

火力発電設備の予防保全技術体系

Preventive Maintenance Technology for Thermal Power Plants

青木 逸郎* *Itsurō Aoki*

小野寺勝重* *Katsushige Onodera*



東北電力株式会社仙台火力発電所 運転開始以来20万時間以上にわたり、良好な運転を継続している。

わが国の火力発電設備は、原子力発電設備と並んで年々増加する電力需要を支えている。

火力発電設備での予防保全活動は、良質な電力の安定供給を目指して展開されており、運転経歴の長い設備やDSS(Daily Start-Stop：毎日起動・停止)運転など厳しい運転条件に伴う機器の劣化、損傷などを事前に診断し、対策を立てるよう計画的に実施されている。

タービン、ボイラなどの主機だけでなくポンプ、熱交換器、電気設備などの補機も含めて総合的に予防保全計画を立案し、経年劣化診断や新技術の適用、事故再発防止対策の水平展開などを行っている。

予防保全技術は、火力発電設備の信頼性を維持し、向上させる鍵(かぎ)となる技術であり、今後とも重要課題として開発を推進していく。

* 日立製作所 日立工場 工学博士

1 はじめに

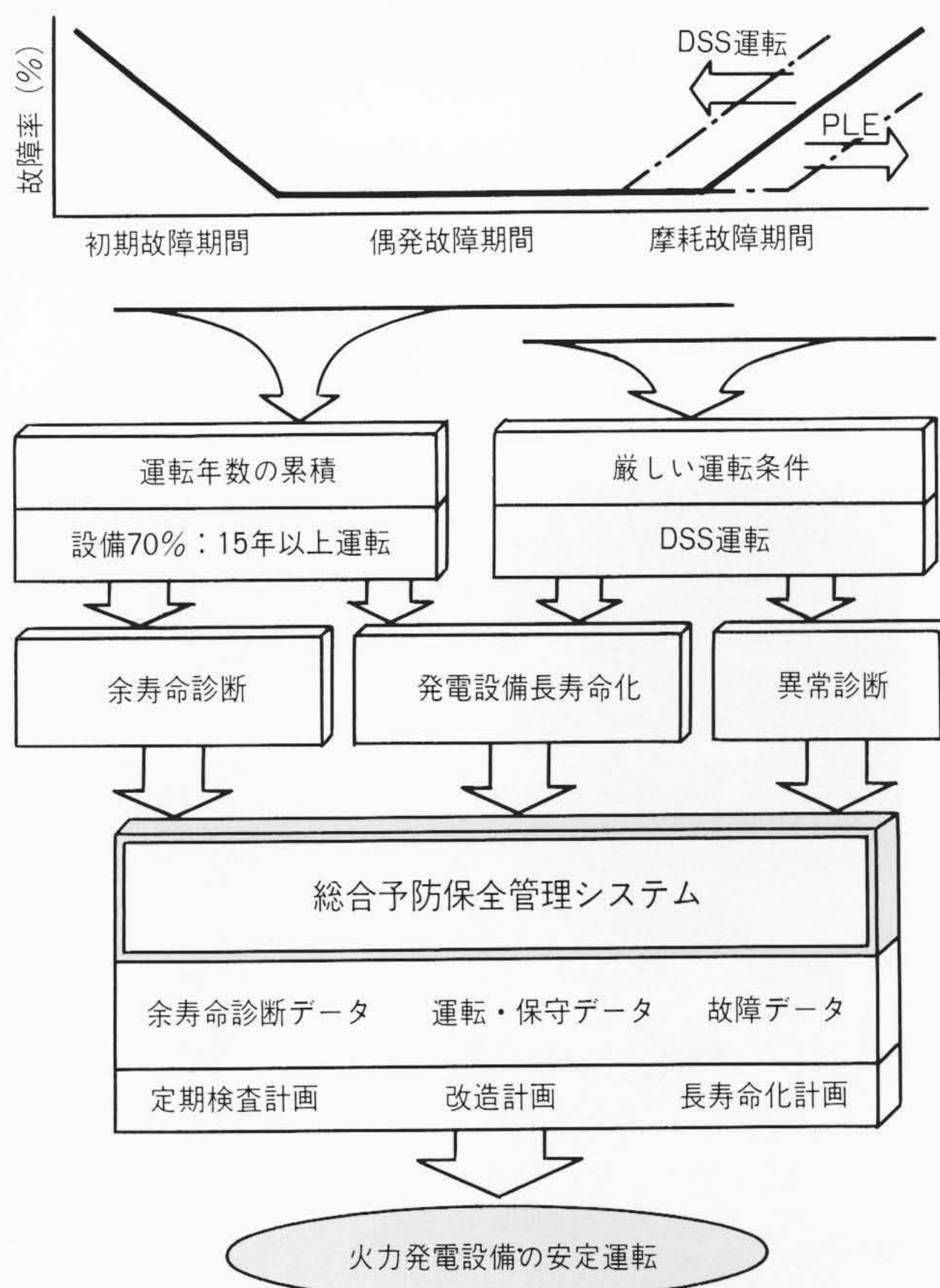
わが国の火力発電設備の発電電力量は、総発電電力量の約62%を占め、電力供給の要(かなめ)となっている。火力発電設備は、1960年代から水力発電設備をしのぐ勢いで建設され、主にベースロード運転が行われていた。現在、原子力発電設備がベースロード運転となり、火力発電設備は、DSS(Daily Start-Stop)運転あるいはWSS(Weekly Start-Stop)運転が行われている。この運転条件によって発電設備内の各機器は、起動・停止回数の増加に伴う熱疲労や摩耗などの現象が発生している。

火力発電設備では、運転年数の累積とともに運転条件の変化による機器の疲労、損傷などによって劣化が加速されているため、機器の状態を診断し、故障前に対策を立てることが重要となっている。このため日立製作所は、火力発電設備のタービン、ボイラ、発電機などの主機および電動機、ポンプ、熱交換器、電気設備、制御設備などの補機も含めたプラントトータルの健全性維持を目的に予防保全技術の開発を行い、異常診断や余寿命診断と信頼性向上対策として新技術や新材料の適用などを実施している。

予防保全の計画的推進には、火力発電設備の総合予防保全管理システムを用いて、異常診断と余寿命診断のデータなどを管理し、定期検査計画やPLE(Plant Life Extension:長寿命化計画)などの長、中期設備保全計画の立案などを行っている。

火力発電設備の運転条件と総合予防保全管理システムの必要性を図1に、総合予防保全管理システムを図2に示す。

ここでは、火力発電設備の予防保全技術の中で、停止中および運転中の異常診断技術と余寿命診断技術などについて述べる。



注：略語説明 DSS (Daily Start-Stop)
PLE (Plant Life Extension)

図1 火力発電設備の総合管理システムの必要性 電力の安定供給を目指して、予防保全活動を総合的に展開している。

2 予防保全技術の体系

予防保全技術の適用目的は、設備の計画外停止の防止と定期検査期間の短縮を図り、さらに長寿命化対策による設備更新などとともに電力の安定供給に寄与することである。

予防保全技術は、経年劣化診断技術と信頼性向上技術

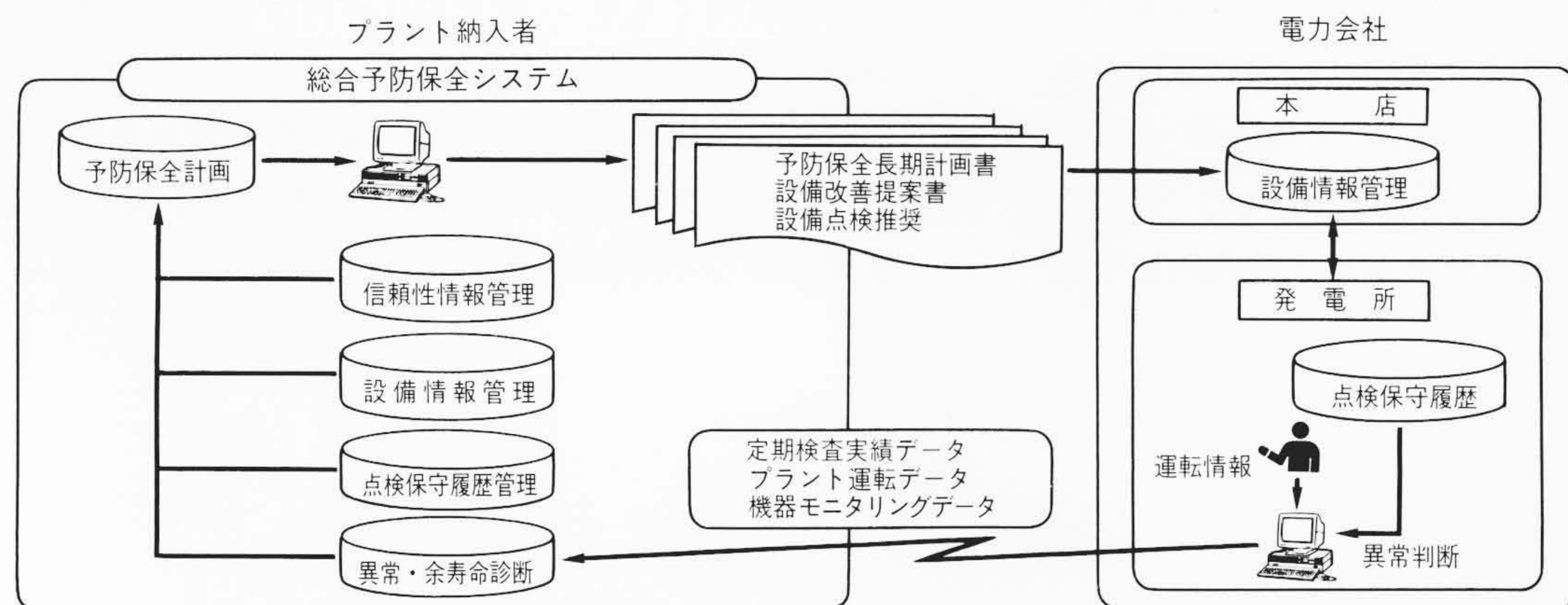


図2 総合予防保全管理システム このシステムによって異常診断と余寿命診断のデータに基づく予防保全計画および類似事故の再発未然防止などを図る。

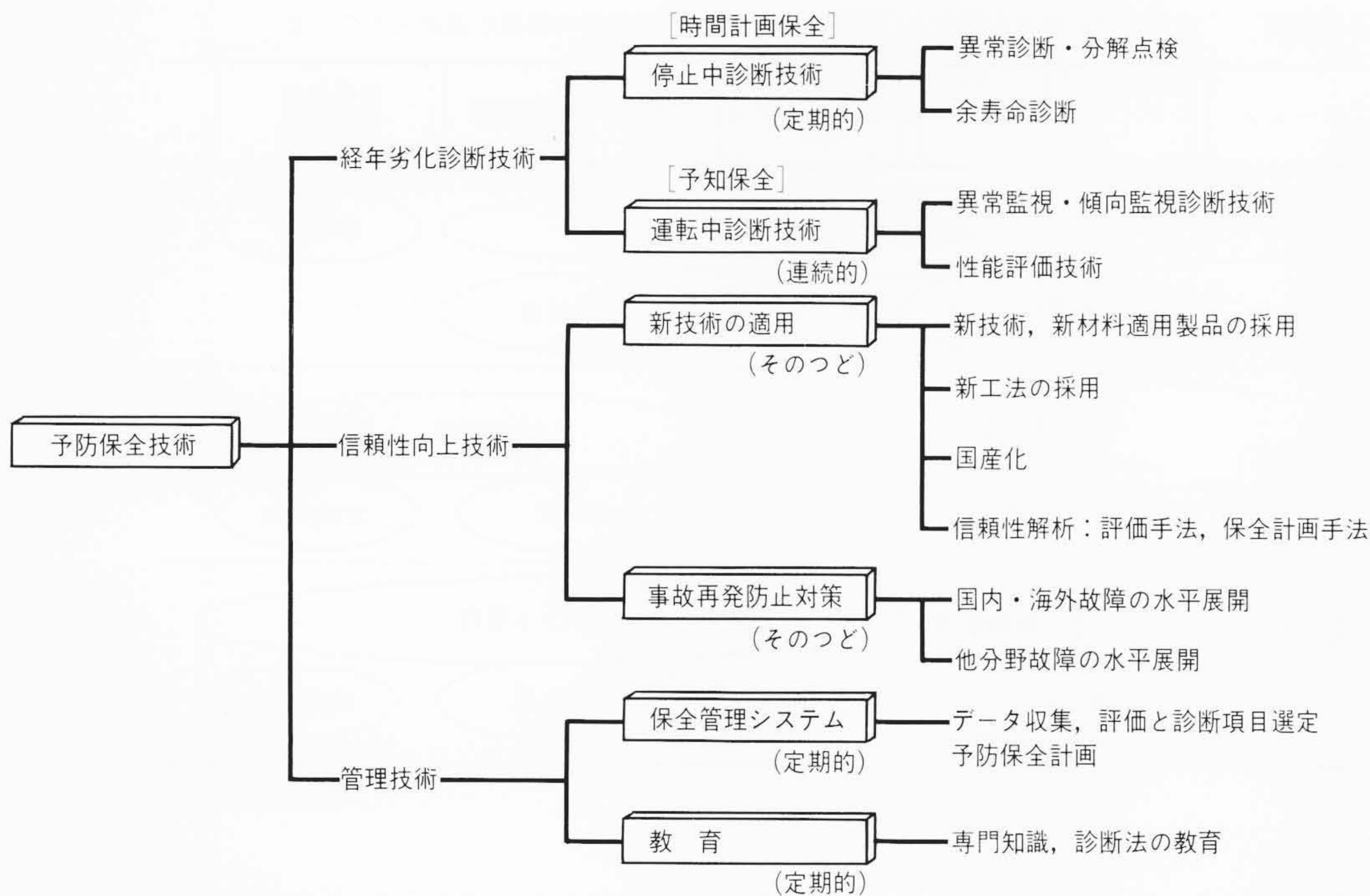


図3 火力発電設備の予防保全技術体系
予防保全活動では、発電設備のアベイラビリティ向上のため、経年劣化診断技術や信頼性向上技術などを総合的に活用している。

および管理技術に分類することができる。さらに、経年劣化診断技術は、停止中に行われる機器の異常診断技術と余寿命診断および運転中に行われる異常監視診断技術に分類される。

信頼性向上技術には、新技术の適用と事故の再発防止対策や信頼性評価技術などがある。

管理技術には、運転データ、保守データの収集および評価がある。火力発電設備の予防保全技術体系を図3に示す。

3 予防保全技術の開発

3.1 停止中異常診断技術

停止中異常診断技術は、定期検査で機器の分解、点検のときに適用される。機械系では、材料の劣化診断を主に超音波探傷検査法などで行い、電気系では、静特性劣化診断などで行っている。

これらの劣化診断に必要なデータは、材料や構造物の劣化特性であり、機器の点検結果と照合して異常診断が行われる。

3.2 余寿命診断技術

余寿命診断の目的は、機器の残存寿命を予測し、故障発生前に修理あるいは交換することである。

余寿命診断技術では、診断部位の劣化メカニズムの解明から行う。劣化状態を評価するために、電気抵抗法や

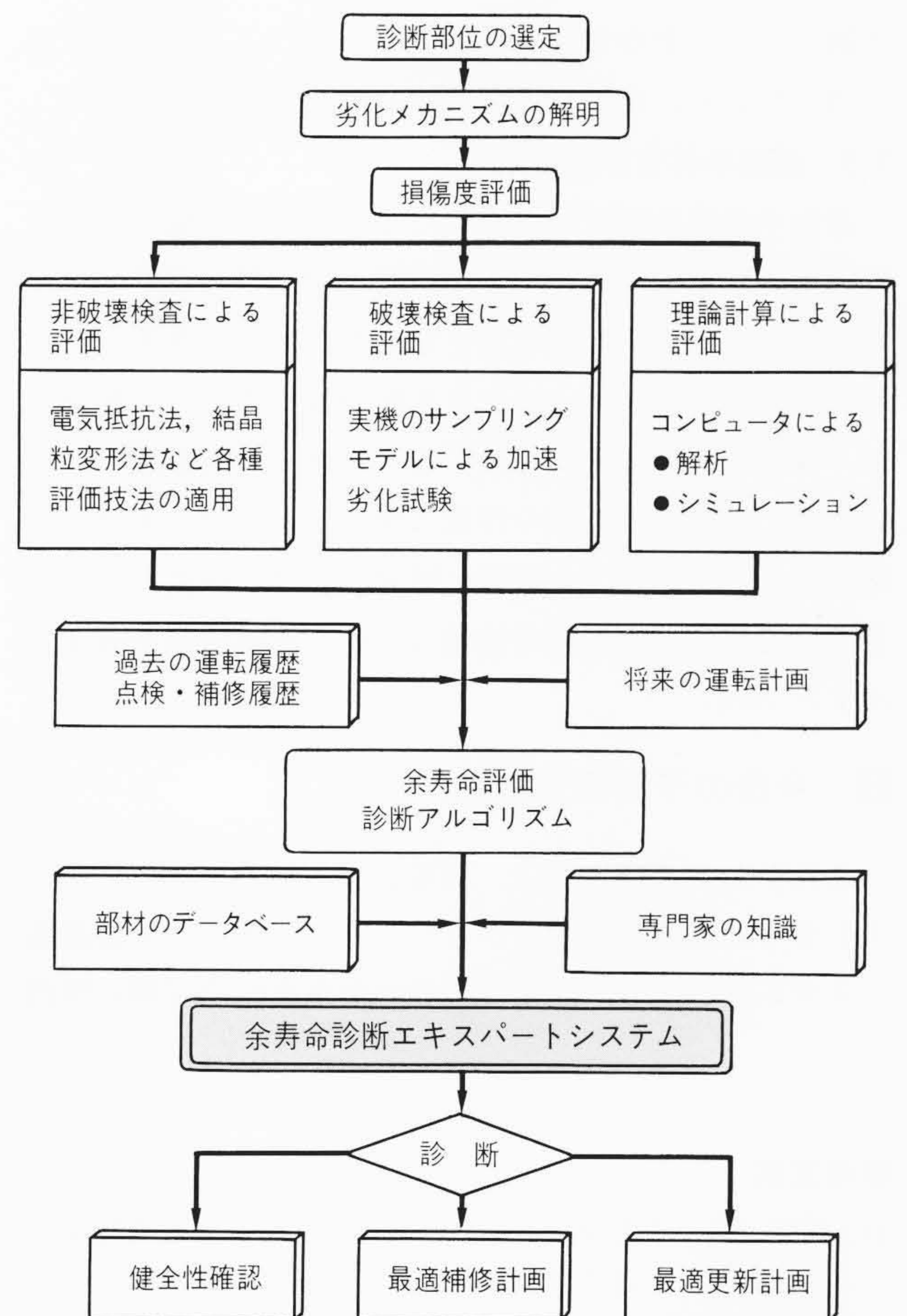


図4 余寿命診断のプロセス 機器ごとの劣化メカニズムをもとに故障兆候を検出し、診断する。

表1 診断技術の主要項目 火力発電設備の主機および補機も含めて、診断技術の開発が進められている。

機器	タービン	ボイラ	ポンプ	熱交換器	発電機	電動機	電気機器・ 制御機器
診断							
停止中異常診断	超音波探傷検査						静特性
	管清掃ロボット			き裂検査			
余寿命診断	非破壊検査法 軸 管 軸 管				絶縁診断		
					軸受診断		定期交換
運転中異常診断	振動監視		振動監視		トレンド管理		
	監視ロボット				振動監視		信号診断

結晶粒変形法などの非破壊検査法によって検査し、材料の劣化特性データと比較したり、運転履歴や保全履歴と照合する。その上で将来の運転計画などを基に余寿命の予測を行う。余寿命診断には、エキスパートシステムを適用している。余寿命診断のプロセスを図4に示す²⁾。

3.3 運転中異常診断技術

運転中異常診断技術の適用により、発電設備の運転中に異常兆候を検出して、予備系統に切り替えることなどが可能なので、早期に対策を立てることができる。この運転中異常診断によって異常兆候が検出されない場合には、保全作業を行わないとする予知保全方式が適用できるので、保全費の低減や作業に伴うヒューマンエラーの防止などの点から、今後特に開発が必要な技術として注目されている。火力発電設備の主要な診断技術を表1に示す。

4 今後の予防保全技術

これからの予防保全は、発電設備のライフサイクルコストを考えて、設計段階からシステムや機器の異常診断システムを計画し、運用段階での異常兆候を早期に検出

できるようにすることである³⁾。このことにより、発電設備の計画外停止を防止し、定期検査期間の短縮やヒューマンエラーの防止を図り、良質の電力を発電することができる。

予防保全の設計技術には、異常診断技術のほかに保守作業の容易化、無保守化、ロボットの導入などがあり、今後も開発を進めていく。

5 おわりに

火力発電設備の予防保全技術として、機器の異常診断技術と余寿命診断などの基本的な技術体系、およびその概要について述べた。

今後、経年火力発電設備がますます増加する傾向にある。この経年設備の保全を効果的、経済的に実施するためには、日常の運転監視や巡視点検に始まり、定期点検、異常診断、余寿命診断などがいっそう重要となる。これらの評価をもとに計画的に適切な予防保全措置を講じ、機器の延命化を図ることが必要である。予防保全技術について、電力会社のご指導を得ながら今後とも開発と実機適用を進めていく考えである。

参考文献

1) 竹下, 外: 火力発電設備の総合予防保全システム“New-HIAMPS”, 日立評論, 72, 8, 755~762(平2-8)

2) K. Onodera, et al.: A Successful Preventive Maintenance Program for an Electric Power Plant, 1993

Proceeding Annual Reliability and Maintainability Symposium, IEEE, USA, 146~153(1993)

3) 小野寺: 保全性設計技術, 日科技連出版社, (1990)