

令和2年(第20回)海上技術安全研究所研究発表会

GHG削減プロジェクトチームの活動計画



GHG削減プロジェクトチーム
平田宏一，川北千春



1. はじめに

- ◆ 2020年3月, GHG削減の技術開発を機動的に対応するため, GHG削減プロジェクトチームが設立された。
- ◆ IMO GHG削減目標およびパリ協定に基づく内航船舶のGHG削減目標の達成に貢献することを目指している。

研究課題

- 1) 流体力学的観点からのGHG削減技術
- 2) 代替燃料並びに機関効率の観点からのGHG削減技術
- 3) 海上物流の需要予測に基づくGHG削減技術

最終目標

➔ **2030年頃に就航開始されるゼロエミッション船の「一番船」に海技研の技術を導入する。**



2. 研究課題と活動計画

研究課題		GHG削減技術	技術課題の概要（目標）
1)	流体力学的観点からのGHG削減技術	低速運航船の開発	超低速船に関する流体評価技術の確立（推進・操縦・耐航性能）
		高度空気潤滑技術	省エネ効果最大30%の空気潤滑システムの開発（現状：最大10%）
		GHGゼロエミッション船のコンセプト提案	経済性を考慮したコンセプト船の提示（肥大船および痩せ型船）
2)	代替燃料並びに機関効率の観点からのGHG削減技術	水素燃焼技術	適切な燃焼状態を保つための燃焼制御技術（目標：水素専焼エンジン）
		アンモニア燃焼技術	燃焼促進技術と未燃アンモニアの低減（目標：90%混焼エンジン）
		代替燃料利用技術（安全性）	代替燃料の船内貯蔵と安全設備，関係規則・基準整備の補助
		その他のGHG削減技術	燃料電池，船上CO ₂ 回収，バイオ燃料，合成燃料など
3)	海上物流の需要予測に基づくGHG削減技術	海上物流需要予測技術	海上物流需要予測を発展させるための技術開発
		GHG総排出量推定ツール	新たな技術を採用した場合の輸送シミュレーション

活動方針



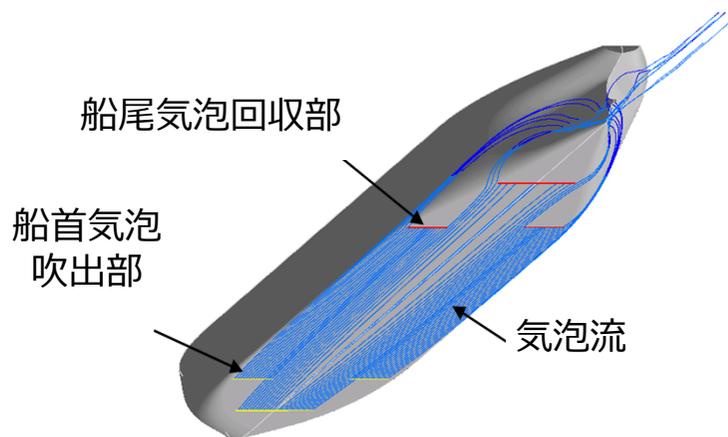
外部連携を踏まえつつ，研究課題1)～3)を連携してプロジェクトを進める。



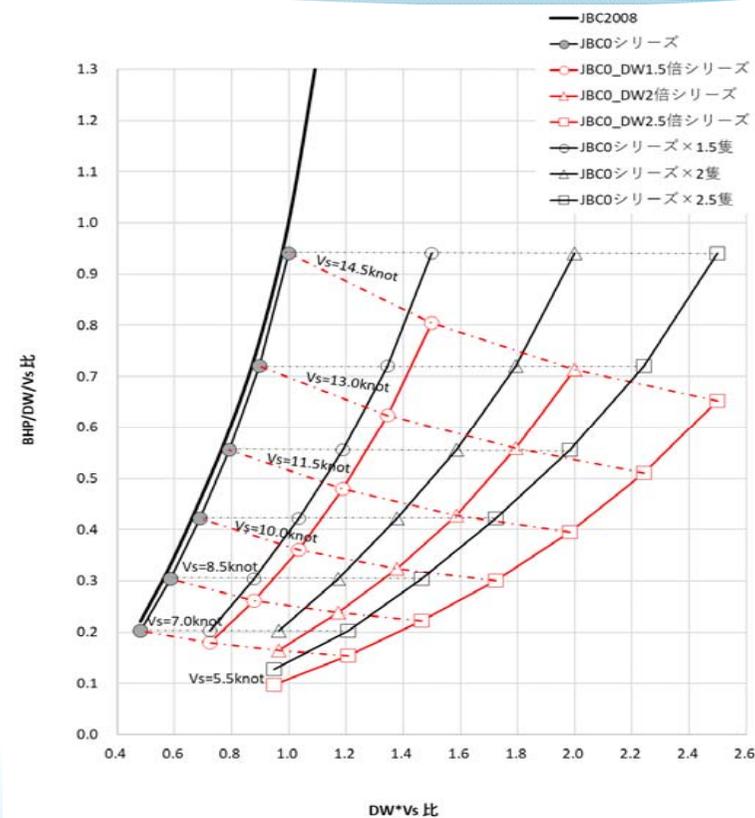
★研究課題と活動計画

流体力学的観点からのGHG削減技術

- ◆ 船舶の低速化・大型化による効率向上の評価や周期吹出による空気潤滑の高性能化などの研究を進めている。



気泡回収再利用システムのコンセプト図



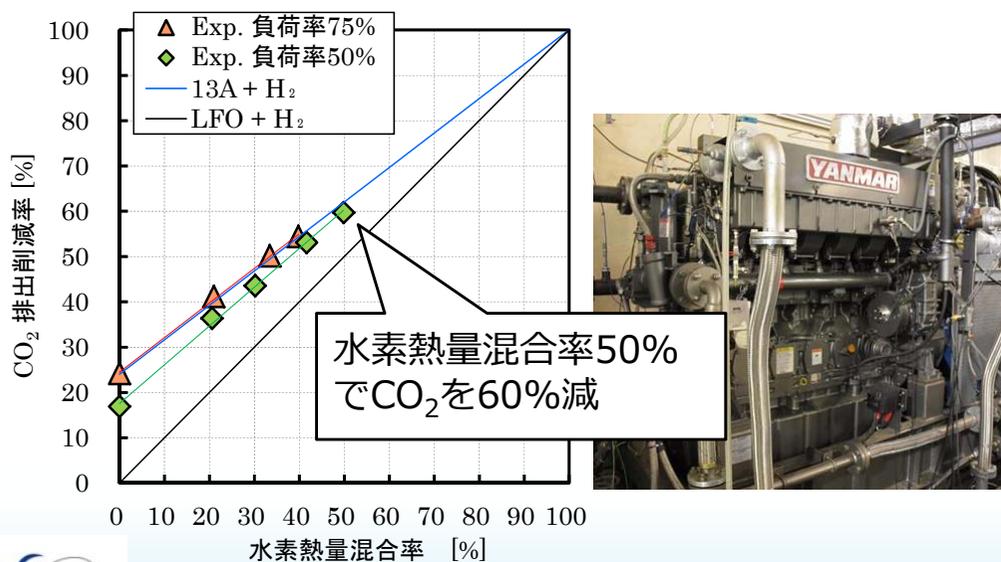
低速化による燃料消費量削減効果

[Ref] 拾井他：高度流体制御技術によるゼロエミッション船の実現，海技研研究発表会2020.

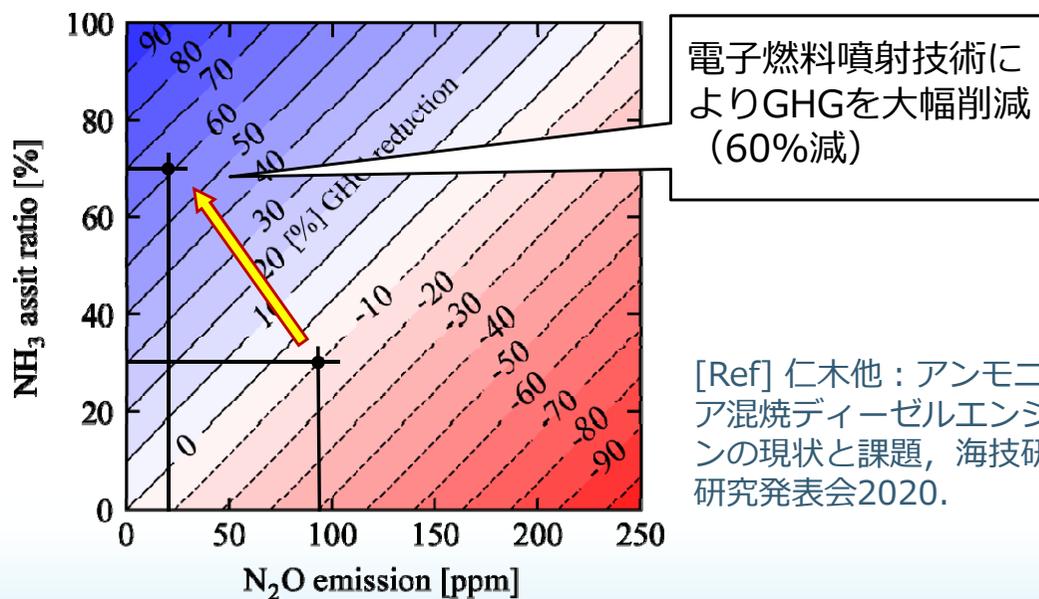
★研究課題と活動計画

代替燃料並びに機関効率の観点からのGHG削減技術

- ◆ 水素混焼エンジンの燃焼制御技術やアンモニア混焼エンジンの燃焼促進・GHG (N₂O：温暖化効果はCO₂の約300倍) 排出削減技術などの研究を進めている。



水素熱量混合率50%
でCO₂を60%減



電子燃料噴射技術によりGHGを大幅削減 (60%減)

[Ref] 仁木他：アンモニア混焼ディーゼルエンジンの現状と課題，海技研研究発表会2020.



水素混焼ガスエンジンの試験結果例

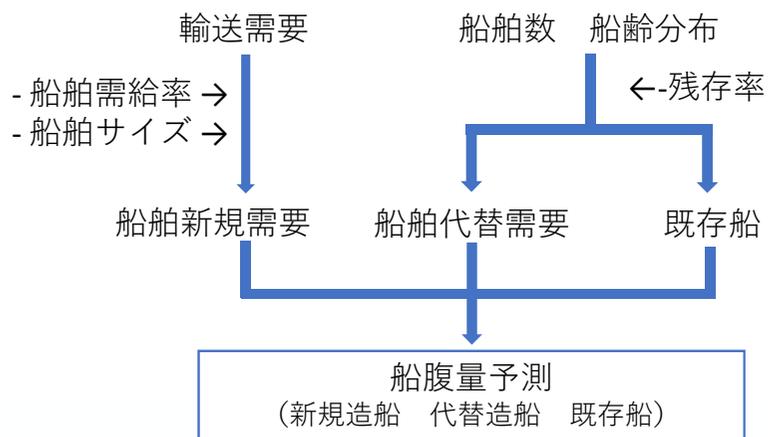
アンモニア混焼エンジンのGHG削減



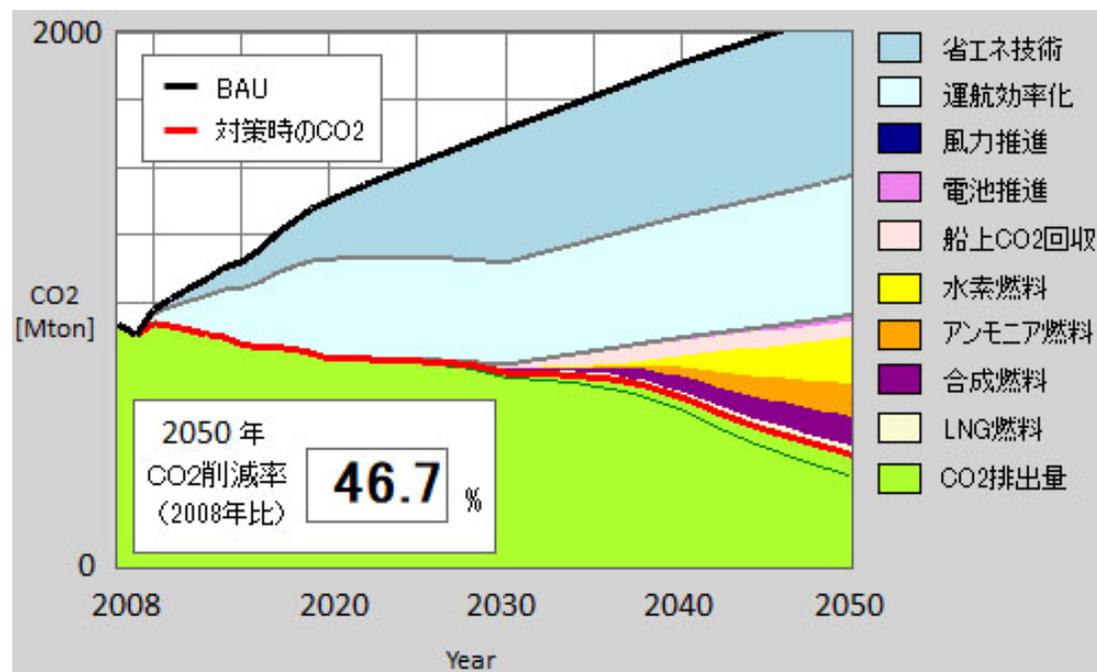
★研究課題と活動計画

海上物流の需要予測に基づくGHG削減技術

- ◆ 海上物流需要予測技術や国際海運のCO₂排出シミュレーション、コスト評価などの研究を進めている。



造船需要予測モデル



国際海運の海上物流需要とGHG排出量の計算例

3. ゼロエミッション船の初期検討

	コンセプト船①	コンセプト船②	コンセプト船③
船種	80,000DWTバルクキャリア	6,000TEUコンテナ船	150,000m ³ 液化ガス運搬船
主機関	水素混焼エンジン	アンモニアエンジン	ガスエンジン発電機 (メタン)
イメージ	<p>CO₂回収システム</p> <p>水素混焼エンジン</p>	<p>アンモニアエンジン</p>	<p>CO₂回収システム</p>
概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 技術的ハードルが比較的低い水素混焼エンジン（混焼率50%）を用いる。 ● その他の省エネ技術とCO₂回収により最大90%のCO₂削減を実現する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 主機に大出力アンモニアエンジンを用いる。 ● アンモニア混焼の発電機を搭載する。 ● 90%程度のCO₂削減を実現する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020年時点のLNG運搬船をベースとする。 ● 船上CO₂回収と合成燃料利用を組み合わせた持続可能な海運カーボンリサイクルを検討する。

※ 船種・サイズは初期検討の一例である。

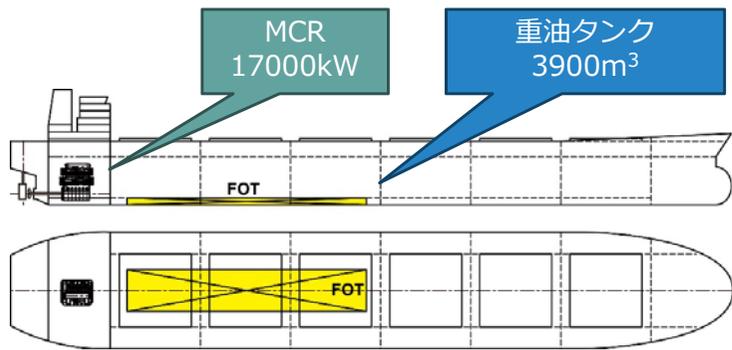
※ バルクキャリアとコンテナ船は2008年時点の船舶を基準とする。

※ 今後、海上物流需要予測技術や経済性評価を行い、船舶の大型化等の検討を行う。

★ゼロエミッション船の初期検討

コンセプト船①：80,000DWTバルクキャリア

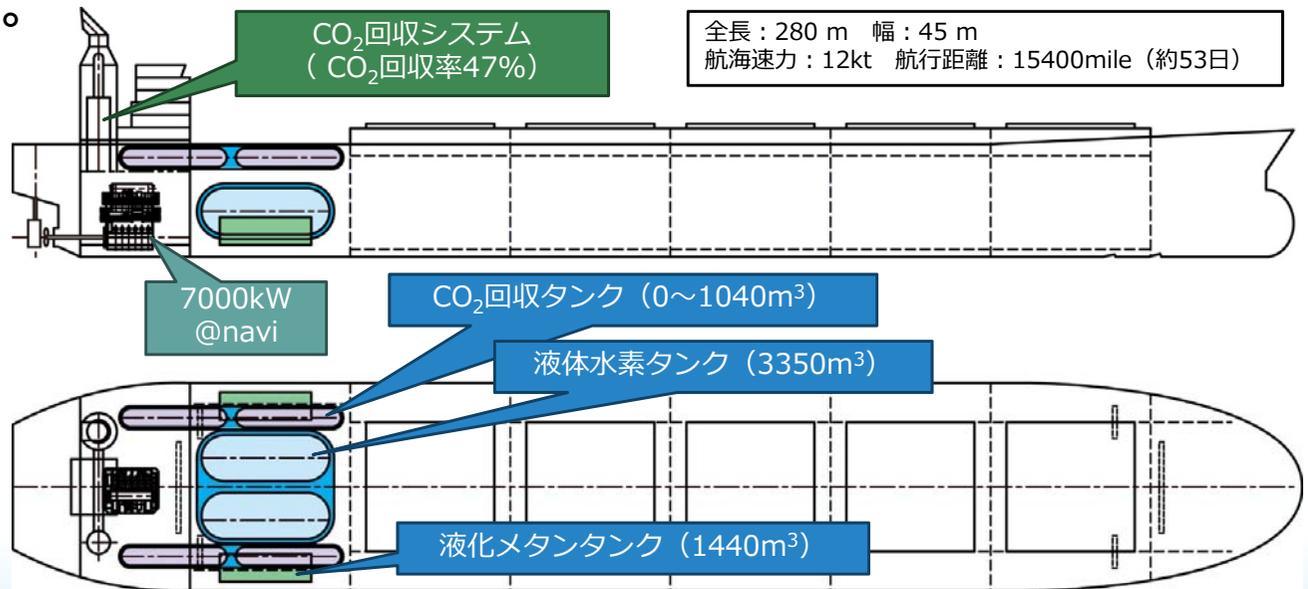
- ◆ 50%水素混焼の合成燃料（メタン）エンジンを使用する。
- ◆ 抵抗低減技術等によりCO₂を20%削減し，さらに20%の減速航行を行う。
- ◆ 連続航続距離を30%短くする。



従来の重油炊きケープサイズBC（基準船）

全長：280 m 幅：45 m
航海速力：15kt 航行距離：22000mile（約60日）

✓ IMO GHG削減目標に合わせて，2008年時の既存船を想定。

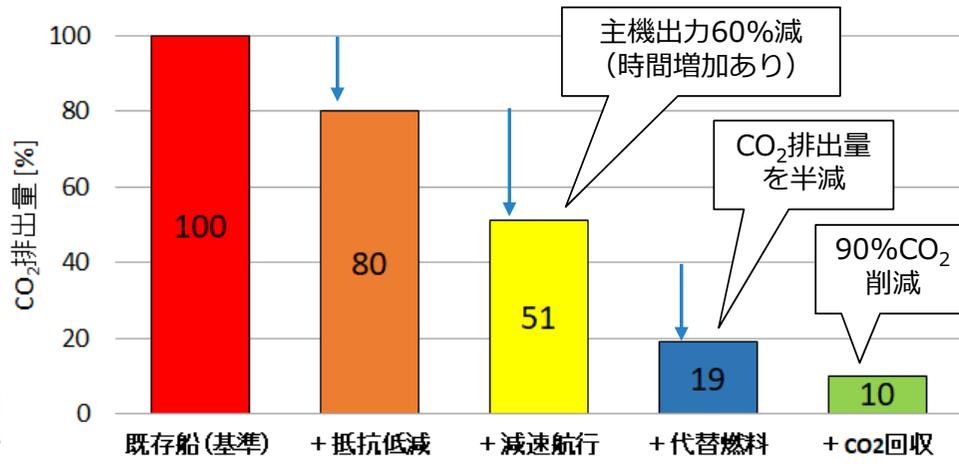


ゼロエミッション船（80～90%GHG削減）

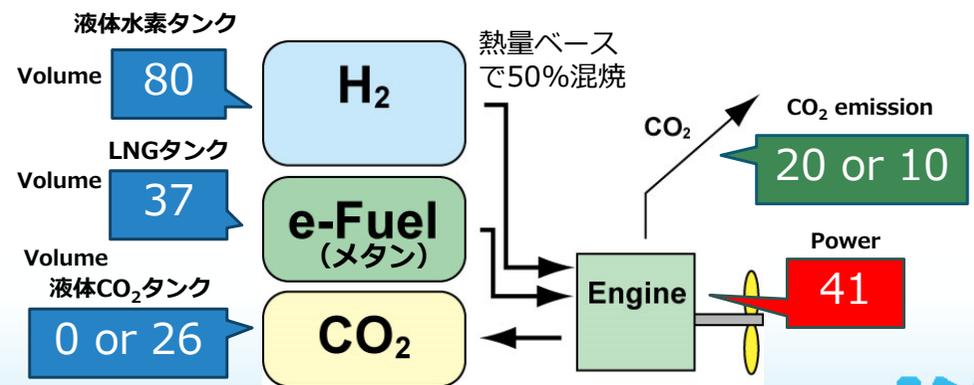
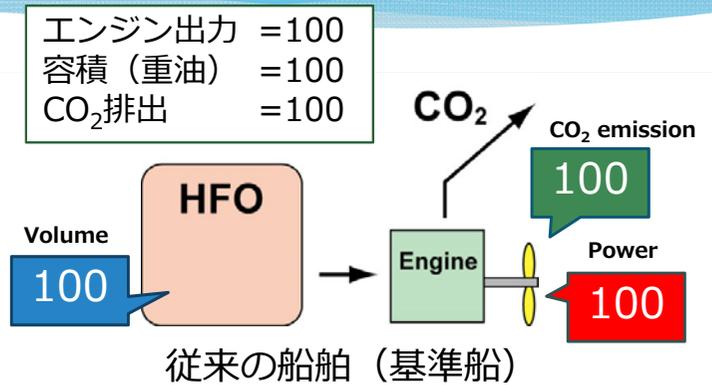
★ゼロエミッション船の初期検討

80,000DWTバルクキャリアのコンセプト

- ◆ 抵抗低減技術や減速航行により，エンジン出力（主機）は約60%削減する。
- ◆ 代替燃料は容積あたりのエネルギー密度が小さいため，タンク容量が増加する。連続航続距離を30%短くして全タンク容量を小さくする。



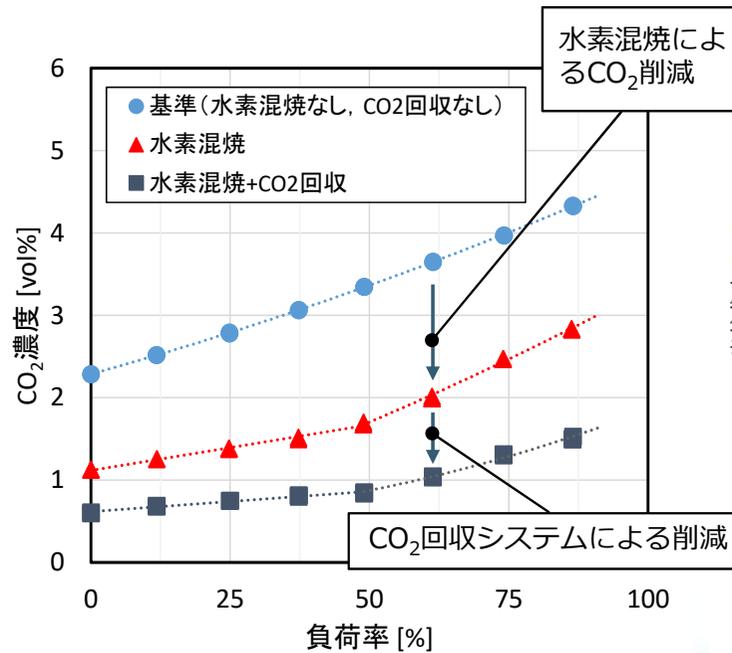
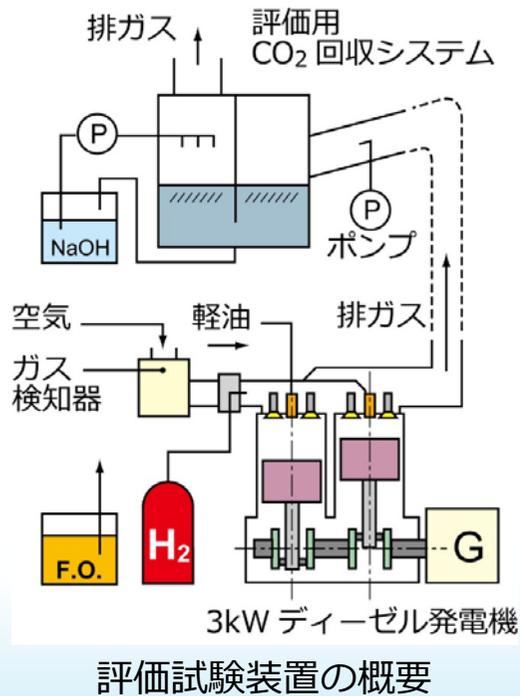
ゼロエミッション船のCO₂排出削減（主機）



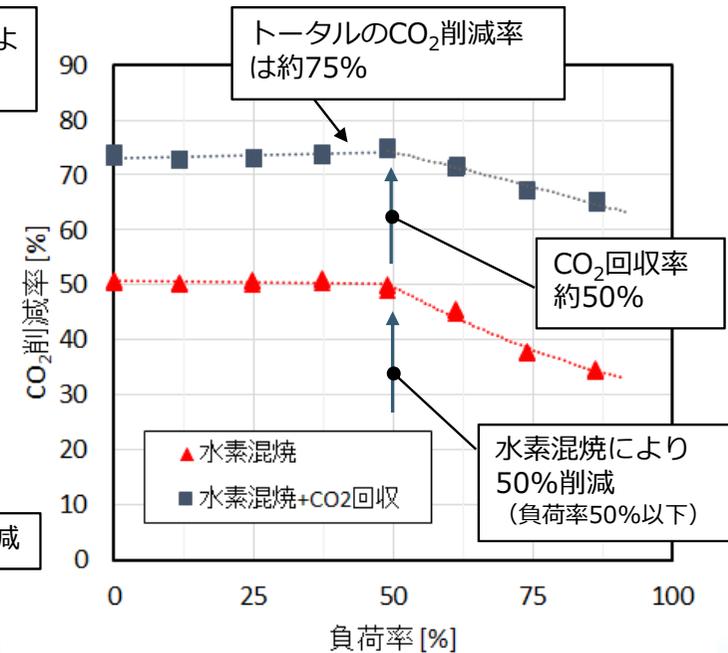
★ゼロエミッション船の初期検討

水素混焼エンジン + CO₂回収技術の要素試験

◆ 水素混焼エンジンとCO₂回収システムを組み合わせたモデルレベルのシステム実証試験を進めている。



水素混焼 + CO₂回収時の排ガス中CO₂濃度の試験結果



水素混焼 + CO₂回収時のCO₂削減率

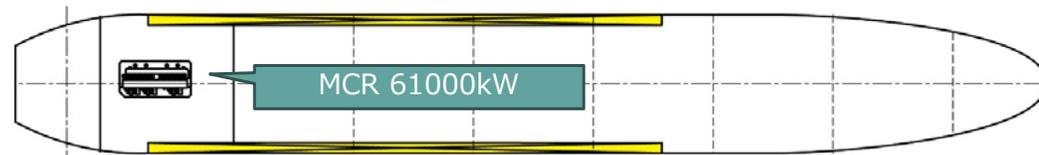


★ゼロエミッション船の初期検討

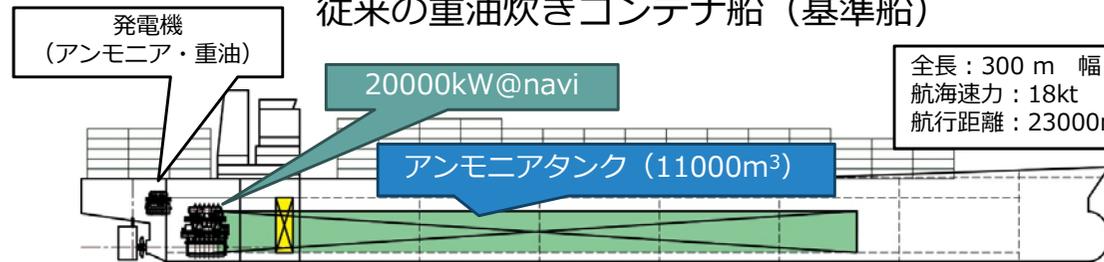
コンセプト船②：6,000TEUコンテナ船

- ◆主機にはアンモニアエンジン（パイロット用重油5%）を使用する。
- ◆抵抗低減技術等による20%CO₂削減, 20%の減速航行を行う。
- ◆発電機は50%アンモニア混焼とし, エネルギー消費量は基準船の主機消費量に対して15%とする。

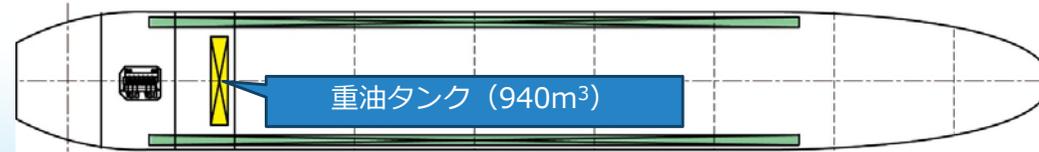
全長：300 m 幅：40 m
航海速力：23kt
航行距離：23000mile（約40日）



従来の重油炊きコンテナ船（基準船）



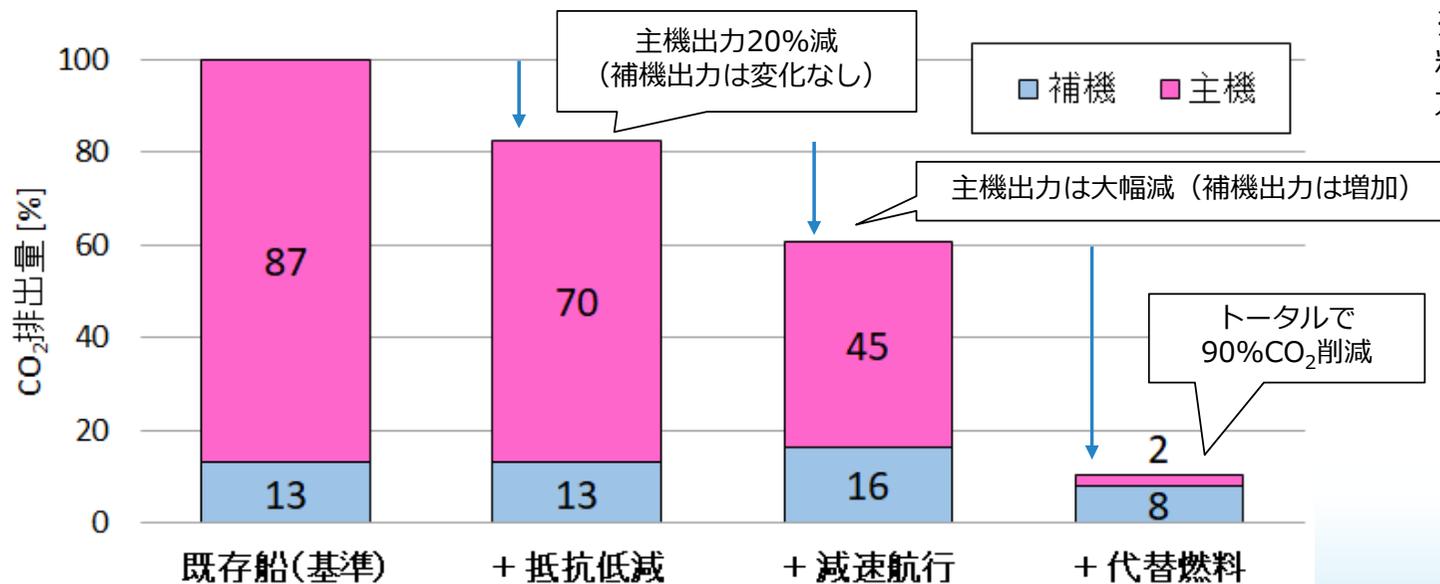
全長：300 m 幅：40 m
航海速力：18kt
航行距離：23000mile（約50日）



ゼロエミッション船（90%GHG削減）

★ゼロエミッション船の初期検討 6,000TEUコンテナ船のコンセプト

- ◆ 抵抗低減技術や減速航行により，エンジン出力（主機）は約60%削減する。
- ◆ 液体アンモニアは容積あたりのエネルギー密度が低い（重油の約1/2.5）。
- ◆ 補機の燃料消費量を考慮してCO₂排出量を試算している。



※ 減速航行に伴う補機の燃料消費量変化は，船舶の運用方法によって異なる。

ゼロエミッション船のCO₂排出削減（主機+補機）

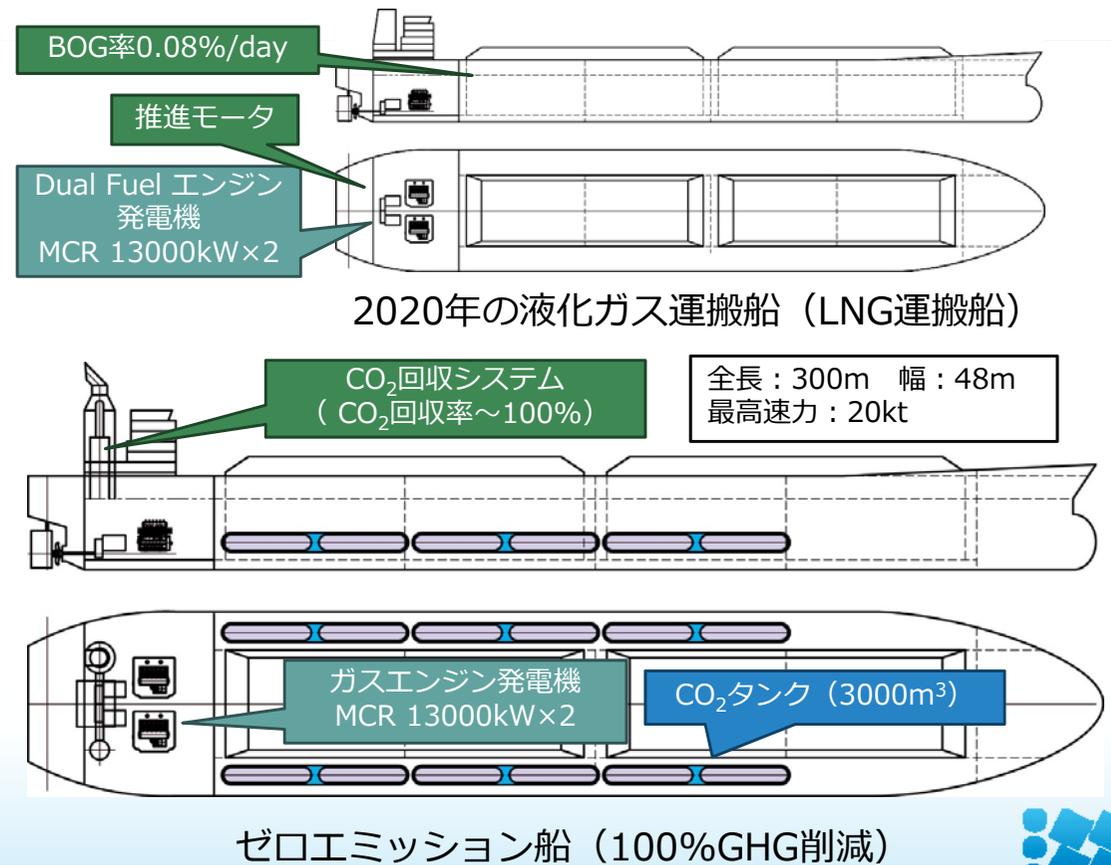
★ゼロエミッション船の初期検討

コンセプト船③：150,000m³液化ガス運搬船

- ◆ 2020年時点の液化ガス運搬船（電気推進LNG運搬船）を基準として検討する。
- ◆ 理想的なカーボンリサイクルのため、船上CO₂回収システムを搭載し、可能な限り全量のCO₂を回収・貯蔵する。



いずれのコンセプト船も、GHG削減PTの今後の成果を活用してブラッシュアップする。



★ゼロエミッション船の初期検討

コンセプト船を実現するために必要な技術

分類		課題		必要となる技術の内容【抜粋】
1	コンセプト船①	ゼロエミッション船開発	省エネ技術	● 空気潤滑の高度化, 船型・プロペラの最適化、船団を考慮した船型主要目・航海速力
			代替燃料利用技術	● 水素混焼エンジン開発, 水素燃焼抑制技術, 船上CO ₂ 回収システム開発
		インフラ設備		● 水素インフラ設備の構築, 陸上CO ₂ 処理設備, 再生エネルギー利用水素製造設備
2	コンセプト船②	ゼロエミッション船開発	省エネ技術	● 船団を考慮した船型主要目・航海速力などのほか, 船体軽量化, 熱利用の最適化
			代替燃料利用技術	● 大出力アンモニアエンジン開発, アンモニア混焼発電機開発, N ₂ O削減技術
		インフラ設備		● アンモニアインフラ設備の構築
3	コンセプト船③	ゼロエミッション船開発	省エネ技術	● 船団を考慮した船型主要目・航海速力などのほか, 高効率電気推進システム
			代替燃料利用技術	● 船上CO ₂ 回収システムの高性能化, メタンスリップ対策技術, BOG最小化技術
		インフラ設備		● 陸上CO ₂ 再生設備 (メタネーション技術), LNG (合成メタン) インフラ設備
4	その他		● フリート構成の最適化, 代替燃料の経済性評価, トータルコスト解析, 海上エネルギー製造設備	

➔ **ゼロエミッション船の実現に向けた研究開発を進めていく。**



4. まとめ

- ◆ GHG削減プロジェクトチームでは、流体力学的観点、代替燃料利用並びに海上物流需要予測などの観点からのGHG削減技術の開発を進めていく。
- ◆ 近い将来に必要なゼロエミッション船の実現に貢献できるように、今後の研究活動を実施したい。

