令和4年度 港湾空港技術講演会
～港湾技術研究所設立60周年記念～

令和4年10月13日

海洋利用研究領域の研究の課題と展望

国立研究開発法人　海上・港湾・航空技術研究所
港湾空港技術研究所　海洋利用研究領域長
米山治男

海洋利用研究領域の構成

海洋利用研究領域

- 海洋利用研究グループ
  - 船舶の係留技術の高度化
  - 海洋エネルギーの利活用
- 海象情報研究グループ
  - 海象観測データの活用
  - 波浪推算技術の向上

海洋利用研究グループの研究内容

海洋利用研究グループでは、我が国における沿岸域を含む広大な海洋が有するエネルギーを積極的に利活用していくことと、港湾内における風や波浪などに対する係留船舶の安全性を確保することを目的として研究を進めている。

船舶の係留技術の高度化

- ◆ 係留船舶の動揺計算法や係留方法
- ◆ 防舷材・係船柱の設計法

海洋エネルギーの利活用

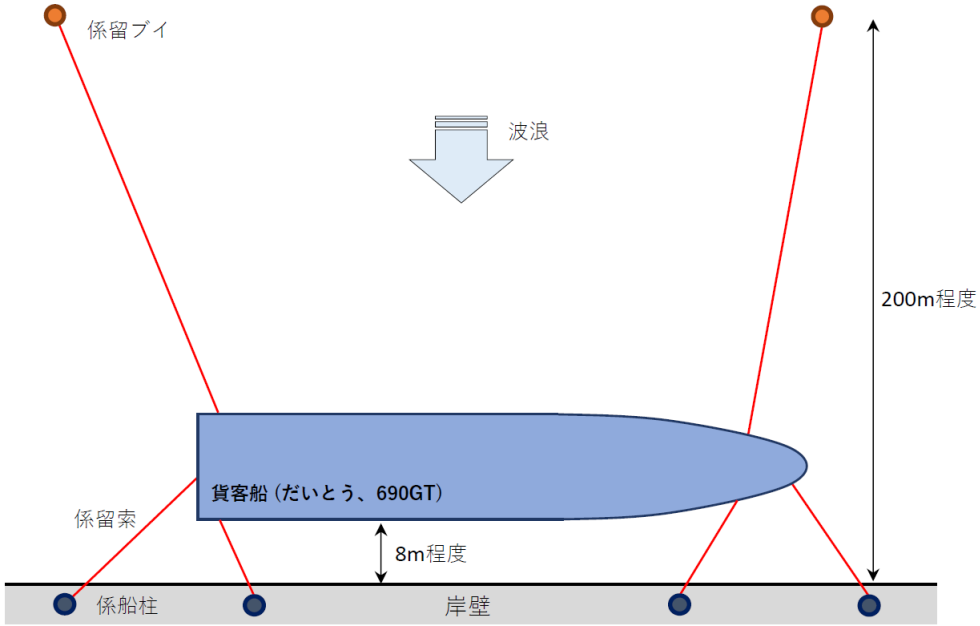
- ◆ 洋上風力発電施設などの解析手法

船舶の新型係留装置に関する技術開発

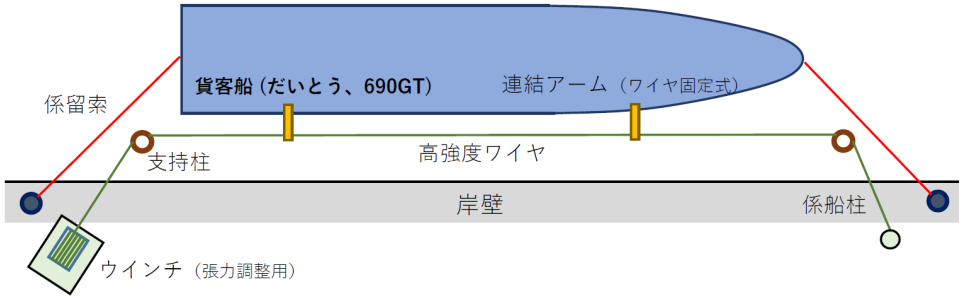
◆ 南北大東島を対象とした船舶の新型係留装置の考案

離島と排他的経済水域（EEZ）

船舶の係留状況（南北大東島）



係留ブイを用いた通常の船舶係留方式

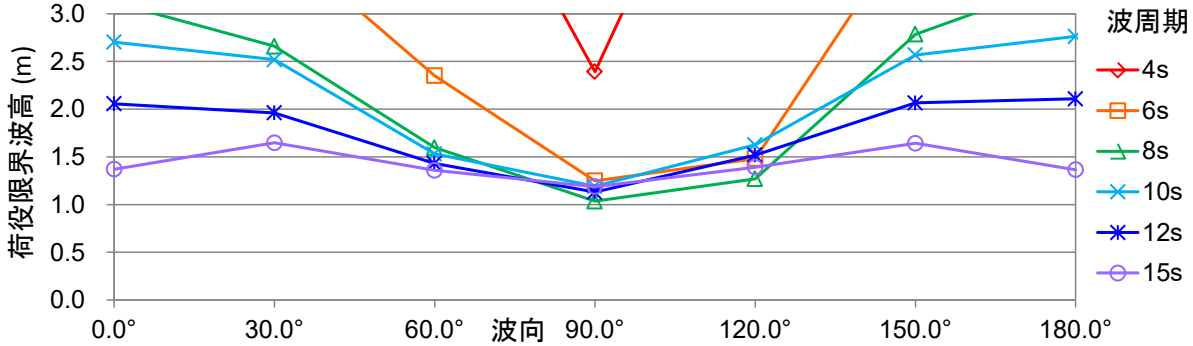


高強度ワイヤを用いた新型係留装置

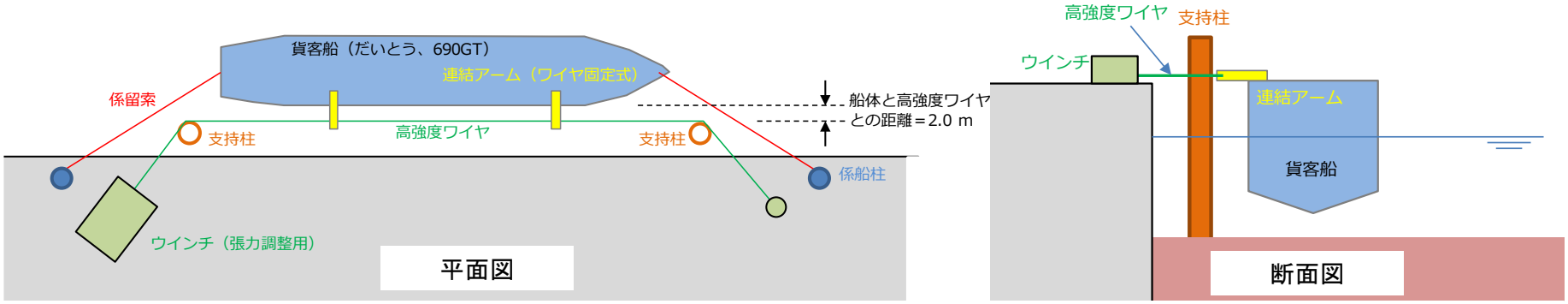
船舶の新型係留装置に関する技術開発

◆ 模型実験と船体動揺計算による新型係留装置の有効性の検証

水槽模型実験の様子



荷役限界波高（新型係留装置）



高強度ワイヤを用いた新型係留装置の提案

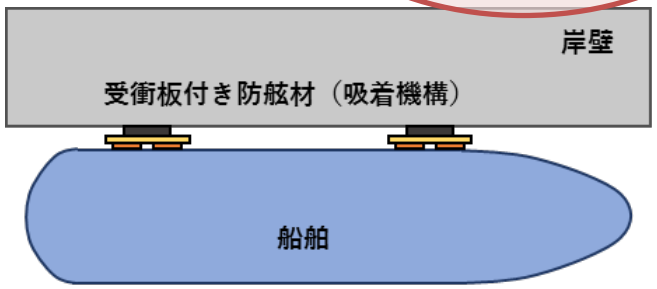
船舶の自動離着岸のための防舷材システムの開発

◆ 防舷材システムの概略構造の検討と基本コンセプトの確立

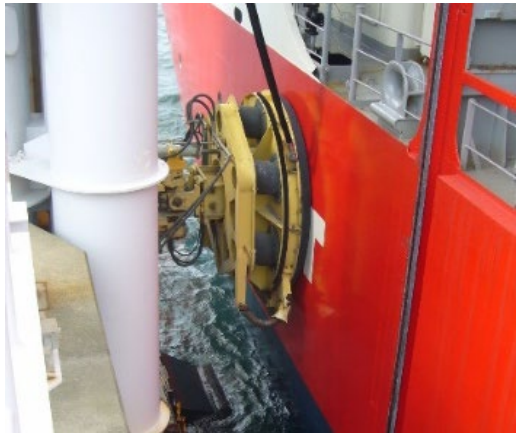
受衝板付き防舷材

＋

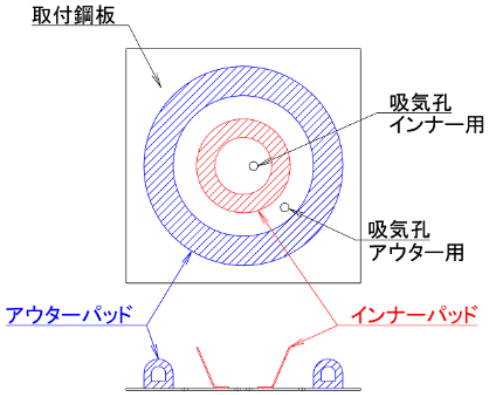
吸着機構



新形式の防舷材システムのイメージ



吸着式ワイヤー係留（海翔丸）

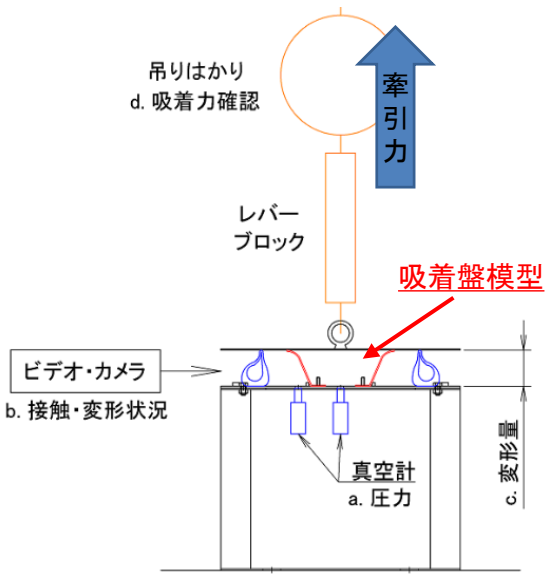


吸着盤の構造イメージ

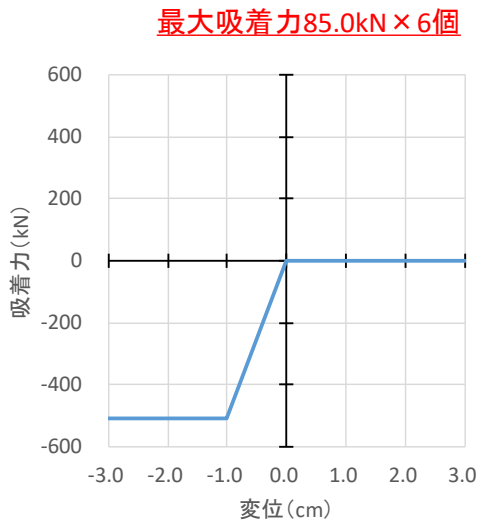
船舶の自動離着岸のための防舷材システムの開発

- ◆ スケールモデルの要素実験による構造安定性の検証
- ◆ 船体動揺計算による防舷材システムの有効性の評価

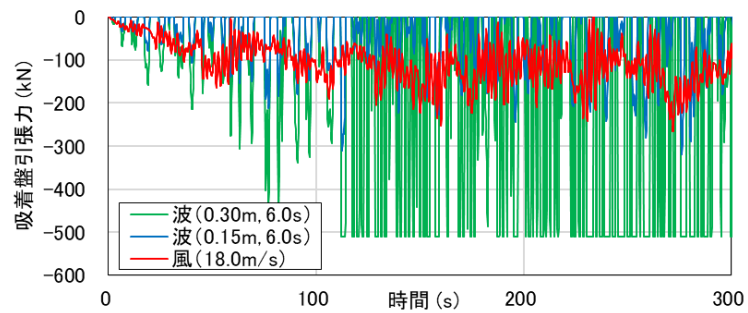
対象船舶：フェリー（約3,700GT）
防舷材：3基（主接岸1基、副接岸2基）
吸着盤：10個（主接岸6個、副接岸2個）



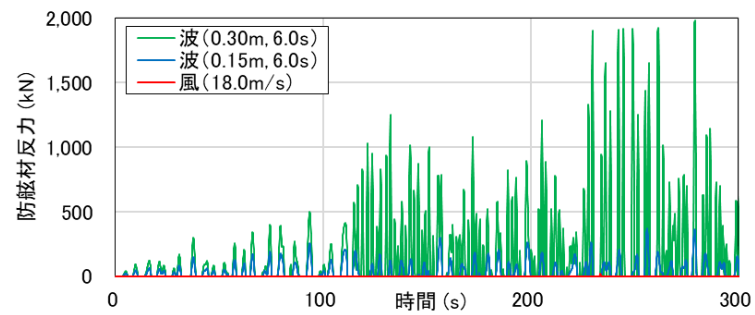
要素実験時の計測方法
（断面図）



吸着盤の吸着力特性モデル
（数値計算用）



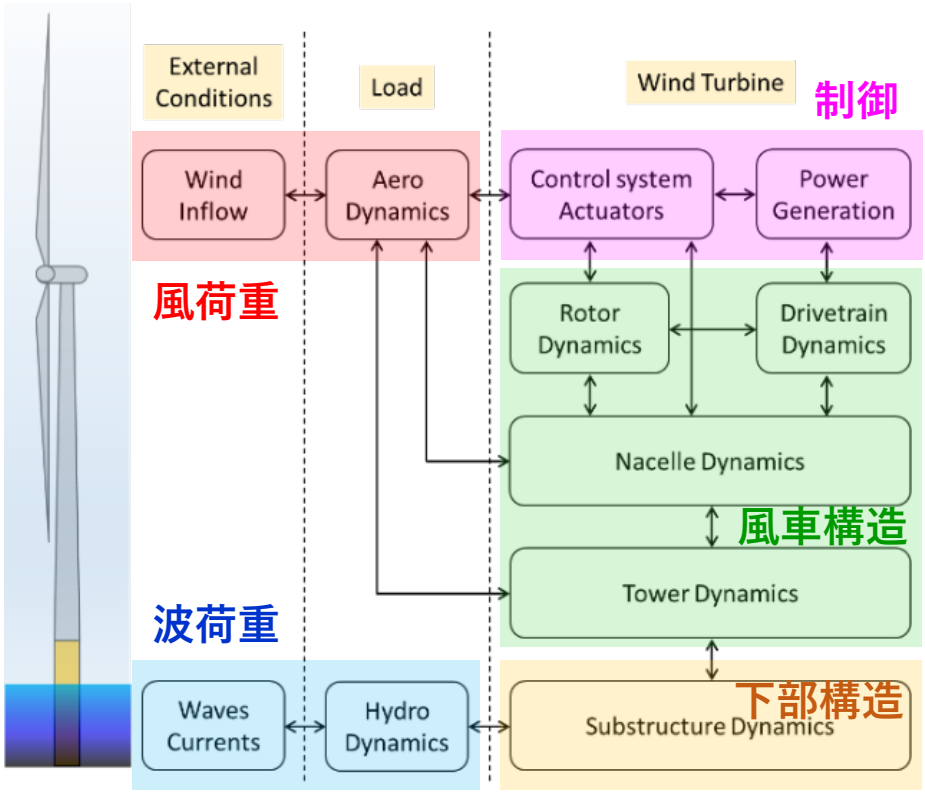
吸着盤の引張力



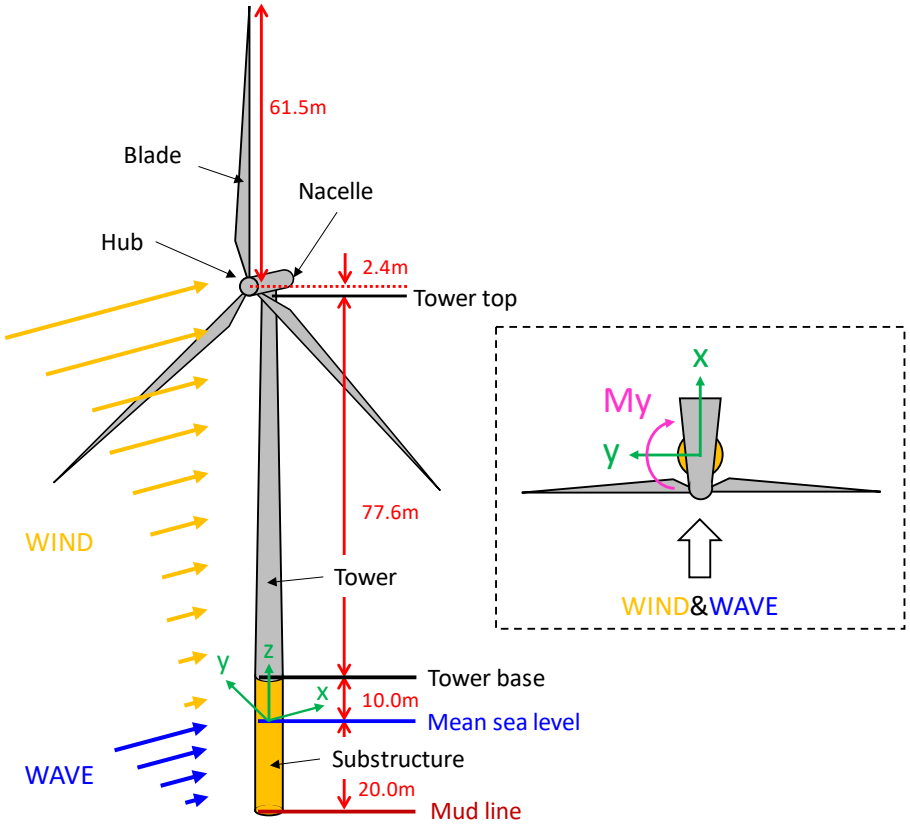
防舷材の反力

波・風同時作用下の洋上風車の荷重設定手法の検討

◆ 荷重連成解析ツール（波−風−構造連成解析）の選定



FASTのモジュール構成

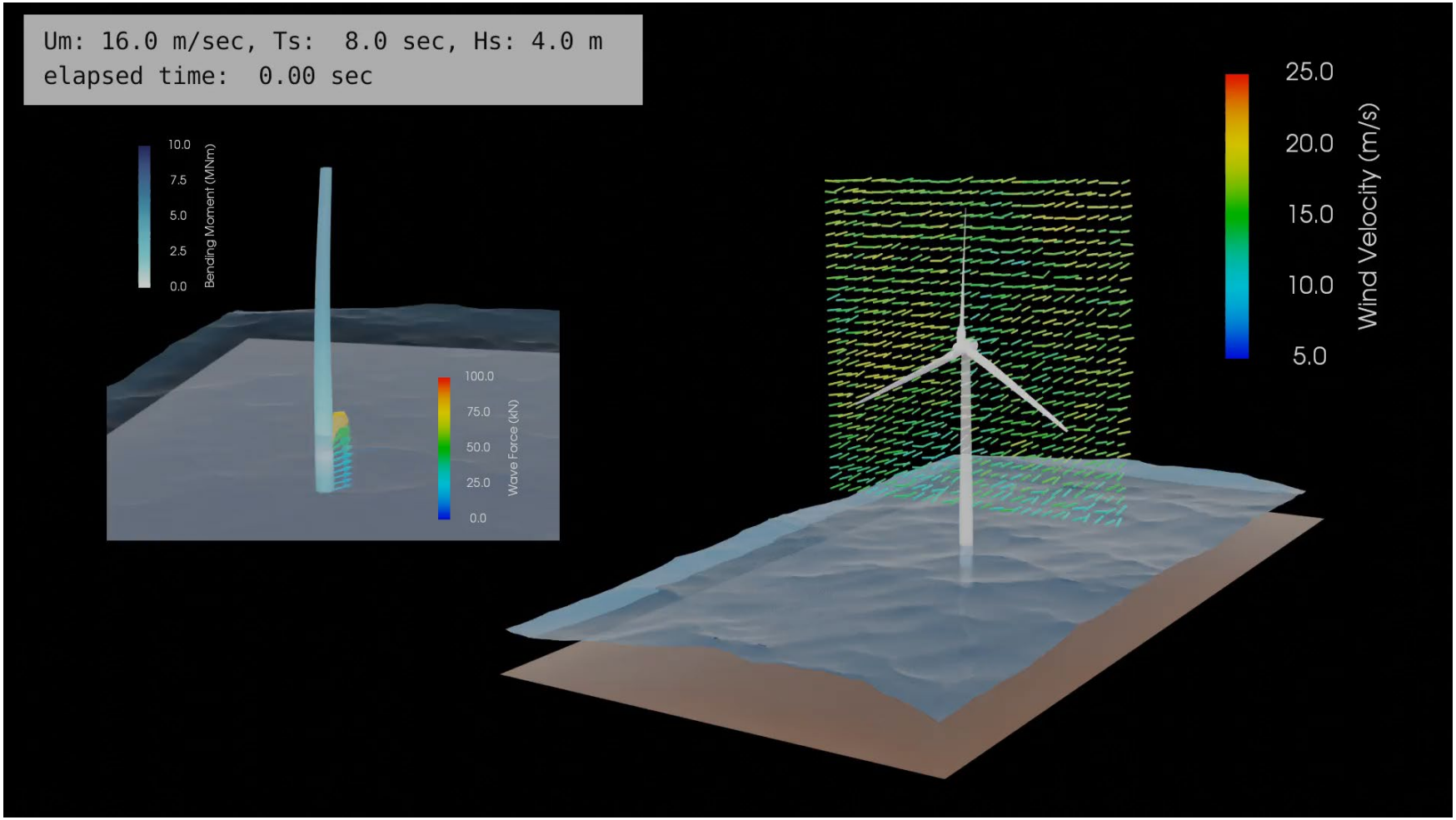


NREL 5MWモデル洋上風車

Fatigue, **A**erodynamics, **S**tructures and **T**urbulence (FAST)
National Renewable Energy Laboratory (NREL)、米国

波・風同時作用下の洋上風車の荷重設定手法の検討

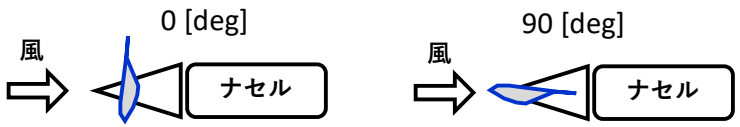
◆ 解析結果の一例

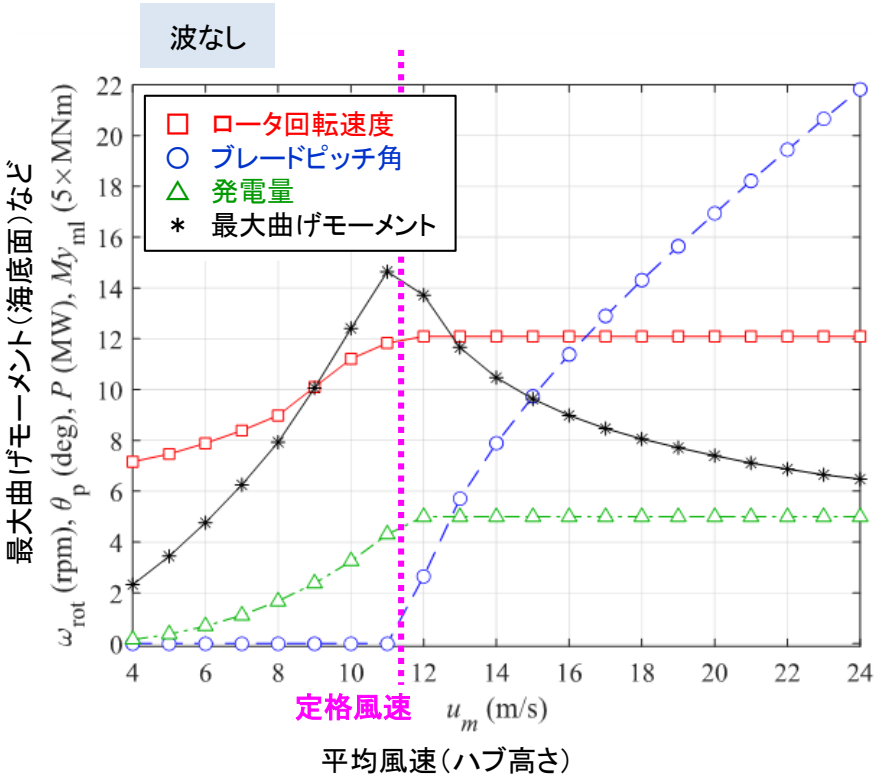


風・波に対する荷重連成解析結果の動画表示

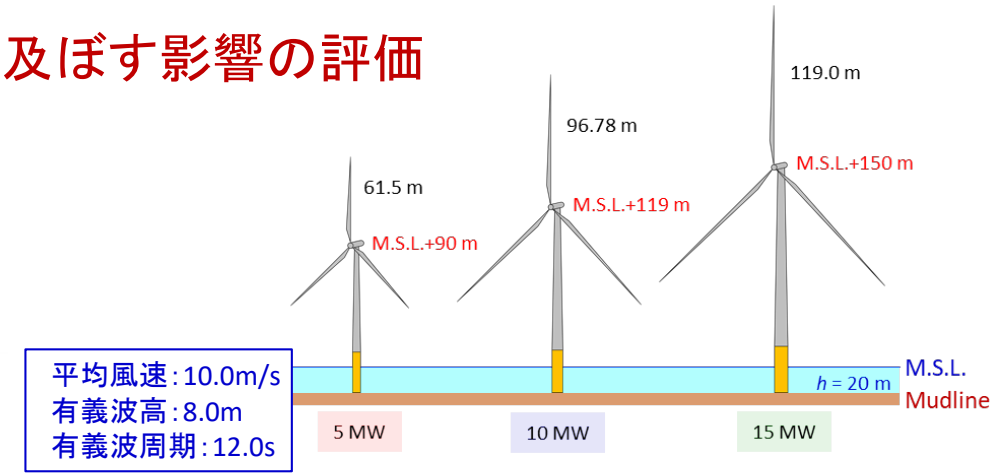
波・風同時作用下の洋上風車の荷重設定手法の検討

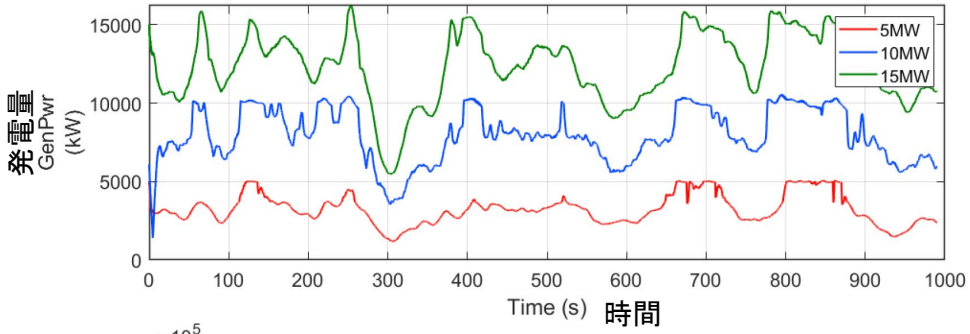
◆ 風と波が洋上風車の応答特性に及ぼす影響の評価

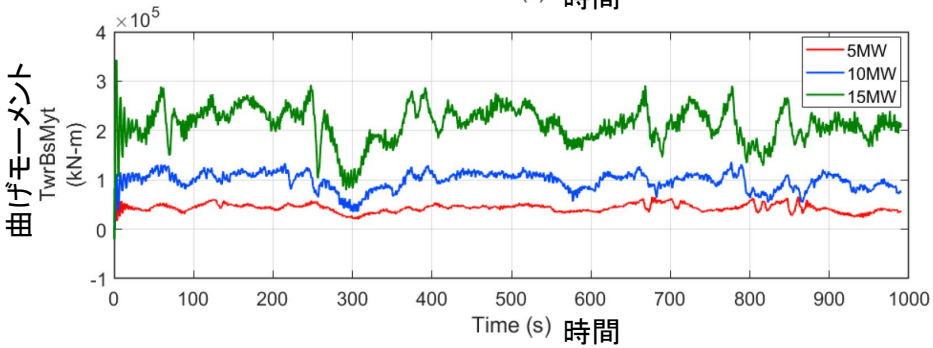




定常風に対する風車の応答特性





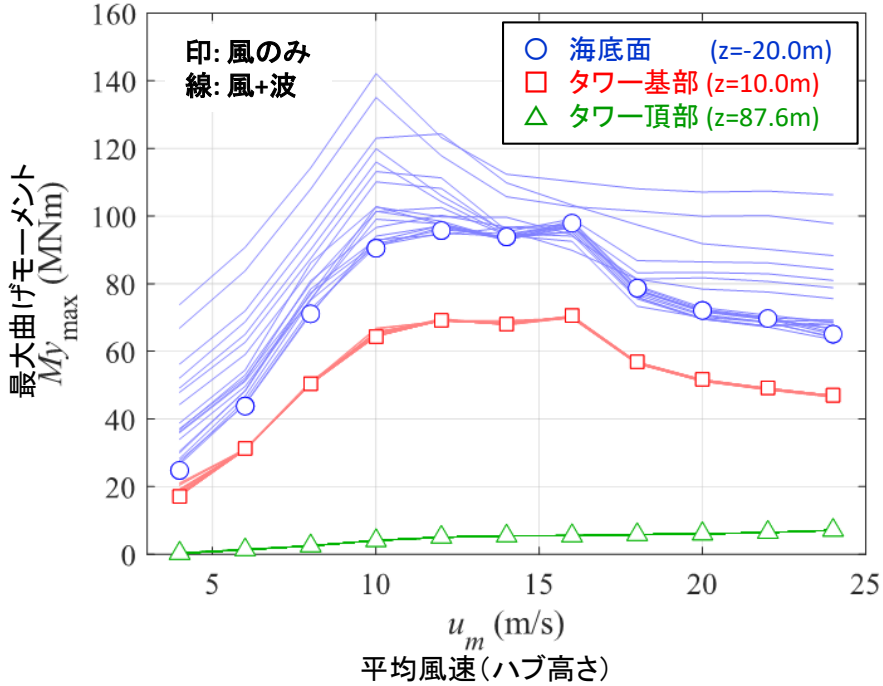


風車規模に対する波の影響

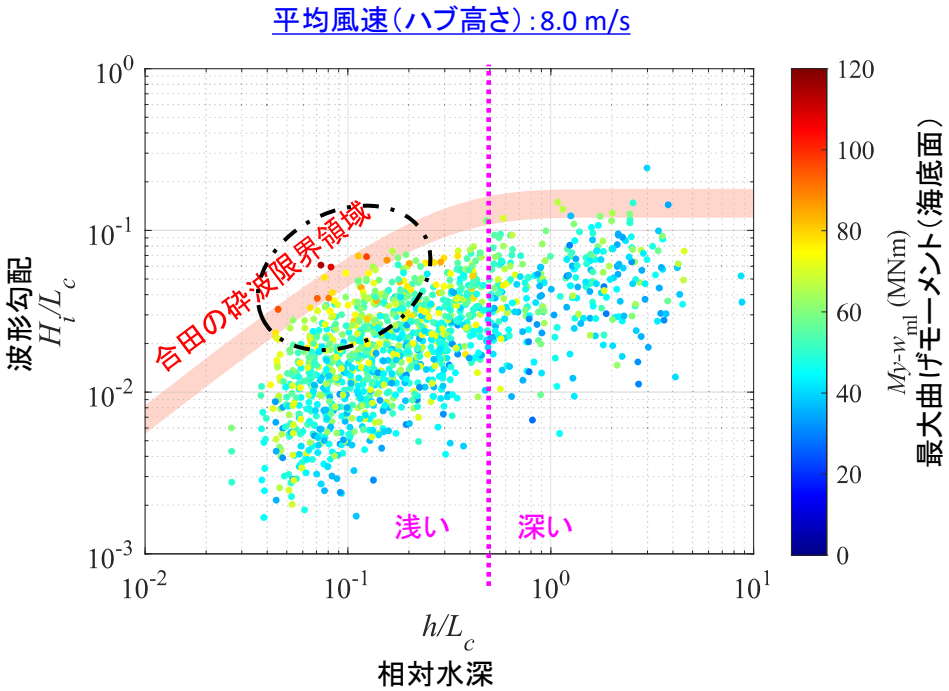
波・風同時作用下の洋上風車の荷重設定手法の検討

◆ 変動風作用下に波が風車応答に及ぼす影響の評価

5MW洋上風車



変動風作用下の波の風車への影響



個々の波の作用時間内に発生する
最大曲げモーメントの分布

海洋利用研究グループの研究課題

◆ 洋上風車の構造設計手法の開発

・風、波、地震の同時作用に対する解析手法
・うねり性波浪の風車挙動への影響　　など

◆ 船舶係留方法の安全性の向上

・津波、地震に対する係留船舶の解析手法
・合理的な係船柱、防舷材の設計法　　など

海象情報研究グループの研究内容

海象情報研究グループでは、全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)で観測された波浪・潮位等のデータ解析や波浪推算による日本沿岸の波浪特性の解明などを通じて、港湾や沿岸域などの開発・利用・防災に貢献することを目的として研究を進めている。

海象観測データの活用

◆ ナウファスによる波浪統計解析

波浪推算技術の向上

◆ 波浪推算による波浪特性の解析手法

日本沿岸における海象特性の把握

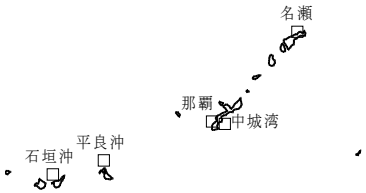
◆ 全国港湾海洋波浪情報網（NOWPHAS）による波浪観測

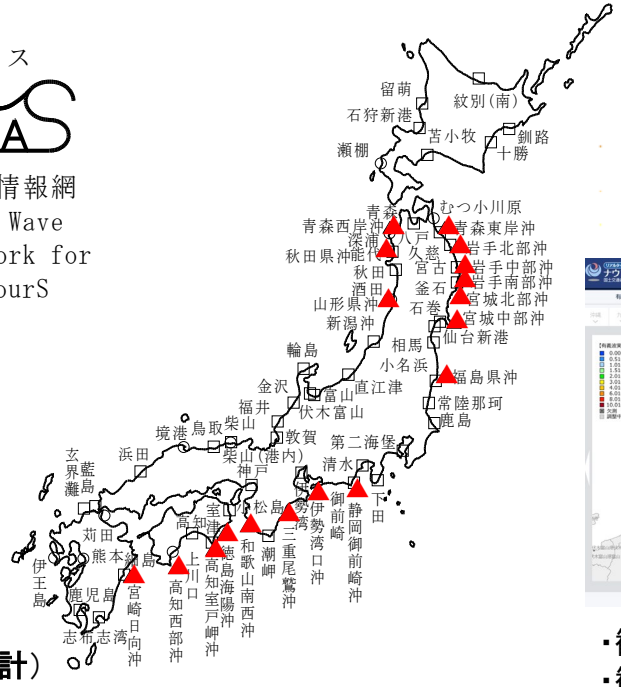
ナウファス
NOWPHAS

全国港湾海洋波浪情報網
Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HArbourS

超音波式
（海象計）

ブイ式
（GPS波浪計）





2022年　計78地点	
□ 海象計	:50地点
○ 海象計以外	:10地点
▲ GPS波浪計	:18地点

全国港湾海洋波浪情報網（NOWPHAS）

→ **国総研** → **港空研**　・波浪統計解析

↓ データ伝送の監視

・観測情報のリアルタイム公開
・観測情報（速報値、確定値）の
　ダウンロード提供
　※平成25年度から国（国総研）が実施

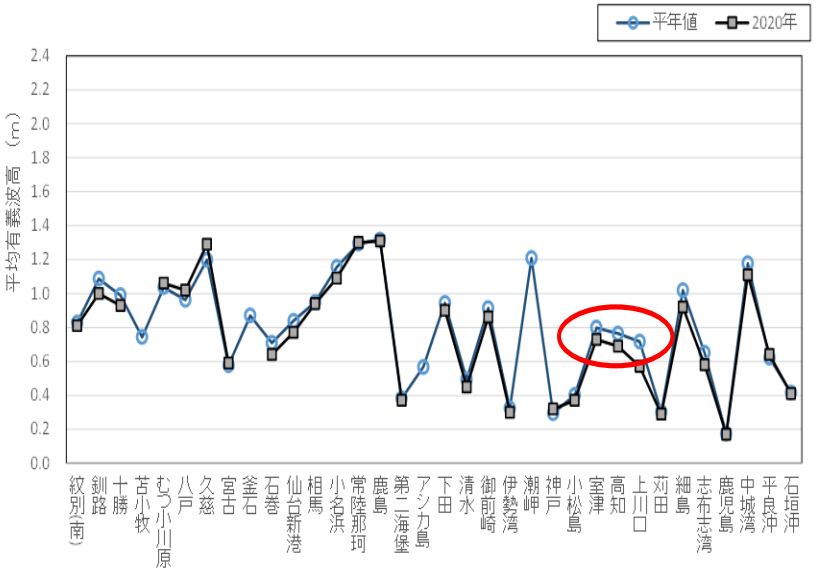
観測年報
（毎年刊行）

構内検潮所

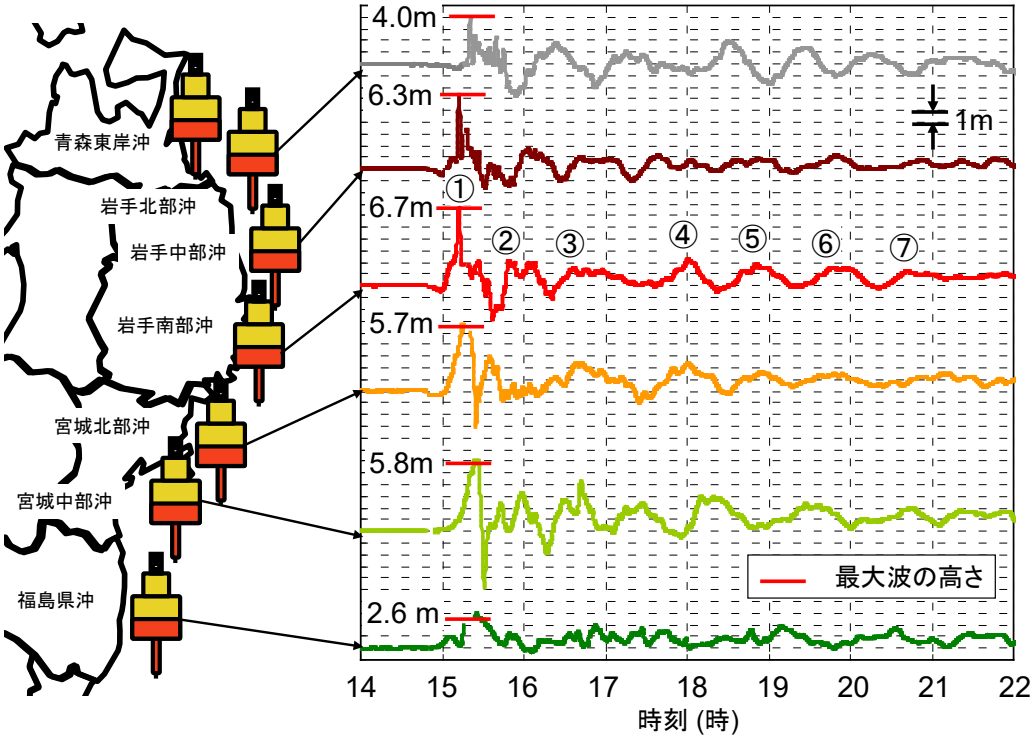
観測データの集中処理・解析

日本沿岸における海象特性の把握

- ◆ 長期観測データに基づく波浪統計量の長期解析
- ◆ GPS波浪計による津波観測



年平均有義波高（2020年）の
直近10年の平均値との比較例
（太平洋側、年間）



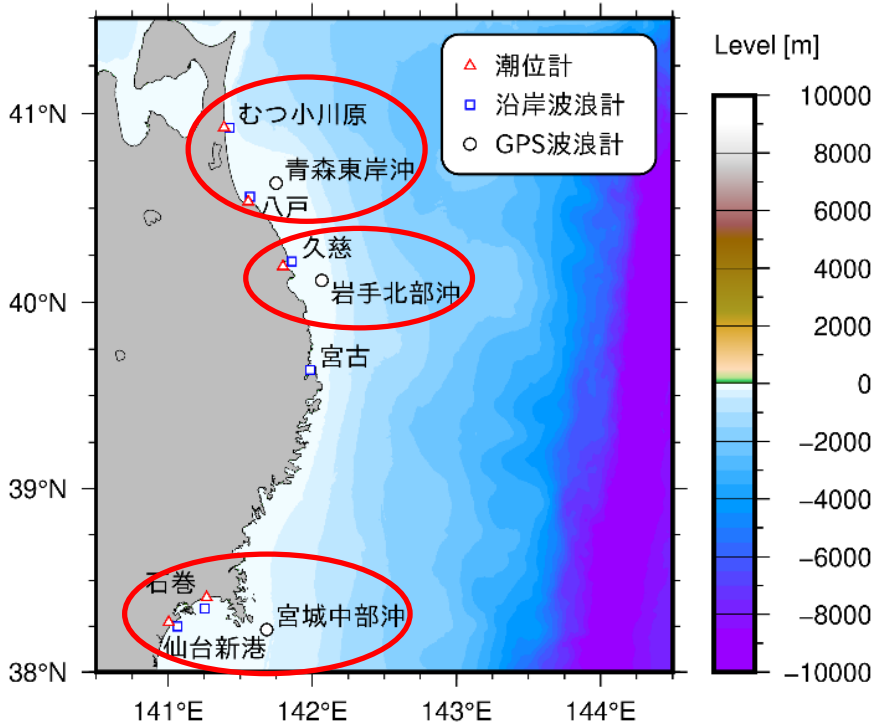
観測された津波水位の時系列
（2011年東北地震津波）

日本沿岸における海象特性の把握

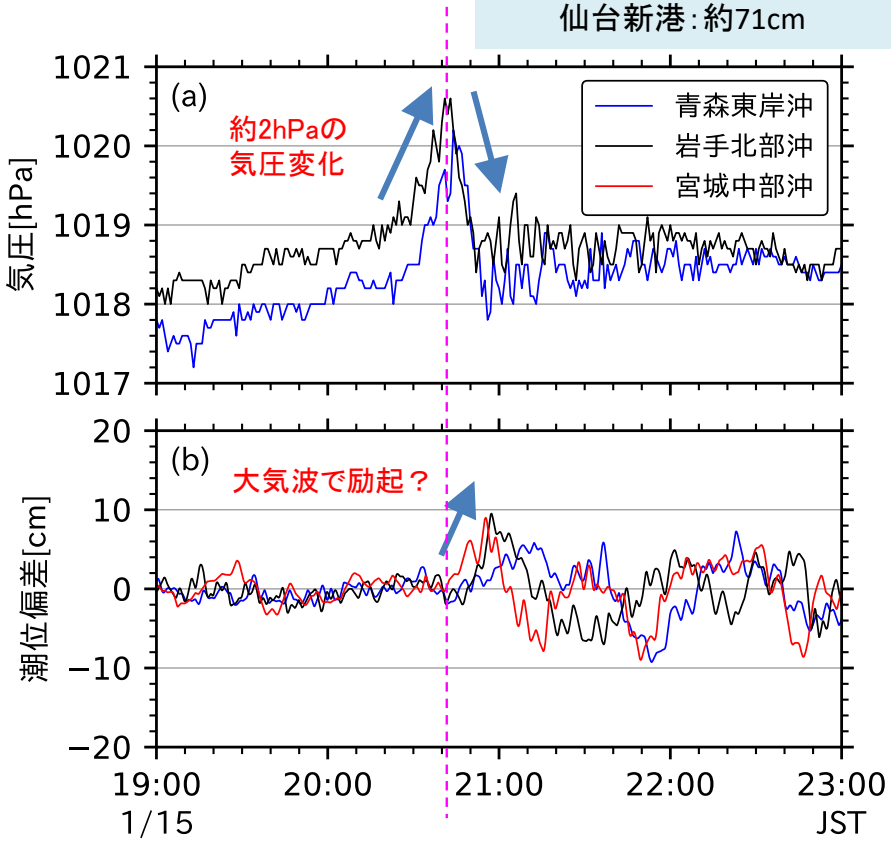
◆ トンガ国の海底火山の大規模噴火に伴う海面変動観測

最大潮位偏差
- GPS波浪計：20cm前後
- 沿岸波浪計：20～40cm程度
- 潮位計
  - 久慈：約106cm
  - 仙台新港：約71cm

フンガ・トンガ＝フンガ・ハアパイ火山で大規模な噴火（2022年1月15日）



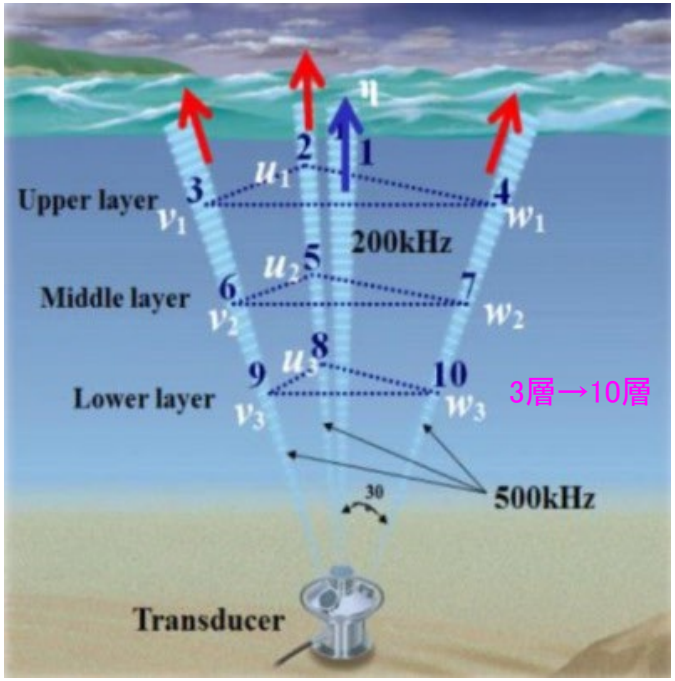
ナウファス観測地点（対象地点）



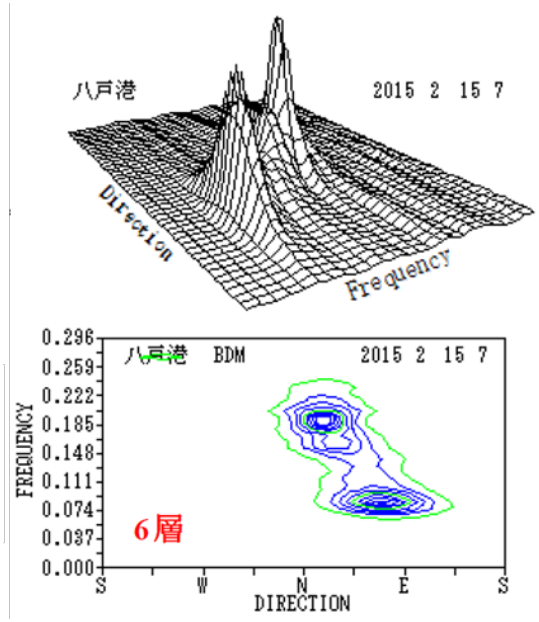
GPS波浪計の気圧と潮位偏差の時系列

波浪観測データの解析手法の開発

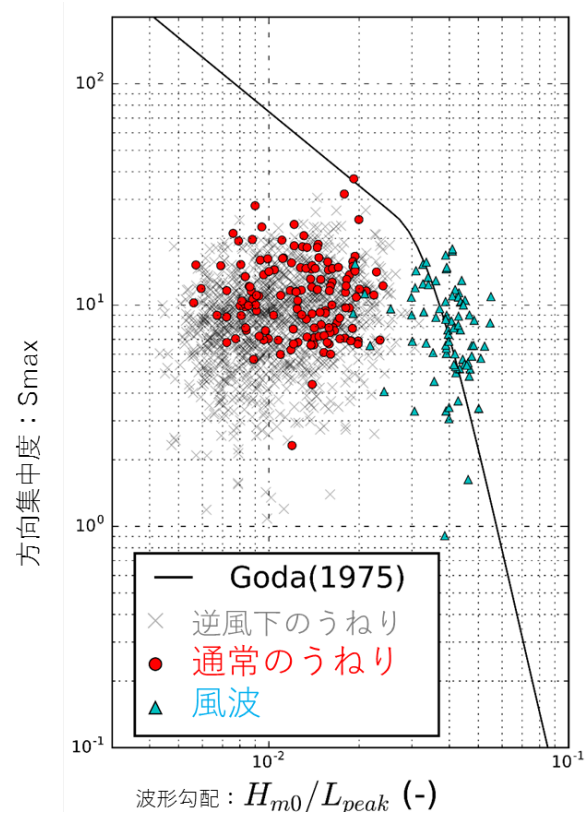
◆ 多層流速データを用いた方向スペクトル解析の高精度化



海象計による観測イメージ
（水位変動、水圧変動、流速）



海象計による多層流速データに基づく
方向スペクトル推定例

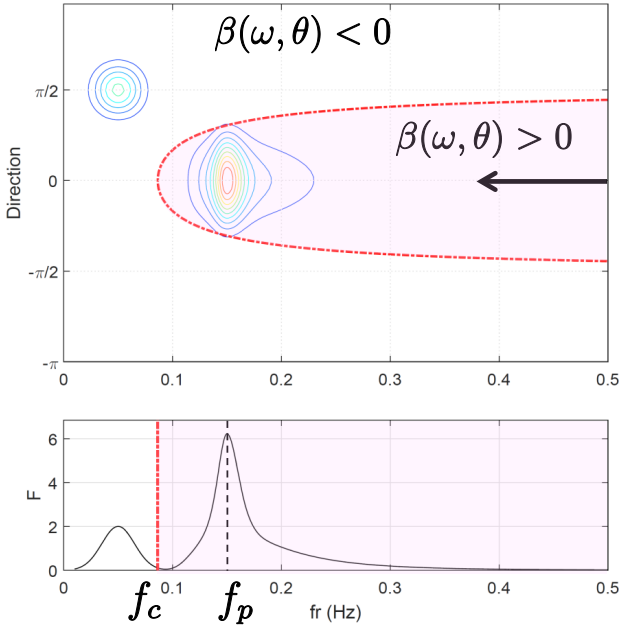


従来の観測研究との比較

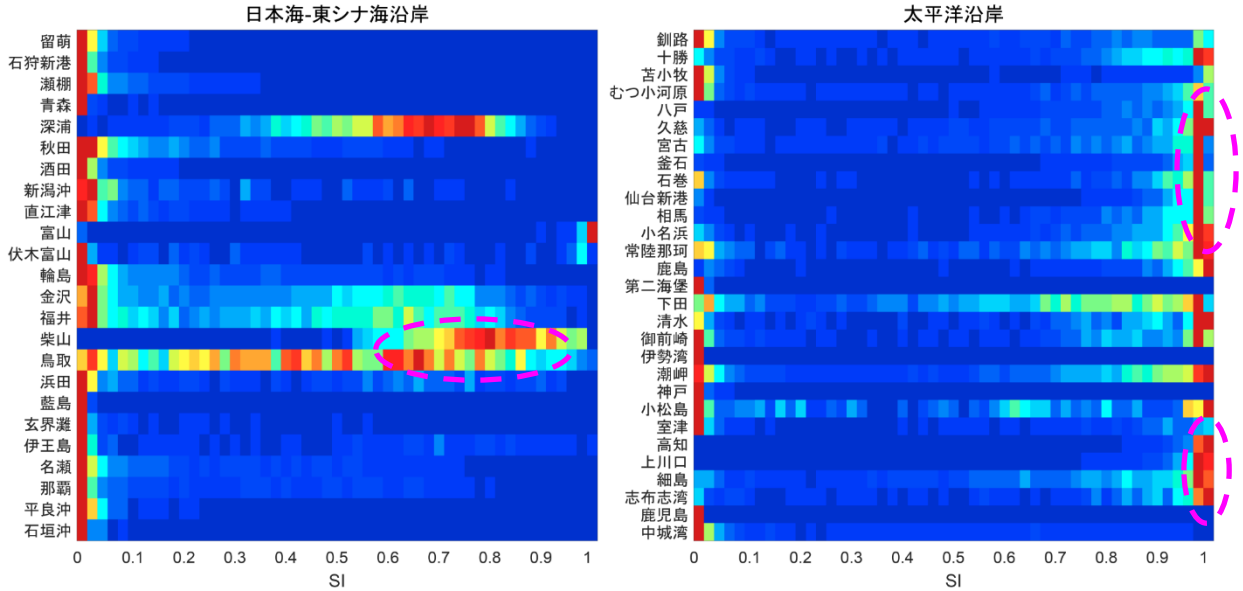
波浪観測データの解析手法の開発

◆ うねり性波浪の季節・海域特性とその出現機構の解明

Swell Index（SI）：うねりのエネルギーを用いた指標



風波とうねりの分離手法



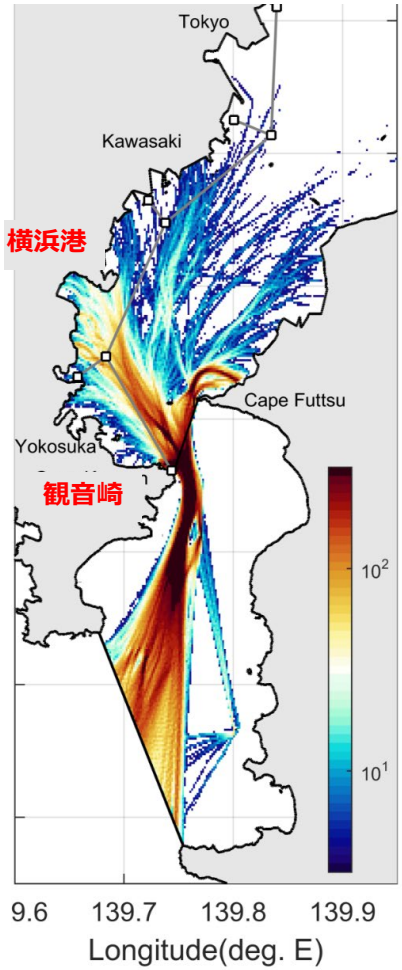
日本沿岸におけるSwell Index（SI）の頻度分布
（Hs > 3Hclim）

Hs：有義波高
Hclim：有義波高の気候値（10年間の期間平均波高）

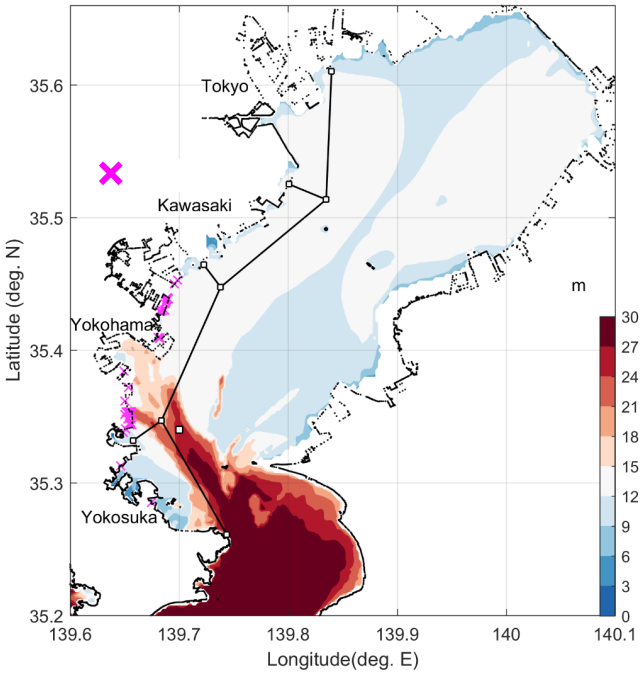
日本沿岸域を対象とした波浪推算手法の高度化

◆ 令和元年房総半島台風による横浜港沿岸被害の実態解明

横浜港周辺の海象場の概念図
（2019年台風15号）



東京湾内へ伝搬する
うねりの経路



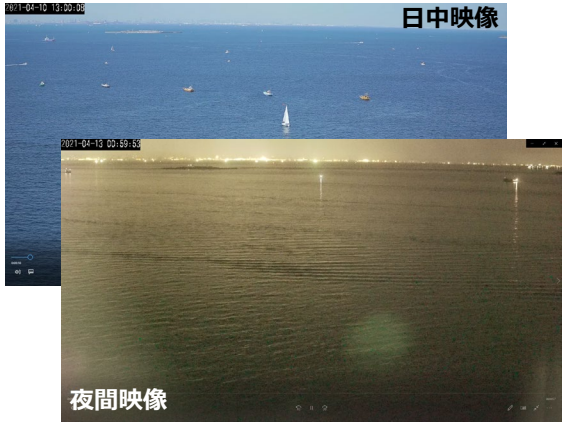
台風15号による波浪外力の分布

日本沿岸域を対象とした波浪推算手法の高度化

◆ 4Kカメラによる沿岸災害モニタリングの構築

東京湾沿岸におけるモニタリング拠点の構築

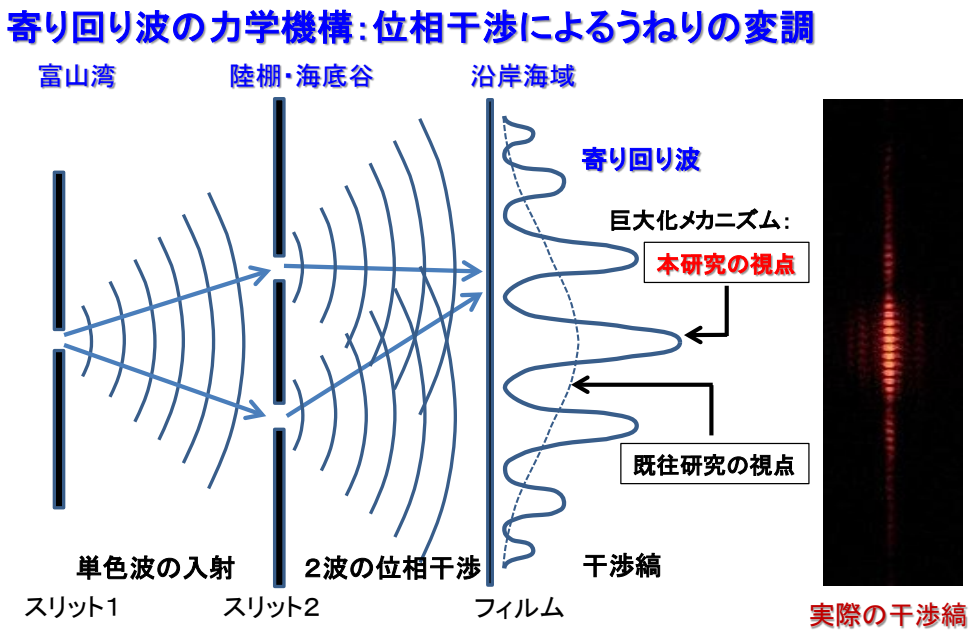
4Kカメラシステム



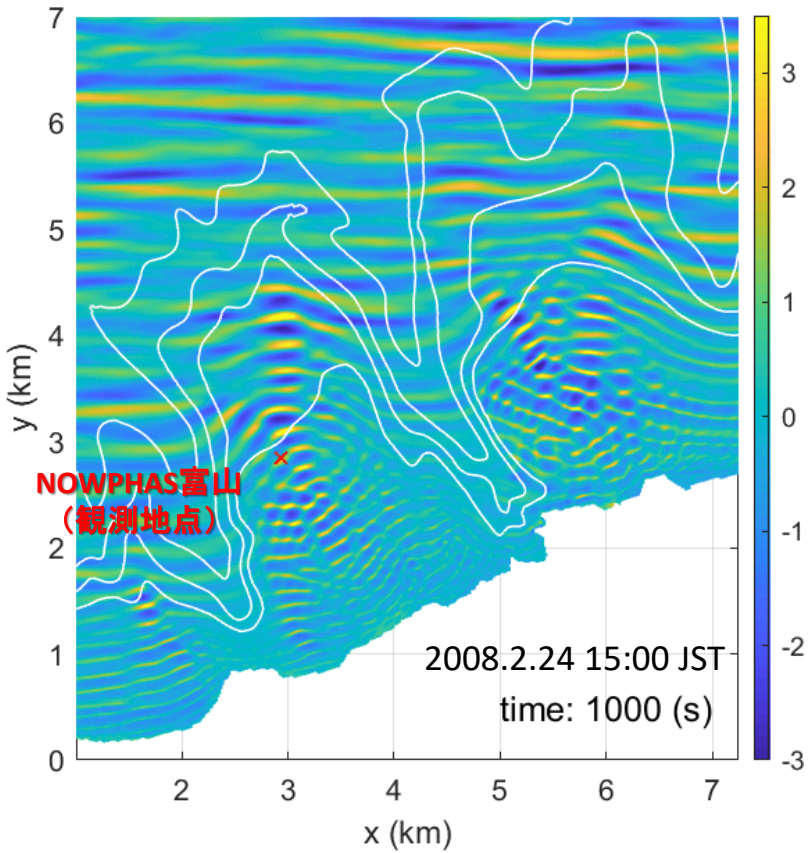
ネットワークカメラによる映像

日本沿岸域を対象とした波浪推算手法の高度化

◆ 寄り回り波現象（富山湾）の再現と力学過程の解明



ヤングの干渉実験（光波）との相似性



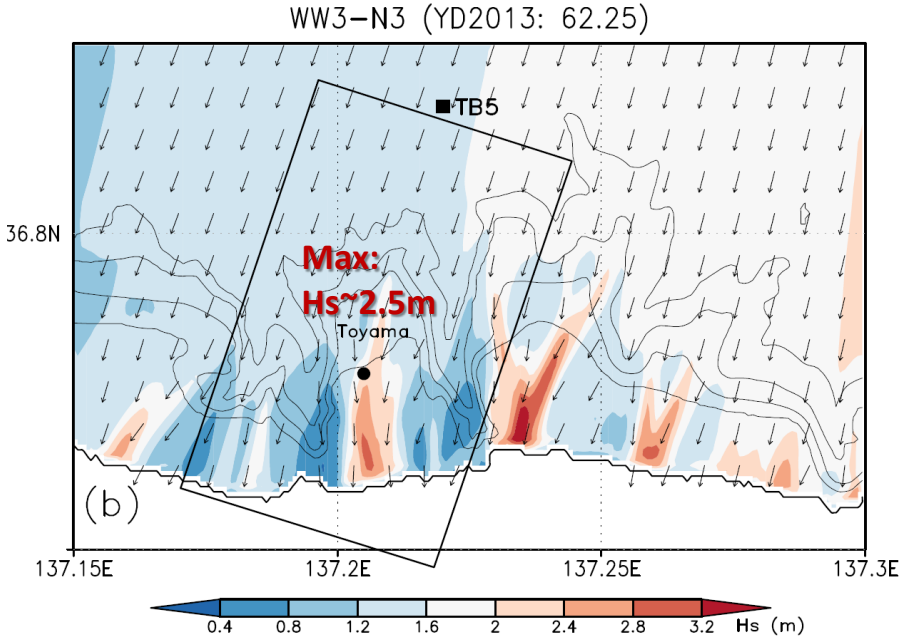
位相分解波浪モデル（SWASH）による波浪計算

Simulating **WA**ves till **SH**ore (SWASH)、デルフト工科大学

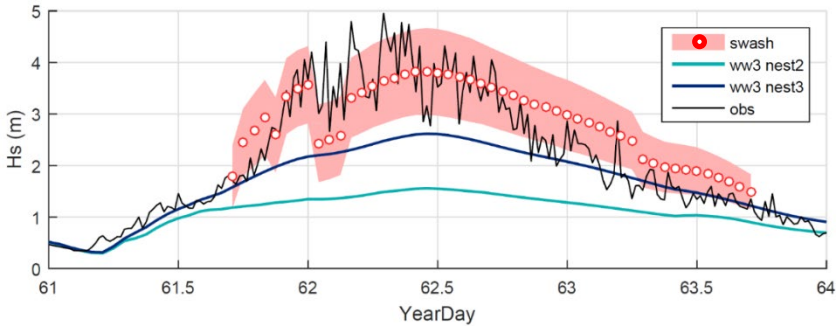
日本沿岸域を対象とした波浪推算手法の高度化

◆ 観測された有義波高との比較検証

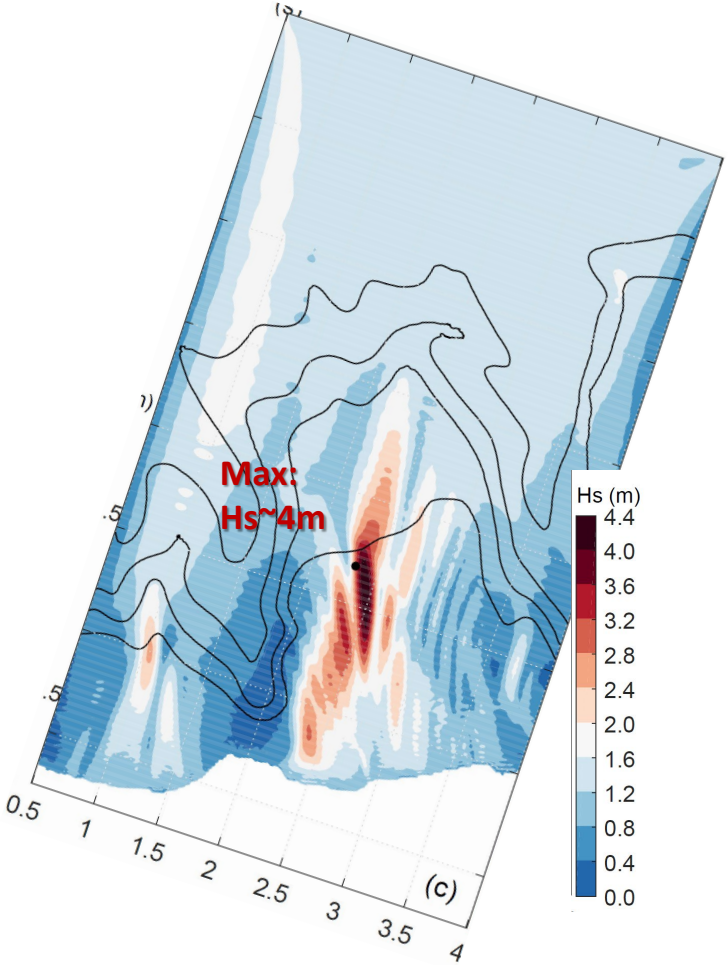
WAVEWATCH-III (WW3)　第三世代波浪モデル



位相平均波浪モデル（WW3）による波高分布



波浪モデルの波高計算精度の比較



位相分解波浪モデル（SWASH）による波高分布

海象情報研究グループの研究課題

◆ より信頼性の高い観測データ解析、波浪推算の実施
- 方向スペクトル推定
- 風波とうねりの分離
- 水圧補足（表面波への換算）による波浪推定　など

◆ ナウファス観測情報の更なる利活用
- 有義波からスペクトルへ（波浪台帳の整備）
- スペクトル情報の活用
- （多層）流れデータの活用　など

◆ 波浪推算手法の高精度化とその応用
- 日本沿岸域の波浪推算データベースの整備
- 高波災害ポテンシャルの海域特性評価　など

海洋利用研究領域のまとめ

海洋利用研究グループ

海象情報研究グループ

洋上風力発電

海象観測・解析

船舶係留技術

波浪推算手法

海洋＋海象