

国際海運ゼロエミッション化の技術と 経済と造船業の役割 事前配布版

東京大学名誉教授 大和裕幸

東京大学大学院新領域創成科学研究科 准教授 稗方和夫

海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所 和中真之介

目次

- 要旨
- 序論
- 問題点
- シミュレータ
- 例題
- まとめ

要旨

- 2050年までに国際海運ゼロエミッションを達成
- 定まらない技術・インフラ・規制と多くのステークホルダー
- 環境対応は社会・経済・技術の多分野相関問題
- ソリューションは「不確定条件のもとで、どのような船を、いつ頃投入するか」
- 具体的なソリューションを提示、ステークホルダー間で議論して最終的な実行ソリューションを決定
- 技術・インフラ・規制を想定したソリューションを提示し、環境・経済などのデータをステークホルダーに示すのが製品製作者である造船所の役割
- 具体的プロジェクトを通して多分野相関問題に対する新しい方法論の開拓と実践
- システム論的手法による分析と、シミュレーションとコミュニケーションツールの開発とそれによる合意形成の実行

2

序論： 国際海運ゼロエミッション化の道筋と未確定な使用環境条件

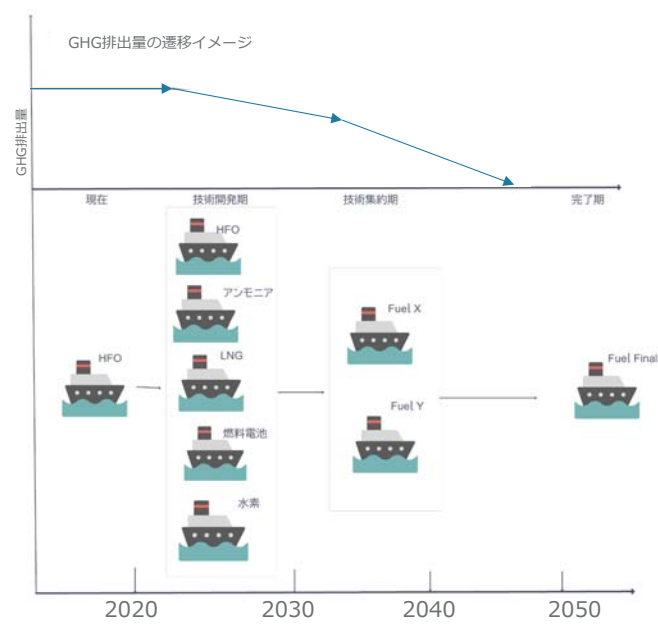
- IMOの道筋 2008年に比して・・・
- ～2030年：40%以上の燃費性能の向上
 - ～2050年：国際海運からの排出総量50%以上の削減
 - ～2100年：なるべく早い時期に排出量ゼロを達成 → **2050年までに前倒し**

不確定な技術とインフラの状況

1. 機関・燃料技術：重油(HFO)からLNG、アンモニア、水素、CCS、FCに変わっていくが技術的に未完成
2. インフラの整備：燃料転換に伴う燃料価格と港湾バンカーインフラの整備
3. 規制の整備：炭素課金などの制度が未定
4. 荷主・船主・ファイナンスの投資不安：技術的不安、運賃の高騰、不確定な燃料インフラの中での船舶への投資方法

3

問題点：GHG排出量と船の遷移の様子



問題点：ゼロエミッションにむけての造船技術ロードマップ

西暦年	2020	開発期				集約期				完了期			
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	—	2050
研究開発及び 実用化		<水素燃料（エンジン・タービン・燃料電池）>											
		船体関連技術開発（タンク関係等）								実船投入開始	普及は燃料供給インフラの整備状況に依存		
		エンジン・タービン・燃料電池開発								水素燃料船導入促進			
		実機/実船による実証											
		<アンモニア燃料（エンジン・タービン・燃料電池）>											
		N ₂ Oスリップ削減対策								実船投入開始	普及は燃料供給インフラの整備状況に依存		
		エンジン・タービン・燃料電池開発								アンモニア燃料船導入促進			
		実機/実船による実証											
		<LNG/カーボンリサイクルメタン/バイオメタン燃料>											
		メタンスリップ対策開発								LNG/カーボンリサイクルメタン/バイオメタン燃料船導入促進			
		メタンスリップ対策実証											
		<風力推進>								実船投入開始			
		実船による実証								風力推進システム導入促進			
		<船上CO ₂ 回収>								実船投入開始	普及は燃料供給インフラの整備状況に依存		

問題点：ファイナンスの不安

1. 船価が高く、燃料など経常費用も高く運賃が上がるが大丈夫か
2. 燃料インフラは整うのか、船は安全で保険もかかるのか
3. 荷物も安定してあるか
4. 売船、スクラップなど有利か
5. 環境規制で問題はないか
6. 荷主から受け入れられるか

6

問題点：国際海運に係わるステークホルダー

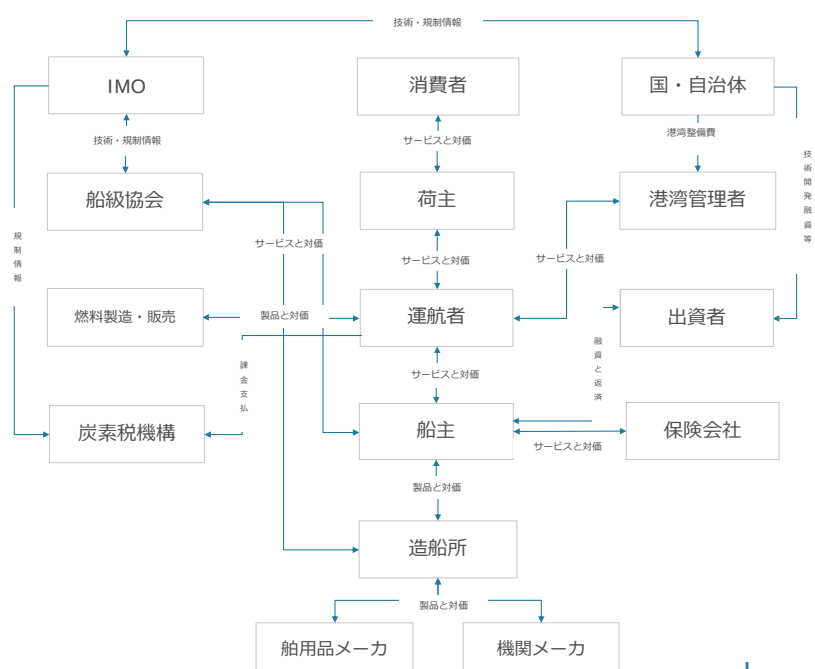
すべてのステークホルダーが許容する解



資料に基づいてステークホルダー間の合意形成の手法が必要



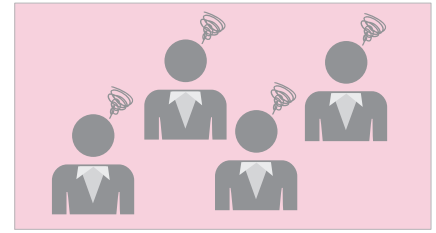
技術とコスト計算の出来る造船所の仕事



7

シミュレータ：シミュレータとコミュニケーション

世界経済や技術開発、規制、インフラ整備動向等の不確実
→ 「いつ、どんな船を造ればよいのか？」



様々なシナリオでフリートや燃料シェアの推移を表現できる
シミュレータを構築

シミュレータでデータを作り、
ステークホルダー間のコミュニケーションで最適解を求める



8

シミュレータ：SDモデル

$$V_i = V_{i-1} + B_{i-1} - S_{i-1}$$

V_i : i 年の船腹量 = i 年の船腹需要

→ 需要予測からバラスト航海比率で必要船腹量を求める。

B_i : i 年の新造船腹量

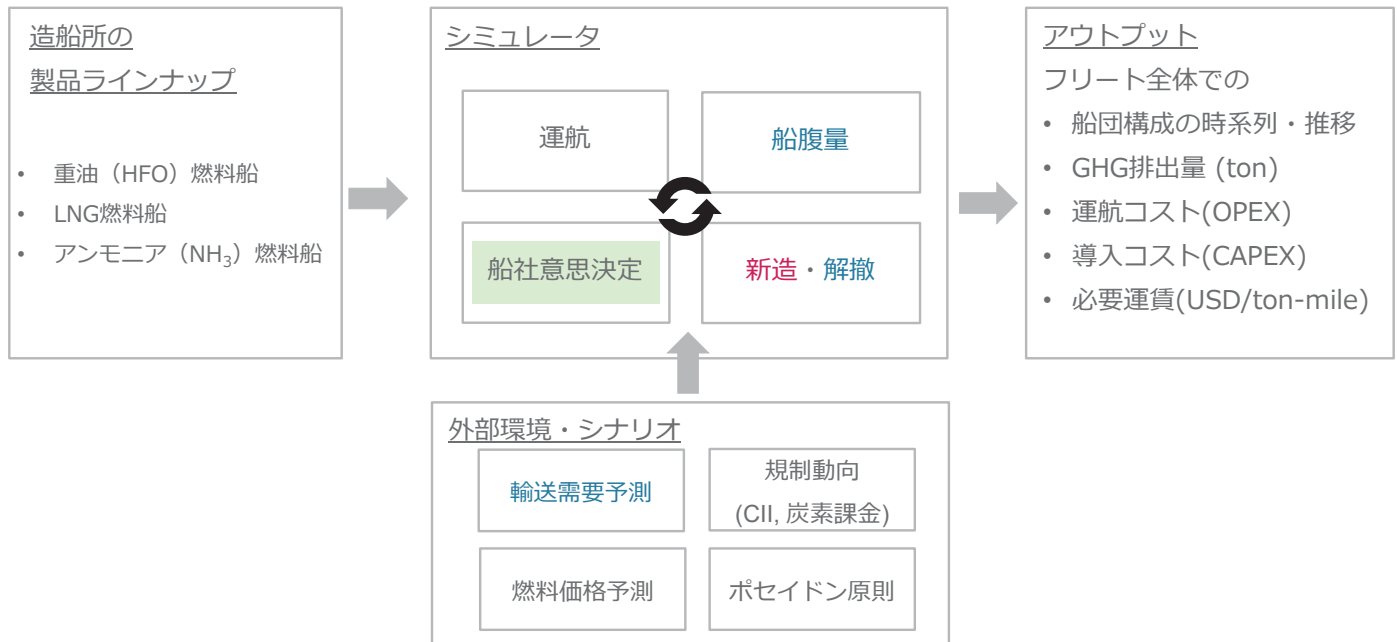
→ 各サイズへの分配は過去5年間の船腹量比率による。

S_i : i 年の解撤量

→ 「CIIによる解撤」と「実績データによる解撤」、「船齢」で解撤される

9

シミュレータ：アーキテクチャ



10

例題

例題については当日のプレゼンテーションでお示しします

11

例題からわかること

1. いずれも仮定が多いのでシミュレーションの結果を見るには十分注意が必要
 2. バルクキャリア船腹量の世界動向や造船需要など概観できる（経済）
 3. 運賃動向が予想できる（社会）
 4. 二酸化炭素排出量の総排出量や動向がわかる（環境）
 5. 規制の効果やコストなどが評価出来る
- これらシミュレーション結果から、ステークホルダーに社会的、環境的、経済的評価のためのデータを示すことが出来る
- ステークホルダーの考え方をシミュレータに入れる、個別プロジェクト評価システムやステークホルダー間のコミュニケーションツールの実装を行うなどの展開が望まれる

12

まとめ

国際海運ゼロエミッション化にむけての造船所の役割

- 国際海運ゼロエミ化は社会・経済・技術の相関問題で、多分野にわたるステークホルダーの密接な協力が必須
- 環境とステークホルダー経済の双方を規制と技術によって最適化する複雑な問題
- 機関燃料技術・インフラ整備・国際規制などの条件が未確定
- 使用する船舶群の設計や投入時期などゼロエミまでの道筋を具体的に提案し、環境、経済、技術の様々なデータをステークホルダーに示しゼロエミ化を実現
- 将来予測をベースにステークホルダー間のコラボレーションを促進する機能が必要でそのためのシステム科学的分析とシステムの実装が課題
- スキル（技術）とネットワーク（情報）と議論の場（実プロジェクト）を整備する
- その提案作業は最終製品をまとめる造船業界が核となるべき

13