

2030年に向けた エネルギー政策の在り方

令和3年4月22日 資源エネルギー庁

御議論いただきたいこと①

- 前回、2030年に向けた、エネルギー消費量の見通しについての見直しを行うとともに、エネルギー需要への対策として、省エネ政策について課題と対応、また省エネ政策の深掘りを踏まえた2030年の省エネ対策による削減量の検討、更には、再生可能エネルギーの導入拡大に向けた課題と対応の方向性と導入量の見通しについて御議論いただいた。
- 今回は、火力、原子力、蓄電池などの分散型エネルギーリソース、電力・ガスなどのエネルギーシス テム及び水素について、以下のような論点を中心に、2030年に向けた課題と対応の方向性を御議 論いただきたい。

【火力】

● 火力については、脱炭素の世界的な潮流を踏まえ、安定供給の確保を大前提に、電源構成における火力発電の比率をできる限り引き下げていくことが基本となるが、その上で再エネ導入拡大にともない必要となる調整力や供給力をどのように確保していくか検討が必要。

【原子力】

● 原子力は確立した脱炭素電源であり、**国民からの信頼回復に努め、安全最優先で再稼働**を進めるとともに、安全性向上の不断の追求やバックエンドなどの様々な課題に対応していくことが必要。

御議論いただきたいこと②

【分散型エネルギーリソース等】

● 再工ネの有効利用を図る上で特に重要となる蓄電池の導入、分散型エネルギーリソースを束ねるアグリケーターによる新たなビジネス創出、分散型エネルギーリソースを有効活用したマイクログリッドの導入に向けてどのように取り組むか検討が必要。

【エネルギーシステム改革】

■ 電気やガスの小売り全面自由化など、一連のシステム改革の工程が基本的に完了。今後、カーボンニュートラル実現に向けて、様々な変化が生じ得る中にあって、安定的かつ持続的なエネルギー供給システムを構築していくための措置について検討が必要。

【水素戦略】

 ■ 電力部門と非電力部門の両方の脱炭素化に資し、余剰再エネ等を貯蔵・利用することを可能とする 新たなエネルギー源として期待される水素の導入拡大に向け、その拡大までの時間軸を踏まえて供 給・需要双方を拡大させていくための方策について検討が必要。

- 1. 火力発電について
- 2. 原子力発電について
- 3. 分散型エネルギーリソース等について
- 4. エネルギーシステム改革
- 5. 水素戦略

1. 火力発電について

- a. 火力の課題と方向性
- b. LNG・石炭・石油の課題と方向性
- c. 水素・アンモニアの課題と方向性

2030年及び2050年に向けた火力発電の方向性

	方向性	必要な措置					
全体	 2050年カーボンニュートラルに向けて、火力発電から大気に 排出されるCO2排出を実質ゼロにしていくという、火力政策 の野心的かつ抜本的な転換を進める必要。このため、2030年に向けて、安定供給確保を大前提に、火力発電の比率をできる限り引き下げていくことが基本。 その際、火力は震災以降の電力の安定供給や電力レジリエンスを支えてきた重要な供給力であり、また再エネの更なる導入拡大が進む中で、当面は再エネの変動性を補う調整力・供給力として必要であり、適切な火力ポートフォリオを維持しつつ、過度な退出抑制など安定供給を大前提に進めていく。 	 安定供給の確保に向けた容量市場の導入や適切な火力ポートフォリオの下での燃料確保対策 非効率火力のフェードアウトやアベイトメント措置(混焼・CCUS等)の推進等 脱炭素化に向けた技術転換の推進、カーボンニュートラルと安定供給を両立するための投資を促す制度措置の整備 AI/IoTを活用した火力運用の高度化に係る取組の促進 各地域のニーズや地域特性を踏まえつつ、脱炭素化に向けたエネルギー転換をはじめとするトランジションの促進 					
LNG	 CO2排出が少なく、過渡期において再工ネ変動を吸収する調整力としての重要な役割をもつ、トランジション電源。こうした役割も踏まえつつ、安定供給確保を前提に、発電比率をできる限り引き下げていくことが基本。 今後の更なる稼働率減少や世界的なLNG需要増大の中での調達リスク上昇への対応が必要。 	 安定的なLNG供給を確保するための資源・燃料政策(供給源の多様化、市場拡大等)、燃料調達行動の目安等を示した燃料ガイドラインの策定等の展開。 過渡期において、送配電事業者等が必要な供給力・調整力を確実に確保できる仕組みの構築 					
石炭	 地域や産業界の実情等を踏まえながら、非効率石炭火力のフェードアウトを着実に推進するなど、安定供給確保を前提に、発電比率をできる限り引き下げていくことが基本。 調達についての地政学リスクが低く、安定供給を支える電源。 今後は、再エネの導入が拡大する中で、これまでのベース運用から、調整電源としての活用を拡大していくことが期待。 	 省エネ法における規制的措置(最新鋭USC並みの発電効率目標、混焼への評価措置) 容量市場における誘導措置(非効率石炭火力の発電量抑制に対するインセンティブ付与) 					
石油	 代替する電源が出てこない中では、非常時に活用される電源としての役割を維持。 	• 過渡期において、送配電事業者等が必要な供給力・調整力 を確実に確保できる仕組みの構築					
水素	水素の燃焼特性に合わせた混焼・専焼用の燃焼器開発中安定的かつ大量の水素供給が課題	 ・ 混焼、専焼技術実現に向けた<u>実機での実証</u> ・ 高度化法等を通じた非化石価値の顕在化 					
アンモニア	アンモニアの石炭火力への20%混焼技術の確立、実用化発電用途に対応した追加的なアンモニア供給	大型化実証やファイナンス供与等を通じた水素・アンモニアの 国際サプライチェーン構築支援					

発電用速に対応した追加的なアンセーア供給

課題

- ➤ 国内のCO 2 排出量の 4 割以上が火力発電由来。また、うち約半数が石炭火力。
- ▶ 現在、高効率環境負荷低減に向け非効率火力のフェードアウトを検討しているところ。他方、2050年のカーボンニュートラルを目指す場合、電源由来のCO2排出は限りなく0に近づけていく必要。

戦後、高度経済成長期に石炭・石油火力といっ

た化石燃料により、大量のエネルギーを供給する

(2)

(1)

環境負荷の低減

安定供給のための必要容量の確保

▶ また、震災直後、原子力の停止によって火力比率が増大。▶ 足下で、非化石が拡大する中、設備利用率が低

体制を構築してきた。

下し事業性に影響。他方、再エネの導入拡大や、 安定供給上必要な供給力・調整力としての機能 はより一層求められる。

3

適切な ポートフォリオの 組み方

- ▶ 火力発電は今までも、石炭・LNG・石油間で、3 Eにおいて一長一短が存在。
- ➤ 脱炭素化に向けても、技術ごとに3Eの観点から 適切なポートフォリオを組むべきではないか。

方向性

化石火力にCCUSの活用することで、オフセットにするか、水素やアンモニアを活用し、火力燃料自体の脱炭素化を図る必要。

- ▶ 2050年に向けて非化石電源を最大限導入する中で安定供給を維持するためには、供給力や調整力、慣性力といった機能を持つ火力発電を一定容量確保することが必要。
- ★日本地内することが必要。
 活用に当たっては、(寿命を40年と仮定した時に、)2050年断面でも一定量残存する火力発電設備の脱炭素化を段階的に進めていくことが必要。
- ➤ 化石+CCUSは、既存の火力発電がそのまま使える一方、適地や用途拡大の課題が存在。
- ▶ また、水素・アンモニアは国内外の供給体制構築 や他部門での活用との兼ね合いなどの課題が存 在。
- 脱炭素に向けては、脱炭素火力技術のそれぞれの熟度を勘案し、3 Eを満たすポートフォリオの検討が必要。

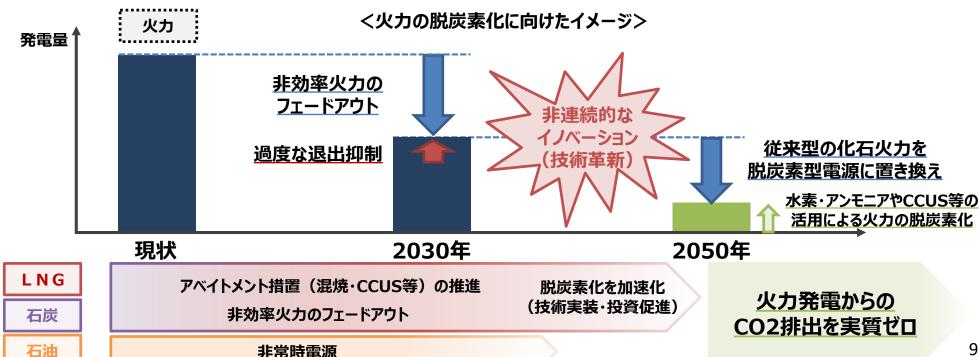
1. 火力発電について

- a. 火力の課題と方向性
- b. LNG・石炭・石油の課題と方向性
- c. 水素・アンモニアの課題と方向性

火力発電に関する基本的な考え方

く 基本的な考え方 >

- 脱炭素の世界的な潮流の中、2050年カーボンニュートラルに向けて、火力発電から大気に排出されるCO2排出を実質ゼロにして いくという、火力政策の野心的かつ抜本的な転換を進めることが必要。このため、2030年に向けて、安定供給確保を大前提に、火 力発電の比率をできる限り引き下げていくことが基本。
- その際、火力は震災以降の電力の安定供給や電力レジリエンスを支えてきた重要な供給力であり、また再エネの更なる導入拡大が進 む中で、当面は再エネの変動性を補う調整力・供給力として必要であり、過度な退出抑制など安定供給を大前提に進めていく。
- < 対応の方向性 >
- **脱炭素化に向けた過渡期**においては、再エネの大量導入の下で、①調整力として再エネを補完する、②不足する供給力を賄う等、 **火力はトランジションを支える重要な役割。**エネルギー安全保障の観点から、天然ガスや石炭を中心に**適切な火力ポートフォリオを** 維持しつつ、非効率な火力をフェードアウト。
- また、2050年カーボンニュートラルに向けて、従来型の化石火力が果たしてきた機能を脱炭素型電源に置き換えていくことが必要。 このため、火力の脱炭素化の取組を加速度的に促進。



2050年カーボンニュートラルに向けた火力発電の課題

• 脱炭素化と安定供給、経済効率性等の観点から、火力発電については以下のような課題に取り組んでいく必要。								
	課題	詳細	対応の方向性					
3 E	①安定供給の確保 (供給力確保、適切な火力 ポートフォリオの構築)	 ▶ 再エネが導入拡大する中で、当面は再エネの変動性を補う調整力・ 供給力として火力が必要となる一方、役割を代替する技術(蓄電 池等)の普及が不十分なまま、火力は稼働率の低下や高経年化、 採算性の悪化により休廃止が進むことで、足下の供給力が不足する おそれがある。 ▶ 石油の休廃止や非効率石炭火力のフェードアウトが進む中で、LNG への比重が高まる火力ポートフォリオとなるおそれがあり、LNGの持つ 燃料不足リスクへの対応が必要となる。 	 					
	②環境対応 (火力の脱炭素化に向けた 対応)	 火力由来のCO2排出量削減を着実に推進するとともに、火力の脱炭素化に向けた取組を加速度的に推進していく必要がある。 非連続的なイノベーションを要する高度なエネルギー転換を進めるためには、火力を代替する技術・脱炭素化する技術 (水素・蓄電池・CCUS等)の技術開発・普及等を促進していく必要がある。 	 非効率火力のフェードアウト アベイトメント措置(混焼・CCUS等)の推進 火力の脱炭素化に向けた技術開発・実装の推進 					
	③経済効率性の向上 (環境対応下での火力の 能力・競争力強化)	 環境対応下で競争力をもつ、脱炭素化に対応した新規電源の導入が必要となる。 現場技術者の長年の経験に基づく運転管理が行われてきたが、近年、電力自由化の中で競争的環境に置かれており、より効率的な事業運営が必要。同時に、脱炭素化に向けて、調整力としての柔軟な運転(幅広い負荷変動への対応)が求められ、こうした運用の高度化に係る取組を強化する必要がある。 	 カーボンニュートラルと安定供給の 両立に資する新規投資を促進する ための制度措置の導入 AI/IoTを活用した火力発電の運 用の最適化・自動化や幅広い負荷 変動に対応したタービン開発等の 取組促進 					
その他	④立地地域との共生	▶ 非効率石炭火力のフェードアウトに伴い、 等への影響が発生するおそれ がある。	▶ 地域の実情等を踏まえつつ、脱炭 素化に向けたエネルギー転換等の <u>ト</u>					

10

課題①安定供給の確保:再エネ変動を吸収する調整力、不足分を賄う供給力

- ◆ 太陽光や風力といった変動再エネの導入の進展に伴い、その出力変動を吸収し、需給バランスを調整する機能を持つ他電源の存在が必要。
- 例えば、他のエリアよりも再エネの導入量が多い九州エリアでは、火力発電は、再エネの出力増減に応じて抑制・停止、起動・増出力といった出力調整を行いながら運用されており、電力の安定供給に大きく貢献している。
- また、**火力発電**は、足下では、**発電電力量の7割以上を占める「供給力」**として重要な役割を果たしており、 今後も非効率火力をフェードアウトしつつ、不足する供給力を賄う存在。
- こうした点を踏まえると、**脱炭素化に向けた過渡期において**、当面は、**火力はトランジションを支える重要な 役割をもつ**。

水動力の停止や火力発

電所の起動や増出力

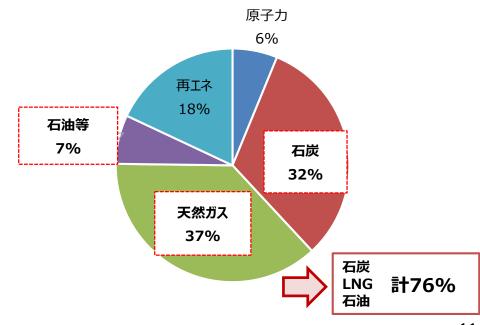
·供給力:1,203万kW 再エネの出力制御 : 93万kW 揚水発電所の最大限活用:184万kW 関門連系線の最大限活用:194万kW · 需要: 732万kW 揚水発電 太陽光出力:551万kW 火力等 火力等: 200万kW 水力、風力、原子力、地熱 ベースロード雷源等: 452万kW **車間の太陽光出力増** 夕方にかけての太陽光 に対応して、揚水動力 出力減に対応して、揚

の活用や火力発電所

の抑制・停止

<九州の電力需給イメージ(2018年10月21日の例)>

<電源別発電電力量構成比 (2019年度確報値) >



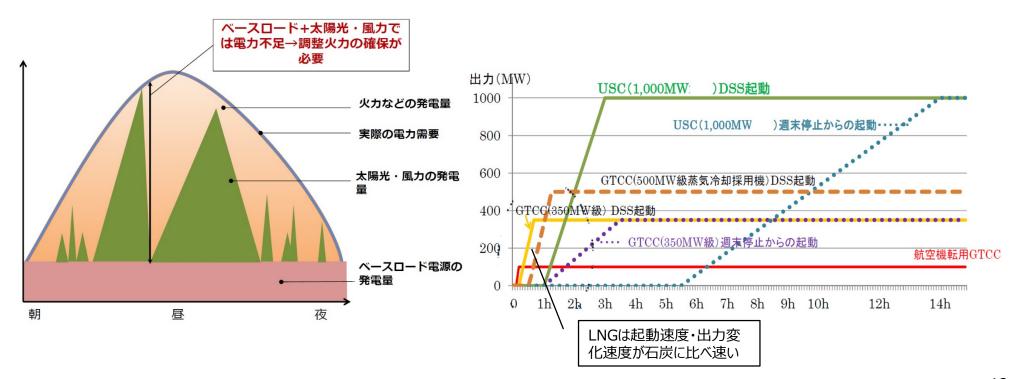
出典:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より作成

(参考) 調整電源としての火力の重要性

- 今後の主力電源化が見込まれる太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、電力が計画通りに発電ができず、 供給力が不足して需給バランスが崩れる可能性があり、再エネの導入が進めば進むほど、それを補うための調整 電源が必須。
- 火力発電は、燃料の投入量を変化させることなどにより、出力をコントロールすることができる電源。特にLNG火力は、**調整力が高く**(出力変動を柔軟に変えることが可能)、再工ネの調整電源としての役割を担っている。今後は、石炭火力についても、こうした調整電源としての役割も担っていくことが期待される。

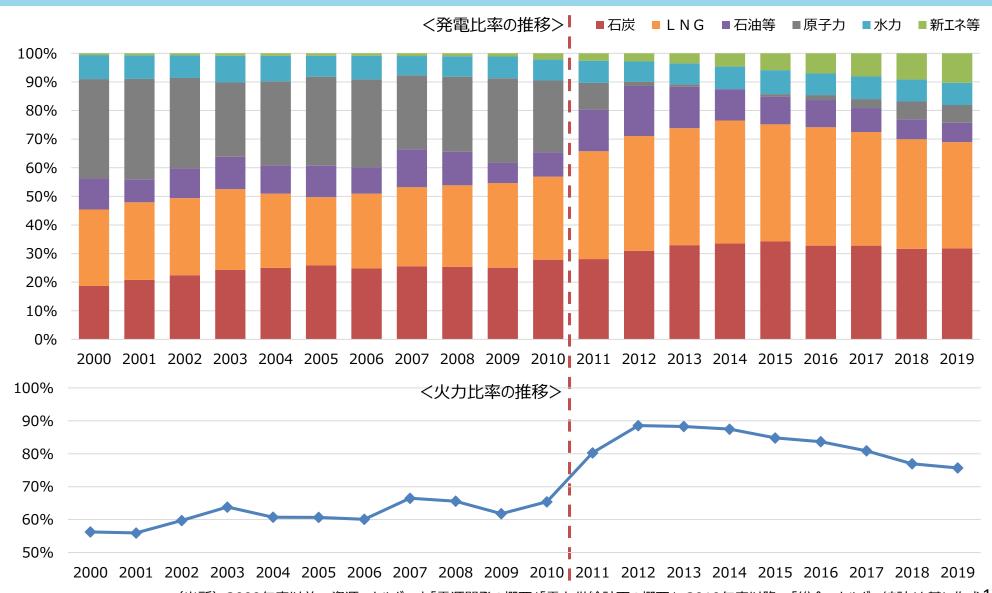
く電力需要と発電量のイメージ>

<LNG火力・石炭火力の即時応答性>



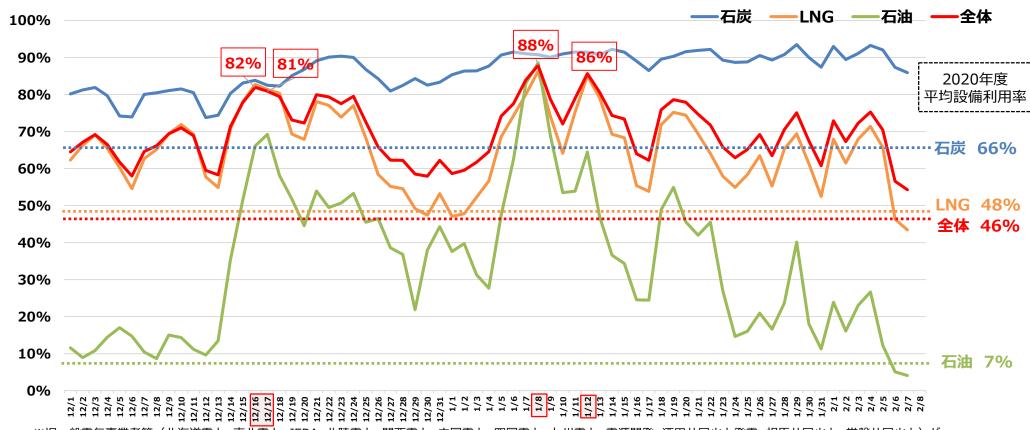
(参考)日本の発電比率の推移

• 震災以降、火力(LNG、石炭、石油等)の発電比率は約8割~約9割を占める。



(出所) 2009年度以前: 資源エネルギー庁「電源開発の概要」「電力供給計画の概要」、2010年度以降: 「総合エネルギー統計」を基に作成13

- 寒波が到来した**12月中旬以降、燃料種を問わず**、供給計画取りまとめにおける**2019年度の設備利用率(点 線部)を常時上回る状態が継続**。
- 年末年始の低需要期に稼働を落としたものの*、再び寒波が到来した**1月上旬から**、再び<u>設備利用率が高い状態が継続</u>し、特に全国的に寒波が訪れた**1月8日、12日**では、火力全体の設備利用率が約90%となった。
 - ※年末年始(12/26~1/4)の低需要期は、1月以降の本格的な高需要期に備えるため、発電設備の計画停止・補修を行うことが一般的であり、全体的に設備利用率は低い水準を示している。



※旧一般電気事業者等(北海道電力、東北電力、JERA、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、電源開発、酒田共同火力発電、相馬共同火力、常磐共同火力)が 所有する火力発電所(沖縄に立地する発電所を除く)を対象に各社ヒアリングにより集計。トラブル等による停止は含んでいるものの、長期休止電源は含んでいない。

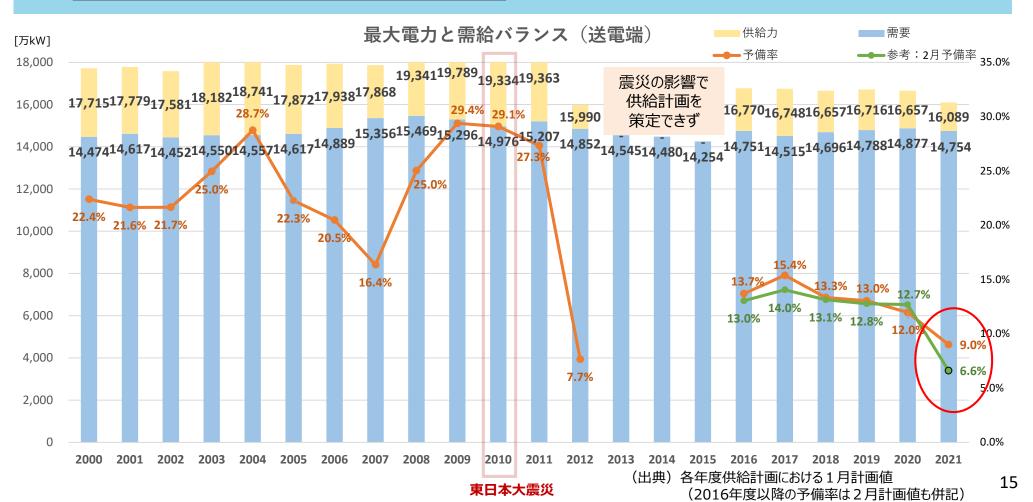
^{※「}設備利用率 = 発電電力量(送電端、24時間値)/24/定格出力」として求めている。ただし一部、送電端で発電電力量が計測困難な発電所について、発電端の値を使用している。

[※]燃料が混焼の場合、最も割合が多い主燃料によって燃料種を区分している。

[※]グラフ中の点線は、2021年度供給計画取りまとめにおける2020年度の設備利用率を示している。

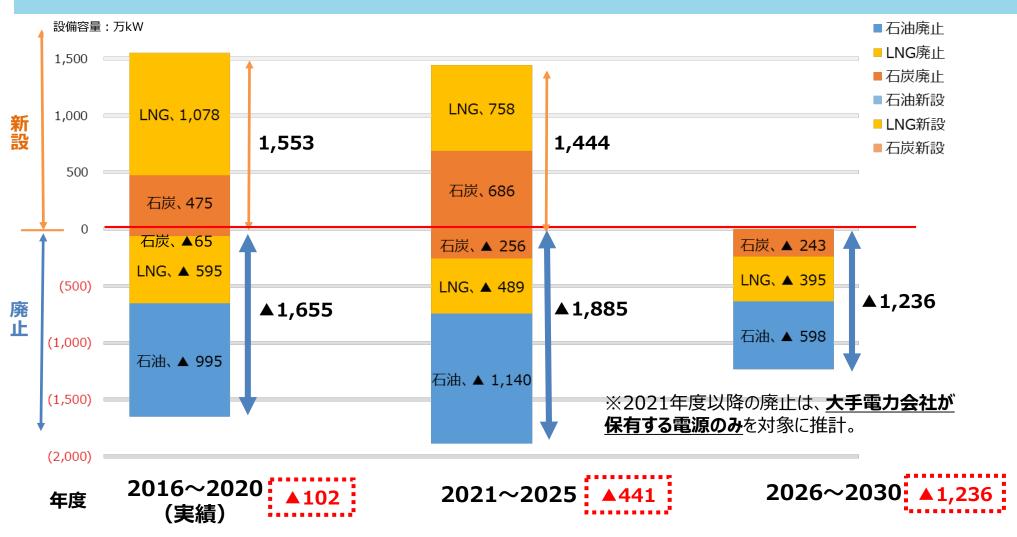
課題①安定供給の確保:冬季の供給予備率の長期推移

- 冬季における需要量は、過去20年間一定の水準で推移。一方で、震災後の供給力の大幅な低下(原子力の停止、火力の廃止の拡大)が急速に進展し、近年、安定供給に必要な水準(予備率8%)近傍まで低下している。
- **2021年度**供給計画では、**安定供給水準を下回る恐れ**がある。加えて、事業者による**採算性の** 低い老朽火力を早期退出させる検討が加速している状況。



課題①安定供給の確保:今後10年間の火力供給力(調整力)の増減見通し

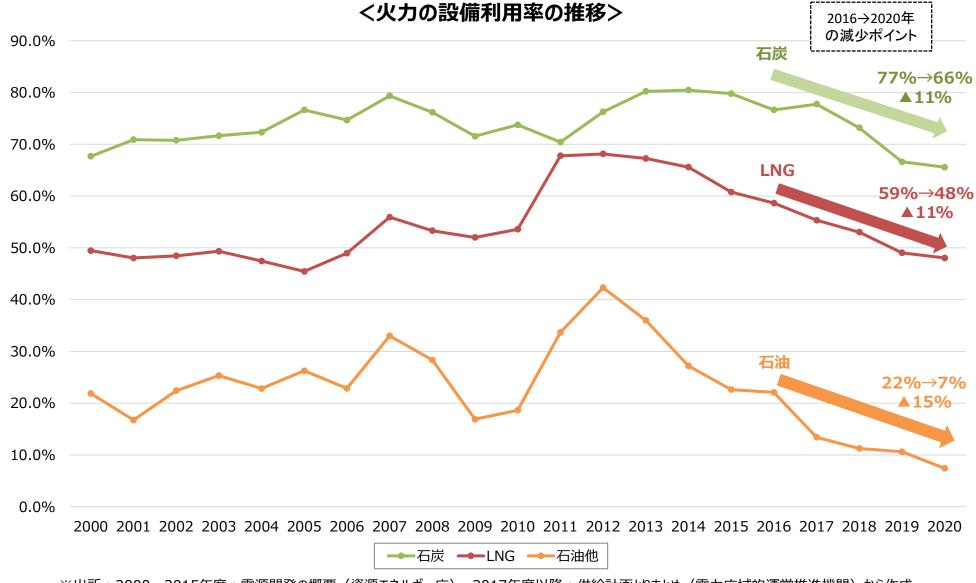
- 今後も、主に緊急時に活用されていた石油火力発電設備の廃止が継続する見込み。
- 当面は火力の新設計画も予定されている一方、供給力全体としては減少傾向にある。



- 注1. 2016~2020年度:新設実績は資源エネルギー庁「石炭火力発電所一覧」および電気事業便覧(2019年版)、廃止実績は各年度供給計画より。
- 注2. 2021年度以降(新設): 2020度供給計画とりまとめにおける、2029年度までの火力新設計画より(大手を含む全事業者)
- 注3.2021年度以降(廃止):大手電力が保有する電源のうち、運転開始から45年経過した電源 = 廃止と仮定。

(参考) 供給計画取りまとめにおける設備利用率

● 近年、**火力の設備利用率は減少傾向**。



[※]出所:2000~2015年度:電源開発の概要(資源エネルギー庁)、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 ※休止中の設備も含めた試算であり、一部見かけ上の設備利用率が低くなっていることに留意が必要。

課題①安定供給の確保:供給力減少への対応の方向性

・ 経済合理的な事業者判断の一環として、今後も電源の休廃止の加速化が想定される中で、<u>電力の安定供給を確保するための対策</u>(規制・インセンティブ双方)が必要ではないか。

1. 電源の退出防止策(短期的)

- 足下では、安定供給に必要な予備率を下回るエリア・時期が発生する見通し。再エネの導入量拡大を 背景に、とりわけ冬季において、再エネ供給力の予測誤差が需給バランスに与える影響が増大。
- 再エネの出力変動に対応する調整電源、供給力不足が見込まれる場合のセーフティネットの重要性が 高まっている。
 - ⇒ <u>送配電事業者等が必要な供給力・調整力を確実に確保できる仕組み</u>の構築

2. 供給力の確保(中期的)

- 自由化に伴う競争激化を背景に、発電事業者は、自社需要(小売との相対契約分等)を上回る 供給力は余剰電源と位置づけ。
- 低迷する市場価格や稼働率の低下により、維持管理の費用回収が困難な余剰電源の休廃止が加速。
 - ⇒ 容量市場の導入

3. 電源の新規投資促進(長期的)

- 建設期間が長く、投資額が大きい電源投資は、長期的な投資回収の見通しが必須。
 - ⇒ 新規投資については、長期契約を通じて安定的な収入を確保させる仕組みの導入

(参考)容量市場の必要性と意義

自由化前

地域独占と規制料金により投資回収を保証された電力会社が、供給義務を果たすために必要となる発電設備を計画的に建設・維持し、すべての需要家に電力を供給。

自由化後

①小売事業者

自らの**需要(販売)に見合った供給力を** 確保する必要があるが、多くの事業者は発 電設備を保有せず。

②発電事業者

卸電力市場の取引量の拡大や、市場価格の低下により、**発電設備の維持費等の回収の見通しが不透明に**。

需要に必要な電力供給容量を確保するため、容量市場を創設 (自由化が先行した**欧米各国における導入制度を参考**)

①小売事業者

→将来の供給力を確実に確保

2発電事業者

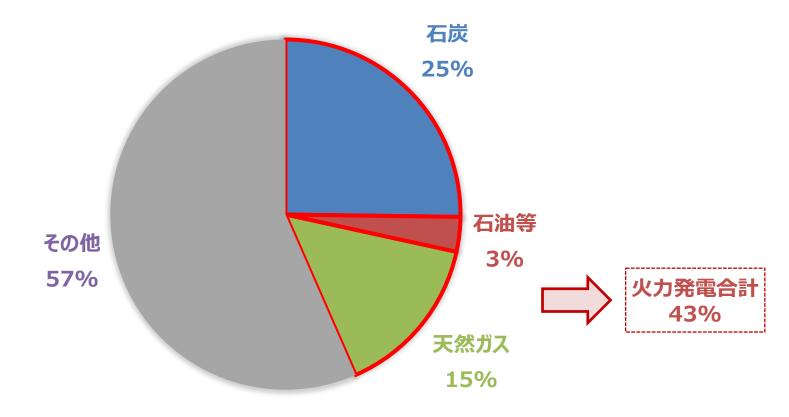
→費用を適切に回収し、発電設備を維持

- ➡ 小売事業者間の**公正な競争を促進しつつ、電力の安定供給を確保**
- → 再エネの調整力として必要な火力電源の確保により、再エネの主力電源化にも寄与

課題②環境対応:火力由来のCO2排出量の削減

- エネルギー起源CO2排出量のうち、火力発電由来のCO2排出量は約4割を占める。
- こうした火力由来のCO2排出量削減を着実に推進するため、非効率火力のフェードアウトを進めるとともに、火力の脱炭素化に向けた混焼やCCUS等の取組(アベイトメント措置)を加速度的に推進していく必要があるのではないか。

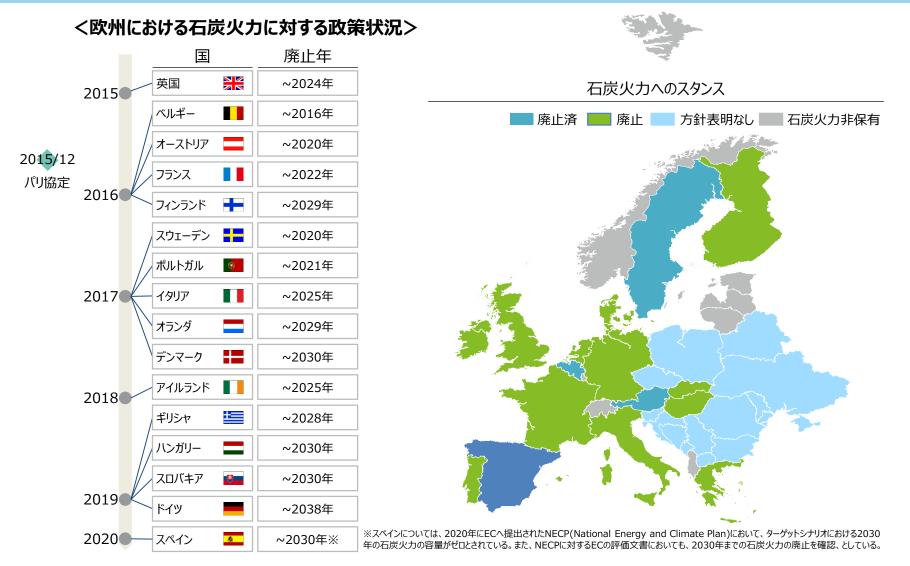
<エネルギー起源CO2排出量(2018年度確報値)>



引用:環境省HP、温室効果ガス排出量(2018年度確報値)を基に作成

(参考)欧州の石炭火力を巡る状況

● 2015年以降に西欧諸国の多くが石炭火力の廃止を表明。一方で、東欧諸国においては多くの 国が現時点で脱石炭方針を発表していない。



(参考)ESG投資やダイベストメントの動向

- 長期投資を行う欧米の機関投資家(年金基金、保険会社等)を中心に、投資判断において、 企業のリスク・機会要因としてESG(環境、社会、ガバナンス)を重視する考え方が進展。
- 一部の機関投資家は、**化石燃料、とりわけ石炭火力への資金の引き揚げを実施。**
- 年金基金や保険等の資産運用会社では、リスク分散と受託者責任の観点から**建設的な対話を 通して投資先企業に働きかけ、改善を促す(エンゲージメントする)方法を取る**傾向がある。

出典:エネルギー情勢懇談会提言関連資料(平成30年4月)

【ESG市場の拡大(2014~2016年)】

\$ trillion 100% ■資産規模 20 80% 18.3 15 60% 10.8 12.0 10 40% 8.7 6.6 5 20% 0.5 0.5 0.1 0.1 0 0% 201 201 201, 201 201 201 201, 201 Global Europe United Canada Australia Asia States (出所) GSIA(Global Sustainable Investment Association) 「2016 Global

(注) GSIAレポートにおいては、「ポートフォリオ選択・運用においてESG要素を考慮する投資 (SRI) 市場」のデータとして記載している。

【グリーンボンドの拡大】

● <u>グリーンボンド</u>(環境事業資金の調達に限定して発行される債券)の発行 額が急速に拡大。(2012年:31億ドル⇒2017年:1608億ドル)

世界のグリーンボンドの発行額の推移(億米ドル)



出典:Climate Bonds Initiative HPより環境省作成

(参考) 国内メガバンク・大手損保の石炭火力発電所向けファイナンスの方針

・ 新設の石炭火力発電所建設を資金使途とする融資は、<u>原**則として実行しない旨を表明</u>。ただ</u> し、それぞれ条件を列挙しつつ、高効率技術や新技術などは<u>個別に検討</u>するとしている。</u>**

<3メガバンク>



(2019年5月15日公表)

MIZHO

(2020年4月15日公表)



(2020年4月16日公表)

「新設の石炭火力発電所へのファイナンスは、原則として実行しません。」

ただし、エネルギー政策・事情、国際がイト、ライン、代替技術等を個別に検討し、ファイナンスに取り組む場合がある。

「石炭火力発電所の新規建設を資金使途とする投融資等は行ないません。」

ただし、Iネルドー安定供給に不可欠で温室効果ガス削減のためのリプレースは、慎重に検討の上対応する可能性がある。

「新設の石炭火力発電所への支援は、原則として実行しません。」

ただし、USCやCCS(CO2貯留・回収)等の環境配慮技術を有する案件については、慎重に対応を検討する。

<3大手損保>

(2020年9月28日公表)

SOMPO

(2020年9月23日公表)

三井住友海上

(2020年9月30日公表)

「石炭火力発電所については、原則として新規の保険引受・投融資を行いません。」

ただし、エネルギー政策・事情、事業継続の事情、国際ガイドライン等を考慮し、総合的に判断し引受・融資することがある。

「日本国内の石炭火力発電所の新規建設への保険引受・投融資は原則として行いません。」

ただし、エネルギー政策を踏まえた高効率発電所については代替技術等を確認の上、慎重に検討し対応する場合がある。

「今後新設される石炭火力発電所の保険引受や投融資を原則行いません。」

ただし、エネルギー安定供給に不可欠な場合等は、慎重に検討の上、対応することがある。

(参考) 電気事業におけるCO2排出量・CO2排出係数の推移

• 電気事業におけるCO2排出量及びCO2排出係数は年々改善されている。

取組みの進捗

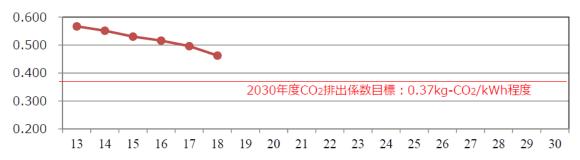
電力・ガス基本政策小委員会 第2回石炭火力検討WG (2020年8月25日) 電気事業連合会資料4

◆ 協議会の設立以降、非化石エネルギーの利用拡大および電力設備の効率向上等の継続的な 取組み等により、CO2排出量・CO2排出係数を毎年改善しています。

CO2削減実績

	2018年度	2017年度	2016年度	2015年度 (協議会設立)	【参考】 2013年度
販売電力量 (億kWh)	8,036	8,285	8,340	8,314	8,703
CO2排出量 (億t-CO2)	3.72	4.11	4.30	4.41	4.93
CO2排出係数 (kg-CO2/kWh)	0.463	0.496	0.516	0.531	0.567

CO2排出量・排出係数ともに調整後の値、2013年度は電事連および新電力有志実績



出所:電気事業における地球温暖化対策の取組み (電気事業低炭素社会協議会)

(参考) 省エネ法による火力の高効率化

- 省エネ法に基づき、発電事業者に対して火力発電の高効率化を求めている。
- 具体的には、①火力発電所を新設する際は、経済性・信頼性において問題なく運転している<u>最新鋭の商用プラントの発電効率以上</u>とするとともに、②既存設備も含めて事業者毎に、エネル ギーミックスの電源構成も踏まえた上で、既存設備の最高水準に相当する発電効率とすることを 求めている。

新設基準

燃料種	発電効率(基準)	設定根拠		
石炭	42.0%	経済性・信頼性において問題なく商用プラントとして既に運転開始をしている超々臨界(USC)の値を踏まえて設定		
LNG	50.5%	経済性・信頼性において問題なく商用プラントとして既に運転開始 をしているコンバインドサイクル発電の値を踏まえて設定		
石油等 その他燃料	39.0%	最新鋭の石油等火力発電設備の発電効率を踏まえて設定		

事業者毎の水準(2030年度目標)

◆ 燃料種別の発電効率(既存設備の最高水準に相当)



石炭火力: 41%以上、LNG火力: 48%以上、石油火力: 39%以上

◆ 全火力発電設備(新設・既設ともに含む)の発電効率



加重平均発電効率 44.3%以上※

(参考) 非効率石炭火力のフェードアウト: 省エネ法による規制的措置の概要

 省エネ法による石炭火力の発電効率目標の強化等により、個別発電所の休廃止規制 (kW削減)ではなく、安定供給や地域の実情に配慮しながら、非効率石炭火力のフェードアウト(kWh削減)及び石炭火力の高効率化を着実に促進。

<新たな規制的措置の主なポイント>

①新たな指標の創設

②発電効率目標の強化

③脱炭素化への布石

現行

火力全体のベンチマーク指標

- ※燃料種別の発電効率の加重平均が指標 (石油等39%、石炭41%、LNG48%)
- ⇒非効率石炭火力を減らさずとも、発電効率の 高いLNG火力を増やすことで達成可能

石炭火力の発電効率目標41%

- ※USC(超超臨界)の最低水準
- ※火力全体のベンチマーク指標の内数

バイオ混焼への配慮措置

※発電効率の算出時に、<u>バイオ混焼分を分母</u> から控除(⇒発電効率が増加)

発電効率 = -

全国第

石炭投入量 - バイオマス投入量

新たな措置

石炭単独のベンチマーク指標を新設

- ※既存の火力ベンチマークとは別枠で新設
- ⇒石炭火力に特化した指標により、 フェードアウトの実効性を担保

発電効率目標43%に引き上げ

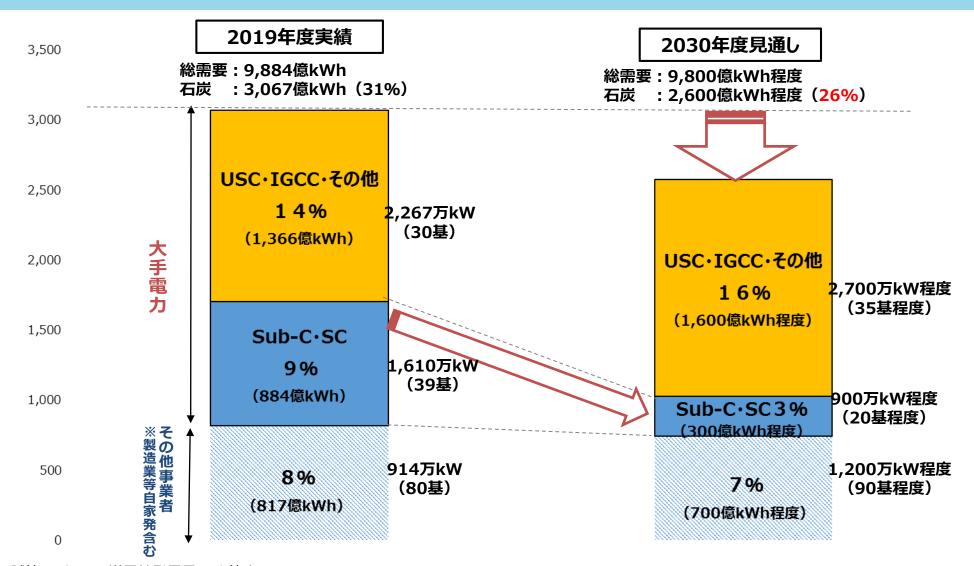
- ※既設のUSC(超超臨界)の最高水準
- ※設備単位ではなく、事業者単位の目標水準
- ⇒高効率石炭火力は残しつつ、非効 率石炭火力をフェードアウト

アンモニア混焼・水素混焼への配慮措置を新設

- ※バイオ混焼と同様の算出方法を使用
- ⇒脱炭素化に向けた技術導入の加速化を後押し

(参考) 非効率石炭火力フェードアウトの見通し

• <u>一定の石炭火力発電事業者による2030年度に向けた非効率火力削減計画</u>を踏まえ、試算を行ったところ、現行のエネルギーミックスで定める石炭比率(26%)を達成する見込み。



[※]試算にあたっては送電端発電量により算出。

^{※2030}年度に残存するSC,Sub-Cは、安定供給及び地元雇用に重要な設備で、これら設備も稼働率低下や混焼等の措置を講じる必要がある。

(参考) フェードアウトに関する計画の詳細について

<計画の位置づけについて>

• 2030年に向けた非効率石炭火力のフェードアウトの着実な実施のためには、規制的措置や誘導措置等の措置が事業者へどのような行動変容をもたらすのかを定期的に確認し、その措置を不断に見直していくことが重要。このため、計画は毎年度作成するものとし、発電事業者が経済産業大臣に届け出る供給計画の補足資料として位置づけ。なお、本計画は供給計画とは異なる前提※で作成。

く作成対象の事業者>

- ミックス実現の実効性確保の観点から、石炭火力からの発電量が、石炭火力全体の約8割を占める大手電力 及び大手電力と同等以上の発電量を持つ事業者を対象とする。
- ただし、製造業等が持つ石炭火力については、これまでの石炭火力検討WGでのヒアリングを踏まえると、自家発 自家消費目的で発電する場合は代替性が乏しく、低廉な電力供給が企業の競争力に直結しており、また、熱 利用等で高効率化の工夫もなされてきている。その点を踏まえて、売電量ベース*で見たときに大手電力と同 等ではない場合は対象の除外とする。
 - ※発電量全体から自家発自家消費目的での発電量を控除したもの。

<計画の公表>

- 事業者にとって競争上の重要情報であり、また地元との調整に影響を及ぼすこと等により、むしろ着実なフェードアウトを妨げる恐れがあるため、各事業者単位での計画については公表せず、全事業者を統合した形で2030年に向けたフェードアウトの絵姿を公表する。
- ※ 2030年度エネルギーミックス水準を踏まえ計画を作成。再エネ導入状況や原子力の再稼働状況等、今後の他電源の見通しの変動により石炭火力の見通しも変動するもの。
- ※ 休廃止計画には、**地元調整等が完了した場合**など、条件付きで休廃止可能とする発電設備も含む。

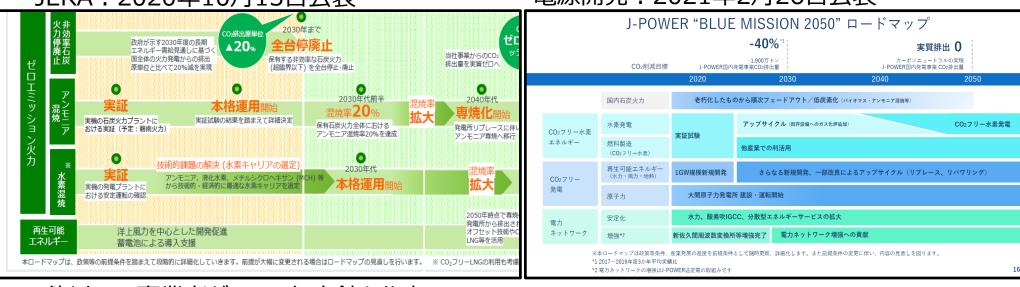
29

- 大手電力各社は2050年に向け、カーボンニュートラルの取組方針を公表している。
- 電力会社によっては**ロードマップ**を示す等、**カーボンニュートラルに向けた具体的な行動** 指針を表明。

<取組事例>

·JERA: 2020年10月13日公表

·電源開発:2021年2月26日公表



その他以下の事業者が2050年方針を公表

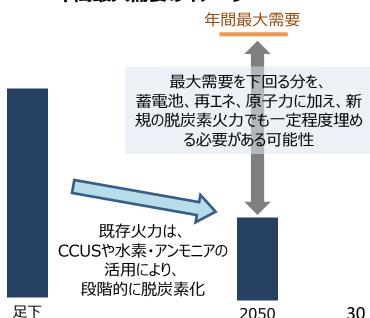
会社	公表日				
沖縄電力	2020年12月8日	北海道電力	2020年3月19日	四国電力	2021年3月31日
関西電力	2021年2月26日	中部電力	2021年3月23日		

2021年2月26日 東北電力 2021年3月24日 中国電力

- 現在建設中の設備及び既運転の設備を対象とし、寿命を40年と想定すると、**今後の新規の新設案件がないと** いう仮定の下でも、2050年時点でガス火力は約32GW、石炭火力発電は約14GWとなる。
- また、再エネの導入が拡大する状況の中、火力発電は、
 - 太陽光や風力の出力変動を吸収し、**需給バランスを調整を行う調整力**や、
 - 急激な電源脱落などにおける周波数の急減を緩和し、**ブラックアウトの可能性を低減する慣性力**といった機能により、**電力の安定供給に貢献**してきた。
- 2050年に向けて再エネの更なる導入拡大が見込まれる中では、こうした機能をもつ火力を代替する技術・脱炭 素化する技術(水素・蓄電池・CCUS等)の技術開発・普及や新規投資の活性化を促進していくことで、脱炭 素化を加速度的に進めていくことが必要ではないか。

火力発電の容量推移(寿命を40年と想定) ■石炭火カ ■ガス火カ [GW] [GW] ガス火力 残存容量 70 約32GW 60 50 石炭火力 残存容量 約14GW 30 20 10 2020 2050 2030 2040 * 既設・建設中の火力発電設備を対象に、設備寿命を40年として算出

2050年における火力発電の設備容量と 年間最大需要のイメージ 年間最大需要



- 一貫した基礎技術は確立済であり、現在は大規模化・商用化に向けた実証を実施しているところ。
- 我が国企業が国際的に競争力を有する領域も多く存在。

分離・回収

輸送

カーボンリサイクル

現

状

0

取

排出源からCO2を分離し、回収

<分離回収技術> 物理吸収液/化学吸収法/膜分離 /DAC

<排出源>

天然ガス処理、発電、製鐵、セメント 製造、肥料製造、バイオエタノール製 造、製油、バイオマス発電、廃棄物処 理場、ブルー水素製造

分離回収したCO2を貯留地・ 再利用場所まで輸送

<輸送手段>

【陸域】パイプライン、タンクローリー、鉄

【海域】海底パイプライン、船舶輸送

CO2を地下の貯留層に圧入・貯 留し、モニタリング

貯留

<掘削・圧入・モニタリング> 【貯留地】陸域・陸域から海底下、海

【厅入】带水層層貯留・油槽貯留 (EOR)

【モニタリング】圧入後のCO2監視

CO2を資源として活用し、化学 品や燃料などを製造

<カーボンリサイクル製品> 【化学品】汎用品(パラキシレンなど) 【燃料】ガソリン、都市ガスの主原料で あるメタンなど

【鉱物】コンクリート製品など

既に商用化済の技術は存在 革新的な吸収方法は研究開発

- 国内外でアミン吸収液での実績はあ
- ・国内外で各排出源ごとに分離回収の 研究開発を実施。

国内ではCO2の長距離輸送の 実績なし

- ・国内では、オンサイトでのパイプライン 輸送のみ。海外では、長距離パイプラ インの実績あり(100km超)
- ※カーボンリサイクルでは排出源の近傍 での再利用が可能なケースあり)
- ※長距離輸送(200Km以上)では 船舶輸送の方がパイプラインより、費用 対効果が高く、国内外の船舶輸送の 実用化に向けた取組が進展。

圧入・モニタリング技術の技術実 証を実施

- ・苫小牧市で実施した、大規模CCS 実証試験で2019年11月に累計圧入 量30万トンを達成(操業技術の確 立)
- ・圧入後のCO2のモニタリングを継続実

一部商用化の製品あり 多くは研究開発・実証段階 世界的にも研究開発が盛ん

- ・研究開発拠点の整備・拡充
- ・化学品・燃料・鉱物のいずれも一部 研究開発・実証・事業化が本格化して いる段階
- ・世界的にも、研究開発・実証・事業 化が活発化

(参考) カーボンリサイクルを拡大していく絵姿 (カーボンリサイクル技術ロードマップ)

第35回総合エネルギー調査会 基本政策 分科会(2020年12月21日)資料1

CO₂利用量

フェーズ 1

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

化学品 (ポリカーボネート等)

ポリカーボネートは CO_2 排出量の更なる削減

燃料(バイオジェット燃料等)

現状価格から1/8~1/16 程度に低コスト化

鉱物・コンクリート(道路ブロック等)

現状の価格から1/3~1/5程度 に低コスト化

フェーズ 2

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

2030年頃から普及

- 化学品ポリカーボネート 等
- 燃料バイオジェット燃料 等
- 鉱物・コンクリート道路ブロック 等
- ※水素が不要な技術や高付加 価値な製品から導入

フェーズ3

▶ 更なる低コスト化。

2030年頃からの消費が拡大

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

2050年頃から普及

- 化学品汎用品(オレフィン、BTX等)
- ●燃料

ガス・液体(メタン、合成燃料)

- 鉱物・コンクリート汎用品
 - ※需要が多い汎用品に拡大

水素

20円/Nm³ (プラント引き渡しコスト)

CO。分離回収技術

低コスト化

現状の1/4 以下

現状

2030年

2050年以降

水素

概要

- 燃焼速度が比較的近いガス火力発電に水素を混入。水素の燃焼速度が速いため、その燃焼を制御する技術が必要。
- 上記制御技術を使うことで、ガスタービンの水素専焼化も可能。

現状の取組

- ▶ 小型器(1MW)での専焼は現在実機で実証を開始し、大型器(数十万kW級)は30%の混焼率を達成するための燃焼器の技術開発が完了。
- ▶ コストが下がれば、2050年時点での有望な電源となり得るため、JERAも2030年頃からの混焼開始を目指すことを表明。他電力会社も活用に関心。

アンモニア

- ▶ 発電用バーナーの中心にある再循環領域(高温・低酸素)にアンモニアを一定速度で投入することで、アンモニアの分解及び還元反応を促進しつつ、アンモニアを燃焼。
- アンモニアは燃焼速度が石炭に近いことから、石炭火力での利用に適している。
- NOx発生の抑制が課題であったが、混焼バーナーの開発に成功。現在大容量での混焼試験を実施中、2021年度から2023年度まで、実機を活用した20%混焼の実証を予定。
- ➤ こうした取組も踏まえ、JERAが2020年代後半からの火力 発電での燃料アンモニアの活用に向けた計画を表明。その 他電力会社も活用に関心。

強み

- ▶ 既存のガスタービン発電設備のタービン部など多くの設備をそのまま利用可能、アセットを有効活用出来る。
- ▶ 調整力、慣性力機能を具備しており、系統運用安定化に資する。
- ▶ 一カ所で大規模な水素需要を創出し、水素の利活 用を更に高めるための国際サプライチェーン構築に大 きく貢献出来る。
- 水素専焼の技術開発に見通し有。
- 弱み
- ▶ 液化水素の場合、脆化に加え、極低温という厳しい環境に耐えうる材質を使う必要。
- MCHやアンモニアを水素キャリアとして使う場合、脱水素行程でもエネルギーを使う。

- ▶ 既に肥料用途を中心にアンモニア市場が存在。既存の製造・輸送・貯蔵技術を活用したインフラ整備が可能。
- → -33℃(常圧)で液化が可能であるため、輸送や貯蔵コストの抑制が可能。
- ➤ 混焼率向上、専焼化にあたってはNOxの抑制技術、発 電に必要な熱量を確保するための収熱技術が必要。
- 毒性があるため、取り扱いには配慮が必要。

【参考】水素産業の 成長戦略「工程表」

●導入フェーズ:

1. 開発フェーズ

2. 実証フェーズ

3. 導人拡大・コスト低減フェーズ

4. 自立商用フェーズ

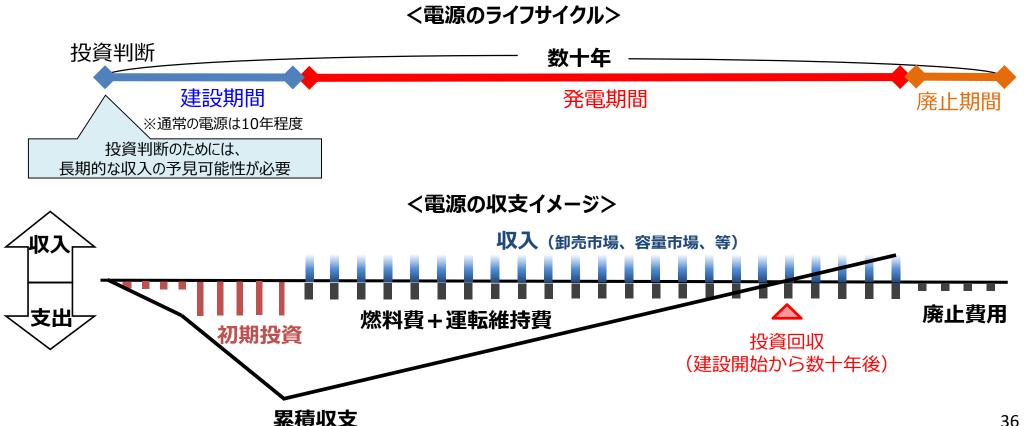
●具体化すべき政策手法: ①目標、②法制度(規制改革等)、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

●地域	2021年	 2022年 	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
利用			 		 	★目標(2030年時) コスト:30円/Nm3		★目標(2050年時) コスト:20円/Nm3以下、
				<u>自</u> 重	」 カ車 、 <u>船舶</u> 及	量:最大300万t び、 <u>航<mark>空機産業</mark></u> の実行詞	 	量: 2000万t程度
●輸送 →		両の技術基準 性能要件明確		・規制の見直し	<u>d</u>		コスト低減	
		・ 発電の技術開発 の実機実証 (*)	・ 発 然料電池、ター	どうにおける温火	· - 			
●発電		 	I I			給構造高度化法等による社	t 会実装促進	
 ●製鉄 	COURSE5	0 (水素活用)	<mark>記池、小型・大</mark> 等でCO2▲30		実証	<u>導入支援</u>		脱炭素水準として設定
 ●化学		鉄の 技術開発 ラスチック原料	 を製造する技術	jの 研究開発		大規模実証	技術確立 導入支援	導入支援
●燃料		電池の 技術開		—— 			革新的燃料電池の導入支援	
輸送	多用述展開 国際輸送の 向けた 技術	大型化に		[、 輸送技術の	国際標準化、	商用化・国際展開	支援	
等 	商用車用の)大型水素ステ	ーションの開発 への規制改革等	·実証				
製造			等支援・性能評					
●水電解 1			海外市場の獲 内市場環境整		等)等 を通じた	社会実装促進	卒FIT再エネの活用	 等を通じた 普及拡大
●革新的 技術			体酸化物形水 造等)の 研究		ス炉等の 		導入支援	
分野 横断	再エネ等の	地域資源 を活用	用した 自立分散	型エネルギーシ		証 移行支援·普及	インフラ等の整備に伴う	全国への利活用拡大
			国際標準化に向 要国の積極的な		国際水素市場	の確立		
							タイル産業の実行計画と連携	34

第6回成長戦略会議(2020年12月25日)資料1一部加工 燃料アンモニア産業の 【参考】 3. 導入拡大・ ●導入フェーズ: 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 4. 自立商用フェーズ コスト低減フェーズ 成長戦略「工程表」 ●具体化すべき政策手法: ①目標、②法制度(規制改革等)、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等 2021年 2022年 2023年 ~2030年 ~2040年 2024年 2025年 ~2050年 利用 石炭火力における アンモニア20% アンモニア混焼の拡大 石炭火力(実機)への 混焼の開始 アンモニア混焼に向けた アンモニア20%混焼の実証 設備改修 アジアを中心に ● 火力混焼 混焼技術を展開 目標コスト(2030年) :10円台後半 アンモニアの混焼率向上、 (Nm-H2あたり) アンモニアの混焼率向上、専焼に向けた必要な基礎技術の開発 専焼化開始 専焼に向けた実証 アンモニアを燃料とする船舶の技術開発 ●船舶 導入·拡大 実証 (エンジン・タンク・供給システム) バイ・マルチでの協力枠組の構築 供給 (資源国との協調・連携、国際会議への燃料アンモニアの重要性の打ち込みなど) 目標コスト(2030年) :10円台後半 商用的拡大 (Nm²-H2あたり) リスクマネー供給、金融支援等を通じた アンモニア製造の整備、供給 アンモニア供給拡大に向け アジアを中心とした他国への た調査・実証 燃料アンモニア供給を開始・展開 アンモニア貯蔵タンク等装置の大型化、 ●貯蔵 商用的拡大 海上タンクの整備 アンモニアの配送・貯蔵等が可能となるよう ●港湾 立地企業のニーズを踏まえた港湾施設等の整備 立地企業のニーズを踏まえた港湾施設等の整備 技術基準の見直し等の検討 35

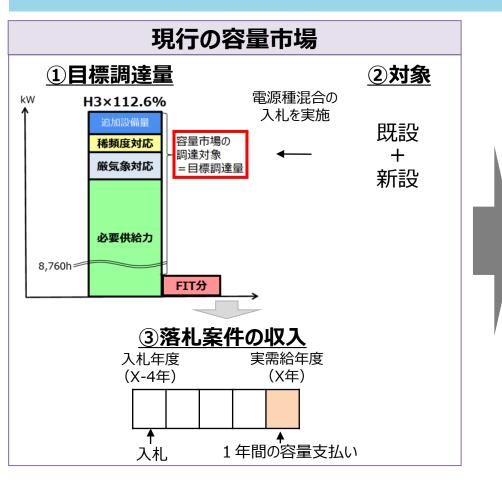
課題③経済効率性の向上:環境対応下で競争力のある新規電源の導入

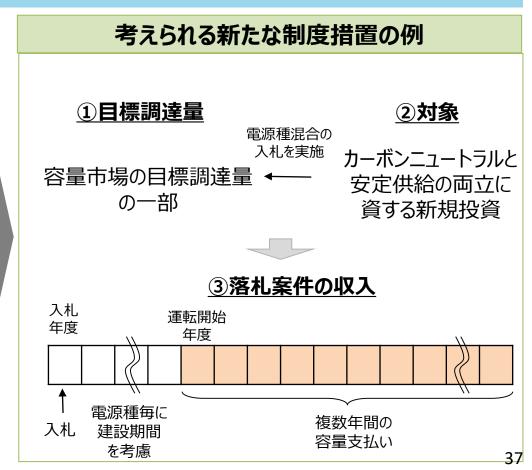
- 電力自由化の下、再エネの更なる導入拡大が進む中で、火力は稼動率の低下、高経年化、採算性 の悪化が今後も進む可能性。こうした競争的環境において、今後、火力の競争力を強化していくため には、2050年カーボンニュートラルに向けた**脱炭素化への対応が必要不可欠**であり、既存火力への脱 炭素技術の実装のみならず、脱炭素化に対応した新規電源への投資促進を進めていくことが重要。
- 他方、電源投資は、建設期間が長く、巨額の初期投資を数十年に渡って回収していくことが一般的 であり、発電事業者が投資判断するためには、「**長期的な収入の予見可能性**」が必要となる。



(参考)電源の新規投資促進に向けた新たな制度措置の例

- 英国などの容量市場では、既設電源は1年契約だが、新設電源は長期契約が可能。
- このような諸外国の事例も参考にし、**巨額の初期投資の回収に対し、長期的な収入の予見可能性を付与する方法**として、以下のように、入札対象を「カーボンニュートラルと安定供給の両立に資する新規投資」に限定した上で、容量収入を得られる期間を「1年間」ではなく「複数年間」とするなど、容量市場の価格を長期固定化する方向で、別の審議会(持続可能な電力システム構築小委員会)にて議論中。

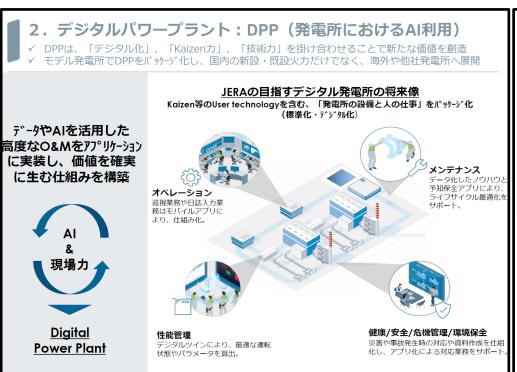


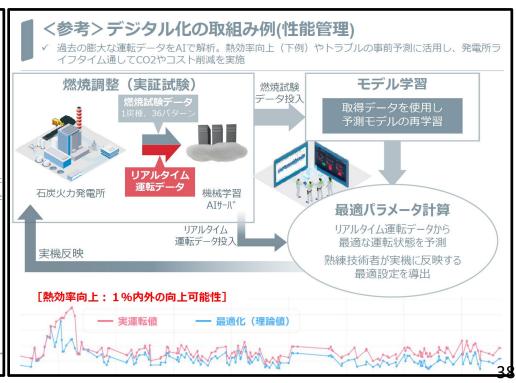


課題③経済効率性の向上:火力運用の効率化・高度化(AI・IoTの活用)

- これまで火力発電所では、現場技術者の長年の経験に基づく、きめ細かな運転管理が行われてきたが、 近年、電力自由化の中で競争的環境に置かれており、より効率的な事業運営が必要。それと同時に 脱炭素化に向けて、調整力としての柔軟な運転(幅広い負荷変動への対応)が求められ、こうした 運用の高度化に係る取組を強化する必要がある。
- 運転・保守の効率化によるコスト削減やより柔軟な運用等を目的として、AI/IoTを活用した火力発電の運用の最適化・自動化等の取組を促進することが必要ではないか。

<AIを活用した火力発電の運用の最適化・自動化等の取組事例(JERA)>





(参考)変動対応や機動性に優れた高効率ガスタービン複合発電(GTCC)

- 負荷変動に対応した火力の効率的な運用に向けて、機動性に優れた(起動時間の短縮、出力変化速度の向 上、最低出力の引き下げ)ガスタービン複合発電の技術開発が行われている。
- 実際の技術実装に当たっては、負荷変動への対応を増やすほど再エネ導入拡大に貢献するものの、稼働率は低下する中での採算性の確保に課題。

機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究

NEDO提供資料に基づき作成

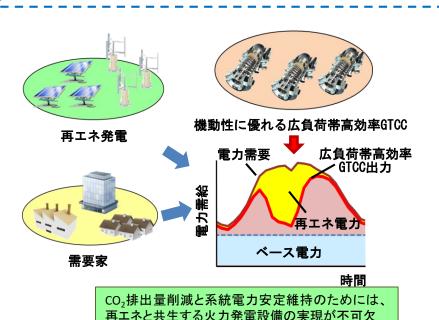
〈概 要〉

導入拡大が進む太陽光発電は、天候によって出力が大きく変動する上、電灯需要が急増する日没時には発電量が急激に低下する。電力系統の安定運用のためには、需給のバランスを維持することが重要な課題であり、高効率かつ機動性に優れるガスタービン複合発電(GTCC)の高性能化は、有望な課題解決手段の一つである。

本研究は、系統安定と CO_2 排出量削減を両立する、機動性に優れ(起動時間の短縮、出力変化速度の向上、最低出力の引き下げ)、かつ部分負荷帯も含めて高効率なGTCCを実現するために必要な要素技術(燃焼、制御、空力、材料等)を開発し、実機の設計に資する目処を得ることを目的とする。

〈事業期間〉 2018年7月 ~ 2022年2月 〈委託先〉一般財団法人電力中央研究所、三菱重工業株式会社

出力

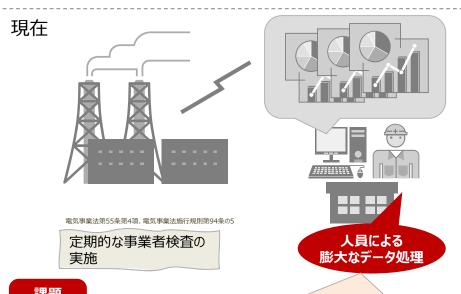


— 高機動GTCCの運用 ②出力変化 速度向上 4)部分負荷 効率向上 ③最低出力 1)起動時間 引き下げ 短縮 時間 項目 目標性能 主な効果 10分(ホットスタート、GT起動~ 起動時間短縮 再工ネ発電量予測はずれへの対応 定格) 出力変化速度向上 20%/分 インバランスの解消 最低出力引き下げ 10% (一軸式GTCC) 再エネの受け入れ拡大 相対値で定格効率マイナス 燃料消費量,CO₂排出量削減 部分負荷効率向上 10%以内(1/2負荷時)

---現状のGTCCの運用

(参考) AI活用による保安活動の判断支援

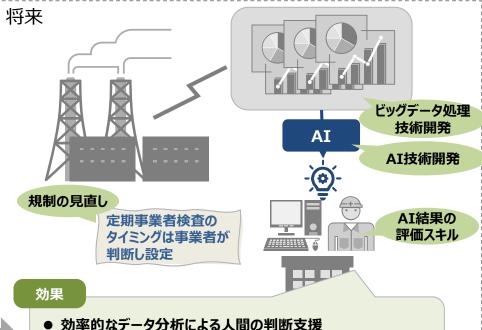
- センシング技術等により蓄積されたデータが増大するにつれ、膨大なデータ処理も必要。
- AI活用によるデータ分析で人間の判断支援が行われることにより、データ活用の効率化が可能。 さらに、異常予兆検知や保守計画策定への活用など、AIの分析結果は幅広い活用方法が期待 される。
- ビッグデータ処理やAI技術の開発が必要。また、異常に係るデータの信頼性等が専門的見地 から認められれば、安全管理審査・定期事業者検査周期の柔軟化の検討に有効。



課題

データ量の増大により膨大なデータ処理が要求されるため、

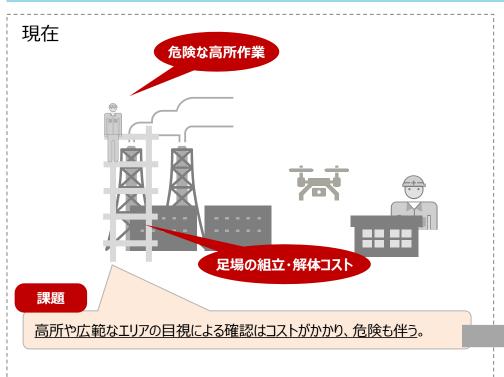
データ分析技術があわせて必要。

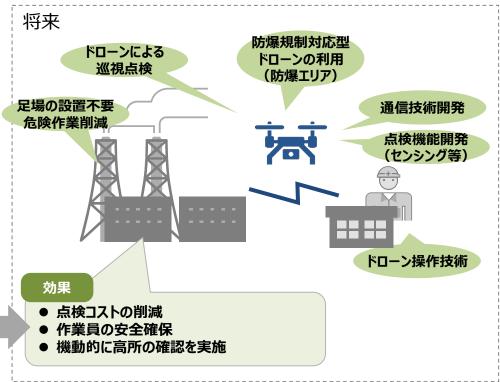


- 保守計画の策定高度化による検査タイミングの適正化

(参考) 点検におけるドローン活用

- ・ 煙突等高さのある構造物やタンクヤード等は危険が大きく、安全対策のためのコストもかかる。
- 各設備の劣化状況をドローンで撮影することにより、移動・巡視時間の削減、落下等の労働災害の低減、難点検箇所における不具合の早期発見、足場の設置が不要になるため工事コストの削減、機動的な高所の確認の実施が可能。
- ・ <u>ドローン技術の実証等</u>、<u>ドローン操作技術の習得</u>が課題。また、防爆エリアでは、<u>防爆規制対応型ドローン</u> の導入が期待される。





【その他の課題】

課題④立地地域との共生

● エネルギー供給事業は、**立地自治体等の関係者の理解と協力の上**に成り立っており、火力発電事業においても、関係事業者と地域が一体となって取り組んできた。

<地域との共生:勿来IGCCの事例>(勿来IGCCパワーHP)

勿来 IGCC パワー合同会社は、優れた効率で電気を作ると同時に温室効果ガスの低減を実現する石炭 ガス化複合発電「IGCC(Integrated coal Gasification Combined Cycle)」技術を利用した大型石炭火力発電所(勿来 IGCC 発電所)の建設・運転を通じて、発電所が立地する地元福島の経済復興や雇用創出の一助となることを目的に 2016 年に設立されました。

基本 構想 ○いわき市(常磐共同火力(㈱勿来発電所隣接地)および広野町(㈱JERA 広野火力発電所敷地内) に 50万 kW 級の最新鋭の石炭ガス化複合発電(IGCC)を各 1 基建設・運用する

○勿来地点、広野地点で営業運転を開始し、最新鋭技術による電源開発を通じて福島復興を 世界にアピールする



福島復興への寄与

- ○地元経済・雇用再生
- ・雇用:2地点合計試算人数2,000人(実績:約2,700 人/日[建設最盛期2020.2.21])、その後も恒久的雇 用(発電所運転・運営、燃料輸送等)と定期検査時 での作業者雇用を見込む
- ・経済波及効果:環境影響評価着手から運用を含めた数十年間で、福島県内に1基あたり総額800億円の経済波及効果と試算



福島から世界へ最先端技術の発信

- ○世界初の大型商用機の石炭ガス化複合発電 (IGCC)として、インフラ輸出へつなげる
- ○世界最高の熱効率により CO₂排出量の削減に 貢献し、福島をクリーンコール技術*の世界的 拠点として、海外技術者の往来を促進する

*CO₂等の環境負荷を軽減して石炭を利用する技術の総称

発電所の立地による地域の経済復興や雇用創出

課題4立地地域との共生:地域経済や雇用等への影響

- 石炭火力発電所は、**地方税収**(固定資産税、法人事業税等)、**運輸・運転・保守等における雇用**、<u>地</u> 元企業への外注等を通じて地元経済に貢献。
- 非効率火力のフェードアウトに伴い、地域経済や雇用への将来的な影響が発生するおそれがあるため、各地域のニーズや地域特性等の実情を踏まえつつ、将来的には脱炭素化に向けたエネルギー転換をはじめとするトランジションを促進していくことが必要ではないか。

<発電事業者による地元の雇用や経済への懸念(例)> (9/18石炭火力検討WG電源開発提出資料)

火力発電は 地元雇用・経済 を支える役割

雇用面

- 石炭火力発電所の運転・保守に従事する職員・作業員の総数は<u>1地点あたり約200~550人</u>です。 (内、J-POWERグループ会社社員は150名~300名程度)
- 定期点検等、設備点検時は、作業内容にもよりますが、その2~3倍の人数が従事します。

経済面

- SC以下発電所の修繕費・設備投資の内、地元地域への発注は、<u>1 地点あたり10億~30億円/年</u>程度です。
- SC以下発電所の地元自治体に支払う地方税(固定資産税・事業税他)は1地点あたり2~8億円/年です。
- 立地自治体によっては人口減少が著しく、雇用減少のみならず人口減少を加速する可能性もあります。

・立地地域との共生

非効率火力のフェードアウトに伴う 地域経済や雇用への将来的な影響のおそれ

エネルギー転換の 必要

各地域のニーズや地域特性等の実情を踏まえ、トランジションを促進

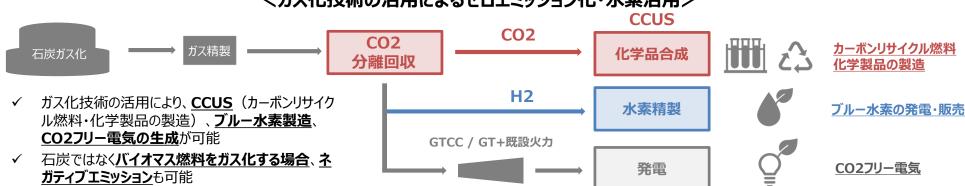
(参考) J-POWER・松島石炭火力におけるトランジション事例

- J-POWERの2050年カーボンニュートラルと水素社会の実現に向けたミッション*の一環として、2030年で運転開始から約50年となる松島石炭火力2号機(出力50万kW)において、水素社会実現へのトランジション技術として新たにガス化設備を付加するアップサイクルを実施。これにより、CO2をはじめとする環境負荷を速やかに低減しつつ電力の安定供給を実現。
 - ※2021年2月26日公表「J-POWER "BLUE MISSION 2050"」
- また、ガス化システムの追設は、単に石炭の効率的な利用に留まらず、**バイオマスやアンモニアの混焼**による更なるCO2削減や、将来的な**CCUSによるゼロエミッション化**、**水素活用**につなげていくことで、**カーボンニュートラルの実現**を目指す。

<2050年ゼロエミッション化・水素活用に向けたロードマップ>



<ガス化技術の活用によるゼロエミッション化·水素活用>



1. 火力発電について

- a. 火力の課題と方向性
- b. LNG・石炭・石油の課題と方向性
- c. 水素・アンモニアの課題と方向性

適切な火力ポートフォリオの構築

- 化石燃料の中にも、石炭、石油、LNGとそれぞれ一長一短の特徴を持つ燃料があり、脱炭素火力に向けた転換を進めるにあたって、3 Eの適切なポートフォリオを組むことが重要。
- 他方、石油の休廃止や非効率石炭火力のフェードアウトが進む中で、LNGへの比重が高まる火力ポートフォリオとなるおそれがあり、LNGの持つ燃料不足リスクへの対応が必要。

	石炭	石油	天然ガス
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
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
発電コスト	◎ 石油・天然ガスに比べ安価	△ 発電コストは高め	○ 近年の燃料価格低下傾向により、 発電コストは低下傾向
CO2排出量	△ 最も排出量が多い	△ 発電効率が低位であり、 単位当たり排出量は多め	© 排出量は石炭の約半分程度

LNG火力の位置づけ・課題・方向性

<位置づけ>

- 足下の発電量全体に占める発電比率は38%であり、再工ネの変動性を吸収する等、主に調整電源として 利用され、設備利用率は約50%。
- 化石燃料の中で最もCO2排出量が少なく、再エネの変動性を補う調整電源として、カーボンニュートラルに向けた過渡期におけるトランジション電源としての役割を担うもの。こうした役割も踏まえつつ、安定供給確保を前提に、発電比率をできる限り引き下げていくことが基本。

<課題>

- ①自由化の下で経済合理的な判断を行う発電事業者においては、気化しやすく、備蓄するほど経済損失となるLNG燃料に対して、十分な余剰分の確保という非合理的な行動はとらないこと、②在庫水準低下時に燃料在庫を即時に回復させるような機動的な追加調達が困難であること等を踏まえると、LNG火力への依存度の高さは燃料不足リスクの増加につながる。中長期的に見ても、世界的にガス火力がトランジション電源として活用されるなど、LNG需要が増大する中で、調達リスクが上昇するおそれがある。
- 経済性で劣後し、今後、**稼働率の低下**や**高経年化、採算性の悪化**により休廃止が進むおそれがある。
- LNG火力の脱炭素化に向けた脱炭素燃料(水素)や脱炭素技術(CCUS)といった新技術の開発・実装を早急に進める必要。

<方向性>

- 安定供給、経済性の観点からLNG火力への過度な依存を回避しつつ、安定的な燃料確保に向けた資源 燃料政策(LNG供給源の多角化、LNG市場の拡大等)、燃料調達行動の目安等を示した燃料ガイド ラインの策定等を推進。
- 過渡期において、**送配電事業者等が必要な供給力・調整力を確実に確保できる仕組みを構築**する必要。
- CO2排出量削減に向けて、<u>省エネ法規制に基づき、高効率化や混焼等の取組</u>を促進。また、LNG火力の 脱炭素化に向けた水素混焼やCCUS等の取組(アベイトメント措置)を加速度的に推進。

石炭火力の位置づけ・課題・方向性

<位置づけ>

- ・ 化石エネルギーの中で、**調達についての地政学リスクが最も低く**、**熱量あたりの単価も化石エネルギー の中で最も安い**特性を持ち、安定供給を支える電源であり、**足下で発電量全体の32%を占めている**。安定的に発電する電源として、**設備利用率は約70%**。今後は、再エネの導入が拡大する中で、これまでのベース運用から、**調整電源としての活用を拡大していくことが期待**される。
- 2050年カーボンニュートラルという世界的な潮流の中で、我が国においても、安定供給の確保を前提に、着実に石炭火力からのCO2排出量を削減していくため、高効率化・次世代化を推進しつつ、地域の実情等も踏まえながら、非効率石炭火力のフェードアウトに取り組むなど、安定供給確保を前提に、発電比率をできる限り引き下げていくことが基本。

く課題>

- ・ 石炭火力が経済性に優れている中で、安定供給上の要因や地域経済・雇用への影響、産業界の産業競争力への影響等を鑑みながら、非効率石炭火力のフェードアウトを着実に進める必要がある。
- <u>CO2排出量が多い石炭火力の脱炭素化</u>に向けた脱炭素燃料(アンモニア)や脱炭素技術 (CCUS) といった新技術の開発・実装を早急に進める必要。

<u><方向性></u>

- ・ 非効率石炭火力のフェードアウトに向けては、**省エネ法による新たな規制的措置や容量市場における 誘導措置**に加え、**フェードアウト計画により事業者の取組を確認・担保**することで、安定供給を確保し つつ、地域の実情等を踏まえながら、着実に取組を推進。
- ・ 石炭火力の脱炭素化に向けた**アンモニア混焼やCCUS等の取組(アベイトメント措置)を加速度的 に推進**。

石油火力の位置づけ・課題・方向性

<位置づけ>

- 経済性や安定供給性に劣るものの、備蓄性や可搬性に優れているため、**緊急時における「最後の砦」**として、他の喪失電源の代替をする等の役割を担ってきた電源。平時においては、主に**調整電源としての機能**を担っており、**設備利用率は約10%**。今後は、代替する電源が出てこない中では、非常時に活用される電源としての役割を維持。
 - ※災害時等においては、①機動的な調達(製油所から発電所への即時入荷が可能)、②小ロットでの調達(内航船による需要量に応じた小まめな調達が可能)といった特徴から、一定の役割を果たしてきた。

く課題>

石油火力全体として設備の老朽化や経済性の低下が進み、2015年度~2019年度の5年間で約1,100万kWの石油火力が廃止となっているなど、今後も石油火力の休廃止は進むことが見込まれる。

<方向性>

過渡期において、備蓄性に優れた石油火力も含め、送配電事業者等が必要な供給力・調整力を確実に確保できる仕組みを構築する必要。

(参考)火力発電のガス偏重のリスク

- <u>欧米</u>は、ガスが気体のままパイプラインで流通しており、<u>ガス火力が経済合理的</u>。一方、<u>日本</u>では石炭 火力の方が経済合理的(石炭:4円/kWh、ガス:7円/kWh)。ガス火力は<u>環境対応・セキュリティ</u>の観点で活用。
- 石炭火力からの過度な**ガス火力へのシフトは、①燃料の必要量が確保できないリスク、②LNGスポッ** ト価格の上昇リスクがある。3E+Sの適切なポートフォリオを組む必要がある。

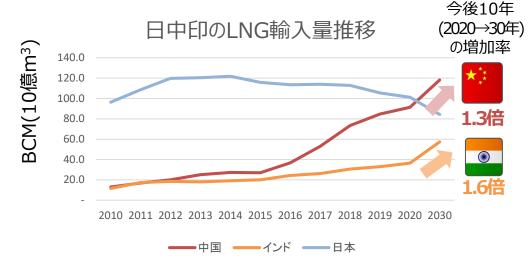
欧米との比較

- ✓ 欧米は、気体のままパイプラインで流通
- ✓ 日本は、液化・輸送コストが追加で発生

「ドル/MMBtu] 10 ■ガス価格 ■域内パイプラインコスト ■液化コスト ■輸送コスト ■その他 8 0.5 2 6 -162℃で液化して 輸送するコスト 3 0.3 0.32 米国 日本

①必要量の確保が難航するリスク

✓ 中国・インドとの獲得競争激化



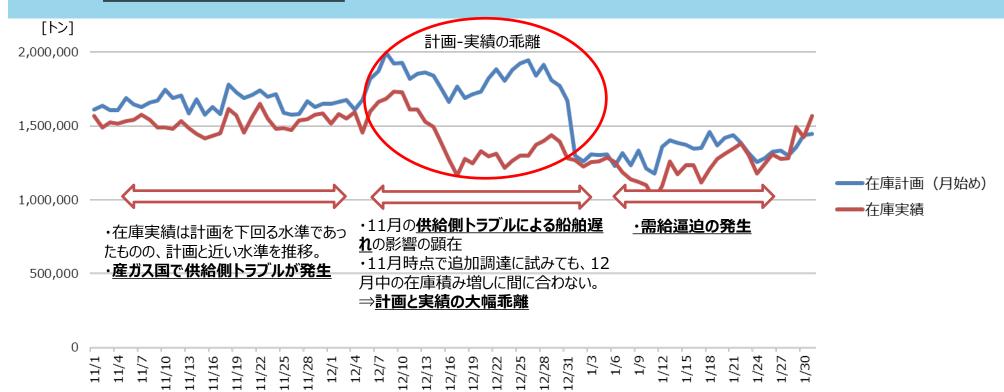
- ✓ <u>在庫貯蔵</u>には**冷却設備が必要**(コスト増)
- ✓ 備蓄しても**1年程度で気化** (石炭は雨ざらし保管可能)

②LNGスポット価格上昇リスク

- ✓ 長期契約は油価連動、スポットは中国等の需要で変動※
 - ※今冬の需要増の際、 33ドル/MMBtuまで急騰 (昨年4月は、2ドル/MMBtu)

(参考) 燃料調達計画と実績の乖離

- 各月、月初時点の各社の調達計画(在庫計画)と在庫実績を比較したところ、**11月時点では** 計画時と同等量の在庫を維持していたが、**12月以降大幅な乖離**が生じた。
- 12月から1月にかけたLNG在庫の大幅低下は、以下の要因により発生したものと考えられる。
 - ① 消費要因:調達計画時における需要予測と実績の乖離の発生等による自エリアの燃料消費の増加、他社の燃料(kWh)不足分をカバーする状況の断続的な発生
 - ② 供給要因:産ガス国各地におけるLNG供給設備のトラブル及び、それによる12月以降の 在庫積み増しの後ろ倒し



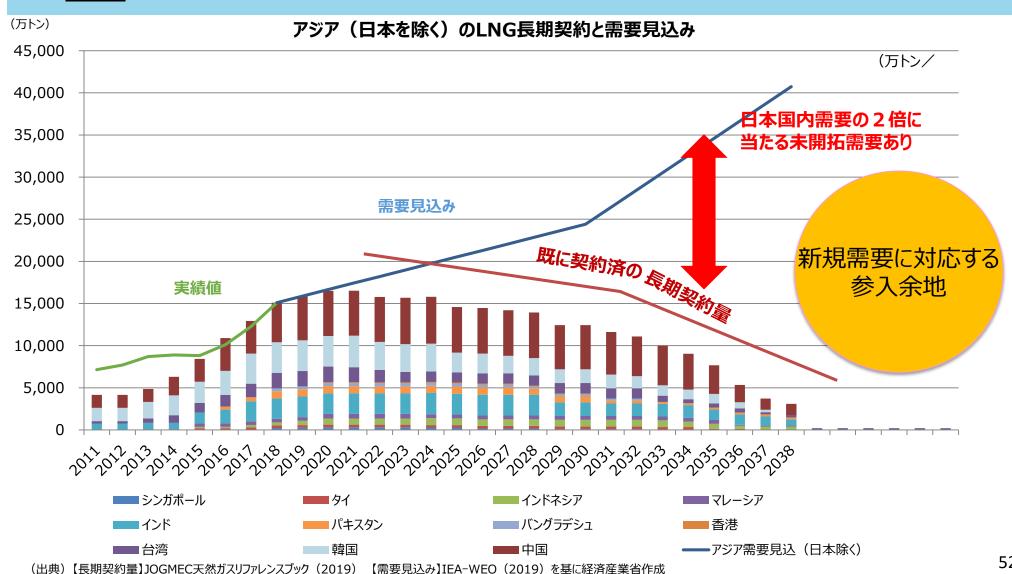
[※]旧一般電気事業者へのヒアリングに基づき、資源エネルギー庁作成。

[※]在庫計画量は、各社の月初め時点の計画していた向こう1か月の在庫計画量。

[※]在庫量は、デッド(物理的に汲み上げ不可な残量)を除いた数量。

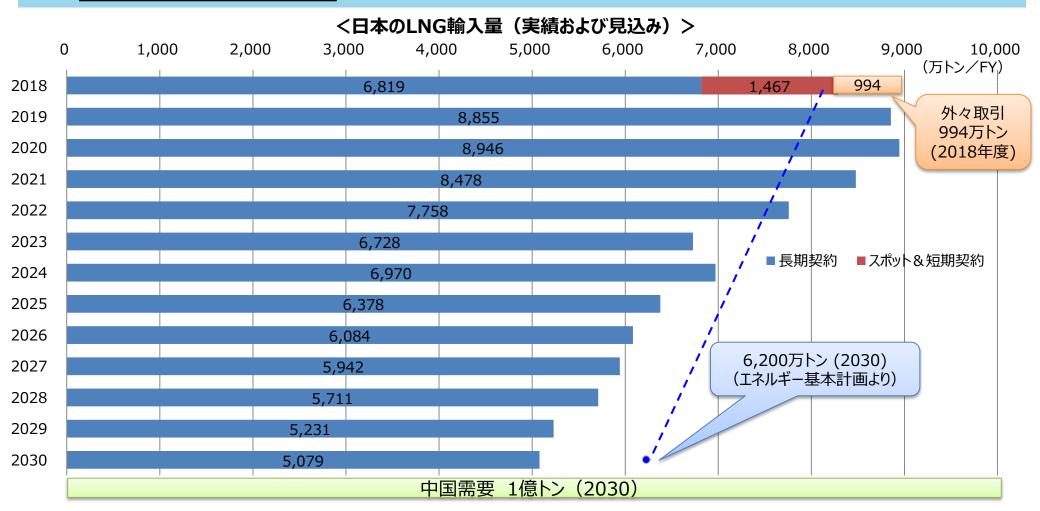
(参考)LNG市場に厚みを増して取引活性化

アジアを中心にLNG需要が増大する中、引き続き日本が安定的なLNG供給を確保するため、**LNG市場に厚 みを増して取引を活性化**させるとともに、**日本企業が日本以外の取引にも積極的に関与**し、**ビジネスチャンス** を拡大させることが重要ではないか。



(参考)LNG取扱量を2030年に1億トン達成する目標を設定

• 日本企業のLNG長期契約量が減少する中でも、日本の50年に渡るLNG輸入の知見を活かし、 日本が引き続き世界最大のLNG需要国として市場を主導することを目指して、新国際資源戦略 において、日本企業の「外・外取引」を含むLNG取扱量について、2030年度に1億トンを達成 するとの目標を新たに設定。



(参考)燃料確保に向けたガイドラインの策定

- 今冬に発生したLNG燃料在庫減少・燃料不足リスクの増大を踏まえて、全国大での需給逼迫が発生した際の必要燃料量等も考慮した燃料調達行動の目安や燃料不足を国や広域機関が察知するためのスキーム等を含む、燃料在庫低下の供給・消費それぞれの観点を踏まえた燃料在庫の低下に対する予防・対応のためのガイドラインの策定を検討。
 - ※事業者毎に燃料の調達環境や設備の使用・運用状況等が異なることに留意する必要。

<ガイドラインの位置づけ・用途>

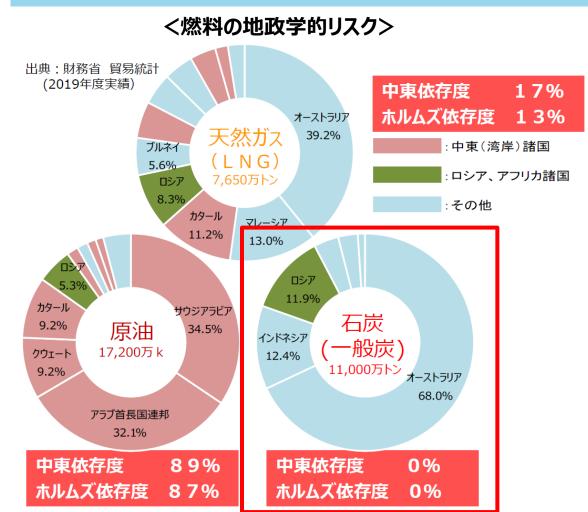
- 発電事業者がとる燃料調達行動の目安となるもの。
- 国や広域機関のとり得る対応や役割を整理したもの。

<ガイドライン項目(例)>

- 各社の燃料調達の流れやリードタイムを考慮した一般的な適切な調達行動等
- 入船遅れ等を考慮した各社の在庫水準を参考にした一般的な適切な燃料在庫量の目安
- 個社ごとの燃料不足が顕在した際の、各社の行動目安
- 燃料不足を国や広域機関が察知するためのスキーム
- 全国大の燃料不足が顕在した際の、国や広域機関の対応方針

(参考) 石炭の安定供給性・備蓄性

- ● 石炭は中東依存度が0%であるとともに、豪州、インドネシア、ロシアなど、近距離かつ海洋のチョーク ポイントを通過せずに調達可能であり、地政学的リスクが低い。
- また、石炭は常温で固体であり気化することがなく、他の燃料と比較して爆発の危険性も低いことから、 野積みも可能であるなど保管が容易。国内備蓄量は1ヶ月ほどあり、自然発火対策など適切な管理 を行う事で備蓄性を確保し、レジリエンス向上に貢献可能。

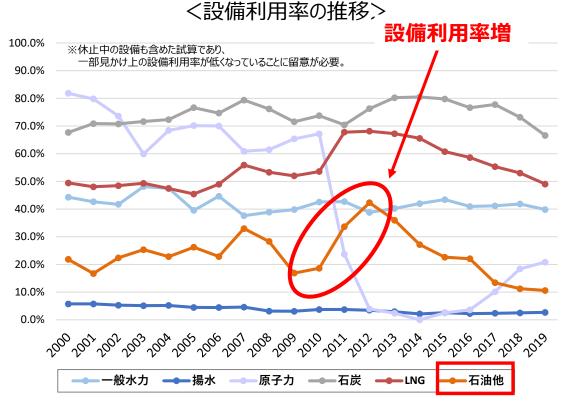


<燃料の備蓄性>

燃種	一般的な 在庫日数	特徴	
石炭	<u>約30日分</u>	<u>常温で固体であり、保管</u> <u>が容易</u> 。	
LNG	約10~20日分 ※電力会社の日数、ガス 会社は20~30日分	常温で気体であり、保管 が難しい。	
石油	約200日分	常温で液体であり、保管 が容易。	

(参考)東日本大震災後の供給力不足を補った石油火力

- 東日本大震災以降、原子力が稼働停止する中、長期停止させていた石油火力をはじめと する火力の再稼働を含め、火力の稼働増等によって電力供給力を確保。
- 石油火力の常時の設備利用率は10~20%程度であったが、東日本大震災直後の2012年度、2013年度において、老朽火力割合が大きくなっている石油火力を**緊急設置(設備)利用率:20%⇒40%)することで供給力を確保**した。



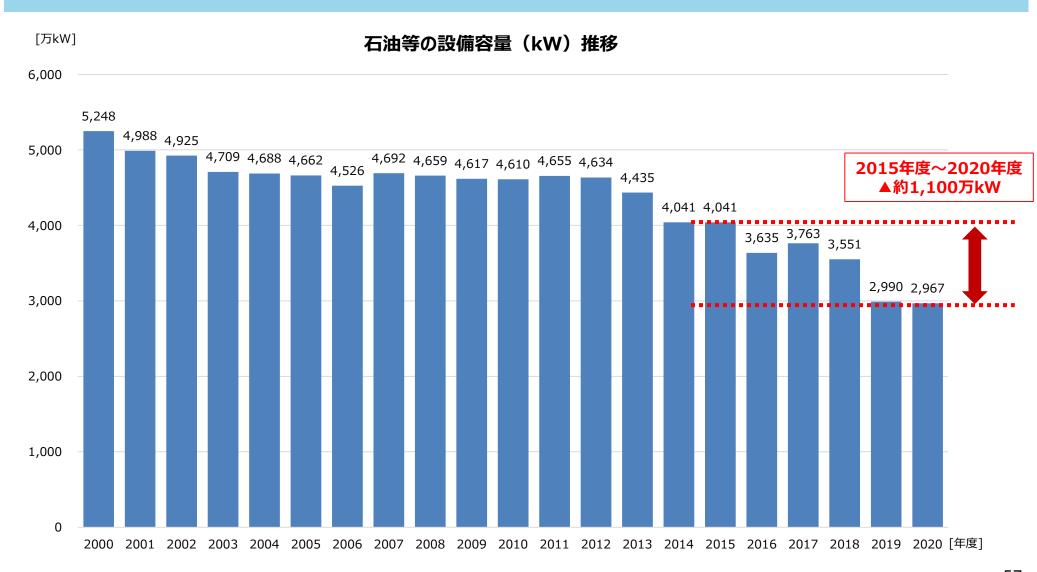
<老朽火力の割合の推移(kWベース)>



出典:資源エネルギー庁「エネルギー白書2014」

(参考)石油火力の設備容量の推移

● 近年、石油火力の廃止が進んでおり、設備容量は、2015年度~2020年度の5年間で<u>約**1,100**</u> 万kW減少。



(出所)2000~2015年度:電源開発の概要(資源エネルギー庁)、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57

1. 火力発電について

- a. 火力の現状と役割
- b. LNG・石炭・石油の課題と方向性
- c. 水素・アンモニアの課題と方向性

水素発電の現状

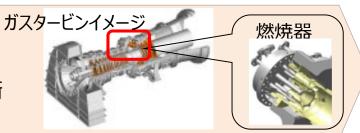
- 水素発電は、燃焼器を除き、LNGガス火力の発電設備と原則同等のものを活用出来ることが特徴。そのためこれまで国は、天然ガスより燃えやすい等の水素の特性に合わせた燃焼器の技術開発を大規模火力、小規模火力のそれぞれで支援。
- 大規模火力発電については、既存プラントにも最小限の配管等の改造で実装出来る混焼用(混焼率:体積 ベースで30%、熱量ベースで10%)と専焼用の2種類の燃焼器開発を実施。
- 既に日本企業が米国やオランダなどで、大型水素発電の具体的なプロジェクトを受注。

①大規模火力発電(500MW級)のR&Dの流れ

既存大規模火力発電所における水素混焼のための技術開発を実施。**2018年に水素 混焼率30%(体積ベース)を達成**。



2020年度より、水 素<u>専焼</u>発電の技術 開発を実施中。



②地域における熱電供給のコジェネ発電(1MW級)のR&Dの流れ

水素を天然ガスに0~100%まで自在に混焼可能な技術を開発。2018年には水素 専焼による市街地への熱電併給を世界で 初めて達成。



2019~2020年度において、高効率な水素<u>専焼</u>発電の技術開発を実施。



神戸市のポートアイランドに整備された 水素発電施設(水素CGS)

③世界の水素発電の主な動き

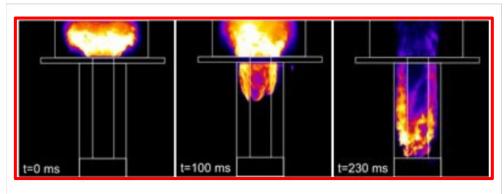
- 三菱パワーがオランダにおいてマグナム発電所(天然ガス焚き)を水素焚きに転換するプロジェクトに参画(出力44万kW)。2027年頃に世界初となる大型水素専焼発電の商用運転を計画。
- 三菱パワーが米国ユタ州において計画される大型水素発電プロジェクトで、ガスタービンを受注(出力:84万kW)。2025年に水素混焼率30% (体積ベース)で運転を開始し、2045年に100%専焼運転を目指す。

水素発電技術(混焼、専焼)の実機実証

- 水素は天然ガスと比して燃えやすい等の特性を有しているため、ガスタービンに供給すると、<u>逆火や</u>
 燃焼振動、NOx値の上昇を引き起こすが、こうした課題に対する対策を行いつつ、天然ガス焚きと同等の発電効率を実現する必要がある。
- そのため、既存の燃焼器開発事業に加え、混焼及び専焼用の燃焼器等をガス火力発電所に実装し、実機実証を通じて燃焼安定性を検証するとともに、発電プラントの負荷追従運転を行う上での水素供給についての技術開発を行う。

逆火の仕組み

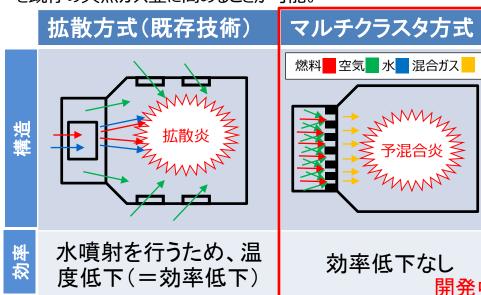
ガス火炎を使用中に火炎が火口からガスの供給側へ戻る現象。燃焼器等の機器を破損させる可能性がある。



出典: University of Michigan at the 2014 University Turbine Systems Research Workshop 赤枠内: 燃焼器内部

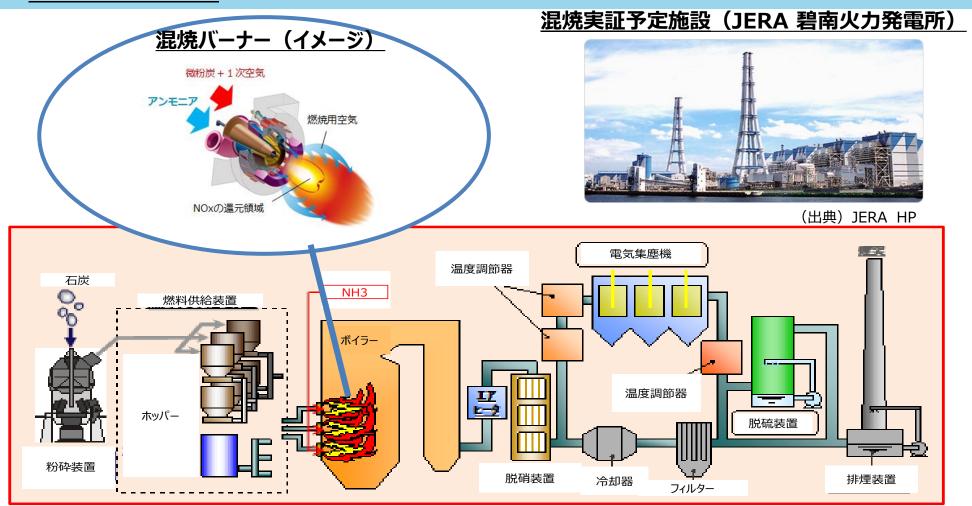
専焼用燃焼器の方式

開発中の燃焼器は空気と燃料を予め適切に混ぜる等の措置を講ずることで、逆火対策をしつつ、燃焼温度を高めることで発電効率を既存の天然ガス並に高めることが可能。



アンモニア発電の現状と課題

- 火力発電設備でアンモニアを燃料として直接利用するための技術開発を実施中。**2040年代の専焼 化を目指して、混焼技術の開発を進めているところ**。
- 現在、石炭火力のバーナーにアンモニアを20%混焼して、安定燃焼とNOx排出量の抑制に成功。 2021年度から、JERAの碧南火力発電所において、実機を活用した実証試験を開始予定。2020 年代後半の実用化を目指す。



【課題②】安価かつ大規模な水素・アンモニア調達 -大規模調達-

- 水素のサプライチェーンは現状確立しておらず、技術開発を含めた取り組みが引き続き必要。
- アンモニアは既に海外サプライチェーンが構築されているものの、発電向けの需要規模を調達するためには、新たにサプライチェーンを構築する必要。

水素製造

水素輸送・貯蔵

アンモニア製造

アンモニア輸送・貯蔵

現状の取組

- ▶ 褐炭 + C C S の実証 を豪州で実施
- ▶ 天然ガス由来の水素 製造をブルネイで実証
- > 技術的に確立済
- ▶ サウジでのブルーアンモニア製造(天然ガス由来)の取り組み
- 豪州・ブルネイにおける サプライチェーン構築の 実証(液化水素、 MCH)
- ▶ 既に海外サプライ チェーンが構築済

課題

- 化石燃料(石炭、天 然ガス)由来の水素 製造方法は技術的に 成熟
- ➤ CCUSの更なるコスト 低下、事業環境整備
- ▶ 十分な供給量を確保 するサプライチェーン構 築
- ▶ 大規模化を通じた製造コストの低減
- ▶ 大型化に伴う輸送コストの低下(国内配送は既存インフラを活用可能)
- 足下のアンモニア調達 は大半が国内製造で、 海上輸送サプライ チェーンは限定的、拡 大の必要

(参考) 国際水素サプライチェーン

日ブルネイ水素SCPJ 日豪褐炭水素SCPJ **HySTRA** 2020~ 2020~ 未利用ガス 褐炭+CCS 水蒸気改質 ガス化 ※IGCC技術利用 水素化 Lower stage burners (トルエン→メチルシクロヘキサン) 液化水素運搬船 ケミカルタンカー 液水荷役設備 脱水素 (メチルシクロヘキサン→トルエン) 出典:川崎重工第

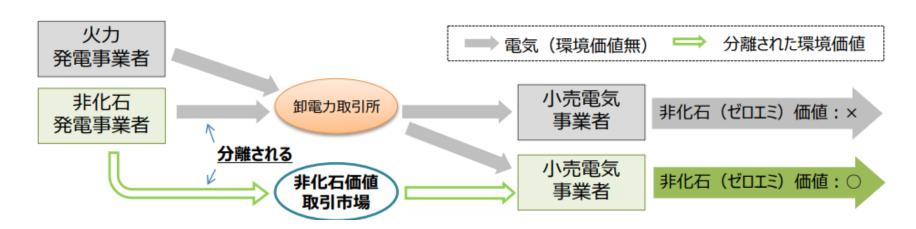
出典:AHEAD

(参考)発電分野における社会実装に向けた制度整備状況

- 水素・アンモニアの導入・拡大に当たっては、既存燃料等との価格差縮小等が重要であるが、現在はエネルギー供給構造高度化法等において、非化石エネルギー源として定義されていない。
- そのため、今後の制度整備を通じて、法制上、水素等の非化石価値が適切に評価がされるよう 対応していく予定。

【制度整備の例:非化石価値取引市場】

• 概要:小売電気事業者による高度化法の目標達成を促すため、非化石電源(再エネ等)に由来する電気の 非化石価値を証書化し取引するための市場。非化石価値は1.3円/kWhで市場取引(2020年第一四半期)。



【グリーン成長戦略(2020.12.25)における記載ぶり(抜粋)】

水素発電タービンについては・・・(中略)・・・。また、再エネや原子力と並んで、カーボンフリー電源として水素を評価 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する。これにより、発電分野における大規模需要 の創出を通じた国内水素市場の本格的な立ち上がりを下支えする。

2030年時点の水素・アンモニア発電の規模感

- 2030年までに水素、アンモニアの商用の国際サプライチェーンが構築され、水素、アンモニア発電が一定程度開始すると仮定すると、それぞれの発電量は以下のとおり。
- この値は現在のエネルギーミックスの発電総量(1兆650億kWh)の<u>約1%程度</u>となることが見込まれる。

水素発電の発電電力量試算

- o A 水素調達量:30万トン(2030年) ※国際水素サプライチェーンから発電部門への供給量
- o B 発熱量(HHV):142MJ/kg
- o C 発電効率:54.5%(4月12日の第3回発電コスト検証WGで示されたLNG火力発電所の熱効率の案を使用)
- D 総発電量 = A×B×C = 65億kWh(2030年)

アンモニア発電の発電電力量試算

- o A アンモニア調達量:300万トン(2030年)※国際アンモニアサプライチェーンから発電部門への供給量の
- o B 発熱量(HHV):22.5MJ/kg
- o C 発電効率:43.5% (4月12日の第3回発電コスト検証WGで示された石炭火力発電所の熱効率の案を使用)
- o D 総発電量 = A×B×C = **82億kWh(2030年)**

2. 原子力発電について

- a. 原子力政策の課題と対応 (原子力小委員会の議論を整理したもの)
- b. 再稼働の推進
- c. 安全性向上の不断の追求
- d. 立地地域との共生
- e. 持続的なバックエンドシステムの確立
- f. ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求
- g. 人材・技術・産業基盤の維持・強化
- h. 国際協力の積極的推進
- i. 国民理解の醸成

原子力政策を巡る動向

福島第一原発の廃炉と福島の復興・再生 = エネルギー政策の原点

- 処理水の処分や燃料デブリの取り出しなど、国が前面に立ち、廃炉の着実な実施に向けて不退転の決意で取り組む
- 帰還環境整備等を進めるとともに、将来的に帰還困難区域の全てを避難指示解除し、復興・再生に責任を持って取り組む

第五次エネルギー基本計画における方針

- 安全確保を大前提に再稼働を進める、可能な限り依存度を低減、2030年に原子力比率20~22%の実現を目指す
- 2050年に向け、実用段階にある脱炭素化の選択肢、安全性等に優れた炉の追求やバックエンド問題の解決に向けた技術開発を進めていく

原子力エネルギーの特性(安全確保は大前提)

安定供給 優れた安定供給性と効率性(燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きく、数年にわたって国内保有燃料だけで生産が維持できる準国産エネルギー源) + 高い技術自給率(国内にサプライチェーンを維持)、レジリエンス向上への貢献(回転電源、太平洋側・日本海側に分散立地)

経済効率性 運転コストが低廉、燃料価格変動の影響を受けにくい

環境適合 運転時にCO2を排出しない、ライフサイクルCO2排出量が少ない

原子力政策を取り巻く内外の情勢

3Eを巡る動向

- カーボンニュートラル宣言: 再エネはもちろん、原子力も含め使えるものは最大限活用するとともに、水素・CCUSなどイノベーションも追求
- 安定供給リスクの顕在化:北海道ブラックアウトや今冬の電力需給逼迫等を踏まえ、いかなるときも安定供給確保が不可欠
- 電気料金の上昇:依然として震災前と比べ電気料金が上昇している中で、国民生活や産業競争力への負担抑制が急務

立地地域の声 今後も立地地域が安心して原子力政策に協力できるよう、長期的な原子力政策の方針を明確化することが必要

人材・技術・産業基盤の劣化 原子力人材の減少や一部サプライヤーの撤退事例あり

カーボンニュートラルと原子カ利用 消費電力量が大きく、カーボンニュートラルを表明している国の多くは将来にわたって原子力を利用する方針

米英仏 長期運転を志向しつつ革新的技術開発追求 中露 積極的な国内建設・海外展開・研究開発 独韓 将来的な原子力発電所の閉鎖

国際機関 IEA クリーンエネルギーへの転換において原子力は重要な役割を果たす。エネルギー転換には、原子力発電所の運転期間延長が極めて重要 67

海州

玉

内

原子力政策の課題と対応の方向性

次期エネルギー基本計画の検討に向けた基本的な考え方

- (1)カーボンニュートラルを目指す中でも、可能な限り国民負担を抑制した上で安定供給を確保することが不可欠。原子力の特性・ 価値(脱炭素電源、天候に左右されず安定稼働可能、準国産エネルギー源)を認識した上で、検討を進めていくことが必要
- (2)福島第一原発の事故後、**立地地域を取り巻く環境が変化**する中で、**将来にわたって原子力・エネルギー政策に協力**していただく ためには、ぶれない原子力政策の方針を示すことが必要
- (3)原子力発電所の長期稼働停止や廃炉の進展等により原子力事業を取り巻く環境は大きく変化。原子力人材の減少や一部サブ **ライヤーの撤退事例がみられる**中で、今後も原子力事業を継続していくためには、**長期的な原子力政策の方針の明確化をこれ** 以上先延ばしにすることはできない

課題と対応の方向性

- 原子力政策については**国民からの信頼回復**に努めていくことが必要
- こうした中で、まずは**2030年エネルギーミックス**の実現に向け、**安全最優先での再稼動を推進**
- さらに、**2050年カーボンニュートラル**も踏まえ、原子力の持続的な利用システムの構築に向け、**諸課題の克服**に取り組む
- 1. 安全最優先での再稼働推進に向けた一層の取組強化(2030年エネルギーミックスの実現)
 - (1)新規制基準対応の強化 審査・検査・再稼働準備の各フェーズで、産業界大での人材・知見を集約して対応する、新たな連携体制を構築
 - (2)防災体制の拡充 関係者が一体となって避難計画を策定し、訓練等を通じ、継続的な改善を実施。災害時の事業者による協力体制を拡充
 - (3)地域に寄り添った地元理解の取組 国・事業者が、地域に寄り添い、きめ細かい丁寧な説明を尽くし、地元からの信頼獲得を目指す

2. 原子力の持続的な利用システムの構築に向けた取組(2050年カーボンニュートラルも踏まえた取組)

- (1)安全性向上の不断の追求
- 事業者・産業界全体での安全追求の体制強化
- 新たな安全性向上技術の開発と実装

- (2)立地地域との共生
- 避難計画の策定支援、継続的な改善
- 地域の実情に応じた支援、将来像の検討
- (4)ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求 (5)人材・技術・産業基盤の維持・強化
- 設備利用率の更なる向上の実現
- 安全性を確保した上での長期運転の追求

- - (6)国際協力の積極的推進

(3)持続的なバックエンドシステムの確立

- 核燃料サイクルの確立に向けた取組の加速

- 最終処分の実現や廃炉に向けた着実な取組

- 安全性等を高める原子カイノベーションの推進 途上国含む世界全体での脱炭素化への貢献
- 原子カサプライチェーンの競争力強化 - 研究開発や廃炉等における国際協力
- 3. 国民理解の醸成 全国各地での説明会、双方向での政策対話を進め、ファクトに基づく丁寧な情報発信を粘り強く継続・強化 68

エネルギー政策を進める上での原点 ~原子力災害からの福島復興~

● 2021年3月は、東京電力福島第一原発の事故から10年の節目。福島の復興は一歩一歩進展するも、まだ多くの課題が残されている。改めて二度とあのような悲惨な事態を引き起こしてはならないことを再確認する必要。今後も、福島第一原発の廃炉と福島の復興に全力を挙げる。

福島第一原発の廃炉(オンサイト)

- 事故炉は冷温停止状態を維持。構内の放射線量大幅減。
 - ※ 1F構内の約96%のエリアが防護服の着用不要
 - ※ 周辺海域の水質は大きく改善しており、世界的な飲料水の 水質基準と比べても十分に低いことが確認されている
- 廃炉に向けた作業は着実に進捗。
 - ①汚染水対策: 凍土壁等の対策により発生量の大幅削減 540㎡/日(2014.5) ⇒ 140㎡/日(2020年内)
 - ②プール内燃料取り出し: 3・4号機取り出し完了
 - ③燃料デブリの取り出し:炉内調査による状況把握の進展

福島の復興(オフサイト)

- 帰還困難区域を除く全ての地域の避難指示を解除済。
 - ※ 避難指示区域からの避難対象者数8.1万人(2013.8) ⇒ 2.2万人(2020.4)
- 帰還環境整備の進展
 - ※ 常磐線の全線開通(2020.3)、道の駅の整備 等
- なりわいの再建、企業立地が徐々に拡大。
 - ※ 15市町村の企業立地398件、雇用創出4,610人(2020.12)
- 新産業の集積の核となる拠点が順次開所。
 - ※ 福島ロボットテストフィールド (2020.3全面開所)
 - ※ 福島水素エネルギー研究フィールド(2020.3開所)

残された課題への対応

- ALPS処理水の処分
- 使用済燃料プール内の燃料の着実な取り出し
 - ※ 2031年内に全号機で完了。
- 燃料デブリの取り出し

- 帰還困難区域の取扱い
 - ※ 特定復興再生拠点区域(6町村)の整備・避難指示解除
 - ※ 特定復興再生拠点区域外の解除に向けた方向性の検討
- 帰還促進に加え、移住・交流人口拡大による域外消費取込み
- 福島イノベーション・コースト構想の一層具体化

原子力政策を取り巻く内外の情勢

カーボンニュートラル宣言

菅総理所信表明演説(令和2年10月)

- 我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。
 (中略)
- ・ 省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立します。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換します。

梶山大臣記者会見(令和2年10月)

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

安定供給リスクの顕在化

北海道ブラックアウト(平成30年9月)

- 北海道胆振東部地震(最大震度7)を 契機とし、北海道エリア全域にわたる停電 が発生。
- 北海道全域で最大約295万戸の停電が 発生し、停電が解消するまで約2日間を 要した。

台風15号(令和元年9月)

- 19地点で観測史上1位の最大瞬間風速を記録するなど、千葉県を中心に大きな被害が発生。
- ・ これに伴い、関東広域で最大約93万戸の停電が発生し、特に千葉県内では送配電設備の被害が大きく、復旧に時間を要した。

今冬の需給ひつ迫(令和3年1月)

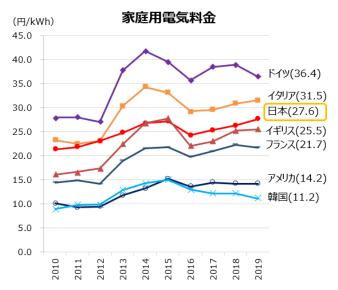
寒さにより電力需要の増加、LNG在庫の ひつ迫、火力発電所のトラブル等により、 供給力が低下し、需給がひつ迫する事態 が発生。

電気料金の上昇

国内の電気料金の現状

- 東日本大震災以降、原子力発電所の 停止等により、大手電力会社(旧一般 電気事業者)の値上げが相次ぎ、電気 料金は大幅に上昇。
- 震災前と比べ、2019年度の平均単価は、 家庭向けは約22%、産業向けは約 25%上昇。

電気料金の国際比較



※電力・ガス基本政策小委員会(令和3年1月19日)資料より抜粋

原子力政策を取り巻く内外の情勢

■カーボンニュートラルと原子力利用

・消費電力量が大きく、カーボンニュートラルを表明している国の多くは将来にわたって原子力を利用する方針

■各国の動向

米国

• 多くの既設炉が1960~1970年代に建設され、多くが40年を超える運転を継続。現在、2基の原発を建設中

革新的原子力技術開発も積極的に推進。ARDPで7年以内に高温ガス炉、高速炉を建設するプロジェクトの支援を決定。「American Jobs Plan」(3月発表)では、原子力を①クリーン電力基準、革新原子力を②実証プロジェクト支援、③政府調達を活用したクリーンエネルギー製造基盤支援の対象に位置づけ

欧州

• EU: タクソノミーについて「原子力が人の健康や環境に害を与える科学的な根拠はない」とする報告書を3月に発表

• 英国:2030年までにほとんどの既設炉が廃炉予定(現在2基建設中)。革新原子力基金を通じて、小型モジュール炉/革新モジュール炉に547億円の支援を決定

• 仏国:原子力発電比率を現在の7割超から50%へ低減する目標の期限を、2025年から10年間先送り

中露

国内での原子力発電所の新規建設を進めるとともに、積極的に海外展開も推進

- 中国:第3世代+炉(AP1000とEPR)を世界で初めて運開、本年1月に国産原子炉「華龍1号」が運開

- ロシア:国内3基建設中、海外では36基のプロジェクトが進行中。この他、高速実証炉が運転中

独韓

• 将来的に原子力発電所を閉鎖する方針

- ドイツ: 2022年末までに稼働中の全6基の原発の運転を終了予定

- 韓国:今後、国内に新たな原発の建設計画を認めず、設計寿命を終えた原子炉から閉鎖する方針

■国際機関

• IEA: 2019年に「クリーン・エネルギー・システムにおける原子力」を発表し、「クリーンエネルギーへの転換において原子力は重要な役割を果たす」、「エネルギー転換を軌道に乗せるには、原子力発電所の運転期間延長が極めて重要」、「原子力に対する投資なしには、持続可能なエネルギーシステムの構築はますます困難になる」等について言及

71

● 2050年カーボンニュートラルを目指す上で、脱炭素化された電力による安定的な電力供給は必要不可欠。3 E+Sの観点も踏まえ、今後、以下に限定せず複数のシナリオ分析を行う。議論を深めて行くに当たり、それぞれ の電源の位置づけをまずは以下のように整理してはどうか。

確立した脱炭素の電源

再エネ

- 2050年における主力電源として、引き続き最大限の導入を目指す。
- 最大限導入を進めるため、調整力、送電容量、慣性力の確保、自然条件や社会制約への対応、コストを最大限抑制する一方、コスト増への社会的受容性を高めるといった課題に今から取り組む。
- こうした課題への対応を進め、2050年には発電電力量(※1)の約5~6割を再エネで賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。

原子力

- 確立した脱炭素電源として、安全性を大前提に一定規模の活用を目指す。
- 国民の信頼を回復するためにも、安全性向上への取組み、立地地域の理解と協力を得ること、バックエンド問題の解決に向けた取組み、事業性の確保、人材・技術力の維持といった課題に今から取り組んでいく。2050年には、再エネ、水素・アンモニア以外のカーボンフリー電源として、化石 + CCUS /カーボンリサイクルと併せて約3~4割を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。

イノベーションが必要な電源

- 火火力
- CCUS 小素・アンモ

化石

+

ニア

- 供給力、調整力、慣性力の利点を持つ一方で、化石火力の脱炭素化が課題。
- CCUS /カーボンリサイクルの実装に向け、技術や適地の開発、用途拡大、コスト低減などに今から取組み、 一定規模の活用を目指す。2050年には、再エネ、水素・アンモニア以外のカーボンフリー電源として、原子力 と併せて約3~4割を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。
- 燃焼時に炭素を出さず、調整力、慣性力の利点を持つ一方で、大規模発電に向けた技術確立、コスト低減、 供給量の確保が課題。今からガス火力、石炭火力への混焼を進め、需要・供給量を高め安定したサプライ チェーンを構築にも取り組む。
- 産業・運輸需要との競合も踏まえつつ、カーボンフリー電源として一定規模の活用を目指す。水素基本戦略で将来の発電向けに必要となる調達量が500~1000万トンとされていることを踏まえ、水素・アンモニアで2050年の発電電力量の約1割前後を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。
- ※1:2050年の発電電力量は、第33回基本政策分科会で示したRITEによる発電電力推計を踏まえ、約1.3~1.5兆kWhを参考値(※2)とする。
- ※2:政府目標として定めたものではなく、今後議論を深めて行くための一つの目安・選択肢。今後、複数のシナリオを検討していく上で、まず検討を加えることになるもの。

小委での主なご意見①

(エネルギー・原子力政策の方向性)

○安定供給の重要性を認識すべき

- 昨年末に供給不安が生じたが、安定供給の意識が薄れてきている。環境適合や経済合理性は当然だが、安定供給を忘れることなく電源構成を考えることが必要
- 産業部門の電力ユーザーにとって、安価で安定した電力供給が極めて重要

○原子力の優れた特性・価値を認識すべき

- 需給ひっ迫時にも、稼働した原発は燃料制約に縛られない貴重なkWhの供給源になった
- 経済性について、韓国がUAEに建設したAPR1400は既設炉と同じコストで建設されている。欧州で作ると3、4倍かかるが、様々なプロセスが最適化されていないからであり、十分競争力のある経済性は維持できる
- 放射線利用といった様々な価値がある
- 原発依存度をどうするかの前に、原子力の価値やポテンシャルを公正に考慮すべき

○原子力は低コストではない

• 原子力を安価というが、事故費用を託送料金で回収しているのは何故か。 <u>甚大な被害と多額の賠償のリスクを考慮しても低コストと</u> 言えるのか。 廃炉費用も託送にのっているということも理解できない

○再エネ100%でやるべき

カーボンニュートラルは再エネ100%でやるべき。廃棄物や事故リスクなどが大きな問題になってくる

○原子力を活用すべき

- カーボンニュートラルを再エネ100%で実現できるというのはあまりにも無責任。原子力、水素、アンモニアなど総動員することが必要であるが、不確実性を考えれば、原子力は現実解として考えるべき
- <u>再エネや水素、アンモニアの不確実性</u>を考えれば、化石燃料はもちろん、<u>原子力を手放すことはできない</u>。<u>島国のエネルギーは総動員</u> でバランスを考えることが必要
- 安定供給とカーボンニュートラルを考えれば、割合の過多はあるが、今後も原子力が電力の一部を担うことは論を俟たない
- ・ 原子力とCCUS火力をあわせて3、4割賄うという参考値は適切
- カーボンニュートラル実現に向けては不確実性が残るが、原子力は確立した脱炭素電源であり、将来にむけて重要な選択肢
- カーボンニュートラルを目指すのであれば、<u>原子力の長期利用が必要であり、それができないならカーボンニュートラルは諦めるという選</u> 択に迫られている

小委での主なご意見②

(エネルギー・原子力政策の方向性:続き)

○カーボンニュートラルは財政制約を考慮するべき

• カーボンニュートラルという大義名分はわかるが、原子力以外にも様々な取組があり、いずれも大きな投資が必要となり、限られた予算をどこにつけるのか考えることが必要

○2030年エネルギーミックスは維持すべき

- 2030年、2050年の電源構成は、事業者が設備投資を行うための指標であり、安易に変更されるべきではなく、2030年ミックスは 維持されるべきであり、2050年はそれを前提として決められるべき
- 2030年エネルギーミックスにおける原子力比率20~22%はあるべき姿として示したものである以上、むやみに変えるべきではない

○原子力の将来の方針を明確化すべき

- <u>今後も立地地域が安心して国の原子力政策に協力</u>できるよう、<u>2050年の原子力発電の必要規模を明確化</u>し、<u>核燃料サイクルや</u>立地地域の将来像を国が責任をもって具体化していく必要
- 原子力を2050年に一定規模の活用を目指すとする一方で、現在の政府方針は可能な限り依存度を低減するとしており、<u>原子力を維持するのか、減らすのか、原子力の位置付けが曖昧</u>。県議会でも、原子力の方向性について、<u>再工ネで全て満たせるなら原子力はいらない、満たせないなら原子力は必要という政府の曖昧な態度に立地地域は振り回されているという意見</u>がある。安心して国策に協力していくためにも、<u>国の方針を明確にすべき</u>。2050年に向けて安全確保を第一として、<u>原子力をどの程度の規模で、どのような方式で活用するのか</u>。例えば、既存の大型軽水炉なのか、革新的で安全性の高い小型モジュール炉なのかといった方向性を示すべき
- 2050年には23基あるが、2060年には8基に減る。<u>2050年まではある程度供給できても、その先の見通しが不確実</u>になる。<u>将来の</u> 姿を念頭に入れて議論していくことが必要。立地地域にとっても一番必要なことは原子力の将来の絵姿を示すこと
- 再エネ導入拡大や非効率石炭火力のフェードアウトなどを考えると、<u>電力の安定供給確保のために、原子力という選択肢を確保できるかどうかは将来の電力供給の見通しを大きく変える要素</u>となる。<u>技術・人材・サプライチェーンの維持の観点</u>からも、<u>今後の活用方針</u>を早期に明確化することが必要
- 2050年に向け、どのように革新的技術を取り入れ、安全性を追求していくか具体的な道筋を示すべき
- <u>長期運転</u>と合わせて、<u>より安全性の高いものがビルトインされている新増設・リプレース</u>と合わせて議論されるための<u>長期的なビジョン</u>が 出されるべき
- 原子力政策の将来の姿が見えないと、事業者、立地自治体が安心して取り組むことができず、技術開発にも投資できない
- これまでの議論を通じてはっきりしたことはもう時間がないこと。原子力政策の方針を早急かつ明確に政府は示すべき

小委での主なご意見③

(エネルギー・原子力政策の方向性:続き)

○新増設・リプレースの方針を示すべき

- 2050年には、10基~12基程度の新増設・リプレースが必要で、建設期間を考えると2030年頃から建設を始める必要があり、 できるだけ速やかに政治的決断が必要
- <u>海外では、小型モジュール炉などより安全性を高めたものの開発や許認可も進んでいる</u>が、国内ではできない。<u>将来の原子力ビジョンがはっきりしていないから</u>であり、<u>新増設・リプレースをしっかりと謳っていくことが必要</u>。将来の原子力の必要性を示すことは<u>人材の確保</u>にもつながる
- 原子力の安定的利用は、将来の日本の発展と成長のために極めて重要であり、原発の寿命を全て60年にして、新増設を考えるべき
- 全て40年で廃炉となった場合、2050年の原子力比率は2%、60年運転した場合でも、2070年頃には2%程度まで落ち込む。事故後、ずっと先送りにされてきたが、こうした状況を考えれば、新増設・リプレースが必須
- 新規建設の先延ばしは、技術者が失われ、新規建設が必要となった時に技術者不在の建設によりリスクを増すことにつながる
- リプレースや新増設といった将来の原子力利用に向けた取組は、長い時間を要するものであり、直ちに着手していくことが必要

○新増設は依存度低減方針に反する

• 原発依存度を可能な限り低減するというエネルギー政策の目的達成のために講じた例外的な措置として、廃炉費用を託送料金の形で国民負担としていながら、新増設の財政支援を求めるのは矛盾している

○依存度低減は維持すべき

• 原発依存度を可能な限り低減する方針は今後も維持するべき

安全最優先での再稼働推進に向けた一層の取組強化(2030年エネルギーミックスの実現)

(1)新規制基準対応の強化

○「再稼動加速タスクフォース」の立ち上げ

- これまでも事業者間での審査情報の共有や人材交流を通じた審査対応能力の向上、専門的な知見を要する論点について外部機関の活用といった取組を進めてきたが、こうした取組の更なる拡充の観点から、新たに「再稼動加速タスクフォース」を立ち上げ
- 具体的には、審査中プラントの審査対応での連携強化に加え、再稼動前に必要となる使用前検査、再稼働前の準備にもスコープを拡げ、各フェーズに応じた業界大での取組を拡充し、再稼動に向けた取組を後押ししていく

(2)防災体制の拡充

○避難計画の策定・不断の改善

- 避難計画の策定はもちろん、策定後も訓練の実施による 内容の検証や、新型コロナウイルス感染症等の新たな課題 も踏まえ、順次見直しを検討し、不断の改善を図っていく
- 災害時に迅速な被災者支援体制を構築する観点から、 原子力災害対策マニュアルを改訂し、「原子力被災者生 活支援チーム」の設置タイミングを前倒し

○災害時の事業者による支援人員の大幅拡充

- 万が一の原子力災害時における事業者間の支援人員を 大幅に拡充(派遣人員:300人→3,000人)し、住民 避難の円滑化に取り組んでいく

(3)地域に寄り添った地元理解の取組

○事業者による地元との信頼関係の構築に向けた取組

- 事業者自らが、地域の方々と、エネルギー事情や安全対策等に関する少人数での意見交換会や小中学生に対するエネルギー教育の実施など、日頃から顔の見える理解活動の取組を実施

○エネルギー政策における原子力の意義等の説明

- 地元からのご要望等を踏まえ、自治体が主催する説明会や 議会等に関係省庁が出席し、安全審査や避難計画、原子 力を含めたエネルギー政策を丁寧に説明
- 立地地域はもちろん、消費地での幅広い理解を得るため、全国での説明会等を開催し、原子力の意義等について説明

(1)安全性向上の不断の追求

ロ 新規制基準への適合にとどまらず、自ら「欠け」を見つけ、継続的にリスクの低減を目指す 取組を強化する

① 安全文化、核セキュリティ文化の再確認

- これまで実施してきた安全文化醸成の取組の実効性を確認し、更なる向上に向けた取組を促すとともに、核セキュリティについても、機微情報の保護、管理を徹底した上で、現場の対応状況を含め事業者間で情報を共有し、学び合いによる対策強化を図る仕組みを新たに構築。サイバーセキュリティについても、ATENAがガイドラインを策定し、各事業者に対策実施を徹底

② 事業者間の新規制基準対応の強化

- 事業者間での審査情報の共有や人材交流を通じた審査対応能力の向上、専門的な知見を要する論点について外部機関の活用といったこれまでの取組に加え、再稼動前に必要となる使用前検査、再稼働前の準備にもスコープを拡げ、各フェーズに応じた業界大での取組を拡充

③ 自主的安全性向上に向けた産業界大での取組強化

- ATENAを、産業界の安全性向上活動の中核組織としつつ、取組内容の具体化や充実化、関係機関との連携強化に取り組むとともに、規制当局とのコミュニケーション活発化や信頼関係構築に、より積極的に取り組む

④ 安全性向上に向けた研究開発と実装

福島第一原子力発電所事故の教訓も踏まえ、国も支援しつつ、産業界大で、安全性向上に資する研究開発とその成果の実装に積極的に取り組む

⑤ 長期運転を見据えた安全性向上

- 経年化に伴う技術的課題について、官民一体で、産業界大で、継続的なデータ・知見の収集、規格等への反映を進めるとともに、新技術の開発・導入等に取り組む
- 非物理的な面の経年化、例えば、設計の経年化評価や、長期の部品・サプライチェーン確保についても、ATENAを中心に、産業界大での取組を進める

小委での主なご意見4

(安全性の追求)

○安全性向上を具体的に評価すべき

- 安全性向上が大きく進展したということ、実際のリスクが大幅に低減していることを適正に評価すべき
- 安全性が大幅に向上したというグラフがあるが、数値化できるような基準があるのか
- 1つのプラントの問題が全体に波及するリスクもあり、<u>業界全体で安全な運転につなげる取組</u>が必要。パフォーマンスとして個々のプラントの安全性の向上に見えてきていないと思うので、定量的な指標を示すことが必要ではないか
- 「ゼロリスクはない」と繰り返しいっているが、安全対策に無尽蔵にも近い金銭的・人的資源の投入はゼロリスクの追求に他ならない

○業界大の連携体制を強化すべき

- 横の連携にフォーカスしていたが、<u>各社が互いに緊張感をもってチェックすることも必要</u>。ピアレビューが非常に効果的だと思うので、<u>インセン</u> ティブを与えるような施策を行っていくべき
- JANSI、NRRC、ATENA、事業者、規制組織、社会と6つのプレーヤーがいるが、これらの組織が機能して、つながるような構造になって いない

○長期運転を進めるべき

- ・ 米国が80年運転を目指している中で、その技術を導入した日本の原子炉も長期運転を目指す方向性は間違っていない
- 長期運転について、ソフト・ハードの両面から安全性を向上させていくことが不可欠であり、国も検査体制などを充実させていくことが必要
- 米国でも長期運転にあたり機器を取り替えているが、その際にリスク評価したところアップデートした後の方がリスク下がるという結果が得られている。40年超えているから安全性劣化しているというのは間違いで、よりよい運転ができる可能性がある。

○新技術を取り入れ安全性を高めるべき

• ATENAを中心に民間の努力は進めていると思うが、炉心の周辺機器は事故予想の察知など技術革新を導入等の科学的な知見を入れることでレベルを引き上げてもらいたい。

小委での主なご意見⑤

(安全性の追求:続き)

○柏崎刈羽原発における不適切事案等

- 柏崎刈羽原発でのID不正入室問題、同核物質防護設備の機能の一部喪失問題のみならず、敦賀原発2号機原子炉の地質 データ書き換え問題、福島第一原発地震計故障放置問題、関西電力の金品授受問題など、安全性につながる重大事案は多数 あり、原子力発電運営者としての信頼を失墜させている。どう立て直すのかを業界として示すべき
- <u>安全確保</u>は、<u>信頼回復の基礎</u>であり、<u>不適切事案の再発防止に取り組む</u>とともに、<u>地元とのコミュニケーションを通じて、信頼醸成</u>に 取り組むべき
- 企業のリスク想定が甘く、根本的な企業姿勢が問われている
- 安全管理のミスマネジメントであり、<u>原点に返って徹底した安全管理を求めるべき</u>
- 核物質防護機能の一部喪失など信頼を揺るがしかねない事案が発生した点は憂慮すべきことであり、<u>事業者側での再発防止体制</u> の構築が喫緊の課題
- <u>職業文化がない限りは、どんなに技術的な安全対策をしても危険に陥る</u>ことになる。原燃の核セキュリティに対する意識が高いという 印象を受けたが、他の事業者に伝わっていないのではないか
- <u>柏崎刈羽原発でのID不正</u>の事例をみると、<u>事故前にあったトラブル隠しの再来ではないかと危惧</u>する
- 東電の核物質防護に関する不祥事は、きちんとガバナンスを立て直す必要があるが、将来のエネルギー需給構造を考えるにあたって原子力という技術に対する評価は冷静に行わなければならない

○その他

- 安全最優先であれば、大飯4号機の判決を踏まえると、1月17日の定期検査の後に運転再開をすることできないはず
- 安全対策に多額の費用を費やしている中で、どのように国として支援するのか示すべき
- 中長期的に原子力の規制の在り方について、DXを活用して、省人化も併せてすることが必要
- ATENAについて、原子力に批判的な技術者や専門家の意見を聞くような仕組みを持つべき
- JANSIとATENAの意見をしっかり活かして政策立案すべき。
- 規制当局の独立性を確保しつつではあるが、米国では安全性の問題は規制と産業が議論し検討を進めているので参考にすべき。

原子力の持続的な利用システムの構築に向けた取組(2050年カーボンニュートラルも踏まえた取組)

(2)立地地域との共生

防災対策の拡充

- □ 関係自治体と国が一体となって、避難計画の具体化・充実化など防災対策の更なる拡充に 取り組む
 - ① 実効性のある避難計画の策定・不断の改善
 - 実効性のある避難計画の策定はもちろん、策定後も訓練の実施による内容の検証や、新型コロナウイルス感染症等の 新たな課題も踏まえ、順次見直しを検討し、不断の改善を図っていく
 - 防災体制の実効性の向上のため、定期的な訓練の実施に加え、国や自治体の職員等の関係者に対する継続的な研修に取り組み、防災人材の育成を図っていく
 - 災害時に迅速な被災者支援体制を構築する観点から、原子力災害対策マニュアルを改訂し、「原子力被災者生活支援チーム」の設置タイミングを前倒し
 - ② 災害時の事業者による支援人員の大幅拡充
 - 万が一の原子力災害時における事業者間の支援人員を大幅に拡充(派遣人員:300人→3,000人)し、住民避難の円滑化に取り組んでいく

地域振興の深化

- □ 事業者・国が地域振興に最大限取り組むととともに、立地地域の将来像についても共に議論 していく
 - ③ 地域の実情に応じた支援
 - 事業者は、立地地域に根差して、自ら主体的に地域貢献に取り組む。国は、住民の暮らしの目線に立ち、各地域の ニーズや地域特性等を踏まえて、交付金や各省の施策を柔軟かつ効果的に活用しながら、最大限支援していく
 - ④ 立地地域の将来像の検討
 - 運転終了後も見据えた立地地域の将来像について、立地地域と国・事業者がともに議論する機会を作る

小委での主なご意見⑥

(立地地域との共生)

○防災対策・避難計画を強化すべき

- リスクはゼロにならないという観点から防災体制を確立、訓練をすることは重要。人材を継続的に確保・育成してほしい
- 立地地域の住民は、コロナを踏まえた避難計画の実行性、大阪地裁の判決など不安を抱えている。避難計画の深化を進めるべき
- 世論調査では、<u>防災体制や避難計画についてまだ十分ではない</u>という意見が多い。東海第二の判決でも避難計画が指摘されている。<u>もっと力を入れて取り組み、住民の理解と納得を得た上で再稼動するべき</u>
- 東海第二原発の訴訟において避難計画の実行性がないと指摘されたが、実効性のある避難計画を策定しなければ信頼は得られない

○安全性向上やリソースを意識した防災対策をすべき

- 新規制基準の下で、安全性は向上している一方で、<u>防災の議論になると、事故の規模として福島が念頭にあって、議論が引っ張られがち</u>になるが、<u>安全性</u> 向上した分の結果を反映した議論ができるようにすべき
- <u>無制限な防災対策はその持続可能性を著しく損なう</u>。特に人的資源は無尽蔵ではない。重要なことは<u>ゼロにならないリスクの一端を住民に担っていただく</u>こと。防災費用の一部はこのような計画に対する適切なインセンティブ付与に投資されるべき

○防災人材の育成・教育をすべき

• 原則、防災は自治体が主体でやることになっているが、主要な県、都市には危機管理監がいて、初動避難などを主導することになるが、原子力災害について十分に教育できていない。危機管理監に原子力の避難計画の在り方を常時教育していくことが必要

○地域の特性を意識した支援をすべき

• DXやオープンイノベーションで、行政と他業種も合わせた<u>便利で安心・安全で快適な暮らしの在り方</u>など、<u>最先端のモデルケースとして示していく</u>ようなことや、 コロナをきっかけにテレワークが進み、サテライトオフィスを地方につくる動きもある中で、<u>立地地域ではこんなメリットがあるということを提示して、人を呼び込むことを後押し</u>できないか

○時代に即した地域支援をすべき

• 地域振興は重要であるが、バブル期以前の経済・産業に特化した振興ではなく、不況がデフォルトとなった今の時代では、一時的な経済的補助以上に将来への不安の低減が必要。住民の暮らしの目線からどのような地域に住みやすいのか、時代に即したシステムをデザインする必要

○地域の将来像を検討すべき

- 廃炉が急激に進行する中、足下の地域振興はもとより、<u>運転終了後を見据えた将来像を描くことが必要。「中長期的な立地地域の持続的発展」</u>については、<u>行動計画の策定に向け、早期に議論する場を設置するとともに、より具体的な内容になるよう取り組むべき</u>
- 廃炉や長期運転など環境が変わってきている中で、改めて立地地域の将来ビジョンを一緒につくる仕組み、場というのは大変重要

○その他

• 老朽原発について25億円の交付金を出すという報道があったが、お金で地元同意をスムーズにさせるのは信頼関係とは反対の行為であり見直すべき

(3) 持続的なバックエンドシステムの構築

核燃料サイクルの確立に向けた取組

- ロ原子力を長期にわたって持続的に活用していくためには、使用済核燃料問題の解決は不可欠であり、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化、有害度低減等の観点から、引き続き核燃料サイクル政策を推進することが重要。
- ロ 現在、核燃料サイクルは実用化段階に入りつつあり、関係者の理解を得ながら、早期確立に向けて、官民一体で取組を加速。

①六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工

- 審査対応・安全対策工事等に関する日本原燃による取組を強化
- 日本原燃に対する電力大の人的支援等を強化

②使用済燃料対策の加速

- 貯蔵容量拡大や理解確保に向けて、個社の取組を最大限強化。電力大の連携・協力を具体化
- 国が前面に立ち、主体的に対応(地元理解・国民理解に向けた最大限の努力、工程管理等のための官民連携の枠組みづくり等)
- 実用段階における使用済MOX燃料再処理技術の研究開発を加速。2030年代後半を目途に技術確立を目指す

③適正なプルトニウムバランスの確保

- 再稼働・プルサーマルに向けた事業者の取組を強化
- 地元理解に向けた官民の取組を強化
- 国内外のPu保有量削減に向けた事業者連携を具体化

4高速炉開発の推進

- 「高速炉開発の方針」・「戦略ロードマップ」に基づく開発の実行
- 日仏、日米等の国際連携の活用

原子力の持続的な利用システムの構築に向けた取組(2050年カーボンニュートラルも踏まえた取組)

(3) 持続的なバックエンドシステムの構築 (続き)

最終処分の実現に向けた取組

- ロ 北海道2自治体での文献調査を着実に進めるとともに、より多くの地域での文献調査を実現
- ① 北海道2自治体(寿都町、神恵内村)や周辺自治体での対話活動
 - 文献調査の実施に際して設置される「対話の場」などあらゆる機会を通じて、地域の声を踏まえつつ、地域での対話活動を推進。 その中で、地層処分事業の安全性や、事業を通じて地域の未来や発展に貢献し得る取組等についても、時間をかけて議論・ 検討いただけるよう、最大限取り組む
- ② 全国のできるだけ多くの地域での文献調査の実現
 - 全国での対話活動を継続・推進するとともに、地層処分事業をより深く知りたいと考える関心グループの多様な取組を支援
- ③ 技術的信頼性の更なる向上
 - 「地層処分研究開発に関する全体計画(平成30年度~令和4年度)」に沿って、地質環境の調査やモデル化等に係る技術開発を引き続き推進。また、将来に向けて幅広い選択を確保し、柔軟な対応を可能とする観点から、直接処分等の代替処分オプションに関する調査・研究も着実に実施

着実な廃止措置に向けた取組

- ロ 今後、本格化が見込まれる廃炉を着実に実現していく
 - ① 海外事業者の技術・ノウハウ活用
 - 廃炉分野で先行し豊富な実績や技術を有する海外事業者との連携を行う上で必要な輸出規制の見直しを進める(大型金属の海外委託処理)
 - ② クリアランス物の再利用促進
 - 再利用先の更なる拡大を図るとともに、将来的なフリーリリースを見据え、クリアランス制度の社会定着に向けた今後の取組を具体化させる
 - ③ 長期的な廃炉事業を安全かつ円滑に完遂するための取組
 - 海外における廃止措置事業の例も参考にしながら、原子力人材が減少する中での、原子力事業者間を超えた関連事業者等との連携の在り方について検討を進めるとともに、民間規格も利用することで規制当局との対話の中で具体的な提案を行っていく83

小委での主なご意見⑦

(核燃料サイクル)

- ○核燃料サイクルを進めるべき
- 我が国は資源が少なく、現実的な視点で考えると、核燃料サイクルを実現させること以外に選択肢はない
- 国内には1.9 万トンの使用済燃料があり、将来世代に負担を先送りしない対策を確実に進めることが重要。核燃料サイクルが使用済燃料問題の解決策として有効であることは、議論の余地がない
- 原子力の利用に賛成の立場の方も含め、使用済燃料は直接処分すべきという意見があるが、ゼロベースの議論ができる局面にない
- 現在のエネルギー基本計画の「戦略的柔軟性を持たせながら対応を進める」という記載について、核燃料サイクルに対する国の姿勢が 曖昧ではないか。全国の立地自治体はそれぞれの立場で悩みや不安を抱えている。引き続き安心して原子力に協力していくためにも、 国が責任をもって、核燃料サイクルをしっかり推進してほしい

○核燃料サイクルをやめるべき、見直すべき

- 専門家にも直接処分すべきという意見も存在する。サイクル見直しについて、意見の異なる専門家がしっかりと議論し、方向性を再検討 すべき
- 環境保護、経済合理性の観点から、再処理の継続は愚の骨頂ともいえる政策選択であり、早急に撤退することが健全な政策選択
- ○核燃料サイクル確立に向けた取組を進めるべき
- 核燃料サイクルを回す上で、使用済燃料対策を進めることが重要。近く開催される使用済燃料対策推進協議会で国が事業者と方針 を共有し、取組の強化策を明確に示してもらいたい
- 使用済MOX 燃料の再処理について、2030 年代後半の技術確立の達成に向けて取り組んで欲しい
- 研究開発の加速は評価。他方、純粋な研究と事業化に向けた開発は切り分けることが必要
- ○柔軟性を確保すべき
- より中長期な視点に立ち、社会情勢や原子力利用の在り方に対応できる柔軟性を確保しておくことが重要
- ○電力自由化を踏まえた措置を行うべき
- 電力自由化等を踏まえ、バックエンドに係る事業者の費用負担が増している。政府の具体的な措置が更に整備されることを期待
- ○高速炉開発の具体化を進めるべき
- 原子力は、2030、50、70、100年という<u>時間フェーズに応じて課題や展望を考えるべき</u>。例えば、高速炉は今世紀後半の時期に、という説明があったが、今何もしなくてよいのではなく、それぞれのフェーズに応じて適切な政策対応を行っていくべき
- ○高速炉開発をやめるべき
- 世論調査を見れば、原子力への期待は極めて小さく、福島原発事故も踏まえ、<u>高速炉に社会的ニーズがあるとは到底考えられず、</u> 建設を受け入れる自治体があるとも考えられない

小委での主なご意見®

(最終処分)

○現世代の責任として取り組むべき

• 高レベル放射性廃棄物の最終処分は、原子力を利用する上で避けては通れない重要な課題。現世代の責任として正面から取り組むことが必要。事業者はもちろん、政府、NUMOが丁寧な対話活動を通じ、仕組みや安全性、選定プロセスなど、国民の理解醸成に取り組むべき

○丁寧な対話活動を進めるべき

- 調査地域や周辺自治体、今後調査を受け入れを検討する地域を含め、全国大での対話が深まっていくことを期待
- 「対話の場」においてファシリテーターが第三者的な立場であることは重要。説明者となる専門家等についても、慎重な意見の方も含め、選定には十分な配慮しバランスを取ることが必要
- 稼働中の原発、廃炉中の原発、最終処分場などそれぞれの地域住民が抱える不安が異なる中で、<u>各々事情に応じた対話活動を重視</u>することが必要。将来への不安、特に風評被害などの不安については技術者だけで解決することできず、文化人類学や社会学、リスクコミュニケーション学なども踏まえた対応が必要。この際、そうした不安を本当にゼロにすべきかということも含めた、対話における目標設定が重要
- 従来型の広報、説明会ではなく、幅広い住民の方と双方向のやりとりを繰り返し、信頼関係を築いてもらいたい

○処分地の選定プロセスにおける住民合意の在り方について検討すべき

- 文献調査について住民投票が行われた場合には、その結果を尊重して進めるべき
- 現行法上、文献調査は知事同意がなくとも応募でき、また実施可能であり、その位置付けが曖昧。地域住民の無用な分裂や対立を避けるためにも、住民の合意及び知事同意を必要とする制度に改めるべき

○立地地域には全面的な支援を行うべき

• 最終処分を受け入れる地域については、その地域の活性化について全面的に支援をしていく姿勢が必要

○技術的信頼性の更なる向上のために、研究開発を推進すべき

- 有害度を低減する技術開発は地域の方々の安心の観点から非常に重要
- 研究開発については、より多様な地質環境を対象に、<u>地域の特性にあった処分場の設計の多様化や評価技術の深化</u>が重要

小委での主なご意見9

(廃炉)

○廃棄物の処分先確保に取り組むべき

- 福島事故後に廃炉が決定した原発は21基あるが、いずれも<u>低レベル放射性廃棄物の処分先が決まっておらず、今後、廃炉が本格</u> 化するにあたっての懸念事項。廃炉の急増は政府の政策転換によるものであり、事業者任せにせずに国が前面に立って取り組むべき
- <u>L3廃棄物を敷地内処分</u>することになれば、新たな土地利用は限定的にならざるを得ない。あらかじめ新たな土地利用計画を示すことができるようにすべき
- ○事業者間での連携や知見・ノウハウ共有がされる枠組みを作るべき
- 今後、廃炉が本格化する中で、<u>廃炉事業体制の構築は急務</u>。電気事業者に加え、メーカー、ゼネコンによる協業、イノベーションを通じた合理的な廃炉行程の進展が不可欠
- 浜岡原発など先行炉で得られるノウハウが後続炉に共有されるような枠組みの組成を行うべき
- ○業界大で全体最適で取り組むべき
- 廃炉は、多額の費用を要し、また人的にもリソースが必要となるが、全体最適で取り組むべき
- ○海外事業者と連携して、大型機器の処理実績の積み重ねや、クリアランス物のフリーリリースに向けた取組を進めるべき
- <u>低汚染の大型機器の集中処理とリサイクルや、クリアランスの促進</u>は、海外でも実例が多く、処分場の有効利用や廃炉のコスト削減の <u>点からも効果的</u>。経済的価値や社会への影響を定量的に把握した上で進めていくべき。<u>海外事業者と連携して、処理や輸送の実績</u> を積んでいくことが必要
- 大型機器の海外処理について、原子力事業者だけでなく、製造メーカー目線でその取扱いをどう考えるかも念頭に検討を進めるとよい
- <u>クリアランス物のフリーリリースは重要</u>であり、国が責任をもって制度の社会定着に取り組むとともに、<u>次期エネルギー基本計画に位置付</u>けを明記すべき。あわせてクリアランス物を効率的に収集、処理、流通できるルール作りなど、環境整備をすべき
- ・ クリアランス物の中でも、鉄スクラップは質が高く、資源の有効活用の観点からも積極活用していくべき
- クリアランス物のフリーリリースについては、事前に話し合いによる合意を得ることが重要
- ○廃炉の共通プロセスの標準化を進めるべき
- 研究機関や大学などは、技術開発や教育にリソースを注ぐべきだが、廃止措置に労力を取られているのが現状。<u>規制当局との対話</u>も 積極的に進め、共通プロセスの標準化によって合理化できれば、様々な面で効果があがるので、しっかりと進めるべき

(4)ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求

ロ 2030年エネルギーミックス達成、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、安全性が確保された原子力発電所を長期的に最大限活用する

① 原子力のポテンシャルの最大限発揮

- エネルギーの安定供給や2050年カーボンニュートラルに貢献するため、立地地域との長期的な共生のもと、原子力のポテンシャルの最大限活用が重要
- 他電源に比べ初期投資が大きいことや、運転期間が最大60年に制限されていることを踏まえ、継続的な安全性向上を図りつつ、設備利用率向上や40年を超える長期運転の取組を進めていくことが必要
- こうした原子力の事業性の向上にも資する取組を通じ、安全対策への継続的な再投資の確保を図る
- 加えて、米国の事例を参考に、規制当局との積極的な意見交換を図りつつ、リスク情報を活用した意思決定の基盤整備と その実践を進め、継続的に安全性を追求する。

② 設備利用率の向上

- 定期検査の効率的実施に向けて、米国をはじめ国内外の取組を詳細に分析し、良好事例を導入、水平展開。また、運転中ならびに定期検査期間中に実施している保全の最適化を検討
- 運転サイクル期間の長期化について、ATENAを中心として、実施に向けた技術的課題の整理と体系化を進める。あわせて、 高燃焼度燃料の開発など、必要な研究開発にも取り組む

③ 長期運転に向けた継続的な安全性追求

- 多くの原子力発電所で停止期間が長期化していることも踏まえつつ、安全性確保を大前提に、原子力規制委員会の認可を受けた原子力発電所について、立地地域の理解を得ながら、40年を超える長期運転を進める
- トラブル等対策や、効果的な安全性向上につながる新知見の横展開について、従来のJANSIによる情報収集・共有の仕組みに加え、技術的検討を要する課題について、ATENAが中心となり、産業界大での詳細分析と、得られた知見の横展開を進める
- 長期運転に対応した保全活動の充実に向け、照射脆化等に係る継続的なデータ・知見の拡充、規格等への反映を図る 取組みを官民一体で進める

小委での主なご意見⑩

(ポテンシャルの最大限活用)

○長期運転・設備利用率向上進めるべき

- 2050カーボンニュートラル・安定供給の確保に向けて原子力のポテンシャルを最大限に発揮することは重要。そのため安全性確保を前 提に経済性確保のために利用率向上・長期運転の取組は喫緊の課題
- 3 Eの達成、カーボンニュートラルを目指すにあたり、今ある技術を有効活用するのは重要。そのため、利用率向上、長期運転に取り組むことは全面的に賛成
- 定期検査は外形的な要件で決めるのではなく、科学的な知見に照らして個別炉のリスク評価をみて行っていってもらい、2050年のカーボンニュートラル実現につなげてもらいたい
- 長期運転の取組に関して、更新、拡充工事を通じた<u>実際の設備年齢の若返りの進展</u>、未稼働期間の設備の経年劣化に係る<u>規制委員会などの科学的、技術的評価などの整理、その丁寧な説明を通じて、官民一体で取り組んでいく指針をエネルギー基本計画に明確に示していくことが重要</u>

○原子力発電所の最大限活用の観点から運転期間制度見直すべき

- 2050年カーボンニュートラルはもちろん、安定供給、低廉な電気料金のために既存の原子力の設備利用率向上、可能な限りの長期 運転は我が国にとって重要。多くの原子力発電所が、審査等によって停止している期間が10年近くに及んでいるのは3Eの目標にとって 大きな損失をもたらす。安全確保を大前提に、原子力規制委員会から示された見解を踏まえて、停止期間を運転期間制限の40年・60年から除外する等の対応を考えるべき
- 規制委員会も40年は技術的な限度と規定しているわけではなく、原子力利用のあり方として政策の判断によるもの。<u>将来にむけて原</u>子力が必要という判断に立てば、運転制限を見直していくことを進めて、評価や安全確認を行うことで国民の信頼を得るべき
- 長期運転に関し、<u>未稼働期間の設備の劣化の科学的評価の整理を官民一体で取り組むことをエネルギー基本計画に明確に示してい</u> くことが重要
- 今ある既設炉を最大限使うという意味では、<u>40年で駄目になるという技術的な判断があるわけではない</u>ため、<u>材料の照射影響等の</u>データを積み上げた上で合理的な判断をその時々で行っていくべき
- <u>運転期間の規制合理化は重要</u>であり、現行日本では認められていない<u>60年超運転や、不稼働期間の除外</u>も、<u>科学的技術的な評</u> 価に基づき具体的に検討すべき

小委での主なご意見印

(ポテンシャルの最大限活用:続き)

○長期運転・設備利用率向上は安全確保が大前提

- 原子力の利用は安全性確保が大前提であり、安全でないと運転できない
- 2004年に美浜で11人の死傷事故があった。検査漏れが原因だったことに加えて、稼働中に定期検査準備に入っていたことが原因であり、そういったことにならないようにしてほしい
- 設備利用率の向上は海外の例も示しながら点検の間隔を広げるなど検討を説明いただいたが、<u>運転延長の議論でも懸念の声</u>はあり、 <u>事業者は特異な状況が生じていないか報告すべきという意見</u>が出ている。設備利用率の向上については、効率化のことばかりでなく、まずは安全を最優先に検討してほしい。
- 経年劣化を抑制するためのメンテナンス、事業者が現場の安全管理を徹底することはいうまでもない

○運転期間は原則40年とするべき

• 経年劣化について、<u>圧力容器は中性子脆化による経年劣化の確かな予測が得られていない</u>。そういった中で長期運転を常態化することはリスクが高いため、運転期間40年原則を守ってほしい

○長期運転に向けた国民に対する説明が必要

- 長期運転にはこれまで以上に細かな点検が必要。<u>立地地域だけでなく広く国民が理解できるよう、事業者・国の双方が説明会やマスメ</u>ディアを通じてもっと積極的に、更に継続的に広報活動に取組む必要
- 運転延長には丁寧な説明をして立地自治体の合意を得ることが必要
- 長期運転を行った場合に増加する使用済燃料の量や処理・処分の方法などについて、立地自治体に丁寧に説明し合意を得るべき

原子力の持続的な利用システムの構築に向けた取組(2050年カーボンニュートラルも踏まえた取組)

(5)人材・技術・産業基盤の維持・強化

- ロ 原子力はカーボンニュートラルに向けて安定供給に貢献可能であり、技術自給率が高く、産業 戦略としても重要な技術。他方、人材・技術・産業基盤が厳しい状況にある中、これらを維持す るのであれば、原子力の将来像の明確化を先送りすることは許されない
- □ 革新的な安全性向上や性能向上を図るため、官民の取組によるイノベーション投資を促し死の谷(実用化のギャップ)を越えていく
 - ① 革新的安全性・事業性の向上とサプライチェーンの維持・強化
 - 事故時に水素を発生しない燃料等による革新的安全性向上
 - 一般産業品活用や3Dプリンタ技術といった調達・製造等におけるプロセスイノベーションを推進
 - サプライチェーンの状況分析を深掘り、戦略的に産業界の技術・人材の継承支援や新規事業開拓を支援
 - ② 革新的サイクル技術による廃棄物問題の解決に向けた貢献
 - 革新的サイクル技術で、高レベル放射性廃棄物の潜在的有害度が自然界並みに低減する期間が10万年から300年に
 - 多様な技術間競争・国際連携・異業種連携を活用
 - ③ 非連続的イノベーションで再エネ共存も可能な柔軟性の追求
 - 小型モジュール炉、高温ガス炉、核融合炉等で、原子力の立地や用途の柔軟性を向上。国際連携を活用
- ロ 原子カイノベーションによる持続的なエコシステムを構築するため、産学官のコミュニケーションの 推進が必要
 - 開発目標、サプライチェーン状況、政策資源投入の在り方、海外連携/プロセスイノベーション戦略について議論
 - 炉型・技術革新を支える規格基準整備に向けて概念段階から規制当局も含めた円滑なコミュニケーション推進
- ロ プレイヤー育成、研究開発基盤整備、民間主導プロジェクトへの資金支援を通じた複線的 R&D投資
 - 革新的安全性向上を図りつつ、サプライチェーン維持のため、足元の国内需要を確保
 - 2050年カーボンニュートラルに貢献する技術については現時点から開発を支援し、国際連携も活用

小委での主なご意見②

(人材・技術・産業基盤)

○人材を確保するべき

- 福井県で立地地域の企業にアンケート調査をしたところ、8割以上で人材が不足しているという結果が出た。長期停止により現場を 担う人材の減少が著しい
- 震災以降、プラントの長期停止などの影響からも、現場からも原子力人材の維持継承への懸念を聞いている。産業を支える基礎である人材と技術を中長期的に確保することが重要

○サプライチェーンを維持するべき

- 原子力はサプライチェーン全体の技術自給率が高いので、安全保障からも大事な分野。人材技術基盤の維持に強い危機意識を持っ。将来必要なときに活用できないことを避けるために国として方針を示すべき
- 安全保障の観点、世界市場の中で中国ロシアがリード。サプライチェーンを見ても、日本には世界レベルでシェアを持っているJSWのようなメーカー、日立、重工といった冠たるメーカーがある。日本産の割合が高い炉の国際展開は日本にとっても重要
- 技術を持つ人材は、一度失われると取り戻すのが難しいので、どう維持しサポートするが早期に検討する必要

○原子力の将来の方針を明確にすべき

- 若者が原子力の将来に希望を見いだせるように示していくことが重要。したがって、新たなエネ基にも安全性確保された再稼働の加速、既設炉の利用率向上、運転期間の見直し、新増設リプレース、革新炉の開発、原子力の将来ビジョンを国の意思として示していただくことが産業にとっても必要
- 安全性、研究開発のためにも技術者が必要で、国としても長期の予見性を高めるような取組が必要
- 将来の出口が見えないと企業も投資できないし、大学も学生をその道に指導するのが難しい。国として将来の原子力をどう扱うかしっかりと方向性を示し、それに向けてどう取り組むかを示してほしい
- 新増設はどこに建設するのか。地元合意が得られる見通しはあるのか。見通しがないままに税金を投入するというのは、納税者として は合意することは難しい。

小委での主なご意見(3)

(研究開発・イノベーション)

○カーボンニュートラルに向けて今から多様な原子力技術の開発を支援するべき

- 各社からの説明で、原子力技術の多様な利用が可能であることが示され、意義がある。サイクル確立に加え、カーボンニュートラルに向けて、水素製造、エネルギーレジリエンスに原子力が活用可能
- 原子力の開発は長期間かかる。カーボンニュートラルを踏まえて今から民間が投資していくことは正当性がある
- 再エネ導入と共存する負荷追従運転、水素も輸入に頼るのではなく水素をつくれる高温ガス炉など、多様な技術を保有することが大事。国産技術で新型炉開発に取り組むのは国民経済的にも良いこと
- 各国に比べて技術開発予算の少なさが目についた
- 国においては、軽水炉の安全性に寄与する開発はもちろん、SMRなど新型原子力の開発に取り組んでもらいたい

○多様な技術開発支援は時間軸を明確にし、足元で国内需要を確保しつつ、海外連携も活用すべき

- 3つのタイプの原子力が示されたが、国内でどのように活用していくか、時間軸を明確にした戦略が必要。常に安全性向上を追求いただきたい
- イノベーティブな炉型は2030年代後半以降になるであろう。2050年カーボンニュートラルを見据えるとどういった炉型を入れていくのか、 どのような付加価値を求めていくのかとセットで議論されるべき。海外と連携しながら進めていくのが大事
- 炉型を含めたイノベーションで安全性向上が図れる可能性を意識すべき
- 様々なイノベーションがあるのはわかるが、リミテーションと優先順位がわからない
- 2030年に向けてリプレース・新設が課題、その先に2050年に向けてサイクル・高速炉が出てくる
- 人材育成、国内需要確保が必要。まずはプロセスイノベーションでサプライチェーンを官民共同で維持強化必要。プロダクトイノベーションは足元の危機を乗り越えてから

○規制との対話をしながら開発を進めるべき

- 技術開発の概念設計段階から規制委にも参加いただくべき。その際、規制の独立性を担保するために透明性のルールが必要
- R&Dの段階から規制との対話も必要

○核燃料サイクルの完成に向けた取組を進めるべき(サイクルパートに記載)

• 2030年に向けてリプレース・新設が課題、その先に2050年に向けてサイクル・高速炉が出てくる。クローズドサイクルを見据えた上で計画を立ててもらいたい

原子力の持続的な利用システムの構築に向けた取組(2050年カーボンニュートラルも踏まえた取組)

(6)国際協力の積極的推進

- 口 福島第一原発の事故の知見や教訓を共有し、世界の原子力安全の向上や原子力の平和 利用に貢献するとともに、日本の原子力技術で世界の脱炭素化にも貢献する
 - ① 国際連携を通じたイノベーションや廃炉等の協力
 - 革新的技術の原子カイノベーションに向けた研究開発(SMR、高温ガス炉、高速炉等)を進めるにあたり、米英仏加等の海外の実証プロジェクトと連携した日本企業の取組を積極的に支援
 - 海外事業者の技術やノウハウを活用し、日本の廃炉作業や最終処分へ適切に活かすことを目的として、諸外国の有識者や事業者との情報・知見共有等の連携を推進
 - ② 国際連携を通じた新規導入国等への支援
- 米仏英との政策対話等を活用するとともに、原子力発電所の新規導入が見込まれる国(東欧・アジア等)に対する人材育成・基盤整備を含む支援を実施

国民理解の醸成

ロ ファクトに基づく丁寧な情報発信、理解活動を継続的に進め、立地地域のみならず、消費地 も含めた国民の理解が深まるよう取り組む

① 様々な場を活用した理解活動

- エネルギー政策の現状や原子力発電所の安全対策、バックエンドの取組など様々なテーマについて、「国民目線」で個々の事情に対応したより適切な情報提供を行えるよう、目的やニーズに合致した形で全国で説明会や講演会を開催するなど、様々な機会を捉えて積極的な理解活動を実施。
- 今後、新たなエネルギー基本計画が策定された際には、各地のニーズも踏まえ、エネルギー政策の方針に関する説明会等を開催

② 地域に根差した双方向の対話活動

- 各地域のオピニオンリーダーや多様なステークホルダーと、原子力に限らないエネルギー政策全体を含めた幅広いテーマについて、双方向の意見交換の機会を設け、原子力発電のメリット・デメリットなどを含め正確なファクトに基づき、丁寧な対話活動を実施

③ WEBコンテンツを活用した情報発信

- エネルギー源の特性や原子力発電の仕組みといった原子力の基礎的な情報、現状の原子力政策の方針、タイムリーなトピックに至るまで、幅広い切り口について「スペシャルコンテンツ」を活用した情報発信の実施
- 事業者が、原子力発電の状況や安全対策の取組等について、ホームページやツイッター等を活用して積極的な情報発 信の実施

小委での主なご意見(4)

(国民理解)

○信頼回復なしに原子力は推進できない

• <u>信頼回復についての議論が必要</u>。原子力文化財団の調査では「再稼働は国民理解を得られていない」という数値が未だ50%を超えている。<u>様々な事故や不適切事案があり、信頼はむしろ失墜しているのではないか</u>。例えば、信頼回復サイトをつくって、各事案についてファクトに基づき改善状況を公開していくなどの努力をしてはどうか。<u>信頼回復なしに、原子力の積極活用は進めるべきではないし、結果的に進められないことを認識すべき</u>

○正確なファクトが認識されるよう取り組むべき

- 原子力文化財団の調査で、原子力がCO2を出さないと答えた方は4割もいない。原子力の価値が伝わっていない。世論調査は、歴史的にみても色々なタイミングで振れ幅が出るが、その時々の振れ幅ではなく、例えば、国民の4割未満の方しか、原子力が二酸化炭素を出さない電源と認識していないこと、こうしたファクトが正確に伝わっていないことを認識すべき
- 原子力のメリット・デメリットについて事実や科学に基づいた正確な情報発信を行うべき
- 国内外の原子力政策を取り巻く状況など、国民はほとんどわかっていない。重要なことは政策広報をやること
- 国民理解の醸成は本当の意味での双方向の政策対話を進めることが必要であり、批判的なファクトもテーブルして進めるべき

○消費地への説明をしっかり行うべき

• 消費地が立地地域を批判するようなことがないよう、国民への一層の説明を行うべき

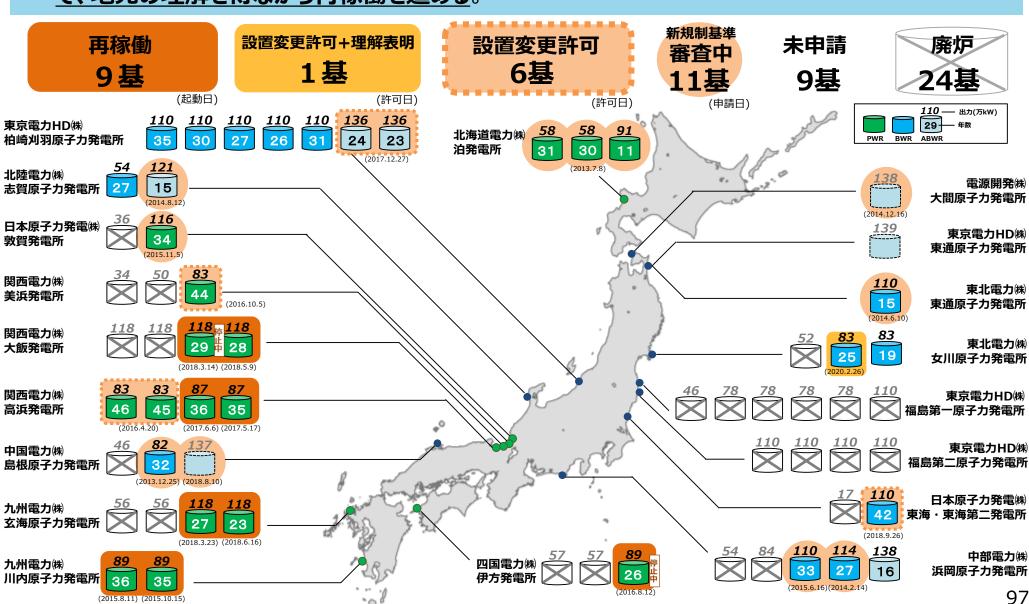
○DXを活用した広報を行うべき

• 各取組の中身とその実効性について、DXを活用した広報をしていくことが重要

2. 原子力発電について

- a. 原子力政策の課題と対応 (原子力小委員会の議論を整理したもの)
- b. 再稼働の推進
- c. 安全性向上の不断の追求
- d. 立地地域との共生
- e. 持続的なバックエンドシステムの確立
- f. ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求
- g. 人材・技術・産業基盤の維持・強化
- h. 国際協力の積極的推進
- i. 国民理解の醸成

● エネルギーミックスの実現に向け、<u>設備利用率の向上や40年超運転</u>も含め、安全確保を大前提として、地元の理解を得ながら再稼働を進める。



主な個別地点の状況(許可審査済)

設置変更許可済+地元理解表明:1基

東北電力 女川原子力発電所2号機(BWR)

- 安全対策:原子炉設置変更許可済(2020年2月)、<u>工事完了予定は2022年度中</u>
- 防災対策:緊急時対応を策定(2020年6月)
- 地元理解:宮城県、女川町、石巻市が、再稼働に対する理解表明(2020年11月)

設置変更許可済:6基

関西電力 高浜発電所1・2号機、美浜発電所3号機(PWR) ※いずれも40年超運転

- 安全対策:高浜1号機・美浜3号機の安全対策工事は完了、高浜2号機の工事完了は2021年4月
- 防災対策:高浜地域の緊急時対応を策定(2015年12月)・改訂(2020年7月)
 美浜地域の緊急時対応を策定(2021年1月)
- 地元理解:高浜町および美浜町が、再稼働に対する理解表明(2021年2月)

東京電力 柏崎刈羽原子力発電所6·7号機(ABWR)

- **安全対策**:7号機の安全審査は終了したものの、核物質防護設備の機能の一部喪失事案等について、規制庁による 検査等に対応中
- 防災対策:緊急時対応を地域協議会で検討中、住民参加の実働訓練を実施(2020年10月)に加え、 個別訓練を複数回実施

日本原電 東海第二発電所 (BWR) ※40年超運転

- 安全対策:設置変更許可、設計工事計画認可済(2018年10月)。工事完了予定は2022年12月
- 防災対策:緊急時対応は地域協議会で検討中

主な個別地点の状況(許可審査中)

審査中11基のうち、7基が断層等地質・地震動・津波等の審査、1基が施設の審査で進展中。昨年来、島根2号機のプラント審査が進む一方、地盤側でも多くのサイトで進展あり。

※泊1・2、浜岡3、島根3については、それぞれ泊3、浜岡4、島根2の審査が優先して行われているため、ここでは記載していない。

申請 主に 断層·地震·津波 等の審査 主に プラント施設・設備 の審査 許可

敦賀2 敷地内断層の活動性、地震動を議論中。

志賀2 敷地内断層について、約230本のボーリング調査を行い、活動性否定の材料となる鉱物脈(断層を横切る鉱物貫入)など新データを提示。規制委員から「大きな進展」との発言。敷地周辺断層の審査を並行して実施中。

大間 敷地周辺断層について、審査前例のない地形で評価を行うため、約100本のボーリング調査を行うとともに、その分析結果につき約2年半の審査対応。この結果、昨年11月に概ね審査済みとなる進捗。

- **浜岡4** 敷地内外の断層を評価するため、約110本のボーリング調査や総延長約670 kmに及ぶ地下構造探査を行って、審査対応中。
- **東通1** 敷地内外の断層については、約80本のボーリング調査や総延長約250kmに及ぶ地下構造探査を行いデータ提示。この結果、昨年10月に概ね審査済みとなる進捗。
- **泊3** 敷地内断層の活動性を評価するため、掘削調査を行い、活動性否定の材料となる上載地層(断層上部でその延長を止めている地層)を確認。2/12審査会合では、規制委員から「(活断層ではない)という判断に至る可能性が高くなってきた」との発言

島根 2 全審査項目について概ね審査済みとなり、まとめ資料の審査中。

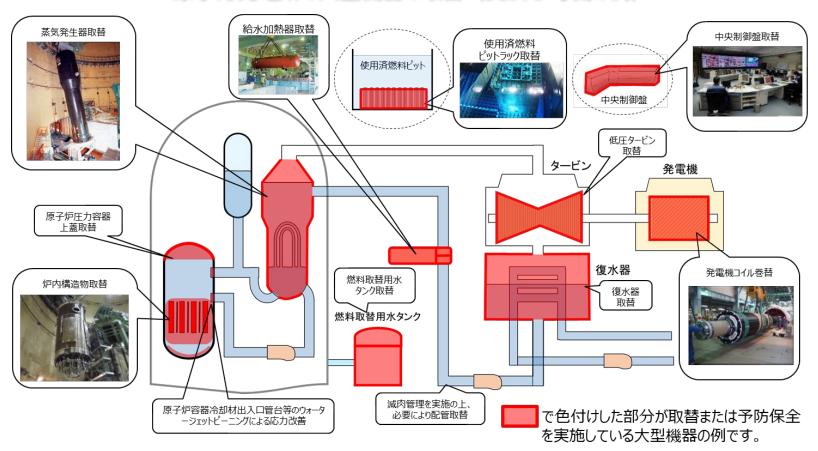
2. 原子力発電について

- a. 原子力政策の課題と対応 (原子力小委員会の議論を整理したもの)
- b. 再稼働の推進
- c. 安全性向上の不断の追求
- d. 立地地域との共生
- e. 持続的なバックエンドシステムの確立
- f. ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求
- g. 人材・技術・産業基盤の維持・強化
- h. 国際協力の積極的推進
- i. 国民理解の醸成

事業者の新規制基準への対応

- 事業者は、再稼働に備え、安全性向上に向けた大規模な投資を行い、地震・津波等への対応能力強化やシビアアクシデント対応のため、**耐震補強や安全設備の追加を実施。**
- ・ 更に、長期運転を安全に進めるため、各設備のメンテナンスに加え、新技術の導入や経 年劣化への予防保全、耐震性向上等のため、大型機器を含め取替を実施。

原子力発電所の大型機器の取替(美浜3号機の例)



産業界大での取組

- 自主的な安全性向上に向けた活動の中には、<u>単独の事業者での取組が難しく</u>、<u>外部の視点</u>や、 専門家の知見を要する場合がある。
- ・ 産業界では、ピアレビューを通じて現場活動の改善を図るJANSI、リスク評価やリスク情報を活用した意思決定の手法開発を行うNRRCを立ち上げ、安全性追求の活動基盤を整備。
- 加えて、事業者共通の技術的課題に効果的に取り組むことを目的とし、2018年にATENAを設立。

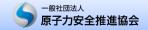
ATENA



事業者間で<u>共通性のある、技術的</u>な「欠け」を抽出。<u>対策を立案</u>し、産業界での 実行をけん引。

- 電力、メーカーの技術力を結集する体制により、事業者間で共通性があり、技術的対応を要する課題について、対策を立案
- 対策決定は、各事業者のハイレベルが参加する場で行い、各事業者に実行のコミットを求める仕組み
- 産業界の代表として規制当局と対話

JANSI



発電所現場の「欠け」を抽出。ピアレ ビュー等を通じた事業者への提言により、 現場の安全性向上を図る。

- 民間の独立した第三者機関として、事業者の現場の活動をチェック(ピアレビュー)
- 現場の行動に着目し、基準への適合の みならず、「より良い方法は何か」という 視点で提言
- 国内外の運転現場の情報を収集分析し、事業者へ提言

NRRC

原子カリスク研究センター Nuclear Risk Research Center (NRRC)

確率論的リスク評価(PRA)、及びリスク 情報を活用した意思決定の手法を開発、 その実証事業を通じ、導入を支援。

- PRAは、発電所の網羅的な弱点の洗い出しや、対策の優先順位付けに有効な手段となり得るもの
- ・所長にNRC元委員を招聘、国内の専門家集団により、日本でリスクの大きい地震・津波も起因事象に取り入れた PRAモデルを開発、発電所で実証
- PRAなどリスク情報を活用した意思決定の手法を整備し、各事業者での導入戦略策定をバックアップ

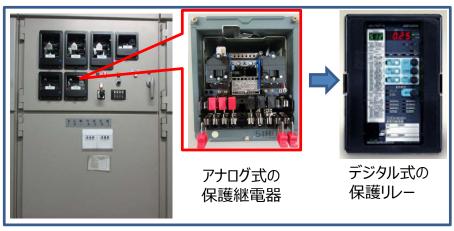
102

リスク情報の活用と安全性向上に向けた事業者間の取組

- PRAや安全裕度評価による結果を踏まえ、**リスク情報を活用して安全対策に反映**。
- 事業者の合同訓練・観察を通じ、自らの弱みを特定・改善することで**更なる安全性向上を追求**。

PRAを踏まえた安全性向上

アナログ式の保護継電器は、機械的な機構により信号を伝える構造となっているが、<u>保護継電器のデジタル化</u>により、この機械的な可動部をなくすことで<u>耐震性を向上</u>。



【安全対策の効果(川内原子力発電所1号機の例)】 保護リレーのデジタル化により、地震により燃料が損傷するような<u>事故</u> の発生頻度は約5割低減。

	デジタル化前	デジタル化後
燃料が損傷するような事故の 発生頻度(回/運転年数)	1.7×10 ⁻⁶	8.5×10 ⁻⁷

事業者間のベンチマーキング

事業者間で<u>合同訓練や相互現場観察</u>を行うことで、 他社の良好事例や自らの弱みを特定し、相互の発電所 運営に活用。

【東京電力HD、北陸電力、中部電力の取組み例】



3 社合同での運転員訓練の実施



相互の現場観察

2. 原子力発電について

- a. 原子力政策の課題と対応 (原子力小委員会の議論を整理したもの)
- b. 再稼働の推進
- c. 安全性向上の不断の追求
- d. 立地地域との共生
- e. 持続的なバックエンドシステムの確立
- f. ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求
- g. 人材・技術・産業基盤の維持・強化
- h. 国際協力の積極的推進
- i. 国民理解の醸成

原子力防災にかかる取組

- 避難計画の策定・不断の改善に取り組むとともに、災害時に迅速な被災者支援体制を構築するため、原子力災害対策マニュアルを改訂し、「原子力被災者生活支援チーム」の設置タイミングを前倒し。
- また、万が一の原子力災害時における事業者間の支援人員を大幅に拡充 (派遣人員:300人)
 →3,000人
 し、住民避難の円滑化に取り組む。

地方負担は実質13.5%

● こうしたソフト面の支援に加え、以下のような、インフラ・ハード面整備への支援も実施。

○原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法【今国会で期限を10年延長】

• 原子力発電所の周辺地域について、避難道路等の防災インフラ整備などに対する支援措置を規定。

【支援措置の概要】

(1)防災インフラ整備への支援

住民生活の安全の確保に資する道路、港湾、漁港、消防用施設、義務教育施設

【支援内容】

- ①国の補助率のかさ上げ(50%→55%)
- ②地方債への交付税措置(70%)
- (2)企業投資・誘致への支援 (不均一課税(減税)による税収減の補填)

○電源立地交付金等(経済産業省)

- 電源立地地域対策交付金等などにより、立地地域の自治体が実施する 公共施設の整備や産業振興等を支援。
- 道路のインフラ整備としては、県道・市道等の整備や維持補修の事業が交付金を活用して実施されている。
- 2019年度電源立地地域対策交付金725.9億円 (うち、道路関連事業45.1億円。)



完成後

105

中長期的な立地地域の持続的発展に向けて

- **40年超運転等が立地地域に与える影響等を踏まえて、**各種の交付金、再エネを活用した地域活性化支援、専門家派遣、他省庁の施策メニューも含めて、様々な支援策を柔軟かつ効果的に活用しながら、**国としても、きめ細かく、最大限支援**していくことが必要。

「立地地域の将来像を議論する場」の創設(案)

原子力研究、廃炉支援など原子力関連に加え、産業の複線化・新産業創出など、運転が終わった後の「立地地域の将来像」を議論するための場を、新たに創設する。

(進め方のイメージ)

- ・ 資源エネルギー庁長官、立地自治体の首長、電力事業者社長等が参加し、毎年開催
- 自治体の地域振興計画とも連携しつつ、①「基本的な方針」、及び②これを具体化していくための中長期的な支援策のあり方や電力事業者の地域共生のあり方に関する「行動計画」を提示する(その後も、随時見直しを行う)
- ・ 行動計画の進捗状況については毎年度フォローアップし、自治体にも報告

福井県における「立地地域の将来へ向けた共創会議(仮)」の具体的な進め方(案)①

● 「立地地域の将来像を議論する場」の先駆的な例として、安全審査に合格した40年超原子力発電所を複数抱える福井県のケースについて、以下のような対応を進める。

◎基本的な方針・検討テーマ

今後の原子力政策の方向性や発電所の運転終了等が立地地域に与える影響等を踏まえ、2050年カーボンニュートラルへ向けて、原子力研究、廃炉支援など原子力関連に加え、産業の複線化・新産業創出をしていくために、例えば、以下のようなテーマを柱として検討を進める。

①原子力関連の研究・産業のあり方

- ▶ 今後の原子力政策の方向性を踏まえた研究開発、産業利用拡大
- 廃炉ビジネスの展開(クリアランスの促進、地場産業の育成等)
- ▶ 長期的な人材育成・確保

等

②新たなエネルギー・環境産業のあり方

- ▶ 地域の実情に応じた、再生可能エネルギーの導入促進
- ▶ 水素発電の産業化に向けた実証

筡

③今後の地域環境の変化を踏まえた新たな産業・地域振興や暮らし・生活のあり方

- ▶ ICTを活用した公共システム・スマートタウンの推進
- 新幹線の開通等を活用した観光資源の充実および交流人口の増加
- ▶ 少子高齢化に対応した移動手段など、地域インフラのあり方の検討 等

福井県における「立地地域の将来へ向けた共創会議(仮)」の具体的な進め方(案)②

◎行動計画

- ・20~30年後の立地地域の将来の姿を描いた上で、実現までの工程を示すとともに、自治体の地域振興計画と連携しつつ、そのために必要な経産省・関係省庁の施策、関西電力をはじめとする事業者の地域共生の取組等をパッケージとしてとりまとめる。
- ・策定後は、毎年定期的に開催する共創会議において、実施状況の把握など計画のフォローアップを行うほか、必要に応じて計画の改定を行う。

◎委員構成

- ·福井県知事
- ·立地自治体首長
- ・資源エネルギー庁長官、近畿経済産業局長
- ·文部科学省研究開発局長
- ・電力事業者
- 有識者ほか

○当面のスケジュール

- ・3月~4月 関係者との調整
- ·5月 会議開催(於:福井県内)
 - ▶立地地域の将来の姿、基本的な方針などについて議論
- ・秋~冬頃 基本的な方針及び行動計画の策定

立地地域の声

○第22回原子カ小委員会での杉本 福井県知事の発言(3月22日)

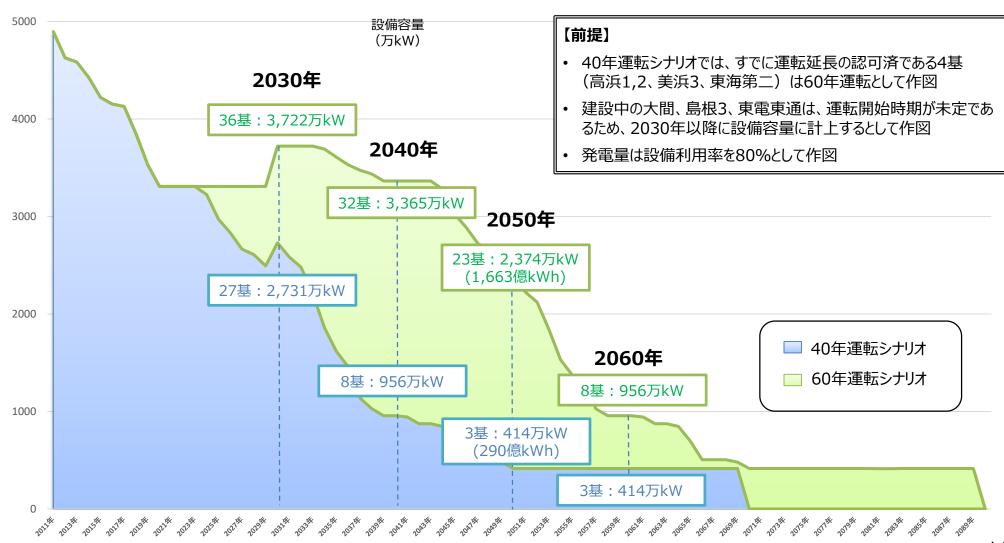
- 立地地域としても、当事者として前向きな意見を申し上げていきますので、早急に会議を開催して、<u>将来的に原子力をどう活用していくのか、国の考えを示していただきながら、今後立地地域が原子力にどう関わっていくのか、また国や事業者が立地地域の将来にどう関わっていくのかを具体的に議論して、地域が将来に希望を持てる計画にまとめ上げていただきたいというふうに思っております。</u>
- 原子力の位置づけにつきまして、前回の小委員会では原子力について2050年に一定規模の活用を目指すとされていましたけれども、現在のエネルギー基本計画では原子力を可能な限り低減させるとされておりまして、原子力を今後維持するのか、どこまで減らすのか、原子力の位置づけが曖昧になっていると思います。
- 先日の福井県議会でも、原子力の方向性について、再エネで全て満たせるなら原子力は要らない、満たせないなら原子力は必要というような曖昧な政府の態度に立地地域は振り回されているという意見もありました。安心して国策に協力していくためにも、国の方針を明確にしていただく必要があると思います。

○第23回原子力小委員会での杉本 福井県知事の発言(4月14日)

- 議論の根底にあるのは、やはり原子力政策の方向性を明確にすることだというふうに思います。原子力の将来の方針が見えないと、立地地域としては核燃料サイクルの推進ですとか、既存炉の活用などに、安心して協力することができないということで、先ほど申し上げました通り、産業界としても、原子力の人材育成や技術開発に積極的に投資ができない、というふうにも思います。
- この小委員会で行われた議論の中では、7ページにありましたけれども、原子力の将来の方針を明確にすべきですとか、新増設・リプレースの方針を示すべきといった意見が多く出されました。こうした議論を踏まえて、エネルギー基本計画の策定に向けて、原子力の将来像と、その実現への道筋を明確にしていただきたいと思います。その際には、どうしたら安全性をさらに高めていくことができるのかということを常に追求していただきたいと思います。また2050年のカーボンニュートラルの実現を表明された菅総理自ら、その道筋を国民に対して明確に示していくことが重要だと思います。これからも様々な機会を捉えて、確立した脱炭素電源である原子力の活用方針を積極的に発信して、国民理解を深めていただきたいと思います。

国内原子力発電所の将来の設備容量の見通し

● 廃炉が決定されたものを除き、36基の原子力発電所(建設中を含む)が60年運転すると仮定しても、自然体では、2040年代以降、設備容量は大幅に減少する見通し。



2. 原子力発電について

- a. 原子力政策の課題と対応 (原子力小委員会の議論を整理したもの)
- b. 再稼働の推進
- c. 安全性向上の不断の追求
- d. 立地地域との共生
- e. 持続的なバックエンドシステムの確立
- f. ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求
- g. 人材・技術・産業基盤の維持・強化
- h. 国際協力の積極的推進
- i. 国民理解の醸成

核燃料サイクルの確立に向けた取組の進展

● 核燃料サイクル施設の事業変更許可や最終処分の取組など、核燃料サイクルの取組が大きく前進。

(最終処分場)

● 核燃料サイクル確立に向けて、① <u>六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工</u>、②使用済燃料対策の 推進、③ 最終処分の実現、④プルトニウムバランスの確保等の取組を加速することが重要。

○プルトニウムバランスの確保

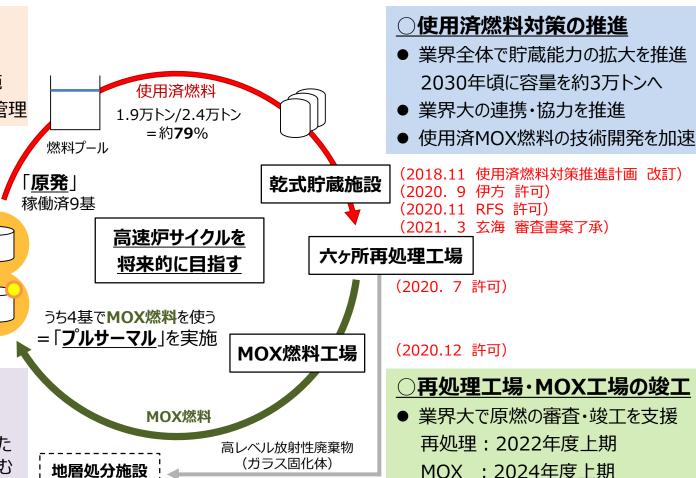
- 新たなプルサーマル計画に基づき、2030年度までに少なくとも12基で実施
- プルトニウムの回収と利用のバランスを管理

(2018.7 我が国におけるプルトニウム 利用の基本的な考え方)

(2020.12 プルサーマル計画) (2021. 2 プルトニウム利用計画)

○最終処分の実現

- 複数地点で文献調査を実施中
- できるだけ多くの地域で関心を持っていた だけるよう、全国での対話活動に取り組む



(2地点で文献調査実施中)

112

六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工に向けた取組

- 使用済燃料を再処理し、MOX燃料として再利用する核燃料サイクルを進める上で、六ヶ所再処理 工場とMOX燃料工場は中核となる施設。昨年、両工場が事業変更許可を取得したことは、核燃料 サイクル政策において大きな前進。
- 現在、業界をあげて、審査体制の支援や技術力の維持・向上等に関する取組が進展。今後、両工場の竣工・操業に向けて、こうした取組を一層強化していくことが重要。

六ヶ所再処理工場の経緯

1993年4月 着工

1999年12月 使用済燃料搬入開始

2006年3月 アクティブ試験開始 →ガラス溶融炉の試験停止

2013年5月 ガラス固化試験完了

2014年1月 新規制基準への適合申請

2020年7月事業変更許可

2020年12月 初回設工認申請

→安全対策工事や使用前事業者検査を経て竣工

2022年度上期 竣工目標



使用済燃料の最大処理能力:800トン/年

MOX燃料工場の経緯

2010年10月 着工

2014年1月 新規制基準への適合申請

2020年10月 審査書案の了承

2020年11月 パブコメ終了

2020年12月 事業変更許可

初回設丁認申請

→安全対策丁事や使用前事業者検査を経て竣丁

2024年度上期 竣工目標



最大加工能力:130トン-HM(ヘビーメタル*)/年

*MOX中のPuとUの金属成分の重量を表す単位

使用済燃料対策の加速に向けた取組

- 使用済燃料の貯蔵能力の拡大は、対応の柔軟性を高め、中長期的なエネルギー安全保障に資するものとして、これまで中間貯蔵施設、乾式貯蔵施設等の建設・活用が進められてきたところ。
- 業界大の計画に基づき、各社の取組は進展しつつあるが、その状況は一様ではなく、達成は道半ば。
- 国として、業界と連携しつつ、貯蔵能力拡大に向けてより主体的に取組み、官民の対応を加速していく。

使用済燃料対策推進計画 (2018年11月 電気事業連合会) (概要) 2020年頃に+4,000トン程度、2030年頃に+2,000トン程度、計6,000トン程度拡大 ※乾式貯蔵施設 再処理施設に搬出することを前提として、 使用済燃料を一時的に保管する施設。

【取組例①】各社の乾式貯蔵施設の設置に向けた取組

- 現在、**約4600トン相当の容量拡大**に向けた取組が進展。
 - ▶ 伊方 + 500トン (2020年9月許可)
 - ➤ RFS +3000トン (2020年11月許可)
 - ▶ 玄海 + 440トン (2021年 3月審査書案了承)
 - ▶ 浜岡 + 400トン (審査中)
 - ▶ <u>東海第二</u> + 70トン(今後検査予定) ※180トン既設 等

【取組例②】 業界全体の連携・協力に向けた取組

- むつ中間貯蔵施設について、2020年12月、電事連が地元理解を大前提として共同利用の検討に着手したいとの考えを表明。
- →国としても、業界全体として使用済燃料対策の補完性・柔軟性を 高め、核燃料サイクルを進める上で大きな意義があるものとして 主体的に取り組む。

- 早期に使用済燃料対策推進協議会を開催。 **現在の計画を改定**し、**官民の取組強化策を決定**。
 - ▶ 使用済燃料対策推進協議会における幹事会の枠組みを活用し、事業者の進捗を定期的に管理。
 - ▶ 国としても、地域の課題に寄り添いながら、地元理解の確保等に主体的に取り組む。

プルトニウムバランスの確保に向けた取組

- 核燃料サイクルを進める上では、「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」を踏まえ、プ ルトニウム保有量の削減に取り組むとともに、プルトニウムバランスを確保することが必要。
- こうした方針を踏まえ、今後、
 - ① 新たなプルサーマル計画・プルトニウム利用計画に基づき、国内外のプルトニウム消費を加速する とともに、
 - ② 再処理等拠出金法の枠組みに基づき、経産大臣がプルトニウムの回収と利用をバランスさせる ことで、プルトニウムバランスの確保に向けた取組を進める。

我が国におけるプルトーウム利用の基本的な考え方 (2018.7.31 原子力委員会) (概要)

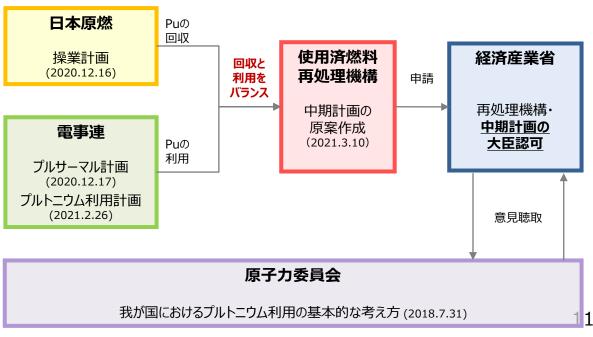
- ▶ プルトニウム保有量を減少させる
- プルトニウム保有量は現在の水準を超えることはない
- ▶ 再処理等の計画は、プルサーマルの着実な実施に必 要な量だけ再処理が実施されるよう認可を行う

プルサーマル計画

(2020.12.17 電気事業連合会) (概要)

- ▶ 地元のご理解を前提に、稼働する全ての原子炉を対 象に一基でも多くプルサーマルが導入できるよう検討
- ▶ 2030年度までに、少なくとも12基の原子炉でプル サーマル
- ▶ 事業者間の連携・協力等により、国内外のプルトニウ ム利用の促進・保有量の削減を進める

再処理等拠出金法の枠組みに基づくプルトニウムの管理



115

使用済MOX燃料の再処理技術の実用化に向けた取組

- 今後、プルサーマルを拡大していく中、使用済MOX燃料の再処理技術について、早期に実用化の目 途を立てることが必要。
- こうした状況を踏まえ、官民で連携し、研究開発を加速することが重要。
- 2030年代後半を目途に、実用段階における使用済MOX燃料の再処理技術の確立を目指す。

処理・処分に係る課題やこれまでの取組

- 2020年1月以降、国内のプルサーマル炉から約20トンの 使用済MOX燃料が取り出されている。
- 使用済MOX燃料には、ガラスに溶けにくい物質や、半減 期の長い物質※1が多く含まれ、処理・処分には、これらの 物質への対応が課題。
- 課題の解決に向けて、これまで、ガラス固化技術の高度化 や半減期の長い物質の影響除去等の研究開発を実施。

(参考) 国内外における使用済MOX燃料の再処理実績

フランス

時期



: 1992年、1998年、

2004~2008年

実施者: オラノ社

場所 : ラ・アーグ再処理工場

実績 : 約70トン 日本

時期 : 1986年~2007年

実施者: JAFA

場所 :東海再処理丁場

実績 :約30トン

研究開発の加速

来年度以降、使用済MOX燃料の再処理技術の実用化 に向けて、技術開発の範囲を再処理プロセス全体へ拡大。

以下の実用化に向けて、研究開発を加速。

- ① 使用済MOX燃料と使用済燃料を**混合再処理**する技術
- ② 廃液から**半減期の長い物質を分離**する技術※2

(参考) 予算事業

【放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究委託費】

2020年度:7億円 → 2021年度:10億円(予算額)

- ▶ 混合再処理時における再処理プロセスの安全評価・シミュレーション
- ▶ 模擬試薬を用いた基礎試験 等
- ※1 アメリシウムやキュリウムなどのマイナーアクチノイド (MA) と呼ばれる物質
- ※2 分離した物質は、例えば、将来的に高速炉で燃料として利用可能

「戦略ロードマップ」に基づく高速炉開発の推進

- **高レベル放射性廃棄物の減容化、有害度低減、資源の有効利用**といった核燃料サイクルの効果を高める高速炉開発を推進。
- 2016年12月、「『もんじゅ』の取り扱いに関する政府方針」とともに、高速炉開発の目標や原則を定めた「高速炉開発の方針」を決定。本方針に基づき、2018年12月、研究開発政策の在り方やプレーヤーの役割を定めた「戦略ロードマップ」を策定し、ロードマップに基づく高速炉開発を推進中。

「戦略ロードマップ」(2018年12月21日 原子力関係閣僚会議決定)

<スケジュール>

- "高速炉の本格的利用が期待されるタイミングは21世紀後半のいずれかのタイミング"
- "**例えば21世紀半ば**の適切なタイミングにおいて、技術成熟度、ファイナンス、運転経験等の観点から**現実的なスケールの高速 炉が運転開始されることが期待**"

<開発の進め方>

【ステップ1:競争の促進】

"<u>当面5年間程度</u>は、これまで培った技術・人材を最大限活用し、民間によるイノベーションの活用による多様な技術間競争を促進する。"

【ステップ2:2024年以降に採用する可能性のある技術の絞り込み・重点化】

【ステップ3:今後の開発課題及び工程についての検討】

高速炉の国際協力

<日仏協力>

- 2014年~2019年 高速実証炉(ASTRID)協力
- 2020年~2024年 新たな一般取決に基づき、安全性向上、経済 性向上に関わる技術開発を実施中
 - ✓ 試験・シミュレーションを共同/分担で実施

<日米協力>

- 米国は、ナトリウム冷却高速炉を含む様々な革新炉を開発中。
 - ✓ 多目的高速試験炉(VTR) ✓ 2027年までの運転開始を目指すTerra Power社 のナトリウム冷却高速炉(Natrium炉)





▶ 2019年6月に日米でVTR開発に関するMOCを締結。本協力を通じて最新知見の獲得・設計経験の蓄積を目指す。 117

最終処分に関する「文献調査」に関する最近の動き

● 昨年11月17日、北海道2自治体において文献調査を開始。

(1) 北海道 寿都町 (すっつちょう)

8/13: 文献調査検討の表面化

● 9/3 : 寿都町長と北海道知事との会談

● 9/4 : 梶山経産大臣と北海道知事との会談

● 9/7 : 寿都町主催で住民説明会(~9/29)

9/29:住民説明会(国説明)

● 9/30: 町議会への説明会(国説明)

● 10/5:町長、地元産業界との意見交換(国説明)

10/8:町議会全員協議会(意見聴取)

10/9:町長が文献調査応募

● 11/13:文献調査応募への賛否を問う住民投票条例案が町議会で否決

● 11/17:経産省がNUMOの事業計画変更を認可

● 3/8 : 概要調査・精密調査移行時の住民投票条例が町議会で採決-、

● <u>4/14 : 「対話の場」の立ち上げ</u>

(2) 北海道 神恵内村 (かもえないむら)

● 9/11: 商工会での検討状況が表面化

● 9/15:村議会開会(誘致請願を常任委員会に付託)

9/26:国・NUMO主催で住民説明会開始(~9/30)

● 10/2:常任委員会で誘致請願を採択

● 10/8:村議会臨時会で誘致請願を採択

● 10/9: 国から申し入れ、村長が受諾

● 11/17:経産省がNUMOの事業計画変更を認可

● 4/15:「対話の場」の立ち上げ



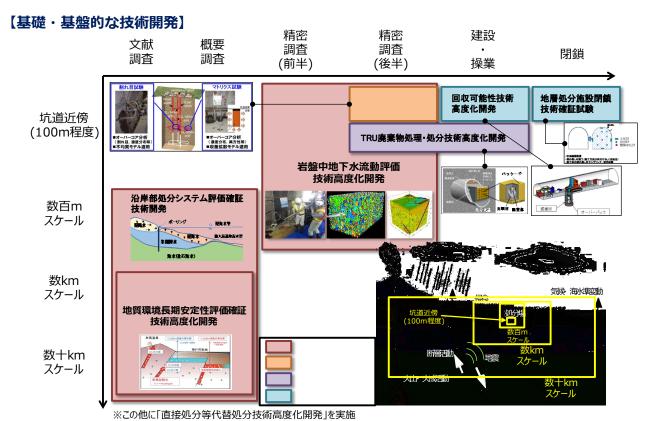
処分地選定プロセス

- 最終処分法では、<u>概要調査、精密調査</u>を経て、最終処分地を選定する方針。概要調査を実施するかどうかの検討材料を集めるために、<u>あらかじめ文献調査を実施</u>。文献調査は、<u>市町村でこの事業について議論を深めていただくためのもの</u>でもあり、いわば<u>対話活動の一環</u>。市町村が次の概要調査以降に進もうとする場合には、改めて都道府県知事と市町村長のご意見を聴き、これを十分に尊重することとしており、当該都道府県知事又は市町村長の意見に反して、先へ進まない。
- 引き続き、地域の御理解と御協力を得ながら、全国のできるだけ多くの地域で、最終処分事業に関心を持っていただき、文献調査を受け入れていただけるよう、全国での対話活動に取り組んでいく。

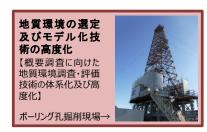
20年程度の調査期間中、放射性廃棄物は一切持ち込まない 文献調査 概要調査 精密調査 地域の意見を聴く 地域の意見を聴く(意見に反して先へ進まな 地域の意見を聴く(意見に反して先へ進まな 関に心応 科学的特性マップの公表(17年7月) 全国各地での対話活動 2年程度 4年程度 14年程度 グル た情報 施設 地区 地区 建設地 選定 選定 ブ の選定 (机上調査) へ進まな へ進まな 提供等 へ進まない) のニー 自治体からの応 (ボーリング調査) (地下施設での調査・試験) 募、もしくは、国か ズ らの申入れを自治 S () 体が受諾

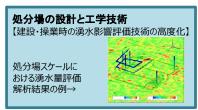
地層処分に関する技術開発と今後の取組

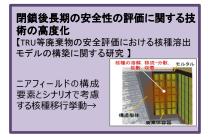
- <u>地層処分に係る技術開発</u>については、**国、NUMO、JAEA等の関係機関**が、全体を俯瞰して、**総合的、計画 的かつ効率的に進められるよう連携・協力**していくことが重要。
- こうした観点から、NUMOのリーダーシップの下、取り組むべき技術的課題を「地層処分研究開発に関する全体計画(平成30年度~令和4年度)」(令和2年3月改訂版公表)として整理し、これに沿って技術開発を実施。
- 併せて、こうした最新の技術開発動向を踏まえた処分事業の安全確保のための考え方やその手法を、**NUMOが**「包括的技術報告書」(令和3年2月外部レビュー版公表 ※今後国際レビューを予定)としてとりまとめ。
- 引き続き、地質環境の調査やモデル化等に係る技術開発に取組み、**技術的信頼性の更なる向上を目指す**。
- また、将来に向けて幅広い選択肢を確保し、柔軟な対応を可能とする観点から、使用済燃料の直接処分など代替処分オプションに関する調査・研究も着実に実施する。



【より実践的な技術開発】







最終処分の実現に向けた原子力利用国との連携

- 高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現は、原子力を利用する全ての国の共通の課題。
- 世界で唯一処分場の建設を開始しているフィンランドにおいても、地層処分の実施を決めてから30年以上の歳月を かけて、国民理解・地域理解に弛まぬ努力を重ねてきた。
- 国際ラウンドテーブルなどを通じた、**諸外国の知見・ノウハウの共有化や、国際共同研究などの連携を図っていく**。



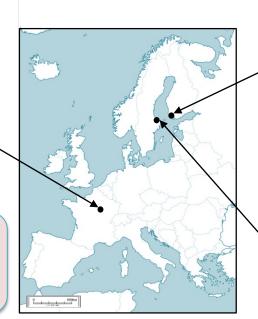
<u>フランス(ビュール地下研究所近傍)</u>

ドイツ

スペイン



- ◆ ムーズ県とオート=マルヌ県の県境に立 地予定
- ◆ 処分場建設予定地の主な6自治体 (約90km²) の人口は600 人程度、 農業が主要産業



フィンランド(エウラヨキ)



- ◆ 人口:約9400人
- ◆ オルキルオト原子力発電 所が立地
- ◆ 原子力発電がエウラヨキ 市の主要産業

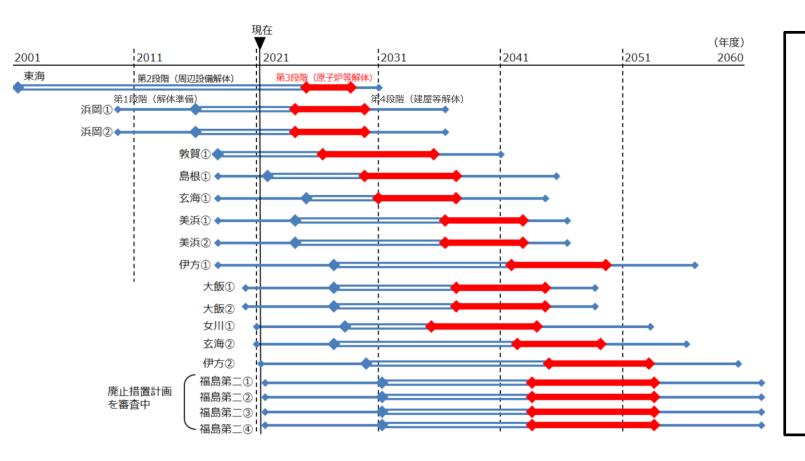
スウェーデン (エストハンマル) (注) 写真はSKB社作成イメージ図



- ◆ 人口:約22000人
- ◆ フォルスマルク原子力発 電所が立地
- ◆ 沖合には群島が数多く広がっており、避暑地や観光地としても有名 121

原子力発電所の廃炉の現状

- 日本にある原子力発電所60基(建設中含む)のうち、24基が廃炉を決定済み。2020年代半ば 以降、原子炉等の解体が本格化していく見通し。
- 廃炉を進めていく上では、安全かつ円滑な解体等の作業に加え、発生する放射性廃棄物の処理・処分を行うことが必要。これらについては、引き続き、発生者責任の原則の下、原子力事業者等が処分場確保に向けた取組を進めていくことが基本。



エネルギー基本計画

(平成30年7月 閣議決定)

廃炉等に伴って生じる放射性廃棄物の処理・処分については、低レベル放射性廃棄物も含め、発生者責任の原則の下、原子力事業者等が処分場確保に向けた取組を着実に進めることを基本としつつ、処分の円滑な実現に向け、国として、規制環境を整えるとともに、必要な研究開発を推進するなど、安全確保のための取組を促進する。また、廃炉が円滑かつ安全に行われるよう、廃炉の工程において必要な技術開発や人材の確保などについても、引き続き推進していく。

安全かつ円滑な廃炉に向けた取組

- 安全かつ円滑な廃炉の実現に向けては、**解体に伴い発生する廃棄物の処理の最適化や、廃止措置** プロセスの合理化等を行っていくことが重要。
- 具体的な取組として、**海外事業者との連携を行う上で必要な輸出規制の見直し**や、**クリアランス制 度の社会定着に向けた取組**を進める。

海外事業者の技術・ノウハウ活用

- 円滑な廃止措置を進める上でのボトルネックとなっている 大型金属を処理していくためには、中長期的な国内での 集中処理施設の導入も含めた検討や、海外事業者へ の委託処理を通じ、輸送も含む運用の実績を積むことが 必要
- 廃炉分野で先行し、豊富な実績や技術を有する海外 事業者との連携を行う上で必要な輸出規制の見直しを 進める

海外での大型金属処理状況

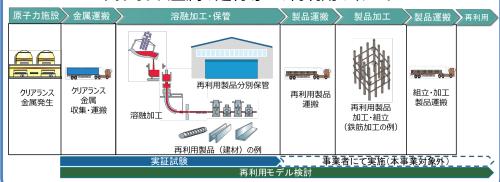




クリアランス制度の再利用促進

- クリアランス金属の更なる再利用先の拡大に向け、加工 事業者と協力して、<u>建材等への再利用モデルを構築す</u> るための実証事業を行う
- また、将来的なフリーリリースを見据え、クリアランス制度 の社会定着に向けた今後の取組について、有識者も交 えて検討を行っていく

クリアランス金属の建材等への再利用のイメージ



廃炉事業を完遂するための課題と取組の方向性

- 長期間にわたる廃炉事業を完遂するためには、放射性廃棄物の処分場の確保は言うまでもなく、①原 子力関連業務に従事する従業員の減少、②リスクレベルに合わせた作業管理と規制対応といった課 題も存在。
- こうした課題の解決に向けて、海外における廃止措置事業の例も参考にしながら、原子力事業者間で **の知見共有**はもちろん、プラントメーカー、ゼネコン等の**関連事業者等とも連携**していくことや、民間規 格を活用した規制当局との対話等について検討を行っていくことが重要。

<直近10年の原子力従事者※>

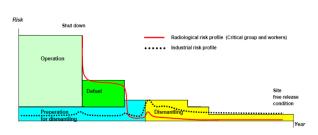
(※)原子力関係メーカー14社の従事者



<リスクレベルに合わせた規制対応>

- 運転終了から廃炉終了にかけて、リスクの 特性が放射性物質の安全性リスクから一 般的な工事の安全性リスクに急激に変化 する中で、規制対象やレベルの変化に適切 に対応することが重要
- 規制当局による円滑な審査に資するよう、 廃止措置に係る共通的なプロセスについて、 日本原子力学会等の民間規格において 整備すべく取組を継続

廃炉プロセスにおけるリスクの推移イメージ



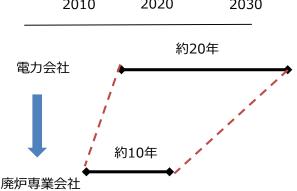
(出典) IAEA報告書より作成

<海外事例(アメリカ)>

- 所有権・ライセンス・廃炉資金を廃止措置会 社(主に専業)に移譲し、廃止措置を実施
- 電力会社の従来計画から大幅に短縮し、廃 炉作業を10年足らずで完了予定



2010 2020 2030



(出典) 日本電機工業会資料より作成

2. 原子力発電について

- a. 原子力政策の課題と対応 (原子力小委員会の議論を整理したもの)
- b. 再稼働の推進
- c. 安全性向上の不断の追求
- d. 立地地域との共生
- e. 持続的なバックエンドシステムの確立
- f. ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求
- g. 人材・技術・産業基盤の維持・強化
- h. 国際協力の積極的推進
- i. 国民理解の醸成

産業界大での取組

- **更なる審査対応の円滑化**を図るため、**産業界大で「再稼動加速タスクフォース」を組成**し、審査・ 検査・再稼動準備の各段階で、**知見共有・人材交流等の取組を加速化**。
- また、再稼働後の安全な長期運転に向けて、産業界の団体(ATENA)が、規制当局と技術的な意見交換を行いつつ、メンテナンスや設計経年化対応等に関するガイドラインを策定。海外でも、
 米国は80年運転の認可が行われるなど、長期運転への動きが進展。
- 加えて、産業界は、運転期間延長認可の審査に関し、停止期間における設備の劣化については技術的に問題ないと考えられるとして、運転期間からの除外を提案。これに対し、原子力規制委員会は、運転期間延長認可の審査と長期停止期間中の経年劣化の関係について、見解を表明。

長期運転に向けたATENAガイドの策定

- ATENA (原子力エネルギー協議会) が、原子力規制委員会との技術的意見交換を踏まえつつ、①長期停止期間中の保全②設計の経年化評価③製造中止品の管理に係るガイドラインを策定。

原子力規制委員会「運転期間延長認可の審査と長期停止期間中の発電用原子炉施設の経年劣化との関係に関する見解」(2020年7月29日) 抜粋

- こうした劣化事象については、各事業者が、プラントごとに適切に保管及び 点検することにより、進展を抑制することもできるが、…事業者の保管対策 及び点検の適切性について、個別プラントごとに確認することが必要
- ・運転期間に長期停止期間を含めるべきか否かについて、科学的・技術的に一意の結論を得ることは困難であり、劣化が進展していないとして除外できる特定の期間を定量的に決めることはできない
- 運転期間を40年とする定めは、…かかる評価を行うタイミングを特定するという意味を持つものである
- かかる時期をどのように定めようと、…将来的な劣化の進展については、… 科学的・技術的に評価を行うことができる
- 発電用原子炉施設の利用をどのくらいの期間認めることとするかは、原子力の利用の在り方に関する政策判断 126

設備利用率の向上に向けた取組

- 設備利用率向上の方策としては、①定期検査の効率的実施、②運転サイクルの長期 <u>化</u>、がある。いずれも、米国をはじめ海外では実施例があり、日本でも、事業者や規制当 局において、過去に実施方策を検討した事例がある。
- こうした国内外の検討も参考としつつ、新規制基準を踏まえた上で、安全性を確保しつつ 設備利用率向上を図る具体的方策の検討を、官民一体で開始することが必要。検討 にあたっては、事業者が、規制当局との積極的な情報共有、意見交換を行うことが必

要。

①定期検査の効率的実施

- 新規制基準施行後の定期検査期間は、平均約90日(特重建設や訴訟による停止を伴う場合を除く)。
- 米国では、より短い実施例もある。日本とは、設備構成が異なる場合もあるなど単純な比較は難しいものの、各検査の周期や実施時期等で違いがみられる。
- こうした国内外の事例を、検査項目毎に丁寧に分析し、安全性を確保しつつ、効率的に実施する具体的方策を検討。

<検討項目例>

- ▶ 各事業者のベストプラクティスの集約、水平展開
- ▶ 日本より定期検査期間が短い海外事例の分析
- ▶ 運転中保全による作業平準化の必要性、有効性検討
- 新規制基準との関係整理 等

②運転サイクルの長期化

- 定期検査の間隔については、法令上、3つの区分(13カ月 以内、18カ月以内、24カ月以内)が規定。現在、国内全て の炉は13カ月以内に区分。
- この区分変更の実現に向け、まずは産業界において、安全性 を確保しつつ長期サイクル運転を行う具体的方策を検討。

<検討項目例>

- ▶ 過去の国、事業者、研究機関等の検討成果の分析
- ▶ 各設備の検査・点検間隔や、燃料効率の確保など、実運用 上の課題整理
- > 新規制基準との関係整理
- ▶ 技術的課題の洗い出し

等

長期運転に向けた継続的な安全性追求

- 安定的な長期運転のため、新規制基準を満たして延長認可を受けた後も、**事業者自らが、** また産業界大で、継続的に安全性向上を追求していくことが必要。
- トラブル等対策と横展開について、従来からJANSIが行う、国内外の情報収集・共有の仕組みに加え、技術的検討を要する課題について、ATENAが中心となり、メーカーや研究機関を含めて産業界大での詳細分析と、得られた知見の横展開を進める。
- ・ 加えて、**長期運転に対応した保全活動の充実**に向け、**照射脆化等に係る継続的なデータ・知見の拡充、規格等への反映**についても、官民一体で取り組んでいくことが必要。

トラブル等対策の横展開強化

- トラブル等対策のうち、特に技術的検討の深堀りを要する課題について、ATENAが中心となり、メーカーや研究機関を含め産業界大の体制を構築し、原因分析と対策検討を実施。
- その成果を事業者間で横展開し、対策を促すすることで、同 種事象に予兆の段階で早期対応。

く対象事象の例>

大飯3号機の一次系配管溶接部の亀裂

- 昨年8月に、大飯3号機の加圧器スプレイ系配管の溶接部で、定期検査中に亀裂が発見。
- 同様の事象はこれまで確認されていない。詳細分析と検査・メンテナンスの在り方等を、ATENAが中心に実施予定。

保全充実に向けたデータ拡充、規格等への反映

<照射脆化に関する継続的なデータ蓄積>

- 例えば、原子炉圧力容器における中性子照射脆化について、 国内外の運転データの蓄積を反映し、試験、評価、将来予 測の手法を継続的に改善し、点検やメンテナンスに反映。
- 並行して規格への反映、規制当局とのエンドース議論も検討。

<海外最新知見を踏まえた劣化評価技術の高度化>

- 米国での80年運転認可時の審査内容や、OECD/NEAの SMILEプロジェクト等、海外での長期運転に関する最新知見 を踏まえ、長期運転において、新たに着目すべき事象の有無 を分析。
- 劣化評価の技術課題を整理し、対応策を検討。

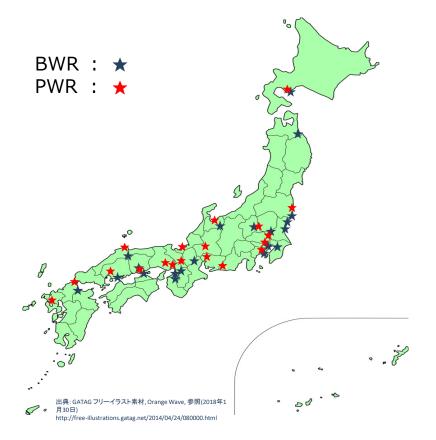
2. 原子力発電について

- a. 原子力政策の課題と対応 (原子力小委員会の議論を整理したもの)
- b. 再稼働の推進
- c. 安全性向上の不断の追求
- d. 立地地域との共生
- e. 持続的なバックエンドシステムの確立
- f. ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求
- g. 人材・技術・産業基盤の維持・強化
- h. 国際協力の積極的推進
- i. 国民理解の醸成

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。

BWRおよびPWRの主なサプライヤマップ



原子力発電所の国産化率の推移

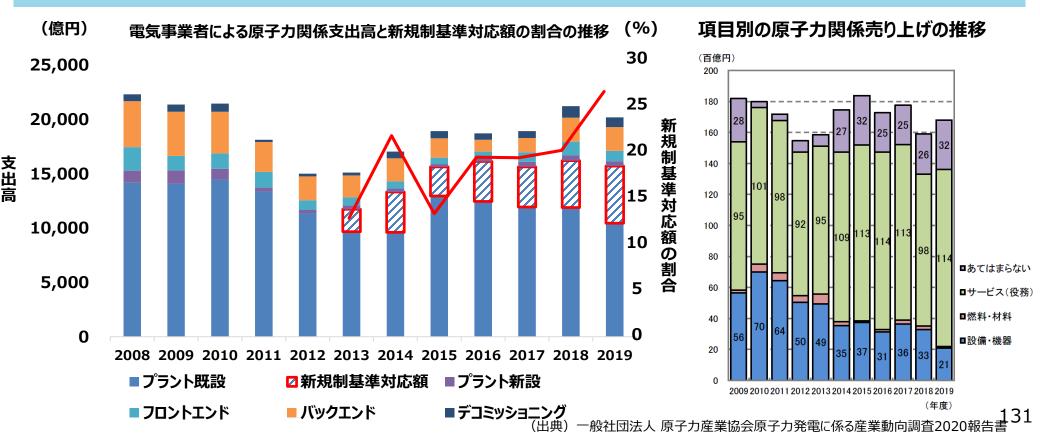
発電所	東海 (黒鉛炉)	美浜1号 (PWR)	高浜2号 (PWR)	美浜3号 (PWR)	柏崎刈羽5 (BWR)	柏崎刈羽7 (ABWR)
運転開始年	1966	1970	1975	1976	1990	1997
国産化率(%)	35%	58%	90%	93%	99%	89%
廃炉決定済						

(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

130

原子力産業における環境の変化

- 震災前は、原子力発電所が稼働する中で、電力会社は、安定した収入を原資に、既設プラントに加え、バックエンドの課題解決や新設に向けた投資を継続し、プラントメーカー以下の原子力産業界は設計・製造や技術開発を行ってきた。
- 震災後、原子力発電所が長期稼働停止となる中で電力会社の支出額が減少。近年は既設プラントの再稼働に向けた安全対策工事支出に注力し、総額も回復傾向。
- 原子力産業界の売り上げは震災前後で横ばいだが、項目別ではサービス(建設業等)が太宗を 占め、設備・機器や燃料・材料は著しく減少。



原子力メーカーの動向

日本は、圧力容器、蒸気発生器、タービン等に使用される大型鍛造品の製造には一定の強みがあり、海外への納品実績も豊富にあったものの、国内での新規受注低迷や中国等での国産化の進展により、売り上げが大幅に減少。

日本製鋼所M&E(JSW M&E)

- 原子炉の中核となる原子炉圧力容器 の部材を供給するサプライヤ。
- 世界最大級の最大670トン鋼塊から 鍛鋼品を製造可能であり、プラントメーカーの溶接・検査コスト低減に貢献
- 原発ルネサンス期の受注増に対応する ため震災前にラインを増設するも、震 災後売上は1/10に低迷。
- 原子力発電所の新設が進む中国に対しても輸出をしているが、中国では原子力製品の国産化が進み、納入件数は減少傾向。



(AP1000 SG用チャンネルヘッド)

三菱パワー

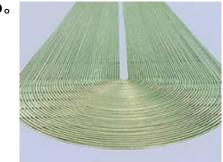
- 原子力発電所向けのタービンを製造するサプライヤ(2020年7月に三菱日立パワーシステムズから社名を変更)。
- 原子力のタービンは火力に比べて大型であり、耐震強度や放射性物質への耐性(BWRの場合)等の高度な品質管理が必要。
- ・ 主にPWR向けのタービンを製造する高砂工場では、原子力向け製品の売上の割合は、足元は10%未満に。
- 海外でも豊富な納品実績をもつ (1990年以降欧州4件、アジア6 件)も近年では実績は低下傾向。



(54インチ低圧タービンロータ)

日本製鉄

- 蒸気発生器伝熱管(SG管)を製造するサプライヤ。
- 震災前に年間1,600トン(プラント8 基分)の能力増強投資するも2020 年の製造実績は年間100トン超で、 震災後売上は1/10程度に低迷。
- ・ SG管は、蒸気発生器内にあるため高い信頼性が求められ、長く継ぎ目のない管を正確に曲げる技術、高い品質管理が必要。
- 過去は世界シェアの33%を占めていたが、近年は交換需要のみで、新設が進む中国は国産に切り替えている。

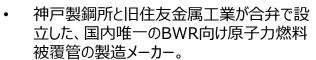


(蒸気発生器伝熱管:SG管)

原子カサプライヤーの撤退事例

- プラントメーカーは安全対策工事等の需要があることから原子力事業で一定の収益を維持するも、 一部サプライヤにおいては、市場の見通しが見えない中で収益が大幅に減少する厳しい状況に。
- 特定の原子力関連製品を扱う企業の廃業や原子力固有の品質管理体制の維持が困難になり、原子力事業から事業撤退する企業が相次いでおり、サプライチェーンの劣化が懸念される状況

原子力関連製品事業者の廃業 ジルコプロダクツ



- 2017年、原子力発電所の長期停止により 新規需要が望めないことから、会社を解散、 生産を停止した。
- これにより、燃料被覆管は国内で調達できない状況となっている。
- 事故時に水素を発生しない燃料被覆管のプラントメーカーによる開発を支援中。(原子力の安全性向上に資する技術開発事業)

原子力事業からの撤退

川崎重工業

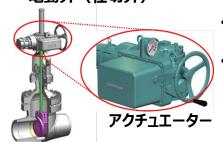


- 蒸気発生器等の主要部品を製造。2020 年11月に**原子力事業をアトックス**(原子 力発電所の保守管理や除染を手がける) へ譲渡すると発表。2021年4月に正式 譲渡。
- シビアアクシデント発生時に発生する水素を 処理する**可燃性ガス濃度制御系再結合** 装置の製造技術を持つ唯一のメーカー
- 2023年3月までアトックスに保守・点検等の技術支援を予定。

日本鋳鍛鋼

- 旧新日本製鉄と三菱製鋼が合弁で設立した、大型鋳鍛鋼品の製造メーカー
- 原子炉圧力容器、蒸気発生器、タービン用 部材(大型鍛造品)を製造。
- 2020年3月末に自主廃業
- ・ 原子炉圧力容器の部材を供給できる企業 は国内1社(JSW M&E)に。

電動弁(仕切弁)

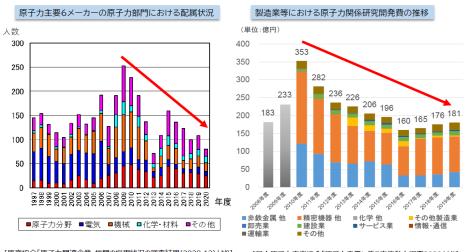


甲府明電舎

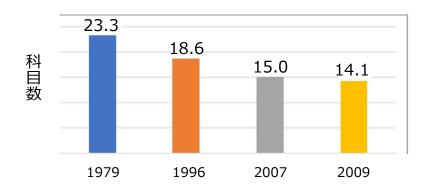
- 直流電動弁の駆動装置(アクチュエー ター)内の直流モータを製造
- 電動弁用直流モータの製造中止を決定。 アクチュエータ製造メーカである日本ギア工 業が主体となり代替調達先への技術伝承 を実施中(令和2年度原子力産業基盤 事業)。

原子力人材・技術・産業の状況

- ・原子力主要6メーカーの原子力部門への採用は減少
- ・製造業等の原子力産業の研究開発費は減少



原子力関係学科(大学)における 原子力関係科目数の推移



[原産協会「原子力関連企業・機関の採用状況の調査結果(2020.12)」より]

[日本原子力産業協会「原子力発電に係る産業動向調査2020」より]

日本製鋼所M&Eの状況(原子炉圧力容器/蒸気発生部材の製造実績)

<一体型鍛造品製品例:圧力容器部材>

世界最大級の600tonインゴットから製造



写真は670tonインゴット 2011年METI補助事業により開発



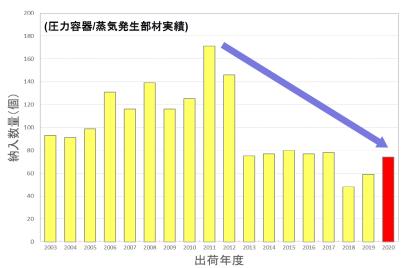


ノズルシェルフランジ(Wt.: 169ton)



下鏡リング(Wt.: 80ton)

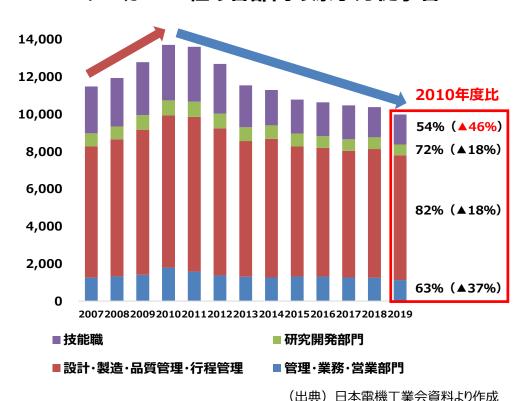
- 国内新規案件向けとしては約15年前が最後の実績
- 現在は海外の取替および新規案件が主



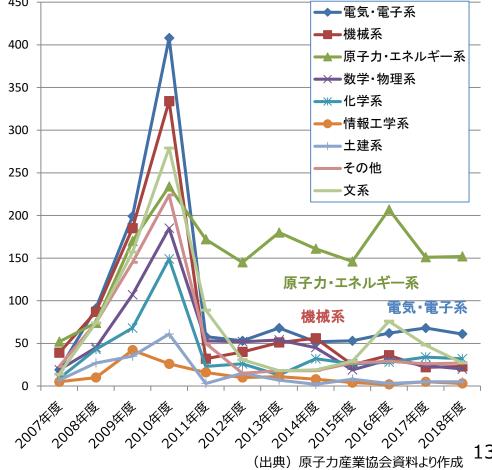
原子力人材の減少

- メーカーにおいては、原子力関連業務に従事する従業員数は震災以降減少傾向。特に、大型設備 の製造時に必要な**溶接工・組立工・機械工などの高い技術を持つ技能職が大きく減少。**
- 原子力関連企業の就職説明会に参加する原子力系の学生はほぼ横ばいであるが、将来の原子力 産業の見通しが見えない中で、非原子力系の学生の参加は大きく減少。

メーカー14社の各部門の原子力従事者



原子力関係企業合同就職説明会の学生参加者数の推移



海外での原子力産業基盤の現状と支援策

● <u>露中韓は自国サプライチェーンを活用し、国内で原子炉建設を継続しつつ、海外展開での建設経験も蓄積中。米仏英は国内新設に苦戦しながらも、自国のサプライチェーンを政策支援。</u>

英

- 建設中のヒンクリーポイントC(EPR 163 万kW×2基)は仏フラマトムが受注し、多くの資機材をフランスから調達。
- 複数の新設案件に中国CGNが出資。
- SMRの機器製造技術の国内での確立 を目指し、2017年より原子カイノベーションプログラムで1.8億£を計上。
- 2018年6月に次世代炉開発や**国内の** サプライチェーン育成等への官民の取組 や予算支援を発表(セクターディール)。

仏

● 仏フラマトムが第3世代+炉であるEPRのIPを持つ。



- 新設案件(フラマンビル、EPR 163万 kW)の資機材のほとんどを国内調達す るも、**サプライチェーンの劣化等により工 期遅延**が発生。
- 高品質の機器製造や人材能力向上のため、EDFは2020年からの1年で1億€の特別予算を計上(Excell計画)。
- 仏政府も2020年経済対策で、**溶接技 術センター設立**等原子力分野に大型予 算(4.7億€)を計上。

露

- 自国開発の炉(VVER)を国内に2基建設中。
- 国営会社であるロスアトムを中心とする堅固な国内 サプライチェーンを武器に、安価かつ現地サプライヤ の活用による相手国産業への貢献を謳い、東欧諸 国等の案件を多数受注(国外に9基建設中)。

世界の原子力発電所の建設状況

トルコ:1基(ロシア) ベラルーシ:2基(ロシア) イラン:1基(ロシア)

インド:6基(ロシア、インド) ウクライナ:2基(ロシア

スロバキア: 2基(ロシア) ロシア: 3基(ロシア)

ルーマニア:2基(カナダ)

米国:2基(米)

韓国:4基(韓国)

英国:2基(仏・中)

日本: 3基(日本)

フィンランド : 1基(仏)

仏国:1基(仏)

UAE: ·4基 (韓国)

ブラジル:1基(仏)

(十7か)・2甘(山国) 山国・10甘(山国)

(出典) 日本原子力産業協会『世界の原子力発電開発の動向 2020』および各種資料から作成

中

- 中国広核集団(CGN)は2010年代には**国産** 化率85%を達成。 福清発電所
- 国産開発した「華龍一号」の初号機となる福清発電所5号機が2021年1月商業運転を開始、海外でも建設・計画中。



米

● 自国開発の第3世代 +炉であるAP1000 (WEC) を国内に2 基建設中。



- プロジェクトマネジメントのノウハウ低 下や規制強化により建設が遅延。
- ◆ 大型鍛造品の一部については、日 韓等海外製品を活用。
- 産業界で**一般産業品の活用(ガイドライン整備)**により、供給途絶等に対応。
- DOEによる先進炉実証等は、原子 力産業・人材基盤維持にも裨益。

韓()

- 自国開発のAPR1400 (KHNP) は2基運開済、4基 建設中(初号機2021年4月商 業運転開始)。
- UAEへ4基輸出。国内脱原発方針 転換の中でもほぼ工期通りに運開。
- **|● 案件マッチングや認証取得支援**を通じ、原子力サプライチェーン企業の資機材の輸出を支援。

(出典) 令和元年度原子力の利用状況等に関する調査(国内外の原子力産業に関する調査)等の公表情報を資源エネルギー庁で整理

カーボンニュートラルと原子力利用の動向①

- 現在、原子力を利用している国の多くは、将来も原子力利用を継続する見通し。こうした国の多くは カーボンニュートラルを表明。
- また、**現在、原子力を利用していない国**の中でも、**将来的な原子力利用の動き**がみられる。

将来的に利用

25力国

门は運転基数

- ·**米国**^{※1} ・ブルガリア [2] [6] ・チェコ [94] ・メキシコ [2] ・パキスタン [6] [56]
- ・フランス※2 ・ルーマニア [2] ・スロバキア •中国 [50]
- ・オランダ [1] ・フィンランド ・ロシア [38]
- ・アルメニア [1] ・ハンガリー [4] ・インド [23]
- ・イラン [1] ・アルゼンチン [3] ・カナダ [19]
- **·UAE** [1] ・南アフリカ ·**ウクライナ** [15]
- ・ベラルーシ [1] ・ブラジル゛ [2] ・英国 [15]
 - ・日本

- ※1 バイデン政権の公約として表明
- ●※2 2060年までのCNを表明 ※3 条件付きで2060年のCNを検討

現在、原発を利用

5力国•地域

- ・韓国 [24](2017年閣議決定/2080年頃閉鎖見込)
- ·ベルギー [7] (2003年法制化/2025年閉鎖)
- ・ドイツ (2002年法制化/2022年閉鎖)
- ・スイス [4] (2017年法制化/-)
- ・台湾 (2019年政府発表/-)

(脱原発決定年/脱原発予定年)

(注1)スペイン、スウェーデン、スロベニアは現在原発を利用しているが、IAEA Country Nuclear Power Profilesにおいての将来のスタンスを明らかにしていないため記載していない。

(注2) 韓国は今後新たな原発の建設計画を認めず設計寿命を終えた原子炉から閉鎖 する方針のため、現在建設中の原発が設計寿命を迎える時期を記載。

将来的に非利用

※緑字はカーボンニュートラル表明国

- ・インドネシア ・トルコ
- ・ウズベキスタン ・ナイジェリア
- ・エジプト ・バングラディシュ
- ・カザフスタン ・フィリピン
- ・ポーランド※4 ・ガーナ
- ・サウジアラビア ・モロッコ
- ・ヨルダン ・シリア
- ※4 2050年カーボンニュートラルに反対していたが、最近では「カー ボンニュートラルへの貢献」を明言し、石炭火力の廃止に必要な 約4兆円の投資をEUに協力要請。

現在、原発を利用せず

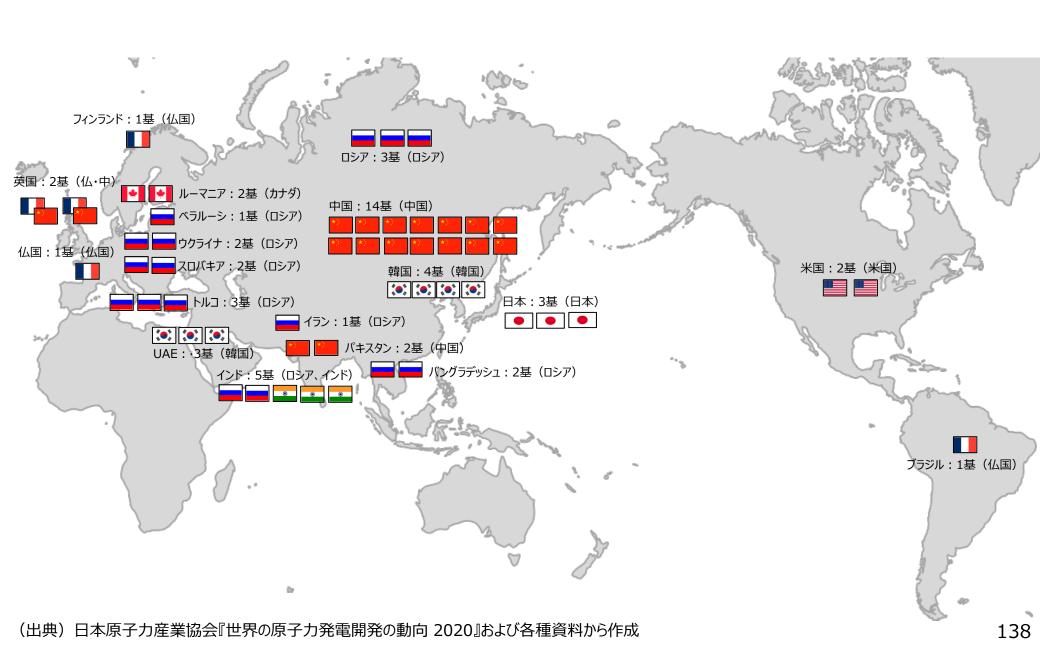
ホームページ等 (2021/04/21)

4力国

14力国

- ・イタリア (1988年閣議決定/1990年閉鎖済)
- ・オーストリア (1978年<u>法制化</u>)
- ・オーストラリア (1998年法制化)
- ·マレーシア (2018年首相発言)

世界の原子力発電所の建設状況

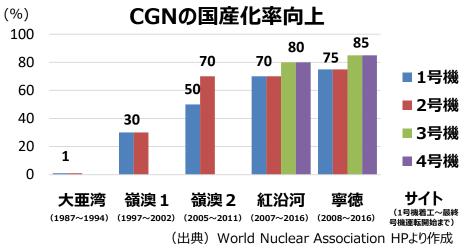


中国の原子力技術の現状

- 中国は、国産化率85%を達成。自国炉型の「華龍一号」を開発、2021年1月に商業運転開始。
- 研究開発分野では、<u>論文数などで、件数を増やしている</u>。

国産化率·国産炉

・ 中国広核集団 (CGN) は、1987年に着工した大亜湾以降発電所の建設以降国産化を進め、2010年代には**国産** 化率85%を達成した。



国産開発した「華龍一号」は、2021年1月、福清発電所 5号機が商業運転を開始。海外でも建設・計画中。

福清発電所

✓ パキスタン・カラチ発電所で2基受注。

海外案件

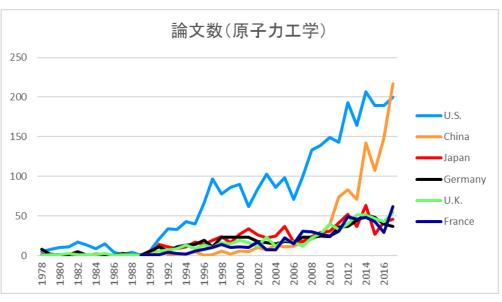


- ✓ アルゼンチン・アートチャ発電所で2基受 注。うち1基が華龍一号。
- ✓ 英国・ブラッドウェルB発電所で2基建設 予定。事前設計認証取得を目指す。

研究分野での実力

中国の原子力工学での論文数は、2017年に米国を抜き トップになっている。

主要国別論文数 (1978年~2017年)



(出典) 第18回原子力小委員会 文部科学省提出資料より抜粋 Clarivate Analytics Web of Scienceを用いて、文科省にて集計

各国のイノベーションに向けた取組



革新炉の実証支援

グリーン産業革命の一環として、 革新炉実証等に向けた £385M(約539億円)の基金を設置



SMRの開発

ロールスロイス社のSMRが2029年まで の運開を目指す







高速炉開発の推進

・多年度エネルギー計画で高速炉開発方針を堅持

多様な炉型の開発

・軽水炉SMRであるNUWARDを開発中



NUWARD



高速実証炉

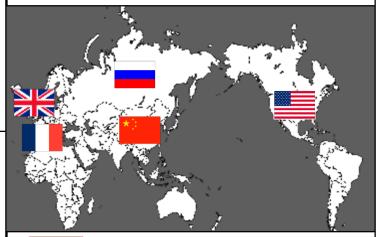


BN-800 ~ 2015年12月に運開 ~

海上浮揚式原発



アカデミック・ロモノソフ号 ~ 2020年5月に運開 ~





中

高温ガス炉



高温ガス実証炉(HTR-PM) を建設中

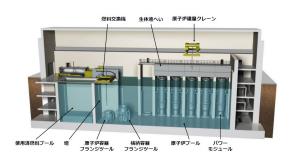
中国国産炉 (華龍1号)



福清原子力発電所 ~ 2021年1月に商用運転開始~



軽水炉SMRの開発



NuScale社のSMR ~ アイダホ国立研究所内で2029年の運開を目指す ~

その先の実証炉建設

2027年までの実証炉建設に向け、2炉型の支援を 決定



ナトリウム冷却高速炉 (テラパワー社)



高温ガス炉 (X-Energy社) 140

安全性、経済性等の更なる向上に向け、原子カイノベーションは重要な課題

軽水炉の安全性向上や高速炉はもちろん、その他革新炉の研究開発が進展。

軽水炉の安全性向上

福島事故を踏まえた安全対策

- ATF(事故耐性燃料)



事故時に水素を発生しない燃料被覆管

新技術の取り込み

- 原子力×デジタルイノベーション (例:ビッグデータ分析技術を活用した

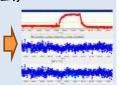
プラント自動監視システム)



データ取得



自動解析



異常検知

革新的安全性向上技術の統合

- 民間で安全性・経済性を向上する 次世代軽水炉を開発



小型モジュール炉

小型炉心で自然循環、シンプル化

- 先進国で複数の開発プロジェクト NuScale SMR (NuScale) BWRX-300(GE日立,日立GE) UK SMR(Rolls Royce) Nuward(CEA,EDF等)…



NuScale SMR (NuScale)

高速炉

「戦略ロードマップ」に基づき、着実に 開発を推進、放射性廃棄物対策

- 米仏とも協力
- 多様な高速炉の技術間競争の促進



高速実験炉 (JAEA)



米国で開発中の多目的 高速炉試験炉(VTR)

高温ガス炉

水素製造等の高温熱利用

- JAEAのHTTRが世界最高温度950℃ を達成、高い安全性
- 民間でも多様な炉型開発



試験炉HTTR (JAEA)



水素製造·発電用小型炉 (三菱重工、東芝/富士電機)

溶融塩炉

次世代の技術として開発が進む

- -米、加、仏等でも次世代 の技術として開発が進む。
- -プルトニウム等を生成しな いトリウム資源を有効利 用する炉型も存在。



核融合

水素を燃料に発電・熱利用

- ITER計画、原型炉建設に向けた 取組を通じた技術開発を推進
- 京大発ベンチャー誕生







KYOTO-iCAP



2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(2020年12月)

◆ 原子力は、実用段階にある脱炭素の選択肢。国内での着実な再稼働の進展とともに、<u>海外(米・英・加等)で進む次世代革新炉</u> 開発に、高い製造能力を持つ日本企業も連携して参画し、多様な原子力技術のイノベーションを加速化していく。

<u> </u>					
	現状と課題	今後の取組			
小型炉 (SMR)	各種要素技術の開発が必要	国際連携プロジェクトへの参画			
	・海外での実証プロジェクトと連携した基本設計・開発。 ・日本企業独自で多様なニーズを見据えた小型炉を自主開発。	・2020年代末の運転開始を目指す <u>海外の実証プロジェクトと連携した日本企</u> <u>業の取組</u> に対し、安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置 きつつ <u>支援</u> を行う。			
	革新的技術の安全性や経済性を検証	・海外で先行する規制策定を踏まえ、技術開発・実証に参画。			
	・安全性は、米・英・加で許認可取得に向けたプロセスが進行中。 ・経済性は、量産化で追求。	・日本企業がプロジェクトの主要プレーヤーとして参画し、脱炭素技術であるSMR の安全性の実証に貢献。 <u>主要サプライヤーの地位を獲得。</u> 2020年代末の海 外でのSMR初号機開発後、海外連携によりグローバル展開と量産体制を確立。			
	開発・運転ノウハウの蓄積と実用化スケールへの拡張が必要	HTTRを活用した試験・実証等			
高温ガス炉	・ <u>高温工学試験研究炉(HTTR)で950℃(世界最高水準)</u> ・50 日間の高温連続運転を達成(JAEA)。安全性を実証。	・ <u>HTTRを活用し、安全性の国際実証</u> に加え、2030年までに大量かつ安価な <u>カーボンフリー水素製造に必要な技術開発</u> を支援。			
	・日本企業が水素製造・発電コジェネプラント、蓄熱可能な発電用高温ガス炉などを開発中。	・安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置いた開発支援を 行いながら、技術開発・実証に参画。 <u>海外の先行プロジェクトの状況を踏まえ、</u> 海外共同プロジェクトを組成していく。			
	・高温ガス炉と水素製造施設との接続技術の確立が必要。	・ 日本の規格基準普及 に向けた <u>他国関連機関との協力を推進</u> 。			
	国内施設を通じた研究開発や核融合実験炉(ITER)建設に向け				
核融合	た製造・試験、各種要素技術の開発が必要				
	・ <u>プラズマ制御技術</u> の高度化に向けた試験実施。	・ITER計画を始めとした国際共同技術開発や将来的な原型炉建設計画に向けた取組を通じて主要機器の実証と、出力の長時間維持技術を確立。日本の核融合原型炉の建設計画に反映。			
	・ <u>ITER本体の組立・据付開始、</u> コイル等主要機器を日本から納入。				
	・安全で安定稼働できる核融合原型炉の設計。	・2030年頃の実用化を目指す米・英のベンチャーと日本のベンチャー・メーカー等 が連携を加速。			
		・核融合炉の高温熱を活用したカーボンフリーな水素製造技術の開発を推進。			
		142			

2. 原子力発電について

- a. 原子力政策の課題と対応 (原子力小委員会の議論を整理したもの)
- b. 再稼働の推進
- c. 安全性向上の不断の追求
- d. 立地地域との共生
- e. 持続的なバックエンドシステムの確立
- f. ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求
- g. 人材・技術・産業基盤の維持・強化
- h. 国際協力の積極的推進
- i. 国民理解の醸成

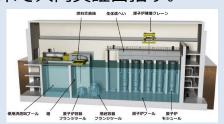
国際連携を通じたイノベーションや廃炉等における協力

- 革新的技術の原子カイノベーションに向けた研究開発(SMR、高温ガス炉、高速炉等)を進めていくにあたっては、米英仏加等の海外の実証プロジェクトと連携した日本企業の取組を積極的に支援。
- 海外事業者の技術やノウハウを活用し、日本の廃炉作業へ適切に活かすことを目的として、諸外国の 有識者や事業者と情報・意見交換を行うワークショップ等を開催。事業者間での国際協力も進展。

国際連携を通じたイノベーション協力の取組例

SMR協力

- ◆ NuScale (NuScale社)
 - 4月に日揮が出資を発表。メンテナンス機器等の課題について 日米で共同実証目指す。

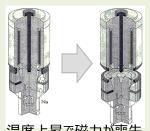


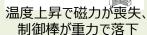
- ◆ BWRX-300 (GE日立)
 - ・米GE-Hitachi社と日立GE社が共同で開発し、北米での実証を目指す。



高速炉協力

【日仏協力】



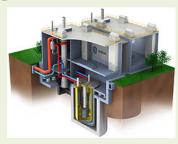




電源不要の自然循環による 冷却システム

<共同開発中の安全性向上技術>

【日米協力】



<多目的高速試験炉(VTR)>

廃炉協力の取組例

日米廃炉ビジネス・ワークショップ

(2020年5月:7月)

日米官民での交流を促進し、日米事業者間の協力可能性の模索を目的 (ウェブ開催)

東芝ESS·AECOM社※(米)提携

(2019年6月)

東芝ESSの技術や工事実績と、 AECOM社 (エンジニアリング会社)の 有するマネジメント経験等とのシナ ジーを創出



※現Amentum社 44

国際連携を通じた新規導入国等への支援

- 東京電力福島第一原子力発電所事故以降、我が国は事故の知見や教訓を共有し、世界の原子力安全の向上や原子力の平和利用に貢献するために、米仏英との政策対話等の枠組みを活用し、原子力新規導入国等に対して、人材育成・制度整備支援を実施。
- 具体的には、グランホルム長官と梶山大臣が今年3月に今後の日米エネルギー分野での協力をテーマに会談を行い、原子力のイノベーション協力やアジアでの第三国協力等について意見交換。
- また、原発需要が見込まれる国(東欧・ASEAN等)で、これまで100以上の現地セミナーを開催。

原子力の政策対話(閣僚会談等)

①梶山大臣と米国グランホルム長官(2021年3月)

• 原子力のイノベーション協力や、アジアでの第三国協力等について議論。

②江島副大臣とポーランド クルティカ大臣 (2020年12月)

• 高級実務者レベルの原子力政策対話の創設。高温ガス炉研究開発及び人材育成等の二国間協力の推進について議論。



原子力新規導入国等への人材育成・制度整備支援

①原子力専門家の日本への招聘

• 国際原子力機関(IAEA)と連携した研修や原子力発電所の視察等を通じ、我が国の安全に対する取組・技術を共有。





②現地セミナー等の開催

• 日本から専門家を派遣し、現地セミナー等を通じて、原子力に 地元合意や人材育成等の支援を実施。





2. 原子力発電について

- a. 原子力政策の課題と対応 (原子力小委員会の議論を整理したもの)
- b. 再稼働の推進
- c. 安全性向上の不断の追求
- d. 立地地域との共生
- e. 持続的なバックエンドシステムの確立
- f. ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求
- g. 人材・技術・産業基盤の維持・強化
- h. 国際協力の積極的推進
- i. 国民理解の醸成

理解活動の取組

- 立地地域のみならず、安定供給の恩恵を受ける消費地も含め、国が前面に立ち丁寧な理解活動。
- 2050年カーボンニュートラル、エネルギー基本計画の見直し等も踏まえ、<u>原子力の必要性について、</u> 東京・大阪・名古屋・神戸・京都等の大消費地も対象として、理解確保に向けた取組を強化。
- 立地地域でも、エネルギー・原子力政策の方向性、原子力防災の取組等に係る理解活動を継続。

全国各地での説明会・講演等

- エネルギーミックスや発電所の安全対策等の様々なテーマに応じた説明会等を、 全都道府県で約550回開催、延べ約 2.8万人が参加。(2016年1月からの累計)
- ▶ 大学の講義に国の職員がオンラインで参加する等、多様な機会をとらえてエネルギー政策等を説明。

各地域のオピニオンリーダー等 との双方向の政策対話

- 地域のオピニオンリーダーと、幅広い政策テーマで双方向の意見交換会を実施。(2020年度:10地域18名が参加)
- 若手経営者と、「新たな地域づくりのモデル構築」等に関する検討会を開催。(2020年度: 9地域21名が参加)



「スペシャルコンテンツ」の発信

- 資源エネルギー庁HPで、エネルギー 関連のわかりやすい記事(スペシャ ルコンテンツ)を定期的に配信。
- 2017年6月の開始から、これまで約 270本の記事を配信。うち、原子力 関連の記事は約60本。





【参考】第5次エネルギー基本計画(2018年7月閣議決定)に関する説明

- ●2018年2月~2020年2月の3年間で73回開催(※閣議決定後に62回)
- ●大都市圏を含めて、全国21の都道府県で開催 (東京・大阪・名古屋・札幌・福岡・神戸・京都・さいたま・広島・仙台・松山等)
- ●エネルギー基本計画に記載する内容全般(原子力・サイクルを含む)について、 自治体関係者・一般企業関係者・教育関係者・学生等を広く対象にご説明

「スペシャルコンテンツ」を通じた情報発信

- 2017年6月より、資源エネルギー庁ホームページにおいて、**資源・エネルギーに関するわかりやすい** 記事を配信する「スペシャルコンテンツ」を開始。
- 様々なテーマに関する解説記事、基礎用語についての解説等、幅広い切り口で定期的に記事を 配信。これまでに約270本を掲載。

原子力政策に関する情報発信

これまでの約270本のうち、原子力については約60本の記事を配信し、原子力の基礎的な情報から、 イノベーションの動向などタイムリーな話題についても展開

☆ 原子力



2020-09-11

最終処分地を選ぶ時の「文献調査」っ てどんなもの?

原発を利用する際に避けて通れない「放 射性廃棄物」問題。処分地選定プロセス における初期のステップ「文献調査」に ついてご紹介します。



2020-06-19

汚染水処理で発生する廃棄物「スラリ 」とは?なぜ発生する?どのように

汚染水の浄化処理の途中で発生する廃棄 物「スラリー」。なぜ発生し、どのよう に保管されているのかをご紹介します。



2020-08-28

原子力にいま起こっているイノベーシ ョン(後編)〜実は身近でも使われて

米国や日本で開発が進む革新的な原子力 技術。前編の発電分野に続き、後編では 私たちの身近でも利用される発電以外の 分野についてご紹介します。



2020-08-20

原子力にいま起こっているイノベーシ ョン(前編)~次世代の原子炉はどん

日本でも取組が進められている革新的な 原子力技術とはどのようなものか、2回 に分けてご紹介します。



2020-06-25

北欧の「最終処分」の取り組みから、 日本が学ぶべきもの④

原発を利用する際に避けて通れない「放 射性廃棄物」問題。シリーズ最終回とな る今回は、更に関心を広め理解を深めて いくために始められている新しい取組を



2020-06-15

北欧の「最終処分」の取り組みから、 日本が学ぶべきもの③

原発を利用する際に避けて通れない「放 射性廃棄物」問題。前回の海外事例に続 き、今回は日本で現在進められている取 組をご紹介します。



2020-05-27

北欧の「最終処分」の取り組みから、 日本が学ぶべきもの②

原発を利用する際に避けて通れない「放 射性廃棄物」問題。前回のフィンランド に続き、今回はスウェーデンの事例をご



2020-05-22

北欧の「最終処分」の取り組みから、 日本が学ぶべきもの①

原発を利用する際に避けて通れない「放 射性摩棄物」問題。処分地の選定を終 え、処分場の建設・操業に向けて一歩先 へと踏み出した海外の事例をご紹介しま

2020-08-28

急印刷

原子力にいま起こっているイノベーショ ン(後編)~実は身近でも使われている 原子力技術

シェア Tweet

☑ メルマガ登録 ☑ 🔗 記事のリクエスト



米国や日本で進められている、革新的な原子力技術の研究開発。これまでにない 原子力技術が確立すれば、発電分野はもちろん、さまざまな分野で新しい用途が 広がると見られています。
⑤ 「原子力にいま起こっているイノベーション(前) 編) ~次世代の原子炉はどんな姿?」では、発電分野で起こっているイノベー ションをご紹介しました。後編では、私たちの身近なところで利用されている発 電以外の原子力技術の用途と、そこで起こっているイノベーションについてご紹 介します。

3. 分散型エネルギーリソース等について

- a. 蓄電池の現状と課題
- b. アグリゲーターの現状と課題
- c. マイクログリッドの現状と課題

御議論いただきたいこと

- 再生可能エネルギーのコスト低下やデジタル技術の進展、レジリエンス強化に対する関心の高まり等により、**再エネを始めとする分散型エネルギーリソース(DER: Distributed Energy Resources)の導入拡大は今後も進展が期待**。
- これに伴い、分散型エネルギーリソースが果たす役割は、これまでの需要家のレジリエンス対応、ピークカット、省エネ、自家消費に加え、小売電気事業者向けの供給力や一般送配電事業者向けの調整力としての活用に拡大していくことが期待される。
- 電力システムにおける分散型エネルギーリソースの導入と役割の拡大を図るため、
 - ① 分散型エネルギーリソースの中でも、**調整力の提供や変動する再生可能エネルギー の有効利用を図る上で特に重要な蓄電池の導入**にどう取り組むべきか、
 - ② 分散型エネルギーリソースをIoTにより束ねたり、遠隔制御するアグリゲーターによる ビジネス創出・環境整備にどう取り組むべきか、
 - ③ 再エネや蓄電池等の分散型エネルギーリソースを地域内で面的に活用し、独立的に運用することで、地域の再エネの有効利用やレジリエンス強化、地域活性化に資するマイクログリッドの導入に向けてどう取り組むべきか、

について、御議論いただきたい。

2030年に向けた分散型エネルギーリソース(蓄電池、アグリゲーター、マイクログリッド)の取組の方向性

現状·課題

方向性

全体

- 再エネコストの低下等によりDERの導入が進展
- DERの役割は、従来のピークカットや自家消費等に加えて、供給力や調整力等への活用に拡大が期待されるも、現状の活用は限定的。
- DERの一層の導入促進と、その価値を適切に評価する制度・市場整備を両輪で進める
- ・ DERを束ね制御する**アグリゲーターの育成を促進**

蓄雷池

- ・ 家庭用蓄電システムは世界最大級の市場規模。今後は、再エネの更なる導入促進の観点から<u>一層の導</u> 入が期待
- 他方、他国と比してコストは高止まり
- 系統用蓄電池は電気事業での位置づけが不明確

- 蓄電池の目標価格や導入見通しの設定、EV電池の転用促進、製造設備への投資促進等
- ・ 系統用蓄電システムの**法的位置付等の整理**
- 蓄電池(EV含む)を活用した新たなビジネスモデルの実証等の促進

アグリ ゲーター

- 現状、需要抑制によるDRのみが実用化(調整力公募にて約176万kW(21年度向け)が落札。2024年度からの容量市場でも約415万kWが落札)。DRの一層の活用が必要
- ・ DERの制御や再エネの予測技術等が未確立
- 2022年度より「特定卸供給事業者」として、電事法 上にアグリゲーターを位置づけ

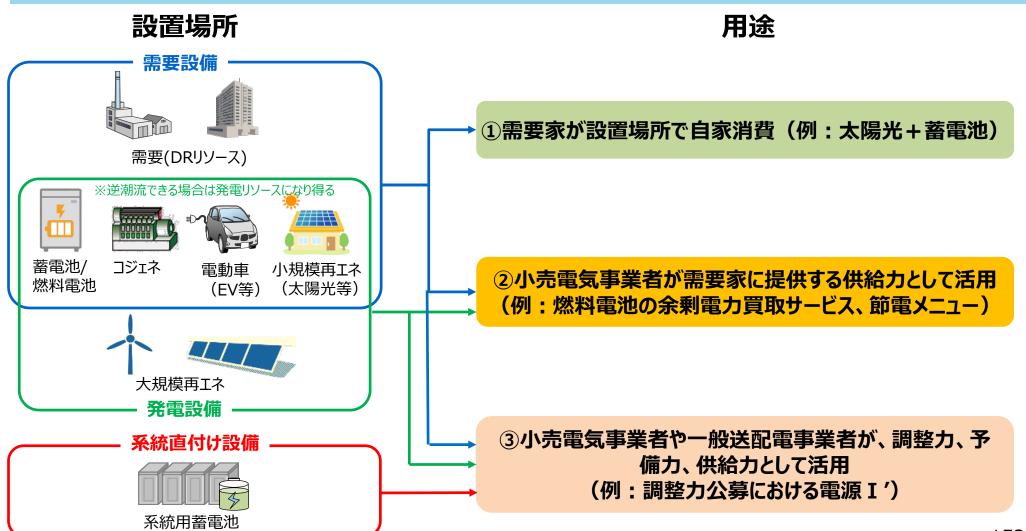
- 今後順次開設される需給調整市場等において DER(蓄電池、需要リソース等)が調整力や供 給力として評価されるよう、**市場環境を整備**
- FIP制度を見据え、再エネアグリゲーション事業 の実証を推進
- DERを用いた上げDRによる再工ネ出力制御の 回避、系統混雑の緩和への貢献を促進

マイクログリッド

- ・ <u>域内の地産地消により上位系統・配電の混雑緩和</u> <u>に貢献</u>。レジリエンス、地域活性化の観点でも重要だが、経済性等に課題。
- マイクログリッド構築に向けた基盤技術の構築、
 事業性の改善、関係者間調整の円滑化に取り組む。

(参考) 分散型エネルギーリソース (DER) の設備等のタイプ及び用途の分類

- DERは、①発電設備(変動再エネ、燃料電池等)、②蓄電設備(蓄電池等)、③需要設備 (大規模工場、水電解装置等)に大別され、その組み合わせにより提供出来る価値が異なる。
- DERは、自家消費、小売の供給力、一般送配電事業者の調整力等の活用が期待される。



3. 分散型エネルギーリソース等について

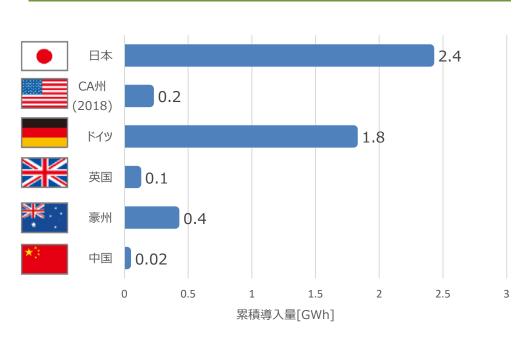
- a. 蓄電池の現状と課題
- b. アグリゲーター等の現状と課題
- c. マイクログリッドの現状と課題

家庭用蓄電システムの主要市場と国内市場との比較

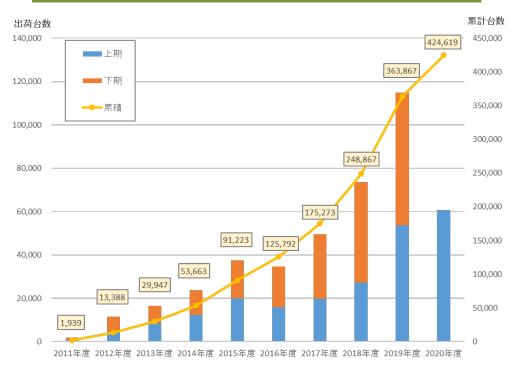
第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料2 一部編集

- ・ 主要市場における家庭用蓄電システムの導入実績(累積)では、日本市場は**導入実 績の単純比較の場合は世界トップレベルであり、他の市場にも劣らない市場規模**。
- 国内の定置用リチウムイオン蓄電システム市場の動向としても、2010年代は堅調に成長。
 特に、2017年以降は、レジリエンス向上への関心や卒FIT太陽光の出現もあり、毎年
 記録的な導入が進展。

主要市場の家庭蓄電システムの導入実績 (2010-2019年累積)



国内の定置用リチウムイオン蓄電システム市場



出典:日本電機工業会自主統計データ

(参考)定置用蓄電システムの普及拡大に向けた課題一覧

第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料に

事業者のヒアリング、蓄電システム普及拡大検討会における議論を踏まえると、普及拡大に向けた課題は、高いシステム価格と価値が十分に活用できていない点に大別できる。

課題1. 高い製造費

- ① 現状の市場規模では、製造原価を下げる余地が小さい
- ② 市場成長性の予見可能性が低いため、新規投資に踏み切れない
- ③ 車載用リユースバッテリーを定置転用する際、評価方法がない

高いシステム価格

課題2. 高い流通費

- ① 系統連系の申請手続きの対応に時間を要することがある
- ② 導入する意義の認知度が低く、訪問販売等による説得商品となっている

課題3.高い工事費

- ① 工事費やEPC費用を低減する動機が少ない
- ② 施工方法の合理化が進まない

課題4. 製品の性能特性が正しく評価されていない

① 寿命・劣化、蓄電容量等の製品評価が統一されていない

価値の未活用

課題5.活用できる機会が限定的、幅広い製品の市場投入ができない

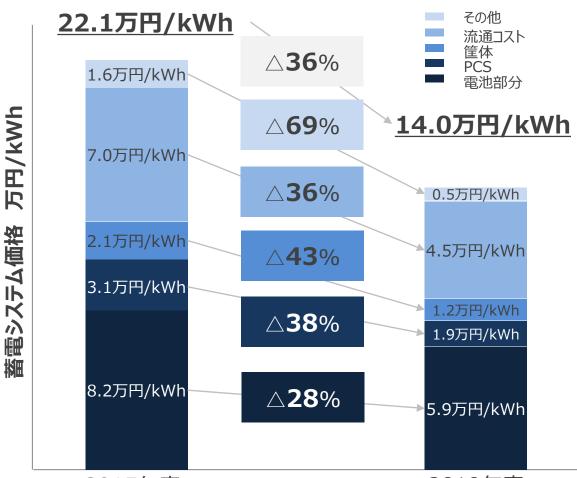
- ① 多様な蓄電システムの活用方法を見越した販売戦略が限定的
- ② 電力取引市場等のルールの予見可能性が低く、事業検討ができない
- ③ 系統直付け蓄電システムを活用した事業が実施できるか、不明確

国内における家庭用蓄電システムの価格

第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料2 一部編集

- 補助事業による支援実績に基づく分析によれば、国内の家庭用蓄電システム(工事費除く)の価格は、過去5年間で約40%低減(22.1万円/kWhから14.0万円/kWh)。
- 一方で、**工事費を含む価格の推計値は18.7万円/kWh**であり、依然として高水準。

工事費を除く家庭用蓄電システム価格の推移



※1: 「その他」には製造・検査費用や 認証費用等が含まれている。

※2: 本グラフに工事費は含まれていない。

2015年度

2019年度

系統用大型蓄電池の取組の現状(大手電力会社(送配電)における大型蓄電システムの導入事例)

- ・ 平成25~30年にかけて、全国4か所(北海道・宮城・福島・福岡)において、変電 所に大型蓄電池を補助事業として導入し、最適な制御・管理手法・技術の確立のため の実証試験を実施。現在は、各エリアの一般送配電事業者が、調整力として活用。
- **北海道**においては、再工ネの導入拡大が進む一方、既存の調整力が限られているため、 **調整力不足が変動再工ネの参入制約**となっている。そのため、新規の風力事業者等に は、蓄電池の設置が要件化されており、現在、**送配電事業者が、複数の風力発電事 業者による共同負担を募り、大型蓄電池を設置中**。

各電力会社における実証試験の概要

	実施者	北海道電力・住友電工	東北電力	東北電力	九州電力			
	設置場所	北海道南早来	宮城県西仙台	福島県南相馬	福岡県豊前			
	種類	レドックスフロー(住友電工)	リチウムイオン(東芝)	リチウムイオン(東芝)	NaS(日本ガイシ)			
	規模	1.5万kW(6万kWh) ※蓄電池募集プロセスを通じ、1.7 万kW(5.1万kWh)を増設中	2万kW(2万kWh)	4万kW(4万kWh)	5万kW(30万kWh)			
	補助額	196億円	99億円	114億円	197億円 157			

系統用蓄電池のコスト

- これまで系統用蓄電池については、メーカーの工場が量産販売すること等を前提とした場合に達成できる価格水準として、揚水発電と同等のコスト水準である2.3万円/kWhを達成するため、部材開発や製造方法等の低コスト化に向けた技術開発を実施してきたところ。
- 他方、国内においては、系統用蓄電池を活用した新たなビジネスを実現するための制度 整備等に着手しており、**量産販売となる段階に達していない**。
- 今後、制度整備等を図ることにより、系統用蓄電池による電力市場への参入が可能となり、生産量の増加を実現することで、**導入価格としても2.3万円/kWhの水準となる**ことが期待される。

定置用蓄電システムの普及拡大に向けた対応策

第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料2 一部編集

① 更なるコスト低減

- 野心的な目標価格の設定と導入支援等における目標価格の要件化
- EV電池の転用促進に向け、リユース電池の評価方法の確立・国際標準化を推進

②製造設備への投資の促進

- **導入見通し**の策定
- 国内の製造設備の増強に対する補助金や税制優遇を通じた支援

③ 円滑な導入の推進

- JET認証の簡素化、手続き改善
- 我が国が強みとする性能のラベル化による消費者への訴求

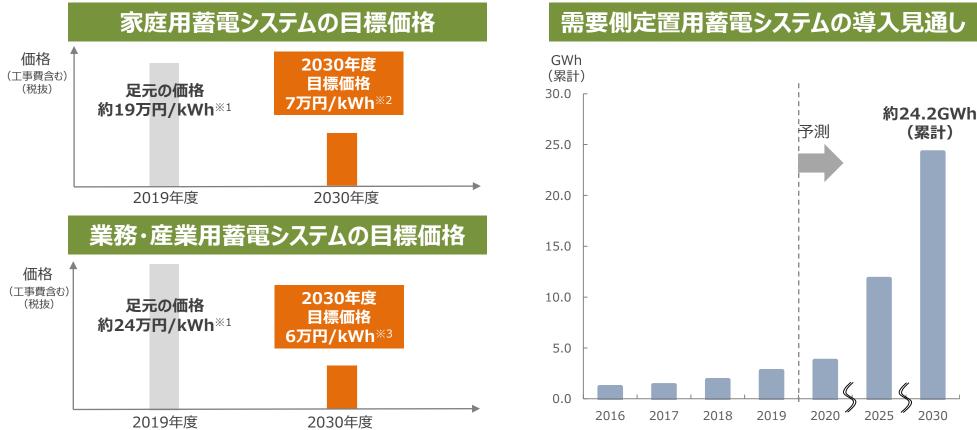
④ 新たな事業創造の支援

- 蓄電池を活用した新たなビジネスの実証支援等
- 系統用蓄電池の法的位置づけの明確化等の環境整備

需要側定置用蓄電システムの目標価格と導入見通し

第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料2 一部編集

- 蓄電システムから得られる収益により投資回収できる価格を試算したところ、家庭用は7万円/kWh、 業務・産業用は6万円/kWhとなった。この水準を2030年度の目標価格として設定しつつ、これを 踏まえた各年度の目標価格を、導入支援等における要件として採用する。
- 加えて、事業の予見可能性を高めるため、直近の導入実績等に基づき、家庭用、業務・産業用の合計で2030年に累計約24.2GWh(2019年度累計の約10倍)となる導入見通しを試算。



^{※1} 補助実績等から算出

^{※2} 太陽光発電の自家消費により得られる収益から試算。具体的には、電気の購入価格は27~29円/kWh、太陽光発電の容量4.7kW、太陽光の売電価格は6~10円/kWhの家庭において、蓄電容量が3~13kWhである 蓄電システムを導入し、10年又は15年で投資回収するケース、それぞれ電池劣化を考慮するケースと考慮しないケースにおいて試算した結果から設定。

^{※3} ピークカット、電源 I 'での活用、太陽光発電の自家消費により得られる収益から試算。

車載用蓄電池の定置転用の促進に向けた取組

第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料2 一部編集

- **車載用蓄電池を定置用として再利用し、調整力等として活用する技術実証等の取組が進展**する中、使用後の蓄電池の使用状況や故障履歴等が把握が必要。
- そのため、我が国から、<u>車載用蓄電池パックの安全要件や残存性能等の評価方法の国際標準</u> 案を提案し、2023年末に国際標準発行予定。これにより、<u>車載用蓄電池を他用途に転用する</u> 際の評価が可能となる。
- ・ また、我が国から、定置用蓄電システムの運用中の安全性に関する国際標準案(システムにリ ユース蓄電池を組み込む場合も含む)も提案。さらに、リユース蓄電池を使用した場合の性能 評価方法についても国際標準案の提案を計画している※。
- 安全性の確保や性能の信頼性向上を通じて、車載用蓄電池の定置転用を促進する。

車載用リユース蓄電池を調整力等として活用する技術実証



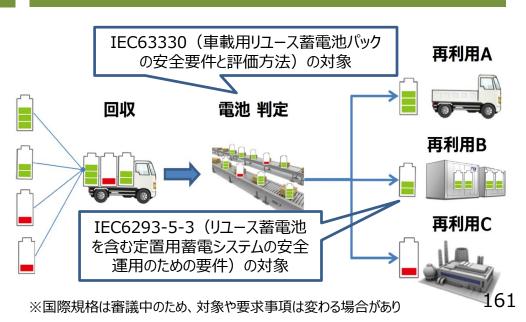
皇 【鍵となる技術】

蓄電池の電圧や容量のばらつきを補正し、長寿命化を図る蓄電池制御技 術を活用

蓄電池LCMプラットフォーム

• 蓄電池制御基盤、IoT技術を活用した蓄電池データの収集、分析管理が可能なシステムを構築

車載用リユース蓄電池に関する国際標準



JET認証の対象拡充等

第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料2 一部編集

- 2021年2月から蓄電システムにおけるJET認証の対象機種を10kWから2MWに拡充。
- 加えて、蓄電システムの導入時に必要となる連系協議の円滑化を図るため、関係者間において、 必要書類の合理化等について検討を進める。

JET認証の対象拡充

- 1. 電力変換装置 (PCS) の安全規格における国際標準基準の採用
 - 従来のJISなど国内規格に加えて、国際標準規格(IEC62109)*1を採用。
 - 2021年2月より、各国の認証機関*2が発行した当該規格に関する試験証明書を受け入れる運用を開始。
- 2. 対象機種の拡大
 - <u>2021年2月より</u>、蓄電システムの対象機種の最大容量が、従来の10kWから<u>2MWへ拡大し、高圧連系の認</u> 証を開始。
- 3. 英語対応へのサービス拡充
 - <u>系統連系認証に係る英語対応のHPを拡充</u>。(https://www.jet.or.jp/en/products/protection/index.html)
 - 認証制度を英語で説明し、また、**英語の認証申し込みフォームを公開済み**。

*1: Safety of power converters for use with photovoltaic power systems

*2: IECEEスキームで認定されたNCB(National Certification Body)

系統連系協議の検討事項の例

- 1. JET認証証明書の最大限の活用による**提出書類の合理化**
- 2. 申請書類提出の**遠隔対応の推進**
- 3. 営業所への情報発信体制の強化

評価指標とラベルのJIS化

第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料2 一部編集

• 使用者が蓄電システムを選定する際に比較検討しやすいような**評価指標**,及び住宅用蓄電システムについては評価指標を表示する<u>ラベル</u>についてJIS化を検討していく (原案作成完了は2021年9月末、JIS発行は2022年春の予定)。

評価指標の項目(案)

評価指標	概要
システム生涯蓄電容量	セル寿命範囲内でシステムとして蓄電可能な最大容量
劣化後の安全性	劣化状態でリチウムイオン電池(LiB)の安全性を評価
耐震性	建築設備耐震設計・施工指針の耐震クラス(据置型に対して評価)
システム充放電効率	充電時の電力量に対する, 放電時の出力量の比率
システム容量利用率	蓄電池の定格容量に対して実際に使用できる容量の 比率
運転音	運転時の騒音のレベル
防じん防水性能	外来固形物の侵入・水の浸入に対する保護(屋外用に対して評価)
自然災害対策	洪水, 落雷, 地震などの自然災害に対するリスクア セスメントを実施

性能ラベルの イメージ図





(出典 家電製品協会Website)

ユーザ視点に立ち、評価指標の中で特に分かりやすく、かつ、各社の蓄電システムとしての特徴が見えるものをラベル表示する

※☆による評価を行うか、主要な評価指標 の数値等を記載だけにするかは検討中

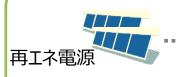
出典:2020年12月10日 第2回 定置用蓄電システム普及拡大検討会 資料5-1より一部改変

大型系統用蓄電池を活用した新たなビジネス

第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料2 一部編集

- 再エネの導入拡大を見据え、一般送配電事業者以外から、再エネ価値向上や需給調整等に系 統用蓄電池を活用する蓄電事業への参入意志を示す事業者が現れている。
- 系統用蓄電池は、その特性(瞬動性、出力の双方向性等)を活かし、再工ネのインバランス回避や調整力の提供等を通じ、再工ネ主力電源化にも資するため、その実現のために各種課題への対応を進めているところ。

蓄電池を再エネや電力需要家と1対1で接続





蓄電池





蓄電池

蓄電池を1対1で接続することで、個々の再エネ電源等の安定化を図る

蓄電池をグリッドに接続し複数の事業で共用化(系統用蓄電池)



蓄電池をグリッドに接続することで、多様な価値(再エネの出力整形、インバランスの回避、系統の調整力、マイクログリッド内の需給調整等)を提供

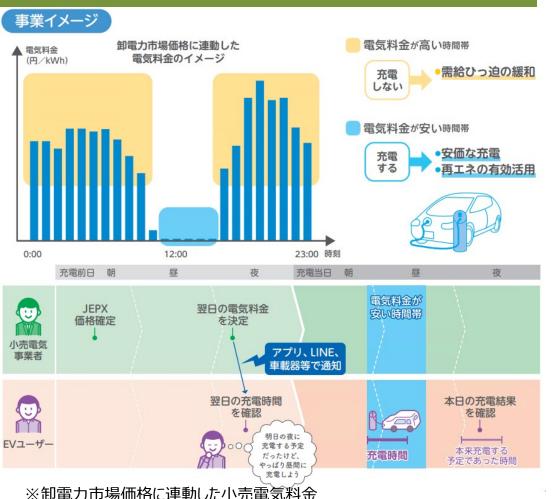
系統用蓄電池を実現するための主な課題

課題	課題の概要	
①蓄電事業の位置づけ	現在は不明確な事業類型の整理(発電事業として整理する方向)	
②調整力等の評価	蓄電池の価値を評価する各種市場に係る環境整備	
③再エネ導入制約の対応	再工ネの短期変動に対する調整力制約に向けた対応(北海道エリアにおける蓄電システムの調達公募の実施	.)
④地域間の調整力融通	調整力融通用の地域間連系線におけるマージン設定	
⑤費用負担の在り方	系統費用負担の整理などの費用負担の適正化	
⑥保安規制の整備	適切な保安規制	164

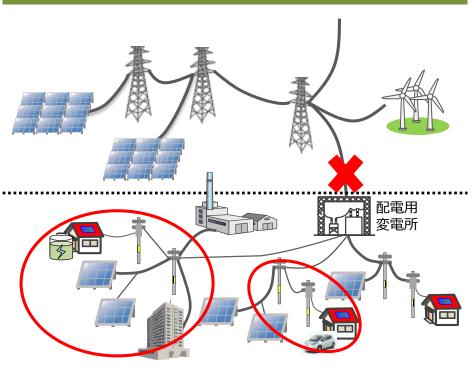
蓄電池の更なる活用を促進するための充電シフト等の取組

 蓄電池やEV等の分散型エネルギーリソースを用いた上げDR(需要創出)により、再工 ネ余剰時に電力需要をシフトさせるといった制御等を通じて、再工ネの出力制御の回避、 系統混雑を緩和に貢献するといった取り組みを進める。

ダイナミックプライシング※を活用した電動車充電シフト



上げDRも活用した系統混雑緩和の取り組み



配電用変電所の容量制約等により、設置された再エネのポテンシャルを十分に発揮できない可能性(出力制御等)があるが、同地域内にあるEVや蓄電池等の需要を創出(上げDR)することで対応する取組を促進

165

3. 分散型エネルギーリソース等について

- a. 蓄電池の現状と課題
- b. アグリゲーターの現状と課題
- c. マイクログリッドの現状と課題

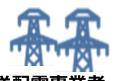
拡大するアグリゲーターの事業機会

- アグリゲーターは、これまで、電力需給ひつ迫時に大口需要の需要を抑制するといったビジ ネスを中心に展開。
- 今後は、**アグリーゲーターが電気事業法上に位置づけ**られる中で、**蓄電池**や太陽光等 の**再エネ発電**といった**多様なリソースの**制御による対象を広げ、① **平時の電力需給のた** めの調整力の提供や、②FIP制度の下、再エネを束ねて市場へ電力を供給したり、イン **バランスの回避を行う、③マイクログリッドにおける需給調整の支援**も手掛けていく等、 事業機会の拡大が期待される。

今後のアグリゲーターのビジネスモデル

【現状】

大口需要を使って、 送配電事業者に予備力を提供



送配雷事業者

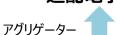
アグリゲーター

ビジネスを 拡大



送配雷事業者









DRを中心とした予備力提供

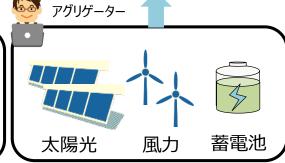


より高速な調整力等として提供



kW価値(容量市場)を一般送配電事業者や小売電気事業者等に提供

小売電気事業者





地域マイクログリッド アグリゲーター



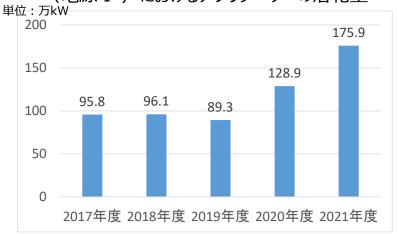
再エネアグリゲーション等による供給力提供 DERによるエネルギーの地産地消

実用化しているアグリゲーション事業(需給ひつ迫用予備力の需要抑制)

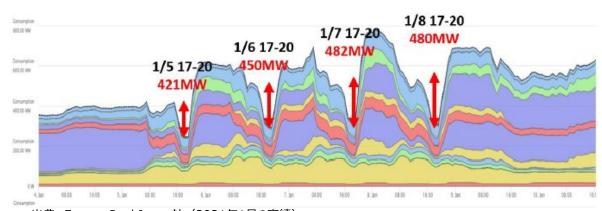
- 現在、実用化される主な事業は、電力需給ひつ迫時の対応として、アグリゲーターが工場等の大口需要家に対して需要抑制を指示し、その抑制分を一般送配電事業者に 提供する取組。
- この一般送配電事業者による調整力公募(電源 I '*) においては、アグリゲーターは、 DR (需要抑制) により創出した電力量を落札。2021年度分は、全国で約175万 kW (国内ピーク需要の約1.5億kWの約1%強)。2021年1月の需給ひつ迫時 においても、需要抑制が複数回実施し、貢献したところ。
- 電源 I 'は、2024年度以降は容量市場(発動指令電源)に移行予定。2024年度分のメインオークションの落札量は、**発動指令電源として約415万kW**となっている。

需給ひつ迫用予備力のアグリゲーターの落札量と発動事例

一般送配電事業者による調整力公募 (電源 I ') におけるアグリゲーターの落札量



電源 I '等で活用されたDRリソース(需要等)の動き (赤字:需要抑制量)



出典: Energy Pool Japan社(2021年1月の実績)

168

特定卸供給事業(アグリゲーター)

特定卸供給は、

第7回持続可能な電力システム構築小委員会 (2020.10.16) 資料2より抜粋

- ✓ 電気の供給能力を有する者(発電事業者を除く。)に対し、発電又は放電を指示 する方法その他の経済産業省令で定める方法により

 集約した電気を、
- ✔ 小売電気事業、一般送配電事業、配電事業又は特定送配電事業の用に供するた めの電気として供給することをいう。
- また、**特定卸供給事業**は、特定卸供給を行う事業であって、その供給能力が**経済産業** 省令で定める要件に該当するものをいう。
- 特定卸供給事業を営もうとする者は、経済産業大臣への届出が必要(必要な場合、変更・中 止命令)。

電源·蓄電池 ※発電事業者は除く 1.指示 2.集約

特定卸供給事業者 (アグリゲーター)



3.供給

小売電気事業者 一般送配雷事業者 配雷事業者 特定送配電事業者

※市場経由の場合もあり得る

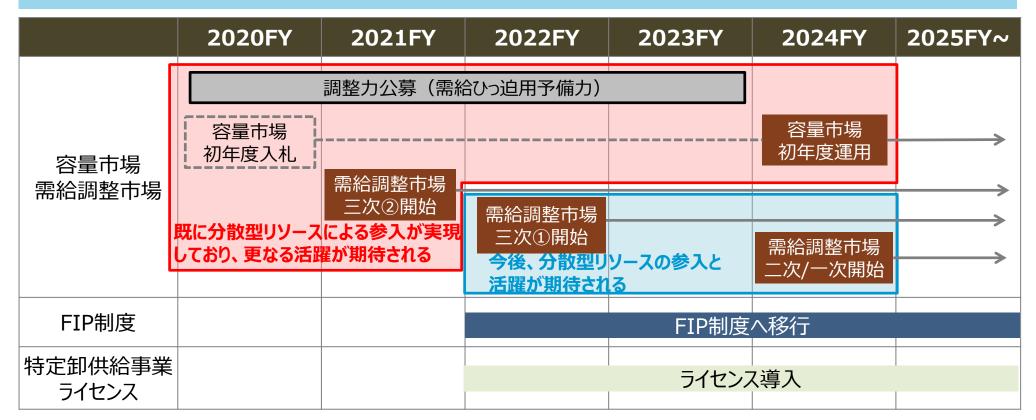
電気事業法

第二条 この法律において、次の各号に掲げる用語の意義は、当該各号に定めるところによる。

- 十五の二 特定卸供給 発電用又は蓄電用の電気工作物を維持し、及び運用する他の者に対して発電又は放電を指示する方法その他の経済産業省令 で定める方法により電気の供給能力を有する者(発電事業者を除く。)から集約した電気を、小売電気事業、一般送配電事業、配電事業又は特定送 配電事業の用に供するための電気として供給することをいう。
- 十五の三 特定卸供給事業 特定卸供給を行う事業であって、その供給能力が経済産業省令で定める要件に該当するものをいう。
- 第二十七条の三十 特定卸供給事業を営もうとする者は、経済産業省令で定めるところにより、次に掲げる事項を経済産業大臣に届け出なければならない。
- 5 経済産業大臣は、届出者が特定卸供給事業を開始することにより電気の使用者の利益の保護又は一般送配電事業若しくは配電事業者の電気の供給にも際を及ばすなるのがあると認められるとまけ、当該居出来に対し、(略)、その**居出の内容を変更し、又は中止すべきことを命ずることができる。** 169 に支障を及ぼすおそれがあると認められるときは、当該届出者に対し、(略)、その**届出の内容を変更し、又は中止すべきことを命ずることができる**。

関連する制度のスケジュール

• 2021年度より需給調整市場が順次開設、2022年度からはFIP制度の開始や特定の開始や特定は、2021年度がある。 定卸供給事業者(アグリゲーター)ライセンスの開始等、アグリゲーションビジネスに関連する制度の開始より、更なるビジネスの活性化が期待。



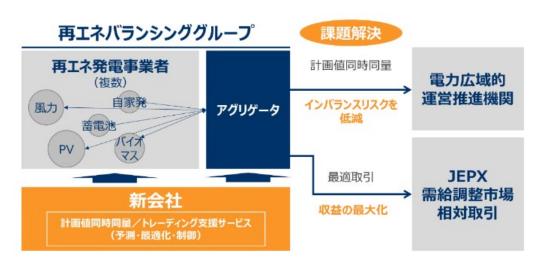
- 調整力公募:一般送配電事業者が、需給ひつ迫用の予備力等を、年1度、翌年度1年間分を調達。
- 容量市場:電力広域的運営推進機関(OCCTO)が4年後の全国の最大需要に相当する電源等を調達する市場。
- 需給調整市場:一般送配電事業者が、平時の電力需給のための調整力を、毎日、または毎週に調達する市場。
 - ✓ 三次調整力:15分(三次調整力①)、または45分(三次調整力②)以内に契約出力に到達する調整力。
 - ✓ 二次調整力:5分以内に契約出力に到達する調整力。
 - ✓ 一次調整力:10秒以内に契約出力に到達する調整力。

FIP制度の導入とアグリゲーション・ビジネスの活性化

第24回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年2月16日)資料5を基に編集

- FIP制度において想定されるkWh価値の主な取引方法としては、①自ら卸電力取引市場における取引を行う方法、②小売電気事業者との相対取引を行う方法、③アグリゲーターを介して卸電力取引市場における 取引又は相対取引を行う方法が想定される。
- 特に、発電予測や出力調整が難しい自然変動電源や小規模電源を中心に、③の取引方法が指向されると 予想されるところ、FIP制度の導入にあたっては、アグリゲーション・ビジネスの活性化が重要である。
- ・ アグリゲーターにとっては、FIP制度の導入により、① 再工ネ電気の供給タイミング等の工夫により売電収益を向上するインセンティブ、② インバランス発生を抑制するインセンティブが出てくることが、ビジネスチャンスになると考えられる。こうした中、FIP制度の詳細設計が具体化するにつれ、 FIP制度の導入を機にアグリゲーション・ン・ビジネスに参入しようという動きも徐々に活性化。 FIP制度を見据えた再エネアグリゲーション事業の実証を推進。

東芝ネクストクラフトベルケ(株)



- ✓ 日本国内を中心にバーチャルパワープラント (VPP) 技術を活用し、再生可能エネルギー発電事業者や需要家、発電事業者を束ねるアグリゲーター向けに、計画値同時同量への対応や電力の需給調整市場における最適なトレーディング運用などの支援サービスを提供。
- ✓ FIP以降の環境下で、発電事業者に課される計画値 同時同量への対応を支援。

(出典) 東芝エネルギーシステムズ(株)HP **171**

3. 分散型エネルギーリソース等について

- a. 蓄電池の現状と課題
- b. アグリゲーターの現状と課題
- c. マイクログリッドの現状と課題

マイクログリッドを構築する意義と課題・対策

- マイクログリッドは、地域内の電気や熱の地産地消を促進し、地域の効率的なエネルギー利用を可能とするとともに、レジリエンス強化・地域活性化にも貢献。
- マイクログリッド内でエネルギーの需給を効率的に調整することで、送電レベルに流れる電力量が低下すれば、電力 ネットワーク設備の増強に関する費用負担や時間の回避にも貢献。
- ・ さらに、地方、特に長距離の送配電線が敷設されている山間地等では、系統運用を効率化※。
- 他方、技術面、経済性等の観点で課題があり、対応が必要。

課題

1. 技術的課題

完全に独立した系統や再工ネ接続量が著しく増加した系統の運用は、大規模な蓄電池等の調整機能と高度な運用ノウハウが必要

2. 経済性

 系統運用者にとっては、設備増強等の回避を含め、従来の運用以上に効率性を高めることが 必要だが、高コストな蓄電池の導入等が必要など、ビジネスモデルの確立に課題

3. 関係者間調整

マイクログリッド内の需要家、自治体、送配電事業者、小売電気事業者等、複数の関係者との 合意形成に時間を要する

対策

1. 基盤技術の構築

 マイクログリッド構築支援等を通じ、事業者による マイクログリッド内の需要と分散型エネルギーリ ソースによる供給の調整に要する基盤技術の構築を進める。

2. 経済性の向上

■ 需給調整機能として重要な蓄電池のコスト低減等により、マイクログリッドの事業性の向上を図る。また、マイクログリッドの収益性向上に向け、平時に分散型エネルギーリソースを有効活用する取組を促進。

3. 関係者間調整の円滑化

● ガイドライン等の整備により電気事業法上の各種ライセンスの参入方法や関係者との調整事項等の整理、分散型プラットフォームにおける関係者の知見やベストプラクティスの共有を促進。

※独立運用の場合、事業者の申請に基づき国が指定した区域を主要系統から切り離し、一般送配 電事業者が系統運用と小売供給を一体的に行う仕組み(指定区域供給制度)の適用が必要 この場合の課題は、関係者間調整が中心となる。

<u>17</u>

(参考)マイクログリッドにおけるDRや蓄電池等の活用促進

- 平常時の系統運用は一般送配電事業者が実施し、災害時には、一般送配電事業者の 責任の下、地域マイクログリッド事業者が、地域内の分散型リソースから自立的な電力 供給等を実施。
- 一般送配電事業者、自治体、地域マイクログリッド事業者が連携し、地域のレジリエンス 向上の他、地域と共生したエネルギー需給する取組等の実施。
- 昨年度、マスタープラン作成事業15件、地域マイクログリッド構築事業3件の事業を採択。

令和2年度地域マイクログリッド採択事業者一覧

令和2年度当初予算 マスタープラン作成事業:15件

- ①シン・エナジー㈱ー北海道士幌町/北海道電力 バイオマス発電等による変電所単位での独立モデル
- ②東急不動産㈱ー北海道松前町/北海道電力変電所単位で運用する大規模風力活用モデル
- ③(株)エスコー北海道白老町/北海道電力 少ない積雪量や平地などを活かした自然共生 モデル
- ④(株)大林組 栃木県那須塩原市/東京電力 山間部の小水力等を活用する地産再エネ活用モデル
- ⑤㈱東光高岳-群馬県上野村/東京電力 山間部で分散電源による電力を相互融通するモデル
- ⑥㈱関電エー千葉県いすみ市/東京電力コンパクトグリッドでの自立を目指した地域のBCP向上モデル
- ⑦㈱イスズ等 神奈川県川崎市/東京電力 分散電源を統合制御する都市型モデル

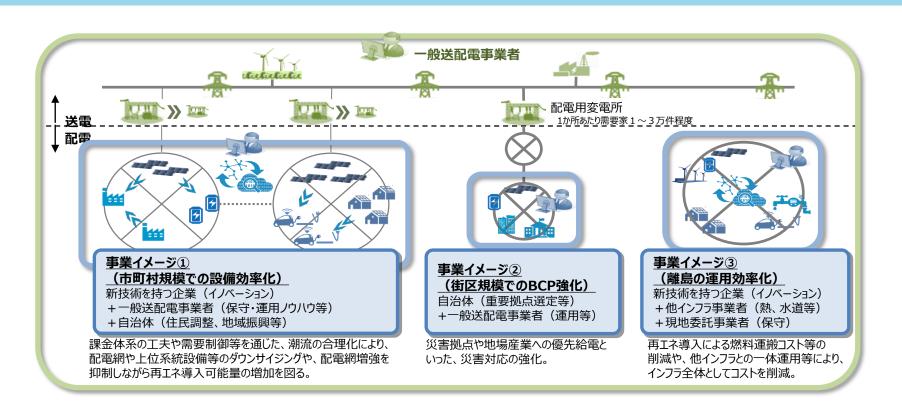
- **⑧㈱イースリー**ー長野件茅野市/中部電力 平時にも有効活用する再エネ自立モデル
- ⑨NTTアノードエナジー㈱ー岐阜県八百津町/中部電力エネルギーの地産地消を行うモデル
- ⑩Daigasエナジー㈱ー滋賀県湖南市/関西電力工業団地を含めたマイクログリッドを構築するモデル
- ①カネカソーラーテック(株) ― 兵庫県豊岡市/関西電力 災害時に電力供給する工業団地モデル
- ③㈱**正興電機製作所**-愛媛県上島町/中国電力 災害に強い離島モデル
- ⑭ Daigasエナジー(株)等 宮崎県日向市/九州電力 港湾エリアへ給電する電力会社連携モデル
- ⑤(有)国吉組-沖縄県うるま市/沖縄電力 停電多発地域における離島BCP向上モデル

令和2年度当初予算 地域マイクログリッド構築事業:3件

- ①**阿寒農業協同組合**-北海道釧路市/北海道電力
 - 太陽光発電、バイオマス発電等を活用
- ②京セラ㈱等ー神奈川県小田原市/東京電力
 - 太陽光発電、EV等を活用して地域の レジリエンス向上を図る、系統の末端切り離しモデル
- ③(株ネクステムズ等-沖縄県宮古島市 (来間島)/沖縄電力 家庭用太陽光と系統用蓄電池を組み

(参考) 配電事業

- レジリエンス強化等の観点から、特定の区域において、一般送配電事業者の送配電網を活用して、 新たな事業者がAI・IoT等の技術も活用しながら、自ら面的な運用を行うニーズが高まっているため、 安定供給が確保できることを前提に、配電事業者を電気事業法上に新たに位置付け。
- 例えば、自治体や地元企業が高度な技術を持つIT企業と組んだ上で配電事業を行い、災害時には特定区域の配電網を切り離して、独立運用するといったことが可能になることが期待される。
 - ⇒電力供給が継続でき、街区規模での災害対応力が強化
- また、新規事業者によるAI・IoT等の技術を活用した運用・管理が進展する事が期待される。
 - ⇒設備のダウンサイジングやメンテナンスコストの削減



(参考) 分散型エネルギーリソースを活用するアグリゲーターの市場ポテンシャル試算※1

アグリゲーターの市場整備は引き続き進めていくこととなるが、代表的な分散型エネルギーリソースを 活用したアグリゲーターの市場を試算すると以下のとおり。

アグリゲートできるDRのポテンシャル

- 2030年の電力市場におけるアグリゲーターによる需要抑制を中心としたDRのポテンシャルは、需要抑制の取組が先行している米国と同水準(ピーク電力の6%相当*2)となると仮定すると、国内のピーク電力(現状:約150GW)に対して約9GW*3と試算される。

アグリゲートできる再エネのポテンシャル

- 2030年のアグリゲーターが統合できる再エネのポテンシャルは、下記の機械的な仮定により試算すると、**約300億kWh**^{※4}となる。
- 具体的には、2020年度までに導入された家庭用太陽光約12GW*5は2030年度までに卒 FITになると想定され、また2022年度以降導入される太陽光発電約11GW*6が全てFIP又は 非FITであると機械的に仮定すると、仮にそれら全てをアグリゲーターが統合できるとした場合、 約23GW(電力量の場合、約300億kWh:現状電力需要の約3%)と試算される。
 - ※1:一定の仮定の下でアグリゲーターの市場ポテンシャルを試算したものであり、実際にアグリゲーターがこの量の市場参入をするとは限らない。
 - ※2: 2021年のPJMにおけるDRの契約量は5.7% (https://www.pjm.com/~/media/markets-ops/dsr/2020-demand-response-activity-report.ashx)
 - ※3: 第6回電力基本政策小委員会(2016年5月25日)資料4では、随時調整契約(4.9GW)と計画調整契約(4.2GW)の合計で需給調整契約は約9.1GW
 - ※4: 太陽光発電の設備稼働率を14.2%とした概算。
 - ※5: 2012年度までの導入量約5GWと2019年度までの認定量約7GWの合計
 - ※6:第40回基本政策分科会(2021年4月13日)資料2に基づき、「新規案件の2030年導入量は14GW」から、2020年度、2021年 度にそれぞれ導入される「年間1.5GW程度」を控除したもの。

4. エネルギーシステム改革

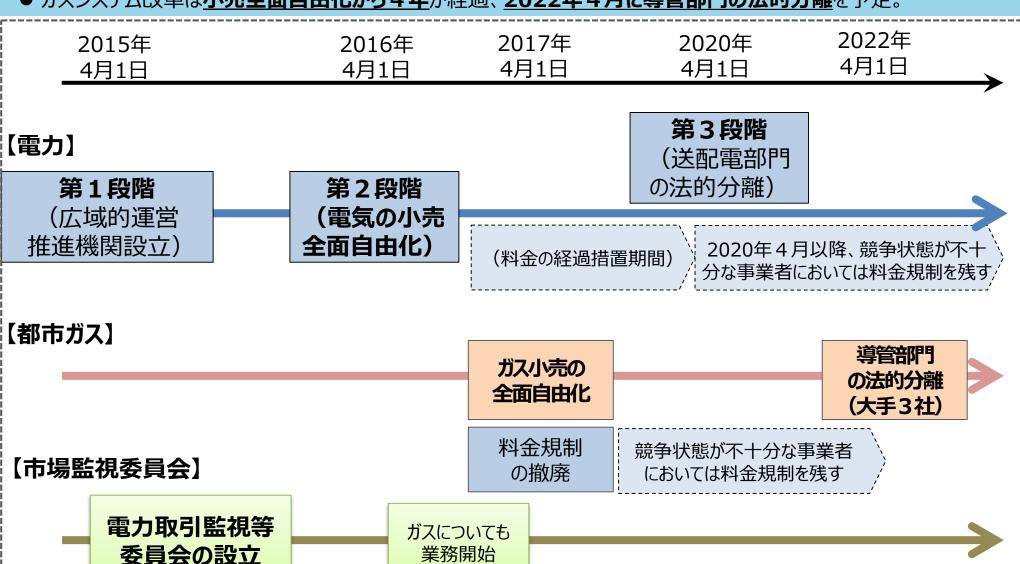
- a. 電力システム改革の現状と対応の方向性
- b. ガスシステム改革の現状と対応の方向性

御議論いただきたいこと

- 安定供給の確保、料金の最大限の抑制、需要家の選択肢や事業者の事業機会の拡大を目的として、三段階での電力、ガス、熱のエネルギーシステム改革を進めてきた。
- **電気**の小売全面**自由化から5年**、**ガス**の小売全面**自由化から4年**が経過する中、新規参入者が増加し、また、新たなサービスメニューが登場し、需要家の選択肢も拡大してきた。
- 2022年のガスの導管部門分離により、一連のシステム改革の工程が基本的に完了し、また昨年成立したエネルギー供給強靱化法の施行に向けた準備も一定程度進んできたものの、カーボンニュートラル実現に向けては、**エネルギー需給構造のこれまでにない変化が予想**される。
- こうした中にあって、安定的、かつ持続可能なエネルギー供給システムを構築していくために必要な措置は何か、またエネルギーシステムを支える事業者の環境整備に向けて留意すべきことは何か、といったことについて御議論いただきたい。

(参考) 電力・ガスシステム改革の全体スケジュール

- 以下のスケジュールで電力・ガスシステム改革を着実に進めてきた。
- 電力システム改革は小売全面自由化から5年が経過、2020年4月1日には送配電部門の法的分離を実施済。
- ガスシステム改革は小売全面自由化から4年が経過、2022年4月に導管部門の法的分離を予定。



179

4. エネルギーシステム改革

- a. 電力システム改革の現状と対応の方向性
- b. ガスシステム改革の現状と対応の方向性

電力システム改革の現状・課題と対応の方向性

- 小売分野の多数参入による競争促進等の成果があった一方、課題も顕在化。加えて、2050年カーボンニュートラル実現に向けては、環境適合についても電力システムに組み込んで、持続的な発展を目指すシステム構築が必要。
- 今後、3E+Sの縮小均衡に陥らない形で、電力システムを更に深化させていくことが求められる。

発展が可能

なシ

となるよう見直

現状·課題

- ・小売多数参入、メニューの多様化、市場活性化
- ・電源保有の偏りや、市場調達割合が高い新電力もいる中で、事業リスクが顕在化
- ・発電部門透明化を求める声
- ・**電源投資は停滞・供給力は低下傾向**、燃料不足リスクも顕在化。
- ・さらに**CNと安定供給の両立**が必要。
- ・送配電の広域的運用など機能。
- ・再エネ拡大が進む中、**全国大の送電網形成や 分散化の取組を一層進展させる必要**。
- ・FIT等により、<u>再エネ</u>導入量は<u>世界第6位</u>に
- ・再エネ主力電源化に向け、**再エネの市場統合** 促進の必要

·自然災害の頻発化、激甚化に伴うレジリエンス 強化の要請

今後の方向性

電力産業の基盤としての持続可能な競争・市場強環境整備

- ・リスク管理促進等を進め、責任あるプレイヤーによる競争環境整備
- ・再エネ拡大が進む中での需給運用の在り方も踏まえた市場設計
- ・旧一電の内外無差別な卸売の実効性確保等による競争環境の透明化

供給力確保策強化・安定供給体制の次世代化

- ·容量市場等による必要な供給力の確保·燃料確保の取組の強化
- ・新規投資促進のための制度措置の導入
- ·環境変化を踏まえ、安定供給確保のための責任の在り方の再検討

脱炭素化と安定供給に資する次世代型NW整備と系統利用

- ・電力ネットワークの次世代化に向けた**系統増強**と**既存系統の有効活用** に向けた取組の促進
- ・分散化とデジタル技術活用に向けた環境整備の着実な推進

カーボンニュートラルに向けた電力システムの再構築

- ·脱炭素電気ニーズの高まりにも対応できる事業・市場環境の整備
 - ▶ 新規装置促進のための制度措置の導入(再掲)、FIPやアグリゲーターを通じた再エネの 主力化を促す電力市場整備、非化石価値取引市場の見直し等

災害に強い電力供給体制の構築

·緊急時の事業者間連携の強化、分散化等の推進

加率化 一 供

競争

力の確保

イットワーク

環 境

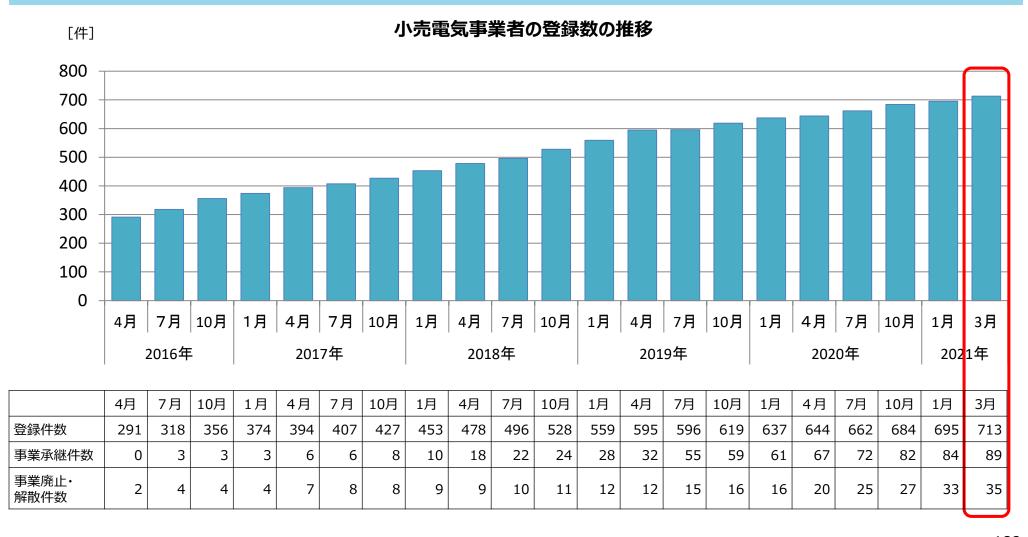
強靱化

4. エネルギーシステム改革

- a. 電力システム改革の現状と対応の方向性
 - ①電力システム改革の進捗
 - ①電力産業の基盤としての持続可能な競争・市場強環境整備
 - ②供給力確保策強化・安定供給体制の次世代化
 - ③脱炭素化と安定供給に資する次世代型NW整備と系統利用
 - ④カーボンニュートラルに向けた電力システムの再構築
 - ⑤災害に強い電力供給体制の構築

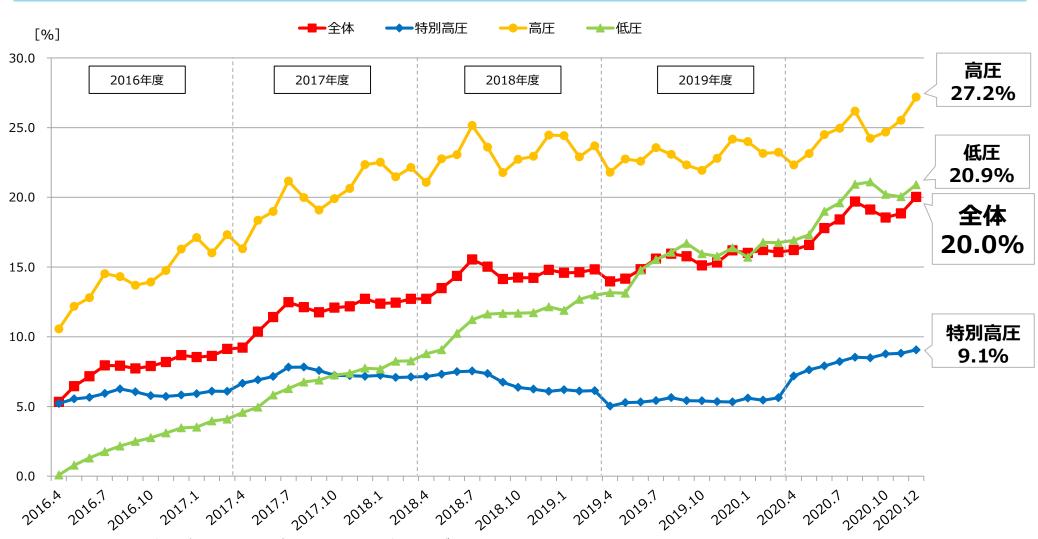
電力システム改革の進捗状況①小売電気事業者の登録数

- 小売事業者の登録数は増加を続けてきており、2021年3月末時点で713者。
- 一方で、事業承継は89件、事業廃止や法人の解散は35件となっている。



電力システム改革の進捗状況②新電力のシェアの推移

● 全販売電力量に占める新電力のシェアは、2020年12月時点では約20.0%。
うち家庭等を含む低圧分野のシェアは、約20.9%。



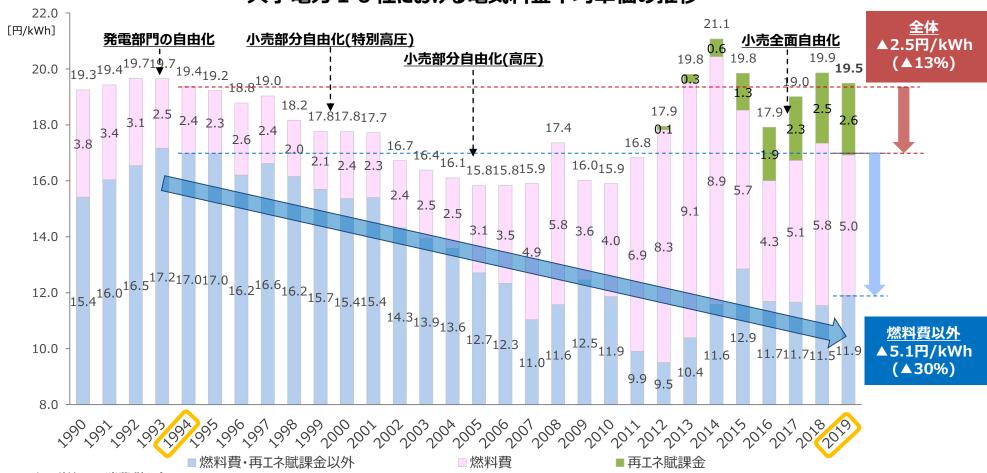
[※]上記「新電力」には、供給区域外の大手電力(旧一般電気事業者)を含まず、大手電力の子会社を含む。

※シェアは販売電力量ベースで算出したもの。

(参考)大手電力の電気料金の推移

- 第1次制度改革前(1994年度)に比べ、2019年度時点で全体で13%料金が低下している(再工ネ賦課金の影響を除く)。特に燃料費以外の部分についてみると、30%低下。
- ただし、東日本大震災以降は、原子力発電所の停止等により全体としては上昇傾向にある。

大手電力10社における電気料金平均単価の推移

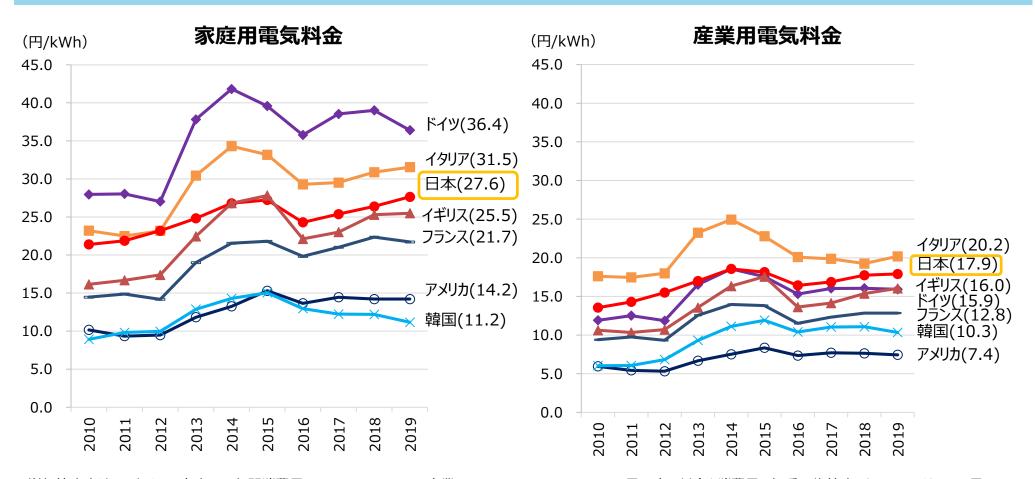


[※]上記単価は、消費税を含んでいない。

[※]端数処理により合計した場合などに数値が一致しない場合がある。

(参考) 電気料金の国際比較

- IEA発表の各国料金推移を、毎年の為替レートを考慮して円換算すると、下図のとおり。
- ※IEAの統計では各国で算定方法にばらつきがあるほか、電気料金は同国内でも地域によって様々あるため、下記グラフはあくまで傾向を示すものであることに留意。



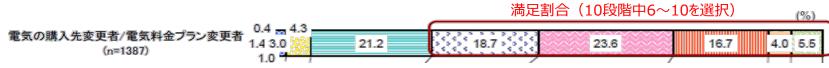
[※]単価算定方法: ドイツ=家庭用は年間消費量2500~5000kWh、産業用は200万~2000万kWhの需要家の料金を消費量で加重平均算定したもの。 イタリア=需要 水準別料金を消費量で加重平均して算定したもの。日本・イギリス・アメリカ・韓国=総合単価を算定したもの。 フランス=需要水準別料金を消費量で加重平均して算定したもの。 ※上記料金は、各国の算定方法で求められた単純単価を、出典の資料に掲載されている各年の円ドル為替レートで変換したもの。

[※]上記料金は、再エネ賦課金や、消費税などの税を含んだもの。

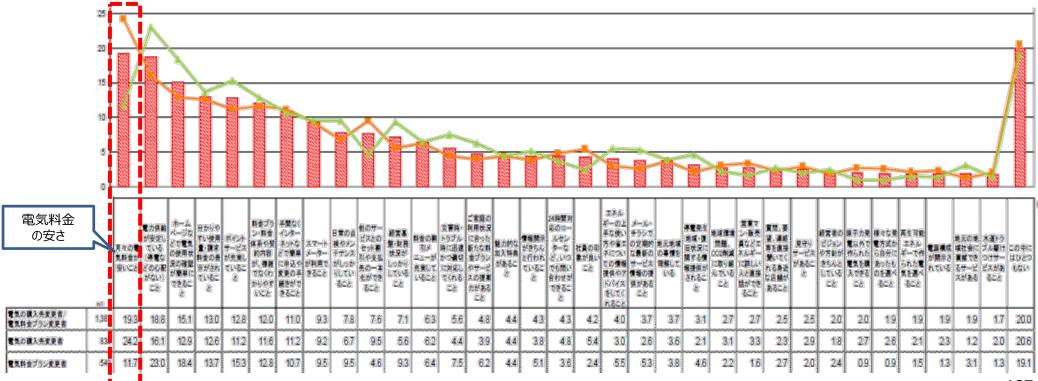
電力システム改革の進捗状況④需要家の評価(家庭向けアンケート調査)

- 2019年度に実施した家庭用電力向けのアンケート調査では、電気の購入先や料金プラン変更者のうち **68.5%が満足割合**(10段階中6~10を選択)であった。
- また、電気の購入先に期待することの1位が**月々の電気料金が安いこと(49.6%)**なのに対し、実際に電気の購入先が実施できていると思うことについても、**月々の電気料金が安いことが1位(19.3%)**であり、低廉な電気料金への期待や、それが一定程度実現できていることが分かる。

Q.あなたは、「電気の購入先」又は「電気料金プラン」を変更したことにどの程度満足していますか。 (回答は1つ)

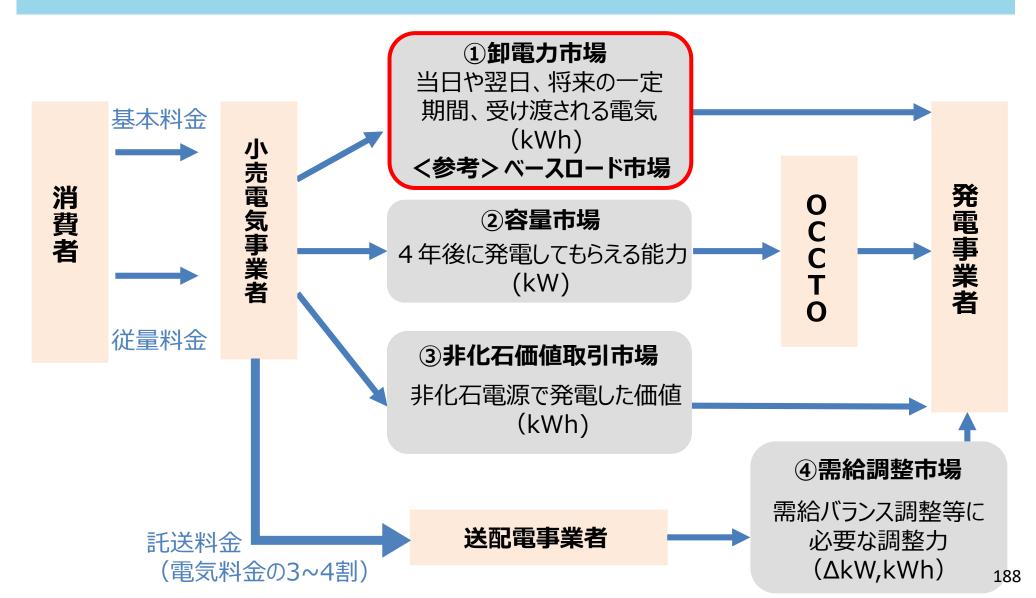


O. 電気の購入先ができていると思うことについて、それぞれお答えください。(回答はいくつでも)



電力システム改革の進捗状況⑤電力市場の整備状況

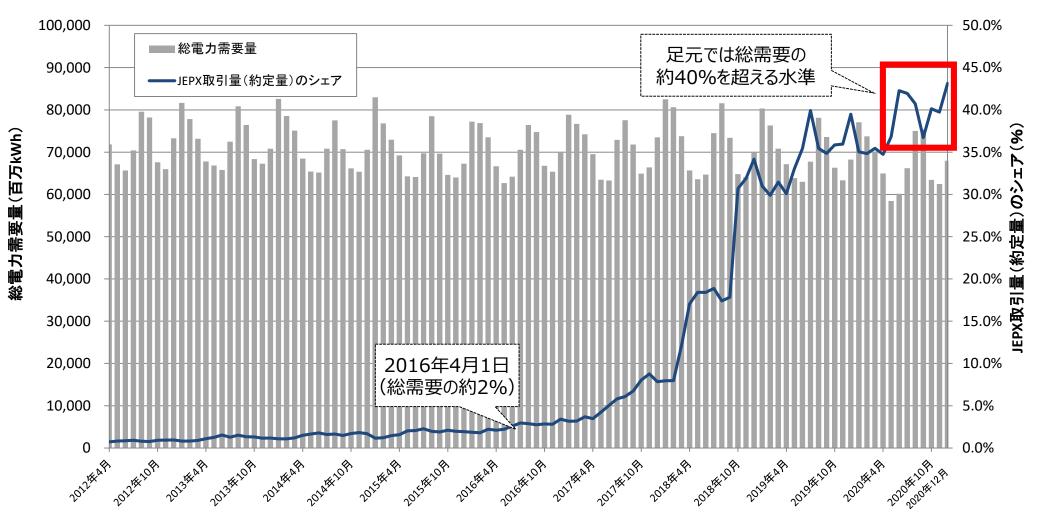
● 消費者は小売電気事業者に電気料金を支払い、その電気料金は、市場を通して発電事業者に 支払われる。(なお、FIT電気分は別途、固定価格による買取保証がなされている。)



電力システム改革の進捗状況⑥全面自由化後の卸取引市場の状況(取引量)

● 卸電力取引所の取引量は、小売全面自由化当初(2016年4月1日)には、総需要の約2%であったのに対し、足元では約40%を超える水準で推移。

JEPX取引量(約定量)のシェアの推移

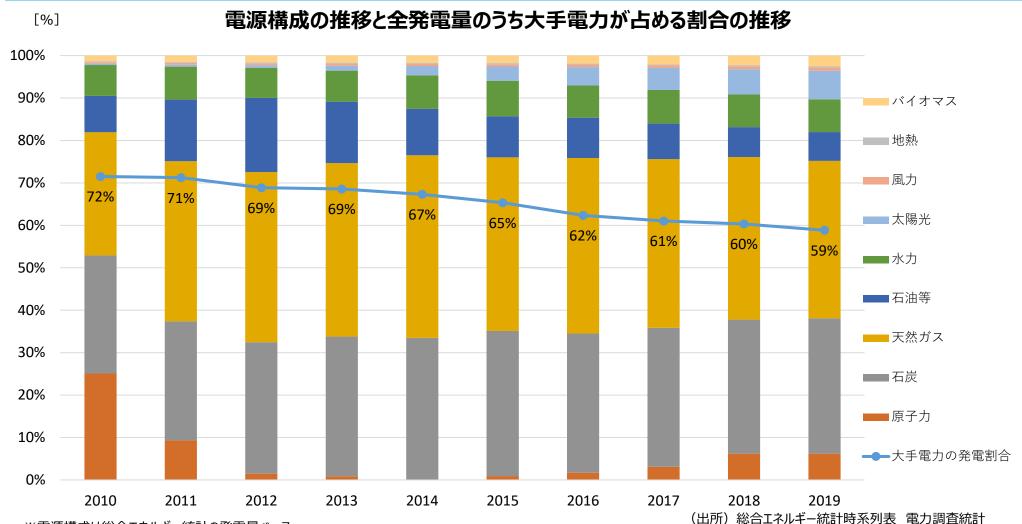


4. エネルギーシステム改革

- a. 電力システム改革の現状と対応の方向性
 - ○電力システム改革の進捗
 - ①電力産業の基盤としての持続可能な競争・市場強環境整備
 - ②供給力確保策強化・安定供給体制の次世代化
 - ③脱炭素化と安定供給に資する次世代型NW整備と系統利用
 - ④カーボンニュートラルに向けた電力システムの再構築
 - ⑤災害に強い電力供給体制の構築

電源保有主体の偏在

- 全発電電力量に占める大手10社のシェアは、2019年度では約59%。
- FIT等における**再エネ拡大の中でシェアは低下傾向**にあるものの、 依然として電源保有主体は偏在 している状況。



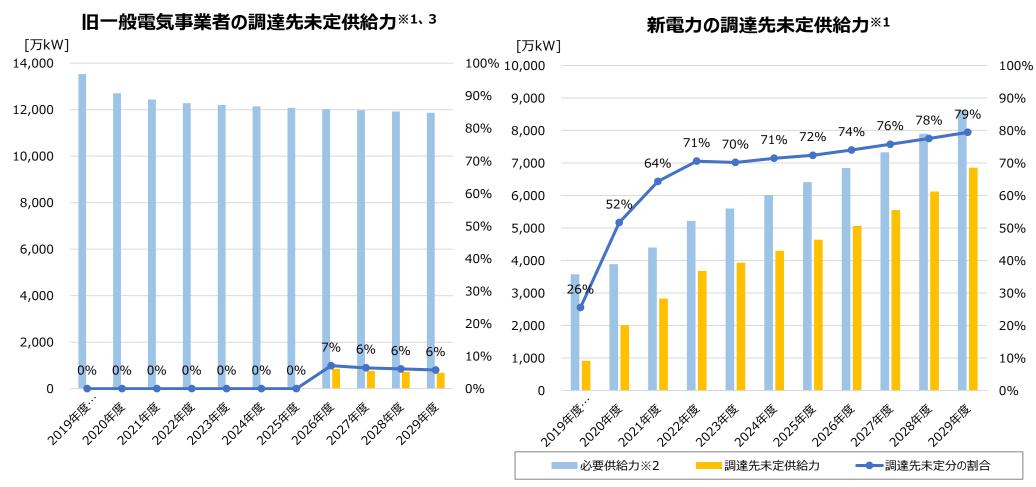
※電源構成は総合エネルギー統計の発電量ベース。

大手電力が占める割合は、総合エネルギー統計の総発電量(発電端)に対する、電力調査統計の大手電力10社(JERA含む)の合計(送電端)の割合。

191

小売電気事業者の供給力調達状況

- 2020年度供給計画に基づく小売電気事業者の供給力調達状況を見ると、旧一般電気事業者は調達先未定が僅かにとどまる一方、新電力は極めて多く、市場調達に頼るところもいる状況。
- そうした中、2020年度冬期のスポット市場価格高騰の影響を受けた新電力もあり。



- ※1 調達先未定:相対契約を締結していないもの(卸電力取引市場からの調達、相対契約期間満了分)(卸電力取引市場からの調達のうち、先渡市場やベースロード市場からの調達は含まない)
- ※2 必要供給力:小売電気事業者に義務付けられている需要×101% (予備率1%)の供給力
- ※3「必要供給力」を「確保済供給力」が上回る場合は、調達先未定は0とする。

2020年度冬期の電力スポット市場価格の動向

I:12月中旬、市場価格が**高値水準に移行**。

Ⅱ:12月下旬以降、燃料制約等により**市場での売り切れ**が発生。

Ⅲ:売り切れの継続に伴い、スポット市場価格高騰が進行。

市場価格が100円/kWhを超える日も発生。

IV: 需給が徐々に緩和した1月中旬以降も売り切れ・価格高騰が継続。

価格高騰への対応として、供給力不足時の精算金の上限を200円/kWhとする措置の前倒し

(1/15発表)、市場関連情報の公開、市場監視等を実施。

こうした対策を通じ、市場価格は、1/25(月)の週に入り、概ね沈静化。

<スポット市場価格の推移>



(参考) 電力事業のサプライチェーン全体を俯瞰した検討の必要性

|第30回 電力・ガス基本政策小委(2021年2月17日) 資料8 一部改

電気料金

14.3兆円

- 再エネの拡大に伴い、電力産業全体では、① FIT賦課金が増加、② 発電部門は 再エネのバックアップのため火力等の燃料も含めた維持が必要、③ 送配電分野は設備増強が必要、④ 他方で、卸電力市場価格は限界費用ゼロ電源の増加の影響が大きくなるという構造が生じている。
- 電気事業は、電気を発電し、送電・配電を経て、需要家に届ける事業。カーボンニュートラル実現に向けては、**これらに要する費用が賄われる持続可能な市場設計を目指していく視点が重要**と考えられる。

発電事業

FIT電源 買取費用総額 3.1兆円 買取電力量 0.09兆kWh (平均単価34円/kWh)

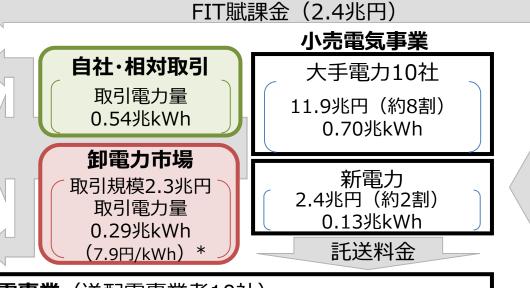
大手電力10社、 JERA、電発

発電コスト 6.8兆円 発電電力量 0.66兆kWh

(発電単価 10.3円/kWh)

IPP等 発電電力量0.22兆kWh

2019年度の電力事業全体の市場規模



※発電事業における電力量には特定供給等に供されるものも含むため、小売電気事業における電力量の合計と一致しない。

	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度 (~2/17)	
スポット平均価格 (円/kWh)	16.5	14.7	9.8	8.5	9.7	9.8	7.9*	11.8	194

需要家・

消費者

持続可能な競争環境整備①kWh不足リスクに備えた市場・事業環境整備

<供給力の市場供出対策>

- □ 売り入札の減少により、売り切れ状況が継続。
 - ➡ 自社需要予測の精緻化、燃料制約・揚水制約運用の透明化
 - **容量市場**(2024年~) 応札者のリクワイアメントの整理(供給指示への対応等)
 - → スポット市場における入札価格(限界費用)の考え方の見直し

<リスク管理の促進>

- □ **スポット市場の価格高騰**を受け、リスク管理の重要性が顕在化し、ヘッジ市場の活用ニーズが拡大。
 - **→ リスク管理の促進:リスク管理ガイドライン**の検討
- → <u>先物・先渡市場</u>: ヘッジ取引の機会の情報発信、<u>ベースロード市場</u>: オークション時の見直し、預託金の引下げ

<kWh不足時のセーフティネットの導入>

- 2020年度冬期の市場価格は、売り札切れにより、一部需給逼迫の状況と異なる動きとなった。今後も同様に高騰する可能性があるところ、市場参加者予見性確保のため、市場価格が需給逼迫状況等を反映する仕組みが重要。
 - → 2022年度以降、供給力不足時の精算金を需給逼迫状況等に基づき算定する仕組みの導入を予定していたが、 2021年度の対策として、簡易に同様の制度を導入すべく2段階の上限値(セーフティネット)の導入を図る予定。

精算金の算定イメージ







(参考)スポット市場における売り入札価格(限界費用)の考え方

第59回 制度設計専門会合(2021年3月24日)資料3-2 一部改変

- 現状、スポット市場においては、旧一電の自主的取組により、余利電力の全量が限界費用ベースで市場に供出されている。過去の審議会において、この取組は競争市場におけるプライステイカーとしての経済合理的な行動であり、この取り組みが適切に実施されている場合には、相場操縦行為には該当しないとの考え方が示されている。
- 一方で、**燃料不足が懸念される場合**においては、**競争市場におけるプライステイカーであっても、** 機会費用を考慮した入札を行うことが経済合理的と考えられる。また、その時点での電気の価値を価格シグナルとして発信し、燃料不足の状況における系統利用者の適切な行動を促す観点からも、こうした機会費用の考え方を取り入れることが適当と考えられる。
- 上記を踏まえ、市場支配力のある事業者の相場操縦行為の抑止という観点に十分に留意しつつ、燃料不足が懸念される場合における旧一電の売り入札価格(限界費用)について、機会費用の考え方をどのように取り入れるべきかについて、今後、検討を行うこととしてはどうか。

電力・ガス取引監視等委員会における議論

<燃料不足が懸念される場合における売り入札価格(限界費用)の考え方>

- ・ 限界費用という考え方に関して、今回のような**燃料制約がある場合には、単純にガス代を限界費用と取るわけにはいかなくな** る。この限界費用の整理ももう一度必要になってくると思います。(1/19 基本政策小委 松村委員)
- 我が国におけるスポットマーケットの価格シグナルのメカニズムがゆがんでいて、今回燃料が不足するというシグナルをうまく発し切れていなかったのではないか。具体的には、限界費用で玉を出すということは、出す電気の限界費用であって、足りるか足りないか、要するに逼迫すれば機会費用も勘案すると価格は徐々に上がっていくので、そうすると石油とか自家発とかが市場に投入できるだけの時間的猶予があるのだと思いますけれども、そういうものが一切表れない市場に現在なっているのではないか。しっかりシグナルとして働かせるような市場になれば、先物、先渡しも今以上に活用されるようになる。(2/5 制度設計専門会合 大橋委員)

(参考)電力市場における段階的なリスク管理の考え方

| 第32回 電力・ガス基本政策小委(2021年3月26日) 資料6 一部欧

市場価格の高騰は小売電気事業者にとって、下落は発電事業者にとって、リスクとなる。

ゲート・クロ-(1時間前

- 需要家に対し、安定的な電力サービスを継続する観点から、電気事業者の経営の安定は極めて 重要であり、電気事業者が、それぞれの経営体力を上回るリスクを抱えながら経営を行うことは望ましいとは言えない。
- 例えば、諸外国では、電気の商品の特徴も踏まえ、時系列とともに、市場調達の必要量を段階的に ヘッジしていくというリスク管理が行われている例がある。 **国内でも、相対契約・ヘッジ市場等を活用し、 2020年度冬期の価格高騰の影響を回避**した例がある。
- こうした事例も踏まえつつ、**電気事業者は、それぞれリスクを可視化し、管理していくことが求められる** のではないか。

<発電・小売事業者のリスク管理イメージ>

実需給に向け、段階的に、ヘッジを行い、 体力の範囲内に収まるようリスクを管理 1ヶ月物、 调間商品 予想発電 GC時 トレーダー経由の先渡等 点の (3ヶ月物商品) 発電 (販 ベースロード市場、先渡・先物取引等 (販売) 売) (年間物商品) 計画 電力 自社小売・長期相対取引 力量 量

数年前

<2020年度冬期のスポット市場価格高騰影響回避例>

- ① 100%相対契約(固定価格)による電源調達
- ② ベースロード市場を活用した電源調達
 - ※旧一般電気事業者等が大部分を保有する石炭、原子力、水力など**安価なベースロード電源への新電力のアクセスを確保するための市場**。約定分について、1年間固定価格で受渡しが行われる。
 - ▶ ベースロード市場の活用で、**1年間固定価格での電源調達**可能。
- 2020年度受渡し分のベースロード市場価格は、スポット市場価格平均11.2円 /kWhよりも低く、影響回避の手段に。

3 先渡市場を活用した電源調達

- 先渡市場で、年間、月間や週間等の固定価格で電源調達が可能。
- ▶ 冬の需要増を見通し、予め先渡市場で電源調達することにより、影響を回避。

_1̈́97

<u>持続可能な競争環</u>境整備②透明性確保、再エネ主力化を見据えた市場設計

く旧一電の内外無差別な卸売の実効性確保等>

- □ スポット市場・相対卸を含めた新電力の調達機会を確保する観点からは、旧一電の発電・ 小売間の社内・グループ内取引の透明性を確保することが重要
 - → 旧一電各社の内外無差別な卸売に関する実施状況を確認し、公表。
 - → 今後、旧一電の内外無差別な卸売の実効性を高め、社内・グループ内取引の透明性 を確保するためのあらゆる課題について、総合的に検討。

くより実需給に近い市場を重視した市場設計>

- □ 再エネの主力電源化を見据え、より実需給に近い市場を重視した市場設計が求められる。
 - ➡ 時間前市場活性化に向け、オークション方法を導入。
 - **→** 再エネ拡大の中での需給運用の在り方も踏まえた市場設計の検討。

(参考)新規参入者や自然変動電源の拡大等に伴う市場制度の検討課題

第30回 電力・ガス基本政策小委(2021年2月17日) 資料8 一部2変

- スポット市場において、供給力が確保されていても売り札切れ発生の可能性があるが、構造的には、 以下のような環境変化が、その背景として考えられるのではないか。
 - <u>小売への新規参入が拡大</u>する中、TSOは、これらのインバランス調整のための調整力を予め 確保しておくことが必要
 - <u>多くのFIT電源の需給調整はTSOが実施</u>^(※)。自然変動電源が拡大する中、<u>TSOは、</u> <u>これらの需給調整のための調整力を予め確保</u>しておくことが必要
 - (※)FIT特例①③。前日6時時点の予測値から実需給断面にかけての発電量の差分をTSOが調整。
 - 現行は、スポット市場が電力取引の太宗を占める一方、時間前市場の取引量は僅少。
- 再エネの主力電源化を見据えれば、今後は、時間前市場や需給調整市場(調整力kWh市場)等、より実需給に近い市場を重視した市場設計が求められるのではないか。
 - 2022年度には、FIP制度及びアグリゲーターライセンス制が施行予定であり、時間前市場については、電取委において、シングルプライスオークションを導入する議論が進められている。
 - 他方、現状、日本は、火力電源に依存した電源構成となっており、その起動にはリードタイムを要するため、原則、前日に起動スケジュールを決めておく必要がある。また、既に約700の小売電気事業者が参入するが、当日まで市場を通じて需給調整を行う経験が浅い事業者も多く存在すると考えられる。
 - その一方で、需給調整市場により、全国メリットオーダーの系統運用が行われる予定であり、2022年度には、インバランス料金は基本的に需給調整市場価格とする仕組みとなる。
 - こうした構造的な課題や導入予定の仕組みも踏まえ、更にどのような対応が考えられるか。

(参考)新規参入者や自然変動電源の拡大等に伴う市場制度の検討課題

第30回 電力・ガス基本政策小委(2021年2月17日)資料8 一部改変

- 日本は、欧州の制度に倣い、TSOとBGがそれぞれ需要・発電の予測と運用を行う仕 組みを採用。
- 他方、ここまでの論点で述べてきたように、小売事業者や自然変動電源の拡大に伴い、 TSOとBGの関係は、非常に複雑化してきている。
- こうした課題に対し、米国や豪州などで採用されているような、**系統・需給運用と市場運 用を同一主体が行う仕組み**について、日本でも参考とすべき点はあるか。
- なお、先着優先ルール見直しの議論においては、<u>ノーダル制・ゾーン制</u>(後述)を中長期的に目指すべき方向性として議論が行われているところ、こうした議論と整合的な形で、課題を深掘っていくことが重要ではないか。

4. エネルギーシステム改革

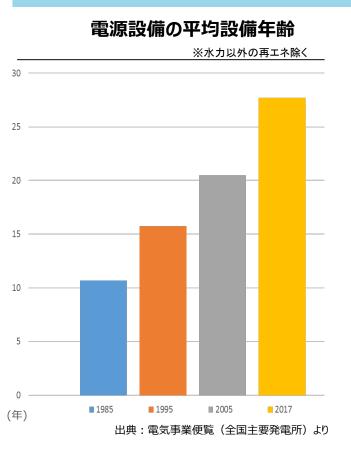
- a. 電力システム改革の現状と対応の方向性
 - ○電力システム改革の進捗
 - ①電力産業の基盤としての持続可能な競争・市場強環境整備
 - ②供給力確保策強化・安定供給体制の次世代化
 - ③脱炭素化と安定供給に資する次世代型NW整備と系統利用
 - ④カーボンニュートラルに向けた電力システムの再構築
 - ⑤災害に強い電力供給体制の構築

電源設備の高経年化と新規・拡充投資の低下傾向

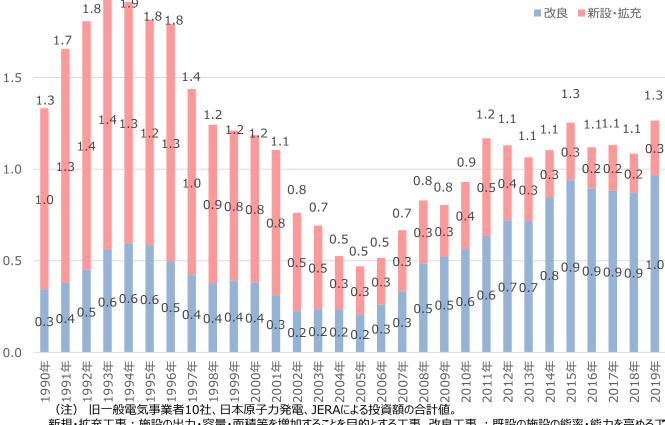
- 設備年齢(ビンテージ)が高経年化する中で、再エネの大量導入に対応していくためにも、中長期的に適切な供給力・調整 力のための投資を確保し、最新の電源の導入や多様化・分散化を促進していくことが必要。
- 電力自由化による競争活性化は電力料金の抑制に貢献しているが、**償却が終わった効率性の低い老朽電源が温存され、多** 額の資金が必要な電源への投資が進まない可能性。
- 実際、大手電力事業者による発電設備への投資は、1993年に2.0兆円となった後、新規・拡充工事が大きく減少。近年、既 存施設の改良工事は増加しているものの、新規・拡充工事は横ばい。

(兆円)

2.0



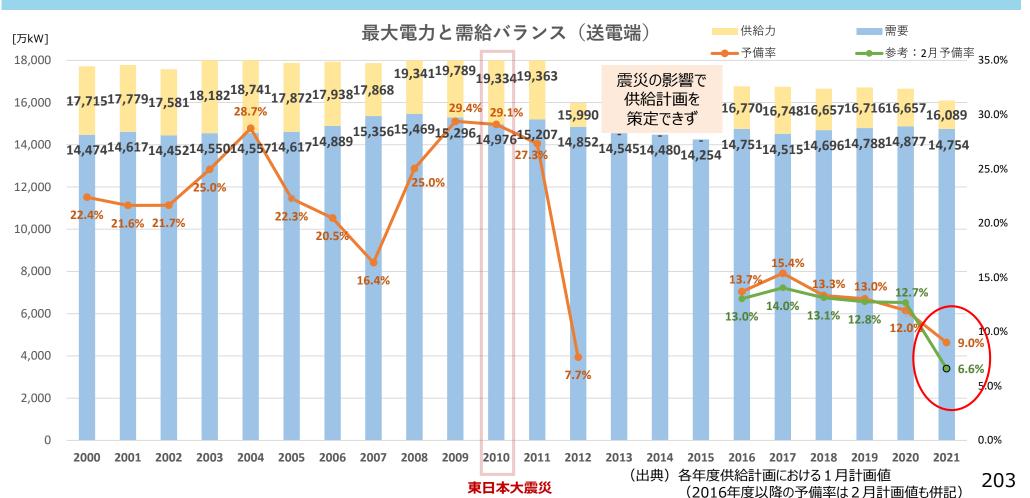
大手電力事業者における発電設備の投資実績の推移 1.8 1.8 1.3



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?

冬期の供給予備率の長期推移の低下傾向

- 冬季における需要量は、過去20年間一定の水準で推移。一方で、震災後の供給力の大幅な低下(原子力 の停止、火力の廃止の拡大)が急速に進展し、近年、安定供給に必要な水準(予備率8%)近傍まで低下している。
 - ※予備率とは、安定した電力供給を行うにあたって、需要の急増や発電所のトラブル停止などに対応するためにあらかじめ確保している予備力指標。
- ・ <u>2021年度</u>供給計画では、**安定供給水準を下回る恐れ**がある。加えて、事業者による<u>採算性の低い老朽火力</u> を早期退出させる検討が加速している状況。



供給力の確保に向けた対応策①電源設備の維持・確保と新規投資促進

● 経済合理的な事業者判断の一環として、今後も電源の休廃止の加速化が想定される中で、電力の安定供給を確保するための対策(規制・インセンティブ双方)が必要。

1. 電源の退出防止策(短期的)

- 足下では、安定供給に必要な予備率を下回るエリア・時期が発生する見通し。再エネの導入量拡大を 背景に、とりわけ冬季において、再エネ供給力の予測誤差が需給バランスに与える影響が増大。
- 再エネの出力変動に対応する調整電源、供給力不足が見込まれる場合のセーフティネットの重要性が 高まっている。
 - ➡ 送配電事業者等が必要な供給力・調整力を確実に確保できる仕組みの構築

2. 供給力の確保(中期的)

- 自由化に伴う競争激化を背景に、発電事業者は、自社需要(小売との相対契約分等)を上回る 供給力は余剰電源と位置づけ。
- 低迷する市場価格や稼働率の低下により、維持管理の費用回収が困難な余剰電源の休廃止が加速。
 - ⇒ 容量市場の導入

3. 電源の新規投資促進(長期的)

- 建設期間が長く、投資額が大きい電源投資は、長期的な投資回収の見通しが必須。
 - 新規投資については、長期契約を通じて安定的な収入を確保させる仕組みの導入

(参考) 容量市場の見直しの方向性

● 昨年9月のオークション結果公表以降、制度導入の意義も含めた抜本的な見直しを実施。審議会(7回分)のほか、審議会関係者以外(オークションの専門家やオブザーバー以外の新電力等)の意見も踏まえた検討を行っている。

1. 確実な供給力の確保

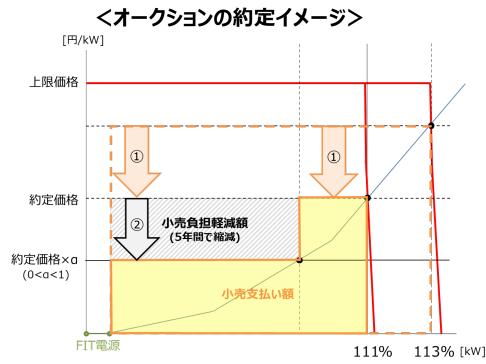
- ⇒ 安定供給に必要な供給力を確保
- □ 供給力として最大需要の113%相当の設備容量(kW)確保は堅持
- 再エネの活用に資するデマンド・レスポンス(DR)枠を拡大(3→4%)
- □ 容量拠出金の一般送配電事業者の負担の見直し

2. 価格決定手法の抜本的な見直し (小売負担の抑制)

- ⇒ 高い水準となった約定価格について、 その決定手法の在り方
- □ オークションの 2 段階化 (実需給の4年前に111%、1年前に2%)・・・①
- □ 小売事業の激変緩和(従来の経過措置と逆数入札を 廃止し、新たな措置を導入)・・・②
- 電力・ガス取引監視等委員会による、入札価格の事前 監視制の導入

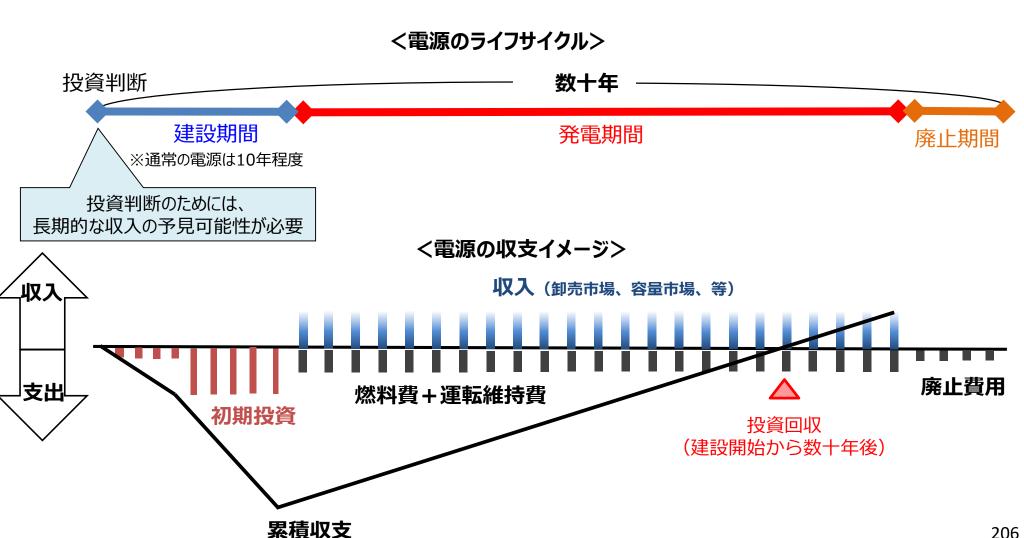
3. 2050年カーボンニュートラルとの整合

- ⇒ 安定供給を前提としつつ、脱炭素化に向けた化石電源の抑制
- 非効率石炭火力については、設備利用率に応じて減額を行うインセンティブ措置を新たに導入



(参考)電源投資における課題

電源投資は、**建設期間が長く、巨額の初期投資を数十年に渡って回収**していくことが一般的。 ⇒発電事業者が投資判断するためには、「長期的な収入の予見可能性」が必要



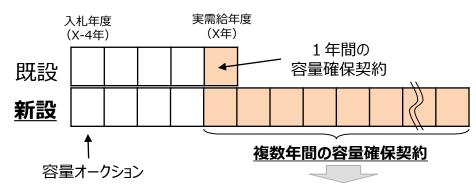
(参考)電源投資確保のための海外制度の例(容量市場の長期契約)

- 英国などの容量市場では、既設電源は1年契約だが、新設電源は長期契約が可能。
- これにより、新設電源は、電源のkW価値に対して、**長期間、一定の収入が得られる**ため、電源の投資判断に必要な「**長期的な収入の予見可能性**」が得られる。
- 英国では、新設電源の契約期間が15年であり、実際に一定量の新設電源が落札している。

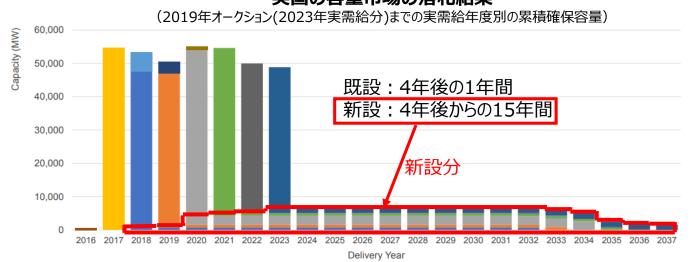
海外の容量市場の契約期間

	既設	新設/改修
英国	1年	新設∶最長15年 改修∶最長3年
米国 ISO-NE	1年	最長7年
米国PJM	1年	最長3年

電源の容量市場からの収入



落札価格分の収入が一定期間もらえ **英国の容量市場の落札結果** 収入の見通しが立つ

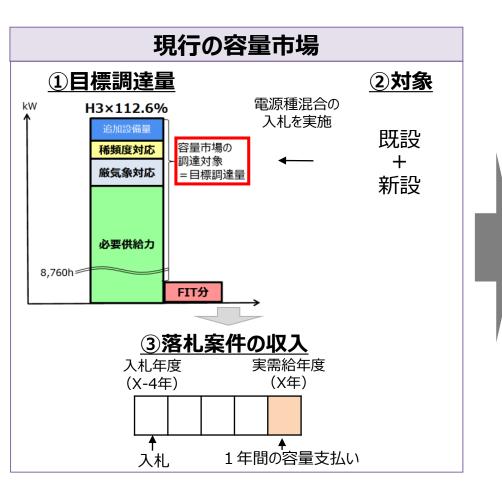


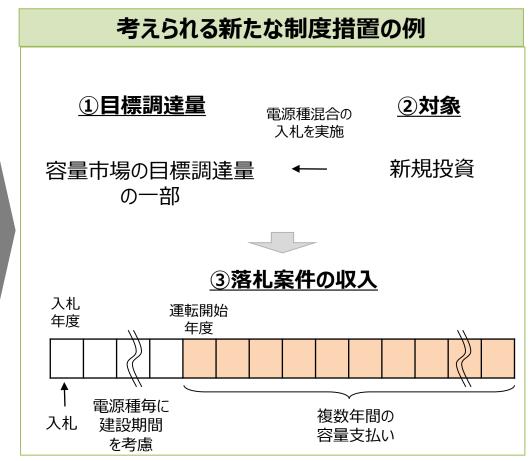
出所: EMR Delivery Body (National Grid ESO)社のHP公表資料より。赤枠を加筆。

https://www.emrdeliverybody.com/C M/Auction-Results-1.aspx

(参考) 電源の新規投資促進に向けた新たな制度措置の例

● <u>巨額の初期投資の回収に対し、長期的な収入の予見可能性を付与する方法</u>として、以下のように、<u>入札対象を新規投資に限定した上で、容量収入を得られる期間を</u>「1年間」ではなく<u>「複数年間」</u>とするなど、<u>容量市場の価格を長期固定化する方向</u>で、別の審議会(持続可能な電力システム構築小委員会)にて議論中。



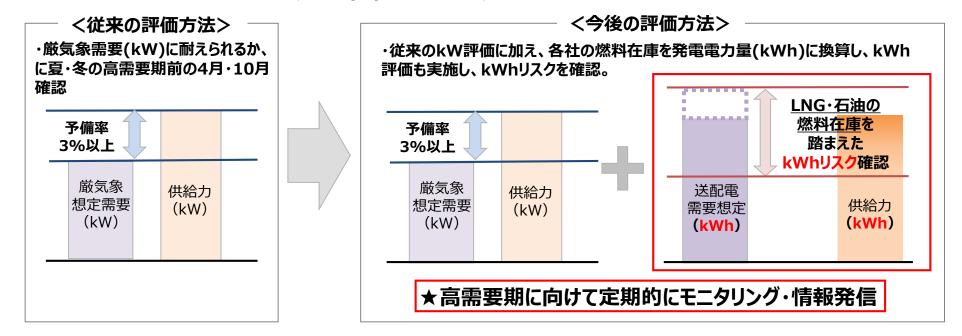


供給力の確保に向けた対応策②燃料確保の取組強化

<需給検証における更なるリスク評価・kWhの定期的なモニタリング>

- □ kWh評価の仕組みの不足による、**需給状況の事前予測**や必要な燃料の事前確保の遅れ
 - ⇒ 2021年冬季高需要期前に行う**電力需給検証(広域機関で実施)**にて、**kW評価のみならず、燃料情報を** 折り込んだkWh評価も追加で確認。あわせて、定期的にkWh情報をモニタリングする仕組みも導入。

今後の需給検証・モニタリングのイメージ



<燃料確保>

- LNG在庫減少により、LNG火力の稼働抑制が発生
 - ➡ 発電事業者が取るべき燃料確保・調達行動や、燃料不足時の国や電力広域機関の対応・役割を整理した「燃料ガイドライン」の作成

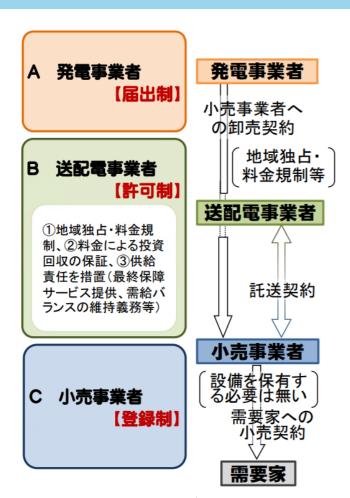
209

供給力の確保に向けた対応策③安定供給確保のための各事業者の責任等の整理

● 現状、各電気事業者に求められる義務は以下のとおり。

第31回電力・ガス基本政策小委員会 (2021年3月10日) 資料5 一部加工

● 電力システム改革の下で自由化が進む中、**電力システム改革の目的(①安定供給の確保、②** 電気料金の最大限抑制、③需要家の選択肢や事業者の事業機会の拡大)と照らし、改めて 各電気事業者にかかる責任等について考えることとしてはどうか。



◆発電事業者

- ① 経済産業大臣の供給命令に従う義務
- ② 一般送配電事業者との間で、電気の供給契約を結んでいる場合の供給義務 (需要家保護のため、私契約上の義務に委ねず、公法上の義務として位置付 け)
- ◆一般送配電事業者
- ① 需給バランス維持を義務付け(電圧・周波数維持義務)
- ② 送配電網の建設・保守を義務付け
- ③ 小売電気事業者等への託送供給を義務付け
- ④ 最終保障サービス(需要家が誰からも電気の供給を受けられなくなることのないよう、セーフティネットとして最終的な電気の供給を実施)を義務付け
- ⑤ 離島のユニバーサルサービス(離島の需要家に対しても、他の地域と遜色ない料金水準で電気を供給(需要家全体の負担により費用を平準化))を義務付け
- ◆小売電気事業者

需要に応ずるために必要な供給力を確保することを義務付け(空売り規制)

※参入段階・計画段階・需給の運用段階、それぞれにおいて、国や広域的運営推進機関が確認を行い、実効性を担保。

その他、供給計画の提出義務、広域的運営推進機関への加入義務等、全ての電気事業者にかかる義務もある。

(資料) 2014年月資源エネルギー庁説明資料を加工

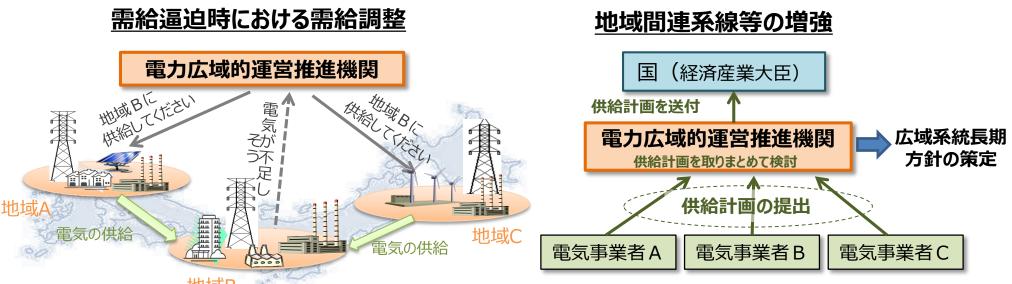
210

4. エネルギーシステム改革

- a. 電力システム改革の現状と対応の方向性
 - ○電力システム改革の進捗
 - ①電力産業の基盤としての持続可能な競争・市場強環境整備
 - ②供給力確保策強化・安定供給体制の次世代化
 - ③脱炭素化と安定供給に資する次世代型NW整備と系統利用
 - ④カーボンニュートラルに向けた電力システムの再構築
 - ⑤災害に強い電力供給体制の構築

電力システム改革における系統形成・運用の基本的考え方

- 電力システム改革により、電力広域機関を中心とした全国大での広域的な電力ネットワークの整備・運用が行われることとなり、需給逼迫迫時における地域間の需給調整や地域間連系線等の増強の推進、日本版コネクト&マネージの実施等を進めてきた。
- 加えて、レジリエンスの強化や再エネの主力電源化に向けて、2020年に成立したエネルギー供給強靱化法によって、電力広域機関によるマスタープラン策定に関する制度や、送配電事業者の投資インセンティブを確保するレベニューキャップ制度等を導入。
- 今後は、2050年のカーボンニュートラルを見据えつつ、まずは2030年までに再工ネを最大限導入するため、ローカル系統以下におけるノンファーム型接続の適用拡大や送電線利用ルールの見直し、系統用蓄電池の事業環境整備などを進めていく予定。



ネットワーク分野における対応策①:マスタープランの検討

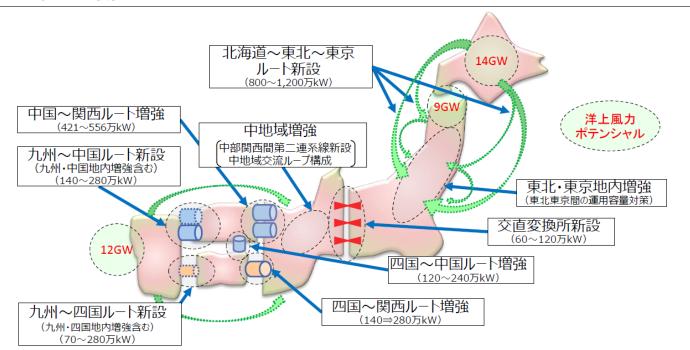
- 再エネ開発ポテンシャルへの対応、電力融通の円滑化によるレジリエンス向上に向けて、全国大での基幹系統形成を計画的に進めるため、これまでの議論を整理したマスタープラン1次案のとりまとめを5月頃を目途に行い、2022年度中を目途に完成を目指す。
- 申 北海道の風力等を海底直流送電などで大需要地に直接送る検討も開始。

(参考) 1 次案の増強案イメージ (①' 電源偏在シナリオ 4 5 GW)

39

(取扱注意)検討中のものであり、最終結果ではない。

- 現在想定している各エリアの増強規模は以下のようなものであり、今後も精査していく。
- なお、1 次案では詳細な電源配置は未定であることから、主に連系線等の背骨系統を中心に取りまとめを行う。



出所:第8回広域連系系統のマスタープラン及び系統利用ルールの在り方等に関する検討委員会(2021年3月25日)資料1

ネットワーク分野における対応策②:託送料金制度改革

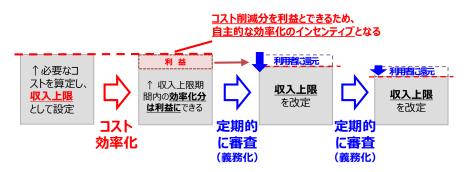
● 送配電設備の強靱化に資する投資や、再生可能エネルギー電源を系統に接続するための送配電 投資などは、今後増加が見込まれている。このため、今回の電気事業法改正においては、必要な投 資を確保しつつ、その費用を最大限抑制する観点から、レベニューキャップ制度を導入し、制度開 始に向けて詳細設計中。

■レベニューキャップ制度の仕組み

国が一定期間ごとに収入上限を承認する仕組みとすることで、

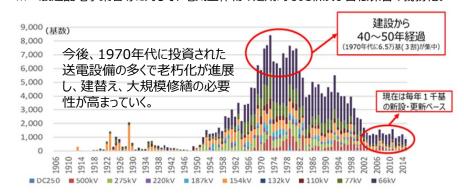
- ① 収入上限の範囲内で<u>効率化した費用</u>の一部を、事業者が自ら活用できる制度とすることにより、<u>ドローンやデジタル技術の活用などによる</u>自主的な効率化を促し、
- ② 国が一定期間ごとに、事業者による合理化・ 効率化の成果も踏まえて、審査・査定を行う ことにより、その<u>コスト効率化の果実を消費者</u> に還元していく

こととしている。



■全国の送電鉄塔の建設年別の内訳

※一般送配雷事業者等に対して、電気工作物の定期的な更新及び台帳保管の義務化。



■期待されるコスト効率化(例)

仕様の統一化

送電設備の工事や点検の改善

データ活用による効率化

- ・設備仕様を統一し、他電力と共同調達等を実施することによりコストを低減
- ・災害時においても、電力会社 間で設備の融通が容易に

(例:地中ケーブル(6.6kV CVT)について、東京電力は他電力と共同調達を実施。また、メーカーとの原価改善にも着手)



- ・送電設備の工事に使う宙乗機に、電動アシスト機能を付ける等の改善により、従来の約50日の作業工程を約30日に短縮
- ・点検にドローンを導入し、更な る効率化につなげる



- ・センサ情報に基づき、設備の 異常兆候、劣化状態を評価
- ・設備保全の合理化・タイミングの最適化が可能に
- (例:今まで故障確率が分からず 一定周期で交換していた設備に ついて、データを解析し、より長く 使えることが分かれば、交換頻度 を下げることで、コスト削減が可



214

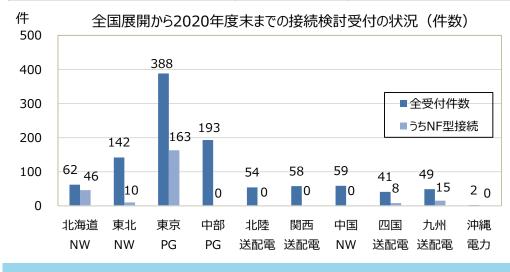
ネットワーク分野における対応策③: ノンファーム型接続の拡大と展開の方向性

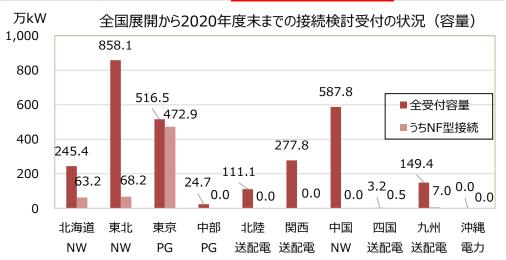
● **基幹系統**において、ノンファーム型接続検討の受付・回答を開始し、全国展開から2020年度末までの進捗として、**合計600万kW超のノンファーム型接続検討の受付**を実施。現状では、申込みは東京が多いが、北海道等でも増加。

・接続検討の受付状況(2021年3月31日時点)

注 新規連系以外(発電設備リプレースに伴う出力増減、同容量取替等)の申込み、地点重複の申込みを含む

五八批問	接続検討受付「件数」			接続検討受付「容量」		
受付期間	①全受付件数	②うちノンファーム型接続	割合(②÷①)	③全受付容量	④うちノンファーム型接続	割合(4÷3)
2021年1月13日~ 2021年3月31日	1,048件	242件	23.1%	2,773.9万kW	611.8万kW	22.1%





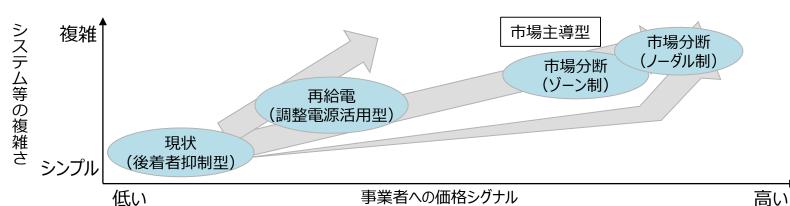
- **ローカル系統**においては、**東電/NEDOによる試行的取組を2021年4月より開始**。
- ローカル系統では、平滑化効果の弱さ等から、再エネの出力制御量が大きくなることが課題のため、増 強計画の策定や再エネを調整電源化していく取組(バランシングメカニズム)と一体的に検討を進め ることとし、2024年のNEDO実証終了の後に、全国展開。

ネットワーク分野における対応策④:送電線利用・出力制御ルールの見直しの状況

- 送電線の利用ルールはメリットオーダーを追求していく方針。市場主導型(ゾーン制・ノーダル制)は、システム開発等により一定の時間がかかるため、早期に再工ネの出力制御量を減らすため、メリットオーダーで調整電源を活用する再給電方式を、2022年中に開始予定。
- 再給電方式等における出力制御は、調整電源により対応され、調整電源が不足する場合は優先給電ルールに基づくが、再工不を含む可能な限り全ての電源を調整電源化していく 取組(バランシングメカニズム)の検討を開始。夏頃までにスケジュールの明確化を目指す。

代表的な送電線利用の仕組み

	再給電方式	市場分断(ゾーン制)	市場分断 (ノーダル制)
抑制方法	TSOが抑制 (調整電源を活用)	市場落札されなかった 電源が抑制	市場落札されなかった 電源が抑制
適用可能系統	基幹系統~ローカル系統	基幹系統 (ある程度のゾーンが限界か)	基幹系統~ローカル系統
類型	ドイツ・イギリスなど	ノルウェーなど	PJMなど



ネットワーク分野における対応策⑤:分散型電力システムの推進

- 再エネ導入コストの低下等を背景に、需給一体型モデルの更なる普及が見込まれれると ころ、家庭、企業、地域等の需要単位ごとに、一層の環境整備が必要。
- 今後、これらの取組等を通じて、分散型電力システムを推進。

<「需給一体型」を中心とした分散型電源の導入加速化に向けた取組>

家庭

ロ ZEH化の更なる普及

- ▶ ハウスメーカーの更なるZEH供給割 合の向上と一般工務店における ZEH実績積み上げ。
- ロ 蓄エネ設備の導入加速
- ▶ コストの高さ、等の課題が存在。



企業/公的機関

- □ 需要家ニーズに合わせた導入の支援
- 需要家が、多様な導入モデルを比較 検討できる環境が重要。
- ロ オフサイト型の再エネ調達の活用
- ▶ オンサイト型は導入量に限界あり。



第三者所有モデルを活用した再エネ導入の例

地域

- ロ 地域マイクログリッドの普及拡大
- 関係者合意の難しさ、事業採算性等の課題が存在。
- ロ 再エネ事業の地域との共生
- ▶ 再エネ事業実施には、地域の理解と協力が不可欠。



災害時に電力供給するシステムの例

取組の方向性

- 立
 ZEHという選択が一般的になる

 施策の検討
- □ <u>定置用蓄電システムの普及拡大へ</u>の対応 (→2.を参照)
- ロ <u>中小企業等に対するエネルギー利用</u> 最適化支援 (再エネ提案等)
- ロ <u>オフサイト型コーポレートPPA等の</u> 調達手段についての検討
 - ロ 分野横断的な共創の場の提供

- ロ <u>地域マイクログリッド構築の更なる</u> 支援
- ロ <u>地域と共生する再工ネ事業の評価・</u> 普及に向けた取組み

ネットワーク分野における対応策⑥:発電側課金

- 発電側課金は、**系統を効率的に利用**するとともに、**再エネ導入拡大に向けた系統増強を効率的かつ確実 に行う**ため、現在、小売事業者が全て負担している送配電設備の維持・拡充に必要な費用について、需要 家とともに系統利用者である発電事業者に一部の負担を求め、より公平な費用負担とするもの。
- レベニューキャップ制度の導入に合わせ、2023年度から導入することとしており、既存の非効率な火力電源を抑制しつつ再工ネ導入を加速化するための基幹送電線の利用ルールの抜本見直しと整合的な仕組みとなるよう、発電側課金の見直しを実施。
- 具体的には、今後、基幹系統の設備形成は、設備の利用状況(kWh)も考慮した費用対便益評価に基づいて行われることを踏まえ、新たにkWh課金を導入。また、再エネ大量導入による混雑系統の増加を踏まえた設備増強、送電線利用ルールの抜本見直しの特別高圧系統への適用拡大など、kWhも考慮した設備形成の割合が上昇する将来の状況を先行的に考慮して、kW課金とkWh課金の比率を1:1とする。

〈発電側課金の概要〉 託送料金の一部について発電事業者に負担を求める(託送料金の総額は不変)



発電費用 (発電側基本料金の導入を踏まえて見直し)

218

<発電側課金の見直し内容>

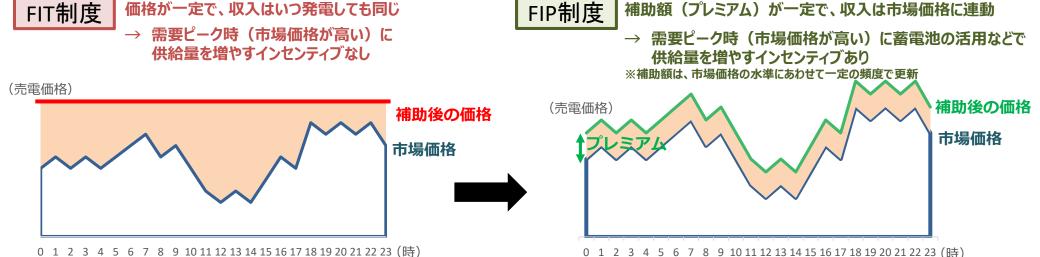


4. エネルギーシステム改革

- a. 電力システム改革の現状と対応の方向性
 - ○電力システム改革の進捗
 - ①電力産業の基盤としての持続可能な競争・市場強環境整備
 - ②供給力確保策強化・安定供給体制の次世代化
 - ③脱炭素化と安定供給に資する次世代型NW整備と系統利用
 - ④カーボンニュートラルに向けた電力システムの再構築
 - ⑤災害に強い電力供給体制の構築

再エネ主力化に向けた取組①市場連動型の再エネ導入支援(FIP制度)

- 発電コストが着実に低減している電源、又は発電コストが低廉な電源として活用し得る電源については、電源ごとの案件の形成状況を見ながら、電力市場への統合を図っていくことが必要。改正法により、2022年度よりFIT制度に加え市場連動型のFIP(Feed in Premium)制度を導入。
- FIP制度では、卸電力取引市場や相対取引で再工ネ発電事業者が市場に売電した場合に、基準価格と市場価格の差額をプレミアムとして交付することにより、投資インセンティブを確保する。



再エネ主力化に向けた取組②アグリゲーター制度を通じた再エネ・蓄電池活用

- レジリエンス強化や分散型電源の更なる普及拡大の観点から、分散型電源等を束ねて供給力とし て提供するアグリゲーターを、「特定卸供給事業者」として電気事業法上に新たに位置付け。
- 今後、アグリゲーター等が、AIやIoT技術を活用して、**再エネ・定置用蓄電システム等の分散型リ** ソースが生み出すkWh価値、非化石価値、kW価値、ΔkW価値を集約して市場等に提供する ビジネスの発展が期待されている。
- 今後、実証事業等を通じた技術構築や定置用蓄電システム等分散型リソースの導入支援を実施 していく。

今後のアグリゲーターのビジネスモデル

【現状】

大口需要を使って、 送配電事業者に予備力を提供



蓄電池や再エネも使い、ΔkW価値(需給調整市場)、kWh価値(卸電力市場)、 kW価値(容量市場)を一般送配電事業者や小売電気事業者等に提供







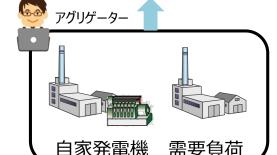
送配雷事業者



小売電気事業者



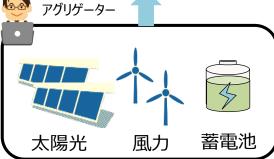
地域マイクログリッド



DRを中心とした予備力提供



より高速な調整力等として提供



再エネアグリゲーション等による供給力提供



再エネ主力化に向けた取組③系統用蓄電池活用に向けた取組

- 系統用の蓄電設備としては揚水発電が既に活用されているが、自然変動型再工ネの大量導入に伴い必要性が強まる一方、揚水発電を更に増やすことは困難であることから、**蓋**電**池等の系統用への活用が期待**される。
- 他方、系統用の蓄電池活用には以下のような課題があり、**今後、各課題について適切な** 場で検討を深めていく。

課題	課題の概要	主な議論の場
①蓄電事業の位置づけ	・現在は不明確な事業類型の整理	電ガ小委など
②調整力等の評価	・蓄電池の価値を評価する各種市場に係る環境整備	電ガ小委など
③再エネ導入制約の対応	・再エネの短期変動に対する調整力制約に向けた対応 (北海道における蓄電池募プロの扱いなど)	系統WGなど
④地域間の調整力融通	・調整力融通用の地域間連系線におけるマージン設定	系統WGなど
⑤費用負担の在り方	・系統費用負担の整理などの費用負担の適正化 (需要者・発電者の両面を持つ性質の整理など)	電ガ小委など
⑥保安規制の整備	・適切な保安規制	電安小委など

(参考) 脱炭素電気ニーズの高まり

● 世界で120以上の国家、グローバル企業などが続々とカーボンニュートラルを表明する中、企業・産業界・国のそれぞれのレベルで、脱炭素社会に向けた大競争時代に突入。気候変動対策と整合的なビジネス戦略・国家戦略が、国際競争力の前提条件になりつつある。

事業活動における脱炭素化

海外に加え、日本でもサプライチェーン全体での脱炭素化を日生す動きが見られる

<u>ط</u>	1月9到でか兄ろれる	目標年	
海	Microsoft (IT)	2030	
外	Apple (IT)	2030	
	武田薬品工業 (製薬)	2040	カーボン ニュートラ ル
国内	リコー (エレクトロニクス)	2050	, v
	キリン (食料品)	2050	

投資家の動向

世界的にESG投資(2018年:3000兆円)が伸びる中、日本でも環境ファイナンスが拡大

<世界全体のESG投資額推移(兆USD)>



<サステナブルファイナンス目標(うち環境関連)>

目標金額 目標年度 3メガバンク 30兆円 2029~2030

(出典) GSIA "Global Sustainable Investment Review" 各社プレスリリース

企業価値評価への導入

企業価値評価において、<u>脱炭素の水準を考慮する</u> 動きが見られる

<TCFD>

提言書の中で、<u>インターナル・カーボンプライシン</u> グの設定を推奨。

<CDP>

国際的なイニシアチブであるCDPは、企業への 気候変動の質問書におけるカテゴリーの1つとし て、**カーボンプライシングを設定**し、気候変動 の取組を評価。

企業

CSRの一環で環境活動を実施

ESGやSDGsなど 経営課題として対応

産業界

自社内で低炭素化へ取組

サプライチェーン全体で 脱炭素化へ取組

玉

環境対応コストが低い方が 立地競争上優位

環境対応への遅れが 立地競争上不利に

カーボンフリー電力アクセス向上の取組①非化石価値取引市場見直し

● ビジネス拡大のためなど、グローバル企業を中心にカーボンフリー電気の調達ニーズあり。

(例:民間部門の使用電力量) 自動車業界全体: 約170億kWh、電機・電子業界全体: 約250億kWh以上

■ RE100事務局が推奨する中間目標は、2020年:30%、30年:60%、40年:90%、50年:100%。こうしたニーズに応じるようなスケジュールで、トラッキング付非化石証書の増加を目指す。

価格設定 約定量・価格

2018年5月~

開始時期

最高価格: 4.0円/kWh

最低価格: <u>1.3円/kWh</u>

4億kWh/1.3円

2020年度分 発電量見込み

約900億kWh/年

※現在トラッキング付は<u>約10億kWh</u>

⇒2021年度からほぼ全量トラッキング

検討の方向性

- □ 一般需要家にも開放
- 購入資格を認定(小売電気事業者+大口需要家等)
- □ 価格は引き下げの方向
- → 再工ネ価値取引市場の創設

非FIT証書 (再エネ指定)

FIT証書

大規模水力、 卒FIT電源、FIP電源等

> 非FIT証書 (再エネ指定なし)

エイ指定なり 原子力等 2020年11月~

最高価格:4.0円/kWh 最低価格:下限設定なし

106億kWh/1.2円

8億kWh/1.2円

約900億kWh/年

⇒<u>2021年度</u>から<u>トラッキング</u>

<u>実証</u>開始

※情報開示の課題あり

□ 高度化法上の義務を維持

⇒ 高度化法義務達成市場の創設

約300億kWh/年

カーボンフリー電力アクセス向上の取組②需要家の遠隔地等からの再エネ電気の直接調達

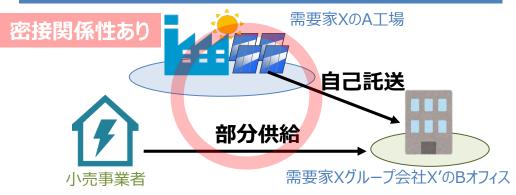
● 再工ネ発電事業者と需要家とが直接小売供給契約を締結できるようにすべきとの声が出てきているところ、こうした直接供給について、需要家・事業者ニーズを確認したところ、それぞれ想定されるケースについて現行制度との関係を整理すると以下のとおり。

①オンサイト型PPA



サイト内で発電した電気を需要家が自家消費 ※保安規制は別途適用

③オフサイト型PPA (グループ内融通)



サイト外のグループ会社工場からの自己託送と小売事業者の部分供給

②オフサイト型PPA(社内融通)



サイト外の自社工場からの自己託送と小売事業者の部分供給 ※保安規制は別途適用

④オフサイト型PPA (<u>他社 (グループ外) 融通)</u>



サイト外の他社工場からの自己託送と小売事業者の部分供約5

カーボンフリー電力アクセス向上の取組②需要家の遠隔地等からの再エネ電気の直接調達

● 現行制度上許容されていないオフサイト型PPAによる他社融通スキーム(前頁の④)について、産業界等からこのような形態でのRE100電気の調達ニーズがあることや、こうした動きは、カーボンニュートラル社会の実現にも資すると考えられることを踏まえ、このような供給形態を可能とする方向性で検討を実施。

<課題>

【課題①】公平性の確保

◆ 本スキームは再工ネ賦課金の対象外であり、本スキームによらない需要家の負担が高まるなど、公平性確保の観点から課題あり。

【課題②】 公正競争の確保

● 本スキームは再工ネ賦課金の対象外であることを事業者が営業時に 訴求する可能性があるなど、公正競争確保の観点から課題あり。

【課題③】需要家保護の確保

■ 需要家と再工ネ発電事業者との間に契約行為が発生することから、 需要家保護確保の観点から課題あり。

【課題4】事業規律の確保

太陽光発電設備の廃棄等費用の確保など事業規律確保の観点から課題あり。

【課題⑤】 <u>小規模電源の全体像の把握</u>

● 小規模分散型電源の増加が見込まれることから、そうした電源の実態や日本の電源構成の把握などに課題あり。

<検討の方向性>

- 事業規律の確保や小規模電源の 全体像の把握に係る課題を検討。
- その上で、公平性・公正性・需要 家保護等を確保するため、一定の 要件を満たすものについて、「オフ サイト型PPA」を可能とする</u>方向で 検討を実施。

4. エネルギーシステム改革

- a. 電力システム改革の現状と対応の方向性
 - ○電力システム改革の進捗
 - ①電力産業の基盤としての持続可能な競争・市場強環境整備
 - ②供給力確保策強化・安定供給体制の次世代化
 - ③脱炭素化と安定供給に資する次世代型NW整備と系統利用
 - ④カーボンニュートラルに向けた電力システムの再構築
 - ⑤災害に強い電力供給体制の構築

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

■地域の配電網を運用した事例

○むつざわスマートウェルネスタウン(千葉県睦沢町) (株)CHIBAむつざわエナジーは、天然ガスコジェネと 再エネ(太陽光と太陽熱)を組み合わせ、自営線 (地中化)で道の駅(防災拠点)と住宅へ供給。コ ジェネの排熱は道の駅併設の温浴施設で活用。 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)を組み合わせたエネルギー の面的利用システムを構築することで、<u>災害時の早期</u> 復旧に大きく貢献。



非常時における電力ニーズ、 分散電源の重要性が顕在化

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> <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)

2720

災害等緊急時における電力データの活用について

- 災害復旧や事前の備えに電力データを活用するため、昨年度の法改正により、経済産業大臣から電力会社に対して、**地方公共団体や自衛隊等へ電力データの提供を求める制度**を措置(2020年6月施行)。
- また、一般送配電事業者や地方公共団体等が適切に情報管理を行うための国としての「考え方」を2020年6月に公表。同年7月には、一般送配電事業者10社に対し、災害時に、通電情報や配電線地図等の情報を地方公共団体等に提供することについて要請を実施するとともに、全ての地方公共団体等に対し、本制度の周知を実施。
- これらのデータ提供については、**電気事業の一環**として整理し、こうしたデータの抽出や地方公共 団体等への提供のためのシステムについては、**託送料金**として措置することと整理。

一般送配電事業者が地方公共団体や自衛隊等に提供する情報(例)

- ① 通電情報 (※) (需要家の氏名や住所等の個人情報を含む)
- ② 停電エリア情報(配電線地図など)
- ③ 復旧見通しに関する情報(復旧計画など)
- ④ その他被害状況の確認や停電の早期復旧等の目的のために必要な情報
- (※)スマートメータの応答情報から通電または停電と推定される情報

4. エネルギーシステム改革

- a. 電力システム改革の現状と対応の方向性
- b. ガスシステム改革の現状と対応の方向性

ガスシステム改革の現状・課題と対応の方向性

- ガス事業は、2017年4月の小売市場の全面自由化等のガスシステム改革により、競争の促進を通じたメ ニューの多様化など、ガス事業者も様々な取組を始めたところ。一方、世界的な脱炭素化の要請や2050年 カーボンニュートラル宣言、自然災害の頻発化・激甚化など、ガス事業を取り巻く環境は大きく、かつ、急速に **変化**している。
- ガス市場の適切な競争環境整備を進めるため、これらの変化に対応するとともに、それぞれの課題について、 以下の方向性で対応していくことが必要。

現状・課題

市

場環境

整備

構

造的

対策

製造

- 新規参入の円滑化を通じた更なる競争促進
- 料金以外の要素を訴求したメニューを求める需要 家の声
- 導管部門の中立性・公平性を高めるため、ガス導 管事業者の導管部門の分社化を実施。 (2022年4月)

強靱化

低 脱炭素化

● 自然災害の頻発化、激甚化に伴うエネルギー安定! 供給確保

- 世界的な脱炭素化に向けた流れ、2050年カー ボンニュートラル宣言
- ▶ トランジション期の低炭素化

今後の方向性

- 卸供給を受けやすくする仕組みにより、新規参入のな いエリアへの参入等を促す。
- カーボンフリーメニュー等料金以外の価値を高め、多様 化するニーズに対応していくことが必要。
- 分社化の対象を大手3社(東京、大阪、東邦) とする政令を公布(2020年8月)
- 法律に基づく検証の中で、大手3社の法的分離に 向けた準備状況の確認等を実施。
- ガスコージェネレーションなど自立分散型エネルギーシステ ムの更なる推進等を通じたガスの利用拡大やレジリエン ス強化への貢献
- 合成メタン(メタネーション)、水素の直接利用、 CCUS等の脱炭素化技術により、ガスのカーボンニュー トラル化を目指す。
- トランジション期においては、石炭・石油から天然ガスへ の燃料転換等を通じて徹底した低炭素化を促進。

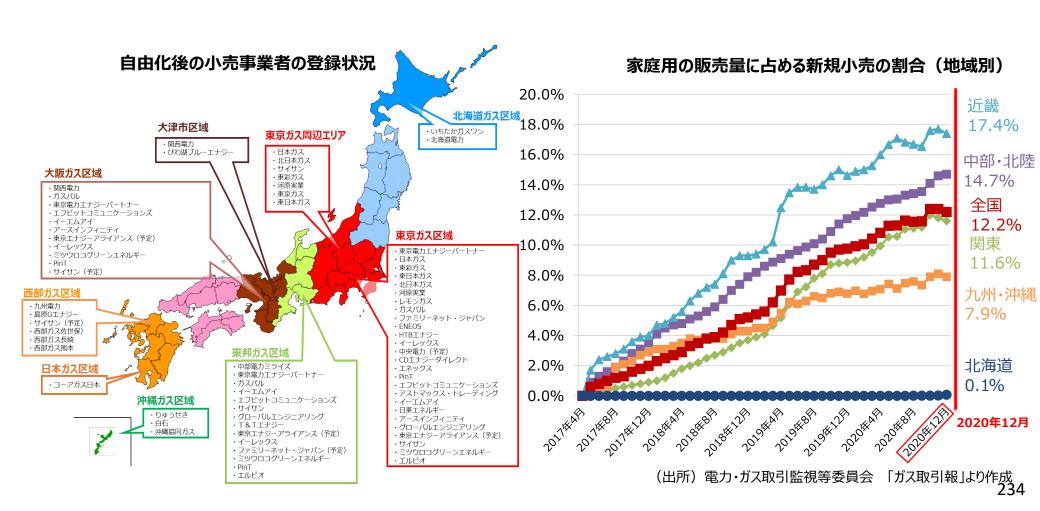
232

4. エネルギーシステム改革

- b. ガスシステム改革の現状と対応の方向性
 - ①ガスシステム改革の進捗
 - ②レジリエンス強化に向けた取組
 - ③2050年カーボンニュートラルに向けた取組
 - ④ガス事業者の経営基盤強化に向けた取組
 - ⑤熱供給事業に関する取組

ガス小売全面自由化の進捗状況①(区域別の新規参入者・地域別販売量割合)

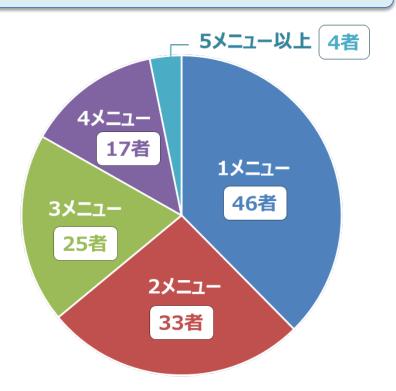
- 小売全面自由化後、新たに一般家庭への供給を行っている新規参入者は東京ガス区域が最も 多く、他区域でも増加傾向。複数区域に参入する者が増加している。(2021年4月20日時点)
- 家庭用の販売量における新規小売の割合を地域別にみると、近畿地方での伸びが顕著。



ガス小売全面自由化の進捗状況②(料金メニュー・サービスの多様化)

- 小売全面自由化を契機に、新規参入者の有無に関わらず、従来からの他のエネルギーとの競合等を踏まえ、 新たな料金メニュー・サービスメニューの提供や、既存料金メニューの引き下げ等が行われ、事業者の創意工夫 **により料金・サービスの多様化**が進んでいる。
- 1つの事業者が複数のメニューを提供する例も見られ、小売全面自由化以降、新たな料金メニュー・サービス メニューを打ち出した事業者のエリアの需要家件数は、全体の約95%(※1)を占めている。

新たな料金メニュー・サービスメニュー提供数ごとの事業者数



(出所) 各社プレスリリース・HP等より作成

※1 需要家件数の全体の約95%=新たな料金メニュー等を提供している事業者 (125者) の家庭用調定件数 約2505万件 ÷ガス小売事業者 (旧簡易ガス事業を 除く) の家庭用調定件数 約2625万件

新たな料金メニュー・サービスメニュー例(※2)

※ 2 1 計が複数のメニュー・サービ スを提供する場合、それぞれをカウン

セット割引

48メニュー

都市ガスを電気、通信サービスなど他のサービスとセットで 割引価格により提供

ポイントサービス

23サービス

都市ガスの支払料金に応じてポイントが貯まり、貯まった ポイントは商品や電子マネー等へ交換可能

電力買取サービス 5サービス

エネファームや太陽光発電で発電した電力のうち、家庭で 使われず余剰となった電力を買い取り

暮らしサービス

37サービス

見守りサービス

都市ガスの使用状況を離れた家族へメールで通知、 異変を感知した際には関係機関へ連絡

出典:第14回ガス事業制度検討ワーキンググループ(2020年10月20日)より抜粋・加工

ガス小売事業への新規参入の円滑化(スタートアップ卸)

- 新規参入の円滑化による更なる競争促進をはかるためには、都市ガスの卸供給を受けやすい環境整備が必要。
- そこで、一般家庭向けガス小売事業への新規参入を支援するため、2020年度より都市ガス卸供給を促進する「スタートアップ卸」を導入し、本取組を活用して**北海道ガスエリアに北海道電力が、その他全国で複数のLP事業者が参入するなど、これまで全国で7件の活用実績**がある。
- 今後は本取組のフォローアップを行い、**新規参入のないエリアへの参入等を促していく**。

ガスシステム改革の目的

天然ガスの安定供給の確保

ガス料金を最大限抑制

利用メニューの多様化と事業機会拡大

天然ガス利用方法の拡大

● 新規参入の方法は①**自らガス製造設備を建設**する、②旧一般ガス事業者にガス製造等を依頼する、③旧一般ガス事業者 等から必要なガスの卸供給を受けることが考えられる。なお、電気のような市場は存在しない。

これまでの新規参入の状況・課題

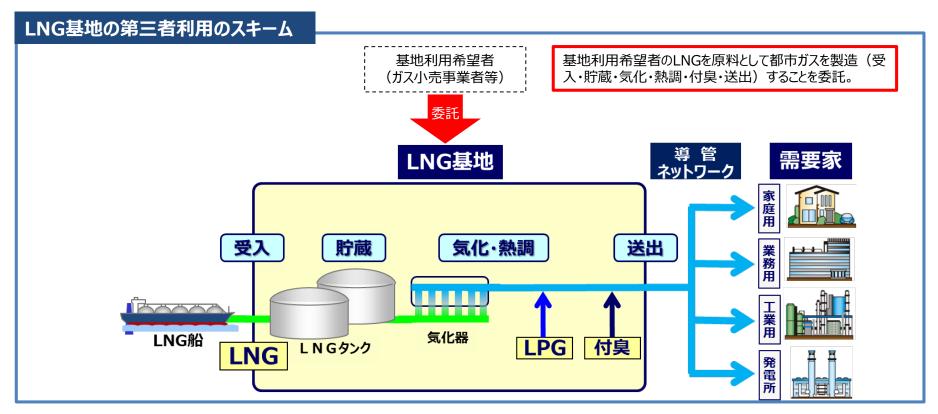
- 原料となるLNGや、熱調設備・タンク等ガス製造設備を有する事業者(電気事業者)の新規参入が一定程度見られる。
- しかしながら、LNGやガス製造設備を有さず、他社から都市ガスの卸供給を受けて市場参入を行う事業者(LP事業者、通信事業者等)の参入は相対的に少ない。
- 基地の建設には多額の投資が必要であり、特に大都市圏ではその立地可能地点が限定的なため、新規参入者が自らそのLNG 基地を建設することは容易ではなく、したがって**都市ガスの卸供給を受けやすい環境整備が課題**。

ガス小売事業への新規参入の円滑化(スタートアップ卸)

- 新規参入者が旧一般ガス事業者の小売事業との競争性を確保できる価格水準で都市ガスを調達できる環境の整備
- 今後は本取組のフォローアップを行い、新規参入のないエリアへの参入等を促していく。

ガス取引の活性化(LNG基地の第三者利用の推進)

- LNG基地の第三者利用は、LNG基地が競争部門に係る設備である一方、その建設には多額の投資が必要となることに加え、特に大都市圏ではその立地可能地点が限定的であることを踏まえれば、新規参入者が自らそのLNG基地を建設することは決して容易ではないことから、競争を活性化させることを目的として創設された制度である。
- 電力・ガス取引監視等委員会の建議も踏まえ、卸取引の活性化の観点から2019年1月に「適正なガス取引についての指針」を改正し、製造設備の余力及び貯蔵余力の見通しの適切な開示、タンクの占有状況を適切に反映する課金標準、競争促進に資する課金標準を用いること等を望ましい行為として規定。
- これまでに、全国で**1件の利用実績**があった。



エネルギーの安定供給確保に向けた課題・取組

- 電気事業者や他のガス事業者とともにLNGプロジェクトに出資するなど、LNGの調達や輸送面での協力関係を構築し、安定的かつ柔軟なLNGの調達や、コスト低廉化に取り組む事業者も存在。
- LNGの燃料制約を受けて電力需給が逼迫した際には、経産省からの要請に応じて燃料在庫が少なくなっている電力会社にガス大手4社がLNGの余剰在庫を融通する等の取組を実施。
- エネルギーの安定供給確保の観点から、必要に応じてこうした事業者同士の協調を検討することも重要。

○大阪ガスとJERAによるフリーポートLNGプロジェクトへの参画

2014年以降大阪ガスと中部電力(2016年にJERAへ事業承継)が 本プロジェクトに出資参画。

2019年12月に商業運転を開始し、本プロジェクトからのLNG調達を通じて仕向地制限のないLNGの確保、供給源の分散化、価格指標の多様化を進め、安定的かつ柔軟なLNG調達に貢献。

<フリーポート LNG プロジェクトの概要>

<LNG融通の取組例>

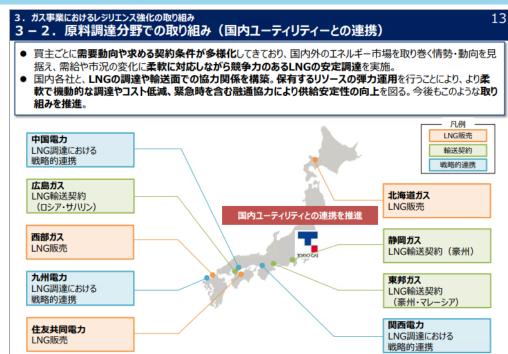
所在地	米国テキサス州 フリーポート市		
液化設備能力	約 500 万トン/年×3 系列		
契約容量	大阪ガス:約 232 万トン/年(液化加工契約 20 年間)		
	JERA : 約 232 万トン/年(液化加工契約 20 年間)		



出典:大阪ガス株式会社、株式会社JERAプレスリリースから抜粋

出典: 第3回2050年に向けたガス事業の在り方研究会(2020年10月26日) 資料 5 東京ガス説明資料

電力会社間の燃料融通 東日本エリアから西日本の需給逼迫エリアへ、電力会社間でLNGを融通。 ガス会社からの協力 ガス大手4社(東京ガス・大阪ガス・東邦ガス・西部ガス)から電力会社へLNGを融 通や配船調整等を実施。



238

多様化する需要家ニーズへの対応

- ガスの利用にあたり、料金以外の要素を求める需要家も増加しており、こうしたニーズの多様化に対応 していくことが必要。
- 例えば東京ガスは、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、販売を開始(大阪ガス、東邦ガス、北海道ガスも同様の取組を実施)。 2021年3月にはカーボンニュートラルLNGの普及拡大と利用価値向上を目的とした団体を設立。

カーボンニュートラルLNG導入例

(出典) 東京ガスホームページ





丸の内ビルディングのSOFC、および大手町 パークビルディングのガスコジェネで使用する都 市ガスの全量に、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)

丸の内ビルディング 大手町パークビルディング



学校法人玉川学園



(株) ヤクルト本社 中央研究所

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)

ヤクルト本社中央研究所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)

カーボンニュートラルLNGバイヤーズアライアンス

- 2021年3月9日、持続可能な社会の実現に向け、カーボ ンニュートラルLNG(CNL)を調達・供給する東京ガスと購入 する各社が一丸となり、CNLの普及拡大とその利用価値向 上の実現を目的として設立。
- 参加企業:東京ガス株式会社 アサヒグループホールディングス株式会社 いすゞ自動車株式会社 オリンパス株式会社 堺化学工業株式会社 株式会社ダスキン 学校法人玉川学園 株式会社東芝 東邦チタニウム株式会社 株式会社ニュー・オータニ 丸の内熱供給株式会社 三井住友信託銀行株式会社 三菱地所株式会社

株式会社ヤクルト本社

株式会社ルミネ

ガス導管部門の分社化(法的分離)に向けた準備状況

- 総合資源エネルギー調査会ガスシステム改革小委員会での議論を踏まえ、パブリックコメントも実施した上で法的分離の対象となるガス事業者の要件等を定める政令を策定(2020年8月)。
- 法的分離の対象となるガス導管事業者は東京ガス、大阪ガス、東邦ガスの3社。

改正の背景

● 2015年に成立した電気事業法等の一部を改正する等の法律(以下「改正法」という。)の規定に基づく改正後のガス事業法の 規定に基づき、政令において規定される要件に該当する一般ガス導管事業者及び特定ガス導管事業者(以下「導管事業者」と いう。)の法的分離を実施することとされており、法的分離の対象となる導管事業者の要件を政令において定める必要。

主な改正内容

(1)ガス事業法施行令の一部改正

以下2要件を共に満たす導管事業者を法的分離の対象事業者とする。(※1)

- ①導管の総延長が二万六千キロメートル以上であること。
- ②導管に二以上のLNG基地(LNG基地を維持し、運用する者が二以上の場合に限る。)が接続していること。
- (※1)ガスシステム改革小委員会報告書(平成27年1月)において法的分離の対象事業者が満たす要件としてまとめられた以下2要件を規定。
 - (ア)導管の総延長数が全国シェアで概ね1割以上であること(※2)
 - (※2)「シェアで概ね1割以上」は事業者の予見可能性確保の観点から、シェアの1割に相当する導管延長数を具体的 に規定。
 - (イ)保有する導管に複数の事業者のLNG基地が接続していること。
- (2) 電気事業法等の一部を改正する等の法律の施行に伴う経過措置に関する政令の一部改正
- 改正法附則第48条において、法人の分割に関する登録免許税の非課税を規定し、当該措置の対象法人の要件は政令で定めることとされているため、その要件を規定。
- 登録免許税の非課税措置は法的分離に伴う課税負担の救済措置であるため、法的分離と同内容((1)の①及び②)を 要件として規定。

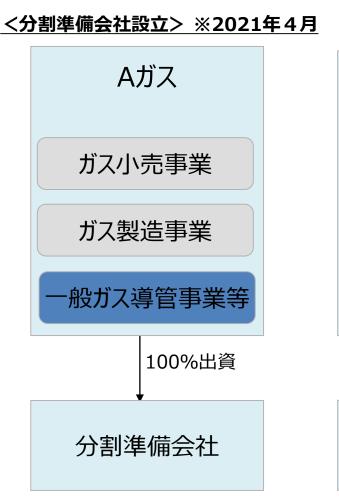
ガス導管部門の分社化(法的分離)に向けた準備状況

- 各社の報道発表資料によれば、3社いずれも法的分離の方法として小売・製造親会社方式を 採用予定。
- 2021年4月に分割準備会社を設立し、2022年4月1日を効力発生日として吸収分割の形式により当該分割準備会社が一般ガス導管事業の全部を承継する。

法的分離までのイメージ

<~2021年3月>

Aガス
ガス小売事業
ガス製造事業
一般ガス導管事業等





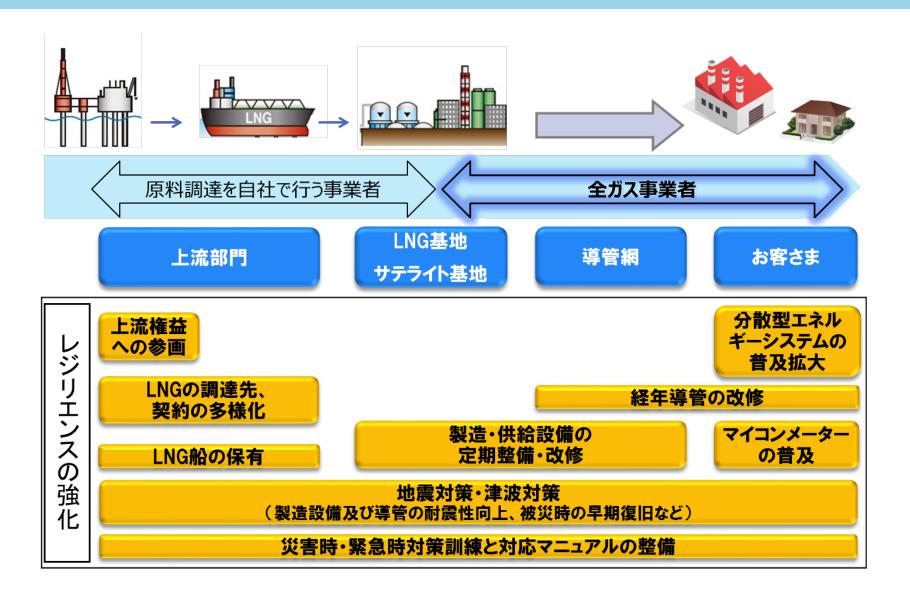
4. エネルギーシステム改革

- b. ガスシステム改革の現状と対応の方向性
 - ①ガスシステム改革の進捗
 - ②レジリエンス強化に向けた取組
 - ③2050年カーボンニュートラルに向けた取組
 - ④ガス事業者の経営基盤強化に向けた取組
 - ⑤熱供給事業に関する取組

天然ガスのバリューチェーンにおけるレジリエンス強化

令和2年10月26日第3回2050年に向けたガス事業の在り方研究会日本ガス協会説明資料より抜粋

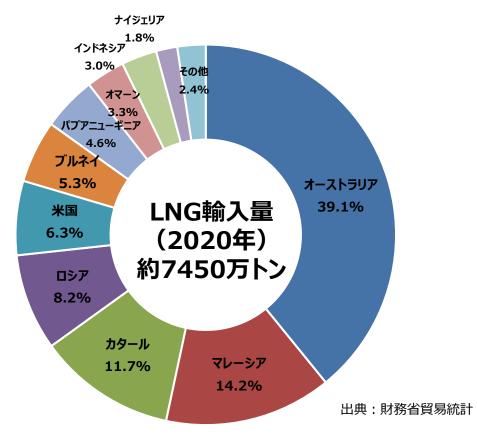
● ガス事業者は、天然ガスバリューチェーンの各段階におけるレジリエンスの強化に向け、様々な施策を推進している。



都市ガスのレジリエンス(上流部門)

我が国のLNGの調達先はオセアニア、東南アジア、中東、ロシア等多角化されており、中東依存度は石油と比べて相対的に低く(石油:90%、LNG:16%)、更には米国産のLNG輸入の増加等の影響もあり、新たな供給源の確保にも成功している。

我が国のLNG輸入の国別シェア(2020年)



中東依存度:1	L6.4%
---------	--------------

国名	輸入量 (万トン)	シェア (%)
オーストラリア	2,910	39.1%
マレーシア	1059	14.2%
カタール	873	11.7%
ロシア	614	8.2%
米国	472	6.3%
ブルネイ	396	5.3%
パプアニューギニア	342	4.6%
オマーン	245	3.3%
インドネシア	223	3.0%
ナイジェリア	136	1.8%
その他	175	2.4%
合計	7,446	100%

都市ガスのレジリエンス(上流部門)【修正・再掲】

● 他のガス事業者や電気事業者とともにLNGプロジェクトに出資するなど、LNGの調達や輸送面での協力関係を構築し、安定的かつ柔軟なLNGの調達や、コスト低廉化に取り組む事業者も存在。

○大阪ガスとJERAによるフリーポートLNGプロジェクトへの参画

2014年以降大阪ガスと中部電力(2016年にJERAへ事業承継)が本プロジェクトに出資参画。

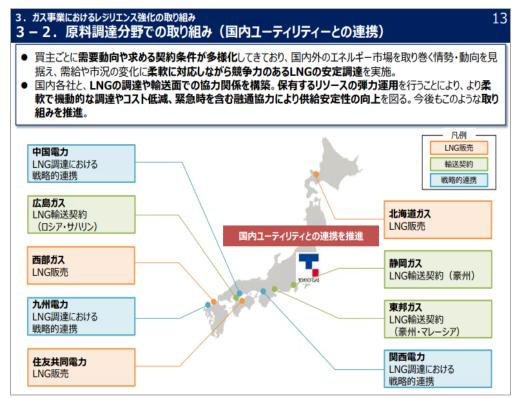
2019年12月に商業運転を開始し、本プロジェクトからのLNG調達を通じて仕向地制限のないLNGの確保、供給源の分散化、価格指標の多様化を進め、安定的かつ柔軟なLNG調達に貢献。

<フリーポート LNG プロジェクトの概要>

所在地	米国テキサス州 フリーポート市		
液化設備能力	約 500 万トン/年×3 系列		
契約容量	大阪ガス:約 232 万トン/年(液化加工契約 20 年間)		
	JERA : 約 232 万トン/年(液化加工契約 20 年間)		



出典:大阪ガス株式会社、株式会社JERAプレスリリースから抜粋



出典:第3回2050年に向けたガス事業の在り方研究会 (2020年10月26日)資料5 東京ガス説明資料

都市ガス供給のネットワーク

● 近年、新潟-富山(2016年7月)、北九州市〜福岡県糟屋郡(2020年12月)、茨城県日立市〜神 栖市(2021年3月)等で長距離ガス導管が整備され、複線化やループ化を達成することで強靱化を実現。



(参考)都市ガス供給のネットワーク(天然ガスパイプラインの整備等)

- ガスシステム改革小委員会での議論を経て、2016年6月に「今後の天然ガスパイプライン整備に関する指 針」を策定。
- 同指針においては、天然ガスの利用向上、地下貯蔵施設の活用、競争促進、供給安定性向上という観点から天然ガスパイプライン(以下単に「ガスPL」という。)の整備を検討することが適当であるという方針が示されている。
- また、ガスPLの整備主体はあくまで民間事業者であり、国の役割としては、我が国全体のガスPL形成を俯瞰する立場から、必要に応じて民間事業者によるガスPL整備を調整し、ガスPL整備を下支えする制度的措置を 講ずることでガスPLが整備され得る環境を整備することが規定されている。
- 国は、ガスPLの整備等のガスインフラの整備に資する設備投資に対して、**利子補給を行う等の支援策**を講じているが、事業者の具体的なニーズを踏まえながら、ガスインフラの整備に関する取組を進めていく。

「今後の天然ガスパイプライン整備に関する指針」<図2>必要な天然ガスパイプラインの整備を促進するための仕組み 抜粋



将来のガス供給のためのネットワーク整備

令和3年1月27日第36回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料2より抜粋・加コ

- ガスのカーボンニュートラルの達成に向けて、ガス体エネルギーの変遷、需要の量・分布等に応じて ネットワークを整備し、ガス供給を行うことが必要。
- <u>一部の地域において、水素を利用した電気・熱の供給に向けた取組</u>が進展。既存インフラを利用した天然ガス・合成メタンの供給に加えて、水素導管を整備した地域で水素供給を行うことなどを通じて、産業部門・民生部門の脱炭素化に貢献することも考えられる。

神戸ポートアイランドでの実証事業

● 水素コージェネレーションシステムにより、世界で初めて、市街地で水素のみの発電によって、電気と熱を 近隣の公共施設に供給(2018年4月~)。



出典:第2回2050年に向けたガス事業の在り方研究会 資料6 (川崎重工業株式会社説明資料)

東京オリンピック選手村街区への供給

- 東京2020大会後の選手村街区予定地で、水素パイプラインを整備。
- 各街区の住宅棟、商業棟に純水素燃料電池を設置し、供給される水素により発電を行う予定。

<東京2020大会後の選手村>



(参考)事業者間の燃料融通等

- LNGの燃料制約を受けて電力需給が逼迫した際には、燃料在庫が少なくなっている電力会社に 余剰在庫を融通するよう、経産省からガス会社に要請を行い、ガス大手4社から電力会社にLNG を融通する等の取組を実施。
- また、LNGのみでなく、**電力会社から石油会社等に対して配船調整や重油の提供**を求めた。

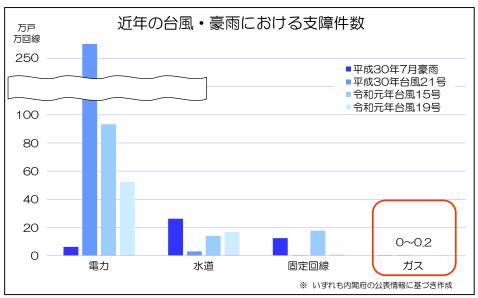
<取組例>

電力会社間の燃料融通	■ 東日本エリアから西日本の需給逼迫エリアへ、電力会社間でLNG を融通。
ガス会社からの協力	□ ガス大手4社(東京ガス・大阪ガス・東邦ガス・西部ガス)から電力会社へLNGを融通や配船調整等を実施。
石油元売・商社からの協力	□ 石油元売や商社による配船調整等により、重油を確保。

都市ガスのレジリエンス(都市ガスの強靱性)

令和3年3月11日第38回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料1より抜粋

- 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)

近年の地震における支障件数

	東日本大震災	熊本地震	大阪北部地震	北海道 胆振東部地震
発生日	2011.3.11	2016.4.16	2018.6.18	2018.9.6
地震規模	震度7、M9.0	震度7、M7.3	震度6弱、M6.1	震度6強、M6.7
供給停止 戸数	約46万戸	約10万戸	約11万戸	供給停止なし
復旧期間	54日	15日	7日	_

ガス導管の強靭性

- 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。

(出典:東京ガスHF

○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%)

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

ガスコージェネレーションシステム (コジェネ) 活用事例①

令和3年3月11日第38回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料1より抜粋・加工

- 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、非常時の強靭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て、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

ガスコージェネレーションシステム活用事例②

- ガスコジェネレーションシステムは、2018年度時点で**560万kW以上のストックが存在**し、**平時から効率的な** 電力・熱の利用に貢献。
- 電力需給逼迫時には、電力会社からの要請を受けて、一般企業が都市ガスを用いたガスコジェネレーションシ ステムの出力増加及び稼働時間の延長による追加発電を実施し、系統電力の需要抑制や逆潮流により、全 国の電力需給調整に貢献した例もあった。

ガスコジェネレーションシステムの特徴

都市ガスを使って必要な 場所で発電し、その排熱を 給湯等に有効利用でき、 省工ネ件、省CO2、電源 セキュリティに優れたシステム ※電力は系統と連系して使用。

(逆潮流する場合もある)

出所:日本ガス協会ホームページ



- ※日本ガス協会正会員(特別会員含む)の集計値
- ※設置容量および設置件数は累計(家庭用を含みます。)

※ガスエンジン、ガスタービン、燃料電池によるガスコージェネレーションシステム(スチームタービンは

含まず) 出所:日本ガス協会ホームページ

ガスコジェネレーションシステムの貢献例

寒波に伴う暖房利用の増加による電力不足に協力 アサヒビール茨城工場、アサヒ飲料群馬工場、アサヒグループ食品栃木さく ら工場で自家発電設備出力増加

2021年1月12日

アサヒグループホールディングス株式会社

アサヒグループホールディングス株式会社(本社 東京、社長 小路明善)は、グループ傘下のアサヒビール、アサヒ飲料、アサヒグルー プ食品の製造拠点で発電する電力量を増加させ、1月6日から15日まで東京電力パワーグリッド株式会社(本社 東京、社長 金子禎則)の電 力不足に協力します。

日本海側中心に寒波が押し寄せている影響で、想定以上に暖房用の電力需要が増加するため、東京電力パワーグリッド社が自家発電設 備を持つ企業に電力の融通を要請しており、アサヒグループはその要請を受けることとしました。寒波の状況次第では、電力提供期間の延 長も行う予定です。

アサヒグループの製造拠点では、燃料転換や排水からメタンガスを回収・有効利用できる嫌気性排水処理設備など、環境・省エネルギー 設備の導入を継続的に進めています。発電した電力と発生した排熱の両方を利用し、省エネルギー効果。CO2削減効果を図れるコ・ジェネ レーションシステムを主な製造拠点に設置しています。

今回、アサヒビール茨城工場、アサヒ飲料群馬工場、アサヒグループ食品栃木さくら工場に設置するコ・ジェネレーションシステムの操 業を上げ、発電した電力により最大限電力受電量を低減させるとともに、一部を東京電力パワーグリッド社に供給します。工場で商品の製 造量が少ない余力時間帯にもコ・ジェネレーションシステムを稼働させ、発電量を増やし電力不足に協力します。1月6日から15日までの 期間で、3工場で約35万kWh(約4万2千戸分の1日の消費電力に相当)を追加発電する予定です。

出所:アサヒグループホールディングス株式会社ホームページ

(参考) スマートエネルギーネットワーク

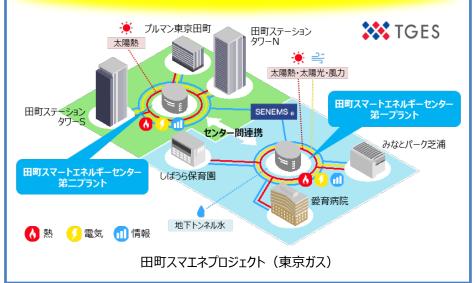
● ガス事業者は、「スマートエネルギーネットワーク※」により、熱と電気をデジタル技術で制御することで、 省エネ・省CO2に貢献。

※再生可能エネルギーとガスコージェネレーションを組み合わせ、これをデジタル技術により最適に制御し、電気と熱を面的に利用して省エネルギーとCO2削減を実現するシステム

都心におけるスマートエネルギーネットワークの取り組み

- デジタル技術を活用し、電気に加えて需要側の熱負荷の収集・分析 を行い、最適化を検討(熱のデジタル化)
- 2 つのエネルギーセンターの電力・熱・人流データ等の情報を連携し、 地域全体でコージェネや冷温水機を柔軟に運転し、再エネも取り込み ながら、省エネ・省COっを実現することで、街づくりに貢献。

コージェネを核とした2つのエネルギーセンターを連携し、電力と熱を最適化

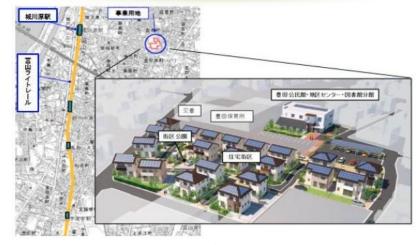


出典:第2回 2050年に向けたガス事業の在り方研究会 東京ガス説明資料を加工

地方ガス事業者によるスマートエネルギーネットワークの取り組み

- ・地方ガス事業者においても、地方自治体、関係企業と連携し、環境 に優しく、安心・安全で快適な生活を享受できるモデル街区の整備等 が進む。
- 今後は地域密着型の事業者の強みを活かし、人口減少等の課題解決も見据え、コンパクトシティ政策等と連動しながら、普及拡大を図る。

エネルギー利用の最適化を図り、低炭素なまちづくりに貢献

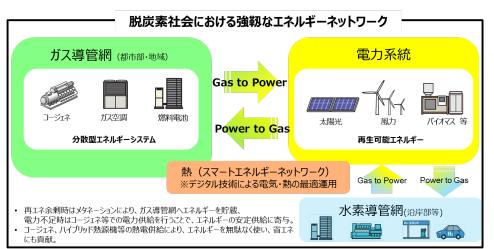


セーフ&環境スマートモデル街区の整備(日本海ガス)

出典:富山市ホームページ

電気とガスの融合(セクターカップリング)

- 再生可能エネルギーの主力電源化が進み、余剰電力から水素や合成メタンを製造するようになれば、電力を貯蔵・活用することが可能となる (Power to Gas、PtoG) 。
- また、**この合成メタン等を活用して、地域においてガスコージェネレーションにより発電**を行うこと (Gas to Power、GtoP) で、再生可能エネルギーの平時の課題(出力変動、出力制御)を解決し、非常時の課題(需給逼迫、停電)にも備えることが可能となる。
- このため、脱炭素化に向けては、分散型エネルギーシステムの中で、デジタル技術を活用しつつ、 電気・ガスのデータ連携によりPtoGとGtoPを適切に行い需給の最適化を図りながら、電気もガスも取り入れていくこと(電気とガスの融合、セクターカップリング)を目指すことが重要。
- 現在の分散型エネルギーシステムに関する各ガス事業者の取組等を推進していくことで、将来的に電気とガスの融合が進展していくと考えられる。また、ガスコージェネレーションの大型化のニーズが今後高まる可能性がある。



出典:第6回2050年に向けたガス事業の在り方研究会(令和3年2月23日)日本ガス協会説明資料

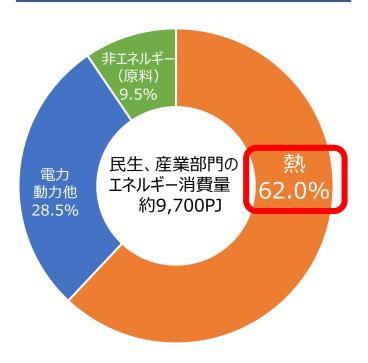
4. エネルギーシステム改革

- b. ガスシステム改革の現状と対応の方向性
 - ①ガスシステム改革の進捗
 - ②レジリエンス強化に向けた取組
 - ③2050年カーボンニュートラルに向けた取組
 - ④ガス事業者の経営基盤強化に向けた取組
 - ⑤熱供給事業に関する取組

熱需要における脱炭素化の重要性

- 日本の民生・産業部門における消費エネルギーの約6割は熱需要。特に産業分野においては、 電化による対応が難しい高温域も存在。
- 2050年カーボンニュートラル実現に向けては、熱需要の脱炭素化を実現することが重要。

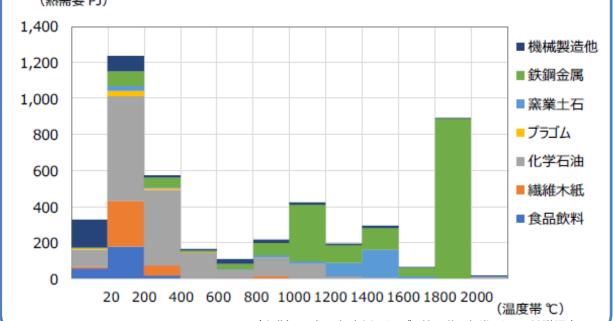
民生、産業部門の 用途別エネルギー消費量



(出典) 2020年エネルギー白書を基に日本ガス協会作成

- 産業部門の**熱需要は低温帯から高温帯まで多岐**にわたる。
- 例えば、鉄鋼業のような**高温帯が必要な業種における熱需要は、電気で** は経済的・熱量的にも供給することが難しい。化学分野は幅広い温度帯を 活用しているが、石油化学のように高温帯を扱う分野では既存の大型設備 で適用できる電化設備は存在しない。

(熱需要 P]) 産業部門の業種別・温度帯別の熱需要 イメージ



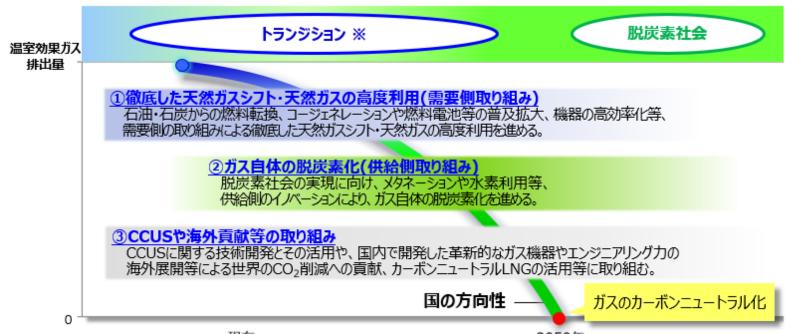
(出典) 平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査

2050年ガスのカーボンニュートラル実現に向けた方向性

- **2050年カーボンニュートラル実現**は、合成メタンの供給など供給側(ガス事業者)の取組だけでなく、合成メタン等の利用につなげるため需要側のエネルギー転換が必要。
- 供給側・需要側それぞれが脱炭素化に資する取組を進めていく必要がある。

ガス業界の2050年およびその先に向けた取組(2020年11月日本ガス協会「カーボンニュートラルチャレンジ2050」)

- ① 需要側の取り組みである「徹底した天然ガスシフト・天然ガス高度利用」による着実なCO。削減。 (2050年までの累積CO。を極力低減)
- ② 並行して、メタネーションや水素利用等、供給側のイノベーションによる「ガス自体の脱炭素化」。
- ③ あわせて、優れた国内技術の海外展開等の「海外貢献」による世界のCO2削減への貢献や「CCUSに関する技術開発やその活用等」。



現在

2050年

※トランジション:カーボンニュートラル、脱炭素社会実現のための「移行期」を指す。

257

2050年ガスのカーボンニュートラル実現に向けた絵姿

- 具体的な課題や取組を検討するにあたって、2050年カーボンニュートラル実現に向けたシナリオ を描くことは重要。ただし、将来における不確実性を踏まえながら柔軟な対応を可能とする戦略を 検討することが必要。
- 日本ガス協会では、**合成メタンをはじめ、水素(直接利用)やCCUS、その他の脱炭素化手段 を活用し、カーボンニュートラル実現**を目指している。

2050年ガスのカーボンニュートラル実現に向けた姿(日本ガス協会)

	脱炭素化の手段	2050年※
ガス自体の	水素(直接利用)	5%
	カーボンニュートラルメタン	90%
化の	バイオガス	
脱炭素化に資する	天然ガス+CCUS	
	カーボンニュートラルLNG	5%
	海外貢献	
	DACCS	
	植林	

[※]上記数値はイノベーションが順調に進んだ場合の到達点の一例を示すもの 水素やCQ2等は政策等と連動し、経済的・物理的にアクセス可能であるという前提

ガスのカーボンニュートラル化に向けた2030年の対応

- 昨今の環境意識の高まりを踏まえると、今後、電力のRE100などと同様にカーボンニュートラル化したガスへのニーズも高まっていくことが想定される。
- 日本ガス協会では、2030年に向けて、メタネーションに関する技術課題の解決、国内での実証に 重点的に取り組んでいくことに加え、脱炭素化に資する手立てを駆使し、**ガスのカーボンニュートラ ル化率5%以上を実現**することを発表している。

メタネーション(サバティエ)

- ・メタネーション設備の大容量化の課題解決、 安定的かつ低廉な水素調達等、大きな課題は あるが、2030年にはメタネーションの実用化(都 市ガス導管への注入※)を図る。
- ※ カーボンニュートラルメタンは1%以上都市ガス導管に 注入し、「見極め」のクリア状況に応じて更なるアップサイドを目指す。

その他、脱炭素化に資する手立て

- ・既に運用を開始しているカーボンニュートラルLNG の導入拡大やCCUSの技術開発等に取り組む。
 - <ガス自体の脱炭素化の手段>
 - ·水素(直接利用)
 - ・バイオガス
 - <脱炭素化に資する手立て>
 - ·CCUS
 - ・カーボンニュートラルLNG
 - •海外貢献
 - DACCS
 - •植林

ガスのカーボンニュートラル化実現手段(メタネーション)

令和3年1月27日第36回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料2より抜粋・加工

- 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削減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。

メタネーションの意義

■ メタネーションは水素とCO2からメタンを合成する技術。3 Eの観点から大きな意義がある。

環境適合(Environment)

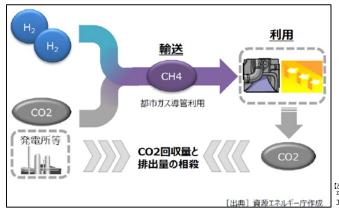
✓ カーボンリサイクルしたメタンを都市ガス等として供給する ことにより脱炭素化を図る

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
- ✓ 高い強靱性を有する既存インフラ等を活用可能



【出典】 平成30年2月19日 Tネルギー情勢懇談会(第6回

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

現在開発・実証が進められているメタネーション(サバティエ反応) に比べ、エネルギー変換効率が高く(約60%→約85%)、水と CO2からメタンを合成する(水素への変換を必要としない)将来 技術(共電解)について基礎研究が進められている。

- 例えば以下のような場合など、CO2削減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。
 - ✓ 海外においてCO2フリー水素とCO2を合成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を用いて合成した合成メタンを国内で利用した場合 260

ガスのカーボンニュートラル化実現手段(水素の直接利用)【修正・再掲】

令和3年1月27日第36回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料2より抜粋・加工

- 一部の地域において、水素を利用した電気・熱の供給に向けた取組が進められている。
- 将来的に、**水素導管を整備した地域で水素供給を行う**ことなどを通じて、民生部門の脱炭素化に 貢献することも考えられる。

神戸ポートアイランドでの実証事業

● 水素コージェネレーションシステムにより、世界で初めて、市街地で水素のみの発電によって、電気と熱を 近隣の公共施設に供給(2018年4月~)。



出典: 第2回2050年に向けたガス事業の在り方研究会 資料6 (川崎重工業株式会社説明資料)

東京オリンピック選手村街区への供給

- 東京2020大会後の選手村街区予定地で、水素パイプラインを整備。
- 各街区の住宅棟、商業棟に純水素燃料電池を設置し、供給される水素により発電を行う予定。

〈東京2020大会後の選手村〉



出典:第2回2050年に向けたガス事業の在り方 資料8(東京ガス株式会社説明) 1

パイプライン(水素専用管、既存都市ガス管)活用の意義

- パイプラインは多大な初期投資を必要とする一方で、ランニングコストは競争力があるため、需要量 が増大し、面的に大量配送を行う際には経済合理性がある。
- 既存の都市ガス管への水素混入は、水素需要の拡大などの意義があると考えられるが、ガスの CO2排出量削減効果が限定的であること、需要機器側への影響などに留意しつつ、標準熱量 の引き下げ検討の議論なども踏まえて、今後も引き続き検討。

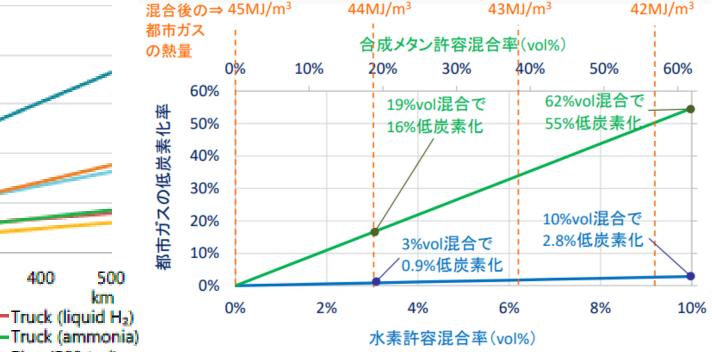
配送距離とランニングコストの関係

SD/kgH₂ 2.0 1.5 1.0 100 200 300 400 500

Truck (gas H₂) -Truck (LOHC)

Pipe (100 tpd)

水素等の混合率、熱量変化、低炭素化率の関係



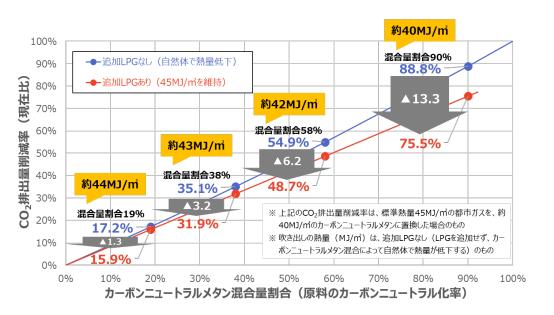
Pipe (500 tpd)

km

トランジション期の熱量制度とカーボンニュートラルの実現のための熱量制度

- <u>合成メタンの混合量割合増加</u>に伴い、LPGを追加して増熱しなければ、現行45MJ/㎡の<u>都市ガ</u>スの熱量は下がっていく。
- このため、2050年カーボンニュートラルの実現に向けた最適な熱量制度について、ガス事業制度検討WGで検討が行われ、現時点では移行期間を15~20年として、2045~2050年に標準熱量を40MJ/m³へ引き下げることが合理的であるとされた。

合成メタン混合量割合とCO。排出量削減率の関係



出典:第6回2050年に向けたガス事業の在り方研究会(令和3年2月24日)日本ガス協会説明資料

ガス事業制度検討WGポイント(令和3年3月16日)

- メタネーションによる合成メタン等のCNガスを増熱せずに既存のガス導管に注入することが可能となる標準熱量制 (40MJ/m³)へ移行することとしつつ、同時に、将来的に安定的かつ安価にCNなガスの供給を可能とする技術の導入・拡大を可能とすべく、2050年CNを実現するためのガス体エネルギーのポートフォリオの検討は継続的に行っていく必要がある。
- 移行コストを抑えるため、移行期間を15~20年とすることとし、 現時点では2045年~2050年に標準熱量の引き下げを実 施することとして、事前の検証を行った上で2030年に移行する最適な熱量制度を確定する。
- CNを実現する最適な熱量制度への移行を着実に進めるため、 ガスの低炭素化効果(CN化率)等といったマイルストーンを 設定し移行までの進捗状況を確認していく。
- 移行する最適な熱量制度についてはエネルギー政策全体における都市ガス事業の位置づけや今後の技術開発動向、家庭用燃焼機器の対応状況等を踏まえ、必要に応じて2025年頃に検証を行う。

ガスのカーボンニュートラル化実現手段(カーボンニュートラルLNG)【修正·再掲】

- 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、需要家に対して販売を開始(大阪ガス、東邦ガス、北海道ガスも同様の取組を実施)。
- 2021年3月、カーボンニュートラルLNGの普及拡大とその利用価値向上の実現を目的とした民間 団体(カーボンニュートラルLNGバイヤーズアライアンス)を設立。

カーボンニュートラルLNG導入例

(出典) 東京ガスホームページ





丸の内ビルディングのSOFC、および大手町パークビルディングのガスコジェネで使用する都市ガスの全量に、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)

丸の内ビルディング大手町パークビルディング



学校法人玉川学園



(株) ヤクルト本社 中央研究所

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)

ヤクルト本社中央研究所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)

カーボンニュートラルLNGバイヤーズアライアンス

- 2021年3月9日、持続可能な社会の実現に向け、カーボンニュートラルLNG(CNL)を調達・供給する東京ガスと購入する各社が一丸となり、CNLの普及拡大とその利用価値向上の実現を目的として設立。
- 参加企業:東京ガス株式会社
 アサヒグループホールディングス株式会社
 いすゞ自動車株式会社
 オリンパス株式会社
 堺化学工業株式会社
 株式会社ダスキン
 学校法人玉川学園
 株式会社東芝
 東邦チタニウム株式会社
 株式会社ニュー・オータニ

三井住友信託銀行株式会社

三菱地所株式会社

株式会社ヤクルト本社

丸の内熱供給株式会社

株式会社ルミネ

CCUSに関する技術開発

- カーボンリサイクルは、CO2を資源として捉え、燃料等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。
- 東邦ガスは、CO2分離・回収技術の確立に向け、複数の事業を実施。
- 東京ガスは、需要家先で都市ガス利用機器から排出されるCO2を回収し、資源として活用 (コンクリート製品、炭酸塩、炭酸飲料など) する技術開発を実施。2023年度のサービス化を目指す。

CO₂分離・回収技術の実証(NEDO実証)

・東邦ガスは、将来の脱炭素化に向け、CO₂分離・回収技術が キーテクノロジーとなり得るため、大学等が保有するシーズと、東邦 ガスが保有する冷熱利用等の技術知見を活用し、複数の NEDO事業に参画している。

プロジェクト名	共同実施者
吸着式CO2分離回収におけるLNG未 利用冷熱の活用	名古屋大学
未利用冷熱による燃焼ガス中CO2の 回収技術の開発	名古屋大学
冷熱を利用した大気中二酸化炭素 直接回収の研究開発	名古屋大学 東京理科大学

需要家先でのCCUS ・需要家先で排出されるCO2を回収し、活用する技 術開発、サービス化を加速。 ・需要家との共同実証を経て、2023年度のサービス 化を目指す。 炭酸塩等 鉱物化 排ガス 変換する 直接利用 CO-溶解して 水処理等 使う お客さま先の ガス消費機器 分離・濃縮 溶接、飲料 濃縮して 利用 使う

出典:第6回2050年に向けたガス事業の在り方研究会(令和3年2月24日)日本ガス協会説明資料

再生可能エネルギーの調整力としてのガスの役割

- <u>電力部門の脱炭素化を進める上で再生可能エネルギー等の最大限活用が検討</u>されているが、 再生可能エネルギーは自然条件によって出力が変動するため、需要と供給を一致させる<u>調整力の</u> 確保が必要。
- 既に地域において再生可能エネルギーとガスコージェネレーションを組み合わせ、デジタル技術を活用した出力変動調整の実証が行われており、ガスは地域における再生可能エネルギーの調整力となることが期待できる(熱の有効利用も期待できる。)。

ガス事業者における取組事例

• 東京ガスは、**再エネ電源と天然ガス(大型電源、分散型電源)を組み合わせ、デジタル技術を活用することで最適運用・制御**を行い、CO₂削減と安定供給を目指している。

家庭用分野、業務用分野でのVPP実証

【家庭用】エネファームにより太陽光発電の出力変動を調整



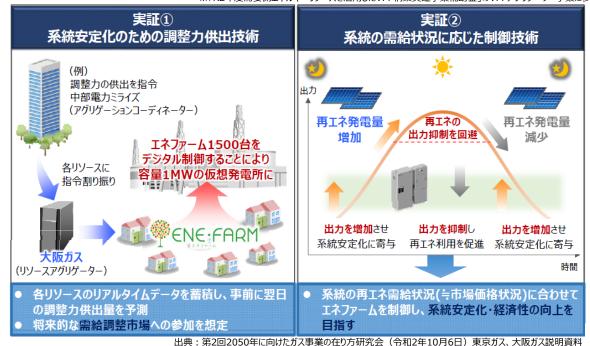
2020年度VPP実証事業イメージ図

【業務用】複数サイトの太陽光発電、蓄電池、コジェネを統合制御



- 大阪ガスでは、<u>デジタル技術</u>でエネファームを遠隔制御し、それを調整力として活用することで、発電量制御が困難な**自然変動再エネの大量導入時代**の系統安定化に貢献。
- ・将来的な**需給調整市場**への参加を想定し、エネファーム約1,500台を**アグリゲート**する<u>バーチャルパワープ</u> ラント(VPP)実証※により、系統安定化や経済性の向上を目指す。

※「R2年度需要側エネルギーリソースを活用したVPP構築実証事業補助金 |のVPPアグリゲーター事業に参画



2050年カーボンニュートラル(次世代ガス産業)実現に向けて

● 2050年カーボンニュートラルを実現するためには、脱炭素化の有望な手段の一つとして考えられているメタネーションを中心に、各手段の特徴も踏まえつつ、以下の取組を進めていくことが必要。

<今後の取組>

- ➤ 2030年には既存インフラへ合成メタンを1%以上注入し、カーボンニュートラルLNG等その他の手段と合わせて5%以上の都市ガスのカーボンニュートラル化を目標とする。2050年には90%注入し、水素直接利用等その他の手段と合わせてガスのカーボンニュートラル化を目指す。
- ▶ より高効率に合成メタンを製造できる革新的技術開発にも取り組む。
- ▶ 再生可能エネルギーの発電コストが相対的に安価な海外のサプライチェーン構築を進める。
- ➤ これらの取組を通じ、2050年までに合成メタンの価格が現在のLNG価格と同水準となることを目指す。
- 他方、2050年カーボンニュートラルの実現という高い目標を達成するには、各事業者等がそれぞれ単独で取り組むことは難しく、供給側・需要側の民間企業や政府など関係する様々なステークホルダーが連携して取り組むことが重要である。
- このため、例えば水素やアンモニアなど他燃料のように、**官民が一体となって課題解決に向けた取** 組を推進する体制を整備する。

< 見通し(案) >



出典:第31回総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会(令和3年3月2日)資料2

トランジション期における低炭素化:天然ガスへの燃料転換

- 天然ガスは、化石燃料の中でCO2排出量が最も少ない。熱需要の低炭素化のためには、燃料を石炭・石油から天然ガスに転換することが有効。
- また、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、既存インフラを活用可能な合成メタン(メタネーション)の技術開発が進められており、天然ガス利用による低炭素化を進めることは、将来的な脱炭素化に繋がる。

燃焼時CO2排出量

不炭 100 石油 80 LNG 57

出典: エネルギー白書2010

天然ガスへの燃料転換のイメージ

旭化成株式会社



延岡地区 (宮崎県延岡市)

石炭火力発電

燃料転換

天然ガス火力発電 (ガスコージェネレーション) CO2削減量:年間16万トン

2022年運転開始予定

※省エネルギー投資促進に向けた支援補助金を活用

昭和産業株式会社



鹿島工場 (茨城県神栖市)

石炭ボイラー

燃料転換

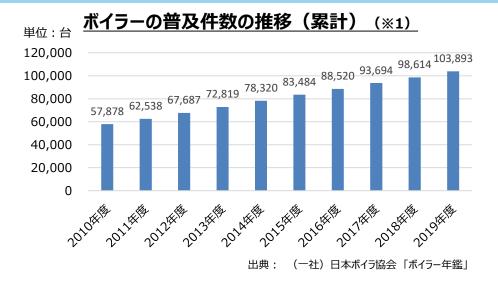
ガスコージェネレーション CO2削減量:年間6万トン 2021年9月完成予定

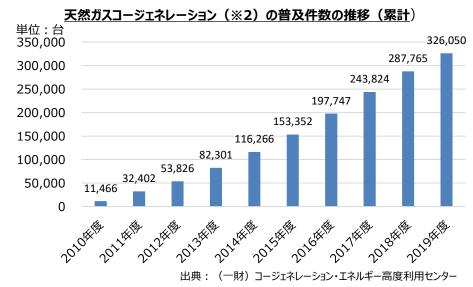
※天然ガスの環境調和等に資する利用促進事業費補助金を活用

出典:公表情報より 資源エネルギー庁作成

トランジション期における低炭素化:天然ガスの利用形態の多角化

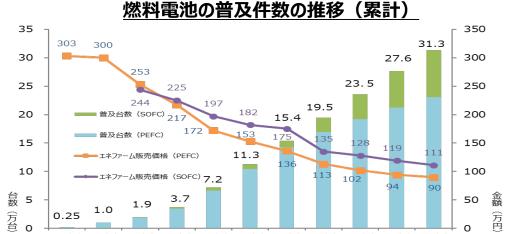
● 環境調和性に優れ、災害時の強靱性も備えているボイラー、天然ガスコージェネレーション、ガス空調、燃料電池等は、着実に導入が進んでおり、「社会経済活動の維持に資する天然ガス利用設備導入支援事業費補助金」、「先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金」等で政策的な導入支援を行っている。





ガス空調 (※3) の普及件数の推移 (累計)

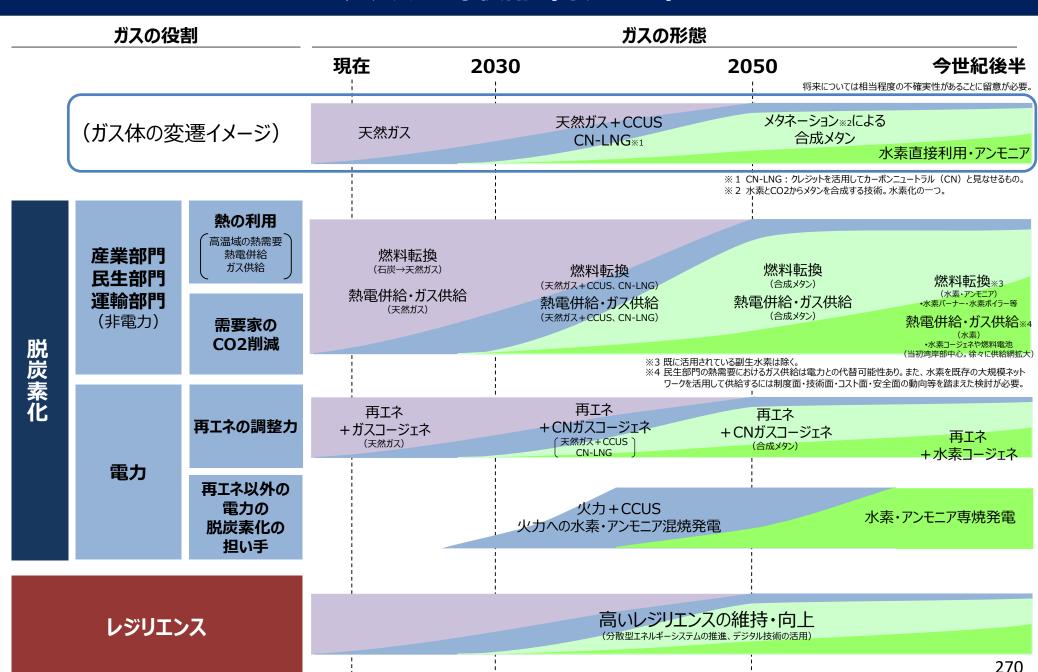




269

※1 都市ガス・LPガス合算の数値。 ※2 民生・産業用のガスタービン、ガスエンジン、蒸気タービン、燃料電池。2010年のみLPガスを原料とするガスコージェネレーションを含む。 ※3 GHPに限り、ガス吸収冷温水器は含まない。

ガスの主な役割(イメージ)



4. エネルギーシステム改革

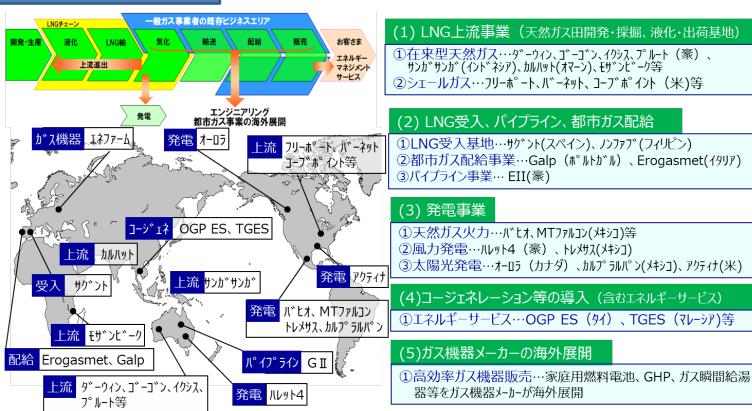
- b. ガスシステム改革の現状と対応の方向性
 - ①ガスシステム改革の進捗
 - ②レジリエンス強化に向けた取組
 - ③2050年カーボンニュートラルに向けた取組
 - ④ガス事業者の経営基盤強化に向けた取組
 - ⑤熱供給事業に関する取組

ガス事業者の総合エネルギー企業としての海外事業への挑戦

令和2年9月4日第1回2050年に向けたガス事業の在り方研究会日本ガス協会説明資料より抜粋・加工

- 総合エネルギー企業として、事業の多角化等により経営基盤の強化を進め、競争に勝ち抜くための投資を積極的に推進し、異分野から参入してきた新規事業者との競争・連携を通じて、新たな市場の開拓等を進め、我が国の経済成長を牽引していくことが期待される。
- また、エネルギー需要が拡大する国際市場を開拓していく役割を担う。燃料調達やトレーディング、 海外IPP事業等を進め、多様な分野で内外の企業と連携し、競争力強化や国際展開を更に 進めることが期待される。

海外における事業展開の事例



272

出典:第1回2050年に向けたガス事業の在り方研究会(令和2年9月4日)日本ガス協会説明資料

(参考)【東京ガス】LNGネットワークの多様化・LNGトレーディングの取組

う和2年10月6日第2回2050年に向けたガス事業の在り方研究会東京ガス説明資料より抜業

● 東京ガスは、アジア、北米、欧州の市場を結ぶLNGネットワークを構築することにより、LNG輸送効率向上と市場価格の地域間格差を縮小し、需給調整に資する柔軟性を向上している。

直近の主な取り組み

2016/11

英国セントリカ社との原料調達に関わる相互協定の締結【カーゴスワップによる柔軟性(右図)】

2018/5

米国から日本初のシェール由来・長期契約LNGを受入れ【長期契約、仕向地柔軟性】

2018/6

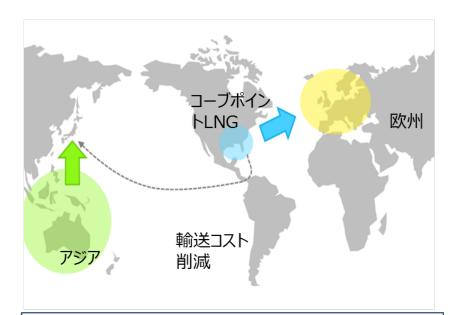
モザンビークLNGプロジェクトからのLNG購入に関する基本合意の締結(2019/2 売買契約締結)【日本企業と欧州企業による初の共同調達。異なる市場・立地を活かした柔軟な需給調整】

2018/10

LNGカナダプロジェクトからのLNG売買に関する基本合意書の締結【長期契約、仕向地柔軟性

2020/9

ティージーグローバルトレーディング株式 会社設立。【当社が保有するアセット(タンク・船・売買契約など)を最大限活用】



英国セントリカ社とは、カーゴスワップを活用し、LNGの輸送効率向上を通じたコスト削減を目指した取り組みを進めている

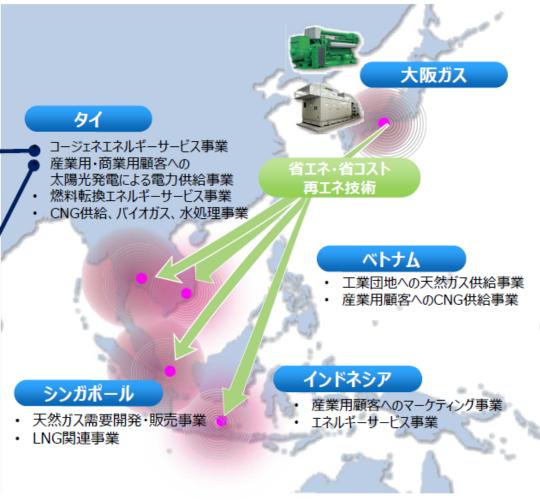
(参考) 【大阪ガス】東南アジアでの低炭素化事例

令和2年10月6日第2回2050年に向けたガス事業の在り方研究会大阪ガス説明資料より抜粋・加工

● 大阪ガスは、国内で培った**省エネ・省コスト技術**による天然ガスの普及拡大、電力事業で培った 再エネ開発・運用ノウハウを生かした**再エネ事業**により海外でも低炭素化に貢献していく。



タイ最大級の産業用太陽光プラント (3.2MW)



地方都市ガス事業者の現状と課題

- 都市ガス事業者(一般ガス導管事業者:193者)には大小様々な規模の事業者が存在しているが、 従業員数100人以下の事業者が全体の8割、さらにその半分は20人以下の事業者である。
- 都市ガス事業者向けアンケート結果(2021年1月実施、回答率78%)によれば、都市ガス事業だけで なくLP事業や電力事業(小売)などにも取り組んでおり、需要家が求めるエネルギーやサービスを 提供する事業者としての素地はある。他方、これらを拡大するための課題は、人材確保、体制整 **備、知識・ノウハウ等**と認識されているが、**同業種・他業種との連携は十分ではない**。

従業員数別事業者数

約8割は従業員数100人以下 16% 9% 17% 23% 27%

■ 10人以下

■ 21人以上50人

■ 101人以上300人 ■ 301人以上

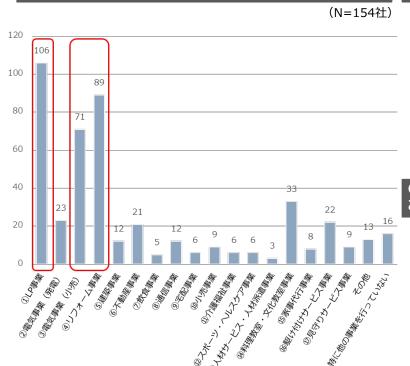
出典:ガス事業便覧2020年版

■11人以上20人

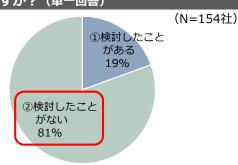
■ 51人以上100人

都市ガス事業者向けアンケート結果

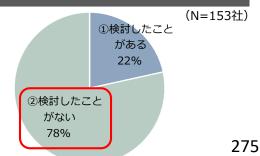
O5. 都市ガス事業以外に取り組んでいる事業はありますか? (複数回答)



Q30. 他の都市ガス事業者との連携を検討したこ とがありますか?(単一回答)



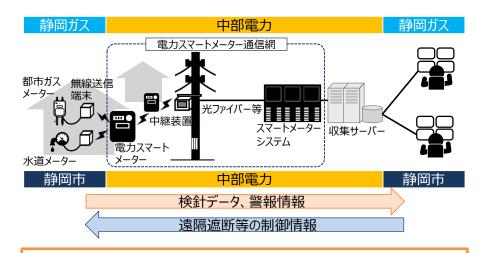
036. 他業種の事業者との連携を検討したことが ありますか?(単一回答)



同業種・他業種との連携の重要性

- 同業種・他業種との連携には、①地域内の課題解決のために連携し、地域活性化を目指すものや、②地域を越えた共通の課題解決や連携することによる業務効率化などのために連携し、 それぞれが地域活性化を目指すもの、などが考えられる。
- 都市ガス事業者が連携した事例の中には、**業務効率化や新たなビジネス創出に取り組む事例も あり、そのような事例を増やしていくことが、地域の活性化に繋がっていく**と考えられる。

水道・都市ガスの自動検針実証 (静岡上下水道局、静岡ガス、中部電力)

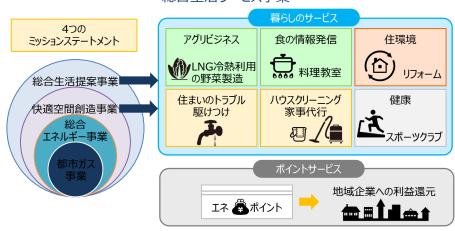


● 静岡上下水道局・静岡ガス・中部電力は、中部電力が提供する電力スマートメーターの通信網を活用した水道・都市ガスの自動検針に関する実証実験を開始。2年間の実証を通し、水道・都市ガスにおける自動検針の有用性の検証を行う。

(出所) 静岡ガスヒアリング・公表資料より日本政策投資銀行作成

高齢化地域における生活基盤の維持 (日本ガス)

総合生活サービス事業



- 日本ガスでは、都市ガス事業に加え、総合エネルギー事業、快適空間創造事業、総合生活提案事業などの総合生活サービスを展開。地域事業者と連携しつつ、これまでの顧客ネットワークを活用し、顔が見えるビジネス。
- これにより、高齢化が進む供給エリアにおける人々の生活環境の維持・向上に貢献。

(出所) 日本ガスヒアリング・公表資料より日本政策投資銀行作成

ガス事業者の取組事例

- ガス事業者が、地域の課題・ニーズを把握し、これまで培ってきた地域住民との信頼関係や、エネルギー供給のノウハウ等を活かし、地域の付加価値向上や課題解決に資する取組を実施している事例もある。地域資源の活用や連携の方法により、いくつかの類型に分けられる。このような取組を通じて地域に貢献することが、経営基盤の強化につながっていくと考えられる。
- また、日本ガス協会や経済産業局において、地域におけるガス事業者の取組をサポートする支援を行っている。このような支援は、ガス事業者が地域に貢献するきっかけになると考えられる。

取組事例の類型

類型	事業者名	取組概要
【類型①】 地域資源・電力 に関する取組	日本ガス・静岡ガス 島田ガス 常磐共同ガス 日本海ガス 越後天然ガス 鳥取ガス 唐津ガス 小田原ガス 釜石ガス	地域資源である清掃工場からのエネルギー源の活用 再生可能エネルギー地産地消 新エネルギー社会実現構想(水素) スマートモデル街区におけるエネルギーシステム コンパクトグリッド 地域エネルギー事業(とっとり市民電力) 地域エネルギー事業(唐津パワーホールディングス) 地域電力(小田原箱根エネルギーコンソーシアム) スマートコミュニティ

類型	事業者名	取組概要
【類型②】 多角化・地域 との連携	河内長野ガス 青森ガス 新発田ガス 日高都市ガス 越後天然ガス サーラエナジー (サーラグループ) 高岡ガス 日本ガス (鹿児島)	行政・地域経済界との検討会、新ビジネス検討 市街地活性化 市街地再開発 空き家対策 「こども食堂」 暮らし・ビジネスの総合的サポート 中心市街地活性化対策 多様な事業多角化
【類型③】 域内他業種連携	日本海ガス・鳥取ガス 名張近鉄ガス 九州ガス 複数事業者	地域内異業種との事業連携 他業種企業と連携した多角化 地域内M&A 地域のガス体エネルギーの一体経営
【類型④】 同業種連携	複数事業者 長野県都市ガス5社 東邦ガス	デジタル活用:データ活用経営の推進 地方創生SDGsコンソーシアムへの参画 ライフサービスプラットフォーム

2050年に向けたガス事業の在り方研究会 中間とりまとめ(ポイント)

ガスを取り巻く 環境変化

世界的な脱炭素化の要請/2050年カーボンニュートラル宣言

自然災害の頻発化・激甚化

少子高齢化・人口減少

デジタル化の進展

脱炭素化・レジリエンス強化・経営基盤強化という3Eの観点からガスの役割・取組を整理

脱炭素化

▶ 熱エネルギーの供給

- ・産業・民生部門のエネルギー消費の約6割
- •産業部門の高温域は電化が困難
- ガスの脱炭素化により熱の脱炭素化に貢献
- ▶コジェネによる熱の有効利用
- ▶再エネの調整力
 - 再エネ+コジェネ
- **▶ トランジション期の低炭素化**

官民で取組を推進する体制整備

- ▶ メタネーションの推進
 - •技術開発の促進、実証事業の実施
 - 海外サプライチエーン構築の推進
- > 水素直接利用などの推進
 - 安価な水素供給、地域での水素利用
 - カーボンニュートラルLNG導入促進
- >燃料転換推進(石炭・石油→天然ガス)

高いレジリエンス強化

- ▶エネルギー源や原料調達の多様化
- > エネルギーネットワーク多様性確保
- **▶エネルギーの面的利用**
 - 地域にコジェネで電気・熱を供給
- > 再エネ電気の貯蔵・活用

ンガス安定供給確保

- > デジタル化の推進
 - スマートメーター普及、ガス・電気等の共同 検針の検討

> 分散型エネルギーシステムの推進

- 再エネ、コジェネ、デジタル技術など活用
- ・電気・ガスのデータ連携、PtoG・GtoPによる 需給の最適化(セクターカップリング)

経営基盤強化

>経済成長の牽引 大 企業間の競争・連携、新市場の開拓 企 業

▶ <u>アジアの</u>LNG導入時支援

中 小 企 業

大

企

業

企業

- ≻地方創生・SDGsへの貢献
 - 需要家が求めるエネルギー等の提供
 - 自治体・地域企業と地域課題解決
- ▶地方での脱炭素化の担い手
 - バイオガス、水素など地域資源活用

> 国内外への更なる事業展開

- 調達先の多様化、トレーディング海外エネルギーサービス事業の展開
- デジタル技術活用

> ガス事業者の主体的取組 中 ・電気・LPなど経営多角化

- ・同業種・他業種・自治体と連携 ・再エネ・水素・バイオマスなどエネルギー
- 地産地消へ積極的取組
- **▶業界団体や行政のサポート**78

(参考)2050年に向けたガス事業の在り方研究会 委員名簿、開催実績

委員名簿

座長 山内 弘隆 一橋大学大学院経営管理研究科 特任教授

委員 秋元 圭吾 公益財団法人地球環境産業技術研究機構 システム研究グループ グループリーダー

上田 絵理 株式会社日本政策投資銀行産業調査部 産業調査ソリューション室 課長

柏木 孝夫 東京工業大学 特命教授

橘川 武郎 国際大学大学院国際経営学研究科 教授

柴田 善朗 一般財団法人日本エネルギー経済研究所 研究主幹

林 泰弘 早稲田大学大学院先進理工研究科 教授

又吉 由香 みずほ証券株式会社 グローバル戦略部 上級研究員

松村 敏弘 東京大学社会科学研究所 教授

吉高 まり 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

経営企画部 副部長 プリンシパル・サステナビリティ・ストラテジスト

(敬称略)

開催実績

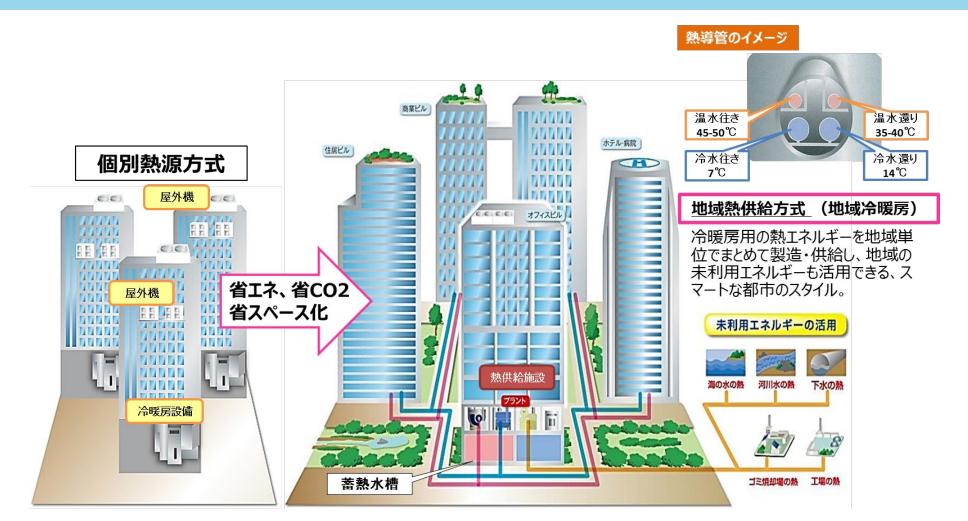
開催日	回数	テーマ	プレゼン者
R2.9.4	第1回	論点の提示	日本ガス協会 事務局
R2.10.6	第2回	脱炭素化·低炭素化 経営基盤強化	秋元委員 柴田委員 川崎重工業 三菱パワー 東京ガス 大阪ガス
R2.10.26	第3回	レジリエンス強化	エネ庁石油・天然ガス課 JERA 東京ガス 大阪ガス 経産省ガス安全室 日本ガス協会
R2.12.16	第4回	脱炭素化・低炭素化 ガスの役割	国土交通省 住友化学 中外炉工業 三浦工業 日本ガス協会 事務局
R3.1.28	第5回	経営基盤強化	日本ガス協会 サーラエナジー 小田原ガス 日本瓦斯 関東経済産業局 国土交通省 日本熱供給事業協会 上田委員 事務局
R3.2.24	第6回	ガスの役割を 果たすための取組	日本ガス協会 事務局
R3.3.23	第7回	中間とりまとめ(案)	東京ガス 大阪ガス 東邦ガス 事務局 279

4. エネルギーシステム改革

- b. ガスシステム改革の現状と対応の方向性
 - ①ガスシステム改革の進捗
 - ②レジリエンス強化に向けた取組
 - ③2050年カーボンニュートラルに向けた取組
 - ④ガス事業者の経営基盤強化に向けた取組
 - ⑤熱供給事業に関する取組

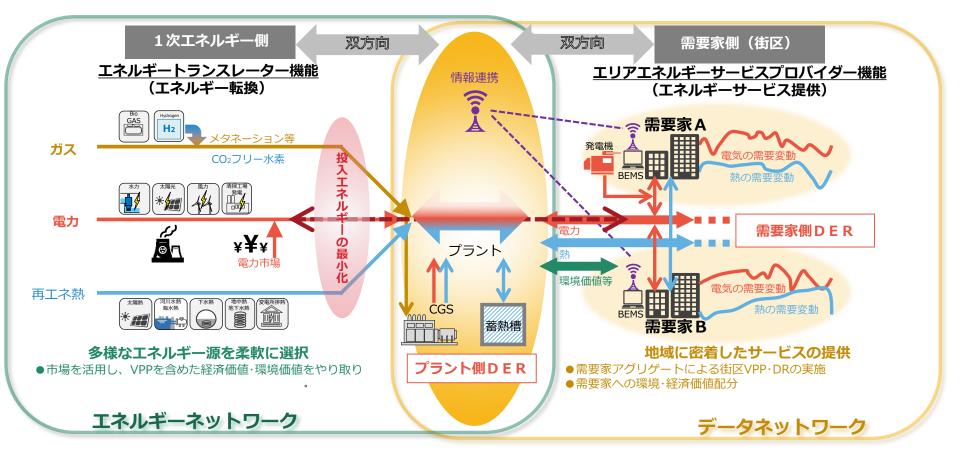
熱供給事業に関する取組

- 熱供給事業法に基づく「熱供給事業」は、オフィスビル、ホテル、住宅等の冷暖房用に、加熱もしくは冷却した「温水」、「冷水」、「蒸気」を熱供給施設 (エネルギープラント) でまとめて製造し、それらを熱導管によって、複数の建物へ供給する事業。 (加熱能力は21ギガジュール/ h 以上であること。)
- 今後も、地産地消型でのエネルギーの面的利用や再生可能エネルギー熱の有効活用に取り組む。



低・脱炭素化に向けて期待される地域熱供給の機能

 熱供給事業者は、状況に応じ再生可能エネルギーを含め柔軟にエネルギー等を選択するととともに、 プラントの効率化を図ることで投入エネルギーを最小化したうえで、需要家が保有する分散エネルギー源(DER)を含めた大規模なエネルギー需給調整を実施。



コージェネレーションや廃熱などのエネルギーを一定の地域で面的に利用する事例

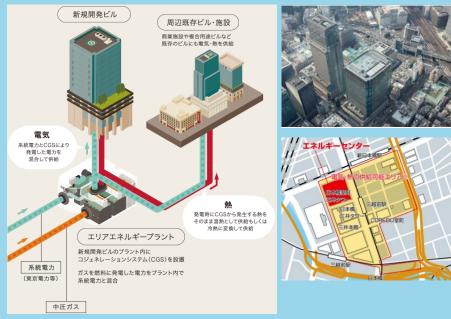
虎ノ門一・二丁目(東京都) 「虎ノ門エネルギーネットワーク株式会社]

 大規模水蓄熱槽を活かした熱源機の高効率運用、 AI技術を活用した統合エネルギー管理システムによる 熱供給システムと発電システムの運用最適化、ビルの 中水熱等の未利用エネルギー活用、隣接する地点間 の電力・熱融通により、一般的な熱供給と比較して CO2排出量を20%削減予定。



日本橋室町西 (東京都) 「三井不動産TGスマートエナジー株式会社]

- 新規開発に伴い、プラントを設置する新築ビルだけでなく既存のビルにも電気と熱を供給。広域停電時にもピーク時の50%の電力と熱を供給することで街全体の防災性が向上。
- 高効率なコージェネレーションシステム・冷凍機等の採用と廃熱の有効利用により環境性を高め、供給エリアのCO2排出量を30%削減。



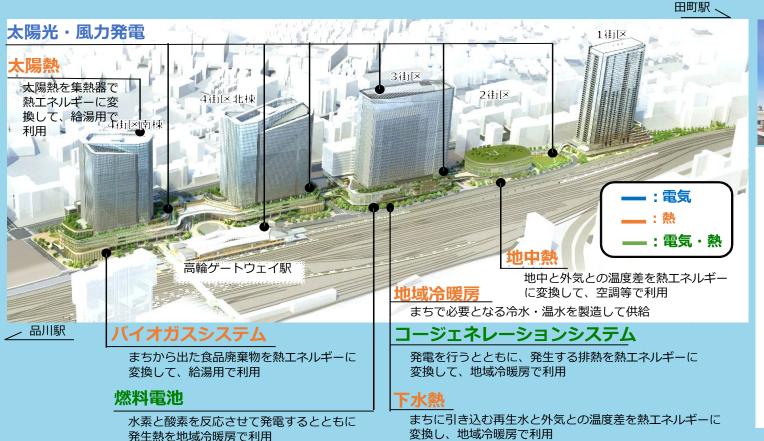
供給開始:2016年5月27日

バイオマスや太陽熱、未利用熱などの再生可能エネルギー熱の活用事例

高輪ゲートウェイ駅(東京都)

[株式会社えきまちエナジークリエイト]

- 再生可能エネルギーを最大限に活用するとともに、水素社会の実現を目指したシステムを構築し、効率的かつ環境性の高いエネルギーマネジメントを行うことにより、一次エネルギー原単位・CO2排出原単位を65%削減予定。
 - ※ベースラインは東京都の「総量削減義務と排出量取引制度」の標準原単位を基に設定
- コージェネレーションシステム、非常用発電機を配備し、災害時の事業継続性を確保する。



2025年1月供給開始予定



プラント間連携により効率向上を図っている事例

大手町・丸の内・有楽町(東京都)

[丸の内熱供給株式会社]

- 大手町地区は、新設ビルプラントと既設 7 プラントをネットワーク化させることにより効率性を向上(スパイラルアップ)。また、供給網をループ化させることにより更なる信頼性の向上もはかっている。
- 丸の内一丁目〜丸の内二丁目〜有楽町の3地区間は地下で蒸気供給ネットワークを構築することにより、エネルギー供給の 効率化・強靭化を実現。また、コージェネレーションシステムから発生する排熱を蒸気ネットワーク網を通じてエリア内の複数のビル へ供給することで未利用熱の有効活用を推進。さらに、ブロック別温水ネットワークを推進し、さらなる高効率化と都市未利用熱 の利用を進めている。
- 「バーチャルパワープラント構築実証事業」に参画し高い精度のデマンドレスポンスが可能であることを確認。



5. 水素戦略

- a. 総論(カーボンニュートラル時代の水素の位置付)
- b. 供給側の課題と方向性
- c. 需要側の課題と方向性
- d. 需給一体での取組の方向性

御議論いただきたいこと

- ・ 水素は、**電力部門と非電力部門の両方を脱炭素化する**ことを可能とするだけでなく、 **余剰再工ネ等を水素に変換し、貯蔵・利用する**ことや、**化石燃料をクリーンな形で有 効利用する**ことを可能とする、カーボンニュートラルを達成する上で必要不可欠な二次エネルギー。
- 本日は、**クリーン水素の社会実装を促進**していくにあたって、
 - ①2050年カーボンニュートラルを見据え、**どのような時間軸で水素供給、水素需要の 拡大を図っていくべき**か、
 - ②技術的課題やインフラ整備、コストといった各課題を克服するために、どのような政策を 供給側、需要側でそれぞれ、または一体的に進めていくべきか、

について御議論いただきたい。

2030年に向けた水素の普及拡大の方向性

	現状・課題	方向性
総論	日本が世界初の水素の国家戦略を策定最近は世界各国もCN達成のために注力水素及び関連機器の国際市場拡大が期待	 電力・非電力の双方の脱炭素化、再 最大限の導入のために社会実装を 産業競争力強化を通じた国内外市場
供給	 現在の水素製造量(推計)は約200万トン/年。 ほぼ全量グレー水素(CO2を排出) 今後は、クリーンな水素を大量かつ安価に供 給出来る体制を確立する必要 	 ①再工ネ等を用いた国内水電解、②の大規模水素輸入を新たな水素供 水電解装置、水素運搬船等の大型・開発を支援し、供給力増大、コスト値 再エネ資源国も含む多様な資源外流海外水素権益の獲得、国際水素市
需要	 輸送分野はFCVが約5000台導入。水素ステーションは162基整備(建設中) 発電分野は小型専焼は実機実証、大型混焼・専焼は燃焼器の技術開発を実施中 産業分野は水素を原料・燃料として利用可能であるが、大規模なプロセス変更を必要とするなど、技術的なハードルが高い 様々な用途で活用出来る燃料電池は日本が技術的にリードするものの、各国が追随 	 輸送部門はトラック、船舶等への用 大規模ステーション等のインフラ整 発電部門は大型発電の実機実証を 非化石価値を適切に評価する市場 を通じて商用化を実現 産業部門は脱炭素化のための新た ロセスの開発等を支援(例:水素還 燃料電池の技術開発、多用途展開 場整備等を通じた競争力強化・導入

政策 ツール

- 水素関連予算は今年度は約700億円/年
- 社会実装に向けた支援(導入補助金、規制改 革)はFCV、水素ステーションが中心
- 各国が水素戦略を打ち出す中、国際連携も必 要

- 再エネの が加速
- 「場の獲得
- ②海外から は と想定
- 型化等の<u>技術</u> 低減
- 交を通じた 5場形成

<u>用途拡大</u>や、 **佐備**を支援

- を支援し、 **易整備**など
- たな製造プ 置元製鉄)
- 机電力市 入拡大
- GI基金も活用した需給一体の社会実装モデル の構築
- 市場整備、規制改革、国際標準化等の最大 限の活用による社会実装の加速化
- 水素閣僚会議による国際連携の推進

水素分野における戦略等の策定状況について

- 日本は世界で初めての水素基本戦略を2017年12月に策定。近年は、水素を脱炭素化に必要不可欠なエネルギー源と位置づけ、**多くの国・地域が水素関連の取組を強化**。日本がこの分野を今後もリードするためには、**より一層取組を強化**する必要。
- 昨年10月の菅総理のCN宣言を受け、昨年末策定したグリーン成長戦略でも重点分野の一つ に位置づけ。今後は水素基本戦略の見直しに向けた検討も行いつつ、需給一体での取組により、 導入量の拡大と供給コストの低減を目指す。

国内外の情勢変化、戦略策定の状況

2017年12月 水素基本戦略策定 2019〜2020年 各国水素戦略策定 及び、経済対策で 水素に注力

2020年10月 菅総理による 2050年CN宣言 **2020年12月** グリーン成長戦略策定 (水素の位置付) 2021年~ 次期エネ基、水素基本 戦略見直し等を見据 えた検討(継続中)

グリーン成長戦略における量及びコストの目標

ロ 年間導入量:発電・産業・運輸などの分野で幅広く利用

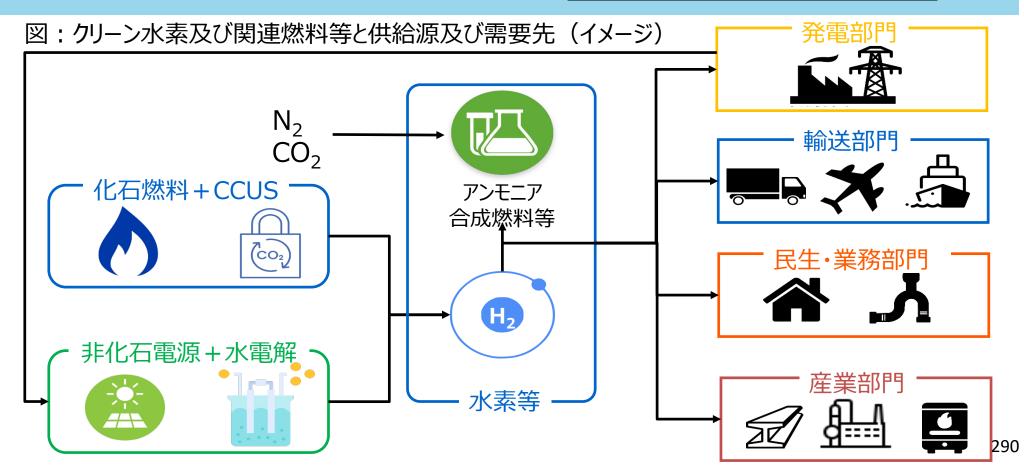
現在(約200万t) → 2030年(最大300万t) → 2050年(2000万t程度)

ロコスト:長期的には化石燃料と同等程度の水準を実現

現在(100円/Nm3) → 2030年(30円/Nm3) → 2050年(20円/Nm3以下)

カーボンニュートラルに必要不可欠な水素

- 水素は、<u>直接的に電力分野の脱炭素化に貢献</u>するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、<u>再工ネ等のゼロエミ電源のポテンシャルを幅広い分野で最大限活用する、いわゆる</u>セクターインテグレーションを可能とする二次エネルギー。
- 加えて、電化による脱炭素化が困難な**産業部門(原料利用、熱需要)等の脱炭素化**にも貢献。
- また、**化石燃料をクリーンな型で有効活用**することも可能する。
- なお、水素から製造されるアンモニアや合成燃料等も、その特性に合わせた活用が見込まれる。



(参考) 水素に係る海外動向

- EUやドイツやオランダ、 豪州など多くの国で**水素の国家戦略が策定**されるなど、世界中で取組が本格化。
- ・ 脱炭素化が困難な<u>商用車や産業分野での水素利用</u>や、<u>水素発電の導入</u>、水素輸入に向けたサプライチェーン の検討等の動きが進展。

ドイツ

- > 2020年6月に国家水素戦略を策定。
- ▶ 国内再工ネ水素製造能力の目標を設定 5GW、2040年10GW)。水電解による水素製造設備 に対して、再エネ賦課金を免除。
- ・ <u>中・長期的な大規模水素輸入</u>に向けたサプライチェーン実 証プロジェクトを実施予定。
- ▶ 連立与党が2020年6月3日に採択した経済対策において、国内の水素技術の市場創出に70億ユーロ、国際パートナーシップ構築に20億ユーロの助成を予定。
- ▶ 大型FCトラック向けの水素充填インフラ構築を支援。

米国

- ▶ 新車販売の一定割合をZEVとする規制の下、カリフォルニア中心にFCVの導入が進展(8000台超)。2024年からは商用車もZEV規制適用開始。
- ユタ州のIPPが大型水素発電プロジェクトを計画。2025年に水素混焼率30%、2045年に100%専焼運転を目指す。(MHPSがガスタービン設備を受注)
- ▶ ロサンゼルス港の<u>ゼロエミッション化</u>に向けた構想の一環で、 大型輸送セクターでの水素利用の検討が進む。
- ▶ DOEは**大型FCトラック**の開発を支援。



EU

- 2020年7月に水素戦略を発表。
- > 2030年までに**電解水素の製造能力を40GW**を目指す。
- ➤ 暫定的に、低炭素水素(化石+CCUS)も活用。水素の製造、輸送・貯蔵、利用に向けて取り組む。
- ▶ 官民連携によるクリーン水素アライアンスを立ち上げ。
- ▶ 輸送分野では、商用車での水素利用を重視。

フランス

- > 2020年9月に水素戦略を改訂。
- ▶ 2030年までに電解装置6.5GWの設置、年間60万トンのグリーン水素生産を目標として設定。
- ▶ グリーン水素の生産に使用する電力としては、再生可能工 ネルギーおよび原子力発電由来の電力を想定。
- ▶ 産業の脱炭素化に加え、大型FCトラックの開発が優先項目に。

*****}

中国

- ▶ 2016年省エネ・新エネ車の技術ロードマップにおいてFCV の普及目標を策定。現在は商用車中心に普及が進む。
- ▶ 2020年4月にFCV産業のサプライチェーン構築への助成を発表。水素関連技術の競争力確立を目的とし、モデル都市を選定し、FCVや水素ステーションの技術開発・普及に奨励金を与える。

5. 水素戦略

- a. 総論(カーボンニュートラル時代の水素の位置付)
- b. 供給側の課題と方向性
- c. 需要側の課題と方向性
- d. 需給一体での取組の方向性

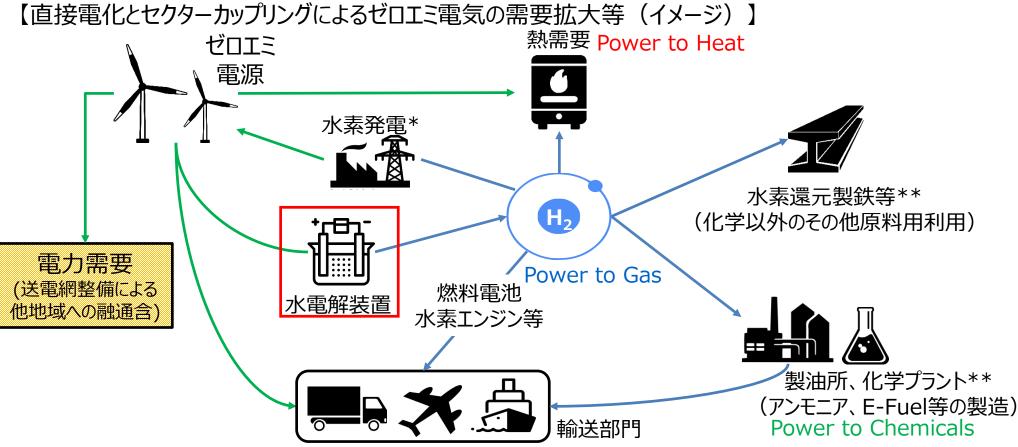
エネルギー安全保障も考慮した、脱炭素時代の水素供給の道筋

- 水素は多様なエネルギー源から製造可能であるが、日本は国内の資源ポテンシャルが限定的であるため、大規模な社会実装に向けては、**価格競争力のある海外水素の活用が必要**。
- しかしながら、エネルギー安全保障向上の観点から、その調達源の多様化、調達先の多角化を推進するだけでなく、余剰再エネ等を活用した**国内水素製造基盤を有することも重要**。
- 更に、水素の大規模輸入が実現するまでは、**副生水素など、既存の水素供給源を最大限活用** することが必要不可欠。

	短期(~2025年頃)	中期(~2030年頃)	長期(~2050年)
実績·目標量	約200万トン	最大300万トン	2000万トン程度
既存供給源 (副生水素等)	主要な水素供給源として 最大限活用	供給源のクリーン化	(CCUSの活用等)
新たな国内供給源 (電解水素等)	実証を通じた知見蓄積、コスト低減	余剰再エネ等を活用した 水電解の立ち上がり	電解水素の規模拡大・ 新たな製造技術の台頭
輸入水素	実証を通じた知見蓄積、 コスト低減	商用ベースの国際水素サプ ライチェーンの構築	調達源多様化・調達先多 角化を通じた規模拡大

水電解装置の位置づけ(ゼロエミ電源との関係)

- ・ 水電解装置は供給余力が発生した際、水素製造により需要を機動的に創出させ、**再エネを含む** ゼロエミ電源の出力抑制を回避することを可能とする。
- ・ そのため、<u>電力需要が十分無く、送電線の整備が十分でない地域においても、**再工不等を余すことなく活用し、非電力部門も含む脱炭素化の推進(セクターカップリング)**も可能とする。</u>



^{*}水素等を長期で貯蔵し、季節性の調整力等として利用、**産業用途等で活用する場合は、供給量を安定的かつ十分確保する必要がある点には留意。 (出典)シーメンス等より資源エネルギー庁作成

水電解装置の開発強化の方向性

- 商用化が近い水電解装置は29イプ(アルカリ、PEM)存在し、それぞれ国内で実証中。
- 日本は世界最大級の水電解装置を有するものの、開発は<u>欧州勢が先行</u>。市場も<u>再エネが安い欧州等が先</u> <u>に立ち上がる見込み</u>。例えば、EUは2030年に40GWの導入目標を設定。これは福島水素研究フィールドの 世界最大級の水電解装置4000基分に相当。
- そのため、装置コストの一層の削減を達成すべく、①組立工程の簡素化や必要設備量の削減等に資する大型でである。型化・モジュール化の推進や、②高性能な触媒や膜といった要素技術の装置への実装を、アルカリ、PEM型とも強力に後押しし、国内水素製造基盤確立や、海外市場獲得を目指す。

水電解装置のタイプ	アルカリ型	PEM型	
構造	$O_{2} \text{ KOH+H}_{2}O \text{ H}_{2}$ $OH^{-} \text{ OH}^{-} \text{ H}^{+}$ $H20 \rightarrow H^{+} + OH^{-}$	### ### ### ### ### ### ### ### ### ##	
特徴	構造がシンプルで、希少金属を使わないため、設備コストが安価で、高い耐久性	単位面積当たりの水素製造量が多いため、 コンパクト化が容易。出力変動幅が広く、 変動再エネにもより柔軟に対応可	
NEDO実証の規模 (参画企業)	10MW@福島 (東芝エネルギーシステムズ、東北電力、東 北電カネットワーク、岩谷産業、旭化成)	2.3MW@山梨 (山梨県企業局、東レ、東京電力ホー ルディングス、東光高岳)	

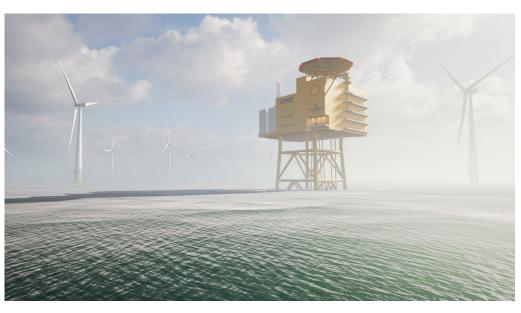
(出典)The Future of Hydrogen, IEA等より資源エネルギー庁作成

(参考) 洋上風力と水素製造の組み合わせ

• 欧州では、再エネの中では稼働率の比較的高い、洋上風力と両輪での導入が検討。洋上風力のエネルギーを系統の代わりに、水素で運搬することも検討されている。

【AquaVentusプロジェクトの概要】

- 外洋で展開された洋上風力から水素を製造し、パイプラインで独へルゴランド島を経由して独本土に輸送
- 2035年までに10GWの水電解装置を設置し、約100万トンのグリーン水素を製造することを見込む
- 参加企業は独RWE、シーメンス、MHIヴェスタス、Shell、Vattenfallなど



外洋での水素製造(イメージ)



洋上風力と水電解装置の配置(イメージ)

国際水素サプライチェーンの更なる大型化

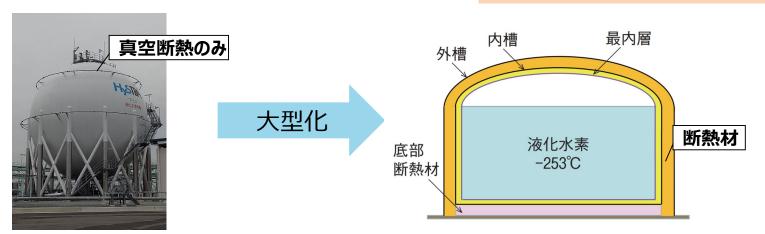
- 今後も資源を海外に頼る日本にとって、海上輸送技術を保有することは、エネルギー安全保障上重要。また、将来的な国際水素市場の立ち上がりが期待される中、日本は技術で世界をリード。建造した水素運搬船(すいそふろんていあ)を活用し、本年秋頃にも日豪間で世界初の液化水素の海上輸送を実証予定。
- 供給コストを更に引き下げるには、運搬船等の輸送設備の大型化に関する課題克服が重要。

大型化の必要がある設備と技術的な課題(例:液化水素タンク)

現行サイズ 商用スケール 水素運搬船搭載タンク 1,250m³ 32倍 4万m³ 陸上タンク 2,500m³ 20倍 5万m³

技術開発要素

- ① 真空断熱+断熱材の最適組合せの追求
- ② 自重に耐えられる新構造 (球型 → 平底円筒型)



メチルシクロヘキサン(MCH)、アンモニアなどの他の水素キャリアでもサプライチェーン構築を目指す

水素キャリアの選定と今後の支援方針

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

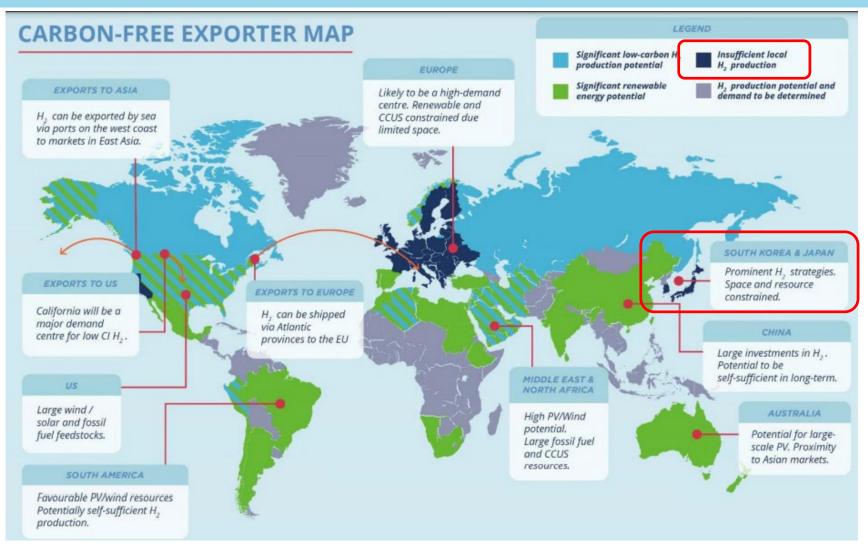
キャリア	液化水素	МСН	アンモニア	メタネーション
体積(対常圧水素)	約1/800	約1/500	約1/1300	約1/600
液体となる条件、 毒性	-253℃、常圧 無毒	常温常圧 トルエンは毒性有	-33℃、常圧等 毒性、腐食性有	-162℃、常圧 無毒
直接利用の可否	N.A.(化学特性変化無)	現状不可	可(石炭火力混焼等)	可(都市ガス代替)
高純度化のための 追加設備	不要		必要(脱水素時)	
特性変化等の エネルギーロス	現在:25-35% 将来:18%	現在:35-40% 将来:25%	水素化:7-18% 脱水素:20%以下	現在:-32%
既存インフラ 活用可否	国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

出典: IEA, the Future of Hydrogen等に基づき、資源エネルギー庁作成

298

カーボンニュートラル時代の水素輸入国

• 日本は再エネ含む資源賦存量が国内需要に比べ小さく、<u>長期的にも海外水素を輸入する</u>ことになる見込み。そのため、エネルギー安全保障上の観点から、資源外交が引き続き不可欠。



(参考) 多様化する「資源国」の定義

- 再エネ水素のコスト下落も見据え、豊富な化石燃料を持つ国とだけでなく、再エネ資源を豊富に 持つ国との資源外交も今後重要になる。
- 加えて、世界的な脱炭素化を実現し、日本の製品・技術の輸出を促進するためには、需要国との協力を通じた水素の社会実装促進に向けた取組(外ー外取引含む)も重要。

【国際協力プロジェクトの類型と日本勢の関与方法】

○: NEDO実証、☆: 国支援FS、-: 民間等の取組

①従来資源国との協力

- 化石燃料由来の水素の製造・輸送の支援
- ○日豪褐炭プロジェクト(HySTRA)
- ○日ブルネイプロジェクト (AHEAD)
- ☆日豪アンモニアサプライチェーンFS (丸紅、JERA)
- 日サウジアンモニアサプライチェーンFS (IEEJ)
- − ノルウェーにおける水素サプライチェーンFS (Hyperプロジェクト)

②再エネ資源国との協力

- 再エネ由来水素の製造・ 輸送の支援
- ☆UAEにおける再工ネ水素FS(川重)
- マレーシアサラワク州での余剰水力発電からの水素製造FS(住商、ENEOS)
- NZにおけるグリーンアンモニアプロジェクト (三井物産)
- NZにおける地熱水素製造プロジェクト (大林組)
- 米国ユタ州の再エネ水素製造・貯蔵 プロジェクト (三菱パワー)

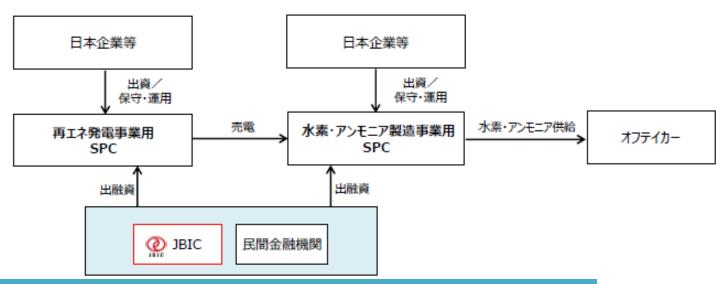
③水素需要国との協力

- 水素化のためのサプライ チェーン、インフラ整備
- ☆ロサンゼルス港における水素利用FS (豊田通商)
- シンガポールでの需要開拓FS(千代田)
- 米・蘭・シンガポールにおける水素発電 プロジェクト (三菱パワー)
- カリフォルニア水素ST事業への出資 (JBIC、三井物産)

公的機関における海外資源開発に際してのファイナンス供与

- これまでもJBICやNEXI、JOGMECといった公的金融機関が、民間投資を促す観点から、海外 資源開発のリスクを一部負担する形で出資や融資を実施。
- ・ 水素やアンモニアといったCN時代の海外資源開発を行うに際しても、こうした公的機関が具体的にどのような役割を担うことが出来るのか、という点についての検討を行うことが重要。

【JBICによるグリーン水素・アンモニア製造事業に対するファイナンス(イメージ)】



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 一部抜粋)

燃料アンモニアの市場形成にあたっては、金融機関等による役割も重要となる。そこで、JOGMEC においては、石油 ガス開発で培った地下技術や施設技術のノウハウを活用した支援策の強化を進めていく。具体的には、アンモニア 事業実施に当たっての技術的支援や、CO2 削減措置を実施する際の事前調査(CCS 実施の際の貯留層評価 など含む)を始め、支援策の強化を幅広く検討する。

5. 水素戦略

- a. 総論(カーボンニュートラル時代の水素の位置付)
- b. 供給側の課題と方向性
- c. 需要側の課題と方向性
- d. 需給一体での取組の方向性

カーボンニュートラルまでの水素需要先拡大の道筋

- 現在、需要はFCVやFCバスなどの輸送部門と、原油の脱硫用途などの産業部門などに水素の直接利用は限定され、いずれもグレー水素が活用されている。
- 今後は、**FCトラックなどの商用車、水素船**などが順次市場投入され、2030年頃に国際水素サプライチェーンが商用化されるタイミングで、**発電部門(タービン混焼、専焼)**などで地域的に実装されることを見込む。
- また、技術的課題の解決に加え、サプライチェーンの大型化等を通じた水素供給コスト削減、インフラ整備に伴い、鉄鋼や化学、航空等の脱炭素化が困難な分野(Hard-to-Abate Sector)でも水素利用が拡大。
- なお、各地に分散する家庭・業務部門も含む熱需要については、既存ガス管を含む供給インフラの脱炭素化や、水電解装置と再工ネ導入の更なる進展、純水素燃料電池の導入等により段階的に脱炭素化。

部門•目標量	約200万トン	最大300万トン	2000万トン程度
輸送部門	FCV、FCバスに加え、FCト ラック等への拡大	船舶(FC船等)等の市場 投入	航空機等への水素等(合 成燃料等)の利用
発電部門	定置用燃料電池、小型ター ビンを中心に地域的に展開	大規模水素発電タービンの 商用化(SCと一体)	電力の脱炭素化を支える調整力等として機能
産業部門 (工業用原料)	原油の脱硫工程で利用する。 分野の製造プロセ	水素還元製鉄、グリーンケミ カル(MTO等)等	
産業・業務・家庭部門 の熱需要	水電解装置の導入や、既不 の脱炭素化等に伴い(インフラ整備や水素コスト低 減を通じた供給拡大	

輸送部門における水素利用①(FCV、FC商用車)

- FCVは現状約5000台導入。水素STは整備中含め162箇所整備。引き続きFCVの導入に向けて、 規制改革(規制の適用関係整理含)、技術開発、ステーションの戦略的整備を三位一体で推進。
- 商用車のFC化は、**長い走行距離や、短い充填時間などのFCの長所を生かすことを可能**とするため、 長距離輸送用途を中心にFCトラックの活用が期待される。
- そのため、今後は商用化に向けた国内外での走行実証を支援するとともに、大型トラックに対応した<u>大</u> 容量充填能力を有する水素ステーションの開発及び導入支援を、今後のFCトラックの市場投入の状況に合わせて機動的に行う必要がある。

FCV・水素ステーション整備



<u>全国:約5000台普及</u>

全国:162箇所(開所:140箇所)

FCトラックの特徴と課題

【水素利用量(大トラ)】

- ・乗用車(MIRAI)の約80倍 【普及に向けた課題】
- 安価な水素供給 (ディーゼル代替)
- 大型ステーション整備



走行実証と大型水素STの開発

- ✓ 2022年度より羽田クロノゲートと群馬間などで宅配便荷物等の拠点間輸送を実施予定
- ✓ その他、大型トラック用の大規模STの充填プロトコル等の仕様検討、実機整備を行う予定

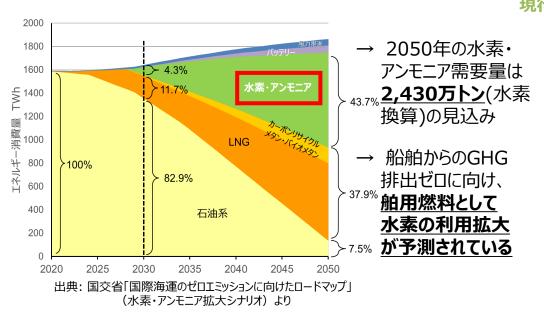


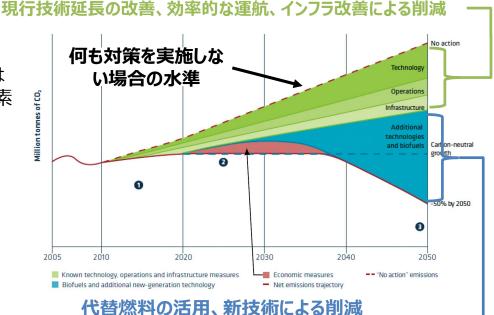
輸送部門における水素利用②(船舶、航空)

- 舶用燃料の脱炭素化のためには、目下利用拡大が予測されるLNGに加え水素やアンモニア(燃料電池、エンジン)に高い期待。
- ・ そのため、近距離・小型船向けに**燃料電池システムの開発・普及を推進**するとともに、遠距離・大型船向けに水素・アンモニアの燃焼特性に応じた**燃料エンジン及び付随する燃料タンク、燃料供給システム等の開発・実用化**を推進する。
- また航空機分野では水素の利用だけでなく、SAF(代替航空燃料、Sustainable Aviation Fuel)のうち、水素から製造する合成燃料の活用も期待されることから、その製造技術開発も後 押しし、航空機部門の脱炭素化を進める。

2050年までの舶用燃料消費量の予測

2050年までの航空機部門の排出量削減





水素とCO2から合成して製造する合成燃料は、HEFA (植物油等より製造)等の他技術に対し、長期的に競争力を有しうる

発電部門における水素利用

- 日本企業は水素発電の分野で技術的に先行。既に、大型タービンで天然ガスより燃えやすい水 素を混焼する燃焼器を開発し、現在、高効率な水素専焼を行う燃焼器の開発を実施中。
- この技術的優位性を維持するためにも、**実機での実証**、及び**水素のカーボンフリーの価値を適** 切に評価することで、水素発電の商用化を達成し、国内の大規模需要を喚起する。
- また、既に日本企業が米国やオランダなどで、大型水素発電の具体的なプロジェクトに参画してお り、**更なる海外案件受注**を目指す。

大型水素発電の開発動向



【燃焼器の開発動向】

□ 混焼用は開発完了

(2025年完了見込み)

□ 専焼用は開発中





- □ 実機での燃焼性実証
- □ 水素のカーボンフリーの価 値を評価する市場整備

海外での案件参画状況

蘭マグナム

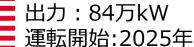
出力:44万kW

運転開始:2025年

備考:当初から専焼発電を志向

【今後の方針】

米ユタ州



備考: 当初は混焼で開始、2045

年頃に専焼化することを目指す

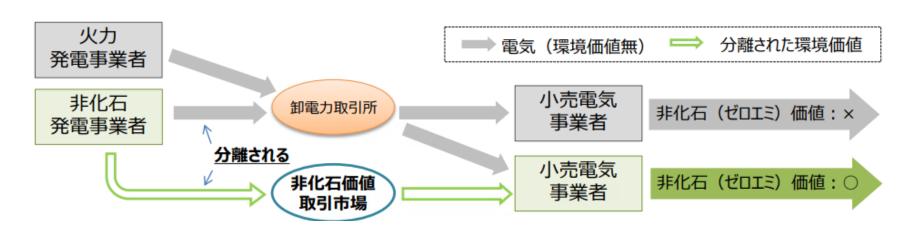
燃焼速度が速い水素は天然ガス、遅いアンモニアは石炭との混焼が想定されている

【再掲】発電分野における社会実装に向けた制度整備状況

- 水素・アンモニアの導入・拡大に当たっては、既存燃料等との価格差縮小等が重要であるが、現在はエネルギー供給構造高度化法等において、非化石エネルギー源として定義されていない。
- そのため、今後の制度整備を通じて、法制上、水素等のカーボンフリー価値が適切に評価がされるよう対応していく予定。

【制度整備の例:非化石価値取引市場】

• 概要:小売電気事業者による高度化法の目標達成を促すため、非化石電源(再エネ等)に由来する電気の 非化石価値を証書化し取引するための市場。非化石価値は1.3円/kWhで市場取引(2020年第一四半期)。



【グリーン成長戦略(2020.12.25)における記載ぶり(抜粋)】
水素発電タービンについては・・・(中略)・・・。また、再エネや原子力と並んで、カーボンフリー電源として水素を評価
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する。これにより、発電分野における大規模需要
の創出を通じた国内水素市場の本格的な立ち上がりを下支えする。

産業部門における水素利用

- 鉄鋼分野の脱炭素化のために、炭素では無く水素を<u>**還元剤</u>として利用する水素還元製鉄を技術開発中。**</u>
- また、産業プロセスで必要となる**高温の熱源**としても水素は期待されている。
- 製造プロセスの転換や、水素の燃焼特性に合わせた技術開発等を行う必要。

原料としての水素(例:鉄鋼分野)

【還元剤毎の反応式】

①既存技術:炭素(コークス)の利用(発熱反応)

 $2Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 4Fe + 3CO_2 + 熱$ 鉄鉱石 コークス (石炭) 二酸化炭素

②革新技術:水素の利用(吸熱反応)

Fe₂O₃ + 3H₂ + 熱 → 2Fe + 3H₂O 鉄鉱石 水素 **(加熱が必要)** 水

【普及のための課題例】

- 熱の補塡の仕組みや高炉内の通気・反応促進 等に関する技術開発
- ★量かつ安価な水素供給の必要性 (700万トン/年、8円/Nm3(※試算))

熱源としての水素

【電化が困難な高温熱の例】

- ガラス、アルミ、亜鉛溶解炉
- ガス溶接バーナー
- ナフサクラッカー





【普及のための課題】

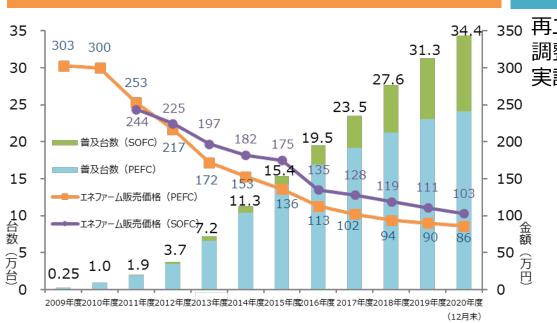
- 燃焼速度が速い
- NO x 排出量の増加
- 火炎輻射が弱い
- → 機器側の技術開発による対応 or メタネーション等の燃料合成による対応

定置用燃料電池の普及拡大に向けた今後の方向性

- 都市ガスやLPガスを改質して製造した水素を活用する家庭用燃料電池(エネファーム)は、 2009年に世界に先駆けて我が国で販売が開始。これまでに、**30万台以上が普及**しており、販売価格も、PEFCの場合、販売開始時の300万円超から、**100万円を切る水準まで低下**。
- 今後、部品点数の削減などに向けた更なる技術開発を進め、一層のコスト削減を目指すだけでなく、電力系統において供給力・調整力として活用する実証等、燃料電池の持つポテンシャルを最大限活用出来る環境整備を支援。

普及台数と販売価格の推移

電力市場における燃料電池の活用



34.4 350 再工ネ等の発電サイクルに合わせて燃料電池の出力を 調整し、系統安定化等に貢献すべく、VPPアグリゲーター 300 実証事業に、現在約1,500台のエネファームが参加中



今後は純水素燃料電池導入拡大も視野に入れた取組が必要不可欠

(出典) 大阪ガス 309

5. 水素戦略

- a. 総論(カーボンニュートラル時代の水素の位置付)
- b. 供給側の課題と方向性
- c. 需要側の課題と方向性
- d. 需給一体での取組の方向性

社会実装モデル創出の意義

- 長期の水素需要に不確実性が伴うなどし、大規模なインフラ投資に踏み出しにくい中でも水素供給を拡大するには、既存インフラを最大限活用しつつ供給拡大が可能で、極力、需要と供給が 隣接する地域等をモデルとし、水素利用をまず促していくことが望ましい。
- 蓄えた知見を生かしながら、モデルを横展開し、更に各地でのインフラ整備も戦略的に進めることで、
 水素の社会実装が効率的に促進することが期待されるため、こうしたモデルの構築を国もグリーンイノベーション基金も用いて、積極的に支援していく。

【水素の社会実装モデルのコンセプトとモデル例】



モデル例①: 臨海部等での大規模活用

■ 輸入水素等の大規模な水素供給を発電や産業部門を 含むコンビナートで集中的に利活用

モデル例②:水電解装置等を用いた自家消費、周辺利活用

□ 余剰再工ネなどを用い、水電解装置で製造した水素等を、 工場の熱需要等用に自家消費もしくは近隣で利活用

(参考) 地域における水素の社会実装に向けた動き

• 各地域で民間企業等も水素の大規模な社会実装に向けた具体的な検討を進めている

神戸·関西圏水 素利活用協議会

- 2020年9月設立。国内外供給源からの供給量と域内の需要量の試算
- 会員は計12社(岩谷産業、川崎重工業、丸紅、ENEOS、関西電力、神戸製鋼所、三菱パワー、大林組、川崎汽船、シェルジャパン、電源開発、パナソニック)

中部圏水素利活用協議会

- 昨年3月設立。工業地帯(知多・四日市)等での潜在需要量調査を実施
- 会員企業は計11社(出光興産、岩谷産業、ENEOS、住友商事、中部電力、 東邦ガス、トヨタ自動車、日本エアリキード、日本製鉄、三井住友銀行、三菱ケミカル)

福島新工 社会 構想

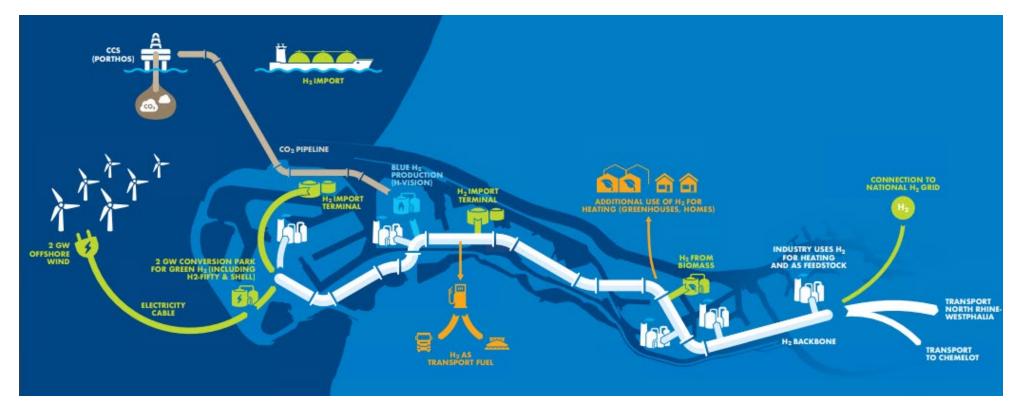
- 福島県全体を未来の新エネ社会を先取りするモデルの創造拠点とすること を目指し、2016年に策定
- 今年2月の改定し、水素の導入拡大+社会実装を加速化することを明記

カーボンニュートラ ルポート検討会

- 本年 1 ~ 3 月、国土交通省が関係企業と連携し、港湾・臨海部での水 素の利活用等について検討すべく、以下港湾を対象にCNP検討会を開催
- 対象港湾: 小名浜、横浜·川崎、新潟、名古屋、神戸、徳山下松

(参考) ロッテルダム港の例

- 現在も世界有数の石油等の搬入港である蘭ロッテルダム港は、脱炭素時代でも水素の輸入を通じて、ドイツ等の欧州各国にエネルギーを供給することを狙う。
- そのためにも、2050年に水素搬入量2000万トンという高い目標を掲げ、早ければ2023年から
 ①様々な水素製造源からの水素製造、②パイプラインによる水素輸送、③輸送・民生・産業等の分野での水素利活用を順次実施予定。※水素輸入基地の稼働予定時期は2030年



(参考)福島県における水素社会実現に向けた今後の取組

○世界最大の水素イノベーション拠点の創出

- ◆ **2021年度以降における福島水素エネルギー研究フィールド(FH2R)**の最大限の活用
 - ▶ 高効率で低コスト、かつ再エネの最大限の導入にも資する水素製造システムの開発を加速
 - 水電解装置の更なる大型化・モジュール化に係る技術開発を推進
- ◆ 国際的な展開を視野に入れた取組の着実な実施
 - ▶ 国内外の水電解装置についてシステムとして統一的に性能評価等が可能なプラットフォームの構築を推進
 - ▶ 国内外の関係機関との研究成果の共有や共同研究の実施等により、国際教育研究拠点を含むグローバルな水素研究 ネットワークの構築を推進

○水素モビリティ等の更なる導入拡大

- ◆ 水素STの更なる展開を推進するとともに、FCV・FCバスに加え、開発が進みつつあるFCトラック等の新たな水素モビリティの導入を推進
- ◆ 2021年度中に、FCトラック等の大型水素モビリティに対応する水素STの開発に係る実証設備の建設に着手

○水素社会実証地域モデルの形成

- ◆ <u>公共施設・駅などに燃料電池を導入</u>し、これに<u>水素STやFCバスの導入</u>を組み合わせた水素利活用のモデル 形成を、2021年度から一層加速
- ◆ 水素・アンモニア等次世代エネルギーの輸入・貯蔵・利活用等を図るカーボンニュートラルポートの形成を推進
- ◆ 工場の熱需要等のゼロエミッション化に向け水素ボイラーや水素ガスコジェネ、FCフォークリフトの導入を推進
- ◆ 福島ロボットテストフィールドと連携したFCドローンの開発・実証を推進
- ◆ 既存の地下の配管等を活用した効率的な水素の供給モデルの確立を推進
- ◆ 東京2020オリパラ大会など、福島県産水素の県外での活用等を通じた情報発信
- ◆ これらのモデル形成や研究開発等を通じ、水素関連産業の育成・集積を目指す

水素に関する規制見直しの今後の展開について

- 規制改革実施計画等に基づき、これまでは、燃料電池自動車・水素ステーションの導入や低コスト化等を目的とした項目を中心に、規制改革を推進してきたところ。
- CNを達成するに当たっては、菅総理が所信表明演説において「規制改革などの政策を総動員し、 グリーン投資の更なる普及を進める」と述べられているとおり、開発が進められる新たな水素モビリ ティや水電解装置、海外から輸入される水素の受入基地に関してなど、水素市場の広がりに併せ て対象とする分野を必要に応じて拡大しつつ、安全の確保を前提に、引き続き規制改革を推進 していく必要がある。

水素モビリティ

く燃料電池トラック>



※出典:トヨタ自動車、 日野自動車

- ✓ トヨタ・日野により、大型FCトラックの開発が 進められている。
- ✓ 2022年から、拠点間輸送の実証を開始する予定

<燃料電池鉄道車両>



※出典:JR東日本

✓ JR東日本により、2021年度から、鶴見線・ 南武線での実証試験が予定されている。

課題例:現行規制(重量、高さ、長さ)では FC化によりトラックの積載量が減少

水電解装置



- / 水を電気分解することにより、水素を製造する装置。
- ✓ 再エネを活用することにより、 クリーンな水素を製造可能。

<福島水素エネルギー研究フィールド>



※出典:東芝エネルギーシステムズ

✓ 福島県浪江町に整備された当該実証施設は、世界最大級となる10MWの水電解装置を備えている。

課題例:コンテナにパッケージ化された、システムでも設置申請が必要(蓄電池は不要)

水素の受入基地



く海外>

- ✓ 液化水素等の水素キャ リアに転換



<海上輸送>

✓ 一度に大量の水素を 輸送



<日本>

- **受入基地**において、水素 を荷揚。
- 大型のタンクによる貯蔵。

課題例:液化水素タンクの設置には、離隔距離がLNGタンクの約3倍必要 315

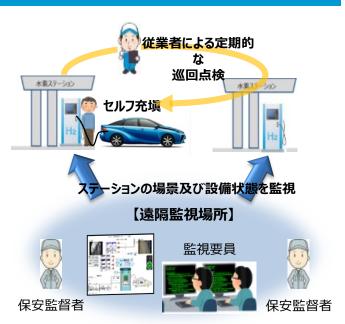
(参考) 規制見直しの状況について

- 規制改革実施計画(平成29年7月閣議決定)に盛り込まれた37項目のうち、28項目が措置済み (令和3年4月現在)。
- 積み残し課題となっていた**燃料電池自動車に関する事務手続きの合理化**については、CNの動き、二法令の 規制の適用による追加的コストが発生していること等を踏まえ、事業者及び消費者の負担軽減の観点から、 規制の一元化も視野に、燃料電池自動車等の規制の在り方検討会を立ち上げ、検討を本格化。
- 遠隔監視による水素ステーション運転の無人化については、2020年8月に関係省令等の改正を措置済み。 また、これとは別途、日本エア・リキードが2020年10月に新事業特例制度に基づき、国内初となる遠隔監視 による運営の実証を開始。
- さらに、2020年7月に閣議決定された規制改革実施計画では、水素ステーション設備の常用圧力の上限 値の見直し等、新たに4つの項目が盛り込まれたところであり、引き続き規制見直しを推進していく。

燃料電池自動車等の規制の在り方検討

車両 道路運送車両法 20,000~30,000部品に適用 電気 高圧水素容器+附属品 FCV等では、2部品に適用

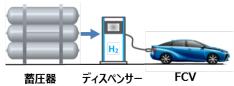
遠隔監視による水素ステーション運転無人化



常用圧力の上限値の見直しについて

【現状】 常用圧力: 8 2 MPa





【**見直後**】常用圧力 87.5 MPa (例)



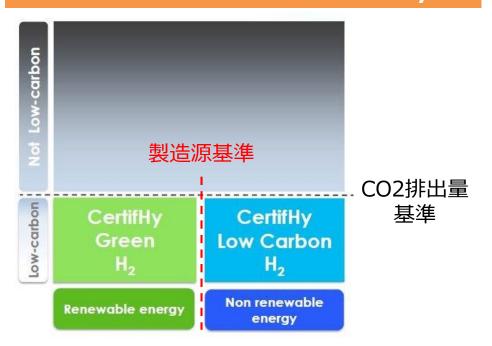
ディスペンサー 蓄圧器

蓄圧器の一本当たりの水素貯蔵量が増えることに より、本数の削減(建設費の低減)が可能。

国際標準化の一層の推進(例:国際水素取引関連)

- クリーン水素の定義を各国で統一する動きは、主に各国が独自に具体的に実施中。
- ・ また、開発した輸送機器のISO規格を取得することなどで、機器の安全性・互換性を担保することは、その後の国際展開を円滑化する上で重要。
- そのため、日本も国際水素取引と両輪で国際標準化を主導し、**我が国のエネルギー安全保障 の強化にも寄与する透明かつ流動的な国際水素市場の形成に貢献**する必要がある。

クリーン水素の定義(例:EU CertifHy)



単位水素量当たりのCO2排出量及び 製造源で低炭素水素、グリーン水素を区別

機器の国際標準化の例(ローディングアーム)



NEDO事業で開発した液化水素用のローディングアーム (水素運搬船から受入基地への水素移送装置)のISO が今年中に発効予定。今後他の機器も規格化予定。

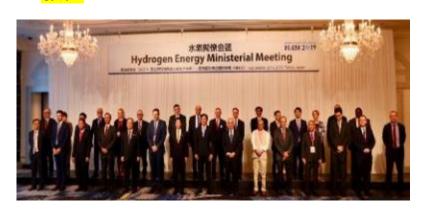
> 317 (出典)川崎重工業等より資源エネルギー庁作成

(参考) 水素閣僚会議の開催を通じた国際連携の推進

- グローバルな水素利活用に向けた政府と産業界の気運を高め、国際協力の深化を議論するべく、東京において、世界の水素担当閣僚を集めた水素閣僚会議をはじめて開催。
- 2018年に第一回を開催し、水素利活用の方向性として「東京宣言」を発表。
- 2019年の会議では、各国の水素・燃料電池に関する行動指針として、「グローバル・アクション・ア ジェンダ」を策定・共有。
- 2020年にはオンラインで開催。水素社会に向けた世界の取組みの進捗をまとめたレポートを発出。水素が脱炭素化に不可欠なエネルギーであるとの共通認識を確認。

東京宣言のポイント

- 1. 水素関連技術分野でのコラボレーション、<mark>標準化</mark> 及びハーモナイゼーション
- 2. 国際共同調査、安全性及びサプライチェーン関連 インフラ<mark>技術開発</mark>の促進
- 3. 水素のポテンシャル、経済効果及びCO2削減効果の調査・評価
- 4. <mark>教育</mark>及びアウトリーチ



グローバル・アクション・アジェンダのポイント

- (1) モビリティ
 - ✓ 世界目標の共有

(例: <u>今後10年間で、水素ステーション10,000カ所(10</u> thousand)、燃料電池システム1,000万台(10 million)の設置="Ten, Ten, Ten")

- ✓ インフラ整備・市場拡大(革新的な投資メカニズム)
- (2) サプライチェーン
 - ✓ 水素の海上輸送拡大に向けたFSやルール整備
 - ✓ 輸送・貯蔵のための技術開発
- (3) セクターインテグレーション
 - ✓ 水素利活用に関するモデル地域設定により、世界に発信
- (4)調査・分析
 - ✓ IEA等による水素・燃料電池に関する世界ロードマップ策定
- (5) コミュニケーション、教育・アウトリーチ