

シミュレーション技術を用いた 代替燃料船の運航サポート

2022年11月24日

株式会社MTI 船舶物流技術グループ
井上 伸一

目次

- **GHG排出量の削減目標**
- 今後の燃料遷移の予測
- NYKのカーボンニュートラル達成に向けた取り組み

- **LNG燃料船の運航サポート**
- FGSSシミュレーションの活用
- FGSSシミュレーションの作成
- FGSSシミュレーションの運用

- **まとめ**

GHG排出量の削減目標

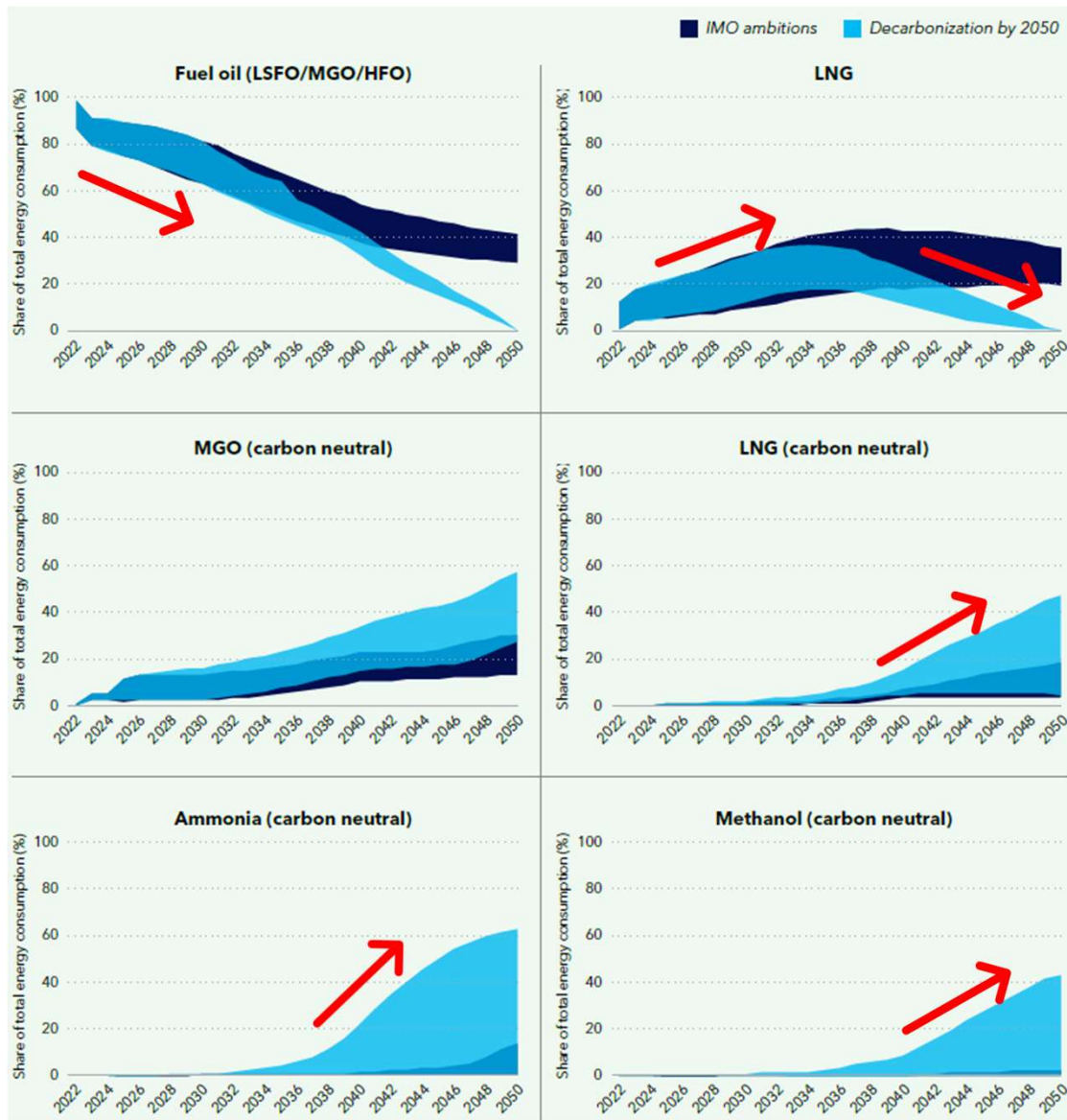
パリ協定

- 世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をする。その為に2050年以降の今世紀の早い段階で地球規模でGHG排出量をネットゼロとする事を目標とする。
- 120を超える国が2050年までにGHG排出ネットゼロを目指すと宣言。

IMOのGHG削減目標と戦略

- 今世紀中のできる限り早い時期に国際海運からのGHG ゼロ排出を目指す。
- 2030年に2008年比で全船舶を通じた炭素排出効率を少なくとも40%改善。
- 2050年に2008年比で炭素排出効率を70%改善、またGHG総排出量を最低半減する。

今後の燃料遷移の予測



- ✓ 重油燃料は減少開始。
- ✓ 代わってLNG燃料が増加。
2050年でも一定割合を維持。
- ✓ 2050年GHG排出ネットゼロのシナリオでは、化石燃料由来のLNGは減少する一方で、カーボンニュートラルLNGが増加。
- ✓ カーボンニュートラルのメタノールもLNGと同様に増加。
- ✓ カーボンニュートラルのアンモニア燃料が急増。

DNV Maritime Forecast to 2050 (2022年発行)

IMOのGHG削減目標と2050年GHG排出ネットゼロ目標に対する其々12ケースの燃料組合せシナリオについて最大、最小の消費割合をプロットしたもの

NYKのカーボンニュートラル達成に向けた取り組み



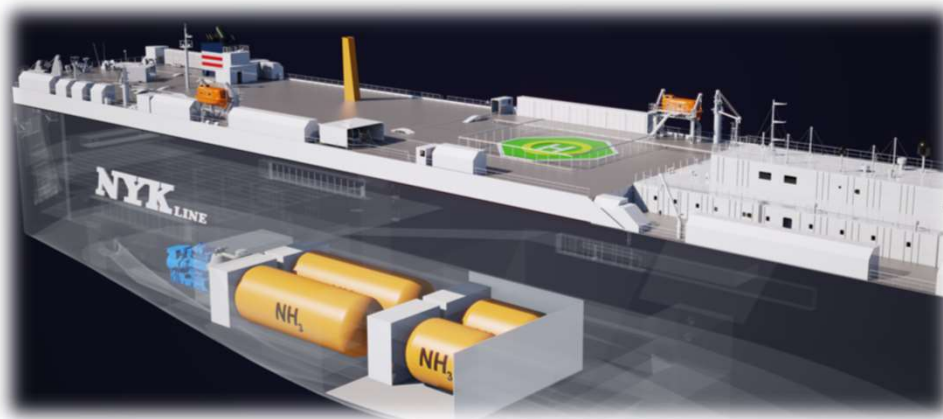
LNG燃料船

◆就航・発注隻数の増加。

アンモニア燃料船

アンモニアレディLNG燃料船

◆コンセプト設計を実施。



2050年までの
ネットゼロ・
エミッション達成

LNG燃料船の運航サポート

- ✓ LNG燃料船が安全かつ経済的に運航されることがGHG削減に重要。
- ✓ LNG燃料船の安全運航には従来の重油燃料船とは異なる課題もある。

燃料の
気相変化

制御の複雑化

異常検知の
複雑化

運航プロ
ファイルに
最適な設計

BOG発生量
の予測

LNG燃料機関
取扱いの習熟

LNGタンク圧力
温度の制御

メタン価の
影響



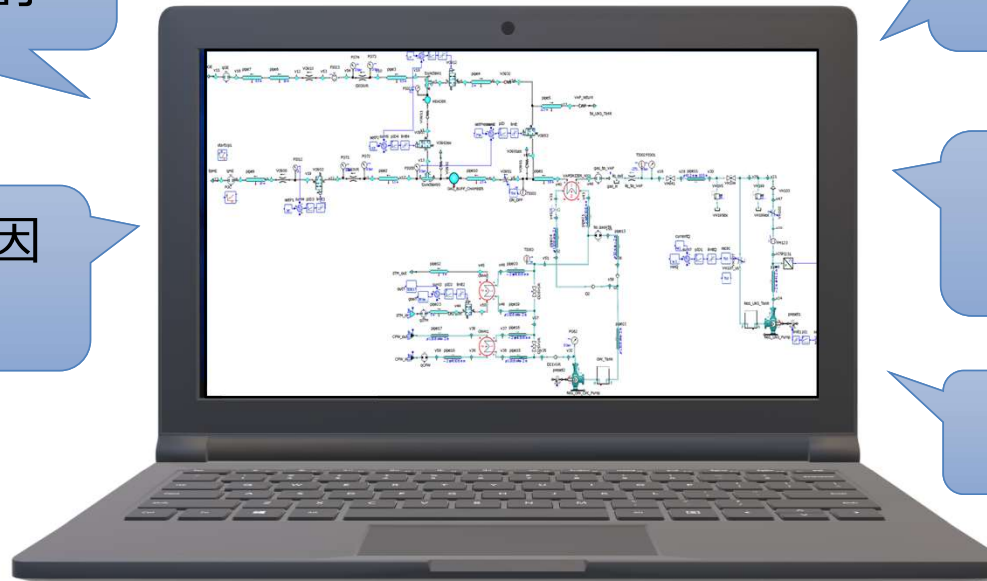
FGSSシミュレーションの活用

✓ シミュレーション技術を活用してLNG燃料船のオペレーションにおける課題解決に貢献するための研究を進めている。

最適なタンク圧
調整計画の検討

異常検知及び原因
検証に活用

FGSSシミュレーション



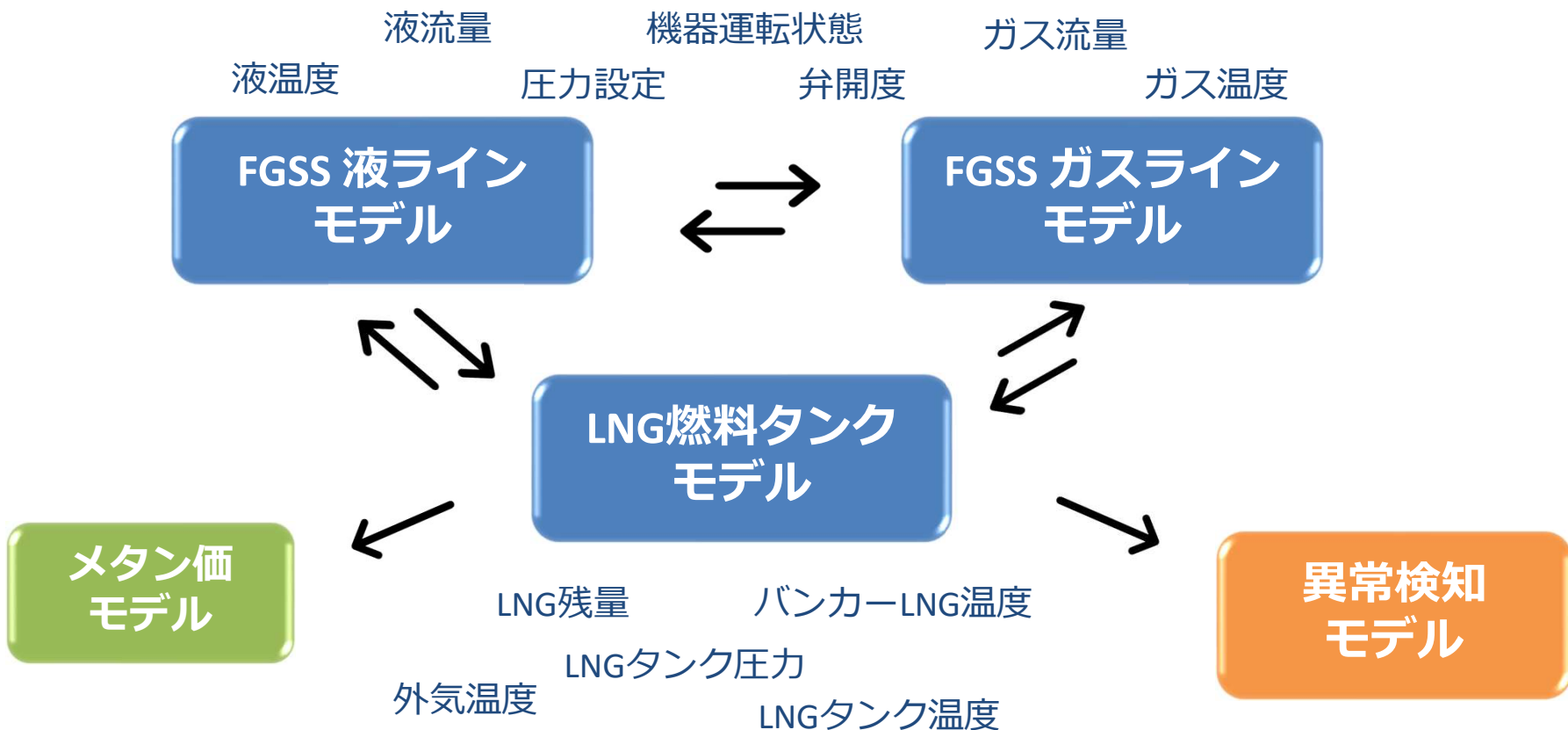
船員トレーニング
FGSSの理解向上

最適設計の検証
(造船所とコラボ)

メタン価の推定

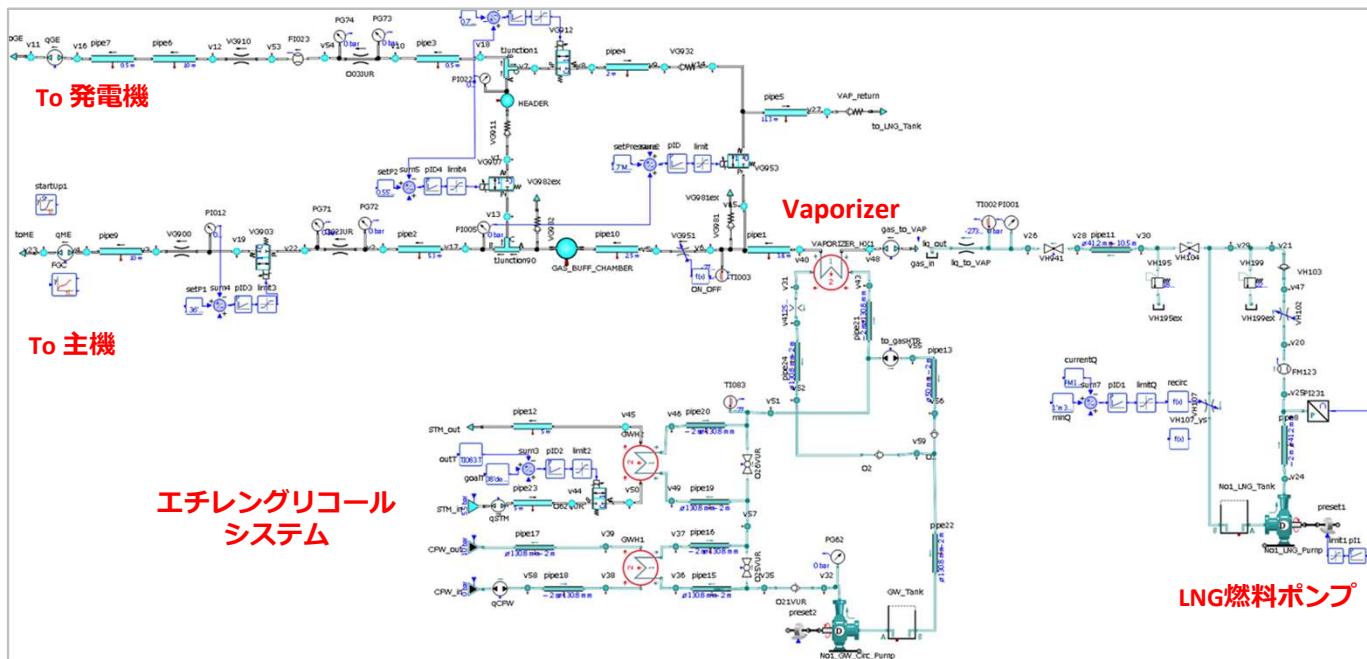
FGSSシミュレーションの作成

- ✓ LNG燃料の貯蔵・供給システムを3つに分けてモデルを作成。
- ✓ 使用用途に応じて必要なモデルを結合する。
- ✓ シミュレーション計算結果を用いた異常検知モデルの検討。
- ✓ 化学プロセスシミュレータを用いたメタン価推定モデルの検討。

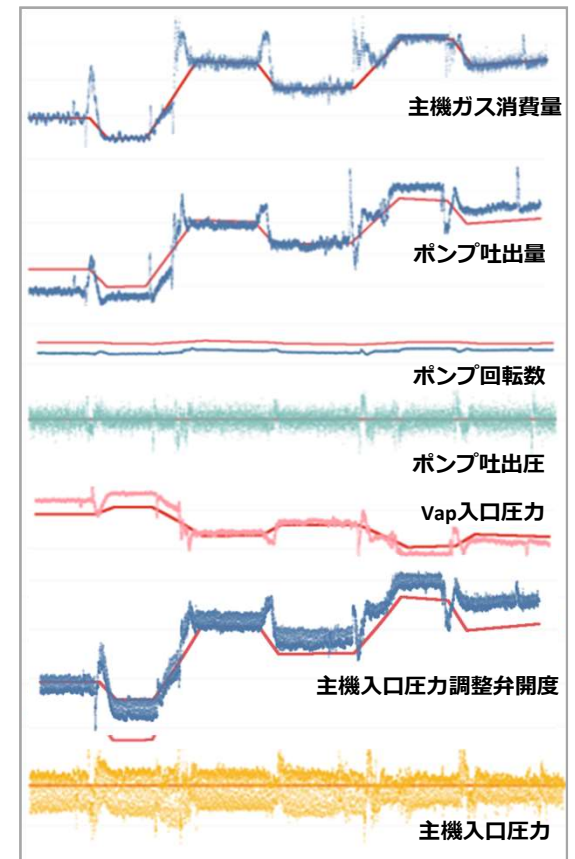


FGSS – 液ラインモデルの作成

- ✓ 油圧ライブラリで作成。（液体の動的な現象をシミュレーション）
- ✓ 構成機器や配管の詳細な特性パラメータを調査・入力。
- ✓ シミュレーション計算結果と運転データの誤差が十分に小さい事を確認。

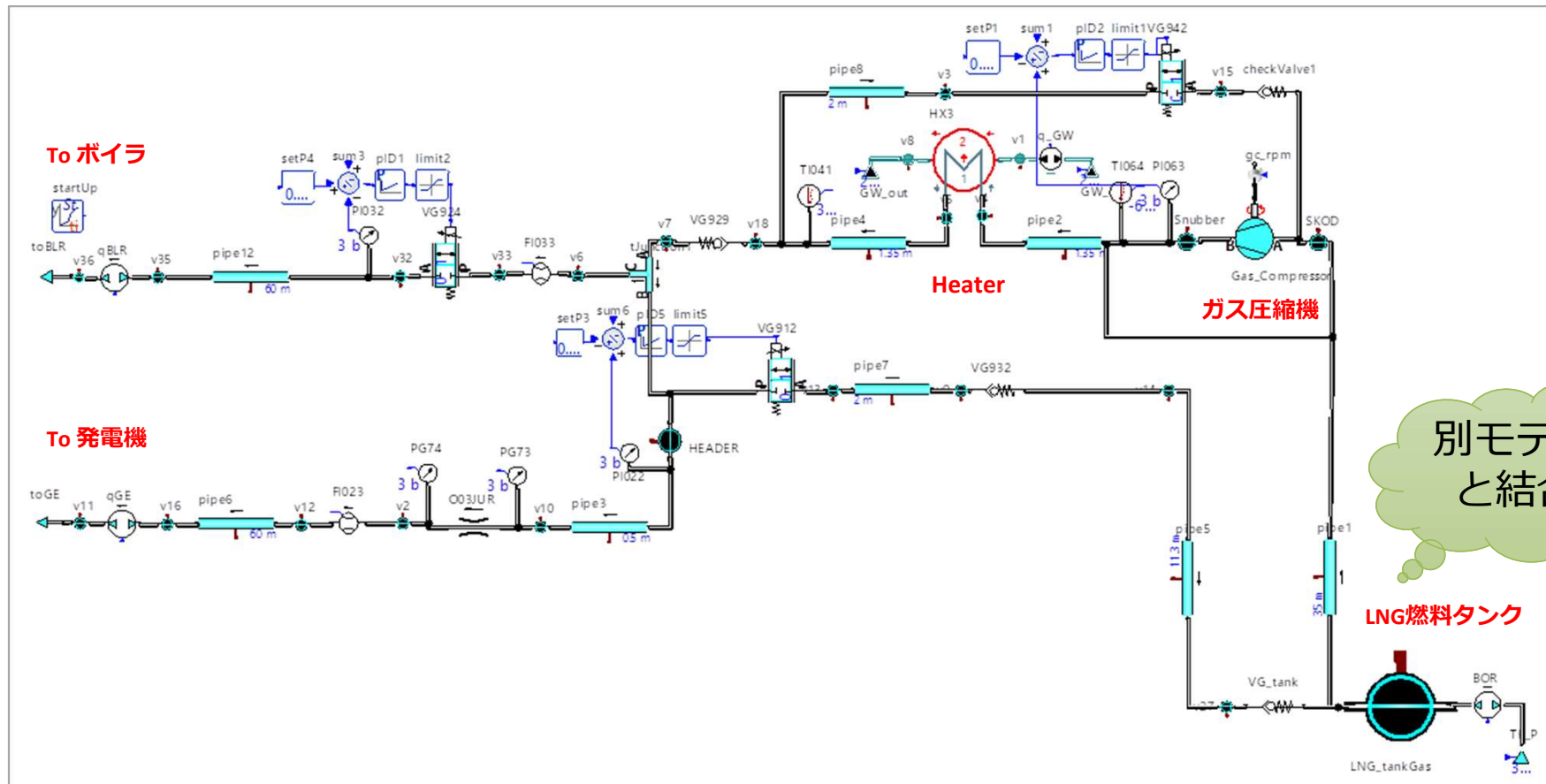


定常運転データとシミュレーション比較



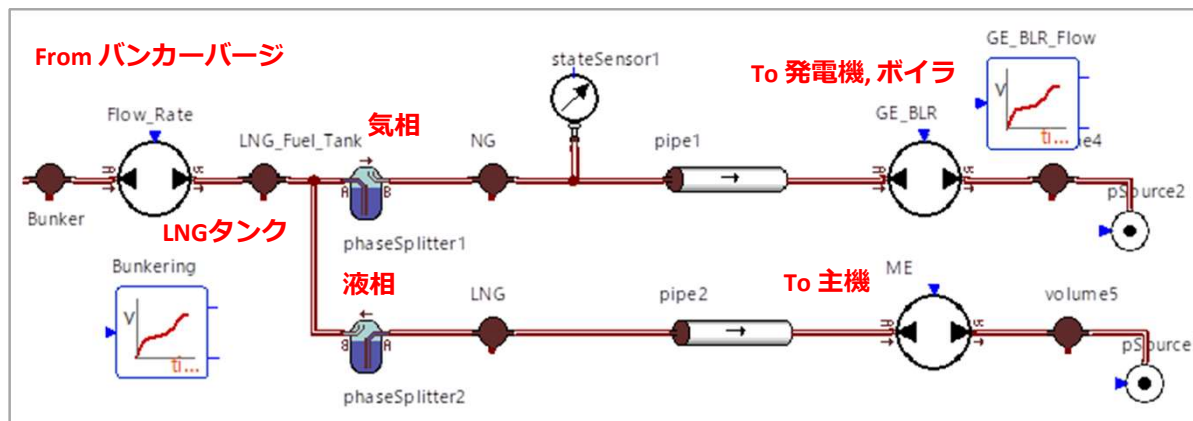
FGSS – ガスラインモデルの作成

- ✓ 空圧ライブラリで作成。（気体の動的な現象をシミュレーション）
- ✓ Boil Off Gas供給ライン及び構成機器のモデル化。
- ✓ オペレーション結果の検証や最適設計検討に活用したい。

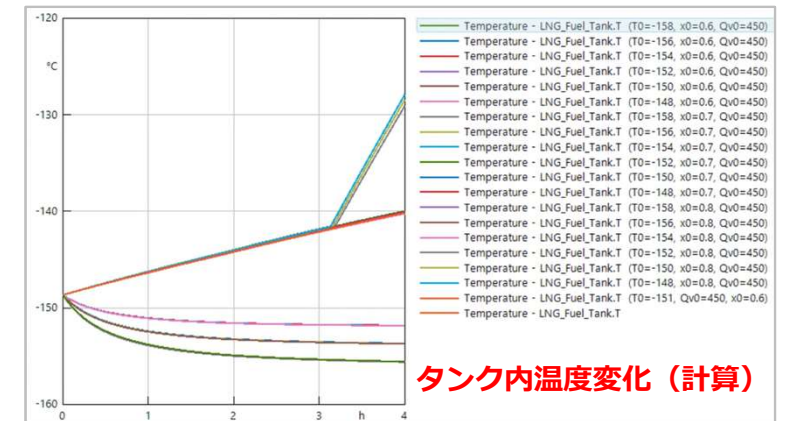
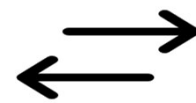
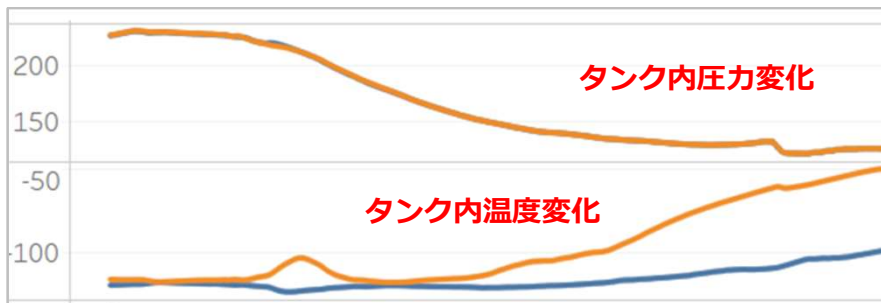
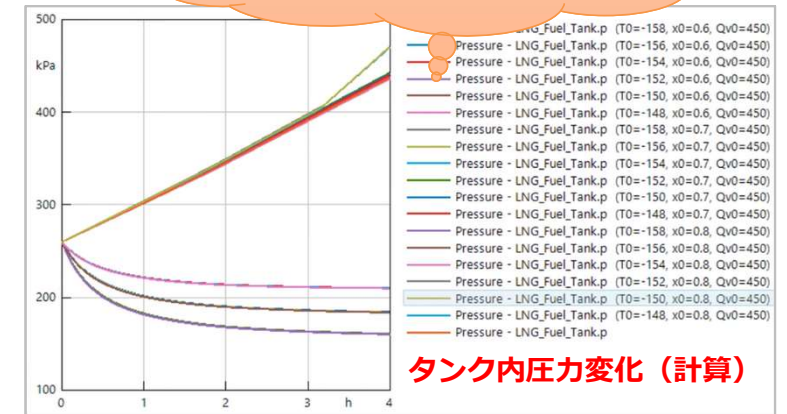


LNG燃料タンクモデルの作成

- ✓ 熱流体ライブラリで作成。（相変化をシミュレーション）
- ✓ 定常運航中やバンカー時のLNGタンク内状態変化を計算。
- ✓ 関係パラメータ（LNG温度、補給レート等）の感度・影響度分析を行う。



LNG温度の影響大



実データとの比較 → モデル調整

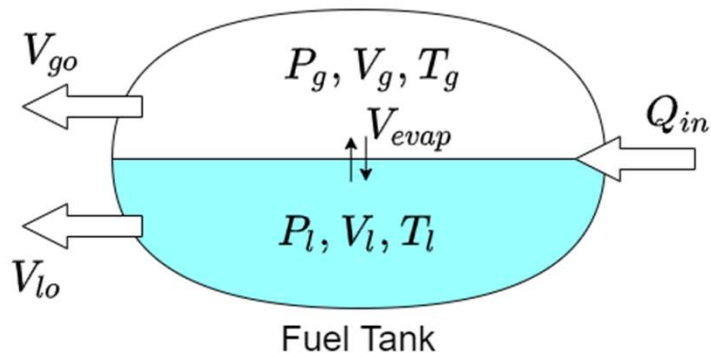
LNG燃料タンクモデルの作成

- ✓ Thermal Fluidで再現が難しいタンク内の温度分布やスプレーの影響等を計算するモデルが必要。
- ✓ データドリブンモデルによる補完を検討。

理論だけだと精度向上は難しい・・・

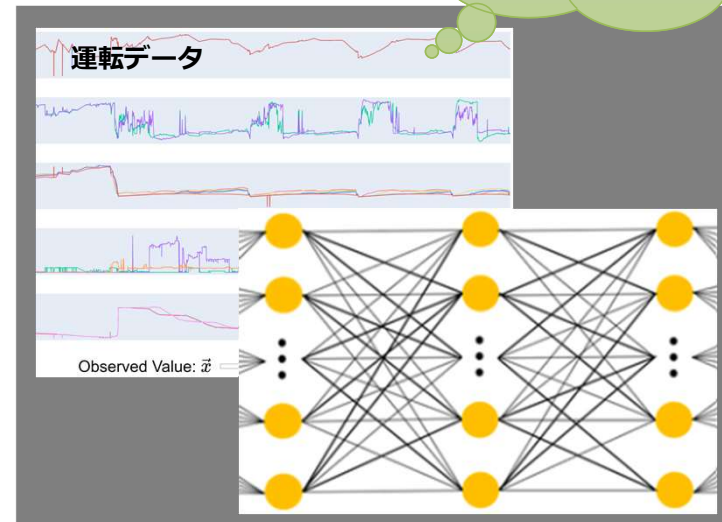
豊富な運転データを活用

$$\begin{cases} PV = nRT \\ \Delta Q = C\Delta T \\ \vdots \end{cases}$$



White Box Model

理論式より内部状態を計算

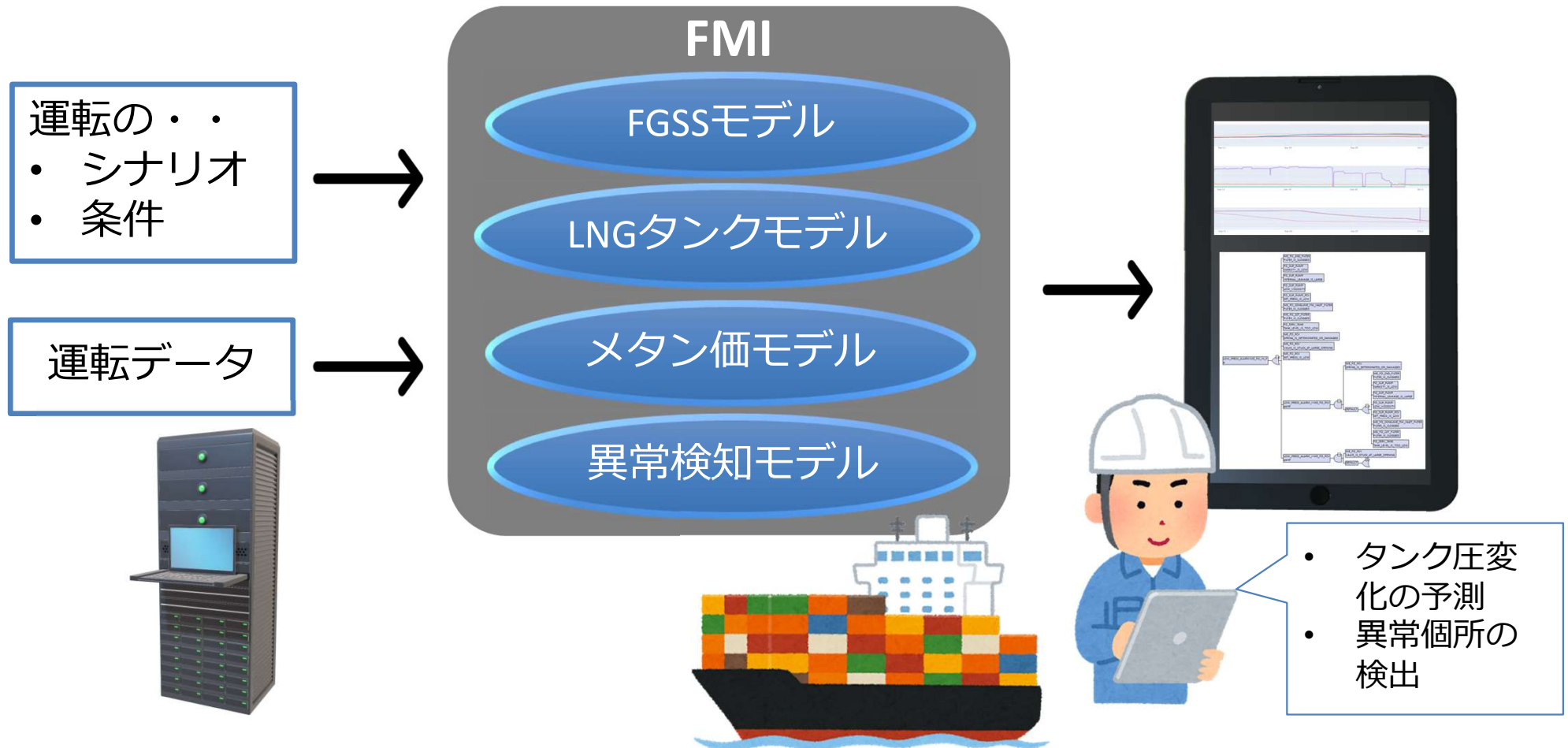


Black Box Model

統計・機械学習モデルを構築

FGSSシミュレーションの運用

- ✓ 乗組員が船上で活用するシステムの構築を目指す。
- ✓ 各種モデル、運転データ、制御設定等をFMIで結合して目的に応じて利用。

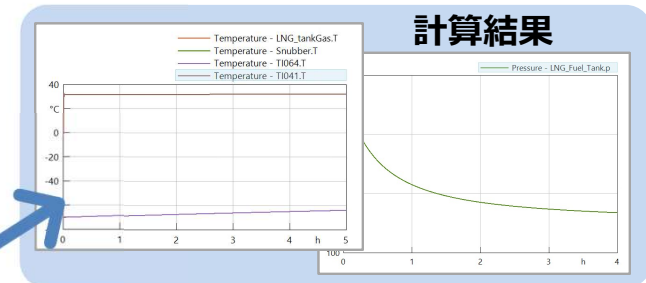
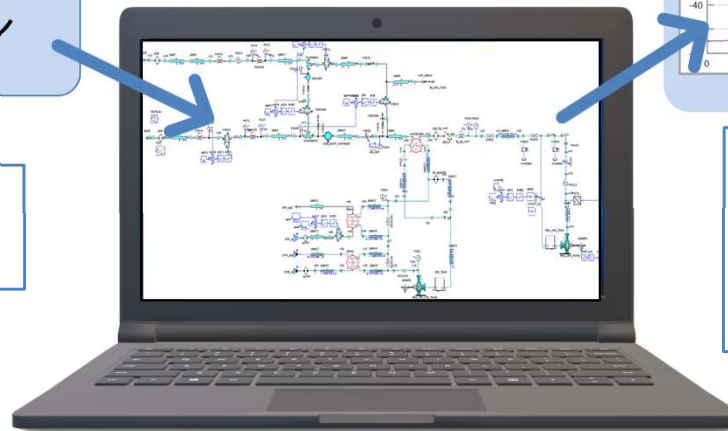


FGSSシミュレーションの運用

- ✓ モデルベース開発(MBD)への活用。
- ✓ 様々なオペレーションパターンを数多く実行できるシミュレーションの活用は、船社・造船所・メーカーのコミュニケーションツールとして最適。

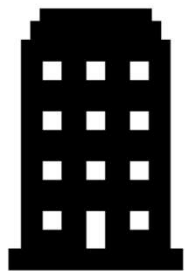
- 想定される多様な運航プロファイル
- 機器の運転パターン

運航情報の入力



計算結果レビュー
➡機器容量や構成を変更
➡再計算

共通モデルを使用することで相互理解が深まる。



船社



造船所・メーカー

まとめ

- ◆ シミュレーション技術を活用して代替燃料船の運航サポートを目指す。

LNG燃料船

運航サポート、異常検知、最適設計検討、リスクアセスメント、船員トレーニングなどに活用できるように研究開発を進める。



アンモニア燃料船

LNG燃料供給システムモデル作成のノウハウを活かしてアンモニア燃料船の燃料供給システムのシミュレーションモデルを作成し、未知のオペレーション方法の検証などに活用していきたい。

ご清聴どうもありがとうございました。