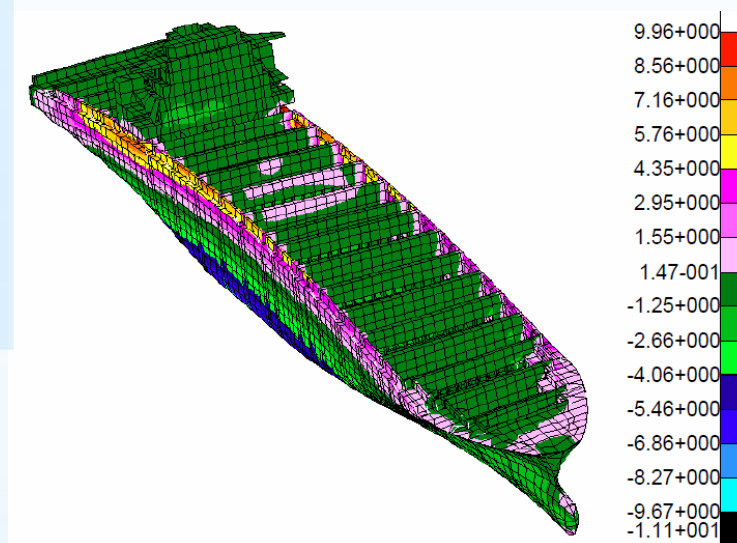
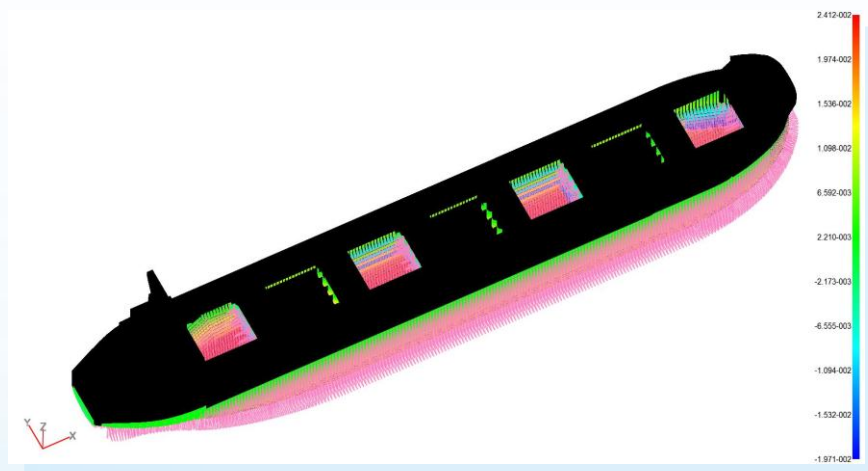


# 大型船の先進的構造安全性評価技術



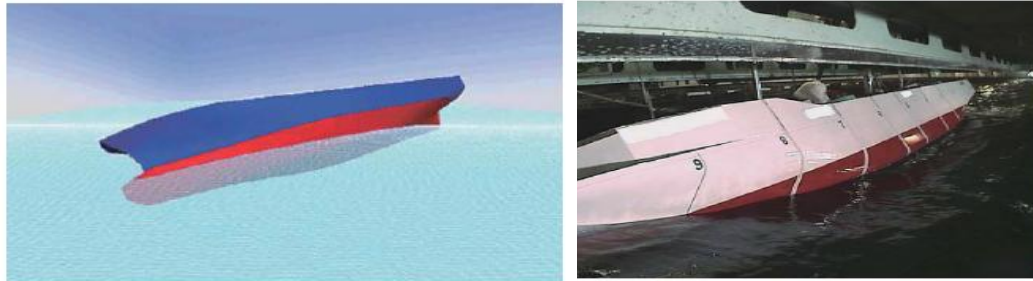
構造安全評価系 基準開発グループ

\* 小川 剛孝 花岡 諒  
松井 貞興 村上 睦尚

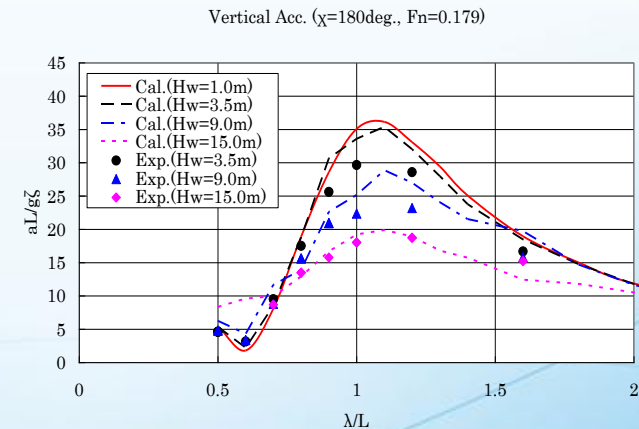
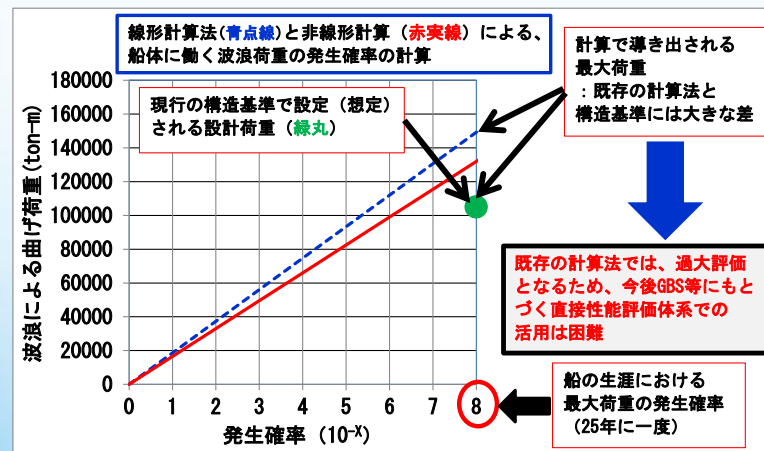
# 講演内容

- 1. 海技研における構造強度推定法高度化のための研究  
研究の背景  
コンテナ運搬船安全対策検討委員会の対応
- 2. 海技研ソフトNMRI-DESIGNを用いた全船荷重構造一貫解析  
コンテナ船を用いた検討事例
- 3. 全船荷重構造一貫解析法のためのGUI（プラットフォーム）  
開発  
コンテナ船一貫解析のための機能強化
- まとめと今後の課題

# 背景(当所の研究成果から)(1)

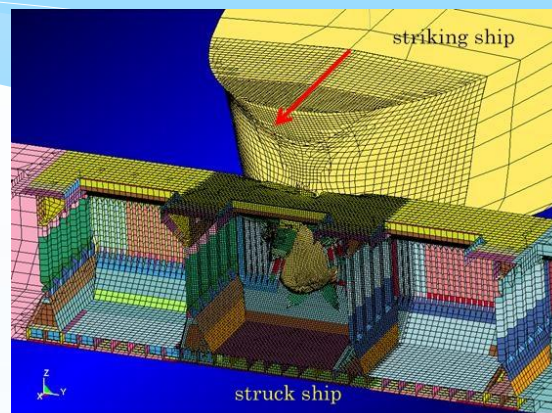
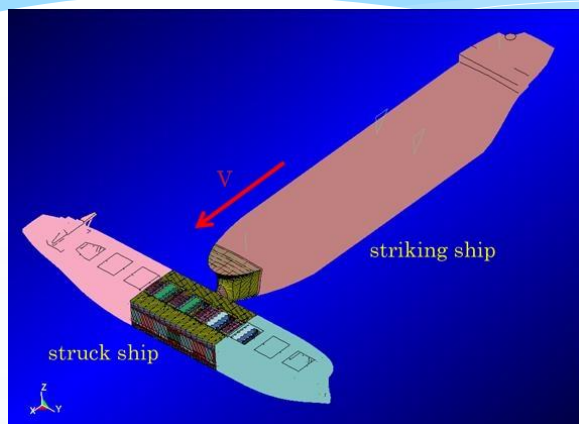


パラメトリック横揺れの解析（左）及び実験(右)  
大型化により、顕在化する現象（検討事項）

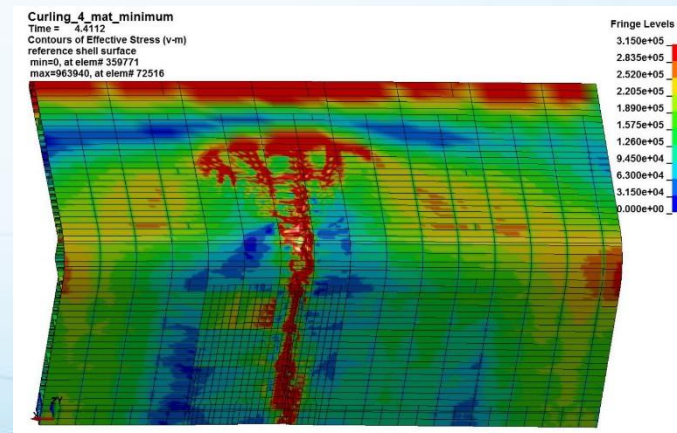
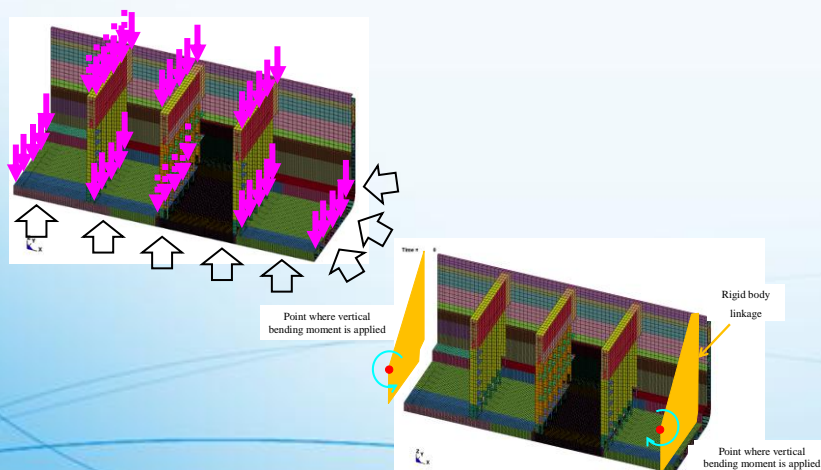


線形重ね合わせによる長期予測計算の限界（左）  
非線形影響：大型船の船首加速度の解析（左）及び実験(右)

## 背景(当所の研究成果から)(2)



事故シナリオに対応した構造強度評価  
：衝突シミュレーション技術

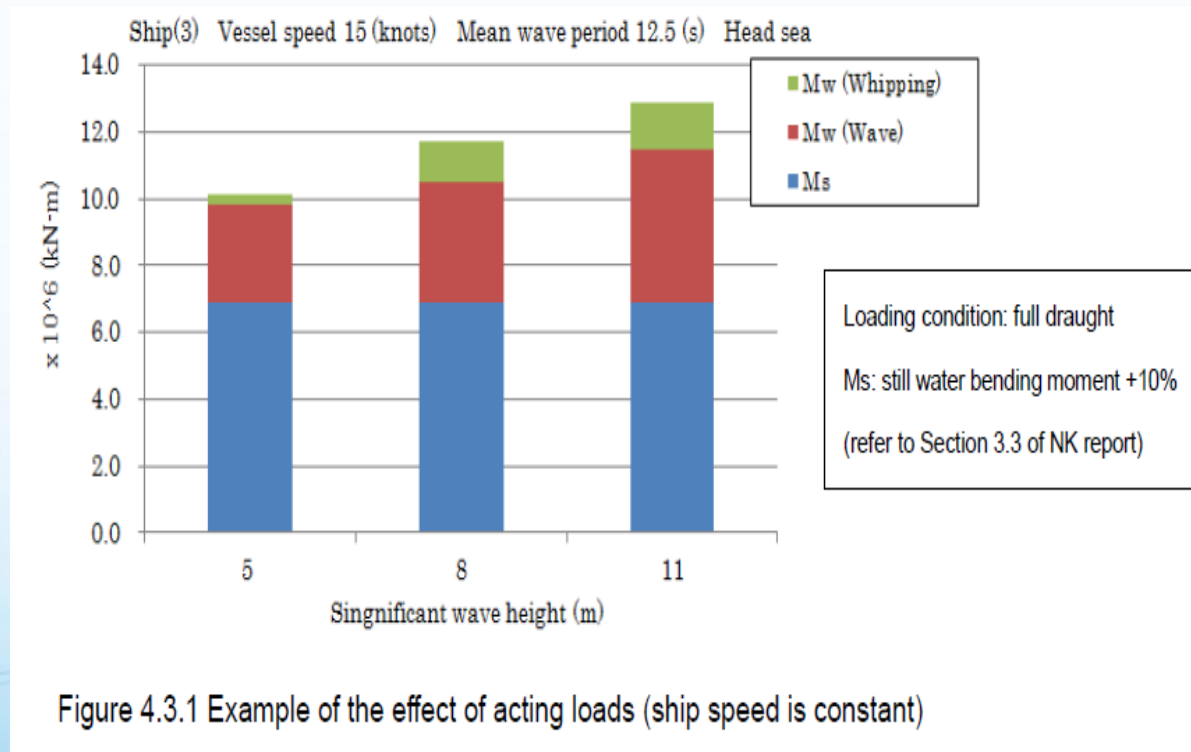


船体最終強度の評価：陽解法によるシミュレーション

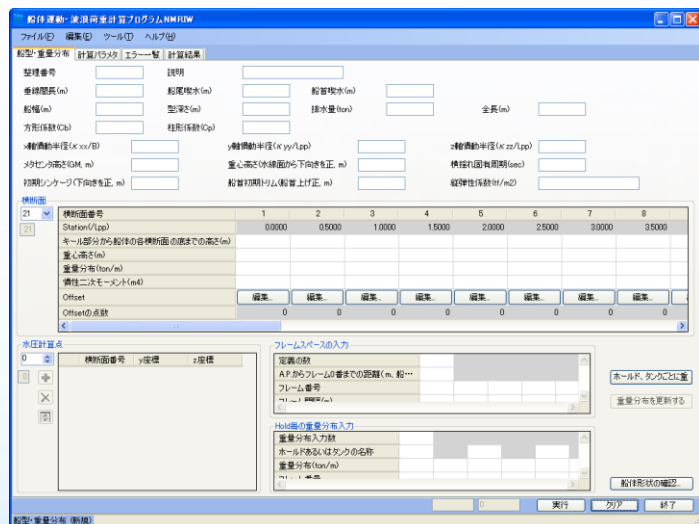


# 海技研ソフトNMRIWによる荷重解析

短期不規則波中（2時間）での直接計算を通じた荷重解析  
（コンテナ運搬船安全対策検討委員会最終報告書抜粋）



# NMRIW (Nonlinear Motion in Regular and Irregular Waves) による波浪荷重解析



ソフトの開発目的：

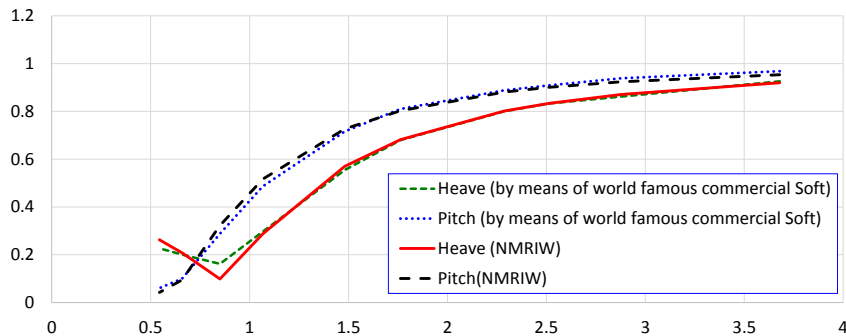
- 波高に対する船体運動の非線形影響や衝撃圧を合理的に考慮
- 様々な波浪条件（波高、波向、波周期）でのロバストな解析
- 直接時系列解析

付加機能：簡易に入力可能なGUI（左図）

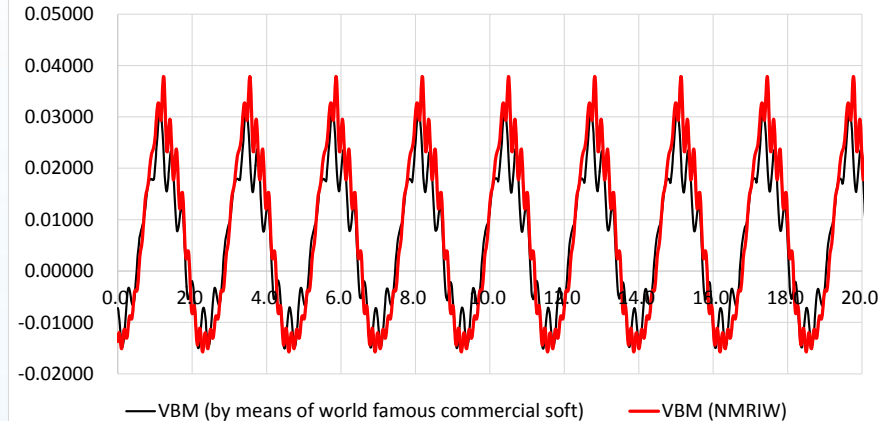
# NMRIWの精度及びロバスト性の検証

## 最近の検証例より

Ship motion of a mega container (Lpp=300m)



Vertical Bending moment  
(midship, non-dimension, Head seas, Hw=11m)

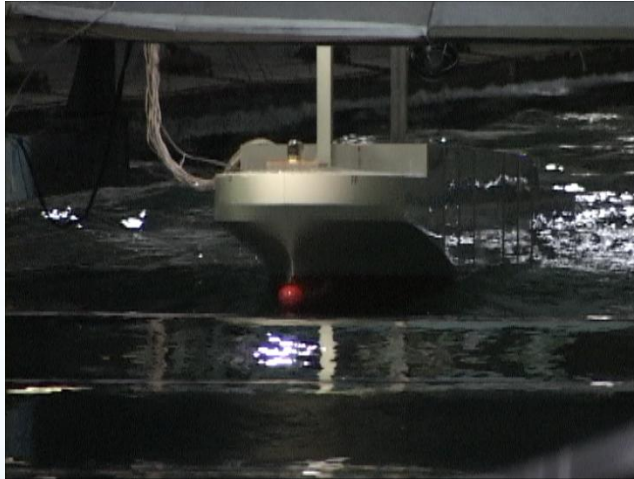


国際試験水槽委員会(ITTC) -国際船体構造委員会(ISSC)による合同ベンチマーク (2014)

海外商用ソフト (3Dパネル法) による船体運動の周波数応答関数 (左) 及び縦曲げモーメントの時系列(右)との比較

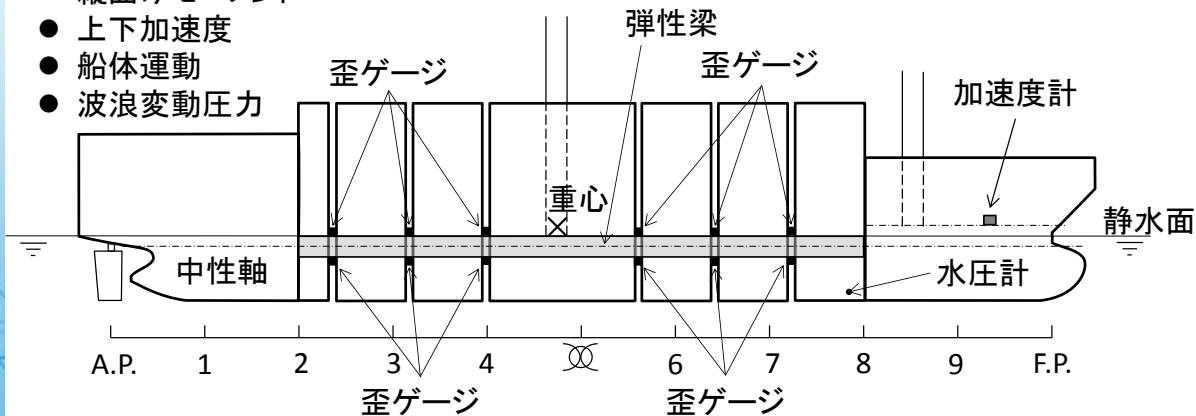
： ロバストかつ精度良い解析結果

# 水槽試験による大型コンテナ船に作用する 波浪荷重評価



(計測項目)

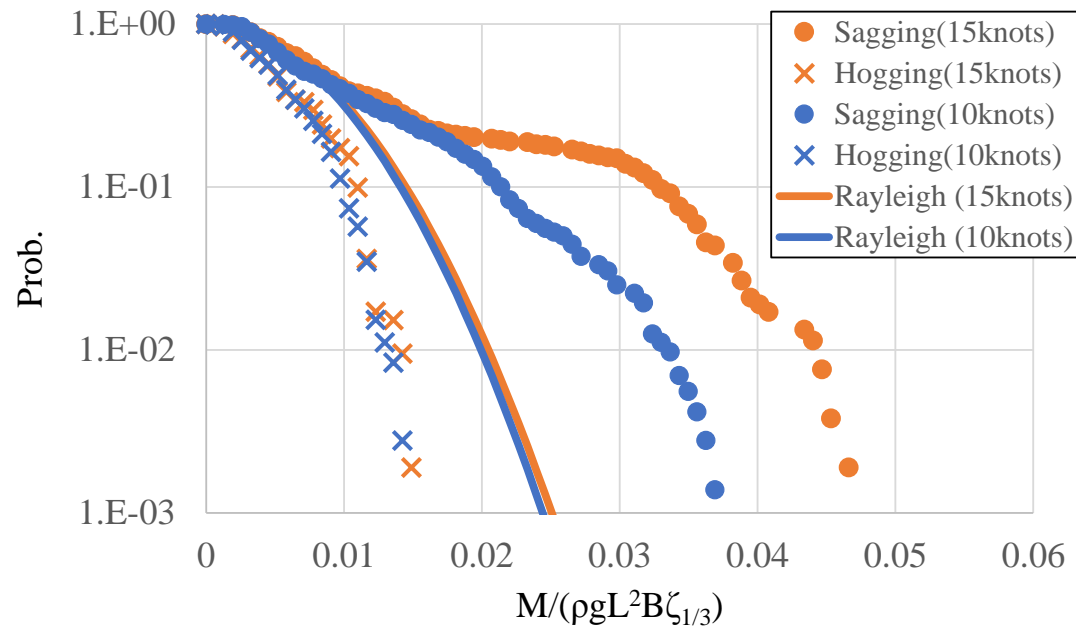
- 縦曲げモーメント
- 上下加速度
- 船体運動
- 波浪変動圧力



スラミングによる  
ホッピング振動  
を計測するために  
バックボーン模型  
を使用



# 模型実験による荒天中での船体中央部 縦曲げモーメントの超過確率

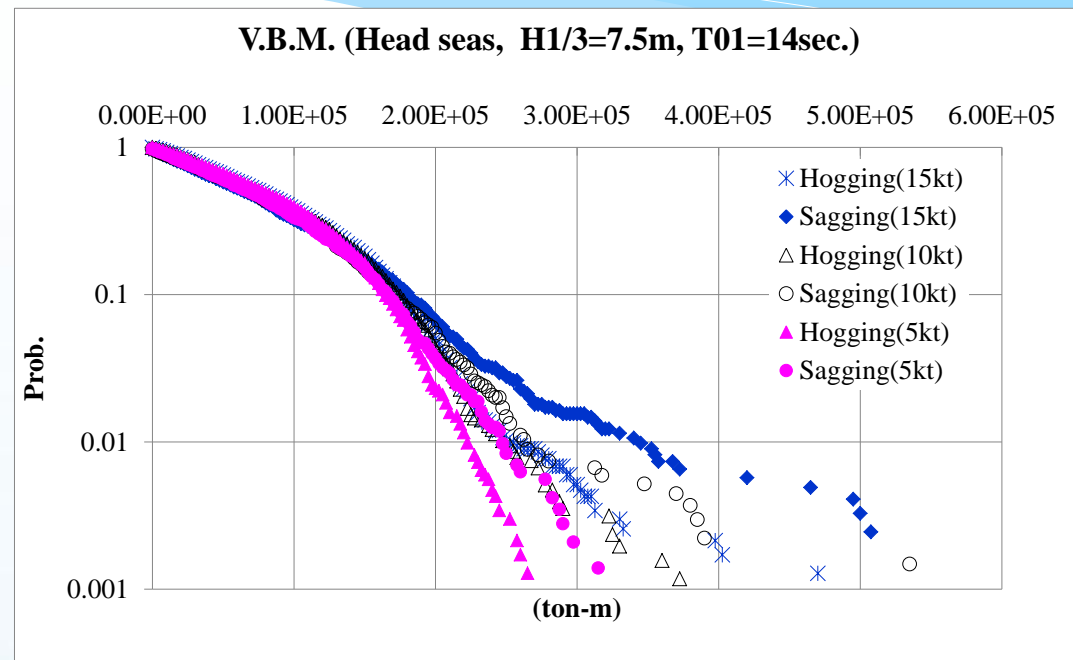


正面向波、有義波高12m、平均波周期11秒

- ホギング：形状非線形影響
- サギング：ホイッピングによる曲げ振動

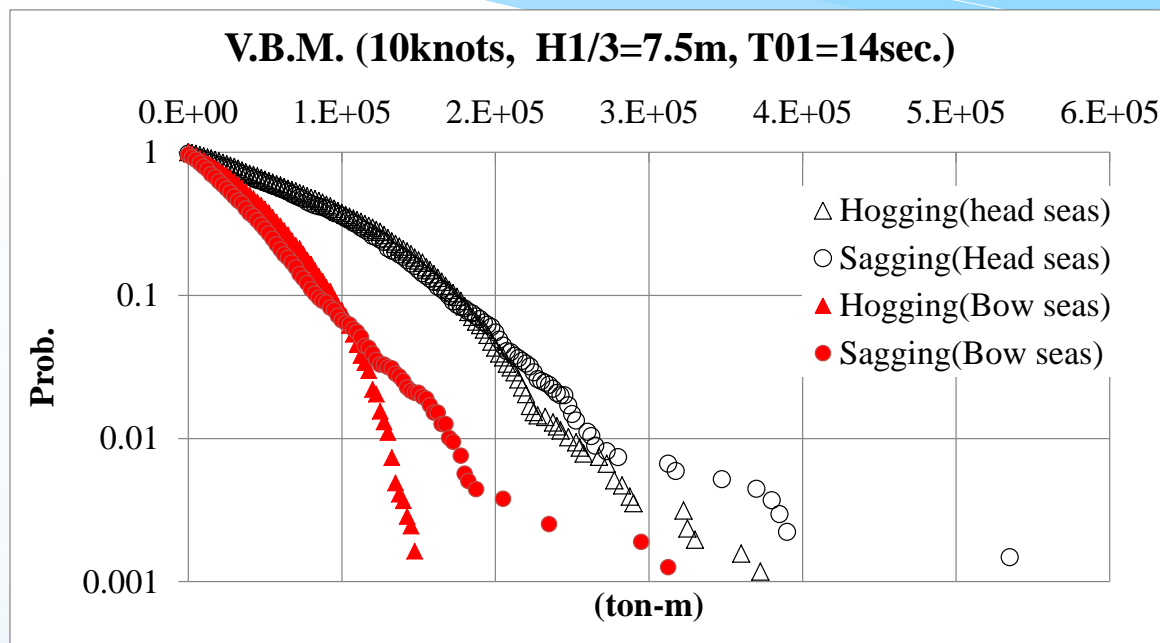
避航、減速、変針といった実際の操船を考慮しない海象下では、設計荷重をはるかに上回る荷重が発生しうる。

# 縦曲げモーメントの超過確率と船速の関係



NMRIWで解析したホギング及びサギングモーメントの超過確率  
(正面向波、有義波高：7.5m、平均波周期14秒)  
船速の遅い場合は、ホイッピングの影響は小さい  
一方、大波高中での（形状）非線影響が相対的に顕著  
船速が超過確率に及ぼす影響は極めて大きい  
：実際の運航、操船を考慮した評価の必要性

# 縦曲げモーメントの超過確率と波向の関係



NMRIWで解析したホギング及びサギングモーメントの超過確率  
(船速10knots、有義波高：7.5m、平均波周期14秒)

斜向波中(120度)の応答自体が小さくなるので、正面向波中  
と大きく異なる。

変針が超過確率に及ぼす影響は極めて大きい  
：実際の運航、操船を考慮した評価の必要性

# 全船荷重構造一貫解析のためのソフト群

## NMRI-DESIGNの特徴



①荷重の高度化



6自由度非線形船体運動法NMRIW  
による水圧、加速度の計算

②FEモデルに圧力を負荷  
する際の処理の省力化



- ・ NMRI-DESIGN-PREを用いた自動要素抽出や法線の自動補正
- ・ 付属のGUIによる簡易な確認

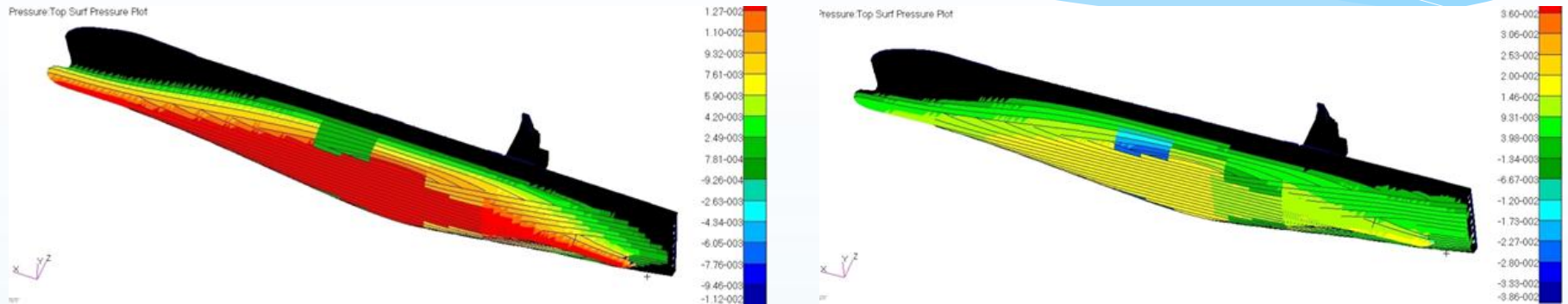
③解析結果の取り纏めの  
省力化



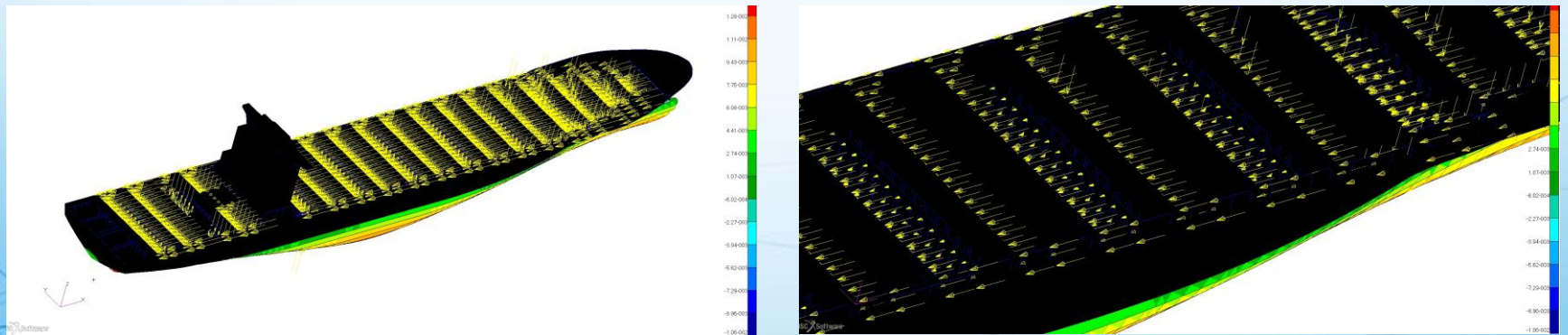
NMRI-DESIGN-POSTを用いて、応答関数の作成、長期予測及び疲労被害度推定を自動で計算

造船設計において活用できるように一貫解析法の高度化  
処理機能、GUI機能の更なる充実

# 全船荷重構造一貫解析 NMRI-DESIGNによる解析例



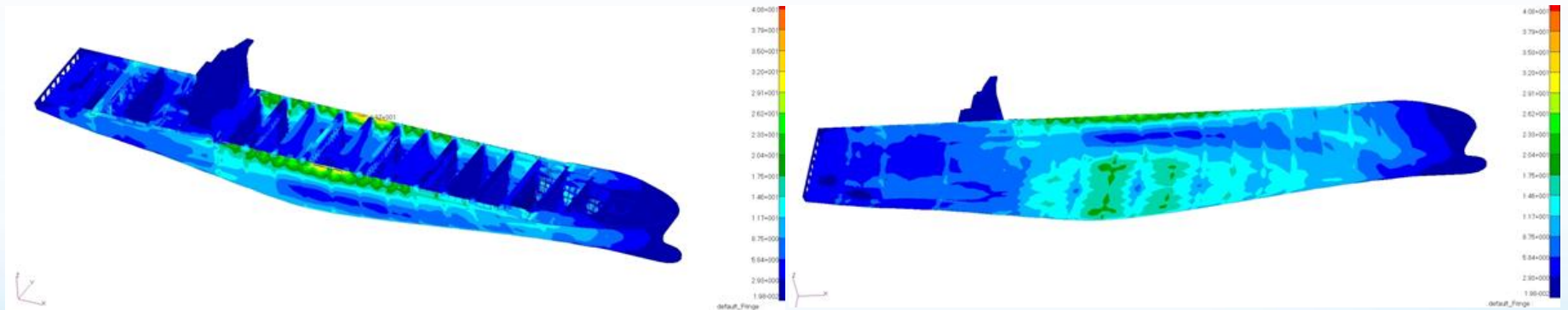
外板及びバラストタンクならびに燃料タンクにはたらく荷重  
(左：静止時、右：波浪中)



解析は時系列計算であるので、時々刻々のコンテナの慣性力も考慮可能  
実際の積み付けや荷重の作用方向を考慮した合理的な解析が可能



# NMRI-DESIGNを用いたコンテナ船の 全船荷重構造解析



規則波大波高中でコンテナ船に生じる応力分布

(正面向波、 $F_n=0.138$ 、 $H_w=12\text{m}$ 、 $\lambda/L=1.0$ )

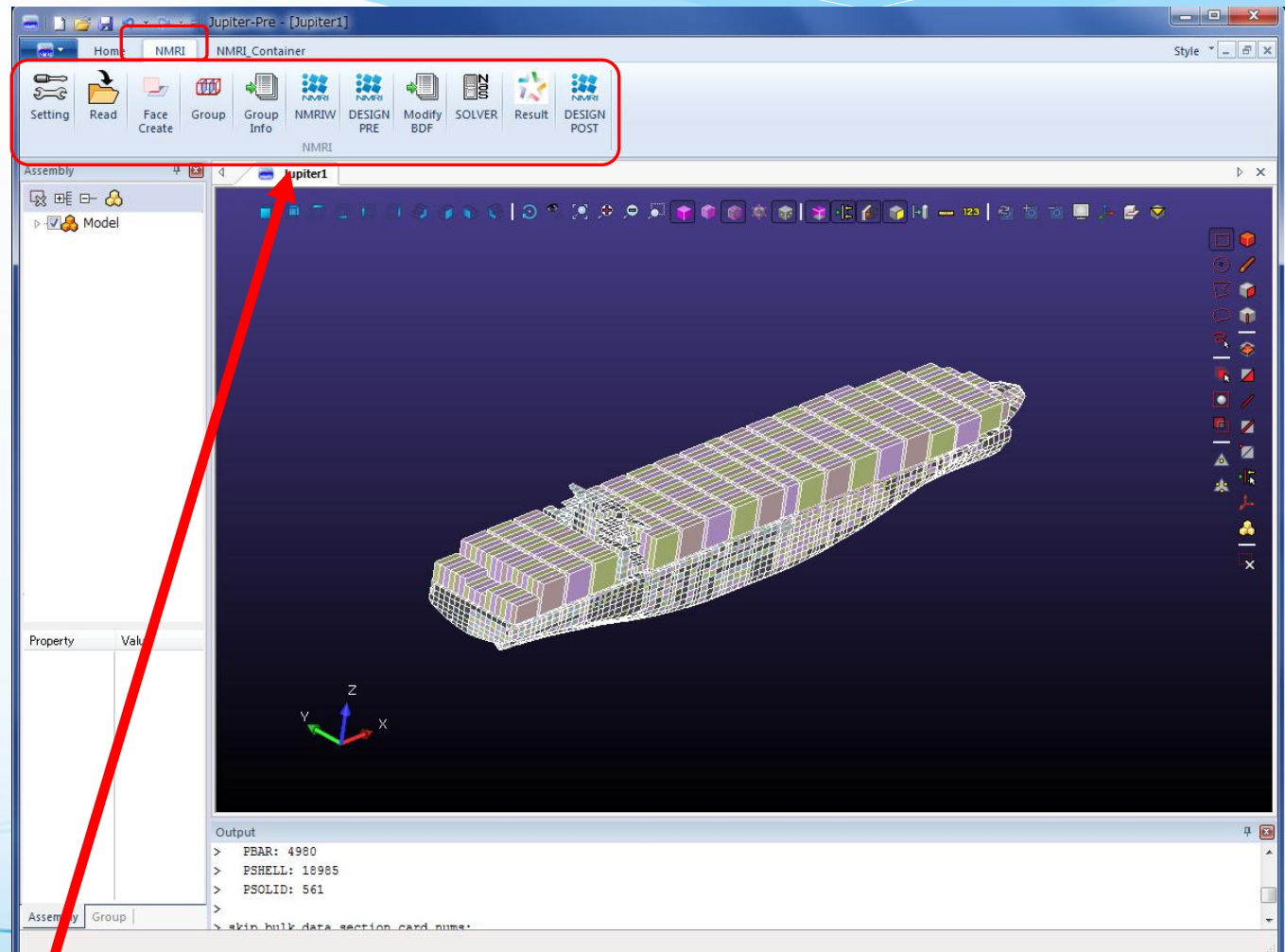
全船の応力分布を広範な計算条件(船速、波高、波向、波周期)  
で俯瞰する事が可能

: 詳細な強度評価に活用

### 3. 全船荷重構造一貫解析のプラットフォーム開発



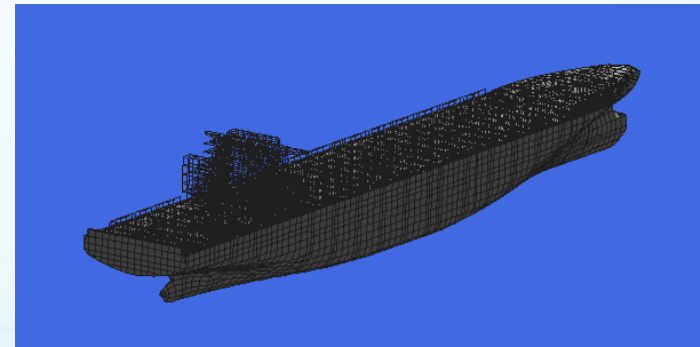
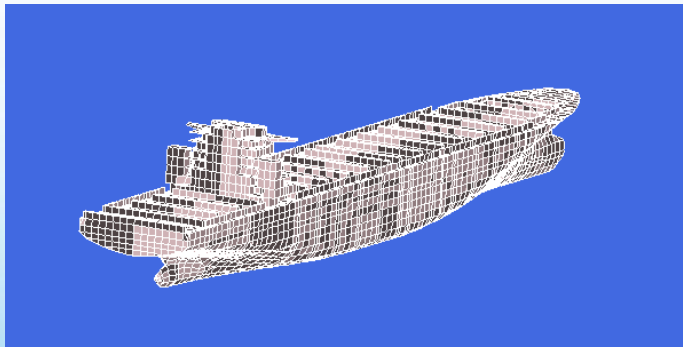
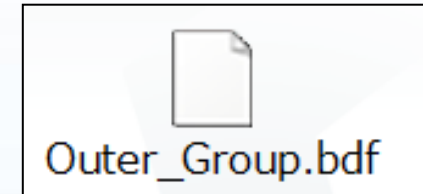
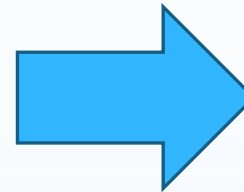
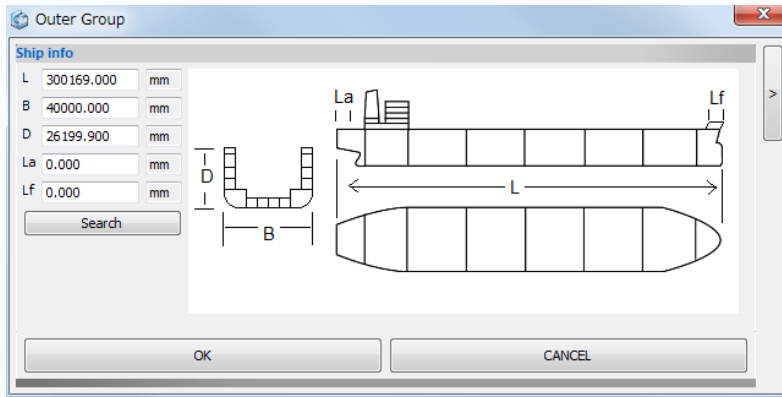
デスクトップアイコン



NMRIWからNMRI-DESIGN迄の全機能を一元的に実行するプラットフォームを開発(テクノスター社Jupiterを活用)

# コンテナ船のための機能拡張

## (1) 外板抽出機能

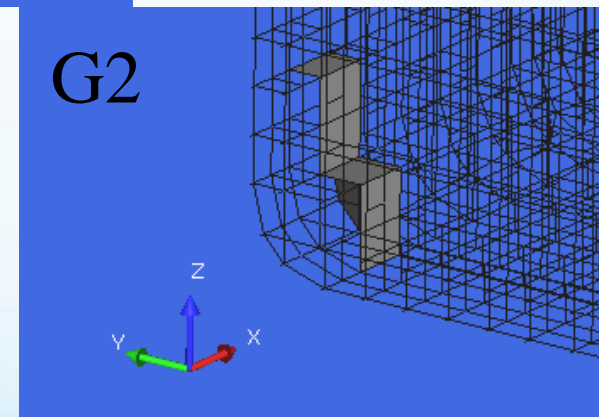
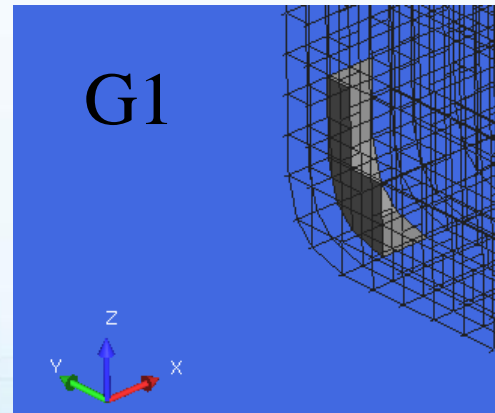
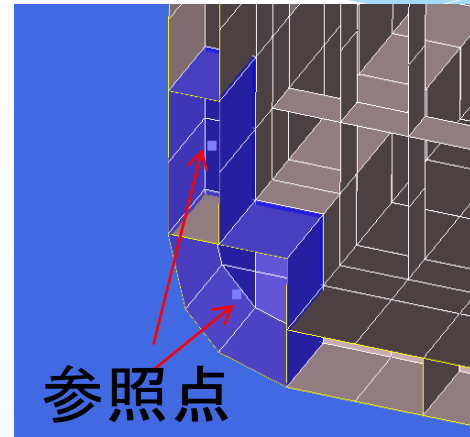
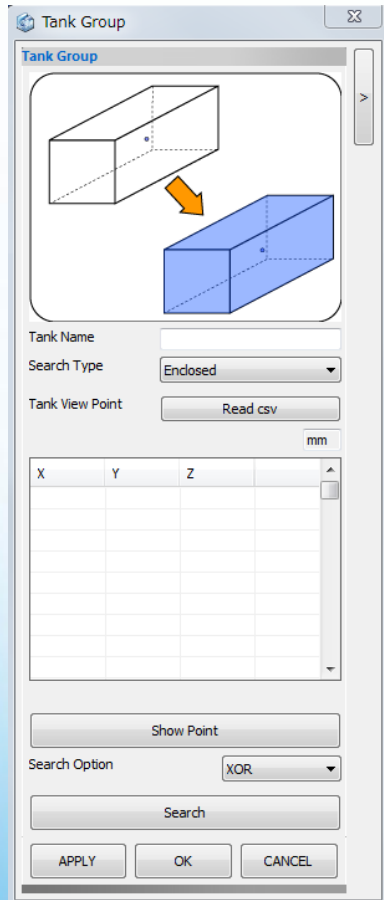


**NMRI-DESIGNの機能をより簡便するためのGUI開発**

要素の向きを調整しながら外板（外板要素ID）を抽出  
これを一元化してバルクデータで出力

# コンテナ船のための機能拡張

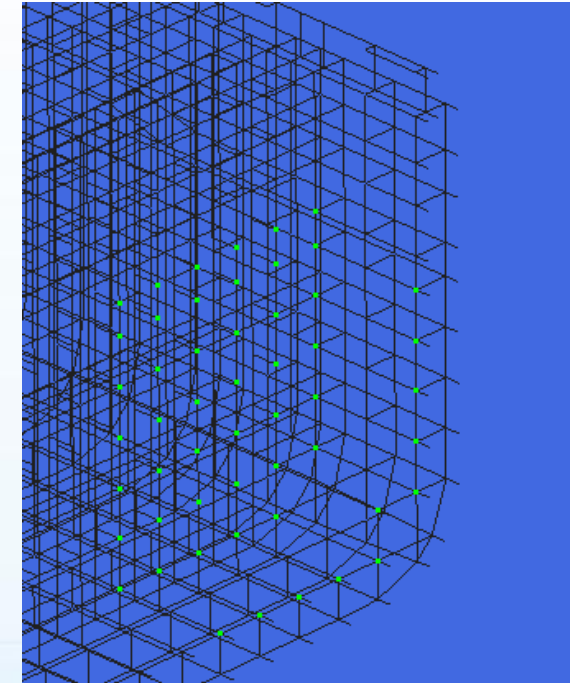
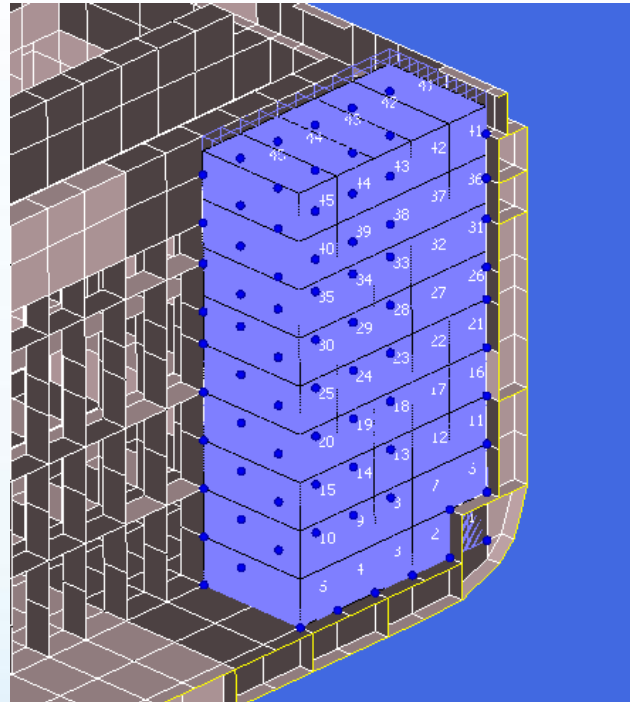
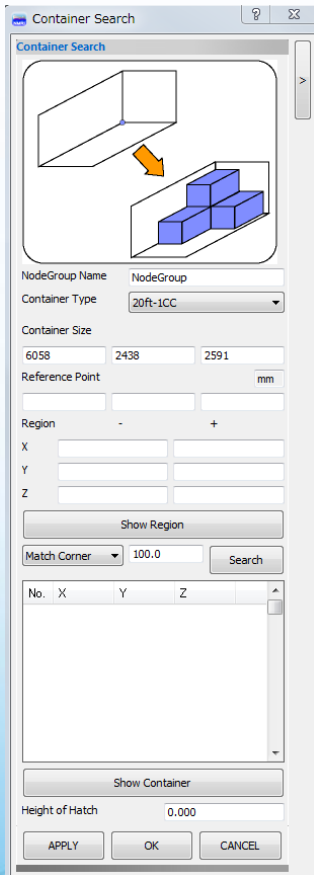
## (2) バラストタンクグループ化機能



NMRI-DESIGNの機能をより簡便するためのGUI開発  
タンクの要素IDを法線の取扱いごと（G1及びG2）に抽出

# コンテナ船のための機能拡張

## (3) コンテナ搭載位置認識機能

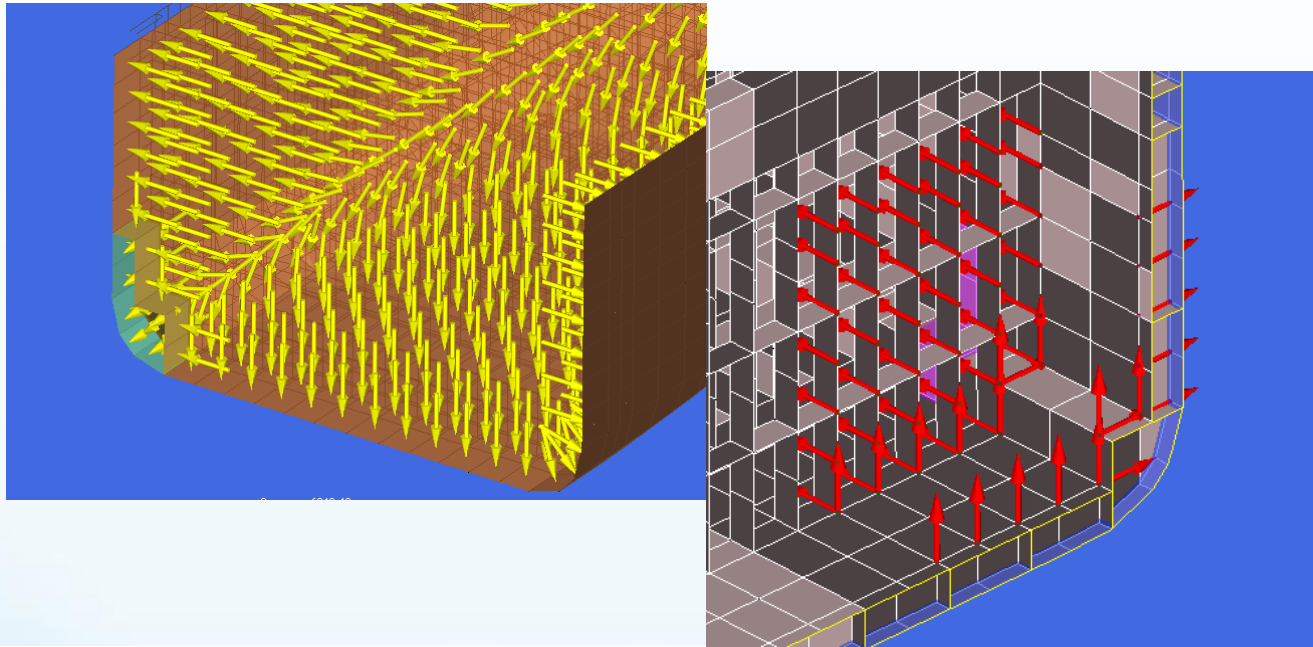
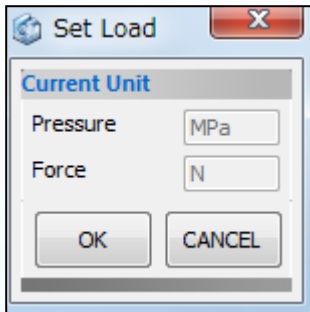


GUI上でコンテナを視覚的に配置することでコンテナ荷重が作用する節点を抽出し、グループ化



# コンテナ船のための機能拡張

## (4) 単位荷重設定機能



抽出したバラストタンク、外板、コンテナ艙に荷重の向きを調整するための単位荷重を付加

機能拡張により、コンテナ船の一貫解析において前処理に係る時間を従来の約10%（一般的なPC使用）程度に短縮： 解析作業の高効率化を実現

# まとめ

大型コンテナ船の安全性評価のための構造強度推定法の高度化のための研究進めて、事故調査や設計にも貢献した。

全船荷重構造一貫解析のプラットフォームを開発し、省力化及び高速化を実現した。

(今後の課題)

荒天中における船体運動の物理モデル（シナリオ）の構築等実現象にもとづく評価体系作り及び実船計測データ等との比較に基づく検証による一層の精度向上

(謝辞)

国土交通省海事局をはじめとする関係各位にお礼申し上げます。

**ご清聴ありがとうございました。**