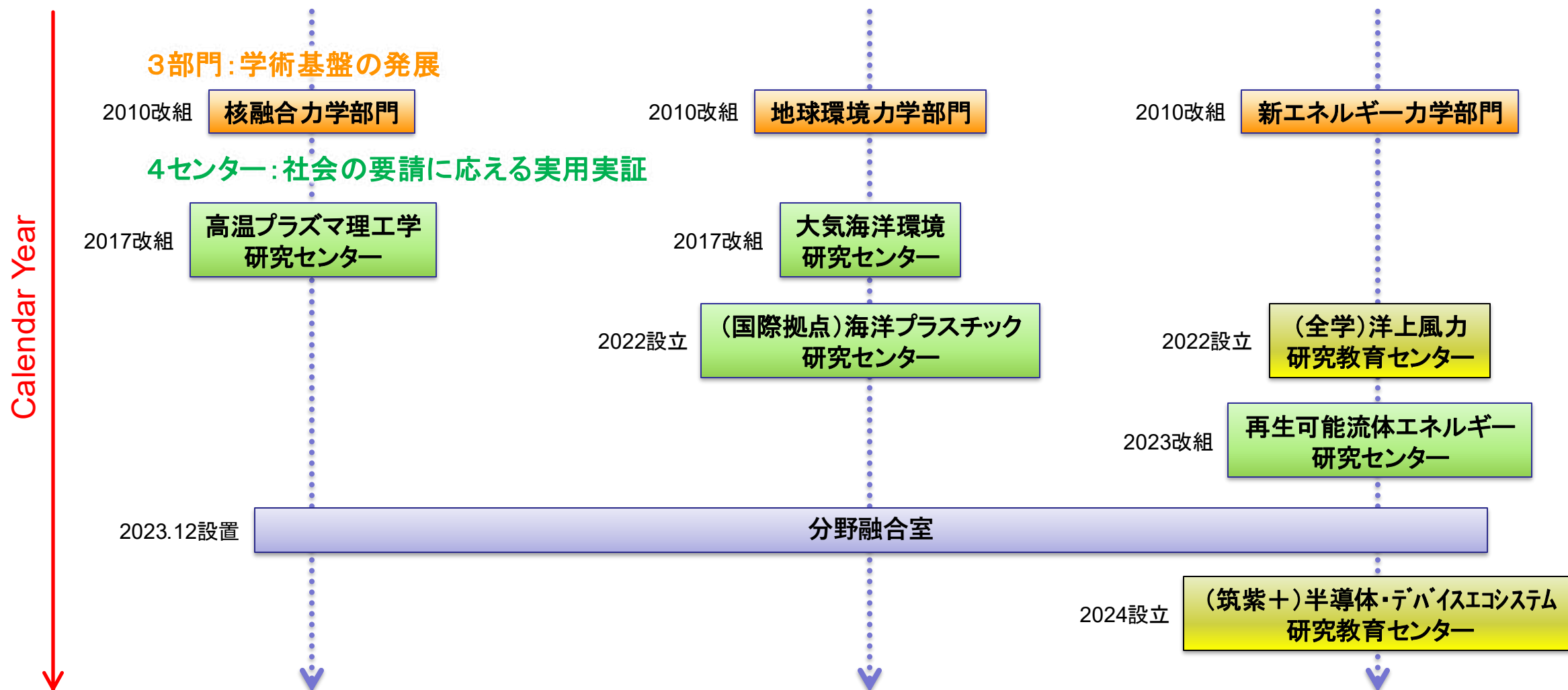


文部科学省と国立大学附置研究所・センター 個別定例ランチミーティング

第121回 九州大学応用力学研究所 (2025.6.27)

- | | |
|--------------------|--|
| 12:05 – 12:10(5分) | : 研究所の概要 |
| 12:10 – 12:25(15分) | : 若手研究者からのプレゼン
(1)道端 拓朗・准教授
(2)朱 洪忠・准教授
(3)木下 稔基・助教 |
| 12:25 – 12:45(20分) | : 質疑応答 |

- 社会の重要問題である地球環境とエネルギーの課題を応用力学的手法を用いて解決する





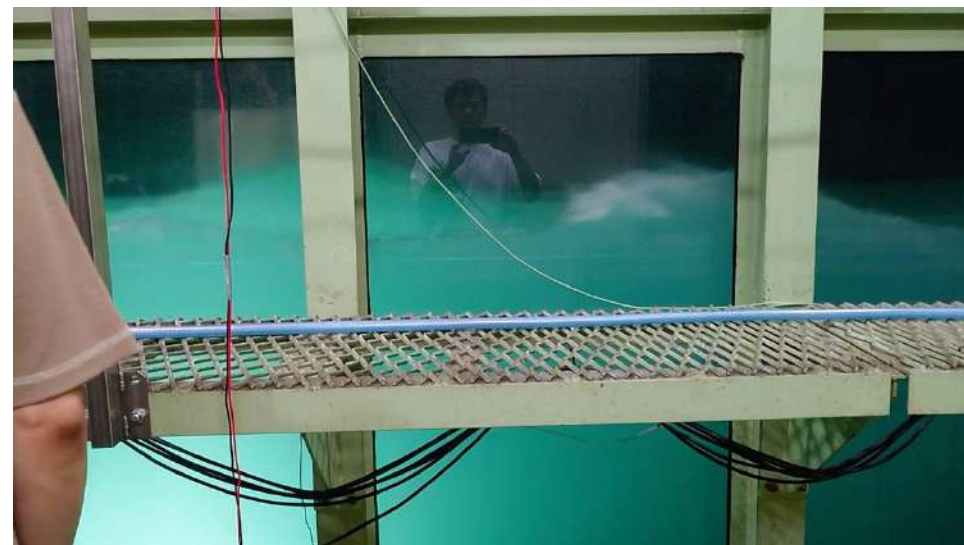
← 技術職員17

第2期

第3期

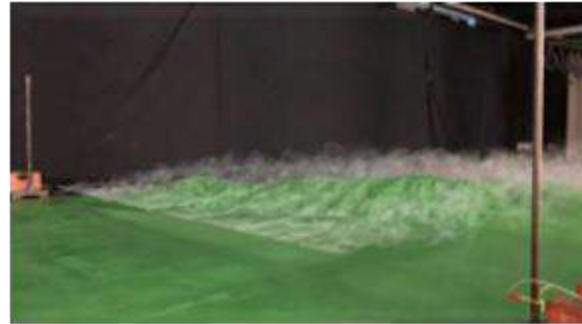
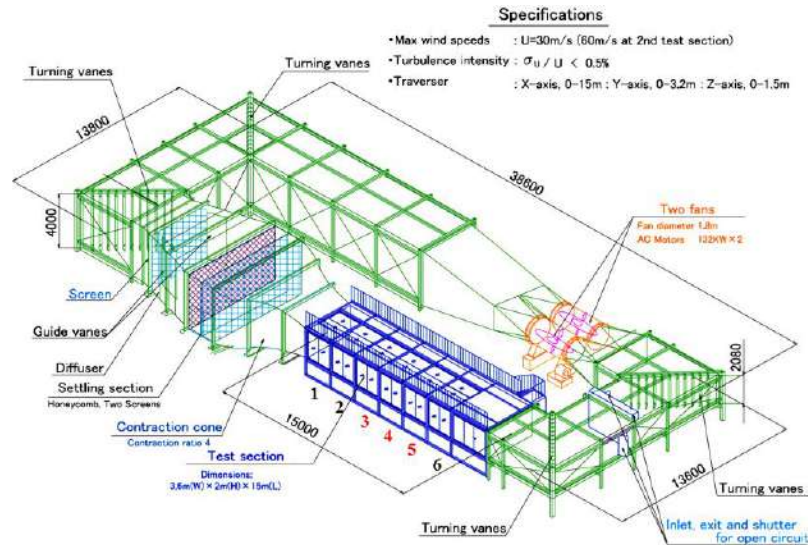
第4期

➤ 海洋環境シミュレーション水槽



- ✓ 台風に匹敵する高風速で空気を水面下に流すことにより、激しい碎波（さいは）を伴う海表面を再現できる国内唯一の大型台風シミュレーション水槽

➤ 地球大気動態シミュレーション装置（境界層風洞）

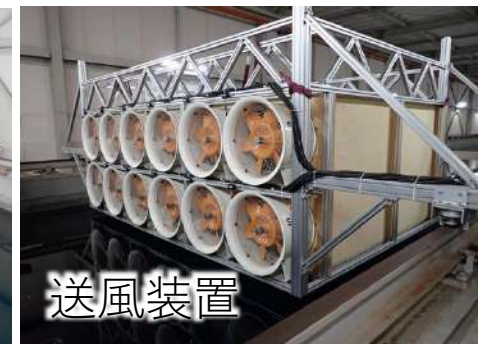
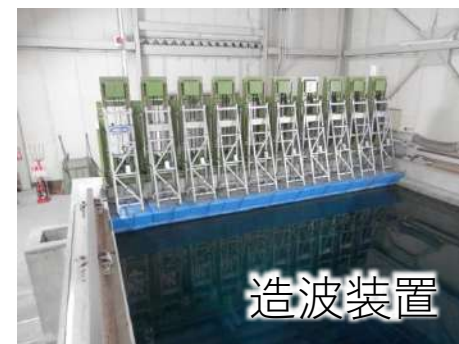


複雑地形を過ぎる
流れの可視化



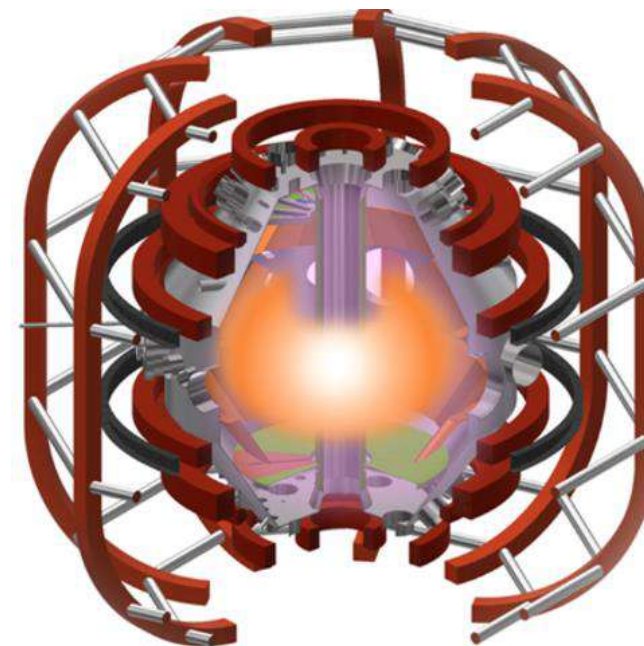
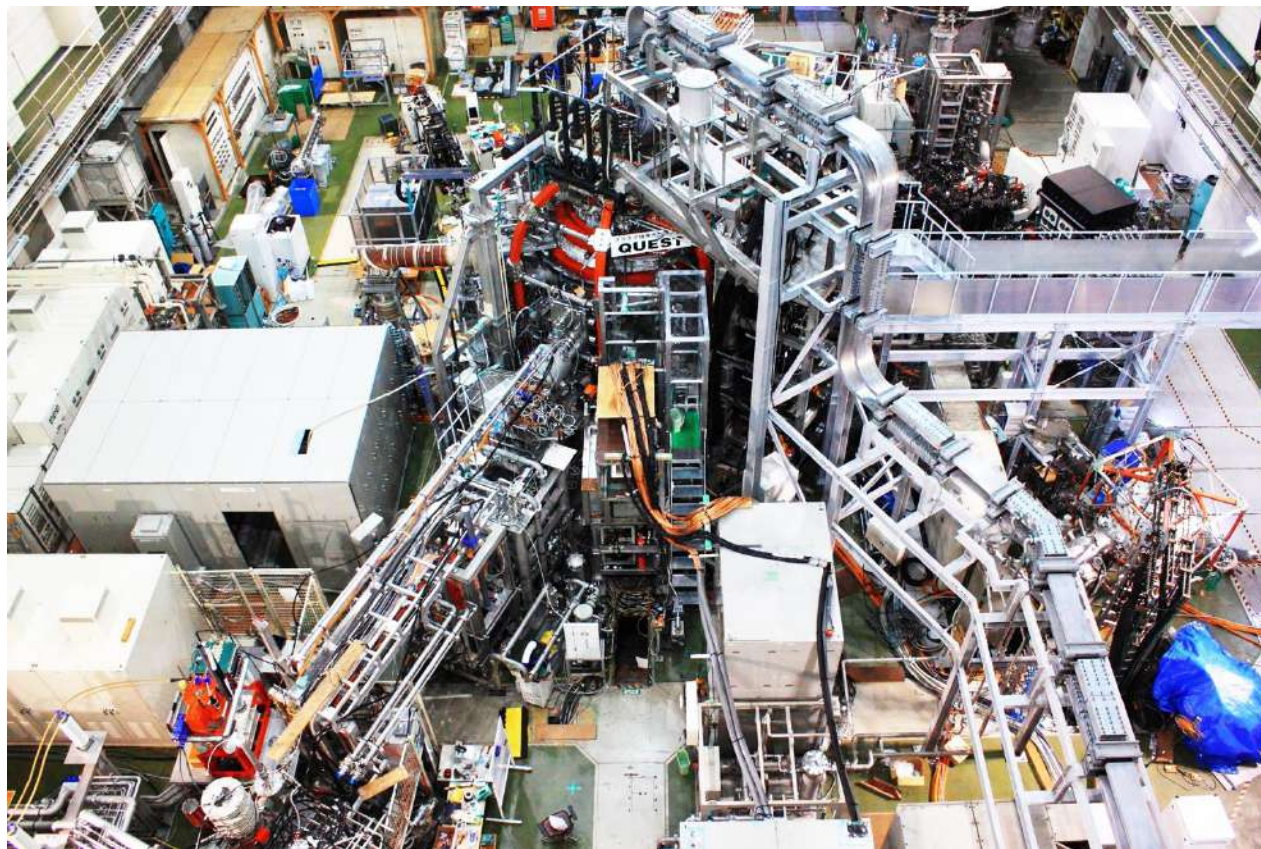
- ✓ 測定洞15m × 3.6m × 2m、最高風速30m/sの境界層風洞は世界有数
- ✓ 第2縮流洞を設置した際の最高風速は60m/s

➤ 深海機器力学実験水槽（標準水深7m）



- ✓ 多目的：曳航（えいこう）＋造波＋送風

➤ プラズマ境界力学実験装置 (QUEST)



真空容器の一部をカットし内部のドーナツ状
プラズマとそれを取り囲む高温壁（赤い板状）
が観えるように図面を加工している

- ✓ 球状トカマクの定常電流駆動及びプラズマ生成に関する研究、特に高密度・高誘電率プラズマにおける新しい電流駆動法（電磁波・静電波モード変換）の開発と実証
- ✓ 球状トカマクの特徴的磁場配位に適合するダイバータ開発研究、および長時間放電の粒子・熱負荷制御法の確立
- ✓ 定常運転の学術基盤として、壁温度制御による長時間トカマク放電の粒子循環制御、および先進壁制御とプラズマ性能の総合的研究



九州大学

高精度な気候変動予測への挑戦 ～ 雲・降水の素過程から紐解く地球温暖化 ～

道端 拓朗

九州大学応用力学研究所, 気候モデリング分野

michibata@riam.kyushu-u.ac.jp

-
- ・ 気候変動予測はどれくらい正確か？
 - ・ より高精度な予測の実現には何が必要か？

自己紹介

道端 拓朗, 博士 (理学)(九州大学)

所属：九州大学応用力学研究所 気候モデリング分野, 准教授

キーワード：エアロゾル, 雲, 降水, 放射, 気候モデル, 衛星観測



■ 略歴

2013.04 – 2015.03

九州大学 大学院総合理工学府 (修士)

2015.04 – 2017.09

九州大学 大学院総合理工学府 (博士, 学振DC1)

2017.10 – 2018.03

九州大学 応用力学研究所 (学振PD)

数値気候モデルを用いた新しい降水パラメタリゼーションの開発

2018.04 – 2018.07

東京大学 大気海洋研究所 (学振PD)

人工衛星シミュレータを用いたモデル・観測の比較検証

2018.08 – 2021.03

九州大学 応用力学研究所 (助教)

数値気候モデルの高度化, 温暖化予測の不確実性の評価

2021.04 – 2024.07

岡山大学 環境生命自然科学研究科 (准教授)

2024.08 – 現在

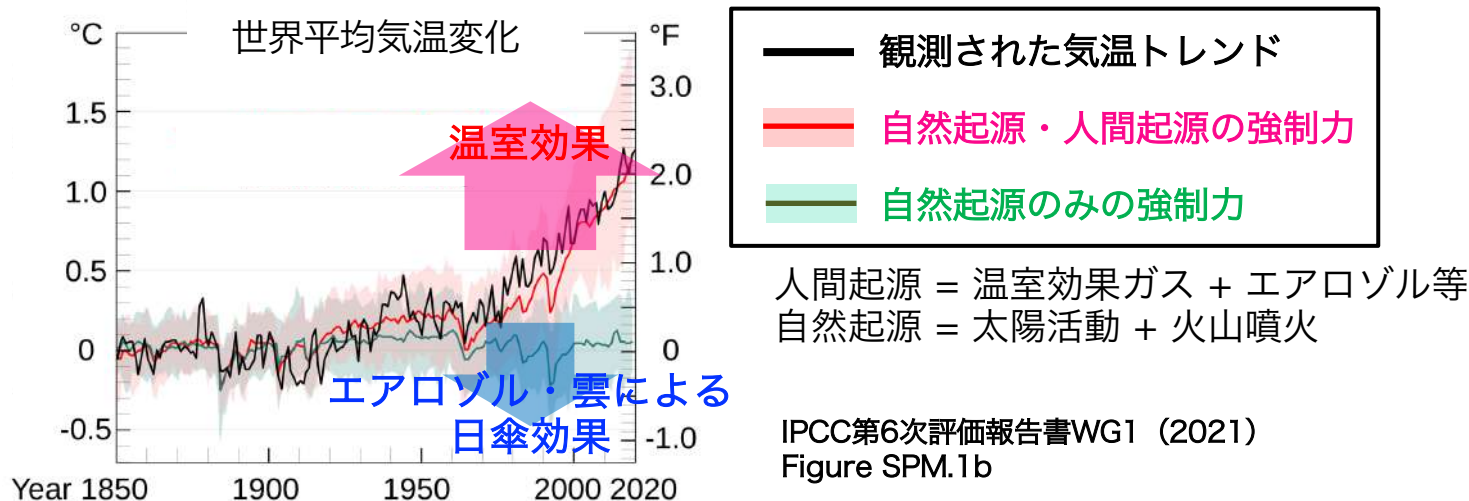
現職 九州大学 応用力学研究所 (准教授)

2021.04 – 現在

JST創発的研究支援事業・創発研究者 (吉田パネル1期生)

温暖化予測の精度を左右する雲

- ▶ 数値モデルを用いて人間起源の寄与を抽出
→ 人間起源の影響がないと観測事実を説明できない



20世紀半ば以降の世界平均気温上昇の半分以上は
人為起源の要因による可能性が極めて高い (95%以上)

人間の影響が大気、海洋および陸域を温暖化
させてきたことは疑う余地がない

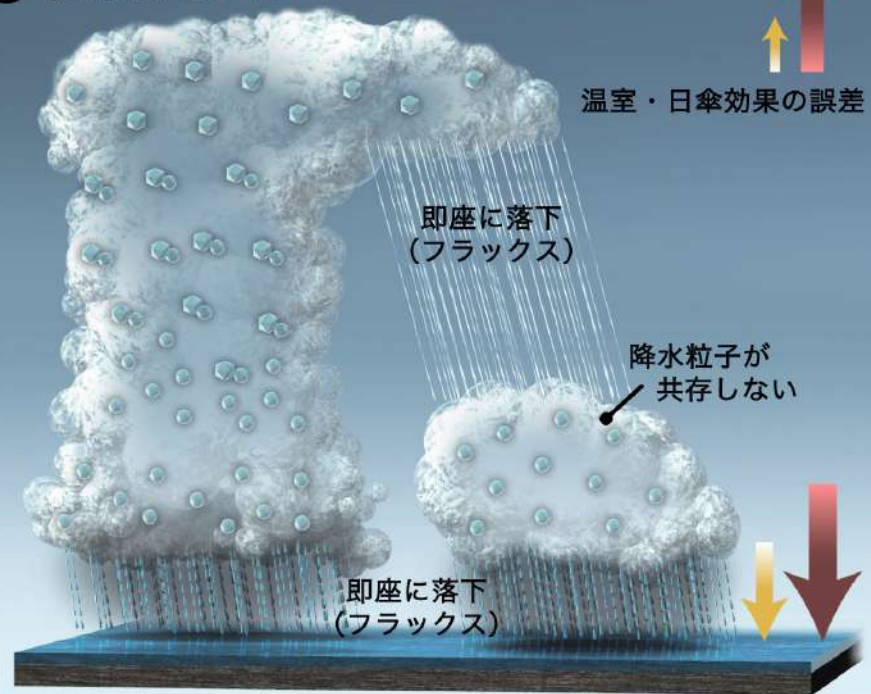
IPCC第5次評価報告書
(2013)



IPCC第6次評価報告書
(2021)

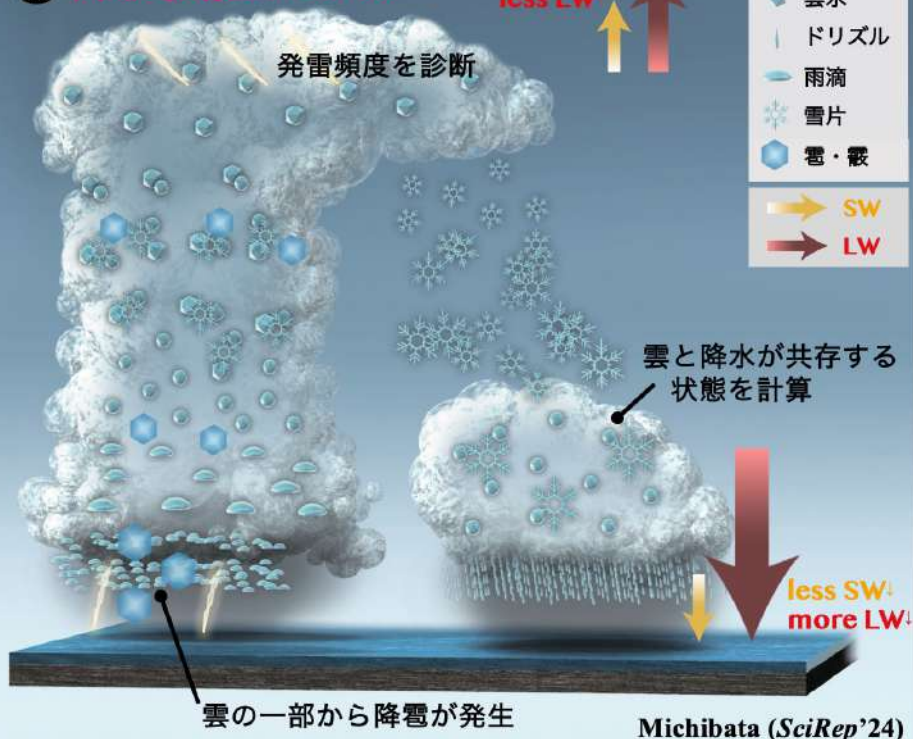
高精度の気候変動予測に向けた数値モデル開発

a 従来型モデル



Most CMIP5/6 GCMs

b 降水予報型モデル

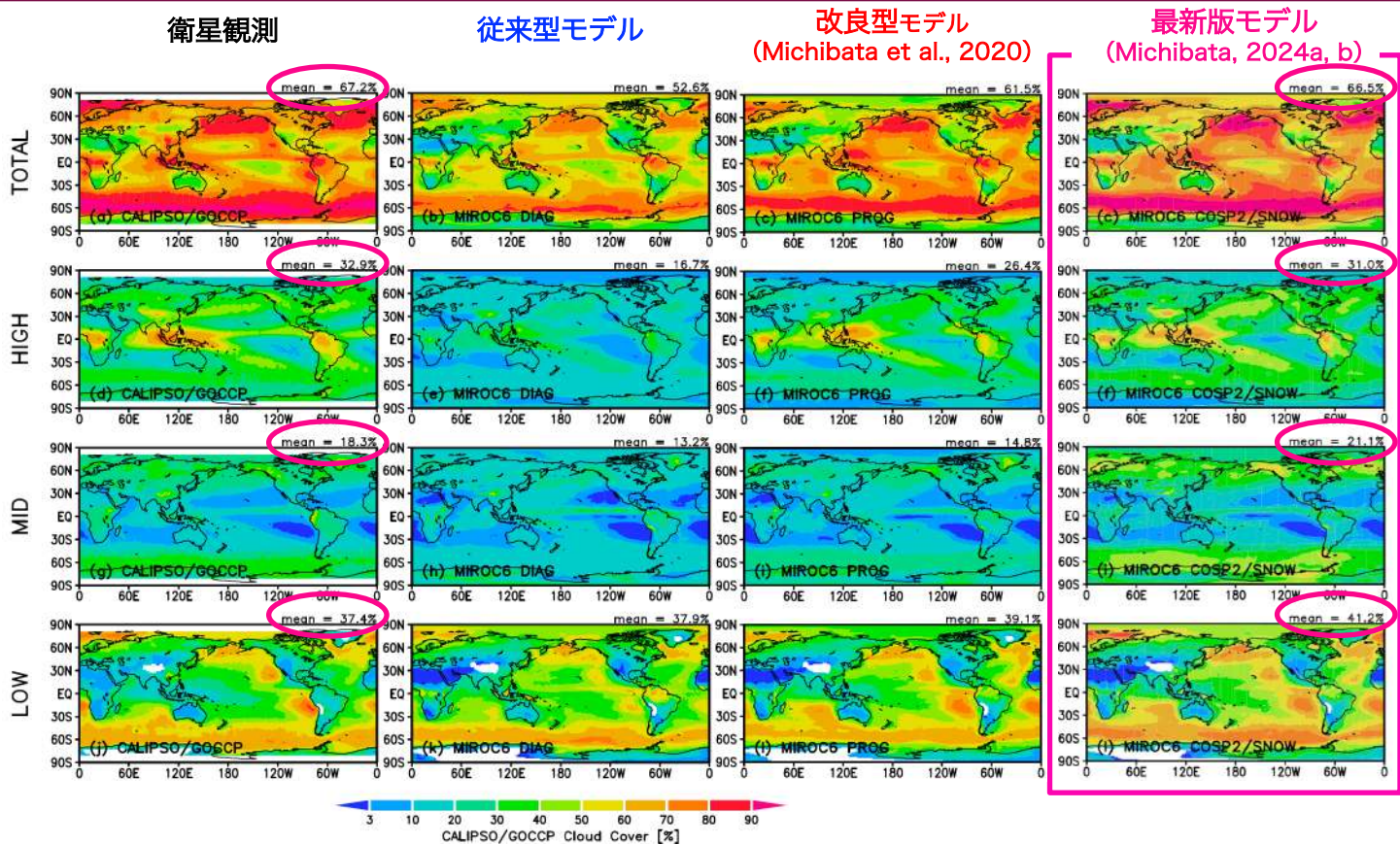


Michibata (SciRep'24)



▶ 従来の簡素なモデリング手法を高度化し、雲・降水粒子の相互作用を精緻に表現可能なモデルを開発。地球の放射収支・水循環の再現性向上に貢献。

設計面・性能面ともに大きな前進

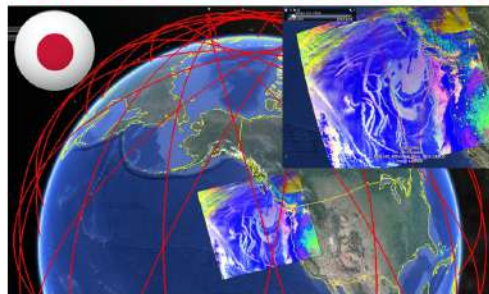


▶ 衛星観測と比較し、雲量バイアス5%以内を達成. 世界最高水準の雲量再現性.

今後の研究方針・国際貢献

Development

(b) New Modeling Approach



- Subgrid-scale cloud and precipitation
- Hybrid approach integrating machine-learning and physical model

(a) Multiple Satellite Data Analysis



- Model evaluation using satellite simulator

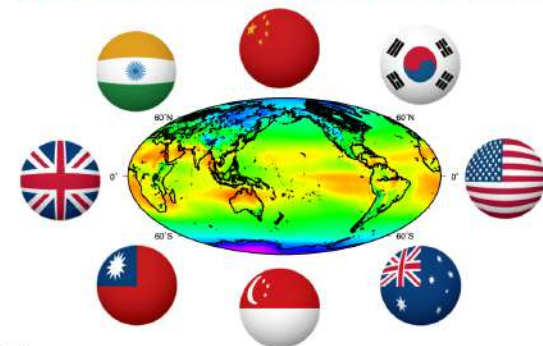
(d) Atmosphere-Ocean-Cryosphere Interaction

- Improving accuracy of climate modeling
- Contributing to IPCC AR7



Theory

(c) Multimodel Intercomparison



- Understanding common biases in the climate modeling community

▶ 単一の気候モデルによる感度実験から得られた理解を, 世界各国のモデルを横断的に用いることで一般性を検証.

→ 次期IPCC第7次評価報告書への貢献

深海機器力学実験水槽を用いた 海洋再生可能エネルギーの開発へ



朱 洪忠 (Ph.D)
九州大学・応用力学研究所 准教授



九州大学

出身：中国・福建省

1999～2003年 上海電力大学・エネルギー科学科

- － 研究テーマ： 曲がり管内気固二相流における粒子輸送特性に関する研究

2009～2011年 京都大学大学院情報学研究科・システム科学専攻

- － 研究テーマ： 量子化観測値に基づく線形システムの滑らかな出力再構成

2011～2014年 東京大学大学院工学系研究科・電気系工学専攻

- － 研究テーマ： 非線形性要素の抑制によるナノスケールモーションコントロール

2015～2022年 九州大学・応用力学研究所 特任助教

- － 浮体式レンズ風車の開発
- － 大型風車のドライブレインの制振制御
- － 浮体式風力・波力複合発電装置の開発

2023～現在 九州大学・応用力学研究所 准教授

- － 浮体式風力・波力複合発電装置の開発
- － 洋上曳航システムの解析
- － 浮体式風車のデジタルツイン技術
- － 浮体の最適設計

流体力学



情報学



制御工学



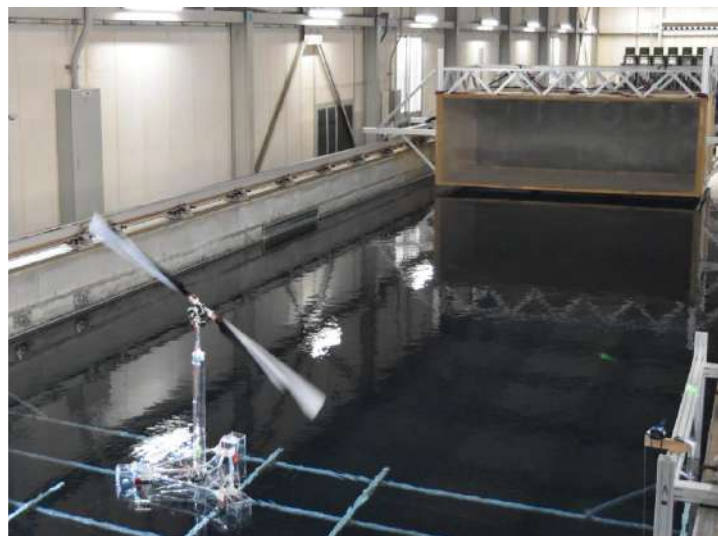
船舶海
洋工学



洋上風力の
多分野融合



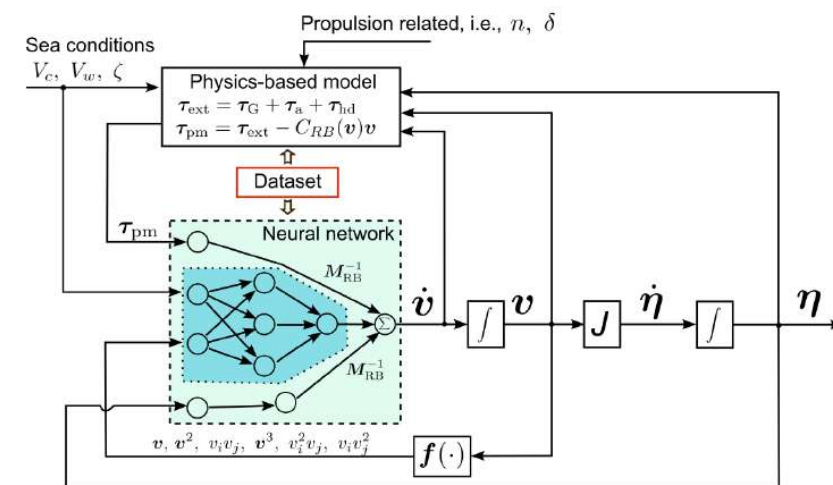
- ・ 浮体式風力・波力複合利用装置の開発
- ・ 大型作業船を使用しない着床式風車の施工工法に関する研究
- ・ 船のデジタルツイン技術の開発



風力・波力複合装置の動的解析



着床式風車の新しい施工工法の検証



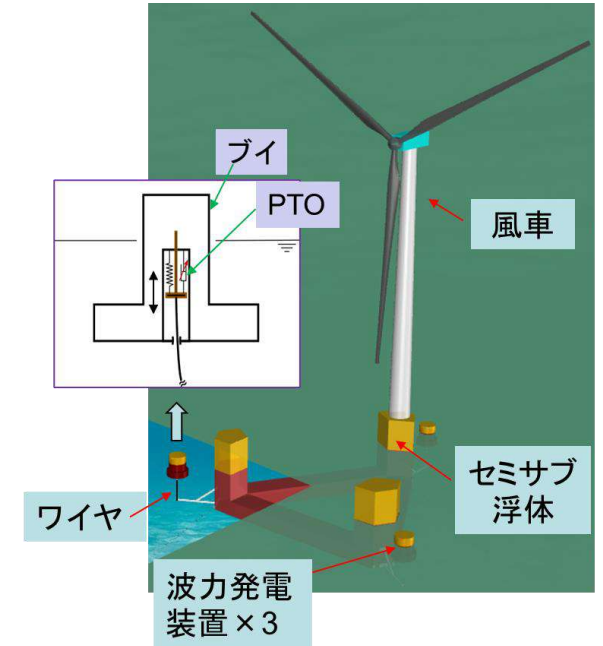
学習機能を持つハイブリッドモデルの開発

I. 浮体式風力・波力複合利用装置の開発

4

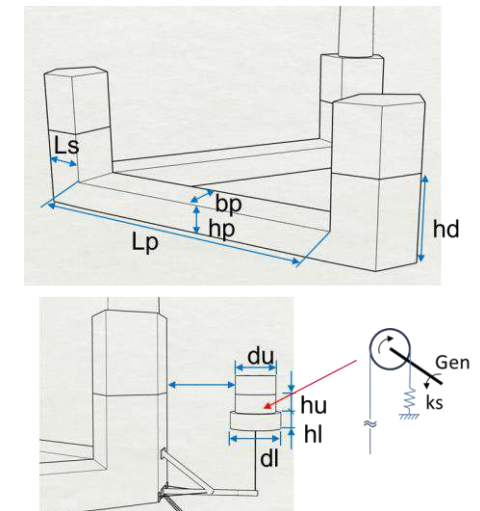
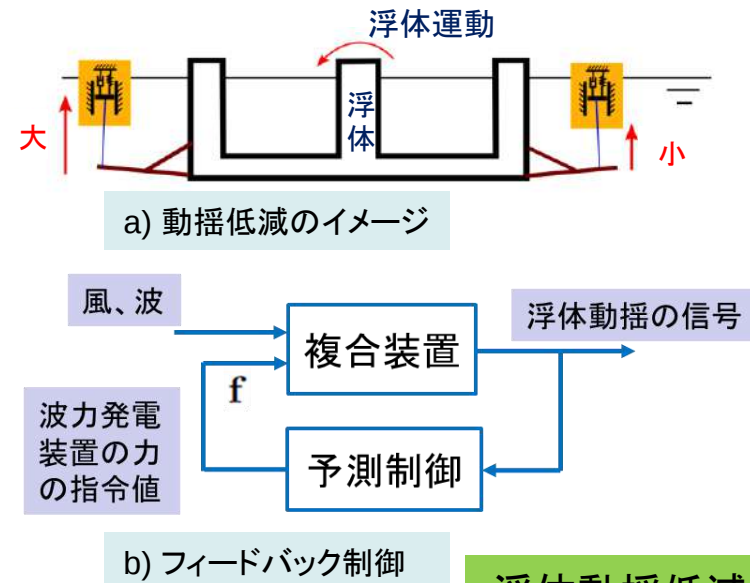
提案システムの特徴:

- 波力発電装置は、ワイヤで浮体に取り付けられる
波力発電装置は、波から受けた水平方向の力がほとんど浮体に伝達されない;鉛直方向の力は発電に利用される
- 浮体動揺のエネルギーも吸収
波力発電装置は、サスペンションシステム(回生ブレーキ)として利用される。
浮体安定性の向上が期待される
- 浮体動揺低減によって、風車発電効率および疲労寿命の向上



研究テーマ:

- 浮体動揺低減のため、波力発電装置の制御
- 実海域海況を考慮したシステミック設計
- 実験機の開発及び実験検証



浮体動揺低減制御

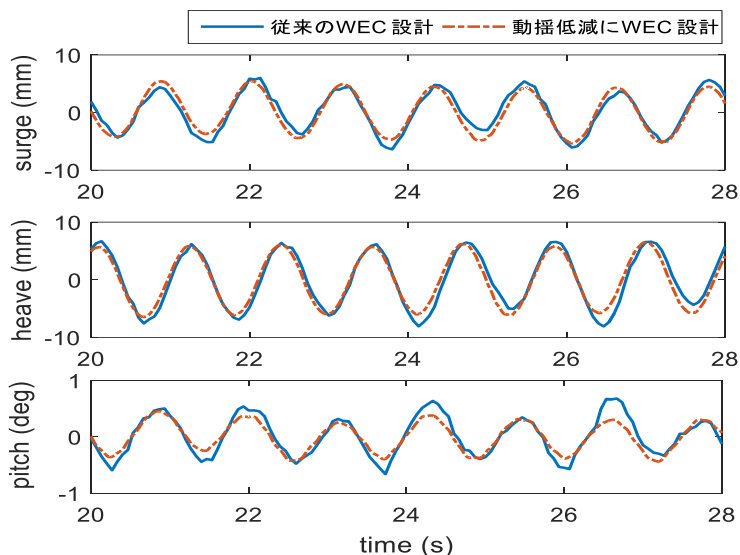
システミック設計

I. 浮体式風力・波力複合利用装置の開発——水槽実験の結果

5

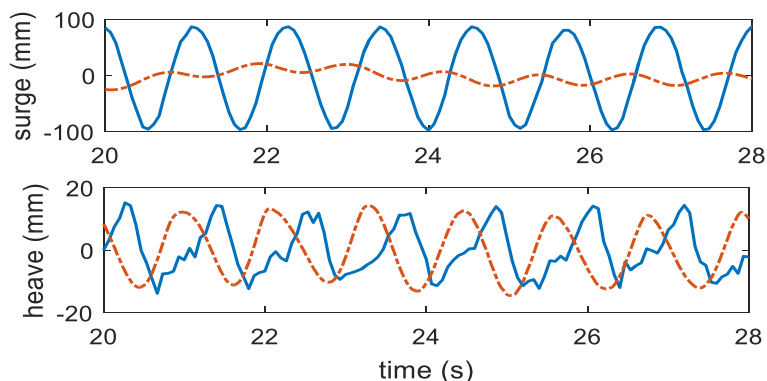
- システムレベルの最適設計の有効性を模型実験で検証した。その結果、波力発電装置は波浪中の安定性が向上し、浮体動揺への影響も軽減された。

浮体動揺の結果



浮体ピッチ動揺の標準偏差が約15%低減

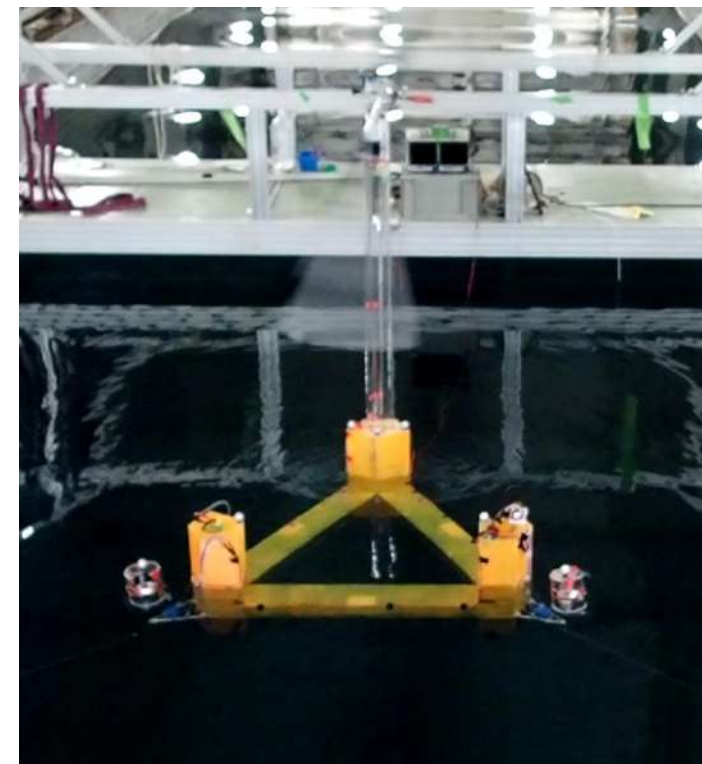
波力発電装置 動揺の結果



WECサージ動揺の標準偏差が約70%低減



従来の波力発電装置の形状で実験様子



提案波力発電装置の形状で実験様子

II. 大型作業船を使用しない着床式風車の施工工法に関する研究

6

提案システムの特徴:

- コストの高いSEP船を使用しない洋上風車の施工手法 港湾で風車のアセンブリ、タグボートでウインドファームへ曳航、ローアリング、海底への設置
- サクシオンジャケットに圧縮空気を入れ、補助浮体の軽量化設計

研究テーマ:

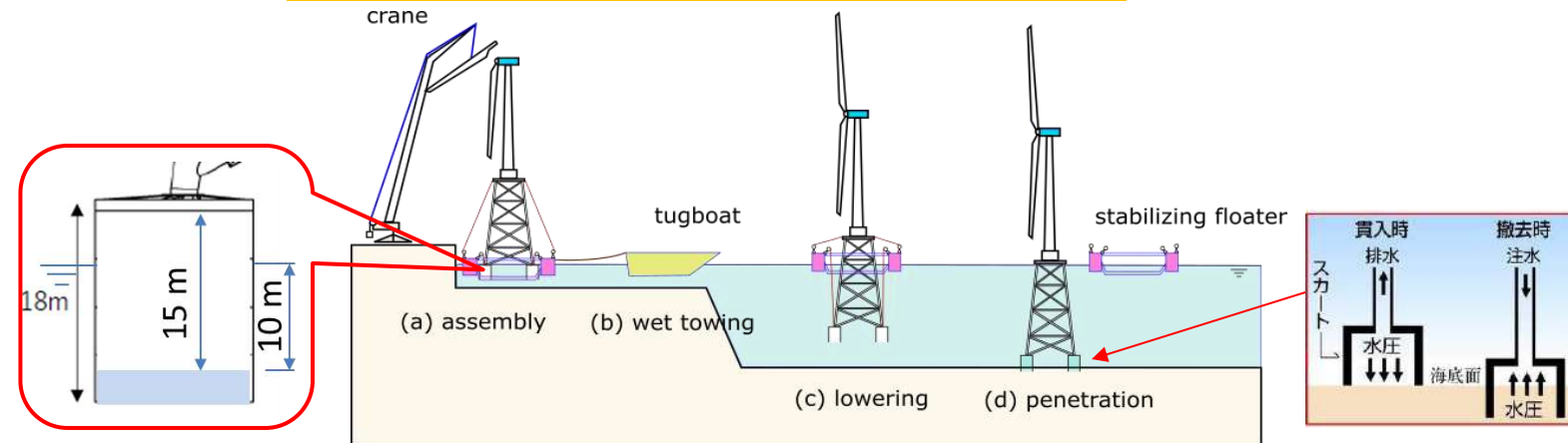
- 洋上曳航安定性および波浪中の応答;
- 沈下中の安定性

従来のSEP船による風車施工手順

Source: www.shimz.co.jp

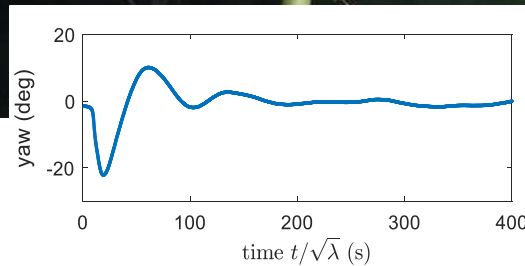
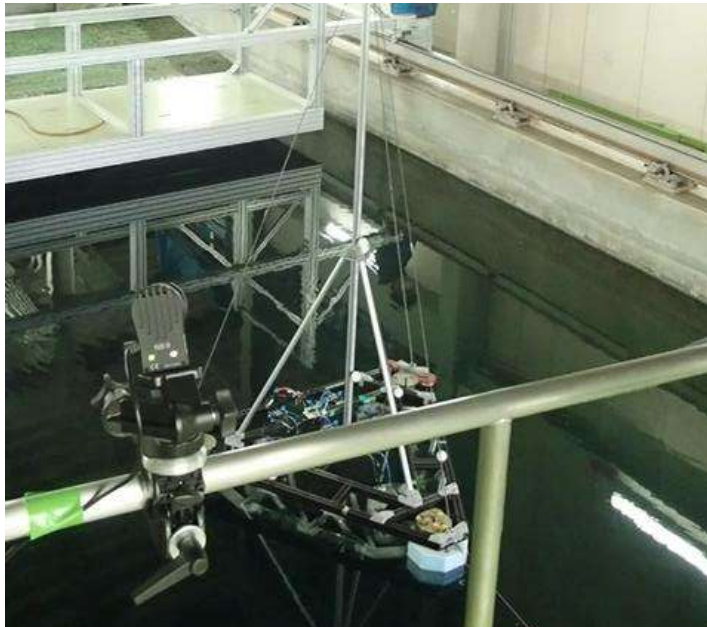


SEP船使用しない場合、風車施工手順

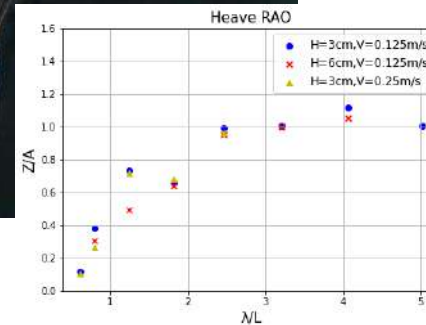
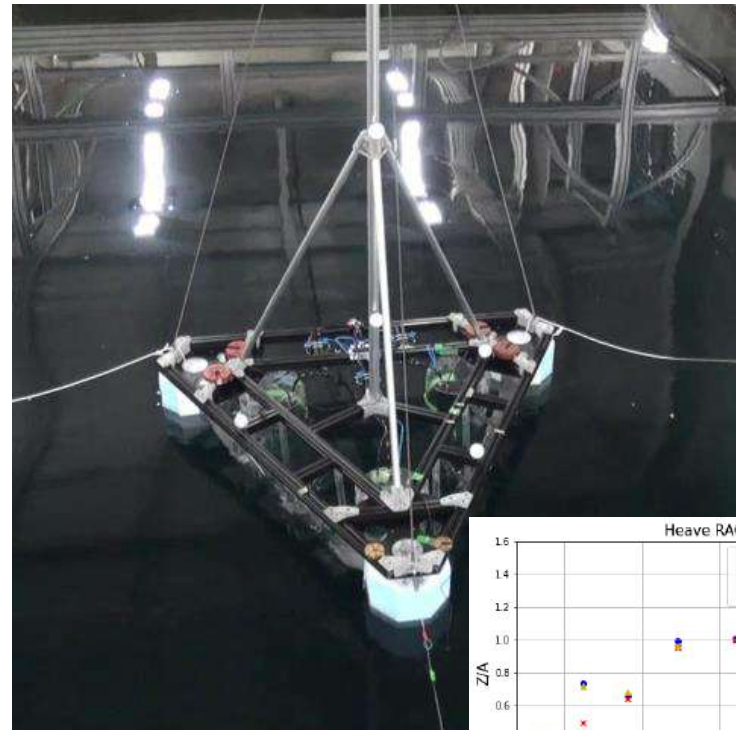


II. 大型作業船を使用しない着床式風車の施工に関する研究--水槽実験 7

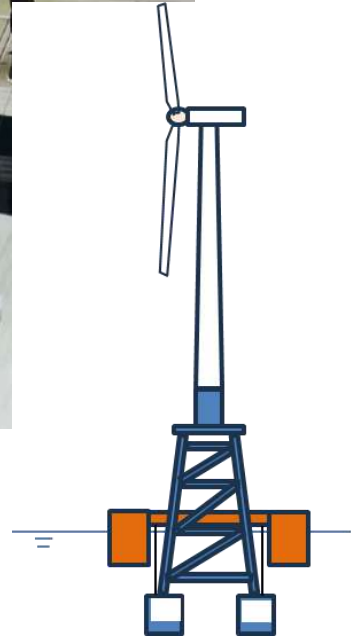
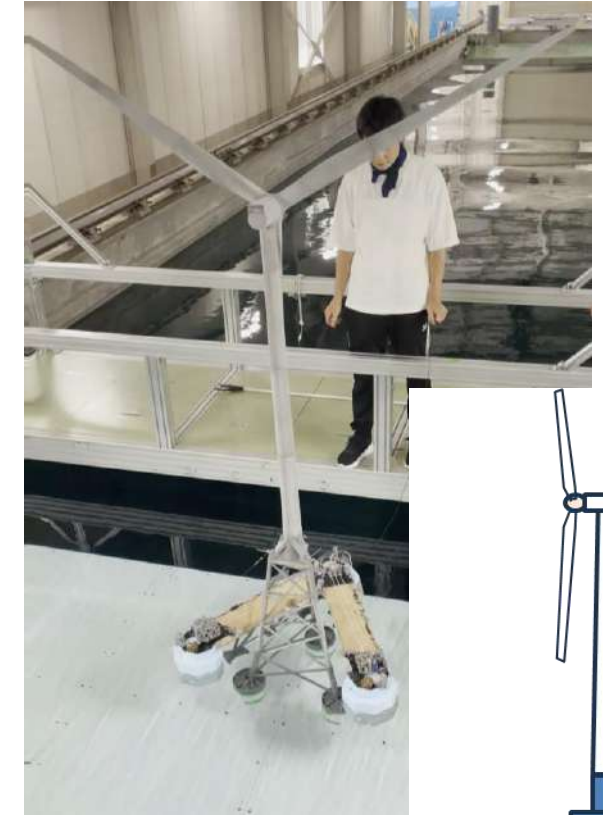
- 水槽の寸法と材料の寸法を考慮して、1:67.5の模型と1:96.43を開発し、曳航安定性と曳航系の動揺と沈下安定性について検証し、施工手法の有効性を確認した。



針路安定性の実験



曳航系の波浪中の動揺実験



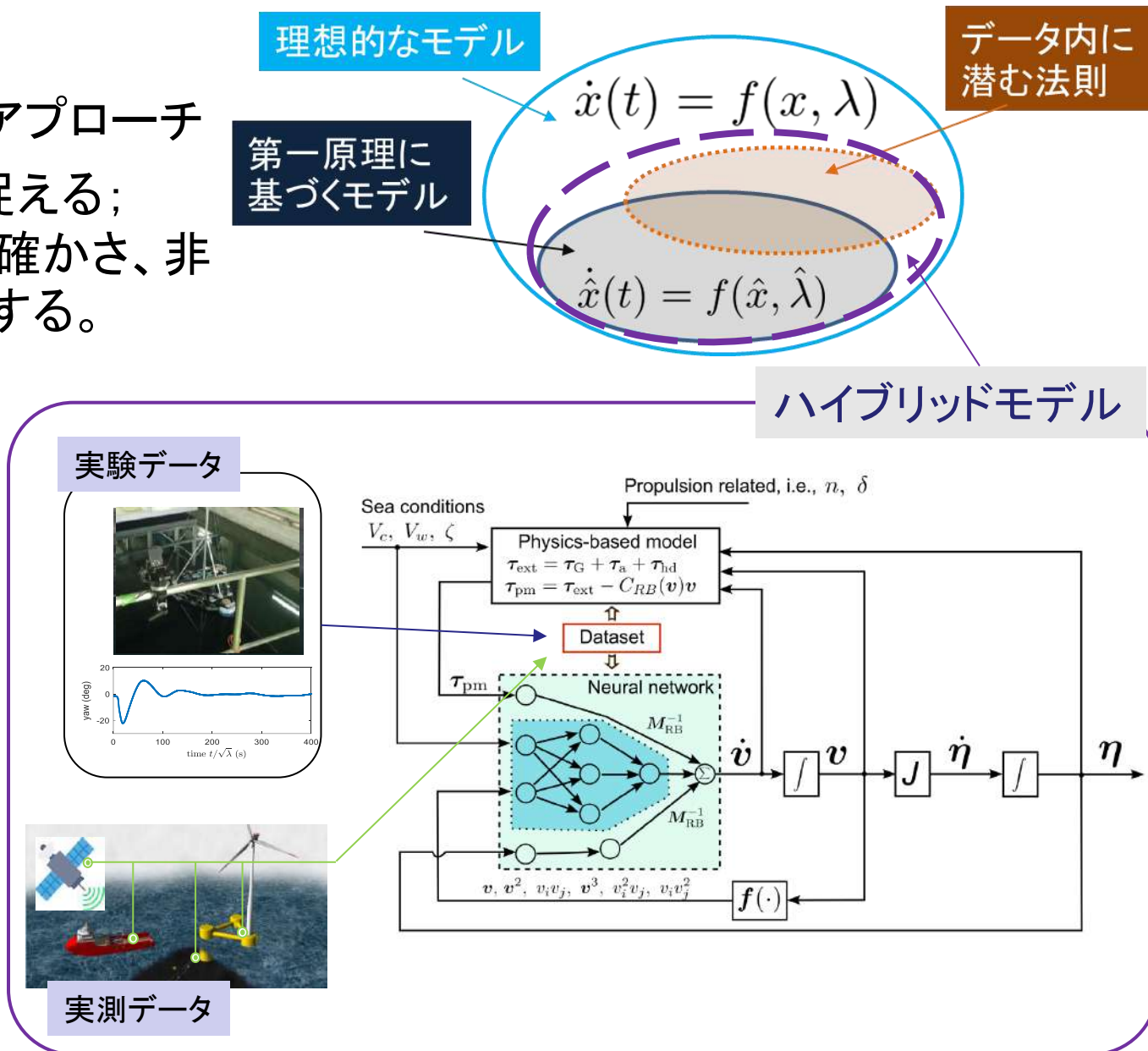
沈下中安定性の実験

提案技術の特徴:

- 第一原理計算とデータサイエンスのアプローチ
- 第一原理計算で系の主要な特性を捉える; ニューラルネットワークは、質量の不確かさ、非線形粘性・復元力、経年劣化を表現する。

研究テーマ:

- 第一原理モデルのパラメータ同定手法
- ニューラルネットワークの構成の最適設定とシナプス重み係数の更新法(学習手法)



高精度計測によるプラズマ輸送現象の解明 と実験応用

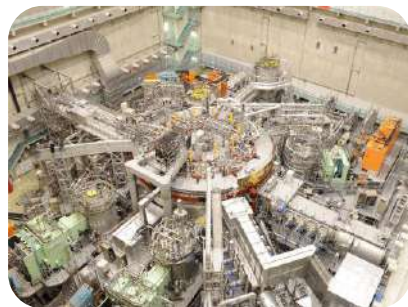
九州大学 応用力学研究所
助教 木下 稔基

略歴

2018～2022年

九州大学大学院

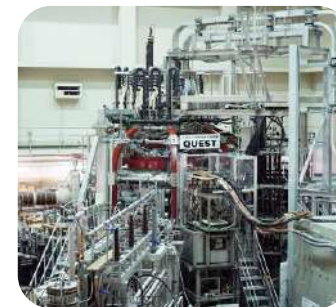
・核融合科学研究所に常駐
し、大型ヘリカル装置(LHD)
にて研究活動を行う



2023年～

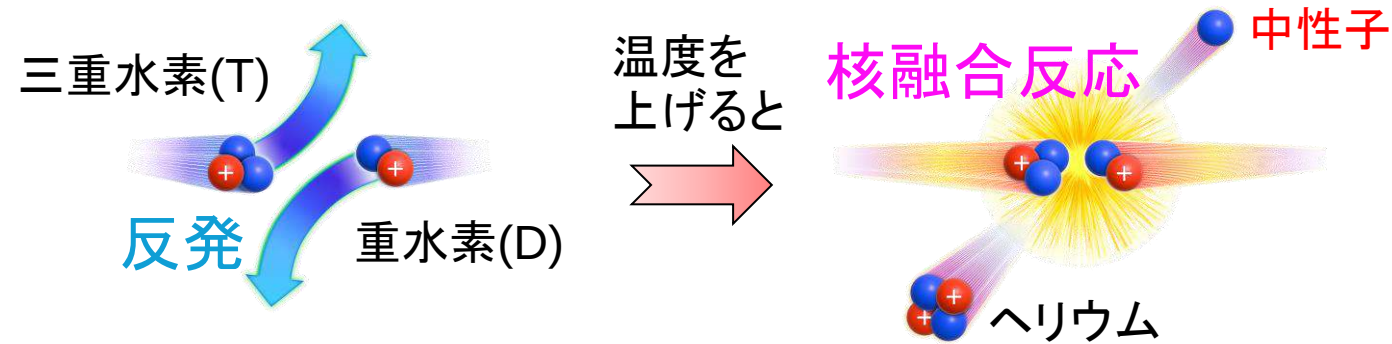
九州大学 応用力学研究所 助教

・LHDに加え、長時間維持球状トカマク
装置 (QUEST)にて研究活動を行う。

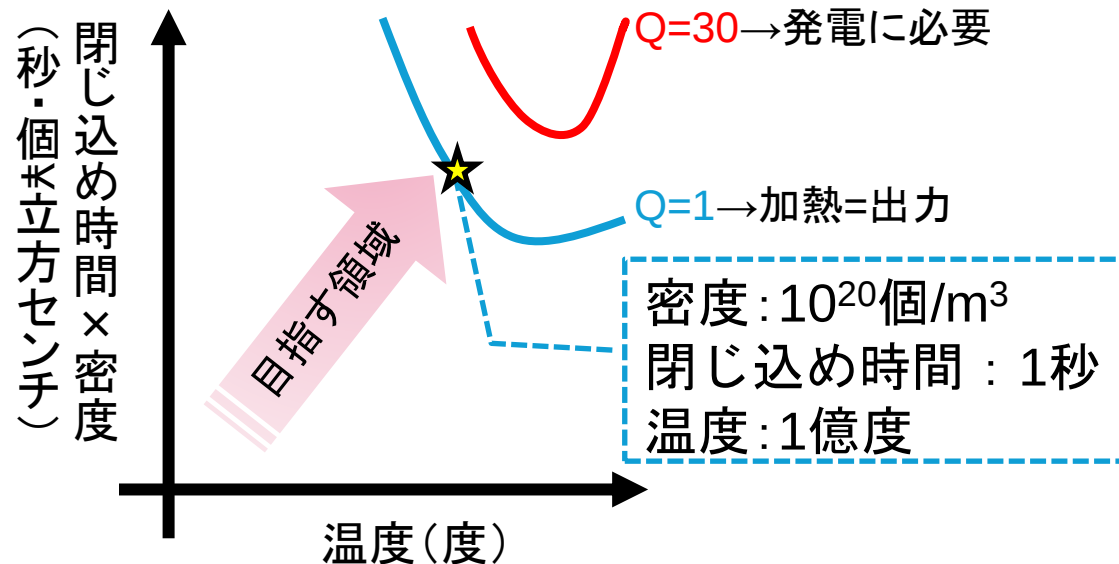


核融合を実現するためのプラズマ条件

□ 核融合反応で発生する中性子のエネルギーを利用して発電



□ 目指すプラズマパラメータ

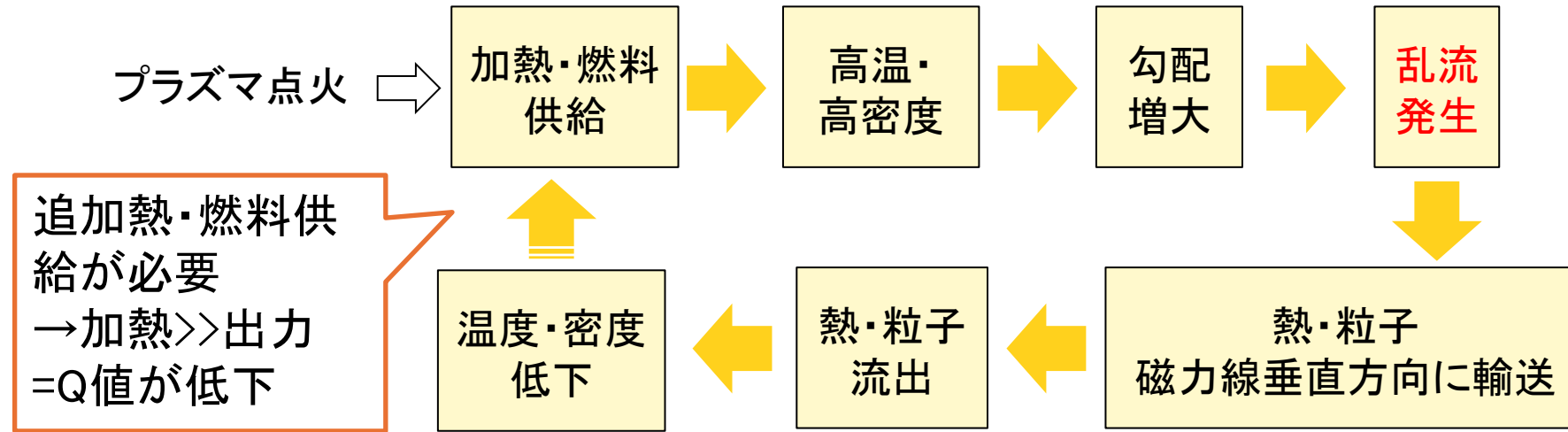


Q: 加熱して燃料を増やせば
温度・密度は上がるのでは？

A: 逆に熱や粒子が逃げやすくなり、閉じ込め性能が劣化する

良い閉じ込めを実現するための私の取り組み

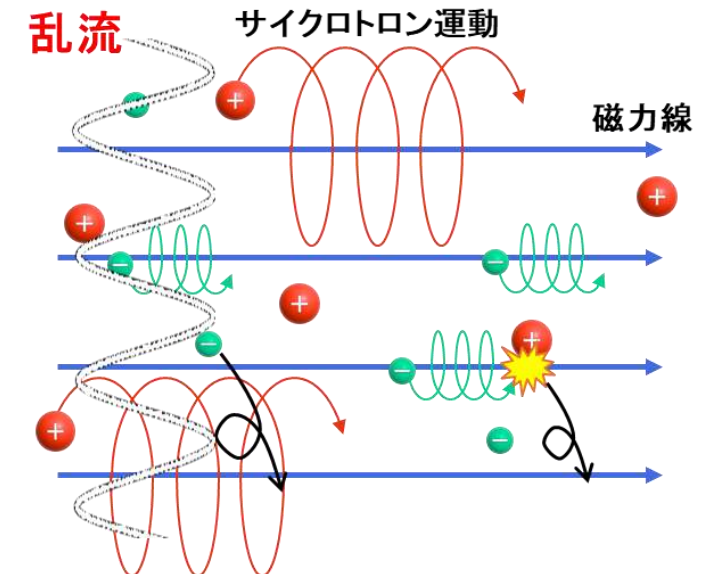
□ 乱流の発生と閉じ込め性能



乱流の抑制は閉じ込め性能の向上に必須

□ 私の取り組み

LHDおよびQUESTにおいて計測器開発を通じた乱流特性の理解とプラズマ制御への応用



LHDにおける乱流の理解と抑制への応用

□ 計測器開発

- 密度計測精度の向上

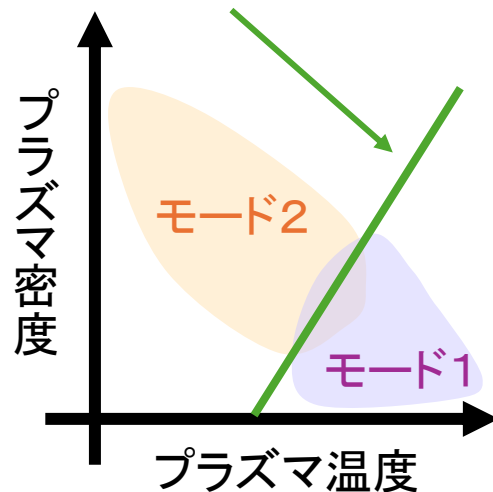
T. Kinoshita et al *Plasma and Fusion Research* (2022)

- 乱流の絶対値計測で比較可能に

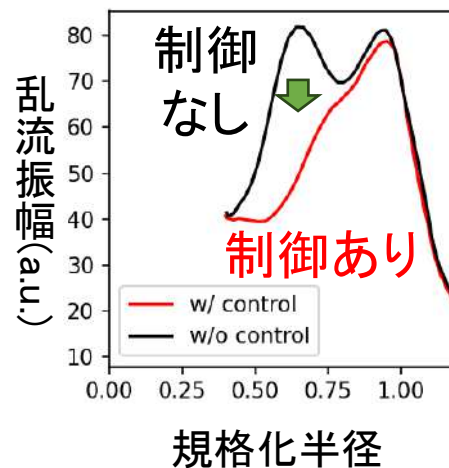
T. Kinoshita et al. *Journal of Instrumentation* (2023)

□ 乱流抑制によりプラズマ性能を改善

- 乱流が抑制される条件
(=モード1とモード2の境界)を網羅的に探索



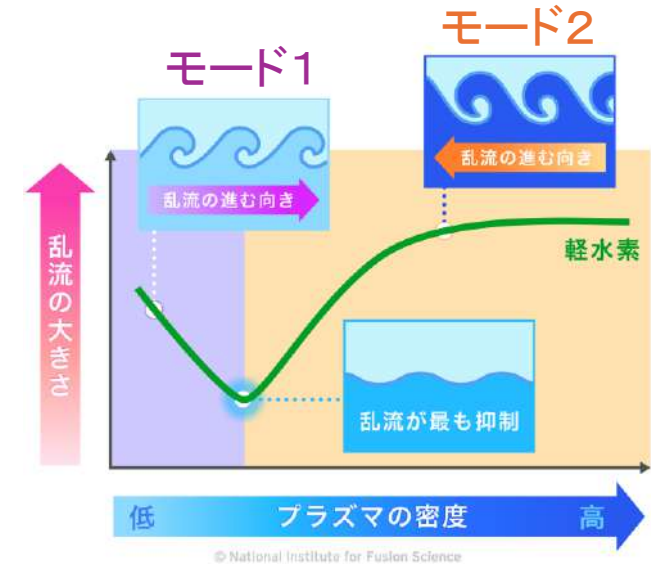
- 条件を満たすようにプラズマの温度を実時間制御



□ 新たな乱流特性を発見

T. Kinoshita et al *Physical Review Letters* (2024)

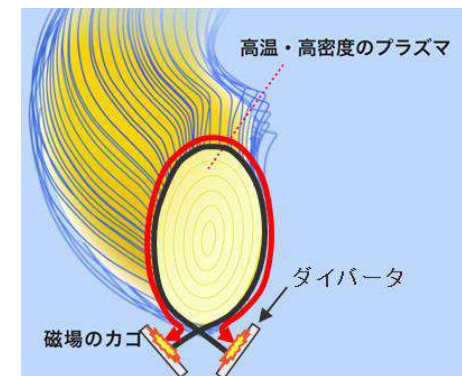
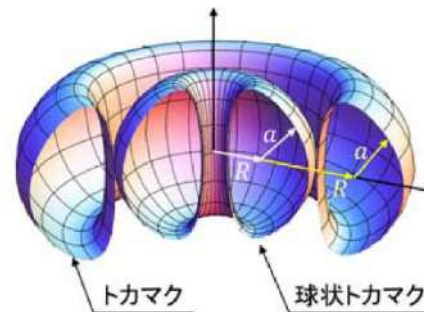
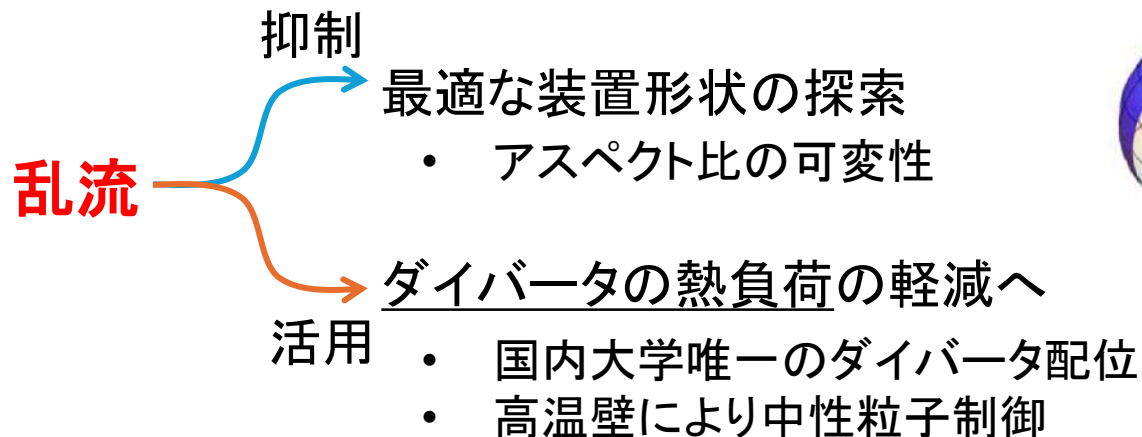
- 2種類の全く異なる乱流が存在
- 乱流が抑制される領域が存在



閉じ込め性能が
約20%向上！！

乱流の抑制・活用を目的としたQUESTでの計測開発

□ QUESTの特徴を活かした研究展開



核融合プラズマにおける乱流の包括的な理解と制御を目指す

□ 計測開発状況

- 乱流計測の開発
プラズマとマイクロ波の相互作用により乱流振幅および波数を計測
- 分布計測の高精度化
検出器掃引により空間分解能を向上し、勾配の議論を可能に



□ 今後の計画

- 計測の確立と高度化
- QUESTに存在する乱流の調査
- 上記の課題に着手