

電力需要の増加時代における不確実性への対応 ~S+3Eの実現に向けて~

企業金融第5部
産業調査部

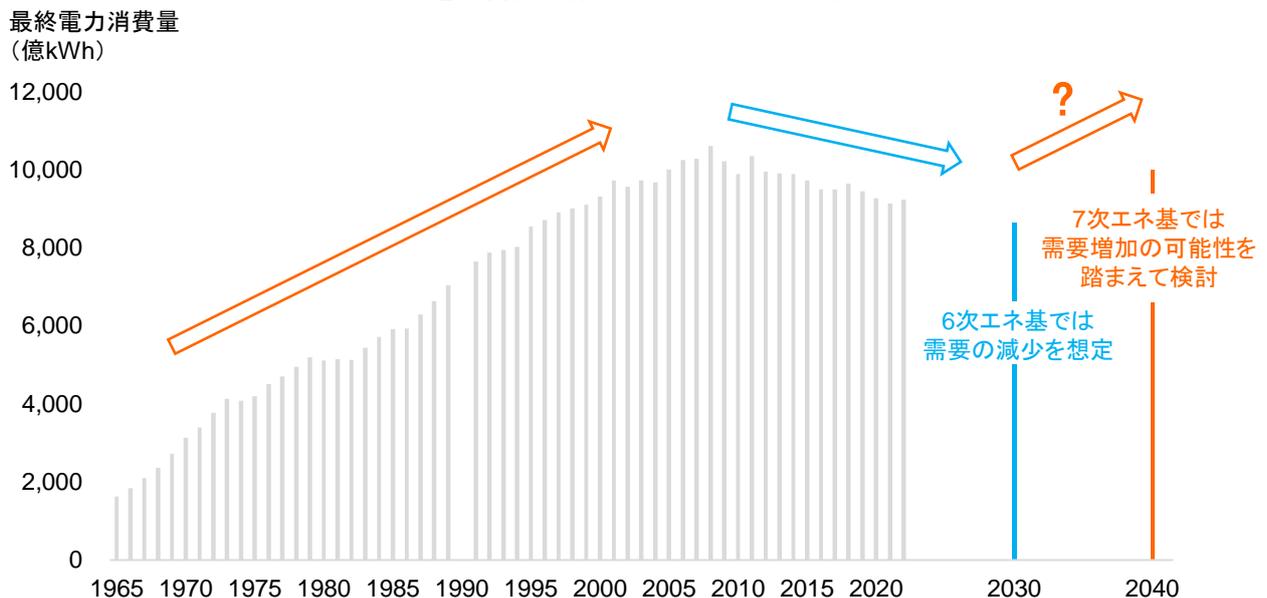
要旨

- 生成AIの普及や産業の電化進展などの社会変化に伴い、今後の電力需要は増加トレンドとなる見通しである。一方で、電力需要の増加幅については、社会変化や技術革新のスピードなどの複合的な要因に影響されるため大きな不確実性を有しており、こうした中で電力システムのS+3E(安全性・安定供給・経済効率性および環境適合)を実現するには、電源種ごとの特徴を踏まえた総合的な対応が必要である。
- 短期的な時間軸では、DCや半導体工場による急速な需要増加に対して、休止電源の活用や再エネ開発などによる速やかな供給力の確保が求められる。長期的な時間軸では、建設リードタイムや総事業期間の長さなどさまざまなリスクを包含するため設備投資が十分に進まないゼロエミッション火力・原子力・地熱発電などの開発が期待される。

はじめに

国内の電力需要は、1965年から08年にかけて増加傾向にあったが、リーマンショックや東日本大震災といった経済・エネルギー危機や、地球温暖化対策の強化などを背景に省エネ・節エネが進展し、09年から減少傾向に転じた。21年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画では、経済成長や電化率の向上による需要の増加要因を上回る徹底した省エネ推進や人口減少といった需要の減少要因を見込み、30年度の電力需要は21年度比6.5%減少という見通しを示した。しかしながら、今後はデータセンター(DC)の新設加速や産業における電化などによって、およそ15年ぶりに電力需要が増加するとの見方が広がっており、次期エネルギー基本計画(7次エネ基)に関する審議・検討を行う総合資源エネルギー調査会基本政策分科会においても、電力需要の増加可能性を踏まえた検討が進む(図表1)。

図表1 電力需要の推移とエネ基における見通し



(備考) 経済産業省「令和5年度エネルギーに関する年次報告」などにより日本政策投資銀行作成

本稿においては、エネルギー政策策定の基本となる今後の電力需要について、各機関が公表している見通しや当行のインタビュー結果、また当行が24年8月に公表した「2024年度設備投資計画調査」(DBJ調査)などをもとに展望したうえで、電力システムの安全性・安定供給・経済効率性および環境適合(S+3E)の実現に向けた各電源種の特성에応じた現実的な対応のあり方を考察したい。

1. 今後の電力需要の見通し

1.1. 外部機関による見通し

日本の電力需要は、省エネ進展を主因として08年度をピークに減少傾向にあったが、50年に向けては、多くの機関が、デジタル化や電化の進展による電力需要の大幅な増加を予測する(図表1-1)。

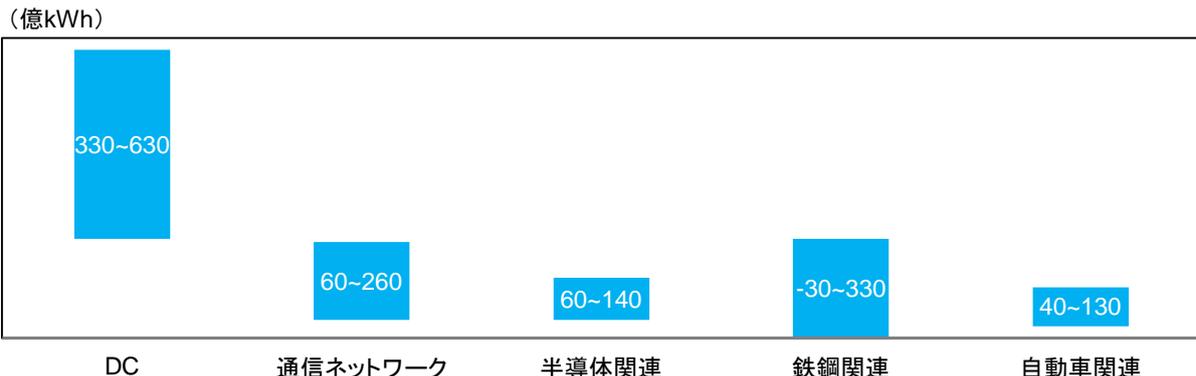
図表1-1 主要機関における2050年の電力需要の見通し

予測機関	発表時期	推定量	22年比増減量	概要
OCCTO	2023年3月	需要量(使用端) 1.25兆kWh	+35%	広域連系システムのマスタープラン策定時に試算。既存需要は減少するものの、電化・技術進展などによる需要増を見込む
IEEJ	2024年10月	発電量 1.09兆kWh	+8%	IEEJ Outlook 2024の現在までの技術・政策をもとに試算した「レファレンスシナリオ」を参照
IEA	2024年10月	発電量 1.35兆kWh	+33%	World Energy Outlook 2024のAPS(Announced Pledges Scenario)における分析結果
電力中央研究所	2024年3月	需要量(使用端) 1.07兆kWh	+10%	OCCTO「第4回 将来の電力需給シナリオに関する検討会」にて試算した“midケース”を参照
RITE	2024年1月	需要量(送電端) 1.15兆kWh	+25%	OCCTO「第3回 将来の電力需給シナリオに関する検討会」にて試算した“ベースライン”を参照

- (備考) 1.各種資料により日本政策投資銀行作成
 2.OCCTOは電力広域的運営推進機関、IEEJは日本エネルギー経済研究所、IEAは国際エネルギー機関、RITEは地球環境産業技術研究機構の略
 3.送電ロスなどが存在するため発電量は需要量より大きく試算される

電力広域的運営推進機関(OCCTO)が開催する「将来の電力需給シナリオに関する検討会」においても、計画的な電源開発などを目的とした40年・50年時点の電力需要推計の中で、今後の需要増に大きく寄与する要素として、DCや基地局を中心とした通信ネットワーク、半導体工場の新設のほかに、電炉活用検討の進む鉄鋼関連や、電動化が進む自動車関連などが示された(図表1-2)。次項では、電力需要に影響を与える各分野の動向について、DBJ調査の内容も交えつつ分析したい。

図表1-2 検討会における注目産業・分野の需要増加想定



(備考) OCCTO「将来の電力需給シナリオに関する検討会」により日本政策投資銀行作成

1.2.注目産業・分野の投資動向

1.2.1.デジタルインフラの拡充(DC・通信ネットワーク・半導体)

近年のデジタル化の進展を受けて、DCや通信ネットワークといったデジタルインフラや、キーコンポーネントである半導体の製造における電力需要の増加が見込まれる。なお、一般的にデジタルインフラは24時間365日の稼働が必要であり、電力の安定供給が求められる。

DCでは、CPUやメモリ、ストレージなどで構成されるサーバーや、これらの機器の発熱を抑制する冷却設備の稼働のため相応の電力需要が発生する。DCの新設は、これまでクラウド用途の数十MW規模が中心だったが、基盤モデルの作成(トレーニング)と回答生成(インフェレンス)の両面においてデータ処理量の大きい生成AIの普及に伴い、今後は数百MW～GW規模のDC新設が見込まれる。生成AIはパラメータ数や学習データ量が大きい程性能が向上するため、トレーニングに係る計算量は3～4か月で2倍程度のペースで増加しており、必要とされる電力の増加が見込まれる。

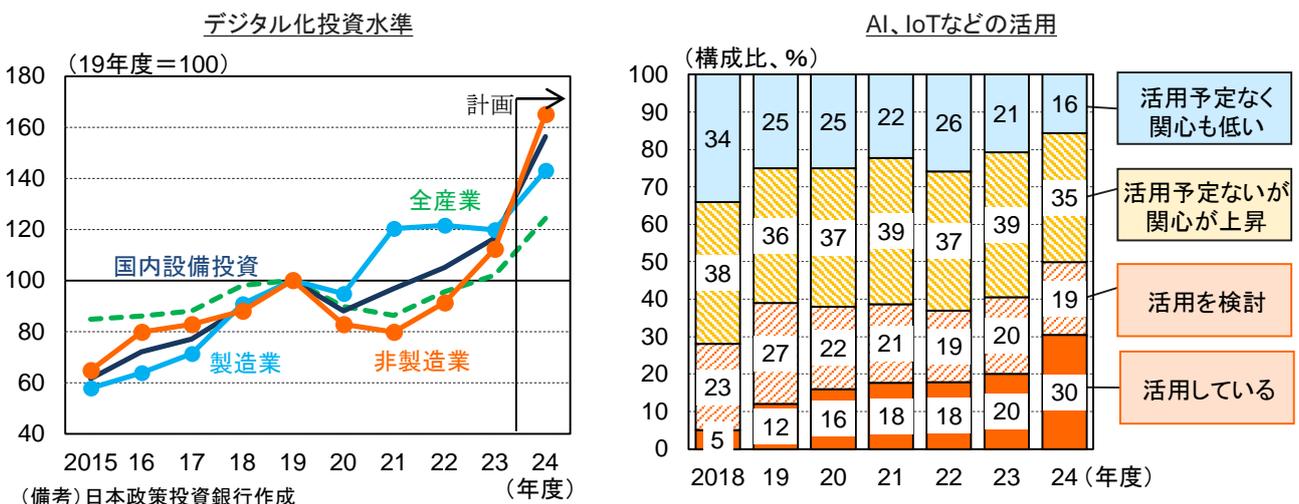
通信ネットワークについても、IoTの普及などに伴う通信量の増加に伴い電力需要の増加が見込まれる。また、近年導入の進む5G通信網は電波の届く範囲が短い高周波数帯を利用するため、基地局の増設が必要であるため、電力需要の増加要因となる。国立研究開発法人科学技術振興機構は、今後さらにIoTや生成AIの活用が進むことで、通信ネットワークにおける電力需要が18年の230億kWhから30年には4倍以上の1,000億kWhに達すると見立てる。

ただし、これまでもデータ処理量が指数関数的に増加する中で、半導体の集積化を始めとする技術革新によって電力需要の増加幅は一定に抑制されてきており、今後もさらなる半導体設計やサーバー冷却方法の合理化や、NTTのIOWN構想で示される光電融合技術などの活用により、当初想定よりも電力需要の増加が抑制される可能性もある。

また、半導体の需要や社会的な重要性が高まる中で、政府による支援策を背景に国内では熊本県のJASMや北海道のRapidusを始めとする大規模投資案件が各地で計画されていることから、半導体工場の新設が電力需要の増加要因となっている。また、半導体の微細化に伴い、シリコンウエハの表面に微細な回路パターンを焼き付ける露光装置による電力需要も増加しており、RapidusやMicron Technologyの広島工場などで導入予定の極端紫外線(EUV)露光装置も電力需要の増加要因となる。

DBJ調査においても、デジタル化投資実績は21年度より過去3年連続で増加しており、24年度計画もより一層高い伸びがみられた(図表1-3左図)ほか、AIやIoTなどの活用・検討度合いも年々高まりを見せている(図表1-3右図)。半導体に関しても、ファウンドリをはじめ、製造装置メーカーから部素材メーカーに至るまで幅広い領域における積極的な投資計画が確認された。

図表1-3 大企業のデジタル化投資やAI・IoT活用の傾向



1.2.2.脱炭素に向けた各産業の変革(鉄鋼における電炉活用、自動車の電動化)

中期的に電力需要に大きな影響を与える産業変革が、鉄鋼業における電炉の活用拡大と自動車の電動化である。鉄鋼業は産業部門のCO₂排出のうち約40%を占める多排出産業であり、その排出の多くが、石炭を還元材に用いる高炉法のプロセスから生じる。今後の脱炭素化に向けた方策の一つが、電炉の活用拡大であり、従来の電炉専門メーカーのみならず、高炉を中心に事業を営んできた大手3社(日本製鉄・JFEスチール・神戸製鋼)からも電炉の新設・増強の計画が相次ぐ(図表1-4)。

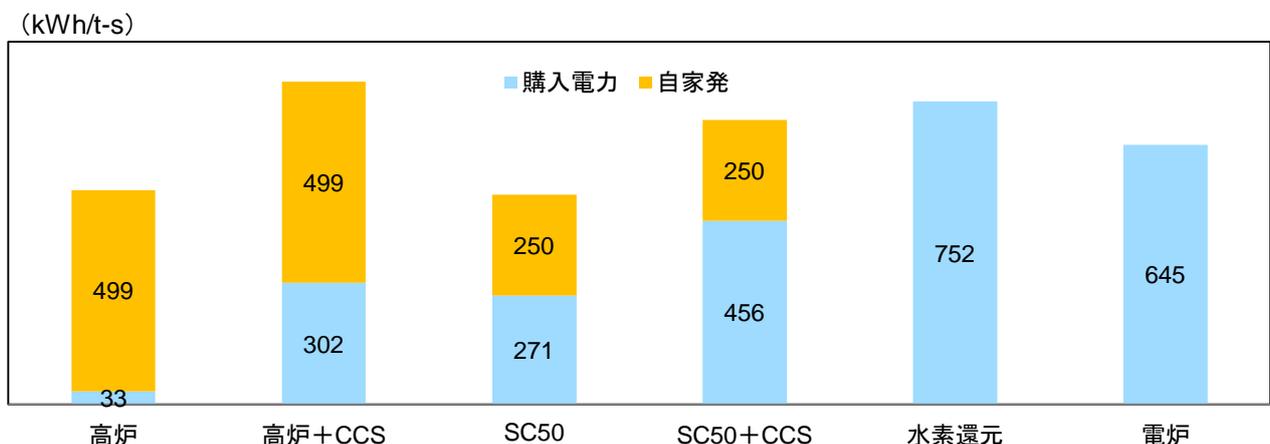
図表1-4 高炉3社の電炉関連計画

事業者	場所	時期	概要
日本製鉄	波崎研究開発センター	2024	小型電炉での実証
日本製鉄	瀬戸内製鉄所(広畑地区)	2030	電磁鋼板向け電炉の規模拡大
日本製鉄	九州製鉄所(八幡地区)	2030	高炉1基を電炉に転換予定
JFE	東日本製鉄所(千葉地区)	2024-2025	小型電炉で実証
JFE	西日本製鉄所(倉敷地区)	2027-2030	高炉の電炉転換を予定
JFE	仙台製造所	2024	既存の電炉増強
神戸製鋼	加古川製鉄所	2030以降	高炉の電炉転換を検討

(備考)各種資料により日本政策投資銀行作成

電炉法は、高炉法と比べて電力消費の原単位が大きい。また、高炉法は副生ガスを活用した自家発電による電力自給率が高いのに対して、電炉法においては副生ガスが発生しないため系統からの電力購入に依存する。よって、高炉を電炉に転換する際には、電力の大規模外部調達と、送配電網の整備が必要となる(図表1-5)。現在、再エネによる発電電力量に余剰が生じる時間帯に電炉を稼働するデマンドレスポンス(以下、「DR」)も一部の地域・企業において実施されており、電力システムの効率的運用のため今後もこうした取り組みは期待されるものの、高炉を代替する大規模で安定的な粗鋼生産を電炉で実現するには、安定的な電力調達の確保が大前提となる。

図表1-5 製鉄プロセスごとの電力原単位



(備考)1.日鉄総研(現 日鉄テクノロジー)資料により日本政策投資銀行作成

2.「SC50」とは高炉法をベースとしつつ、還元反応の一部に水素を用いることでCO₂排出量を削減する技術

電炉の拡大に向けては、原料となるスクラップの確保、高機能材製造のため技術開発など依然として課題もあり、直近のDBJ調査において具体的な計画にはまだ表れていないものの、設備投資補助や税制優遇などの政策支援の整備が進みつつある中、30年頃の本格稼働に向けて今後数年において投資決定を行う必要がある。さらに、新たに稼働した電炉は数十年稼働を続けることから、事業者の投資決定を後押しするには、30年以降数十年にわたる安価で安定した電力確保の予見性を向上させる必要がある。

また、自動車の電動化も、製造時の電力消費と使用時の充電による電力消費の両面から一定の影響出現が想定される。自動車の電動化は、短期的には停滞や揺り戻しもみられるものの、40年・50年に向けた中長期のトレンドとしては不変であり、現在のガソリン車やハイブリッド車中心の構造から、電気自動車やプラグインハイブリッド車の構成比が上昇する見込みである。日本政府も、経済安全保障の枠組みにおいて電気自動車のキーコンポーネントである蓄電池や関連部材の工場建設に関する補助を実施・計画しており、DBJ調査においても、幅広い産業の企業から、自動車の電動化に対応する積極的な設備投資の計画が聴取された。

このように、各分野で中長期的な電力需要の増加の見立てがあるが、電力需要の増加幅については、社会変化や技術革新のスピード、電力供給体制の整備など複合的な要因に影響され、大きな不確実性を有することが、今後の電力需要を巡る重要な課題といえる。

2.外部有識者のコメント

前項のような各産業・分野の動向を踏まえ、複数の外部識者に対して、今後の電力需要に関する見立てや留意を要する事柄についてヒアリングを行った。

電気事業連合会は、産業・運輸・家庭部門で進展が予測される電化やデジタル化に伴い電力の需要増加が見込まれる一方で、現段階ではその増加幅や時期については不透明なところが多いため、一定の柔軟性をもったシナリオ検討が必要であると指摘した。特にデジタル化の進展に紐づく電力需要については、DCや通信ネットワークにおけるデータ処理・通信量の爆発的な増加が見込まれるものの、各種革新技術によるデータ処理・通信量あたりの省電力化の可能性もあることから、増加幅の見極めが必要と見立てる。

また、資源エネルギー庁電力・ガス事業部政策課の小川要課長も電力需要の増加を念頭に、DCなどへの供給力確保が喫緊の課題であるとの認識を示した。その中で、DCの新設・立地計画と連動する形で、昨年度から目まぐるしくエリアごとの需要予測が変化していることを踏まえ、発電・送配電事業者に加えて、各種機器・部材メーカーも含めたサプライチェーンが一体となり、スピード感をもって電力需要増に対応することが必要だと述べる。

国際環境経済研究所の竹内純子理事・主席研究員は、フォアキャストで現実的に議論されるエネルギー基本計画および長期エネルギー需給見通しと、バックキャストで理想論的に設定されるNDC(自国で決定する貢献)の間に存在するギャップを認識し、エネルギー政策の策定においてリスク管理の観点をもつことが重要であると指摘した。7次エネ基に向けて、エネルギーの安定供給を真正面から議論すべきであり、原子力活用に向けた事業環境の整備や戦略物資である化石燃料の確保にも配慮に期待を寄せたほか、CN達成にはコスト負担や規制強化が必要である点も記載すべきと述べた。このほかにも、DCなどの電力消費施設と新設される送配電設備の投資回収期間のミスマッチに対する手当ての必要性に関する課題提起もなされた。

上記有識者以外の各業界の電力需要家や研究者からも、さまざまな不確実性が存在するものの電力需要の増加はメインシナリオであり、産業競争力の維持・強化に向けて不可欠な安定供給体制構築に向けた各種対応策が求められるといった趣旨のコメントが寄せられた。

3.S+3Eの実現に向けた供給力のあり方

前項の通り、電力需要はデジタル化の進展や電化などによって今後増加に転じるものと考えられ、安定供給体制の維持に向けた供給力の確保などが重要となる。ただし、過度な電源投資は設備利用率の低下要因となるため、経済合理性と安定供給の両立を見据えた戦略的な電力システムの整備や制度設計が求められる。本項では、電力システムにおけるS+3Eの実現に向けた今後のあり方について考察したい(図表3)。

図表3 電力システムの時系列変化と供給力確保策

	総括原価時代		電力自由化	
	1965～2008 電力需要の増加	2009～2023 電力需要の減少	2024～2030 急激な電力需要増	2031～2050 電力需要増+CN実現
需要	経済成長に伴う増加	省エネなどによる減少	デジタル化などによる増加	
DR		高圧・特高向けDRの拡大		デジタル技術を活用した 低圧向けDRの拡大
送配電			電力需要見通しの精緻化と公表	
	総括原価方式による送配電網の増強		レベニューキャップ方式による送配電網の維持・増強	
太陽光・風力		FIT・FIP制度による大量導入		革新技術による追加導入
地熱	適地での開発	FIT・FIP制度による導入支援	政策支援・革新技術による導入拡大	
火力・原子力 (共通)	総括原価を前提とした開発		長期脱炭素電源オークションによる予見性の向上 民間事業者間でのリスクシェア	
火力			戦略的な燃料確保 休止電源の有効活用による“準供給力”の確保	
原子力		安全性や地元合意を前提としたプラントの再稼働		

(備考)各種資料により日本政策投資銀行作成

短期的な時間軸では急激に需要が高まるDCや半導体工場への対応策として、速やかな供給力の確保が期待される。一方で、カーボンニュートラル(CN)実現に向けた長期的な時間軸では、再エネのほかに、エネルギーミックスの構築上必要なものの、建設リードタイムや総事業期間の長さなどさまざまなリスクを包含するため設備投資が十分に進まない火力・原子力・地熱などの開発が期待される。こうした時間軸の違いを踏まえて、電源種ごとの特徴を踏まえた総力を挙げた対応が必要となる。

3.1.需要側の対応(省エネ技術とDRの活用)

電力システムにおける経済合理的な供給力確保に向けて、供給側だけでなく需要側における取り組みも重要である。需要側においては前述したような電力需要を抑制する技術革新に加えて、最大電力需要の抑制を行うDRにも期待が集まる。DRについては、DRプロセスの自動化(ADR:Automated DR)を通じ、特別高圧・高圧だけでなく相応の規模を有する低圧も含め、DRのポテンシャルを最大に引き出すことが重要である。

3.2.送配電網の整備と電源開発との連携

送配電網については、これまで議論が多くなされた再エネ導入に向けた増強や老朽化した設備の維持・更新に加えて、局所的な電力需要増に対応するための機動的な整備が求められる。

23年4月より経済合理的な送配電網投資の実現を目指して導入されたレベニューキャップ制度は、需要家による接続供給申込を踏まえて、送配電事業者が供給対策の検討や工事の実施を行うものだが、このようなプル型のアプローチではDC・半導体工場などの急激な電力需要に対応しきれない可能性がある。そのため、電源のポテンシャルなども考慮し、計画的に発電所と需要地を繋ぐプッシュ型の系統形成への転換に向けた検討を進めていくことも重要であろう。

また、毎年公表される供給計画に加えて、発電・送配電・小売事業者や大口需要家などさまざまなステークホルダー間での適切な情報交換のあり方を検討することで、各社の設備投資や事業計画に係る予見性が向上されることも期待される。

3.3.再エネによる供給力確保

建設期間が3～5年と短く、CN実現への貢献も期待される太陽光・風力発電は短期的な供給力確保策の一つとして重要である。一方で、国内ではすでに相当量の太陽光・風力発電が導入されており、追加的に導入可能な適地は限定的であることから、今後の導入拡大に向けては革新技術の活用が重要である。太陽光発電では、軽くて曲げやすい特性から建築物壁面や耐荷重が小さい屋根などさまざまな場所への設置が可能なペロブスカイト太陽電池、風力発電では、広大な排他的経済水域 (EEZ) を含む風況の安定した地域での開発に向けて、設置箇所の水深の影響を受けづらい浮体式洋上風力が注目される。ただし、太陽光・風力発電の発電量は季節や天候に左右されるため、信頼性の向上に向けて蓄電池や長期エネルギー貯蔵技術 (LDES) の導入も重要である。

地熱発電は季節や天候に左右されない安定的な再エネ電源であり、また、日本は世界第3位の地熱資源量 (約2,340万kW) を有することから、日本のS+3E実現に向けて重要な電源であるといえる。しかしながら、運転開始までのリードタイムが長く、地熱資源掘削などの開発リスクが大きい点や、地熱資源の8割が存在する国立・国定公園における許認可の取得が容易でない点、温泉事業者などの地元との調整が難しい点などから導入は十分に進んでいない。すでに政府は独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) による支援措置の拡大や規制改革といった取り組みを進めているが、さらなる事業者のリスクの低減に向けて、政府や自治体が主導的に案件形成を実現するセントラル方式のような支援策も考えられる。また、既存の地熱発電は、高い熱源・潤沢な水・浸透性のある岩石の3要件を満たす適地が必要であり、開発の難易度は高いため、地熱増産システム (EGS) と呼ばれる革新技術の活用が期待される。

3.4.火力・原子力による短期的な供給力確保

DC新設や厳気象などの短期的かつ不確実な需要の増加に対しては、短期的には既存の火力・原子力発電の活用も重要である。すでに短期的な供給力確保策として、休止した発電所活用の観点では、実需給年度の1年前に実施される容量市場の追加オークションや、夏季・冬季の供給力不足に対応する追加kW公募などの仕組みが整う。また、今年度より、休止電源を“準供給力”と位置付け、容量市場で不落札・未落札の休止火力発電所の維持費用の手当てを行う予備電源制度も開始された。

一方で、再エネ大量導入と電力自由化などによって火力発電の稼働率の予見性が低下しており、燃料の安定的な確保も課題となっている。政府は21年に「需給ひっ迫を予防するための発電用燃料に係るガイドライン」を策定し、事業者に必要な在庫水準の確保および燃料調達の努力を求めた。本ガイドラインはLNG火力を主眼に置いたものだが、今後の予備電源制度では経済性の低さなどを理由に休廃止が進む

石油火力の電力需給ひっ迫時における活用が進む方針であり、非常時に備えた石油の確保および石油サプライチェーンの維持も必要となる。引き続き燃料確保に向けた官民一体となった戦略的な取り組みが肝要であり、国による一定量の燃料確保や、韓国などの燃料消費国との連携、国際的な燃料トレーディングの拡大などによる各事業者の負うリスクの低減に期待したい。

原発の再稼働については、23年2月に閣議決定された「GX実現に向けた基本方針」において、安全性を大前提として、原子力規制委員会による審査・検査に合格し、かつ、地元の理解を得た原子炉の再稼働を進める旨が記載されており、短期的な供給力確保策として期待される。

3.5.新規電源投資による長期的な供給力確保

過去の総括原価方式では、経済成長に伴う電力需要の増加に対応すべく、各エリアの旧一般電気事業者が長期的・計画的に大型電源投資を実施してきたが、昨今の電力自由化の中においては、市場メカニズムによって電源投資が促進される形となった。このような市場メカニズムは、エリアを跨いだ広域な最適化が期待できる一方で、総括原価方式と比べると中長期的な収益の予見性の観点で劣っており、将来的に供給力が不足する可能性があるため、容量市場における特別オークションの一類型として、昨年度より長期脱炭素電源オークションが開設された。本制度は、固定費水準の容量収入と税引前WACC5%の事業報酬を事業者が確保できるよう、20年間にわたって容量収入を固定化するものであり、投資回収の予見性を高める制度といえる。ただし、事業報酬が電源種一律であり、リスクの高い電源種が選好さればいため、電源種ごとのリスクに応じた利益率の確保が望まれる。エネルギーミックスにおける重要性が高く、事業者の負担するリスクも大きい電源種に関しては、英国RAB(Regulated Asset Base)モデルのように、建設開始後の費用増加を含めて、建設期間中から総括原価的に投資回収を行う仕組みを構築し、事業者のリスクや資金調達コストの低減することも考えられる。

また、事業規模が大きく高いリスクを有する電源開発を行うためには、産官金による適切なリスク分散が求められる。特に、電力自由化や再稼働準備などによって電力会社の資金に制約がある中で、洋上風力プロジェクトのように電力会社や多様なステークホルダーが特別目的会社(SPC)の設立をし、事業者間で電源開発に係るリスクシェアを図ることが重要である。その際、SPCがDC事業者や通信大手などの最終需要家と長期相対契約を締結することで、SPCの収益予見性を向上させ、資金調達に係るコストを低減できる。また、株主の投資額に応じて費用ベースで電力提供を行うフィンランドのマンカラ方式のような共同所有型の電源開発モデルも注目に値する。このような事業会社の取り組みに対して、金融機関はコーポレートファイナンスだけでなく、プロジェクトファイナンスや出資などによってリスクマネーを拠出し、事業会社と共にリスクを取ることが求められる。

4.おわりに

現在、CN実現に向けたエネルギーtransitionが求められる中で、電力自由化後初となる電力需要の増加が予測されており、電力システムのS+3E実現は容易ではない。その一方で、日本の産業競争力強化に向けて、DC・半導体工場の新設や既存産業のtransitionを円滑に進める必要があり、これらの前提となるS+3E実現が強く求められる。そのため、既存の取り組みに加えて、短期的には、休止中の電源活用や革新技术も活用した再エネなどの導入、長期的には、多様なステークホルダーによるリスク分散を通じた新規電源投資の促進による供給力確保が期待されよう。

この場を借りて、本レポートの執筆にあたりご協力頂いた記名および無記名の有識者の皆様に、改めて御礼申し上げたい。

©Development Bank of Japan Inc.2024

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引などを勧誘するものではありません。本資料は当行が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所：日本政策投資銀行』と明記して下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 企業金融第5部 Tel: 03-3244-1620
産業調査部 Tel: 03-3244-1840