

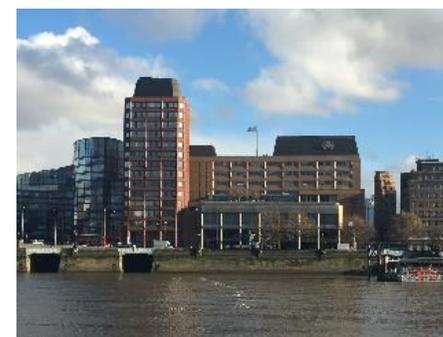
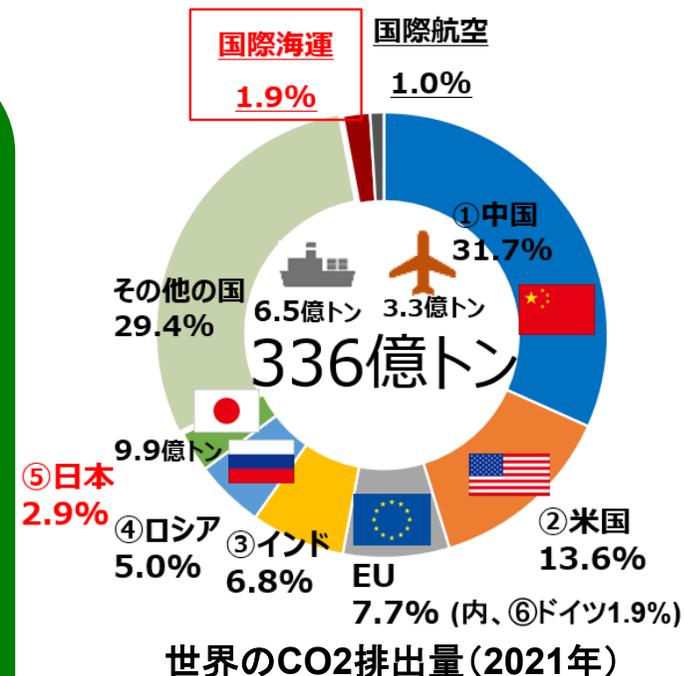
IMOのGHG削減対策の動向

～国際海事機関 第83回海洋環境保護委員会の結果～

海事局 海洋・環境政策課
令和7年4月

国際海運からの温室効果ガス排出

- 国際海運のCO2排出量は、世界全体の約1.9%(ドイツ一国分に相当)
- 国際海運におけるGHG排出削減対策は、IMO(国際海事機関)において一元的に検討・実施。
- 2023年7月、IMOにおいて「2050年頃までに温室効果ガス(GHG)排出ゼロ」とする新たな目標に合意。
- 現在、国際海運の段階的な燃料転換を実現するためのルール作りの議論がIMOにおいて進められている。



国際海事機関 IMO (英国・ロンドン)
 ・海事分野に関する国連の専門機関
 ・船舶の安全、海洋汚染の防止のための国際ルールを策定

国際海運及び内航海運のGHG削減対策の違い

- **国際海運**は、関係国が多岐に渡る等の理由で、GHG削減対策は国別削減対策の枠組みに馴染まず、**国際海事機関（IMO）**における**統一的な検討**が委ねられている。**排出量は国毎ではなく国際海運という分野に計上されている（国際航空分野も同様）**。
- **内航海運**におけるCO2排出は、**国連気候変動枠組条約（UNFCCC）**の枠組みにおける**国別の排出量に計上**され、**各国で対策を検討**している。



国際海運

国際海事機関（IMO）

- 海事分野に関する国連の専門機関
- 無差別原則を基に国際統一ルールを策定
- 2023年に2023 IMO GHG削減戦略（2050頃までにGHG排出ゼロ、2030年までにゼロエミ燃料使用割合を5～10%、2030年までに2008年比で平均燃費40%以上改善）を採択

国際海運からのCO₂

国際海運からの排出量：約6.3億CO₂トン（2020年）
（世界全体の排出量（約315億CO₂トン）の約2.0%）

内航海運

各国政府 （国連気候変動枠組条約（UNFCCC））

- CBDR（共通だが差異ある責任）の原則
- 2015年にパリ協定を採択し、国別削減目標の作成等を義務化（※日本は2030年度に2013年度比で46%削減、2050年までのカーボンニュートラルを表明）

内航海運からのCO₂

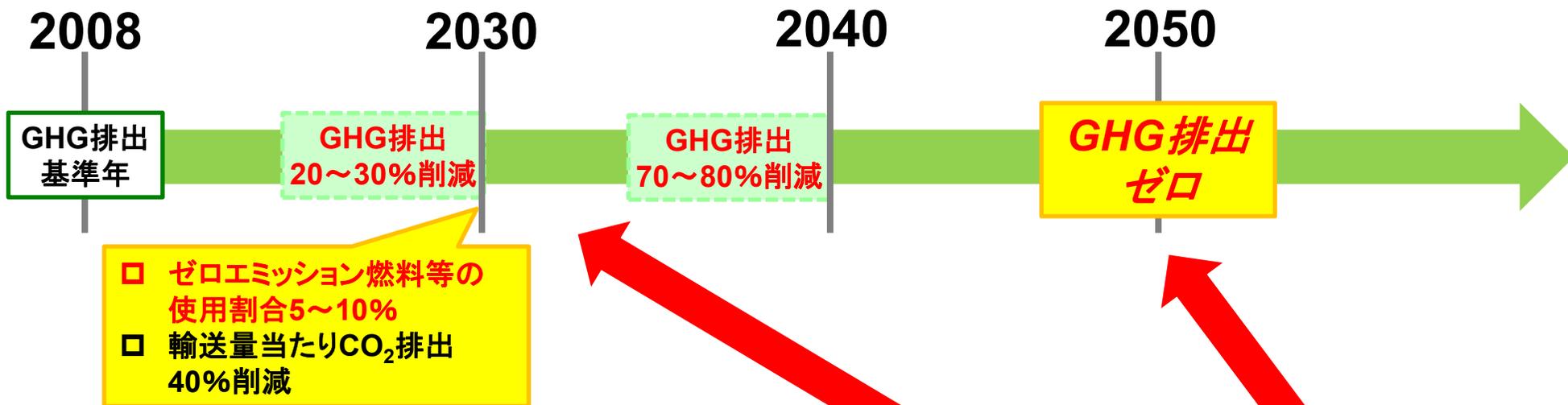
日本の内航海運の排出量：約0.1億CO₂トン（2019年度）
（日本全体の排出量（約11.8億CO₂トン）の0.93%）

国際海運GHG排出削減戦略(削減目標)

- 2023年7月、国際海事機関(IMO)にて、**国際海運「2050年頃までにGHG排出ゼロ」等の目標に合意**し、「2023GHG削減戦略」を採択



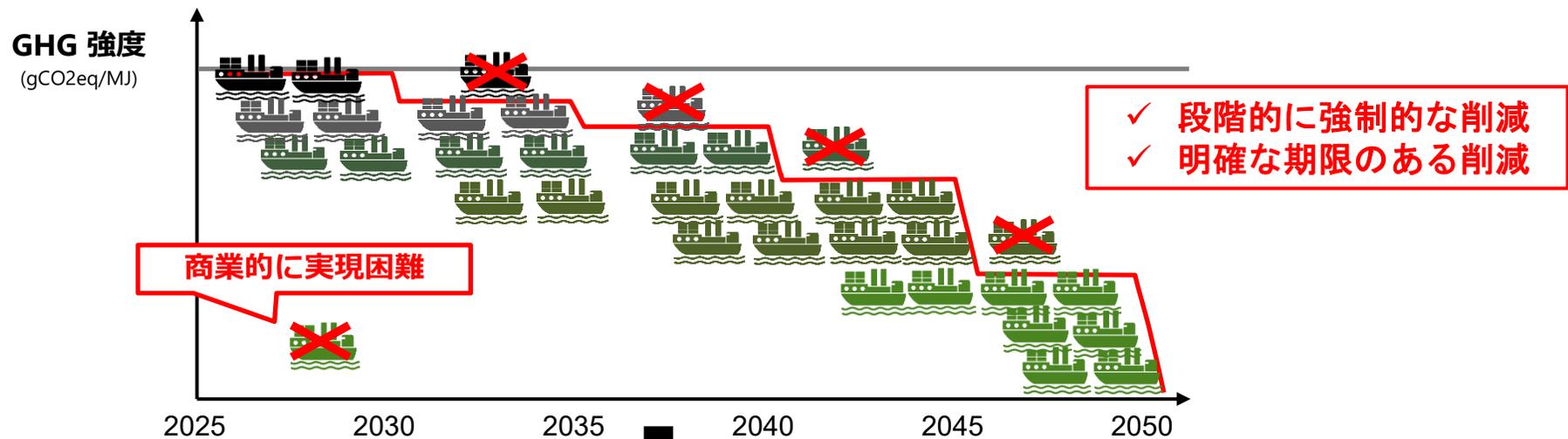
国際海運からのGHG排出削減目標



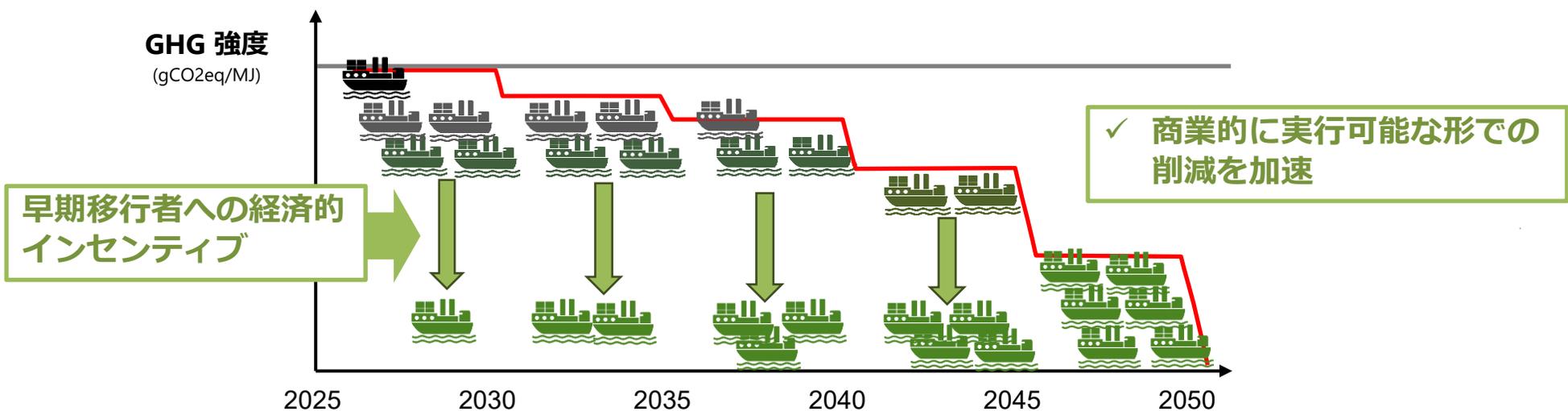
参考：2018年GHG削減戦略の削減目標



使用燃料のGHG強度を規制する制度

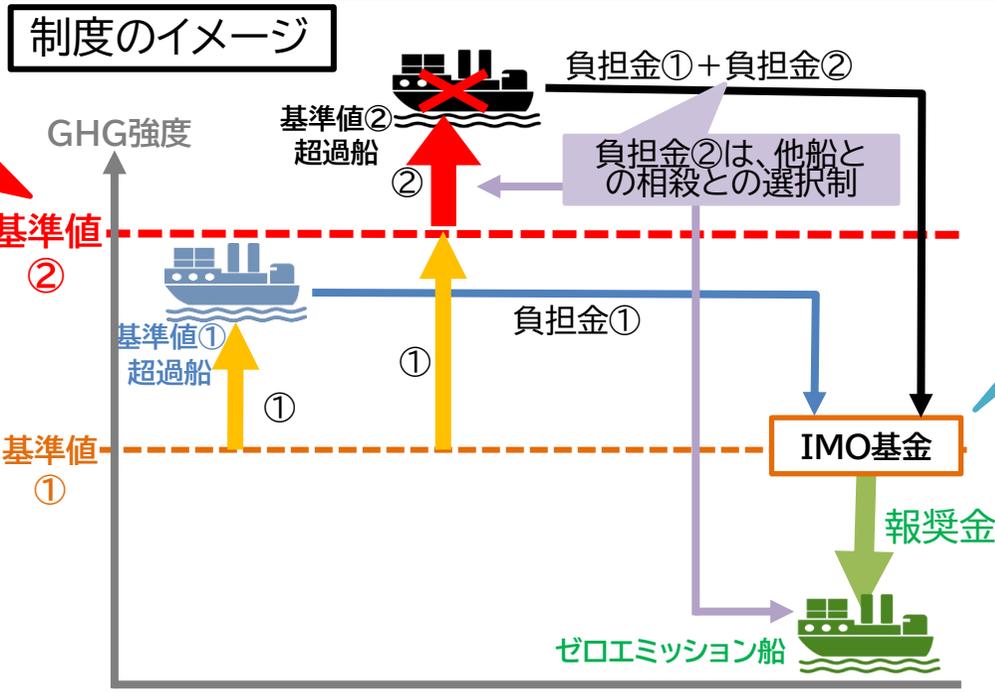


ゼロエミッション燃料船の導入促進制度（経済的インセンティブ）



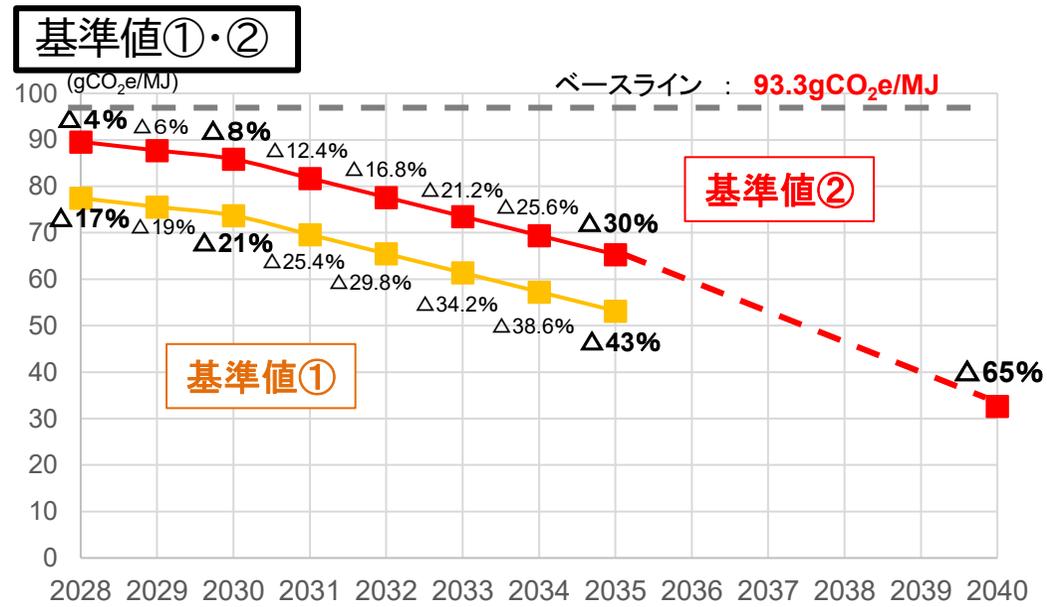
使用燃料のGHG排出規制制度

- 使用燃料のGHG強度 (gCO_{2e}/MJ)を規制
- 基準値②は段階的に強化: 2008年比で35年に30%、40年に65%減
- 基準値②超過船は、負担金②の支払い、又は他船との相殺により、規制適合と看做すことが可能
- 基準値②超過分の排出量に対する負担金②は 380USD/tCO_{2e} (2030年迄の値)



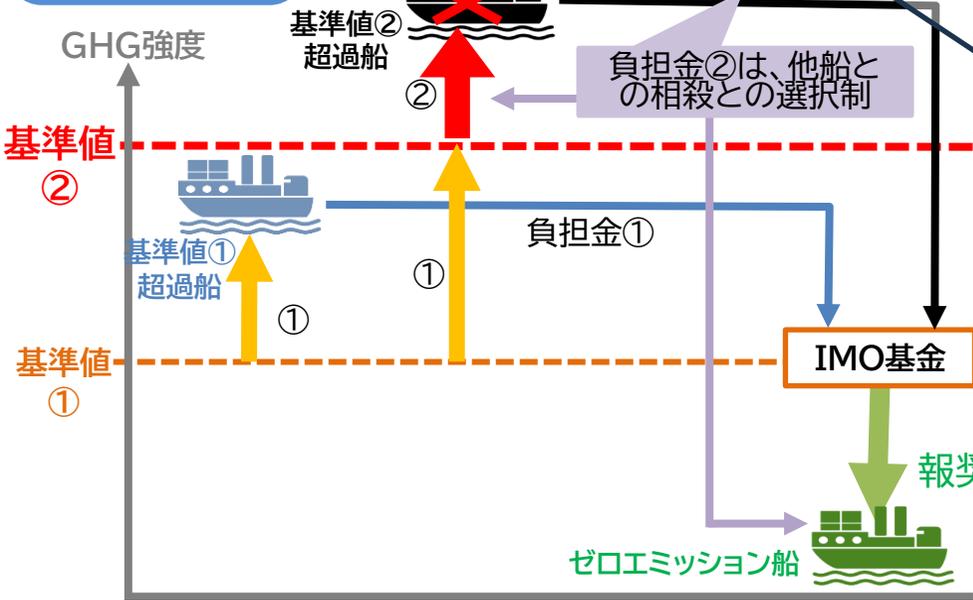
ゼロエミッション燃料船の導入促進制度

- 使用燃料の基準値①からの乖離幅に応じて、船舶から負担金①を広く徴収し、IMO基金を設置
- ゼロエミッション船等に報奨金を支給し、早期移行を実現
- 基準値①は、基準値②から更に13%GHG強度が低い水準
- 基準値①超過分の負担金①は100USD/tCO_{2e}(2030年迄の値)
- 報奨金の額は2027.3までにIMOが決定し、5年毎に見直し



今回合意された負担金額とコストのイメージ

負担金額等



【重油1トン当たりの負担金額】

負担金②の支払いを選択した場合、
(規制開始時点:2028年使用分燃料)
負担金①: 約49ドル(重油価格600ドルとすると8%)
負担金②: 約91ドル(同15%)

(2030年時点)
負担金①: 約49ドル(同8%)
負担金②: 約148ドル(同25%)

【IMO基金の規模】

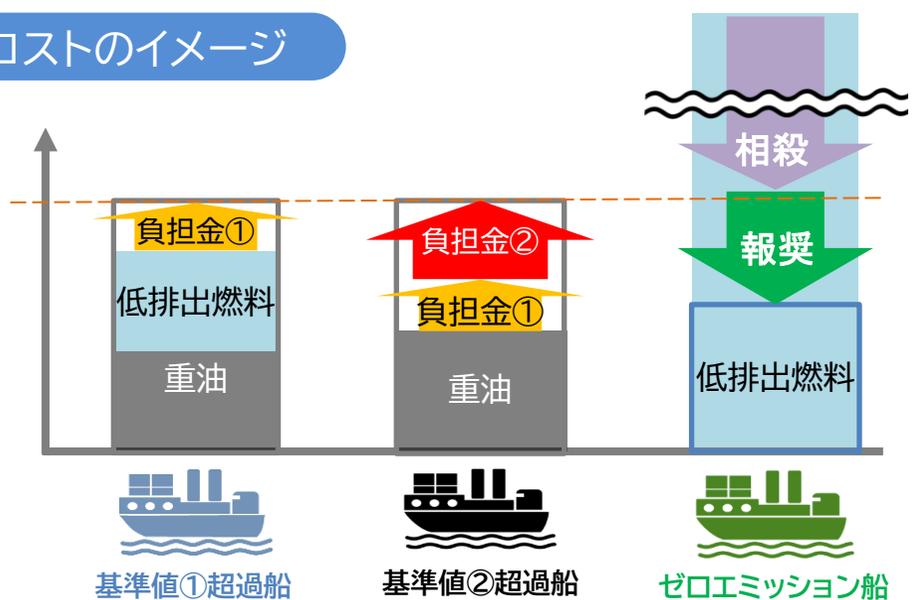
2030年時点で年間約10billionドル(約1.4兆円)程度の収入見込み

【報奨金が受けられる燃料】

発熱量当たりのCO2換算GHG強度が一定以下の燃料
2028年~2034年:19gCO2eq/MJ以下
2035年~ :14gCO2eq/MJ以下

具体的には、アンモニア、メタノール、eメタンなどの合成燃料、バイオ燃料など。報奨額は2027.3までにIMOが決定。

コストのイメージ



基準値①超過分の負担金①
100USD/tCO₂e(2030年迄の値)



- ゼロエミ船への報奨等の**収入確保が目的**
- 低GHG排出燃料よりも**低価格**
- 重油1トンあたりの課金に置き換えると**約49ドル/トン**(規制値直下に位置している場合)※
- 2030年の基金規模は、概算**約10billionドル/年**

基準値②超過分の負担金②
380USD/tCO₂e(2030年迄の値)



- 規制値達成による**GHG削減が目的**
- 低GHG排出燃料よりも**高価格**
- 負担金支払いで規制達成を行う場合、重油1トンあたりの負担額は概算で**2030年時点で約150ドル/トン、2035年時点で約465ドル/トン**

※日本の元々の課金提案

- 重油1トンあたり約60ドルを想定
- 基金の規模は約12.7billionドル
- 主な用途はゼロエミ船への還付
- 途上国支援は否定しないが規模感はGCFとのバランスが重要

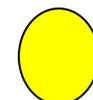
【参考】緑の気候基金(GCF:Green Climate Fund) :
国連気候変動枠組み条約(UNFCCC)の下、開発途上国がGHG排出抑制等と気候変動による影響への対処を実施するための努力を支援するための国際基金

島嶼国提案
約450 USD/重油トン: 95.3billionドル/年

欧州提案
約300 USD/重油トン: 63.5billionドル/年

日本提案
約60 USD/重油トン: 12.7billionドル/年

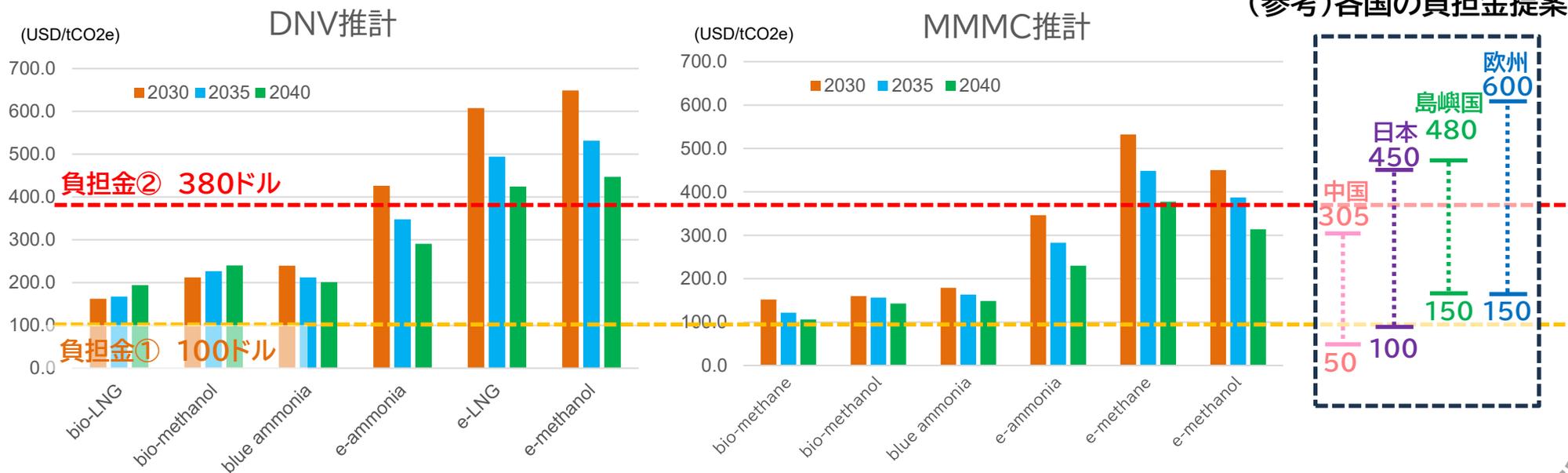
GCF基金規模
3.2billionドル/年



- 負担金①②は2030年までの数値であり、見直しを前提。
- ただし、考え方「**負担金①は低GHG排出燃料の使用よりも安く、負担金②は低GHG排出燃料の使用よりも高く**」は変わらない。

負担金①②と燃料転換の費用の関係

- 低GHG排出燃料の使用によりGHG排出量を1トン削減する費用(対重油)と、負担金①②の関係は下図のとおり。
- この費用は、低GHG排出燃料の価格・GHG削減効果により異なる。
(下図は、DNVとMMMCが推計している低GHG排出燃料の価格、GHG削減効果を使用。)



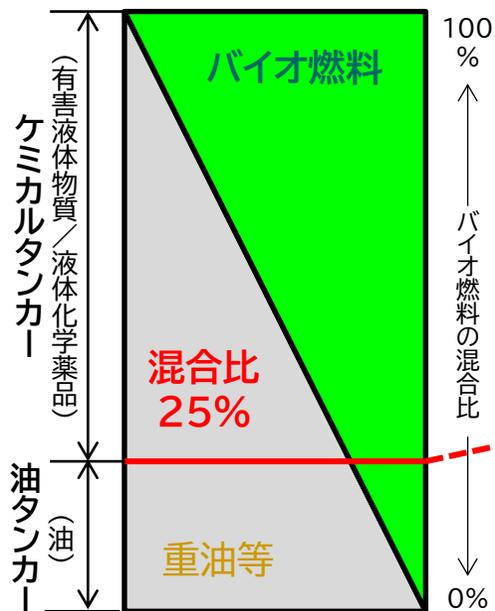
(出典) DNV CIA Task 2 Report for IMO (MEPC 82/INF.8/Add.1); Maersk Mc-Kinney Moller Center for Zero Carbon Shipping (MMMCZCS,2022), Ammonia as a marine fuel Prospects for the shipping industry; MMCZCS (2022), Bio-oils as marine fuel Prospects for the shipping industry; MMCZCS (2022), LNG and methane-based marine fuels Prospects for the shipping industry; MMCZCS (2022), Methanol as a marine fuel Prospects for the shipping industry; MMCZCS (2021),

いずれも現時点の推計値より算出したものであり、**将来の燃料価格は市況に応じて大きく変動しうる**ことに留意。

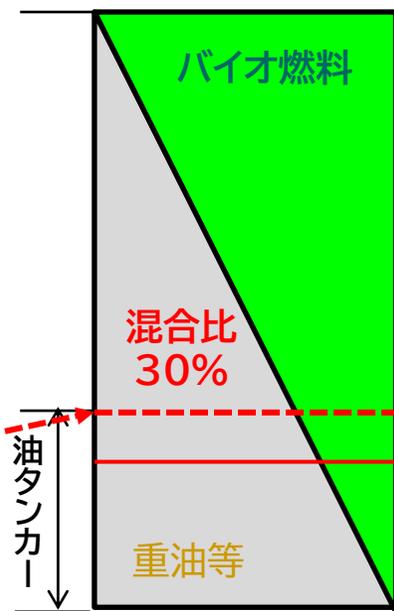
- 船舶用バイオ燃料混合油の貨物輸送では、バイオ燃料混合比25%を境に、25%を超えるものは、「有害液体物質」として運送し、25%以下は油扱いで運送することが規定※。
- 船舶への燃料バンカリング(補油)は油タンカーで行われており、本規定に基づき、バイオ燃料比率24%(B24)とする混合燃料が主に流通。
- 今般、GHG排出削減に資するバイオ燃料利用拡大のため、30%以下まで従来の油タンカーで輸送可能とする暫定ガイダンスが2025年4月MEPC83で策定。今後、新たな混合率の流通が見込まれる。

※国内:危険物船舶運送及び貯蔵規則、国際:国際バルクケミカルコード(IBCコード)

現行制度



暫定ガイダンス適用後



ケミカルタンカーと油タンカーの貨物輸送における主要な比較

	ケミカルタンカー (有害液体物質/液体化学薬品)	油タンカー (油)
船体構造	2重構造。外板と貨物タンクの離隔距離は油タンカーより大。	2重構造等。外板と貨物タンクの離隔距離はケミカルタンカーより小。
素材材質	貨物タンク等は、耐腐食メッキ鋼材、ステンレス等が必要。	貨物タンク等は、鋼材が必要。
排出規制	ストリッピング装置等で処理後、1ppm等以下で海洋排出。	油分濃度計を用い、積載量の3万分の1以下で海洋排出。

バンカリング船(タンカー)のイメージ



燃料のライフサイクル認証(LCA)制度

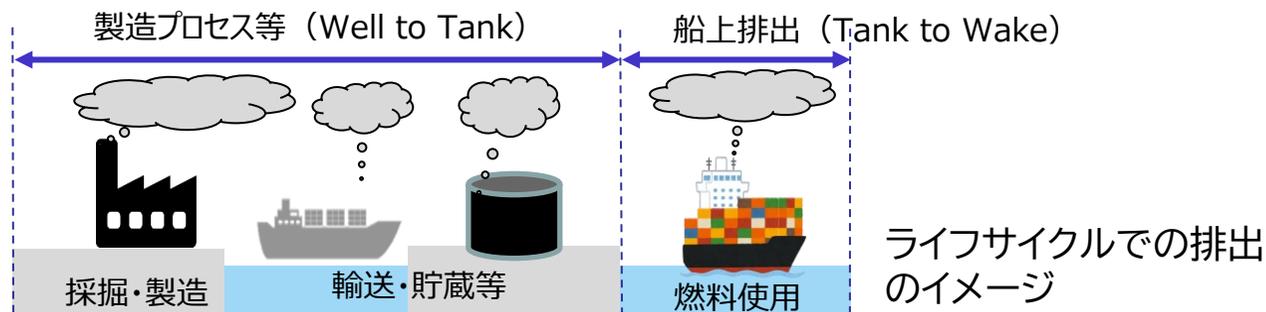
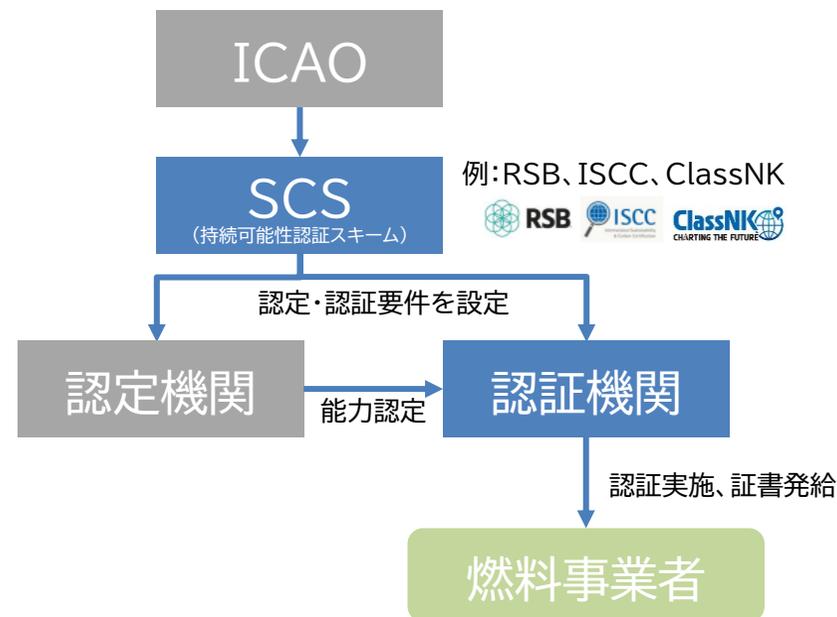
燃料の生産プロセスを含む、ライフサイクル排出量については、IMOに専門家WGが立ち上がり、デフォルト値の決定や認証制度の構築に向けて作業中。

専門家WG(GESAMP-LCA-WG)

- 12名の専門家で構成
(バングラデシュ、ブラジル、カナダ、中国、フィンランド、イタリア、日本、マレーシア、シンガポール、スウェーデン、英国、米国)
- 付託事項は次のとおり。
 - LCAガイドラインにおける排出量の定量化方法の改良
 - 燃料デフォルト値の科学的レビュー 等
 - 認証に関する方法論
 - 燃料の実測値を含む燃料認証の要件の策定 等
 - 持続可能性に関する検討
 - LCAガイドラインの持続可能性指標の更なる検討 等

想定される燃料認証スキーム

例：ICAO CORSIA適格燃料(CEF)の認証



Well-to-Wakeの基本的考え方

$$GHG_{WtW} = GHG_{WtT} + GHG_{TtW}$$

- 燃料のGHG強度(GHG intensity)を評価。
- CO₂、CH₄およびN₂Oが対象。
- 単位は[gCO₂eq/MJ]・・・単位エネルギー当たりのCO₂換算されたGHG排出量。



WtT排出強度

$$GHG_{WtT} = e_{fecu} + e_l + e_p + e_{td} - e_{sca} - e_{ccs} \quad [\text{gCO}_2\text{eq/MJ}]$$

efecu	原料の採取／栽培／取得／回収に伴う排出量
el	[直接的な土地利用変化による炭素蓄積量の変化に伴う年換算排出量(20年分)] (※このパラメータは、方法論が確立されるまではゼロとする。)
ep	原料の加工／変換に関連する排出量と、原料から最終燃料製品への変換に関連する排出量
etd	原料の輸送及び最終燃料の輸送・貯蔵、現地配送、小売店での貯蔵、バンカリングに関連する排出量
esca	[農業管理の改善による土壌炭素の蓄積による年換算排出削減量(20年間)] (※このパラメータは、方法論が確立されるまではゼロとする。)
eccs	燃料の採掘、輸送、加工、流通に関連し、排出されたCO ₂ を回収・貯留することにより回避された排出を適切に計上

TtW排出強度

$$GHG_{TtW} \text{ [gCO}_2\text{eq/MJ]} = \frac{1}{LCV} \left(\overbrace{\left(\left(1 - \frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug}) \right) \times (C_{fCO_2} \times GWP_{CO_2} + C_{fCH_4} \times GWP_{CH_4} + C_{fN_2O} \times GWP_{N_2O}) \right)}^{\text{燃焼に伴うGHG排出}} + \underbrace{\left(\frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug}) \times C_{sfx} \times GWP_{fuelx} \right)}_{\text{燃料のスリップ/リークに伴うGHG排出}} - S_{FC} \times e_c - S_{FCCU} \times e_{ccu} - e_{OCCS} \right)$$

燃料のスリップ/リークに伴うGHG排出

※Cfugは更なる技術的検討を待つて当面はゼロとする

植物が吸収したCO₂量(e_c)
(バイオ燃料に適用)

回収CO₂の再利用に伴う
CO₂削減量 (e_{ccu})
(合成燃料に適用)

※このパラメータは方法論が
確立されるまではゼロとする

船上CO₂回収に伴う
排出削減量

※このパラメータは方法
論が確立されるまではゼ
ロとする

- TtW排出強度は、 S_{FC} 及び S_{FCCU} を0として計算する“TtW Value 1”と、カーボンニュートラルの考え方を取り入れ S_{FC} 及び S_{FCCU} を1として計算する“TtW Value 2”の2パターンがある。
- WtW排出強度の計算時には、TtW Value 2を採用。

持続可能性

- 燃料の「持続可能性」について、10の側面から評価される。

側面	原則	指標
1. GHG	ライフサイクルベースで、従来の船用燃料(液化石油製品の過去3年平均値)よりもGHG排出量が少ないこと	1. GHG強度 [gCO ₂ eq/MJ](GWP100)
2. 炭素源	化石エネルギー源の使用によるGHG強度を増加させないこと 回収・貯留された炭素は永続性が確保されること ダブルカウントを回避すること	1. 最終燃料製品の製造に使用される原料中の炭素含有量(%)およびその起源
3. 電力源・エネルギー源	WtT段階で大きな電力投入を必要とする持続可能な海洋燃料や、船舶に直接供給される電力は、現在または長年の需要レベルに追加して、再生可能、原子力、生物由来の電力/エネルギーを使用するか、オフピーク時の余剰電力を使用して製造されること	1. 船用燃料の製造に使用される、あるいは船舶に直接供給される電力の年間平均GHG原単位 [g-CO ₂ eq/kWh]
4. 直接的土地利用変化(DLUC)	炭素蓄積量の多い土地から得られるバイオマスを使用しないこと 直接的土地利用変化による排出を最小限に抑えること	1. 炭素蓄積量の多い土地から得られたバイオマスを含まないか、バイオマスが土壌炭素ストックに悪影響を与えない活動または生態系サービスから得られることを保証する土地管理計画が実施されているか 2. 原生林、森林地帯、草地または法的に保護された土地から転換された土地が燃料の製造に用いられてないか 3. 直接土地利用変化(dLUC)指標
5. 間接的土地利用変化(ILUC)	原料の栽培による土地の利用・管理への悪影響を最小限に抑えること	1. 持続可能な船用燃料の原料栽培に伴う間接的な炭素ストックリスク

持続可能性(つづき)

側面	原則	指標
6. 水	水質と利用可能性を維持または向上させること	<ol style="list-style-type: none"> (1)水質を維持し、(2)水を効率的に使用し、水資源(地表水、再生可能な水、化石・地下水を含む)の補充能力を超える枯渇を回避するための運用が行われているか 水管理に関する地域住民の意思の尊重 等
7. 大気	大気環境への悪影響を最小限に抑えること	<ol style="list-style-type: none"> 大気汚染に関する法律や規制を完全に遵守した施設で製造されているか
8. 土壌	土壌の健全性を維持または向上させること	<ol style="list-style-type: none"> 農業および林業のベストマネジメントプラクティスが実施されているか 土壌の健全性に関する法律や規制を完全に遵守した施設で製造されているか
9. 廃棄物及び化学物質	廃棄物および化学物質の責任ある管理を維持または強化すること	<ol style="list-style-type: none"> 生産工程で発生する廃棄物や使用する化学物質が、保管、取り扱い、廃棄の段階で最小化されるような運用が行われているか リサイクルも生分解もできない材料の使用を最小限にするための手順があるか 等
10. 生態系保存	生物多様性や生態系を維持・向上させること	<ol style="list-style-type: none"> 保護地域から得られる原料を使用していないか 外来種や改変微生物の無秩序な拡散を防ぐ意図で、侵略リスクの低い原料が選ばれ、適切な管理が行われているか

FLL (Fuel Lifecycle Label)

- FLLは、LCAガイドラインに基づき、燃料のLCAに関する情報(原材料、生産経路、GHG排出強度等)を整理して示すためのフォーマット

原材料・生産経路に関する情報
}
 化石燃料LNGの例: LNG_f_SLP_gm
 ブルーアンモニアの例: NH3_f_SMR_HB_CCS_gm
 グリーンメタノールの例: MeOH_bCO2_rH2_MS_gm
 ※Appendix1に128種類のFuel Pathway Codeを整理

Part A-1	Part A-2	Part A-3	Part A-4	Part A-5
Fuel type (blend)	Fuel Pathway Code	Lower Calorific Value (LCV, MJ/g)	share in fuel blend (%MJ _(LCV) / MJ _(LCV))	WtT GHG emission factor (GWP100, gCO _{2eq} /MJ _(LCV))
+				
Part B-1		[Part B-2]		
Emissions credits related to biogenic carbon source (e_c , in gCO ₂ / g fuel based on GWP100)		[Emissions credits related to source of captured carbon (e_{ccu} , in gCO ₂ / g fuel based on GWP100)]		
+				
Part C-1	Part C-2	Part C-3		
Value 1 (carbon source NOT taken into account): TtW GHG emission factor (GWP100, gCO _{2eq} /MJ _(LCV))	Value 2 (carbon source taken into account): TtW GHG emission factor (GWP100, gCO _{2eq} /MJ _(LCV))	Energy Converter		
+				
Part D	Part E			
WtW GHG emission factor (GWP100, gCO _{2eq} /MJ _(LCV)) Note: Part D == Part A-5 + Part C-2	Sustainability [Certification]			

デフォルト値と実際の値

- デフォルト値の代わりに、実際の値を用いることができる。
- 但し、化石燃料(ブルー燃料を除く)のWtTはデフォルト値のみが適用される。

デフォルト値の決定方法

- 少なくとも3つの参照値を考慮してデフォルト値を決定するものとする。
- 検討された3つ以上の参照値のうち、最も悪い排出値がデフォルトとして選択される。
- 参照値を提案する際には、関連する技術的・科学的情報(付録4のテンプレート)が添付されるべき。

WtTデフォルト値(ガイドラインAppendix2)

燃料の種類	WtTデフォルト値
Heavy Fuel Oil (ISO 8217 Grades RME, RMG and RMK, 0.10 < S ≤ 0.50%)	16.8
Heavy Fuel Oil (ISO 8217 Grades RME, RMG and RMK exceeding 0.50% S)	14.9
Marine Diesel/Gas Oil (ISO 8217 Grades DMX, DMA, DMZ and DMB maximum 0.10 % S)	17.7
Diesel (FAME) (2 nd Gen. feedstock)	20.8
Renewable Diesel (HVO) (2 nd Gen. feedstock)	14.9

- 上表以外の燃料については、3つ以上の参照値が提案されなかった、または、提案された値のばらつきが大きかった等の理由により、WtTデフォルト値はCGでは策定されなかった。

TtWデフォルト値(Appendix2) 抜粋

・ EEDI計算ガイドライン・IMO4thGHGStudyの結果より設定

Fuel type	WtT GHG intensity (gCO _{2eq} /MJ)	LCV (MJ/g)	Energy Converter	C _f CO ₂ (gCO ₂ /g fuel)	C _f CH ₄ (gCH ₄ /g fuel)	C _f N ₂ O (gN ₂ O/g fuel)	C _{slip} / C _{fug} (mass %)
Heavy Fuel Oil (ISO 8217 Grades RME, RMG and RMK, 0.10 < S ≤ 0.50%)	16.8	0.0402	ALL ICES	3.114	0.00005	0.00018	
Heavy Fuel Oil (ISO 8217 Grades RME, RMG and RMK exceeding 0.50% S)	14.1	0.0402	ALL ICES	3.114	0.00005	0.00018	
Light Fuel Oil (ISO 8217 Grades RMA, RMB and RMD maximum 0.10% S)		0.0412	ALL ICES	3.151	0.00005	0.00018	
Light Fuel Oil (ISO 8217 Grades RMA, RMB and RMD, 0.10 < S ≤ 0.50%)		0.0412	ALL ICES	3.151	0.00005	0.00018	
Marine Diesel/Gas Oil (ISO 8217 Grades DMX, DMA, DMZ and DMB maximum 0.10 % S)	17.7	0.0427	ALL ICES	3.206	0.00005	0.00018	
Marine Diesel/Gas Oil (ISO 8217 Grades DMX, DMA, DMZ and DMB, 0.10 < S ≤ 0.50%)		0.0427	ALL ICES	3.206	0.00005	0.00018	
Liquified Petroleum Gas (Propane)		0.0463	ALL ICES	3.000	0.00005	0.00018	
Liquified Petroleum Gas (Butane)		0.0457	ALL ICES	3.030	0.00005	0.00018	
Liquefied Natural Gas (Methane)		0.0480	LNG Otto (dual fuel medium speed)	2.750	0	0.00011	3.5/-
			LNG Otto (dual fuel slow speed)				1.7/-
			LNG Diesel (dual fuel slow speed)				0.15/-
			LBSI (Lean-Burn Spark Ignited)				2.6/-
			Steam Turbines and boilers				0.01/-