

海運分野における 代替燃料バンカリング施設整備に関する調査研究

運輸総合研究所

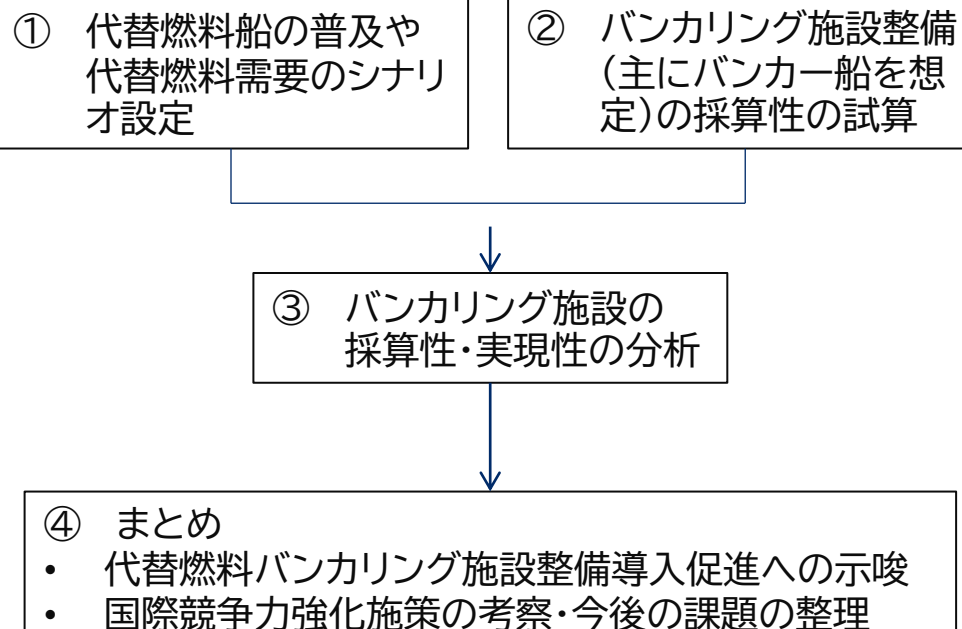
2022年6月20日

代替燃料バンカリング施設整備に関する調査方針 調査フロー及び必要な観点

調査フロー

採算性・実現性分析実施にあたって必要な観点の分析

採算性・実現性分析実施の実施



必要な観点

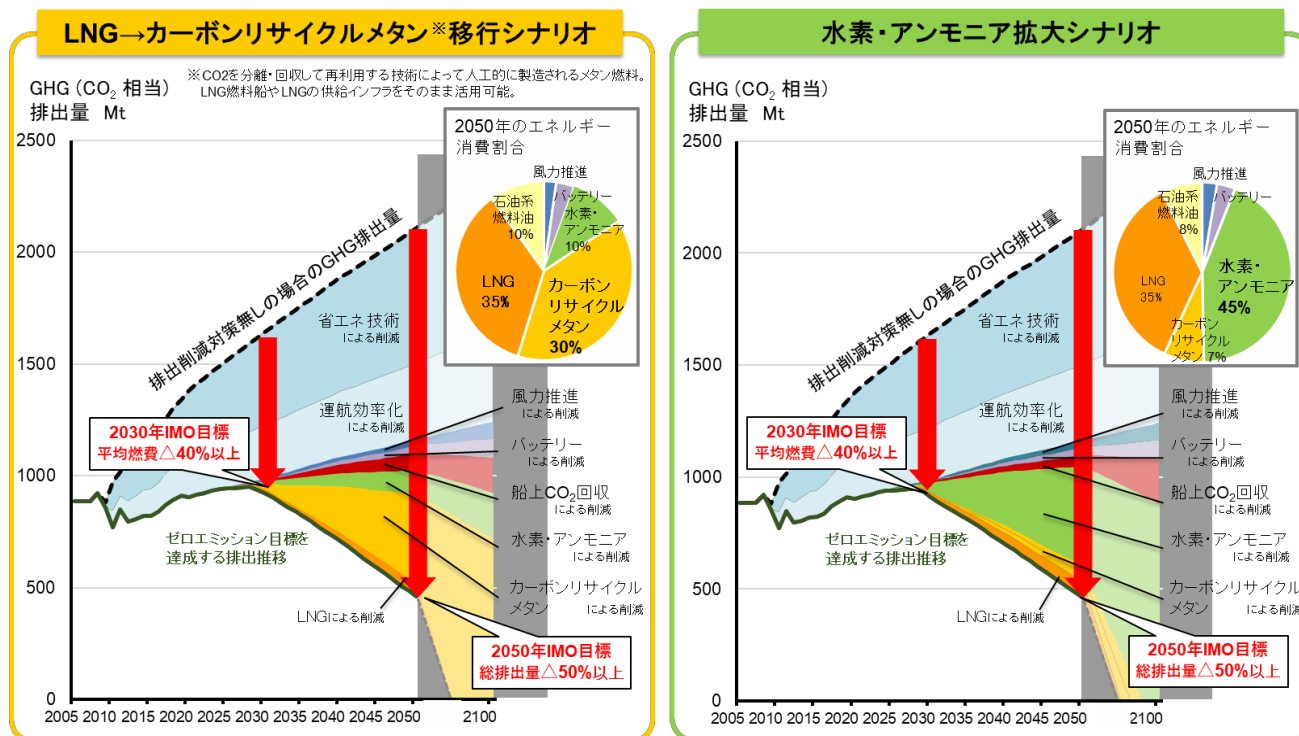
①施設整備コスト(初期投資額)	・施設整備コストの大きさ(コストを決める要因)
②燃料の供給(調達)	・船社(運航)側から見て適切な価格(船社にとって、仮に価格が従来燃料より高くてもプラスとなる点) ・供給量(ロット)の面の安定(海運以外の分野(陸上)での新エネルギー関連施策・インフラ整備の動向含め)
③代替燃料の需要見込み	・代替船投入・普及のペース ・代替燃料船の寄港見込み(代替燃料船の投入が想定される航路の設定見込み) ・近隣国の港湾との競合可能性 ・複数の代替燃料の併存／いずれかへの集中
④技術	・水素、アンモニア等の生産、保管、供給施設の技術的課題
⑤法制度・規制	・危険物・有毒物の取り扱い上の認可・免許 ・施設設置(空間配置)等の制限
⑥助成・支援	・船舶以外での新エネルギー普及策との連携等

代替燃料バンカリング施設整備に関する調査方針①

① 代替燃料船の普及や代替燃料需要のシナリオ設定

「国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ」におけるシナリオ等に基づき、代替燃料への転換が進展することを前提として、代替燃料船普及・代替燃料需要のシナリオを設定する。

「国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ」における想定を勘案した普及シナリオ



出典:国土交通省海事局資料

シナリオ例1:代替燃料への転換の過渡期

・徐々に対象とする代替燃料のバンカリング需要が増えていく過渡期として、LNGについては2020年頃(アンモニア・水素については2030年頃)の事業開始を想定し、20年間に渡り操業するシナリオ (*1)

シナリオ例2:代替燃料への転換完了・安定期

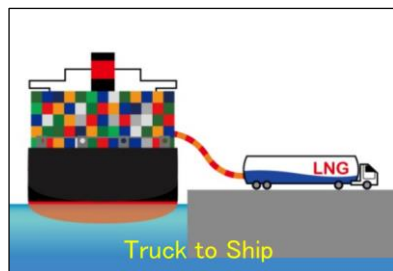
・対象代替燃料への転換が完了する安定期としてLNGについては、2030年(アンモニア・水素については2050年)の事業開始を想定、20年間に渡り操業するシナリオ

*1) 現状、LNG燃料船向けバンカリング事業が先行する一方、アンモニアについてはバンカリング実績はなく、液化水素についてはタンカーによる海上輸送実績もないことを踏まえ、まず、LNGについての定量分析を実施。アンモニア、水素については、不確定的な要素が多く、分析におけるパラメータ値の確定が困難と想定されるため、LNGによる定量分析モデルを踏まえたアナロジー等の観点から、課題分析を実施。

代替燃料バンカリング施設整備に関する調査方針②

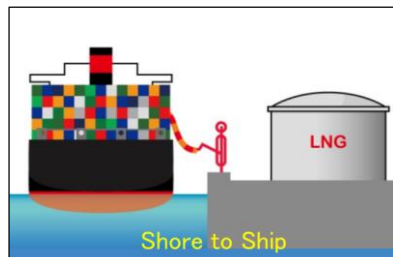
② バンカリング施設整備の採算性の試算

対象とするバンカリング方式



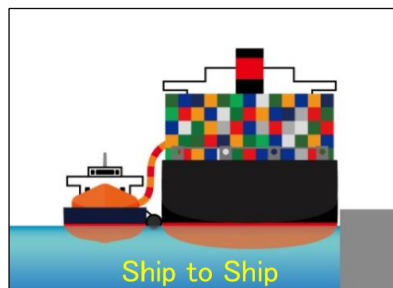
Truck to Ship

- 比較的少量のバンカリングで利用
- 設備投資が比較的小さい
- バンカリングが実施できる岸壁・船種船型が制限



Shore to Ship

- 比較的多量のバンカリングで利用
- 設備投資が比較的大きい
- バンカリングが実施できる岸壁・船種船型が制限



Ship to Ship

- 比較的多量のバンカリングで利用
- 設備投資が比較的大きい
- バンカリングが実施できる岸壁・船種船型の幅が広い



代替燃料船普及において効率性等の観点から必要不可欠かつ主流になると考えられる、Ship to Ship方式を対象に、バンカー船についての経済性の観点から検討を行う。

③ バンカリング施設の採算性・実現性の分析

バンカー船の事業について、事業の成立に十分な潜在的な顧客・需要があるのかを分析する。

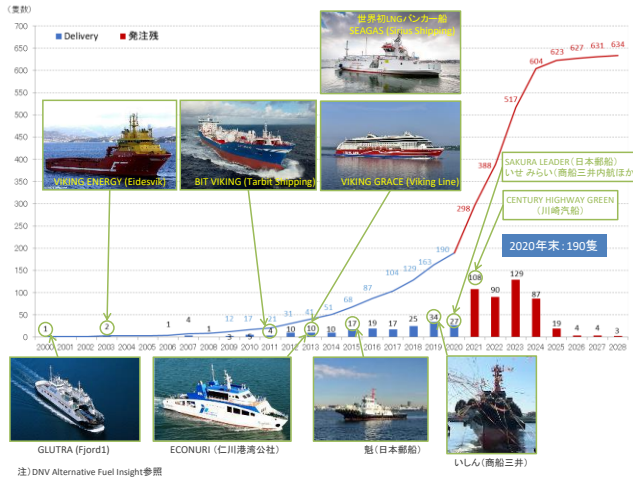
事業の採算性に影響するパラメータを変動させた場合に、事業採算性に関わる指標値がどのように変動するか、そして、フィジビリティ確保のために各パラメータが満たす要件を整理することにより、事業成立のための課題を分析する。

代替燃料バンカリング施設整備に関する調査結果

代替燃料船とバンカリングの現状

■LNG

- ・国内で大型LNG燃料船が就航済み。
- ・伊勢湾・三河湾で国内第1船(かぐや)がバンカリング事業開始(2020年)大型自動車運搬船等に供給。
- ・東京湾で国内第2船(エコバンカー東京ベイ)による事業開始予定(2022年)。
- ・瀬戸内、九州での検討本格化。



作成: 日本海洋科学



「かぐや」から「SAKURA LEADER」へのバンカリング
Central LNGウェブサイト



「エコバンカー東京ベイ」
エコバンカー SHIPPING

■アンモニア

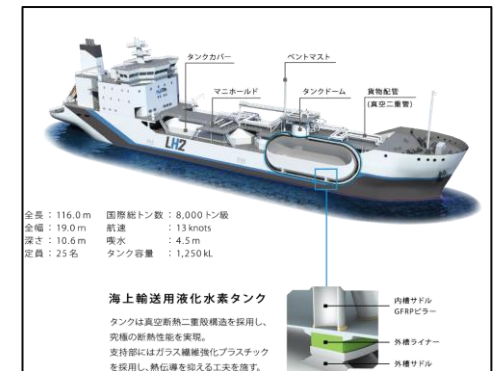
- ・2020年代後半の代替燃料船の実証・実船投入に向けた開発が世界的に進展
- ・わが国における官民協議会の発足。
2028年までにアンモニア燃料船の商用化を目指す計画。
- ・アンモニアの海上輸送実績あり

■水素

- ・海上輸送の実証実験(すいそふろんていあ)、船用内燃機関の技術開発等研究開発段階



アンモニア燃料バルクキャリア
(コンセプト)



液化水素運搬船イメージ
(Hystra)

代替燃料バンカリング施設整備に関する考察・提言

事業採算性分析の手法(LNGモデル)

■対象事業と港湾

- ・ Ship to Ship方式によるLNG燃料バンカリング事業
- ・ 東京湾を対象

■分析手法と評価指標(目標値、基準値)

- ・ 内部収益率(IRR)分析 事業採算性の目標値:8%、基準値:5%

■普及シナリオの設定

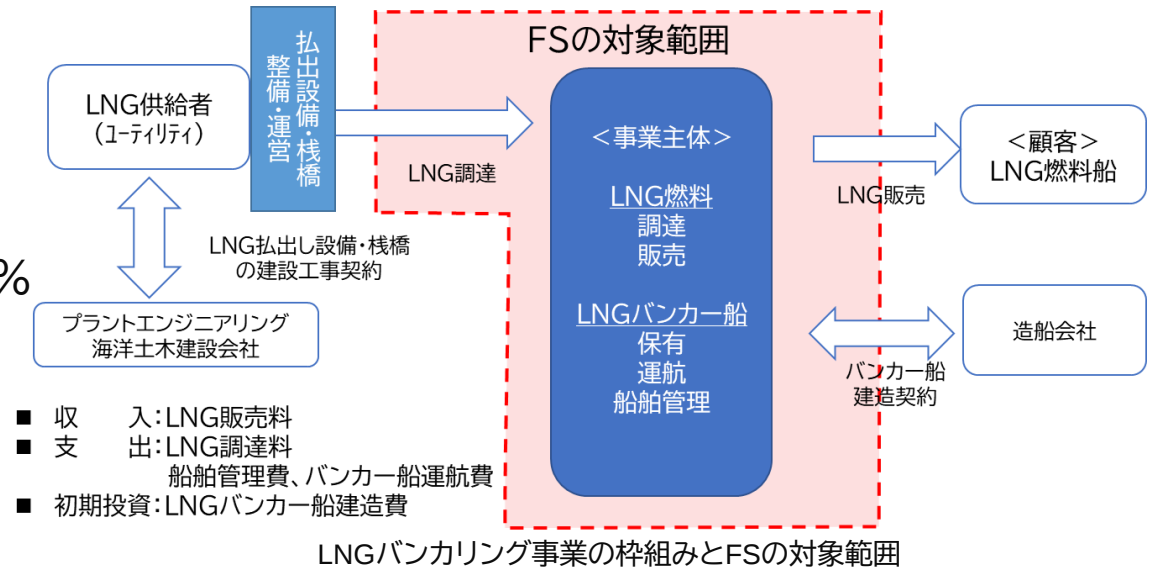
- ・ 「国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ」の
 - ①「LNG・カーボンリサイクルメタン移行シナリオ」
 - ②「水素・アンモニア燃料拡大シナリオ」
 (同シナリオのLNGシェアが東京湾にも現れると想定)

■パラメータの設定

- ・ バンカー船のタンク容量(3,500m³)、建造費(41億円)、船舶管理費(2.7億円以上、固有設備の考慮)、年間バンカリング回数(150回)等

■検討ケースの設定

- ・ 事業開始時期:2022年、2025年、2030年
- ・ 建造費補助:あり・なし
- ・ LNG輸入価格指標:8、14、16(US\$/百万Btu)
- ・ マージン(1.05、1.10、1.15)



指標	パラメータ	パラメータに影響する要因
毎年の収入(LNG販売額)	LNG販売額 = LNG販売単価 × 1隻あたりのLNG供給量[m ³] × LNG燃料船の隻数* *LNG燃料船の隻数 = LNG燃料船比率** × 対象船舶入港隻数 **船齢構成より代替建造時にLNG燃料転換するものとして想定	・LNG燃料の需要 ・対象海域における船舶の隻数

<内部収益率(IRR)分析>

$$\text{初期投資額} + \sum_{k=1}^n \frac{\text{収入}_k - \text{支出}_k}{(1 + \text{IRR})^k} = 0$$

指標	パラメータ	パラメータに影響する要因
初期投資額	バンカー船建造費	タンク容量[m ³]、総トン数 機関出力[kW] 航行区域(法定備品) × 隻数
毎年の支出	係船費・施設利用費	総トン数 × 隻数
	船舶管理費	総トン数、船齢 × 隻数
	燃料費	機関出力[kW]、 運転時間[hour/year] × 隻数
	バンカー調達額	1m ³ あたりのLNG調達額 × 供給量

バンカリング事業における内部収益率(IRR)分析の概要

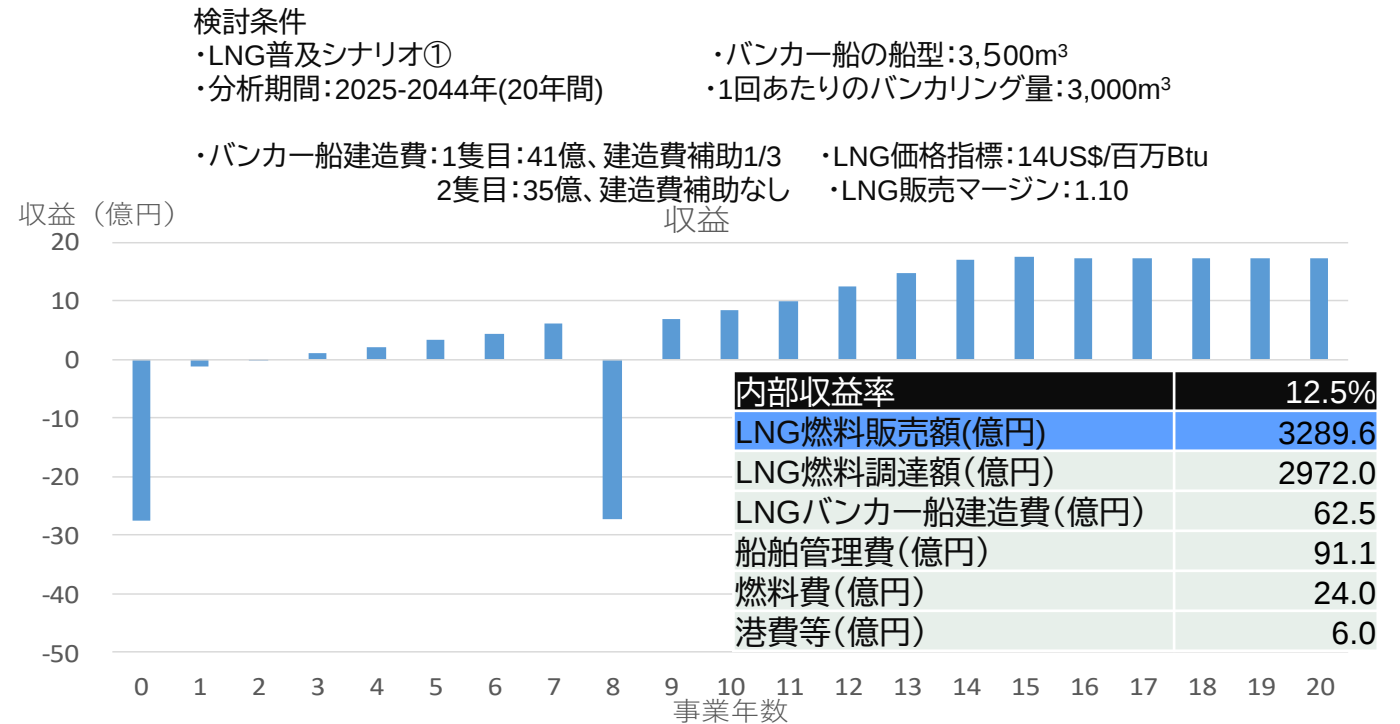
代替燃料バンカリング施設整備に関する考察・提言

LNGバンカリングに関する事業採算性の見通し

- ・ 当面の普及期(2025年開始)については、建造費補助、必要なマージン設定等を前提として、事業採算性を確認。
- ・ **LNG燃料需要が安定するまでの間の事業採算性の確保が課題**
- ・ バンカリング船の**建造費補助は、事業採算性確保のために有効**
- ・ 事業採算性確保のための必要条件として、**安定的な需要の確保、コスト抑制のための建造費補助による支援、必要なマージンの設定**。他方、**マージン設定による販売価格上昇による競争力低下の可能性**。

設定項目	基本ケース	設定オプション①	設定オプション②
2隻目投入	あり	なし	
事業開始時期(過渡期)	2025年(過渡 期1)	2022年(過渡 期2)	2031年(安定 期)
建造費補助	1隻目のみあり	なし	1隻目、2隻目 ともあり
普及シナリオ	シナリオ②	シナリオ①	
LNG輸入価格 指標	14US\$/百万 Btu	8US\$/百万 Btu	16US\$/百万 Btu
マージン	1.10	1.05	1.15

内部収益率(IRR)分析
検討ケース設定の例



事業開始から20年間の収益
(シナリオ①(「LNG・カーボンリサイクルメタン移行シナリオ」)(過渡期:2025年～、
建造費補助あり)に基づく内部収益率(IRR)分析結果の一例)

代替燃料バンカリング施設整備に関する考察・提言

LNGバンカリングにおける採算性確保に向けた課題

- 事業採算性を確実なものとするため、**需要の確保**や**コストの抑制等**の取組が重要
- 船舶における代替燃料の導入には、バンカリング事業の成立が不可欠。**政策的な支援の必要性についての検討**が必要。
- 事業採算性にインパクトの大きいファクターとして、**年間バンカリング回数**(LNG燃料需要)、**販売価格のマージン**に影響する**船舶管理費、建造費**。
- 安定的な需要確保のための**LNG燃料への転換**と**我が国港湾への燃料船寄港の促進のための政策的支援**
- 年間バンカリング回数の上限値を引き上げるための**オペレーションの効率化**
- 船舶管理費低減の取組**。バンカー船の運用・管理に対する政策的支援等の必要性の検討

LNGバンカリング事業の収支構造について

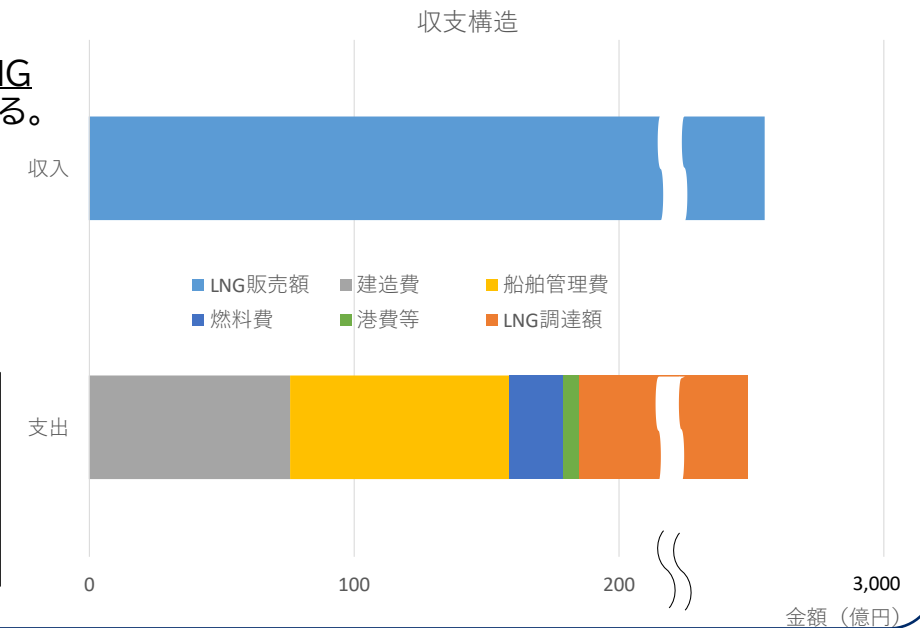
採算性分析結果から、LNGバンカリング事業の収支構造の一例を示す。

事業採算性に対してインパクトの大きい影響要素として、販売額を規定する年間バンカリング回数(LNG燃料需要)に加えて、販売価格のマージンに影響する支出要素のうち、船舶管理費、建造費が挙げられる。

検討条件

- 分析期間:2025-2044年(20年間)
- LNG普及シナリオ②
- バンカー船の船型:3,500m³
- 1回あたりのバンカリング量: 3,000m³
- バンカー船建造費:41億(1隻目)
:35億(2隻目)
- 建造費補助なし

- 年間LNGバンカー販売額 = LNGバンカー販売価格 × 年間バンカリング回数
- LNGバンカー販売価格 = m2 × LNG調達価格 + 輸送コスト等(ボイルオフガス含む)
= m1 × m2 × LNG輸入価格 + 輸送コスト等(ボイルオフガス含む)
LNG供給者の施設整備等を含んだマージン:m1
バンカー船建造費や船舶管理費等の回収のために設定する販売者のマージン:m2



代替燃料バンカリング施設整備に関する考察・提言

アンモニア、水素バンカリングの課題分析①

○LNGとアンモニア、水素の類似点、相違点

- ・ 事業構造、収支構造の類似。今後の供給拠点整備の必要性や熱量体積比・タンク容量の相違等

○課題の整理

LNGに係る事業採算性分析結果をベースとし、上記の類似点、相違点を踏まえ、課題を整理。

■ 事業採算性確保について・・・ LNGと比べ、需要規模が小さくなる可能性

- ・ アンモニア・水素について、特にロードマップにLNG・カーボンリサイクルメタン移行シナリオで推移した場合、LNGと比べ需要規模が小さくなり、採算性確保がより厳しくなる可能性。
- ・ LNGバンカリングと同様に、事業採算性確保に向けては、安定的な需要の確保、船舶管理費や建造費等のコストの抑制、適切な販売価格の設定による競争力の確保等が重要なファクター。

■ 安定的なバンカリング需要の確保・・・新たな供給拠点整備による費用負担増の可能性も考慮

- ・ 代替燃料転換の着実な推進が、バンカリング事業の採算性確保の観点からも重要。今後、さらなるインセンティブ措置等の政策的支援の必要性の検討が望まれる。
- ・ 年間バンカリング回数の上限値を引き上げ、より多くの需要を取り込むための効率的なオペレーションの検討の必要性。

■ 適切な燃料販売価格の設定と競争力確保

- ・ 事業の競争力確保のため、適切な燃料販売価格の設定が重要。
- ・ 販売価格の抑制のため、船舶建造や陸上供給施設の整備・運用に対する政策的支援が有効。
- ・ LNGとは異なり、国内における新たな供給拠点整備が必要。事業採算性を高める観点から、供給事業サイドとの役割分担や陸上供給施設関連分の費用負担の適正化の観点が重要。船舶燃料以外の需要も含めた総合的な供給拠点整備を前提として、バンカリングに関わる追加設備分の費用負担を考える、といった観点も重要。

代替燃料バンカリング施設整備に関する考察・提言

アンモニア、水素バンカリングの課題分析②

- **コストの抑制に関わる取組**・・・特殊設備や安全なハンドリング等のため建造費や船舶管理費の高額化の可能性。コスト削減に資する技術開発、オペレーションの効率化や運用・管理等に対する政策的支援の検討の必要性

○船舶管理費

- ・ アンモニアや水素についても、バンカリングのための固有設備に係る修繕費・舶用品費等が通常の船舶より高額となることが示唆される。
- ・ 岸壁等に係留中の船舶へのバンカリングにおける操船の安全性確保や、燃料の安全なハンドリング等に係るオペレーションの必要性。そのための高度な技術を有する船員の確保等が船舶管理費を押し上げる要因となる可能性。
- ・ 新たな船舶燃料の安全な取扱いや貯蔵等も含めた、現時点の実証あるいは技術開発段階。安全確保に向けた取組とともに、今後のオペレーションにおける船舶管理費の抑制方策の検討の必要性。
- ・ 船舶管理費の低減の観点から、設備やオペレーション等に関する検討に加え、運用に係る政策的支援の検討も重要。

○建造費

- ・ アンモニアバンカー船に必要とされる安全な燃料バンカーの移送設備、また、液化水素バンカー船に係るLNGより高度な断熱技術(真空二重構造のタンクや配管等)の採用等から、同規模のLNGバンカー船よりもこれらの建造費が高額となる可能性。
- ・ アンモニアや水素のバンカリング事業の採算性確保の観点からも、今後の技術的検討等を踏まえた建造費の抑制方策の検討が望まれる。
- ・ 今後のアンモニア・水素の需要の見通しや、建造費が高額となる可能性を踏まえれば、バンカー船の建造費補助の施策は、一層重要なものとなることが考えられる。