



Monohakobi Techno Forum 2017

船会社における船体構造 ヘルスマニタリングへの取り組み

広島会場： 2017年11月17日

東京会場： 2017年11月22日

株式会社MTI 船舶技術グループ

米澤 拳志

目次

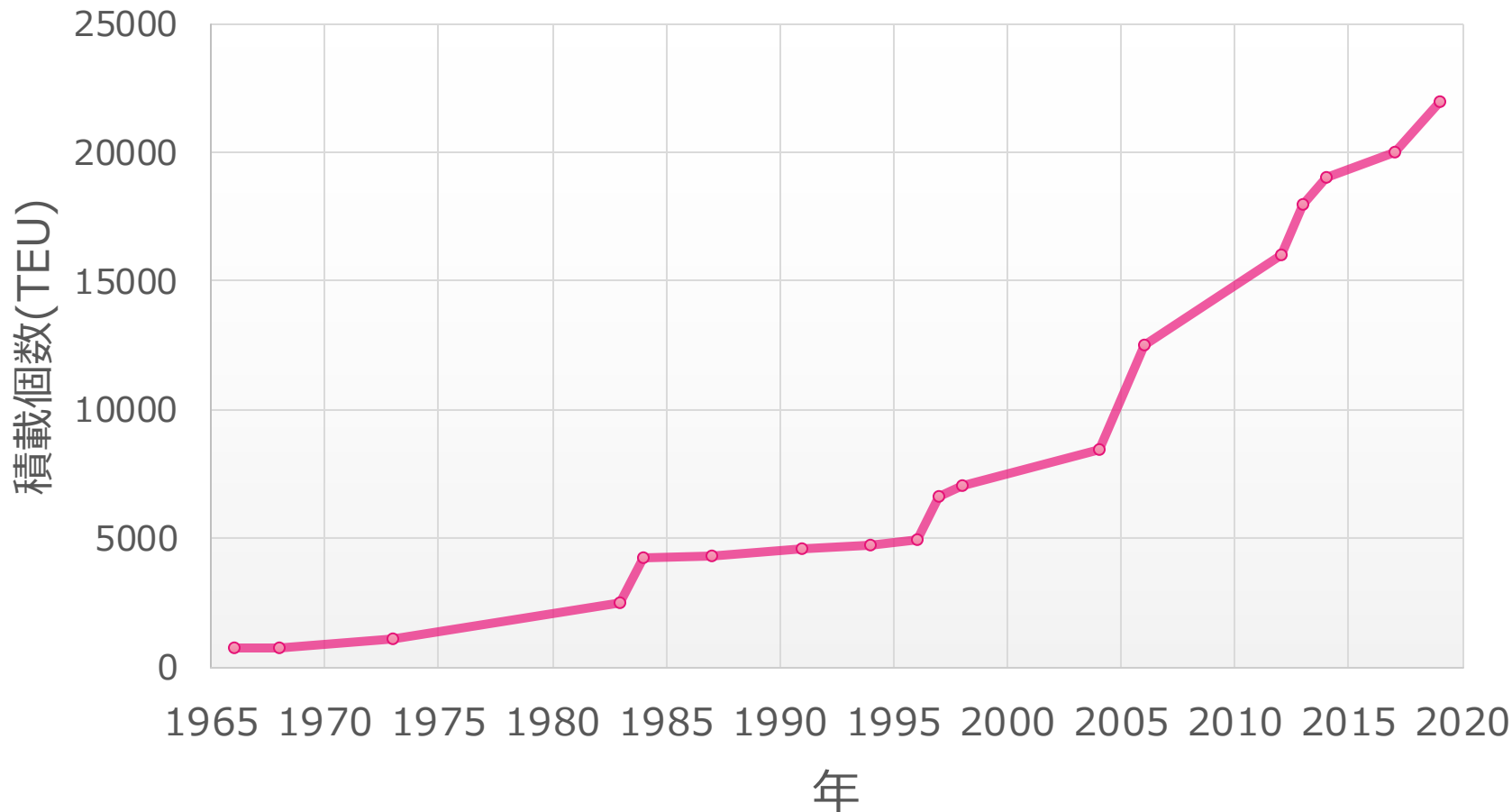
1. 背景、研究の概要
2. システム概要
3. 手法と成果
4. 今後の予定とまとめ

目次

1. 背景、研究の概要
2. システム概要
3. 手法と成果
4. 今後の予定とまとめ

背景

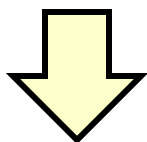
コンテナ船の大型化の推移



(国土交通省港湾局資料よりMTI作成)

背景

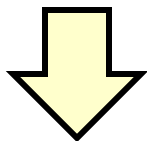
大型コンテナ船の折損事故



<課題>

- ・系統的かつ大掛かりなモニタリングによるビッグデータの取得
- ・ホィッピング、及び、二重底の2軸圧縮荷重の影響を船体縦曲げ
最終強度に考慮

など



本取り組みで課題解決へ貢献

船体構造モニタリングの課題と取り組み

気象・海象 センサー 積付情報



設計情報

航海情報

様々な要素があり、情報をうまく加工する必要がある

→ 船会社にはノウハウがない
専門家は実態把握が困難

JMU
ClassNK

コラボして解析
フローを作る

- 正確な疲労強度評価による、資産の健全性評価
- 適切なメンテナンス時期の把握
- 安全運航のため操船者へ船体強度に関する情報提供

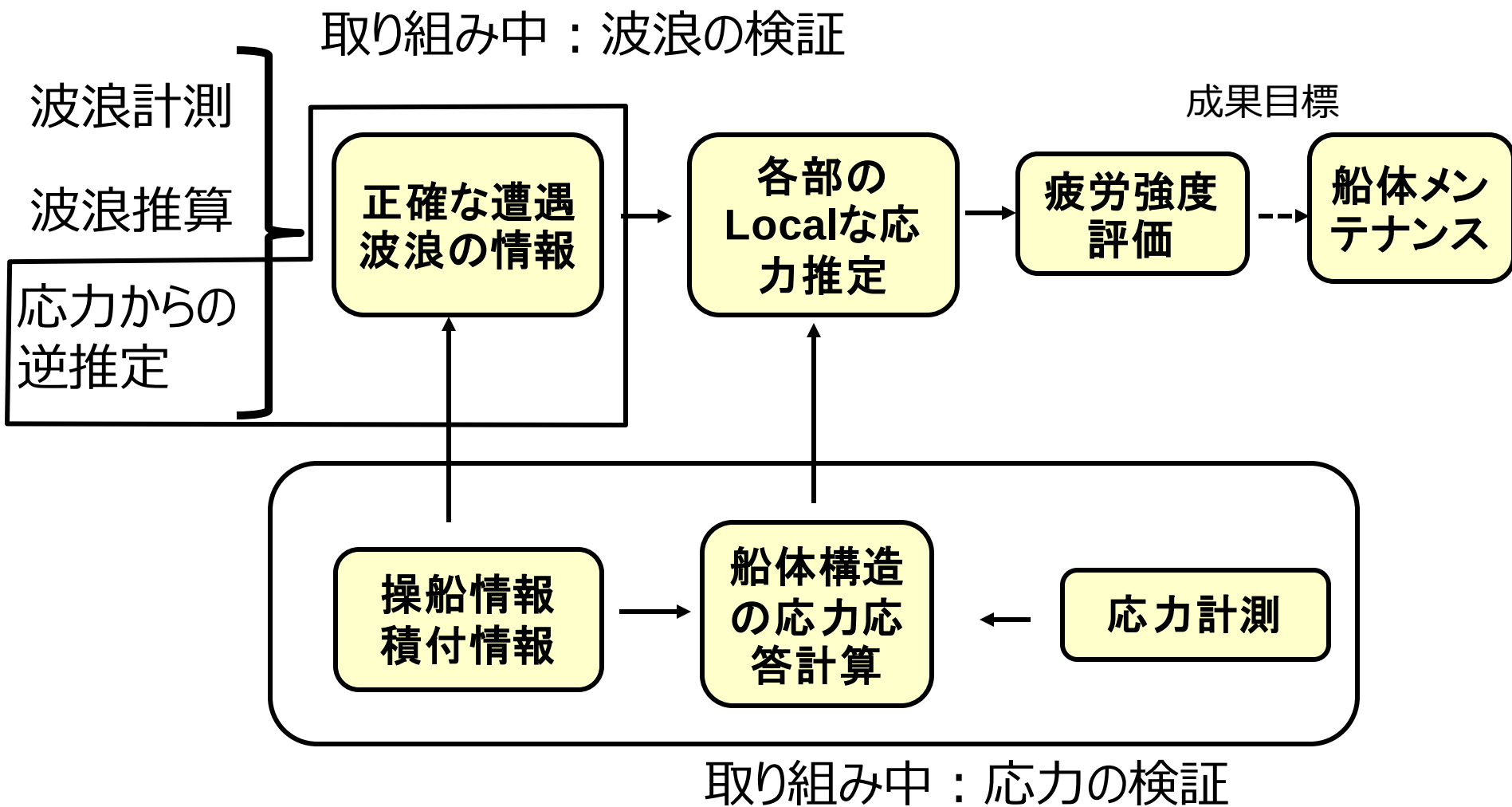
国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
National Maritime Research Institute. M P A T

YNU 横浜国立大学
YOKOHAMA National University

JWA 日本気象協会

国土交通省
先進船舶技術
研究開発補助事業
i-Shipping(Operation)

概要

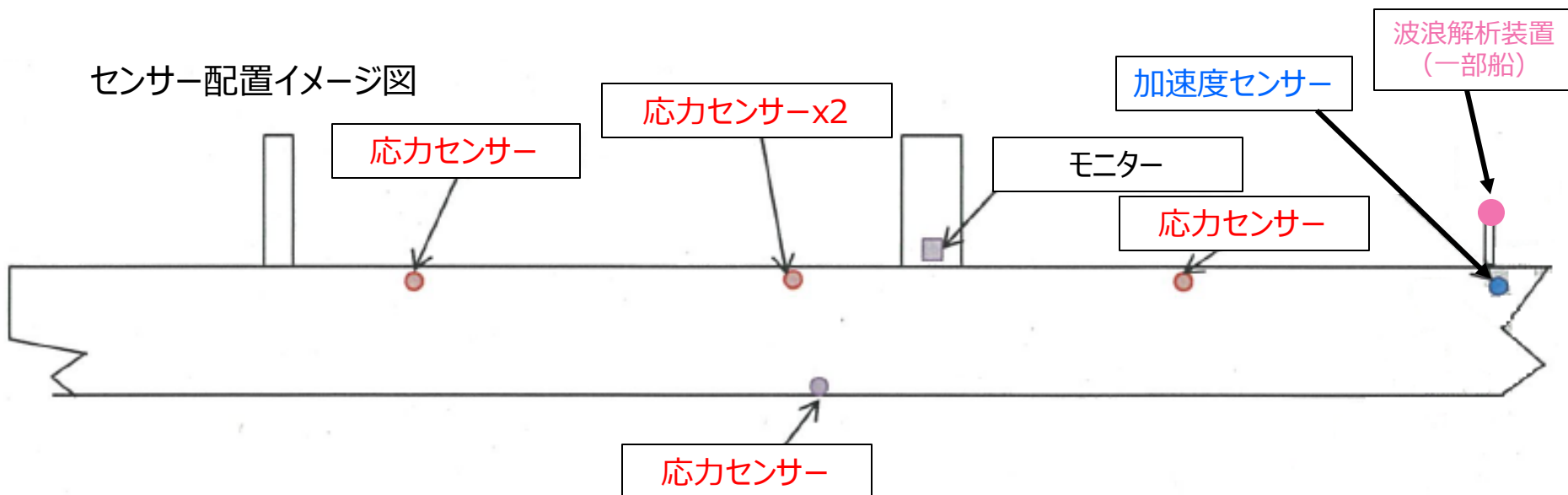


目次

1. 背景、研究の概要
2. システム概要
3. 手法と成果
4. 今後の予定とまとめ

システム紹介（全船共通）

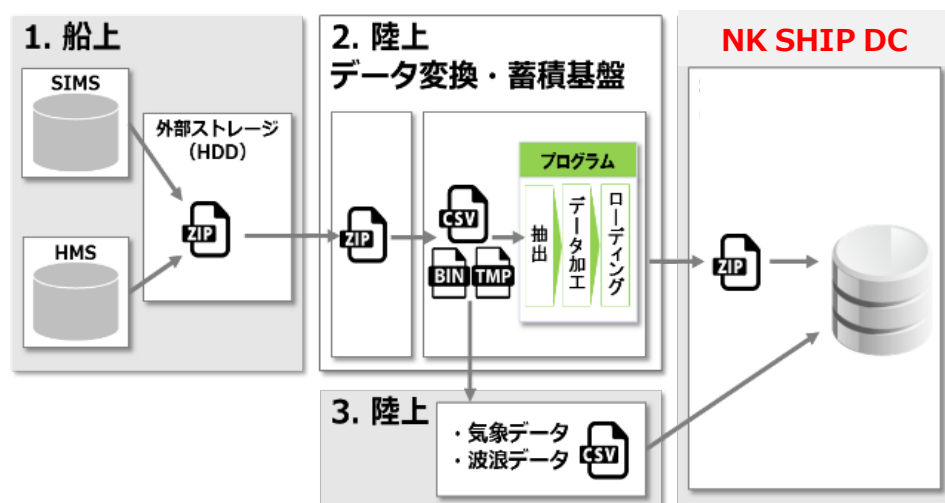
センサー配置イメージ図



システム画面イメージ図

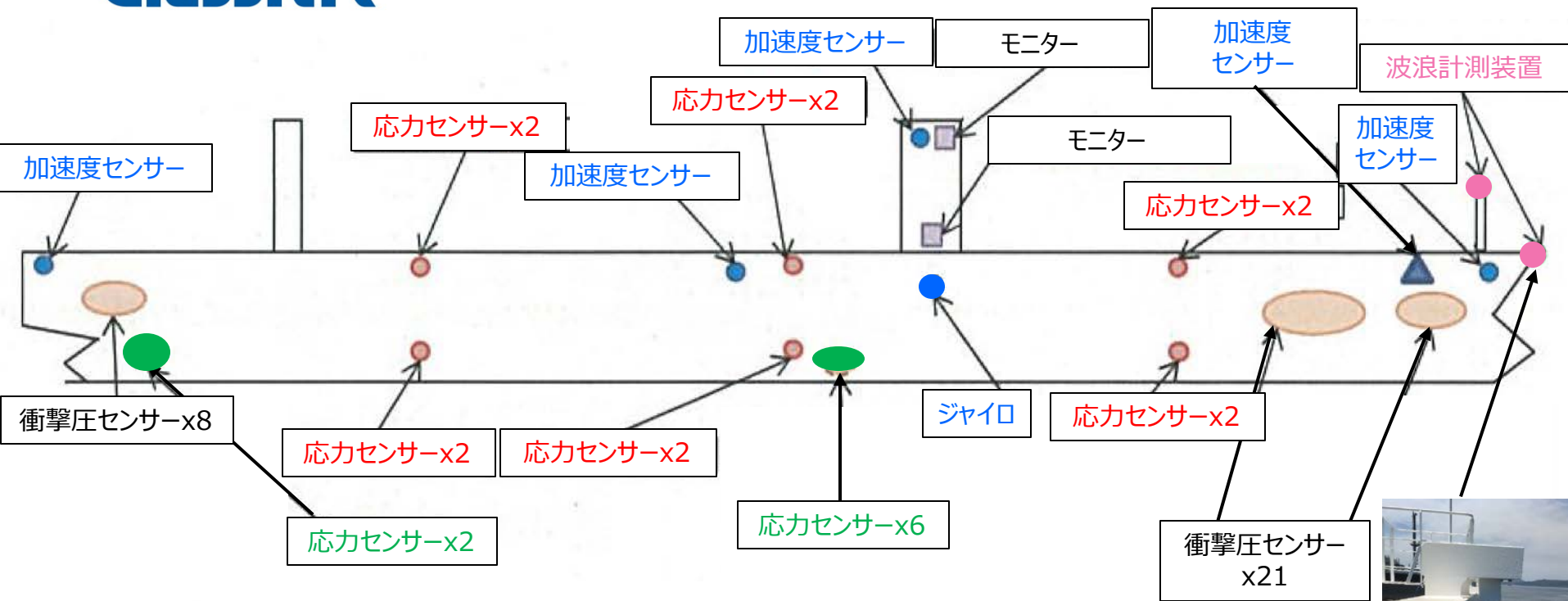


データの流れ

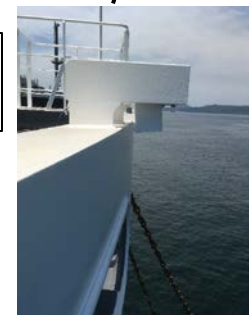


システム紹介（1船のみ）

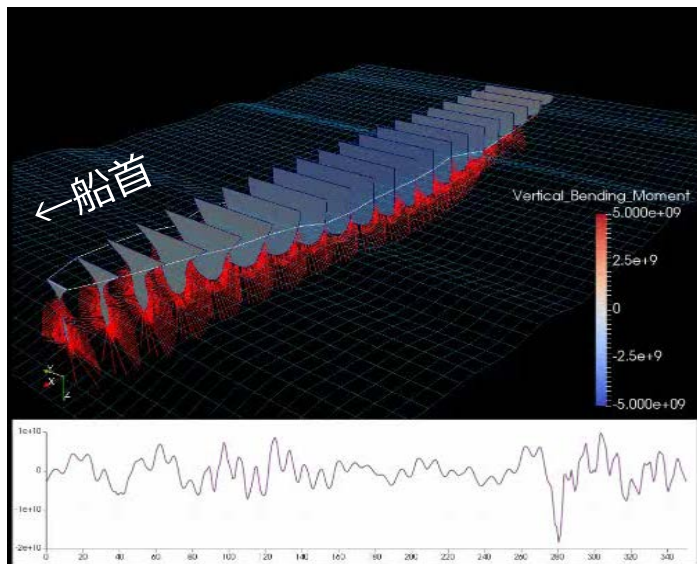
ClassNK



センサー配置イメージ図



ホイッピング

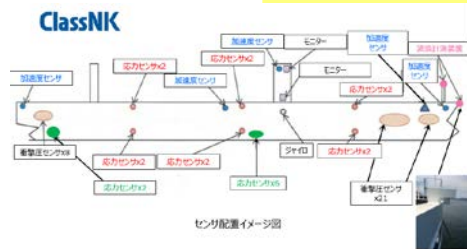


波浪中ホイッピングシミュレーションと
曲げ変形量の時系列波形

(提供：国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所)



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
National Maritime Research Institute.



従来の
課題

＜計算＞

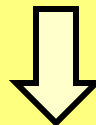
ホイッピング振動を発生させるスラミング圧を正確に推定できない

＜実船計測＞

スラミング圧を計測するも波浪や操船などの情報がないため計算にFeedbackできなかった

＜実船計測＞

スラミング圧と同時に、遭遇波浪、本船速力、積付け情報、操船情報が取得可能



＜計算＞

実測値のFeedbackにより、正確なホイッピングのシミュレーションが可能となる



シミュレーション精度向上
疲労強度評価精度向上

本取り組み
の1隻

目次

1. 背景、研究の概要
2. システム概要
- 3. 手法と成果**
4. 今後の予定とまとめ

手法と成果

- ① データ取得と船体応力スペクトル解析
- ② 応力から波浪を逆推算
- ③ 疲労強度評価



手法と成果

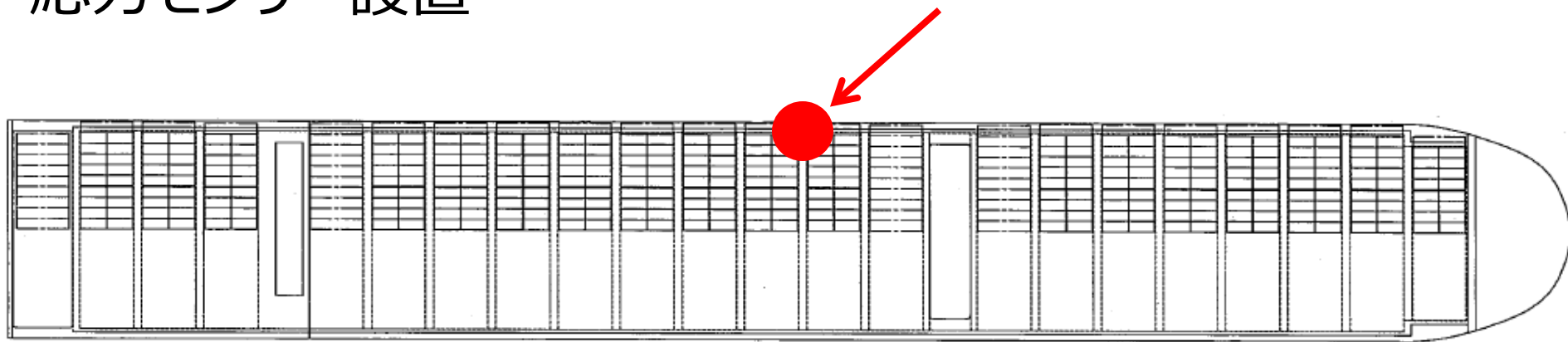
- ① データ取得と船体応力スペクトル解析
- ② 応力から波浪を逆推算
- ③ 疲労強度評価

データ取得における課題

- 計測箇所の選定
- ゼロ点調整
- データ取得周期
- データ量
- センサーアラーム
- 時刻未同期

→ 研究パートナーと協議しながらひとつひとつ課題を解決して、はじめて解析に使えるデータが得られる

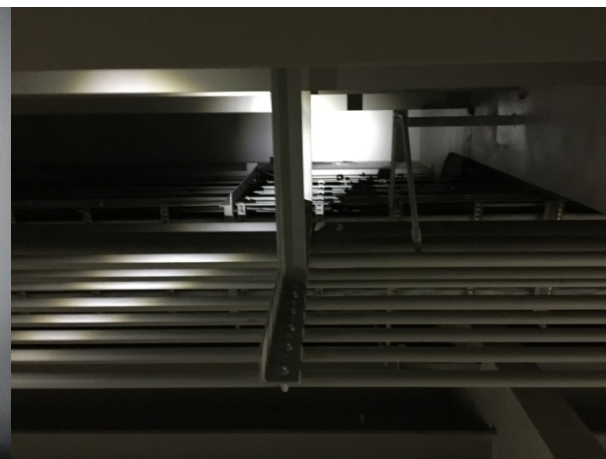
応力センサー設置



塗装前
(施工時)

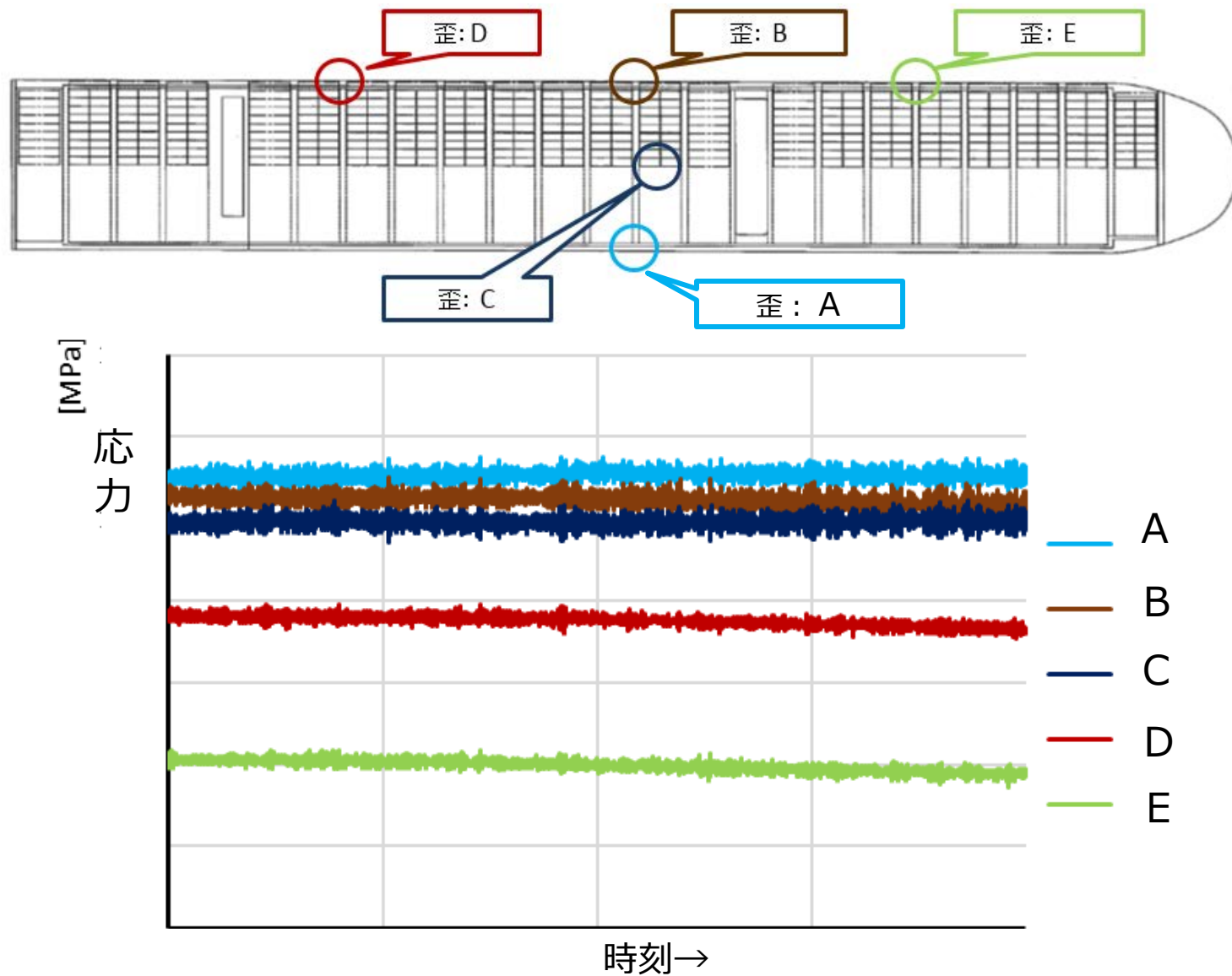


塗装後
(施工時)



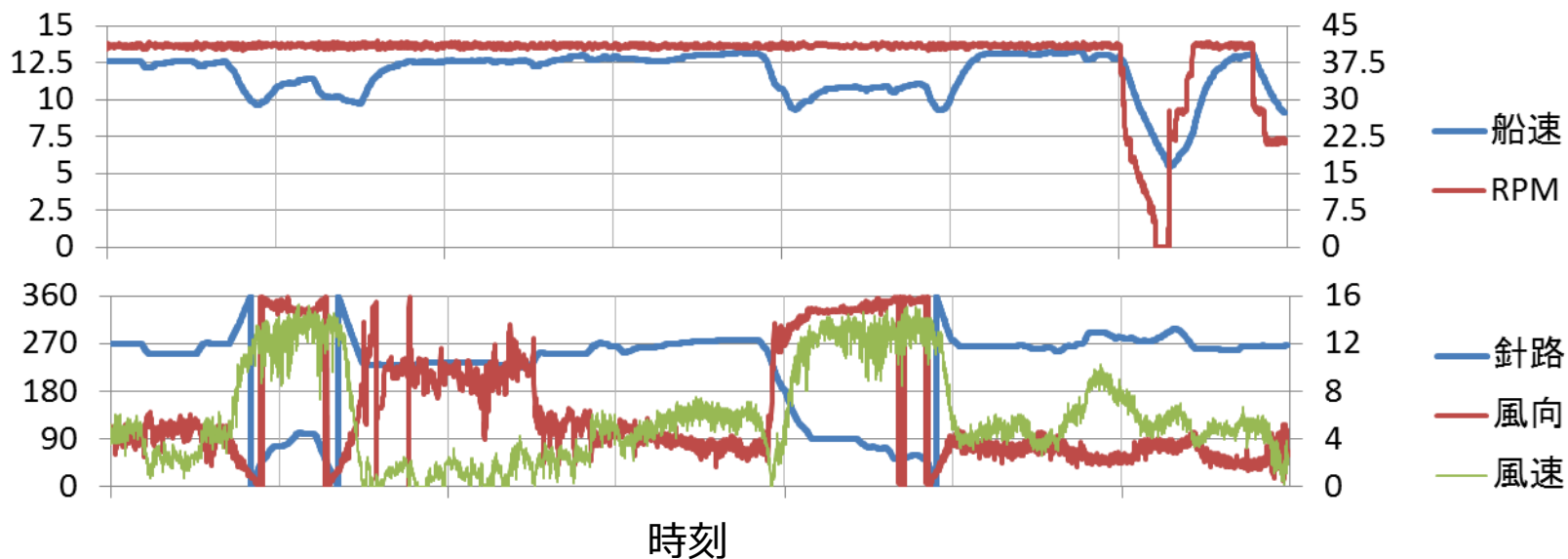
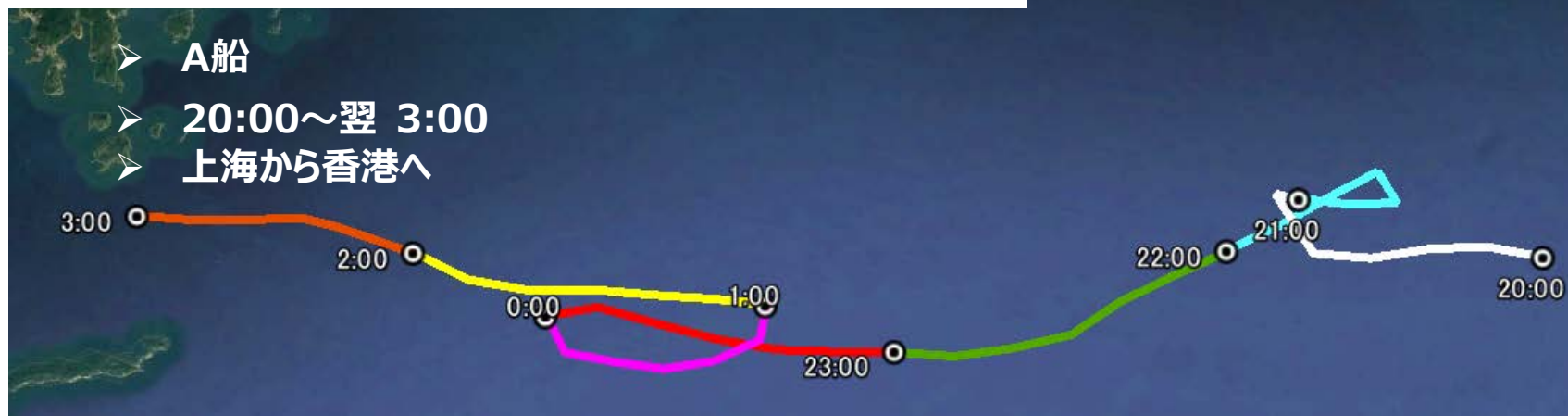
下から撮影
(試運転時)

Hull Monitoring Systemの取得データ例



本船データの取得例

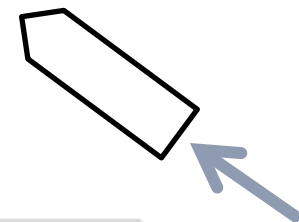
実船データの取得例 (航路、運航、気象データ)



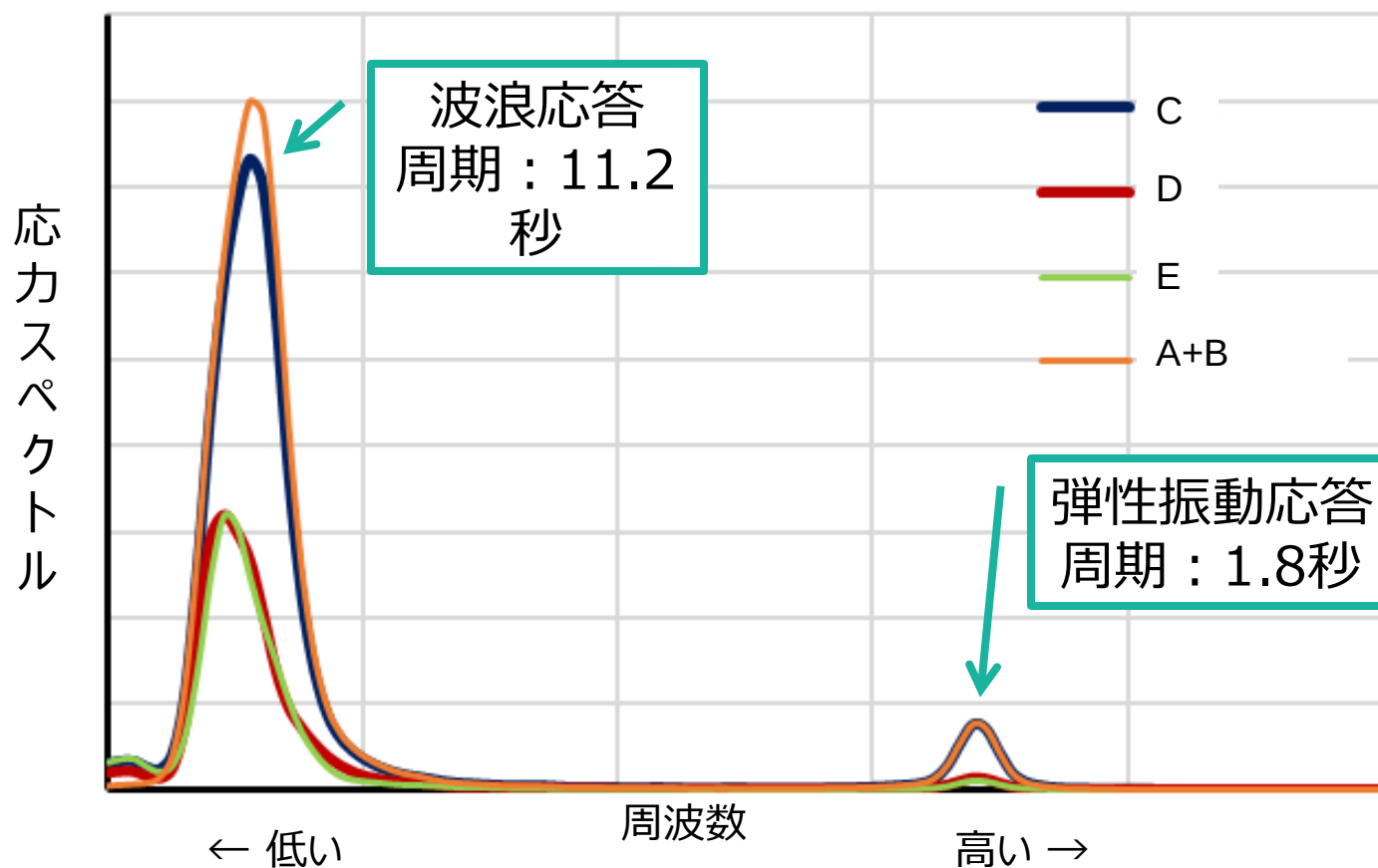
船体応力スペクトル解析

運航データ：針路 295度、対水船速 12.6 knot
気象データ：波周期 6.9秒、波向き 107.1度

本船針路(295度)



波向き
(107.1度)

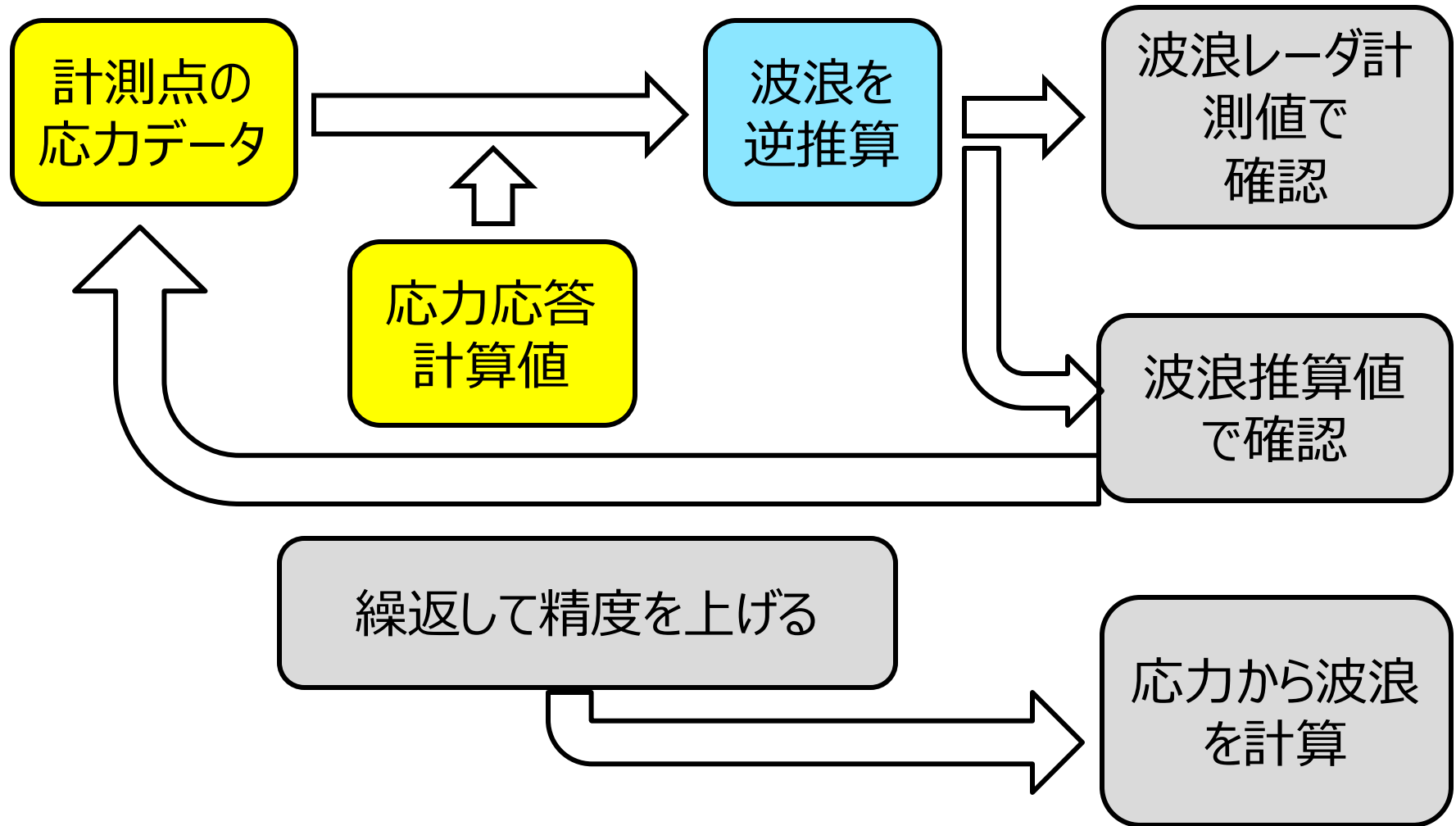
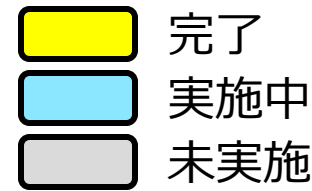




手法と成果

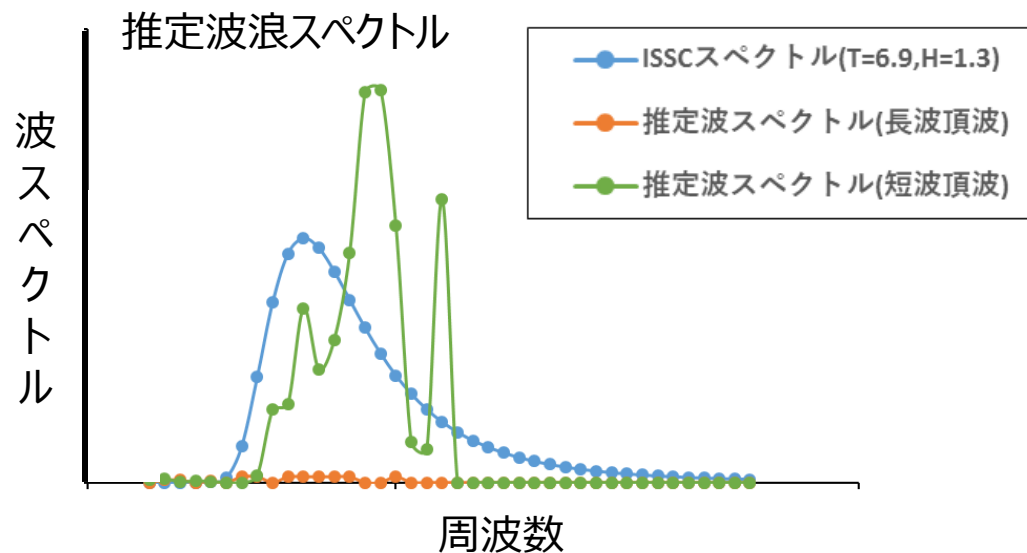
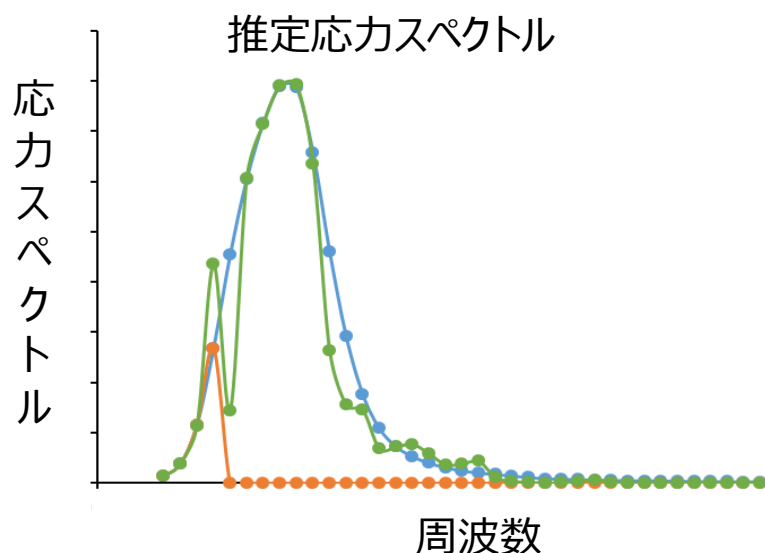
- ① データ取得と船体応力スペクトル解析
- ② 応力から波浪を逆推算
- ③ 疲労強度評価

船体応力から波浪を逆推算



船体応力データから波浪データの推定

波向を仮定して波浪スペクトル推定し、船体応力応答が実データと合致することが確認できた



	実海象データ	推定結果
波向(°)	0	入力値(0)
平均波周期(秒)	6.9	6.88
有義波高(m)	1.3	1.25



手法と成果

- ① データ取得と船体応力スペクトル解析
- ② 応力から波浪を逆推算
- ③ 疲労強度評価

疲労強度評価

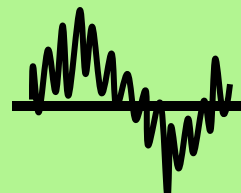
実測



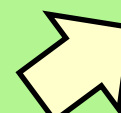
計測点の
応力データ



ホイッピングを含ま
ない波浪応答の
疲労寿命算出



ホイッピングを含む応答
の疲労寿命算出



非計測
箇所の
疲労寿命
評価を
目指す

比較して計算精度向上

計算



応力応答計算値



北大西洋の
波浪応答に
よる疲労寿命
計算

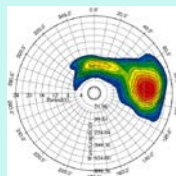
WUTZ	10	20	30	45	60	90	120	180
00	0.0	0.0	0.0	1.2	13.7	88.5	118.0	834.2
10	0.0	0.0	0.0	0.2	2.3	98.0	497.0	770.0
20	0.0	0.0	0.0	0.2	4.7	218.0	620.0	744.0
30	0.0	0.0	0.0	0.2	9.4	486.0	520.0	567.0
40	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	196.0	124.0	206.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	81.0	48.0	102.0
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	32.0	16.0	46.0
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	5.0	15.0
80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.4	0.7
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2
100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

IACS推奨
波浪発現確率
(北大西洋平均)

【現行の手法】

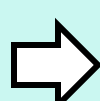


応力応答計算値

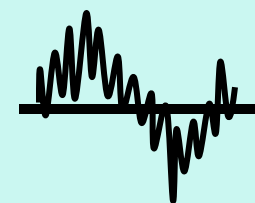
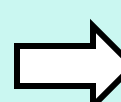


実際の遭遇
波浪データ

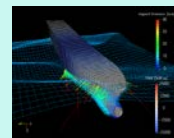
【本取り組みの手法】



実際の遭遇
波浪による
疲労寿命
計算

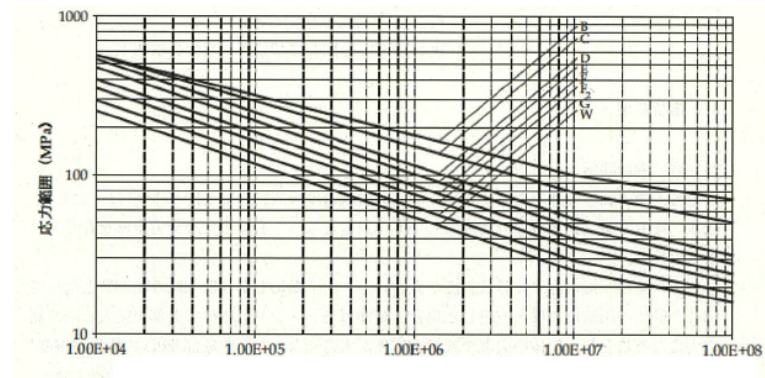
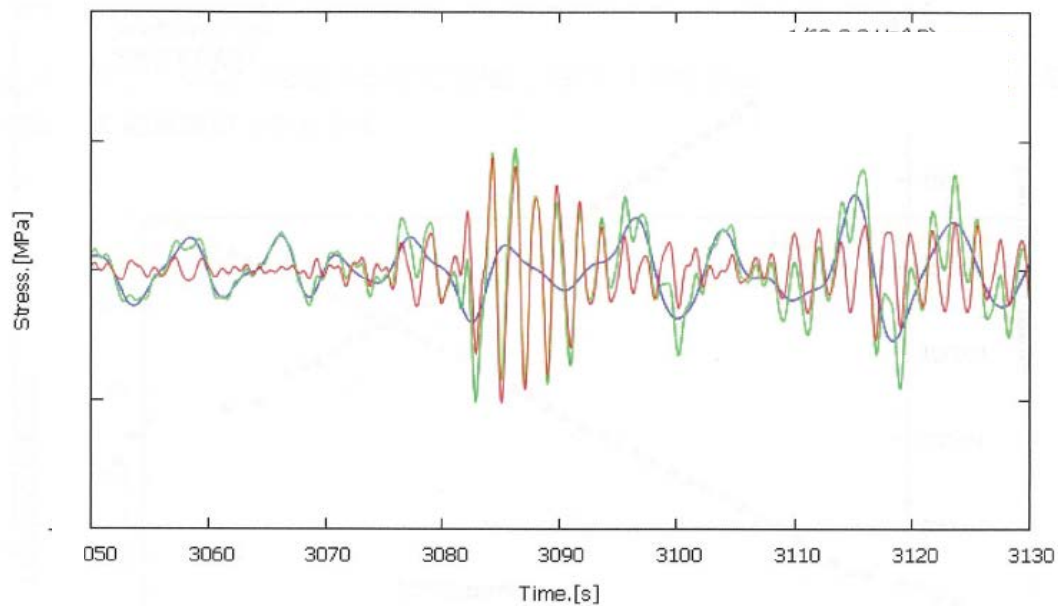


ホイッピング影響
による疲労寿命
計算



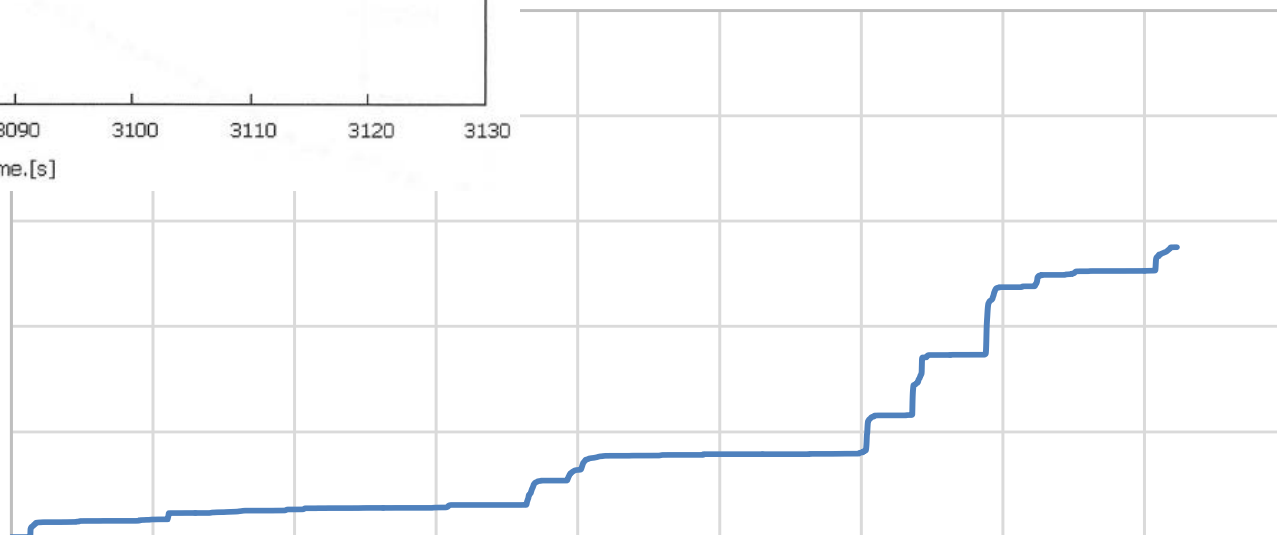
波浪中ホイッピング
シミュレーション

累積疲労被害度評価



S-N線図の例 (日本海事協会「鋼船規則」より)

疲労被害度



計測時間

データ収集・解析 苦労話

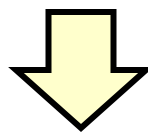
- 遭遇海象が比較的穏やかなため 応力変動も少なく解析対象とするデータの選定が難しい
- センサーやその他の不良により初期段階では収集されたデータ数が少なく、なかなか解析作業に進めなかった
 - ゼロ点調整
 - センサーアラーム
 - 時刻未同期
 - データ欠損

目次

1. 背景、研究の概要
2. システム概要
3. 手法と成果
4. 今後の予定とまとめ

今後の予定

- データ収集の継続
- 波浪の逆推算手法の精度向上
- 非計測箇所も含めた任意箇所の疲労被害度解析



- 正確な疲労強度評価による、資産の健全性評価
- 適切なメンテナンス時期の把握
- 安全運航のため操船者へ船体強度に関する情報提供

まとめ

- まだまだデータを集め解析を始めた段階ではあるが本取り組みは順調に進んでいる。
- センサーやシステムを単に設置するだけでは、信頼できる絶対値は得られない。ゼロ点調整や絶対値の評価などを慎重に実施したうえで実用に耐えうるシステムとなる。

まとめ

- 船体構造に関しても、船会社が船やデータを持っているだけでは、計測点の選定をはじめデータ解析技術など、構造に関する高度な専門知識や建造造船所の設計情報が必要であり、課題解決できない。逆に、専門家だけでも実態の把握ができないため課題解決が難しい。
- 課題解決のためには、1社ではなく、研究所や大学、気象会社、造船所、船級協会、船会社といったそれぞれの専門家がコラボレーションすることが必要である。
- 引き続き専門家たちと一緒に研究を続け、目標を達成したい。



ご清聴ありがとうございました

