



**TOYO**  
ENGINEERING

# 中期経営計画2021～2025

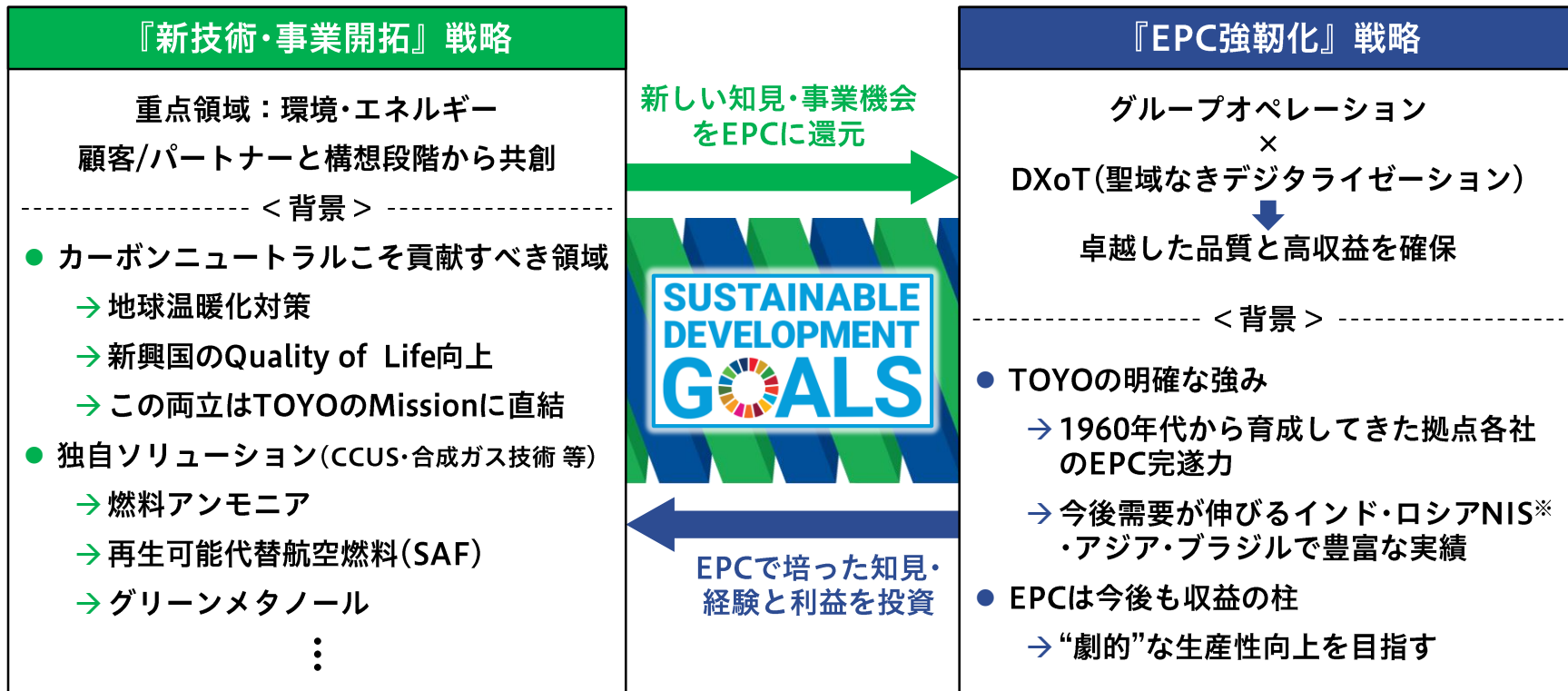
各論：『新技術・事業開拓』戦略  
SAF・燃料アンモニア・事業開拓アプローチ

IR説明会資料

2021年4月20日  
東洋エンジニアリング株式会社

# はじめに：TOYOの中期経営戦略【再確認】

新技術・事業開拓とEPC強靱化の両輪、地球と社会、そして自らのサステナビリティも実現



※：New Independent States (ロシア及びバルト3国以外の旧ソ連の新興独立諸国)

# 本日の内容

本日は、SAF・燃料アンモニアの事業構想 及び 事業開拓アプローチについてご紹介

## カーボンニュートラル事業(第1章・第2章)

### 事業領域



### 論点

- 市場ポテンシャル
  - TOYOが考える社会実装ロードマップ
  - 社会実装に向けた主要課題とTOYOの解決策(強み)
- 【Deep Insight】  
TOYOの技術実績・知見



### 事業開拓アプローチ (第3章)

- ビジネスモデル
- 具体例

## 本日の内容

**1** SAF(再生可能航空代替燃料)事業

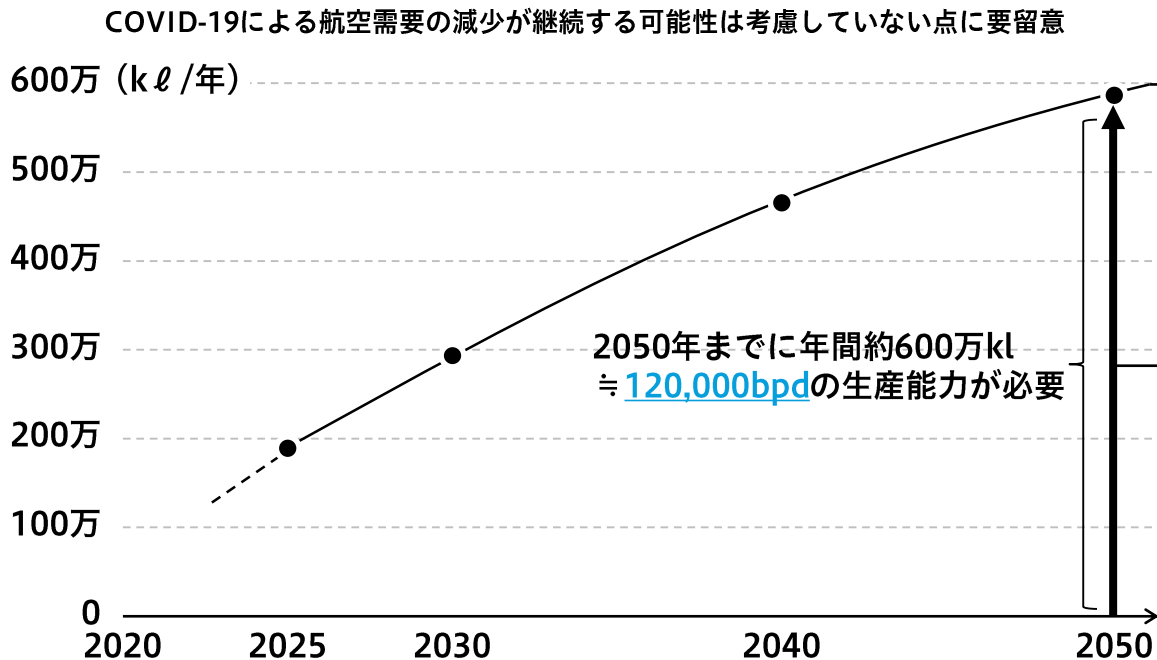
**2** 燃料アンモニア事業

**3** 事業開拓アプローチ

# 市場ポテンシャル(国内)

国内だけでも2050年迄にEPC市場は累計3.6兆円、燃料販売市場は6,000億円超を見込む

## 定期航空協会によるSAF需要予測(日本)



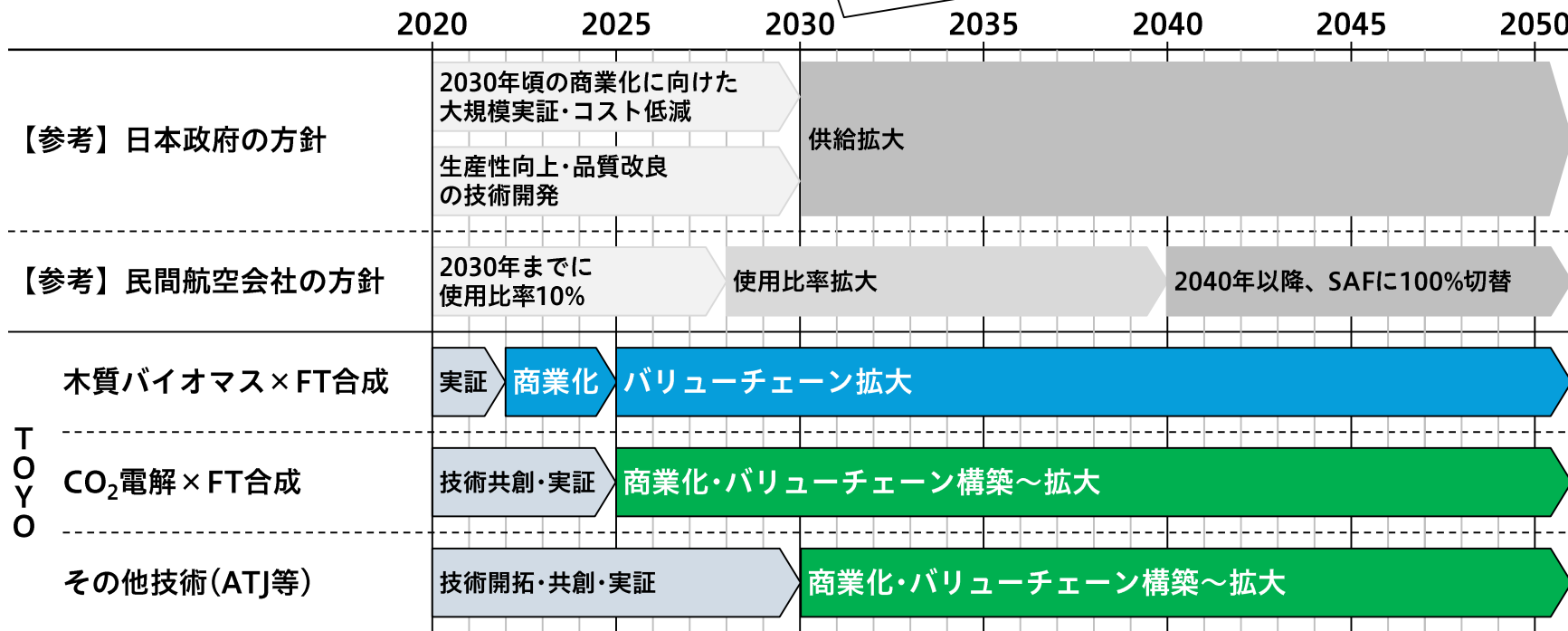
## 推定市場規模

- ≪ SAF販売(日本) ≫  
2050年には年間6,000億円
- 前提条件
- CO<sub>2</sub>削減目標：2050年に△50%
  - SAFの必要量：600万kℓ/年
  - SAF価格： 100円/ℓ
- ⇒ 100円 × 600万kℓ = 6,000億円
- 
- ≪ SAF製造設備投資(日本) ≫  
2050年迄の30年間で累計3.6兆円
- 前提条件
- CO<sub>2</sub>削減目標：2050年に△50%
  - SAFの必要量：120,000bpd
  - 設備投資額： 30万ドル/bpd
- ⇒ 30万ドル/bpd × 120,000bpd = 3.6兆円※1

# TOYOが考える社会実装ロードマップ

供給量拡大に向け、バイオマスのみならずCO<sub>2</sub>やその他原料を用いた製造プロセスを共創

目標コスト：既存のジェット燃料  
と同価格(=100円台/ℓ)



# 社会実装に向けた主要課題に対するTOYOの解決策(強み)

製造コストの低減、原料の安定確保、FT Crudeの精製工程最適化、の3点を乗り越える

## SAFの主要課題

## TOYOの解決策(強み)

1 製造コスト  
低減

現在技術開発が進められて  
いるSAFのコストは  
現行燃料と比べて2~4倍



- ✓ NEDOとの実証実験を成功裡に完遂し、大型化の早期実現によるコスト低減を図る
- ✓ 商業化で先行しているVelocys社との共創を深め、商業機のFBをコスト低減に活用

2 バイオマス  
原料  
安定調達

安定調達に向け各種課題あり

- 森林資源の持続的活用
- 品質安定化(水分率等)
- 加工・流通の在り方



- ✓ 顧客/パートナーと共創し、バイオマスのバリューチェーン構築まで手掛ける
- ✓ 原料の多様化(都市ごみやCO<sub>2</sub>)も視野に入れたバリューチェーン構築も並行して検討

3 FT Crudeの  
精製工程  
の最適化

現在のSAF製造プラントの  
製品(FT Crude)をRefineryで  
ジェット燃料用や石油化学  
製品用に精製すれば採算向上



- ✓ 石油化学領域における豊富な実績に裏打ちされた石油化学企業との共創により、SAFの精製工程のインテグレーションを実現

**【Deep Insight】**

**合成ガス技術に関するTOYOの知見**



# FT合成技術以外の製造技術開拓/共創テーマ

FT合成を核に早期商業化を目指しつつ、原料多様化に向けて合成燃料の技術共創も進める


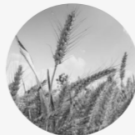


製造技術	原料	技術の概要	取組を表明している事業者
<p><b>FT合成</b> フィッシャー トロブシュ法</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 木くず等のバイオマス</li> <li>● 廃プラ等の都市ごみ 等</li> </ul>	<p>木くずや廃プラ等をガス化し触媒により液化してジェット燃料を製造</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 三菱パワー、JERA、<a href="#">TOYO</a></li> <li>● 丸紅 等</li> </ul>
<p><b>合成燃料</b> Power to Liquid</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 排ガス等由来のCO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub></li> </ul>	<p>カーボンリサイクル技術で排ガス等から回収した水素を合成し、ジェット燃料を製造</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 東芝、出光興産、ANA、日本CCS、<a href="#">TOYO</a></li> </ul>
<p><b>ATJ</b> Alcohol to JET</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第一世代バイオエタノール (さとうきび・とうもろこし等)</li> <li>● 第二世代バイオエタノール (非可食植物・古紙・廃棄物等)</li> </ul>	<p>エタノールを触媒により改質して、ジェット燃料を製造</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bits(バイオベンチャー) 等</li> </ul>
<p><b>HEFA</b> Hydroprocessed Esters &amp; Fatty Acids</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 廃食油</li> <li>● 牛脂</li> <li>● 微細藻類 等</li> </ul>	<p>廃食油等を、高圧化で水素化分解・還元することで、ジェット燃料を製造</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IHI</li> <li>● ユーグレナ</li> <li>● 日揮 等</li> </ul>

# FT合成技術の優位性

WEFのレポートではGHG削減効果でガス化FT合成の優位性が報告されている

## SAF製造技術のLCA(Life Cycle Assessment)比較



					
	HEFA	Alcohol-to-jet <sup>i</sup>	Gasification/FT	Power-to-liquid	
<b>Opportunity description</b>	Safe, proven, and scalable technology	_____	Potential in the mid-term, however significant techno-economical uncertainty	_____	Proof of concept 2025+, primarily where cheap high-volume electricity is available
<b>Technology maturity</b>	Mature	_____	Commercial pilot	_____	In development
<b>Feedstock</b>	Waste and residue lipids, purposely grown oil energy plants <sup>ii</sup> Transportable and with existing supply chains Potential to cover 5%-10% of total jet fuel demand	_____	Agricultural and forestry residues, municipal solid waste <sup>v</sup> , purposely grown cellulosic energy crops <sup>v</sup> High availability of cheap feedstock, but fragmented collection	_____	CO <sub>2</sub> and green electricity Unlimited potential via direct air capture Point source capture as bridging technology
<b>% LCA GHG reduction vs. fossil jet</b>	73%–84% <sup>iii</sup>	_____	85%–94% <sup>vi</sup>	_____	99% <sup>vii</sup>

i. Ethanol route; ii. Oilseed bearing trees on low-ILUC degraded land or as rotational oil cover crops; iii. Excluding all edible oil crops; iv. Mainly used for gas./FT; v. As rotational cover crops; vi. Excluding all edible sugars; vii. Up to 100% with a fully decarbonized supply chain

Source: CORSIA; RED II; De Jong et al. 2017; GLOBIUM 2015; ICCT 2017; ICCT 2019; E4tech 2020; Hayward et al. 2014; ENERGINET renewables catalogue; Van Dyk et al., 2019; NRL 2010; Umweltbundesamt 2016



## 本日の内容

- 1 SAF(再生可能航空代替燃料)事業
- 2 燃料アンモニア事業
- 3 事業開拓アプローチ

# 市場ポテンシャル(1/2)：全般

燃料アンモニアは、カーボンニュートラルとエネルギー安全保障を支える『第二のLNG』

## 直接燃料として

CO<sub>2</sub>を排出しない燃料として様々な用途が期待される

- 火力発電混焼/専焼
- 船舶
- 工業炉 等々

特に、電力部門のカーボンニュートラルに大きく貢献

- 再エネ導入拡大に伴う需給バランス調整力
- ブラックアウトリスクを低減する慣性力

## 水素キャリアとして

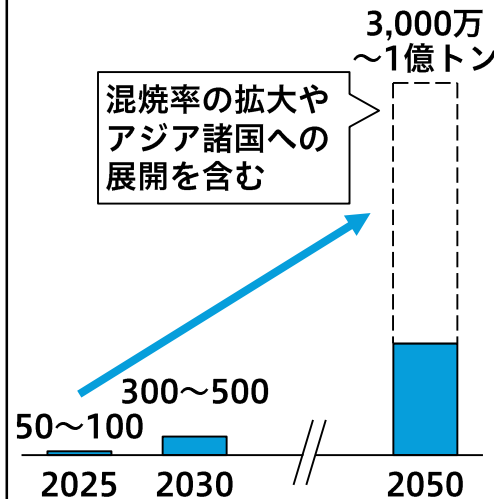
同時並行で研究が進む液体水素やMCH(有機ヒドライド)と比べて優位性あり

- ✓ 水素密度が最も大きい (121kg-H<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)
- ✓ 既存のインフラを活用した大規模なバリューチェーン構築が可能

但し、毒性・腐食性があるため取り扱いに注意が必要

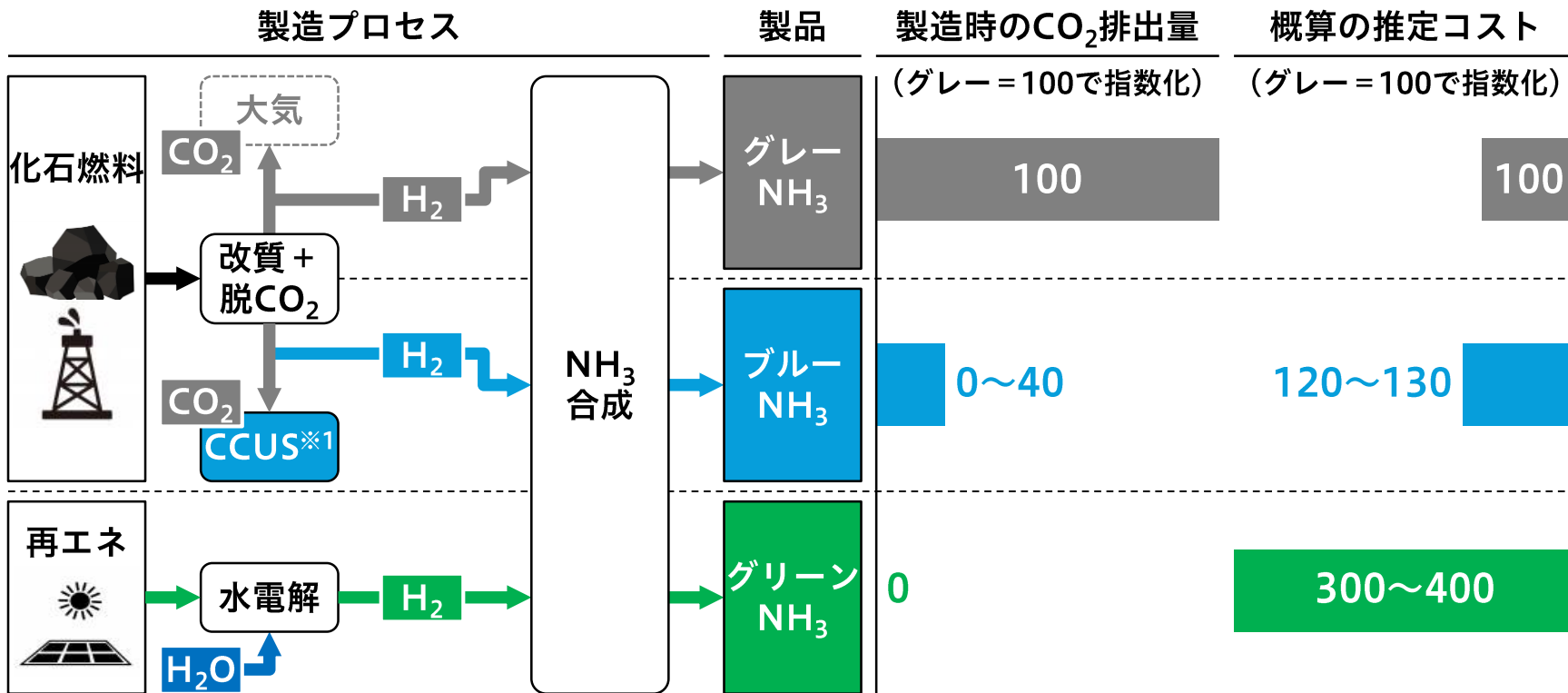
## 推定市場規模

火力発電だけでも2050年に3,000万~1億トンの需要が想定される



# 市場ポテンシャル(2/2)：製造方法別

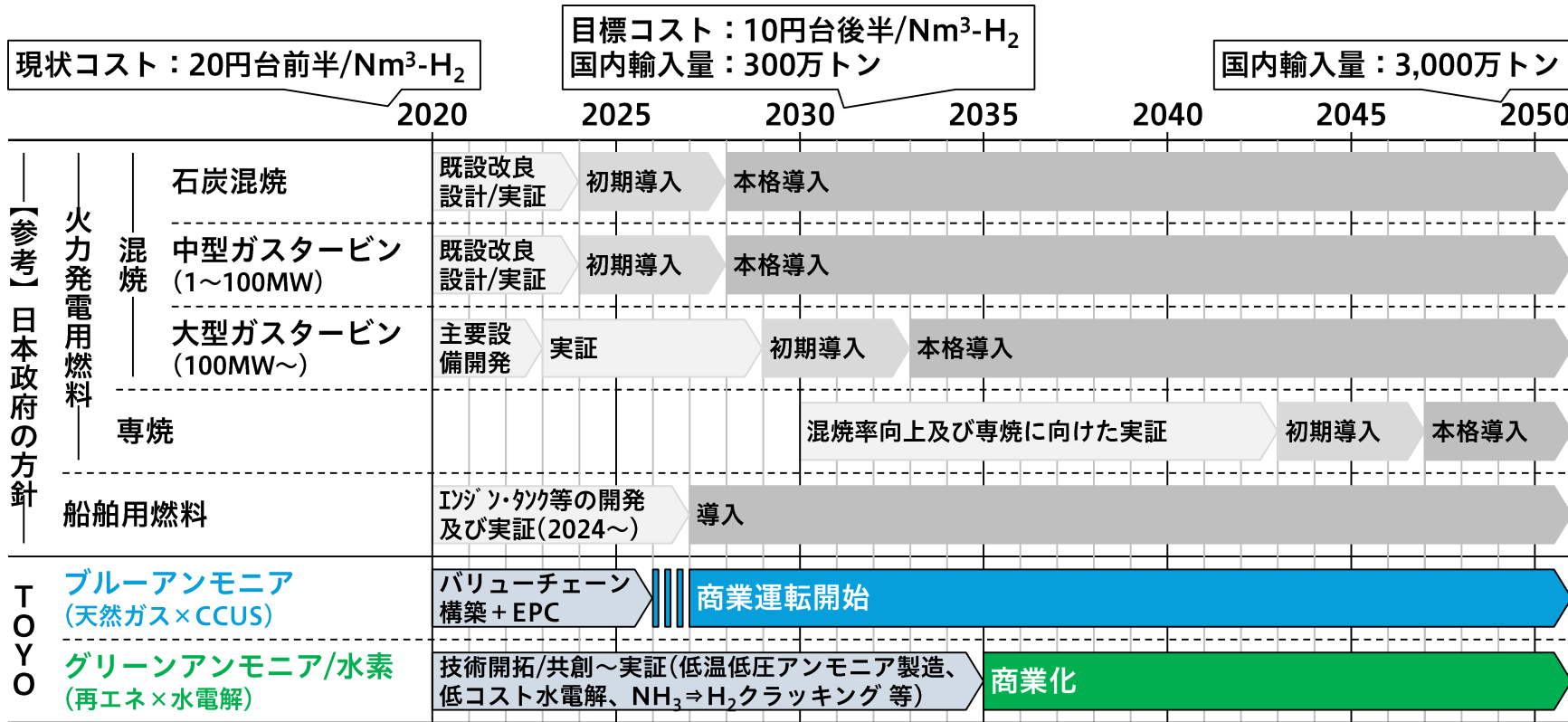
製造時のCO<sub>2</sub>フリー実現も必須。当面はコスト競争力のある“ブルー”アンモニアが主役



※1：CCUS=Carbon Capture, Utilization and Storage

# TOYOが考える社会実装ロードマップ

将来のグリーンアンモニア/水素社会を睨み、ステップを踏んで経営資源を効率的に投下



# 社会実装に向けた主要課題に対するTOYOの解決策(強み)

まずブルーアンモニアの社会実装に向け、TOYOの強みを活かした解決策を提案していく

## ブルーアンモニアの主要課題

## TOYOの解決策(強み)

<p>1 製造・輸送 コスト低減</p>	<p>石炭火力に20%混焼した場合の発電価格(/kWh)は石炭の場合と比べて<b>1.2倍</b>程度</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ アンモニアプラントの豊富なEPC実績 (<u>世界シェア11%</u>)に裏打ちされた最適設計</li> <li>✓ ライセンサー(KBR社)との50年超の提携関係 = <u>擦り合わせによるプラント大型化</u></li> </ul>
<p>2 CCUSによる CO<sub>2</sub>利活用</p>	<p>CO<sub>2</sub>をマネタイズすることで発電価格を抑えることが可能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● CO<sub>2</sub>-EOR*</li> <li>● カーボンクレジット等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <u>1980年代から取り組んでいるCO<sub>2</sub>-EORの実績と知見に基づくCO<sub>2</sub>利活用策の具現化</u></li> <li>✓ 特に、Baker Hughesとの提携による<u>地下と地上のインテグレーション</u> = 採算性向上</li> </ul>
<p>3 安定供給先 確保・分散</p>	<p>将来アンモニアが火力発電の主力燃料となれば、地政学に留意した分散調達 及び 安定確保が必要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 旧ソ連時代からの<u>ロシア</u>との良好な関係 → 具体例：イルクーツク石油・JOGMEC・伊藤忠とバリューチェーン構築検討中</li> <li>✓ <u>アジア・中東・北米・南米</u>から引き合い多数</li> </ul>

\* : CO<sub>2</sub>-EOR(Enhanced Oil Recovery) = CO<sub>2</sub>圧入による石油増進回収技術

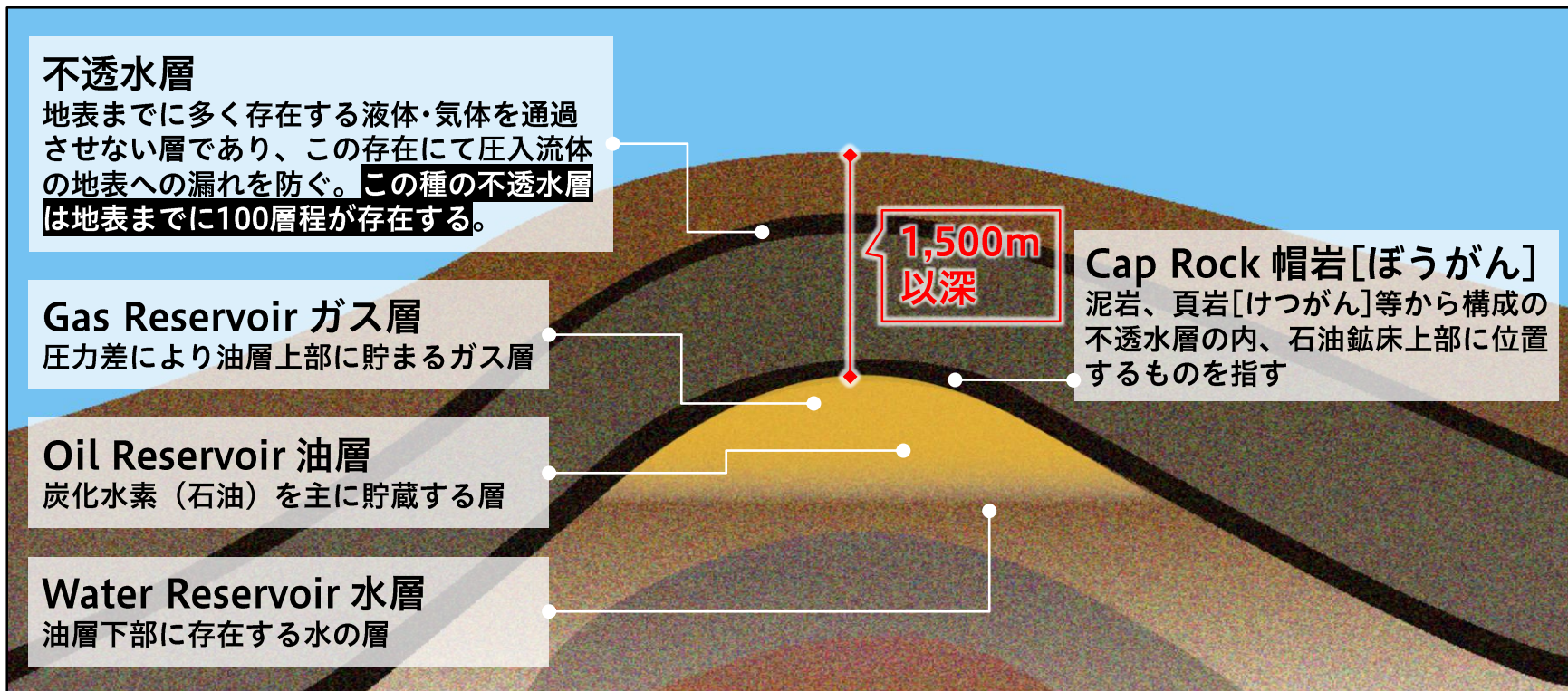
## 【Deep Insight】

ブルーアンモニアの社会実装(経済性)のカギを握る  
CO<sub>2</sub>-EORに関するTOYOの知見



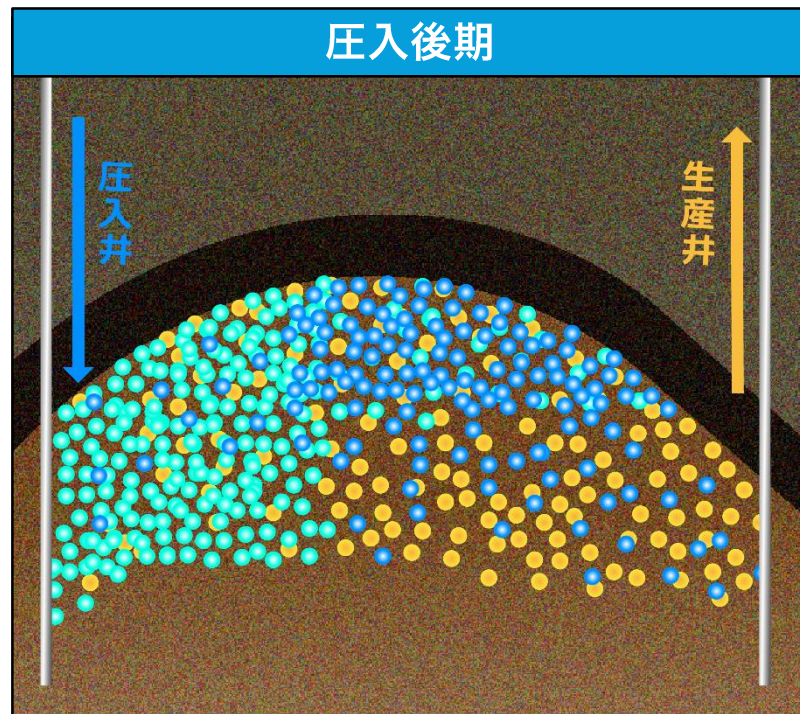
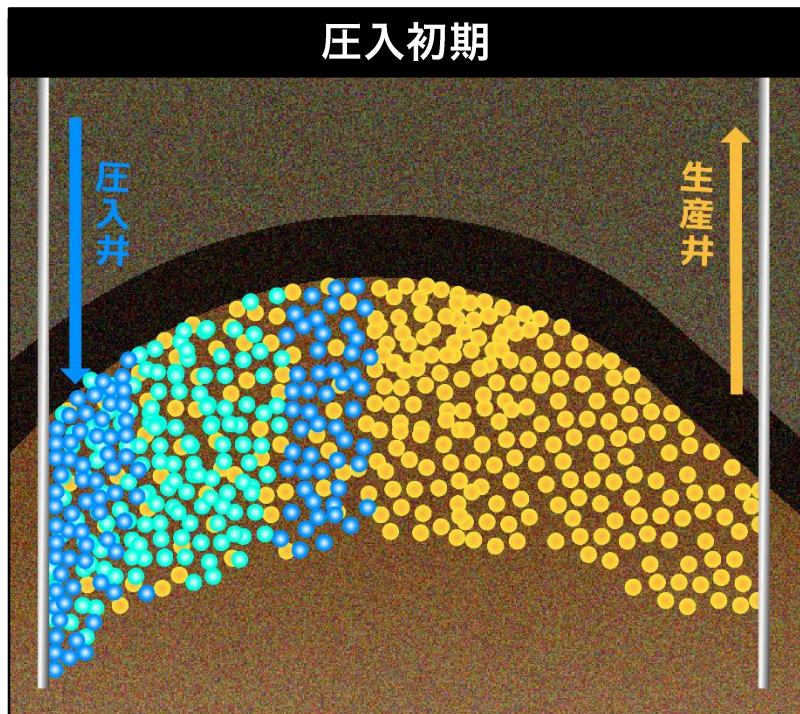
# CO<sub>2</sub>-EORとは(1/2)：典型的な油田構造

アンモニア製造等で生じるCO<sub>2</sub>を油田に圧入することで、原油を増進回収する技術



# CO<sub>2</sub>-EORとは(2/2) : CO<sub>2</sub>の圧入イメージ

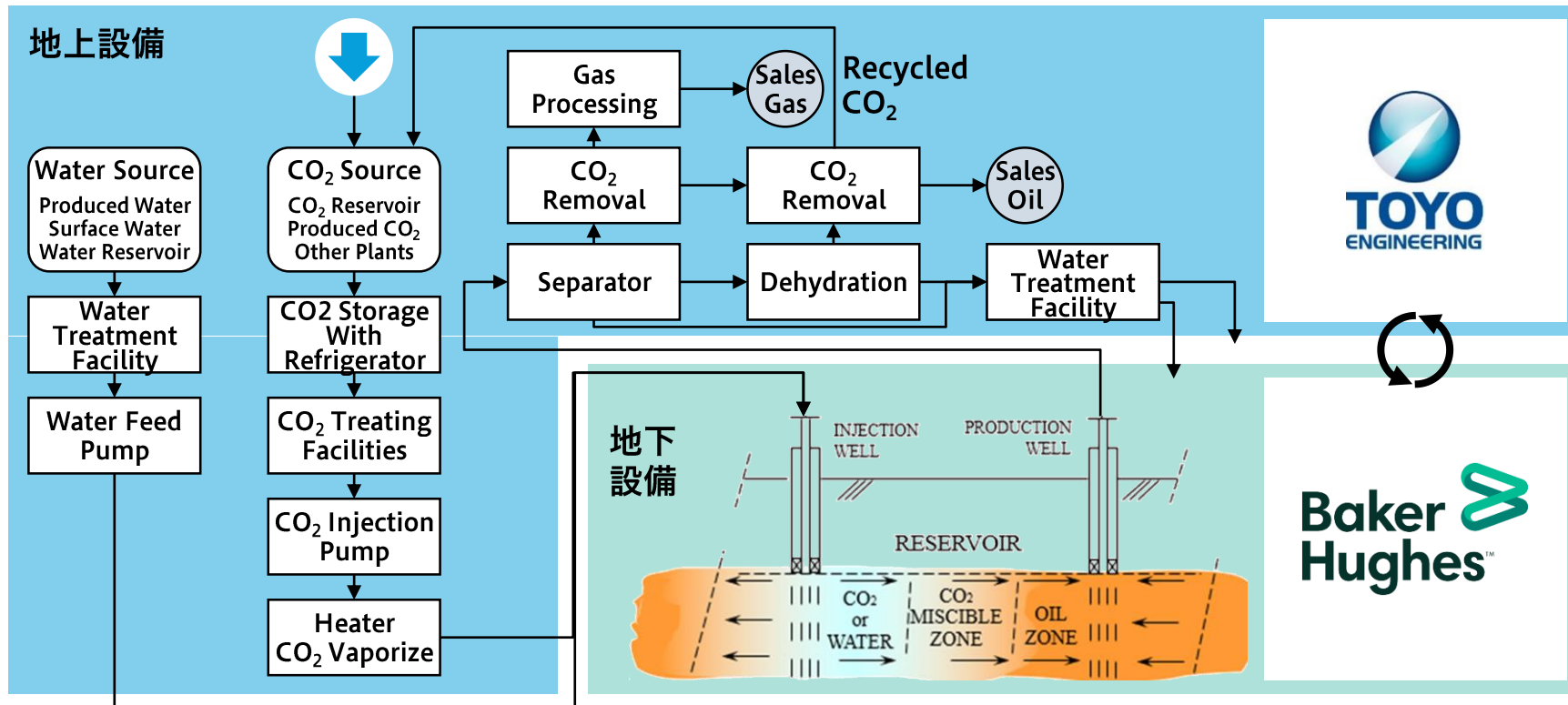
圧入したCO<sub>2</sub>が、油層内の微細な穴に溜まっている原油を押し出していく



● 注入したCO<sub>2</sub> ● 地層に残るCO<sub>2</sub> ● オイル

# CO<sub>2</sub>-EORのプロセス(1/2)：地下と地上のインテグレーション

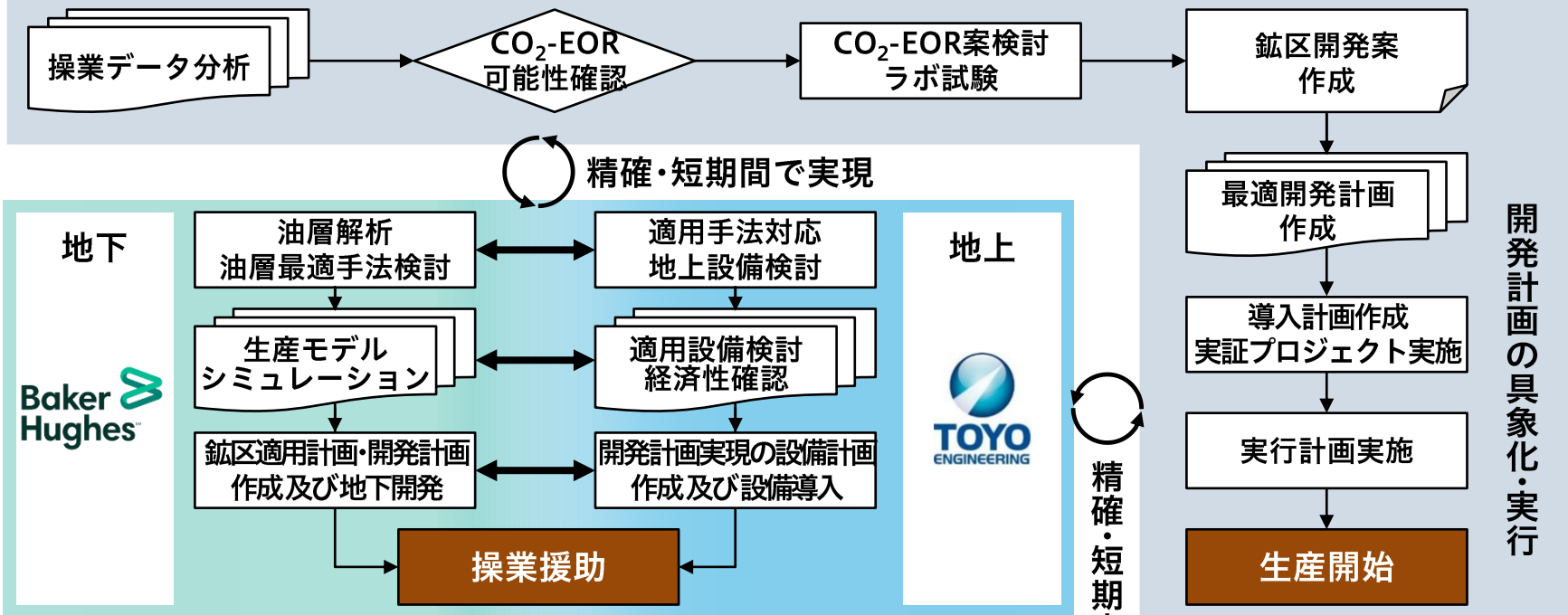
地上設備(TOYO)と地下設備(Baker Hughes)との擦り合わせによりEORの採算を最大化



# CO<sub>2</sub>-EORのプロセス(2/2)：地下と地上のインテグレーション

地上設備(TOYO)と地下設備(Baker Hughes)との擦り合わせによりEORの採算を最大化

## CO<sub>2</sub>-EOR導入計画における原油生産事業者側の検討事項



# IOR/EORに関するTOYOの実績 = 50件以上

EORの適用可能地域は世界に広がっており、油ガス田規模に依るが、対応可能地域は多い



# IOR/EORに関するTOYOの実績の特殊性(例) ✓ = TOYOの実績

油ガス田の開発初期段階、地下解析、地上計画、操業支援に至るまで、広範囲に亘る

	開発計画段階			地下解析・計画			地上設備計画・設計			操業	
	計画	手法検討	適用案検討	解析	掘削	生産モデル	計画	設計	建設	計画	支援
トルコ	顧客	顧客協業	✓	顧客	✓	顧客協業	✓	✓	✓	✓	✓
欧州	顧客	✓	✓	✓	顧客	✓	✓	✓	✓	✓	✓
日本	顧客	顧客	顧客	顧客	顧客	顧客	✓	✓	✓	✓	顧客
東南アジア	✓	BH	BH協業	BH	顧客	顧客	✓	✓	顧客	BH協業	✓
中米	✓	BH	BH協業	BH	顧客	顧客	✓	✓	顧客	BH協業	顧客
南米	✓	BH	BH協業	BH	BH	-	✓	-	-	BH協業	-
ロシア	顧客	✓	✓	他企業協業	他企業協業	✓	✓	✓	-	✓	-

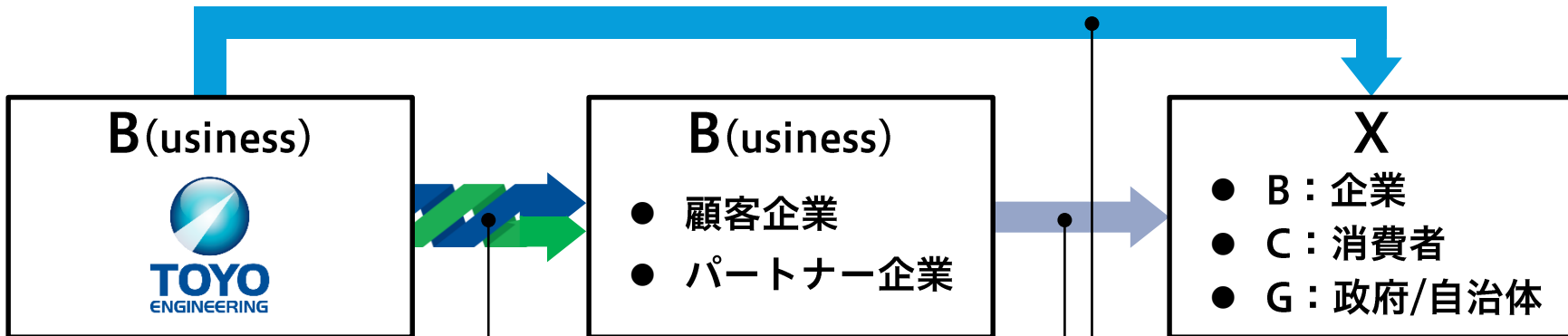


## 本日の内容

- 1 SAF(再生可能航空代替燃料)事業
- 2 燃料アンモニア事業
- 3 事業開拓アプローチ

# 新たなビジネスモデル(例 『B2B2X』モデル)

顧客/パートナーとの共創を通じてEPCに留まらないビジネスモデルを展開



これまで：  
顧客とTOYOの間のバリューチェーンを拡大

R&D → FS → FEED → IPMT → EPC → O&M

← More Toward Upstream →

⚠ 「受注 = 単発の仕事」のイメージが色濃く、競争優位性も課題



これから：  
左記の強化に加え、『顧客の顧客』も巻き込んで  
ビジネスの仕組みやルール/法規制等を共創

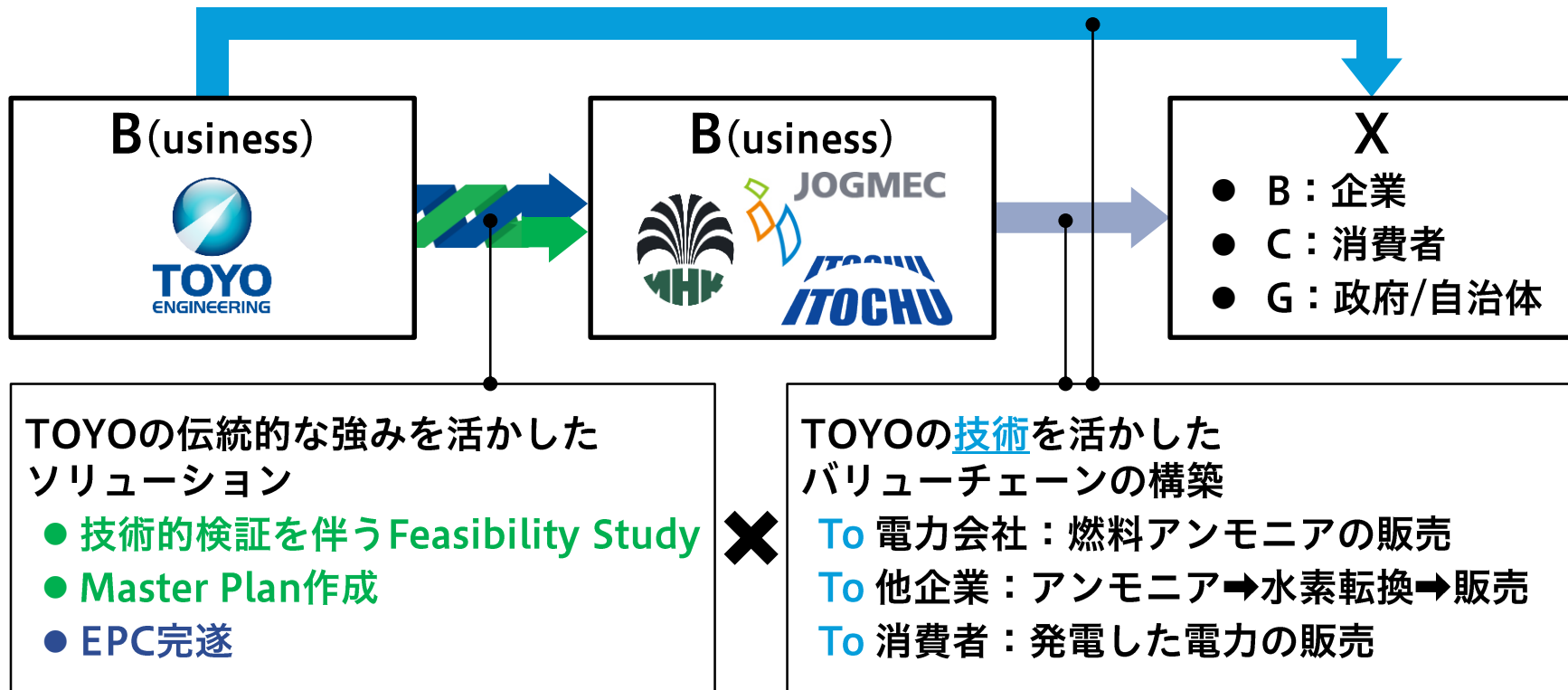
→ 世界が非連続で変化 = 最大のビジネスチャンス

👍 顧客/パートナー企業とともに事業を創り出す状況を自ら引き寄せる



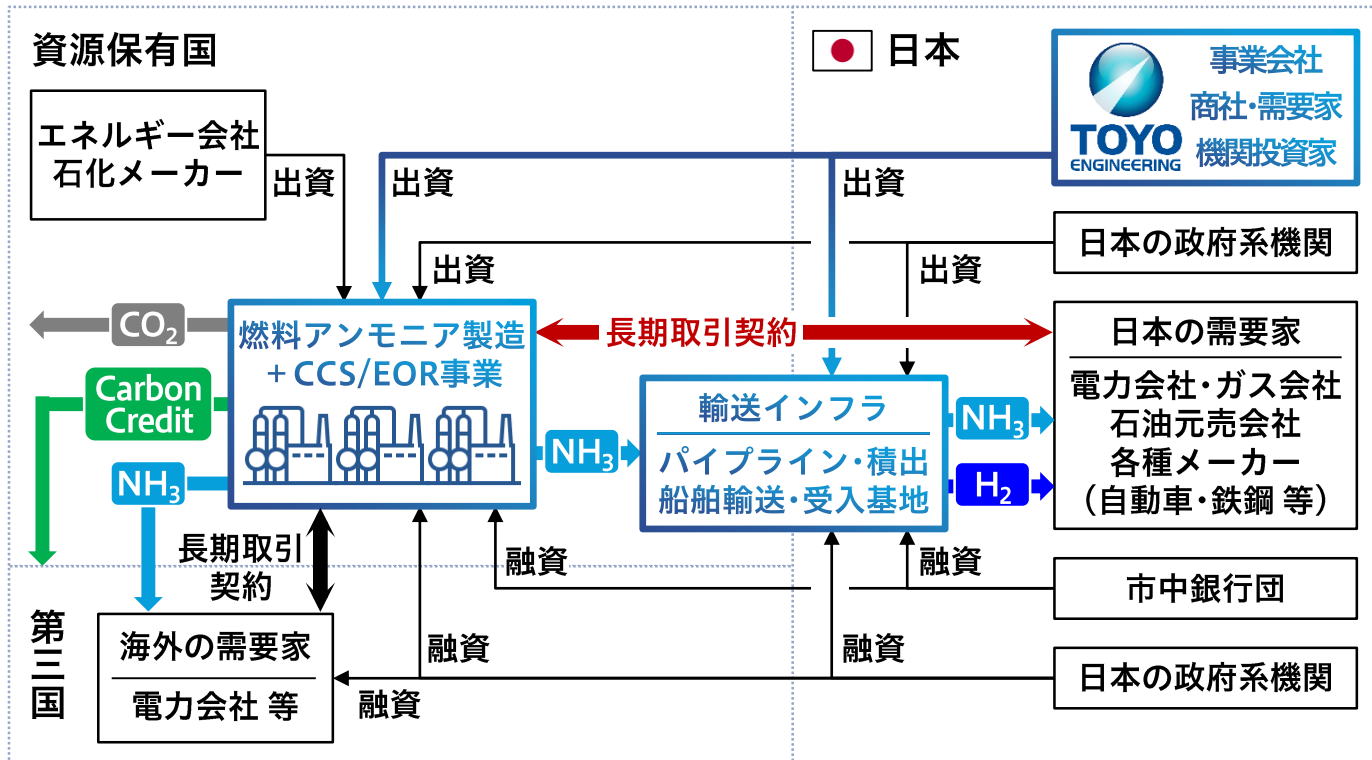
# B2B2Xモデルの例：東シベリア燃料アンモニア事業

イルクーツク石油・JOGMEC・伊藤忠とともにバリューチェーン構築に向けた調査を実施中



# 燃料アンモニア・バリューチェーン構想 及び 主要課題

資源開発・EOR及びEPCの知見を礎に 需要創出～バリューチェーン構築をパートナーと共創



- ### 主要課題
- 需要創出・喚起  
↓  
経済合理的な  
輸入価格の実現  
↓
- ① アンモニア製造・輸送コスト低減
    - プラント大型化
    - 既存輸送設備活用・拡大等
  - ② CO<sub>2</sub>販売先確保
  - ③ 長期取引モデルの構築
  - ④ Carbon Credit活用の環境整備
  - ⑤ 税制面の優遇
  - ⑥ 長期・低利な資金調達



**TOYO**  
ENGINEERING

***Your Success, Our Pride.***