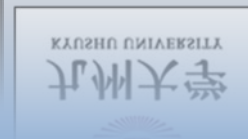
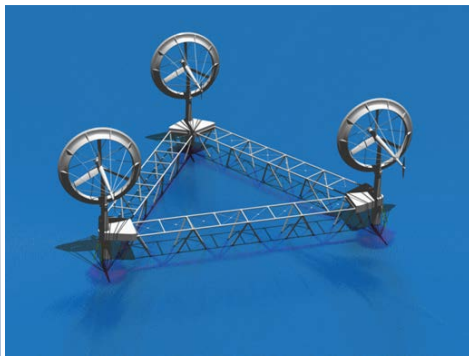


共同研究報告（平成23-25年度）

洋上風力発電用浮体の安全性評価手法に関する研究

液化水素輸送船の安全性評価に
関する研究開発（表紙2）

九州大学 応用力学研究所



研究概要

【目的】

浮体式洋上風力発電システム安全性設計のために、波浪荷重及び風荷重に関する高精度CFD手法を開発する。

【目標】

CIP・直交格子法に対して拡張開発を行い、荒天下暴風・大波の環境で洋上風力発電用浮体に加わる最大風荷重・波浪荷重、最大浮体の動揺量・加速度などに対する高精度推定手法の確立を目指す。

【実施期間】

平成23年度～平成25年度

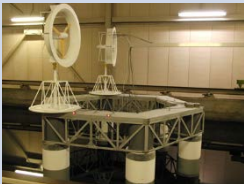
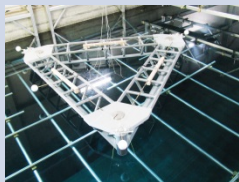
全体研究計画

- ① RIAM-CMENの拡張: 風車に加わる風力荷重の計算モデルと係留力の計算モデルを開発する。また、CFDコードの浮体計算のために最適化改良を行う。
- ② 風波両存環境での水槽実験: 数値計算手法を検証するために水槽実験を実施する。風力発電用浮体模型の設計と製作、水槽実験方法に関する研究を行う。
- ③ CFDコード検証の数値シミュレーション: 水槽実験結果に対応する数値計算、また九州大学の洋上風力発電実海域実証実験用浮体に対応する数値計算の実施し、開発された計算手法に対する評価を行う。

研究の実施内容:CFD開発

		H23年度	H24年度	H25年度
CFD 開発	目的	洋上風力浮体を計算用に CFD コード (RIAM-CMEN) の改良・拡張	カテナリーチェーンにより係留された浮体の動的シミュレーション精度の向上	CFDコードの高速化及びCFD開発のまとめと評価
	開発項目	CFDコードに以下の機能の追加した: ➤ 風車モデル: Actuator disc法 ➤ 係留モデル:線形バネ	➤ ランプドマス法を用いた係留計算法を開発した。 ➤ 風車モデルに Actuator line 法を導入した。	➤ 並列コードの最適化改良をおこなった。
	数値計算	H22年度行ったTLP浮体実験の対応計算を実施した。	セミサブ浮体に対する数値シミュレーションを行った。	H23年度行ったセミサブ浮体実験の対応計算を実施した。

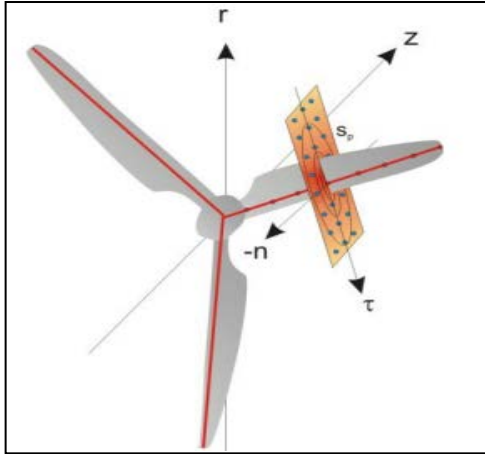
研究の実施内容:水槽実験

		H23年度	H24年度	H25年度
水槽実験	模型	 六角形TLP浮体、レンズ風車(H22年度)	 三角形セミサブ浮体	 改良した三角形セミサブ浮体
	実験条件	■ 風・波両存  送風装置(H22年度)	■ 波のみ  水槽に仮底を設置してカテナリー係留を模擬	■ 風・波両存  新送風装置を製作・設置
	実施項目	➤ H22年度行ったTLP浮体の水槽実験のデータ整理を行った。 ➤ セミサブ浮体の実験準備を行った。	➤ セミサブ浮体実験のために水槽に仮底を設置し、関連の運動計測方法を開発した。 ➤ 波浪中実験を行った。	➤ H22年度実験解析を行った。 ➤ 水槽に新しい送風機を設置し、改良されたセミサブ浮体に対する実験を行った。 ➤ 実験のデータ解析を行った。

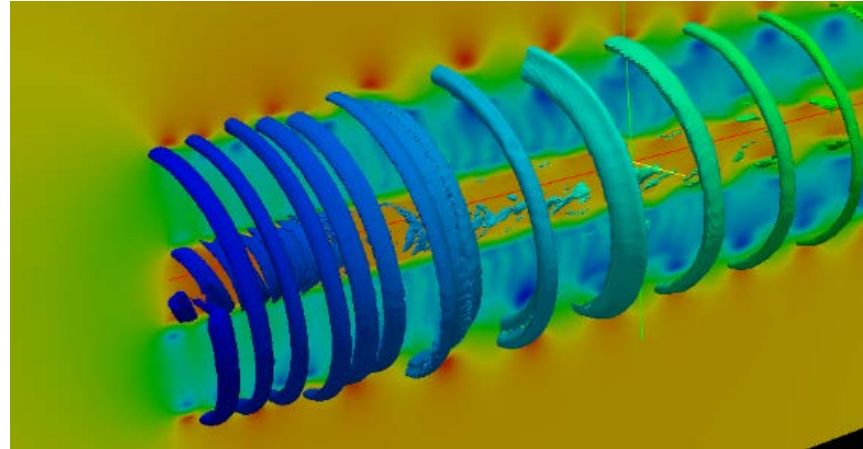
研究成果発表

1. 胡長洪, 末吉誠, 経塚雄策, 大屋裕二: 大波高波浪中洋上風力発電用浮体に関する数値シミュレーション, 日本船舶海洋工学会講演論文集, 第12号, pp. 41-42 (2011)
2. 末吉誠, 胡長洪, 経塚雄策, 大屋裕二, 烏谷隆: 六角形型洋上風力発電プラットフォームの水槽実験, 日本船舶海洋工学会講演論文集, 第12号, pp. 39-40 (2011)
3. 胡 長洪, 高野 裕文: 洋上風力発電用浮体の安全性評価手法に関する研究, 日本海事協会誌, Vol. 300, pp.27-32 (2012)
4. 胡 長洪, 末吉 誠, 劉 成, 経塚 雄策, 大屋 裕二: 波浪中洋上風力発電用浮体のCFD シミュレーション, 日本船舶海洋工学会講演論文集, 第16号, pp 471-472 (2013)
5. 末吉 誠, 胡 長洪, 原 田 智広, 経塚 雄策, 大屋 裕二, 小林 正典, 安澤 幸隆, 岩下 英嗣, 肥後 靖, 池田 浩基, 柏木 正: 洋上風力発電用セミサブ型三角形浮体の水槽実験, 日本船舶海洋工学会講演論文集, 第16号, pp 469-470 (2013)
6. Changhong Hu, Makoto Sueyoshi, Chen, Liu, Yusaku Kyoizuka, Yuji Ohya: Numerical and Experimental Study on a Floating Platform for Offshore Renewable Energy, Proceedings of the ASME 2013 32nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (OMAE2013), CD-ROM, Paper No.: OMAE2013-11133 (2013)
7. Cheng Liu, Changhong Hu: CFD Simulation of a Catenary Moored Floating Wind Turbine Platform in Large Waves, Proceedings of Computational Engineering Conference JSCES, Vol. 18, 2013 June, CD-ROM, paper No. H-4-2 (2013)
8. Changhong Hu: CFD Prediction of Extreme Wave and Wind Loads on a Floating Offshore Wind System, International Joint Research Council (NK-KR Workshop), University of Ulsan, Ulsan, Korea, 2013.06.19.

CFD開発の成果紹介



Actuator Line Model (ACL)

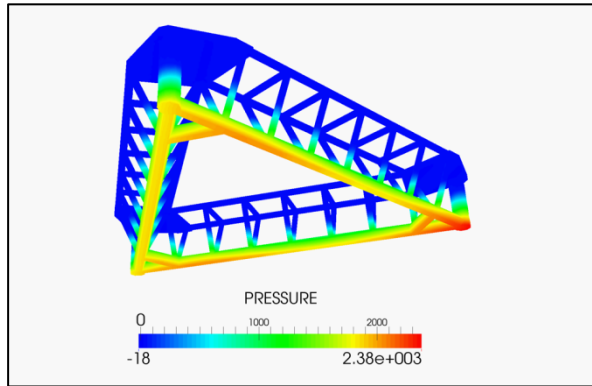


風車の後流に関する高精度シミュレーションにより複素機風車干渉の検討

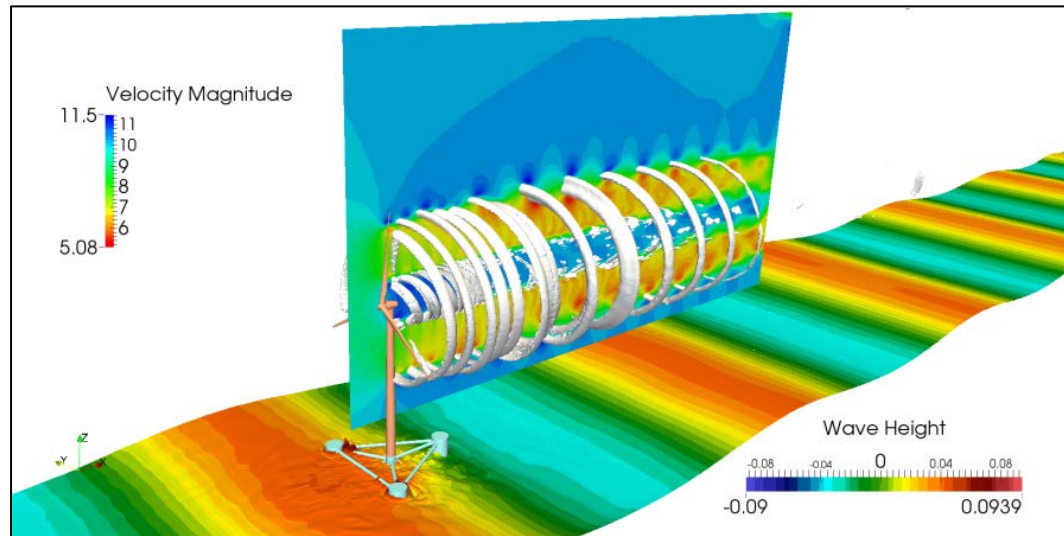


大波高波浪及び強風の条件でのシミュレーションにより波浪安全性の確認

CFD開発の成果紹介

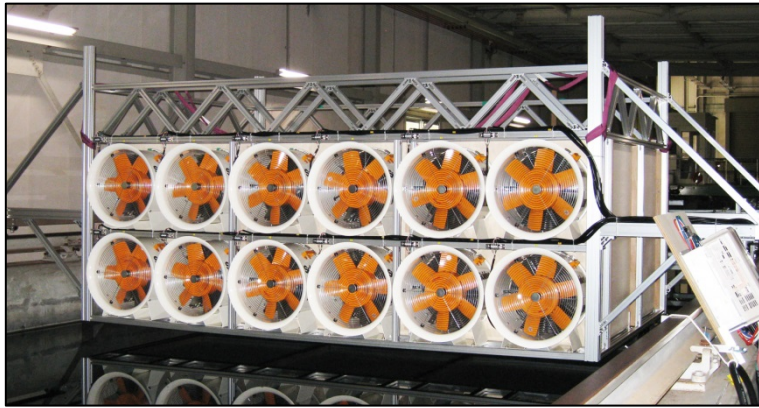


CFDシミュレーションの動圧力分布から、構造に加わる最大局部荷重の把握と構造解析に必要な荷重分布情報の提供

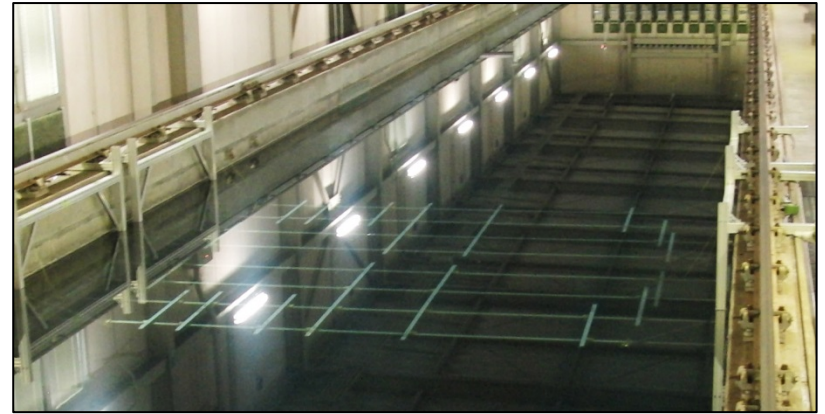


典型的なセミサブ型洋上風力発電浮体に関する数値シミュレーション：
大波高・強風条件での流体力学的安全性評価の計算例

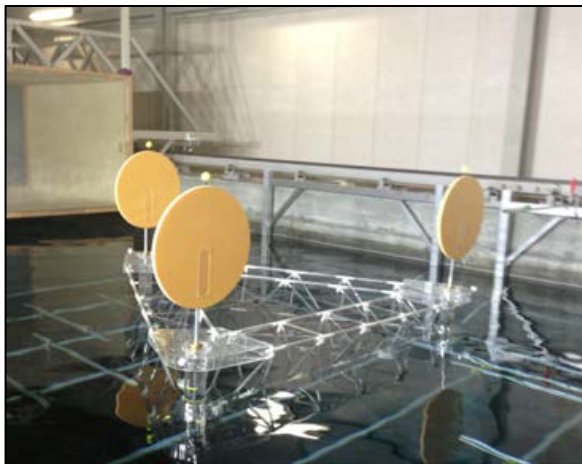
水槽実験の研究成果紹介



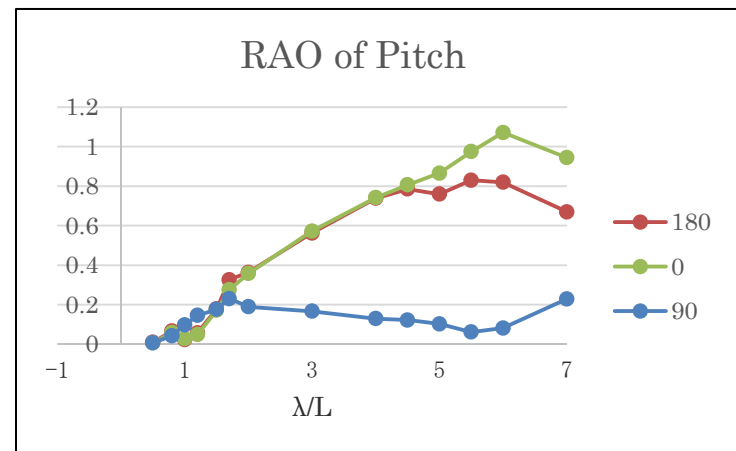
送風装置の新設:
3m下流側に平均風速5m/sの「暴風」条件



水槽に係留索を固定するために仮底
の設置

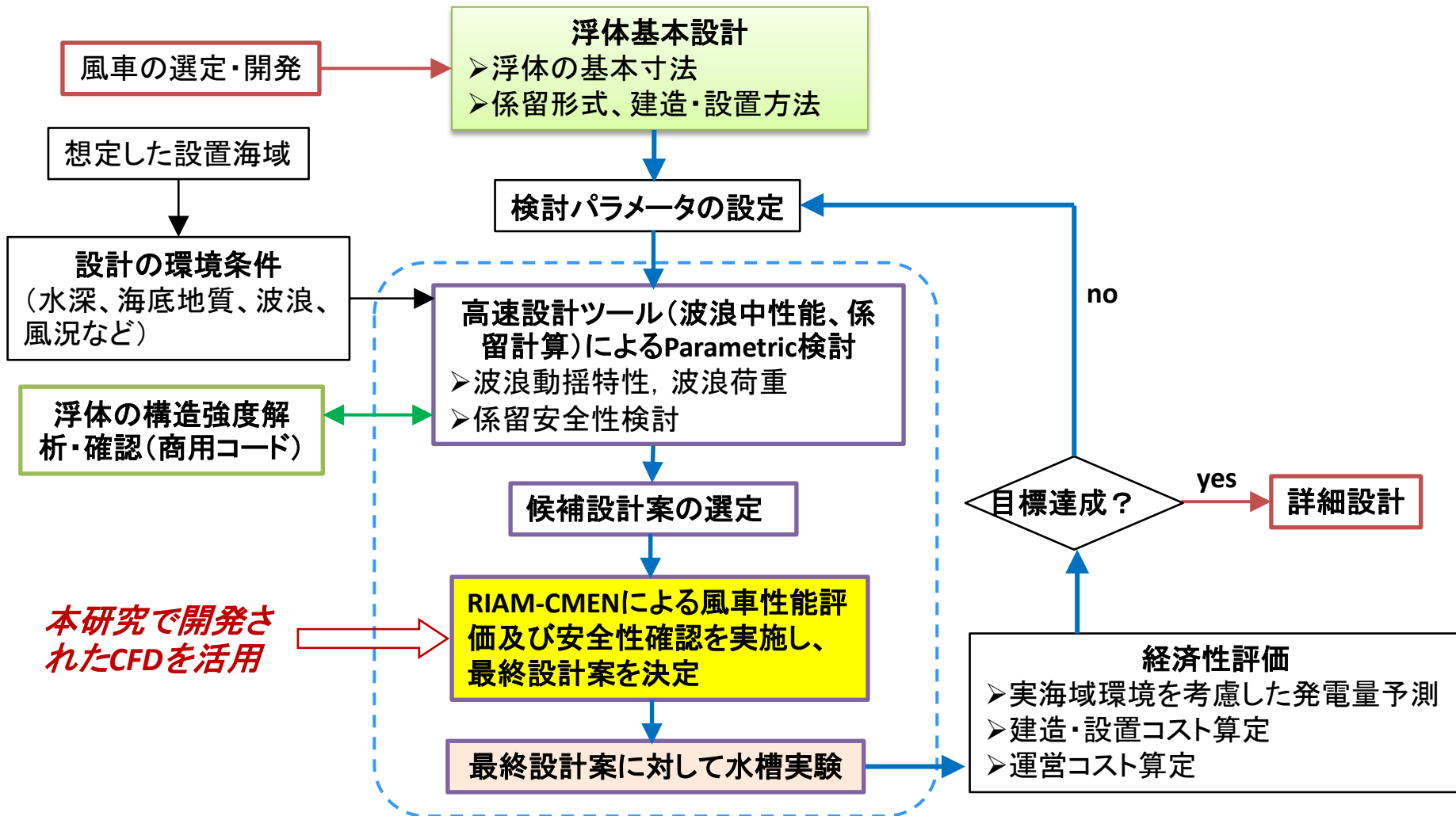


風波両存条件の水槽実験結果例



開発したRIAM-CMENの活用方法

九州大学複数機風車搭載洋上風力発電用浮体の設計フローチャート



研究開発の展望

現在実証実験を行っている浮体式風力発電システムでは浮体1隻に風車1基の方式が採用されているが、予想以上の高コストで商用化にまだ至っていない。従ってこれからもさらに革新的な洋上風力発電方式の開発が求められている。九大応力研が開発している複数機レンズ風車設置のシステムはその一つである。このシステムの最適化設計ツールとして本研究で開発されたCFDを以下の項目についてさらに開発・拡張をしていく。

- ① 風車間の干渉を正確に評価する風車モデルの改良：風車モデルの改良と適切な乱流モデルの応用により風車後流の計算精度を高める。
- ② 実スケールCFD解析：実海域環境に対応する計算境界条件を設置し、PCクラスターで10億メッシュ規模の数値シミュレーションを実現する。
- ③ ディフューザー影響：九州大学で開発されたレンズ風車に対応するために、ディフューザーのモデル化を行い、関連の計算法の開発を行う。