

トレンド

火力発電の最新動向と付加価値向上への取り組み

Trends in Thermal Power Generation and Toshiba's Efforts Aimed at Providing Solutions with High Added Value

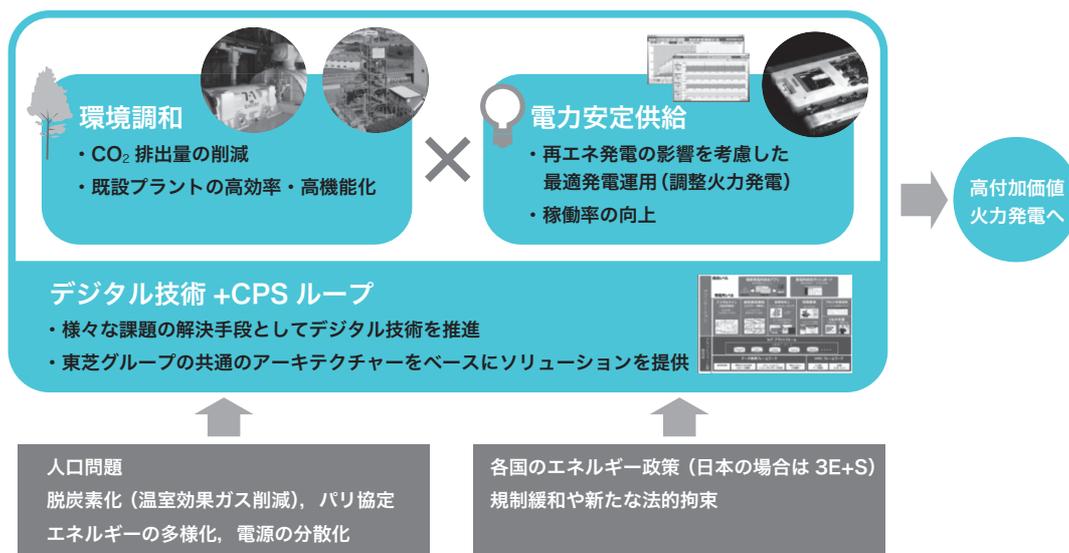
島田 秀顕 SHIMADA Hideaki

近年、地球規模の気候変動をもたらす温室効果ガスにおいて、その排出量削減への取り組みが各国で進められる中、火力発電事業は、低炭素・脱炭素化への対応が喫緊の課題となっている。

東芝エネルギーシステムズ(株)は、これまでも大容量・高効率発電所向け機器の開発・供給を通じて、環境負荷の低減と電力の安定供給に貢献してきた。また、再生可能エネルギー(以下、再エネと略記)の発電量変動を素早く調整できるように、火力設備の信頼性及び運用性の向上に取り組んでいる。更に、サービス・メンテナンス分野においては、IoT(Internet of Things)を活用して顧客の様々な課題やニーズをデジタル化で解決するソリューションを提供しており、当社は、サイバーとフィジカルを融合させたCPS(サイバーフィジカルシステム)テクノロジーと顧客との価値共創により、新たな市場の開拓と事業領域の拡大を進めている。

A recent trend in the thermal power generation business has been the emergence of low-carbon or decarbonized electricity generation as an issue of vital importance accompanying the worldwide momentum toward the reduction of greenhouse gas emissions, which are considered to be a cause of global climate change.

Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation has been actively contributing to the reduction of impacts on the environment and the stable supply of electric power by developing and supplying equipment for thermal power plants of large capacity and high efficiency. We are also working on improving the operability and reliability of thermal power plants to enable them to rapidly adjust to output power fluctuations occurring as a consequence of the expansion of renewable energy systems such as photovoltaic (PV) and wind power plants. In the service and maintenance field, we have been offering solutions to solve issues and fulfill the requirements of individual customers through digitalization based on Internet of Things (IoT) technologies. By applying cyber-physical systems (CPS) technologies and co-creating value with customers, we are developing new markets and expanding our fields of thermal power generation business.



3E+S: 安全性 (Safety) を前提としたエネルギーの安定供給 (Energy Security), 環境への適合 (Environment), 経済効率性の向上 (Economic Efficiency)
CO₂: 二酸化炭素

特集の概要図. 火力発電の高付加価値化への取り組み

Approaches to high-added-value thermal power businesses

1. まえがき

エネルギー情勢、中でも火力発電を取り巻く環境は、劇的な変化のただ中にあり、再エネの急激な台頭で、火力発電の役割は大きく変わりつつある。このような中で、近未来の2030年や、2050年を見据えた統計予測や議論も盛んになされてきている。

東芝エネルギーシステムズ(株)は、これまで、火力発電において、最新の技術を適用した高効率で環境負荷の低い発電システムを世界中に供給してきた。今後は、調整力と容量維持に向けた高度サービスや、これらへのIoT・CPS導入とデジタル化で、種々の業種との連携が可能になっていくと考えられる。このような中で、当社は、エネルギーソリューションプロバイダーとして、信頼性が高く環境負荷の低い機器や、サービス、ソリューションを引き続き提供し、電力の安定供給に貢献していく(特集の概要図)。

ここでは、当社の火力発電が果たしてきた役割と最新技術の概要をこれらと絡めて述べるとともに、当社の火力発電技術の行方と在り方について述べる。

2. 現状の火力発電の動向

2018年12月に開催されたCOP24(国連気候変動枠組条約第24回締約国会議)では、パリ協定の精神にのっとり、全ての国に共通に適用される実施指針が採択され、2030年に向けた、各国の温室効果ガス排出量削減目標に向けた対処についての詳細が決定された。発展途上国を含む各国で、それぞれの国別の施策によって削減目標を達成していこうとするものである。

このように、エネルギー・資源・気候変動は、社会の課題の根源を成し、低炭素・脱炭素化の傾向は、もはやとどまるところを知らず、当社の火力発電にとっても大きな技術課題である。

2.1 再エネの伸長

太陽光や風力などの再エネ発電は、近年、固定価格買取制度(FIT)などの法制上のサポートも受けて急速に普及している。太陽光や風力などの再エネによる発電の特徴は、通常の火力発電に比べ、個々の設備が小型・分散化していることと、昼夜や風の強弱により出力が0~100%で変動することである。

したがって、特に太陽光や風力は、火力発電や揚水発電・蓄電などによるフルバックアップが必要で、発電量の変動への対処が大きな課題の一つである。これに対し、火力発電は、燃料調整によって能動的に発電量を変化させることができ、その特性として、再エネの変動を吸収する調整力

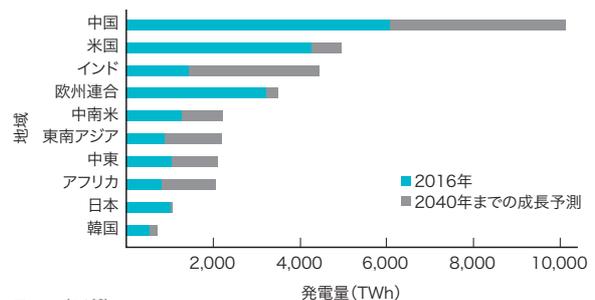
を備えている。

2018年になって、国内では再エネ(太陽光発電)の買い取り価格の引き下げ、負荷抑制、FITなどの優遇措置の段階的廃止による伸びの鈍化、などの影響が話題にされたが、普及は継続している。再エネ発電は、高品質化・自立化の段階にあり、火力発電が再エネ発電の特性を補完、協調していく段階に入ったと考えられる。したがって、これに対応できる火力発電の重要性について、改めて認識しておく必要がある。

2.2 海外の火力発電の動向

発電に関わる世界の動向として、2016年の各地域の発電量と2040年までの伸び予測を図1に示す⁽¹⁾。発展途上国では、人口増加と経済成長によりエネルギー消費の増加が続くが、これは、我が国などの先進諸国との大きな違いである。

同じく、電源構成の世界的傾向の予想を図2に示す⁽¹⁾。

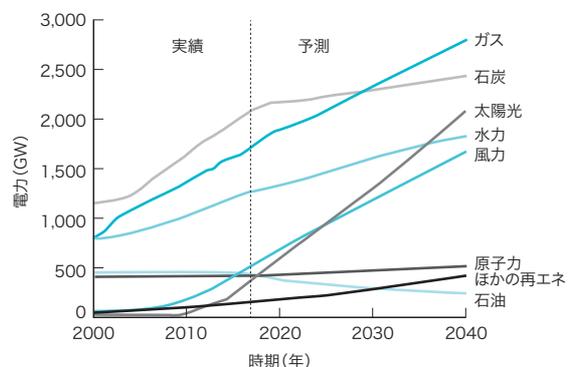


T:テラ(10¹²)
*経済協力開発機構(OECD)「World Energy Outlook 2017」⁽¹⁾に基づいて作成

図1. 各地域の発電量の伸び

中国・インド・中南米・東南アジア・中東・アフリカでは発電量の伸びが顕著であるのに対し、我が国をはじめとした先進国では、微増若しくはほぼ横ばいと予測されている。

Outlook for increases in amounts of power generated in various countries



*経済協力開発機構(OECD)「World Energy Outlook 2017」⁽¹⁾に基づいて作成

図2. 電源別発電容量の変化予想

太陽光発電の伸びが大きく、火力発電の重要性は維持されつつも、再エネ発電による役割の変化が顕著になると予想される。

Outlook for changes in power generation capacity by type of power supply

2010年代は、世界的に太陽光発電の価格破壊による爆発的な普及が始まったことが特記される。これは、国内よりはるかに顕著であり、太陽光発電の伸長は、全世界的に今後20年以上継続すると予想されている。また、石炭も伸びが鈍るものの、安価であることで増加傾向を維持する。低炭素化と低価格化により、ガスの伸びも顕著で、2030年には石炭を上回る。

このように、エネルギーでの火力発電の重要性は維持されつつも、再エネ発電による役割の変化が顕著になると予想される。

2.3 国内の火力発電の動向

ここで、国内の動向に戻る。竹内らは、国内の電気事業に影響を与えるトレンドを、脱炭素 (Decarbonization)、人口減少 (Depopulation)、デジタル化 (Digitalization)、分散化 (Decentralization)、規制緩和 (Deregulation) の五つのDで整理している⁽²⁾。

国内は、人口減少と電力・ガスの自由化などの規制緩和があることが特徴的であり、今後30年にわたり、電化によって電力の需要が増加傾向を続ける可能性を指摘している。

2.4 国内のエネルギー政策

パリ協定での、我が国の温室効果ガス排出量削減の数値目標は、2013年比26%減であり、2018年7月に閣議決定された、資源エネルギー庁による第5次エネルギー基本計画⁽³⁾に取り込まれている。この計画では、2030年に向けては、安全性 (Safety) を前提としたエネルギーの安定供給 (Energy Security)、環境への適合 (Environment)、経済効率性の向上 (Economic Efficiency) の3E+Sをキーワードとして、2.1節で述べたように、再エネの主力電源化への布石と、火力調整力の確保、高効率火力発電の有効利用がうたわれている。また、2050年に向けては、温室効果ガスの80%削減が盛り込まれ、火力発電は脱炭素化実現までの過渡期において主力であるが、ガス利用へのシフトなどがその対応として示された。

図3は東日本大震災を挟んだ2010年、2016年、及び将来(2030年)のエネルギーミックス(電源構成)を比較したものである⁽⁴⁾。2016年の電源構成は83%が火力発電によっており、再エネ発電が15%、原子力発電が2%である。火力発電の大幅な拡大は、震災による原子力発電の落ち込みが主要因である。また、近年の低炭素・脱炭素化の動きは、再エネ発電への転換として表れており、特に太陽光発電は、ここ数年の低価格化とFITにより急速に普及した。

資源エネルギー庁では、2030年のエネルギー消費量は、2013年に対して徹底した省エネにより9.7%減、電力分はデジタル化による電化の促進で1.0%の微増を計画としている⁽⁴⁾。

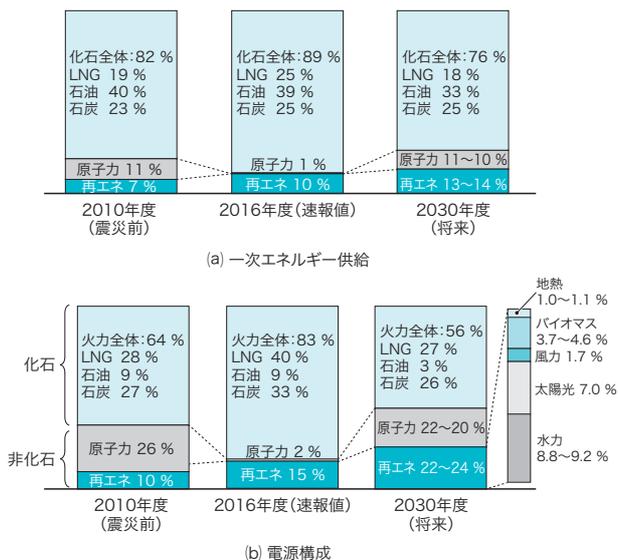


図3. 我が国の一次エネルギー及び電源構成の変遷と予測
LNG:液化天然ガス
 *資源エネルギー庁「2030年エネルギーミックスへ向けた対応について」⁽⁴⁾に基づいて作成

図3. 我が国の一次エネルギー及び電源構成の変遷と予測

エネルギー基本計画では、2030年においても火力発電が主要な電源として位置付けられている。

Outlook for changes in primary energy source and types of power supply in Japan

第5次エネルギー基本計画に基づくエネルギーミックスにおいて、火力発電は、2030年に56%程度まで下がる見込み(計画)とされている。また、原子力発電は、再稼働により20~22%まで戻り、再エネ発電は、22~24%まで増大するとしている。

一方、同計画内で、変動電力のためバックアップの必要な風力と太陽光による再エネ発電は8.7%であり、火力発電の56%と合わせた容量としては全電源の64.7%で火力設備が必要な状況にある。これは、震災前(2010年)の電源構成に匹敵し、火力設備が依然として重要なポジションを占めることを意味する。

2.5 火力発電の役割変化

ここでは、2.4節までに述べたエネルギー動向の中で、火力発電の現状とその役割変化について整理する。

2.5.1 環境対応力とコスト

火力発電は、地中の埋蔵エネルギー資源(化石燃料)を使用して発電する。資源を有効に利用するため、高効率で環境負荷の低い火力発電システムが常に要求されてきた。そのために、当社を含む世界のメーカーは、新サイクルの取り入れ及び改良や、高温・高圧化、大容量化、環境負荷低減などの技術開発を継続的に行い、各時代の最良の技術(BAT: Best Available Technology)を新たな製品・機種に適用して世界中に供給してきた。その結果、現在の大

規模石炭火力は、高効率かつ先進の環境対応設備を持ち、発電コストも最も安価である。また、ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC)は、元々炭素含有量の低い天然ガスを燃料としながら、極めて高い効率を実現している。これらの燃料供給源は世界中に分散しており、比較的安定していることも特徴である。ここ10年間の現実的な脱炭素化は、火力発電を主電源として再エネ発電を補完しつつ、先進石炭火力とGTCCの活用で世界的に推移していくと考えられる。

2.5.2 電力供給の山谷と調整力(電気の質の確保)

発電所から送配電システムに供給される電気は、周波数と電圧を一定に保ちつつ、その量は、人間活動に合わせて昼夜や季節変動などの幾つかの周期で変化させている(図4)。このため、発電所ごとに、1~12時間程度での需要の変化を予測しつつ発電負荷を制御する経済負荷配分制御(EDC: Economic load Dispatching Control)や、分単位で実需要と負荷のミスマッチに対応する負荷周波数制御(LFC: Load Frequency Control)や自動周波数制御(AFC: Automatic Frequency Control)、秒単位で変化する発電量に追従するGF(ガバナーフリー)運転などが要求され、火力発電では、燃料供給量のきめ細かい制御によりこれを実現してきた。この役割の重要性が、再エネ発電の普及で更に増している。

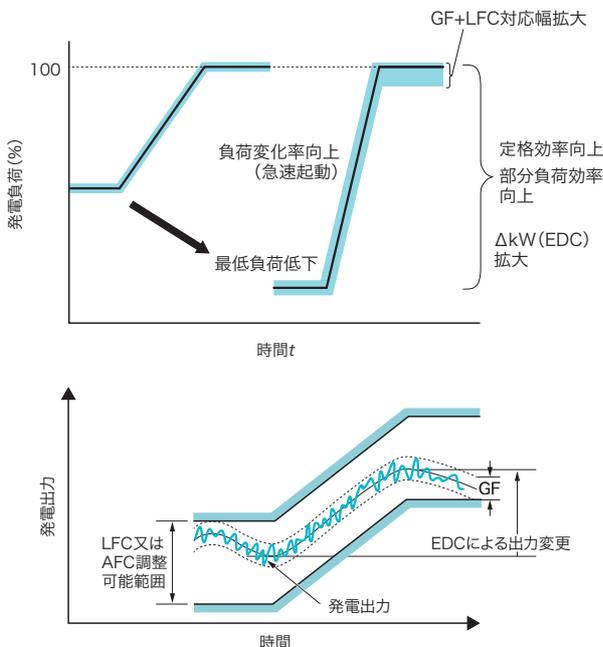


図4. 火力発電プラントの調整力

火力発電では、運転範囲を広め(ΔkWの拡大)、起動停止期間を短縮するとともに、負荷変化率や周波数への追従能力(ΔkW/Δt)を上げることができる。

Operability of thermal power plants

また、調整可能な出力の幅ΔkWも重要になる。従来、特にGTCCでは、50%を最低負荷としてきたが、25%やそれ以下となるのに伴って、部分負荷効率の向上も求められる。

2.5.3 火力サービス技術の高度化

2030年に向かう流れの中では、新設火力発電が減少するとともに、老朽火力発電は戦列を外れ、1990年から2000年代に建設されて当時最新鋭であったUSC(Ultra-Supercritical: 超々臨界圧)石炭火力とガス火力が30年選手になる。そして、これらと最近の10年間及び今後新たに建設される最新鋭の火力発電は、できるだけ高効率を維持しつつ、再エネ発電の変動の調整力として利用率が高まっていくと考えられる。

2020年に、電力は、現状の中間状態から完全自由化へ移行し、電力事業の変化への大きな流れとなるが、これに加え、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(省エネ法)のように、一定以下の効率の火力発電は運転できなくなることが法規制化されるなど、様々な制限や条件が課せられてくる。

火力発電にとって、再エネ発電のバックアップとしての安定的な電力供給や、頻繁な起動停止・負荷変化などの過酷な運用条件下での高い熱効率の維持・向上、低下していく稼働率に対する適正な機能維持などを行っていくためには、サービス・メンテナンス技術が極めて重要になってくる。

火力発電は、これらの変貌しつつある傾向の中で、質の高いサービスを提供していくことが重要である。

2.5.4 社会インフラとしての火力発電の強靱化

2010年代には、再エネ発電の伸長により火力発電の位置付けが変わる一方で、大規模な地震や気候変動に伴う台風・大雨の災害が繰り返し発生した。これらに対し、火力発電は、強靱(きょうじん)な社会のインフラとして、電源の根幹たる電力を支え、その力を発揮してきた。2018年9月の平成30年北海道胆振東部地震は記憶に新しいが、建設後40年を超える古い火力発電設備以外は、JEAC 3605(一般社団法人 日本電気協会 電気技術規程 3605)によって適正レベルの耐震設計が施されており、過去10年の大規模震災でも十分使えることが証明されている。また、同地震災害時には、大規模停電も発生したが、最後まで耐えて速やかな復旧に貢献したのも火力発電である。この耐性は、負荷追従能力、すなわち調整力にほかならず、今後も主として火力発電が支えていくことになると思われる。

2.5.5 デマンドレスポンスと省エネ

変動の大きい電力需給のバランスを能動的に保つ動きをデマンドレスポンスと呼ぶ。これは、電力のピーク時や、10年に一度レベルの気象災害時における電力ひっ迫時などに、発

動される節電要求に消費家が応じることを指す。また、太陽光発電の出力増加が見込める一方で電力需要が少ない時間帯に、電力使用量を増やしてもらうよう顧客に要請することもあるなど、再エネ電力需要から見ると、経済的な電力使用法の進化とも言える。更に、省エネは、種々の箇所に浸透しつつあり、温室効果ガスの排出量削減に直接的効果を持つ。したがって、これらと火力の調整力が、将来の安定電源供給と脱炭素化を支えていく。

3. 東芝グループの新たな取り組みと成果

3.1 CPSとデジタル化

2018年11月に発表した東芝NEXTプランで、東芝グループは、CPSテクノロジー企業を目指し、サイバーフィジカル技術により社会課題の解決に貢献していくことを公言している。その中で、当社は発電プラントメーカーとして、火力発電所用蒸気タービンをはじめとする種々の機器や制御装置の納入・建設に加え、機器の試運転など顧客発電所での技術も提供してきた。

フィジカルである火力発電プラントでは、既にあらゆる状態量がデジタル化されていると言ってもよく、これをサイバー空間に展開して新たな価値を生み出すループが図5のように成立する。発電所の運転データは、図6に示すように、ICT（情報通信技術）を駆使して当社にて評価され、稼働率向上や、運用性向上、熱効率管理、発電計画最適化、設備向上（リノベーション）などのソリューションを提供できる。これらに、当社の豊富な実績と経験によるEPC（設計、調達、建設）エンジニアリングや、IoTプラットフォーム技術などを生かすことで、顧客に新たな価値を提供するとともに、顧客との共創を実現し、その発展形として新たな市場の開拓や事業領

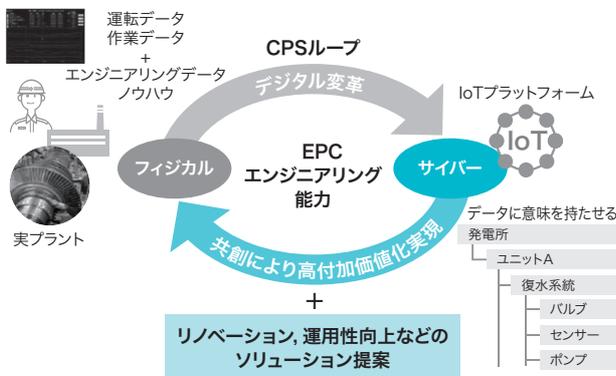


図5. 火力発電におけるCPSの概念

様々なデータと東芝グループのエンジニアリング能力を活用し、CPSのループを回すことで新たな価値を生み出していく。

Application of CPS concept to thermal power generation business

域の拡大を進めていく（この特集のp.10-13参照）。

このような業務形態の変化が、火力発電技術におけるデジタル変革（Digital Evolution又はDigital Transformation）である。

3.2 フィジカルのベースとなる技術と実績

当社の火力発電の中心に位置するタービンは、2018年に、累計で、出荷台数が2,000基を超え、容量は2億kWを達成したが、確固たる実績による技術と信頼性が評価された結果と考えている。各国向けの出荷ユニット数と容量を、図7に示す。これらは、当社のCPSの源泉である。当社が培ってきた総合力を生かし、既納入設備の更新や、メンテナンス、新規建設などを通して、今後も高効率化や環境負荷低減に貢献していく。

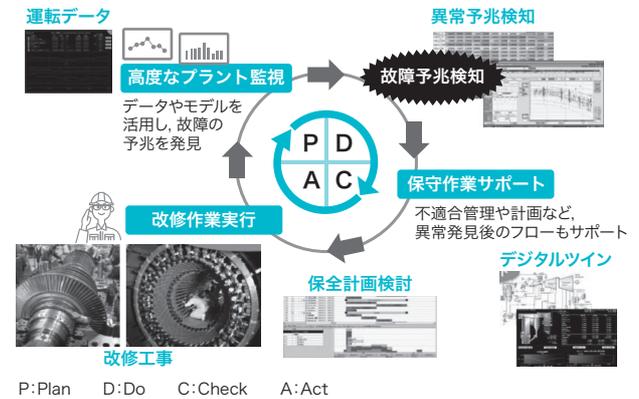


図6. 発電所の稼働率向上ソリューション

運転中の異常予兆検知から改修までをサポートし、稼働率向上や運用性向上などのソリューションを提供する。

Example of solution to improve operational efficiency of thermal power plants



* 東芝エネルギーシステムズ(株) 京浜事業所及び Toshiba JSW Power Systems Pvt. Ltd. による合計実績

図7. タービンの納入実績

2018年に、世界各国への累計出荷台数は2,000基を超え、容量は2億kWを達成した。

Deliveries of Toshiba turbines

3.3 CO₂排出量削減への取り組み

図8は、発電量当たりのCO₂(二酸化炭素)排出量を縦軸に、年代を横軸に取って、石炭火力とガス火力を中心にCO₂排出量の変遷と予測を表したものである。2020年を目前とした現時点では、石炭火力発電は、主蒸気温度・再熱蒸気温度ともに600℃若しくはそれを超える温度で、ガス火力発電は、ガスタービンの入り口温度1,500～1,600℃級が主流で、かつ最高レベルの技術を達成している。CO₂排出量は、石炭火力発電が約730 g/kWh、ガス火力発電が約300 g/kWhのレベルにあり、燃料価格と、効率のバランス、エネルギーセキュリティーの観点からは、石炭と液化天然ガス(LNG)の使い分けやバランスが重要である。

3.4 近年の成果

当社は、火力発電では、ここ数年、大型の石炭火力とガス火力の建設とサービスに注力してきた。以下に、例を示す。

3.4.1 高効率(高経済性)プラント

石炭火力発電では、製品として安定期に入ったUSC蒸気タービンによる600～1,000 MW級という大型火力発電設備を、主力機器として継続的に供給している。特に2000年代後半以降は、東南アジアを中心にUSCの海外展開を進め、大規模・高効率化による低炭素化に大きく貢献している。国内では、東日本大震災以降の電力供給の逼迫に対し、安価で安定供給可能な電源として、最新鋭の超臨界圧(SC)石炭火力発電プラントの建設を進めている⁵⁾。これらの中で、石炭火力発電用蒸気タービンの最新技術としては、

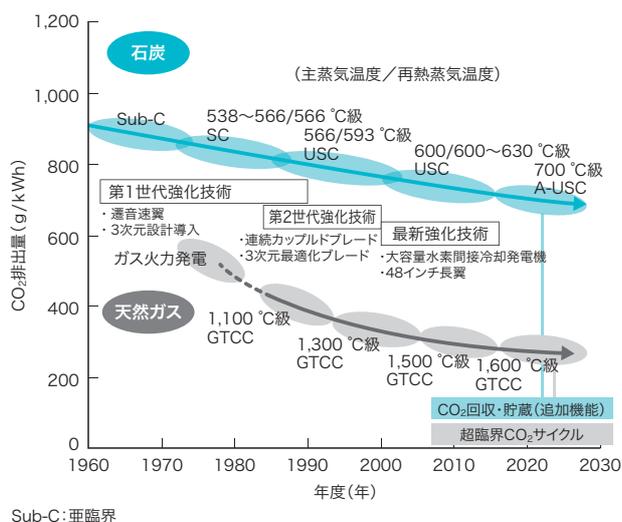


図8. 火力発電プラントにおけるCO₂削減の取り組み

CO₂排出量削減の技術を常に開発し、市場に投入している。

History of carbon dioxide (CO₂) emissions from thermal power plants developed by Toshiba

国内初^(注1)となる再熱蒸気温度が630℃となる電源開発(株)竹原火力発電所 新1号機がある(この特集のp.18-21参照)。

ガス火力発電では、2018年3月時点で世界最高の発電効率63.08%(LHV:低位発熱量基準)を達成した高効率コンバインドサイクル発電設備を、中部電力(株)西名古屋火力発電所に、ゼネラル・エレクトリック(GE)社とともに納入し、単に高効率だけでなく、柔軟な調整火力運用も可能にした⁶⁾。図9は、この発電設備の蒸気タービンと発電機である。

また、北海道電力(株)石狩湾新港発電所1号機は、出力が569.4 MWの1軸型GTCCプラントで、最低負荷15%での運転ができるとともに、25%負荷以上でのGF運転の要求仕様を満足する調整力に優れたプラントである(同p.14-17参照)。

3.4.2 既設のタービンや発電機へのサービス高度化

建設時にベースロード運用で設計された蒸気タービンの経年機に対し、当社の最新鋭火力発電用蒸気タービンにも使われている最適起動方法や、スナッパー翼をはじめとする様々な信頼性・運用性向上技術を適用することにより、出力調整の高速化を可能にしている。また、再エネ発電の増加に伴う運用変化として、保守費用の削減につながる定検(定期検査)間隔の延伸(6年間隔化)や定検期間の短縮などが実現されている(同p.22-25参照)。

また、火力発電プラントの建設や試運転調整の作業にIT(情報技術)を導入した合理化も進めている(同p.30-34参照)。図10は、その一例である。

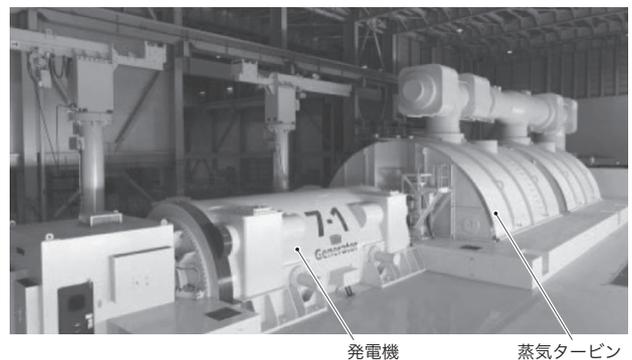


図9. 西名古屋火力発電所の蒸気タービン及び発電機

世界最高の発電効率を達成したコンバインドサイクル発電技術により、環境負荷低減と電力安定供給に貢献している。

Steam turbine and generator of Nishi-Nagoya Thermal Power Station Unit 7-1 of Chubu Electric Power Co., Inc.

(注1) 2019年3月時点、当社調べ。

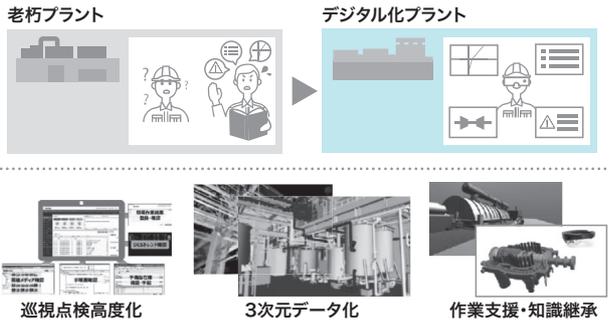


図10. デジタル技術によるプラント価値向上ソリューション
老朽プラントにデジタル技術を適用し、リニューアルや運転調整を合理化する。
Generator inspection robot

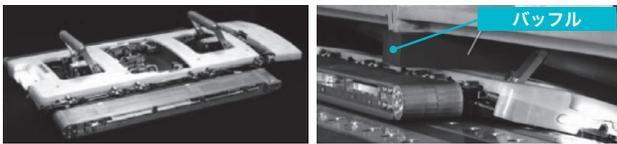


図11. タービン発電機検査ロボット
ローターを装着したまま、短期間で精密な点検ができる。
Value-added solution for thermal power plants using digital technologies

タービン発電機についても、調整火力対応としての水素冷却式発電機の開発とともに、既存発電所の効率改善や定検期間の短縮により運用性向上とコスト低減、稼働率向上を図れる技術を開発している(同p.26-29参照)。新規開発した発電機検査ロボットを図11に示す。

3.4.3 様々な排出源からのCO₂分離回収技術

地球温暖化対策の一つとして、火力発電所などからの排ガスに含まれるCO₂を分離回収して地中に隔離・貯留するCCS (Carbon Dioxide Capture and Storage)の技術が注目されており、昨今では、産業分野からの排出CO₂への対策という点でも、その必要性が広く認識されつつある。

当社は、(株)シグマパワー有明 三川発電所内のパイロットプラントで得られた知見を反映し、佐賀市清掃工場にCO₂分離回収プラントを納入した。また、環境省委託事業であるCO₂分離回収実証設備の建設を行っており、大規模CO₂分離回収設備及びCO₂分離回収設備付き火力発電プラントの早期実現に向けての技術開発を継続している(同p.35-39参照)。

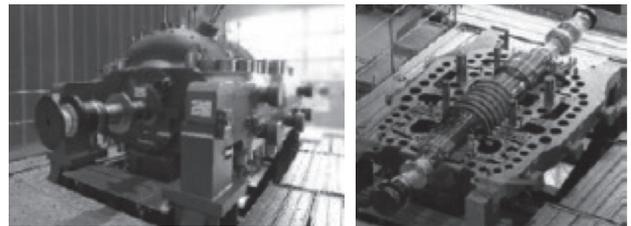
4. 将来の東芝グループの火力発電技術

4.1 先進超々臨界圧火力発電

700℃を超える蒸気で発電を行うA-USC(先進超々臨界圧)火力発電は、石炭火力発電で48%(LHV)を超える



写真提供: NET Power社, McDermott社
(a) パイロットプラント



(b) 超臨界CO₂タービン

図12. 超臨界CO₂サイクル発電用のパイロットプラントとタービン
当社製タービンを組み込んだパイロットプラントが米国テキサス州で建設され、試験を行っている。

Combustor and turbine for supercritical CO₂ cycle demonstration power plant

熱効率を実現する次世代の火力発電システムとして、当社は蒸気タービン及び周辺機器の開発を長年担当し、開発を完了しており⁽⁷⁾、実機の成立を目指した活動を行っている。

4.2 超臨界CO₂タービン

当社は、2012年から、米国チームと共同で天然ガスの酸素燃焼や、作動媒体に従来の蒸気の代わりに超臨界CO₂を使用するAllamサイクル(図12)によるタービンの開発に取り組んできた⁽⁸⁾。当社が保有するガスタービン技術と、USC及びA-USC用蒸気タービン技術を融合させ、サイクルとしてはGTCCに近い発電効率と、ほぼ100%のCO₂回収を可能にする画期的な技術である。小型の燃焼器の要素試験や冷却翼の要素試験などを経て、50 MWtのパイロットプラントの設計・製造を行って米国テキサス州に納入し、2018年には、実サイクル内で実機と同じ燃焼器を用いた単体の試験を完了した(この特集のp.40-43参照)。

現在、次のステップとしての実証試験を開始したところであり、近未来の適用先として、回収したCO₂を油田に注入して採掘量を回復するEOR (Enhanced Oil Recovery)と発電を組み合わせたプロジェクトに活用すべく、商用機の計画も並行して進めている。米国では、CO₂回収・貯蔵、若しくは有効利用に優遇税制も整備され、実機の成立が期待されている。

このように、火力発電の位置付けや役割は変化していく

が、様々な新たな技術もこれらの変化から生まれている。しかし、火力発電は依然としてエネルギーの基盤であり、豊富なフィジカル技術力に裏打ちされた当社は、変化を受容しながら変革していく。

また、電化は主に小型・分散化により実現されていくと考えられ、節電技術による省エネで、低炭素化に寄与する部分も多い。

当社は、これらの分野で様々な技術を持っていることから、CPSをベースとして、火力だけでなく、総合的なエネルギーシステムとソリューションのプロバイダーとしての役割を果たしていく。

5. 今後の展望

当社は、これまで、各時代の最高レベルの発電技術を適用し、高効率で環境負荷の低い火力発電システムを世界中に供給してきた。火力発電の役割が変わっていく状況の下、エネルギーソリューションプロバイダーとして、あらゆる努力により、信頼性が高く環境負荷の低い機器やサービス・ソリューションを引き続き提供し、電力の安定供給に貢献することが当社の責務である。

当社は、今後も、これらの火力発電事業を取り巻く環境変化を捉え、ビジネスも大きく変化させていく。また、今まで培ってきたあらゆる技術力を生かし、必要な開発を並行して実施しつつ、次世代のエネルギー社会の発展に貢献していく。

文 献

- (1) 経済協力開発機構 (OECD). World Energy Outlook 2017. 国際エネルギー機関 (IEA), 2017, 763p.
- (2) 竹内純子編. エネルギー産業の2050年: Utility3.0へのゲームチェンジ. 東京, 日本経済新聞出版社, 2017, 157p.
- (3) 資源エネルギー庁, エネルギー基本計画. 経済産業省, 2018, 105p.
- (4) 資源エネルギー庁, 2030年エネルギーミックスへ向けた対応について～全体整理～. 資源エネルギー庁, 2018, 20p.
- (5) 高橋武雄. 超臨界CO₂サイクル発電システム. 東芝レビュー. 2013, **68**, 11, p.36-39.
- (6) 立石 学, ほか. 世界最高の発電効率63.08%を実現した中部電力(株)西名古屋火力発電所7号系列の総合運転開始. 東芝レビュー. 2018, **73**, 4, p.51-54.
- (7) 東芝エネルギーシステムズ. “私たちは将来の成長エンジンの核となる技術を創造し、持続可能な社会を目指します”. 研究開発. <https://www.toshiba-energy.com/thermal/rd/index_j.htm>, (参照 2019-01-28).
- (8) 東芝エネルギーシステムズ. “超臨界CO₂サイクル火力発電システムのパイロットプラント向け燃焼器初着火”. プレスリリース&ニュース. <https://www.toshiba-energy.com/info/info2018_0615.htm>, (参照 2019-01-28).



島田 秀顕 SHIMADA Hideaki
東芝エネルギーシステムズ(株)
パワーシステム事業部
日本機械学会・日本エネルギー学会会員
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.