

平成24年（2012）5月7日（月曜日）第6788号

特集号

『世界の電力政策と火力発電技術の動向』

一般社団法人 火力原子力発電技術協会
専務理事 船橋 信之

- 1 世界の電力政策と火力
- 2 日本の電源選択の課題
- 3 ポスト福島[○]の火力技術
- 4 機動性向上と経年設備の運用
- 5 今後の電力政策への提言

1 世界の電力政策と火力

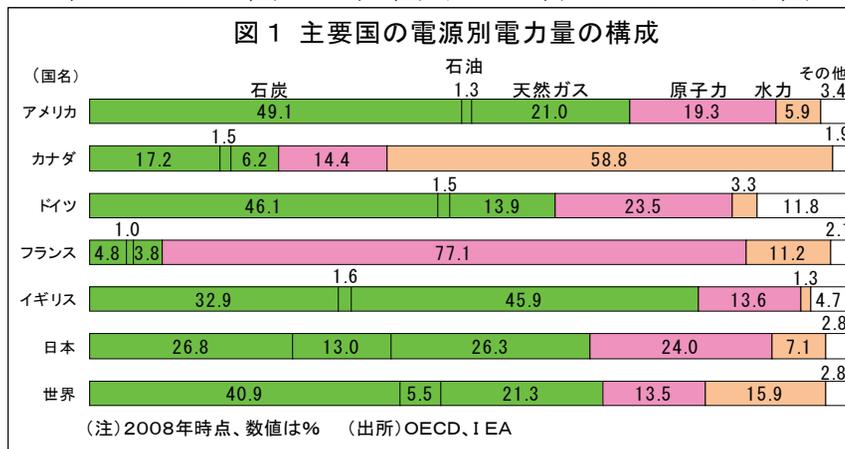
現在、世界各国の電力政策におけるキーワードは、**3E**と言われる**エネルギーセキュリティと環境性と経済性**である。3Eの中では、温暖化対策の環境性が重要視されているように思われがちであるが、電源構成を見てみると各国が確実にエネルギーセキュリティを確保していることが分かるし、むしろ最優先しているとも思われる(図1)。

EUでは20年までに、①温室効果ガス20%削減、②再生可能エネルギー割合20%達成、③エネルギー効率20%改善

―を目指す「20/20/20戦略」を展開しているが、EU各国の電源構成を見ると資源を持たないフランスは国策として原子力を推進し、ドイツやイギリスなどは自国で生産する石炭や天然ガスなど化石燃料中心の電源構成としている。

EU以外の国を見ても、自国でエネルギーを生産する国は自国産エネルギー資源を中心とした電源構成を構築し、エネルギー資源を持たない国は原子力を含む多様なエネルギー資源を組み合わせるなど、エネルギーセキュリティを確実にした上で経済性や環境性の追求を図っている。

図1 主要国の電源別電力量の構成



福島第一原子力事故後、各国の電力政策がどう変化するか注目されるが、これまでのところ政策を転換した国は少ない。脱原子力へ転換したドイツは長い年月をかけて原子力への対応を議論してきており、過去には脱原子力を決定しながらも供給力確保のため原子力廃止を遅らせていた。今回の脱原子力政策でも、メルケル首相は「再生可能エネルギーと省エネの推進に努めるが、迅速に原子力を停止するには、移行期として石炭や天然ガスなどの火力設備1000万kWh、2000万kW分の新設と送電線網の強化が必要」と、現実的な選択を示唆した。イタリアは、慢性的な電力不足を解消するために原子力開発を再開しようとしていたが断念。代替策として、太陽光を中心とした再生可能エネルギーに注力するとしている。しかし、フランスなど隣国から電力を輸入し、EU内でも電気料金が高い上に経済問題を抱えるイタリアが、モンテイ大統領の下で今後どのようなエネルギー政策を展開するのか注目したい。

2 日本の電源選択の課題

30年までに自主エネルギー比率とゼロエミッション電源比率を70%まで高める―として原子力推進を強めた日本の10年改訂エネルギー基本計画だが、福一事故により根本からの見直しが必要となった。供給力を確保するために、省エネ、原子力、水力や地熱を含めた再生可能エネルギー、火力などをどうするか、今まさに多方面から議論がなされているが、ここで忘れてはならない視点を3つほど挙げたい。

1点目は、**エネルギーセキュリティ**の視点である。日本は、エネルギー資源のほとんどを輸入に頼っているため、

エネルギーセキュリティの観点からは選択肢を多く持つことが必要である。再生可能エネを最大限に導入するとしても、残りを火力で賄うには化石燃料の調達リスクや温暖化などの影響が大き過ぎる。遠い将来をどうするかは別にしても、当面は原子力を選択肢とするべきである。原子力を含む多くの選択肢を有することは、1つの選択肢が不能となった場合でも影響を最小化できるし、海外から資源を調達する際の価格交渉力につながる。国の安全保障の基盤となるエネルギーセキュリティをおろそかにすれば、国の主権を脅かされることにもなりかねない。

2点目は**省エネ**である。省エネは日本が得意とする分野で、冷蔵庫や照明など電気機器の省エネやITを駆使した需要サイドの負荷抑制などは大いに期待したいが、一方ではEVやヒートポンプに代表される高効率の電気機器の普及や火力のシステム高効率化など、電化がトータルエネルギーの消費を抑制し、環境改善にも貢献している。系統電力の活用から別のエネルギーシステムの活用へ移行する場合は、その移行が真に省エネとなるのかを十分に検討し、系統電力の抑制がトータルエネルギー消費や環境負荷の増大とならないよう対処せねばならない。

3点目が、**太陽光と風力の導入拡大**に際しての課題である。電気が欲しい時に発電してくれるとは限らない太陽光や風力には、バックアップ電源のサポートが不可欠である。バックアップを蓄電池に求めれば、未だ高い発電コストはさらに高くなるため、まずは揚水や火力など既存の系統電源にバックアップ機能を求めることが経済的であり現実的である。従って、太陽光と風力の導入可能性を拡大するに

は、火力の機能向上を行うことが必要だ。後述するように、太陽光と風力の導入で共に先行するEUの電力事情が、その重要性を示唆している。

今後の日本の電源選択の議論では、原子力の減少と省エネ&再生可能エネ拡大が注目されがちだが、国の安全保障を確実にするためにも電源構成を多様化すると共に、実質的に供給力を支える柱となる火力技術について、正しく評価することが必要である。

3 ポスト福島火力技術

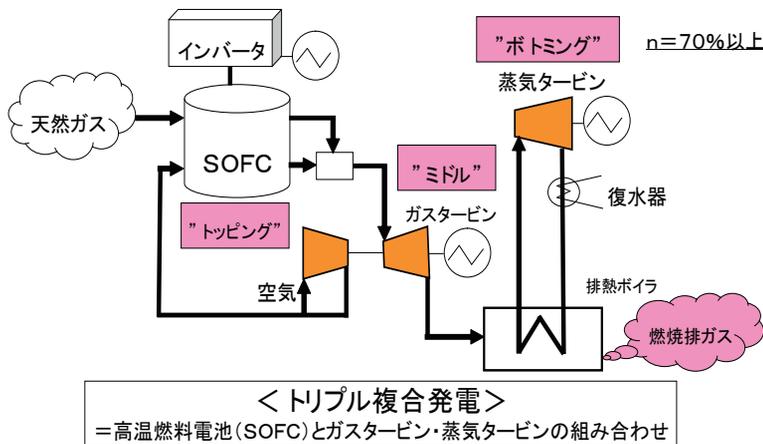
ポスト福島において供給力の中核となる火力技術には、安定供給を支えることと併せて、電源としての低炭素化と、太陽光や風力のバックアップ機能が求められる。この流れはEUも同じで、世界的なトレンドとなりつつある。

電源としての低炭素化には、**低炭素燃料へのシフト**、**CO₂の分離回収貯留(CCS)**、**発電効率向上の3つ**がある。最も低炭素な化石燃料である天然ガスは原子力の減少に伴いシェア増大が期待されるため、エネルギーセキュリティの観点から輸入国の分散化が重要となる。一方、CCSは技術以外にも解決すべき課題が多く、将来の技術と考えるべきである。3点目の発電効率向上は、無資源国である日本が継続的に取り組んできた分野で、日本は世界的に高い技術水準にある。ここでは、注目される最先端の火力技術として、**GTC&AIUSC(先進超々臨界圧発電)**の2つの火力技術の開発動向を紹介する。

まずは、近年の天然ガス火力のスタンダードとなったGTCCだが、導入が始まった90年代はGEが圧倒的に技術

500℃超の開発には
 1300℃級の技術で
 世界市場を押しさえ、
 500℃超の開発には
 少し距離を置いてい
 ます。また、シーム
 蒸気タービンの温度
 力条件を向上させた
 500℃級GTCCに
 より、システム効率
 60%超を達成する
 効率面で存在感を
 示す一方、市場経
 済優先のGEは1500
 級の開発よりも成
 熟した1300℃級
 の世界市場を押し
 さえ、500℃超の
 開発には少し距
 離を置いてい

図2 トリプルコンバインドサイクル発電(LNG)



(出所)12thCEEシンポジウム『大規模火力発電の高効率化』(金子祥三)

をリードしていた。その後、三菱重工をはじめ、日本の重電メーカーや欧州のシームエンスなどがGEと競合するまでに技術力を向上させ、最新鋭のGTCCは発電効率60% (LHV) に達する高いレベルにある。GTCCは、さらなる効率向上が期待できるが、現在の技術開発の取り組みには各社の特色が出ている。

三菱重工は、発電効率の重要な要素であるGT燃焼温度の向上技術で一步リードしている。最新鋭機の1500℃級を大きく上回る1700℃級の開発を国家プロジェクトの下で行っており、さらに個体電解質型燃料電池(SOFC)を加えたトリプルコンバインドサイクル方式(下図2)により、発電効率70%以上を目指している。

る。いずれにしても、60%を超える高い発電効率の実現は化石燃料、特に天然ガスを電気エネルギーに変える大規模系統電源の価値を高めており、今後のエネルギーシステムの中核となる。

一方、A-USCは、蒸気タービンの蒸気条件を従来の600℃級から700℃級に高めることで発電効率50%以上を目指す技術。主に石炭ボイラへの適用が考えられており、700℃の高温に耐えられる材料の開発が課題だ。かつては先行していた欧州が開発に手間取り、現在では日本が先行している。また、石炭をガス化してGTCとする石炭ガス化複合発電(IGCC)でも、日本の技術が実用化を迎えつつある。両技術を比べると、発電効率はIGCC、建設コストなど経済性ではA-USCが優位だ。石炭を輸入に頼る日本はIGCCも有望な選択肢となるが、ドイツなどの産炭国ではA-USCが優位と考えられている。

4 機動性向上と経年設備の運用

次に注目すべき技術が、系統電源としての火力の機動性向上である。重要な社会インフラである電力系統の安定性確保のためには、太陽光や風力の不確実性を補う機能が必要となる。太陽光と風力のシェアが数%程度なら現行火力の機能で十分だが、今後のシェア拡大に向けて負荷変化速度、最低負荷、起動時間―など機動性の向上が必要となる。

このことを思い知らされた事例が09年のドイツにある。ドイツはこの年、それまで吹いていた強風が広範囲で急に止み、その後5週間にわたって風が吹かなかったことがあった。この時の急激な出力低下を揚水発電や火力の出力

アップで対応したが容量が足りず、停止火力の緊急起動も間に合わず隣国から電力を緊急輸入して対応した。この経験から、EUの技術者は系統電源の柔軟性を重要課題と位置付け、揚水の増設に加えて火力プラントの起動時間短縮、最低負荷の低減、負荷変化速度の向上―など、機動性改善に取り組み始めた。日本は隣国から電力を輸入する術を持たないだけに、今後、太陽光や風力の導入が本格化する際、火力の機動性向上がより重要な課題となる。

また、経年設備の運用保守技術も重要である。需給調整機能を担う火力は、石炭火力などランニングコストの安い設備が優先的に稼働するため、稼働率が極めて低いピーク対応には減価償却の進んだ経年設備が用いられる。経年火力を最新鋭の高効率火力へと積極的にリプレースすべき―との声も聞くが、積極的な設備投資は減価償却を終えていない設備の稼働率を低下させ、結果的に電力設備の投資環境を劣化させる。今後は、太陽光や風力の導入拡大により需給調整火力の稼働率はますます低下するため、安定供給と安価な電気料金の維持に向けては、経年火力を確実に保守し、合理的に運用することが必要となる。電力自由化などの市場経済主義が進むと、多大な投資と長い回収期間が必要である電源設備への投資インセンティブは低下し、結果として経年設備を活用する地道な技術が重要となる。昨夏、火力のトラブルが話題となったが、火力の現場では常に需給状況を見て、週末や場合によっては平日深夜に修理を実施するなど、これまででもトラブルと付き合いながら経年火力を現場技術で活用している。今夏も同じような場面があるだろうし、この現場技術がさらに重要となってくる。