

6.2 設備運用管理

この章では、TES4 が設備の維持管理及び高効率運用に努めるとともに、事故の未然防止を図り、電力の安定供給を続けるために必要な運転管理、保守管理、技術管理、在庫管理、燃料管理、安全衛生管理に関して、その現状とこれらの管理を合理的に行っていくための改善策について提言を行う。

6.2.1 運転管理

運転管理とは、発電設備の運用計画、操作、監視、巡視点検ならびに記録、報告、連絡を行い、事故の未然防止に努めるとともに高効率運転のために特に燃焼管理について適切な処置を行うことをいう。

TES4 においても各運転課で様々な取り組みがなされているが、TES4 の運転管理のうち、特に、(1)運転員の運転監視技術の向上、(2)運転技術文書の整備、(3)運転直引継と所内情報伝達方法の改善、(4)運転データ管理手法の改善、(5)作業管理手法の改善、(6)事故対応の6項目について、現状とそれに対する提言を行う。

(1) 運転員の運転監視技術の向上

CCR に駐在している運転員は、指示計、記録計、CRT、警報窓等の各種監視装置を通じて、発電所の運転状態を監視している。現場設備を担当している運転員は、発電所内をパトロールしながら、発電所の運転状態を監視している。そして、発電所の運転状態が運用値から外れた場合や何か異常を発見した場合、迅速な対応が求められる。

TES4 の現状	改善策
(監視項目) <ul style="list-style-type: none"> タービン設備とボイラ5号～8号は、指示計、記録計の故障箇所が多く、監視に支障を来していたため、数年前から監視用 CRT を導入し、CRT による集中監視を目指している。 ボイラ設備（1号～4号）は、制御装置が更新され、指示計、記録計、CRT、警報窓等での監視を可能としている。 運転員は主要プロセスデータを1時間毎に記録用紙に記録している。 	<ul style="list-style-type: none"> 主要なプロセスデータで監視不能となっている項目を洗い出し、早急に補修を実施する。 運転員は、主要なプロセスデータの運用値について、理解を深める。 運転員は、負荷帯、炭種の違いによるプロセスデータの変化量を把握する。 運転員は、記録したプロセスデータのチェックを行い、異常が認められた場合に迅速な対応を行う。
(警報値と運転制限値) <ul style="list-style-type: none"> 運転員に警報値と運転制限値に対する理解が不足している。 運転員に警報に対する注意力が欠落している。 運転員が警報発生時の対応策を理解していない。 FDF 等の大型補機のモータには、起動回数（頻度）に関する制限があるが、それが守られていないためにモータ焼損事故に繋がっている。 	<ul style="list-style-type: none"> 運転員は、警報値とその設定値根拠についての理解を深め、警報が発生した場合に取るべき対応策についての理解を深める。 異常発見の為の工夫を行う。例えば CCR 指示計に運用値をマーキング (Fig. 6.2-1 参照) する。 運転員は、警報が発生した場合に運転が継続可能であるか（運転制限値）を判断する力を身につける。（インターロックは、最低限の機器保護であり、あくまで人間のバックアップでしかない。）

TES4 の現状	改善策
<p>(パトロール)</p> <ul style="list-style-type: none"> 各運転課毎に作成し、承認されたパトロール巡回ルートに基づきパトロールを実施している。 聴診棒は、使用していない。 現場の環境（特にボイラ棟）は、昼でもかなり暗い。 懐中電灯等のパトロール用具が不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> 運転員は、ただ漠然とパトロールするのではなく、その機器のチェックポイントはどこにあるのかを把握した上でパトロールを行う。過去の異常発生頻度に応じたパトロールチェック項目の見直しを行う。 異常発見の為に工夫を行う。現場指示計に運用値をマーク（Fig. 6.2-2 参照）する。 運転員は、パトロール中に異常またはその予兆を見落とさないために体調維持に留意し、必要な集中力を維持する。 異常発見時には、直ちにメモを取り、運転員やシフトエンジニアに正確に状況を伝達する。 安全確保の観点からも早急にパトロール用具の整備を行う。（Table 6.2-1 に標準的なパトロール用具リストを記載する。）

Table 6.2-1 パトロール用具リスト

パトロール用具	使用目的
ヘルメット	頭部保護（ヘルメットには名前と血液型及び保有資格のシールを貼る）
安全帯	転落防止
軍手	やけど、切り傷等の防止
点検用保護面	ボイラ炉内の燃焼及び灰付着状況を確認する
耳栓	タービン廻り等の騒音の大きい場所での聴力系疾患防止
防塵マスク	石炭ホッパ、石炭クラッシュャ等、炭塵や埃の多い場所での呼吸器系疾患防止
懐中電灯	暗所での転倒・転落防止
聴診棒	回転機器の聴音による異常発見
各種バルブハンドル	バルブ開閉操作
テスター	通電状態、絶縁抵抗確認
温度測定装置	シートリーク、軸受温度上昇等の異常発見
工具	ボルト、ナット等の緩みチェック、増し締め
トランシーバ	異常発見時の報告、CCR との連絡
メモ帳	異常発見時のメモ

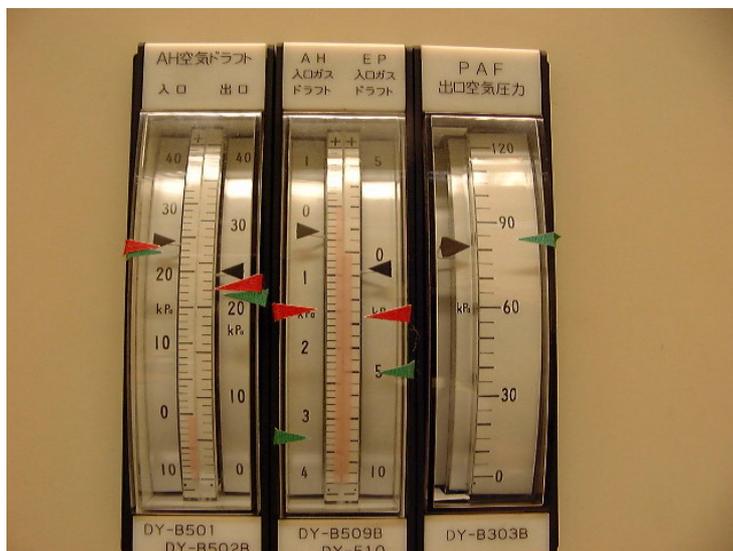


Fig. 6.2-1 CCR 指示計のマーキング



Fig. 6.2-2 現場指示計のマーキング

(2) 運転技術文書の整備

系統線図や運転操作マニュアルの誤りは、そのまま操作上の事故に直結する。設備改造後、改造結果が早急に図面類に反映されることが必要である。（系統変更が図面に反映されていなかったため、配管を切断したら水が漏れてきたとか、最悪の場合、人身災害に繋がることもある。）運転技術文書の整備は大変重要である。

Table 6.2-2 に一般に発電所に整備されている運転技術文書のリストを記載する。これらの技術文書は、事故発生時のトラブル対応はもちろんのこと、これらの文書を整備していく過程で、運転員のレベルアップを図ることができる。

TES4 の現状	改善策
<p>(運転操作マニュアル)</p> <ul style="list-style-type: none"> 各運転課の運転班が運転操作マニュアルの管理を行なっている。 運転操作マニュアルは、各運転課の運転班が技術部や調査部と共同で作成し、補修部や運転部の承認を得ている。 	<ul style="list-style-type: none"> 運転操作マニュアルは、運転部が一元管理し、必要に応じて改定を加える。 実際に運転操作マニュアルを使用する運転員が中心となり、運転操作マニュアル整備のためのワーキンググループを結成し、運転員が使いやすいものに運転操作マニュアルを改善する。
<p>(系統線図)</p> <ul style="list-style-type: none"> 各運転課の運転班が系統線図の管理を行なっている。 新規設備に関しては、運転部各課の運転班が承認図面をもとに新たに系統線図を作成している。 各運転課の運転班が1年に1回、図面と現場の相違点のチェックを行ない、修正した図面は各課の運転課長が承認している。 	<ul style="list-style-type: none"> 系統線図は、運転部が一元管理し、必要に応じて改定を加える。 系統線図は、メーカー図面を集めただけのものでなく、CADを活用し、修正の必要性が生じた時点で、すぐに修正を行なう。 補修部、技術部からの系統図の修正依頼を可能とし、修正年月日、修正理由と共に管理台帳で修正履歴を管理する。
<p>(運転技術文書の保管箇所)</p> <ul style="list-style-type: none"> 運転技術文書は、各運転課の運転班が各運転課長室で管理している。 作業用は、必要箇所をコピーして使用している。 	<ul style="list-style-type: none"> 運転技術文書は実際に運転を行なう運転員がいつでも閲覧できる場所（CCR, ECCR）に常備する。（運転技術文書収納用の書棚を用意する：Fig. 6.2-3 参照）
<p>(その他の運転技術文書)</p> <ul style="list-style-type: none"> メーカーが装置と一緒に納入する取扱説明書には、運転操作方法はもとより、維持管理方法、取付図面等が記載されおり、運転操作マニュアルや補修マニュアルの基となる重要な文書である。TES4 では、図面が残っていなかったり、改造された結果が図面に反映されていなかったり、適正に管理されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 運転操作マニュアルと補修マニュアルをそれぞれ2部整備し、1部を運転部がもう1部を補修部が管理する。 警報処置要領書、設定値根拠は、運転部が一元管理することとし、必要に応じて改定を加えていく。Table 6.2-3 に警報処置要領書、Table 6.2-4 に設定値根拠の記載例を示す。 運転指示書は、運転部の責任で運転員に操作指示を行う場合に発行する。

Table 6.2-2 運転技術文書リスト

文書名	内 容
運転操作マニュアル	起動停止スケジュール表等の運転操作に必要なマニュアル
特殊操作要項	系統の切替操作方法、故障系統のアイソレート操作方法等
系統図	系統毎に別かれている発電所の系統図面集
取扱説明書	各設備の運転、補修に関する取扱手順書、図面等
警報処置要領書	警報発生時の対応マニュアル
設定値根拠	管理値、警報値、運転制限値とその設定値根拠
運転指示書	通常と異なる操作の指示



Fig. 6.2-3 運転技術文書 CCR への保管

Table 6.2-3 警報処置要領書の記載例

取付場所	(電気室) P/C (1 F L) 制御用コンプレッサー本体現場計器箱
取出名称	過電流継電器 (OCR)
設定値	160A, 1,350A, 1,800A
通常値	120A
ANN 名称	制御用コンプレッサトリップ
原因	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電気故障 <ol style="list-style-type: none"> (1) 過電流継電器による制御用コンプレッサトリップ 2. 機械故障 <ol style="list-style-type: none"> (1) 冷却水断による制御用コンプレッサトリップ (2) 潤滑油圧低による制御用コンプレッサトリップ
現象	上記の原因によりトリップし、予備機がバックアップ起動する。
処置	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電気故障の場合は、過電流継電器のリセット操作により、リセット出来ても、故障原因が確認されるまで起動しないこと。 2. 機械故障の場合 <ol style="list-style-type: none"> (1) 冷却水断の原因を調査し、異常がなければ起動し、所定の流量が確保出来ているか確認する。 (2) 潤滑油圧低下原因 (ストレーナの詰まり及び配管漏れ) を調査し、異常がなければ起動し、所定の圧力が確保出来ているか確認する。
備考	ここにはシーケンス、ロジックの参照箇所を記載する。

Table 6.2-4 設定値根拠記載例

計器番号	P I S - E 0 0 2
計測点名称	発電機機内ガス圧力
設定値	$\leq 2.8 \text{ kg/cm}^2\text{g}$
用途	発電機機内ガス圧力低警報
備考	<p>設定値根拠</p> <p>発電機機内ガス圧力が定格ガス圧力 ($3 \text{ kg/cm}^2\text{g}$) より低下すると、水素ガスの熱容量が計画値よりも小さくなり必要な冷却性能を満足しなくなる。</p> <p>具体的には、機内ガス圧力が定格圧力から $0.25 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ 低下すると、定格出力 (184 MVA, 0.85 PF, 14.5 kV) を保持出来ないので、</p> <p>定格機内ガス圧力 ($3 \text{ kg/cm}^2\text{g}$) $- 0.2 \text{ kg/cm}^2\text{g} = 2.8 \text{ kg/cm}^2\text{g}$</p> <p>を設定値とする。</p> <p>尚、発電機容量曲線は別添のとおり。</p>

(2) 運転直引継と所内情報伝達方法の改善

運転直間の引継ぎにおいて重要なことは、発電所の運転状態を的確に引継ぐことである。所内情報は、各種判断の材料であり公開と迅速な伝達が必要である。

TES4 の現状	改善策
<p>(運転直間の引継ぎ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 運転直間の引継ぎは、各運転課の運転員が次の直へそれぞれ個別に引継ぎを行っている。 ● 運転部のシフトエンジニアが発電所全体の不具合事項をまとめて次の直へ引き継いでいる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 引継ぎを受けた運転直は、交代後、その運転直内でミーティングを行い、情報の共有化を図る。 ● 運転員は、引継ぎ後すぐに運転状態の把握に努める。(最低限、発生中の警報、各指示計の値を確認する。) ● 運転員は、引継ぎ後すぐに不具合状況、補修状況の把握に努める。
<p>(所内情報伝達方法)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 運転直から補修班への情報伝達は、毎朝 8:00～8:10 の技術連絡会議にシフトエンジニアが出席し、不具合事項を含めた運転状態の説明がなされ、補修対応策が決定される。 ● 毎日 15:30～16:20 に開催される技術連絡会議において、補修対応結果の報告と発電所全体で解決すべき問題を協議している。 ● 運転部が発電事務所 1 F エレベータ前に毎日の運転状態を掲示している。 ● 毎月第 2 水曜日に発電所の全エンジニア参加の技術者会議が開催され、情報交換を実施している。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 会議の目的を明確にし、司会者を日替わりローテーションにする等、マンネリ化しないような工夫を行う。 ● 会議の参加者は、自由な意見交換を行える雰囲気作りに努める。 ● 会議を時間通りに開始、終了できるようにタイムキーピングに努める。 ● 所内 LAN による情報伝達システムを構築し、発電事務所においても迅速に運転状態の把握が可能なようにする。 <p>※6.1.3 章「コミュニケーション」参照</p>

(4) 運転データ管理手法の改善

運転データの管理は、通常発電所の運転状態をチェックするのみならず、経年的な劣化の把握や定期点検等の補修計画作成のために重要である。

一般的に発電所で管理している運転記録リストを Table 6.2-5 に示す。

運転データのチェックは、運転直と運転部の両方で実施され、運転部でのチェック結果が運転直にフィードバックされるのが望ましい。

Table 6.2-5 運転記録リスト

記録名	内容
運転日誌・日報	プラント主要データの一覧
チャート記録	記録計記録データ
経年変化記録	異常時に比較するための各機器の運転記録
効率管理月報	効率管理データ（目標値に対する実績値）とそれに対するコメント

TES4 の現状	改善策
<p>(運転日誌)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 運転日誌等の過去の運転データは、運転部でチェックした後、資料室に保管されるため、CCRでは過去の運転データを参照できない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運転日誌を直ぐに資料室に保管するのではなく、バインダーにファイルし、運転部のエンジニアがいつでも閲覧できる場所に保管する。 ● 運転日誌は運転部で定期補修周期と同じ4年間保管し、その後資料室に保管する。
<p>(チャート)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 記録計の故障や記録用紙の不足により、動いていない記録計が多数ある。 ● 交換したチャートは、資料室に保管される。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 故障したり、記録用紙の切れている記録計を早急に復旧する。 ● 月毎に決まった日にチャート交換を実施する。 ● 記録用紙やインク等の消耗品を必要数量購入し、消耗品の不足によるデータ欠落を防止する。 ● チャートの保存年限を定期補修周期と同じ4年間とし、運転部のエンジニアが閲覧できる場所に保管する。
<p>(経年変化記録)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 運転員は主要プロセスデータを1時間毎に記録用紙に記録しているが、経年変化記録という観点では記録を残していない。 ● そのため、プロセス値の異常に気付いた場合でも過去のデータと比較ができない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 月1回、プラント安定時にCCR及び現場指示計の内、主要データの記録を転記し、CCRに保管する。 ● 何かプラントに異常が発見されたときにいつから異常の兆候が発生したのかを遡って調査する場合に発電所の経年変化記録は大いに参考になる。
<p>(効率管理月報)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Table 6.2-6 に運転部管理データを示す。 ● 運転員が毎日記録したデータを基に運転部計算グループが効率計算パラメータを算出している。(手計算) ● 効率計算は、10日に1回行い、運転管理値に対する運転状態のチェックを行っている。 ● 毎月1回、計算結果と計算グループとしての見解を効率管理月報にまとめ、運転部部長に報告される。 ● 熱と電気の燃料消費率は、発電所社長、企画部、ERA、主任技術者に報告され、計画に対して超過している場合は、その原因を調査する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 手計算による効率計算をコンピュータによる自動計算に変更し、作業の効率化を図る。 ● 運転部計算グループを技術部に移行する。(6.2.2 技術管理を参照) ● 効率管理月報は、運転部のエンジニアがいつでも閲覧できる場所に保管する。 ● また、効率管理月報は運転員が閲覧可能なようにCCRにも保管し、効率的な運転に対する意識を高める。

Table 6.2-6 運転部管理データ

項目	単位	内容
電力生産量	MWh	送電端電力量+所内電力量 (計算値)
電力供給量	MWh	送電端電力量 (電力計読み値)
熱供給量	Gcal	供給流量と供給温度、戻りの温度
所内率	%	所内電力量は、機器の電力計の合計値
燃料消費率(電気)	g/kWh	電気を供給するのに使用した石炭使用量 ÷ 電力生産量
燃料消費率(熱)	kg/Gcal	(全体の石炭使用量－電気を供給するのに使用した石炭使用量) ÷ 熱供給量
実燃料消費量 (重油)	kt	バーナ1本当たりの使用量、使用本数、時間
実燃料消費量 (石炭)	kt	給炭量、ボイラ平均負荷
比較燃料 (超過)	t	蒸気流量、ボイラ効率、標準燃料 (7,000kcal/kg)
比較燃料 (節約)	t	同上
水・蒸気の損失	%	(化学的に処理されたボイラ用給水－工業用蒸気供給量) / ボイラ給水流量
命令所計画との差 (熱供給)	MWh	命令所計画値－熱供給量 (実績値)
命令所計画との差 (電力供給)	Gcal	命令所計画値－電力供給量 (実績値)
主蒸気圧力	ata	運転パラメータ
主蒸気温度	℃	運転パラメータ
給水温度	℃	運転パラメータ
真空度	%	運転パラメータ
起動回数 (ホットスタート)	回	運転実績
起動回数 (コールドスタート)	回	運転実績
起動回数 (合計)	回	運転実績
タービン稼働率	%	タービン定格値、運転時間
ボイラ稼働率	%	運転時間
ボイラ稼働率 (設計比)	%	ボイラ定格値、蒸気発生量
設計能力の利用時間 (電力)	時間	運転実績
設計能力の利用時間 (熱)	時間	運転実績
平均蒸気生産量	t/h	蒸気生産量、運転時間
平均電力生産量	kW/h	電力生産量、運転時間
ボイラ停止回数	回	運転実績

(5) 作業管理手法の改善

故障機器の停止及び補修工事を安全に施工するために、電源や弁・ダンパの操作を台帳で管理するとともに責任者と操作理由及び期間を閉止機器に表示し、他者が無断で操作することによる感電などの災害や事故を予防する。

一般的に発電所で管理している作業管理台帳を Table 6.2-7 に示す。

Table 6.2-7 作業管理台帳

台帳名	内容
作業管理票	故障機器とその補修状況を記録する
電源ロック管理台帳	作業等でロックしている配開装置の記録
弁・ダンパロック管理台帳	作業等でロックしている弁・ダンパ類の記録

例；電源ロック管理台帳

名称	記号	期間/担当者	期間/担当者	期間/担当者
IDF	P/C-12	2.5-2.10/B 山田	2.8-2.10/T 佐藤	
IDF ダンパ	C/C-14	2.5-2.10/B 山田		
.....				
.....				

TES4 の現状	改善策
<p>(作業管理)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 運転部所属の修理担当エンジニアが直営で修理を行う。 ● 直営修理不可能なもの（部品交換が必要な場合や時間を要する修理）については、朝の運転部ミーティングにおいて協議され、補修方針が決定される。 ● 運転部は、故障記録書に記録番号、故障内容、停止日時を記録している。 ● 補修部は、修理開始日時、修理終了日時、故障原因、修理についての記録、補修に使用した材料名、種類を記載している。 ● 定期補修においては、補修部が作業管理を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直営作業も含めて、補修は全て補修部が行う。（運転部は修理を行わない。） ● 運転部は、異常・故障箇所を発見した場合に「作業管理票」を発行し、補修部に補修を依頼する。 ● 定期補修のように多数の工事、多数の業者が錯綜する場合には、工事計画時点で予定される業者全員を集め、工事内容・工程・安全上の注意事項を確認する。 ● 運転員は、作業上の安全が確認できない場合には、作業許可を出さないようにする。
<p>(電源／弁・ダンパロック管理)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 化学運転課を除き、弁・ダンパロック管理を行っている運転課は見られなかった。 ● 電源管理は全く実施していないため、感電事故が多数発生している。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 作業が錯綜する場合は、電源／弁・ダンパロックの管理が不十分であると感電事故等の重大事故に繋がるため、特に「電源管理要領」「弁・ダンパ管理要領」を定めて、厳密な管理を行う。 ● 電源ロック管理札を Fig. 6.2-4 に弁・ダンパロック管理札を Fig. 6.2-5 に示す。

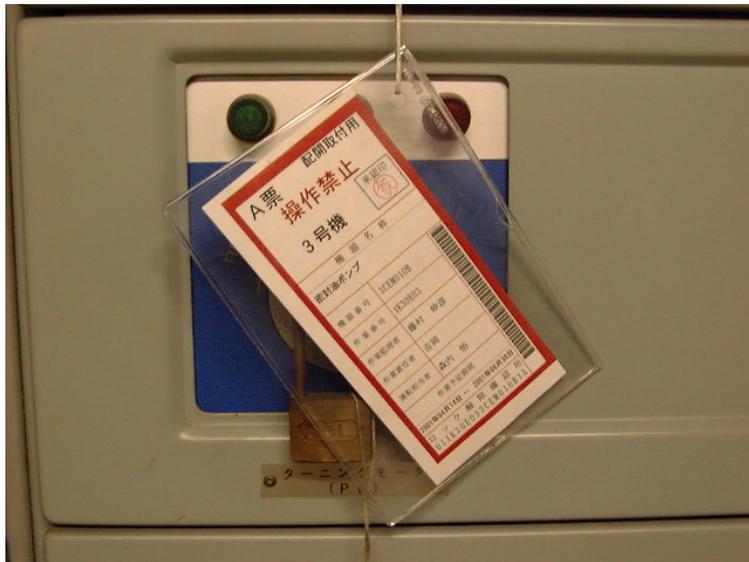


Fig 6.2-4 電源ロック管理札



Fig 6.2-5 弁・ダンパロック管理札

(6) 事故対応

事故が発生した場合、運転直は安全に迅速に操作対応を行うことは勿論であるが、事故発生時の状況を把握し、関係箇所に連絡するとともに、原因究明に必要なデータを収集することも重要である。

TES4 の現状	改善策
<p>(シフトエンジニア)</p> <ul style="list-style-type: none"> シフトエンジニアは、通常 CCR, ECCR とは別の個室に常駐している。 運転状態を常に把握できているわけではないため、事故発生時に迅速な判断が出来ない。 ほとんどの場合、補修対応は補修グループの対応となるが、運転に関する事故処置についての責任が曖昧である。 シフトエンジニアに事故発生時の指揮・連絡責任がない。 事故が発生した際は、発電所の緊急対応部が情報監視統一システムを通じて、段階的に情報を収集している。 	<ul style="list-style-type: none"> シフトエンジニアは、運転状態、運転員の操作内容が把握できる CCR に常駐する。 シフトエンジニアは事故発生の場合、CCR 外にいる時は直ちに CCR に戻り、事故の概要及び原因の把握に努める。 事故原因及び機器の状況が判明すれば、運転を継続すべきか否かを迅速に判断し、的確な事故処置について全責任をもって運転員へ指示を行う。 事故の状況、原因、処置、復旧見込み等を運転部、補修部、技術部及び関係箇所に速やかに報告し、必要に応じて応援要請を行う。 シフトエンジニアは、緊急時連絡体制の作成と見直しを行う。 運転員の生命に危険の恐れがある場合には退避を命じる。
<p>(事故時操作要項の整備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 事故発生時の操作対応マニュアルは、整備されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 事故の形態及びその発生過程は千差万別であり、一律に詳細な操作手順を規程する事は不可能であるが、代表的な事故を想定した事故時操作要項を作成する。
<p>(運転員の訓練)</p> <ul style="list-style-type: none"> 事故・異常に対する的確な判断と最善の処置方策について、運転訓練装置で最低限の訓練を行っている。 運転員と他パート運転員との連絡体制については特に整備されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 平素から機器の取扱い操作に習熟し、機器の機能及び原理に精通し、事故・異常に対する適確な判断と最善の処置方策を検討し、訓練を重ねる。 事故が発生した場合は、他パート運転員の操作を必要とするものもあるので、運転員同志の緊密な関係のもとに確実迅速な処置を行い、その被害を最小限度に止めるように努力する。 運転員は事故発生の場合、事故発生時刻、警報等を確認し、事故箇所、範囲をシフトエンジニアに報告する。 明らかに停止すべきと判断される場合には、二次的事故や人身災害を発生させぬように早急に停止操作を行う。 事故発生機器の再起動については、シフトエンジニアの指示により操作を行い、原因不明のまま独断で再起動してはならない。

6.2.2 保守管理

保守管理とは、運転を安全かつ円滑に継続出来るよう発電設備の維持管理及び点検手入、補修、改良を行うことをいう。ここでは、TES4 の保守管理のうち、特に、(1)保守管理体制の改善、(2)補修対策の立案と実施、(3)補修マニュアルの整備と補修技術の向上、(4)補修マニュアルの遵守と補修結果の判定、(5)補修部品・材料の準備と補修・試験工具の整備、(6)補修作業環境の改善の6項目について、TES4 の現状とそれらに対する改善策の提言を行う。

(1) 保守管理体制の改善

TES4 の保守管理体制における問題点は、4年に1回の定期補修及び2年に1回程度の中間補修を行なう補修部と日常の補修を行なう運転各課の補修班の2つに分れているために、機器の故障に対する責任が曖昧になっていることである。

TES4 の現状	改善策
(日常補修) <ul style="list-style-type: none"> ボイラ運転課、タービン運転課、電気運転課、計装運転課、化学運転課、燃料運転課には、それぞれ補修班があり、TES4 の機器設備は、ほとんどがこの日常補修により維持されている。 各運転課の補修班は、運転直と共に2交替勤務を行ない、異常箇所に対処しているが、直勤務中に補修不可能な故障（部品交換が必要な場合や時間がかかる場合）は、技術連絡会議において協議の上、対応策が決定される。（基本的に、補修部は関与しない） 他に予防保全を目的として月毎に計画し実施される、スケジュール補修がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 組織の見直しを行い、日常補修を含めて補修は全て補修部が行う。（6.1.1「組織の見直し」を参照） スケジュール補修は、実施項目を見直して予防保全意識（故障を未然に防ぐ）を強化する。 指示計及び現場計器類は常に正常値を示すように定期的又は異常時には可能な限り補修点検整備する。
(定期補修) <ul style="list-style-type: none"> 定期補修の立案、計画、実施箇所は補修部であるが、タービン補機を除いた補機のオーバーホール等は、各運転課の補修班エンジニアが実施し、補修部はその監督・監視を行っている。 ボイラ・タービン設備は、入札により工事を受注した業者が補修を行なっている。 工事資金不足や海外調達部品の入荷遅れ等により、しばしば補修が延期されることがあり、設備の劣化、稼働率の低下につながっている。 工事業者決定の入札、スケジュール調整は営業部が実施している。 	<ul style="list-style-type: none"> 組織の見直しを行い、定期補修の立案、計画、実施に対する全責任を補修部が負う。（6.1.1「組織の見直し」を参照） 定期補修の立案、計画にあたっては、資材、部品の調達を含めた工程の調整を十分に実施する。（特に他の補修設備と現場での錯綜に注意が必要である。） 計画通り定期補修が実施できるように、定期補修に必要な工事費を確保する。
(中間補修) <ul style="list-style-type: none"> 日常補修や定期補修とは別に2年に1回程度、ユニットの運転を停止しないと実施できない補修を中間補修として実施している。 中間補修の立案、計画、実施箇所は定期補修と同様に補修部である。 定期補修と同様にタービン補機を除いた補機のオーバーホール等は、各運転課の補修班エンジニアが実施し、補修部はその監督・監視を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 定期補修と同様に中間補修の立案、計画、実施に対する全責任を補修部が負う。（6.1.1「組織の見直し」を参照） 中間補修の立案、計画にあたっては、定期補修と同様に資材、部品の調達を含めた工程の調整を十分に実施する。（特に他の補修設備と現場での錯綜に注意が必要である。） 計画通り中間補修が実施できるように、中間補修に必要な工事費を確保する。

(2) 補修対策の立案と実施

TES4 の保守管理における一番の課題は、補修対策の立案と実施が十分になされていないことである。その結果、補修が故障に追いつかず、補修費用の増大に繋がっている。

TES4 の現状	改善策
<p>(補修対策の立案)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 日常補修計画の立案は、運転部ミーティングにより決定される。 ● 日常補修を担当する運転各課は、運転継続を最優先するあまり、必要十分な補修を行っていない。その結果、機器の寿命を短くしたり、他の機器の故障要因となったりしている。(応急対策のみで、恒久対策を行っていない) ● 中間修理における補修対策立案のための情報は、日常運転を管理している運転部より技術部へ伝えられ、技術部において検討が加えられる。補修部は、技術部からの要請に基づき対策会議に参画し、補修実施の観点から意見を述べている。 ● 故障原因の究明と補修対策が不十分であることから、何度も同じ故障を繰り返している。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 補修対策には、①事故発生直後に行う応急対策と②事故原因を究明した後で再発防止を目的とした恒久対策があるが、日常補修から②の恒久対策を念頭に作業を行う。 ● 補修履歴・点検結果の整理、故障原因分析を日常的に行い、設備の状態の把握に努める。(必要に応じて、余寿命診断等を実施する。) ● 上記により、機器のウィークポイントがはっきりしてきたら、「設備改善」による信頼性向上と補修費削減に努める。(Table 6.2-8 に補修費削減へのアプローチ方法を示す。) ● 補修部は日常補修を含めた全ての補修に関する全責任を負う体制とする。 ● 補修部は、部品の購入計画も含めた効果的な補修対策を立案し、実行する。 ● 補修計画立案の際には、過去の補修記録を参考とし、同じ故障を繰り返さない。 ● 故障状況や修理条件(作業時間、停止条件)を十分検討した上で修理に取りかかる。 ● スケジュール補修(日常点検)は、各機器の取扱説明書に基づき、立案・実施する。(補修インターバルの遵守)

Table 6.2-8 補修費削減へのアプローチ方法

<ul style="list-style-type: none"> ○ 「日常補修費」の削減 <ul style="list-style-type: none"> －補修ポイントの転換(応急対策 ⇒ 恒久対策) －補修技術の向上 －予防保全意識の高揚 ○ 「定期補修費」の削減 <ul style="list-style-type: none"> －補修インターバルの遵守 －定期補修内容・周期の見直し、適正化(予防保全最適化) －補修技術の向上 ○ 「中間補修費」の削減 <ul style="list-style-type: none"> －日常補修の充実(恒久対策の実施) －定期補修インターバルの遵守 ○ 「設備改善」による信頼性向上 <ul style="list-style-type: none"> －補修履歴・点検結果の整理、故障原因分析 －ウィークポイント改造、延命化対策
--

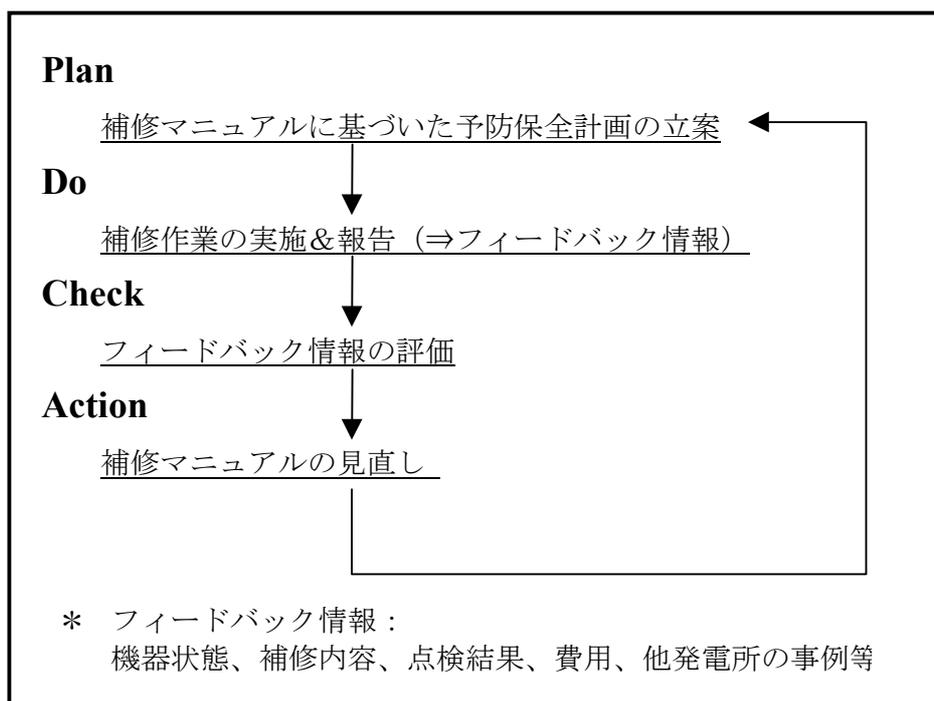
(3) 補修マニュアルの整備と補修技術の向上

TES4 の現状	改善策
<p>(補修マニュアルの整備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 新しい設備が導入されると、取扱説明書に基づき補修マニュアルを整備している。 運転マニュアルと補修マニュアルが混在して管理されている。 全般的に古い図面が多く、設備改造等により、現状と合っていない箇所が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 組織の見直しにあわせて、運転マニュアルは運転部、補修マニュアルは補修部が管理する。 取扱説明書には、日常補修に必要な補修間隔・試験工具、部品・材料、補修手順について記載されているので、それらの記載内容に基づき、補修計画、分解・点検マニュアル、補修部品リスト等を整備する。 分解・組立てにおいては寸法管理が重要であるので、寸法公差などの検査内容を補修マニュアルに記載する。 各種補修マニュアルの整備により、補修担当者の補修技術の向上が期待される。
<p>(補修技術の向上)</p> <ul style="list-style-type: none"> 補修部では、新技術（GRF ライニング材、シーリング材、高圧バルブ補修方法の改善）の導入に積極的に取り組み、工場設備の充実に努めている。 訓練センターにおいて、溶接等の補修技術の訓練を行っている。 機器の内部に残された部品や工具により、他の機器を損傷する事故が発生している。 	<ul style="list-style-type: none"> 補修マニュアルに基づく、補修作業の実践により、補修技術の向上を図る。 センタリングなど補修マニュアル記載の組立時確認項目は作業員が調整確認した後に、補修責任者が立会い確認を行う。 新技術の導入に関しては、今後も積極的に取り組んでいく。 訓練センターにおける補修技術の訓練内容を充実させる。

(4) 補修マニュアルの遵守と補修結果の判定

TES4 の現状	改善策
<p>(補修マニュアルの遵守)</p> <ul style="list-style-type: none"> 補修手順等を定めたマニュアル類は数多く存在するが、その通りに補修が行われていない。 補修結果等のフィードバック情報が補修マニュアルの見直しに活かされていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 補修担当者、作業員は、補修マニュアルに記載された補修手順を遵守する。 補修結果（手順、時間、安全等）等のフィードバック情報をチェックして補修マニュアルの見直しを行なう。 予防保全最適化における PDCA (Plan-Do-Check-Action) サイクルの事例を Table 6.2-9 に示す。
<p>(補修結果の判定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 定期修理工事の質に対する評価は調査検査部によりなされている。 定期修理工事終了後、補修部の技術協議で機器修理の終了を承認する検査報告書が作成され、それに基づき機器を運転部に引渡し、運転開始となる。 定期補修工事の記録書が作成され、それに修理実績を修理担当者・班のマスターらが記録し、修理担当者が保管する。 定期修理・テスト・試運転・調整等に関する覚書が検査書に添付される。 	<ul style="list-style-type: none"> 班のマスターは、組立前の判定を記録する。 補修担当者は補修結果も含めた履歴管理（写真等含む）を実施する。 発電所の補修記録は、他設備への水平展開を行なうなど発電所を維持管理していく上での貴重な資料となる。 品質管理部を設置し、QC (Quality Control) を実施する。(6.1.1「組織の見直し」参照)

Table 6.2-9 予防保全最適化における PDCA サイクルの事例



(5) 補修部品・材料の準備と補修工具・試験機器の整備

TES4 の現状は日常補修の不備により他の健全な機器へ多大な影響を与えている。補修に必要なパッキンや、シール材を確保し、蒸気・水のリークを無くす必要がある。

TES4 の現状	改善策
<p>(補修部品・材料の準備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 日常補修において、必要十分な補修が実施されない理由の一つに補修に必要な部品・消耗品の不足があげられる。 ● ネジから製造中止及び高価で購入できない部品まで補修部の管理する発電所内の工場で、部品の製造・加工等を実施しているが、正規材料の手配や硬化加工等ができない物もあり、部品の寿命が短い。 ● 日常補修、定期補修に必要な部品・材料の調達リストは事前検査及び運転中の故障実績により作成されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工場における補修部品の製造・加工技術の向上を図る。 ● パッキンやシール材などの補修に必要な消耗品を準備して、故障が悪化する前に補修を行う。 ● 慢性的な部品と消耗品の不足に対しては、資金計画を見直し、必要数を確保する。(6.2.5「在庫管理」を参照)
<p>(補修工具と試験機器の整備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● スパナ、オシロスコープなど必要な補修工具と試験機器が不足している。 ● 発電所工場には、旋盤、ボール盤、鋸盤、機械ハンマ、切断機、フライス盤、板曲げ機等があるがいずれも古く、整備が行き届いていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 慢性的な補修工具と試験機器の不足に対しては、資金計画を見直し、必要数を確保する。(6.2.5「在庫管理」を参照) ● 使用不能のままとなっている電気炉などの工場機械の整備を行う。

(6) 補修作業環境の改善

TES4 の大きな問題の一つに補修作業環境の悪さが挙げられる。作業環境の悪さは、作業安全上の問題はもちろんのこと補修結果にも大きな影響を与える。TES4 では、機器の内部に残された部品や工具により、他の機器を損傷する事故が発生しており、こういった事故は整理整頓の徹底により防止することが可能である。

TES4 の現状	改善策
<p>(整理整頓)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 日常補修において、必要十分な補修が実施されない理由の一つに現場の整理整頓不足があげられる。 ● 補修作業中の部品か廃棄品か表示がない。 ● 工具や作業用電源ケーブルの整理が不十分である。 ● 作業区画や開口部などの表示が行われていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 作業区画の表示、作業場の整理整頓をすることが、作業員の意識の向上と、補修作業の質の向上につながる。 ● 毎日の作業終了時に工具の数量をチェックして工具の紛失を防止する。 ● 作業区画や開口部などの表示は労働災害の予防に効果的である。 ● 資材やゴミを置いたりしないように、ボイラやタービン建屋内の通路を安全通路として塗料などで明示する。
<p>(養生)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 補修中に管内やタンク内に部品や工具が落下し、運転後にストレーナで発見されたり、バルブに損傷を与えたことが報告されている。 ● 補修資材として必要な管やタンクの開口部を仮閉鎖するテープやビニールシートが不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 補修完了及び機器内部清掃後、補修責任者が部品や工具類のおき忘れが無いことを確認し、組立を許可する。 ● 補修部品や補修消耗品と同様に部品の養生に必要なビニールシートやテープ類も補修工事資材として確保する。
<p>(清掃)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 発電所一斉清掃を、上位技術者から末端作業員まで導入し、年に一度程度実施している。 ● 通常の清掃がいきとどいておらず、現場盤や端子ボックスはほこりまみれである。 ● 水による清掃作業が行われており、現場盤やモータが水をかぶっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 清掃係りを編成し清掃範囲や頻度を決めて清掃を実施する ● 上部階の清掃は日本の無償資金援助で設置した吸引式掃除装置を必ず使用し、流水による清掃は禁止とする。

6.2.3 技術管理

効率良く電力を生産し、安定的に需要家に供給することは、会社の利益に繋がるだけではなく、地球温暖化等の環境問題に対処するための社会的責任として求められている。

技術管理とは、発電所の効率向上、環境保全、設備維持のため、各種調査、諸統計の整備及び諸報告ならびに対外的な技術折衝を行うとともに、石炭の品質ならびに水質等の分析、検査及び管理を行うことをいう。ここでは、TES4 の技術管理のうち、特に、(1)技術管理体制の整備、(2)管理内容の整備の2項目について、TES4 の現状とそれらに対する改善策の提言を行う。

(1) 技術管理体制の整備

TES4 の現状	改善策
<p>(技術管理体制)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 発電所の運転上密接に関連している管理項目が各運転課に分散していて効率的に管理されていない。 プラント効率管理；運転部 石炭の品質管理；燃料運転課 プラント水質管理；化学運転課 ボイラ燃焼管理；運転部と管理部 	<ul style="list-style-type: none"> ● 技術部と調査検査部を一つの組織とし、密接に関連している技術管理を技術部運転管理課による一元管理とする。 ● 運転部のプラント効率を算出する計算グループを技術部運転管理課に移動する。 ● 化学運転課のプラント水質管理を行っている班を技術部運転管理課に移動する。 ● プラント効率の適正管理は、発電所の収益に直結する重要な業務であり、効率に関するパラメータの管理（日常の管理）は運転部の責任により行い、実績の管理（報告書の作成）は技術部運転管理課が行なう。 ● 効率低下原因の究明は技術部運転管理課主導の下、発電所全体で行い、必要な対策を迅速に行なう。 ● 設備維持のため、各種調査、諸統計の整備及び諸報告並びに対外的な技術折衝は、技術部技術課が実施する。

(2) 技術管理内容の整備

発電所における技術管理内容は、大きく分けて①プラント効率管理 ②プラント水質管理 ③ボイラ燃焼管理 3つに大別されるが、いずれも密接な関わりがある。

TES4 の現状	改善策
<p>(プラント効率管理)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 運転部がプラント効率を手計算で管理している。 ● Table 6.2-6がTES4のプラント効率管理データである。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 発電所の効率管理に関する基本事項を定めた「効率管理マニュアル」を作成し、業務を円滑かつ合理的に行なうとともに効率の維持向上に向けて発電所が一丸となって取り組む。 ● また、技術部運転管理課は毎月の効率月報を作成し、運転部に報告すると共に、効率低下時はその原因究明と対策を中心となる行なう。
<p>(プラント性能試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● プラント性能試験を実施していない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 定期点検及び設備改善後の試運転等で得た記録をプラント性能試験結果として保管管理し、定期補修や設備改善の結果評価等設備診断を行なう。
<p>(石炭の品質管理)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 燃料運転課が石炭性状の分析を行っている。 ● 石炭受入時及び払出時（24時間毎）に分析を実施し、運転部に報告しているが、効率計算にのみ使用され、燃焼管理にはほとんど活用されていない。 ● 石炭性状の違約に関する取扱いが曖昧である。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 石炭性状の把握は、炭鉱に対する要求性状の根拠となると共に石炭分析結果を運転部へ報告し、燃焼調整に役立てる。 ● 技術部運転管理課に燃料担当技師を置き、分析結果のチェックを行なう。 ● 水分やカロリーの差で代金の調整をすることを契約に明記する。

<p>(プラント水質管理)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 化学運転課が水処理装置の運転と分析を行なっている。 ● 水質悪化時の原因調査及び対策が不十分である。 ● 発電所の水処理装置に連続測定計器が設置されていない（全て手分析）ため、プラント水質管理はプラント側の測定計器によるところが大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水質の状態を毎日チェックし、水質が悪化した場合、その原因究明と対策を速やかに実施する。 ● 技術部運転管理課に水質担当技師を置き、分析結果のチェックを行なう。 ● 水処理装置に連続測定計器を設置する。 ● 毎月の薬品消費量を効率管理項目に追加する。
<p>(ボイラ燃焼管理)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ボイラ燃焼管理のうち、日常の運転管理はボイラ運転課が実施している。 ● 石炭性状の分析は燃料運転課が実施し、運転部へ伝えられている。 ● また、技術部には、ボイラ燃焼状態を各種パラメータによりチェックする担当者がいる。 ● 煙突から排出されるばい煙（SO_x、NO_x、ばいじん）の管理は、調査検査部の環境担当者が行なっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運転員はボイラメタル温度、給水スプレー流量、未燃分測定結果等のパラメータを基にボイラの運転管理を行う。 ● 将来、ばい煙に関する排出規制が設けられることが予想され、TES4として適正な管理が求められる。 ● 現在故障しているばい煙監視計器を修理し、連続監視可能とする。 ● 定期的にはばい煙測定を実施し、ボイラ燃焼状態、EP効率の把握に努める。（6.3 環境保全を参照） ● 煙突の排煙を監視するTVカメラをCCRに設置し、燃焼やEPの異常の早期対応に努める。

(3) 技術管理の事例（復水真空度向上対策について）

Fig. 5.2-2 に示した通り、復水器真空度は 1994 年以降、年々低下傾向にある。発電所では、年間行動計画に復水器真空度回復を掲げ、技術部を中心としたワーキンググループを結成し、原因調査及び対策を実施してきている。しかし、原因調査及びその対策が共に十分ではないために真空度の回復には至っていない。

復水器の真空度低下は、そのままプラント効率の低下につながるため、技術部による毎月の管理が必要不可欠な管理項目であり、異常発見時には早急な調査、対策が求められる。

技術部による技術管理の事例として、復水器真空度向上対策を例に取り、異常時の原因調査方法及びその対策を Table 6.2-10 に示す。

（第 5 章「設備維持補修計画 5.2.2 復水器真空度の回復」参照）

