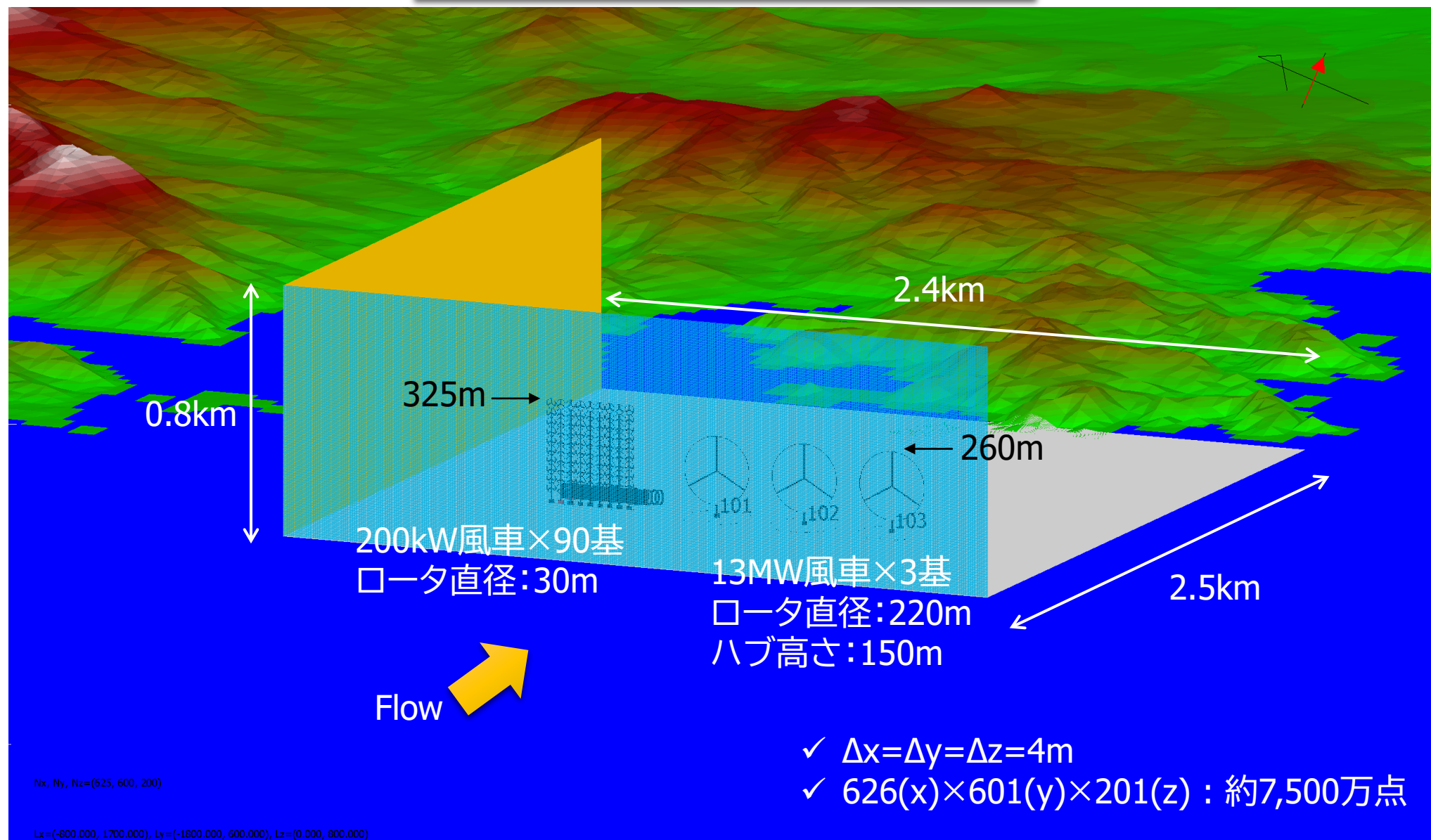
最新の計算事例の紹介 Latest Simulation Results

鹿児島県で線状降水帯による大雨災害発生に嚴重警戒

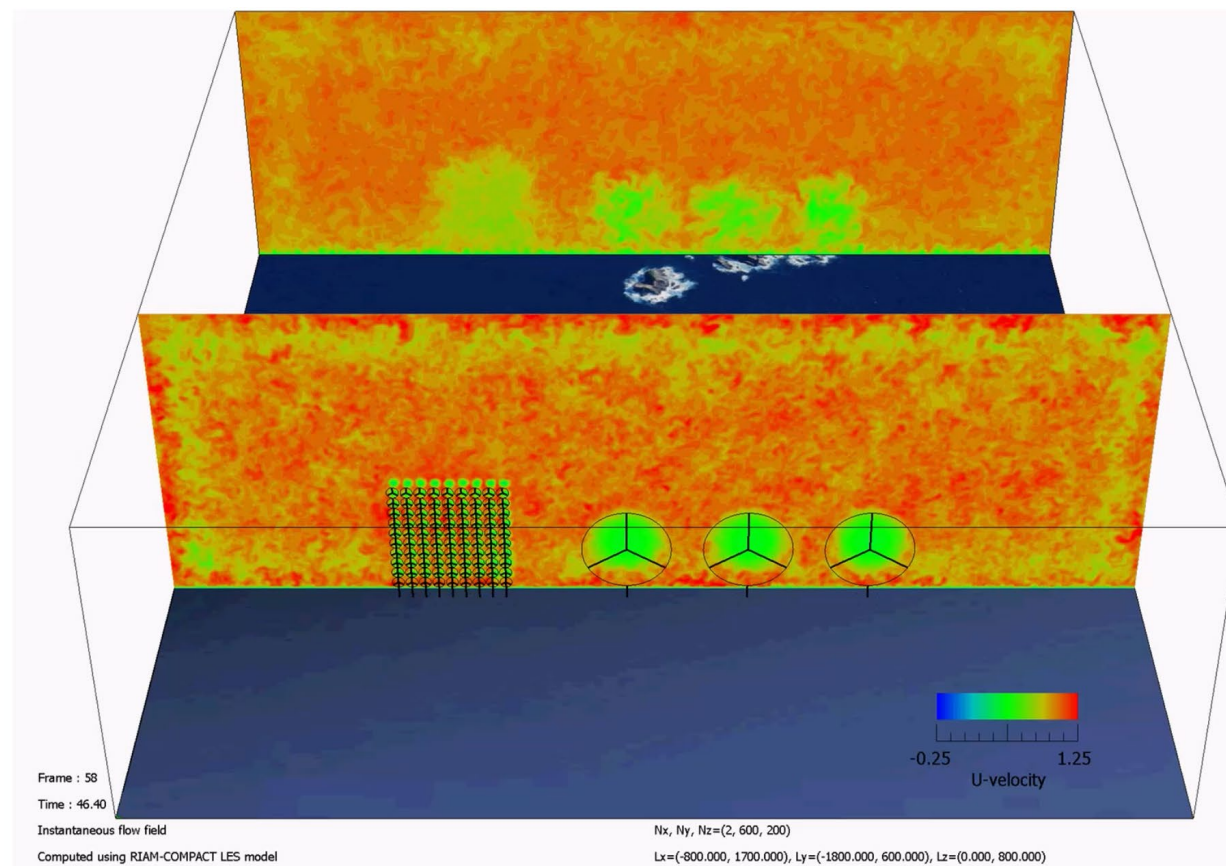
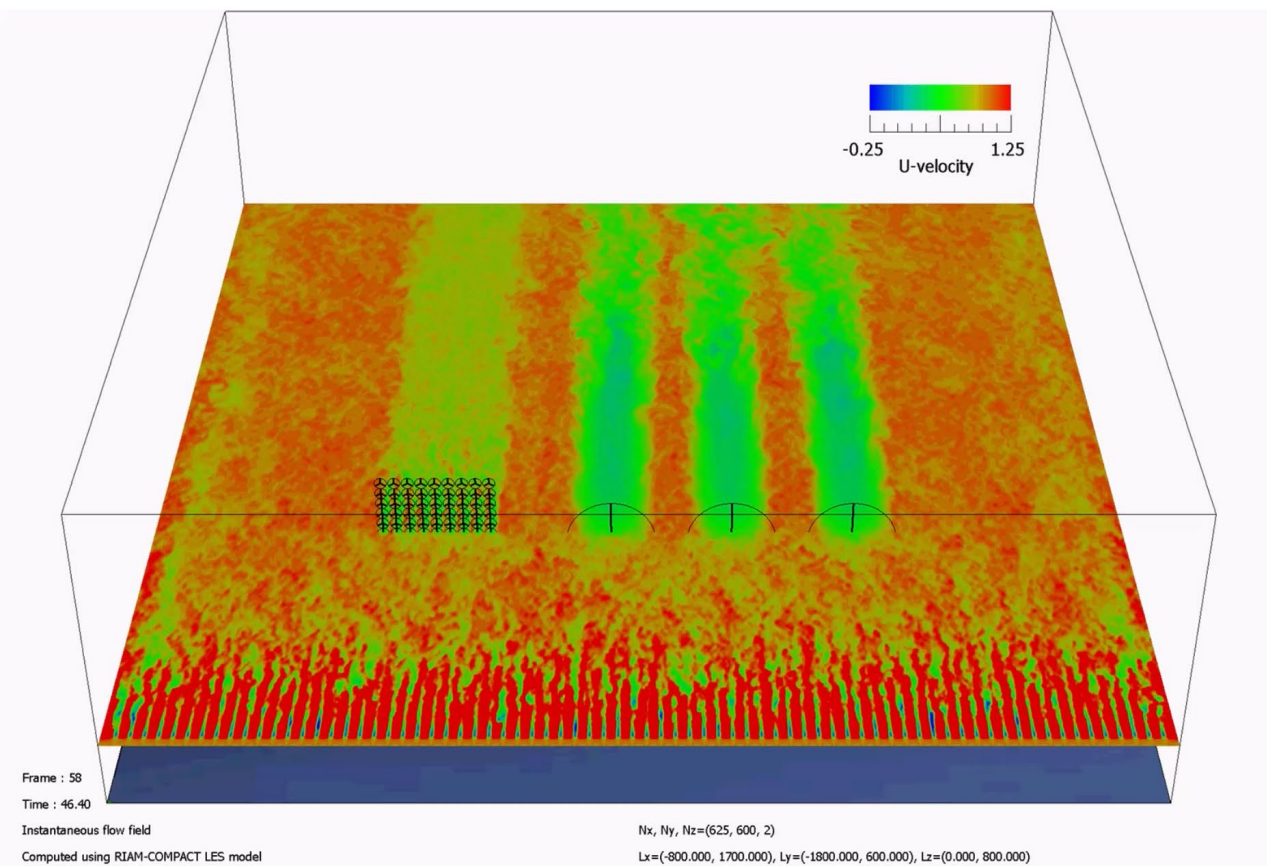


大規模洋上windファームと、クラスタマルチレンズ風車がハイブリッドに混在した状況を対象とした数値実験

最新の計算事例の紹介 Latest Simulation Results



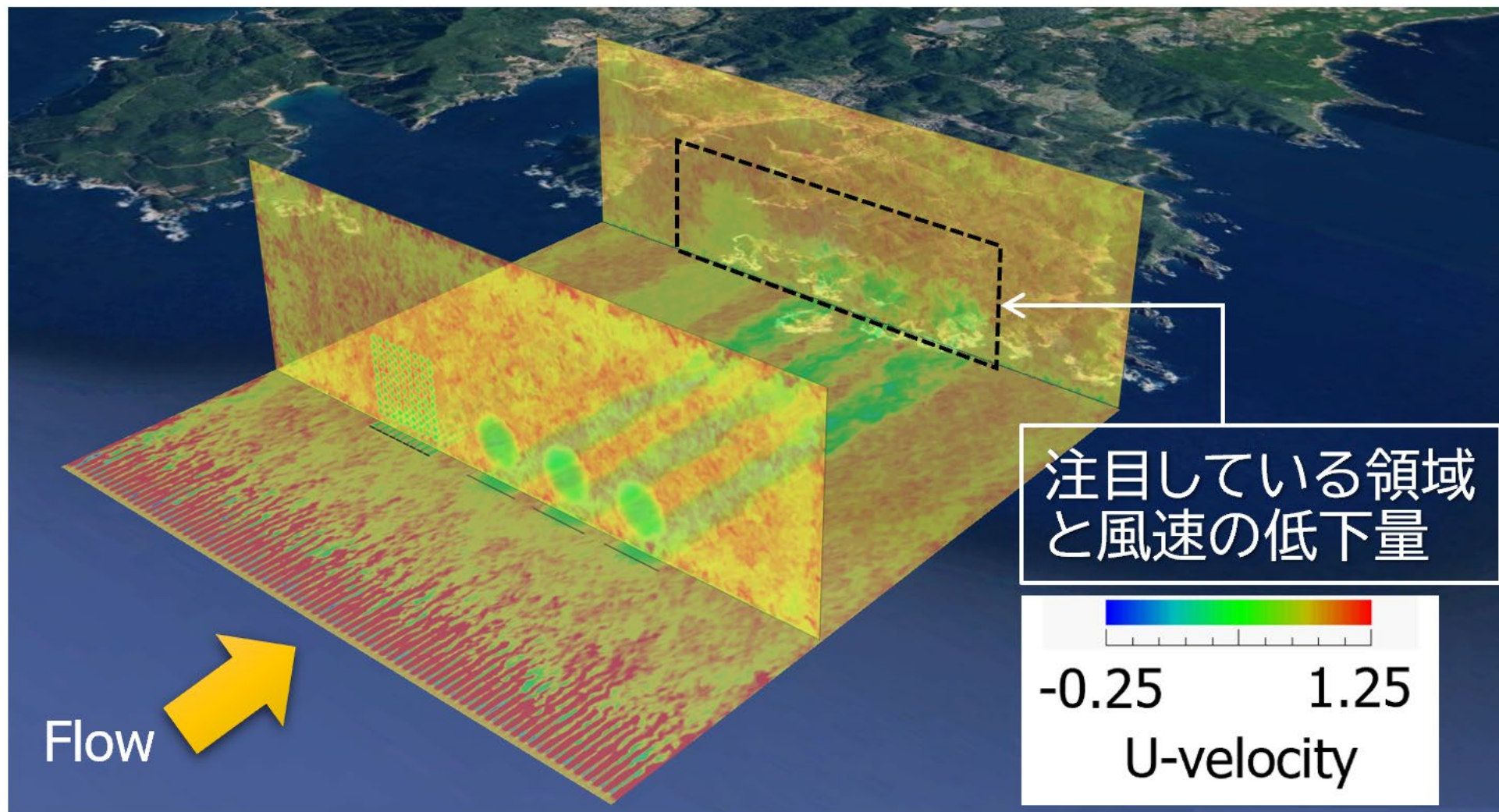
最新の計算事例の紹介 Latest Simulation Results



流れ場のアニメーション
(主流方向速度成分の空間分布)

最新の計算事例の紹介 Latest Simulation Results

Google Earth



Summary / Future Directions

- ※ Validation
- ※ Modelling
- ※ Numerical results
(Parameterization)

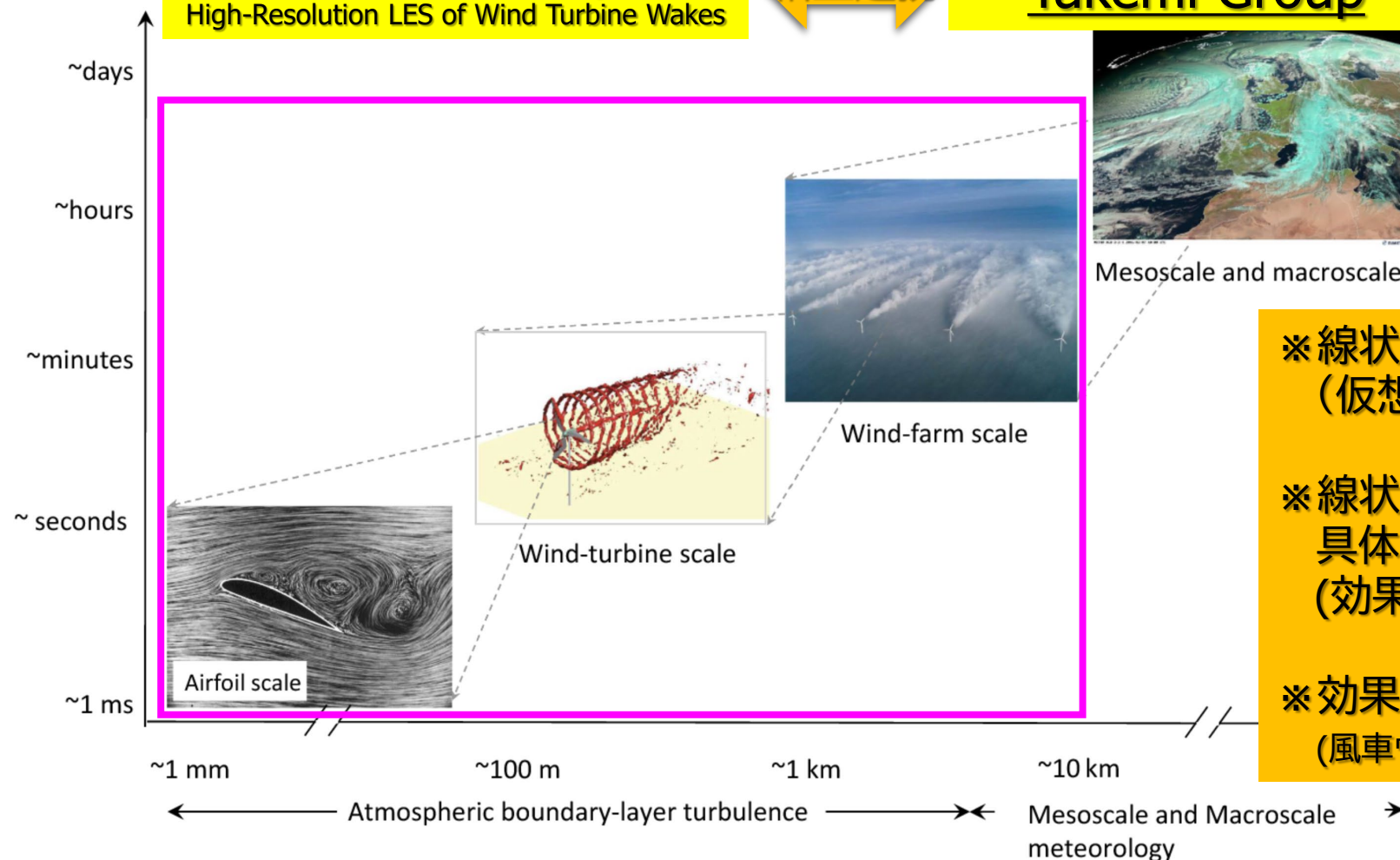
Uchida Group

High-Resolution LES of Wind Turbine Wakes

相互連携

- Nishijima Group
- Yamaguchi Group
- Takemi Group

浮体式洋上windファーム



※ 線状対流系豪雨の抑制効果のシナリオ
(仮想数値実験の実施)

※ 線状対流系豪雨の抑制に必要な
具体的な(微小)擾乱とは何か？
(効果的な物理パラメータは何か？)

※ 効果的なHybrid手法の検討・数値実験
(風車ウエイク×シーディング×洋上カーテン)