



# 低燃費運航支援システムに関する調査研究 (川崎汽船)(Phase 2)報告書

2016.1.29

川崎汽船株式会社

NAPA Japan株式会社

# 目次

---

1. 研究目的
2. 研究体制及び実施期間
3. 対象船及びシステム構成
4. 実施内容 / 研究成果
5. まとめ

# 1. 研究目的

---

- 船舶の運航燃費を低減し環境負荷を軽減することは、船会社にとって重要な課題であり、低燃費デバイスの装備や減速運航など様々な取り組みが行われている。改正MARPOL ANNEX VI (EEDI(エネルギー効率設計指標、SEEMP(船舶エネルギー効率マネジメントプラン))の発効を契機にして、温室効果ガス削減の観点からも運航燃費を削減するための実効性のある手法が求められており、その一つとして、高度な低燃費運航支援システムの開発が主要な船級やソフトウェア会社などで進んでいる。
- 一方、こうした低燃費運航支援システムは、導入後の燃費削減効果の実証が十分でないように見受けられる。船会社としては、高度な低燃費運航支援システムを導入する前に燃費削減効果の確認、運用課題の把握、費用対効果や導入実現性を確認したいが、技術的ノウハウ、リソース、費用などの制約から船会社が単独で実施するのは難しいのが現状である。

# 1. 研究目的

---

- そこで2013年より船会社の低燃費運航活動を高いレベルで支援するために、個船の性能を考慮しさらに自己学習機能を持つ最新の低燃費運航支援システム(以下、Advanced SEEMP Support Systemと言う)を就航船に導入し、船会社、システムメーカー、船級が共同でシステムの実証実験を行ってきた(Phase1)。1年間に渡る実証試験により、燃費削減効果の確認が取れたものの、運用課題の解決や、より明確な費用対効果の確認が本格導入には求められる。
- したがって、研究期間を延長し(Phase2)、より明確な費用対効果の実績を得ること、および運用課題(海上ブロードバンドへの対応, 安全対策)をクリアすることを目的とする。

## 2. 研究体制及び実施期間

---

### 研究体制

- 川崎汽船株式会社
- NAPA Japan株式会社
- 一般財団法人日本海事協会

### 実施期間

2014年7月19日～2015年12月31日

# 3. 対象船及びシステム構成 対象船

---

## 対象船

- コンテナ船 1隻
- 自動車運搬船 1隻

## 搭載システム・設備等

### 1) ClassNK-NAPA GREENシステム

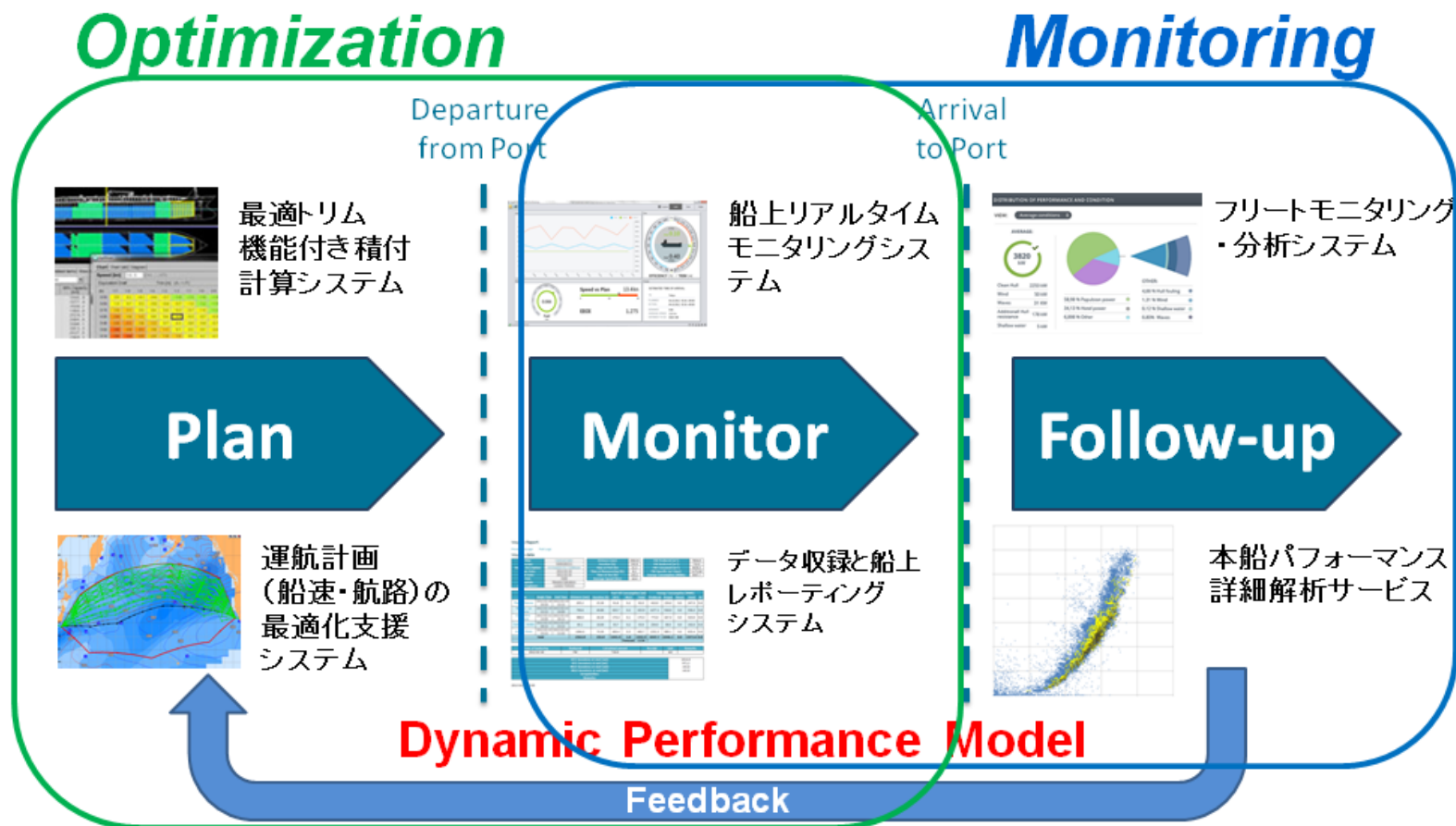
- Voyage Optimization (最適運航計画の支援システム)
- Real Time Monitoring (運航情報の本船上の見える化)
- Voyage Reporting (運航データの船陸通信)
- OFFICE (就航実績解析および見える化)
- Motion Sensor (船体動揺就航実績解析および見える化)

### 2) 本船設備

- 軸馬力計
- 流量計
- VSAT (運航データの船陸通信)

# 3. 対象船及びシステム構成

搭載システム : ClassNK-NAPA GREEN



## 4. 研究成果

---

- 1) VSAT対応システムの検証
- 2) Motion Sensor活用法の検討
- 3) 航海シミュレーションモデルの自動チューニングの検証
- 4) 最適航路選定の燃費削減効果
- 5) 実運用性の向上と今後の課題



# 1) VSAT対応システムの検証

## ◆ VSAT設置の目的

Phase1で挙げられた運用課題の一つである海上ブロードバンドへの対応

- 以下にてVSATへの接続変更工事を実施

1	実施内容	:	VSAT設置に伴う船橋におけるClassNK-NAPA GREEN PCの設置場所の変更
		:	再接続後のインターフェースやデータ転送のオンラインテストの実施
		:	ClassNK-NAPA GREEN PCからの下記インターネットアクセスを設定
		・	リモートサポートおよび保守のためのTeamViewerの設定
		・	ClassNK-NAPA GREEN Real Time Monitoringへの接続設定
		・	Motion Sensorへの接続設定

## 1) VSAT対応システムの検証

---

- ◆ リモートアクセスにより、**限られたリソースの中で、新しい効率的な業務の姿を提供した**
  - 陸上側から本船ClassNK-NAPA GREENに接続可能
  - Voyage Optimization (VO)/Real Time Monitoring (RTM)への接続により、陸上関係者の利便性が向上
  - リアルタイムで知りたい本船運航情報を陸上から監視可能
  
- ◆ リモートアクセスにより、**ClassNK-NAPA GREENの不具合をリモート処理することが可能となった**
  - 従来は、訪船修理作業が一般的であり、修復・復旧には時間を要した
  - 研究期間中、8件の不具合処理をリモートで実施
  - 時間とコストを掛けずに、最小限のリードタイムで修理・復旧
  - リモートアクセスだけでは解決できない障害もある
  - ソフトウェア更新等で大容量ファイルをやりとりする場合、訪船修理が必要な場合もある

## 2) Motion Sensor活用法の検討

---

### ◆ Motion sensor設置の目的

Phase1で挙げられた運用課題の一つである**安全対策の対応**

### ◆ 活用方法の検証 **「安全+Eco運航力の向上」**

#### ① 安全（個船ごとに、適切なしきい値を設定）

##### • 気象海象と船体運動を考慮したしきい値構築

- ✓ 個船ごとに様々な波高/方向の船体動揺の違いを可視化し、影響を受けやすい波高/方向を特定
- ✓ 例えば「全方向波高4mは避航」と一律のしきい値を設定するのではなく、「船首方向波高4mならば避航し、それ以外の波/方向ならば避航不要」など、個船ごとに設定

##### • 気象海象と船体運動を考慮した避航動作

- ✓ 個船ごとに様々な波高/方向での船体動揺の違いを可視化し、どれ位変針すれば船体動揺が減少するか判断可能
- ✓ 例えばDeck上で作業をしなければならない状況下で、適切な変針によって船体動揺が抑えられ、安全な作業環境を提供可能

## 2) Motion Sensor活用法の検討

---

### ◆ 活用方法の検証 「安全+Eco運航力の向上」

#### ② Eco運航力の向上（シミュレーション精度の向上）

- 自己学習機能を用いたシミュレーション精度の向上
  - ✓ 本船から得られたMotion Sensor Dataを自動学習機能に用いることで、気象海象条件下における本船の船体動揺や抵抗中波浪増加等のシミュレーション精度を向上
  - ✓ 現在開発中であり、今後の研究課題とする

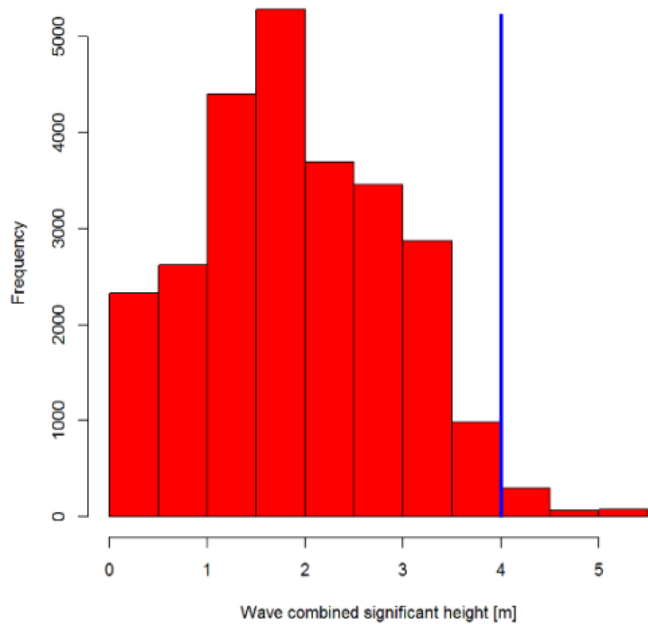
次ページ以降では、期間中に得られたMotion Sensor Dataについて、外乱による船体動揺について、船種ごとに特徴を分析した結果を示す。

## 2) Motion Sensor活用法の検討

### 波高分布

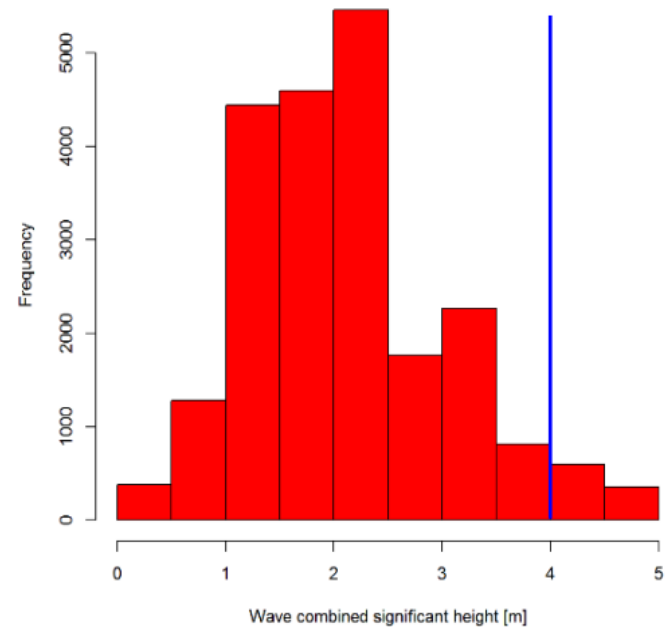
#### コンテナ船

Wave height ditribution



#### 自動車運搬船

Wave height ditribution



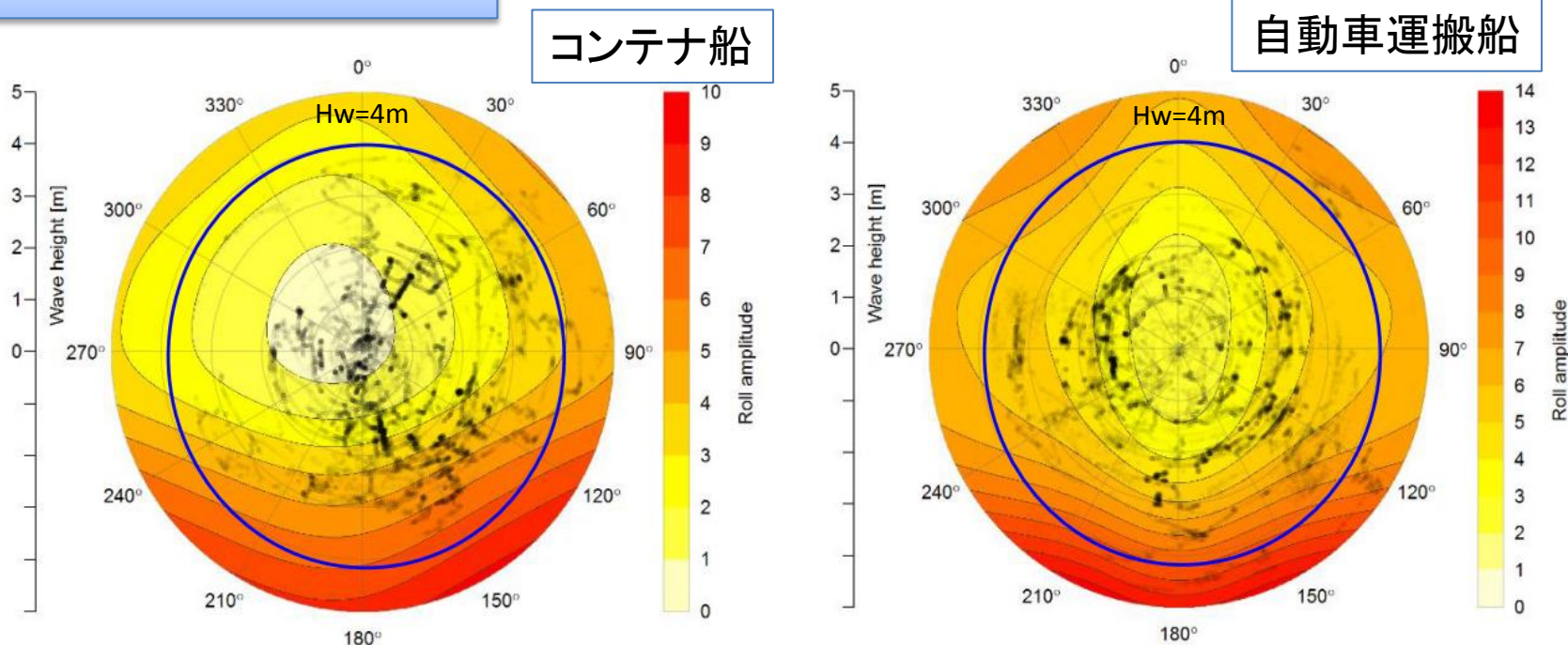
高4m以上の波を受けた比率

1.65 %

4.35 %

## 2) Motion Sensor活用法の検討

### 波高とRollの関係



同じ波高4mでも受ける方向で船体動揺は変化する

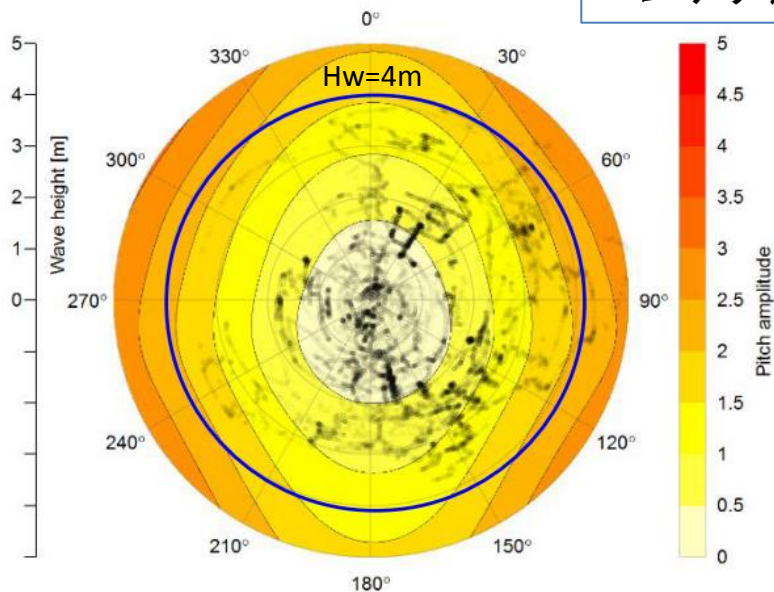
斜め追い波の影響大

追い波の影響大

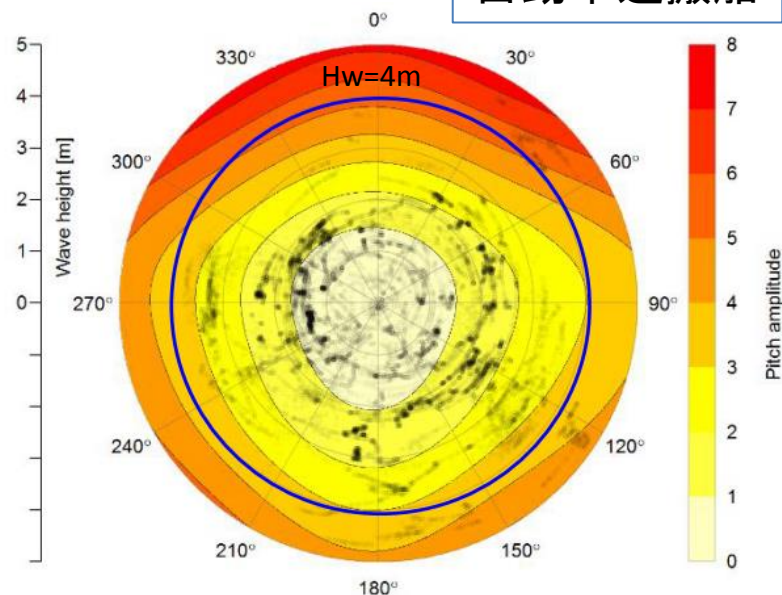
## 2) Motion Sensor活用法の検討

### 波高とPitchの関係

コンテナ船



自動車運搬船



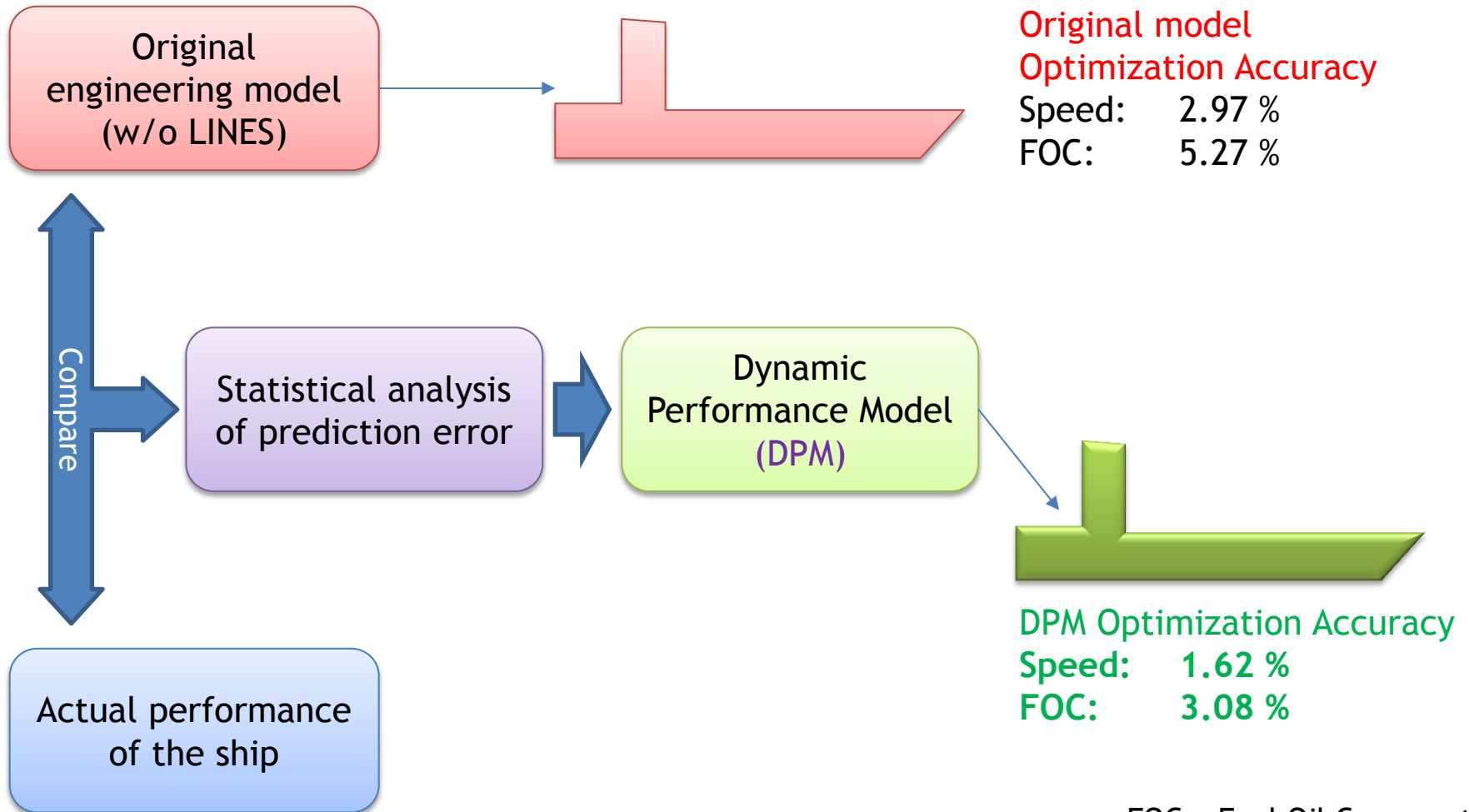
同じ波高4mでも受ける方向で船体動揺は変化する

斜め向波、追波の影響大

向波の影響大

### 3) 航海シミュレーションモデルの自動チューニングの検証

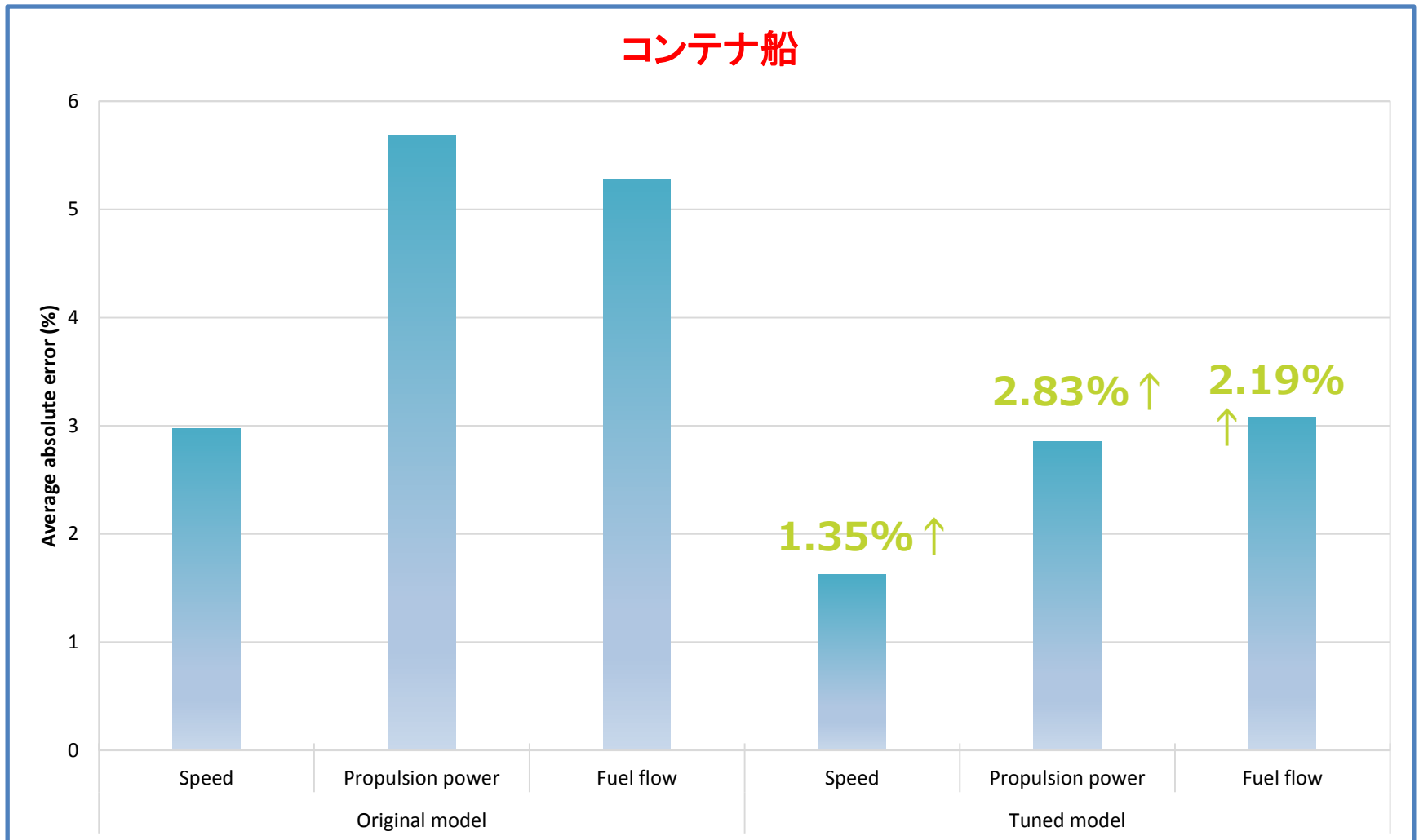
本研究期間(約1年間)における、自動チューニング(DPM)による精度向上具合 (コンテナ船)



FOC = Fuel Oil Consumption

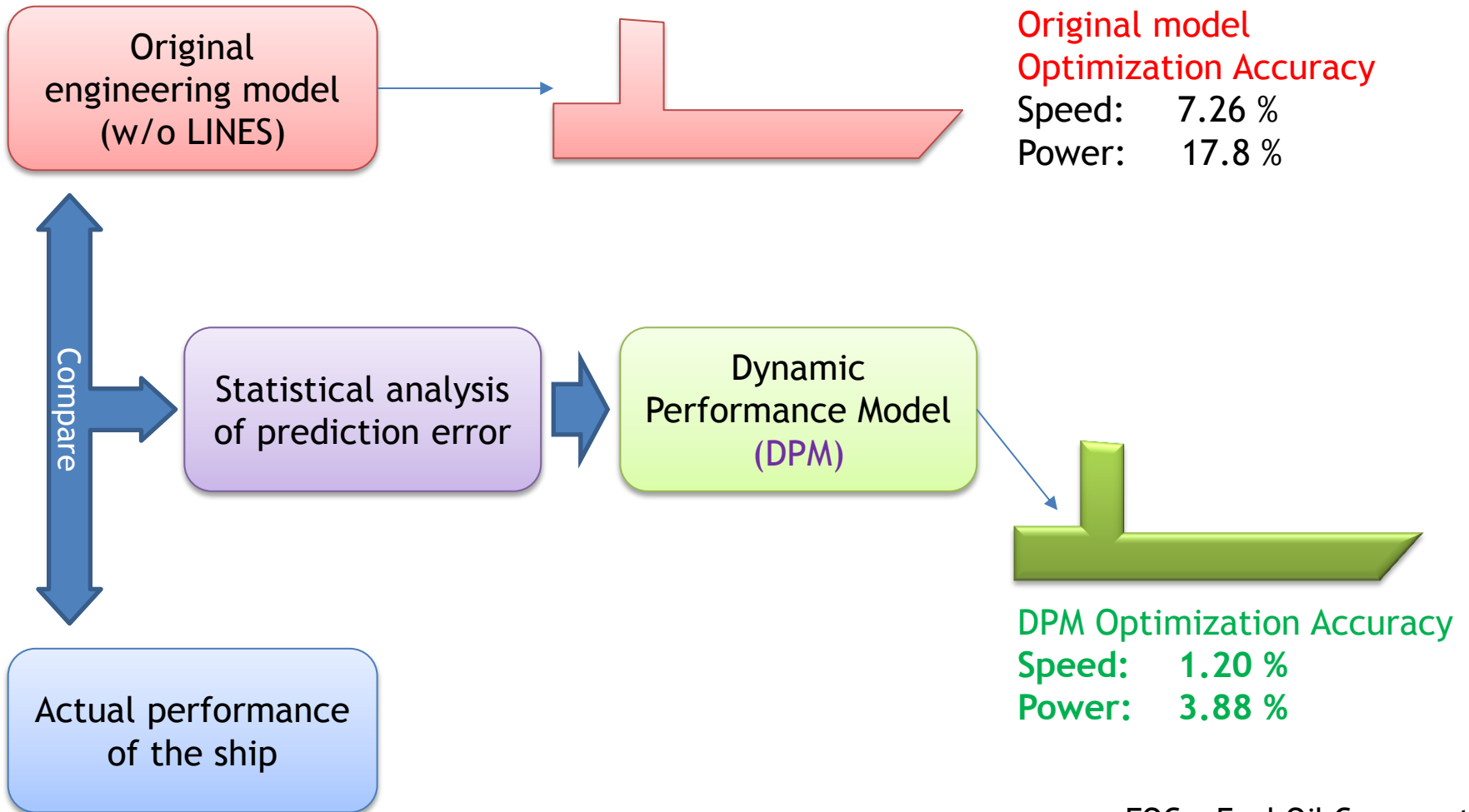


### 3) 航海シミュレーションモデルの自動チューニングの検証



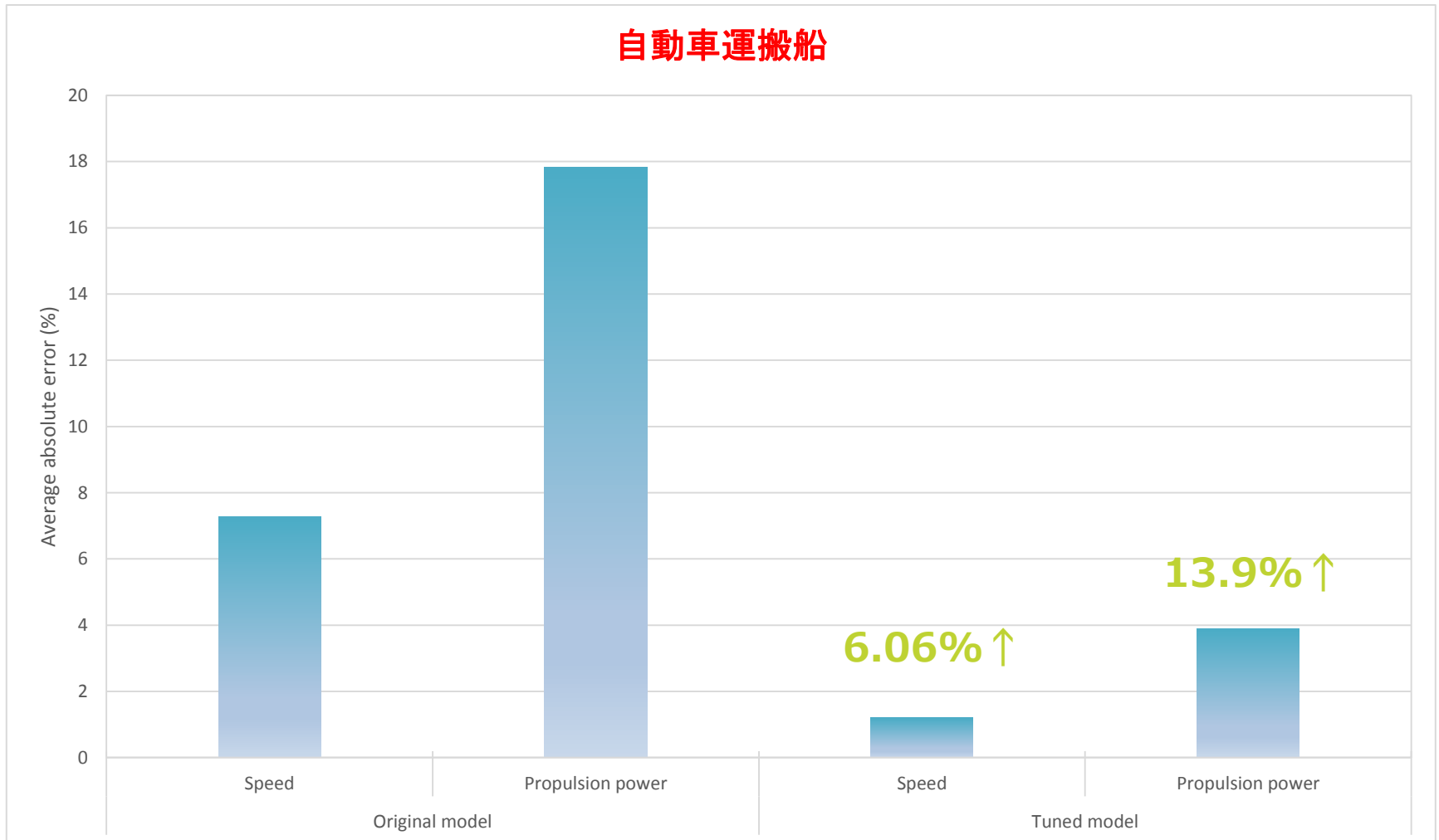
### 3)航海シミュレーションモデルの自動チューニングの検証

本研究期間(約1年間)における、自動チューニング(DPM)による精度向上具合 (自動車運搬船)



### 3)航海シミュレーションモデルの自動チューニングの検証

#### 自動車運搬船



## 4)最適航路選定の燃費削減効果

---

### 実施要領

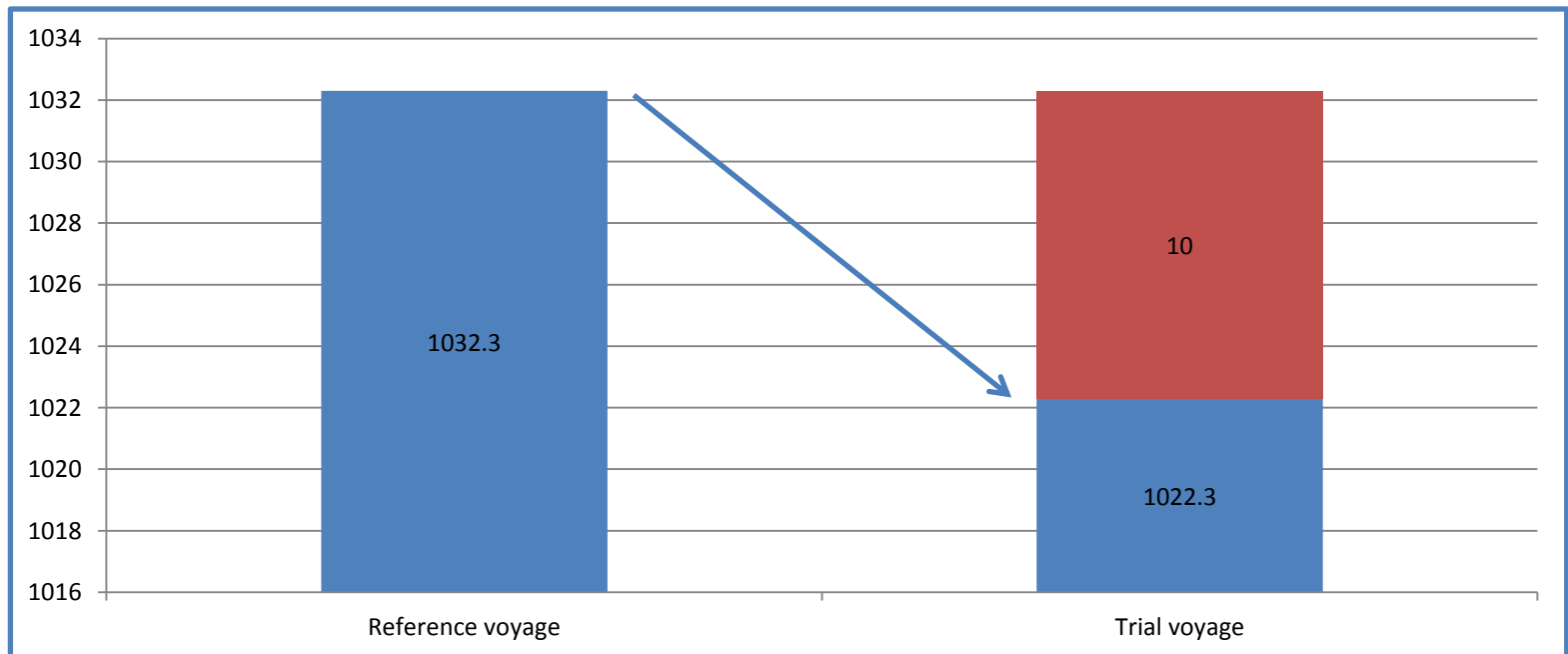
- コンテナ船を対象船とした。
- 2014年下期に、各10日間程度、2度のトライアルを実施した。
- ClassNK-NAPA GREENのVoyage Optimization(以下、VO)システムを用いて、本船固有の性能と気象海象予報データを基に策定した最適運航計画に従って本船を操船。
- ClassNK-NAPA GREENのVOシステムによる航海計画(Trial Voyage)と船長の初期航海計画(Reference Voyage、航海後に入手した気象海象の現況データを用いてシミュレーション)の燃料消費について比較検証した。

## 4)最適航路選定の燃費削減効果

### システム利用による燃費削減効果

#### 試験①

- 最適航路選定及び船速計画による燃費削減効果  
=> **-0.9% (10mt分)**

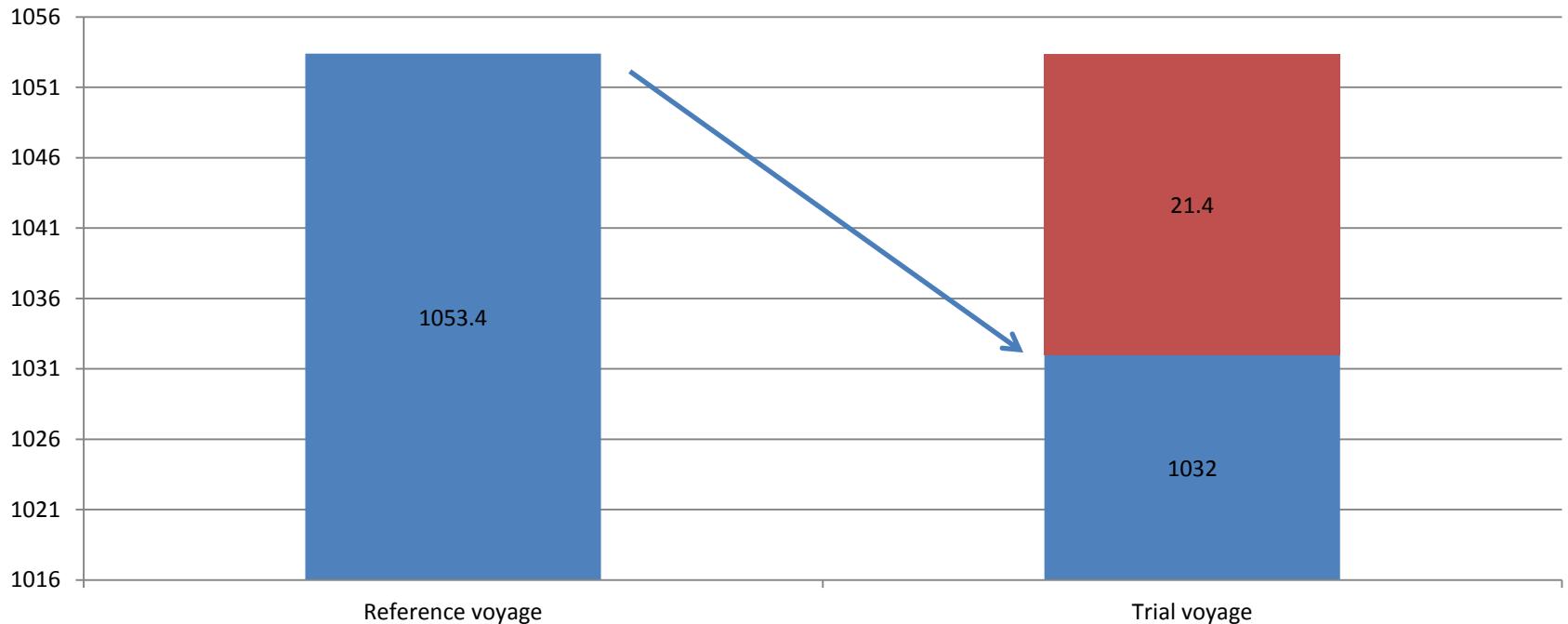


## 4)最適航路選定の燃費削減効果

### システム利用による燃費削減効果

#### 試験②

- 最適航路選定及び船速計画による燃費削減効果  
=> **-2.0% (21.4mt分)**



## 5) 実用性の向上と今後の課題

---

ユーザーの立場から下記システム構成要素の運用上の課題を抽出した

### 1) 本船上システム

- ソフトの稼動速度が遅い(Phase1からの継続課題)
- 利用回転数の設定が2範囲しか設定できない
- Static draft dataを別途入手しなければならない
- Voyage Optimization上での天気情報表示に不具合が多い
- 傾斜計が船橋に1箇所しか設置されておらず、正確な本船姿勢を検出するには不十分(ホギングやサギングを考慮できない)
- リモートアクセスだけでは解決できない障害もある。また、ソフトウェア更新等で大容量ファイルをやりとりする場合、訪船修理が必要な場合もある

### 2) 陸上システム

- ソフトの稼動速度が遅い
- リモートアクセスしなくても陸上関係者のPCでVoyage Optimization/Real Time MonitoringのSoftwareを開発してほしい
- New NAPA OFFICEの利用方法習熟に時間を要する
- Motion Sensorシミュレーション精度が低い
- PC1台あたりのソフト導入費用が高額であり、導入障壁が高い

## 6. まとめ

---

1. Phase1で挙げられた運用課題の一つである海上ブロードバンドへの対応として、VSATを利用したリモートアクセスを実現することで、限られたリソースの中で、新しく効率的な業務の姿を提供できた。
2. Phase1で挙げられた運用課題の一つである安全対策の対応として、Motion sensor を設置することで、「安全+Eco運航力の向上」が可能であることを示した。
3. DPMの精度向上により、時間が経過するにつれて本船性能のシミュレーション精度が向上することを示し、ClassNK-NAPA GREENが算出する計算結果は信頼性の高いものであることを示した。



## 6. まとめ

---

4. 最適航路選定による燃費削減効果について、2度のトライアルを実施し、ClassNK-NAPA GREENのVOシステムは、燃料削減が可能な航路、船速計画を選定可能であることを示した。
5. Phase2で新たに挙げられた項目については今後の課題とする。