

2050年カーボンニュートラルに向けた 資源・燃料政策の検討の方向性

令和 2 年 12 月 2 日
資源エネルギー庁
資源・燃料部

1. カーボンニュートラル及び次期エネルギー基本計画の検討の進め方

2. エネルギー・レジリエンスの向上に向けた主な論点

- (1) 化石燃料の安定供給
- (2) 金属鉱物の安定供給

3. 2050年カーボンニュートラルに向けた主な論点

- (1) 資源・燃料サプライチェーンの脱炭素化・低炭素化の促進
- (2) 革新的なイノベーションの追求

- 菅内閣総理大臣は2020年10月26日の所信表明演説において、我が国が2050年にカーボンニュートラル（温室効果ガスの排出と吸収でネットゼロを意味する概念）を目指すことを宣言。
- カーボンニュートラルの実現に向けては、温室効果ガス（CO₂以外のメタン、フロンなども含む）の85%、CO₂の93%を排出するエネルギー部門の取組が重要。
- 次期エネルギー基本計画においては、エネルギー分野を中心とした2050年のカーボンニュートラルに向けた道筋を示すとともに、2050年への道筋を踏まえ、取り組むべき政策を示す。

10月26日総理所信表明演説（抜粋）

<グリーン社会の実現>

我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。

（中略）

省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立します。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換します。

10月26日梶山経産大臣会見（抜粋）

（中略）

カーボンニュートラルに向けては、温室効果ガスの8割以上を占めるエネルギー分野の取組が特に重要です。カーボンニュートラル社会では、電力需要の増加も見込まれますが、これに対応するため、再エネ、原子力など使えるものを最大限活用するとともに、水素など新たな選択肢も追求をしまります。

3E+Sを目指す上での課題を整理

- レジリエンスの重要性など新たな要素の確認



2050年カーボンニュートラルの実現を目指すための課題と対応の検証

- カーボンニュートラルを目指すEU、英国の状況
- カーボンニュートラルに向けた主要分野の取組
- エネルギー部門（電力分野、非電力分野）に求められる取組 など

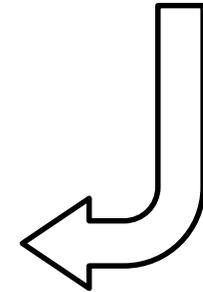


2030年目標の進捗と更なる取組の検証

- エネルギーミックスの達成状況
- エネルギー源ごとの取組状況
- 今後、さらに取り組むべき施策 など

グリーンイノベーション
戦略推進会議

電力、産業、民生、運輸
部門において、脱炭素化
に向けて必要となるイノ
ベーションについての検討



議論の内容を取り込み

- 昨今の情勢変化や将来的なエネルギー政策のあり方を見通し、改めて3E+Sの在り方を再整理する必要があるのではないか。

1. 安全性（Safety）

- ◆ あらゆるエネルギー関連設備の安全性は、エネルギー政策の大前提。
特に、原子力については、不断の安全性向上に向けて、産業界全体で取り組む自主的な安全対策が重要。

2. エネルギーの安定供給（Energy Security）

- ◆ 不安定化する世界情勢を踏まえ、地政学的・地経学的リスクに対応するためエネルギー自給率の向上や資源の安定的かつ低廉な調達は不可欠。
- ◆ その上で、新型コロナウイルス感染症の教訓も踏まえ、資源・エネルギーの選択に当たっては、サプライチェーン構築・技術自給率も考慮する必要。
- ◆ また、自然災害やサイバー攻撃への耐性を高めるとともに、ダメージからの早期復旧、ダメージを受けた供給設備を代替する設備の確保が可能となるエネルギー供給構造を構築する必要。

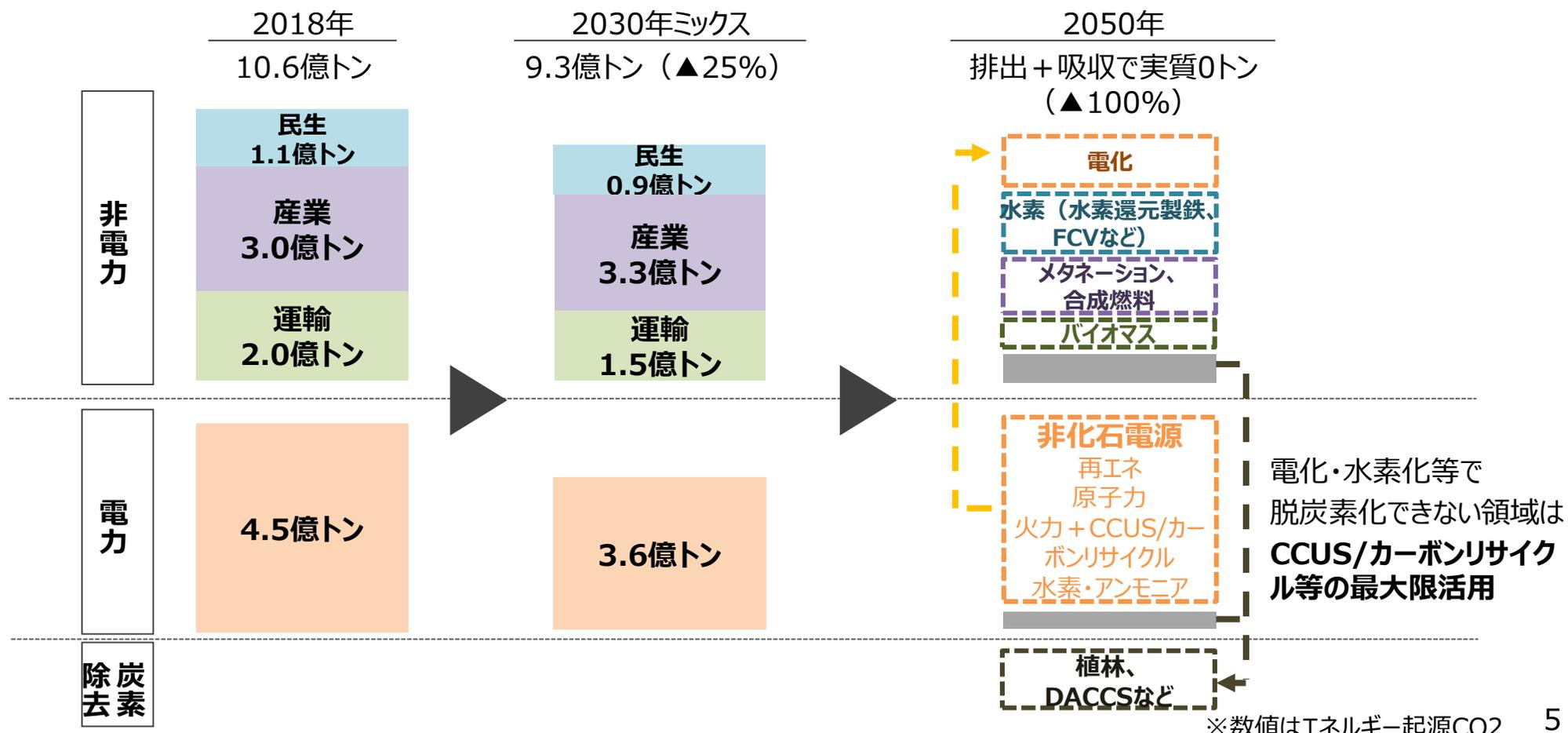
3. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）

- ◆ 徹底した省エネ等を進め、電気料金、燃料費などのエネルギーコストは可能な限り低減。
再エネの最大限導入と国民負担抑制も引き続き重要。
- ◆ また、今後、安定供給の確保・脱炭素化を進める上で一定程度的コスト増は不可避。
そのため、新たに導入される技術・システム（導入途上の蓄電池・水素、今後の拡大が期待されるCCUS/カーボンリサイクルなど）のコストを可能な限り抑制することが必要。

4. 環境への適合（Environment）

- ◆ パリ協定を踏まえ、脱炭素社会の実現に向け、温室効果ガスの削減は引き続き最大限努力。
エネルギー需給両面から更なる対応も検討。
- ◆ また、エネルギー関連設備の導入・廃棄に際して、周辺環境への影響も可能な限り低減する必要。

- 社会全体としてカーボンニュートラルを実現するには、電力部門では非化石電源の拡大、産業・民生・運輸（非電力）部門（燃料利用・熱利用）においては、脱炭素化された電力による電化、水素化、メタネーション、合成燃料等を通じた脱炭素化を進めることが必要。
- こうした取組を進める上では、国民負担を抑制するため既存設備を最大限活用するとともに、需要サイドにおけるエネルギー転換への受容性を高めるなど、段階的な取組が必要。



カーボンニュートラルに向けた主要分野における取組①

令和2年11月17日
基本政策分科会資料（抜粋）

脱炭素技術

克服すべき主な課題

※薄赤色のエリアは技術的なイノベーションが必要なもの

コストパリティ

電力部門	発電	再エネ	➢ 導入拡大に向け、系統制約の克服、コスト低減、周辺環境との調和が課題	水素価格 約13円/Nm ³
		原子力	➢ 安全最優先の再稼働、安全性等に優れた炉の追求、継続した信頼回復が課題	
		火力+CCUS/ カーボンリサイクル	➢ CO ₂ 回収技術の確立、回収CO ₂ の用途拡大、CCSの適地開発、コスト低減が課題	
		水素発電	➢ 水素専焼火力の技術開発、水素インフラの整備が課題	
		アンモニア発電	➢ アンモニア混焼率の向上、アンモニア専焼火力の技術開発が課題	
産業部門	熱・燃料	電化	➢ 産業用ヒートポンプ等電化設備のコスト低減、技術者の確保、より広い温度帯への対応が課題	水素価格 約40円/Nm ³
		バイオマス活用 (主に紙・板紙業)	➢ 黒液（パルプ製造工程で発生する廃液）、廃材のボイラ燃料利用の普及拡大に向け、燃料コストの低減が課題	
		水素化 (メタネーション)	➢ 水素のボイラ燃料利用、水素バーナー技術の普及拡大に向け、設備のコスト低減、技術者の確保、水素インフラの整備が課題 ➢ メタネーション設備の大型化のための技術開発が課題	
		アンモニア化	➢ 火炎温度の高温化のためのアンモニアバーナー等の技術開発が課題	水素価格 約8円/Nm ³
	製造プロセス (鉄鋼・セメント・ コンクリート・ 化学品)	鉄： 水素還元製鉄	➢ 水素による還元を実現するために、水素による吸熱反応の克服、安価・大量の水素供給が課題	
		セメント・ コンクリート： CO ₂ 吸収型 コンクリート	➢ 製造工程で生じるCO ₂ のセメント原料活用（石灰石代替）の要素技術開発が課題。 ➢ 防錆性能を持つCO ₂ 吸収型コンクリート（骨材としてCO ₂ を利用）の開発・用途拡大、スケールアップによるコスト低減。	
化学品： 人工光合成		➢ 変換効率を高める光触媒等の研究開発、大規模化によるコスト低減が課題		

※ 主なエネルギー起源CO₂を対象に整理、製造業における工業プロセスのCO₂排出も対象
コストパリティは既存の主要技術を対象に燃料費のパリティ水準を算出

*水素発電のパリティはLNG価格が10MMBtuの場合、水素還元製鉄は第11回CO₂フリー水素WGの資料より抜粋(100kW級の純水素FCで系統電力+ボイラーを置換)

カーボンニュートラルに向けた主要分野における取組②

令和2年11月17日
基本政策分科会資料（抜粋）

脱炭素技術

克服すべき主な課題

※薄赤色のエリアは技術的なイノベーションが必要なもの

コストパリティ

民生部門	熱・燃料	脱炭素技術	克服すべき主な課題	コストパリティ
民生部門	熱・燃料	電化	➤ エコキュート、IHコンロやオール電化住宅、ZEH,ZEB等を更に普及させるため、設備コスト低減が課題	
		水素化	➤ 水素燃料電池の導入拡大に向けて、設備コスト低減、水素インフラの整備が課題	
		メタネーション	➤ メタネーション設備の大型化のための技術開発が課題	
運輸部門	燃料 (乗用車・トラック・バスなど)	EV	➤ 導入拡大に向け、車種の拡充、設備コストの低減、充電インフラの整備、充電時間の削減、次世代蓄電池の技術確立が課題	電力価格 約10~30円/kWh
		FCV	➤ 導入拡大に向け、車種の拡充、設備コストの低減、水素インフラの整備が課題	
		合成燃料 (e-fuel)	➤ 大量生産、コスト削減を実現する燃料製造方法等の技術開発が課題	水素価格 約90円/Nm ³
	燃料 (船・航空機・鉄道)	バイオジェット燃料/ 合成燃料 (e-fuel)	➤ 大量生産、コスト削減を実現する燃料製造方法等の技術開発が課題	
		水素化	➤ 燃料電池船、燃料電池電車の製造技術の確立、インフラ整備が課題	
		燃料アンモニア	➤ 燃料アンモニア船の製造技術の確立	
炭素除去	DACCS、BECCS、植林	➤ DACCS : エネルギー消費量、コスト低減が課題 ➤ BECCS : バイオマスの量的制約の克服が課題 ※CCSの適地開発、コスト低減は双方共通の課題		

*DACCS : Direct Air Carbon Capture and Storage、BECCS : Bio-energy with Carbon Capture and Storage

**ガソリン自動車との比較。ガソリン価格が142.8円/Lの時を想定（詳細は第11回CO2フリー水素WGの資料を参照）

- **電力部門**の脱炭素化を進める上では、**脱炭素技術として確立した再エネ、原子力を最大限活用すべきではないか**。その上で、CCSやカーボンリサイクルといった次世代の技術が必要となる火力発電、サプライチェーンの構築などが必要となる水素発電などの**選択肢も追求すべきではないか**。
- 他方、これらを導入拡大する上で、再エネにおいては、調整力や送電容量確保などの課題、原子力においては国民理解、安全性向上などの課題、その他の選択肢においてもイノベーションの必要性など様々な課題が存在する。そのため、まず**それらの課題と対応方針を議論すべきではないか**。
- **産業・民生・運輸（非電力）部門**については、**構造的・技術的（既存）に脱炭素化が難しい領域が存在**するが、EUや英国もCCUS/カーボンリサイクル等のイノベーションを織り込んでいるのと同様、日本においても**イノベーションの追求など取組の方向性を議論すべきではないか**。

CNへの課題

電力部門

- 再エネ、原子力といった技術的に確立した脱炭素技術が存在
- 他方、社会的制約・系統運用上の制約からこれらだけで電力を全て賄う事は不確実性が高い

検討の進め方

- 再エネ・原子力を導入していく上での課題や対応を整理すべきではないか
- これらでは賄えない需要を満たすために追求すべき選択肢（CCUS火力、水素など）も同様に議論すべきでないか

産業・民生・運輸部門

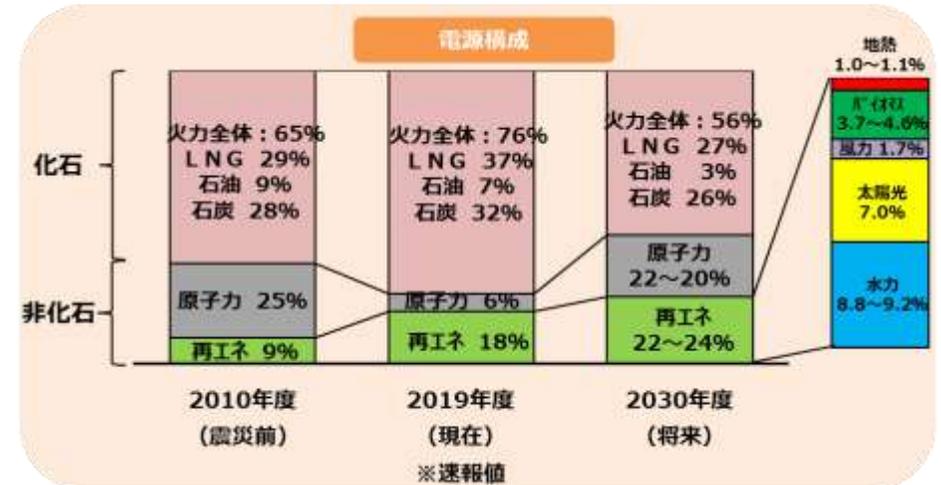
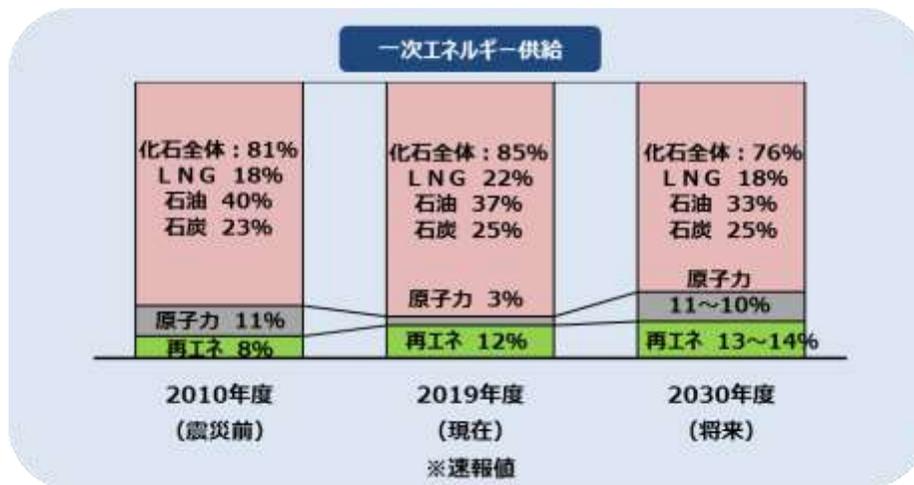
- 産業・民生・運輸部門においては、①脱炭素技術が実装レベルに達していない、②構造的に脱炭素が困難な領域が存在し、更なるイノベーションが不可欠

- こうした領域について、目指すべき大きな方向性について議論すべきではないか（まず、グリーンイノベーション戦略推進会議にて議論を行うことを想定）

今後の資源・燃料政策の検討の視座

- 2018年度時点で、日本の一次エネルギー供給の86%、電源構成の77%は化石燃料。
- 今後、日本の化石燃料需要は減少することが予想されるが、引き続き化石燃料は重要なエネルギー源。そのため、今後の資源・燃料政策について、以下の2つを柱として検討することが必要ではないか。
 - ① 資源・エネルギーの安定供給を、いかに確保していくか（エネルギー・レジリエンスの向上）
 - ・資源・エネルギーの供給源多角化やサプライチェーン強化のための権益獲得・備蓄等の推進。
 - ・アジア大でのエネルギー・レジリエンス向上のための国際LNG市場構築等の推進。
 - ・国内燃料サプライチェーンの維持・強靱化。
 - ② 化石燃料からのCO₂排出を、いかに低減・削減・吸収していくか（2050年カーボンニュートラルに向けた取組）
 - ・燃料サプライチェーン全体（上流～下流）で、カーボンニュートラルに向けた取組を加速。
 - ・新たな燃料（燃料アンモニア、水素、バイオ燃料）のサプライチェーンの構築。
 - ・電力部門・非電力部門（産業、輸送等）から排出されるCO₂を回収し、カーボンリサイクルするための技術開発・実証・社会実装を促進。

<参考> エネルギーミックス



1. カーボンニュートラル及び次期エネルギー基本計画の
検討の進め方

2. エネルギー・レジリエンスの向上に向けた主な論点

(1) 化石燃料の安定供給

(2) 金属鉱物の安定供給

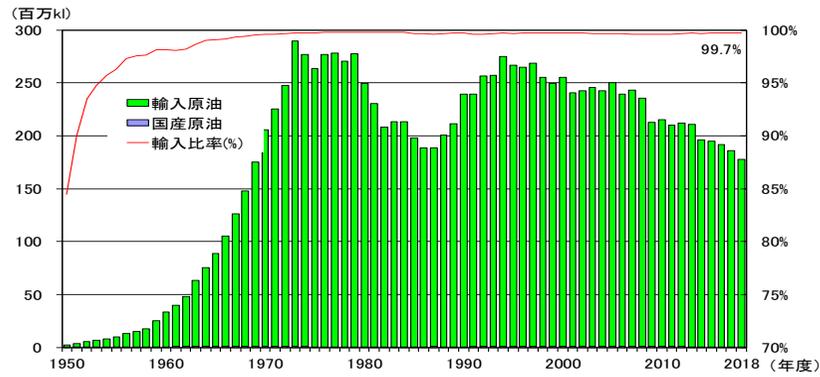
3. 2050年カーボンニュートラルに向けた主な論点

(1) 資源・燃料サプライチェーンの脱炭素化・低炭素化
の促進

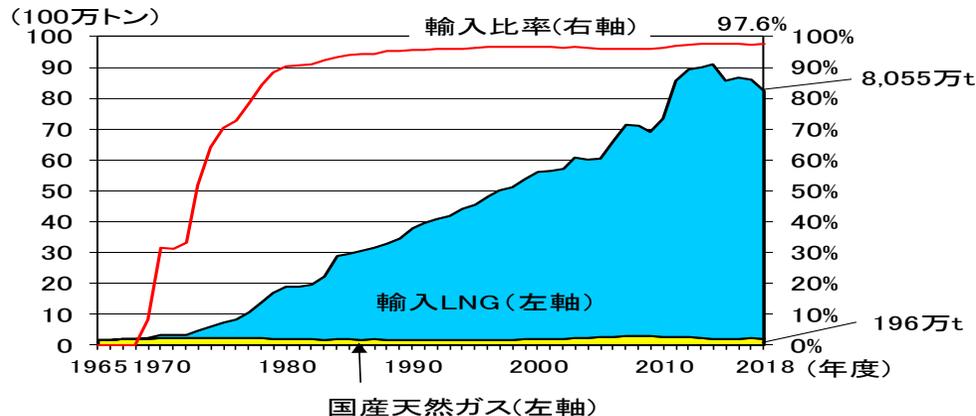
(2) 革新的なイノベーションの追求

石油・天然ガスの安定供給確保の重要性

- 日本は、**石油・天然ガスのほぼ全量を輸入に依存**しており、中東情勢や新興国の需給構造変化の影響を大きく受けやすい状況であり、**我が国が抱える構造的な課題に変化はない**。
- それに加えて、下記外的要因が加わっている。
 - ① 経済成長による世界的なエネルギー需要拡大に対応して上流投資が求められている中、**コロナ拡大に端を発した油価低迷、世界的なダイベストメント加速化により上流投資が大きく減少し、将来的な需給逼迫リスクが増大**。
 - ② 中国やインド等の新興国の石油・天然ガス需要の増加に伴い、**マーケットにおける我が国の相対的な地位が低下**（我が国の交渉力低下）。



原油輸入量の推移（輸入率：99.7%）



天然ガス輸入量の推移（輸入率：97.6%）

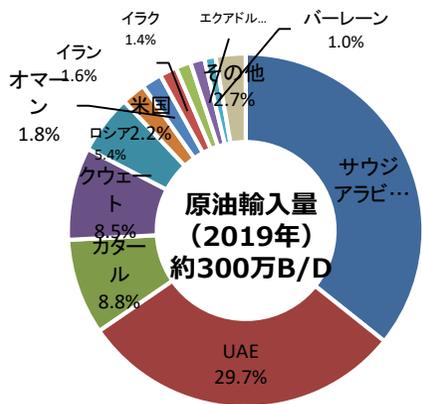
出展：エネルギー白書（2020）



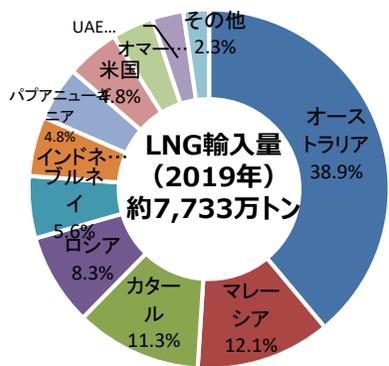
出展：IEA World Energy Outlook 2020

石油・天然ガスの安定供給確保に向けた課題

- 石油は中東依存度が高く、**中東内外の多角化、備蓄が課題。**
- LNGは、ある程度の多角化が進んでいるものの、**価格の不安定さや中国等の新興国の需要増加による我が国の相対的な地位低下が課題。**
 - 石油・天然ガスの**安定供給確保**に向けた積極的な資源外交や国内資源開発の更なる推進に加え、国家備蓄のみならず、**アジア大での備蓄協力（石油・LNG）が必要**ではないか。
 - LNGは**アジアLNG市場の創設・拡大**に向けた取組を更に推進する必要があるのではないか。



石油：中東依存度 88.4%



LNG：中東依存度 17.8%

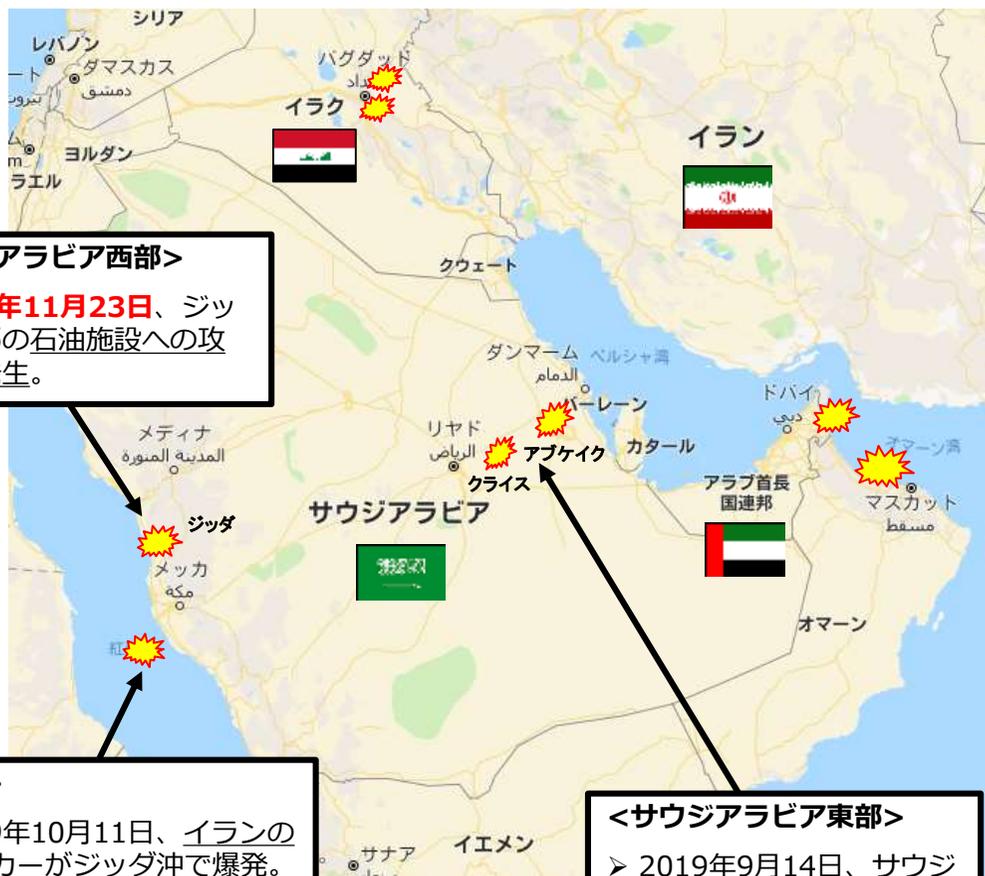
天然ガス・LNG市場価格の推移 (2010年～現在)



中東情勢の緊迫化

- 2019年5月以降、中東地域における情勢が緊迫化。
- ホルムズ海峡を含め、アラビア半島周辺において多数の事案発生しており、地政学リスクが顕在化。

中東地域で発生した主な事案（2019年5月以降）



<サウジアラビア西部>

- 2020年11月23日、ジッダ北部の石油施設への攻撃が発生。

<紅海>

- 2019年10月11日、イランのタンカーがジッダ沖で爆発。
- 2020年11月25日、マルタ船籍の石油タンカーが機雷攻撃を受け破損。

<サウジアラビア東部>

- 2019年9月14日、サウジアラビア東部の石油施設（アブケイク、クライス）への攻撃が発生。

<イラン・イラク周辺>

- 2019年12月27日、イラク北部の軍事基地へのロケット攻撃で、米国民（民間軍事会社所属）1名が死亡。
- 2020年1月3日、米軍の空爆により、ソレイマニ・イラン革命ガード・コッズ部隊司令官らが死亡。
- 同1月8日、イラン革命ガードは、イラク駐留米軍基地に対し、弾道ミサイルを発射。
- 同4月22日、イラン革命ガードは、同国初の軍事衛星打ち上げに成功したと発表。
- その後もイラク駐留米軍基地や米大使館付近へのロケット攻撃事案が継続的に発生。
- 同6~7月頃、イランの軍事・核関連施設等で爆発事案が発生。

<ホルムズ海峡周辺>

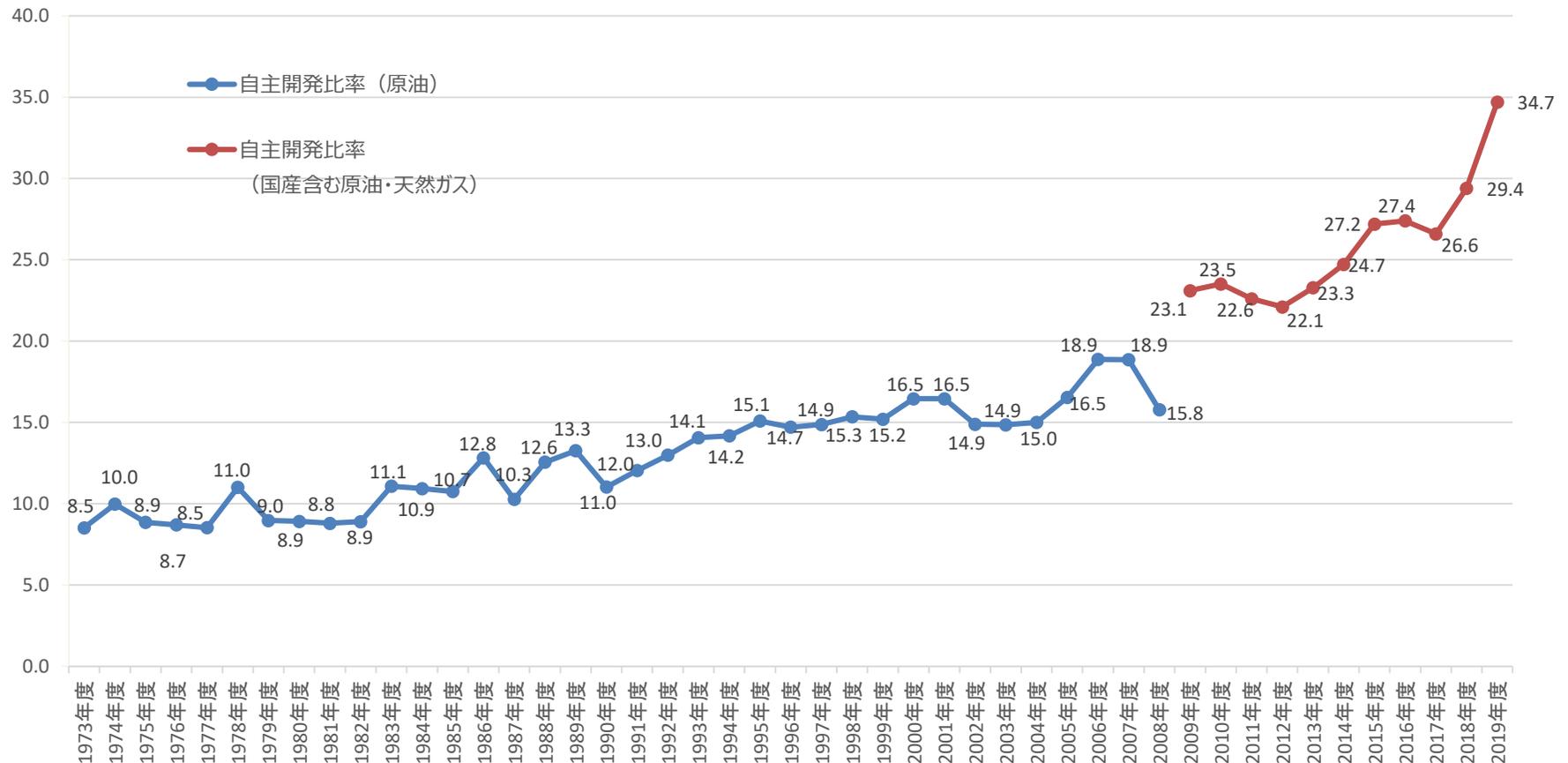
- 2019年5月12日、フジャイラ沿岸のUAE領海に停泊中の商業船4隻への攻撃が発生。
- 同6月13日、ホルムズ海峡付近で日本関係船舶含む2隻が被弾。
- 同7月19日、イランがホルムズ海峡で英のタンカーを拿捕（その後9月27日に解放）。
- 同11月8日、イランがペルシャ湾付近で国籍不明の無人機を撃墜。
- 2020年4月15日、米海軍は、11隻のイラン革命ガードの艦船が、アラビア湾北部の公海上で、米艦船6隻に対し、危険かつ挑発的な接近を繰り返した旨発表。
- 同8月13日、米中央軍は、イラン海軍がホルムズ海峡付近の更改でリベリア船籍の石油タンカーを約5時間にわたって拿捕したと発表。
- 同8月17日、UAE沿岸警備隊がペルシャ湾内でイラン漁船に射撃を行い、1隻を拿捕。射撃によりイラン人2名が死亡。また、イランも領海侵犯があったとしてUAE船舶1隻を拿捕。
- 同11月21日、イラン革命ガードがペルシャ湾付近でパナマ船籍のタンカーを拿捕。

石油・天然ガスの自主開発比率目標の進捗

- 石油・天然ガスの安定供給確保に向けて、石油・天然ガスの自主開発比率を**2030年に40%以上**とする目標を、エネルギー基本計画(平成30年7月)で設定。**2019年度の実績は34.7%**。

※自主開発比率：

- 石油及び天然ガスの輸入量及び国内生産量の合計に占める、我が国企業の権益下にある石油・天然ガスの引取量及び国内生産量の割合。
- 1973年度から2008年度まで石油のみを対象としてきたが、2009年度以降は石油と天然ガスを合算して算出。



積極的な資源外交

- 安定的かつ低廉な資源確保に向け、総理大臣を筆頭に資源外交を積極的に展開。
- 新型コロナウイルス感染拡大下においても、**TV会議等を活用した会談を実施**。※部長級でも10回程度実施。

<総理・経産大臣による資源外交の例（2017年以降）>

サウジアラビア（日本最大の原油輸入先）

- サルマン国王 訪日（2017年3月）
- 経産大臣 サウジ訪問（2018年1月）
- 総理大臣 ムハンマド皇太子と会談（2019年6月、2020年1月）

インドネシア（アジアにおける重要なLNG供給源）

- 総理大臣 ジョコ大統領と会談を実施（2020年10月）

ロシア（近接した化石燃料供給源）

- 総理大臣 プーチン大統領と会談
- 2017年4、9月、2018年5、9、11月、2019年1、6月
- 経産大臣 ノヴァク・エネルギー大臣とともに「日露エネルギー・イニシアティブ協議会」を開催（2017年1、4、9月、2018年2、4月、2019年6月）
- 経産大臣 ノヴァク・エネルギー大臣とのTV会談を実施（2020年9月）

米国（新たな化石燃料供給源）

- 総理大臣 トランプ大統領と会談（2017年2、5、7、9、11月、2018年4、6、9月、2019年4、5、6、8、9月）
- 経産大臣 ペリー・エネルギー長官と会談（2017年3、6月）
- 経産大臣 ロス商務長官と会談（2017年4、7月、2018年9月）

UAE（日本の自主開発権益が最も集中）

- 総理大臣 UAE訪問（2018年4月、2020年1月）
- 経産大臣 UAE訪問（2017年1、10月、2018年1月、2019年1月）
- 経産大臣 ジャーベル国務大臣との会談（計11回）
- 経産大臣 ジャーベル・アブダビ国営石油会社CEO兼産業・先端技術大臣とのTV会談を実施（2020年8月）



国内石油・天然ガス開発の推進

- 地政学リスクに左右されず、地域に根ざした炭化水素資源である国内石油・天然ガス開発を推進するため、**日本周辺海域における物理探査及び掘削調査を実施。**
- メタンハイドレートについては、2027年までに商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、技術開発を推進。**砂層型は来年度後半にはアラスカで長期陸上生産試験を実施。**

【石油・天然ガス】



三次元物理探査船
「たんさ」

海洋エネルギー・鉱物資源開発計画における 今後の計画（2018～2022年度）

＜石油・天然ガス＞

- 三次元物理探査船の更新による性能向上
- 基礎物理探査の機動的実施（約5千km²/年）
- 試掘機会の増加

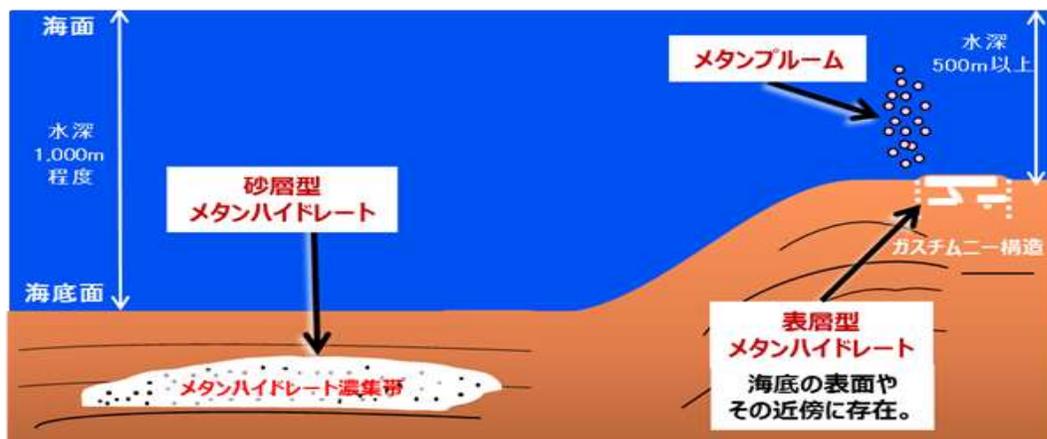
＜砂層型メタンハイドレート＞

- 長期生産技術の開発や陸上産出試験等の実施

＜表層型メタンハイドレート＞

- 調査段階から技術開発段階への移行

【メタンハイドレート】



柔軟な国際LNG市場の形成に向けた取組

- 日本の需要が減少する中でも、LNG市場における日本の影響力を維持し、LNGの安定供給を確保するため、「新国際資源戦略」で、**2030年度に日本企業の「外・外取引」を含むLNG取引量が1億トン**を目指すとの目標を設定。
- 加えて、日本のLNG関連技術を第三国に展開し、**上流～下流までサプライチェーン全体にわたる日本企業のビジネス展開を支援**。これまで、LNG産消会議において、日本政府として200億ドルのファイナンス支援と1,000人のキャパビル支援をコミット。

<LNG産消会議における日本政府のコミットメント>

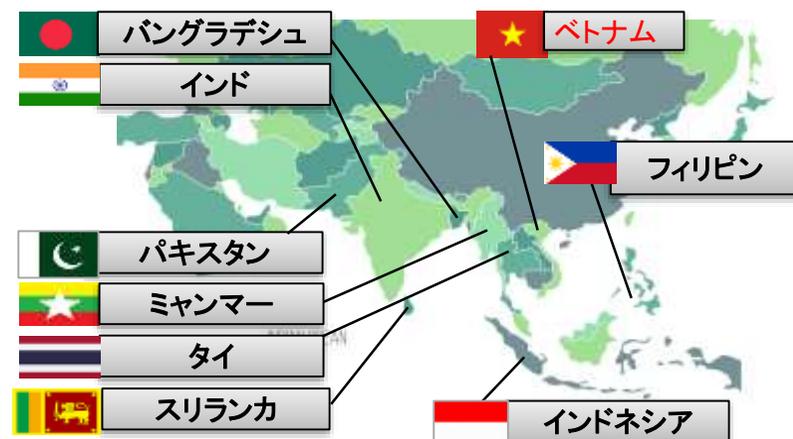
2017年のコミットメント



2019年の追加コミットメント



<LNGバリューチェーン研修の実施国>

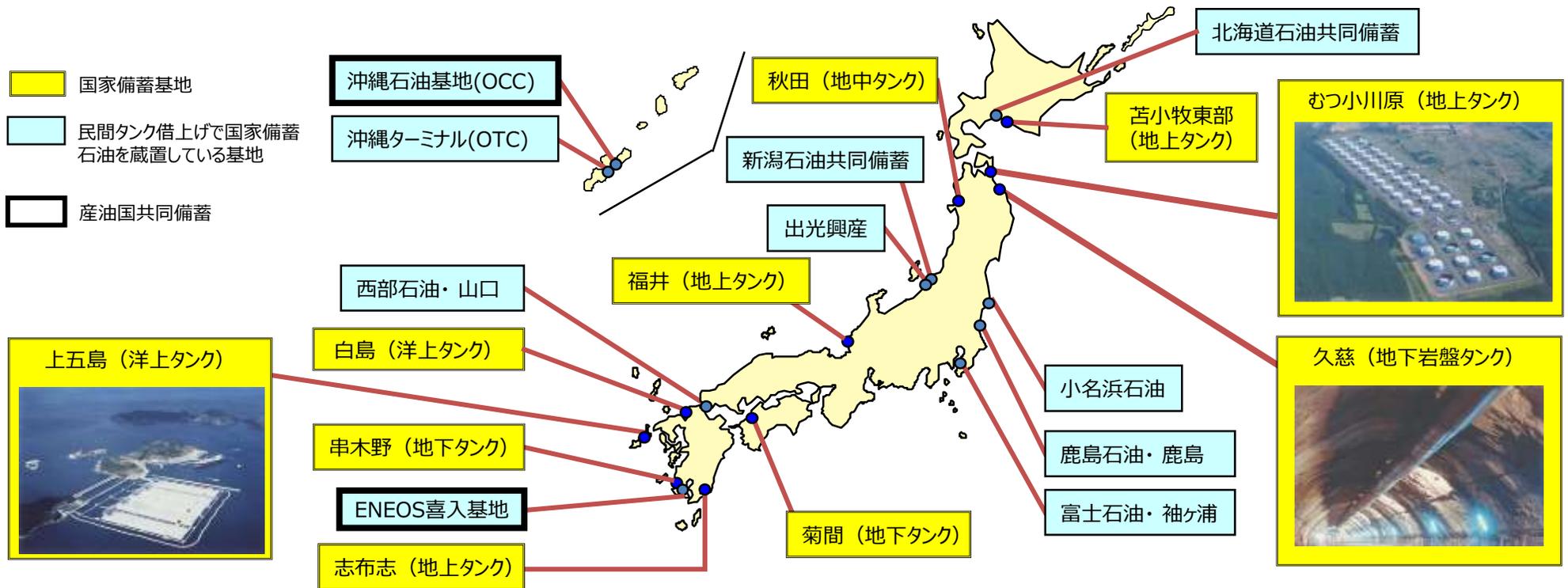


石油備蓄の状況

- 日本の石油輸入における**中東依存度の高さや供給途絶リスクを踏まえ**、以下のとおり備蓄を確保。

- ・国家備蓄：原油4,675万kl・製品 143万kl (IEA基準：118日分、備蓄法基準：146日分)
- ・民間備蓄：原油1,429万kl・製品1,712万kl (IEA基準： 81日分、備蓄法基準： 98日分)
- ・産油国共同備蓄 (※)：原油242万kl (IEA基準：6日分、備蓄法基準：7日分)

(令和2年9月末現在)

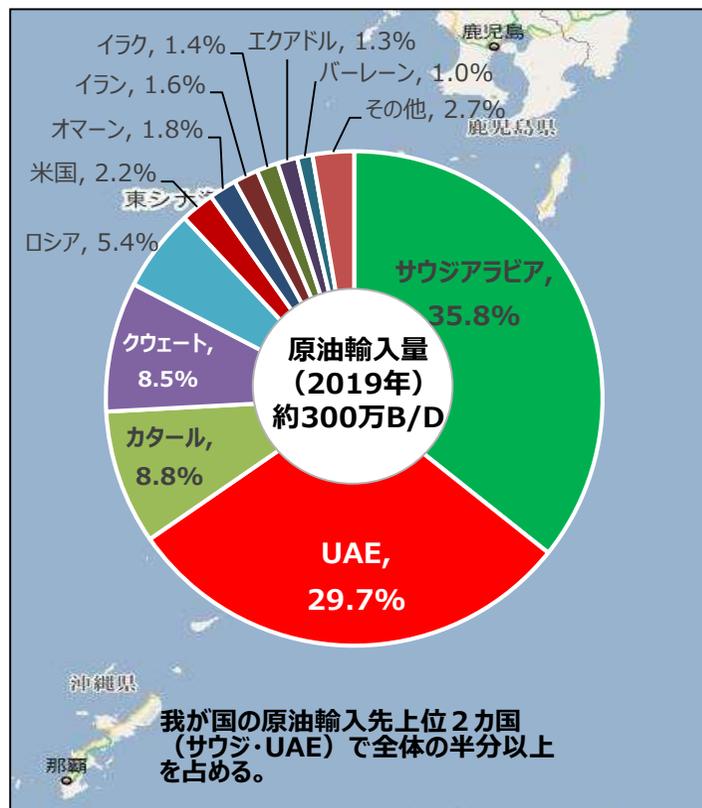


- 国家備蓄原油は、10箇所の国家石油備蓄基地に蔵置するほか、借り上げた民間石油タンク（製油所等）にも蔵置。

(※) 産油国共同備蓄：我が国のタンクにおいて産油国国营石油会社が保有する在庫であり、危機時には我が国企業が優先供給を受けることができるもの。
エネルギー基本計画（平成30（2018）年閣議決定）において「第3の備蓄」と位置付けられている。

クウェートとの産油国共同石油備蓄の開始

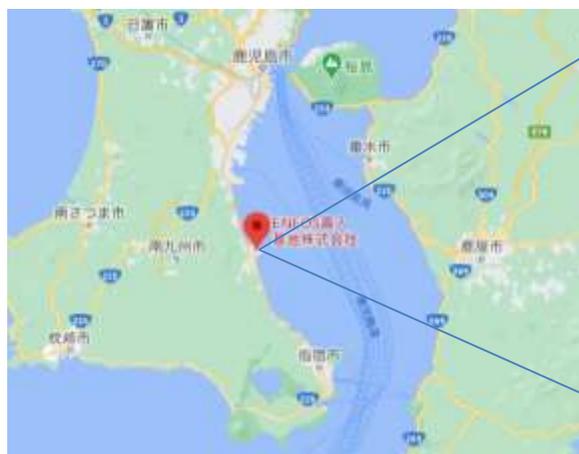
- クウェートは、我が国の原油輸入シェア第4位の約8.5%を占める重要な原油調達先。
- 本年3月に策定した「新国際資源戦略」に基づき、日本のみならずアジアのエネルギーセキュリティの更なる向上のため、本年12月から新たにクウェートに対し、ENEOS喜入基地(鹿児島)の約50万KL(国内消費量の約1.5日分)の原油タンクを貸与して共同備蓄事業を開始。
- 既存の産油国共同備蓄と同様、①平時には、アジアや国内向けの供給拠点としてタンク内の原油は商業的に活用され、②我が国の緊急時には、タンク内の原油を我が国石油会社が優先購入できることとしているが、今回は新たに、③アジアの第三国の緊急時にも供給が可能としている。



新国際資源戦略 (抜粋)

「産油国共同備蓄」については、日本と産油国との関係の深化に資するものであるのみならず、平時には、日本を含む東アジア全体をカバーする石油供給拠点としての役割も持っており、アジア市場の今後の動向も踏まえつつ、更なる活用・拡大を図る。

産油国共同備蓄を活用することによってアジア諸国・日本・産油国の3者のメリットにつながるような備蓄協力を進めていく。



<ENEOS喜入基地(鹿児島)>

石油備蓄を活用したアジアのセキュリティ向上に向けた取組

- アジア諸国は石油需要の回復を牽引し、今後も需要の増加が見込まれる一方、原油の中東依存度が高く、備蓄不十分な国も多い。日本企業のアジアに広がるサプライチェーン維持の観点からも、アジア大の備蓄体制の充実は重要。
- 2020年3月に策定された新国際資源戦略においても、「アジア諸国との間で、緊急時における原油や石油製品の相互融通も含め、各国の実情に対応した備蓄協力を積極的に進め、ウィン・ウインの形でアジア大のセキュリティの向上を図っていく」旨が示されている。
- これを踏まえ、新たに開始に合意したクウェートとの産油国共同備蓄事業においては、アジアの第三国の緊急時にも原油供給を可能とし、アジア諸国、日本、産油国の3者のメリットとなる備蓄協力を進めている。
- 加えて、アジア諸国との間の相互融通や石油備蓄に関する総合的な戦略策定支援を含めた備蓄協力の協議も積極的に進め、アジア大でのエネルギーセキュリティの向上に貢献していく。



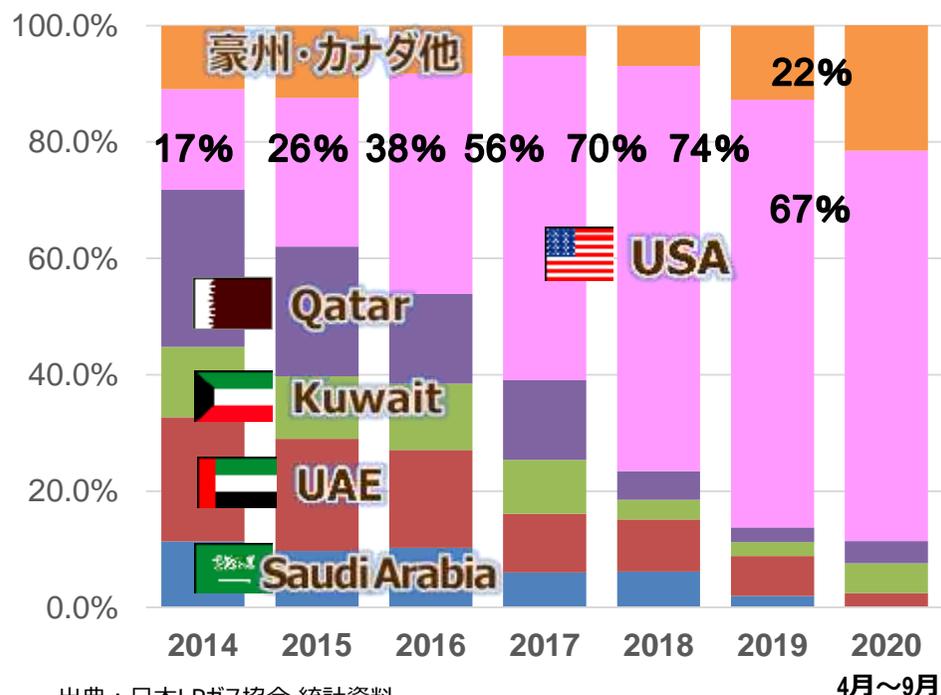
LPガス備蓄の状況

- **LPガスは全量を海外に依存。**近年、シェールガス増産に伴って米国からの輸入が増加、中東依存度は低減。
- こうした状況も踏まえ、以下のとおり備蓄を確保。

- ・国家備蓄：約139万トン（50日分）
- ・民間備蓄：約190万トン（68日分）

（令和2年9月末現在）

日本のLPガス輸入量に占める国別割合



LPガス備蓄基地



燃料供給インフラの強靱化の取組

- 近年頻発・激甚化する自然災害に備え、**エネルギー供給の「最後の砦」となる石油・LPガスの供給インフラの強靱化**を促進。
- **製油所等**では、安定的な操業・出荷機能を維持するため、これまで地震・津波対策を重点的に実施。今後は、製油所の排水能力の強化や護岸の増強など、大雨・高潮等への備えが課題。
- **SS**では、これまで中核SSを全国約1600カ所整備済みであり、今年度末までに住民拠点SSを1.5万カ所整備する方針。今後は、こうしたSSの従業員の災害対応能力の向上、SSへの燃料配送の遮断リスクへの対応、津波によりSSを喪失した地域における燃料供給体制の確保が課題。
- **LPガス**では、これまで自家発電設備等を備えた中核充填所を全国約340カ所に整備。今年度からは既存の中核充填所の自家発電設備の嵩上げ等を実施。今後は、激甚化する災害に応じた供給体制確保が課題。



冠水した製油所敷地



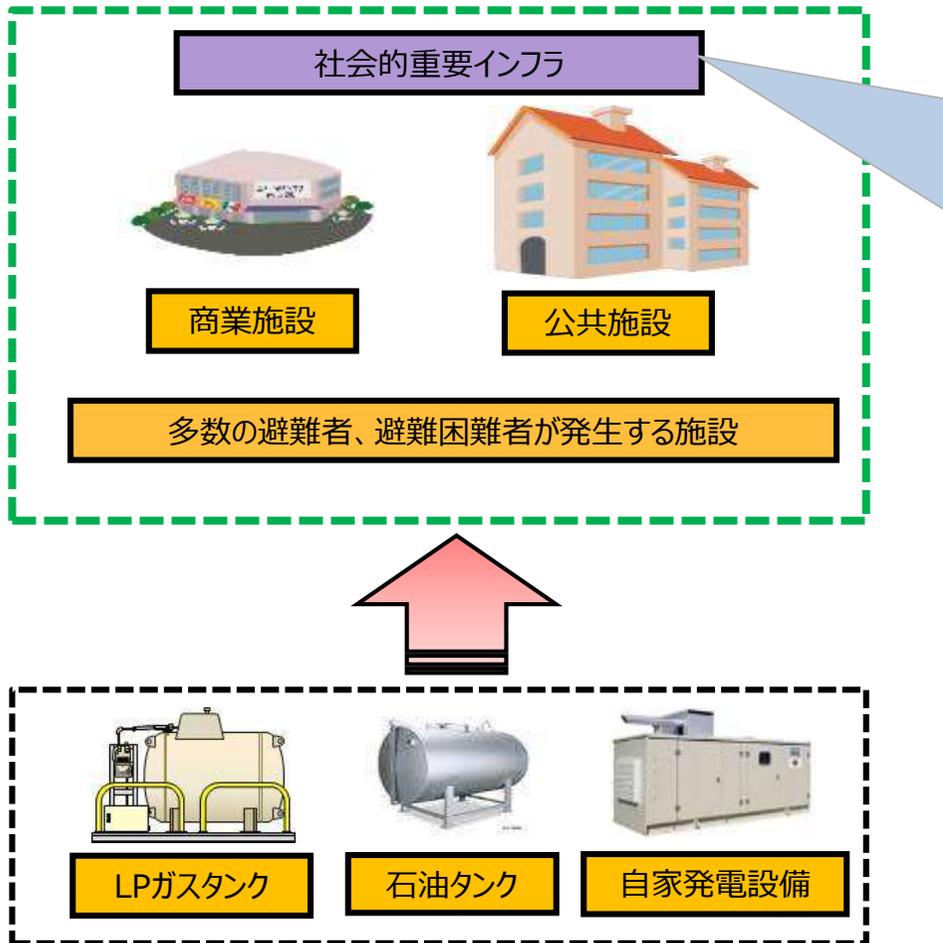
自家発電機稼働により燃料供給継続する住民拠点SS



可搬式給油機等を利用した車両への給油

重要インフラの燃料備蓄強化の取組

- 令和元年台風第15号の際には、長期間の大規模停電が発生し、電源車の緊急要請が多数発生。
- こうした被災状況を踏まえ、燃料供給インフラの強靱化に加え、大規模災害発生時に道路の寸断等により燃料供給が滞る可能性がある**避難所等の社会的 중요インフラにおける燃料備蓄能力の強化**を促進。



【2012～2019年度までのLPガス・石油タンク等の導入支援実績】



SSにおけるデジタル化等の取組

- 燃料需要が減少していく中でも、平時及び災害時における燃料の安定供給確保のためには、**地域におけるSSのエネルギー供給機能の維持**が課題。
- このため、フィジカル空間において消費者に対して多様なサービスを提供し得る拠点である、というSSの「強み」を活かし、**①AI/IoT等のデジタル技術の活用**や、**②CASEやMaaS等の新たな潮流への対応**を通じ、モビリティ関連に留まらない地域における生活関連サービスの提供も含め、SSの新たなビジネス展開の取組を支援。

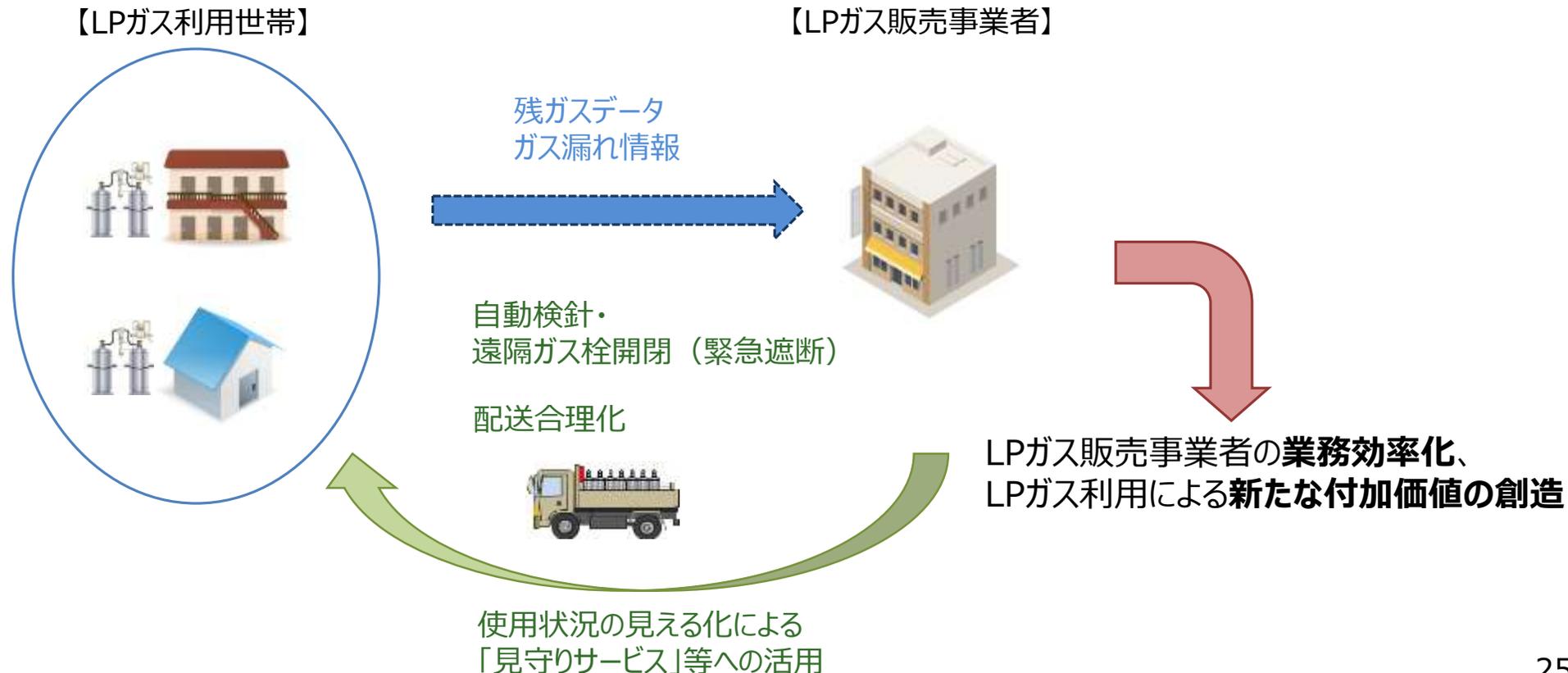
<SSにおけるデジタル技術の活用事例>

	実用化	実証中
給油・油外サービス	<ul style="list-style-type: none"> ✓ タブレット式給油許可システム ✓ 携帯アプリによる給油・油外サービスの予約 ✓ 顧客データと車検データのネットワーク化・AI分析による顧客へのサービス最適化 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ AIを活用した給油許可システム  <p>The image shows a top-down view of a white car at a refueling station. A green bounding box highlights the car, and another green box highlights the refueling nozzle. On the left, there is a list of status checks: 'Safety OK (Warning)', 'Car pos: OK', 'Dispenser: OK', 'Fuel pipe: OK', 'Hose retractor: OK', 'Hose clamp to car: OK', 'Safety: OK (Warning)', 'Yield: OK', 'Fuel pipe: OK', 'Hose retractor: OK', 'Hose clamp to car: OK', 'Safety: OK (Warning)', and 'Final Safety: OK'. The date and time '12-26-2019 Thu 18:40:34' are at the top, and '大曲1' is at the bottom right.</p>
燃料配送	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 灯油タンクに設置したセンサーとモニタリングシステムによる配送最適化 	—
施設・設備管理	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 計量機の稼働状況、在庫情報等のクラウド上での一元管理 	—
MaaS	—	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 超小型EVシェア

LPガス供給におけるデジタル化の取組

- 全国約2,300万世帯で利用されているLPガスは都市ガスと異なり、検針・配送業務に多くの人手を要する。地域における安定的なLPガス供給体制を維持するためには、**LPガス販売事業者の人手不足対応が課題**。
- このため、LPガス販売事業者のデジタル化を後押しするため、**①自動検針、②ガス栓の遠隔開閉、③配送合理化、④保安業務の効率化等**に資する**スマートメーターの導入等**を促進。

<スマートメーター導入によるデジタル化のメリット>



1. カーボンニュートラル及び次期エネルギー基本計画の
検討の進め方

2. エネルギー・レジリエンスの向上に向けた主な論点

(1) 化石燃料の安定供給

(2) 金属鉱物の安定供給

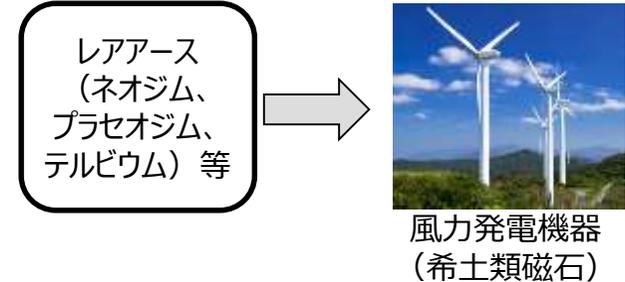
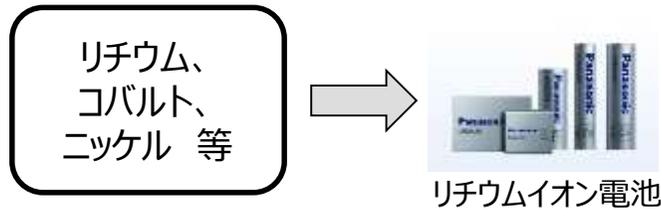
3. 2050年カーボンニュートラルに向けた主な論点

(1) 資源・燃料サプライチェーンの脱炭素化・低炭素化
の促進

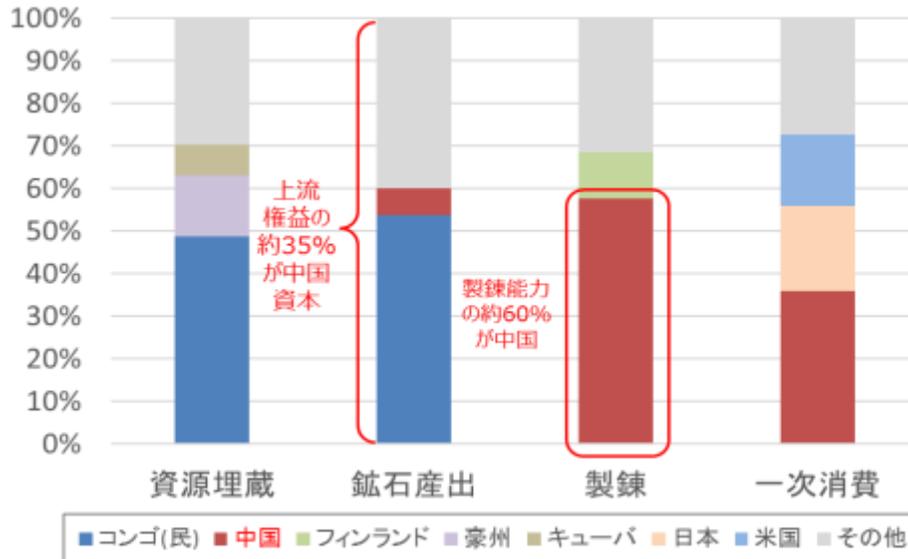
(2) 革新的なイノベーションの追求

レアメタルの安定供給確保

- 脱炭素化社会における先端産業において、製品の高機能化を実現する上で重要な電池・モーター・半導体等の生産には、レアメタルが必要不可欠。
- レアメタルは、鉱種ごとに、特性や市場規模・主要生産国等が多様。上流権益だけでなく製錬工程も特定国への依存が進む鉱種もあり、**将来的に需給ギャップが生じるリスクがあるため、引き続きリスクマネー供給等を通じたサプライチェーンの強化が課題。**

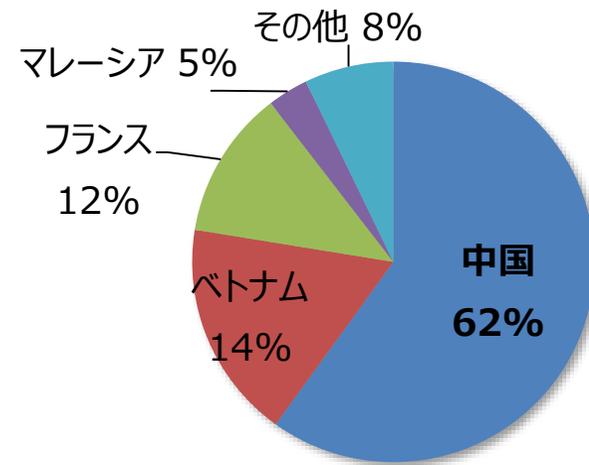


コバルトの各工程での各国シェア



出典：資源エネルギー庁

日本のレアアース輸入相手国 (2019年)



出典：財務省「貿易統計」より経済産業省作成

レアメタルを巡る世界の状況

- 米国は自国の経済及び安全保障、欧州はグリーン及びデジタル経済への移行や戦略的自律性の観点から、レアメタル等重要鉱物の国内・域内調達や国際協調を志向する戦略を発表。
- 中国は、域外適用条項を含む輸出管理法を成立させ12月1日に施行。同法規制品目におけるレアメタルの位置づけや日本企業への影響に注視が必要。

2020年の各国の動向



米国

- 本年9月30日、米国大統領府は、「敵対外国への重要鉱物依存による国内サプライチェーンへの脅威に対処する大統領令」を発表。レアアースのほか、それ以外の鉱種についても中国依存度の高い重要な物資として言及。各省庁に対して、重要鉱物の国内サプライチェーン強化のための措置提言、法的権限及び予算の調査についての報告書提出を指示。

EU



- 本年9月3日、欧州委員会は、重要鉱物に関する行動計画を発表。「重要鉱物について多角化され、持続可能で社会的責任を果たすことができ、循環性とイノベーションが確保されたサプライチェーンの構築が必要」との認識の下、①強靱なバリューチェーン構築、②資源の循環利用、持続可能な製品とイノベーション、③欧州域内からの供給、④第三国からの資源調達多角化の4点の取組を発表。
- 重要鉱物リスト2020年版、重要鉱物の戦略的技術分野における将来予測を併せて発表。

中国



- 10月17日、中国輸出管理法が全人代常務委にて成立し、12月1日に施行。中国産の管理品目を一定割合以上含む製品を輸出する者に対し、最終需要者と用途に係る証明書の提出を義務づけ、中国政府の許可を必要とする輸出規制を導入。ただし、現時点では、管理品目にレアアース等が含まれているかどうかを含め、法令の詳細な定義や運用は不明。

国産海洋鉱物資源開発の取組

- 日本周辺海域には、海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊、レアアース泥等の海洋鉱物資源が賦存。「海洋基本計画」に基づき、資源量の把握、生産技術の開発等を推進。
- 平成29年、JOGMECは、沖縄海域において、海底熱水鉱床の採鉱・揚鉱パイロット試験に成功するなど、**生産技術の開発で日本は世界をリード**。
- また、令和2年7月には、JOGMECは、**南鳥島海域において、コバルトリッチクラストの掘削性能試験に成功**。

資源	海底熱水鉱床	コバルトリッチクラスト	マンガン団塊	レアアース泥
特徴	海底から噴出する熱水に含まれる金属成分が沈殿してできたもの	海山斜面から山頂部の岩盤を皮殻状に覆う、厚さ数cm～10数cmの鉄・マンガン酸化物	直径2～15cmの楕円体の鉄・マンガン酸化物で、海底面上に分布	海底下に粘土状の堆積物として広く分布
含有金属	銅、鉛、亜鉛等 (金、銀も含む)	コバルト、ニッケル、銅、白金、マンガン等	銅、ニッケル、コバルト、マンガン等	レアアース (重希土を含む)
存在水域等	沖縄、伊豆・小笠原 (EEZ) 700m～2,000m	南鳥島等 (EEZ、公海) 800m～2,400m	太平洋 (EEZ、公海) 4,000m～6,000m	南鳥島海域 (EEZ) 5,000m～6,000m

【コバルトリッチクラスト掘削性能試験】

- 令和2年7月に、JOGMECは、南鳥島海域において、コバルトリッチクラストの掘削性能試験を実施。コバルト・ニッケル等のレアメタルを含む鉱石片を試験的に掘削・回収することに成功。
- 本試験によって取得したドラムカッター性能や鉱石片の回収効率等のデータを元に、今後、掘削機の改良に向けた検討に着手する。

掘削性能試験の様子



レアメタル備蓄の状況

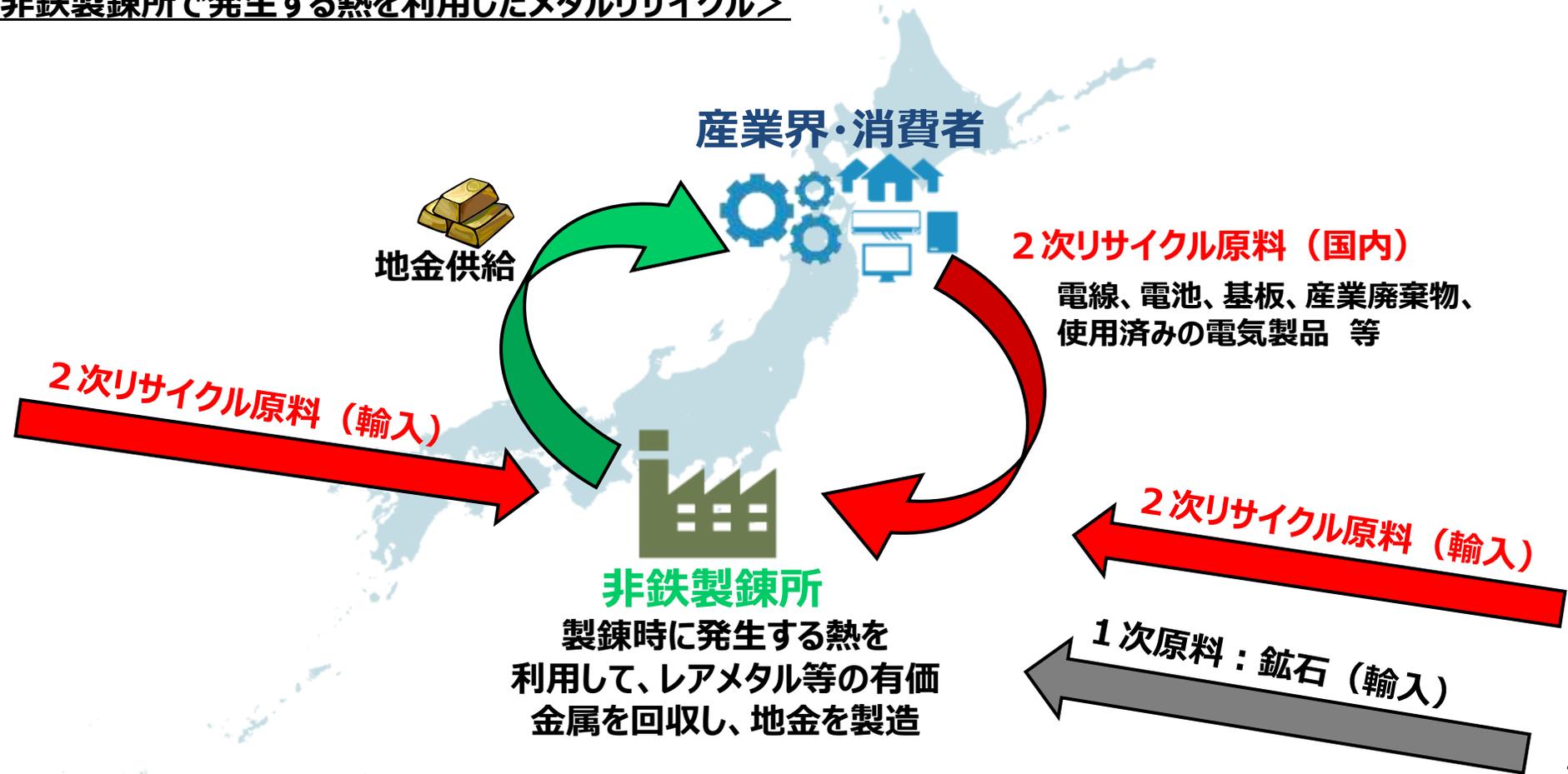
- 昭和58年の制度創設以降の国内産業構造の変化やレアメタルの重要性の増大、中国による寡占化等の情勢変化を踏まえ、**本年7月、レアメタル備蓄制度の運用を抜本的に変更。**
- **国の関与の在り方や機動的な放出が可能となるよう要件を見直し。鉱種毎にメリハリある目標日数を再設定。**

実施主体	石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）
対象範囲	レアメタル 34鉱種 （リチウム、ベリリウム、ホウ素、チタン、バナジウム、クロム、マンガン、コバルト、ニッケル、ガリウム、ゲルマニウム、セレン、ルビジウム、ストロンチウム、ジルコニウム、ニオブ、モリブデン、インジウム、アンチモン、テルル、セシウム、バリウム、ハフニウム、タンタル、タングステン、レニウム、タリウム、ビスマス、レアアース、イリジウム、グラファイト、フッ素、マグネシウム、シリコン）
鉱種選定の考え方	・政情懸念等のある特定国への依存度が高い、主要消費国で今後の需要拡大が見込まれる など
備蓄目標日数	・国内基準消費量※の60日分が基本 ・地政学的リスクや産業上の重要性が高い鉱種をより長く設定するなど、メリハリを付けて設定 ※ 国内消費量の過去5年平均
情報管理	・国家経済安全保障の確保等の観点から、具体的な備蓄目標日数、実際の備蓄量、備蓄の場所等は非公開

メタルリサイクルの取組

- 鉱石品位の低下や開発対象の奥部化・深部化、環境問題、周辺住民の反対等により、新規鉱山開発は一層困難な状況。2次リサイクル原料の有効利用が安定供給に果たす役割は大きい。
- 国内非鉄製錬所では、2次リサイクル原料の利用率向上に向けた取組を強化(現状約10%程度)。他方、リサイクル原料の更なる利用には、炉のキャパシティ不足や、炉に悪影響を及ぼす不純物の除去等が課題。

<非鉄製錬所で発生する熱を利用したメタルリサイクル>



1. カーボンニュートラル及び次期エネルギー基本計画の検討の進め方

2. エネルギー・レジリエンスの向上に向けた主な論点

- (1) 化石燃料の安定供給
- (2) 金属鉱物の安定供給

3. 2050年カーボンニュートラルに向けた主な論点

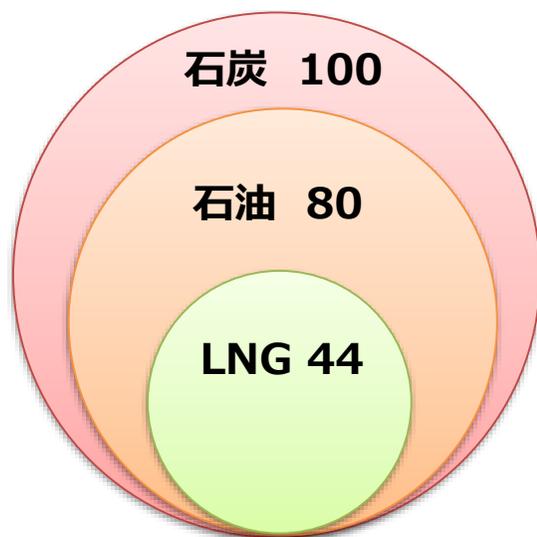
- (1) 資源・燃料サプライチェーンの脱炭素化・低炭素化の促進**
- (2) 革新的なイノベーションの追求

カーボンニュートラル実現に向けたLNGの重要性

- 天然ガス（LNG）は、石炭と比較して環境負荷が小さい。
- また、今後導入拡大が見込まれる再生可能エネルギーの調整電源の燃料としても期待される（次ページ）。
- その上で、世界の環境意識の高まりに対応し、2020年10月の第9回LNG産消会議では、梶山経済産業大臣から、クリーンな化石燃料であるLNGのバリューチェーン全体で温室効果ガス（GHG）排出を抑える取組の推進と燃焼してもCO2を排出しない水素やアンモニアを天然ガスから生成する取組に力を入れることを宣言。

<発電燃料燃焼時のCO2排出量の比較>

※石炭を100とした場合



出典：電力中央研究所
日本における発電技術のライフサイクルCO2排出量総合評価

<LNG産消会議における日本政府コミットメント>

第9回LNG産消会議宣言ポイント

日本政府として、

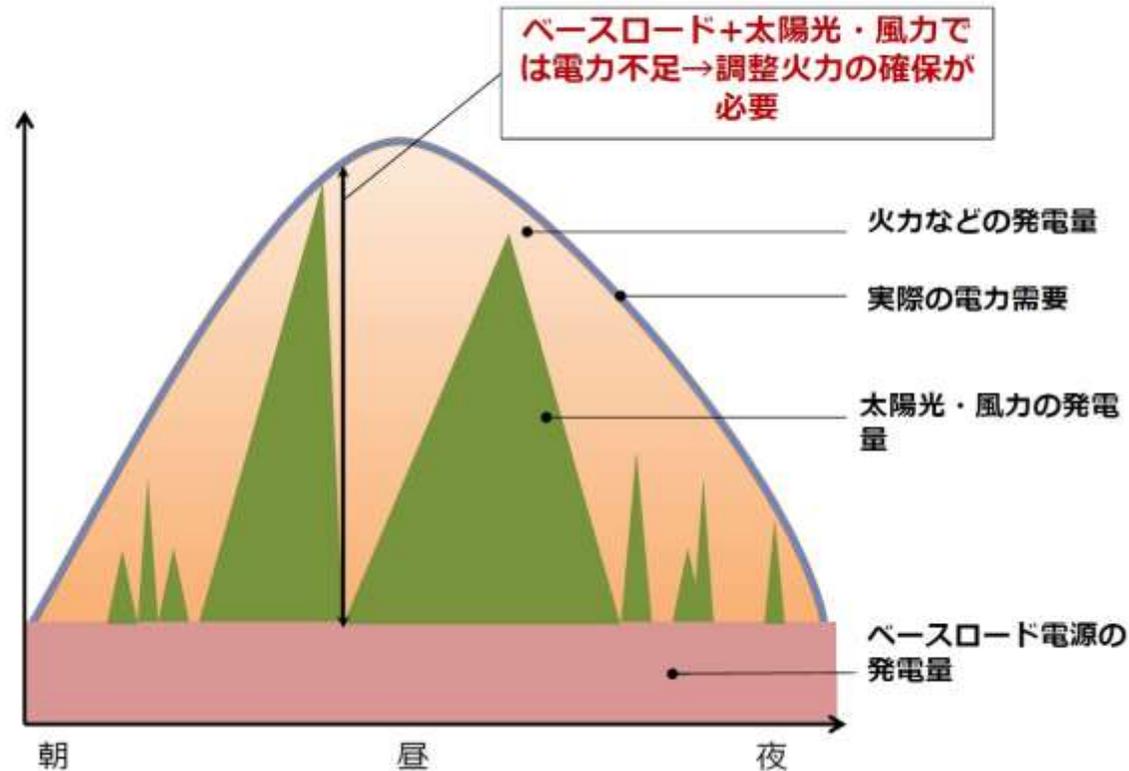
- LNGのバリューチェーン上でGHGの排出を抑える取組（R&Dのみならずルール形成含む）と、
- 天然ガスから水素・アンモニアを生成する取組に力を入れることを宣言。



調整電源としてのガス火力（天然ガス・LNG）の重要性

- 今後の主力電源化が見込まれる太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、電力が計画通りに発電ができず、供給力が不足して需給バランスが崩れる可能性があり、再エネの導入が進めば進むほど、それを補うための調整電源が必須。
- 火力発電は、燃料の投入量を変化させることなどにより、出力をコントロールすることができる電源。特に天然ガスを原料とするガス火力発電は、調整力が高く（出力変動を柔軟に変えることが可能）、再エネの調整電源としてベストパートナーになり得る。

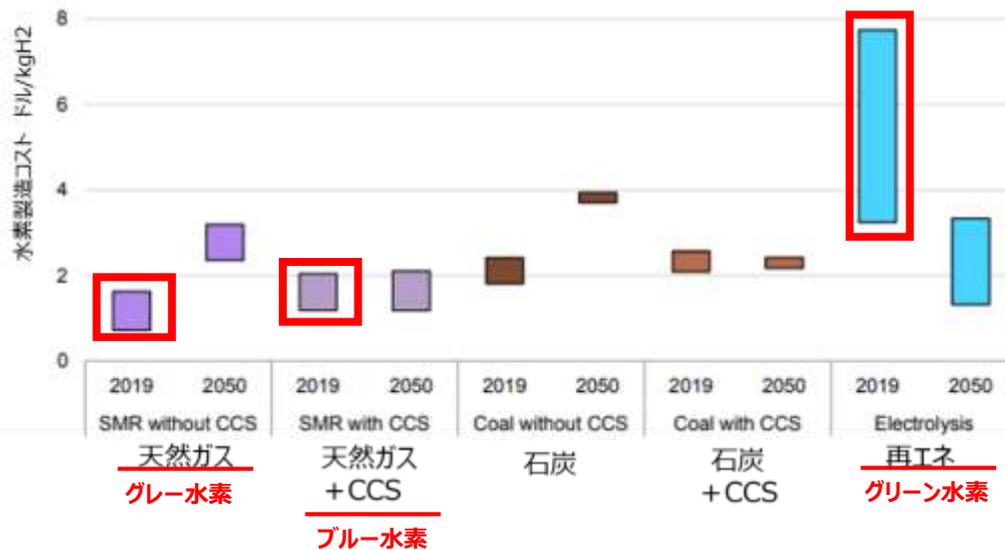
<電力需要と発電量のイメージ>



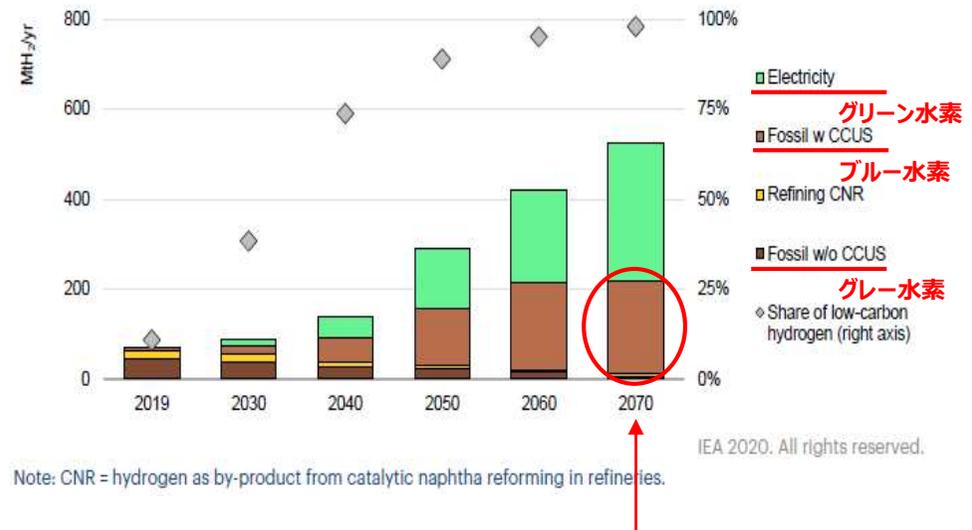
水素・アンモニアの原料としての天然ガスの重要性

- 天然ガスは、燃焼してもCO2を排出しない水素やアンモニアの主要な原料※としても期待される。
- ※ 「天然ガスは、水素製造の主要な資源であり、世界の70万トンほどの水素製造のうち3 / 4を占める」 IEAレポート“The Future of Hydrogen”（抜粋）
- 移行期においては、天然ガス由来の水素やアンモニアは、再エネ由来の水素やアンモニアと比較してコスト競争力を有すると見込まれる。（現在、グリーン水素の製造コストは、天然ガス由来の水素と比較して最大値で約4倍。）
- また、IEAによれば、水素はグレー、ブルー、グリーンと段階的な普及し、2070年時点においても、世界の水素製造量の約4割は天然ガスを中心とする化石燃料由来と予想されている。

＜世界の水素製造コストに関するIEA予測＞



＜製造源別の水素製造量の推移（IEAのSDSシナリオ）＞



Note: CNR = hydrogen as by-product from catalytic naphtha reforming in refineries.

2070年時点でも4割は化石燃料由来の水素

上流開発におけるGHG排出削減取組の必要性

- 世界的な環境意識の高まりにより、産出国政府による上流開発時におけるCCS実施の義務化や、石油・天然ガスの需要家（購入者）によるGHG排出削減取組を調達条件とする動きなど、上流開発を行う際のGHG削減実施が必須となりつつある。
- 適切な対応がなされなければ、上流開発コストが大きく増大し、日本企業による上流開発が低調となった結果、エネルギーの安定供給に支障をきたす可能性。

Chevron could be forced to pay \$100m for failure to capture carbon emissions



- 米Chevronは豪州Gorgon LNGプロジェクトで、豪州政府から求められたCCSの操業開始が遅れたことにより、豪州政府から、USD 100 mil程度（105億円程度）の課徴金を課される可能性あり。
※ 豪州政府は、プロジェクト承認にあたり、「ガス田から排出されるCO2の80%以上の回収・地下貯留」を企業に義務化。

US LNG sees warning on methane emissions in delayed deal with France's Engie



- 仏政府が一部株式を保有する仏エネルギー会社のENGIEでは、米国企業からのLNG長期購入契約の締結に関し、メタン排出量の大きさを問題として、取締役会でストップをかけた。

PAVILION ENERGY AND QATAR PETROLEUM SIGN STRATEGIC LNG SUPPLY AGREEMENT FOR SINGAPORE



- 星政府系エネルギー会社Pavilion Energyは、LNG供給者に対してLNG貨物にかかるGHG排出量の計測・報告を求めることを宣言。
- 2020年11月にQatar Petroleumと締結した10年のLNG購入契約から適用され、QP側は2023年から年180万トン販売するLNGについてGHG排出量の計測・報告。



Qatar building large CO2 storage plant

- カタール・アルカービ・エネルギー大臣は、第9回LNG産消会議にて「CCSを新しい設備の基本設計に入れ込むことでLNGバリューチェーン上のCO2排出削減にも取り組んでいく」と宣言。
- 同国では、計画中のLNG拡張プロジェクトにおいて年500万トンのCO2回収・貯留が予定。

TOKYO GAS AND GS ENERGY TO RECEIVE WORLD'S FIRST CARBON NEUTRAL LNG CARGOES FROM SHELL



TOTAL DELIVERS ITS FIRST CARBON NEUTRAL LNG CARGO

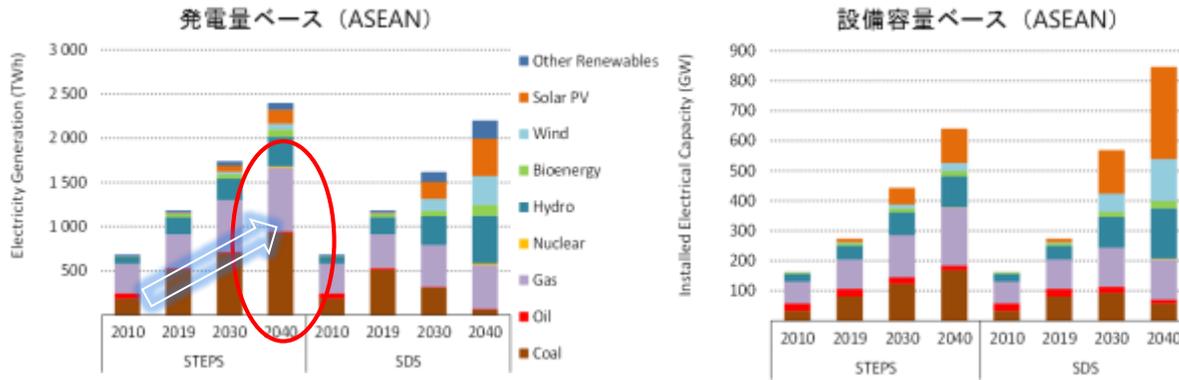


- 欧米メジャー各社は、LNG供給にかかるGHG排出量を植林活動等で取得したオフセット・クレジットと相殺した「カーボンニュートラルLNG」の販売を開始。
- Shellは植林活動で削減されたCO2クレジットで供給にかかるCO2排出量を相殺したLNGを東京ガスに販売。東京ガスはこれを、都内のオフィスに都市ガスとして供給。
- Totalも風力発電や植林で得たクレジットで排出量をオフセットしたLNGを中国CNOOCに販売。

東南アジアのエネルギー需要拡大と世界的な化石燃料からのダイベストメント加速化

- 経済成長に伴い、**東南アジアではエネルギー需要が大きく拡大**。IEAの公表政策シナリオ（STEPS）では、**2040年時点においてもエネルギーの約7割を化石燃料が占める**。パリ協定等で定められた目標を達成するため、**先進国のみならずアジアを中心とする新興国の脱炭素化が必要不可欠**。
- 一方で、欧州金融機関を中心に化石燃料からの投資撤退（ダイベストメント）が加速化しており、**アジアを中心とする新興国が本来必要とするLNG関連プロジェクトへの資金供給が滞ることが懸念**される。

＜東南アジアのエネルギー需要予測＞



（出典）：IEA World Energy Outlook 2020

＜世銀・欧州銀行等のダイベストメントの動き＞



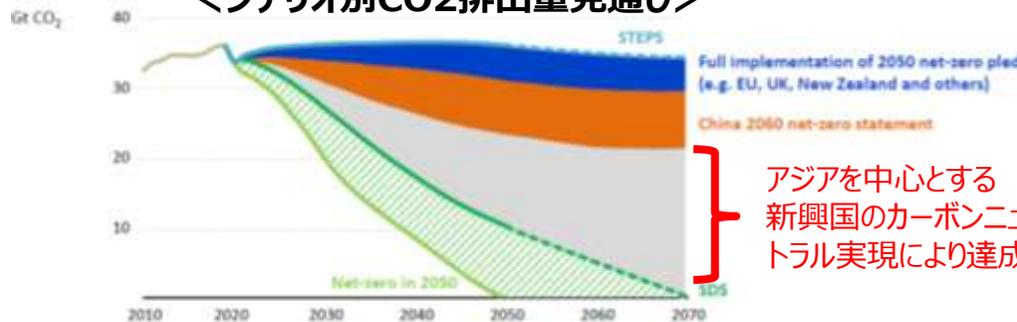
2013年：石炭分野からの撤退
 2019年：石油・ガス分野からの撤退



2021年：同年末までに化石燃料関連事業
 への新規融資を停止

※ 発電効率250gCO₂/Kwhを下回る火力発電所のみ例外的にサポート。

＜シナリオ別CO₂排出量見通し＞



（出典）：IEA World Energy Outlook 2020

＜OECDにおける化石燃料排除の動き＞

支援ツール/エネルギー源	石炭	天然ガス等、その他化石燃料
ODA	事務局報告書で規制すべきと提言 →OECD開発援助委員会で決定されれば規制が確定	
輸出信用	OECD輸出信用アレンジメント (石炭火力、超々臨界以上)	

脱炭素移行のための日本の支援

- ASEAN+3首脳会議及び大臣会合、EAS大臣会合では、**COVID-19からの経済回復と温室効果ガス排出削減の双方を達成するための現実的かつ実用的なエネルギー政策の重要性を確認**。ASEAN+3大臣会合では、**ASEANにとってのエネルギー転換は、化石燃料から再エネへのシフトだけを指すものではない**ことも記載。
- 11月に行われた日ASEAN首脳会議等において、菅総理から、日本として、**アジアの事情に即した現実的で持続可能な脱炭素化・エネルギー転換の取り組みを全面的に支援**することを宣言。

ASEAN+3首脳会議 議長声明

- COVID-19からの**経済回復と温室効果ガス排出削減の両立のため、適切なエネルギー源、すべての技術を用い、現実的かつ実用的なエネルギー政策の重要性を再認識**。



日ASEAN首脳会議

ASEAN+3大臣会合 共同声明

- ASEANにとってのエネルギー転換は、**単なる化石燃料から再エネへのシフトを指すものではなく、経済回復に向けた、安価で信頼性が高く、レジリエントでクリーンなエネルギーの選択及び技術への転換に焦点を当てている**ことを認識。

EAS大臣会合 共同声明

- **アジア地域におけるLNGの利用とLNG関連施設の整備の重要性を再確認**する。日米による**アジア地域でのLNGバリューチェーン研修やファイナンス支援を確認**するとともに、**LNG産消会議での議論に留意**する。
- COVID-19からの**経済回復と温室効果ガス排出削減の両立のため、現実的、実用的かつ持続可能なエネルギー政策を追求する必要性を認識**。すべてのエネルギー源やすべての技術を活用し、**安定供給の確保と安価でクリーンなエネルギーの重要性を再確認**。

EAS首脳会議 議長声明

- **天然ガス、水素、カーボンリサイクル、並びにCCUSの促進に関するEAS各国のイニシアティブに留意**し、この地域のエネルギー転換に貢献するイニシアティブに期待。

製油所における低炭素化の取組

- 石油連盟が策定する「低炭素社会実行計画（2010年）」に基づき、2010年度以降の追加的な省エネ対策により、エネルギー削減量の達成に向けた取組を推進。
- また、JPEC（石油エネルギー技術センター）が実施する革新的技術の開発により、製油所の既存装置稼働の最適化でCO2排出量を削減することが期待。

製油所における省エネ対策

- ① 熱の有効利用（高効率熱交換器の設置等）
- ② 高度制御・高効率機器の導入
- ③ 動力系の効率改善
- ④ プロセスの大規模な改良・高度化 等



高効率熱交換器への入れ替え

2030年度において
原油換算100万kl分※の
エネルギー削減量の達成を目指す

※約270万tCO₂に相当。2009年度比。

革新的技術の開発

- 重質油の組成を分子レベルで解明し反応シミュレーションモデル等を組み合わせた「ペトロリオミクス技術」の開発。
- 当該技術により重質油等の成分と反応性を事前に評価することにより、二次装置の稼働を適切に組み合わせ、製油所装置群の非効率な操業を抑制し、CO₂排出量の削減を目指す。

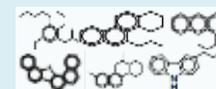
ペトロリオミクス技術



超高分解能質量分析
装置による詳細分析



反応を高精度に
シミュレート



高度なアルゴリズムにより
分子構造を解析

SSにおける低炭素化の取組

- SSは、ガソリン等の石油製品の供給に加え、EV/FCVの普及等に応じ、自動車の多様なエネルギー供給を担っていくことが課題。
- すでに、EV/FCV向けのエネルギー供給の取組も開始。

<EV・FCV向けエネルギー供給の取組例>

EV	✓ コスモ石油マーケティングは、e-Mobility Powerとの間で、SSへの急速充電器の設置に関する連携協定を締結。
FCV	✓ ENEOSは、水素STを44カ所運営。そのうち、SSへの併設型は18カ所。 ✓ 出光興産は、水素STを1カ所運営。 ✓ 根本通商（コスモ系特約店）も、水素STをSSに併設。



コスモ セルフピュア谷津
(急速充電器併設)



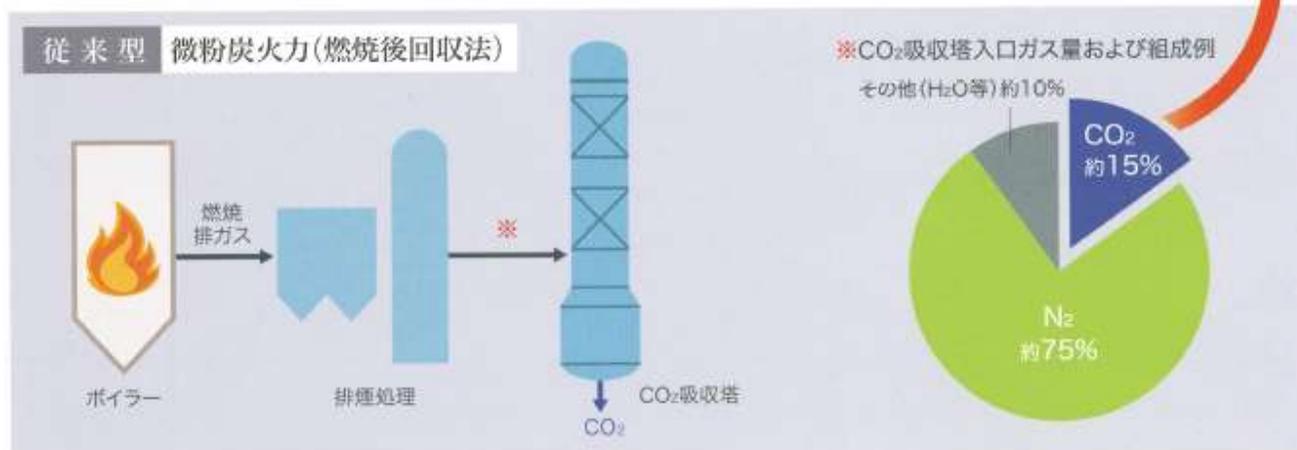
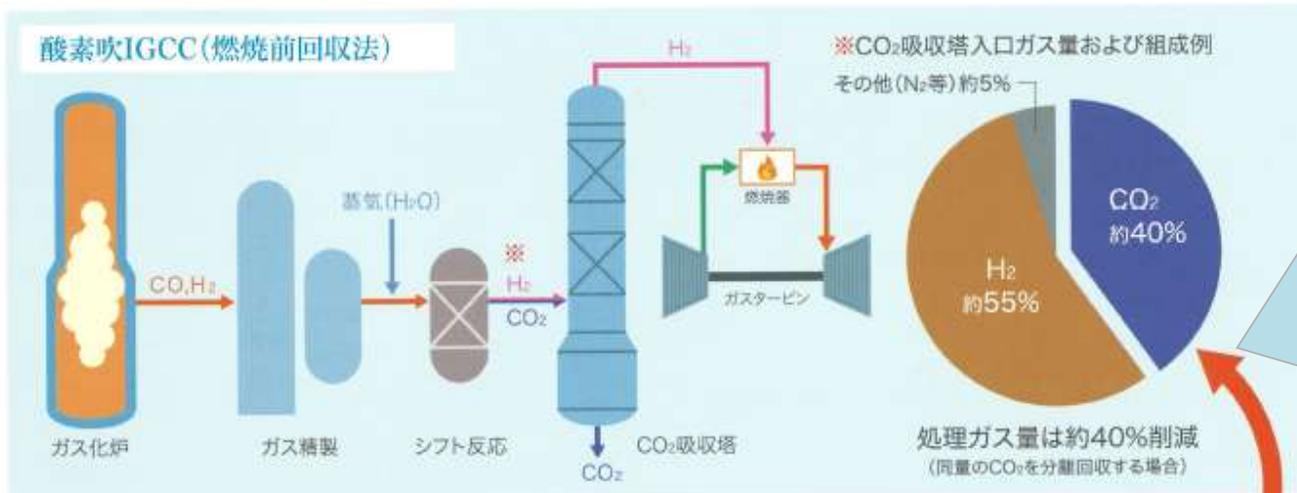
ENEOS セルフ潮見公園店
(水素ステーション併設)



根本通商 鹿島SS
(水素ステーション併設)

石炭火力における低炭素化の取組

- 石炭ガス化複合発電（IGCC）は、石炭から可燃性ガスを生成し、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせて発電する技術。超々臨界圧（USC）と比べて**発電効率が2割高く、CO2排出量が2割少ない世界最新鋭の発電技術**。
- 2012年度から、広島県大崎上島町においてIGCC実証を実施。また、昨年12月から、CO2分離回収実証事業を開始。



○効率的なCO₂分離回収

・石炭をガス化するため、**燃焼前の燃料ガスからCO₂を分離回収**することが可能。

・燃焼後の排ガスからCO₂を回収する場合に比べ、**CO₂濃度が高い(15→40%)**ため、**処理ガス量が少なく(40%減)、エネルギーロスの少ない**効率的なCO₂分離回収が可能。

脱炭素移行政策誘導型インフラ輸出/石炭火力輸出支援の厳格化

- 令和2年7月9日、経協インフラ戦略会議において、インフラ海外展開に関する新戦略の骨子を策定。
- 世界の実効的な脱炭素化に責任をもって取り組む観点から、石炭火力輸出支援を厳格化。

現在のエネルギー基本計画	
□ <u>「低炭素型インフラ輸出」</u> を推進。	
4要件	① <u>石炭をエネルギー源として選択せざるを得ないような国</u> に限り、
	② 我が国の高効率石炭火力発電への <u>要請があった場合には</u> 、
	③ <u>相手国のエネルギー政策や気候変動対策と整合的な形で</u> 、
	④ <u>世界最新鋭である超々臨界圧(USC)以上の発電設備の導入</u> を支援。

⇒

⇒

⇒

⇒

⇒

インフラ海外展開に関する新戦略の骨子	
□ <u>「脱炭素移行政策誘導型インフラ輸出」</u> を推進。	
	① 同左
	② <u>脱炭素化に向けた移行を進める一環として要請があった場合に限定</u> 。
	③ 我が国からの支援により、 <u>脱炭素化に向け、発展段階に応じた行動変容を図ること、を条件として追加</u> 。
	④ 我が国の最先端技術を活用した、 <u>発電効率43%以上のUSC、IGCC、混焼・CCUS/カーボンリサイクル付に限定して支援</u> 。

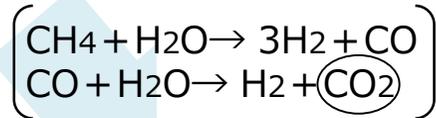
カーボンニュートラルの実現に向けた燃料アンモニアの位置づけ

- これまで、再生可能エネルギー（太陽光、風力、地熱、水力、バイオマス）と原子力を、ゼロエミッション電源にカウント。
- 燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアは、水素と同様にゼロエミッション燃料。

天然ガス等
(CH₄)

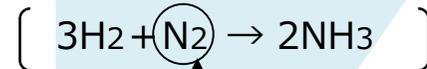


高温の水蒸気と反応
CCS等によりCO₂をオフセット

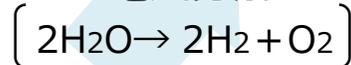


水素
(H₂)

ハーバーボッシュ法
(高温高圧下の触媒反応)



電気分解

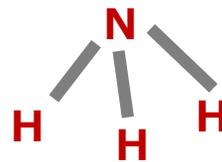


再生可能
エネルギー

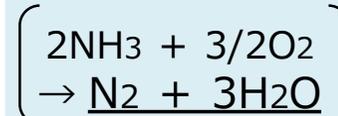


空気分離（冷却→液化→蒸留）
により窒素を取り出す

アンモニア
(NH₃)



発電



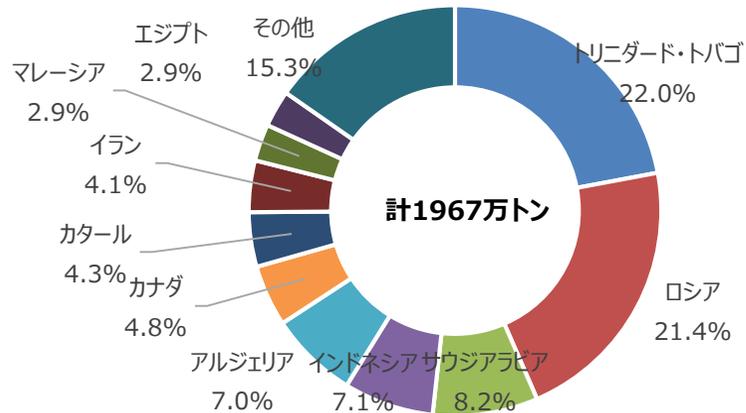
アンモニアには炭素が含まれないため、
アンモニア燃焼時にはCO₂が発生しない

燃料アンモニアの活用に向けた取組

- 燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアは、新たな燃料としての活用が期待される。すでに肥料用途を中心に国際的な貿易インフラが整っており、燃料用途のための高圧化や冷却化等の技術的課題も少ない。
- 今後、石炭火力混焼に加え、船舶や工業炉等への用途拡大も見込まれ、技術開発や、大量供給確保のためのサプライチェーン構築等が課題。

＜既存のアンモニアの市場規模＞

アンモニア輸出量（世界全体、2018年）



出典：Nutrien Fact Book2019

＜アンモニアサプライチェーンのイメージ＞



アンモニア混焼技術開発

- 試験用ボイラーにおけるアンモニアを20%混焼実験を通じて、排気中のNO_x値が一定の範囲にコントロール可能なことを確認した。
- 来年度より、実機を活用した実証試験を実施予定。

燃焼安定性向上
NO_x低減
熱効率向上

＜アンモニア混焼＞

燃料アンモニア導入官民協議会について

- 本年10月、燃料アンモニアの導入及び活用拡大に向けて、**官民で課題解決等を図るための協議会**を設置。

<協議会の概要>

- 趣旨

今後、燃料アンモニアの導入及び活用拡大に対応するためには、サプライチェーンの効率化や強化といった技術的・経済的な課題への対応が必要となる。こうした課題やその解決に向けたタイムラインを共有し、議論する。

- 構成員

(民) 三菱商事、丸紅、JERA、JPOWER、日揮、IHI、三菱重工業、
日本郵船、日本エネルギー経済研究所、グリーンアンモニアコンソーシアム

(官) 資源エネルギー庁資源・燃料部、JOGMEC、JBIC、NEXI



出典：2020年10月28日 NHKニュース

<今後の論点>

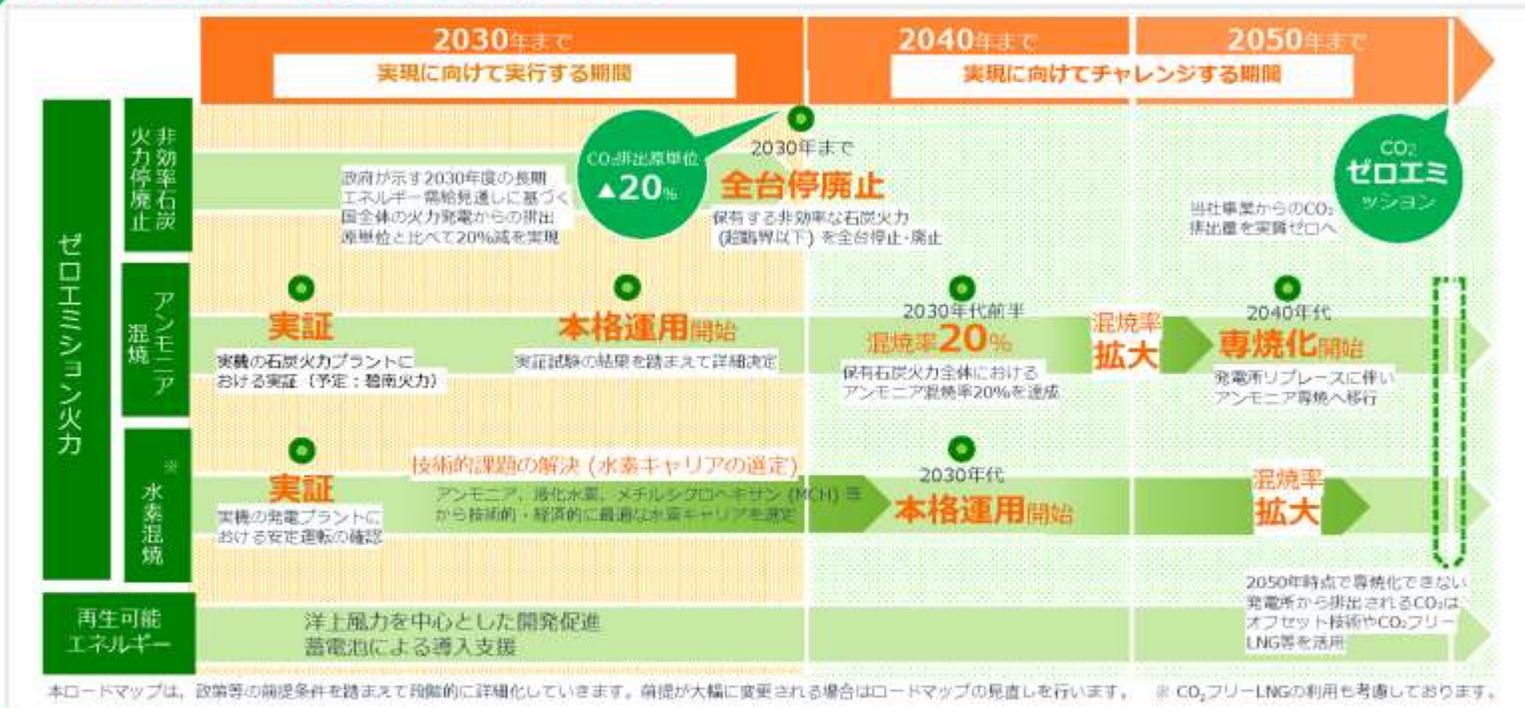
1. 燃料アンモニアの認知向上
2. 需要側（JERA等）のモチベーション向上 → 国内制度への対応の検討
3. サプライチェーン構築 → JOGMEC、JBIC、NEXIによる支援のあり方の検討

(参考) 燃料アンモニアの活用に向けた取組

- 本年10月、JERAは、燃料アンモニアの活用を含むCO2排出量の削減に向けた取組を発表。

「JERAゼロエミッション2050 日本版ロードマップ」と「JERA環境コミット2030」

JERAゼロエミッション2050 日本版ロードマップ



JERA環境コミット2030

JERAはCO₂排出量の削減に積極的に取り組みます。国内事業においては、2030年度までに次の点を達成します。

- 石炭火力については、非効率な発電所(超臨界以下)全台を廃止します。また、高効率な発電所(超々臨界)へのアンモニアの混焼実証を進めます。
- 洋上風力を中心とした再生可能エネルギー開発を促進します。また、LNG火力発電のさらなる高効率化にも努めます。
- 政府が示す2030年度の長期エネルギー需給見通しに基づく、国全体の火力発電からの排出原単位と比べて20%減を実現します。

「JERAゼロエミッション2050 日本版ロードマップ」、「JERA環境コミット2030」は、脱炭素技術の着実な進展と経済合理性、政策との整合性を前提としています。当社は、自ら脱炭素技術の開発を進め、経済合理性の確保に向けて主体的に取り組んでまいります。

(出典：JERA発表資料)

カーボンリサイクルを活用したバイオジェット燃料の取組

- 藻は、他の植物に比べて油の収量が多く、バイオジェット燃料の非可食原料（人間が食料にしない植物材料）として活用が期待される。藻に集中的にCO2を吹き込み、効率的に光合成させ、バイオジェット燃料を製造する技術を確立する。
- 2030年頃の実用化（コストを1/10に低減）を目指し、大規模な培養設備において、CO2の吸収効率最大化や藻の安定的な増殖に必要な技術を実証中。

（バイオジェット燃料製造プロセス）



（航空分野における国際的な規制の動き）

規制等の内容	対応の方向性	時間軸（イメージ）			
		2021年	2027年	2035年	2050年頃
【ICAO（※1）規制】 ・燃料効率を毎年2%改善 ・2020年以降総排出量を増加させない（2019年比） 【IATA（※2）目標】 ・2050年時点で、2005年比50%減	①新技術の導入（新型機材等） ②運航方式の改善 ③持続可能航空燃料活用（バイオジェット燃料等） ④市場メカニズム活用（クレジット）	燃料効率を毎年2%改善 2019年比で総排出量を増加させない（※3） ジェット燃料 持続可能航空燃料（バイオジェット燃料等） 水素、合成燃料			
		2050年 2005年比50%減 (IATA目標)			

（※1）ICAO：国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization）

（※2）IATA：国際航空運送協会（International Air Transport Association）

（※3）中国、ロシア、インド等一部の国は、2027年から義務化（日本は2021年から義務化）

1. カーボンニュートラル及び次期エネルギー基本計画の検討の進め方

2. エネルギー・レジリエンスの向上に向けた主な論点

- (1) 化石燃料の安定供給
- (2) 金属鉱物の安定供給

3. 2050年カーボンニュートラルに向けた主な論点

- (1) 資源・燃料サプライチェーンの脱炭素化・低炭素化の促進
- (2) 革新的なイノベーションの追求

社会全体としてのカーボンニュートラル実現に向けたカーボンリサイクル

- パリ協定の目標達成に向け、温室効果ガスの実効的な排出削減、社会全体としてのカーボンニュートラルを追求。
- 他方、国民生活向上・経済発展やエネルギー安全保障にとって、発展段階に応じて、化石燃料を使わざるを得ない産業・地域が存在。
- 化石燃料のゼロエミッション化の実現には、CO₂を資源として活用するカーボンリサイクルが有効。

➤ カーボンリサイクルの意義

1. カーボンリサイクル自体が、直接的に温室効果ガス削減に貢献。

2. カーボンリサイクルの実現には、水素や再生エネの活用が必要であり、相乗効果を求めることが、ネットゼロへの実現に有効。

3. カーボンリサイクルは、（省エネ・省資源、リサイクル等と同様に）多様な業種（化学、セメント、機械、エンジニアリング、化石燃料、バイオ等）の事業者が、それぞれの事業分野において、既存インフラを活用して取組可。

（メタネーション、合成燃料（e-fuel）含む）

- 欧米各国においても、化石燃料・既存インフラを活用しつつ、温室効果ガスのネット・ゼロの実現を目指し、（化石燃料由来のCO₂を相殺する）ネット・ゼロエミッション技術に着目。
- カーボンリサイクルと同様のコンセプト（サウジアラビアのCircular Carbon Economy、カナダのCarbon Capture and Conversion、米国のNet Negative Emission）を打ち出し、開発競争が加速。

カーボンリサイクルを拡大していく絵姿（カーボンリサイクル技術ロードマップ）

CO₂利用量

フェーズ1

- カーボンリサイクルに資する研究・技術開発・実証に着手。
- 特に2030年頃から普及が期待できる、**水素が不要な技術や高付加価値製品を製造する技術**に重点。

フェーズ2

- 2030年に普及する技術を低コスト化。
- 安価な水素供給を前提とした2050年以降に普及する技術のうち、**需要の多い汎用品**の製造技術に重点。

フェーズ3

- 更なる低コスト化。

2030年頃からの消費が拡大

- 化学品；ポリカーボネート 等
- 燃料；バイオジェット燃料 等
- 鉱物・コンクリート；道路ブロック 等

2050年頃から普及

- 化学品
汎用品（オレフィン、BTX等）
- 燃料
ガス・液体（メタン、合成燃料）
- 鉱物・コンクリート
汎用品

2030年頃から普及

- 化学品
ポリカーボネート 等
- 燃料
バイオジェット燃料 等
- 鉱物・コンクリート
道路ブロック 等

※水素が不要な技術や高付加価値な製品から導入

※需要が多い汎用品に拡大

化学品（ポリカーボネート等）

ポリカーボネートはCO₂排出量の更なる削減

燃料（バイオジェット燃料等）

現状価格から1/8～1/16程度に低コスト化

鉱物・コンクリート（道路ブロック等）

現状の価格から1/3～1/5程度に低コスト化

水素

20円/Nm³（プラント引き渡しコスト）

CO₂分離回収技術

低コスト化

現状の1/4 以下

現状

2030年

2050年以降

(参考) CCUS/カーボンリサイクルの多様な取組状況①

● CO₂分離・回収 ; 技術の国際競争力は、優位

化学吸収法（アミン液）が商用化済。排出源に合わせた効率化・大規模化が課題。
三菱重工エンジニアリングは、世界最大の回収能力（～5000t/日）の分離回収設備を商用化。

● 化学品 ; ポリマーなど一部商用化。研究開発・実証が本格化し始めた段階（競争状態）

多様な製品・技術を対象とした研究・実証が世界で活発化。化学メーカーを中心に研究開発が進む。
旭化成は世界に先駆けて、CO₂の原料利用技術を商用化（ポリカーボネート）。

CO₂分離・回収

国	企業・組織名	製品・生成物	開発段階
日	三菱重工エンジニアリング	化学吸収法（アミン液）	商用化
日	日鉄エンジニアリング	化学吸収法（アミン液）	商用化（NEDO）
独	BASF（化学メーカー）	化学吸収法（アミン液）	実証～商用化
蘭	シェル（石油化学）	化学吸収法（アミン液）	商用化
米	UOP（化学メーカー）	膜分離法（有機膜）	実証～商用化
日	住友化学、RITE	膜分離法（有機膜）	実証（NEDO）
英	Drax（電力）	バイオマス発電、CO ₂ 回収	実証
日	川崎重工業、RITE	化学吸収法（固体）	実証（NEDO）

化学品

国	企業・組織名	製品・生成物	開発段階
日	旭化成	ポリカーボネート	商用化
米	Newlight Technologies（スタートアップ）	ポリマー（生体触媒を活用）	商用化
日	日本製鉄千代田化工	パラキシレン	基礎（NEDO）
日	東工大	アクリル酸	基礎（JST）
日	東ソー・産総研	ウレタン原料	基礎（NEDO）
独	BASF（化学メーカー）	アクリル酸	基礎

各種資料を基にNEDO 技術戦略研究センター作成（2020）

(実用化事例) CO₂原料のポリカーボネート

- ポリカーボネート樹脂は自動車のヘッドライトカバーやパソコンの外装、CDやDVDなどに幅広く使われている。
- 従来のポリカーボネート製造技術は、有毒性が高いホスゲンを使用した製造方法。これに対し、旭化成は、ホスゲンを使用せずに、アルコール、CO₂、フェノールを原料として、ポリカーボネートを製造する技術を開発し、**実用化**。

◆ CO₂原料のポリカーボネート開発・実用化

- 旭化成はCO₂原料のポリカーボネートを世界で初めて開発、実用化。
- ライセンス生産により、パソコン等を製造。
※2019年:79万トン
(世界の全製造能力の約17%)
- さらに同社は、世界初となるCO₂からウレタン
(断熱材、スポンジ等) を製造する技術開発に着手。

◆ ポリカーボネートの用途例

【ヘッドライトカバー】



【携帯電話の筐体】



(※出典:旭化成HP)

◆ ウレタンの用途例

【繊維 (断熱材)】



(参考) CCUS/カーボンリサイクルの多様な取組状況②

● 燃料、鉱物 (セメント・コンクリート) ;

一部で商用化が進みつつある。**研究開発・実証が本格化し始めた段階 (競争状態)**

(多様な製品・技術を対象とした開発・実証が活発化。コスト低減と用途拡大が課題。)

国内では、**化学、セメント、エネルギー、エンジニアリング**等多様な分野の企業が参画。

欧州・米国でも、**国家プロジェクト**や**スタートアップ**による**開発・実証**が活発化。

燃料

国	企業・組織名	製品・生成物	開発段階
米	Lanzatech (スタートアップ)	エタノール	実証
米	Opus12 (スタートアップ)	メタン、エタン、エタノール	実証
日	国際石油開発帝石 日立造船	メタン	実証 (NEDO)
日	ユーグレナ	ジェット燃料 (微細燃料)	実証
独	Audi (自動車メーカー)	メタン	実証
日	三菱ケミカル・東大等 (人工光合成プロジェクト)	メタノール/オレフィン	基礎 (NEDO)
日	IHI	ジェット燃料(微細藻類)	基礎 (NEDO)

鉱物

国	企業・組織名	製品・生成物	開発段階
日	中国電力、鹿島建設 等	CO ₂ 吸収コンクリート	商用化
英	O.C.O Technology (スタートアップ)	軽量骨材	商用化
米	Solidia Technology (スタートアップ)	CO ₂ 吸収コンクリート	商用化
米	Fortera (スタートアップ)	CO ₂ 吸収コンクリート	商用化
日	宇部興産、日揮、出光、 東北大学	セメント原料	実証 (NEDO)
日	太平洋セメント、東京大学、 早稲田大学	セメント原料	基礎～実証 (NEDO)
仏	LafargeHolcim 等 (セメントメーカー)	セメント原料	基礎～実証 (FastCarb PJ)

各種資料を基にNEDO 技術戦略研究センター作成 (2020)

(実用化事例) CO2吸収型コンクリート

- コンクリート材料の**混和材がCO₂を吸収する**とともに、**セメント代替**でコンクリート製造時の**CO₂排出を削減**。
- 他方、CO₂吸収型コンクリートは鉄筋の錆につながるため鉄筋構造物には使用できず、**用途は道路・舗装ブロックに限定**。また、**コストが従来製品に比して3～5倍**であることが課題。
- **用途拡大・低コスト化を図る**ため、コンクリート構造物等でも利用可能とするための**技術開発を実施中**。

◆ 施工実績

	年度	発注者	事業	用途
1	2013	国土交通省	国道9号線土田歩道 (島根県浜田市)	歩車道境界ブロック
2	2014	島根県	県道52号	歩車道境界ブロック
3	2015	島根県	第二浜田ダム	歩車道境界ブロック
4	2019	関東地方整備局	東京外かく環状道路中央JCTランプ	埋設型枠
5	2011	中国電力	福山太陽光発電所	インターロッキングブロック, フェンス基礎ブロック, 歩車道境界ブロック
6	2012	中国電力	宇部太陽光発電所	太陽光パネル基礎ブロック
7	2012	中野駅前開発	中野セントラルパークレジデンス	天井パネル
8	2015	中国電力	芸北発電所	護岸ブロック
9	2016	中国電力	西ノ島変電所	歩車道境界ブロック
10	2016	エネルギーコミュニケーションズ	エネコム広島ビル	インターロッキングブロック

◆ 用途拡大の技術開発 (2020年～2022年度)

- **体制**：中国電力、鹿島建設、三菱商事
- **課題**：鉄筋コンクリートに適用時の品質確保
現場打設に適用するための技術の確立 等

◆ 用途例

道路ブロック



型枠



舗装ブロック



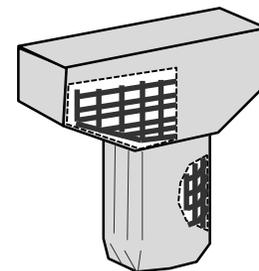
用途拡大の
技術開発



ダム



河川構造物



構造物の梁



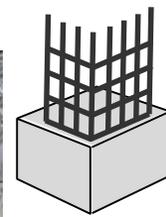
宅地造成用等のL字擁壁



共同溝・地下道等のボックスカルバート



護岸ブロック



構造物の柱

カーボンリサイクル技術開発の概要

※1 価格は事務局調べ

※2 基幹物質、化学品（一部の含酸素化合物を除く）、燃料の多くの技術は普及するために安価で、大量の、CO₂フリー水素が必要。バイオマス由来の場合にも水素化処理等に用いる水素が必要。

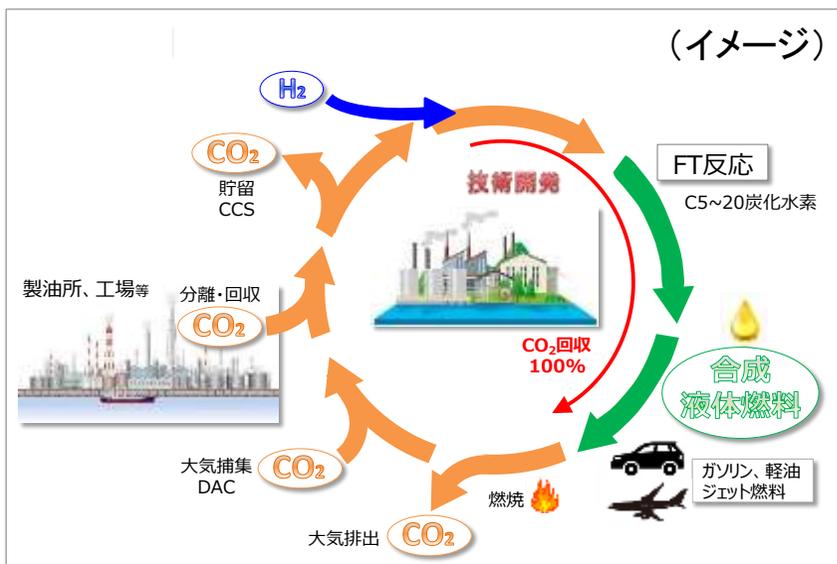
	CO ₂ 変換後の物質	現状※1	課題	既存の同等製品の価格※1	2030年	2050年以降
基幹物質	合成ガス メタノール等	一部実用化、革新的プロセス（光、電気等利用）は研究開発段階	変換効率・反応速度の向上、触媒の耐久性向上 など	-	プロセスの低コスト化	プロセスの更なる低コスト化
化学品	含酸素化合物	一部実用化（ポリカーボネート等）、その他は研究開発段階 【価格例】 既存の同等製品程度（ポリカーボネート）	ポリカーボネートはCO ₂ 排出量の更なる削減 ポリカーボネート等以外の実用化（転換率・選択率の向上）	300-500円程度/kg（ポリカーボネート（国内販売価格））	既存のエネルギー・製品と同等のコスト	更なる低コスト化
	バイオマス由来化学品	技術開発段階（非可食性バイオマス）	低コスト・効率的な前処理技術、変換技術 など	-	既存のエネルギー・製品と同等のコスト	更なる低コスト化
	汎用品（オレフィン、BTX等）	一部実用化（石炭等から製造した合成ガス等を利用）	転換率・選択率の向上 など	100円/kg（エチレン（国内販売価格））	-	既存のエネルギー・製品と同等のコスト
燃料	液体燃料（微細藻類燃料）	実証段階 【価格例】 バイオジェット燃料 1600円/L	生産率向上、低コスト・効率的な前処理技術 など	100円台/L（バイオジェット燃料（国内販売価格））	既存のエネルギー・製品と同等のコスト（100-200円/L）	更なる低コスト化
	液体燃料（CO ₂ 由来燃料またはバイオ燃料（微細藻類由来を除く））	実証段階（合成燃料（e-fuel））、バイオエタノールのうち、可食性バイオマス由来については一部実用化	現行プロセスの改善、システム最適化 など	50-80円（原料用アルコール（輸入価格）） 約130円（工業用アルコール（国内販売価格））	-	既存のエネルギー・製品と同等のコスト
	ガス燃料（メタン）	実証段階	システム最適化、スケールアップ など	40-50円/Nm ³ （天然ガス（輸入価格））	CO ₂ 由来CH ₄ のコストダウン	既存のエネルギー・製品と同等のコスト
鉱物	炭酸塩、コンクリート製品・構造物	一部実用化、低コスト化に向けた様々な技術の研究開発が実施中 【価格例】数百円/kg（道路ブロック）	CO ₂ と反応させる有効成分の分離、微粉化 など	30円/kg（道路ブロック（国内販売価格））	道路ブロック：既存のエネルギー・製品と同等のコスト	道路ブロック以外：既存のエネルギー・製品と同等のコスト
共通技術	CO ₂ 分離回収	一部実用化（化学吸収法）、その他手法は研究・実証段階 【価格例】 4000円程度/t-CO ₂ （化学吸収法）	所要エネルギーの削減 など	-	1000-2000円台/t-CO ₂ （化学吸収、固体吸収、物理吸収、膜分離）	1000円以下/t-CO ₂
基盤物質	水素	概ね技術確立済み（水電解等）、他の手法含め低コスト化に向けた研究開発が実施中	低コスト化 など		30円/Nm ³	20円/Nm ³ （プラント引き渡しコスト）

合成燃料 (e-fuel)

- 発電所や工場等から回収したCO₂と水素から作られる合成燃料 (e-fuel) は、既存の燃料インフラが活用可能であり、液体化石燃料 (ガソリン、ディーゼル、ジェット燃料等) の代替品として期待される。製造工程のイノベーションが鍵で、政府は今年度から調査・研究開発を実施。

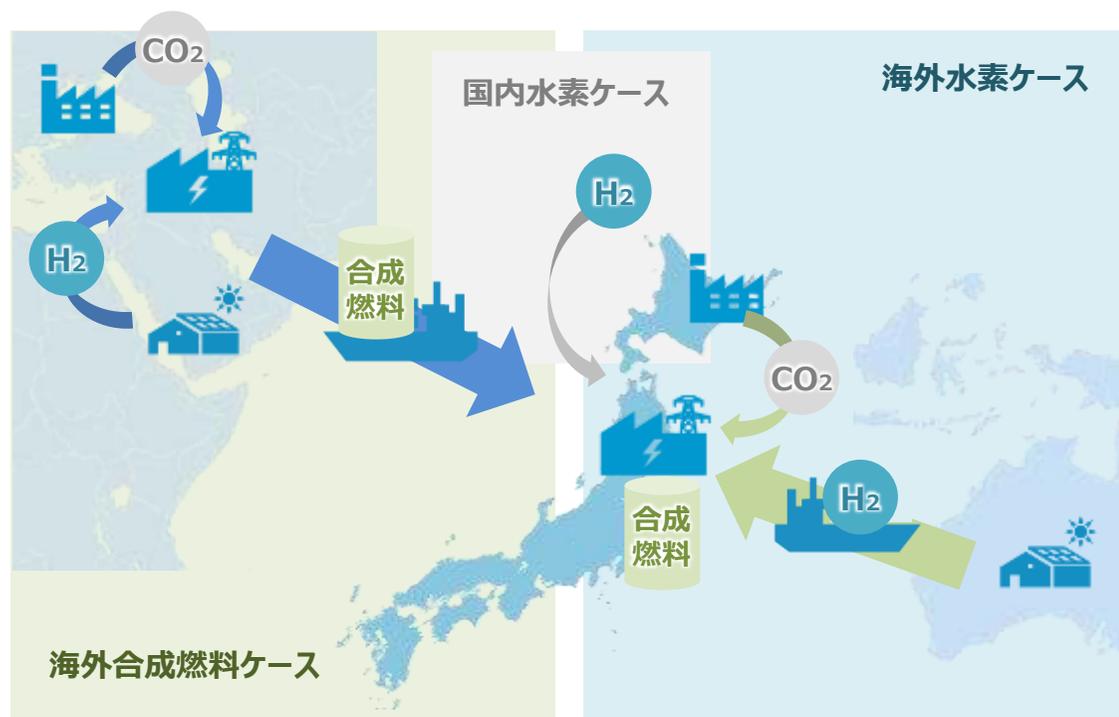
合成燃料 (e-fuel) の技術開発

革新的な合成技術によって、CO₂から合成燃料を製造する技術開発



※石油エネルギー技術センター作成

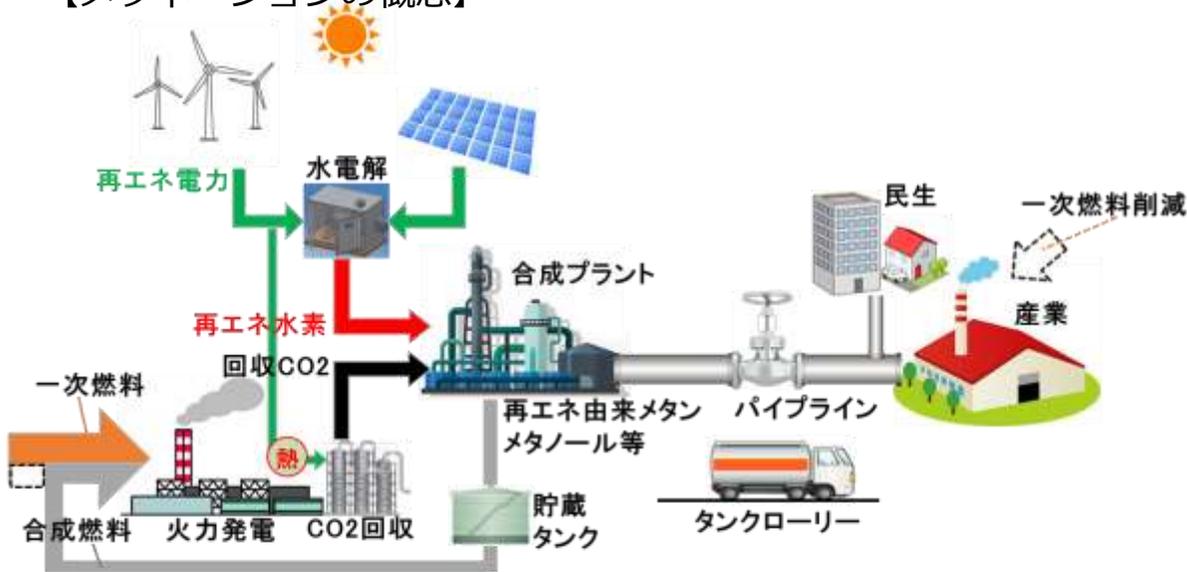
合成燃料 (e-fuel) の国内外のサプライチェーンのイメージ



メタネーション技術

- 新潟県長岡市で、天然ガス生産時に付随して出されるCO₂と、水の電気分解によって製造された水素を触媒により合成することによりメタン (CH₄) を製造 (メタネーション) させる技術を実証中。2050年に向けて、段階的にスケールアップを予定。

【メタネーションの概念】



【CO₂メタネーション試験装置 (8Nm³-CO₂/h)】



(INPEX 長岡鉱場内)

再生由来メタンによって同量の天然ガスを代替することでCO₂を削減

段階的にスケールアップ

ガス導管への挿入実証予定

商用規模 (6万Nm³-CO₂/h) は2050年以降を想定

400Nm³-CO₂/h (×50倍) (2021年度～2025年度)
1万Nm³-CO₂/h (×125倍)

グリーンLPガス

- 日本LPガス協会が事務局となり、水素と炭素の人工合成によるプロパン（C₃H₈）の合成（プロパネーション）や、欧州で取組が進んでいるバイオLPガスをはじめとする、新たなイノベーションの検討が開始。
- プロパネーションはメタメーションのように、合成に必要な触媒が開発されておらず、また、バイオLPガスについては、原料調達や生産性向上等の課題が存在。

産業界で検討が開始されたグリーンLPガスの生産技術イメージ



ガス化・ガス精製



ガス精製・圧縮



触媒反応

(出典：(独) 産業技術総合研究所)

新しい包括的な資源外交

- 2050年カーボンニュートラルに向けて、新たな燃料としてアンモニアや水素、カーボンリサイクル技術を活用したバイオジェット、合成燃料、メタネーション等の重要性が高まっていく見込み。これらの技術について、**早期の開発・実用化やサプライチェーンの構築**を図るためには、日本単独で取り組むのではなく、国際的な協力も有効。
- これに加え、**CCSやカーボンクレジット等のCO₂削減の取組**や、レアメタルのリサイクル等の資源**サプライチェーン多様化**には、国際的な連携が有効。
- このように脱炭素移行に向けて多角化・複雑化する国際関係を踏まえ、**従来の視点に加え、新たな視点を持った資源外交の取組が課題**。

日豪の水素・燃料電池分野 の協力に関する共同声明 (2020年1月)



日本およびアジアにおけるCCS/CCUS の今後についてのフォーラム Japan-Asia CCUS Forum2020 (主 催: JCCS、GCCSI) (2020年10月)



日本が主導する世界の脱炭素化 に向けた国際会議 Tokyo Beyond-Zero Week (2020年10月)

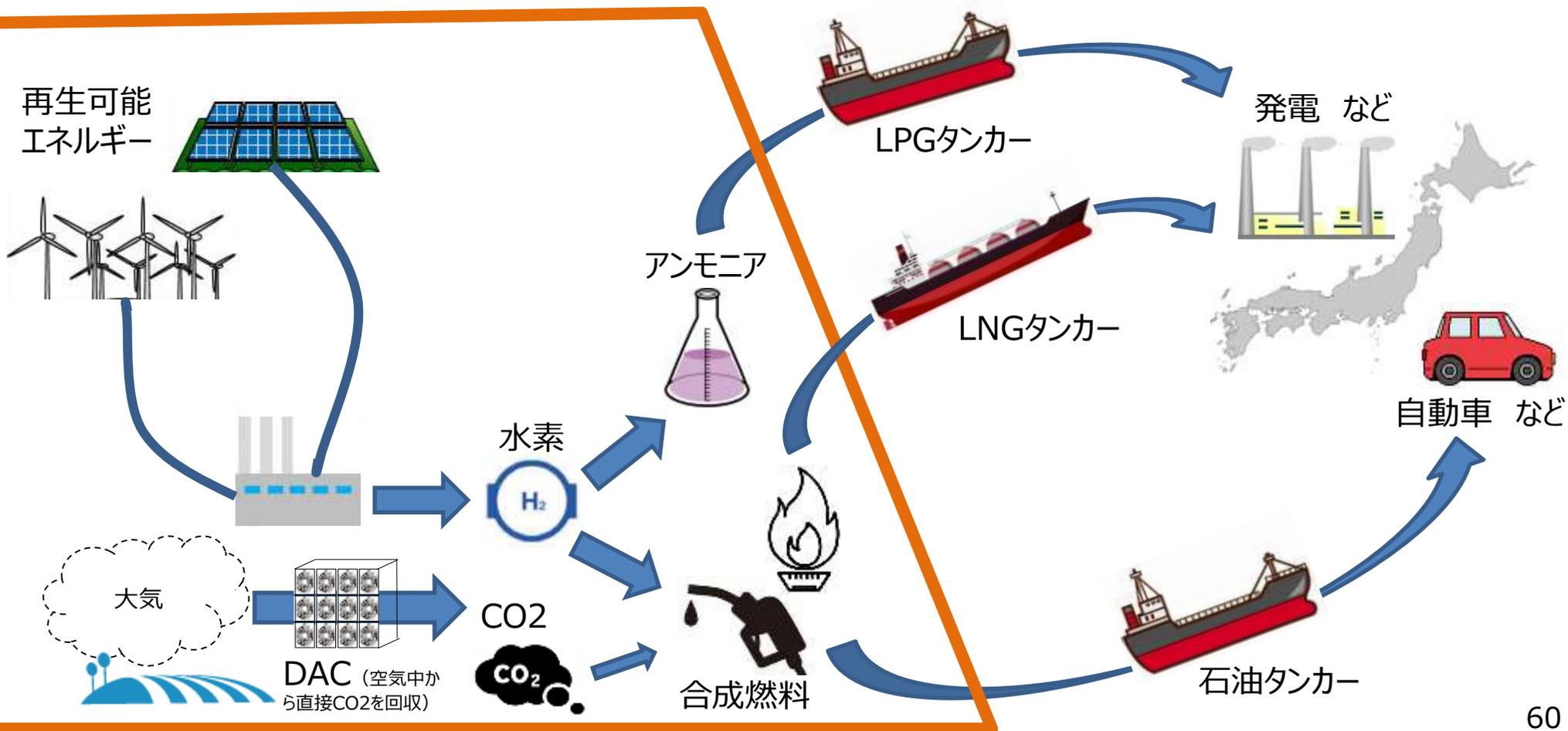


出典: JCCS Webサイト

カーボンニュートラルを可能とする国際燃料サプライチェーンのイメージ例

- 新たな燃料として期待される燃料アンモニアや合成燃料、メタネーション等については、輸送インフラや既存設備の活用が可能であり、インフラの移行コストが小さいというメリット。
- 「諸外国で生産された再生可能エネルギーを、石油や天然ガスと同様にエネルギー資源として捉えて輸入する」というコンセプトを強く意識しながら、燃料アンモニアや合成燃料、メタネーション等の開発・実用化を追求。

＜海外の再生エネルギー由来燃料のサプライチェーンイメージ＞



カーボンリサイクル関連研究拠点の整備・拡充

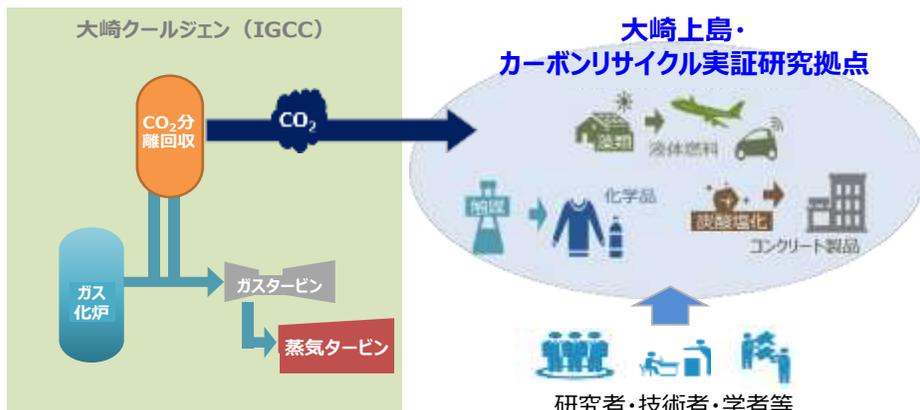
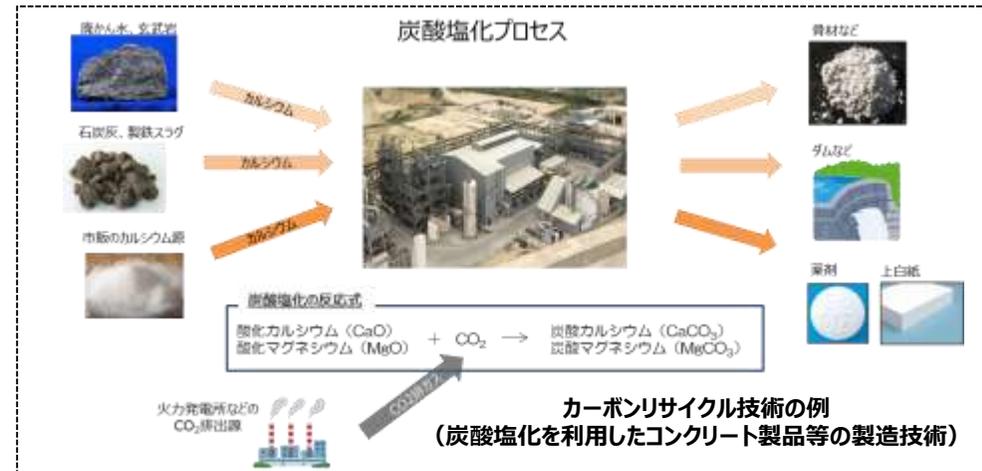
- 東京湾岸の官民連携協議会「ゼロエミベイ」のほか、実証研究拠点を立ち上げ。
- 成果の共有等の連携を通じ、イノベーションの確立を加速化。
 - ✓ 広島県大崎上島…カーボンリサイクル技術の実証研究を集中的に担う拠点
 - ✓ 北海道苫小牧… CCSとカーボンリサイクル（メタノール製造）の大規模実証拠点。
 - ✓ 福島県浪江町…世界最大級の再エネ水素製造能力を有する「福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）」



広島・大崎上島「カーボンリサイクル実証研究拠点」

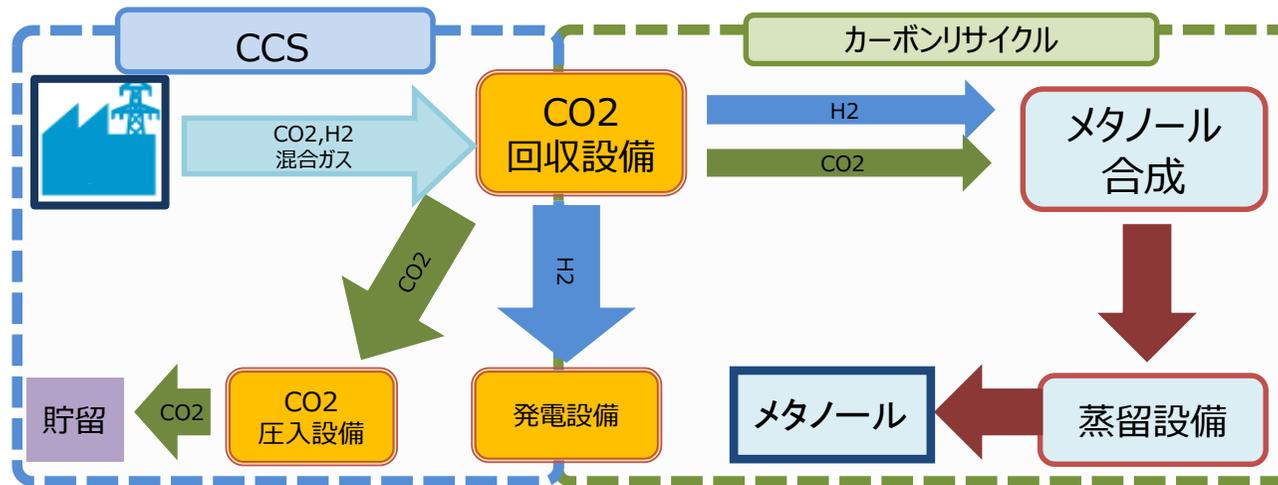
- 広島・大崎上島において、現在、石炭ガス化複合発電（IGCC）と石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）（※）の実証を実施中。2019年12月、**CO₂分離回収の実証試験を開始**。
- 本実証で回収する**CO₂を活用し、カーボンリサイクル技術の実証研究拠点を整備**予定。
 - ✓ CO₂の炭酸塩化を利用したコンクリート製品等を製造
 - ✓ 微細藻類や触媒等を利用してCO₂から化学品や燃料等を製造

（※）IGCCは、石炭をガス化した上で燃焼させて発電する技術。ガスタービン発電と蒸気タービン発電を複合させることで高効率化が可能。IGFCは、IGCCに燃料電池を組み合わせたトリプル複合発電方式で、IGCCに比べ高効率の発電が可能。



北海道・苫小牧「CCUS・カーボンリサイクル実証拠点」

- 実用規模でのCCS実証を目的とした、我が国初の大規模CCS実証試験を実施。
(2019年11月に累計圧入量30万トンを達成)
- 現在、様々なモニタリング手法（弾性波探査、微小振動観測など）を組み合わせて実施中。
- **CCSに加え、カーボンリサイクルの実証拠点となるように、カーボンリサイクルの展開**予定。
 ✓ メタノールを製造（カーボンリサイクル）していくための実現可能性調査
 ✓ 船舶輸送による長距離輸送に向けた実現可能性調査



<メタノール製造の想定スケジュール>

20年度	21年度	22年度	23年度
FS・基本設計	詳細設計・製作・建設		実証

(参考) 第2回カーボンリサイクル産学官国際会議

- 非連続なイノベーションを通じた「**環境と成長の好循環を実現**」に向け、CO₂を資源として活用する**カーボンリサイクル**について、その意義と取組進捗を発信。
- **日米間の新たな覚書締結**をはじめ、国際連携を強化しつつ、**社会実装**に向けた**開発・実証**に取り組むことを確認。

日時：10月13日（火）19:00-22:30（WEB）

主催：経済産業省、NEDO

登録者数：**22カ国・地域、約1,700名**（※昨年約450名）

- ✓ 第1部：梶山大臣、江島副大臣ほか、各国閣僚・IEA事務局次長、県知事などの基調講演。
- ✓ 第2部：**パネルディスカッション**にて、カーボンリサイクルの社会実装に向けた**イノベーション**、**資金調達**や**制度設計等**の必要性を議論。

【登壇者】

- 梶山経済産業大臣、江島経済産業副大臣
- テイラー 豪州エネルギー・排出削減担当大臣、
- ブルー ノルウェー石油エネルギー大臣、
- ウインバーグ米エネルギー省次官補、湯崎広島県知事等
- パネルでは、KAPSARC（サウジ国研）、OGCI（石油メジャー）、三井住友銀行、INPEX、LanzaTech（米ベンチャー）、BASF（ドイツ化学メーカー）、中国電力等

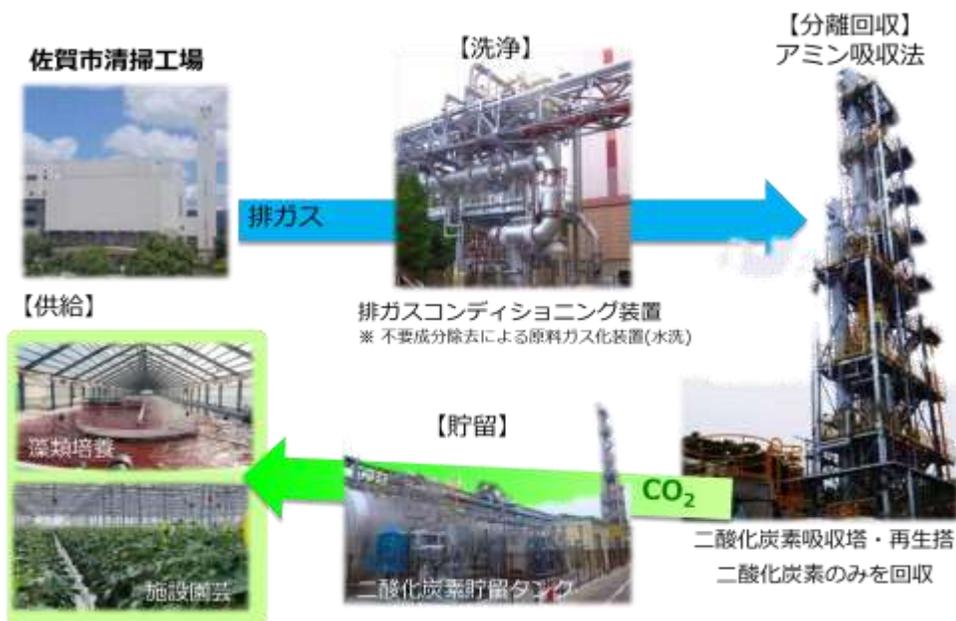
- 米国と、**カーボンリサイクルに係る協力覚書**を締結。技術情報の共有、専門家の相互派遣、テストサンプルの交換等を盛り込み。両国の強み（技術、事業化）を組合せ、**開発・実用化の加速**。
- 江島副大臣が、「**カーボンリサイクル3Cイニシアティブ**」に基づいた**取組の進捗**を発信。日本の技術開発や大崎上島拠点等を紹介。国際連携を推進。



(参考) 地方自治体におけるカーボンリサイクルの取組

- 佐賀市では、日本初のごみ焼却施設におけるカーボンリサイクルプラントを、2016年から稼働。10トン/日のCO2を生産し、近隣の微細藻類の培養工場や植物工場に供給。
- 佐賀市のバイオマス企業であるアルビータ社は、供給されるCO2を利用して藻（ヘマトコッカス）を培養・乾燥させ、化粧品等に使用する高付加価値品であるアスタキサンチンを製造し、化粧品に加工・販売。

(佐賀市カーボンリサイクル全体像)



(カーボンリサイクルにより生成した藻類の活用)



アルビータでは、ヘマトコッカスを培養、乾燥させた藻類からアスタキサンチンを抽出

アスタキサンチン配合のサプリメント・化粧品
Sila (Saga Incubates Local Algae)



国内で大量培養しているところは**佐賀市だけ**

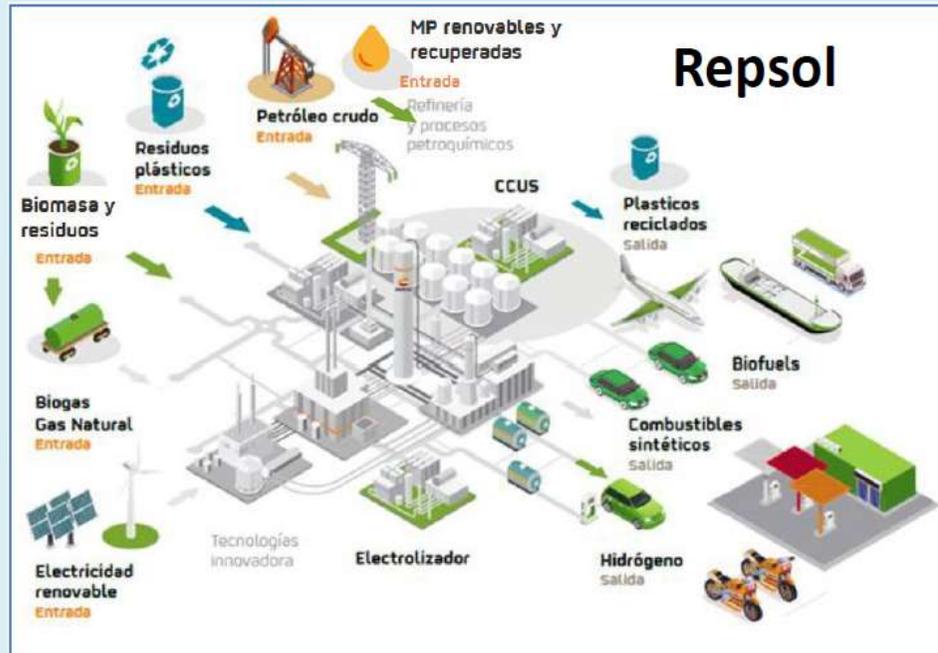
製油所におけるグリーン化の取組

- 欧州では既にCO2フリー水素の活用やバイオ燃料製造、CO2回収・利用等の計画や取組が進行。
- 国内の石油精製・元売各社でも、CO2フリー水素活用の検討やCCUS/カーボンリサイクル実証への参画等の取組が進展。

<欧州企業の一例>

スペインの石油会社であるRepsolは、欧州石油大手で最初に2050年ネット・ゼロを宣言。自社の全製油所で再エネ由来水素を活用する等の計画を発表。バイオディーゼル製造も行っている。

<Repsolの将来製油所のイメージ図>



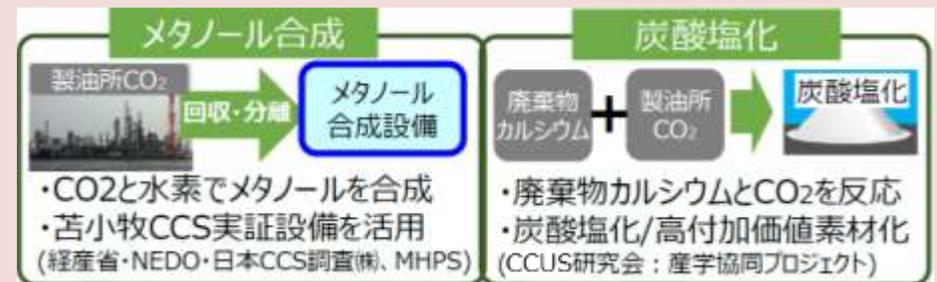
※スペイン石連主催エコ燃料オンライン会議（2020/11/3）Repsol資料より抜粋

<ENEOSのCO2フリー水素活用に向けた検討>



※ ENEOSニューズリリース資料より抜粋

<出光興産のCCUS実証への参画>



※ 出光興産中期経営計画資料より抜粋

(参考) 石油企業のカーボンニュートラルに向けた取組

- 本年5月、ENEOS（当時JXTG）は、「第2次中期経営計画（2020～2022年度）」において、自社CO2排出分について、2040年のカーボンニュートラル化を発表。

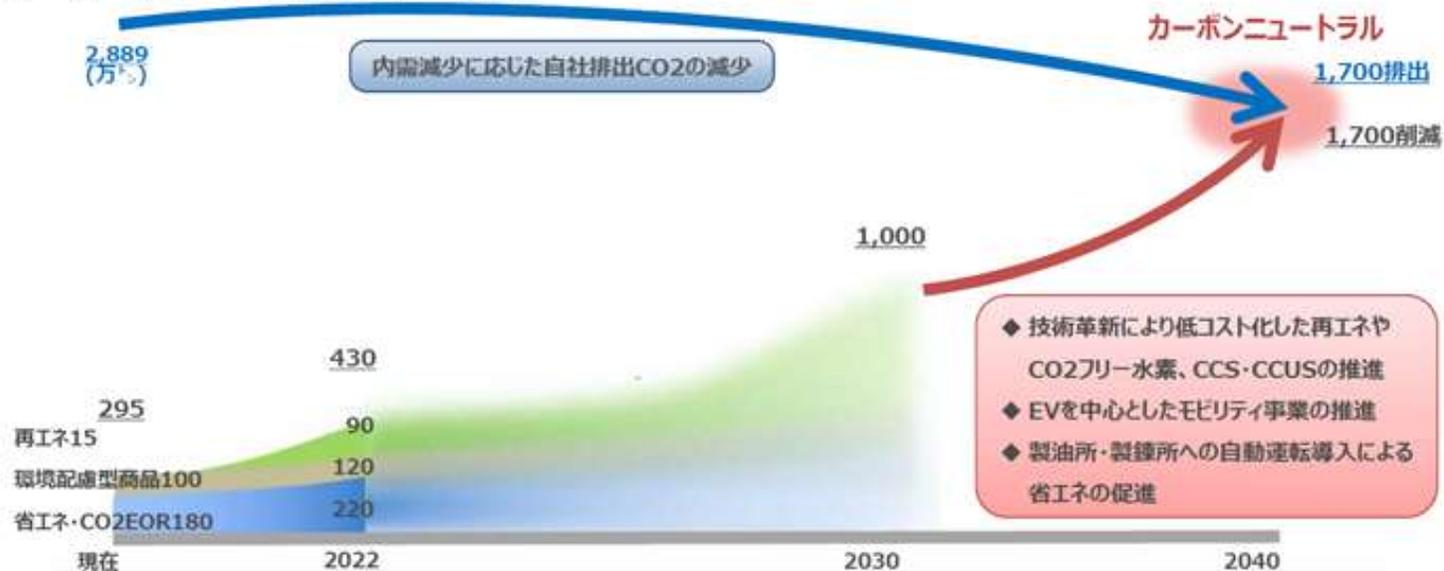
2040年JXTGグループのありたい姿

一部改訂

◆ 「ありたい姿」の実現を通して、SDGsで目指す持続可能な社会の実現に貢献する



◆ カーボンニュートラルに向けて



※JXTGグループ第2次中期経営計画（2020～2022年度）より抜粋

革新的技術による地熱開発

- 日本は世界第3位の地熱資源量を有するが、エネルギーミックスの目標（140万～155万kW）に対し、2019年度末時点の導入量（※1）は60万kW。**開発リスク・コスト低減や地元の理解促進等が課題。**
- また、地熱貯留層の無い地域等においても、**地熱ポテンシャルを最大限活用するための革新的な技術**を利用した地熱開発（EGS（※2））の検討など、**地熱発電の抜本的な拡大を図るためのイノベーションを追求。**

（※1）FIT前導入量+FIT導入量 （※2）Enhanced Geothermal Systems

（地熱開発の課題と対応）

	課題	課題克服のための対応
①	目に見えない地下資源であり、 開発リスク及び開発コストが高い。	開発・運転の効率化等に資する 技術開発 、JOGMECによる ポテンシャル調査の実施 、 地表・掘削調査事業へのリスクマネーの供給
②	地熱資源は火山地帯に偏在 しており、 適地が限定的。	斜め掘り技術 等のポテンシャルのある地点での開発促進に向けた取組
③	温泉資源等への影響懸念から、 地元の理解促進が必要不可欠。	自治体主催の 情報連絡会等の開催支援 、 有識者の派遣 、 モデル地区の選定・発信
④	関係法令の規制 により、許認可が必要な地点が多い。また、 地域によっては過大な対応が求められる 場合がある。	規制の運用改善等

（高温岩体地熱発電技術）

高温かつ適切な地層形成がなされていても**蒸気が存在しない**ために**開発を行えなかった地域**において、**配管に水を注入し蒸気を人工的に発生**させて発電をする技術。

