

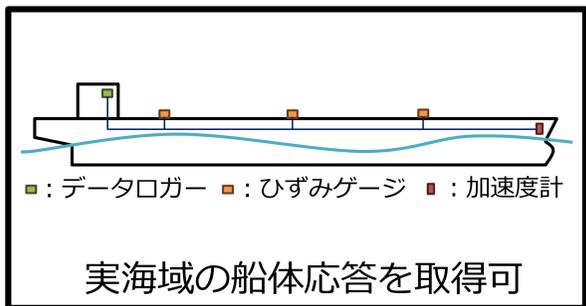
# 船体のデジタルツインを指向した計測応答データから波浪の逆推定および強度モニタリング

構造・産業システム系

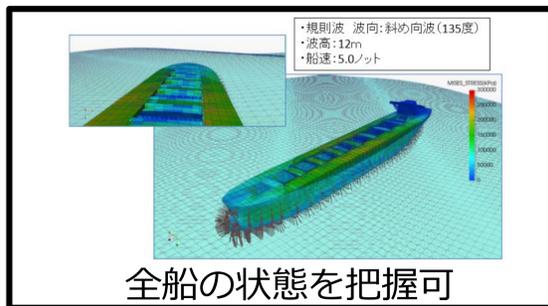
小森山祐輔、陳曦、馬冲、松井貞興、岡正義

## 研究の背景と目的

- ◆ ハルモニタリングシステムの加速度やひずみの計測点は少数 (費用等の問題)
- ◆ 安全等の観点から少ない計測情報から**全船の状態把握**が必要 → **船体のデジタルツイン**
- 【目的】リアルタイムに出会い波と非計測応答の時系列を推定する手法を開発・検証



ハルモニタリング



シミュレーション



船体のデジタルツイン

## Wave Kalman Filter (WKF)法

- ◆ カルマンフィルタを用いて、計測される船体応答データから各成分波の振幅をリアルタイムに推定 (パラメータ(波振幅)の推定問題として解く)
- ➔ 推定された波振幅から**出会い波と非計測の船体応答の時系列**を推定

仮定1: 線形重ね合わせ

$$\zeta_w(t) = \sum_{j=1}^{N_\omega} a_j \cos \omega_j t + b_j \sin \omega_j t$$

仮定2: 波と船体応答が線形の関係

$$y_r(t) = \sum_{j=1}^{N_\omega} H_{rj} a_j \cos(\omega_j t + \epsilon_{rj}) + H_{rj} b_j \sin(\omega_j t + \epsilon_{rj})$$



仮定1,2を基にKalman Filterの計算に必要な状態方程式と観測方程式を定式化

参考文献: Komoriyama, Y., et al., 2023. Identification of wave profiles encountered by a ship with no forward speed using Kalman filter technique and validation by tank tests - long-crested irregular wave case -, Ocean Engineering, 271, 113627.

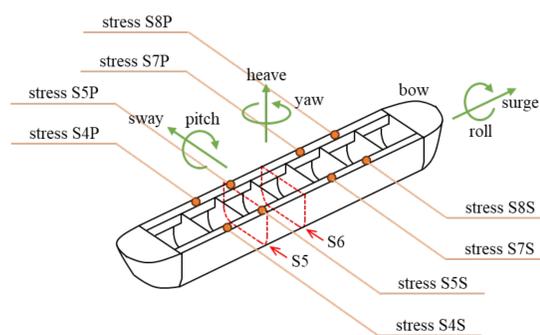
### WKF法の計算フロー



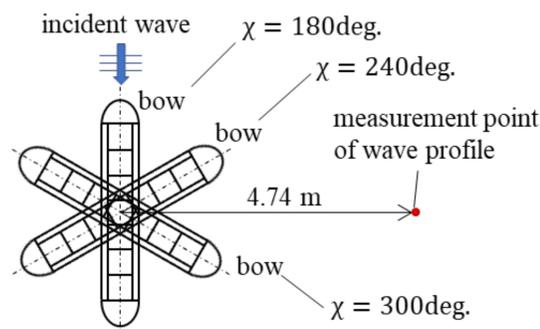
※検証では海技研で開発されたプログラムを用いて船体応答(運動, 断面力, 応力等)を計算  
SPREME: ストリップ法&パネル法、  
DLISA: SPREME+FEM(Nastran)



弾性模型船を用いた水槽試験



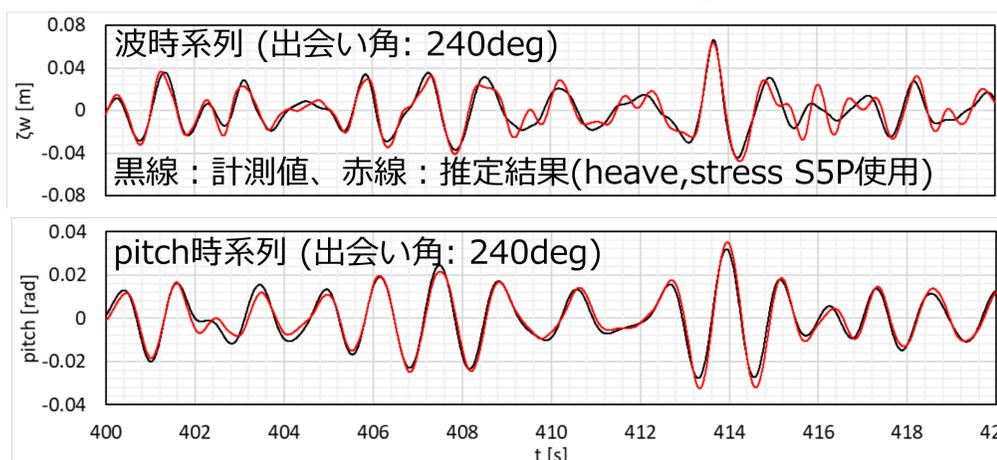
船体応答



出会い角

## 検証結果 (水槽試験での検証)

- ◆ WKF法により波、非計測船体応答共に**時系列ベースで推定可能**
- ※非計測船体応答 = WKF法で使用していない応答
- ◆ 主要な波周波数領域が異なる船体応答を**複数WKF法で用いることで推定精度向上**



## 今後の取り組み

- ◆ 実船データでのWKF法の適用・検証
- ◆ 洋上風車浮体への適用・検証