

2030年に向けた エネルギー政策の在り方

令和3年3月11日
資源エネルギー庁

2030年に向けた検討について

- 昨年10月からのエネルギー基本計画の見直しに向けた議論において、2050年カーボンニュートラルに向けた課題と対応の方向性について分野・技術ごとに整理を行ってきた。
また、前回の本審議会においては、2050年も見据えた2030年の政策のあり方について議論を深めていくにあたって、産業界、中小企業、労働者、消費者を代表した団体からヒアリングを実施した。
- 2050年に向けた様々な課題を見据えながら、2030年に向けてどのような絵姿を目指すべきか、どのような政策的措置等が必要かを検討していく。
- また、世界を見渡すと、バイデン政権の発足以降、脱炭素社会実現に向けた動きがより一層強まっている。これから米国主催の気候変動サミットや、G7、COP26などの国際会議も予定されており、国際動向も注視しながら検討を加速する必要。
- 本日は、まずはその基礎となる事項として
 - 3Eの中でも特に重要であるエネルギーの安定供給
について、整理するとともに、
 - 安定供給上重要となる資源燃料政策
について、まずはご議論いただきたい。

(参考) 主な国際スケジュール

- 気候変動問題を重視する**バイデン政権の誕生**もあり、エネルギー・気候変動問題を巡る国際的な議論が、今後、**欧州・米国を中心に活発化**していくことが予想される。
- **11月のCOP26に向け、気候変動サミット、G7、国連総会、G20等で温暖化対策が中心議題になる見込み。**

4月22日

- **米国主催の気候変動サミット**

5月 (P)

- **G7気候・環境大臣会合**

6月11-13日

- **G7サミット (英国コーンウォール)**

7月23日

- **G20エネルギー大臣会合、気候・エネルギー合同大臣会合@ナポリ**

9月21日

- **国連総会**

10月30-31日

- **G20首脳会合@ローマ**

11月1~12日

- **COP26@英グラスゴー**

上記と並行して、**日米、日EU等の首脳レベルでも議論**

- 1. エネルギーの安定供給**
2. 資源・燃料政策

御議論いただきたいこと

- エネルギー政策を進める上では、**安全性を大前提とし**、いかなる時代、いかなる状況においても、**エネルギーの安定供給**（安価で、安定した供給（以下同じ））**が確保されることが重要**。世界をリードする脱炭素技術の開発、機器の製造などを安定的に行うためにも、安定供給の確保、レジリエンスの強化は不可欠。
- 特に、昨今の中東情勢の変化やアジア域内におけるエネルギー調達行動の変化といった地政学的、地経学的状況の変化によって**海外からの調達が不安定化**したことや、自然災害・異常気象などによって**国内におけるエネルギー供給が不安定化**したことなどにも留意が必要。また、**電力・ガスシステム改革が進展**する中であっても、**安定供給の確保は大前提**。こうした点を踏まえて、**改めて安定供給の重要性が3E**（エネルギーの安定供給、経済効率性の向上、環境への適合）**の中でも最重要であることを確認**すべきではないか。
- こうした状況を踏まえ、本日は、
 - エネルギーの安定供給の確保を目指す上で、
 - ① **海外からのエネルギー源及びエネルギー機器・技術などの安定供給、**
 - ② **国内におけるエネルギーの安定供給、エネルギー技術の維持・確保、**といった側面からどのような取組が求められるか、
 - 今後、カーボンニュートラルを目指し、再エネの主力電源化や水素・アンモニアなどの新たなエネルギー資源の活用、需要側におけるエネルギー転換など、**エネルギー需給構造はこれまでにない変化が生じることとなるが、そうした中において特に安定供給の確保とレジリエンスの強化を図っていく上で留意すべきことはなにか、**等についてご議論いただきたい。

エネルギーレジリエンスについて（課題と対応①）

- いかなる時にもエネルギー供給を絶やすことがないよう、安定供給については、
 - ① **海外への依存度を下げ**ながらも国内への**安定的な調達を確保し**、
 - ② **国内におけるエネルギー供給を断絶させない**ことが重要。
- そのため、エネルギー源間のポートフォリオを技術動向も踏まえ適切に構築していく必要。

		課題	対応の方向性
海外	燃料	① 現在エネルギー自給率は12%であり、これを引き上げる必要。 また、再エネは土地的制約が他国より厳しい。 ② 石油・天然ガスの安定供給確保の観点から、引き続き上流の自主開発比率を高めつつ、バーゲニングパワーを維持する必要。 ③ ホルムズ海峡のような地政学的リスクを回避するために調達先を多角化する必要。 ④ 需給変動による価格のボラティリティの影響を緩和する施策の検討・推進する必要。 ⑤ 価格や燃料特性を考慮したエネルギー源間のポートフォリオを適切に組んでいく必要。	<ul style="list-style-type: none"> ● FITやFIP、再エネ海域利用法による再エネの更なる拡大とともに、地域との共生、市場への適切な統合を進める。 ● 安全最優先の原子力の再稼働の進展。 <ul style="list-style-type: none"> ● 石油・天然ガスの安定供給確保に向けて、国際情勢の変化に対する対応力を更に高めるため、供給源の更なる多角化を図るとともに、海外権益の獲得と国内資源開発の推進を通じて、石油・天然ガスの自主開発を更に推進（自主開発目標の引き上げ）。 ● LNGの安定供給確保を目指し、仕向地柔軟化や契約多様化等を通じた市場の流動化、アジアLNG市場の拡大等を推進。 ● 保存の効かないLNGやチョークポイントリスクの高い石油など、燃料ごとの特性を考慮し、安定的なエネルギーの調達体制の確保を進める。
	技術	⑥ 発電機などの主要部品・技術などについては、コストだけで選択するのではなく、海外依存度に留意し、鉱物資源や技術の自給率の観点も踏まえた、国内産業の育成と海外展開等を進める必要。また、サイバーセキュリティの観点からの対策も必要。	<ul style="list-style-type: none"> ● 鉱物資源の確保に向けて、資源外交を通じた資源国との関係を強化するとともに、自国内の海洋鉱物資源の開発も進める。 ● 洋上風力は、魅力的な国内市場を創出し、国内外からの投資を呼び込むことにより、強靱な国内サプライチェーンを形成する。 ● 国産比率の高い原子力のサプライチェーンの維持強化を進める。

エネルギーレジリエンスについて（課題と対応②）

国内

	課題	対応の方向性
全体	⑦ 災害時にも途絶を起こさないよう、強靱なエネルギー供給体制を構築する必要。	<ul style="list-style-type: none"> 例えば、大規模停電が発生した際に、石油製品を融通するなど、エネルギーの供給途絶を避ける協力体制の強化を引き続き進める。
電力	⑧ 発電設備が高経年化する中で、電源の新陳代謝を促す必要。 ⑨ 設備の安全性と、災害からの復旧体制を確保するとともに、燃料の特性に応じたポートフォリオを構築し、再エネなどの導入による供給サイドと需要サイドの分散化や天候影響などを調整・活用する必要。	<ul style="list-style-type: none"> 安定的な電力供給体制が維持・強化されるよう、必要な運用の整備に加え、脱炭素化と安定供給の両立に向けた新規投資促進のための環境整備などを進める。 被災後に、早期復旧できる体制を引き続き構築する。
石油	⑩ 災害時に有用な精油所・住民拠点SS整備を行うなど、既存のインフラを効率的に維持・活用していく必要。	<ul style="list-style-type: none"> 必要な原油備蓄を維持し、災害時に備えて重要インフラに適切な備蓄を行うとともに、製油所・油槽所やSSの設備自身のレジリエンス向上を進める。
ガス	⑪ 更なる耐震性の維持・向上など引き続き取り組んでいく必要。	<ul style="list-style-type: none"> 都市ガスの耐震性の更なる向上を引き続き進めるとともに、ガス開閉栓の遠隔操作設備の導入を進める。 災害時に備えた重要インフラへの適切なLPガス備蓄等を引き続き進める。

①エネルギー自給率（海外依存度）の現状

- 我が国のエネルギー自給率は、東日本大震災後 6%まで低下。足下では、再エネの導入拡大と原子力の再稼働により増加傾向であるものの、海外に比して依然低水準で推移。

各国の特徴

【アメリカ】

- ✓ シェールガス、シェールオイル生産でほぼ全てのガス・石油需要を自給

【イギリス】

- ✓ 北海油田の石油や風力発電・原子力の拡大により高い自給率

【フランス】

- ✓ 電源構成に占める原子力発電の割合は高いものの、その他の資源は輸入に依存

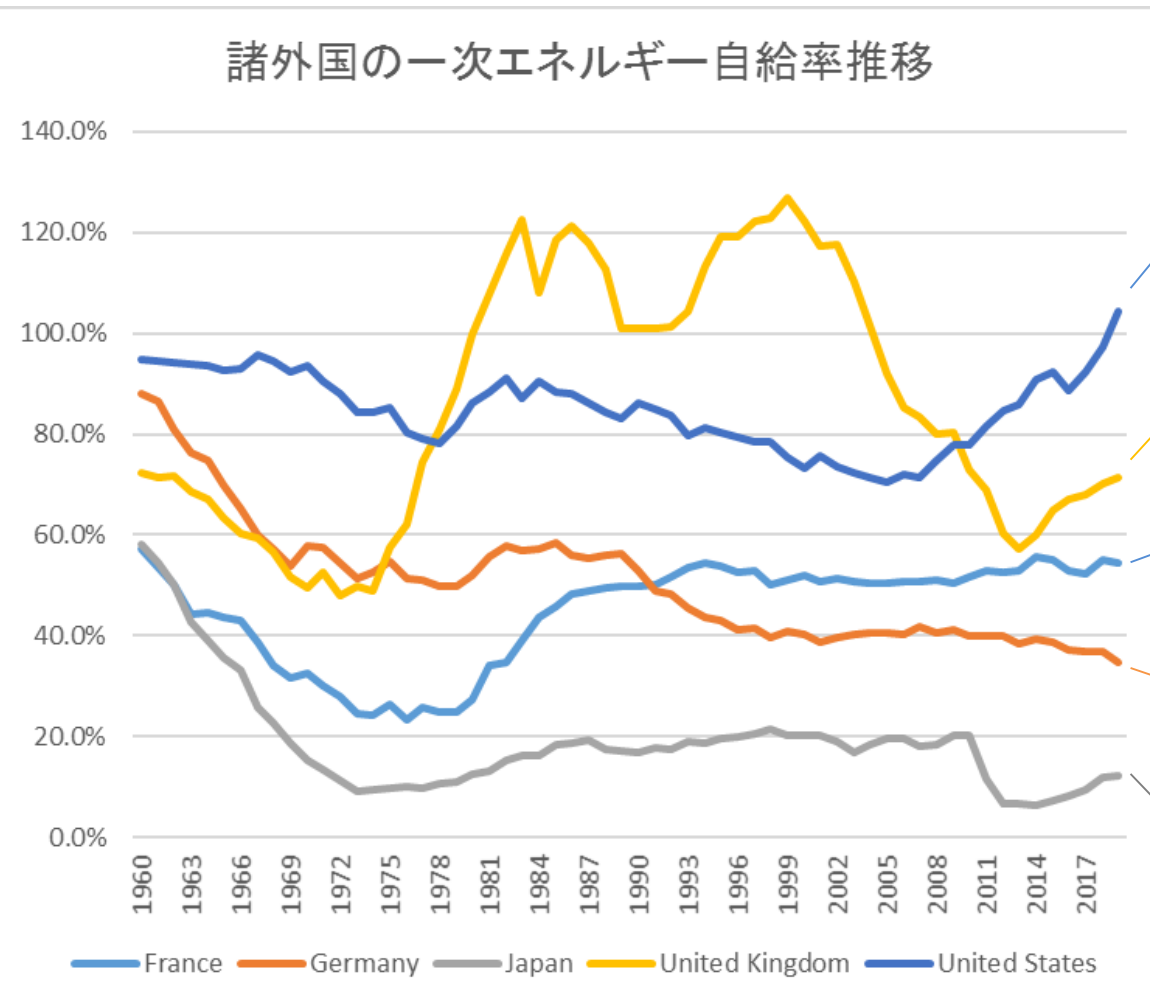
【ドイツ】

- ✓ 高い再エネ普及、石炭の国内生産、原子力発電の利用から一定の自給率

【日本】

- ✓ 化石資源をほぼ全て海外に依存、再エネの利用は拡大も原子力発電の利用が進まず、極めて低い自給率

諸外国の一次エネルギー自給率推移



出所) IEAデータベースより資源エネルギー庁作成

(参考) 電力需要と国土と再エネ比率

- 日本は、太陽光は世界3位の導入容量、再エネ全体では世界6位
- 再エネは、エネルギー密度が低いため、土地などが狭い国は「導入量」を増やすことが困難。
- 再エネ「比率」は、その国の需要の大小に依存。需要が大きい国ほど「比率」を上げることが困難。

⇒ 日本は国土面積が狭い一方、需要が大きいため、再エネ比率を上げることは諸外国に比べ困難
(参考：EUの面積は日本の12倍、電力需要は3倍。)

同じ国土面積でも再エネの入れやすさや、比率の見え方は異なる (2019)



約500万人



再エネ発電量
約2000億kWh



再エネ以外の必要電力量
約1000億kWh

ルウェー

再エネ比率 : 98%
国土面積 : 37万km²
△再エネ1% : 13億kWh

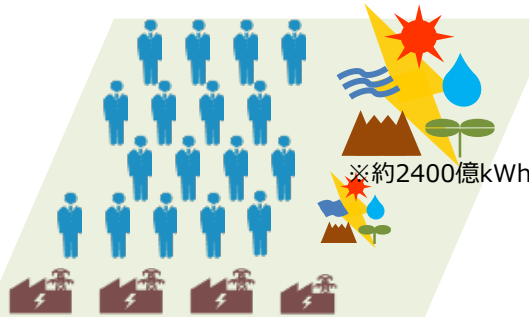


※約1300億kWh

※約50億kWh

ドイツ

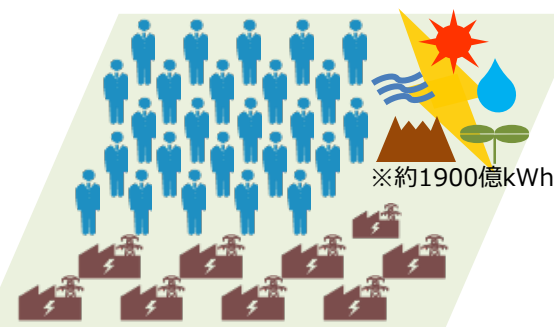
再エネ比率 : 40%
国土面積 : 35万km²
△再エネ1% : 61億kWh



※約2400億kWh

日本

再エネ比率 : 18%
国土面積 : 36万km²
△再エネ1% : 103億kWh

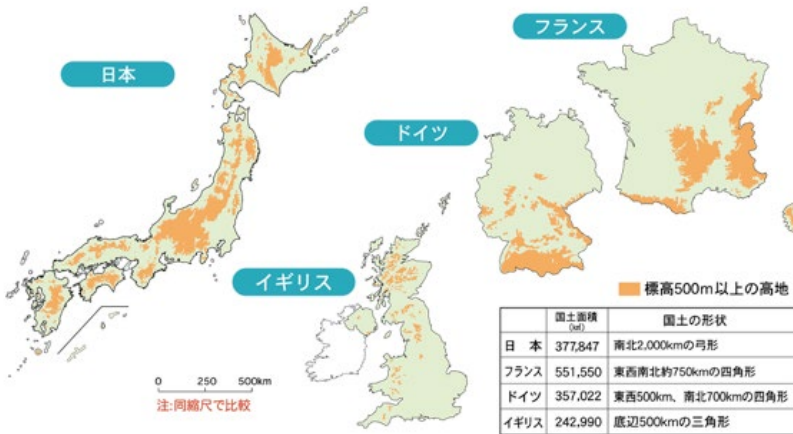


※約1900億kWh

(参考) 国土の特徴と再エネ適地

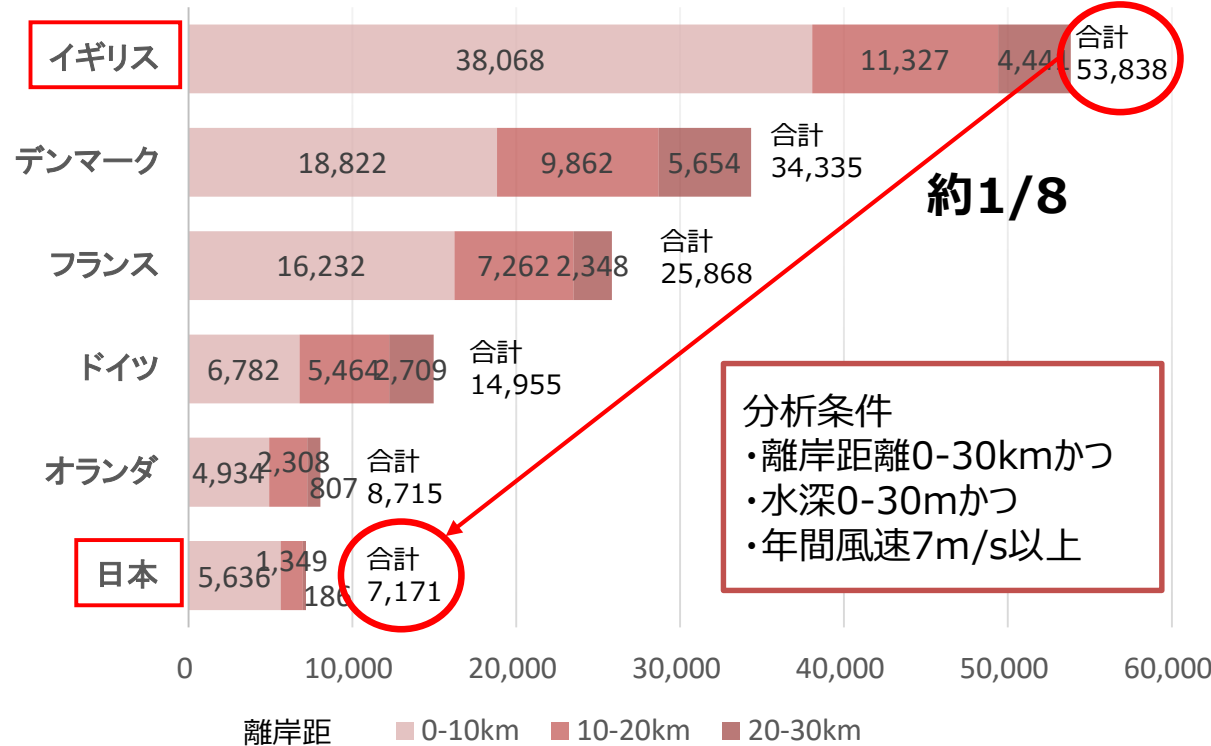
- 平地の適地が限られているため、**安価な大規模太陽光や、陸上風力の大量導入が進みにくい。**
- また、洋上風力についても、日本の設置可能面積（着床）は、導入が進んでいる**イギリスの約1/8**（イギリス54,000 km²、日本約7,200 km²）。※離岸距離、水深、年間風速等から機械的に試算したもの
- **海底地形が急深な**日本では立地が限られており、その中で、漁業者や地元と調整を進めながら案件形成を進めていく必要がある。

日本と欧州各国の国土比較（同縮尺）



出所) 一般財団法人国土技術研究センター

日本と欧州の洋上風力発電設置可能面積の比較 (km²)



分析条件
 ・離岸距離0-30kmかつ
 ・水深0-30mかつ
 ・年間風速7m/s以上

②化石燃料の自主開発比率の向上

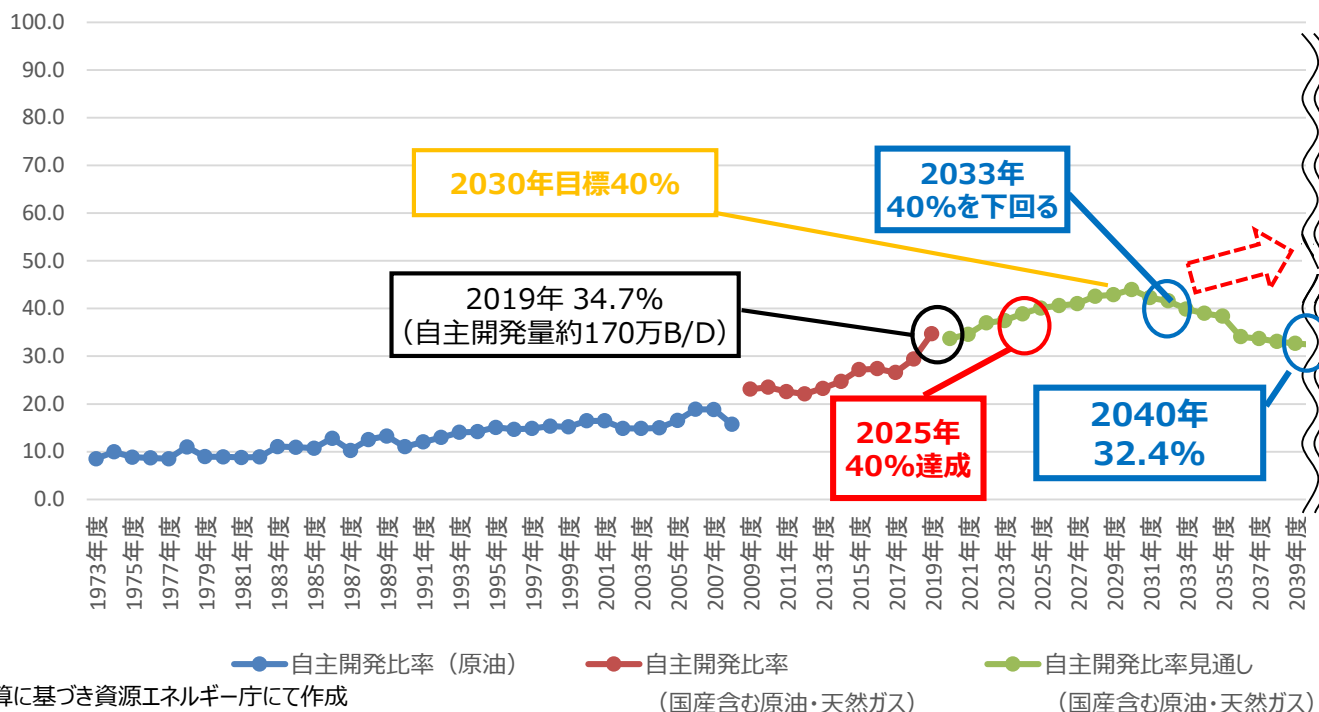
- 石油、天然ガスの安定供給に向けて、石油及び天然ガスの自主開発比率を**2030年に40%以上**とする目標を、エネルギー基本計画に掲げ（平成30年7月）、これまで官民一体となって自主開発を推進した結果、**自主開発比率は、2025年には一時的に40%を達成**する見込み。
- 一方、2030年以降は、自主開発量の減少ペースが需要の減少ペースを上回るため、今後企業の上流開発への投資が行われなければ、**自主開発比率は急激に下がっていく**見込み。
- 石油・天然ガスの安定供給確保に向けて、**国際情勢の変化に対する対応力を高めるため**、海外権益の獲得と国内資源開発の推進を通じて、**現状の自主開発目標を今後引き上げる**等、石油・天然ガスの**自主開発比率を可能な限り高めることが重要**。

※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。

<自主開発比率の実績と今後の推移（見通し）>

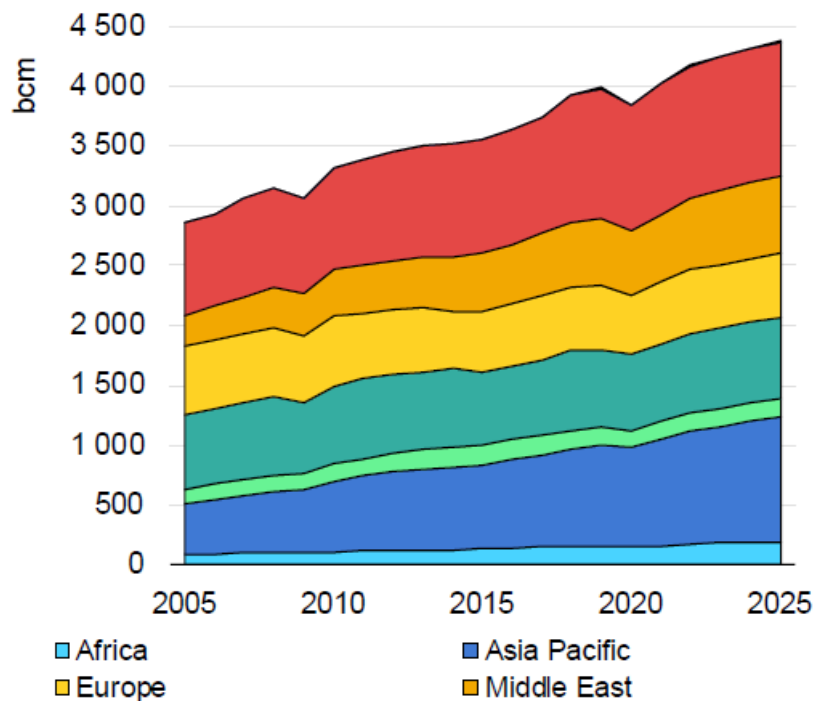


(出典) JOGMEC試算に基づき資源エネルギー庁にて作成

② 国際LNG市場の形成と拡大するアジア需要の取り込み

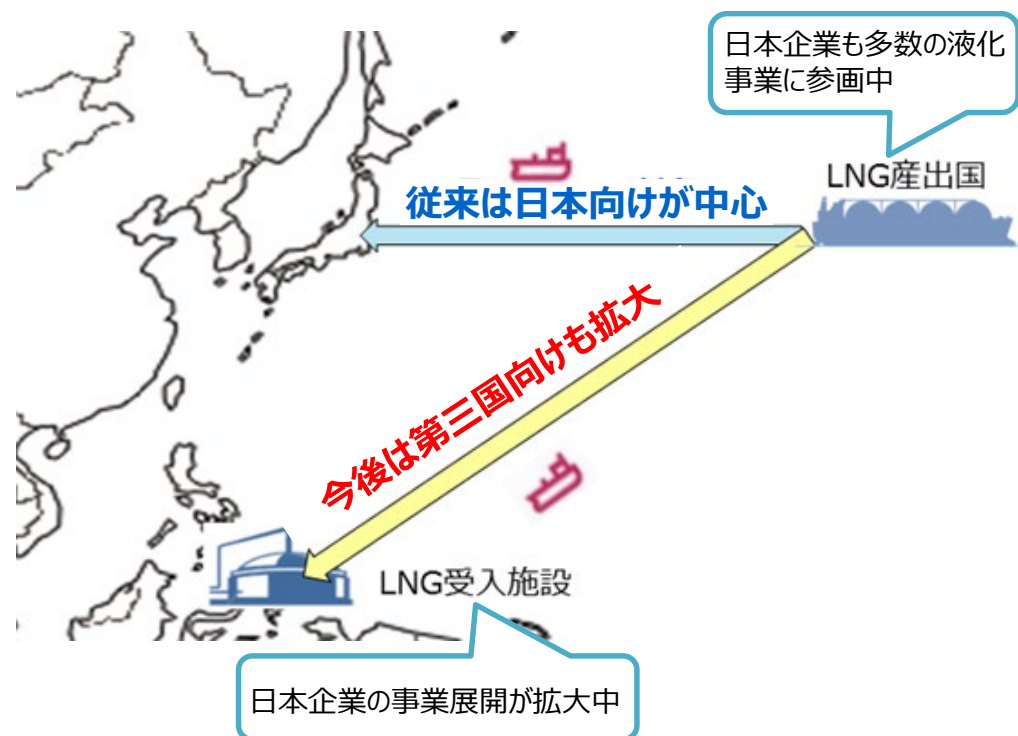
- COVID-19で減少した世界の天然ガス需要は、2021年には再び2019年の水準を超え、その後もアジア太平洋地域を中心として拡大する見込み。
- こうした**アジア需要を積極的に取り込み、柔軟で厚みのある国際市場の形成を主導**することが重要。
- 新たに追加されたJOGMECのLNG受入基地に対する出資・債務保証等のツールを活用し、**LNGの生産から受入までバリューチェーン全体を視野に入れた多角的な政策展開を推し進める**。

世界の天然ガス需要



出典: 出典: IEA「Gas 2020」

外・外取引の推進



③中東情勢の緊迫化

- 中東は、世界の石油輸出の37%を占め、また、多角化が進むLNGにおいても最大の輸出国であるカタール（22%）が位置するなど、引き続き重要な地域。
- 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が発生しており、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。
- **同12月14日**、ジッダ港に停泊中のシンガポール船籍のタンカーへの攻撃が発生。
- **2021年3月4日**、ホーシー派がジッダ石油施設への攻撃を主張。

<紅海、イエメン沖>

- 2019年10月11日、ジッダ沖でイランのタンカーが爆発。
- 2020年11月12日、サウジ・ジーザンの海上石油プラットフォームへの攻撃が発生。
- **同11月25日**、サウジ沖でマルタ船籍の石油タンカーが機雷攻撃を受け破損。
- **同12月5日**、イエメン沖で船舶に対する攻撃が発生。
- **同12月27日**、紅海南部で貨物船に対する機雷攻撃が発生。アラブ連合がイラン製機雷5発を除去。

<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。
- **2021年3月7日**、サウジ東部の港の石油タンク、及びダンマムのアラムコ施設に対する無人機及びミサイル攻撃が発生。ミサイルは全て迎撃。

<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、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、イラン革命ガードがイラク駐留米軍基地に対し、弾道ミサイルを発射。
- 同1月以降、イラク駐留米軍基地や在イラク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連続発生。
- **同11月27日**、テヘラン近郊において核科学者が殺害。
- **2021年2月15日**、イラク北部エルビル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。

<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。
- 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、イラン海軍がホルムズ海峡付近の公海上で、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。
- 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。
- **2021年1月4日**、イラン革命ガード海軍がホルムズ海峡付近で、韓国船籍のタンカーを拿捕。
- **同2月26日**、オマーン湾でイスラエルの事業者が船主のバハマ船籍の自動車運搬船への攻撃が発生。

③ 調達先の多角化と権益の確保

- 日本が引き続き石油・天然ガスの安定供給を確保していくためには、**調達先の多角化**が不可欠。
- 国内資源開発に加え、積極的な資源外交やJOGMECのリスクマネー供給等を通じ、更なる海外権益の確保が必要。

ロシア【原油・天然ガス】

- 地理的に近接しており、チョークポイントを通過せず輸入が可能。
- 極東・東シベリア・北極圏における石油・天然ガス開発へ日本企業が参画・関心。**
- 2016年12月の日露首脳会談以降、日露の官民で合意した**多数の石油・天然ガス関連のプロジェクトは着実に進展。**
- 2019年9月、日本企業が参画する北極LNG2プロジェクトが最終投資決定。2023年生産開始予定。

UAE (アブダビ首長国) 【原油】

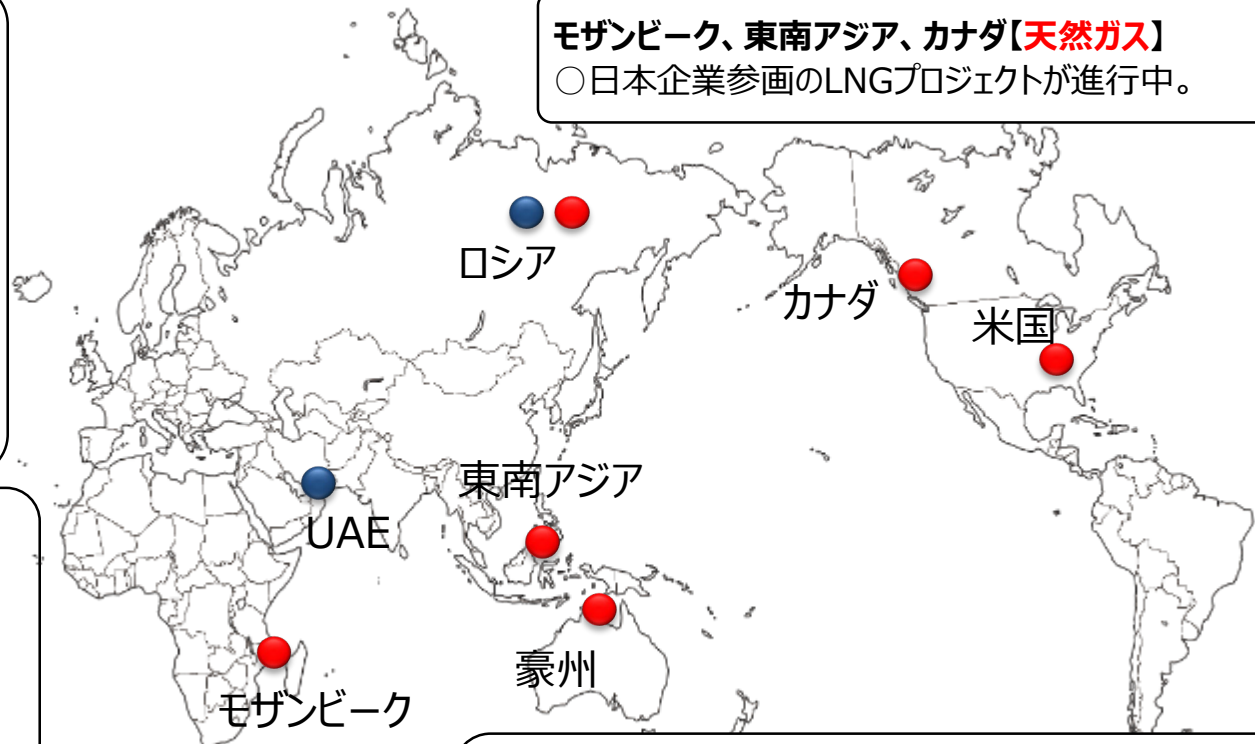
- 我が国の石油権益を維持・拡大するため、広範な分野で協力を実施。
- アブダビの油田には、**我が国自主開発権益が最も多く集中。**
- 2015年4月、我が国企業が巨大な**陸上油田の権益を新たに獲得。**
- 2018年2月、主要な**海上油田の権益を再獲得。**

豪州【天然ガス】

- 日本企業参画のLNGプロジェクトが進行中。
- イクシスLNGプロジェクトは日本企業が主導する初の大型LNGプロジェクト。2018年に生産開始。

モザンビーク、東南アジア、カナダ【天然ガス】

- 日本企業参画のLNGプロジェクトが進行中。



米国【天然ガス】

- 日本企業参画のLNGプロジェクトが進行中。
- 2016年以降、LNGの輸出を開始。
- 2017年1月に、**シェールガス由来のLNGが初めて日本に輸入**（短期契約）。
- 2018年5月、**日本として初めての長期契約に基づく米国シェールガス由来のLNGの輸入**を開始。

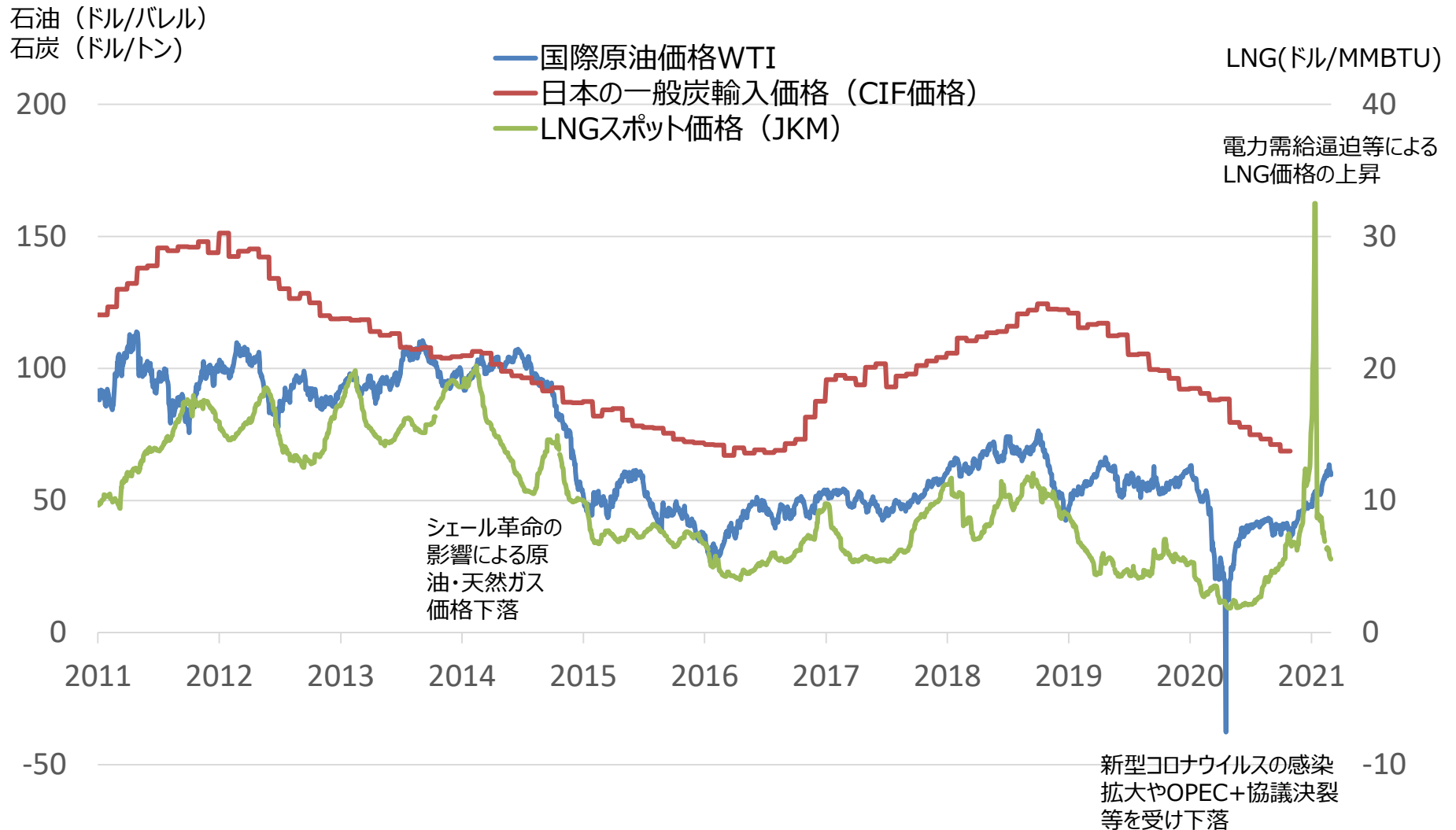
③石油備蓄を活用したアジアのレジリエンス向上に向けた取組

- 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、アジア諸国は、原油の中東依存度が高く、十分な備蓄を保有していない国も多く、アジア全体のレジリエンス向上が課題。
- 「アジア諸国との間で、例えば、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」（新国際資源戦略）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、緊急時のアジアの第三国への原油融通を可能とし、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、例えば、フィリピンやベトナム等の緊急融通の受け手となる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を積極的に進めていく。



④原油、LNG、石炭の価格変動

- 原油やLNGは、中東情勢緊迫化等による世界的な需給バランスの影響で価格変動が大きい。
- 石炭は他の燃料と比較して安定した価格で推移。

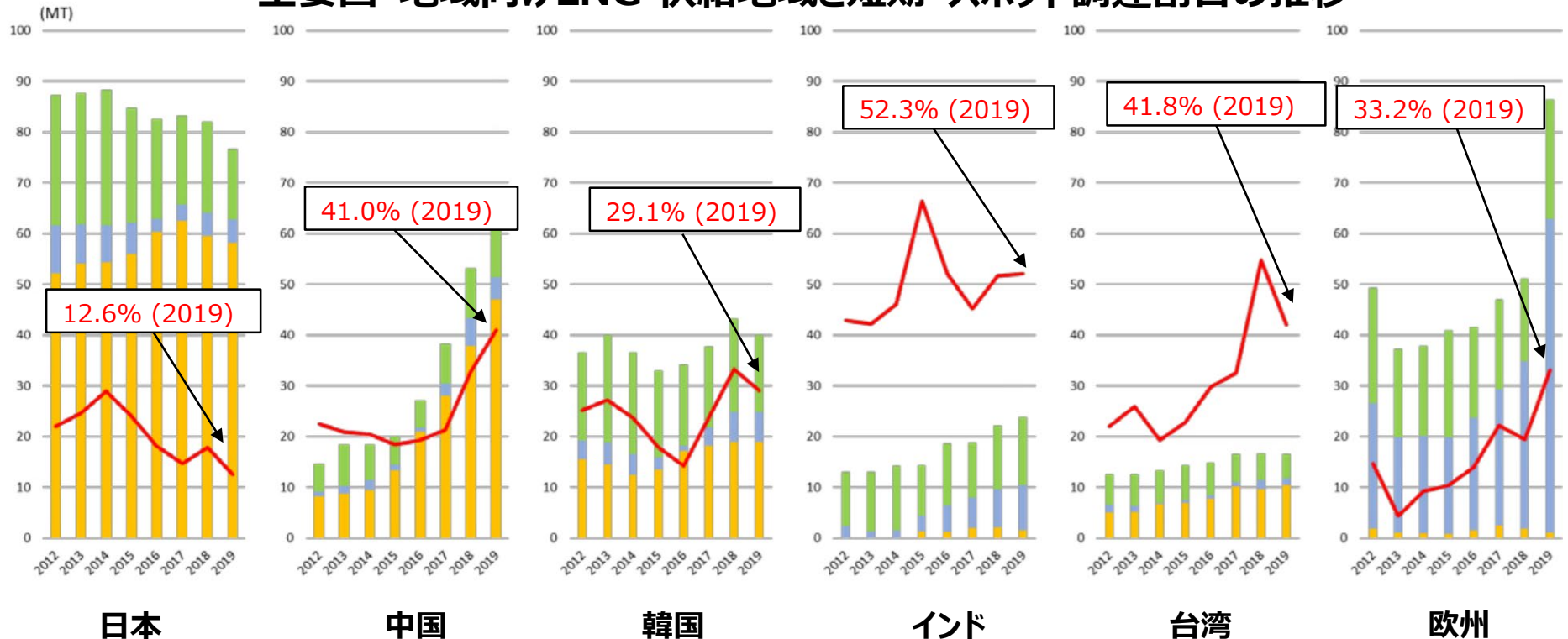


(参考) LNG需要国・地域の短期・スポット調達割合

- **日本**は、LNG 需要が減少しているため、**短期・スポット LNG 調達割合も減少傾向**。(2019年：約12.6%)
- **中国**は、LNG 需要が急増。増加分ほぼ全てを太平洋地域、特に豪州から調達。**短期・スポット調達割合も増加傾向**にある。(2019年：約41.0%)
- **欧州**は、2018 年以降、引き取り手のつかない米国産LNG を吸収してきた。**短期・スポット LNG の調達割合も増加傾向**。(2019年：約33.2%)

※本資料の「短期・スポット調達」とは、
契約期間4年以下の契約によるLNG調達を示す。

主要国・地域向けLNG 供給地域と短期・スポット調達割合の推移

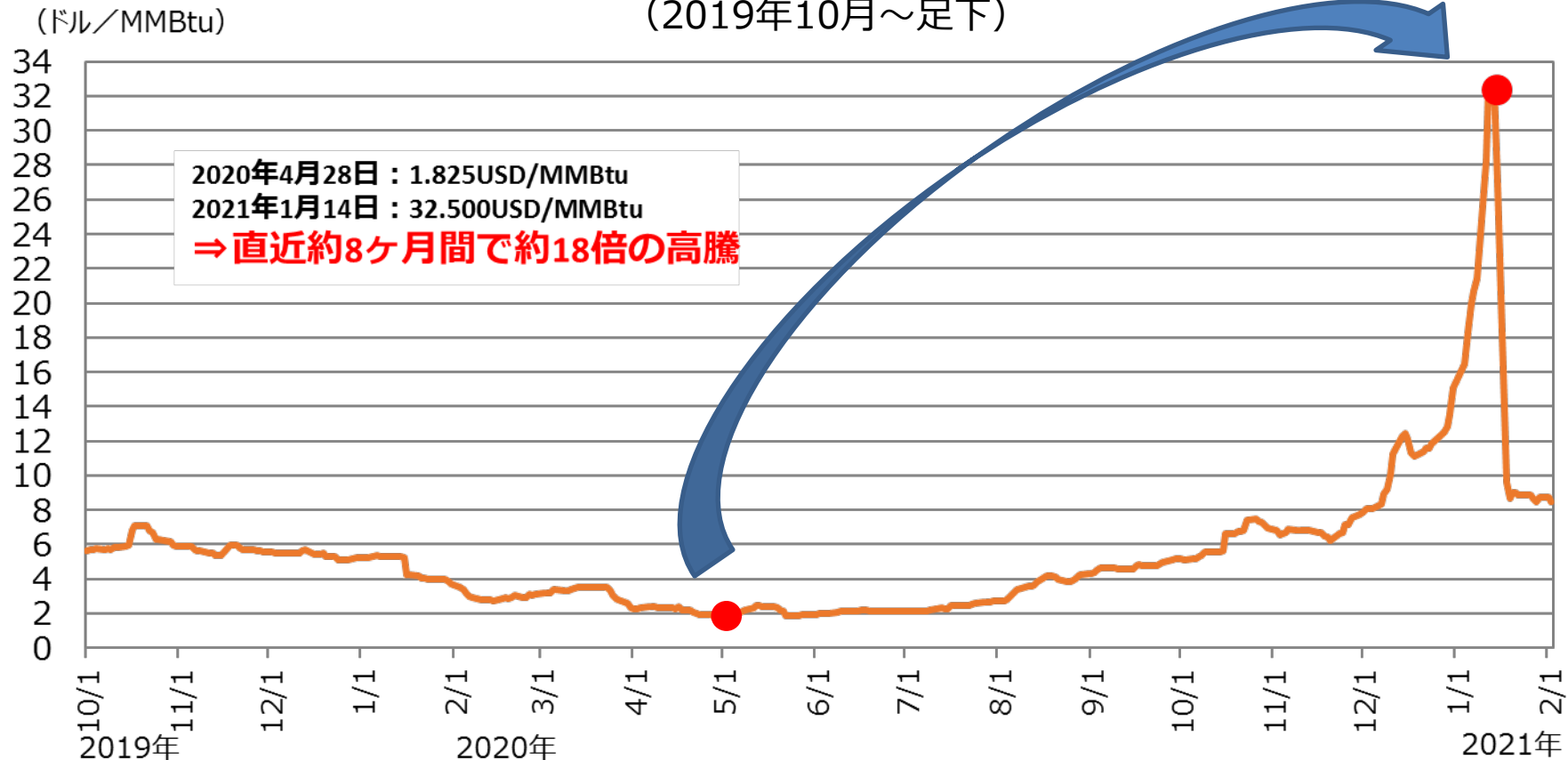


■ : 太平洋
 ■ : 大西洋
 ■ : 中東
 — : スポット比率

④2020年後半～2021年1月のLNG市場について

- 年初の電力需給逼迫に伴う急激なLNG在庫の減少時にスポット市場から迅速に十分な量を確保できず。
- 2021年1月15日時点で、北東アジア向けLNGスポット価格は**32USD/MMBtuを突破**（直近約8ヶ月間で**18倍以上**の高騰）。日本が冬を迎え、長期契約をベースとする供給量では足りない量をスポット市場から調達する時期に、中国・韓国も同じようにLNGの急激な需要が発生する可能性が極めて高くなっており、それによる一過性の価格の高騰、マーケットのタイト化が課題。

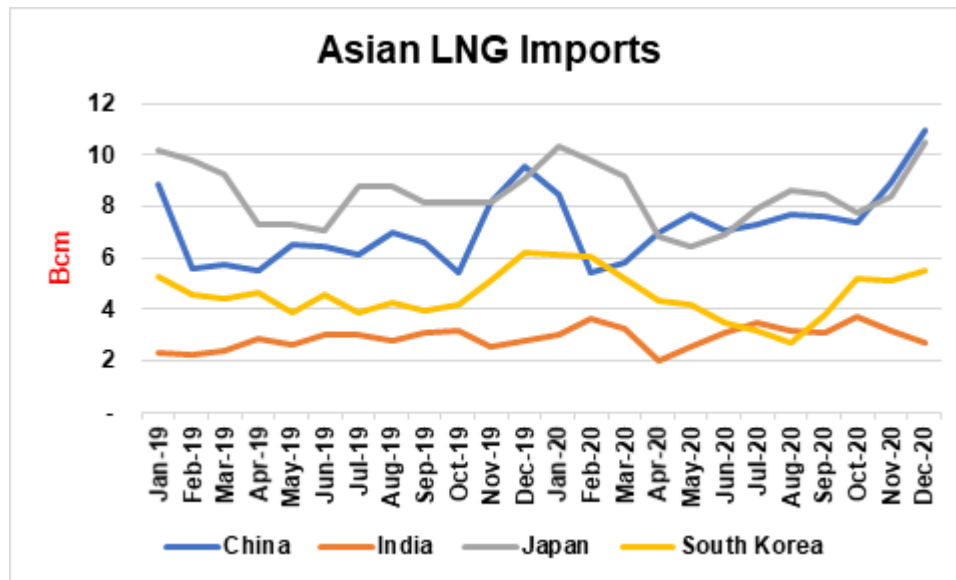
Platts社 Japan Korea Marker (JKM)の推移 (2019年10月～足下)



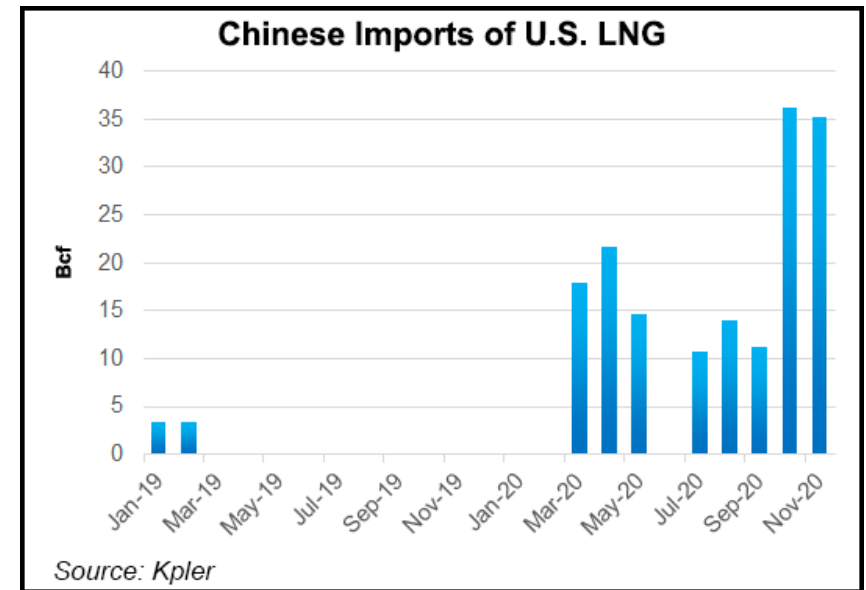
④ LNGスポット価格高騰の要因（需要サイド）

- 寒波による北東アジアでの気温低下に伴い、冬季の暖房需要等に向けて、LNG需要が急激に増加。
- 2020年12月26日に中国の海関総署（税関）が公表した数値では、**同国の11月次LNG輸入量は661万トンで前月比31.6%増、前年同月比では1.6%増**となった。（12/7付 Plattsより）

日・中・韓・印の月別LNG輸入量推移（2020年）



中国の米国産LNG輸入量推移（2019～20年）



（出典） S&P Global Platts

（出典） Natural Gas Intelligence
<https://www.naturalgasintel.com/china-buying-more-u-s-lng-to-meet-winter-demand-but-still-far-below-phase-one-targets/>

(参考) LNGスポット価格高騰の要因 (供給サイド) : ①LNG供給設備におけるトラブル多発

- 2020年の夏以降、豪Gorgon LNGプロジェクトを始め、世界各地の主要LNGプロジェクトにてトラブルが多発。
- LNG 液化プラントは従来故障率が低く、昨年のように例年の数倍もトラブルが多発する確率は非常にまれ。要因として、米国LNGプロジェクトを中心に初期トラブルが発生した可能性や、メンテナンスの延期 (※) が影響した可能性が想定される。

※油価下落に起因するコストダウンのため、春先に予定されていた定期修理が、秋口や 2021 年に延期された。これが回転機器の摩耗等を原因とするトラブルを増加させた可能性が考えられる。

2020年のLNG供給設備等における主なトラブル

※赤枠は日本企業と長期契約締結

国名	プラント等	事象	容量(MTPA他)	期間
米国	サビンパス	ガス放出による1,2号タンク(各160k m3)破損 (修理完了、使用許可待ち)	-	2018/1/22 -
	エルバアイランド T2	コンプレッサー出火	0.25	5/13 -
	サビンパス T1-5	ハリケーンによる停止	4.5 x 5	8/24 - 9/9
	キャメロン T1-3	ハリケーンによる停電、航路内バージ沈没	5 x 3	8/26 - 10/21
	サビンパス T1	熱酸化装置火災、航路内リグ沈没	4.5	10/11 - 11/9
	フリーポート T1	コンプレッサー出火	5.1	10/21 - 11/9
	フリーポート T1-3	電カハンチング	5.1 x 3	11/14 - 18
	サビンパス(パイプライン)	NGPLパイプライン供給停止	-	11/19 - 21
	豪州	ゴージン T1-3	プロパン容器割れ	5.2 x 3
マレーシア	マレーシア T1, 3, 7	生産不調	2.8, 2.8, 3.85	11/3 - 14
	マレーシア T6, 8	生産不調	3.2, 3.85	12/7 -
台湾	国聖原発第1ユニット	冷却水システム異常	-	12/14 -
カタール	カタールガス T4	混合冷媒コンプレッサー不調	7.8	11/19 - 12/13
ノルウェー	ハンメルフェスト T1	ガスタービン火災	4.2	9/28 - 2021/10/1
	パイプライン	ストライキ	-	10/1 - 9
トリニダード・トバゴ	アトランティック T1	フィードガス不足	3	2020 -
ナイジェリア	ナイジェリア	計画外停止	3.2/4.1	10/20 -
	ナイジェリア(パイプライン)	ガスパイプライン爆破	-	11/24

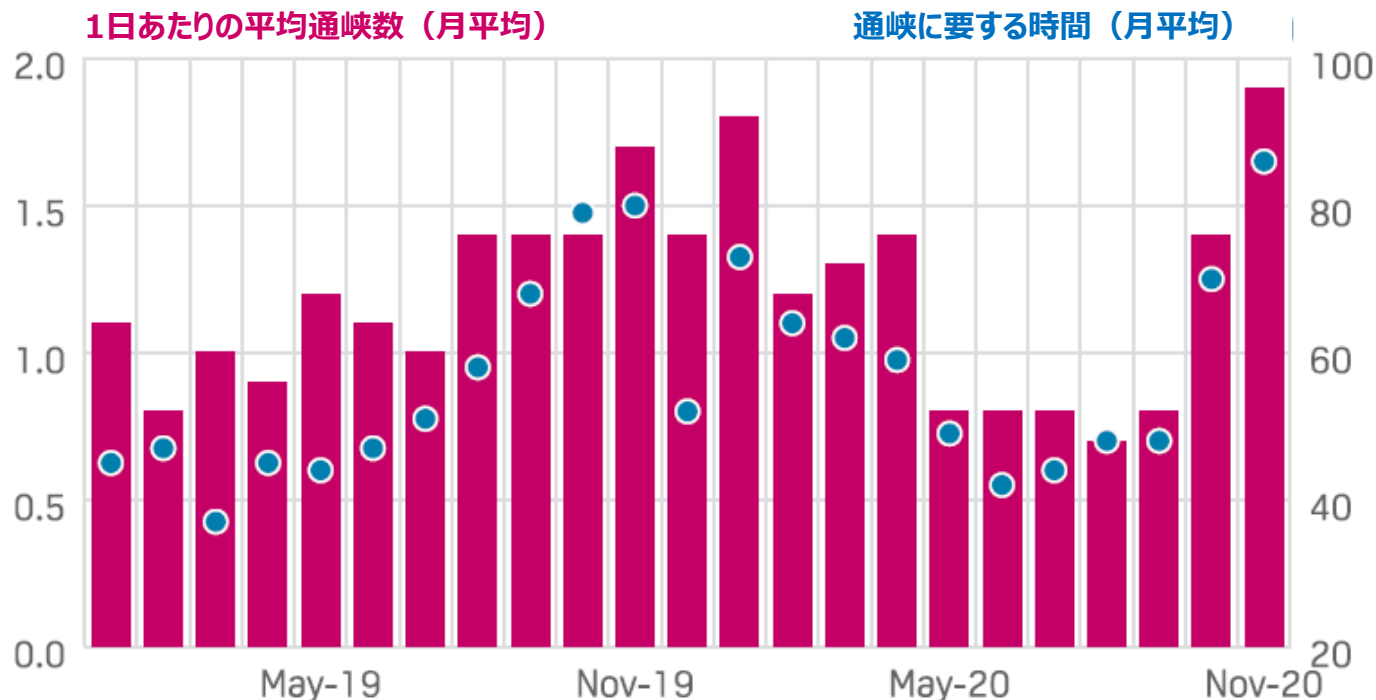
(参考) LNGスポット価格高騰の要因 (供給サイド) : ②パナマ運河における通峡渋滞

- パナマ運河を通峡遅延の主な原因として、**濃霧、通峡船舶数の増加、新型コロナウイルス対策の安全手順追加に伴う通峡時間増加**に加え、**LNG船に対する運航上の制限**（夜間通峡の禁止、コンテナ・客船の通峡が優先される等）も挙げられる。
- これに伴い、多くの米国産 LNG 船はパナマ運河を避けて東進することを余儀なくされており、アジア地域への LNG 輸送にかなりの時間およびコストがかかっている。

(参考：航路別 北米産LNGの日本への輸送所要日数)

パナマ運河経由：20日間、喜望峰経由：34日間、スエズ運河経由：31日間

パナマ運河におけるLNG船の1日あたり平均通峡数と平均通峡所用時間



⑤エネルギー源ごとの調達時における強み弱み

- 日本におけるエネルギー輸入は他国と大きく状況が異なる面もあり、エネルギー源ごとによる強み弱みを認識し、ポートフォリオを組む必要がある。

	石炭	石油	天然ガス	電力
調達・国内融通の柔軟性	○ 保存が効き、 調達は容易	○ 保存が効き、 荷下ろし後の国内融通 が簡易	△ 保存が効かず、 荷下ろし後の国内融通 は難しい	
地政学リスク	○ チョークポイントリスク低	△ チョークポイントリスク高	○ チョークポイントリスク低	× 国際関係線なし
価格のボラティリティ	○ 石油・天然ガスに比べ 安価で安定	△ 直近ではマイナス価格 になるなどボラティリティ 高め	△ 長期契約は原油価格 リンク。他方、スポット価 格は近年急騰するなど ボラティリティ高め。	

(参考) LNGの特性 (石油と異なり備蓄が困難なLNG)

- LNGは、天然ガスをマイナス160℃以下に冷却し液化。防熱処理を施したLNGタンクに保管しても、少しずつ温度が上昇し、**時間とともに徐々に気化してしまう** (※)。
(※) LNG火力発電所に併設されるタンクとして一般的である約8万トンのLNGタンクにおいては、毎日80トンが気化 (= 約3年で全量気化) する。
- こうした特性もあり、LNGの在庫管理はコストがかかるため、経済性の観点から、**原油と同様な形でLNG備蓄は困難**。実際の運用では、電力会社は、LNGを常時海外から調達しながら、10～20日分の在庫余力を維持しつつ、LNGを使用している。

常温で気化するLNG



LNG基地

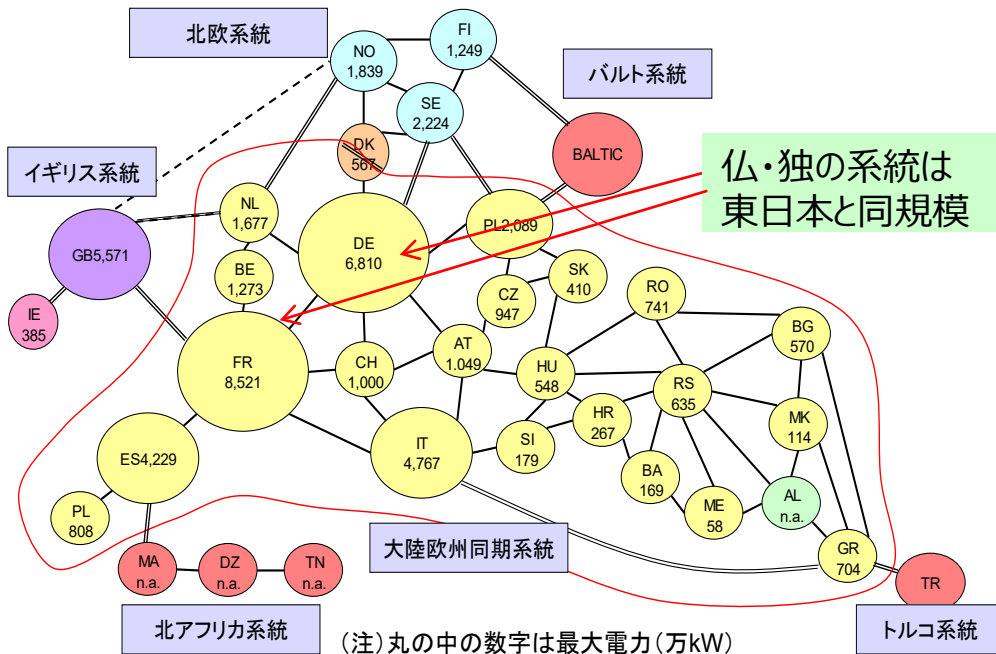


(参考) 日本の送電網 (系統) の比較

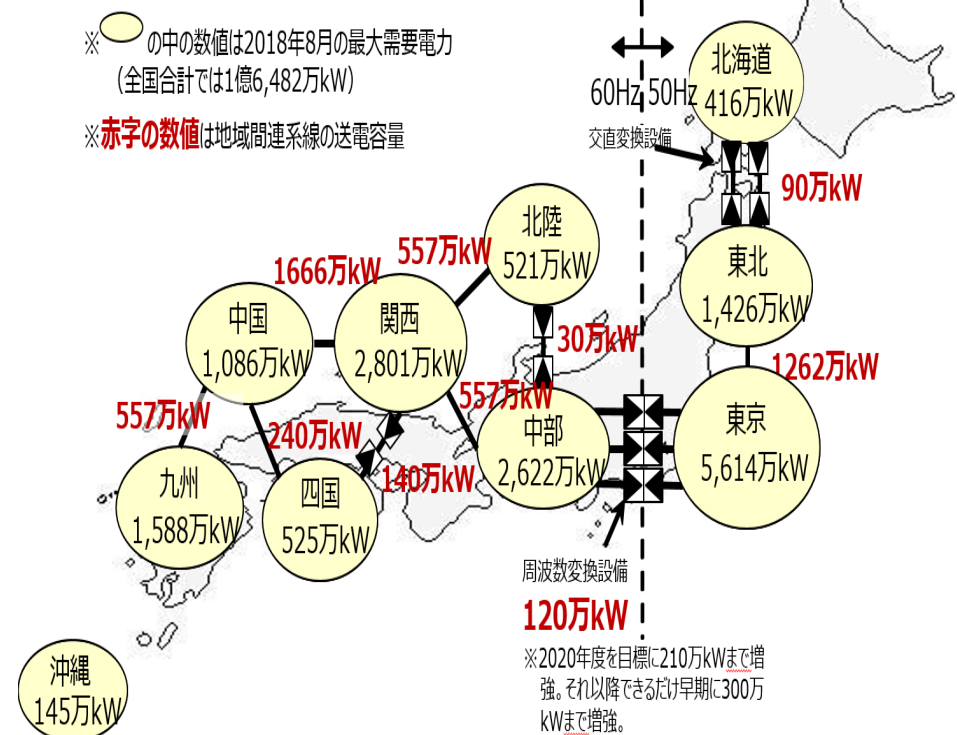
- **欧州は、欧州全体でメッシュ型の送電網を形成。国内での供給不安時には他国から原子力・石炭など多様な電源種による電力融通を受けることが可能。**
- 一方で、**日本は国際連系線※が無く、自国内の電源のみで供給力確保をする必要があるのに加え、エリア間の融通可能量 (送電容量) に制限あり。このため、自国内のみの電源構成・融通制約を踏まえながら安定供給を確保しなければならない。**

※国際連系線の実現に向けては、電力の安定供給など安全保障上の問題や、長距離の海底ケーブルを建設する高コストに見合う効果があるかという経済性の問題、両国間のルールの違いなどを克服するための国内法・国際法上の制度整備等、様々な課題がある。

<欧州>



<日本>



大陸欧州の系統規模：約3.8億kW

日本の系統規模：約1.6億kW

⑥エネルギー技術自給率（海外依存度）

- エネルギー分野における技術自給率も分野によって偏り。強い分野を維持・強化する取組が不可欠。

低炭素化技術

品目 世界シェアトップ3

太陽光 パネル [2019]	①ジンコソーラー（中）	[11.7%]
	②JAソーラー（中）	[8.4%]
	③トリナソーラー（中）	[8.2%]

風力 発電機 [2019]	①ヴェスタス（デンマーク）	[16%]
	②ゴールドウインド（中）	[13%]
	③GE（米）	[11%]

高効率 火力 (ガスタービン) [2015]	①GE（米）	[43%]
	②シーメンス（独）	[37%]
	③三菱日立パワーシステムズ（日）	[16%]

脱炭素化技術

品目 世界シェアトップ3

水素 (FCV) [2018]	①トヨタ自動車（日）	[61.6%]
	②現代自動車（韓）	[31.8%]
	③本田技研工業（日）	[5.3%]

蓄電池 (電動車用) [2019]	①パナソニック（日）	[28.2%]
	②CATL（中）	[21.2%]
	③LG Chem（韓）	[14.2%]

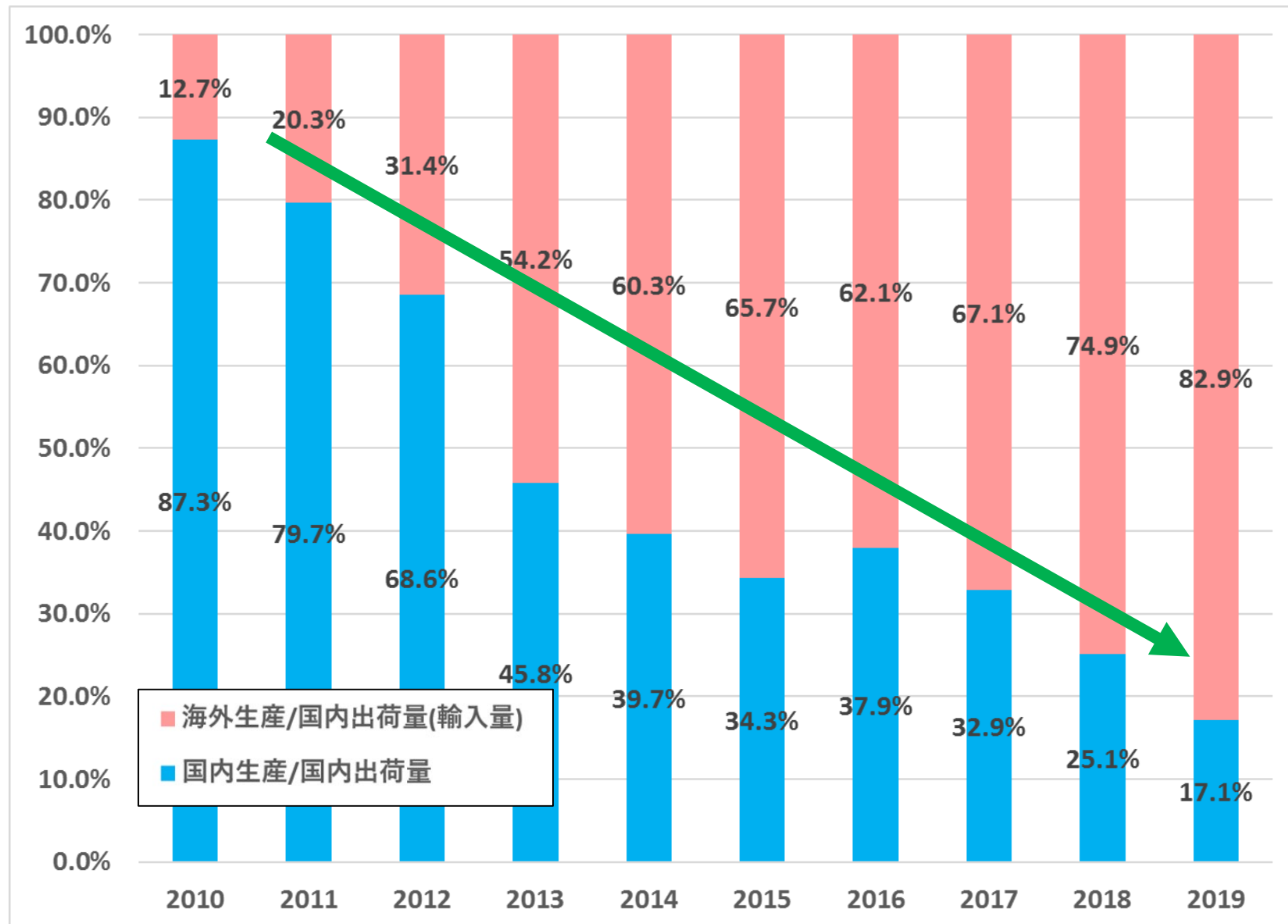
原子力 (運転中軽水炉) [2019] ※基数ベース	①アレバ（仏） + 三菱重工	[20%]
	①ウエスチングハウス（米）	[16%]
	③GE（米） + 日立	[12%]
	・	
	・	
⑦東芝	[3%]	

(出所) 太陽光パネル：2019年の速報値。資源総合システム社調べ。
風力発電機：Bloomberg New Energy Finance
ガスタービン：MHI提供資料より資源エネルギー庁作成

FCV：「2019年度版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」（富士経済）に基づきNEDO作成
蓄電池（電動車用）：「2020年版 HEV、EV関連市場徹底分析調査」（富士経済）に基づき作成
原子力：「世界の原子力発電開発の動向 2020年版（日本原子力産業協会）」より資源エネルギー庁作成

(参考) 日本の太陽光パネルにおける海外シェア

- 日本製が高い世界シェアを誇った太陽光パネルも、現在は輸入に依存する割合が拡大。

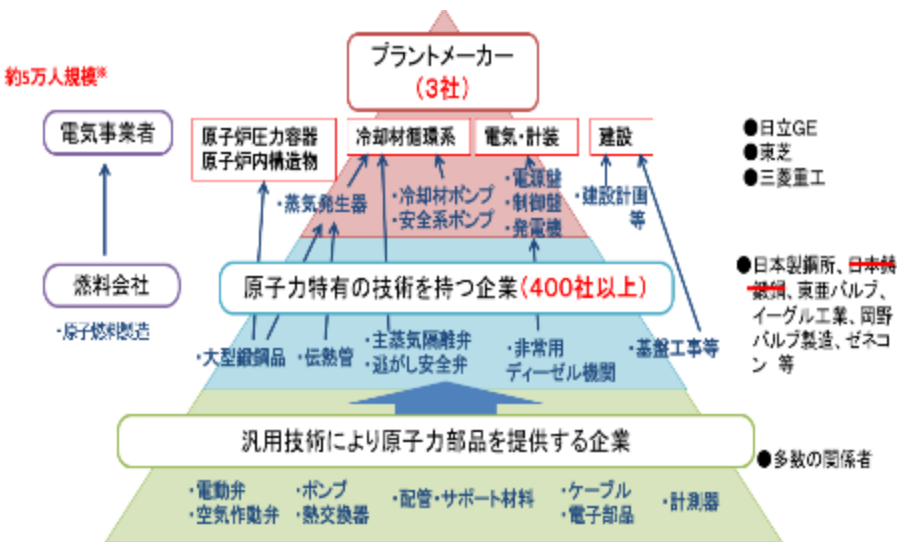


(出典) 資源総合システム社調べ

(参考) 原子力の技術自給率

- 原子力の技術は、当初は海外からの機器輸入割合も高かったが、**1970年以降に営業運転を開始した原発の多くで国産化率90%を超えており、国内企業に技術が集積されている分野**である。
- 新型コロナウイルスの拡大によって、様々な産業分野でサプライチェーンの国内回帰の声もある中で、**原子力産業は、安定的に電力を供給するためのサプライチェーン（約1,000万個の部品点数）を国内に持つ強み**がある。

原子力発電のサプライチェーン



原子力発電所の国産化率の推移

発電所	東海 (黒鉛炉)	美浜1号 (PWR)	高浜2号 (PWR)	美浜3号 (PWR)	柏崎刈羽5 (BWR)	柏崎刈羽7 (ABWR)
運転開始年	1966	1970	1975	1976	1990	1997
国産化率 (%)	35%	58%	90%	93%	99%	89%

廃炉決定済

(出典) 原子力発電の効率化と産業政策 国産化と改良標準 (RIETI)、電力会社HP

⑥資源外交を通じた鉱物資源国との関係強化

- 供給源の多角化や鉱物の資源国との関係強化を図るため、首脳・閣僚レベルでの資源外交を展開。

アフリカ

➤ Mining Indaba (2020年2月)

→ 南アフリカで毎年開催される世界30カ国以上の閣僚級が会するアフリカ鉱業大会に例年通り参加し、松本副大臣が各国（南ア・コンゴ民・ルワンダ等）とのバイ会談を実施。また、基調講演では日本の民間企業らも参加。

➤ 日アフリカ官民経済フォーラム (2018年5月)

→ 南アフリカで開催された「日アフリカ官民経済フォーラム」に参加し、世耕大臣とムスクワ ザンビア鉱業・鉱物資源開発大臣のバイ会談を実施。
→ 世耕大臣同席の元、JOGMECがコンゴ・ザンビア両政府との間で、鉱物資源分野における協力事項をまとめたMOUを締結。

フィリピン

➤ 鉱業規制への対応

→ 2019年8月16日、フィリピン環境天然資源省レオネス副大臣と経済産業省 磯崎副大臣が鉱業分野に関する覚書に署名。
→ 同年11月5日、第一回官民合同会議を開催し、鉱業分野における投資環境改善と協力関係強化について協議。日本企業の当面の懸念について解決。

インドネシア

➤ 新鉱業法への対応

→ 2009年1月、インドネシアは、未加工鉱石の輸出を禁止する新鉱業法を制定。
→ これまで首脳会談等を通じて懸念を伝えていたが、本措置は2014年1月に施行。
→ 2017年1月、一部条件付きで輸出が暫定的に5年間許可されたが、2020年1月にニッケル鉱石の輸出禁止措置が2年間前倒しで実施された。
→ 引き続き状況を注視。

ペルー

➤ 世耕経済産業大臣訪問(2016年11月)

→ タマヨエネルギー鉱山大臣と会談を実施し、両首脳立会の下、二国間関係強化にかかる覚書に署名。

➤ ビジ環・官民合同会議の開催(2018年10月)

→ 鉱山省 インチャウステギ副大臣を9月末に招聘。
→ 10月にはEPAに基づくビジネス環境整備小委員会、2016年の覚書に基づく官民合同鉱業会議を開催。
→ 2019年5月、フォローアップ会合を実施。

チリ

➤ 安倍総理中南米訪問 (2014年7月)

→ 二国間の鉱業分野における投資環境整備、技術開発等関係強化に係る覚書に署名。
→ 総理は日本企業が100%権益を持つカセロネス銅鉱山への開山式にも出席。

➤ 官民合同会議の開催(2016年4月)

→ 2016年4月、上記覚書に基づき、チリ進出企業等を含めた官民合同会議を実施。
→ 2019年5月、覚書を無期限とした上で更新。



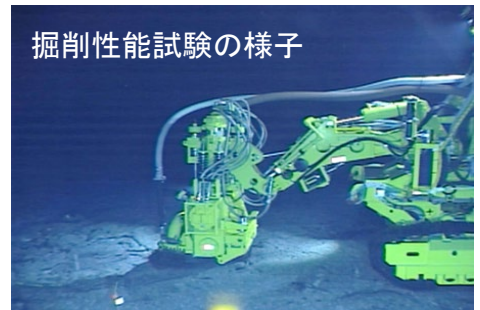
(参考) 海洋鉱物資源開発に向けた取組

- 我が国の領海・排他的経済水域（EEZ）の広さは世界第6位を誇り、その海底には、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の存在が確認されている。経済産業省は、「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。
- CN社会の実現に向けて、鉱物資源の安定供給を強化する上では、**国産の海洋鉱物資源開発に向けた取組も進めていくことが必要**。

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 (重希土も含む)
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、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し、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。



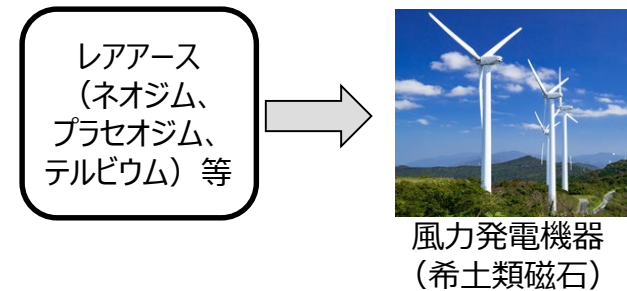
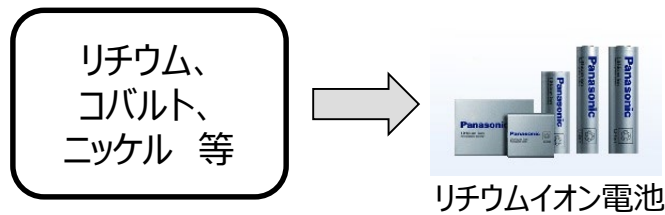
(参考) カーボンニュートラル社会の実現に必要な金属鉱物資源

- 2050年カーボンニュートラルに向けては、徹底した省エネを含むエネルギー転換が必須となることから、それらに必要な金属鉱物資源の安定的な確保が課題。
- 特に、今後普及拡大が見込まれる**再エネ発電や電動車（EV、FCV等）の製造に欠かせないレアメタル等の一部は、特定国に埋蔵・生産が偏在することによる供給リスクあり。**

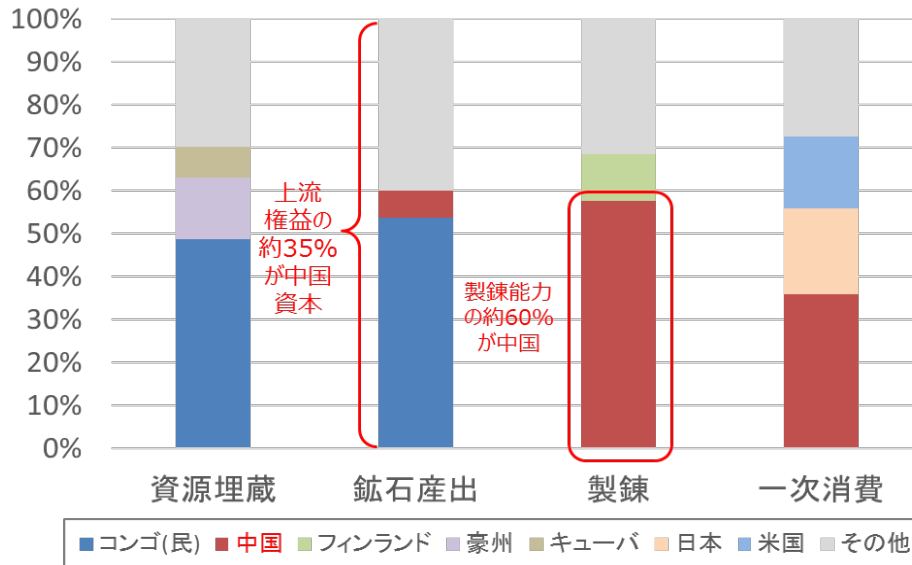
	システム・要素技術		必要となる主な非鉄金属	
再生可能エネルギー部門	発電・蓄電池	風力発電	銅、アルミ、レアアース	 風力発電機器 (希土類磁石)
		太陽光発電	インジウム、ガリウム、セレン、銅	
		地熱発電	チタン	
		大容量蓄電池	バナジウム、リチウム、コバルト、ニッケル、マンガン、銅	
自動車部門	蓄電池・モーター等	リチウムイオン電池	リチウム、コバルト、ニッケル、マンガン、銅	 リチウムイオン電池
		全固体電池、次世代電池	リチウム、ニッケル、マンガン、銅	
		高性能磁石	レアアース	
		燃料電池（電極、触媒）	プラチナ、ニッケル、レアアース	
		水素タンク	チタン、ニオブ、亜鉛、マグネシウム、バナジウム	

(参考) レアメタルの安定供給

- 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。**

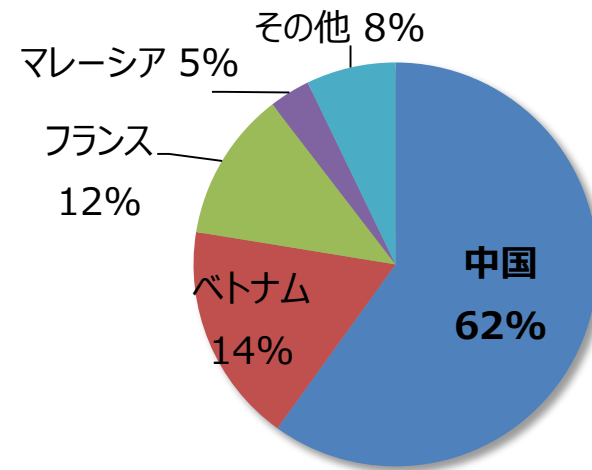


コバルトの各工程での各国シェア



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

(参考) レアースに係る中国の最近の動向

- 中国はサプライチェーン全体でレアース産業への統制を強めつつあり、将来的にレアースが輸出管理対象となった場合には、日本企業への深刻な影響も懸念される。
- 日本は、各国と連携しながら供給源の多角化をはかり、中国外のサプライチェーン構築を進めることが重要。



国内レアース産業への管理を強化。特定品目の輸出や中国域外の流通についても管理強化の方向。

■レアース・ショック：

1990年代に中国産レアースが安価な価格で市場を席卷。しかし、2010年以降、中国が輸出枠を大幅削減したことにより、輸出が一時停滞し、レアース価格が高騰。

経済産業省は、①中国以外の国における権益の確保、②リサイクルや省資源・代替材料に関する技術開発等、③中国政府の輸出規制に対するWTO提訴（2015年に中国は輸出制限措置を撤廃）等の対策を実施し、軽希土類については供給途絶リスクを低減することに成功。一方で、重希土類は引き続き中国にほぼ100%依存。

■中国輸出管理法：


2020年12月1日、輸出管理法施行により中国製の規制品目を含む製品の再輸出の際に、中国域外であっても中国政府の許可を義務付け。規制対象は安全保障関連品目が想定されているが、デュアルユース品目への対象拡大等の動きを要注視。

■希土管理条例案公表：

2021年1月、国内のレアース産業の管理強化を目的とする条例案を公表。採掘・分離精製の総生産量やトレーサビリティ等の規制と罰則を明文化。


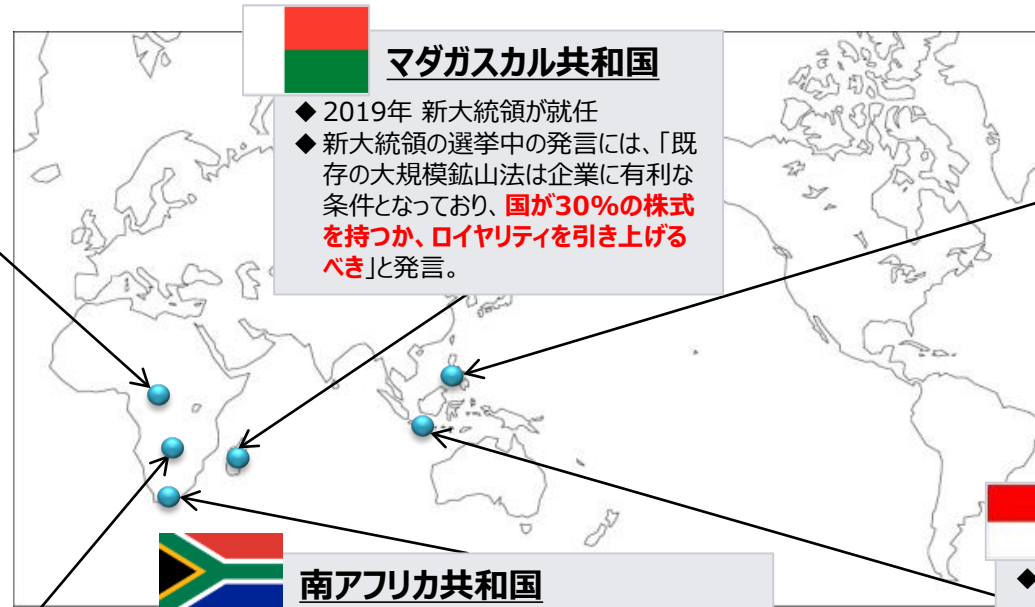
(参考) 資源ナショナリズムの先鋭化

- インドネシアの鉱業法改正による事実上の鉱石輸出禁止措置（2009年法改正、2014年実施）のように資源ナショナリズムの先鋭化が我が国企業の事業活動に多大な影響。
- こうした動きは他の資源国（フィリピン、アフリカ諸国等）にも広がりつつある。




コンゴ民主共和国

- ◆ 18年 改正鉱山法が国民議会で可決、カビラ大統領署名により公布された。**戦略的鉱物資源に対するロイヤリティ引上げ**等が盛り込まれている。（コバルトは10%に引き上げられた）
- ◆ 19年 新大統領就任、政権交代。
- ◆ 20年には、精鉱輸出禁止の動きあり。




マダガスカル共和国

- ◆ 2019年 新大統領が就任
- ◆ 新大統領の選挙中の発言には、「既存の大規模鉱山法は企業に有利な条件となっており、**国が30%の株式を持つが、ロイヤリティを引き上げるべき**」と発言。




フィリピン

- ◆ 17年 **新規鉱業ライセンスの発給を停止**する大統領が発令。
- ◆ 18年 **新規露天掘り鉱山の開発を禁止**する大統領令が発令。
- ◆ 18年 鉱業法改正案が下院委員会で承認。**鉱石輸出に対し20%以上の高関税を賦課**。実質的な輸出禁止に近い内容。現在も審議中。




ザンビア

- ◆ 12年以降、銅とコバルトに加え、亜鉛等の鉱石にも**10%の輸出税を賦課**。12年に、**付加価値税の還付を廃止**。
- ◆ 16年に、銅価格に応じた**新たなロイヤリティ制度**を閣議決定。



南アフリカ共和国

- ◆ 17年 BEEによる**採掘権30%保有やローカルコンテンツ要求**等が盛り込まれた改正鉱業憲章が発表。
- ◆ 18年 パブリックコメントを経て、**高付加価値化 (Beneficiation) 義務** や、黒人企業 (BEE) への**26%の資本譲渡義務**を内容とする改正鉱業法案が閣議決定。



インドネシア共和国

- ◆ 09年に鉱業法を改正。ニ企業等への**51%の資本譲渡を義務付け**。
- ◆ 14年 高付加価値化義務により、**事実上の鉱石等の輸出禁止**。

⑥サイバーセキュリティ対策について

- 近年、サイバー攻撃の事案は増加傾向。従来の情報窃取等を目的とした攻撃だけではなく、**社会インフラに物理的なダメージを与えるサイバー攻撃のリスクが増大**。テロリストや他国家によるサイバー攻撃は、大規模停電のように生命・財産への脅威となり得る。
- **国民の安全に責任を持つ政府と、電力の安定供給に責任を持つ事業者が連携し、対策に取り組む必要**。

海外のインシデント

ロンドンオリンピック会場へのサイバー攻撃（イギリス、'12）

開会式の開催中、会場の電力システムを狙った攻撃が40分間に渡って1000万回以上行われた。



製鉄所の溶鉱炉損傷（ドイツ、'14）

製鉄所の制御システムに侵入し、不正操作をしたため、生産設備が損傷。



核施設へのサイバー攻撃（イラン、'09）

マルウェアStuxnetが、制御系内システムにUSBを通じて感染



変電所へのサイバー攻撃（ウクライナ、'15）

事務系から侵入したマルウェアCrashOverrideの感染により、変電所が遠隔制御された(数万世帯3～6時間停電)



ランサムウェア“WannaCry”（世界約150ヶ国、2017年）

5月12日頃から、マイクロソフト製品の脆弱性※1を悪用したランサムウェア※2「WannaCry」に感染する事案が発生。14日頃から国内においても被害を確認。

※1 本脆弱性の修正プログラムは、2017年3月にマイクロソフトから公表済み。

※2 WannaCryに感染するとコンピュータのファイルが暗号化され、コンピュータが使用できない被害が発生。攻撃者は暗号の解除に「Ransom（身代金）」を要求することから、このような不正プログラムをランサムウェアと呼ぶ。

ランサムウェア“LockerGoga”（2019年1月以降）

製造業等を標的とした新種のランサムウェア「LockerGoga」業務系システムへの攻撃が、制御系システムの運用に大きな支障をもたらす事象が発生。プラントの制御自体には支障がないものの、生産計画へのアクセスができないことによって操業を継続できないなどの被害が発生している。（ノルウェー・アルミ製造会社、アメリカ・エポキシ樹脂製造会社等）

複雑なサプライチェーンによる脅威の例：携帯端末に不正プログラムが仕掛けられた事例

フラッシュメモリに不正プログラムが仕掛けられた事例

- 2016年、**米国セキュリティ会社が携帯電話のフラッシュメモリのファームウェアに仕込まれている不正プログラムを発見**。
- 中国企業が開発・製造したもので、ユーザーの同意なしに、72時間おきに携帯電話内の情報が中国のサーバーに送信される。

⑦過去の大规模地震におけるエネルギー需給面の主な対応

- 災害時には、電力・石油・ガスそれぞれにおいて、復旧活動を行うとともに、エネルギー源間の復旧スピード等を活かした**相互融通も実施**。需要側からみた**エネルギー間ポートフォリオも適切に構築していく必要**。

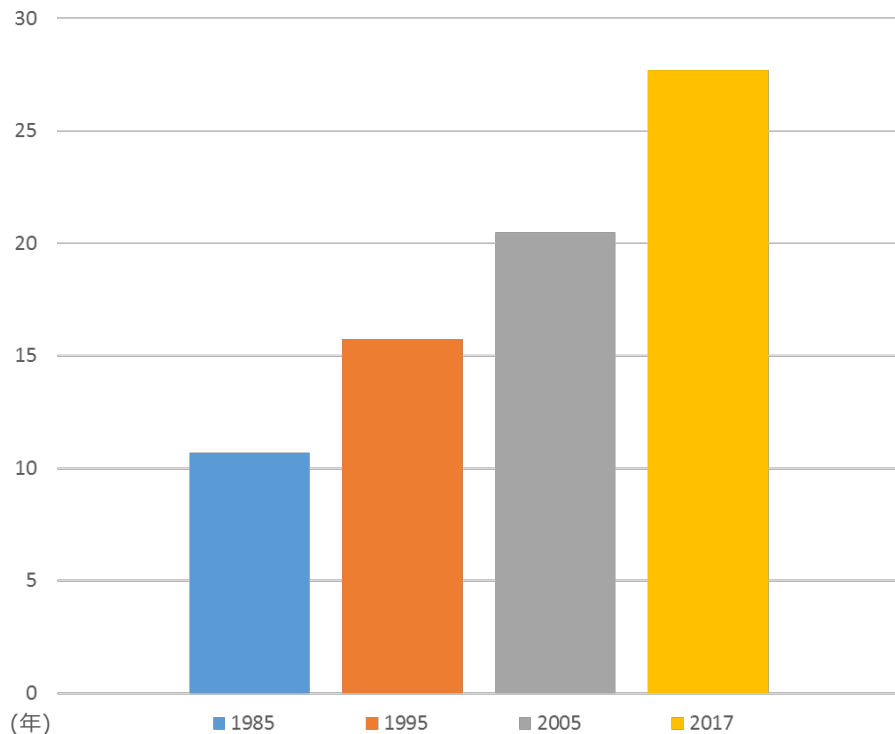
	電力	石油製品・LPガス	都市ガス
東日本大震災 (平成23年3月)	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生直後、東北電力管内で約466万戸、東京電力管内で約405万戸が停電 東日本の電力供給力は一挙に大きく低下したが、東日本(50Hz帯)の電力不足に対して、西日本(60Hz帯)からの余剰電力の融通を十分に行う事等ができなかったため、2011年3月14日以降、東京電力管内で、計10日間計画停電の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 震災発生直後より、医療機関や警察、消防を始め各方面から差し迫った石油製品供給の要請 政府は、石油連盟、全国石油業共済協同組合連合会、石油元売各社と協力して対応体制を構築し、24時間態勢でこれらの要請に対応 LPガスについては、他地域からの輸送体制を強化する等して被災地への供給確保を行うと共に、軒下在庫の活用及び仮設住宅への供給等を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 復旧に1年近い期間を要することが見込まれていた仙台市ガス局のLNG基地に代わり、新潟-仙台間を結ぶ広域天然ガスパイプラインによる代替供給を行い、供給再開作業が可能となった結果、大震災から1カ月強で復旧を完了
熊本地震 (平成28年4月)	<ul style="list-style-type: none"> 4月16日の本震では、最大476.6千戸が停電。4月20日、崖崩れ等により復旧が困難な箇所を除いて、高压配電線への送電が完了。 傾斜した鉄塔の仮復旧工事の間、停電が長期化すると見込まれた阿蘇地域には、発電機車により送電を継続し、4月27日までに仮復旧工事が完了し、4月28日、全ての発電機車の切り離しを完了 	<ul style="list-style-type: none"> 被災地においては、中核SSが発災後速やかに営業を再開し、警察・消防等の緊急車両や災害復旧車両に対する優先的な石油供給を発災後の10日間で延べ1,600回実施 阿蘇地域に配備した電源車の発電用燃料を継続的に給油するため、電源車を配備した地点へのミニローリーによるSS・小口配送拠点とのピストン運送等を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 4月16日の本震により西部ガス熊本支社のほぼ全域でガスの供給が停止し、同社は日本ガス協会に対して復旧活動の救援要請 発災後15日目となる4月30日には不在など需要家都合により開栓できない場合を除き、全ての低压需要家への供給を再開
北海道胆振東部地震 (平成30年9月)	<ul style="list-style-type: none"> 9月6日、ブラックアウトが発生し、北海道全域において約295万戸の電力供給が停止 発災約1ヶ月後の10月4日に停電は解消 	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生以降、電力が回復するまでの約2日間、病院・通信施設・上下水道等の重要施設では非常用発電機が稼働しており、発電機を連続稼働させるために必要な燃料の備蓄が不足していたことから、6日未明から約300件の緊急供給要請に対応。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生直後、停電により一部のガス製造所において製造が停止したが、非常用発電設備が自動起動し、地震発生から1時間後には、3製造所からのガスの供給を再開

⑧電源設備の高経年化

第2回持続可能な電力システム構築小委員会 (2019.11.20) 資料1より抜粋

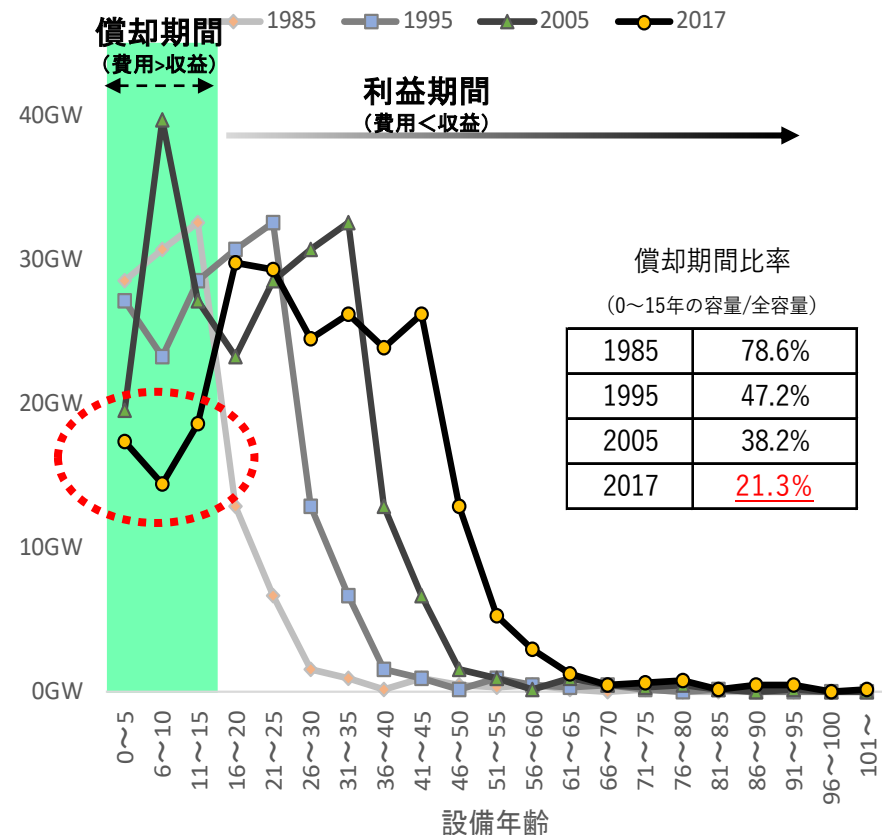
- 北海道のブラックアウトの教訓も踏まえ安定供給を支える多様な電源・供給力の確保が必要。特に、**設備年齢（ビンテージ）が高経年化**する中で、**再エネの大量導入**に対応していくためにも、**中長期的に適切な供給力・調整力のための投資を確保し、最新の電源の導入や多様化・分散化を促進していくことが必要。**
- 電力自由化による競争活性化は電力料金の抑制に貢献しているが、**償却が終わった効率性の低い老朽電源が温存され、多額の資金が必要な電源への投資が進まない可能性。**

電源設備の平均設備年齢 ※水力以外の再エネ除く



出典：電気事業便覧（全国主要発電所）より

設備年齢階層別の設備容量



⑨電力レジリエンスの重要性

- 北海道胆振東部地域におけるブラックアウト事故や台風15号の被害を通して、大規模な災害の多い我が国における**非常時のエネルギー安定供給の重要性が顕在化**。
- 連系線の増強、発電・送電設備の安全投資の確保などの課題に着実に対応する必要。

北海道胆振東部地震に伴う大規模停電の教訓

◆ブラックアウトの概要

機器破損や送電線の損傷など、複数の要因により最終的にブラックアウトが発生。

- 苫東厚真火力発電所（2号機・4号機）の停止
- 風力発電所の停止
- 水力発電所の停止
- 苫東厚真火力発電所（1号機）
- ブラックアウトの発生

◆再発防止策

・運用上の対策

- 周波数低下リレー（UFR）の整定値の検証
- 最大規模発電所発電機の運用方法の見直し
- 太陽光・風力のUFRの整定値の検証
- 周波数制御機能（ガバナフリー、AFC等）の再評価

・設備形成上の対策

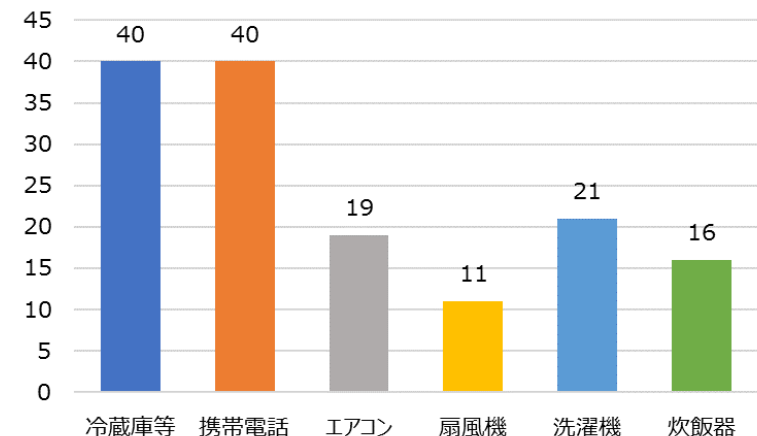
- 北本連系線の更なる増強
- 発電設備・送電設備の保安の検討

検証委員会を立ち上げ、
ブラックアウトの原因を詳細に追究、再発防止策を検討

台風15号におけるエネルギー供給事例

- 2019年の台風15号による停電において、住宅用太陽光発電設備において自立運転機能の利用により停電時においても電力利用を継続できた家庭が**約8割**との調査結果（JPEAのアンケート調査）。事業用太陽光発電設備においても、近隣住民へ電力を提供する事例が存在。

自立運転機能で助かったもの

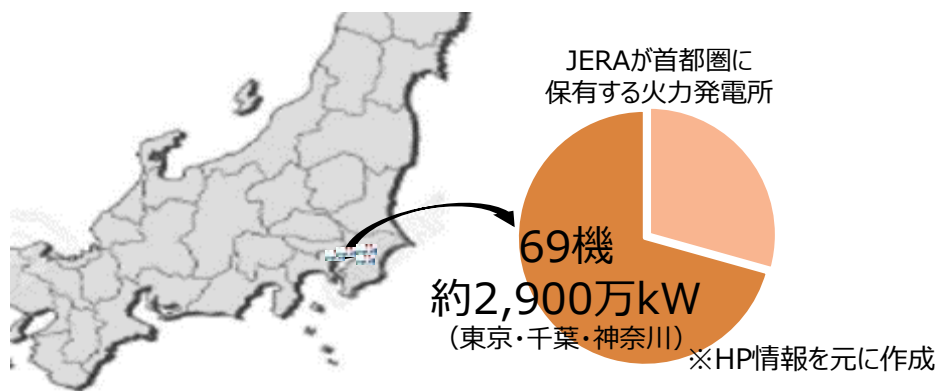


非常時における電力ニーズ、
分散電源の重要性が顕在化

(参考) 災害時のレジリエンス向上への貢献

- 分散型電源の導入を進める一方で、小規模／大規模電源も含め電源を日本全体で分散化させ、地域間の電力融通と併せて大規模災害時の大規模停電回避など、日本全体でレジリエンスを向上させていく必要。

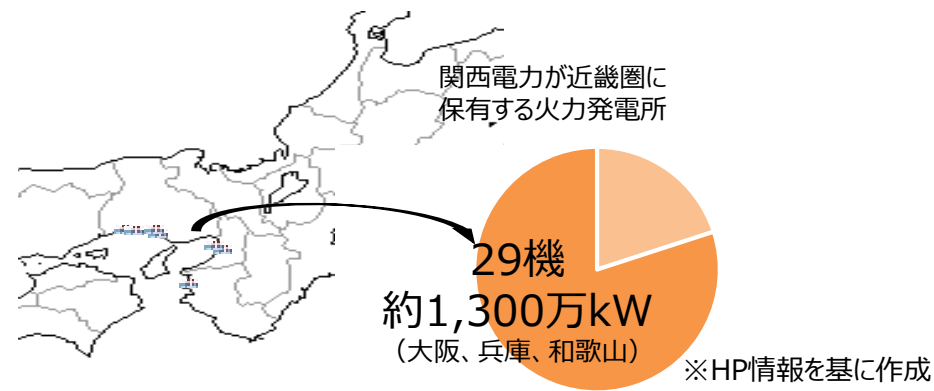
首都圏震災時のレジリエンス



- ✓ JERAが首都圏に保有する全火力発電所の約7割 (約2,900万kW) が東京湾岸に集中。



近畿圏震災時のレジリエンス



- ✓ 関西電力が近畿圏に保有する全火力発電所の約8割 (約1,300万kW) が大阪湾岸や瀬戸内等に集中。



仮に、首都圏・近畿圏で直下型地震等が発生したとしても、日本海側に電源が十分に整備されていれば、供給力不足を回避できる可能性が高まる。

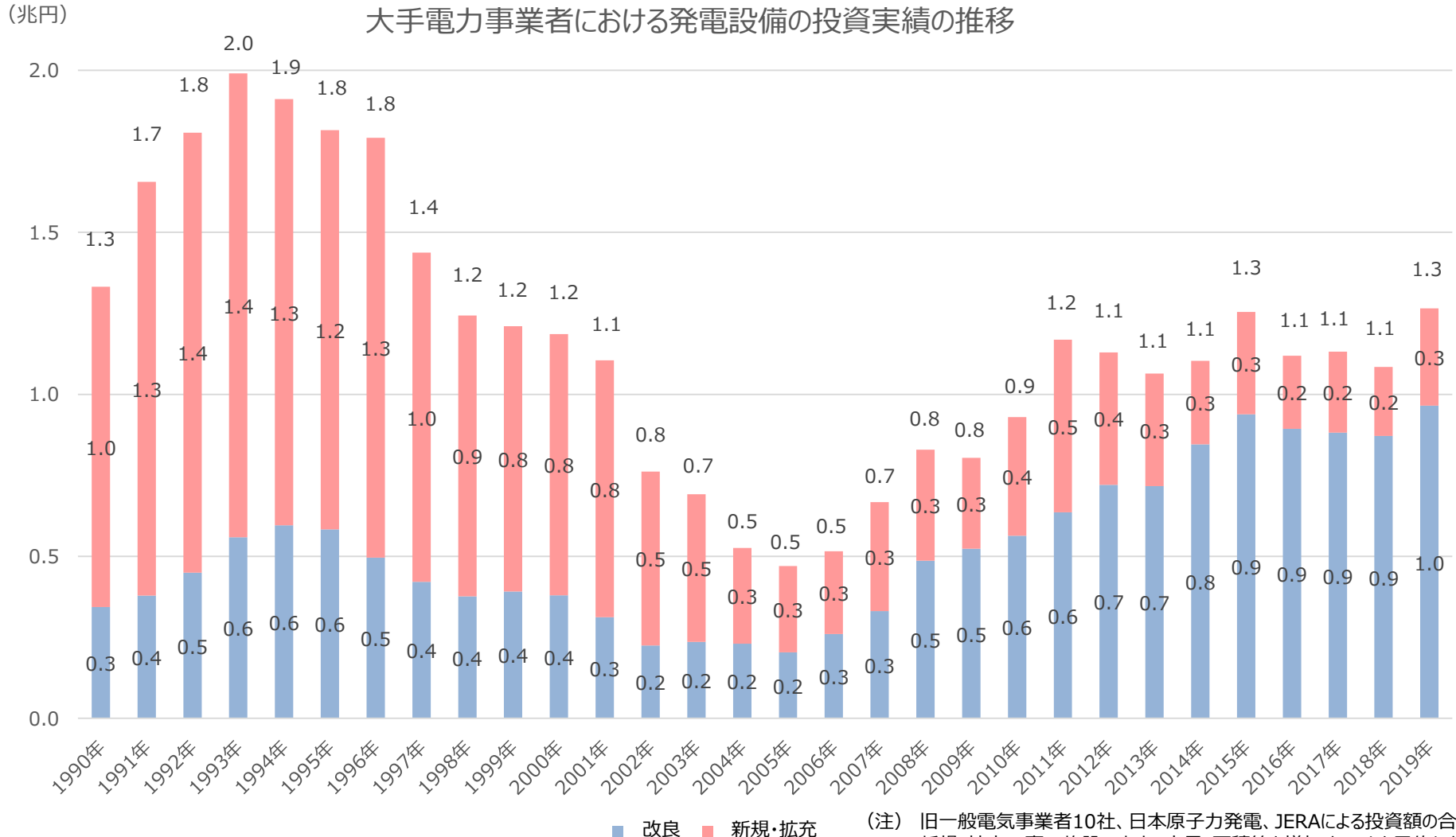
(参考) 東日本大震災時、柏崎刈羽原子力発電所の4基 (約500万kW)、信濃川発電所 (約18万kW) などが稼働

(参考) 阪神・淡路大震災時、高浜・大飯・美浜原子力発電所の8基 (約740万kW) が稼働

(※) 当時、計画停電 (10日間)、夏季の節電要請 (▲15%) を実施

(参考) 日本の発電設備への投資実績

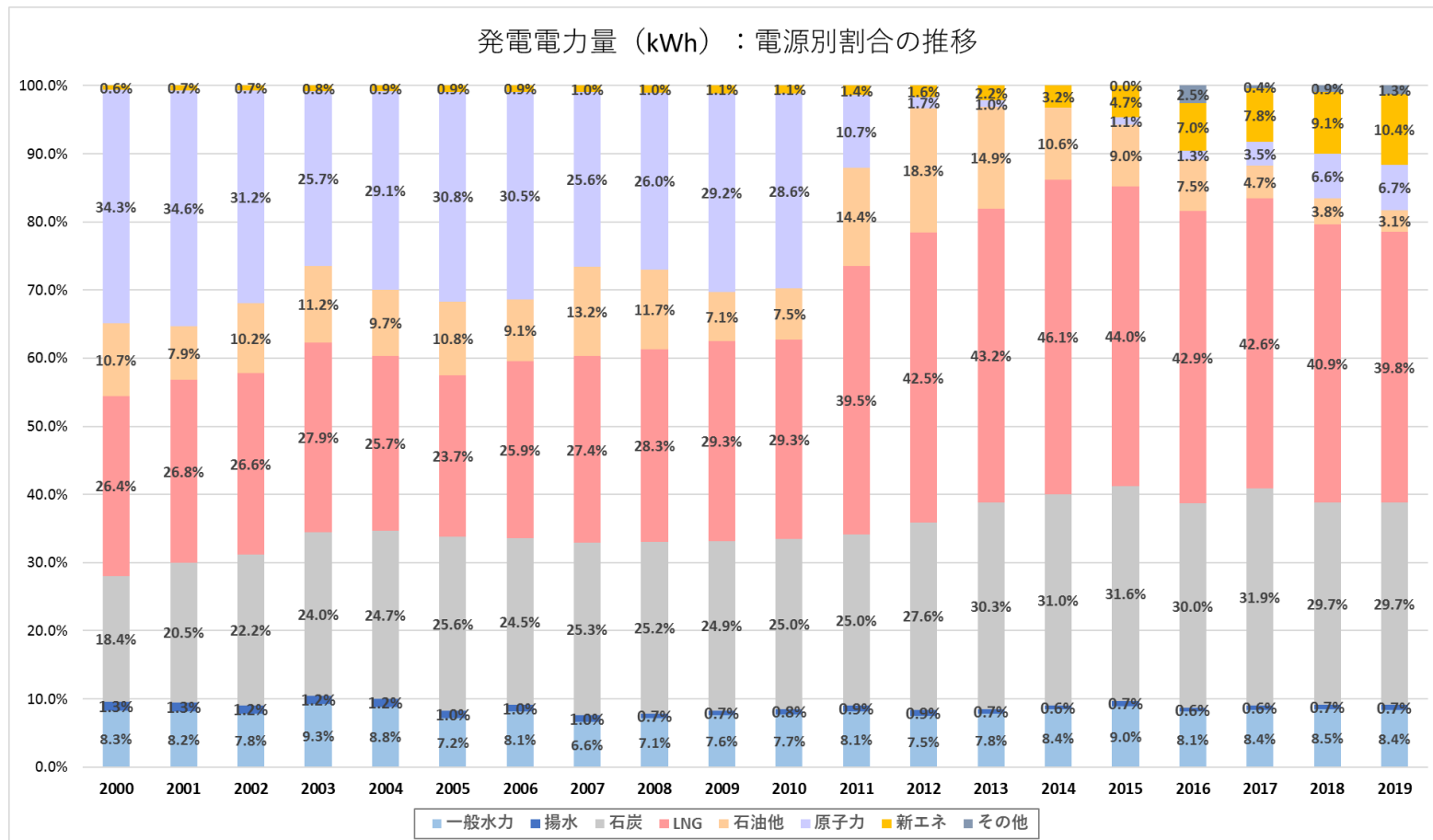
- 大手電力事業者による発電設備への投資は、1993年に2.0兆円となった後、新規・拡充工事が大きく減少。近年、既存施設の改良工事は増加しているものの、**新規・拡充工事は横ばい**。



(注) 旧一般電気事業者10社、日本原子力発電、JERAによる投資額の合計値。
 新規・拡充工事：施設の出力・容量・面積等を増加することを目的とする工事
 改良工事：既設の施設の能率・能力を高める工事

(参考) 発電電力量の推移

- 東日本大震災以降、全国の原子力発電所は順次停止し、**2014年度の原子力発電所の発電電力量の割合は0%**となった。
- 積極的に再エネも導入しているものの、安定供給を確保するためには、これまで休止していた経年火力を再稼働させたり、最新の設備に更新して発電効率を高めるなど、**火力発電所の発電電力量の割合を増加（2009年度約61.4%→2019年度65.7%）し、電力をまかなってきた。**



(出所) 2000～2015年度：電源開発の概要、2017年度以降：供給計画とりまとめ（電力広域的運営推進機関）から作成（自家消費分は含まない）

⑨災害時連携計画

- 一般送配電事業者が災害など緊急時の備えに万全を期すことは、重要インフラである電力の安定供給の観点から極めて重要。一方で、**2019年の台風15号においては、長期停電が問題となった**ところ。
- このため、改正電気事業法に基づき、**一般送配電事業者10社が共同で、停電の早期復旧に向けた事前の備えと災害発生時の協力、地方自治体や自衛隊といった関係機関との連携に関する計画を策定**。2020年7月10日に災害時連携計画の届出を受付。**現場の声**を踏まえながら、**台風をはじめとした災害に備えていく**。

<計画の主な内容>

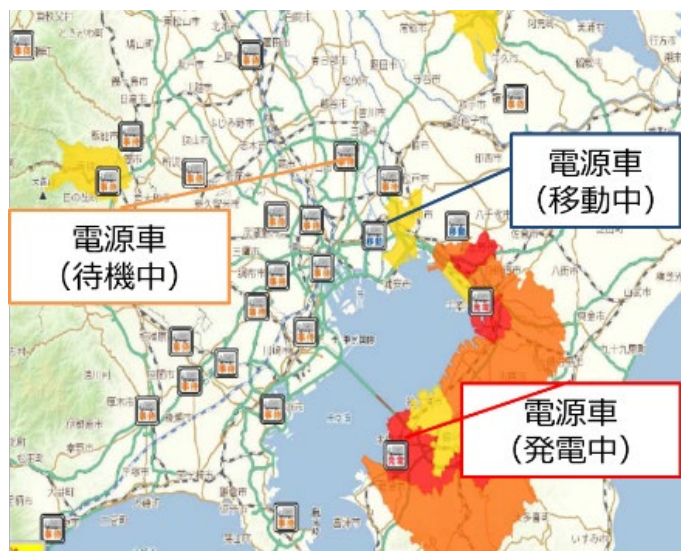
1. **復旧方式等の統一化**：現場での**復旧作業時間が短縮できる「仮復旧」方式を全社で導入**。
2. **電源車の一元的管理**：GPS機能等により、他社を含めた電源車の**位置情報や稼働状況を把握**。
3. **共同訓練**：全国の一般送配電事業者間で、移動を伴わない形で**2020年7月22日に実施。11月に再度実施**。
4. **都道府県との連携**：**道路復旧や倒木処理等の役割分担や連携方策を協議して協定締結等を推進**。

<電柱の仮復旧のイメージ>



補強材を用いた仮復旧

<一元的な電源車管理システムのイメージ>



<災害対応に当たっての現場の声>

- いつ何処にどのような態様で発生するかわからない災害時の対応を支えるのは一人ひとりの現場作業員の使命感と誇り、日頃から築き上げてきた技能・技術であり、その根底では**現場における労働安全衛生の確保が大前提**でなければなりません。

(2019年12月5日第9回電力レジリエンスWG資料3より)

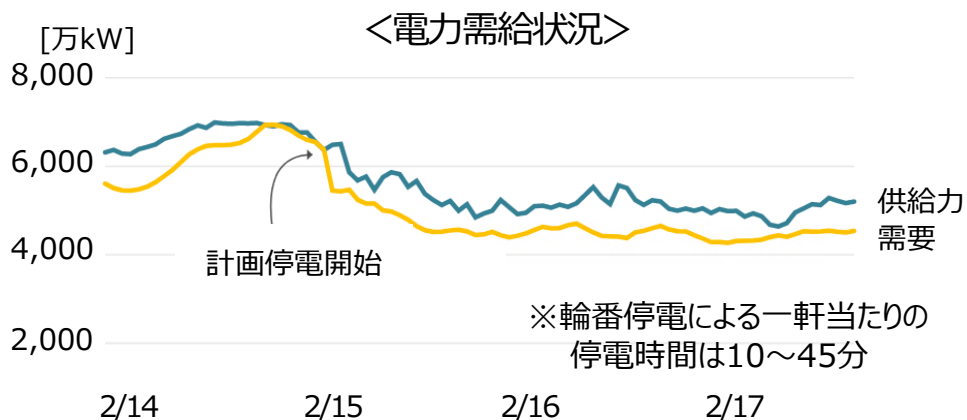
(参考) テキサス州の大規模停電について (2021年2月)

要因

- 電力供給の急激な減少：
 - ✓ 寒波や強風による、ガスパイプラインやタービンの凍結、風力発電設備の凍結・損壊等
 - ➔ 最大4,600万kWの供給力喪失 (内、火力：2,650万kW、風力・太陽光：1,800万)
(2020年11月時点での冬季予備力は2,481万kW、予備率49.8%。ピーク需要予測約5,770万kW)
- 大寒波による電力需要の増加：
 - ✓ 各地でマイナス10度以下となり、1989年以来の最低温度を記録。
 - ➔ 需要は過去最高を更新 (約6,900万kW)

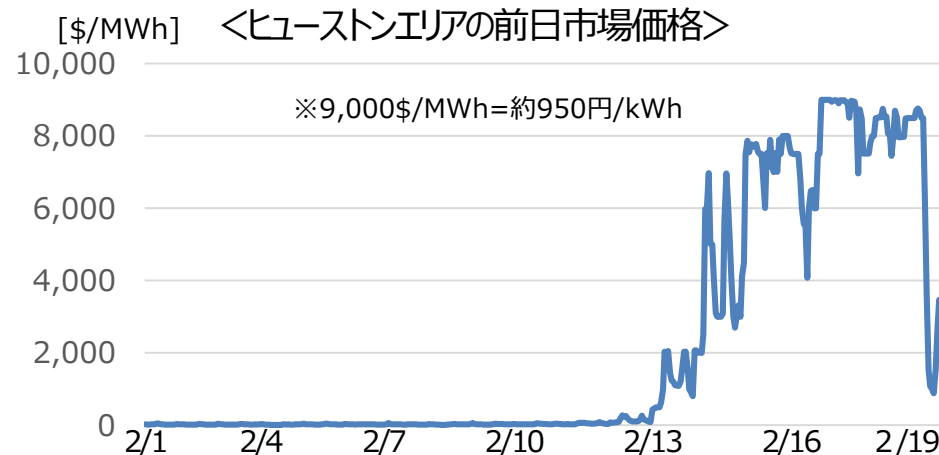
停電・市場価格の状況

- 15～19日の5日間で計画停電を実施。
最大約400万世帯(約32%)が停電。



(出典) Texas Tribune 記事 (2/19)

- 前日市場において約950円/kWh (=上限値)を記録 (1\$ = 106円換算)



(出典) ERCOTホームページ

➔ 直接的な要因は、想定を大きく上回る寒波によるガス供給の途絶や発電設備のトラブル等想定されるが、容量メカニズムが無く供給力が十分に確保されていなかったことも原因の一つとの指摘もあり。

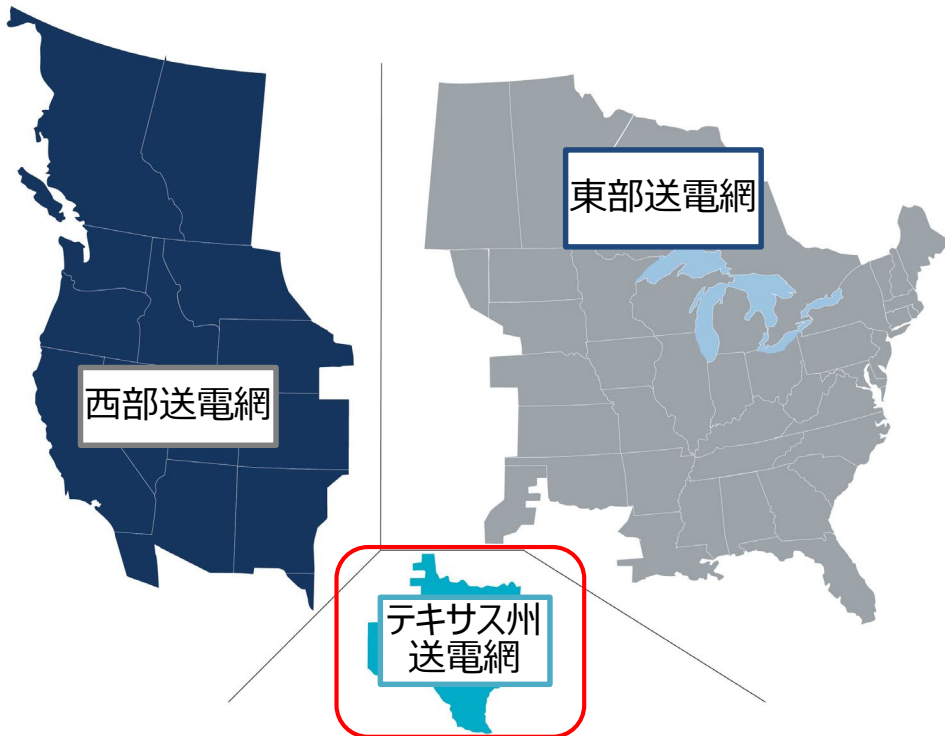
(参考) テキサス州の電力供給・市場制度

- テキサス州のGDPと電力需要は、日本の約40%の規模。
- テキサス州電力信頼度協議会(ERCOT)*管内の電力供給・市場制度には3つの特徴：
 - ➔ ①独立した電力系統、②容量メカニズムなし (=完全市場ベース)、③石炭減少と風力導入

*Electric Reliability Council of Texas. テキサス州の約90%の需要をカバー。送電線の運用を実施。

<①独立した系統運用>

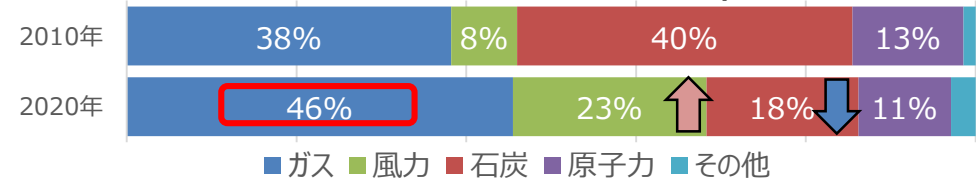
- ✓ 東西から独立。地域連系線の容量は小さく、外部からの電力融通は限定的



※東部、西部、テキサスそれぞれが独立で運用

<②石炭減少と風力導入>

テキサス州の電源構成 (kWh)

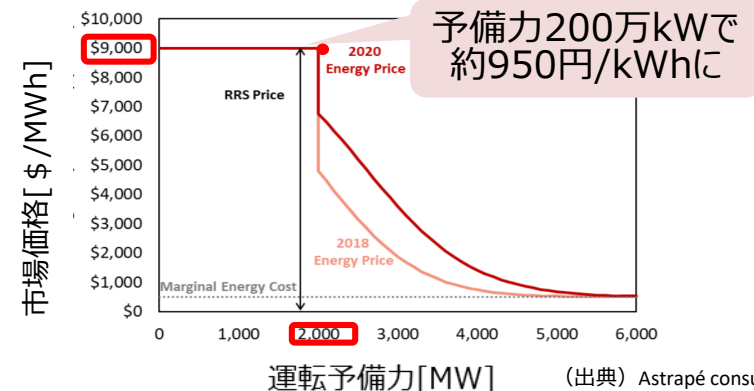


- ✓ 過去5年間で予備力が約8%減少

(出典) テキサス大学ホームページ

<③容量メカニズムなし>

- ✓ 予備力が一定値を下回った際に、人為的に市場価格を高騰 (スパイク) させることで、発電所の収入を確保
- ✓ これまでに2回のみ (11年、19年) スパイクが発生



(出典) Astrapé consulting 報告書

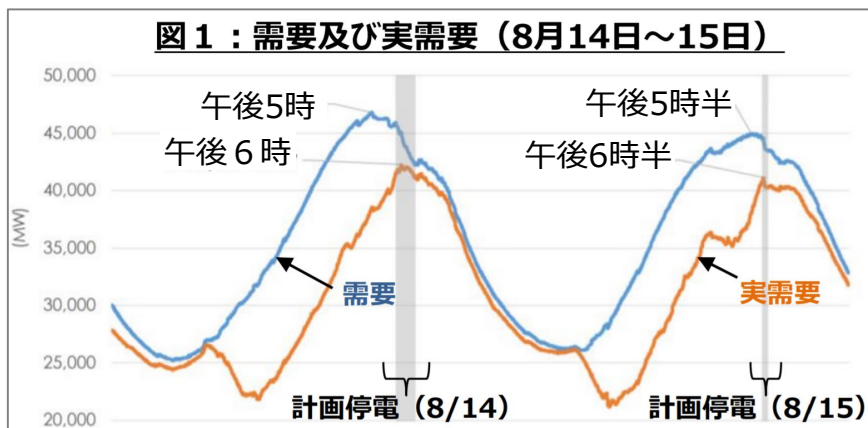
(参考) カリフォルニア州の大規模停電について (2020年8月)

要因

- 30年に一度の猛暑による西部地域一帯での電力需要の増加
- 太陽光の導入を進める中、夕方点灯帯の大幅な需要増 (いわゆるダックカーブ※) に対応できず
※太陽光の導入増加に伴い、火力等の発電量のピークが朝夕となる現象のこと。需要から太陽光の発電量を引いた曲線がアヒルの姿に見えることが由来。
- 卸電力市場の一部機能不備：
 - ✓ 域内の需要計画が過小に見積もられ、「前日市場」への需要入札量が不足
 - ✓ これにより、市場システムにおいて、域内需要が少ないと誤認された結果、域外に電力を輸出するための需要入札が約定
- 実際には、域内の供給が不足していたにもかかわらず、一部の電力が域外へ輸出。

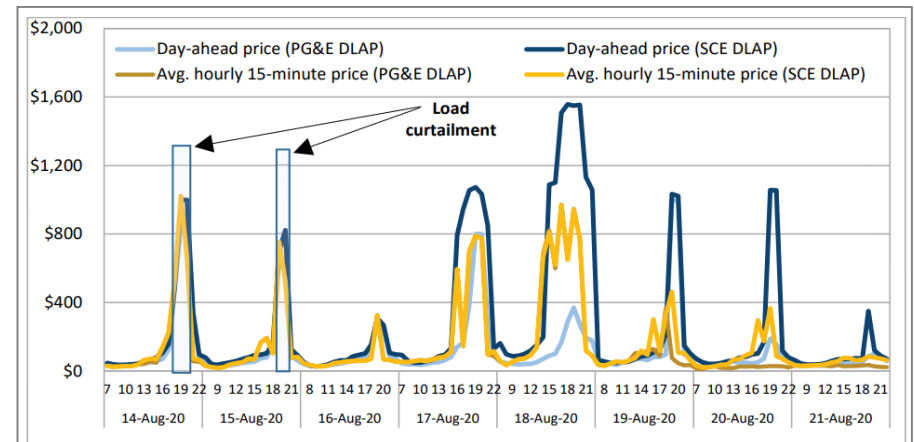
停電・再エネの発電状況

- 14,15日の2日間で計画停電を実施。
- 最大約49万世帯(約100万kW)が停電。



※需要から再エネ供給力を抜いたものが実需要。

- 市場価格は14日に約**100円/kWh**を記録。
(1\$ = 106円換算) ※2020年上半期平均は約**2.4円/kWh**



(参考) カリフォルニア州の電力供給・市場制度

□ カリフォルニア州のGDPは日本の約60%、電力需要は日本の約30%の規模。

□ カリフォルニア州の電力供給制度には3つの特徴：

➔ ① CAISO※による系統運用と他州からの輸入、② 再エネの大量導入、③ 容量メカニズムの採用

※California Independent System Operator。カリフォルニア州の独立系統運用者。

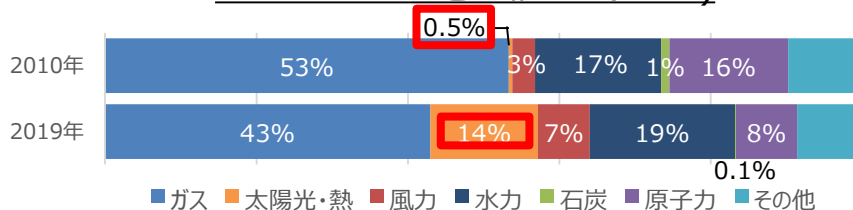
<①CAISOによる系統運用と電力輸入>

- ✓ 1990年代の電力自由化により設立された CAISOが系統運用を実施。
- ✓ 一定割合の電力供給を、他の州からの電力輸入に依存。周辺州でも電力需要が増えたときには輸入が逼迫。
- ✓ 2019年、カリフォルニア州の輸入量は、708億kWhで 国内最大。州の 総電力供給量の25% に相当。



<②再エネの大量導入>

- ✓ 太陽光発電の割合がここ10年で大幅増。
カリフォルニアの電源構成 (kWh)



(出典) California Energy Commission ホームページ

<③容量メカニズム>

- ✓ 複数の容量調達メカニズムが併存。
例) 小売事業者に対し、自身の需要家の月間最大電力に 15%の予備力マージンを加えた供給力確保を求める。
- ✓ 小売事業者が一定の供給力を確保することを求める 分散型の容量メカニズムを採用。(日本の場合は、OCCTOをオークション実施機関とする集中型。)

⑩石油製品のレジリエンス上の優位性

- 停電時には、石油製品が医療機関や電源車に緊急配送されて電力を補完し、住民生活に不可欠な地域のエネルギー供給を確保。積雪により高速道路で立ち往生した自動車に対しても給油可能。
- また、医療機関等の社会的重要インフラや一般家庭においても、軽油・灯油等を備蓄し、災害時に備えることが可能。
- 加えて、過去の大規模地震においては、災害直後から、被災地への燃料供給に対応。
- このように、石油製品は、可搬性、備蓄性や機動性があるため、他のエネルギーよりもレジリエンスの観点から優位性。
- エネルギーレジリエンスの観点から、石油製品は災害時における「最後の砦」であることに変わりはなく、合成燃料等への転換を推進していく中でも、平時から石油製品の安定供給確保を維持することが重要。



令和元年台風15号対応における電源車への燃料給油



関越道で立ち往生したトラックへの自衛隊員による燃料給油

(参考) 令和2年12月中旬から令和3年1月上旬にかけての豪雪への対応

- 令和2年12月中旬から令和3年1月上旬にかけて、北日本から西日本にかけて豪雪に見舞われた。
- 豪雪の影響により、暖房に利用する灯油や除雪車・除雪機に利用する軽油の需要が増加するとともに、一部の地域においては、停電や高速道路等における自動車の立ち往生が発生。
- こうした中で、SSは、①停電エリアにおける一般家庭や復旧作業車両等への燃料の配送の継続、②自治体や自衛隊と連携した立ち往生した自動車への燃料給油への協力により、地域住民やドライバーの生命や生活の確保に貢献。



積雪により停電が発生した兵庫県香美町や新温泉町においても、灯油配送を継続



停電の復旧を行う高所作業車に対する燃料給油を実施



自衛隊が関越道で立ち往生する車両に給油するための燃料をSSにおいて充填

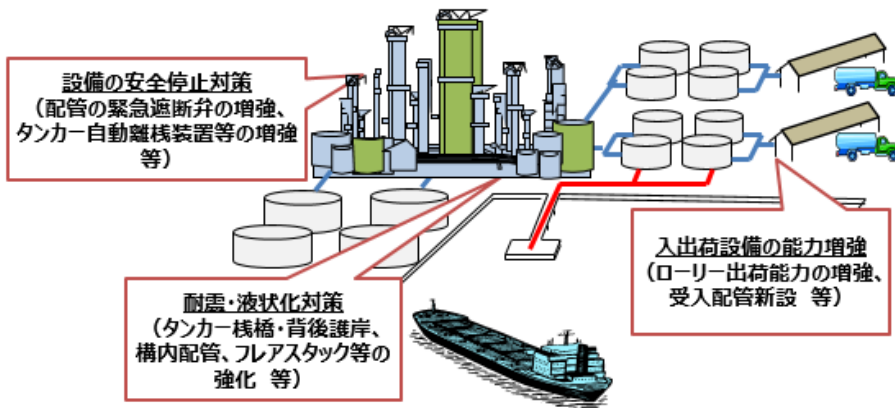
⑩ 製油所等における強靱化対策

- 東日本大震災で製油所等が被災し長期にわたり生産・出荷能力が低下した経験や、平成30年の北海道胆振東部地震で停電の影響により一時的に出荷能力が低下した経験を踏まえ、**製油所や油槽所における、耐震・液状化対策等の地震・津波対策**や、**非常用発電設備の増強等の停電対策**を支援。
- 他方、近年では、大型台風をはじめとする特別警報級の大雨・高潮等の頻発化や、新型コロナウイルスをはじめとする感染症の蔓延といった新たな脅威が顕在化。今後は、こうした状況を踏まえた「**さらなる強靱化対策**」を推進。

地震・津波対策 <平成25年度～>

東日本大震災
北海道地震

製油所や油槽所における
地震・津波対策等

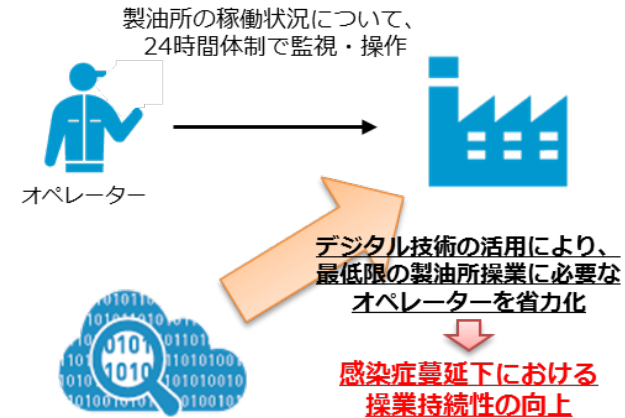


製油所等における地震・津波対策のイメージ

さらなる強靱化対策 <令和2年度～>

大型台風
新型コロナウイルス

- 地震・津波対策に加え、
- ① 特別警報級の大雨・高潮等への対策
 - ② デジタル技術を活用した感染症対策

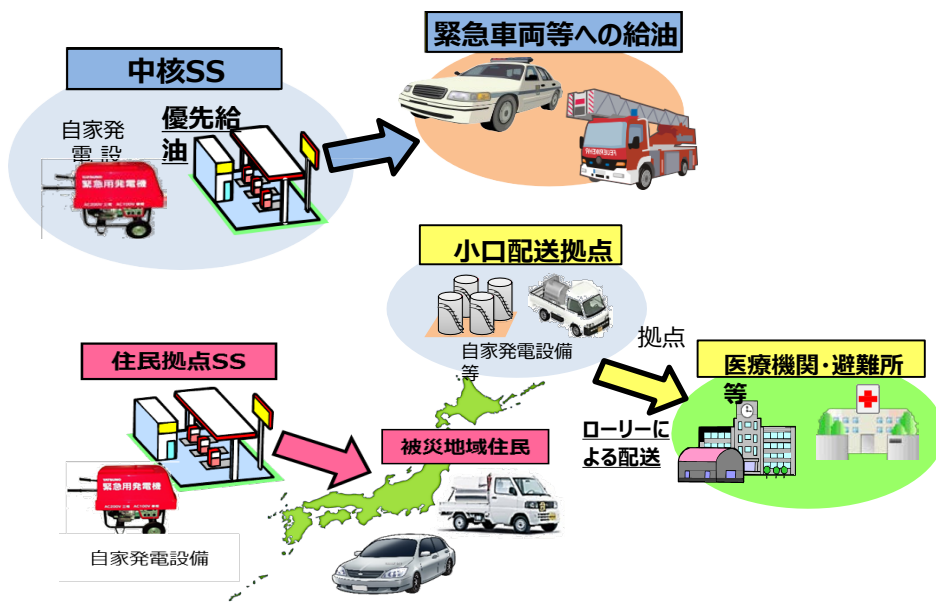


製油所における大雨・高潮等対策（左）と
デジタル技術を活用した感染症対策（右）のイメージ

⑩SSのレジリエンス上の優位性

- 東日本大震災以降、非常用発電機を備えて災害時に緊急車両への優先給油を担う（中核SS）を1,622SS、非常用発電機を備えて災害時に医療機関や電源車等への燃料配送を担う拠点（小口燃料配送拠点）を470箇所を整備済み。
- 熊本地震以降、非常用発電機を備えて災害時に一般車両への燃料給油を担う（住民拠点SS）の整備を進めており、令和2年度末までに約1.5万SSを整備する方針。
- 北海道胆振東部地震以降、緊急配送用ローリーを約2千台増強し、令和2年度末までに約8.2千台を配備。
- こうした取組により、全国的に、停電リスクに対応した地域の燃料供給拠点を確保。
- 加えて、各都道府県の石油組合は、47都道府県等の地方自治体と災害時燃料供給協定を締結しており、各地域において災害時の燃料供給要請に対応する体制を構築済み。

<地域における石油製品供給の役割分担>



平成30年北海道胆振東部地震や令和2年7月豪雨において給油を継続した住民拠点SS

(参考) 過去の備蓄石油放出実績

- 政府は、石油供給不足の危機やそのおそれがある事態に際し、過去に5回の備蓄石油放出の判断を行ったが、いずれも民間備蓄義務日数の引下げで対応し、国家備蓄や産油国共同備蓄の緊急放出を行った実績はない。
- そのうち3回については、I E A（国際エネルギー機関）において協調行動が決定され、我が国はその枠組みの中で協調放出を実施した。

● 1979年 第2次石油危機のケース

1979年3月、前年10月のイラン政変に伴う供給削減により、80日分（当時）の備蓄義務日数維持が困難な会社が続出。
→個別の会社ごとに民間備蓄義務日数の減少申請（5～25日）を受入れ

● 1991年 湾岸戦争のケース

1991年1月、湾岸地域で戦闘が発生した場合の石油の供給不足に備え、I E A（国際エネルギー機関）で日量250万バレルの石油備蓄放出を決定。
→我が国は、民間備蓄義務日数を4日分（82日→78日）引下げ

● 2005年 米国ハリケーン・カトリーナのケース

2005年8月、ハリケーン「カトリーナ」による米国における石油施設等の被害の状況を踏まえ、I E Aで日量200万バレルの石油備蓄放出を決定。
→我が国は、民間備蓄義務日数を3日分（70日→67日）引下げ

● 2011年 東日本大震災のケース

2011年3月、東日本大震災による石油供給不足へ対応するため、我が国は独自に石油備蓄の放出を決定。
→民間備蓄義務日数を段階的に25日分（70日→67日→45日）引下げ
※ このほか、栈橋の損傷が大きく原油の受入れに支障が生じていた製油所に対し、同製油所内の国家備蓄原油と他基地の民間所有の原油の交換を実施。

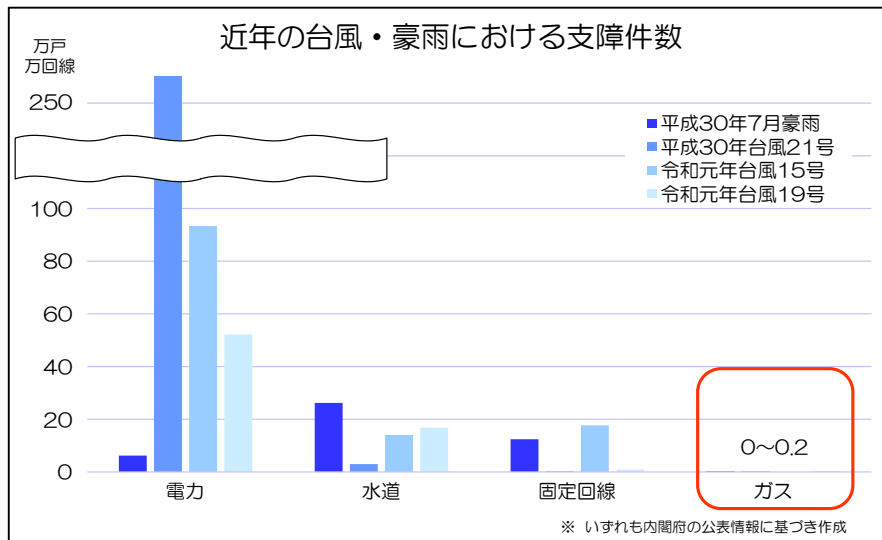
● 2011年 リビア情勢悪化のケース

2011年6月、リビア情勢悪化による石油供給不足へ対応するため、I E Aで日量200万バレルの石油備蓄放出を決定。
→我が国は、民間備蓄義務日数を3日分（70日→67日）引下げ

I E A 協調行動としての放出（3回）

⑪ 都市ガスのレジリエンス（都市ガスの強靱性）

- ガス導管は、大部分が埋設されていることから風雨の影響を受けにくいという特徴がある。
- また、大部分は耐震性も備えており、継続的な耐震性向上の取組も行われている。



出典：第21回ガス安全小委員会（令和2年3月11～18日 書面審議）

ガス導管の強靱性

- 高圧・中圧ガス導管は高い耐震性が確認されている。
 - ・ 阪神・淡路大震災時、橋に添架された中圧ガス導管が、橋が落ちて変形。ガス漏れは発生せず。
 - ・ 東日本大震災時、高圧ガス導管は被害なし。
- 低圧ガス導管は耐震性向上の取組を継続中(耐震化率:約90%)



(出典：東京ガスHP)

更なる地震対策の強化

- **設備対策**
 - ・ 低圧ガス導管の耐震性向上の継続（耐震化率:約90%）
- **緊急対策**
 - ・ 新たな緊急停止判断基準の適用（一律設定→ブロック毎設定）
 - ・ 供給停止ブロックの細分化
- **復旧対策**
 - ・ 応援受入に関する事業者間連携の強化（マニュアル整備・演習実施）
 - ・ 情報発信の強化（復旧進捗の見える化、SNS等の活用）等

近年の地震における支障件数

H30.6	大阪北部地震	供給停止：約11万戸 →7日後に復旧
H30.9	北海道胆振東部地震	供給停止なし
R2.2	福島県沖を震源とする地震	供給停止なし

⑪都市ガスのレジリエンス（分散型エネルギーシステム）

- 停電対応型コジェネ※は、都市ガスを活用し、**停電時でも継続的・安定的に電力・熱の併給が可能**であり、**レジリエンス強化と省エネに資する地域の分散型エネルギーシステムとして普及拡大が期待**される。
- エネルギー源の多様化を確保することで、レジリエンス強化を図りつつ、**メタネーション等への転換の推進により脱炭素化を図る**ことが重要。

※コジェネ：ガスコージェネレーションシステムとは、都市ガスを用いて発電し、その際に発生する廃熱を冷暖房や給湯、蒸気といった用途に利用する高効率なエネルギーシステム。

災害時のコジェネによる電力供給事例

○さっぽろ創世スクエア（北海道札幌市）

地下にコジェネを設置。平常時の低炭素化と、非常時の強靱化を兼ね備えた自立分散型のエネルギー供給拠点。

2018年北海道胆振東部地震では、道内全域が停電する中、入居するオフィスや隣接する札幌市役所本庁舎等への電力・熱の供給を継続。

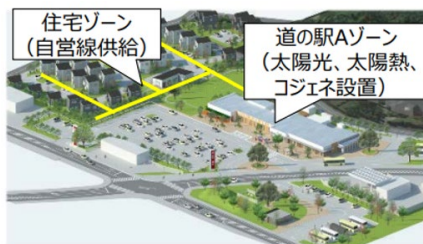


令和2年10月13日 第32回基本政策分科会資料より抜粋

○むつざわウェルネスタウン（千葉県睦沢町）

CHIBAむつざわエナジー(株)は、天然ガスコジェネ及び太陽光、系統からの電力を組み合わせ、道の駅及び各住宅に自営線で電力供給。

2019年台風15号による大規模停電時においても、再エネと調整力（コジェネ）を組み合わせ、道の駅及び各住宅に対して電力供給を実施した。



令和2年7月1日 第31回基本政策分科会資料より抜粋

○家庭用エネファーム

大阪ガスで設置されているエネファームのうち約3割が停電対応型。今年度より停電対応型を標準仕様としている。

2018年台風21号による停電時には、停電対応型エネファームが電力・熱の供給を継続し、電気・風呂・給湯を平時と同様に利用することができた。



給電によりスマホ充電、ライト使用



給湯により入浴が可能

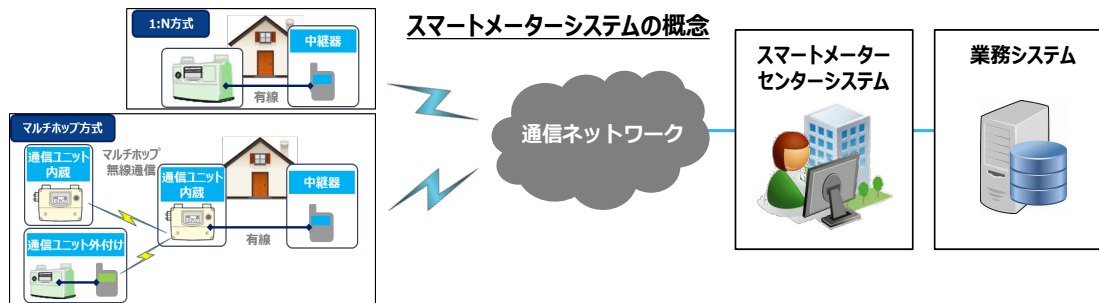
令和3年1月27日 第36回基本政策分科会資料より抜粋

⑪都市ガスのレジリエンス（デジタル化）

- 今後、遠隔での検針や開閉栓等を実現するスマートメーターの普及拡大が期待されており、保安・レジリエンス強化の観点からも有効な手段。現在、ガス・電気等の共同検針のための仕様の標準化等の検討が進められている。また、これらデジタルの活用により集められたデータを活用することで、新たなサービス等の提供が期待される。
- そのほかにも、デジタル技術を活用した新しい安全技術の活用促進により、保安・レジリエンスの向上に向けた取組が進められている。

スマートメーターの概要

<スマートメーターの概念図>



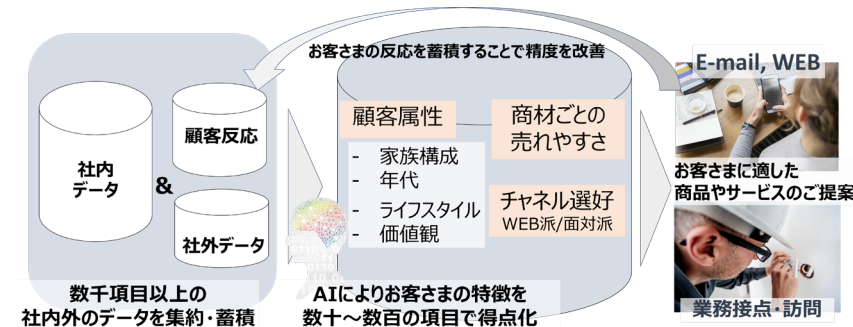
出典：日本ガス協会

<既存機器との主な比較>

	既存機器 (マイコンメーター)	スマートメーター
保安	ガス漏洩通報時などに現場にて閉栓	遠隔からの閉栓
	地震後に現場にて開栓	遠隔からの開栓
業務効率	検針員による検針	遠隔からの検針

そのほかのデジタル技術活用の取組例（東京ガス）

- 東京ガスは、LNGバリューチェーンの各機能において、デジタル（AI・IoT）技術を活用して、需要家を拡大することを目指す。
- 取組の一例として、AIを活用して電力市場価格予測や設備故障予知などを通じオペレーションの最適化に取り組むとともに、効率的な方法での安定供給を目指す。データ活用により営業効率の向上にも取り組む。
- 本取組等により、東京ガスは経済産業省と株式会社東京証券取引所によるDX銘柄2020に選定。

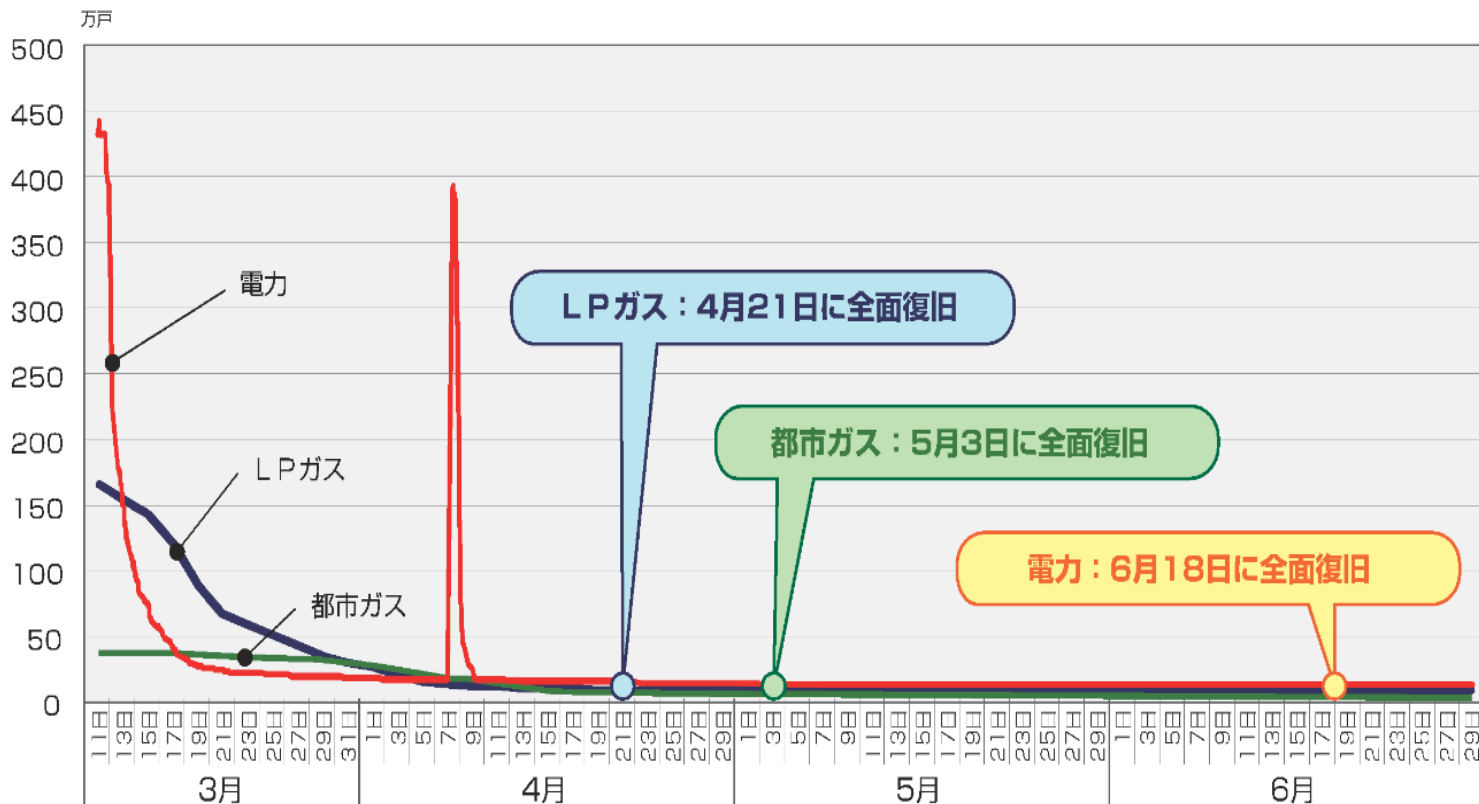


出典：東京ガス

⑪ LPガスのレジリエンス①

- LPガスはシリンダーで供給されている**分散型エネルギー**であり、**大規模災害の停電等においても、復旧が早い**。
- 家庭には通常2本のシリンダーが設置されているが、仮に供給途絶が発生しても1ヶ月程度の軒下在庫が存在。
- 大規模災害時の復旧フェーズにおける仮設住宅ではLPガスが利用されている。都市ガス導管が整備されているのは、国土面積の約6%程度。

東日本大震災後の被災3県における各インフラの供給不能戸数の推移



(出典：経済産業省「東日本大震災を踏まえた今後のLPガス安定供給の在り方に関する調査」平成24年2月)

LPガス

分散型供給

● はガスメーター

- 配管が短いため、異常があれば即修理可能
- 1戸単位で安全を確認し復帰可能なため、復旧までの時間が短い

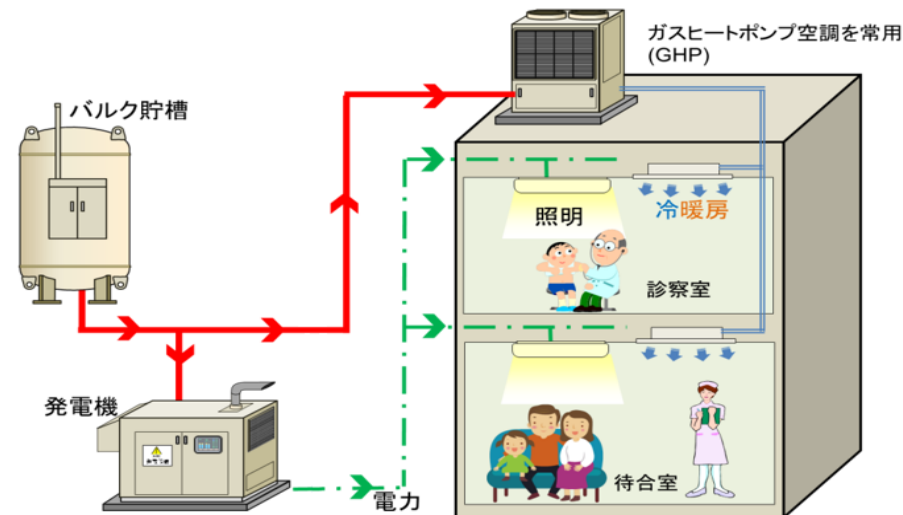
⑪LPガスのレジリエンス②

- LPガスは**可搬性に優れていること、劣化しないことから災害時のバックアップ燃料**として、**避難所や医療・社会福祉施設での活用**が進んでいる。
- こうした現状に鑑み、社会的に重要な施設については、停電時に備えるため、電力のみではなく、LPガスの活用も重要。

【北海道胆振東部地震におけるLPガスの活用事例】

- ✓ 厨房がオール電化であったが、LPガスによる炊き出し用の調理器具により、入居者へ食事の提供ができた。（老人ホーム：帯広市）
- ✓ 発電機を使用し、炊飯器や電子レンジ、IH調理機などを使用し、入居者へ食事の提供ができた。（老人ホーム：札幌市）
- ✓ GHPが問題なく稼働し、冷房運転が行え、入居者の安心を確保。（障害者施設：札幌市）

【病院等での使用例】



1. エネルギーの安定供給
2. 資源・燃料政策

御議論いただきたいこと

- 2019年度時点で、日本の一次エネルギー供給の85%、電源構成の76%は化石燃料。
- 今後、日本の化石燃料需要は減少していくことが予想されるが、エネルギー政策の大前提となるエネルギーの安定供給を確保していく上で、引き続き、化石燃料は重要なエネルギー源。
- こうした状況を踏まえ、本日は

- 2050年に向けて「カーボンニュートラルへの移行」という大きなチャレンジを実現するためには、
 - ① 足元で必要とする石油・天然ガス等の安定供給をこれまで以上にしっかり確保していくこと
 - ② 電化や再エネ機器等で需要が拡大していくレアメタル等の金属鉱物資源の安定供給をこれまで以上にしっかり確保していくこと
 - ③ 脱炭素化に向けてあらゆる選択肢を追求していくこととし、脱炭素燃料・技術の導入・拡大に向け、イノベーションを推進していくこと

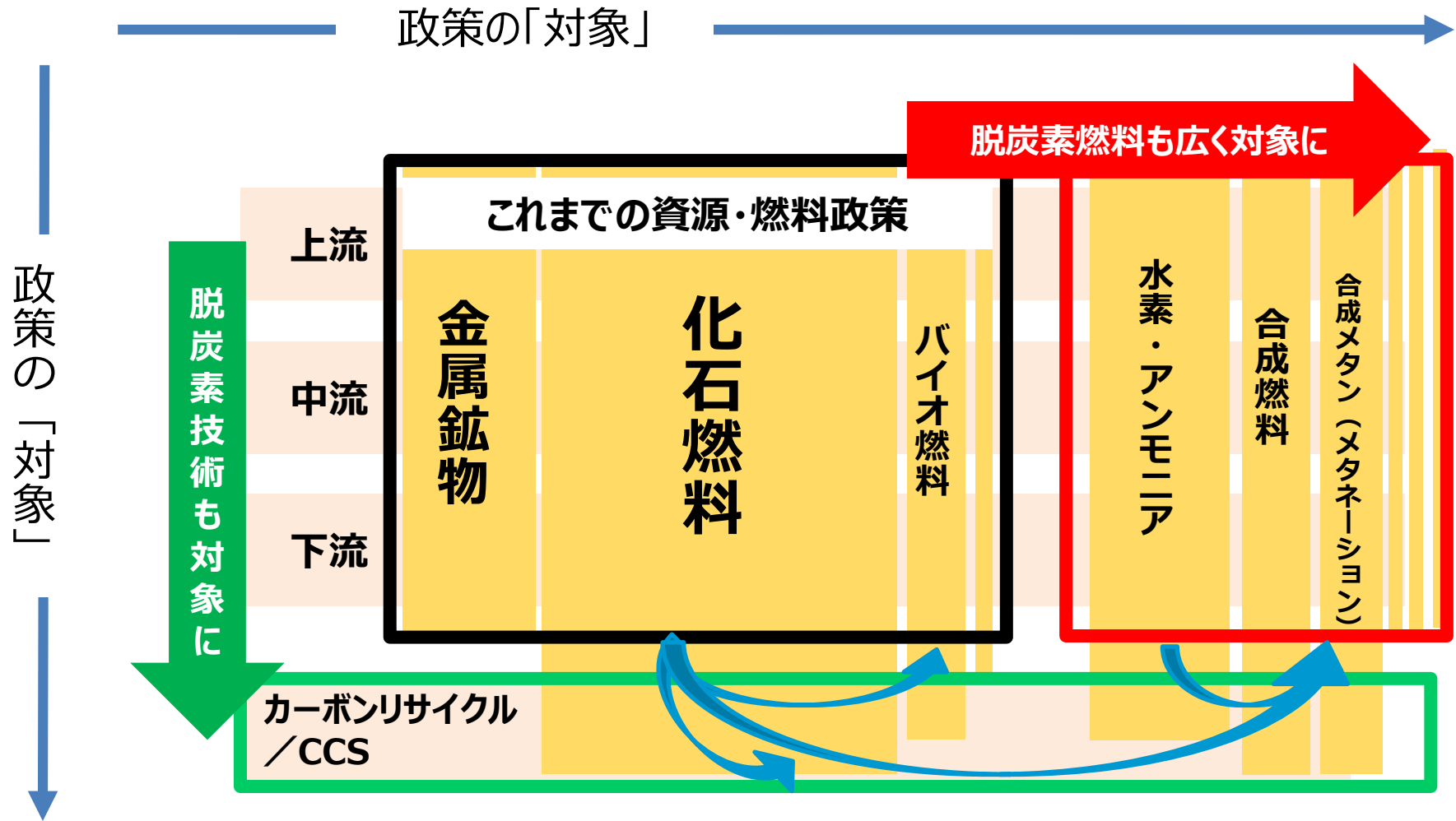
の3つの柱において、どのような取組が求められるか、

- また、3E+Sの原則の下で、これら3つの柱を一体的に推進するため、石油・天然ガス・金属鉱物資源等の安定供給確保・緊急対策を充実させることは大前提であるが、
 - ① 化石燃料及び金属鉱物資源だけでなく、脱炭素燃料（水素・アンモニア・合成燃料等）にまで政策の対象を拡大する
 - ② 資源・燃料の上・中・下流だけでなく、脱炭素技術（カーボンリサイクル・CCS等）にまで政策の対象を拡大する

の2つの方向で、資源・燃料政策を拡大し、一体的に推進するべきではないか、

等について御議論いただきたい。

今後の資源・燃料政策のあり方



今後の資源・燃料政策の主な課題と対応の方向性

		課題	方向性
資源外交		<ul style="list-style-type: none"> 世界のエネルギー情勢が複雑化する中で、足元だけでなく、将来にわたって資源・燃料の安定供給確保が必要。 石油・天然ガスや金属鉱物だけでなく、脱炭素燃料・技術の将来的な導入を見据えた一体的な取組が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 従来の石油・天然ガス・金属鉱物に、脱炭素燃料・技術の将来的な確保も新たに柱に追加 資源供給国のみならず、アジア等資源需要国との連携・協力も推進
	上流開発	<ul style="list-style-type: none"> 国際情勢等を踏まえると、引き続き上流権益確保・国内開発等の推進が必要。 LNGの急激な需給逼迫等に備えた、アジアのLNG市場拡大が必要。 石油・天然ガスだけでなく、水素・アンモニアやCCS適地等の確保を見据えた一体的な取組が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 更なる多角化、自主開発比率目標の引上 LNG市場流動化、LNG外・外取引の拡大 国内資源開発の前倒し 上流開発の脱炭素化の促進（海外CCS等の付加価値化等）等
	備蓄	<ul style="list-style-type: none"> 国際情勢等を踏まえると、石油・LPガス備蓄の重要性に変化無し。 我が国のみならず、アジア地域のエネルギーセキュリティ確保も必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 現状の石油備蓄水準（日数ベース）の維持 産油国・アジア消費国との協力強化 等
	石油・天然ガス 精製	<ul style="list-style-type: none"> 国内需要が減少傾向の中でも、石油製品の安定供給の継続が必要。また、将来的には、新たな燃料ニーズへの対応が必要。 自然災害の激甚・頻発化を踏まえた緊急時対応能力の向上が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 石油精製・元売業の生産性向上・競争力強化 製油所等の災害対応能力の向上 水素・合成燃料等の取組の促進 等
	流通	<ul style="list-style-type: none"> 国内需要が減少傾向の中でも、石油製品の安定供給の継続が必要。また、将来的には、新たな燃料ニーズへの対応が必要。 自然災害の激甚・頻発化を踏まえた災害対応能力の向上が必要。 SS過疎地や離島における燃料供給体制の検討が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> SSやLPガス中核充填所の災害対応能力の向上、重要施設の燃料備蓄の促進 経営力向上・経営多角化・デジタル化の促進 SS過疎地や離島における検討の後押し EV充電器や水素ステーション設置の後押し 等
金属鉱物	<ul style="list-style-type: none"> 国際情勢等を踏まえると、引き続き上流権益確保・国内開発等の推進が必要。 鉱物資源の開発条件の悪化等を踏まえた、二次リサイクル原料の有効利用の促進が必要。 グローバルサプライチェーン強靱化のため、国際連携の更なる強化が必要。 供給途絶に備えた金属鉱物備蓄の強化や代替技術開発等が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 供給リスク等に応じた鉱種ごとの対応策の検討 更なる権益確保、国内資源開発の推進 国内製錬所を核としたメタルリサイクルの推進 レアメタル備蓄の拡充、代替・使用量低減技術開発の推進 等 	
脱炭素燃料・技術	<ul style="list-style-type: none"> 予め特定技術の決め打ちが困難であり、将来的に安定的かつ安価なエネルギーを選択し得るよう、あらゆる選択肢の追求が必要。 分野ごとに、国際規制導入のタイミング等を踏まえ、適切な時間軸を設定した上での取組が必要。 商用化に向けた技術確立やコスト低減等が必要。 将来的に安定的な供給を可能とするサプライチェーンの構築が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 「グリーン成長戦略」工程表等の計画に沿った技術開発・実証等の推進 イノベーションの加速のための計画の深掘り 商用化の加速のための公共調達等を活用した市場環境整備 技術開発状況に応じた標準化やサプライチェーン構築の推進 等 	

（注）これらの課題以外にも、今後検討を深める中で生じる様々な課題について対応策を検討する必要がある。

包括的な資源外交

(これまでの資源外交)

- これまでは、主に、①石油・天然ガスと②金属鉱物資源の安定供給確保を目的として、資源外交を展開。

(状況変化)

- カーボンニュートラルに向けた国際的な気運の高まりを踏まえ、世界のエネルギー情勢は複雑化。
- 資源小国である我が国にとって、①石油・天然ガスと②金属鉱物資源の安定供給確保は、引き続き資源外交の最も重要な柱。
- 一方、我が国もカーボンニュートラルへの移行に向けて、③脱炭素燃料・技術の将来的な導入・拡大を見据え、今から積極的に取組を開始していくことが必要。
- 例えば、水素・アンモニアのサプライチェーン構築やCCSの適地確保には、これまで石油・天然ガスの資源外交で培った中東やロシア等の産油・ガス国との協力関係・ネットワーク等が重要な基盤となる可能性。
- また、諸外国で生産された再生可能エネルギーについて、石油や天然ガスと同様に資源と捉えて、グリーン水素・グリーンアンモニアに転換して輸入するというコンセプトを強く意識することが必要。

(包括的な資源外交)

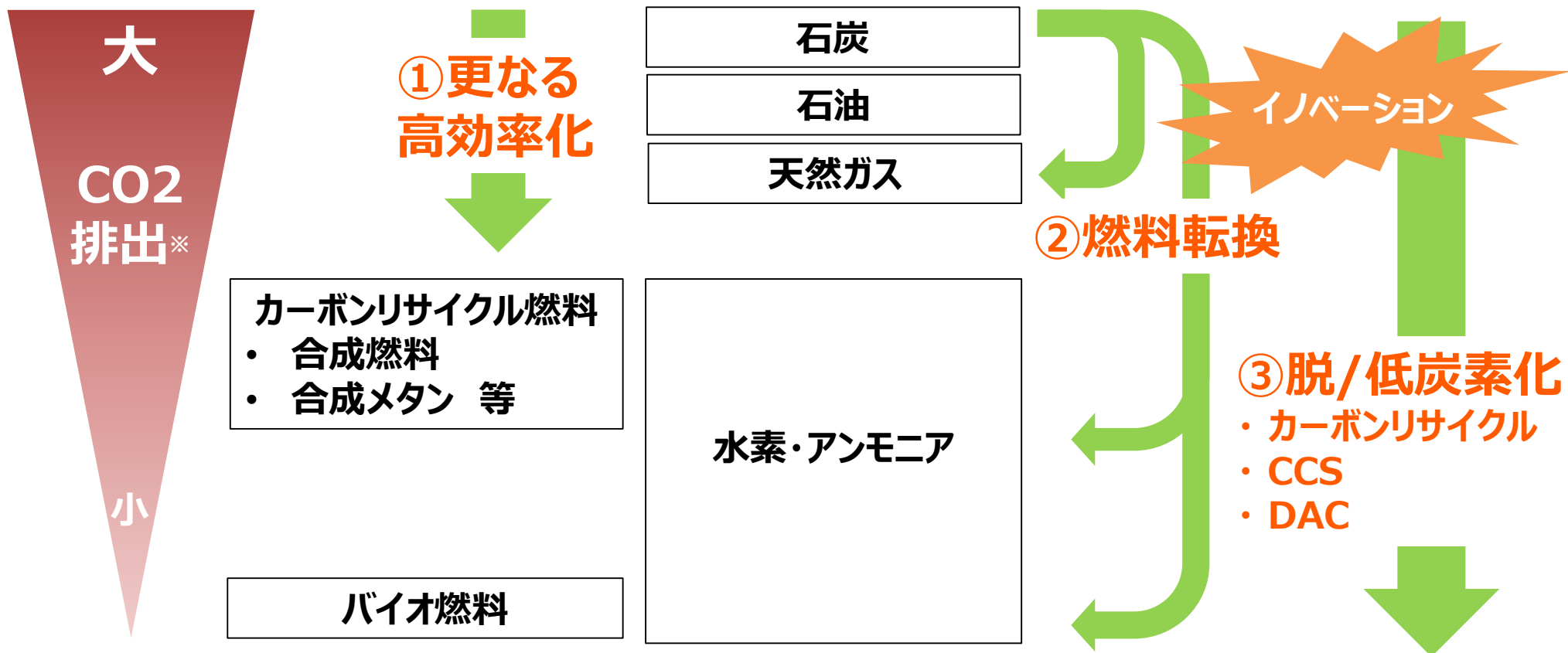
- 上記を踏まえ、下記の方角で「包括的な資源外交」を推進していく。
- ✓ ①石油・天然ガスと②金属鉱物資源の安定供給確保、さらには③脱炭素燃料・技術の将来的な確保について、これまで以上に、短期から中長期までの広い視野を持ち、資源・燃料全体を総合的に捉えて一体的に推進。この際、従来 of 二国間枠組みに加えて、多国間の枠組みを通じた案件組成や国際ルール形成も推進。
- ✓ また、世界、特にアジアのエネルギー安全保障に貢献し、これによって我が国の資源・エネルギーの安定供給を実現していく観点から、例えば、アジア等新興国の現実的なエネルギーtransitionに向けたLNG導入支援や脱炭素移行政策誘導型インフラ輸出支援、信頼性のある重要鉱物サプライチェーン構築のための米国との連携など、資源供給国のみならず、資源需要国との連携・協力も推進。先進国間においても、現実的なtransitionに向け、実効的かつバランスの取れた議論を推進。

- (1) 今後の資源・燃料の安定供給確保の方向性**
- (2) 今後の金属鉱物資源の安定供給確保の方向性
- (3) 脱炭素燃料・技術に係る方向性

(1) 今後の資源・燃料の安定供給確保の方向性

(適切な時間軸を設定した対応)

- カーボンニュートラルへの移行には、**脱炭素燃料・技術の商用化に向けたイノベーションも含め、あらゆる選択肢を追求**することが不可欠であり、**中長期的な挑戦**が必要。
- そのため、有望なイノベーションに挑戦しつつも、エネルギー移行に当たっては、予め特定の技術を決め打ちするのではなく、技術確立の状況や社会環境の変化等に応じ、**適切な時間軸を設定した対応**が必要。
- また、カーボンニュートラルに向けた国際情勢や資本市場の動向等を踏まえ、**国際連携の推進や加速化の検討等を絶えず行っていく**ことが必要。



※ LCAでのCO2排出をイメージ

(1) 今後の資源・燃料の安定供給確保の方向性

(足元の石油・天然ガス等の安定供給確保)

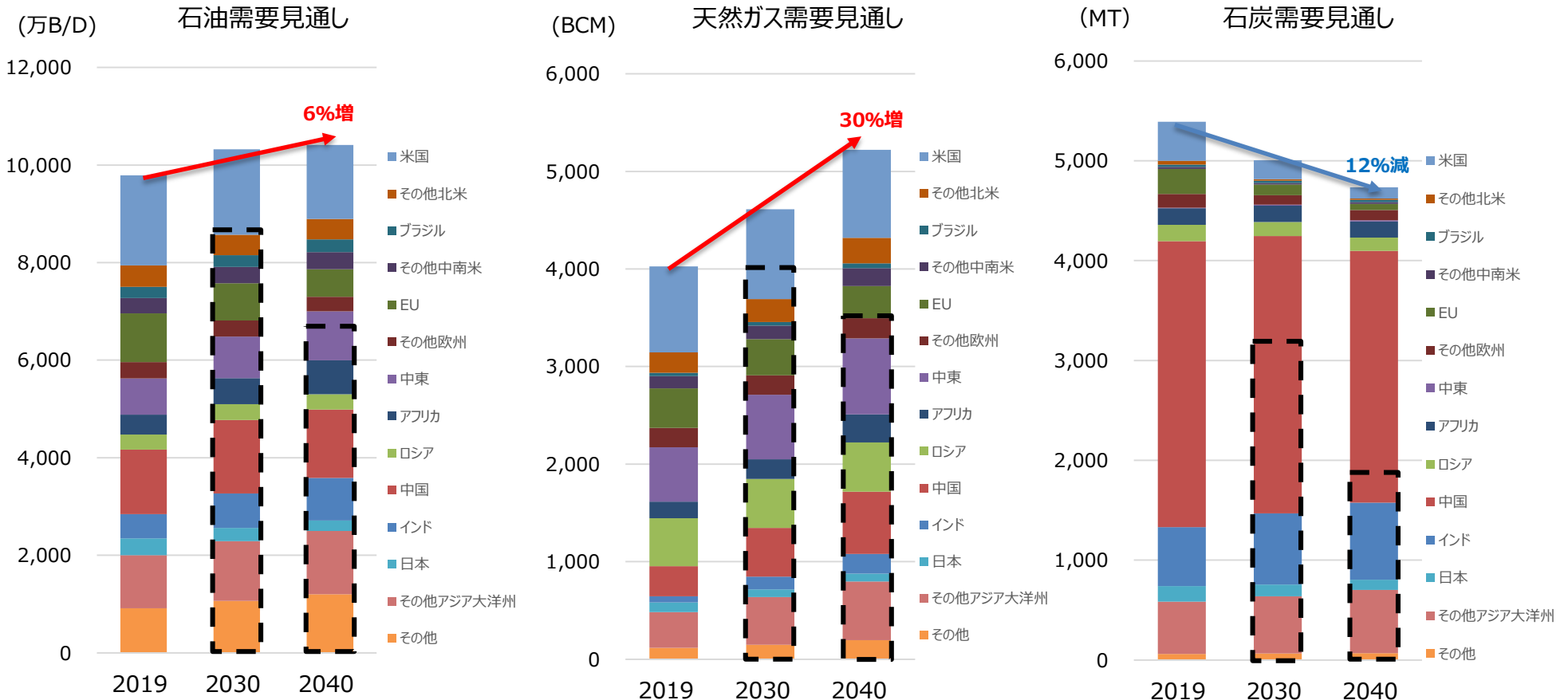
- 今後導入・拡大していく脱炭素燃料・技術を予見できない状況下でも、将来にわたって一瞬の途切れもなく、必要な燃料の安定供給を確保し続けることが、資源・燃料政策の責務。
- そのため、足元で依存している石油・天然ガス等の安定供給を、引き続きしっかりと確保していくことが重要。

(将来を見据えた取組の拡大)

- 他方、これまでどおり、石油・天然ガス等の確保に向けて取り組むだけでは、将来の燃料の安定供給確保の観点からは不十分。脱炭素燃料・技術の導入や拡大に向け、今から積極的に取組を開始していくことが必要。
- そのため、エネルギー・レジリエンスを確保しつつ、カーボンニュートラルに円滑に移行していくために、政府、関係機関、石油・天然ガス関係企業の役割も、以下のように転換していくことが求められる。
 - 政府 : 化石燃料だけでなく、脱炭素燃料・技術も含めた資源・燃料政策の展開
 - 関係機関 : 化石燃料だけでなく、脱炭素燃料・技術に係る民間企業の実施の支援
 - 石油・天然ガス関係企業 : 既存のアセットや人材、ネットワーク、安全に係るノウハウ等の強みを活用し、化石燃料だけでなく、脱炭素燃料・技術の分野でメインプレイヤーを目指す

(参考) 世界の化石燃料需要

- 2020年10月に公表された「IEA World Energy Outlook 2020」のStated Policies Scenarioにおいては、2040年の石油・天然ガス需要は2019年に比べ増加することが予測されている。特に、クリーンな化石燃料である天然ガスの需要は2019年から30%もの増加が予測されている。
- なお、Sustainable Development Scenarioにおいても、石油需要は2030年に2019年比で約9割、2040年に同約7割の水準が維持され、天然ガス需要は2030年は2019年とほぼ変わらず、2040年も同約9割の水準が維持されると予測されている。



(参考) 化石燃料の重要性①

- 化石燃料は、**エネルギー密度が極めて高いというそれ自体の性質**に加え、**①安定供給、②経済効率性、③災害時のエネルギー源、の観点から優れている**ことから、これまで多くの分野で選択されてきた。
- カーボンニュートラルへの移行期間においても、**引き続き重要なエネルギー源**。

①安定供給

- 化石燃料は、石油の国家備蓄・民間備蓄制度が確立しているほか、これまで調達先の多角化、上流権益の確保、供給国との関係強化など、調達リスク低減のため、様々な施策を行っている。また、国際マーケットが確立されており、大量の取引が行われている。
- また、国内の燃料供給についても、計324万BDの処理能力を有する製油所や、約17万人※1の従業員が支える29,637箇所※2のSSにより、安定供給が確保されている。 (※1 SS数×1SSあたり平均従業員数5.8人) (※2 2019年末時点)

②経済効率性

- 化石燃料は、上流から下流までインフラが既に整備され、利用技術も成熟しているため、現時点において脱炭素燃料と比較して安価に利用することが可能。

安定供給（各燃料の世界貿易量・日本の輸入量）

燃料	世界貿易量	日本の輸入量	備考
石油	4,827万BD	252万BD	
天然ガス	1.1兆m3	1,020億m3	
石炭	14.36億 t	1.87億 t	
水素	0	0※	※実証を除く
アンモニア	約2000万 t	23.5万 t	※肥料用途や工業用途

経済効率性（脱炭素燃料とのコスト比較）

脱炭素燃料	化石燃料とのコスト比較（発電コスト）
水素	LNG専焼比 1.4倍（10%混焼）
燃料アンモニア	石炭専焼比 1.2倍（20%混焼）
バイオ燃料 ※微細藻類	石炭専焼比 1.2倍（3%混焼）

出典 （世界貿易量） 石油、天然ガス、石炭：IEA、アンモニア：三菱商事資料（日本の輸入量）財務省 貿易統計

③災害時のエネルギー源

- 石油製品は、エネルギー密度が高く、可搬性、備蓄性や機動性があるため、災害時のエネルギー源として重要。
 - ▶ 停電時には、石油製品が医療機関や電源車に緊急配送されて電力を補完し、住民生活に不可欠な地域のエネルギー供給を確保。積雪により高速道路で立ち往生した自動車に対しても給油可能。
 - ▶ また、医療機関等の社会的重要インフラや一般家庭においても、軽油・灯油・LPガス等を備蓄し、災害時に備えることが可能。
- 加えて、災害に強いSS等が整備されており※、災害直後から、被災地への燃料供給に対応。
- 都市ガスも、ガス導管は埋設されていることから、風雨の影響を受けにくく、また耐震性の向上も行っており、災害時においても高い供給安定性を持つ。

※災害に強いSS等（燃料供給拠点）の整備

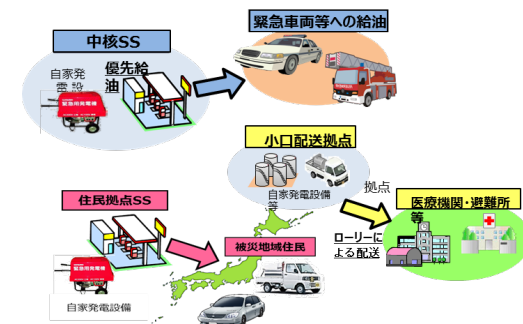
- 東日本大震災以降、非常用発電機を備えて災害時に緊急車両への優先給油を担う（中核SS）を1,622SS、非常用発電機を備えて災害時に医療機関や電源車等への燃料配送を担う拠点（小口燃料配送拠点）を470箇所を整備済み。
- 熊本地震以降、非常用発電機を備えて災害時に一般車両への燃料給油を担う（住民拠点SS）の整備を進めており、令和2年度末までに約1.5万SSを整備する方針。
- 北海道胆振東部地震以降、緊急配送用ローリーを約2千台増強し、令和2年度末までに約8.2千台を配備。
- こうした取組により、全国的に、停電リスクに対応した地域の燃料供給拠点を確保。
- 加えて、各都道府県の石油組合は、47都道府県等の地方自治体と災害時燃料供給協定を締結しており、各地域において災害時の燃料供給要請に対応する体制を構築済み。



令和元年台風15号対応における電源車への燃料給油



関越道で立ち往生したトラックへの自衛隊員による燃料給油



地域における石油製品供給の役割分担

(1) ①上流開発（石油・天然ガス）に係る論点

(位置づけ)

- 石油・天然ガスは、国内の需要は減少傾向であるが、一次エネルギーの約6割を占め、引き続き、国民生活・経済活動を支える重要なエネルギー源。中東情勢や新興国の需要拡大等も踏まえると、石油・天然ガスの上流権益確保等の重要性は変わらない。
- 一方、2050年カーボンニュートラルに向けて、特に天然ガスは、化石燃料の中で最もCO2排出が少なく、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としての燃料や水素の原料としての活用が期待。さらに、脱炭素化に資する新たな燃料や技術の導入・拡大には、これまで培った産油・産ガス国との協力関係等の基盤が活用できることが見込まれ、石油・天然ガスの開発を担ってきた企業が、こうした新たな燃料確保のメインプレイヤーとなることを期待。

(今後の政策の重点)

- 今後、以下に重点を置いて政策を検討すべきではないか。
 - 石油・天然ガスの一層の安定供給確保のため、供給源の多角化を図るとともに、自主開発比率目標を引き上げる。
 - LNGの急激な需給逼迫等に備え、中長期的には仕向地柔軟化や契約多様化等を通じた市場の流動化や、日本企業による外・外取引の拡大も含めたアジアLNG市場の拡大等を図る。
 - 石油・天然ガスの水素・アンモニア等の原料としての利用も見据え、国内資源開発の前倒しを図る。
 - 上流開発の脱炭素化のため、JOGMECによる支援の充実や、海外CCS等で創出したクレジットの付加価値化を図る。
 - 石油・天然ガスに加えて、将来的な水素・アンモニア・CCS適地等の新たな資源の安定供給確保も見据えた「包括的な資源外交」を展開するとともに、ファイナンス面で支援を強化する。
 - 石油・天然ガスに加えて、新たな燃料の安定供給確保をも担う人材育成を推進する。

(1) ①上流開発（石油・天然ガス）

これまでの取組

- 我が国は、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構造的課題を抱えている。
- 上記を踏まえ、石油・天然ガスの安定供給確保のため、下記を推進。
 - ✓ JOGMECによるリスクマネー供給等を通じて、日本企業による国内外における自主開発を推進。
 - ✓ 海外権益の獲得に当たっては、総理大臣を筆頭に資源外交を積極的に展開。

課題整理

- 2050年CN達成に向けては多くのイノベーション達成が前提。大きな不確実性があるなか、石油・天然ガスを含む化石燃料を資源小国である日本が直ちに手放すことは、リスクが大きい。
- 電力部門においては、再エネの導入拡大の中で安定供給を維持するため、供給力や調整力、慣性力といった機能を持つ火力発電を引き続き一定量確保することが必要。特に、石油火力の休停止が進む中で、化石燃料の中でGHG排出量が最も少ない天然ガス（LNG）は「トランジションエネルギー」として重要。
- 一方で、輸入依存度が高いことによる資源調達における交渉力の限界や、中東情勢の変化等による供給不安リスクを抱えるという構造的課題に変化はない。
- とりわけ、昨今の上流投資の低迷は、近い将来に生産量を減少させ、需給逼迫や価格上昇につながる可能性があり、安定供給確保に向けて課題。

対応の方向性

- 石油・天然ガスの安定供給確保に向けて、国際情勢の変化に対する対応力を更に高めるため、供給源の更なる多角化を図るとともに、海外権益の獲得と国内資源開発の推進を通じて、石油・天然ガスの自主開発を更に推進（自主開発比率目標の引き上げ）。

1
①石油・天然ガスの安定供給確保
(自主開発の更なる推進)

(1) ①上流開発（石油・天然ガス）

これまでの取組

1
②我が国及びアジアの
レジリエンス確保

- 石油輸入の中東依存度の高さを踏まえ、国内備蓄を確保。加えて、日本のみならずアジアのエネルギーレジリエンス向上のため、アジア大での備蓄協力を推進。
- LNGの安定供給確保のため、アジア需要の取り込みを念頭に、2030年度に日本企業の「外・外取引」を含むLNG取引量が1億トンとする目標を設定。
- アジア等新興国のLNG市場拡大のため、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人のキャピタル支援をコミット。
- 2020年6月にJOGMEC法を改正し、LNG受入基地等へのリスクマネー支援を強化。

1
③水素、アンモニア及び
CCS適地の導入・確保
のための体制構築

- CCS技術の2030年までの商用化、社会実装を見据え、苫小牧における大規模実証や、CO2貯留適地調査等を実施。
- 2020年EASエネルギー大臣会合において、日本からの提案で、アジア地域でのCCUS活用に向けた環境整備や知見を共有する「アジアCCUSネットワーク」を構築。

課題整理

- 緊急時への対応強化はレジリエンス向上の観点から重要。
- 日本企業が多数進出しており経済的に深くつながっているアジア大でのレジリエンス向上が必要。
- LNGは、年初の電力需給逼迫に伴う急激なLNG在庫の減少時にスポット市場から迅速に十分な量を確保できず、日本が冬を迎え、長期契約をベースとする供給量では足りない量をスポット市場から調達する時期に、中国・韓国でもLNGの急激な需要が発生する可能性が極めて高くなっており、それによる一過性の価格の高騰、マーケットのタイト化が課題。

- 2050年CN達成に向けては、水素やアンモニアの活用による火力燃料自体の脱炭素化と2050年断面でも一定量残存する火力発電にCCS/CCUを活用してオフセットする方向性。
- 上記達成に向けて、当面は化石燃料由来のブルー水素が大宗を占めることを踏まえた資源国との関係強化や国内資源も活用した水素やアンモニアの供給体制の構築、CCS適地の導入・確保のための体制構築も将来的な課題。

対応の方向性

- アジア大でのレジリエンス向上に向けて石油備蓄協力を推進。
- LNGの安定供給確保を目指し、2030年度に日本企業の「外・外取引」を含むLNG取引量が1億トンとする目標の達成を目指す。
- また、中長期的には仕向地柔軟化や契約多様化等を通じた市場の流動化、アジアLNG市場の拡大等を推進するとともに、需要側の急激な在庫減少にも耐えうる短期施策も検討。

- ブルー水素・アンモニアの原料としての利用も見据えて、天然ガス等の資源国との関係維持・強化を図る。
- メタンハイドレートを含む国内資源開発については、我が国のCN化の進展を見据えながら、可能な限り計画を前倒し、商業化を早期に実現する。
- CCS適地を新たな資源の一つと捉える。その上で、国内外のCCS適地の確保に向けたJOGMECの支援機能強化、アジアCCUSネットワークの活用等を検討。

(1) ①上流開発 (石油・天然ガス)

これまでの取組

- 2020年7月、資源開発と一体となったCCSの取組を推進すべく、JOGMECに「CCS推進グループ」を設立。
- 関係省庁と連携をし、2050年CN実現に向けて「2050年CNに伴うグリーン戦略」を策定。14の重要分野（水素、カーボンリサイクル、燃料アンモニア産業等）ごとに、高い目標を掲げた上で、現状の課題と今後の取組を明記し、予算、税、規制改革・標準化、国際連携など、あらゆる政策を盛り込んだ実行計画を策定。

2.①日本企業の脱炭素化取組の支援

- 2020年11月、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・エネルギー転換の取組を全面的に支援」することを宣言。

2.②アジアの現実的なエネルギー移行支援

課題整理

- 海外政府の規制強化等による上流開発でのCCS等への取組圧力が高まる中、欧米や豪州では、補助金や税制を通じた財政的支援や事業リスクを政府が負うなどの事業リスク軽減等の支援を実施する一方、我が国にはCCS事業への支援策がない。
- 他国の欧米メジャー等と比較して我が国上流企業は企業規模が小さいためそうしたリスクを負うことができず、結果として日本上流企業の上流開発への投資意欲を削ぎ、安定供給に支障が出る恐れ。

- 欧州を中心とする国際金融市場の化石燃料からのダイベストメントの動きが加速化。一部の国からは、世界的に石炭、石油、天然ガスプロジェクトへの資金的支援を即時撤廃すべきという急進的な動きも出始めているところ。他方で、一部の欧州金融機関も、化石燃料への支援を「賢く」継続。
- 3E+Sを確保しながら、今後の経済成長と実効的なエネルギー移行を両立するために、未だエネルギーの多くを化石燃料に依存するアジア等新興国とともに、エネルギー移行期における化石燃料の必要性を示していく必要。

対応の方向性

- 上流開発の脱炭素化のため、JOGMECによる支援の充実や、海外CCS等で創出したクレジットの付加価値化を図る。

- アジアにおけるLNG導入支援（100億ドルファイナンス/キャパビリティ、JOGMECによるリスクマネー供給）等を通じて、アジアの現実的なエネルギー移行を支援。

(1) ①上流開発（石油・天然ガス）

これまでの取組

- 石油・天然ガスの安定供給確保を目的として、資源国との二国間関係を中心とする資源外交を展開

課題整理

- 資源国は既存の化石燃料資産の座礁化を防ぐため、水素やアンモニア、CCS事業への投資を重視。当面の石油・天然ガスの安定供給と我が国の2050年CN達成の両方の観点から、引き続き資源国との関係強化が必要。
- さらに、アジア等新興国のエネルギー移行に向けた支援やアジアのLNG市場拡大、LNGのバリューチェーン全体での脱炭素化等は、従来の二国間協力ではなく、多国間の枠組みを通じた協力、ルールメイキングが必要。

対応の方向性

- 下記方向で「包括的資源外交」を推進。
 - ✓ 石油・天然ガスといった従来資源に加え、将来的なグリーン/ブルー水素、アンモニア、CCS適地といった新たな資源の権益獲得を狙って、これら新資源に関する協力案件も組成し、資源国との関係を強化。
 - ✓ アジアにおけるLNGインフラ市場でのビジネス機会の獲得をファイナンス面等から支援し、LNGの安定供給を確保。
 - ✓ 多国間の枠組みを通じた協力案件の組成や国際的なルールメイキングを推進。

3. ①包括的な資源外交

3. ②新時代における人材育成・獲得

- 本邦企業の上流権益の取得・維持等に必要な国内の石油開発技術者育成のため、JOGMECを中心に石油ガス探鉱開発に関する研修事業等を実施。
(過去5年の実施人数は1,183名)

- 世界的な脱炭素化の流れの中で、石油・天然ガス業界は、GHGの多量排出業界として、ある種の「悪者」となっており、学生にとって必ずしも魅力的な就職先となっておらず、特に上流専門企業にとって、人材の確保が大きな課題。
- 本来であれば、「2050年CN達成に向けて、石油・天然ガス業界が積極的に脱炭素化への取組を推進して貢献するとともに、次代の脱炭素化社会の『主役』となる」、といった前向きなメッセージを発信すべきところ、効果的な情報発信ができていない可能性。

- 上流専門企業や商社、エンジニアリング会社等の既存業界に加え、他業界、発信力のある著名人等からなる検討枠組みを創設し、学生を惹きつけられるような情報発信の在り方や人材育成・獲得のための具体的方策を検討。

(参考) 石油・天然ガス政策のステップ (イメージ)

令和2年12月8日
石油・天然ガス小委員会資料 (抜粋)

2020年 2030年 2040年 2050年 2070年

石油・天然ガスの安定供給確保

自主開発比率

30% 目標を初めて設定 (原油のみ30%) (1967年)
40% 天然ガスを追加、目標引上げ (40%) (2010年) **「2030年自主開発比率 40%」**
自主開発比率の更なる向上

資源外交

石油・天然ガスの輸入 (LNG輸入開始は1969年～)
上流権益参画 (LNG権益参画は1989年～)
新たな資源外交
第3国ビジネス展開 (ファイナンス・キャパビル支援) (2018年～)
「外・外取引」目標の達成、アジアLNG市場の創設・拡大
「2030年『外・外取引』含むLNG取引量 1億トン」
1億トン 「外・外取引」を含むLNG取引量 1億トン目標を初めて設定 (2020年)

国内資源開発

国内基礎調査開始 (1955年) 「資源」(2008年) 導入 「かんざ」(2019年) 導入 国内資源開発の推進
メタハイ開発事業開始 (砂層型 2001年、表層型 2013年)

備蓄

原油備蓄開始 (民間 1965年、国家 1978年) アジア大での備蓄協力 (石油・LNG) を推進

JOGMEC

石油開発公団発足 (1967年) JOGMEC発足 (2004年) JOGMECによるエネルギー安定供給の推進支援

人材育成

(個社による採用・人材育成) 石油・天然ガス業界の変革を支える人材育成・獲得

日本

国内2050CN実現

脱炭素化社会への移行に向けた取組

- LNGバリューチェーン全体の更なるグリーン化
- 化石燃料の脱炭素技術 (※) の確立・拡大
- 水素・アンモニアの安定供給もにらんだ新たな資源外交

※火力+CCUS/カーボンリサイクル、水素発電、アンモニア発電

新興国

新興国の脱炭素・エネルギー移行支援

- アジアLNG市場の創設・拡大 (ファイナンス・キャパビル支援)
- 現実的なエネルギー移行への支援 (Coal to Gas 等)
- LNGバリューチェーン全体の更なるグリーン化
- 化石燃料の脱炭素技術 (※) の確立・拡大
- 水素・アンモニアの安定供給もにらんだ新たな資源外交

- 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需要家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。
- 加えて、LNG市場における日本の相対的な地位が低下する中でも、世界のLNG市場における日本の影響力を維持し、我が国の安定調達を確保するため、**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**となることを目標として明記。

<日本政府のコミットメント>

2017年 日本政府のコミットメント

Finance
LNGビジネスへ
官民で100億ドルの
資金提供

2019年 日本政府の追加のコミットメント

Finance
特にアジア地域を中心にLNGの上流～下流
までのビジネスを支援
➤ **追加で官民で100億ドルの支援**

Capacity Building
5年で
500人のキャパビル支援

Capacity Building
LNGのバリューチェーン上でJOGMECを
中心に官民で人材育成支援を実施。
➤ **追加で500人キャパビル支援に**



<ビジネス支援の具体例>

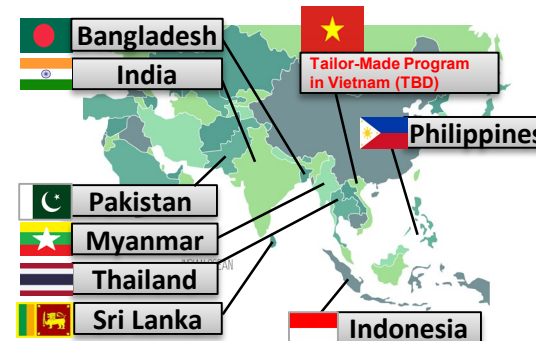
インドネシア

LNG受入基地・ガス発電所 2017年(丸紅・双日)
ジャワ島西部でインドネシア初のガス火力 I P P の発電所と、LNG受入施設 (FSRU) を建設・操業するプロジェクト。2018年10月、融資契約締結。

ベトナム

調達・LNG受入基地2016年(東京ガス)
同国初となるLNGの調達・販売及びLNG受入基地の建設・運営への事業参画を目指して合併会社を設立。
ガス配給事業への参画2017年(東京ガス)
ベトロベトナム低圧ガス販売(株)の株式の一部を取得。

<LNGバリューチェーン>



- 2050年CN達成に向けては、水素やアンモニアの活用による火力燃料自体の脱炭素化と火力発電にCCUS/カーボンリサイクルを活用したオフセットで対応する方向性。
- 上記施策を達成するためには、供給体制の構築が課題。供給体制としては、下記のような5つのスキームが考えられるが、それぞれのスキームは一長一短があり、特に全てのスキームで必須となるCCSは極めて重要な位置付け。
- 当面は化石燃料由来のブルー水素が大宗を占めることを踏まえた資源国との関係強化や国内資源も活用した水素やアンモニアの供給体制の構築に加えて、CCS適地の安定確保が将来的な課題。

＜今後想定される水素、アンモニアの供給網＞ (出典) 事業者からのヒアリングに基づき資源エネルギー庁にて作成

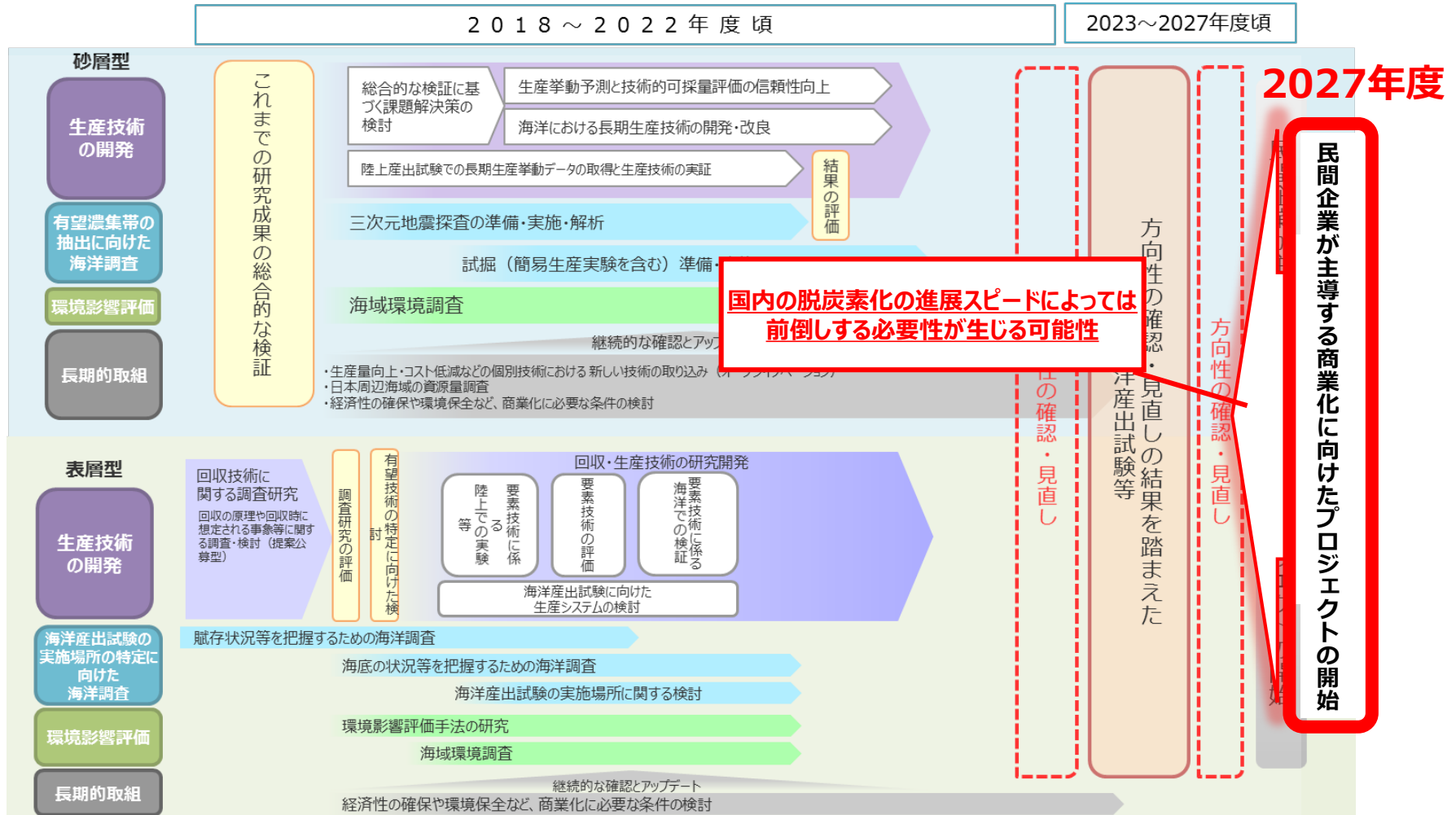
種類	スキーム	メリットと課題
① LNG+CCS 【概要】 ・海外からLNGを輸入し国内でガス発電。 ・LNG燃焼時のCO2を回収し海外でCCS。		<メリット> ・既存インフラを活用可能 <課題> ・CCS適地の確保 ・低濃度CO2の回収
② LNG→水素 【概要】 ・海外からLNGを輸入し国内で水素を製造。 ・水素製造時のCO2を回収し海外でCCS。		<メリット> ・既存インフラを活用可能 <課題> ・CCS適地の確保
③ 液化水素 【概要】 ・海外で天然ガスから水素を製造。水素製造時のCO2を回収し海外でCCS。 ・水素を液化 (-253℃/常圧)・輸送し、輸入。		<メリット> ・高純度の水素輸送が可能 <課題> ・輸送コストの削減
④ 有機ハイドライド (MCH) 【概要】 ・海外で天然ガスから水素を製造。水素製造時のCO2を回収し海外でCCS。 ・水素をMCH化 (常温/常圧)・輸送し、輸入。		<メリット> ・取り扱いが容易 <課題> ・トルエンの処理 (毒性あり)
⑤ アンモニア 【概要】 ・海外で天然ガスからアンモニアを製造。アンモニア製造時のCO2を回収し海外でCCS。 ・アンモニアを液化 (常温/高圧, 低温/常圧) 輸送し、輸入。		<メリット> ・直接燃焼も可能 ・既存サプライチェーンを活用可能 <課題> ・アンモニアに毒性あり

(参考) 国内資源開発の位置付け ～開発計画前倒しの必要可能性～

- 地政学リスクに左右されない安定的なエネルギー源として、国内資源開発の推進は引き続き重要。
- 加えて、水素やアンモニア需要の立ち上がりの早さなど、**国内の脱炭素化の進展スピードによっては、現行の国内資源の開発計画を前倒しする必要が生じる可能性。**

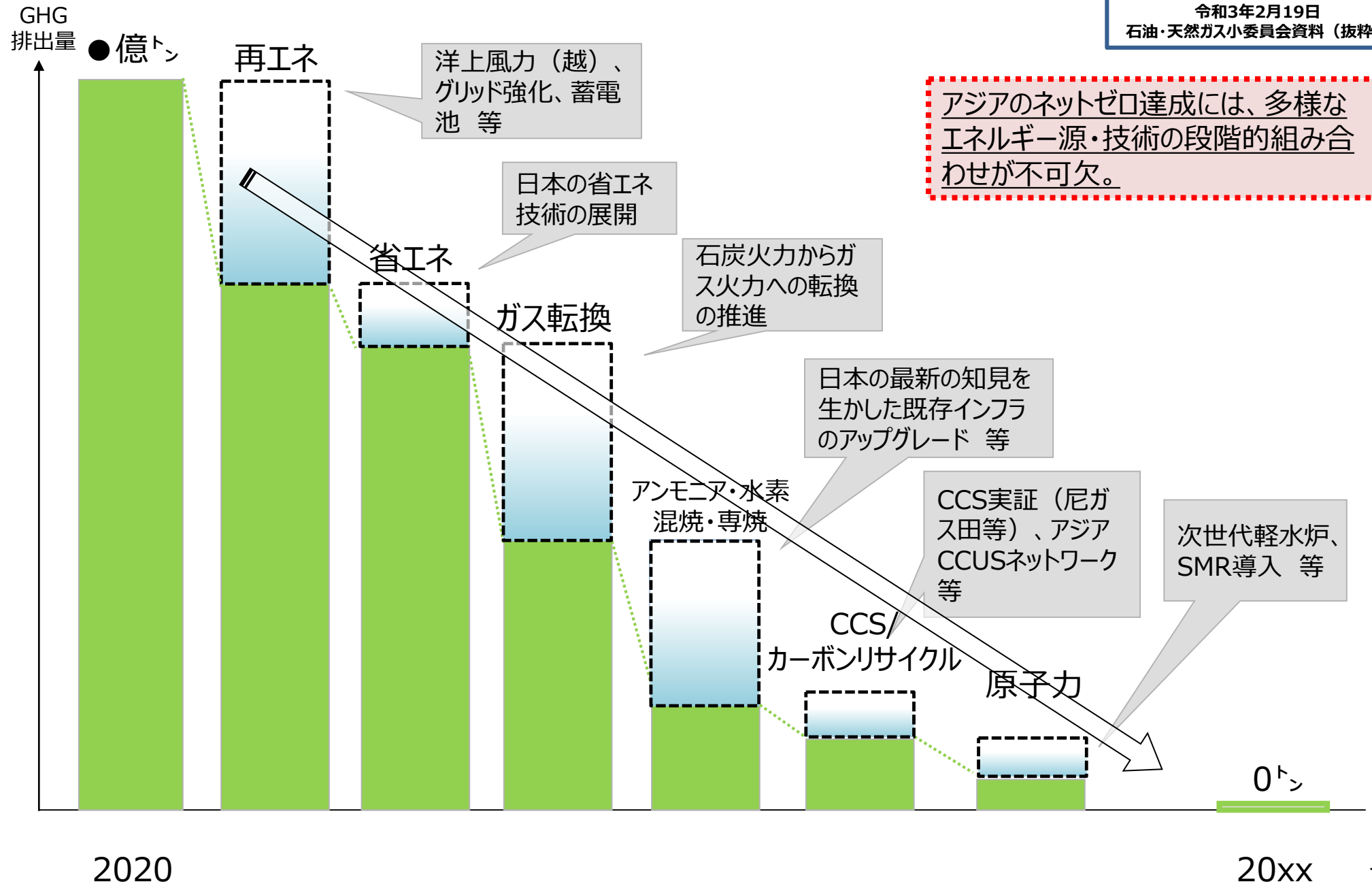
※ メタンハイドレートは、2027年度までに民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、技術開発を推進。

<メタンハイドレートの開発計画>



(参考) アジア各国のネットゼロ達成と協カプロジェクトのイメージ (例: 電力分野)

令和3年2月19日
石油・天然ガス小委員会資料 (抜粋)



(1) ②石油備蓄に係る論点

(位置づけ)

- 石油の国内需要は減少傾向であるが、引き続き、運輸・民生・電源等の幅広い燃料用途や化学製品等の材料として重要。中東情勢やアジアでの石油需要の増加等も踏まえると、石油備蓄の重要性は全く変わらない。
- 一方、2050年カーボンニュートラルに向けて国内需要の更なる減少が見込まれる中、タンクなど備蓄アセットの有効活用の方策を検討する必要。

(今後の政策の重点)

- 今後、以下に重点を置いて、政策を検討すべきではないか。
 - 現状の石油備蓄水準（日数ベース）を維持するとともに、官民のタンク余力を活用して危機発生時における機動力を更に向上させる。
 - アジア地域のエネルギー・セキュリティ確保に向けて、我が国の備蓄アセットを活用し、産油国やアジア消費国との協力を更に強化する。
 - 長期的には燃料移行の状況等を踏まえ、タンクの有効活用も含め、燃料備蓄のあり方について検討する。

(1) ②石油備蓄

これまでの取組

①石油備蓄の確保 ・機動性向上

- 石油備蓄の確保
- 備蓄放出の機動性向上に向けた油種入替や訓練の強化。

②アジア大のセキュリティ向上

- 産油国やアジア消費国との協力強化。

課題整理

- エネルギー移行に伴い、国内需要の更なる減少の可能性。
- 引き続き、中東地域を中心に石油の供給制約が発生するリスク。

- 日本企業のサプライチェーン維持の観点から、アジア大でのエネルギーセキュリティ向上が必要。

対応の方向性

- 現状の石油備蓄水準（日数ベース）を維持しつつ、緊急時の備蓄放出の更なる機動性向上に向け、油種入替、放出訓練や机上訓練、必要な設備改良等を継続。

- 例えば、フィリピンやベトナム等のアジア諸国との間の相互融通を含めた備蓄協力を推進。

(参考) 我が国の石油備蓄の歴史

昭和47（1972）年：経済協力開発機構（OECD）の備蓄増強勧告を受けて、行政指導に基づく民間備蓄を開始（60日備蓄増強計画）。

昭和49（1974）年：オイルショックを契機として、90日備蓄増強計画を策定。国際的には同年に国際エネルギー機関（IEA）設立及びIEAによる備蓄制度開始。

昭和50（1975）年：石油備蓄法を制定し、民間備蓄を法的義務化（90日）。

昭和53（1978）年：審議会報告において、90日を超える分については国家備蓄を検討することとされ、国家備蓄を開始。

昭和62（1987）年：審議会報告において、国がIEA義務90日相当である5,000万KLを保有することとされ、民間備蓄は備蓄義務を90日から70日まで軽減することが適当とされた。

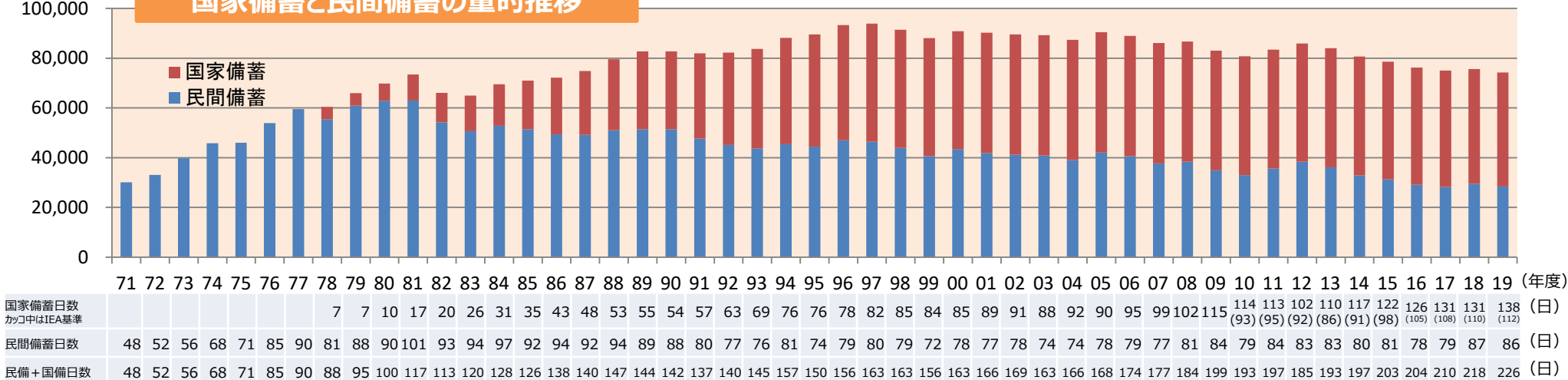
平成 5（1993）年：民間備蓄は70日まで縮減。以降、同水準を維持。

平成10（1998）年：国家備蓄は5,000万klを達成。以降、同水準を維持。

平成27（2015）年：分科会報告書において、数量ベースではなく日数ベースを備蓄水準とする考え方が示された。これを受け、石油備蓄目標を日数ベースに変更。国家備蓄は「産油国共同備蓄の2分の1と合わせて輸入量の90日分程度に相当する量」を確保することとした。

<参考> 産油国共同備蓄は、平成21（2009）年より事業を開始しており、概ね3日程度分を維持。

(千kl) 国家備蓄と民間備蓄の量的推移



※石油備蓄量は年度末実績。民間備蓄、国家備蓄とも製品換算後ベース。表中の数字は日数（備蓄法基準）。資源エネルギー庁「石油備蓄の現況」を元に作成。

※民間備蓄量（日数）は、基準備蓄量（備蓄義務日数）と民間在庫量（日数）の合計。

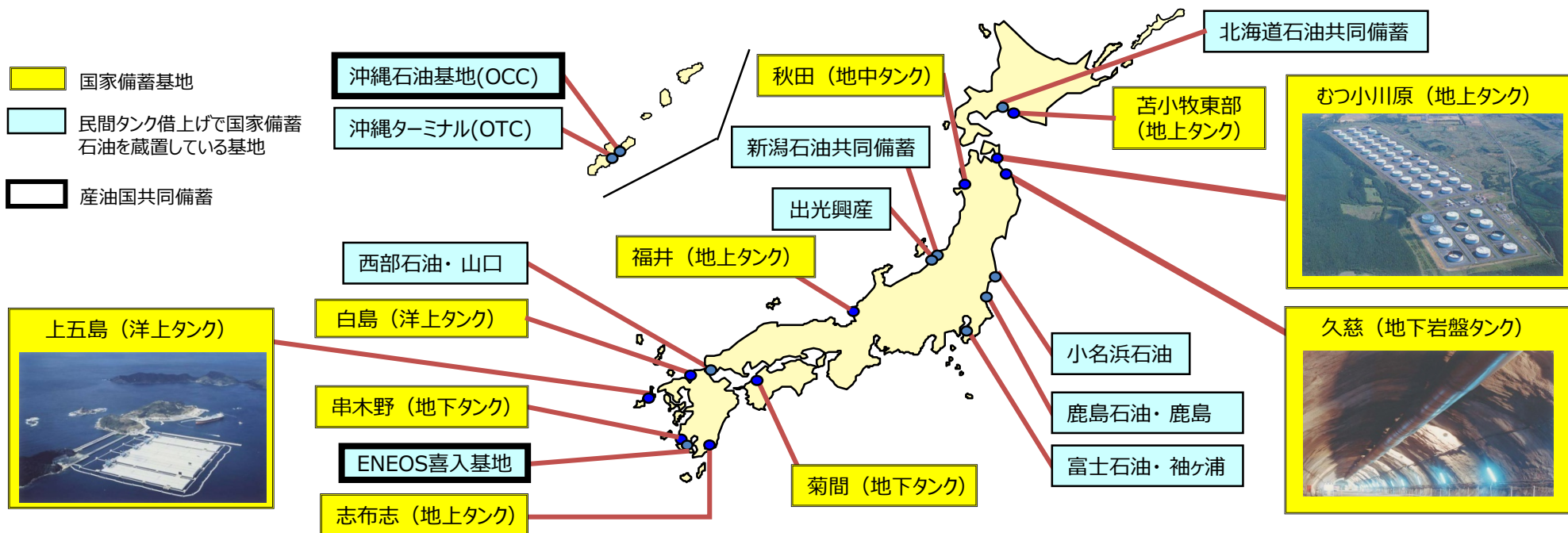
(参考) 我が国の石油備蓄の現状

- 我が国の石油備蓄は、①国が保有する「**国家備蓄**」、②石油備蓄法に基づき石油精製業者等が義務として保有する「**民間備蓄**」、③UAE（アラブ首長国連邦）、サウジアラビア及びクウェートとの間で実施する「**産油国共同備蓄**」で構成される。
- 我が国は、国内消費量の**200日分を超える石油の備蓄を確保**している。

<合計：246日分（国家備蓄：148日分、産油国共同備蓄：7日分、民間備蓄：91日分）>
※令和2年12月末現在

(参考) 我が国の国家備蓄石油の蔵置場所（原油）

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営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。

(1) ③石油精製・元売に係る論点

(位置づけ)

- 石油は、国内需要は減少傾向であるが、引き続き国民生活・経済活動に不可欠。昨今の自然災害の激甚化・頻発化を踏まえると、エネルギー供給の「最後の砦」として、平時のみならず緊急時にも対応できる強靱な石油供給体制確保の重要性は変わらない。
- 一方、2050年カーボンニュートラルに向けて、水素や合成燃料等の新たな燃料の取組が拡大。石油精製・元売業が、既存アセットや人材、ネットワーク、安全に係るノウハウ等の強みを活かし、こうした新たな燃料供給のメインプレイヤーとなることを期待。

(今後の政策の重点)

- 今後、以下に重点を置いて政策を検討すべきではないか。
 - 大規模災害に備え、製油所・油槽所のハード・ソフト両面の災害対応能力を更に向上させる。
 - 国内の石油精製設備の立地維持のため、石油精製・元売業の更なる生産性向上や競争力強化を後押しする。必要に応じ、高度化法の活用も考える。
 - 2050年カーボンニュートラルに向けて、省エネ（高効率化）・脱炭素の取組を後押しするとともに、新たな燃料供給のニーズに対応するため、水素・合成燃料等の取組を後押しする。

(1) ③石油精製・元売

これまでの取組

① レジリエンス強化

- 地震・津波などの大規模自然災害等に備え、製油所や油槽所の強靱化対策を推進。

② 事業基盤の再構築

- コンビナート内外の事業者間連携や海外事業展開による生産性向上・競争力強化を促進。
- 石化シフトや再エネ事業への展開等により、石油産業は総合エネルギー企業化に向けた取組を推進。

③ 製油所のグリーン化

- 製油所ごとに省エネ（高効率化）対策の取組を実施。

課題整理

- 特別警報級の大雨など、自然災害は頻発・激甚化。製油所や油槽所の更なる強靱化が不可欠。
- 新型コロナウイルス等のパンデミック発生時においても、製油所等から安定的に石油製品を供給することが必要。

- エネルギー移行に伴い、国内需要の更なる石油需要の減少の可能性。
- 2030年半ばの自動車の電動化、航空（ICAO）・海運（IMO）規制等が、石油需要減少を加速する要因になるとともに、石油産業にとっては、各分野への新たな燃料供給の機会。

- 石油企業にもカーボンニュートラル宣言の動き。
- 従来の省エネ（高効率化）対策だけではなく取組を進めていく必要。

対応の方向性

- 地震・津波に加え、特別警報級の大雨・高潮等に対する製油所・油槽所の災害対応能力の強化等を後押し。
- パンデミック発生時の製油所操業の持続性向上のため、操業省力化に向けたデジタル技術の活用等を後押し。

- 石油製品の安定供給を確保するため、引き続き生産性向上・競争力強化を後押し。
- 既存の燃料インフラや、これまで培ったネットワーク、人材を活かして、石油産業が、水素、燃料アンモニア、合成燃料等の新燃料供給にチャレンジするための構造改革やイノベーションを後押し。

- 製油所ごとの更なる省エネ（高効率化）対策の取組を引き続き後押し。
- 加えて、脱炭素燃料の活用など、より一層の製油所のグリーン化を後押し。

ENEOS

◇ 自社CO2排出分について、2040年度のカーボンニュートラル化を目指す。

- CO2フリー水素サプライチェーンの構築、既存サプライチェーンを活用した合成燃料（e-fuel）の実証等に取り組む予定。

◇ 台湾洋上風力発電

- ドイツ企業と連携し、台湾最大の洋上風力発電事業に参画し、2021年中の竣工を目指す。
- 出力：640MW



◇ 水素ステーション

- 東京オリパラ大会車両のFCVへ水素を供給する拠点として整備を進めており、ENEOSとして44か所の商用ステーションを設置。

◇ 大型バイオマス発電

- 国内のバイオマス発電事業者（イーレックス）との共同事業として、世界最大級のバイオマス発電所開発に向け新潟県内で環境アセスメントを開始。
- 2023年中の本工事着工、2026年度中の運転開始を目指す。
- 出力：300MW

出光興産

◇ 地熱発電

- 秋田県湯沢市で2024年の事業化に向けて地熱発電所(15MW)を建設。

◇ 超小型EV

- 岐阜県や千葉県で超小型EVを活用したカーシェアリングの実証実験を実施。この結果を基に、超小型EVの開発・販売事業に新規参入し、年間100万台相当の需要創出を目指す。

開発中の超小型EV(出光HPより)



◇ 有機EL材料

- 青色の有機ELで世界的な技術を持ち、2020年12月に国内、韓国に次いで、中国で第三の製造拠点を本格稼働。

コスモ石油

◇ 秋田洋上風力発電

- 国内で初となる商業ベースでの大型洋上風力発電事業に参画。
- 2022年中の運転開始を目指す。
- 出力：140MW

◇ カーリース事業

- 個人客との接点が多いというSSの強みを活用した個人向けのカーリース事業を実施。2020年1月末で累計契約台数7万台超。

(1) ④SSに係る論点

(位置づけ)

- 石油は、国内需要は減少傾向であるが、引き続き国民生活・経済活動に不可欠。昨今の自然災害の激甚化・頻発化を踏まえると、エネルギー供給の「最後の砦」として、平時のみならず緊急時にも対応できる強靱な石油供給体制確保の重要性は変わらない。
- 2050年カーボンニュートラルに向けても、SSは、ハイブリッド車等への給油や灯油の配送等で引き続き石油製品の供給を担う社会的インフラ。さらに、SSが、EV・FCVへのエネルギー供給や合成燃料等の新たな燃料の供給も担っていくことを期待。
- 具体的には、それぞれのSSやそれらが立地する地域の状況等を踏まえ、①経営力向上・経営多角化を進めて「マルチファンクションSS（多機能SS）」、②EV等へのエネルギー供給も担う「総合エネルギー拠点」、③デジタル技術を活用する「デジタル・トランスフォーメーションSS（DX・デジタル化に対応したSS）」又は④地域の社会的ニーズにも対応する「地域コミュニティインフラ」として発展することを目指す。
- 民間事業者単独ではSSの維持が困難な場合における①「協業化・経営統合・集約化」、さらには②自治体が承継する「公設民営化」により、引き続き、SSが、災害時の「最後の砦」も担う地域のエネルギー供給インフラとして機能することを期待。

(今後の政策の重点)

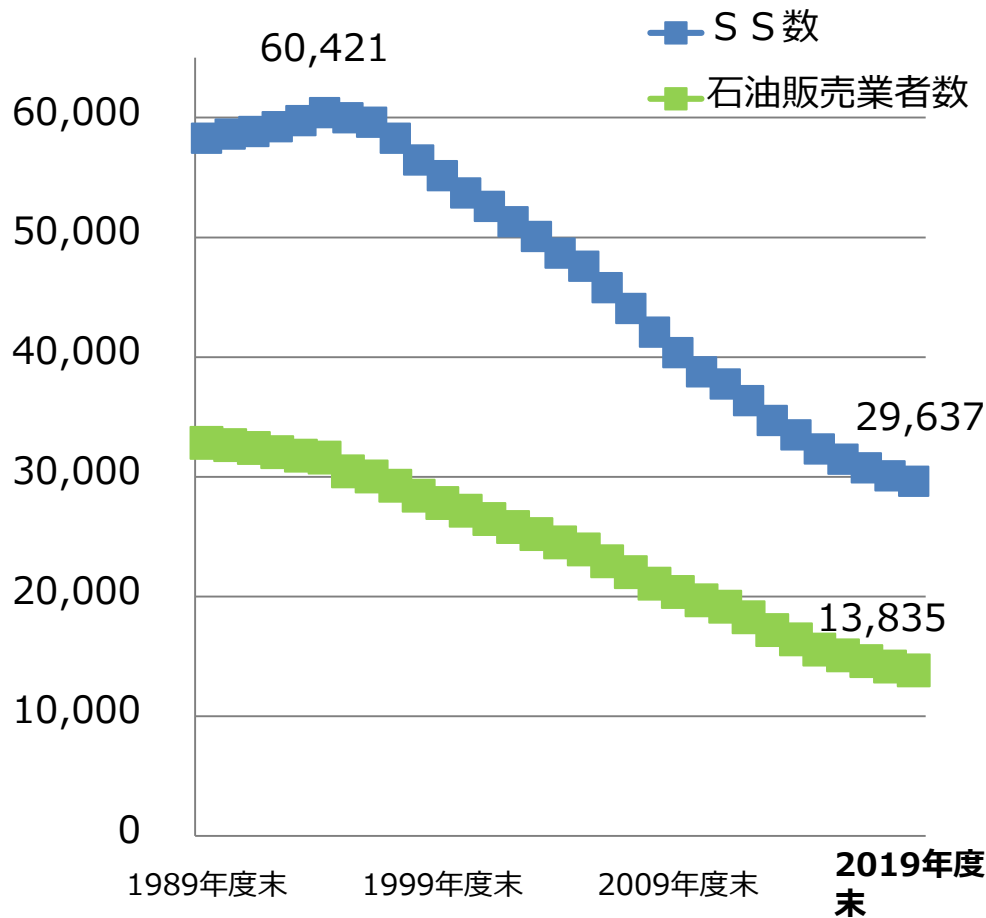
- 今後、以下に重点を置いて、政策を検討すべきではないか。
 - 大規模災害時に備え、SSのハード・ソフト両面の災害対応能力を更に向上させる（これまで住民拠点SSを約1.5万箇所、中核SSを約1600箇所整備）。
 - 石油の最終供給体制確保のため、SSの「地域コミュニティインフラ化」など、経営力向上・経営多角化、デジタル化を後押しする。
 - SS過疎地や離島における燃料供給体制の検討を引き続き後押しする。
 - EV充電器や水素ステーションの設置等のSSのグリーン化を後押しする。
 - SSの前向きな取組等を政策当局と業界団体が連携して後押しする。

(1) ④SS

	これまでの取組	課題整理	対応の方向性（案）
経営力向上 ・経営多角化 ／デジタル化	<ul style="list-style-type: none">● AI・IOTの活用の促進や新たなサービス創出に向けた<u>関連規制の在り方の検討・保安規制の緩和</u>。	<ul style="list-style-type: none">● <u>エネルギー移行に伴い、ガソリンや軽油需要の更なる減少の可能性</u>。● <u>人手不足の深刻化</u>。	<ul style="list-style-type: none">● 石油製品の安定供給は不可欠であり、これまで通り、<u>地域のエネルギー供給インフラとしての機能を充実させる</u>。● <u>経営多角化等の事業再構築やデジタル技術の活用による収益向上や人手不足対策につながる取組等を後押し</u>。
SSの グリーン化	—	<ul style="list-style-type: none">● 現在、充電器を併設するSSは81SS、水素STを併設するSSは20SS。● 充電サービスや水素ステーションの<u>ビジネス性や設置コスト等</u>。● 石油製品の供給を継続する中での、<u>カーボンニュートラルへの貢献</u>。	<ul style="list-style-type: none">● SSにおける<u>EV充電器や水素ステーションの併設によるエネルギー供給拠点化</u>を後押し。● SSにおける<u>設備の省エネ化や再エネ導入</u>を後押し。
レジリエンス強化	<ul style="list-style-type: none">● 中核SSや小口燃料配送拠点の機能強化、住民拠点SSの整備等を通じたSSの災害対応能力の強化。	<ul style="list-style-type: none">● 近年頻発する災害等を踏まえ、①SSへの燃料配送の遮断リスクへの対応、②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、③水害による燃料供給設備の損壊、④燃料供給要請への確実な対応、⑤SS従業員への災害対応能力の強化や自治体や自衛隊等の関係機関との連携強化などレジリエンス強化への不断の取組が必要。	<ul style="list-style-type: none">● <u>燃料配送遮断リスク、津波リスク、水害リスク、燃料供給要請等に備えた、SSの災害対応能力強化や自治体等の関係機関との連携強化</u>につながる取組を後押し。
地域のエネルギー 安定供給	<ul style="list-style-type: none">● <u>地域の実情に応じた流通網の検討</u>。	<ul style="list-style-type: none">● 更なる需要減少や担い手の問題により、<u>地域内のSSの維持が困難になるリスク</u>。	<ul style="list-style-type: none">● <u>自治体と地域内のSSの平時・災害時における連携強化や、自治体によるSS承継の円滑化に向けた取組も後押し</u>。

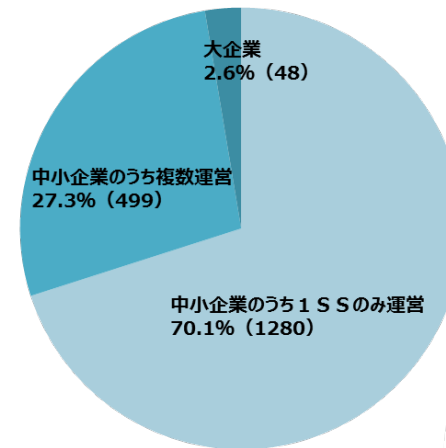
(参考) SSの現状

- 全国のSS数は1994年度末のピークに比べて約半数まで減少（2019年度末時点で29,637箇所）。
- 石油販売業者の約98%は中小企業、運営SS数が1か所の事業者は70.1%、3か所以下の事業者は89.5%。

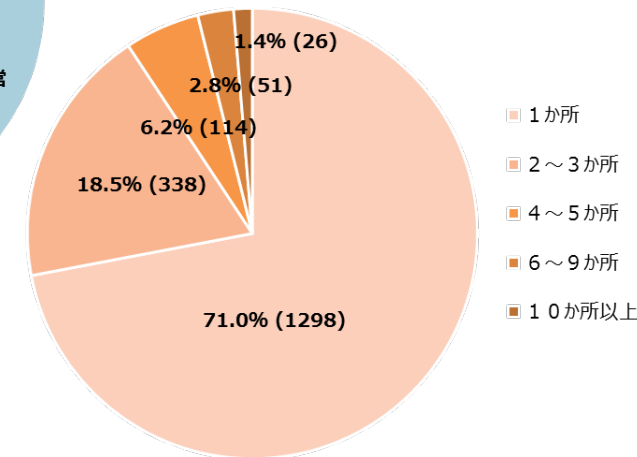


【SS数及び石油販売業者数の推移】

【中小企業と大企業の比率】



【運営SS数】



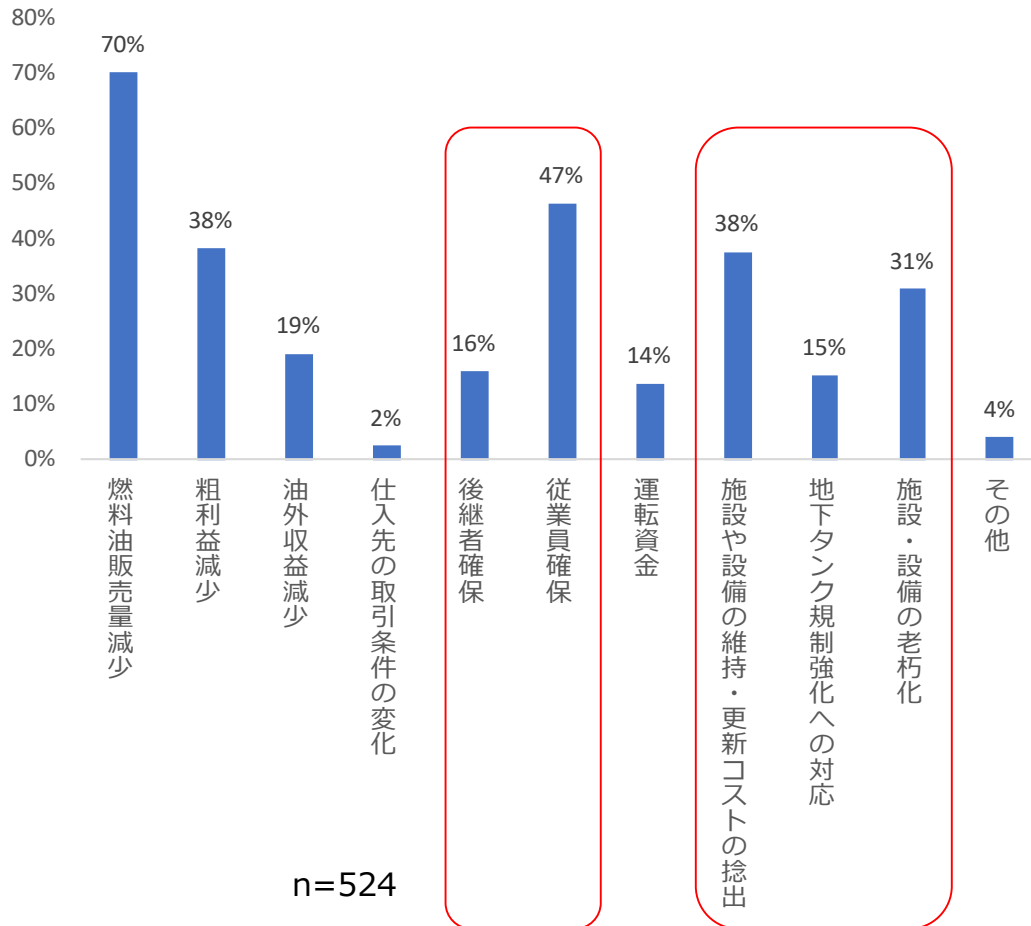
※調査回答数は1,827社、()内は企業数

(出典) 一般社団法人全国石油協会「石油製品販売業経営実態調査報告書(2019年度調査版)」

(参考) SSの経営課題

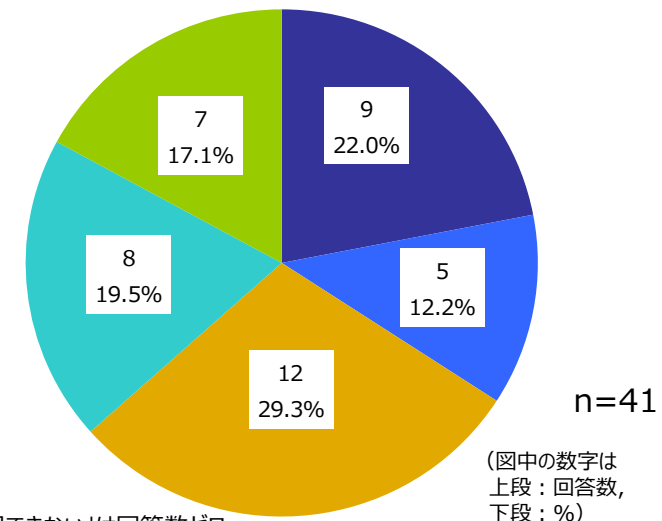
- SSの事業継続においては、販売量減少といった需要面の課題のみならず、**従業員・後継者確保や施設の老朽化・地下タンク規制対応といった供給面での課題も大きい。**
- 従業員確保については、カーボンニュートラルの動向を受けて、更に深刻化することが懸念される。

【SS運営上の課題】



【廃業を考えた理由】

- 販売量の減少
- 後継者が確保できない
- 従業員が確保できない (※)
- 施設や設備を維持・更新するためのコストが確保できない
- 施設の老朽化
- その他



※…「従業員が確保できない」は回答数ゼロ

出所：SS過疎地実態調査（令和元年度資源エネルギー庁委託）

(参考) 国内石油製品需要の減少への対応

- 燃料需要の減少や担い手の問題で、地域内における民間事業者単独によるSSの事業存続が困難なケースがある。
- また、地方においては、高齢者向けサービス等の社会的ニーズに対応する担い手も不足しており、SSが「地域コミュニティインフラ」として、こうした社会的機能を担うことも期待される。
- こうした地域においては、特に、地方自治体、他の事業者といった地域内の多様な主体との連携が重要。
- このため、「協業化・経営統合・公設民営化」といった地域内の連携や、地域コミュニティインフラ化による他の収益減の確保を通じて、地域におけるエネルギー安定供給を確保することが必要。
- 公設民営化においては、旧経営者の高齢化に伴い、地方自治体がSSを承継するケースが多いことから、地方自治体によるSS承継の円滑化に向けたサポートも必要。

<協業化>

- ✓ 三原産業（愛媛県）は、同業他社と、共同配送のためのLLPを設立し、人員体制の効率化、車両等の設備の集約化による稼働率向上、配送ルートの効率化により、灯油配送を合理化



共同配送センター

<経営統合>

- ✓ 大油屋商店と酒井商事（福井県）は、それぞれ3SSを運営していたが、大油屋商店が酒井商事の従業員等を承継し、4SS体制で再スタート



閉店したSS

<公設民営>

- ✓ 川上村（奈良県）が出資する法人で、SSや移動スーパーを運営。高齢者宅への配送の際には、声かけ等も実施。

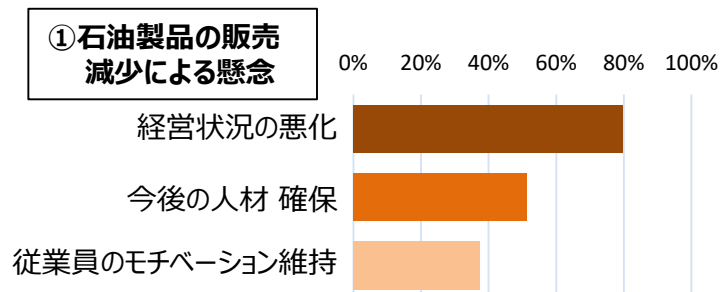


かわかみSS

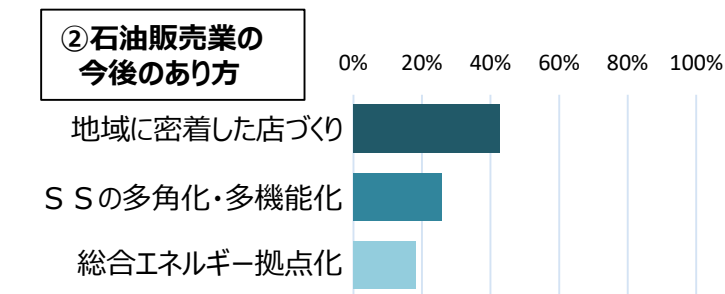
(参考) 2050年カーボンニュートラル・2035年新車販売電動車100%に対するSS業界の反応

- 政府が、2050年カーボンニュートラルの実現、2035年新車販売電動車100%を表明する中、全国石油商業組合連合会は1月12日から27日までの間、加盟する石油販売業者に対して、今後のSS経営に関するアンケートを実施。

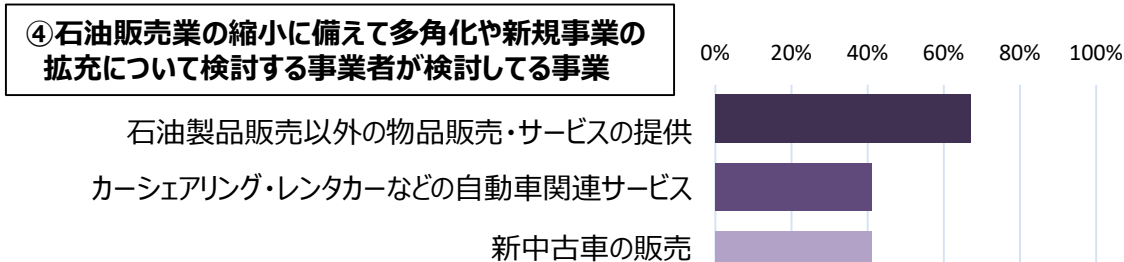
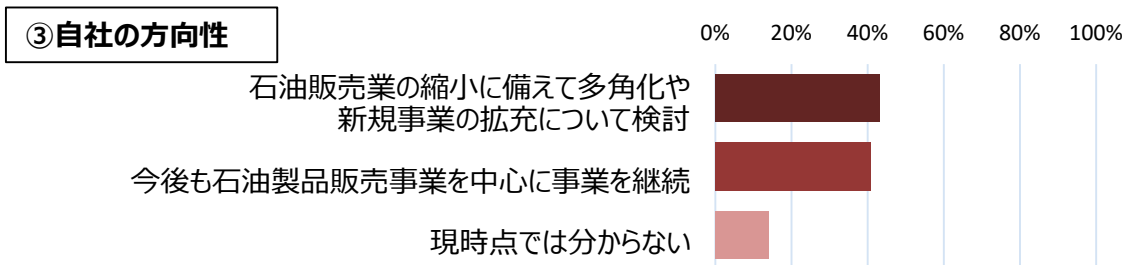
<調査結果のポイント（各項目の上位3位）>



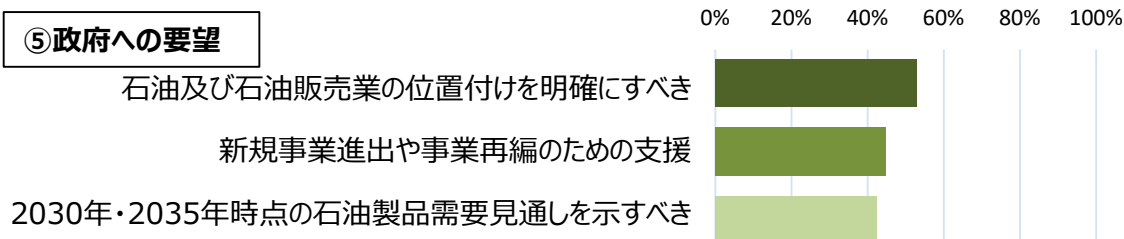
〔1SS運営事業者においては、「事業自体の休廃業」が「従業員のモチベーション」と同列3位。(26%)〕



〔31~100SS運営事業者においては、「SSの多角化・多機能化」と「総合エネルギー拠点化」が同列1位(50%)〕



〔31~100SS運営事業者においては、「EV充電設備の設置」が2位(43%)〕



〔31~100SS運営事業者においては、「SSへのEV向け充電設備の設置支援」が2位(50%)、101SS以上運営事業者においては、同支援が3位(50%)〕

○アンケート対象：1,194社
 回答者のSS運営規模：1SS(557社)、2~3SS(274社)、4~10SS(246社)、11~30SS(82社)、31~100SS(12社)、101SS以上(6社)
 ○調査項目について複数回答可

(1) ⑤LPガスに係る論点

(位置づけ)

- LPガスは、引き続き国民生活・経済活動に不可欠。昨今の自然災害の激甚化・頻発化を踏まえると、石油とともにエネルギー供給の「最後の砦」として、平時のみならず緊急時にも対応できる強靱なLPガス供給体制確保の重要性は変わらない。
- 一方、2050年カーボンニュートラルに向けて、LPガスは、CO2排出が比較的低いという特性を有している。

(今後の政策の重点)

- 今後、以下に重点を置いて、政策を検討すべきではないか。
 - 引き続きLPガス備蓄日数を維持するとともに、危機発生時における機動力を更に向上させる。
 - 大規模災害に備え、中核充填所の設備強化を更に進めるとともに、重要施設における燃料備蓄等の需要サイドの更なる強靱化を促進する。
 - LPガスの最終供給体制確保のため、LPガス産業の収益力向上を後押しする。また、取引適正化を推進する。
 - LPガスのグリーン化に向けた取組を後押しする。

(1) ⑤LPガス

これまでの取組

- 調達先の多角化を推進。
- LPガス備蓄の確保。

- スマートメーターの導入等による検針・配送業務の効率化・合理化等を後押し。

- エネファーム、LPガスコージェネレーション、ガスヒートポンプエアコン（GHP）等の利用拡大。

課題整理

- エネルギー移行に伴い、国内需要の減少の可能性。
- 引き続き、ヒューストン沖の濃霧など、LPガスの調達制約が発生するリスク。
- 緊急時に円滑に国家備蓄放出ができる体制の整備が不可欠。
- 避難所等における燃料備蓄等、災害時の燃料供給に万全の体制を確保することが必要。

- 人手不足の深刻化。
- サプライチェーンにおける省エネルギー化を進めていく必要。

- 欧米では植物由来のバイオLPガス生産が商用化。日本では未だ商用化されておらず、原料調達や生産性向上等が課題。
- プロパネーション技術は、合成に必要な触媒が未開発であり、副生成物の抑制等も課題。

対応の方向性（案）

- LP備蓄の日数を維持しつつ、業界やJOGMECと連携しつつ、国家備蓄放出の業務オペレーションを具体化。
- 避難所等の重要施設における自衛的備蓄や中核充填所の新設・機能拡充を引き続き後押し。

- CO2排出削減や収益力向上を目指し、省エネルギーにも資するスマートメーターの導入促進により、配送合理化等を後押し。

- LPガス利用機器の効率向上。
- バイオLPガスや合成プロパンガス（プロパネーション）等のグリーンLPガスの社会実装に取り組む産業界の取組を後押し。

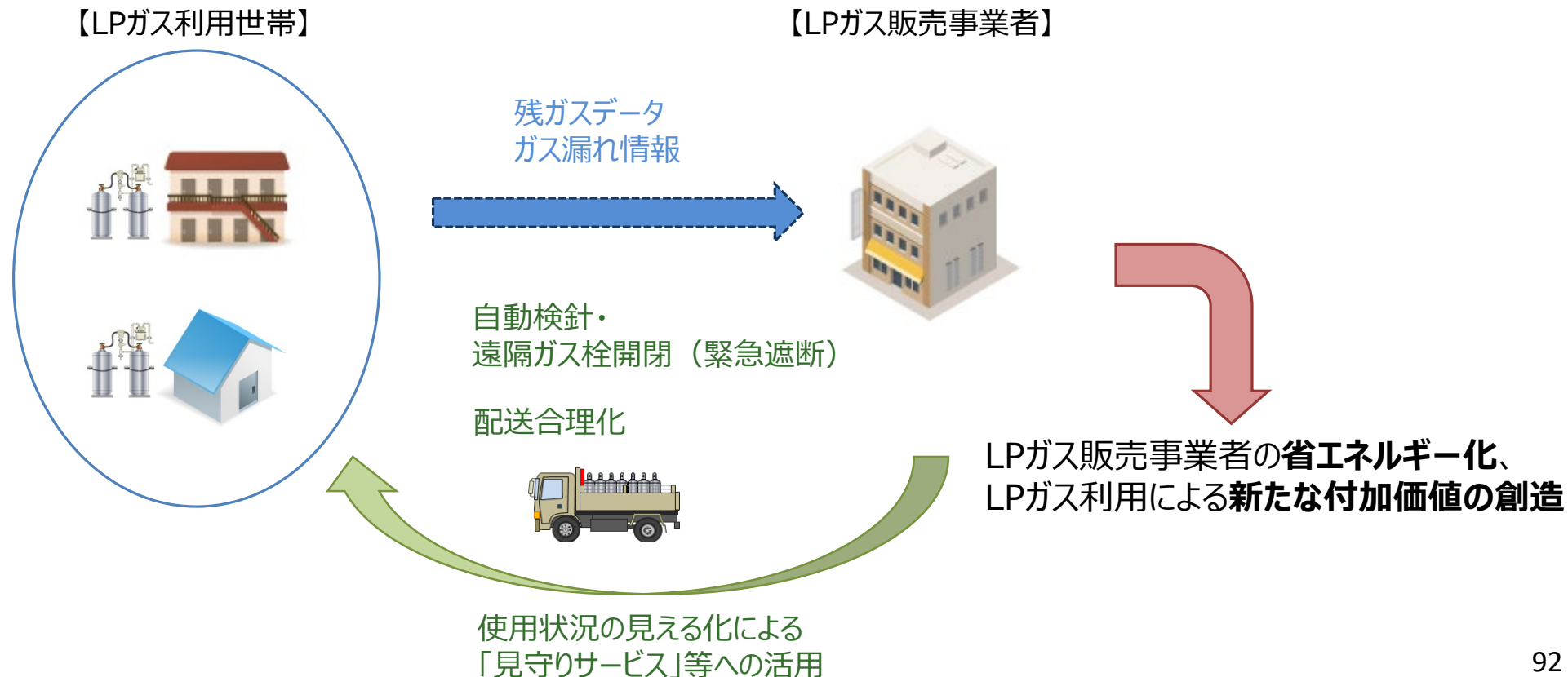
LPガス備蓄の確保
・機動性向上

LPガスのグリーン化

(参考) LPガス供給の省エネルギー化

- 全国約2,300万世帯で利用されているLPガスは、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**。
- LPガス販売事業者の**省エネルギー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メリット>



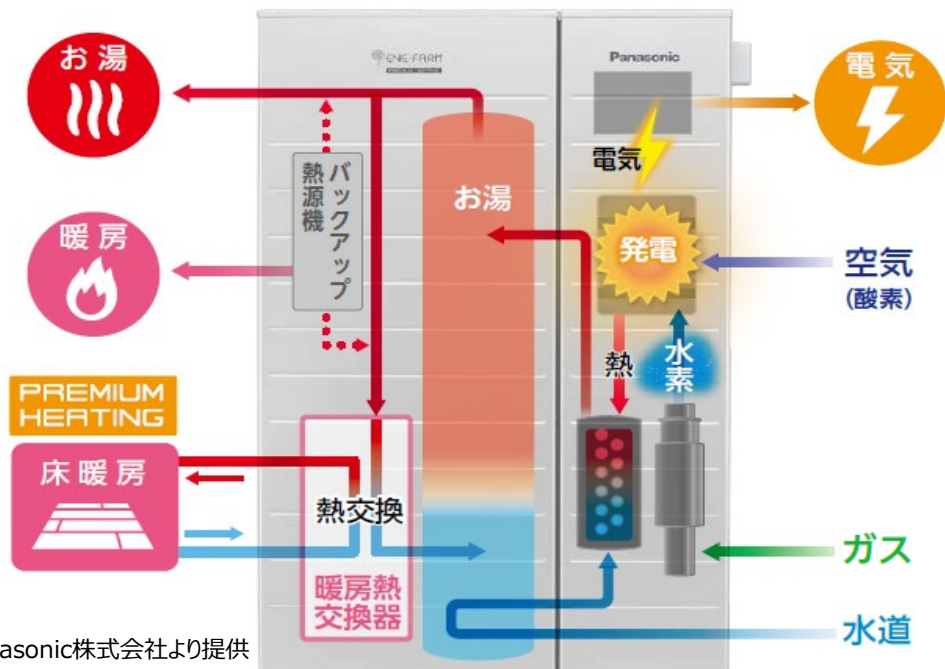
(参考) ガスの省エネルギー機器

- ガス機器の省エネ推進の観点から、エネルギー効率の高い機器である家庭用燃料電池「エネファーム」の普及が進められている。
- エネファーム導入で**38%の二酸化炭素排出量が削減可能**であり、1年間で削減できる二酸化炭素排出量は、1,330kg。これは2,460㎡の森林が吸収する二酸化炭素量に相当。

【家庭用燃料電池「エネファーム」の特徴】

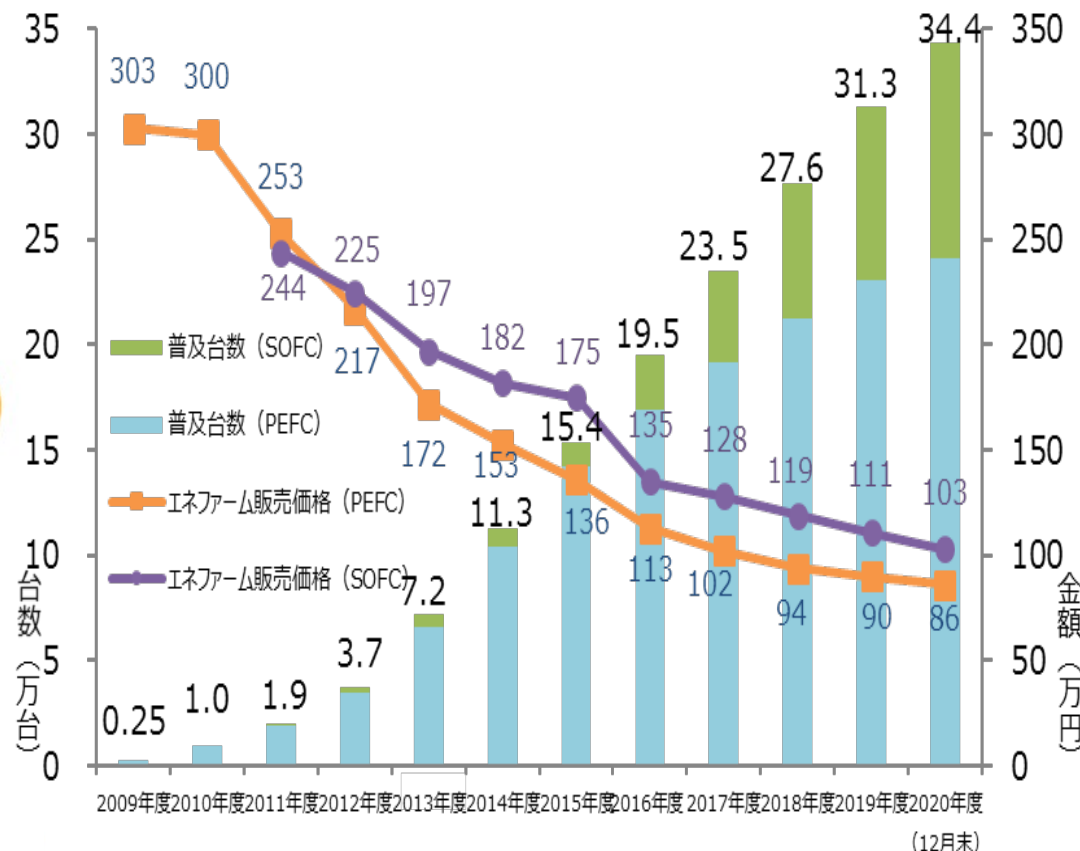
家庭用燃料電池「エネファーム」は、LPガスや都市ガスから水素を取り出し、空気中の酸素と化学反応させることにより発電を行い、同時に発生した排熱を利用して給湯も行うコージェネレーションシステム。

エネファームによる発電で家庭で使用する電力の約7割を賄うことができ、系統電力の購入量の削減やピークカットに貢献。



Panasonic株式会社より提供

【普及台数と販売価格の推移】



※SOFC (固体酸化物形) : 発電効率が高く、熱需要の少ない需要家に設置可能な設計。
PEFC (固体高分子形) : 排熱回収効率が高く、起動停止が比較的容易な設計。

※ (一社) 日本ガス協会等の情報を元に資源エネルギー庁が作成

(1) ⑥石炭に係る論点

(位置づけ)

- 石炭は、化石燃料の中で地政学リスクと熱量当たりの単価が最も低く、現状一次エネルギーの約25%を占め、国民生活・経済活動を支えるエネルギー源。
- 一方、2050年カーボンニュートラルに向けては、CO2排出が大きいという課題を抱えている。今後、脱炭素化技術の導入・拡大が特に必要。

(今後の政策の重点)

- 今後、以下に重点を置いて、政策を検討すべきではないか。
 - 引き続き、石炭の安定供給を確保する。
 - CO2排出を低減するための技術開発を推進する。

(1) ⑥石炭

これまでの取組

① 上流開発

- 我が国企業及び産炭国政府等は、JOGMECによる支援で探鉱を実施するとともに、産炭国との関係強化を図ることで、石炭権益の確保及び安定供給を推進。

② 高効率火力技術開発

- 高効率火力（IGCC、IGFC）、及びアンモニア混焼時の燃焼安定性、低NOx化の技術開発、実証を実施。

③ 海外展開

- 途上国の実効的な脱炭素化支援のため、石炭火力輸出支援を厳格化。

課題整理

- 石炭輸入量の約6割が豪州に集中。安定供給の観点から供給国の多角化が必要。
- カントリーリスクや事業リスクを低減させ、優良な石炭権益を確保する必要。

- 高効率火力の発電効率向上が必要。
- 実用化に向けて、アンモニア混焼の安定燃焼性を大型設備（実機）で実証する必要。

- 非効率石炭火力の高効率化を促進する必要。

対応の方向性（案）

- JOGMECが、豪州その他の産炭国政府等と共同で探鉱を実施し、供給国の多角化を実現。
- 産炭国政府と共同でセミナーや人材育成を実施することで、関係強化を図り、カントリーリスクや事業リスクを低減。

- 発電効率向上に向けたIGFCの実証試験実施。
- アンモニア混焼の実機実証。

- 厳格化した輸出支援方針に則り、火力の高効率化といった脱炭素社会実現に向けた支援を実施。

- (1) 今後の資源・燃料の安定供給確保の方向性
- (2) 今後の金属鉱物資源の安定供給確保の方向性**
- (3) 脱炭素燃料・技術に係る方向性

(2) 今後の金属鉱物資源の安定供給確保の論点・方向性

(位置づけ)

- 金属鉱物は、あらゆる工業製品の原材料として、引き続き、国民生活・経済活動を支える重要な資源。
- 2050年カーボンニュートラルに向けて、再エネ機器や電動自動車等に不可欠な原材料として、**金属鉱物の安定供給確保の重要性は一層増加**。
- **国内の非鉄製錬所は、高品質な金属地金供給、ベースメタル製錬からのレアメタル回収、リサイクルによる資源循環等を担う鉱物資源サプライチェーンの要**。

(今後の政策の重点)

- 今後、以下に重点を置いて、鉱種や工程ごとに必要な政策を検討すべきではないか。

<上流>

- 上流権益確保に向けて包括的資源外交やリスクマネー支援を強化するとともに、国産海洋資源開発を一層推進する。
- 資源外交の強化・包括化や、信頼できるサプライチェーン構築のため国際連携の更なる強化に取り組む。

<中流>

- 中国企業の台頭による製錬所間の過当競争が起こる中、金属鉱物のグローバルなサプライチェーンの強靱化のため、国内非鉄製錬所等への支援を強化するとともに、リサイクルによる資源循環を推進する。

<下流>

- 金属鉱物の供給途絶に備え、金属鉱物備蓄を一層強化するとともに、危機発生時における機動力を更に向上させる。
- 金属鉱物の使用量低減・代替技術の開発を更に推進する。

(2) 金属鉱物資源（上流開発）

これまでの取組

課題整理

対応の方向性（案）

① 上流権益確保の更なる推進

- 銅や一部のレアメタル等の鉱物資源は、埋蔵・生産偏在性、特定国による寡占、価格ボラティリティ等により供給安定性に課題。
- 上記を踏まえ、
 - ✓ JOGMECによる資源探査やリスクマネー供給支援による上流権益獲得を推進
 - ✓ 資源開発税制を通じた新規探鉱支援を展開

- 鉱物資源の品位低下や、開発条件の悪化、資源ナショナリズムの高まりなどにより、開発リスクが増大
- 市場規模が小さく、需要国の経済情勢等により、資源価格が大きく変動
- 一部レアメタルでは、上流の生産段階から中流の製錬段階まで特定国による寡占化が進展

- カーボンニュートラル社会を実現する上で重要となる鉱物の確保や、脱炭素化に資する活動等をファイナンスの対象とするなど、JOGMECによる支援の在り方の検討
- 上流開発に関するJOGMEC等を通じた正確な情報発信

② 国際協力

- 資源権益の獲得・維持のため、首脳・閣僚レベルで資源外交を展開
- 日米欧間の情報交換連携やプロジェクトを推進

- 資源国によるロイヤリティの引き上げや高付加価値化投資要求等の資源ナショナリズムの高まり
- 供給国による政治的手段としての輸出制限の発動

- 石油・天然ガスや将来的な脱炭素燃料の確保等と一体となった「包括的な資源外交」の展開
- 信頼できるサプライチェーン構築・緊急時連携のための国際連携の更なる強化

③ 国産資源開発

- 我が国領海・EEZ内に確認されている海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊、レアアース泥等の国産海洋資源開発を推進

- 既知鉱床の資源量評価や新規鉱床の発見は進んでいる一方、事業者の参入判断に必要な資源量の把握が不十分
- 海底の多様な鉱床性状に応じた生産技術の開発

- 資源量の把握、生産技術の確立等の国産海洋資源開発に向けた取組の更なる推進

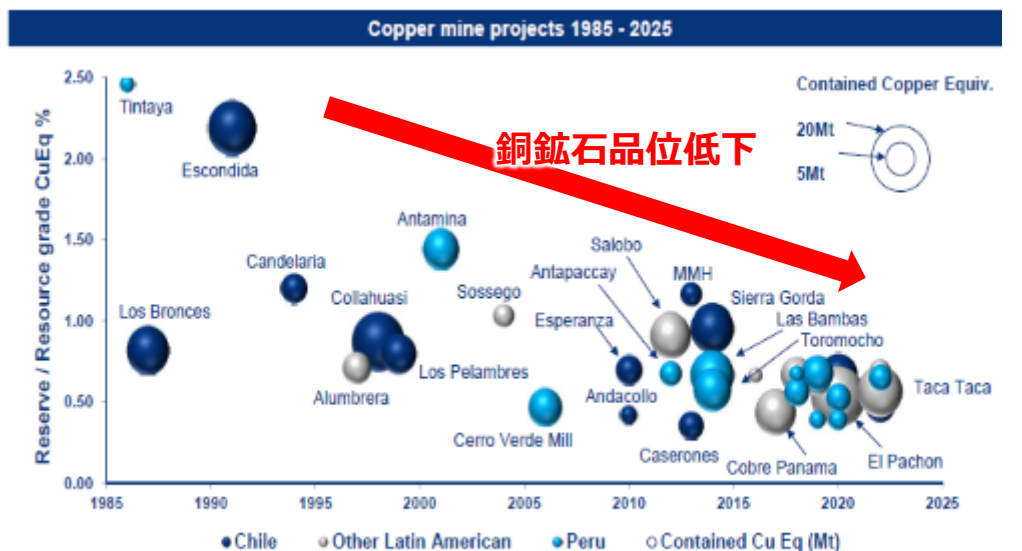
(2) 金属鉱物資源（中流・下流）

これまでの取組	課題整理	対応の方向性（案）
<p>④ リサイクルの強化</p> <p>・ 製錬の強化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>中国企業が台頭する中、国内のリサイクルを進める上で、我が国非鉄製錬所の存在は必要不可欠</u> ● <u>レアメタル等のリサイクル促進のための更なる効率的な要素技術の開発</u> ● <u>非鉄金属産業自体の脱炭素化</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>レアメタル等のリサイクルの推進に向け、非鉄金属の回収技術の高度化促進、国内非鉄製錬所技術を活用したグローバルなリサイクル原料サプライチェーンの検討</u> ● <u>リサイクル原料確保のためのマテリアルフロー解析</u> ● <u>非鉄金属産業の脱炭素化技術開発・導入</u>
<p>⑤ サプライチェーンの強化</p> <p>・ チェーンの強化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>国内外の需給動向を把握するため、マテリアルフロー分析によるサプライチェーンの把握</u> ● <u>海外製錬所単独案件へのファイナンス支援を追加</u> ● <u>特定国に依存しないレアアースサプライチェーンを構築</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>特定国に依存しないサプライチェーン確保のため、国内製錬機能等の中流支援を強化</u> ● <u>カーボンニュートラル社会の実現に必要な鉱種の特定と、その鉱種ごとの対策の検討</u>
<p>⑥ 緊急時</p> <p>・ 備蓄</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>短期的な供給障害に加えて、中長期的な供給途絶事態への対応</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>鉱種ごとの供給動向等も踏まえ、備蓄鉱種を柔軟に入れ替えるなど、機動的な危機対応が可能となるような不断の制度改善</u>
<p>⑦ 国際協力</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>我が国サプライチェーンのISO等国际基準への適合</u> ● <u>世界的な鉱物資源の需給逼迫への対応</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>鉱種横断的な国際基準への対応の検討</u> ● <u>需要国側の国際連携の検討（材料の倫理的調達やリユース促進等に関するルール整備等）</u>
<p>⑧ 省資源・代替材料開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>レアアース等の希少金属を代替もしくは使用量低減する材料・製品の実用化を支援</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>レアメタルの使用量低減技術や、その機能を代替する新材料開発に向けた取組の更なる支援</u>

(参考) 鉱山開発を取り巻く課題

- 鉱山の開発コストは、鉱床の立地地域、鉱床のタイプ、採掘方法等の資源開発そのものに起因する課題に加えて、当該鉱床のある資源国における交通・電気・水等のインフラ状況、環境規制の状況、地域住民との関係等により影響を受ける。
- さらに、近年の開発プロジェクトは、鉱石品位の低下、鉱山の深部化、奥地化、燃料価格の高騰等により、初期投資コストが増大。
- 資源国の利益配分等への関心に起因する資源ナショナリズムの高まりも上流開発事業に多大な影響。

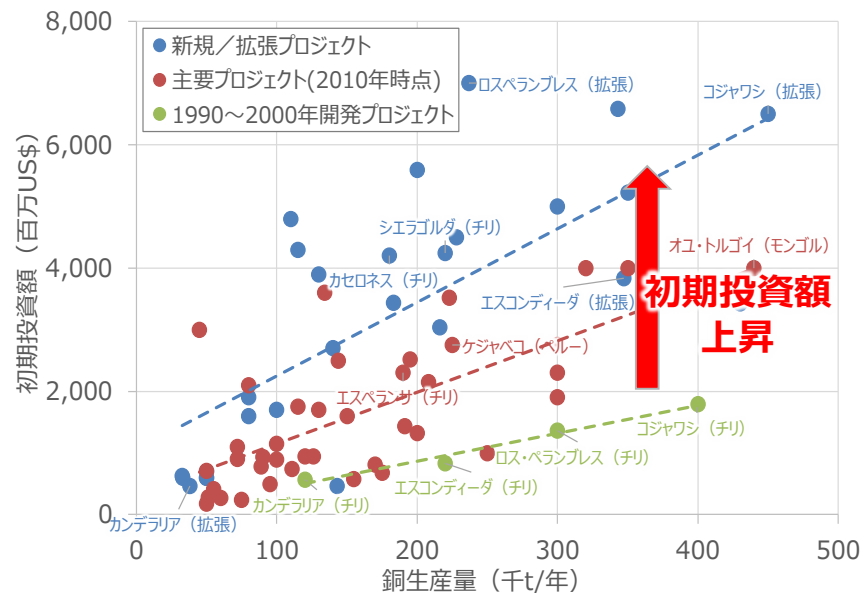
鉱石品位の低下



Source: Wood Mackenzie

(出典) Wood Mackenzie

鉱山開発コストの増加



(出典) 公表データに基づき、JOGMEC作成

(参考) サプライチェーン上のリスク分析指標

- 「新国際資源戦略（2020年3月策定）」において、鉱種ごとの戦略的な資源確保策の必要性を指摘。
- 対応策を検討する上で、資源の偏在性や供給安定性等の観点から、鉱種ごとに定量的なリスクを把握するため、上流から最終製品に至るまでの各工程において、評価対象とするべき指標を導出。

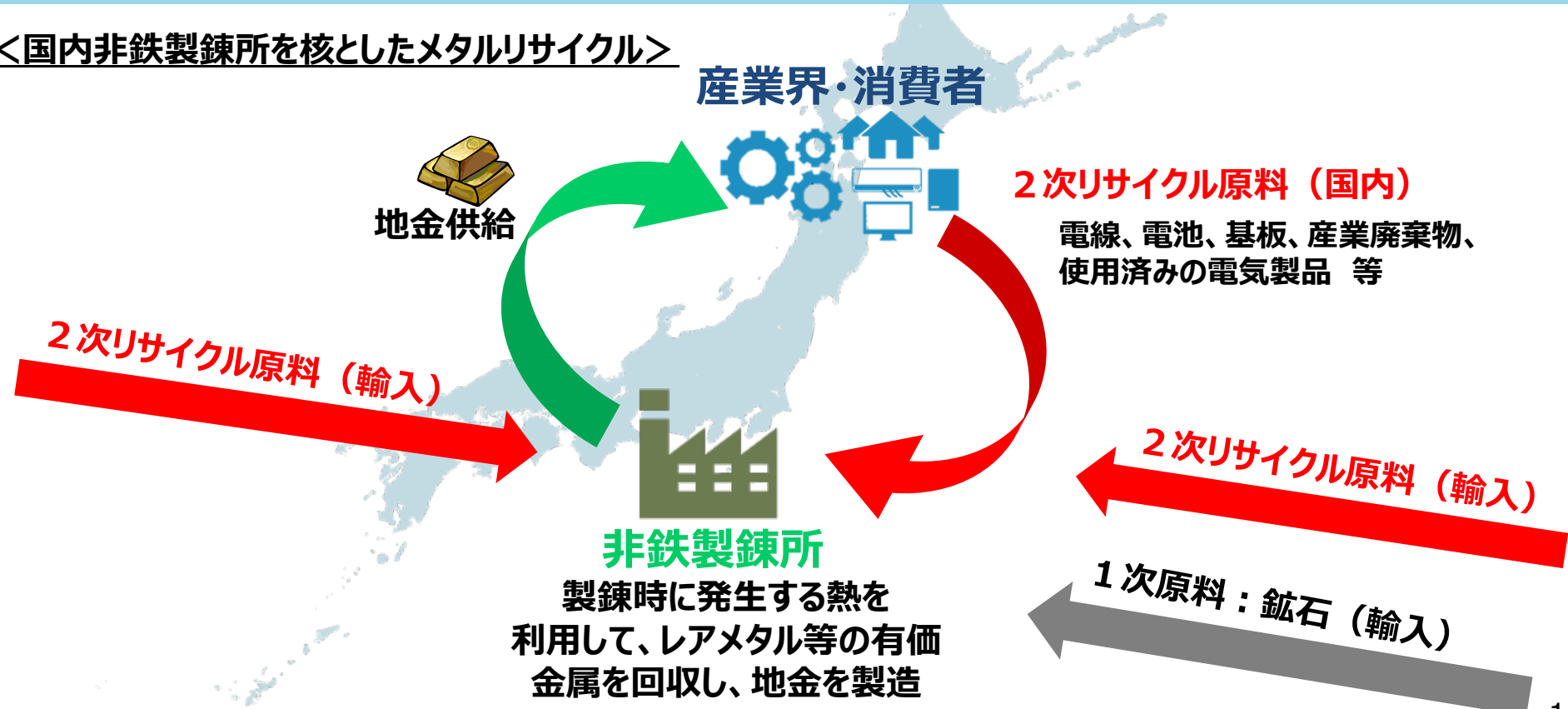
サプライチェーンと評価指標

マテリアルフロー	上流			中間製品		最終製品
	埋蔵	生産（採掘）	精鉱	製錬品	部素材	
各工程で想定されるリスク	<ul style="list-style-type: none"> 資源埋蔵国の偏在 鉱山の偏在 鉱区内の資源枯渇 鉱石品位の低下 	<ul style="list-style-type: none"> 生産国の偏在 生産鉱山の偏在 	<ul style="list-style-type: none"> 精鉱の輸入国依存 輸入相手国のコンントリーリスク 	<ul style="list-style-type: none"> 製錬品生産の依存 製錬品の輸入国依存 輸入相手国のコンントリーリスク 	<ul style="list-style-type: none"> 部素材の価格高騰 	<ul style="list-style-type: none"> 廃製品・リサイクル原料が回収されず、廃棄される
評価指標群	<ul style="list-style-type: none"> 埋蔵寡占度(国別) 埋蔵寡占度(鉱山別) 品位低下率 可採年数変化率 	<ul style="list-style-type: none"> 生産寡占度(国別) 生産寡占度(鉱山別) 	<ul style="list-style-type: none"> 精鉱輸入寡占度 輸入相手国安定性 	<ul style="list-style-type: none"> 製錬品輸入寡占度 輸入相手国安定性 	<ul style="list-style-type: none"> 価格変動幅 	<ul style="list-style-type: none"> 需要に対するスクラップ等の再生率
指標	① 国別埋蔵寡占度	② 国別生産寡占度	③ 輸入安定性(精鉱)	④ 輸入安定性(製錬品)	⑤ 価格変動幅	⑥ スクラップ等再生

(参考) 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、炉に悪影響を及ぼす不純物の除去等が必要。更なるリサイクルの促進には、AIやIoTによる選別技術を活用した不純物除去技術等の高度化が重要。
- また、レアメタルを効率的に回収するための国内非鉄製錬所間のリサイクル・ネットワークの維持や、海外から2次リサイクル原料を安定的に調達するためのグローバルなリサイクル原料サプライチェーンの検討が必要。

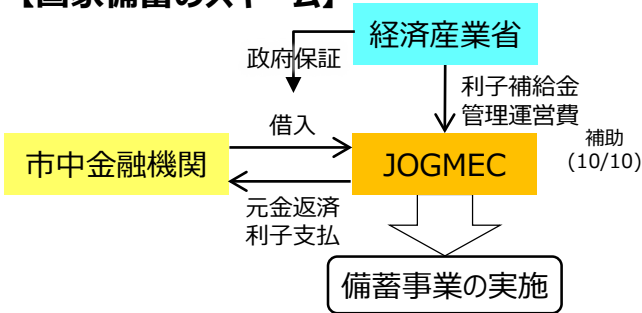
<国内非鉄製錬所を核としたメタルリサイクル>



(参考) レアメタル備蓄制度の改善

- 特定国によるサプライチェーン寡占化などの情勢を踏まえ、昨年7月、備蓄制度の運用を変更。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、備蓄鉱種ごとにメリハリのある目標日数を設定。また、世界的な感染症拡大によるヒト・モノの移動制限等が長期化した場合に備え、供給途絶リスクの高い鉱種について備蓄を増強（令和2年度一次補正）。
- 脱炭素を進める上で、**技術革新等による鉱種ごとの需要が大きく変化する可能性大**。供給動向等も踏まえ、備蓄鉱種を柔軟に入れ替えるなど、**機動的な危機対応が可能となるよう、不断に制度を改善**していくことが必要。

【国家備蓄のスキーム】



【国家備蓄の運用】

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（55元素） （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、希土類（レアアース）、白金族、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



国家備蓄倉庫

(参考) ベースメタル (銅) の価格変動

- 2020年初め、新型コロナウイルス感染症の拡大による需要減により、一時5,000US\$/tを下回る水準まで下落。
- その後、主要な供給元である中南米諸国での感染拡大による供給懸念や、中国の急速な経済回復による需要増、電動車の普及に伴う需要の増加への期待等から、2021年初めには、8,000US\$/tを上回る水準にまで上昇。

(US\$/t)

昨年1月以降の銅価格の推移



(出典) London Metal Exchange

- (1) 今後の資源・燃料の安定供給確保の方向性
- (2) 今後の金属鉱物資源の安定供給確保の方向性
- (3) 脱炭素燃料・技術に係る方向性**

(3) 脱炭素燃料・技術に係る論点・方向性

(位置づけ)

- カーボンニュートラルへの移行には、予め特定の技術を決め打ちするのではなく、将来的に安定的かつ安価な技術の導入・拡大を可能とすべく、**あらゆる選択肢を追求していくことが必要**。その際、3E+Sの観点も重要。
- 燃料の脱炭素化には、以下の二つのアプローチ。いずれも、**導入や拡大に向けたイノベーションの実現が鍵**。
 - ① **脱炭素燃料**： 燃焼しても大気中のCO₂を増加させず、化石燃料の代替となる燃料
 - ② **脱炭素技術**： 化石燃料を利用しながらも大気中のCO₂を増加させない技術

(今後の政策の重点)

- 今後、以下に重点を置いて、必要な政策を検討すべきではないか。
 - まずは、有望な技術ごとに、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」で定めた工程表等の計画に沿って、イノベーションの実現に向けた技術開発・実証等を推進する。
 - その上で、イノベーションの加速に向けた計画の深堀りや、技術開発の進捗等に応じて海外のみならず国内も含めたサプライチェーン構築、カーボンリサイクルをはじめとしたカーボン関連産業への後押し等についても検討する。
- なお、例えば、水素やアンモニアは、まず製造プロセスでのCO₂処理がないグレーも含めて導入・普及を図ることで市場を拡大し、技術確立やコスト低減等に応じてブルーやグリーンに転換していくアプローチも重要ではないか。
- また、各種脱炭素燃料のCO₂回収・排出量カウントについて考え方を整理し、国際的にルール化等を図っていくことが必要ではないか。

<主な脱炭素燃料>

バイオ燃料、水素、燃料アンモニア、カーボンリサイクル燃料（合成燃料、合成メタン、合成プロパン）

<主な脱炭素技術等>

カーボンリサイクル、DAC、CCS、クレジット

主な脱炭素燃料の現状と見通し

	用途	商用化状況	現状のコスト	コスト目標	今後の見通し	既存インフラ活用
バイオ燃料	・発電 ・輸送（車、航空機） ・産業	発電・ 自動車燃料用途は ○	【バイオエタノール】 66.2円/L ※令和元年度輸入平均 価格（ETBE加工前） 【バイオジェット】 200～300円/L 【発電コスト】 石炭専焼比 1.2倍 （3%混焼）	【2030年：バイ オジェット】 100円台/L	<ul style="list-style-type: none"> バイオジェット燃料は、2030年に既存燃料と同価格を目指し、技術開発・大規模実証。2030年以降は、国際市場動向に応じて供給拡大。 国内燃料供給拡大・発電コスト低減策の実施。 	○
水素	・発電 ・輸送（車、船、航空機） ・産業	自動車 燃料用途 では ○	100円/Nm3 ※調達コスト 【発電コスト】 LNG専焼比 1.4倍 （10%混焼）	【2030年】 30円/Nm3 【2050年】 20円/Nm3	<ul style="list-style-type: none"> コスト目標に加え、2030年に最大300万トン、2050年に2000万トン程度の導入を目指し、水素発電タービン、FCトラック、水素還元製鉄の技術開発・実証。 	△ ※発電はター ビンなど多くの 設備を活用可
燃料 アンモニア	・発電 ・輸送（船） ・産業（工業炉）	× （原料用 途は存 在）	20円台前半/Nm3- H2 【発電コスト】 石炭専焼比 1.2倍 （20%混焼）	【2030年】 10円台後半 /Nm3-H2	<ul style="list-style-type: none"> 2030年に300万トン、2050年に3000万トンの国内需要を想定。 2020年代後半に20%混焼の実用化を目指し、実機実証。 2030年代に導入拡大、混焼率向上。 2040年代に専焼化。 船舶燃料等の利用用途も拡大。 	○ ※インフラ技術 は確立。需要拡 大に伴うサプライ チェーン構築は 課題。
合成燃料 （CR燃料）	・輸送（車、航空機） ・産業 ・民生	×	— ※現時点で算出不可	100-150円/L	<ul style="list-style-type: none"> 2050年にガソリン価格以下のコスト実現を目指し、一貫製造プロセス確立・低コスト化のための技術開発 	○
合成メタン （CR燃料）	・民生（都市ガス） ・輸送（船） ・産業	×	350円/Nm3	40-50円/Nm3	<ul style="list-style-type: none"> 2050年までに既存メタン（輸入価格）と同価格を目指し、段階的に規模を拡大して実証。 	○

(3) 脱炭素燃料①バイオ燃料

- バイオ燃料は、植物や廃棄物等を原料とするカーボンニュートラルな燃料であり、我が国を含めて世界で導入が進められている。
- 自動車用ガソリンに混合するバイオエタノールは、エネルギー供給構造高度化法に基づき、2017年度以降、毎年50万kL（原油換算）導入されている。
- バイオマス発電は、エネルギーミックス（602万～728万kW）の水準に対して、現時点のFIT前導入量＋FIT認定量は1,050万kW、導入量は480万kW。国内燃料の安定供給の拡大やコスト低減等に向けた取組を進めていく必要あり。
- ICAO（国際民間航空機関）の規制により、2021年から、本邦航空会社の国際航空分野において、CO2排出削減が義務化（2019年比でCO2排出量を増加させない）。欧米企業を始めとして、各国企業でのバイオジェット燃料（代替航空燃料（SAF））の開発が活発化。
- 我が国においても、バイオジェット燃料の技術開発・大規模実証を進め、競争力のあるバイオジェット燃料の供給拡大を目指す。

	現状と課題	今後の取組
バイオジェット燃料等	<p>高コスト克服のための大規模化が課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・要素技術の開発が進展し、実証開始。 ・ATJは触媒反応の制御技術等、ガス化FT合成は様々な原料の品質の均一化技術等、<u>微細藻類は、CO2の吸収効率向上技術等の確立が必要。</u> 	<p>大規模実証を通じたコスト低減、供給拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コスト目標は、2030年に、既存のジェット燃料と同価格（=100円台/L） ・市場規模は、<u>2030年時点で国内航空会社（国際線）だけでも1900億円</u> ・国際航空に関し、<u>ICAO（国際民間航空機関）により、「2019年比でCO2排出量を増加させない」という制度が2021年から導入。</u>バイオジェット燃料の国際市場は拡大。 <p>① <u>大規模実証を実施し、コストを既存のジェット燃料と同等まで低減。他国に先駆けて2030年頃には実用化。</u></p> <p>② <u>バイオジェット燃料の国際市場の動向に応じて、航空機へ競争力のあるバイオジェット燃料等の供給拡大。</u></p>

(参考) 国際航空分野における持続可能な航空燃料 (SAF) の供給について

- ICAO (国際民間航空機関) によるCO2排出削減義務の達成に効果が高いとされる代替航空燃料(SAF[※])については、今後、世界・国内で供給不足の懸念有り。

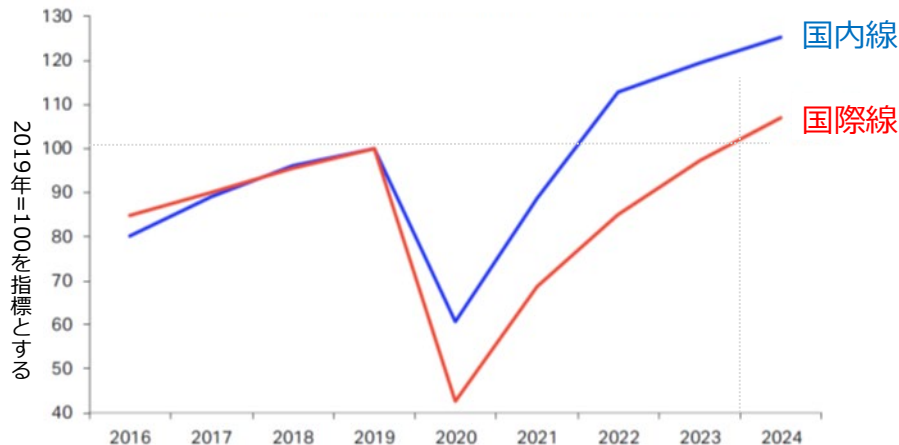
※SAF : Sustainable Aviation Fuel の略。

廃食油やごみ、バイオマス等から製造するジェット燃料であり、従来の化石燃料由来のものよりもCO2排出量が少ない。

- 足元では、COVID-19の影響により国際航空需要は落ち込んでいるものの、今後の国際航空需要の回復・拡大に備え、我が国の重要インフラに対し、適切に国内でSAFを供給できるよう、官民で連携して体制構築を行うことが重要。

IATA(国際航空運送協会)による 国際航空需要 (有償旅客キロ) の見通し

- ICAOにおいて、2019年比でCO2排出量を増加させないことが義務化されている。
- 国際航空分野の需要は、COVID-19の影響により現状落ち込んでいるものの、2024年頃から回復に転ずる見通し。



出典 : IATA/Tourism Economics, Air Passenger Forecasts, April 2020

今後の政策の方向性 (案)

- NEDO事業を通じて、SAF製造に係る供給拡大・コストダウンを図り、2030年頃までの商用化を実現。具体的には、令和3年度当初予算事業により、技術開発・実証を支援。今後、商用化に向けた計画の提示、サプライチェーンの体制構築を要件化し、確実な製造・供給を担保。
- SAFの円滑な供給に向けて、石油連盟が作成する指針等の改定・明確化、SAF製造事業者向けの手引きの作成等、国土交通省や航空業界、石油業界等との調整を加速化。
- SAFに係る国際規格の登録支援 等

(参考) SAF (Sustainable Aviation Fuel) の概要

製造技術	原料	技術の概要	取組を表明している事業者
FT合成 <small>FT : フィッシャー・トロプシュ法</small>	木くず等のバイオマス、 廃プラスチック等の都市ごみ 等	木くずや廃プラ等をガス化し、 触媒により液化してジェット燃 料を製造。	<ul style="list-style-type: none"> 三菱パワー、東洋エンジニアリング、JERA 丸紅 等
HEFA <small>Hydroprocessed Esters and Fatty Acids</small>	廃食油、牛脂、微細藻類 等	廃食油等を、高圧下で水素 化分解・還元することで、ジェッ ト燃料を製造。	<ul style="list-style-type: none"> IHI ユーグレナ 日揮 等
ATJ <small>Alcohol to JET</small>	第一世代バイオエタノール (さとうきび、とうもろこし等)、 第二世代バイオエタノール (非可食植物、古紙、廃棄物等)	原料のエタノールを触媒により 改質して、ジェット燃料を製造。	<ul style="list-style-type: none"> Bits (バイオベンチャー) 等
合成燃料 <small>Power to Liquid</small>	排ガス等由来の 二酸化炭素と水素	カーボンリサイクル技術を活用 して排ガス等から回収した水素 を合成し、ジェット燃料を製造。	

(主な海外SAF事業者の取組)

●Fulcrum (米)

廃プラスチック等の都市ごみによるFT合成技術により、2025年には約19万kL/年の生産能力を目指す。JAL、丸紅等が出資。

●NESTE (フィンランド)

廃食油等の原料を調達するサプライチェーンの構築とそれらを原料とするHEFA技術により、2023年には約188万kL/年の生産能力を目指す。ANAが、2020年11月にNESTEからの輸入SAFでフライトを実施。

●Lanza techグループ (米)

バイオエタノールからジェット燃料を製造するATJ技術により、2022年には約38万kL/年の生産能力を目指す。三井物産とANAは、LanzaTechの技術によるバイオジェット燃料製造に係る共同開発の覚書を締結。

(3) 脱炭素燃料②水素

- 水素は、発電・産業・運輸など幅広く活用されるカーボンニュートラルのキーテクノロジー。日本が先行し、欧州・韓国も戦略等を策定し、追随。今後は**新たな資源と位置付けて、自動車用途だけでなく、幅広いプレイヤーを巻き込む**。
- 目標：導入量拡大を通じて、水素発電コストをガス火力以下に低減(水素コスト:20円/Nm³程度以下)。2050年に**化石燃料に対して十分な競争力を有する水準**を目指す。導入量は**2030年に最大300万トン、2050年に2,000万トン程度**を目指す。
※うち、グリーン水素(化石燃料+CCUS、再エネなどから製造された水素)の供給量は2030年の独の再エネ由来水素供給量(約42万トン/年)を超える水準を目指す。

	現状と課題	今後の取組
利用 ①水素発電タービン ②FCトラック ③水素還元製鉄	①水素発電タービン:実機での実証がまだ完了しておらず、商用化が課題 ・日本企業が発電タービンの燃焼技術(燃えやすい水素の燃焼をタービンの中で制御する技術)で世界的に先行。 ・潜在国内水素需要:約500~1,000万トン/年 ②FCトラック:実機実証中。商用化が課題 ・日本企業が企業間連合を組み、世界に先駆けて乗用車を商用化した知見も生かしつつ、開発中。海外企業も開発を加速。 ・潜在国内水素需要:約600万トン/年 ③水素還元製鉄:技術未確立、大量かつ安価な水素の調達が課題 ・欧州の鉄鋼業界も含めて、各国企業が技術開発を実施中 ・潜在国内水素需要:約700万トン/年	①水素発電タービン:先行して市場を立ち上げ、アジア等に輸出 ・世界市場展望:2050年時点で累積容量は最大約3億kW(タービン市場は最大約23兆円) ・ 実機での安定燃焼性の実証を支援 し、商用化を加速 ・電力会社への カーボンフリー電力の調達義務化 と、 取引市場の活用 。再エネ、原子力と並んで、 カーボンフリー電源としての水素を評価 し、水素を活用すればインセンティブを受け取れる電力市場を整備 ②FCトラック:世界と同時に国内市場を立ち上げ、各国にも輸出 ・世界市場展望:2050年時点でストックで最大1,500万台(約300兆円) ・ FCトラックの実証 による商用化の加速、電動化の推進を行う一環での 導入支援策 の検討 ・ 水素ステーション開発・整備支援、規制改革(水素タンクの昇圧) によるコスト削減の検討 ③水素還元製鉄:世界に先駆けて技術を確立 ・世界市場展望(ゼロエミ鉄):2050年時点で最大約5億トン/年(約40兆円/年) ・水素還元製鉄の 技術開発支援 ・ トップランナー制度 による導入促進 ・国際競争力の観点から、内外一体の産業政策として 国境調整措置 を検討
供給 ④液化水素運搬船等	④水素運搬船等:技術開発・実証を通じた大型化が課題 ・ドイツ等が水素の輸入に関心。今後の国際市場の立ち上がり期待される。 ・日本は当初から輸入水素の活用を見越し、複数の海上輸送技術・インフラの技術開発・実証を支援。その結果、世界ではじめて液化水素運搬船を建造するなど、世界をリード。	④水素運搬船等:世界に先駆け商用化し、機器・技術等を輸出 ・世界市場展望(国際水素取引):2050年時点で約5.5兆円/年(取引量:最大5,500万t/年) ・更なる水素コスト低減に資する 大型化を実証や需要創出で支援 し、2030年までに商用化(2030年30円/Nm ³ の供給コスト目標達成) ・関連機器(液化水素運搬船から受入基地に水素を移すローディングアームなど)の 国際標準化 ・海外での積出港の整備に対する出資の検討並びに国内港湾における技術基準の見直し等の検討
製造 ⑤水電解装置	⑤水電解装置:欧州企業が大型化技術などで先行 ・日本企業は世界最大級の水電解装置を建設するとともに、要素技術でも世界最高水準の技術を保有。 ・しかし、更なる大型化を目指すための技術開発では、欧州等、他国企業が先行。	⑤水電解装置:再エネが安い海外市場に輸出し、その後国内導入 ・国際市場展望:2050年までに毎年平均88GW分(約4.4兆円/年)の導入が最大見込まれる。 ・大型化や要素技術の製品実装を通じた コスト低減 による国際競争力強化 ・海外市場への参入障壁を低下させるべく、欧州等と同じ環境下における 水電解装置の性能評価を国内で実施 (欧州は日本よりも装置内の水素を高圧化) ・一時的な需要拡大(上げデマンドレスポンス)を適切に評価し、余剰再エネなどの 安価な電力活用促進

(参考) 2050年CNを目標とした際の検討項目 (案)

令和2年11月26日
水素・燃料電池戦略協議会資料
(抜粋)

- 成長戦略として2050年CNを目指すには、その実現を目指すための課題と対応を検証する中で、水素が果たすべき役割を明確化し、やるべきことを抽出しつつ、需要と供給の両面から一体的に取り組を促進することが重要。こうした考えに基づき、例えば、以下のような項目を今後深掘りしてはどうか。

<項目①：水素利用先の多様化・グリーン化（需要）>

- CNの達成に当たっては現在の水素基本戦略で水素実装に向けた道筋が明確でない産業部門（製鉄、化学等）、一部輸送部門（商用車、船舶、航空機等）におけるCO2フリー水素等の利用促進や、石油精製（脱硫用）等の既存分野で利用される水素のグリーン化に向けた方策を検討することも重要。
- しかし、各分野により実装の困難性（技術的課題、必要需要量、コスト等）が異なるため、関係者で各分野での課題や、社会全体でどのように水素が実装されていくかの絵姿の共通認識を持つことが重要ではないか。

<項目②：国際水素サプライチェーンの構築の加速化（製造・輸送）>

- CN達成に向け、より多くの水素が必要になる前提に立つと、海外から水素を大量に輸入するための国際水素サプライチェーンを構築することは喫緊の課題。
- そのため、2030年頃の商用化を確実に達成するために、その構築を加速化すべきではないか。

<項目③：水電解装置の更なるコスト低減・電力システムへの統合、革新的な水素製造技術への投資（製造等）>

- 水電解装置は、余剰再エネ等を最大限活用しようとする海外で先行して市場が立ち上がりつつある。そのため、先行する市場への輸出も見据えつつ、同装置の大型化等による更なるコスト低減や、電力市場に統合するための環境整備を通じて、国内でも導入を促していくべきではないか。
- また、産業部門では安価で安定的なCO2フリー水素が大量に必要なが、現行戦略目標より低コストに水素を安定的かつ大量に供給するポテンシャルを持つ製造分野などの革新的技術にも継続的に投資すべきではないか。

<項目④：資源外交・インフラ輸出等の一体的な推進（分野横断）>

- 各国も脱炭素化のために水素を必要とする中で、再エネ資源も含めた水素権益等を確保するなど、「資源国」との関係強化が必要ではないか。
- その際、需要国も含めて日本が先行する技術・製品を海外展開することで、安定・柔軟・透明な水素国際市場の形成にも貢献することができるため、エネルギー安全保障向上の観点も踏まえ、資源外交とも連動してインフラ輸出を支援すべきではないか。

(1) 脱炭素燃料③燃料アンモニア

- 燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアは、石炭火力での混焼などで有効な燃料。混焼技術を早期に確立し、東南アジア等への展開を図るとともに、国際的なサプライチェーンをいち早く構築し、世界におけるアンモニアの供給・利用産業のイニシアティブを取る。

	現状と課題	今後の取組
利用 (火力混焼)	<p>石炭火力のバーナーでは、アンモニアを燃焼すると大量のNO_xが発生</p> <ul style="list-style-type: none"> ・石炭火力への混焼時にNO_xの発生を抑制するバーナーの技術開発を実施。 ・実機を用いた石炭火力への混焼の実証を、来年度から開始予定。 ・アンモニアは石炭に比べ燃焼時の火炎温度が低く輻射熱が少ないため、アンモニアの混焼率を高め、専焼にしていくには、NO_xの発生を抑制するだけでなく、収熱技術の開発も必要。 	<p>石炭火力へのアンモニア混焼の普及、混焼率向上・専焼化</p> <p>①20%混焼の導入・拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2030年に向けて、<u>20%混焼の実証（3年間）を経て、電力会社を通じてNO_x抑制バーナーとアンモニア燃料をセットで実用化。</u> ・混焼技術を東南アジア等に展開。東南アジアの<u>1割の石炭火力に混焼技術を導入できれば、5,000億円規模の投資。</u> ・東南アジア各国とのパイ会談や政策対話を活用し、混焼技術導入を促進。IEAやERIAといった国際機関との連携、ASEAN+ 3等の国際会議でも議論。 ・NEXIやJBICによるファイナンスを活用するとともに、<u>アンモニアの燃焼や管理手法に関する国際標準化</u>を主導して、海外展開を支援。 <p>②混焼率向上・専焼技術の導入・拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>2050年に向けては、混焼率向上・専焼化技術の開発を進め、導入・拡大を目指す（年間1.7兆円規模のマーケット）。</u>
供給 (アンモニアプラント等)	<p>用途拡大に伴うアンモニア追加生産の必要性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アンモニア生産は年間2億トン。大半が肥料。 ・石炭火力<u>1基20%混焼で、年間50万トンのアンモニアが必要。</u>国内の全ての石炭火力で実施した場合、年間2,000万トンのアンモニアが必要であり、世界の全貿易量に匹敵。 ・アンモニアの生産国（北米、豪州、中東）と消費国（日本含むアジア）が連携して国際的なサプライチェーンを構築する必要あり。 	<p>安定的なアンモニア供給</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2030年に向けて、生産拡大に向けたプラント設置及び海外での積出港の整備に対する出資の検討並びに国内港湾における技術基準の見直し等の検討を行う。 ・調達先国の政治的安定性・地理的特性に留意した上で、<u>日本がコントロールできる調達サプライチェーンを構築。（2050年で1億トン規模）</u> ・原料の調達、生産、CO₂処理、輸送/貯蔵、ファイナンスにおける<u>コスト低減</u>、各工程における高効率化に向けた技術開発の実施。 ・2030年には、<u>現在の天然ガス価格を下回る、Nm³-H₂あたり10円台後半での供給を目指す。</u>

(参考) 燃料アンモニア導入官民協議会 中間とりまとめ (2021年2月)

- 燃料アンモニアの導入及び活用拡大に対応するために、昨年10月に官民で「燃料アンモニア導入官民協議会」を設立。**2月8日に中間取りまとめを実施。基本的この方針に則って、政府の燃料アンモニア政策も推進。**

- 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、グリーン燃料アンモニア協会

(官) 資源エネルギー庁資源・燃料部、JOGMEC、JBIC、NEXI



<中間取りまとめ概要>

1. 燃料アンモニア導入・拡大に向けた**4つの視点（安定確保、コスト低減、環境配慮、海外展開）**（※次ページ参照）を提示
2. **2030年**には国内で**年間300万トン**（水素換算で約50万トン）、**2050年**には国内で**年間3000万トン**（水素換算で約500万トン）のアンモニア需要を想定（※石炭火力100万kWで年間50万トン必要）
3. 短期的（～2030年）には、石炭火力への実装・導入、必要量を安定的に供給できる体制を構築。長期的（～2050年）には、アンモニア火力（専焼）の実用化・拡大、アジアのみならず世界全体に技術展開、**2050年に世界全体で1億トン規模の日本企業によるサプライチェーン構築**
4. 民側による具体的な取組：発電事業者は積極的にアンモニア導入を計画し、対外的に公表、供給事業者は燃料アンモニアの低廉かつ安定的で、CO2対策も踏まえた供給体制の整備など
5. 取組を推進するにあたっての環境整備：高度化法や省エネ法などでの対応の検討、JOGMECによる支援の強化についての検討、供給側のCCS等によるCO2排出抑制にかかる制度検討、国際標準化の検討など

(参考) 燃料アンモニアの導入・拡大に向けた4つの視点 (中間とりまとめより抜粋)

「燃料アンモニア導入官民協議会 中間とりまとめ」において、燃料アンモニア導入・拡大に向けた**4つの視点 (安定確保、コスト低減、環境配慮、海外展開)**を提示。

(1) 安定確保

電力燃料の安定確保は、言うまでもなく、極めて重要である。2020年12月以降の電力需給の逼迫の一因はL N Gの安定調達に支障が生じたことであった。将来的に燃料アンモニアが電源構成に実質的な割合を占める段階では、レジリエンスの観点から燃料アンモニアを安定的に調達することが必要不可欠となる。

燃料アンモニア供給の安定化を図るため、調達先国の政治的安定性・地理的特性に留意した上で、単に外国事業者からアンモニア調達するのではなく、天然ガスの上流権益や安定的な再生可能電源を確保するなどして、**我が国企業が中長期的に安定してアンモニアをコントロールできる形での調達に努める**。また、中期的には、供給途絶の影響を最小限にとどめるため、**調達先や原料種をできるだけ分散していくことも重要**である。

(2) コスト低減

将来的なアンモニア専焼を目指し、今後混焼を導入・拡大した場合には、アンモニアの燃料コストが電力料金等に占める割合は増大していく。2020年代に火力発電への混焼の実用化に進むためにも、競争力のある燃料アンモニアを確保し、サプライチェーンを確立することが不可欠である。**燃料アンモニアの調達、生産、輸送/貯蔵、利用、ファイナンス等においてコスト低減を図る**。

(3) 環境配慮

2050年カーボンニュートラルに向けてアンモニア専焼 (アンモニア火力発電) の実現を目指していくが、ステップ・バイ・ステップでの移行が現実的である。第一段階としては火力発電へのアンモニア混焼の実現であるが、製造国との関係 (製造国の法制度等) にも留意しつつ、当面は製造プロセスでのCO₂の処理がなくとも、燃料アンモニアの導入・普及を図っていくべきである。その上で、一定の導入・普及後には、**生産時に排出されるCO₂については、CO₂-EOR、CCS、カーボンリサイクル、植林、ボランタリークレジットによるオフセット等から適切な手段を通じて、合理的な形でCO₂の処理を行う**。また、非化石価値の顕在化等を通じて、アンモニア由来の電気が評価され、事業者の投資予見性が確保される環境整備を図る。

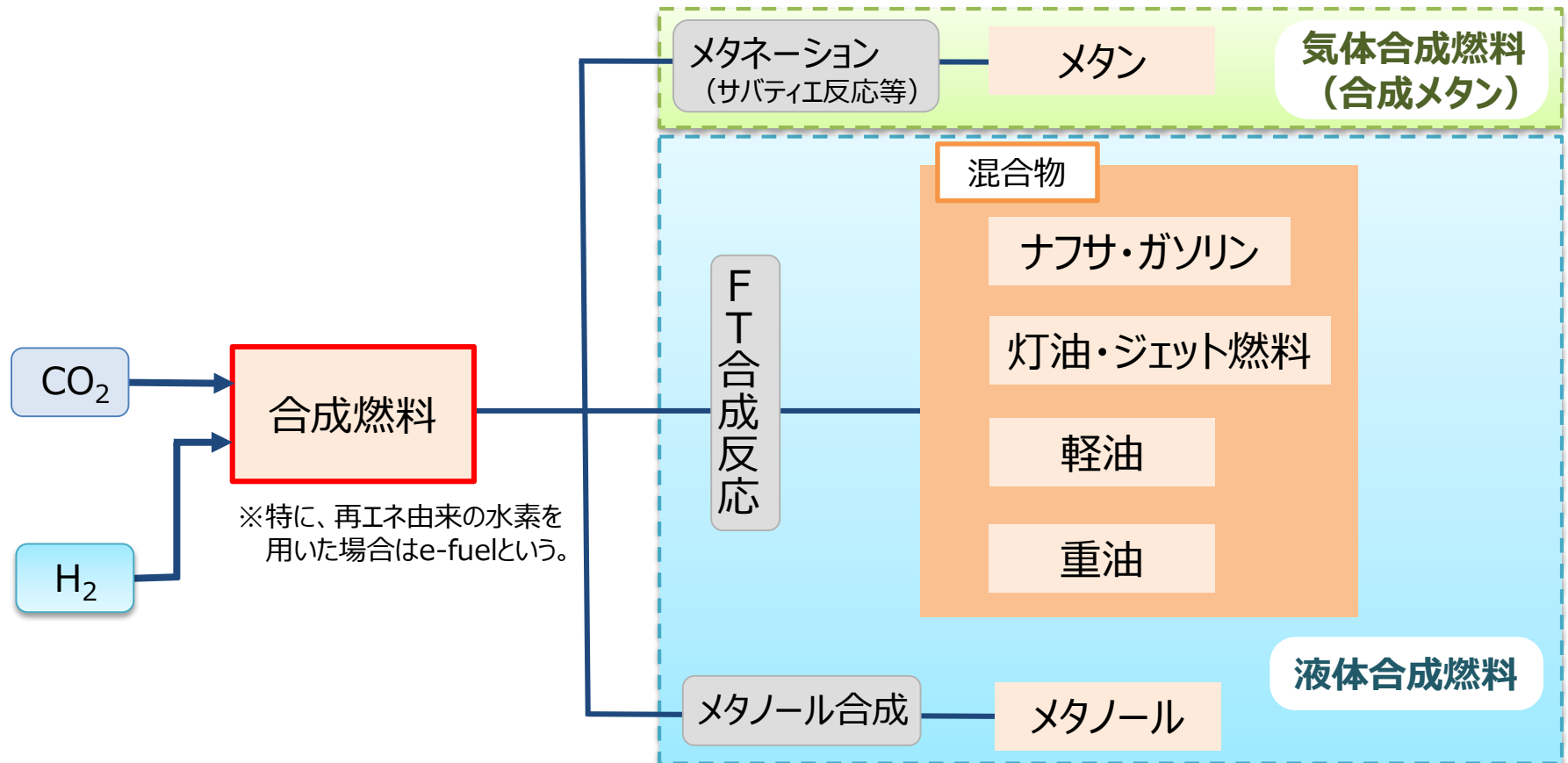
(4) 海外展開

将来においても電源構成の相当程度を火力発電が占めるであろうアジア諸国をはじめ世界の脱炭素移行に貢献するため、同時に我が国のグリーン産業の成長を促すため、国内での専焼・混焼技術の確立及びその普及と並行して、**海外への燃料アンモニアに係る技術やノウハウの展開を図る**。また、そのために、**燃料としてのアンモニアの国際的な普及を後押しする規格・標準化等の環境整備を図る**。

(3) 脱炭素燃料④合成燃料

- 合成燃料は、CO₂とH₂を合成して製造される燃料。**排出されたCO₂を再利用することからカーボンニュートラル燃料とされている。****既存の燃料インフラが活用可能であり、他の新燃料に比べて導入コストを抑えることが可能。**
- 商用化に向けた一貫製造プロセスは確立されておらず、製造プロセス確立のための研究開発・実証が必要。

	現状と課題	今後の取組
C N 料 化 の	<p>合成燃料*の低価格化と製造技術・体制の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 商用化に向けた一貫製造プロセス未確立 	<p>合成燃料の大規模化・技術開発支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2050年にガソリン価格以下のコストを実現することを目指す。 ・ 革新的新規技術・プロセスの開発、商用化に向けた一貫製造プロセス確立のための応用研究を実施する



(3) 脱炭素燃料⑤合成メタン（メタネーション）

- メタネーションにより合成されるメタン（合成メタン）は、都市ガス導管等の既存インフラ・既存設備を有効活用できる等、**水素によるガス・熱の脱炭素化（カーボンニュートラルガス）の担い手として大きなポテンシャル**を有する。
- 実用化に向けたメタネーション設備の大型化や水素供給コストの低減等の課題への対応が必要。また、**CO2吸収量・排出量のカウント**については**カーボンニュートラルに資する方向での留意・検討が必要**。

	現状と課題	今後の取組の方向性
燃料 (メタネーションによる合成メタン)	<p>高コスト克服のための大規模化が課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・要素技術の開発が進展し、実証開始。 ・現状の技術ではエネルギー効率が限定的で反応時に発生する熱の有効利用や耐久性の高い触媒開発等による生産性の向上が課題。 ・更なる低コスト化に向けた、水素の供給コスト低減が課題。 	<p>大規模実証を通じたコスト低減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コスト目標として、2050年に、既存製品と同価格（40～50円/Nm3）を目指す。 ・生産性の向上に向けた技術開発を行うとともに、大規模実証を実施する。 ・共電解等の革新技术の開発により、エネルギー効率の更なる向上、水素の供給コスト低減を目指す。 ・海外サプライチェーンの構築に向けた取組を推進する。

<メタネーションの意義>

環境適合 (Environment)

- ✓ カーボンリサイクルしたメタンを都市ガス等として供給することにより脱炭素化を図る

経済効率 (Economic Efficiency)

- ✓ 既存インフラ・既存設備の活用による投資コストの抑制

安定供給 (Energy Security)

- ✓ 電力以外のエネルギー供給の確保
- ✓ 高い強靭性を有する既存インフラ等を活用可能

<メタネーションの課題>

- 以下の技術的課題について、実用化に向けた対応が必要。
 - ✓ メタネーション設備の大型化
 - ✓ 反応時に発生する熱の有効利用
 - ✓ 耐久性の高い触媒開発
 - ✓ 更なるイノベーション
- 例えば以下のような場合など、CO2吸収量・排出量のカウントについては留意・検討が必要。
 - ✓ 海外においてCO2フリー水素とCO2で製造した合成メタンを国内で利用した場合
 - ✓ 国内の火力発電所から排出されるCO2を用いた合成メタンを国内で利用した場合

(3) 脱炭素技術①カーボンリサイクル (含: DAC)

- 社会全体としてのカーボンニュートラルを追求する中においても、国民生活・経済発展やエネルギー安全保障にとって、化石燃料を使わずを得ない産業・地域が存在。
- カーボンリサイクルは、CO2を資源として捉え、鉱物化や人工光合成等により素材や燃料へ利用することにより、大気中へのCO2排出を抑制し、カーボンニュートラル社会の実現に重要な技術。
- 日本に競争力があり、コスト低減、社会実装を進め、グローバル展開を目指す。(IEAは、2070年のCCUSによるCO2削減量は世界で約69億トン/年と予測。)

	現状と課題	今後の取組
コンクリート	<p>CO2を吸収して造るコンクリートは実用化済だが、市場が限定的</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現状のCO2-SUICOMは<u>コスト高</u>。(=既存コンクリートの約3倍の100円/kg) ・CO2吸収量が限定的、コンクリートの中の鉄骨が錆やすいため (CO2吸収により酸化しやすくなるため)、<u>用途限定</u>。 	<p>公共調達を活用し販路拡大・コスト低減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コスト目標として、2030年に、需要拡大を通じて<u>既存コンクリートと同価格</u> (=30円/kg) を目指す。2050年に、防錆性能を持つ新製品を建築用途にも使用可能とする。 ・市場規模は、<u>2030年時点で、世界で約15~40兆円</u>を見込む。 ①公共調達による販路拡大 <ul style="list-style-type: none"> ・新技術に関する<u>国交省データベース (NETIS)</u> にCO2吸収型コンクリートを登録。国・地方自治体による<u>公共調達を拡大</u>。<u>2025年大阪万博でも導入</u>を検討。さらに、<u>国際標準化</u>を通じ、<u>アジアへの販路も拡大</u>。 ②更なる販路拡大 <ul style="list-style-type: none"> ・防錆性能を持つ新製品を開発。建築物やコンクリートブロックに<u>用途拡大</u>。<u>標準化等導入に向けた支援</u>による民間部門での需要拡大を検討。
化学品 人工光合成によるプラスチック原料	<p>大規模化に向けた技術的課題あり</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>基礎研究</u> (ラボレベル) は成功、<u>実証予定</u>。(※光触媒を用いて太陽光によって水から水素を分離し、水素とCO2を組み合わせたプラスチック原料を製造) ・現状の光触媒では太陽光の変換効率が限定的で、<u>生産性が低いため、コスト高</u> ・日本企業に技術力。主要な海外競合企業なし。 	<p>変換効率の高い光触媒の開発を加速、実用化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コスト目標として、2030年に、<u>変換効率の高い光触媒を開発、製造コスト2割減</u>を目指す。<u>大規模実証</u>を実施し、2050年に、既存のプラスチック製品と<u>同価格</u> (=100円/kg) を目指す。 ・市場規模は、<u>2050年時点で、世界市場で数百兆円規模</u>、日本市場だけでも<u>10兆円規模</u>を見込む。 ・光触媒の開発を加速するため、<u>高圧ガス保安法や消防法などの関連規制の緩和</u>を検討し、水素と酸素の混合ガスを扱うための<u>保安・安全基準を制定</u>。

(3) 脱炭素技術①カーボンリサイクル (含: DAC)

	現状と課題	今後の取組
<p>分離回収設備</p> <p>排気中CO₂の分離回収</p>	<p>市場獲得に向けた分離回収技術の低コスト化が課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・EOR (CO₂注入による石油生産増) や化学用途向けに、発電所からの高濃度CO₂の分離回収設備は、既に生産段階。 (日本企業がCO₂回収プラント実績において、トップシェア。日本の産学の特許数が多い。) ・様々な濃度や特性を持つCO₂排出源から低コストでの回収技術が、今後の開発課題。 	<p>低コスト化を通じた需要拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> ・市場規模として、2030年時点で、世界で約6兆円/年、2050年には約10兆円/年にまで拡大を見込む。 ・2030年に、分離回収技術の更なる低コスト化と、EOR以外の用途への拡大実現を目指す。 ・低コスト化につながる高効率なCO₂分離回収技術を開発。 ・2050年に、世界の分離回収市場で年間10兆円の3割シェア実現 (約25億CO₂トンに相当) を目指す。

(参考) 大気中からのCO₂直接回収 (Direct Air Capture)

現状と課題

- ・世界的にも要素技術開発段階。国内でも、ラボレベルでの開発を2020年に開始。
- ・エネルギー効率が低く、大気中からの回収コストが高い。

今後の取組

大気中からの高効率なCO₂回収方法について技術開発を進め、低コスト化、2050年実用化を目指す。

(参考) カーボンリサイクルに係る国際連携の推進

- 2020年10月、**第2回カーボンリサイクル産学官国際会議**を開催し、非連続なイノベーションを通じた「環境と成長の好循環の実現」に向けた**カーボンリサイクルの意義と取組の進捗を世界に向けて発信**。
- 同国際会議のマルチの枠組みに加え、**2019年9月に豪州、2020年10月に米国、2021年1月にUAEと、それぞれ二国間でカーボンリサイクルに係る協力覚書を締結**し、社会実装に向けた開発・実証に取り組むことを確認。

<第2回カーボンリサイクル産学官国際会議>

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、
- ウィ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



- いずれの部門においても脱炭素に向けた課題が存在し、技術イノベーションが不可欠な領域については、その不確実性を考慮し、炭素除去技術により排出削減する選択肢も重要。
- DACCS、BECCSについての研究開発や植林などを推進する必要。

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

DAC技術の概要・課題（炭素除去技術の例）

概要

DACとは、大気中のCO₂を直接分離し、回収する技術。その方式を大別すると、以下の3種があり、主に化学吸収・吸着法の技術開発が進んでいる。

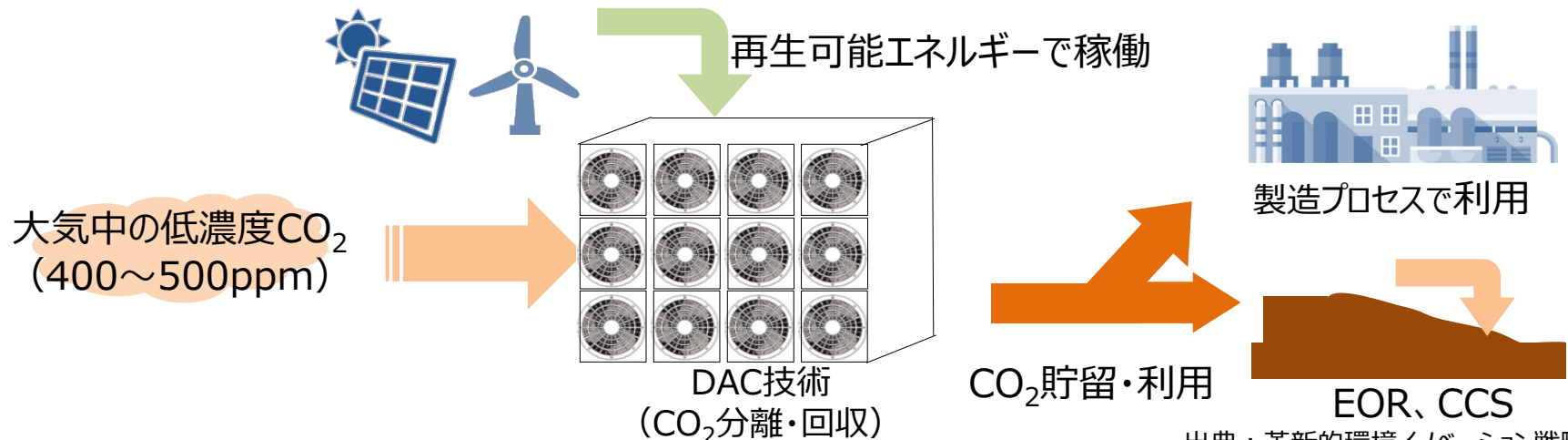
化学吸収・吸着法（アミン系吸収液・吸着剤等を用いて空気中のCO₂を吸収・分離し、その後、加熱や減圧操作により吸収液・吸着材等からCO₂を回収）

膜分離法（イオン交換膜を用いて空気中からCO₂を分離・回収）

深冷法（CO₂の沸点(-79℃)以下まで空気を冷却し、CO₂をドライアイスにして分離）

課題

- 共通課題として**分離・回収に要するエネルギーコストの低減**が挙げられる。これまでに無い**新たな分離膜、化学吸収剤等の開発や、手法の開発**が必要。
- **再生可能エネルギーや得られたCO₂の貯留・利用手法とのシステム化も併せて開発が必要**。



(3) 脱炭素技術②CCS

- CCSには、石油・天然ガスの上流開発と一体となったものと、火力発電所等で発生したCO2を分離・回収し貯留するものが存在するが、現在、世界で稼働している大規模CCSプロジェクト26件のうち、21件をEORが占めるなど、上流開発と一体となったものが大半を占めている（2020年11月時点）。
- 上流開発に付随するCCSについては、海外における規制強化等によって上流開発時にCCSが義務化される事例もある中、CCS事業は莫大なコストがかかり、経済性が課題。
- 発電所等で発生したCO2を貯留するCCSについては、CCS技術（回収技術、輸送技術）の確立とともにCCS事業に係る国内制度整備や国内外のCCS適地の確保が必要。

現状と課題

CCS技術の確立・コスト低減とともに、 制度整備やCCS適地の確保が課題

○上流開発の脱炭素化

- ・一部の産出国政府による上流開発時におけるCCSの義務化など、上流開発を行う際のCO2排出削減対応が国際的に必須になりつつある。
- ・CCS事業は莫大なコストがかかるため、経済性が課題。欧米や豪州では、補助金や税制を通じた財政的支援や事業リスクを政府が負うなどの支援がある一方、我が国にはCCS事業への支援策が十分ではない。
- ・海外、特にポテンシャルが大きく安価に貯留が可能な東南アジア等近隣国におけるCCS適地の確保を進めることが必要。

○火力発電（国内）+ CCS

（技術的確立・コスト低減）

- ・CCSコストの大半を占める分離回収コストの低減が重要。
- ・CO2排出地・貯留適地を結ぶための低コストな長距離輸送技術の確立が課題。
- ・陸域からの貯留適地は限定的であり、海上から海底下の貯留技術の開発や掘削・貯留・モニタリングそれぞれについて低コスト化が必要。

（事業環境の整備）

- ・海外では法整備が進んでいる国・地域がある一方で、国内ではCCSに特化した法令がないことによる煩雑な手続きや過剰なコストが課題。

（CCS適地の確保）

- ・国内においては、探査・調査井の掘削等を通してより精緻な貯留適地の特定や、経済性・社会的受容性を考慮し、適地の選定が必要。

今後の取組

制度整備や適地確保を実施

○上流開発の脱炭素化

- ・上流開発の脱炭素化や国内外のCCS適地確保に向けた、JOGMECによる支援を充実させる。また、海外CCS等で創出したクレジットの付加価値化を図る。
- ・アジアCCUSネットワークの活用等を検討。

○火力発電（国内）+ CCS

（技術的確立・コスト低減）

- ・分離回収コスト低減に向けた技術開発
- ・低コストな船舶輸送技術の確立及びISO化の推進に加え、将来の大規模輸送を見据え、排出源の集積と幹線ネットワークを構築（ハブ＆クラスター）
- ・海底下貯留技術の技術開発やモニタリングの精緻化・自動化。

（事業環境の整備）

- ・CCS事業に係る国内法制度及び支援策等のビジネス環境の整備を検討。

（CCS適地の確保）

- ・引き続き貯留適地調査を実施。
- ・アジアCCUSネットワークの活用等を検討。

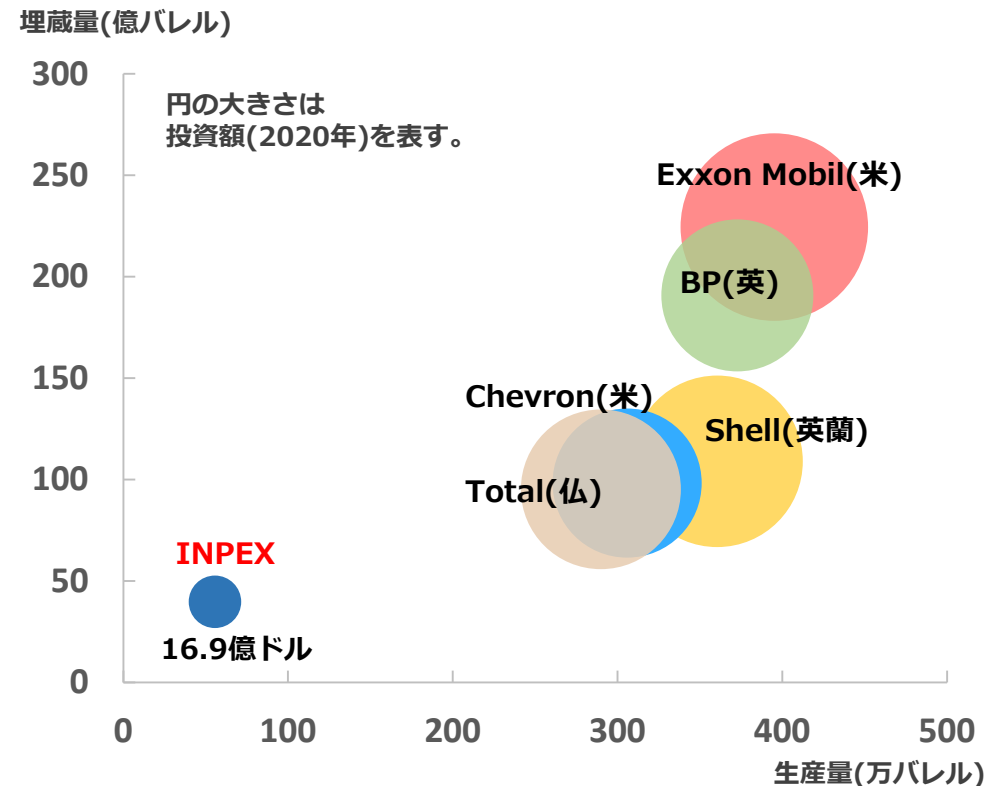
CCS

- 海外の大規模なCCSプロジェクトでは、1,000億円～数千億円規模のものもあるが、その経済的インセンティブの不足から、上流開発コストの増加につながっている。
- 他国の欧米メジャーや国営上流会社と比較すると、我が国上流企業は企業規模が小さいためそうしたリスクを負うことができない。結果、日本企業の上流開発投資が減退し、エネルギー安定供給に支障がでるリスク。

<海外のCCSプロジェクトの総事業費例>

	国	プロジェクト	コスト(総事業費)	備考
1	カナダ	Quest	CA\$1.35 billion (10年間の操業費含む) →約1100億円	アルバータ州Shellオイルサンド精製事業付設のCCS。操業中。
2	ノルウェー	Longship	NOK25.1billion (10年間の操業費含む) (*1NOK=12円) →約3000億円	ノルウェーのフルスケールCCS(Norcement工場、Fortum Oslo Varme廃棄物焼却施設からの回収、Northern Lightの輸送・貯留をカバー)。計画中。
3	米国	Petra Nova	10億ドル →約1050億円	テキサス州火力発電所からのCO2回収、EOR利用。操業停止中。
4	豪州	Gorgon	AU\$2.5 billion →約2025億円	西豪州Chevronの天然ガス開発事業付設のCCS。操業中。

<海外の主要上流開発企業との比較>



(出典) 公表資料より資源エネルギー庁作成。埋蔵量、生産量は2019年、投資額は2020年のデータ。比較のため、INPEXは決算資料の投資額(円ベース)に実績為替(1ドル106.77円)を用いて試算。

(出典)

1. https://senCanada.ca/content/sen/committee/421/ENEV/Briefs/ShellCanada_e.pdf
 2. <https://ccsnorway.com/costs/#:~:text=Costs%20of%20the%20CCS%20project,and%20ten%20years%20of%20operator>
 3. 複数資料で確認 https://www.japt.org/files/topics/1709_ext_01_0.pdf
 4. <https://www.thechemicalengineer.com/news/gorgon-ccs-plant-starts-up-after-two-year-delay/>
- 1,3,4の参考(2014年IEAGHG関係資料 p.8-9表) https://ieaghg.org/docs/General_Docs/Publications/Effectiveness_of_CCS_Incentives.pdf

(参考) 豪州・ノルウェーの取組例

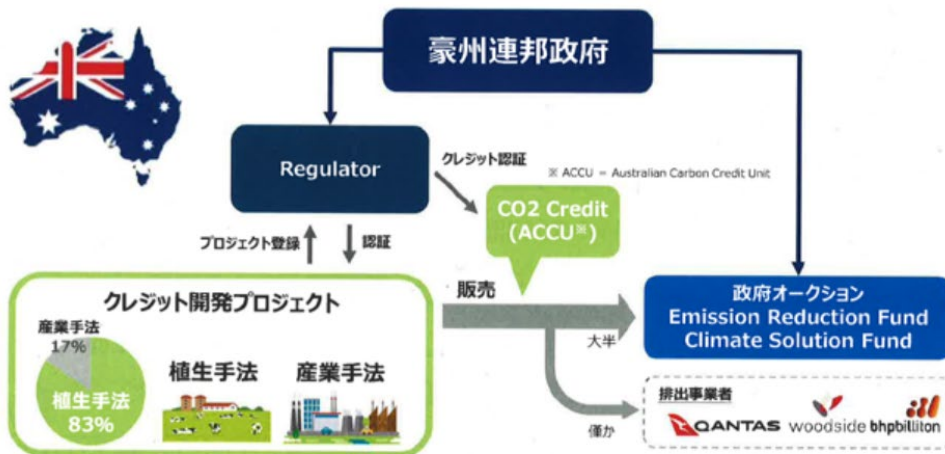
豪州

排出削減基金 (ERF: Emissions Reduction Fund)

- 2014年開始。25.5億豪ドル規模。政府が低炭素プロジェクトを公募し、削減量を炭素クレジットとして政府が買い取る施策。

気候解決基金(CSF: Climate Solutions Fund)

- 2020年以降に造成する方針(20億豪ドル規模)。農業、植林、廃棄物、省エネ等が過去のプロジェクト分野であるが、ERF/CSFの新規対象としてCCSを優先分野にあげ(2020年12月)、現在クリーンエネルギー規制機関(CER)で方法論を開発中。



ノルウェー

炭素税

- 1991年より炭素税導入。海域石油・ガス生産に対し、491クローネ/トン (2020年、約5,900円/トン) を課税 ※毎年、2%程度の増額

CCS事業の推進

- Sleipner (1996年～)、Snøhvit (2008年～) など複数のCCS事業が稼働中
- 2020年9月に政府がLongship プロジェクトへの政府支援を議会に提案。2024年本格稼働開始予定。

ノルウェーCCS事例 (Longship プロジェクト) 分離回収 + 船舶輸送 + 海底圧入

- セメント工場 + 廃棄物処理からのCO2回収
- CAPEX、OPEX合わせて国が2/3負担 (約2000億円) ただし支援期間は10年。残りは民間負担 (約1000億円)
- Equinor、Shell、Totalが参画
- 輸送・貯留容量は年150万トン (将来は年500万トン)



- **GHG排出を回避・削減あるいは吸収するプロジェクトを通じてクレジットが発生**。同クレジットは、GHG排出量報告時の報告値の縮減や民間カーボンオフセット等に活用。
- カーボンオフセットとは、**ある場所でのGHG排出量を相殺**するため、事業者自身が他の場所で排出削減・吸収を実現するプロジェクトや活動を実施、又は他者から**それに相当する分のクレジット等の購入により(GHG排出を回避・削減あるいは吸収するプロジェクトを財政的に支援することで)埋め合わせる**手法。
- **クレジットの活用による化石燃料の脱炭素化**の取組を後押ししていく必要。また、今後、**カーボンリサイクル等からのクレジット創出**について研究・展開が必要。

<主なカーボンクレジット制度>

国家間制度

CDM



先進国が発展途上国でのプロジェクトを支援し、達成した排出量削減分を両国で分配することができる制度

グローバルが対象

JCM



日本が発展途上国でのプロジェクトを支援し、達成した排出量削減分を両国で分配することができる制度

日本とパートナー国間

一国内の制度

J-Credit



J-Credit Scheme

カーボンオフセットプロジェクトによる、GHGの排出削減・吸収量を「クレジット」として国が認証する制度

日本国内の制度

非化石証書



非化石電源（再エネ、原子力等）に由来する電気の「非化石価値」を証書化し、市場での取引を可能とした制度

日本国内の制度

民間ベース

Gold standard



Gold Standard
for the Global Goals

WWFが立ち上げたオフセットクレジットの取引制度

グローバルが対象

VCS



Verified Carbon
Standard

オフセットプロジェクトから発生するクレジットについて、品質を保証するための基準

グローバルが対象

(参考) ボランタリークレジットによるカーボンオフセット原油/LNG

- 採掘から燃焼に至るまでのライフサイクルで発生するCO2をクレジットで相殺（カーボン・オフセット）した原油・LNGが取引される事例が、国際市場で増加。
- 原油：本年1月、米Occidental子会社のOxy Low Carbon Venturesは、豪Macquarieとともに、印Reliance Industriesに対する世界初となる「カーボンニュートラル原油」のデリバリーを発表。
- LNG：東京ガスは、都市ガスから排出されるCO2を回収・オフセットする新たな取組として、「カーボンニュートラルLNG」を日本で初めて導入し、「カーボンニュートラル都市ガス」としての販売を開始。

Oxy Low Carbon Venturesの「カーボンニュートラル原油」の例

米国産原油（Occidentalがパーミアンで生産）

Oxy Low Carbon Ventures
(Occidental子会社)

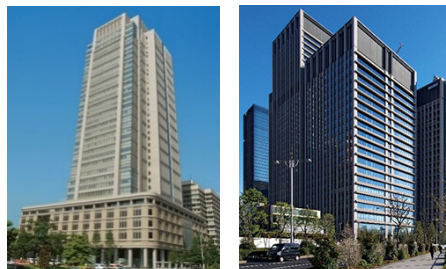
← クレジット（豪Macquarie）

- ✓ Verified Carbon Standardが認証
- ✓ ICAO におけるカーボンオフセットスキーム（CORSIA）に適合
- ✓ 原油の生産・輸送・貯蔵・船舶輸送・精製・利用・燃焼から排出されると予測されるCO2をカバー

印Reliance Industries
(石油精製・販売、石油化学等)

日本国内の「カーボンニュートラル都市ガス」導入の例

(出典) 東京ガスホームページ



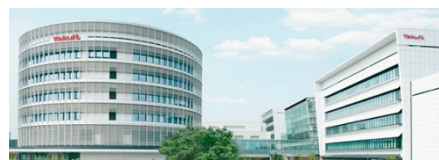
丸の内ビルディング 大手町パークビル

それぞれで使用する都市ガスの全量について、カーボンニュートラル都市ガスを使用。電力使用時のCO2排出量の大幅な削減に貢献。(2020年3月より供給開始)



学校法人玉川学園

学園内で使用する都市ガスの全量をカーボンニュートラル都市ガスに切り替え、**合計約7,000tのCO2削減に貢献**。
(2021年2月2日より供給開始)



(株)ヤクルト本社

ヤクルト本社に供給する都市ガスの全量をカーボンニュートラル都市ガスに切り替え、**約11,500tのCO2削減に貢献**。
なお、東京ガスが飲料業界向けにカーボンニュートラル都市ガスを供給するのは本件が初。(2021年4月1日より供給開始) 126