

今後の火力政策について

2022年1月25日 資源エネルギー庁

本日の御議論

- 昨年10月のエネルギー基本計画の閣議決定後、本小委員会において、2回にわたり、 火力政策を巡る議論の動向を御紹介の上、今後の検討の基本的方向性について御 議論いただいた。
- その後、足下では、クリーンエネルギー戦略の策定に向けた議論が始まる一方、脱炭素電源への新規投資を後押しする仕組みの具体的な検討も進められている。
- こうした状況を踏まえ、本日は、火力政策に関連する内外の直近の動向を御紹介の上、 今後の火力政策の在り方を考えるに当たっての基本的な視点と具体的な検討課題について、幅広い観点から御議論いただく。

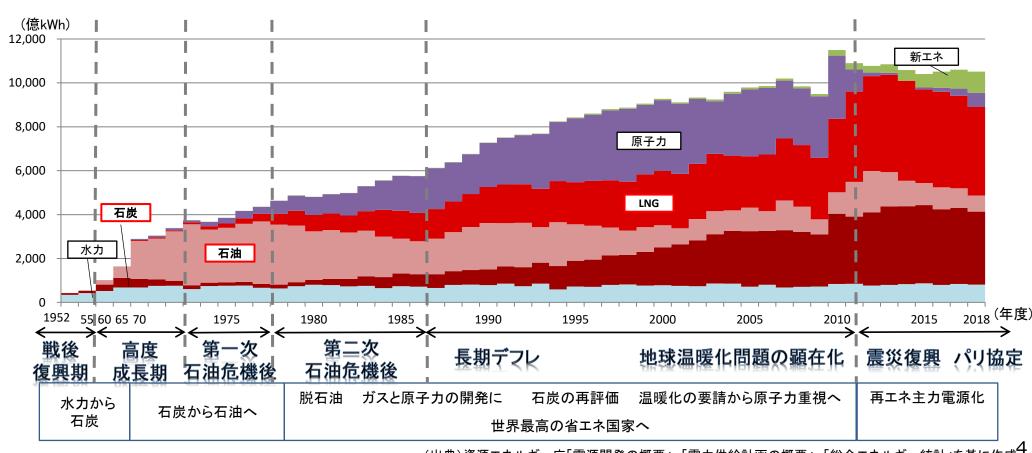
- 1. 火力発電の役割・機能
- 2. 火力政策に関連する施策の動向
- 3. 今後の火力政策の在り方

火力発電の役割・機能の変化

- 火力発電は、過去半世紀以上、日本の電力供給の大半を占め、経済活動及び国民 生活を支える重要な役割を担ってきた。燃料のほとんどを海外に依存しつつも、大規模 かつ高効率な発電を実現することで、電力の安定供給を支えてきた。
- その間、エネルギー政策の基本原則である経済性や安定供給性、環境適合性等を踏まえ、時代の推移とともに、**主な燃料は、石油から石炭、LNGへと変化**してきている。
- 2011年の東日本大震災以降、停止した原子力を代替することで、1970年代の石油 危機以降低下傾向にあった火力発電の比率は上昇した。その後、再エネの拡大や原子 力の再稼働により火力発電の比率は低下したが、引き続き電力供給の7~8割を占 めている。
- 他方、世界的な脱炭素化の流れの中で、日本においては、昨年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画において、2030年度時点で火力発電の比率をこれまでの76%程度から41%程度まで半減させることとされた。
- 2050年のカーボンニュートラルに向けて、再工ネの導入拡大が進む中で、今後、火力発電はどのような役割・機能を担うか。当面、電力の安定供給に欠かせない火力発電を、2030年度に向けて、どのようなスピードで、どのような方策により、脱炭素化していくか。
- 火力政策は、1970年代の石油危機以来の歴史的転換点にある。

【参考】化石燃料のエネルギー源としての歴史

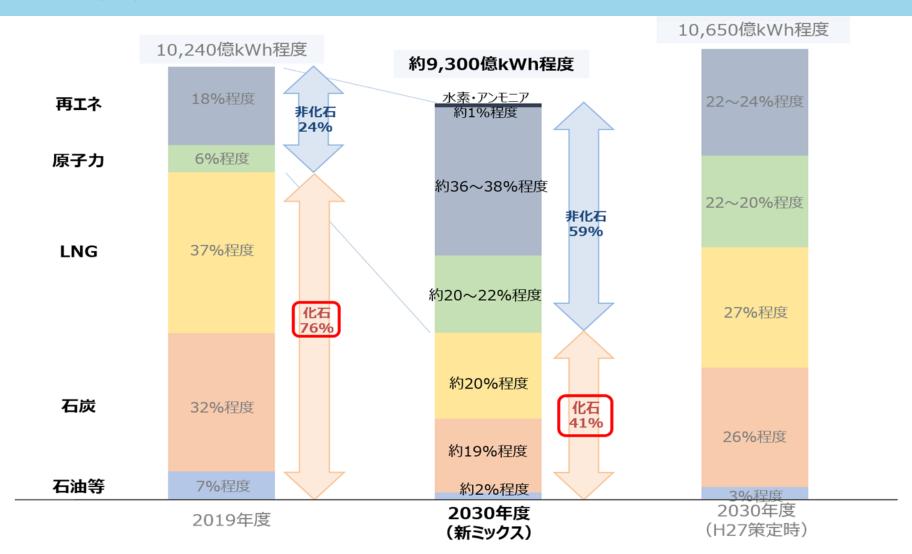
- 戦後は**水力発電**を中心としていたが、高度経済成長期には電力需要の増大に伴い、 石炭火力や石油火力といった火力発電が急増し、高度経済成長を牽引。
- その後、1970年代の石油危機や地球温暖化問題等により、原子力やLNG火力が増 大。2011年東日本大震災以降は**停止した原子力**に代わり、**火力発電が増大**。
- 近年は、**再エネの導入拡大**や原子力の再稼働等により、火力発電の発電量は減少。



【参考】足下の状況と新たなエネルギーミックス

第41回電力・ガス基本政策小委員会 (2021/11/18) 資料6

- 第6次エネルギー基本計画(2021年10月22日閣議決定)において、2030年度時点で火力を現行の76%程度から41%程度まで減少させることを明記。
- これは、従来のエネルギーミックスの56%よりも、更に踏み込んだ数値。



【参考】2050年における電源構成にかかる議論

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

2050年における各電源の整理(案)

● 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。

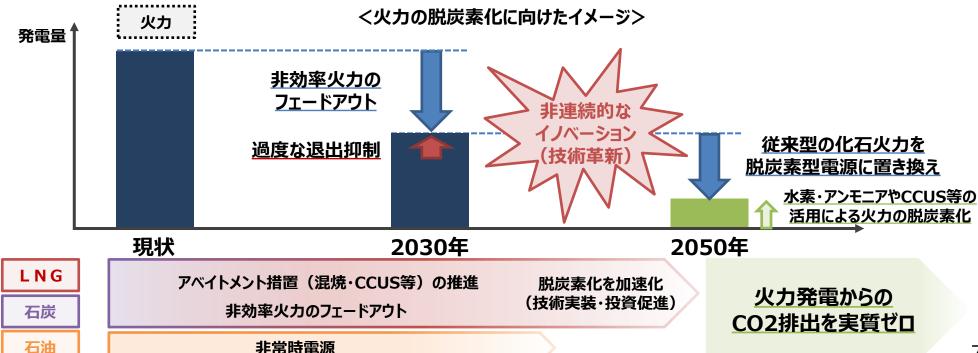
確立した脱炭素の電源	再エネ		 2050年における主力電源として、引き続き最大限の導入を目指す。 最大限導入を進めるため、調整力、送電容量、慣性力の確保、自然条件や社会制約への対応、コストを最大限抑制する一方、コスト増への社会的受容性を高めるといった課題に今から取り組む。 こうした課題への対応を進め、2050年には発電電力量(※1)の約5~6割を再エネで賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。 		
	原子力		 確立した脱炭素電源として、安全性を大前提に一定規模の活用を目指す。 国民の信頼を回復するためにも、安全性向上への取組み、立地地域の理解と協力を得ること、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・	火力	化石 + CCUS	 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。 		
		水素•	・ 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。		
		アンモニア	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。 ま 第33回其本政策分割会で言しまりませる意思を思まる。約1.35.1 5以にいた意味を使(※2)とまる。 ま 第33回其本政策分割会で言しまりませる意思を思まる。約1.35.1 5以にいた意味を使(※2)とまる。 ま 第33回其本政策分割会で言しまりませる意思を思まる。約1.35.1 5以にいた意味を使(※2)とまる。 ま 第33回其本政策分割会で言しまります。 ま 第33回其本政策分割会で言しまります。 ま 第33回其本政策分割会で言しまります。 ま 第33回其本政策分割会で言います。 ま 第43回算法政策分割会で言います。 ま 第33回算法政策分割会で言います。 ま ま		

- ※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。

第41回総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 (2021年4月22日) 資料1

< 基本的な考え方 >

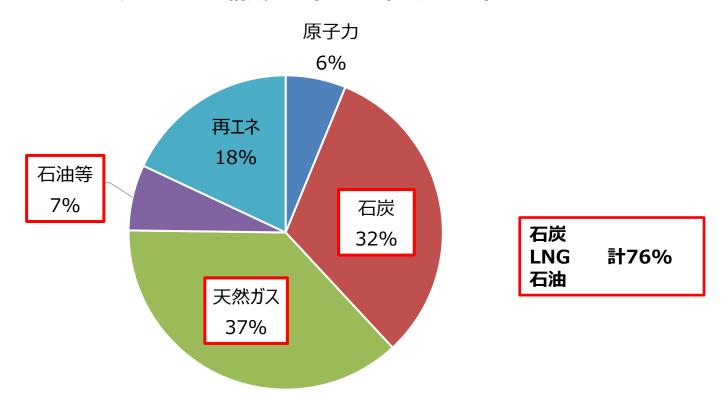
- 脱炭素の世界的な潮流の中、2050年カーボンニュートラルに向けて、火力発電から大気に排出されるCO2排出を実質ゼロにしていくという、火力政策の野心的かつ抜本的な転換を進めることが必要。このため、2030年に向けて、安定供給確保を大前提に、火力発電の比率をできる限り引き下げていくことが基本。
- その際、火力は震災以降の電力の安定供給や電力レジリエンスを支えてきた重要な供給力であり、また再エネの更なる導入拡大が進む中で、**当面は再エネの変動性を補う調整力・供給力として必要**であり、過度な退出抑制など**安定供給を大前提に進めていく**。
- < 対応の方向性 >
- <u>脱炭素化に向けた過渡期</u>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、 <u>火力はトランジションを支える重要な役割</u>。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<u>適切な火力ポートフォリオを</u> <u>維持</u>しつつ、<u>非効率な火力をフェードアウト</u>。
- 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。



【参考】火力発電の役割①:供給力

- 火力発電は、発電電力量の7割以上を占める「供給力」として、安定供給上、重要な 役割を担っている。
- 特に、これまでも災害時における供給力を提供してきており、必要な設備容量を確保することは、エネルギー供給のレジリエンス対策にも大きく貢献。

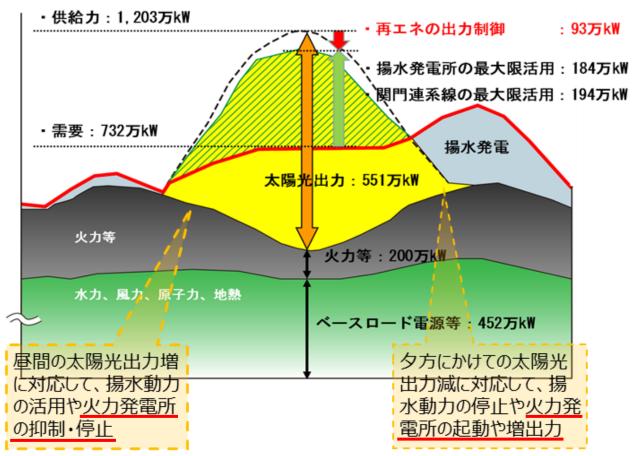
電源別発電電力量構成比 (2019年度速報値)



【参考】火力発電の役割②:調整力

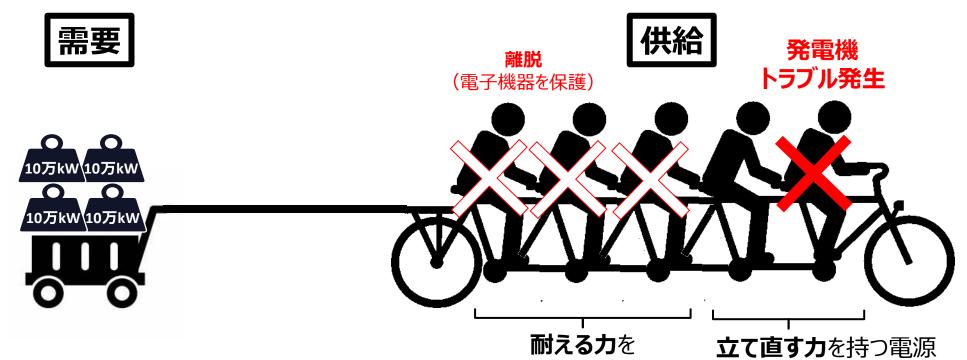
- 太陽光や風力といった変動再エネの導入の進展に伴い、その出力変動を吸収し、需給バランスを調整する機能を持つ他電源の存在が必要。
- 他のエリアよりも再工ネの導入量が多い九州エリアでは、火力発電は、再工ネの出力増減に 応じて抑制・停止、起動・増出力といった出力調整を行いながら運用されており、電力の 安定供給に大きく貢献している。

<九州の電力需給イメージ(2018年10月21日の例)>



【参考】火力の機能③:慣性力

- 系統で突発的なトラブル(電源の離脱、落雷等)が生じた場合、
 - ✓ 太陽光,風力,蓄電池などの非同期電源は、50Hzや60Hzの交流に変換するため電子機器を使用。周波数や電流の急激な変化に対して、周波数を維持する機能を持たず、周波数の変化が一定の閾値を超えると、その電子機器を守るため離脱(解列)する。
 - ✓ 火力、原子力、水力などの同期電源(50Hzや60Hzの回転速度で回る電源)は、タービン (機械)の回転で発電しており、周波数や電流の急激な変化に対して、同じ周期で回転を維持 する力(慣性力)が働くため、相対的に周波数や電流の急激な変化に対して、発電を継続し、 周波数を維持する機能を有する。



持たない電源(非同期電源)

4**く旦9刀**を持つ。 (同期電源)

- 1. 火力発電の役割・機能
- 2. 火力政策に関連する施策の動向
- 3. 今後の火力政策の在り方

火力政策に関連する施策の動向

- 昨年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画において、火力発電については、 2030年度に向けて、安定供給の確保を大前提に、その比率をできる限り引き下げて いくこととされた。
- その後、各分野の需要側でのエネルギー転換や、新たな成長分野におけるビジネス・産業の創出への道筋を議論するクリーンエネルギー戦略の策定に向けた議論が始まるとともに、脱炭素電源への新規投資を後押しする仕組みの具体的な検討も進められている。
- こうした施策を背景に、火力の脱炭素化に向けた動きが加速する一方、足下では、世界的な需給逼迫により燃料価格が高騰するとともに、電力の安定供給を確保するため、 火力の発電量が増加している。

【参考】火力政策に関連するこれまでの取組及び議論の動向

(1) 火力発電比率の引下げ

- 規制(省エネ法)と誘導(容量市場)両面の措置により非効率石炭火力のフェードアウト
- ➤ 電力会社のCO2排出量・排出係数の改善のための自主的取組や各社のフェードアウト の見通し
- ➤ 安定供給確保のための過度な電源退出防止
 - (2) 脱炭素化の促進
- 電力分野の脱炭素へ移行するためのトランジション・ファイナンス
- 脱炭素火力への新規投資促進の確保に向けた制度措置
- ▶ 省エネ法目標達成における水素・アンモニア混焼への配慮措置
- ▶ アンモニアを燃料として直接利用するための技術開発
 - (3) 再工ネ促進
- ▶ 再エネ導入加速のための火力等の最低出力基準の引下げ

動向①:クリーンエネルギー戦略と海外の動き

● 昨年12月から、需要側でのエネルギー転換や、新たな成長分野におけるビジネス・産業の創出への道筋を議論するクリーンエネルギー戦略の策定に向けた検討が開始された一方、国内外において、金融分野で脱炭素化を後押しする動きが加速している。

第1回 産業構造審議会 産業技術環境分科会グリーントランスフォーメーション推進賞委員会/総合エネルギー調査会 基本政策分科会 2050年カーボンニュートラルを見据えた次世代エネルギー需給構造検討小委員会 合同会合 (2021/12/16) 資料2

カーボンニュートラル(CN)を巡る動向

1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座

(1) 脱炭素社会に向けた大競争時代

- 近年、期限付きカーボンニュートラル目標を表明する国地域が急増し、その**GDP総計は世界全体の約90%**を占める(前回COP終了時には**約26%**)。
- こうした中、金融市場の動きも相まって、あらゆる産業が、<u>脱炭素社会に向けた大競争時代に突</u> **入**。環境対応の成否が、企業・国家の競争力に直結することに。

カーボンニュートラルの波 <期限付きCNを表明する国地域の急増> COP25 終7時 (2019) ・期限付きCNを表明する国地域は121、世界GDPの約 26%を占める

COP26 終了時 (2021) 期限付きCNを表明する国地域は154、世界GDPの約 90%を占める

(出所) World Bank, World Development Indicators, GDP (constant 2015 US\$)

(参考) COP26終了時点のCN表明国地域



金融機関の動き

<世界的なESG投資額の急増>

 全世界のESG投資の合計額は、2020 年に35.3兆ドルまで増加



<企業情報開示・評価の変化>

- 企業活動が気候変動に及ぼす影響について開示する任意枠組み「TCFD」に対し、世界で2,616の金融機関等が賛同
- また、「TCFD」は、情報開示だけでなく、インターナル・カーボンプライシングの設定も推奨

産業界の対応

くサプライチェーン全体の脱炭素化>

• 国内外で、サプライチェーンの脱炭素化とそれに伴う経営全体の変容(GX)が加速

海	Microsoft	2030年まで	
外	Apple	2030年まで	
3	 リコー	2050年まで	
内	キリン	2050年まで	

カーボンニュート

<GX時代における新産業の萌芽>

- 商品価格・機能に加えてカーボンフットプリントが購買判断の基準になるような、消費行動の変容を促す新産業が発展
- また、脱炭素関連技術の開発・社会実装について、大企業のみならず、スタートアップが主導するケースも増加

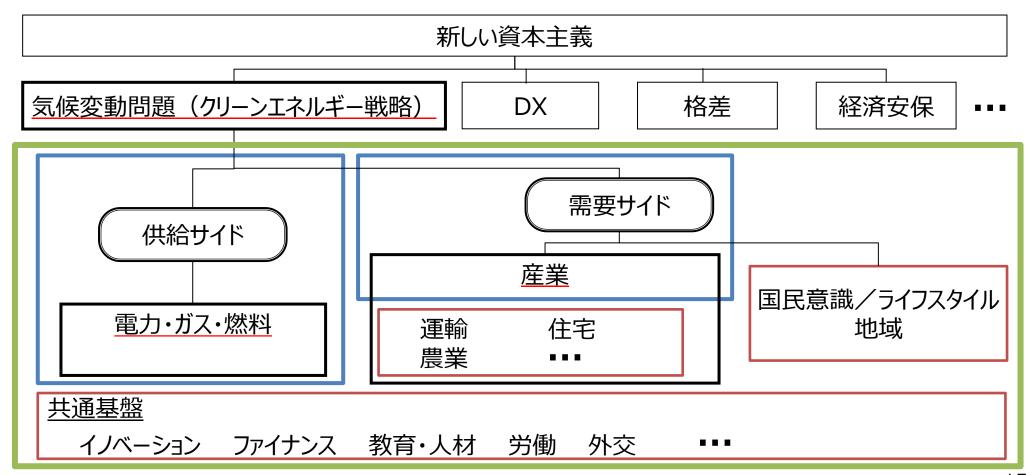


【参考】クリーンエネルギー戦略の位置づけ

【1/18 総理指示の概要】

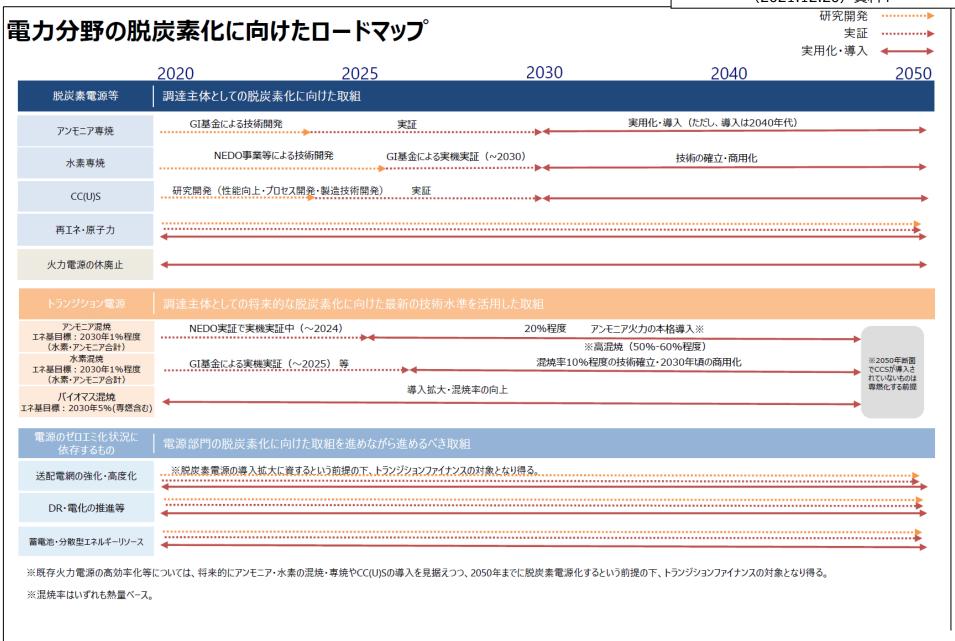
第2回 産業構造審議会 産業技術環境分科会グリーントランスフォーメーション推進賞委員会/総合エネルギー調査会 基本政策分科会 2050年カーボンニュートラルを見据えた次世代エネルギー需給構造検討小委員会 合同会合(2022/1/19)資料1

●経済産業大臣取りまとめの下で、送配電インフラ、蓄電池、再工之始め水素・アンモニアなど非炭素電源、安定、低廉かつクリーンなエネルギー供給の在り方、需要側の産業構造転換や労働力の円滑な移動、地域における脱炭素化、ライフスタイルの転換、資金調達の在り方、カーボンプライシング、多くの論点に方向性を見いだす。



【参考】電力分野のトランジション・ロードマップ(案)

第5回 経済産業分野におけるトランジション・ファイナンス推進のためのロードマップ策定検討会 (2021.12.20) 資料4



【参考】ファイナンスを巡る動き

第1回 産業構造審議会 産業技術環境分科会グリーントランスフォーメーション推進賞委員会 /総合エネルギー調査会 基本政策分科会 2050年カーボンニュートラルを見据えた次世代エ ネルギー需給構造検討小委員会 合同会合(2021/12/16)資料2

- 2015年に、企業活動が気候変動に及ぼす影響について開示する任意枠組み「TCFD」が発足。 世界2,616機関が賛同し、賛同金融機関の資産額合計は194兆ドル(2021年10月)。
- さらに近年、国際会計基準(IFRS)による非財務情報開示基準策定の取組や各国内の規則 見直しにより、TCFD義務化の動きが加速。
- また、年金・生保、アセット・マネージャー、銀行、損保等の**金融機関がネットゼロ加速のアライア ンスを形成**。 賛同機関は、資金供給先の排出削減をコミットし、削減計画と進捗、実績を公表。

気候関連財務情報開示義務化の動き

国際会計基 準 (IFRS)

TCFDの枠組みに従い、既存の サステナビリティ関連開示基準を 統合し、IFRSに盛り込む方向で 検討が進展。

英国

 2022年4月を目途に、会社法 において大手非上場企業も含め てTCFDに基づく開示を義務化 する見込み

日本

2021年6月に改訂されたコーポ レートガバナンス・コードにおいて、 2022年4月開始の東証プライム市 場に上場する企業に対しTCFD又 はその同等の開示を義務化

GFANZ

(Glasgow Finance Alliance for Net Zero)

- ✓ 2021年4月設立の金融イニシアチブ。年金・生保、アセット・マ ネージャー、銀行、損保のアライアンスを束ね、2050年ネットゼロ 実現の加速を目指す動き。元イングランド銀行総裁マーク・カー ニー、マイケル・ブルムバーグが共同議長。
- ✓ 11月3日、GFANZの参加金融機関は450以上、その金融資 産合計は130兆ドル越え。これら主要な金融機関こそが今後 30年で必要とされる100兆ドルを提供できると発言。 賛同機関 は、ネットゼロ、2030年までの半減にコミット。 賛同金融機関は5 年間の詳細な削減計画を毎年公表することになる。
- 主な賛同機関:バンクオブアメリカ*、Citi *、HSBC *、ブラッ クロック*、第一生命*、ロックフェラー基金*、三菱UFJG、 SMBC、みずほFG、アセットマネジメントOne、野村HD、DBS銀 行(星)、八ナ銀行(韓)

動向②:火力の脱炭素化

● 火力の脱炭素化に向けて、脱炭素化のための新規投資を後押しする仕組みについて検討が始められており、今月21日の電力・ガス基本政策小委員会制度検討作業部会において、アンモニア・水素混焼のための新規投資の取り扱いについて議論が行われた。

【論点①-2】アンモニア・水素混焼のための新規投資の取り扱い

第61回制度検討作業部会 (2022/1/21) 資料4

- アンモニア・水素混焼のための新規投資は、主に以下のケースが考えられる。
 - ▶ (a)-1 アンモニア・水素混焼を前提とした石炭火力の新設案件
 - ▶ (a)-2 アンモニア・水素混焼を前提としたLNG火力の新設案件
 - ▶ (b)-1 既設の石炭火力のアンモニア・水素混焼に向けた改修案件
 - ➤ (b)-2 既設のLNG火力のアンモニア・水素混焼に向けた改修案件
- <u>(a)-1</u>については、供給力の増加には資するものの、アンモニア・水素混焼を前提とするとしても、CO2 排出量の多い石炭火力の新設案件となることから、**対象としない**こととしてはどうか。
- <u>(a)-2</u>については、LNG火力の新設案件となるため、CO2を排出する新たな火力発電所の新設案件となるが、調整力として期待できる側面もあることから、<u>当面は本制度措置の対象とする方向で検討してはどうか。</u>
- <u>(b)-1、(b)-2</u>については、論点①-1の通り、「既設火力の改修」による「アンモニア・水素混焼」から進めていく必要があること、2050年のカーボンニュートラルを目指す中で、中長期的な供給力確保には欠かせない電源であること、CO2排出量の低減につながることからすれば、本制度措置の対象とする方向で検討してはどうか。
- なお、(a)-2や(b)-1・(b)-2を対象とする場合、<u>混焼率の要件</u>や、<u>2050年カーボンニュートラルに</u> 向けた専焼化への道筋をどのようにつけていくかといった課題について、更に検討を進めることが必要ではないか。
- また、(b)-1・(b)-2のような既設の改修案件は、短期的な供給力の増加には必ずしも寄与しないことを踏まえ、募集量において、既設の改修案件についての上限量を設ける等の対応を検討してはどうか。

【参考】燃料アンモニア分野の課題

第5回 グリーンイノベーション戦略推進会議ワーキンググループ (2021.12.24) 資料4に赤枠追加

主な目標

★利用: (2030年) 目標コスト: 10円台後半/ Nm³-H2 国内導入量: 300万トン/年、(2050年) 国内導入量: 3000万トン/年

★供給: (2030年) 供給量: 300万トン/年

現状と課題

● 現状のビジネス環境

現状、原料用アンモニアの年間製造量は2億トン、貿易量は2000万トン。

- **既存製造設備の余剰生産能力は少ない** (設備メンテもあり、現在市場価格は800ドル/トンに高騰)。また、**現在は製造過程におけるCO2を 処理していないグレーアンモニア**のみ。
- 国内は工業及び肥料用に約108万トン。国内生産約8割、輸入約2割。
- なお、現時点では燃料アンモニア市場は存在しない。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 今後、石炭火力への混焼の場合、**1基(100万kW)で年間50万トン**の燃料アンモニアが必要。
- 国内では、アンモニア混焼・専焼技術や、ハーバーボッシュ法に代わる低温低圧での新合成技術といったCO2を抑制した製造技術の開発途上。
- 発電用の燃料アンモニアの**国内需要は、2030年で年間300万トン、2050年で年間3000万トン**を想定。また、2050年の<u>世界のサプライチェーン全体としては7.6億トン規模と推計。他方で、発電での利用に向けては、2030年に10円台後半/H2-m3(310ドル程度/トン)の供給価格が目標。したがって、**低廉かつ十分な量の燃料アンモニアサプライチェーン市場を構築していく必要**。</u>

海外プレイヤーの動向

- 既存製造技術のハーバーボッシュ法は海外ライセンサーによる寡占状態。
- **日本以外では発電における燃料アンモニアの利用は具体化していない**(韓国にて具体化の動きがあるもものの、混焼・専焼技術はなし)。
- アンモニア製造についても、アンモニア需要の用途が現段階では確立していない状況であり、大規模な生産量拡大は困難な状況。他方で、**将来的** には船舶燃料としてのアンモニア利用への関心は高まっており、各国が生産拡大に乗り出してくる可能性大。

革新的環境イノベーション戦略の関連技術テーマ

低コストな水素サプライチェーンの構築

・輸送・貯蔵:圧縮水素、液化水素、有機八イドライド、アンモニア、水素吸蔵合金等の輸送・貯蔵技術の開発

【参考】アンモニア利用の拡大に向けた道筋

第1回産業構造審議会産業技術環境分科会グリーントランスフォーメーション推進小委員会/総合資源エネルギー調査会基本政策分科会2050年カーボンニュートラルを見据えた次世代エネルギー需給構造検討小委員会合同会合(2021年12月16日)

● 燃料アンモニアの着実な導入・拡大においては、発電・船舶等における利用面で拡大と、低廉で安 定的なサプライチェーン構築・強化という双方の取組が必要。多面的な政策的支援を実施。

アンモニア製造

アンモニア輸送・貯蔵

燃料アンモニア利用

現状

- ▶ 世界全体で消費量は年間2億トン、貿易量は2000万トン
- ▶ いずれもグレーアンモニア
- ▶ サウジでブルーアンモニア製造実証開始
- > 燃料アンモニア市場の創出
- 大規模かつ高効率なアンモニア製造

2030年

- ✓ ハーバー・ボッシュ法に代わるアンモニア合成 技術の確立
- ✓ <u>グリーンアンモニア製造に向けた電解合成</u>技術の開発 ____

2030~ 40年代

- ブルーアンモニアの供給拡大 (産油・ガス国 (ブルーアンモニア製造国) と連携)
- ⇒ <u>コスト低減を経て、グリーンアンモニアの供</u> 給拡大(再エネ生産国との連携)

2050年

更なるアンモニア供給の拡大、供給価格低減

- ▶ 小規模輸送、貯蔵設備
- ・外航船: 2.5万トン
- ・タンク: 1.5万トン

- ▶ 燃料用途での利用は無し。
- ▶ 20%混焼の実機実証の開始。
- 国内需要は300万トン/年
- 20%混焼の開始、混焼技術の 海外展開
 - ✓ 混焼率向上・専焼に向けた技術 開発(NOx抑制・収熱技術等)
- > 高混焼化の拡大、専焼化の開始
- → 石炭火カリプレース後の専焼の拡大
- 国内需要は3000万トン/年、CO2排 出削減量は6000万トン/年
 - ※ 専焼の場合、10~20基程度 高混焼の場合、20~40基程度の試算
- ▶ 世界需要は5.6億トン/年、CO2排出 削減量は11.2億トン/年

大規模化・高効率化の ための技術開発

・外航船:10万トン超

・タンク:10万トン超

基金事業

20

【参考】燃料アンモニアサプライチェーン構築に向けた取組

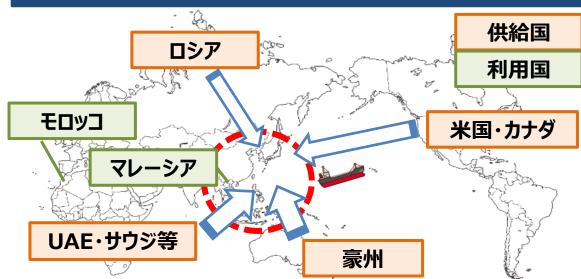
第1回 産業構造審議会 産業技術環境分科会グリーントランスフォーメーション推進賞委員会/総合エネルギー調査会 基本政策分科会 2050年カーボンニュートラルを見据えた次世代エネルギー需給構造検討小委員会合同会合(2021/12/16)資料2

- 燃料アンモニアの需給拡大に向けては、以下の4つの視点で総合的な国際連携を推進。
- 1. 燃料アンモニアの国際的認知向上のため、**国際エネルギー機関(IEA)から分析レポート発行**で連携
- 2. 燃料アンモニアの新たな供給確保のために、**産ガス国や再生エネルギー適地国(北米・中東・豪州・ロシ ア等)とサプライチェーン構築に向けた連携**
- 3. 燃料アンモニアの海外での需要拡大のために、**石炭火力利用国(マレーシアやモロッコ)とアンモニア発** 電可能性調査で連携
- 4. **燃料アンモニア国際会議**を主催することで**日本主導で国際連携のプラットフォームを設立**し、燃料アンモニアサプライチェーンの構築を主導

①IEAによる分析レポート

- The Role of Low-Carbon Fuels in Clean Energy Transitions of the Power Sector」(10月6日発表)
- 主なメッセージ:
- ▶ 再エネが拡大する中で電力セキュリティの確保が重要であり、アンモニアは有効な手段。
- ▶ 先進国が技術開発やサプライチェーン構築を 進めることで、アジアなどの途上国も安価で アンモニアを活用できる。

②③燃料アンモニアの潜在的需給国との連携





【参考】水素利用の拡大に向けた道筋

水素をとりまく状況

- 水素は**電力分野の脱炭素化を可能とする**だけでなく、**運輸部門や電化が困難な産業部門の脱炭素化も可能と する**、カーボンニュートラルに必要不可欠なエネルギーとして期待。
 - ▶ 目標年間導入量:2030年に300万トン、2050年に2000万トン
- 他方、現状水素の需要はFCVやFCバスなどの運輸部門や、原油の脱硫用途などの産業部門などに限定。今後、 大量の需要が見込める発電部門や、我が国のCO2排出量のうち35%を占める産業部門で熱源や原料としての 利用を拡大する上では、大規模サプライチェーンの構築が不可欠。

短期 (-,2025年頃) | 中期(-,2020年頃) | 巨期 (-,2050年)

カーボンニュートラルまでの水素分野のロードマップ(水素の供給/需要の拡大の道筋)

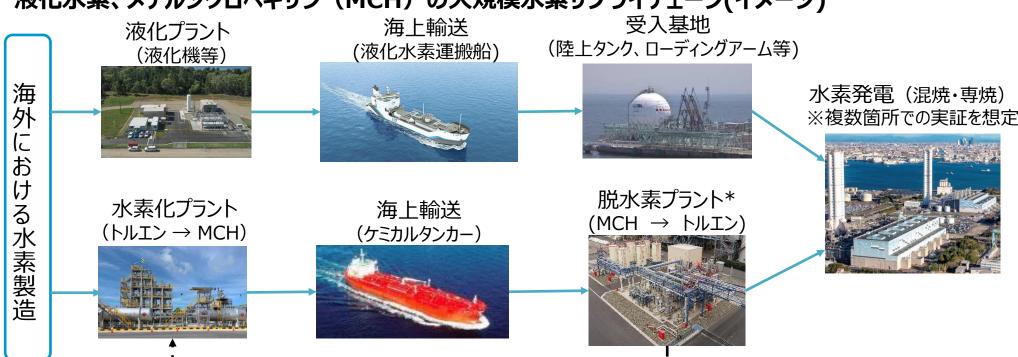
		短期(~2025年頃)	中期(~2030年頃)	長期(~2050年)
	実績·目標量	約200万トン	最大300万トン	2000万トン程度
水素供給源の	既存供給源 (副生水素等)	主要な水素供給源として 最大限活用	供給源のクリーン化	(CCUSの活用等)
多様化・拡大	輸入水素	実証を通じた知見蓄積、 コスト低減	商用ベースの国際水素サプ ライチェーンの構築	調達源多様化・調達先多 角化を通じた規模拡大
	新たな国内供給源 (電解水素等)	実証を通じた知見蓄積、コ スト低減	余剰再エネ等を活用した 水電解の立ち上がり	電解水素の規模拡大・ 新たな製造技術の台頭
		短期(~2025年頃)	中期(~2030年頃)	長期(~2050年)
	部門·目標量	約200万トン	最大300万トン	2000万トン程度
	運輸部門	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
水素需要の拡大	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水素のクリーン化、製鉄、化学 分野の製造プロセス実証等の実施		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		字ガス管を含む供給インフラ 比石燃料を代替等する	インフラ整備や水素コスト低 減を通じた供給拡大

【参考】大規模水素サプライチェーンの構築(国費負担額:上限3,000億円)

第1回 産業構造審議会 産業技術環境分科会グリーントランスフォーメーション推進賞委員会/総合エネルギー調査会 基本政策分科会 2050年カーボンニュートラルを見据えた次世代エネルギー需給構造検討小委員会合同会合 (2021/12/16) 資料2

- 水素社会の実現に向け、**大規模水素サプライチェーン構築と需要創出**を一体的に進めることが必要。
- 将来的な国際水素市場の立ち上がりが期待される中、日本は世界に先駆けて液化水素運搬船を建造するなど、技術で世界をリード。大規模需要の見込める水素発電技術についても我が国が先行。
- そのため、複数の水素キャリア(液化水素、MCH)で①輸送設備の大型化等の技術開発・大規模水素輸送実証を支援することに加え、②水素発電における実機での水素の燃焼安定性に関する実証を一体で進めるなどし、水素の大規模需要の創出と供給コスト低減の好循環の構築を推進し、供給コストを2030年に30円/Nm3、2050年に20円/Nm3以下(化石燃料と同等程度)とすることを目指す。

液化水素、メチルシクロヘキサン(MCH)の大規模水素サプライチェーン(イメージ)



^{*}製油所等、既存設備を最大限活用することを想定

23

【参考】岸田総理による施政方針演説(2022年1月17日)

【炭素中立型の経済社会】

過度の効率性重視による市場の失敗、持続可能性の欠如、富める国と富まざる国の環境格差など、資本主義の負の側面が凝縮しているのが気候変動問題であり、新しい資本主義の実現によって克服すべき最大の課題でもあります。

20年、衆参両院において、党派を超えた賛成を得て、気候非常事態宣言決議が可決されました。皆さん、子や孫の世代のためにも、共にこの困難な課題に取り組もうではありませんか。

同時に、この分野は、世界が注目する成長分野でもあります。50年カーボンニュートラル実現には、世界全体で、 年間1兆ドルの投資を、30年までに4兆ドルに増やすことが必要との試算があります。

我が国においても、官民が、炭素中立型の経済社会に向けた変革の全体像を共有し、この分野への投資を早急に、少なくとも倍増させ、脱炭素の実現と、新しい時代の成長を生み出すエンジンとしていきます。

30年度46%削減、50年カーボンニュートラルの目標実現に向け、単に、エネルギー供給構造の変革だけでなく、 産業構造、国民の暮らし、そして地域の在り方全般にわたる、経済社会全体の大変革に取り組みます。

<u>どのような分野で、いつまでに、どういう仕掛けで、どれくらいの投資を引き出すのか。経済社会変革の道筋を、</u>クリーンエネルギー戦略として取りまとめ、お示しします。

送配電インフラ、蓄電池、再生可能エネルギーはじめ**水素・アンモニア**、革新原子力、核融合など非炭素電源。需要側や、地域における脱炭素化、ライフスタイルの転換。資金調達の在り方。カーボンプライシング。多くの論点に方向性を見いだしていきます。

もう一つ重要なことは、**我が国が、水素やアンモニアなど日本の技術、制度、ノウハウを活かし、世界、特にアジアの脱炭素化に貢献し、技術標準や国際的なインフラ整備をアジア各国と共に主導**していくことです。

いわば、「アジア・ゼロエミッション共同体」と呼びうるものを、アジア有志国と力を合わせて作ることを目指します。

【参考】荻生田大臣による東南アジア訪問訪問

● 荻生田大臣は、2022年1月9日から14日にかけて、インドネシア、シンガポール、タイを 訪問し、脱炭素に向けた協力を進めることで合意。

【インドネシア】エネルギートランジション実現に関する協力覚書(概要)

【目的】

水素、燃料アンモニア、カーボンリサイクル、CCS/CCUSなど、利用可能なすべてのエネルギー源、技術を活用した現実的なエネルギー・トランジションの実現に向けて、日尼のエネルギー協力を促進・強化。

【協力分野】

- 目標に基づいた排出量実質ゼロに向けたエネルギー・トランジション**ロードマップの策定**
- 水素、燃料アンモニア、カーボンリサイクル、CCS/CCUSなど現実的なエネルギー・トランジションに貢献する**技術の開発・展開**、及び技術協力を促進するための**多数国間フォーラ** ムでの取組の支援
- エネルギー・トランジションに貢献する技術に関する<u>政策立案、人材育成、知識共有</u>の支援

【協力形態】

- エネルギー・トランジションの取組及び技術に関する情報、知識及び研究結果の交換
- 情報交換のための様々な形態の会議(ワークショップ、トレードミッション等)の設立、関連する国際的なフォーラムでの協力
- エネルギー・トランジションの取組を加速させるための協力可能性の特定に関する情報交換
- 低排出技術、産業及びバリューチェーンにおけるエネルギー・トランジションの取組の加速 化に貢献する投資、共同プロジェクト及び共同研究の機会の奨励等



署名者:

左:萩生田大臣

右:アリフィン尼エネルギー鉱物

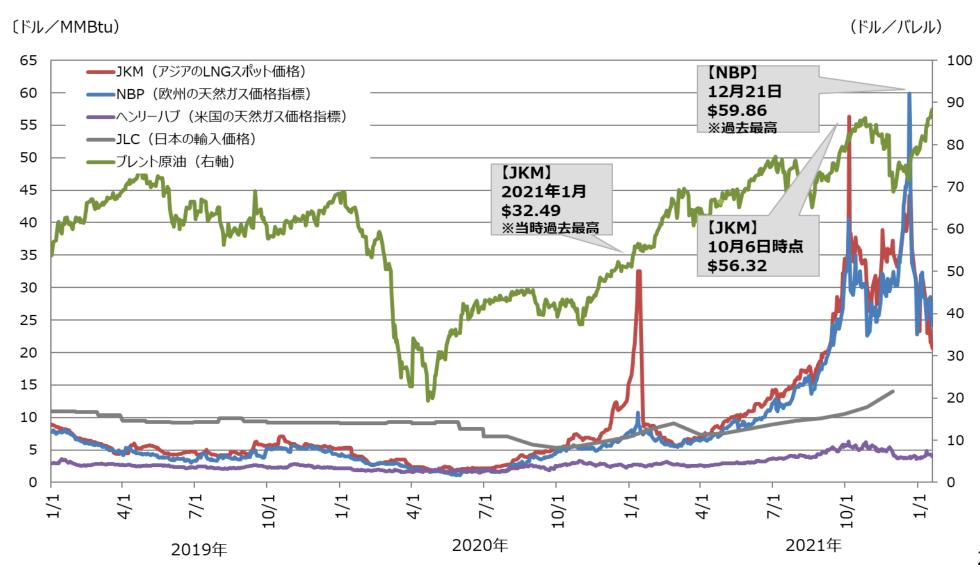
資源大臣

動向③:燃料価格の高騰と火力発電による安定供給確保

- 脱炭素化の進展に伴い、資源燃料の開発分野での寡占化が進む一方、世界的な経済 回復による需要増に伴い、昨年来、燃料価格が高騰。特に、欧州においては、天然ガス の輸入をロシアに依存する地政学的な事情も相まって、ガス価格が大きく高騰した。
- その結果、欧州各国においては、燃料価格に連動する形で電力価格が高騰し、国民生活への影響を緩和するため、電力に対する課税の軽減や、低所得者に対する補助等の措置が講じられている。
- 一方で、電力需要の増大に対応し、2021年は、欧米各国で、近年低下傾向にあった火力の発電量が増加した。
- こうした中で、報道によれば、持続可能な経済活動を分類するEUタクソノミーにおいて、 LNGは、再生可能エネルギーを中心とした未来のエネルギーへの移行を促進する手段として、過渡的な電源としての位置づけを与えられえる方向とされている。
- 脱炭素化を進める中で、電力の安定供給に火力が重要な役割を果たす点は、日本においても同様であり、昨冬の電力需給逼迫時には、火力の発電量が大きく増加した。非化石電源による安定的な電力供給が確保されるまでの間、当面、こうした状況が継続することが見込まれる。

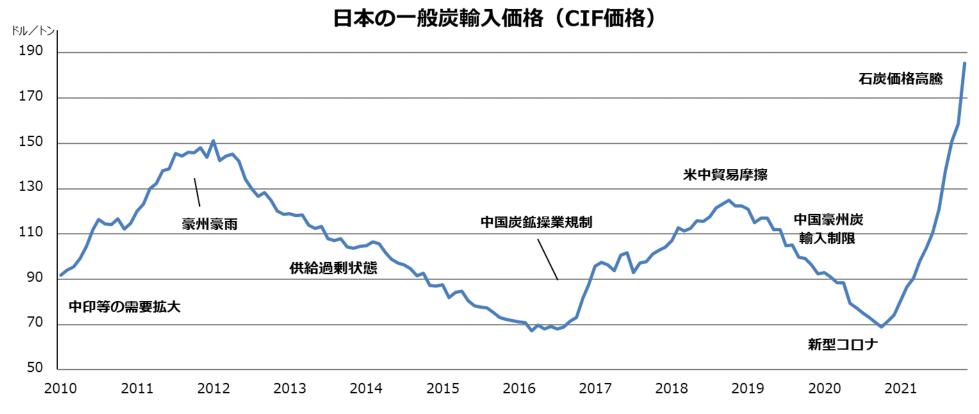
【参考】直近のLNG価格の推移

● LNGのコモディティー化の進展により、**世界のガス・LNG価格は相関を強めて**おり、足元では、**米欧アジア各地域でLNG価格が高騰**している。



【参考】石炭価格の推移(2010年以降)

- 石炭価格は、主要な輸出国である豪州・インドネシア、輸入国である中国・インドの動向に大きく左右され、最近は、Covid-19からの経済回復による需要増加、中国における豪州炭の輸入制限、足もとではインドネシアによる一時的な輸出停止措置等が市場価格に影響を与えている。
- 構造的には、アジア地域での需要が増加する一方で、世界的な供給力不足を背景に、価格はこの10年で最も高い水準に上昇している。

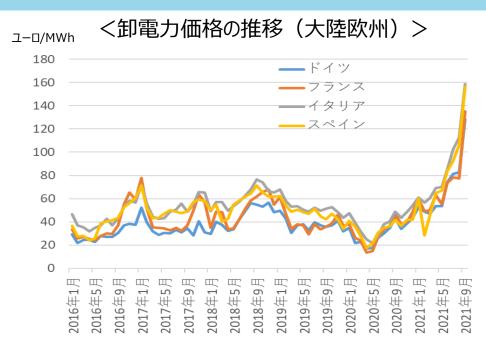


【参考】欧州における卸電力価格の高騰

第40回電力・ガス基本政策小委員会 (2021/10/26) 資料4-1

- 欧州の卸電力価格は、低水準で推移していた2020年から一転、大幅な高騰を記録。
- 背景には、天然ガス価格の高騰、経済活動再開に伴う需要の増大、欧州排出権取引 (EU-ETS) の排出枠価格の上昇、天候不順による風力発電の低迷等があると考え られる。
- 世界的なガス価格高騰の背景には、景気回復によるアジア地域での需要増、気候変動 対策・脱炭素化に伴う石炭から天然ガスへの需要シフトなどが指摘されている。
- EUでは単一電力市場の構築に向けて、卸電力市場の統合が進められた結果、多くの地 域で同時に卸電力価格の高騰が発生している。





【参考】欧州各国の電力需給ひつ迫への対応

第40回電力・ガス基本政策小委員会 (2021/10/26) 資料4-1

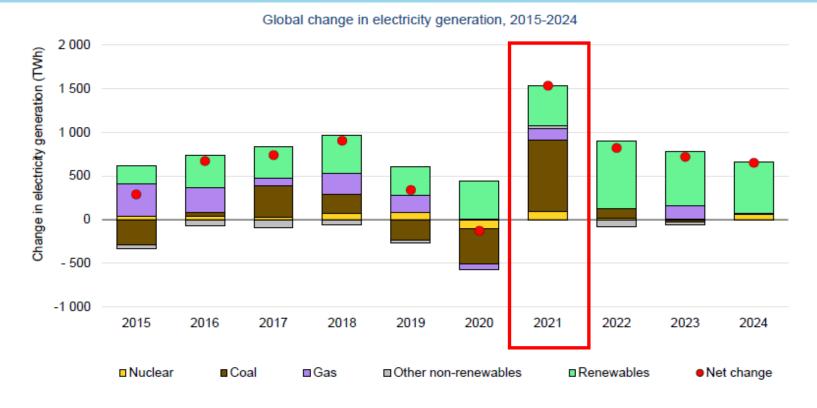
- 英国 : 消費者向けのエネルギー供給維持(破綻した供給事業者の代理を政府が措置) 及び価格上限制度の適用。
- スペイン:電力料金の付加価値税減税を引下げ(21%→10%)。 電気料金未払い家庭への供給停止を実施しないことを決定。
- フランス: エネルギー料金支払いで困難に直面している580万世帯に対して、100ユーロの補助金を支給する予定。ガス価格の凍結と電力への税引き下げを約束。
- イタリア:3ヶ月に1度見直される家庭用電気料金が10月には40%上昇すると予想された ことから、6月に発表した12億ユーロに続いて30億ユーロ規模の緊急対策を決定。
- ギリシャ:エネルギー貧困世帯への補助金として5億ユーロを投入する計画。

欧州委員会 対策案(10/13)

- ✓ 現下のエネルギー価格高騰に対応するための対応策「toolbox」を発表
- ✓ 短期的な国レベル策として、低所得者に対する支援、支払い猶予、一時的減税※ 財源として、EU域内排出量取引制度による歳入を活用することが最も期待される。
- ✓ 企業に対する国庫支援、対象を絞った減税を含む
- ✓ 再生可能エネルギー源、省エネルギーへの投資支援
- ✓ エネルギー貯蔵・ガス在庫共同確保の検討
- ✓ 電力市場設計を再検討

【参考】2021年の世界の電力需要

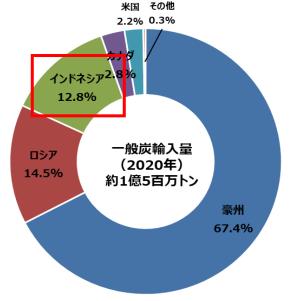
- IEAの電力市場レポートによれば、急速な景気回復と厳しい気象条件により、2021年は過去最大の電力需要増(1,500TWh以上)を記録。
- 石炭火力発電は、発電量が2020年比9%拡大し、過去最高の発電量を記録。特に 欧州では、電力需要の急拡大と、天然ガスに対する高いコスト競争力に後押しされて石 炭火力の発電量が昨年比11%も増加。



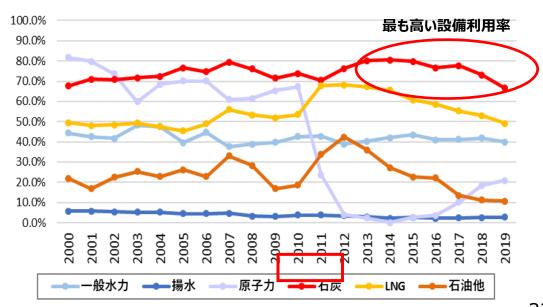
【参考】インドネシア政府による石炭輸出の一時停止措置の影響

- 先月12月31日、インドネシア政府は1月1日から1月31日まで、海外への石炭輸出を一時停止止する措置を発表。これにより、発電用として石炭を取り扱う日本の電力会社が受入予定であった石炭船についても出港許可が凍結されていた。
- 石炭の調達先は分散化しており、インドネシア炭の調達割合は相対的に低い状況。
 一定量の在庫を保持していたことから、配船調整等により発電所ごとの必要量を確保している状況。
- ※1月13日以降、日本の電力会社向けを含む一部石炭船について輸出許可を出す方針がインドネシア政府から示されている。
- 一方、今回のような事態が**長期化**した場合、現時点において**設備利用率が高い石炭火力の燃**料が不足し、電力の安定供給に支障が生じる可能性もある。





<年間設備利用率の推移>

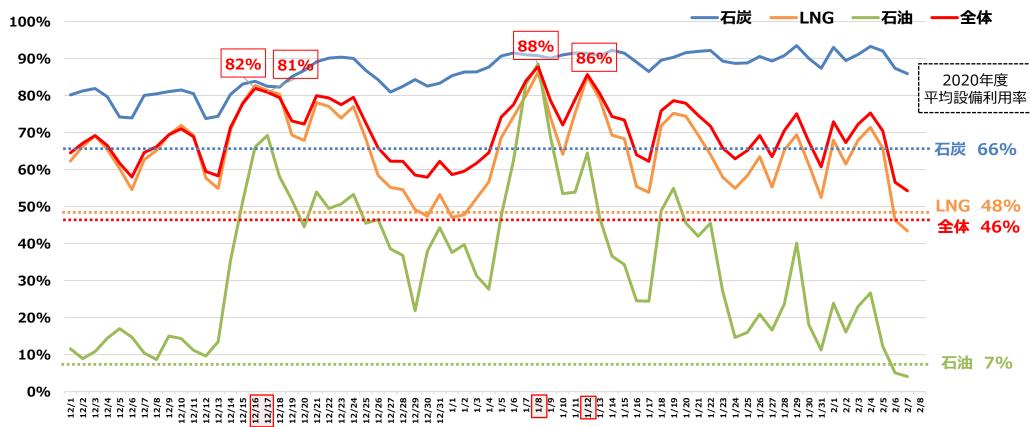


出典:貿易統計

【参考】需給逼迫時の火力発電による安定供給確保

第29回 電力・ガス基本政策小委(2021年1月19日) 資料4-1 一部修正

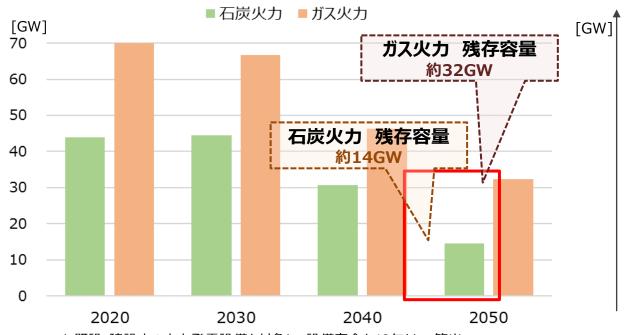
- 寒波が到来した2020年12月中旬以降、燃料種を問わず、供給計画取りまとめにおける2019年度の設備利用率(点線部)を常時上回る状態が継続。
- 年末年始の低需要期に稼働を落としたものの※、再び寒波が到来した1月上旬から、再び設備利用率が高い状態が継続し、特に全国的に寒波が訪れた1月8日、12日では、火力全体の設備利用率が約90%となった。
 - ※年末年始(12/26~1/4)の低需要期は、1月以降の本格的な高需要期に備えるため、発電設備の計画停止・補修を行うことが一般的であり、全体的に設備利用率は低い水準を示している。



- ※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。

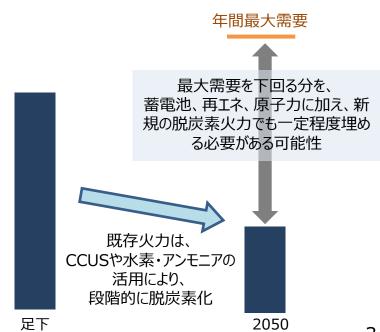
- 現在建設中の設備及び既運転の設備を対象とし、寿命を40年と想定すると、**今後の新規の新設案件がな** いという仮定の下でも、2050年時点でガス火力は約32GW、石炭火力発電は約14GWとなる。
- また、再工ネの導入が拡大する状況の中、火力発電は、
 - 太陽光や風力の出力変動を吸収し、**需給バランスを調整を行う調整力**や、
 - 急激な電源脱落などにおける周波数の急減を緩和し、**ブラックアウトの可能性を低減する慣性力**といった機能により、**電力の安定供給に貢献**してきた。
- 2050年に向けて再エネの更なる導入拡大が見込まれる中では、供給力、調整力、慣性力といった機能を持つというでは、 つ火力発電を活用して安定供給を確保しつつ、脱炭素化を段階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)



* 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



- 1. 火力発電の役割・機能
- 2. 火力発電を取り巻く最近のの動向
- 3. 今後の火力政策の在り方

今後の火力政策について(基本的な視点)

- 今後の火力政策の検討に当たっては、<u>脱炭素化と安定供給の両立を基本</u>としつつ、以下の時間軸、空間軸、政策軸で検討を進めることとしてはどうか。
 - ・時間軸 2050年を見据えた長期のビジョンと、短中期の具体的施策
 - ・空間軸 国際的動向を踏まえつつ、海外展開を見据えた取組
 - ・政策軸 エネルギー政策であるとともに、関連産業も含めた産業政策
- その際、エネルギー政策の観点から**S+3Eを大前提**としつつ、中長期的な競争力強化 を目指す産業政策の観点から、例えば、以下の視点に立って検討を進めることとしてはどうか。
 - ・脱炭素化に伴うコストの上昇をどのように抑制しつつ、需要家の理解の下、どのように **公平な負担**を実現していくか
 - ・他産業や地域経済への負の影響をどのように抑制しつつ、どのように<u>相乗効果を発揮</u> していくか
 - ・火力の脱炭素化をどのように国際競争力につなげ、海外展開を図っていくか

【参考】検討の視点(例)

- 新たなエネルギー基本計画において、火力については、安定供給を大前提に、電源構成に占める比率(現状約7割)をできる限り引き下げていくこととされ、新たなエネルギーミックスにおいて、2030年の火力比率は約4割とされた。
- こうした中で、2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、再エネの最大限の導入を進めるに際し、電力の安定供給確保のための供給力、調整力、更には慣性力としての火力の役割について、どのように考えるか。
- 火力の脱炭素化に向けて、技術・人材・ファイナンス面でどういった課題があり、政策的な後押しをどのように考えるべきか。特に、バイオマス・アンモニア・水素・CCS等の有望分野の取組の加速にあたって、投資の後押しや経済的インセンティブを含め、どのような視点が必要か。
- 火力の中でも、LNG、石炭、石油それぞれに一長一短がある中で、S+3Eの観点から、あるべき火力のポートフォリオについて、どのように考えるか。例えば、LNGはCO2排出量が少ない一方、貯蔵ができず、価格変動が大きいことについて、どのように考えるか。
- 火力の比率を引き下げて行くに際し、どのような施策を講じていくことが求められるか。非効率 石炭のフェードアウトに向けては、省エネ法や容量市場の仕組みを活用することとしているが、 石炭比率の更なる削減に際し、追加的にどのような措置が求められるか。その際、安定供給 確保の観点で当面維持していく必要がある部分について、どのような課題・後押しがあるのか。
- 火力の休廃止にあたっては、地域の経済・雇用・製造分野における自家発電にネガティブな影響を与える可能性がある点について、どのように考えるべきか。

【参考】検討の基本的方向性(案)

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、電力システムの脱炭素化を進めていく中で、足元で 全発電量の約8割を占める火力は、**当面、安定供給を支える供給力として重要な役割を担う**。
- このため、今後、エネルギー基本計画に沿って、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きつつ、2030年に向けては、アンモニア・水素混焼等を通じた火力の脱炭素化を最大限促進していくこととしてはどうか。
- その際、2050年のカーボンニュートラル実現を見据え、例えば、2050年までの脱炭素化の道筋を明確にするなど、徒に火力の延命につながらないようにすることが重要である。
- また、2030年に向けては、太陽光や風力等の自然変動電源の導入が更に進むと見込まれる中、これらの再工ネの出力変動を柔軟に調整できる蓄電池等の代替手段が確立するまでの間、当面、 火力が調整力として重要な役割を担うと考えられる。
- このため、当面、再エネの導入拡大を支える調整力としての役割を担う火力について、新設と既設で対応に必要な期間や対応可能なレベルが異なることを踏まえた上で、最低出力の引下げや負荷追従速度の向上など、出力変動の柔軟性を高める取組を更に強化していくこととしてはどうか。
- ただし、従来、大規模化・高効率化を追求してきた既存の火力発電設備においては、技術的な対応可否や過度に柔軟性を高めることが設備トラブルの増加につながり得る点に留意する必要がある。
- 上記の方向性に沿った取組を促進する上で、容量市場や需給調整市場等の活用のほか、どのような方策が考えられるか。

今後の火力政策について(検討課題)①

【役割・機能】

- 電力の安定供給に欠かせない供給力、調整力、慣性力は、現在、主に火力発電が 担っている。今後、脱炭素化を進める中で、どのような時間軸で、どのような電源等が代 替していくと考えられるか。供給力、調整力、慣性力の中で、代替可能性に差はあるか。
- 従来型の火力発電以外の電源等による供給力、調整力、慣性力を高めていくため、どのような取組が求められるか。例えば、現行の容量市場や需給調整市場を通じ、将来にわたり必要な供給力、調整力、慣性力を確保していく上で、どのような対応が考えられるか。

【脱炭素化】

- 2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、電力の安定供給を確保しつつ、火力の 脱炭素化を着実に進めていく必要がある。そのような長期にわたる脱炭素化の道筋を明確にするため、例えば、2050年の将来像を示しつつ、段階的な脱炭素化の行程を示す ロードマップの作成を検討することとしてはどうか。
- アンモニア・水素等の脱炭素燃料の実用化に向けて、脱炭素燃料の製造から輸送、利用までのサプライチェーンを構築していくための検討が進められている。今後、こうした動きを加速するため、競争力ある価格の実現を前提に、火力発電においてどの程度の脱炭素燃料の利用が見込まれるか、具体的な検討を進めていくこととしてはどうか。
- そうした検討の中で、将来的に脱炭素燃料の利用が見込まれる他の産業と連携しつつ、 港湾設備の整備等の必要なインフラ整備についても検討を深めていくこととしてはどうか。

今後の火力政策について(検討課題)②

燃料の脱炭素化による火力発電のゼロエミ化は、日本単独で進めるのではなく、共通の課題に直面する他の国々と連携して進めていくことが重要である。このため、特に火力発電への依存度が高いアジア諸国を巻き込みつつ、徒な火力発電の延命でない点についての理解活動を進めるなど、国際的な視点で取組を進めていくこととしてはどうか。

【安定供給確保】

- 再エネの導入拡大に伴い、変動再エネの出力変動を調整する火力発電の稼働率は、 低下傾向にある。今後、こうした傾向がより顕著になると見込まれる中で、電力市場や 電力分野の規制の在り方について、どのような検討が考えられるか。例えば、稼働率が低いが需給逼迫時に欠かせない火力について、どのような対応が考えられるか。
- 脱炭素化の進展に伴い、資源燃料の開発分野での寡占化が進む一方、世界的な経済回復による需要増に伴い、昨年来、燃料価格が高騰している。当面、こうした燃料価格の高騰可能性が解消しない中で、日本全体として燃料調達におけるバーゲニングパワーをどのように確保していくか。その際、官民の役割分担について、どのように考えるか。
- 世界的に火力発電に対するファイナンスを制限する動きが広がりつつある中、国内では電力分野のトランジション・ロードマップの作成を進めている。今後、脱炭素化を着実に進める一方、当面は安定供給に欠かせない火力発電について、必要なファイナンスをどのように確保していくか。その際、官民の役割分担について、どのように考えるか。

今後の火力政策について(検討課題)③

- 火力発電の将来に対する不確実性の増大により、電力会社及びメーカーの双方で火力分野の専門人材が減少している。こうした課題に対応し、どのように火力分野の人材育成・確保を図っていくか。また、人材不足を背景に、電力需要の多い夏冬から他の時期への補修点検時期の調整が難しくなりつつある中で、どのような対応が考えられるか。
- AI等を活用したデジタル化は、火力発電の効率化に資するのみならず、人材不足対応 さらにはコロナ対応としても有効である一方、将来への不確実性から電力会社は新規投 資を躊躇する傾向にある。こうした中で、セキュリティの確保を大前提に、どのように発電 分野のデジタル化を促進していくか。