

高久 和重
TAKAKU Kazusige

新電気事業法^(注1)の施行により自己責任原則と競争原理の導入が図られ、火力発電設備の信頼性を確保したいっそうのコストダウンが求められている。しかし、現在の火力発電所の大半が経年火力であり、かつ、比較的寿命の短い高温部品をもつガスタービン台数が増加したことから、これらの長寿命化を含めた合理的な設備運用が現在の重要な課題である。さらに、地球環境問題からCO₂の削減も既設火力における今後の大きな課題の一つである。

このような課題に対し、当社は既設火力の出力・効率向上技術、リパワリング、長寿命化技術、信頼性・保守性向上、定期検査（以下、定検と略記）合理化技術の開発に努め、成果を上げている。

There are strong calls from various fields for the improvement of thermal power plant performance and reduction of costs. However, a large portion of Japan's electricity supply depends on aged power plants. To reduce maintenance costs, the optimization of maintenance is necessary.

Toshiba has been studying refurbishment technologies and advanced maintenance technologies for thermal power plants. Useful results benefiting the industry have been obtained from these studies.

■ 経年火力の割合は今後も増加

わが国の電力の大半を火力発電が担っている。しかし、これらの多くは建設後20年以上の経年火力であり、運転時間が10万時間を超えるプラント数が75%を占めている。その内訳を見ると、10~15万時間の運転

プラントが29%で、15万時間以上運転しているプラントは46%となっている（図1）。

今後、新設火力の建設、スクラップアンドビルトがあるとしても、今後も経年火力の割合はますます増

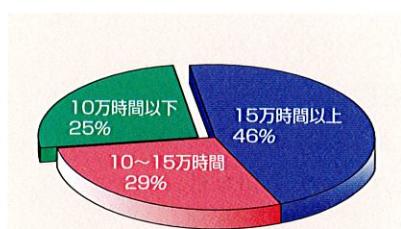


図1. 国内火力発電所の運転時間別台数比率 10万時間以上運転しているプラント数の割合は75%を占めている。

Number of thermal power plants in Japan categorized by operating hours

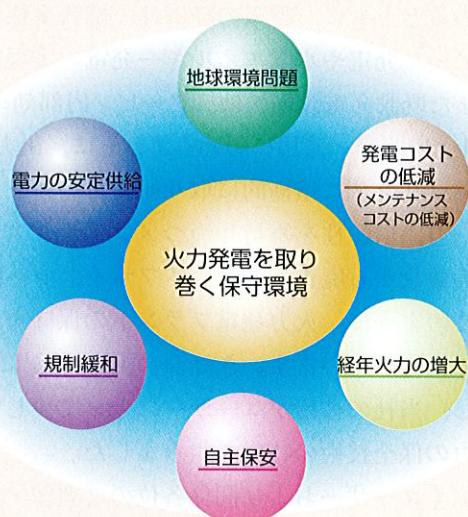


図2. 火力発電を取り巻く保守環境 火力発電の保守は大きな課題に直面している。
Environment of refurbishment and maintenance technologies for thermal power plants

（注1）新電気事業法

電気事業法は、制定以来約30年が経過し、技術進歩による保安レベルの向上、自己責任原則の認識の高まりなど、電気保安を取り巻く環境は、この間に大きく変化した。これらの状況を踏まえ、95年4月に電気事業法が改定され、同年12月に政省令の改定とともに施行された。

加するものと考えられる。

■ 長期保守計画が重要

電力の安定供給とトータルメンテナンスコストの低減の両立が火力発電の保守をとりまく大きな課題である（図2）。この解決策の一つとして長期保守計画がある。これは各機器の点検歴、検査結果、寿命診断結果およびプラントの運用計画に基づき、検査計画、機器の更新、保全

技術の適用をめりはりをつけて長期的に策定し、着実に実施するものである。

このためには、プラントの寿命をあらかじめ定め、ボイラ燃料およびプラント効率を考えた合理的な設備運用が基本となる。また、機器の点検履歴、取替え実績をふまえ最新の保守技術を取り入れることにより保守の効率化を図る（図3）。

長期保守計画には次の利点がある。

- (1) ライフサイクルで保守費の累積が算出できるため、種々の保守計画での保守費の定量的比較が可能
- (2) あらかじめ取替えが計画されている部品については、積極的に点検範囲の見直しや点検・検査の省略も可能
- (3) 保守計画の優先順位づけが可能

この一つの例として主要部品の長期取替え計画の例を図4に示す。これは多くの取替え実績から得られた平均的な部品の寿命とプラントの運用による予想運転時間から取替え時

期を策定したものである。

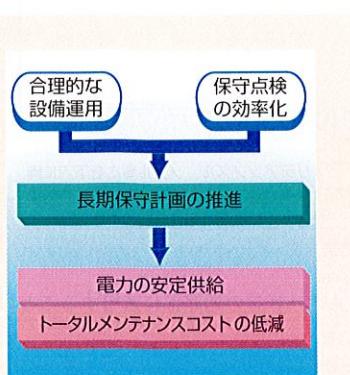
■ CO₂低減技術：環境との調和を目指して

既設火力をとりまく課題として地球環境問題が近年ますます重要になっている。火力発電においてCO₂低減に寄与するためには、プラント性能を改善して燃料消費量を低減することが有効である。

具体的なCO₂低減としてはタービン性能向上、リパワリングによる性能向上が特に有効である。

■ タービン性能向上

当社は1973年のオイルショックを契機として第一世代の性能向上技術を開発し、多くのプラントに適用して良好な結果を得た。また、90年以降の地球環境問題からさらなる高効率化を目指して第二世代の性能向上技術が開発され、実機に適用されつつある（図5）。



Long-range maintenance plans for aged thermal power plants

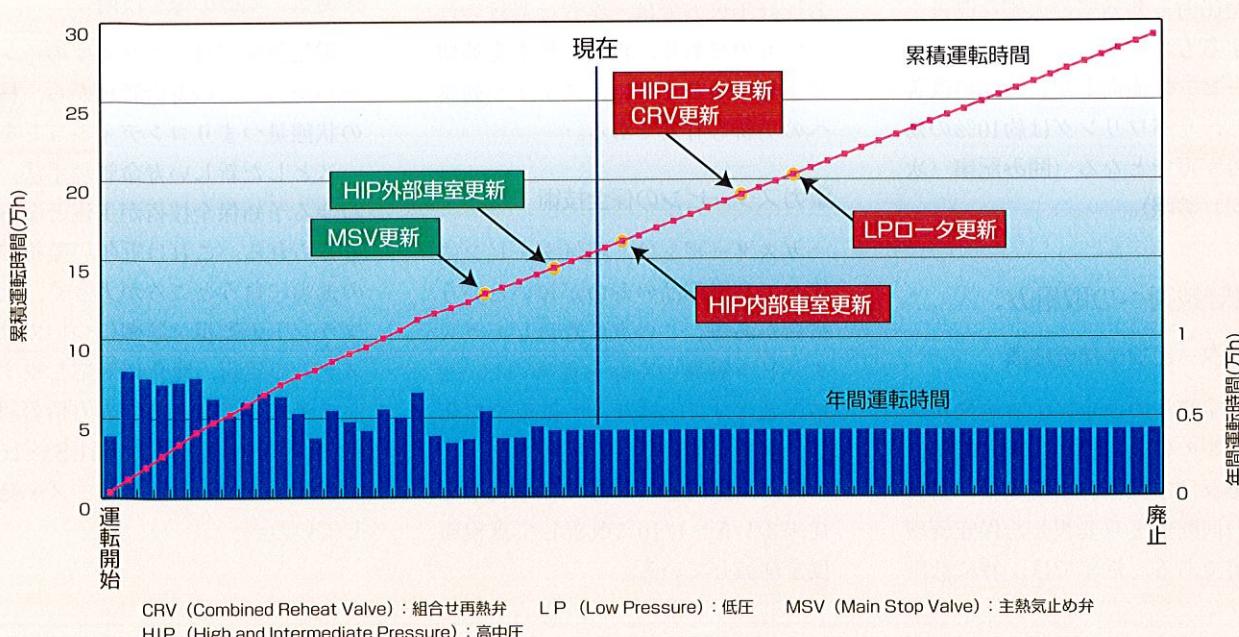


図4. 主要機器の取替え計画の例　年間の運転時間に応じて主要機器の更新計画を検討することができる。
Renewal plan for turbine major parts

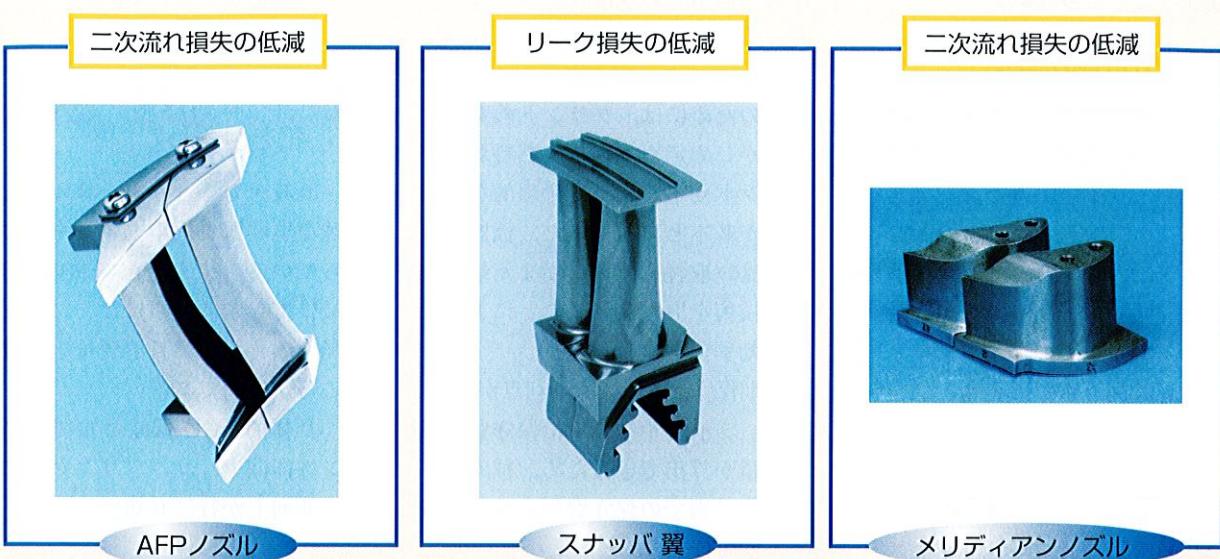


図5. タービンの第二世代性能向上技術 第二世代機能向上の要素技術を示す。これらを蒸気タービンの通路部に適用することによりプラント性能が改善され、燃料消費量が少なくなる。
Advanced turbine nozzles and blades offering high efficiency

■リパワリング

リパワリングは、既設火力発電所にガスタービン発電設備を追加して複合サイクルに改造することにより、増出力、熱効率の大幅な改善を実現するものである。

タービン性能向上が1~2%の改善に対し、リパワリングは約10%の効率改善が可能となる（囲み記事（次ページ）参照）。

■保守技術への取組み

■蒸気タービンの保全技術

電気事業法の改定による定期インスペクションの延長に伴い、出力維持に影響を及ぼす機器および車軸・動翼などの回転体を重要視した保守管理が必要である。近年では、特に低圧

車軸のホイール植込部の腐食に起因した損傷が発見されている。また、給水ポンプ駆動タービンの回転体にも同様に腐食による損傷が見られる。経年火力では、腐食は避けられないものであり、点検・検査を適切に実施するとともに、スナッパ動翼への更新も有効である。

■ガスタービンの保全技術

ガスタービンは、蒸気タービンに比べて高温部品の寿命が短いという宿命がある。この点に着目してガスタービン動翼の寿命を従来の1.5~2倍に延ばすHIP処理^(注2)技術を開発し、適用している。

また、燃焼器に対しては摩耗率を従来の1/5~1/10に改善して点検頻度を削減している。

このほかにガスタービンの損傷形態に応じた適切な寿命評価手法を開発し、実機に適用している。

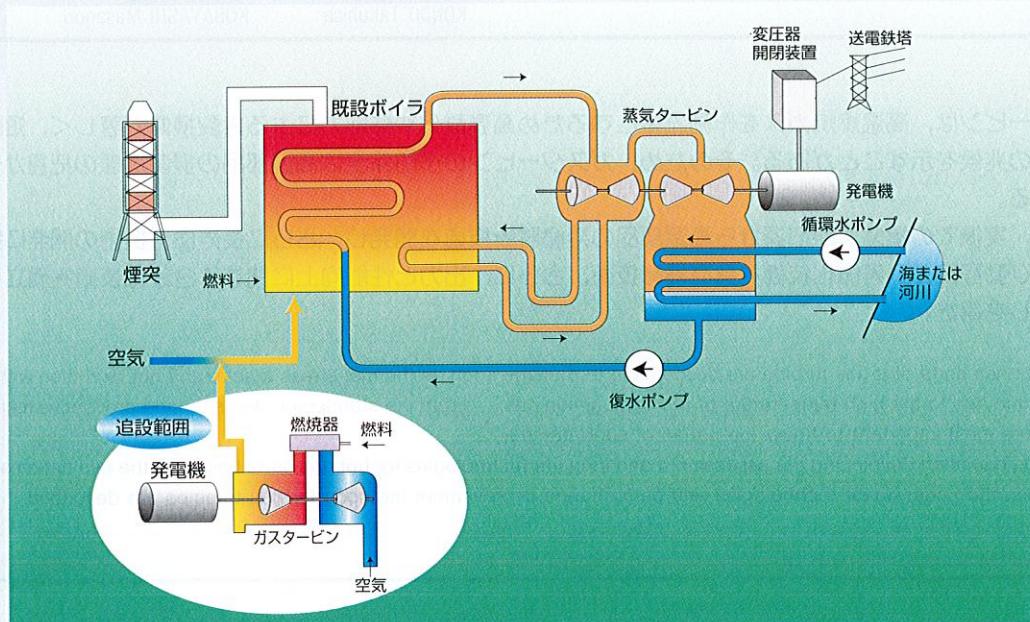
■電気、制御の保全技術

電気設備では、これまでのインターバルベースの寿命管理から、機器の状態量つまりコンディションをベースとした新しい寿命管理手法、いわゆる予知保全技術が主流となると考えられる。これは近年の監視技術の進歩に負うところが大きく、火力プラントの監視・制御についてはシステムの更新、変化に対応しやすいシステムの構築として火力情報制御システムGSXP (Global System neXt Power Plant) シリーズを発表している。

(注2) HIP (Hot Isostatic Pressing) 処理

ガスタービンは高温ガスの中で高速(3,000~3,600rpm)で回転するため、運転時間の増加とともに動翼内にミクロの内部欠陥が発生する。この動翼を1,000気圧・1,000°C以上の容器の中に入れて保持することで、発生した内部欠陥を除去し強度を回復させて寿命を従来の1.5倍~2倍にまで延ばす技術。

既設火力発電所のリパワリング



リパワリングは、ガスタービン設備を既設火力発電所に追設する技術である。

新たな発電所を建設する場合に比べ、短期間でかつ経済的に出力アップと大幅な熱効率改善を実現できる。近年はさらに、既設火力の有効活用とCO₂低減を同時に達成する技術として

評価されている。

図は日本国内で採用されているリパワリングの一例である排気再燃式のシステム概念を示す。

追設したガスタービンの高温ガスを既設ボイラに導入することにより、熱回収を図るとともに、排ガス中に含まれる未燃焼の空気をボイラでさらに燃

焼させる。ヨーロッパで数十プラントの実績があり、わが国でも現在7プラントでこの排気再燃式が適用され運転されている。

燃料の面からはLNG（液化天然ガス）が最適であり、より高効率化を図ることにより地球環境に配慮した発電システムを提供できる。

■ 定検合理化技術、設備診断・保守支援システム

火力発電設備の定検期間の短縮技術、機器の分解・組立ての作業改善技術および省力化技術に対するニーズにこたえるためにロボット化、油圧化および現地修正加工技術の開発適用を行い、合理化、近代化を図っている。また、機器の異常状態検知あるいは異常兆候検出の高度化や、現場巡回点検業務の省力化などが、より強く求められている。なかでも、プラントの健全性を診断し、それに応する保守業務を支援する新しい信号処理手法やデータ管理手法の適

用とシステムの構築は重要である。当社では、80年代からの豊富な経験とノウハウを基に、設備診断・保守支援システムの開発を進めており、成果を上げている。

管理による劣化予知を行うデータベースシステムや、運転中の異常兆候を発見する設備診断システムを活用した予知保全技術の高度化が図られていくものと考えられる。

■ 今後の技術

経年火力に対する保守はいっそうのコストダウン技術を含め地球環境問題対応技術がますます重要となっている。

これに加えて、国内火力蒸気タービンの今後の保全技術は、寿命診断から発展した予知保全に進み、傾向



高久 和重
TAKAKU Kazushige

火力事業部 火力改良保全技術部 部長。
火力発電プラントのエンジニアリング業務に従事。
Thermal Power Systems Div.