

# 環境ベテランズファーム Webセミナー (2023年11月)

## 講演テーマ:

台風を脅威から恵みに変える～台風科学技術研究センターの紹介

講師: 横浜国立大学 大学院工学研究院  
システムの創生部門 准教授

みつゆき たいが

満行 泰河 様

### 講師略歴:

- 2014年3月 東京大学 大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 博士課程修了 博士(環境学)
- 2014年4月 東京大学 大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 助教
- 2015年4月 東京大学 大学院工学研究院システム創成学専攻 助教
- 2018年3月 横浜国立大学 大学院工学研究院 システムの創生部門 准教授
- 2021年10月 横浜国立大学 台風科学技術研究センター 副センター長

# 自己紹介

満行泰河 (みつゆきたいが、37歳) 宮崎県出身



- 2009年3月 東京大学 工学部システム創成学科知能社会システムコース卒業
- 2011年3月 東京大学 大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 修士課程修了
- 2014年3月 東京大学 大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 博士課程修了 博士(環境学)
- 2014年4月 東京大学 大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 助教
- 2015年4月 東京大学 大学院工学研究院システム創成学専攻 助教
- 2018年3月 横浜国立大学 大学院工学研究院 システムの創生部門 准教授

## 研究分野

### 海事産業全般のデジタル化技術の開発

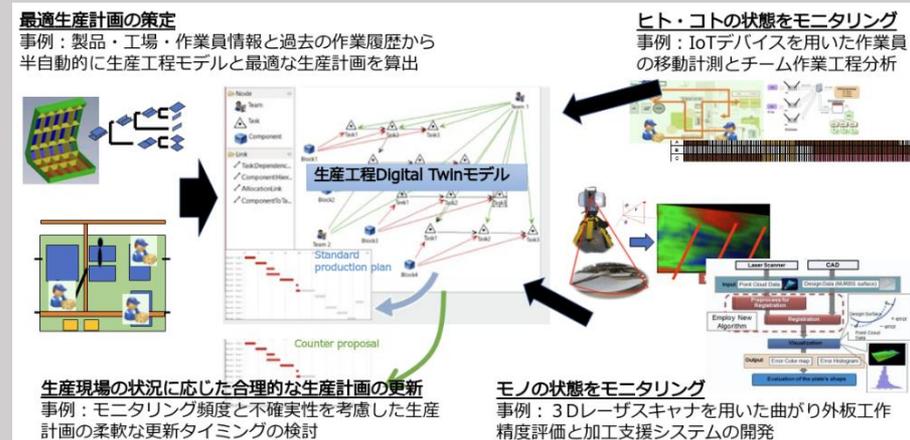
- 生産・設計・保守運用のデジタルツイン
- 船舶運航支援のためのデジタルツイン
- データの標準化・国際規格化

### 技術・社会システムのモデリングと合理的意思決定

- 海事産業のソフトウェア技術の設計・評価
- 洋上風力発電導入に向けた社会システム設計

### 横浜国立大学 台風科学技術研究センター

- タイフーンショット計画 (台風発電と制御)



# 2021年



日本で初めての台風専門の研究機関

## 台風科学技術研究センター

Typhoon Science and Technology Research Center



©NNN

人為的に勢力弱められるか straight news

### “台風制御”研究 国が支援方針

提供:名古屋大学

内閣府 2050年にかけて

重点的に取り組むべき研究課題に  
「台風制御」や「気象制御」の分野選定

# 1. ~~TYPHOON SHOT~~ 計画 台風を制御する！

- ◆ 人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。
- ◆ 大気、海洋、雪氷圏及び生物圏において、広範囲かつ急速な変化が現れている。
- ◆ 世界平均気温は、本報告書で考慮した全ての排出シナリオにおいて、少なくとも今世紀半ばまでは上昇を続ける。
- ◆ 向こう数十年の間に二酸化炭素及びその他の温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21世紀中に、地球温暖化は1.5℃及び2℃を超える。
- ◆ 過去及び将来の温室効果ガスの排出に起因する多くの変化、特に海洋、氷床及び世界海面水位における変化は、百年から千年の時間スケールで不可逆的である。
- ◆ 陸域のほとんどで1950年代以降に大雨の頻度と強度が増加（人為起源の気候変動が主要な駆動要因）。
- ◆ 強い熱帯低気圧（CAT3～5）の発生割合は過去40年間で増加（内部変動だけでは説明できない）。
- ◆ 非常に強い熱帯低気圧（CAT4～5）の発生割合と強度最大規模の熱帯低気圧のピーク時の風速は、地球規模では、地球温暖化の進行と共に上昇。

# 地球温暖化は着実に進み、台風や豪雨による極端風水害が激甚化・増加

1998-2017年の全世界での自然災害被害額は2兆2,450億ドル  
前20年間の約**2.5**倍。このうち気象災害は**46**%を占める。

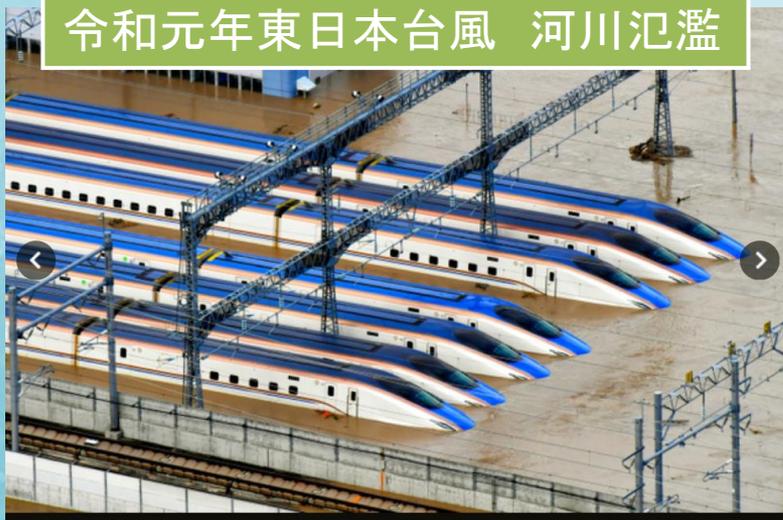
令和元年房総半島台風 暴風被害



風水害による保険金の支払額(2021年3月現在)

順位	災害名	地域	年月	(億円)
1	台風21号	近畿地方	2018年9月	10,678
2	台風19号	東日本	2019年10月	5,826
3	台風19号	全国	1991年9月	5,680
4	台風15号	関東地方	2019年9月	4,656
5	台風18号	全国	2004年9月	3,874
6	2月雪害	関東中心	2014年2月	3,224
7	台風18号	熊本・山口他	1999年9月	3,147
8	台風24号	東京・神奈川・静岡など	2018年9月	3,061
9	平成30年7月豪雨	岡山・広島・愛媛など	2018年7月	1,956
10	台風15号	全国	2015年8月	1,642

令和元年東日本台風 河川氾濫



# TYPHOON SHOT

が提案する2050年の社会

「台風は人類にとっての脅威ではなく、エネルギーをもたらす恵みへと変貌している」

何もしない未来

台風ショット計画を実現した未来

脅威

気候変動  
→ 激甚化

恵み

自然エネルギー  
→ 脱炭素社会

2050

災害大国日本

エネルギー大国日本

台風ショット計画

パラダイムシフト

ターゲット

- |   |                  |   |                  |
|---|------------------|---|------------------|
| 1 | 無人航空機による人工制御法の開発 | 2 | 無人船舶による台風発電技術の開発 |
|---|------------------|---|------------------|
- 無人航空機からインパクト物質を投下し、台風を減勢
- 台風の強風を動力に移動しながらadaptiveに発電・蓄電

現在

社会的意義

自然と共生できる  
「安心な生活への貢献」

再生可能エネルギー活用による  
「脱炭素社会への貢献」

台風イノベーションによる  
「技術大国日本の復活」

産学シームレスの研究による  
「人材育成に貢献」

# 気象改変と台風制御の歴史

台風制御  
日本による

伊勢湾台風  
(1959年)

災害対策基本法制定  
(1961年)

第8条2項「国及び地方公共団体は、災害発生を予防し、又は災害の拡大を防止するため、特に次に掲げる事項の実施につとめなければならない」  
「九 台風に対する人為的調節」

ハリケーン制御  
米国による

CIRRUS計画  
(1947)

STORMHURRY計画  
(1961-82)

効果判定不可能がボトルネック!

1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020 現在

雨乞いなど非科学的的手法

種まき法など科学的的手法

世界50国以上で実施

民間会社も参入

人工降雨実験  
九大など  
(1947年)

人工降雨実験  
気象研など  
(1951-65年)

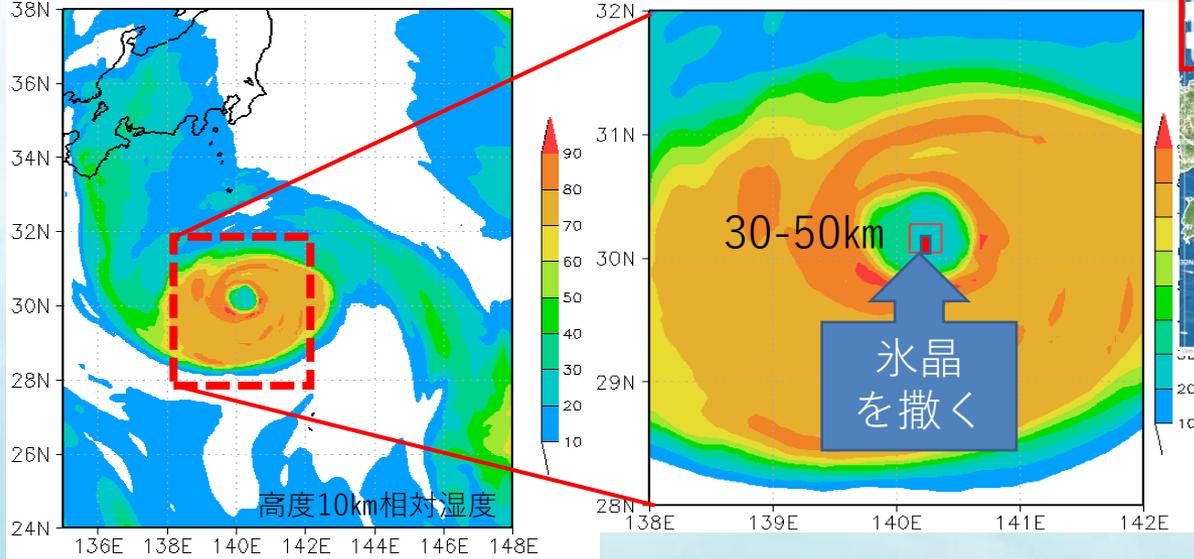
渇水時人工降雨  
東京都など

気象改変  
気象調節

# 台風への人為的介入シミュレーションと効果判定

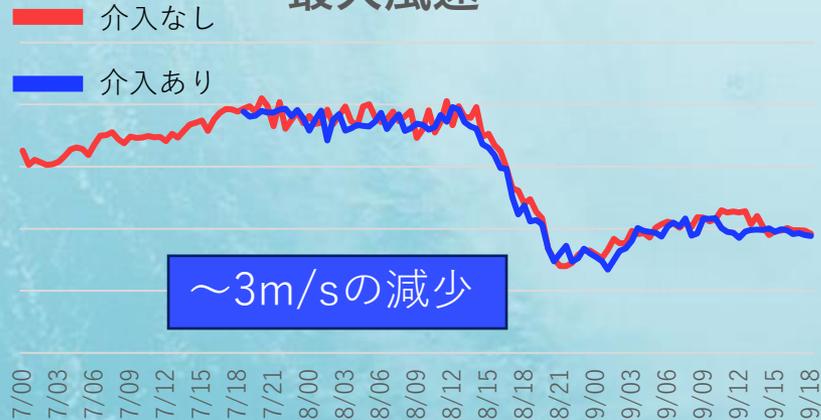
- 自然現象と制御効果を切り分けて評価

令和元年房総半島台風シミュレーション

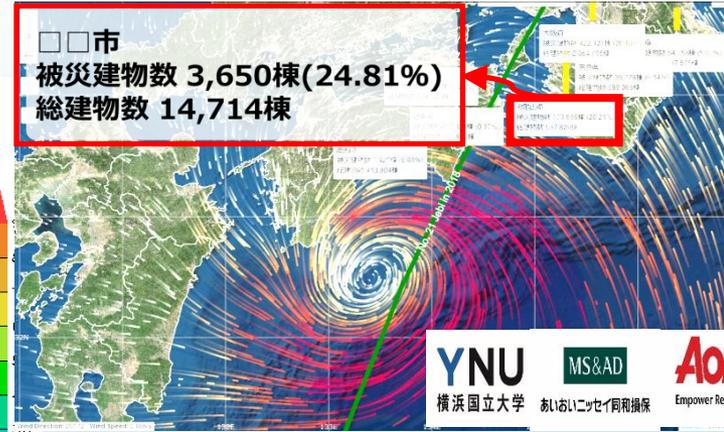


人為的介入の効果判定

最大風速



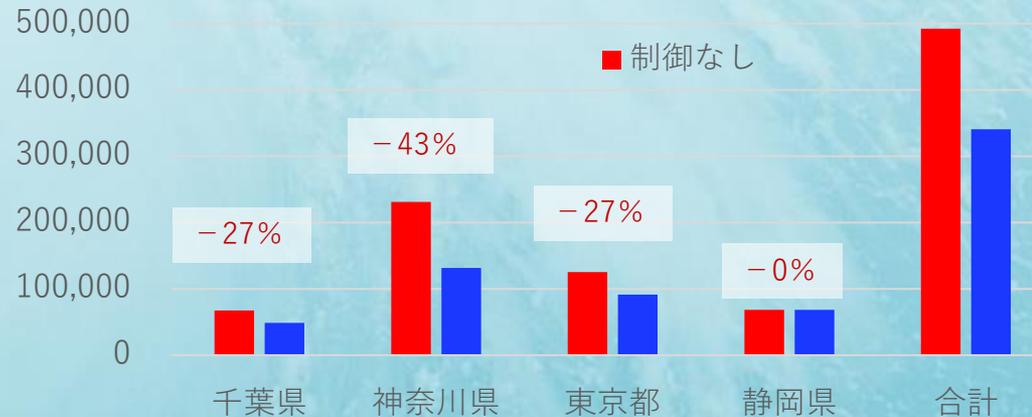
シーマップ (2020年地球環境大賞受賞)



経済損失 **1兆2000億円**  
 半分が建物被害とすれば、  
 その**30%**の**1800億円**が軽減

被災建物予測数

-31%



# 2. ~~TYPHOON~~SHOT 計画 台風のエネルギーを活用する！

# 台風発電ってどんな状況？

台風を積極的に利用した発電は世の中に存在しない

- プロペラを用いた一般的な風力発電機では、風速20～25m/秒を超える場合、破損や故障のリスクがあるため発電を止めることで対応

- 台風に耐える風力発電機は存在する

GE、台風に耐える洋上風力 認証取得し日本設置へ、2021年4月

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC14EJN0U1A410C2000000/>

- 台風でも発電できる垂直軸型マグナス風力発電機

株式会社チャレナジー



プロペラによる揚力ではなく、円筒の回転で発生するマグナス力を利用して、制御できる風速域を広くする

チャレナジー、フィリピン初号機の稼働開始、2021年8月

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/00000009.000043827.html>

なぜ台風を積極的に利用した発電方式は存在しないのか？

台風は以下の性質を持っているため、既存の発電事業からすると「天敵」である

- 強い（風・波）
- 突発的に発生
- 発生する場所もバラバラ
- 移動する
- 完全には予測できない
- 台風がない時期もある

# 【参考】船舶分野で関連する技術

## ウインドチャレンジャー計画 (2009-2017)

<http://wind.k.u-tokyo.ac.jp/project.html>

硬翼帆によって風力を推進力に変換してGHG低減を狙う技術開発



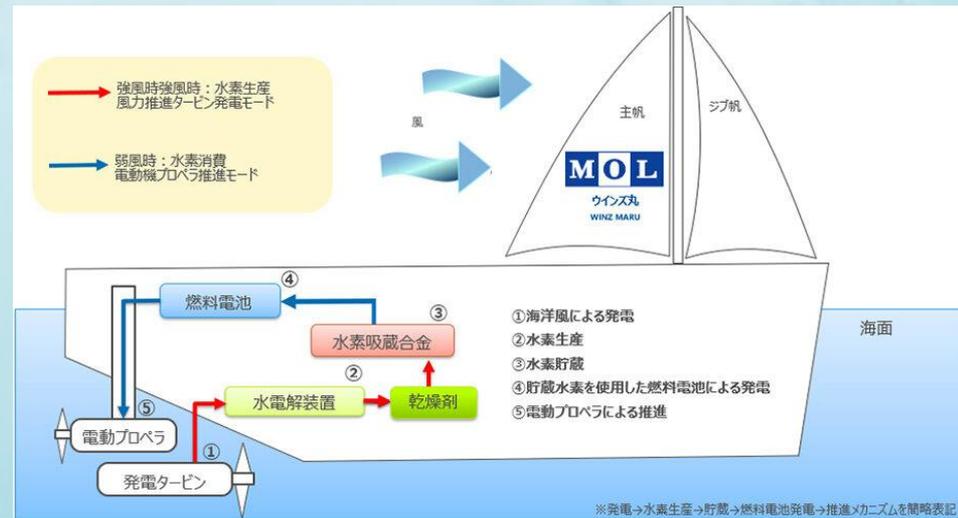
2022年2月に硬翼帆を搭載した最初の船が完成



## ウインドハンター計画 (2020-)

水素生産船・ゼロエミッション船の開発

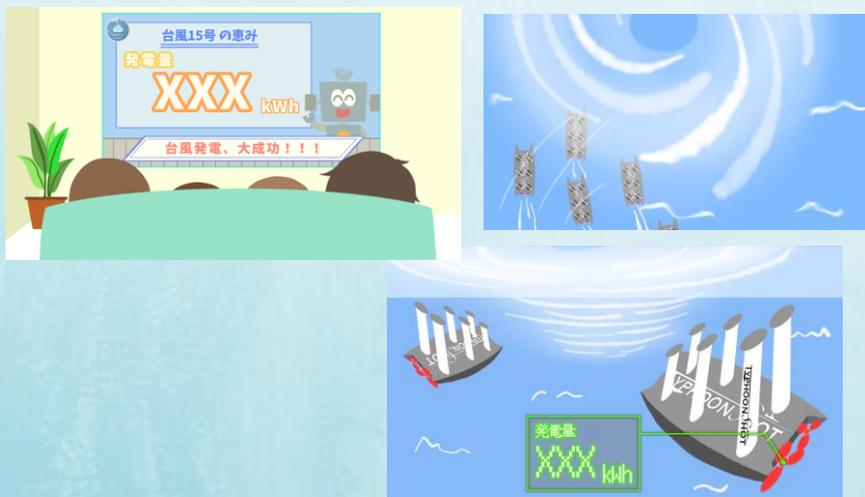
- 強風時には風力で航行するとともに風力を使用して水中タービンで発電し水素を船内生産・貯蔵
- 弱風時は貯蔵した水素を使用し燃料電池で発電・プロペラで推進



# 台風科学技術研究センターで目指している台風発電のコンセプト

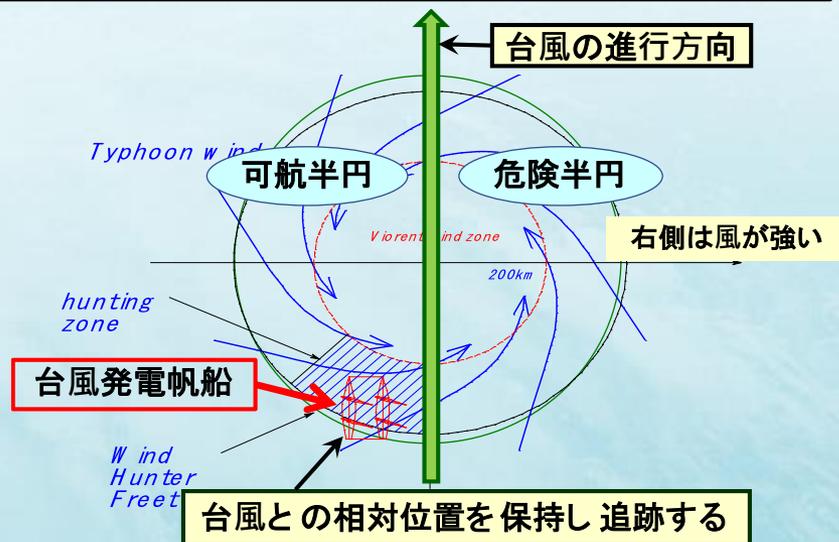
## 台風のメカニズムと高精度予測を活用した 未来の海上移動式発電・蓄電・送電システム

2050年までに実現を目指す  
台風発電のコンセプト



1. 台風の強風を利用した移動式発電・蓄電
2. 船舶を利用した陸地への送電
3. 台風からエネルギーを奪う = 台風制御にも寄与

台風発電船の基本原理



- 台風の可航半円内で横風を帆で受け、台風の移動に追従して航行
- 海中のスクュープロペラを回して発電、蓄電
- 蓄電された電気は船舶によって陸地に送電
- 高精度な台風予測によって、事前に発電量とリスクを高精度に推計

# 台風発電船の実現に必要な技術要素

## 発電・蓄電・送電の全体を考慮した「統合システム」としての台風発電船の設計が必要

### 発電

#### 高効率な発電

- 発電能力 $\propto$ [密度][面積][速度]<sup>3</sup>
- 可能な限り動力・電力を使わず風を利用して台風まで移動
- 平時でも発電業務ができる仕組み



平時でも高層の強風を利用して発電業務

#### 安全なオペレーション

- 遠隔・無人での操船
- 台風下でも壊れない船

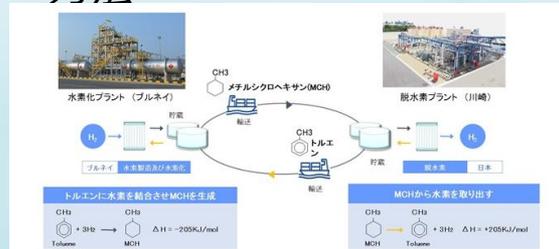


ICT・データサイエンス技術の活用

### 蓄電

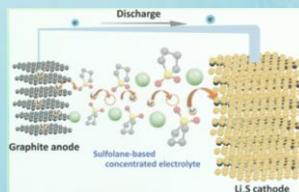
#### 高効率な蓄電

- 海水を汲み上げて電気分解し、得られた水素を輸送する方法



(千代田加工他 NEDOプロジェクト 2015-2020)

- 船底に装荷した蓄電池に直接蓄電する方法



### 送電

#### ニーズに合わせた送電

- 可能な限り動力・電力を使わず風を利用して陸地まで移動
- 蓄電した電力を利用して推進させることで、被災地に迅速に送電
- (港に停泊できない) 離島や洋上基地へのマイクロ波送電
- etc..

## 台風発電船の大規模導入によって、 台風は日本の再エネ電源の1つのオプションになりうる

台風発電船1隻あたり

発電能力 : 0.138 [GW]

年間発電量:  $3.31 \times 10^8$  [kWh]

日本の電力消費量

2020年 :  $9.05 \times 10^{11}$  [kWh]

### 前提

- プロペラ直径が28mのツインタービンにて発電
- 台風に追従するときの発電船の速度を9m/sとする
- 可航半円内でジグザグ航行
- タービンの発電効率を0.30とする
- 年間で20個の台風が日本付近で発生し、それぞれの台風に対して台風発電船で5日間追走できると仮定
- 平時では発電をしないものとする
- 台風を高精度に予測できるため、台風に接近する時間が十分にあり、風を利用して台風まで接近することが可能

例えば、**100隻**の台風発電船を運用することで、  
年間の国内全電力消費の**3.6%**分の発電が見込まれる



新しいコンセプトの実現には技術だけでなく  
様々な分野で解決すべき問題がある

---

## 技術面

- 発電・蓄電・送電それぞれのフェーズでの要素技術の高度化
- 「統合システム」としての台風発電船の具現化
- 台風予測と連動した事業成立性の予測スキームの構築

## 運用面

- 送電のための港湾・電力会社との連携
- 台風が来ていない時はどうするのか？
- 新しい台風発電船の持ち主は？ 法律的な立ち位置は？ 保険は？
- ビジネスモデルは？
- 既存の電力との接合はどうするのか？
- etc..

→ 様々なステークホルダーと連携しながら  
台風発電船の実現に向けた多角的な検討が必要

# 3. **TYPHOON SHOT** 計画 はじまる！

# ムーンショット研究開発制度の新目標



## 長期的に達成すべき9つの目標

- 目標 1 : 2050年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現
- 目標 2 : 2050年までに、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会を実現
- 目標 3 : 2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現
- 目標 4 : 2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現
- 目標 5 : 2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出
- 目標 6 : 2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現
- 目標 7 : 2040年までに、主要な疾患を予防・克服し100歳まで健康不安なく人生を楽しむためのサステイナブルな医療・介護システムを実現
- 目標 8 : 2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現
- 目標 9 : 2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現

## プロジェクトマネージャー (PM)・研究開発プロジェクト一覧

(五十音順)

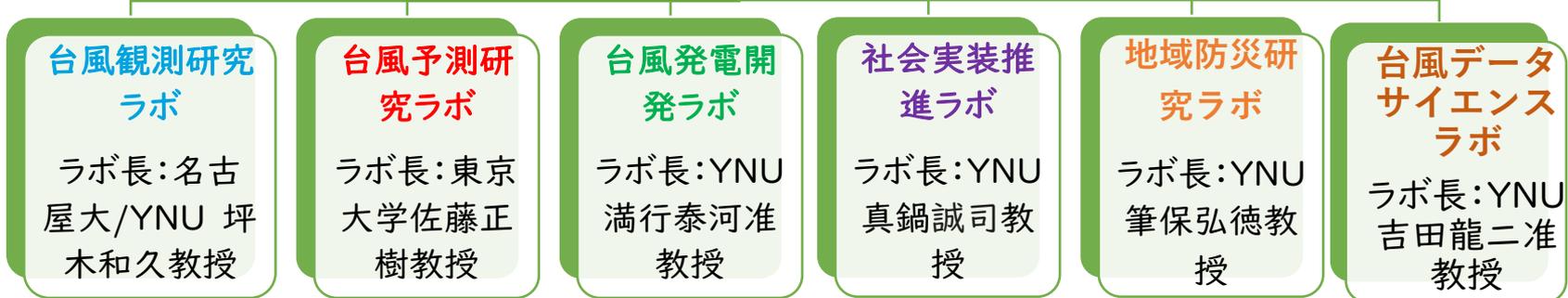
ムーンショット目標8「2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現」

### 【コア研究】

PM氏名	所属・役職	研究開発プロジェクト名
澤田 洋平	東京大学 大学院工学系研究科 准教授	社会的意思決定を支援する気象-社会結合系の制御理論
筆保 弘徳	横浜国立大学 先端科学高等研究院 台風科学技術研究センター長	安全で豊かな社会を目指す台風制御研究
山口 弘誠	京都大学 防災研究所 准教授	ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御

センター長: 筆保 弘徳教授  
副センター長: 坪木和久教授・佐藤正樹教授  
森信人教授・満行泰河准教授

○YNU  
●他大学・研究所  
★民間企業



- 名古屋大
- 琉球大
- JAMSTEC
- 北海道大
- ★川崎重工業
- JAXA

- 東京大
- 京都大
- 気象研究所
- 琉球大
- JAMSTEC
- 慶応大
- ★東京海上研究所
- YNU

- YNU
- NEDO

- YNU
- ★デロイトトマツ
- ★東京海上研究所
- ★川崎重工業

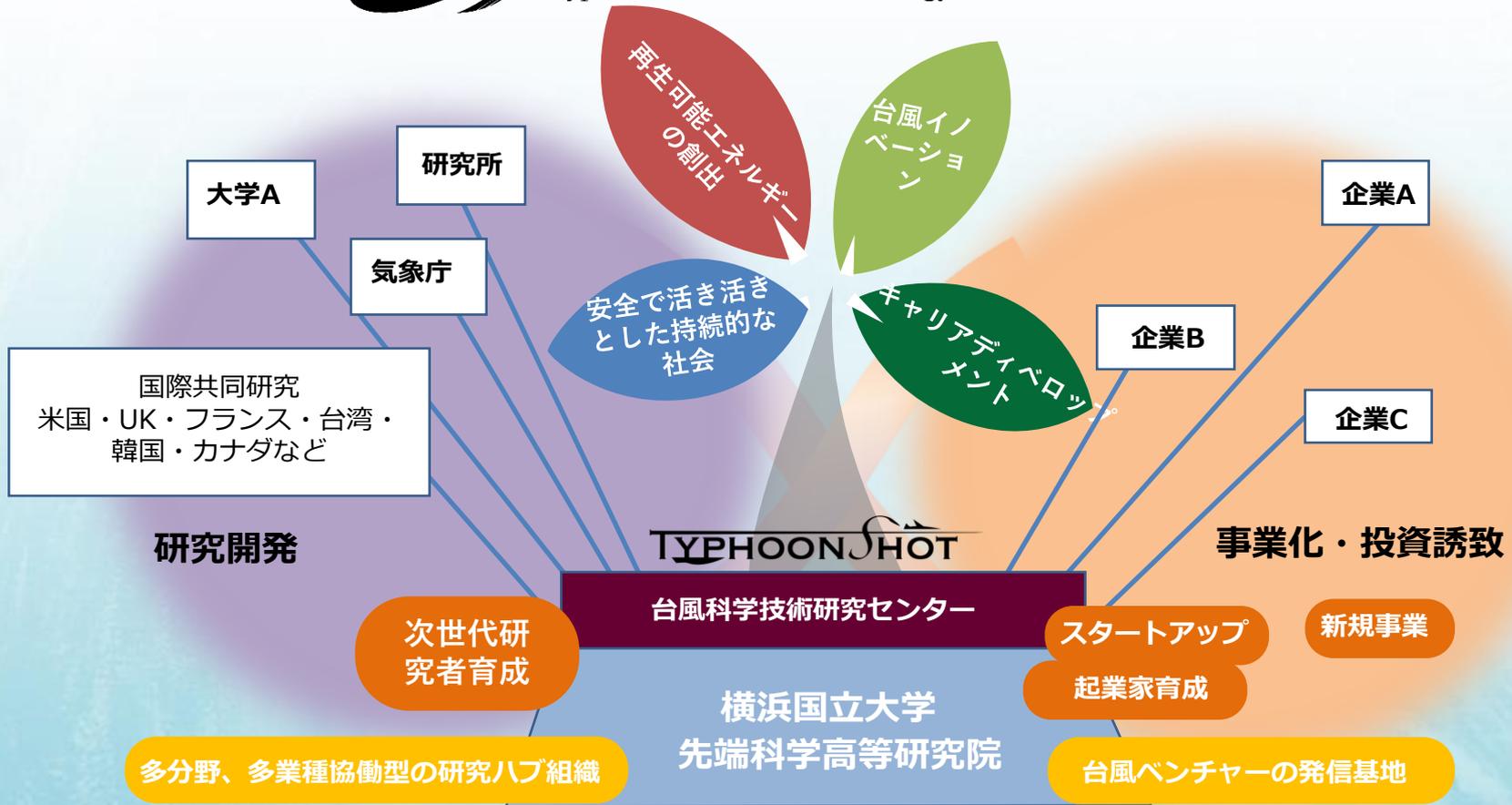
- YNU
- 京都大
- 千葉大学
- 防災科研
- ★あいおいニッセイ同和
- ★東京海上
- ★三井住友海上

- YNU
- JAMSTEC
- 国立情報学研究所



# 台風科学技術研究センター

Typhoon Science and Technology Research Center



**台風防災ソリューションで安心安全・持続的な社会の実現**

産・官・学で台風に関する知見を集約し、台風のメカニズムを解明するとともに、防災・減災を目指す

**台風エネルギーの活用による脱炭素社会の実現**

理学・工学・人文科学等の協働による、台風を利用した新しい再生可能エネルギー取得方法の開発

して脱炭素社会の実現を目指す



# 台風科学技術実現推進コンソーシアム

コンソーシアム (仮)

横浜国立大学

コミットメント

台風から *Innovation*

協調領域

先端研究情報  
ノウハウ  
研究成果

競争領域

共同研究

Lev.3  
企業活動  
(PJ推進)

普及

社会の受容

学術相談  
受託研究

研究成果  
研究資金  
製品・機器

企業

Lev.2  
将来を見据えた活動  
(資金獲得)

研究資金  
製品・機器

TRC

知識・情報

Lev.1  
興味本位  
(ファンづくり)

勉強会

シンポジウム

TRCスペシャル

共感・理解

事務局

横浜未来機構

企業

個人

地域クラスター

## 1 タイフーンショット計画

技術は進み、効果判定や被害推定等が可能な時代  
多くの国民が賛成 この後押しが大事  
台風発電でマイナスをプラスに！

## 2 台風科学技術研究センターが設立

産官学・理学工学人文科学等の協働で  
台風に関する知見を集約し、台風のメカニズムを  
解明するとともに、防災・減災を目指す！

# ありがとうございました

## タイフーンショット計画 による2050年の社会像

成層圏

成層圏無人機から  
ドロップゾンデ

水素エンジン無人機から  
インパクト物質散布

無人機

航空機雲レーダ観測

インパクト  
物質

人工制  
御

インパ  
クト物  
質

台風強度の人工制御

H<sub>2</sub>

デー  
タ  
同  
化

デー  
タ  
同  
化

高解像度シミュレーションに  
よる台風予測

防災情報に  
よる減災

高解像度モデル

台風の眼

H<sub>2</sub>O

硬帆

台風発電帆船

H<sub>2</sub>生成

Pacific Ocean

# 環境ベテランズファーム Webセミナー

**Q & A**

# 環境ベテランズファーム Webセミナー

**以上でEVF Webセミナーを終了いたします**

**このセミナーにご質問・ご意見のある方はEVFのHPから質問内容・ご意見を送信お願いします。**

**今月末までに寄せられたご質問は講師に取りまとめてお取次ぎし、後日、セミナー報告の中の主要な質疑応答に集約してHPに掲載いたします。**