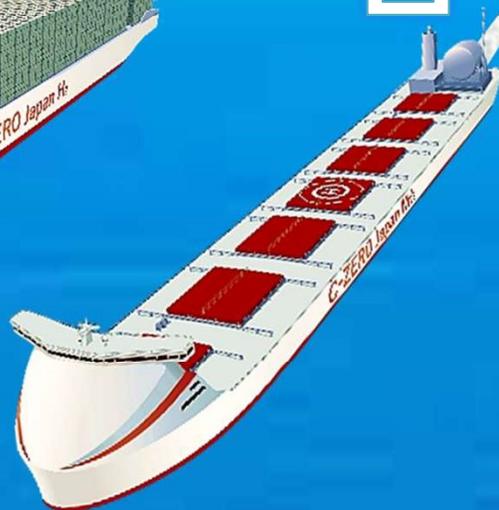




# 国際海運のゼロエミッションに向けた ロードマップ

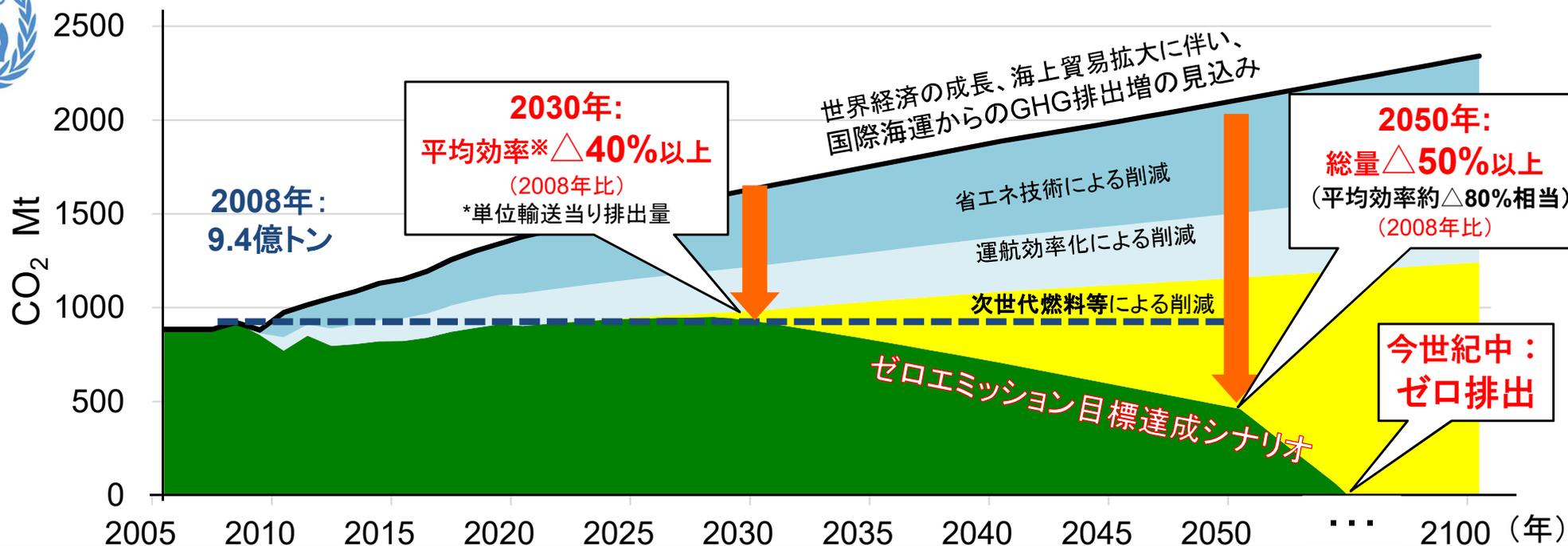


2020年3月  
国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト



# 1. 背景

## 国際海事機関(IMO): 国際海運からのGHG排出の削減目標を国際合意



我が国の取組

国際条約策定

技術開発

日本主導で策定

新造船の燃費性能規制 2013~ 段階的に強化

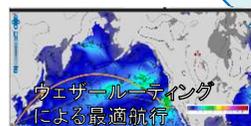
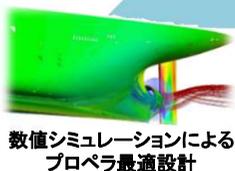
燃費実績データ報告義務化 2019~

現存船に対する新たな対策

経済的手法(燃料油課金等)による取組の加速



省エネ技術開発  
(空気潤滑システム、高効率プロペラ)



i-shipping/運航最適化  
(AI・ビッグデータの活用)

次世代燃料・推進システム開発・普及  
(LNG、水素、アンモニア、バイオ燃料  
カーボンリサイクル、風力推進等)

地球環境の保全と同時に、我が国海事産業の技術優位性を発揮していくことが課題

# 1. 背景

## 国際海運 GHG ゼロエミッション・プロジェクト

- 地球温暖化対策へ貢献するため、海運・造船・船用工業の海事関係団体・機関が一堂に会し、定期的に会議を開催。
- 産学官公それぞれの知見を集約し国際提案・国際交渉を行うことで、新たな国際枠組の構築を主導するとともに、我が国海事産業の強みである省エネ・環境技術を更に伸ばす

### 【短期目標(2030年平均効率40%改善)に向けて】

- ✓ 燃費の悪い船舶の**燃費改善**や**高性能な船舶への代替**を促進する新たな国際枠組の案の作成
- ✓ 国際海事機関に提案(2019年5月)、**今後5年以内の実現**を目指す。

### 【中長期目標に向けて】

- ✓ 次世代の**低炭素燃料**への代替や**船上炭素回収技術**などのイノベーションの推進、**経済的手法導入**などの**ロードマップ**を策定し、将来のゼロエミッション実現に向けた取組の加速を図る。

### 関係団体・機関

(現時点メンバー)



にほんせんしゅきょうかい  
一般社団法人 日本船主協会



日本造船工業会



日本財団  
THE NIPPON FOUNDATION  
For Social Innovation



一般財団法人 日本船舶技術研究協会  
JAPAN SHIP TECHNOLOGY RESEARCH ASSOCIATION



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



CAJS 一般社団法人 日本中小型造船工業会  
The Cooperative Association of Japan Shipbuilders



国土交通省  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism



公益財団法人 日本海事センター  
Japan Maritime Center



東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO



JSMEA 一般社団法人 日本船用工業会



鉄道・運輸機構



SRC Shipbuilding Research Centre of Japan  
一般財団法人 日本造船技術センター



ClassNK



九州大学



東京都市大学  
TOKYO CITY UNIVERSITY

## 2. 国際海運のGHG排出削減対策を行わない場合の予測(1/2)

### BAU (Business As Usual) 排出量の予測

2008年以降、CO<sub>2</sub>排出削減対策が行われず、海上輸送形態(船速、船型分布等)、設計技術、燃料等が維持され、平均燃費に変化がないと仮定した場合(BAU)<sup>※1</sup>の、将来におけるCO<sub>2</sub>排出量を予測

- ① 2008年における単位輸送量(トン・マイル)当たりのCO<sub>2</sub>排出量を船種・船型毎に算出<sup>※2</sup>
- ② 2050年までの海上輸送量を船種・船型毎に推定
  - ・ タンカー、液化ガス運搬船: 気候変動予測シナリオ(RCP4.5<sup>※3</sup>)の下での陸上の石油及びガス使用量予測<sup>※4</sup>に基づく
  - ・ その他の船舶: 経済成長予測<sup>※5</sup>等に基づく
- ③ 上記①及び②から、国際海運における2050年までのCO<sub>2</sub>排出量を予測

※1: IMOのGHG削減戦略における数値目標が、2008年を基準年としていることを踏まえたもの。

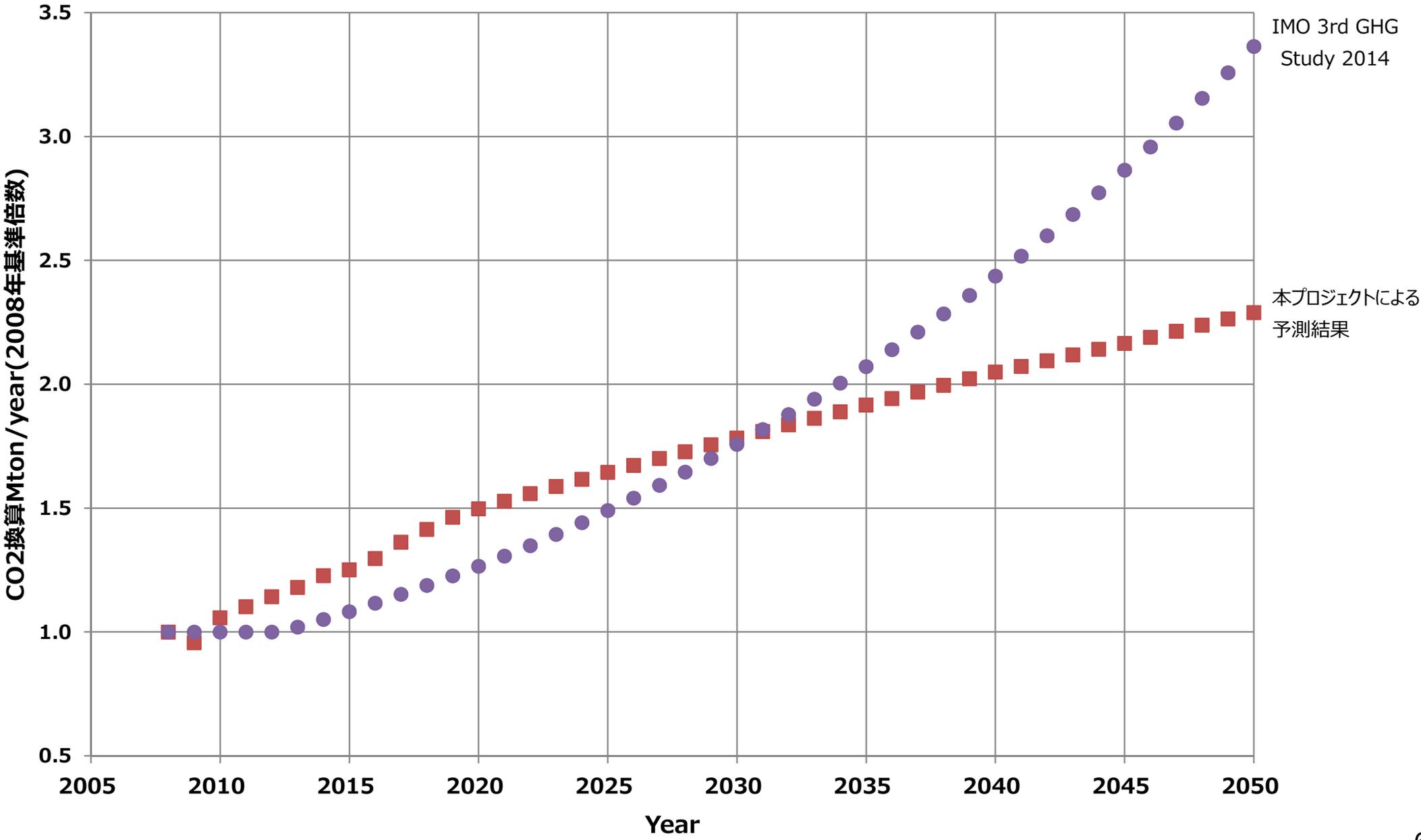
※2: IMOの3rd GHG Studyの結果に基づく。

※3: IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)が示す、GHGの代表的な濃度シナリオ(Representative Concentration Pathways)のうち、放射強制力という地表を暖める効果を示す物理指標が今世紀末までに4.5W/m<sup>2</sup>で安定化するシナリオ。将来における温度上昇を約2.5℃以下に抑える可能性が高い。

※4 国立環境研究所による陸上総消費量予測

※5 OECD Economic OutlookのGDP成長率予測

# 2. 国際海運のGHG排出削減対策を行わない場合の予測(2/2)



### 3. 検討課題

#### <検討課題>

- GHG削減戦略に基づき、以下の目標を達成することが必要。
  - 2050年に、国際海運の平均効率※1を約80%以上改善(対2008年比)
  - 今世紀中の可能な限り早い時期に、ゼロエミッション達成
- 外航船の寿命を20年と仮定すると、2030年頃から、80%以上の効率改善を実現する船舶の投入(新造船又はレトロフィット)を開始する必要がある。外航船の寿命が更に長いとすれば、2030年頃から90%以上の効率改善を実現する船舶の投入を目指すべき。
- 採用する対策は、将来において国際海運のゼロエミッション実現を可能とするものである必要がある。

※1:トンマイル当たりの排出量



上記の検討課題を踏まえ、  
国際海運のゼロエミッションを達成し得る代替燃料・技術の分析を行い、  
オプションの絞り込み、燃料代替シナリオの策定を実施。

# 4. 効率改善を達成する技術の可能性

技術・要素の組み合わせによる様々な対応・方策例

$$\Delta \text{GHG} = \text{燃料} \times \text{スピード} \times \text{設計} \times \text{回収}$$

<b>Case 1</b>		水素	高速20ノット	—	—
コンテナ船	Δ100%	Δ100%	—	—	—
<b>Case 2</b>		カーボンリサイクルメタン	高速20ノット	—	—
コンテナ船	Δ100%	Δ100%	—	—	—
<b>Case 3</b>		LNG + 水素	高速20ノット	設計改善 + 風力	—
コンテナ船	Δ80%	Δ65%	—	Δ40%	—
<b>Case 4</b>		メタノール	低速12ノット	設計改善	CO2回収
バルカー	Δ95%	Δ10%	Δ40%	Δ30%	Δ85%
<b>Case 5</b>		LNG	超低速9ノット	設計改善 + 風力	—
バルカー	Δ80%	Δ20%	Δ60%	Δ35%	—

# 5. 技術・代替燃料オプションの洗い出し(1/3)

## <代替燃料>

	熱量あたりCO2排出量 (C重油 <sup>※1</sup> を1としたindex)	熱量あたり燃料体積 (液化時、C重油 <sup>※1</sup> を1 としたindex)	利点	課題
水素(H <sub>2</sub> ) (燃料電池含む)	0	4.46	<ul style="list-style-type: none"> <li>・船上CO<sub>2</sub>排出ゼロ</li> <li>・小型の水素燃料混焼船・燃料電池船は実績あり</li> <li>・陸上ボイラー・ガスタービンの実績あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料体積(C重油の約4.5倍)</li> <li>・貯蔵安定性の技術課題(液体時-253℃)</li> <li>・供給インフラ未整備</li> <li>・バンカリング技術未成熟</li> <li>・燃焼制御等の技術課題</li> </ul>
アンモニア	0 N <sub>2</sub> O未考慮	2.72	<ul style="list-style-type: none"> <li>・船上CO<sub>2</sub>排出ゼロ</li> <li>・ガスタービン燃焼の実績あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料体積(C重油の約2.7倍)</li> <li>・NO<sub>x</sub>発生</li> <li>・N<sub>2</sub>O発生(温室効果はCO<sub>2</sub>の約300倍と言われている)</li> <li>・毒性あり</li> <li>・専焼での燃焼性、大出力化等の技術課題</li> </ul>
LNG	0.74 メタンスリップ未考慮	1.65	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化済</li> <li>・(水素等に比べ)エネルギー体積密度が高い</li> <li>・合成/バイオメタン用にインフラ転用可能</li> <li>・現行IGFコードで規則整備済</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CO<sub>2</sub>削減効果限定的</li> <li>・メタンスリップ</li> <li>・化石燃料使用に対する国際的な逆風の可能性</li> </ul>
メタン (CH <sub>4</sub> )	0.71 [0 <sup>※2</sup> ] メタンスリップ未考慮	1.80	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオはIPCCガイドラインにおいてカーボンニュートラル扱い</li> <li>・実用化済のLNGと技術的に同等に使用可能</li> <li>・LNGのインフラ転用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現在IPCCガイドラインにおいて、カーボンリサイクルメタンをカーボンニュートラルとする明示的な記載は無い</li> </ul>
バイオ ディーゼル	[0]	(~1.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオはIPCCガイドラインにおいてカーボンニュートラル扱い</li> <li>・陸上において混焼は商業レベル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・貯蔵安定性の技術課題</li> <li>・他セクター消費のため、海運への供給不足の可能性</li> </ul>
メタノール (CH <sub>3</sub> OH)	0.90 [0 <sup>※2</sup> ]	2.39	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオはIPCCガイドラインにおいてカーボンニュートラル扱い</li> <li>・メタノール燃料船は建造実績あり</li> <li>・取扱い容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現在IPCCガイドラインにおいて、カーボンリサイクルメタンをカーボンニュートラルとする明示的な記載は無い</li> <li>・燃料体積(C重油の約2.4倍)</li> <li>・着火性、大出力化の技術課題</li> </ul>
エタノール (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	0.93 [0 <sup>※2</sup> ]	1.79	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオはIPCCガイドラインにおいてカーボンニュートラル扱い</li> <li>・バイオエタノールの生産は商業レベル</li> <li>・取扱い容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現在IPCCガイドラインにおいて、カーボンリサイクルメタンをカーボンニュートラルとする明示的な記載は無い</li> <li>・着火性、大出力化の技術課題</li> </ul>

※1 熱量あたりのCO2排出量及び燃料体積(液化時)は、低位発熱量40.4 MJ/kg、CO2排出係数Cf=3.114 t-CO2/t-Fuel、比重0.94の船用重油(C重油)を基準としている。熱量あたりのCO2排出量はIPCCガイドライン及びIMOのEEDI計算ガイドラインの低位発熱量を基に算出している。

※2 カーボンリサイクル燃料(CO2を分離・回収して再利用する技術によって人工的に製造される燃料)やバイオ燃料の場合0となる。

※3 各燃料を使用する際、設計上必要となるスペースについては燃料体積以外の要素も考慮する必要がある。

# 5. 技術・代替燃料オプションの洗い出し(2/3)

## <省エネ技術>

	効率改善 ポテンシャル	利点	課題
風力推進	活用程度による	・船上排ガス全てゼロ	・規模的に主たる推進エネルギーとならない
太陽電池	活用程度による	・船上排ガス全てゼロ	・規模的に主たる推進エネルギーとならない
空気潤滑	2~6%程度改善	・既存技術で実施可能	・効果は船体形状や運航状況により異なる
低摩擦塗料	2~5%程度改善	・既存技術で実施可能	・効果は船体形状や運航状況により異なる
省エネダクト	2~5%程度改善	・既存技術で実施可能	・効果は船体・船尾形状や運航状況により異なる
船首形状変更	2~5%程度改善	・既存技術で実施可能	・効果は船体・船首形状や運航状況により異なる
廃熱回収発電装置	1~5%程度改善	・既存技術で実施可能	

## <その他削減技術>

	効率改善 ポテンシャル	利点	課題
二次電池	活用程度・活用方法による	・船上排ガス全てゼロ ・一部小型船の主推進機関として、一部大型船の推進補助機関として実績あり	・重量及び体積エネルギー密度低い ・高圧充電インフラ未整備 ・(通常の燃料補給よりも)長い補給所要時間
船上CO <sub>2</sub> 回収	排ガス中のCO <sub>2</sub> を 85%以上回収	・(理論上)燃料油を問わない ・(理論上)削減率大	・船上搭載実績なし ・燃料種によっては排ガスの前処理が必要(脱硝、脱硫等) ・回収後のCO <sub>2</sub> 体積・重量大

# 5. 技術・代替燃料オプションの洗い出し(3/3)

## 2028年までに90%程度以上の効率改善を達成する可能性

	内航船 想定航続距離 200 mile (例: 東京-苫小牧)	外航 短距離 想定航続距離 1,000 mile (例: 日本-中国)	外航 中距離 想定航続距離 3,000 mile (例: 日本-シンガポール)	外航 長距離 想定航続距離 5,000mile (例: 日本-LA/LB)
バッテリー推進船	ポッド推進等を想定。200 mile程度は可能。		電池のエネルギー密度が低いため困難。	
水素燃料船 (液化水素、直接燃焼)	燃料供給装置の技術開発が必要。 国内で内燃機関の技術開発機運あり。 短い航続距離であれば可能。		貯蔵時のスペース効率が課題。	
水素燃料船 (液化、燃料電池)	気化器の技術開発が必要。 燃料電池単独では、負荷追従性および始動性に劣る。 小容量バッテリーとの組合せの可能性。 大型船の場合、大出力モーターの開発が必要。			
水素燃料船 (水素キャリア、直接燃焼及び燃料電池)	水素燃料船の「液化、直接燃焼」及び「液化、燃料電池」に準じる。 分離機の技術開発は難易度高い。 分離機のスペースも必要(敢えてキャリアを使用する必要性は低い)。 大型船の燃料電池の場合、大出力モーターの開発が必要。			
アンモニア燃料船 (直接燃焼)	燃焼性の課題。 N <sub>2</sub> Oの実態把握(及び削減対策)が必要。		海外ライセンスにおいて2サイクル機関の技術開発機運あり。	
アンモニア燃料船 (燃料電池)	直接燃焼に比べ開発が未成熟。			
カーボンリサイクルメタン 燃料船	LNG燃料船の技術を転用可能。 当該燃料がカーボンニュートラルであるとの評価が与えられることが前提。 メタンスリップ対策が必要。			
船上CO <sub>2</sub> 回収	CO <sub>2</sub> の貯蔵スペース効率(小型船は特に困難)。 回収率向上。 陸上CO <sub>2</sub> 受入れ施設整備が必要。	CO <sub>2</sub> の貯蔵スペース効率。 回収率向上。 陸上CO <sub>2</sub> 受入れ施設整備が必要。		

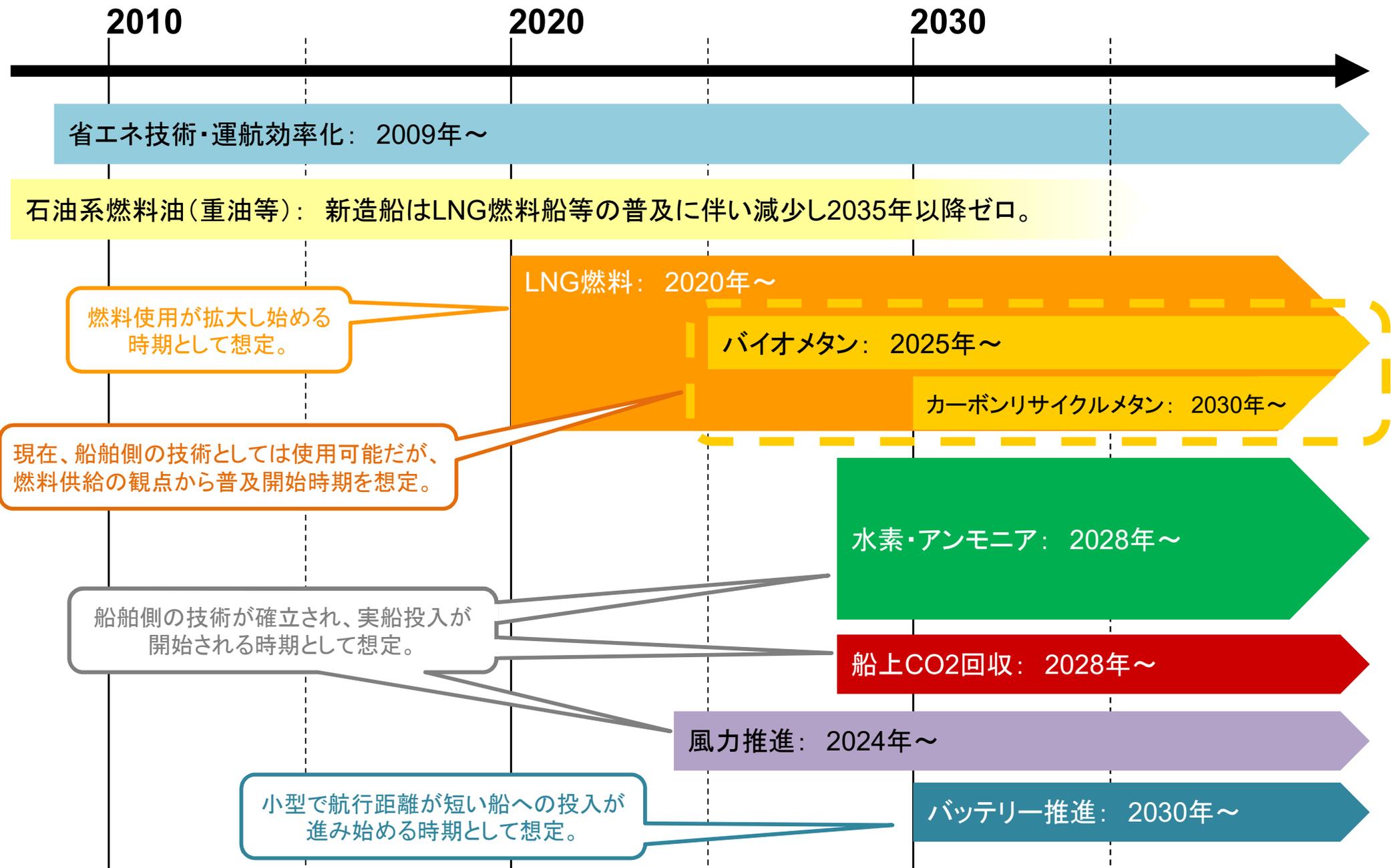
2028年までに実用化可能と考えられる。

技術開発課題が比較的 low、2028年までに実用化の可能性があると考えられる。

- ※1 本表には、燃料の供給可能性・供給規模に関する考察は含まれない。
- ※2 水素・アンモニアを燃料に使用する場合、安全上の措置や船員教育が必要となる。
- ※3 キャリアとは、水素を輸送貯蔵するための担体。ここでは、液体水素とアンモニアを除いた、水素吸蔵合金や有機ハイドライド等を想定。

# 6. 削減シナリオ

## 船舶の使用燃料の変化に関する想定



## 6. 削減シナリオ

代替燃料・技術の分析の結果、

GHG削減戦略の目標達成を可能とするシナリオは以下の2通り。

### (1) LNG→カーボンリサイクルメタン移行シナリオ

- カーボンリサイクルメタン（CO<sub>2</sub>及び水素から製造されるメタン又はバイオメタン）の活用が拡大。
- LNG燃料船の技術及びLNG燃料の供給インフラを転用。

### (2) 水素・アンモニア燃料拡大シナリオ

- 水素又はアンモニア、もしくはその両方の活用が拡大。
- 2030年までに、内燃機関の技術開発が進展（水素運搬船等の一部用途について、ガス／蒸気タービンの活用も視野）。

いずれのシナリオにおいても、一部の船舶において船上CO<sub>2</sub>回収、風力推進、バッテリーが活用されると想定。

# 6. 削減シナリオ

## 削減シナリオにおける2050年の想定

### LNG→カーボンリサイクルメタン移行シナリオ

### 水素・アンモニア燃料拡大シナリオ

#### 省エネ技術・運航効率化

- 2030年に国際海運全体の平均燃費40%改善を想定。
- 2050年に国際海運全体の平均燃費45%改善を想定(2030年から+5%の改善)。

#### 石油系燃料油の使用

- 2050年までに陸上において燃料としての原油需給が減少し、これに伴って船用重油の供給が減少すると想定。
- 石油系燃料油を使用する船舶の建造が減少し、2035年以降は全ての新造船がLNGその他の代替燃料を使用すると想定。

#### LNG燃料

- 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約35%がLNGで賄われると想定。

#### LNG燃料

- 2050年時点で、国際海運で消費されるエネルギー約35%がLNGで賄われると想定。

#### カーボンリサイクルメタン・バイオメタン

- 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約40%がカーボンリサイクル／バイオメタンで賄われると想定。

#### カーボンリサイクルメタン・バイオメタン

- 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約7%がカーボンリサイクル／バイオメタンで賄われると想定。

#### 水素・アンモニア

- 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約10%が水素又はアンモニアで賄われると想定。

#### 水素・アンモニア

- 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約45%が水素又はアンモニアで賄われると想定。

#### 船上CO<sub>2</sub>回収

- 2050年時点でLNG燃料を使用する船舶の約20%が導入することを想定。

#### 船上CO<sub>2</sub>回収

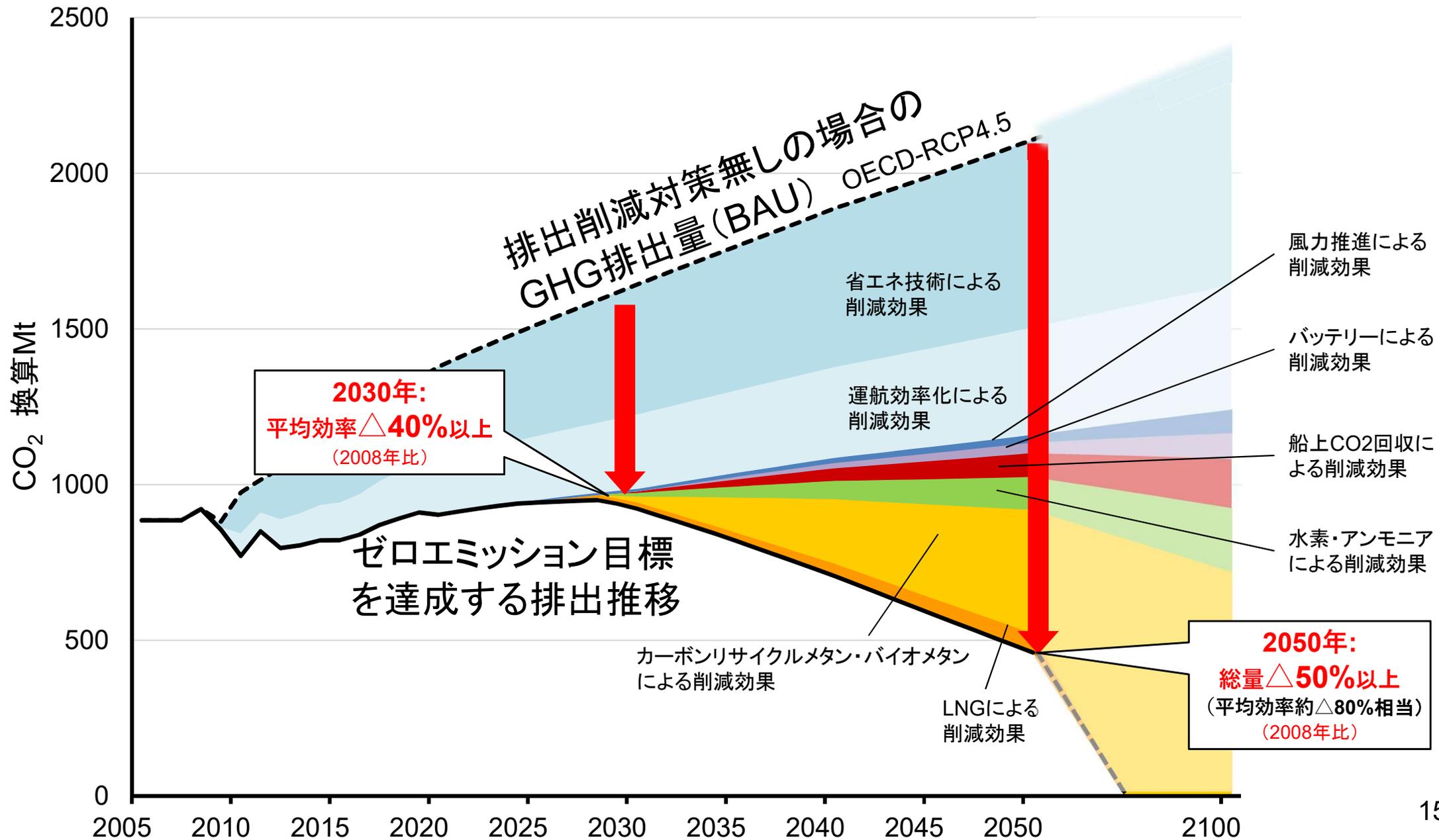
- 2050年時点で、国際海運全体の約5%が導入すると想定。

#### 風力推進・バッテリー

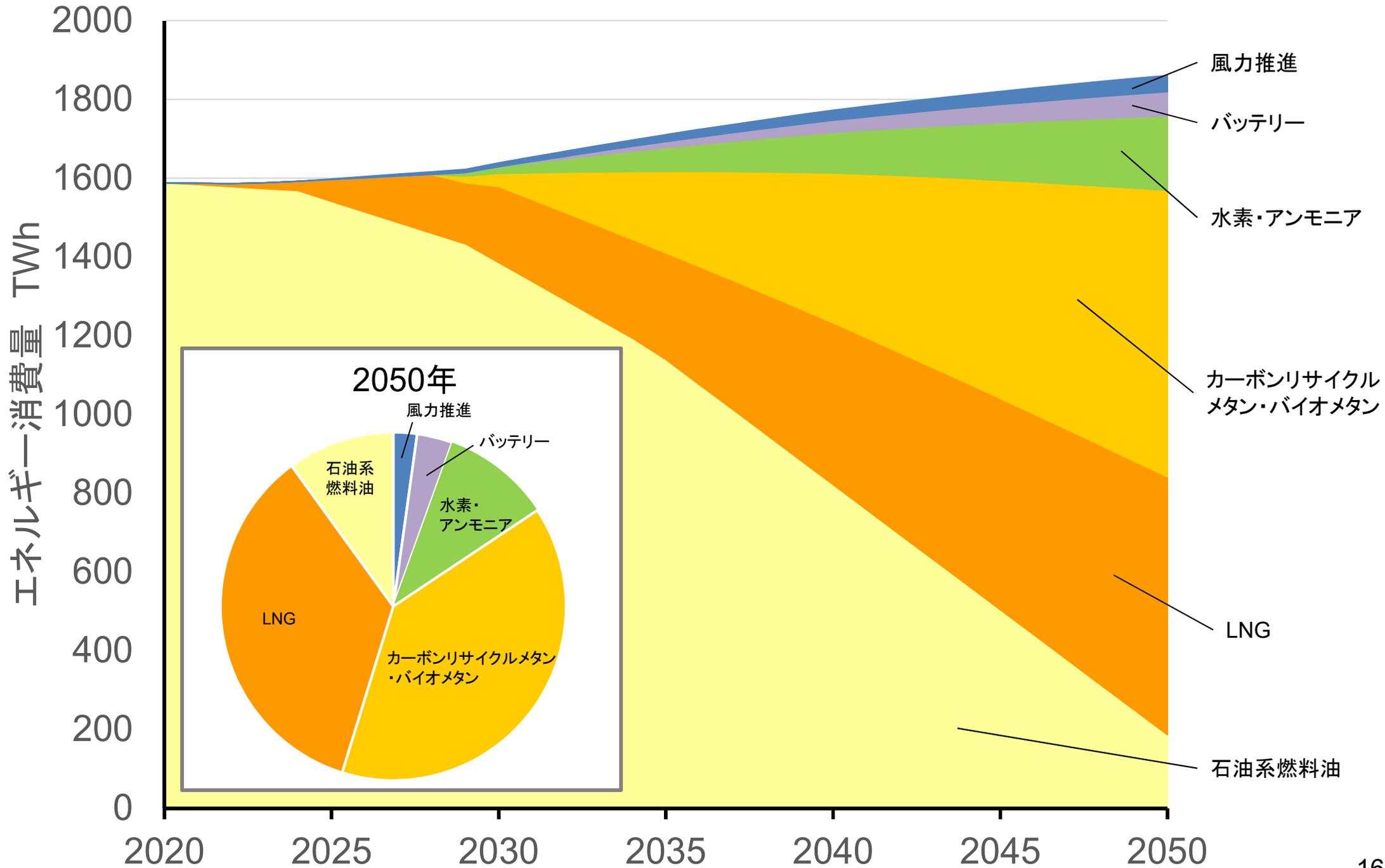
- 風力推進、バッテリーともに、2050年時点で、国際海運全体の約2%が導入すると想定。

# 6-1. シナリオ①:LNG→カーボンリサイクルメタン移行シナリオ

## 国際海運からのGHG排出量・削減量の見通し

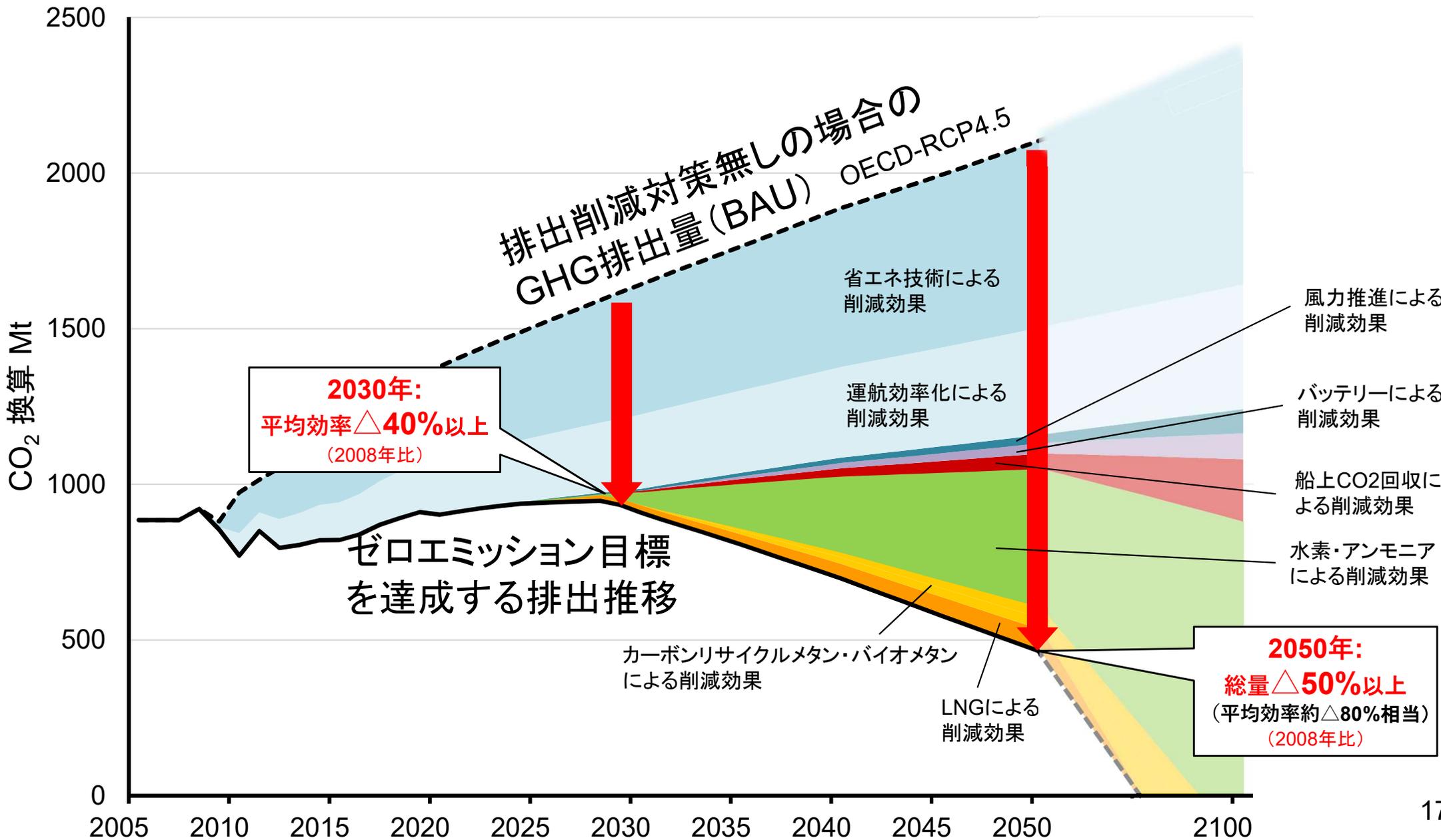


# 国際海運におけるエネルギー消費に占める各燃料等の割合

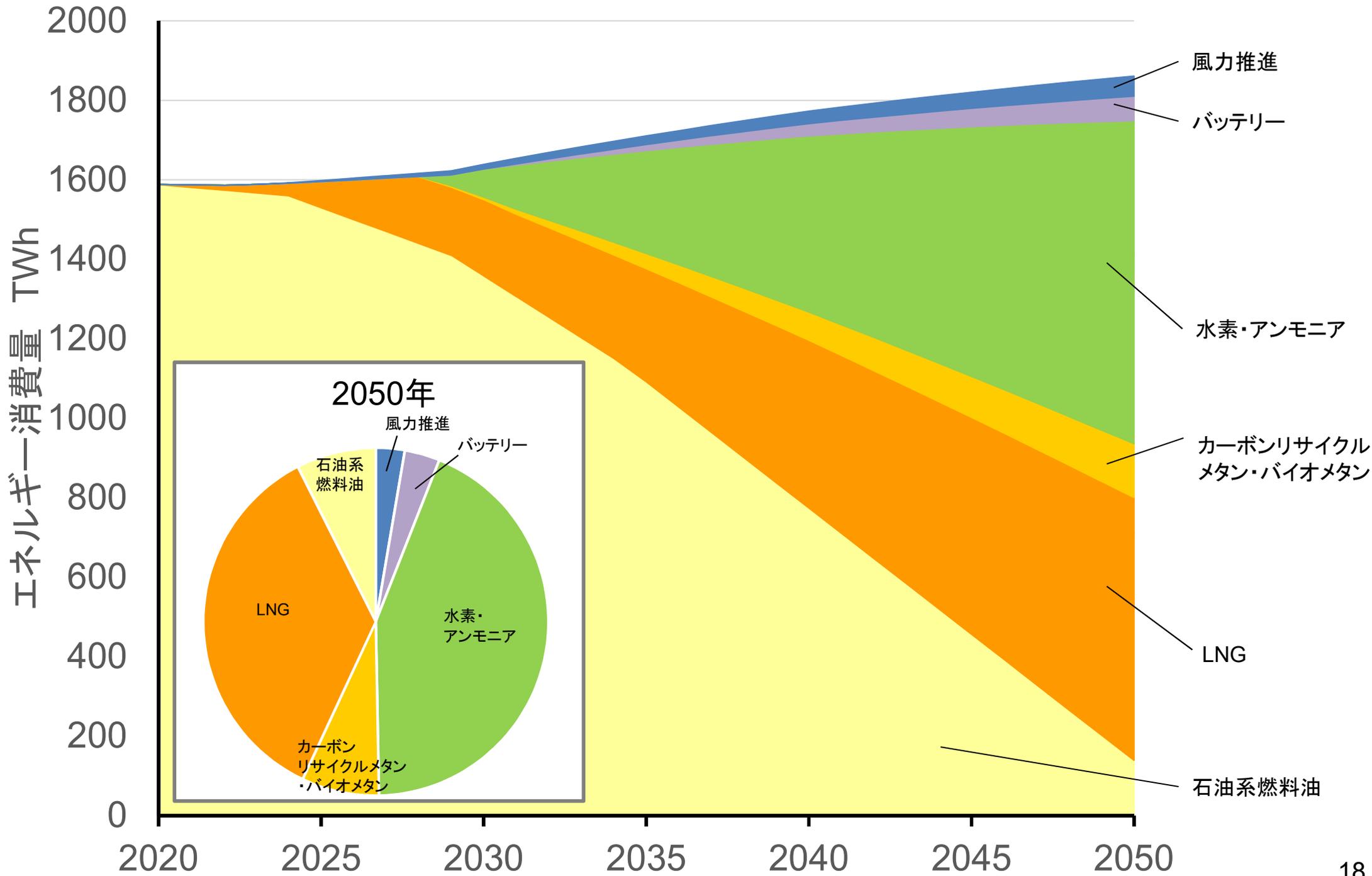


# 6-2. シナリオ②:水素・アンモニア燃料拡大シナリオ

## 国際海運からのGHG排出量・削減量の見通し



# 国際海運におけるエネルギー消費に占める各燃料等の割合



# 7. ゼロエミッション船の実現に向けたロードマップ概略

2025

2028

2030

2040

2050

**研究開発**

- 研究開発体制の強化
- 試設計
- 船体関係技術の開発 (タンク、船内移送・保管技術等)
- 機関関係技術の開発 (混焼 / 専焼)

新規開発する  
ゼロエミッション技術の例

水素燃料エンジン  
水素燃料タンク

アンモニア燃料エンジン  
アンモニア燃料タンク

CO<sub>2</sub>回収装置  
CO<sub>2</sub>液化装置

**技術の実証**

- 新燃料の実証試験 (混焼 / 専焼)
- 小型内航船から大型外航船にかけての段階的な実証

制度導入に向けた国際交渉

**導入促進**

- 新造船への代替を促す国際制度 (船舶の燃費性能規制、市場メカニズムやファイナンス制度等)

**関連ルールの検証・策定・改正**

- 安全規則
- 船員関連規則
- 燃費性能評価手法

第一世代  
ゼロエミ船  
の実船投入  
開始

燃料供給体制の整備

総量△50%以上  
(平均燃費約△80%相当) (2008年比)



ゼロエミッション船  
の将来イメージ

水素燃料船

超高効率LNG  
+ 風力推進船

アンモニア  
燃料船

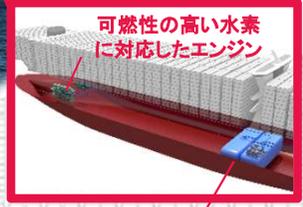
排出CO<sub>2</sub>  
回収船

# ゼロエミッション船

将来におけるGHGゼロエミッションの実現に向けて、「国際海運GHGゼロ・エミッションプロジェクト」では、検討の中で有望とされた各種の代替燃料やCO<sub>2</sub>削減技術を使用した船舶のコンセプト設計を実施。あわせて、このコンセプト設計をベースとした、究極のエコシップ「ゼロエミッション船」のイメージを作成。

## C-ZERO Japan H<sub>2</sub>

我が国の陸上分野でも利用が広がっている水素燃料は、燃焼によるCO<sub>2</sub>が発生しないクリーンな燃料です。



極低温(-253°C)に耐える真空防熱構造の燃料タンク

C-ZERO Japan H<sub>2</sub> 主要目

全長	399.90 m
船長	383.00 m
全幅	61.50 m
深さ	33.00 m
液化水素タンク	30,000 m <sup>3</sup>
コンテナ個数	21,000 TEU
冷凍コンテナプラグ	1,100 TEU
計画速力	22.5 knots
航続距離	11,500 NM
主機最大出力	60,000 kW
発電機	5000kW×3台

## C-ZERO Japan LNG & Wind

世界各国で導入が進んでいるLNG燃料は、現在主流の船舶用C重油に比べるとCO<sub>2</sub>排出量を20%程度削減できます。低速設計や風力推進等の既存技術を更に組み合わせると、CO<sub>2</sub>排出量の削減率を86%まで高めることが可能です。将来的には、カーボンリサイクル燃料の導入によりゼロエミッションの達成も可能となります。

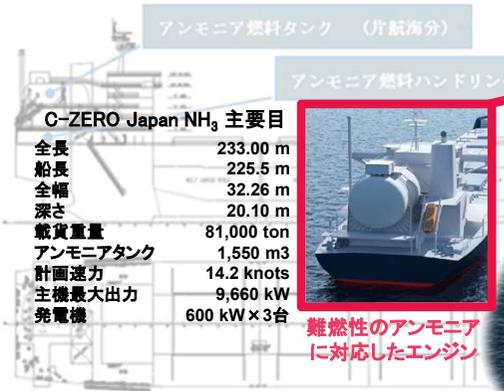


C-ZERO Japan LNG & Wind 主要目

全長	229.00 m
船長	225.00 m
全幅	42.00 m
深さ	20.60 m
載貨重量	102,000 ton
LNGタンク	3,800 m <sup>3</sup>
計画速力	11.5 knots
推進モーター定格出力	1,750kW×2台

## C-ZERO Japan NH<sub>3</sub>

アンモニアも、水素と同様に燃焼に際してCO<sub>2</sub>を発生しません。毒性など注意すべき課題はありますが、水素と比べると貯蔵が容易です。



C-ZERO Japan NH<sub>3</sub> 主要目

全長	233.00 m
船長	225.5 m
全幅	32.26 m
深さ	20.10 m
載貨重量	81,000 ton
アンモニアタンク	1,550 m <sup>3</sup>
計画速力	14.2 knots
主機最大出力	9,660 kW
発電機	600 kW×3台

難燃性のアンモニアに対応したエンジン

## C-ZERO Japan Capture

排気ガスからCO<sub>2</sub>を回収する技術は、陸上の発電所等では実用化されつつあります。CO<sub>2</sub>回収装置を船舶に搭載できるようになれば、燃料を選ばずにCO<sub>2</sub>排出ゼロの達成が可能となります。



C-ZERO Japan Capture 主要目

全長	399.90 m
船長	383.00 m
全幅	61.00 m
深さ	33.50 m
コンテナ個数	21,300 TEU
メタノールタンク	13,200 m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> タンク	6,400 m <sup>3</sup> × 2 sets
計画速力	21.8 knots
主機最大出力	55,000 kW
発電機	6,870 kW × 5台

2020

2025

2030

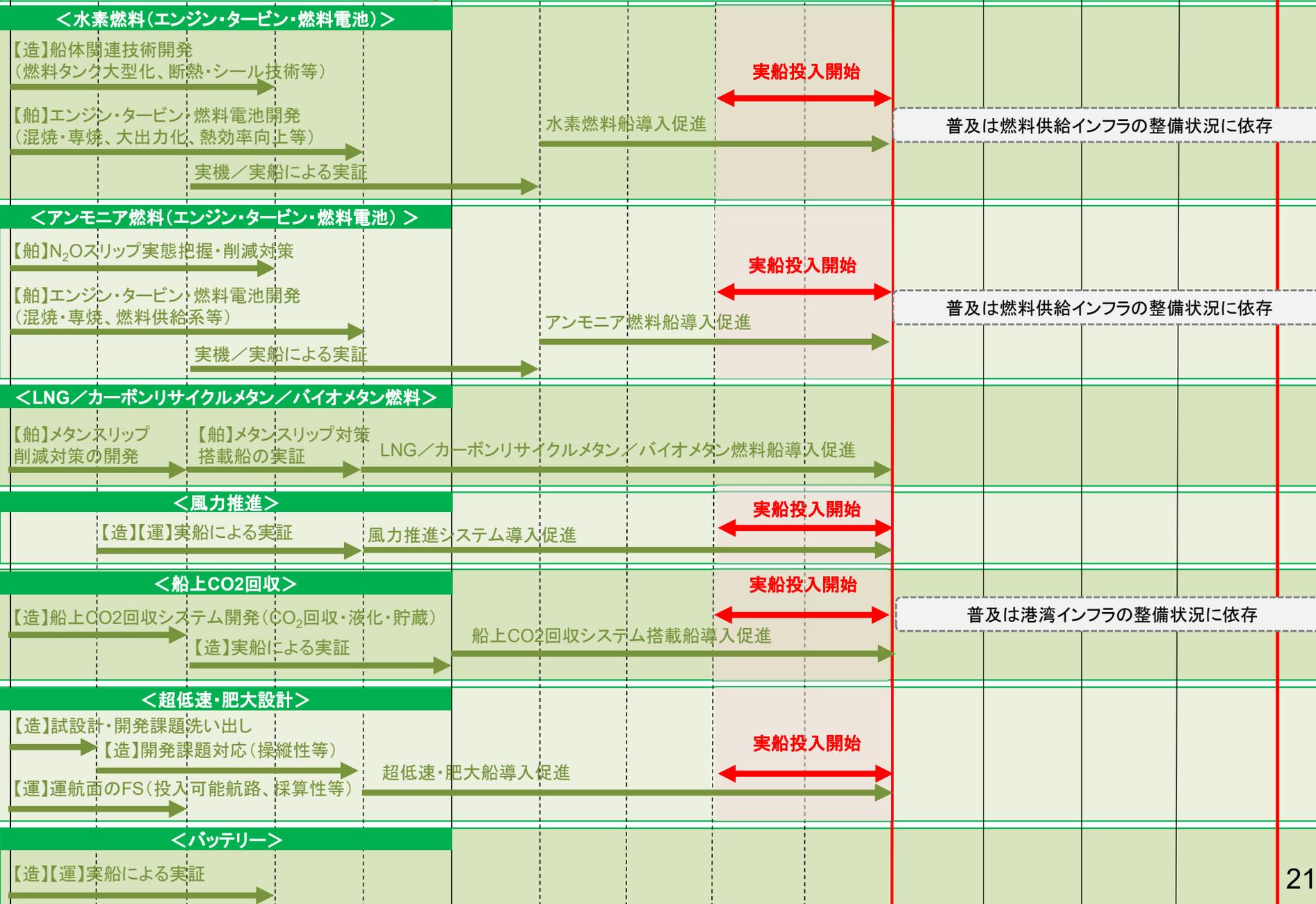
2040

2050

研究開発体制強化



研究開発及び実用化



2020

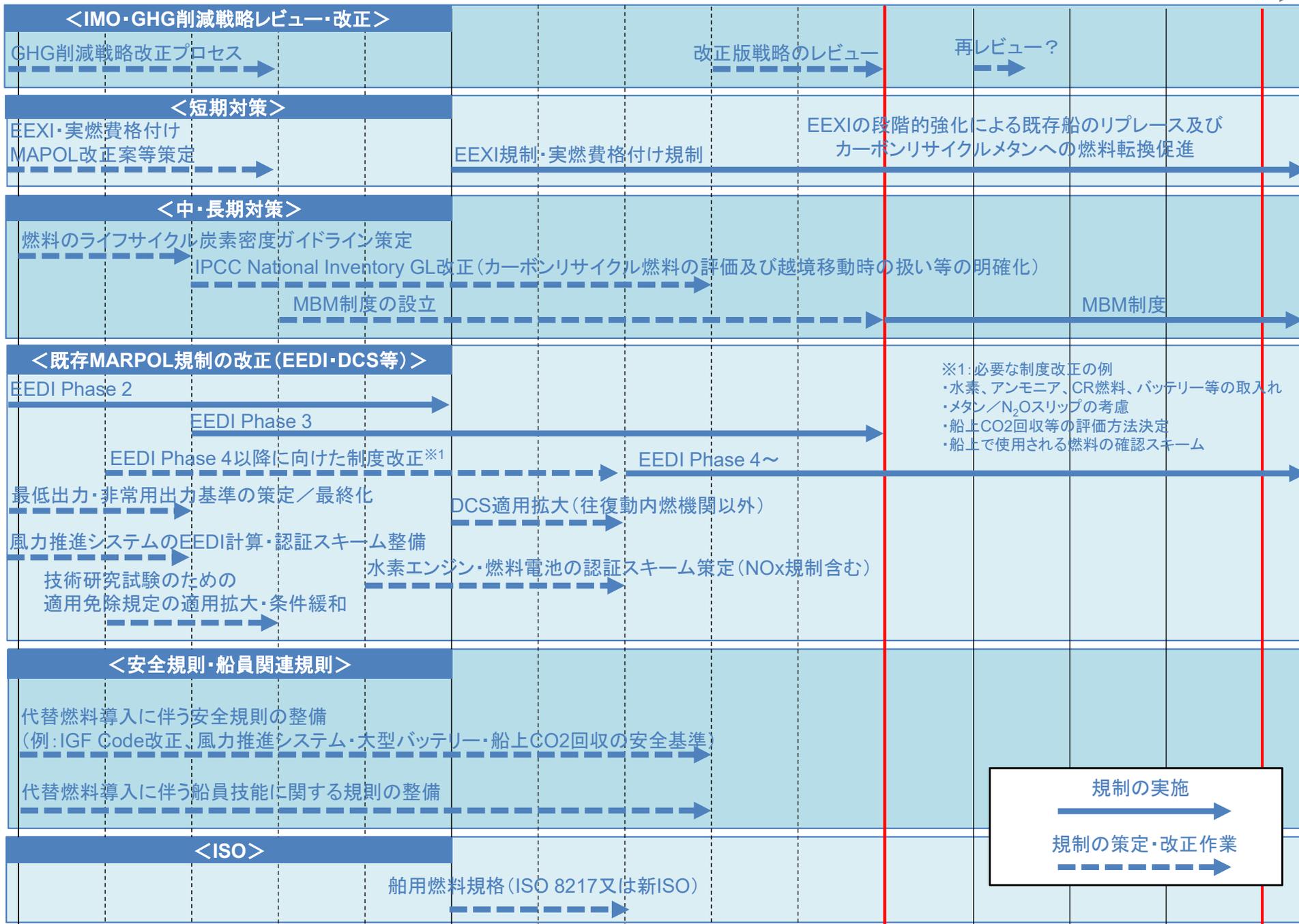
2025

2030

2040

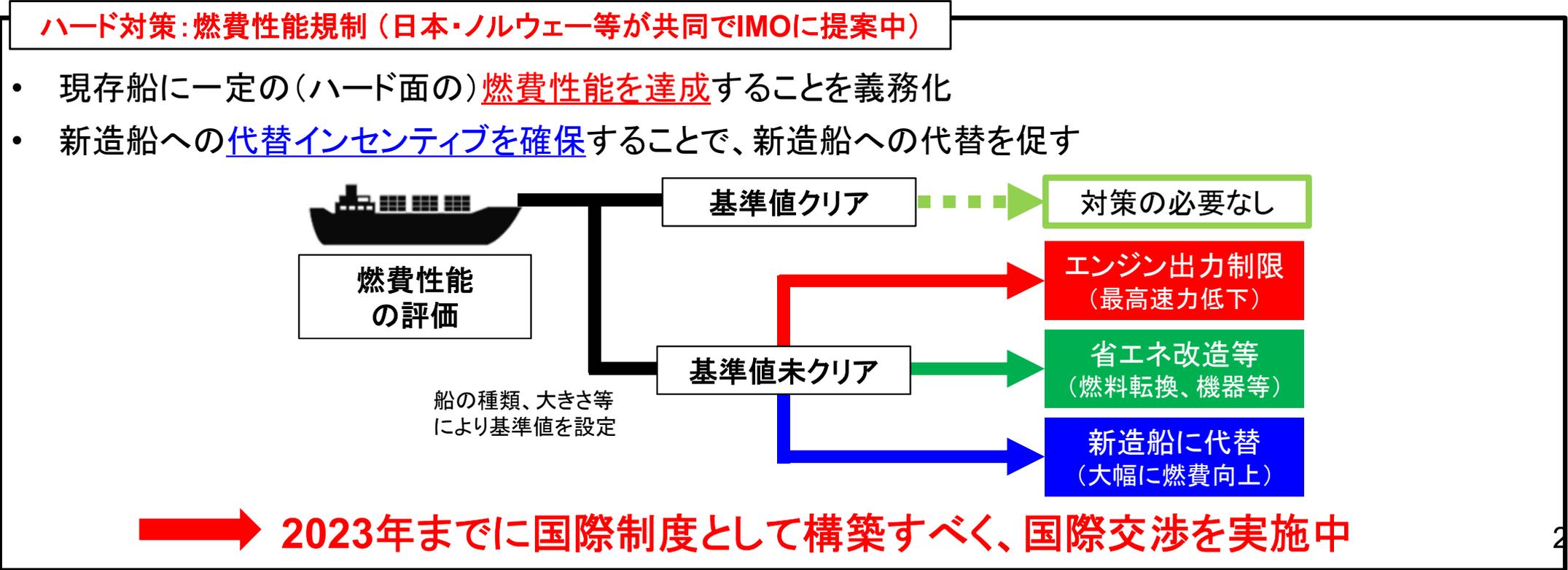
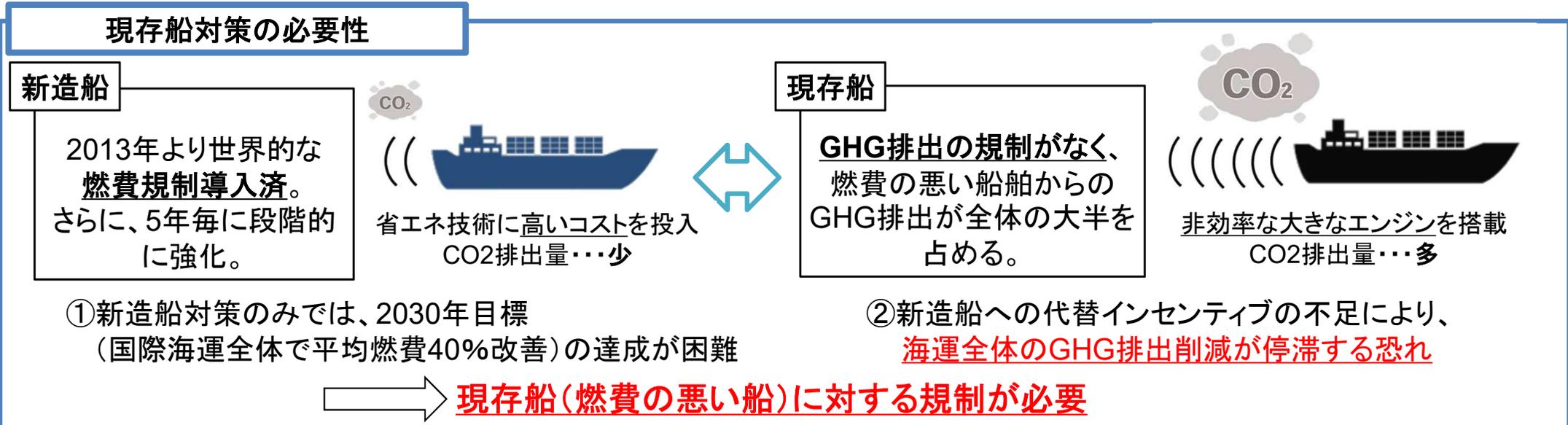
2050

制度面の環境整備 (IMO等)



※本表は削減シナリオ達成のために今後必要となる可能性がある事項を記載したものであるが、今後具体的に取り組むべき方策、体制、資金等を予断するものではない。

# 8. 新造船への代替を促す国際制度(既存船の燃費性能規制)



## 9. ロードマップの位置づけ

---

- 国際海運のゼロエミッションに向けた今後の動向は、燃料供給サイド、技術開発課題、コスト等の不確定要素が複合的に絡むものであり、現時点で確たる方向性を示すことは困難。
- その中で、本ロードマップにおいては、現時点で入手可能な情報に基づき、GHG削減戦略に掲げられた国際海運からのGHG削減目標を達成するために国際海運に導入すべきGHG削減対策を分析・検討し、それらの対策を実現するために必要となる技術開発及び環境整備等の内容・時期をロードマップとして提示した。
- 今後は、陸上及び国際海運分野の動向に応じて、本ロードマップのシナリオの見直しや絞り込みを随時行っていくとともに、ゼロエミ船の建造・運航をビジネスとして成立させることを視野に、本ロードマップの実施に向けた方策、役割、体制及び資金面の仕組み等について、更に検討を掘り下げていく必要がある。