

日本海側のCNP広域連携輸送に向けた 基本的な方向性

【CNP広域連携輸送検討WT】

令和5年3月
北陸地方整備局

(1) 広域連携輸送の現状と課題～LNG及び石炭等の広域・企業間連携輸送を事例に現状・課題整理～

アンケートや事例から、LNGや石炭では一定の条件等があれば連携輸送もオプションの一つとして実施されていることがわかる。

主な事例のアンケート結果

① 前提として

- ・石炭やLNGなど多量に輸送する場合においては、1つの船で目的地を絞った(1か所が最良)方が最も多く採用されている。
- ・一方、水素アンモニア等はサプライチェーンが整っておらず、受入インフラのあり方自体が不透明であり、また、特に輸入初期においては輸送量が小さいと思われ、現状の石炭やLNGと異なる状況であることに留意が必要。



② 他社との共同配船について

- ・LNGでは、複数の荷主が一つの船を共同で利用するケースがある（それぞれの荷主が傭船者と輸送契約を締結）。
- ・LNG船を複数社で保有又は傭船することは一般的（複数社でLNG船保有会社又は傭船会社を設立）。
- ・石炭では実績がある。



③ 複数港寄りについて

- ・LNGは通常1港で全て荷卸しを行うが、1航海で複数の基地を回る実績もあり、LNGの売買/輸送を効率的に行う上でのオプションの一つとして幅広く実施されている。
- ・石炭は、複数港揚げの実績がある。



④ 内航船での二次輸送について

- ・北海道・東北エリア、九州・瀬戸内エリアでLNGの二次輸送(LNG内航供給)が行われている。
- ・石炭での実績はある。



⑤ 競合他社とのスワップ取引について

- ・LNGでは実績があるが、石炭は産地や銘柄による品質が多種ゆえ、スワップ取引は困難。



その他具体事例

国際バルク戦略港湾における石炭共同輸送

平成27年12月11日(株)トクヤマ, 出光興産(株), 中国電力(株)の報道資料「海外炭の共同輸送の実施について」より

やまぐち港湾運営株式会社HPより

- ✓ 平成27年8月5日に締結した3社合意である「海外炭の共同輸送に向けた確認書」に基づき3社で海外炭を共同で初めて輸送。
- ✓ 共同輸送による物流コストの低減を図るとともに、大型船による共同輸送の本格運用を視野に、3社間での輸送量の調整や輸送船の選定といった運用上の手続きを確認する。

- ✓ 令和4年1月11日現在の石炭の共同輸送・二港揚げの実績

令和3年度：4件、令和2年度：3件
令和元年度：4件、平成30年度：6件
平成29年度：3件、平成28年度：2件
平成27年度：3件

LNG共同輸送

1969年11月の日本で初めてのLNG受入

- ✓ 東京電力(現JERA)と東京ガスは、1967年3月、三菱商事による輸入代行業務サポートのもと、Marathon Oil社、並びにPhillips Petroleum社(現ConocoPhillips)とLNG売買契約書を締結。
- ✓ その後、1969年11月に東京電力南横浜火力発電所(当時)と東京ガス根岸工場(当時)からなる両社の共同基地である現在の根岸LNG基地(横浜市磯子区)にアラスカからLNG船が入船し、日本で初めてLNGが導入された。

令和2年6月15日広島ガス(株), 東京ガス(株), 東京エルエヌジータンカー(株)の報道資料「LNG共同輸送における初受入れの実施について」より

- ✓ 令和2年2月13日に締結したLNG共同輸送契約後、初となるLNGの受入れを実施。
- ✓ 広島ガスと東京ガスは、双方のお客さまのメリットにつながるエネルギー輸送の効率化および安定的な供給の実現に努めている。

(付属資料) 広域・企業間連携輸送のメリット・デメリット

エネルギー輸入の輸送形態として「広域・企業間連携輸送」と「単独による直送・分散輸送」を3つの評価軸で整理した。

評価軸

関係者調整等の簡易性

コスト

安定供給

広域・企業間連携輸送

- ・共同輸送等を行うために積出港、輸送船の選定、輸送時期及び輸送量等の事前調整が必要。
- ・関係者間での共同輸送契約など事前取り決め等が必要。

- ・海上輸送コストの低減が期待できる。
- ・輸入の輸送距離が長いなど海上輸送費の占める割合が大きくなる場合に有利。

- ・これまでに経験のない分野の場合、安定供給や価格変動のリスク分散が期待できる可能性がある。

単独による直送・分散輸送

- ・単独で輸入等に関する決定ができるため、煩雑な事前調整等が少ない。
- ・各港湾の需要量に応じた海上輸送が可能。

- ・輸入の輸送距離が短いなどピストン輸送(小規模多頻度輸送)の方が有利な場合がある。

- ・成熟した市場分野、価格変動リスクが低いケースでは有利。

需要量の大きさや受入施設の規模によっても評価は変わる。

選択肢…エネルギー輸入の輸送形態

(2) 日本海側港湾のポテンシャルや特色、役割

- 日本海側港湾の国内における地理的な特性をみると、日本列島のほぼ中央に位置しており、首都圏・中京圏・近畿圏の三大都市圏のいずれからも300km圏内にある。また、海外の視点でみると、日本海を挟みアジア諸国に面しており、日本海側対岸諸国をはじめとした国々とを結ぶ交通結節点として重要な位置にあるだけでなく、極東ロシアにも面していることから、エネルギーの調達先に関して昨今の情勢の影響を強く受ける地域でもある。
- 日本海側は、石油コンビナートや製鉄所、製油所が集積している太平洋側と経済規模は異なるが、石炭火力発電やLNG発電所・LNG受入拠点があり、日本全体でカーボンニュートラルを達成するためには、北陸地域の取り組みが非常に重要なポイントとなってくる。
- 北陸管内には本州日本海側唯一のLNG一次受入基地があることから、日本海側のエネルギー需要を太平洋側から供給(輸送)することは困難。
- 加えて、東日本大震災の際、仙台市ガス局のLNG基地被災による約31万戸へのガス供給ストップに対し、新潟から広域天然ガスパイプラインを用いて、平常時の供給量に上乗せして輸送を実施したことを踏まえると、リスクマネジメントの観点からも日本海側の役割を整理する必要がある。

北陸港湾の目指すべき姿

北陸港湾ビジョン 日本北前船構想2030

～広域交流拠点の形成と日本海・太平洋2面活用型国土の実現～

(令和3年3月北陸地方整備局)

北陸港湾の発展により、東南アジアや欧州等を見据えたより広域的な物流展開や、賑わい拠点における国内外の幅広い交流人口を創出するとともに、日本海側と太平洋側の連携強化によるネットワークの多重性・代替性の確保等を実現。



北陸地域の主な火力発電所と天然ガスの広域パイプライン

発電所名	種類、発電方式	出力(万kW)
両津火力発電所	火力発電所(C重油)	5
相川火力発電所	火力発電所(C重油)	3
佐渡島合計		8
発電所名	種類、発電方式	出力(万kW)
上越火力発電所	火力発電所(LNG)	239
上越火力発電所	火力発電所(LNG)	57
糸魚川発電所	火力発電(石炭)	13.4
直江津港・姫川港合計		309
発電所名	種類、発電方式	出力(万kW)
七尾大田火力	火力発電(石炭、バイオマス混焼)	120
七尾港合計		120
発電所名	種類、発電方式	出力(万kW)
富山火力発電所	火力発電(石油)	25
富山新港火力発電所	火力発電(LNG+石炭+石油)	167
伏木万葉埠頭バイオマス発電所	火力発電(バイオマス)	5
伏木富山港合計		197
発電所名	種類、発電方式	出力(万kW)
敦賀火力発電所	火力発電(石炭・バイオマス)	120
敦賀グリーンパワー(株)	火力発電(木質バイオマス)	3.7
福井火力発電所	火力発電(石油)	25
敦賀港・福井港合計		149



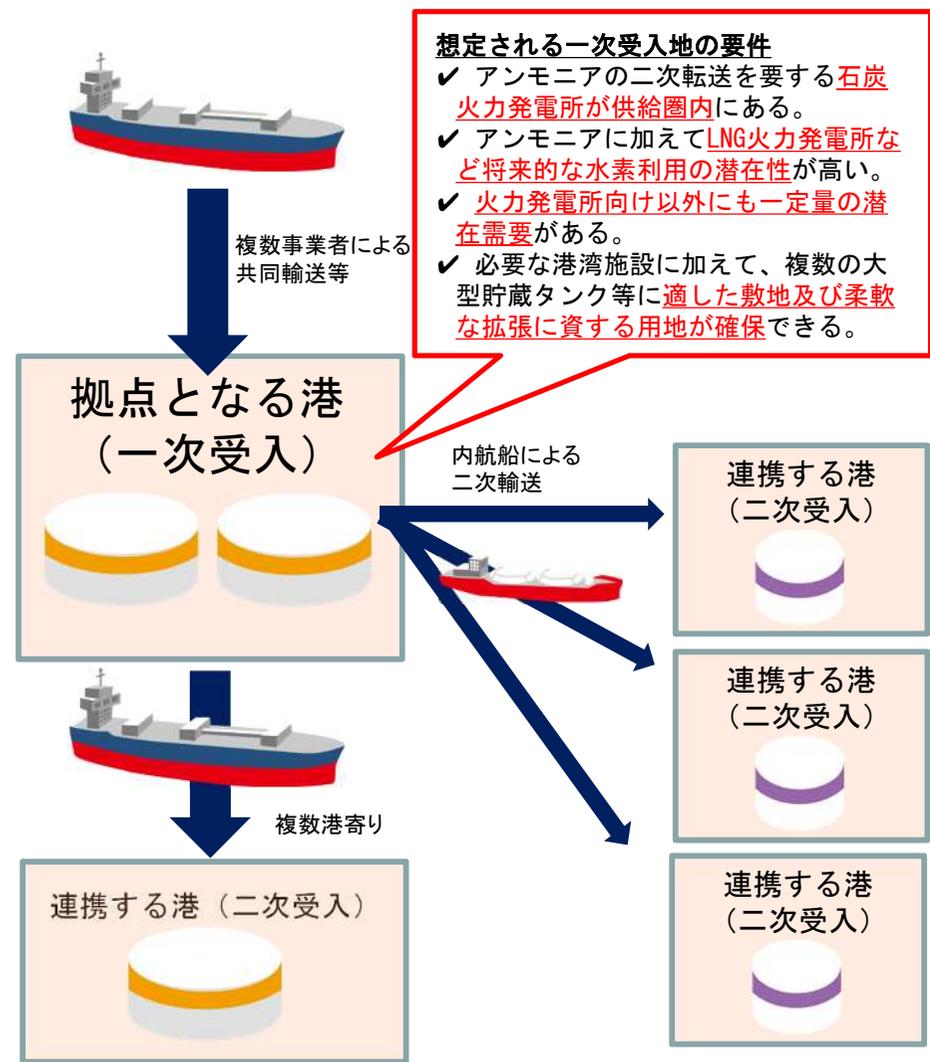
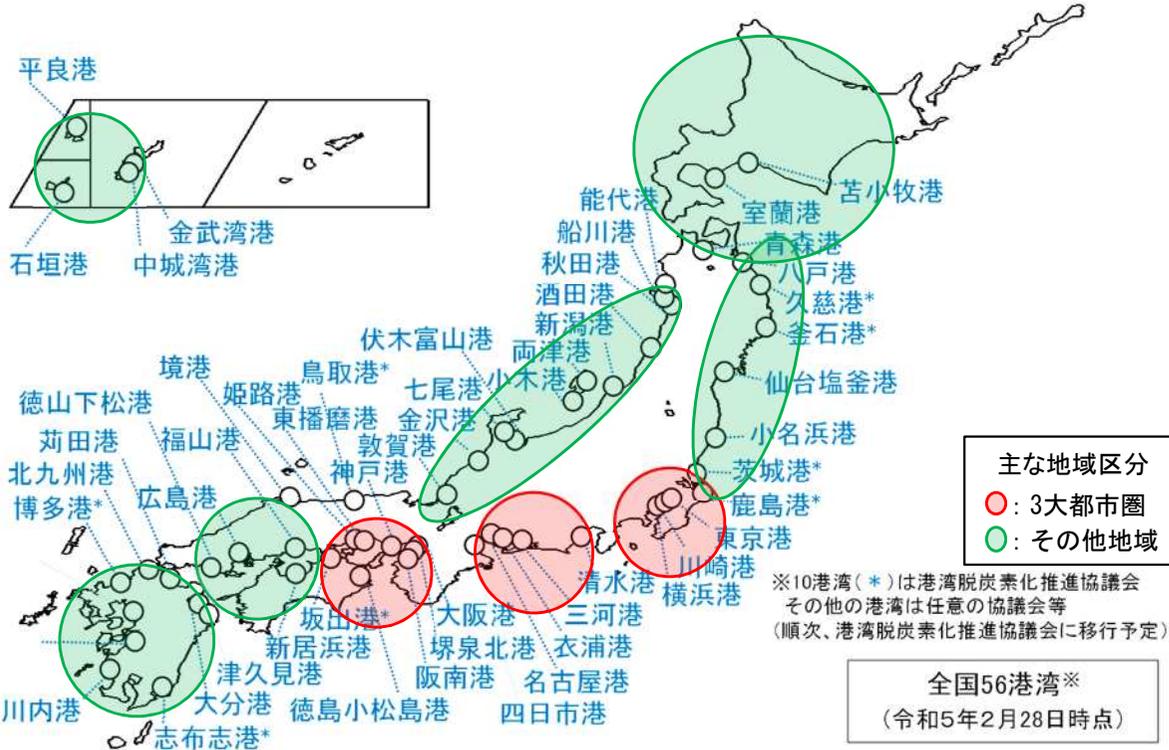
(3) CNP広域連携輸送のイメージ

- 全国でCNPに関する協議会等が立ち上がっている中、水素・燃料アンモニア等の受入拠点及び最適な海上輸送ネットワークの構築のためには、地域内の港湾間連携や地域間連携なども並行して検討が必要。
- **まずはCNP協議会での検討が進んでいる北陸管内の港湾をケーススタディとし、地政学的な特性も踏まえ、本州日本海側を適切な集約・分散に必要なエリアとして広域連携輸送の下地となる検討を進める。**

各港における港湾脱炭素化推進協議会等の開催状況

CNP広域連携輸送のイメージ

- 目的：港湾脱炭素化推進計画の作成及び実施に関し必要な協議を行う。
- 構成：港湾管理者、関係地方公共団体、民間事業者、港湾利用者、学識経験者、関係省庁の地方支分部局 等



国土交通省港湾局まとめより北陸地方整備局作成

日本海側のCNP広域連携輸送に向けた基本的な方向性

- 【考慮事項①】 時間軸を踏まえた課題と対応の方向性
 - 【考慮事項②】 広域的な潜在需要(段階的な需要変化含む)
 - 【考慮事項③】 広域連携輸送を前提とした必要な施設や用地のスペック・規模
- ⇒方向性: 連携輸送の最適範囲と広域連携輸送ネットワークモデルの構築

今後の検討プロセス

- 脱炭素化社会の実現には、水素・燃料アンモニア等の大量・安価かつ安定的な輸入が不可欠であるため、日本海側港湾のポテンシャルや特色、役割を踏まえ、日本海側を一つのエリアとして、港湾における受入環境の整備の観点から、最適な海上輸送網についてケーススタディ検討を行う。
- 現時点では多くの不確定要素があるものの、予見性を高める観点から、一定の仮定の下に、定量的に整理を行うことで傾向を把握・分析し、水素・燃料アンモニア等を想定した複数のCNP広域連携輸送ネットワークモデルプランのポイントや課題をとりまとめる(今年度は検討に向けた「基本的な方向性」をまとめる)。

CNP広域連携輸送ネットワークの検討ステップ(案)

海外積出港から需要地までの輸送・貯蔵を対象

需 要

+

供 給

+

輸送・貯蔵

日本海側の最適な海上輸送網

: 受入施設等の必要スペック

- 【第1の視点】: 水素・燃料アンモニア等の広域需要推計
 - ・ 水素・燃料アンモニアの利用が検討される分野別・港別に需要を想定
 - ・ 量・発生地・時間軸を想定
- 【第2の視点】: 水素・燃料アンモニア等の脱炭素化施設への供給方法
 - ・ 案件開発の状況等に基づき、海外からの供給を想定(国内の地域水素源についても整理)
 - ・ 供給国等と調達割合を想定
- 【第2, 3の視点】: 受入施設等の必要スペック
 - ・ 外航、二次輸送(内航)、貯蔵等につき想定
 - ・ 輸送船の船型、輸送方式、貯蔵方式等を想定

- ・ 一定の仮定の下に、シナリオを設定
- ・ 最小費用となるパターンも定量的に整理 ・ 必要な施設等の整備も整理

管内の主な港湾におけるCO2排出量等試算(2019年)

	新潟港	直江津港	伏木富山港	七尾港	敦賀港
CO2排出量 ※1	年間約 1,195 万トン	年間約 781 万トン	年間約 457 万トン	年間約 623 万トン	年間約 628 万トン
ターミナル内	0.4 万トン	11.8 万トン	15.2 万トン	0.1 万トン	0.2 万トン
ターミナルの出入り	11 万トン	3 万トン	3 万トン	1 万トン	7 万トン
輸送車両(トラック等)	7.6 万トン	1.3 万トン	0.9 万トン	0.3 万トン	6.3 万トン
停泊船舶	3.8 万トン	1.2 万トン	2.0 万トン	0.7 万トン	1.1 万トン
ターミナル外(臨海部)	1,184 万トン	767 万トン	439 万トン	622 万トン	620 万トン
発電所	835 万トン	586 万トン	402 万トン	620 万トン	552 万トン
都市ガス関係	83 万トン	155 万トン	万トン	万トン	万トン
工場	134 万トン	26 万トン	37 万トン	2 万トン	68 万トン
倉庫・物流施設等	132 万トン	0.03 万トン	0.3 万トン	0.1 万トン	0.1 万トン
需要ポテンシャル ※1.2 (水素換算)	年間約 35 万トン	年間約 20 万トン	年間約 11 万トン	年間約 11 万トン	年間約 12 万トン
需要ポテンシャル ※1.2 (アンモニア換算)	年間約 230 万トン	年間約 131 万トン	年間約 72 万トン	年間約 74 万トン	年間約 76 万トン

- ※1. 令和3年度に北陸地方整備局が試算したCO2排出及び需要ポテンシャルの推計であり、今後各港の脱炭素化推進計画等を作成する過程で精査が行われる予定。
- ※2. 現在の経済活動が将来も継続するという前提の基、仮に、火力発電所に20%混焼、および水素を活用したメタネーションによる合成メタンガスの都市ガスへの混入、ターミナル内における荷役機械のFC化等が100%実現した場合を想定して試算。

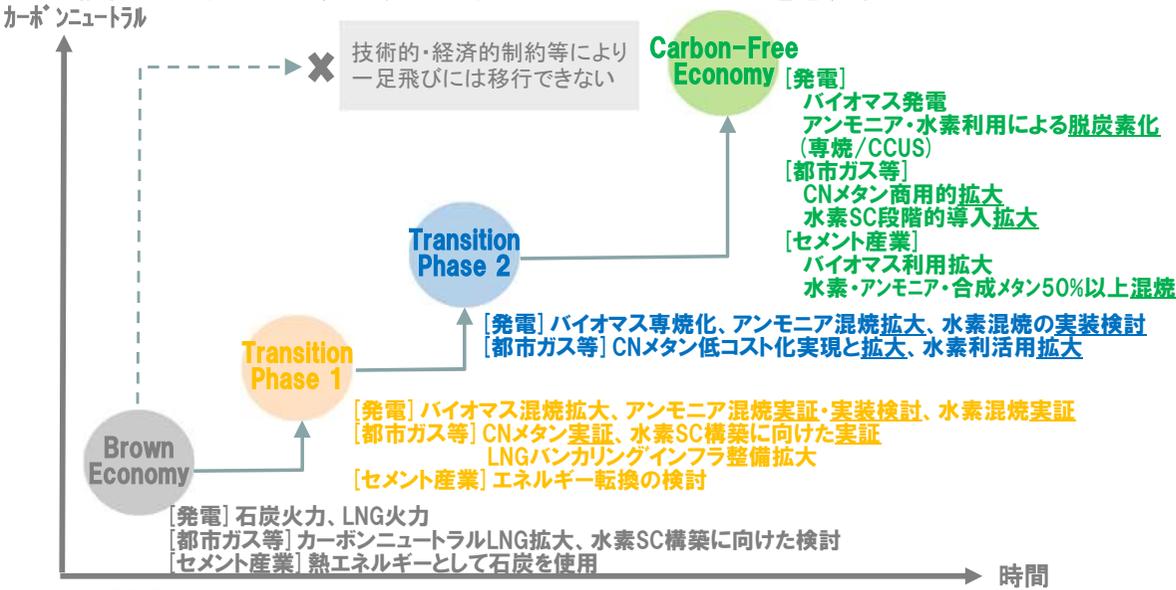
※ 結果は、国土交通省内での施策検討に用いることを主たる目的とするが、対外非公表を前提として、港湾管理者等との意見交換・調整、予算要求、調査協力先への結果共有などに活用。
 ※ 利用時には、政府の公式な計画や想定でないことを明確にするため、出所を明確にし、条件を明記。

【考慮事項①】 時間軸を踏まえた課題と対応の方向性

● 時間や需要量に応じて段階的に次世代エネルギーへ移行するシナリオを基に課題と対応の検討を進めていく。

段階的に移行するシナリオ

脱炭素化社会へ向かうには、現在では技術的・経済的制約等により一足飛びに移行できないため、まずはトランジションフェーズを想定。

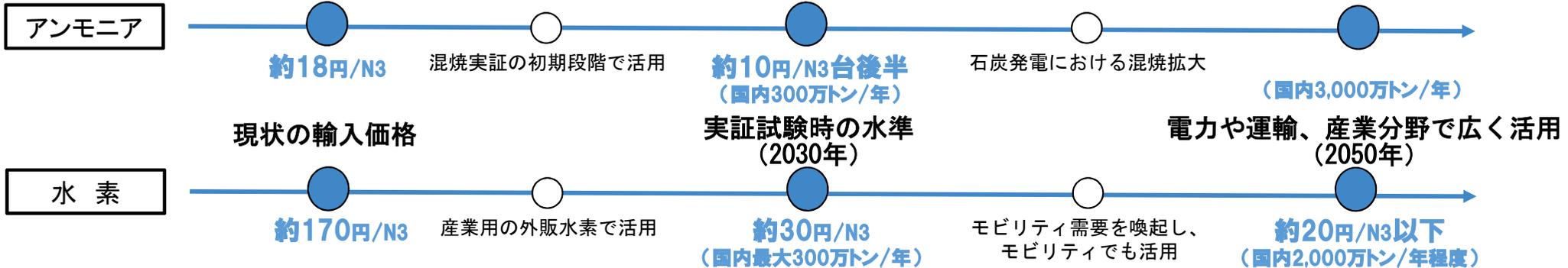


「東北電力及び北陸電力プレス資料」、「日本ガス協会 CNチャレンジ2050」、「セメント協会 カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン」より北陸地方整備局作成

時間/需要量に応じた課題と想定供給方法

	1st 実証期 (需要量:極少)	2nd 初期～中期 (需要量:少～中)	3rd 中期～長期 (需要量:中～大) 大型運搬船就航後
アンモニア	課題 ✓ 需要が局所的・限定的で必要量も少ない ✓ 2030年までに石炭発電への混焼実証の可能性 供給方法(想定) ✓ 需要に応じて海上輸送による個別輸送又は複数港寄り	課題 ✓ 2030年には石炭発電への混焼拡大期が始まる 供給方法(想定) ✓ 需要に応じて海上輸送による連携輸送強化	課題 ✓ コスト低減に欠かせない液化アンモニア運搬船の大型化に対応した港湾施設等の整備 供給方法(想定) ✓ 輸入拠点となる港への一括輸送+二次輸送による広域連携輸送
水素	課題 ✓ 需要が局所的・限定的で必要量も少ない ✓ 2030年までにLNG発電への混焼実証の可能性 供給方法(想定) ✓ 国内で生成された水素を海上又は陸上輸送	課題 ✓ LNG発電への混焼実装は2030年以降の可能性 ✓ 液化水素の大規模調達には時間を要する可能性 供給方法(想定) ✓ 水素キャリアとしてアンモニアやメタノールなどから調達(クラッキング)	課題 ✓ コスト低減に欠かせない液化水素運搬船の大型化に対応した港湾施設等の整備 供給方法(想定) ✓ 輸入拠点となる港への一括輸送+二次輸送による広域連携輸送

シナリオ展開と価格のイメージ



「総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第35回会合)令和2年12月21日 資料1 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた検討」、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 令和3年6月18日」及び「エネルギー基本計画(令和3年10月22日閣議決定)」より北陸地方整備局作成

【考慮事項②】 広域的な潜在需要(段階的な需要変化含む)【想定】

●「方向性①」を踏まえた北陸管内の広域的な水素・燃料アンモニア等の潜在需要試算の前提条件を設定し、今後、需要量試算の精査を進める。

	実証期	2030年	～	2050年
石炭火力におけるアンモニア利用	20%混焼 (試算上、1箇所程度で仮設定) ⇒個別輸送(輸入)	20%混焼 (試算上、1箇所程度で仮設定) ⇒海上輸送による連携輸送強化も検討	50%混焼、導入率100% ⇒拠点となる港を利用した広域連携輸送	専焼、導入率100% ⇒拠点となる港を利用した広域連携輸送
LNG火力における水素利用	20%混焼 (試算上、1箇所程度で仮設定) ⇒国内製造・輸送	20%混焼 (試算上、2箇所程度で仮設定) ⇒水素キャリアとしてアンモニアやメタノールなどから調達も検討(クラッキング)	20%混焼、導入率100% ⇒水素キャリアとしてアンモニアやメタノールなどから調達も検討(クラッキング)	専焼、導入率100% ⇒拠点となる港を利用した広域連携輸送
都市ガスCNメタン化(水素利用)	—	合成メタンを1%注入 ⇒メタネーションによる水素利用	45%を合成メタンに置換 ⇒メタネーションによる水素利用 5%は水素直接利用	90%を合成メタンに置換 ⇒メタネーションによる水素利用 10%は水素直接利用
セメント産業によるアンモニア利用	—	—	20%混焼、導入率100% ⇒海上輸送による連携輸送強化	50%混焼、導入率100% ⇒拠点となる港を利用した広域連携輸送
輸送車両・荷役機械のFC化	—	—	50%導入	100%導入
ターミナル内外における電力を水素由来の電力化	—	—	5%導入	10%導入
停泊中船舶への陸電供給(水素由来の電力化)	—	—	50%導入	100%導入

※表中の前提条件は、あくまで試算上の最大値として仮設定したものである

【考慮事項②】 広域的な潜在需要(段階的な需要変化含む)【想定】

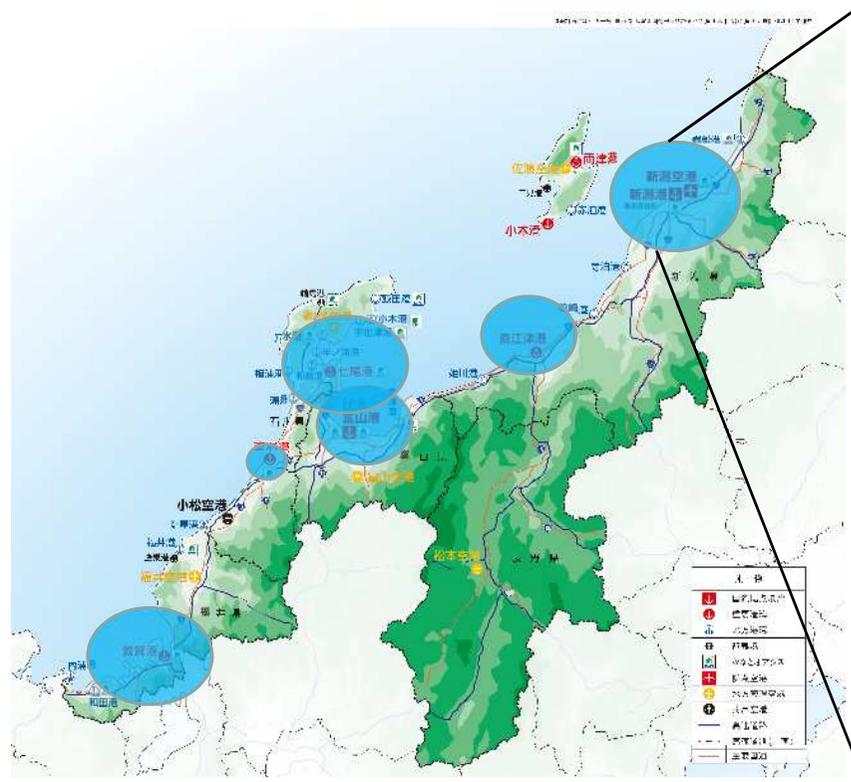
● 試算した潜在需要を下記のような図表などで今後とりまとめる。

今後のとりまとめイメージ

水素・アンモニアの段階的潜在需要

●●港

単位:トン/年



		実証期	2030年	移行期	2050年
石炭火力によるアンモニア利用					
LNG火力による水素利用					
都市ガスCNメタン化	アンモニアのみ				
	水素のみ				
	水素・アンモニア併用	アンモニア			
		水素			
セメント産業のFC化	アンモニアのみ				
	水素のみ				
	水素・アンモニア併用	アンモニア			
		水素			
輸送車両・荷役機械のFC化	アンモニアのみ				
	水素のみ				
	水素・アンモニア併用	アンモニア			
		水素			
ターミナル内外における電力使用	アンモニアのみ				
	水素のみ				
	水素・アンモニア併用	アンモニア			
		水素			
停泊中船舶への陸電供給	アンモニアのみ				
	水素のみ				
	水素・アンモニア併用	アンモニア			
		水素			
合計	アンモニアのみ				
	水素のみ				
	水素・アンモニア併用	アンモニア			
		水素			

今後試算・整理

※. 水素クラッキングのメタノール換算量についても参考に算出

【考慮事項③】 広域連携輸送を前提とした必要な施設や用地のスペック・規模

- 可能な限り既存ストックの活用が前提となるが、水素・燃料アンモニア等の大量一括輸入後の二次輸送などCNP広域連携輸送を検討条件とした場合に、必要となる施設や用地のスペック・規模を検討する。特に、ハブ機能を前提に考えると、必要な用地の規模感と各港における用地等の現状などを整理することが重要。
- 合わせて、岸壁や埠頭用地などの港湾施設について、希望する事業者が同一の条件で利用可能な「オープンアクセス」タイプとして整備・運営されることも念頭に、既存バルク貨物における「公共/専用/共同利用の専用(シーバース含む)/国際バルク戦略港湾の貸付制度事例」の情報を整理し、想定されるオープンアクセスタイプの分類整理などを行う。

水素・燃料アンモニア等の受入に必要なインフラの主な検討項目(案)

- 輸送・保管技術等を整理した上で下記を検討
- (ア) 受入岸壁の規模
 - ・ 輸入船、二次輸送船の船型の動向に合わせた対照表
 - (イ) 荷役機械の仕様
 - ・ 荷役方法と荷役機械の規格等(ローディングアーム等)
 - (ウ) 貯蔵タンク等の仕様
 - ・ 構造、付随して必要な施設
 - (エ) 貯蔵ターミナルの用地レイアウト
 - ・ タンク規模に応じた必要施設レイアウトと所要面積
 - (オ) 二次輸送先や消費地への輸送関連施設・設備
 - ・ 積み出しターミナルの規模



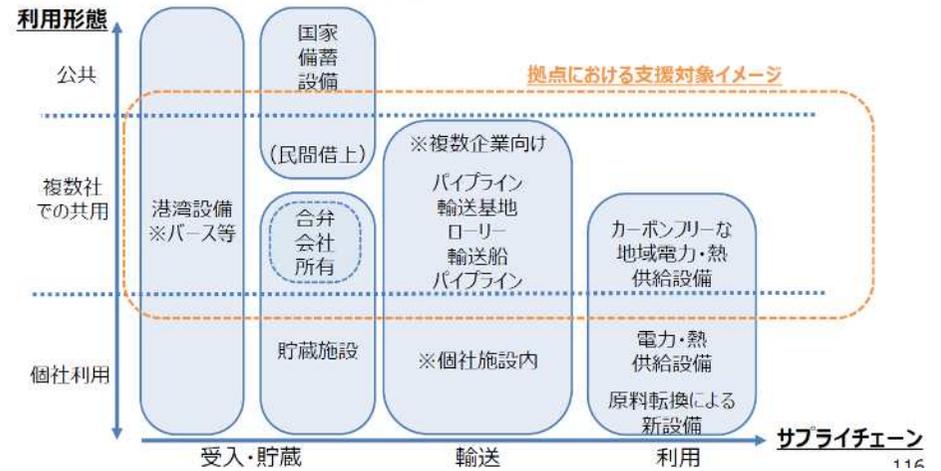
オープンアクセスタイプの分類整理に向けて

水素政策小委員会/アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会合同会議
中間整理(案) (令和4年12月13日 資源エネルギー庁)

拠点が備えるべき機能

- 拠点の支援対象は共用インフラをまず念頭に置くべきと考えられる。また、集積効果を高めるための支援策や仕掛けの検討が必要。
- 拠点の担い手は、供給から利用にいたるまで幅広いステークホルダーを巻き込み、かつ長期的なコミットメントを有する主体によって構成されることが重要。

【拠点形成に必要なインフラ・設備の利用形態イメージ】



▶ 公共岸壁で危険物を専用的に扱っている事例、国際バルク戦略港湾における行政財産の貸付事例などから分類整理を進める。

【考慮事項③】 広域連携輸送を前提とした必要な施設や用地のスペック・規模

● 広域連携輸送を行う場合に必要な港湾施設などのスペックなどの検討を進める。

係留施設

エネルギー運搬船の検討例(拠点となる港湾)

	液化水素 (LH2)		アンモニア (NH3)	
	現状(※1)	将来(※2)	現状(※3)	将来(※3)
貨物槽容積	1,250m ³	160,000m ³	35,000m ³ ~ 38,000m ³	87,000m ³
総トン数	8,000トン	LNG船13万t級 相当	26,000~29,999t	49,000~59,000t
全長	116m	約300m	170~185m	225m~230m
喫水	4.5m	13.1m	10~11m	10.7~12.9m
岸壁必要延長 (※4)	149m	399m(※5)	222m~237m	283m~295m
岸壁必要水深 (※4)	5m	14.5m(※5)	11m~12m	11.8m~14.2m

※1: 川崎重工業HPより、液化水素運搬船「すいそふろんていあ」諸元より設定。
 ※2: 2021年1月23日読売新聞記事より、川崎重工の液化水素船の開発検討を参考に設定。
 ※3: 丸紅「カタール産CO2フリーアンモニアの日本向け供給に係る検討」終了報告書及び商船三井プレスリリース「LPGを燃料とした「LPG・アンモニア運搬船」の建造契約を締結」より設定。
 ※4: 岸壁必要延長は係留索30°で計算、必要水深は喫水×1.1(余裕水深)により計算。
 ※5: LNG船13万トン級の標準値(船長314m、船幅48.9m、喫水13.1m)として試算。

エネルギー運搬船の検討例(二次輸送先となる港湾)

LNG船、液化水素運搬船

総トン数(GT)	全長(m)	全幅(m)	喫水(m)	備考
8,000	116	19.0	4.5	就航中の「すいそふろんていあ」
20,000	168	26.8	8.0	
30,000	192	30.6	8.9	
80,000	267	41.9	11.5	
100,000	287	45.0	12.2	
130,000	314	48.9	13.1	計画中の16万m ³ 液化水素運搬船
160,000	345	54.6	13.8	

出典:「カーボンニュートラルポート(CNP)形成計画」策定マニュアル初版(2021年12月、国土交通省港湾局)

LPG船、液化アンモニア運搬船

総トン数(GT)	全長(m)	全幅(m)	喫水(m)	備考
999	70	12.2	4.6	就航中の「国周丸」
3,000	98	16.2	6.0	
5,000	113	18.5	7.0	
10,000	138	22.3	8.6	
20,000	167	26.7	10.5	
25,458	183	29.6	10.4	就航中の「Hourai Maru」
40,000	228	37.3	12.2	
50,000	228	37.3	12.2	
50,000	230	36.6	12.0	計画中の8万7千m ³ 型VLGC

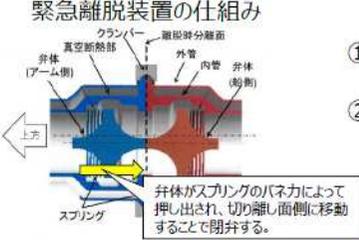
出典:「カーボンニュートラルポート(CNP)形成計画」策定マニュアル初版(2021年12月、国土交通省港湾局)

需要量に応じて、この範囲で内航船も大型化すると想定

荷役機械 (液化水素の事例)

液化水素関連機器の大容量化・商用化技術開発状況

【例①: ローディングアーム (船舶から液化水素を荷揚げする設備)】



技術開発要素

- ① 極低温に耐えつつも、可動性を確保出来る新構造の開発(構造自体を検討中)
- ② 大口径化と緊急離脱時の水素放出量の最小化(迅速な閉弁)の両立を可能とする緊急離脱システム*の開発

※突風等によりタンカーの急激な移動等の不測の事態が生じた際、流体をバースすること無く、短時間で安全にタンカーから切り離すシステム

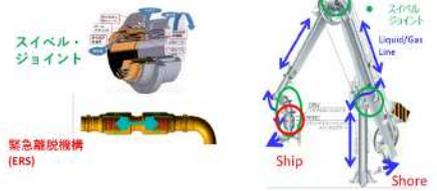
出典: 今後の水素政策の課題と対応の方向性中間整理(案)(2021年3月22日資源エネルギー庁)

項目	2019年度時点	商用化時における想定スペック
①ローディングアーム	口径約150mm (パイロットスケール)	口径400mm程度
②昇圧ポンプ	液化水素用昇圧ポンプは0.2t/h程度の小流量対応しか存在しない。	16t/h
③BOG圧縮機	極低温水素ガス用圧縮機は存在しない	3t/h

出典: 水素・燃料電池戦略ロードマップの達成に向けた対応状況(2020年6月8日資源エネルギー庁)

液水関連機器の国際標準化に向けた動きの例: 液化水素用ローディングアーム

ローディングアームにかかるISO規定項目の例



- 液化水素運搬船から陸上のタンクまで液化水素を移す機器であるローディングアームについては、国として技術開発を支援(SIP, NEDO)。
- この成果を踏まえ、民間企業によるISO規格化に向けた取り組みが行われており、2021年の発行が目標とされている。

出典: 第21回「水素・燃料電池戦略協議会」川崎重工業(株)資料(2021.2)

大項目	小項目(例)
設計 強度、構造、材料他	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準 低温および水素環境での腐食・脆化に関する配慮
性能 挙動、断熱性能他	<ul style="list-style-type: none"> 熱解析/特に極低温、内外温度差等への配慮
安全 安全設計、非常時挙動他	<ul style="list-style-type: none"> 状態監視・警報システム ERS(緊急解放システム)
品質 検査技術、判定基準他	<ul style="list-style-type: none"> 各制御機器の検査・試験方法
メンテナンス 要求内容他	<ul style="list-style-type: none"> メンテナンス項目 条件

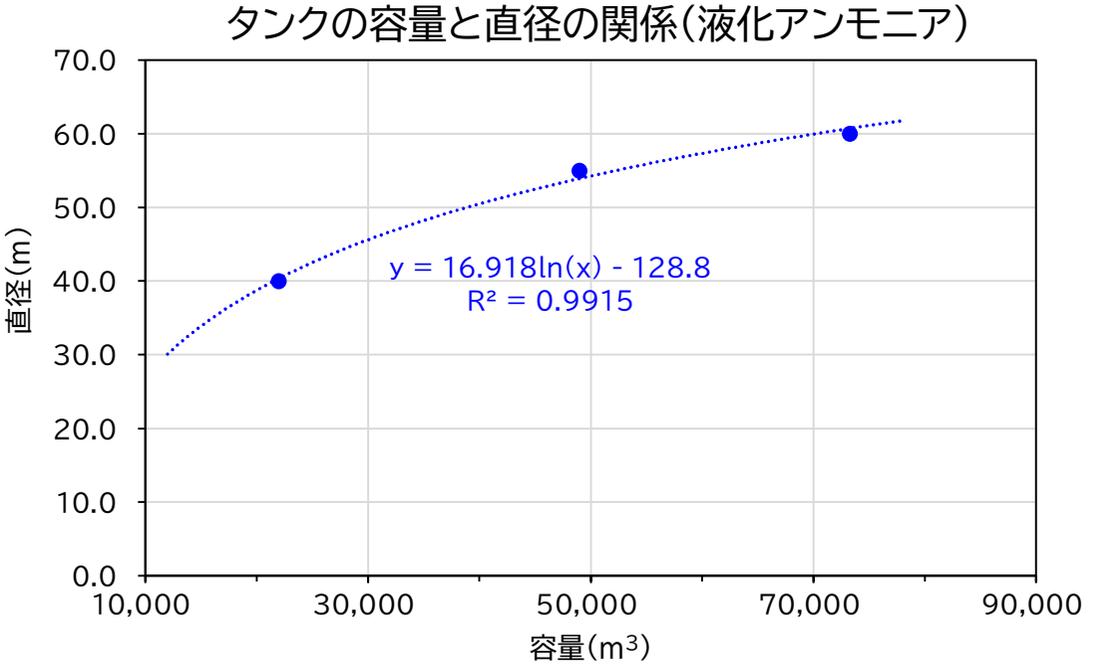
出典: 水素政策の最近の動向等について(2021年6月25日資源エネルギー庁)

【考慮事項③】 広域連携輸送を前提とした必要な施設や用地のスペック・規模

● 広域連携輸送を行う場合に必要な関連施設の規模などの検討を進める。

貯蔵タンク

		液化水素	燃料アンモニア
貯蔵	現状 既存貯蔵タンク	178トン/基 (2,500m ³ /基) ※1	1.5万トン/基 (2.2万m ³ /基) ※2
	将来 大型タンク	7,080トン/基 (10万m ³ /基) ※3	8万トン/基 (12万m ³ /基) ※3



貯蔵タンク諸元

	容量(m ³)	密度(t/m ³)	容量(t)	直径(m)	高さ(m)	高さ/直径	高さ/直径 (平均)	形状
液化水素	2,500	0.071	177	19.0	-	-	0.7	球形
	10,000		708	20.0	-	-		球形
	50,000		3,541	59.0	42.5	0.7		円筒
液化アンモニア	22,000	0.682	15,008	40.0	40.0	1.0	0.8	円筒
	49,000		33,426	55.0	40.0	0.7		円筒
	73,295		50,000	60.0	45.0	0.8		円筒

出典:「カーボンニュートラルポート(CNP)形成計画」策定マニュアル初版(2021年12月、国土交通省港湾局)

出典等:
 ※1 第18回水素・燃料電池協議会資料(2020.11.26)より
 ※2 国際環境経済研究所HPより
 ※3 国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター資料より「石炭ガス化による水素、アンモニアの経済性とCO2排出量」より

【考慮事項③】 広域連携輸送を前提とした必要な施設や用地のスペック・規模

- 一定の仮定の下、下記の表のような整理を行い、備蓄タンクに必要な用地面積等を算出した後、貯蔵ターミナルに必要なレイアウト等を検討する。
- レイアウト検討では、タンクの外、アンモニア気化器、BOG圧縮機、再液化装置、サンプリング設備、管理等、電気室、除外設備、クラッキング関連設備などに必要な面積等も算出する。

貯蔵ターミナルレイアウトの検討に向けて～とりまとめイメージ～

		広域需要の場合（ハブに必要な面積）			●●港			●●港		
		水素のみ	燃料アンモニアのみ	水素・燃料アンモニアの併用	水素のみ	燃料アンモニアのみ	水素・燃料アンモニアの併用	水素のみ	燃料アンモニアのみ	水素・燃料アンモニアの併用
実証期	需要	—	—	—	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t
	備蓄タンク（用地面積）	—	—	—	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）
2030年	需要	●●万t	●●万t	●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t
	備蓄タンク（用地面積）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）
移行期	需要	●●万t	●●万t	●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t
	備蓄タンク（用地面積）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）	●●基 （約●●ha）
2050年	需要	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t	●●●万t
	備蓄タンク（用地面積）	●●●基 （約●●●ha）	●●●基 （約●●●ha）	●●●基 （約●●●ha）	●●●基 （約●●●ha）	●●●基 （約●●●ha）	●●●基 （約●●●ha）	●●●基 （約●●●ha）	●●●基 （約●●●ha）	●●●基 （約●●●ha）

今後、試算・整理

【方向性】 連携輸送の最適範囲と広域連携輸送ネットワークモデルの構築

- 海上輸送費と貯蔵費の合計が最小となるネットワークを「最適な輸送網」と定義して算出する。
- 条件設定や検討した課題、管内の各港湾特性(背後の発電所、産業、港湾施設、需要、用地等)を整理しつつ、水素・燃料アンモニア等を想定した複数のCNP広域連携輸送ネットワークモデルプランのポイントや課題をとりまとめる。

海上輸送費と貯蔵費用の総和が最小となる輸送ルート・船型を整理

* ネットワーク全体での最適を求めるため、部分的には最適とならない可能性がある

前提条件

- ・ コスト計算の対象は、積出港から荷揚港まで
- ・ 輸送方式は、①直送方式、②拠点方式、の2パターン
- ・ 必要な港湾施設に加えて、複数の大型貯蔵タンク等に適した敷地及び柔軟な拡張に資する用地が隣接する港湾は、拠点となる港湾のケースとして算出

整理の手順

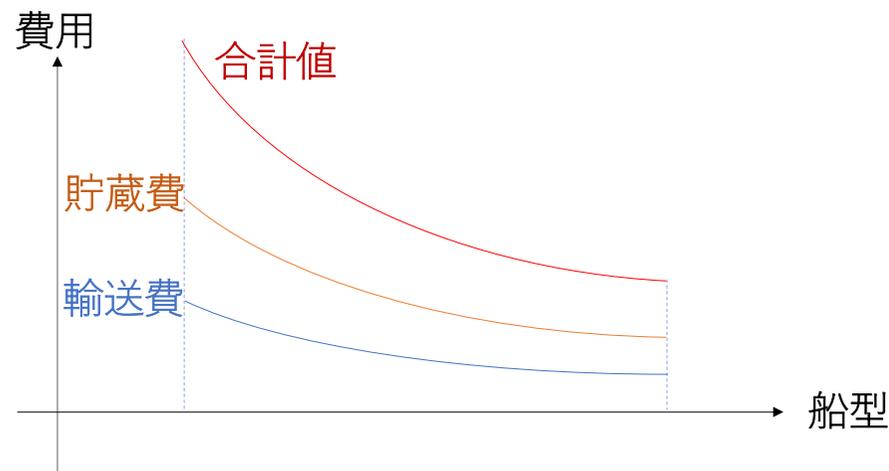
STEP1

- ・ 各荷揚港毎に、①自港への直送コスト、②拠点となる港湾(想定)を経由した二次輸送、を算出・比較し、安価な方式を選択
- ・ その際、岸壁水深との上限までで、最適な輸送船の船型を選択

STEP2

- ・ 全ての荷揚港の輸送コストの総和が最小となるまで繰り返し計算

海上輸送費と貯蔵費の合計が最小となるイメージ



今後の取組み

- 今年度にとりまとめる「基本的な方向性」を踏まえ、次年度以降も検討を継続する。
- 資源エネルギー庁等で水素・燃料アンモニア等の拠点支援の議論が進む中、引き続き、関係者が集まる日本海側港湾のCNP広域連携輸送検討の枠組みを維持する。