

LNG導入の軌跡と更なる挑戦

半世紀の取り組みとカーボンニュートラルへの挑戦

2022年6月8日

東京ガス株式会社

1. はじめに

- 1969年11月4日、アラスカLNGタンカー第一船「ポーラ・アラスカ号」が東京ガス根岸LNG基地バースに無事着船したのが、日本のLNG時代の幕開けである。
- 急増する都市ガス需要、深刻化する公害問題など、クリーンなエネルギーが求められていた時代の中で、以来半世紀にわたり、東京ガスグループは、S + 3 Eの観点からバランスの取れたエネルギーであるLNGの安定供給体制を構築し、お客さまの暮らしや社会・経済の発展に寄与してきた。
- 今後、カーボンニュートラルに向けLNGの更なる高度利用や合成メタンなどの実現を通じ責任あるトランジションの役割を発揮していく。



根岸LNG基地に向かうポーラ・アラスカ号

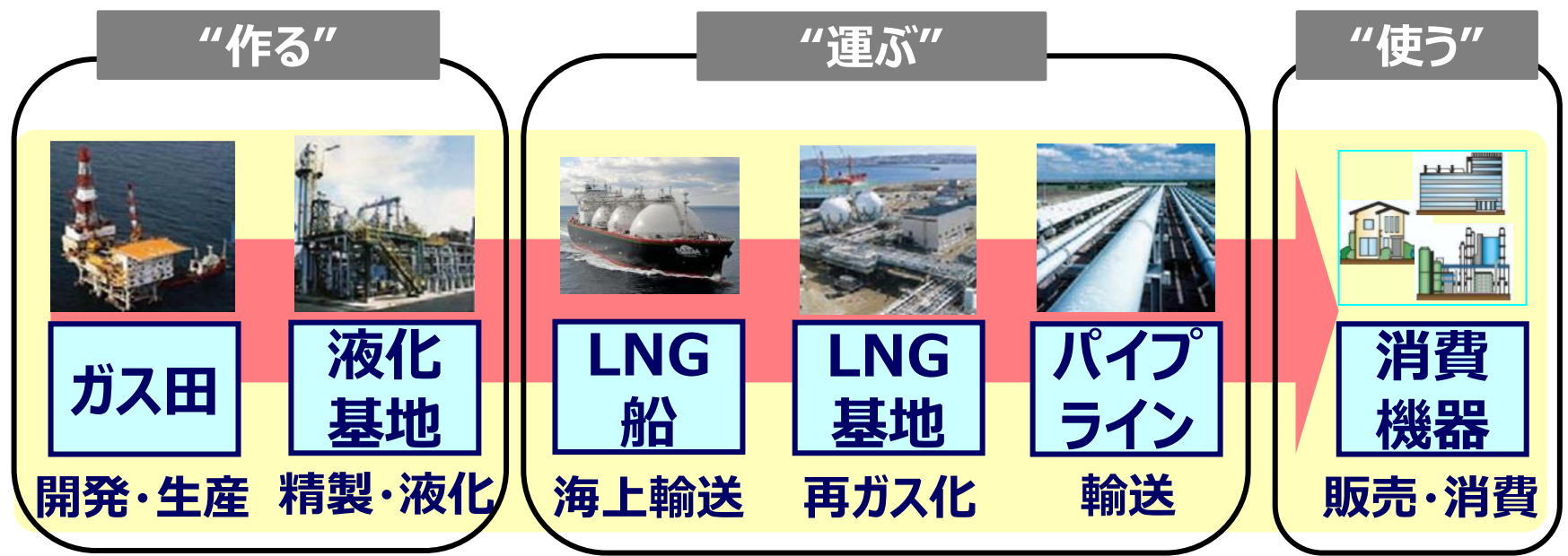


アラスカLNG長期売買契約調印式
(中央・本田社長 右・東京電力木川田社長)

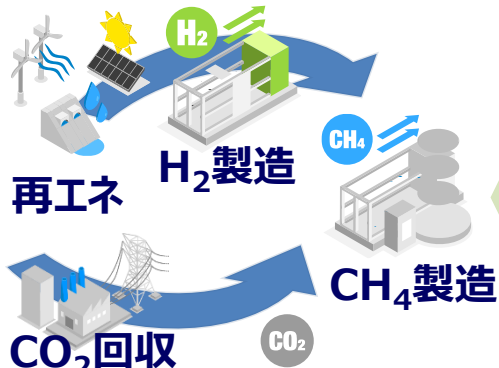
2. LNGバリューチェーンの特徴と合成メタンとの違い

- LNG導入・拡大にあたっては、ガス田の開発・生産や液化基地での「作る」工程、海上輸送や国内パイプライン配送での「運ぶ」工程、消費機器での「使う」工程の一連のLNGバリューチェーンを、既存のパイプラインなどのインフラを有効活用しながらバランスよく長期にわたり経営資源を投入しながら構築してきた。
- 合成メタンの場合、再エネから合成メタンを製造する以外については既存インフラを使えることが特徴。

LNGバリューチェーン



合成メタンバリューチェーン



既存インフラを活用

3. LNG導入・拡大の背景、要因

● LNGの導入・拡大の背景、要因：クリーンでS+3Eのバランスに優れたエネルギー

＜環境適合性＞ 大気汚染等の地域的な公害が問題となっていた中で、不純物が少なく、液化過程により硫黄分が除去された、クリーンなエネルギーとしてLNGを導入。その後、化石燃料の中で最もCO₂の排出が少なく高度利用に優れるエネルギーとして拡大。今後、再エネの出力変動への補完としても期待される。

＜経済効率性＞

- ・需要面：高度経済成長期で人口増加、世帯増加が見通せており、さらには電力負荷平準化効果もあるガス冷房・コージェネレーションや産業用等へガス用途が拡大。
- ・事業面：パイプライン等の既存設備の利用に加え、石炭等の改質ガスよりも高カロリー（2.2倍）であるため導管投資効率が高かった。
- ・制度面：輸入関税20%の撤廃や総括原価方式・参入規制等の諸制度により需給の見通しやコスト回収に関するリスクが軽減され、長期契約による大規模上流投資や、LNG関連や熱量変更等への投資も可能な環境があったこと、需要側への燃料転換を促す石油代替エネルギー法の存在も拡大に寄与。さらには、IGF21計画により地方の天然ガス化も進展。

＜安定供給性＞ 石油に比べて中東への依存度が低く、また、埋蔵量も豊富。移行期には、製造ガス設備も併存。

＜安全性＞ CO中毒等のリスク低減に加え、マイコンメーター等の技術により安全性が向上。

参考. 石油代替エネルギー法、IGF21計画

制度名	制度の目的と概要
<p>石油代替 エネルギー法</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 第一次オイルショック以降、エネルギー安定供給の確保や省エネルギーへの取組を進めていた日本は、第二次オイルショックを経て、更にその取組を推進。こうした状況のなか、一方で<u>石油代替エネルギーの開発及び導入を促進</u>することで<u>石油依存度の低減を図り、エネルギー供給構造を改善する必要</u>から、<u>1980年に「石油代替エネルギー法（石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律）」を制定</u>。これに基づき政府は、同年「<u>石油代替エネルギーの供給目標</u>」を閣議決定。 ● <u>石油代替エネルギーの供給目標</u>： ⇒開発及び導入を行うべき<u>石油代替エネルギーの種類とそれぞれの供給数量の目標</u>を定めている。 ● <u>石油代替エネルギー</u>： ⇒石油代替エネルギーとは、原油・揮発油・重油など省令で定められた<u>石油製品を含む石油の代わりに燃焼に用いられるものや、石油以外のものを熱源として得られた熱・動力・電気</u>など。
<p>IGF21計画</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 1970～80年代にかけ、都市ガスのガス種は多様化。その後のカロリー化の進展に伴い、<u>低カロリーガスグループに対応するガス機器の種類が不十分かつ割高となり、需要家に不利益を与える可能性</u>が出てきた。 ● このため、<u>天然ガスによる高カロリーガスグループへの統一</u>を図り、<u>需要家の利便性向上とガス事業者・機器事業者の経営合理化を図ることを目的</u>として、資源エネルギー庁は、<u>1990年1月、「IGF21計画（INTEGRATED GAS FAMILY 21計画）」を提案</u> ● これを受け、1991年5月に<u>日本ガス協会及び日本ガス石油機器工業会が「IGF21計画」を策定</u>し、財政支援も受けつつ、<u>高カロリーガスグループへの統一化を進めた</u>。

※ 経済産業省HPより作成

石油代替エネルギー法：<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2011html/2-0.html>

IGF21計画：https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/kihon_seisaku/gas_system/pdf/01_05_00.pdf

参考. LNG導入（バリューチェーン構築）のポイント詳細

- 「作る、運ぶ、使う」の各工程において解決すべき課題が存在したものの、様々な制度・政策や事業者の対応等によりLNGバリューチェーンを構築。

課題		課題解決に資する対応等	
作る	コスト低減	スケールメリット	・ガス・電力需要の取り込み：電力業界との共同調達や、火力発電需要（参考(a)）を見込むことで規模を拡大
		価格・事業予測性	・予見性・リスク低減：長期契約、T/P等による上流投資への予見性 油価リンクに基づく価格予測性 ・税免除：輸入関税20%の免除措置によるコスト低減
運ぶ	インフラ整備	海上輸送	・安定調達：電力業界との共同調達により、輸送網を確保
		受入基地	・技術開発：当時の最先端技術を結集し、設備を形成（参考(b)） ・設備運営効率化：電力業界との共同運営による効率化
		国内輸送	・既存設備活用と投資拡大：既存導管網をそのまま活用可能。熱量が石炭改質の2.2倍で輸送効率の向上というプラス面があり、投資を拡大し導管網をさらに延伸（参考(c)）
使う	消費機器整備	熱量変更	・熱量調整：熱量が異なるためお客様先での消費機器調整が必要。多大な年月と労力をかけて消費機器調整を対応（参考(d)）
	リスク低減		・事業性確保：需要拡大、総括原価方式、参入規制や需要拡大（人口増）により安定的な事業性を確保
	環境価値		・クリーンな燃料：石油・石炭より不純物が少なくクリーン
	安全性		・保安向上：原料にCOが含まれないことによりガス事故が激減

参考(a). 取組みの具体例：LNG専焼火力発電建設

- LNGの大きな需要先の一つとして、1970年4月に、世界初のLNG専焼火力発電所である東京電力様の南横浜火力が誕生した。
- ボイラ、タンク、耐震設計、再ガス化設備、LNGタンカーなど、最新設備を採用し、多方面にわたる技術的諸問題を解決により建設に至った。



項目	対応
ボイラ	<ul style="list-style-type: none"> □ 重油燃焼や原油燃焼に比べて輻射が少ない天然ガスの特性を踏まえ、電熱面の設計を変更 □ 安全面の確保（ガス漏れ防止装置、ガス検知器、消火設備）
LNGタンク	<ul style="list-style-type: none"> □ 極低温に耐えうる9%ニッケル鋼の採用
耐震設計	<ul style="list-style-type: none"> □ 極低温タンクに適した高床杭構造基礎を開発
再ガス化設備	<ul style="list-style-type: none"> □ オープンラック式気化器を採用

参考(b). 取組みの具体例：LNG基地建設

- マイナス162℃に耐える**貯蔵タンク、パイプ建設、LNGを気体に戻す気化器**を導入するなど、**前例のない最先端の技術が結集し、3年の月日と、延べ23万人の手によって、LNG貯蔵タンク4基をはじめとする設備が完成され、1969年10月、根岸基地のLNG導入体制が整備された。**
- 当時の根岸基地は、**ナフサとLPGを原料とする都市ガスの製造基地としても稼働**しており、1983年3月までの間、**低カロリーガスと天然ガスの両者を製造・供給**していた。



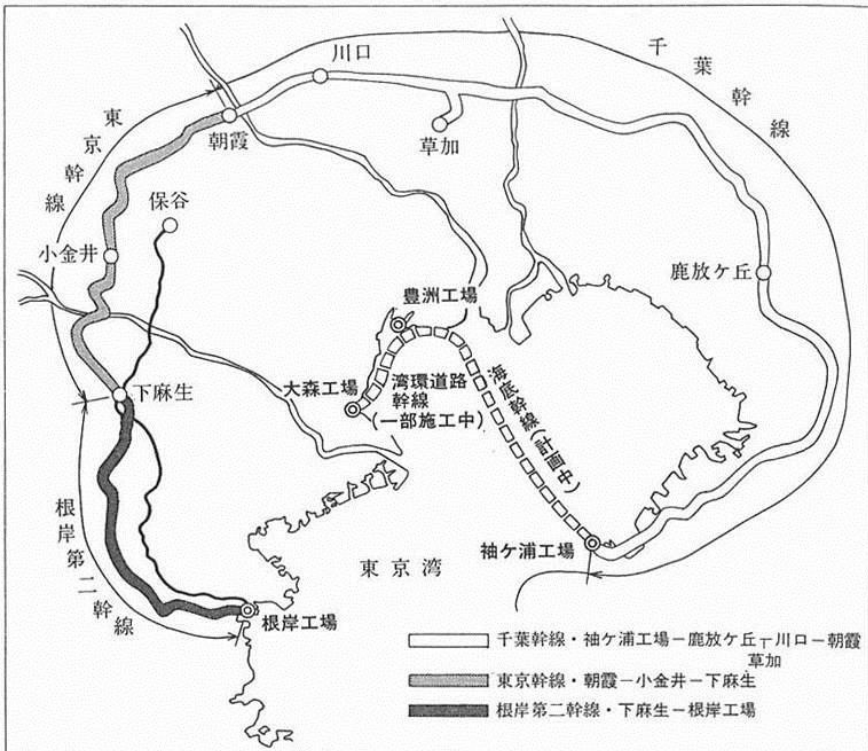
根岸LNG基地建設の様子



LNG貯蔵タンクの溶接

参考(c). 取組みの具体例：パイプライン建設

- 根岸LNG基地と千葉県の袖ヶ浦LNG基地を二大製造拠点として、天然ガスの輸送幹線をループ化（環状幹線）する盤石な安定供給体制を構築した。
- 環状幹線に加えて、日本初となる海底幹線を建設。海底の地層の調査から始まり、投錨実験、敷設船上での管の溶接作業等、24時間体制で作業を進め、1977年に海底幹線が完成。
- 安定供給体制の構築により、ガス品質を安定させるとともに、未普及地区のお客さまへもガス供給を拡大した。



天然ガス環状幹線路線図

「袖ヶ浦基地～根岸基地間」稼働（1976年）



新工場：袖ヶ浦LNG基地が稼働（1973年）

参考(d). 取組みの具体例：熱量変更

- 当時、首都圏における、石炭や石油を原料とした都市ガスの熱量は5,000キロカロリーで、**天然ガスは2倍以上の11,000キロカロリー**であるため、**ガス器具を天然ガス用に調整が必要**であった。
- 1972年、天然ガス転換作業を開始し、埼玉県上尾市から始まった作業は、**17年を要する壮大なプロジェクト**であった。
- **延べ約750万人の社員を導入し、莫大な費用**を要したが、**当時は高度経済成長期であり、確実な投資回収が見込めた点が実現の大きな鍵**となった。
- IGF21計画により、**地方へも天然ガスの普及拡大**を行った。



調整済み器具の検査。



転換事業所(小平)から出動する作業員。



燃焼確認を行った後、燃焼状態を良好にするためにバーナー部を分解し油汚れを取り除く(2019年8月、魚民 四街道北口駅前店様での作業)。

4-1. エネルギー転換のポイント – LNG導入当時と今後の想定 –

- LNGはS+3Eのバランスに優れる点、既存インフラの有効活用なども導入・拡大に寄与。
- 水素、アンモニア、合成メタンはそれぞれの物性の特性を踏まえた政策立案、官民連携によるイノベーション促進等が必要。

項目			LNG導入当時	今後のポイント	
			石油・石炭⇒LNG	LNG⇒水素・アンモニア	LNG⇒合成メタン
作る	コスト 低減	スケール メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・電力業界と協力して共同調達 ・既存ガス需要+発電等の需要 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電などの十分な規模の需要の有無 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存需要家が存在（ただし拡大期では需要喚起が必要）
		価格・事業 予見性	<ul style="list-style-type: none"> ・長期契約、Take or pay、油価リンク ・輸入関税20%の免除措置 	<ul style="list-style-type: none"> ・投資予見性が見込みにくい ・化石燃料より現状割高 ⇒予見性確保や値差補填の政策が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・投資予見性が見込みにくい ・化石燃料より現状割高 ⇒予見性確保や値差補填の政策が必要
運ぶ	インフラ 整備	海上輸送	<ul style="list-style-type: none"> ・電力業界と協力して共同調達 		
		受入基地	<ul style="list-style-type: none"> ・最先端技術を結集 ・電力業界と協力して共同運営 	<ul style="list-style-type: none"> ・新規、もしくは追加のインフラ建設が必要 ・エネルギー低密度化 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のインフラを活用可能
		国内輸送	<ul style="list-style-type: none"> ・既存導管網を活用可能 ・熱量2.2倍による効率向上 		
	消費機器 整備	熱量変更	<ul style="list-style-type: none"> ・お客様先の消費機器調整（総括原価、IGF21等） 	<ul style="list-style-type: none"> ・機器、システムの変更が必要 ⇒コスト支援策が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存機器を活用可能
使う		リスク低減	<ul style="list-style-type: none"> ・総括原価・参入規制 ・人口増で需要拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ・自由競争 ・人口減で需要減少 ⇒需要喚起策が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・自由競争 ・人口減で需要減少 ⇒拡大期で需要喚起策が必要
		環境価値	<ul style="list-style-type: none"> ・石油・石炭よりクリーン 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃焼時CO₂排出ゼロ 	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂カウントールールの制度設計
		安全性	<ul style="list-style-type: none"> ・原料にCOが含まれない 	<ul style="list-style-type: none"> ・各物性(アンモニア⇒劇物、等)に応じた対策が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・LNGと同様

4-2. LNG ⇒ 合成メタンに導入における課題と対策・支援策

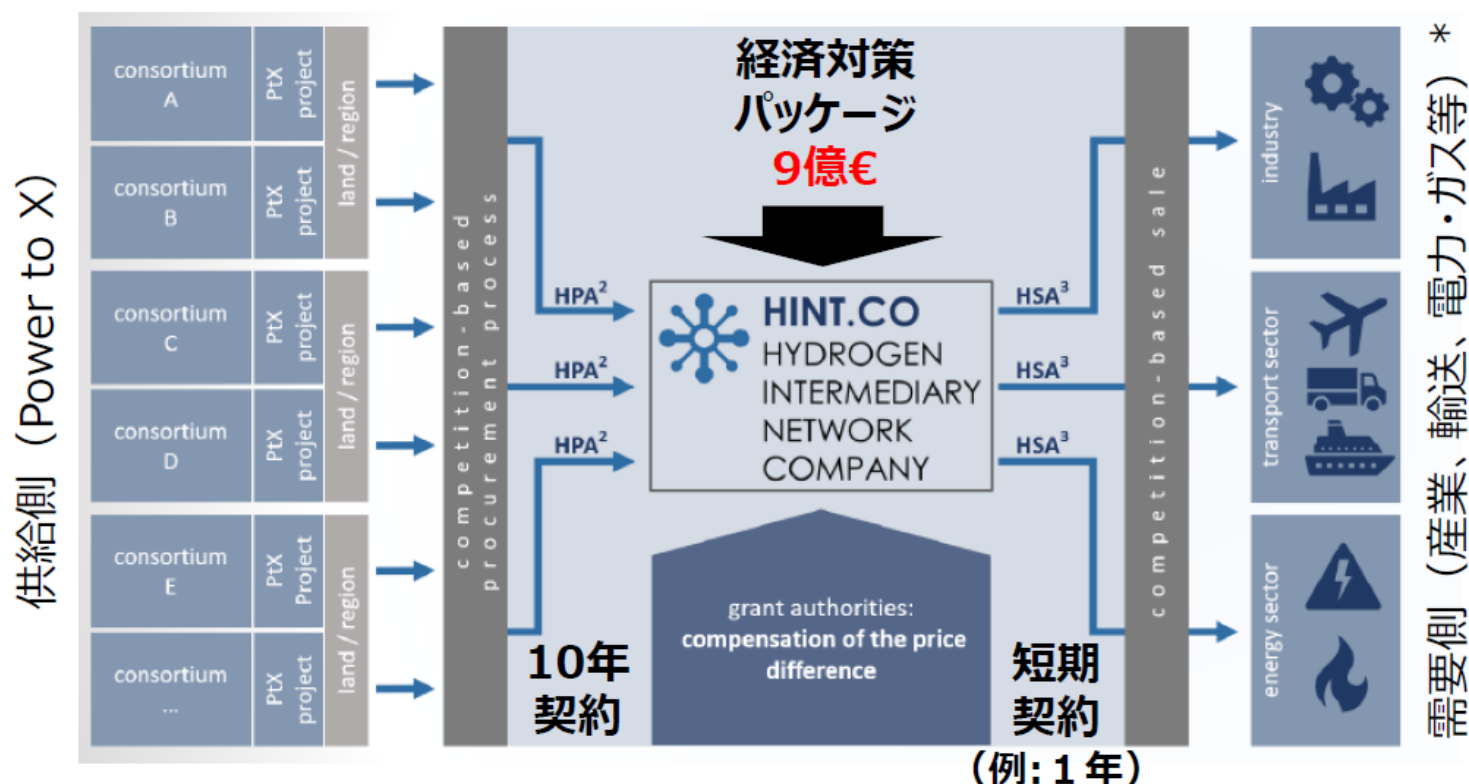
- **合成メタン**では、既にインフラや需要が整っているため、**導入初期時には投資予見性や需要喚起よりも、値差補填の仕組みやCO₂カウントールの整備が重要な課題**となる。
- 拡大期においては、**市場取引の仕組みや多くの需要を喚起する仕組み**が必要と想定される。

項目	合成メタン社会実装に向けた課題と対策・支援策		
		導入初期（2030年頃）	拡大期
作る (供給側)	値差補填の仕組み (現状のLNGより割高)	LNGと価格差の値差補填が必要 ⇒具体的な仕組みについては、複数候補の中、メリットデメリットを評価の上、方向性を明確化。	① 水素キャリア全般共通の課題 ・安価な再生可能エネルギーの調達、低コスト水素製造技術 ② 革新的メタネーション技術の実装
	予見性確保の仕組み (投資予見性が見えにくい)	既存のLNG契約とともに輸送することも想定 ⇒既存のLNG契約上の課題有無の整理は個別に実施。	LNG同様、様々なプレーヤーが合成メタン製造に参加する環境が必要 ⇒例えば、ドイツH2Globalのように、合成メタンを長期契約で一定量購入するなど、供給事業者の参加を容易にする仕組み。
使う (需要側)	需要喚起の仕組み (人口減少などに伴う需要減)	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂カウントールの整備が必要 ・需要喚起は、以下の選択肢 ①対全需要家。都市ガスのCO₂排出原単位減として利用（バイオガス同様） ②特定顧客に提供 ⇒環境感度が高く、レジリエンス面含め、都市ガス利用ニーズが高いお客さまが候補	多くの需要家において合成メタンを活用するインセンティブ付与が必要 ⇒LNG導入時には石油代替エネルギー法やIGF21計画などが存在。 ⇒合成メタン利用を促進する法制度や、利用による税制優遇、など。

(参考) ドイツH2 Globalの仕組み

- 独は基準価格で10年間、全量を取引仲介会社（HINT）が購入することで、水素供給事業者の価格リスク及び量的リスクを低減。多様な分野の水素購入者には、短期の販売契約を締結し供給。いずれも、競売で売買できる事業者が決定。
- HINTによる需要家販売価格と基準価格との差額を埋めるために、政府がHINTに資金を投入。

【H2 Globalの仕組み（イメージ）】



*P to Xの製品の陸揚げ地については独・ベルギー・オランダの北海沿岸とデュイスブルク内陸港をターゲットとしたトライアングル地域を要件と設定することを検討

5. 最後に -LNGで広がる可能性とカーボンニュートラル化への挑戦-

- ガス事業の始まりは150年前、馬車通りのガス灯であり、当時は石炭や石油から製造していた。
- **約50年前に天然ガスを導入、需要拡大に合わせたインフラ構築とともに低炭素化を推進**してきた。
- これからは、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、**既存インフラを有効活用でき、追加的な社会コストを抑制可能な合成メタンの社会実装に挑戦**していく。

都市ガスの低炭素化、脱炭素化の歩み

