

# 第2回国内メタネーション事業実現タスクフォース

2022年5月  
資源エネルギー庁

- 1 水素供給の視点からの国内メタネーションの類型**
- 2 国内メタネーションの事業者間連携
- 3 水素キャリアとしての合成メタン
- 4 合成メタン利用を含む将来の水素利用量の見通し

## 規制・制度的措置の方向性

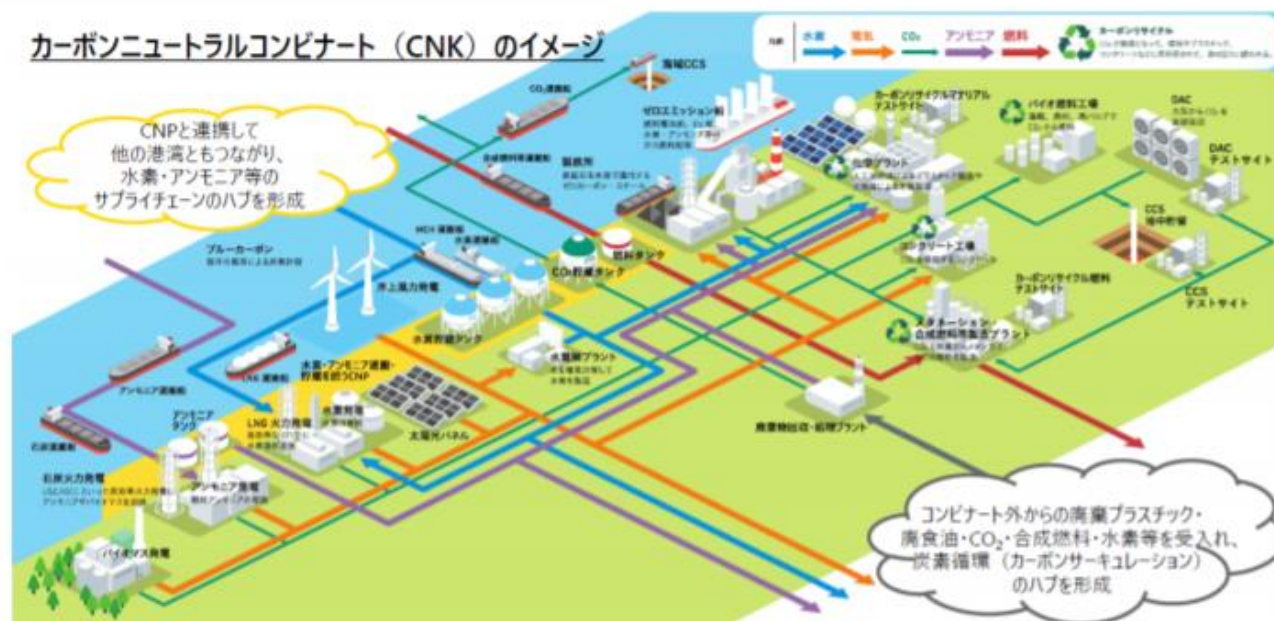
- 脱炭素に向けた民間投資を引き出すためには、事業そのものの収益性を向上させる仕組みや投資回収の予見可能性を高める制度的措置も必要。
- 例えば、水素・アンモニアなどの新たなエネルギーを社会に実装するためには、既存の他のエネルギーとの値差を踏まえた措置や大規模な需要拠点整備に向けた共通インフラ等を整備するための措置がなければ新たな導入の拡大は見込めない（※）。また、電力部門の脱炭素化を進める上では脱炭素電源や電力ネットワークへの投資のように、投資回収期間が長期にわたるプロジェクトについては、民間事業者に委ねるのみでは必要な設備投資が見込めない。
- このため、過去日本がLNGを導入拡大した際に、総括原価方式により投資回収の予見可能性が見通せていたことや、現在検討が進む海外での制度的対応の事例なども踏まえ、どの分野においてどのような制度的措置が必要か具体的な検討を進める。

※将来的に水素・アンモニアなどの新エネルギーや再エネ導入拡大に際して、供給拠点に需要地を移転するなどの新たな立地政策についても検討が必要。

- 一方で、省エネ法などの規制的措置は、これまでも新たな市場創造や民間投資の後押しに貢献しており、今般の省エネ法改正による措置される非化石エネルギーへの転換に関する措置に基づく産業界における非化石エネルギーへの転換、建築物省エネ法改正による新築住宅に対する省エネ基準の適合義務化などを着実に進め、必要な投資を後押しする。

## カーボンニュートラルコンビナート形成に向けた方向性

- カーボンニュートラル社会の実現に向けては、コンビナートの集積効果や立地優位性等を活かして、水素・アンモニア・CO<sub>2</sub>等を大規模かつ安価に調達し、脱炭素エネルギー・炭素循環マテリアルを安定的かつ効率的に供給する仕組みを確立していく。
- 立地事業者や地理的特性等、コンビナートごとの特性の違いやカーボンニュートラルに向けたアプローチの違いに応じたカーボンニュートラルコンビナートを実現する必要があることから、地域“協議会”において、企業・自治体等に加えて、学術経験者等の有識者を交えながら、客観的な議論・検討を進めていくことが重要。さらに、企業・自治体・国が一体となって取組を進めていくために、これらの主体の連携を促すような組織／仕組みが重要。
- さらに、既存産業の延長のみならず、新たな産業構造への転換や新たなプレイヤーの参入を促進することも念頭に、意図的・計画的な産業集積を促すことも必要。



(参考) 水素・アンモニア等の燃料・産業の集積拠点の形成に向けた政策の方向性

- 効率的なCN燃料供給インフラの実現、コンビナート等の既存のインフラや産業集積の活用、炭素等などのマテリアル循環の最適化、周辺需要の効果的な発掘・集積などを視野に入れながら、**国際競争力ある産業集積や拠点整備を促す措置について、制度的枠組みを含め検討。**

水素・アンモニアの潜在的需要地のイメージ例

海外の拠点形成施策の例

### 多産業集積型

① 水素を軸としたカーボンニュートラルなエネルギーの供給拠点  
② 国内外の産業を再資源化する産業集積型コンビナート  
③ エネルギーが地域最適化され、立地競争力のある産業地域【水素パイプライン、熱気回収等】

- 電力以外に石油化学、石油精製、製鉄等の産業が集積。
- 複数の用途で水素/アンモニアの利用が見込まれる。

(川崎市の例)

### 大規模発電利用型

- 大規模なガス/石炭火力発電所が存在。
- 水素・アンモニア発電を中心に導入。

(碧南の例)

### 地域再エネ生産型

- 地域で再エネ生産を行い、水素・アンモニア製造を行う。
- 地域での需要創出が重要。

(山梨県の例)

	英国 (低炭素クラスター)	米国 (水素ハブ)
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓CCUS拠点と連携、相互に水素パイプラインで接続</li> <li>✓2030年までに10GW規模の水素生産を目指し、10MtのCO2を回収を実現</li> <li>✓先行する2か所を選定中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓大規模なインフラと多様な需要家を同地域に立地させることで大量・低コストのクリーン水素を展開する構想</li> <li>✓2025年までに計画を選定</li> <li>✓その後、ハブの性質に応じ、5年+αかけ構築・展開</li> </ul>
目標数	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓2020年半ばまでに2か所</li> <li>✓2030年までに追加2か所</li> </ul>	<p>想定ケース①</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓大規模拠点を4か所                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・化石燃料由来2か所</li> <li>・再エネ由来1か所</li> <li>・原子力由来1か所</li> </ul> </li> </ul> <p>想定ケース②</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓様々なスケールの拠点を6~10か所</li> </ul>
予算規模	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓約13億ポンド</li> <li>・CCSインフラ基金：10億ポンド</li> <li>・産業エネルギー移行基金：3億1500万ポンド</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓約80億ドル</li> </ul>

# 論点 1 : 水素供給の視点からの国内メタネーションの類型

- 合成メタンは水素利用の一形態であり、国内メタネーションは水素需要の一つ。
- このため、国内メタネーションに必要となる水素供給量を把握するとともに、国内メタネーションのための水素供給のあり方について検討し、水素拠点形成の検討やカーボンニュートラルコンビナート、カーボンニュートラルポートの検討との連携を図る必要あり。
- 特に、臨海部の水素拠点等で行われる国内メタネーションについては、鉄鋼、化学、セメント、ガス火力発電との連携が想定。今後、水素の供給・利用やインフラ整備が、国、都道府県、複数の事業者の連携の下で推進されることが見込まれる。
- 一方、臨海部の水素拠点等から離れた内陸部の工業団地や工場で行われる国内メタネーションについては、水素（又は再エネ電気）の供給確保が課題。

	臨海型国内メタネーション	内陸型国内メタネーション
イメージ	多産業集積型？	地域再エネ生産型？
関連する取組	水素拠点形成 CNコンビナート、CNポート	
想定される 合成メタン利用者	鉄鋼、セメント、ガス火力発電所	内陸の工業団地、工場
水素供給	副生水素や輸入水素を水素専用の導管で供給？	地域再エネの利用？

- 1 水素供給の視点からの国内メタネーションの類型
- 2 国内メタネーションの事業者間連携**
- 3 水素キャリアとしての合成メタン
- 4 合成メタン利用を含む将来の水素利用量の見通し

# 事業例：Jupiter1000プロジェクト（仏）

- Engie社（旧ガストフランス）のグループ会社GRTgazが、メタネーションの産業用実証：Jupiter1000を2018年に開始。
- **再エネ電力1,000kWを用いて水素を製造し、その水素と工業地帯などで発生するCO<sub>2</sub>を用いてメタネーションを行う。**
- 2020年2月：電解槽が完成、まずは水素のままガスグリッドへ注入※。
- 2022年5月：仏のコンテナ輸送会社CMA CGM社が「e-methane」を船舶燃料として検討するためにJupiter100へ参画※。
- 2022年6月：メタネーション装置が完成し、「e-methane」をガスグリッドへ注入予定※。

※参照先 <https://www.cma-cgm.com/news/4089/cma-cgm-becomes-partner-to-the-jupiter-1000-project-france-s-first-industrial-demonstrator-of-hydrogen-and-e-methane-s-production-piloted-by-grtgaz>

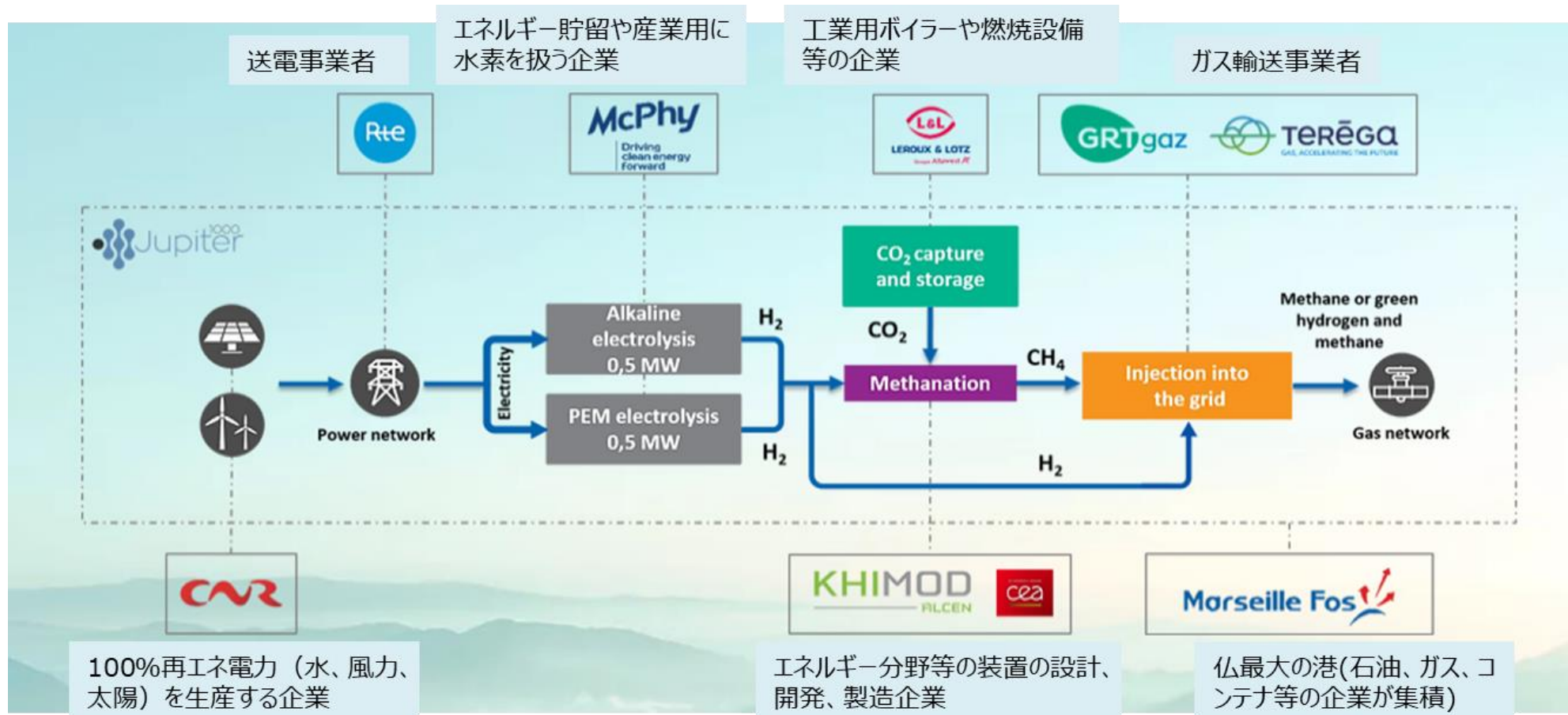


プロジェクト概要	
開始	2018年
事業主体	GRTGaz, McPhy等
場所	フランス
メタン製造能力	25Nm <sup>3</sup> /h
CO <sub>2</sub> 源	工場排ガス
H <sub>2</sub> 製造	アルカリ水電解、 固体高分子型水電解



# 【参考】仏・Jupiter1000のプロジェクト実施体制

- 本プロジェクトには、仏ガス輸送ネットワークの運営者であるGRTgazが中心となり、送電事業者、再エネや水素関係企業等も参画(詳細は以下実施体制図を参照)。公的支援として、EU、フランス等が共同で資金提供。



# Jupiter1000における水素とCO2の供給

- 水素やCO2の供給に関わるMcPhy社及びLeroux & Lotz technologies社(LLT社)の概要及び本プロジェクトにおける取組内容は以下のとおり。

McPhy社：産業およびエネルギー市場向けの水素によるソリューションを開発する仏企業。水電解により水素を生成し、柔軟な生産、保管、配送設備を設計・製造。本プロジェクトでは、同社が供給する出力1MWの水電解装置を用いて、100%再エネからグリーン水素を生成。

LLT社：燃焼・ガス化システムを備えた水管ボイラーシステムの設計や供給等を行う仏企業。本プロジェクトでは、同社がCO2回収技術を提供。近隣の製鋼工場であるAsco Industrieのボイラーで生成されたCO2が回収され、パイプラインで輸送。

## 1 MW electrolysis solution for a Power to Gas application



出所：McPhy社ウェブサイト

(CO2回収に関する関連報道)

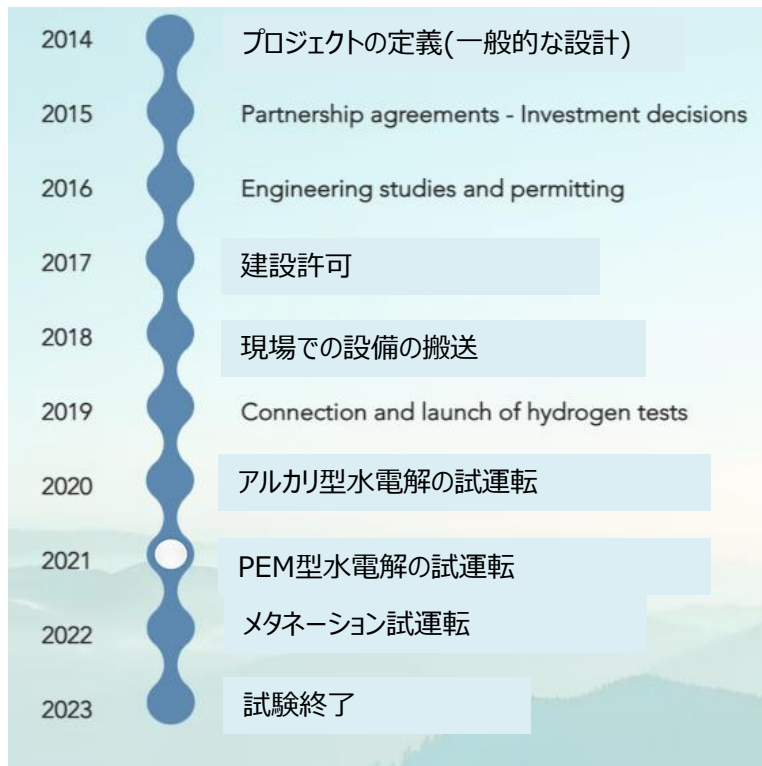
Beyond producing hydrogen, Jupiter 1000 also recycles CO2 by converting it into synthetic gas. The CO2 produced by the boiler at Asco Industrie, a steelmaking plant located nearby, is captured and piped to the Jupiter 1000 site. The CO2 is recycled with hydrogen in a methanation unit. According to the companies involved in the demonstration, the syngas produced can be used instead of fossil fuel gas and employed freely across all transport and distribution networks. Hydrogen methanation facilities as part of the Jupiter 1000 demonstration are due to be commissioned in June 2022.

出所：The Maritime Executiveより資源エネルギー庁作成  
<https://www.maritime-executive.com/article/cma-cgm-joins-hydrogen-demonstration-to-accelerate-bio-fuels>

# 【参考】諸外国の事例(仏：Jupiter1000② スケジュール)

- 本プロジェクトの実施を踏まえて、将来的な設備大型化のための技術的基準等を確認。
- 2050年までに、このPower to Gasシステムにより毎年12億m<sup>3</sup>(電力換算15TWh) を超えるガスの生産を可能にする予定。

## (スケジュール)



出所：Jupiter1000ウェブサイト等より資源エネルギー庁作成

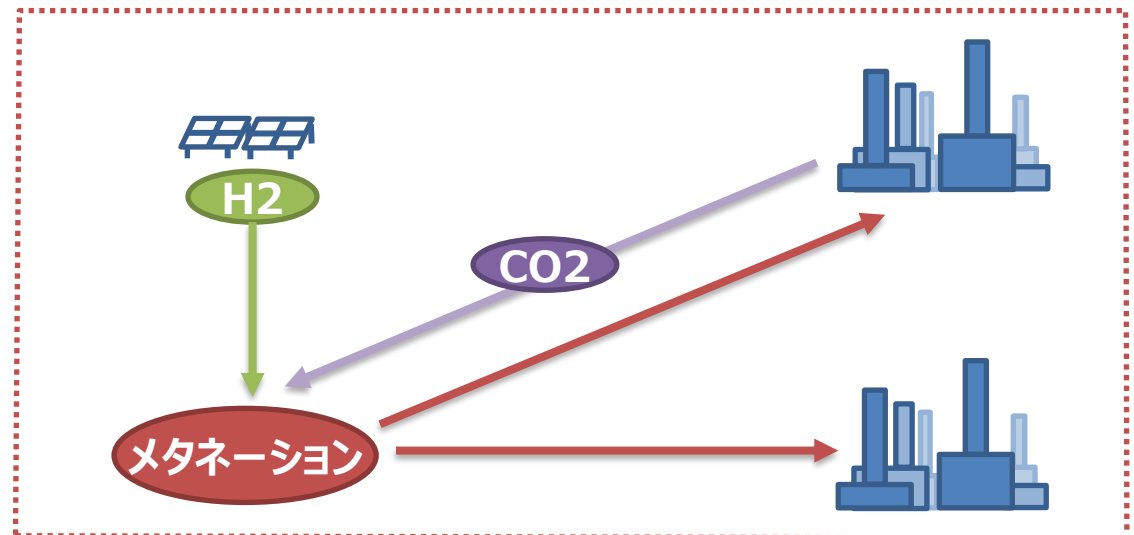
## 論点2：国内メタネーションの事業者連携の方向性

- 国内メタネーションは、国際的なCO2カウントの問題が無い場合、合成メタンの速やかな社会実装による天然ガス利用の削減や燃料転換によるCO2排出削減が期待される。
- 国内メタネーションの内、CO2の排出と合成メタンの利用が同一の事業者に関するケースや、CO2の排出と合成メタンの利用が特定少数の事業者に関するケースについては、①**事業者による具体的な実証等の取組が重要**では無いか、また②**既存制度等の活用に向けて、関係事業者による合成メタン利用の方法論の検討が有益**ではないか。

CO2の排出と合成メタンの利用が同一の事業者に関するケース



CO2の排出と合成メタンの利用が特定少数の事業者に関するケース



- 1 水素供給の視点からの国内メタネーションの種類
- 2 国内メタネーションの事業者間連携
- 3 水素キャリアとしての合成メタン**
- 4 合成メタン利用を含む将来の水素利用量の見通し

## (参考) 水素キャリアの選定と今後の支援方針

- 水素キャリアの選定は、水素社会の在り方を決める重要な論点であるが、それぞれ異なる課題を抱えており、**長期的にどれが総じて優位となるか現時点で見極めることは不可能。**
- 加えて、化学的な特性や既存インフラ等の活用可否により、用途等の棲み分けも長期的に行われると考えられるため、**現時点でキャリアを絞り込まず、競争を促しつつも各々の技術的課題克服等を支援。**
- また、キャリアの評価に当たっては、水素化、脱水素化のコストに加えて、輸送（国際輸送）、配送（国内配送）のコストなども加味し、**総合的に評価**することが重要。

キャリア	液化水素	MCH	アンモニア	メタネーション
体積(対常圧水素)	約1/800	約1/500	約1/1300	約1/600
液体となる条件、毒性	-253℃、常圧 毒性無	常温常圧 トルエンは毒性有	-33℃、常圧等 毒性、腐食性有	-162℃、常圧 毒性無
直接利用の可否	N.A.(化学特性変化無)	現状不可	可(石炭火力混焼等)	可(都市ガス代替)
高純度化のための追加設備	不要	必要(脱水素時)		
特性変化等のエネルギーロス	現在:25-35% 将来:18%	現在:35-40% 将来:25%	水素化:7-18% 脱水素:20%以下	現在:-32%
既存インフラ活用、活用可否	国際輸送は不可(要新設)。国内配送は可	可(ケミカルタンカー等)	可(ケミカルタンカー等)	可(LNGタンカー、都市ガス管等)
技術的課題等	大型海上輸送技術(大型液化器、運搬船等)の開発が必要	エネルギーロスの更なる削減が必要	直接利用先拡大のための技術開発、脱水素設備の技術開発が必要	製造地における競争的な再エネ由来水素、CO2供給が不可欠

# 水素・アンモニアの供給インフラの整備に向けた課題

- **LNGの導入時**は、長期契約が可能となり大量調達が進んだ一方、各地に多数の関連インフラが整備されたことで、**効率的な供給体制の構築が課題**となった。
- 加えて、**水素・アンモニア**については**既存燃料と比べ、熱量が低く、既存燃料より大規模なサプライチェーン構築が必要**
- これらを踏まえ、水素・アンモニアを中心とした、カーボンニュートラル燃料・原料の**供給インフラと需要創出の拠点形成を戦略的に進めていくことが必要**。

LNG受入基地（一次基地のみ）

燃料毎に必要なインフラ規模の比較



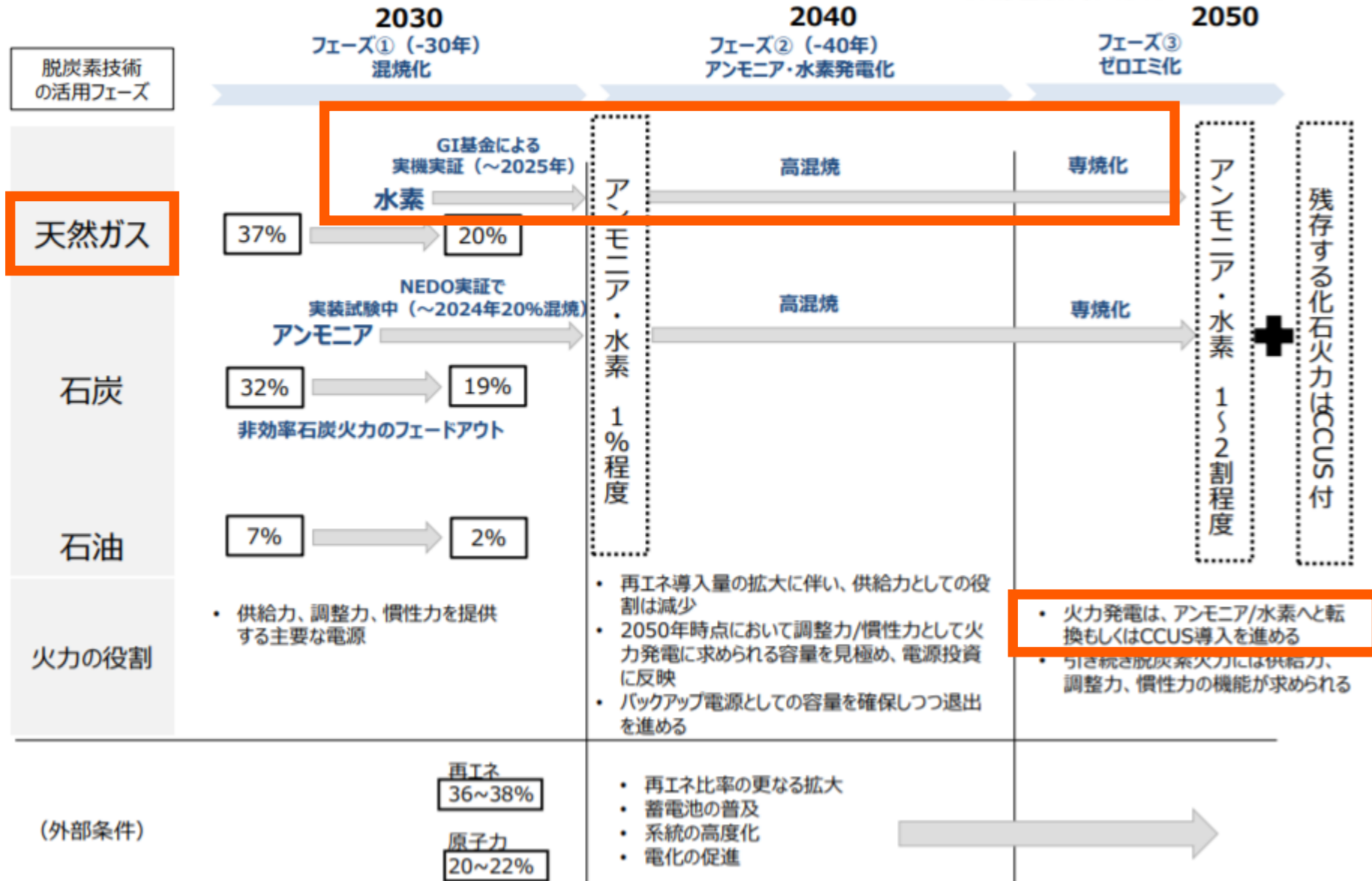
燃料・キャリア		液化水素	MCH	アンモニア
熱量		120MJ/kg (8.50MJ/L)	7.33MJ/kg (5.5MJ/L)	18.6MJ/kg (12.7 MJ/L)
同じ熱量確保に要するインフラ規模(容量換算)	重油比 43.4MJ/kg (39.0MJ/L)	約4~5倍	約7倍	約3倍
	LPG比 50.0MJ/kg (25.5MJ/L)	約3倍	約4~5倍	約2倍
	LNG比 49.1MJ/kg (22.59 MJ/L)	約2~3倍	約4倍	約2倍
液体となる条件、毒性		-253℃、常圧 毒性無	常温常圧 トルエンは毒性有	-33℃、常圧等 毒性、腐食性有

出典：日本エネルギー経済研究所資料より抜粋

出典：日本自動車研究所資料、化学便覧、千代田化工公表資料、LPガス協会HP

# 2050年に向けた火力発電のロードマップ（イメージ案）

※現時点ではイメージ案であり、今後の議論を踏まえ修正されていくもの。





# 【参考】独・ヴィルヘルムスハーフェンにおける合成メタンによる水素輸入構想

- ドイツ北海沿岸にあるヴィルヘルムスハーフェンにおいて、FSRUを利用したLNG及びグリーンガスの陸揚げ・国内供給を行うプロジェクトが予定されており、Tree Energy Solutions (TES) 社は合成メタンをキャリアとする水素輸入を計画。

(関連報道)

An easier way to move hydrogen around is to convert it into ammonia, which easily liquefies at -33°C. The compound, made up of nitrogen and hydrogen, acts as a carrier for the latter. Ammonia can be burned for power or used to make fertilizers, or converted back into hydrogen fuel. The same tanks and pipes used to handle LNG can work on ammonia, and the costs of tweaking an existing terminal would be just 15% of what's needed to build a completely new facility, Buex said.

That approach, however, brings a new set of problems. A terminal's cryogenic pumps would need to be replaced to handle ammonia and, if customers want hydrogen instead, operators have to install crackers to break the compound down. The conversion between the two compounds is also extremely energy intensive, meaning companies have to find vast amounts of clean power to ensure the process is zero-emission.

That's why most of the planned LNG terminals in Germany are proposing a third option in the interim: importing a fuel known as synthetic LNG. To make it, hydrogen is combined with carbon dioxide — either captured from factory smokestacks or created as bio-waste decomposes — to form methane, giving it an identical chemical composition to natural gas.

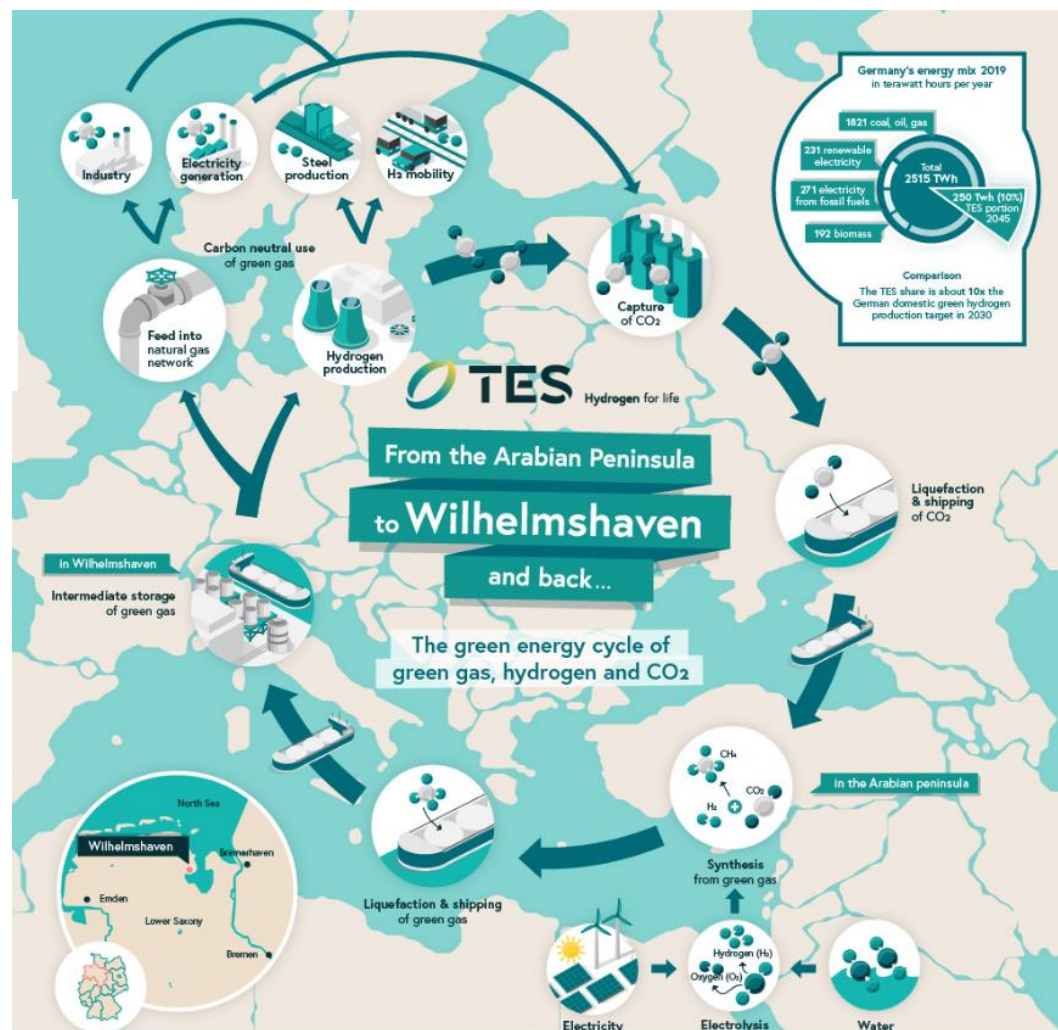
The man-made methane can be easily transported and used in existing networks, or turned back into green hydrogen and used to decarbonize sectors such as steel production and transport. That process will produce CO<sub>2</sub>, which can be captured and shipped back to the source, where it can again be fused with hydrogen to produce more synthetic LNG, creating a closed loop that doesn't release carbon into the air.

TES, which is developing a 2.5 billion-euro (\$2.6 billion) clean energy hub in the town of Wilhelmshaven along Germany's North Sea coast, says the terminal will start receiving shipments of conventional LNG from late 2025 and that it can, at no extra cost, move on to processing zero-emission synthetic methane from 2027. By 2045, the company plans to import enough green gas to produce more than 5 million tons of hydrogen, the equivalent of about 10% of Germany's total annual primary energy demand.

出所：Bloomberg Newsより資源エネルギー庁作成

<https://financialpost.com/pmn/business-pmn/how-germanys-lng-terminals-will-morph-into-green-hydrogen-hubs>

(TES社ヴィルヘルムスハーフェンプロジェクト概念図)



出所：TES社ウェブサイト 16

# 【参考】Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal, PART2 Technology Review of Hydrogen Carriers, IRENA 2022

- 合成メタン、メタノール、エタノール、DMEについては、水素取り出し後のCO2排出を問題とする。加えて、合成メタンについては、輸送等に伴うメタン漏洩についても問題とする。

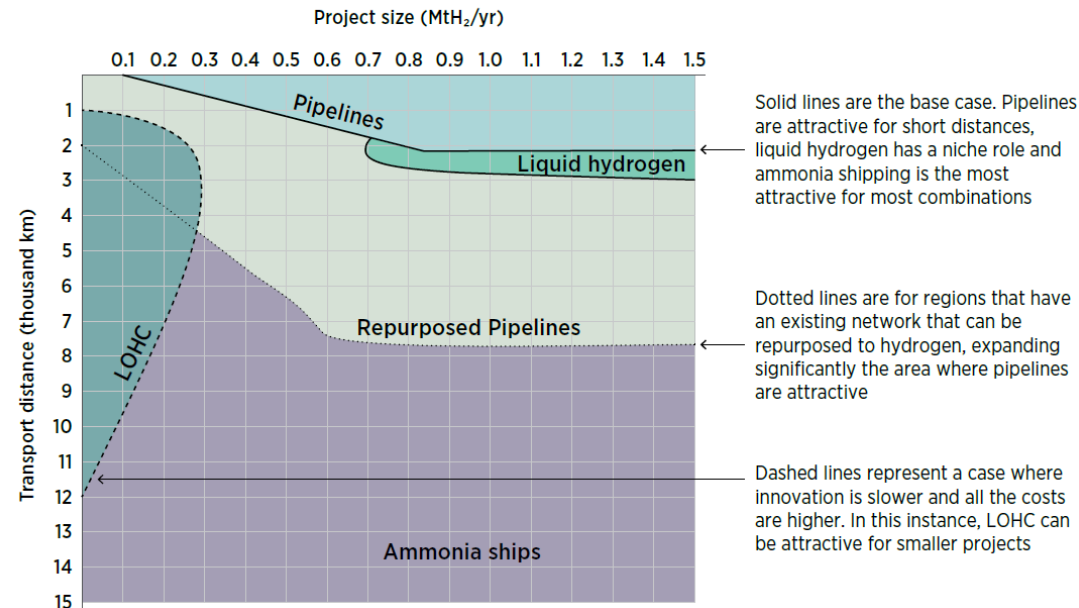
## Oxygenated products

Although oxygenated products like methanol, ethanol and DME could also be used, a common disadvantage these have is that once the hydrogen is extracted from the carrier, there is carbon left that will be released as CO<sub>2</sub>. This means that either carbon capture and storage (CCS) is needed at the importing terminal or the carbon has to be originally sourced from the atmosphere (either biogenic or via direct air capture) to avoid increasing net CO<sub>2</sub> emissions.

## Methane

Another option is methane, but this presents the same challenges as the compounds above. Additionally, any methane leakage that takes place during transfer or slip from the engine would increase greenhouse gas (GHG) emissions for the pathway.

FIGURE 0.1. Most cost-effective hydrogen transport pathway in 2050 as a function of project size and transport distance



## 論点3：水素キャリアとしての合成メタンの可能性

- 水素キャリアについては、現時点では、長期的にどれが優位となるかの見極めが難しいため、絞り込まず、競争を促しつつ、各々の技術的課題克服等を支援する方針。
- 日本における水素キャリアとしての合成メタン利用については、現時点では、積極的な実施主体は登場していないが、現在でも、輸入LNGからの水素製造は行われている。
- 合成メタンは、液化水素、MCH、アンモニアに比べ、①熱量が高く、効率的な輸送が期待できること、②既に国際的なLNGのサプライチェーンが構築されていること、③国内のLNG受入基地が複数存在していること、④合成メタンはLNGに混合して輸送出来るため段階的な導入拡大が可能であること、といった利点あり。一方で、再エネ水素のキャリアとして考える場合、サバティエ反応では、水が生成されるという課題あり。
- 水素分離後のCO<sub>2</sub>の扱いやメタン漏洩についての国際的議論への対応が必要。

- 1 水素供給の視点からの国内メタネーションの類型
- 2 国内メタネーションの事業者間連携
- 3 水素キャリアとしての合成メタン
- 4 合成メタン利用を含む将来の水素利用量の見通し**

## GXの方向性（水素） ②取組の方向性

- 水素製造・調達について、既存燃料とのコスト差や、貯蔵用タンクなどのインフラ整備の在り方などにも注目しながら、小委員会での議論等を踏まえ、導入拡大、商用化に向けた支援措置の検討を行う。
- 加えて、水素利用の拡大に向けて、発電分野における実証支援、運輸部門におけるインフラ整備、産業部門における利用技術の開発等への支援を行う。

### <取組の方向性>

#### ● 総論

- 水素製造・調達について、既存燃料とのコスト差や、貯蔵用タンクなどのインフラ整備の在り方などにも注目しながら、導入拡大、商用化に向けた支援措置の検討を行う

#### ● 製造・調達

- 国内再エネ由来水素の製造基盤、海外からの大規模供給体制を確立
- 水電解装置の大型化・モジュール化に加え、膜や触媒等の要素技術の装置への実装等を支援

- 2030年に30円/Nm3、2050年に20円/Nm3以下の供給価格を目標とする

#### ● 利用

- 水素の国内需要は、2030年で最大年間300万トン、2050年で年間2,000万トン程度を想定
- 小売発電における大規模の水素の燃焼発電化に関する実証を支援
- 商用車など運輸部門への利用拡大を進めるとともに、燃料電池の技術開発や、大規模充填能力を有するインフラ開発・整備を行う
- 水素還元製鉄や熱需要の脱炭素化など、産業用途での利用技術の確立を図る

### 国内の供給（需要）量・価格目標

	足元	2030年	2050年
需要見込み	200万トン (副生水素等)	最大300万トン	2000万トン程度
価格目標 (Nm3当たり)	100円程度	30円	20円以下

### 技術開発・社会実装

国際水素サプライチェーンと一体的にグリーンイノベーション基金で実施予定

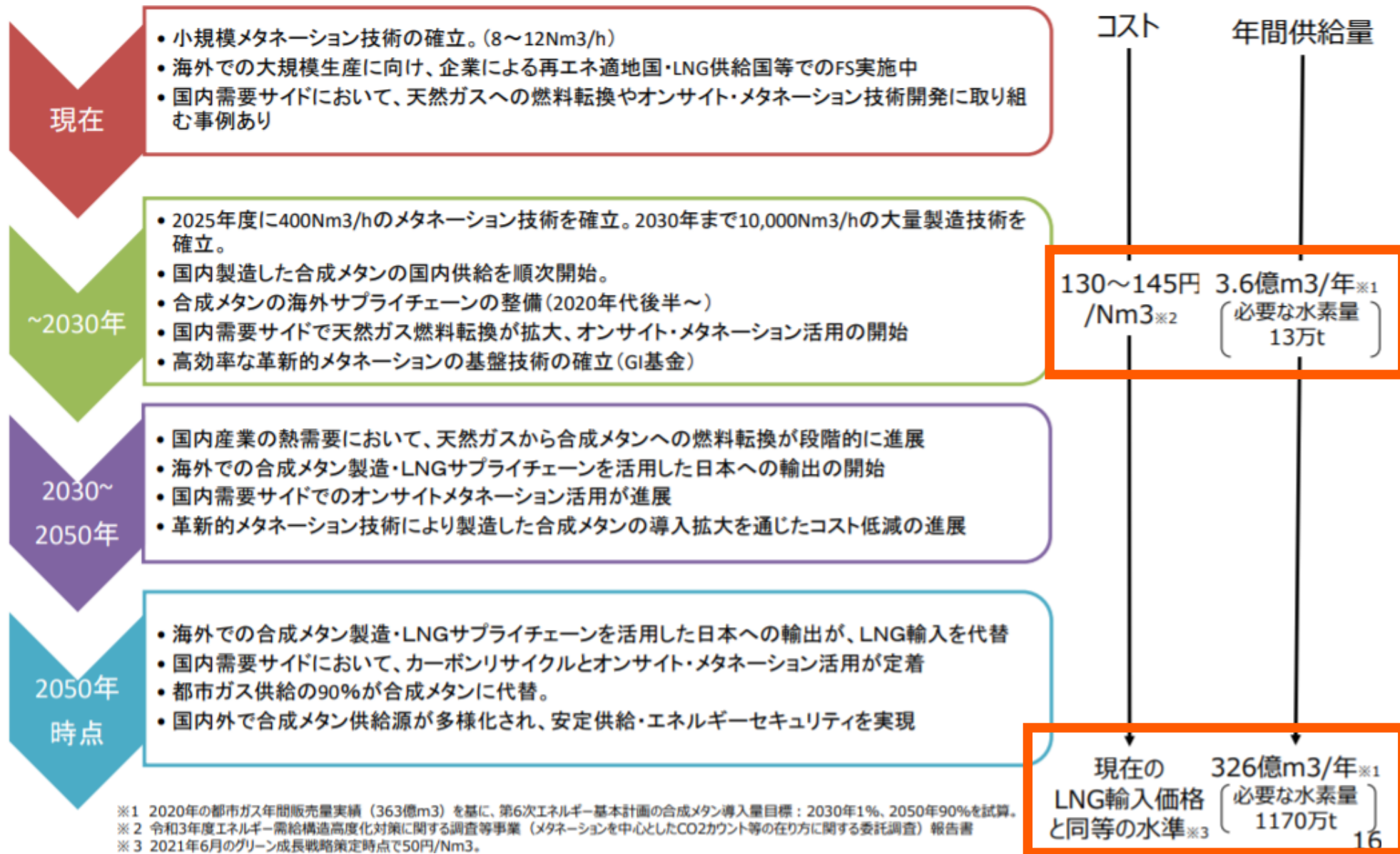
発電部門	混焼(10%)		専焼
	①燃焼器開発: 完	②実機運転実証: 未完	①燃焼器開発: 未完 ②実機運転実証: 未完
大規模タービン(1万kW~) メーカー: 三菱重工	①燃焼器開発: 完	②実機運転実証: 未完	①燃焼器開発: 未完 ②実機運転実証: 未完
小規模タービン(~1万kW) メーカー: 川崎重工	①燃焼器開発: 完	②実機運転実証: 完	

運輸部門

産業部門



# 2050年CNを前提とした合成メタンの今後の導入拡大（イメージ）



※1 2020年の都市ガス年間販売実績(363億m<sup>3</sup>)を基に、第6次エネルギー基本計画の合成メタン導入量目標:2030年1%、2050年90%を試算。

※2 令和3年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業(メタネーションを中心としたCO<sub>2</sub>カウント等の在り方に関する委託調査)報告書

※3 2021年6月のグリーン成長戦略策定時点で50円/Nm<sup>3</sup>。

# 論点3：メタネーション利用分を含む将来の水素利用量の見通し

- 水素利用の一形態である合成メタンの水素利用量としては、都市ガスの90%を合成メタンに置き換えることを念頭に、2050年時点で約1,200万トンを見込む。

## 水素の国内供給（需要）量・価格目標

	足元	2030年	2050年
水素需要見込み	200万トン	200万トン	2,000万トン
水素 価格目標(Nm <sup>3</sup> )	100円程度	30円	20円以下
合成メタンの 必要水素利用量	N/A	13万トン	1,170万トン
合成メタン 価格目標(Nm <sup>3</sup> )	N/A	130～145 円/Nm <sup>3</sup>	LNG輸入価格 と同水準

※ 水素の体積当たりの熱量はメタンの約1/3

