

【公開用】

# 令和6年度燃料安定供給対策調査等事業

(アジア等の現実的なネットゼロ移行実現のための調査事業等)

## 最終報告書

(委託事業者：デロイト トーマツ コンサルティング合同会社)

# 本事業の目的

## 東南アジアの脱炭素化と日本経済・エネルギーセキュリティに貢献しうる事業検討・政策提言

東南アジア現地での脱炭素事業を実施していく上での**ビジネスプランの素案の策定**を通じ、**現地の脱炭素化に貢献しつつ、日本経済への裨益・日本のエネルギーセキュリティ向上も同時達成することを旨とした政策提言**を行う

### 本調査事業の背景

- 我が国は従来の資源国及び新資源国に対して、水素・アンモニア、CCUSなどの脱炭素分野においても協力関係を構築し、「**包括的資源外交**」を展開していく方針
  - その施策の一つである、**AETI※1**において、ベトナム等アジア各国のロードマップ策定やファイナンス支援、人材育成等の幅広い支援策の実行等により**アジアのエネルギー転換を推進してきた**
  - ✓ 他方でAETIの着実な実行には、AETI戦略のフォローアップや今までの取組に関連する**具体案件の組成**が必要不可欠
  - アジアのネットゼロ達成支援分野において**日本の経済力も高めつつ、影響力を継続・拡大する必要がある**
  - 政府全体の戦略としても、**海外への脱炭素技術展開やサプライチェーン構築**、国内外の人材投資が重要視されている
- 発電セクターのみならず、Hard to abateセクターでの脱炭素化に資する技術等を**アジア諸国等へ展開することが望まれている**
  - 日本として、**現実的で段階的なエネルギー転換の施策**として、CCS・水素・アンモニア混焼を通じた石炭・ガス火力資産の継続活用に資する**日本技術の導入とルールメイキングが必要**

### 本調査事業の目的

- **我が国のエネルギー転換関連技術等をアジア諸国等へ戦略的に展開を通じて、他国のエネルギー転換に寄与しつつ日本経済への裨益と日本のエネルギーセキュリティ向上を目指して政策提言を行う**
  - 相手国のエネルギー転換に寄与しつつ日本経済への裨益と日本のエネルギーセキュリティ向上に貢献する**技術及びサプライチェーンを特定する**
  - 上記の**技術・サプライチェーンの導入に際しての障壁を特定する**
  - 技術導入に際して検討すべき**具体的なビジネスモデルを想定し、案件組成のステップを整理し、導入障壁に対して必要な支援策を検討する**
  - 支援実施に向けて、有望なステークホルダーとなり得る**民間企業を特定し、事業開始に向けた論点整理を行う**

※1：アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ。5月24日から5月28日にかけて開催された「日ASEANビジネスウィーク」にて梶山産業大臣が表明した

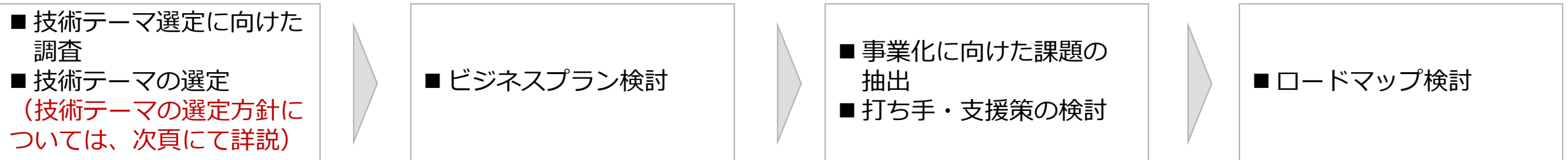
# 調査の全体像

## 技術テーマを選定し、事業化に向けたビジネスプラン・課題への打ち手・ロードマップを検討

前頁の背景・目的を踏まえ、下記のプロセスに基づき、**ASEAN5か国（インドネシア、マレーシア、タイ、ベトナム、フィリピン）**を対象に、日本の脱炭素技術の展開やサプライチェーンの構築を図る上で適切な**技術テーマを選定し**、事業化のための**ビジネスプラン**と、その実現に向けた**ロードマップ**を検討する：

- デスクトップ調査と、事業者や公的機関（NEDO等）へのヒアリング調査を実施し、特に現地ニーズ（現地の脱炭素化に貢献するテーマであるかどうか）、日本経済への貢献度（日本企業の技術の強みを発揮できるテーマであるかどうか）や、そのテーマに関する事業展開が日本企業に対して裨益をもたらさうかどうかの評価軸において、適切な技術テーマを選定する
- 選定した技術テーマにおいて事業化を行う場合のビジネスプランを検討する
- ビジネスプランの実現の上で障壁となりうる課題を抽出し、課題の解決策（打ち手）と、政府として必要となりうる支援策について整理し、ロードマップを作成する。支援策については、AETI・包括的資源外交の枠組みの活用や、JICA等による既存の支援事業との連携などの観点からも検討する

### 本調査のプロセス



# 技術テーマの選定方針

「クリーンエネルギー安定供給の重要性」があり、かつ「日本の技術優位性」と「現地ニーズ」が高い技術テーマを選定

- 日本に対する裨益をもたらしつつ、ASEAN諸国の脱炭素化に効果的に寄与する技術テーマを選定するために「クリーンエネルギー安定供給の重要性」があり、かつ「日本の技術優位性」と「現地ニーズ」考慮した
- より早期に事業を組成可能な技術を選定するため事業性に関する調査も実施した

↑ NEDO・事業者等へのヒアリングで補強 ↓

## クリーンエネルギー安定供給での重要性の整理

STEP 1& 2-1

- IEAの開発度進捗度マップが算定している各技術の脱炭素効果を基に、脱炭素貢献度の高い技術を抽出（脱炭素貢献度）
- エネルギー白書2021を参照し、ASEAN諸国へ技術を展開した際に向上が見込める3つの指標をもとに整理（日本への裨益）

## 日本企業の技術優位性の把握

STEP 2-2

- 上記にて整理した脱炭素技術について、日本企業の技術優位性・国際的競争力を整理(各社公開情報やIEAの開発進捗度マップ等を参照)

## ASEAN各国における技術ニーズの把握

### 政策動向

- 各技術について、各国の政策的な言及の有無、国営企業の取組の有無を調査

### 社会課題

- ASEAN各国における社会課題（停電や渇水など）の解決に資するかどうかを整理

### 現地における技術成熟度

- 現地企業の取組を調査し、技術的な成熟度を整理

### エネルギー・産業構造

- ASEAN各国のエネルギー構成や、産業部門におけるCO2排出量を整理

## 導入技術の事業性に関する調査

STEP 2-3

### 各国での日本企業の取組

- 日本企業の現地取組が存在するものを選定
- 検討の進捗度合いで優劣をつける

### IEA進捗度マップ・GI基金

- 事業性の成立のしやすさについては、客観的な指標としてIEAの進捗度マップとGI基金の実証事業計画を参照

### サプライチェーン整理

- 技術単体ではなくSC全体での事業性を評価するためSCの整理を実施

### 事業性に関わる外部環境

- ペナルティ規定(炭素税など)インセンティブ制度
- 相対的に事業性が高いと想定されるバリューチェーンを整理

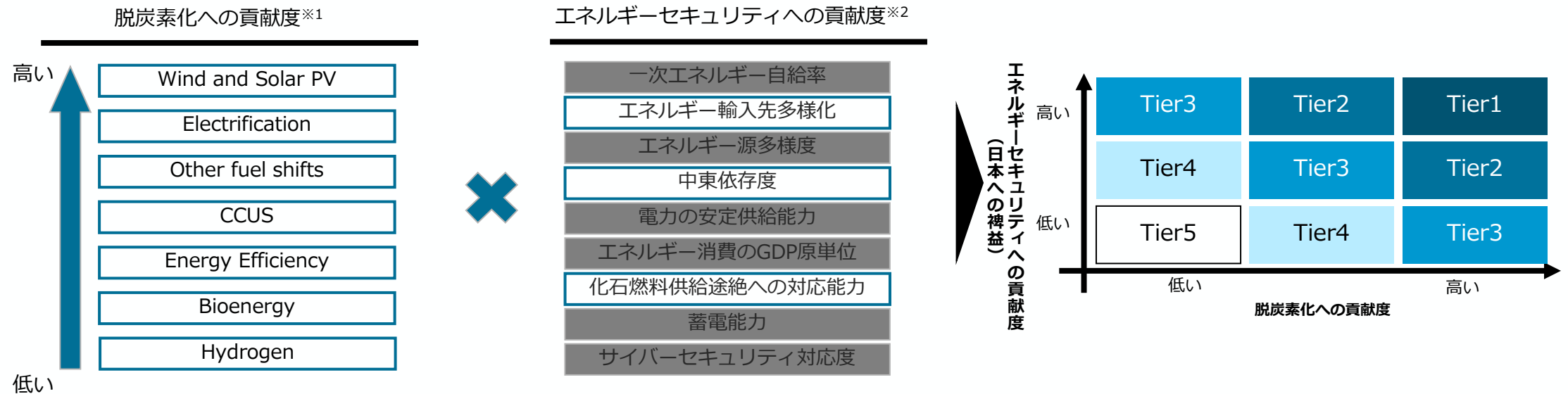
## **STEP 1&2-1**

# **クリーンエネルギー安定供給の重要性での整理**

# 1 クリーンエネルギー安定供給での重要性での整理

## クリーンエネルギー安定供給での重要性は、脱炭素貢献度・エネルギーセキュリティへの貢献度で整理

- IEAの“Net Zero Roadmap”を参照し、脱炭素化に資すると考えられる技術テーマを、Hydrogen、CCUS、Bioenergy、Wind and Solar PV、Electrification、Other fuel shifts、Energy Efficiencyの7つにグループ分けし、脱炭素貢献度を整理。1~7位まで順位付けをし、順位に応じて得点を設定する形で整理した（例:1位→7点、7位→1点）
- エネルギーセキュリティへの貢献度については、「エネルギー白書2021」に記載されている9つの指標を参照。そのうち、本事業に関連する3つの指標（エネルギー輸入先の多様化、中東依存度、化石燃料供給途絶への対応能力）を抽出し、整理した（3つ指標に当てはまった場合、各1点ずつ加算する形で得点を設定した）
- 上記の二つの観点を縦軸・横軸とし、Ties付け(マッピング)を行った



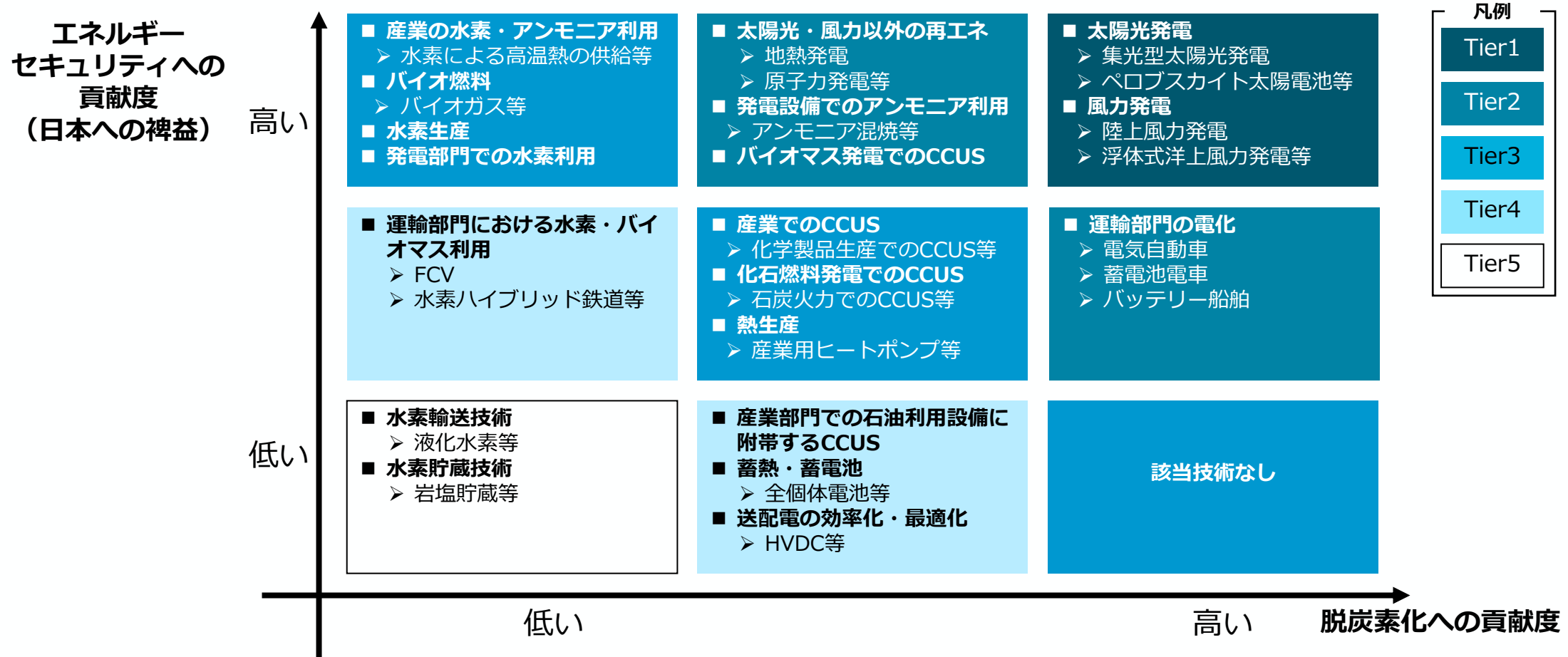
出典：※1：IEA「[Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach – Analysis – IEA](#)」（2023）

※2：資源エネルギー庁「[エネルギー白書2021](#)」（2021）

# 1 クリーンエネルギー安定供給での重要性での整理

クリーンエネルギー安定供給での重要性に基づく技術テーマの整理の結果は、以下の通り

- 太陽光発電等の再エネ設備や発電設備へのアンモニア利用、バイオマス発電でのCCUS利用が、脱炭素化への貢献度、及び日本経済・エネルギーセキュリティへの貢献度（日本裨益）の観点から特に効果が高いと整理された



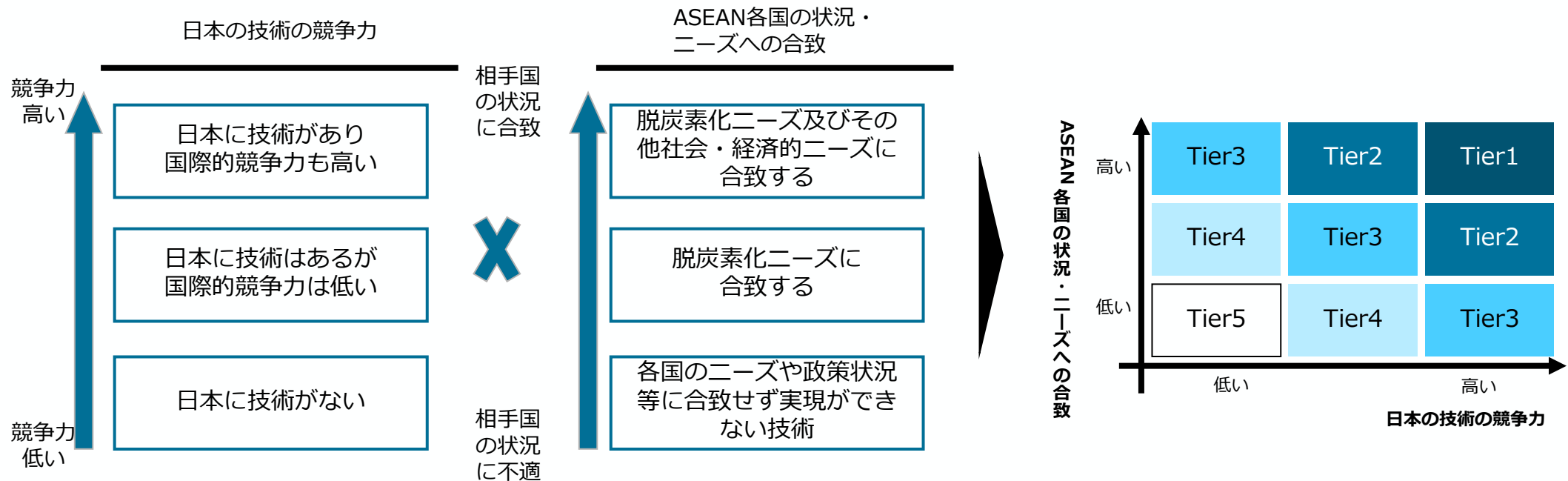
## **STEP 2-2**

**日本企業の技術優位性の把握及びASEAN各国における技術ニーズの把握**

## 2 日本技術優位性と現地ニーズの適合性

### STEP2-1での整理結果に、日本企業の技術の競争力・ASEAN主要国のニーズを反映

- 本STEP2-2では、前のSTEP2-1での技術テーマの整理の結果を前提としつつ、各技術テーマに関する日本企業の技術の国際的な競争力と、ASEAN各国において想定されるニーズへの合致度により、別途マッピングした
- 日本企業の技術の国際的な競争力については、各企業の取組状況等をデスクトップ調査によって抽出し、整理した
- ASEAN各国のニーズについては、各国のエネルギー計画・関連政策の情報などをもとに整理を行った



## 2 ASEAN各国の状況（ニーズの調査）

### 分析結果①（インドネシア、マレーシア、タイ）

- インドネシア、マレーシア、ベトナムとも、足元では化石燃料への依存度が高い。各国とも再エネ導入量を増やす方針であるが、再エネのポテンシャルにばらつきがある

	供給側	CCS	インフラ	利用側				
インドネシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発電の約84%を化石燃料で担っている               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 特に約62%を石炭が占めるなど<b>石炭への依存度は高い</b></li> <li>➢ バイオエネルギーや水力発電の導入はあるが、<b>変動型再エネの導入はほとんどない</b></li> </ul> </li> <li>■ 国別産出量で石炭2位、ガス9位、埋蔵量でニッケル1位等となっており豊富な天然資源を有する</li> <li>■ 太陽光・風力発電ポテンシャルの大半が<b>高コスト</b></li> </ul>	1400億 ton CO2	■ 島間の <b>インフラ格差</b> が存在している	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 産業部門におけるCO2排出量は変わっていない               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 排出量はベトナムに次いで2番目</li> </ul> </li> </ul>				
					化石燃料		再エネポテンシャル	
					石油	石炭	ガス	太陽
	○	○	○	△	○	○	○	○
マレーシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発電の約80%を化石燃料で担っている               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ガスが約37%、石炭が約43%を占めている</li> </ul> </li> <li>■ <b>再エネの比率の伸びは少ない</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 近年は減退している</li> <li>➢ 再エネの大半を<b>水力</b>が担っている</li> </ul> </li> <li>■ 排出量は全体で伸びている傾向               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 石炭・ガスの排出量は伸びている</li> </ul> </li> <li>■ 太陽光発電ポテンシャルの大半が<b>高コスト</b>なもの</li> </ul>	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 産業部門におけるCO2排出量は<b>上昇傾向</b></li> </ul>				
					化石燃料		再エネポテンシャル	
					石油	石炭	ガス	太陽
	△	○	△	△	×	○	×	△
タイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発電の約84%を化石燃料で担っている               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 特に約68%をガスが占める</li> <li>➢ 変動型再エネの伸びは鈍化</li> </ul> </li> <li>■ 排出量は全体で伸びている傾向               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <b>石炭の排出量は減少</b>傾向</li> <li>➢ 他方で<b>ガスの排出量が増加</b>傾向</li> </ul> </li> <li>■ 太陽光発電ポテンシャルの大半が<b>高コスト</b>なもの</li> <li>■ 風力発電ポテンシャルの大半が<b>低コスト</b>なもの</li> </ul>	90億 ton CO2	■ 送電線や売電関連 <b>インフラ整備が必須</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 産業部門におけるCO2排出量は<b>上昇傾向</b></li> </ul>				
					化石燃料		再エネポテンシャル	
					石油	石炭	ガス	太陽
	△	○	○	○	△	△	×	○

## 2 ASEAN各国の状況（ニーズの調査）

### 分析結果②（ベトナム、フィリピン）

- ベトナム・フィリピンも再エネの導入に力を入れているが、導入量の増加は鈍化してきている

	供給側								CCS	インフラ	利用側
	化石燃料			再生エネルギーポテンシャル							
	石油	石炭	ガス	太陽	風力	水力	地熱	バイオ			
ベトナム	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発電の約57%を化石燃料で担っている               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水力発電を中心に再エネの割合が他の東南アジア諸国よりも高い</li> <li>➢ 再エネの比率を順調に伸ばしていたが、近年は石炭の比率が高まりつつある</li> </ul> </li> <li>■ 太陽光・風力発電ポテンシャルの大半が低コスト</li> <li>■ GHG排出量は世界で第21位ASEANの中で第2位</li> </ul>								120億 ton CO2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再エネの大量導入により、出力抑制が生じている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 産業部門におけるCO2排出量は上昇傾向               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 排出量は対象国の中で最も大きい</li> </ul> </li> </ul>
フィリピン	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発電の約77%を化石燃料で担っている               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 特に石炭が62%を占めている</li> <li>➢ 石炭及びガスは近年伸びている</li> </ul> </li> <li>■ 再エネの比率の伸びは少ない               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水力・バイオマス近年は減退している</li> <li>➢ 太陽光・風力は伸びているがわずか</li> </ul> </li> <li>■ 太陽光・風力発電ポテンシャルの大半が高コスト</li> </ul>								230億 ton CO2	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 産業部門におけるCO2排出量は縮小傾向であったが、近年は上昇中</li> </ul>
	△	○	△	○	○	○	×	○			
	△	○	○	○	△	△	×	×			

## 2 ASEAN各国の政策を踏まえたニーズ・課題（1/3）

### 分析結果①（インドネシア、マレーシア）

- インドネシアでは石炭火力を段階的に縮小していく方針である反面、今後一定期間は石炭への依存が続く予定で、混焼技術やCCUSの利用等の石炭火力の脱炭素化技術に需要があると考えられる
- マレーシアでは水素・アンモニア・バイオマス混焼に加え、水素サプライチェーンの構築に需要があると考えられる

	政府の脱炭素化に向けた取組大枠	その他考慮すべきニーズ・課題
インドネシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 供給側に関する政策           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ PLN は国内市場義務の枠組みにおいて、発電に必要な燃料炭の供給を固定価格で確保している</li> <li>➢ 今後30年間、国内の電力の大部分を石炭火力で賄う</li> <li>➢ 水素を主要な燃料とすることを旨とする</li> </ul> </li> <li>■ 利用側に関する政策           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 運輸部門の水素利用、バイオマス混焼の実施、CCUS/CCSや水素の利用など、低炭素燃料やクリーンな発電技術への移行を進める計画</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギーに関連する取組・特徴           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 国営電力会社PLNは、今後、石炭火力発電所の建設を段階的に縮小する意向</li> <li>➢ CCUS/CCS技術やバイオマス混焼の活用</li> <li>➢ 2056年までに石炭火力発電を廃止する方針を示している</li> </ul> </li> <li>■ エネルギーに関連する社会課題           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 島間の再エネ資源・インフラ格差</li> </ul> </li> <li>■ その他社会課題           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 所得格差</li> </ul> </li> </ul>
マレーシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 供給側に関する政策           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2050年までのカーボンニュートラル達成を公約に掲げる</li> <li>➢ 新規の石炭火力発電所建設の凍結を計画</li> <li>➢ 経済大臣は、原子力の利用を否定していない</li> </ul> </li> <li>■ 利用側に関する政策           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 海上輸送での液化天然ガス使用比率を25%へ増大させる</li> <li>➢ 大型車へのバイオ燃料の導入</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギー関連に関する取組・特徴           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ PETRONASとENEOSがCO2フリー水素サプライチェーン構築検討               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CCUS技術活用、メタネーション</li> </ul> </li> <li>➢ 天然ガス及び輸入石炭に関してコスト面での優位性がある               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 再エネの導入ペースが緩やかになっている</li> </ul> </li> <li>➢ マレーシアで商業利用されている再エネは、太陽光・水力・バイオマスの3種類</li> <li>➢ 水素・アンモニア・バイオマス混焼技術に関するプロジェクト多数</li> </ul> </li> </ul>

## 2 ASEAN各国の政策を踏まえたニーズ・課題（2/3）

### 分析結果②（タイ、ベトナム）

- タイにおいては発電・産業部門におけるCCUSやバイオ産業に需要があることに加え、乾季の渇水等の社会課題をエネルギー課題と同時に解決するような技術にニーズがあると考えられる
- ベトナムでは太陽光、風力発電、バイオマスが有望であり、再エネニーズが主要だが、LNG火力開発、輸入増の方針を示しており、CCUS及び水素の利活用に関するPJも多数あることから、火力発電の脱炭素化ニーズがあると考えられる

	政府の脱炭素化に向けた取組大枠	その他考慮すべきニーズ・課題
タイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 供給側に関する政策           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ BCG経済モデルを中心としたエネルギー戦略               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ バイオ産業への投資</li> </ul> </li> <li>➢ 4D1Eに沿った取組</li> <li>➢ タイは新たな電源計画に小型原発の導入を盛り込む方針</li> <li>➢ グリッドの整備等</li> </ul> </li> <li>■ 利用側に関する政策           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 工場・産業のグリーン化、発電・産業部門へのCCUS導入</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギー関連に関する取組・特徴           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ EVシフトによる電力利用の増加</li> </ul> </li> <li>■ エネルギーに関連する社会課題           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 大気汚染</li> <li>➢ 乾季の渇水</li> </ul> </li> <li>■ その他社会課題           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 所得格差</li> <li>➢ 新産業創出・高付加価値化</li> </ul> </li> </ul>
ベトナム	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 供給側に関する政策           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2045年までに再エネ比率を25~30%へ引き上げる</li> <li>➢ 石炭火力や水力への依存を下げていく方針</li> <li>➢ PDP8内で小規模原子力の導入について検討している</li> <li>➢ LNG火力の開発、輸入増を明示</li> </ul> </li> <li>■ 利用側に関する政策           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 廃熱・ガス回収、燃料転換を重視</li> <li>➢ エネルギー需要の10%を水素で賄う</li> <li>➢ 水素エネルギー技術を開発投資の優先順位が高い先端技術リストに規定している</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギー関連に関する取組・特徴           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日射量から太陽光、風況から風力発電、燃料の観点からバイオマスが有望               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 太陽光では屋根置き、風力では陸上風力が有望</li> </ul> </li> <li>➢ 水素・アンモニア製造及び二酸化炭素回収・貯留（CCS）/二酸化炭素回収・利用・貯留（CCUS）事業を対象とした共同事業機会も追究するためエネルギーに関連する社会課題の解決も必要</li> <li>➢ 電力料金の値上げからの省エネニーズ</li> <li>➢ 水素エネルギー技術を応用したプロジェクトは、ハイテク分野への投資に関する法律にもとづき、投資優遇措置を受けることができる</li> </ul> </li> </ul>

## 2 ASEAN各国の政策を踏まえたニーズ・課題（3/3）

### 分析結果③（フィリピン）

- フィリピンでは石炭火力の新設を凍結している反面、天然ガスを移行燃料としてみなし、LNG輸入や発電への取組が盛んであり、ガス火力発電の脱炭素化に資する技術にニーズがある。また多排出産業の低炭素化への取組や原子力発電に対するニーズがあると考えられる

#### 政府の脱炭素化に向けた取組大枠

#### その他考慮すべきニーズ・課題

#### フィリピン

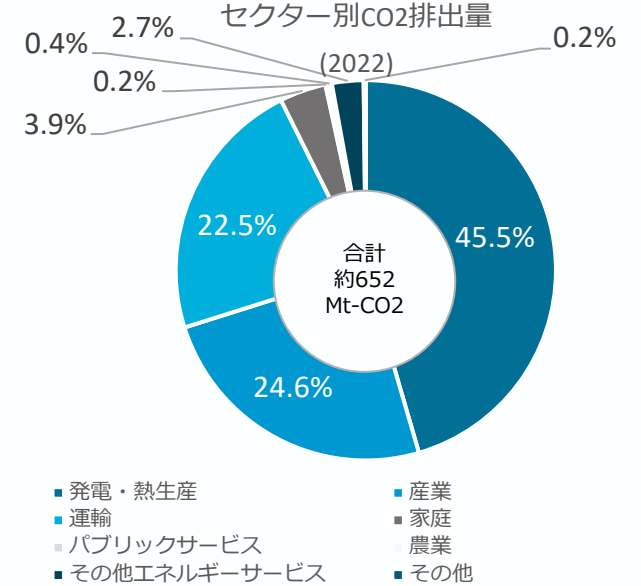
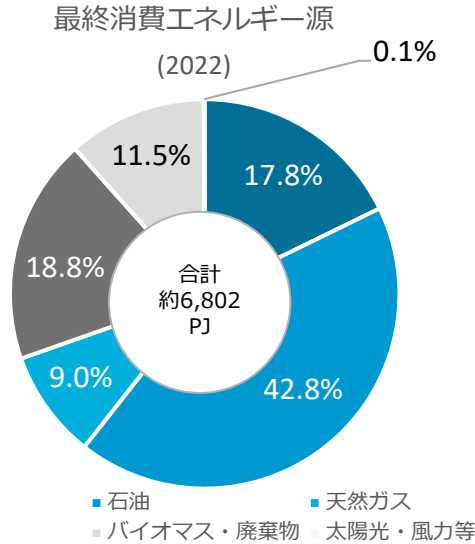
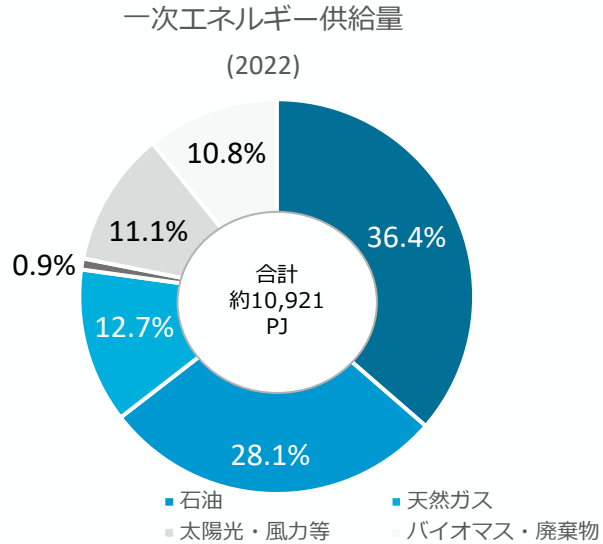
- 供給側に関する政策
  - 2050年又は2060年のネットゼロ目標
  - 再エネ発電ポテンシャルが高いエリアを「CREZ」として選定し、送電網の設置・拡充を計画的に進める
  - 石炭火力発電の新設認可を凍結
  - 天然ガスを移行燃料としてみなす
  - 原発の2030年代の稼働を目指す
- 利用側に関する政策
  - 運輸セクターの転換（バイオ燃料等）
  - 多排出産業の低炭素化への取組を重視

- エネルギー関連に関する取組・特徴
  - 個々のイニシアティブをまとめ、国としてカーボンニュートラルへの道筋を打ち出せていない
  - フィリピン電力は液化天然ガス（LNG）輸入や発電、自然エネルギー導入推進に関して連携を結んでいる
  - CO2フリーの自立型水素エネルギー供給システム構築に向けて東芝エネルギーシステムズとフィリピン電化庁が連携

# 【参考】各国のエネルギー構成、CO2排出量

## インドネシア

エネルギー構造※1



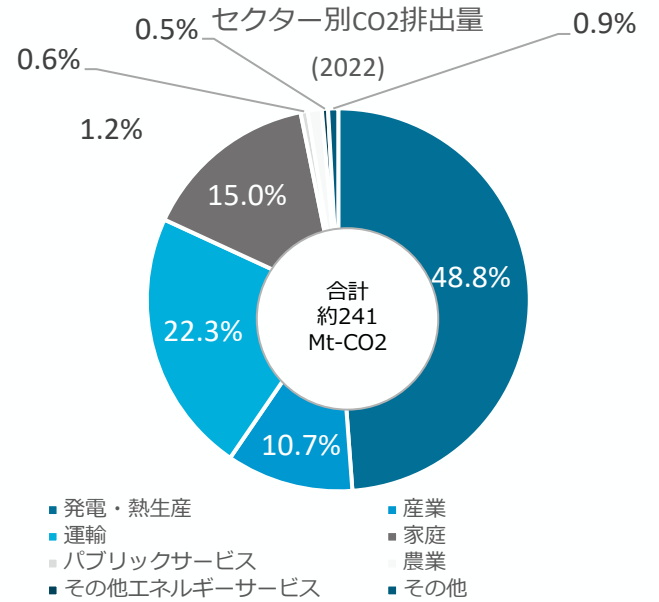
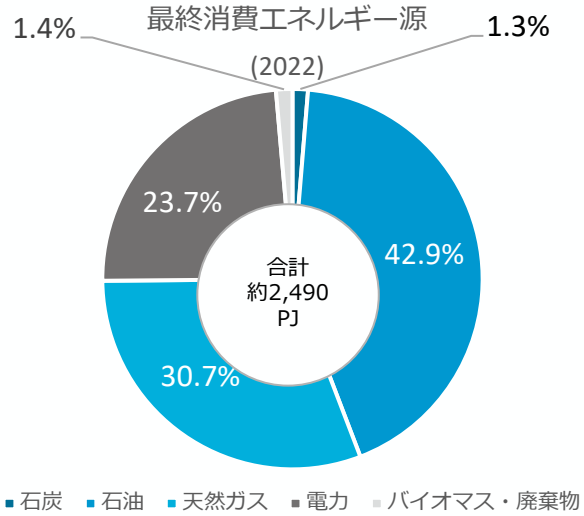
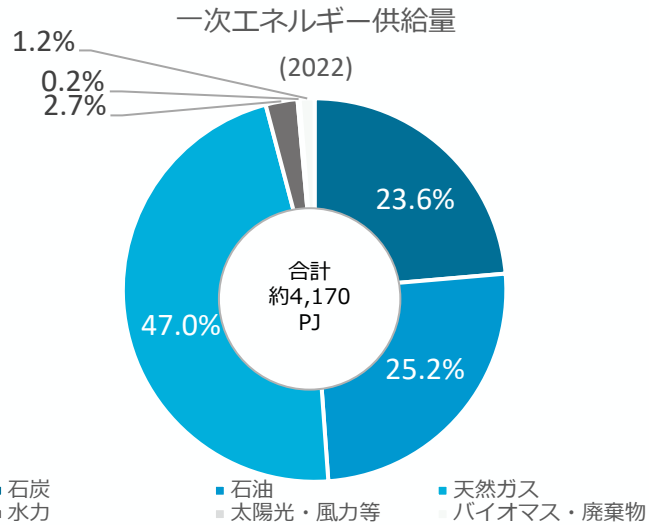
エネルギー政策・目標※2

省エネ	再エネ	化石燃料	気候変動	水素	CCS
<ul style="list-style-type: none"> <li>2025年までにエネルギー原単位を年1%削減することを目標として設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一次エネルギー供給に占める「新エネルギーと再エネ」の割合を2025年までに23%、2050年までに31%に拡大</li> <li>2021年から2030年までの電力容量追加における再エネのシェアを52%にする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的な資金提供を条件に、<b>2040年代に石炭火力の段階的廃止</b>を加速することを検討             <ul style="list-style-type: none"> <li>他方で今後30年間、国内の電力の大部分を石炭火力で賄う</li> <li>PLNは国内市場義務の枠組みで、発電に必要な燃料炭の供給を固定価格で確保</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的な支援を受けて、2030年までにGHG排出量をBAUレベルから41%削減すると設定</li> <li>2060年まで又はそれよりも早期に、ネットゼロ排出量に到達するための長期戦略を設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2023年6月に開催された第1回AZEC高級事務レベル会合で、<b>水素とアンモニアの導入に関する基本計画策定について合意</b></li> <li>水素戦略ロードマップを2023年に策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>世界のCO2貯留ハブになることを目指し、国境を越え<b>CCS/CCUS</b>に対処することを目的とした政策を検討</li> <li>エネルギー鉱物資源大臣(MEMR)規則2023年第2号で<b>CCS/CCUS</b>に関する規制設定</li> </ul>

# 【参考】各国のエネルギー構成、CO2排出量

## マレーシア

エネルギー構造※1



エネルギー政策・目標※2

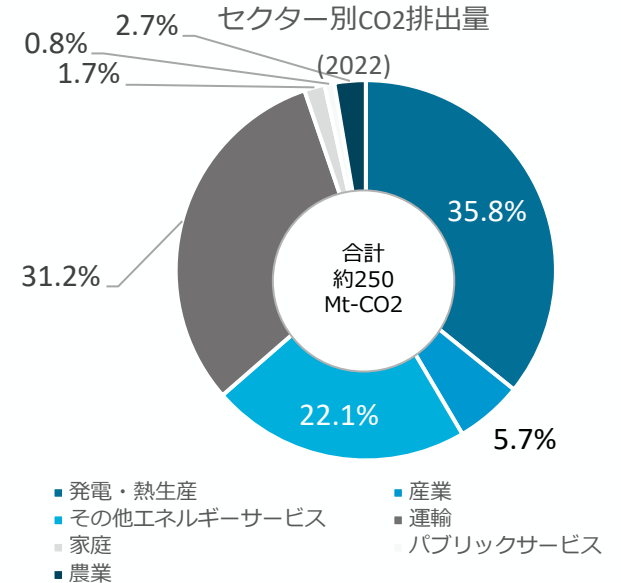
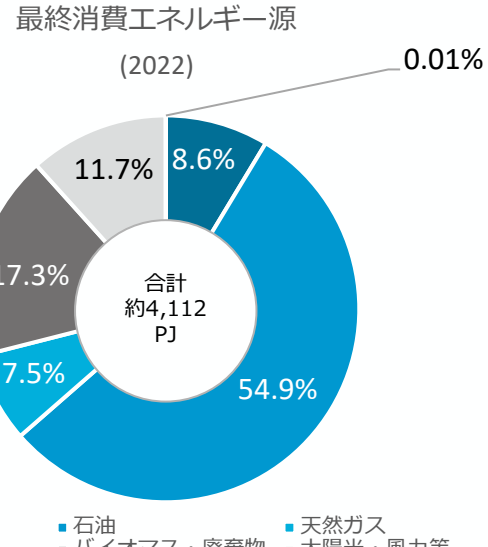
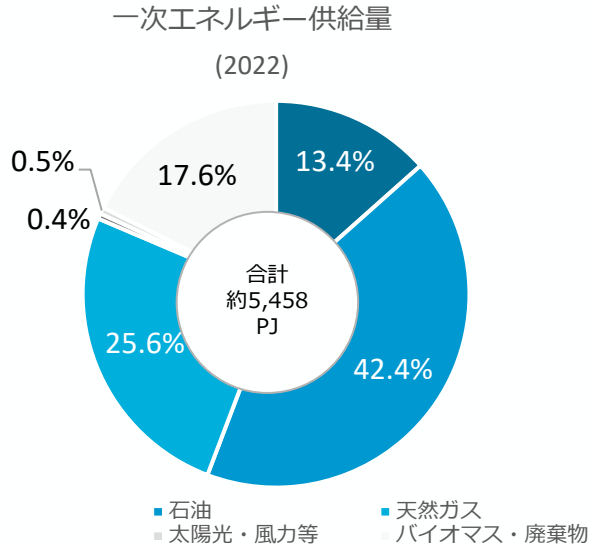
省エネ	再エネ	化石燃料	気候変動	水素	CCS
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 基準設定、ラベリング、エネルギー監査、建物設計の方法で産業及び建築部門のエネルギー効率を促進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2025年までに再エネ設備容量のシェアを31%にする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新規の石炭火力発電所建設の凍結を計画</li> <li>■ 海上輸送での<b>液化天然ガス使用比率を25%へ増大</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GHG原単位を2030年までに2005年比で35%削減し、国際的な支援の場合は45%削減</li> <li>■ 2050年までにCN</li> <li>■ 2024年度国家予算案で、環境技術設備や資産の購入に関するグリーン投資税額控除やGITEなどの申請期限延長が盛り込まれた</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2023年10月「水素経済・技術ロードマップ」を発表し、「グリーン水素」の生産能力を年間250万トンまで高める一方、化石燃料由来の「グレー水素」を全廃することを目指す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2024年度国家予算案では、グリーン投資を促す優遇策として、<b>CCUS事業に対する優遇税制を新たに検討することも明記</b></li> <li>■ エネルギー天然資源省 (KETSA) が率いて、<b>CCSに関する法整備に取り組む</b></li> </ul>

出典：※1：IEA「Malaysia - Countries & Regions - IEA」(2022)、※2：IEA「Southeast Asia Energy Outlook 2022」(2022)、各国の最新のエネルギー計画

# 【参考】各国のエネルギー構成、CO2排出量

## タイ

### エネルギー構造<sup>※1</sup>



### エネルギー政策・目標<sup>※2</sup>

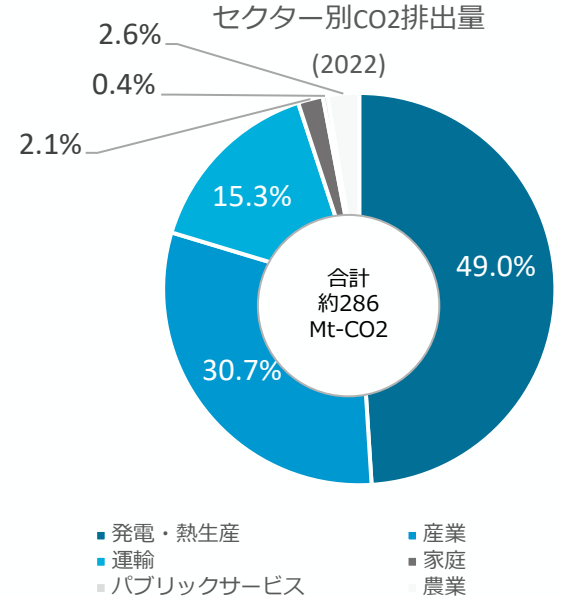
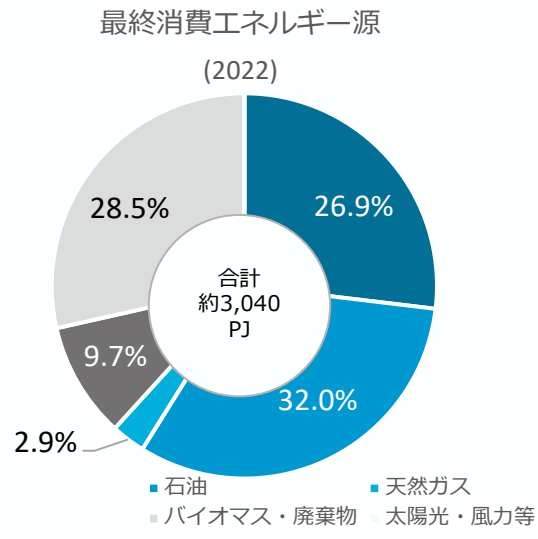
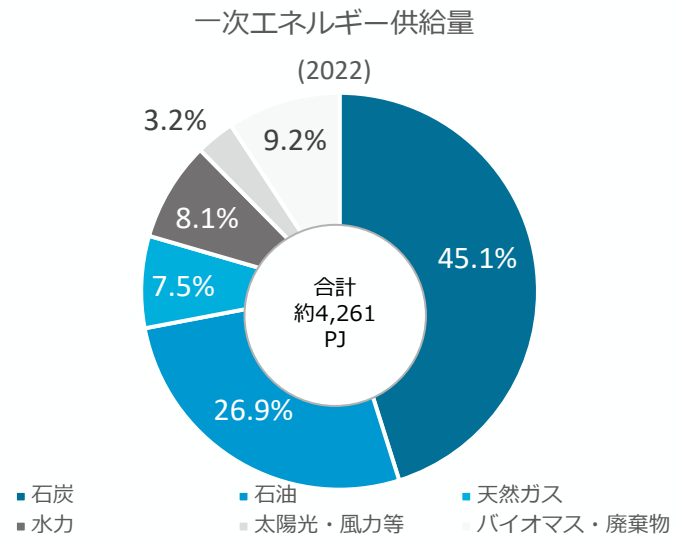
省エネ	再エネ	輸送	気候変動	水素	CCS
<ul style="list-style-type: none"> <li>2036年までにエネルギー原単位を2010年比30%削減する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2037年までに、最終エネルギー消費量全体に占める再エネの割合を30%にする</li> <li>2037年までに、再エネベースの電力のシェアを容量で36%、発電で20%</li> <li>2036年までに輸送用燃料消費量に占める再エネの割合を25%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2036年までにEV120万台、充電ステーション690か所まで増加</li> <li>EVシフトにより、EV利用の増加や世界のEVハブ化を目指す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030年までにGHG排出量をBAUレベルから20%削減し、国際的な支援消化の場合は25%</li> <li>2050年にCN、2065年までにGHG排出量ネットゼロ</li> <li>技術移転/協力と資金調達の支援がある場合、2050年にGHG排出量をネットゼロ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2024~2037年の長期電源開発計画最新版に水素燃料を含める計画</li> <li>水素燃料からの電力を全電力量の5%</li> <li>タイ政府と産業界は、よりクリーンなエネルギーの利用を促進するために「水素エコノミー」構築の準備を進めている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工場・産業のグリーン化、発電・産業部門へのCCUS導入を目指す</li> <li>現在CCSに関する法制度は整備されていないが、タイ政府は、今後CCUSに関する法整備を進めると発表</li> </ul>

出典：※1：IEA「Thailand - Countries & Regions - IEA」、※2：IEA「Southeast Asia Energy Outlook 2022」（2022）、各国の最新のエネルギー計画

# 【参考】各国のエネルギー構成、CO2排出量

## ベトナム

エネルギー構造※1



エネルギー政策・目標※2

再エネ	化石燃料	気候変動	水素
<ul style="list-style-type: none"> <li>再エネの一次エネルギー総供給量における目標の割合を、2030年に15～20%、2050年に25～30%</li> <li>2030年までに太陽光発電と風力発電の設備容量を31～38GW</li> <li>2030年までに洋上風力発電の設備容量を4GW、2045年までに36GW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2040年代までに石炭火力発電を段階的に廃止</li> <li>2030年までに石炭設備容量のシェアを31%にする計画</li> <li>LNG火力の開発、輸入増を明示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的な支援により、GHG排出量を2030年までに9%、BAUレベルから27%削減</li> <li>エネルギー使用によるGHG削減の目標: BAUレベルから2030年までに15%、2045年までに20%にする</li> <li>2050年までにネットゼロエミッションを達成</li> <li>石炭火力や水力への依存を下げっていく方針</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素戦略を発表し、2030年までに年間10万～50万トン、2050年までに年間1,000万～2,000万トンの生産能力を目指す</li> <li>2050年までに国内エネルギー需要の10%を水素で賄うことを目指している</li> <li>水素エネルギー技術を応用したプロジェクトは、ハイテク分野への投資に関する法律にもとづく投資優遇措置を設定</li> </ul>

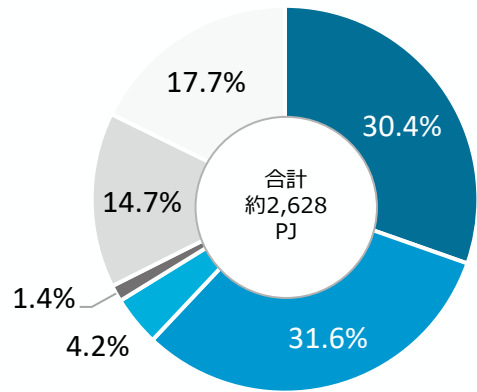
出典：※1：IEA「Viet Nam - Countries & Regions - IEA」(2022)、※2：IEA「Southeast Asia Energy Outlook 2022」(2022)、各国の最新のエネルギー計画

# 【参考】各国のエネルギー構成、CO2排出量

## フィリピン

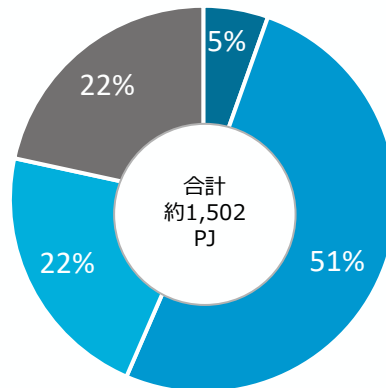
エネルギー構造※1

一次エネルギー供給量 (2022)



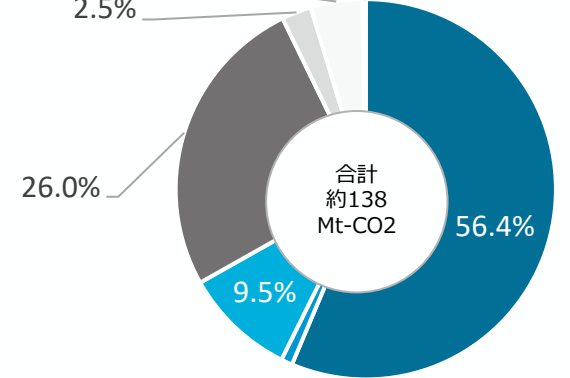
■ 石炭 ■ 石油 ■ 天然ガス ■ 風力・太陽光 ■ バイオマス・廃棄物 ■ 水力

最終消費エネルギー源 (2022)



■ 石炭 ■ 石油 ■ 電力 ■ バイオマス・廃棄物

セクター別CO2排出量 (2022)



■ 発電・熱生産 ■ 産業 ■ 農業 ■ その他エネルギーサービス ■ 運輸 ■ パブリックサービス ■ 漁業

エネルギー政策・目標※2

省エネ	再エネ	化石燃料	気候変動	水素	バイオマス
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギー原単位を2030年までに2010年比で40%削減す</li> <li>■ 2030年までにエネルギー消費量をベースライン予測から年率1.6%削減</li> <li>■ 2040年までにエネルギー原単位と総エネルギー消費量をBAUレベルと比較して24%削減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2030年までに再エネ設備容量を15GW</li> <li>■ <b>再エネ発電ポテンシャルが高いエリアを「CREZ」として選定し、送電網の設置・拡充を計画的に進める</b></li> <li>■ 原発の2030年代の稼働を目指す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 既に承認されているもの以外の<b>新規石炭火力発電所をゼロ</b></li> <li>■ <b>天然ガスを移行燃料としてみなす</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 多排出産業の低炭素化への取組を重視</li> <li>■ 国際的な支援を条件に、2030年までにGHG排出量をBAUレベルから70%削減</li> <li>■ 多排出産業の低炭素化への取組を重視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ グリーン水素を含め、幅広く水素産業の振興のために投資優遇措置</li> <li>■ 既存の法律を活用し優遇措置を実施する方針</li> <li>■ 投資誘致を広げることを目指しており、優遇措置の詳細や、<b>水素技術の開発・導入に関するロードマップについて発表予定</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2006年のバイオ燃料法により、自動車等に使用される液体燃料へのバイオ燃料の含有が義務付けられている</li> <li>■ 2019年にバイオマス発電事業について外資規制が緩和され、外資系企業による100%の出資が可能になっている</li> </ul>

出典：※1：IEA「Philippines - Countries & Regions - IEA」(2022)、※2：IEA「Southeast Asia Energy Outlook 2022」(2022)、各国の最新のエネルギー計画

## **STEP 2-3**

# **導入技術の事業性に関する調査**

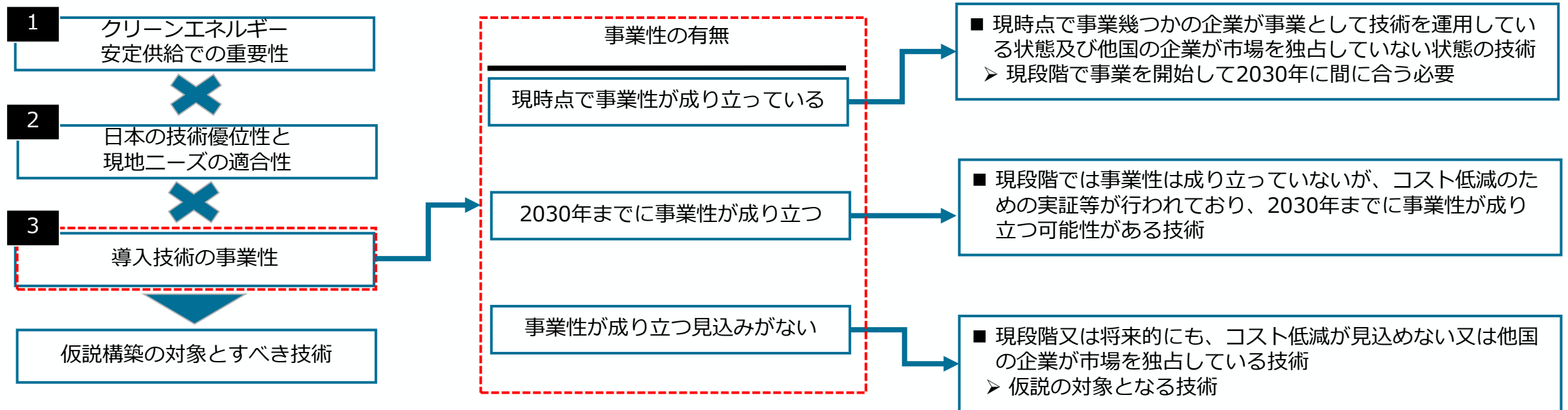
### 3 導入技術の事業性評価

#### 検討方針：対象技術の抽出方法

■ IEAによる“Net Zero Roadmap”※1 に記載されている技術について、事業性の成り立ちやすさを確認する

➢ 2030年までに事業性が成り立つ可能性が高い技術を、以下の観点で抽出

- ① IEAが同レポートにて定めているTRL(Technology Readiness Level) が、9以上である技術
- ② GI基金にて2030年までに国際的な競争力を持つコストまで低減する計画を持つ技術（実証計画等を参照）
- ③ 現時点で日本企業が技術を運用しており、かつ他国企業も類似技術で市場独占していない状態に合致するものも、事業性が成り立ちうると判別（諸外国の補助金を考慮せず成り立つことを前提とする。）



### 3 導入技術の事業性評価

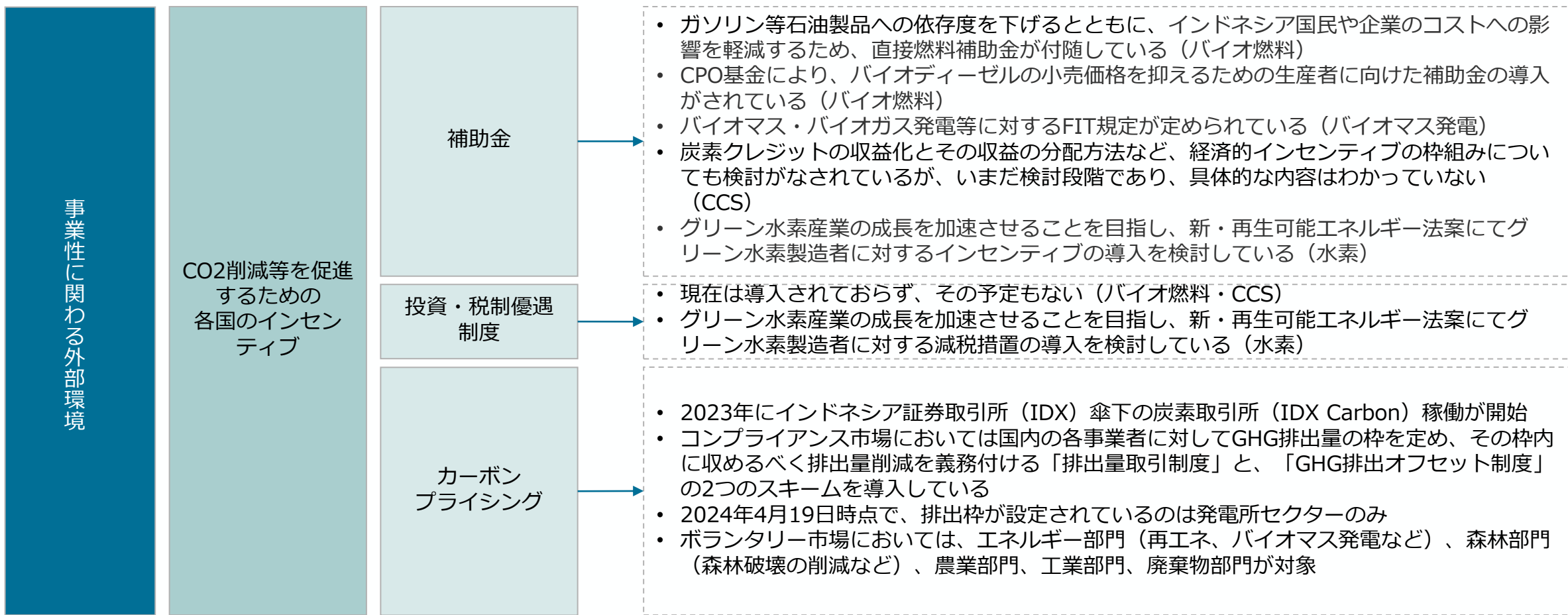
#### 検討方針：評価方法（レベル分け）の設定

STEP2-1と2-2の整理と、前ページの事業性の考え方を踏まえ、日本の技術の優位性・クリーンエネルギー安定供給における重要性・現地ニーズが高いものにつき、事業性の観点でレベル分けを行う

事業性	事業性の定義	関連する技術（例）	必要な我が国の制度的介入（例）		
高 Lv4	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030年までに事業性が成立する可能性は低い(ハイライト対象外)が、日本技術の優位性・現地ニーズ・クリーンエネルギー安定供給における重要性は高く、必要な技術として制度導入等により支援を進めなければならないもの</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素・アンモニアの発電・CCS/CCUS技術</li> </ul>	大規模制度導入 (環境価値取引等)	実証 (技術開発)	補助
Lv3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030年までに事業性が成立する見込みがあるが、補助や今後の実証・技術開発によりコスト低減が必要な状態</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規再エネ技術                             <ul style="list-style-type: none"> <li>浮体式洋上風力</li> <li>ペロブスカイト太陽電池</li> </ul> </li> <li>水素の産業・運輸利用等</li> </ul>			
Lv2	<ul style="list-style-type: none"> <li>既に事業性は成り立っているが、更なる展開のためには一定の補助がある方が望ましい状態</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>従来の再エネ技術                             <ul style="list-style-type: none"> <li>屋根置き太陽光</li> <li>陸上風力等</li> </ul> </li> </ul>			
低 Lv1	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状技術開発が完了しており、事業拡大も補助なしで成立する状態</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>産業用ヒートポンプ等</li> </ul>			なし

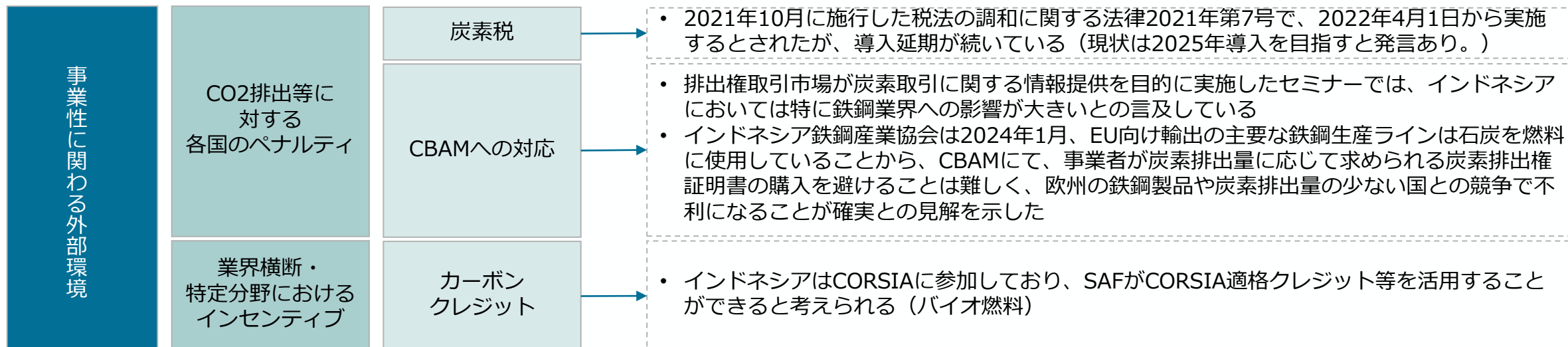
# インセンティブやペナルティの観点からの事業性に資する外部環境の調査・整理

## インドネシア



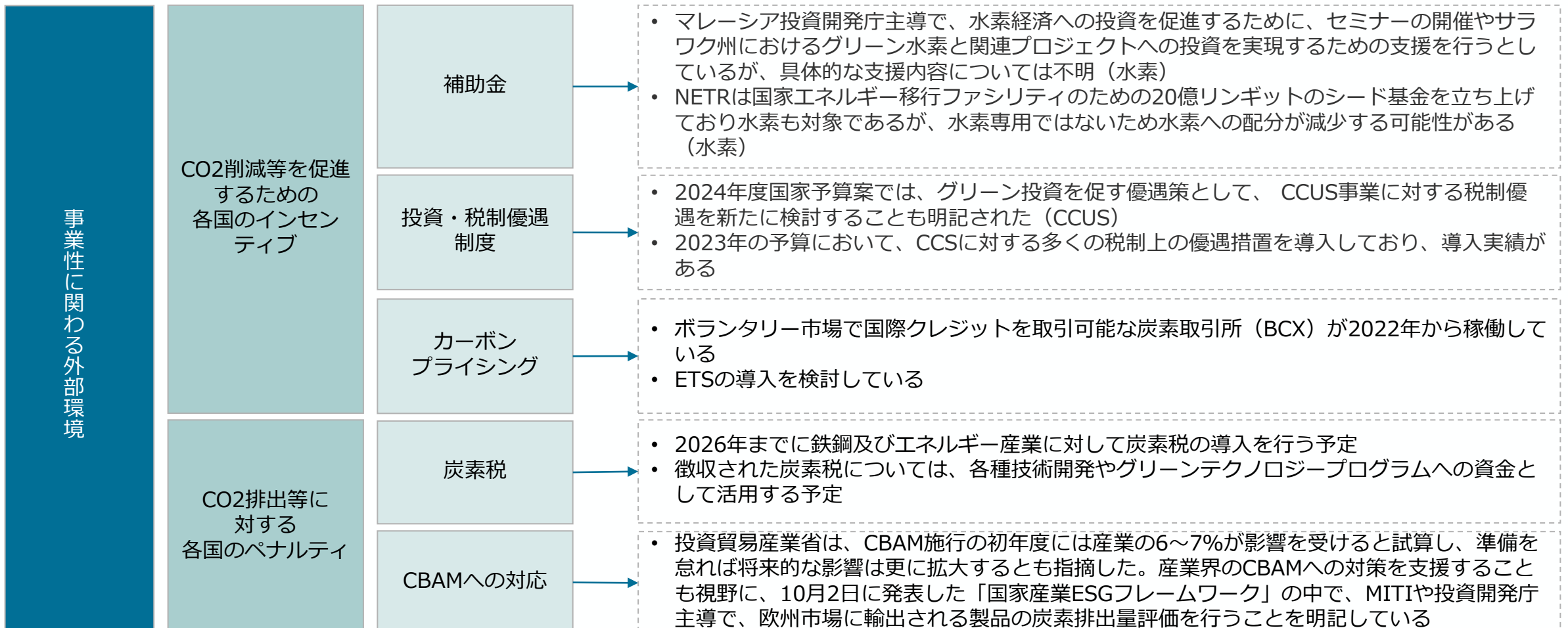
# インセンティブやペナルティの観点からの 事業性に資する外部環境の調査・整理

## インドネシア



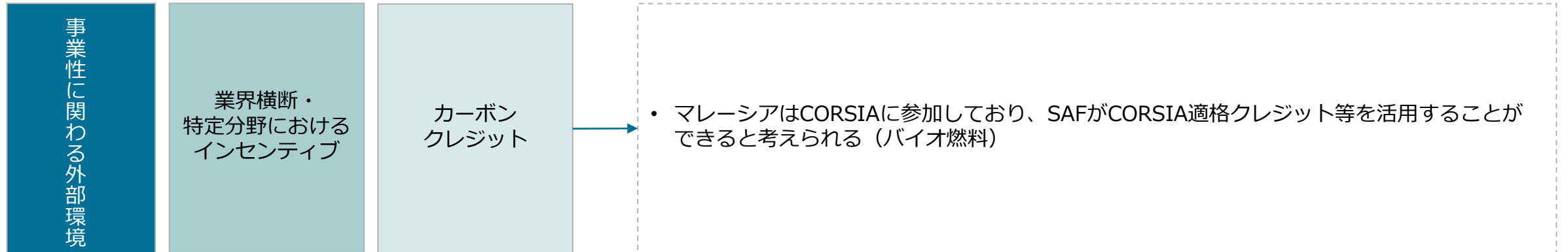
# インセンティブやペナルティの観点からの 事業性に資する外部環境の調査・整理

## マレーシア



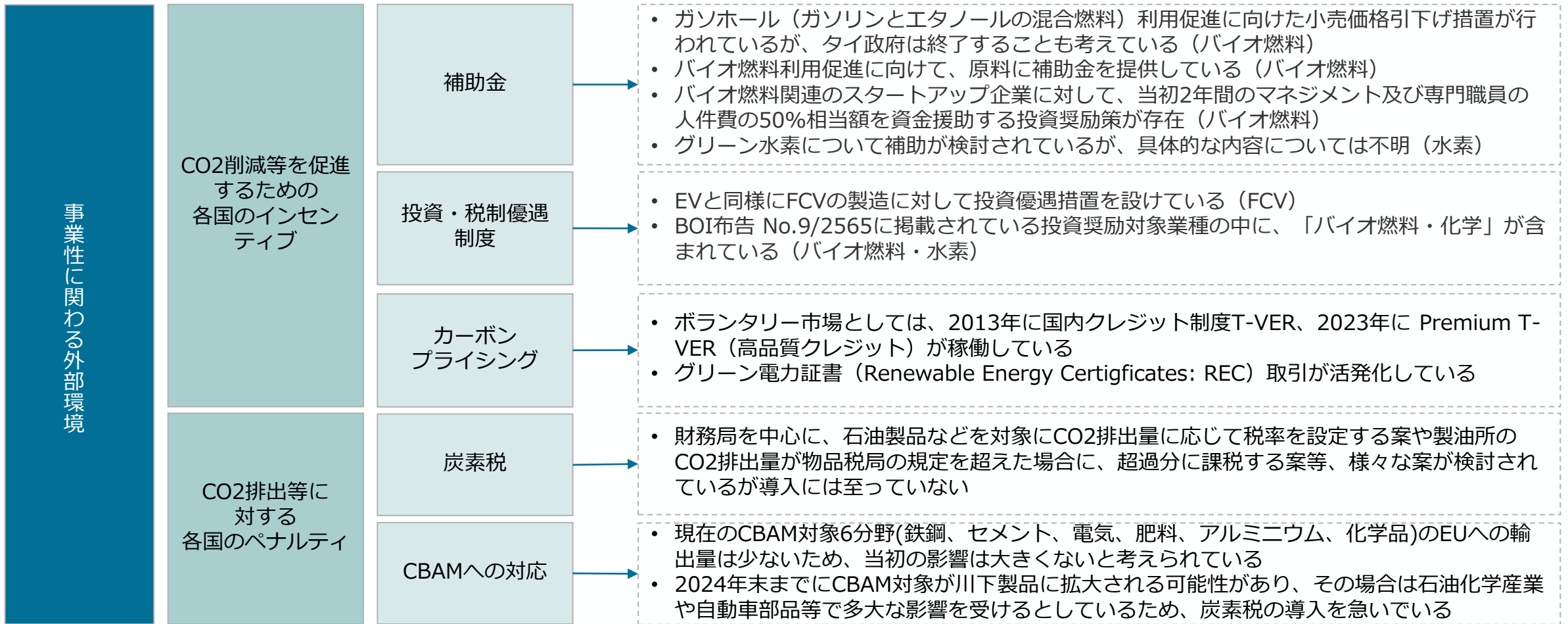
# インセンティブやペナルティの観点からの 事業性に資する外部環境の調査・整理

## マレーシア



# インセンティブやペナルティの観点からの 事業性に資する外部環境の調査・整理

## タイ



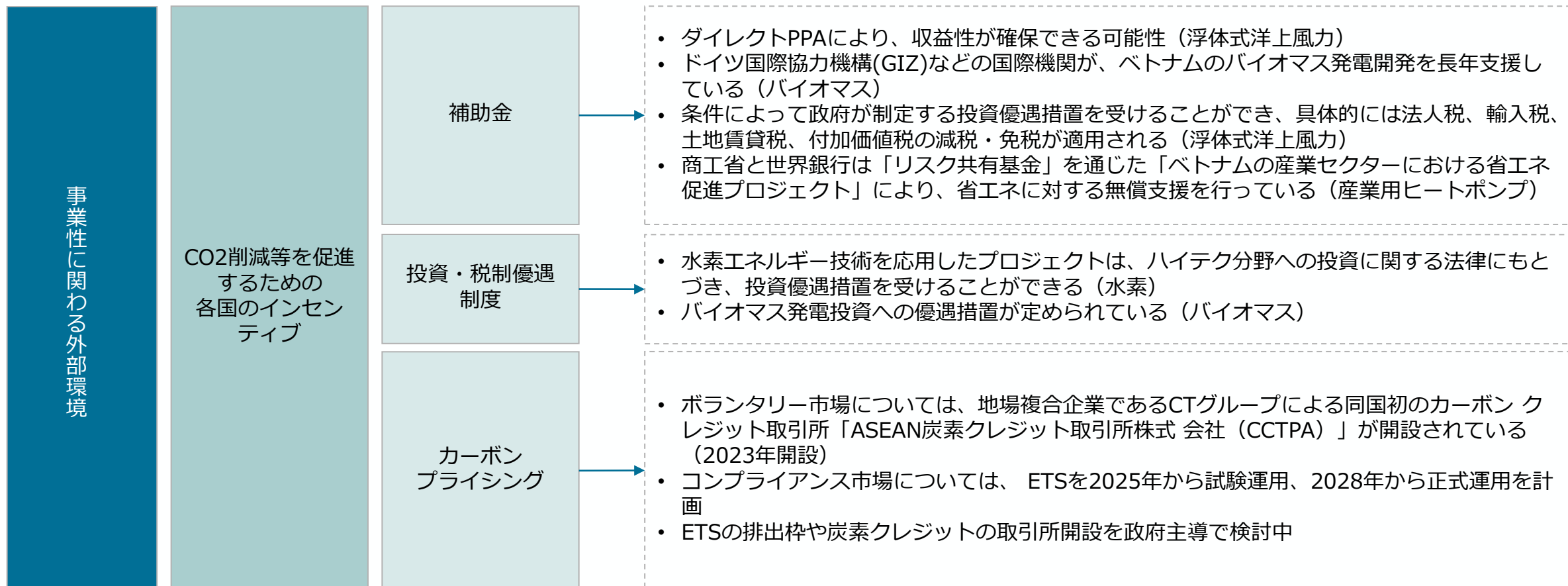
# インセンティブやペナルティの観点からの 事業性に資する外部環境の調査・整理

## タイ



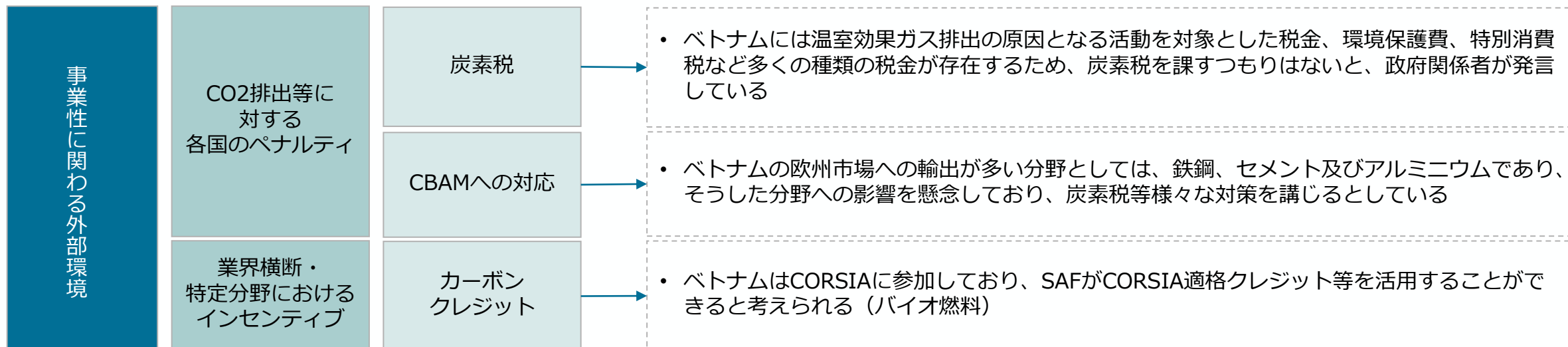
# インセンティブやペナルティの観点からの 事業性に資する外部環境の調査・整理

## ベトナム



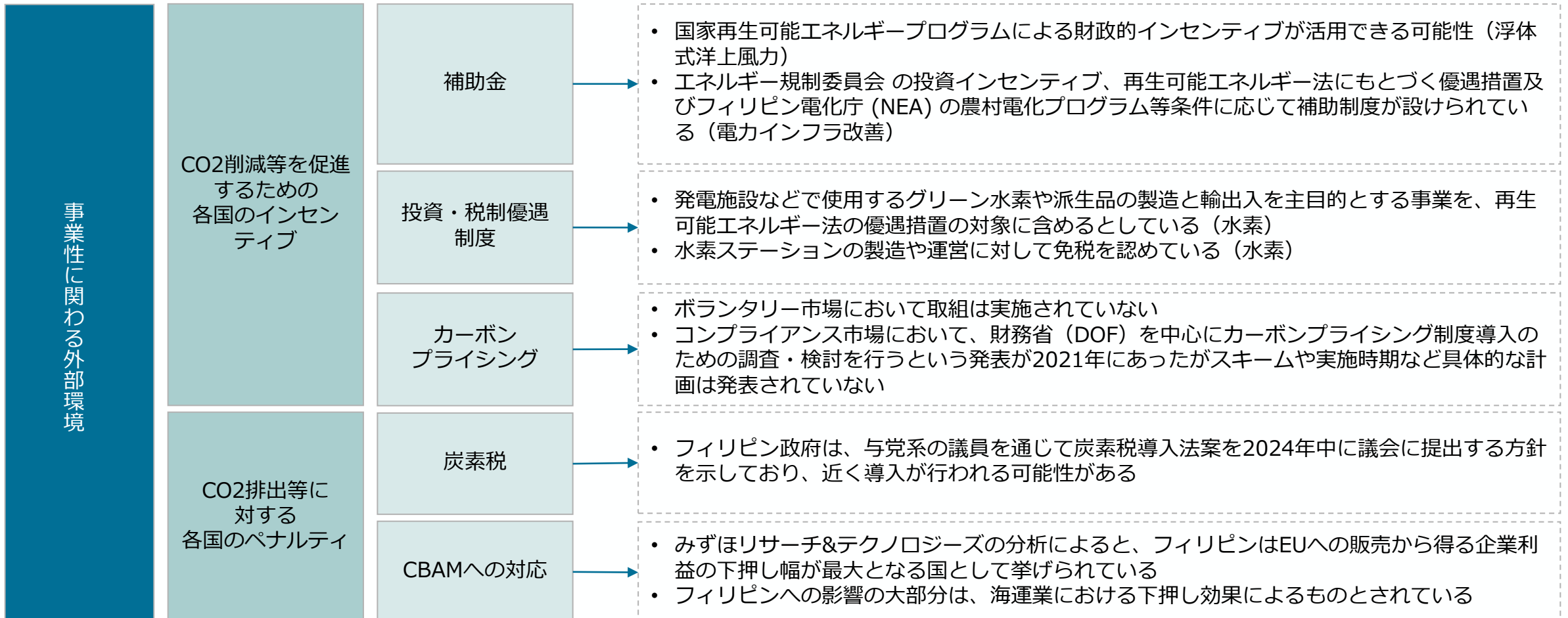
# インセンティブやペナルティの観点からの 事業性に資する外部環境の調査・整理

## ベトナム



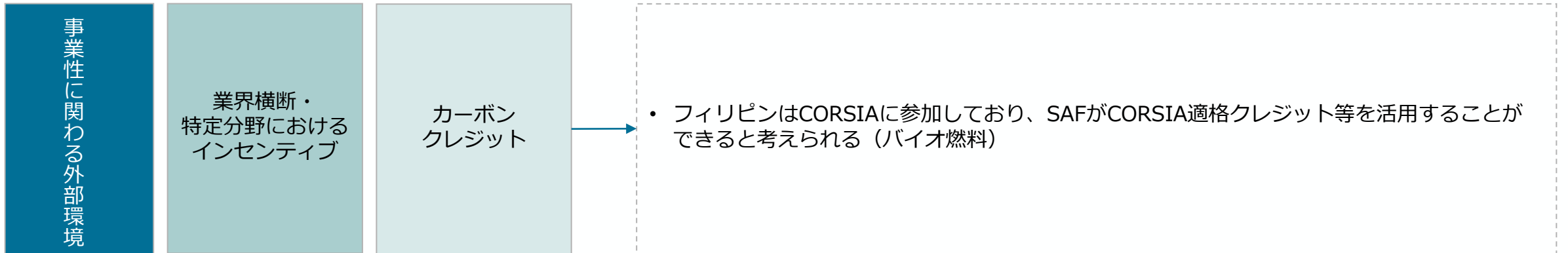
# インセンティブやペナルティの観点からの事業性に資する外部環境の調査・整理

## フィリピン



# インセンティブやペナルティの観点からの 事業性に資する外部環境の調査・整理

## フィリピン



# 日本企業が取り組む技術の事業性評価（1/7）

## 分析結果①（事業性難易度：Lv.1）

ベトナムではスポット的に省エネ方法として産業用ヒートポンプに需要がある可能性がある

難易度	技術名	日本の政策的状況	日本の企業例	世界の状況	世界に対する日本企業の強み	アジアへのアプローチ仮説
Lv.1	産業用ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネルギー投資促進支援事業費補助金等で導入を支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダイキン</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スウェーデン等の北欧諸国やドイツで導入が進んでいる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特に強みがあるわけではなく導入量は伸び悩んでいるが、政府による導入支援やAI化等企业による技術開発が存在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベトナムでは電気代高騰による省エネ需要が増大しているためニーズは存在</li> </ul>

# 日本企業が取り組む技術の事業性評価 (2/7)

## 分析結果② (事業性難易度 : Lv.2)

インドネシアでは送配電システムの構築や効率化によるインフラ格差を是正する手段として、スポット的に送配電設備に需要がある可能性がある

難易度	技術名	日本の政策的状況	日本の企業例	世界の状況	世界に対する日本企業の強み	アジアへのアプローチ仮説
Lv.2	HVDC	<ul style="list-style-type: none"> <li>NEDO等により、イタリアや米国などの国々で実証を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日立エナジー</li> <li>三菱電機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2020年から2025年のHVDC市場の年平均成長率は約11%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特に強みとしているわけではないが、日立を中心に日本企業で取組が加速している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>インドネシアやベトナムでは、送配電網の整備が急務であり、送配電を効率化するHVDCはニーズがある可能性</li> </ul>
	UHV	<ul style="list-style-type: none"> <li>特に支援は行われていないが、再エネTF等で有望な技術として議論に挙がっている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>東京電力</li> <li>日本ガイシ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中国の国家电网公司是、「国際送電網構想」の実現に向けて、UHV技術の世界展開を積極的に進めている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>様々な企業により実証が行われており、日本のUHV送電の技術は国際電気標準規格に採用されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>インドネシアやベトナムでは、送配電網の整備が急務であり、電力需要が高まった際にもゆとりを持って対応できるようになるUHVはニーズがある可能性</li> </ul>
	水素輸送技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>GI基金にて水素サプライチェーン構築の一環として、輸送設備の大型化等の技術開発支援を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本水素エネルギー</li> <li>ENEOS</li> <li>川崎重工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEA開発進捗度マップによればドイツやフランス等の欧州、米国、日本や韓国等様々な地域で取組が存在する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海上輸送技術において世界をリード</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発電・産業部門において水素の需要があり、輸送技術にも需要がある</li> <li>日本が特に海上輸送に強みを持っているため、国外から輸入する計画を持つ国への支援が有望な可能性</li> </ul>
	水素生産技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>GI基金にて、旭化成等により大型化の開発を行っている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>旭化成</li> <li>日立造船</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧州・米国・日本企業が先行してきたが、足元では巨大な自国市場をよりどころにして中国企業が規模を拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水電解技術の特許の競争力については、<b>上位10社のうち4社が日本企業</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベトナムやインドネシア等のASEAN諸国では、クリーンな移行燃料として水素を有望視しており、水素製造に対するPJも多数あるため、水電解装置には需要がある</li> </ul>

出典：朝日新聞GLOBE「中国、電力網の世界戦略 その深謀、事情 識者に聞く：朝日新聞GLOBE+」（2018）、みずほ総合研究所「中国「一帯一路」のASEAN展開」（2018）、経済産業省「AZEC首脳会合に向けたMOU案件概要（経産省）」、日立総論「世界で進む高圧直流送電（HVDC）の導入とその背景：日立評論」（2020）、ENEOS「ENEOS ニュースリリース」（2021）、NEDO「グリーンイノベーション基金事業（NEDO）」、IEA「ETP Clean Energy Technology Guide」（2024）、IEA「Southeast Asia Energy Outlook 2022」（2022）、デロイト「水素サプライチェーンの全体像と日本の勝ち筋となりうる技術分野 | Science and Technology | Deloitte Japan」（2024）、経済産業省「AZECプログレスレポート2023」（2023）

# 日本企業が取り組む技術の事業性評価（3/7）

## 分析結果③（事業性難易度：Lv.2）

バイオ燃料の製造に関しても、タイやインドネシア等で取組が行われており、検討の対象となり得る

難易度	技術名	日本の政策的状況	日本の企業例	世界の状況	世界に対する日本企業の強み	アジアへのアプローチ仮説
Lv.2	バイオ燃料	<ul style="list-style-type: none"><li>■ NEDO等により、イタリアや米国などの国々で実証を実施</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 三井物産</li><li>■ IHI</li><li>■ 東レ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 米国やブラジルでの生産が盛ん</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアやタイで取組が行われている</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ ASEAN諸国のうち、タイ等のバイオ産業への投資に力を入れている国に刺さりやすい</li><li>➢ 他方で、現状はコスト課題を解消しきれていないため、普及は難しい可能性がある</li></ul>

# 日本企業が取り組む技術の事業性評価（4/7）

## 分析結果④（事業性難易度：Lv.3）

水素の産業利用等、日本で先進的な取組が行われている技術がASEAN諸国に刺さる可能性がある

難易度	技術名	日本の政策的状況	日本の企業例	世界の状況	世界に対する日本企業の強み	アジアへのアプローチ仮説
Lv.3	水素・バイオマスによる熱供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>GI基金でゼロエミ燃料（水素等）を使用した燃焼技術の効率向上等の基盤技術へ支援が存在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>出光興産</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧米、中国において、大手メーカーを中心にサプライチェーン全体での脱炭素化を指向する傾向が強まっている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本が強みを持つ分野ではないが、日本が国際競争力を有する金属部品製造業等を念頭に取組が存在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>産業のCO2排出量増加が課題であるためニーズがある                             <ul style="list-style-type: none"> <li>タイなどのバイオマスや水素への需要が大きい国への支援対象技術となる可能性がある</li> </ul> </li> </ul>
	鉄生産技術への水素・利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>GI基金にて高炉への水素還元技術の適用、直接水素還元技術の活用に対する支援がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本製鉄</li> <li>JFEスチール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>世界では“グリーンスチール”市場が2050年で世界の半分を占めることが想定されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本が強みを持つ分野ではないが、製鉄プロセスの脱炭素化を実現するための研究開発に官民一体で取組中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>産業のCO2排出量増加が課題であるためニーズがある</li> <li>タイやインドネシアは、鉄のニーズが高い、EVの製造ハブになることを目指しているため、今後グリーンスチールの需要は更に増大する可能性</li> </ul>
	水素を利用しないグリーンアンモニアの生産	<ul style="list-style-type: none"> <li>GI基金により再生可能エネルギーから水素を経由しないで直接アンモニアを製造する技術を開発支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>出光興産</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>オーストラリア、米国などで年間約100万トンや同2000万トンの生産規模想定のプロジェクトが増加している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEA開発進捗度マップでは取組が先進的な国としてあげられている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料によるCO2排出が増大しているASEAN諸国では、・コスト削減・CO2排出量低減に資する製造方法に対する需要があると考えられる</li> </ul>
	産業の水素利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素基本戦略にて、hard to abateセクターでの利用について想定し、政府等も実証を支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ENEOS</li> <li>川崎重工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スペインやフランス等の欧州諸国を中心に水素戦略を策定し、産業での水素利用について取組を加速している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素還元については、IPFs数で日本が最も多く、水素基本戦略によると国際競争力の拡充を図る領域である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASEAN諸国では産業のCO2排出量が増加しており、ニーズがあるのではないかと                             <ul style="list-style-type: none"> <li>タイやインドネシアは、鉄のニーズが高い、EVの製造ハブになることを目指しているため</li> </ul> </li> </ul>

出典：経済産業省「[AZEC首脳会合に向けたMOU案件概要（経産省）](#)」、ENEOS「[ENEOS ニュースリリース](#)」（2021）、NEDO「[グリーンイノベーション基金事業（NEDO）](#)」、IEA「[ETP Clean Energy Technology Guide](#)」（2024）、IEA「[Southeast Asia Energy Outlook 2022](#)」（2022）、デロイト「[水素サプライチェーンの全体像と日本の勝ち筋となりうる技術分野 | Science and Technology | Deloitte Japan](#)」（2024）、JETRO「[Decarbonization in Indonesia | Research & Information - Indonesia - JETRO](#)」（2024）、経済産業省「[水素基本戦略](#)」（2023）、経済産業省「[AZECプログレスレポート2023](#)」（2023）

# 日本企業が取り組む技術の事業性評価 (5/7)

## 分析結果⑤ (事業性難易度 : Lv.3)

マレーシアではLNG需要の増大から水素利用に係る技術にニーズがある

難易度	技術名	日本の政策的状況	日本の企業例	世界の状況	世界に対する日本企業の強み	アジアへのアプローチ仮説
Lv.3	産業の水素利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素基本戦略にて、Hard to abateセクターでの利用について想定し、政府等も実証を支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ENEOS</li> <li>川崎重工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スペインやフランス等の欧州諸国を中心に水素戦略を策定し、産業での水素利用について取組を加速している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素還元については、IPFs数で日本が最も多く、水素基本戦略によると国際競争力の拡充を図る領域である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASEAN諸国では産業のCO2排出量が増加しており、ニーズがあるのではないかと</li> <li>タイやインドネシアは、鉄のニーズが高い、EVの製造ハブになることを目指しているため</li> </ul>
	水素によるグリーンアンモニア生産	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギー由来の水素を利用したグリーンアンモニア製造等の実証支援が存在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日揮</li> <li>IHI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>グリーンアンモニアの生産量は世界中で増加しており、企業による取組が存在</li> <li>米国とサウジアラビアで連携が存在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEA開発進捗度マップでは取組が先進的な国としてあげられている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化石燃料による火力発電や産業分野での燃料転換が重要視されているASEAN諸国では、アンモニアの需要が増大すると考えられニーズがある</li> </ul>
	FCV (商用車)	<ul style="list-style-type: none"> <li>GI基金にて、商用電動車普及に向けたエネルギーマネジメントシステムの構築・大規模実証が行われている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>トヨタ</li> <li>スズキ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>米国や中国で水素ステーションの設置やFCVの普及を支援する政策が展開されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各国がEVへシフトしている中、商用車を含むFCVについて日本では取組が進められており、リードする可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マレーシアやフィリピンは水素サプライチェーン構築を推進しているため、水素利用手段として刺さる可能性がある</li> </ul>
	浮体式洋上風力	<ul style="list-style-type: none"> <li>GI基金により開発、低コスト化を支援</li> <li>中長期的に成長が見込まれる浮体式について注力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>丸紅洋上風力開発</li> <li>東北電力</li> <li>三菱電機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧州を中心に拡大してきたが、アジア市場の急成長が見込まれる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>浮体式の技術開発は世界横一線であるが、IEA進捗度マップでは取組が先進的な国としてあげられている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アジア各国において風力発電に対する政策的ニーズは高い</li> <li>他方、各国でポテンシャル、コストが異なるため、実現可能性には差異があるため対象国を絞る必要がある</li> </ul>

# 日本企業が取り組む技術の事業性評価（6/7）

## 分析結果⑥（事業性難易度：Lv.4）

アンモニア混焼技術等、日本で先進的な取組が行われている技術がASEAN諸国に刺さる可能性がある

難易度	技術名	日本の政策的状況	日本の企業例	世界の状況	世界に対する日本企業の強み	アジアへのアプローチ仮説
Lv.4	電力部門のアンモニア活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GI基金により、ガスタービン、専焼、混焼技術を支援</li> <li>➢ 2040年商用化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 三菱重工</li> <li>■ IHI</li> <li>■ JERA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 欧米ではアンモニア混焼は石炭火力発電の温存につながるとの懸念が根強い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IEA開発進捗度マップによると、日本が唯一混焼のコンセプトを精査している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ASEAN諸国では石炭火力撤廃の方針がありつつも、いまだ依存度は高く、今後も一定期間依存していく</li> <li>➢ インドネシア等今後も石炭火力に依存する国が対象となる可能性</li> </ul>
	CCUS関連技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発電、石油精製、鉄鋼、化学、紙・パルプ、セメント等の幅広い分野でJOGMECが支援を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 三菱重工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 世界では現在、135の商用CCS設備があり、その内、様々な計画段階にある施設は102施設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 競争力のあるCO2の分離回収、輸送、貯留、トータルエンジニアリング技術を持つごく限られた国</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ASEAN諸国では石炭火力へ今後一定程度依存していくことが予測されているため需要がある</li> <li>➢ インドネシアはCO2貯留地になることを目指している</li> </ul>
	ガス火力発電へのCCUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 火力発電に対するCCS/CCUSの取組は重要視されており、実証が行われているものの、石炭火力が中心</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ENEOS</li> <li>■ 三菱重工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 米国を中心に取組が行われており、英国やカナダでも実証が行われている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 火力発電へのCCUSに対する取組は盛んだが、ガス火力発電については、米国等他国の方がリードしている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアやフィリピンはガス火力発電へ今後も依存するため、ニーズがある</li> <li>➢ 他方で日本は強みにしていないため、水素混焼等別の方法の方が良いのではないかと</li> </ul>
	石炭火力発電へのCCUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NEDO等による調査・開発事業により支援</li> <li>■ 2030年までCCSを導入することを検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 三菱重工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 欧州連合の提起する8つのシナリオでは、CCSは火力発電からの排ガス対策としては、ほとんど想定されていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NEDO等により様々な実証が行われており、IEA進捗度マップでも先進的とされている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ASEAN諸国では石炭火力撤廃の方針がありつつも、今後も一定期間依存していく</li> <li>➢ コスト問題を解決しつつ、インドネシア石炭依存度が高い国を対象として支援</li> </ul>

出典：経済産業省「[AZEC首脳会議に向けたMOU案件概要（経産省）](#)」、ENEOS「[ENEOS ニュースリリース](#)」（2021）、NEDO「[グリーンイノベーション基金事業（NEDO）](#)」、IEA「[ETP Clean Energy Technology Guide](#)」（2024）、IEA「[Southeast Asia Energy Outlook 2022](#)」（2022）、デロイト「[水素サプライチェーンの全体像と日本の勝ち筋となりうる技術分野 | Science and Technology | Deloitte Japan](#)」（2024）、JETRO「[Decarbonization in Indonesia | Research & Information - Indonesia - JETRO](#)」（2024）、経済産業省「[水素基本戦略](#)」（2023）、経済産業省「[AZECプログレスレポート2023](#)」（2023）

# 日本企業が取り組む技術の事業性評価（7/7）

## 分析結果⑦（事業性難易度：Lv.4）

発電部門でのCCUS利用等、日本で先進的な取組が行われている技術がASEAN諸国に刺さる可能性がある

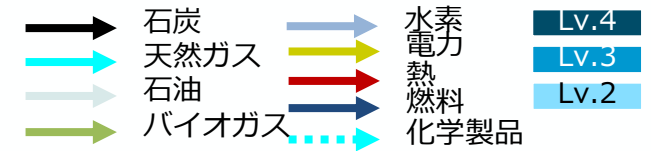
難易度	技術名	日本の政策的状況	日本の企業例	世界の状況	世界に対する日本企業の強み	アジアへのアプローチ仮説
Lv.4	石炭火力発電へのCCUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NEDO等による調査・開発事業により支援</li> <li>■ 2030年までCCSを導入することを検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 三菱重工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 欧州連合の提起する8つのシナリオでは、CCSは火力発電からの排ガス対策としては、ほとんど想定されていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NEDO等により様々な実証が行われており、IEA進捗度マップでも先進的とされている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ASEAN諸国では石炭火力撤廃の方針がありつつも、今後も一定期間依存していく <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ コスト問題を解決しつつ、インドネシア石炭依存度が高い国を対象として支援</li> </ul> </li> </ul>
	水素発電技術(混焼技術を含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GI基金にて水素サプライチェーン構築の一環として、水素発電技術（水素ガスタービン発電）の実機実証を支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JERA</li> <li>■ 関西電力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 米国やフランスが水素導入を進めており、特に米国は大型水素発電PJを実施している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 特に強みを持っているわけではないが、ガス火力発電への混焼技術等に関する実証や企業の取組が盛ん</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアやフィリピンはガス火力発電へ今後も依存するため、ニーズがある <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 各国とも水素サプライチェーンの構築への取組を実施しているためその一環としてニーズがある</li> </ul> </li> </ul>
	バイオマス発電	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ バイオ政策のアクションプラン等様々な検討が行われている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 東芝</li> <li>■ 日本製紙</li> <li>■ IHI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本のほかには、英国、ノルウェー、スウェーデンで実証が存在している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IEA進捗度マップでは取組が先進的な国としてあげられており、東芝が世界初のバイオマスCCS実証を行った</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ASEAN諸国のうち、タイ等のバイオ産業への投資に力を入れている国に刺さりやすい <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 他方で、現状はコスト課題を解消しきれていないため、普及は難しい可能性がある</li> </ul> </li> </ul>

**STEP2-3**

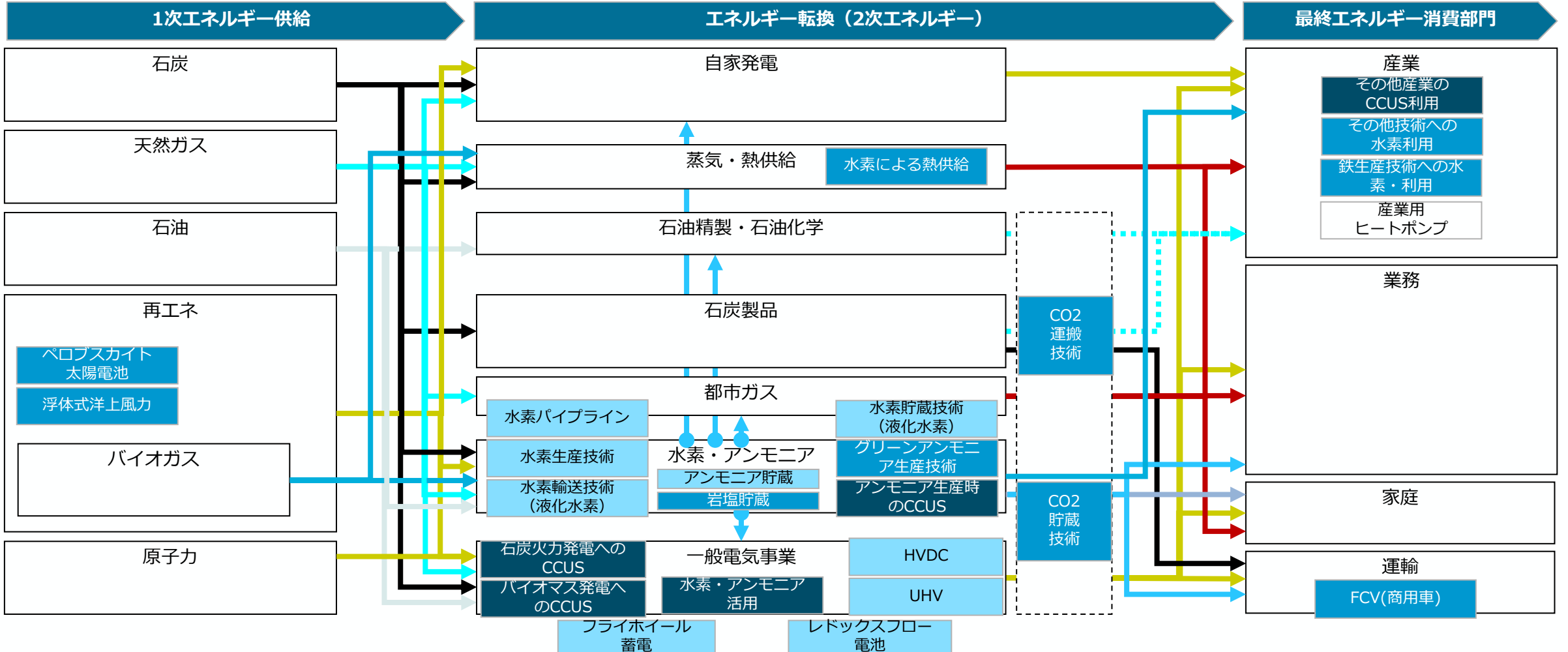
**サプライチェーン整理**

# ASEAN各国のエネルギーサプライチェーン (1/5)

## インドネシア



石炭火力の脱炭素化に加え、水素に関連する技術、スポット的には送配電の効率化に資する技術が刺さりやすい

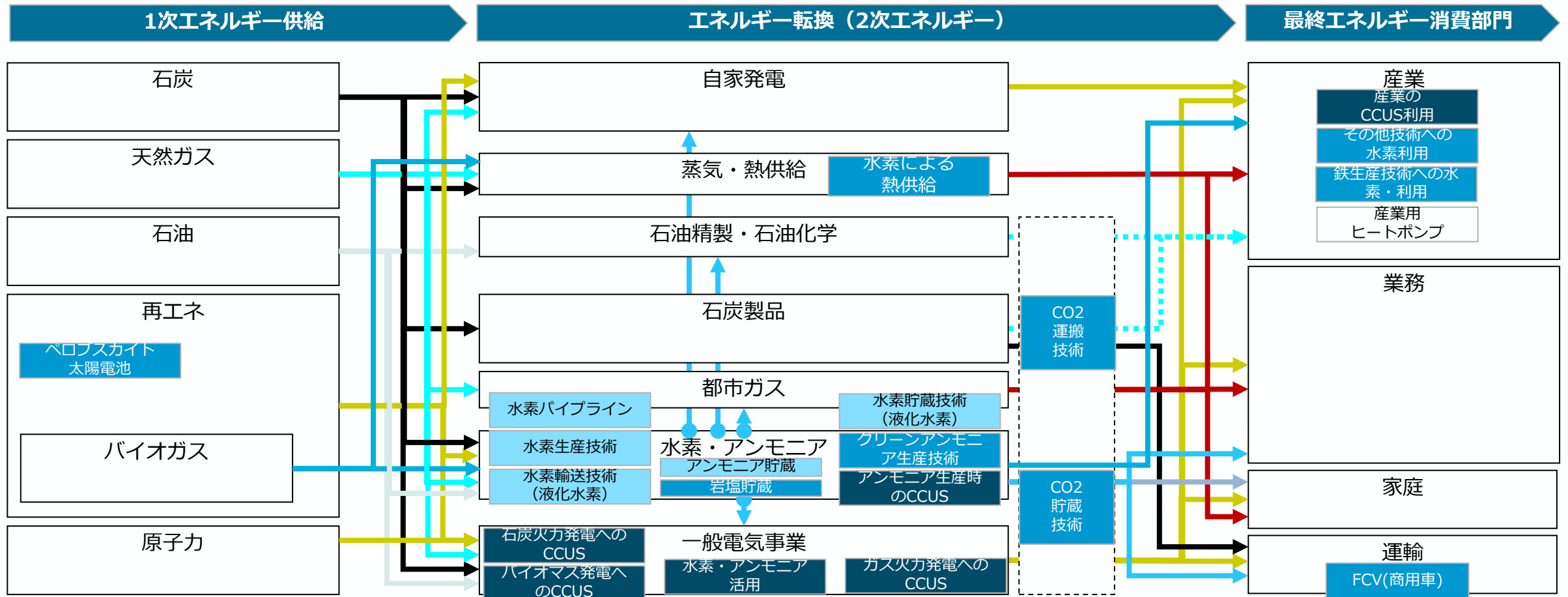


# ASEAN各国のエネルギーサプライチェーン (2/5)

## マレーシア

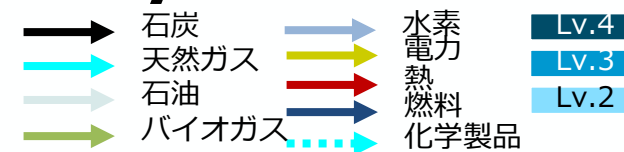


マレーシアでは電力・産業部門への水素・アンモニア利用及びCCUSが最も刺さる技術であり、その支援のためには水素及びCO2の運搬・貯蔵技術が必要である

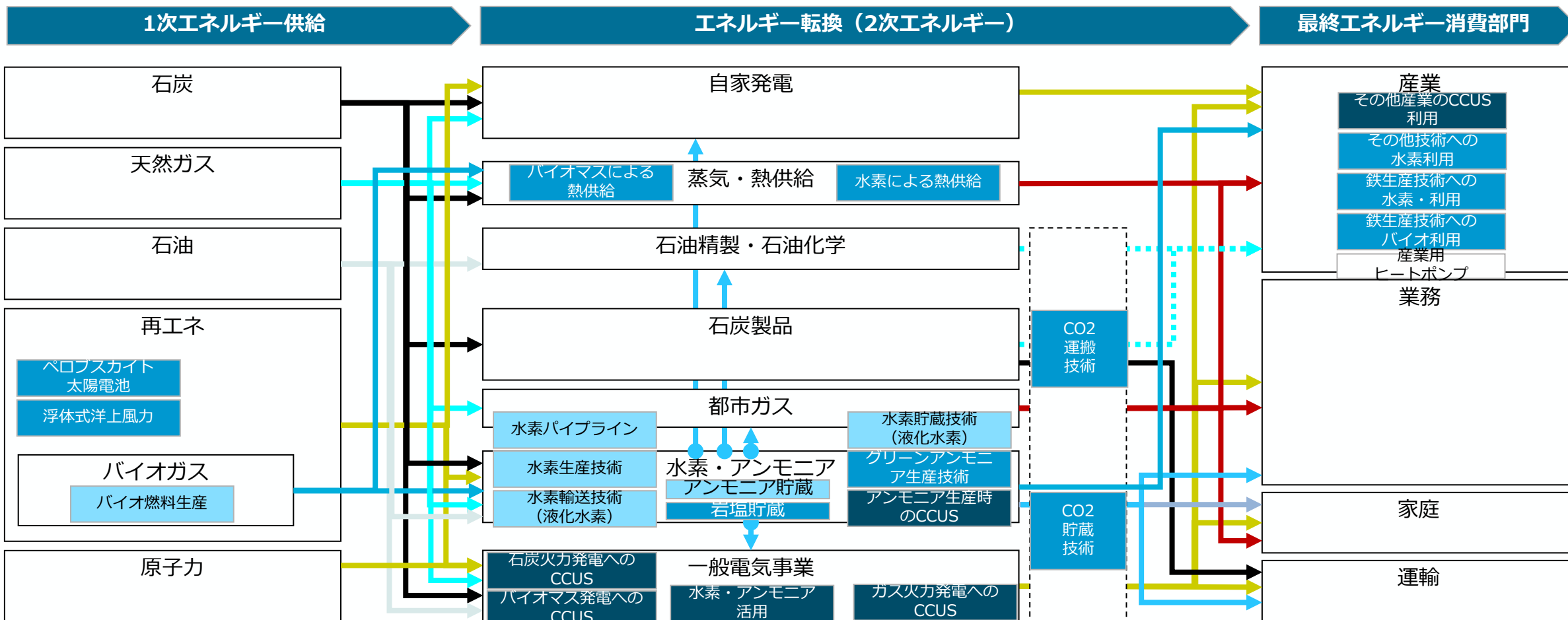


# ASEAN各国のエネルギーサプライチェーン (3/5)

## タイ



水素利用技術に加え、特徴的な技術としては、バイオマスを活用した技術が刺さりやすいのではないかと考えられる。

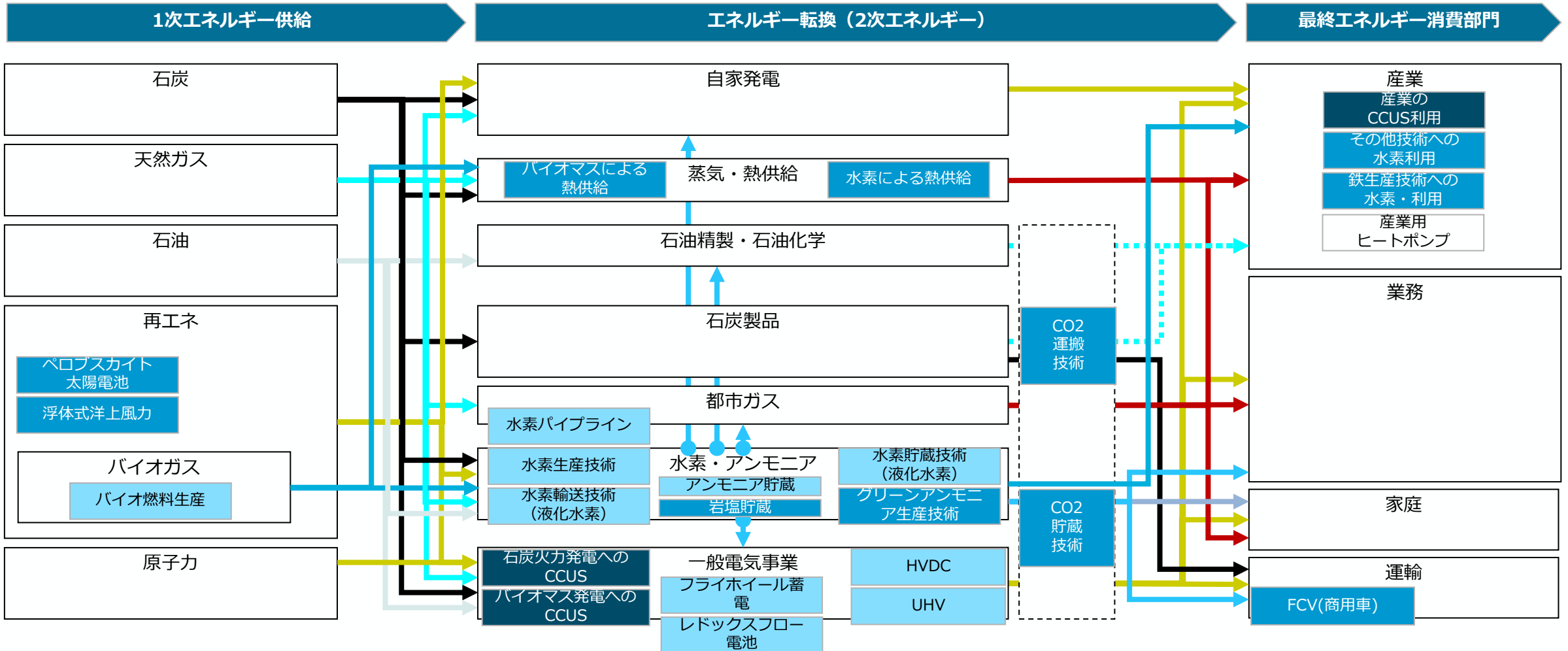


# ASEAN各国のエネルギーサプライチェーン (4/5)

## ベトナム



水素等の燃料転換に資する技術に加え、送配電の効率化に資する技術が刺さりやすいのではないかと

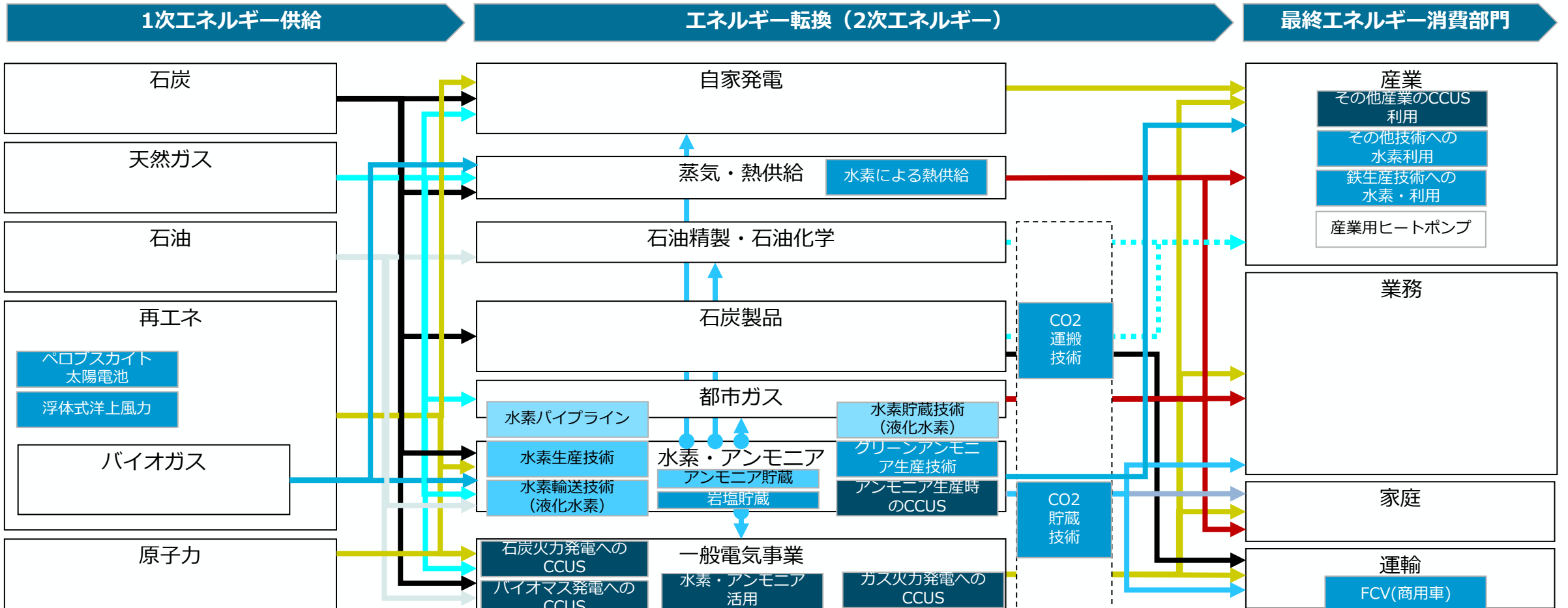


# ASEAN各国のエネルギーサプライチェーン (5/5)

## フィリピン



ガス火力への水素混焼や鉄生産技術への水素利用等、発電・産業部門への水素利用が刺さりやすいのではないかと



# 検討の候補とした技術テーマ一覧 (ヒアリング実施前)

# インドネシアの仮説：1/2

## インドネシアに導入しうる技術は以下の通り

- 既に検討や調査を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供により、水素・アンモニア混焼技術にて依存度の高い石炭火力を脱炭素化しつつ、既存の地熱発電を活用した形での水素・アンモニアのバリューチェーンを確立することで産業の脱炭素化に資する仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv3 既存の地熱発電を活用した、水素製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業が検討を進めているグリーン水素・アンモニアにおいて、日本が強みを持ち、インドネシアのエネルギートランジションに貢献する技術や資金、JICAによる<b>検討の結果を導入し、水素バリューチェーンの確立を目指す</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素輸入先の確保</li> <li>■ 日本企業の技術の輸出</li> <li>■ 日本企業の<b>技術の実証機会を得られる</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素販売による収益性の確保</li> <li>■ 地熱発電による余剰電力の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li> </ul>
Lv4 水素の産業利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 産業部門への水素利用について、日本企業が、技術の導入可能性、脱炭素効果の検討を主導し、<b>人材・知見等も併せた技術の導入を支援</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後需要増加が見込まれる産業の脱炭素化分野において、日本のプレゼンスを確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していく石炭火力に対して、脱炭素化を推進</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再エネを活用することで<b>水素の供給コスト</b>が上昇し、産業利用の場合の製品コストや発電利用での発電コストが高価になる可能性</li> </ul>
Lv4 石炭火力 ×水素・アンモニア混焼発電	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 石炭火力発電に対するアンモニア混焼技術について、日本企業が中心として、技術の導入可能性、脱炭素効果の検討を主導し、<b>人材・知見等も併せた技術の導入を支援</b></li> <li>■ <b>日系銀行が共同で融資</b>を行い、コスト課題を緩和し、商用化を円滑に進める</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本が提唱するエネルギートランジションの考えが広まる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していく石炭火力に対して、脱炭素化を推進</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 法規制や許認可により導入が進まない可能性がある</li> <li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li> </ul>

# インドネシアの仮説：2/2

## インドネシアに導入しうる技術は以下の通り

- インドネシアの社会課題であるインフラ格差については、資金提供をしつつ、人材や知見の提供を含めて日本企業主導で、送配電の効率化や送電網を敷設するような仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv2 島間の電力 インフラ改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業が送配電網を敷設するとともに、インドネシアが抱える電力網の諸課題に対し<b>知見・人材等を一挙に投入</b>することによって電力全体の安定性・信頼性をインフラ作りに貢献</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ JCMを通して国の排出量を削減できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギーインフラの改善が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>PLNの財政状況</b>が厳しく日本からの大規模投資が必要な可能性</li> </ul>
Lv4 石炭・ ガス火力×CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業により検討が行われている、石炭火力発電所及びガス火力発電所に対してCCUS導入を集中的に行う</li> <li>■ <b>日系銀行が共同で融資</b>を行い、コスト課題を緩和</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DACCS等の日本企業の技術を輸出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していく石炭火力に対して、脱炭素化を推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 事業性を成立のためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入</b>が必要</li> </ul>
Lv4 日本より輸送したCO2の インドネシアでの貯留	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>日本で回収したCO2をインドネシアで貯留</b>するために、ロンドン議定書に沿った許可体系の整備や輸出側の許可体系を準用することへの同意に向けた支援や技術の選定、運用形態、コスト算定等、<b>円滑な運用に向けたガイドライン策定等の支援</b>を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本では限られた貯留地を確保でき、CCS技術の推進につながる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 資金の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 貯留・運搬コストや貯留サイトの確保が国内の<b>排出削減コスト以上に低コスト化</b>できるか</li> </ul>

# マレーシアの仮説：1/2

## マレーシアに導入しうる技術は以下の通り

- 既に検討や調査を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供をし、現地で生産した水素を活用した形での水素・アンモニアサプライチェーンの構築する仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv3 CO2 フリー水素の 現地利用の 促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアの需要家に水素を供給できるようなシステムを構築できるような技術・知見・人材の支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素の輸入先の確保</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ グリーン水素の輸出による収益確保</li> <li>■ 水素利用による脱炭素化の促進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素の供給コストが上昇する可能性</li> <li>■ 離島や広大な国土に対応した効率的な水素輸送・供給網の構築が必要になる可能性がある</li> </ul>
Lv3 FCモビリティ工場の建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日系銀行が共同で融資を行う</li> <li>■ 組立て工場を水素モビリティに関する実証が多く行われており、工場を誘致しているサラワク州を中心に設置する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 運輸部門における日本企業のシェアの獲得</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 運輸部門の脱炭素化</li> <li>■ 水素需要の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 事業性が成り立つまでには、一定の補助又は資金的な援助が必要</li> </ul>
Lv3 FCモビリティの導入支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素ステーション等のモビリティの普及に必要な設備を、水素モビリティに関する実証が多く行われているサラワク州を中心に設置し、運輸部門の水素利用の補助を支援</li> <li>■ 商用車に関しては、技術の導入のみならず、効率的な運用を目指すために、人材・知見を提供する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 運輸部門における日本企業のシェアの獲得</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 運輸部門の脱炭素化</li> <li>■ 水素需要の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 事業性が成り立つまでには、一定の補助又は資金的な援助が必要</li> </ul>

# マレーシアの仮説：2/2

## マレーシアに導入しうる技術は以下の通り

- 既に検討や調査を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供をし、現地で生産した水素を活用した形での発電・産業部門の脱炭素化を支援するする仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv4 ガス火力×水素 ・アンモニア 専焼/混焼	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日系企業が実施しているガスタービンや水素混焼技術をより円滑に商用化できるように<b>日系銀行が共同で融資</b>を行い、アンモニア専焼や水素混焼によるガス火力の脱炭素化やその実証を行い、マネージドフェーズアウトを支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ 日本が提唱するエネルギー・トランジションの考えが広まる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 依存度が高いガス火力の脱炭素化</li> <li>■ 長期的に安定した電力の確保に貢献できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地域ごとの水素導入計画や支援策の差異を顧慮に入れる必要がある</li> <li>■ マレーシア国内において、<b>現地調達した水素を活用する必要があるか</b></li> <li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li> </ul>
Lv4 産業の水素利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 港周辺における主要産業である<b>製鉄、石油産業において、日本の水素還元や熱供給技術や知見の導入</b>を支援し、実証及び将来の商用化を促進する</li> <li>■ <b>日系銀行が共同で融資</b>を行い、コスト課題を緩和し、商用化を円滑に進める</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後需要増加が見込まれる産業の脱炭素化分野において、日本のプレゼンスを確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 増加が見込まれる、産業におけるCO2排出を緩和</li> <li>■ 水素の需要先を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li> </ul>
Lv4 ガス火力×CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>日系銀行が共同で融資</b>を行い、コスト課題を緩和し、商用化を円滑に進める</li> <li>■ 日本企業が検討しているマレーシアにおけるCCS事業について、有望な技術の選定やコスト算定等のガイドライン策定等の支援を行い、事業化を促す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本では限られた貯留地を確保でき、CCS技術の推進につながる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していくガス火力に対して、脱炭素化を推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>規制・優遇政策</b>が十分ではない可能性</li> <li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li> </ul>

# タイの仮説：1/2

## タイに導入しうる技術は以下の通り

- バイオガスを活用した水素製造の需要先として、発電・産業部門に活用するような支援を人材資金提供等でしていき、バイオガスを活用した水素サプライチェーンの確立する仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv2 バイオガスを活用 (水素製造等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CPグループが持つバイオガスを活用して水素を製造する取組に対して、工場等の産業への<b>水素利用等の需要先確保を支援</b>する             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ EVの生産ハブを目指し、EVの販売数も増加している状況で、<b>FCV以外の利用先を確保する必要性</b>を事業者に訴えかける</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ 運輸部門のみならず、発電・産業部門での水素需要確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ BCG経済モデルに即した形での、産業の脱炭素化</li> <li>■ 水素の収益性を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素ガスタービンや石油化学コンビナートに利用できるほどの水素生産体制を整えることは可能か</li> </ul>
Lv2 バイオ燃料供給体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JBICやNEXIと<b>日系銀行が共同で融資</b>を行う</li> <li>■ 日本企業が事業化・検討しているバイオ燃料の供給について、日本が強みを持つ技術を導入し、<b>今後需要が増大していくであろうタイのバイオ燃料供給網の構築</b>を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の<b>技術の実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本の技術に輸出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ BCG経済モデルに即した形での、産業の脱炭素化</li> <li>■ バイオマス資源の有効活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>食料競合</b>が起こる可能性がある</li> <li>■ <b>製造量の増加や製造コストの削減</b>が必要になる</li> </ul>
Lv3 火力発電におけるバイオマス燃焼 (木質ペレット)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IHIが検討している火力発電におけるバイオマス燃焼事業について、事業開始の障壁となり得る<b>調達先やコスト等の課題</b>に関して支援を行い、円滑な事業開始を促す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の<b>技術の実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本の技術に輸出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ BCG経済モデルに即した形での、産業の脱炭素化</li> <li>■ バイオマス資源の有効活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>製造量の増加や製造コストの削減</b>が必要になる</li> </ul>

# タイの仮説：2/2

## タイに導入しうる技術は以下の通り

- 既に検討や調査を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供により石油化学コンビナートへのアンモニア混焼技術を含めた、水素・アンモニアサプライチェーンの構築に係る仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv4 水素ガスタービン 発電設備設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>資金提供</b>に加え、輸入水素を用いた水素ガスタービン発電設備の開発・建設・運用に、<b>日本企業が技術や知見・人材等を提供</b></li> <li>■ 現地政府に働きかけを行うことでより大きい脱炭素効果もたらすとして、水素利用にプレミアを付け、水素利用のメリットを創出する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していくガス火力に対して、脱炭素化を推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要になる</b></li> </ul>
Lv4 石油化学 コンビナートへの水素利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>水素、合成メタンやアンモニアを石油化学コンビナートへ活用する技術や知見・人材等を日本企業が提供し</b>、石油化学コンビナートの脱炭素化を日本企業が主導                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 化学産業が集積するエリアで取れる副生水素を日本企業の技術を導入</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 増加が見込まれる、産業分野におけるCO2排出を緩和</li> <li>■ 水素の需要先を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素利用によって高くなる製品製造コストを回収するために、<b>環境価値</b>をどのように訴求するか</li> </ul>
Lv4 重化学工業でのCCS活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>重化学工業の脱炭素化</b>を日揮等の日本企業の技術を円滑に導入するために、<b>資金</b>の提供、日本企業が強みを持ち現地ニーズがある<b>技術の特定</b>、現地ステークホルダーと日本企業の<b>連携の促進</b>、法規制緩和等<b>現地政府への働きかけ</b>を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の<b>技術の実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本の<b>技術に輸出</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Hard to Abate分野</b>の脱炭素化</li> <li>■ <b>技術の獲得</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS促進のための<b>規制・優遇政策</b>が十分ではない</li> <li>■ <b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li> </ul>

# ベトナムの仮説：1/2

## ベトナムに導入しうる技術は以下の通り

- 日本企業主導で送配電も敷設や大型水電解装置を設置し、ベトナムにおける送配電の脆弱性を解消するような取組や仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
<b>Lv1</b> 産業セクターの省エネに向けた産業用ヒートポンプの導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 産業セクターの省エネ化に向け、現地政府に対して日本政府や企業が主導しながら、人材や知見を提供するとともに、日本企業の製品の導入を促す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 増加が見込まれる、産業分野におけるCO2排出を緩和</li> </ul>	-
<b>Lv2</b> 送配電網の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業が送配電網を敷設するとともに、<b>ベトナムが抱える電力網の諸課題に対し知見・人材等を一挙に投入</b>することで電力全体の安定性・信頼性を高め脱炭素化に向けたインフラ作りにつなげる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ JCMを通して国の排出量を削減できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギーインフラの改善が可能</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>国営企業の利権等</b>により、日本企業を含み海外の民間企業による事業が困難な可能性</li> </ul>
<b>Lv3</b> 大型水電解装置を活用した再エネ需給調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>出力抑制が発生している状況で、大型水電解装置を導入し水素電力貯蔵システムの構築</b>を支援</li> <li>■ <b>コスト支援や大型化及び長寿命化に向けた実証支援</b>を通じ、蓄電池から水電解装置への移行支援し、グリーン水素の導入の足掛かりとする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ コスト低減・社会実装に向けた実証機会等の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 出力抑制への対応</li> <li>■ 水電解装置の知見の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>グリーン水素の導入に需要があるか</b></li> <li>■ 蓄電池から<b>水電解装置への移行</b>を促すためのメリットづくり</li> <li>■ 装置の<b>長寿命化</b></li> </ul>

# ベトナムの仮説：2/2

## ベトナムに導入しうる技術は以下の通り

- 日本企業がGI基金にて実証を進めている浮体式洋上風力を、ベトナムにて設置し、日本企業の実証の確保及びベトナムの再エネ導入の促進をさせる仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
<b>Lv3</b> ベトナムにおける浮体式洋上風力実証支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業が浮体式洋上風力の導入を支援するとともに、<b>知見・人材等を一挙に投入</b>することによって、ベトナムにおける洋上風力のポテンシャルを最大限活用した形での、電力システムの構築を支援する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ コスト低減・社会実装に向けた<b>実証機会等の確保</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 近年伸び悩んでいる変動型再エネの導入の加速</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2030年までに国際競争力のあるコスト水準で商用化するのは<b>実際に可能なのか</b></li> </ul>
<b>Lv4</b> 水素専焼ガスタービンを活用したクリーンな工場建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>日本の技術、知見、人材を用いて水素専焼タービンを導入</b>することで、日本主導で産業の脱炭素化を促進する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 増加が見込まれる、産業分野におけるCO2排出を緩和</li> <li>■ 水素の需要先を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ベトナムの水素に係る<b>法制度</b>がどの程度整っているのか</li> <li>■ 開発がどの程度進んでいるか</li> <li>■ 水素の<b>供給体制</b>を整える必要がある</li> </ul>

# フィリピンの仮説：1/2

## フィリピンに導入しうる技術は以下の通り

- フィリピンの社会課題であるインフラ格差については、資金提供をしつつ、人材や知見の提供を含めて日本企業主導で、送配電の効率化や送電網を敷設するような仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv2 電力 インフラ改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日銀銀行が共同で送配電網インフラ設置に対し融資を行う</li> <li>■ 日本企業が送配電網を敷設するとともに、フィリピンが抱える電力網の諸課題に対し<b>知見・人材等を一挙に投入</b>することによって電力全体の安定性・信頼性を高めたインフラ作りにつなげる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JCMを通して国の排出量を削減できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギーインフラの改善が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 中国の影響が既に強く、新たに日本企業が参画できるかは不明</li> <li>■ NGCPには国家電網が40%出資している</li> <li>■ 事業性の確保</li> </ul>
Lv3 フィリピンにおける浮体式洋上風力 実証支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業が浮体式洋上風力の導入を支援するとともに、<b>知見・人材等を一挙に投入</b>することによって、電力システムの構築を支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ コスト低減・社会実装に向けた<b>実証機会等の確保</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 近年伸び悩んでいる変動型再エネの導入の加速</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GI基金では、2030年までに国際競争力のあるコスト水準で商用化する技術を確認としているが<b>実際に可能なのか</b></li> </ul>
Lv3 水素・アンモニア 供給体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日銀銀行が共同で融資を行う</li> <li>■ 石炭火力発電に対するアンモニア混焼技術について、日本企業が進める水素・アンモニアサプライチェーン構築を後押しする目的で、<b>技術・知見を導入し、実現可能性、脱炭素効果の検討を主導し、需要先や供給体制の構築を支援する</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本が提唱するエネルギートランジションの考えが広まる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ アンモニア生産に係る知見を獲得</li> <li>■ アンモニアによる収益性の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 輸送コストの面で離島や広大な国土に対応した効率的な水素輸送・供給網の構築が必要</li> </ul>

# フィリピンの仮説：2/2

## フィリピンに導入しうる技術は以下の通り

- フィリピンの社会課題であるインフラ格差については、資金提供をしつつ、人材や知見の提供を含めて日本企業主導で、送配電の効率化や送電網を敷設するような仮説が刺さりやすいのではと整理した

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv4 石炭火力×水素・アンモニア 混焼	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 日本企業と連携している現地企業</li><li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 石炭火力発電に対するアンモニア混焼技術について、日本企業が進める水素・アンモニアサプライチェーン構築を後押しする目的で、アンモニア調達先を含めた技術の導入可能性、脱炭素効果の検討を主導し、<b>人材・知見等も併せた技術の導入</b>を支援</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>実証機会の獲得</b></li><li>■ 日本が提唱するエネルギー・トランジションの考えが広まる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 今後も一定期間依存していく石炭火力に対して、脱炭素化を推進</li><li>■ 知見の獲得</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li></ul>

# 検討の候補とした技術テーマ一覧 (事業者・専門機関等へのヒアリング実施後)

# インドネシアの仮説：1/3

## インドネシアに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
 [---]: ヒアリングを受けて追加した仮説

- 既存の地熱発電を活用した水素サプライチェーンの構築や、パーム残渣などを活用したバイオ燃料の供給網の構築を、既に検討・調査を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供や融資によって進められる可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv2 バイオ燃料の供給網構築	■ 現地にて事業を実施している日本企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	■ 日系事業者が検討しているバイオ燃料の供給について、SAFやモビリティ利用を想定して、日本が強みを持つ技術を導入しながら、今後需要が増大していくであろうインドネシアのバイオ燃料供給網の構築を行う	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術の<b>実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本の技術に輸出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ バイオマス資源の有効活用</li> <li>■ 燃料の脱炭素化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアに政策的に積極的に導入してもらう必要がある</li> <li>■ <b>食料競合</b>が起こる可能性がある</li> <li>■ 輸送コストの最適化が必要</li> </ul>
Lv2 島間の電力インフラ改善	■ 現地にて事業を実施している日本企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	■ 日本企業が送配電網を敷設するとともに、インドネシアが抱える電力網の諸課題に対し <b>知見・人材等を一挙に投入</b> することによって電力全体の安定性・信頼性をインフラ作りに貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ JCMを通して国の排出量を削減できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギーインフラの改善が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>PLNの財政状況</b>が厳しく日本からの大規模投資が必要な可能性</li> <li>■ <b>PLNの利権</b>が強く<b>売電事業への参入障壁</b>が高い</li> </ul>
Lv3 既存の地熱発電を活用した、水素製造		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	■ 日本企業が検討を進めているグリーン水素・アンモニアにおいて、日本が強みを持ち、インドネシアのエネルギートランジションに貢献する技術や資金、 <b>JICAによる検討の結果を導入し、水素バリューチェーンの確立を目指す</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素輸入先の確保</li> <li>■ 日本企業の技術の輸出</li> <li>■ 日本企業の技術の<b>実証機会を得られる</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素販売による収益性の確保</li> <li>■ 地熱発電による余剰電力の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>輸送コストの面で離島や広大な国土に対応した効率的な水素輸送・供給網の構築が必要</b></li> </ul>

# インドネシアの仮説：2/3

## インドネシアに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
 赤点線：ヒアリングを受けて追加した仮説

- 既に検討や調査を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供により、CCUSや水素・アンモニア混焼技術にて依存度の高い石炭火力を脱炭素化しつつ、バイオマス混焼技術による既設火力発電の脱炭素化を進めていける可能性もあるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv3 既設火力発電への バイオマス混焼	■ 現地にて事業を実施している日本企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	■ 石炭火力発電に対するバイオマス混焼技術について、日本企業が中心として、技術の導入可能性、脱炭素効果の検討を主導し、 <b>人材・知見等も併せた技術の導入</b> を支援する	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本が提唱するエネルギー・トランジションの考えが広まる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 混焼技術の獲得</li> <li>■ バイオマス資源の有効活用</li> </ul>	■ インドネシアに政策的に積極的に導入してもらう必要がある
Lv4 水素の産業利用	■ 現地にて事業を実施している日本企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	■ 産業部門への水素利用について、日本企業が、技術の導入可能性、脱炭素効果の検討を主導し、 <b>人材・知見等も併せた技術の導入</b> を支援	■ 今後需要増加が見込まれる産業の脱炭素化分野において、日本のプレゼンスを確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していく石炭火力に対して、脱炭素化を推進</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再エネを活用することで<b>水素の供給コスト</b>が上昇し、産業利用の場合の製品コストや発電利用での発電コストが高価になる可能性</li> </ul>
Lv4 石炭火力 ×水素・ アンモニア混焼発電			■ 石炭火力発電に対するアンモニア混焼技術について、日本企業が中心として、技術の導入可能性、脱炭素効果の検討を主導し、 <b>人材・知見等も併せた技術の導入</b> を支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本が提唱するエネルギー・トランジションの考えが広まる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していく石炭火力に対して、脱炭素化を推進</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	

# インドネシアの仮説：3/3

## インドネシアに導入しうる技術は以下の通り

赤字： ヒアリングを受けて追加した事項  
 赤枠： ヒアリングを受けて追加した仮説

- 既に検討や調査を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供により、インドネシアが持つ豊富な貯留ポテンシャルを踏まえて、日本技術を活用していける可能性もあるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv4 石炭・ ガス火力×CCS	■ 現地にて事業を実施している日本企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業により検討が行われている、石炭火力発電所及びガス火力発電所に対してCCUS導入を集中的に行う</li> <li>■ 日系銀行が共同で融資を行い、コスト課題を緩和</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DACCS等の日本企業の技術を輸出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していく石炭火力に対して、脱炭素化を推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 法規制や許認可、利権により日系企業の進出が難しい可能性</li> <li>■ 事業性を成立のためには、環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</li> </ul>
Lv4 日本より輸送したCO2の インドネシアでの貯留			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本で回収したCO2をインドネシアで貯留するために、ロンドン議定書に沿った許可体系の整備や輸出側の許可体系を準用することへの同意に向けた支援や技術の選定、運用形態、コスト算定等、円滑な運用に向けたガイドライン策定等の支援を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本では限られた貯留地を確保でき、CCS技術の推進につながる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 資金の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 貯留・運搬コストや貯留サイトの確保が国内の排出削減コスト以上に低コスト化できるか</li> </ul>
Lv2 ZEB・ZEHの促進	■ 現地にて事業を実施している日本企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EMSや省エネ機器等エネルギーマネジメントシステムを使った、ZEB・ZEHへの関心の高さを踏まえ、現地で事業展開</li> <li>■ 事業者のニーズに合った政策的サポートを提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日系企業の進出による経済的裨益</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 家庭・民生部門における脱炭素化</li> <li>■ 系統混雑や出力抑制への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状は日系企業が進出できておらず、背景として事業性が取りづらい可能性がある</li> </ul>

# マレーシアの仮説：1/3

## マレーシアに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
 [---]: ヒアリングを受けて追加した仮説

- 現地で生産した水素を活用した形での水素・アンモニアサプライチェーンの構築やその中でも比較的早期に事業が開始できる水素の利用先としては、FCVの導入が考えられると想定している

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv3 CO2 フリー水素の 現地利用の 促進			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアの需要家に水素を供給できるようなシステムを構築できるような技術・知見・人材の支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素の輸入先の確保</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ グリーン水素の輸出による収益確保</li> <li>■ 水素利用による脱炭素化の促進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素の供給コストが上昇する可能性</li> <li>■ 離島や広大な国土に対応した効率的な水素輸送・供給網の構築が必要になる可能性がある</li> </ul>
Lv3 FCモビリティ工場の建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JBICやNEXIと日系銀行が共同で融資を行う</li> <li>■ 組立て工場を水素モビリティに関する実証が多く行われており、工場を誘致しているサラワク州を中心に設置する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 運輸部門における日本企業のシェアの獲得</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 運輸部門の脱炭素化</li> <li>■ 水素需要の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 中国勢の強いEVとの競争に勝てるのか</li> <li>■ 事業性が成り立つまでには、一定の補助又は資金的な援助が必要</li> </ul>
Lv3 FCモビリティの導入支援			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素ステーション等のモビリティの普及に必要な設備を、水素モビリティに関する実証が多く行われているサラワク州を中心に設置し、運輸部門の水素利用の補助を支援</li> <li>■ 商用車に関しては、技術の導入のみならず、効率的な運用を目指すために、人材・知見を提供する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 運輸部門における日本企業のシェアの獲得</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 運輸部門の脱炭素化</li> <li>■ 水素需要の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 中国勢の強いEVとの競争に勝てるのか</li> <li>■ 事業性が成り立つまでには、一定の補助又は資金的な援助が必要</li> </ul>

# マレーシアの仮説：2/3

## マレーシアに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
 赤枠：ヒアリングを受けて追加した仮説

- 既に検討や調査を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供をし、現地で生産した水素を活用した形での水素・アンモニアサプライチェーンを構築できる可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv4 ガス火力×水素 ・アンモニア 専焼/混焼	■ 現地にて事業を実施している日本企業	■ 日本企業と連携している現地企業 ■ 現地にて関連セクターをリードしている企業	■ 日本企業が事業を実施しているガスタービンや水素混焼技術をより円滑に商用化できるように <b>日系銀行が共同で融資</b> を行い、アンモニア専焼や水素混焼によるガス火力の脱炭素化やその実証を行い、マネージドフェーズアウトを支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ 日本が提唱するエネルギー・トランジションの考えが広まる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 依存度が高いガス火力の脱炭素化</li> <li>■ 長期的に安定した電力の確保に貢献できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地域ごとの水素導入計画や支援策の差異を顧慮に入れる必要がある</li> <li>■ マレーシア国内において、<b>現地調達した水素を活用する必要があるか</b></li> <li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li> </ul>
Lv4 産業の水素利用			■ 港周辺における主要産業である <b>製鉄、石油産業において、日本の水素還元や熱供給技術や知見の導入</b> 支援し、実証及び将来の商用化を促進する	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後需要増加が見込まれる産業の脱炭素化分野において、日本のプレゼンスを確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 増加が見込まれる、産業におけるCO2排出を緩和</li> <li>■ 水素の需要先を確保</li> </ul>	
Lv4 ガス火力×CCS			■ <b>日系銀行が共同で融資</b> を行い、コスト課題を緩和し、商用化を円滑に進める	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業が検討しているマレーシアにおけるCCS事業について、有望な技術の選定やコスト算定等のガイドライン策定等の支援を行い、事業化を促す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本では限られた貯留地を確保でき、CCS技術の推進につながる</li> </ul>	

# マレーシアの仮説 : 3/3

## マレーシアに導入しうる技術は以下の通り

赤字 : ヒアリングを受けて追加した事項  
 赤点線 : ヒアリングを受けて追加した仮説

- 既に検討や調査を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供をし、現地の社会課題であるガス田を活用したCCS事業などを進められる可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv4 日本より輸送したCO2のマレーシアのガス田での貯留	■ 現地にて事業を実施している日本企業	■ 日本企業と連携している現地企業 ■ 現地にて関連セクターをリードしている企業	■ 日本で回収したCO2をマレーシアのガス田で貯留するために、ロンドン議定書に沿った許可体系の整備や輸出側の許可体系を準用することへの同意に向けた支援や技術の選定、運用形態、コスト算定等、円滑な運用に向けたガイドライン策定等の支援を行う	■ 日本では限られた貯留地を確保でき、CCS技術の推進につながる	■ 資金の獲得	■ 現地や海外NGO等からの批判 ■ 貯留・運搬コストや貯留サイトの確保が国内での本業の排出削減コスト以上に低コスト化できるか
Lv2 ZEB・ZEHの促進			■ EMSや省エネ機器等エネルギーマネジメントシステムを使った、ZEB・ZEHへの関心の高さを踏まえ、現地で事業展開 ■ 事業者のニーズに合った政策的サポートを提供	■ 日系企業の進出による経済的裨益		■ 家庭・民生部門における脱炭素化システム混雑や出力抑制への対応

# タイの仮説：1/3

## タイに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
     ヒアリングを受けて追加した仮説

- 豊富なバイオ資源の燃焼利用や燃料利用、水素製造への利用及び事業者が想定している運輸部門以外での利用を訴求していける可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv2 バイオガスを利活用 (水素製造等)	■ 現地にて事業を実施している日本企業	■ 日本企業と連携している現地企業 ■ 現地にて関連セクターをリードしている企業	■ CPグループが持つバイオガスを活用して水素を製造する取組に対して、工場等の産業への <b>水素利用等の需要先確保を支援</b> する ▶ EVの生産ハブを目指し、EVの販売数も増加している状況で、 <b>FCV以外の利用先を確保する必要性</b> を事業者に訴えかける	■ 日本企業の技術の輸出 ■ 運輸部門のみならず、発電・産業部門での水素需要確保	■ BCG経済モデルに即した形での、産業の脱炭素化 ■ 水素の収益性を確保	■ <b>バイオガスの製造拠点が分散しているため、大規模な水素の需要地に供給する場合、バイオガスや水素の輸送コストがかかる</b>
Lv2 バイオ燃料供給体制の構築			■ 日本企業が事業化・検討しているバイオ燃料の供給について、日本が強みを持つ技術を導入し、 <b>今後需要が増大していくであろうタイのバイオ燃料供給網の構築</b> を行う ■ <b>SAFを想定</b>	■ 日本企業の <b>技術の実証機会を獲得</b> ■ 日本の技術に輸出	■ BCG経済モデルに即した形での、産業の脱炭素化 ■ バイオマス資源の有効活用	■ <b>食料競合が起こる可能性がある</b> ■ <b>製造量の増加や製造コストの削減が必要になる</b>
Lv3 火力発電におけるバイオマス燃焼 (木質ペレット)			■ 日本企業が検討している火力発電におけるバイオマス燃焼事業について、事業開始の障壁となり得る <b>調達先やコスト等の課題</b> に関して支援を行い円滑な事業開始を促す ■ <b>燃焼の対象となる木質ペレット(ブラックペレットを想定)の選定を支援</b>	■ 日本企業の <b>技術の実証機会を獲得</b> ■ 日本の技術に輸出	■ BCG経済モデルに即した形での、産業の脱炭素化 ■ バイオマス資源の有効活用	■ <b>製造量の増加や製造コストの削減が必要になる</b> ■ <b>現地の導入方法と異なる可能性がある</b>

# タイの仮説：2/3

## タイに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
 赤枠：ヒアリングを受けて追加した仮説

- 重化学工業の脱炭素化を促すためのCCSの導入に加え、発電・産業部門に活用するような支援を人材資金提供等で進めていきつつ、個別で水素利用技術の導入を進めていける可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv4 水素ガスタービン 発電設備設置			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 資金提供に加え、<b>輸入水素</b>を用いた水素ガスタービン発電設備の開発・建設・運用に、<b>日本企業が技術や知見・人材等を提供</b></li> <li>■ 現地政府に働きかけを行うことでより大きい脱炭素効果もたらすとして、<b>水素利用にプレミア</b>を付け、水素利用のメリットを創出する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していくガス火力に対して、脱炭素化を推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要になる</b></li> </ul>
Lv4 石油化学 コンビナートへの水素利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>水素、合成メタンやアンモニアを石油化学コンビナートへ活用する技術や知見・人材等を日本企業が提供</b>し、石油化学コンビナートの脱炭素化を日本企業が主導                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 化学産業が集積するエリアで取れる<b>副生水素を日本企業の技術を導入</b></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ 水素利用国の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 増加が見込まれる、産業分野におけるCO2排出を緩和</li> <li>■ 水素の需要先を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素利用によって高くなる製品製造コストを回収するために、<b>環境価値</b>をどのように訴求するか</li> </ul>
Lv4 重化学工業でのCCS活用			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>重化学工業の脱炭素化</b>を日揮等の日本企業の技術を円滑に導入するために、<b>資金</b>の提供、日本企業が強みを持ち現地ニーズがある<b>技術の特定</b>、現地ステークホルダーと日本企業の<b>連携の促進</b>、法規制緩和等<b>現地政府への働きかけ</b>を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の<b>技術の実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本<b>の技術に輸出</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Hard to Abate分野</b>の脱炭素化</li> <li>■ <b>技術の獲得</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS促進のための<b>規制・優遇政策</b>が十分ではない</li> <li>■ <b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li> </ul>

# タイの仮説 : 3/3

## タイに導入しうる技術は以下の通り

赤字 : ヒアリングを受けて追加した事項  
 [ ] : ヒアリングを受けて追加した仮説

■ ZEB・ZEHを含めた太陽光発電の導入を促進できる可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv2 ZEB・ZEHの促進	■ 現地にて事業を実施している日本企業	■ 日本企業と連携している現地企業 ■ 現地にて関連セクターをリードしている企業	■ EMSや省エネ機器等エネルギーマネジメントシステムを使った、ZEB・ZEHへの関心の高さを踏まえ、現地で事業展開 ■ 事業者のニーズに合った政策的サポートを提供	■ 日系企業の進出による経済的裨益	■ 家庭・民生部門における脱炭素化 ■ 系統混雑や出力抑制への対応	■ 現状は日系企業が進出できておらず、背景として事業性が取りづらい可能性がある
Lv2 太陽光発電導入促進に向けた政策転換支援			■ 太陽光発電促進に向けて、ダイレクトPPAや逆潮流をみとめていくような政策転換を働きかけるような取組を行う	■ 日系企業の進出による経済的裨益	■ 家庭・民生部門における脱炭素化	■ ダイレクトPPAや逆潮流ができず、事業性の確保が難しい

# ベトナムの仮説：1/3

## ベトナムに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
     ヒアリングを受けて追加した仮説

- 出力抑制対策として日本企業主導で大型水電解装置を設置し、産業セクターの省エネ化を目的として産業用ヒートポンプの導入しつつ、日本企業が主体で人材・資金・技術を提供して、インフラ構築を主導していくような取組を進められる可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
<b>Lv1</b> 産業セクターの省エネに向けた産業用ヒートポンプの導入			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 産業セクターの省エネ化に向け、現地政府に対して日本政府や企業が主導しながら、人材や知見を提供するとともに、日本企業の製品の導入を促す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 増加が見込まれる、産業分野におけるCO2排出を緩和</li> </ul>	-
<b>Lv2</b> 送配電網の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業が送配電網を敷設するとともに、ベトナムが抱える電力網の諸課題に対し知見・人材等を一挙に投入することで電力全体の安定性・信頼性を高め脱炭素化に向けたインフラ作りにつなげる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ JCMを通して国の排出量を削減できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギーインフラの改善が可能</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 国営企業の利権等により、日本企業を含み海外の民間企業による事業が困難な可能性</li> <li>■ 事業性の確保が難しくファイナンス面での支援が必要</li> </ul>
<b>Lv3</b> 大型水電解装置を活用した再エネ需給調整			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 出力抑制が発生している状況で、大型水電解装置を導入し水素電力貯蔵システムの構築を支援</li> <li>■ コスト支援や大型化及び長寿命化に向けた実証支援を通じ、蓄電池から水電解装置への移行支援し、グリーン水素の導入の足掛かりとする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ コスト低減・社会実装に向けた実証機会等の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 出力抑制への対応</li> <li>■ 水電解装置の知見の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 蓄電池との競合</li> <li>■ グリーン水素の導入に需要があるか</li> <li>■ 蓄電池から水電解装置への移行を促すためのメリットづくり</li> <li>■ 装置の長寿命化</li> </ul>

# ベトナムの仮説：2/3

## ベトナムに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
     ヒアリングを受けて追加した仮説

- 日本企業がGI基金にて実証を進めている浮体式洋上風力を、ベトナムにて設置し、日本企業の実証の確保及びベトナムの再エネ導入の促進をさせるとともに、工場にて水素をガスタービンとして用いることで脱炭素化を図る取組などを進められる可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
<b>Lv3</b> ベトナムにおける浮体式洋上風力実証支援	■ 現地にて事業を実施している日本企業	■ 日本企業と連携している現地企業 ■ 現地にて関連セクターをリードしている企業	■ 日本企業が浮体式洋上風力の導入を支援するとともに、 <b>知見・人材等を一挙に投入</b> することによって、ベトナムにおける洋上風力のポテンシャルを最大限活用した形での、電力システムの構築を支援する	■ 日本企業の技術を輸出 ■ コスト低減・社会実装に向けた <b>実証機会等の確保</b>	■ 近年伸び悩んでいる変動型再エネの導入の加速 ■ 知見の獲得	■ 2030年までに国際競争力のあるコスト水準で商用化するのは <b>実際に可能なのか</b>
<b>Lv4</b> 石炭火力発電に対する <b>バイオマス混焼</b>			■ <b>2030年以降の導入</b> を目指し事業開始の障壁となり得る <b>調達先やコスト等の課題</b> に関して支援を行い、円滑な事業開始を促す ■ <b>燃焼の対象となる木質ペレット（ブラックペレットを想定）の選定を支援</b>	■ 日本企業の <b>技術の実証機会を獲得</b> ■ 日本の技術に輸出	■ バイオマス資源の有効活用	■ <b>製造量の増加や製造コストの削減が必要になる</b> ■ 適した燃焼材料の選定
<b>Lv4</b> 水素専焼ガスタービンを活用したクリーンな工場建設			■ <b>輸入水素を想定し、日本の技術、知見、人材を用いて水素専焼タービンを導入</b> することで、日本主導で産業の脱炭素化を促進する	■ 日本企業の技術を輸出 ■ 水素利用国の増大	■ 増加が見込まれる、産業分野におけるCO2排出を緩和 ■ 水素の需要先を確保	■ ベトナムの水素に係る <b>法制度</b> がどの程度整っているのか ■ 開発がどの程度進んでいるか ■ 水素の <b>供給体制</b> を整える必要がある

# ベトナムの仮説：3/3

## ベトナムに導入しうる技術は以下の通り

赤字： ヒアリングを受けて追加した事項  
 [---]: ヒアリングを受けて追加した仮説

- 日本企業がGI基金にて実証を進めている浮体式洋上風力を、ベトナムにて設置し、日本企業の実証の確保及びベトナムの再エネ導入の促進をさせるとともに、工場にて水素をガスタービンとして用いることで脱炭素化を図る取組を進められる可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv2 ZEB・ZEHの促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EMSや省エネ機器等エネルギーマネジメントシステムを使った、ZEB・ZEHへの関心の高さを踏まえ、現地で事業展開</li> <li>■ 事業者のニーズに合った政策的サポートを提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日系企業の進出による経済的裨益</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 家庭・民生部門における脱炭素化</li> <li>■ 系統混雑や出力抑制への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状は日系企業が進出できておらず、背景として事業性が取りづらい可能性がある</li> </ul>

# フィリピンの仮説：1/2

## フィリピンに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
 赤枠：ヒアリングを受けて追加した仮説

- フィリピンの社会課題であるインフラ格差については、資金提供をしつつ、人材や知見の提供を含めて日本企業主導で、送配電の効率化や送電網を進められる可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv2 電力 インフラ改善			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日系銀行が共同で送配電網インフラ設置に対し融資を行う</li> <li>■ 日本企業が送配電網を敷設するとともに、フィリピンが抱える電力網の諸課題に対し<b>知見・人材等を一挙に投入</b>することによって電力全体の安定性・信頼性を高めたインフラ作りにつなげる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JCMを通して国の排出量を削減できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギーインフラの改善が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 中国の影響が既に強く、新たに日本企業が参画できるかは不明</li> <li>■ NGCPには国家电网が40%出資している</li> <li>■ 事業性の確保</li> </ul>
Lv3 フィリピンにおける浮体式洋上風力 実証支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業が浮体式洋上風力の導入を支援するとともに、<b>知見・人材等を一挙に投入</b>することによって、電力システムの構築を支援</li> <li>■ <b>地理的条件に合った技術の選定</b>                      ▶ 日本の地理特性に似ているため<b>技術面での貢献があり得る</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業の技術を輸出</li> <li>■ コスト低減・社会実装に向けた<b>実証機会等の確保</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 近年伸び悩んでいる変動型再エネの導入の加速</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GI基金では、2030年までに国際競争力のあるコスト水準で商用化する技術を確立としているが<b>実際に可能なのか</b></li> </ul>
Lv3 水素・アンモニア 供給体制の構築			<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日系銀行が共同で融資を行う</li> <li>■ 石炭火力発電に対するアンモニア混焼技術について、JERAが進める水素・アンモニアサプライチェーン構築を後押しする目的で、<b>技術・知見を導入し、実現可能性、脱炭素効果の検討を主導し、需要先や供給体制の構築を支援する</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>実証機会を獲得</b></li> <li>■ 日本が提唱するエネルギー・トランジションの考えが広まる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ アンモニア生産に係る知見を獲得</li> <li>■ アンモニアによる収益性の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>輸送コストの面で離島や広大な国土に対応した効率的な水素輸送・供給網の構築が必要</b></li> </ul>

# フィリピンの仮説：2/2

## フィリピンに導入しうる技術は以下の通り

赤字：ヒアリングを受けて追加した事項  
 赤点線：ヒアリングを受けて追加した仮説

- 既に検討を進めている日本企業や公的機関による連携、知見、資金、人材の提供により、石炭火力へのアンモニア混焼技術を含めた、水素・アンモニアサプライチェーンの構築などを進められる可能性があるのでは

テーマ	日本側の主体	相手国側の主体	取組	日本のメリット	相手国のメリット	課題
Lv4 石炭火力×水素・アンモニア混焼	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 石炭火力発電に対するアンモニア混焼技術について、JERAが進める水素・アンモニアサプライチェーン構築を後押しする目的で、アンモニア調達先を含めた技術の導入可能性、脱炭素効果の検討を主導し、<b>人材・知見等も併せた技術の導入</b>を支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>実証機会の獲得</b></li> <li>■ 日本が提唱するエネルギー・トランジションの考えが広まる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 今後も一定期間依存していく石炭火力に対して、脱炭素化を推進</li> <li>■ 知見の獲得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 事業性を成り立たせるためには、<b>環境価値取引等の大規模な制度導入が必要</b></li> </ul>
Lv2 ZEB・ZEHの促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を実施している日本企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EMSや省エネ機器等エネルギーマネジメントシステムを使った、ZEB・ZEHへの関心の高さを踏まえ、現地で事業展開</li> <li>■ 事業者のニーズに合った政策的サポートを提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日系企業の進出による経済的裨益</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 家庭・民生部門における脱炭素化</li> <li>■ 系統混雑や出力抑制への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状は日系企業が進出できておらず、背景として事業性が取りづらい可能性がある</li> </ul>

# 優先度の高い技術テーマの選定

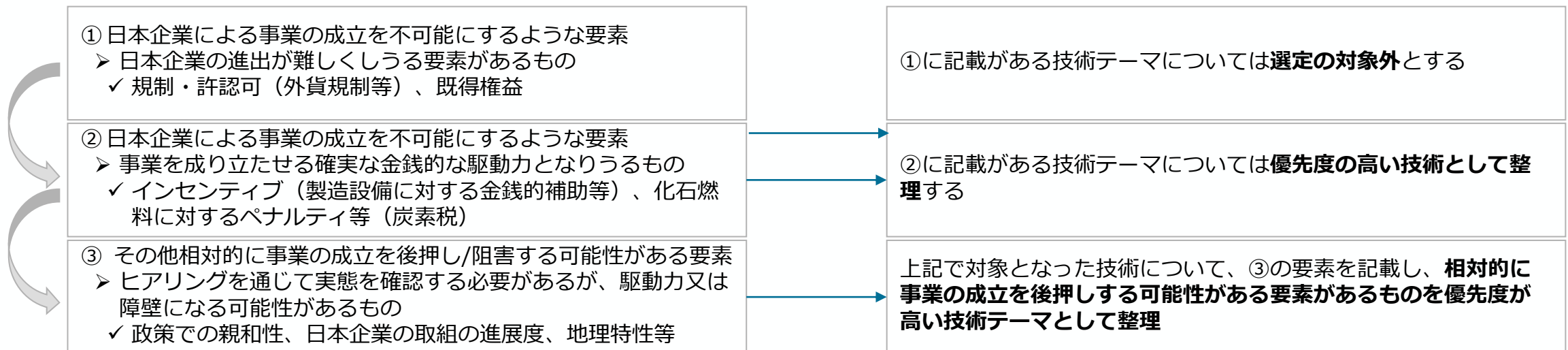
# 優先度の高い技術テーマの選定方針

## 背景

- 「クリーンエネルギー安定供給の重要性」があり、かつ「日本の技術優位性」と「現地ニーズ」が高い技術テーマを30テーマ選定したが、優先度が高いものからより詳細な支援策の検討を実施する必要がある

## 優先テーマ選定方針

- 優先度が高い技術テーマは今までの机上検討に用いた情報を考慮して選定を行う
  - 規制・許認可（外貨規制等）、既得権益、インセンティブ（製造設備に対する金銭的補助等）、化石燃料に対するペナルティ、政策での親和性、日本企業の取組の進展度、地理特性等
- 上記の情報を以下のように整理して優先度の高い技術テーマを選定する
- 下記③については、①～②の整理にて当てはまる技術テーマが3つ以上ある場合のみ、それらの技術テーマを対象に③の選定を用いて、更に絞り込みを行う



# 優先度の高いテーマの選定

## インドネシア

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
 ↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
 ↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/ 阻害する可能性がある要素
バイオ燃料の 供給網構築	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CPO基金やCORSIAクレジット等の駆動力となる金銭的支援が存在する</li> </ul>	↑ 日本企業の取組が進んでおり、インフラ整備等が既に行われているため、事業に係る検討やコストに関する障壁が相対的に低い可能性
既設火力発電への バイオマス 混焼	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FIT規定を適用できる可能性がある</li> </ul>	↓ 日本企業の取組が現状検討・研究段階であり、今後検討等を行う要素が多く、比較的早期の事業成立が困難な可能性
島間の電力 インフラ改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ PLNが事業に係る権利を有しており、日本企業が送配電事業を行うことは困難</li> </ul>	—	—
地熱由来水素製造	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JICAによる水素供給に係る金銭的な補助が存在する</li> <li>■ グリーン水素製造者へのインセンティブや減税措置の導入が現地で検討中</li> </ul>	↑ 日本企業の取組が進んでおり、インフラ整備等が既に行われているため、事業に係る検討やコストに関する障壁が相対的に低い可能性

# 優先度の高いテーマの選定

## インドネシア

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
 ↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
 ↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ 相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素
水素の 産業利用	—	—	—
石炭火力 ×水素・ アンモニア混焼	—	—	—
赤字 石炭・ ガス火力×CCS	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>政策としてCCS事業を進めていく方針で、安全性に係る規制や70%は国内排出用に確保する等具体的な数値に係る目標・規制を策定している</li> </ul>	↑ 日本企業の取組が実施場所等具体的な要素が決定されている段階であり、比較的早期に事業を成立させる可能性
日本より輸送した CO2のインドネシア での貯留	—	—	—

# 優先度の高いテーマの選定

## インドネシア

- 赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ 相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素
ZEB・ZEHの 促進	クリーンエネルギー安定供給の重要性は高くないが実現可能性は高い技術として整理		

# 優先度の高いテーマの選定

## マレーシア

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
 ↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
 ↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/ 阻害する可能性がある要素
CO2 フリー水素の 現地利用の 促進	—	■ サラワク州におけるグリーン水素と関連プロジェクトへの投資を実現するための支援を行うとしている	↑ 政策として「グリーン水素」の生産能力を年間250万トンまで高める方針を示している
FCモビリティ工場の 建設	—	—	↓ マレーシア等の東南アジアではEVの導入が進んでおり、FCVの導入は困難
FCモビリティの導入 支援	—	—	↓ マレーシア等の東南アジアではEVの導入が進んでおり、FCVの導入は困難
ガス火力× 水素 ・アンモニア	—	—	↓ 日本企業の取組が現状検討・研究段階であり、今後検討等を行う要素が多く、比較的早期の事業成立が困難な可能性

# 優先度の高いテーマの選定

## マレーシア

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
 ↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
 ↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/ 阻害する可能性がある要素
産業の 水素利用	—	—	↓ 日本企業の取組が現状検討・研究段階であり、今後検討等を行う要素が多く、比較的早期の事業成立が困難な可能性
ガス火力×CCS	—	■ 2024年度国家予算案では、グリーン投資を促す優遇策として、CCS事業に対する優遇税制を新たに検討することも明記された	↑ 日本企業の取組について既にCO2回収場所等が検討されており、事業に係る検討やコストに関する障壁が相対的に低い可能性
輸送したCO2のマ レーシアのガス田 貯留	—	■ 2024年度国家予算案では、グリーン投資を促す優遇策として、CCS事業に対する優遇税制を新たに検討することも明記された	↑ 日本企業の取組について既にCO2回収場所等が検討されており、事業に係る検討やコストに関する障壁が相対的に低い可能性
ZEB・ZEHの 促進	クリーンエネルギー安定供給重要性は高くないが実現可能性は高い技術として整理		

# 優先度の高いテーマの選定

## タイ

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
 ↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
 ↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/ 阻害する可能性がある要素
バイオガスを 利活用 (水素製造)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ グリーン水素について補助を検討している</li> </ul>	↑ 日本企業の取組が既に進んでおり、用途やインフラについて検討が進んでいるため、事業に係る検討やコストに関する障壁が相対的に低い可能性
バイオ燃料供給体制 の構築	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ バイオ燃料利用促進に向けて、原料に補助金を提供している</li> <li>■ 当初2年間のマネジメント及び専門職員の人件費の50%相当額を資金援助する投資奨励策が存在</li> </ul>	↑ 日本企業の取組が既に進んでおり、用途やインフラについて検討が進んでいるため、事業に係る検討やコストに関する障壁が相対的に低い可能性
火力発電における バイオマス燃焼 (木質ペレット)	—	—	—
水素ガスタービン 発電設備設置	—	—	—

# 優先度の高いテーマの選定

## タイ

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
 ↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
 ↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/ 阻害する可能性がある要素
石油化学 コンビナートへの 水素利用 (副生水素)	—	—	↑ タイでは工業地帯であるマープタープット港等で副生水素が多く産出され、水素の調達に係る課題が少ない可能性
重化学工業でのCCS 活用	—	—	↓ 日本企業の取組が現状検討・研究段階であり、今後検討等を行う要素が多く、比較的早期の事業成立が困難な可能性
ZEB・ZEHの 促進	クリーンエネルギー安定供給重要性は高くないが実現可能性は高い技術として整理		

# 優先度の高いテーマの選定

## ベトナム

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
 ↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
 ↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/ 阻害する可能性がある要素
産業用ヒートポンプ の導入	—	■ ベトナム政府は世界銀行と共同で、省エネ機器に対する支援を検討している	↑ダイキン等日本の事業者による事業・検討が既に実施されている ↑他の仮説と比較して投資額が低い
送配電網の 整備	■ EVNが事業に係る権利を有しており、日本企業が送配電事業を行うことは困難	—	—
大型水電解装置を活用した 再エネ 需給調整	クリーンエネルギー安定供給の重要性は高くないが実現可能性は高い技術として整理		
浮体式 洋上風力 実証支援	—	■ 条件によって政府が制定する投資優遇措置を受けることができ、法人税、輸入税、土地賃貸税、付加価値税の減税・免税が適用される可能性がある	—

# 優先度の高いテーマの選定

## ベトナム

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
 ↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
 ↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/ 阻害する可能性がある要素
石炭火力発電に対するバイオマス混焼	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ドイツ国際協力機構(GIZ)などの国際機関が、ベトナムのバイオマス発電開発を長年支援している</li> </ul>	—
工場への水素専焼ガスタービンの導入	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素エネルギー技術を応用したプロジェクトは、ハイテク分野への投資に関する法律にもとづき、投資優遇措置を受けることができる</li> </ul>	—
ZEB・ZEHの促進	クリーンエネルギー安定供給の重要性は高くないが実現可能性は高い技術として整理		

# 優先度の高いテーマの選定

## フィリピン

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
 ↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
 ↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/ 阻害する可能性がある要素
電力 インフラ改善	—	■ エネルギー規制委員会の投資インセンティブ、再生可能エネルギー法にもとづく優遇措置が存在している	↑ 国営企業の力が弱く、日本企業の参入が比較的容易
浮体式 洋上風力 実証支援	—	■ 国家再生可能エネルギープログラムによる財政的インセンティブが活用できる可能性がある	↑ 外貨規制がなく日本企業の参入が比較的容易な可能性 ↑ 電力自由化を行っており、売電事業による収益性の確保が容易な可能性
水素・アンモニア 供給体制の構築	—	—	↑ PEPにて水素・アンモニアの利用に向けて、その供給体制を整えることを表明している
石炭火力×水素・ アンモニア混焼	—	—	↑ PEPでは政策的に水素技術について取組を進めるとしているが、供給側に関する記述が中心であるため、利用側についてどの程度取組を行うか不明

# 優先度の高いテーマの選定

## フィリピン

赤字： 弊社として優先度が高いと考える仮説  
↑： その他相対的に事業の成立を後押しする可能性がある要素  
↓： その他相対的に事業の成立を阻害する可能性がある要素

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/ 阻害する可能性がある要素
ZEB・ZEHの 促進	クリーンエネルギー安定供給の重要性は高くないが実現可能性は高い技術として整理		

# 検討テーマの選定

# 検討テーマの選定

## 本事業にて具体的に検討するテーマ

- 「クリーンエネルギー安定供給の重要性」があり、かつ「日本の技術優位性」と「現地ニーズ」が高い技術テーマのうち、事業の成立を不可能にするような要素なく、事業の成立を後押しする要素が存在するテーマを選定

仮説 (技術名)	① 日本企業による事業の成立を不可能にするような要素	② 事業の成立を後押しする要素	③ その他相対的に事業の成立を後押し/阻害する可能性がある要素
地熱電力を活用した、 水素製造 (インドネシア)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>JICAによる水素供給に係る金銭的な補助が存在する</li> <li>グリーン水素製造者へのインセンティブや減税措置の導入が現地で検討中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本企業の取組が進んでおり、インフラ整備等が既に行われているため、事業に係る検討やコストに関する障壁が相対的に低い可能性</li> </ul>
バイオ燃料の 供給網構築 (インドネシア)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>CPO基金やCORSIAクレジット等の駆動力となる金銭的支援が存在する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本企業の取組が進んでおり、インフラ整備等が既に行われているため、事業に係る検討やコストに関する障壁が相対的に低い可能性</li> </ul>
ガス火力×CCS (マレーシア)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>2024年度国家予算案では、グリーン投資を促す優遇策として、CCS事業に対する優遇税制を新たに検討することも明記された</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本企業の取組について既にCO2回収場所等が検討されており、事業に係る検討やコストに関する障壁が相対的に低い可能性</li> </ul>
産業用ヒートポンプ (ベトナム)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベトナム政府は世界銀行と共同で、省エネ機器に対する支援を検討している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の事業者による事業・検討が既に実施されている</li> <li>他の仮説と比較して投資額が低い</li> </ul>

# インドネシア・地熱由来水素供給事業

# インドネシアの脱炭素化に向けた取組の概要及び方針

- インドネシアの脱炭素化に向けては、豊富な再エネ資源（特に地熱）の最大限の利活用が重要
- 系統の脆弱性から再エネの普及が進んでいないと考えられるため、再エネ×水素のサプライチェーンの構築が有効では
- 日本企業の技術を積極的に活用し、水素・再エネ両面での裨益と、インドネシアの脱炭素化を同時推進していく

## 事業の実施背景・意義

### インドネシアの脱炭素化に向けた取組の方向性

- インドネシアは再エネポテンシャルが豊富であり、2060年のネットゼロ達成に向けては再エネの導入が必要不可欠
  - その中でも将来的には、特に豊富なポテンシャルを有している地熱発電の導入促進が重要となる

### インドネシアの脱炭素化に向けて日本が提供できる価値

- インドネシアの脱炭素化に向けた再エネ（地熱）の導入に向けては、以下のような取組を提供することができる
  - 技術：日本は地熱発電関連技術に強みを持ち、現地でも事業を実施中
  - ビジネスモデル：系統課題を回避するために水素を活用したモデルを提供可能
  - ファイナンス：低金利融資等の枠組みで資金提供を可能

## インドネシアにおけるトランジション戦略

### 現状のインドネシアの再エネ環境

- 豊富なポテンシャルを有している反面、その導入は進んでいない
  - 特に地熱発電は約29GWのポテンシャルを有しているが現状の導入量は2.4GWにとどまっている

### トランジション期の取組として以下の3つの事業を実施する

- ①水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得
- ②パイロットプロジェクト組成による水素サプライチェーンの初期構築
- ③水素の大規模サプライチェーンの確立を見据えた水素Ready技術の漸次導入

### 脱炭素化に向けた将来像

- 再エネの導入が最大限進んでいるとともに水素の利活用によって、インドネシアの脱炭素化が進んでいる状況

## 支援の方向性

### 日本企業参入に向けた体制構築（法制度策定を含む）

- 法制度策定に向けた知見共有・協調
- 現地ステークホルダーとの連携促進
- 現地ステークホルダーとの合併企業設立等

### 技術開発・実証支援

- 水電解装置の大規模化等のコスト削減に向けた技術実証
- ガスタービン等既に技術的には開発済み技術の実運用下での実証支援等

### ファイナンス支援

- JBICによる低金利融資等既存の公的な資金スキームの活用
- 日系の銀行等の民間によるトランジションファイナンスのスキームを通じた資金調達支援等

### 人材育成支援

- 水素関連法制度策定等に対する人材育成支援
- 現地技術者向けの研修プログラムの実施等

# 取組の課題と方向性

## インドネシアの現状

- インドネシアでは、水素戦略の策定、水素ロードマップの策定中である等、**現地政府は水素関連事業を進めていく方針**
  - PLNは水素を電力の安定供給の観点から、脱炭素化の重要な手段とみなしている
  - 他方で、**事業の実施特に大規模なサプライチェーンの構築は長期的なスパンでの検討が必要** →下記にてPESTで分析

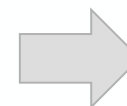
## 追求する日本の裨益

- 水素等クリーンエネルギーの**サプライチェーンの構築を通じたクリーンエネルギー安定供給の実現**
- **クリーンエネルギー技術のアジア市場輸出による経済裨益の獲得**



## 取組の方向性

- 日本裨益を前提にインドネシアの脱炭素を推進する短期的な取組として、3つの類型を検討
  - ① 水素技術をレバレッジにした**地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得**
  - ② パイロットプロジェクト組成による**水素サプライチェーンの初期構築**
  - ③ 水素の大規模サプライチェーンの確立を見据えた**水素Ready技術の漸次導入**



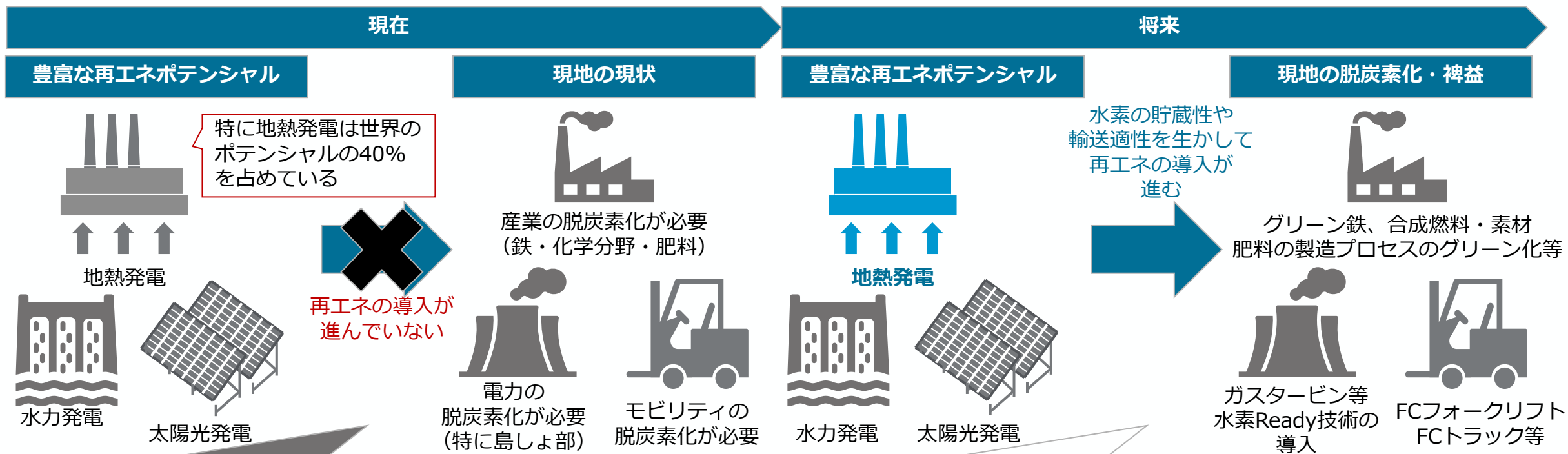
仮説の精緻化・検証にもとづき、短期的な施策を検討していく

## 課題 (PEST分析)

Politics	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>現状法制度が十分に整備されていない</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ Renewable New Energy Lawドラフトにて議論されているが、あくまで枠組みで、<b>水素社会推進法のように値差支援の根拠法ではない</b></li><li>➢ 水素戦略の策定、水素ロードマップの策定中</li><li>➢ 水素ステーションの設計・運用、取扱い安全性、水素の品質などについては、<b>PLNがISOを準拠した形での規格を作成済み</b></li></ul></li></ul>	Economy	<ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアにてグリーン水素を含む水素関連事業を実施する際については、<b>コスト・価格が課題</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ 他方で<b>実際にサプライチェーンのどの要素が課題なのかは要調査</b></li></ul></li><li>■ <b>短期・中期的な需要先が不明であり要調査</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ 長期的には発電利用が考えられるが、2040年以降の検討になる</li></ul></li></ul>
Society	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>インフラについても整備は進んでおらず、大規模投資が必要な可能性あり</b></li><li>■ カリマンタン島とジャワ島など、再エネポテンシャルが大きい地域と需要が存在する地域が地理的に離れているという問題があり、将来的に水素の輸送コストの削減が大きな課題になる可能性が高い</li></ul>	Technology	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 具体的な検討が進んでいないため、<b>要調査段階</b></li><li>■ 他方、将来的に、<b>製造・輸送コスト削減のための新技術導入等のニーズは出てくると思われる</b></li></ul>

# 事業の実施概要

- 送電網の脆弱性や整備のための膨大なコストがボトルネックとなり、豊富な再エネ（地熱）ポテンシャルが十分に活用できていない
- 送電インフラの脆弱性を解決するには、水素の貯蔵性や輸送特性を生かすことが有効ではないか
  - 豊富な再エネ（地熱）ポテンシャルの活用及び水素の利活用を通じて、産業の脱炭素化や電力の脱炭素化、モビリティの脱炭素化の実現を目指す



以下の理由で再エネ（地熱）導入が進んでいない：

- ・送電インフラが弱い・かつ整備コストが高い（島間）
- ・再エネ資源開発に係る高額な初期コスト（掘削コスト等）

将来像：

- ・水素を活用し再エネ由来のエネルギーとして活用することで、送電インフラの整備を待たず水素としてのエネルギーの供給を可能にする
- ・再エネ（地熱）導入・水素の活用により、現地の脱炭素化等も促進する

# 地熱由来水素事業実現に向けたアプローチ

: 地熱発電導入  
 : 水素サプライチェーン構築

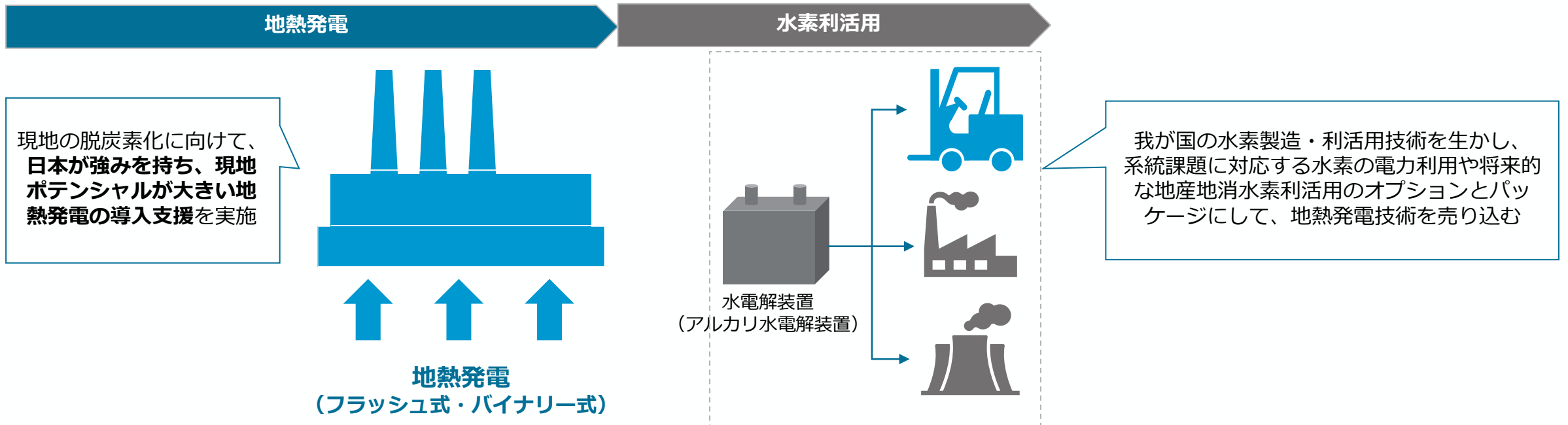
- 日本裨益を前提にインドネシアの脱炭素化を推進する取組内容をより具体的に整理するために、3つの類型を検討
- 3つの類型に係る取組を実施することで、日本裨益を獲得しつつインドネシアにおける水素社会構築に向けた端緒とする

事業の類型	①水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得	②パイロットプロジェクト組成による水素サプライチェーンの構築	③水素Ready技術の活用による大規模サプライチェーンの確立（大規模水素利活用）
取組むべき背景	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業は地熱タービン等<b>地熱発電関連技術に強みを持っている</b></li> <li>■ 水素サプライチェーンの構築は、<b>クリーンエネルギーの安定供給や技術輸出による経済裨益の獲得の観点からも重要</b></li> <li>■ 他方で足元での大規模サプライチェーンの構築は<b>困難</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素サプライチェーンの構築は、<b>クリーンエネルギーの安定供給や技術輸出による経済裨益の獲得の観点からも重要</b></li> <li>■ 他方で水素事業の組成特に<b>大規模サプライチェーンの創出は、経済性の観点から現状の実現は困難</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素サプライチェーンの構築は、<b>クリーンエネルギーの安定供給や技術輸出による経済裨益の獲得の観点からも重要</b></li> <li>■ 他方で水素事業の組成特に<b>大規模サプライチェーンの創出は長期的な検討が必要</b></li> </ul>
事業の絵姿（目的）	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>現状強みを持つ日本の地熱発電技術の導入を他国との差別化を図り促進する</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ インドネシアの再エネ導入及び系統課題の解消につながる、水素サプライチェーン構築を目指した支援を地熱発電導入支援と組み合わせることで、他国との差別化につながる</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>最も経済合理的な小規模用途をもとにしたアジア内で水素サプライチェーンの構築を実施し、大規模サプライチェーン創出に向けた端緒とする</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>日本が強みを持つグリーン水素利用転換可能な技術（水素Ready技術）を導入し、経済的に負担が少なく水素の大規模サプライチェーンの創出に向けた事業環境を整備する</b></li> <li>■ <b>そうした設備の導入や水素利用への転換に向けた計画策定の支援を実施する</b></li> </ul>

# ①水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得

## 地熱発電の導入・水素製造

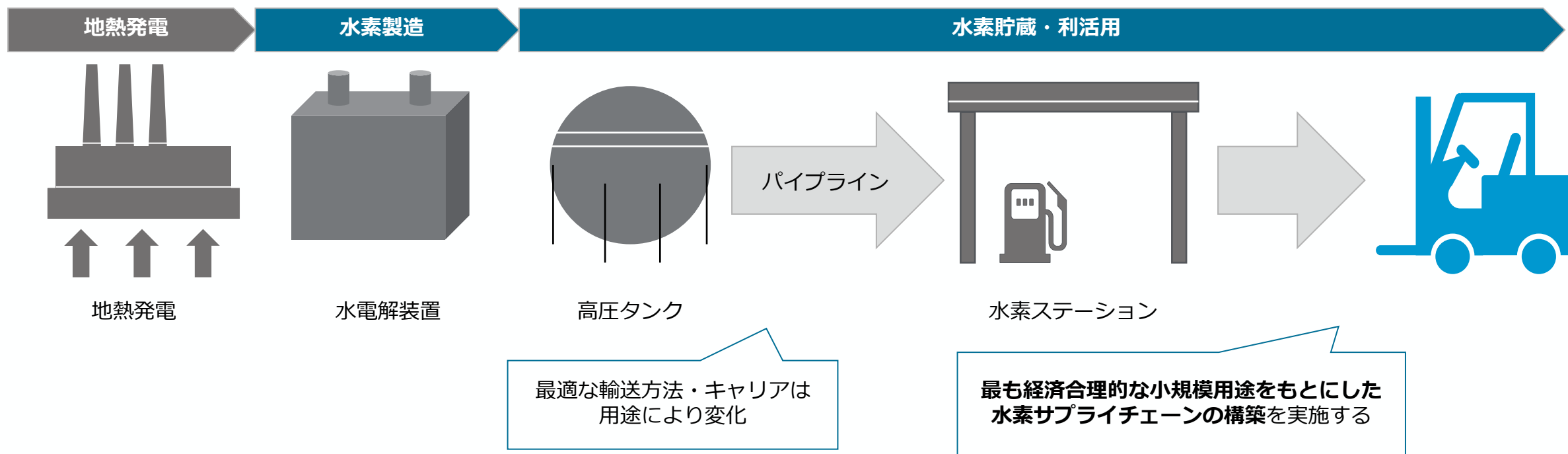
- 地熱発電と水素を組み合わせたサプライチェーンの確立・日本の強みである水電解技術という差別化要素を元に、強みを持つ日本の地熱発電技術の導入を促進する
- インドネシアの再エネ導入及び系統課題の解消につながる、**水素製造・利活用技術を地熱発電導入と組合せパッケージ化し、他国との差別化につなげる**



## ②パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーン構築

### 水素輸送・利用（FCフォークリフト）

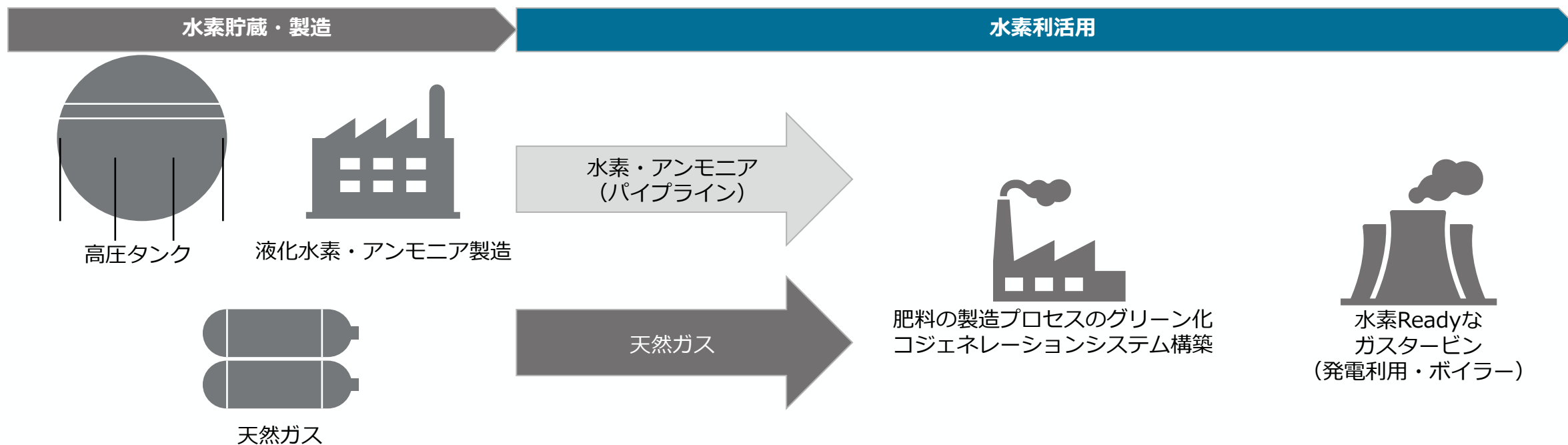
- 経済性の観点から最も事業化が近いと考えられる水素サプライチェーンを特定し、パイロットプロジェクトを小規模に組成することで、インドネシアにおける水素サプライチェーン構築の端緒とする
- 具体的には、地熱発電所の電力から製造される水素を、日本企業等の施設に導入されるFCモビリティ等で活用する事業の実現を目指してはどうか



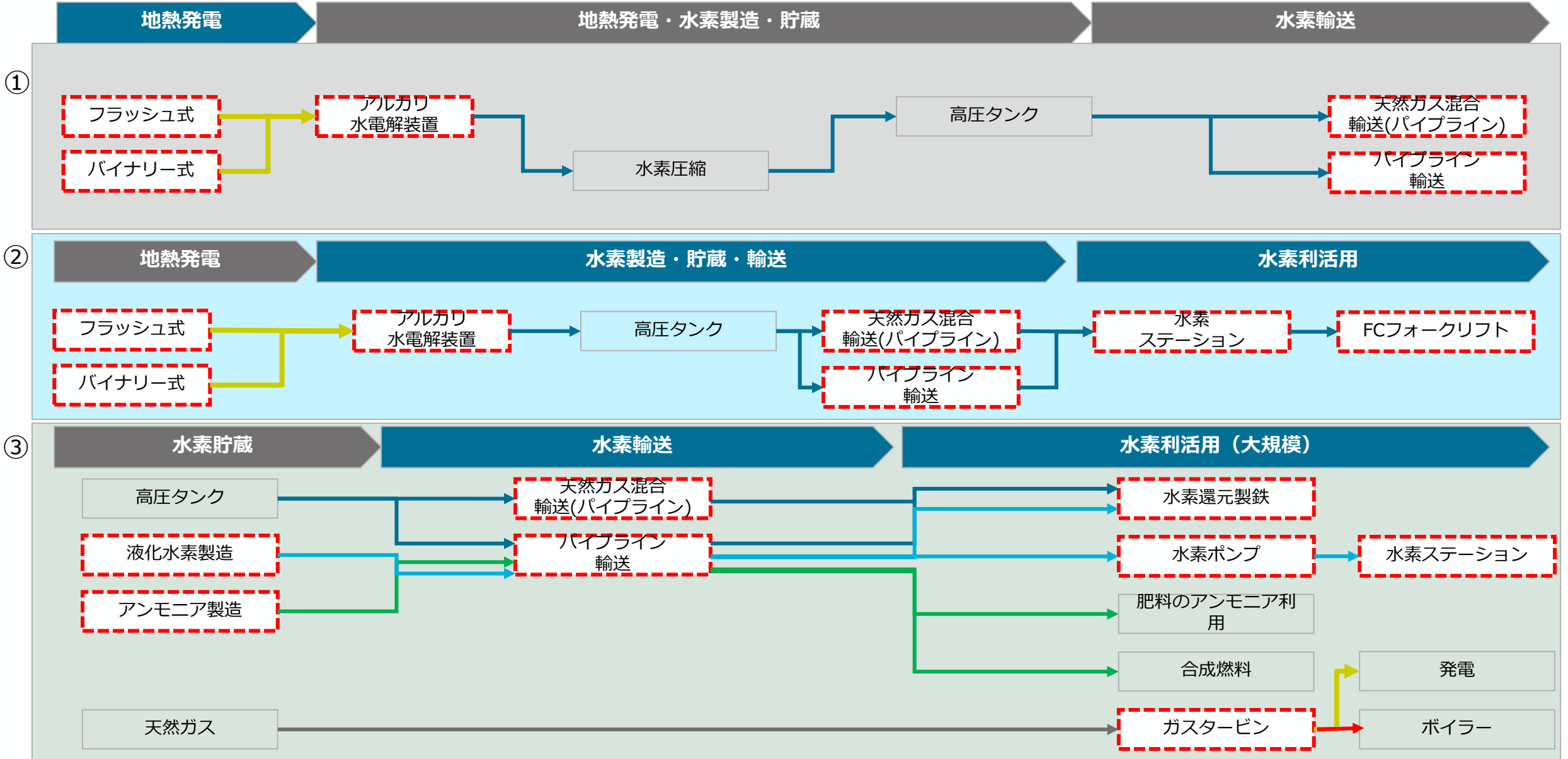
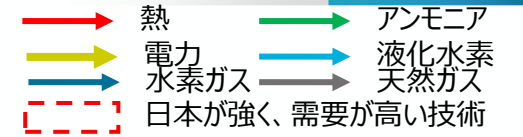
# ③水素Ready技術の活用による 大規模サプライチェーンの確立（大規模水素利活用）

## 水素輸送・利用（水素Ready技術）

- 足元で日本が強みを持つ水素関連技術を特定し、インドネシアのエネルギーインフラの新設や更新の機会における漸次導入を促し、水素の大規模サプライチェーンの創出に向けた事業環境を整備する
- 水素Ready技術の導入やその水素転換に係る計画策定についても支援を実施する



# 詳細なサプライチェーン



# ①水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得

-事業実施のために解決すべき課題及び長期的な打ち手

# ①地熱発電の導入支援及びその促進のための水素関連事業 組成に向けた事業概要（地熱導入・水素製造）

## 地熱発電導入に向けた取組の方向性を整理

     : 本事業での対象範囲

- JICAのプラットフォーム等を活用して、日本側がインドネシア側に対して地熱の導入×水素の導入に係る具体的なビジネスモデルをインプットする
  - 短期的には地熱の導入を支援して、再エネの導入率を増加させるとともに、将来的なトランジションオプションとしての水素の活用をインプットする
  - 中期的には地熱の導入を支援しつつ、小型の水電解装置の導入を実施し、FSベースとして水電解装置の導入を実施する
  - 長期的には地熱の導入をしつつ、出力抑制を回避するために、定格で水電解装置を稼働して余剰再エネを活用しながら水素を製造する

	短期的な取組	中期的な取組	長期的な取組
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再エネ導入率の上昇及び日本への経済的な裨益を重視して、地熱発電設備の販売を実施する               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 将来的な水素利用に備えて、現地のステークホルダーに対して、地熱×水素製造のビジネスモデルをインプットする</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地熱導入による現地の脱炭素化の推進及び日本への経済的な裨益を獲得しつつ、小型の水電解装置の導入を実施する               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 小規模な水電解装置の導入を実施することで、トランジションとして水素の活用の土壌を作る</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再エネ導入が進んだことにより発生した余剰再エネを水素として活用するために、定格で水電解装置を稼働する               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水電解装置が需給調整の役割を担う</li> </ul> </li> </ul>
販売商品	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地熱発電</li> <li>■ 地熱×水素製造のビジネスモデル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地熱発電</li> <li>■ 小規模な水電解装置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地熱発電</li> <li>■ 大規模な水電解装置</li> </ul>
資金調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 探査・掘削事業に対する税制優遇の活用</li> <li>■ JOGMECによる地熱資源探査事業出資制度</li> <li>■ 民間のトランジションファイナンスの活用</li> <li>■ NEXIの保険・低金利融資の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期的な取組での調達方法</li> <li>■ 現地政府からの水電解装置実証支援の創設</li> <li>■ 現地政府からの再エネ補助の創設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期・中期的な取組での調達方法の継続</li> <li>■ プルタミナや海外への水素の販売費用</li> </ul>
体制構築 (例)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ PLN等現地企業とのSPCを設立               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ PLNをSPCに含むことで、補助が出やすくなるのではないかと</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期的な取組での組織体制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期・中期的な取組での組織体制</li> <li>■ プルタミナや日本の国内企業等水素のオフテイカーとなることのできる企業との連携</li> </ul>

# 再エネ（地熱）導入を阻害している課題（サマリ）

## 系統課題及び化石燃料との価格差が課題

- インドネシアは豊富な再エネ（地熱）ポテンシャルを有しており、現地政府としても積極的に導入していく方針
  - 他方で、既存の送電網の脆弱性が問題となっており、整備コストの高さから改善が進んでいない。また、採掘コストが高価である等により化石燃料由来の電力より高価であり、導入が進んでいない（下記の課題①及び②）
  - 上記の課題を解決するような取組をパッケージ的に実施することで、現地ニーズに沿った形での再エネ導入支援が実施可能で、今後の地熱開発事業に日本企業が参画できる可能性が高まると考えられる

課題	課題の概要	想定される解決策
①系統課題	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>系統の整備が不十分</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ 東部インドネシアは他の地域と比べて電化率が低くなっており、系統網の整備が十分になされていない地域が存在している</li></ul></li><li>■ <b>系統整備に向けた投資額が高価</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ PLNは、2040年までに再生可能エネルギープロジェクトと系統増強に1,720億米ドルが必要だとしている</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 余剰再エネを水素等別の形態に変換し、<b>系統を介さない形で電力・エネルギーを供給</b>することで、出力抑制を回避する</li><li>■ 系統の敷設が十分になされていない地域に対して、<b>エネルギーの供給を再エネ由来の水素等別の形態で供給</b>する</li></ul>
②化石燃料由来の電力との価格差	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>初期コストが高価</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ 採掘コスト等初期コストが高価であり、大規模な地熱発電所の開発には、約160億円もの巨額な投資が必要</li></ul></li><li>■ <b>化石燃料への補助が石炭火力の電力価格を引き下げている</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ 石炭の価格上限を1トンあたり70米ドルに設定する等、化石燃料に対する補助金が設定されている</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>既存の資金援助の仕組みを活用した金銭的な支援</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ JBICによる低金利融資等</li></ul></li><li>■ <b>既存のコスト低減に係る仕組みの共有</b></li><li>■ <b>再エネの環境価値の向上に係る取組</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ グリーン証書に係る制度の設立</li></ul></li><li>■ <b>化石燃料に係る補助金の撤廃</b></li></ul>

# インドネシアにおいて地熱発電の導入を阻害する課題

## 系統・送電網の脆弱性

- 再エネ導入が進んでいない背景として、系統の整備が不十分であることが考えられる
  - インドネシアでは現状、再エネ導入に対応するための系統インフラが十分に整備されていない
  - 系統整備に係る取組が国内外の企業により進められているが、コスト等の課題により十分でない
  - ✓ 対応策として水素等、別形態でのエネルギーの運搬・活用が考えられる

### 系統の整備状況

- スンバ島等の東部インドネシアは一般的に他の地域と比べて電化率が低くなっており、比較的系統網の整備が十分になされていない
  - 自然エネルギー財団によれば、比較的小規模で相互接続されていない送電網が単一的に存在していることが、国内の再生可能エネルギーの活用を阻害している
  - また、NEDOへのヒアリングからも現地政府としては系統の脆弱性を課題としていることが指摘された
  - 2023年、山岳パプアは最も低い電化率で約14.06%となる等、電力のアクセス率が偏っている
  - 西ジャワのような発展地域を含む幾つかの地域では、短時間の停電が日常的に発生している

### 投資規模

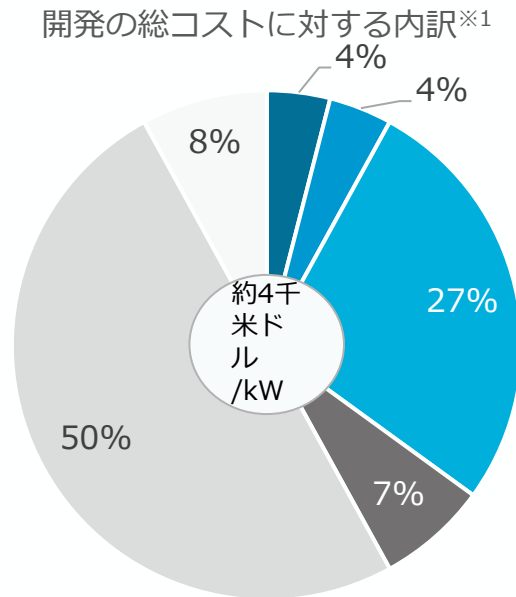
- PLNは、2040年までに再生可能エネルギープロジェクトと系統増強に1,720億米ドルが必要だとしている
  - 短期的な投資として、2022年には送配電システムの拡張と改修に30億米ドル以上が予算として割り当てられた
  - STEPSでは、2030年から2035年には年間平均70億米ドルに倍増すると予想されている
- 系統増強の取組については、PLNの財政的な状況やインドネシアの地理的状况により系統整備のコストが高価になる等の理由から、国内外の企業との連携が見られる
  - 関西電力、シーメンス、韓国電力公社等

# インドネシアにおいて地熱発電の導入を阻害する課題

## 高額な地熱発電開発コスト

- 一般的なフラッシュ式地熱発電（300 kg/s, 240°C）開発の総コストは、およそ4千米ドル/kWと高額
  - 設備費・建設費が最も高価で50%を占めており、次に探査・掘削が約35%となっている
  - 設備費の削減や採掘等のコストを低減することが、地熱発電の初期コストの低減に向けては重要と考えられる

フラッシュ式地熱発電（300 kg/s, 240°C）



■ 探査 ■ 評価 ■ 掘削 ■ パイプラインシステムの設計・建設 ■ 設備費・建設費 ■ 送電・系統連系

- 現状、インドネシアの地熱ポテンシャルを開発するには、発電容量1MWあたり400-500万米ドルが必要
  - 大規模な地熱発電所の開発には、約160億円もの巨額な投資が必要

- 化石燃料との価格差を埋めるためには初期コスト特に設備費・建設費及び探査・掘削コストの削減が必要
  - インドネシアでは掘削コストは総プロジェクトコストの30-60%を占め、1本あたり180万-1,100万米ドルの範囲でコストがかかる

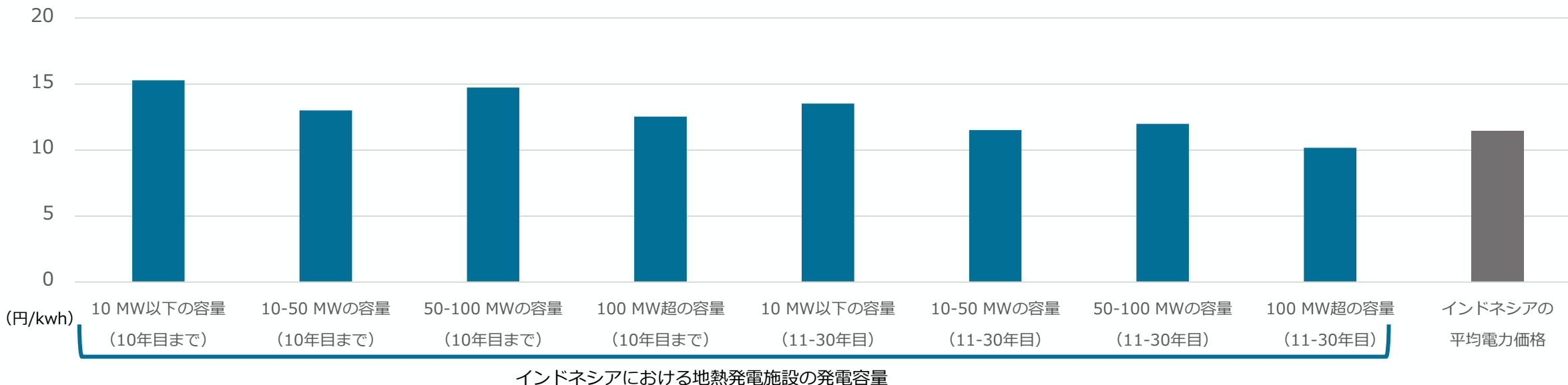
※1: José Roberto, Estévez Salas 「[FEASIBILITY STUDY: COST ESTIMATION FOR GEOTHERMAL DEVELOPMENT](#)」

# インドネシアにおいて地熱発電の導入を阻害する課題

## 相対的に高価な地熱発電の電力価格①

- インドネシアでは再エネ価格に対する買取価格の上限を設定する制度を設けている
  - 多くの場合において平均的な電力の価格に比べて地熱発電電力の販売価格が高価であり、値段が高騰している
  - 実際の買取価格は、最高基準価格を上限として、国営電力会社(PLN)との個別交渉又は入札を通じて決定される
    - ✓ 地熱発電は、設備容量、立地、実施年によって異なる販売価格が設定されている
    - ✓ 地熱発電については、立地係数が1.0-1.5の範囲で定められており、基本の販売価格に対して立地係数を掛けることで地域ごとの販売価格が決定する
      - 例として、ジャワ、マドゥラ、バリは1.00であり、パプアは1.50となっている

地熱発電基本販売価格（地熱発電については立地係数が定められている）※1



インドネシアにおける地熱発電施設の発電容量

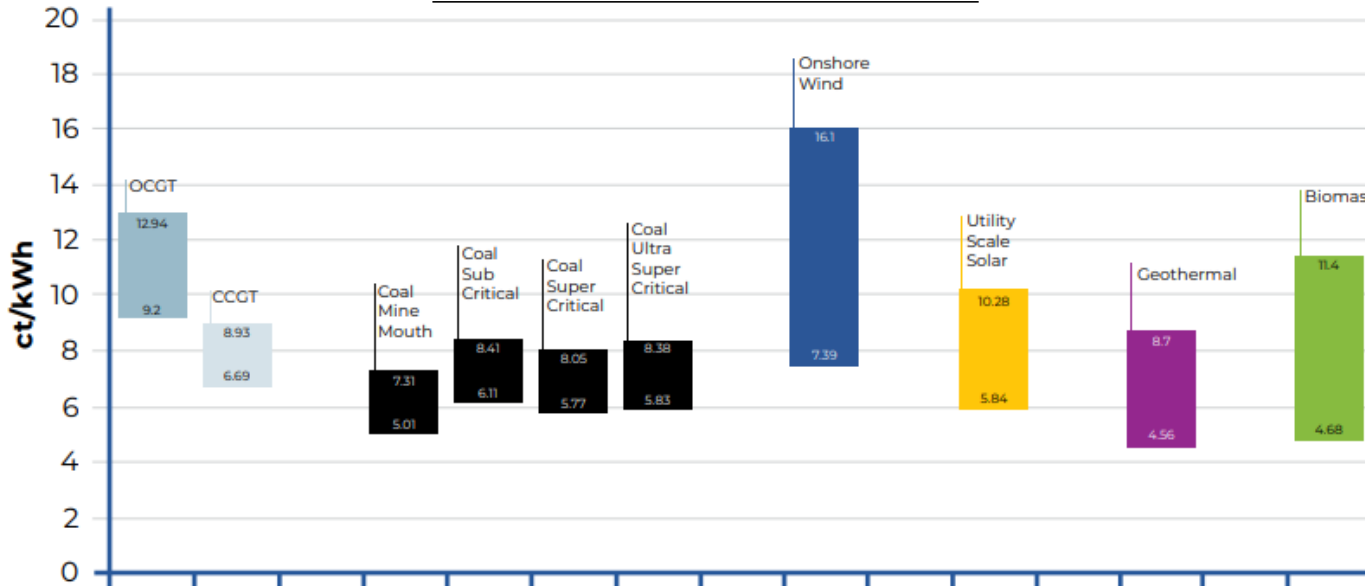
※1 : ThinkGeoEnergy 「Indonesia issues new regulation to entice investments on geothermal power plants」 (2022)、Bloomberg NEF 「Climatescope 2024 | Indonesia」 (2024)

# インドネシアにおける地熱発電の導入を阻害する課題

## 相対的に高価な地熱発電の電力価格②

- 化石燃料への補助（DMO政策等）により、石炭火力の電力価格が相対的に低くなっている
- 発電コスト（LCOE）を見ると必ずしも石炭火力発電コストの方が安価とは限らない
- 地熱発電の電力価格が相対的に高いのは、化石燃料への補助により、石炭火力発電の電力価格が引き下げられているためであると考えられる
- 化石燃料への補助となっている制度を撤廃する必要があるが、撤廃されない場合においてコスト削減が必要

インドネシアにおける電源のLCOE※1



### 化石燃料への補助（DMO政策）※2

- 現状はPLNに販売する石炭の価格上限を1トンあたり70米ドルに設定しており、国際的な基準価格である約200米ドル/トンと比べて大幅に低い水準で販売している
- ✓ 2023年には、これらの補助金がなければPLNは120兆ルピアの大幅な損失を記録していたとされている

# 地熱導入促進のために想定される打ち手

## 系統課題解決と化石燃料との価格差の解消

課題	想定される打ち手	具体策の例 <sup>※1</sup>
①系統課題	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 余剰再エネを水素等別の形態に変換し、<b>系統を介さない形で電力・エネルギーを供給</b>することで、出力抑制を回避する</li><li>■ 系統の敷設が十分になされていない地域に対して、<b>エネルギーの供給を再エネ由来の水素等別の形態で供給</b>する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>水素サプライチェーン構築による系統課題の解決</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ 水素の貯蔵性や輸送特性を生かすことで、系統課題を回避しつつ、豊富な再エネ（地熱）ポテンシャルの活用することが解決策としてなりうるのではないか</li><li>➢ 再エネの導入に加え水素の利活用により、現地の脱炭素化に資する取組になると想定する</li><li>➢ 水素の導入をより促進するための、水電解装置のコスト低減に向けた技術開発が必要</li></ul></li></ul>
②化石燃料由来の電力との価格差	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>既存の資金援助の仕組みを活用した金銭的な支援</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ JBICによる低金利融資等</li></ul></li><li>■ <b>既存のコスト低減に係る仕組みの共有</b></li><li>■ <b>再エネの環境価値の向上に係る取組</b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ グリーン証書に係る制度の設立</li></ul></li><li>■ <b>化石燃料に係る補助金の撤廃</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>長期的な視点での取組<sup>※1</sup></b><ul style="list-style-type: none"><li>➢ 低金利融資等、金銭面における既存制度の活用</li><li>➢ グリーン証書等環境価値増大に資する取組の導入</li><li>➢ 地熱発電開発コスト低減に資する既存の取組に関する知見共有</li><li>➢ 地熱発電開発コスト低減に資する技術開発</li><li>➢ 化石燃料に対する補助金の撤廃に向けた政策協調等</li></ul></li></ul>

※1:短期的な視点での取組については、事業開始までに実施する事項としてその他の取組と合わせて記載する

# 水素サプライチェーン構築に向けた課題

## 水素製造における課題

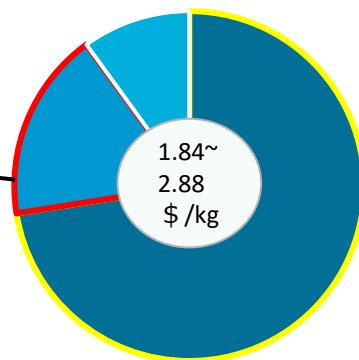
- 系統課題の解決に向けては、水素サプライチェーンの構築が重要である
- 他方で水素サプライチェーンの構築に向けては多数の課題が存在しており、その解決が必要である
  - ①水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得事業においては、製造分野における主要課題である製造コストの低減に取り組む（輸送・用途においては②、③にて記す）
  - 水素サプライチェーン構築の枠組みでは設備費低減に係る取組を実施し、電力コスト低減については地熱発電導入に向けた取組の枠組みでとして整理する

### 設備費の低減が必要

- アルカリ水電解装置では、設備費が約10-25%を占めており比較的少ない割合だが、650 - 1,200 \$/kW程度といまだ高額であるため、低減が必要
- **大型化に向けた技術開発等を通じたコスト低減が必要であるため、日本政府が実施可能な取組として以下のように支援を実施**
  - 大型化・モジュール化技術の開発支援
  - 電解モジュールの小型化等の製造効率向上に資する技術開発支援
  - 製造規模の大規模化や材料・部品の最適化支援

グリーン水素製造コスト（例）

アルカリ水電解装置装置※1



■ 電力コスト ■ 設備費 ■ オペレーションコスト





### 電力コストの低減が必要

- アルカリ水電解装置装置では、電力コストが約60-85%占めており、製造コストの低減に向けては、電力コストの低減が必要
- 電力コストの低減については、地熱発電の導入及びその導入コスト低減を通じて実現する
  - そのため、電力コスト低減に係る取組については、**水素サプライチェーン構築の枠組みではなく、地熱発電導入に向けた取組の枠組みでとして整理する**

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手（サマリ）

## 地熱由来水素供給事業・インドネシア

地熱発電の導入及び水素サプライチェーン構築（①では製造に限定）に向けては、事業開始に向けて取り組むべき打ち手と長期的スパンで実施すべき打ち手にて考えられる施策を記載

打ち手の 類型	～2040年ごろ（事業開始すると想定している年）				～2060年			
	事業開始に向けて取り組むべき打ち手				長期的スパンで実施すべき打ち手			
打ち手 サマリ	 <b>地熱発電の導入</b>				 <b>地熱発電の導入</b>			
	<b>体制構築</b>	<b>技術開発</b>	<b>ファイナンス</b>	<b>人材育成</b>	<b>体制構築</b>	<b>技術開発</b>	<b>ファイナンス</b>	<b>人材育成</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地との許認可取得プロセスの構築</li> <li>地元雇用創出プログラムの策定と実施</li> <li>現地企業とのパートナーシップ構築等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存の掘削技術のコスト削減技術採用</li> <li>高効率発電技術の導入によるコスト低減</li> <li>環境モニタリング技術の共同研究支援等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の金融機関等からのトランジションファイナンスの活用</li> <li>NEXI等の既存の枠組みを活用した地熱資源調査保険の提供等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の掘削技術者による技術指導プログラムの実施</li> <li>現地従業員への技術研修プログラム等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外国投資限度額引上げに応じた日本企業の事業参入の促進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>掘削コストの最適化や高効率化等の最先端技術の開発支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炭素税導入等国内炭素市場開発に係る政策協調</li> <li>カーボנקレジット市場拡大に向けた政策協調等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本国内における地熱発電関連技術人材の育成</li> </ul>
	 <b>水素サプライチェーンの構築（製造）</b>				 <b>水素サプライチェーンの構築（製造）</b>			
	<b>体制構築</b>	<b>技術開発</b>	<b>ファイナンス</b>	<b>人材育成</b>	<b>体制構築</b>	<b>技術開発</b>	<b>ファイナンス</b>	<b>人材育成</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地企業とのパートナーシップ構築</li> <li>JICAを通じた制度設計支援の実施等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI・IoTを活用した製造プロセスの最適化によるコスト削減</li> <li>水素製造効率向上のための継続的な技術改良と設備更新等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の金融機関等からのトランジションファイナンスの活用</li> <li>JBICによる低金利融資制度の活用等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日尼政府間での人材協力枠組みの構築</li> <li>現地技術者向けの研修プログラムの実施等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的な水素認証制度取得に係る政策協調</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型化・モジュール化技術の開発支援</li> <li>製造規模の大規模化や材料・部品の最適化支援等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炭素税導入等国内炭素市場開発に係る政策協調</li> <li>カーボנקレジット市場拡大に向けた政策協調等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本国内における地熱発電・水素製造関連技術人材の育成</li> </ul>

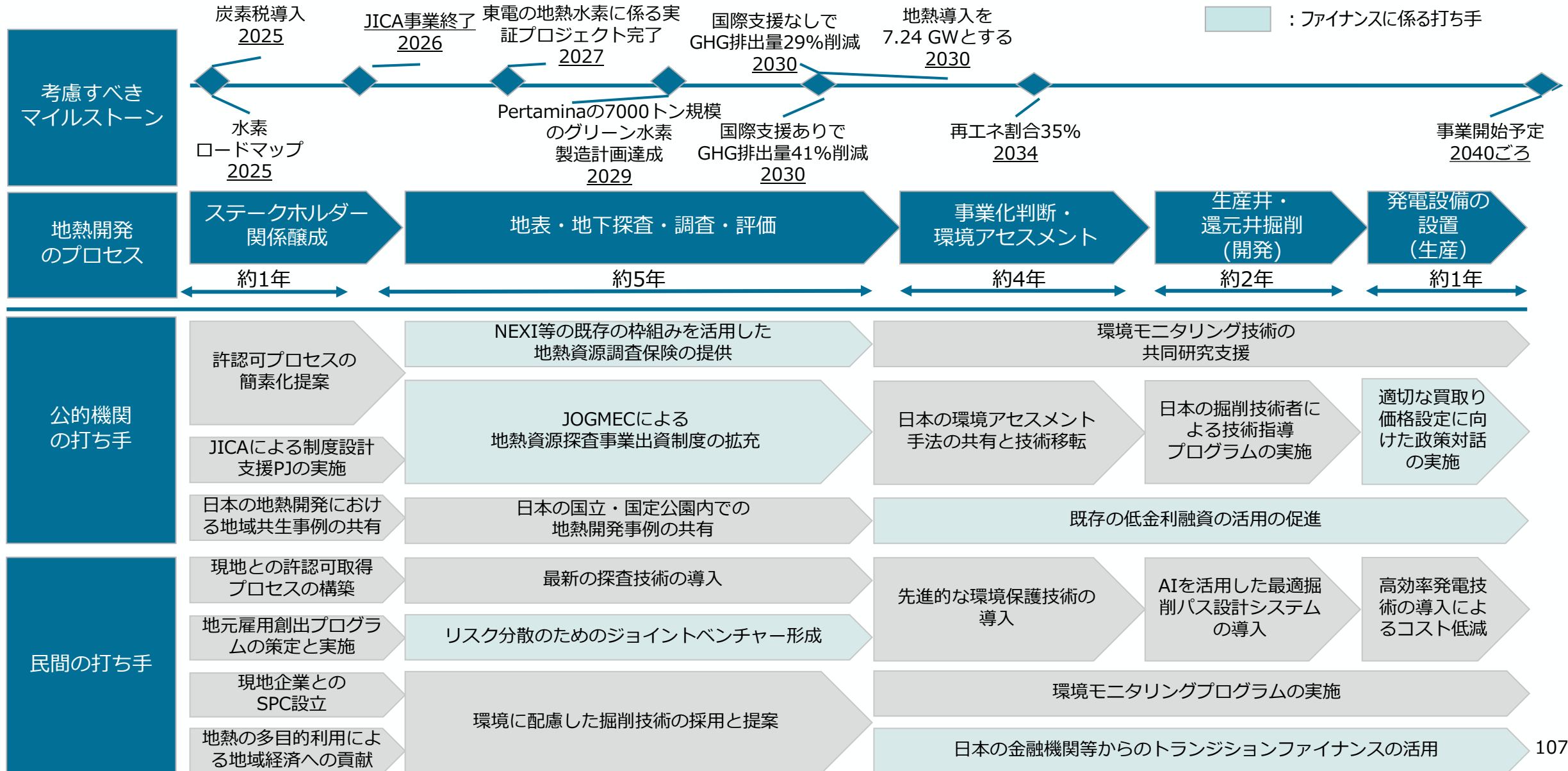
# 地熱発電×水素製造の取組の方針

## 既存及び新規の地熱開発案件での検討

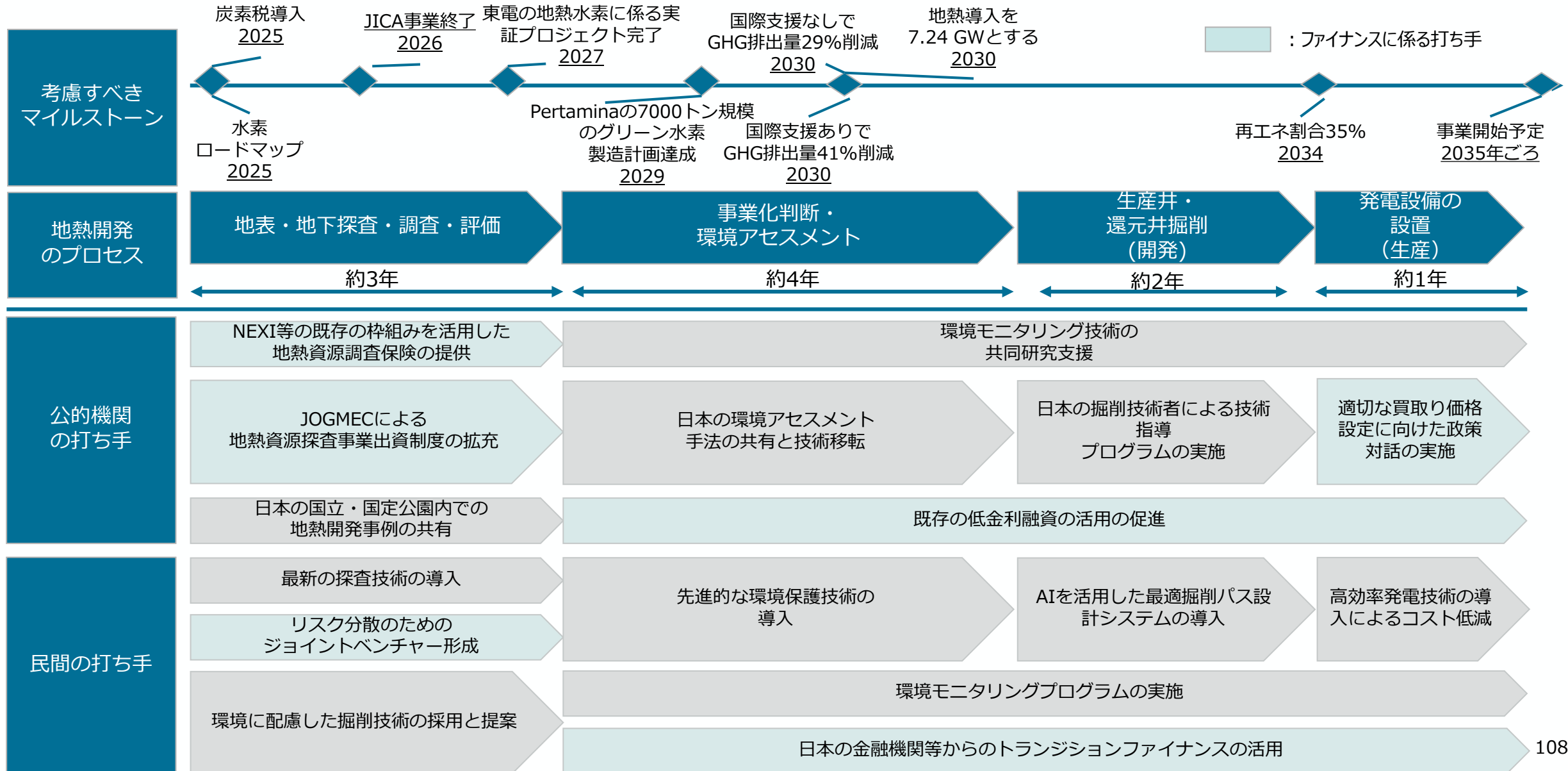
- 地熱発電×水素を組み合わせた事業の展開のためには、既存の地熱開発案件と水素事業を組み合わせるパターンと、新規の地熱開発案件において水素事業を組み合わせるパターンがそれぞれ検討できるのではないかと

	既存の地熱開発案件での取組	新規地熱開発案件での取組
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ムアララボ地熱発電開発事業等既存の地熱発電開発事業に参画している日本企業や現地国営企業に対して、地熱発電と水素製造を組み合わせるビジネスモデルを打ち込む</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアにて地熱開発実績がある日本企業や現地国営企業へ、足元から現地企業を巻き込んだパッケージ的な支援を実施する</li> </ul>
想定される裨益/課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 裨益           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 早期の水素サプライチェーン構築の足掛かりとなる</li> </ul> </li> <li>■ 課題           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 新たな地熱発電の販売による経済的裨益の獲得は難しい</li> <li>➢ 現地のPPAが10年~30年であるため、水素製造への電力供給が難しい可能性がある</li> <li>➢ 既に事業が開始されており、新たな水素を含んだビジネスモデルの打ち込みが困難な可能性がある</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 裨益           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 系統課題に対応することで、他国の地熱開発案件との差別化を図ることができるため、地熱販売を通じた日本の経済的な裨益につながる</li> <li>➢ 水素製造に対する電力供給を前提とした事業組成が可能</li> </ul> </li> <li>■ 課題           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 地熱開発の事業期間が長いため、早期の水素サプライチェーンの構築は困難</li> </ul> </li> </ul>
連携が期待される事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 住友商事           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 現地の様々な地熱発電開発事業等において事業開発を主導しており、ムアララボ地熱発電事業では発電事業会社の50%の株式を取得しており、事業の方向性を主導できる可能性が高い</li> <li>✓ 地熱発電による余剰電力が発生している場合、オフテイカーであるPLNに対して、水素製造と合わせたビジネスモデルを訴求できる可能性があるのではないかと</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 住友商事</li> <li>■ 富士電機           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 現地での事業実績があるため、現地にてSPCを設立する場合において、事業を主導する可能性が高い</li> </ul> </li> <li>■ PLN           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 現地国営電力会社として、様々な地熱開発案件において電力のオフテイカーとなっているため、電力の用途等交渉が必要となる可能性が高い</li> </ul> </li> </ul>

# 地熱発電導入に向けた打ち手の整理・ロードマップ (新規の地熱開発案件×水素事業のパターン)



# 地熱発電導入に向けた打ち手の整理・ロードマップ (既存の地熱発電施設×水素事業のパターン)



# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (地熱発電導入)
許認可プロセス が複雑	<p><b>様々な機関の関与や複数の許認可プロセスが必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアの地熱開発には複数の政府機関が関与し、許認可プロセスが複雑で時間がかかる           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 地熱許可証 (IPB) の取得が必要で、探鉱期間は5年間 (1年延長を2回まで申請可能)</li> <li>➢ 地熱鉱区 (WKP) や地熱予備調査及び探鉱割当て地域 (WPSPE) の指定プロセスがある</li> <li>➢ 保護区域や森林地域での開発には追加の許可が必要</li> </ul> </li> <li>■ MEMRやMOF、PSDMBP等の様々な機関が関与しており、探鉱から生産までの各段階で異なる許認可が必要となっている           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 地熱開発の加速化のために、政府は介入や規制の見直しを行っているが、規制の枠組みや施行規則の整備に時間がかかっている</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>許認可プロセスの簡素化提案</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアは許認可プロセスが複雑であるため、許認可の取得に時間がかかってしまう           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 地熱開発加速化のために政府は規制の見直しを実施しているが、整備に時間がかかっているため、日本政府が知見を共有しつつ政策協調を通じて、許認可プロセスの簡素化を提案する</li> </ul> </li> </ul> <p><b>JICAによる制度設計支援PJの実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ JICAはMEMR等現地のステークホルダーに対して、地熱開発における中長期的な促進制度設計支援プロジェクトを実施しているため、そうした枠組みにおいて、複雑な許認可プロセス改善に向けた制度設計支援を実現する</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (地熱発電導入)
地元 コミュニティ との 合意形成が必要	<p style="text-align: center;"><b>地元コミュニティとの合意形成が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 地熱開発発電事業において、開発地域が人口密集地に近い場合、地元住民の反対が課題となる可能性がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 住友商事等日本企業が関与したインドネシアにおけるムアラバ地熱発電では、強制的かつ差別的な土地取得プロセス、汚染と水供給の減少による農作物の不作、有毒ガス濃度による公衆衛生と安全性への脅威、地形改変による洪水の影響の悪化など、環境と現地で暮らすコミュニティへの影響について、インドネシアの市民団体が指摘している</li><li>✓ 農地や居住地域が採掘地域から250～500メートルしか離れておらず、騒音や硫黄臭などの問題が報告されている</li><li>✓ 他方で、侵食危険レベル（TBE）の評価結果に基づき対応策が検討されている</li></ul></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>日本の地熱開発における地域共生事例の共有</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 日本はインドネシアに比べ地熱の開発が進んでおり、地熱を用いた温泉や調理等の活用など、地域経済への貢献を通じた地域共生事例に係る知見が蓄積されている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ それらの知見をJICAの地熱開発に係るプロジェクトの枠組みや、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、共有することで、現地における地熱発電開発事業の地域住民の理解を醸成する</li></ul></li></ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (地熱発電導入)
<p>探査リスクが 存在</p>	<p><b>探査・掘削に係るリスク及びコストが大きい</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、掘削コストは総プロジェクトコストの30-60%を占め、1本あたり180万-1,100万ドルの範囲でコストがかかる           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 大規模な地熱発電所の開発には、約160億円もの巨額な投資が必要</li> </ul> </li> <li>■ 地下の蒸気や熱水は直接目で見る事ができないため、探査段階で正確な資源量を把握することが困難           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 運転開始から20年以上経過した既設地熱発電所では、貯留層の温度・圧力低下や流体の強酸性化により補充井を掘削しても想定する蒸気量や熱水還元量を得られないリスクがある</li> <li>➢ 既設発電所では、坑跡の輻輳（ふくそう）による傾斜掘削の高精度要求や、地上設備の複雑化による掘削リグ配置の制約があり、これらも掘削失敗のリスク要因になる</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>NEXI等の既存の枠組みを活用した地熱資源調査保険の提供</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地熱発電開発事業においては探査リスクが高く、事業コストが結果として高くなっている           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ その状況に対応するため、NEXI等既存の貿易保険の仕組みを活用して、探査リスクに備える</li> </ul> </li> </ul> <p><b>JOGMECによる地熱資源探査事業出資制度の拡充</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ JOGMEC法の改定により、JOGMECの出資業務の対象に海外の大規模地熱発電等の探査事業が出資対象に追加されたため、出資制度を活用することで、民間事業者が抱えている高い探査リスクに備える</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (地熱発電導入)
環境に配慮した 探査が必要	<p style="text-align: center;"><b>生態系・環境保全に配慮した探査が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアでは環境に配慮した地熱開発を目指して、保護林内での開発規制が改定され、保護林・保存林内での地熱開発が合法化された<ul style="list-style-type: none"><li>➢ インドネシアは世界最大級の地熱資源量を保有しており、その約半分以上が保護林内に存在している</li><li>✓ 開発に伴う伐採や生態系への影響が懸念されており、特に国立公園や生態学的に重要なエリアでの開発は慎重な対応が求められている</li></ul></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>日本の国立・国定公園内での地熱開発事例の共有</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 日本では、国立公園等における優良事例形成にむけた検討等環境に配慮した地熱発電開発に係る知見が蓄積されている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ それらの知見をJICAの地熱開発に係るプロジェクトの枠組みや、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、共有することで、環境に配慮した探査・開発を実施する</li></ul></li></ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (地熱発電導入)
環境に配慮した 探査が必要	<p><b>探査・掘削に係るリスク及びコストが大きい</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、掘削コストは総プロジェクトコストの30-60%を占め、1本あたり180万-1100万ドルの範囲でコストがかかる           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 大規模な地熱発電所の開発には、約160億円もの巨額な投資が必要</li> </ul> </li> <li>■ 地下の蒸気や熱水は直接目で見ることができないため、探査段階で正確な資源量を把握することが困難           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 運転開始から20年以上経過した既設地熱発電所では、貯留層の温度・圧力低下や流体の強酸性化により補充井を掘削しても想定する蒸気量や熱水還元量を得られないリスクがある</li> <li>➢ 既設発電所では、坑跡の輻輳（ふくそう）による傾斜掘削の高精度要求や、地上設備の複雑化による掘削リグ配置の制約があり、これらも掘削失敗のリスク要因になっている</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>NEXI等の既存の枠組みを活用した地熱資源調査保険の提供</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地熱発電開発事業においては探査リスクが高く、事業コストが結果として高くなっている           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ その状況に対応するため、NEXI等既存の貿易保険の仕組みを活用して、探査リスクに備える</li> </ul> </li> </ul> <p><b>JOGMECによる地熱資源探査事業出資制度の拡充</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ JOGMEC法の改定により、JOGMECの出資業務の対象に海外の大規模地熱発電等の探査事業が出資対象に追加されたため、出資制度を活用することで、民間事業者が抱えている高い探査リスクに備える</li> </ul>
事業性の確保の 可能性に係る 判断が困難	<p><b>開発コストが高価である反面、地熱資源が不確実</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状、インドネシアの地熱ポテンシャルを開発するには、発電容量1MWあたり400-500万ドルが必要と高価           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 大規模な地熱発電所の開発には、約160億円もの巨額な投資が必要</li> </ul> </li> <li>■ 地下の蒸気や熱水は直接目で見ることができないため、探査段階で正確な資源量を把握することが困難</li> </ul>	<p><b>既存の低金利融資の活用の促進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアにおける地熱開発では、初期コスト等によって高価な開発コストがかかってしまうため、その高価の地熱開発による民間事業者の負担を軽減するために、JBICの低金利融資等既存の金銭的な支援の枠組みを活用する</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (地熱発電導入)
地熱開発が環境に与える悪影響	<p style="text-align: center;"><b>探査・掘削に係るリスクが大きい</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地下の蒸気や熱水は直接目で見ることができないため、探査段階で正確な資源量を把握することが困難           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 運転開始から20年以上経過した既設地熱発電所では、貯留層の温度・圧力低下や流体の強酸性化により補充井を掘削しても想定する蒸気量や熱水還元量を得られないリスクが高まる可能性がある</li> <li>➢ 既設発電所では、坑跡の輻輳（ふくそう）による傾斜掘削の高精度要求や、地上設備の複雑化による掘削リグ配置の制約があり、これらも掘削失敗のリスク要因となっている</li> </ul> </li> <li>■ インドネシアでは、地熱開発に伴う環境影響評価（EIA）の実施が義務付けられているが、評価手法やプロセスの標準化が不十分であり、手続が長期化する傾向がある</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>日本の環境アセスメント手法の共有と技術移転</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、評価手法やプロセスの標準化が不十分であり、手続が長期化する傾向があるため、JICAの地熱開発に係るプロジェクトの枠組みや、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、日本の知見を共有する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日本ではNEDOが「環境アセスメント迅速化手法ガイド」を策定し、調査期間を半減させる取組を行っている</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>環境モニタリング技術の共同研究支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ NEDO等による日本にて研究が実施されている人工衛星を用いたリモートセンシング技術やエコロジカル・ランドスケープデザイン手法や3D景観シミュレーション技術について、BRIN等インドネシアの公的機関と共同で研究を実施する</li> </ul>
高コストな掘削作業	<p style="text-align: center;"><b>掘削に係る技術知見が蓄積されていない</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは掘削コストは総プロジェクトコストの30-60%を占め、1本あたり180万-1100万ドルの範囲でコストがかかる</li> <li>■ インドネシアは地熱開発に関して多くのプロジェクトが実施されているが、多くのプロジェクトにおいて日本企業が事業を実施しており、掘削については海外の人材に依存していると考えられる</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>日本の掘削技術者による技術指導プログラムの実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本はインドネシアに比べ地熱開発が進んでいるとともに、インドネシアでも多くの日本企業が事業を実施していることから、JICAが主催している日尼フォーラム等の枠組みにて、人材交流や知見共有を実施する</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (地熱発電導入)
電力価格が高い	<p style="text-align: center;"><b>平均電力価格より高価</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 電力価格に関して固定価格買取制度（FIT）が導入されている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 多くの場合において平均的な電力の価格に比べて地熱発電電力の販売価格が高価</li><li>➢ 地熱発電については、立地係数が1.0-1.5の範囲で定められており、基本の販売価格に対して立地係数を掛けることで地域ごとの販売価格が決定する</li></ul></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>適切な買取り価格設定に向けた政策対話の実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 日本での事例やインドネシアでの平均電力買取り価格を参照しながら、適切な電力価格の設定について、JICAの地熱開発に係るプロジェクトの枠組みや、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、政策協調を実施する</li></ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間事業者の打ち手 (地熱発電導入)
許認可プロセス が複雑	<p><b>様々な機関の関与や複数の許認可プロセスが必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアの地熱開発には複数の政府機関が関与し、許認可プロセスが複雑で時間がかかる<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 地熱許可証 (IPB) の取得が必要で、探鉱期間は5年間 (1年延長を2回まで申請可能)</li><li>➢ 地熱鉱区 (WKP) や地熱予備調査及び探鉱割当て地域 (WPSPE) の指定プロセスがある</li><li>➢ 保護区域や森林地域での開発には追加の許可が必要</li></ul></li><li>■ MEMRやMOF、PSDMBP等の様々な機関が関与しており、探鉱から生産までの各段階で異なる許認可が必要となっている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 地熱開発の加速化のために、政府は介入や規制の見直しを行っているが、規制の枠組みや施行規則の整備に時間がかかっている</li></ul></li></ul>	<p><b>現地法律事務所との許認可取得プロセスの構築</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアは許認可プロセスが複雑であるため、許認可の取得に時間がかかってしまう<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 地熱開発加速化のために政府は規制の見直しを実施しているが、整備に時間がかかっているため、現状は既存の複雑な許認可プロセスに対応する形での事業の実施がひつようである</li><li>➢ 現地法律事務所等と連携しながら、複雑なプロセスに対応しつつスムーズな事業の実施を目指す</li></ul></li></ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間事業者の打ち手 (地熱発電導入)
<p>地元 コミュニティ との 合意形成が必要</p>	<p><b>地元コミュニティとの合意形成が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 多くの地熱開発発電事業において、地熱開発地域が人口密集地に近い場合、地元住民の反対が課題となる場合が存在する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ インドネシアにおいて住友商事等日本企業が関与したムアララボ地熱発電では、強制的かつ差別的な土地取得プロセス、汚染と水供給の減少による農作物の不作、有毒ガス濃度による公衆衛生と安全性への脅威、地形改変による洪水の影響の悪化など、環境と現地で暮らすコミュニティへの影響が生じている可能性が指摘している</li> <li>✓ ムアララボ地熱発電事業では、農地や居住地域が採掘地域から250～500メートルしか離れておらず、騒音や硫黄臭などの問題が報告されている</li> <li>✓ 他方で、ムアララボ地熱事業では、侵食危険レベル（TBE）の評価結果に基づき対応策が検討されている</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>地元雇用創出プログラムの策定と実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本での地熱開発事業においては、地熱を活用した観光事業等により、地元住民の雇用を創出している</li> <li>■ JICAやADBはインドネシアにおいて、地元労働者の雇用を優先する等により地元経済の活性化に取り組んでいる           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 上記のような取組をJICA等と協力しプログラム化し、全国展開することで地域住民の理解醸成を図る</li> </ul> </li> </ul> <p><b>地熱の多目的利用による地域経済への貢献</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本では、温泉や調理等様々な形で地熱を発電以外の方法で活用しており、地域経済の活性化に活用している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 開発地域周辺の住民は事業実施において、重要なステークホルダーであるため、地熱開発を通じた地域経済貢献の事例を共有することで、地域住民の理解醸成を図る</li> </ul> </li> </ul> <p><b>現地企業とのSPC設立</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状インドネシアで実施されている事業においては、日本の事業者が事業運営・融資することで事業を実施し、PLN等国営企業が電力をオフテイクする事例が多い           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ そのような事例ではなくPLN等を含めたSPCを設立し、現地企業を含めた取組を醸成する</li> </ul> </li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (地熱発電導入)
探査リスクが 存在	<p><b>探査・掘削に係るリスク及びコストが大きい</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアでは、掘削コストは総プロジェクトコストの30-60%を占め、1本あたり180万-1100万ドルの範囲でコストがかかる<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 大規模な地熱発電所の開発には、約160億円もの巨額な投資が必要</li></ul></li><li>■ 地下の蒸気や熱水は直接目で見ることができないため、探査段階で正確な資源量を把握することが困難<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 運転開始から20年以上経過した既設地熱発電所では、貯留層の温度・圧力低下や流体の強酸性化により補充井を掘削しても想定する蒸気量や熱水還元量を得られないリスクがある</li><li>➢ 既設発電所では、坑跡の輻輳（ふくそう）による傾斜掘削の高精度要求や、地上設備の複雑化による掘削リグ配置の制約があり、これらも掘削失敗のリスク要因となっている</li></ul></li></ul>	<p><b>最新の探査技術の導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 探査段階で正確な資源量を把握することが困難な状況に対応する最新探査技術について、日本はNEDOや電力中央研究所がAI技術の活用や光ファイバーを活用等により技術を有している<ul style="list-style-type: none"><li>➢ そうした技術を着実に導入して、探査リスクを最小化する</li></ul></li></ul> <p><b>リスク分散のためのジョイントベンチャー形成</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアでは、基本的に民間企業と国営企業が共同でリスクを分散しながら事業を実施している事例が多いとともに、日本企業も様々な事業にてジョイントベンチャーを形成して事業を実施しているため、現地国営企業と日本企業でのジョイントベンチャーを形成して事業を実施している</li></ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (地熱発電導入)
環境に配慮した 探査が必要	<p><b>生態系・環境保全に配慮した探査が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは環境に配慮した地熱開発を目指して、保護林内での開発規制が存在していたが、改定され保護林・保存林内での地熱開発が合法化された           <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ インドネシアは世界最大級の地熱資源量を保有しており、その約半分以上が保護林内に存在している</li> <li>✓ 開発に伴う伐採や生態系への影響が懸念されており、特に国立公園や生態学的に重要なエリアでの開発は慎重な対応が求められている</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>環境に配慮した掘削技術の採用と提案</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 掘削基地やアクセス道路の改変面積を削減し、森林伐採や生態系への影響を最小限に抑える傾斜掘削技術等環境に配慮した掘削技術を、現地での保護林区内での地熱開発事業に採用する           <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 日本では国立・国定公園内での地熱開発において、傾斜掘削技術の採用が推奨されている</li> </ul> </li> </ul>
事業性の確保の 可能性に係る 判断が困難	<p><b>開発コストが高価である反面、地熱資源が不確実</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状、インドネシアの地熱ポテンシャルを開発するには、発電容量1MWあたり400-500万ドルが必要と高価           <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 大規模な地熱発電所の開発には、約160億円もの巨額な投資が必要</li> </ul> </li> <li>■ 地下の蒸気や熱水は直接目で見るできないため、探査段階で正確な資源量を把握することが困難</li> </ul>	<p><b>日本の金融機関等からのトランジションファイナンスの活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの地熱開発事業においては、日本の金融機関が融資を実施していることが多いため、同様に事業の実施の際にはJBICや日本の民間企業からトランジションファイナンスの枠組みで融資を取得する</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (地熱発電導入)
地熱開発が環境 に与える悪影響	<p style="text-align: center;"><b>探査・掘削に係るリスクが大きい</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地下の蒸気や熱水は直接目で見ることができないため、探査段階で正確な資源量を把握することが困難           <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 運転開始から20年以上経過した既設地熱発電所では、貯留層の温度・圧力低下や流体の強酸性化により補充井を掘削しても想定する蒸気量や熱水還元量を得られないリスクが高まる可能性がある</li> <li>▶ 既設発電所では、坑跡の輻輳（ふくそう）による傾斜掘削の高精度要求や、地上設備の複雑化による掘削リグ配置の制約があり、これらも掘削失敗のリスク要因となっている</li> </ul> </li> <li>■ インドネシアでは、地熱開発に伴う環境影響評価（EIA）の実施が義務付けられているが、評価手法やプロセスの標準化が不十分であり、手続が長期化する傾向がある</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>先進的な環境保護技術の導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本にて研究開発・実用化が進むリモートセンシング技術やIoTセンサーを活用したモニタリング技術等をインドネシアにおける地熱発電開発に採用する</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>環境モニタリングプログラムの実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ NEDO等による日本にて研究が実施されている人工衛星を用いたリモートセンシング技術やエコロジカル・ランドスケープデザイン手法や3D景観シミュレーション技術について、JICA等既存の枠組みを通じて現地企業と導入の方向性等を確認し、採用する</li> </ul>
高コストな 掘削作業	<p style="text-align: center;"><b>掘削に係るリスクが大きい</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは掘削コストは総プロジェクトコストの30-60%を占め、1本あたり180万-1,100万ドルの範囲でコストがかかる</li> <li>■ インドネシアは地熱開発に関して多くのプロジェクトが実施されているが、多くのプロジェクトにおいて日本企業が事業を実施しており、掘削については海外の人材に依存していると考えられる</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>AIを活用した最適掘削パス設計システムの導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本にて研究開発・実用化されている掘削ビットの損傷を予測する技術やAIを活用した地下予測技術を、インドネシアにおける地熱開発技術に採用する</li> </ul>

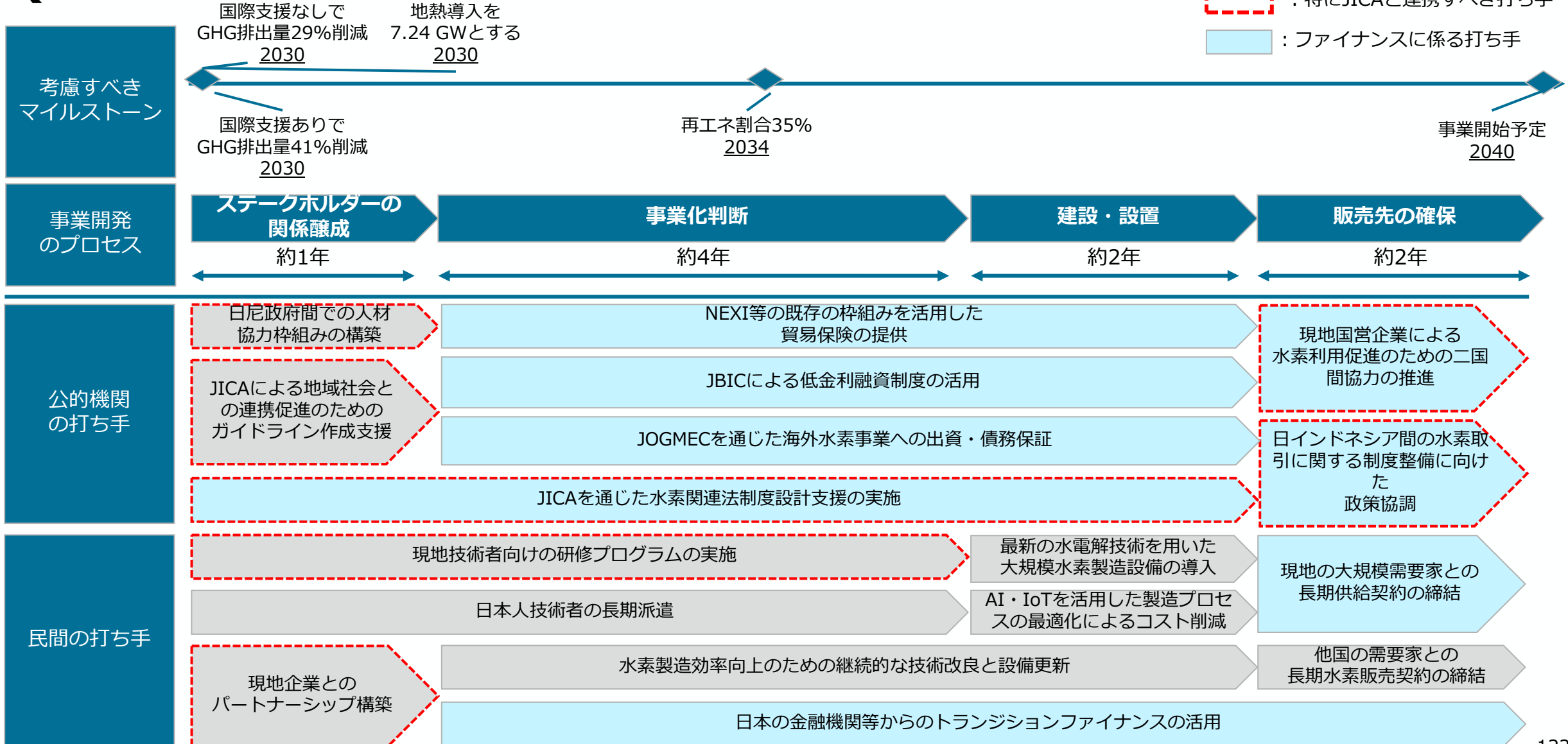
# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

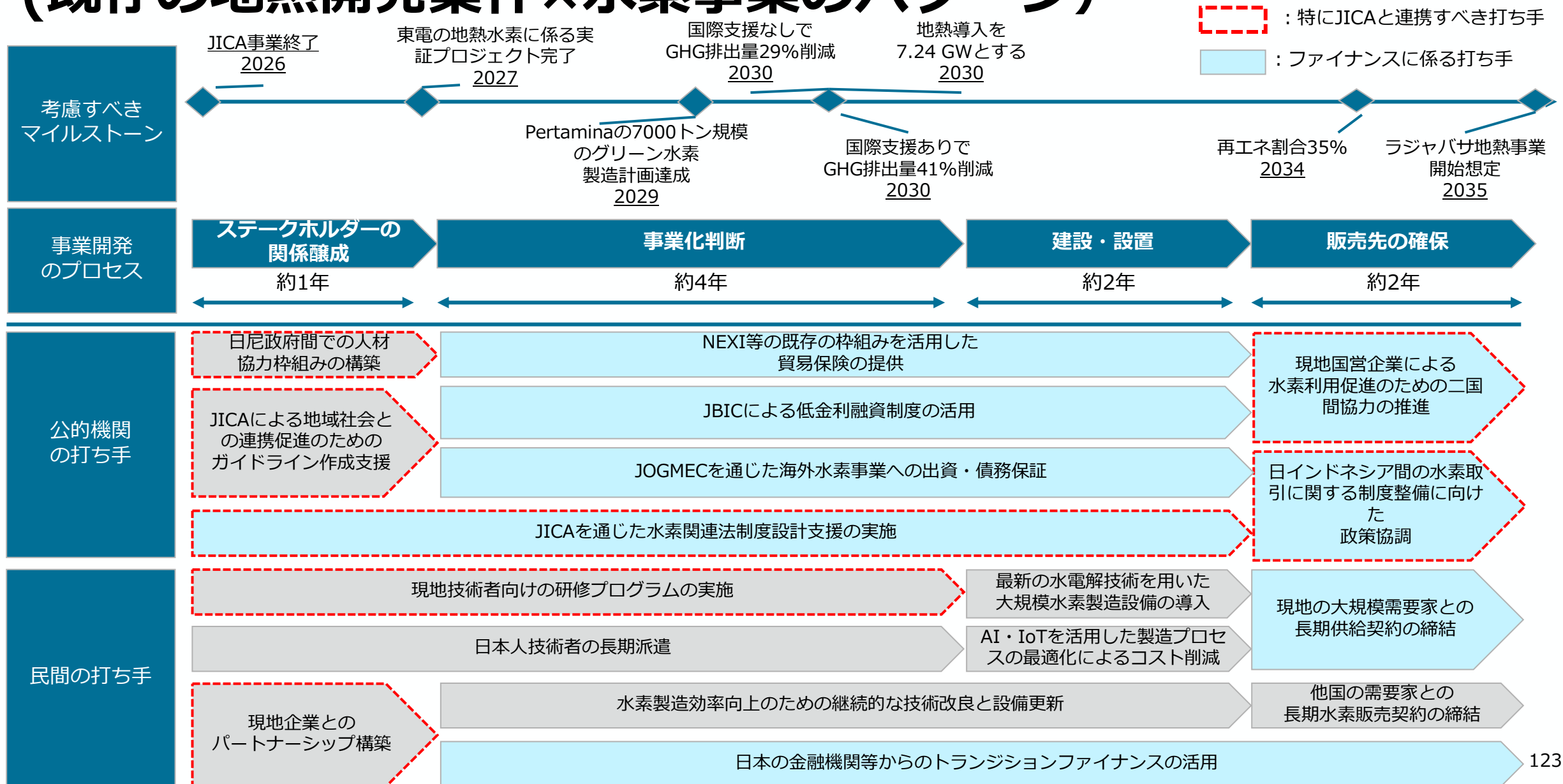
課題	現状	民間事業者の打ち手 (地熱発電導入)
電力価格が高い	<p style="text-align: center;"><b>平均電力価格より高価</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 多くの場合において平均的な電力の価格に比べて地熱発電電力の販売価格が高価である</li><li>■ 開発コストが高価であることも影響しており、現状、インドネシアの地熱ポテンシャルを開発するには、発電容量1MWあたり400-500万ドルが必要と高価</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>高効率発電技術の導入によるコスト低減</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 高効率発電技術の導入によるコスト低減等が実施してる小型軽量化と高効率化を実現した発電機等の既存のコスト低減につながるような技術について導入を実施し、コスト低減を図る</li></ul>

# 水素製造事業実現に向けた打ち手の整理・ロードマップ (新規の地熱開発案件×水素事業のパターン)

  : 特にJICAと連携すべき打ち手  
  : ファイナンスに係る打ち手



# 水素製造事業実現に向けた打ち手の整理・ロードマップ (既存の地熱開発案件×水素事業のパターン)



# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (水素製造)
連携促進が必要	<p style="text-align: center;"><b>地元ステークホルダーとの連携が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素製造の事業の組成に向けては、PLNやプルトミナ等現地のステークホルダーとの関係醸成が重要           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAがプラットフォーム活動を通じて、日尼のステークホルダーの関係醸成を図っている</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>JICAによる地域社会との連携促進のためのガイドライン作成支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの水素事業については、JICAがマスタープラン作成や官民連携プラットフォームの構築を実施しているため、その枠組みにおいて、官民の知見を集約し、地域社会との連携を促進するガイドラインの作成に活用することを目指す</li> </ul>
法制度が未整備	<p style="text-align: center;"><b>法制度が未整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、水素製造に係る法制度や連携に係るガイドラインが未整備</li> <li>■ 水素製造に関する法制度が未整備で、MEMR等の現地機関が法制度制定に係る取組を実施しており、JICAがその支援を実施している</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>JICAを通じた水素関連法制度設計支援の実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ MEMR等現地のステークホルダーは、水素製造における中長期的な促進制度設計を実施しているため、そうした枠組みにおいて、複雑な許認可プロセス改善に向けた制度設計支援を実現する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAはそうした取組を促進するような制度設計に係る取組を実施している</li> </ul> </li> </ul>
水素関連人材が不足している	<p style="text-align: center;"><b>現地人材が不足している</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、水素関連事業の組成が進んでいないことから、現地における水素人材が不足している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ MEMRは水素社会構築に向けて解決すべき課題の一つとして、人材不足を挙げている</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>日尼政府間での人材協力枠組みの構築</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ MEMR等現地のステークホルダーは、水素製造における中長期的な人材育成の必要性を訴えており取組を検討しているため、そうした枠組みにおいて、人材育成支援を実施する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAはそうした取組を促進するような制度設計・人材協力に係る取組を実施している</li> </ul> </li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (水素製造)
水素製造コストが高価	<p><b>水電解装置に係る設備費等の低減が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素製造コストは化石燃料と比べ高価であり、水素製造事業の組成を阻害している</li> <li>■ アルカリ水電解装置では、電力コストが約60-85%、設備費が約10-25%、そのオペレーションコストが約5-15%を占めている</li> <li>■ PEM型水電解装置では、電力コストが約20-30%、設備費が約50-70%、オペレーションコストが約10-20%となる           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 設備費はアルカリ水電解装置が650 - 1,200 \$/kWであるのに対し、PEM型水電解装置は1,300 - 2,000 \$/kW</li> </ul> </li> <li>■ MEMR等現地の機関も水素社会の構築に向けては水素の製造価格の低減が必要と主張している</li> <li>■ 水素製造に対する補助制度に係る検討がなされているが、整備はされていない</li> </ul>	<p><b>NEXI等の既存の枠組みを活用した貿易保険の提供</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素製造事業については設備費等が高く、製造コストが結果として高くなっている           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ その状況に対応するため、NEXI等既存の貿易保険の仕組みを活用する</li> </ul> </li> </ul> <p><b>JBICによる低金利融資制度の活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアにおける水素製造事業では、初期コスト等によって高価な製造コストがかかってしまうため、民間事業者の負担を軽減するために、JBICの低金利融資等既存の金銭的な支援の枠組みを活用する</li> </ul> <p><b>JOGMECを通じた海外水素事業への出資・債務保証</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ JOGMECは企業買収や資本提携に必要な資金調達に対する保証を提供し、経済性や技術的事項も評価し最大75%までの出資を行い、事業リスクを軽減することを目的として、海外及び国内で実施される水素製造・貯蔵事業に対して出資や債務保証を提供しているため、その制度の活用を持して事業者の負担を低減する</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (水素製造)
水素製造 コストが高価	<p style="text-align: center;"><b>水電解装置に係る設備費等の低減が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素製造コストは化石燃料と比べ高価であり、水素製造事業の組成を阻害している</li> <li>■ アルカリ水電解装置装置では、電力コストが約60-85%、設備費が約10-25%、そオペレーションコストが約5-15%を占めている</li> <li>■ PEM型水電解装置では、電力コストが約20-30%、設備費が約50-70%、オペレーションコストが約10-20%となる               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 設備費はアルカリ水電解装置が650 - 1,200 \$/kWであるのに対し、PEM型水電解装置は1,300 - 2,000 \$/kW</li> </ul> </li> <li>■ MEMR等現地の機関も水素社会の構築に向けては水素の製造価格の低減が必要と主張している</li> <li>■ 水素製造に対する補助制度に係る検討がなされているが、整備はされていない</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>日本の金融機関等からのトランジションファイナンスの活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの水素製造事業においては、日本の金融機関が融資を実施している例が多いため、同様に事業の実施の際にはJBICや日本の民間企業からトランジションファイナンスの枠組みで融資を取得する</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>水素製造効率向上のための継続的な技術改良と設備更新</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 既に活用可能な技術を用いてインドネシアにおける水素製造コストの低減をするために、デジタルツイン技術を活用した設備劣化予測やメンテナンス最適化による運用コスト削減等日本で既に導入されている/研究されている技術について、現地での水素製造事業においても採用する</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (水素製造)
水素の需要確保が必要	<p><b>水素需要は見込まれているが、足元では少量</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素製造事業の組成に向けては収益源の確保として、水素の需要先の確保が重要である</li> <li>■ インドネシアでは、2060年までに年間約200万トンの水素需要が見込まれており、主に鉄鋼製造やアンモニア生産などの産業分野で利用される予定               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 他方で現在はグレー水素（化石燃料由来）が中心であり、グリーン水素市場はまだ成長途上である</li> <li>✓ 将来的には国内需要家との長期契約（オフテイク契約）の増加させ、事業者は安定した収益基盤を確保する必要がある</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>現地国営企業による水素利用促進のための二国間協力の推進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素取引に関する規制や基準が未整備であり、事業の実施可能性等が不透明であるため、現状現地民間企業に対して需要を訴求することは困難であるため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで国営企業に対して需要開発を実施する</li> </ul> <p><b>日インドネシア間の水素取引に関する制度整備に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ JICAとMEMR、BRIN、IFHEは新エネルギー（水素・アンモニア）推進に関する覚書を締結しているためこの覚書に基づき、政策、規制・制度、基準の研究・整備、官民ステークホルダーエンゲージメント、最新技術・政策に関する知見共有・人材育成、市場創出のために必要なインフラ整備に対する将来的な資金協力の検討などを検討する</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (水素製造)
連携促進が必要	<p style="text-align: center;"><b>地元ステークホルダーとの連携が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素製造の事業の組成に向けては、PLNやプルトミナ等現地のステークホルダーとの関係醸成が重要           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAがプラットフォーム活動を通じて、日尼のステークホルダーの関係醸成を図っている</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地企業とのパートナーシップ構築</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの水素事業については、JICAがマスタープラン作成や官民連携プラットフォームの構築を実施しているため、その枠組みにおいて、官民の知見を集約し、地域社会との連携を促進するガイドラインの作成に活用することを目指す</li> </ul>
水素関連人材が不足している	<p style="text-align: center;"><b>現地人材が不足している</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、水素関連事業の組成が進んでいないことから、現地における水素人材が不足している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ MEMRは水素社会構築に向けて解決すべき課題の一つとして、人材不足を挙げている</li> <li>➢ JICAはインドネシア国営電力会社(PLN)との間で、2060年までのカーボンニュートラル達成目標に向けたエネルギー・トランジション推進のための包括的な人材育成支援に関する覚書を締結している</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地技術者向けの研修プログラムの実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ JICAはインドネシア国営電力会社(PLN)との間で、2060年までのカーボンニュートラル達成目標に向けたエネルギー・トランジション推進のための包括的な人材育成支援に関する覚書を締結しているため、その枠組みで現地技術者の育成に係る取組を支援する</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>日本人技術者の長期派遣</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地での人材育成を実施し、現地での雇用促進等を通じた現地ステークホルダーとの関係醸成をするために、JICA等の既存の枠組みを活用して日本の技術者を派遣する</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (水素製造)
水素製造 コストが高価	<p><b>水電解装置に係る設備費等の低減が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 水素製造コストは化石燃料と比べ高価であり、水素製造事業の組成を阻害している</li><li>■ アルカリ水電解装置装置では、電力コストが約60-85%、設備費が約10-25%、そオペレーションコストが約5-15%を占めている</li><li>■ PEM型水電解装置では、電力コストが約20-30%、設備費が約50-70%、オペレーションコストが約10-20%となる<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 設備費はアルカリ水電解装置が650 - 1,200 \$ /kWであるのに対し、PEM型水電解装置は1,300 - 2,000 \$ /kW</li></ul></li><li>■ MEMR等現地の機関も水素社会の構築に向けては水素の製造価格の低減の必要があると主張している</li><li>■ 水素製造に対する補助制度に係る検討がなされているが、整備はされていない</li></ul>	<p><b>最新の水電解技術を用いた大規模水素製造設備の導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ グリーン水素の製造について、日本では水電解システムのコストダウン、生産効率アップ、品質安定化を目指して、トヨタと千代田化工建設が大規模水電解装置開発を実施しており、2025年度から導入が開始されるため、そうした技術をインドネシアでのグリーン水素製造においても活用する</li></ul> <p><b>AI・IoTを活用した製造プロセスの最適化によるコスト削減</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 日本では三菱重工業がENEOS堺製油所でAI &amp; IoT技術を活用し、水素消費量や副生水素利用量を最適化することで、運転コスト削減と安定供給を実現しているため、そうした技術をインドネシアでのグリーン水素製造においても活用する</li></ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

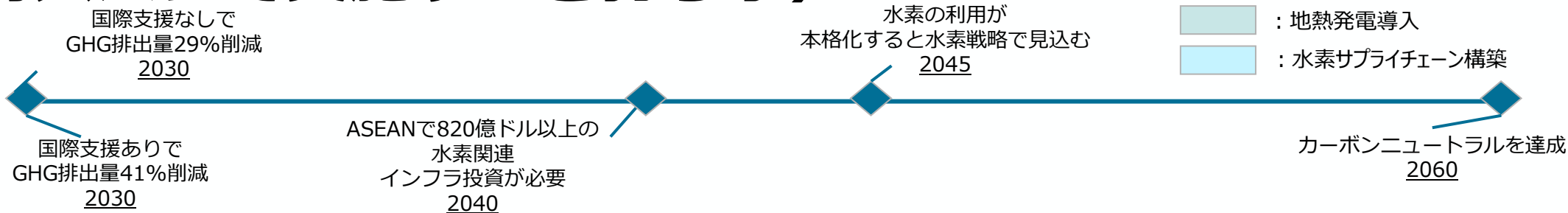
## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (水素製造)
水素の需要確保 が必要	<p><b>水素需要は見込まれているが、足元では少量</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素製造事業の組成に向けては収益源の確保として、水素の需要先の確保が重要である</li> <li>■ インドネシアでは、2060年までに年間約200万トンの水素需要が見込まれています。主に鉄鋼製造やアンモニア生産などの産業分野で利用される予定               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 他方で現在はグレー水素（化石燃料由来）が中心であり、グリーン水素市場はまだ成長途上である</li> <li>✓ 将来的には国内需要家との長期契約（オフテイク契約）の増加させ、事業者は安定した収益基盤を確保する必要がある</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>現地の大規模需要家との長期供給契約の締結</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状、2023年に締結された長期水素供給契約の総量が年間200万トンを超えており、その大部分が化学産業向けであるため、その取組を更に加速させるために、現地で化学産業に係る取組を実施しているプルタミナ等の国営企業と協力をし、プルタミナやその他科学産業に係る企業との長期供給契約の締結を図る</li> </ul> <p><b>他国の需要家との長期水素販売契約の締結</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状、水素のオフテイクカーとしては日本企業等の外国企業が期待されているため、現地企業と協力をしながら、現地にて化学産業等水素需要が見込まれる事業を実施している海外企業との長期供給契約の締結を図る</li> </ul>

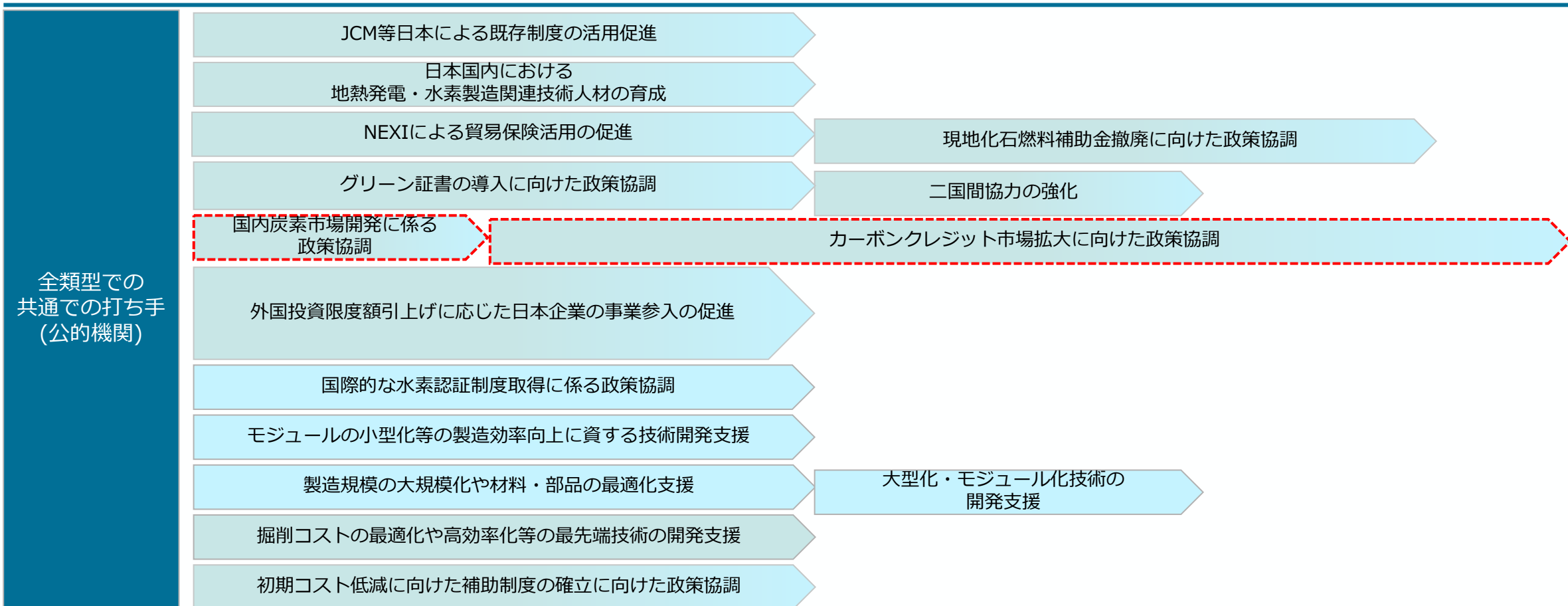
# 日本政府による打ち手の整理・ロードマップ (長期的スパンで実施すべき打ち手)

- : 特にJICAと連携すべき打ち手
- : 地熱発電導入
- : 水素サプライチェーン構築

考慮すべき  
水素関連  
マイルストーン



個別の打ち手：



# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	概要	水素サプライチェーン構築に向けた打ち手（製造分野） （ロードマップの矢羽根と対応）
水素サプライチェーンの構築に向けては技術開発を通じた水電解装置のコスト低減が必要	<p><b>水電解装置のコスト低減に資する技術開発が進められている</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状アルカリ水電解装置技術に強みを持つ日本では、コスト低減に向けて技術開発に係る取組が実施されている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 組立て工程の簡素化と単位容量当たりの設備量減少によりコスト削減に資する取組として、大型化・モジュール化技術の開発については、旭化成等日本企業が技術開発実証を実施している</li><li>➢ 製造の効率化に資する電解モジュールの小型化に資する取組についても、日本企業による取組が行われている</li><li>➢ 生産効率の向上に資する、製造規模の大規模化や材料・部品の最適化については、GI基金を通じて旭化成が2021年～2030年をめぐりに大規模アルカリ水電解水素製造システムの開発を進めている</li></ul></li><li>✓ こうした技術を活用した実証事業については、川崎等日本での実証や、マレーシア等海外での実証も実施されている</li></ul>	<p><b>大型化・モジュール化技術の開発支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 組立て工程の簡素化と単位容量当たりの設備量減少によりコスト削減にむけて、現在日本企業によって実施されている水電解装置の大型化・モジュール化技術の開発に対して、最先端技術に対するコスト低減に向けた中長期での研究開発・実証支援に関する取組を組成する</li></ul> <p><b>電解モジュールの小型化等の製造効率向上に資する技術開発支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 高電流密度での運転を可能にするために、電解モジュールの小型化等に資する技術開発に向けて、現在日本企業によって実施されている水電解装置の電解モジュールの小型化等の製造効率向上に資する技術開発に対して、最先端技術に対するコスト低減に向けた中長期での研究開発・実証支援に関する取組を組成する</li></ul> <p><b>製造規模の大規模化や材料・部品の最適化支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 汎用品の使用と電極板や電解質膜の性能向上、大量生産体制の確立と製造技術の向上に資する大規模アルカリ水電解水素製造システムの開発等の取組に対して、最先端技術に対するコスト低減に向けた中長期での研究開発・実証支援に関する取組を組成する</li></ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	概要	化石燃料との価格差解消に向けた打ち手 (ロードマップの矢羽根と対応)
化石燃料との価格差により再エネ導入が進まない	<p style="text-align: center;"><b>地熱発電所設立のための初期コストが高価</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状、インドネシアの地熱ポテンシャルを開発するには、発電容量1MWあたり400-500万ドルが必要                         <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 掘削コストは総プロジェクトコストの30-60%を占め、1本あたり180万-1,100万ドルの範囲でコストがかかる</li> <li>➢ 大規模な地熱発電所の開発には、約160億円もの巨額な投資が必要</li> </ul> </li> <li>■ 民間企業にとっては、多額の資本投資後に有望な資源が見つからない可能性があるため、融資の確保が困難な場合がある</li> <li>■ 財政赤字が国内総生産(GDP)の5%以上である現在の財政状況では、政府が地熱発電に対する追加の補助金を負担することは意味がないとの指摘があり、地熱発電の初期コストの削減にはCAPEXコストの削減が必要である                         <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ディエン2とパトゥハ2地熱発電所はCAPEXを20%削減することに成功した事例も存在する</li> </ul> </li> <li>■ 地熱セクターの探鉱・掘削事業は重点事業セクターとされ、企業はその活動に対して税制優遇を受けることができるような制度改革が進んでいる</li> <li>■ 国の全地熱エネルギー生産の約82%をPT Pertamina Geothermal Energy(PGE)、PT PLN Gas and Geothermal、PT Geo Dipa Energiの3つの国営企業が占めており、地熱発電の競争力を妨げている</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>知見・技術共有を通じた掘削コストの最適化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 掘削コストは総プロジェクトコストの30-60%を占め、1本あたり180万-1,100万ドルの範囲でコストがかかるため、スリムホール掘削技術等の日本が強みをもつ、最先端の掘削コストの最適化に資する技術の輸出や知見の共有を実施し、採掘コストの削減及び日本への経済的裨益をもたらすための支援を実施する</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>外国投資限度額引上げに応じた日本企業の事業参入の促進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状インドネシアでは国営企業3社が独占している状況だが、探鉱・掘削事業を重点事業セクターとして税制優遇を行い、外資を含む民間企業の参入がしやすい環境になっているため、探鉱・掘削事業に強みを持つ日本企業に対して、事業の参入を促す</li> </ul>	
	<p style="text-align: center;"><b>JCM等日本による既存制度の活用促進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアを含むASEAN地域では他の地域と比べて再エネコストの低減の必要性を抱えているため、金銭的な支援が必要な状況であり、その解決策の1つとして、日本が導入している既存の制度であるJCMを活用することを促す</li> </ul>	

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	概要	化石燃料との価格差解消に向けた打ち手 (ロードマップの矢羽根と対応)
化石燃料との価格差により再エネ導入が進まない	<p style="text-align: center;"><b>地熱発電所設立のための初期コストが高価</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状、インドネシアの地熱ポテンシャルを開発するには、発電容量1MWあたり400-500万ドルが必要                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 掘削コストは総プロジェクトコストの30-60%を占め、1本あたり180万-1,100万ドルの範囲でコストがかかる</li> <li>➢ 大規模な地熱発電所の開発には、約160億円もの巨額な投資が必要</li> </ul> </li> <li>■ 民間企業にとっては、多額の資本投資後に有望な資源が見つからない可能性があるため、融資の確保が困難な場合がある</li> <li>■ 財政赤字が国内総生産(GDP)の5%以上である現在の財政状況では、政府が地熱発電に対する追加の補助金を負担することは意味がないとの指摘があり、地熱発電の初期コストの削減にはCAPEXコストの削減が必要である                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ディエン2とパトゥハ2地熱発電所はCAPEXを20%削減することに成功した事例も存在する</li> </ul> </li> <li>■ 地熱セクターの探鉱・掘削事業は重点事業セクターとされ、企業はその活動に対して税制優遇を受けることができるような制度改革が進んでいる</li> <li>■ 国の全地熱エネルギー生産の約82%をPT Pertamina Geothermal Energy(PGE)、PT PLN Gas and Geothermal、PT Geo Dipa Energiの3つの国営企業が占めており、地熱発電の競争力を妨げている</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>掘削コストの最適化や高効率化等の最先端技術の開発支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状地熱の初期コストが高く、特に採掘コストが総プロジェクトコストの30-60%を占めており、全体のコスト低減に向けては削減が求められる分野であり、さらなる採掘コストの最適化に向けた最先端技術の導入の必要がある                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ そうした最先端技術の開発のため、JOGMEC等が実施している技術支援に併せて最先端技術に対するコスト低減に向けた中長期での研究開発・実証支援に関する取組を組成する                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ その結果、日本企業の技術がコスト競争力を持つ状況を作り出し、日本企業の技術輸出が容易な状況を作り出す</li> </ul> </li> <li>➢ 状況に応じて、AETIの枠組みでのファイナンス支援を活用する</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>初期コスト低減に向けた補助制度の確立に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 初期コストが課題になっている中、現地では探鉱・掘削事業に対する企業への税制優遇に係る制度の策定が取り込まれつつあるが、掘削コスト等による企業の負担軽減に向けて、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで政策協調を実施し、地熱発電による電力の価格低減による地熱発電の利用拡大、グリーン水素のコスト削減につなげる</li> </ul>

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	概要	化石燃料との価格差解消に向けた打ち手 (ロードマップの矢羽根と対応)
化石燃料との価格差により再エネ導入が進まない	<p><b>炭素市場や補助制度等の不足により化石燃料との価格差が生じている</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 再エネ電力価格と化石燃料による電力価格差が大きいため、炭素税等炭素市場を開発し化石燃料との価格差の解消を支援する必要</li><li>■ また、インドネシアは豊富な森林資源を有する等の観点から、国内外の投資家にとって非常に魅力的な国となる見込みであると考えられている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 現状インドネシアでの炭素税の導入については、2021年10月に施行した税法の調和に関する法律2021年第7号で、2022年4月1日から実施するとされたが、導入延期が続いている（現状は2025年導入を目指すと言及あり。）</li><li>➢ 排出権取引については2023年にインドネシア証券取引所（IDX）傘下の炭素取引所（IDX Carbon）稼働が開始<ul style="list-style-type: none"><li>✓ ボランタリー市場においては、エネルギー部門（再エネ、バイオマス発電など）、森林部門（森林破壊の削減など）、農業部門、工業部門、廃棄物部門が対象</li></ul></li><li>➢ コンプライアンス市場においては国内の各事業者に対してGHG排出量の枠を定め、その枠内に収めるべく排出量削減を義務付ける「排出量取引制度」と、「GHG排出オフセット制度」の2つのスキームを導入している<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 2024年4月19日時点で、排出枠が設定されているのは発電所セクターのみ<ul style="list-style-type: none"><li>● 超過分1トンあたり3ドル程度のペナルティであり、大規模事業を促進するようにはならない</li></ul></li></ul></li></ul></li></ul>	<p><b>炭素税導入等国内炭素市場開発に係る政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアでは炭素税の導入を表明しているが、延期が続いているため、着実な炭素税の導入を促進するために、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、炭素価格付けと市場メカニズムに関する議論の促進や炭素市場開発における日本の経験とベストプラクティスの共有等を議論し、早期の炭素税の導入を促す</li></ul>
	<p><b>カーボנקレジット市場拡大に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアは排出権取引制度を導入しているが、対象が限定的である等さらなる拡大が望まれているため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで政策協調やガイダンス作成支援、カーボנקレジット市場の運営や国際基準への適合に関する研修やワークショップを通じて、排出権取引制度やJCMの活用等国内外を通じたカーボנקレジット市場を形成しやすい環境を形成する</li></ul>	
	<p><b>二国間協力の強化</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアと日本では二国間炭素取引に関する相互認証協定（MRA）の実施やJCMに係るプロジェクトが実施されているが、そうした取組を継続・強化していくとともに、両国間の炭素取引活動における透明性と健全性の確保を実施して、より効果的な二国間での炭素取引に係る取組を日本政府主導で強化する</li></ul>	

# 水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	概要	化石燃料との価格差解消に向けた打ち手 (ロードマップの矢羽根と対応)
化石燃料との 価格差により 再エネ導入が 進まない	<p><b>化石燃料への補助制度が価格差を創出している</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状は化石燃料への補助金がプルタミナやPLNに支給されている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 石炭火力発電所の運転を維持し、電力コストを人為的に低く抑えることを奨励するためにPLNに補助金が設定されている<ul style="list-style-type: none"><li>✓ PLNに販売する石炭の価格上限を1トンあたり70ドルに設定しており、国際的な基準価格である約200ドル/トンと比べて大幅に低い水準で販売している</li><li>✓ 2023年には、これらの補助金がなければPLNは120兆ルピアの大幅な損失を記録していたとされている</li></ul></li><li>➢ 石炭の液化とガス化に対する税制優遇措置が提供されている<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 石炭生産会社は現在、石炭派生製品に対するロイヤリティが免除されている</li></ul></li><li>➢ 2024年の化石燃料補助金は総額120億米ドルに達している</li></ul></li></ul>	<p><b>現地化石燃料補助金撤廃に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアでは化石燃料に対する補助制度が導入されており、そのため再エネ電力との価格差が広がる要因になっていることから、その補助制度の撤廃が求められる<ul style="list-style-type: none"><li>➢ したがって、現状の補助制度の撤廃に向けて、再エネ導入の必要性や現地住民への影響等を考慮しながら、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、政策協調を行う</li></ul></li></ul> <p><b>グリーン証書の導入に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、日本で導入されている制度に係る知見を提供しつつ、グリーン証書に係る制度の導入を促し、コスト課題に対する補完的な対策の一つとしてグリーン電力の環境価値を高める支援を実施する<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 企業は状況に応じて、再生可能エネルギー設備の導入と証書の購入が可能となり、コスト最適化の選択肢が増えると想定</li></ul></li></ul>

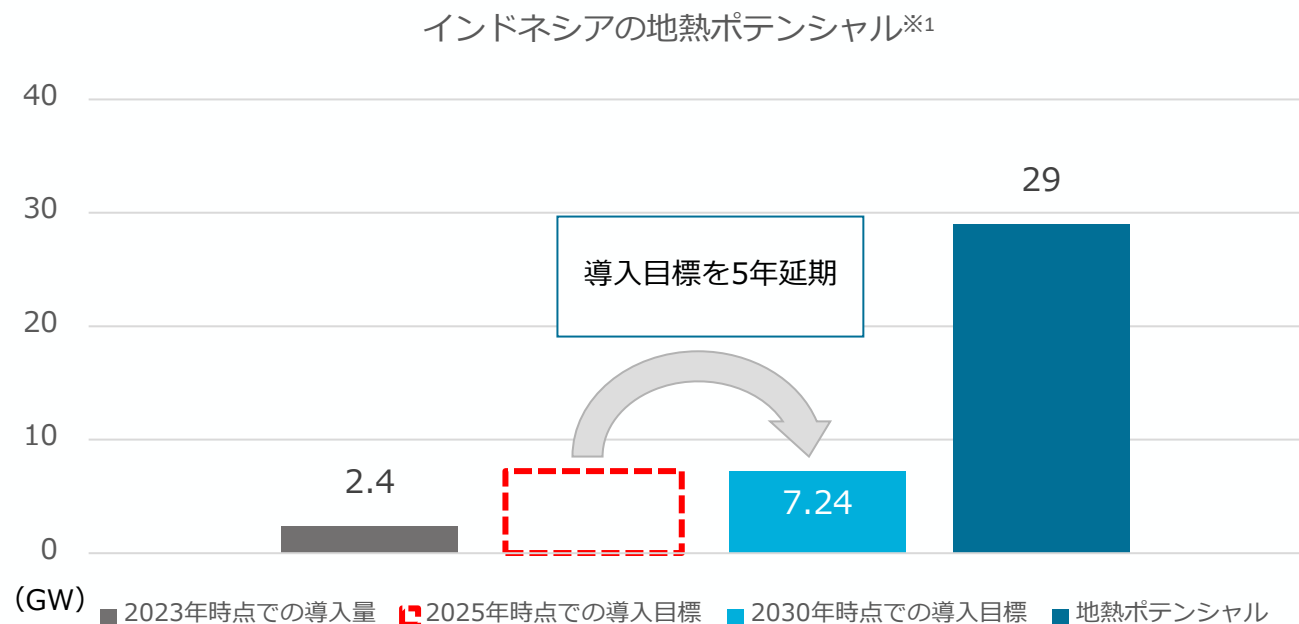
# ①水素技術をレバレッジにした地熱発電技術の 輸出拡大・市場獲得

-参考情報

# インドネシアの地熱ポテンシャル

## インドネシアの地熱の導入状況

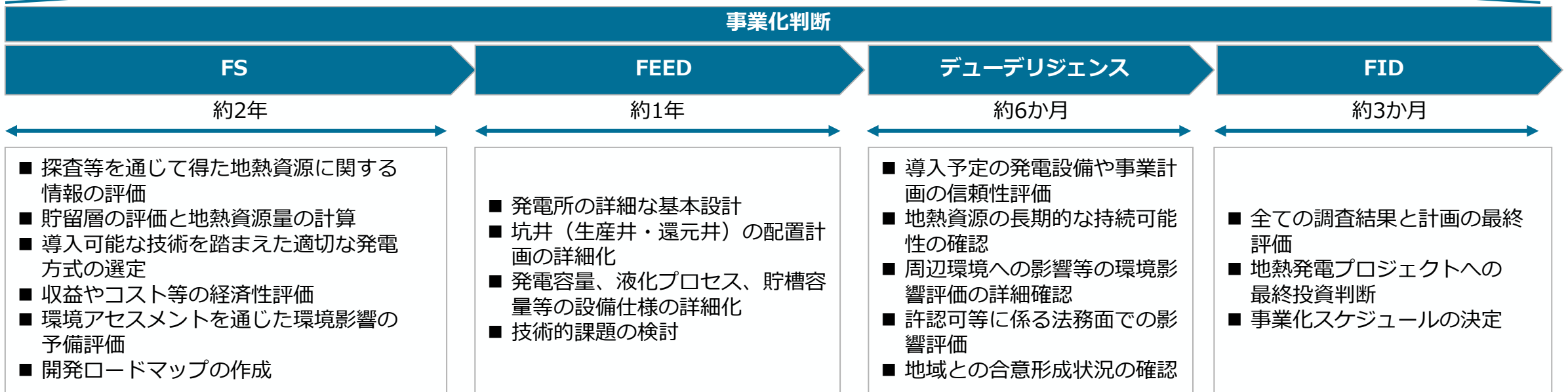
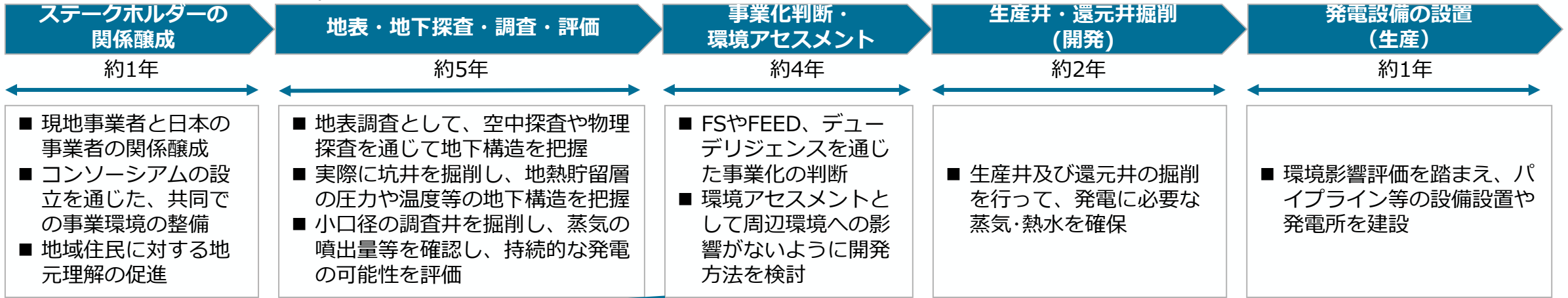
- 特にインドネシアは世界の地熱ポテンシャルの約40%を有しており、その推定量は情報源によって差があるが、ADBによると約29GW存在する
  - 他方で2023年時点で約2.4 GWの導入にとどまっている
  - また、2025年までに7.24 GWとする導入目標を5年延期しており、順調に地熱発電が導入されているとは言えない



※1: ASEAN BRIEFING「[An Overview of Indonesia's Geothermal Energy Sector](#)」(2022)、Energy Tracker Asia「[Indonesia's Untapped Geothermal Energy Potential](#)」(2024)、Stanford University「[Geothermal Business Outlook in Indonesia](#)」(2023)

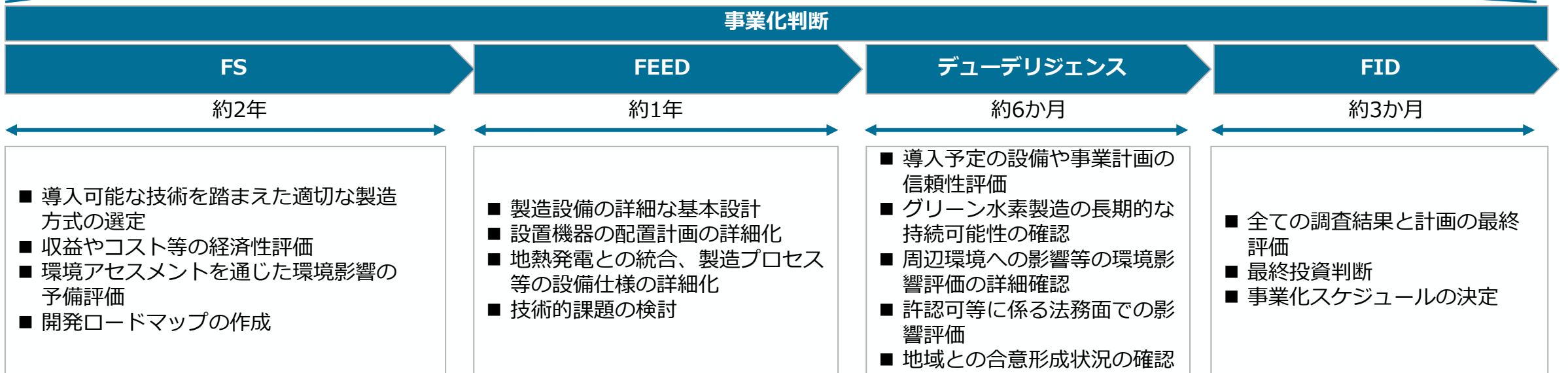
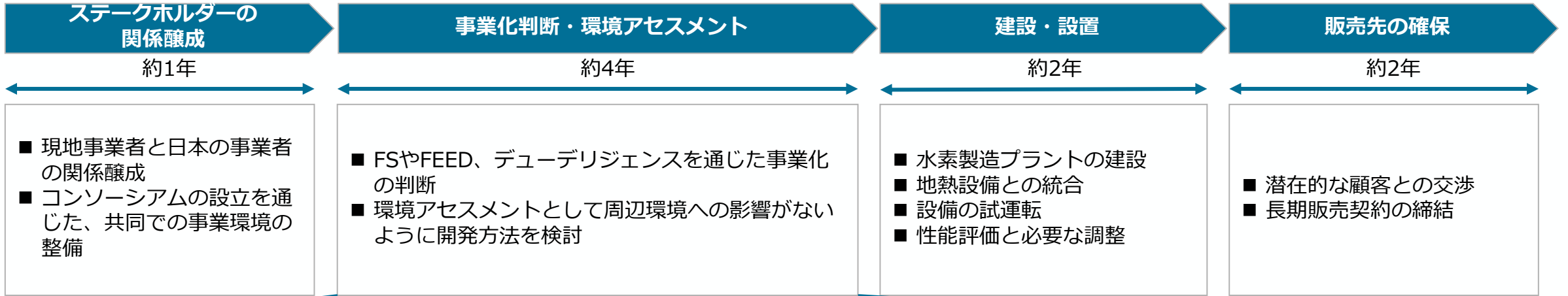
# 地熱発電導入の事業開発プロセス

- 地熱開発事業は10年以上の期間が必要であり、2025年から事業検討を開始した場合でも2040年頃の事業開始となることから、早期から事業検討を進める必要がある



# 水素製造事業の事業開発プロセス

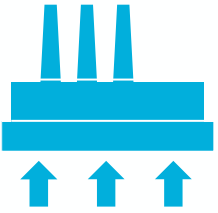
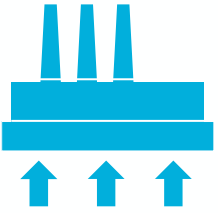
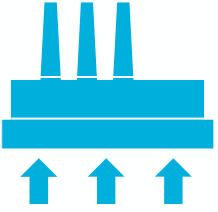
- 水素製造事業の開発は、約8年かかるため、地熱発電導入事業に併せて2040年頃に事業を実施する場合、2030年頃から事業検討を開始する必要がある



# 地熱発電導入における現地での事業環境

- 地熱開発事業及び水素製造事業においては、様々なステークホルダーの関係醸成やコンソーシアムの設立等共同での事業実施が必要である

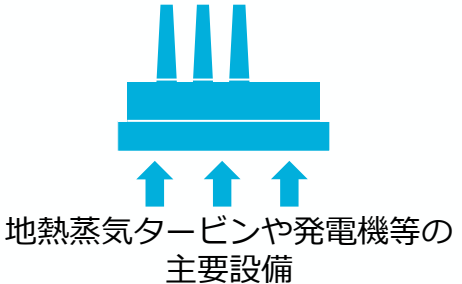
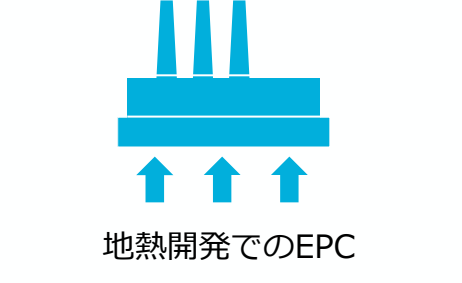
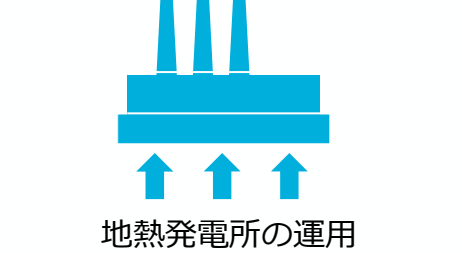
➤ 日本企業は様々なフェーズで強みを有しており、事業の実施による日本企業の経済裨益の獲得の可能性は高いと想定

技術	現地・他国企業の事業環境	日本の事業環境	日本企業が事業を実施する場合のステークホルダー
 <p>地熱開発に係る事業開発・管理</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ PLN等現地の国営企業のみならず、現地民間企業と米国等の他国の企業との合併会社が事業を実施する場合が存在           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ormat Technologies Inc (米国)</li> <li>➤ Mubadala Energy (UAE)</li> <li>➤ Persero (インドネシア) 等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 住友商事をはじめとする様々な企業が、現地での地熱開発の事業開発・管理を実施している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 特に住友商事が現在、現地の地熱総発電容量の約40%に相当に資する開発実績を有している</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>
 <p>地熱開発への融資</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 外貨規制を撤廃する等、インドネシア政府は国内のみならず、国外からの資金提供の獲得に取り組んでいる           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ USDFC (米国)</li> <li>➤ ADB等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 様々な日本企業や機関が事業に参画している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ JBIC</li> <li>➤ みずほ銀行</li> <li>➤ 三井住友銀行</li> <li>➤ 三菱UFJ銀行等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>
 <p>地熱開発での掘削・探査プロセス</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地企業や米国、ケニア、UAEの企業が現地企業と共同又は合併企業を設立して参画している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ PGE (インドネシア)</li> <li>➤ Ignis H2 Energy (米国) 等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 様々な日本企業が事業に参画している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ INPEX               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ インドネシアで3つの地熱発電所に関与しており、自社の掘削技術を活用している</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>

# 地熱発電導入における現地での事業環境

- 地熱開発事業及び水素製造事業においては、様々なステークホルダーの関係醸成やコンソーシアムの設立等共同での事業実施が必要である

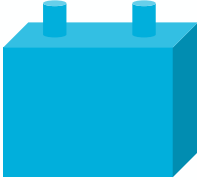
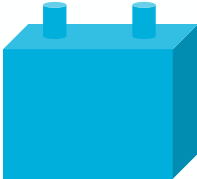

➤ 日本企業は様々なフェーズで強みを有しており、事業の実施による日本企業の経済裨益の獲得の可能性は高いと想定

技術	現地・他国企業の事業環境	日本の事業環境	日本企業が事業を実施する場合のステークホルダー
 <p>地熱蒸気タービンや発電機等の 主要設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地に参画している他国の企業の情報は少ない</li> <li>➤ 他方で地熱発電を垂直統合で行う Ormat Technologiesが事業を実施しており、自社の機器を導入している可能性は高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 富士電機を中心に事業を展開している                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 富士電機                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 特に富士電機はインドネシアにおける地熱蒸気タービンシェア50%を誇っている</li> </ul> </li> <li>➤ 東芝等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>
 <p>地熱開発でのEPC</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地企業が日本企業主導の事業を含む多数事業を実施している</li> <li>➤ 住友商事の事業では、住友商事がPT Inti Karya Persada Teknik社及びPT Wasa Mitra Engineering社と共同で実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業主導の事業においては、現地企業又は現地子会社が担当している場合が多い</li> <li>➤ 東洋エンジニアリングの子会社</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>
 <p>地熱発電所の運用</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ PGE、PLN、PT Geo Dipa Energiの3つの国営企業によって地熱発電の82%が運用されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 基本的には現地企業が運用又は現地企業への売電によって事業が実施されている</li> <li>➤ 住友商事の事業はINPEXの現地子会社が運用をし、PLNへ売電をしている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>

# 地熱発電導入における現地での事業環境

- 地熱開発事業及び水素製造事業においては、様々なステークホルダーの関係醸成やコンソーシアムの設立等共同での事業実施が必要である

➢ 日本企業は様々なフェーズで強みを有しており、事業の実施による日本企業の経済裨益の獲得の可能性は高いと想定

技術	現地・他国企業の事業環境	日本の事業環境	日本企業が事業を実施する場合のステークホルダー
 <p>水素製造</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地に参画している他国の企業の情報は少ない           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Black &amp; Veatch (米国) がインドネシアでのグリーン水素製造に関する実現可能性調査を実施している</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本は水素製造技術に強みを持っており、現地でも事業を実施している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 東京電力が実施している水素製造事業では、プルタミナと協業しつつ、東レが製造設備を導入している</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>
 <p>製造した水素の販売</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地企業を中心に様々な企業が事業を実施している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ PLN (インドネシア)</li> <li>➢ プルタミナ (インドネシア)</li> <li>➢ Genvia (仏国) 等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ プルタミナ等現地企業と協業しながら、様々な日本企業が事業を実施している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 伊藤忠商事</li> <li>➢ 東京電力</li> <li>➢ 豊田通商等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>
 <p>系統課題回避に向けた水素利用</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JICA主催のフォーラムにてPLNは、系統が接続されていない地域に対するエネルギー供給手段として水素を有望視している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業は水素製造や運搬、利用に関して強みを有している技術が多く、インドネシアでも地熱由来の水素・アンモニアの製造を東電が実施している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>

# 系統課題解決に向けた打ち手

## 水素を活用した系統課題解決の事例

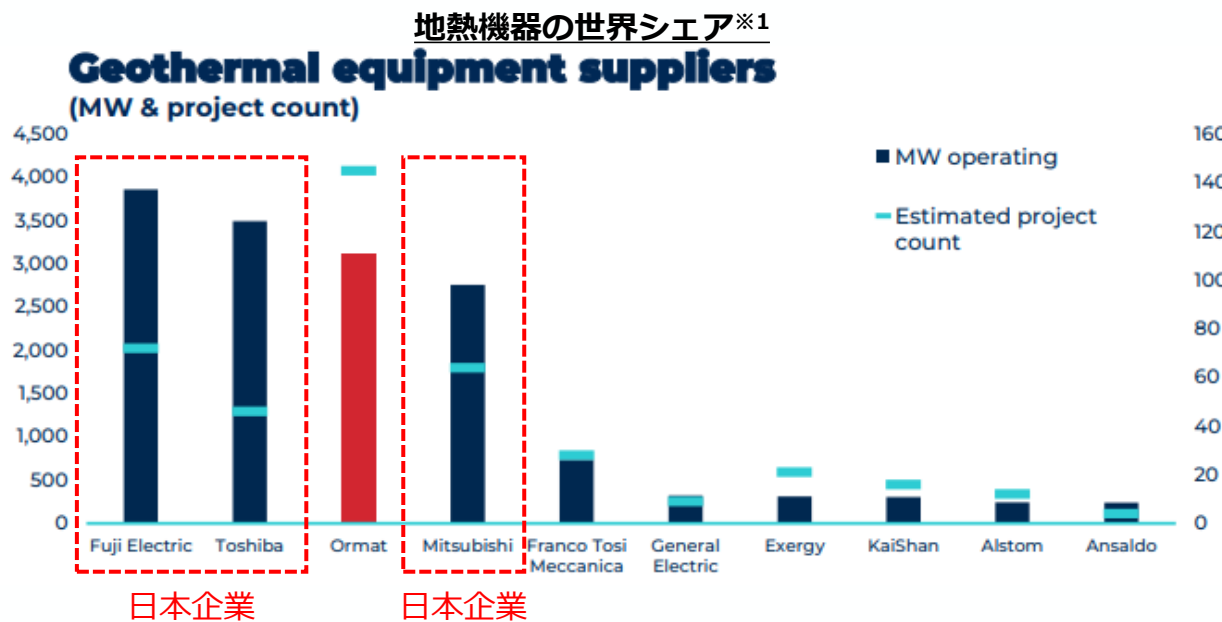
- 日本や米国では、再エネから水素を製造することで出力抑制を回避しながら、電力・水素によるエネルギーの安定的な供給を実現している事例が存在している
- したがってインドネシアでも同様の取組を実施することで、系統課題を回避しながら再エネの導入を実現できると考えられる

国	概要	事業イメージ
日本 (H2-YES)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 変動再エネを活用して水素を製造し、工場やスーパーマーケットに水素を供給する</li> <li>■ 東電HDの大規模太陽光発電所「山梨県米倉山太陽光発電所」と日立造船製の固体高分子型水電解装置、水素吸蔵合金システムを活用</li> </ul>	<p>&lt;P2G実証研究棟内観&gt;</p> <p>&lt;水素サプライチェーン概要&gt;</p>
米国 (Oncore Energy System)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 太陽光発電からの電力を、EMSや燃料電池を活用して、出力抑制分を貯蔵し活用する、水素燃料電池マイクログリッドの構築を実現</li> </ul>	

# 日本企業の事業実施可能性について

## 世界における地熱発電関連機器のシェア

- 日本は地熱関連技術について強みを持っており、東芝、三菱重工、富士電機が世界において上位のシェアを誇っている
  - ▶ 特に富士電機はインドネシアにおける地熱蒸気タービンシェア50%を誇っており、ムアララボ地熱発電所等インドネシアの様々な場所で事業を実施している



- 富士電機は、インドネシアで19台の地熱発電用蒸気タービンを納入し同国でのシェア50%を占めている※2
  - ▶ ムアララボ地熱発電所等日本企業が事業開発を実施している地熱発電所に対しても、地熱蒸気タービンを納入している

# 地熱発電の種類について

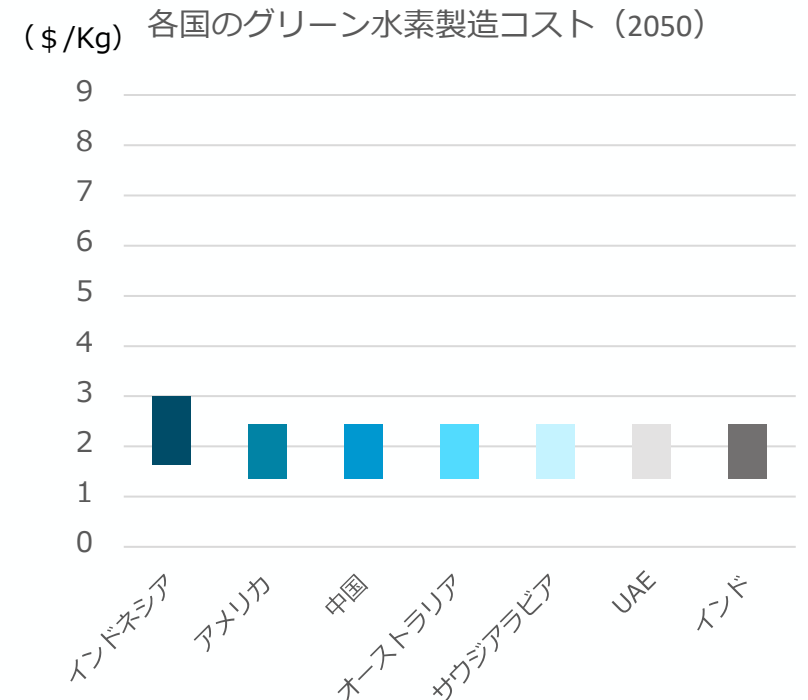
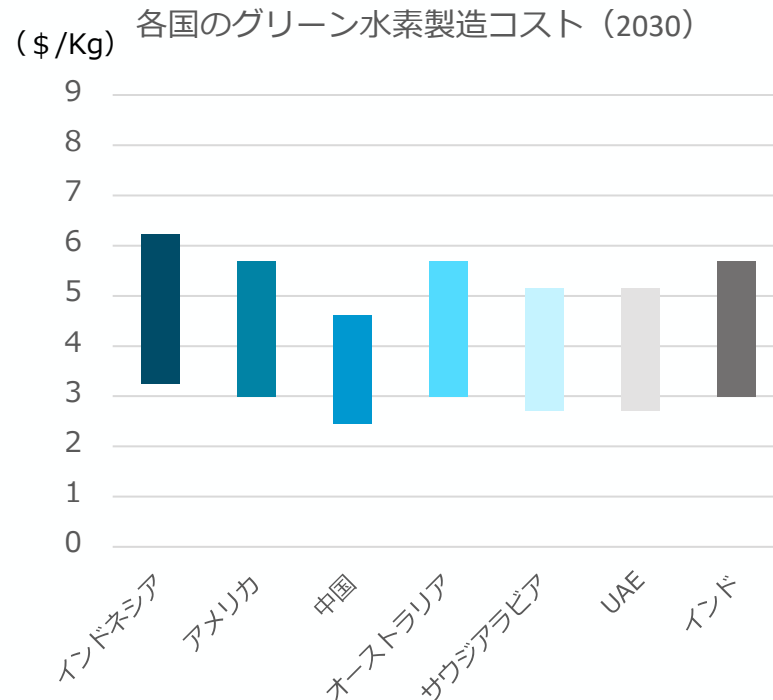
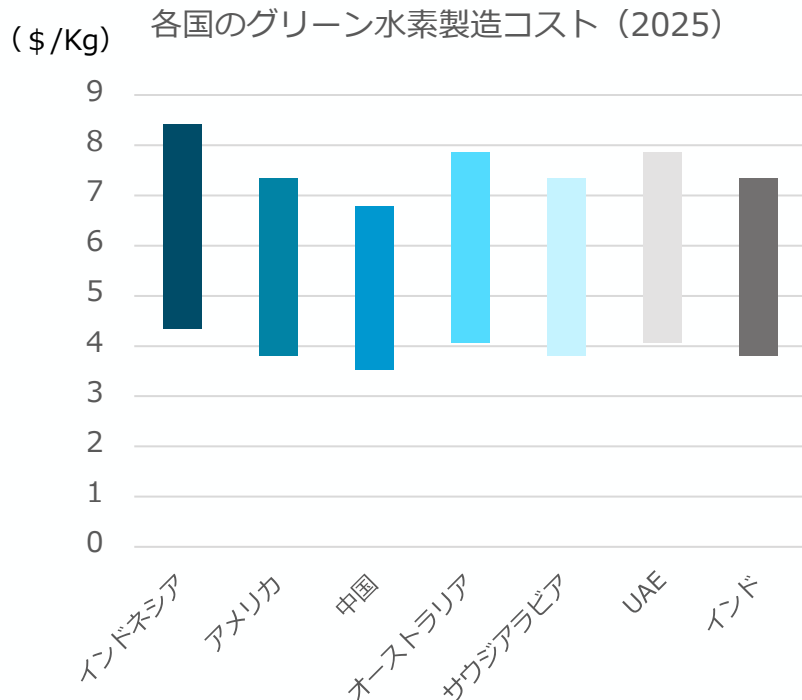
## どちらの方法も適していると判断

	フラッシュ式	バイナリー式
インドネシアの地熱ポテンシャルへの適応性	インドネシアの地熱ポテンシャルに適している	インドネシアの地熱ポテンシャルに適している
技術の普及	インドネシアの幾つかの地熱発電にて採用されている	世界的に広く使用されている
出力と効率	ダブルフラッシュ蒸気システムは、熱効率89.8%で3125 kWを生産可能	バイナリーサイクルシステムは、熱効率8.68%で5433.25 kWを生産可能
日本企業の強み	日本が技術的な強みを有している	比較的日本が技術的な強みを有しているが、アメリカ企業がより強みを有している

# コストの観点でのインドネシアでの事業の実施意義について

## グリーン水素の製造価格比較

- インドネシアにおけるグリーン水素の製造コストについては他国より高価であり、低減が求められる状態
  - インドネシアのグリーン水素製造価格は4.07-4.34 \$ /kgで2030年に2.95-3.25 \$ /kg、2050年には1.36-1.63 \$ /kgに達すると予測
- 他方で日本への輸出を検討する際には、日本との距離の関係でコスト関係が逆転する可能性がある



# 効率性やコスト等の観点からの水電解装置の比較と選定

## アルカリ水電解装置が事業に最適と想定

	アルカリ水電解装置	PEM型水電解装置
効率性	比較的低い電流密度で運転するため、効率は比較的悪い 	高い電流密度で運転可能であるため、効率が高い運用が可能 
応答性	負荷変動への応答性が比較的低い 	負荷変動への応答性が高く、変動の激しい再生可能エネルギーに適している 
コスト	比較的低コスト、貴金属使用量が少ない 	膜や触媒などの部品をより頻繁に交換する必要があったり、プラチナやイリジウムなどの高価な材料を触媒として使用するため比較的が高価 
技術成熟度	成熟した技術であり、大規模プロジェクトでの実績が存在している 	比較的新しい技術であり、さらなる技術的な改良の余地がある 

# 効率性やコスト等の観点からの水電解装置の比較と選定

## アルカリ水電解装置が事業に最適と想定

	アルカリ水電解装置	PEM型水電解装置
日本の強み	アルカリ型水電解装置と固体高分子型（PEM）水電解装置の両技術で、日本企業が特許出願において最先端を行っている	アルカリ型水電解装置と固体高分子型（PEM）水電解装置の両技術で、日本企業が特許出願において最先端を行っている 日本企業は膜・触媒などの要素技術で優位性がある
運転範囲	運転範囲が比較的狭い	広い運転範囲を持つ、部分負荷運転に適している
起動停止時間	起動停止に時間がかかる	迅速な起動停止が可能
将来性	コスト面で優位であるため大規模プロジェクトに適している	将来的な技術改良が求められている段階

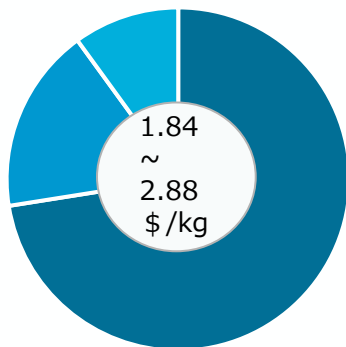
# グリーン水素の製造コストについて

## グリーン水素製造コスト内訳

- 前ページから、コスト・技術成熟度・大規模プロジェクトへの適用性によりアルカリ水電解装置が本事業に最適と判断した
  - 他方で、水素製造コストは高価であるため、**アルカリ水電解装置での製造コスト低減方法の調査が必要**である
- アルカリ水電解装置では、電力コストが約60-85%、設備費が約10-25%、オペレーションコストが約5-15%を占めている
  - 電力費の削減が、製造コストの削減の重要な要素となると考えられる
- PEM型水電解装置では、電力コストが約20-30%、設備費が約50-70%、オペレーションコストが約10-20%となる
  - 設備費はアルカリ水電解装置が650 - 1,200 \$/kWであるのに対し、PEM型水電解装置は1,300 - 2,000 \$/kW
- **電力費低減のほかには設備費低減に係る取組が重要である**

グリーン水素製造コスト（例）

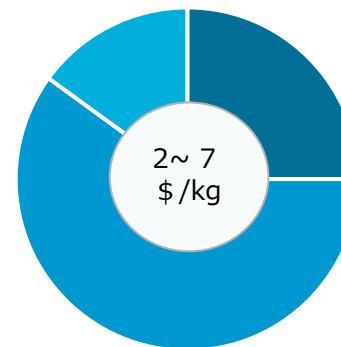
アルカリ水電解装置※1



■ 電力コスト ■ 設備費 ■ オペレーションコスト

グリーン水素製造コスト（例）

PEM型水電解装置※1




■ 電力コスト ■ 設備費 ■ オペレーションコスト

※1 : IRENA 「[GREEN HYDROGEN COST REDUCTION](#)」 (2020) 、 IRENA 「[MAKING THE BREAKTHROUGH Green hydrogen policies and technology costs](#)」 (2021) 、 DOE 「[Clean Hydrogen Production Cost Scenarios with PEM Electrolyzer Technology](#)」

## ②パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築

# ②パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーン構築事業組成に向けた事業概要

## 事業概要

 : 本事業での対象範囲





- インドネシアにおける小規模な水素サプライチェーンの構築を実現に向けた導入に係るビジネスモデルをインプットする
  - 短期的には現地の日本企業や国営企業等の施設においてFCフォークリフトを用途として、パイロット規模での水素サプライチェーンの構築を実現する
  - 中期的には広く現地企業の施設において、FCフォークリフトの需要を開拓し水素サプライチェーンの拡大を図る
  - 長期的にはその他モビリティ利用等における水素利用を促進し、水素サプライチェーンの更なる拡大を図る

	短期的な取組	中期的な取組	長期的な取組
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 将来的な大規模な水素大規模利用やに向けて、パイロットベースの需要開拓を通じた水素サプライチェーンの確立を図るために、現地の日本企業や国営企業等の施設においてFCフォークリフトを導入する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FCフォークリフトの更なる需要拡大を通じた小規模ながらも更なる水素サプライチェーンの拡大を目指して、広く現地企業の施設において、FCフォークリフトの需要を開拓する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ その他モビリティ利用等における水素利用を促進し、水素サプライチェーンの更なる拡大を図る</li> </ul>
支援対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FCフォークリフト</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FCフォークリフト</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FCモビリティ（FCトラック等）</li> <li>■ Hard-to-abateセクター等での水素利用</li> </ul>
支援方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 小規模なFCフォークリフトの導入及び水素インフラ整備を通じたの実証支援等を実施する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 国営企業以外の現地企業に対してFCフォークリフトの導入を促進するために、設備等に対する支援を実施する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期・中期的な取組での支援方針の継続</li> </ul>
資金調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 民間のトランジションファイナンスの活用</li> <li>■ NEXIの保険・低金利融資の活用</li> <li>■ 実証規模での運用に対する資金的援助を両国政府で実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期的な取組での調達方法の継続</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期・中期的な取組での調達方法の継続</li> <li>■ 水素に対する値差支援等</li> </ul>

## ②パイロットプロジェクト組成による水素サプライチェーンの構築

### インドネシアでの地熱由来水素利活用

- 日本では脱炭素型発電、燃料電池（モビリティ・定置用）、水素直接利用、水素化合物の活用での活用を見込んでいる
  - 上記技術のうち、現地利用に関してはインドネシアでの需要を踏まえ、**トランジション期では燃料電池（モビリティ・定置用）**、スケール期では脱炭素型発電、水素直接利用での水素の利活用を想定
  - 水素関連パイロットプロジェクトの組成の観点からは、**燃料電池での特にモビリティでの活用**が有望であると考え

用途	現地での用途としての選定の背景	導入方法の想定（概要）
  燃料電池 （モビリティ・定置用）	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FCV                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ インドネシアは水素戦略にて、水素の段階的な需要先としてFCモビリティを見込んでいる</li> </ul> </li> <li>■ 定置型燃料電池                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 系統が脆弱であり、再エネポテンシャルが活用できておらず、水素としてエネルギーの安定供給を達成する必要がある</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FCV                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日本企業が導入するFCトラックやフォークリフトといった機器へ小規模な水素導入を目指す</li> </ul> </li> <li>■ 定置型燃料電池                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 離島の系統の増強が進んでいない地域に燃料電池を設置し、水素を活用してエネルギーの安定供給を進める</li> </ul> </li> </ul>
 脱炭素型発電	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状インドネシアは石炭火力発電に依存しており、その脱炭素化を進める必要がある</li> <li>■ インドネシアは水素戦略にて、2040年以降の長期的な水素の需要として、発電部門での水素利用を見込んでいる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素供給事業のスケール期にて、炭素税やFIT、グリーン証書等の取組を踏まえて、水素の環境価値を高めつつ、石炭火力発電への水素・アンモニア混焼事業を実施する</li> </ul>
 水素直接利用 （産業分野）	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EU向け輸出の主要な鉄鋼生産ラインは石炭を燃料に使用していることから、CBAMにて、事業者が炭素排出量に応じて求められる炭素排出権証明書の購入を避けることは難しいとインドネシア鉄鋼産業協会は見解を示している                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 他方で、インドネシアの鉄鋼のEUへの輸出量は多くなく、影響は限定的な可能性も存在する</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 将来的な水素の導入を促進するためにパイロットプロジェクトとして、インドネシアにて鉄鋼に係る取組を実施している大和工業や日本製鉄等の日本企業へ水素の導入を促す</li> </ul>

# 経済合理性の高い小規模用途の選定

## FCフォークリフトが最も有望であると想定

- 前ページにて水素関連パイロットプロジェクトの組成の観点からは、**燃料電池特にモビリティでの活用**が有望であると  
考えられる
  - その中でも現地での事業環境やEV等の競合技術との比較からFCフォークリフトが有望であると考える

用途	現地での事業の実施環境	競合との比較
FCV (乗用車)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシア政府はLCEVの普及を促進するため、購入時の税減免などの政策を実施しておりFCVの普及余地が存在する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 他方で、FCVに特化したものではなく他の技術に比べ販売を優位に進める要素とはならない</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアではBEVの普及が進んでおり、2023年1~10月のLCEV販売台数5万2,939台のうち、BEVが相当数を占めている</li> <li>■ HEVの販売台数も多く、FCVの販売台数は少数になっている</li> </ul>
FCバス	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ BYDがEVバスの製造拠点を設立する等、EVバスの方が優位な可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 初期コストや運用コスト等の観点からEV等の競合技術の方が優位である</li> <li>■ バスの場合充電計画が立てやすく、航続距離の観点からの優位性を保持できない</li> </ul>
FCトラック	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ジャカルタ等で小型のEVトラックの導入が進んでいる反面、航続距離の長い大型トラックについては導入が進んでおらず、FCVの参入余地がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ コストの観点からは一般的には2030年以降EVが最も安価となると予測されている</li> <li>■ ライフサイクルGHGの観点からもEVの方が有望</li> </ul>
FCフォークリフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業等によりEVフォークリフトやディーゼルフォークリフトの導入が進んでいるが、FCフォークリフトについては不明</li> <li>■ 他方で技術としては有しており、今後導入が進む可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 競合技術に比べ、価格の高さが課題ではあるが、燃料電池フォークリフトは圧倒的な充填時間の短さで、バッテリーフォークリフトと同程度の時間稼働できる</li> </ul>

# 水素サプライチェーンの構築を阻害する課題

- モビリティ利用を念頭に置いて小規模水素サプライチェーン構築に向けては、水素関連人材の不足や法制度が制定されていない、化石燃料・化石燃料関連技術との価格差、輸送インフラ等の設備費が高価であることが、事業成立に向けた課題として挙げられる

課題	課題の概要	想定される解決策
①輸送インフラ等の設備費が高価	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>インフラ設備が整備されておらず、事業実施に向けては大規模投資が必要</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ インドネシアでは事業が実施されておらずインフラ整備においても大規模な投資が必要な段階</li> </ul> </li> <li>■ <b>輸送費の低減が必要</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 一般的に水素の輸送コストは高価であり、低減が必要</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 既存のインフラの活用や最適な輸送方法を選定し、できるだけ少ない投資での事業を目指す</li> </ul>
②水素に係る法制度が不明瞭	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>水素に係る法制度の構築に向けて、知見の共有が必要</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 現状水素に係る法制度は多くは存在せず、日本等制度設計が進められている国々からの知見共有等が必要な状況</li> <li>➢ 現状水素導入に係る水素戦略が策定されていたりやロードマップの策定が取り組まれている状況</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素の安全基準等に係る法制度の設計について、現在進んでいるMEMRの取組に対して、日本からの知見を共有し、既存の制度設計に係る検討の取組を促進する</li> </ul>
③化石燃料・化石燃料関連技術との価格差	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>水素価格が化石燃料に比べ高価</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 再エネ電力価格と化石燃料による電力価格差が大きいため、グリーン水素の価格が高価</li> </ul> </li> <li>■ <b>競争技術に対してFCモビリティは比較的高価</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 一般的にBEVトラックは、2030年までに最も低コストの輸送方法になると予測されている</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>既存の資金援助の仕組みを活用した金銭的な支援</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JBICによる低金利融資等</li> </ul> </li> <li>■ <b>既存のコスト低減に係る仕組みの共有</b></li> <li>■ <b>再エネの環境価値の向上に係る取組</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ グリーン証書に係る制度の設立</li> </ul> </li> <li>■ <b>化石燃料に係る補助金の撤廃</b></li> </ul>
④水素関連人材が不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>現地において知見が不足している</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水素に係る事業が初期段階であり、インドネシアにおいて知見が蓄積されておらず、人材の育成がなされていないため、日本等からの人材育成支援が必要</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 比較的水素関連事業が実施されており、<b>知見が蓄積している日本から、技術者の派遣等を通じた人材育成・その知見共有を実施する</b></li> </ul>

# 水素サプライチェーンの構築のために想定される打ち手

- 人材育成プログラムの活用や法制度策定に向けたワーキンググループの設置、既存の資金援助の仕組みを活用した金銭的な支援、用途に応じた最適な輸送方法の選定等の打ち手を通じて小規模水素サプライチェーン構築を阻害する課題を解決する

課題	想定される解決策	具体策の例※1
①輸送インフラ等の設備費が高価	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 既存のインフラの活用や最適な輸送方法を選定し、できるだけ少ない投資での事業を目指す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 活用可能な既存のインフラの活用</li> <li>■ 用途に応じた最適な輸送方法の選定</li> <li>■ 高効率な輸送設備の技術開発を通じたコスト低減等</li> </ul>
②水素に係る法制度が不明瞭	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素の安全基準等に係る法制度の設計について、現在進んでいるMEMRの取組に対して、日本からの知見を共有し、既存の制度設計に係る検討の取組を促進する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素関連の法制度の策定へのワーキンググループの設置</li> <li>■ JICA等既存の制度設計支援プログラムの活用</li> <li>■ 日本の水素安全基準等の法制度のインドネシアへの展開支援等</li> </ul>
③化石燃料・化石燃料関連技術との価格差	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>既存の資金援助の仕組みを活用した金銭的な支援</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JBICによる低金利融資等</li> </ul> </li> <li>■ <b>既存のコスト低減に係る仕組みの共有</b></li> <li>■ <b>再エネの環境価値の向上に係る取組</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ グリーン証書に係る制度の設立</li> </ul> </li> <li>■ <b>化石燃料に係る補助金の撤廃</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 低金利融資等既存の金銭面での制度の活用</li> <li>■ グリーン証書等環境価値増大に資する取組の導入</li> <li>■ 地熱発電開発コスト低減に資する既存の取組に関する知見共有</li> <li>■ 地熱発電開発コスト低減に資する技術開発</li> <li>■ 化石燃料に対する補助金の撤廃に向けた政策協調等</li> </ul>
④水素関連人材が不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 比較的水素関連事業が実施されており、<b>知見が蓄積している日本から、技術者の派遣等を通じた人材育成・その知見共有</b>を実施する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JICA等既存の人材育成プログラムの活用</li> <li>■ 日尼間での人材交換プログラムの設立</li> <li>■ 日本国内での人材育成等</li> </ul>

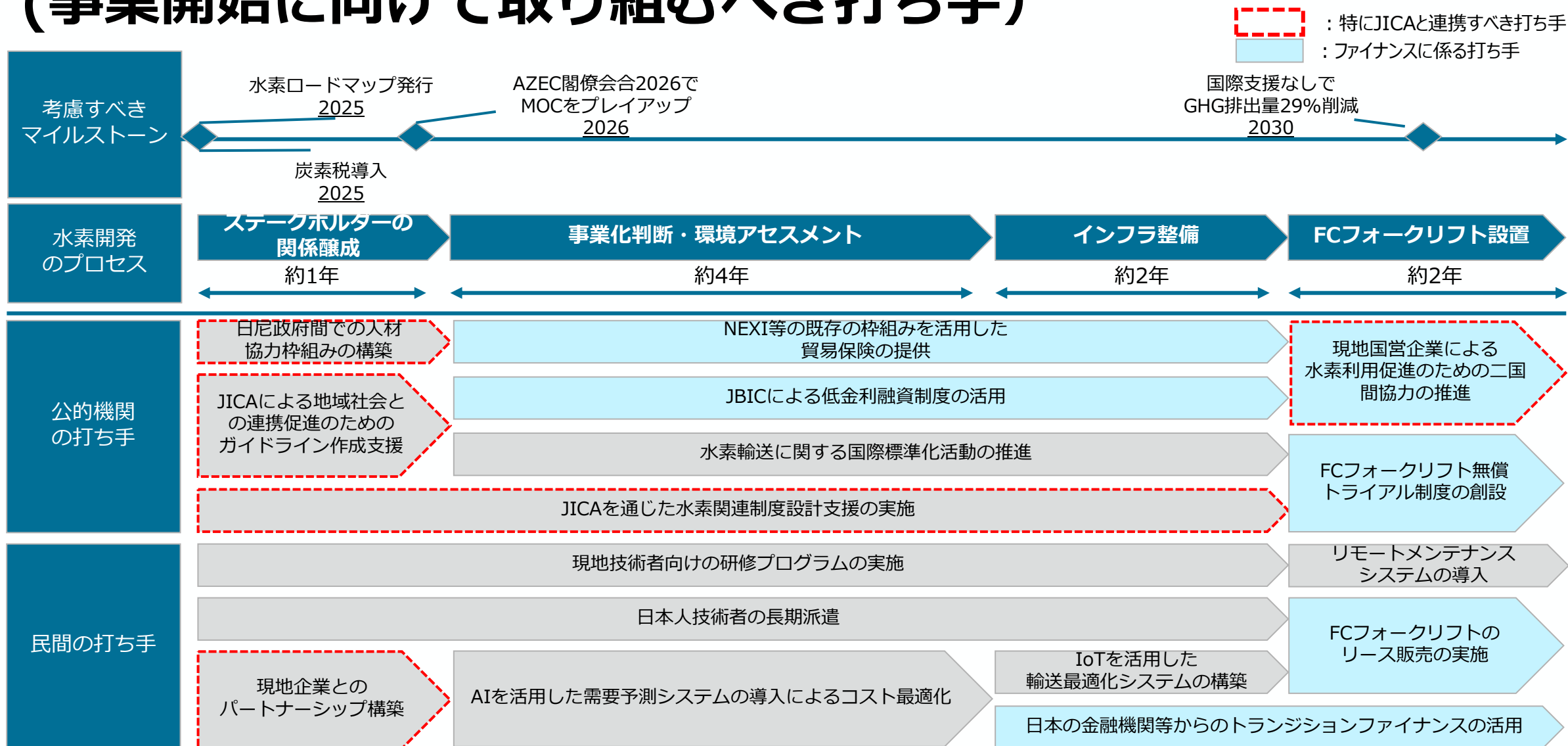
# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築（サマリ）

## 地熱由来水素供給事業・インドネシア

水素サプライチェーン構築に向けては、事業開始に向けて取り組むべき打ち手と長期的スパンで実施すべき打ち手にて考えられる施策を記載

打ち手の 類型	～2040年ごろ（事業開始すると想定している年）				～2060年			
	事業開始に向けて取り組むべき打ち手				長期的スパンで実施すべき打ち手			
打ち手 サマリ	水素サプライチェーンの構築				水素サプライチェーンの構築			
	体制構築	技術開発	ファイナンス	人材育成	体制構築	技術開発	ファイナンス	人材育成
	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地企業とのパートナーシップ構築</li> <li>JICAを通じた制度設計支援の実施</li> <li>現地国営企業による水素利用促進のための二国間協力の推進</li> <li>JICAによる地域社会との連携促進のためのガイドライン作成支援</li> <li>水素輸送に関する国際標準化活動の推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoTを活用した輸送最適化システムの構築</li> <li>AIを活用した需要予測システムの導入によるコスト最適化</li> <li>リモートメンテナンスシステムの導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の金融機関等からのトランジションファイナンスの活用</li> <li>JBICによる低金利融資制度の活用</li> <li>FCフォークリフトのリース販売の実施</li> <li>NEXI等の既存の枠組みを活用した貿易保険の提供</li> <li>FCフォークリフト無償トライアル制度の創設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日尼政府間での人材協力枠組みの構築</li> <li>現地技術者向けの研修プログラムの実施</li> <li>日本人技術者の長期派遣</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的な水素認証制度取得に係る政策協調</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型化・モジュール化技術の開発支援</li> <li>製造規模の大規模化や材料・部品の最適化支援等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炭素税導入等国内炭素市場開発に係る政策協調</li> <li>カーボנקレジット市場拡大に向けた政策協調等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本国内における地熱発電・水素製造関連技術人材の育成</li> </ul>

# 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手・ロードマップ (事業開始に向けて取り組むべき打ち手)



# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (水素サプライチェーン構築)
連携促進が必要	<p style="text-align: center;"><b>地元ステークホルダーとの連携が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素サプライチェーン構築に向けては、PLNやプルトミナ等現地のステークホルダーとの関係醸成が重要           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAがプラットフォーム活動を通じて、日尼のステークホルダーの関係醸成を図っている</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>JICAによる地域社会との連携促進のためのガイドライン作成支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの水素事業については、JICAがマスタープラン作成や官民連携プラットフォームの構築を実施しているため、その枠組みにおいて、官民の知見を集約し、地域社会との連携を促進するガイドラインの作成に活用することを目指す</li> </ul>
法制度が未整備	<p style="text-align: center;"><b>法制度が未整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、水素輸送・利用に係る法制度や連携に係るガイドラインが未整備</li> <li>■ 水素製造に関する法制度が未整備で、MEMR等の現地機関が法制度制定に係る取組を実施しており、JICAがその支援を実施している</li> <li>■ MEMRやMOF、PLN等の様々な機関が関与しており、各段階で異なる許認可が必要となっている</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>JICAを通じた水素関連法制度設計支援の実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ MEMR等現地のステークホルダーは、水素輸送・利用における中長期的な促進制度設計を実施しているため、そうした枠組みにおいて、複雑な許認可プロセス改善に向けた制度設計支援を実現する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAはそうした取組を促進するような制度設計に係る取組を実施している</li> </ul> </li> </ul>
水素関連人材が不足している	<p style="text-align: center;"><b>現地人材が不足している</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、水素関連事業の組成が進んでいないことから、現地における水素人材が不足している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ MEMRは水素社会構築に向けて解決すべき課題の一つとして、人材不足を挙げている</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>日尼政府間での人材協力枠組みの構築</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ MEMR等現地のステークホルダーは、水素輸送・利用における中長期的な人材育成の必要性を訴えており取組を検討しているため、そうした枠組みにおいて、人材育成支援を実施する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAはそうした取組を促進するような制度設計・人材協力に係る取組を実施している</li> </ul> </li> </ul>

# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (水素サプライチェーン構築)
水素利用技術の 需要喚起が必要	<p><b>水素需要は見込まれているが、足元では少量</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素製造事業の組成に向けては収益源の確保として、水素の需要先の確保が重要である</li> <li>■ インドネシアでは、2060年までに年間約200万トンの水素需要が見込まれています。主に鉄鋼製造やアンモニア生産などの産業分野で利用される予定           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水素戦略によると足元ではモビリティ分野からの需要の遡及を実施していく方針である               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ FCフォークリフトについては、電動フォークリフトに比べて初期コストは高価だが稼働率が高い</li> </ul> </li> <li>➢ 他方で現在はグレー水素（化石燃料由来）が中心であり、グリーン水素市場はまだ成長途上である               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 将来的には国内需要家との長期契約（オフテイク契約）の増加させ、事業者は安定した収益基盤を確保する必要がある</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<p><b>現地国営企業による水素利用促進のための二国間協力の推進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素取引に関する規制や基準が未整備であり、事業の実施可能性等が不透明であるため、現状現地民間企業に対して需要を訴求することは困難であるため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで国営企業に対して需要開発を実施する</li> </ul> <p><b>FCフォークリフト無償トライアル制度の創設</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ FCフォークリフトについては、導入コストや運用面での不安から普及が進みにくい状況であるため、企業が実際にFCフォークリフトを試用し、その性能や導入効果を体験・検証する気化を提供するために、東京都や名古屋港で実施されているような無償トライアル制度の導入を促進する</li> </ul>
水素輸送設備の 国際標準化が 必要	<p><b>輸送インフラの整備・国際標準化が進んでいない</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、輸送用パイプラインや液化水素タンクなどのインフラが未整備であり、輸送コストが高いことが課題となっており、MEMR等現地のステークホルダーも課題として認識している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 国際的な安全基準や規格が必要だが、標準化が進んでいない</li> <li>➢ 現地では「Garuda Hidrogen Hijau (GH2)プロジェクト」が進行中であり、輸送技術の確立が急務となっている</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>水素輸送に関する国際標準化活動の推進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ISO14687規格（FCV用水素燃料規格）など、国際的な水素品質基準が存在するが、インドネシアではこれらを国内基準に適用する動きが遅れているため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで政策協調を実施する</li> </ul>

# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (水素サプライチェーン構築)
化石燃料・ 化石燃料関連技術との価格差	<p><b>化石燃料やBEVに対する優位性が少ないが需要は存在</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状、インドネシアでは水素ステーションの設置、FCモビリティの導入や定置型燃料電池の導入が進んでいない<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 水素ステーションの設置については、日本企業による検討が実施されているが、更なる設置の推進が必要</li><li>➢ FCモビリティについては、現状の化石燃料を動力とするモビリティと比べて、比較的価格が高価になっている</li><li>✓ FCフォークリフトについては、電動フォークリフトに比べて初期コストは高価だが稼働率が高いため優位性を保持している反面、ディーゼルによるフォークリフトについては、初期・運用コスト及び稼働率の両方の観点において劣っており、金銭面等での支援による導入促進が必要である</li><li>➢ 輸送インフラに関する整備もなされておらず、大規模投資が必要</li></ul></li></ul>	<p><b>NEXI等の既存の枠組みを活用した貿易保険の提供</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ FCフォークリフト導入事業についてはインフラ設備費や車体費等の初期コストが高く化石燃料関連技術との差別化が結果として難しくなっている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ その状況に対応するため、NEXI等既存の貿易保険の仕組みを活用する</li></ul></li></ul> <p><b>JBICによる低金利融資制度の活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアにおけるFCフォークリフト導入事業では、初期コスト等によって化石燃料関連技術との差別化が結果として難しくなっているため、民間事業者の負担を軽減するために、JBICの低金利融資等既存の金銭的な支援の枠組みを活用する</li></ul>

# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (水素サプライチェーン構築)
連携促進が必要	<p style="text-align: center;"><b>地元ステークホルダーとの連携が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素輸送・利用の事業の組成に向けては、PLNやプルタミナ等現地のステークホルダーとの関係醸成が重要           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAがプラットフォーム活動を通じて、日尼のステークホルダーの関係醸成を図っている</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地企業とのパートナーシップ構築</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの水素事業については、JICAがマスタープラン作成や官民連携プラットフォームの構築を実施しているため、その枠組みにおいて、官民の知見を集約し、地域社会との連携を促進するガイドラインの作成に活用することを目指す</li> </ul>
水素関連人材が不足している	<p style="text-align: center;"><b>現地人材が不足している</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、水素関連事業の組成が進んでいないことから、現地における水素人材が不足している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ MEMRは水素社会構築に向けて解決すべき課題の一つとして、人材不足を挙げている</li> <li>➢ JICAはインドネシア国営電力会社(PLN)との間で、2060年までのカーボンニュートラル達成目標に向けたエネルギー・トランジション推進のための包括的な人材育成支援に関する覚書を締結している</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地技術者向けの研修プログラムの実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ JICAはインドネシア国営電力会社(PLN)との間で、2060年までのカーボンニュートラル達成目標に向けたエネルギー・トランジション推進のための包括的な人材育成支援に関する覚書を締結しているため、その枠組みで現地技術者の育成に係る取組を支援する</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>日本人技術者の長期派遣</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地での人材育成を実施し、現地での雇用促進等を通じた現地ステークホルダーとの関係醸成をするために、JICA等の既存の枠組みを活用して日本の技術者を派遣する</li> </ul>

# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (水素サプライチェーン構築)
水素利用技術の 需要喚起が必要	<p><b>水素需要は見込まれているが、足元では少量</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 水素製造事業の組成に向けては収益源の確保として、水素の需要先の確保が重要である</li><li>■ インドネシアでは、2060年までに年間約200万トンの水素需要が見込まれています。主に鉄鋼製造やアンモニア生産などの産業分野で利用される予定<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 水素戦略によると足元ではモビリティ分野からの需要の遡及を実施していく方針である<ul style="list-style-type: none"><li>✓ FCフォークリフトについては、電動フォークリフトに比べて初期コストは高価だが稼働率が高い</li></ul></li><li>➢ 他方で現在はグレー水素（化石燃料由来）が中心であり、グリーン水素市場はまだ成長途上である<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 将来的には国内需要家との長期契約（オフテイク契約）の増加させ、事業者は安定した収益基盤を確保する必要がある</li></ul></li></ul></li></ul>	<p><b>FCフォークリフトのリース販売の実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 導入事業者の初期コストの低減、価格競争力の確保に向けて、東京都のFCフォークリフトマッチング導入支援や米国にてトヨタが実施しているEV（bZ4Xモデル）のリース事業等を参照しながら、FCフォークリフトのリース販売事業を実施する<ul style="list-style-type: none"><li>➢ トヨタは愛知県豊田市の工場で、太陽光発電を活用した水素製造・供給システムと組合せたFCフォークリフトの実証運用を実施している</li><li>➢ 契約時の支払及び月額での料金の設定を実施し、リース販売を実施する<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 同様の形式にて販売されたEV（bZ4Xモデル）は販売台数を大幅に伸ばした</li></ul></li></ul></li></ul>

# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

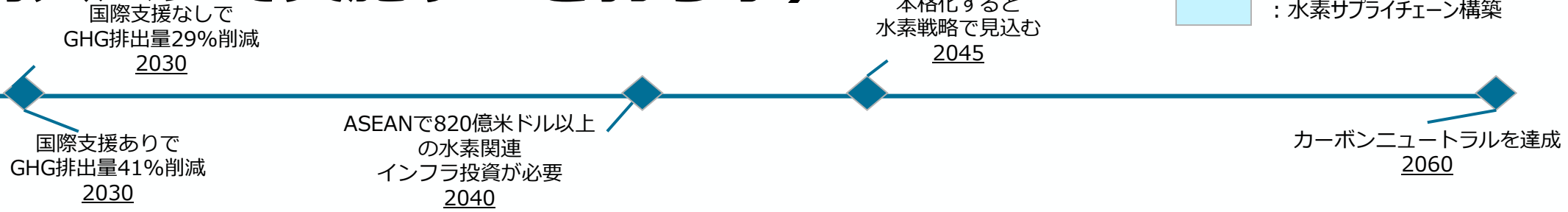
## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (水素サプライチェーン構築)
化石燃料・化石燃料関連技術との価格差	<p><b>化石燃料やBEVに対する優位性が少ないが需要は存在</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状、インドネシアでは水素ステーションの設置、FCモビリティの導入や定置型燃料電池の導入が進んでいない           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水素ステーションの設置については、日本企業による検討が実施されているが、更なる設置の推進が必要</li> <li>➢ FCモビリティについては、現状の化石燃料を動力とするモビリティと比べて、比較的価格が高価になっている</li> <li>✓ FCフォークリフトについては、電動フォークリフトに比べて初期コストは高価だが稼働率が高いため優位性を保持している反面、ディーゼルによるフォークリフトについては、初期・運用コスト及び稼働率の両方の観点において劣っており、金銭面等での支援による導入促進が必要である</li> <li>➢ 輸送インフラに関する整備もなされておらず、大規模投資が必要</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>日本の金融機関等からのトランジションファイナンスの活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの水素関連事業においては、日本の金融機関が融資を実施している例が多いため、同様に事業の実施の際にはJBICや日本の民間企業からトランジションファイナンスの枠組みで融資を取得する</li> </ul> <p><b>AIを活用した需要予測システムの導入によるコスト最適化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 既に日本企業によってオーストラリア等で実証として実施されているEMS等の技術をインドネシアの事業にて導入をし、最適な需給状況のもとにコスト最適化された事業を実施できる環境を整える</li> </ul>
インフラに係る投資が必要	<p><b>輸送インフラの整備・国際標準化が進んでいない</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、輸送用パイプラインや液化水素タンクなどのインフラが未整備であり、輸送コストが高いことが課題となっており、MEMR等現地のステークホルダーも課題として認識している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 国際的な安全基準や規格が必要だが、標準化が進んでいない</li> <li>➢ 現地では「Garuda Hydrogen Hijau (GH2)プロジェクト」が進行中であり、輸送技術の確立が急務となっている</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>IoTを活用した輸送最適化システムの構築</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ CTC等日本企業は水素タンクやパイプライン設計のサポートなど、IoTを活用した輸送最適化システムの構築に役立つ技術を有しており、そうした既存の技術をインドネシアにおける事業に導入し、最適な輸送システムを構築する</li> </ul>

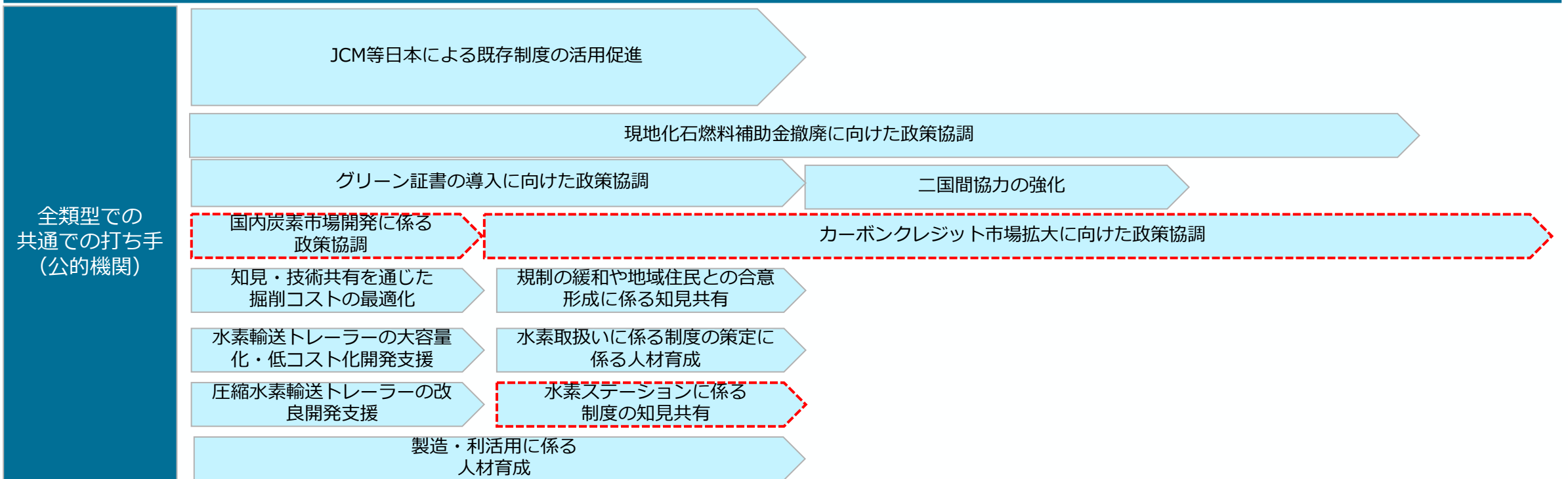
# 日本政府による打ち手の整理・ロードマップ (長期的スパンで実施すべき打ち手)

  : 特にJICAと連携すべき打ち手  
  : 水素サプライチェーン構築

考慮すべき  
水素関連  
マイルストーン



個別の打ち手：



# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	概要	輸送コスト低減に向けた打ち手
輸送インフラ等の設備費が高価	<p><b>コスト効率等の向上に係る取組が実施されている</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状日本企業は輸送コストの低減につながる取組が実施されている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 1回の輸送量を増やすことで、単位あたりの輸送コストを削減することを目的として、輸送容器の大容量化と高圧化に係る取組が岩谷産業等により実施されている</li><li>➢ 水素液化機の大形化・高効率化に関しても川崎重工等によって取組が実施されている</li><li>➢ 積載量の最大化と輸送車両コスト低減を両立することを目的として、圧縮水素輸送トレーラーの改良に係る取組も川崎重工等によって実施されている</li></ul></li></ul>	<p><b>水素輸送トレーラーの大容量化・低コスト化開発支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 単位あたりの輸送コストを削減することを目的として、現在実施されている日本企業の取組について、最先端技術に対するコスト低減に向けた中長期での研究開発・実証支援に関する取組を組成し、日本企業の技術優位性をもたらす<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 既に導入可能な大型トレーラーも存在するが、再エネの導入に伴う水素製造量の増大はスケール期になると想定</li></ul></li></ul> <p><b>圧縮水素輸送トレーラーの改良開発支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 積載量の最大化と輸送車両コスト低減を両立することを目的として、圧力・素材・構造の最適な組合せの研究を実施している川崎重工等日本企業に対して、最先端技術に対するコスト低減に向けた中長期での研究開発・実証支援に関する取組を組成し、日本企業の技術優位性をもたらす</li></ul>

# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	概要	水素に係る法制度策定に向けた打ち手①
<p>水素に係る法制度が不明瞭</p>	<p><b>水素の製造・利活用に係る制度設計が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状水素に係る法制度は多くは存在せず、日本等制度設計が進められている国々からの知見共有等が必要な状況           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 現状水素導入に係る水素戦略が策定されていたりやロードマップの策定が取り組まれている状況</li> <li>✓ JICAが水素戦略やロードマップのレビューをしていく予定であり、日本の知見を活かした上での、法制度の策定までTune upする必要がある</li> </ul> </li> <li>■ 水素ステーションについては、PLNによって水素ステーションの設計・運用、取扱い安全性、水素の品質など、ISOを準拠した形での規格を作成されているため、そうした国際的な標準に準拠した状態で法制度や規格が全国的に広まっていく必要がある           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 事業の実施状況については、デモ段階ではあるが、今年の2月にジャカルタのスナヤン（ビジネス地区）にPLNが水素ステーションを設置しており、商用利用できるような規格整備については進めている</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>水素取扱いに係る制度の策定に係る人材育成</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状安全性等水素の取扱い等に係る法律の整備は進んでいないため、日本にて導入されている水素社会推進法やその安全基準等に係る関連法の知見を、尼AZEC Joint Task Force等で政策協調の一環で提供し、インドネシアにおける水素製造への事業環境の整備支援を実施し、日本技術を輸出しても新たな基準への対応がない実施し、日本企業の輸出を容易にする</li> </ul> <p><b>水素ステーションに係る制度の知見共有</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素ステーションについては、設計・運用、取扱い安全性、水素の品質に係る規格がISOに準拠した形でPLNによって整備されているが、現状デモ段階であることから、日本の人材育成や知見共有を行い、現地政府主導での法制度・規格の策定を支援する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ AETIの人材育成の枠組み等を活用しながら、現地政府やステークホルダーへ日本の取組を共有する</li> </ul> </li> </ul> <p><b>燃料電池利用に係る制度の策定の知見共有</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状水素製造に係る法律の整備は進んでいないため、安全基準や設置基準、環境影響評価に係る法制度を、日本にて導入されている関連法案に関する知見を、尼AZEC Joint Task Force等で政策協調の一環で提供し、インドネシアにおける水素製造への事業環境の整備支援を実施する</li> </ul>

# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	現状の課題	化石燃料・化石燃料関連技術との価格差解消に向けた打ち手
化石燃料・化石燃料関連技術との価格差	<p><b>化石燃料やBEVに対する優位性が少ないが需要は存在</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状、インドネシアでは水素ステーションの設置、FCモビリティの導入や定置型燃料電池の導入が進んでいない<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 水素ステーションの設置については、日本企業による検討が実施されているが、更なる設置の推進が必要</li><li>➢ FCモビリティについては、現状の化石燃料を動力とするモビリティと比べて、比較的価格が高価になっている<ul style="list-style-type: none"><li>✓ FCフォークリフトについては、電動フォークリフトに比べて初期コストは高価だが稼働率が高いため優位性を保持している反面、ディーゼルによるフォークリフトについては、初期・運用コスト及び稼働率の両方の観点において劣っており、金銭面等での支援による導入促進が必要である</li><li>✓ FCトラックについては、現状航続距離の観点でBEVに優位性を保持しているが、航続距離が長いBEV技術の導入も進んでいるため、その優位性がなくなる可能性も存在する<ul style="list-style-type: none"><li>・ また、一般的にコストの観点からもBEVトラックは、2030年までに最も低コストの輸送方法になると予測されていたり、ライフサイクルGHGの観点からもBEVトラックが優位性を保持していたりしている</li><li>・ 他方で、インドネシアの系統課題や充電設備の整備状況を踏まえると、一定の需要は存在すると考えられる</li></ul></li></ul></li></ul></li></ul>	<p><b>JCM等日本による既存制度の活用促進</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 水素ステーションの設置やBEVやディーゼル車等の競合技術との更なる差別化に向けては、金銭的な支援が必要な状況であり、その解決策の1つとして、日本が導入している既存の制度であるJCMを活用することを促す</li></ul>

# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	現状の課題	化石燃料・化石燃料関連技術との価格差解消に向けた打ち手
化石燃料・化石燃料関連技術との価格差	<p><b>炭素市場や補助制度等の不足により化石燃料との価格差が生じている</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 再エネ電力価格と化石燃料による電力価格差が大きいため、炭素税等炭素市場を開発し化石燃料との価格差の解消を支援する必要</li><li>■ また、インドネシアは豊富な森林資源を有する等の観点から、国内外の投資家にとって非常に魅力的な国となる見込みであると考えられている</li></ul> <p>➢ 現状インドネシアでの炭素税の導入については、2021年10月に施行した税法の調和に関する法律2021年第7号で、2022年4月1日から実施するとされたが、導入延期が続いている（現状は2025年導入を目指すと言及あり。）</p> <p>➢ 排出権取引については2023年にインドネシア証券取引所（IDX）傘下の炭素取引所（IDX Carbon）稼働が開始</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ ボランタリー市場においては、エネルギー部門（再エネ、バイオマス発電など）、森林部門（森林破壊の削減など）、農業部門、工業部門、廃棄物部門が対象</li></ul> <p>➢ コンプライアンス市場においては国内の各事業者に対してGHG排出量の枠を定め、その枠内に収めるべく排出量削減を義務付ける「排出量取引制度」と、「GHG排出オフセット制度」の2つのスキームを導入している</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 2024年4月19日時点で、排出枠が設定されているのは発電所セクターのみ<ul style="list-style-type: none"><li>● 超過分1トンあたり3米ドル程度のペナルティであり、大規模事業を促進するようにはならない</li></ul></li></ul>	<p><b>炭素税導入等国内炭素市場開発に係る政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアでは炭素税の導入を表明しているが、延期が続いているため、着実な炭素税の導入を促進するために、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、炭素価格付けと市場メカニズムに関する議論の促進や炭素市場開発における日本の経験とベストプラクティスの共有等を議論し、早期の炭素税の導入を促す</li></ul> <p><b>カーボנקレジット市場拡大に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアは排出権取引制度を導入しているが、対象が限定的である等さらなる拡大が望まれているため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで政策協調やガイダンス作成支援、カーボנקレジット市場の運営や国際基準への適合に関する研修やワークショップを通じて、排出権取引制度やJCMの活用等国内外を通じたカーボנקレジット市場を形成しやすい環境を形成する</li></ul> <p><b>二国間協力の強化</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアと日本では二国間炭素取引に関する相互認証協定（MRA）の実施やJCMに係るプロジェクトが実施されているが、そうした取組を継続・強化していくとともに、両国間の炭素取引活動における透明性と健全性の確保を実施して、より効果的な二国間での炭素取引に係る取組を日本政府主導で強化する</li></ul>

# パイロットプロジェクト組成による 水素サプライチェーンの構築に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

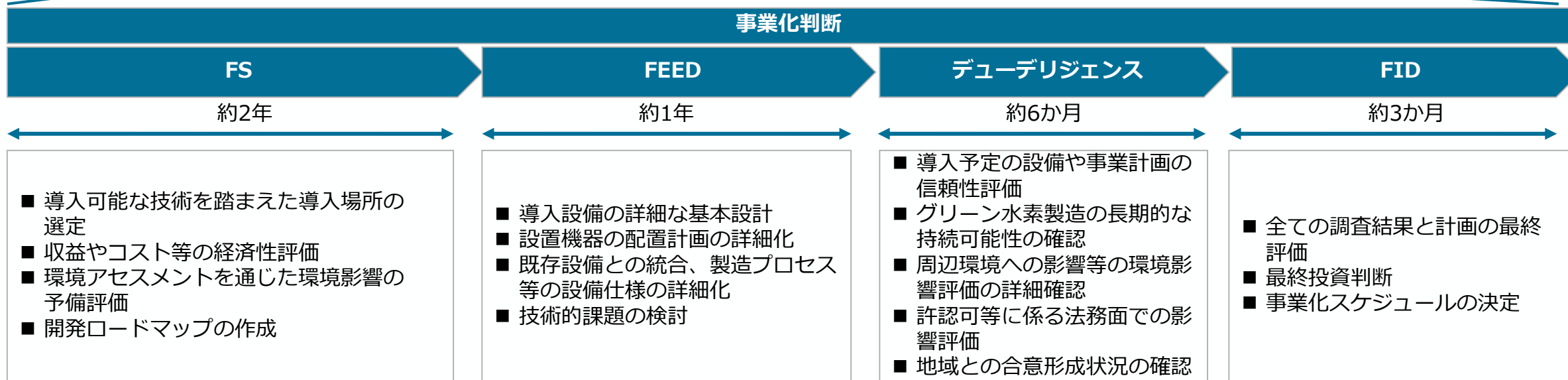
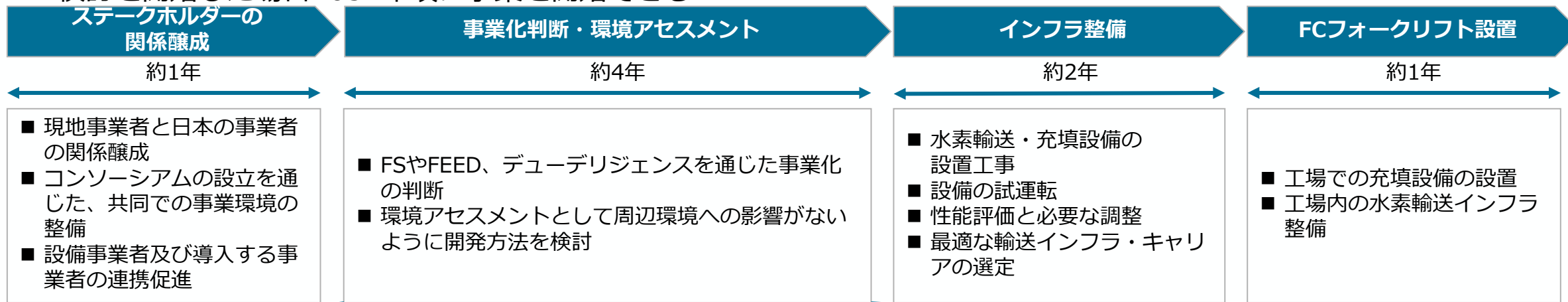
課題	現状の課題	化石燃料・化石燃料関連技術との価格差解消に向けた打ち手
化石燃料・化石燃料関連技術との価格差	<p><b>化石燃料への補助制度が価格差を創出している</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状は化石燃料への補助金がプルタミナやPLNに支給されている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 石炭火力発電所の運転を維持し、電力コストを人為的に低く抑えることを奨励するためにPLNに補助金が設定されている</li><li>✓ PLNに販売する石炭の価格上限を1トンあたり70米ドルに設定しており、国際的な基準価格である約200米ドル/トンと比べて大幅に低い水準で販売している</li><li>✓ 2023年には、これらの補助金がなければPLNは120兆ルピアの大幅な損失を記録していたとされている</li><li>➢ 石炭の液化とガス化に対する税制優遇措置が提供されている</li><li>✓ 石炭生産会社は現在、石炭派生製品に対するロイヤリティが免除されている</li><li>➢ 2024年の化石燃料補助金は総額120億米ドルに達している</li></ul></li></ul>	<p><b>現地化石燃料補助金撤廃に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアでは化石燃料に対する補助制度が導入されており、そのため再エネ電力との価格差が広がる要因になっていることから、その補助制度の撤廃が求められる<ul style="list-style-type: none"><li>➢ したがって、現状の補助制度の撤廃に向けて、再エネ導入の必要性や現地住民への影響等を考慮しながら、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、政策協調を行う</li></ul></li></ul> <p><b>グリーン証書の導入に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、日本で導入されている制度に係る知見を提供しつつ、グリーン証書に係る制度の導入を促し、コスト課題に対する補完的な対策の一つとしてグリーン電力の環境価値を高める支援を実施する<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 企業は状況に応じて、再生可能エネルギー設備の導入と証書の購入を選択肢に持て、コスト最適化の選択肢が増えると想定</li></ul></li></ul>

## ②パイロットプロジェクト組成による水素サプライチェーンの構築

-参考情報

# 小規模水素サプライチェーン構築事業の事業開発プロセス

- FCフォークリフトを用途とした小規模水素サプライチェーン構築事業の開発は、約6年かかるため、2025年頃から事業検討を開始した場合2031年頃に事業を開始できる



# 水素の用途

## 水素基本戦略を参照し、現地での用途を特定

- FC（燃料電池）商用車導入、水素STのマルチ化、港湾や空港でのFC機器導入、発電技術の開発・国内外への普及加速、熱需要機器の導入促進
  - 産業戦略として、利用分野では脱炭素型発電、燃料電池（モビリティ・定置用）、水素直接利用、水素化合物の活用（燃料アンモニア）での活用を見込んでいる

### 日本の水素の活用方針※1



日本での活用方針を参照し、インドネシアでの水素の用途を想定

- 日本の水素基本戦略を参照し、日本の技術の導入及びインドネシアでの事業の早期組成を目指し、水素の利用先を想定
  - 日本にて、産業政策の観点から、市場の立ち上がりが相対的に早く、市場規模も大きいと考えられる分野、日本企業が技術的優位性を持っていると考えられる分野として重点的に取り組む分野に関して、インドネシアでのサプライチェーンの構築を想定

※1：経済産業省「日本の水素社会実現に向けた政策動向-水素基本戦略の改定-」（2023）

# 日本企業の水素関連技術における先進性

## 水素関連分野における国際的な特許の多さから見る先進性

- 日本企業は水素関連技術において先進的な技術を有している
- 製造・輸送・利活用のすべての分野において、日本のIPFs（発明件数のうち、複数の国・地域へ出願された発明、欧州特許庁へ出願された発明、又は特許協力条約に基づく国際出願（PCT出願）されたものの数）は世界トップクラスであり、様々な分野において、日本企業の技術の活用可能性が考えられる
- 製造部門では特に水電解装置において強みがあると考えられる

製造方法	2030年での世界の水素の製造量 【MtH2】	日本のIPFs率 (国別順位)	主要競合国
化石燃料×CCUS	90	12% (2)	米国
副生ガス精製	13	8% (4)	米国 ドイツ
水電解	51	28% (1)	米国
バイオマス・廃棄物	0.2	6% (5)	米国

# 日本企業の水素関連技術における先進性

## 特許取得数

- 日本企業は水素関連技術において先進的な技術を有している
- 製造・輸送・利活用のすべての分野においてIPFs数は世界トップクラスであり、様々な分野において、日本企業の技術の活用可能性が考えられる
  - 貯蔵部門では特にガス貯蔵、水素ステーションにおいて強みがあると考えられる

貯蔵/輸送/転換	世界年間投資額 【Billion USD】	日本のIPFs率 (国別順位)	主要競合国
ガス貯蔵	2	28% (1)	米国
液体貯蔵	14	19% (2)	ドイツ、米国、フランス
水素パイプライン	8	18% (2)	米国
水素ステーション	4	32% (1)	米国
合成燃料・キャリア	15	16% (2)	米国

# 日本企業の水素関連技術における先進性

## 特許取得数

- 日本企業は水素関連技術において先進的な技術を有している
- 製造・輸送・利活用のすべての分野においてIPFs数は世界トップクラスであり、様々な分野において、日本企業の技術の活用可能性が考えられる
- 利用部門では特にモビリティ部門や民生・産業部門での利用、水素還元製鉄技術において強みがあると考えられる

利用	2030年での世界の水素の製造量 【MtH2】	日本のIPFs率 (国別順位)	主要競合国
自動車：燃料電池	4	39% (1)	米国、ドイツ
船舶：燃料タンク	7.8	21% (1)	米国
水素還元製鉄	13	22% (1)	米国、ドイツ
産業用燃料電池、混焼・専焼	19	18% (2)	米国
定置用燃料電池	6	52% (1)	韓国
航空：合成燃料エンジン	4	9% (3)	米国、ドイツ
鉄道：燃料タンク	~1	21% (2)	米国

# フォークリフトの価格・稼働時間等の比較 (豊田自動織機2.5t積フォークリフト)

価格の高さが課題ではあるが、燃料電池フォークリフトは圧倒的な充填時間の短さで、バッテリーフォークリフトと同程度の時間稼働できる



燃料電池フォークリフト\*1



バッテリーフォークリフト\*2



ディーゼルフォークリフト\*3

寸法	定格荷重	2.5t	2.5t	2.5t
	全長/全幅/マスト高	3,360/1,170/1,975mm	3,360/1,170/1,975mm	3,690/1,150/1,995mm
車両重量	3,910kg	3,840kg	3,620kg	
性能	走行速度(負荷/無負荷)	前進・後進 14.0/16.0 km/h	前進・後進 14.0/16.0 km/h	前進・後進 19.0/19.4 km/h
	最大登坂能力(負荷/無負荷)	3分定格、5分定格 16/20 % 30分定格 12/20 %	3分定格、5分定格 18/20 % 30分定格 12/20 %	32%
パワー トレイン	走行用モーター	走行用モーター 60分定格 10.7kW	走行用モーター 60分定格 10.7kW	定格出力 41kW/2,200rpm
	荷役用モーター	荷役用モーター 5分定格 12.2kW	荷役用モーター 5分定格 12.2kW	最大トルク 200Nm/1,600rpm
燃料・電力	搭載量	水素 1.2kg	蓄電池 電圧/5時間容量率 48V/565Ah	燃料タンク容量 60L
	充填・充電時間	3分間	約8時間*4	燃料電池フォークリフトと同程度
稼働時間	8時間	8時間38分*5	16-22時間*6	
燃費・電費	1.7Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /時間 (=18.0MJ/時間)	3.1kWh/時間 (=11.3MJ/時間)	2.7-3.8L-ディーゼル/時間*6 (=95.7-131.6MJ/時間)	
外部給電	AV100V	1kW×15時間	(外部給電不可)	
価格	希望小売価格	11,642千円	3,884千円*7	5,056千円

出典：図表については以下を参照して作成

豊田自動織機商品カタログ、豊田自動織機「産業車両の国内販売価格を改定」(2022/7/19)、豊田自動織機「トヨタL&Fが新型1.0-3.5トン積電動フォークリフト「gene B (ジェネビー)」を発売」 \*1: 8FB25

\*2: gene B 8FB20 \*3: GENE0 2.5TON(02-8FD25) \*4: 本製品に限らないバッテリーフォークリフト全般の充電時間。豊田自動織機より \*5: 1.5t積の場合 \*6: PCS「フォークリフトの燃費について」

(2017/2/8)より計算 \*7: 2016年発売当初価格。その後値上げが行われているため現状はより高い可能性あり

# 電動フォークリフト及びFCフォークリフトの比較

## 幾つかの点でFCVの優位性が存在

	電動フォークリフト	FCフォークリフト
給油/ 充電時間	フル充電に8-16時間 ✕	水素の充填に2-3分 ○
稼働時間	通常、連続使用で6-8時間 ○	通常、連続使用で6-8時間 ○
環境への 影響	稼働中は排出ゼロ、全体的な影響は電力源に依存 ○	稼働中は排出ゼロ、全体的な影響はグリーン水素の割合に依存 ○
メンテ ナンス	定期的なバッテリーメンテナンスが必要 ✕	一般的にメンテナンスが少なく、可動部品が少ない ○

# 電動フォークリフト及びFCフォークリフトの比較

## 幾つかの点でFCVの優位性が存在

	電動フォークリフト	FCフォークリフト
初期コスト	初期投資が低い 	初期投資が高い 
運用コスト	1時間あたりの運用コストが低い 	10年間の運用期間では潜在的に低コスト 
スペース要件	充電ステーションとバッテリー保管エリアが必要 	水素補給インフラが必要だが、全体的に必要なスペースは少ない 
生産性	バッテリー充電や交換によるダウンタイムの可能性 	迅速な給油により高い生産性 

# 電動フォークリフト及びFCフォークリフトの比較

## 幾つかの点でFCVの優位性が存在

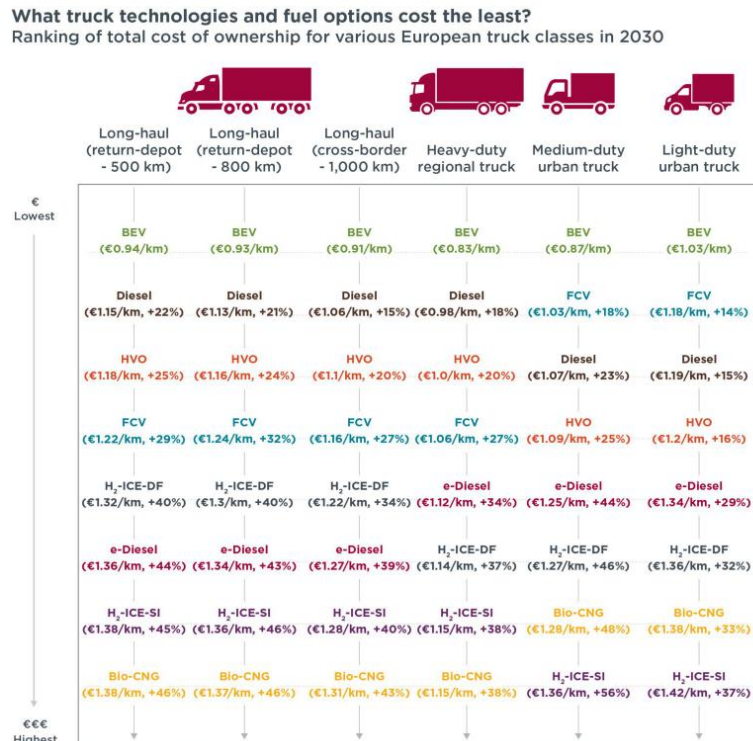
	電動フォークリフト	FCフォークリフト
柔軟性	バッテリー容量と充電可用性に制限される 	複数シフト作業により適している 
技術の成熟度	技術的に確立されている 	開発が進行中の最新技術 

# FCトラックの普及可能性について (ヨーロッパでの試算のため参考として記載)

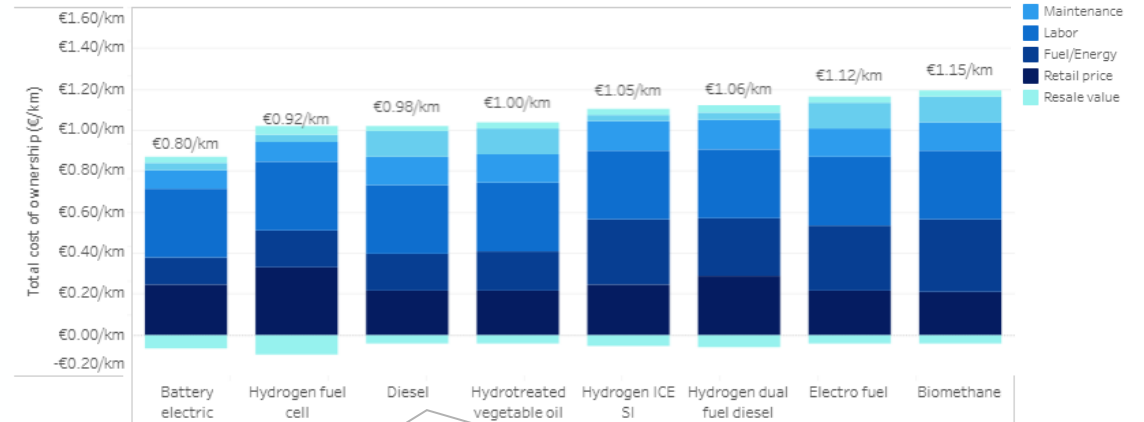
## コスト的観点

- BEVトラックは、2030年までに最も低コストの輸送方法になると予測されているため需要が高いと考えられる
- グリーン水素を動力源とするFCトラックは、ヨーロッパにて2035年までにディーゼルトラックとのコスト競争力を持つようになると予想されているため、コスト面においてインドネシアでは長期的な視点での需要先になる可能性が高い

燃料別のトラック運用コスト比較※1



Model year 2040



- 2030年時点ではFCトラックのコストはディーゼルやHVOより高価だが、2035~2040年ではBEVに次ぐ低さになっている (ヨーロッパでの試算)

※1 : International Council on Clean Transportation 「A total cost of ownership comparison of truck decarbonization pathways in Europe - International Council on Clean Transportation」 (2023)

# FCトラックの普及可能性について (ヨーロッパでの試算のため参考として記載)

## ライフサイクルGHG (参考)

- ライフサイクルGHGについては、ヨーロッパでの試算ではあるが、40-t級のトレーラーについてはBEVとFCVの値は同程度になる
  - FCVについてはグリーン水素の比率によって左右される
  - BEVはグリーン電力を活用した場合については、従来のディーゼル車と比べ約94%の削減につながる

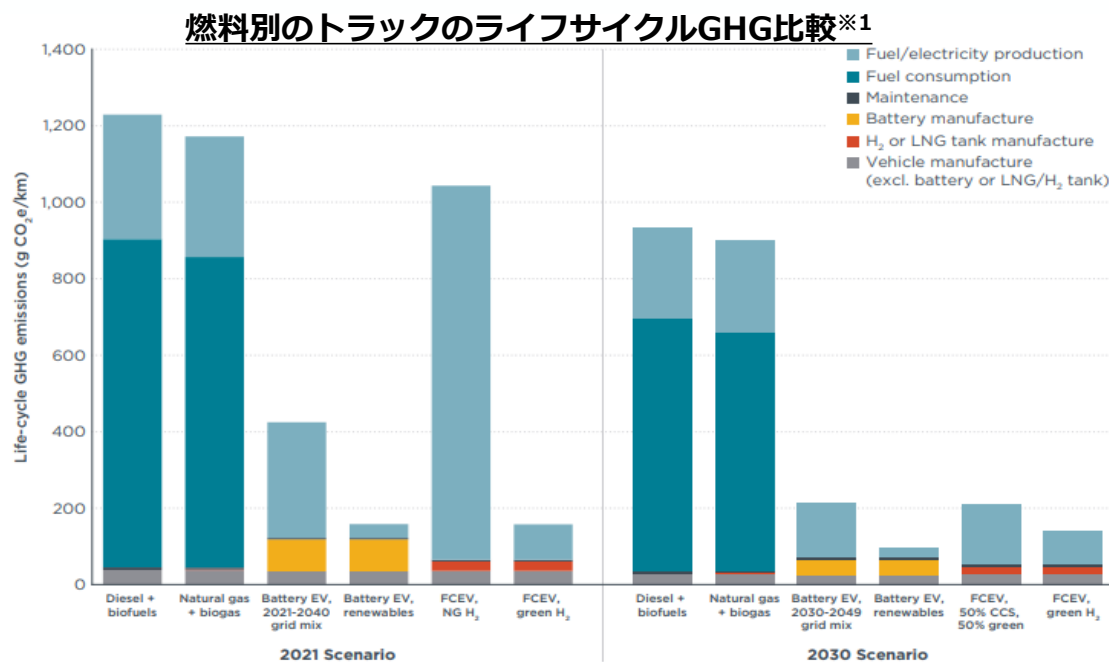


Figure ES 1. Lifecycle GHG emissions of 40-t tractor-trailer produced in 2021 and 2030.

※1: International Council on Clean Transportation [A comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of European heavy-duty vehicles and fuels - International Council on Clean Transportation] (2023)

# FCトラックの普及可能性について (アメリカ等での試算のため参考として記載)

## 競合技術 (EV) の状況

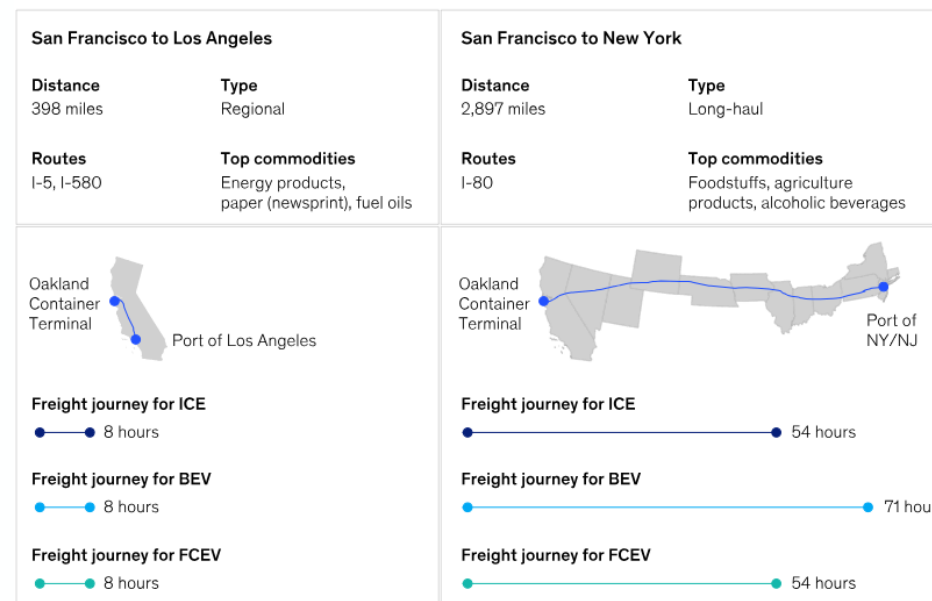
- 現状BEVトラックの研究開発及び普及に係る取組が進んでおり、ヨーロッパでは8-9割BEV化するという試算も存在
  - 現在のBEVトラックは1回の充電で300-800kmの走行が可能であり、一部のメーカーはディーゼルトラックに匹敵する1000-1500kmの走行距離を目標としている※1
  - ✓ 他方で、その他の技術に比べ長距離の運搬にはいまだ不適であるという指摘や、**系統・充電インフラの整備にインドネシアが課題を抱えていることを踏まえると、FCトラックにも一定の需要は存在すると考えられる**

EVトラック市場の概要※2

データ内容	詳細 (大型EVトラック)
2024年の市場規模	15億3,000万米ドル
2030年の収益予測	47億米ドル
成長率	2024年から2030年までのCAGRは20.6%
主要企業	BYD、テスラ、Nikola等

燃料別車両の航続距離の比較※3

### Freight journeys



※1 : Terawatt 「[4 Ways Electric Trucks Fit with Long Haul Operations](#)」 webページより引用 (2025年2月アクセス) 、※2 : Grand View Research 「[Heavy-duty Electric Trucks Market Size & Share Report 2030](#)」 、※3 : Mckinsey & Company 「[Powering the transition to zero-emission trucks through infrastructure | McKinsey](#)」 webページより引用 (2025年2月アクセス)

# FCバスの普及可能性について

## EVバスの事業環境が整っている

	EVバス	FCバス
エネルギー効率	タンクからホイールまでの効率が高い 	水素生産と変換での損失により、全体的な効率が低い 
インフラ整備	充電ステーションが必要、既存の電力網を利用可能 BYDが進出しており、事業環境が整備されている 	専用の水素充填ステーションが必要 
走行距離	一般的に短い、バッテリー技術の進歩により改善中 	通常はより長距離、ディーゼルバスに匹敵 
充填/充電時間	充電時間が長い (30分から数時間) 	従来のバスと同様に短時間 (5-10分) で充填可能 

# FCバスの普及可能性について

## EVバスの事業環境が整っている

	EVバス	FCバス
初期コスト	従来のバスより高いが、FCVより低い 	高価な燃料電池技術により初期コストが高い 
運用コスト	電気代が安く、メンテナンスが簡単のため低コスト 	主に高価な水素燃料により運用コストが高い 
環境への影響	走行時の排出ゼロ、全体の排出量は電源に依存 	走行時の排出ゼロ、全体の排出量は水素生産方法に依存 
技術の成熟度	より成熟した技術、広く採用されている 	いまだ初期段階、商業展開はこれから開始される 

# FCバスの普及可能性について

## EVバスの事業環境が整っている

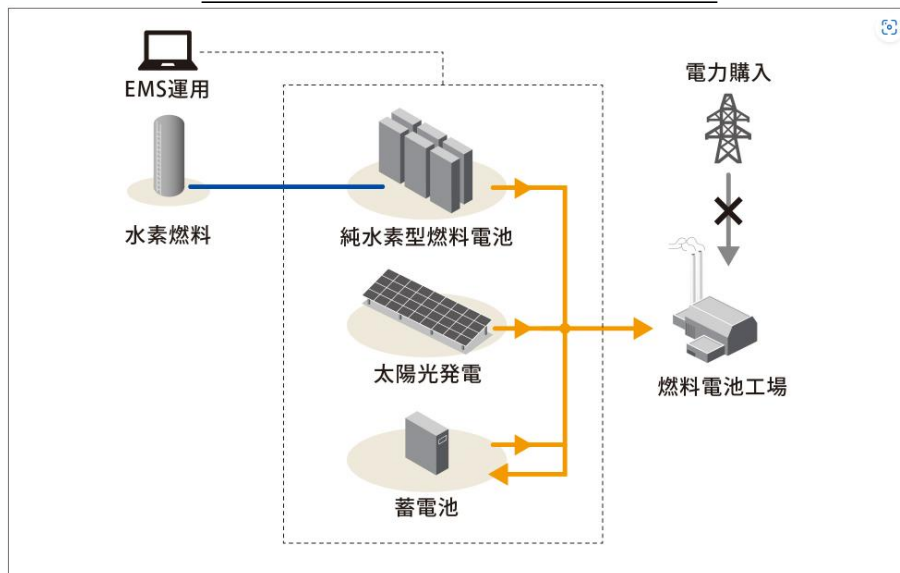
	EVバス	FCバス
寒冷地での性能	極寒時に走行距離が減少する可能性がある	一般的に寒冷地での性能が優れている
インドネシアでの事業環境	中国企業（BYD）が工場を建設する等既に事業環境が整備されている その他競合技術よりも需要獲得が進んでいる	事業が実施されていない

# 定置型燃料電池の普及可能性について

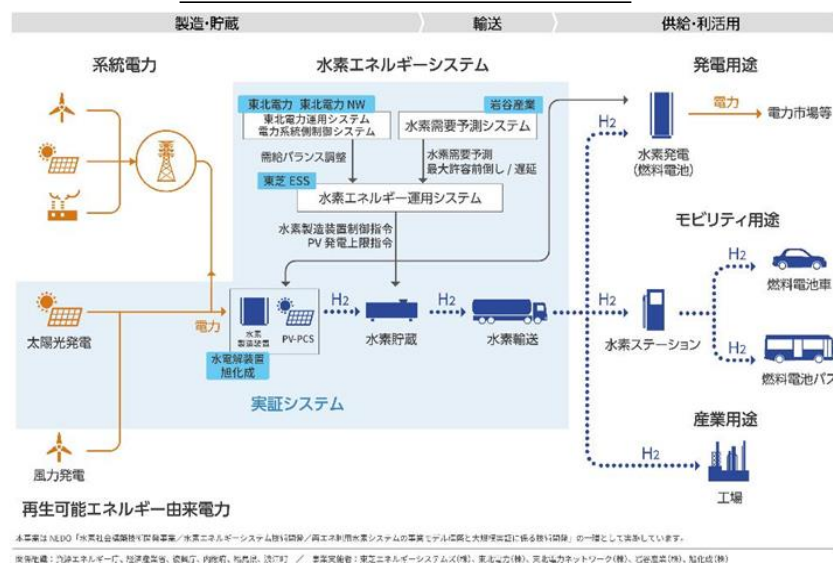
## 定置型燃料電池の活用方法

- 日本企業は定置型燃料電池に技術的な強みを持ち、再生可能エネルギーをもとにした電力由来の水素をもとに、定置型燃料電池を活用した電力の需給調整に係る取組を国内外にて実施している
- 例としてパナソニックは、草津や英国、ドイツにて工場やオフィスビルにて、純水素型燃料電池と太陽電池を活用した自家発電により使用する電力を100%再生可能エネルギーで賄うための電力需給運用の実証を実施している
- 電力及び東北電力ネットワークはNEDOの取組にて再生可能エネルギー由来の水素の利用拡大に向けた技術開発を推進し、水素エネルギー運用システムの最適運用を実施している

パナソニックによる日本での事例※1



東北電力による日本での事例※2



※1: パナソニック「[パナソニック株式会社 草津工場 H2 KIBOU FIELD | 工場ソリューション | パナソニックの空間ソリューション | Panasonic](#)」(2023)、東北電力「[水素社会実現に向けた取組 | チャレンジ・ゼロ](#)」

# 効率性やコスト等の観点からの水素の輸送キャリアの比較

## 利用方法・事業時期によってキャリアは変化

	圧縮水素	液化水素	LOHC	アンモニア
エネルギー密度	比較的低い	圧縮水素より高いが比較的低い	液体状態で高密度に貯蔵可能	水素含有量が高く (17.6wt%) 輸送効率が良い
エネルギー効率	圧縮に多くのエネルギーを要する	液化に多くのエネルギーを要する	水素化・脱水素化に高温・高圧が必要でエネルギーコストが高い	合成・分解にエネルギーを要するが、他形態と比較して効率が良い
貯蔵・輸送の容易さ	高压タンクが必要で、輸送効率が低い	極低温維持が必要だが、大量輸送が可能	常温・常圧で液体のため、既存のインフラで輸送可能	液化しやすく、既存のインフラで輸送可能
安全性	高压のため取扱いに注意が必要	極低温のため取扱いに注意が必要	比較的安全に取扱い可能	毒性があるため取扱いに注意が必要

# 水素の輸送キャリアの比較

## 利用方法・事業時期によってキャリアは変化

	圧縮水素	液化水素	LOHC	アンモニア
インフラ整備	高圧タンクや専用のトレーラーが 必要	極低温タンクや専用のタンカーが 必要	既存の液体燃料インフラを 利用可能	既存のインフラを一部利用可能
用途適性	短距離輸送や小規模利用に 適している	大規模・長距離輸送に適している	中長距離輸送や大規模貯蔵に 適している	大規模・長距離輸送に適しており、 直接燃料としても使用可能
コスト	2030年時点で最もコストが 低いキャリア	2030年時点で最もコストが 高いキャリア	2030年時点で比較的成本が 安いキャリア 他方で脱水素が高価	コスト面では液化水素とLOHCの 中間に位置 キャリア合成コストが高い
技術成熟度	比較的成熟しているが、 さらなる改善が必要	技術は確立されているが、 大規模輸送はまだ実証段階	研究開発段階だが、 実用化に向けて進展している	既存の技術が利用可能で、 実用化に近い

# 水素の輸送キャリアの比較

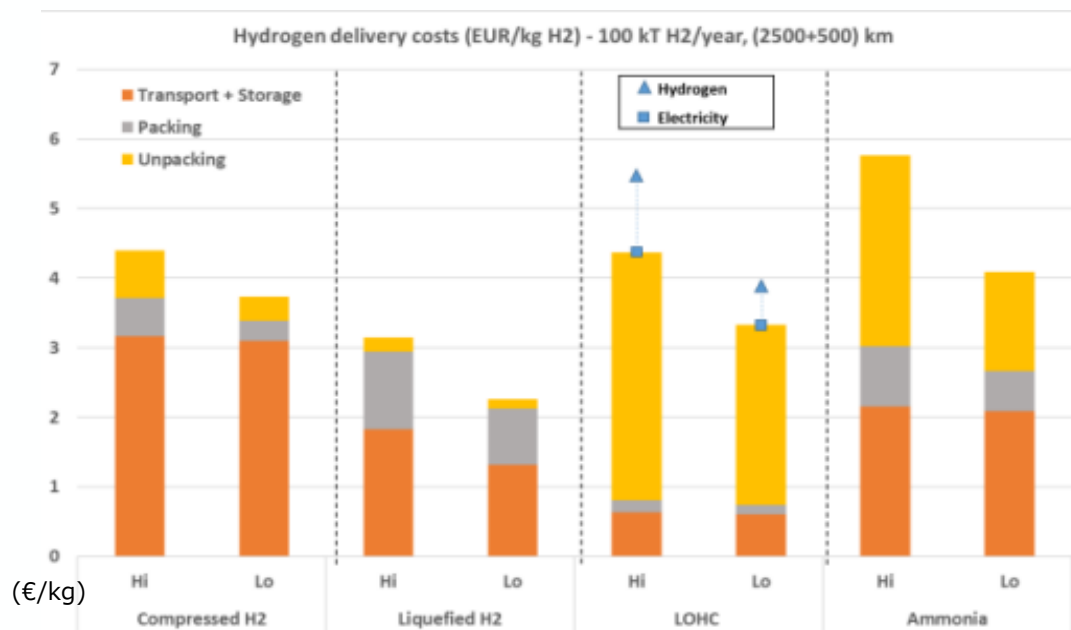
## 利用方法・事業時期によってキャリアは変化

	圧縮水素	液化水素	LOHC	アンモニア
日本の強み	日本企業の取組の事例が多い	液化水素製造及びその輸送に係る取組が多い	日本企業によるオーストラリア・ブルネイからのLOHCを用いた大規模船舶輸送実証事業が完了しており、技術開発が進んでいる	東南アジアも含め日本国内外で実証等の実績が存在する

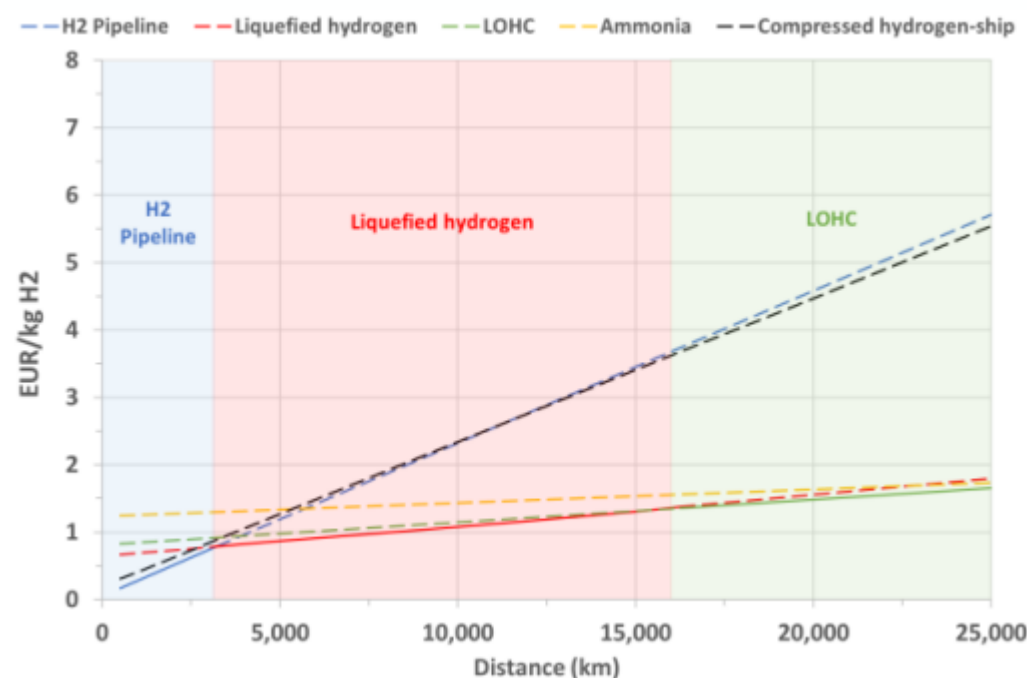
# グリーン水素輸送コストについて（キャリア別）

- 各キャリアでの水素の輸送コストについては、短距離ではパイプライン輸送が最も安価であり、より長距離では液化水素とLOHC（有機ヒドライド）のコストが低くなる
  - 3,000 kmまでの距離では、圧縮水素ガスが最も安価（特にパイプライン）
  - 16,000 km以上では、LOHCとアンモニアがコスト効率が良い選択肢となる可能性がある
- 他方で輸送コストについては、インフラの整備状況等各国の状況に大きく左右されるためさらなる調査が必要

グリーン水素100kTあたりのキャリア別輸送コスト※1



距離ごとのグリーン水素キャリア別輸送コスト※2



※1：各キャリアに対する高電力価格と低電力価格の場合について想定。輸送方法は、海上輸送、鉄道、トラックの組合せとして検討

※2：単一の輸送ルートで配送する場合のコストの距離ごとの推移

※1、2：European Union「[Assessment of Hydrogen Delivery Options](#)」（2021）（どちらもEU圏内での試算）

# 輸送インフラ等の設備費低減に向けた打ち手

- 輸送インフラについては、用途に応じた最適な輸送方法を選定することがインフラ投資額を最小にするには重要である
- 陸上での輸送を考慮した場合、パイプラインの敷設は輸送コストを踏まえるとコスト効率の良い方法として考えられるが、設備投資費の関係で、長距離の輸送には向かない可能性がある
- 船舶輸送については、アンモニアが最もコスト効率が良い、特に16,000 km以上では、LOHCとアンモニアがコスト効率が良い選択肢となる可能性がある

輸送形態・キャリア別水素輸送コスト※1

輸送形態	水素キャリア	輸送コスト(米ドル/kg-H2) (距離により変化)	設備投資費
パイプライン	圧縮水素	0.1 - 0.3 (1500kmまで)	1.03-1.55百万米ドル/km
トレーラー	圧縮水素	0.1 - 2.00	960,000米ドル (700 kg H2容量トラック)
	液化水素	4.30 - 8.00	1,390,000米ドル (4,400 kg H2容量トラック)
船舶輸送	液化水素	0.05 (50kmごと)	310-533百万米ドル
	LOHC	0.10-0.30	
	アンモニア	0.02 - 0.05 (50kmごと)	
鉄道輸送	圧縮水素	4.00 - 6.00 (1000kmで)	不明

※1 : European Union 「[Assessment of Hydrogen Delivery Options](#)」 (2021)、Jason Collis, Reinhard Schomäcker 「[Frontiers | Determining the Production and Transport Cost for H2 on a Global Scale](#)」 (2022)、Department for Energy Security and Net Zero 「[Hydrogen Transport and Storage Cost Report](#)」 (2023)

# 輸送インフラ等の設備費低減に向けた打ち手

## 最適な輸送キャリア


- 輸送インフラについては、用途に応じた最適な輸送方法を選定することがインフラ投資額を最小にするには重要である
- 輸送方法のコスト最適化に関しては利用方法・事業時期によって変化するため、それらを踏まえた上での水素の輸送キャリアを選定する必要がある

供給	輸送	利用側
アルカリ水電解装置	圧縮水素	FCモビリティ
	圧縮水素	定置型燃料電池
	アンモニア、液化水素	産業利用（鉄鋼業）
	アンモニア、液化水素	発電利用
	MCH、アンモニア、液化水素	日本への輸出

# ③水素Ready技術の活用による大規模サプライチェーンの確立

# ③水素Ready技術の活用による 大規模サプライチェーンの確立に向けた事業概要

## 事業概要

 : 本事業での対象範囲




- インドネシア側に対して水素利活用に向けたの導入に係るビジネスモデルをインプットする
  - 短期的には現地企業や日本企業とガスタービン等の機器での水素利用へのエネルギートランジション計画について作成支援・合意する
  - 中期的には設備更新の時期にボイラーやガスタービン等を一定水素利用に転換可能な設備の導入を促し、パイロット規模で運用する
  - 長期的にはあらかじめ合意した計画を実行することを目指して、大規模な水素Ready技術の導入や水素利用への転換を実施する
- 特に中長期での機器の導入等については両国政府による資金的援助を必要とする可能性が高いため、短期的な取組の中で事業性に係るFSを実施する必要がある

	短期的な取組	中期的な取組	長期的な取組
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 将来的な大規模な水素利用や水素Ready技術の導入に向けて、事業者とインドネシアにおけるガスタービン等の機器での水素利用へのエネルギートランジション計画について作成支援・合意する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 設備交換の時期に合わせて、水素Ready技術を一定割合導入するとともに、パイロット規模で試験的に運用を実施する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ あらかじめ合意した計画を実行することを目指して、大規模な水素Ready技術の導入や水素利用への転換を実施する</li> </ul>
支援対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ガスタービン等の機器での水素利用へのエネルギートランジション計画策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素Readyな技術                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ガスタービン、ボイラー等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素Ready・利用技術                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ガスタービン、ボイラー等</li> </ul> </li> </ul>
支援方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 技術の大規模導入等だけではなく、その導入に向けた計画策定に対しても、支援を実施する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 計画の着実な実行を目指して、水素Ready技術の導入及び水素利用転換の実証支援等を実施する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期・中期的な取組での支援方針の継続</li> </ul>
資金調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 民間のトランジションファイナンスの活用</li> <li>■ NEXIの保険・低金利融資の活用</li> <li>■ 質高インフラ等既存の制度による支援                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 計画策定に対しても補助をつける</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期的な取組での調達方法の継続</li> <li>■ 実証規模での運用に対する資金的援助を両国政府で実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短期・中期的な取組での調達方法の継続</li> <li>■ 水素に対する値差支援等</li> </ul>

# 大規模な水素利活用を実現しうるトランジション技術

## インドネシアでの地熱由来水素利活用

- 現状インドネシアでは事業の組成に向けては既存のインフラを活用しながら、水素の導入を実施していくことが必要でありため、現状のインフラを活用した形での水素利活用技術の導入を支援し、将来的な水素サプライチェーンの構築及びスケールに向けた事業環境の整備を実施する必要がある

用途	現地での用途としての選定の背景	導入方法の想定（概要）
 肥料製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ PT Pupuk Indonesiaは化石燃料由来のアンモニアを利用して、肥料を製造しており、その肥料用アンモニアの量は年間1千万トン程度であり、その脱炭素化が必要である</li> <li>■ 日本企業（東洋エンジニアリング・IHI）によりPT Pupuk Indonesiaの肥料工場でグリーンアンモニア生産するための検討を実施している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 知見を活用し、既存のプラントを最適な形で改造し、PT Pupuk Indonesia等の現地企業と日本企業の共同で、小規模なグリーン水素の導入を段階的に促す</li> </ul>
 脱炭素型発電 (水素利用に転換可能なガスタービンの導入)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアは水素戦略にて、2040年以降の長期的な水素の需要として、発電部門での水素利用を見込んでいる</li> <li>■ 他方で、水素利用の開始は長期的な視点が必要であるため、水素利用に転換可能なガスタービンの導入を実施し、水素利用を実施可能な事業環境を整える必要がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2040年-2050年での水素の発電利用に備えて、日本企業やプラタミナ等の施設にて導入されているタービンの設備更新の時期に備えて、水素に転換可能なガスタービンの導入を促す             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ IHIや三菱重工は現地にてアンモニア混焼事業に係る実証を実施している</li> </ul> </li> </ul>
 水素利用転換可能なボイラー	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは水素利用に係る検討が実施されているが、大規模な水素利用に向けては長期的なスパンでの検討が必要             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ボイラーについては日本企業が、本体を交換せず水素利用に転換可能なボイラーに係る技術を有しているため、導入することにより、熱製造でのCO2削減の足掛かり、日本への裨益をもたらすことができる</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 将来的な大規模な水素利用に向けて、現状技術的に導入可能な水素利用に転換可能なボイラーの導入を、設備更新の時期に備えて促す             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 三浦工業は小型貫流蒸気ボイラーについて、水素利用に転換可能な技術を開発している</li> </ul> </li> </ul>

# 大規模な水素利活用を実現しうる トランジション技術導入を阻害する課題

- 大規模な水素利活用を実現しうるトランジション技術の導入に向けては、輸送インフラの整備、法制度の策定、実運用下での実証不足、水素関連人材の不足を解決する必要がある

課題	課題の概要	想定される解決策
<p>①輸送インフラ等の整備費が高価</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>インフラ設備が整備されておらず、事業実施に向けては大規模投資が必要</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 将来的な水素・アンモニアの大規模利用に向けてはインフラ整備が必要となり、中長期的な打ち手として必要</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JBICやNEXIを通じた水素・アンモニアインフラ整備プロジェクトへの長期融資・保険の提供等</li> <li>■ 既存のインフラの活用や最適な輸送方法を選定し、できるだけ少ない投資での事業を目指す</li> </ul>
<p>②水素に係る法制度が不明瞭</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>水素に係る法制度の構築に向けて、知見の共有が必要</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 現状水素に係る法制度は多くは存在せず、日本等制度設計が進められている国々からの知見共有等が必要な状況</li> <li>➢ 現状水素導入に係る水素戦略が策定されていたりやロードマップの策定が取り組まれている状況</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素の安全基準等に係る法制度の設計について、現在進んでいるMEMRの取組に対して、日本からの知見を共有し、既存の制度設計に係る検討の取組を促進する</li> </ul>
<p>③実運用環境下での水素Ready技術の検証不足</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>実運用環境下での水素Ready技術の検証不足</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2030年に向けて技術的には商用化可能だが、現地においては実証が検討段階であるため、高濃度水素利用時等の性能データが限定的</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地政府や国営企業との連携支援</li> <li>■ 実証に対する既存制度を活用した資金提供等</li> </ul>
<p>④水素関連人材が不足</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>水素関連人材が不足</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水素に係る事業が初期段階であり、インドネシアにおいて知見が蓄積されておらず、人材の育成がなされていないため、日本等からの人材育成支援が必要</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 比較的水素関連事業が実施されており、知見が蓄積している日本から、技術者の派遣等を通じた人材育成・その知見共有を実施する</li> </ul>

# 大規模な水素利活用を実現しうる トランジション技術導入に向けた打ち手

- 人材育成プログラムの活用や法制度策定に向けたワーキンググループの設置、既存の資金援助の仕組みを活用した金銭的な支援、用途に応じた最適な輸送方法の選定等の打ち手を通じて事業を実施する

課題	想定される解決策	具体策の例※1
①輸送インフラ等の整備費が高価	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JBICやNEXIを通じた水素・アンモニアインフラ整備プロジェクトへの長期融資・保険の提供等</li> <li>■ 既存のインフラの活用や最適な輸送方法を選定し、できるだけ少ない投資での事業を目指す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアの既存発電所における水素Ready技術の実証プロジェクトへの長期的な資金援助</li> <li>■ 二国間クレジット制度（JCM）を活用した実証プロジェクトの推進</li> <li>■ 活用可能な既存のインフラの活用</li> <li>■ 用途に応じた最適な輸送方法の選定</li> <li>■ 高効率な輸送設備の技術開発を通じたコスト低減等</li> </ul>
②水素に係る法制度が不明瞭	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素の安全基準等に係る法制度の設計について、現在進んでいるMEMRの取組に対して、日本からの知見を共有し、既存の制度設計に係る検討の取組を促進する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素関連の法制度の策定へのワーキンググループの設置</li> <li>■ JICA等既存の制度設計支援プログラムの活用</li> <li>■ 日本の水素安全基準等の法制度のインドネシアへの展開支援等</li> </ul>
③実運用環境下での水素Ready技術の検証不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地政府や国営企業との連携支援</li> <li>■ 実証に対する既存制度を活用した資金提供等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアの既存発電所における水素Ready技術の実証プロジェクトへの長期的な資金援助</li> <li>■ 二国間クレジット制度（JCM）を活用した実証プロジェクトの推進</li> </ul>
④水素関連人材が不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 比較的水素関連事業が実施されており、知見が蓄積している日本から、技術者の派遣等を通じた人材育成・その知見共有を実施する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JICA等既存の人材育成プログラムの活用</li> <li>■ 日尼間での人材交換プログラムの設立</li> <li>■ 日本国内での人材育成等</li> </ul>

# 水素Ready技術の活用による 大規模サプライチェーンの確立に向けた打ち手（サマリ）

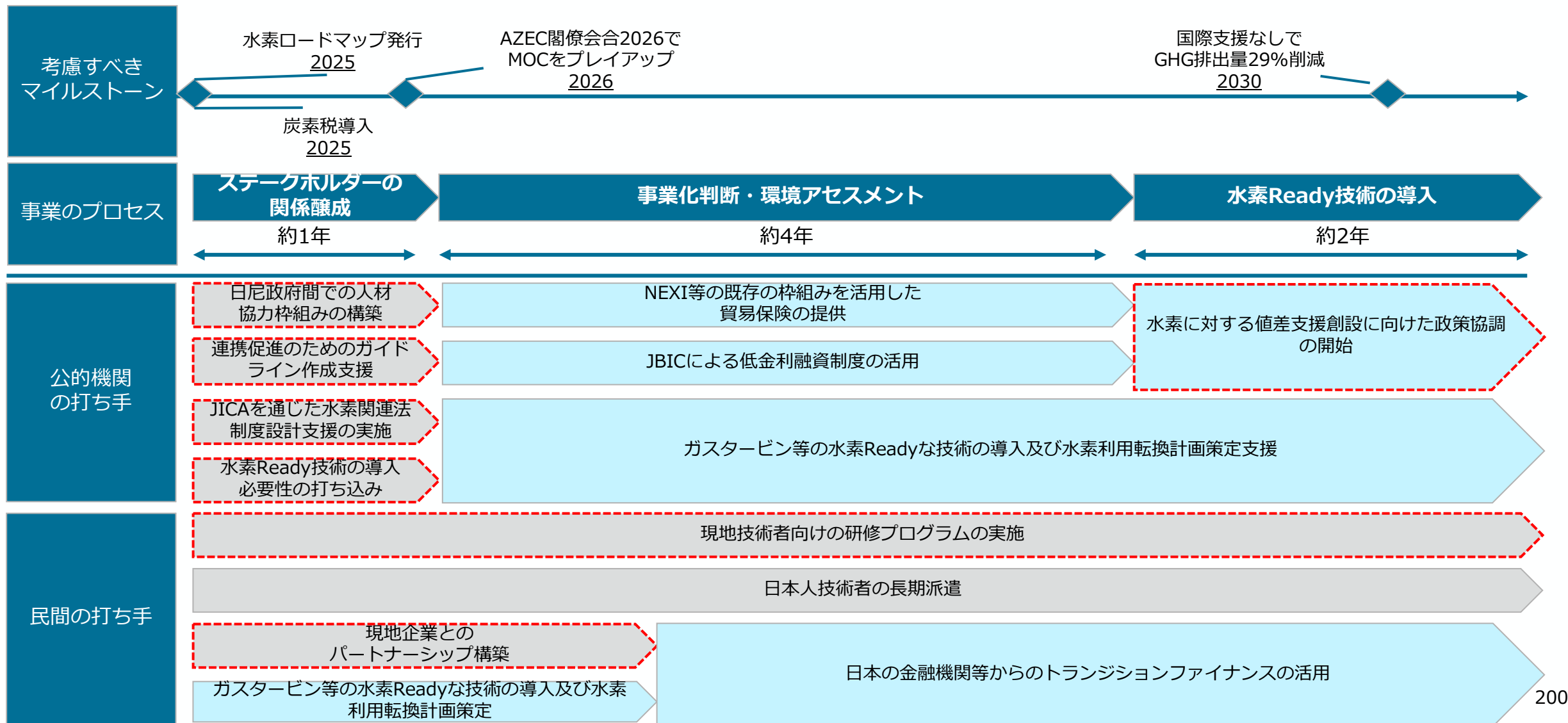
## 地熱由来水素供給事業・インドネシア

水素Ready技術の導入に向けては、事業開始に向けて取り組むべき打ち手と長期的スパンで実施すべき打ち手にて考えられる施策を記載

打ち手の 類型	～2030年ごろ（事業開始すると想定している年）				～2060年			
	事業開始に向けて取り組むべき打ち手				長期的スパンで実施すべき打ち手			
打ち手 サマリ	 <b>水素Ready技術の導入</b>				 <b>水素サプライチェーンの構築</b>			
	<b>体制構築</b>	<b>技術開発</b>	<b>ファイナンス</b>	<b>人材育成</b>	<b>体制構築</b>	<b>技術開発</b>	<b>ファイナンス</b>	<b>人材育成</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地企業とのパートナーシップ構築</li> <li>JICAを通じた制度設計支援の実施</li> <li>現地国営企業による水素利用促進のための二国間協力の推進</li> <li>JICAによる地域社会との連携促進のためのガイドライン作成支援</li> <li>ガスタービン等の水素Readyな技術の導入及び水素利用転換計画策定支援</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の金融機関等からのトランジションファイナンスの活用</li> <li>JBICによる低金利融資制度の活用</li> <li>NEXI等の既存の枠組みを活用した貿易保険の提供</li> <li>水素に対する値差支援創設に向けた政策協調の開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日尼政府間での人材協力枠組みの構築</li> <li>現地技術者向けの研修プログラムの実施</li> <li>日本人技術者の長期派遣</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的な水素認証制度取得に係る政策協調</li> <li>グリーン証書の導入に向けた政策協調</li> <li>水素発電の固定価格買取制度（FIT）導入に向けた政策協調</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>炭素税導入等国内炭素市場開発に係る政策協調</li> <li>カーボנקレジット市場拡大に向けた政策協調</li> <li>現地補助政策・税制優遇導入に向けた政策協調</li> <li>水素Ready技術導入計画への補助</li> </ul>	—

# 水素Ready技術導入に向けた打ち手・ロードマップ (事業開始に向けて取り組むべき打ち手)

: 特にJICAと連携すべき打ち手  
 : ファイナンスに係る打ち手



# 水素Ready技術の活用による 大規模サプライチェーンの確立実現に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (大規模サプライチェーン構築)
連携促進が必要	<p style="text-align: center;"><b>地元ステークホルダーとの連携が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 将来的な水素サプライチェーン構築に向けて水素Ready技術に向けては、PLNやプルトミナ等現地のステークホルダーとの関係醸成が重要           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAがプラットフォーム活動を通じて、日尼のステークホルダーの関係醸成を図っている</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>連携促進のためのガイドライン作成支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの水素関連事業については、JICAがマスタープラン作成や官民連携プラットフォームの構築を実施しているため、その枠組みにおいて、官民の知見を集約し、地域社会との連携を促進するガイドラインの作成に活用することを目指す           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 足元から水素を活用する場合のみならず、将来的な水素利用に備えた事業の必要性を訴える必要がある</li> </ul> </li> </ul>
法制度が未整備	<p style="text-align: center;"><b>法制度が未整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、水素輸送・利用に係る法制度や連携に係るガイドラインが未整備</li> <li>■ 水素製造に関する法制度が未整備で、MEMR等の現地機関が法制度制定に係る取組を実施しており、JICAがその支援を実施している</li> <li>■ MEMRやMOF、PLN等の様々な機関が関与しており、各段階で異なる許認可が必要となっている</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>JICAを通じた水素関連法制度設計支援の実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ MEMR等現地のステークホルダーは、水素輸送・利用における中長期的な促進制度設計を実施しているため、そうした枠組みにおいて、複雑な許認可プロセス改善に向けた制度設計支援を実現する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 足元では水素の利用を大規模に実施しないが、水素関連制度を整備することで、水素の大規模利用に備えるとともに、水素Ready技術の導入必要性を向上させる</li> </ul> </li> </ul>
水素関連人材が不足している	<p style="text-align: center;"><b>現地人材が不足している</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、水素関連事業の組成が進んでいないことから、現地における水素人材が不足している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ MEMRは水素社会構築に向けて解決すべき課題の一つとして、人材不足を挙げている</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>日尼政府間での人材協力枠組みの構築</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ MEMR等現地のステークホルダーは、水素輸送・利用における中長期的な人材育成の必要性を訴えており取組を検討しているため、そうした枠組みにおいて、人材育成支援を実施する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAはそうした取組を促進するような制度設計・人材協力に係る取組を実施している</li> </ul> </li> </ul>

# 水素Ready技術の活用による 大規模サプライチェーンの確立実現に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	日本政府の打ち手 (大規模サプライチェーン構築)
化石燃料・ 化石燃料関連技術との価格差	<p><b>現状化石燃料を活用している設備の脱炭素化が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状、インドネシアにおいては化石燃料に依存しており、2060年の脱炭素化に向けては、水素の活用を通じて現状化石燃料を活用している設備の脱炭素化が必要</li><li>■ 三菱重工は水素専焼・混焼に転換可能なガスタービンについて、技術的に2030年に事業に活用可能であるとしており、既存のガスタービンの設備交換時に水素専焼・混焼に転換可能なガスタービンを着実に導入する必要がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ ガスタービンの設備交換の時期は、川崎重工業の基準では、18年又は等価運転時間1,000時間のいずれか早い時点で、タービン・圧縮機・燃焼器などの分解・精密点検及び部品交換が必要とされているため、そうした設備交換の時期に導入する必要がある</li><li>➢ 着実な導入に向けては、他国のガスタービンに対してコスト競争力を保持していく必要がある</li></ul></li></ul>	<p><b>NEXI等の既存の枠組みを活用した貿易保険の提供</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 水素専焼・混焼に転換可能なガスタービンについて、技術的に導入可能になる2030年ごろから着実な導入するために、他国のガスタービンに対してコスト競争力を保持していく必要がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ その状況に対応するため、NEXI等既存の貿易保険の仕組みを活用する</li></ul></li></ul>
	<p><b>JBICによる低金利融資制度の活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 水素専焼・混焼に転換可能なガスタービンについて、技術的に導入可能になる2030年ごろから着実な導入するために、他国のガスタービンに対してコスト競争力を保持していく必要があるため、JBICの低金利融資等既存の金銭的な支援の枠組みを活用する</li></ul>	
	<p><b>水素に対する値差支援創設に向けた政策協調の開始</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 水素Ready技術を通じた将来的な水素大規模サプライチェーンの導入に向けては、水素の化石燃料に対するコスト競争力をもたらすような制度設計が必要であるため、将来的な値差支援制度導入に向けての政策協調の場を創出する</li></ul>	

# 水素Ready技術の活用による 大規模サプライチェーンの確立実現に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (大規模サプライチェーン構築)
水素利用に向けては長期的な検討が必要	<p><b>足元からの事業組成に向けた検討が進んでいない</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアでは水素利用に向けた検討が実施されているが、大規模サプライチェーンの組成に向けては、長期的な検討が必要<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 大規模サプライチェーンの組成に向けては、足元から大規模インフラ構築や水素利用等を必要としない、ガスタービン等の水素利用転換可能な水素Ready技術の導入が必要であると考えられるが、その検討は十分に進んでいるとは言えない</li><li>➢ 水素利用への転換や水素Ready技術の導入に向けて大規模なインフラ整備を実施していくことは困難であるため、足元から着実に事業を組成していくためには技術導入及び水素利用転換に向けて計画を持って事業を進めることが重要である</li></ul></li></ul>	<p><b>水素Ready技術の導入必要性の打ち込み</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 大規模サプライチェーンの構築に向けては足元から事業開始な水素Ready技術の導入が必要であると考えられるが、現地では水素・アンモニアガスタービン等の導入について検討が多くは進んでいないため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで政策協調を実施する</li></ul>
	<p><b>ガスタービン等の水素Readyな技術の導入及び水素利用転換計画策定支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 足元から着実に事業を組成していくためには技術導入及び水素利用転換に向けて計画を持って事業を進めることが重要であるため、現在実施されているGS支援等関連支援制度において、計画策定等に係る支援を含める</li></ul>	

# 水素Ready技術の活用による 大規模サプライチェーンの確立実現に向けた打ち手

## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (大規模サプライチェーン構築)
連携促進が必要	<p style="text-align: center;"><b>地元ステークホルダーとの連携が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素輸送・利用の事業の組成に向けては、PLNやプルタミナ等現地のステークホルダーとの関係醸成が重要           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ JICAがプラットフォーム活動を通じて、日尼のステークホルダーの関係醸成を図っている</li> <li>➢ 将来的な大規模サプライチェーン組成に向けては、多くのステークホルダーが必要になる可能性が高い</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地企業とのパートナーシップ構築</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの水素事業については、JICAがマスタープラン作成や官民連携プラットフォームの構築を実施しているため、その枠組みにおいて、官民の知見を集約し、地域社会との連携を促進するガイドラインの作成に活用することを目指す</li> </ul>
水素関連人材が不足している	<p style="text-align: center;"><b>現地人材が不足している</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは、水素関連事業の組成が進んでいないことから、現地における水素人材が不足している           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ MEMRは水素社会構築に向けて解決すべき課題の一つとして、人材不足を挙げている</li> <li>➢ JICAはインドネシア国営電力会社(PLN)との間で、2060年までのカーボンニュートラル達成目標に向けたエネルギー・トランジション推進のための包括的な人材育成支援に関する覚書を締結している</li> <li>➢ 将来的な大規模サプライチェーン組成に向けては、多くの人材が必要になる可能性が高い</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地技術者向けの研修プログラムの実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ JICAはインドネシア国営電力会社(PLN)との間で、2060年までのカーボンニュートラル達成目標に向けたエネルギー・トランジション推進のための包括的な人材育成支援に関する覚書を締結しているため、その枠組みで現地技術者の育成に係る取組を支援する</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>日本人技術者の長期派遣</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地での人材育成を実施し、現地での雇用促進等を通じた現地ステークホルダーとの関係醸成をするために、JICA等の既存の枠組みを活用して日本の技術者を派遣する</li> </ul>

# 水素Ready技術の活用による 大規模サプライチェーンの確立実現に向けた打ち手

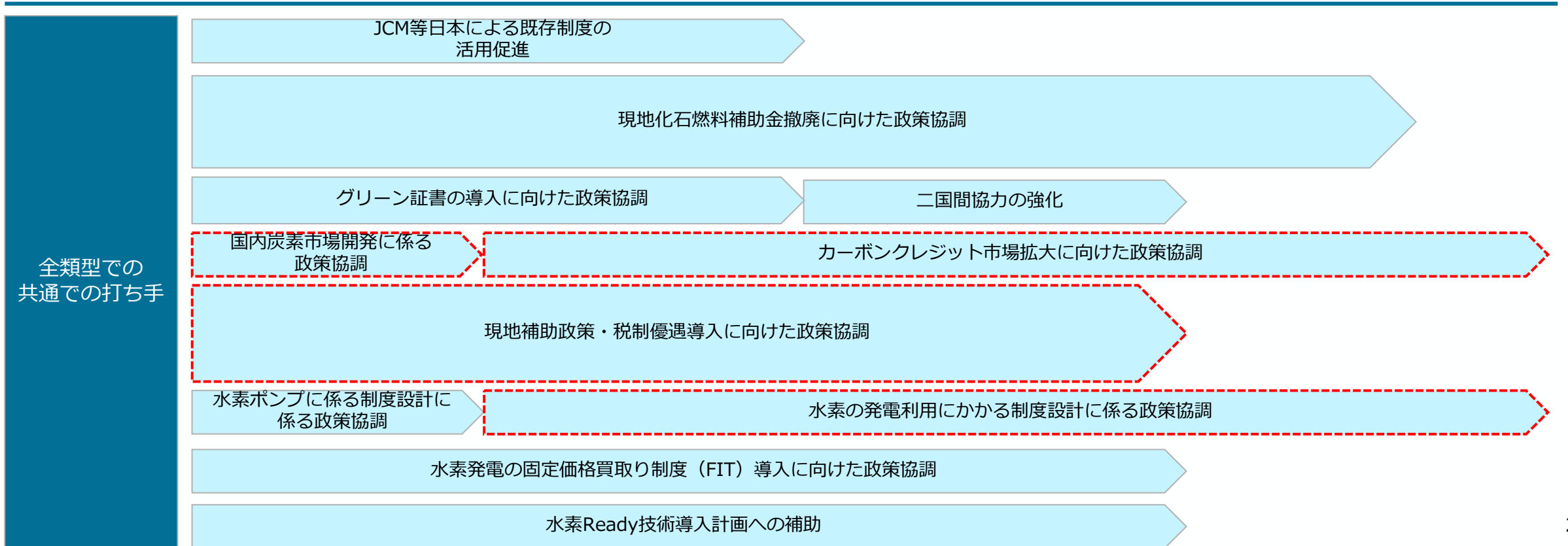
## 事業開始に向けて取り組むべき打ち手

課題	現状	民間企業の打ち手 (大規模サプライチェーン構築)
化石燃料・化石燃料関連技術との価格差	<p><b>現状化石燃料を活用している設備の脱炭素化が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状、インドネシアにおいては化石燃料に依存しており、2060年の脱炭素化に向けては、水素の活用を通じて現状化石燃料を活用している設備の脱炭素化が必要</li> <li>■ 三菱重工は水素専焼・混焼に転換可能なガスタービンについて、技術的に2030年に事業に活用可能であるとしており、既存のガスタービンの設備交換時に水素専焼・混焼に転換可能なガスタービンを着実に導入する必要がある           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ガスタービンの設備交換の時期は、川崎重工業の基準では、18年又は等価運転時間1,000時間のいずれか早い時点で、タービン・圧縮機・燃焼器などの分解・精密点検及び部品交換が必要とされているため、そうした設備交換の時期に導入する必要がある</li> <li>➢ 着実な導入に向けては、他国のガスタービンに対してコスト競争力を保持していく必要がある</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>日本の金融機関等からのトランジションファイナンスの活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでの水素関連事業においては、日本の金融機関が融資を実施している例が多いため、同様に事業の実施の際にはJBICや日本の民間企業からトランジションファイナンスの枠組みで融資を取得する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水素利用のみならず、将来的な水素利用を目指した、水素Ready技術の導入に対しても、トランジションファイナンスを活用できるように打ち込む</li> </ul> </li> </ul>
水素利用に向けては長期的な検討が必要	<p><b>足元からの事業組成に向けた検討が進んでいない</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドネシアでは水素利用に向けた検討が実施されているが、大規模サプライチェーンの組成に向けては、長期的な検討が必要           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 足元から大規模インフラ構築や水素利用等を必要としない、水素Ready技術の導入が必要であると考えられるが、その検討は十分に進んでいるとは言えない</li> <li>➢ 足元から着実に事業を組成していくためには技術導入及び水素利用転換に向けて計画を持って事業を進めることが重要である</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>ガスタービン等の水素Readyな技術の導入及び水素利用転換計画策定</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 足元から着実に事業を組成していくためには技術導入及び水素利用転換に向けて計画を持って事業を進めることが重要であるため、現地政府や日本政府、JICAと協議をしながら、計画策定を実施する</li> </ul>

# 日本政府による打ち手の整理・ロードマップ (長期的スパンで実施すべき打ち手)



個別の打ち手：



# 水素Ready技術の活用による 大規模サプライチェーンの確立実現に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

課題	概要	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
化石燃料との価格差により水素関連技術の導入が進まない	<p style="text-align: center;"><b>技術の導入に向けてはCAPEXへの支援が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 水素Readyの技術の導入に向けては、現在導入されている設備の交換のタイミングで導入することが重要<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 特にガスタービンについては、2030年を目安に水素専焼に転換可能なガスタービンの導入を実施して、水素・アンモニア利用への事業環境の整備を実施しない場合、水素・アンモニアの利用は先延ばしになってしまう</li></ul></li><li>■ 着実に水素Ready技術を導入していくためには、他国の技術や水素利用に転換できないガスタービンや化石燃料駆動のポンプ等の競合技術に対して価格の優位性を持つことが重要<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 支援の形としては、BOIやJCMを活用したCAPEX補助等が考えられるが、インドネシアを含む東南アジア全体ではそのような支援が多くは存在しないのが現状であるため、日本主導で支援の形を作り上げる必要がある</li><li>✓ 足元での取組では、JCM等既存の枠組みでの支援を実施していくことが必要</li></ul></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>値差支援等日本主導での補助制度の導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状は化石燃料との価格差が大きく、事業者による技術開発でのコスト低減も限界があるため、値差補助金等が必要である<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 日尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、グリーン水素に対する値差支援の必要性について議論をするとともに、日本にて支援のスキームを作り、その制度をインドネシアに輸出したり、対生産国に対する値差支援を設計したりする</li></ul></li></ul> <p style="text-align: center;"><b>JCM等日本による既存制度の活用促進</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 他国の技術や水素利用に転換できないガスタービンや化石燃料駆動のポンプ等の競合技術との更なる差別化に向けては、金銭的な支援が必要な状況であり、その解決策の1つとして、日本が導入している既存の制度であるJCMを活用することを促す</li></ul>

# 水素Ready技術の活用による大規模サプライチェーンの 確立（大規模水素利活用） 実現に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

再エネコスト 高騰の要因	現状の課題	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
化石燃料との 価格差により 水素関連技術の 導入が 進まない	<p><b>炭素市場や補助制度等の不足により化石燃料との価格差が生じている</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 再エネ電力価格と化石燃料による電力価格差が大きいため、炭素税等炭素市場を開発し化石燃料との価格差の解消を支援する必要</li><li>■ また、インドネシアは豊富な森林資源を有する等の観点から、国内外の投資家にとって非常に魅力的な国となる見込みであると考えられている<ul style="list-style-type: none"><li>▶ 現状インドネシアでの炭素税の導入については、2021年10月に施行した税法の調和に関する法律2021年第7号で、2022年4月1日から実施するとされたが、導入延期が続いている（現状は2025年導入を目指すと言及あり。）</li><li>▶ 排出権取引については2023年にインドネシア証券取引所（IDX）傘下の炭素取引所（IDX Carbon）稼働が開始<ul style="list-style-type: none"><li>✓ ボランタリー市場においては、エネルギー部門（再エネ、バイオマス発電など）、森林部門（森林破壊の削減など）、農業部門、工業部門、廃棄物部門が対象</li></ul></li><li>▶ コンプライアンス市場においては国内の各事業者に対してGHG排出量の枠を定め、その枠内に収めるべく排出量削減を義務付ける「排出量取引制度」と、「GHG排出オフセット制度」の2つのスキームを導入している<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 2024年4月19日時点で、排出枠が設定されているのは発電所セクターのみ<ul style="list-style-type: none"><li>● 超過分1トンあたり3米ドル程度のペナルティであり、大規模事業を促進するようにはならない</li></ul></li></ul></li></ul></li></ul>	<p><b>炭素税導入等国内炭素市場開発に係る政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアでは炭素税の導入を表明しているが、延期が続いているため、着実な炭素税の導入を促進するために、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、炭素価格付けと市場メカニズムに関する議論の促進や炭素市場開発における日本の経験とベストプラクティスの共有等を議論し、早期の炭素税の導入を促す</li></ul> <p><b>カーボנקレジット市場拡大に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアは排出権取引制度を導入しているが、対象が限定的である等さらなる拡大が望まれているため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで政策協調やガイダンス作成支援、カーボנקレジット市場の運営や国際基準への適合に関する研修やワークショップを通じて、排出権取引制度やJCMの活用等国内外を通じたカーボנקレジット市場を形成しやすい環境を形成する</li></ul> <p><b>二国間協力の強化</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアと日本では二国間炭素取引に関する相互認証協定（MRA）の実施やJCMに係るプロジェクトが実施されているが、そうした取組を継続・強化していくとともに、両国間の炭素取引活動における透明性と健全性の確保を実施して、より効果的な二国間での炭素取引に係る取組を日本政府主導で強化する</li></ul>

# 水素Ready技術の活用による大規模サプライチェーンの 確立（大規模水素利活用） 実現に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

利活用の観点 からの課題	現状の課題	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
化石燃料との 価格差により 水素関連技術の 導入が 進まない	<p style="text-align: center;"><b>事業の成立に向けてはコスト低減が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状は化石燃料への補助金がプルトリナやPLNに支給されている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 石炭火力発電所の運転を維持し、電力コストを人為的に低く抑えることを奨励するためにPLNに補助金が設定されている</li><li>➢ 石炭の液化とガス化に対する税制優遇措置が提供されている<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 石炭生産会社は現在、石炭派生製品に対するロイヤリティが免除されている</li></ul></li><li>➢ 2024年の化石燃料補助金は総額120億米ドルに達している</li></ul></li><li>■ コスト低減に向けた補助制度の創出やコスト低減に向けた現地での実証等が進んでいない</li><li>■ FIT制度は太陽光、水力、地熱、風力、バイオマスなど多様な再生可能エネルギー源に適用されており、それぞれの資源に応じた買取価格が設定されているが、水素は対象ではない</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地補助政策・税制優遇導入に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状現地での補助政策は存在せず、コスト解決に向けた解決策がない状況<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、グリーン水素に対する補助制度の必要性について、現地政府と議論を行う</li><li>➢ 事業者が技術開発にて低減可能なコストを踏まえて、補助額を考慮する</li></ul></li></ul> <p style="text-align: center;"><b>水素発電の固定価格買取制度（FIT）導入に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアでは再生可能エネルギー源に対して、FIT制度が整備されているが、水素発電に適用されていないため、AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、FIT制度の水素発電への適用を促し、事業者の収益性確保に向けた支援を実施する</li></ul>

# 水素Ready技術の活用による大規模サプライチェーンの 確立（大規模水素利活用） 実現に向けた打ち手

## 長期的スパンで実施すべき打ち手

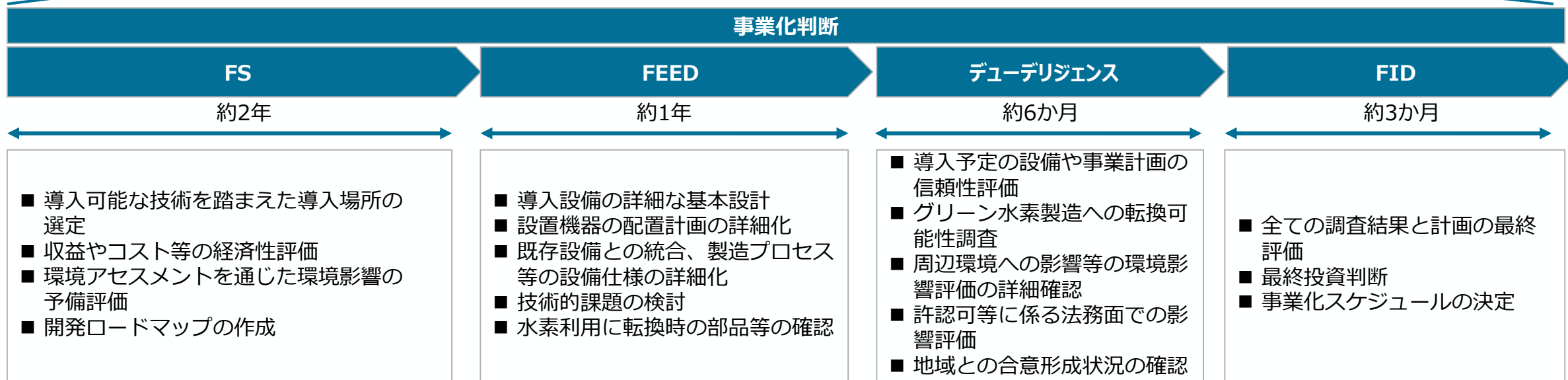
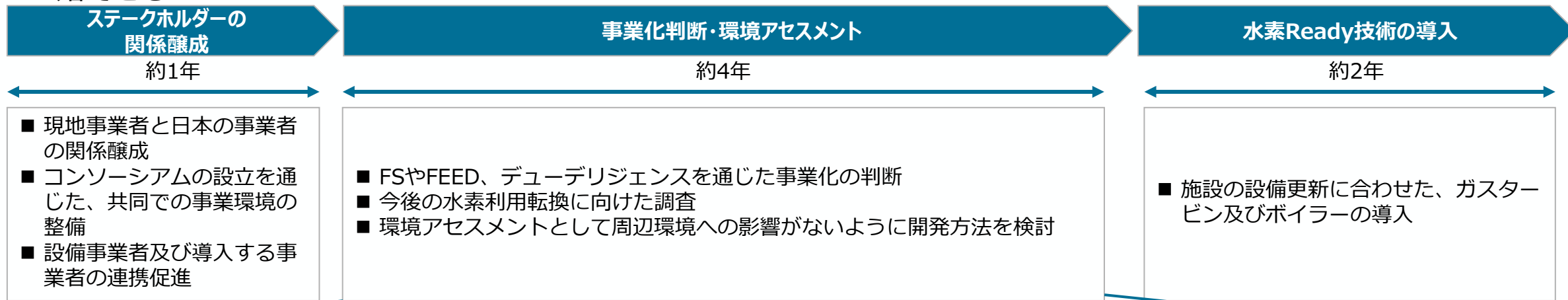
再エネコスト 高騰の要因	現状の課題	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
化石燃料との 価格差により 再エネ導入が 進まない	<p style="text-align: center;"><b>化石燃料への補助制度が価格差を創出している</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状は化石燃料への補助金がプルトリナやPLNに支給されている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 石炭火力発電所の運転を維持し、電力コストを人為的に低く抑えることを奨励するためにPLNに補助金が設定されている</li><li>✓ PLNに販売する石炭の価格上限を1トンあたり70米ドルに設定しており、国際的な基準価格である約200米ドル/トンと比べて大幅に低い水準で販売している</li><li>✓ 2023年には、これらの補助金がなければPLNは120兆ルピアの大幅な損失を記録していたとされている</li></ul></li><li>➢ 石炭の液化とガス化に対する税制優遇措置が提供されている</li><li>✓ 石炭生産会社は現在、石炭派生製品に対するロイヤリティが免除されている</li><li>➢ 2024年の化石燃料補助金は総額120億米ドルに達している</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地化石燃料補助金撤廃に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアでは化石燃料に対する補助制度が導入されており、そのため再エネ電力との価格差が広がる要因になっていることから、その補助制度の撤廃が求められる<ul style="list-style-type: none"><li>➢ したがって、現状の補助制度の撤廃に向けて、再エネ導入の必要性や現地住民への影響等を考慮しながら、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、政策協調を行う</li></ul></li></ul>

# ③水素Ready技術の活用による大規模サプライチェーンの確立（大規模水素利活用）

-参考情報

# 水素Ready技術導入事業の事業開発プロセス

- 水素Ready技術の導入事業の開発は、約7年かかるため、2025年頃から事業検討を開始した場合2032年頃に事業を開始できる

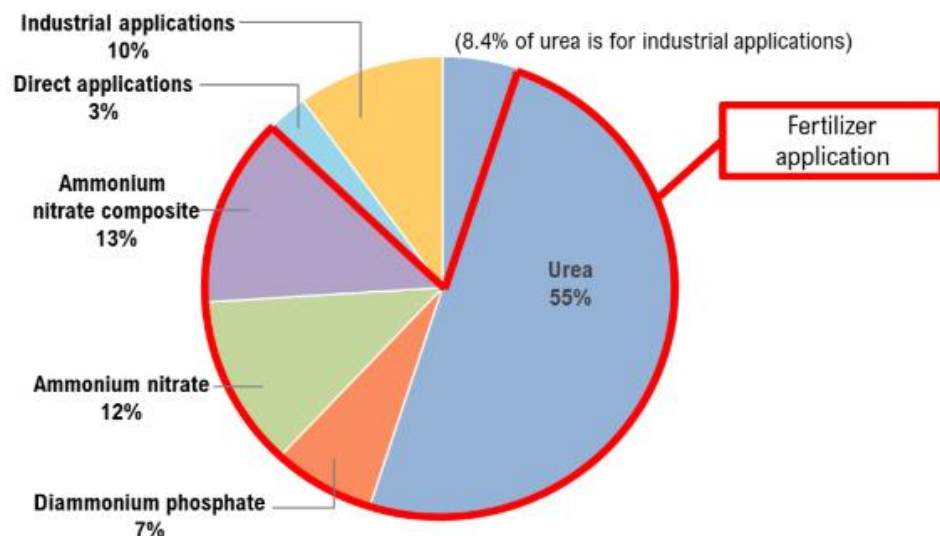


# 肥料製造におけるグリーンアンモニアの導入状況・事例

## 導入方法の想定

- 世界全体では、アンモニアの需要の約80%以上が化学肥料向けである
- 特にインドネシアでは、PT Pupuk Indonesiaは化石燃料由来のアンモニアを利用して、肥料を製造しており、その肥料用アンモニアの量は年間1千万トン程度であり、その脱炭素化が必要である
- その脱炭素化に向けて、東洋エンジニアリングやIHI等の日本企業と現地国営企業は、グリーンアンモニアの製造・利用に係る検討に取り組んでいる※1

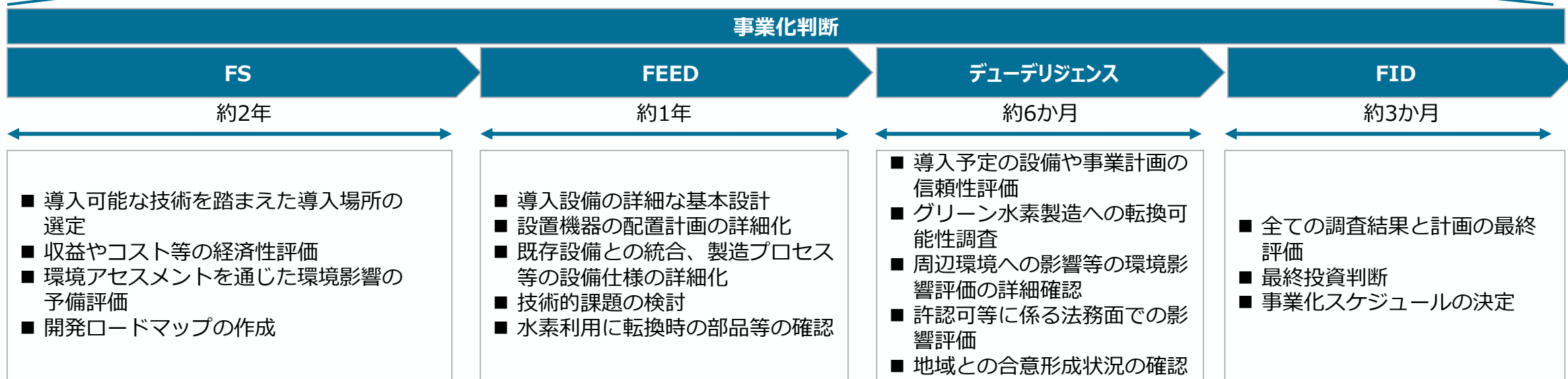
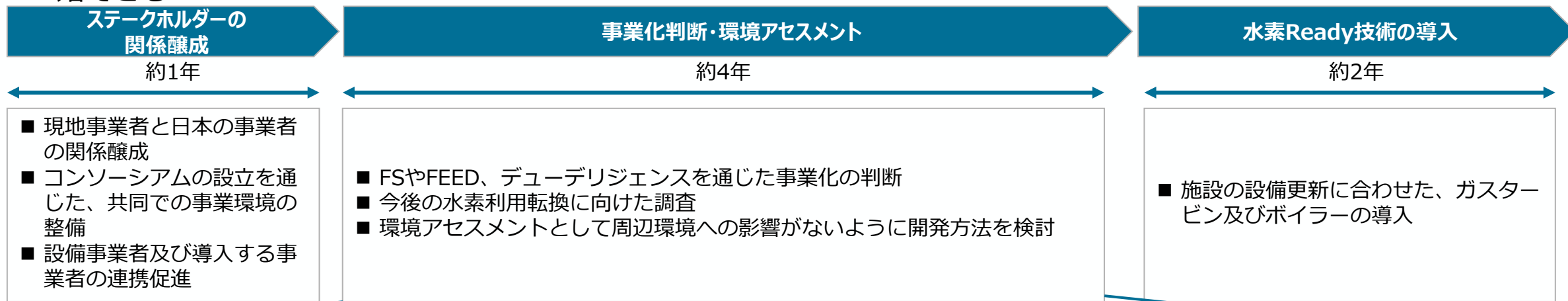
アンモニア利用の内訳※2



- IHIはインドネシアにて、ジャワ島東部でPupuk社が保有する肥料製造工場において地熱発電による再エネ電力を活用したグリーンアンモニアを製造し、インドネシア国内外への販売を検討している※3
- IHIは主に技術的検討及び事業性評価を担当し、Pupuk社は再エネ供給や需要調査を担当している

# 水素Ready技術導入事業の事業開発プロセス

- 水素Ready技術の導入事業の開発は、約7年かかるため、2025年頃から事業検討を開始した場合2032年頃に事業を開始できる

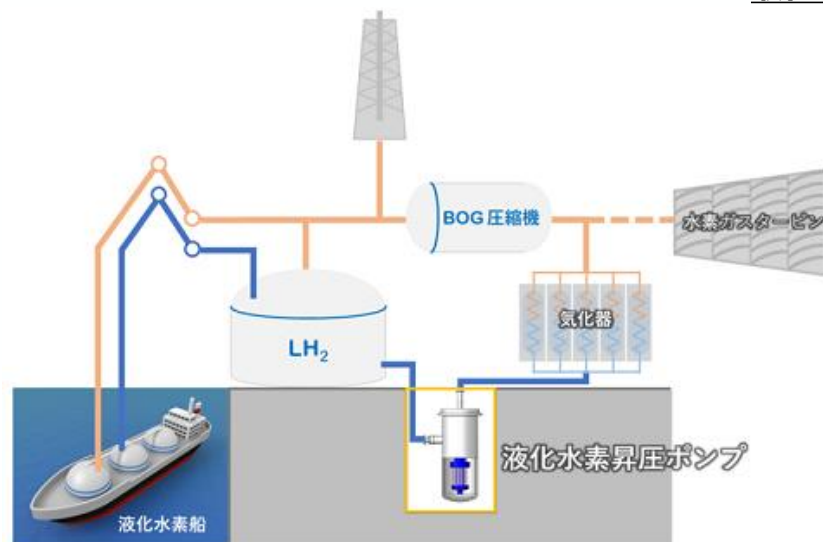


# 水素ポンプの導入事例・状況

## 導入方法の想定

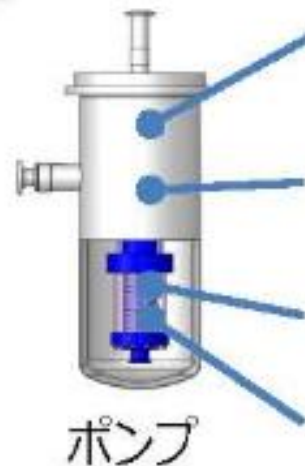
- NEDOの助成事業の結果をもとに西島製作所は世界初となる大流量・高効率の液化水素ポンプの開発に成功している
  - 液化水素のガス化抑制等の技術的な課題を克服しつつ、大流量・高効率の液化水素ポンプの開発を実施している
  - 液体水素ポンプ方式は、水素ガスを圧縮機で加圧する従来方式と比べて、重量当たりの消費エネルギーが半分以下になり、輸送量も大幅に増えるため、将来的に主流になると予想されており、以下のような使用が検討されている

### 液化水素ポンプの開発事例※1



水素受入基地の機器構成イメージ図

### 開発技術の概要



- ・自社開発新型モータによる高効率化、モータの低コスト化
- ・軸受の高信頼性とメンテナンスコスト低減
- ・流体加振力の小さい水力による高回転速度化・高圧化
- ・大流量化による高効率化

※1：西島製作所「大流量・高圧・高効率な液化水素昇圧ポンプの開発」における実施体制の決定について | 株式会社 西島製作所 トリシマポンプ | (2023)

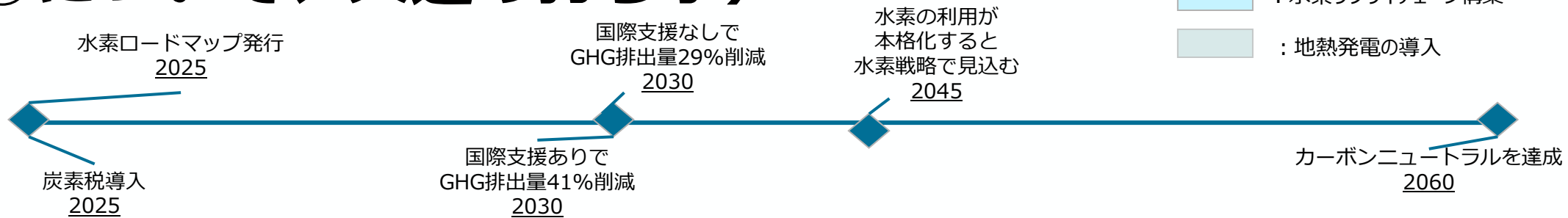
# 日本政府による長期的な打ち手のロードマップ (①②③について、共通の打ち手)

# 日本政府による長期的な打ち手のロードマップ (①②③について、共通の打ち手)

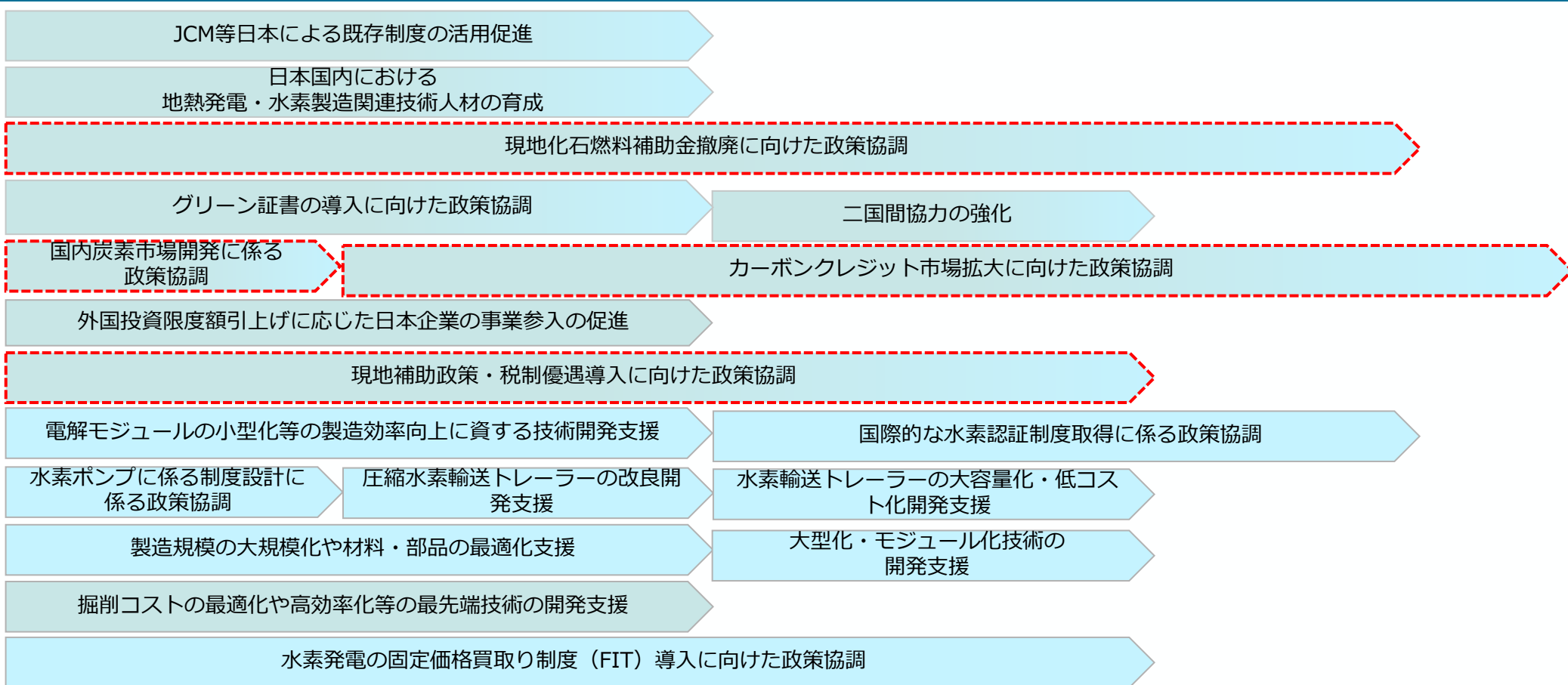
- : 特にJICAと連携すべき打ち手
- : 水素サプライチェーン構築
- : 地熱発電の導入

考慮すべき  
水素関連  
マイルストーン

個別の打ち手：



全類型での  
共通での打ち手  
(公的機関)



# マレーシア・CCUS事業

# マレーシアの脱炭素化に向けた取組の概要及び方針

- マレーシアの脱炭素化に向けては、発電分野をはじめ、天然ガスを活用している多排出産業の脱炭素化することが重要であるため、その実現に向けたファイナンス関連の支援や、ビジネスモデルの構築、人材支援等のニーズがあるのでは

## 事業の実施背景・意義

### マレーシアの脱炭素化に向けた取組の方向性

- マレーシアは現状化石燃料特に天然ガスに依存しており、その傾向は2050年以降も続いていく
- マレーシアは豊富な貯留ポテンシャルを有しているとともに、枯渇ガス田への対応は重要な課題であるため、CCS事業は有望である
  - 政府としてもCCS関連法令の策定が進む等、事業の推進には積極的

### マレーシアの脱炭素化に向けて日本が提供できる価値

- マレーシアの脱炭素化に向けたCCS事業の組成に向けては、以下のような取組を提供することができる
  - 技術：日本はCCS関連技術やガスタービンやボイラーに強みを持つ
  - ビジネスモデル：ガスタービン等の導入に合わせたCCS事業モデルを提供可能
  - ファイナンス：低金利融資等の枠組みで資金提供を可能

## マレーシアにおけるトランジション戦略

### 現状のマレーシアの事業環境

- マレーシアは貯留ポテンシャルがあり、CCS関連法令の策定が進む等、事業の推進には積極的
  - 他方で、コストが高価である等により早期の事業化は困難

### トランジション期の取組として以下の3つの事業を実施する

① CCS Readyな事業環境の整備・関連設備の拡販

② 多排出産業の脱炭素化に向けたCCS事業

③ 将来的な多排出産業の脱炭素化に向けたCCU事業

### 脱炭素化に向けた将来像

- 多排出産業のゼロエミッション化がCCSや水素の活用を通じて進んでいる状況

## 支援の方向性

### 日本企業参入に向けた体制構築（法制度策定を含む）

- 法制度策定に向けた知見共有・協調
- 現地ステークホルダーとの連携促進
- 現地ステークホルダーとの合併企業設立等

### 技術開発・実証支援

- CCS関連技術等のコスト削減に向けた技術実証
- ガスタービン等既に技術的には開発済みの技術の実運用下での実証支援等

### ファイナンス支援

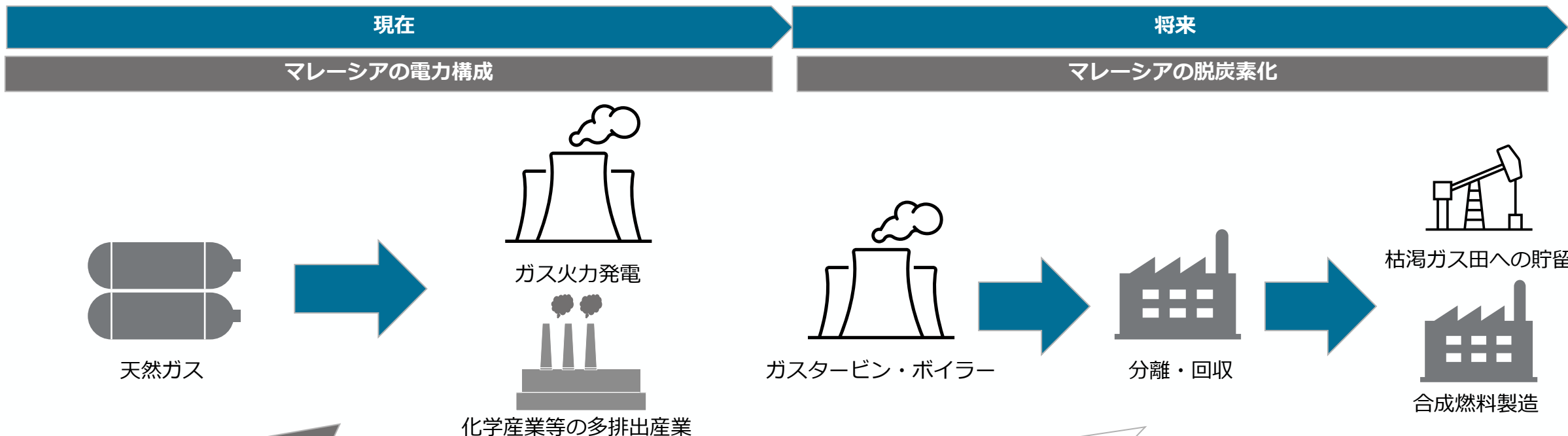
- JBICによる低金利融資等既存の公的な資金スキームの活用
- 日系の銀行等の民間によるトランジションファイナンスのスキームを通じた資金調達支援等

### 人材育成支援

- CCS関連法制度策定等に対する人材育成支援
- 現地技術者向けの研修プログラムの実施等

# 事業の実施概要

- 天然ガスは2050年以降もマレーシアにおいて重要な役割を担うため、CN達成に向けて天然ガスを活用する多排出産業の脱炭素化が必要
- 日本企業が強みを持つガスタービンやボイラーの導入を支援しつつ、CCS Readyな環境の整備、CCUS事業の実施をすることで、日本の強みを生かしつつマレーシアの脱炭素化を実現する
- コストが最大の課題となるが、天然ガス価格高騰やEOR・EGR、将来的には炭素賦課金（炭素税）導入やカーボンプライシング制度の整備によって、事業性が徐々に成立に近づく可能性がある



多排出産業の脱炭素化が進まない要因：  
・回収コストや船舶等による輸送コスト等のコスト課題や制度の不足によりCCS事業の成立は困難  
・天然ガスへの依存度は高く、その依存は今後も続いていく傾向

将来像：  
・日本が強みを持つガスタービン・ボイラーを導入する  
・導入初期はCCSを導入し脱炭素化を図るとともに、回収したCO2をEOR・EGR活用にて活用する  
・CCS Readyな事業環境  
・カーボンプライシング制度を整備し段階的にCCUS事業を実現する

# 現状分析と取組の方向性（仮説）

## マレーシアの現状

- マレーシアは貯留ポテンシャルがあるとともに、CCS関連法令の策定が進む等、事業の推進には積極的
  - ガス火力に依存しており、脱炭素目標達成に向けてはそのゼロエミッション化が必要
  - 他方で、コストが高価であるとともに制度が整備が初期段階であり早期の事業化は困難 →下記にてPESTで分析



## 追求する日本の裨益

- アジア内でのCO2サプライチェーンの構築
- 日本が強みを持つCCS関連技術等火力発電の脱炭素化に係る技術のアジア市場輸出による経済裨益の獲得

## 取組の方向性

- 日本裨益を前提にマレーシアの脱炭素を推進する短期～長期的な取組として、3つの類型を検討
  - ① CCS Readyな事業環境の整備
  - ② 多排出産業の脱炭素化に向けたCCS事業
  - ③ 将来的な多排出産業の脱炭素化に向けたCCU事業



仮説の精緻化・検証に基づき、短期～長期的な施策を検討していく

## 課題（PEST分析）

Politics	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 排出企業に対してどのようなインセンティブを与えられるかが不明である</li> <li>■ 日本がTariffを払うことが前提となっている</li> <li>■ JCMでCCSが認められていないので調整が必要（検討中）</li> <li>■ 両国のそれぞれの国内制度に加えて、移送されるCO2をどのように扱うか、排出権、その責任範囲を含めた取決めが必要</li> <li>■ 海外の設備に対して直接支援する仕組みはない</li> </ul>	Economy	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 重要な技術を有する日系事業者と一緒に、日本の技術を売り込んでいく、信頼性をアピールしていくことが日本技術の需要獲得につながる</li> <li>■ 事業性が取れない中で、EORやEGRを含めた収益性の確保が必要</li> <li>■ 回収面でのコスト削減が必要</li> <li>■ 船舶輸送の場合は受入れ・積出しに係るコストが課題</li> <li>■ 掘削に関しては技術的な削減余地は少ない</li> </ul>
Society	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地政府の脱炭素目標・産業構造に沿った形での導入が必要</li> <li>■ CO2の取扱いについて、現地住民との合意形成が必要</li> </ul>	Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 船舶輸送の場合は受入れ・積出しに係る技術課題は要精査であるため、R&amp;Dの必要性が高い</li> <li>■ 圧力をかけるためにエネルギーが必要</li> </ul>

# 各取組の背景と目的（仮説）

■ : CCS事業  
■ : CCU事業

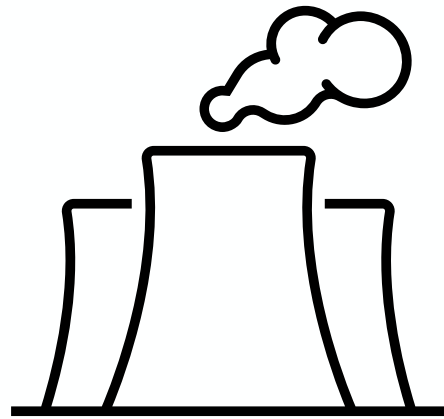
- 日本裨益を前提にマレーシアの脱炭素化を推進する取組内容をより具体的に整理するために、3つの類型を検討
- 3つの類型に係る取組を実施することで、日本裨益を獲得しつつマレーシアにおけるCCUS事業環境構築への端緒とする

	①CCS Readyな事業環境の整備	②多排出産業の脱炭素化に向けたCCS事業	③将来的な多排出産業の脱炭素化に向けたCCU事業
事業の背景	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業は<b>CCS関連技術に強み</b>がある</li> <li>■ CCS事業に係る検討が進んでいる反面、コスト等の観点から長期的なスパンでの検討が必要な段階</li> <li>■ 許認可の取得や使用設備の特定等、足元からCCS Readyの事業環境の整備が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアはガス火力発電の割合が比較的高く、<b>2050年までにCN達成に向けてはガス火力のゼロエミッション化が必要</b></li> <li>■ 産業部門においても発電部門に比べるとCO2排出量は少ないが、化学産業等その脱炭素化は必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアはガス火力発電の割合が比較的高く、<b>2050年までにCN達成に向けてはガス火力のゼロエミッション化が必要</b></li> <li>■ 産業部門においても発電部門に比べるとCO2排出量は少ないが、化学産業等その脱炭素化は必要</li> <li>■ 日本ではGI基金にてCCU関連事業に関する支援が実施されている</li> </ul>
事業の絵姿（目的）	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 将来的なCCS事業の組成に向けて、<b>CCS Readyな事業環境の整備を進める</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 必要な各種許認可の取得や、貯留可能量、貯留完全性などの確認を進める</li> <li>➢ CO2の回収・輸送・貯留に係る各種技術成熟度を向上させる</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアが抱える<b>多排出産業の脱炭素化</b>に向けて、CCS設備を導入する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 収益性については、<b>カーボンのクレジット制度の整備やEOR・EGR</b>を実施して確保する</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアが抱える<b>多排出産業の脱炭素化</b>に向けて、CO2回収設備を導入する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 回収したCO2については、FSベースにてGI基金にて実施されているCO2からの燃料製造技術開発をマレーシアでも実施する</li> </ul> </li> </ul>

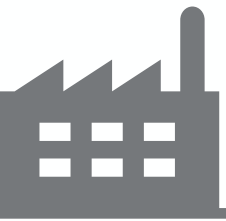
# ① CCS Readyな事業環境の整備

## 事業概要

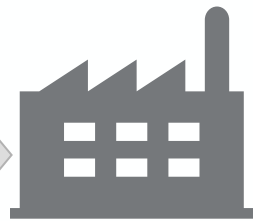
- 将来的なCCS事業の組成に向けて、**CCS Readyな事業環境の整備を進める**
- **日本が強みを持つ技術も活かしつつ、CO2の回収・輸送・貯留に係る各種技術成熟度を向上させ、必要な各種許認可の取得や、貯留可能量、貯留完全性などの確認を進める**



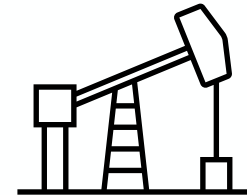
火力発電所等



分離・回収



圧縮・液化



枯渇ガス田への貯留

- 日本企業が強みを持つ技術について、**CCS Readyな設備設計等に関する事業者への支援・必要性の打ち込みを実施**

- 環境、安全及びその他の必要な認可の取得や地層貯留予定の地点まで輸送することが技術的に可能であることの確認等**Transport Ready**の事業環境を整える

- **CCS Readyの事業環境の整備にインセンティブを付与することで、他国のCCS事業との差別化を実施する**

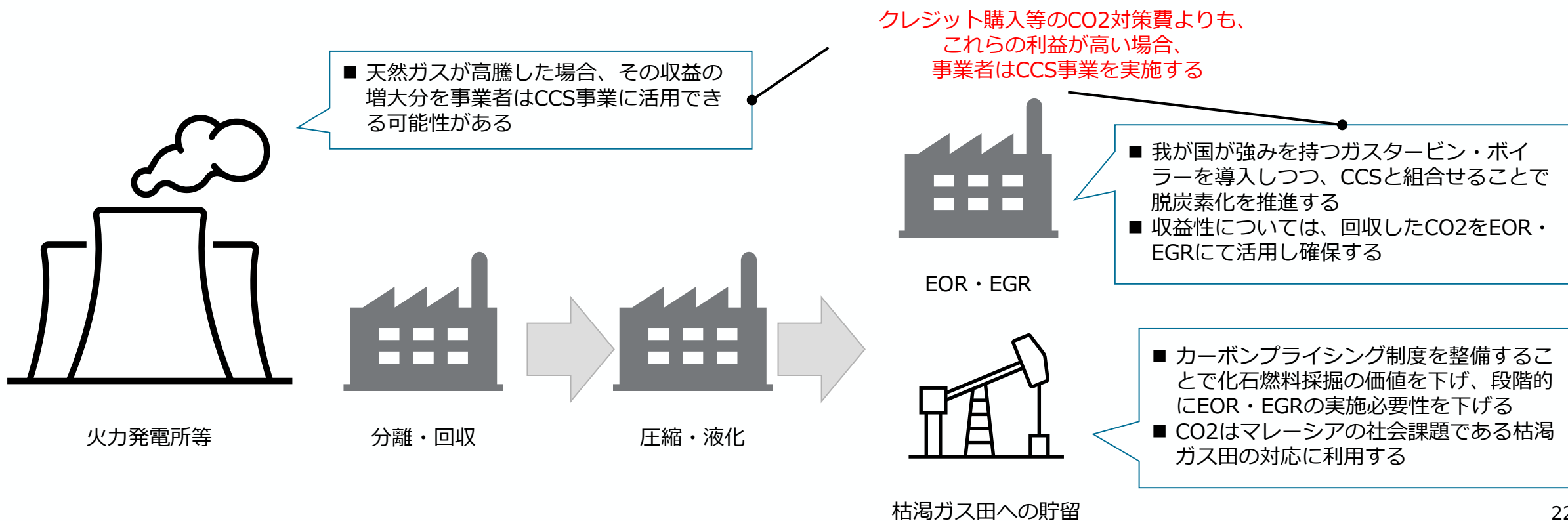
- 環境、安全及びその他の必要な認可の取得や将来的なプラント追設及び回収の実施に必要な装置、資材、サービスの供給源の特定等、**Capture Ready**の事業環境を整える

- 適切な貯留可能量、圧入可能性及び貯留完全性を貯留サイトが有していることや貯留サイトの地表及び地中の利用で競合が起こる可能性について特定／解決されている状況等の**Storage Ready**の事業環境を整える

## ②多排出産業の脱炭素化に向けたCCS事業

### 事業概要

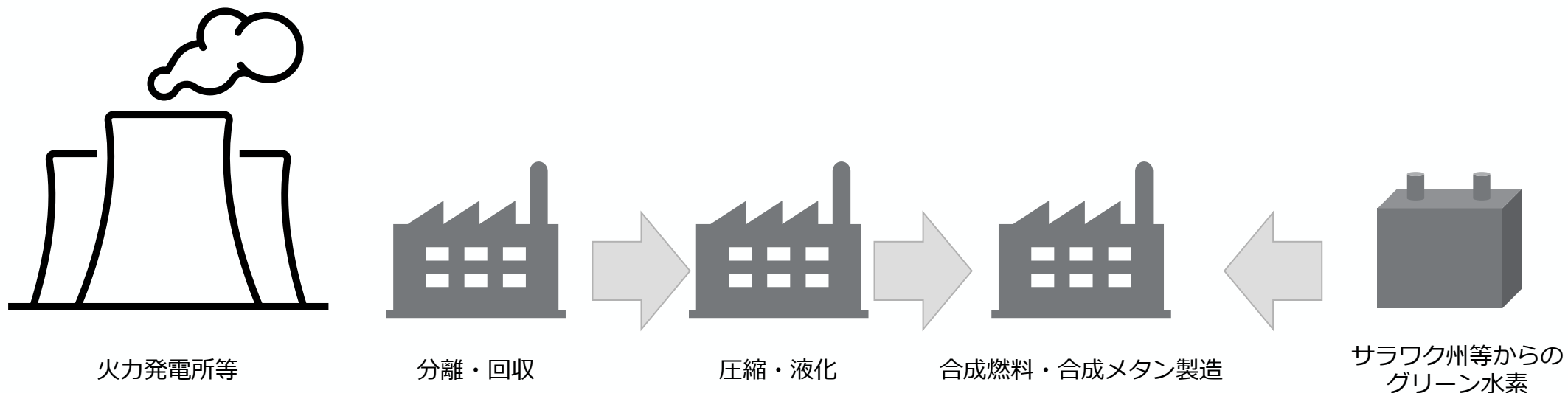
- マレーシアが抱える**多排出産業の脱炭素化**に向けて、EOR・EGR、枯渇ガス田への貯留を通じて事業の実施を進める
- カーボンクレジット制度の整備を実施する



### ③ 将来的な多排出産業の脱炭素化に向けたCCU事業

#### 事業概要

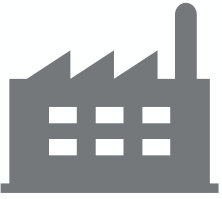
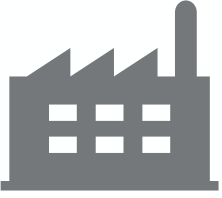
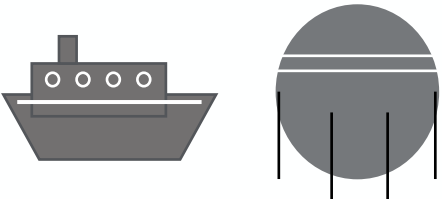
- 回収したCO2については、パイロット規模にてGI基金にて実施されているCO2からの燃料製造事業をマレーシアでも実施
- マレーシアが抱える多排出産業の脱炭素化に向けて、CO2回収設備を導入する



- カーボンプライシング制度が整備される状況に備えて、パイロット規模でCCU事業を実施をする

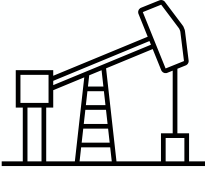
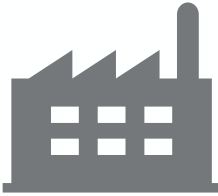
# CCS事業における現地での事業環境

- CCS関連技術について日本企業は強みを持っているが、マレーシアでの事業についてはいまだ検討段階であることもあり、各事業のフェーズにおいて日本企業が事業を実施しているかは不明
- 事業の開始には長期的なスパンでの検討が必要であるため、足元ではガスタービンの導入等他の技術との組合せでの事業の実施が必要では

技術	現地・他国企業の事業環境	日本の事業環境	日本企業が事業を実施する場合のステークホルダー
 分離・回収	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 関与している具体的な企業については不明だが、様々な外国企業がCCS事業に関する検討・事業設計を実施している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアへの輸送を含め、様々な企業が分離・回収に係る技術の開発・実証・事業を実施している               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 三菱重工</li> <li>➤ 三菱UBEセメント株式会社等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>
 圧縮・液化	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 幾つかの企業が事業を実施している               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ペトロナスが進めるKasawari沖合炭素回収・貯留事業にてベーカー・ヒューズが関与している</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアにてどの日本企業が事業を実施・検討しているかは不明               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 川崎重工</li> <li>➤ 三菱UBEセメント株式会社等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>
 輸送	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 主に日本企業に関する情報が多く、現地に参画している他国の企業の情報は少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本からマレーシアへのCO2の輸送が主に検討されている               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 川崎汽船</li> <li>➤ 川崎重工等</li> </ul> </li> <li>■ マレーシアの事業ではないが、パイプライン等においても技術を有している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>

# CCS事業における現地での事業環境

- CCS関連技術について日本企業は強みを持っているが、マレーシアでの事業についてはいまだ検討段階であることもあり、各事業のフェーズにおいて日本企業が事業を実施しているかは不明な場合が多い
- したがって事業の開始には長期的スパンでの検討が必要であるため、足元ではガスタービンの導入等他の技術との組合せでの事業の実施が必要

技術	現地・他国企業の事業環境	日本の事業環境	日本企業が事業を実施する場合のステークホルダー
 ガス田への貯留	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 幾つかの現地企業が、枯渇ガス田への貯留について検討を実施している               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ペトロナス</li> <li>➤ PETROLEUM Sarawak BERHAD</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 幾つかの日本企業が枯渇ガス田に関する貯留サイト契約を締結している               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ JAPEX</li> <li>➤ 日揮</li> <li>➤ 川崎汽船等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>
 EOR・EGR	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 主に枯渇ガス田への貯留が検討されており、回収したCO2をEORやEGRに活用することについての情報は不明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業が強みを持つ技術ではないとされているが、CCS事業にて回収したCO2のEOR・EGRでの活用はJOGMECを中心に日本国内にて検討・実証されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地にて事業を検討している日本企業</li> <li>■ 日本企業と連携している現地企業</li> <li>■ 現地にて関連セクターをリードしている企業</li> </ul>

# CCS事業に係る調査事項の整理

## ■ マレーシアにおけるCCS事業の成立に向けて必要な調査事項を整理した

調査項目	調査概要	情報の有無	情報の収集案
CCS事業に係るコストの内訳	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシアにおける回収・輸送・貯留に係る費用及びその割合</li> </ul>	△ (日本での情報はあり)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本での情報に加え、実際に事業を実施している事業者やJOGMECにヒアリングを実施</li> </ul>
CCS事業のコスト低減余地・目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地及び日本におけるCCS事業のコスト</li> <li>■ 現地及び日本におけるCCS事業のコスト低減余地・目標</li> <li>■ 天然ガスの価格高騰とCCSコストの関係について</li> </ul>	△ (日本での情報はあり)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本での情報に加え、実際に事業を実施している事業者やJOGMECにヒアリングを実施</li> </ul>
CCS事業のコスト低減方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地及び日本、その他CCS事業を実施している国で実施されている採掘等の低減の取組</li> <li>■ 現状の日本の支援方針</li> </ul>	△ (現地以外での情報はあり)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地でも活用できそうな既存の取組を調査し、その確からしさをJOGMECにヒアリングで確認</li> </ul>
既存の排出権取引制度のクレジット価格	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 既存の排出権取引制度の概要</li> <li>■ それぞれのクレジット価格</li> </ul>	○	—
コストに対する理想となる補助額・クレジット額	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCSの事業コスト及び現状のクレジット額を参考として、事業成立のため必要なクレジット額</li> <li>■ 他発電方法とのコスト比較</li> </ul>	△ (現地の情報はなし)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本での情報に加え、実際に事業を実施している事業者やJOGMECにヒアリングを実施</li> </ul>
想定されるEOR・EGRの収益額	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS事業のうち採掘や貯留に係るコスト</li> <li>■ 想定されるEOR・EGRによる収益額</li> </ul>	△ (一部情報は存在)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EOR・EGRに係る世界での取組事例を調査</li> </ul>
コストに対する理想となる収益額	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EOR・EGR事業実施による追加コスト</li> <li>■ 天然ガスの価格・推移</li> <li>■ クレジットを支払う場合のコスト</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ヒアリングを通じ、EOR・EGRに係る現地での検討状況を調査</li> <li>■ 天然ガスの価格予測及びクレジット価格から、天然ガスの価格が港とした場合の収益を調査</li> </ul>

# CCS事業に係る調査事項の整理

## ■ マレーシアにおけるCCS事業の成立に向けて必要な調査事項を整理した

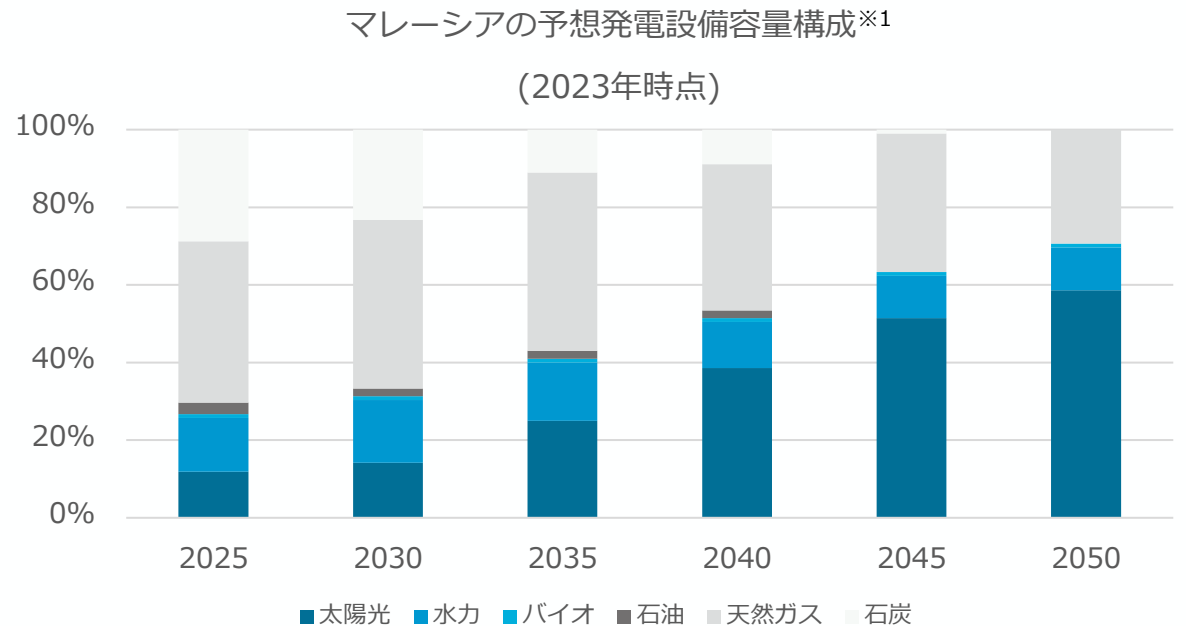
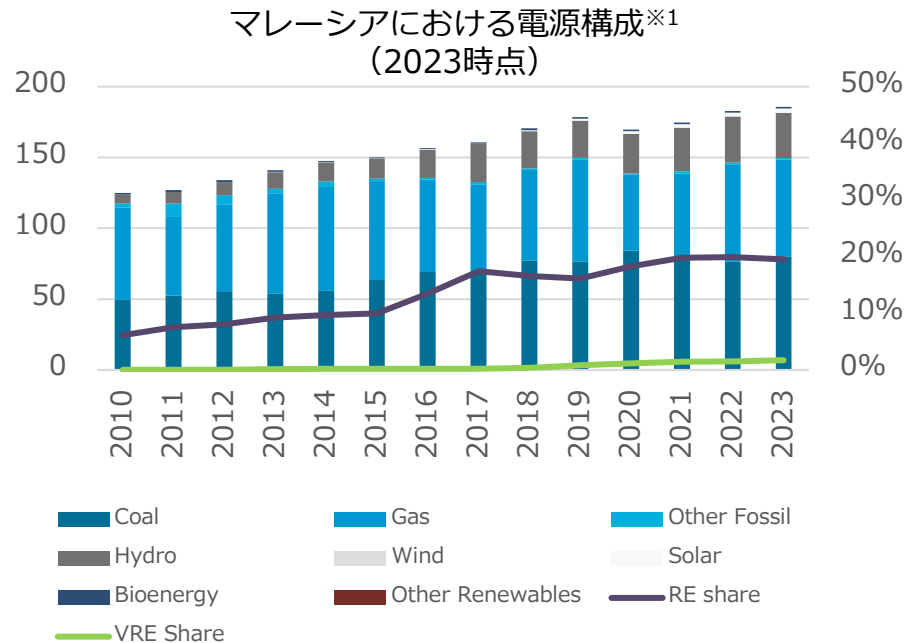
調査項目	調査概要	情報の有無	情報の収集案
CCS事業によるコストの上昇額	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状のマレーシアの発電単価</li> <li>■ CCS事業を実施した際の発電単価</li> </ul>	△ (日本での情報はあり)	■ 日本での情報に加え、実際に事業を実施している事業者やJOGMECにヒアリングを実施
マレーシアの産業構造・脱炭素目標におけるCCSの位置づけ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マレーシア政府の脱炭素目標及び産業構造</li> <li>■ マレーシア政府のCCS事業に係る取組</li> </ul>	○	—
排出削減を認証するための制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状の認証制度</li> <li>■ マレーシア・日本間にて活用可能な認証制度</li> </ul>	○	—
現状のJCMのクレジット価格・制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JCMの制度概要</li> <li>■ JCMのクレジット価格</li> </ul>	○	—

# マレーシア・CCS事業 -参考情報

# マレーシアの電源構成

## 今後の天然ガスの位置づけ

- マレーシア政府は2044年までに石炭火力発電を全廃する予定
  - 天然ガスは移行燃料として見なされ、マレーシアが石炭火力発電から脱却し、再生可能エネルギー源の統合を支援する役割を果たすとされている
- 政府の計画では再生可能エネルギーを増やしていく方針だが、天然ガスは2050年でも必要な役割を担い続けると想定されているとともに、マレーシアの再エネ導入は伸びておらず、天然ガスの割合は更に大きくなる可能性がある

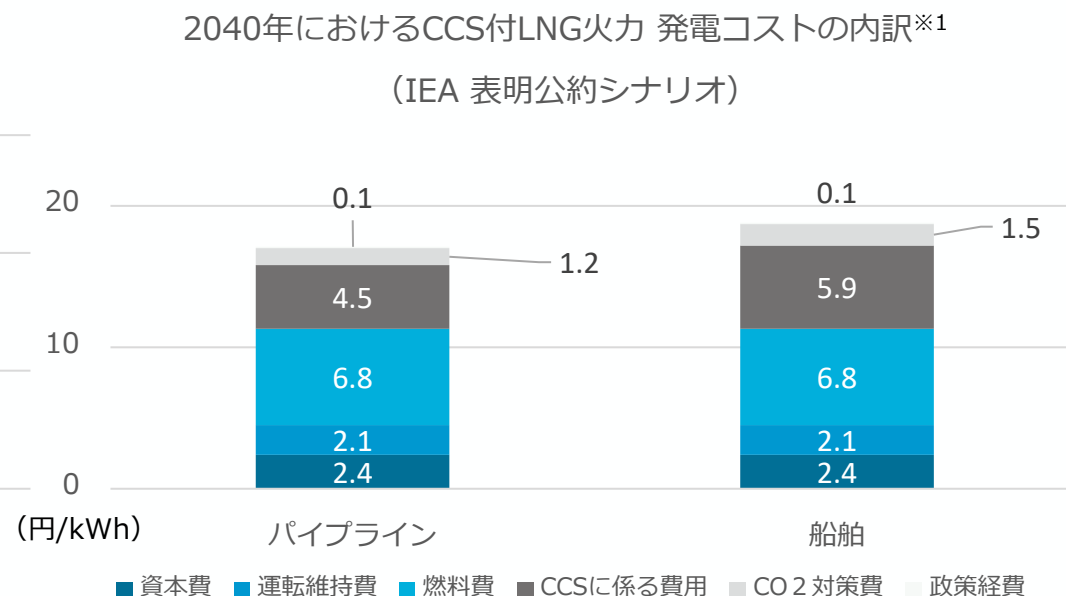
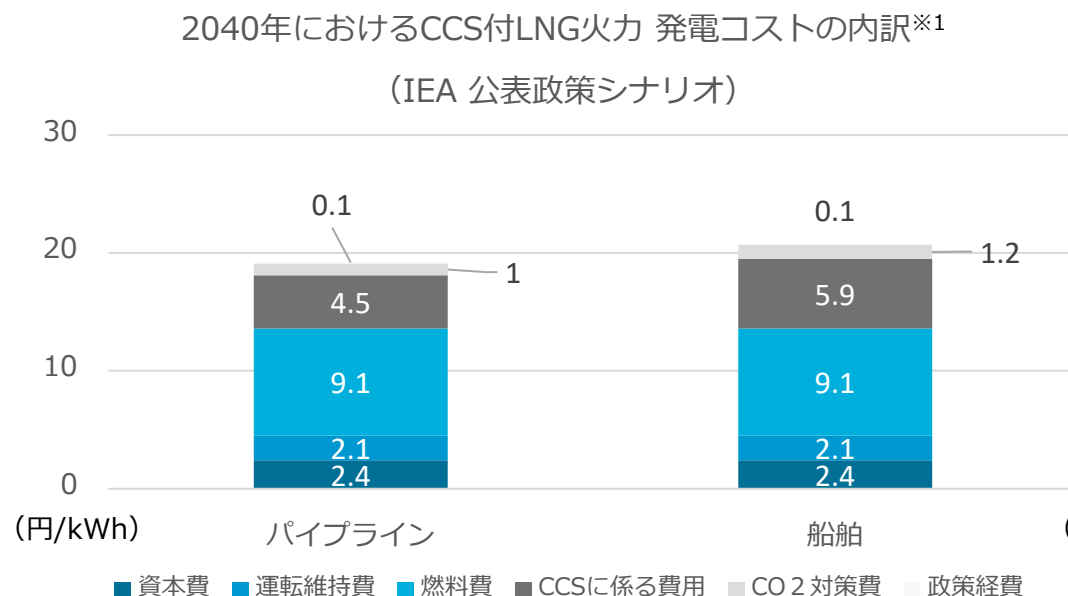


※1: [Ember Climate](https://www.ember-climate.com/)

# 参考：日本におけるCCSの事業コスト（2040年）

## CCS付LNG火力発電コスト及びその内訳

- 2040年のCCS付LNG火力の発電コストについては19.2~20.8円/kWhとなる見込み
  - その中でも特に内訳が大きいのは燃料費となっており、次にCCSに係る費用となっている
  - LNG専焼のコストが20.2~22.2円/kWhであることを踏まえると、将来的にはCCS事業は競争力を持つ可能性がある
  - ✓ 他方でその要因としてクレジット等のCO2対策費の存在があげられるため、CCS事業の競争力の担保のためにはカーボンプライシングに係る制度の設計が必要不可欠であると考えられる



※1：資源エネルギー庁「第1回 総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 カーボンマネジメント小委員会 CCS事業の支援措置に関するワーキンググループ資料」（2024）

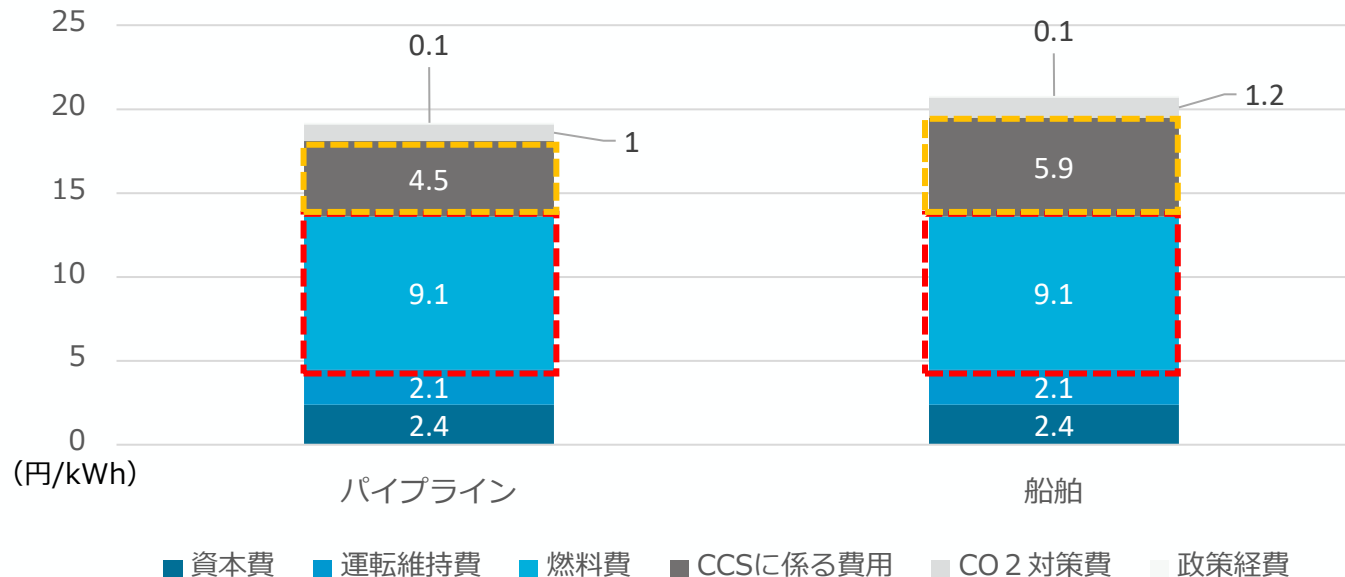
# 天然ガス価格の高騰とCCS事業のコストの関係について

## 日本でのCCS事業コストの内訳からの考察

- 天然ガスの高騰に伴い全体の発電コストのうちCCS事業のコストの割合が小さくなり、事業コストにおけるCCSの影響が小さくなるため、事業者がCCS事業に取り組やすくなるのではないかと
- 他方で全体の発電コストは増加するため、他の発電方法との価格差によっては、ガス火力発電そのものが電源の選択肢としてみなされなくなる可能性がある

2040年におけるCCS付LNG火力 発電コストの内訳※1

(IEA 公表政策シナリオ)



燃料費が増額した場合、  
CCSの事業コストの割合が  
低減する可能性

※1: 資源エネルギー庁「第1回 総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 カーボンマネジメント小委員会 CCS事業の支援措置に関するワーキンググループ資料」(2024)

# 既存のコスト低減策

## 日本国内での事例

- CCS事業の組成についてはコスト課題が大きな要因となっており、その解決に向けた取組が重要な役割を担う
  - 早期の事業実現に向けては技術開発のみならず、日本国内等にて導入されている既存のコスト低減策を、マレーシアにおける事業へ着実に導入することが重要である

	概要	日本国内での導入事例
CO2分離回収	<ul style="list-style-type: none"><li>■ CO2分離回収のコストの低減に向けては、排出ガスの性状に応じて最適な分離回収方法を用いる必要があり、関連した技術の実証が進められている</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 大崎クールジェン：IGCC（物理吸収法）<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 現状の化学吸収法による分離回収コスト4,000円台/ t -CO2から、高圧で高濃度のCO2を含む排ガスを分離回収し、商用機レベルで分離回収コスト2,000円台/ t -CO2を目指す</li></ul></li></ul>
液化CO2船舶輸送技術	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 大容量の液化CO2を船舶で長距離輸送することが不可欠であり、低温・低圧の液化CO2を船舶輸送する実証試験を実施している<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 2026年度までに安定的かつ効率的な液化CO2船舶輸送技術の確立を目指している</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 液化CO2輸送実証船「えくすくうる」竣工（2023年11月）</li><li>■ 日本船舶海洋工学会の「シップオブザイヤー2023」において、「えくすくうる」が技術特別賞を受賞（2024年5月）</li><li>■ Track to Shipによる荷役・輸送実施（2024年7月）</li></ul>
LCO2船舶輸送サプライチェーン共通化協議会	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 「LCO2船舶輸送サプライチェーン共通化協議会」にて、先進的CCS事業の各プロジェクトや越境輸送の検討における活用を目的とするガイドラインの作成が進められた</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 荷役時間の短縮を図ることで、輸送コストを大幅に低減させる観点から、CCS事業者や学識経験者等による協議によって、ガイドラインの作成が進められた</li></ul>
CO2貯留・モニタリング技術	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 安全性を担保しつつ、低コストかつ実用規模の安全管理技術の確立を目指し、光ファイバー計測技術の実証やCO2圧入井の最適配置の検討等が進められている</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 光ファイバー計測技術の実証</li><li>■ 断層安定性監視技術の実証</li><li>■ CO2圧入井の最適配置の検討</li><li>■ 大規模貯留層の有効圧入・利用技術の実用化等</li></ul>

# CCSのサプライチェーンコスト低減余地について

## RITEによるCCSのコスト試算

- CCSのサプライチェーンコストは将来的には、回収・輸送・貯留のすべての分野において、2050年までにコスト低減の見込みが存在する
  - 特に回収コストについては2030年までに半減するとされている
  - 輸送・貯留コストについては、2030年までに低減する余地はないが、2050年までに一定低減するとされている

一定の条件下でのCCSコストの低減見込みの試算結果（RITE作成）※1

円/tCO <sub>2</sub>	足元	2030年	2050年 足元コストからの低減率
分離回収①	4,000	2,000円台 (2,000)	1,000円以下 (1,000)
輸送② (PL20km)	2,600 (50万tCO <sub>2</sub> /年)	2,600 (50万tCO <sub>2</sub> /年)	1,600 (300万tCO <sub>2</sub> /年)
輸送③ (船舶1,100km)	9,300 (50万tCO <sub>2</sub> /年)	9,300 (50万tCO <sub>2</sub> /年)	6,000 (300万tCO <sub>2</sub> /年)
貯留（陸上）④	6,200 (20万tCO <sub>2</sub> /年・本)	6,200 (20万tCO <sub>2</sub> /年・本)	5,400 (50万tCO <sub>2</sub> /年・本)
貯留（海上）⑤ ※着底	6,900 (20万tCO <sub>2</sub> /年・本)	6,900 (20万tCO <sub>2</sub> /年・本)	5,400 (50万tCO <sub>2</sub> /年・本)
合計			
PL+陸上：①+②+④	12,800	10,800	8,000（38%低減）
PL+海上：①+②+⑤	13,500	11,500	8,000（41%低減）
船舶+陸上：①+③+④	19,500	17,500	12,400（36%低減）
船舶+海上：①+③+⑤	20,200	18,200	12,400（39%低減）

- この試算結果は、既往文献のコストデータをベースとした一定の条件の下での試算であるため、際のコストとは必ずしも一致しないことに留意が必要である
  - CCSコストを詳細に把握するためには、より具体的な条件で試算を実施することが必要と考えられる

※1：資源エネルギー庁「第3回 CCS事業コスト・実施スキーム検討ワーキンググループ」（2022）

# CCS事業の収益性の確保について

## 各国のPJを参照した重要な収益源について

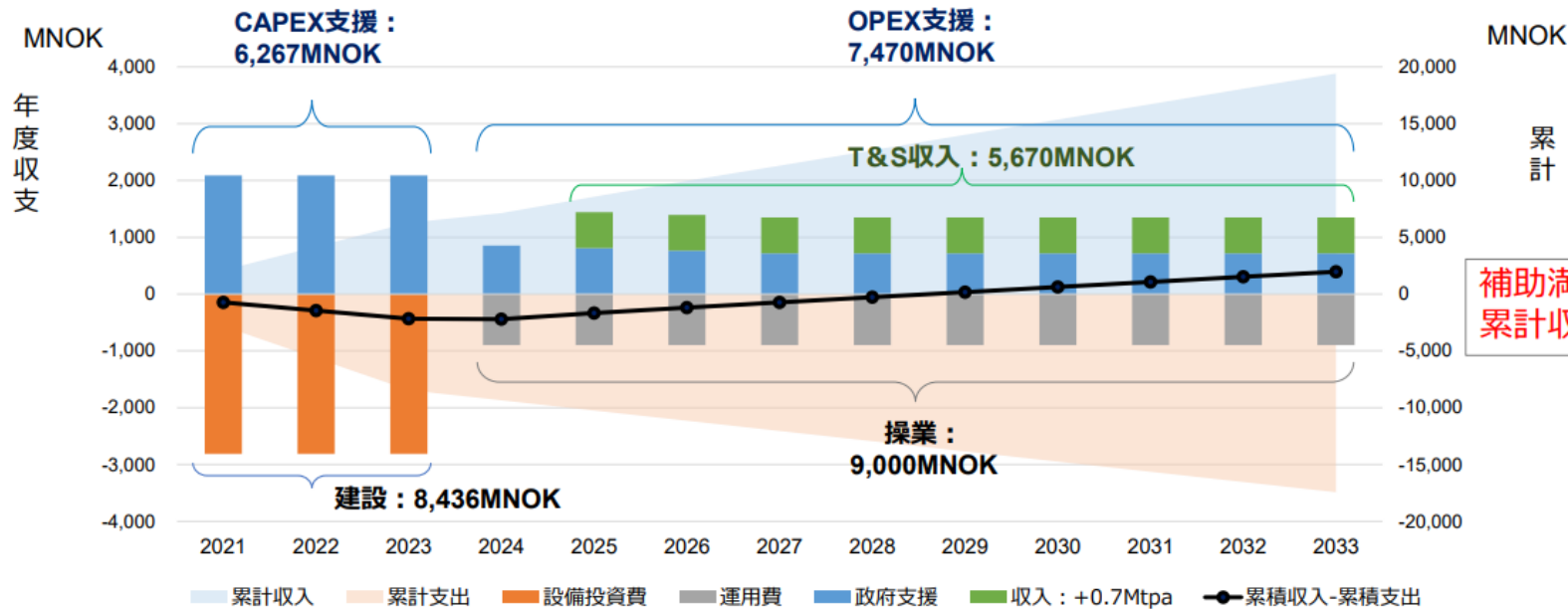
- マレーシアでの事業組成に向けて、収益源の確保の方法を想定するために、Northern LightsプロジェクトやQuestプロジェクト、Petra Novaプロジェクトを参照した
  - それぞれのプロジェクトでは現地政府からの補助金及びクレジットからの収益が大半を占めており、事業成立に向けてはそうした制度の整備が重要になる
  - EOR・EGRについては、増収は期待できるが、補助制度等が充実している米国でも、導入コストや原油価格等により事業性が成り立たなくなる場合があることを留意する必要がある

	収益の確保方法	マレーシアでの事業組成に向けた示唆
Northern Lights (ノルウェー)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 収益のうち多くをノルウェー政府からのCAPEX支援 (6,267MNOK) ・ OPEX支援 (7,470MNOK) で賄っている                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ その他にも排出事業者からの収益であるT&amp;S収入によっても収益を得ている</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 補助金収入が約70%を占めているため補助金が重要な収益源となり、マレーシアではCCS事業に対する補助金制度が存在しないため、そうした制度の設計に取り組む必要がある</li> </ul>
Quest (カナダ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 収益については、連邦政府及び州政府からの直接補助金 (約C\$7.9億) 及びクレジット (約C\$5.25億) から収益を確保している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 巨額のコストを転嫁できるような補助制度やクレジット制度が存在しないマレーシアにおいては、足元ではそうした制度の設計に取り組む必要がある                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 必要な補助額やクレジット価格は、双方の額による</li> </ul> </li> </ul>
Petra Nova (アメリカ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電力販売と石油販売から収益を得ているが、詳細な額については不明                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 原油価格の暴落や設備不良等により経済的に成り立たなくなり、施設の休止に至っている</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EORにて増収は期待できるが、補助制度等が充実している米国でも、導入コストや原油価格等により事業性が成り立たなくなるため、マレーシアでの実際の事業に向けてはガス価格の予測も含めた更なる長期スパンでの検討が重要である</li> </ul>

# CCS事業の収益性の確保について

## Northern Lightsプロジェクト

- Northern LightsプロジェクトはEquinor等によって実施されているプロジェクトで、Longshipプロジェクトのうち、CO2の輸送・貯留部分を担っている
- 収益のうち多くをノルウェー政府からのCAPEX支援（6,267MNOK）・OPEX支援（7,470MNOK）で賄っている
  - その他にも排出事業者からの収益であるT&S収入によっても収益を得ている



### 補助金に係る制度設計が重要

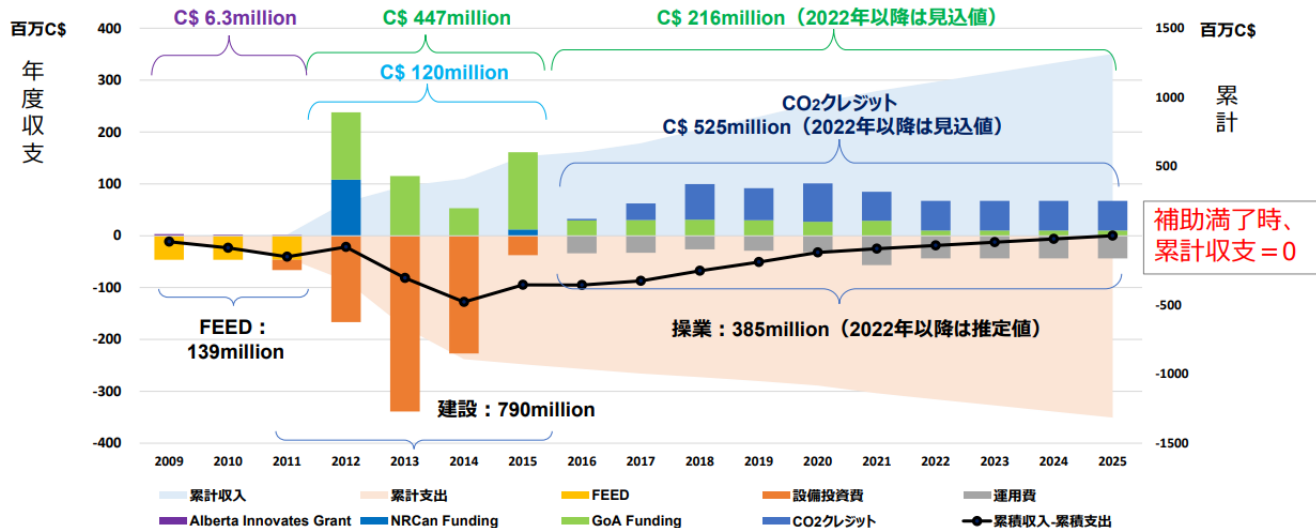
- 収益のうち多くをノルウェー政府からの直接補助金で賄っている
  - マレーシアにおいてCCS事業を組成する場合、CCS事業に対する補助金制度が存在しないため、そうした制度の設計に取り組む必要がある

# CCS事業の収益性の確保について

## Questプロジェクト

- QuestプロジェクトはShell社等により2015年から10年間実施されている世界初の商業規模CCS事業である
- 総コストはC\$13.15億と見積もられており、クレジットも加え、収支均衡となれば支援は終了する
- 巨額のコストを直接補助金及びクレジットによって賄っており、補助金制度の創設や補助金の額に応じたクレジット制度の整備が重要である
- ✓ このプロジェクトの場合、約C\$7.9億を補助金、約C\$5.25億をクレジットによって賄っている

**アルバータ州イノベーション基金:** 2009~2011年のFEEDにC\$6.6millionの計画  
**アルバータ州CCSファンド:** 2025年までに総額C\$745millionの計画  
 ・建設中 C\$447million (60%)、圧入中 C\$298million (40%)  
**カナダ連邦政府ファンド:** C\$120million (設備完成条件付き)  
 2012年 C\$108million (90%)  
 2015年 C\$12million (10%)の計画



**補助金・クレジットに係る制度設計が重要**

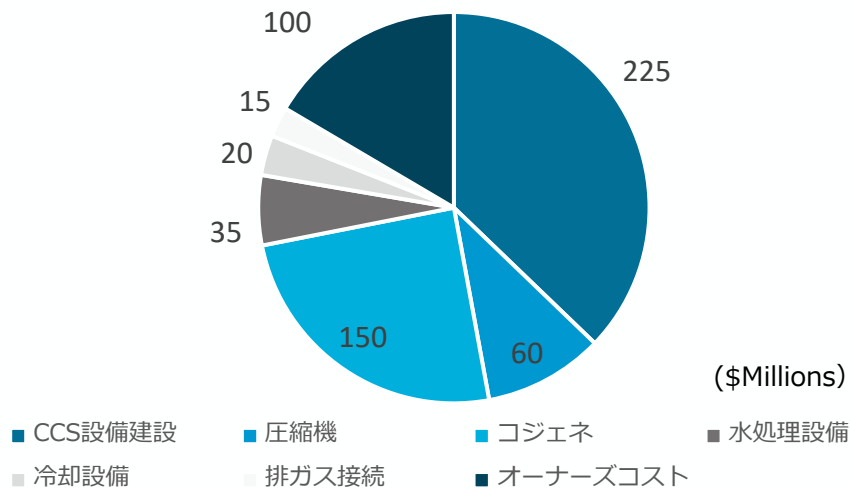
- 建設段階等プロジェクトの初期段階では、アルバータ州イノベーション基金等の補助制度によりプロジェクトの収益を確保していた
- 操業時ではカーボンクレジットにより収益を確保していた
- 巨額のコストを転嫁できるような補助制度やクレジット制度が存在しないマレーシアにおいては、足元ではそうした制度の設計に取り組む必要がある
- 必要な補助額やクレジット価格は、双方の額による

# CCS事業の収益性の確保について

## Petra Novaプロジェクト

- Petra Novaプロジェクト（米国）は、2016年に商業化された火力発電所の燃焼排ガスからCO2を分離・回収し、油田への圧入により原油の増産を図る事業である
- DOE等からの10億ドル以上の投資を通じて建設され、炭素の回収効率を92.4%（目標90%）とし99%を油田に活用する等で運用されていたが、原油価格の暴落や設備不良等により経済的に成り立たなくなり、施設の休止に至っている※1
- EORにて増収は期待できるが、補助制度等が充実している米国でも、導入コストや原油価格等により事業性が成り立たなくなるため、マレーシアでの実際の事業に向けてはガス価格の予測も含めた更なる長期スパンでの検討が重要である

Petra NovaプロジェクトのCAPEXの内訳※2



### 原油価格の暴落が1つの要因

- Petra Novaプロジェクトが施設の休止に至った理由の1つに石油価格の暴落がある
- 事業性の確保に向けては、1バレルあたり約75\$の石油価格が必要だったが、パンデミック等の要因で石油の価格が暴落しし採算性が取れなくなった

# CCS Readyについて (1/2)

## GCCSI※1のレポートを参照

- CCS事業はコスト等の観点から長期的な検討が必要なため、CO2回収設備等を設置するための用地確保や採用技術の内容に応じた準備をあらかじめ行っておく「CCS Ready」の環境整備を進めておくことが重要
- 発電所における「CCS Ready」については以下の基準のすべて又は一部を満たすものとされている

CCSプロセス	基準
Capture Ready	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 回収されたCO2の輸送と貯留が、技術的に実現可能な場所に位置する</li><li>■ 許容範囲内の経済的コストで、ひとつ以上の妥当な技術選択により、CO2回収設備の追設が技術的に可能である</li><li>■ CO2回収に関連する装置、追設に係る工事、CO2パイプライン又はその他の輸送システムへの輸送を将来的に追加するために、十分な用地が割り当てられている</li><li>■ 環境、安全及びその他の必要な認可がすべて特定されている</li><li>■ 将来的な回収設備に関連する社会的受容（PA：Public Acceptance）と市民関与の取組が実施されている</li><li>■ 将来的なプラント追設及び回収の実施に必要な装置、資材、サービスの供給源が特定されている</li><li>■ Capture Readyが、報告書や記録に文書化されているとおりに、長期に亘って維持又は改善されている</li></ul>
Transport Ready	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 候補となる輸送法により、許容範囲内の経済的コストで、回収したCO2を供給源から地層貯留予定の地点まで輸送することが技術的に可能である</li><li>■ 輸送ルートが実現可能である、通行権に係る権利等の取得が可能である、競合が起こる可能性のある地表及び地中の利用が特定／解決されている</li><li>■ 輸送に関する環境、安全及びその他の必要な認可がすべて特定されている</li><li>■ 将来的な輸送設備に関連する社会的受容（PA）と市民関与の取組が実施されている</li><li>■ 将来的な輸送の実施に必要な装置、資材、サービスの供給源が特定されている</li><li>■ Transport Readyが、報告書や記録に文書化されているとおりに、長期に亘って維持又は改善されている</li></ul>

# CCS Readyについて (2/2)

## GCCSI※1のレポートを参照

- CCS事業はコスト等の観点から長期的な検討が必要なため、CO2回収設備等を設置するための用地確保や採用技術の内容に応じた準備をあらかじめ行っておく「CCS Ready」の環境整備を進めておくことが重要
- 発電所における「CCS Ready」については以下の基準のすべて又は一部を満たすものとされている

CCSプロセス	基準
Storage Ready	<ul style="list-style-type: none"><li>■ ひとつ以上の貯留サイトで、許容範囲内の経済的コストで、回収されたCO2の最大量を地層貯留することが技術的に可能であり、商業的に利用可能であることが確認されている</li><li>■ 適切な貯留可能量、圧入可能性及び貯留完全性を貯留サイトが有していることが示されている</li><li>■ 貯留サイトの地表及び地中の利用で競合が起こる可能性について特定／解決されている</li><li>■ 環境、安全及びその他の必要な認可がすべて特定されている</li><li>■ 将来的な貯留に関連する社会的受容（PA）と市民関与の取組が実施されている</li><li>■ 将来的な貯留の作業に必要な装置、資材、サービスの供給源が特定されている</li><li>■ Storage Ready が、報告書や記録に文書化されているとおりに、長期に亘って維持又は改善されている</li></ul>

# EOR・EGRの環境への影響について

## ライフサイクルGHGについて

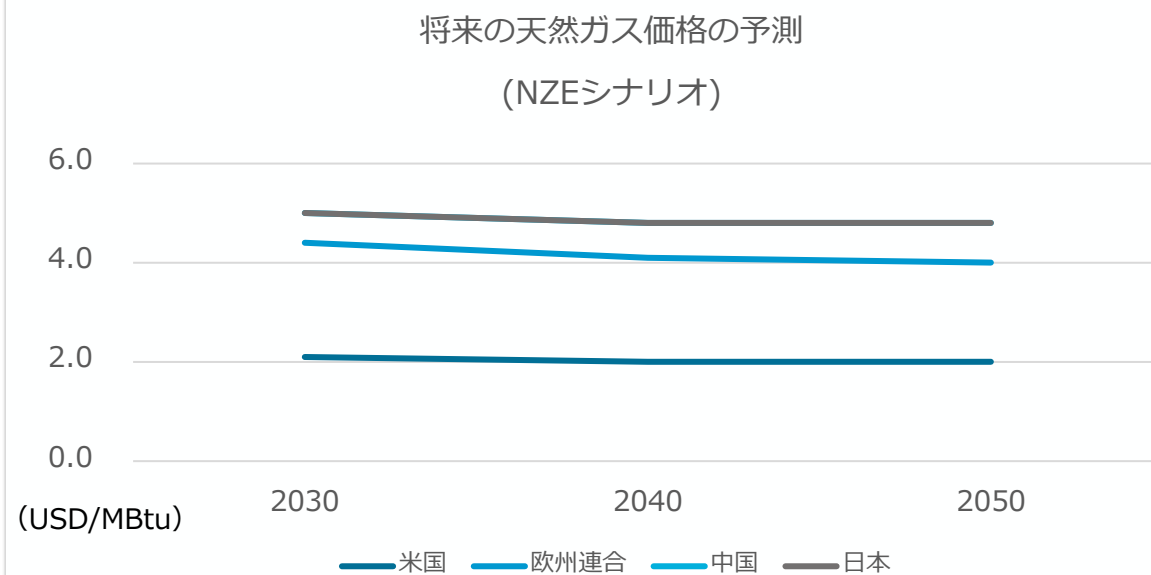
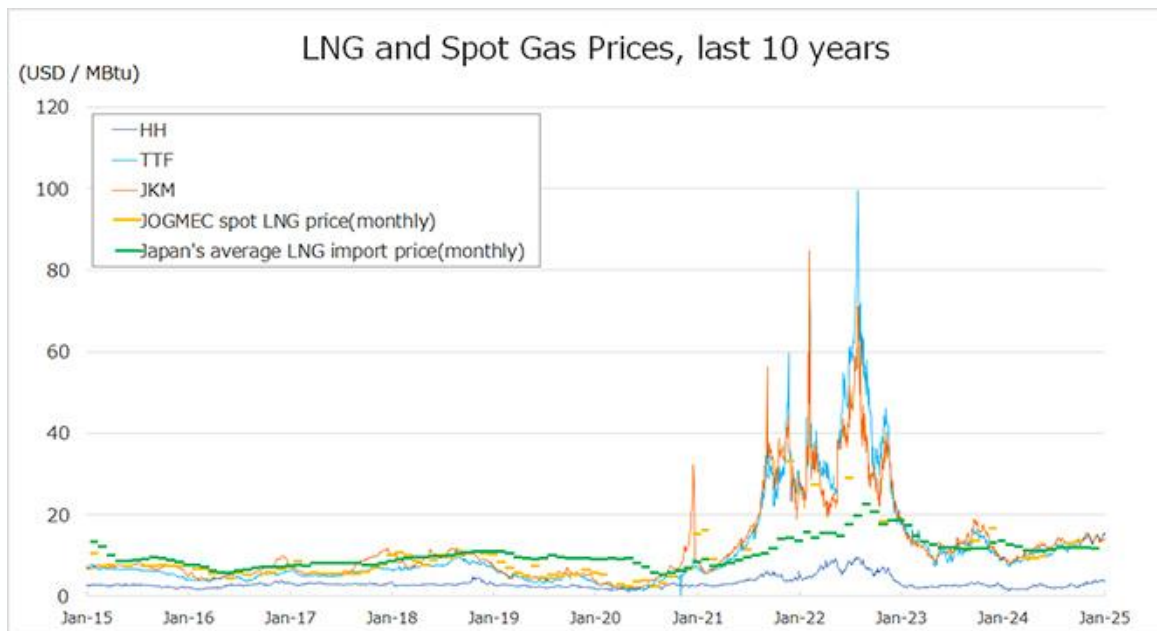
- EOR・EGRは一般的にはカーボンポジティブであるとされているが、カーボンネガティブであるという主張も存在する
- 他方でその主張については、更なる分析や長期的な検討等が必要な場合があり、足元ではカーボンポジティブであると考えべきではないか
- そのため、CCS事業を運用する場合に、長期的にEOR・EGRを活用するのではなく、カーボンクレジット制度の整備やCCU事業等を通じた事業の収益化が必要であると考え

	カーボンネガティブ	カーボンポジティブ
CO2貯留効率	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地層からの漏えい: 適切に設計・管理されたプロジェクトでは地層からの大規模な漏えいのリスクは低いと考えられる           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Petra Novaプロジェクト（米国）では99%を油田に永久活用した事例も存在する</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地層の不均一性や長期的な地質変動により、封じ込められたCO2が予想以上に漏えいする可能性がある</li> <li>■ 廃坑井からの漏えいリスクも考慮する必要がある</li> <li>■ 長期のモニタリングが必要である</li> </ul>
原油生産の代替効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Clean Air Task Force (CATF)の分析によると、CO2-EORにより生産された原油は、在来型生産手法により生産された原油に比べ、1バレルあたり37%のCO2削減が可能としている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CO2-EORによる原油生産が市場に追加的な供給をもたらし、価格低下を通じて需要を刺激する可能性がある</li> </ul>
ライフサイクル分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 近年の研究では、原油生産の代替効果等により、CO2貯留効率を高めるよう適切に設計されたCO2-EOR事業においては、ライフサイクルを通じて正味のGHG排出を負</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CO2-EORで生産された炭化水素の燃焼によるCO2排出（Scope 3排出）を考慮すると、その削減効果が低くなる可能性がある</li> </ul>

# 天然ガス価格の高騰とCCS事業のコストの関係について

## マレーシアの天然ガス価格からの考察

- 天然ガス価格が高騰した場合、採掘事業者等の天然ガスの販売による収益が増大するため、その収益増大分をCCS事業に補填することができる可能性がある
- CCS事業を実施しない場合に支払う必要がある、クレジット等のCO2対策費よりもCCS事業のコストが安価である場合事業者はCCS事業を実施する
  - 天然ガスからの収益やEOR・EGRからの収益はCCS事業の実施を促進する可能性がある

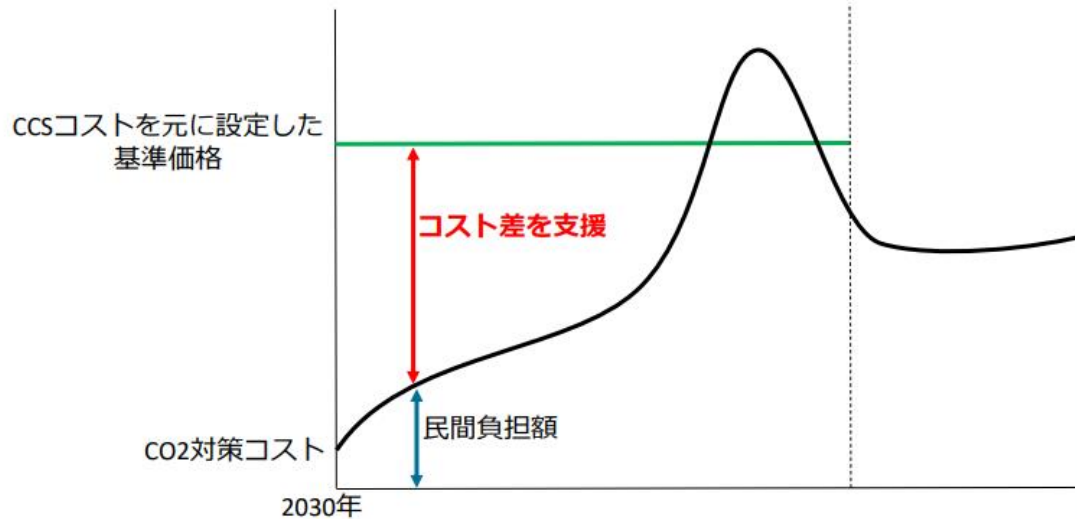


# CCS事業に対する日本の補助の在り方について

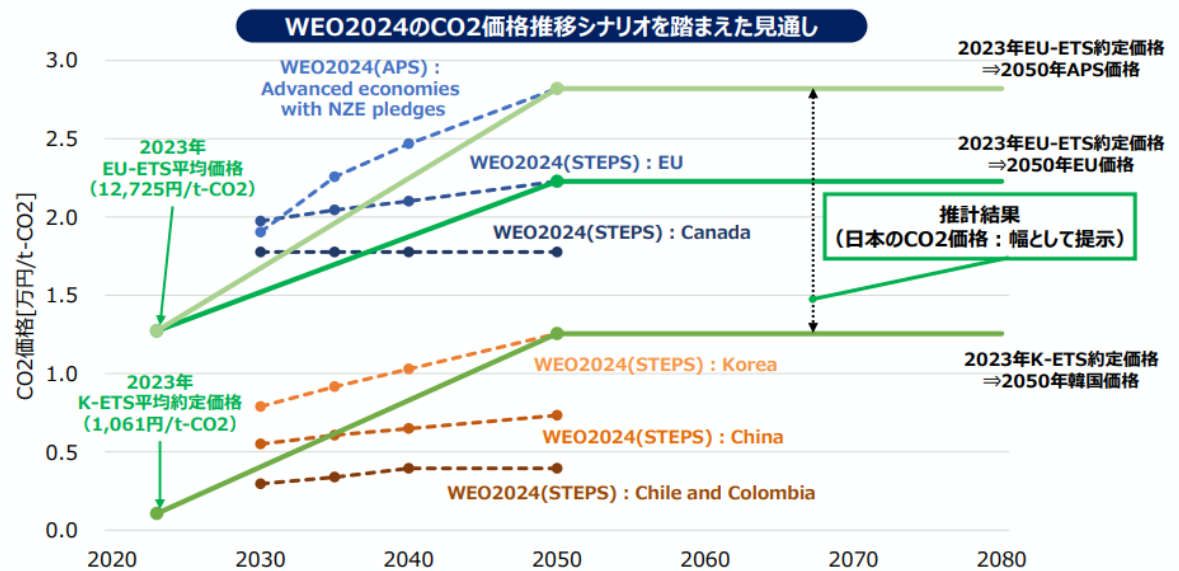
## CCS事業の支援措置に関するWGより抜粋

- CCS事業の支援措置に関しては、CCSコストと税、賦課金、クレジット購入等CO2対策コストの差に着目した支援が重要であると考えられており、支援には事業開始に必要なCAPEX支援だけでなく、事業の自立化を見据えたOPEX支援が必要とされている
  - 足下のCO2対策費用については、EU-ETSの2023年平均価格を基本としつつ、韓国の排出権取引制度の2023年平均価格についても参考ケースとして活用する
  - 2050年以降はCO2除去・吸収技術の進歩による価格低減要因と、CO2貯留のための適地の減少などの価格上昇要因のいずれも存在すると考えられることから、基本ケース・参考ケースとともに2050年の価格で横置きする方針

CCS支援制度のイメージ※1



CO2対策費用の考え方※1



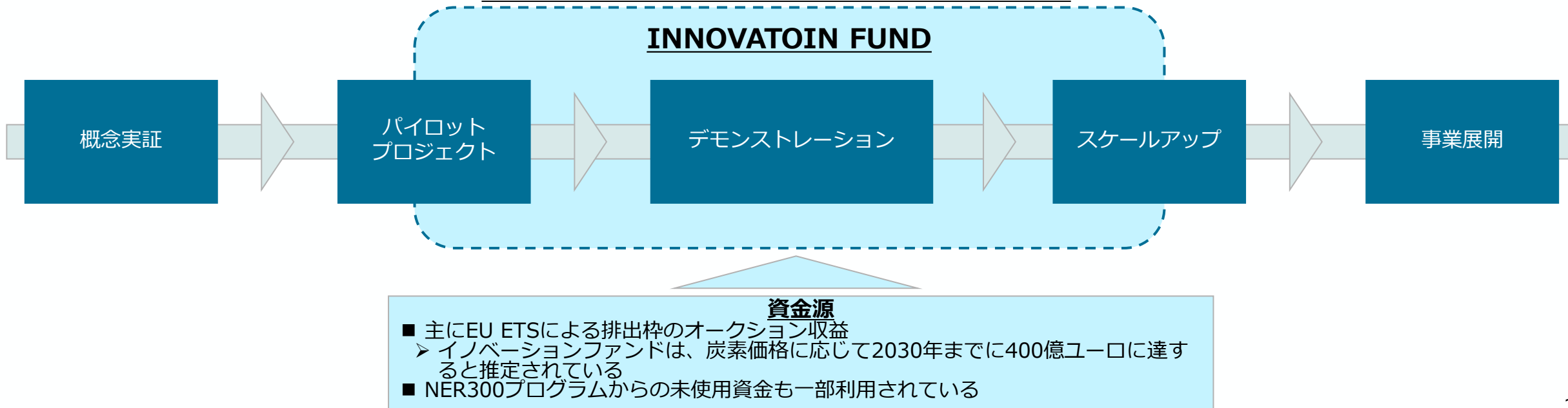
※1: 資源エネルギー庁「第1回 総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 カーボンマネジメント小委員会 CCS事業の支援措置に関するワーキンググループ資料」(2024)

# CCS事業の収益性について

## EUイノベーションファンドについて

- CCS事業の成立に向けては、排出企業側に対する補助が必要
  - 他方で、どのステークホルダーが資金提供を実施するか、資金源の確保が課題となっている
- EUイノベーションファンドのように、排出権取引制度からの資金を活用する制度の構築が良いのではないかと
  - 現在検討されている海外CCSプロジェクトのJCM化やGX-ETSクレジット対象拡大が必要

### EUイノベーションファンドの資金スキームのイメージ※1



※1 : European Commission 「[What is the Innovation Fund? - European Commission](#)」

# CCUによる収益性の確保事例

## 日本・米国での事例

- CCU事業について、日本企業が主導している合成燃料等の販売による収益確保の事例は国内外において存在している
  - 既存企業において、CCUに関連した新たな事業は、実際に製品化・サービス化までされているものはまだ少ないものの、技術開発・実証の取組みが拡大を続けている

実施国	事業者	製造物	概要
日本	旭化成	ポリカーボネート樹脂	<ul style="list-style-type: none"><li>■ CO2を原料に使用するポリカーボネート樹脂製造プロセスを世界で初めて確立</li><li>■ 2002年に商用運転を開始し年産5万トンの生産能力を有している</li><li>■ 旭化成はCO2利用技術について注力して研究開発を実施しているが、石炭火力発電などから回収したCO2を水素と反応させ、メタノールなどの燃料に変換するEUのCCUS実証にも参画している</li></ul>
日本	INPEX 大阪ガス	合成メタン	<ul style="list-style-type: none"><li>■ INPEXの長岡鉱場、越路原プラントに接続して試験設備を構築し、CO2と水素からメタンを製造する技術を開発している</li><li>■ INPEX長岡鉱場内から回収した二酸化炭素を用いて合成メタンを製造する</li><li>■ 将来的には、海外で商用規模（10,000 Nm3/h）での実証事業を行い、更に60,000 Nm3/h規模での商用化を視野に入れている</li></ul>
米国	三井物産 Celanese Corporation	メタノール	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 産業由来のCO2を原料としたメタノールの製造を開始しており、周辺プラントから排出されるCO2を原料として購入し、利用している</li><li>■ 製造されたメタノールは、船舶燃料や化学品原料として使用されている</li></ul>

# インドネシア・バイオ燃料供給事業

# 現状分析と取組の方向性（仮説）

## インドネシアの現状

- インドネシアでは、政府によるB40義務化、国営企業による取組等**現地政府はバイオ燃料関連事業を進めていく方針**
  - 他方で、製造コストに係る課題や政府による支援制度が未整備であり、マスバランス方式の導入、小規模からの製造による段階的な事業展開が必要 →下記にてPESTで分析



## 追求する日本の裨益

- バイオ燃料等クリーンエネルギーの**サプライチェーンの構築を通じたクリーンエネルギー安定供給の実現**
- クリーンエネルギー技術のアジア市場輸出による**経済裨益の獲得**

## 取組の方向性

- 日本裨益を前提にインドネシアの脱炭素を推進する短期的な取組として、2つの類型を検討
  - ① マスバランス方式の導入等小規模な段階からのSAF・バイオディーゼル製造
  - ② SAF・バイオディーゼルに係る大規模バイオ燃料供給



仮説の精緻化・検証に基づき、短期・中期的な施策を検討していく

## 課題（PEST分析）

Politics	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ パーム園新規開発モラトリウムにより<b>原料供給量増加は困難</b></li> <li>■ <b>インドネシア独自の認証のISPO認証を義務化予定だが進んでいない</b></li> <li>■ 国際的な認証への整合に係る制度が未整備</li> <li>■ 補助制度、排出権取引や値差支援等の<b>政府支援制度が不十分</b></li> <li>■ <b>化石燃料に対して補助</b>が出ておりその結果化石燃料が優位性を保持</li> </ul>	Economy	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ バイオ燃料需要はSAFや船舶燃料で伸長見込みだが、最終製品価格低減のために<b>製造コスト削減が必要</b> (需要家の許容できる価格は、現状では化石燃料の約+20%)</li> <li>■ 価格・コスト低減には設備スケールアップと大規模バイオマス回収による稼働率向上が必要だが、現地では<b>原料の安定調達</b>が困難</li> </ul>
Society	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ バイオ燃料は副産物かつ供給元が中小のパーム工場や製材工場のため、長期操業を続けられる会社は少数                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ そのため、<b>スポット契約のみになっており、原料の安定調達は困難</b></li> </ul> </li> <li>■ バイオディーゼルは、<b>EVとの競合</b>で需要低迷の可能性</li> <li>■ インドネシアでの有望な原料と考えられるのはパームであるが、食料競合等による<b>量的制限が存在する</b></li> </ul>	Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ パイプライン等既存の輸送インフラの活用は可能だが、バイオディーゼルの<b>保管時の品質変化に注意が必要</b></li> <li>■ <b>製造コスト低減に向けた技術開発</b>の必要</li> <li>■ 将来的な国際需要に備え、ASTMスタンダードに準拠した製造を目指す必要</li> </ul>

# インドネシアでのバイオ燃料 サプライチェーン構築に向けた方針

## 取組の全体像

- 化石燃料に依存しているインドネシアのNDC達成に向けて、豊富なバイオ資源の活用必要
- 日本企業が強みを持つ技術を活用して、バイオ燃料サプライチェーン構築目指し、現地の脱炭素化及び日本企業の裨益獲得の達成をする

### インドネシアのバイオ燃料製造環境の現状

- B40義務化等利用技術について現地政府は積極的に取り組む意向
- 資源ポテンシャルが高く、日本企業等様々な企業による取組が盛ん
- SAF等国际的な需要も存在

### 目指すべき姿

- 国内において船舶・車両に対するバイオディーゼルの活用が進んでいる
- 日本やシンガポールに対して、SAFの輸出を実施し収益性を確保する

### バイオ燃料の開発と供給が進まない理由

- ① 製造：コストが高い
  - 原料費を中心に製造コストが高価になっており、化石燃料との価格差が埋まらない
- ② 製造：現地政府による補助制度が未整備
  - CPO基金は指定企業のみ対象で、汎用的解決策ではない状況
  - 補助制度、排出権取引や値差支援等の政府支援制度が不十分
- ③ 供給：認証制度が未整備
  - RSPO認証等国际的な認証制度や品質基準への整合への義務付けが不十分

### 解決策

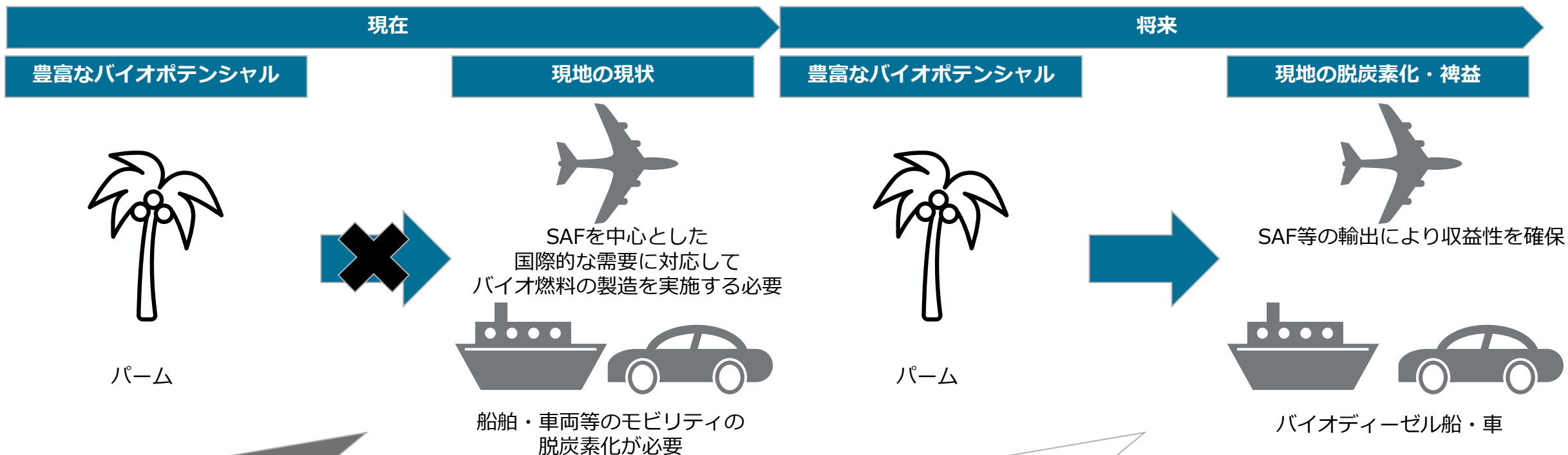
- ① 日本企業の技術力・知見共有によって原料調達費等製造コスト低減につなげることで、バイオ燃料の普及が加速する可能性がある
- ② 支援制度の制定及び拡大を通じて、化石燃料との価格差が埋まる可能性がある
- ③ 認証制度への整合や義務付けに対する知見共有により、国際的な需要獲得につながる可能性がある

### 日本企業として取り組むべき理由

- バイオ燃料サプライチェーン構築に係る製造・利活用技術については、日本企業が強みを有している技術であり、技術輸出により日本企業への経済的裨益がもたらされる可能性がある
- 航空・海運分野においては脱炭素燃料の導入の必要性が増しており、日本企業の多様な燃料の調達先を確保する観点からインドネシアにて事業を実施する必要性がある

# 事業の実施概要

- 豊富なバイオ資源ポテンシャルが存在しているが、事業化に向けては製造コストや化石燃料との価格を埋めるための補助制度の策定が進んでいない等の課題が存在している
- 豊富なバイオ資源ポテンシャルを活用することを目的として、マスバランス方式の導入を通じて段階的にバイオ燃料を製造し、大規模なバイオ燃料サプライチェーンの構築を目指す



バイオ燃料の製造・導入が進まない要因：

- ・原料費を中心に製造コストが高価
- ・補助制度が整備されている化石燃料に対して、支援制度が未整備
- ・国際的な認証制度や品質基準への整合への義務付けが不十分

将来像：

- ・マスバランス方式を活用し段階的に製造を実施し、大規模にSAF・バイオディーゼルの製造及び日本等の企業へ輸出し収益性を確保
- ・国内にて船舶・車両に対してバイオディーゼルの導入を実施する

# 各取組の背景と目的（仮説）

- 日本裨益を前提にインドネシアの脱炭素を推進する短期的な取組として、2つの類型を検討
- 仮説の精緻化・検証に基づき、短期的な施策を検討していく

	① マスバランス方式の導入等小規模な段階からのSAF・バイオディーゼル製造	② SAF・バイオディーゼルに係る大規模バイオ燃料供給
事業の背景	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業はバイオ燃料の利活用技術に強みを持っている</li> <li>■ 現地政府としてもB40義務化等、事業の組成を積極的に推進していく方針</li> <li>■ 他方で原料費等製造コストが高いため、事業の大規模化は現状困難な状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 日本企業はバイオ燃料の利活用技術に強みを持っている</li> <li>■ 現地政府としてもB40義務化等、事業の組成を積極的に推進していく方針</li> <li>■ 国際的にもIMOやCORSIA等の方針により、船舶・航空分野における脱炭素燃料に対する需要が増大している</li> </ul>
事業の絵姿（目的）	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マスバランス方式に係る制度の導入を実施し、小規模からバイオ燃料供給事業の実現を目指し、将来的な事業の大規模化の端緒とする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現地へのバイオ燃料供給及び日本やシンガポール等へSAFを輸出することで、現地で事業を実施する日本のバイオ燃料製造事業者の経済的裨益の獲得を目指す             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ また同様に、日本の船舶・航空企業がバイオ燃料を輸入することで、日本のクリーンエネルギー安定供給の実現を目指す</li> </ul> </li> </ul>

# ① マスバランス方式の導入等小規模な段階からの SAF・バイオディーゼル製造

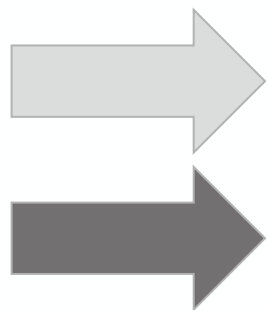
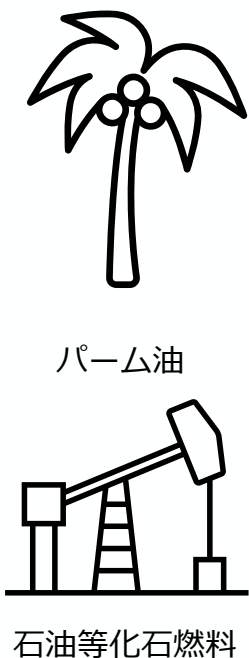
## 事業概要

■ マスバランス方式に係る制度の導入を実施し、小規模からバイオ燃料供給事業の実現を目指し、将来的な事業の大規模化の端緒とする

原料・輸送

バイオ燃料製造・輸送

バイオ燃料利用



パイプライン  
(既存の設備を活用)



マスバランス方式で製造を実施するため、ISCC認証のような認証制度によって、製造時のパーム油の混合を確認される必要がある

## ② SAF・バイオディーゼルに係る大規模バイオ燃料供給

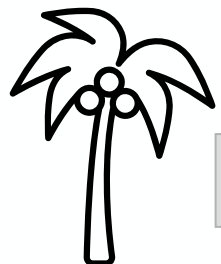
### 事業概要

- 現地へのバイオ燃料供給及び日本やシンガポール等へSAFを輸出することで、現地で事業を実施する日本のバイオ燃料製造事業者の経済的裨益の獲得を目指す

原料・輸送

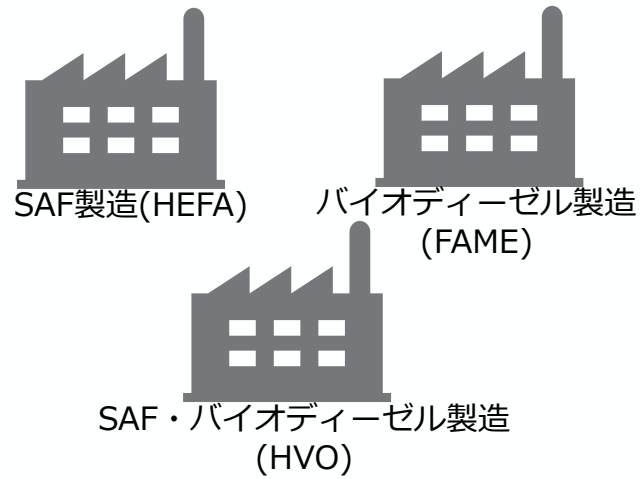
バイオ燃料製造・輸送

バイオ燃料利用



パーム油

パイプライン



パイプライン



国内でのバイオディーゼル船・車

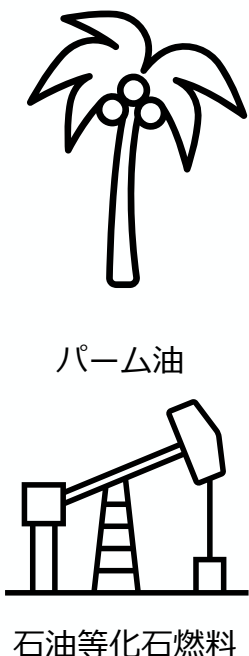
**① マスバランス方式の導入等小規模な段階からの  
SAF・バイオディーゼル製造  
-打ち手**

# ① マスバランス方式の導入等小規模な段階からの SAF・バイオディーゼル製造事業組成に向けた事業概要

## 事業概要

■ マスバランス方式に係る制度の導入を実施し、小規模からバイオ燃料供給事業の実現を目指し、将来的な事業の大規模化の端緒とする

原料・輸送



バイオ燃料製造・輸送



バイオ燃料利用

パイプライン  
(既存の設備を活用)



マスバランス方式で製造を実施するため、ISCC認証のような認証制度によって、製造時のパーム油の混合を確認される必要がある

# 原料の安定調達のための打ち手 (バイオ燃料事業・インドネシア)

## トランジション期に向けた打ち手

課題	現状分析	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
原料調達の安定化	<p style="text-align: center;"><b>原料の安定調達</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ バイオ燃料は副産物かつ供給元が中小のパーム工場や製材工場のため、長期操業を続けられる会社は少数であるため、原料の調達はスポット契約となり、原料の安定調達は困難<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 価格・コスト低減に向けた設備スケールアップと大規模バイオマス回収による稼働率向上が困難になる</li><li>➢ 原料の価格が不安定になる<ul style="list-style-type: none"><li>✓ バイオ燃料製造コストは、原材料費が最も高い割合を占めている</li></ul></li></ul></li><li>■ インドネシアでの有望な原料と考えられるのはパームであるが、食料競合等による量的制限が存在する<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 将来的には新原料の活用は必要になる</li><li>➢ POMEは回収コストが掛かるので、バイオディーゼルには品質的に適していない</li></ul></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地企業との連携支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 原料の安定調達を実現するためには現地企業との連携が必要であり、この点については事業者も必要性を感じている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ その実現のために日尼バイオ関連企業でのフォーラムの開催等を通じて関係構築を促進する</li><li>➢ 尼AZEC Joint Task Forceでの検討に追加することで、インドネシア現地側の事業への関与を促進する</li></ul></li></ul>
	<p style="text-align: center;"><b>原料調達面での人材育成・生産技術知見共有</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現在インドネシアでの効率的なバイオ原料の生産に向けて、花王等日本企業が知見共有等を通じて支援している<ul style="list-style-type: none"><li>➢ その支援をAETIの人材支援の枠組みにあてはめ、政府主導でその取組を拡大することで、国際基準に沿った原料の製造や、効率的で安定的なバイオ原料の生産を支援する</li></ul></li></ul>	
	<p style="text-align: center;"><b>原料関連技術開発・実証支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ NEDOや民間企業にて、ジャトロファ等食料競合しないような原料からのバイオ燃料開発を実施しているが、そうした事業に対して、研究開発・実証費用を補助し、多様な原料からのバイオ燃料製造を可能にする</li></ul>	

# コスト低減及び収益性確保のための打ち手 (バイオ燃料事業・インドネシア)

## トランジション期に向けた打ち手

課題	現状	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
<p>技術開発によるコスト低減</p>	<p style="text-align: center;"><b>製造コスト</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状インドネシアでのバイオ燃料事業でのコスト課題の主要因となっているのは製造コストであり、その低減が求められている           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ バイオディーゼルについては、現状の製造コストが約107円/ℓであり、需要家が許容できる価格としては化石燃料の約+20%とされている、               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 船舶燃料については500米ドル/トン～700米ドル/トン、車両用については現地の軽油の値段が約65.87円/ℓであることを踏まえると、約79.04円/ℓまで低減することが求められる</li> </ul> </li> <li>➢ SAFについては、現状既存製品の価格が約100円/ℓであるため、同程度まで下げる必要があるとした場合、現状の約200～1,600円/ℓからの大幅のコスト低減が必要がある               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CORSIA適格クレジットの価格予測は、フェーズI（2024-2026年）：CO2換算1トンあたり18-51米ドル、フェーズII（2027-2035年）：CO2換算1トンあたり27-91米ドルである</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>GI基金を活用した技術の海外展開への打ち込み（SAFのみ）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状GI基金では、2022年度～2026年度にてSAF製造技術の確立や液体二トSAF燃料収率50%以上かつ製造コスト100円台/Lを実現することを目指しているが、2027年度以降での実証・事業開始、2033年度での投資回収に向けて、想定されている国内でのサプライチェーンのみならず、原料が豊富なインドネシア等海外への技術輸出を事業者（出光興産等）へ促す           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 原料調達は日本より比較的容易なインドネシアにて事業を実施することで、既存の航空燃料とのコスト競争力を有しながら、安定的な燃料の供給を実施可能にし、収益性の確保がより容易な形で日本等を含むSAFのサプライチェーンの構築を目指す</li> </ul> </li> </ul>

# コスト低減及び収益性確保のための打ち手 (バイオ燃料事業・インドネシア)

## トランジション期に向けた打ち手

課題	現状分析	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
認証制度・品質基準の国際標準化	<p><b>国際的な認証制度に整合するための制度設計がなされていない</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 原料供給側が、最低でもインドネシア独自の認証であるISPO認証を取得している必要がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 政府は大統領令第44号/2020に基づき、2025年までにパーム油企業と小規模農家にISPO認証の取得を義務付けている</li><li>✓ 2024年時点で取得している農家はインドネシアの総アブラヤシ農園面積1,638万ヘクタールの約25.7%に相当</li><li>✓ 他方でRSPO認証等国際的な認証制度に関しては自主的認証スキームにとどまっている</li><li>✓ 2024年6月、政府はバイオディーゼル産業に特化した新基準を追加してISPOを改訂する計画を発表しており、国際的な認証へ整合させる取組が存在する</li></ul></li><li>■ 将来的な国際需要に備え、ASTMスタンダードに準拠した製造を目指す必要がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ インドネシアは独自のバイオディーゼル基準SNI 7182:2012を開発しており、これはASTM D6751を基にしているが、現地の条件に適合させている</li><li>➢ 政府はB30の品質検証を実施しているが、報告書は公開されておらず、透明性に関する懸念が生じている</li></ul></li><li>■ 現在はマスバランス方式に関する認証等は存在しない</li></ul>	<p><b>国際的品質基準・認証取得に向けた人材育成・知見共有</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 独自の認証制度ISPO認証が導入されているが、ISPO認証の取得が進んでいないほか、国際的な需要の獲得のために、RSPO認証やASTMスタンダード等認証制度や品質基準を国際標準化する必要がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ そのため、AETIの人材育成の枠組みにて花王等日本企業が行っている人材育成や知見共有の取組を後押しする</li></ul></li></ul> <p><b>日本におけるマスバランスに係る制度の導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアにおいては、マスバランス方式を導入しながら小規模からの生産を実施していく必要があるが、その導入促進をする制度がないため、新たに制度の導入を促す必要がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 他方で、日本にて存在しない制度を現地へ導入を促すことは困難であり、ISCC認証を参照した形で先駆けて日本にて導入を行う</li></ul></li></ul> <p><b>マスバランスに係る制度の制定に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアにおいては、コストの観点や需要の観点、原料の安定調達観点から大規模な事業を実施することが難しいことから、マスバランス方式を活用していく必要がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ ISCC認証やそれを参考にした日本の制度（上記にて導入）を尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで導入を促す</li></ul></li></ul>

# 原料の安定調達のための打ち手 (バイオ燃料事業・インドネシア)

## スケール期に向けた打ち手

課題	現状分析	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
原料調達の安定化	<p style="text-align: center;"><b>原料の安定調達</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ バイオ燃料は副産物かつ供給元が中小のパーム工場や製材工場のため、長期操業を続けられる会社は少数であるため、原料の調達はスポット契約となり、原料の安定調達は困難<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 価格・コスト低減に向けた設備スケールアップと大規模バイオマス回収による稼働率向上が困難になる</li><li>➢ 原料の価格が不安定になる<ul style="list-style-type: none"><li>✓ バイオ燃料製造コストは、原材料費が最も高い割合を占めている</li></ul></li></ul></li><li>■ インドネシアでの有望な原料と考えられるのはパームであるが、食料競合等による量的制限が存在する<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 将来的には新原料の活用は必要になる</li><li>➢ POMEは回収コストが掛かるので、バイオディーゼルには品質的に適していない</li></ul></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>原料関連技術開発・実証支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ NEDOや民間企業にて、ジャトロファ等食料競合しないような原料からのバイオ燃料開発を実施しているが、そうした事業に対して、研究開発・実証費用を補助し、多様な原料からのバイオ燃料製造を可能にする</li></ul>

# ②SAF・バイオディーゼルに係る大規模バイオ 燃料供給 -打ち手

## ② SAF・バイオディーゼルに係る大規模バイオ燃料供給事業組成に向けた事業概要

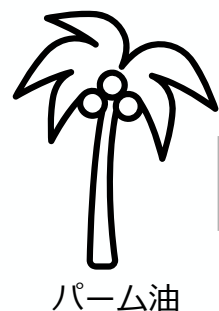
### 事業概要

- 現地へのバイオ燃料供給及び日本やシンガポール等へSAFを輸出することで、現地で事業を実施する日本のバイオ燃料製造事業者の経済的裨益の獲得を目指す

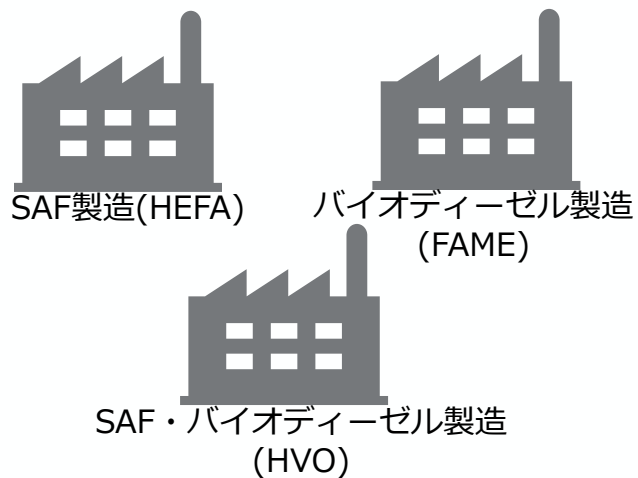
原料・輸送

バイオ燃料製造・輸送

バイオ燃料利用



パイプライン



パイプライン



# コスト低減及び収益性確保のための打ち手 (バイオ燃料事業・インドネシア)

## スケール期に向けた打ち手

課題	現状分析	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
技術開発によるコスト低減	<p style="text-align: center;"><b>製造コスト</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状インドネシアでのバイオ燃料事業でのコスト課題の主要因となっているのは製造コストであり、その低減が求められている           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ バイオディーゼルについては、現状の製造コストが約107円/ℓであり、需要家が許容できる価格としては化石燃料の約+20%とされている               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 船舶燃料については500米ドル/トン～700米ドル/トン、車両用については現地の軽油の値段が約65.87円/ℓであることを踏まえると、約79.04円/ℓまで低減することが求められる</li> </ul> </li> <li>➢ SAFについては、現状既存製品の価格が約100円/ℓであるため、同程度まで下げる必要があるとした場合、現状の約200～1,600円/ℓからの大幅のコスト低減が必要がある               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CORSIA適格クレジットの価格予測は、フェーズI（2024-2026年）：CO2換算1トンあたり18-51米ドル、フェーズII（2027-2035年）：CO2換算1トンあたり27-91米ドルである</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>製造技術開発・実証支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状GI基金を活用した形でSAFの製造技術開発や産総研やNEDO、MEIT、MAFF等省庁によるバイオディーゼルの製造技術開発支援を実施しているが、現在の取組の継続又は追加でのコスト低減に向けた中長期での研究開発・実証支援に関する取組を組成する           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 現状バイオディーゼルについては、30円/ℓ程度の低減が求められているため、政府としてバイオディーゼル製造事業者が取り組むコスト低減に係る取組に対して、実証支援等を行い、コスト低減を促す</li> </ul> </li> </ul>

# コスト低減及び収益性確保のための打ち手 (バイオ燃料事業・インドネシア)

## スケール期に向けた打ち手

課題	現状分析	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
値差支援等 補助制度の導入	<p style="text-align: center;"><b>補助制度が不十分</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 製造コスト等コスト課題が顕在化しているが、現状の生産コストについて、現状のバイオディーゼルが107円/ℓ 程度であるのに対し、日本での競合の軽油燃料の平均価格が81円/ℓ であることを踏まえると、事業者による技術開発だけでは不十分である（現地の軽油価格は更に安いと考えられる）</li> <li>■ SAFについてもGI基金にて既存燃料と同程度の価格まで下げる取組が行われているが、インドネシア等海外での製造の場合、それを実現できるかは不透明である               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ そのため、補助制度の確立や炭素市場の開発により、コスト低減を後押しする必要がある</li> </ul> </li> <li>■ 現状インドネシアでは、政府は1リットルあたり1,000ルピアの補助金を経由に補助する等、化石燃料に対する補助制度が導入されており、そのため低炭素燃料との価格差が広がる要因になっている               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ガソリン：価格は1リットルあたり10,000ルピア</li> <li>➢ 軽油：価格は1リットルあたり6,800ルピア</li> <li>➢ 政府は2024年に燃料及びLPG補助金として113.3兆ルピアを割り当てており、財政を圧迫している</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>現地補助政策・税制優遇導入に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状現地での補助政策は多くは存在せず、補助政策として関あげられるCPO基金は指定企業のみ対象で、汎用的解決策ではない状況               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、バイオ燃料に対する補助制度等の必要性について、現地政府と議論を行う</li> <li>➢ 事業者が技術開発にて低減可能なコストを踏まえて、補助額を考慮する</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>現地化石燃料補助金撤廃に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状インドネシアでは化石燃料に対する補助制度が導入されており、そのため低炭素燃料との価格差が広がる要因になっていることから、その補助制度の撤廃が求められる               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ したがって、現状の補助制度の撤廃に向けて、低炭素燃料導入の必要性や現地住民への影響等を考慮しながら、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、政策協調を行う</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>値差支援等日本主導での補助制度の導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現状は化石燃料との価格差が大きく、事業者による技術開発でのコスト低減も限界があるため、値差補助金等が必要である               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、バイオ燃料に対する値差支援の必要性について議論をするとともに、日本にて支援のスキームを作り、その制度をインドネシアに輸出したり、対生産国に対する値差支援を設計したりする</li> </ul> </li> </ul>

# コスト低減及び収益性確保のための打ち手 (バイオ燃料事業・インドネシア)

## スケール期に向けた打ち手

課題	現状分析	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
化石燃料へのペナルティを含む炭素市場の構築（地熱由来水素供給事業等他の事業にも資する打ち手）	<p style="text-align: center;"><b>炭素市場の構築が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 製造コスト等コスト課題が顕在化しているため、炭素税等炭素市場を開発し化石燃料との価格差の解消を支援する必要がある</li><li>■ また、インドネシアは豊富な森林資源を有する等の観点から、国内外の投資家にとって非常に魅力的な国となる見込みであると考えられている<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 現状インドネシアでの炭素税の導入については、2021年10月に施行した税法の調和に関する法律2021年第7号で、2022年4月1日から実施するとされたが、導入延期が続いている（現状は2025年導入を目指すと言われている。）</li><li>➢ 排出権取引については2023年にインドネシア証券取引所（IDX）傘下の炭素取引所（IDX Carbon）稼働が開始<ul style="list-style-type: none"><li>✓ ボランタリー市場においては、エネルギー部門（再エネ、バイオマス発電など）、森林部門（森林破壊の削減など）、農業部門、工業部門、廃棄物部門が対象</li></ul></li><li>➢ コンプライアンス市場においては国内の各事業者に対してGHG排出量の枠を定め、その枠内に収めるべく排出量削減を義務付ける「排出量取引制度」と、「GHG排出オフセット制度」の2つのスキームを導入している<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 2024年4月19日時点で、排出枠が設定されているのは発電所セクターのみ<ul style="list-style-type: none"><li>● 超過分1トンあたり3米ドル程度のペナルティであり、大規模事業を促進するにはならない</li></ul></li></ul></li></ul></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>炭素税導入等国内炭素市場開発に係る政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアでは炭素税の導入を表明しているが、延期が続いているため、着実な炭素税の導入を促進するために、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、炭素価格付けと市場メカニズムに関する議論の促進や炭素市場開発における日本の経験とベストプラクティスの共有等を議論し、早期の炭素税の導入を促す</li></ul> <p style="text-align: center;"><b>カーボンのクレジット市場拡大に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアは排出権取引制度を導入しているが、対象が限定的である等さらなる拡大が望まれているため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで政策協調やガイダンス作成支援、カーボンのクレジット市場の運営や国際基準への適合に関する研修やワークショップを通じて、排出権取引制度やJCMの活用等国内外を通じたカーボンのクレジット市場を形成しやすい環境を形成する</li></ul> <p style="text-align: center;"><b>二国間協力の強化</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアと日本では二国間炭素取引に関する相互認証協定（MRA）の実施やJCMに係るプロジェクトが実施されているが、そうした取組を継続・強化していくとともに、両国間の炭素取引活動における透明性と健全性の確保を実施して、より効果的な二国間での炭素取引に係る取組を日本政府主導で強化する</li></ul>

# コスト低減及び収益性確保のための打ち手 (バイオ燃料事業・インドネシア)

## スケール期に向けた打ち手

課題	現状分析	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
認証制度・品質基準の国際標準化	<p style="text-align: center;"><b>国際的な認証制度への整合が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 原料供給側が、最低でもインドネシア独自の認証であるISPO認証を取得している必要がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 政府は大統領令第44号/2020に基づき、2025年までにパーム油企業と小規模農家にISPO認証の取得を義務付けている</li><li>✓ 2023年時点で、パーム油栽培総面積の約21% (390万ヘクタール) がISPO認証を取得している</li><li>✓ 他方でRSPO認証等国際的な認証制度に関しては自主的認証スキームにとどまっている</li><li>✓ 2024年6月、政府はバイオディーゼル産業に特化した新基準を追加してISPOを改訂する計画を発表しており、国際的な認証へ整合させる取組が存在する</li></ul></li><li>■ 将来的な国際需要に備え、ASTMスタンダードに準拠した製造を目指す必要がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ インドネシアは独自のバイオディーゼル基準SNI 7182:2012を開発しており、これはASTM D6751を基にしているが、現地の条件に適応させている</li><li>➢ 政府はB30の品質検証を実施しているが、報告書は公開されておらず、透明性に関する懸念が生じている</li></ul></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>国際基準に沿った認証に係る制度の日本での導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ インドネシアでは国際的な認証制度の導入に係る制度の取組が存在しないが、国際的な需要を獲得するためには、RSPO認証等への整合は必要不可欠であることから、その取得を促す制度の導入は重要である<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 他方で、日本にて存在しない制度を現地へ導入を促すことは困難であり、RSPO認証等を参照した形で先駆けて日本で導入を行う</li></ul></li></ul> <p style="text-align: center;"><b>国際基準に沿った認証に係る制度・規制の制定に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアは独自の認証制度を導入しており、その認証制度について国際的な認証制度へ整合させる取組が存在しているが、RSPO認証等国際的な認証制度に関しては自主的認証スキームにとどまっているため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、国際的な認証への整合の義務化や既存の独自の認証制度の整合化の促進に係る制度設計に関する議論を行う</li></ul> <p style="text-align: center;"><b>国際品質基準への整合を目指す制度制定に向けた政策協調</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状インドネシアは独自の品質基準を開発しており、その基準について国際的な基準へ整合させる取組が存在しているが、依然その基準は現地の条件に適応しているため、尼AZEC Joint Task Force等の既存の協調の枠組みで、国際的な基準への整合の義務化や既存の独自の基準制度の整合化の促進に係る制度設計に関する議論を行う</li></ul>

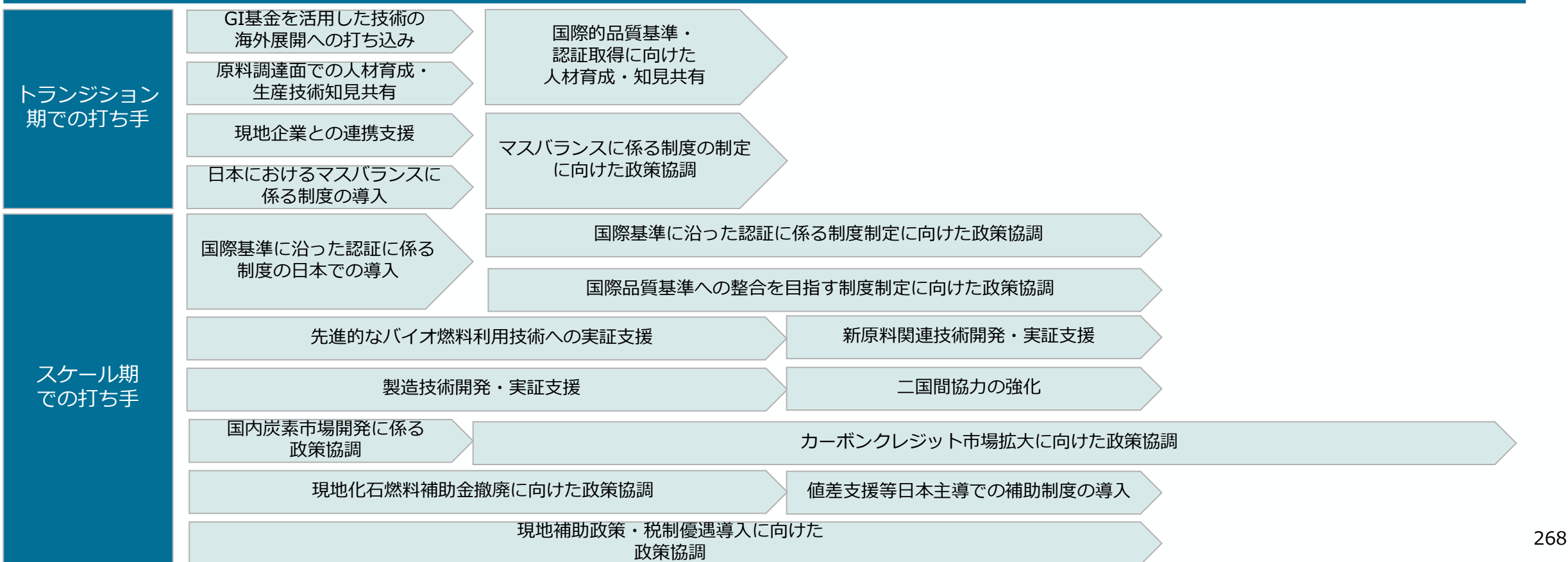
# コスト低減及び収益性確保のための打ち手 (バイオ燃料事業・インドネシア)

## スケール期に向けた打ち手

課題	現状分析	事業の成立を達成するために実施すべき打ち手と事業モデル
技術の成熟	<p><b>B100等先進的な技術の成立</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ B40を2025年から義務化する等政府がバイオ燃料の現地利用を促進している中で、政府の方針に沿った形でインドネシア現地の脱炭素化を促進するようなB100等の先端技術が将来的には必要になる</li><li>➢ 現状B100技術は広く導入できる技術ではなく、現状は走行実証を行っている段階であり、乗用車での活用については将来的な事業になる可能性が高いため、より積極的な取組が必要となる</li><li>✓ B to Bのビジネスであれば導入は進む可能性が高い</li></ul>	<p><b>先進的なバイオ燃料利用技術への実証支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 現状はトヨタ等が、B100での走行実証を行っているため、将来的な大規模な需要先の創出やインドネシアにおけるより大きな脱炭素効果をもたらすことを目的として、そうしたバイオ燃料に係る先進的な取組について、AETIの取組を踏まえ金銭的な支援を行う</li><li>➢ AETIは現状再エネ・省エネ、水素、アンモニア、LNG、CCUS等へ100億米ドルのファイナンス支援を行うとしているが、バイオ燃料を対象にするような働きをかける形が考えられる</li></ul>

# インドネシア・バイオ燃料供給事業 -ロードマップ

# インドネシアでのバイオ燃料供給事業に関するロードマップ

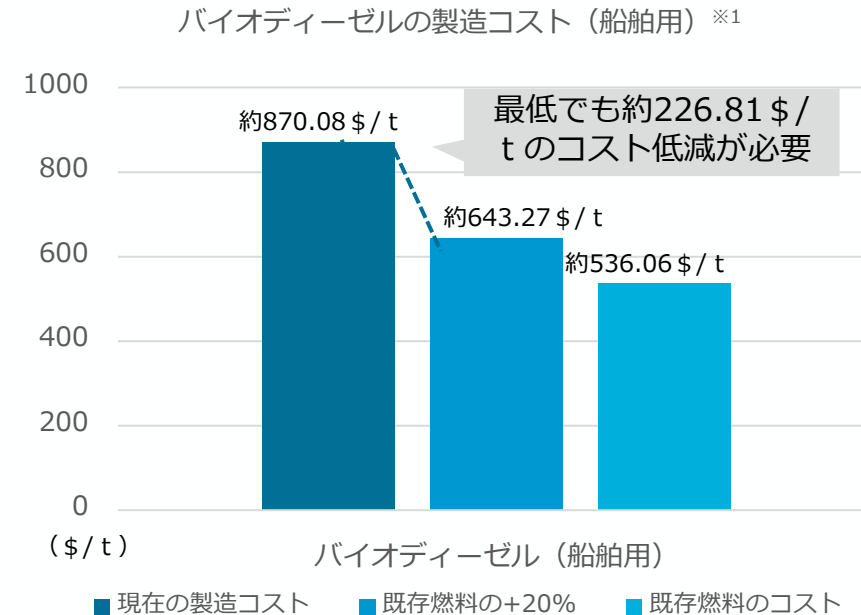
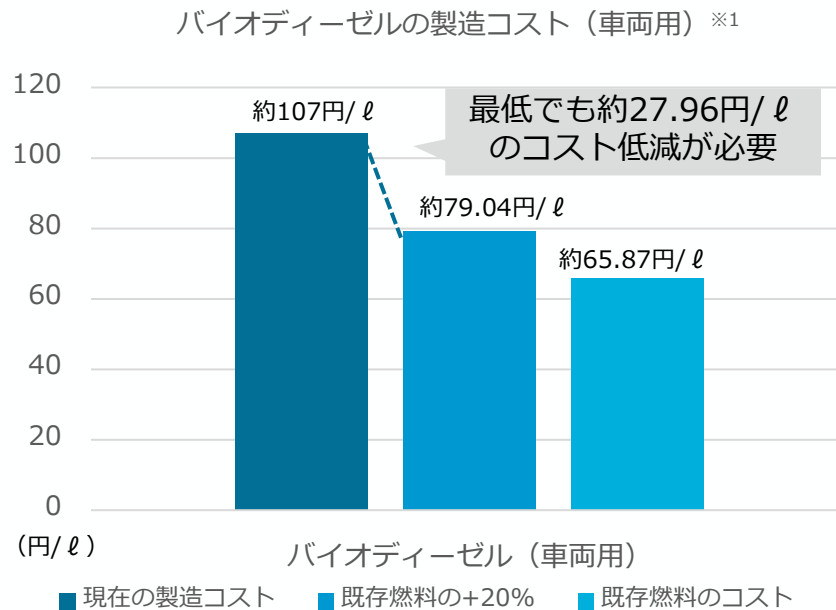


# インドネシア・バイオ燃料供給事業 -バックデータ

# 参考：バイオ燃料における製造コストについて

## コスト低減の必要性（バイオディーゼル）

- バイオ燃料について、既存燃料との製造コストの差が大きく**大幅なコスト削減が求められる**
- バイオディーゼルについては**原料費による影響が多く、設備費の技術開発のみでは困難**であり、原料の安定調達等の原料費の低減に資する取組が重要
  - パーム由来のバイオディーゼル製造費のうち、**原材料費が約88%**、メンテナンス費等固定費が約2.9%、人件費等その他変動費が約9.3%を占めている



※1：資源エネルギー庁「[「CO<sub>2</sub>等を用いた燃料製造技術開発」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画](#)」（2024）、九州大学「[国内バイオディーゼル燃料製造事業 現状打開の糸口を探る！ | 研究成果 | 九州大学 \(KYUSHU UNIVERSITY\)](#)」（2023）、出光興産「[最先端のATJ\(Alcohol to Jet\)プロセス技術を用いたATJ実証設備の開発と展開](#)」、USAID「[Biofuels Annual](#)」、全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会「[バイオディーゼル燃料取組実態等調査結果の概要](#)」（2021）

# コスト等の観点からのバイオディーゼルの比較と選定

## FAMEとHVOの双方の活用を想定

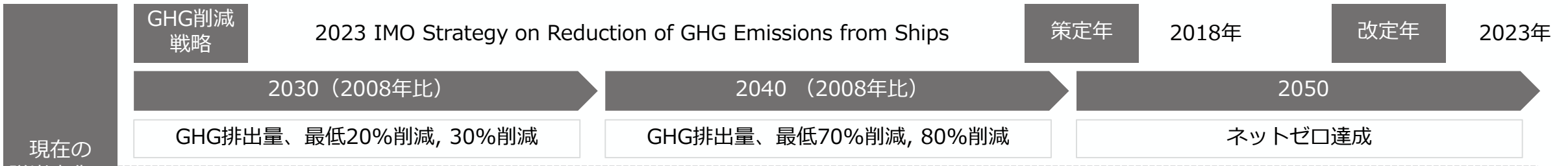
	FAME	HVO
製造コスト	従来の石油系燃料より高価だが、 HVOと比較して製造設備がシンプルで、相対的に安価	水素化処理が必要なため、製造段階でのコストが増加しており FAMEより製造コストが高い
CO2排出量	製造段階におけるCO2低減効果はHVOよりも優れている	水素化処理が必要なため、 FAMEに比べて製造段階でのCO2排出量がやや大きい
品質・性能	酸化安定性、低温流動性の点で航空機燃料としての使用は困難 曇り点は約-5°C、セタン価は約50	FAMEより低温での性能に優れ、軽油よりもセタン価が20~30高い 曇り点は約-25°C、セタン価は75~85
性質	メチルエステル基を持ち、石油由来の軽油とは構造・性質が異なる	直鎖の炭化水素を生成し、石油由来の燃料に近い性状を持つ ジェット燃料留分も連産可能

# IMOによる脱炭素化に係る取組

名称 国際海事機関(International Maritime Organization) 設立年 1958年 加盟国 インドネシア、タイ、マレーシア等176か国

機関概要

- 海上航行の安全性と海運技術の向上やタンカー事故などによる海洋汚染の防止や諸国間の差別措置の撤廃を目指し、安全、セキュリティ、環境パフォーマンスの世界的な基準設定に関する取組を行っている国際機関
  - エネルギー効率設計指標による規制 (EEDI/EEXI) 等の規制の策定
  - GHG削減戦略に基づく目標の策定等



ライフサイクルGHG削減

Guidelines on life cycle GHG intensity of marine fuels (ライフサイクルGHG排出強度に関するIMOガイドライン) 策定年 2023年

概要

- 船舶燃料のライフサイクルGHG排出強度に関する全般的な枠組みを示すもの
  - 海洋燃料の生産と使用に関する総GHG排出量のWell-to-Wake計算を可能にしWell-to-Tankの排出係数を提供
  - 燃料のライフサイクルGHG排出量を評価するために必要な情報を指定

今後の方針

中期対策目標

Guidelines on life cycle GHG intensity of marine fuels (ライフサイクルGHG排出強度に関するIMOガイドライン) 発行年 2027年 (2025年4月にドラフトが発表予定)

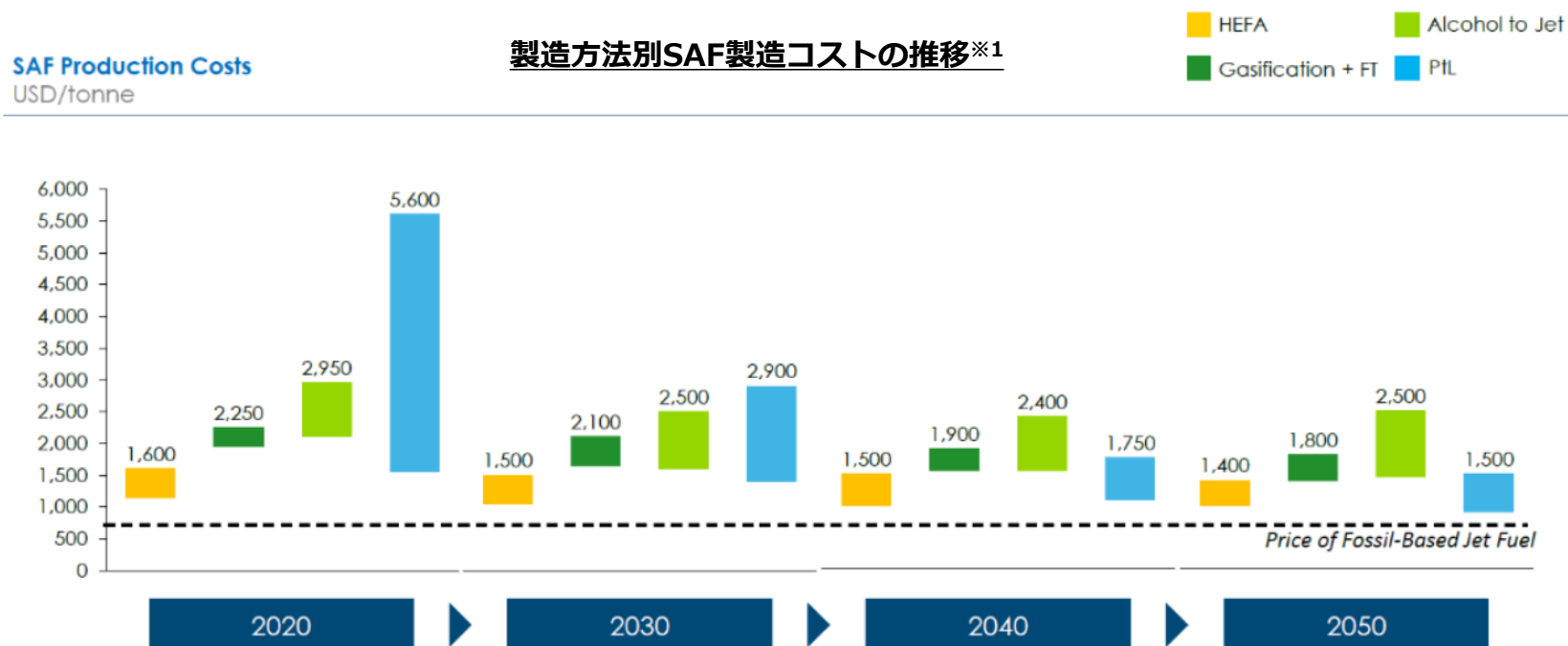
概要

- GHG削減に向け、規制的手法と経済的手法の両方の要素から構成される対策案の検討を進めている
  - 規制的手法：燃料のGHG排出強度を段階的に削減する制度をベースとして削減を目指す
  - 経済的手法：海事GHG排出価格メカニズムに基づく措置等燃料への課金制度がベースとして削減を目指す

# 参考：バイオ燃料における製造コストについて

## コスト低減の必要性（SAF）

- バイオ燃料について、既存燃料との製造コストの差が大きく**大幅なコスト削減が求められる**
- SAFについては**技術開発にて既存燃料との差を埋める目標が存在しており**、そうした目標を着実に進めていくことが重要
  - SAFについては、GI基金にて2026年をめどに既存燃料と製造コストを同程度にする取組が存在している
  - SAF製造費のうち、**原材料費が70-80%**、設備費が10-15%、その他人件費等のコストが5-20%
- 事業者が事業開始を見込む2030年やその後のスケール期を見越した2050年までのコストの観点からHEFAが最適



# CORSIA概要

名称 Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation 採択年 2016年 加盟国 タイ等126か国

取組概要

- 国際民間航空機関（ICAO）によって採択された、国際航空での気候変動への影響を抑制するための市場メカニズムを活用した排出削減制度
  - 航空会社はベースラインレベルを超える排出量をオフセットするためにカーボンクレジットを購入する必要がある
  - CORSIAは2021年から2035年の間に約25億トンのCO2を緩和し、年間平均1億6400万トンのCO2を削減すると予想されている
  - 後発開発途上国、小島しょ開発途上国、内陸開発途上国は参加が義務付けられていない
  - 国際線を運航する航空会社で、出発国と到着国の両方がCORSIA参加国である場合対象となる

参加対象国とオフセット義務量	パイロットフェーズ	第1フェーズ	第2フェーズ	
	2021~2023	2024~2026	2027~2029	2030~2035
参加対象国	ICAO加盟国は自発的に参加		免除対象国等を除き、全てのICAO加盟国に参加を義務付け	
オフセット義務量	セクター全体で増加した排出量について、各航空会社の排出量に応じて案分して負担 (※成長率の高い途上国への配慮)		セクター全体で増加した排出量について、各航空会社の削減努力を段階的に反映して負担 (※排出量の多い航空会社への負担がより増える)	

CORSIA適格クレジット

概要

- 国際航空分野でのCO2排出削減に使用できる、CORSIAの厳格な審査をクリアした炭素クレジット
- ベースライン：**2019年排出量×85%(2024~2035)を超過した排出分をクレジットでオフセットする**
- オフセット義務の履行には、国際線を運航する航空会社に対し、算出されたオフセット義務量(上表)について、**航空以外の事業からCO2クレジットを購入すること等を義務づけている**

対象クレジット

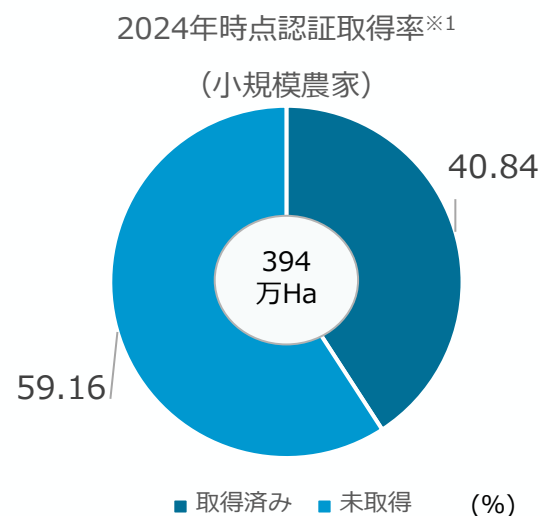
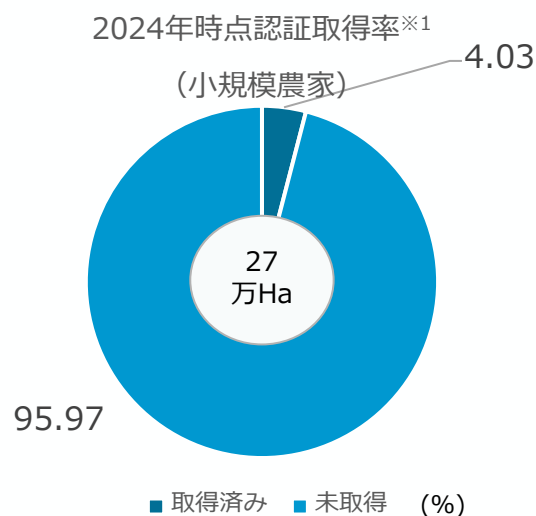
- ICAOが審査を行い、適格と認められたクレジットが対象
  - 2024年現在、CORSIA適格クレジットは非常に限られており、**第1フェーズでは2種類のみが認められている**
    - ✓ American Carbon Registry (ACR)やArchitecture for REDD+ Transactions (ART)が対象
    - ✓ J-クレジットが適格認定を目指して申請中だが現時点では日本のクレジットで認定されたものはない
  - CORSIAは19項目からなる適格要件を設けており、方法論、透明性、実証性などの観点から審査を行う

出典：IGES「[CORSIA（国際民間航空のためのカーボン・オフセットおよび削減スキーム）について](#)」

# ISPO認証取得状況

## 認証制度

- インドネシアは原料供給側に対する独自の認証（ISPO認証）を定めている
  - 政府は大統領令第44号/2020に基づき、2025年までにパーム油企業と小規模農家にISPO認証の取得を義務付けている
    - ✓ 2024年時点で小規模農家は4.03%、企業型のプランテーションは全体の40.84%が認証を取得している
    - ✓ 他方でRSPO認証等国際的な認証制度に関しては**自主的認証スキームにとどまっている**
    - ✓ 2024年6月、政府はバイオディーゼル産業に特化した新基準を追加してISPOを改訂する計画を発表しており、**国際的な認証へ整合させる取組が存在する**



# ISCC認証

## 概要

- 持続可能な資源管理の推進やサプライチェーン全体での持続可能性の確保等を目的として、すべての原料と市場を対象とし、持続可能な資源管理と温室効果ガス削減を推進するために設けられた国際的な持続可能性認証制度である
  - ISCC認証にはISCC PLUS/ISCC EU/ISCC CORSIA認証という3つの種類が存在し、異なる適用範囲/市場や対象材料について認証を実施

## 各認証制度 ※1

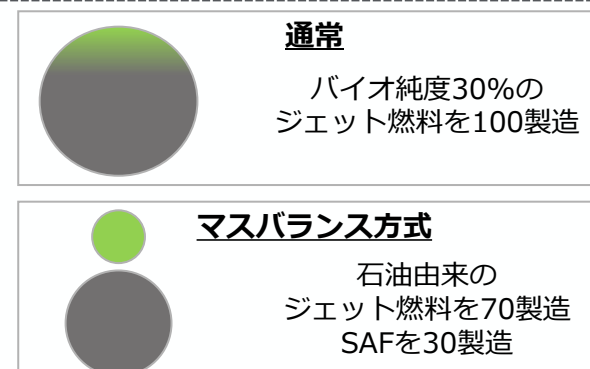
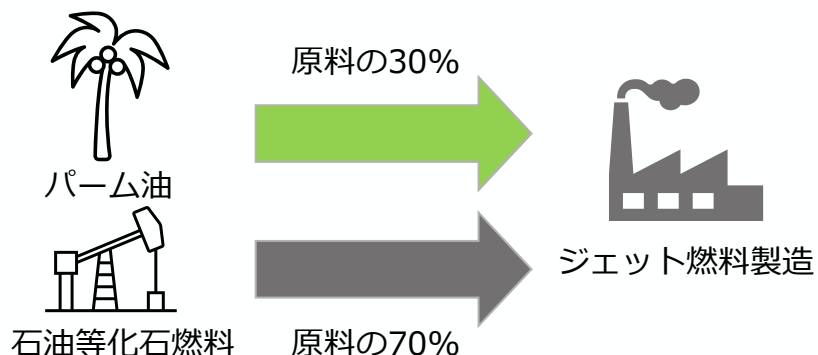
認証名	地域	適用範囲/市場	対象材料	概要
ISCC PLUS	世界中	■ REDIIの枠組み外の循環型及びバイオベースの製品、再生可能エネルギー、食品、飼料、バイオ燃料	■ 農林業原料、バイオ廃棄物・残さ、再生可能原料、化石原料	■ マスバランス方式への認証等、再生可能原料のバイオエコノミーと循環型経済に適用される自主的な制度
ISCC EU	EU圏内	■ 欧州連合における 輸送、電力、暖房、冷房、及びバイオマスからの電力、暖房、冷房の生産に使用される持続可能な燃料	■ 農業バイオマス、森林バイオマス、生物由来の廃棄物や残さ、非生物由来の再生可能エネルギー、リサイクル炭素系材料	■ 持続可能な燃料及びバイオマスからの電力、冷暖房の生産に関する持続可能性とGHG排出削減基準の法的要件への準拠を検証
ISCC CORSIA	世界中 (航空業界)	■ ICAO CORSIAスキームの対象となる持続可能な航空燃料 (SAF)	■ 農林業原料、廃棄物、残さ、副産物	■ 国際航空のCORSIA制度に対応する、航空業界のCO2排出量増加に対処するための制度

## 概要

## 事業での例（ジェット燃料を100製造する場合）

## マス バランス 方式に ついて※2

- ISCC認証を受けることで、適用される方式
- 製品の元となる原料において『違った特性』のものが混合された場合、それを用いて生産された製品にもその混合の割合に対応して『違った特性』を持った製品として扱うことができるようになる考え方
- 持続可能な原材料と非持続可能な原材料の流れを追跡するためのシステムが必要



※1: ISCC「[ISCC Certification Schemes - ISCC System](#)」、アスカカンパニー「[ISCC PLUS認証とマスバランス方式について - アスカカンパニー](#)」

# 事業の背景・概要

(ベトナム・産業用ヒートポンプ事業)

# 現状分析と取組の方向性（仮説）

## ベトナムの現状

- ベトナムは系統設備が脆弱であり、停電が頻発している
- 世界銀行と共同で省エネ機器に対する支援を実施しており、省エネに対するニーズは高い

→下記にてPESTで分析



## 追求する日本の裨益

- 省エネ技術のアジア市場輸出による**経済裨益の獲得**

## 取組の方向性

- 日本裨益を前提にベトナムの脱炭素を推進する短期的な取組として、日本が強みを持つ低温帯のヒートポンプの製造業への導入を検討



仮説の精緻化・検証に基づき、短期・長期的な施策を検討していく

## 課題（PEST分析）

<b>Politics</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ ヒートポンプ技術に関する国内基準や規制が未整備であり、特に産業用ヒートポンプの性能や安全性に関する具体的な基準が不足している</li><li>■ 政府の政策が家庭用機器を優先しており、産業用機器への支援が限定的</li><li>■ ベトナムでは現在の予算配分として、蓄熱・ヒートポンプへの予算が十分に割り当てられていない</li><li>■ 国家機関の参加が少なく、普及促進のための政策提言が進んでいない</li></ul>	<b>Economy</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 初期導入コストが高いことから、企業が投資をためらう可能性</li><li>■ 中小企業が多いため、資金調達や長期的な投資計画の実施が困難</li><li>■ ベトナムにあった安価な機器の開発が必要</li><li>■ ベトナムの電力料金が安いこと、省エネによるコスト削減効果が限定的</li><li>■ エアコンほど、日本企業の進出が進んでいない<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 他方でエアコンからの転換は容易な認識</li></ul></li></ul>
<b>Society</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ ヒートポンプ技術に対する認知度が低く、企業や消費者の理解不足</li><li>■ 技術導入後の運用やメンテナンスを担う人材の不足とスキルギャップが存在</li><li>■ 新技術に対する消費者の抵抗が強く、導入が進まない</li></ul>	<b>Technology</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ ヒートポンプ設置のためのスペースの確保が必要</li><li>■ 太陽光温水器など既存設備との競合があり、差別化が必要</li><li>■ 蓄熱技術や蓄電設備など、関連するインフラ整備が遅れている</li><li>■ ベトナムの水質が悪く、カルシウムの残留がヒートポンプの性能に影響を与える可能性がある</li></ul>

# ベトナムでの産業用ヒートポンプ事業構築に向けた方針

## 取組の全体像

- ベトナムは再エネポテンシャルに恵まれており、政府としても積極的に導入していく方針である
- 他方で系統が脆弱であり停電が頻発しているため、省エネ機器の導入に対するニーズは大きい
  - また、電力料金の値上げからも省エネニーズが大きくなっている

### ベトナムでの産業用ヒートポンプ事業の環境

- ベトナムは系統設備が脆弱であり、停電が頻発している
- 世界銀行と共同で省エネ機器に対する支援を実施しており、省エネに対するニーズは高い
- 日本企業も、現地の政府機関と意見交換を擦る等、検討を積極的に進めている

### 目指すべき姿

- 産業用ヒートポンプの導入により、系統等の課題を解消しつつ、再エネ導入が進んでいる状況
- 産業用ヒートポンプの導入を通じて、産業部門での省エネ化・脱炭素化が進んでいる状況

### 産業用ヒートポンプの導入が進まない理由

- ① 初期コストが高価
  - 中小企業が多いため、長期的な投資計画の実施が困難
  - ベトナムにあった安価な機器の開発が必要
- ② 補助を含む制度設計が不十分
  - ヒートポンプ技術に関する国内基準や規制が未整備
  - 家庭用機器を優先しており産業用機器への支援が限定的
- ③ 知見・人材不足
  - 技術導入に向けた理解不足技術導入後の運用やメンテナンスを担う人材の不足とスキルギャップが存在
- ④ 水質が悪い
  - カルシウムの残留が性能に影響を与える可能性

### 解決策

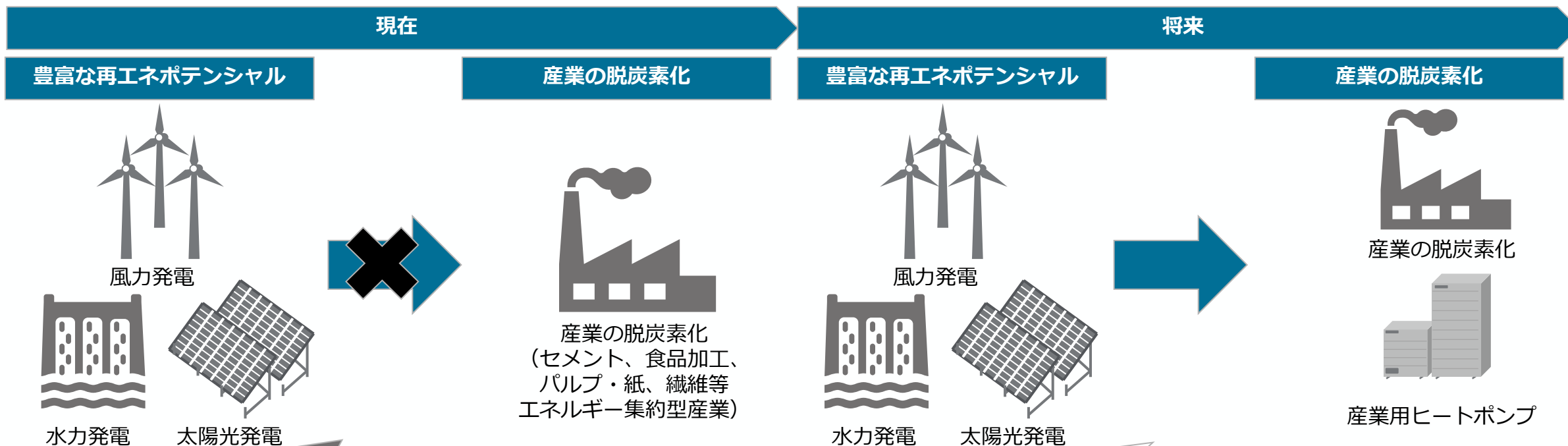
- ① 日本で導入されているような補助制度の創出に向けた政策協調や夜間の電力料金が安いことを利用するような活用方法の知見共有を実施する
- ② 現在日本で導入されている安全基準等に係る知見を共有する
- ③ 日本企業の知見を現地に共有することを目的として日越フォーラム等の開催する
- ④ 水質改善に向けて、水処理システムの導入を支援する

### 日本企業として取り組むべき理由

- エネルギー需要の増加が見込まれる東南アジア諸国において、日本が強みを持つ省エネ機器を導入することにより、日本企業に経済的な裨益をもたらすことができる
- 今後需要が増大するであろう東南アジア全体で事業展開を目指すにあたり、まずは現状需要が大きく、政府も省エネに対する取組を加速させているベトナムにて事業を実施することで、今後の展開に向けた連携促進及び情報収集につなげることができる

# 事業の実施概要

- ベトナムでは系統が脆弱であり停電が頻発、電気料金が上昇しているため、省エネニーズが高く、政府としても世界銀行と協力する等により導入を促進している
- 他方で、初期コストや制度設計の不十分さ、知見・人材不足により、ヒートポンプの導入が進んでいない



産業用ヒートポンプ事業が進まない要因：

- ・初期コストが高価
- ・補助を含む制度設計が不十分
- ・知見・人材・認知度不足

将来像：

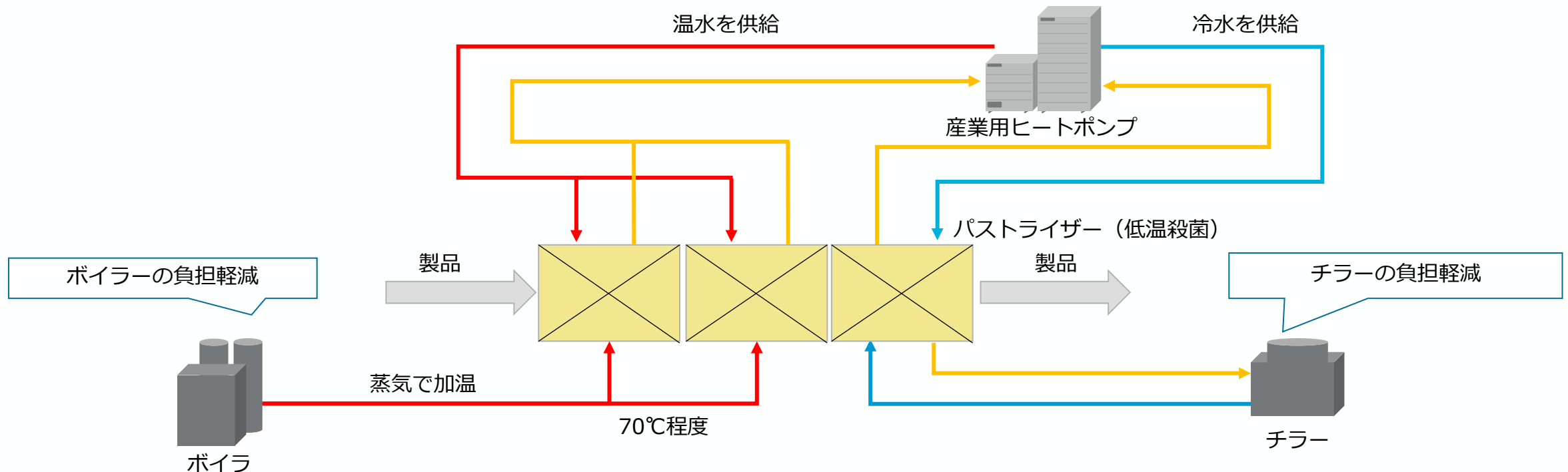
- ・産業用ヒートポンプを導入し、産業分野における省エネ化を推進
- ・省エネ化を通じて系統課題を解消、再エネの導入の促進を実施
- ・日本技術の輸出が広がっており、日本企業の経済的裨益がもたらされている

# ベトナムにおける産業用ヒートポンプ事業

## 事業概要

- ベトナム国内における産業用ヒートポンプの利用はまだ限定的ではあるが、**外資系企業や大企業を中心に、食品/飲料製造（低温殺菌用）**などの用途で導入が進みつつある※1
- 食品業界で用いられる温度帯（140℃以下）は、日本企業が強みを持っている技術

事例：Vinamilkなど食品業界で想定されるヒートポンプを導入した製造プロセス※2



※1：ERIA「[Study on the Introduction of Heat Pumps and Once-Through Boilers to Support GX in Asia](#)」

※2：ERIAの報告書「Study on the Introduction of Heat Pumps and Once-Through Boilers to Support GX in Asia」内において、ベトナム国内でヒートポンプが導入された企業として紹介されている「Vinamilk」など、食品業界で一般的に想定されるプロセスを導入事例として記載、コベルコ・コンプレッサ「[飲料水製造工場のパストライザー工程への導入例](#)」

# ベトナムにおける産業用ヒートポンプ事業の想定用途の選定

## 食品/飲料及び繊維が有望であると想定

- ベトナムの品目別輸出額及びヒートポンプの導入温度帯の割合を踏まえると、食品/飲料業界、繊維工業が有望であると考える

用途	現地での用途としての選定の背景	導入方法の想定（概要）
製紙	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 2022年の品目分類別輸出額では、「木・紙製品」が第7位に位置する</li><li>■ 幅広い温度帯のプロセスがあり、日本企業が強みを持つ温度帯（140℃以下）も存在</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 高温領域におけるヒートポンプの技術開発動向を踏まえ、省エネに積極的なベトナム企業と協業するようなパイロットプロジェクトで導入を促す</li></ul>
食品/飲料	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 2022年の品目分類別輸出額では、「農林水産品」が第3位に位置する</li><li>■ 日本企業が強みを持つ温度帯（140℃以下）の導入ポテンシャルが高い</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 外資系企業や大企業における導入事例を整理、産業用ヒートポンプのコスト情報を事業者を提供することで、認知度を向上、普及を促進させる</li></ul>
化学	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 2022年の品目分類別輸出額では、「化学工業品」が第4位に位置する</li><li>■ 化石燃料による蒸気を用いた高温プロセスが主である</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 高温領域におけるヒートポンプの技術開発動向を踏まえ、省エネに積極的なベトナム企業と協業するようなパイロットプロジェクトで導入を促す</li></ul>
繊維	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 2022年の品目分類別輸出額では、「繊維・衣料、皮革・履物等」が第2位に位置する</li><li>■ 日本企業が強みを持つ温度帯（140℃以下）の導入ポテンシャルが高い</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 外資系企業や大企業における導入事例を整理、産業用ヒートポンプのコスト情報を事業者を提供することで、認知度を向上、普及を促進させる</li></ul>
その他産業 （機械・電気電子・金属など）	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 2022年の品目分類別輸出額では、「機械類・精密機器・電気機械」が第1位に位置する</li><li>■ 電気プロセスや高温プロセスなど幅広い温度帯が存在し、電気加熱への置き換えも想定される</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 代替技術との比較を行い、ヒートポンプ導入可能性を検討</li></ul>

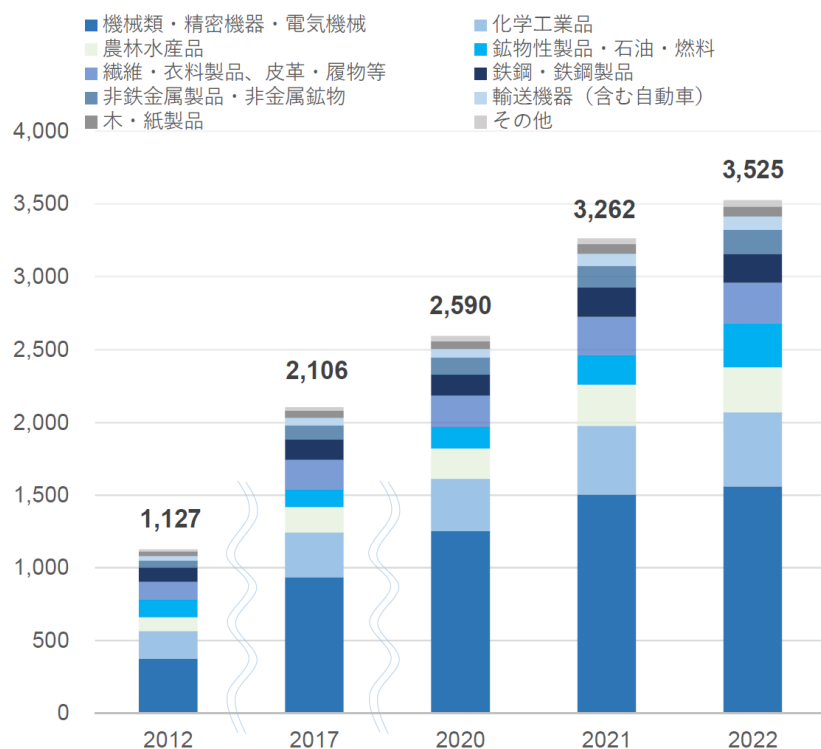
# 輸出入品目から推察するベトナムの産業

## ベトナムにおける品目別輸出入額の推移

- 2012年では「繊維・衣料製品、皮革・履物等」のウェイトが大きかったが、直近では「機械類・精密機器・電気機械」（特に、スマホや集積回路関連部品など）が輸出額の伸びをけん引。これら輸出品目の部素材は中国・韓国などから輸入されており、ベトナムは組立・加工の拠点として発展している

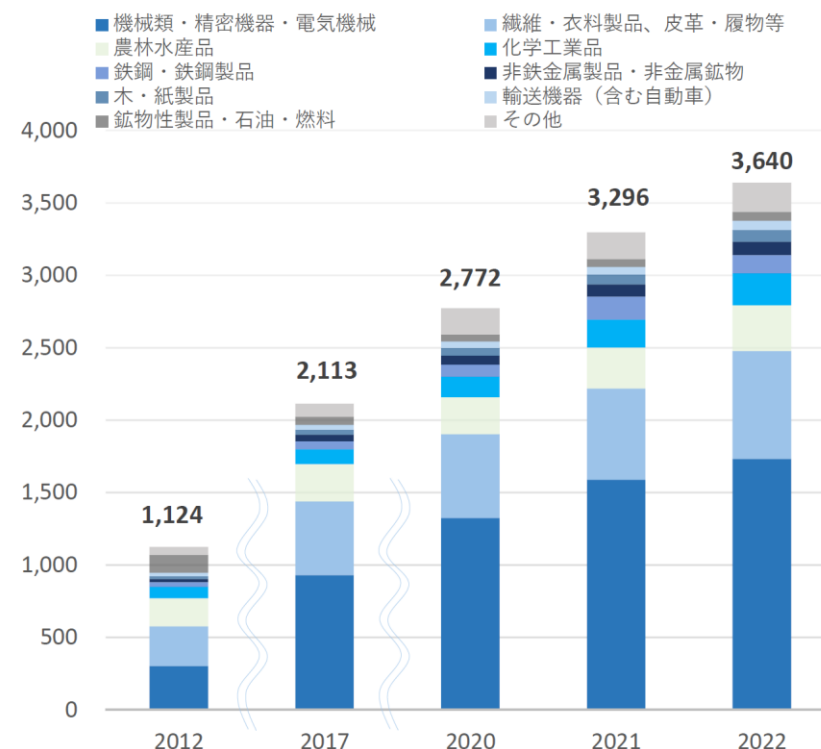
品目分類別輸入額の推移

単位：億米ドル



品目分類別輸出額の推移

単位：億米ドル



# ベトナムにおけるガス事業の事情

## 直近の天然ガス動向（ベトナム）

- 2022年のベトナムの天然ガス消費量は、7.8Bcm。内訳は発電用が5.6Bcm（72%）、工業用が1Bcm（13%）、肥料工業用が1.2Bcm（15%）。工業用のうちCNG（圧縮天然ガス）が42%を占める
- CNG価格は、FO（Fuel Oil：燃料油）とリンクさせる場合が多い。価格変動はLPGより小さく、夏冬差は3-5%程度。今後のガス価格については、リンクさせるFOの種類を変更する案や、半年ごとに改定する方向性などが検討されている
- 資源環境省から、新設工場の石炭利用の禁止とガス利用の促進が通達されており、ベトナム内で操業する外国企業は、2024年から、商工省へのエネルギー使用量・CO2排出量の提出が義務化される。ベトナム企業は2026年から義務化
- 現状の供給形態は、CNGシリンダー（6-12本1組）にガスを充填した後、トレーラー（20ft、40ft）でけん引して需要家に届け、代わりに空シリンダーを持ち帰るスキームが多い。250barまで充填し、20bar程度で回収する。1回のガス輸送容量は、18-40m<sup>3</sup>。24時間稼働で最遠250kmまで日帰りで輸送する

ベトナム資源環境省による新設工場の石炭利用の禁止とガス利用の促進の通達などから、ベトナムにおけるガス事業者PSE（東邦ガスと協業）やCNGベトナム（ベトナム国営のペトロベトナム傘下）が産業向けガス供給インフラの整備を計画しており、今後も天然ガスの利用拡大が見込まれる

# 産業用ヒートポンプ導入における事業性評価

## 導入効果の試算

- ベトナムにおける燃料コスト、調達コスト、人件費などを踏まえて試算する必要があるが、一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センターによるヒアリング結果を基に試算した各業種における投資回収年数は2～10年程度
- 前頁の通り、現状の産業用途へのガス供給スキームではプロパンガス、CNGをトレーラーで供給しているため、相対的に高価になる可能性が高く、ヒートポンプ導入効果は高いと推察

導入効果試算結果（温水ヒートポンプ）※1

プロセスNo	1	2	3	4	5	6	7	8
業種	中食	調味料	輸送用機械器具	清涼飲料	非鉄金属製品	酒類	繊維工業	食材加工品
プロセス	洗浄	濃縮・蒸留	洗浄	殺菌	メッキ・表面処理	殺菌	染色	洗浄
省エネ効果	▲43.5%	▲69.8%	▲72.0%	▲37.3%	▲39.0%	▲32.1%	▲26.3%	▲42.5%
燃料使用量	▲96.6%	▲99.7%	▲100.0%	▲75.1%	▲76.1%	▲57.4%	▲44.5%	▲82.7%
CO2削減効果	▲41.7%	▲68.5%	▲71.1%	▲35.8%	▲37.6%	▲31.6%	▲26.3%	▲39.7%
ランニングメリット	4,870千円/年	49,160千円/年	46,730千円/年	2,210千円/年	2,410千円/年	12,610千円/年	1,080千円/年	800千円/年
イニシャルコスト	25,000千円/台	120,000千円/台	100,000千円/台	15,000千円/台	18,000千円/台	105,000千円/台	11,500千円/台	5,400千円/台
機器コスト	13,000千円/台	100,000千円/台	63,000千円/台	6,000千円/台	6,000千円/台	59,000千円/台	3,000千円/台	2,700千円/台
他コスト	12,000千円/台	20,000千円/台	37,000千円/台	9,000千円/台	12,000千円/台	46,000千円/台	8,500千円/台	2,700千円/台
投資回収年数	5.1年	2.4年	2.1年	6.8年	7.5年	8.3年	10.6年	6.8年

<モデル化の処理について>

▶ ヒアリング事例を基に、以下の点を補正し、モデル化した上で試算

- ①エネルギー種別を統一：現状の燃料使用量から熱量を算出し、都市ガスに置き換え
- ②エネルギー価格、原単位を統一：【電力】22円/kWh、8.64MJ/kWh 【都市ガス】90円/m<sup>3</sup>、45MJ/m<sup>3</sup>
- ③補助金や余剰設備費用の影響を取り除く：補助金を活用している事例や、ヒートポンプ機器とは直接関係のない計測機器等を併せて導入された事例について、その影響を取り除く

※1：一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター、一般社団法人 日本エレクトロヒートセンター「導入事例のヒアリング調査について」（2024年6月）

# 産業用ヒートポンプの事業開発動向

## IEAによる分析

- 産業用ヒートポンプについては、140℃以下の温度帯の商業化が進んでいる
  - これらの温度帯については、日本企業が強みを持っている技術である
  - 特に製糸業における乾燥、食品製造業における蒸気の生産等のプロセスにおいて利活用される

産業用ヒートポンプの温度帯別技術成熟度レベル※1

温度帯	技術開発度	用途
0℃	TRL 11: : Proof of market stability	紙: 脱インク処理、食品: 濃縮、化学: 生物反応
80℃ ~ 100℃	TRL 10: : Commercial and competitive, but large-scale deployment not yet achieved	紙: 漂白、食品: パスチャライゼーション※2、化学: 沸騰
100℃ ~ 140℃	TRL 8-9: First-of-a-kind commercial applications in relevant environment	紙: 乾燥、食品: 蒸気生産、化学: 濃縮
140℃ ~ 160℃	TRL 6-7: Pre-commercial demonstration	紙: パルプ沸騰、食品: 乾燥、化学: 蒸留、各種産業: 蒸気生産
160℃ ~ 200℃	TRL 8-9: First-of-a-kind commercial applications in relevant environment TRL 4-5: Early to large prototype	各種産業: 高温蒸気生産
>200℃	TRL 4: Early prototype	各種産業: 高温プロセス

※1: IEA「[The Future of Heat Pumps](#)」(2022)より引用

※2: パスチャライゼーションとは食品等の加熱殺菌法のうちで、摂氏100度以下の温度で行う方法

# 産業用ヒートポンプの導入を阻害する課題

## 導入を阻害する課題と想定される解決策

- 産業用ヒートポンプの導入を阻害する課題としては「認知度が低い」「導入コストが高価」「保守管理スキルが不足」「操業中断の可能性」などが挙げられる

課題	課題の概要	想定される解決策（案）
①認知度が低い	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 事業者の間において、産業用ヒートポンプの認知度が低い<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 日本では、加温、加熱すること＝燃焼（化石燃料）という固定概念があり、ベトナムにおいても同様と推察</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 事業者を対象としたセミナーやワークショップを定期的で開催<ul style="list-style-type: none"><li>➢ ヒートポンプを実際に導入している企業を訪問、成功事例を紹介</li></ul></li></ul>
②導入コストが高価	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 初期導入コストが高く、導入検討に消極的<ul style="list-style-type: none"><li>➢ ベトナムでは、長期的な利益よりも短期的なコスト削減を優先することが多く、ヒートポンプのような資本集約的な技術の採用には消極的な状況</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 大規模な投資が可能な大企業や多国籍企業にアプローチする</li><li>■ 中小企業には、日本企業が導入後のエネルギー消費削減のシミュレーションを実施、コスト削減（投資の回収期間）を定量的に示し、導入を促す</li></ul>
③保守管理スキルが不足	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 冷媒の取扱いに関するリスクが存在<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 冷媒の充填、回収、廃棄などの取扱いに対して精通していない可能性があり、大気汚染や事故につながるリスクがある</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 知見が蓄積している日本から技術者の派遣等を通じた人材育成・その知見共有を実施する</li></ul>
④操業中断の可能性	<ul style="list-style-type: none"><li>■ システムの交換は操業中断につながる可能性がある<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 設備更新（老朽化や故障による取り換え）のタイミングでの導入検討は操業中断の可能性があり、導入ハードルが高い</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 新設や増設のタイミングで導入検討を実施の上、ハイブリッド利用（既存燃焼設備＋産業用ヒートポンプの増設）をベースに検討を進める</li></ul>

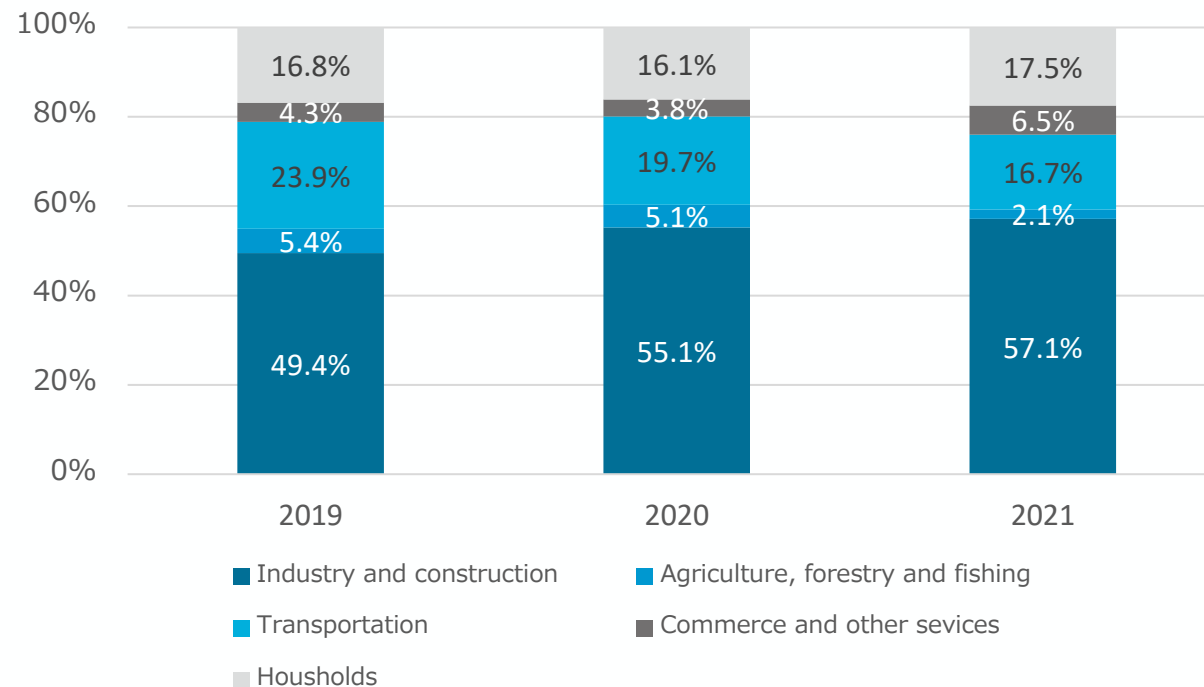
# 参考

# ベトナムの産業部門のエネルギー消費割合

## 産業部門の脱炭素化が必要

- ベトナムにおいては、産業部門におけるエネルギー消費量が多く、2021年には全体の57.1%を占めている
  - そのため、産業部門の脱炭素化が必要であり、解決策として産業用ヒートポンプの導入が考えられる

セクター別のエネルギー消費割合※1



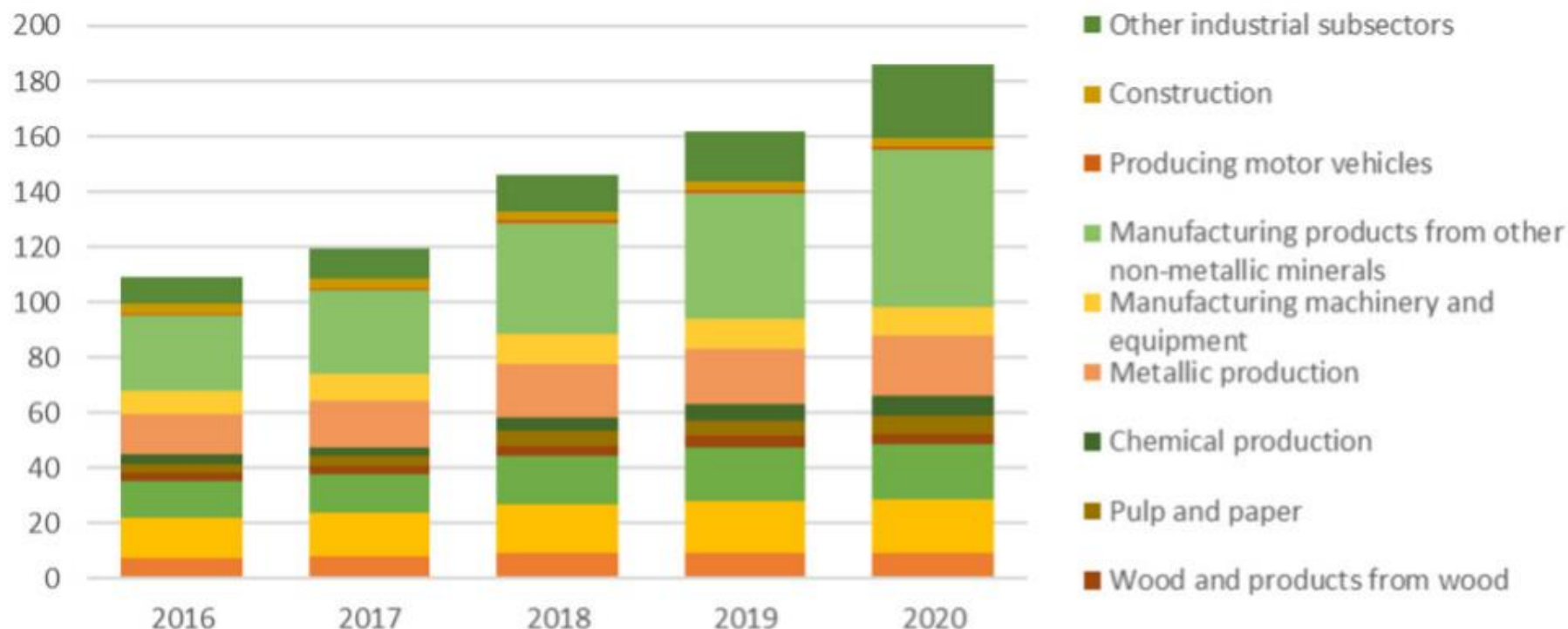
※1 : UNIDO 「[Preliminary Roadmap for Industrial Decarbonization – Vietnam](#)」

# ベトナムの産業部門のCO2排出量の推移

## 産業部門の脱炭素化が必要

- 産業部門においては特に2020年における最も重要な部門別の排出源は、その他の非金属鉱物製品の製造が全体の温室効果ガス排出量の31%、金属製品の製造が12%、繊維産業が11%、食品・飲料・たばこ加工が10%を占めている

産業部門におけるCO2排出量（百万トン）の合計※1



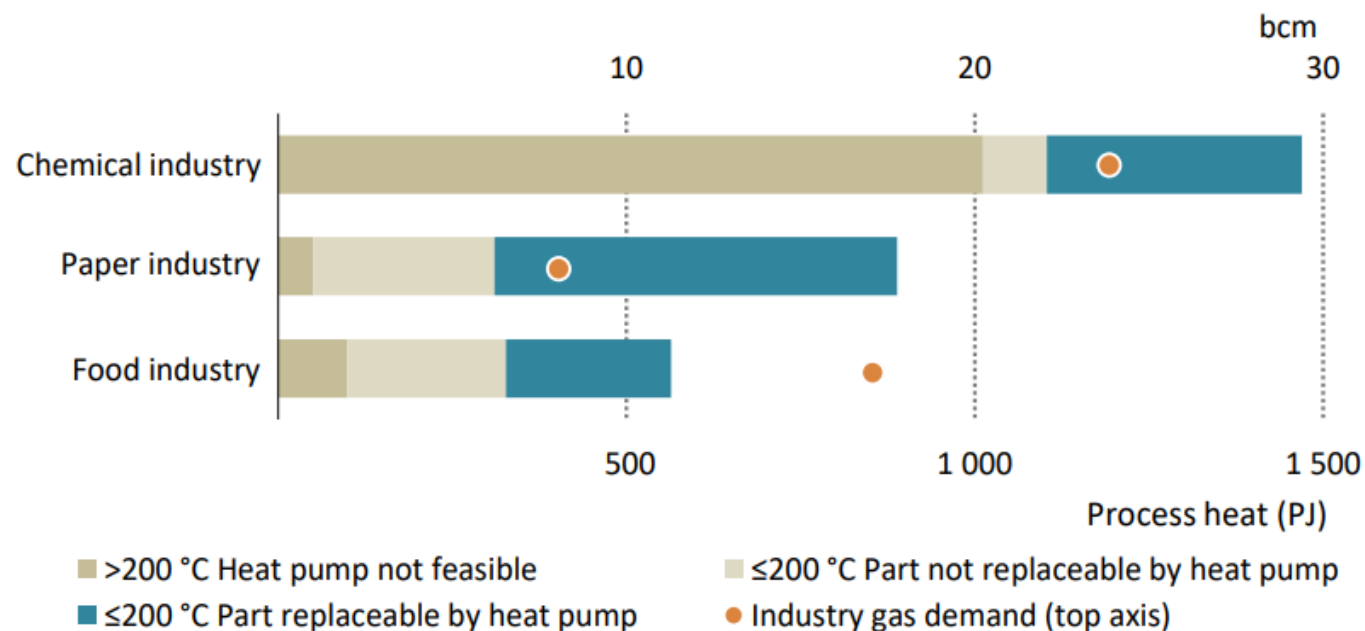
※1 : UNIDO 「[Preliminary Roadmap for Industrial Decarbonization – Vietnam](#)」

# 産業用ヒートポンプの需要動向 (2019年のヨーロッパでの試算のため、参考として記載)

## IEAによる分析

- 食品産業及び製紙産業は、エネルギー使用量、ガス需要、及びCO2排出量を削減の観点から、ヒートポンプ導入の可能性が高い産業である
- 他方で化学産業については、高温の熱需要が高いため、ヒートポンプの代替可能性が比較的低い

ヨーロッパにおける各産業での熱需要及びヒートポンプへの代替可能性について (2019) ※1

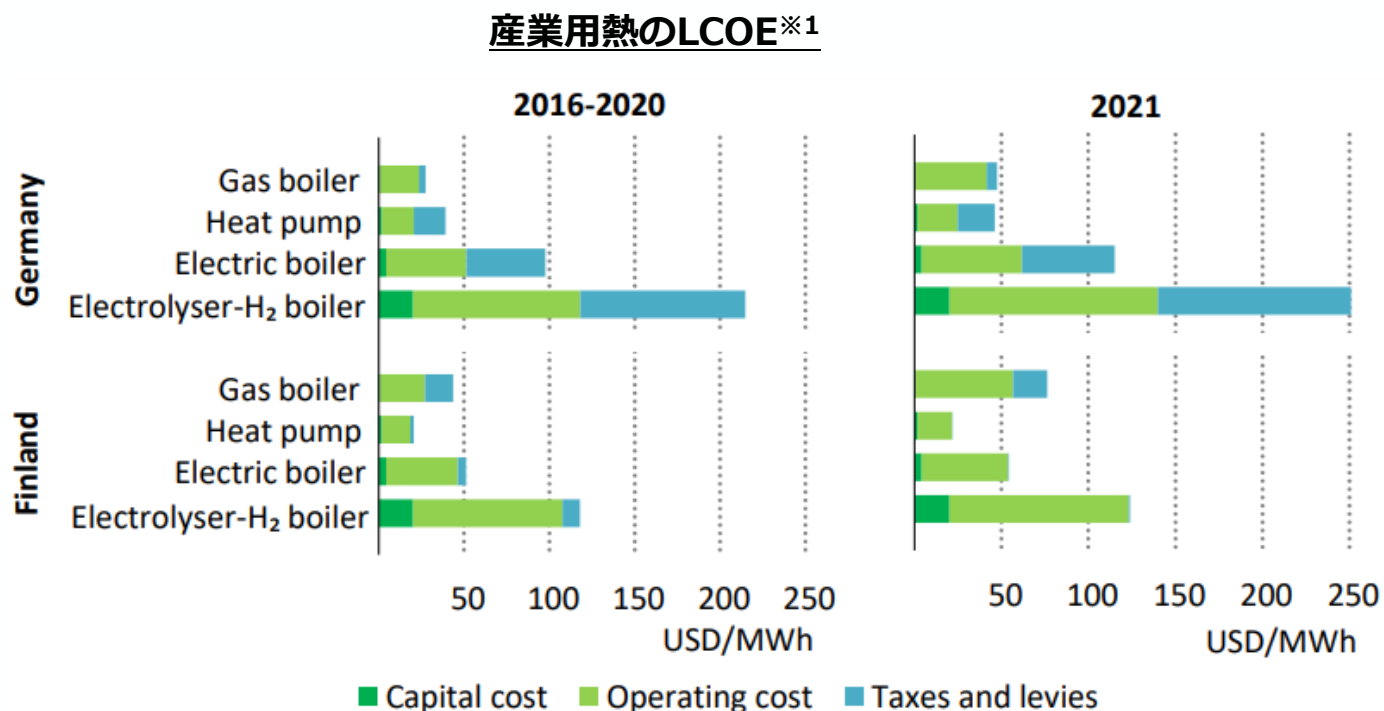


※1 : IEA [The Future of Heat Pumps] (2022)

# 産業用ヒートポンプのコスト比較 (ヨーロッパでの試算のため、参考として記載)

## IEAによる試算

- ヨーロッパの試算では、ガスボイラーやその他代替品となりうるボイラーより、産業用ヒートポンプの価格が低い
  - 他方でヒートポンプ等の価格は化石燃料や電力の価格等に影響されるため、ベトナムにおいても同様とは言い切れない
  - また、この試算には運用コストにガスボイラーのCO2価格が含まれているため、ベトナムには炭素価格等の制度がないため、実際にはガスボイラーが更に安くなっていると考えられる



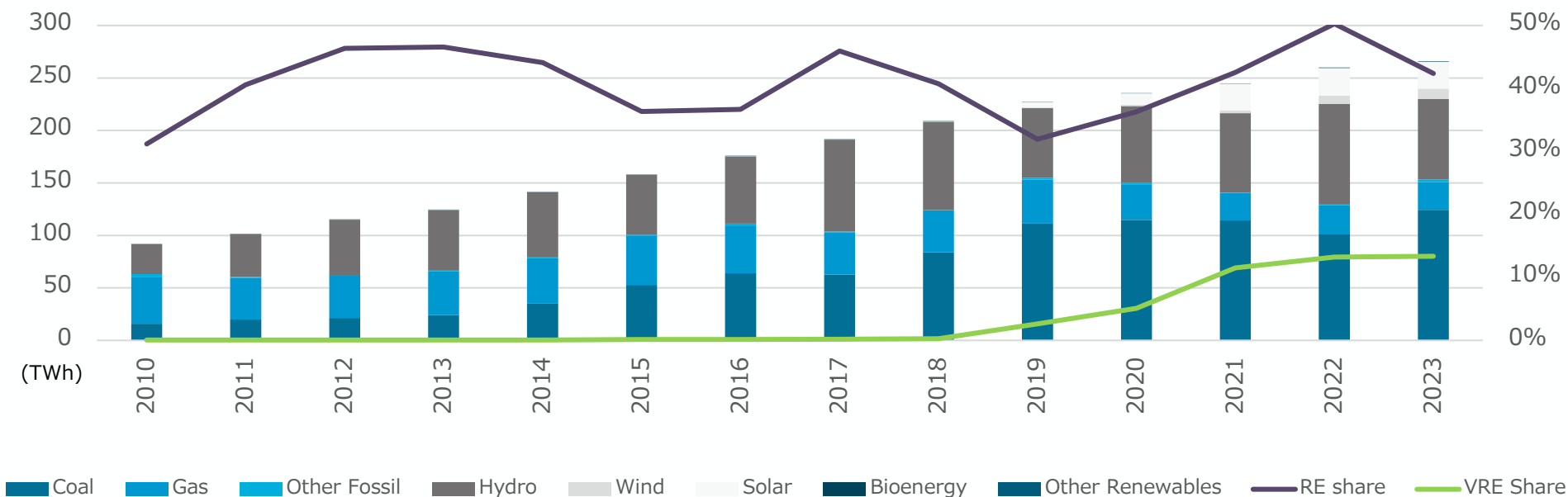
※1 : IEA 「The Future of Heat Pumps」 (2022)

# ベトナムにおける電源別発電量の推移

## ベトナムの再エネ導入状況

- 現状ベトナムでは、豊富な再エネポテンシャルを有している反面、再エネの導入が進んでいない
- 系統課題が存在するが、EVN等の国営企業が系統増強に積極的ではなく、足元では省エネに係る取組が重要になっていると考えられる

ベトナムにおける電源別発電量の推移※1



※1 : EMBER 「[Electricity Data Explorer | Ember](#)」 Webページより引用 (2025年2月アクセス)

# 産業用ヒートポンプ関連技術に関する概要

## 特に低温帯のヒートポンプが有望

種類名	企業名	技術概要	市場動向	課題
空冷ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ダイキン</li> <li>■ 三菱電機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 空冷ヒートポンプとは、空気中の熱を集め、くみ上げて移動させる技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 冷媒を圧縮したり膨張させたりして温度を上昇・低下させ、熱を移動させる</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 空冷ヒートポンプの世界市場は、2023年には百万米ドル規模と推定されている</li> <li>■ 空冷ヒートポンプの世界的な主要企業には、Motivair、Klima-Therm、Multistack、Trane、Ecosmart等がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 低温環境下での効率低下や寒冷で湿度の高い条件下で、屋外ユニットに霜や氷が蓄積しやすい傾向がある               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ その他にも、初期コスト、騒音、適切なサイジングの必要性の問題がある</li> </ul> </li> </ul>
ヒートポンプ給湯器	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ダイキン</li> <li>■ 三菱電機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 自然エネルギーCO2冷媒を活用した電気式ヒートポンプであり、夜間の安い電気料金を利用し、お湯を作ることが可能</li> <li>■ 年間加熱効率3.7を達成し、ランニングコストとCO2排出量を大幅削減可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 市場は2023年の20億9,000万米ドルから2030年までに34億3,000万米ドルに成長すると予測されており、予測期間中に7.33%の年平均成長率を記録するとされている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 業務用ヒートポンプ給湯機は従来型の給湯機と比べて初期コストが高額なことなどから急激な導入増は期待できない               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 今後は従来型の給湯機と小容量の電気式給湯機を併用するハイブリッドシステムが増加する</li> </ul> </li> </ul>
循環加温ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ダイキン</li> <li>■ 日本イトミック</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 冷媒を使用して空気中から熱を汲み上げ、循環する二次媒体の水を加熱する</li> <li>■ 店舗やホテルなど業務用施設での導入が多いが、製造工程の加熱用途での適用も見られる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 循環加温ヒートポンプは、産業用加温市場において重要な位置を占めつつあり、特に製造工程での加熱用途での導入が増加している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 冷温水を循環させる配管や空気熱交換器を設置する必要があり、コスト面やスペースの確保が必要</li> </ul>

# 産業用ヒートポンプ関連技術に関する概要

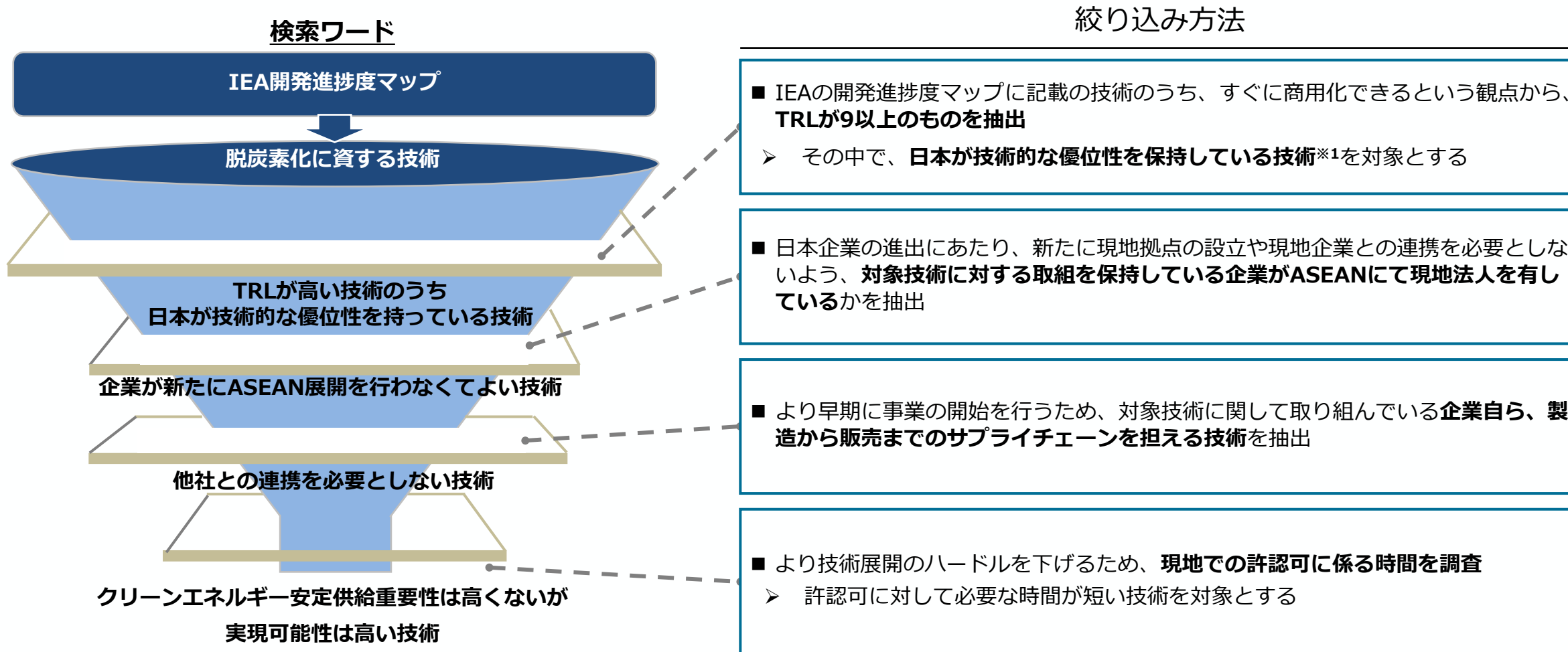
## 特に低温帯のヒートポンプが有望

種類名	企業名	技術概要	市場動向	課題
水熱源 ヒートポンプ	■ 三菱電機 ■ ダイキン	■ 屋外の冷却塔・井戸・河川などの水を必要場所に搬送し熱源に用い、熱源とするエアコンを必要な場所に配置する空調設備方式 ■ 冷却側に必要な廃温水などの熱源の有無が省エネ性には重要	■ 省エネ需要や環境意識の高まりから、需要が増加しており、世界の水熱源ヒートポンプ市場は2023年から2033年にかけて年平均成長率（CAGR）4.9%で成長し、2033年までに16.2億ドルに達すると予測されている	■ コスト面に加え、冷却水の管理や水損の恐れ、騒音が大きい等の管理面での課題が考えられる ➢ コスト面については、長期的な運用コストの低さや環境対策の観点から解消されつつある
熱風 ヒートポンプ	■ 三菱電機 ■ 前川製作所	■ 熱風を供給するヒートポンプとして乾燥用途などに導入が進んでおり、空気熱源、水熱源それぞれのタイプがあり、水熱源は循環加熱式の熱風ヒートポンプも近年開発されている	■ 産業施設の蒸気ボイラに代替する高効率機種として使用されているが、その中では熱風ヒートポンプが主要な機器となっている	■ 製造工程の加熱・乾燥プロセス等で導入されている熱風ヒートポンプについては、90-165℃となっているが、このような高温の熱風を生成する際、システムの効率が低下し、省エネ効果が減少する可能性がある
蒸気発生 ヒートポンプ	■ 富士電機 ■ 中部電力	■ 排出された熱を回収・再加温し、排熱の再利用を可能にします。工場で排出される排温水などから熱を回収し、飽和蒸気を供給 ➢ 燃焼式のボイラ代替として普及が期待されている	■ 蒸気発生ヒートポンプは、「2050年カーボンニュートラル」に向けて注目が集まっているが、1台あたりの価格が高額なうえ単体での容量が小さく複数台導入する必要があることから、導入は多くは進んでいない	■ 高圧蒸気を扱うため、設備の保守やメンテナンスには特別な技術が必要 ➢ 蒸気システムは技術的に複雑で、適切な設計や運用には専門的な人材が必要

**クリーンエネルギー安定供給重要性は高くないが  
実現可能性は高い技術**

# クリーンエネルギー安定供給重要性は高くないが 実現可能性は高い技術

- 相手国のニーズや我が国の競争力、現状の事業の延長として実現性がある等の観点から、スポット的に短期的な我が国への経済的裨益が創出できるかどうかを検証する



\*1：IEA開発進捗度マップを参照

# クリーンエネルギー安定供給重要性は高くないが 実現可能性は高い技術

## 抽出した技術一覧（1/2）

- 前ページの整理方針を参照した結果、クリーンエネルギー安定供給重要性は高くないが実現可能性は高い技術としては、燃料電池やヒートポンプといった技術が有望であると考えられる

技術名	取組を行っている日本企業	競合の存在※1	事業段階
高分子電解質膜を用いた熱電併給型燃料電池	パナソニック、アイシン等	△	9. Commercial operation in relevant environment
固体酸化物材料を用いた熱電併給型燃料電池	パナソニック、アイシン等	△	9. Commercial operation in relevant environment
ハイブリッド型ヒートポンプ（民生）	パナソニック等	×	9. Commercial operation in relevant environment
循環加温ヒートポンプ（民生）	ダイキン、東芝キャリア、中部電力等	△	9. Commercial operation in relevant environment
水熱源ヒートポンプ（民生）	ダイキン、三菱電機等	△	10.Integration needed at scale
空気熱ヒートポンプ（民生）	三菱電機、ゼネラルヒートポンプ、ダイキン等	△	10.Integration needed at scale
産業用ヒートポンプ	ダイキン、富士電機等	△	9. Commercial operation in relevant environment

※1:競合がないものを○、競合が1~2か国又は企業存在するものを△、それ以上の数の競合がいるものを×として記載している  
出典：IEA開発進捗度マップ

# 産業用ヒートポンプの事業開発動向

## IEAによる分析

- 産業用ヒートポンプについては、140℃以下の温度帯の商業化が進んでいる
  - これらの温度帯については、日本企業が強みを持っている技術である
  - 特に製糸業における乾燥、食品製造業における蒸気の生産等のプロセスにおいて利活用される

産業用ヒートポンプの温度帯別技術成熟度レベル※1

温度帯	技術開発度	用途
<80℃	TRL 11: Proof of market stability	紙: 脱インク処理、食品: 濃縮、化学: 生物反応
80℃ ~ 100℃	TRL 10: Commercial and competitive, but large-scale deployment not yet achieved	紙: 漂白、食品: パスチャライゼーション※2、化学: 沸騰
100℃ ~ 140℃	TRL 8-9: First-of-a-kind commercial applications in relevant environment	紙: 乾燥、食品: 蒸気生産、化学: 濃縮
140℃ ~ 160℃	TRL 6-7: Pre-commercial demonstration	紙: パルプ沸騰、食品: 乾燥、化学: 蒸留、各種産業: 蒸気生産
160℃ ~ 200℃	TRL 8-9: First-of-a-kind commercial applications in relevant environment TRL 4-5: Early to large prototype	各種産業: 高温蒸気生産
>200℃	TRL 4: Early prototype	各種産業: 高温プロセス

※1: IEA「[The Future of Heat Pumps](#)」(2022)より引用

※2: パスチャライゼーションとは食品等の加熱殺菌法のうちで、摂氏100度以下の温度で行う方法

## **参考：各種調査結果**

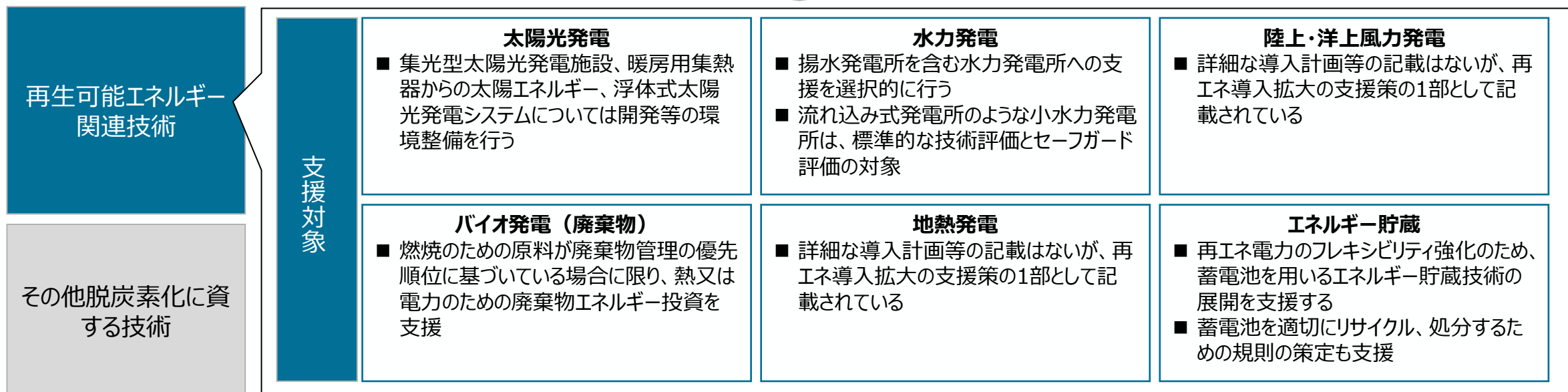
### **- ADB及びGFANZに係るTF調査**

# TFにかかるスタンス：概要

## ADB

- ADBはTFについてグリーンな活動を支援に加え、既存炭素排出者を効果的に変革することを目指す。前者については、再エネ及び再エネ貯蔵技術に対する支援を実施する

- 最終的な世界経済全体の効果的な脱炭素化には現在議論されている「グリーンファイナンス」以上の資金投入が必要であるという理解<sup>※1</sup>
- トランジションファイナンスについて、グリーンな活動を支援するだけでなく、既存の炭素排出者を効果的に変革するという認識
  - 2021年にエネルギー政策として、再エネやその他脱炭素化に資する技術に対する支援の可否を示した
    - ✓ その他、送配電サブセクターや環境責任、エネルギートランジションに関する計画策定の支援についての方針も記載



出典：ADB (2021) "Energy Policy: Supporting Low-Carbon Transition in Asia and the Pacific"

※1:炭素排出を最小限に抑える活動を支援するTFにおいて、最終的には実質ゼロ排出を達成する必要がある炭素集約型セクターでは、より多額の資金が必要ということ

# TFにかかるスタンス：概要

## ADB

- ADBはTFについてグリーンな活動を支援に加え、既存炭素排出者を効果的に変革することを目指す。後者について、グリーン・ブルー水素等を用いた産業の脱炭素化やCCUS、バイオ燃料等へ支援を実施する。石油・天然ガスについては条件付の支援にとどまる

- 最終的な世界経済全体の効果的な脱炭素化には現在議論されている「グリーンファイナンス」以上の資金投入が必要であるという理解\*1
- トランジションファイナンスについて、グリーンな活動を支援するだけでなく、既存の炭素排出者を効果的に変革するという認識
  - 2021年にエネルギー政策として、再エネやその他脱炭素化に資する技術に対する支援の可否を示した
    - ✓ その他、送配電サブセクターや環境責任、エネルギー転換に関する計画策定の支援についての方針も記載

再生可能エネルギー 関連技術	支援対象	<b>産業プロセスの脱炭素化</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 直接電気暖房、誘導加熱、グリーン水素・ブルー水素等の技術を使い、化石燃料の直接利用を脱炭素化に貢献する技術を支援</li> <li>■ 効率的な冷暖房設備等の導入の支援</li> </ul>	<b>CCUS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発電所、LNG輸入施設及び産業向けに限定</li> <li>■ EORを目的としたCCUSへの融資は行わない</li> </ul>	<b>バイオ燃料</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ バイオ燃料やグリーン及びブルー水素と炭素回収に基づく合成燃料は化石燃料の代替になる認識                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 長距離輸送、冷暖房等</li> </ul> </li> <li>■ 先進的バイオ燃料の開発と利用を支援</li> </ul>
		<b>石油 (条件付で支援対象)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 上流・中流のPJは支援しない</li> <li>■ 再エネと組合せた電力に関わるPJであれば支援可能</li> </ul>	<b>天然ガス (条件付で支援対象)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 支援については限定的</li> <li>■ LNGターミナル及び貯蔵施設を含む天然ガスインフラは、パリ協定に順守する等の条件を満たせば支援可能</li> </ul>	<b>原子力</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 安全性、廃棄物処理問題、投資コストを考慮した結果、原子力発電に対しては投資を行わない</li> </ul>
その他脱炭素化に 資する技術	支援対象外			<b>石炭</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 石炭をベースとする発電・熱供給能力の新設に資金を提供しない</li> <li>■ 早期廃棄を支援</li> </ul>

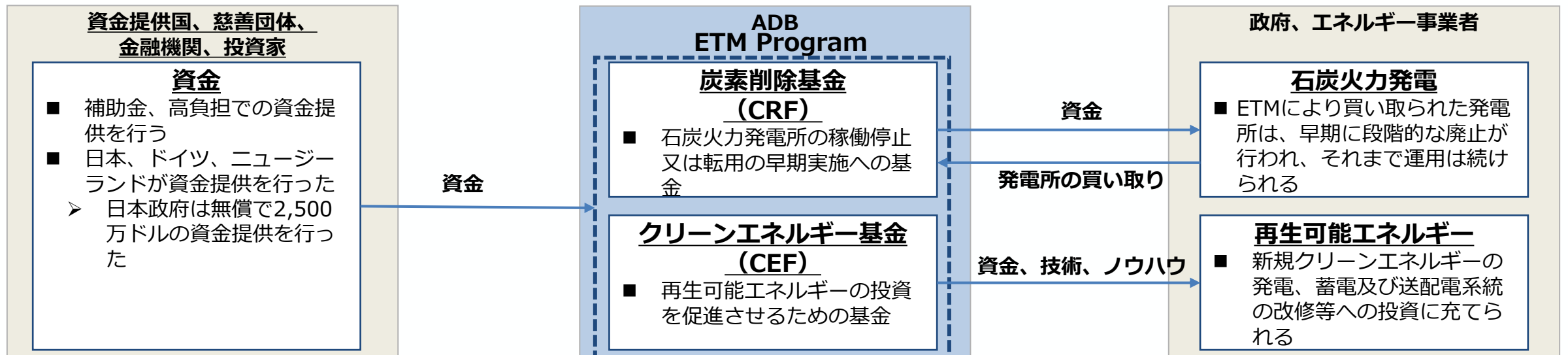
出典：ADB (2021) "Energy Policy: Supporting Low-Carbon Transition in Asia and the Pacific"

\*1:炭素排出を最小限に抑える活動を支援するTFにおいて、最終的には実質ゼロ排出を達成する必要がある炭素集約型セクターでは、より多額の資金が必要ということ

# TFにかかる既存のスタンス：具体的取組

## ADB

- トランジションファイナンスの施策として、ADBは2021年11月よりEnergy Transition Mechanism (ETM) Programによる石炭火力発電の停止及び再生可能エネルギー等のクリーンエネルギーへの投資を通じてエネルギー・トランジションを実現しようとしている
- トランジションファイナンスの主要な取組として、2021年11月のCOP26に合わせて打ち出された**Energy Transition Mechanism Program (ETM Program)**を推進
  - 石炭火力発電所の稼働停止又は転用の早期実施に向けた基金と発電や蓄電、送配電系統の改修といった新たな**クリーンエネルギー・再生可能エネルギーへの投資促進**を目的とした基金
  - インドネシア、フィリピン、ベトナムの3か国から実施しており、インドネシアでは期間短縮に向けた相互協力に関する覚書を締結



# TFにかかるADBとの連携方針(案): ガス + 水素 + CCUS

天然ガス火力発電については条件付で中流・下流のPJのみ支援する等、融資については縮小傾向

- ADBは天然ガスの探鉱又は掘削活動を支援せず、**中流及び下流の天然ガスに対する支援を選択的に行う**
- ADBは、天然ガスのT&Dパイプライン、LNGターミナル及び貯蔵施設を含む天然ガスインフラ及び天然ガスをベースとする最終用途施設への投資に対して、パリ協定等に沿った一連の審査基準に従って融資を行うことができる
- **CCUSについては、発電所、LNG輸入施設及び産業向けに限定しており、EORを目的とした融資は行わない**

出典：ADB “Energy Policy: Supporting Low-Carbon Transition in Asia and the Pacific”(2021)

他方で、天然ガス火力発電に対してはCCUSを備えることで2050年以降も稼働することが可能

- ADB担当官によると、「**CCUS (CO2を回収して利用・貯留する技術) を備えた天然ガス発電なら、(他の条件も満たす前提で) 2050年以降も稼働できる**」

出典：日経「[脱炭素でガス火力発電も窮地に「融資OK」でも暗雲 - 日本経済新聞 \(nikkei.com\)](#)」(2021) (エネルギーセクターチーフ、ウィジャヤトウンガ氏発言より引用)

ブルー水素についても産業プロセス等の脱炭素化等の用途として支援の対象としている

- CCUSの用途として考えられるものの一つとしてブルー水素を記載
- エネルギー政策では、産業分野の脱炭素化等、様々な用途に対する**代替燃料や原料用途としてブルー水素を記載**

出典：ADB「[Green and Low carbon Energy Enable Economy Recovery and CCUS in Asia](#)」(ADB Jinmiao Xu氏、明治大学での講演資料より引用)



- ガス火力発電については、中流・下流のプロジェクトへの支援に限定され、天然ガスのT&Dパイプライン、LNGターミナル及び貯蔵施設を含む天然ガスインフラ及び天然ガスをベースとする最終用途施設への投資に対して、パリ協定等に沿った一連の審査基準に従って融資を行うという状況。天然ガスへの融資は縮小傾向といえ、長期的には完全に支援対象外、運用廃止に向かう可能性が考えられる。ADB担当官は、天然ガス発電について、CCUSを備えた場合2050年以降も稼働できるとしており、長期的な運用の可能性を示した。
- したがって、CCUS付きの天然ガスへの運用又は改修費用を支援することで、天然ガス発電の長期的な運用を支援することができるのではないかと。
- ブルー水素についても支援の対象としていることから、発電所とは別に天然ガスを用いたブルー水素製造設備に対する支援が考えられるのではないかと。

# TFにかかるADBとの連携方針（案）：石炭

## 以前よりADBは石炭火力発電所の新設及び改修に対して否定的な態度を示してきた

- 今後、ADBは石炭火力発電への新たな資金提供を行わないという強いコミットメントを示している。**石炭をベースとする発電・熱供給設備の新設に資金を提供しない**
  - 既存の石炭火力発電所及び暖房設備の**寿命を延ばす石炭施設の近代化、改良又は改修のための投資には参加しない**
- 出典：ADB (2021) “Energy Policy: Supporting Low-Carbon Transition in Asia and the Pacific”

- 浅川ADB総裁は、「ETMは、炭素集約型エネルギーからクリーンで信頼性の高いエネルギーへの移行を加速させることで、アジア・太平洋地域の温室効果ガス排出量削減におけるゲームチェンジャーとなる可能性を秘めている」と述べた

出典：ADB (2021) <https://www.adb.org/ja/news/japan-announces-25-million-adb-led-energy-transition-mechanism-southeast-asia>（浅川雅嗣ADB総裁発言より引用）

## ADBは直近、石炭火力発電設備に対する否定的な態度の緩和が垣間見える

- 国際環境NGO FoE Japanによると、ADBは石炭火力発電の早期廃止の影響を緩和するために、代替電源の確保について言及していることから、**バイオマスやアンモニア、水素との混焼の可能性は否定できない**としている

出典：FoE Japan(2023) “Problems with First Use of ADB Energy Transition Mechanism”

- 経済産業省が、JERAなどが取り組むアンモニア混焼技術や、グリーン経済への移行について、ADBやASEAN政府関係者に紹介した際、ADBの担当者は「**これらの技術に励まされた。ゼロから需要を生み出すのではなく、既存のサプライチェーン等の開発に基づいて技術の構築ができる。**」と述べた

出典：NIKKEI ASIA(2024) <https://asia.nikkei.com/Business/Energy/Japan-s-JERA-IHI-to-test-ammonia-as-fuel-at-coal-power-plant>  
（David Elzinga上級気候変動エネルギー専門家発言より引用）



- ADBは2021年頃では石炭火力発電について、エネルギー政策等で石炭をベースとする発電・熱供給能力の新設に資金を提供しないことを表明しており、ETM等で石炭火力発電の早期廃止と再エネ等への転用を促進していた。一方で、2023年頃には廃止に向けた取組の影響緩和について、混焼技術の活用は否定していないと批判を受けている。また、ADBの担当者もアンモニア混焼技術に対して興味を示している。
- ADBが石炭火力発電の延命のための改修に支援しないとしているため、ETMで設定された石炭火力発電の廃止期間までの活用になる可能性があるが、廃止に向けた段階的な影響緩和措置として、バイオマスやアンモニア、水素との混焼技術に対する支援が行われる可能性が考えられるのではないかと

# TFにかかるスタンス：概要

## GFANZ

- GFANZはトランジションファイナンスについて、実体経済の脱炭素化を目指し、炭素除去技術を含む気候変動ソリューション、1.5℃目標に整合する企業、1.5℃目標を目指す企業、マネージドフェーズアウトに対する資金援助を投資戦略として掲げている

- ネットゼロへの秩序ある**実体経済の移行**※1を支援するために必要な投資、融資、保険及び関連商品、サービスをTFと定義
- ダイベストメントよりも**マネージドフェーズアウト**※2を通じて、高排出企業の移行を推進している
  - Race to Zero※3等の国連や他の組織の取組について、連携するという文言を**助言や指針に留意すると変更**
- **以下の4項目**（「気候変動ソリューション」、「1.5℃目標に整合する企業」、「1.5℃目標を目指す企業」、「マネージドフェーズアウト」）に対する資金援助が投資戦略として掲げられている

## GFANZによる4つの投資戦略

### 気候変動ソリューションを 拡大する主体や活動※4

- GHG排出を削減、除去、又は除去する技術、サービス、及びツール
- 排出量の多い技術・サービスの代替手段になりうるツール
  - グリーン水素、リジェネラティブ農業

### 1.5℃目標に整合する企業

- 既に1.5℃目標に整合する企業に対して資金提供
  - 先導する企業を支援して、金融セクターが1.5℃目標との整合を目指した行動を求めていることを示す

### 1.5℃目標を目指す企業

- 1.5℃目標に沿った意向を約束した企業に対して資金提供
  - セクター別のパスウェイに沿った目標を設定し、事業変革を通じてネットゼロを目指す企業を支援する

### マネージドフェーズアウト※2

- 高排出資産の廃棄に関する明確な計画策定を条件として、当該資産の運営や融資を継続しつつ、段階的なCO2削減を行う

※1:金融商品のみならず、Hard to abateな産業を含めた実体経済の下で脱炭素化を進めていくこと  
※2:高排出企業に資金供給を行うとともに設備の低排出化や段階的廃止を促すこと、※3:詳細については次ページを参照されたい  
※4: GHG排出を削減又は除去する技術、サービス、及びツールへの投資、定義に基づく投資先の4つのセグメント分けを記載

# 参考：Race to Zero基準

## GFANZ

- Race to Zeroについて、基準を順守することが、GFANZ設立時に定められており、その他の国連や他組織の取組についても、基準を順守・連携すべきであるとされていたが、加盟企業の反発により2022年10月に助言や指針に留意すると変更された

### Race to Zero基準

2050年までに、スコープ3を含む全排出量のネットゼロを達成するため、科学的根拠に基づくガイドラインを活用する

今後10年間で排出量を50%前後削減する2030年の中間目標（2030 interim target）を設定する

ネットゼロに向けた移行戦略を策定し公表する

目標達成に向けた進捗を透明性のある形で毎年開示する

オフセットを活用する場合は、厳格な規制を適用する

# TFにかかるGFANZとの連携方針(案): ガス+ (水素)

## GFANZは天然ガスの投資に対して条件を定めることで、化石燃料の縮小を掲げている

- 短期的には、石油とガスの一部への融資が含まれることになるが、重要なのは、再生可能エネルギーへの投資を確実に4:1の比率まで劇的に拡大すること

出典：GFANZ <https://www.ft.com/content/8d0c1064-881e-42b4-9075-18e646f3e1ad> (2022) GFANZ マーク・カーニー氏発言より引用

- 石油・ガス、森林伐採などの優先度の高いセクターや活動について、方針と条件を定める

出典：GFANZ「金融機関のネットゼロ移行計画」(2022)

## GFANZは移行期間の必要性を認識しており、加盟企業も化石燃料への融資の廃止は受け入れていない

- 消費者が信頼性の低い高価なエネルギー源の負担を負い続けられないよう、移行期間中もエネルギー供給が維持されるようにする必要がある

出典：GFANZ <https://www.ft.com/content/8d0c1064-881e-42b4-9075-18e646f3e1ad> (2022) GFANZ マーク・カーニー氏発言より引用

- ウクライナ問題をきっかけとするエネルギー危機により、金融機関が化石燃料への資金供給を減らすことが難しくなり、GFANZ傘下の脱炭素を目指す保険業界団体NZIA (Net Zero Insurance Alliance : ネットゼロ・インシュアランス・アライアンス) から、欧州や日本の保険大手が次々と脱退

出典：GFANZ <https://www.nri.com/jp/knowledge/blog/lst/2023/fis/kiuchi/0831> (2023)



- 天然ガスについては、再生可能エネルギーへの投資を確実に4:1の比率まで劇的に拡大することを目標として、石油・森林伐採等と並ぶ優先度の高いセクターとして、方針と条件を定めることで融資を制限しようとしている。
- 他方でGFANZも消費者の負担等の観点から、移行期間の必要性を認識しており、短期的には、石油とガスの一部への融資が含まれることになることと主張している。また加盟企業も、ウクライナ問題をきっかけとするエネルギー危機により、金融機関が化石燃料への資金供給を減らすことは難しく、融資を制限することには反発している

# TFにかかるGFANZとの連携方針(案): 石炭

石炭火力については新規融資をせず、マネージドフェーズアウトを通じた段階的な廃止を推奨している

- 温暖化を摂氏1.5度に抑えるためには、**新規石炭への融資を停止することが絶対に必要**

出典：GFANZ マイケル・R・ブルームバーグ氏、マーク・カーニー氏、メアリー・シャピロ氏声明より引用（2022） <https://www.gfanzero.com/press/statement-on-no-new-coal-from-michael-r-bloomberg-mark-carney-and-mary-schapiro/>

- 高排出資産の廃棄に関する明確な計画策定を条件として、当該資産の運営や融資を継続しつつ、**段階的なCO2削減を行う**

出典：GFANZ <https://assets.bbhub.io/company/sites/63/2023/10/Recommendations-and-Guidance-on-Financial-Institution-Net-zero-Transition-Plans-Japanese.pdf> (2022)

- 実体経済の脱炭素化を支えるためにも、**ダイベストメントよりもエンゲージメント、あるいはマネージドフェーズアウト（管理しながら徐々に温室効果ガス削減を実現する手法）を通して、高排出企業の移行を促していくべき**

出典：GFANZ Managing Director, Asia Pacific Network 安井友紀氏発言より引用(2023)

加盟企業は新規石炭火力への融資廃止には消極的で、GFANZも取決めを緩めつつある

- 国連の主要機関がGFANZ加盟企業に対して今年（2022年）夏に発表したガイドラインでの、新規石炭事業への融資の廃止に関する文言について、加盟企業の反発を受け、連携が必須という文言を**助言や指針に留意するに変更**。RACE to ZEROの基準に関しても同様

出典：GFANZ [Mark Carney-led GFANZ Drops Requirement for Race to Zero Commitment for Members - ESG Today](#)(2022)

- GFANZ加盟企業161社のうち、**石炭新規開発事業に従事する企業への支援を除外する何らかの方針を採用していたのは、61社のみ**

出典：国際環境NGO 350.org Japan [【共同プレスリリース】火に油を注ぐ：GFANZ加盟機関が化石燃料拡張に巨額を投入 | 国際環境NGO 350 Japan](#)(2023)

- アジアでネットゼロを達成するには、石炭火力の問題が重くのしかかっている。**スイッチをオフにするように簡単にやめるわけにはいかないのも事実**

出典：GFANZ加盟企業 第一生命ホールディングス株式会社 経営企画ユニット サステナビリティ推進室 フェロー 太田浩氏発言より引用（2023）

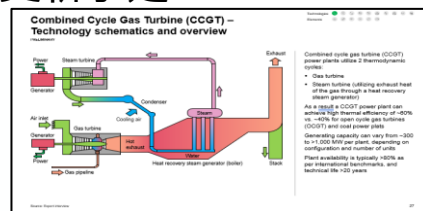


- GFANZは石炭火力発電について、新規融資を停止しマネージドフェーズアウトを通じた段階的な廃止を推奨しているが、ウクライナ等の世界情勢の変化もあり、加盟企業は新規融資廃止には消極的であり、いまだ融資を行っている企業も多い。それに伴い、GFANZも取決めを緩めつつある。また、アンモニア混焼等の混焼技術に関しても、明確に否定する記述は見つからない
- したがって、長期的には石炭火力発電に対する縮小する可能性はあるが、混焼技術も含めて石炭火力発電への融資は止まらないのではないかと

# トランジション案件へのファイナンス

## 技術リスト

- 金融機関に技術的知見が不足しているため、トランジション案件の評価が難しいとの声を受け、2022年にERIAから「技術リスト」を公表し、トランジション技術の情報を提供
- エネルギー上流・発電のみをカバーしていたところ、エネルギー中下流と最終消費（Hard-to-abateセクターを中心とする産業の脱炭素化技術）に範囲を広げ更新予定



企業への聞き取りに基づき、各技術を以下の6要素で評価

- ① 排出削減量、② ロックイン回避、③ その他環境への配慮、④ コスト適切性、⑤ 供給の安定性、⑥ 社会的影響への配慮

### 初版におけるトランジション技術の対象

初版では、以下の項目に基づき技術の優先順位を決定

- ・ 排出量削減に直接的かつ大きな影響を与えるもの。
- ・ ゼロエミッションでもなく、グリーンでもなく、ブラウンでもない
- ・ 大規模な導入規模又は投資を伴うもの

Technology tier	Sector	Power (Electricity generation)	Upstream (Fuel production)
初期的脱炭素	Power (Electricity generation)	① CCGT発電(石炭回避、高効率化)	⑦ ガス漏れ削減のための漏えい検知と修理 (LDAR) 技術
		② 廃棄物からのエネルギー回収	
部分的排出削減	Power (Electricity generation)	③ バイオマス混焼	⑧ ガス製造・加工におけるプロセスの電化
		④ 低炭素アンモニア混焼	
		⑤ 低炭素水素混焼	
発展的脱炭素	Power (Electricity generation)	⑥ 石炭/ガス火力発電所におけるCCUS	⑨ ブルー水素、ブルーアンモニアの製造
			⑩ ガス製造工程におけるCCUS

**参考：各種調查結果**  
**- 国営企業経営状態調査**

# アジアエネルギー系国営企業経営状態調査 (USD換算バージョン・1/2)

- 格付の観点では、ベトナム、フィリピン・インドネシア、タイ、マレーシアの順に融資ハードルが高いと考えられる

目的：アジア諸国のエネルギー系国営企業のエネルギートランジションに向け融資を行うため、JBICやNEXI等を通じた低金利融資ニーズが見込めそうな企業を特定する。

方法：各国エネルギー系国営企業が自身で投資できるか（自己資本があるか）、また融資を受けやすい状態にあるかを判断するための定量的情報を収集、比較し、よりニーズがありそうな企業を特定する

	カテゴリー	会社名	年間売上げ高 (Revenue)	売上げ総利益 (Gross profit)	EBITDA	総資産 (Total assets)	総負債 (Total liabilities)	自己資本 (Total own capital or owner's equity to total assets ratio)
インドネシア	ガス	プルトamina	84.9B USD	13.5B USD	13.6B USD	87.8B USD	50.6B USD	36.78%
	電気	PLN	26.5B USD	927M USD	5.5B USD	105.4B USD <sup>2</sup>	41.6B USD	55.0%
マレーシア	ガス	ペトロナス	85.3B USD	35.1B USD	38.8B USD	161.3B USD	56.8B USD	56.5% <sup>3</sup>
	電気	テナガ	11.6B USD	807M USD	4.7B USD	46.7B USD	32.9B USD	29.6% <sup>3</sup>
タイ	ガス	PTT	22.9B USD	13.3B USD	14.2B USD	98.9B USD	56.5B USD	30.8%
	電気	EGAT	13.2B USD	2.6B USD	4.1B USD	38.3B USD	22.4B USD	41.5%
フィリピン	ガス	PNOC	0.1B USD	N/A	N/A	0.7B USD	0.1B USD	N/A
	電気	NAPOCOR	0.2B USD	N/A	N/A	0.8B USD	0.4B USD	60.8% <sup>3</sup>
ベトナム	ガス	ペトロベトナム	4.4B USD	37.9M USD <sup>4</sup>	60.4M USD	1.2B USD	1.2B USD	39.3%
	電気	EVN <sup>1</sup>	18B USD	1.6B USD	N/A	29.8B USD	19.4B USD	35.2%

\* 2022年12月30日時点のレートで換算（1 IDR = 0.00006437 USD, 1 MYR = 0.227 USD, 1 THB = 0.02894 USD, 1 PHP = 0.017959 USD, 1 VND = 0.00004230 USD）

1. 2021年の値、2. Net Profit、3. Stockholder's equity、4. Operating Profit

# アジアエネルギー系国営企業経営状態調査 (USD換算バージョン・2/2)

- 格付の観点では、ベトナム、フィリピン・インドネシア、タイ、マレーシアの順に融資ハードルが高いと考えられる

目的：アジア諸国のエネルギー系国営企業のエネルギートランジションに向け融資を行うため、JBICやNEXI等を通じた低金利融資ニーズが見込めそうな企業を特定する。

方法：各国エネルギー系国営企業が自身で投資できるか（自己資本があるか）、また融資を受けやすい状態にあるかを判断するための定量的情報を集め、比較し、よりニーズがありそうな企業を特定する

	カテゴリー	会社名	ローン/ボンドの金額 (Loans & bonds)	平均利率 (Weighted average interest rate)	資本構成 (株主)	設立根拠法	格付
						赤字時等に国の救済があるか	Baa3以上が投資適格格付
インドネシア	ガス	プルトamina	24.3B USD	6.61-9.72%(Rp) 2.39-4.84%(USD) <sup>9</sup>	100% 政府出資	各国に法令検索があるか否かを調べた上で、各国の法律を調べる必要がある。一般的に、国営石油会社が国の経済を支えているため、赤字に陥った場合は国が支援すると考えられる。	Baa2
	電気	PLN	N/A	3.30-8.06%(Rp) 0.66-7.50%(USD) <sup>10</sup>	100% 政府出資		Baa2
マレーシア	ガス	ペトロナス	17.6B USD	1.2% <sup>5</sup>	51% 政府出資		A2
	電気	テナガ	14.5B USD	5.5%	40%前後 政府系 ファンド		A3
タイ	ガス	PTT	N/A	1.96-4.49%	51.1% 政府出資		Baa1
	電気	EGAT	7.8B USD	1.75-2.33%	100% 政府出資 <sup>8</sup>		A3
フィリピン	ガス	PNOC	N/A	N/A	100% 政府出資 <sup>8</sup>		N/A
	電気	NAPOCOR	N/A	0.41% <sup>5</sup>	100% 政府出資 <sup>8</sup>		Baa2
ベトナム	ガス	ペトロベトナム	N/A	0.62% <sup>5</sup>	100% 政府出資 <sup>6</sup>		Ba1 <sup>7</sup>
	電気	EVN	N/A	3.0% <sup>5</sup>	100% 政府出資		Ba1 <sup>7</sup>

5. 支払利息/借入金、6. 100%政府出資である親会社のペトロベトナムが80.52%の株式を保有、7. Fitch格付でBB+のためMoody'sで対応するランクを記載、8. 政府が保有・管轄していると記載あり、9. "Long-term liabilities"の利率、10. "Bank loans"の利率

# アジアエネルギー系国営企業経営状態調査 (現地通貨バージョン・1/2)

- 格付の観点では、ベトナム、フィリピン・インドネシア、タイ、マレーシアの順に融資ハードルが高いと考えられる

目的：アジア諸国のエネルギー系国営企業のエネルギートランジションに向け融資を行うため、JBICやNEXI等を通じた低金利融資ニーズが見込めそうな企業を特定する。

方法：各国エネルギー系国営企業が自身で投資できるか（自己資本があるか）、また融資を受けやすい状態にあるかを判断するための定量的情報を集め、比較し、よりニーズがありそうな企業を特定する

	カテゴリー	会社名	年間売上げ高 (Revenue)	売上げ総利益 (Gross profit)	EBITDA	総資産 (Total assets)	総負債 (Total liabilities)	自己資本 (Total own capital or owner's equity to total assets ratio)
インドネシア	ガス	プルタミナ <sup>5</sup>	Rp. 1,414.8T	Rp. 225.3T	Rp. 226.5T	Rp. 1,463.5T	Rp. 843.3T	36.78%
	電気	PLN	Rp. 441.1T	Rp. 14.4T	Rp. 84.7T	Rp. 1,638.1T <sup>2</sup>	Rp. 646.7T	55.0%
マレーシア	ガス	ペトロナス	375.3B RM	154.5B RM	170.7B RM	710.6B RM	250.1B RM	56.5% <sup>3</sup>
	電気	テナガ	50.7B RM	3.6B RM	20.8B RM	205.9B RM	145.0B RM	29.6% <sup>3</sup>
タイ	ガス	PTT	789.8B Baht	460B Baht	491B Baht	3,416B Baht	1,882B Baht	30.8%
	電気	EGAT	800.4B Baht	90.17B Baht	140.3B Baht	1,324.7B Baht	775.5B Baht	41.5%
フィリピン	ガス	PNOC	P 6.4B	N/A	N/A	P 39.9B	P 5.5B	N/A
	電気	NAPOCOR	P 10.1B	N/A	N/A	P 44.5B	P 20.1B	60.8% <sup>3</sup>
ベトナム	ガス	ペトロベトナム	104.8T VND	0.9T VND <sup>4</sup>	1.4T VND	28.8T VND	28.8T VND	39.3%
	電気	EVN <sup>1</sup>	426.2T VND	38.3T VND	N/A	705.4T VND	457.5T VND	35.2%

1. 2021年の値、2. Net Profit、3. Stockholder's equity、4. Operating Profit、5. 原本はUSDで記載されているため、記載のレートRp.1,000=0.06USDに基づきルピアに変換

# アジアエネルギー系国営企業経営状態調査 (現地通貨バージョン・2/2)

- 格付の観点では、ベトナム、フィリピン・インドネシア、タイ、マレーシアの順に融資ハードルが高いと考えられる

目的：アジア諸国のエネルギー系国営企業のエネルギートランジションに向け融資を行うため、JBICやNEXI等を通じた低金利融資ニーズが見込めそうな企業を特定する。

方法：各国エネルギー系国営企業が自身で投資できるか（自己資本があるか）、また融資を受けやすい状態にあるかを判断するための定量的情報を集め、比較し、よりニーズがありそうな企業を特定する

	カテゴリ	会社名	ローン/ボンドの金額 (Loans & bonds)	平均利率 (Weighted average interest rate)	資本構成 (株主)	設立根拠法 赤字時等に国の救済があるか	格付 Baa3以上が投資適格格付
インドネシア	ガス	プルタミナ	Rp. 404.5T	6.61-9.72%(Rp) 2.39-4.84%(USD) <sup>9</sup>	100% 政府出資	各国に法令検索があるか否かを調べた上で、各国の法律を調べる必要がある。 一般的に、短期の赤字は補填しなくても、長期的には国が支援すると考えられる。 (国営石油会社が国を支えている構図の <b>はずであるため</b> )	Baa2
	電気	PLN	N/A	3.30-8.06%(Rp) 0.66-7.50%(USD) <sup>10</sup>	100% 政府出資		Baa2
マレーシア	ガス	ペトロナス	77.7B RM	1.2% <sup>5</sup>	51% 政府出資		A2
	電気	テナガ	63.9B RM	5.5%	40%前後 政府系 ファンド		A3
タイ	ガス	PTT	N/A	1.96-4.49%	51.1% 政府出資		Baa1
	電気	EGAT	269.4B Baht	1.75-2.33%	100% 政府出資 <sup>8</sup>		A3
フィリピン	ガス	PNOC	N/A	N/A	100% 政府出資 <sup>8</sup>		N/A
	電気	NAPOCOR	N/A	0.41% <sup>5</sup>	100% 政府出資 <sup>8</sup>		Baa2
ベトナム	ガス	ペトロベトナム	N/A	0.62% <sup>5</sup>	100% 政府出資 <sup>6</sup>		Ba1 <sup>7</sup>
	電気	EVN	N/A	3.0% <sup>5</sup>	100% 政府出資		Ba1 <sup>7</sup>

5. 支払利息/借入金、6. 100%政府出資である親会社のペトロベトナムが80.52%の株式を保有、7. Fitch格付でBB+のためMoody'sで対応するランクを記載、8. 政府が保有・管轄していると記載あり、9. "Long-term liabilities"の利率、10. "Bank loans"の利率

# 出典一覧

インドネシア	ガス	プルタミナ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Pertamina Financial Report 2022.pdf</a>,</li> <li>• <a href="#">PowerPoint Presentation (pertamina.com)</a>,</li> <li>• <a href="#">Credit Rating   Pertamina</a></li> </ul>
	電気	PLN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Laporan-Tahunan-2022_Final_3005_Med-Res.pdf (pln.co.id)</a></li> </ul>
マレーシア	ガス	ペトロナス	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Quarterly Report Q4 FY2022 (petronas.com)</a>,</li> <li>• <a href="#">PETRONAS-Integrated-Report-2022.pdf</a></li> </ul>
	電気	テナガ・ナショナル	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">TNB_IAR_2022.pdf</a></li> </ul>
タイ	ガス	PTT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">PTT Public Company Limited: Financial Reports (pttplc.com)</a></li> </ul>
	電気	EGAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">EGAT-Annual-Report-2022-EN_2023-06-23.pdf</a></li> </ul>
フィリピン	ガス	PNOC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">FINAL 2022 Annual Report (pnoc.com.ph)</a></li> </ul>
	電気	NAPOCOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">2022 NPC Annual Report (napocor.gov.ph)</a></li> </ul>
ベトナム	ガス	ペトロベトナム PVOIL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">annual-report-2022_final.pdf (pvoil.com.vn)</a></li> </ul>
	電気	EVN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">EVNAnnualReport2022_2023.pdf</a></li> </ul>

# 参考情報

## 用語、計算方法、基準等

用語	計算方法、基準等
格付 (Moody's)	長期格付は、当初満期が1年以上の金融債務の相対的信用リスクに関する意見である。長期格付は、金融債務が約束通り履行されない可能性を考慮したものである。このような格付はムーディーズのレーティング・グローバル・スケールを使用しており、デフォルトの可能性と、デフォルトの場合に被る財務上の損失の両方を反映している。

## Moody'sの格付における各ランクの定義

Aaa	信用力が最も高いと判断され、信用リスクが最低水準にある債務に対する格付。
Aa	信用力が高いと判断され、信用リスクが極めて低い債務に対する格付。
A	中上位と判断され、信用リスクが低い債務に対する格付。
Baa	中位と判断され、信用リスクが中程度であるがゆえ、投機的な要素を含みうる債務に対する格付。
Ba	投機的と判断され、相当の信用リスクがある債務に対する格付。
B	投機的とみなされ、信用リスクが高いと判断される債務に対する格付。
Caa	投機的で安全性が低いとみなされ、信用リスクが極めて高い債務に対する格付。
Ca	非常に投機的であり、デフォルトに陥っているか、あるいはそれに近い状態にあるが、一定の元金の回収が見込める債務に対する格付。
C	最も格付が低く、通常、デフォルトに陥っており、元金の回収の見込みも極めて薄い債務に対する格付。

\*各ランク中に更に1,2,3の3段階があり、1が上位、3が下位となっている

\*\* 一般的に、Baa3以上が投資適格格付、Ba1以下が投機的格付（投資不適格格付）とされている

**参考：各種調査結果**

**-AETI周辺情報アップデート**

# AETI周辺情報アップデート

## RM策定状況

- インドネシア等のASEAN諸国ではRM策定及びエネルギー計画に関するアップデートが存在した

国	脱炭素目標			RM策定概要（太字はRM・エネルギー計画名）	支援国・機関	支援内容				AETI取組戦略からのアップデート状況
	2030	2050	2060			資金	技術	知見	その他	
ベトナム	-	CN達成	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■「第8次国家電力マスタープラン（PDP8）2021年-2030年」見直し案（2021）                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2024年4月、PDP8を実施するためのロードマップが承認</li> </ul> </li> </ul>	米国連邦政府	-	○	○	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2024年4月、PDP8に関する実施計画について承認                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ PDP8で設定された関連目標を達成するためのガイドラインを提供</li> <li>➢ 今後7年間の電力システム開発への投資の優先順位を決定</li> </ul> </li> </ul>
ブルネイ	GHG排出量を20%削減（2015年BAU比）	Net zero 達成	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■日本国より、コスト最小化モデルをベースにブルネイ意向を反映したロードマップを参考提示済</li> <li>■2023年12月AETIにおけるロードマップ策定支援等の取組を通じて、エネルギー分野での関係を強化することを確認</li> </ul>	日本政府	-	-	-	-	特になし
マレーシア	-	CN達成	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2023年に国家エネルギーtransitionロードマップ（NETR）を発表</li> <li>■NETRの中で重要な要素の1つとされている水素について、2023年10月「水素経済・技術ロードマップ（HETR）」を策定</li> </ul>	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■NETRの中で重要な要素の1つとされている水素について、2023年10月「水素経済・技術ロードマップ（HETR）」を策定</li> </ul>
インドネシア	-	-	CN達成	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2022年 IEA とRMを共同発表インドネシア政府からの要請により、日本国によってエネルギーtransitionに向けたマスタープラン策定支援の要請があった</li> <li>■2024年2月よりJERA、東電PG、東電設計、MRIがマスタープラン策定にあたり、支援を行う</li> </ul>	JERA 東電PG 東電設計 MRI	-	○	○	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■インドネシア政府からの要請により、日本国によってエネルギーtransitionに向けたマスタープラン策定支援の要請があった                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2024年2月よりJERA、東電PG、東電設計、MRIがマスタープラン策定にあたり、支援を行う</li> </ul> </li> </ul>

# AETI周辺情報アップデート

## RM策定状況

- インドネシア等のASEAN諸国ではRM策定及びエネルギー計画に関するアップデートが存在した

国	脱炭素目標			RM策定概要（太字はRM・エネルギー計画名）	支援国・機関	支援内容				AETI取組戦略からのアップデート状況
	2030	2050	2060			資金	技術	知見	その他	
タイ	30～40%の温室効果ガス削減	CN達成	Net zero 達成	<ul style="list-style-type: none"> <li>■新たな国家エネルギー計画2024について、9月に発表する方針</li> <li>■4月2日、同国の「国家気候変動適応計画（NAP）」を閣議で承認。最終的に国連気候変動枠組み条約事務局に提出する予定</li> </ul>	ERIA エネ研	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■新たな国家エネルギー計画2024について9月に発表する方針</li> <li>■4月2日、同国の「国家気候変動適応計画（NAP）」を閣議で承認。最終的に国連気候変動枠組み条約事務局に提出する予定</li> </ul>
フィリピン	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■<b>フィリピン・エネルギー計画（PEP）</b>について、7月に更新版が策定され2023年から2050年までのフィリピンの脱炭素化に向けた方針やロードマップについて記載されている</li> </ul>	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■フィリピン・エネルギー計画（PEP）について、2023年から2050年までの脱炭素化に向けた政策やロードマップについて記載した更新版が7月に発表された</li> </ul>
ラオス	-	Net zero 達成	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2021年に改訂された<b>Nationally Determined Contribution(NDC)</b>の目標のもと、JICAの支援を受け、炭素中立社会を実現するための長期のエネルギー移行マスタープランを策定している</li> </ul>	JICA	-	○	○	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2023年1月よりJICAの支援を受け、炭素中立社会を実現するための長期のエネルギー移行マスタープランを策定している</li> </ul>
シンガポール	-	Net zero 達成	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2022年11月にNDCを改定それに対応して、2023年に<b>NET ZERO ROADMAP For the Singapore Public Sector</b>を発表</li> </ul>	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2022年11月にNDCを改定それに対応して、2023年に<b>NET ZERO ROADMAP For the Singapore Public Sector</b>を発表</li> </ul>

# AETI周辺情報アップデート

## RM策定状況

- インドネシア等のASEAN諸国ではRM策定及びエネルギー計画に関するアップデートが存在した

国	脱炭素目標			RM策定概要（太字はRM・エネルギー計画名）	支援国・機関	支援内容				AETI取組戦略からのアップデート状況
	2030	2050	2060			資金	技術	知見	その他	
インド	45%の温室効果ガス削減	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2022年に萩生田大臣からインド及びバングラディッシュにRM策定を拡大することを表明</li> <li>■JICAと協力して、電力部門における炭素排出量削減ロードマップの策定に取り組んでいる</li> </ul>	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■JICAと協力して、電力部門における炭素排出量削減ロードマップの策定に取り組んでいる</li> </ul>
バングラディッシュ	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2022年に萩生田大臣からインド及びバングラディッシュにRM策定を拡大することを表明</li> <li>■2023年7月にJICAとIEEJの支援のもと、「<b>Integrated Energy and Power Master Plan</b>」について発表</li> </ul>	JICA IEEJ	-	○	○	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>■2023年7月にJICAとIEEJの支援のもと、「<b>Integrated Energy and Power Master Plan</b>」という、電力システムマスタープラン、省エネマスタープラン等のマスタープランの統合版について発表</li> </ul>

**参考：各種調查結果**  
**-PEP2023-2050整理**

# PEP2023-2050の概要

- フィリピンエネルギー計画(PEP) は、**エネルギー安定供給と経済成長、持続可能なエネルギーシステム構築、2050年のカーボンニュートラル達成に向けて、フィリピン政府が設定した長期的なエネルギー政策の枠組み**であり、2024年7月に最新版(PEP2023-2050)が公開された

- 持続可能な成長とエネルギー安定供給を一体で進めるための**同国のエネルギー政策の枠組みとして策定**
  - ▶ エネルギーミックスにおける再エネ割合の伸長、代替燃料やスマートグリッドの導入、強じんなエネルギーインフラ構築などに向けた方向性を示す
- **2024年7月に公開された最新版の計画(PEP2023-2050)**では、**現行の政策をベースとしたリファレンスシナリオ(REF)、積極的な脱炭素化を進めるためのクリーンエネルギーシナリオ(CES)の二つのシナリオ**を提示
  - ▶ エネルギー供給・消費量、再エネ導入量、エネルギー効率、クリーンエネルギー技術の促進などに関する目標値を設定している(詳細は後述)

PEP2023-2050では、上記目的に基づいた持続可能なエネルギー政策の方針が3巻に分けて記載されている

## Volume 1

- フィリピンのエネルギー政策の概要と現状や、エネルギー戦略の方向性、目標に関する2つのシナリオ(REF及びCES)などが示されている

## Volume 2

- 再エネ・化石燃料・核エネルギー等の具体的な導入目標や、クリーンエネルギー投資を促進するためのファイナンスについて記されている

## Volume 3

- 原子力発電やレジリエンス、実施計画やモニタリング・評価のための枠組みや、外部機関との連携について言及されている

- エネルギー政策の全体像について 目次
- エネルギー消費・供給の現状について
  - ▶ エネルギー消費・供給量
  - ▶ エネルギーバランス
  - ▶ 炭素集約度等の環境及び経済状態に関する指標など
- エネルギーの需給の見通しについて
  - ▶ リファレンスシナリオ(REF)について
  - ▶ クリーンエネルギーシナリオ(CES)について
  - ▶ エネルギー移行に向けた取組について

- 各エネルギー源に関する計画 目次  
(ロードマップ)
  - ▶ 再エネの導入容量、インフラ整備
  - ▶ 石炭、天然ガスの段階的廃止、効率的な利用とエネルギー転換の推進
  - ▶ 安全で持続可能な核エネルギーの導入に向けたインフラ整備、規制強化
- トランジションファイナンス(クリーンエネルギーファイナンスの概要や脱炭素化を促進するためのファイナンスのロードマップなど)

- 戦略的取組分野について 目次
  - ▶ 原子力発電に係る制度・規制
  - ▶ 気候変動への対策や緩和・適応について
  - ▶ エネルギーシステムのレジリエンスについて
  - ▶ 外部団体とのコラボレーションについて
    - ✓ Philippine National Oil Company、National Electrification Administration等
  - ▶ 国際社会との連携について
- 現在実施されている、政策、規制及び基準など

# リファレンスシナリオ(REF)とクリーンエネルギーシナリオ(CES)

- リファレンスシナリオ(REF)は現行政策に基づいたシナリオ、クリーンエネルギーシナリオ(CES)はより積極的な脱炭素化を目指すためのシナリオであり、クリーンエネルギーシナリオではCES-1とCES-2が設けられている (CES-1と2では、主に洋上風力容量などが異なる)

各シナリオの要旨	リファレンスシナリオ (REF)	クリーンエネルギーシナリオ1 (CES-1)	クリーンエネルギーシナリオ2 (CES-2)
前提	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>再生可能エネルギー:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年までに総一次エネルギー供給量(TPES)の<b>35.5%</b>を再生可能エネルギーで賄う(既存の政策と計画に基づく)</li> </ul> </li> <li>■ <b>石炭火力発電:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>石炭火力発電のシェアは現時点の約43%から2050年には9.76%に減少</li> </ul> </li> <li>■ <b>LNG発電:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>LNG火力発電シェアは現時点の約6.8%から2050年には16.97%に増加</li> <li>LNG輸入増加を前提とする</li> </ul> </li> <li>■ <b>その他:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年時点の総一次エネルギー供給量は145.5MTOE(石油換算メガトン)、エネルギー自給率は38.92%前提</li> <li>2040年までにEV普及率10%</li> </ul> </li> </ul>	<p>(REF対比、主に以下の積極的な前提を置く)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>再生可能エネルギー:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年までに<b>19GW</b>の洋上風力を導入</li> <li>2050年までに総一次エネルギー供給量の<b>41.1%</b>を再生可能エネルギーで賄う</li> </ul> </li> <li>■ <b>原子力発電:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年までに4,800 MWの原子力発電容量を追加</li> </ul> </li> <li>■ <b>石炭火力発電:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>石炭火力発電所の技術寿命を40年に設定</li> <li>シェアはREFよりも更に縮小</li> </ul> </li> <li>■ <b>その他:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年時点の総一次エネルギー供給量は127.3MTOE、<b>エネルギー自給率は52.9%</b>前提</li> <li>2040年までに<b>EV普及率50%</b></li> <li>2026年までに<b>B5・E10</b>を導入(バイオディーゼル・エタノール混合)</li> <li>電力供給の安定性の担保のため、22GWの大規模バッテリーエネルギー貯蔵システム(BESS)の導入を推進</li> </ul> </li> </ul>	<p>(CES-1と、以下の観点で主に異なる)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>再生可能エネルギー:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年までに<b>50GW</b>の洋上風力発電を導入(CES-1に比べて、風力のシェアが高い)</li> <li>2050年までに総一次エネルギー供給量の<b>42.6%</b>を再生可能エネルギーで賄う</li> </ul> </li> <li>■ <b>その他:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年時点の総一次エネルギー供給量は122.3MTOE、<b>エネルギー自給率は54.8%</b>前提</li> <li>24.7GWのバッテリーエネルギー貯蔵システムを導入</li> </ul> </li> </ul> <p>※その他の前提については、CES-1との大きな違いは無し</p>
GHG削減効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2023年から2050年までに、累積で約1,200.2 MTCO<sub>2</sub>e削減</li> <li>➢ 削減効果は主に再エネ増、バイオ燃料、EVの導入による</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2023年から2050年までに、累積で約2,173.5 MTCO<sub>2</sub>e削減</li> <li>➢ 削減効果は主に洋上風力の容量増を背景とした再エネシェア拡大による</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2023年から2050年までに、累積で約2,458.2 MTCO<sub>2</sub>e削減</li> <li>➢ 削減効果は主に洋上風力の容量増を背景とした再エネシェア拡大による</li> </ul>

# 【参考】リファレンスシナリオ(REF)の概要

- REFは現在の政策が継続する想定したシナリオであり、一次エネルギー供給量の上昇やエネルギー消費量の増加等が起こると想定されている

## エネルギー供給面のシナリオ

### 一次エネルギー供給量

- 2050年までに140.5石油換算メガトンに引き上げる
  - 2022年の61.6石油換算メガトンの倍以上であり、計画期間全体で年間3.0%の増加
- ただし石油の割合は減少（2022年の32.2%から2050年には31.0%へ減少）
- LNGの輸入は増え、国内ガス生産が減少する中でも、2050年まで年8.4%ずつ天然ガスの供給量を増加
- 石炭供給は、発電利用分の減少により、年0.6%の割合で一次エネルギーに占める割合が緩やかに増加

### 化石燃料の国内生産

- 2050年までの目標は以下の通り
  - 石油
    - 2.3 百万バレル/年で、6,130百万バレル
  - ガス
    - 0.2 兆立方フィート/年で、5兆1,000億立法フィート
  - 石炭
    - 6.5 百万トン/年で、19,100百万トン
- 化石燃料については国内生産が減少
- ガスの国内生産は減少するが、輸入は増大

### 再エネ割合

- エネルギーミックスにおける再エネの割合は、2022年の32.6%から2050年までに35.5%に増加
- 2050年までに、再エネの発電容量を98.5GW追加
  - 発電容量に占める再エネの容量は、2050年時点で約70%とする
- 家庭部門を中心に調理用クリーン燃料の需要が改善するにつれて、バイオマス供給は1.2%減少

## エネルギー消費面のシナリオ

### エネルギー消費

- 2050年までにエネルギー消費が年3.4%加速し、90.6石油換算メガトンとなり、2022年比でほぼ三倍になる
  - エネルギー消費の増加が景気拡大の加速を支えているとする
  - 特に、運輸（32.2%）、工業（24.4%）、家庭（25.0%）の各部門の平均のシェアが大きい
  - 対策として、運輸部門と家庭部門の両方でエネルギー使用を削減を目指したが、それぞれ2.7%と2.5%の増加を記録した

### 発電部門

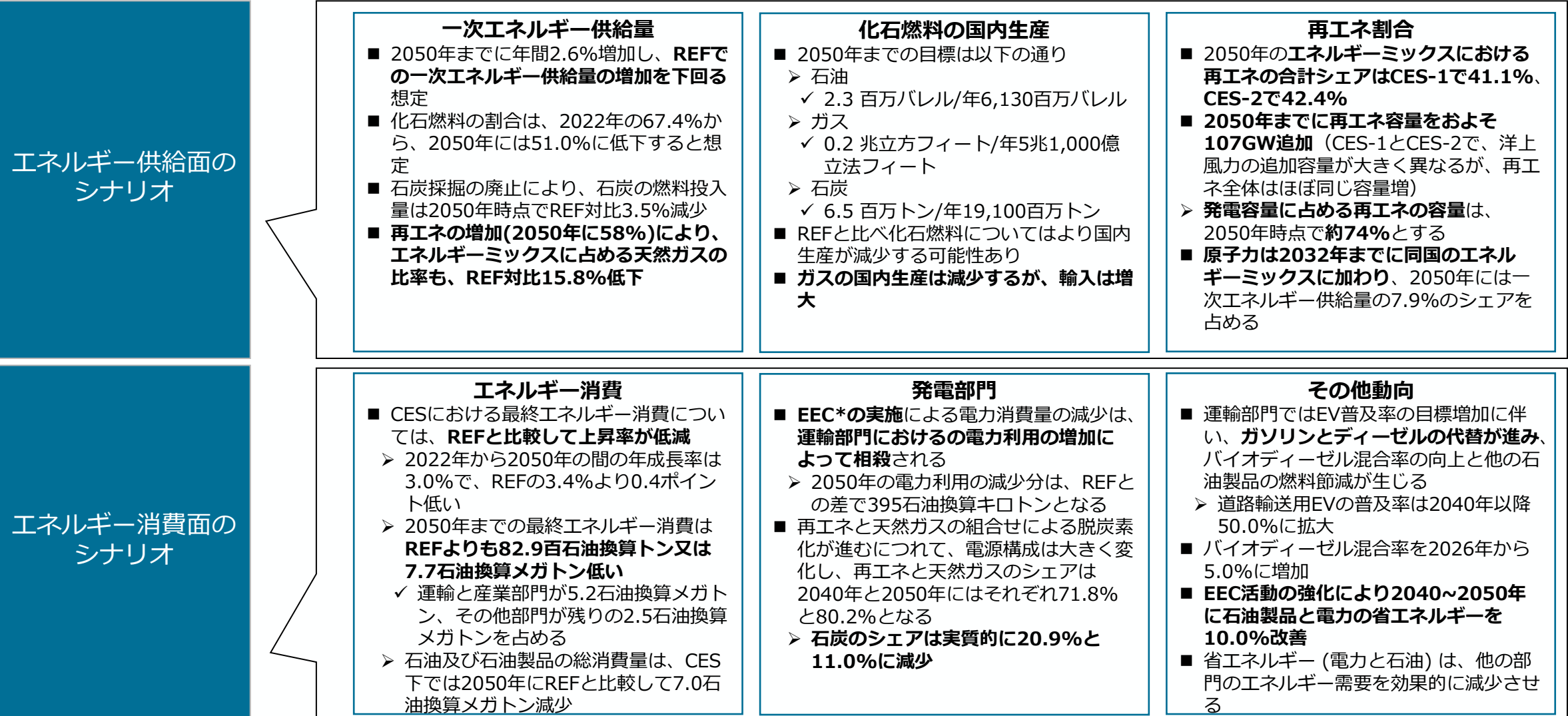
- 年間5.5%と高い成長率を示し、電力消費量は2050年までに35.1石油換算メガトンに増加
  - 総発電量は年率5.1%で増加し、2022年の111.5TWhから2050年には453.8TWhとなる。
  - 道路輸送へのEVの導入増加、電化とインフラ設備がととのうことによる影響

### その他動向

- 運輸部門が特にエネルギー消費の増加が顕著な分野で、最も石油消費の大きい分野であるため、EV化やバイオ燃料の導入増加で脱炭素化を進める
  - 2040年までに、運輸部門のうち10%のEV率を目指す
- バイオ燃料については、2.0%バイオディーゼルと10.0%バイオエタノールの導入を目指す
- エネルギー消費の効率化も引き続き行われる

# 【参考】リファレンスシナリオ(REF)の概要

- CESでは原子力や洋上風力の容量追加などで化石燃料の割合が減少するとともに、省エネ等の取組が積極的に行われる想定となっている（CES-1と2では洋上風力の容量等が異なる）



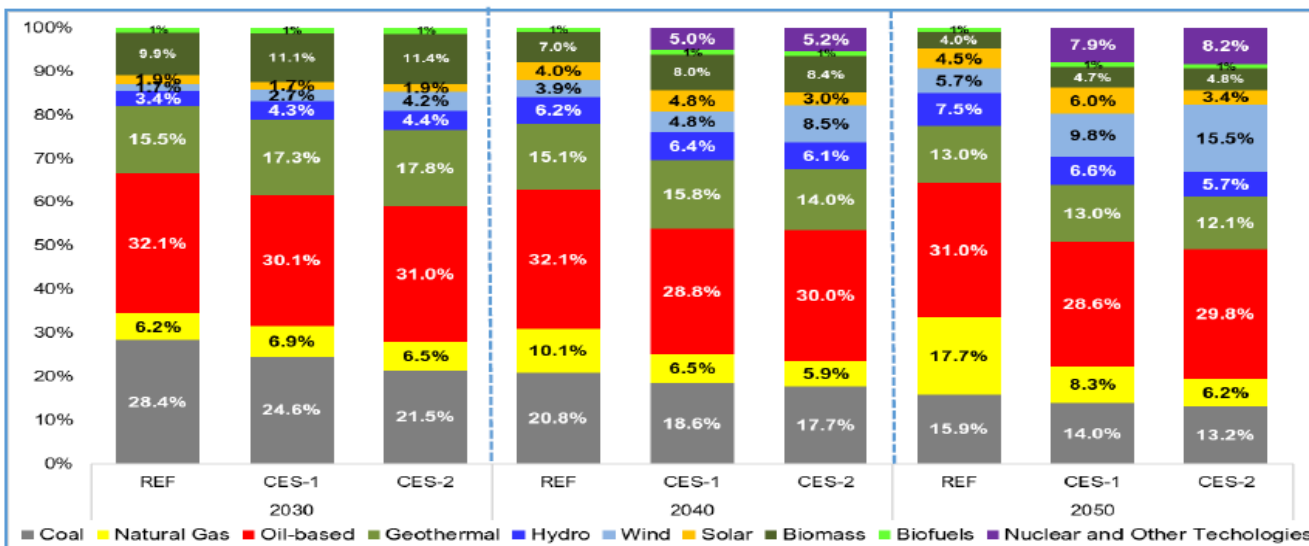
# 【参考】各シナリオにおける一次エネルギー供給(TPES)の内訳

- REFに比べてCESでは化石燃料由来のエネルギー供給割合の低下が見込まれるが、CES-1とCES-2では割合が増加するエネルギー源が異なる

各シナリオにおける、総一次エネルギー供給(TPES)のエネルギー源の内訳  
(OSW: 洋上風力発電容量)

TPESに占めるエネルギー源の割合に関する特徴 (シナリオ別)

Figure 67. TPES Mix, by Fuel Shares (%): 2030, 2040 and 2050, CES 1 (19 GW OSW) vs CES 2 (50 GW OSW)



- REF
- 一次エネルギー供給に占める再エネの割合は2030年から2050年にかけてほぼ横ばい
  - 2050年にかけて天然ガスの割合が大きく増加
  - 2050年までに原子力によるエネルギー供給は見込まれていない
  - 石炭の割合は大きく減少

- CES-1
- 2040年以降は原子力による一部のエネルギー供給を見込む(約5%)
  - 再エネでは洋上風力の割合が増加
  - 石炭の割合は大きく減少し、天然ガスの割合もREFのように大幅には増えない

- CES-2
- 2040年以降は原子力による一部のエネルギー供給を見込む(約7-8%)
  - 再エネでは洋上風力の割合が大幅に増加
  - 化石燃料の割合は、天然ガス含めて減少

# 【参考】各シナリオにおける投資規模について

- 2029-2050年の期間において、REFシナリオの遂行には17兆ペソ(約45兆円)、CES-1シナリオで23兆ペソ(約60兆円)、CES-2シナリオで約27兆ペソ(約70兆円)の投資が必要と予想されているが、GHG削減等に寄与するのみならず、雇用創出の機会も提供するとされている

各シナリオにおける投資規模 (単位:十億フィリピンペソ(1ペソ=約2.6円))						
Sector	REF		CES 1		CES 2	
	2023-2028	2029-2050	2023-2028	2029-2050	2023-2028	2029-2050
<b>Upstream</b>	<b>624.85</b>	<b>2,169.33</b>	<b>625.53</b>	<b>2,161.91</b>	<b>625.68</b>	<b>2,162.88</b>
Oil and Gas	345.66	1,978.97	345.66	1,978.97	345.66	1,978.97
Coal	272.75	161.51	272.75	161.51	272.75	161.51
RE (Pre-Development)	6.45	28.86	7.13	21.44	7.28	22.41
<b>Downstream</b>	<b>395.10</b>	<b>7,779.33</b>	<b>1,849.71</b>	<b>11,420.42</b>	<b>1,849.71</b>	<b>11,420.42</b>
Oil Depot	50.75	47.88	42.35	42.35	42.35	38.70
Oil Import Terminal	-	25.01	-	-	-	-
LNG Terminal (FSRU)	-	11.14	-	-	-	-
Biodiesel	-	-	-	0.70	-	0.70
Bioethanol*	29.49	35.13	23.65	19.64	23.65	19.64
E-Vehicle	297.03	5,829.33	1,717.31	11,072.56	1,717.31	11,072.56
EV Charging Station	17.83	1,830.84	66.41	288.82	66.41	288.82
<b>Power</b>	<b>1,597.87</b>	<b>7,029.62</b>	<b>1,850.82</b>	<b>9,852.20</b>	<b>1,945.26</b>	<b>13,282.18</b>
Coal	350.55	-	334.38	-	334.38	-
Natural Gas	253.42	1,447.04	253.42	977.32	253.42	1,201.88
Oil-based	2.18	-	2.18	-	2.18	-
Other Technologies	-	-	-	1,738.60	-	1,738.60
Renewables	928.13	5,526.23	1,197.25	6,392.23	1,291.68	9,441.83
BESS	63.60	56.35	63.60	744.05	63.60	899.88
<b>EEC Programs</b>	<b>17.91</b>	<b>32.03</b>	<b>17.91</b>	<b>32.03</b>	<b>17.91</b>	<b>32.03</b>
<i>Government</i>	<i>0.16</i>	<i>0.40</i>	<i>0.16</i>	<i>0.40</i>	<i>0.16</i>	<i>0.40</i>
GEMP	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.08
PELP	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03
VFELP	0.04	0.29	0.04	0.29	0.04	0.29
<i>Private</i>	<i>17.74</i>	<i>31.63</i>	<i>17.74</i>	<i>31.63</i>	<i>17.74</i>	<i>31.63</i>
DEs	9.08	16.22	9.08	16.22	9.08	16.22
ESCOs	8.54	15.26	8.54	15.26	8.54	15.26
PELP	0.11	0.07	0.11	0.07	0.11	0.07
VFELP	0.01	0.08	0.01	0.08	0.01	0.08
<b>Total (PhP)</b>	<b>2,635.74</b>	<b>17,010.31</b>	<b>4,343.97</b>	<b>23,466.56</b>	<b>4,438.56</b>	<b>26,897.51</b>

2023-2050年にかけての雇用創出効果 (単位:人)			
Sector	REF	CES 1	CES 2
<b>Upstream</b>	<b>49,411</b>	<b>65,709</b>	<b>115,173</b>
Oil and Gas	-	-	-
Coal	-	-	-
RE	<b>49,411</b>	<b>65,709</b>	<b>115,173</b>
<b>Downstream</b>	<b>144,351</b>	<b>451,300</b>	<b>451,300</b>
Oil Depot	18,474	15,181	15,181
Oil Import Terminal	1,312	-	-
LNG Terminal (FSRU)	907	-	-
Biodiesel	-	140	140
Bioethanol	6,415	4,298	4,298
E-Vehicle	117,243	431,681	431,681
<b>Power</b>	<b>1,245,622</b>	<b>1,654,561</b>	<b>1,930,896</b>
Coal	7,261	7,261	7,261
Natural Gas	62,578	45,727	53,930
Oil-based	56	56	56
Other Technologies	-	24,480	24,480
Renewables	1,152,533	1,437,139	1,688,331
BESS	23,194	139,898	156,838
<b>EEC Programs</b>	<b>2,615</b>	<b>2,615</b>	<b>2,615</b>
GEMP	921	921	921
PELP	343	343	343
VFELP	631	631	631
DEs	370	370	370
ESCOs	350	350	350
<b>Total</b>	<b>1,441,999</b>	<b>2,174,185</b>	<b>2,499,984</b>

**参考：各種調査結果**

**-アジアのラベル付きトラフアイ創出スキーム案**

## 各国のTF環境整備状況（記載済みの内容は当方理解で一案）

※JICAマスタープランを含む。日本の事例を参考に鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメント、自動車で分類したい。

国名	カーボンニュートラル目標	NDC公表後の策定済み分野別ロードマップ（※）	分野別ロードマップの整合性確認状況（パリ協定）※1	分野別ロードマップの整合性確認状況（国際的シナリオ（IEA等））※1	国営企業（上：石油、下：電力）	トランジション戦略策定状況
インドネシア	2060年CN	- (エネルギートランジションマスタープランについてはJERA、東電、MRI、JICAが支援中)	- (策定中)	- (策定中)	プルタミナ	Pertamina NZE Roadmap 2022-2060 Development
		(JETP Comprehensive Investment and Policy Plan) (JETP)	(整合) (ネットゼロ目標がパリ協定の目標と一致)	(整合) (ネットゼロ目標がNZEシナリオの長期目標と一致)		
		(水素ロードマップについては、2024年中の策定を明言)	- (策定中)	- (策定中)	PLN	PLN roadmap to Net Zero Emission by 2060
		EV INDUSTRY ROADMAP (EV)	- (不明)	- (不明)		
ベトナム	2050年CN	PDP8（電力）	整合 (ネットゼロ目標がパリ協定の目標と一致)	整合 (ネットゼロ目標がNZEシナリオの長期目標と一致)	PVN	- (公開情報なし)
		Roadmap for the national planning infrastructure for reserving and supplying petrol, oil and gas (石油・ガス貯蔵・供給)	- (不明)	- (不明)	EVN	- (公開情報なし)

※1：ネットゼロ目標や達成に向けた技術の導入方針から判断

## 各国のTF環境整備状況（記載済みの内容は当方理解で一案）

※JICAマスタープランを含む。日本の事例を参考に鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメント、自動車で分類したい。

国名	カーボンニュートラル目標	NDC公表後の策定済み分野別ロードマップ（※）	分野別ロードマップの整合性確認状況（パリ協定）※1	分野別ロードマップの整合性確認状況（国際的シナリオ（IEA等））※1	国営企業（上：石油、下：電力）	トランジション戦略策定状況
ベトナム	2050年CN	(e-mobility roadmap and city-level deployment strategiesを世界銀行、ベトナム商工省、運輸省、ARUPと策定中)	- (策定中)	- (策定中)	PVN	- (公開情報なし)
					EVN	- (公開情報なし)
タイ	2065年CN ※CO2のみなら2050年	- (NEPを策定中 2024年中に発表予定)	- (策定中)	- (策定中)	PTT	Business-Driving Strategies towards Sustainability
		Natural gas supply plan 2025-2037 (2024 draft)	- (不明)	- (不明)		
		Thailand Hydrogen roadmap	- (不明)	- (不明)	EGAT	Sustainable development policy

※1：ネットゼロ目標や達成に向けた技術の導入方針から判断

各国のTF環境整備状況（記載済みの内容は当方理解で一案）

※JICAマスタープランを含む。日本の事例を参考に鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメント、自動車で分類したい。

国名	カーボンニュートラル目標	NDC公表後の策定済み分野別ロードマップ（※）	分野別ロードマップの整合性確認状況（パリ協定）※1	分野別ロードマップの整合性確認状況（国際的シナリオ（IEA等））※1	国営企業（上：石油、下：電力）	トランジション戦略策定状況
マレーシア	2050年CN	NETR（エネルギー）	一部整合（パリ協定の目標に準拠することは記載されているが不明瞭な部分も多い）	一部整合（NETRは2050年でも化石燃料への依存度が77%と高い等不整合な部分も存在）	ペトロナス	Petronas' Pathway to Net Zero Carbon Emission（2022年）
		Hydrogen Economy & Technology Roadmap（水素）	整合（グレー水素の全廃を目指す）	整合（グレー水素の全廃を目指す）		
		（National gas roadmapを策定予定）	-（策定中）	-（策定中）	テナガ	TNB Energy Transition Plan（2022年）
		NEW INDUSTRIAL MASTER PLAN 2030（産業全体）	-（不明）	-（不明）		
		Chemical Industry Roadmap 2030（化学産業）	-（不明）	-（不明）		
		（国家自動車計画を見直し予定）	-（策定中）	-（策定中）		

※1：ネットゼロ目標や達成に向けた技術の導入方針から判断

## 各国のTF環境整備状況（記載済みの内容は当方理解で一案）

※JICAマスタープランを含む。日本の事例を参考に鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメント、自動車で分類したい。

国名	カーボンニュートラル目標	NDC公表後の策定済み分野別ロードマップ（※）	分野別ロードマップの整合性確認状況（パリ協定）※1	分野別ロードマップの整合性確認状況（国際的シナリオ（IEA等））※1	国営企業（上：石油、下：電力）	トランジション戦略策定状況
フィリピン	—	PEP（エネルギー）	一部整合（再エネ等技術の導入方針については整合している箇所もあるが、具体的なネットゼロ目標については不明）	一部整合（再エネ等技術の導入方針については整合している箇所もあるが、具体的なネットゼロ目標については不明）	PNOC	-（公開情報なし）
		NATIONAL TOTAL ELECTRIFICATION ROADMAP（電力）	-（不明）	-（不明）		
		Hydrogen and Fusion Energy Roadmap（水素・核融合）	一部整合（クリーンな水素の利用を前提としているが、石炭火力を一部グレー水素へ置き換えることを想定）	一部整合（クリーンな水素の利用を前提としているが、石炭火力を一部グレー水素へ置き換えることを想定）	NGCP	Transmission Development Plan
		Comprehensive roadmap for the EV industry（EV）	-（不明）	-（不明）		

※1：ネットゼロ目標や達成に向けた技術の導入方針から判断

各国のTF環境整備状況（記載済みの内容は当方理解で一案）

※JICAマスタープランを含む。日本の事例を参考に鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメント、自動車で分類したい。

国名	国営企業 (上：石油、 下：電力)	TF調達フレームワーク			第三者認証 取得状況 (ICMA4原則との整合性)		
		Sustainable	Green	Transition	Sustainable	Green	Transition
インド ネシア	プルトamina	Pertamina's Sustainable Finance Framework	- (PGEはあり)	- (公開情報なし)	整合	- (整合)	- (公開情報なし)
	PLN	- (公開情報なし)	Green finance framework	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	整合	- (公開情報なし)
ベトナム	PVN	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
	EVN	- (公開情報なし)	EVN Green Finance Framework	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	整合	- (公開情報なし)

各国のTF環境整備状況（記載済みの内容は当方理解で一案）

※JICAマスタープランを含む。日本の事例を参考に鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメント、自動車で分類したい。

国名	国営企業 (上：石油、 下：電力)	TF調達フレームワーク			資金の用途
		Sustainable	Green	Transition	
インドネシア	プルトミナ	Pertamina's Sustainable Finance Framework	- (PGEはあり)	- (公開情報なし)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再エネ、グリーン水素、低排出ガス及び再エネの供給設備、グリーンビルディング、クリーンモビリティ、バイオ燃料等低排出燃料、植林及び生物多様性の保持に係るグリーンな技術</li> <li>■ CCS等排出削減技術、海運業の移行のトランジションに係る技術</li> </ul>
	PLN	- (公開情報なし)	Green finance framework	- (公開情報なし)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再エネの導入や供給設備、蓄電設備に係る技術</li> <li>■ コージェネ設備の導入や排熱回収、エネルギー効率の改善に係る技術</li> <li>■ 運輸部門のクリーン化に係る技術</li> </ul>
ベトナム	PVN	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
	EVN	- (公開情報なし)	EVN Green Finance Framework	- (公開情報なし)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再エネやバイオマス燃料、送電網整備に係る技術</li> <li>■ スマートメーター等エネルギー効率化に係る技術</li> <li>■ 高効率廃棄物焼却プラント等、公害防止に係る技術</li> <li>■ EV等の運輸部門の低排出化に係る技術</li> <li>■ 排水処理場の効率化等飲料水及び排水管理に係る技術</li> </ul>

各国のTF環境整備状況（記載済みの内容は当方理解で一案）

※JICAマスタープランを含む。日本の事例を参考に鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメント、自動車で分類したい。

国名	国営企業 (上：石油、 下：電力)	TF調達フレームワーク			第三者認証 取得状況 (ICMA4原則との整合性)		
		Sustainable	Green	Transition	Sustainable	Green	Transition
タイ	PTT	- (PTTGCはあり)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
	EGAT	- (公開情報なし)	(ファイナンスに ついてはKTBと連 携)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	(KTBは整合)	- (公開情報なし)
フィリピン	PNOC	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
	NGCP	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
マレーシア	ペトロナス	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
	テナガ	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	Transition Finance Framework (2024年9月)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	一部整合 (p.11参照)

## 各国のTF環境整備状況（記載済みの内容は当方理解で一案）

※JICAマスタープランを含む。日本の事例を参考に鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメント、自動車で分類したい。

国名	国営企業 (上：石油、 下：電力)	TF調達フレームワーク			資金の用途
		Sustainable	Green	Transition	
タイ	PTT	- (PTTGCはあり)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
	EGAT	- (公開情報なし)	(ファイナンスに ついてはKTBと連 携)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
フィリピン	PNOC	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
	NGCP	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)

各国のTF環境整備状況（記載済みの内容は当方理解で一案）

※JICAマスタープランを含む。日本の事例を参考に鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、紙・パルプ、セメント、自動車で分類したい。

国名	国営企業 (上：石油、 下：電力)	TF調達フレームワーク			資金の用途
		Sustainable	Green	Transition	
マレーシア	ペトロナス	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)
	テナガ	- (公開情報なし)	- (公開情報なし)	Transition Finance Framework (2024年9月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Green Project Categories                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 再エネ設備の導入、CCUS設備、バイオ燃料、グリーン水素、送配電設備、BESS等蓄電設備</li> <li>➢ スマートグリッドやスマートメーター等のエネルギーの効率利用に係る技術</li> <li>➢ グリーンビルディング建設及びそれに係る技術の開発</li> <li>➢ EV等の運輸部門のクリーン化に係る技術</li> </ul> </li> <li>■ Transition Project Categories                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 新規ガス火力の建設（熱併給発電を含む）</li> <li>➢ 既存のガス火力の改修</li> <li>➢ ブルー水素の製造</li> <li>➢ CCUS設備で回収したCO2からのバイオ製品製造</li> </ul> </li> <li>■ Eligible Social Projects                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 電力供給が不十分なエリアへの再エネ送配電設備の整備</li> <li>➢ 低所得者向け住宅、避難所及び更生保護施設の建設</li> <li>➢ 雇用の創出</li> <li>➢ 奨学金や学習ローンの供与を通じた教育への資金援助</li> </ul> </li> </ul>

# TNB Transition Finance Framework概要

## Transition Finance Framework

名称	Transition Finance Framework		策定時期	2024年9月24日	策定主体	Tenaga Nasional Berhad	SPO	Sustainalyticsにより作成
資金使途	Green Project Categories		Transition Project Categories		Eligible Social Projects			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再エネ設備           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 太陽光等再エネ設備導入               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ バイオ燃料・廃棄物燃料</li> <li>✓ グリーン水素</li> </ul> </li> <li>➢ CCS/CCU/BECCS</li> <li>➢ 送配電・蓄電設備整備</li> </ul> </li> <li>■ スマートメーター等エネルギー効率化技術</li> <li>■ グリーンビルディング建設・改修</li> <li>■ EV等の運輸部門のクリーン化技術</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新規ガス火力<sup>※1</sup>建設（熱併給発電を含む）           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 新規ガス火力に対するCCUS</li> </ul> </li> <li>■ 既存のガス火力<sup>※2</sup>の改修</li> <li>■ ブルー水素の製造           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ CCUS技術を用いた天然ガス/バイオガスを用いた水蒸気改質による水素の製造</li> </ul> </li> <li>■ CCUS設備で回収したCO2からのバイオ製品製造</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電力供給が不十分なエリアへの再エネ送配電設備の整備</li> <li>■ 低所得者向け住宅、避難所及び更生保護施設の建設</li> <li>■ 雇用の創出</li> <li>■ 奨学金や学習ローンの供与を通じた教育への資金援助</li> </ul>			
第三者 認証 取得状況 (ICMA) ) <sup>※3</sup>	気候移行戦略とガバナンス		ビジネスモデルの 環境面での重要性		科学的根拠に基づく 気候移行戦略と目標		実施の透明性	
	ICMA		ICMA		ICMA		ICMA	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発行体はパリ協定の目標に沿った長期的な気候変動戦略を持ち、実行するためのガバナンス体制を整えている</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発行体の気候移行戦略が、自社のビジネスモデルにとって環境面で重要であることを示す必要がある</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発行体の気候移行戦略と目標が科学的根拠に基づいていることを示す必要がある</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発行体は、気候移行戦略の実施状況や進捗について透明性を確保し、定期的に報告する必要がある</li> </ul>	
	TNB 整合		TNB 整合		TNB 一部整合		TNB 整合	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ TNBは再エネ導入や石炭火力の早期廃止等移行戦略を持ち、SETCの設立等目標達成に向けたイニシアチブを整えている</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ TNBは事業の再エネ導入等脱炭素化に向けた取組や投資を実施することにより、発電事業を中心とした事業の拡大を図っている</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ スコープ1は設定済みだがスコープ2及び3の長期目標は設定していない</li> <li>■ 1.5°C及び2°Cシナリオに長期目標<sup>※5</sup>は沿っているが、中間目標はTPIのパスウェイに沿っていない</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ グリーンなプロジェクトへの投資の資本支出や取組状況、投資計画をサステナビリティレポートや年次報告書で開示している</li> </ul>		

※1：ライフサイクルGHG排出原単位が100 gCO2e/kWh未満又はGHG直接排出量が288 gCO2e/kWh未満の新規ガス火力発電設備

※2：ライフサイクルGHG排出原単位が100 gCO2e/kWh未満又はGHG直接排出量が288 gCO2e/kWh未満、CCUS技術を適用してライフサイクル排出量を従来の天然ガス火力より少なくとも50%削減するか炭素回収効率が少なくとも90%である場合

※3：ICMAによるClimate Transition Finance Handbook2023における4つの主要要素との整合性から判断している、※4：Sustainability and Energy Transition Council、※5：2050年にNZE達成するという目標、スコープ1のみ設定済み

# 参考：各種調査結果

## -国営企業の取組

# 国営企業の取組

- 日本政府の資源・燃料分科会「GXを見据えた資源外交の指針」にて有望な外交国とされている国のうち、以下の9か国を対象に、国営のガス・オイル企業、電力企業戦略を調査し整理

抽出口ジック	対象地域	対象国	エネルギー種	対象企業	対象企業の脱炭素への取組例
<p>「GXを見据えた資源外交の指針」にて有望な外交国とされている国のうち、中東及び東南アジアに位置する国々を抽出</p>	中東	UAE	ガス・オイル	ADNOC	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2019年比でGHG排出量を2030年までに25%、2045年までに100%削減する目標を設定。<b>CCS</b>、<b>水素</b>、<b>アンモニア</b>の活用を計画</li> </ul>
			電力	TAQA	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2030年までに総発電容量150GWの65%を<b>再生可能エネルギー</b>で占めることを目指す</li> </ul>
		オマーン	ガス・オイル	EDO/ Hydrom等	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 国が掲げる2050年のネットゼロ化に向けて取組を推進。2022年に設立されたHydromはオマーンにおける<b>グリーン水素</b>プロジェクトを統括</li> </ul>
			電力	OPWP	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電力需要の増加への対応も含めて、<b>太陽光と風力</b>プロジェクトを推進。2025年までに発電量の約11%になると予測</li> </ul>
		カタール	ガス・オイル	Qatar Energy	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2019年比でCO2排出量を2030年までに25%削減する目標を設定。<b>CCS</b>や<b>再生可能エネルギー</b>の利活用を計画</li> </ul>
			電力	QEWC	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 国が掲げる再エネ発電割合20%にするという目標に対応するために、<b>太陽光発電</b>の導入を促進。2022年時点で、1枚5GWの発電能力を持つ太陽光発電を60枚設置</li> </ul>
		サウジアラビア	ガス・オイル	Saudi Aramco	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2030年までに年間最大1,100万トンの<b>ブルーアンモニア</b>、400万トンの<b>水素</b>の生産を目標として設定</li> </ul>
			電力	SEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 国が掲げる2030年<b>再エネ</b>電力50%達成に向け、再エネの導入や分散型電源化を推進</li> </ul>

# 国営企業の取組

- 日本政府の資源・燃料分科会「GXを見据えた資源外交の指針」にて有望な外交国と位置付けられている、以下の9か国を対象に、国営のガス・オイル企業、電力企業戦略を調査し整理

抽出口ジック	対象地域	対象国	エネルギー種	対象企業	対象企業の脱炭素への取組例
<p>「GXを見据えた資源外交の指針」にて有望な外交国とされている国のうち、中東及び東南アジアに位置する国々を抽出</p>	東南アジア	インドネシア	ガス・オイル	PT Pertamina	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2020年にESGフレームワーク・ロードマップを作成し、2030年までに29%のGHG排出削減目標を設定</li> </ul>
			電力	PLN	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 同社事業における2060年までのCN<sup>*1</sup>目標を掲げる。再エネ導入や<b>CCUS</b>、<b>水素</b>利活用を推進</li> </ul>
		タイ	ガス・オイル	PTT	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2020年比でGHG排出量を2030年までに15%、2045年まで100%削減する。<b>CCUS</b>や<b>水素</b>の利活用を計画</li> </ul>
			電力	EGAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ タイ政府による2050年のCN<sup>*1</sup>目標達成に向けて、太陽光や風力、バイオマスなどの多岐にわたる<b>再エネ</b>導入を促進</li> </ul>
		フィリピン	ガス・オイル	Petron Corporation	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DoE規定より厳しいCO2排出量に対する基準を独自に設定。製品に対する排出量を管理</li> </ul>
			電力	NPC	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2030年までにGHG排出量を75%削減するという政府目標のために、<b>再エネ</b>促進やバイオマスの推進</li> </ul>
		ベトナム	ガス・オイル	PVN	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 年次報告書では気候変動対策等の記載はなし。近年、風力発電や水上太陽光等の再エネ市場への参入を開始</li> </ul>
			電力	EVN	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 国による<b>再エネ</b>導入や<b>水素</b>、利用の推進の方針に沿って取組を推進。脱炭素に掛かるRM作成に向けて、JERAと連携</li> </ul>
		マレーシア	ガス・オイル	PNB	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2050年までに脱炭素化を達成を宣言し、GHG排出削減に係るコミットメントを策定。<b>CCUS</b>や再エネの活用を計画</li> </ul>
電力	TNB		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2021年にGHG排出量を2030年までに35%、2050年までに100%の目標を設定したロードマップを策定</li> </ul>		

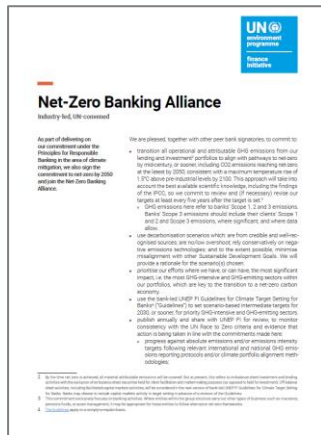
## **参考：各種調査結果**

**-トランジション・ファイナンスに関する各種レポート**

# UNEP-FIのガイドライン

## 各シナリオの位置づけ

- UNEP-FIのガイドラインにおいてERIAのPathwayにも言及してもらうことが重要である



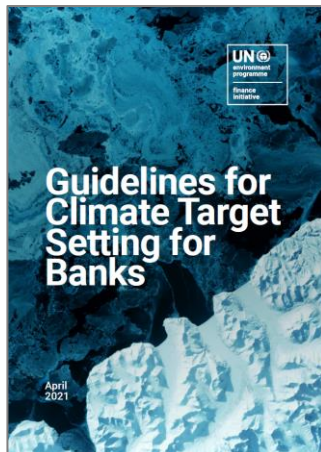
Net-Zero Banking Alliance (NZBA) : 2021年4月に国連環境計画金融イニシアティブ (UNEP-FI) が主催し発足した民間金融機関の連合。2050年までの投融资ポートフォリオにおけるGHG排出量ネットゼロを目標とし、加盟金融機関 (2024年3月時点 : 144銀行) は Commitment Statementに署名・誓約している。

NZBA Commitment Statement  
「ターゲット設定においてUNEP-FIのGuidelines for Climate Target Setting for Banksを参照する」

UNEP-FI Guidelines for Climate Target Setting for Banks : NZBA Commitment Statementを下支えするガイドラインとして2021年4月に作成された。

UNEP-FI Guidelines for Climate Target Setting for Banks  
「**IPCCシナリオ**やIPCCのクライテリアを満たすシナリオを用いることを**強く推奨する**」  
「パリ協定の気温目標と合致する場合、加えて**IEAシナリオ**や**セクター特化型**のシナリオを参照しても良い」

金融機関は**ガイドラインに記載があるIPCCやIEAのシナリオを重視**してしまう  
→ UNEP FIのガイドラインにおいてERIAのPathwayにも言及してもらうことが**重要**



# UNEP-FIのガイドライン

## Pathwayの必要要件

### ■ UNEP FIのガイドラインにおいて5つの必要条件が提示されている

1) The scenarios selected shall be “no-overshoot” or “low-overshoot” scenarios (e.g. scenarios P1 and P2 of the IPCC).

- 和訳：選択されるシナリオは、「オーバーシュートなし」又は「低オーバーシュート」のシナリオであるものとする (IPCCのシナリオP1とP2など)。

2) The scenarios selected shall rely conservatively on negative emissions technologies.

- 和訳：選択されるシナリオは、ネガティブエミッション技術 (NETs) に保守的に依存するものとする。

3) The scenarios selected shall have reasonable assumptions on carbon sequestration achieved through nature-based solutions and land use change.

- 和訳：選択されるシナリオには、自然に基づく解決策と土地利用の変化を通じて達成される炭素隔離に関する合理的な仮定がなければならない。

4) Banks shall disclose which scenario their climate targets are based upon (scenario name, date and provider). Banks should disclose key assumptions used in these scenarios.

- 和訳：銀行は、気候目標がどのシナリオに基づいているかを開示しなければならない (シナリオ名、日付及びプロバイダ)。銀行は、これらのシナリオで用いられた主要な仮定を開示すべきである。

5) The scenarios selected shall, where possible, minimise misalignment with other Sustainable Development Goals (SDGs).

- 和訳：選択されるシナリオは、可能な限り、他の持続可能な開発目標 (SDGs) との不整合を最小限に抑えなければならない。

# ① ASEAN Taxonomy for Sustainable Financeと ② ASEAN Transition Finance Guidanceの関係性

- ①が政策検討者向けに方針・定義等を示し、それを基に②が民間向けに具体的な基準やアプローチを示している

	全体方針・定義の提示	基準・アプローチ方法の提示
文書	ASEAN Taxonomy for Sustainable Finance (Version 2)	ASEAN Transition Finance Guidance (ATFG)
発行元	ASEAN Taxonomy Board (ATB)	ASEAN Capital Markets Forum (ACMF)
構成メンバー*	ACMF, AIRM, SLC, WC-CMD 後援：AFMGM	ASEAN10か国の資本市場規制当局
発行時期	2023年6月	2023年10月
要旨	すべてのASEAN加盟国のための包括的なガイドとなり、各国の持続可能性イニシアティブを補完し、持続可能な金融のためのASEANの共通言語としての役割を果たすこと	企業の将来的な計画を評価し、それらの企業に対する投資家の支援を促進するためのアプローチを示すこと
読み手	ASEAN加盟国の各国においてTaxonomyの開発を担う人材（政策検討を担う人材）	投資家、実体経済に関わる企業、その他のステークホルダー（民間）

\*各機関の名称：ASEAN 資本市場フォーラム (ACMF)、ASEAN 保険監督社会議 (AIRM)、ASEAN 金融統合シニアレベル委員会 (SLC)、ASEAN 資本市場開発作業委員会 (WC-CMD)、ASEAN 財相・中央銀行総裁会合 (AFMGM)

(出典) ASEAN Taxonomy Board (2023) ["ASEAN Taxonomy for Sustainable Finance"](#)  
ASEAN Capital Markets Forum (2023) ["ASEAN Transition Finance Guidance"](#)

# ②ASEAN Transition Finance Guidanceと③ASIA Transition Finance Guidelinesの類似点及び相違点

- ②はパブリックセクター、③はプライベートセクター主体であり、推奨されるpathwayの選択方法等に違いが見られる。一方、主旨や背景にある問題意識等は類似している

文書	② ASEAN Transition Finance Guidance	③ ASIA Transition Finance Guidelines
発行元	ASEAN Capital Markets Forum (ACMF)	Asia Transition Finance (ATF) Study Group
構成メンバー	ASEAN10か国の資本市場規制当局 ( <u>パブリックセクター</u> )	コアメンバー：金融機関18社 ( <u>プライベートセクター</u> ) オブザーバー：開発銀行等7団体、公的機関14団体
発行時期	2023年10月	2022年9月
要旨	<ul style="list-style-type: none"> <li>・投資の焦点とすべき企業の特徴を標準化する</li> <li>・投資家からの需要を高める要素を明確化し、企業にとってのインセンティブを創出する</li> </ul>	金融機関が直面する実務的課題（例：異なる標準の混在、評価の煩雑さ、事例の少なさ）に対処する
目的・背景	国際的に多く存在するトランジション・ファイナンスに関する枠組みの良い要素をASEAN地域に合った形で組み込むこと	技術的なロードマップやpathway等を示す「実務戦略」が不在であるという課題に対処すること
読み手	投資家、実体経済に関わる企業、その他のステークホルダー	トランジション・ファイナンスを提供する金融機関及び関連する企業・団体
Pathwayの 選択方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国によるもの、民間組織によるもの※1、科学に基づくもの※2のうち、自社に適したものを「地理的特異性」及び「具体性」の観点で選択又は組合せることを推奨している。</li> <li>・<b>セクターと相性の良いpathwayを選択</b>することを推奨しており、セクターと各機関のマッチを一覧にして提示している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Transition financeに関する基礎的なガイドラインとしてICMA's Climate Transition Finance Handbook、より広域の全体像を理解するための参考資料としてATF Guidelinesを推奨している。</li> <li>・<b>基礎的なアプローチとしてASEANや各国政府によるPathwayにのっとり</b>、暫定的なアプローチとしてその他の機関によるpathwayを組合せることを推奨している。</li> </ul>

※ 1 例：Mission Possible Partnership, IATA, IMO, Responsible Steel, ASI

※ 2 例：IEA, NGFS, ERIA, One Earth, IPCC, Science Based Targets, IRENA, CRREM

(出典) ASEAN Capital Markets Forum (2023) "[ASEAN Transition Finance Guidance](#)"

Asia Transition Finance Study Group (2022) "ASIA Transition Finance Guidelines (1st Edition)"



# UNEP FIガイドラインのPathwayの必要要件とERIAのPathway

■ ERIAのPathwayはUNEP FIガイドラインで提示された6つの必要要件を満たしている

UNEP FIガイドライン 必要要件	(→要件の解釈)	ERIAのPathway (CN2050/2060)
① シナリオの発行元が信頼に値し十分に認知されている	国際的に信頼されている機関が引用しているか	○ ASEANの資料等でIEA、IPCCと並んで代表的なPathwayとして引用されている
② オーバーシュートなし又は限られたオーバーシュートのシナリオ※1	一時的に気温上昇が1.5℃をやや超す程度か	△ 気温変化の記載がなく不明
③ ネガティブエミッション技術 (NETs) に保守的に依存する	NETsに偏った技術になっていないか	○ NETs (DACCS, BECCS等) の他、再エネ・水素等の技術についてpathwayを検討している
④ 自然に基づく解決策と土地利用の変化を通じて達成される炭素隔離に関する合理的な仮定がある	自然由来/土地利用の変化によるCO2吸収について合理的な想定がされているか	△ 仮定については記載されておらず不明。2050年にIPCCはAFOLU分野※2で2.6Gt (世界全体)、ERIAはLULUCF分野※3で約700Mt (ASEAN地域) のCO2削減を見込んでいる
⑤ 気候目標の基にあるシナリオの開示 (必須)、シナリオで用いられた主要な仮定の開示 (推奨)	シナリオの前提となる仮説が説明されているか	○ 主にChapter 2 Methodologyにおいて、利用するモデルや前提について説明されている
⑥ 他の持続可能な開発目標 (SDGs) との不整合が最小限	気候変動以外の目標への悪影響がないか	○ ※エネルギー価格の高騰が見込まれるため、政策決定者の介入により、SDGsの目標7 (エネルギーへのアクセス) との整合性を担保する必要がある

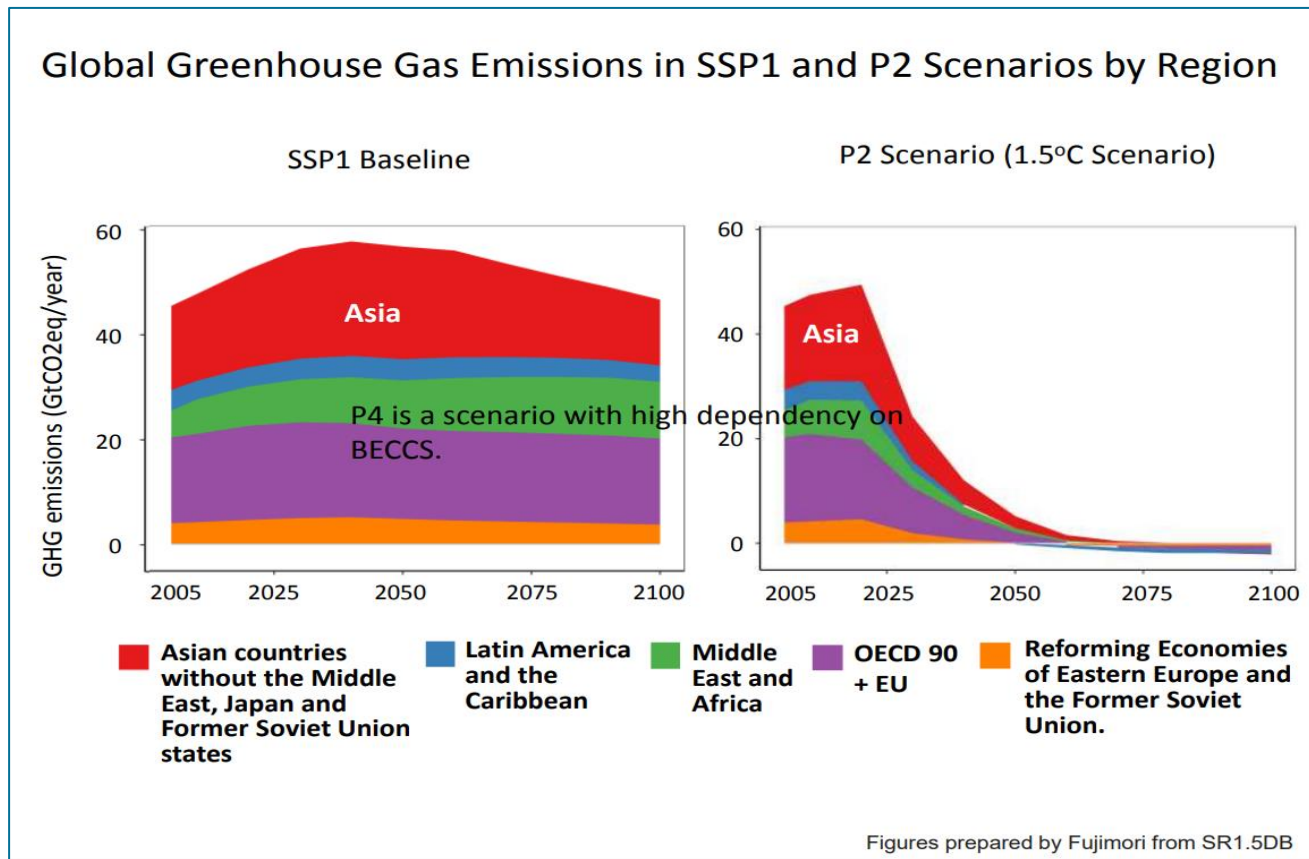
出典：ERIA「[Decarbonisation of ASEAN Energy Systems: Optimum Technology Selection Model Analysis up to 2060 \(eria.org\)](https://www.eria.org/publications/Decarbonisation-of-ASEAN-Energy-Systems-Optimum-Technology-Selection-Model-Analysis-up-to-2060)」

※2：Agriculture, Forestry and Other Land-Use ※3：Land Use, Land-Use Change, and Forestry

※1：パリ協定の1.5度目標を一時的に超え、その後気温を下げるシナリオ

# 1.5/2.0℃目標に向けたアジア地域における二酸化炭素排出量の推移

- IPCC本文には記載ないが、Institute for Global Environmental Strategies (IGES)のプレゼンテーション資料に地域ごとの排出量を示したグラフが公開されている
- データベースに基づいていると考えられるが、どのデータベースかは不明



- アジア諸国（中東、日本、旧ソ連を除く）の二酸化炭素排出量の推移は赤色で示されている
- 1.5℃シナリオにおいては、2070年頃のカーボンニュートラルに向け特に前半に大幅な削減が見込まれている。正確な数字は不明だが、2050年時点で2Gt/年程度のCO<sub>2</sub>排出を想定している
- 2.0℃のシナリオについては地域ごとの排出量は不明

二次利用未承諾リスト

報告書の題名  
【公開用】令和6年度燃料安定供給対策調査等事業（アジア等の現実的なネットゼロ移行実現のための調査事業等）最終報告書

委託事業名  
令和6年度燃料安定供給対策調査等事業

受注事業者名  
デロイトトーマツコンサルティング合同会社

頁	図表番号	タイトル
15	-	「エネルギー・産業構造・政策」に関する整理（インドネシア）
16	-	「エネルギー・産業構造・政策」に関する整理（マレーシア）
17	-	「エネルギー・産業構造・政策」に関する整理（タイ）
18	-	「エネルギー・産業構造・政策」に関する整理（ベトナム）
19	-	「エネルギー・産業構造・政策」に関する整理（フィリピン）
100	-	フラッシュ式地熱発電（300 kg/s, 240° C）開発の総コストに対する内訳
101	-	地熱発電基本販売価格（地熱発電については立地係数が定められている）
102	-	インドネシアにおける電源のLCOE
104	-	グリーン水素製造コスト（例）アルカリ水電解装置装置
144	-	H2-YES 事業イメージ
145	-	世界における地熱発電関連機器のシェア
147	-	各国のグリーン水素製造コスト（2025, 2030, 2050）
150	-	グリーン水素製造コスト（例）アルカリ水電解装置装置, PEM型水電解装置
173	-	日本の水素の活用方針
177	-	フォークリフトの価格・稼働時間等の比較
181	-	燃料別のトラック運用コスト比較
182	-	燃料別のトラックのライフサイクルGHG比較
183	-	EVトラック市場の概要, 燃料別車両の航続距離の比較
187	-	パナソニックによる日本での事例, 東北電力による日本での事例
191	-	グリーン水素100kTあたりのキャリア別輸送コスト, 距離ごとのグリーン水素キャリア別輸送コスト
191	-	輸送形態・キャリア別水素輸送コスト
213	-	アンモニア利用の内訳
215	-	水素ポンプの導入事例（西島製作所）
231	-	マレーシアにおける電源構成（2023時点）, マレーシアの予想発電設備容量構成（2023年時点）
232	-	2040年におけるCCS付LNG火力 発電コストの内訳（IEA 公表政策シナリオ, IEA表明公約シナリオ）
233	-	2040年におけるCCS付LNG火力 発電コストの内訳（IEA 公表政策シナリオ）
237	-	CCS事業の収益性の確保（Northern Lightsプロジェクト）
238	-	CCS事業の収益性の確保（Questプロジェクト）
239	-	CCS事業の収益性の確保（Petra Novaプロジェクト）
243	-	マレーシアの天然ガス価格, 将来の天然ガス価格の予測（NZEシナリオ）
244	-	CCS支援制度のイメージ, CO2対策費用の考え方
245	-	EUイノベーションファンドについて
273	-	製造方法別ISAF製造コストの推移
275	-	ISPO認証取得状況
281	-	食品業界で想定されるヒートポンプを導入した製造プロセス
283	-	ベトナムにおける品目別輸出入額の推移
285	-	導入効果試算結果（温水HP）
286	-	IEAによる産業用ヒートポンプの事業開発動向の分析
289	-	ベトナムの産業部門の排出（セクター別のエネルギー消費割合）
290	-	ベトナムの産業部門の排出（産業部門におけるCO2排出量（百万トン）の合計）
291	-	産業用ヒートポンプの需要動向（2019年のヨーロッパでの試算）
292	-	産業用ヒートポンプのコスト比較（2019年のヨーロッパでの試算）
293	-	ベトナムの再エネ導入状況
310	-	トランジション技術の対象（ERIAによる「技術リスト」）
317	-	Moody'sの格付けにおける各ランクの定義
327	-	各シナリオにおける一次エネルギー供給（TPES）の内訳
328	-	各シナリオにおける投資規模、2023-2050年にかけての雇用創出効果
344	-	UNEP-FIのガイドライン
348	-	「セクターと相性の良いpathway」について
350	-	1.5/2.0℃目標に向けたアジア地域における二酸化炭素排出量の推移