

国際海運における将来燃料転換の試算

海事局 海洋・環境政策課
令和7年11月

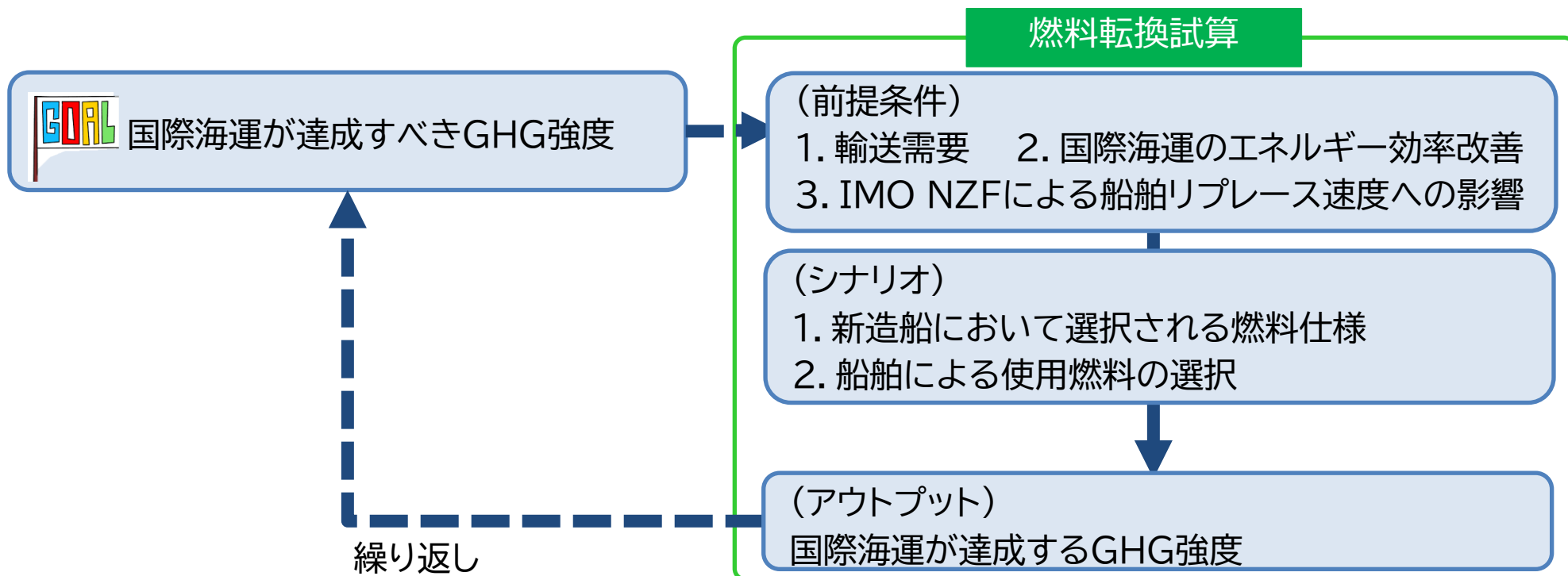
IMO NZFによる国際海運の燃料転換の想定

国際海運の燃料転換の想定に必要な要素

1. 国際海運において選択される燃料仕様
2. 燃料仕様に応じた使用燃料
3. 省エネや輸送需要の変化、IMO NZFが船舶リプレイスに与える影響等

いずれも予測困難

国際海運が達成すべきGHG強度を設定、船舶の燃料転換に係る定性的情報から、繰り返し計算により燃料転換を想定

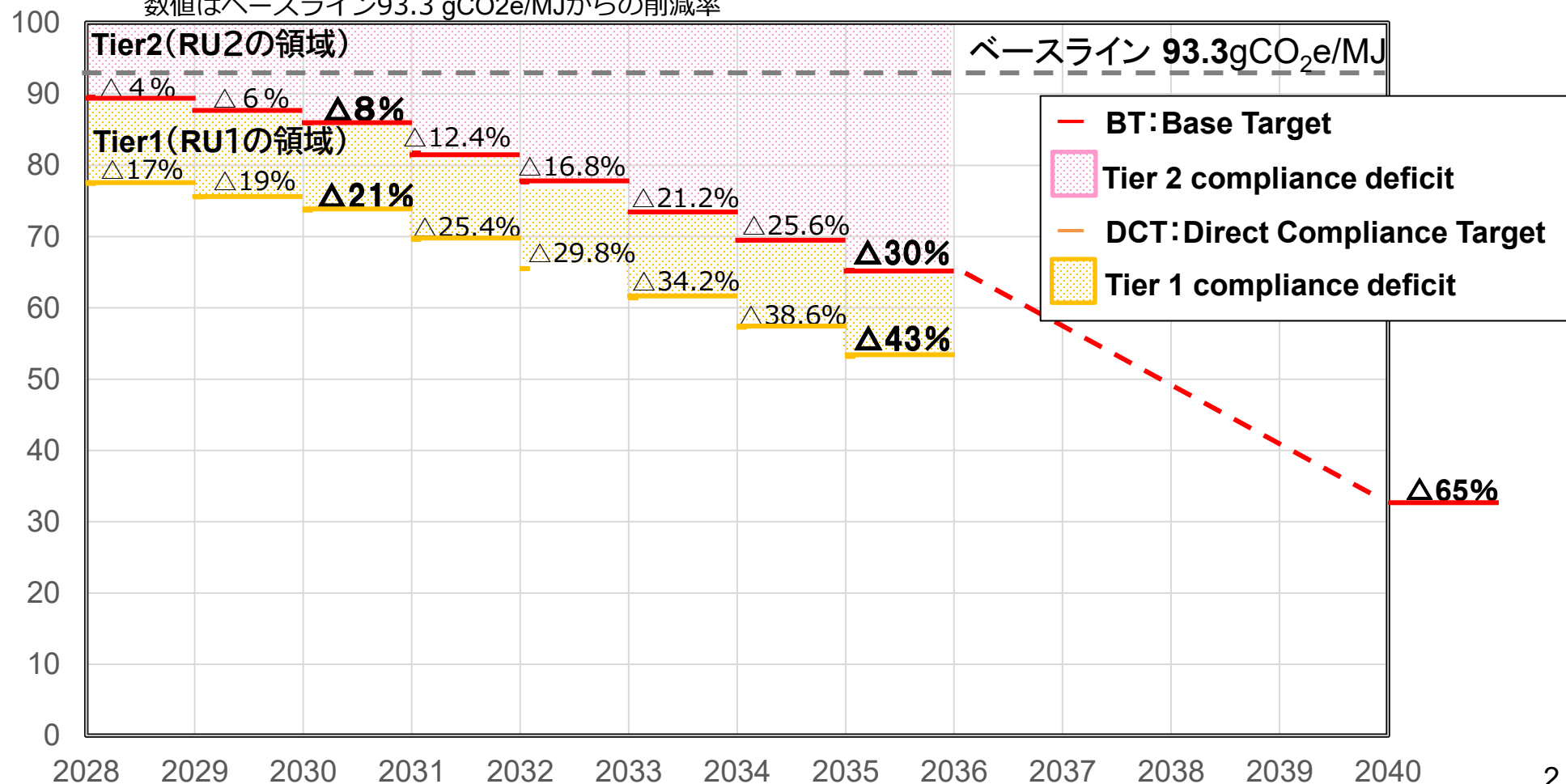


ゴール 国際海運が達成すべきGHG強度

- IMO NZFは多くの船舶がBTを達成する前提で制度設計されていることから、**BT達成を前提**とする。
- なお、BTを達成できない場合、IMOの基金収入は大幅に増加し得るが、その場合、RU2単価の大幅増加が議論されると考えられる。

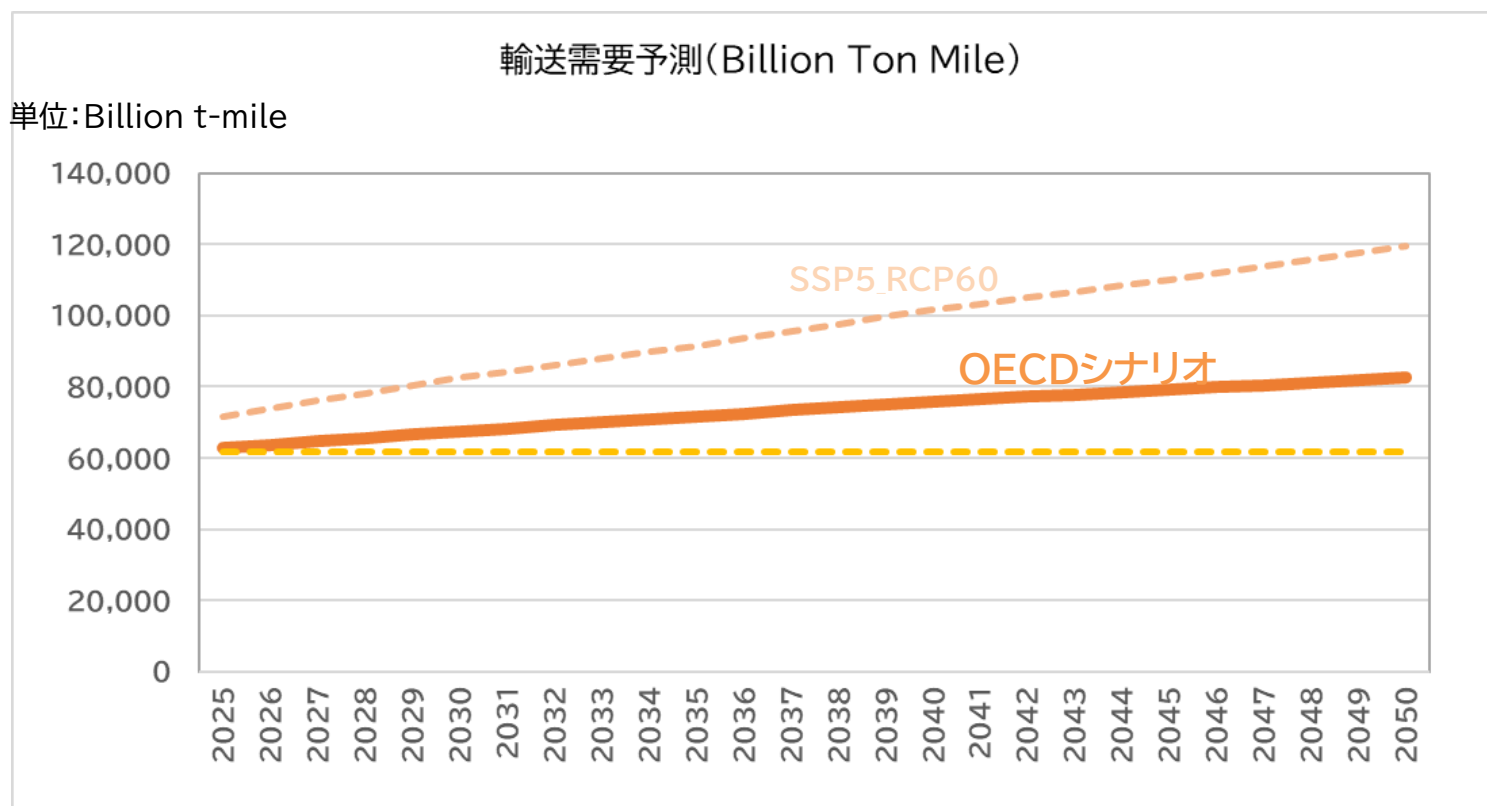
GHG強度
gCO₂e/MJ

数値はベースライン93.3 gCO₂e/MJからの削減率



前提 1. 輸送需要

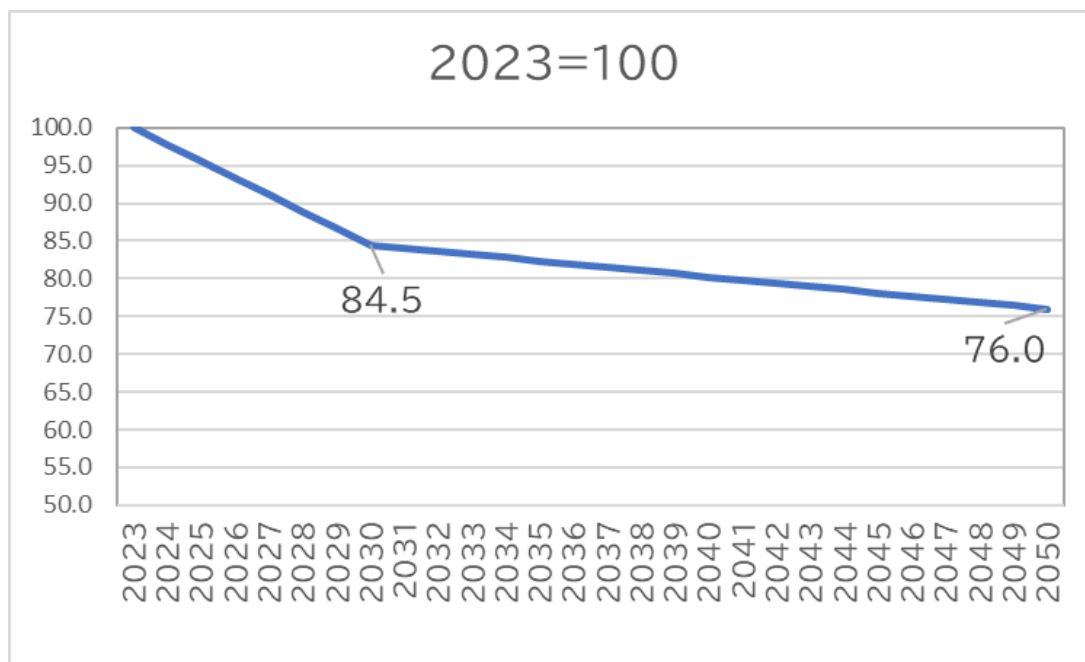
- 外航船全体の輸送需要は、2020年IMO GHG Studyにおいて複数のケースが想定されている。
- これまで、IMOにおいて行われてきた検討では、最小輸送シナリオを前提する場合が多いことから、これを踏襲。
- 本来、輸送需要は船種・船型別に行うことが必要。しかしながら、一部の船種・船型では極端な輸送需要設定が必要となり(例えば2050年に輸送需要ゼロ)、IMO NZFは2050年のGHG強度設定はしていない。そのため、**本試算ではシンプルに全ての船種・船型で同じ輸送需要を設定**する。



前提 2. エネルギー効率改善

- 2023年IMO GHG削減戦略において、国際海運のエネルギー効率改善は2030年に2008年比40%向上。
- 2020年IMO GHG Studyによると、2018年時点で2008年比で21%改善済み。
- 2018年から2030年で約10%改善が必要であり、CII(船舶の実燃費の格付け制度。強制力はない。)の規制強化も決定されていることから、**2030年時点で2008年比40%の改善を前提。**
- 2031年以降は、IMOの目標は現時点で白紙であるが、今後一層、省エネの重要性が高まることを踏まえ、**2050年までに2030年比で約10%改善する前提。**

エネルギー効率改善



CIIの削減係数(4月のMEPC83で合意)

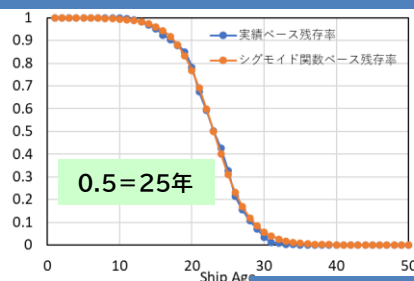
対象年	2019年からの削減係数
2023(参考)	5%
2024(参考)	7%
2025(参考)	9%
2026(参考)	11%
2027	13.625%
2028	16.250%
2029	18.875%
2030	21.500%

前提 3. IMO NZFによる船舶のリプレイス速度への影響

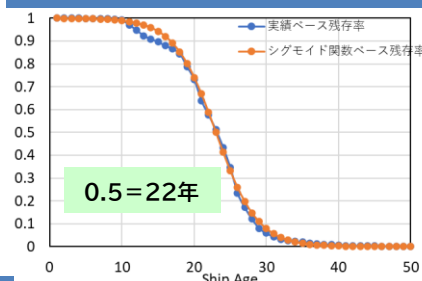
- 船舶のリプレイスのタイミングは海運マーケットの影響を強く受ける。
- IMO NZFにより、重油専焼船の陳腐化リスクが高まる可能性があるが予測は困難。
- そのため、**リプレイス速度(解撤速度)**は過去の実績ベースとする。

■ 船種毎の残存率実績(例)

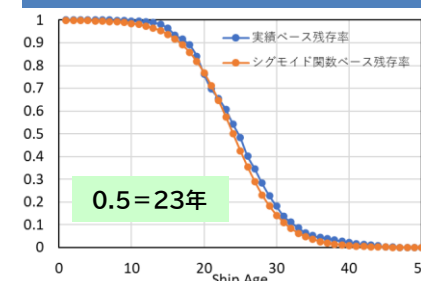
ケープサイズ(100千DWT超)



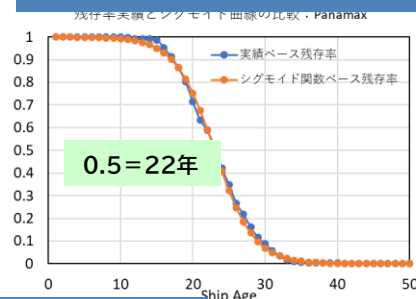
原油タンカー



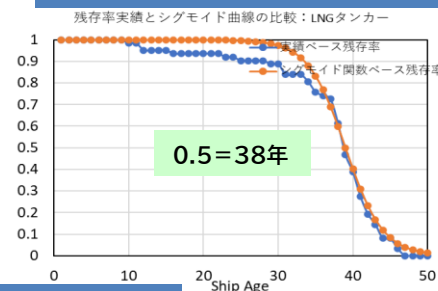
コンテナ船



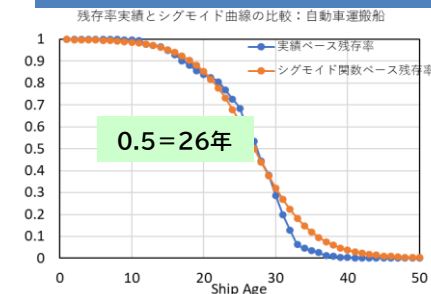
パナマックス(~70千DWT)



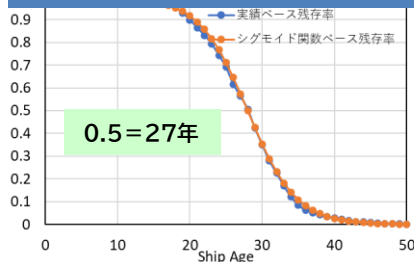
LNGタンカー



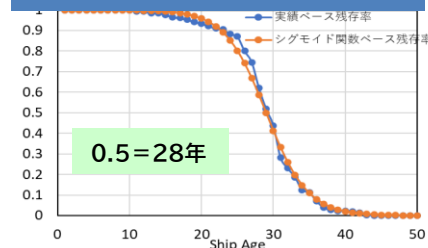
自動車運搬船



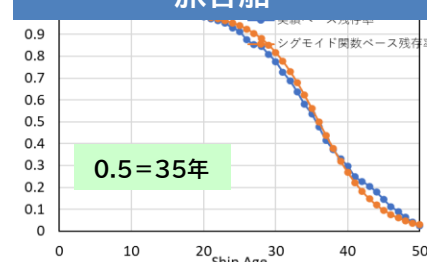
ハンディBC(~45 DWT)



LPGタンカー



旅客船

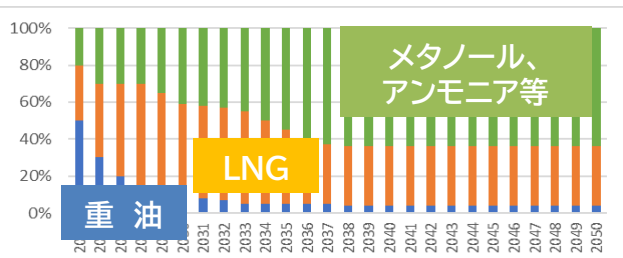


シナリオ1. 新造船において選択される燃料仕様

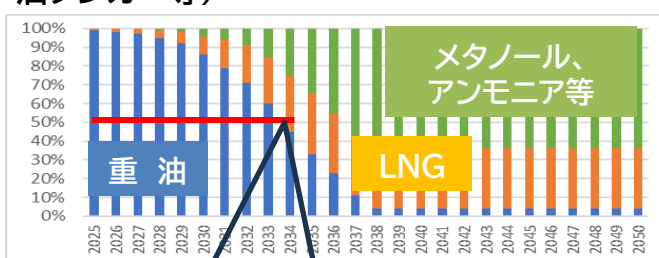
- 発注残上では、コンテナ船、自動車船はDF仕様が既に太宗を締めており、バルカーやタンカーについては大型船のDF仕様比率が高い(次頁及び次々頁)。
- 船種・船型毎に新造船における燃料仕様の予測は困難であり、発注残の傾向から、船種・船型毎に以下の通り分類。
 - ① DF仕様化が相当に進んでいる船種・船型(コンテナ船、自動車運搬船)
 - ② DF仕様化が開始されており、早期拡大が想定される船種・船型(ケープ、原油タンカー等)
 - ③ DF仕様化が開始されておらず、今後、緩やかにDF仕様化が進むと考えられる船種・船型(ハンディBC等)
 - ④ カーゴを燃料として使用するためにDF化が進んでいる船種・船型(LPG船、LNG船)

各年の新造竣工船に占める燃料仕様

①DF仕様化が相当に進んでいる船種・船型(コンテナ船、自動車運搬船、旅客船)

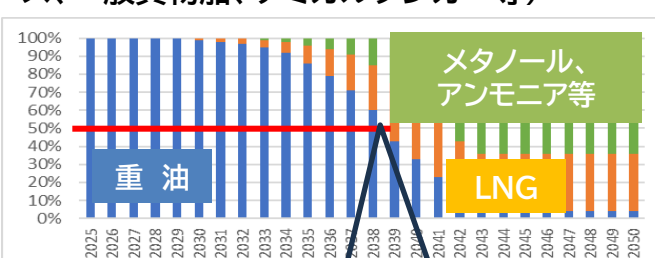


②DF仕様化が開始されており、早期拡大が想定される船種・船型(ケープ、パナマックス、原油タンカー等)



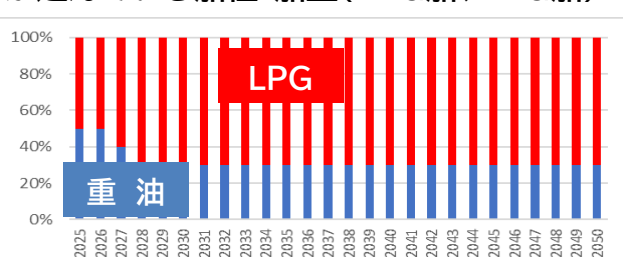
30年代前半、新造竣工船は重油専焼が50%以下

③DF仕様化が開始されておらず、緩やかに拡大すると考えられる船種・船型(ハンディマックス、一般貨物船、ケミカルタンカー等)



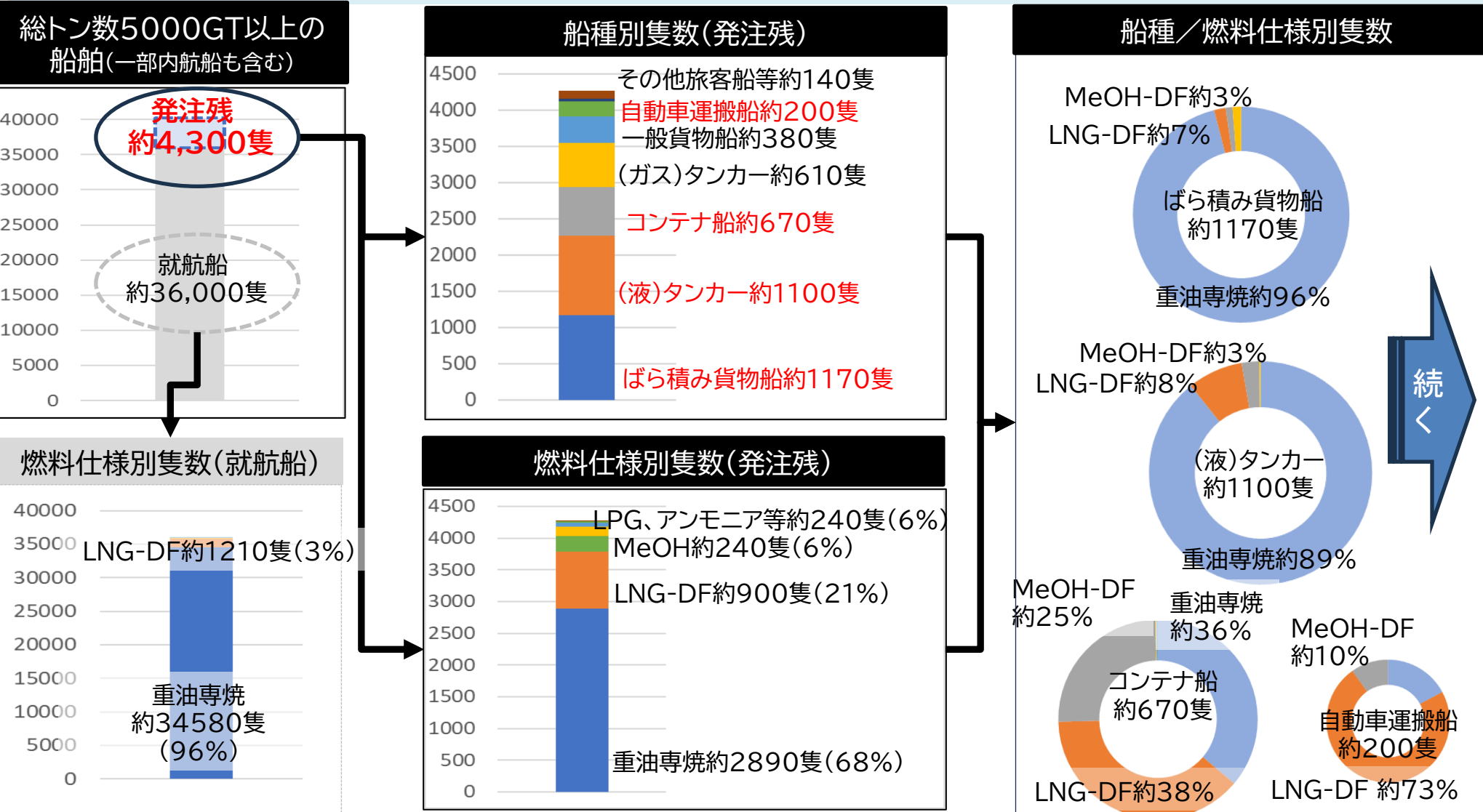
30年代後半、新造竣工船は重油専焼が50%以下

④カーゴを燃料として使用するためにDF化が進んでいる船種・船型(LPG船、LNG船)



発注残の燃料仕様(1)

- 国際海運の船舶における発注残は4300隻あり、船種ごとに燃料転換に差があることが確認出来る。
- ばら積み船の重油船発注は96%と多いが、コンテナ船、自動車運搬船では36%、17%と少ない。

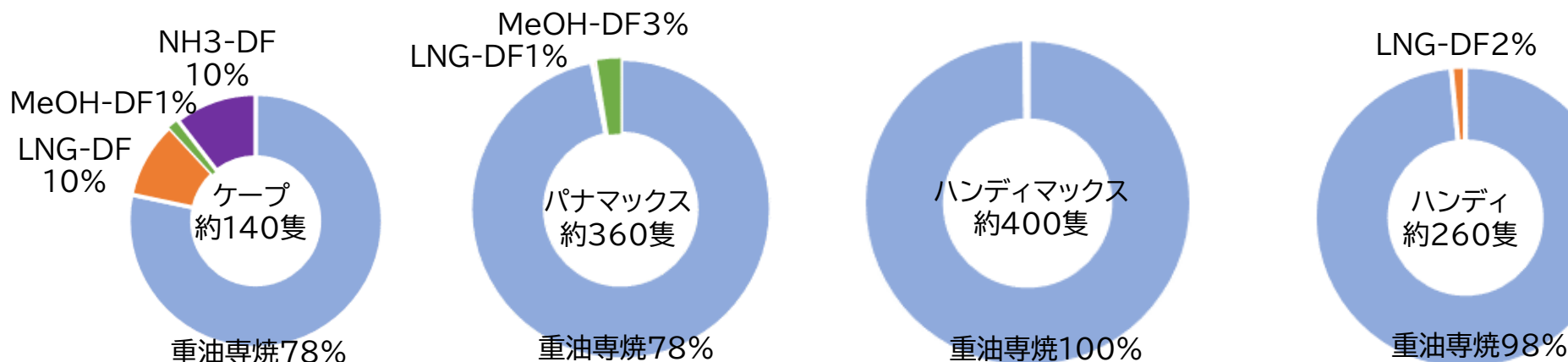


注:発注算は全ての情報を網羅しているものではなく、2024年12月末までの船舶データベースによる。

発注残の燃料仕様(2)

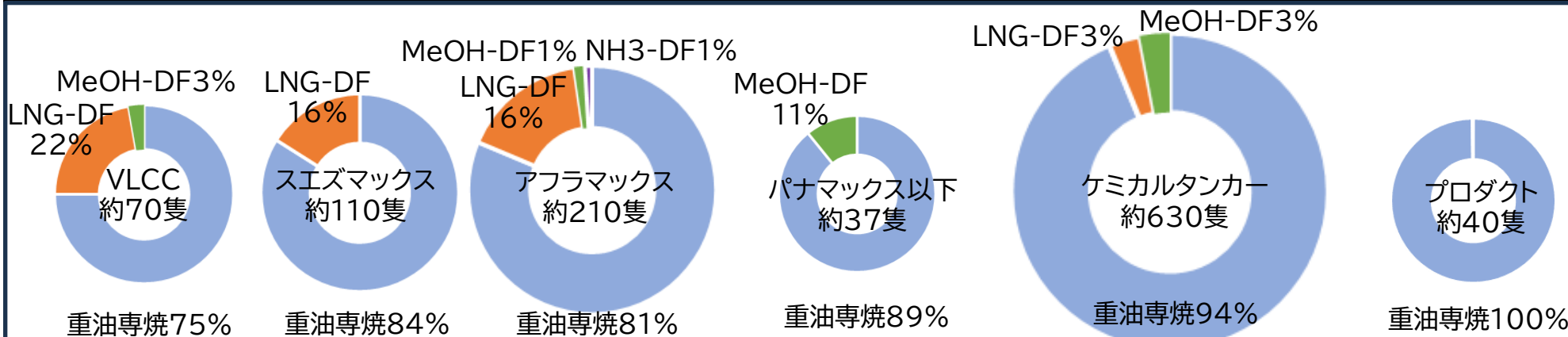
- DF仕様比率の低いばら積み貨物船、(液)タンカーは大型船においてDF仕様比率が高い傾向。

ばら積み貨物船



ケープ:100kDWT以上、パナマックス:70k以上～100kDWT未満、ハンディマックス:45k以上～70kDWT未満、ハンディ:45kDWT未満

(液)タンカー

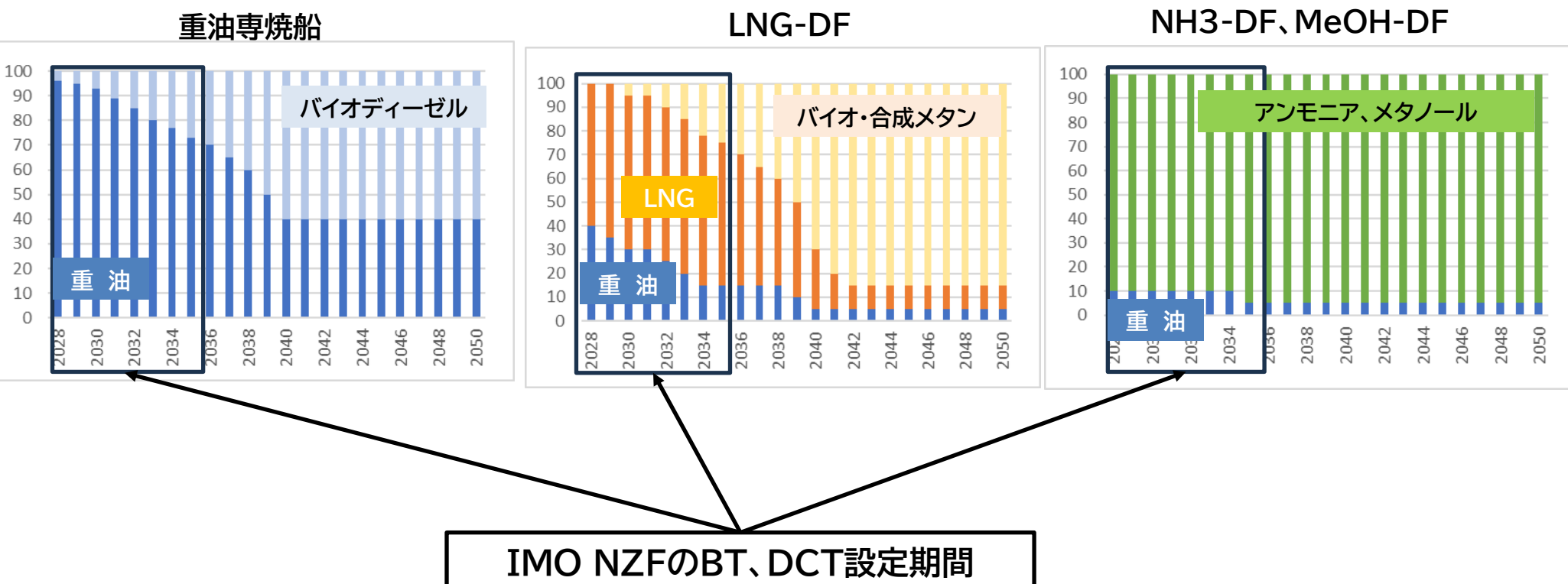


VLCC:280kDWT以上、スエズマックス:130k以上～160kDWT未満、アフラマックス:90k以上～120kDWT未満、パナマックス以下:80k以下

注:発注算は全ての情報を網羅しているものではなく、2024年12月末までの船舶データベースによる。

シナリオ2. 燃料仕様に応じた使用燃料

- IMO NZF開始後、船舶の燃料選択の予測は困難であるが、**国際海運全体でのBT達成を前提とした場合の、船舶の燃料仕様に応じた使用燃料を想定。**
- 基本的な考え方として、
 - **重油専焼船は、バイオディーゼルの使用を徐々に増加させる**
 - **LNG-DF船は、重油に比べて、LNG燃料は発熱量あたりの価格とGHG強度に優位性があるという前提で、当初から重油よりもLNGを嗜好し、BTの強化に応じてバイオメタン等を増加させていく**
 - **アンモニアやメタノールのDF船は、重油専焼船に比べて高船価、燃料に対応した有資格船員の乗船という制約の他、重油専焼船からの転換には時間を要することから、IMO NZFの他船相殺や報償金を獲得するため、当初から重油ではなくアンモニアやメタノールの使用を嗜好する**

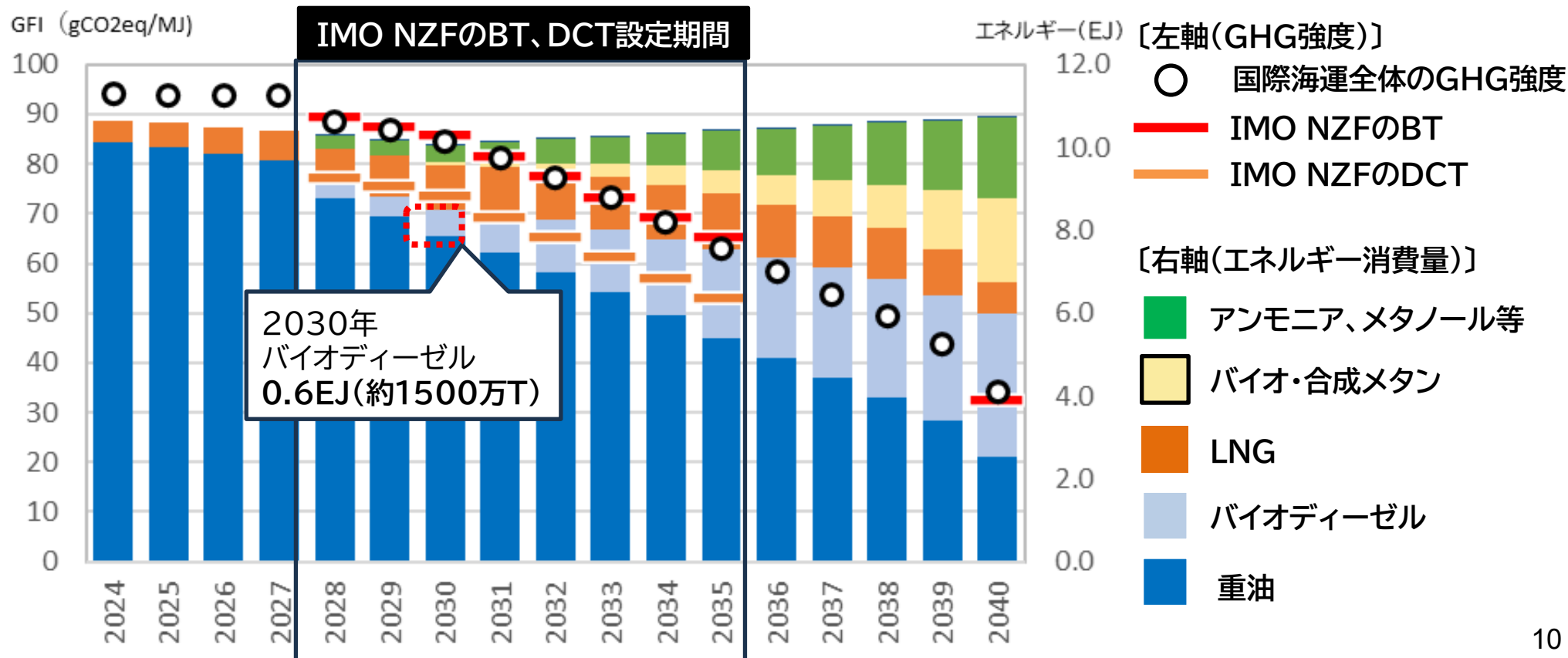


ゴール: 国際海運全体で**BT達成**

前提: 輸送需要は**緩やかに増加**、エネルギー効率は引き続き**一定程度改善**、船舶のリプレイスは**従来ベース**

シナリオ: 現在のトレンドを踏まえ**船種・船型別**にDF仕様が**増加**、**燃料GHG強度の小さい燃料**使用が増加

運航船舶の太宗は当面の間は重油専焼船が太宗を占めるため、LNG、アンモニア、メタノールの燃料増加のみではBTの達成は困難であり、バイオディーゼルに中長期的に依存する必要がある。



アウトプット 国際海運が達成するGHG強度

- 前ページグラフのデータ内訳は下表のとおり
- バイオディーゼルは100%濃度の数量を表しており、混合率30%とした場合の数量を追記

2036年以降、B30混合燃料では重油とバイオディーゼルの総量を超過

		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
重油	エネルギー(EJ)	8.7	8.3	7.9	7.5	7.0	6.4	6.0	5.5	5.1	4.6	4.1	3.3	2.4
	比率(%)	85%	82%	78%	74%	69%	63%	58%	53%	49%	44%	39%	31%	23%
	数量(百万トン)	215	206	195	185	173	159	148	136	127	114	103	81	60
バイオディーゼル	エネルギー(EJ)	0.3	0.4	0.6	0.9	1.1	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.4	2.9	3.2
	比率(%)	3%	4%	6%	8%	11%	14%	16%	18%	19%	21%	23%	27%	30%
	数量(百万トン)	9	11	15	23	31	40	45	51	54	60	66	78	88
LNG	エネルギー(EJ)	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	0.8
	比率(%)	8%	10%	10%	11%	12%	13%	13%	13%	13%	12%	12%	11%	7%
	数量(百万トン)	17	20	21	22	24	26	27	27	27	26	24	23	15
バイオ・合成メタン	エネルギー(EJ)	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	2.1
	比率(%)	0%	0%	1%	1%	2%	3%	5%	6%	7%	9%	10%	13%	20%
	数量(百万トン)	0.0	0.0	1.6	1.7	3.7	6.0	9.4	11.4	14.6	18.0	21.8	28.6	42.1
アンモニア・メタノール等	エネルギー(EJ)	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.2
	比率(%)	4%	4%	5%	6%	6%	7%	9%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
	数量(百万トン)	17	19	22	26	31	36	42	53	62	73	84	96	108
合計	エネルギー(EJ)	10.3	10.2	10.0	10.1	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5	10.5	10.6	10.7	10.7
	数量(百万トン)	259	257	255	259	263	267	271	278	284	291	298	306	313

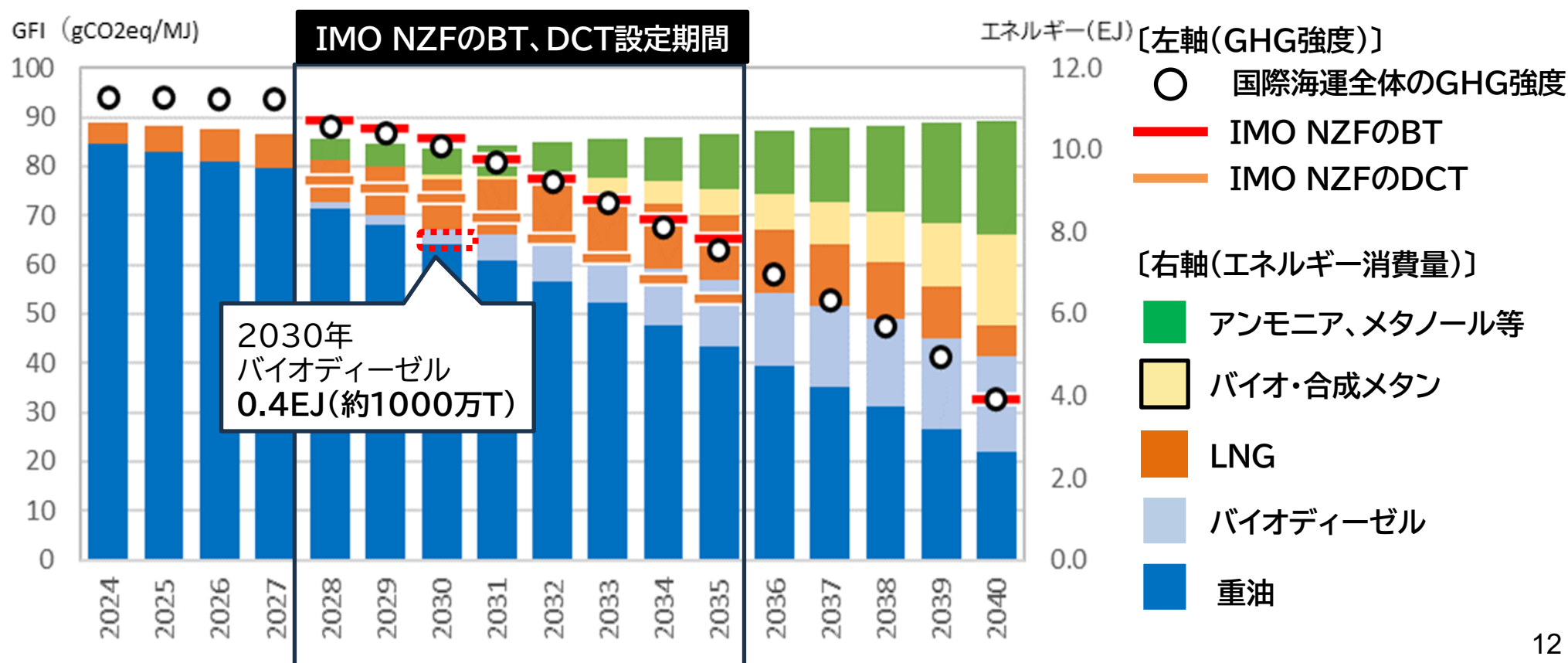
B30混合燃料※	数量(百万トン)	33	40	54	84	112	146	163	185	197	220	239	283	319
重油+バイオD合計数量との比率		15%	18%	26%	40%	55%	73%	85%	99%	109%	126%	142%	178%	216%

※B30は体積比率での混合割合であることから以下の通り算出
 バイオ燃料の密度:0.88 t/m³、重油の密度:0.991 t/m³より
 バイオ燃料1トンあたりの体積は 1÷0.88=1.136m³/t
 B30全体の体積は 1.136÷0.3=3.787m³
 重油の体積は 3.787×0.7=2.651m³
 重油の必要トン数は 2.651m³×0.991t/m³=2.627t
 →バイオディーゼル数量に2.627tを乗じ、B30に必要な重油トン数を算出し、
 バイオディーゼル数量を加えることで、B30混合燃料数量を算出

2036年以降、B30では重油+バイオDの総量を超過

早期転換ケース(シナリオ設定によって変わり得る)

- 本試算は、様々な前提設定の下、BT達成をゴールとして定性的な考え方に基づくシナリオを繰り返し見直し行なったもの。
- 国際海運がコントロール困難な**輸送需要の増大／減少、船舶のリプレースに対する考え方(早期解撤の有無)によって試算結果は変わり得る**。また、GHG強度計算に反映可能な**風力は考慮しておらず、船上CO2回収も考慮していない**。
- シナリオについては、現状**想定していない代替燃料の拡大可能性**やIMO NZFにおける**RUの調整**や2036年以降の**BTとDCTの設定などによって海運の行動は変わり得る**。
- 例えば、IMO NZFの影響で、船舶の早期代替(5年)或いはレトロフィットが増加した場合、バイオ燃料への依存度は減少する(下図はスライド10に比べて5年早期代替)。

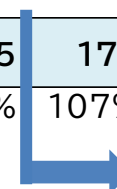


アウトプット 早期転換ケース

- 前ページグラフのデータ内訳は下表のとおり
- 早期の燃料転換により、バイオディーゼルの需要量の増加ベースはスライド10に比べて、やや鈍化するが、2036年以降B30混合燃料では重油とバイオディーゼルの総量を超過となることには変わらない。

		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
重油	エネルギー(EJ)	8.5	8.2	7.7	7.3	6.8	6.3	5.7	5.2	4.7	4.2	3.7	3.2	2.6
	比率(%)	83%	80%	76%	72%	67%	61%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	25%
	数量(百万トン)	212	202	190	181	168	155	142	129	117	105	93	78	65
バイオディーゼル	エネルギー(EJ)	0.2	0.2	0.4	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3
	比率(%)	2%	2%	4%	6%	9%	11%	13%	15%	17%	19%	20%	21%	22%
	数量(百万トン)	4	6	10	18	25	32	38	43	49	54	57	60	63
LNG	エネルギー(EJ)	1.0	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	0.8
	比率(%)	10%	12%	12%	13%	14%	15%	15%	15%	15%	14%	13%	12%	7%
	数量(百万トン)	20.8	23.7	24.8	26.5	28.4	30.3	31.4	31.8	30.8	29.4	27.7	24.9	15.7
バイオ・合成メタン	エネルギー(EJ)	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.6	2.2
	比率(%)	0%	0%	1%	1%	2%	3%	5%	6%	8%	10%	12%	15%	20%
	数量(百万トン)	0	0	2	2	4	7	11	13	17	21	25	31	44
アンモニア・メタノール等	エネルギー(EJ)	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.8
	比率(%)	5%	6%	7%	7%	8%	9%	11%	13%	15%	17%	20%	23%	26%
	数量(百万トン)	25	27	31	35	40	45	52	64	75	89	104	121	139
合 計	エネルギー(EJ)	10.3	10.2	10.0	10.1	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5	10.5	10.6	10.7	10.7
	数量(百万トン)	261	259	258	262	265	269	274	281	289	297	306	316	326

B30混合燃料	数量(百万トン)	16	23	36	64	90	114	136	155	177	195	207	219	228
重油+バイオD合計数量との比率		7%	11%	18%	32%	47%	61%	76%	90%	107%	123%	138%	158%	178%



2036年以降、B30では重油+バイオDの総量を超過

日本におけるバイオディーゼル需要量

- GHG削減対策による燃料転換の傾向は変わらないため、現在の国内補油量より、日本におけるバイオディーゼル必要量を推計。
- 日本のB30需要量は、2030年で84万トン～59万トン、2035年で287万トン～252万トンと算出。

日本ボンド出荷量＝3.5百万トンとした場合のバイオディーゼル需要

アウトプット		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
重油	数量(百万トン)	3.36	3.22	3.04	2.89	2.7	2.48	2.3	2.11	1.97	1.78	1.6	1.26	0.94
バイオディーゼル	数量(百万トン)	0.14	0.17	0.23	0.36	0.48	0.63	0.7	0.79	0.85	0.94	1.02	1.21	1.37
合計	数量(百万トン)	3.5	3.39	3.27	3.25	3.18	3.1	3	2.91	2.82	2.72	2.62	2.47	2.31

B30混合燃料※	数量(百万トン)	0.51	0.62	0.84	1.31	1.74	2.27	2.53	2.87	3.07	3.42	3.71	4.39	4.96
重油＋バイオD合計数量との比率		15%	18%	26%	40%	55%	73%	84%	99%	109%	125%	142%	178%	215%

アウトプット 早期転換ケース		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
重油	数量(百万トン)	3.43	3.27	3.08	2.93	2.73	2.52	2.3	2.1	1.89	1.69	1.5	1.27	1.05
バイオディーゼル	数量(百万トン)	0.07	0.1	0.16	0.29	0.4	0.51	0.61	0.69	0.79	0.87	0.93	0.98	1.02
合計	数量(百万トン)	3.5	3.38	3.24	3.21	3.13	3.03	2.91	2.79	2.69	2.56	2.43	2.25	2.07

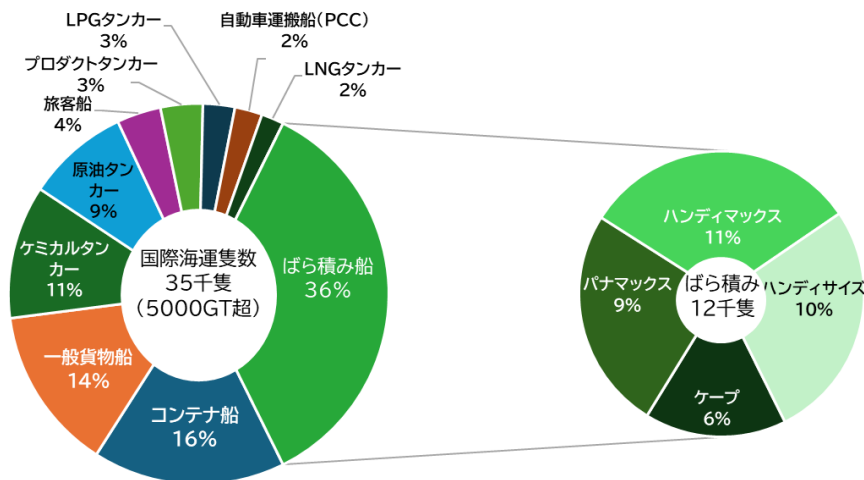
B30混合燃料※	数量(百万トン)	0.25	0.37	0.59	1.04	1.46	1.86	2.21	2.52	2.87	3.16	3.36	3.55	3.69
重油＋バイオD合計数量との比率		7%	11%	18%	32%	47%	61%	76%	90%	107%	123%	138%	158%	178%

※B30混合燃料の数量は、バイオディーゼルが、全て体積割合30%で重油と混合して供給された場合の数量を記載したもの

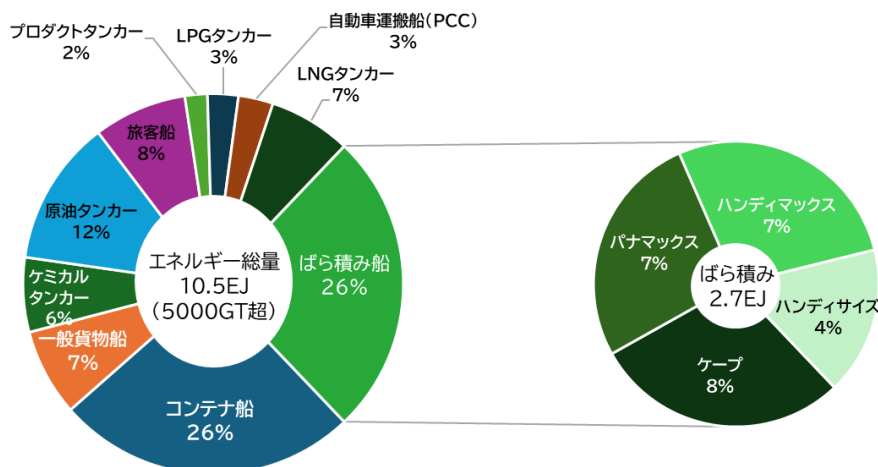
(参考)船種ごとの隻数、エネルギー消費量

- 国際海運の2023年現存船は35千隻、エネルギー総量は10.5EJ(=重油換算:255百万トン※)
- コンテナ船の隻数はばら積み船の約半分であるが、必要エネルギー量はばら積み船と同等
- 原油タンカー、旅客船、LNGタンカー、自動車運搬船も隻数比率より必要エネルギー量の比率が多い。

国際海運／船種ごと隻数分布



国際海運／船種ごとエネルギー消費量



船種		隻数 (隻)	必要エネルギー量 (EJ)
ばら積み	ケープサイズ(100千DWT超～)	1,985	0.8
	パナマックス(99～70千DWT)	3,110	0.7
	ハンディマックス(69～45千DWT)	3,882	0.8
	ハンディサイズ(45DWT以下)	3,353	0.5
	小計	12,330	2.7
コンテナ船		5,715	2.7
一般貨物船		4,857	0.8
ケミカルタンカー		3,953	0.7
原油タンカー		3,043	1.3
旅客船		1,309	0.8
プロダクトタンカー		1,255	0.2
LPGタンカー		946	0.3
自動車運搬船(PCC)		815	0.3
LNGタンカー		670	0.7
合計		34,893	10.53

※重油=41.2GJ/tで換算

以上