

目次

総合評価と提言.....	1
第1章 序論.....	1.1 - 1
1.1 調査の背景.....	1.1 - 1
1.2 調査の目的.....	1.2 - 1
1.3 調査対象地域.....	1.3 - 1
1.4 調査範囲.....	1.4 - 1
第2章 モンゴル国の経済状況.....	2.1 - 1
2.1 政治・経済的背景.....	2.1 - 1
2.2 経済状況.....	2.2 - 1
2.2.1 経済の基本構造.....	2.2 - 1
2.2.2 経済状況の推移.....	2.2 - 4
第3章 モンゴル国の電力・熱エネルギーセクター状況.....	3.1 - 1
3.1 産業組織と電力・熱エネルギーセクター改革.....	3.1 - 1
3.1.1 産業組織.....	3.1 - 1
3.1.2 電力・熱エネルギーセクター改革.....	3.1 - 3
3.2 電力需給.....	3.2 - 1
3.3 熱需給.....	3.3 - 1
3.4 電力・熱料金.....	3.4 - 1
3.4.1 電力・熱料金水準推移.....	3.4 - 1
3.4.2 料金設定メカニズム.....	3.4 - 4
3.4.3 料金回収メカニズム.....	3.4 - 5
第4章 ウランバートル第4火力発電所（TES4）の現状と問題点.....	4.1 - 1
4.1 経営状況.....	4.1 - 1
4.1.1 販売・生産状況.....	4.1 - 1
4.1.2 販売料金と生産原価.....	4.1 - 3
4.1.3 財務諸表と財務指標.....	4.1 - 7
4.1.4 資金分析.....	4.1-11
4.1.5 財務上の問題点.....	4.1-12
4.2 設備管理状況.....	4.2 - 1
4.2.1 全般.....	4.2 - 1
4.2.2 ボイラ設備.....	4.2 - 3
4.2.3 タービン設備.....	4.2 - 5

4.2.4	電気設備	4.2 - 6
4.2.5	計測設備	4.2 - 7
4.2.6	燃料運搬設備	4.2 - 8
4.2.7	その他設備	4.2 - 8
4.2.8	現状評価	4.2 - 8
4.3	ウランバートル第3火力発電所の状況	4.3 - 1
第5章	設備維持補修計画	5.1 - 1
5.1	補修設備の選定	5.1 - 1
5.2	補修改善効果	5.2 - 1
5.2.1	所内率の低減	5.2 - 1
5.2.2	復水器真空度の回復	5.2 - 3
5.2.3	重油消費量の削減	5.2 - 5
5.2.4	稼働率の上昇	5.2 - 7
5.2.5	その他の補修改善効果	5.2-12
5.3	将来の補修計画	5.3 - 1
5.3.1	施工計画	5.3 - 2
5.3.2	工事費積算	5.3 - 5
5.3.3	年別資金展開	5.3 - 6
5.4	経済財務分析	5.4 - 1
5.4.1	経済評価	5.4 - 1
5.4.2	財務評価	5.4 - 4
5.4.3	資金計画	5.4 - 9
第6章	発電所運営管理整備計画	6.1 - 1
6.1	組織	6.1 - 4
6.1.1	組織の見直し	6.1 - 4
6.1.2	職務分担と責任	6.1 - 8
6.1.3	コミュニケーション	6.1-10
6.2	設備運用管理	6.2 - 1
6.2.1	運転管理	6.2 - 1
6.2.2	保守管理	6.2-13
6.2.3	技術管理	6.2-17
6.2.4	燃料管理	6.2-21
6.2.5	在庫管理	6.2-22
6.2.6	安全衛生管理	6.2-24
6.3	環境保全	6.3 - 1
6.3.1	環境の現況	6.3 - 1

6.3.2	TSE4の環境対策	6.3-23
6.3.3	環境モニタリング	6.3-55
6.3.4	有効利用	6.3-57
6.3.5	TES4の環境対策に対する提言	6.3-58
6.4	人材育成	6.4 - 1
6.4.1	モンゴル国での人材育成の取組み状況	6.4 - 1
6.4.2	TES4での人材育成の取組み状況	6.4 - 4
6.4.3	人材育成に対する提言	6.4 - 8
6.4.4	職場の意識改革	6.4-10
6.5	財務管理	6.5 - 1
6.5.1	財務管理の現状	6.5 - 1
6.5.2	評価と提言	6.5 - 5

ABBREVIATION

ACGHI	:	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ADB	:	the Asian Development Bank
B/C	:	Benefit par cost
CCR	:	Center control room
CES	:	Central Energy System
COMECON	:	Council for Mutual Economic Assistance
CRT	:	Character display
D/D	:	Detail Design
EA	:	Energy Authority
ECCR	:	Electric center control room
EDO	:	Electric Distribution Office
EES	:	East Energy System
EIA	:	Environmental impact assessment
EIRR	:	Economic Internal Rate of Return
ERA	:	Energy Regulatory Authority
ESP	:	Electrostatic Precipitator
ETC	:	Energy Training Center
FBC	:	Fluidized-Bed Combustion
FC	:	Foreign Currency
FDF	:	Forced Draft Fan
FIRR	:	Financial Internal Rate of Return
FL	:	Floor Level
FRP	:	Fiber Reinforced Plastic
GCB	:	Gas circuit breaker
GDP	:	Gross Domestic Product
GNP	:	Gross National Product
GTZ	:	German Technical Cooperation
HDO	:	Heat Distribution Office
HOB	:	Heat only boiler
IARC	:	International Agency for Research on Cancer
IAS	:	International Accounting Standards
IDF	:	Induced Draft Fan
IEE	:	Initial Environmental Impact Evaluation
IMF	:	International Monetary Fund
IRR	:	Internal Rate of Return

JBIC	:	Japan Bank for International Cooperation
JICA	:	Japan International Cooperation Agency
JISHA	:	Japan Institution of Safety and Health Association
J-Power	:	Electric Power Development Co., Ltd.
LAN	:	Local Area Network
LC	:	Local Currency
MBB	:	Make before break
MEGM	:	Ministry of Energy Geology and Minerals
M/M	:	Minutes of meeting
MOID	:	Ministry of infrastructure Development
NDF	:	Nordic Development Fund
NEDO	:	New Energy and Industrial Technology Development Organization
NO _x	:	Nitrogen Oxides
PGF	:	Primary Gas Fan
O&M	:	Operation and maintenance
OCB	:	Oil circuit breaker
OCR	:	Over-current relay
OECF	:	Overseas Economic Cooperation Fund
PDCA	:	Plan-Do-Check-Action
PIU	:	Project Implementing Unit
QC	:	Quality Control
ROE	:	Return on equity
ROA	:	Return on assets
SAPROF	:	Special Assistance for Project Formation
SATU	:	Name of Environmental Assessment & consulting company
SIDA	:	Swedish International Development Cooperation Agency
SOE	:	State Owned Enterprise
SO _x	:	Sulfur Oxides
SPM	:	Suspended Particulate Matter
S/W	:	Scope of Works
TES2	:	Ulaanbaatar Thermal Power Plant No.2
TES3	:	Ulaanbaatar Thermal Power Plant No.3
TES4	:	Ulaanbaatar Thermal Power Plant No.4
TV	:	Television
VCB	:	Vacuum circuit breaker
WES	:	West Energy System
ZD	:	Zero Defect

UNITS

Prefixes

μ	:	Micro- = 10^{-6}
m	:	Milli- = 10^{-3}
c	:	Centi- = 10^{-2}
d	:	Deci- = 10^{-1}
da	:	Deca- = 10
h	:	Hecto- = 10^2
k	:	Kilo- = 10^3
M	:	Mega- = 10^6
G	:	Giga- = 10^9
T	:	Tera- = 10^{12}

Unit of Length

mm	:	Millimeter
cm	:	Centimeter
m	:	Meter

Units of Area

cm^2	:	Square centimeter
m^2	:	Square meter
km^2	:	Square kilometer

Units of Volume

m^3	:	Cubic meter
l	:	Liter
kl	:	Kiloliter

Units of Mass

g	:	Gram
kg	:	Kilogram
t	:	Ton (metric)

Units of Density

kg/m^3	:	Kilogram per cubic meter
mg/kg	:	Milligram per kilogram
ppm	:	Parts per million
$\text{mg/m}^3\text{N}$:	Milligram per normal cubic meter
$\mu\text{g/m}^3\text{N}$:	Microgram per normal cubic meter
$\mu\text{g/m}^3$:	Microgram per cubic meter
mg/l	:	Milligram per liter

Units of Pressure

t/m ²	:	Ton per square meter
kg/cm ²	:	Kilogram per square centimeter (gauge)
mmHg	:	Millimeter of mercury
mmAq	:	Millimeter of aqueous
hPa	:	Hecto Pascal

Units of Energy

kcal	:	Kilocalories
kWh	:	Kilowatt-hour
MWh	:	Megawatt-hour
GWh	:	Gigawatt-hour
kW/ m ²	:	Kilowatt per square meter

Units of Heating Value

cal/kg	:	Calories per kilogram
kcal/kg	:	Kilocalorie per kilogram
kJ/kg	:	Kilojoule per kilogram

Units of Temperature

°C	:	Degree Celsius or Centigrade
°K	:	Degree Kelvin

Units of Electricity

W	:	Watt
MW	:	Megawatt
A	:	Ampere
kA	:	Kiloampere
V	:	Volt
kV	:	Kilovolt
kVA	:	Kilovolt ampere
MVA	:	Megavolt ampere
MVar	:	Megavar (mega volt-ampere-reactive)
kHz	:	Kilohertz

Units of Time

s	:	Second
min	:	Minute
h	:	Hour
d	:	Day
w	:	Week
y	:	Year

Units of Flow Rate

t/h	:	Ton per hour
t/d	:	Ton per day
t/y	:	Ton per year
m ³ /s	:	Cubic meter per second
m ³ /min	:	Cubic meter per minute
m ³ /h	:	Cubic meter per hour
m ³ /d	:	Cubic meter per day
m ³ N/s	:	Cubic meter per second at normal condition
m ³ N/h	:	Cubic meter per hour at normal condition

Units of Conductivity

μS/cm	:	MiscroSiemens per centimeter
-------	---	------------------------------

Units of Sound Power Level

dB(A)	:	Deci-bell (A-weighted)
-------	---	------------------------

Units of Currency

US\$:	US Dollar
¥	:	Japanese Yen
Tug	:	Mongolian tugrug (9.07Tug = 1¥ : 2001/10)
MTug	:	Million tugrug
GTug	:	Billion tugrug

List of Tables

Table 3.2-1	中央系統電力需給推移
Table 3.2-2(1)	電力需給予想 case-1
Table 3.2-2(2)	電力需給予想 case-2
Table 3.3-1(1)	熱需給予想 case-1
Table 3.3-1(2)	熱需給予想 case-2
Table 3.4-1	エネルギー価格推移(名目ベース)
Table 3.4-2	エネルギー価格推移(1991年基準実質ベース)
Table 3.4-3	エネルギー価格推移(名目ドルベース)
Table 3.4-4	発電所別卸売価格・生産原価
Table 4.1-1	TES4 販売・生産状況
Table 4.1-2	TES4 電力・熱卸売料金等推移(名目ベース)
Table 4.1-3	TES4 電力・熱卸売料金等推移(実質ベース)
Table 4.1-4	TES4 電力・熱卸売料金等推移(名目ドルベース)
Table 4.1-5	貸借対照表
Table 4.1-6	損益計算書
Table 4.1-7	キャッシュフロー計算書
Table 4.1-8	財務分析結果
Table 4.1-9	資金運用表
Table 4.1-10	TES4 売掛金残高推移
Table 4.1-11	TES4 買掛金残高推移
Table 4.2-1	TES4 発電所主要設備概要
Table 4.3-1	TES3 発電所主要設備概要
Table 4.3-2	TES3 2000年生産実績及び熱効率状況
Table 5.1-1	補修対象設備
Table 5.1-2	2000年モータの焼損原因とその対策
Table 5.1-3	ヒドラジンと代替薬品の特性
Table 5.2-1	補修対象設備(ランクA)の補修改善効果
Table 5.2-2	所内率低減効果(2000年ボイラ運転実績ベース)
Table 5.2-3	復水器真空度低下による年間燃料損失量
Table 5.2-4	各ボイラの2000年起動回数と重油消費量
Table 5.2-5	各ボイラの2000年起動回数と重油消費量予測

Table 5.2-6	2000 年の故障原因別ボイラ停止回数
Table 5.2-7	2000 年タービン・発電機運転実績
Table 5.2-8	2011 年タービン・発電機稼働率の予想
Table 5.2-9	2000 年ボイラ運転実績
Table 5.2-10	2011 年ボイラ稼働率の予想
Table 5.2-11	ブロー量と損失量の関係
Table 5.2-12	穴径と損失額の関係
Table 5.2-13	排出ガス測定結果(ESP 出口平均値、6%O ₂ 換算結果)
Table 5.2-14	Coal Consumption and emitted CO ₂ at TES4
Table 5.3-1	工事費積算結果(ランク A)
Table 5.3-2	工事費積算結果(ランク B)
Table 5.3-3	年別資金展開(ランク A)
Table 5.3-4	年別資金展開(ランク B)
Table 5.4-1	年別補修効果
Table 5.4-2	経済評価
Table 5.4-3	財務評価
Table 5.4-4	Fund Requirement and Dept Service Required up to 2025
Table 5.4-5	資金計画ケース 1
Table 5.4-6	資金計画ケース 2
Table 5.4-7	資金計画ケース 3
Table 5.4-8	資金計画ケース 4
Table 5.4-9	資金計画ケース 5
Table 5.4-10	資金計画ケース 6
Table 5.4-11	資金計画ケース 7
Table 6.1-1	2000 年労働災害件数と職場復帰後の状況
Table 6.1-2	2000 年設備の要因別停止回数
Table 6.1-3	TES4 の 2000 年従業員構成
Table 6.1-4	定例会議日程表
Table 6.2-1	パトロール用具リスト
Table 6.2-2	運転技術文書リスト
Table 6.2-3	警報処置要領書の記載例
Table 6.2-4	設定値根拠記載例
Table 6.2-5	運転記録リスト

Table 6.2-6	運転部管理データ
Table 6.2-7	作業管理台帳
Table 6.2-8	補修費削減へのアプローチ方法
Table 6.2-9	予防保全最適化における PDCA サイクルの事例
Table 6.2-10	復水器真空度低下の原因とその対策
Table 6.2-11	ボイラー・タービン設備周辺における照度の測定結果
Table 6.2-12	粉塵測定結果
Table 6.2-13	EIA・作業環境調査結果概要(騒音)
Table 6.2-14	事故の内訳
Table 6.2-15	疾病の内訳
Table 6.2-16	危険予知ボードの記載例
Table 6.2-17	設置環境基準の定義
Table 6.2-18	磁界に対する要因別対策
Table 6.3-1	ウランバートル市における気温、降雨並びに湿度
Table 6.3-2	2000 年における地上気象(タルヒト気象台データ)
Table 6.3-3	2000 年における風向出現頻度
Table 6.3-4	2000 年における風向別風速
Table 6.3-5(1)	2000 年における四季別風速階級別出現頻度
Table 6.3-5(2)	2000 年冬季(1月～2月、12月)における四季別風速階級別出現頻度
Table 6.3-6	逆転層発生時の気象(2000年・月別平均値)
Table 6.3-7	ウランバートルにおける逆転層の発生率(2000年)
Table 6.3-8	大気環境基準の比較
Table 6.3-9	ウランバートル市における大気汚染物質の年間平均値(1985～2000年)
Table 6.3-10	大気観測データ(2000年月別)
Table 6.3-11(1)	ESP 出口の排ガス中 SO ₂ 、NO ₂ の測定結果(1998年)
Table 6.3-11(2)	ダスト測定結果(1998～2000年)
Table 6.3-12	排煙拡散計算式
Table 6.3-13	冬季における汚染物質の寄与割合(平均風速 1.9m)
Table 6.3-14	冬季における汚染物質の寄与割合(最大風速 9m)
Table 6.3-15	騒音測定結果(TES4 構内)
Table 6.3-16	騒音測定結果(TES4 周辺)
Table 6.3-17	騒音規制値
Table 6.3-18	安全弁蒸気放出時の騒音測定結果(TES4 周辺)
Table 6.3-19	排水処理系統・循環水等水質データ

Table 6.3-20	灰捨場堰堤の安定性について
Table 6.3-21	TES4 の EIA に係る主な調査内容
Table 6.4-1	発電所事業従事者教育参加者リスト(1999～2001 年累計)
Table 6.4-2	EA 直轄管理による発電所従事者教育・研修制度 (電気機器部門の基礎教育のコンセプト)
Table 6.4-3	2001 年度 TES4 研修予算内訳
Table 6.4-4	資格別研修カリキュラム概要
Table 6.4-5	火力発電所運転員実務研修パターン
Table 6.4-6	TES4 運転部作業員の 2000 年度処罰件数集計表

List of Figures

- Fig. 2.2-1 就業構造
- Fig. 2.2-2 GDP 産業別構成
- Fig. 2.2-3 鉱工業生産高産業別構成
- Fig. 2.2-4 輸出構成
- Fig. 2.2-5 輸入構成
- Fig. 2.2-6 実質 GDP 成長率
- Fig. 2.2-7 国際収支
- Fig. 2.2-8 対外債務残高
- Fig. 2.2-9 インフレ率・為替レート
- Fig. 2.2-10 財政状況
-
- Fig. 3.1-1 モンゴル電力系統図
- Fig. 3.2-1 中央系統電力供給構成(2000 年時点)
- Fig. 3.2-2 中央系統供給先別電力量需要構成(2000 年時点)
- Fig. 3.3.-1 ウランバートル熱供給構成
- Fig. 3.4-1 エネルギー価格推移(名目ベース)
- Fig. 3.4-2 エネルギー価格推移(実質ベース)
- Fig. 3.4-3 エネルギー価格推移(名目ドルベース)
-
- Fig. 4.1-1 電力・熱生産販売量推移
- Fig. 4.1-2 電力・熱販売収入・生産原価推移
- Fig. 4.1-3 TES4 電力・熱卸売料金等推移(実績ベース)
- Fig. 4.1-4 TES4 電力・熱卸売料金等推移(名目ドルベース)
- Fig. 4.1-5 電力・熱販売平均単価・生産単価推移(単位当り)
- Fig. 4.1-6 電力・熱原価率推移
- Fig. 4.1-7 生産原価構成
- Fig. 4.1-8 TES4 売掛金残高相手先別構成比率(2000 年末)
- Fig. 4.1-9 TES4 買掛金残高相手先別構成比率(2000 年末)
- Fig. 4.2-1 発電量と利用率の推移
- Fig. 4.2-2 ボイラ蒸発量と利用率推移
- Fig. 4.2-3 ボイラ稼働率、故障率、予備率の推移
- Fig. 4.2-4 2000 年ボイラ故障要因と補修時間割合比較図
- Fig. 4.2-5 ボイラ要因別停止時間割合推移

Fig. 4.2-6	タービン・発電機の稼働率と停止時間推移
Fig. 4.2-7	タービン・発電機要因別停止時間割合推移
Fig. 4.2-8	2000 年タービン・発電機要因別修理時間割合
Fig. 4.2-9	2000 年電気設備別の故障回数実績
Fig. 5.1-1	ESP からの灰リーク補修
Fig. 5.1-2	ボイラストブロワの追設
Fig. 5.1-3	補助蒸気起動用減温減圧装置
Fig. 5.1-4	補助蒸気減温減圧装置
Fig. 5.1-5	給水ポンプ
Fig. 5.1-6	復水ポンプ
Fig. 5.1-7	復水系統、抽気系統のエキスパンションジョイント
Fig. 5.1-8	真空系統のバルブの更新
Fig. 5.1-9	真空エジェクターの更新
Fig. 5.1-10	高圧・低圧給水過熱器
Fig. 5.1-11	冷却塔出口機械式フィルタ設置
Fig. 5.1-12	冷却塔の改修
Fig. 5.1-13	復水器細管洗浄装置の設置
Fig. 5.1-14	タービン本体及び補助設備のトランスミッタ
Fig. 5.1-15	復水器水位制御装置
Fig. 5.1-16	1～6号タービン・発電機監視装置
Fig. 5.1-17	1～6号低圧給水過熱器水位発信器及び調節計
Fig. 5.1-18	タービン制御装置
Fig. 5.1-19	1～8号ボイラの FDF, IDF 用モータ及び関連インターロック
Fig. 5.1-20	高圧配開装置(6.6kV)
Fig. 5.1-21	低圧配開装置(0.4kV)
Fig. 5.1-22	発電機保護継電器
Fig. 5.1-23	発電機用高圧開閉装置(10.5kV)
Fig. 5.1-24	発電機変圧器用高圧開閉装置(220kV/110kV)
Fig. 5.1-25	所内電力低減のための各種モータ補修
Fig. 5.1-26	モータ焼損原因と信頼性向上
Fig. 5.1-27	コンベヤ石炭計量器
Fig. 5.1-28	石炭分析装置
Fig. 5.1-29	No.3, No.4 コンベヤ用 TV 監視システム

Fig. 5.1-30	消火システム
Fig. 5.1-31	湿式集塵器
Fig. 5.1-32	ブルドーザー
Fig. 5.1-33	復水用溶存酸素計の導入
Fig. 5.1-34	水処理装置用の自動操作・監視装置の導入
Fig. 5.1-35	ボイラサンプリング室へのスポットクーラの導入
Fig. 5.1-36	アンモニア、ヒドラジン代替薬品
Fig. 5.1-37	化学薬品による腐食に対する保護技術
Fig. 5.2-1	所内率の推移
Fig. 5.2-2	復水器真空度の推移
Fig. 5.2-3	復水器真空低下による年間燃料損失量
Fig. 5.2-4	重油消費量と重油購入金額の推移
Fig. 5.2-5	各タービン・発電機の稼働率の変化
Fig. 5.2-6	各ボイラの稼働率の変化
Fig. 5.2-7	蒸気・水の損失
Fig. 5.2-8	ブロー量に対する損失量
Fig. 5.2-9	給水バルブのリーク状況
Fig. 5.2-10	穴径と損失の関係
Fig. 5.2-11	Coal Consumption and emitted CO ₂ at TES4
Fig. 5.3-1	将来の補修計画
Fig. 5.3-2	施工計画（ランク A）
Fig. 5.3-3	施工計画（ランク B）
Fig. 5.4-1	経済評価感度分析
Fig. 5.4-2	財務評価感度分析
Fig. 6.1-1	発電所の運営管理課題
Fig. 6.1-2	TES4 全体組織図
Fig. 6.1-3	TES4 全体組織図（案）
Fig. 6.1-4	TES4 ボイラ運転課組織図
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
Fig. 6.2-3	運転技術文書の CCR への保管
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

Fig. 6.2-6	予備品倉庫の管理状況
Fig. 6.2-7	発電所事故件数の推移
Fig. 6.2-8	発電所疾病数の推移
Fig. 6.2-9	危険箇所の写真とその対策
Fig. 6.2-10	イラストを用いた危険予知訓練の事例
Fig. 6.2-11	CCR 下部ケーブル処理室
Fig. 6.3-1	2000 年月別風配図
Fig. 6.3-2	2000 年四季別風配図
Fig. 6.3-3	ウランバートルにおける火力発電所と大気質監視局位置図
Fig. 6.3-4(1)	ウランバートル市内の大気質監視局
Fig. 6.3-4(2)	ウランバートル市内の大気質監視局
Fig. 6.3-5	ウランバートル市における大気汚染物質濃度（年平均値）
Fig. 6.3-6	ウランバートル市における大気汚染物質濃度（2000 年）
Fig. 6.3-7	冬季ボイラ 5 基運転時の拡散計算結果（地上風速 1.9m のケース）
Fig. 6.3-8	冬季ボイラ 5 基運転時の拡散計算結果（地上風速 9m のケース）
Fig. 6.3-9	排水処理フロー
Fig. 6.3-10(1)	第 3 灰捨場の灰堆積状況
Fig. 6.3-10(2)	第 3 灰捨場の灰堆積状況
Fig. 6.3-11	第 3 灰捨場の堰堤構造（平面図）
Fig. 6.3-12	第 3 灰捨場の堰堤構造（断面図）
Fig. 6.3-13	第 3 灰捨場の灰堆積状況
Fig. 6.3-14	第 4 灰捨場建設状況
Fig. 6.3-15	TES4 の廃棄物保管状況
Fig. 6.3-16	安全弁サイレンサー構造図例
Fig. 6.4-1	TES4 職級別構成統計

総合評価と提言

総合評価と提言

I 総論

本調査は、ウランバートル第4火力発電所（以下 TES4）における現場調査及び収集した資料を基に実施したものであり、維持管理補修計画の策定に当たっては、単に機器及び設備の補修計画に留まることなく、維持管理のための人材育成計画及び財務的規律を確保する為の財務管理計画等にも配慮し、発電所経営に関する総合的な見地から検討を加えたものである。

本計画に記載した提言項目を確実に実施することによって TES4 の財政基盤と設備保守管理を強化し、更には今後予測される電力及び熱需要の伸びに対して、良質の電力と熱エネルギーの長期安定供給に寄与できるものである。

以上の観点から、各提言項目の実施過程においては下記が重要となる。

- 本報告書に記載される提言を TES4 が確実に実施するためには、発電所の各組織長、所員の理解と適正な実行が肝要であるとともに、モンゴル国政府の理解と電力セクターを含む各エネルギーセクターの構造改革の推進が不可欠である。
- 株式会社化された TES4 が今後自主的に自己資金調達を実施すべきであるが、内貨は充分保持できるものの、機器購入等に必要な外貨の調達は現在のモンゴルの国際収支を考えると非常に厳しい状況にあるため、この点に関して日本をはじめとした海外からの支援が今後も必要である。
- 組織改革、人材育成に関しては、運転技能及び管理技能の向上は、TES4 のみならず、モンゴル国全ての発電所の効率化に大きく寄与するものであり、その過程においても日本をはじめとした海外のソフト面での支援（技術支援、知的支援等）が不可欠である。

以上を踏まえた各調査項目別の評価と提言について、以下に記述する。

II 評価及び提言

(1) 設備維持補修計画

今後の発電所維持管理に必要な補修対象設備の選定、施工計画、工事費の積算及び年別資金計画を策定するとともに、補修改善効果と経済財務評価を行った。その結果は、この設備維持補修計画が実施に値するプロジェクトであると評価できるものであった。下記にその評価結果と提言項目について列挙する。

1) 補修設備の選定

補修設備の選定については、その重要度及び現状設備の劣化度より3ランク(A:補修改善効果大、B:老朽設備の更新、C:TES4対応)に分けて策定した。この中で特記事項としては、発電所の寿命を40年とし2025年までの運転継続を考慮すると、10年利用可能な灰捨て場を第5、第6と増設する必要がある他、将来の需要増に備え故障の多い80MWタービンの改修工事や環境規制に対応する環境対策設備、その他延命工事等の実施が必要という点である。

2) 補修効果

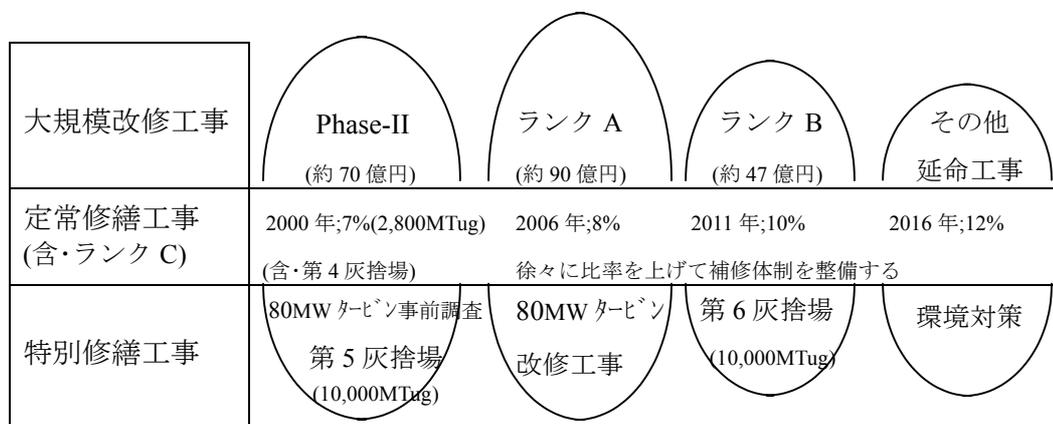
上記の関連工事の実施により特に期待される補修改善効果を下表に示す。この表から、各項目を確実に実施することによる効果は大きく、更にはTES4の財務基盤の強化につながるものである。

補修対象設備（ランクA）の補修改善効果

補修改善項目	補修改善効果 (MTug/年)
(1) 所内率の低減	693.6
(2) 復水器真空度の回復	170.3
(3) 重油消費量の削減	164.3
(4) 稼働率の上昇	10,749.4
合計	11,777.6

3) 将来の補修計画

上記の補修計画を下図に示す



4) 経済財務評価

補修計画でランク A に選定した機器の補修効果及び補修計画に基づき、経済財務評価を行った。その結果を下記に列挙する。

- 経済評価においては、EIRR は計算不能であるが、 $B/C=3.21$ を得ることができ、この設備維持補修計画は実施するに値するプロジェクトであると評価できる。
- 財務評価においては、 $FIRR=3.83\%$ 、 $B/C=0.69$ であり企業経営からは不利であるが、TES4 の料金水準が低いためにもたらされたものと考えられるので、卸売価格の値上げが必要であると思われる。

5) 資金計画

資金計画については借入条件等の異なる下記 7 ケースを設定した。

ケース 1： Phase-II 円借ベース

ケース 2： Phase-II の円借を除き全額自己資金による調達の場合(但し、モンゴルの外貨準備が乏しく外貨分は海外から借入せざるを得ないため、現実的ではない)

ケース 3： ケース 1 の条件の内、外貨分の金利を 30% (中央銀行統計による 2000 年の短期貸出平均金利) とした場合

ケース 4： ケース 3 で各年のキャッシュフロー残高をプラスとするための許容金利 10% を外貨分金利とした場合

ケース 5： 外貨借入条件をより現実的なものとするため、返済期間を 5 年間 (返済猶予は建設期間)、金利を 30% とした場合

ケース 6： ケース 5 で各年のキャッシュフロー残高をプラスとするための許容金利 5.5% を外貨分金利とした場合

ケース 7： ケース 5 で各年のキャッシュフロー残高をプラスにし、また債務超過にならないようにするための最低販売単価 (電力 33.35Tug/kWh 熱 6,900Tug/Gcal) とした場合

ケース 1、3、4 は、外貨分借入れの返済期間を 20 年と仮定したものであるが、円借のように 1% といった低い金利でないと成り立たない。ケース 2 は所要資金が全て自己資金で賄うことができれば可能となるケースであるが、現実には外貨が必要であるので、このケースも成立し得ない。

上記 7 ケースのうち、将来民営化の可能性のある株式会社として直面するケースはケース 5 であるが、ケース 6 のように非現実的な低い金利を適用しても債務超過となり成立しないため、ケース 7 のように料金値上げをせざるを得ない。

このためには、まず第 1 に、会計処理の適正化と資産再評価及び減価償却年数の正常化を行い、これにより現在の財務状況をより正しく反映した財務諸表を作成することが必要である。

次にモンゴルの金融市場では事実上長期貸出が行われておらず、借入条件が

不明であるため、金融市場の整備は不可欠であり、また TES4 としては、個々の借入れについての交渉の中で借入条件を明確にした上で、料金値上げの中や時期あるいは内貸を自己資金で行うか等を含めて計画を立てる必要がある。

(2) 組織改革

TES4 は 2001 年 9 月に株式会社化され、独立した営利企業としての運営管理を求められており、経営基盤と体質の強化が求められるものであり、より TES4 の自主性を考慮した組織に見直し、組織の効率化、スリム化を図ると共に、全てを上部で決済するのではなく、下部組織の意識改革のためにも権限委譲を行う必要がある。更に、事故撲滅と電力と熱の安定供給の意識を強化するため、権限の強い位置に安全衛生管理部と品質管理部を設置すべきである。

また、設備の維持管理については、現在各運転課に分散している補修部門を全て補修部に移籍して補修部門の一元化を図り、機器故障に対する補修部の責任を明確にし、補修工事の質の向上を図る必要がある。主な提言項目を下記に列挙する。

- ライン、スタッフ及び指揮命令系統のスリム化・明確化
- 各組織における権限委譲と、情報の共有化（各部、各課相互への周知徹底）
- 安全衛生管理部及び品質管理部の設置

(3) 設備運用管理

1) 運転管理

発電所においては、運転員の誤操作によるトリップや機器の故障が多発している（2000 年では、合計 202 回の設備停止事故の内、運転員の誤操作等が約 24%を占めている）ことから、その対策が肝要である。今後改善すべき項目を下記に列挙する。

- プラント監視項目、警報値、運転制限値の把握と関連計器の整備
- 巡視パトロールの徹底と機器チェックポイントの把握
- 運転操作マニュアル、系統図の整備
- 運転直間の情報伝達方法の改善
- 運転データ管理手法の改善（運転日誌、チャート、経年劣化記録、効率管理月報）
- 補修作業時の電源管理の徹底、事故対応の強化（模擬訓練、事故操作要項の整備）

2) 保守管理

補修部門では、同様の故障の繰り返しが、信頼性の低下、補修費の増大に繋がっており、その対策が肝要である。今後改善すべき項目を下記に列挙する。

- 保守管理体制の改善（日常補修、定期補修、中間補修）
- 設備の状態把握（補修経歴、点検結果、事故原因分析）
- 恒久対策、余寿命診断結果を踏まえた補修計画の立案

- 補修マニュアルの整備、補修技術の向上（マニュアルの整備、補修結果のフィードバック）
- 補修部品、材料、補修工具及び試験機器の整備
- 補修作業環境の改善（整理整頓、養生及び清掃）

3) 技術管理

発電所の運転上密接に関連している管理項目が各課に分散しており効率的に管理されていない。技術管理とは、発電所の効率向上、環境保全、設備維持のために行うものであり、重要な事項であることから現状組織の見直しが肝要である。

具体的には、技術部と調査部を一つの組織として技術的管理を一元化し、特に効率管理を徹底し、効率低下の原因究明とその対策を各部が協力して実施する。一元管理及び整備すべき管理項目を下記に列挙する。

- プラント効率管理
- 石炭の品質管理
- プラント水質管理
- ボイラ燃焼管理
- プラント性能試験

4) 燃料管理

計画した数量、品質の燃料を調達し、保管するために、購買計画、貯蔵管理、受入・払出設備の管理を確実に行うことが肝要である。

5) 在庫管理

在庫管理とは、計画した数量、品質の予備品を確実に調達し、予備品の機能を損なうことなく保管するために、購買管理、予備品等保有数量管理を行うことであり、補修計画と連携しながら計画的で無駄のない管理が肝要である。

6) 安全衛生管理

作業環境の悪さは、労働災害、労働疾患の発生はもちろんのこと補修結果にも悪影響を与えるものである。下表に示すとおり、2000年における労働災害件数は112件に上っており、現状における作業環境の改善が必要である。

この実施改善のためには、安全衛生管理部を社長直轄の機関として設置するとともに、労働安全衛生改善に向けて、次頁に列挙した改善項目について実施する必要がある。

2000年労働災害件数と職場復帰後の状況

単位：件

労働災害件数 (診断書数)	復帰者の労働状況		労災補償金受領者の状況		
	職種変更	同職種	勤務継続	退職者	解雇
112	17	35	10	12	38

- 作業環境管理体制の改善（権限強化）
- 作業環境改善指導の徹底（照度、粉塵、騒音状況の改善・指導）
- 事故発生状況と労働災害ゼロへの取り組み
- 安全パトロール、防火パトロール及び危険個所の表示
- 安全作業要領書の作成及び管理/作業区画の表示・整頓
- 安全教育の実施（外部セミナー、社内安全教育）
- 所員の健康管理

(4) 環境保全

TES4 に求められる環境保全項目は、第1に灰捨場の増設、第2は安全弁へのサイレンサーの設置である。さらに将来は灰の有効利用や排ガス中の硫黄酸化物の低減などが求められると予想され、必要な資金を計画的に準備する必要がある。

以下に環境保全についてその評価結果と提言について列挙する。

1) TES4 の排煙状況

1998年の測定結果によれば、各号機から排出されるばい煙濃度(6%O₂換算値)はバラツキがあり、SO₂ 463～735 ppm、NO₂ 142～475 ppm の範囲にある。

また、ダスト濃度(6%O₂換算値)については、1998～2000年の測定結果では190～942 mg/m³N程度となっている。

2) 拡散予測結果

ばい煙について簡易の拡散計算を行った結果、2000年冬季（大気安定度：90%以上）の平均風速1.9m/s及び最大風速9.0m/sにおいては最大着地濃度地点がそれぞれ30km以上となり、大気汚染物質による市内への影響は少ないことが推測される。

3) 騒音

発電所の通常運転時においては、発電所及び周辺の騒音は基準値85dB(A)以下であり、周辺環境への影響はほとんどない。しかし、安全弁が蒸気を放出する場合、安全弁の音圧レベルは約150dB(A)で基準を超えており、発電所周辺の騒音レベルも85dB(A)を超過している。

このため、サイレンサー設置などの消音対策が必要である。

4) 廃水処理

生活排水を除く発電所の廃水全量がスラリーピットに集合され、灰捨場までの灰輸送に利用されている。本システムは排水処理を有していないが、廃水は系外に排出されないため、周辺環境への影響はないものと考えられる。

5) 灰捨場の運用上の問題点

95年から運用中の第3灰捨場は、ほぼ満杯であり2002年以降は埋め立てが困難な状況である。現在、TES4が建設している第4灰捨場は緊急用（灰埋立て期間：約2年間）であり、電力を安定供給するには長期間埋立可能な灰捨場の早期設置が必要である。

また、春季等の強い風が吹く場合に、第 3 灰捨場から石炭灰の飛散が発生し周辺環境に影響を及ぼすことがある。このため、灰飛散を抑制するためには、部分的な覆土の実施や定期的な散水等の対策が必要である。

(5) 人材育成

優れた組織と管理システムを構築しても適材な人材なくして企業の発展成長はあり得ない。企業の人材育成は、企業理念、経営目標、事業戦略に基づき必要な知識やスキルをトレーニングするものであり、その実施においては、何のために研修を行うのか、その研修結果が日常の業務にどのように反映されるか、組織と各個人レベルの理解と認識を得て研修カリキュラムを確立する必要がある。

目標管理制度や改善提案制度などの業績評価制度はマンネリや減点主義に陥らないよう定期的に見直すことが重要であり、その実施過程においては、施策の立案 (Plan)、実施 (Do)、確認 (Check) 及び修正 (Action) の繰り返しの実施を社員一人ひとりが常に意識して行動することが肝要である。下記に改善すべき項目について列挙する。

- On the Job Training の推進
- 運転管理、保修管理及び効率管理教育、研修の実施
- 企業理念の確立
- 共通問題点の顕在化
- 目標管理制度の徹底及び業績評価の見直し
- 改善提案制度の推進

(6) 財務管理

生産第一主義であった経営方針を、利潤の確保を意識した、計画利益達成主義に変更していく必要がある。各部門毎に予算編成・執行の責任を明らかにすると共に、予算変動要因に対して柔軟に対応する仕組みの構築のほか、生産原価の正確な把握のため、直接部門と間接部門の費用区分及び電気と熱の生産原価の見直しも必要である。

資金管理は、今後経営上の重要な課題である。売掛・買掛の問題がどのように解決されるか不明であるものの将来の自主管理に備え、運転資金と設備投資資金について資金の調達と用途に関する資金計画を策定し、短期長期に資金不足を生じないように監視と対策が適時できる企業としての資金管理の仕組みを構築しておくべきである。