



第23回 海上技術安全研究所研究発表会



環境・動力系におけるGHG削減・環境保全への取り組み

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

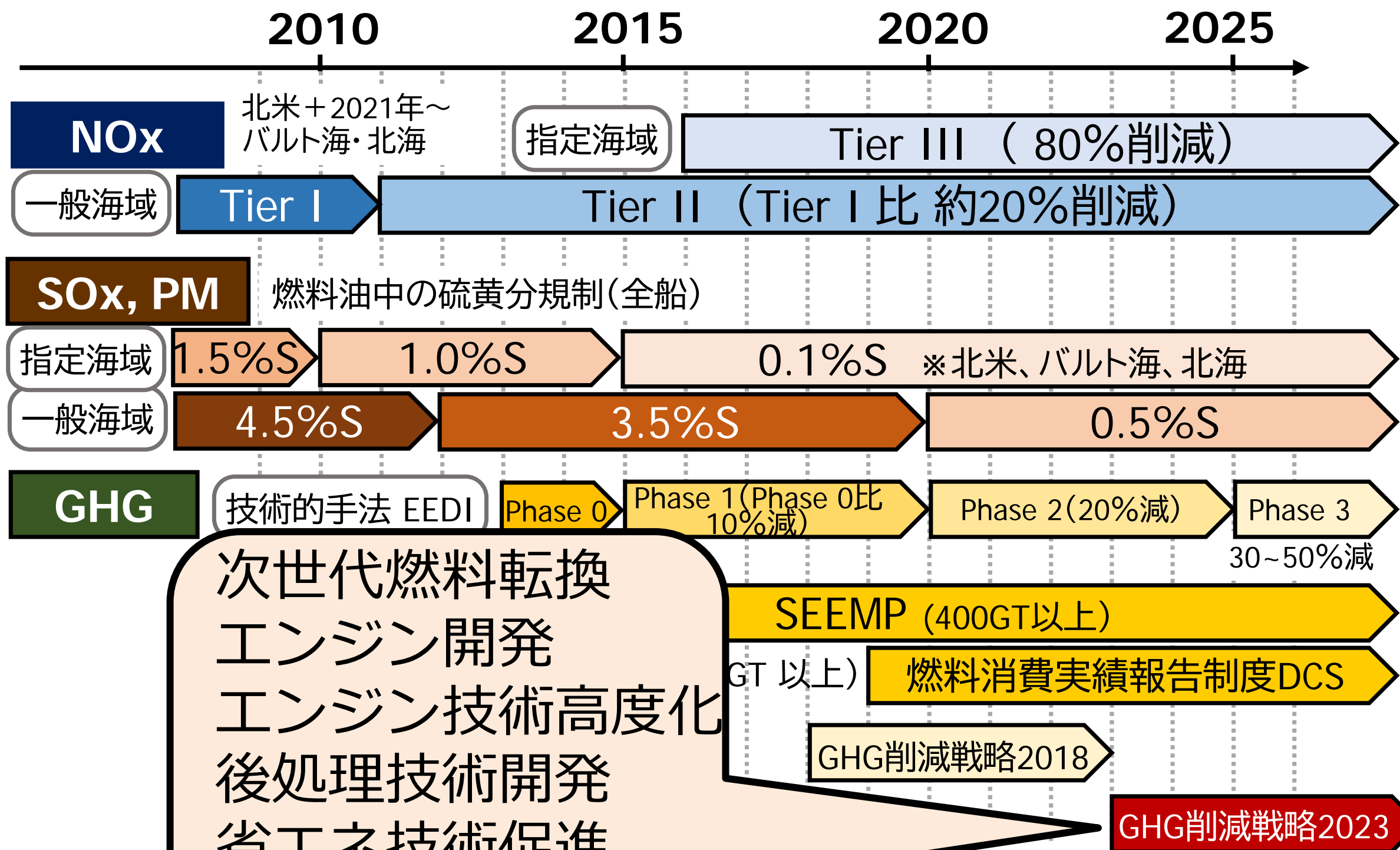
環境・動力系

益田 晶子 浅見 光史 平田 宏一 高橋 千織

国際海事機関 (IMO) 船舶による海洋環境汚染防止 (MARPOL 条約)



環境保全と規制はセット



次世代燃料転換
エンジン開発
エンジン技術高度化
後処理技術開発
省工ネ技術促進
安全対策

2016-2023 第1期中長期計画

- 燃料・燃焼
- エンジン技術
- 排出物
 - 分析・計測
 - 後処理削減技術
 - 環境影響評価

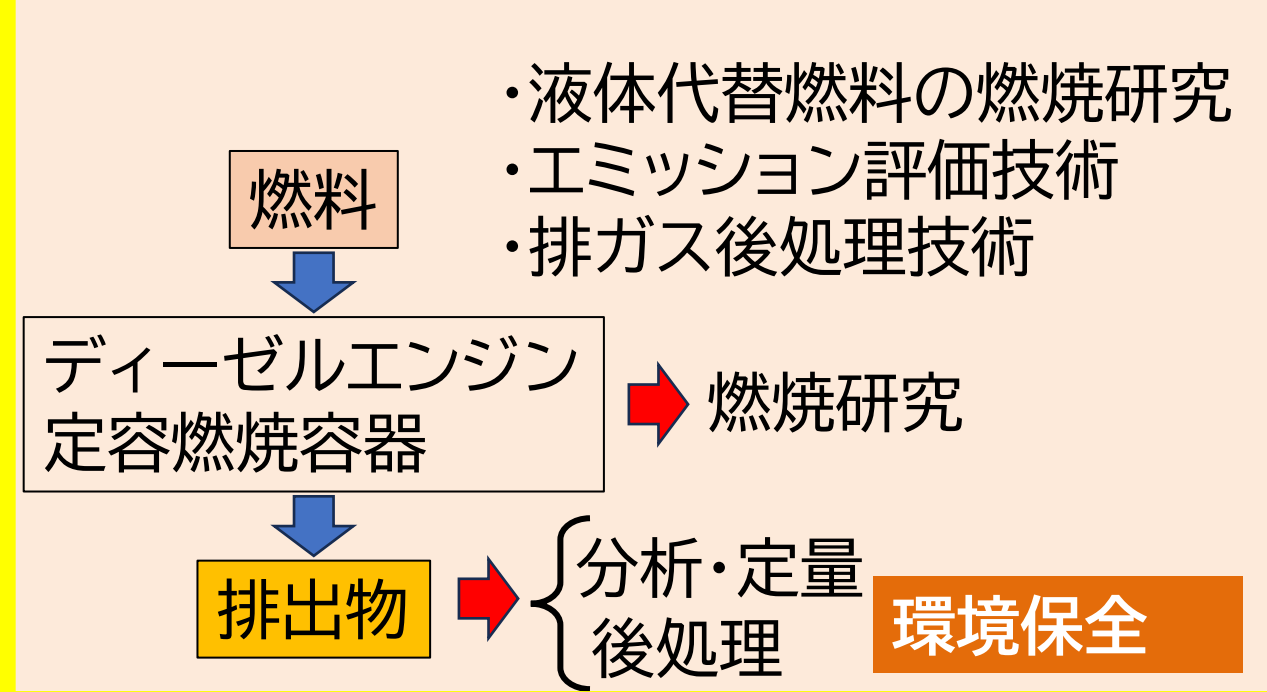
2023-2030 第2期中長期計画

- 既存技術の高度化
 - 新しい技術の創出
- GHG削減
環境保全
に関する基礎研究と社会実装**

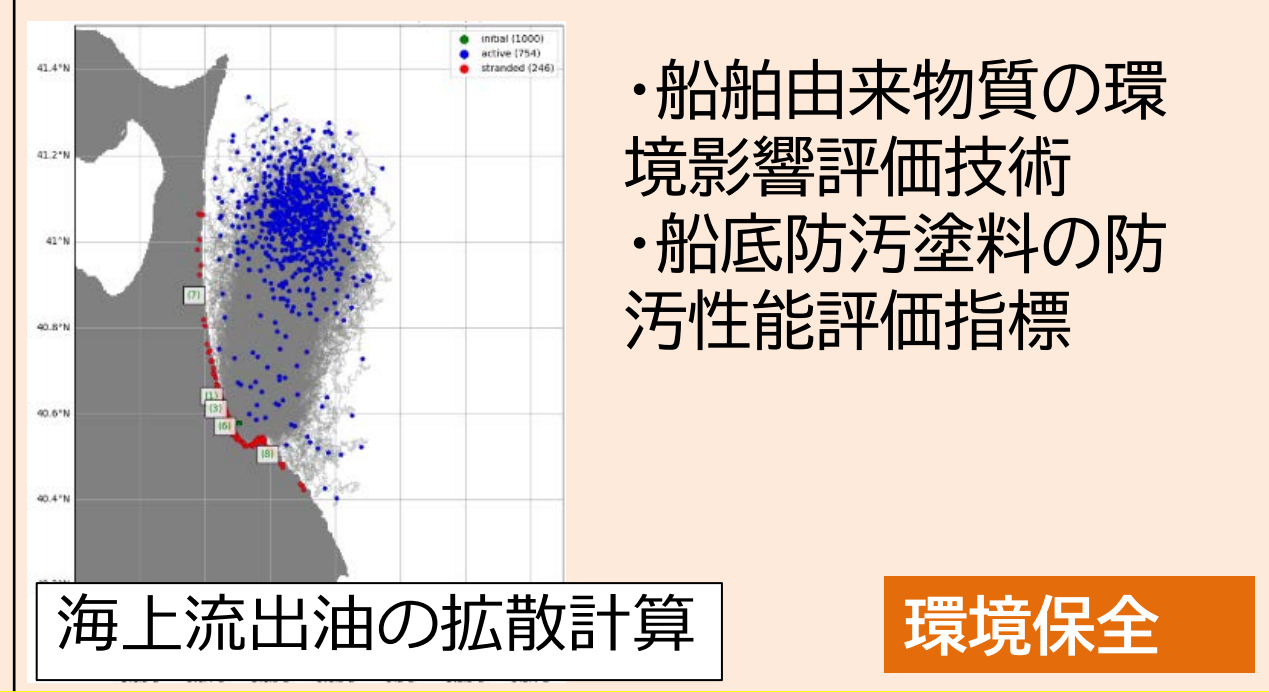
重点研究 6 のGHG削減と環境保全への取り組み



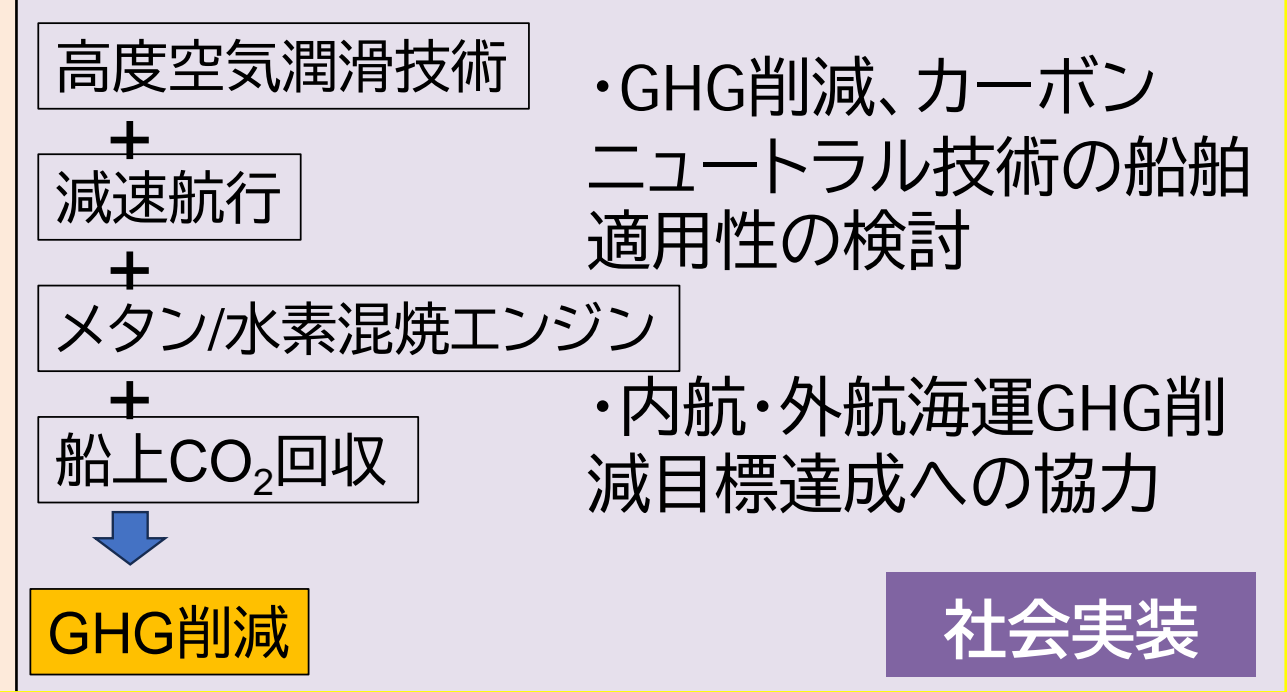
次世代燃料使用時における安全・環境評価技術



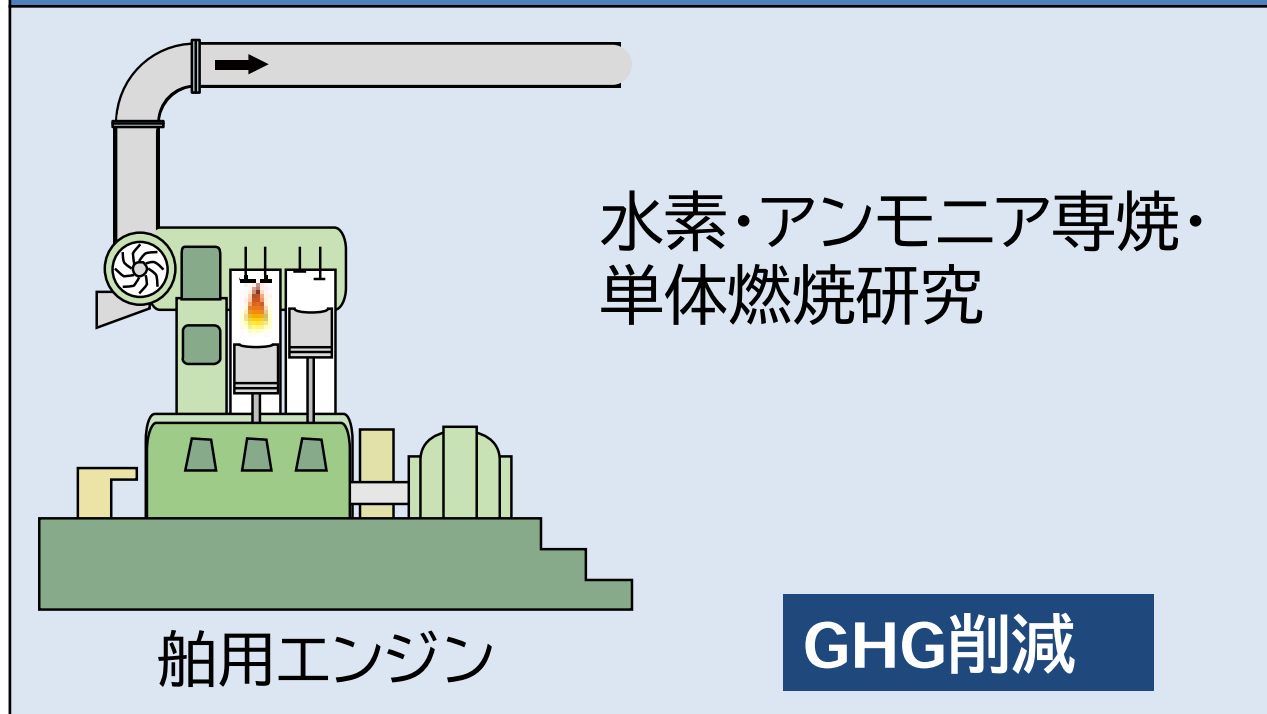
船舶運航における環境影響評価技術の高度化



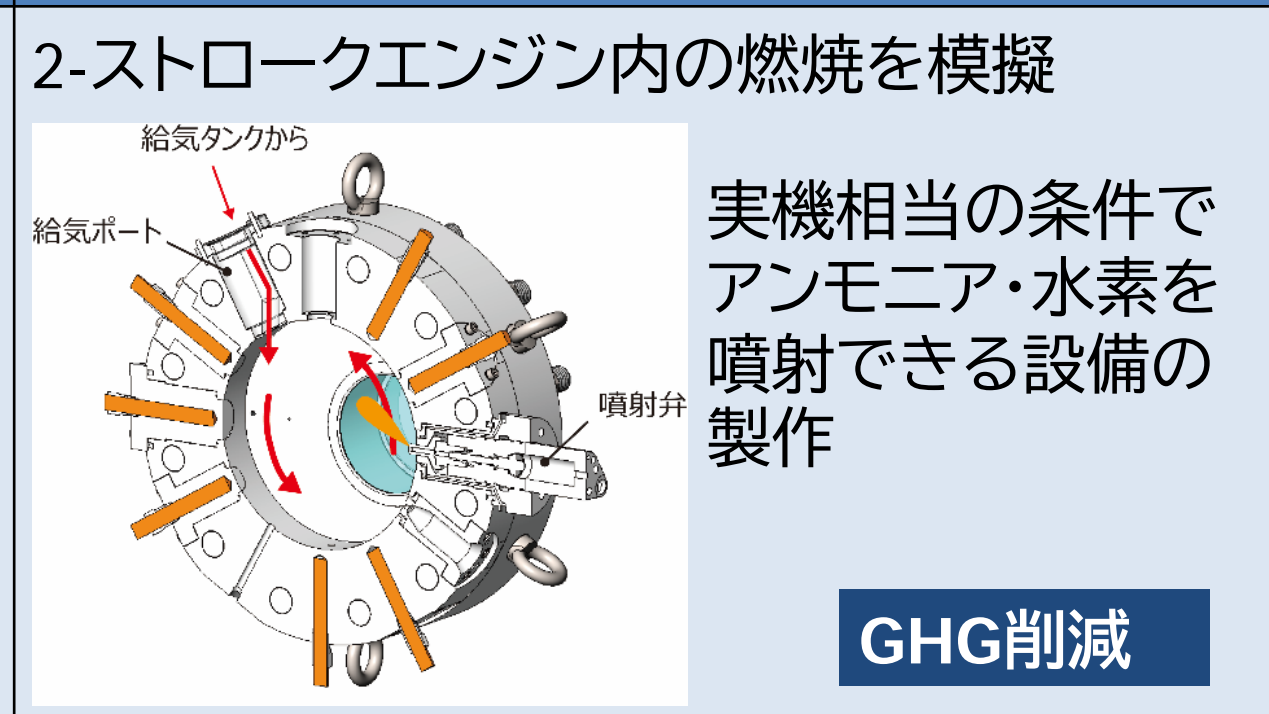
内航・外航海運の省エネ化・GHG削減対策に資する普及・実用技術



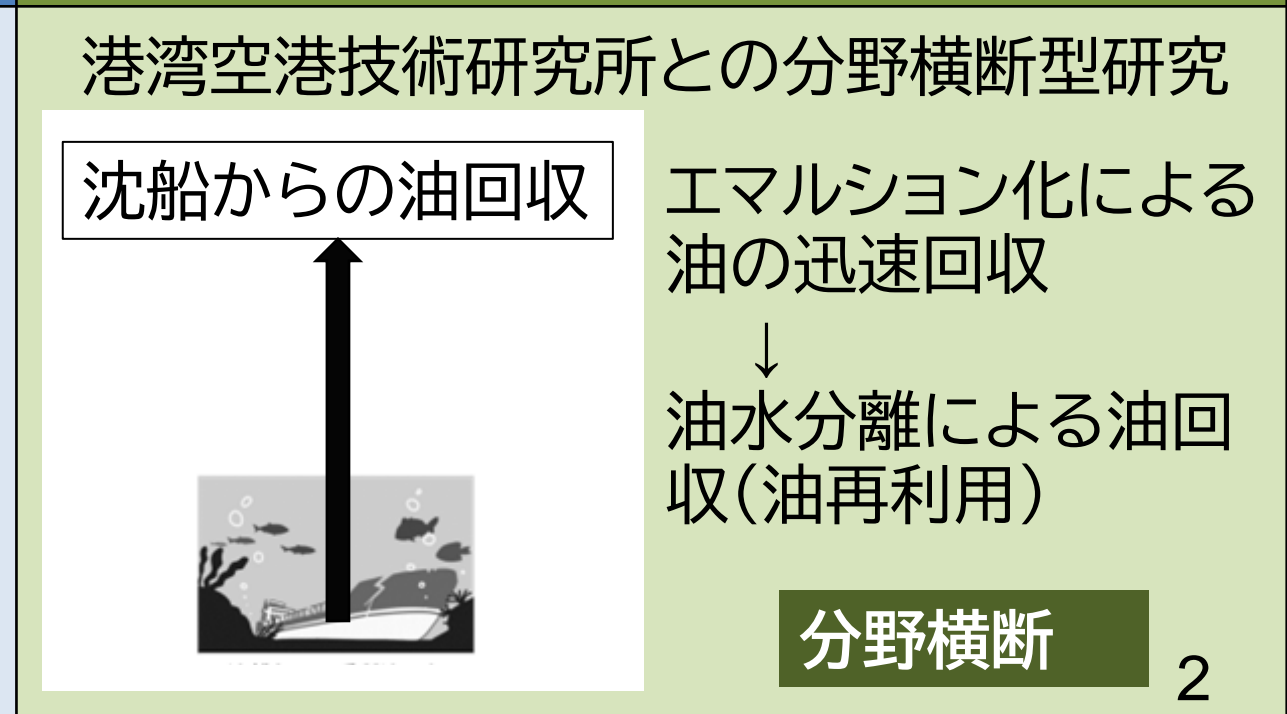
水素・アンモニア燃料エンジン等の専焼コンセプトの開発



次世代燃料のエンジン燃焼解析技術の高度化



重油のエマルション化による流動促進化及び回収技術



環境保全

次世代燃料使用における安全・環境評価技術

各運輸セクタの脱炭素に向けたロードマップ例

航空機

持続可能な航空燃料(SAF)

国土交通省：航空分野に係る脱炭素化に向けた最近の状況について(2023)より

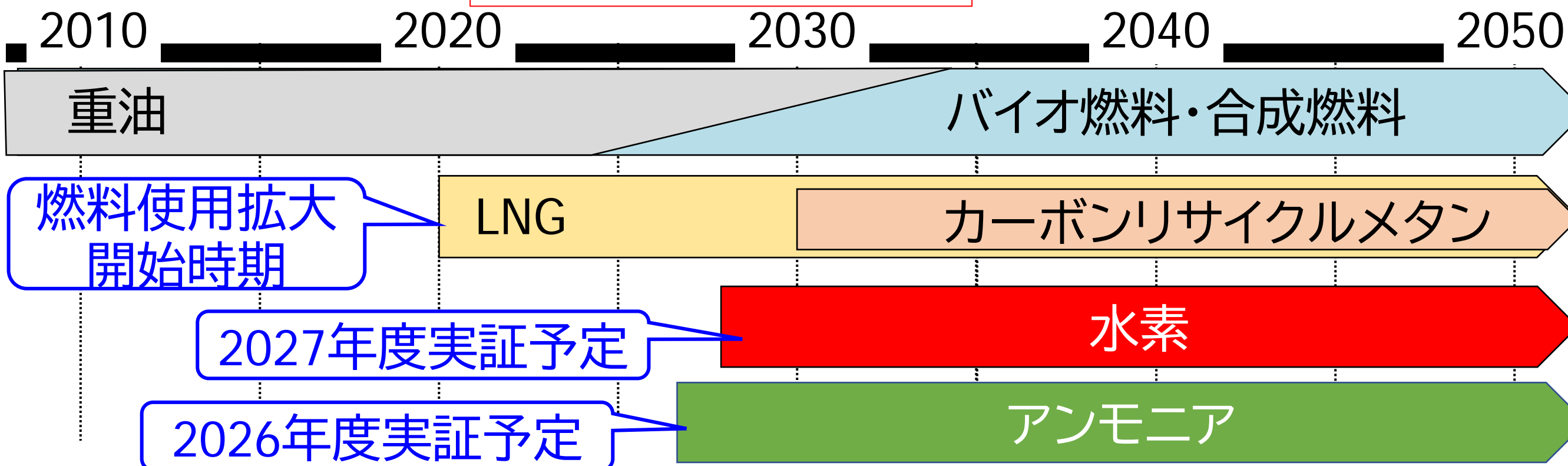
自動車

電動化 (EV、FCV)
バイオ燃料 (+合成燃料)

経済産業省：「トランジション・ファイナンス」に関する自動車分野における技術ロードマップ(2023)より

船舶（国際海運）

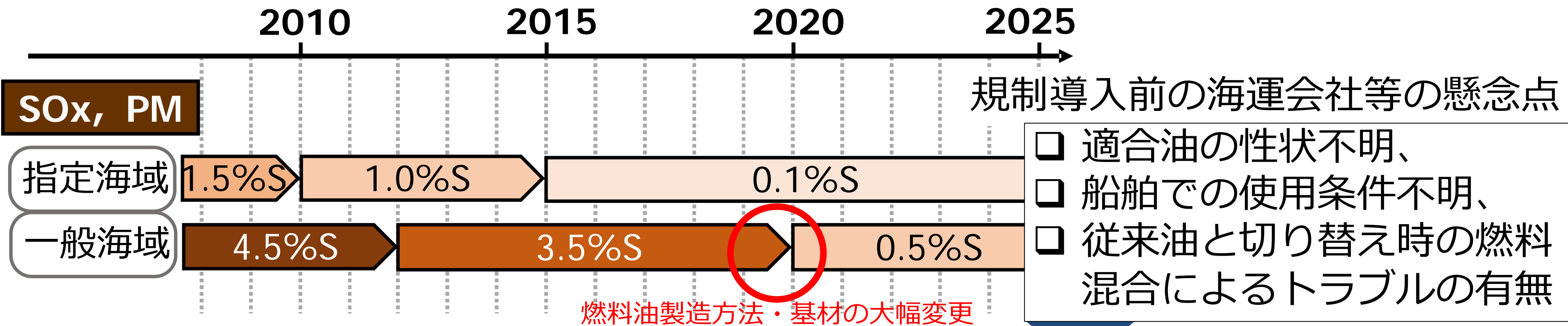
複雑なエネルギー源



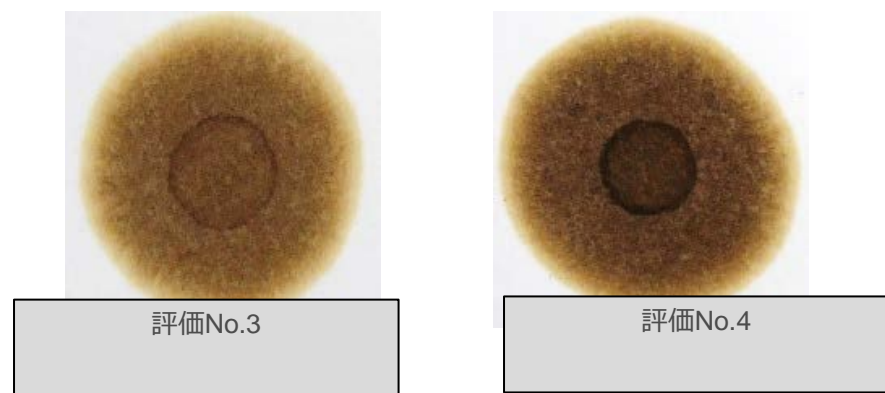
第2期

- 安全な燃料転換
- 新規排出物の特定
- 排出物削減技術の確立

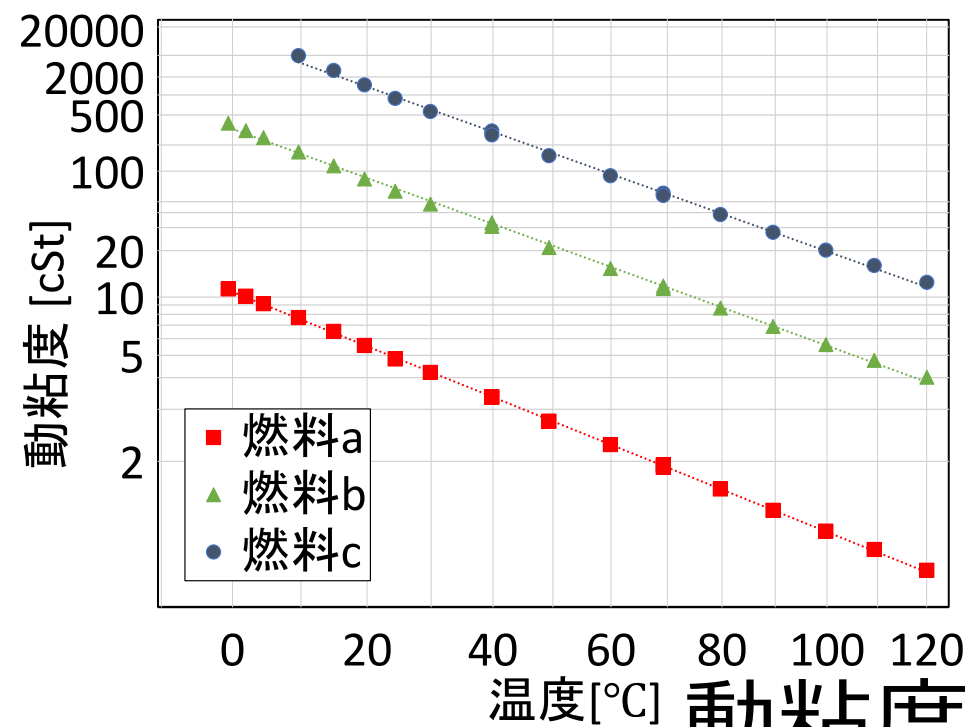
国土交通省：国際海運2050年カーボンニュートラルに向けた取組(2022)、海事分野の低・脱炭素化に向けた取組(2023)より



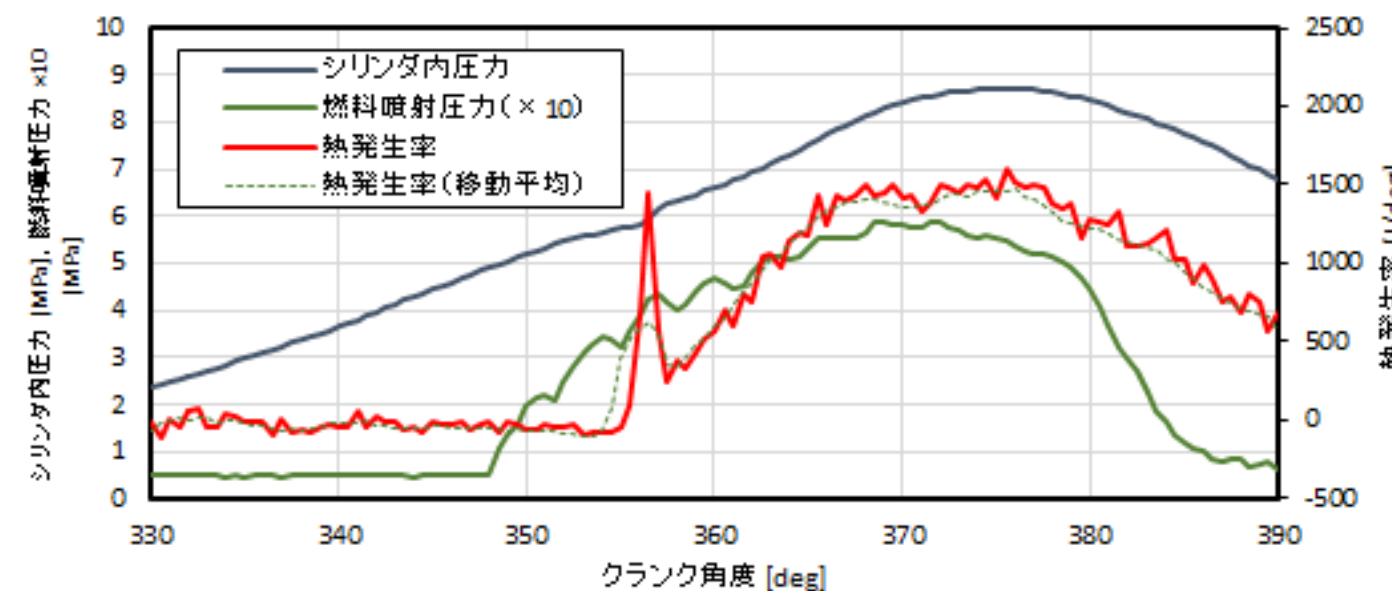
規制導入前に低硫黄適合油の燃焼試験・性状試験実施



混合安定性試験



動粘度計測



燃焼試験

実船試験（12隻、国土交通省事業）



燃料切替時のトラブルの有無・運転条件の確認。燃料切替時間の確認等。



499GT貨物船



749GT電気推進船

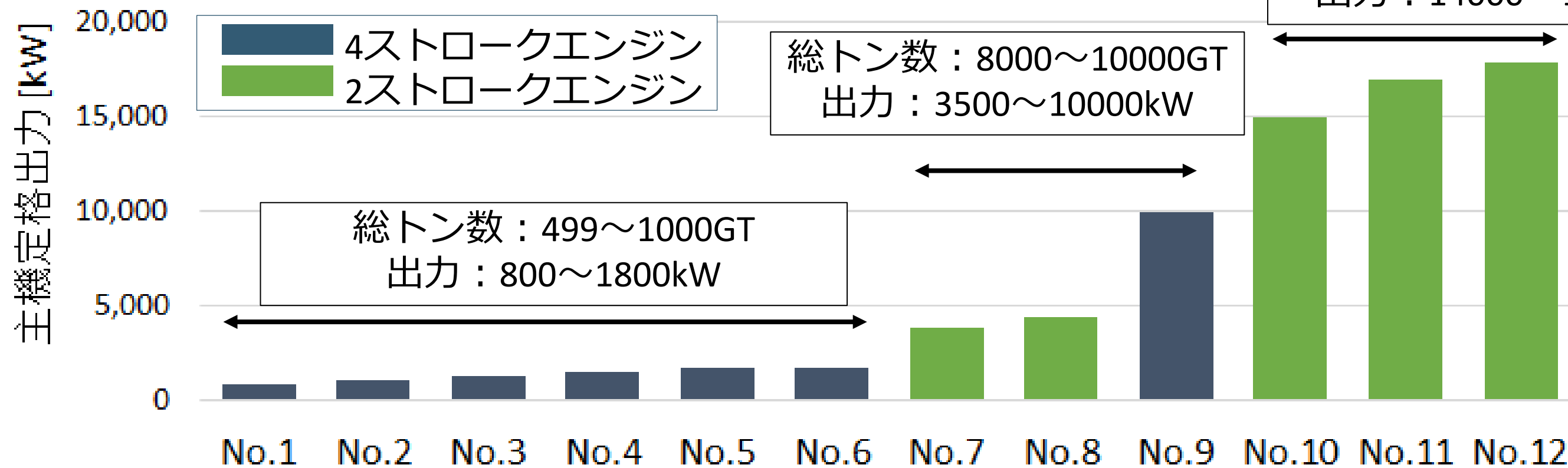


8000GT貨物船



14000GT RoRo船

総トン数：10000～14000GT
出力：14000～18000kW

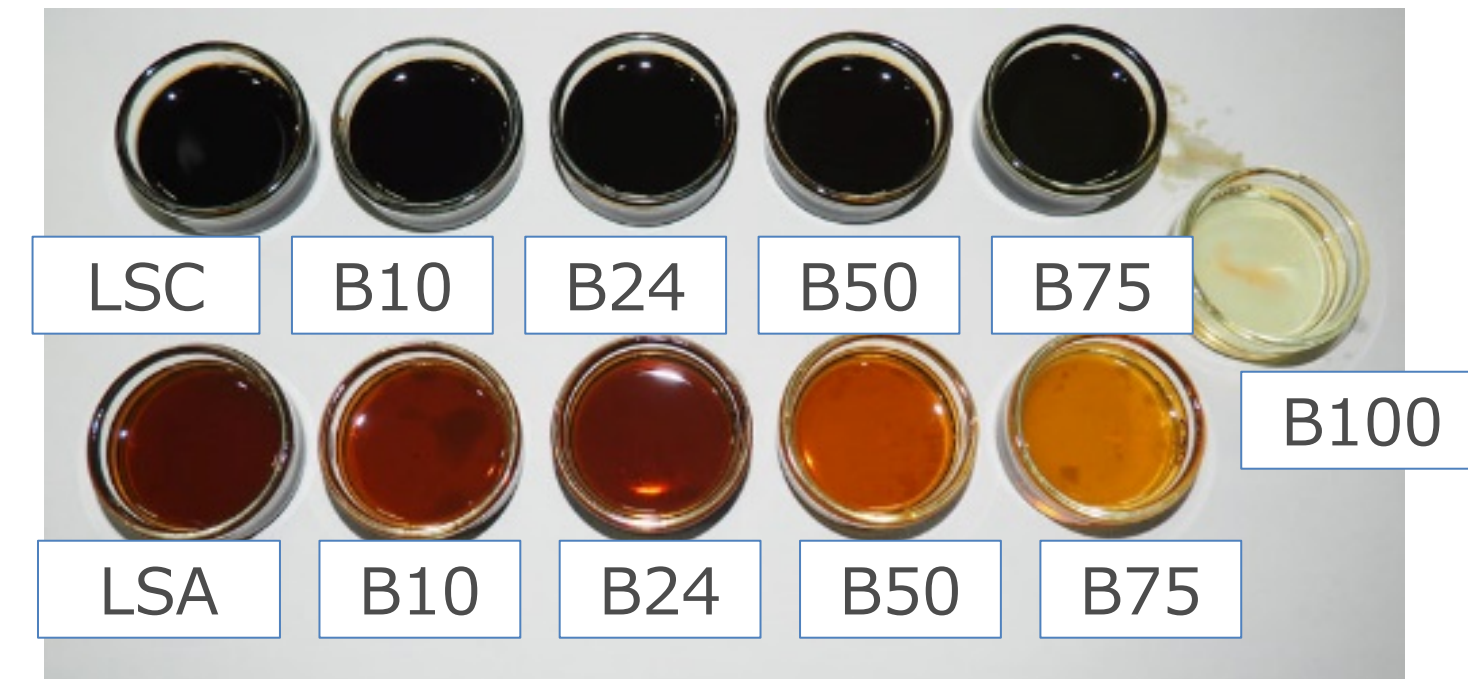
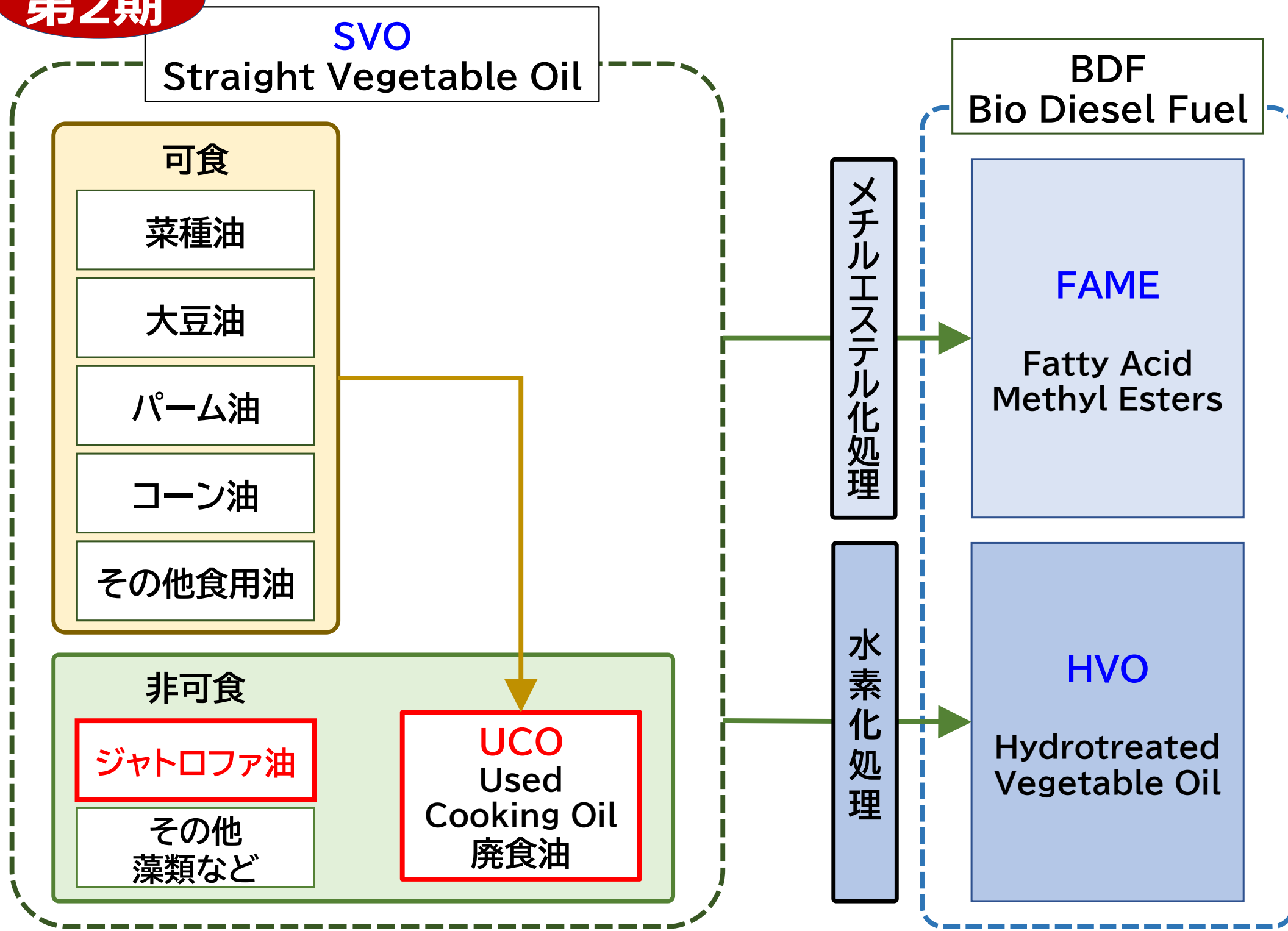


2020年SOx規制適合
船用燃料油使用手引
書（国土交通省）
に反映

重油+バイオ燃料の混合燃料を用いた試験 (国土交通省事業)



第2期

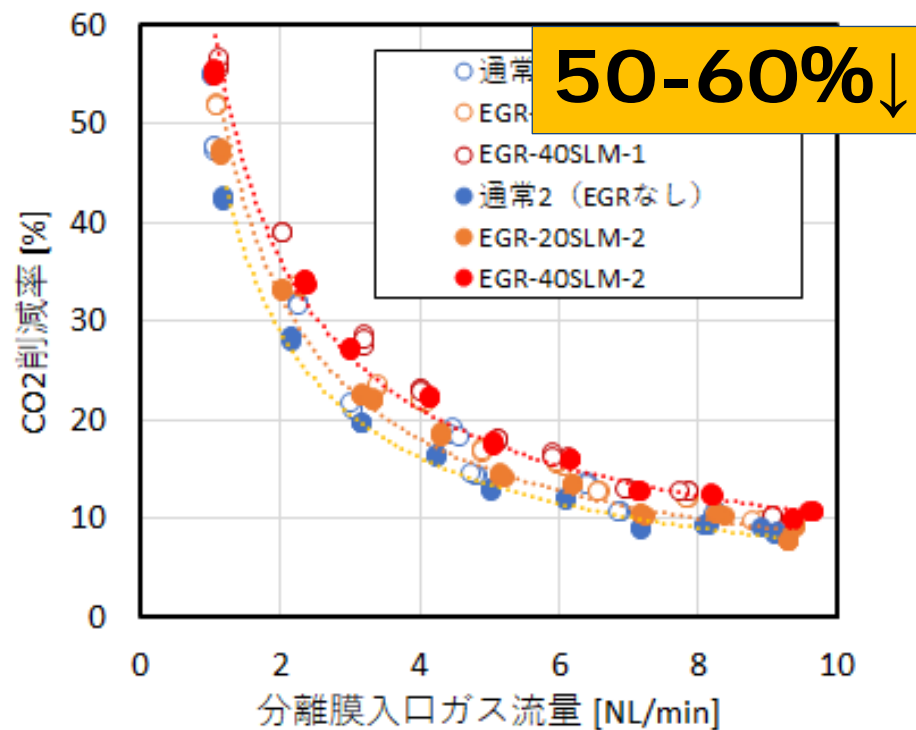


- 混合安定性試験
- 動粘度および密度の計測
- ゴム材料の浸漬試験
- 定容燃焼試験
- 実機試験

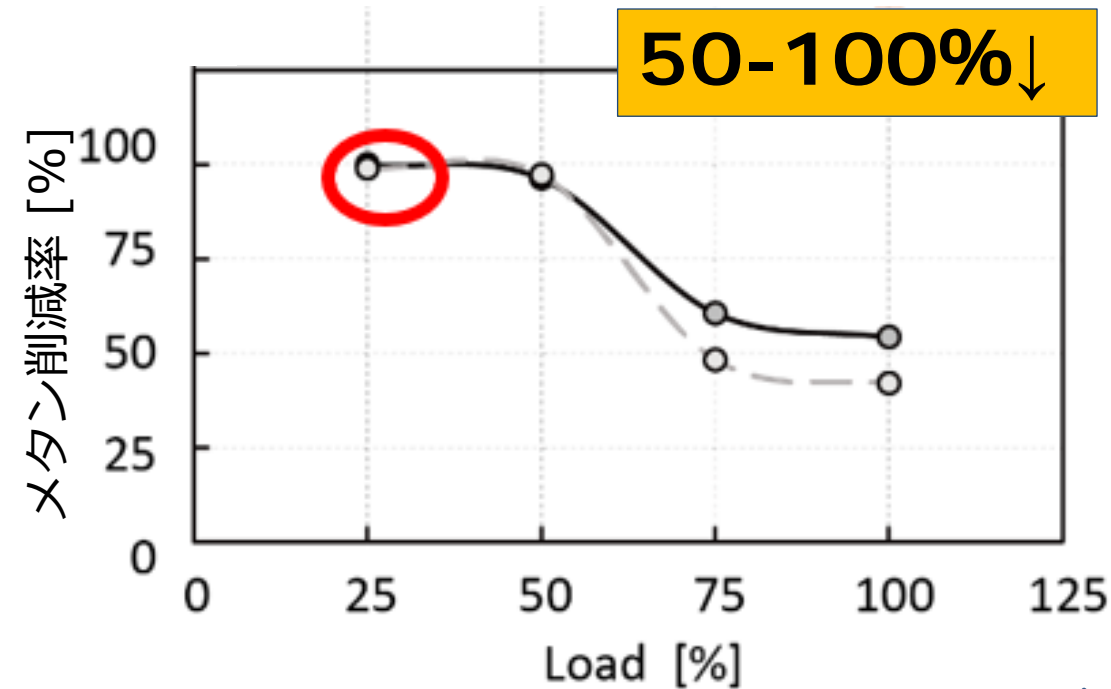
等

バイオ燃料取り扱いガイドライン
(国土交通省) 策定に貢献

船用利用が想定されているバイオ燃料



分離膜によるCO₂削減・回収

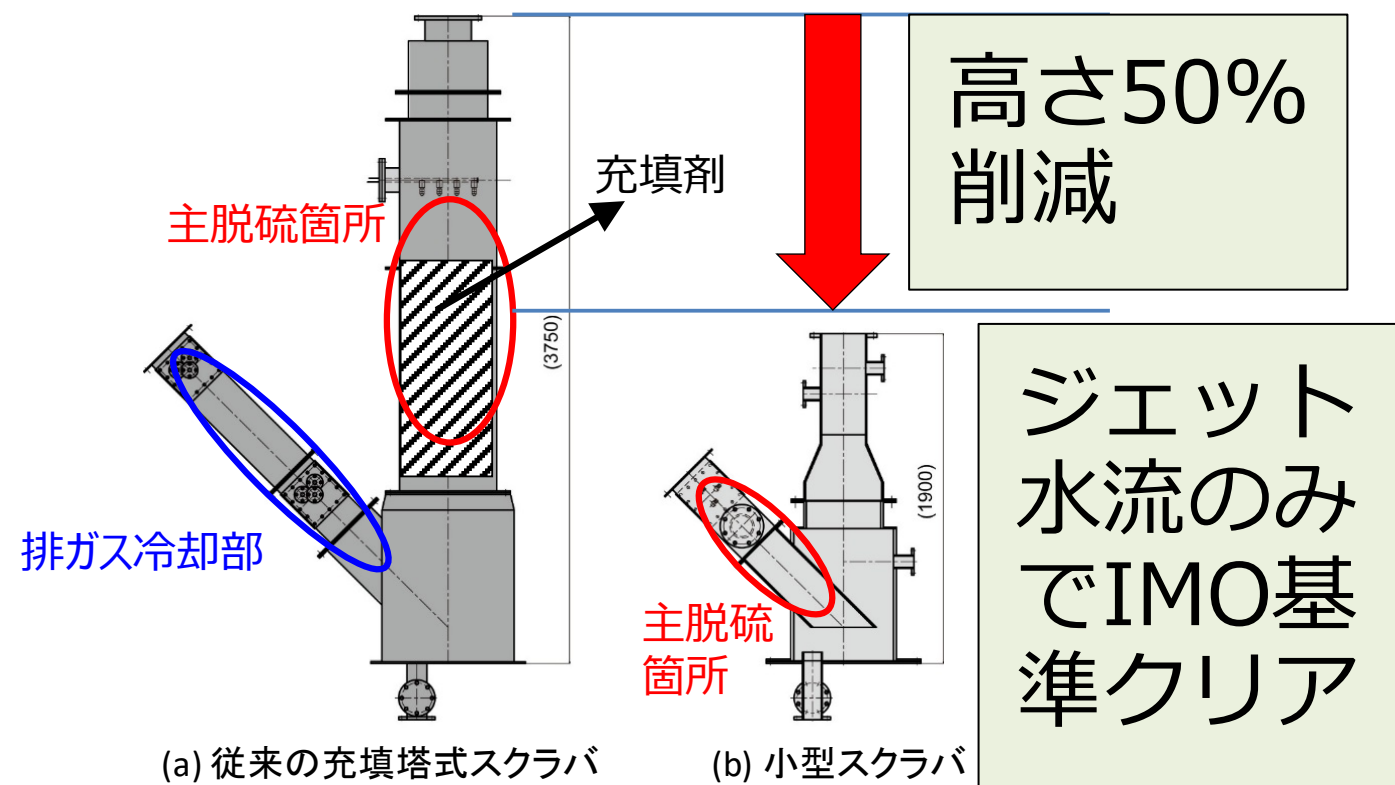


触媒によるメタン削減

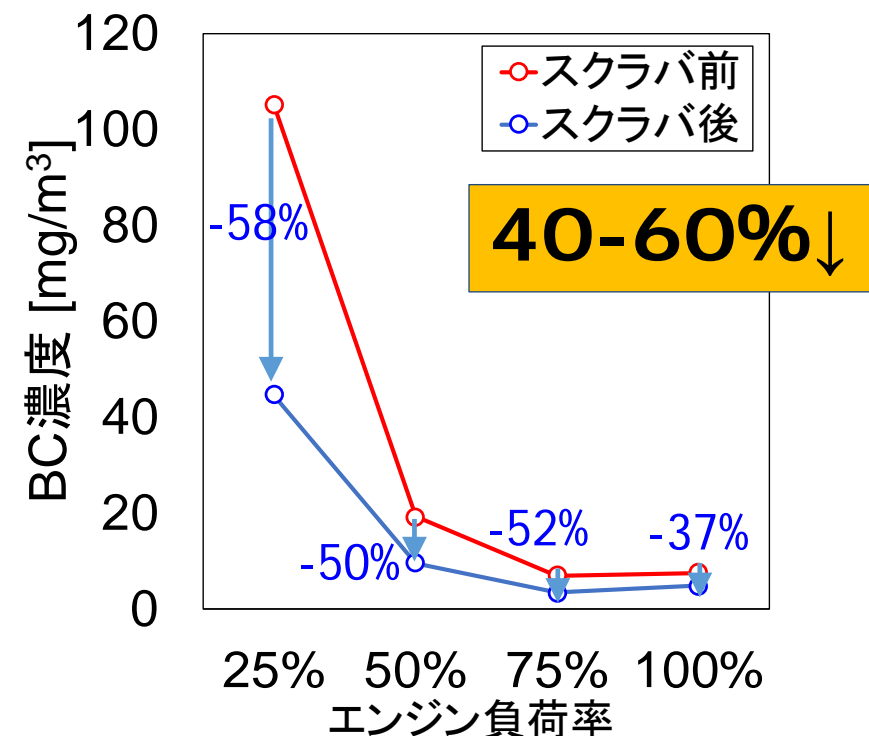
第2期

次世代燃料使用時
排出物削減対策・除害技術

- 触媒
 - 分離膜
 - スクラバ
- などの船用適用可能性
検討



小型SO_xスクラバの開発



スクラバによるブラックカーボン(BC)削減

安全な燃料転換

燃料使用時の安全性
確保のための計測・
分析技術確立

新規排出物の特定・排出物削減
技術の確立

新規環境影響物質の
特定・定量

未燃燃料の評価

環境影響物質等の削減
技術の確立と評価

規制対策に必要な技術構築・
データ蓄積

7カ年目標

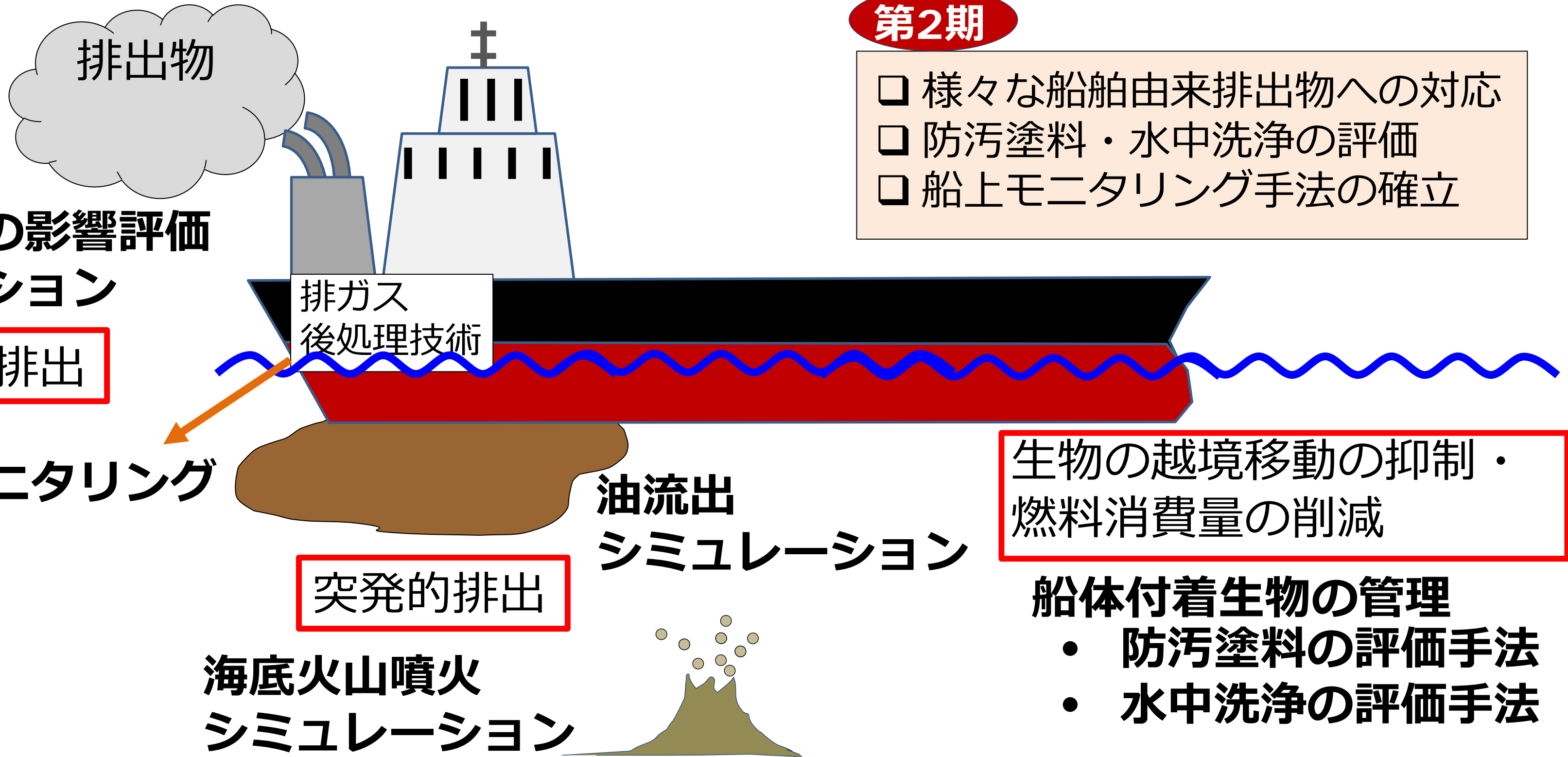
合理的・実用的な安全・環境基準
策定の支援
(経済性と効果の両立)



成果の一部は、IMO提案文書
ISO規格などの基準制定を通
して公表予定

環境保全

船舶運航における環境影響評価技術の高度化



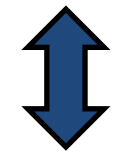
第2期

- 様々な船舶由来排出物への対応
- 防汚塗料・水中洗浄の評価
- 船上モニタリング手法の確立

突発的排出に対応するモデルシミュレーション



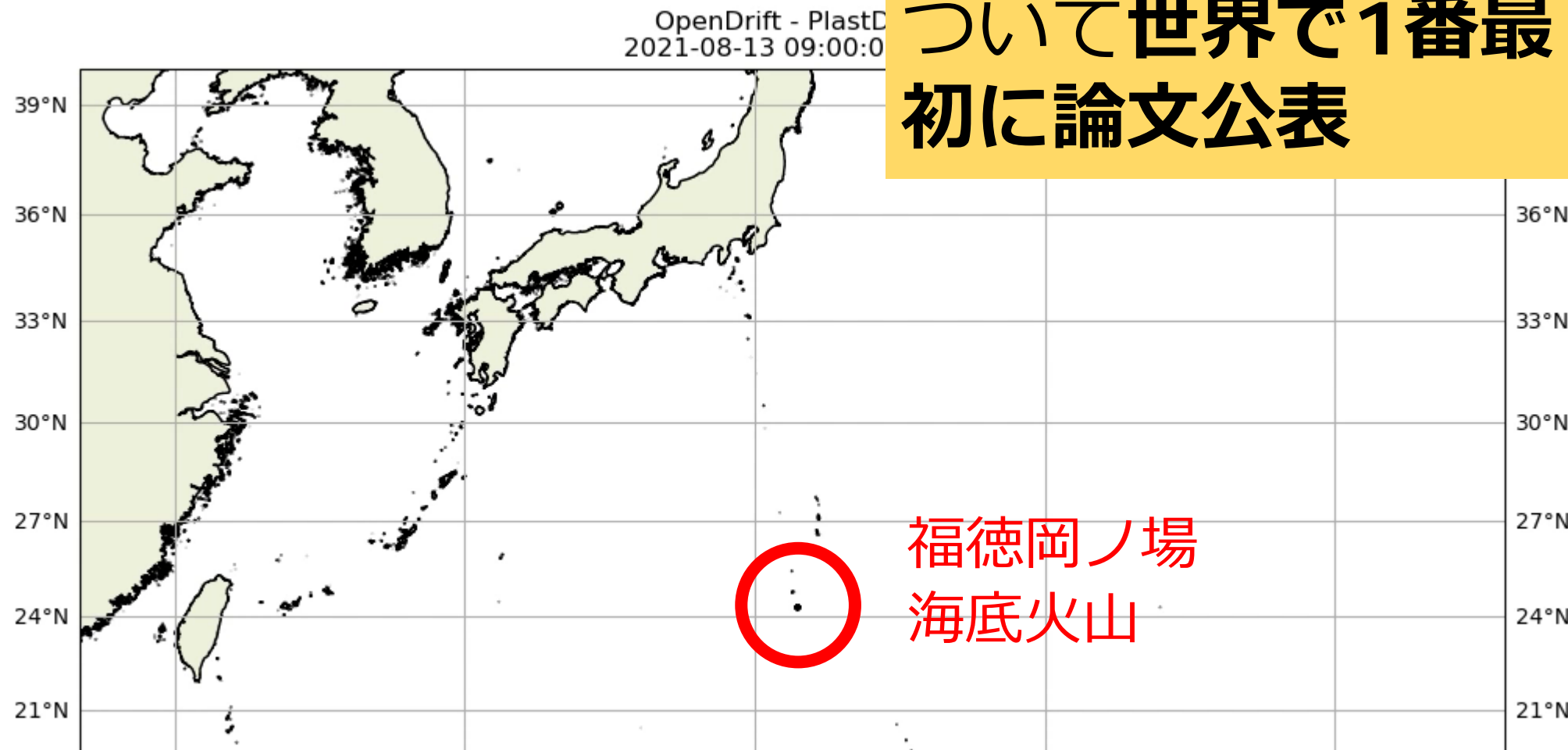
物質拡散のシミュレーションシステム構築



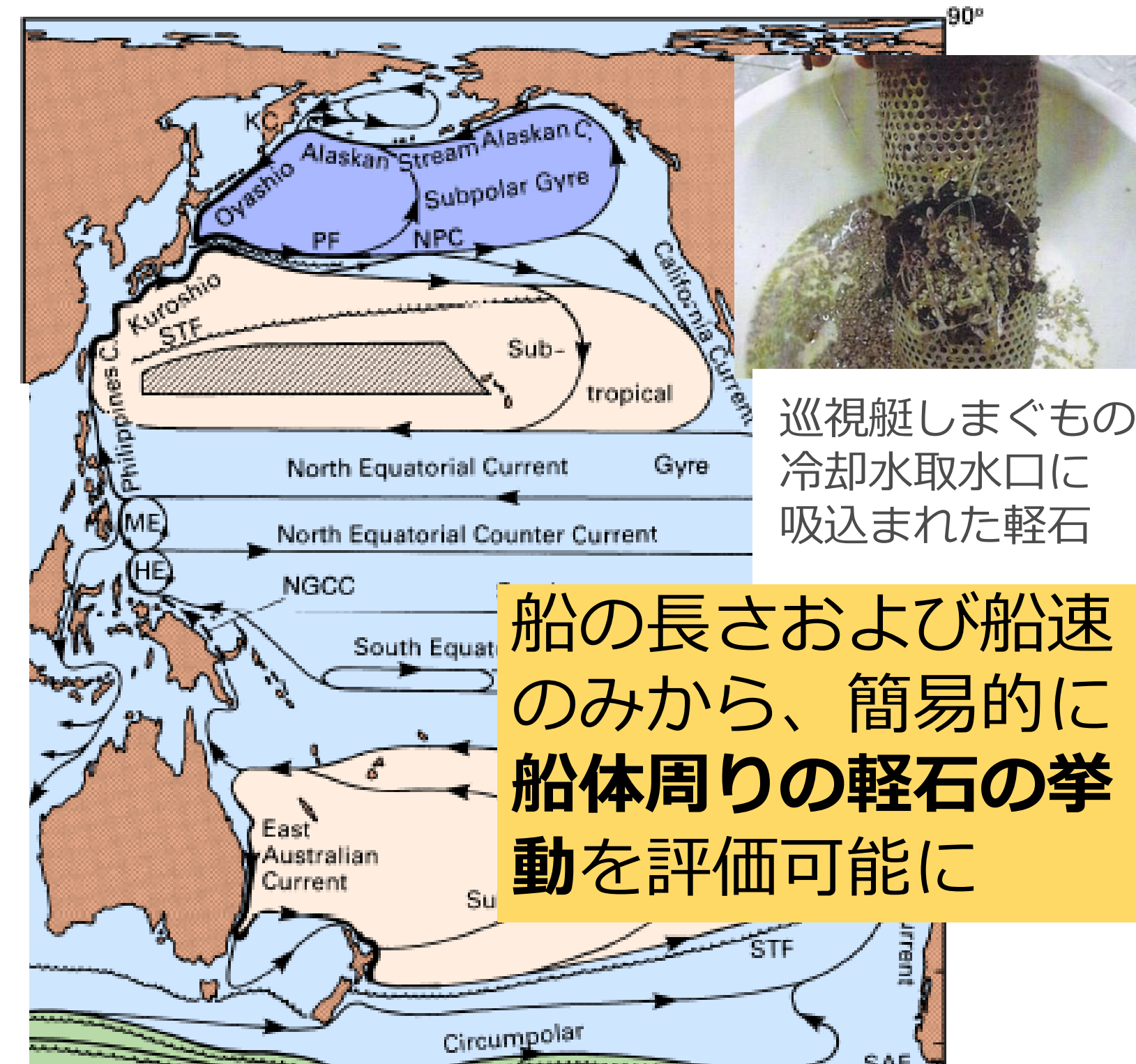
比較・検証→評価技術の高度化

実現象における物質拡散

福徳岡ノ場由来の軽石の移動予測について**世界で1番最初に論文公表**



モデルの特徴：軽石の詳細な性質が不明な段階でも、**実用レベルの精度で予測結果が得られる**



船の長さおよび船速のみから、**簡易的に船体周りの軽石の挙動を評価可能に**

Regional Oceanography -An Introduction
M. Tomczak, J. S. Godfrey, 1994, Elsevier Science Ltd.

様々な船舶由来排出物に対応するためのモデル拡張

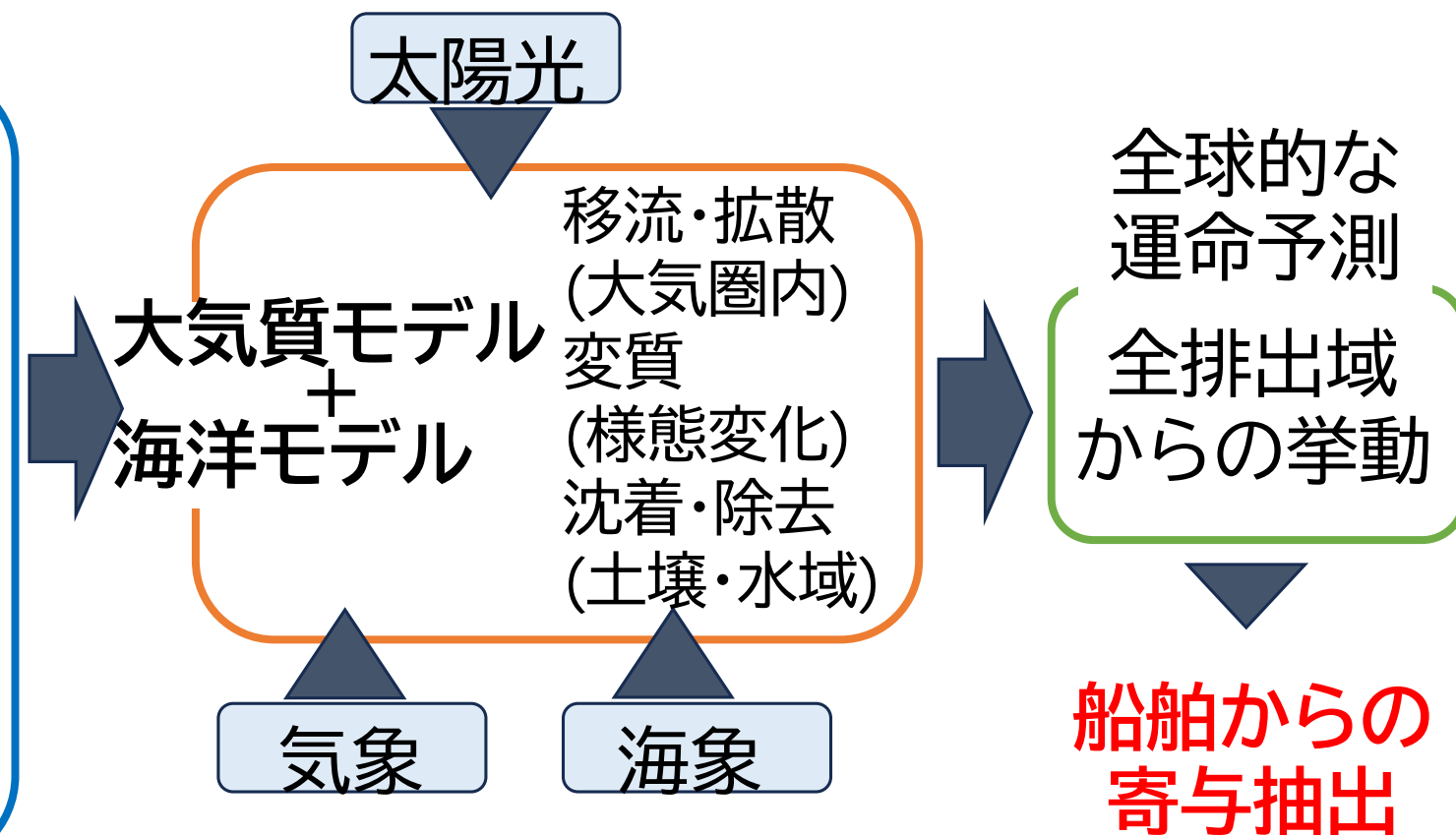
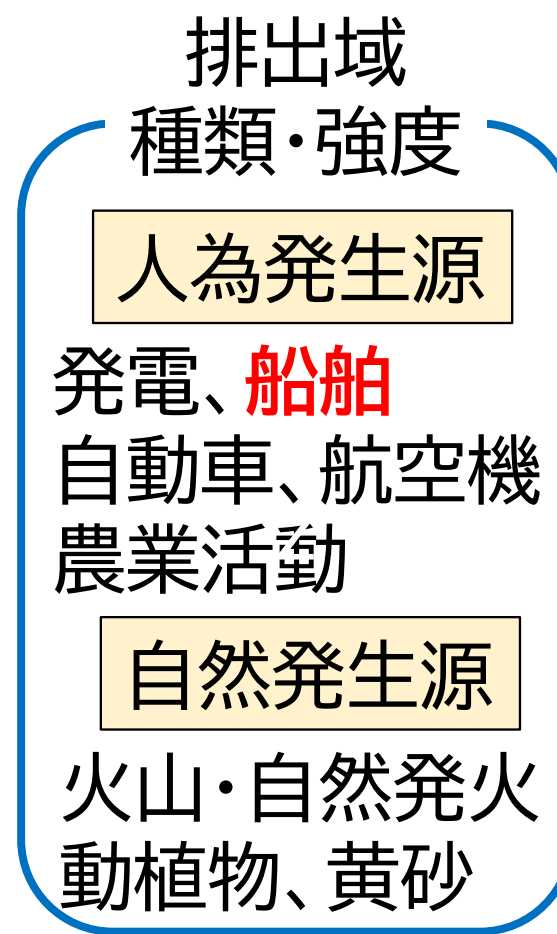
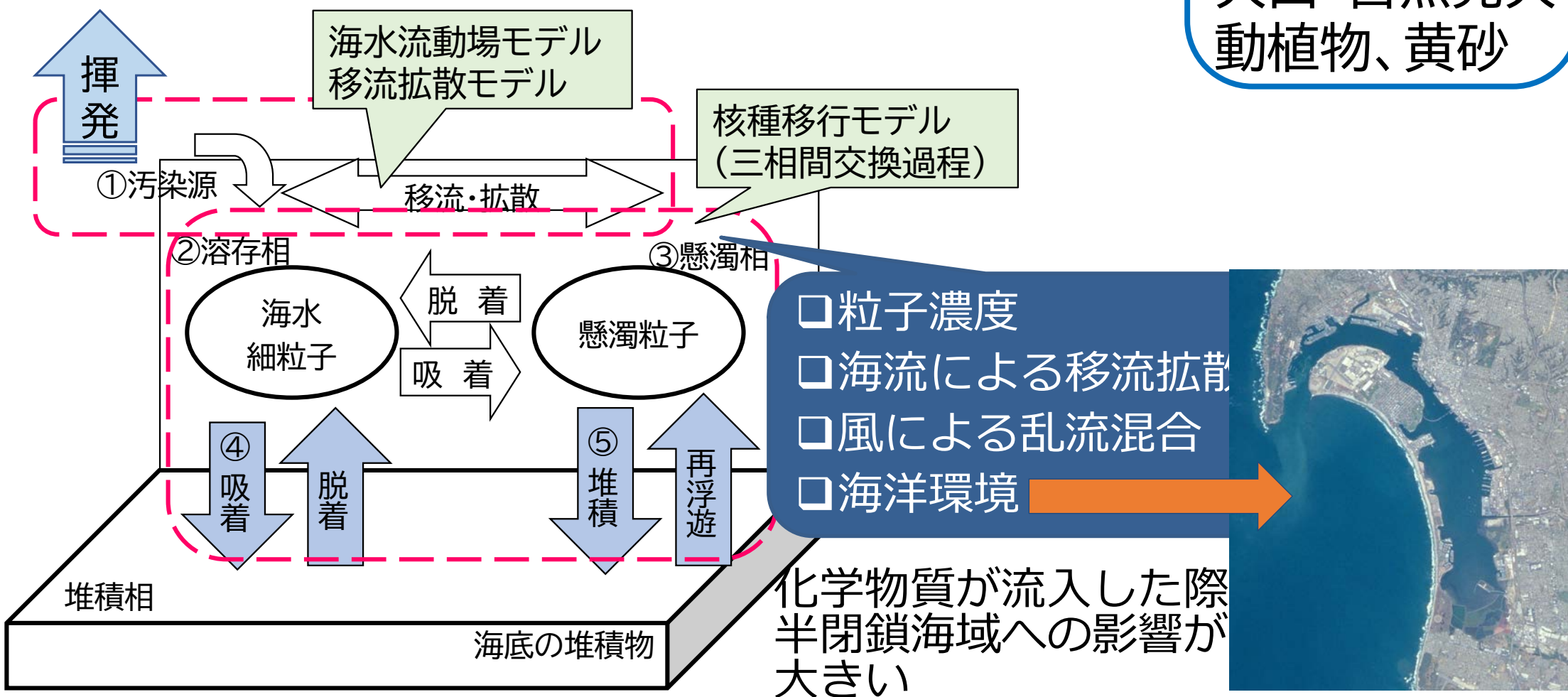


第2期

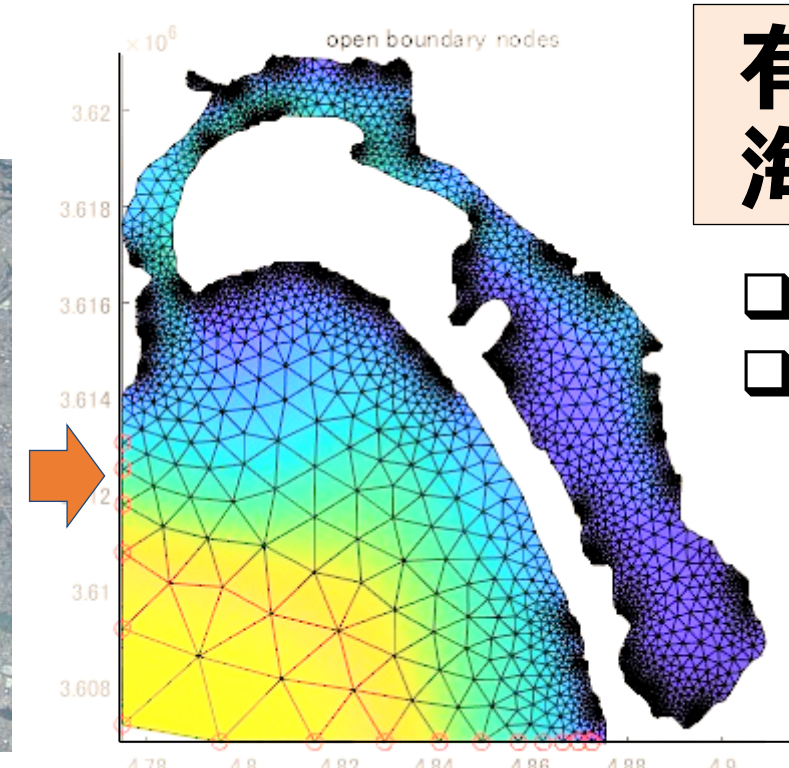
定常的排出 }
突発的排出 } → 環境濃度を予測

**運命予測モデル
様々な物質に拡張**

海洋における化学物質の移行

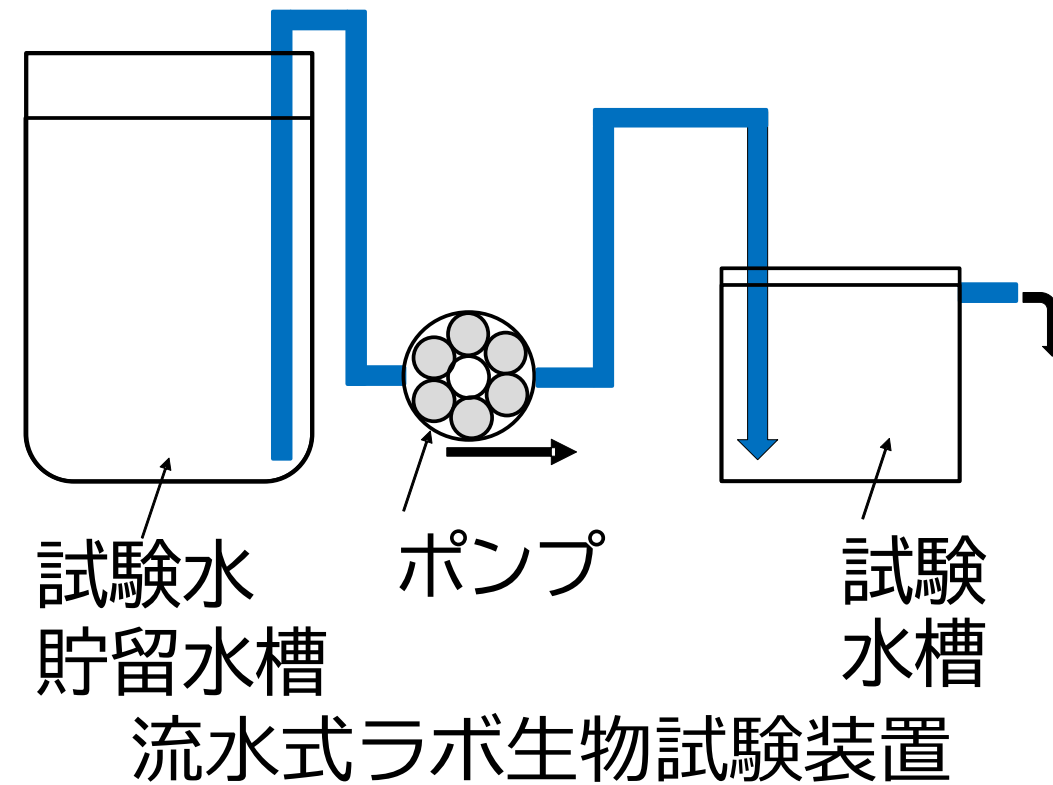
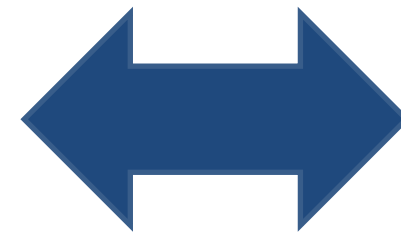


有限体積法による 海洋モデル導入



- 複雑な港湾の形状を表現
- 港湾に特有な残差流を再現

船体付着生物を防ぐ船底防汚塗料の評価手法



実海域浸漬試験法
(条件をそろえた評価困難)

国際標準試験法
(規定条件での評価可能)

船底防汚塗料の防汚性能を適切に評価する国際標準規格 = ISO 21716シリーズ

Part1 : バイオアッセイの一般的要件、Part2: フジツボ、Part3: ムール貝

第2期

現在パート4 (藻類) 審議開始

世界初の国際標準評価手法

生物の越境移動の抑制・燃料消費量の削減

船体付着生物の管理に関するガイドライン

(IMO、2011年採択、現在改訂作業中→2023年7月採択)

新たに船体水中洗淨に関するガイダンスの検討を開始することに合意

第2期

□水中洗淨に伴う塗膜への影響

塗膜健全性評価手法の構築

□水中洗淨に伴う環境への影響

塗料、防汚剤（重金属）、マイクロプラスチック、付着生物の影響評価

□水中洗淨効果の客観的評価

付着生物の客観的で定量的な評価手法確立

防汚性能評価
手法確立

水中洗浄評価
手法確立

オンラインモニタリ
ング手法の確立

様々な船舶由来排出物への対応

大気・海洋環境
影響評価

GHGおよび船舶由来排
出物質推計

手法の
標準化・
指標

7カ年目標

グローバル環境評価手法の確立

実用的な環境影響予測技術：

突発的排出：予測精度を保ちつつ、評価時間を極力短くする予測技術

定常的排出：地球温暖化ガス、次世代燃料使用に伴う新規排出物等を対象とする、全球スケールでの予測技術

船舶に起因する環境負荷の低減に資する技術：

環境負荷低減に関するゴールベースの目標を設定するための、排出量ベースの将来予測

合理的な環境基準策定

PS-9

船舶起源の環境問題に対する環境・動力系の国際基準への取組

社会実装

内航・外航海運の省エネ化・GHG削減対策に
資する普及・実用技術

内航海運・国際海運のGHG削減への取り組み



内航海運からのCO2排出量
約0.1億トン（2019年度）
→日本全体の排出量（約11.8億トン）
の約0.93%（運輸部門の5.3%）



日本全体（2013年比）
2030年まで：総排出量43%削減
2050年まで：GHG排出ゼロ

**国連気候変動
枠組条約対応**



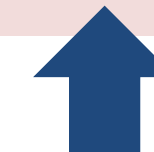
内航海運（2013年比）
2030年まで：総排出量17%削減
2050年まで：GHG排出ゼロ

国際海運からのCO2排出量
約7.0億トン（2018年）
→世界全体の排出量（約335億トン）
の約2.1%



（2008年比）
2030年まで：
燃費効率40%改善、
ゼロエミッション燃料等の使用割合を
5~10%
2050年頃までにGHG排出ゼロ

**IMO
GHG削減戦略2023**

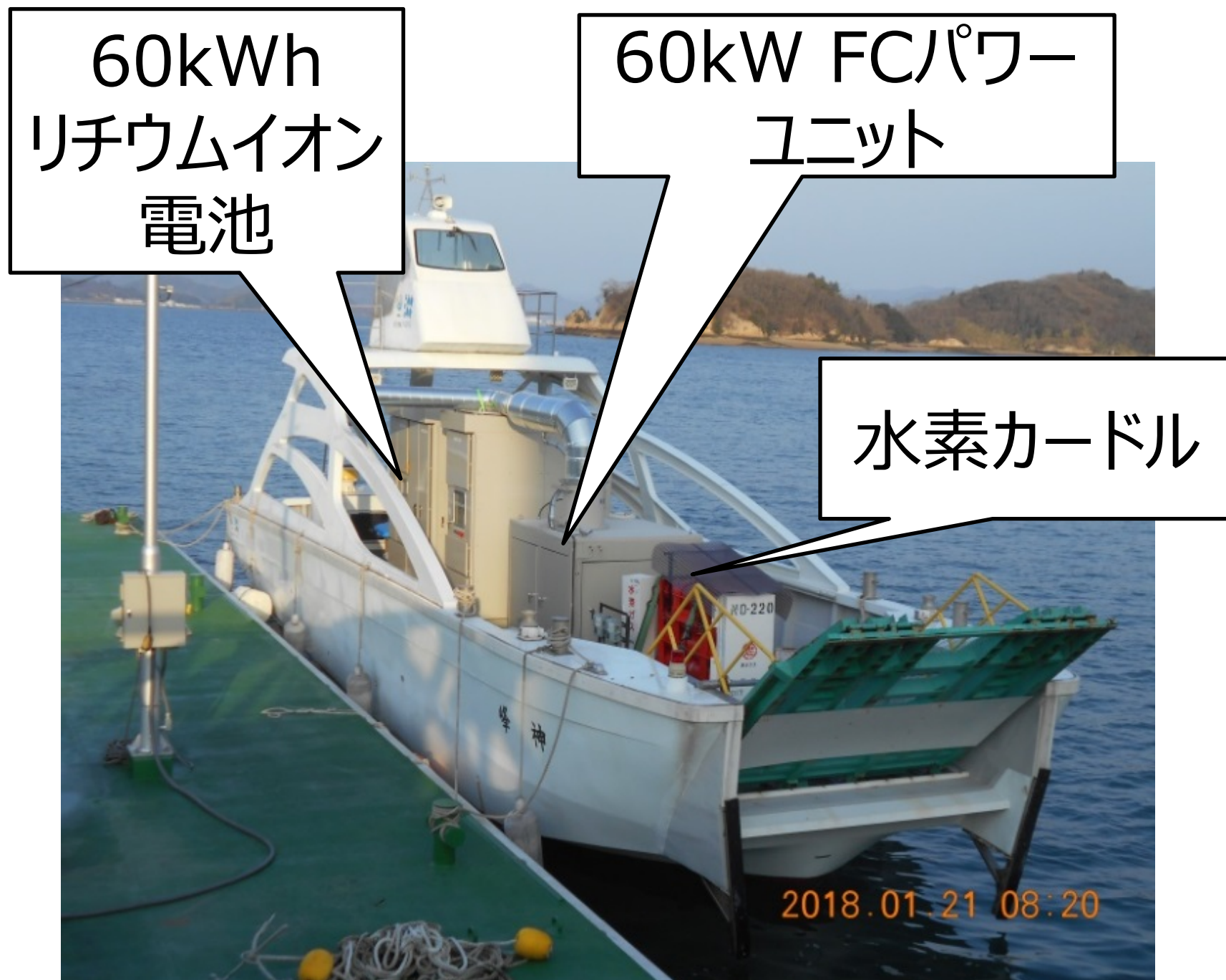


50%削減（2018年削減戦略）から大幅強化

第2期

安全基準・省エネ推進・先進的取組推進

水素燃料電池システムの安全性検証試験や実船試験を実施



小型実験船「神峰」

燃料電池システムを含む電気推進システムに重大な支障はなく、安定した航行ができることを確認。

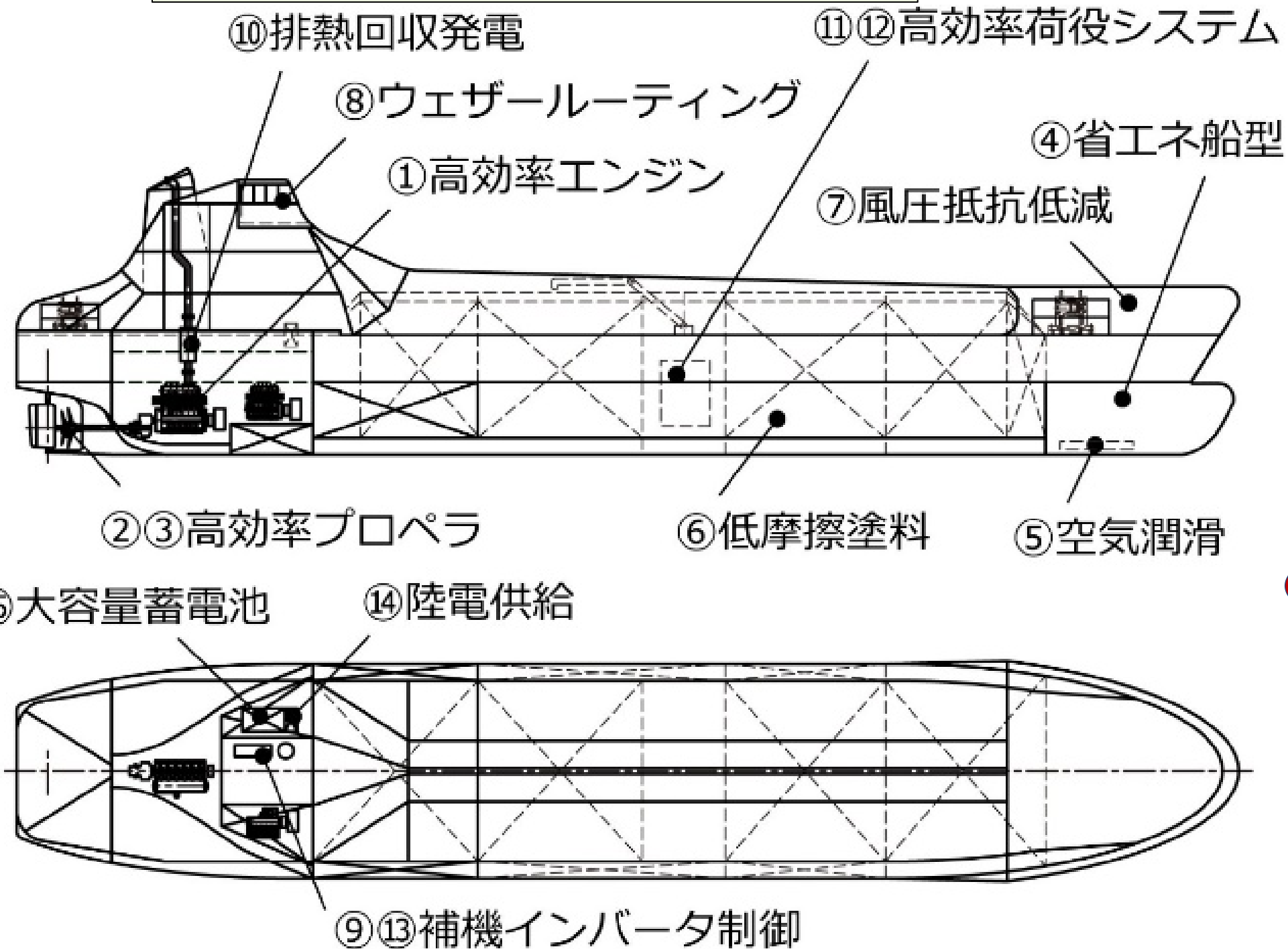
- 「水素燃料電池船の安全ガイドライン（国土交通省）」の策定に貢献
- 水素燃料電池船や水素混焼エンジン船の建造に貢献（民間企業と協力）

第2期

水素・アンモニア燃料船等の安全性確保と普及のための技術支援をめざす

連携型省エネ船の検討（国土交通省事業）：省エネ・CO₂排出低減技術の高度化

従来の燃料を使用しつつ
GHG削減を図る手法



- 運航事業者・荷主、船舶建造者等との連携
- 離着棧や荷役・停泊時の省エネのために荷主、陸上、港湾における取り組みと連携

省エネ効果が数%の技術を組み合わせ、
トータル22%のCO₂削減と試算
(=2030年目標クリア)

第2期

さらなる省エネ技術について研究し、
2030年GHG削減目標達成に貢献

連携型省エネ船の例～SIM SHIP



SIM-SHIP I

SIM-SHIP 499GT カーゴ

一般社団法人内航ミライ研究会ら、連携型省エネ船のコンセプトを踏まえた内航貨物船「SIM-SHIP 1」を建造。

停泊時・荷役時

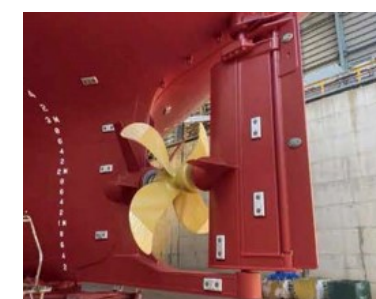
- ・コンテナ型バッテリー
- ・省電力甲板機械



運航効率改善

- ・統合管理パネル
- ・陸上サポートシステム

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
NMRI National Maritime Research Institute

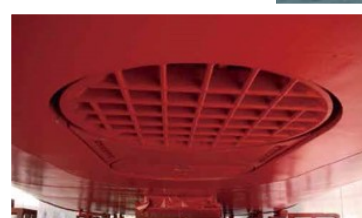


推進効率改善・抵抗低減

- ・高効率プロペラ
- ・省エネ付加物

離着岸時間短縮

- ・高機能スラスト



省エネ技術の開発や性能評価に協力

外航船のGHG対策（先進的な取組）



高度空気潤滑技術の導入などによる20%のCO₂削減

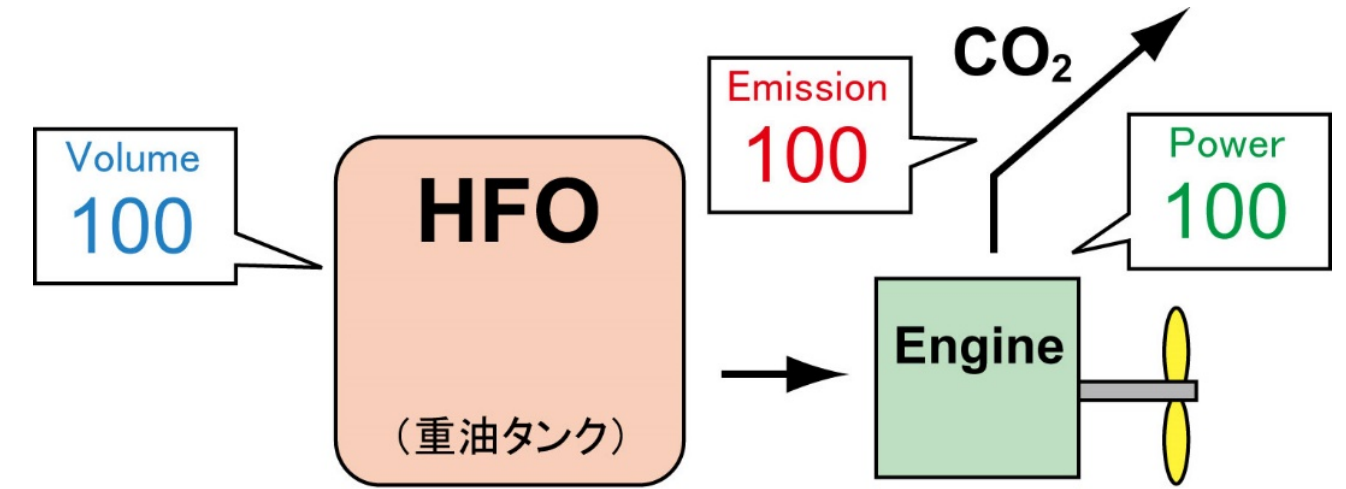
+

基準年（2008年を想定）における船速に対して20%の減速運航

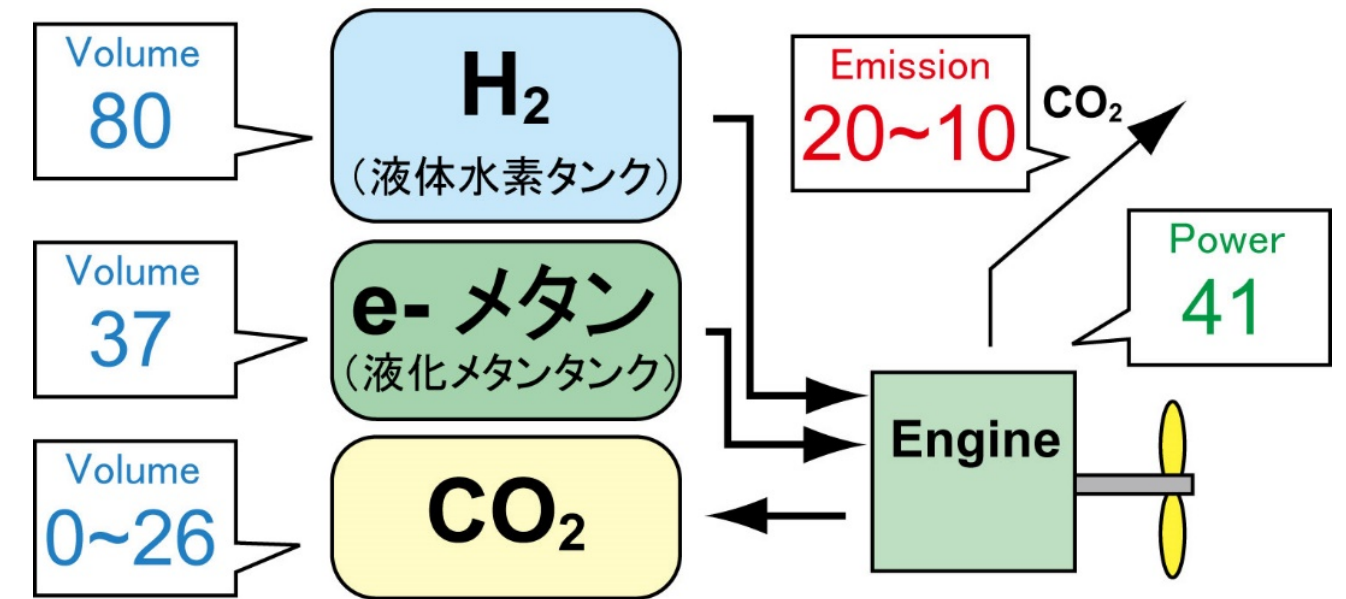
+

メタンと水素を50%ずつ混焼させる混焼エンジンを主機とする

トータル80%のCO₂削減を実現



(a) 従来の重油焚き船

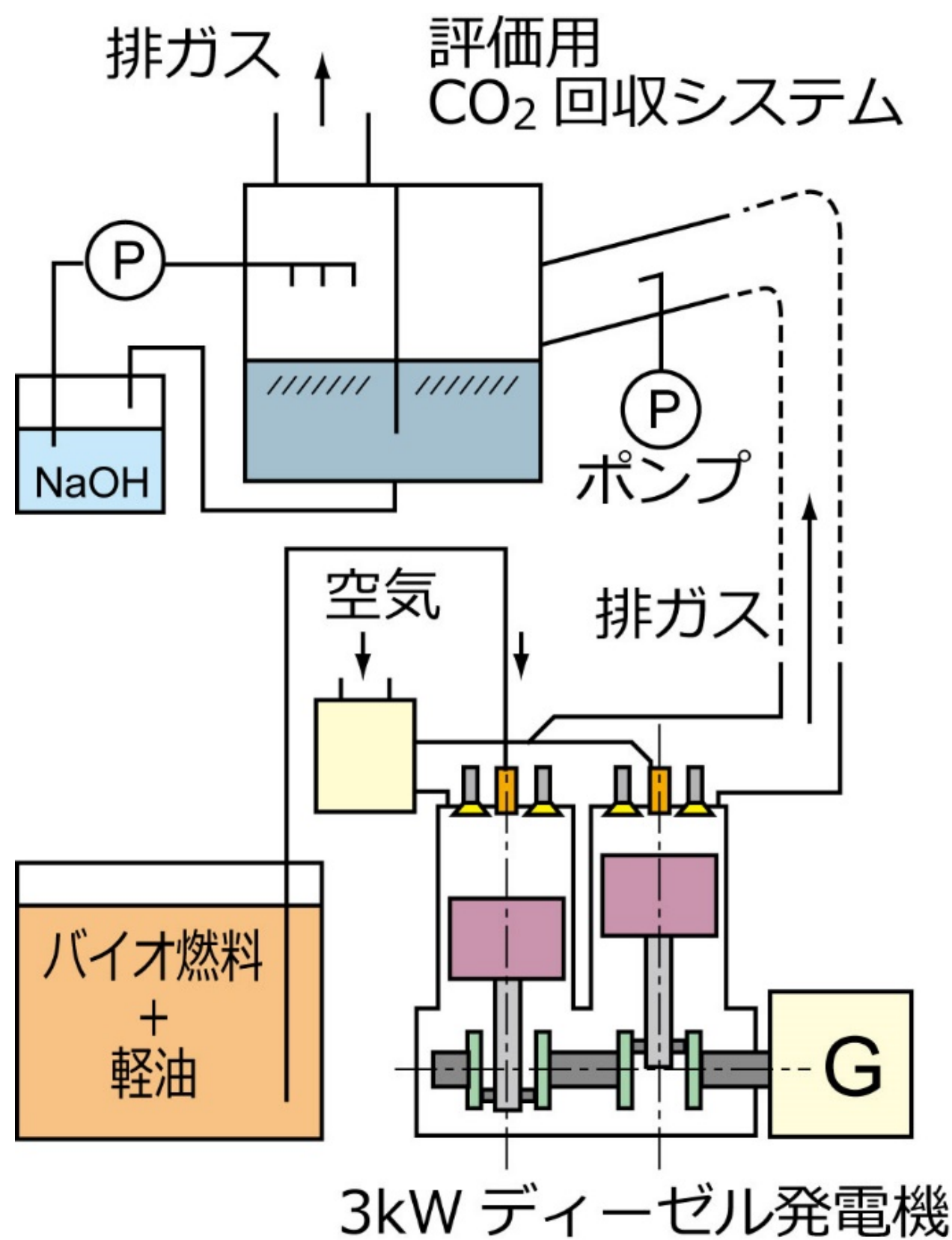


(b) ゼロエミッション船

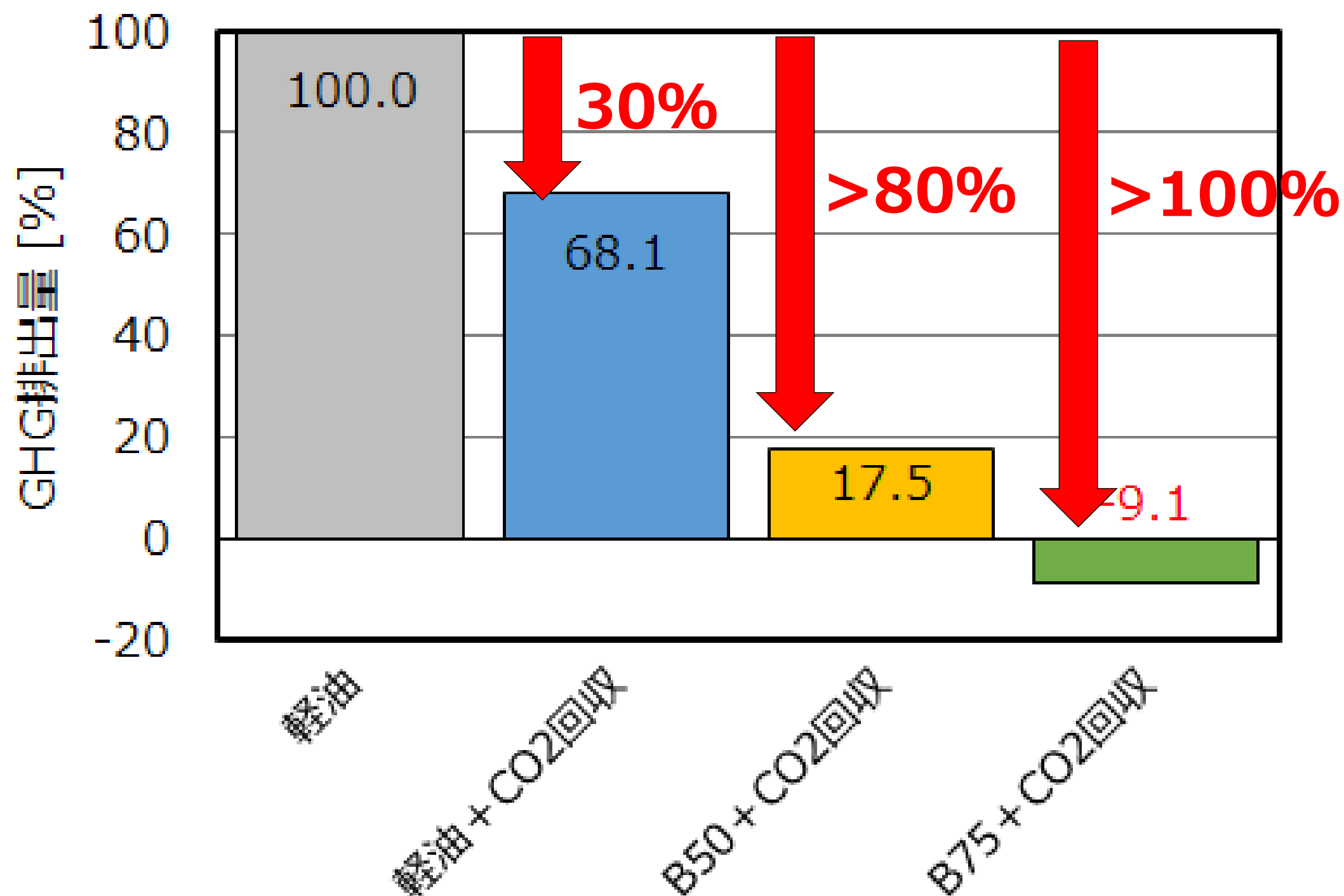
水素を利用したコンセプト船の検討
 ※従来船のエンジン出力、容積、CO₂排出量を100とした時の相対値

第2期

90%のCO₂削減を実現するためには、CO₂回収率が約50%の船上CO₂回収システムが必要
 →実現に向けた技術サポート



バイオ燃料とCO₂回収技術を組み合わせた試験結果



7カ年目標

持続可能なカーボンニュートラル(CN)実現

内航海運の2030年目標達成への協力：

様々な省エネ技術を組み合わせた次世代の内航船の研究開発を実施。

CO₂削減技術を多くの既存船にも適用するため、レトロフィット技術の開発や実装を実施。

動力システム運用最適化技術：

エンジン、燃料電池、バッテリー等の運用方法と最適化技術の検討。

内航船省エネ技術の普及技術

動力システム運用最適化技術

各種GHG対策技術の社会実装のための技術開発

2050年カーボンニュートラル実現への技術支援

2050年カーボンニュートラル実現への技術支援：

研究成果を実装するための技術開発、船舶搭載の可能性や実用性の調査、民間企業と協力して、水素などのカーボンフリー燃料を用いた船舶の建造に貢献。

環境保全 次世代燃料使用における安全・環境評価技術

計測・分析技術、環境影響物質の評価・削減技術構築によって、環境保全に貢献

環境保全 船舶運航における環境影響評価技術の高度化

様々な船舶由来排出物に対応する運命予測モデル拡張、船底防汚塗料性能・水中洗浄評価手法確立、船上モニタリングシステム構築から環境保全に貢献

社会実装 内航・外航海運の省エネ化・GHG削減対策に資する普及・実用技術

様々な省エネ技術の実用化、企業への技術サポートから、GHG削減2030年目標、2050年目標達成に貢献

ご清聴ありがとうございました



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

