

**ClassNK 船舶GHGセミナー
～GHG規制への対応に向けて～**

IMO及びEU規制を踏まえた コストシミュレーション

April 2025

**グリーントランスフォーメーションセンター
ClassNK**

- 1. 予備知識**
- 2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション**
- 3. コストシミュレーションに求められるもの**

1. 予備知識

規制コストを把握するために

- ✓ GHG排出量はどのように決まるのか？
- ✓ エネルギー消費量はどのように決まるのか？
- ✓ GHG強度とは
- ✓ 各燃料のGHG強度
- ✓ 規制コスト算出のポイント

1. 予備知識

GHG排出量はどのように決まるのか？

燃料消費量

×

排出係数

=

GHG排出量

重油

10,000[ton]

×

3.838[tonCO₂eq/ton]

=

38,380[tonCO₂eq]

Well-to-Wake

課金制度（中期対策、海運EU-ETS）

GHG排出量

×

課金単価

=

課金額

[tonCO₂eq]

[USD/tonCO₂eq]

[USD]

課金制度においては「燃料消費量の削減」が重要

1. 予備知識

エネルギー消費量はどのように決まるのか？

燃料消費量

×

発熱量

=

エネルギー消費量

重油

10,000[ton]

×

40,200[MJ/ton]

=

402,000,000[MJ]

LNG

8,375[ton]

×

48,000[MJ/ton]

=

402,000,000[MJ]

／ メガジュール

エネルギー消費量は燃料消費量に比例する

1. 予備知識

GHG強度は“エネルギーあたりのGHG排出量”

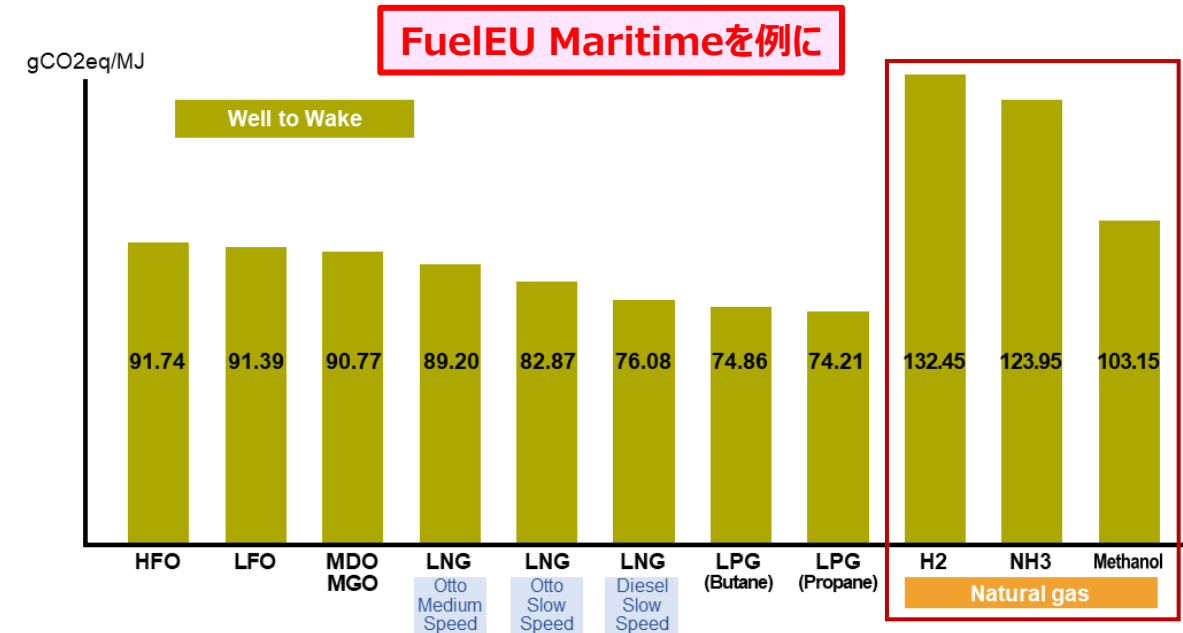
$$\frac{\text{燃料消費量} \times \text{排出係数}}{\text{燃料消費量} \times \text{発熱量}} = \frac{\text{GHG排出量}}{\text{エネルギー消費量}}$$

GHG強度
[gCO₂eq/MJ]

「排出係数」と「発熱量」が決まればGHG強度は決まる
→ GHG強度（デフォルト値）は燃料毎に不変

1. 予備知識

各燃料のGHG強度



GHG強度のポイント（EUの場合）

1. グレーメタノール等のGHG強度は**従来燃料油よりも高い**
2. バイオメタノール等のGHG強度は**32.9gCO₂eq/MJ以下**
(従来燃料油目安94gCO₂eq/MJより65%以上削減)
3. 合成メタノール等のGHG強度は**28.2gCO₂eq/MJ以下**
(従来燃料油目安94gCO₂eq/MJより70%以上削減)

GHG強度規制（中期対策、FuelEU Maritime）

$$\text{GHG強度の規制値からの超過分} \times \text{エネルギー消費量} \times \text{抛出金・罰金単価} = \text{抛出金額・罰金額}$$

[gCO₂eq/MJ]
[MJ]
[USD/tonCO₂eq]
[USD]

GHG強度規制においては「燃料の選択」と「燃料消費量の削減」が重要

1. 予備知識

<規制コスト算出のポイント①> 燃料種類

■ どの燃料エンジンを選択するのかによって使用可能な燃料種類が決まる

従来燃料船	従来燃料油、バイオディーゼル燃料	
LNG燃料船	上記 +	LNG、バイオメタン、e-メタン
メタノール燃料船	上記 +	グレーメタノール、バイオメタノール、e-メタノール
アンモニア燃料船	上記 +	グレーアンモニア、ブルーアンモニア、e-アンモニア
水素燃料船	上記 +	グレー水素、ブルー水素、グリーン水素

■ 燃料種類は燃料の製造方法によっても異なる（Well-to-Wake）

- ✓ 「グレーアンモニア」（窒素 + 天然ガス由来 水素）と「e-アンモニア」（窒素 + 再エネ水電解由来 水素）は全くの別物
- ✓ IMO LCAガイドライン：128種類

使用が想定される全ての燃料種類でのコストシミュレーションを推奨

＜規制コスト算出のポイント②＞ 排出係数

■ 排出係数は規制によって異なる

- ✓ 海運EU-ETS → EU-MRV規則
- ✓ FuelEU Maritime → FuelEU Maritime規則（+ 再生可能エネルギー指令）
- ✓ IMO 中期対策 → LCAガイドライン

■ 発熱量も同様

LNGを例にすると、

- ✓ FuelEU Maritime規則 : 49,100[MJ/ton]
- ✓ LCAガイドライン : 48,000[MJ/ton]

規制コストの正確な算出には排出係数の把握が不可欠

1. 予備知識

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

3. コストシミュレーションに求められるもの

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

何をシミュレーションしたのか？

■ 現状把握

- ✓ **従来燃料船**の使用を継続した場合の規制コストはどの程度になりそうか？

■ 対応策

- ✓ ケース1：**バイオ燃料**を導入した場合は？

→使用可能燃料：重油（HFO）、バイオディーゼル（B30）

- ✓ ケース2：**LNG燃料船**を導入した場合は？

→使用可能燃料：重油（HFO）、バイオディーゼル（B30）、LNG、バイオメタン、e-メタン

- ✓ ケース3：**メタノール燃料船**を導入した場合は？

→使用可能燃料：重油（HFO）、バイオディーゼル（B30）、グレーメタノール、バイオメタノール、e-メタノール

- ✓ ケース4：**アンモニア燃料船**を導入した場合は？

→使用可能燃料：重油（HFO）、バイオディーゼル（B30）、グレーアンモニア、e-アンモニア

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

前提条件（全般）

シミュレーション対象船	1隻のみ（64,000DWT バルクキャリア）
シミュレーション期間	2025年～2050年（26年間）
燃料消費量	5,000 ton/年（重油ベース）
毎年の燃費改善	なし（＝毎年5,000 tonを消費）
パイロット燃料	考慮せず
船価	35,000,000 USD (LNG燃料船：従来燃料船比1.3倍、メタノール燃料船：同1.2倍、アンモニア燃料船：同1.3倍)
規制コスト	- IMO中期対策：詳細は次スライド（ゼロエミ燃料使用船への還付は想定せず） (GHG Fuel Intensity規制) - 海運EU-ETS：60.0 EUR/tonCO₂eqより毎年2.0%上昇 - FuelEU Maritime：規則通り
EU規制対象	全航海の20%（＝1,000 ton/年）

前提条件（GHG強度規制値）

	緩い Base Target	IMO GFI Direct Compliance Target	厳しい	FuelEU Maritime
2025	-	-		89.3 gCO ₂ eq/MJ
2030	85.8 gCO ₂ eq/MJ	73.7 gCO ₂ eq/MJ		85.7
2035	65.3	53.2		77.9
2040	32.7	20.6		62.9
2045	20.0	10.0		34.6
2050	5.0	0.0		18.2
抛出金単価 罰金単価	380 USD/tonCO ₂ eq	100 USD/tonCO ₂ eq		約700 USD/tonCO ₂ eq (燃料種類により異なる)

Note：赤字はClassNKによる仮定（IMOで未決定）

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

前提条件（各燃料のGHG強度）

／ LCAガイドラインにて今後規定

	WtW GHG強度 (IMO)	WtW GHG強度 (EU)	
重油 (HFO)	95.5 gCO ₂ eq/MJ	91.7 gCO ₂ eq/MJ	
バイオディーゼル (B30)	73.4	70.7	} 原料や製造方法による
LNG	85.3	82.9	
バイオメタン	42.1	41.1	} 原料や製造方法による
e-メタン	37.7	36.4	
グレーメタノール	102.9	103.2	
バイオメタノール	35.4	35.6	} 原料や製造方法による
e-メタノール	30.7	31.2	
グレーアンモニア	123.6	123.9	
e-アンモニア	30.8	31.1	} 原料や製造方法による

Note : IMO規制におけるWtW GHG強度はClassNK試算（地球温暖化係数はIPCC AR5の値を使用）。EU規制におけるWtW GHG強度はFuelEU Maritime規則に基づく（地球温暖化係数は同規則に基づきIPCC AR4の値を使用）。いずれもメタンスリップや燃焼時のメタンおよび亜酸化窒素の排出を含む。

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

前提条件（各燃料の価格）

482.4 USD/ton

2025年

2040年

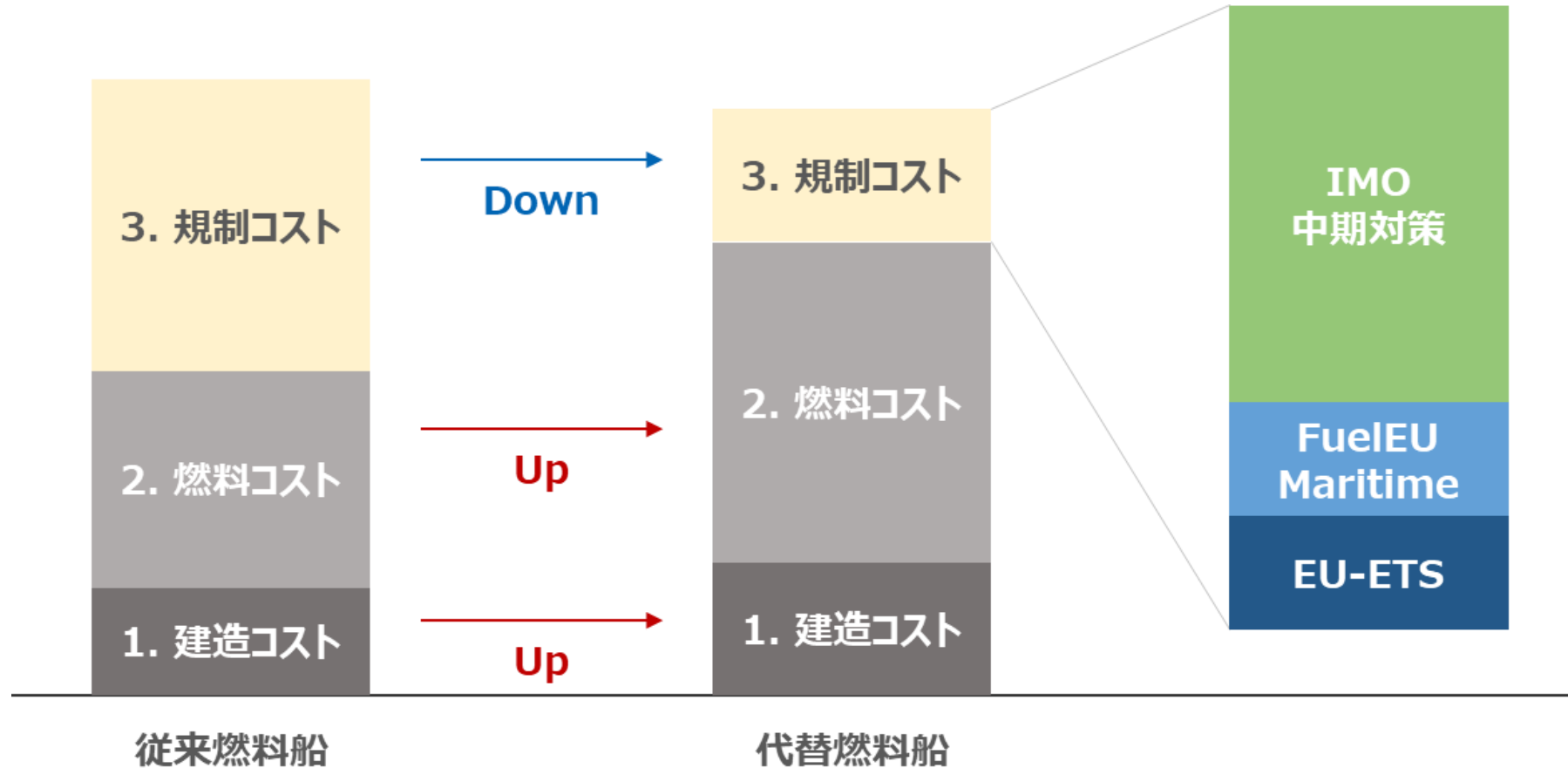
2050年

備考（価格変動）

重油（HFO）	12.0 USD/GJ	（重油比）	12.0 USD/GJ	12.0 USD/GJ	不変
バイオディーゼル（B30）	19.0	（1.6倍）	19.0	19.0	不変
LNG	17.0	（1.4倍）	17.0	17.0	不変
バイオメタン	25.0	（2.1倍）	21.5	19.4	前年比1%減
e-メタン	60.0	（5.0倍）	38.0	28.0	前年比3%減
グレーメタノール	19.0	（1.6倍）	19.0	19.0	不変
バイオメタノール	30.0	（2.5倍）	25.8	23.3	前年比1%減
e-メタノール	65.0	（5.4倍）	41.2	30.4	前年比3%減
グレーアンモニア	19.0	（1.6倍）	19.0	19.0	不変
e-アンモニア	50.0	（4.2倍）	31.7	23.3	前年比3%減

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

コスト最小化のポイント

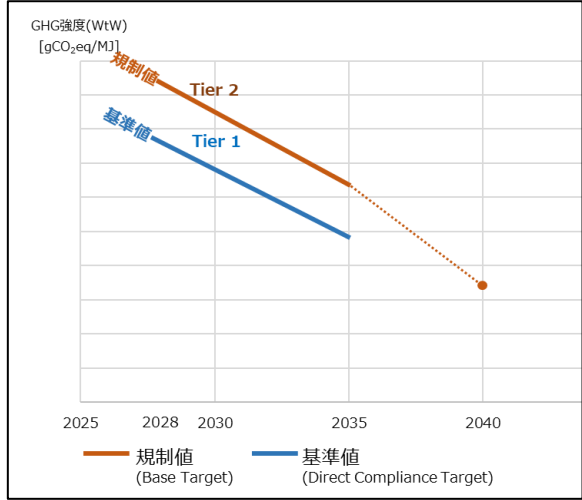
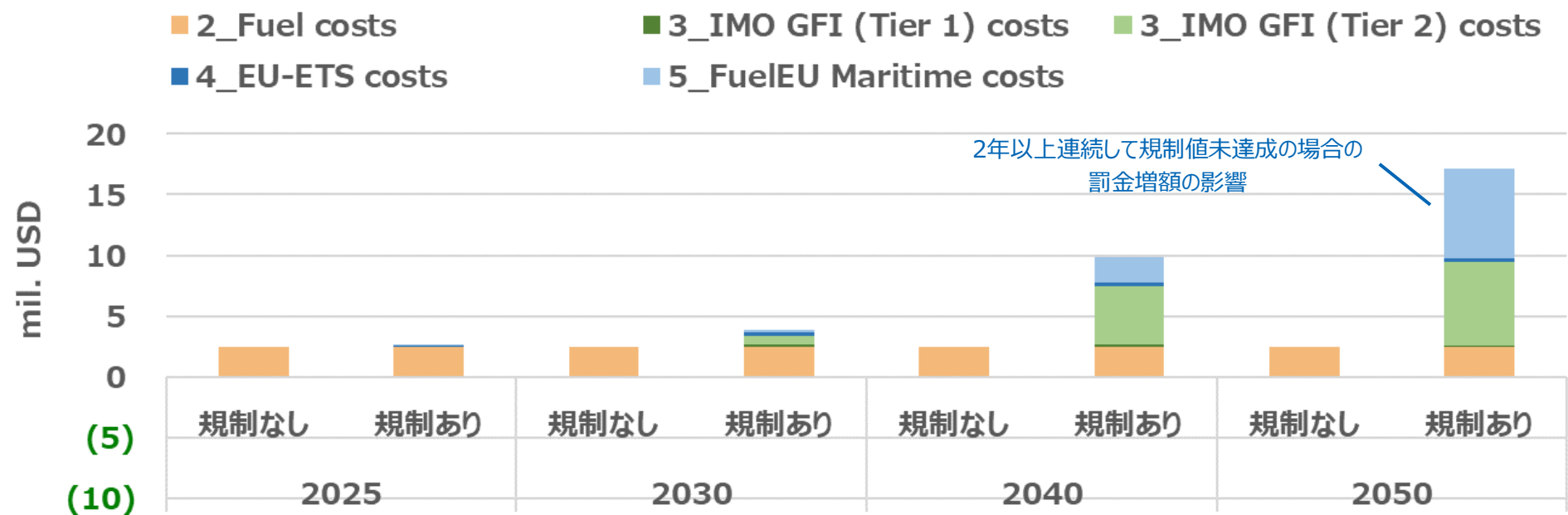


全体のコストを見比べながら使用燃料を決定する必要あり

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

結果（現状把握：重油のみ）

単年コスト



拠出金・罰金単価

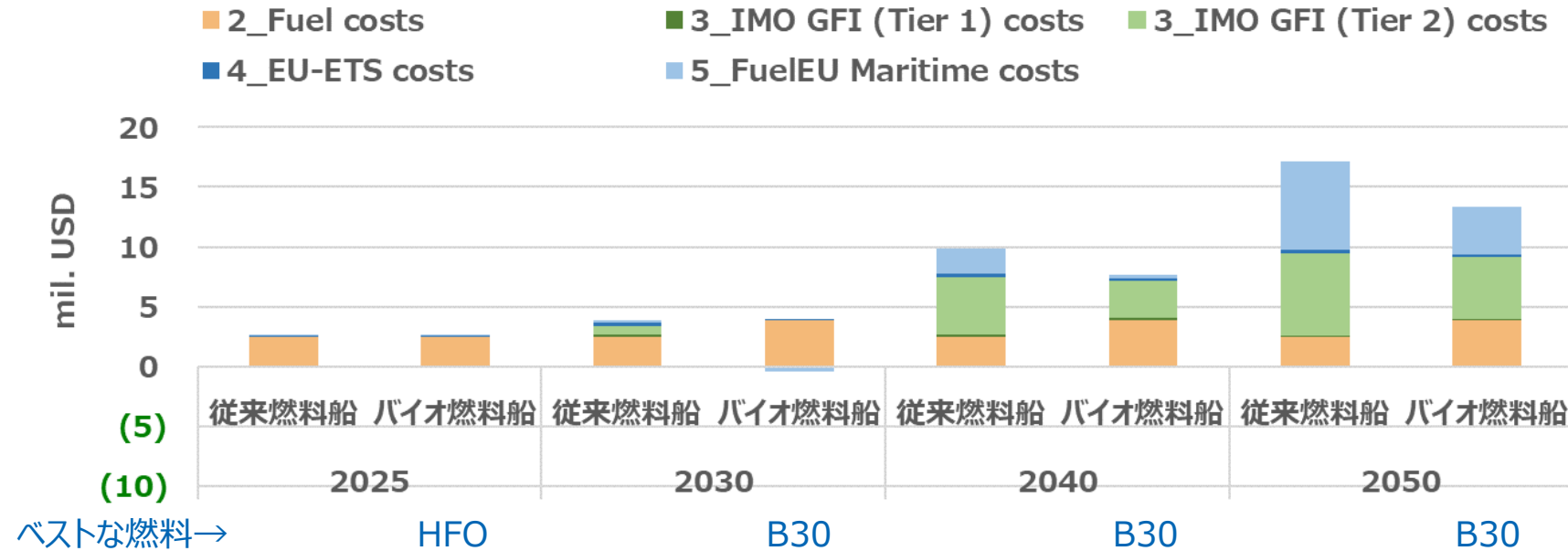
- IMO GFI (Tier 1) : **100** USD/tonCO₂eq
- IMO GFI (Tier 2) : **380** USD/tonCO₂eq
- FuelEU Maritime : **約700** USD/tonCO₂eq

規制コストは燃料コストの60%を占める（2030年時点）
IMO GFI規制ではTier 2のコスト負担が大きい

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

結果（対応策 ケース1：バイオ燃料船）

単年コスト



- ✓ 2028年以降にB30を使用するのが最もコスト優位
- ✓ 2050年時点では3.9 million USD/年のコスト差に

従来燃料船

重油（HFO）のみ

バイオ燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）

LNG燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）
LNG/バイオメタン/e-メタン

メタノール燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）
グレーメタノール/バイオメタノール/e-メタノール

アンモニア燃料船

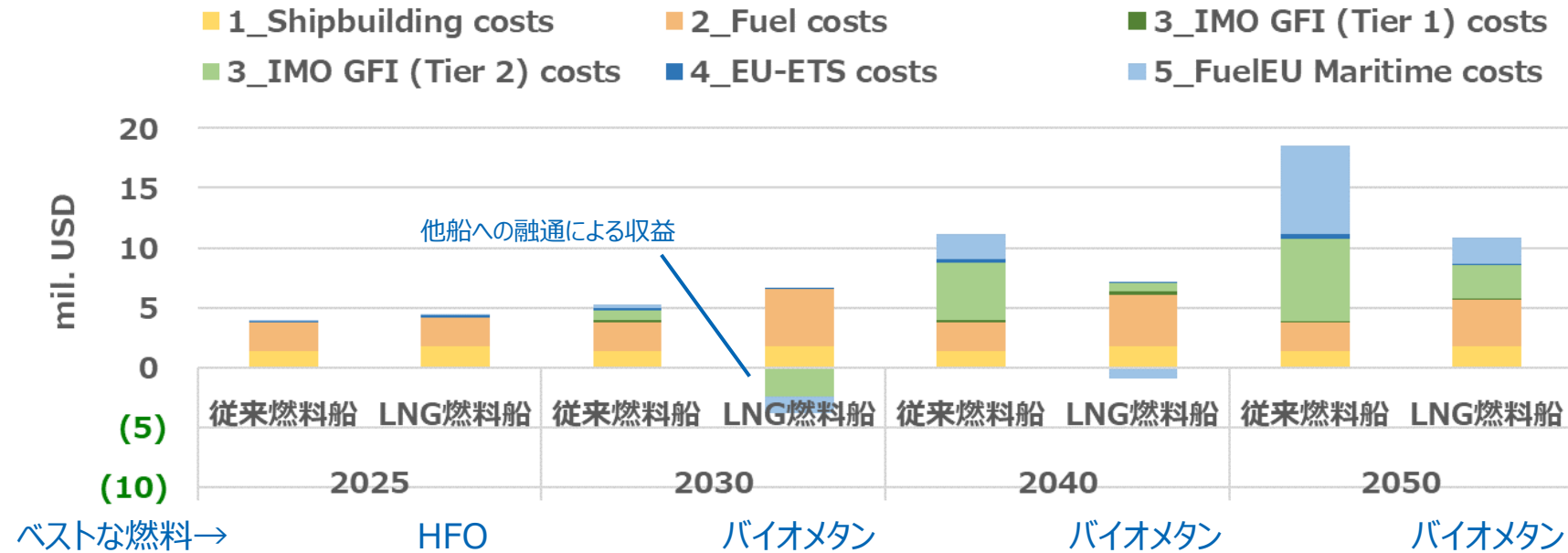
重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）
グレーアンモニア/e-アンモニア

バイオ燃料の使用により規制コストの削減が可能

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

結果（対応策 ケース2：LNG燃料船）

単年コスト



- ✓ 2028年以降にバイオメタンを使用するのが最もコスト優位
- ✓ 2050年時点では7.7 million USD/年のコスト差に

従来燃料船

重油（HFO）のみ

バイオ燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）

LNG燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）
LNG/バイオメタン/e-メタン

メタノール燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）
グレーメタノール/バイオメタノール/e-メタノール

アンモニア燃料船

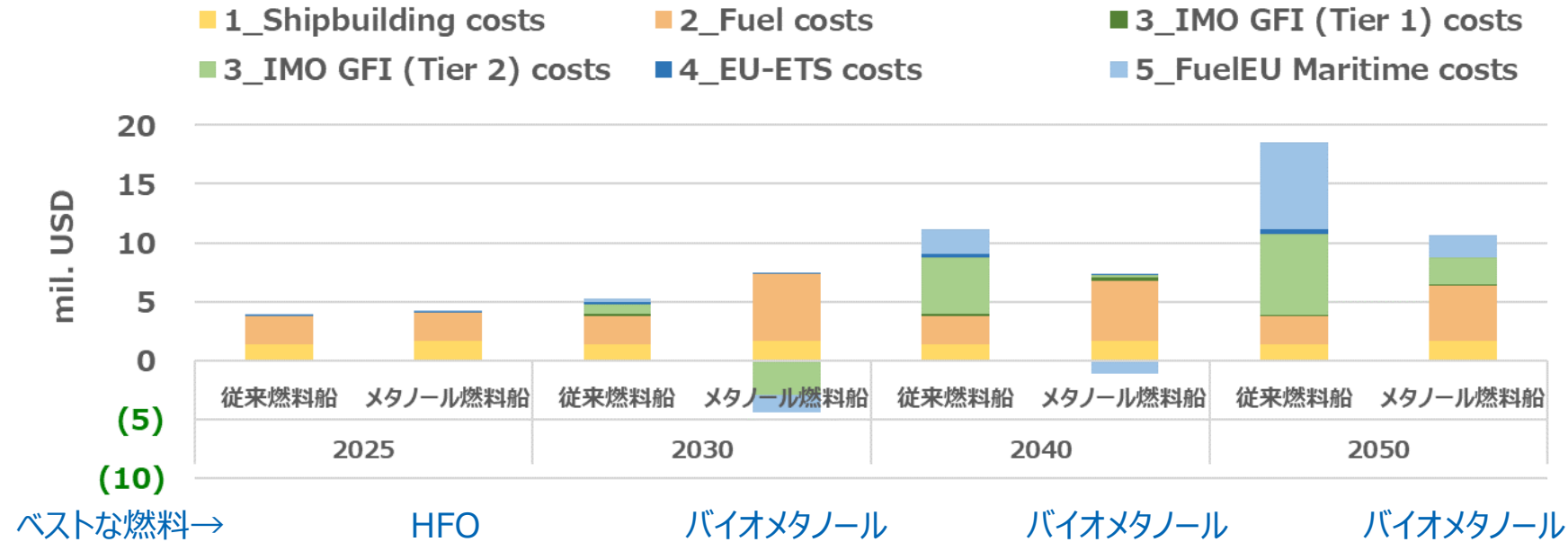
重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）
グレーアンモニア/e-アンモニア

バイオ燃料船よりもさらにコスト削減が可能

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

結果（対応策 ケース3：メタノール燃料船）

単年コスト



- ✓ 2028年以降にバイオメタノールを使用するのが最もコスト優位
- ✓ 2050年時点では7.9 million USD/年のコスト差に

従来燃料船

重油（HFO）のみ

バイオ燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）

LNG燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）

LNG/バイオメタン/e-メタン

メタノール燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）

グレーメタノール/バイオメタノール/e-メタノール

アンモニア燃料船

重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）

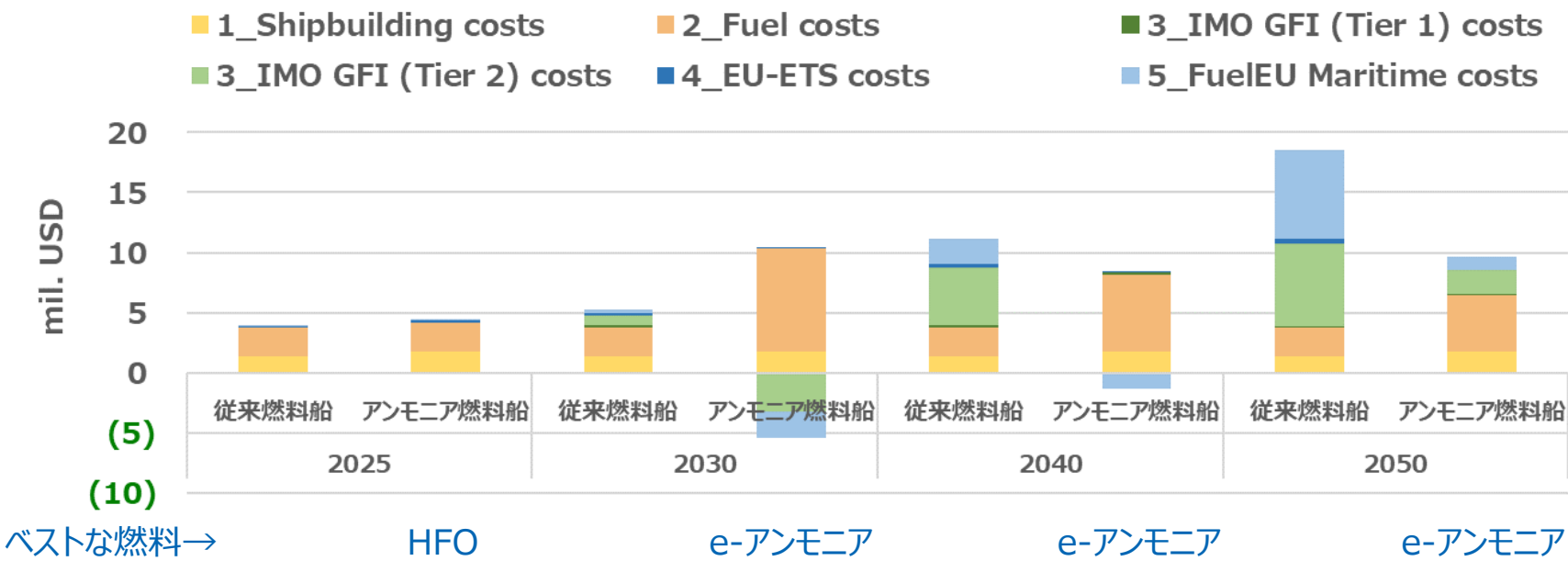
グレーアンモニア/e-アンモニア

メタンスリップがないことでLNG燃料船よりも規制コストは優位

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

結果（対応策 ケース4：アンモニア燃料船）

単年コスト



- ✓ 2030年以降にe-アンモニアを使用するのが最もコスト優位
- ✓ 2050年時点では8.9 million USD/年のコスト差に

従来燃料船
重油（HFO）のみ

バイオ燃料船
重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）

LNG燃料船
重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）
LNG/バイオメタン/e-メタン

メタノール燃料船
重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）
グレーメタノール/バイオメタノール/e-メタノール

アンモニア燃料船
重油（HFO）/バイオディーゼル（B30）
グレーアンモニア/e-アンモニア

大規模生産による燃料価格低下に期待

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

ご参考 - 結果詳細①

単位：USD/年

燃料船	コスト項目	2025年	2030年	2040年	2050年
従来燃料船	船価（26年間で按分）	1,346,154	1,346,154	1,346,154	1,346,154
	燃料	2,412,000 (HFO)	2,412,000 (HFO)	2,412,000 (HFO)	2,412,000 (HFO)
	IMO GFI (Tier 1)	0	243,793	241,918	101,268
	IMO GFI (Tier 2)	0	736,920	4,798,885	6,908,256
	海運EU-ETS	148,164	233,693	284,871	347,256
	FuelEU Maritime	69,380	261,700	2,078,152	7,415,019
	Total	3,975,698	5,234,261	11,161,979	18,529,953
バイオ燃料船	船価（26年間で按分）	1,346,154	1,346,154	1,346,154	1,346,154
	燃料	2,412,000 (HFO)	3,819,000 (B30)	3,819,000 (B30)	3,819,000 (B30)
	IMO GFI (Tier 1)	0	0	241,918	101,268
	IMO GFI (Tier 2)	0	(27,216)	3,108,335	5,217,706
	海運EU-ETS	148,164	173,031	210,924	257,115
	FuelEU Maritime	69,380	(462,174)	292,075	3,924,582
	Total	3,975,698	4,848,794	9,018,406	14,665,826

緑字は他船への融通による収益

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

ご参考 - 結果詳細②

単位：USD/年

燃料船	コスト項目	2025年	2030年	2040年	2050年
LNG燃料船	船価（26年間で按分）	1,750,000	1,750,000	1,750,000	1,750,000
	燃料	2,412,000 (HFO)	4,778,725 (バイオメタン)	4,321,793 (バイオメタン)	3,908,552 (バイオメタン)
	IMO GFI (Tier 1)	0	0	241,918	101,268
	IMO GFI (Tier 2)	0	(2,417,344)	718,208	2,827,579
	海運EU-ETS	148,164	30,200	36,814	44,876
	FuelEU Maritime	69,380	(1,375,563)	(915,980)	2,207,093
	Total	4,379,544	2,766,018	6,152,752	10,839,369
メタノール燃料船	船価（26年間で按分）	1,615,385	1,615,385	1,615,385	1,615,385
	燃料	2,412,000 (HFO)	5,734,470 (バイオメタノール)	5,186,152 (バイオメタノール)	4,690,263 (バイオメタノール)
	IMO GFI (Tier 1)	0	0	241,918	101,268
	IMO GFI (Tier 2)	0	(2,928,384)	207,168	2,316,539
	海運EU-ETS	148,164	7,346	8,955	10,915
	FuelEU Maritime	69,380	(1,544,187)	(1,145,699)	1,937,418
	Total	4,244,929	2,884,630	6,113,877	10,671,788

緑字は他船への融通による収益

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

ご参考 - 結果詳細③

単位：USD/年

燃料船	コスト項目	2025年	2030年	2040年	2050年
アンモニア燃料船	船価（26年間で按分）	1,750,000	1,750,000	1,750,000	1,750,000
	燃料	2,412,000 (HFO)	8,630,277 (e-アンモニア)	6,364,174 (e-アンモニア)	4,693,096 (e-アンモニア)
	IMO GFI (Tier 1)	0	0	203,919	101,268
	IMO GFI (Tier 2)	0	(3,279,947)	0	1,964,976
	海運EU-ETS	148,164	7,899	9,628	11,737
	FuelEU Maritime	69,380	(2,164,459)	(1,337,405)	1,093,188
	Total	4,379,544	4,943,770	6,990,317	9,614,265

緑字は他船への融通による収益

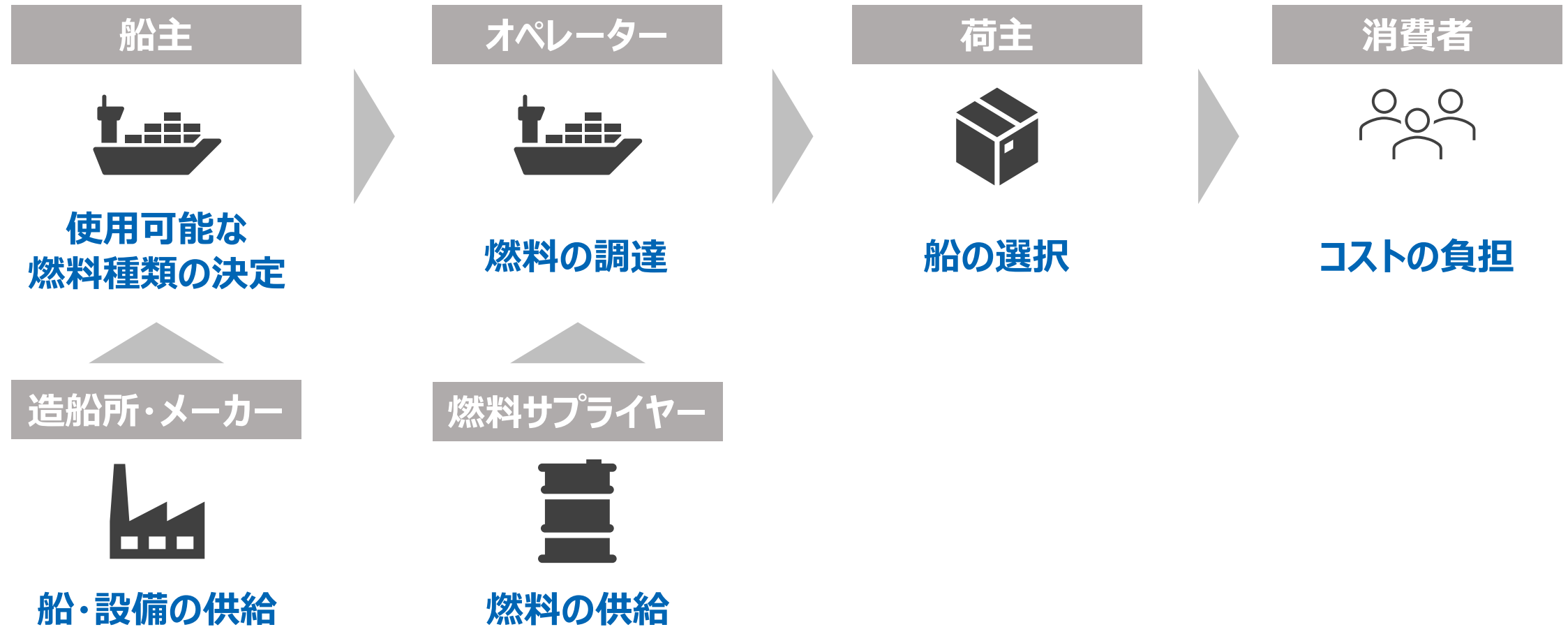
1. 予備知識

2. MEPC 83を踏まえてのコストシミュレーション

3. コストシミュレーションに求められるもの

3. コストシミュレーションに求められるもの

ステークホルダー全体での連携



コスト縮小にはステークホルダー全体での協力が不可欠

3. コストシミュレーションに求められるもの

今後やるべきこと

1. 規制の正確な理解

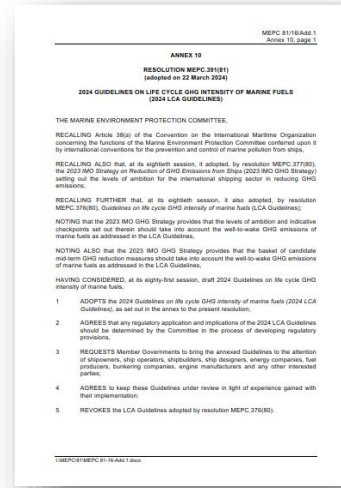
- ✓ IMO 中期対策
- ✓ 海運EU-ETS
- ✓ FuelEU Maritime

2. 現状把握

- ✓ 現在のフリート構成の場合、規制コストは今後どのようになりそうか？

3. フリート構成・各船舶の燃料転換タイミングの検討

- ✓ 戦略に沿った船舶発注・燃料調達を実施するか否かでトータルコストが億円単位で変わる
- ✓ 船舶の座礁資産化を避けるためにも関係者を巻き込んだ戦略検討が必要



IMO中期対策の開始前までにご準備を

3. コストシミュレーションに求められるもの

ClassNKのサポート - コストシミュレーションのサポートサービスを提供

■ サービス内容

1. 現状把握 - フリートのGHG排出コストは？

✓ 試算結果レポートの提供

2. シミュレーション - いつ燃料転換すべきか？

✓ 試算結果レポートの提供

Point 1 様々なインプットに対応

燃料価格、パイロット燃料使用率、燃費改善率、為替レート、その他コスト, etc.

Point 2 規制動向に応じてアップデート

IMO中期対策、LCAガイドライン, etc.



サービスの内容詳細については後日ご案内します

A person wearing a white lab coat is pointing their right index finger at a large architectural drawing spread out on a wooden table. The drawing features various lines, including a prominent orange one. The scene is brightly lit, creating a professional and focused atmosphere.

THANK YOU

for your kind attention