# 第2章

# 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

### はじめに

2018年7月に、脱炭素化に向けた技術間競争の始 まりや地政学リスクの増大、国家間・企業間の競争 の本格化といったエネルギーをめぐる情勢の変化を 踏まえ、第5次エネルギー基本計画が策定されまし た。この中で、安全を最優先にエネルギーの安定供 給、経済効率性の向上、環境適合性を同時達成する (3E+S)との原則の下、徹底した省エネルギー、再 生可能エネルギーの最大限の導入、火力発電の高効 率化、原発依存度の可能な限りの低減といったこれ までの基本的な方針を堅持しつつ、エネルギー源ご との施策等の深掘り・対応強化により、2030年の エネルギーミックスの確実な実現を目指す一方で、 2050年の長期展望については、技術革新等の可能 性と不確実性、情勢変化の不透明性によって、蓋然 性をもった予測が困難であるため、野心的な目標を 掲げつつ、複線的なシナリオによるアプローチをと ることとされました。

2018年は、2月の福井県での豪雪、7月の西日本での豪雨、9月の平成30年台風第21号、台風第24号及び北海道胆振東部地震等、大規模な自然災害が多数発生しました。北海道では、地震に伴って、道内全域に及ぶ大規模停電が生じるなど、災害時のエネルギー安定供給の重要性と、これを強化するための政策の必要性が再認識されるに至りました。

こうした背景を踏まえ、2018年秋以降、総合資源エネルギー調査会において、電力インフラのレジリエンスの向上に向けた課題と具体的な方策について検証と検討が行われました。また、内閣府において電力インフラの総点検が行われ、この結果も踏まえた形で、2019年8月に、電力インフラのレジリエンス強化に向けた一定の方向性が示されました。

ところが、2019年9月に発生した令和元年台風第15号、10月に発生した台風第19号により、大規模停電が生じ、送電線等の被害による停電復旧期間の長期化が発生し、電力インフラのレジリエンス向上について多数の新たな課題が浮き彫りになりました。また、世界では、2019年6月にホルムズ海峡

周辺で日本関係船舶等が、9月にはサウジアラビア 東部の石油施設が攻撃されるなど、中東情勢の緊張 が高まることで、原油の88%を中東に依存する日 本のエネルギー安全保障を直接脅かす事態が発生す るなど、エネルギー安定供給の確保に向けたさらな る政策の強化が必要となりました。

また、中長期的には、パリ協定を契機とした脱炭素化の要請の高まりを背景に、再生可能エネルギーの大量導入と主力電源化を実現することが欠かせません。天候によって発電量が大きく上下する太陽光発電等を電力システムに統合していくには、既存の電力ネットワークでは十分ではありません。また、AI・IoT等のデジタル技術によって分散電源を東ねること等により、現在は発電所から需要家に一方向に流れている電気が、将来は双方向に流れるようになると予想されています。こうした変化を見込んだ電力ネットワークの強靱化・次世代化に向けた制度改革の検討も必要です。

再生可能エネルギーの主力電源化には、規模の 大小や電源ごとの特徴が異なることも念頭に置い た上で、きめ細かい導入促進策を講じていく必要 があります。また、急速な導入拡大に伴い、地域 住民とのトラブルや法令違反、将来的な設備廃棄 に向けた費用の積立て不足など、新たな課題も浮 き彫りになってきています。さらに、再生可能エ ネルギーは地域偏在していますが、現在の電力ネッ トワークの整備・運用はこうしたことを必ずしも 十分に織り込んだものになっていません。こうし た点を踏まえながら、固定価格買取制度(以下、「FIT 制度」という。)による調達期間終了後も、事業継続 や再投資が行われ、責任ある長期安定的な事業運営 が確保されることで再エネの導入・拡大が一層進む ような制度や電力ネットワークの整備が必要です。 現行のFIT制度は、再エネ導入初期における普及拡 大と、それを通じたコストダウンの実現を目的に、 時限的な特別措置として創設されたものですが、国 民負担の増大を抑えながらさらに再生可能エネル ギーを導入し、主力電源化するには、現行のFIT制 度での対応だけでは十分ではなく、新たな制度を検 討する必要もあります。

### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

本章では、第1節で、変化する国際資源情勢への 対応に向けた政策対応の必要性と方向性について 確認します。第2節、第3節では、頻発する大規模 自然災害の教訓もふまえながら、エネルギー供給 のレジリエンス向上に向け、災害時の迅速な電力 復旧や送配電網への投資の促進、再エネの導入拡 大等に向けた政策検討の必要性を確認し、複数の 審議会で並行して行われた議論の流れと全体像を まとめて概観します。第4節では、エネルギーレジ リエンス向上に向けた法案の概要及び資金供給の 必要性についても確認していきます。

### 第 1 節 災害・地政学リスクを踏まえた 国際資源戦略

日本は一次エネルギーの9割を占める化石燃料を輸入に依存しています。日本の資源・燃料需要が長期的に減少する一方、アジアでの需要が増大するなど、世界の需給構造が変化する中でも、国際資源・燃料市場で存在感や購買力を維持し、日本のエネルギー安全保障を実現していくには、日本に閉じない「アジア大」の視点から、資源・燃料政策を展開していくことが必要です。

地球温暖化への関心が高まる中、国際機関の長期 予測で化石燃料の見通しにバラつきが生じるなどエネルギーの長期的な将来像は不確実になっています。 2014年以降、化石燃料への投資は小規模化・短期化 の傾向もあります。一方で、2040年を見通しても、成 長著しい新興国を始め世界にとって化石燃料が引き 続き重要なエネルギー源であり、化石燃料の開発に は巨額の長期投資が必要ですが、投資予見性が低い 現状は、企業にとって判断が難しい状況でもあります。

こうした現状を踏まえ、アジアや産油国との共同備蓄、国際LNG市場の取引量拡大による流動性・柔軟性確保を通じたエネルギー安定供給の強化等、大きく変化する国際資源情勢をにらんだ資源戦略の強化が必要です。また、世界最高水準の高効率火力発電技術やカーボンリサイクル技術など、環境負荷の低い日本のエネルギー技術の国際展開による世界への貢献を進めることも重要です。

本節では、大きく変化する国際資源情勢の中で、 日本の資源・燃料の安定供給を実現する方策につい て論じます。

### 1. 地政学リスクを踏まえた石油・天然 ガス等のセキュリティ強化

### (1)背景

二度にわたる石油ショックの経験から、石油に変わるエネルギーとして、原子力、天然ガス、石炭の導入が促進された結果、一次エネルギー国内供給に占める石油の割合は、1973年度の75.5%から2010年度には40.3%まで大幅に低下するなど、日本はリスクの分散を図ってきましたが、国内外の資源・燃料情勢が大きく変化する中、エネルギーの安定供給をどう確保していくかは、引き続き大きな課題です。

### ①国内のエネルギー需要の減少

日本の最終エネルギー消費は、2004年度をピークに減少を続けており、人口減少や高齢化等の社会構造の変化に伴い、運輸部門・家庭部門を中心に今後も減少する見通しです。2023年までの石油製品需要の見通しについても、2017年度から全体で約6.4%減少見込みであり、市場のさらなる縮小が見込まれます。

石油や天然ガスの国内需要の減少が続けば、国際 資源・燃料市場における日本のシェアが低下し、ひ いては購買力の低下にもつながりかねません。また災 害時はもとより、平時における国民生活や企業の経済 活動を支える国内燃料サプライチェーンを維持・強 化するための再投資をどのように進めていけるのかが 課題です。

### ②国際需給構造の変化と地政学リスクの高まり

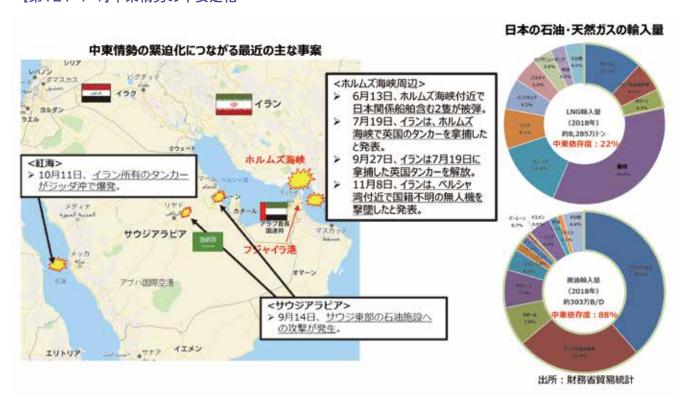
世界の供給側での動きに着目すると、中東情勢の構造的な不安定さは、さらに増しています。2019年6月、ホルムズ海峡周辺のオマーン湾で、日本関係船舶を含む2隻のタンカーが攻撃を受ける事案や、同年9月にはサウジアラビア東部の2つの石油施設が攻撃を受ける事案が発生しました。

こうした地政学リスクの高まりは、原油の88%を中東に依存する日本にとって、エネルギー安全保障上の大きな課題と言えます。

従来は世界の石油・天然ガス等の供給の大半を中東の資源国が担っていましたが、近年、米国のシェールオイル・ガス開発やロシア・北極圏でのガス開発など、新たな資源供給源が出現したことにより、世界全体における中東からの原油輸出量の割合は1970年代後半の約60%から、足元では約40%まで低減し

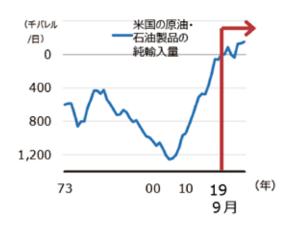
<sup>1</sup> 本節は、「総合エネルギー調査会 資源・燃料分科会 報告書」(2019年7月)及び「新国際資源戦略」(2020年3月)の内容を踏まえたものとなっている。

### 【第121-1-1】中東情勢の不安定化



出典:経済産業省「新・国際資源戦略の方向性」より抜粋

【第121-1-2】原油・石油製品における、米国の純輸出国化



出典: EIA「February 2020 Monthly Energy Review」より経済産業省作成

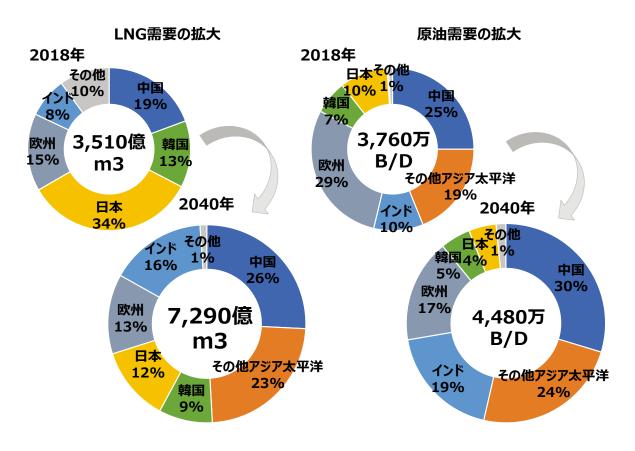
ています。例えば2009年に中国と逆転するまで世界最大のエネルギー消費国で、多くの化石燃料を輸入していた米国は、シェール革命の進展により、2019年9月に月次統計上初めて原油・石油製品の純輸出国となり、2020年中にもエネルギー純輸出国に転じる可能性があるとの見通しが示されています。2

需要側について見てみましょう。世界の石油・天 然ガス等の需要は引き続き拡大傾向であり、特に、 LNGの需要は2040年までに倍増する見通しです。その内訳を見てみると、2009年に米国に代わって世界最大のエネルギー消費国となった中国や、同じく世界第3位のインドが、人口増加や経済成長等を背景として資源需要を急速に拡大し、エネルギー市場における存在感を日増しに高めていく見通しです。一方で、日本の相対的な市場シェアは縮小し、今後、国際市場における日本の地位は相対的に低下してい

<sup>2</sup> 米国エネルギー省情報局「Annual Energy Outlook 2019」

第1部

### 【第121-1-3】需要構造の変革と日本の相対的地位の低下



出典: IEA [World Energy Outlook 2019]より経済産業省作成

くものと見られます。

これらの国の需要動向や政策動向は、国際マーケットにおける価格形成にも大きな影響を及ぼすようになってきています。

資源・燃料を取り巻く地経学的バランスが大きく変化し、国際資源・燃料市場での相対的な地位の低下が予想される日本にとって、石油・天然ガスなどの一次エネルギーを引き続き安定的に確保するためには、自国の市場シェア等に頼る従来の調達方法とは異なる取組が必要になってきます。

### ③エネルギーの将来像の不確実性の高まり

地球温暖化への関心が高まる中、国際エネルギー

機関(IEA)等の長期予測において、化石燃料の見通しについて、シナリオによって大きな差が生じるなど、エネルギーの長期的な将来像は不確実性を増しています。また、前述の国際需給構造の変化や地政学リスクの高まり等に応じ、エネルギー市場の不安定さが増しています。例えば、中国経済の先行き不透明感や北米シェールオイルの堅調な生産などにより、2014年以降、それまで高止まりしていた原油価格は急落しました。これに伴い、石油・天然ガスの上流開発投資は、縮小し、低迷しています。また、2020年3月には、OPECプラス会合における協調減産の見送りにより、再び原油価格は急落し、上流開発投資への影響が懸念されます。

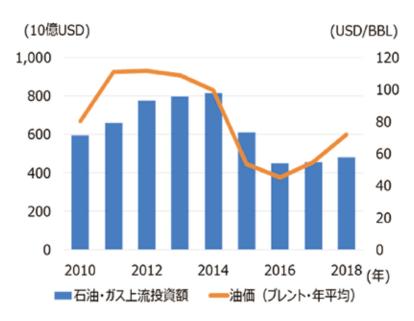
【第121-1-4】世界の一次エネルギー需要に占める化石燃料比率の見通し

		化	石	石	炭	石	油	天然	ガス
機関	シナリオ	足元*	2040	足元*	2040	足元*	2040	足元*	2040
IEA	ベース	81%	74%	27%	21%	31%	28%	23%	25%
ILA	持続可能	0170	58%	2//0	11%	31/0	23%	23/0	24%
ВР	ベース	85%	73%	28%	20%	34%	27%	23%	26%
БР	迅速移行	00/0	<b>57</b> %	20/0	7%	34%	23%	23/0	26%
Exxon	ベース	81%	76%	26%	20%	32%	30%	23%	26%
Mobil	2℃	0170	61%	20%	11%	32/0	24%	23%	25%
日本1ネルギー	ベース	81%	80%	27%	24%	32%	30%	22%	26%
経済研究所	技術進展	0170	<b>72</b> %	Z / 70	19%	JZ/0	29%	ZZ70	25%

(注) IEAのみ2018年データであり、その他は2017年データ。

出典:各国際機関等の長期予測資料から経済産業省作成

【第121-1-5】石油・ガス上流投資額の推移



出典: IEA [World Energy Investment 2019]より経済産業省作成

他方で、2040年を見通しても成長著しい新興国を始め世界にとって、化石燃料は引き続き必要です。そして、化石燃料の開発には巨額の長期投資が必要です。世界のエネルギー需要を満たすためには、今後30年で約3,000兆円もの燃料分野への投資が必要との試算もあります。こうした中、投資の予見性が低い現状は、企業の投資判断を極めて難しいものにしています。エネルギーの将来像に関する不確実性を低減し、投資の予見可能性を高めることが必要です。

### (2)対応の方向性

### ①産油国との関係強化や備蓄政策、企業支援の強化 (ア)中東諸国との資源外交の強化

中東の資源国は、豊富な資源埋蔵量等を背景に、2018年時点で、世界における石油純輸出量の約40%を占めており、米国のシェールオイルの普及を加味しても、2040年時点で石油純輸出量の約35%は中東が占めると予測されています。日本においても、原油価格や輸送コストなどの経済性を考慮すると、引

### 【第121-1-6】中東内の資源外交の強化



出典:経済産業省「新・国際資源戦略の方向性」より抜粋・一部修正

き続き相当程度の石油を中東から輸入せざるを得ない状況が続くと考えられます。したがって、今後とも、中東地域からの石油供給の安定性を高めていく必要があります。

日本は、これまで内閣総理大臣を筆頭に、積極的な資源外交を展開し、例えば、アラブ首長国連邦(UAE)での自主開発油田権益の確保等の成果を上げてきました。今後とも、中東地域の各資源国との間で、こうした取組を続けていきます。

### (イ)中東以外の資源国との関係強化

供給源の一層の多角化に向け、米国やロシアを始め、カザフスタン、アゼルバイジャン、アフリカ、中南米など、中東以外の産油国・地域との関係を強

化していくことも重要です。また、今後は、上流開発にとどまらない幅広い分野での協力や、国営企業等との協業などにより、包括的かつ互恵的な関係の構築を進めることも重要です。

#### (ウ)日本国内の石油備蓄の充実

日本の石油備蓄は、(A)国が保有する「国家備蓄」、(B)「石油の備蓄の確保等に関する法律(昭和50年法律第96号)」に基づき石油精製事業者などが保有する「民間備蓄」、(C) UAE及びサウジアラビアとの間で2009年以降開始された「産油国共同備蓄」の3つで構成されており、現在、国内消費量の200日分超(IEA基準;約190日分)に相当する量が確保されています。

【第121-1-7】我が国の石油備蓄の充実化

### 我が国の石油備蓄水準と現状 【国家備蓄及び産油国共同備蓄】

目標 : 「国家備蓄」と「産油国共同備蓄1/2」を合計して90日分程度

実際の備蓄日数 : 国家備蓄 138日分(IEA基準:112日分)(原油4,674万kl・製品143万kl)

産油国共同備蓄 4日分(IEA基準:3日分)(原油126万kl)

【民間備蓄】

目標 : 我が国の石油の消費量の70日分

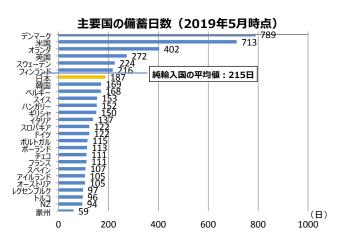
実際の備蓄日数 : 90日分(IEA基準:74日分)(原油1,311万kl・製品1,740万kl)

※参考:IEA基準

IEAは、加盟国に対し、90日分の保有義務を課している。 2020年1月末時点

アジア各国の原油輸入元 (2018年)

### 【第121-1-8】我が国の石油備蓄を活用したアジアのセキュリティ向上





933 その他アジア 800 ロシアCIS 590 欧州 457 400 303 中東 431 408 200 267 中国 インド 日本 その他アジア

出典:経済産業省「新・国際資源戦略の方向性」より抜粋

昨今、中東地域においては、ドローンなどの新技術により低コストでの攻撃が可能になるなど、地政学的リスクが増大しており、石油の供給制約が長期にわたって発生する懸念や、これらが多発的・連続的に発生する蓋然性が高まっています。

こうした状況を踏まえれば、効率的な備蓄管理の下、現在の備蓄数量はおおむね維持しつつ、緊急事態が発生した場合においても、原油及び石油製品の安定供給の確保に向けて円滑に必要な対応を取ることができるような備えが重要です。そのため、石油備蓄の機動的かつ効果的な活用に向け、平時より、石油精製・元売会社との連携強化、必要に応じた油種の入れ替え、総合的・実践的なシミュレーションや訓練を行う等、官民が連携して体制を整えておくことが必要です。

### (エ)日本の石油備蓄を活用したアジアとの関係強化

成長著しいアジアでは、引き続き石油需要が急 速に拡大していくと見込まれています。一方、ア ジアの国々には、日本と同じく原油の中東依存度 が高い一方、緊急時に備えた十分な備蓄を有さな い国も多く、中東情勢の変化により石油の供給途 絶につながりかねないなどの脆弱性があることは 否定できません。

アジアの国々は、今後、国際資源・燃料市場において、需給両面でその存在感を増していくと見込まれています。国内需要が縮む日本にとって、需要が拡大するアジアとの連携強化を進めることは、国際資源・燃料市場における将来の存在感の確保につながるものです。

石油備蓄の構築・運用に関する長年にわたる豊富な経験や専門知識、さらには原油、タンク等の備蓄資産を有する日本は、アジア地域におけるセキュリティ向上のハブとして貢献できます。アジアの国々との間で、緊急時の原油等の相互融通など、各国の事情に応じた備蓄協力を積極的に進めるほか、平時の石油供給の安定化に資する産油国共同備蓄の拡大等も進めていくことが必要です。

第 2 章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

C L U M Ν 0

### 新型コロナウイルス感染拡大等の国際原油市場への影響と生産国・消費国の取組

ここでは、2020年1月以降の国際原油市場の動きと、産油国及び消費国の取組を振り返りながら、国際 原油市場の安定化の重要性について考えてみます。

### ●新型コロナウイルスの感染拡大とOPECプラスによる協調減産交渉決裂

2012年頃から、米国でのシェールオイルの生産が活発化したこともあり、2014年以降、原油価格は下 落しました。そこで、OPEC加盟国とロシア等を含めた「OPECプラス」は、2017年より協調減産を実施 してきました。

2020年1月から2月にかけて、新型コロナウイルス感染拡大による需要減少で原油価格が下落する中、3 月上旬に協調減産の見直しの時期を迎えました。しかし、3月6日のOPECプラス閣僚会合では、各国の意 見が鋭く対立し協調減産の交渉は決裂しました。さらに、その直後に一部産油国は大幅な増産を表明し、価 格競争が激化する状況となりました。

### ●新型コロナウイルスのさらなる感染拡大とOPECプラスによる協調減産再合意

3月中旬から新型コロナウイルスの世界的な感染拡大による経済減速懸念が強まり、世界規模での大幅な 原油の需要減少が指摘されるようになりました。3月下旬になり、原油価格の低迷が続き、世界の原油価格 市場における主要な指標であるブレント原油の先物価格(以下、「ブレント原油価格」という。)は25ドル前後 を推移する中、各産油国の首脳レベルでの減産に向けた調整も行われ、4月に入り、減産への期待が高まり、 一時原油価格は1バレル10ドル程度上昇し、ブレント原油価格は34ドル台になりました。

4月10日には、国際原油・ガス市場の安定化及び世界経済の強化に向けた協力を促進するため、G20臨 時エネルギー大臣会合がテレビ会議形式で開催され、梶山経済産業大臣も参加しました。同会合では、不安 定な国際原油・ガス市場が実態経済に多大なる悪影響を与えていること、経済活動にとっての礎としてのエ ネルギー安全保障が重要であることなどを認識し、市場安定化、エネルギー安全保障強化の観点からG20 として連携を強化していくことを確認しました。

その後、4月12日のOPECプラス閣僚会合において、5月及び6月に日量970万バレルの減産を実施する ことを含め、原油の大幅な減産に合意しました。

#### 協調減産再合意後の原油価格の推移

しかしながら、4月中旬、原油需要が一層減少する中、原油価格は再び下落し、ブレント原油価格は一時 20ドルを割りました。その後、欧米諸国による経済活動再開の動きなどが見られ、5月初旬には、ブレン ト原油価格は30ドルまで上昇しています。

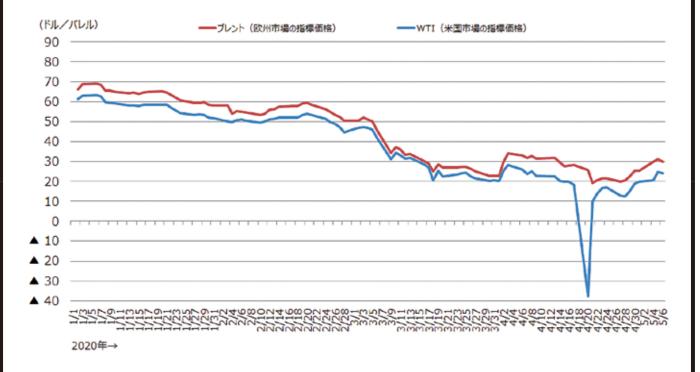
また、米国の代表的な原油価格指標であるWTI(ウェスト・テキサス・インターミディエイト)の先物価 格については、4月20日の終値がマイナス37.63ドルとなり、史上最安値を更新しました。これは、原油 需要の減少に伴い、米国において、原油在庫が拡大し、貯蔵容量不足の懸念が広がる中、現物の原油を引取 らなければならなくなる投資家による先物の売却が発生し、買い手も少なかったことにより生じたものです。 なお、4月21日にはプラスの価格に戻っています。

### ●安定した原油市場の重要性

さて、このように、原油価格が乱高下し、原油市場が不安定となっていることについて、どのように考え るべきでしょうか。原油価格が低いことは、日本のような原油消費国にとって、貿易収支を改善させるほか、 燃料価格の低下につながるなどの良い面があります。他方、原油価格の急激な下落や上昇を繰り返す状況が 続くと、石油や天然ガスに関係しているエネルギー企業の収益や産油国経済に悪影響を及ぼすほか、計画的 なエネルギーインフラへの投資を困難にする可能性があり、石油やガスの安定供給に影響が出る可能性も否 定できません。

新型コロナウイルスの影響により世界規模で経済が悪化している中では、経済回復のためには、エネルギーの安定供給が欠かせません。そのため、原油の生産国・消費国双方にとって、原油市場の安定が非常に重要です。生産国・消費国がこの認識を共有し、協力していくことが必要と考えられます。

### 【第121-1-9】2020年1月以降の原油価格の動き



出典: 「Chicago Mercantile Exchange」ウェブサイトより経済産業省作成

### 【第121-1-10】石油元売会社のアジア地域への展開

### 石油元売会社の海外展開の主な事例(海外企業との国内での協業含む)

石油会社	相手国	合弁事業会社(合弁先)	備考
出光昭和シェル	ベトナム	ニソンリファイナリー・ペトロケミカルリミ テッド (クウェート国際石油、ペトロベトナム、三 井化学)	2018年2月:製油所完工(能力20万B/D) 2018年5月:製品出荷開始 2018年11月:商業運転開始 ベトナム・ニソン製油所
JXTG	ベトナム	VIETNAM NATIONAL PETROLEUM GROUP ※通称:ペトロリメックス (同社との協業)	2018年4月: 麻里布製油所における協業検討 の覚書締結(製油所共同運営に向けた検討開 始)
コスモ	韓国	ヒュンダイ・コスモ・ペトロケミカル (ヒュンダイオイルバンク)	パラキシレン118万トン/年 ベンゼン25万トン/年 (拡張後)

出典:経済産業省「新・国際資源戦略の方向性」より抜粋

### (オ)石油精製・元売会社のアジア地域への展開

今後、国内の石油需要が減少していく中でも、引き続き石油を安定的に供給できる基盤を維持・確保していくためには、石油精製・元売産業の基盤を維持することが不可欠です。このため、石油精製・元売各社が、国内製油所の競争力強化に加え、アジア等の拡大する海外市場において石油精製・販売事業といったビジネスを拡大し、ネットワークを構築していくことが有効です。

このため、政府としても、石油精製・元売会社の 海外展開について、資源外交等の活用や海外の情報 収集・提供等により、引き続き支援をしていくこと が必要です。

### ②液化天然ガス(LNG)に関する資源外交の強化 (ア)調達先の多角化によるLNG安定供給の実現

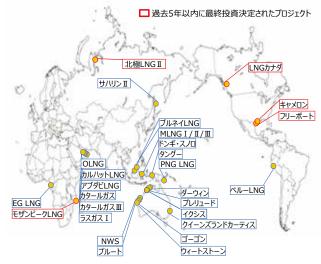
LNGは、発電に用いた場合、石炭や石油に比べ発電電力量あたりの温室効果ガス排出量が半分ほどで済むクリーンなエネルギーとして、今後もその役割と需要が拡大していく見込みです。一方、液化して輸入したLNGはマイナス162度以下に保ち続けなければならないため、備蓄に不向きです。このため、調達先の多角化や、国際LNG市場の拡大を図ることによって、必要な時に、必要な量を入手できる環境

を実現することが重要です。

現在、世界のLNG供給の半分以上を中東と豪州が担っていますが、2040年には、シェール革命が進む米国、北極圏に潜在的な資源を有するロシア、新たな探鉱概念に基づき油ガス田が発見されている中南米・アフリカなどが、LNGの供給国としてその存在感を増していく見通しです。こうした国々と連携を

# 【第121-1-11】調達先多角化によるLNGセキュリティの強化

#### 日本企業が参画する主なLNGプロジェクト



深めることは、調達先の多角化と、LNGの安定供給につながるものです。

こうした国々のLNG供給におけるビジネスモデルの変化等を踏まえ、従来、上流投資に限定されていた石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)の

単独権利取得業務の対象を液化事業に拡大していく 等、業務範囲を拡充していくことで、世界の資源開 発に幅広く日本企業が参画できる環境づくりを進め ることが必要です。

### 【第121-1-12】中東外の資源国との関係構築(米国、中南米・アフリカ等)

### 米国原油生産見通し

#### U.S. crude oil production in AEO2018 Reference case (2000-2050) million barrels per day 2017 14 12 tight oil 10 Eagle Ford 4 2 nontight oil 2000 2010 2020 2030 2040 2050

### 海外メジャーのフロンティア案件例



出典:経済産業省「新・国際資源戦略の方向性」より抜粋

### 【第121-1-13】ロシアからの新たなLNG供給ルートの確保

## 

# 第1部

### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

### (イ)柔軟な国際LNG市場の形成と拡大するアジア 需要の取り込み

### (A) ファイナンスに関する取組

国際LNG市場における日本の影響力を維持するためには、アジア全体で日本が関与するLNG取引量を増加させ、厚みのある国際LNG市場を形成することが重要です。

こうした観点から、従来はLNGが日本に輸入されることに着目して日本企業の参画を支援してきましたが、今後は、LNGの生産から受入までバリューチェーン全体を視野に入れ、第三国向けも含めて日本企業がLNGをオフテイク・コントロールすることに注目し、第三国向けに供給される「外・外取引」についても、日本企業の関与を後押しする方向にLNG政策を転換し、必要な取組を進めていきます。

そのため、2030年度に日本企業の「外・外取引」を

含むLNG取扱量が1億トンとなることを目指す、との目標を設定しました。また、JOGMEC出資・債務保証への受入基地事業の追加を通じて、JOGMECによるリスクマネー供給を中心としたファイナンス支援強化を図ります。

### (B)人材育成に関する取組

国際LNG市場の拡大は、近年、急速に進展しており、LNG受入基地事業の立上げに加え、オペレーションに関する技術等を有するLNG事業を担う人材の育成が重要な課題です。こうした課題に対し、日本は、国際LNG市場拡大への関与を確保すべく、具体的には、「LNG人材研修実施団体協議会」の開催等を通じて、政府を中心に関係機関と有機的に連携しつつ、人材育成等の取組を進めていきます。

### 【第121-1-14】国際LNG市場の形成と拡大するアジア需要の取り込み

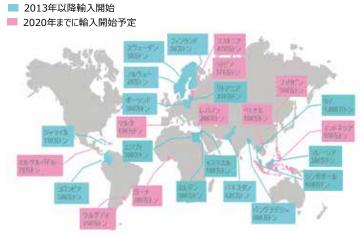


出典: 日本エネルギー経済研究所



### 【第121-1-15】柔軟な国際LNG市場の形成と拡大するアジア需要の取り込み(人材育成)

### LNG輸入国の拡大



出典:	日本エネルギー	-経済研究所
-----	---------	--------

組織	現在の取組
JOGMEC	・アジアの需要国に対し、 <u>上流開発事業側からの視点も踏まえた</u> LNGビジネスの基礎に関する人材育成を実施。
JCCP	・アジアや中東諸国の需要・供給国双方に対し、中下流分野や技 術分野からの視点も踏まえた、LNGビジネスの基礎に関する研 修や基地見学等を実施。
AOTS	・アジアの需要国の政府高官に対し、LNGに係る法規制に関する セミナーや基地見学を実施。



JOGMECによる研修の様子

出典:経済産業省「新・国際資源戦略の方向性」より抜粋

### ③液化石油ガス(LPG)の市場拡大による調達力の強化

LPGは、常温でも圧縮することで液化でき、容器に充填したガスを各戸に届ける「分散型」供給のため可搬性に優れるなど、平時のみならず災害時にも有効な燃料です。世界のLPG海上輸送量のうち、4分の1を日本企業が扱っており、これは世界最大規模

です。こうした市場シェアの高さを活かした購買力をさらに強化するために、取扱量の増加につながり得る国際セミナーの開催や研修生の招聘・専門家派遣を実施し、我が国の優れた技術による機器や保安システムの国際展開も推進することが有効です。

### 【第121-1-16】アジアLPG市場の拡大と対応



### LPガス国際セミナー

- 1995年以降、産ガス国、消費国、海運 会社等が一同に会し、東京で開催。
- 19年3月の第24回セミナーには、国内 外のべ655名(海外約200名)が参加。

### 研修生招聘·専門家派遣

- 2017年以降、ミャンマー石油化学公社への研修生招聘と専門家派遣を実施。
- 今後、他のアジア諸国にも拡大予定。







エネルギーをめぐる状況と主な対策

C O L U M N

### アジアにおけるエネルギーアクセスの重要性

一般財団法人日本エネルギー経済研究所の報告書によれば、世界の最終エネルギー需要は2050年までに 1.3倍に拡大し、他方で先進国の需要は減少に転じるとされています。また、新興国では、1人当たりのエネルギー消費量が2050年でも先進国に比べ半分以下に留まる一方、電力需要は増加し続け、最終エネルギー需要に占める電化率は大きく上昇するとされています。

また、APECの報告書によれば、化石燃料に由来する電源構成比率は2016年の69%から、2050年に57%と、長期的に低減するとされています。ただし、経済成長を考慮すると電力需要そのものが増加するため、化石燃料に由来する発電量は、2016年の10.9兆kWhから、2050年時点で13.0兆kWhに増加するとされています。

【第121-1-17】世界のエネルギー消費量の長期予測



出典: (一財)日本エネルギー経済研究所[IEE] Outlook 2020]より

### 【第121-1-18】APEC加盟国・地域の電源構成と化石比率の推移予測



出典: APEC [Energy Demand and Supply Outlook 2019]より経済産業省作成

### 2. 産業競争力の要となるレアメタル 等の鉱物資源のセキュリティ強化

### (1) 背景

### ①先端産業において重要性を増す多様なレアメタル

レアメタルには34種類の鉱種が存在しており、物理的・化学的特性や市場規模・価格・主要生産国等も鉱種によって様々であるため、鉱種に合わせた資源確保が求められます。

また、レアメタルは、EVや蓄電池、航空機等の 先端産業において、製品の高機能化を実現する上で 重要な電池・モーター・半導体等の部品の生産に必 要不可欠なものとなっています。

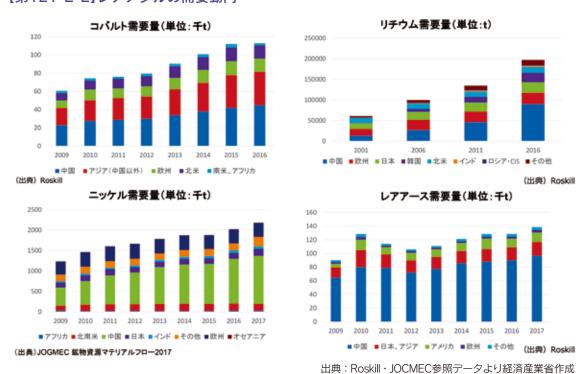
今後、欧米、中国や新興国との間で資源獲得競争の激化が見込まれ、安定供給の確保が一層重要な課題となります。例えば、コバルトの需要量を見てみますと、北米と欧州、中国の需要量はそれぞれ世界全体の需要量の約25%、約35%を占めています。

### 【第121-2-1】先端産業において重要性を増す多様なレアメタル



※EV等の生産には、電線や電子部品等に使う銅などのベースメタルも不可欠であり、それらの需要も増加の見通し。 出典:経済産業省「新・国際資源戦略の方向性」より抜粋

### 【第121-2-2】レアメタルの需要動向



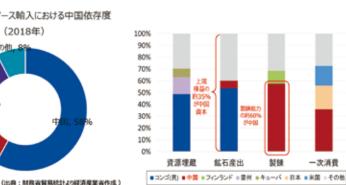
### 【第121-2-3】中国による寡占化の進展と需給ギャップの懸念

### 図 日本のレアアース輸入における中国依存度 (2018年) マレーシア 10%

レアアースの中国依存度

コバルトの各工程での各国シェア

### コバルト需給の将来見通し(国内)





出典:平成29年度 資源エネルギー庁委託事業 (鉱物資源開発の推進のための探査事業) 報告書より

8516

一次消費

※需要量の試算は、国内生産・国内販売に必要となる量のみ

出典:財務省・Wood Mackenzie等参照データより経済産業省作成

### ②寡占化の進展と需給ギャップの懸念

我が国の産業活動に重要な一部のレアメタル等に ついては、EVや再エネ機器等の普及、脱炭素化社 会の実現に伴って今後も需要が増える見通しです。

例えば、コバルトについては、将来的に約5.000 トンの需給ギャップが生じる可能性が指摘されてい ます。もし我が国の鉱山開発企業が現在権益を持つ 鉱山からのコバルト供給量が現状のまま変わらない 場合、世界的な需給逼迫の状況下で市場調達等を 図っていかねばならなくなり、その確保が極めて困 難になるとの懸念があります。

しかし、コバルト鉱石生産の約6割はコンゴ民主 主義共和国に偏在していることに加え、中流の製錬 工程については中国が製錬能力の約6割を占めるな ど、寡占化が進展しています。他鉱種でも、タング ステン鉱石は9割以上、蛍石鉱石は6割以上が中国 で生産されており、日本もその大半を中国から輸入 している状況です。

また、2019年には米国の貿易制限的措置への対 抗措置として、中国がレアアース輸出制限等を検討 する動きを見せたこともあります4。今後EV等の普 及で磁石用途等のレアアース需要が大きく伸びるこ とが見込まれる一方で、未だ輸入の約6割を中国に 依存しているリスクが改めて顕在化しています。

さらに、銅についても、最大の地金生産国である 中国が質的・量的に生産能力を増強させている状況 に加え、日本への鉱石の最大供給国であり、これま

でカントリーリスクが低いとされてきたチリでさえ 政治的な混乱が発生している状況です。レアメタル に限らずベースメタルについても安定供給へのリス クは高まっています。過去に発生したレアアース ショック等の経験も踏まえ、現在のような特定国に よる寡占化状況が日本のサプライチェーンに与えう る影響を踏まえた対応策を講じることが必要です。

### (2)対応の方向性

我が国として、ベースメタル、レアメタルなど各 鉱種を取り巻く状況に応じた戦略的な資源確保策を 講じることが必要であるため、資源の偏在性、カン トリーリスク、需要の見通し等の観点から鉱種ごと のリスクを定量的に把握して類型化するとともに、 それぞれの特性を踏まえて重点を置くべき政策ツー ル(上流権益確保の支援、適確な備蓄、リサイクル 推進等)等を整理し、戦略的な資源確保策を推進す ることが必要です。

また、JOGMECのリスクマネー供給機能の強化 を通じた供給源多角化の促進や、レアメタル備蓄制 度の抜本的な見直し等によるセキュリティ強化、鉱 山開発や製錬、製品製造等、サプライチェーンの各 段階に関係する各国との環境面での技術支援や雇用 創出への貢献を含めた国際協力の強化等に取り組み ます。

<sup>4</sup> 中国新華社通信の2019年6月4日付報道によると、国家発展改革委員会がレアアース専門家との会合を開催し、輸出に至る生産から加工ま での全工程をさかのぼって審査するシステムを設けて輸出管理を強化すべきだと専門家が提言し、国家発展改革委員会は、提言を盛り込ん だ措置を早期に打ち出す方針を示したとされています。

### 第2節 持続可能な電力システム構築

総合資源エネルギー調査会の各分科会・小委員会・WG等では、2018年の北海道胆振東部地震による北海道大規模停電(ブラックアウト)や、2019年の台風15号、19号等の自然災害の教訓も踏まえながら、電力の安定供給に向けた強靱性(レジリエンス)の向上、持続可能な電力システムの構築、さらに再生可能エネルギー(再エネ)の主力電源化のために必要となる具体的な施策の検討が重ねられてきました。

本節では、検討の背景となる事実関係やデータに触れながら、各分科会・小委員会・WG等の議論を概観することで、持続可能な電力システム構築に向けた議論の流れと全体像を紹介します。

# 1. 脱炭素化と電カレジリエンスの向上への対応

### (1)「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」における議論

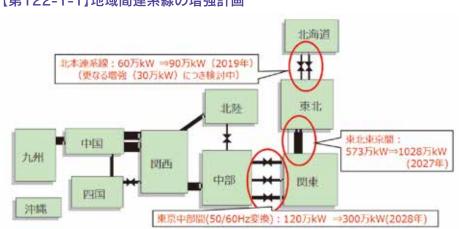
パリ協定締結を契機とした地球温暖化対策のさらなる深化の必要性も背景に、2018年7月に閣議決定された第5次エネルギー基本計画において、エネルギー転換に向けたあらゆる選択肢を追求し、再生可能エネルギーを「主力電源化」することとされました。

エネルギー基本計画の決定に先立ち、2017年12 月に設置された「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」では、特に再生可能エネルギーの大量導入の実現に向けた課題である「系統制約」を克服するため、「既存系統の最大限の 活用」を中心とした対策が議論されてきました。系統制約が課題となった北海道胆振東部地震を始め、一連の自然災害で、再エネの大量導入を図りながら、電力インフラのレジリエンスを高めることで、持続的な安定供給体制を構築していくことの重要性について改めて認識される契機となりました。

# (2) 「電力レジリエンスワーキンググループ」における 議論

2018年9月の北海道胆振東部地震では、日本初の大規模停電(ブラックアウト)が生じるに至り、電力インフラのレジリエンス(強靱性)向上の重要性、電力の安定供給の重要性が改めて認識されました。経済産業省では2018年10月に産業構造審議会と総合資源エネルギー調査会が合同で「電力レジリエンスワーキンググループ」(以下、「レジリエンスWG」という。)を設置し、北海道胆振東部地震について4回の検証を行い、2018年11月に「中間取りまとめ」を公表しました。

この中で、①再発防止策として北本連系線の着 実な増強とさらなる強化(60万kWから90万kW)等、 ②緊急対策として自発的な他電力会社や自治体との 連携による初動の迅速化や復旧作業の円滑化等、③ 中期対策として、地域間連系線の強化や電力供給力 を確保するための仕組みの検討、ブラックアウト発 生リスクの定期的確認、災害に強い再エネの導入促 進、火力発電設備の耐震性確保の技術基準明確化と いった防災対策、さらに電力会社間や関係行政機関 との情報共有の在り方や、送配電設備等の仕様の共 通化、災害対応にかかる費用回収スキームの検討な どから成る施策の方向性等がまとめられました。特 に、中期対策については、災害に強い再エネの導入



【第122-1-1】地域間連系線の増強計画

出典:経済産業省「電力システムのレジリエンス強化に向けた背景」より抜粋・加工

### 第1部 エネルギーをめぐる状況と主な対策

### 【第122-1-2】北海道大規模停電を踏まえた再発防止策、緊急対策、中期対策の概要

第 2 章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

### 北海道における対策:大規模停電(ブラックアウト)を踏まえた再発防止策

中

○「京極揚水発電所」の発電機2台の稼働状態を前提とした、「苫東厚真火力発電所」発電機3台の運転

〇石狩湾新港LNG1号機活用の前倒し

○北本連系線の増強(+30万kW)の着実な完工・運開 (2019年3月) など 〇「北本連系線」について

- 新たな北本連系線整備後のさらなる増強
- 既設の北本連系線の方式の転換

の是非について、すみやかに検討に着手する

○新たな北本連系線整備後のさらなる増強について、シミュ レーションなどにより増強効果を確認した上で、2019年春までを目途に具体化 など

### 緊急対策(取りまとめ後に即座に実行に着手)

**頂報発** 

期対策

- ○Twitterやラジオなど多様なチャネルを活用した国民目線の 情報発信
- ○現場情報をリアルタイムに収集するシステムの開発などによる 被害情報・復旧見通しの収集・提供の迅速化など

早期復旧

○自発的な他の電力会社の応援派遣による初動の迅速化○資機材輸送や情報連絡など、関係機関、自治体と連携 した復旧作業の円滑化 など

### 中期対策(取りまとめ後に即座に検討に着手)

- ○電源への投資回収スキームなど、供給力などの対応力を確保するしくみの検討
- ○ブラックアウトのリスクについての定期的な確認プロセスの構築
- Oレジリエンスと再生可能エネルギー拡大の両立に役立つ、「地域間連系線」などの増強・活用拡大策などの検討
- ○その際、レジリエンス強化と再生可能エネルギー大量導入を両立させる費用負担方式や、ネットワーク投資の確保のありかたに ついて検討

期復

IB

- ○災害に強い再エネの導入促進
- ○需要サイドにおけるレジリエンス対策の検討 (例:ディマンド・リスポンスの促進、スマートメーターの活用など)
- ○合理的な国民負担をふまえた、政策判断の指標の検討(停電にかかるコストの技術的な精査)
- ○火力発電設備の耐震性の確保について、国の技術基準への明確な規定化 など

情報発

- ○電力会社が提供可能な情報と災害復旧時に必要となる 情報を整理し、道路や通信等重要インフラ情報と共に有 効活用できるシステム設計の検討
- ○ドローン、被害状況を予測するシステム等の最新技術を 活用した情報収集 など

○送配電設備などの仕様共通化

- ○復旧作業の妨げとなる倒木などの撤去を迅速におこなうこ とのできるしくみなどの構築
- ○災害対応にかかわる合理的費用を回収するスキームの検 討など

出典:経済産業省「電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめ」より抜粋

促進や費用負担、地域間連系線の在り方などについて即座に検討に着手し、スピード感を持って検討を進め、2019年春を目途に一定の結論を得る方針が示されました。

# (3) 「脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会」における議論

### ①議論の概要

レジリエンスWGで示された方向性を受けて、電力政策を取り巻く環境変化への対応と脱炭素化の実現につなげていくことを目的に、電力インフラのレジリエンス向上と持続的な安定供給体制を構築していくための具体的な方策を検討する場として、2019年2月に「脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会」(以下、「電力レジリエンス小委員会」という。)が総合資源エネルギー調査会に設置されました。

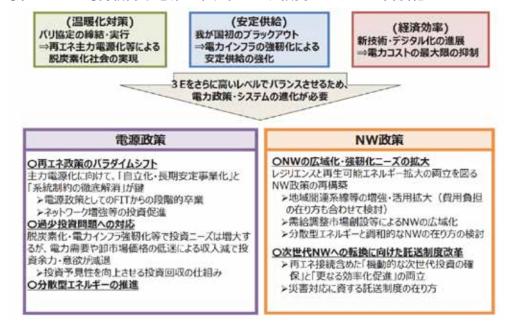
電力レジリエンス小委員会では、AIやIoT等のデ

ジタル技術の進展により、電力コストのさらなる抑制等の実現可能性が出てきた一方で、人口需要減等による電力需要見通しの不透明化等によって、投資の回収予見性は低下しており、電力インフラに対する事業者の投資意欲の減退が深刻化しつつあるという課題も指摘されました。

電力レジリエンス小委員会では、2019年8月に「中間整理」を取りまとめました。この中で、電力政策として、(a)再エネ政策のパラダイムシフト、(b)過少投資問題への対応、(c)分散型エネルギーの推進、またネットワーク政策として、(d)ネットワークの広域化・強靱化ニーズの拡大を踏まえたネットワーク政策の再構築、(e)次世代ネットワークへの転換に向けた託送制度改革という、5つの方向性が打ち出されました。

以下では、電力レジリエンス小委員会の議論を詳 しく紹介していきます。

### 【第122-1-3】持続的な電源・ネットワーク投資による3Eの高度化



出典:経済産業省「総合エネルギー調査会 基本政策分科会(第28回)」より抜粋

# ②電力ネットワークを取り巻く5つの構造変化 (ア)再エネの主力電源化のための系統増強の必要性

第5次エネルギー基本計画では再エネの「主力電源化」の方針が打ち出されました。天候の影響で発電量が大きく上下する再エネを電力ネットワークに組み込むには、円滑な系統接続を実現するための系統増強が必要になります。再エネのポテンシャルが地域ごとに偏在していることに留意しつつ、検討を進めていくことが必要との考え方が示されました。

### (イ)電力インフラのレジリエンス向上の必要性

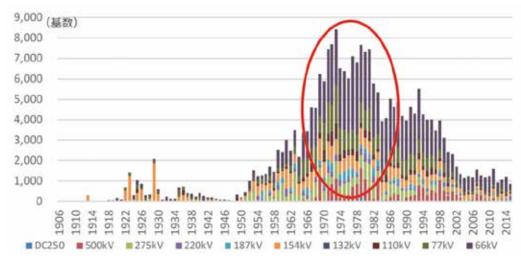
2018年9月の北海道胆振東部地震によるブラックアウト等、災害の教訓を踏まえたレジリエンス強化

が重要との認識の下、ブラックアウトの防止や、停電からの早期復旧のため地域間連系線の意義が電力 レジリエンス小委員会でも改めて確認されるととも に、円滑な復旧のため、災害時における事業者間の 役割分担の明確化も必要との考え方が示されました。

### (ウ)既存の送配電設備の更新投資の必要性

既存の送電線設備の投資のピークは1970年代であり、設備の老朽化が進展しています。将来の電力安定供給を維持するために、計画的に更新投資を順次行っていくことが必要であるとの考え方が示されました。





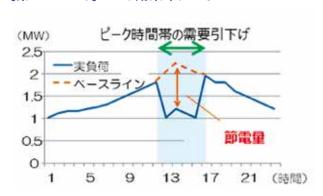
### (エ)デジタル化の進展と対応の必要性

現在、電気は、発電所から需要家に対し一方向に流れていますが、将来は、太陽光やEV等の分散型電源の普及に伴って、電気の流れが双方向化していくことが見込まれます。今後はIoTやAIといったデジタル技術を活用し、分散電源を束ねて大規模発電所のように運用する「バーチャル・パワー・プラント」(VPP)や、需要に応じて電力価格を変えることで需要家の行動変容を促す「ディマンドリスポンス」(DR)等を通じて、電気の流れを全体最適化していくことが必要になります。こうした変化に対応するために、関連する制度改革の検討も必要であるとの考え方が示されました。

### (オ)電力需要見通しの不透明化

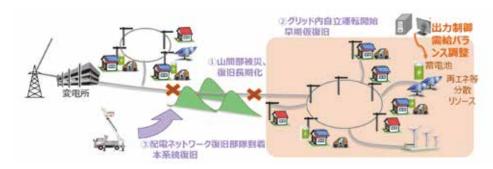
今後、多くの地域で人口減少に伴う電力需要減が 予想される一方で、一部の都市などでは人口流入が 進んだり、電化が一層進展することなどにより電力 需要が増大する要素も見られます。このため電力需 要の動向を予測することが非常に難しくなっている との認識が示されました。

### 【第122-1-5】DRの効果イメージ



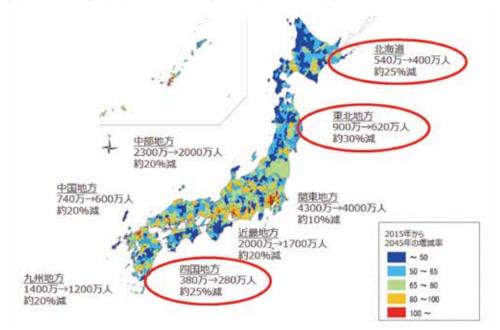
出典:経済産業省作成

【第122-1-6】太陽光・EV・DRを活用した分散型グリッド



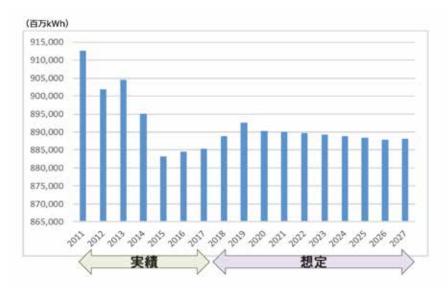
出典:関西電力株式会社送配電カンパニー

### 【第122-1-7】人口減少の見通し(2015年→2045年)



出典:国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」(平成30(2018)年推計)より抜粋

【第122-1-8】今後の電力需要想定(系統電力)



出典:電力広域的運営推進機関「2018年度 全国及び供給区域ごとの需要想定」より抜粋

### ③電力ネットワーク改革に向けて必要となる検討事項

電力ネットワークを取り巻く環境の5つの環境変化 を踏まえ、電力レジリエンス小委員会で検討を進め た結果、今後のネットワーク改革に向けて必要とな

る検討事項として、①ネットワーク形成の在り方の 改革、②費用の抑制と公平な負担、③託送料金制度 改革、④次世代型の送配電への転換、⑤レジリエンス・ 災害対応強化の5つの方向性をまとめました。

### 【第122-1-9】脱炭素化に向けた電力レジリエンス小委員会 中間整理概要(2019年8月20日)

# 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会

電力ネットワーク	主な整理概要と今後の検討事項			
の構造的変化  ①再工 <b>ネ主力電源化</b> →既存系統の利用に加え、系統培強も必要  ⇒地域偏在性の高まり	①ネットワーク形成の 在り方の改革	『ブッシュ型系統形成への転換』: 再エネボテンシャルも踏まえ計画的・ 能動的な系統形成、マスタープラン検討、費用対効果分析等に基づく合理的な増強 『北本連系線の更なる増強』: +30万kW増強に向けた詳細検討 『需要側コネクト&マネージ』: EV(電気自動車)など需要側リソース(蓄電 池の充放電等)を有効活用し、系統形成・運用を効率化		
②レジリエンス強化 →送電広域化+地産地消モデル →災害からの早期復旧	2.費用の抑制と公平 な負担	『負担の平準化』: 地域間連系線の増強費用を原則全国負担 (再エネ由来分はFIT試課金方式を検討) 『国民負担の抑制』: 卸電力取引の市場間値差収入の系統形成への活用		
③設備の老朽化 →更新投資の必要性		『コスト押制』: インセンティブ規制の導入検討(レベニューキャップ等)、効率化効果の「消費者還元」と「将来投資の原資」でのシェア 『投資環境整備』: 再エネ対応等、ネットワークの高度化に向けて事業者 にとって不可避な投資・費用の別枠化		
④デジタル化の進展 →配電: AI・IoT等を活用した	③託送料金制度改革			
分散リソースの制御 ⇒電気の流れが双方向化		『送電の広域化』:需給調整市場の創設をはじめとした送電運用の広		
<ul><li>⑤人口減少等により需要</li><li>見適しが不透明化</li><li>→投資の予見可能性低下</li></ul>	④次世代型への転換	化の促進、仕様の統一化・共通化の推進等 『配電の分散化』: 配電側新ビジネスに対応したライセンスの検討、電気 計量制度の見直し(規制を一部合理化)や電力 データの活用による多様なビジネスモデルの創出		
+	(St. Stiller), 7, 100th	PASSEMBRE (3) . (CONTRIBUTE DE PASSE STREET, CASSE DE PASSE		
電力システム改革 (発送電分離)	⑤レジリエンス・災害 対応強化	『対策費用確保』: 災害復旧費用などの公平な確保の仕組みの検討 『役割分担』: 災害時の事業者や需要家の役割分担を整理		

出典:経済産業省「脱炭素化に向けたレジリエンス小委員会 中間整理概要」より抜粋

# 第1部

#### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

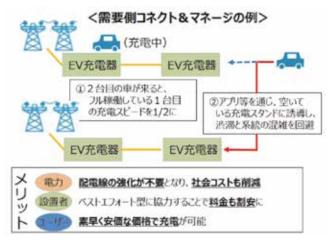
以下では、電力レジリエンス小委員会の示した5 つの方向性について、それぞれ詳しく紹介していき ます。

### (ア)電力ネットワーク形成の在り方

第3節で紹介する「再生可能エネルギー主力電源 化制度改革小委員会」における議論を踏まえ、再エネの大量導入を促しつつ、国民負担を抑制していく観点から、電力ネットワーク形成の方向性が示されました。具体的には、これまで、個別の要請に対してその都度電源とネットワークを接続する「プル型」の系統形成が進められてきましたが、今後は、電力広域的運用推進機関(広域機関)や一般送配電事業者が主体的に電源のポテンシャルを考慮し、計画的にネットワークを形成していく「プッシュ型」の系統形成を進めるべきとの考え方が示されました。

そのためには、中長期的な系統形成(マスタープランの検討)、中長期で最適な設備形成・迅速な系統連系を実現するための一括検討プロセスの導入、洋上風力等再エネの規模・特性に応じた系統形成、基幹系統の増強について合理的な設備形成とするための規律の整備や、電気自動車(EV)等の需要側リソース(蓄電池の充放電等)を有効活用し、最大消費電力を抑えるいわゆる「需要側でのコネクト&マネージ」などを推進することが重要であるとの考え方が示されました。

# 【第122-1-10】 最大電力を抑える需要側でのコネクト&マネージの例

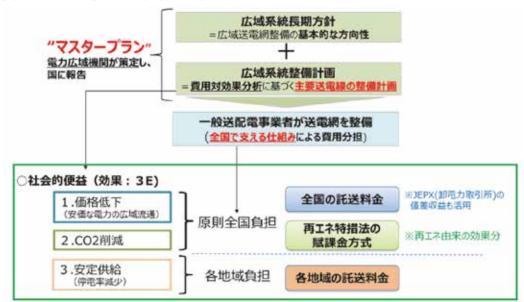


出典:経済産業省「脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会 中間整理より抜粋

### (イ)電力ネットワーク費用の負担の在り方

電力ネットワークの形成と再構築には多額の費用がかかります。費用の抑制と負担の平準化を図る観点から、各主体が得られる便益に応じた負担をしていくことが、再エネの大量導入に欠かせないとの考え方が示されました。地域間連系線の増強による3E(安定供給、経済効率性、環境適合)への寄与は、それぞれ①安定供給の強化(停電率の減少等)、②広域メリットオーダーによる取引の活性化(価格低下等)、③再エネ大量導入の促進( $CO_2$ 削減等)が想定されます。連系線増強に伴う便益のうち、②広域メリットオーダーによりもたらされる便益分(経済性の便益)





出典:経済産業省「持続可能な電力システム構築小委員会 中間とりまとめ」より抜粋

### 【第122-1-12】託送料金(規制料金)の基本構造



出典:経済産業省「脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会 中間整理」より抜粋

は、受益者負担の観点から原則全国負担とすることが適切である一方、③再エネ大量導入によりもたらされる便益分(環境適合の便益)は、FIT賦課金が沖縄を含む全国で電力使用量に応じた負担となっていることにも鑑み、いずれもFIT賦課金方式を選択肢の一つとして検討していくべきであるとの考え方が示されました。他方、①安定供給の強化によりもたらされる便益分については、直接便益を受ける各地域の電力会社(一般送配電事業者)が負担する託送料金として回収することが適切との考え方が示され、それぞれ検討を進めていくこととされました。

### (ウ)電力ネットワーク形成のための投資環境整備

電力ネットワーク形成のために適切な投資がなされるためには、一般送配電事業者が様々な環境変化に的確かつ機動的に対応し、費用を回収できるシステムが必要です。公益事業の規制料金の基本設計には、大別して①「総括原価方式」、②「インセンティブ規制方式」が存在し、後者は「プライスキャップ制度」と「レベニューキャップ制度」に分かれます。

日本では、送配電設備の高経年化や、電力需要見通しの不透明化で、投資回収の予見可能性が低下する一方で、再エネの主力電源化や電力インフラのレジリエンス強化、デジタル化への対応等の様々な環境変化に機動的に対応する必要があります。このため、一般送配電事業者が機動的に費用を回収できる合理的なシステムが必要であり、託送料金制度及び査定の見直しが必要であり、レベニューキャップ等のインセンティブ規制の導入を検討すること等が必要であるとの考え方が示されました。

### (エ)次世代型ネットワークへの転換とそれに対応す る制度の在り方

現在、発電所から需要家に対し一方向に流れている電気を、将来は、太陽光やEV等の分散型電源をデジタル技術でまとめて制御する等によって、双方向化し、電気の流れを全体最適化していく社会になっていくことが予想されます。

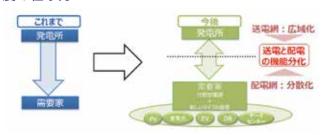
その結果、ネットワークが次世代型へ転換し、① 電力ネットワーク事業の「価値」の中心が「kWh」(発 電量)から「kW」(供給力)や「⊿kW」(調整力)に転換

### 【第122-1-13】電気の流れを一方向から双方向へ 移行させる5つの構造変化



出典:経済産業省「脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会中間整理」より抜粋

# 【第122-1-14】分散化・デジタル化に対応した制度の在り方



出典:経済産業省「脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会中間整理」より抜粋

### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

### 【第122-1-15】 需給調整市場創設に伴う今後の広域的な調整力の調達・運用について



出典:経済産業省「脱炭素化社会に向けた電力レジリエンス小委員会 中間整理」より抜粋

し、②送電と配電が「広域化する送電」と「分散化する配電」に機能分化し、③EVなどの外部電源を取り込むことでネットワーク全体としてさらなるコスト低減が可能となっていきます。

次世代型のネットワークへの転換が実現し、全国 一体的な取引が行われるであろう将来にむけて、効 率的な市場運営が可能となるように、需給調整市場 に係る組織形態や契約形態の見直しを含めた制度改 革を、改めて検討することが必要との考え方が示さ れました。その際、各一般送配電事業者の業務・責 任の分担や、新たな組織形態・契約形態を想定した 法的・制度的な位置づけの整理や、「送電の広域化」 と「配電の分散化」を促す方策の検討も必要との考え 方が示されました。

### (オ)電力ネットワークのレジリエンス向上

北海道胆振東部地震に起因するブラックアウトを踏まえ、2018年11月には電力インフラの総点検が行われました。電気を安定的に供給するためには、電気の消費量(需要)と電気をつくる量(供給力)を一致させ、周波数を一定に保つ必要があります。特に、需要が少ない時期(軽負荷期等)に、供給が減少すると、周波数低下に与える影響が大きくなります。総点検の中では、東日本・中西日本・沖縄エリアにおいて、軽負荷期等に、北海道胆振東部地震と同様の事象である①最大電源サイトが脱落し、②大規模電源サイト等に近接する4回線事故が発生した場合でも、必要な運用対策等を実施することにより「ブラックアウトには至らない」ことが確認されました。

### 2. 令和元年台風第15号等への対応を 踏まえたさらなるレジリエンス強 化策の検討

### (1)令和元年台風第15号等を踏まえた検討の概要

北海道胆振東部地震に起因するブラックアウトの教訓を踏まえた電力インフラのレジリエンス向上については、電力レジリエンス小委員会及びレジリエンスWGの議論を経て、2019年8月に一定の方向性が示され、これを踏まえた詳細な検討が進められていましたが、ここに新たな課題を提起したのが、2019年9月9日早朝に上陸し、関東を直撃する台風としては過去最大規模の勢力となった、令和元年台風第15号(以下、「台風15号」という。)です。

台風15号は、東京湾から千葉市付近に上陸し、千 葉県内を縦断して19地点で観測史上1位の最大瞬 間風速を記録するなど、千葉県を中心とした広域に 甚大な被害を与えました。9月9日7時50分には関東 広域で最大約93万戸の停電が発生し、東京、神奈川、 埼玉、茨城、栃木、静岡の各都県では、9月11日ま でに概ね停電が復旧した一方で、千葉県内では送配 電設備の被害が大きく、復旧作業に時間を要しまし た。具体的には、停電発生から10日以上経過した9 月21日にようやく停電件数が1万戸以下となり、大 規模な倒木や土砂崩れ等により、復旧作業が長期化 している地域や低圧線や引込線上の障害が残ってい る一部の家庭以外の復旧が完了したのは、台風発生 から15日後の9月24日でした。台風15号によって、 停電復旧の長期化や復旧プロセスの在り方など、電 カインフラのレジリエンスに関する新たな課題が浮 き彫りになりました。

多くの国民に多大な影響を与えた台風15号への 対応について検証を行うため、2019年10月に内閣 官房に「令和元年台風15号に係る検証チーム」が発足しました。特に、電力分野について検証するため、産業構造審議会と総合資源エネルギー調査会が2018年10月に合同で設置した「レジリエンスWG」を再開し、台風15号と10月12日に日本に上陸した台風19号について、停電復旧の長期化原因や復旧プロセスにおける課題等について、客観的な事実関係やデータに基づいた検証や、レジリエンスWGでとりまとめられた対策の取組状況のフォローアップを行い、2019年11月6日に「中間論点整理」がとりまとめられました。

また、台風15号により、鉄塔や電柱の損壊事故が多数発生したことを受け、原因の技術的な調査分析や事故による影響を検証し、今後の対策や技術基準の見直しの必要性について、検討を行うため、産業構造審議会電力安全小委員会に「令和元年台風15号における鉄塔及び電柱損壊事故調査検討ワーキンググループ」が設置されました。

これらの検証・検討の結果は、2020年1月10日に、総合資源エネルギー調査会電力・ガス基本政策小委員会、産業構造審議会電力安全小委員会及びレジリエンスWGの連名で「台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りまとめ」(以下、「台風15号検証結果」という。)として公表されました。

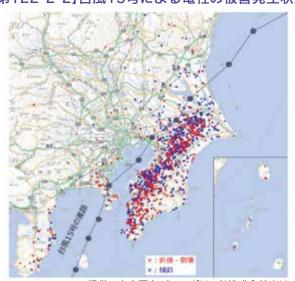
以下では、台風15号の特徴を概観した上で、レジリエンスWGの「中間論点整理」と「台風15号検証結果」の内容を詳しく紹介していきます。

### (2)台風15号の特徴

2018年に近畿地方で大規模停電を引き起こした台風21号と比べ、台風15号はコンパクトでしたが風速が大きいことが特徴で、強風となった要因は非常に大きい気圧傾度にあったと考えられています。実際、台風21号の気圧傾度が5hPa/10kmであったのに対し、台風15号の気圧傾度は最大27~10hPa/10kmと観測されました。これにより、千葉市において最大風速35.9メートル、最大瞬間風速57.5メートルを観測するなど、記録的な暴風となったと推定されています。

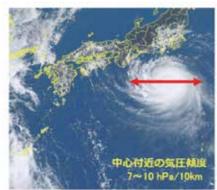
台風15号については、千葉県内を中心に倒木・飛 来物による電柱の折損や倒壊、断線が広範囲かつ多

### 【第122-2-2】台風15号による電柱の被害発生状況

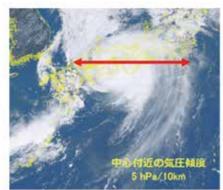


提供:東京電力パワーグリッド株式会社より

### 【第122-2-1】2019年台風15号と2018年台風21号の比較



台風15号 (2019年9月8日)



台風21号 (2018年9月4日)

年	災害名 台風21号	気圧傾度 5hPa/10km	主な都市での最大瞬間風速 和歌山57.4m、大阪47.4m
2018年	台風24号	1.3~1.7hPa/10km	應児島56.6m、静岡46.8m
2019年	台風15号	7~10hPa/10km	千葉57.5m、木更津49.0m

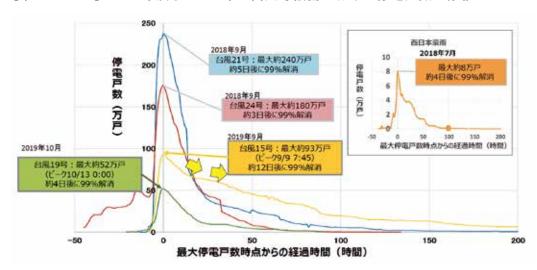
出典:経済産業省「台風15号・19号に伴う停電復旧プロセス等に係る個別論点について」より抜粋

# 第1部

### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

数発生し、近年の類似の災害と比較しても大規模な 配電設備の被害が生じたこと(電柱の折損、倒壊数 は2018年の台風21号の約1.5倍)に加え、倒木の影響 により山間部を中心とした立ち入り困難な地域での 巡視が十分に行えず、被害状況の全容把握に時間を 要した結果、地域別の復旧見通しの公表が遅れ、復旧が長期化しました。概ね停電が復旧(停電件数がピーク時と比較して99%解消)するまで約280時間を要し、平成30年台風第21号及び台風第24号と比較しても長い期間を要することとなりました。

【第122-2-3】2018年及び2019年の台風等被害における停電戸数の推移



出典:経済産業省「台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りまとめ」より抜粋

【第122-2-4】停電戸数ピーク時から99%の停電が復旧するまでの時間の近年の類似災害との比較

年	災害名	最大停電件数	ビーク時から99%の 停電が返旧するまでの時間
2018年	台風21号 (関西電力)	约240万戸	約120時間
	台風24号 (中部電力)	約180万戸	約70時間
2019年	台風15号 (東京電力)	約93万戸	約280時間

出典:経済産業省「台風15号に伴う停電復旧プロセス等に係る検証について」より抜粋・一部修正

### 【第122-2-5】台風15号による被害状況



提供:東京電力ホールディングス株式会社・東京電力パワーグリッド株式会社より

C O L U M N

### 世界全体の自然災害の状況

昨今、世界全体で大規模な自然災害による被害が拡大しているとの報告が増えています。例えば、国連国際防災戦略事務局 (UNISDR) が2018年10月に発表した報告書では、「1998年~2018年の20年間での自然災害による世界全体での経済損失額は2兆9,080億ドル(約330兆円)に上った。このうち大半の77%の2兆2,450億ドルは気候変動に起因する災害で、その前の20年間と比べると、2.5倍に増加している。」(国連国際防災戦略事務局 (UNISDR) 報告書"Economic Losses, Poverty & Disasters 1998-2017")とされています。

日本においても同様に自然災害による被害が拡大しており、日本損害保険協会によると、頻発する自然災害の影響で、2018年の自然災害(風水害)の保険金支払額が、過去最高の1兆5,694億円になりました。愛知・大阪・京都・兵庫などで被害が出た2018年9月の台風21号(支払い保険金1兆678億円)、東京・神奈川・静岡などを襲った台風24号(同3,061億円)、2018年7月の豪雨の影響が大きかったとされています。支払保険金総額については、増加傾向にあり、2018年には5兆3,241億円に上りました。

### 【第122-2-6】支払保険金総額の推移



出典: (一社)日本損害保険協会提供データより経済産業省作成

### (3)レジリエンスWG [中間論点整理]の概要

2019年11月に取りまとめられたレジリエンスWGの「中間論点整理」では、オペレーション改善等として、①迅速な情報収集・発信を通じた初動の迅速化、国民生活の見通しの明確化、②被害発生時の関係者の連携強化による早期復旧、インフラ投資として、③電力ネットワークの強靱化によるレジリエンス強化、④復旧までの代替供給・燃料の確保、⑤電力ネットワークの強靱化、電源等の分散化によるレジリエンス強化など5つの論点が示されました。

以下、概要を紹介していきます。

### ①迅速な情報収集・発信を通じた初動の迅速化、国 民生活の見通しの明確化

災害時に最初に重要となるのが、現場の被害情報を正確にかつ迅速に把握することです。そのため、要員を投入せず、初動から現場確認が出来るカメラ付きドローンやヘリコプターの活用の拡大や、それらから集まる画像やデータを一元管理するためのシステムが必要となります。こうして収集された画像

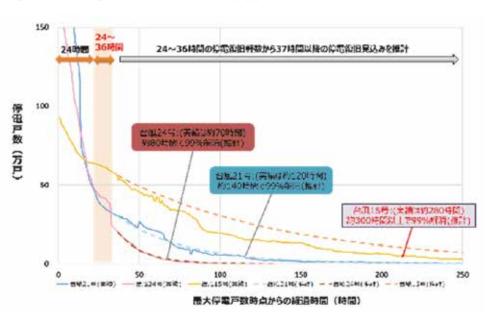
### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

### 【第122-2-7】巡視等におけるドローンの活用イメージ



出典:経済産業省「台風15号・19号に伴う停電復旧プロセス等に係る個別論点について」より抜粋

### 【第122-2-8】モデルを用いた停電復旧の予測と実績



出典:経済産業省「台風15号・19号に伴う停電復旧プロセス等に係る個別論点について」より抜粋

や情報は、ビッグデータとしてAI等を用いて迅速 な被害予測や復旧見通しに活用されることが期待さ れます。

### ②被害発生時の関係者の連携強化による早期復旧

災害時の復旧活動を円滑に実施するに当たっては、効率的な応援の受入れや他組織との連携が欠かせません。このため、電力事業者間での電源車の効率的な派遣や復旧手法・設備仕様の統一化、早期の停電解消を最優先する「仮復旧」方式の徹底することのみならず、平時からの電力供給事業者間での協力にむけた仕組みづくりが重要です。さらに電力会社

### 【第122-2-9】被害情報等が落とし込まれた配電線 地図(電力会社と自治体の情報共有の例)



出典:経済産業省「台風15号・19号に伴う停電復旧プロセス等に係る個別論点について」より抜粋

### 【第122-2-10】関係機関との連携に関する計画(災害時連携計画)イメージ



出典:経済産業省「台風15号・19号に伴う停電復旧プロセス等に係る個別論点について」より抜粋・一部修正

から自治体等への情報提供、電力会社・自治体・自 衛隊との連携による倒木処理・伐採の迅速化なども 必要であることが明らかになりました。こうした災 害を全国大の課題として捉え、災害復旧のための費 用負担について、電力会社間で相互扶助する仕組み も必要です。

### ③電力ネットワークの強靭化によるレジリエンス強化

台風15号により千葉県の送電鉄塔2基の倒壊や広範囲にわたる電柱の損壊事故が発生したことを踏まえ、鉄塔・電柱の技術基準見直しを含めた検討、レジリエンス強化のための無電柱化、災害に強い分散型グリッドの推進等を一層図っていかなくてはなりません。その際、送配電網の老朽化と将来の電力需給を見据えた次世代型ネットワークの強靱化・スマート化、そのための計画的な更新投資とコスト効率化の両立が求められます。

### 【第122-2-11】鉄塔・電柱の技術基準の見直し及び無電柱化の取組加速化

#### 無電柱化の取組加速化 鉄塔・電柱の技術基準見直しも含めた検討 「無電柱化推進計画(平成30年4月6 ◆ 現行の鉄塔・電柱に関する技術基準にお 日国交相決定)」の約1,400kmに、 いて、鉄塔・電柱の材料・構造は、風速 「防災・減災、国土強靭化のための3 目標延長 [1000km/3年] 40m/sの風圧荷重等を考慮し、倒壊の か年緊急対策(平成30年12月14日閣 紧急対策 おそれがないよう安全なものであることを 議決定) Jの約1,000kmを加えた、 計約2,400kmについて整備を推進 求めている。 平均整備延長 [250km/年] ◆ 各電力会社では、地域の実情等に応じて 実績整備延長 852,200km 設計している。 無電柱化推進計画 <例> 鉄塔に関する各社の対応 無電柱化 に係る ガイド ライン ・沖縄電力:風速60m/s(全エリア) 九州電力:風速50m/s (大隅半島南部·薩摩半島南部) H21 ~ H29

出典:経済産業省「鉄塔・電柱に係る技術基準をめぐる現状について」及び国土交通省「無電柱化の推進に関する最近の取組」より作成

### 【第122-2-12】災害時の電力会社と石油販売事業者との連携

#### <電力会社間の災害時連携計画との関係>

電力会社間の災害時連携計画の記載事項に「電源車の燃料確保」を盛り込むことにより、電力会社に対して地域の石油販売業者との災害協定の締結の増加を促す。

<タンクローリーから電源車への燃料補給の様子>



<災害時に備えた地域におけるエネルギー供給拠点の整備>

停電発生時の燃料供給要請に対し、機動的に対応できる体制を確保するため、緊急配送用ローリーを全国に配備。

<電源車からの燃料供給要請に対応する緊急配送用ローリー等>



出典:経済産業省「電力レジリエンスワーキンググループ中間論点整理」

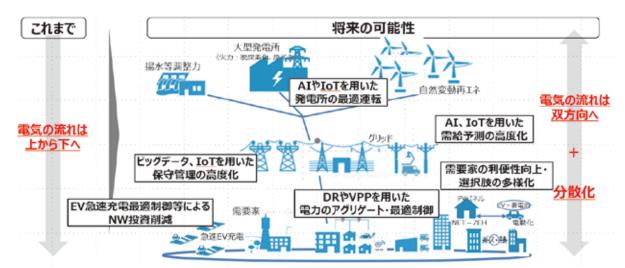
### ④復旧までの代替供給・燃料の確保

今後の広域災害発生のリスクを考えると、電力会社とタンクローリーを運用している石油業界等との連携の強化や電源車の燃料供給を担うタンクローリー配備の強化は重要です。また、中東情勢の不安定化等を踏まえた調達先の多角化や緊急時の調達確保等、燃料の安定的かつ低廉な調達の確保の在り方が求められます。

### ⑤電力ネットワークの強靭化、電源等の分散化によ るレジリエンス強化

2018年の北海道胆振東部地震による北海道全域にわたる大規模停電(ブラックアウト)により、緊急時の電力融通のための地域間連系線の強化の重要性が改めて認識されました。さらに災害時に自立運転可能な再エネ等分散型電源の地域への導入拡大、送配電設備の老朽化や再エネ大量導入も踏まえた最新の電源の導入、電源の多様化・分散化の促進が求められています。将来は分散電源やデジタル技術の活用により、電気の流れが従来の一方向から双方向へ変化してくることが予想されています。

### 【第122-2-13】デジタル技術を活用した電源の多様化・分散化・最適化



出典:経済産業省「再生可能エネルギーの大量導入を支える次世代電力ネットワークの構築について」より抜粋

### 【第122-2-14】台風15号による電気設備の被害状況(千葉県内)







倒木に伴う電柱倒壊現場 (鋸南町)



水上設置型太陽光発電所(市原市)

出典:経済産業省「台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りまとめ」より抜粋

### (ア)鉄塔等の電気設備の損壊事故の原因究明・検証

台風15号の影響により、千葉県君津市の送電鉄塔2基の倒壊や広範囲にわたる電柱の損壊事故が発生し、また、千葉県市原市の山倉ダムに設置された水上設置型太陽光発電所においてはパネルなどの破損事故も発生しました。

鉄塔及び電柱の損壊事故を踏まえ、産業構造審議会保安・消費生活用製品安全分科会電力安全小委員会「令和元年台風15号における鉄塔及び電柱損壊事

故調査検討ワーキンググループ」において、その原因の技術的な調査分析に加え、事故による影響も含めて検証し、今後の対策や技術基準の見直しの必要性について、費用対効果に留意しながら検討が行われました。

2020年1月、台風15号による鉄塔・電柱の倒壊・ 損傷等の原因究明や風速に関する地域の実情等を踏 まえ、鉄塔・電柱の技術基準の見直しの方向性等に ついて、「中間報告書」が示されました。

### 【第122-2-15】鉄塔・電柱の技術基準見直しと対応の方向性

### 鉄塔

現行の技術基準(風速40m/s)を満たすよう設計されていたが、 特殊な地形による突風(最大瞬間風速70m/s、10分間平均風 速50m/s)で、設計強度を大きく超える荷重が発生し、倒壊したと 推定。

- 現行の技術基準の見直しを実施。
  - ①現行の基準風速40m/sを維持、「10分間平均」を明確化
  - ②地域の実情を踏まえた基準風速 (地域風速) を適用
  - ③特殊地形を考慮すること(従来の3類型に加え、今回の類型を追加)
- 鉄塔周辺の風況・風向等について、より精緻に把握するためセンサーの設置や様々な気象データの収集等を検討する。

### 電柱

倒木や建物の倒壊(約74%)、看板等の飛来物(約14%)、 土砂崩れ等の地盤影響(約12%)による二次被害が大半の 損壊原因と推定されるが、事故が広範囲にわたったことや鉄塔の 技術基準の見直しの方向性(地域風速の適用など)などを踏ま え、技術基準の見直しと二次被害対策を実施。

- 現行の技術基準の見直しを実施。
  - ①鉄柱に地域別の基準風速を適用(鉄塔と同様)
  - ②木柱の安全率を引き上げ
  - ③連鎖倒壊防止対策を規定
- 二次被害対策を強力に進める。
  - ①電力会社と自治体・自衛隊との連携を通じた倒木処理・伐 採の迅速化、自治体と連携した事前伐採の推進
  - ②飛来物の飛散防止に関する注意喚起の徹底
  - ③無電柱化の推進

出典:経済産業省「令和元年台風15号における鉄塔及び電柱損壊事故調査検討ワーキンググループ中間報告書」より作成

## 第1部

### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

### (イ)飛来物等による停電被害を回避・軽減するため の無電柱化の推進

台風15号による台風被害においては、飛来物等によって電柱が倒壊するなど、電力ネットワークの末端の配電設備に広域的な被害が生じました。こうした被害を事前に回避・軽減する観点からは、無電柱化の推進は重要です。

これまでに道路防災、安全・円滑な交通確保や 景観振興・観光振興の観点からの「無電柱化推進計 画」の策定(2018年4月6日)や、2018年の台風21号の 電柱倒壊を踏まえ道路閉塞等を防止する目的の「防 災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策(2018年12月14日閣議決定)」により、整備距離について、これまでにない高い目標が掲げられていました。しかし、無電柱化は、「敷設コストが高い(総工事費約5.3億円/km)」「工期が長い(設計から工事完了まで約7年)」「水害(冠水等)による設備被害リスクが高い」といった課題や、復旧には架空線と比較して約2倍の時間を要するといった課題も存在しています。

検証結果では、レジリエンス強化に向けて、費用 対効果も考慮しながら、無電柱化の取組を加速化し ていく必要性が示されました。

### 【第122-2-16】地中設備と地上設備の建設コスト比較

	架空配電設備	地中配電設備 (電線共同溝方式)
敷設コスト	0.15億円/km程度	1.6億円/km程度

出典:電気事業連合会より

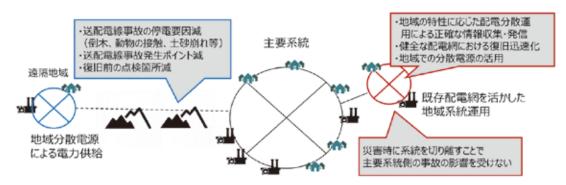
### 【第122-2-17】電柱と地上機器における設備単体での復旧時間の比較



※電気事業連合会調べ。被害状況や作業環境、機器の在庫有無等の諸条件により、実際の復旧時間は前後する。

出典:電気事業連合会

### 【第122-2-18】災害に強い遠隔分散型グリッドイメージ



出典:経済産業省「台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りまとめ概要」より抜粋

### (ウ)災害に強い分散型グリッドの活用

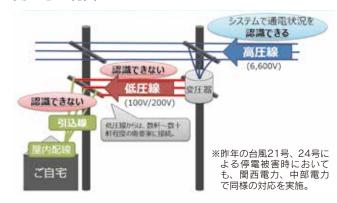
2019年の台風15号や台風19号、2018年の台風21号による被害では、山間部等で配電線に飛来物が衝突し設備が被害を受ける場合や、被害箇所までの要路確保が倒木等により困難な場合があり、復旧に時間を要した事例が報告されました。電力レジリエンス小委員会では、送配電等の設備の合理化という観点から、太陽光発電や蓄電池といった分散リソースを活用することで需要密度が低い地域の系統のスリム化・独立化の可能性についても議論が行われていましたが、台風被害での教訓を踏まえれば、主要な電力系統から長距離の送配電設備等を経由して電力供給を受けるのではなく、遠隔分散型グリッドとして独立した系統での電力供給を行った方が、レジリエンスが高まる地域が存在すると考えられます。

こうした観点から、災害発生時においても独立した系統での円滑な電力供給を可能とする制度整備の必要性が改めて示されました。

また、今回の台風15号では、特に停電情報システムに低圧線以下の停電情報が反映されないなど、 正確な情報収集・発信に一部問題がありました。こ ういった課題の解決のため、分散リソースやIoT等の制御技術の活用を図り地域に密着した配電運用を行うことで、正確な情報発信や電力供給のみならず地域の防災・減災に資するシステムを実現することが必要であることも明らかにされました。

さらに、現在、実証事業において、一般送配電事 業者、地方自治体を含むコンソーシアム体制を前提

# 【第122-2-19】 電力会社の停電情報システムで認識できる範囲



出典:経済産業省「台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りま とめ」より抜粋

### 【第122-2-20】 AIやIoT等の技術活用による地域の防災・減災に資するシステム



出典:経済産業省「台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りまとめ」より抜粋

### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

### 【第122-2-21】地域マイクログリッドの構築



出典:経済産業省「地域分散型電源活用モデルの確立に向けた支援制度について」より抜粋

とした、マイクログリッド構築の検討が進められて いるところですが、規制の適用関係を明確化するこ とによって、新たな地域で、新たなプレーヤーが配 電事業に参入していくことが期待されます。また、 分散型エネルギーの近隣間の融通など、地域におけ る自立した電気の取引を促進するための環境整備も 併せて検討することが必要とされました。

### (4) レジリエンスWG等合同委員会による「台風15 号検証結果」の概要

レジリエンスWGの「中間論点整理 | で示された5 つの論点の検討を深め、総合資源エネルギー調査会 電力・ガス分科会電力・ガス基本政策小委員会と産 業構造審議会保安・消費生活製品安全分科会電力安 全小委員会及びレジリエンスWGの連名で、2020年 1月10日に「台風15号の停電復旧対応等に係る検証 結果|を公表しました。

この中で、①迅速な情報収集・発信を通じた初動 の迅速化、国民生活の見通しの明確化、②被害発生 時の関係者の連携強化による早期復旧、③電力ネッ トワークの強靱化によるレジリエンス強化について は、政府として対応すべき事項と電力会社として対 応すべき事項にわけて整理するとともに、官民や業種 を超えて対応する必要がある④復旧までの代替供給・ 燃料の確保と⑤電力ネットワークの強靱化・電源等 の分散化によるレジリエンス強化に必要な事項が取り まとめられました。併せて、電力会社自身による台風 15号への対応検証結果も取りまとめられました。

### 【第122-2-22】台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果(2020年1月10日)

総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 /産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会 合同 電力レジリエンスワーキンググループ 台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りまとめ 概要

### 1:被害状況の迅速な把握・情報発信、国民生活の見通しの明確化

鉄塔等の被害の迅速な把握のための衛星画像やAI等の活用、 停電復記情報のビッグデータ化による復旧予測の精緻化、情報 の一元管理のためのシステム開発【予算対応】

<政府における対策>

- 迅速な通電確認のため、顧客情報の自治体への提供の仕組み [308 905]
- 「巡視」の重要性を徹底し、①初動から最大限の要員投入。②カメラ 付きドローン、ヘリ等の活用を拡大

<東京電力における対策>

- 現場情報や電源車の稼働状況をリアルタイムで把握・共有し、復旧 工程を管理するシステムの導入
- 情報集約・整理を行うマネジメント要員を適正配置

#### 2:被害発生時の関係者の連携強化による事前予防や早期復旧

- の統一化算を通じた復旧作業の迅速化を進【制度対応】
- 全事業者が協調し復旧活動等を行う義務の法定化【制度対応】
- 復旧費用や電源車派遣の相互扶助制度の削設[制度対応]
- 個木対策における他省庁(林野庁等)との連携等【運用対応】 災害時における電動車 (EV等) の非常用電源としての活用促進 (SHARRING)
- 般送配電車業者間の**連携計画を策定し、復旧手法・設備仕様 :** 設備の完全復旧よりも**早期の停電解消を最優先する「仮復旧」等の復** 旧方針について、早期指示の撤消
  - 電力会社間・自衛隊との定場的な情報共有・合同訓練
  - 事前の根本の伐採など、地方自治体や他インフラ(過信等)との連携

### 3:電力ネットワークの強靱化によるレフリエンス強化

- 鉄塔の技術基準見直し【制度対応】
- 無電柱化の推進(関係省庁連携)【予算対応】
- 災害に強い分散型グリッドの推進【制度対応】
- 社会的に重要な施設への自家発電設備の導入促進[予算対応]
- 建築物の地下に設置された電気設備の漫水被害対応【運用対応】
- 送配電網の強靭化とコスト効率化を両立する託送料金制度改革 [MICHE]
- 費用対効果を結まえた送配電網の強移化・スマート化 (無電柱化を 含む) の推進 (効率的・計画的な更新投資
- 鉄塔の総点機による状況の把握と今後の更新等に向けた計画の策定

#### 4. 復旧までの代替供給・燃料の確保

- 電力・石油会社間の災害時提携やタンクローリー配備の加速化
  - ▶ 電源車の応援融通を行う事態を想定した電源車の燃料確保【制度対応】
  - ➤ 電源車や病院等の自家発電機への燃料供給に利用できる緊急配送用ローリーの配備(予算対応)
- 燃料の安定的かつ低廉な調達(中東不安定化等を踏まえた調達先の多角化、緊急時の調達確保)
  - ➤ LNGの調達先の多角化と非常時の安定確保を図るため、JOGMECによる積替基地やアジアなどにおける貯蔵基地(平時は各国への供給基地)へのリスクマネー供給を可能とする【制度対応】
  - > 万が一、民間によるLNGなどの燃料調達が困難になった場合に、緊急的な措置としてJOGMECが燃料を調達【制度対応】

#### 5. 地域間連系線の増強、電源等の分散化によるレジリエンス強化

#### <電力ネットワークの強靱化>

- 緊急時の電力融通に資する地域間連系線の増強促進
  - ➤ マスタープラン(広域系統整備計画)への国の関与を法定化し、それに基づく地域間連系線等の増強費用について全国で支える仕組みを導入【制度対応】

#### <電源等の分散化>

- 災害時に自立運転可能な再エネ等分散型電源の地域への導入拡大
- 設備の老朽化や再エネ大量導入も踏まえた最新の電源の導入や多様化・分散化の促進
  - ▶ 再エネの主力電源化に向けた、国民負担の抑制と両立するFIT制度の抜本改革【制度対応】
  - 世界的に過小投資の問題が生じている電源の更新投資の安定化と、それによる多様化・分散化【制度対応】

出典:経済産業省[台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りまとめ概要]より抜粋

### 【第122-2-23】台風15号踏まえた電力会社としての課題認識と対応策(2020年1月10日)

#### 東京電力における台風15号対応から見えた課題と対策 背景要因 12.00 1. 被害状況の正確な情報収集の遅れ ●「巡視」の重要性を徹底【台第19号対応から開始】 事前の体制整備が不十分で、対応が後手に 初動から十分な巡視要員を投入 支針分権型の 干菓では現場確認(巡視)要員の体制が不十分 他部門・社外のドローン操作者も確保し、ドローン 非常体制構築 (経験の差) 情報収集に遅れ(静岡では十分な巡視委員を確 による被害状況確認を早期実施 保) 現場の情報をリアルタイムで整理・共有し、復旧工 程を管理する<u>システムの導入</u> 【台風19号対応から開始/中期(本格導入)】 ● 巡視でカメラ付きドローンを活用する時期に遅れ 現場情報を一元管理するシステムが不足 本社のマネラメント機能の強化も含め、非常時の体 本社からマネジメント・作業要員を逐次投入することと 制・対応を予め明確化 (短回) 「巡視」の重要性 なり、現場を含む指揮命令系統の一部が混乱 認識不足 2. 復旧見通しの正確な策定が不能 ● 復旧見通し策定・公表までのスケジュール、必要な作 被古状況の全容が把握・整理できていない中で、 業・情報・条件等の工程を標準化 [短期] 経験則に基づいて復用見通しを第定 自衛隊との定期的な情報共有・合同訓練 [短回] 3. 倒木処理・伐採等が個社で対応できる規模を超過 自治体や他インフラ (通信等)との連携強化 他者との連携・ 例木処理・伐採等の自衛隊への支援要請に遅れ(自 経験不足 治体を通じた支援要請の経験も不足) ● 他電力応援の受入体制についても事前に準備(平 電源車も含め他電力応援の受入体制が不十分 時か6電力会社間で連携・訓練) (短順) 需要家に電気を届けることを最優先に、 4. 復旧作業に時間を要し、通電に遅れ ②旧作業のオペレーションを整備し、仮復旧に必 要な体制を確保 設備の完全復旧よりも早期の停電解消を最優先する 【台風19号対応から開始/短期(マニュアル等の整備)】 「仮復旧」に必要な体制や機材等の整備が不十分 電源車の活用に不可欠な要員の半前確保、稼働 設備復旧優先 電源中の派遣が非効率 状況をリアルタイムで把握するシステムの導入 5. 需要家とのコミュニケーションが不十分 熱中症対策等も含め、SNS等で情報を一定間隔で 必要な情報伝達が不足(禁中症対策、低圧停電等) 提供(台風19号対応から開始)

出典:出典:経済産業省「台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りまとめ概要」より抜粋

# 第1部

### 3. 「持続可能な電力システム構築小委 員会」における議論

北海道胆振東部地震や台風15号等を踏まえた検 討をさらに深め、電力インフラのレジリエンスを向 上させ、新技術を取り込んだ形で持続的な安定供給 体制を構築するために必要となる電力システム制度 改革等を議論するため、2019年11月に、総合資源 エネルギー調査会基本政策分科会の下に「持続可能 な電力システム構築小委員会 | を設置しました。

その後、さらに議論を進め、2020年2月に「持続可 能な電力システム構築小委員会 中間取りまとめ」を 公表し、(1)災害時における早期の災害復旧のための 関係者の連携強化、(2)強靱な電力ネットワークの形 成、(3)電力システムの分散化と電源投資といった論 点について、課題と対応の方向性を整理しました。

以下では、それぞれの論点について、紹介してい きます。

### (1)災害時における早期の災害復旧のための関係者 の連携強化

災害時の電力復旧活動の円滑な実施に向け、他の エリアからの効率的な応援の受入れや他組織との連 携を行うべく、多様な関係機関の連携についての体 制や運用等の詳細を事前に整理・共有しておくこと が必要であること、また電力会社の持つ情報が関係 機関に迅速に共有されることが必要であること等の 考え方が示されました。

災害の大規模化に伴い、電力復旧に係る応援人員・ 設備の規模・期間が大規模・長期化し、その費用負 担も増大する傾向にあります。災害はいつ、どこで起 きるか予想することは困難であるため、こうした費用 負担を、被災地域だけに負わせるのではなく、日本全 体の課題として災害を捉えた費用負担の在り方につ いても検討が必要であるとの考え方が示されました。 こうした観点から、取り組むべき事項として、以下 O(1)、②、③が示されています。

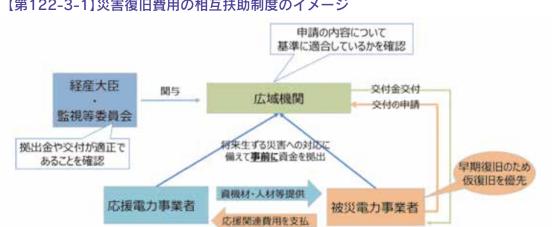
### ①災害時連携計画の整備による復旧作業の迅速化

昨今の停電復旧において一般送配電事業者間の効 率的な連携が重要になっていることを踏まえて、あ らかじめ、一般送配電事業者間の連携に関する計画 (災害時連携計画)を作成することを制度上求めるべ きであるとされました。提言された災害時連携計画 の盛り込むべき事項は以下の通りです。

- 一般送配電事業者間の共同災害対応に関する事項
- ・復旧方法、設備仕様等の統一化に関する事項
- 各種被害情報や電源車の管理情報等を共有する 情報共有システムの整備に関する事項
- 電源車の地域間融通を想定した電源車の燃料確 保に関する事項
- ・電力需給及び系統の運用に関する事項
- ・関係機関(地方公共団体・自衛隊等)との連携に 関する事項
- 共同訓練に関する事項

### ②災害復旧費用の相互扶助制度の創設

災害時は事業の公益性、対象となる事業範囲に鑑 み、被災電力事業者は一定の基準を満たした場合、 災害時に発生した(ア)他電力等からの応援に係る費 用、(イ)本復旧と比較して迅速な停電の解消が期待 される仮復旧作業に関し、それぞれ要した費用につ いて、相互扶助制度の適用を受けることができるよ う制度を設計すべきであるとの提言がなされまし た。この際、(イ)の仮復旧費用については、要した 費用だけを切り分けて算出することが困難であり、



【第122-3-1】災害復旧費用の相互扶助制度のイメージ

出典:経済産業省「持続可能な電力システム構築小委員会中間とりまとめ」より抜粋

五 監督 ① 情報提供先による 同意取得 同意の収め ブラットフォーム D中立的な組織による 同意の求め 家要需 中立的な (3)需要家の回動のある 青報提供先 (2)同意 (個人等) 清朝提供先行限的、情報提供 建牆 苦情・相談窓口の提供 監視·監督 特解提供 般送配電事業者 一般送配電事業者 ...

#### 【第122-3-2】中立的な組織を通じた電力データ活用のイメージ

出典:経済産業省「持続可能な電力システム構築小委員会中間とりまとめ」より抜粋

その算出のために停電復旧対応が遅れるといった事態を防止する観点などから、送配電設備の損壊時に発生する仮復旧・本復旧費用の試算結果等を基に、一定の基準で算出した費用を仮復旧に要した費用とみなすことが可能とされるべきとの考え方が示されました。

#### ③電力会社による個別情報の自治体等への提供 (ア)災害対応のための自治体等への情報提供

電力会社と地方公共団体等が、災害復旧時に円滑に連携して対応するため、事前の防災段階から、発災時のデータ受渡しの手続などの連携体制を確認しておく必要があることから、個人情報保護の観点も適切に踏まえた上で、「電気事業法(昭和39年法律第170号)」に基づき、一般送配電事業者に対し、関係行政機関等への情報提供の必要性が認められる場合には、個人情報を含む電力データの提供を求める制度整備を進めるべきとの考えが示されました。

#### (イ)社会的課題解決等のための電力データの活用

また、個人情報を含む電力データについては、上記のような災害復旧対応の目的だけにとどまらず、(i)地方公共団体等による防災計画の高度化などの社会的課題の解決や、(ii)銀行口座開設に当たっての不正防止などの事業者による社会的課題の解決や新たな価値の創造など、様々な活用ニーズがあることから、今後、個人情報保護委員会など関係行政機関や消費者団体をはじめとする関係者と密接に連携しつつ、データ活用の在り方の検討を進めていくことの必要性が示されました。

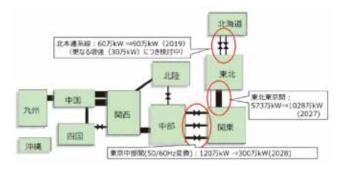
#### (2)強靱な電力ネットワークの形成

台風15号では、電力ネットワークの末端の配電 設備の被害が広範囲で発生しました。大規模な災害 時にも停電の発生を可能な限り防止し、電力供給の 信頼度を維持・向上させるためには、強靱かつ持続 的な電力ネットワークの形成が不可欠となります。 そのため、送配電網についても、老朽化や将来の需 給動向等を踏まえて、送配電網の強靱化とコスト効 率化を両立する託送料金改革の中で、電力会社が強 靱化やスマート化を計画的かつコスト効率的に実施 する必要があります。さらに、緊急時の電力融通に 資するとともに、再生可能エネルギーの大量導入を 進めていく中で系統強化の観点から必要となる地域 間連系線の増強も進めていくことが必要とされまし た。

#### ①地域間連系線の増強を促進するための制度整備

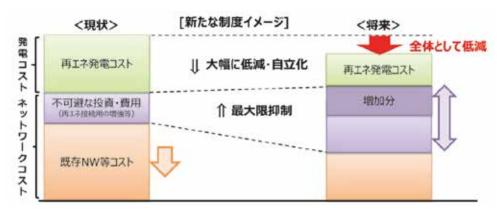
地域間連系線の増強は、エリア間の相互融通を可能にすることで、電源が脱落した場合などにおける 停電リスクを低下させることが確認されました。ま

#### 【第122-3-3】地域間連系線の増強計画(再掲)



出典:経済産業省「持続可能な電力システム構築小委員会中間とりまとめ」より抜粋

#### 【第122-3-4】「必要なネットワーク投資の確保」と「国民負担抑制」を両立する託送制度改革



出典:経済産業省「持続可能な電力システム構築小委員会中間とりまとめ」より抜粋

た同時に、地域間連系線の増強は、短期的には既存の再生可能エネルギーの稼働率を高め、その最大限の活用を促す効果があります。これに加え中長期的には、より安価なコストの再生可能エネルギー導入が進み、同じkW(供給力)、kWh(発電量)を達成するための再生可能エネルギー支援策に係るコストを低減させる可能性もあることから、地域間の連系線の増強は、再生可能エネルギー推進にも資するものであると整理されました。これを踏まえ、レジリエンス強化を目指しながら、さらなる再生可能エネルギーの導入も見据えて、地域間連系線の増強を促進するための制度整備が求められています。

#### ②送配電網の強靱化とコスト効率化を両立する託送 料金改革

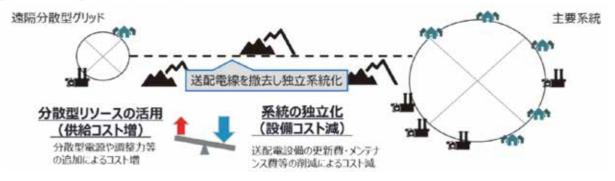
託送料金改革については、電力レジリエンス小委員会の中間整理(2019年8月)において、「託送料金制度の見直しに当たっては、「国民負担抑制」と「必要な投資確保」の両立が大原則であり、このための基本コンセプトは「『単価』の最大限の抑制」×「必要な投資『量』の確保|であるとの方向性が示されました。

このため、一般送配電事業者に、必要な送配電投資の着実な実施を促すとともに、コスト効率化を促す観点から、欧州の制度も参考に、国が、一定期間ごとに、収入上限(レベニューキャップ)を承認することにより、一般送配電事業の適切性や効率性を定期的に厳格に審査するとともに、一般送配電事業者自らの効率化インセンティブを促し、併せて、新規電源接続のための送配電設備の増設や調整力の変動などの外生的要因による費用増や費用減については、機動的に収入上限に反映する仕組みを基本とした託送料金制度を導入すべきとされました。

#### (3)電力システムの分散化と電源投資

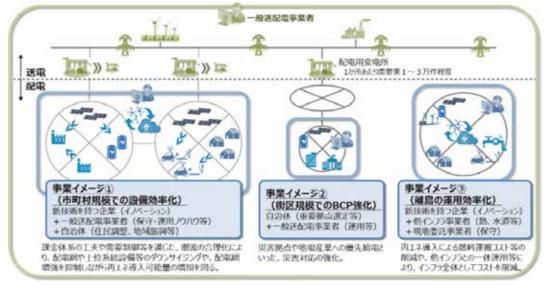
山間部等、地理的制約により事前の防災対策が困難なケースに、あらかじめ分散型電源(再生可能エネルギー、蓄電池、コージェネレーション、電動車等)を活用することにより、災害時・緊急時のレジリエンスを向上させる方策について検討が必要です。北海道全域にわたる大規模停電(ブラックアウト)等も踏まえ、最新の電源の導入や多様化・分散化を促進するための仕組みや、住民の生活維持や事業活動の

#### 【第122-3-5】遠隔分散型グリッドのイメージ



出典:経済産業省「持続可能な電力システム構築小委員会中間とりまとめ」より抜粋

#### 【第122-3-6】新規参入者による配電事業のイメージ



出典:経済産業省「持続可能な電力システム構築小委員会中間とりまとめ」より抜粋

継続に不可欠な社会的重要施設への自家発電設備等 の導入拡大の必要性も示されました。

#### ①災害に強い分散型グリッドの推進のための環境整備

山間地などの一部においては、今後、長距離の送配電線を維持することより、特定の区域を独立系統化して地域分散電源による電力供給を行う方が、送配電網の維持コストの削減に伴い電力システム全体のコストは下がり、同時に災害への耐性(レジリエンス)も高まるエリアが出てくることが想定されます。このような主要系統から切り離された独立系統(遠隔分散型グリッド)を通じた供給を行うため、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新たな仕組みの導入を進めることが必要とされました。

また、コスト効率化や災害時のレジリエンス向上の観点から、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、新規参入者自ら面的な系統運用を行うニーズも高まっていることを踏まえ、新たな事業者の参画を促すため、配電系統を維持・運用し、託送供給及び電力量調整供給を行う事業者を、配電事業者として制度上位置付けるべきとの考え方が示されました。

#### ②分散型電源のための新たな制度 (ア)アグリゲーターライセンスの導入

今後、再生可能エネルギー等の分散リソースの供給力を東ねて仲介する事業者(いわゆる「アグリゲーター」)を介して、これらの供給力にまとめてアプローチできれば、天候や設備の被災状況等も考慮する必要はありますが、平常時の需給調整に貢献するのみならず、災害時に電力需給がひっ迫した場合においても、効率的に対応できることが期待されます。また、アグリゲーターを

#### 【第122-3-7】分散リソースを活用した新たな取引イメージ



出典:経済産業省「持続可能な電力システム構築小委員会中間とりまとめ」より抜粋

#### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

適切な義務や規制の対象とすることにより、規制の適用関係が明確化されるとともに、事業の信頼性を高め、ビジネス環境の向上につながり、ひいては自家発電設備や、小規模再生可能エネルギー発電施設、蓄電池などの分散リソースのさらなる普及が期待されます。このため、自家発電設備等の分散リソースを広く供給力として国が把握するとともに、分散リソースを東ねて供給力や調整力として活用するビジネス環境を整える観点から、アグリゲーターを電気事業法に位置付けるべきとの考え方が示されました。

#### (イ)電気計量制度の合理化

今後、アグリゲーター等がEV、蓄電池、住宅用太陽光等の分散リソースを東ねて供給力や調整力として活用するなど、電気の流れが双方向になっていくと、リソースごとに電気計量を行うニーズが増えていきますが、現在の制度は必ずしもこのような計量による取引に適した仕組みになっていません。具体的には、現行の電気計量制度では、全ての取引に係る電力量の計量について、「計量法(平成4年法律第51号)」に基づく型式承認または検定を受けた計量器を使用することが求められているところ、中間とりまとめでは、計量器の精度の確保や需要家への説明を求めることなどを前提に、このような取引に限って、計量法の規定について適用除外とする必要性が示されました。

### ③設備の老朽化や再エネ大量導入も踏まえた電源投 資の確保の在り方

北海道では全域にわたるブラックアウトが発生しました。その復旧段階においては、火力発電所のみならず、道内各所の水力、バイオマス、地熱といった発電量の変動が少なく安定的に発電が可能な再生可能エネルギーが、発災直後から安定的な供給力として貢献していました。また、老朽火力発電所も復旧段階で供給力の積み増しに役割を果たしており、様々な特徴・役割を有する発電設備が存在することが安定供給にとって有用であることが確認されました。一方で、設備年齢が高経年化する中で、こうした老朽電源に依存し続けることは困難です。再生可能エネルギーの大量導入の中で安定供給を持続的なものとしていくためには、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です。

こうした必要な電源への投資を確保するため、既に国内では、発電能力容量(kW)に応じて、稼働していない期間(kWh=0の期間)でも一定の収入を得られ

る仕組み(容量市場)の導入が2020年夏に予定されています。しかし、容量市場は、(ア)4年後の1年間の供給力を評価する市場であるため長期的な収入の見通しが困難であること、(イ)出力が自然変動する再生可能エネルギーは供給信頼度が低く相対的に容量収入が少ないことなどの課題があるため、容量市場単独では、電源投資を行う者に対して、最新の電源への投資のために必要な長期的な予見可能性を付与することは困難です。

こうしたことから、再生可能エネルギーを含めた 電源全体の投資を安定的に確保するため、電源特性 等も踏まえつつ、長期的な予見可能性を与える制度 措置が必要との考え方が示されました。

## 第3節 再生可能エネルギーの 主力電源化に向けて

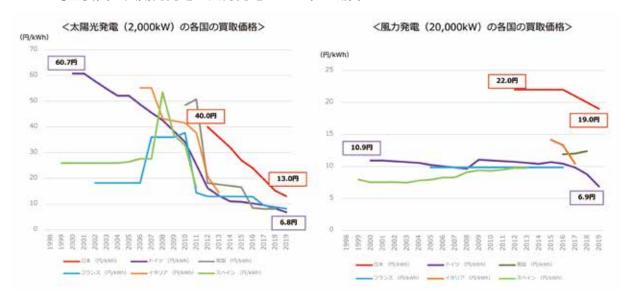
### 1. 再生可能エネルギーの主力電源化に 向けたこれまでの取組

#### (1) 再エネ固定価格買取制度による導入促進

再生可能エネルギー(再エネ)は、現時点では安定供給面、コスト面で様々な課題がありますが、温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから、エネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で、長期を展望した環境負荷の低減を見据えつつ活用していく重要な低炭素の国産エネルギー源です。パリ協定を契機とした脱炭素化の機運の高まりや、世界における再エネの発電コスト低減などの環境変化を踏まえ、日本のエネルギー供給の一翼を担う長期安定的な主力電源として持続可能なものとなるよう、円滑な大量導入に向けた取組を引き続き積極的に進めていきます。

FIT制度は、再エネ導入を強力に促進するため、 国民負担を伴う時限的な特別措置として、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(平成23年法律第108号)」(以下、「再エネ特措法」という。)に基づき2012年7月に導入されました。FIT制度の下では、再エネ発電事業者は、再エネ電気を投資インセンティブが確保される水準の固定価格で長期間にわたって電気事業者によって買い取られることが保証されるとともに、発電事業者としての然るべき市場取引についても免除されることで、投資回収の予見性が強固に確保されてきま

【第123-1-1】主要国の太陽光発電・風力発電のコストの動向



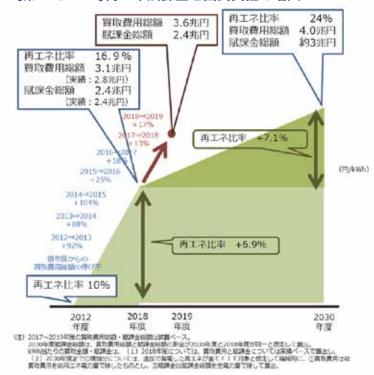
出典:経済産業省「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた制度改革の必要性と課題」より抜粋

した。一方で、買取義務に基づき電気事業者が再エネ電気を固定価格で買い取るにあたり必要な費用は、電気料金の一部として一般の電気の使用者に負担してもらう制度となっており、再エネの導入拡大は、国民の負担に直結する制度となっています。

2012年7月にFIT制度が導入されて以降、再エネの導入量は制度開始前と比べて約3.4倍になるなど、 導入が急速に拡大しました。具体的には、2019年9 月末時点で、FIT制度開始後に新たに運転を開始した設備は約5,062万kW、FIT制度の認定を受けた設備は約8,918万kWとなっています。

FIT制度の下での再エネの導入拡大に伴い、国民 負担も大きく増大しています。FIT制度導入以降、 太陽光発電等の再エネ導入が進み、発電コストは低 減傾向にあるものの、今なお国際水準と比較して高 い状況にあり、国民負担の増大をもたらしています。

【第123-1-2】再エネ賦課金と国民負担の増大



出典:経済産業省「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた制度改革の必要性と課題」より抜粋・一部修正

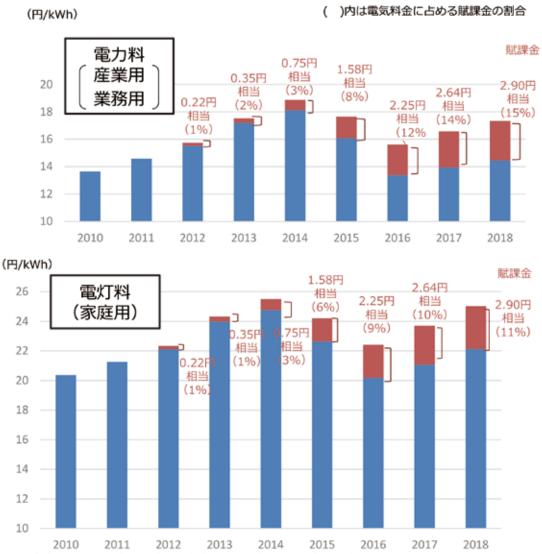
#### (2) FIT制度下で生じた国民負担の増大等の課題に 対応する入札制や事業計画認定制度の導入

国民負担の増大という課題に関しては、「再生可能エネルギーの最大限の導入と国民負担の抑制との両立」を掲げて2016年に再エネ特措法の改正(2017年4月施行)を行い、コスト効率的に再エネを導入するための入札制の導入や、認定を受けたまま事業を

開始しない未稼働案件などへの対策として適切な事業実施を確保するための事業計画認定制度の創設などを行いました。

今後、再エネの導入をさらに拡大していくために は、あらゆる政策を総動員し、国民負担を抑制して いくことが必要不可欠です。

#### 【第123-1-3】旧一般電気事業者の電気料金平均単価の推移



(注)発受電月報、各電力会社決算資料等をもとに資源エネルギー庁作成。 グラフのデータには消費税を含まないが、併記している賦課金相当額には消費税を含む。 なお、電力平均単価のグラフではFIT賦課金減免分を機械的に試算・控除の上で賦課金額の幅を図示。

出典:経済産業省[再生可能エネルギーの主力電源化に向けた制度改革の必要性と課題]より抜粋・一部修正

C O L U M N

### 再エネの導入拡大と価格の低下

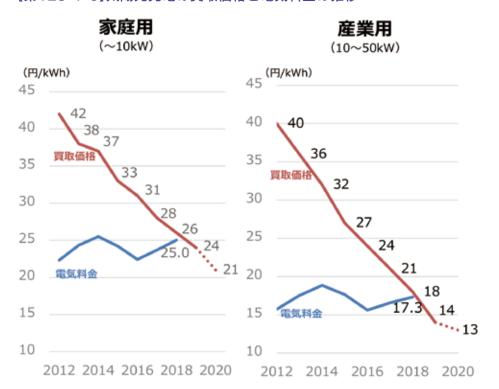
2012年のFIT制度施行後、日本の再エネ導入は大きく加速しました。実際に、2012年から2018年の間に、水力を除く再エネの発電量は約3倍になっており、電源における再エネ比率は2018年で16.9%にまで拡大しています。導入の拡大によって、コストの低減が進む電源も出てきています。例えば太陽光は、普及とともに発電単価が下がったことに合わせて買取料金を順次引下げ、2019年現在では、太陽光発電の買取価格と市場の電力価格がほぼ同じ価格レベルにまでなっています。再エネの主力電源化に向けては、こうした競争力ある電源は、他電源と同様に電力市場に統合され、さらなる市場拡大を図ることが必要です。

【第123-1-4】再エネ発電量の国際比較(水力除く)

単位:億kWh 2012年 2018年 309 ----日本 963 3.1倍 4,319 --- 6,743 EU 1.6倍 1,217 --- 1,962 ドイツ 1.6倍 イギリス 358 --- 934 2.6倍 10,693 --- 21,870 世界 2.6倍

出典: IEA [World Energy Balances 2019] より経済 産業省作成

【第123-1-5】太陽光発電の買取価格と電気料金の推移



※電気料金は、電力需要実績確報(電気事業連合会)及び各電力会社決算資料等に基づくもの。 2020年度調達価格は、調達価格等算定委員会で示された意見を記載したものであり、 現時点で経済産業大臣として決定したものではない点に留意が必要である。

出典:電力需要実績確報(電気事業連合会)より経済産業省作成

# 2. 再エネの主力電源化を実現するためのさらなる制度改革

## (1) 「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」における議論の概要

FIT制度下で生じた国民負担の増大や未稼働案件への対応等の課題に対しては、2016年の再エネ特措法改正により一定の対応がなされました。しかし、海外に比べ引き続き高い発電コストや、立地制約や系統制約の顕在化、天候の影響を受けて大きく変化する発電量を補う調整力の必要性など、残された課題や制度改正後に生じた変化に対応し、さらなる措置が必要です。

このため、2017年12月に、総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会及び電力・ガス事業分科会の下に再エネ大量導入・次世代電力NW小委員会を設置し、現行制度下でどのような政策対応が可能かについて議論を進めてきま

した。

その結果、再エネの「主力電源化」に向けた環境整備をさらに進めるためには、現行制度を前提とした政策対応だけでなく、FIT制度の抜本見直しに併せて、再エネ政策の再構築に取り組む必要があるとの結論に至りました。これを踏まえ、2019年9月、総合資源エネルギー調査会基本政策分科会の下に「再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会」(以下、「主力化制度改革小委員会」という。)を設置し、必要な制度改革の議論を深めていくこととなりました。

## (2) 「再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会」における議論の概要

主力化制度改革小委では、再エネ大量導入・次世 代電力NW小委員会が2019年8月20日に取りまとめ た「中間整理(第3次)」を踏まえ、FIT制度の抜本見 直しと再エネの「主力電源化」に向けたさらなる環境

#### 【第123-2-1】FIT制度の抜本見直しと再生可能エネルギー政策の再構築に向けて



出典:経済産業省「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた制度改革の必要性と課題」より抜粋

#### 【第123-2-2】再生可能エネルギー政策の再構築に当たっての基本原則



出典:経済産業省「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた制度改革の必要性と課題」より抜粋

整備について議論を行い、2020年2月に「中間取りまとめ」を公表しました。

この中で、①電源の特性に応じた支援制度、②地域に根差した再エネ導入の促進、③再エネ主力時代の次世代電力ネットワーク等の論点について、課題と対応の方向性が整理されています。それぞれについて、以下で紹介していきます。

#### ①電源の特性に応じた支援制度

ひとくちに再エネといっても、太陽光、風力、水力、 地熱といった電源の種類や規模の大小に応じて特性 が大きく異なることを踏まえ、これまでの政策等に よる再エネの電源種類ごとのコスト低減状況や地域 貢献などを考慮した上で、導入促進のためのさらな る政策対応をきめ細かく分けていくことが必要です。

こうした考え方に基づき、(ア)電力市場でコスト競争に打ち勝って自立的に導入が進んでいくことによって競争力ある電源への成長が見込まれる「競争電源」と、(イ)需給一体的に活用され、災害時のレジリエンス強化やエネルギーの地産地消に貢献することによって地域において活用され得る「地域活用電源」の大きく2つに分類した上で、それぞれに必要な支援制度の詳細設計を進めていく必要があるとの考え方が示されました。

#### (ア)競争電源

再エネの主力電源化を実現するには、再エネが他の電源と同じように電力市場に統合され、競争の結果、需要家から選ばれる形で普及拡大していくことが望ましく、そのためには再エネの発電コストを低減していくことが欠かせません。これまで、発電コ

ストが着実に低減している電源や、今後コスト競争力を高めていくことができると期待される電源(大規模事業用太陽光発電、風力発電等)は、「競争電源」と位置づけた上で、これらの電源が電力市場の中で、再エネ以外の電源と比べても競争力を有する電源となることを促すためには、さらなる制度整備が必要であるとの考え方が示されました。

その際、FIT制度で確保されている投資インセンティブについては、再エネのコスト競争力が他の電源と比べまだ十分でないことに鑑みれば、引き続きその確保が必要と考えられる一方、FIT制度に基づく市場取引の免除については、電力システム全体への悪影響を生じさせている状況を踏まえ、その見直しが必要です。こうした考え方の下、FIT制度に代わって、再エネの電力市場への統合を促す新たな制度の在り方として、ドイツやフランスといった欧州等を中心に導入が進んでいる「FIP (Feed in Premium)制度」(市場価値に一定のプレミアムを上乗せして交付する制度)を念頭に検討していくことが適当との考え方が示されました。

#### (イ)地域活用電源

需要地に近接して柔軟に設置できる電源(住宅用太陽光発電、小規模事業用太陽光発電等)や、地域に賦存するエネルギー資源を活用できる電源(小規模地熱発電、小水力発電、バイオマス発電等)は、「地域活用電源」と位置づけ、電力市場への統合に向けて現行制度下でのコストダウンを進めながらも、むしろ災害時のエネルギーレジリエンスの強化等にも資するよう、地域における需給一体型モデルの中で活用していくことが重要との考え方が示されました。

#### 【第123-2-3】主力電源たる再生可能エネルギーの将来像(競争電源と地域活用電源)

#### ①競争力ある電源への成長が見込まれる電源 (競争電源)

- ✓ 発電コストが低減している電源(大規模太陽光、風力等)は、FIT制度からの自立化に向け、競争力のある電源となるよう、電源ごとの案件の形成状況を見ながら、市場への統合を図っていく新たな制度を整備する。
- ✓ 適地偏在性が大きい電源は、発電コストとネット ワークコストのトータルでの最小化に資する形で、迅速に系統形成を図っていく。



「市場への統合」の新制度を検討

#### ②地域で活用され得る電源(地域活用電源)

- 需要地近接性のある電源や地域エネルギー資源を 活用できる電源については、レジリエンス強化等にも 資するよう、需給一体型モデルの中で活用していく。
- ✓ 自家消費や地域内における資源・エネルギーの循環を前提に、当面は現行制度の基本的な枠組みを 維持しつつ、電力市場への統合については電源の特性に応じた検討を進めていく。
- ✓ 地域における共生を図るポテンシャルが見込まれるものとして、エネルギー分野以外の適切な行政分野と 連携を深めていく。



「地域活用」の仕組みを検討

出典:経済産業省「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた制度改革の必要性と課題」より抜粋

#### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

自家消費や地域と一体となった事業を優先的に評 価するために、一定の要件(地域活用要件)を設定し た上で、当面は現行のFIT制度の基本的な枠組みを 維持することが適切との考え方が示されました。

#### ②地域に根差した再エネ導入の促進

再エネの主力電源化のためには、再エネが導入さ れる地域で信頼を得て、地域社会と一体となった形 で、責任ある長期安定的な事業運営が確保されるこ とが欠かせません。これまでも、安全の確保、地域 との共生、太陽光発電設備の廃棄対策等が進められ てきましたが、FIT制度の導入を契機に急速に拡大 してきた太陽光発電事業に対する地域の懸念や住民 とのトラブル、法令違反が依然として存在していま す。こうした地域における懸念を払拭し、責任ある 長期安定的な事業運営が確保される環境を構築する ことも必要との考え方が示されました。

例えば、太陽光発電設備の解体・撤去及びこれに 伴い発生する廃棄物の処理は、発電事業者の責任の 下、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律(昭和45年 法律第137号) | (廃棄物処理法)等に基づき行われる 必要があります。FIT制度の下では、制度創設以来、 廃棄等に必要だと想定される費用を織り込んだ形で 調達価格を決定してきています。しかし、廃棄等費 用を積立てている事業者は、2019年1月末時点で2 割に届いていません。太陽光発電設備の廃棄等費用

の確実な積立てを担保する制度について検討するた め、総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エ ネルギー分科会新エネルギー小委員会の下に「太陽 光発電設備の廃棄等費用の確保に関するワーキング ループ | を設置し、2019年12月に 「中間整理 | を取り まとめました。

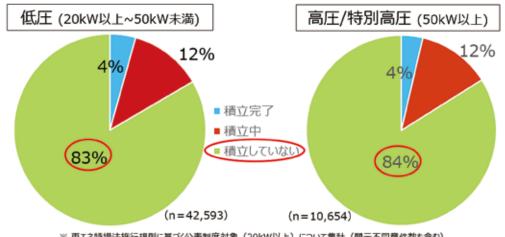
この中で、以下の要件に基づき、義務的な積み立 てを求めること、当該積立金の取戻しの際には、廃 棄処理が確実に見込まれる資料の提出を求めるこ と、法令上の措置が必要なものについては再エネ特 措法の抜本見直しの中で具体化した上で2022年7月 までに開始すること等が示されました。

#### (義務的積立ての要件)

- ・対象:10kW以上すべての太陽光発電の認定案件
- ・方式:源泉徴収的な外部積立 ※例外的に、長 期安定発電の責任・能力を担うことが可能と認 められる場合、確実な資金確保が可能な方法に よる内部積立ても許可
- ・金額:調達価格の算定において想定してきてい る廃棄等費用の金額水準
- ・時期:調達期間の終了前10年間

「太陽光発電設備の廃棄等費用の確保に関する ワーキングループ 中間整理 | の内容は、主力化制 度改革小委員会に報告され、2020年2月の「主力化 制度改革小委員会 中間取りまとめ | にも反映されま した。

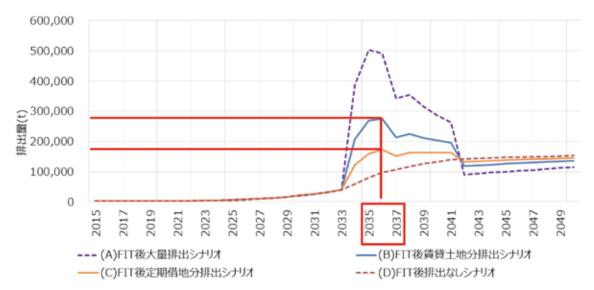




※ 再エネ特措法施行規則に基づく公表制度対象(20kW以上)について集計(開示不同意件数も含む)

出典:経済産業省「太陽光発電設備の廃棄等費用の確保に関するワーキンググループ中間整理」より抜粋・一部加工

【第123-2-5】太陽光パネルの年間廃棄量見込み



	2020	2025	2030	2036
排出見込み量 (B)、(C)	約0.3万トン	約0.6万トン	約2.2トン	約17~28万トン
平成27年度の産業廃棄物の 最終処分量に占める割合	0.03%	0.06%	0.2%	1.7~2.7%

出典: NEDO推計

C O L U M N

## 地域に根ざした再エネに向けて

最近では、再工ネの普及にともない自然災害による太陽光発電設備の崩落・浸水事故なども増加しています。法令で報告が義務づけられた50kW以上の設備の事故は、17年度は89件にのぼっています。2019年の台風15号・19号でも、35件以上の被害が確認されています。また安全に関する法令違反や風力発電の騒音等での住民とのトラブルも増えているといったケースも生じています。

再エネが地域に根ざして持続的にその導入を拡大していくためには、地元住民の理解を得ながら安全で安心できる再エネのさらなる普及が求められています。

【第123-2-6】太陽光発電設備(50kW以上)の事故報告件数



【第123-2-7】台風15号によるパネル破損



出典:電気保安統計年鑑(2017年度)より経済産業省作成。なお、2017年のデータから事故報告対象が500kW以上から50kW以上 に拡大。写真は経済産業省「台風15号の停電復旧対応等に係る検証結果取りまとめ」より抜粋

## 第1部

#### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

#### 【第123-2-8】法令違反や地元住民とのトラブルの事例

		自治体より情報提供のあった不適切案件
Α	法令違反	・電気事業法に基づく技術基準適合義務が遵守されていないおそれがある
市	(太陽光発電)	・架台は単管パイプを用いた自立式であり、基礎は地中に単管パイプを打ち込
		み、クランプで固定したのみであるため、飛散のおそれがある
		・設備の周囲は杭にローブを回したのみであり、容易に人が立ち入ることがで
		きる
В	地元との調整	・小型風力発電の建設に関して、繰り返し民家との距離が近すぎるため、別の
нl	(風力発電)	候補地を探すように指導したものの、事業者は投資家側の事情を理由に強行
		建設
		・住民は騒音問題について、直接事業者に申し入れを行っている状況
С	地元との調整	・太陽光発電設備の敷地内からつるが生い茂っており、道路まではみ出してい
市	(太陽光発電)	る状況
		・景観が損なわれるほか、道路の通行に支障が出るため、草刈りをするよう指
		導してほしい

出典:経済産業省「再エネ事業の長期安定化に向けた事業規律の強化と地域共生の促進」より抜粋

#### (3) 再エネ主力時代の次世代電力ネットワークの在り方

2012年のFIT制度導入以降、天候等に発電量が左右される再エネの導入が急速に進むにつれ、従来の考え方で運用されている系統では対応しきれない状況が生じるなどの課題が顕在化してきました。また、日本の系統整備の状況は、地域偏在性がある再エネの立地ポテンシャルを踏まえたものに必ずしもなっておらず、再エネ導入の観点からは最適ではないといった課題も顕在化してきています。

系統制約の克服のために、これまで、電源接続案件の募集や、既存系統を最大限活用するための「日本版コネクト&マネージ」といった新たな取組が進められています。しかし、今後、再エネの主力電源

化を実現するには、こうした取組に加え、系統の増強・新設を含めたさらなる対策が必要との考え方が示されました。

#### ①プッシュ型の系統形成と費用負担

再エネの大量導入を促しつつ、国民負担を抑制していくためには、電源からの接続要請に都度対応する「プル型」のネットワークではなく、地域ごとの再エネ電源等のポテンシャルを考慮した上で、一般送配電事業者や電力広域的運営推進機関等が主体的・計画的に系統設備の増強・新設判断を行っていく「プッシュ型」のネットワークとしていく必要があるとの考え方が示されました。

#### 【第123-2-9】プッシュ型の計画的系統形成の在り方

#### 中長期のボテンシャルを 見据えた系統形成

- 今後の系統増強の基本的視座の検討
- ✓ 中長期的な系統形成における基本的な考え方を議論 地域間連系線における費用便益分析の導入
- ✓ 各エリアの将来の電源ボテンシャルまで考慮した設備増強判 断の実施と、費用の全国負担スキームの導入

#### 潜在的なアクセスニーズ を踏まえた系統形成

#### 一括検討プロセスの導入

一般送配電事業者が主体的に系統増強プロセスを提案し、 効率的な系統形成を実現

#### 再エネの規模・特性に応 した系統形成

#### 洋上風力の系統確保スキームの導入

- ✓ 洋上風力の特性を考慮して、国があらかじめ必要な系統容量を押さえるスキームへの移行
- 小規模安定再エネへの配慮の検討
- ✓ 今後の系統増強において小規模安定再エネへの配慮の必要性について議論

出典:経済産業省「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた制度改革の必要性と課題」より抜粋

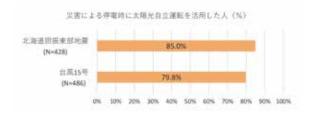
#### ②分散型グリッドの推進

2018年の北海道胆振東部地震や2019年の台風15 号等の自然災害に伴う停電時に、倒木などで停電復 旧までの期間が長期化した地域において、太陽光発 電やコージェネレーションなどの分散型電源を活用 した電力が地域内の系統を通じて各家庭や企業に供 給され、住民の生活維持や企業の活動継続に貢献す るなど、再エネが地域のレジリエンスを向上させた 好事例が複数見られました。

こうした災害の教訓を踏まえ、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、新規 参入者自ら面的な系統運用を行うニーズが高まって いることが指摘されました。

こうした状況を受け、「持続可能な電力システム 構築小委員会」において議論されたのと同様に、主 要系統と接続した既存設備を運用・管理することに よって、コスト効率化や地域のレジリエンスを向上 させる新たな事業者の参画を促すため、一般送配電 事業者から譲渡または貸与された配電系統を維持・

#### 【第123-2-10】住宅太陽光発電による電力強靱化の例



出典:太陽光発電協会「災害時の太陽光発電の自立運転機能活用実態調査」より経済産業省作成

運用し、託送供給及び電力量調整供給を行う事業者 を、電気事業法で「配電事業者」として新たに位置付 けるべきであるとの考え方が示されました。

配電事業者がアグリゲーターを介して分散型電源にまとめてアプローチできるようになれば、災害時における電力需給ひっ迫の解消への貢献も期待されます。アグリゲーターを適切な義務や規制の対象とすることにより規制の適用関係が明確化され、再エネをはじめとする分散型電源のさらなる普及が期待されます。

C O L U M N

## 固定価格買取(FIT)期間満了となる住宅用太陽光発電と満了後の選択肢

2019年11月以降、住宅用太陽光発電のFIT期間満了を迎え、固定買取の対象から順次対象外になっています。その戸数は2023年までに165万戸、発電設備容量では670万kWがFIT対象外電源になります。事業用太陽光発電については、2032年7月以降、順次FIT対象外電源になっていく見通しです。

FIT対象外となった太陽光発電については、EVや蓄電池等と組み合わせて自家消費に役立てたり、消費し切れなかった余剰電力を電力会社に自由な契約で売買していくことなどが選択肢になってきます。今後、FIT対象外となる太陽光発電を柔軟に活用していくためにも、蓄エネルギー技術のさらなるコスト低減が望まれます。

#### 【第123-2-11】FIT期間満了後の選択肢



出典:経済産業省「更なる再エネ拡大を実現するためのエネルギー需給革新の推進」より抜粋・一部修正

## 第4節 エネルギーレジリエンスの強化

#### 1. エネルギー供給強靭化法案の閣議決定

国際資源情勢の変化や地政学的リスクの高まりや 自然災害の頻発・被害の甚大化を踏まえた電力イン フラのレジリエンス向上の必要性がこれまでになく高 まるとともに、長期的な脱炭素化も見据えながら、国 民負担を最小限に抑制しながら再エネの主力電源化 を達成していくことも必要となってきています。

これまで紹介してきた総合資源エネルギー調査会

の各分科会や小委員会等における議論を踏まえ、エネルギー供給のレジリエンス向上に向け、災害時の迅速な電力復旧や送配電網への投資の促進、再エネの導入拡大等に向けた必要な措置を講じるため、2020年2月に「強靱かつ持続可能な電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律案」(エネルギー供給強靱化法案)を閣議決定しました。

同法案では、①災害時の送配電事業者の連携強化やプッシュ型ネットワーク整備計画などによる送配電網の強靱化、②災害に強い分散型電力システムの整備、③FITに代わるFIP制度の創設、④JOGMECによるリスクマネー供給支援などを通じた燃料等の

#### 強靱かつ持続可能な電気供給体制の確立を図るための 電気事業法等の一部を改正する法律案 (エネルギー供給強靱化法案)の概要

#### (1)電気事業法

#### ①災害時の連携強化

災害時に迅速かつ効率的に対応できるよう、送配電事業者に、共同して、相互の連携に関する 事項等を記載した災害時連携計画を策定することを義務づける。経済産業大臣の求めに応じ、 災害復旧時に送配電事業者が自治体等に対して、高齢者の安否確認等に必要な戸別の通電状況 等の情報提供を義務づける等の措置を講ずる。

#### ②送配電網の強靱化

レジリエンス強化の観点から、プッシュ型のネットワーク整備計画(広域系統整備計画)の策定業務を電力広域機関の業務に追加するとともに、送配電事業者に既存設備の計画的な更新を実現するための義務を課す。送配電網の強靱化等の実現のため、経産大臣が事業者の投資計画等を踏まえて収入上限を定期的に承認し、その枠内でコスト効率化を促す託送料金制度を創設する。

#### ③災害に強い分散型電力システム

新たに参入する事業者が、特定エリア内で分散小型の電源等を含む配電網を運営しつつ、緊急時にも独立したネットワークとして機能できるよう、配電事業を位置付ける等の措置を講ずる。

#### (2)電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(FIT法)

#### ①市場連動型の導入支援

再エネ発電事業者の投資予見可能性を確保しつつ、市場を意識した行動を促すため、固定価格での買取りに加えて、新たに、市場価格に一定のプレミアムを上乗せして交付する制度(FIP制度)を創設する。

#### ②再エネポテンシャルを活かす系統増強

これまで地域の送配電事業者が負担していた、再エネの導入拡大に必要な地域間連系線等の系統増強の費用の一部を、賦課金方式で全国から回収し送配電事業者に交付する制度を創設する。

#### ③再エネ発電設備の適切な廃棄

太陽光発電が適切に廃棄されない懸念に対応するため、発電事業者に対し、廃棄のための費用に関する外部積立て義務を課す。

#### (3)独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構法(JOGMEC法)

- ①LNGの調達先の多様化や金属鉱物の安定的な供給を確保するため、JOGMECに天然ガスの積替・ 貯蔵基地や金属鉱物の採掘・製錬事業に対する出資等業務を追加する。
- ②緊急時に経産大臣からの要請によりLNG等の発電用燃料をJOGMECが調達する業務を創設する。

安定供給の確保など、強靱かつ持続可能なエネルギー供給体制を確立するための措置を講じることと しています。

## 2. エネルギーレジリエンスに関する 国際的な議論の動向

これまで、エネルギーレジリエンスの強化に向けた最近の日本の議論について紹介してきましたが、自然災害の多発・激甚化は日本だけの事象ではなく、国際的にも、災害対応やエネルギーレジリエンスに関する議論や取組が活発に行われています。

以下では、災害対応やエネルギーレジリエンスに 関する国際的な議論を概観した上で、従来はコスト と見なされ必ずしも十分に投資がなされてこなかっ たエネルギーレジリエンスを金融面でも積極的に評 価し、必要な投資を確保していくための取組につい て紹介します。

#### (1)国連防災会議における議論

災害対応時には各国や国際機関がそれぞれの分野 毎の緊急支援を行っていますが、それらが効率的に 行われるための全体調整を国連人道問題調整事務 所(OCHA: Office for Coordination of Humanitarian Affairs)が担っています。

国連を中心に1990年代に進められた「国際防災の10年」活動では、数多くの災害の経験から得られた知見を活かした日本が、主導的な役割を果たしてきました。具体的には、10か年の国連防災計画の中間年にあたる1994年、2005年、2015年に、それぞれ横浜、神戸、仙台に国連防災会議を誘致・開催し、国際防災戦略の基本文書として「兵庫行動枠組み2005-2015」及び「仙台防災枠組み2015-2030」を採択しています。

「仙台防災枠組み」では、地方、国、地域、グローバルレベルで災害リスク削減の取組を強化し、新たな開発アジェンダや気候変動枠組に防災の視点が取り込まれることを目的として、4つの優先行動として、①災害リスクの理解、②災害リスクを管理する災害リスク・ガバナンスの強化、③レジリエンスのための災害リスク削減への投資、④効果的な災害対応への備えの向上と、復旧・復興過程における「より良い復興(BBB: Build Back Better)」が規定されるとともに、これらを着実に進捗させるために、7つのターゲットが示されました。具体的には、2030年までに(ア)死亡者数、(イ)被災者数、(ウ)直接的

経済損失、(エ)重要インフラの損害を大幅に減少させること、(オ)2020年までに防災戦略採用国を大幅に増加させること、(カ)2030年までに開発途上国への国際協力を大幅に増加させること、(キ)早期警戒及び災害リスク情報へのアクセスを大幅に増加させることとなっています。

国連における防災の議論では、事後の復旧活動に 比べ、事前の防災投資を通じたレジリエンス向上の 費用対効果が優れているといった点や、より良い復 興と多様な主体の参画を得たガバナンスが重要であ る点などが盛り込まれています。こうした点は、日 本が過去の知見や経験を活かして従来から主張して きた視点であり、日本は、この分野の国際的な議論 をリードしています。

#### (2) APECにおける議論

エネルギーシステムの強靱化の必要性もまた、災害対応と同様に、日本だけでなく、広くアジアに共通するものです。

アジア太平洋地域の21の国と地域(エコノミー)が参加する経済協力の枠組みであるAPEC(アジア太平洋経済協力)では、持続可能な成長と繁栄のため、過去数年にわたり、エネルギーレジリエンスに関する議論がされてきました。2014年のAPEC首脳宣言の付属文書である「2015-2025年APEC連結性ブループリント」を受けて、2015年のエネルギー大臣会合ではエネルギーレジリエンスが主要テーマとされ、エネルギー安全保障と持続可能な発展を推進する上で、エネルギーレジリエンスを高めることが重要との認識が共有され、成果文書として「セブ宣言」が公表されました。

セブ宣言に基づき、エネルギーワーキンググループの下にエネルギーレジリエンスタスクフォースが新たに設置され、2015年12月以降、エネルギーレジリエンスに関する取組や知見の共有とともに、「APECエネルギーレジリエンス原則」の取りまとめに向けた議論を進めています。

自然災害に対応したエネルギーレジリエンスの在り方については、各国・地域を取り巻く事情は多様であり、従って取組も多様であるべきことや、エネルギーサプライチェーン全体の取組が重要であることを前提として、平時・災害時の双方でエネルギーの安定供給に必要な取組を政府、産業界、需要家、金融業界などの関係機関ごとに整理することが重要であることなど様々な観点から検討しており、今後APECでは、より詳細な取組の指針づくりが進んでいく見通しです。

#### 第2章 災害・地政学リスクを踏まえたエネルギーシステム強靱化

#### 【第124-2-1】2050年のエネルギー安定供給を実現するために必要な累積投資額



出典:(一財)日本エネルギー経済研究所「IEE」 Outlook 2020」より

#### (3)世界のエネルギーシステム強靱化に必要な投資額

エネルギーインフラの強靱化には、巨額の投資が必要です。例えば、一般財団法人日本エネルギー経済研究所の試算では、世界の需要拡大に対応しエネルギー安定供給を実現するために世界全体で必要な投資額は、2018年~2050年までの累積で7,620兆円(230兆円/年。それぞれ1ドル=100円で換算)にもなります。パリ協定の実現に向けた低炭素・脱炭素技術とは別に、エネルギーの安定供給のためにも、

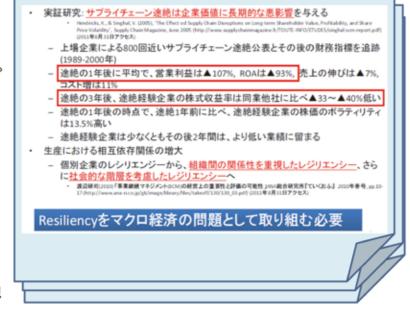
巨額の資金が必要であり、これを集めていくことも 大きな課題です。

#### (4)エネルギーシステム強靭化に向けた資金供給の 円滑化の取組

エネルギー供給の強靱化のための投資は、従来はコストと見なされ、必ずしも十分な資金供給がなされてきませんでした。しかし、自然災害の多発化・激甚化に伴い、エネルギー供給の途絶に伴うサプラ

#### 【第124-2-2】エネルギーレジリエンスが企業経営に与える影響①

- 3.11を経験しても、メガリス クは依然として過小評価されている。
- メガリスクは具体化が難し く、インテリジェンスが必要。 米国ではシステム工学の アプローチを政策に適用。
- レジリエンスは企業価値で コストではない。サプライ チェーンの途絶は企業価 値(期待収益)を長期的に 悪化させる。
- レジリエンスは日本の経済 成長に直接的に影響。マクロ経済は個々の企業価値の集合体。
- BCPからBCMSへ。マネジ メントシステムとして国際規 格化の方向。

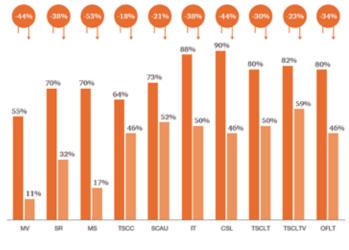


(出所)保井俊之「事業継続へのシステムズ・アプローチ」、産業競争力懇談会(COCN)レジリエントエコノミー研究会小委員会「レジリエントエコノミー研究会発表資料(2011年9月13日)等より作成

出典:(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギーレジリエンスの定量評価に向けた専門委員会(第1回)」より

#### 【第124-2-3】エネルギーレジリエンスが企業経営に与える影響②

#### 成熟度が高い企業のレジリエンスの違い(リスク対応策の分類の有無) によるPFIへの影響比較



- サプライチェーン強靭化に向けた取り組みの成熟度が高いと評価された企業を、リスクマネジメントの方法を分類していたか否かで区分。
- 方法の分類を行っていない企業の売上収益は、全体の70%で重大な影響を受けている。
- 一方で、分類を行って対応している企業では32%に止まっている。
- 企業価値でも同様に大きな差が出ている。



(注)リスクマネジメントの方法の分類 の有無により、サブライチェーンの寸 断による「重大な影響」が出た成熟度 の高い企業の割合を比較している。

(出所)pwc (MIT forum for supply chain innovation)、サプライチェーンとリスクマネジメント、2014年

出典: (一財)日本エネルギー経済研究所[エネルギーレジリエンスの定量評価に向けた専門委員会(第1回)]より

イチェーンの途絶が国民生活や企業経営にも大きな 影響を及ぼすようになっています。

エネルギーレジリエンス向上の取組に円滑に資金が供給されるために重要になるのが、エネルギー供給の強靱化が企業経営にとってもプラスになるとの認識の下、金融面でも適切に評価されるようになることであり、そのためにはエネルギーレジリエンスを概念だけでなく具体的・定量的に捉えていくことが重要です。

日本では、台風15号や台風19号等の経験から、 自然災害等でエネルギーが途絶しない建物への入居 を求める動きが一部で見られ、エネルギーレジリエンスの確保がサイバーセキュリティと並ぶような企業活動の根幹をなす必須条件となっていく可能性があります。

エネルギーレジリエンス重視の萌芽を的確に捉え、今後政府や産業界、金融界が取るべき対応を検討するため、経済産業省では2020年2月から「エネルギーレジリエンスの定量評価に向けた専門家委員会」を開催し、先進的な取組を行う企業や金融機関による議論を進めています。5

<sup>5</sup> 座長である東京大学小宮山涼一准教授に加え、金融界から荻野零児・三菱UFJモルガン・スタンレー証券(株)シニアアナリスト、木村彰宏・損害保険ジャパン(株)ビジネスデザイン戦略部長、末廣孝信・(株)三井住友銀行 サステナビリティ推進室長、蛭間芳樹・(株)日本政策投資銀行 サステナビリティ企画部BCM格付主幹、産業界から井上雅之・大阪ガス(株)執行役員・企画部長、鈴木眞吾・三井不動産(株)執行役員ビルディング本部副本部長、笹山晋一・東京ガス(株)常務執行役員、谷口直行・NTTアノードエナジー(株)取締役スマートエネルギー事業部長、中原俊也・JXTGエネルギー(株)取締役・常務執行役員、守谷誠二・東京電力ホールディングス(株)代表執行役副社長、渡部正治・三菱重工業(株)シニアフェロー・パワードメイン技師長が委員として参加するとともに、(一社)日本経済団体連合会、電気事業連合会、石油連盟、(一社)日本ガス協会がオブザーバーとして参加し、議論を進めています。