

問題 1

国際海運全体は、カーボンニュートラルな物流を 2050 年までに実現することを目指している。その方策として、船用内燃機関における化石資源依存からの脱却があげられる。具体的には、「新燃料（代替燃料）」の利用が検討されている。合成メタン、合成メタノール、バイオ燃料はカーボンニュートラル燃料として、アンモニア、水素はゼロカーボン燃料として、その利用技術開発が進められている。これらの燃料の利用に関して、メリット・デメリットを含めたあなたの考えを 400 字以内で述べよ。このとき、表 1 を参考にしてもよい。

問題 2

「新燃料（代替燃料）」によるゼロエミッションは理想的である。一方で、ドイツ一国分と同じ量の CO_2 を排出する国際海運において、燃料以外の技術開発も重要である。例えば、「推進抵抗（空気・水）の低減」、「プロペラ効率の向上」、「ディーゼル機関熱効率向上（廃熱回収を含む）」、「運航・操船管理効率化」、などの様々な CO_2 削減技術が開発されている。これらのうち効果的と思う技術について、あなたの意見を 400 字以内で述べよ。このとき、表 2 を参考にしてもよい。

表1 船用内燃機関燃料の特性一覧

	ゼロカーボン燃料				カーボンニュートラル燃料			
	VLSFO	LNG	液化水素 (LH ₂)	アンモニア	合成メタン	合成メタノール	バイオディーゼル (FAME)	バイオメタン
低位発熱量 (GJ/t)	40.4 (39.8~41.7)	48.0 (46.5~50.4)	120.0	18.8	50.0	19.9	37.1	50.0
液体密度 (t/m ³)	0.93	0.48	0.0708	0.7	0.422	0.79	0.885	0.422
CO ₂ 換算係数 (CO ₂ -t/燃料-t)	3.126	2.693	0	0	(0*)	(0*)	0	0
熱量当たり体積比 (VLSFO比、 ◎液化状態)	1.00	1.63	4.42	2.86	1.78	2.39	1.14	1.78
熱量当たり CO ₂ 排出量 (CO ₂ -g/GJ)	77.38	56.10	0	0	(0*)	(0*)	0	0
副生 GHG 及び 温暖化係数 (IPCC AR5 より)		メタン(スリップ) 温暖化係数: 28		N ₂ O 温暖化係数: 265	メタン(スリップ) 温暖化係数: 28			メタン(スリップ) 温暖化係数: 28
沸点 (°C)	200~400	abt.-161	-253	-33	-161	65	345~354	-161
船上での貯蔵方法 (液体状態)	常温常圧 船体付きタンク	TypeC (低温or加圧) or 独立方形タンク / メンブレン	真空防熱 タンク	TypeC (低温or加圧) or 独立方形タンク / メンブレン	TypeC (低温or加圧) or 独立方形タンク / メンブレン	常温常圧 船体付きタンク	常温常圧 船体付きタンク	TypeC (低温or加圧) or 独立方形タンク / メンブレン
船上貯蔵時の性状 (液体状態)	常温、常圧	-160~-140°C, 0.07~0.5MPa	app.-250°C, 0.5MPa	-30~-10°C, 0.07~0.5MPa	-160~-140°C, 0.07~0.5MPa	常温、常圧	常温、常圧	-160~-140°C, 0.07~0.5MPa
発火点 (°C)	abt.407	abt.537	560	630	537	440	256~266	537
低速船用 エンジンサイクル	ディーゼル	ディーゼル / オットー	ディーゼル / オットー	ディーゼル / オットー	ディーゼル / オットー	ディーゼル / オットー	ディーゼル	ディーゼル / オットー
パイロット燃料	不要	要	要	要	要	要	FOとブレンド	要
将来の供給 拡大の可能性 (世界全体・陸用) 留意点・影響要素	▲~△ ・石油への 投資減少	△ ・ガスへの 投資減少	◎ ・気体液体を問わ ず水素全体とし て拡大 ・水素キャリアと してはいくつか の方法がある中 で、液化の競争 力が課題	○ ・陸側の需要拡大 (エネルギー産業 の参入、スケール アップと低コスト 化)	△~○ ・カーボンニュート ラルな原料 CO ₂ ガスが長期的に 確保できるか	△~○ ・カーボンニュート ラルな原料 CO ₂ ガスが長期的に 確保できるか ・陸上(自動車や 火発等)でのメ タノール燃料の 利用拡大見通し 不明	○ ・パーム油などは 土地転換問題の ためサステナブル とみなされない ・アブラギリなど サステナブルな 作物の伸びと製 造技術の革新が 必要	○ ・バイオマス原料 収集及び製造の 効率・スケール アップが課題
将来の供給 拡大の可能性 (船用) 留意点・影響要素	▲~△ 陸上需要の減少	○ メタンスリップ批判	▲~△	○	△~○	△~○	△ ・Pilot 燃料向けか ・航空機向けとの 確保競合	△~○
バンカリング インフラ	◎	△~○ 拡大中	無し	輸出入 インフラの活用?	△~○ LNG インフラ 利用可能		FO のインフラ 利用可能?	△~○ LNG インフラ 利用可能

*原料となる CO₂ が、大気から直接回収 (DAC) した CO₂ もしくはバイオ由来の CO₂ の場合
©2022 Planning and Design Center for Greener Ships

燃料性状表

表 2 船舶における CO₂削減技術の一覧

技術分野	概要
抵抗が少なく推進効率の高い船型の開発	空荷時に積載するバラスト水を少なくし、推進効率を高める船型の開発
	2重反転プロペラの効率を高める船型の開発
	波浪中の抵抗増加の少ないコンテナ船向け船首形状の開発
	省エネコンテナ船の開発
船体の摩擦抵抗の低減技術の開発	水中の船体を気泡で覆って船体の摩擦抵抗を低減する技術(空気潤滑法)の開発
	空気潤滑法による船体摩擦抵抗低減技術の浅喫水2軸船による実船実証
	超低燃費型船底防汚塗料の開発
プロペラ効率の向上	プロペラ中心部の渦の低減。 プロペラ翼面積比の減少による高効率プロペラの開発
	プロペラ前後の流れを制御・活用しプロペラ効率を向上する 省エネ付加装置の開発
	可変ピッチプロペラと 軸発電機を活用した負荷変動に対する推進制御装置の開発
ディーゼル機関の効率向上、廃熱回収	大型低速ディーゼル機関の燃焼最適化技術の開発
	小型ディーゼル機関の高効率廃熱回収システムの開発
	小型デュアルフューエルディーゼル機関 (切り替えによって重油とガスの両方の燃料を使用できる機関)の開発
	船舶用ハイブリッドターボチャージャー (主機排ガスから船内電力を得る小型高速発電機付き過給機)の開発
運航・操船の効率化	海気象・海流予報データを用いた低燃費最適航路探索システムの開発
	船舶の運航情報、港湾での荷役待ちなどの滞船情報を基に 最適の運航管理を行うシステムの開発
	自動車運搬船の操船システムの開発
	風や海流を考慮し、最もロスが少ない最適操船情報を提供するシステムの開発
ハイブリッド推進システムの開発	複数電源を有効利用するギガセル電池 (大容量・新型ニッケル水素電池)による給電システムの研究開発
	高性能・高機能帆を用いた次世代帆走商船の研究開発
	太陽光発電パネル設置船にリチウムイオン電池を用いる給電システムの開発

[出典]

- ・次世代環境船舶開発センター国際海運2050ネットゼロへ向けて
燃料性状表(次世代環境船舶開発センター)
- ・造船各社が開発を本格化 CO₂ゼロの船も(日本経済新聞)

より抜粋・一部改変