

国際協力事業団
イラン・イスラム共和国エネルギー省

イラン国
火力発電所環境影響評価調査
ファイナル・レポート

イラン国
火力発電所環境影響評価調査
ファイナル・レポート

平成11年12月

平成11年12月

JICA LIBRARY



J 1154791 [6]

株式会社数理計画
東電環境エンジニアリング株式会社

株式会社数理計画
東電環境エンジニアリング株式会社

304
543
4PN
ARY

鉦調資
JR
99-205

国際協力事業団

イラン・イスラム共和国エネルギー省

イラン国

火力発電所環境影響評価調査

ファイナル・レポート

平成11年12月

株式会社 数理計画

東電環境エンジニアリング株式会社



1154791 (6)

序 文

日本国政府は、イラン・イスラム共和国政府の要請に基づき、同国の火力発電所環境影響評価調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成8年12月から平成11年9月までの間、6回にわたり(株)数理計画の野口雅章氏を団長とし、(株)数理計画及び東電環境エンジニアリング(株)の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、イラン・イスラム共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本調査結果の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、本調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心からの感謝申し上げます。

平成11年12月

藤田 公 郎

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

平成 11 年 12 月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎 殿

伝 達 状

イラン・イスラム共和国火力発電所環境影響評価調査のファイナル・レポートを提出いたしますので、よろしく御査収願います。本報告書は、タブリーズとエスファハン両火力発電所とその周辺 20km の地域での大気環境観測と発電所の影響評価、更に評価から判明した対策の提案を含んでおります。

本報告書は要約と本文、サポートから構成されております。要約には調査全体の概要を、本文には調査の方法と結果の説明と提案事項を記載しております。更に、サポートには使用機材と方法の詳細、諸種データ、技術移転の内容、背景をなす情報等を網羅しております。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間にわたり、多大のご支援とご援助を賜った貴事業団、外務省、通商産業省、駐イラン日本大使館関係各位、並びにイランエネルギー省関係各位と同省エネルギー一次官配下のカウンターパート、更に両発電所所員に対し、心からの感謝の意を表するものであります。

本調査がイラン国火力発電所の環境問題解決とイラン国の今後の発展のために貢献できることを切に願う次第であります。

野 口 雅 章

JICA 調査団長
野 口 雅 章

目次

第1章 総論	
1.1 背景	1- 1
1.2 調査概要	1- 1
第2章 イランの社会経済の現状	
2.1 一般	2- 1
2.2 第2次5カ年開発計画	2- 3
2.3 国際関係	2- 5
第3章 火力発電	
3.1 イランの電力事情	3- 1
3.2 対象火力発電所の設備概要	3- 3
3.3 火力発電所の省エネルギー対策	3-11
3.4 大気汚染防止対策	3-14
3.5 対象発電所の排水対策	3-16
第4章 環境保護に関する法・組織制度	
4.1 中央政府の環境保護政策	4- 1
4.2 エネルギー省	4- 6
4.3 地方での大気汚染への取り組み	4- 8
4.4 環境と排出基準	4- 8
第5章 気象観測	
5.1 はじめに	5- 1
5.2 観測方法	5- 1
5.3 上層気象観測結果とその評価	5- 2
5.4 地上気象観測結果とその評価	5-13
第6章 大気環境の現状とその評価	
6.1 はじめに	6- 1
6.2 大気環境基準	6- 1
6.3 大気質自動測定	6- 2
6.4 SPM、降下ばいじん及びバッグサンプリング測定	6- 8
第7章 ばい煙の現状とその評価	
7.1 ばい煙測定	7- 1
7.2 測定結果と評価	7- 2
第8章 大気環境へのばい煙影響評価	
8.1 ばい煙影響評価手法の概要	8- 1
8.2 年平均濃度	8-19
8.3 1時間値濃度及び日平均濃度	8-27
8.4 特殊気象条件下の濃度予測	8-28
8.5 環境濃度予測結果のまとめ	8-33
第9章 化学分析結果とその評価	
9.1 はじめに	9- 1
9.2 結果と考察	9- 1

第10章 EIA構築	
10.1 はじめに	10- 1
10.2 EIA手順の概要	10- 1
10.3 火力発電所の供用時の大気EIAの技術指針の骨格	10- 5
10.4 火力発電所の供用時の水質EIAの技術指針の骨格	10- 6
10.5 EIA実施上の留意事項	10- 8
第11章 提案	
11.1 はじめに	11- 1
11.2 発電設備の保守管理	11- 2
11.3 蒸気タービンの効率向上対策	11- 4
11.4 エネルギー省の環境組織	11- 5
11.5 発電所職員の公害教育	11- 6
11.6 煙道ガス測定	11- 7
11.7 重油の需要・供給バランス調査	11- 8
11.8 浮遊粒子状物質の測定とその発生源寄与率の特定	11-10
11.9 シミュレーションモデルの精度向上	11-11
第12章 結論	12- 1
文献リスト	

本文挿入表リスト

表	1.2.1	調査対象発電所	1-4
表	1.2.2	HICA 調査団	1-5
表	1.2.3	イラン側カウンターパートチーム	1-6
表	1.2.4	発電所側の協力職員	1-6
表	1.2.5	調査業務概要	1-7
表	1.2.6	全体工程	1-8
表	2.1.1	イラン主要都市の人口と標高	2-1
表	2.1.2	世界の中のイラン国発掘可能エネルギー埋蔵量	2-2
表	2.2.1	主要工業製品の生産目標	2-4
表	2.2.2	第2次5カ年計画歳入予算	2-4
表	2.2.3	第2次5カ年計画予算	2-5
表	2.3.1	イランにおける輸出入	2-5
表	3.1.1	需要種別消費電力量	3-2
表	3.1.2	発電設備容量	3-2
表	3.1.3	発電電力量	3-3
表	3.2.1	発電所の設備概要	3-4
表	3.2.2	発電所運転データ(集約)	3-7
表	3.2.3	使用重油の性状及びNIOC仕様	3-10
表	3.2.4	エスファハン発電所の使用燃料(天然ガス)の性状	3-10
表	4.1.1	イランの内閣各省	4-1
表	4.1.2	環境保護予算と年間予算	4-3
表	4.2.1	エネルギー省エネルギー担当次官配下の組織	4-7
表	4.4.1	イラン国大気環境基準	4-9
表	4.4.2	WHOによる大気環境ガイドライン	4-9
表	4.4.3	発電所大気排出基準案	4-10
表	4.4.4	排水中の汚染物質の許容最高濃度(抜粋)	4-10
表	5.2.1	地上気象観測項目及び方法	5-2
表	5.3.1	タブリーズ上層気象の特徴	5-5
表	5.3.2	エスファハン上層気象の特徴	5-8
表	5.4.1	地上気象(風向風速)観測結果	5-13
表	5.4.2	地上気象(温度、日射量、放射収支量)観測結果	5-13
表	6.1.1	大気質試料採取方法及び測定原理	6-1
表	6.2.1	イランにおける大気環境基準	6-2
表	6.3.1	自動測定局名及び発電所からの方向・距離	6-2
表	6.3.2	測定結果集約表(タブリーズ)	6-3
表	6.3.3	測定結果集約表(エスファハン)	6-3
表	6.4.1	SPM濃度測定結果	6-8
表	6.4.2	降下ばいじん量測定結果集約表	6-9
表	6.4.3	クワエミエにおける大気環境濃度集約表	6-10
表	7.1.1	ばい煙測定方法	7-1
表	7.2.1	DOEが提案している排出基準案	7-2
表	7.2.2	類似のボイラーの排出参考値	7-2
表	7.2.3	測定対象ボイラーの推定排ガス量	7-3
表	7.2.4	タブリーズ1,2号機の単位出力当たりの設計必要発熱量	7-3
表	7.2.5	燃料使用量と出力	7-4

表	7.2.6	SO ₂ 測定結果	7-5
表	7.2.7	NO _x 測定結果	7-5
表	7.2.8	NO _x 測定結果と参考値との比較	7-6
表	7.2.9	煤塵測定結果	7-6
表	7.2.10	燃料別参考値と煤塵測定結果	7-7
表	7.2.11	残存酸素測定結果	7-7
表	7.2.12	組成仮定重油の燃焼計算結果	7-8
表	7.2.13	排ガス量測定結果	7-8
表	7.2.14	単位出力当たりの湿り排ガス量の設計値と実測値の比	7-9
表	8.1.1	タブリーズ発電所の原単位	8-2
表	8.1.2	エスファハン発電所の原単位	8-2
表	8.1.3	タブリーズ地域の汚染物質排出量	8-4
表	8.1.4	エスファハン地域の汚染物質排出量	8-4
表	8.1.5	期別設定	8-6
表	8.1.6	時間帯設定	8-6
表	8.1.7	バスキル大気安定度分類表	8-6
表	8.1.8	鉛直層区分	8-7
表	8.1.9	時期別リッド高さ	8-8
表	8.1.10	有効煙突高の設定	8-9
表	8.1.11	期別昼夜別温位傾度	8-10
表	8.1.12	NO ₂ 指数近似モデルのパラメータ	8-10
表	8.1.13	O ₃ バックグラウンド濃度	8-11
表	8.1.14	上層風速補正係数	8-11
表	8.1.15	タブリーズ地域の拡散パラメータ設定	8-12
表	8.1.16	エスファハン地域の拡散パラメータ設定	8-13
表	8.1.17	初期拡散幅	8-13
表	8.1.18	タブリーズ発電所の最大負荷時発生源諸元	8-14
表	8.1.19	エスファハン発電所の最大負荷時発生源諸元	8-15
表	8.2.1	地域内最高年平均濃度と環境基準の比較	8-19
表	8.3.1	1時間濃度次高値の域内最高値と環境基準の比較	8-27
表	8.3.2	日平均濃度次高値の域内最高値と環境基準の比較	8-27
表	8.4.1	各モデルによる予測最高濃度(タブリーズ)	8-28
表	8.4.2	各モデルによる予測最高濃度(エスファハン)	8-30
表	9.1.1	本調査における化学分析	9-1
表	9.2.1	SPM中の金属含有量	9-4
表	9.2.2	大気中の浮遊金属含有量	9-4
表	9.2.3	降下煤塵中の金属成分	9-4
表	9.2.4	煤塵中の金属成分	9-7
表	9.2.5	煙道ガス中の金属排出濃度	9-8
表	9.2.6	分析した粒子中の金属成分%	9-8
表	11.1.1	提案リスト	11-1
表	11.3.1	タービン効率向上対策費	11-4
表	11.5.1	煙道ガス測定設備初期投資額	11-7
表	11.9.1	地域総合シミュレーション調査入・月	11-14
表	12.1	提案のまとめ	12-2

本文挿入図リスト

図	1. 2. 1	タブリーズ火力発電所とその周辺	1- 2
図	1. 2. 2	エスファハン火力発電所とその周辺	1- 3
図	1. 2. 3	調査の概要	1- 7
図	3. 1. 1	MOE傘下のイラン電力産業組織	3- 1
図	3. 3. 1	汽力発電の熱勘定(重油燃焼、600MW)	3-11
図	3. 4. 1	火力発電所の大気汚染防止対策の概要	3-15
図	4. 1. 1	大統領府環境庁組織	4- 2
図	5. 3. 1a	上層気象観測例—タブリーズ風向風速	5- 3
図	5. 3. 1b	上層気象観測例—タブリーズ気温	5- 4
図	5. 3. 2a	上層気象観測例—エスファハン風向風速	5- 6
図	5. 3. 2b	上層気象観測例—エスファハン気温	5- 7
図	5. 3. 3a	上層季別年間風配図—タブリーズ	5- 9
図	5. 3. 3b	上層季別年間風配図—エスファハン	5-10
図	5. 3. 4	上層風速—季節別と年平均	5-11
図	5. 3. 5	上層気温—季節別と年平均	5-12
図	5. 4. 1	年間風配図	5-14
図	5. 4. 2	風速月変化図	5-15
図	5. 4. 3	気温、日射量、放射収支量月変化図	5-15
図	5. 4. 4	年間風速階級別頻度図	5-17
図	5. 4. 5	年間大気安定度別頻度図	5-18
図	6. 3. 1	SO ₂ 濃度月変化図	6- 3
図	6. 3. 2	NO _x 濃度月変化図	6- 5
図	6. 3. 3	SO ₂ 濃度階級別頻度図	6- 6
図	6. 3. 4	NO _x 濃度階級別頻度図	6- 7
図	6. 4. 1	SPM濃度月変化図(タブリーズ)	6- 8
図	6. 4. 2	SPM濃度月変化図(エスファハン)	6- 8
図	6. 4. 3	降下ばいじん月変化図(タブリーズ)	6- 9
図	6. 4. 4	降下ばいじん月変化図(エスファハン)	6-10
図	6. 4. 5	エスファハン発電所風配図(夏季)	6-11
図	6. 4. 6	エスファハン発電所風配図(冬季)	6-11
図	8. 2. 1	年平均濃度分布(タブリーズ・SO ₂)	8-21
図	8. 2. 2	年平均濃度分布(タブリーズ・NO ₂)	8-22
図	8. 2. 3	年平均濃度分布(タブリーズ・SPM)	8-23
図	8. 2. 4	年平均濃度分布(エスファハン・SO ₂)	8-24
図	8. 2. 5	年平均濃度分布(エスファハン・NO ₂)	8-25
図	8. 2. 6	年平均濃度分布(エスファハン・SPM)	8-26
図	8. 4. 1	各モデルによる最高濃度時のSO ₂ プロファイル(タブリーズ)	8-29
図	8. 4. 2	各モデルによる最高濃度時のSO ₂ プロファイル(エスファハン)	8-32
図	9. 2. 1	大気中の浮遊金属含有量年間傾向(タブリーズ)	9- 2
図	9. 2. 2	大気中の浮遊金属含有量年間傾向(エスファハン)	9- 3
図	9. 2. 3	大気中の粉塵中の年間金属濃度(タブリーズ)	9- 5
図	9. 2. 5	大気中の粉塵中の年間金属濃度(エスファハン)	9- 6
図	9. 2. 5	簡易法と自動連続測定データの比較	9-10
図	10. 2. 1	イランにおける立地選定	10-3
図	10. 2. 2	イランにおけるEIA手順	10-4
図	11. 2. 1	発電出力と節炭器出口O ₂ 濃度の関係	11-3

略語表

Az	イラン燃料油のコード名
BOD	生物学的酸素要求量
BS	直径 4.5 μm 以下の粒子
Bz	イラン燃料油のコード名
COD	化学的酸素要求量
deg C	摂氏の温度差
DF/R	ドラフト・ファイナル・レポート
DST	イラン夏時間
DO	溶解酸素
DOE	イラン大統領府環境庁
ED-MOE	エネルギー省環境部
EHC	イラン環境最高評議会
EIA	環境影響評価
EIS	環境影響評価書
Fig.	図
F/R	ファイナル・レポート
GDP	国内総生産
GNP	国民総生産
ICES	イランエネルギー研究センター
IC/R	インセプションレポート
I. R. Iran	イラン・イスラム共和国
IT/R	インテリムレポート
JICA	国際協力事業団
JIS	日本工業規格
MOE	イランエネルギー省
MW	メガワット
NG	天然ガス、NGL—液状天然ガス、LNG—液化天然ガス
NIOC	イラン石油公社
NO _x	主として一酸化窒素 (NO) と二酸化窒素 (NO ₂) との混合物
OJT	実地訓練
PG/R	プロGRESSレポート
PM	粒子状物質
ppb	十億分率
ppm	百万分率
PTIO	2-フェニル-4,4,5,5-テトラメチルイミダゾリン-3-オキサイド-1-オキシル
Rls.	イラン通貨単位 (リアル); 米ドル 1.00 = Rls 8,000 (1999年9月)
SO _x	二酸化硫黄(SO ₂)と三酸化硫黄 (SO ₃)の混合物
SPM	大気中の浮遊粒子状物質
SS	水中の浮遊固形物質
TEA	トリエタノールアミン
TSP	大気中の全浮遊粉塵
UNDP	国連開発計画
UNEP	国連環境計画
U.S. EPA	米国環境保護庁
WHO	世界保健機関
¥	日本円: 本書では米ドル 1.00 = ¥120 (1999年9月)
#	文献番号マーク

第1章 総論

1.1 背景

本書はイラン国火力発電所環境影響評価調査（本調査）のファイナル・レポートである。

イラン国北部及び北西部の発電所の環境影響評価を行うため、1994年に、引き続き1995年10月に、同国から日本政府に技術協力要請があった。これに応じ日本政府から担当機関として指定を受けた国際協力事業団(JICA)は、事前調査団を派遣しイラン国エネルギー省と本格調査に係わるSAVを1996年8月に締結した(別添1-1、1-2)。それにより対象はタブリーズ発電所とエスファハン発電所とを含む二地域に絞られた。イラン側の担当機関はエネルギー省エネルギー担当次官配下の環境部となった。JICAは本格調査のために民間人からなる調査団(JICAチーム)を組織し、1996年12月より本格的現地調査を開始した。イラン側でも担当機関のメンバーにより対応する調査団(カウンターパートチーム)を組織した。

本報告書は、要約と本文、サポート(Supporting Appendices)より成っている。引用したデータ、文献、情報類は、参考文献リストにまとめ、その番号に#マークを付して記載した。

1.2 調査概要

(1) 目的

- a) 既設及び新設の発電所のEIA作成並びに環境対策の実施、発電所のエネルギー効率増加案作成等のイランエネルギー省による独自実施のための技術力向上への寄与
- b) 既設火力発電所とその周辺地域における環境調査の実施、現況の環境評価及び排出物の削減策等の提言、並びにイランの実状に即した火力発電所のEIA枠組みの構築
- c) 現地調査時の共同作業及びセミナーの開催等を通して、イラン側カウンターパートへの関連技術の移転

(2) 対象地域と汚染物質

調査対象は、タブリーズ発電所とエスファハン発電所と、それらから半径20kmの地域であった(図1.2.1と1.2.2)。両発電所の特徴を表1.2.1に示す。両所に増設計画はない。

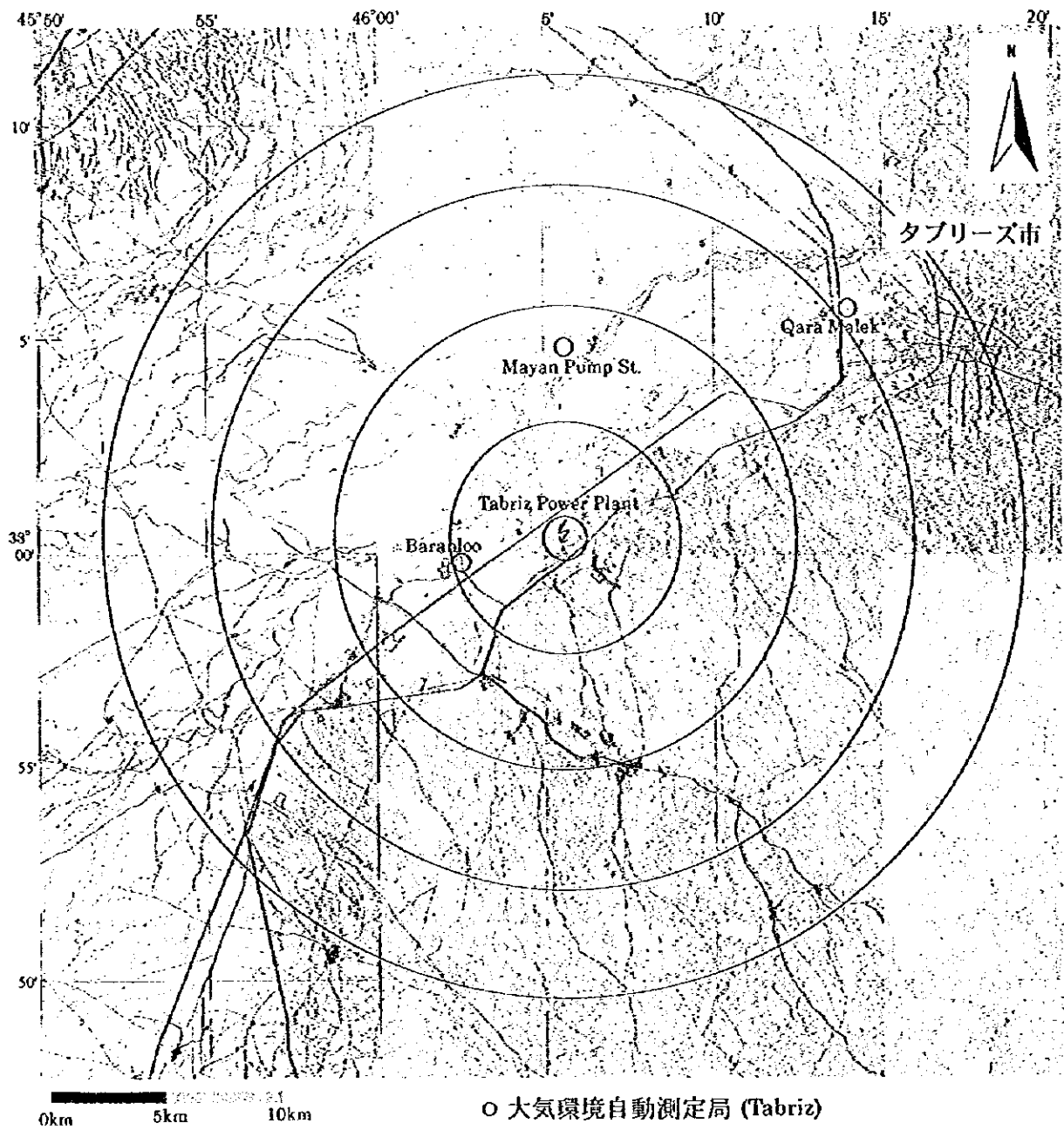
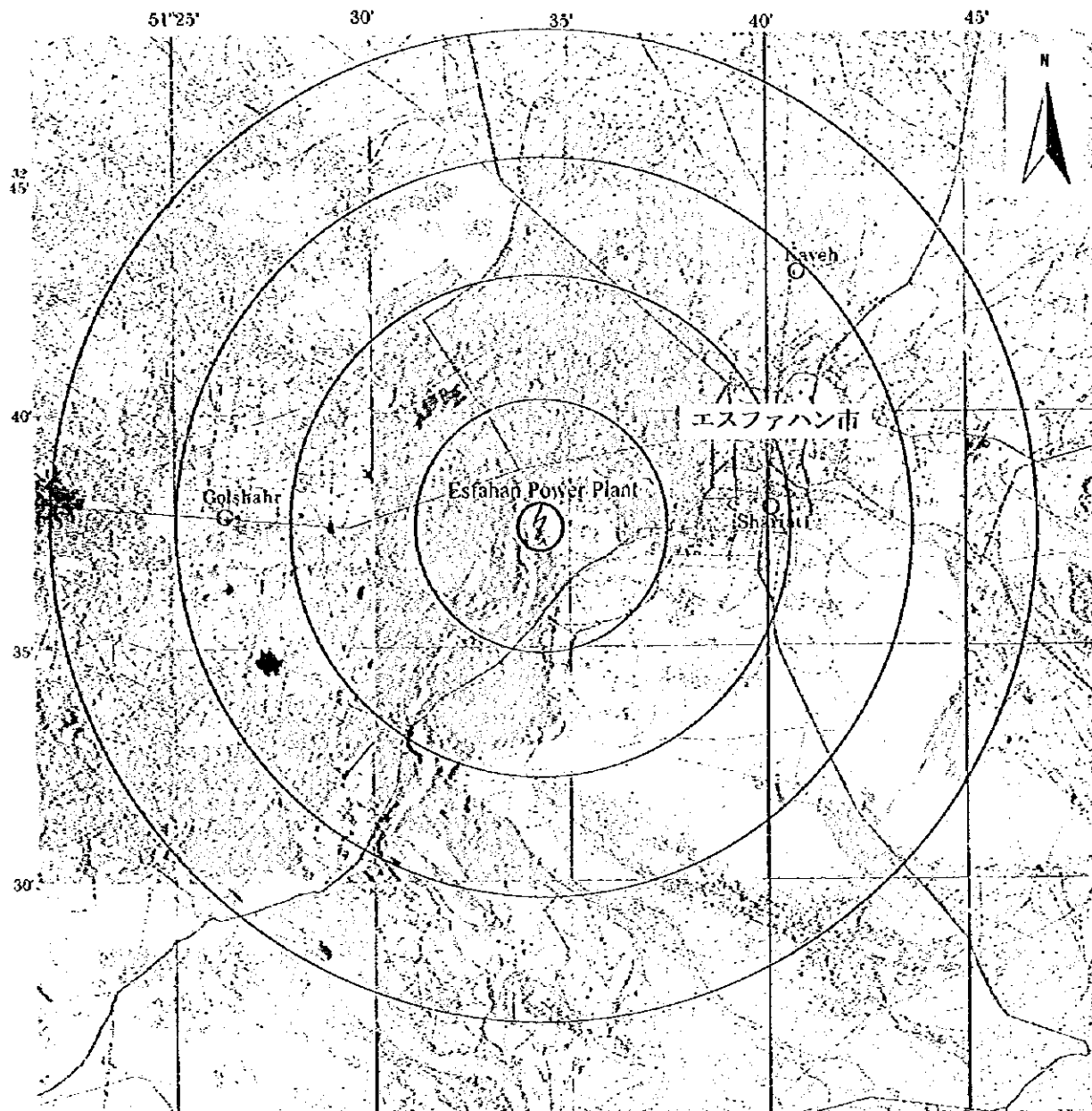


図 1.2.1 タブリーズ火力発電所とその周辺



○ 大気環境自動測定局 (Esfahan)

図 1.2.2 エスファハン火力発電所とその周辺

対象汚染物質は硫黄酸化物 (SO_x) と窒素酸化物 (NO_x)、粒子状物質であった。

表 1.2.1 調査対象発電所

工場名	装置	能力 MW	主要燃料		煙突 m		運開 時期	備考
			名前	S %	高さ	直径		
タブ リーズ	1	368	燃料油	3.0 ^{*2)}	120	5.0	1986	煙突2本が径12mのケースに、 15% 排ガス循環。
	2	368	同上	同上	120	5.0	1988	
エスフ ァハン	1 ^{*1)}	37.5	軽油と天		25	1.5	1969	煙突2本が1本のケースに。
	2 ^{*1)}	37.5	燃ガス ^{*4)}		25	1.5	1969	
	3	120	燃料油	3.5 ^{*3)}	55	2.5	1974	冬季以外は天然ガスとの混焼
	4	320	燃料油	3.5	80	5.0	1980	同上
	5	320	燃料油	3.5	80	5.0	1988	同上

Note: *1) - 発電能力が小さく、適当な測定場所がないため、本調査でばい煙測定を行わなかった。

*2) - June 1994 ~ May 1995 の 5 試料では 1.8~2.1% (#56).

*3) - 分析値は 3.0 と 3.13% (#08).

*4) - #029

(3) 対象地域内の特徴

A) タブリーズ

タブリーズ発電所は東アゼルバイジャン州の州都、人口約 110 万人のタブリーズ市にある。同市の主要産業はトラクター製造、絨毯である。

発電所は市の南西 15km に位置し、標高 1350 m の平地にあり、南東方向は標高 2200 m までの山岳地帯で、他の周辺は平地で農業・果樹生産が盛んである。冬は寒く雪が厚く、夏は暑い。春秋は快適な場所である。

発電所の北東約 8km に原油処理能力毎日 10 万バレルのタブリーズ精油所、各種石油化学製品年産 25 万トンのコンプレックスがある。

B) エスファハン

エスファハン発電所はエスファハン州の州都、人口約 113 万人のエスファハン市にある。エスファハンには歴史遺跡の多い、観光都市である。

発電所は市から南西 9km に位置し、標高 1600m、発電所のすぐ近くをザヤンデ川が流れている。発電所の北～北東～西側に 100～300m の屏風状の山が迫り、山の反対側斜面は市街地となっている。対象地域内には同程度の山又は岡が点在している。

地域の気候は穏やかで四季があり、冬は雪が降る。

20km外ではあるがモンタゼリ発電所が北方にあり200MW 4基合計800MWが稼働中であり、同一規模の増設工事が進行中で一部は運転を開始している。更にモンタゼリ発電所付近に原油処理規模毎日40万バレルの精油所があり、エスファハン発電所にも天然ガスと燃料油を供給している。精油所の一角には石油化学の環状化合物コンプレクスがあり、ベンゼン、トルエンほかで総計年16万トン生産している。

地域外の南方にモバーラケー製鋼所（1991年完成、年間能力240万トン）があり、南西にはイラン国最古のエスファハン製鉄所（1971年完成）が地域外に存在する。後者は増設計画が完成すれば粗鋼生産量年間190万トンとなる。

(4) 調査組織

JICA調査団とカウンターパートの団員と主担当業務をそれぞれ表1.2.2と1.2.3に示した。また、現地調査期間には、発電所の職員が、測定、観測ほかの現場作業に協力した（表1.2.4）。

表 1.2.2 JICA 調査団

	団員名	担当業務分野
1	野口 雅章	総括
2	秋澤 武夫	副総括/環境保全/発電設備/省エネ
3	久保田律男	大気測定・気象観測/モニタリング計画
4	座間 芳文	ばい煙測定/モニタリング計画
5	宮川 亮	EIA（大気）/EIA手法構築（大気）
6	山本 八郎	EIA手法構築（水質、土壌、その他）
7	山中 芳夫	組織制度
8	柳原 守	化学分析/大気測定
9	深山 暁生	シミュレーション
10	神田 修身	大気測定・気象観測
11	小玉 亮	上層気象観測

表 1.2.3 イラン側カウンターパートチーム

	団 員 名	担 当 業 務 分 野
1	Abdul Reza Karbassi	総括/環境保全/省エネ/EIA/組織・法制度
2	Bahman Jabbarian Amiri	プロジェクト調整/EIA
3	Forood Azari Dehkordi	ばい煙測定/モニタリング計画/シミュレーション/EIA
4	Hossein Yousefi	
5	Reza Samadi	大気測定・気象観測/同計画/シミュレーション/EIA
6	Nastaran Rahimi	上層気象観測/化学分析
7	Teeeka Sohrab	化学分析

表 1.2.4 発電所側の協力職員

	タブリーズ	エスファハン
コーディネーター	Mohsen Shadravan	Pour Ranjbar*, S.Goodarzy**
大気測定	Hosein Sadeghi, Davod Hakim, Jafar Najafzadeh	P.Ranjbar*, Bahram Qasemi**, Mohammad Reza Jebeli
ばい煙測定	Haji Hasani**, Mehrdad Baibordi Davod Hakim*	Sattar Goodarzy, Abbass Qahramani**
簡易大気サンプラー	Mehrdad Baibordi*, J.Najafzadeh**	P.Ranjbar*, M.R.Jebeli
発電所分析作業	Ali Asgar Habibi	Sattar Goodarzy
上層気象観測	Mahrdad Baibordi, Jafar Najafzadeh**	S.Goodarzy, Gholam Reza Fooladi, Gholam Reza Aghakhani**

注：*マークは第2次現地調査時のみ、**マークは第3次現地調査から協力。

(5) 業務概要

図 1.2.3 に調査の概要を図示した。業務は、表 1.2.5 に示すように、4次の現地調査と6次の解析調査よりなっている。解析調査では、現地調査で収集したデータや情報の解析と整理、評価を主として実施した。現地調査でのデータの観測、測定には別添 1-3 にある JICA 機材を主として使用した。別添 1-4 には機材を他の地区へ移送使用する場合の保管、維持方法を纏めた。JICA 機材（特に標準ガス類）の購入、輸送、通関が遅れ、調査途中でスケジュールの内容と工程を変更した。表 1.2.6 に4年間の実施スケジュールを示した。

(6) プロジェクト研修

調査期間中、4人のカウンターパートがプロジェクト研修員として JICA により日本に招待された。まず最初に 1997 年の春 18 日間にわたりカルバシ博士が、日本の大気汚染取り組みの経緯・経験を理解した事は、本調査の遂行はもとより調査の所産の今後の利用にも

現地調査

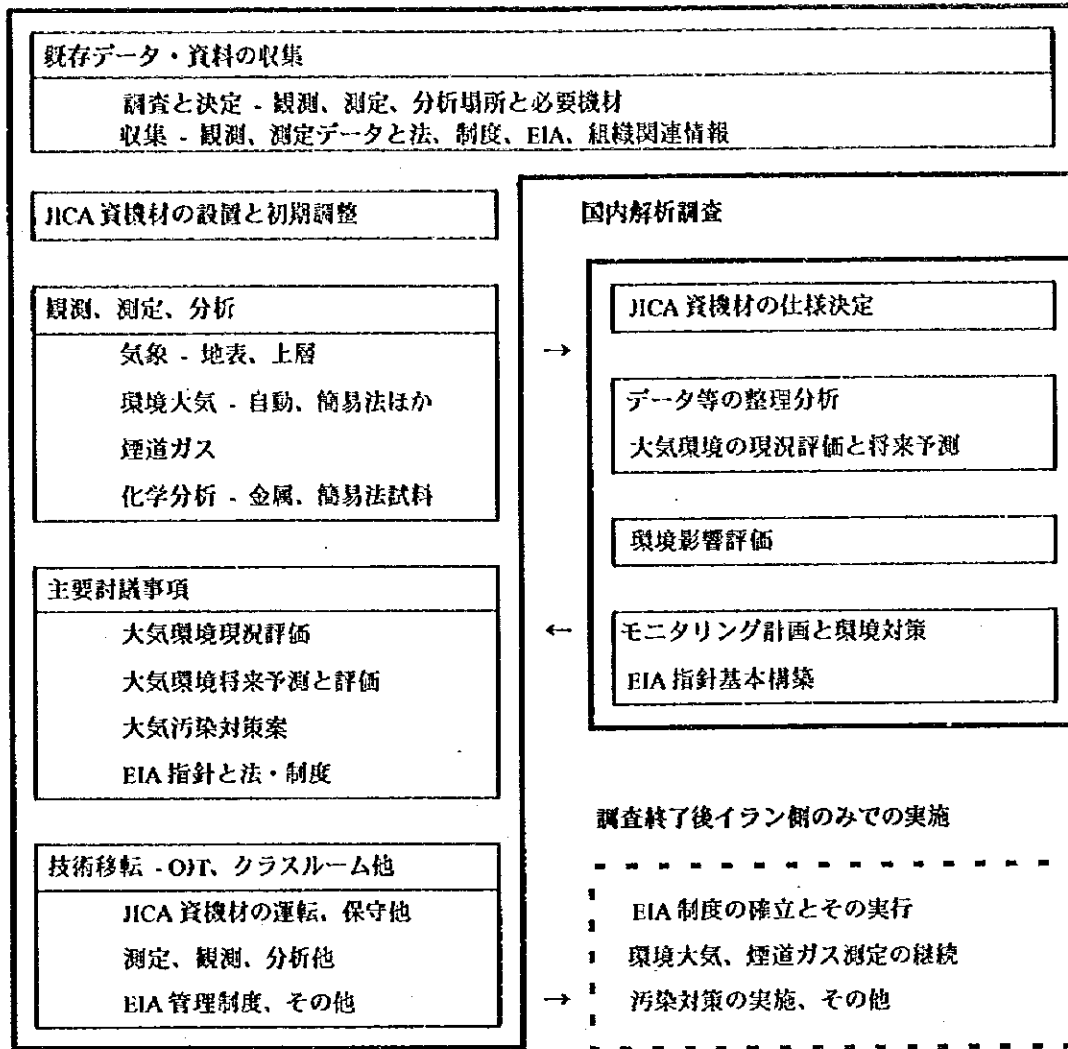


図 1.2.3 調査の概要

表 1.2.5 調査業務概要

	調査 (実施期間)	主要業務内容
1)	第1次現地調査(12/96~1/97)	着手報告書討論、データ情報収集
2)	第1次国内解析(1~2/97)	JICA 機材仕様作成
3)	第2次現地調査(1~3/98)	JICA 機材の設置、測定・観測開始 (除自動計)
4)	第2次国内解析(2~3/98)	データ解析と EIA 指針案
5)	第3次現地調査(6~7/98)	自動計による SO _x , NO _x 測定開始と観測状況確認
6)	第3次国内解析(7~8/98, 2/99)	EIA 構築、中間報告書作成、拡散モデル作成
7)	第4次現地調査(9/98)	中間報告書の検討、
8)	第5次現地調査(2~3/99)	JICA 機材の使用状況確認、拡散モデル設置
9)	第4次国内解析(6~7/99)	拡散モデル精度向上、最終報告書案作成
10)	第6次現地調査(9/99)	最終報告書案検討、セミナーの実施

表 1.2.6 全体工程

業務	平成8年度			平成9年度			平成10年度			平成11年度											
	11	12	1	2	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
総括	野口 雅章																				
副総括/環境保全対策 発電設備/省エネ	秋澤 武夫																				
大気測定・気象観測/ モニタリング計画	久保田 博男																				
ばい煙測定/ モニタリング計画	座間 芳文																				
EIA(大気)/ EIA手法構築(大気)	宮川 亮																				
EIA手法構築 (水質、土壌、その他)	山本 八郎																				
組織制度	山中 芳夫																				
化学分析/大気測定	柳原 守																				
シミュレーション	深山 曉生																				
大気測定・気象観測	神田 修身																				
上層気象観測	小玉 亮																				
報告書提出	IC/R	▲																			
調査段階	現地調査	1次																			
	国内調査	準備	1次	2次(1)	2次(2)	2次(2)	3次(1)	3次(2)	3次(2)	4次	5次	6次	6次	DF/R	▲	F/R					

凡例: ■ 現地調査、□ 国内調査

大いに役立つものと思う。

アザリ氏は1997年9月3週間日本に滞在して、ばい煙測定研修をし、使用したマニュアルやノウハウを現地語で整理したので、現場での測定や技術移転に非常に役立った。サマディ氏は1998年11月に3週間滞在して、データ管理と汚染物質の大気拡散シミュレーションを学んだ。また、アミリ氏は1999年春に来日して、主として日本での環境アセスメントについて研修した。これらの研修は、イランで火力発電所の環境面での現状調査や将来新しい火力発電所を計画する場合に大いに活用できる。

(7) 技術移転

技術移転は本調査の目的の一つである。第1次現地調査ではセミナーを開催して、調査の概要を一般に知らせた。12の機関から約30人が出席して所期の目的を果たした。

現地調査期間中には、二つの発電所で随時クラスルームを開き、カウンターパートと発電所協力所員に本調査で使用する技術の詳細を紹介した。また、JICA機材を現場で初めて使用する時には常にOJTを実施した。まず、調査団員が運転・点検・保守のやり方を示し、次に、イラン側に実施して貰い、移転を確実なものとした。技術移転に使用した教材を別添資料として各該当章毎に整理した。機材製造業者からのカタログや取り扱いマニュアルも技術移転に使用した。これらのマニュアル類は各1セットをエネルギー省環境部と対象発電所2ヶ所に提供した。

第2次現地調査で予定していた冬季タブリーズでの上層気象観測の許可が得られず、技術移転が不確実であった。そこで第3次現地調査の際、同地で観測する前に、2人のタブリーズ発電所協力員（Baibordi と Najafzadeh 両氏）をエスファハンにて、事前の技術移転を実施した。また、Karbassi氏が上層気象観測方法を現地語で纏めてくれて、技術移転に役立った。なお、タブリーズでの冬季観測はイラン側のみで1999年1月に実施した。

第6次現地調査では、マニュアルを渡して、第5次現地調査で一部移転した拡散モデルの最終技術移転を実施した。また、第6次現地調査では、本調査で使用した調査方法と成果を広く理解せしめるため第2回技術移転セミナーを開催した。対象発電所以外の発電所、環境庁とその州支局、石油、保健教育、鉱山金属の各省、大学、エネルギー省内各局等の55ヶ所から120人の参加者があった。内容の理解に供するため、約130頁の英文パンフレットを配布した。

第2章 イランの社会経済の現状

2.1 一般

本章には、本調査の結果として各種の提案を練るに当たって考慮すべき一般社会情勢や経済状態について、イラン国の現状を述べる。

A) 概略

a) 国名: イラン・イスラム共和国

b) 国土: 面積 — 約 1,648,416 平方キロメートル

山脈 — アルボルツ山脈: 国の北側を東から西へ

コペダー山脈: 北東地方、ザグロス山脈: 南西地方

最高地点—5671 m アルボルツ山脈のダマバンド山

(#55): 陸上最低地点—海面下 26 m カスピ海岸

(#51): 地勢 — 陸地のほとんどは高さ 460 m 以上

1/6 は高さ 1980 m 以上

1/6 はほとんど雨のない砂漠地帯

c) 気候(#51): 亜熱帯から亜極気候を含んで複雑 — 四季があるが変化は急激

冬季 一般に雨期、夏季 1~50℃

d) 人口(#51): 55,837,182 人 (1991 年 10 月調査)、59,500,000 (1996) (#92)

人口の 57% は都市部に居住

e) 主要都市 (表 2.1.1)

表 2.1.1 イラン主要都市の人口と標高

都市名	人口	標高 (m)	備考
Tehran	6,475,000	1110	首都
Mashhad	1,759,000	985	東北部の要衝
Esfahan	1,127,000	1575	本調査の 対象地域
Tabriz	1,088,000	1362	
Shiraz	965,000	1491	
Ahwaz	724,000	20	ペルシャ湾北
Qom	681,000	928	聖地
Bakhtaran	624,000	1322	
Hamadan	641,162*	1644	
Khorram Abad	505,120*	1171	
Rasht	442,495*	-3	カスピ海岸
Karaj	439,019*	1360	Tehran の西
Arak	437,695*	1755	新興工業都市

出典: 人口 (#81, 1996) と*印は (#11, 1984), 標高は (#11)

- f)公用語: ファルシ、但し人口の14.9%はファルシを使用していない(#51)。
 g)教育: 小学校5年間、中学校又は職業学校3年間、高校4年間
 h)暦: 西洋暦の他2種類を使用
 ベルシャ太陽暦の1377年第1日は西洋暦1998年3月21日
 イスラム陰暦は1年間354か355日で、その1419年は西洋暦1998年
 i)就業時間: 一般には7:30から16:00で西洋暦木曜と金曜は休日
 j)時間: 全イランでグリニッチ標準時間の3時間半前が通常時間。夏時間は1時間早く、3月21日から9月21日まで

B) 経済指標(#41)

- a)GNP: US\$108,500,000,000 (1997)(#100)
 b)GNP成長率: 4.8% (1996), 2.8% (1997), 1.7% (推定1998-2002) (#100)
 c)1人当りGNP: US\$1,780(1997)(#100)
 d)同成長率: 3.5% (1996), 1.7% (1997), -0.8% (推定1998-2002) (#100)
 e)通貨: リアル(Ris.) — 公定兌換率 Ris.3,000=US\$1.00 (1995年から)
 9/1998から変動制(9/1999現在Ris.8,000=US\$1.00)
 f)インフレ率: 23.2% (1997) (#97)、3/1999からの5ヶ月では21.9% (#99, 9/9/99)

C) 化石燃料

- a)埋蔵量 表2.1.2に世界の埋蔵量と比較して示す。

表 2.1.2 世界の中のイラン国発掘可能エネルギー埋蔵量(#82)

資源名	発掘可能埋蔵量(1990)		
	世界	イラン	イラン(%)
瀝青炭・無煙炭、 10^6 tons	460,600	193	0.04
亜瀝青炭・泥炭、 10^6 tons	516,319	--	--
原油・液状天然ガス、 10^6 tons	136,754	12,700	9.29
天然ガス、 10^9 m ³	128,584	17,000*	13.22

*最近のデータでは $25,000 \times 10^9$ m³ (#91)

- b)イランの生産量 — 原油 198,000,000 tons、その内63.45%を輸出(1993年 #51)
 天然ガス 72,000,000,000 m³ (1993年 #51)
 石炭 1,500,000 tons (1997年 #99, 12/10/98)

D)最近の発展事情

イランイスラム共和国は1979年創立。1980年9月から1988年8月までの8年間はイラクと戦争状態であった。1989年に第1次5カ年開発計画を立てて国の再建を開始し、1993年までに経済的に可成りの発展を遂げた。更に1995年から2000年3月までに第2次5カ年計画を実施中である(#21)。1999年9月現在、第3次5ヶ年計画(3/2000開始)が決定され、議会へ提出された。この計画では経済成長率を6%とし、5年間の予算の49.8%である56億ドルを石油収入に期待している(#99, 9/17/99)。

2.2 第2次5カ年開発計画

2.2.1 基本戦略

第2次5カ年計画(#16)には16の主要目標が掲げられており、それらを全部で206条の基本政策に分割している。第10番目の目標が環境保護と天然資源の有効利用についてである。目標と政策を世界銀行の出版物(#41)が纏めているので、若干の追加、修正を加えて以下に記載する。

- A) 兌換と貿易政策 — 国際競争力をつけるのが目標。政策は以下の如し。
 - a) 交換レートの新統一
 - b) 外部競争力を保たせながら国内製品を保護するための関税率設定
 - c) 生産者へのすべての免税措置の停止
 - d) 専有権利を減らす為の措置促進
 - e) 国際や地域組織への加入
- B) 財政通貨政策 — 製造業と生産活動へ貯蓄の直接投資が目標。
- C) 予算政策 — 公共資源、流通資金、資本の有効利用、実施中のプロジェクトの促進、非石油製品の輸出による石油依存の減少が目標。支出側の政策は次の如し。
 - a) 政府の関与を減らしサービス産業は民間移行
 - b) 低所得層のためを考慮しながら石油、水、電気、郵政事業への政府補助の減額
 - c) 全てに民間移行を画策
 - d) 省庁の統合を図り小さな政府を意図
- D) 人口政策 — 増加率の減少を目標
- E) 雇用と人的資源
 - a) 中小企業の発展を援助
 - b) 地方での家内産業の育成

基本的な経済活動の体制を作り、社会経済文化の発展に資源の効率よい使用を図り、プロジェクトの実施を厳しく監視し、更に、石油収入に頼った発展を減らす等の方針が、第2次5カ年計画には見える。

2.2.2 数値目標

第2次5カ年計画の数値目標は、年間平均の市場価格のGDP成長率を5.1%にする事にある(#16)。世界銀行の資料(#41)によるとこの数値は一人当たりGDP成長2.7%に相当する。

工業製品の生産目標は表2.2.1のように設定されている(#51)。報道によれば、実際の生産量は、鉄鋼が1994年に450万トン(#52)、自動車1997年に16万台(#99, 9/12/98)、セメント1998

年に2300万トン(#99, 12/19/98)、更に石油化学製品は1997年に940万トン(#99, 9/17/98)であった。

表 2.2.1 主要工業製品の生産目標(#51)

製品名	単位	1993年	1998年	成長率 98/93	年間平均成長率%
鉄鉱石	tons	4,500,000	10,500,000	2.33	18.5
石炭	tons	930,000	930,000	1.00	0.0
粗鋼	tons	3,000,000	6,500,000	2.17	16.7
トラック	台	7,000	20,000	2.86	23.4
バス	台	2,500	4,400	1.76	12.0
乗用車	台	34,000	177,000	5.21	39.1
セメント	tons	16,000,000	26,500,000	1.66	10.6
銅	tons	110,000	145,000	1.32	5.7
石化製品	tons	4,600,000	10,800,000	2.35	18.6

このような成長を保つため、第2次5カ年計画では資源の有効利用と適正分配を基本姿勢としている。

石油省の10年計画(1989-1999)によると、原油の生産は年間3.7%の成長を予定して1989年生産量一日3,300,000バレルを1999年には一日4,750,000バレルにしようとしている(#51, p223)。1993年の実績は一日4,100,000バレル相当で(#51, p228)、1994年の生産量は3,600,000バレル(#52)であった。生産量の伸び縮みはあるが1999年の目標値は十分達成できそうである。天然ガスに関しては文献(#51)では、1990年の生産量が455億m³で1994年には719億m³で、この4年間での平均成長率は12.1%を示し、1999年までそのまま推移すると見ている。

政府予算では石油輸出による歳入を表2.2.2に示す如く最大に置いている(イラン企画予算庁#16, 表5)。しかし、第2次5カ年計画の基本方針に従い、石油収入依存を減らす方向が見える。

表 2.2.2 第2次5カ年計画歳入予算 (#16)

歳入	1995	1996	1997	1998	1999
石油輸出 ¹⁾ %	59.4	55.7	51.6	47.9	43.4
税収 %	21.7	23.5	25.5	27.6	29.5
その他 ²⁾ %	18.9	20.8	22.9	24.5	27.1
総歳入 %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

注 1) 石油製品輸入分の差引き済み、2) 電気、石油製品、ガス、郵政事業、外為収入等

表 2.2.3 には歳入と歳出の5年間の予算を金額で示した(#16)。歳出は歳入に対して1750億

リアルの差でバランスを取ってある。しかし、実際の歳出は1997年が60.742兆リアル(#52)、1998と1999年はそれぞれ89.686と105.266兆リアル(#99, 12/27/98)で、原案より30%から70%高くなっている。これらに対する実際の歳入額は不明である。

表 2.2.3 第2次5カ年計画予算(#16)

	1995	1996	1997	1998	1999
総歳入 兆 Rls.	36.216	41.121	46.558	52.763	60.650
総歳出 兆 Rls.	36.394	41.296	46.733	52.938	60.825
一般歳出 兆 Rls.	22.596	24.385	26.118	28.423	31.635
開発歳出 兆 Rls.	13.798	16.911	20.615	24.515	29.190

石油製品の販売価格は政府の補助を含んで、低所得者保護のため非常に安く維持されている。そこで消費者には節約、省エネルギーの考えが行き渡っていない。政府ではエネルギー消費を抑え、その上昇率を年3%以下にするため、第2次5カ年計画で製品値段を次のように設定した(#21)：各1リットル当たりガソリン Rls.100、灯油 Rls.20、ディーゼルと燃料油 Rls.10。なお、現実には1998年12月現在で有鉛ガソリンはRls.200で、ガソリンと灯油のさらなる値上げが議会で議論されていた(#99, 12/22/98)。

2.3 国際関係

(1) 外国貿易

イランの輸出入を表 2.3.1 に示した。石油輸出の全輸出に占める割合は1991年には86%であったが、1999年には72%に落としてある。原本(#16)は米ドル表示であり、兌換レートの違いから表 2.2.2 及び 2.2.3 から計算できる数値とは一致しないが、輸出の中では石油に最大の比重を置いていることがわかる。石油輸出は1996年には180億ドルであったが、1997年には155億ドルに減少した(#99, 9/26/98)。石油の輸出先は日本、イタリア、フランス、オランダである。なお、石油外では1995年には50億ドルをあげ、絨毯、生又は乾燥果物、機械製品等が輸出されている(#41)。

表 2.3.1 イランにおける輸出入(#16)

項目	1991	1992	1993	1994	1999	平均年率 94-99
輸入 合計	27,450.0	23,500.0	15,820.3	16,508.1	20,419.3	4.3 %
輸出 合計	18,412.0	19,283.0	16,820.4	17,580.3	22,061.3	4.6 %
うち石油	15,802.0	16,343.0	13,019.6	13,460.4	15,896.0	3.4 %
石油外	2,610.0	2,940.0	3,800.8	4,119.9	6,165.3	8.4 %

単位：百万 US \$、除く%表示

1992年まではイランの輸入超であったが、1993年からは逆転して輸出超となった。事実1994年には60億ドルの輸出超を達成し(#52)、1996年には75億ドルとなった模様である(#97)。

(2) 国際直行便

1997年12月に、55カ国の指導者が参加した全イスラム国会議をテヘランで開催して以来、イランのイスラム圏内での関係が改善されてきた。その証としてそれらの国との直行便が再開されつつある。これに応じて、経済、技術、文化交流の増加が期待される。

(3) 観光産業

イランには考古学的、歴史的、文化的遺跡や記念碑が数多くあり、国際的に旅行者の注目を集めている。イラン航空極東支配人がそのパンフレットで述べているところによると、日本からだけでも1995年から1997年までに39%、86%、66%と増加している。1998年には1万5千人から2万人の日本人観光客が訪問するだろうと。

他の報道によるとヨーロッパ等からの旅行者も増えてきており、1994年には全部で35万人の訪問者があった(#52)。観光収入が石油依存の一部を幾らかでも補うことが出来るだろう。

第3章 火力発電

3.1 イランの電力事情

3.1.1 電力部門の変遷

イラン国電力産業は 1903年に100KWと400KW、計2基の汽力発電及び50人の従業員から始まった(124)。1969年にイラン全土の発電及び送変電を網羅するため、イラン発電・送電会社(タバニール、TAVANIR社)が設立され、1986年に各地方電力会社が発電、送変電の包括的電力供給の責務を担うなど、何度かの組織改造が行われた(184)。そして、現在電力部門は、エネルギー省(MOE)の電力次官傘下に集められ図3.1.1に示すものとなり、タバニールも組み込まれている。MOEの総括部署は政策企画本部として、電力部門企業の指導と管理責任を担っている。タバニールは電力販売、電力設備への融資、発電関係のコンサルティングを担当している。

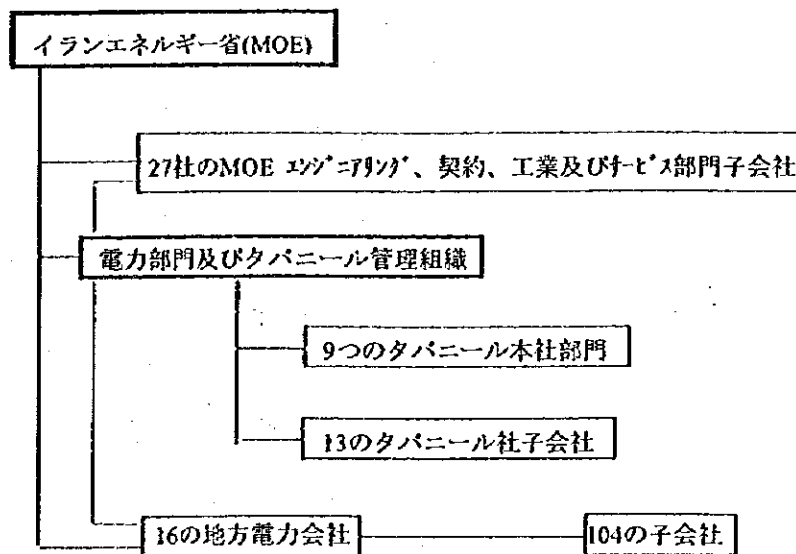


図 3.1.1 MOE傘下のイラン電力産業組織 (198)

地方電力会社傘下の104の子会社が、発電、送電、ダム運転及びその他を担当している(198)。人材技能の向上、R&D、および発電、送変電設備能力向上などの、効果的な対策の実施結果により、電力産業は、革命後の20年の歳月を経て、1993年ついに停電率をゼロにすることに成功した。長く、困難であった電力不足の歳月は過ぎ去り、大規模な電力供給中止状態は終了した(124)。第一次(1989年～1994年)および第二次(1995年～2000年)五カ年開発計画のもとでは、発電と送電の管理部門の民営化が進められた(124)。下記は、電力部門の第二次五カ年計画における基本目的および指針である(125)。

一電力部門のための適格な組織と最適な構造のための再編を継続。

- 電気の消費管理、省エネおよび合理的な利用のための改良。
- 研究開発と発電設備建設での国内産業の利用増大。
- 設備の増設、改築における既存設備の最大限の有効活用のため、ソフトウェアの水準および企画管理部門レベルを上げること。
- 発電設備の運転向上および最適な利用。
- 電力部門で情報技術の開発、向上の試み。

3.1.2 電力需要の推移と現状

イランでは、エネルギー省(MOE)電力部が運営する国営の発電所の他に、民営の発電所がある。イラン(MOE)における消費電力量は表3.1.1に示すとおりである。最大の電力消費部門は住宅であり、次いで工業部門、商業部門がこれに続いている。

表3.1.1 需要種別消費電力量

(単位：100万kWh)

年	住宅用	商業用	工業用	その他	合計
1990	17,344	11,930	10,220	5,613	45,107
1991	19,128	13,609	10,637	5,801	49,175
1992	19,509	14,004	13,262	5,531	52,306
1993	22,143	14,984	15,572	5,415	58,114
1994	22,460	13,743	20,487	6,935	63,625
1996	23,993	14,217	22,925	8,920	70,055
1997	26,523	14,887	23,661	8,287	73,358

出典：#23～#25、#98

表3.1.2はエネルギー省関連の発電設備を示す。1997年には、汽力が全体の50.2%を占めており、ガスタービンが38.3%、水力が8.6%である。報告によれば1998年に800MWが完成し1999年には1400MWが運転開始となる(#104)。

表3.1.2 発電設備容量

年	水力	汽力	ガスタービン	ディーゼル	合計(MW)
1990	1,953	8,086	3,940	824	14,803
1991	1,953	8,086	3,940	869	14,848
1992	1,953	8,710	4,794	856	16,313
1993	1,953	9,513	5,934	812	18,212
1994	1,953	10,742	7,007	758	20,460
1996	1,969	11,621	8,168	662	22,420
1997	1,999	11,685	8,896	677	23,257

出典：#23～#25、#98、ガスタービンにはコージェネレーション発電を含む

表3.1.3は発電量である。1997年一年で92,309GWhの発電量を示した。そのうち71.1%が火力発電により、20.9%がガスタービンで、7.5%が水力であった。年間の発電所稼働率は57.2%(198)と言われている。

表3.1.3 発電電力量

年	水力	汽力	ガスタービン	ディーゼル	合計GWh
1991	6,803	38,836	8,723	1,254	54,896
1992	7,056	41,947	9,463	1,244	59,710
1993	9,330	42,362	10,866	1,224	63,782
1994	9,823	48,166	12,419	927	71,335
1995	7,445	53,376	15,402	863	77,086
1996	7,376	62,364	15,475	610	85,825
1997	6,908	65,628	19,298	475	92,309

出典：123～125、198*ガスタービンにはコンバインドサイクル発電を含む

1999年4月において、計画中及び建設中を含む発電設備容量は別添3-1に示すとおりである。総発電設備容量が1,000MWを超える大容量の発電所であるモンタゼリ、サリミ、ラミン、アバス、ラジャイの各発電所はいずれも汽力発電である。また、1基あたりの設備容量は大きくても200～450MW程度となっている。

3.2 対象火力発電所の設備概要

3.2.1 発電所設備

タブリーズ発電所とエスファハン発電所の設備概要は、表3.2.1に示すとおりである。タブリーズ発電所のボイラはタワー型の強制循環式ボイラで、タンジェンシャル燃焼方式を採用しており、燃料油と天然ガスの混焼が可能な設計であるが、天然ガス供給・燃焼設備はまだ設置されていない。現在はA2重油を燃料としている。

一方エスファハン発電所では、ボイラは全機ともタワー型で、1・2号機は自然循環ボイラーで、フロント燃焼方式、3号機は自然循環ボイラーで、タンジェンシャル燃焼方式、4・5号機は強制循環ボイラーでタンジェンシャル燃焼方式を採用している。現在、1・2号機は軽油と天然ガス、3、4、5号機はB2重油と天然ガスの混焼が可能である。

なお、両発電所とも、時期は未定であるが、全量天然ガスに燃料転換し、環境改善を図ることが決定している。又、両発電所とも、将来の増設計画はない。

表 3.2.1 発電所の設備概要

発電所	号機	定格電力 (MW)	使用燃料種別	燃料使用 (t/h)*1 (m ³ N/h)*2	排ガス温度 (°C)	排ガス速度 (m/s)	煙突高 (m)	煙突口径 (m)	排煙対策設備	冷却塔	メーカー	運転開始年
タプリーズ*3	1号	368	Az重油	65.0	160	13.5	120	5.0	なし	強制冷却式	Alstom-Hitachi	1986
	2号	368		65.0	160	13.5	5.0	但し15%の排ガス循環				1988
	合計	736										
エスファハン	1号	37.5	軽油と	6.0	180~190	13.6	25	1.5	なし	強制冷却式	Francotossi	1969
	2号	37.5	天然ガス	6.0	180~190	13.6	25	1.5				1969
	3号	120		30.0	180~190	24.9	55	2.5				1974
	4号	320	Bz重油と	71.0	170	14.6	80	5.0				1980
	5号	320	天然ガス	71.0	170	14.6	80	5.0				1988
	合計	835										

(注) *1: 油専焼の場合についての、発電所からの聞き取り値

*2: 油専焼の場合の燃料使用量からの推定値。JICAプロ形チーム報告書によればNeka発電所では440MW規模で重油燃焼量は112.5t/時、排ガス量は1,419,400m³/時である。

*3: タプリーズ発電所には、この他に32MW×2基のガスタービン(Fiat社製、1978年)がある。

3.2.2 発電設備の運転状況

(1) 運転概要

イラン国内の1日の電力需要量は、深夜・早朝に低く、昼間に高くなり、夜間（18時から22時まで）に最大となるパターンである。発電所の出力調整はテヘランにある給電指令所の指令によるが、大きな出力調整は、深夜・早朝、昼間、夜間の時間帯区分の境目である7～9時、16～18時、22～24時に行われている。

1) タブリーズ

タブリーズ発電所の運転状況は、国内の電力需要に応じ、通常200～350MWで運転している。現在は重油専焼で運転している。

また、ボイラーの蒸気温度をコントロールするために、（さらに窒素酸化物生成抑制のため）15%の排煙再循環方式を採用している。1986及び1988年運転開始の比較的新しい設備としては、老朽化している。ボイラ水及び冷却水は、発電所周辺の14の深井戸から地下水を汲み上げて利用している。復水器冷却水は、冷却塔により、循環使用しているが、気温の低い冬期にはこの温排気の水蒸気により、視野が妨げられるとともに、上空に雲が発生することがある。

なお、本調査開始時には、2号機は原因不明のトラブルにより停止し、その後引き続いて定期点検に入った。定期点検後まもなくメインタービンに振動が発生したため、運転を停止し、日本のスーパーバイザーのもとに長期の点検を実施している。

定期点検 1998年3月14日～7月8日

不調点検 1998年8月10日～11月9日

2) エスファハン

エスファハン発電所は通常1・2号機 50%、3号機 60%、4・5号機 50～100%出力で運転している。

各ボイラとも油と天然ガスの混焼が可能であるが、冬期には、天然ガスが民生用暖房に優先的に利用されるため、発電用としての割り当てが少なくなり、3、4、5号機は重油専焼となっている。

ボイラ水及び冷却水は発電所周辺の4井戸から地下水を汲み上げて利用している。復水器冷却水は冷却塔により循環使用しているが、1・2号用、3号用、4号用、5号用とそれぞれ独立した冷却塔が設置されているため、冬期に白煙の影響がみられるものの、タブリーズほどの影響は認められない。

(2) 燃焼管理

バーナーにより燃料を完全燃焼させるために、理論上必要な空気量（理論空気量）のほか、燃料の性状に応じて、適性空気量を過剰に加える必要がある。理論空気量に対して過

剰に加える空気量の比（空気過剰率）は、ガス及び重油燃料の場合、一般的には1.2～1.4程度であり、節炭器出口の残存酸素濃度は3～6%程度となるのが通常である。空気過剰率を高くして燃焼すると燃焼効率は上がるものの熱損失が大きくなり、熱効率を下げ原因となる。

両発電所の排煙の測定結果によると、タブリーズ発電所では排ガス酸素濃度は、1号機で冬、春、夏には12.2～13.5%と高い値で推移していたが、エアヒーターを点検修理後は3.5%と改善された。2号機は長期停止中であったため、1回のみ測定データであるが、4.6%である。エスファハン発電所では、3号機で8.5～16.9%、4号機で6.8～12.7%、5号機で8.11～15.5%といずれも高い値となっている。このことは、適正な燃焼空気量に比べ

- a. 多量の過剰空気が送入されている。
- b. エアヒーターからの空気の漏れ込みが多い。
- c. この二つの影響が相乗されている。

と考えられ、結果として、発電所の総合熱効率を低下させている。

通常、定格出力よりも出力が低くなると燃焼空気量が増加し、単位出力当たりの排ガス量も増加するので、定格出力に近いデータと比較しても設計値に比べて、排ガス量がタブリーズで25～40%程度、エスファハンで20～30%程度高くなっている。このことから過剰空気が大量に送入され、又、エアヒーターからの空気の漏れ込み量が多くなっていることが判る。燃焼管理と保守が重要である。

(3) 運転データ

タブリーズ発電所とエスファハン発電所で収集した運転データは、別添3.2に示すとおりである。両発電所とも1998年の夏期における14時の30日間のデータである。これらの集約データは表3.2.2に示すとおりである。

表3.2.2 発電所運転データ (集約)

タブリーズ : 98年8月17日～98年9月18日 毎14:00時

エスファハン : 98年7月23日～98年8月21日 毎14:00時

発電所	項目	設計値	運転データ	運転平均	備考
タブリーズ 1号機 (368MW)	排ガス温度 (°C)	160	200～225	209	期間中の出力
	タービン入口蒸気温度(°C)	538	535～539	538	320～350MW
	タービン再熱蒸気温度(°C)	538	530～540	536	平均 347MW
	節炭器出口酸素濃度 (%)	1	0.005～0.9	0.3	
	復水器入口温度 (°C)	21.6	21～33	28.4	設計値温度差 8°C
	復水器出口温度 (°C)	29.6	41～46	43.5	運転データ温度 差:15.1°C
	復水器真空度 (mmHg)	38.0	50～69	56.5	
エスファハン 4号機 (320MW)	排ガス温度 (°C)	170	155～188 147～175	174 161	期間中の出力 210～320MW 平均 270MW
	タービン入口蒸気温度(°C)	538	540	540	
	タービン出口蒸気温度(°C)	538	540	540	
	節炭器出口酸素濃度 (%)	0.5	---	---	
	復水器入口温度 (°C)	33	30～33.5	31.5	設計値温度差 11.8°C
	復水器出口温度 (°C)	44.8	36～46	41.1	運転データ温度 差 : 9.6°C
	復水器真空度 (mmHg)	580	540～575	559.2	

- a. 排ガス温度を見ると、タブリーズ発電所1号機では、設計値160°Cに比べ運転値で40～65度高い値となっている。エスファハンでは、差は小さい。しかし、本調査で測定した温度との比較ではタブリーズ(8月8日1998測定)で38度、エスファハン(6月6日1998測定)で21度の差があった。これらのデータから見ると、両発電所とも排ガス温度のパラツキが大きく不安定な燃焼がおこっていることと、又、排ガス温度計の不調(校正が実施されていない)が認められる。
- b. タービン入口蒸気温度及びタービン再熱蒸気温度をみると両発電所とも設計値538°Cとほぼ同程度の温度で運転されている。
- c. 節炭器出口の排ガス酸素濃度をみると、タブリーズ発電所1号機では、設計値1%に対し0.005～0.9%と極めて低酸素で良好な運転がおこなわれているように見える。しかし、平均0.3%の低酸素濃度での運転は困難である。中央操作室で聞き取り調査した結果、校正を実施していないので、酸素濃度は、単にパネル表示の数値を記入しているのみであった。
- d. 復水器入口と復水器出口の冷却水温度差(ΔT)は設計値では、タブリーズ発電所1号機で、8度、エスファハン発電所4号機で、11.8度である。運転データの平均の温度差はそれぞれ、15.1度と9.6度であり、タブリーズ1号機では、設計値に対して+7.1度、エスファハン4号機では、設計値に対して-2.2度の温度差となっている。通常、復水器冷却

では、復水器入口と出口の冷却水温度差を一定（設計値）にし、冷却水量をコントロールしている。従って、この温度差が設計値よりプラス側に大きいタブリーズ1号機は、冷却塔の冷却効率が悪く水量も少ない。エスファハンでは蒸気凝縮温度が高くなっていることも重なって、復水器は水温から見て、その性能を発揮しているに見える。但し、両発電所とも、温度計が校正されておらず不確かではないかとの疑問も残る。

- e. 復水器真空度についてみると、タブリーズ発電所1号機で設計値絶対圧力38mmHgに対して運転データは50～69mmHgと高い範囲でバラツキも大きく、平均でも設計値に対して18.5mmHg高くなっている。エスファハン発電所4号機で、設計値真空度580mmHgに対して運転データは540～575mmHgと低くバラツキも大きく、平均でも設計値に対して20.8mmHg低くなっている。以上のように、両発電所とも復水器の真空度が設計値に比べ、20mmHg程度低くなっていることから、蒸気タービン内での膨張が減じられ、タービンの効率低下すなわち熱効率低下をきたしている。

(4) 年間利用率

事前調査報告書によれば、タブリーズ発電所とエスファハン発電所の平均負荷率は、それぞれ86%、71.6%(65～81%)程度と予想以上に高い値となっている。1996年におけるエスファハン発電所の年間利用率は、3号機62.3%、4号機60.2%、5号機74.1%であり(130)、3～5号機合計の利用率は66.1%と比較的高い値である。なお、タブリーズ発電所は1993年には61.4%である(109)。利用率は、電力量の冷房と電灯需要が重なる夏期に高くなっている。

(5) 発電効率及び所内率

タブリーズ発電所の1996年～1997年における一年間の発電効率は、1号機33.7%、2号機33.6%と低い値である(189)。又、所内率は、1号機7.5%、2号機7.7%と近年の発電所の所内率3～5%程度に比べて高い値となっている。エスファハンの所内率は1993と1994年に8.0から8.63%を示している(130)。

3.2.3 発電所の環境対策の現状

1) タブリーズ発電所

タブリーズ発電所では、過去に周辺農業従事者から大気汚染に関する苦情が寄せられ、電気集じん機の導入を検討した経緯があるが、現在大気汚染対策設備は何も設置されていない。

煙突からは、淡黒色～淡白色の煙が目視されており、高濃度のばいじんが排出されている様子がうかがえる。煙突はコンクリート製高さ120mの2缶集合煙突を採用しており、排煙希釈拡散効果を高め、周辺への影響を軽減している。また排ガスは15%再循環しており、NOx生成を抑制するのに効果があるものと考えられる。

発電所の排水は未処理のまま、河川に放流している。

2) エスファハン発電所

エスファハン発電所には大気汚染対策設備としては何も設置されていない。低い煙突（25～80m）と冬期の卓越風が山を挟んだ市街地（クワエミエ地区）に向かって吹くため、この地区でダウンドラフト等による高濃度の大気汚染が発生する可能性がある。このため発電所では燃料として天然ガスを可能な限り使用したい意向であるが、冬期には天然ガスの割り当てが少ないので、煙突の低い1、2号機で天然ガスを優先的に使用しよう配慮している。

発電所の排水は中和処理し、排水は敷地境界を流れる河川に放流している。分離した汚泥は市外の埋め立て処分場で処分されている。

3.2.4 発電所の使用燃料

(1) 燃料の性状

両発電所で燃料として使用されている燃料油及び天然ガスの性状は表3.2.3、表3.2.4に示すとおりである。

(2) 発電所への燃料の輸送及び貯蔵

タブリーズ発電所で使用している燃料は重油で、発電所から約8km離れたNIOCのタブリーズ精油所からパイプラインにて輸送され、所内の貯蔵タンクに貯蔵される。1995年5月の世銀報告(117)において、1996年3月までに天然ガスへの燃料転換を勧告されている。このためタブリーズ精油所から天然ガスのパイプライン布設工事が実施されているが、工事は中断したままである。予算がつき次第、工事再開の予定である。

エスファハン発電所では燃料として重油と天然ガスを使用している。重油はNIOCのエスファハン精油所からタンクローリー(約200台/日)により輸送され、所内の1,2号用、3号用、4,5号用のそれぞれの貯蔵タンクに貯蔵される。天然ガスはエスファハン精油所からパイプラインで供給されている。

表3.2.3 使用重油の性状及びNIOC仕様

重油種類	タブリーズ	エスファハン	NIOC重油仕様	
	Azを使用中	Bzを使用中	Az	Bz
熱量 Btu/lb		18,280	18,200	最小 17,500
動粘度@100℃ cSt	47.9~63.7	70.1	-	最大 72
同上@50℃ 冬季	-	-	150	
同上@50℃ 夏季	-	-	200	
引火点 (℃)	221	220	145	最小 150
比重 60/60F	0.96~0.98	0.9715	-	0.9980
硫黄分 (質量%)	1.8~2.1	3.13	最大 3.0	最大 3.5
流動点 (F)	37.4~41	55以上	-	最大 100
同上 冬季	-	-	40	
同上 夏季	-	-	60	
V ppm	34~80	86	灰分 最大 0.05%重量	約150
Ni ppm	15.4~17.6	25		約40
Na ppm	47~52	12		約15
水分他 (容量%)	0	-	最大0.5	-
出典	456	JICA事前調査団報告書		

表3.2.4 エスファハン発電所の使用燃料（天然ガス）の性状

種類	性状
メタン C ₁ %	89.72
エタン C ₂ %	3.57
プロパン C ₃ %	1.09
イブタン i-C ₄ %	0.22
ノルマブタン n-C ₄ %	0.30
イペンタン i-C ₅ %	0.13
ノルマペンタン n-C ₅ %	0.09
ヘキサン C ₆ %	0.08
ヘプタン C ₇ %	0.05
オクタン C ₈ %	0.03
ノナン C ₉ %	0.02
CO ₂ %	--
N ₂ %	4.7
H ₂ S %	--
発熱量 Kcal/m ³	8,680

出典：JICA事前調査団報告書

3.3 火力発電所の省エネルギー対策

3.3.1 対象発電所におけるエネルギー損失

本調査対象となるタプリーズ発電所及びエスファハン発電所の発電設備は、いずれも汽力発電である。汽力発電における熱損失の諸要因と損失量のおおよその割合を示す熱損失は図3.3.1に示すとおりである。汽力発電により用いられる熱量の約40%が発電により利用され、60%が熱損失となっている。さらに発生した電力のうち、一定の部分は発電所内の動力や照明のために用いられる。これが、所内消費電力であり、通常、発電量の数%(日本では3~6%)を占める。

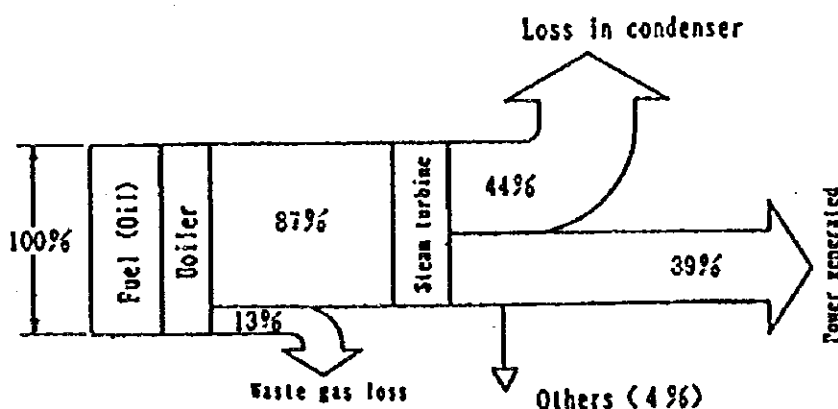


図3.3.1 汽力発電の熱勘定(重油燃焼、600MW)(#83)

3.3.2 既存火力発電所における省エネルギー対策の概要

(1) はじめに

既存の火力発電所の省エネルギー対策としては次の3つに分けられる。

- 1) 設備などの運転・保守管理などを適正に行うような運用管理対策で、新たな投資をほとんど伴わないか、伴ったとしても金額が大きくない。
- 2) 既存の設備機械を改良あるいは追加(増設)するような設備の改良・改善対策であり、かなり大きな額の投資を必要とする。
- 3) 既存の設備や機械の代わりに新しいプロセス、あるいは新しい設備や機械を導入するような新規設備対策であり、設備の改良・改善対策よりも大きな額の投資を伴う。

図3.3.1に示す如く、汽力発電においては、復水器で失われるエネルギー量が投入全体の

44%を占め、次いでボイラーにおける排ガス損失が全体の13%を占めている。そこで損失量の大きいこれらの部分において、省エネルギー対策を実施することが効果的であり、発電プロセス全体における損失を小さくすることにより、大きな効果が期待できる。

具体的な省エネルギー対策の内容を別添3-3に示すので参考とされたい。

3.3.3 対象発電所の省エネルギー考察

(1) 全般

火力発電所における熱効率の維持・向上や送配電損失率の低減は、石炭・石油・天然ガス等の化石燃料の消費効率化による省エネルギーによって、大気汚染の防止につながるのみならず、地球温暖化の原因物質であるCO₂等の温室効果ガスの排出抑制を通じて地球温暖化の防止にも貢献する重要な対策である。

イランでは、エネルギーとしての化石燃料が、日本における水のように、無尽蔵に存在し、しかも極めて安価なものという感覚が生じているように思われる。自動車燃料（ガソリン）は、世界の値段より大幅に安い価格で販売され、又、電気料金についても発電単価はRIs. 138/Kwhに対して、販売価格はRIs. 60/Kwhと1/2程度の安い料金となっている（#105）。このような背景からして、止むをえない面もあるが、タブリーズ発電所及びエスファハン発電所の運転員・職員及び管理者にあっても、発電にとって最も重要視される熱効率の維持・向上を図る必要があるという考えがほとんど定着していないように見受けられるのは残念なことである。

(2) 排ガス温度の適正管理

表3.2.2示したように、排ガス温度の実測値は設計値に比べ20度高い値となっている。ボイラー側の熱効率で最大損失熱量は排ガス温度の熱量であり、その適正管理による効率の維持・向上は非常に重要である。排ガス温度の管理は、空気予熱器の性能を把握することと燃焼管理を行っていることになる。ボイラー排ガス温度の熱エネルギーを最大限有効に燃焼用空気温度に転換させ、更に炉内燃焼状態を安定させて排ガス量を減少させることにより、ボイラーの効率の維持・向上につなげる必要がある。

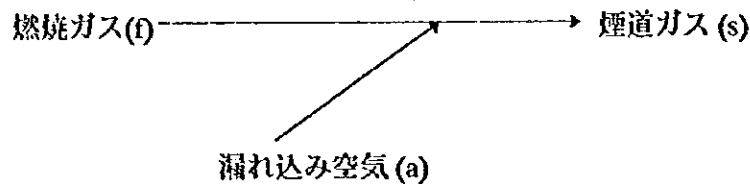
(3) 節炭器出口排ガス酸素濃度管理

上の考察とも関連するが、燃焼管理の良否判定は燃焼用空気のO₂量である。空気量が減少すればファンの動力節減にもなり、熱効率の上昇にもなる。タブリーズ発電所及びエスファハン発電所とも節炭器出口（エアヒータ入口）の排ガス中のO₂検出器（分析計）が不

調あるいは故障しているので、 O_2 濃度が不明のまま運転している。早急に節炭器出口排ガスの O_2 検出器（分析計）を修理あるいは校正して、適切な燃焼管理を行うべきである。

(4) エアヒーターの空気漏れ込み改善

エアヒーターの出口の O_2 濃度（実測値）は、ほとんど10%を越えており、適性空気量による燃焼に比べて排ガス量は増加していることになる。1998年6月20日にタブリーズで測定したデータを基に漏れ込み空気量を計算してみる。



酸素濃度 $O_f = 0.025$ (仮定), $O_a = 0.21$, $O_s = 0.135$

ガス流量 $G_f =$ 未知, $G_a =$ 未知, $G_s = 1,040,000 \text{ m}^3\text{N/h}$

酸素バランス $G_f \times O_f + G_a \times O_a = G_s \times O_s$

ガスバランス $G_f + G_a = G_s$

未知数の二つ (G_f and G_a) は二つの一次連立方程式から解を求めることが出来る。

$$G_a = G_s \times (O_s - O_f) / (O_a - O_f)$$

$$G_a = 1,040,000 \times 0.11 / 0.185 \approx 618,000 \text{ m}^3\text{N/h}$$

空気の漏れ込み量は非常に多い。煙道ガスの温度は195℃であったので、空気温度を25℃、空気の比熱を0.25kcal/(kg x degC)、空気の分子量を29と仮定すると、一時間当たり34,000,000kcalの熱を大気に放出していることになる。この熱量は重油3.4トン、当時の燃料消費量の5.2%に相当する。上の計算には、エアヒーターの入口（節炭器出口）の O_2 濃度の仮定や測定誤差も含まれるから、それらの測定を繰り返して計算の精度を上げるべきである。

空気漏れ込み率が大きい場合は、点検を実施しエレメントの目づまりや酸腐食等の状況を判断し、修理や部品交換等により、性能の維持・向上を図ることが肝要である。タブリーズ発電所では、エアヒーターの保守を実施して、煙道ガスの酸素濃度が3から6%になったとの報告があった。

(5) 復水器の真空度管理

表3.2.2に示した如く、両発電所の復水器の真空度には大きなバラツキがあり、平均で設計値に対して20mmHg程度低くなっている。このように復水器の真空度が低いということは

蒸気の凝縮温度が高くなり、熱落差が小さくなるため蒸気の仕事量も減少（タービン効率低下）し、熱効率を低下させる。

従って両発電所とも冷却塔の冷却効率を高め、適正な冷却水量を維持して、更に

- a. 測定機器のチェック、校正
- b. 真空ポンプの管理
- c. 復水器系の装置、配管、フランジ、弁等の空気漏れチェック
- d. 復水器細管の汚損状況のチェック

等を実施し、適正（設計値）な復水器真空度の維持を図る必要がある。一般的には、復水器真空度は設計値の±3mmHgを標準として管理されるべきである。

(6) 所内率の低減

前に指摘した如く両発電所の所内率は高い値となっている。日常保守点検等により、設備の機能を維持し、所内電力の節減により、所内率の低減を図ることが望ましい。

3.4 大気汚染防止対策

3.4.1 対象発電所の問題点

タブリーズ発電所及びエスファハン発電所とも電気集じん機、脱硫装置、脱硝装置等の排煙対策設備は、タブリーズの排ガス循環設備を除き、設置されていない。排煙は淡黒色を呈しており、煙突からは高濃度のばいじんが大気中に放出されている様子がうかがえる。又、排煙の測定結果によれば、重油燃焼時には、SO₂、ばいじんの濃度が高い。

しかしながら、一年間の大気環境モニタリングの調査結果によれば、両火力発電所の周辺地域のSO₂、NO₂とも、イラン国の基準値にくらべ、低い濃度となっている。又、SPMも年平均値で基準を下回っている。但し、SPMの国の基準値のうち日平均値を、エスファハンでは超過している可能性が大きい。SPMは他の発生源や自然現象でも発生する。このようなことから、発電所の排ガス中の汚染質の排出量は多いものの、環境への影響は少ないものとする。

両発電所とも、排煙中の残存酸素濃度が極めて高く、熱損失が大きくなっている。熱効率を向上させることは、燃料消費量を削減することであり、結果として汚染物質量を削減することができる。排煙のモニタリングを実施することにより、燃焼状態を把握して、きめ細かな燃焼管理を実施する必要がある。

以上のような諸条件をも考慮して、排煙のモニタリング並びに大気環境モニタリングを充

実し、適切な大気汚染防止対策を実施することにより、良好な周辺環境を維持していく必要がある。

3.4.2 火力発電所の大気汚染防止対策の概要

火力発電所から排出される主な大気汚染物質には硫黄酸化物(SOx)、窒素酸化物(NOx)およびばいじんがある。一般的に火力発電所の大気汚染防止対策は燃料の選択、防止機器の設置および管理運営の3つに分類でき、これらを総合して成果をあげるものである。

これは、各国の資源の賦存状況、国家的政策、経済情勢、技術レベル、発電所立地地点の社会情勢、期待する効果、環境対策に投資し得る経済的限度等に関係するので、これらを考慮して最適手法を選択すべきである。

大気汚染防止対策の概要は、図3.4.1に示すとおりである。

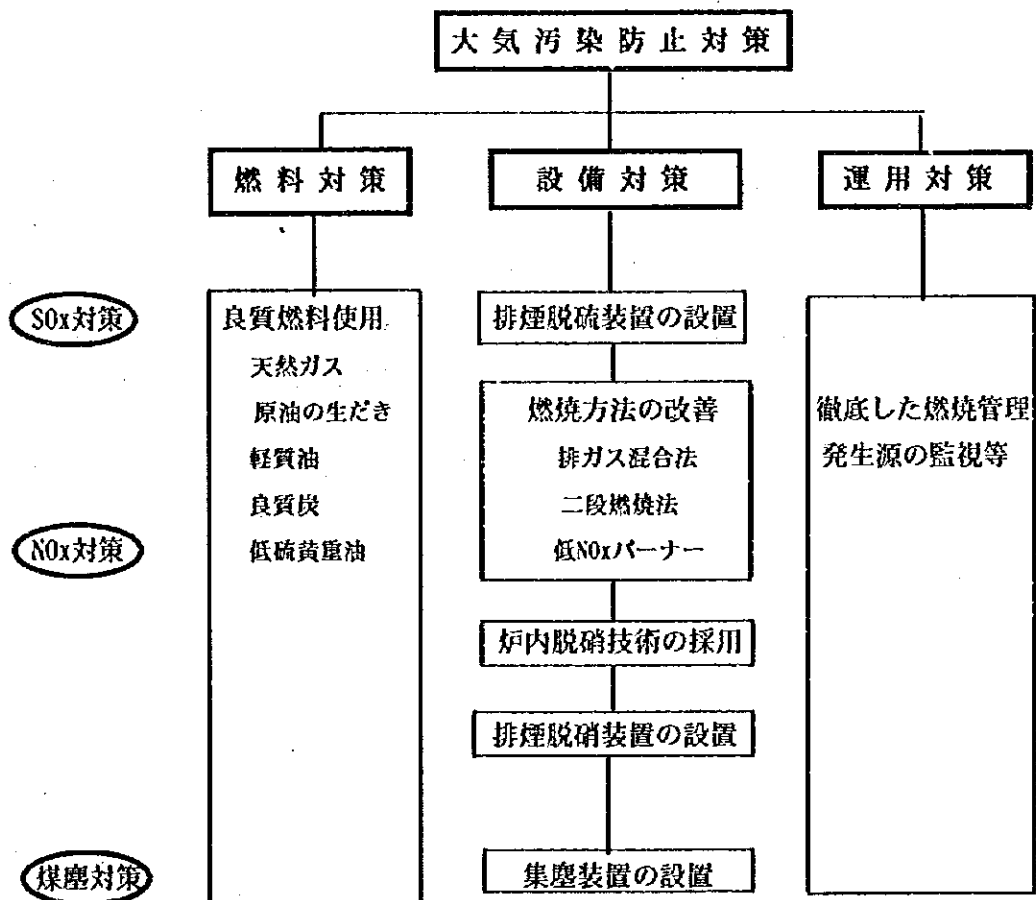


図3.4.1 火力発電所の大気汚染防止対策の概要

さらに、排煙の希釈拡散効果を高め周辺環境への影響を低減するため、設備対策としてより上空で拡散をはかるために、高煙突の利用、煙突集合化及び煙突頂部のノズル化の対策が実施されている。

火力発電所の大気汚染防止対策計画策定ならびに具体的な実施にあたっては、排煙の排出基準、周辺の大気環境への影響を考慮することは勿論のこと、経済性に加え既設設備にあっては設置スペースの有無、稼働年数、改造工事の難易度、工事工程等が重要な検討要素である。

参考として、別添3-4に、硫黄酸化物、窒素酸化物、ばいじん等の個別の大気汚染防止対策をまとめたので、参照されたい。

3.5 対象発電所の排水対策

イランでは、国の排水基準が定められているが、これに対応する対象発電所の排水処理設備は十分整っているとはいえない状況である。火力発電所の排水としては、(1)フロアドレン等の含油排水、(2)純水装置排水やケミカルクリーニング排水等の薬品を含む排水、(3)pHが低く、SSが高いエアヒーター等の機器洗浄排水、(4)ボイラー水、冷却水等系統内のブローダウン水、(5)生活系排水に大別される。

エスファハン発電所には、中和、凝集設備は設置してあるが、含油排水に対しては不十分であり、凝集設備で捕捉しきれないSSが河川に放流される恐れがある。タブリーズ発電所には、排水処理設備は設けられておらず、河川に垂れ流しの状況で放流されている。

発電所周辺河川環境の保全の見地から、排水対策として必要であると考えられる標準的な設備を別添3-5に提案するので参照されたい。

第4章 環境保護に関する法・組織制度

4.1 中央政府の環境保護政策

4.1.1 環境最高評議会

イラン国の憲法は環境保護を強く主張している。その50条には、「現在も将来の世代もより快適な生活を送ることが出来るよう、みんなで環境を保護しなければならない。経済の如何に関わらず、復旧不能な損害を環境に与える全ての活動を禁止する」とある(#17)。

イラン国の最高の権威は最高指導者である。それに次ぐ実力者は大統領で、大統領は表4.1.1(#51)に示す22省の大臣と副大統領を任命できる。憲法によって全ての法は、まず国会の承認が必要で、次に上院に相当する憲法擁護委員会の批准が必要となり、最後に大統領が署名して法として有効となる。

表 4.1.1 イランの内閣各省

農業農村開発 (○)	商務	建設推進 (○)	共同組合省	文化高等教育
文化イスラム指導	防衛	経済財務	教育 (○)	エネルギー (○)
外務	保健教育 (○)	住宅都市開発 (○)	工業 (○)	情報
内務	法務	労働社会	鉱山金属 (○)	石油 (○)
郵便電信電話	道路運輸 (○)			

注. 環境評議会参加省

環境問題に関しては、大統領は、副大統領二人と経済関連大臣10人(表4.1.1の○の省の大臣)、司法長官、専門家よりなる環境最高評議会(EHC)の長である。これら10省のうち農業、エネルギー、工業、鉱山金属の4省は省内に環境担当専門部門を持っている。他の省はそれなりに環境問題と取り組んでいる。例えば、保健教育省は健康のために、教育省は生徒の環境教育に、石油省は採掘、製油、製品使用上の環境問題の解決に努力している。

EHCは、環境面での政策と基本対策、基準を決めるという、非常に広く強い権限を持っている。EHCの下部組織として1)環境プログラム、2)環境調査と情報収集、3)環境教育と意識開発、4)環境と持続可能な開発、の4つの連絡協議会がある(#17)。

4.1.2 環境庁

大統領府の一組織である環境庁(DOE) (図4.1.1) はEHCの事務を司っており、他の関連

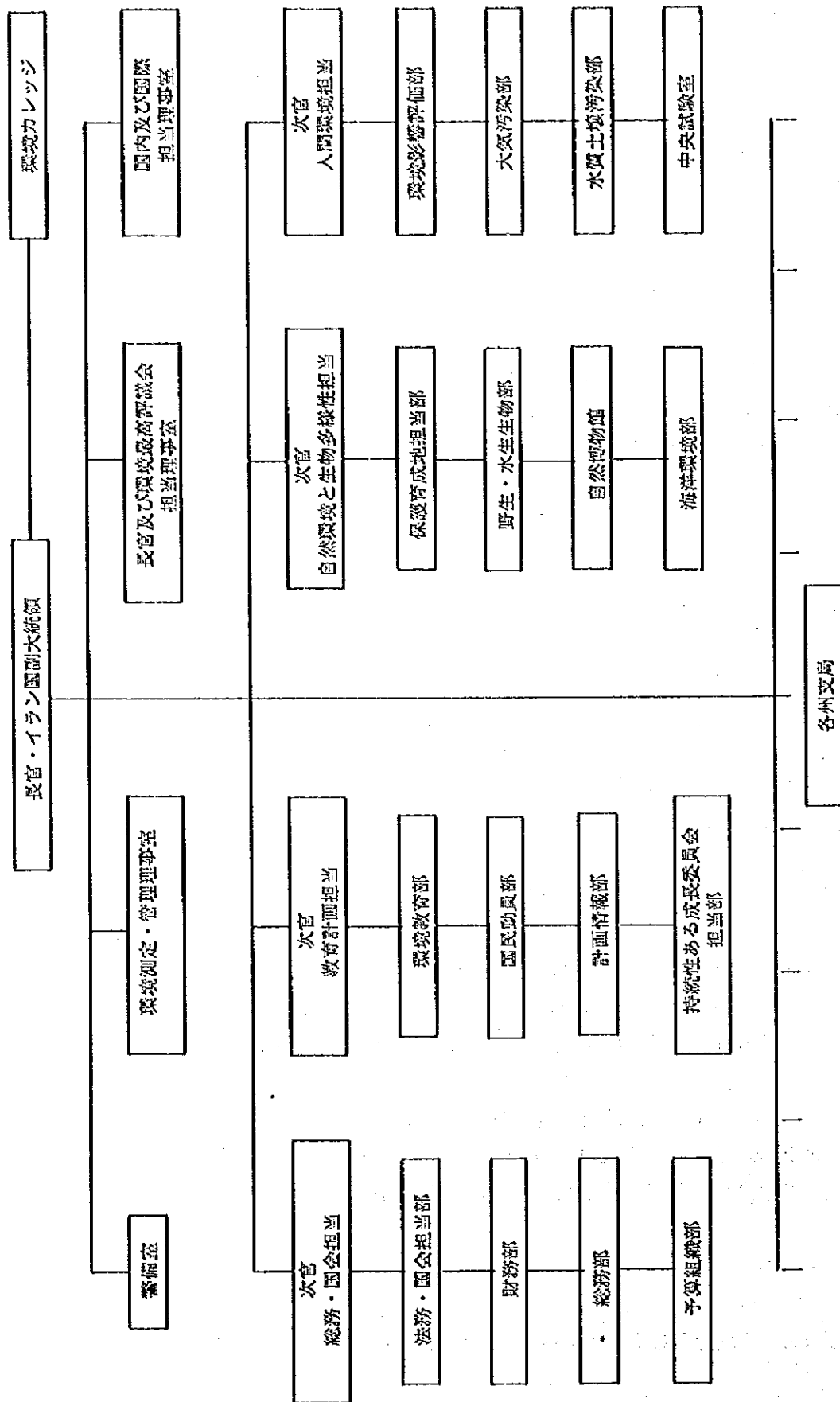


図 4.1.1 大統領府環境庁組織

する機関の協力を得て条例や基準を作成し EHC に提出、承認を得る事になっている。長官は、現在副大統領の一人が兼任している。

DOE は、年間予算のほかに、その活動の財政上の措置として、第 1 次 5 力年計画（1989 - 1994）の間は全工業の売り上げの 0.001% を環境保護に使用することが出来た(#01)。1995 年の大気汚染防止法の施行によって、同法に違反して納入される罰金の 50% または最大 10 億リアルまでを使用することが出来るようになっている。

環境予算は、1994 年から 1999 年の間は表 4.1.2 (#16) に示すように 368 億から 562 億リアルの範囲である(#16)。毎年平均 8.8% の伸びが与えられている。しかし、その伸びは全予算の伸び率より低い。全開発予算の伸びが大きいため、全環境予算は 1998 年以降の年間総予算の 0.1% に満たないことになっている。一般会計環境予算の伸びは全一般会計予算の伸びとほとんど同じである。報道によれば環境庁の 1997 年度予算は一般会計で 85 億リアル、開発予算で 170 億リアルとなっている(#99, 2/8/98)。

表 4.1.2 環境保護予算と年間予算

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	伸び %
一般会計環境予算	13.4	14.5	15.7	17.2	19.5	22.2	10.6
開発環境予算	23.4	24.1	26.8	29.5	31.6	34.0	7.8
全環境予算(A)	36.8	38.6	42.5	46.7	51.1	56.2	8.8
全一般会計	18,831	22,596	24,385	26,118	28,423	31,635	10.9
全開発予算	11,219	13,798	16,911	20,615	24,515	29,190	21.1
年間総予算(B)	30,050	36,394	41,296	46,733	52,938	60,825	15.1
(A)/(B) × 100 (%)	0.122	0.106	0.103	0.100	0.097	0.092	--

出典 (#16)

単位：10 億リアル(%を除き)

大気汚染防止法によると、DOE の権限は、発生源の識別、環境・排出基準値の決定、発生源の点検と測定、技術援助等である。DOE は 1998 年度の重要プロジェクトとして、民衆教育、環境評価と同時に生態的及び生物学的調査の実施、必要な研究センターの整備、自然災害の研究、海洋環境と排水土壌汚染の調査とした(#99, 2/8/98)。1998 年 2 月 18 日はクリーンエアデーと命名され、ハタミ大統領が一般人と一緒に家からバスで通勤し、車の使用を減らし省エネルギーを心掛けるよう自らの行動で示した。

4.1.3 大気汚染防止法

1975 年に施行された大気汚染防止規則が発展したのが本法である。6 章全 38 条よりなり、各章のタイトルは 1) 総則、2) 自動車、3) 工場、作業所、発電所、4) 商店、住宅、諸発生源、

5)罰則、6)雑則からなっている。

第3章が本調査の一番関心を引くところである。第12条から第21条までの10条があり、その中で発電所に関係ある部分は次のとおりである。

- 1) 発電所の建設にあたって立地に関しては、DOEが作成し関連省庁会議が承認した規則、基準に従うこと(第13条注1と2)。
- 2) 許容値以上に汚染を発生する発電所を運転してはいけない(第14条)。
- 3) 発電所が、環境基準に規定する許容値以上に汚染を発生している場合、DOEがその旨を指定し、他の機関と相談して日数を限定のうえ、その所有者に汚染防止の対策を立てるよう命令することが出来る。その場合運転停止も有り得る(第15条)。汚染を発生している工場、作業場の事業主またはマネージャが、指定期間内に、なぜその汚染を取り除くことができないについて、納得いく説明を行う場合、DOEは一回を限度として、その期間までの延期を認めることがある(第15条注1)。DOEは各地の環境基準と、各地の工場、作業所の汚染発生量を決定できるし、基準値にはEHCの承認が必要である(第15条注2)。
- 4) もし発電所側が運転を調整して汚染発生量を減らさなかった場合は、運転を中止させる(第16条)。そして所有者を罰し、発電所所長は規律委員会で聴聞する(第16条注)。
- 5) 緊急事態時、または特別の気象条件下ではDOEは工場および作業所の一時的閉鎖を要求する権限を持つ(第17条)。
- 6) 発電所敷地の10%を緑地としておく(第19条)。
- 7) 発電所は大気汚染を減らすことの出来る燃料と燃焼設備を使用する(第20条)。
- 8) 第14条、第16条および第17条に違反する工場、作業所の所有者には罰金が課せられるが、発電所所有者には課せられないことになっている。課せられる場合でも、その金額は初犯者は100万リアルで、繰り返すと毎回200万リアルと2から6ヶ月の懲役を課せられる(第30条)。

本法ではその各条にわたって、工場、作業所、発電所をはっきり区別して記述しており、発電所への対応がわけられている。

- a) 発電所が公共産業である(第17条)
- b) 発電所の排出基準は国の基準であり、地域基準はない(第15条注2)
- c) 発電所には罰則規定がない(第30条)

本法によれば、DOEが決めた条例等を承認する組織として、EHCと関連省庁会議がある。本法36条によれば、DOEは(場合によっては他の関連機関との協力のうえ)本法成立後3ヶ月以内に本法に付随する条例ほかを作成せねばならないことになっている。発行日は1995年4月23日であるが、まだ必要な条例等は整備されていない。

4.1.4 省エネ法

MOE のエネルギー担当次官配下のエネルギー効率本部では、省エネ法案を作成し、既に内閣に提出し、議会での審議も間近である（9/1999 現在）。本法案によれば、年間電力消費量 2 MW 以上の機関はエネルギー管理者をおき、省エネを推進し、また、各担当大臣は所管の機器 の電力消費量を規定する事になっている。

エネルギー効率本部自身では、家庭用品、エアコン等のエネルギー消費量の測定をアポで実施している。更に、学校、市民、工業向けに省エネに関する数多くの資料を、作成配布し、その啓蒙に務めている。

4.1.5 水質汚染

水質汚染防止には下記のように幾つかの法が存在する(#17)。

- 1) 給水法 1982 年 — 本法は井戸や給水路の運営者に水質汚染を起こさせないように義務づけ、給水会社に国が決めた清浄装置と排水処理システムの設置を義務づけている。井戸からの一日 25m³以上の汲み上げは、水脈保護から DOE の許可が必要である。
- 2) 水質汚濁防止規則 1984 年 — 本規則は、1975 年の環境保護促進法の水質汚濁防止条項のうち監視、検査、発生源移設について、強制力を与えるものである。DOE が他の機関の協力を得てこの強制力を持つことになった。汚水排水基準が 1993 年 EHC の承認を得て発効した。
- 3) 上下水道会社法 1990 年 — 本法は、各州の上下水道会社に給水の他に汚水の収集、排水処理の義務を与えている。

4.1.6 第 2 次開発 5 力年計画

イラン国経済社会文化発展のための第 2 次 5 力年計画（1995 年 3 月 21 日～2000 年 3 月 21 日）(#16)は、その全 16 項目の第 10 番目の目標で、環境保護と天然資源の適正使用に関して下記 9 条の基本政策を示し、強い方向を打ち出している。

- 1) 天然資源を保存、再生、適正に開発する。
- 2) 工業に必要な資源の探査、機材配備、開発準備を促進する。
- 3) 輸入に頼らず供給できるよう、必要な原料開発に努める。
- 4) 非政府組織の鉱山開発への参加を容易にする。
- 5) 給排水等の施設を完備して給水能力を高める。
- 6) 最新科学情報とイランの事情を基礎にして、既存の法体系を改良し、必要な環境関連の条例、基準等を設定する。

- 7) 現在の消費形態を見直し、効率を高め、よりクリーンなエネルギーへの転換を図ってエネルギー資源の適正使用を心掛ける。
- 8) 再生可能天然資源の保存と回復；貴重な植物の保存；砂漠化の防止；砂漠の再生；土壌浸食・汚染、大気・水質・海洋等の汚染の防止；野生生物の生息環境破壊の防止；環境条例に適合しながらの資源開発。
- 9) 農業分野での殺虫剤、肥料の適正使用；毒性物質への依存を減らすため、生物技術の害虫防止への利用。

この第2次5カ年計画を実施するため101項の通告よりなる施行令(#21)が1992年12月29日に発令された。その通告第82と第83が環境に関する項目である。以下にそれらの全文を引用する。

通告第82

- a. 第2次5カ年計画期間中の経済社会活動は環境を重視し、以下の実施を義務づける。
 1. 製造、サービス業の大規模プロジェクトは、事前のフィージビリティ又は立地計画段階で、環境最高会議が承認した基本的な環境保護面からの評価を実施する。
 2. 鉱工業運営に当たっては、環境基準の範囲内で、安定した発展を目指す。
 3. 天然資源の開発に当たっては、環境の潜在能力と許容限界を勘案してバランスを取り、天然資源の正しい利用を図りながら、環境へ適合していることを保証する。
 4. エネルギーの消費構造を変えて燃料由来の汚染を減らす。
 - b. 第2次計画期間中に、政府はテヘラン、マシャード、タブリーズ、アワズ、アラック、シラズ、エスファハンの大気汚染をWHOの基準まで減らすに必要な措置をとる。
- 本82項を反映する施行規則は、DOEが関連する機関と協力して準備し、閣僚評議会で承認されるものとする。

通告第83

工場排水による汚染水源の保全と除去を目的として、市街地や工場団地内の工場等は、排水網を完備し、また、DOEが州の上下水道会社と協力して作成する基準に適合する工場排水の濾過設備を、設置しなければならない。

通告第82は、明らかに環境影響評価(EIA)、持続性ある開発、省エネを目的としている。記載されているEIA指針や生活環境基準等は準備中とのことである。本JICA調査地点であるタブリーズとエスファハンが大気汚染減少の対象として7都市の中に述べられている事に注目すべきである。

4.2 エネルギー省

エネルギー省は1) エネルギー、2) 電力、3) 水(ダム、河川、洪水防止、飲料水供給)、

4) 都市下水（集水と処理）、5) 需給計画、6) 人事、7) 総務・議会の7担当次官より構成されている。本調査のカウンターパートはエネルギー担当次官の中にあり同次官配下の組織を表4.2.1に示す。

エネルギー計画本部内の環境部は1994年開設され、部員は1999年初夏現在総勢6人である。現在までの業務実績(#22)は、a)水力ダムの環境調査用数学モデルの開発、b)発電所現況調査と立地計画の戦略準備、c)発電所環境影響データ整理、d)石油輸出による海洋汚染とその対策などである。

また、発電所固形廃棄物の管理、同排水処理、発電所社会費用の評価、水力ダムの環境影響評価、人造湖の衛生等の問題解決が出来るとしている。大気汚染関連では、JICAとの本プロジェクトが最初である。

表 4.2.1 エネルギー省エネルギー担当次官配下の組織(#04)

	本部	部
エ ネ ル ギ ー 担 当 次 官	エネルギー情報センター	記録情報センター
		データバンク及び計算センター
		データ収集調査
	エネルギー計画本部	経済検討
		エネルギー収支
		計画
		環境 — (セクション) — 環境計画管理 — 環境影響評価 — 大気・土壌・水質
	エネルギー効率本部	負荷管理
		輸送
		発電所・製油所
		民需・商業・農業 工業
	新及び再生可能エネルギー本部	風力・太陽
		水力
地熱		
バイオマス		

第3章でエネルギー省電力次官配下の組織を説明した。そこには多くの発電関連の機関が付属している。そのなかの一つがタバニールでタブリーズとエスファハン両発電所を含んだ全発電所の運営母体である。

エネルギー省には非営利の附属会社があり、エネルギー省が発案したプロジェクトの運営に当たっている。エネルギー関連技術の進歩と多様化に備え、エネルギー省の能力増強を

目指して設立されている。イランエネルギー研究センター (ICES) はエネルギー担当次官に付属する付属会社である。他には、エネルギー保全と新エネルギー関連がある。ICES の株主は電力中央研究所とタバニール、テヘラン電力である(#27)。ICES には 75 人が所属しており、エネルギー省環境部が実施する本調査の如きプロジェクトを遂行している。環境問題のほか、ICES では経済、ガス、石油、電力と機械力、再生可能エネルギー、省エネ等を業務としている。

4.3 地方での大気汚染への取り組み

DOE の支局が全 28 州にある。これらの支局は、DOE 本部からの予算配分に頼っており、限られた人間と予算、機材の中でそれぞれの地方の関心に従い、測定や汚染発生源との交渉、地方環境基準の樹立等を試みている。

対象 2 地域のうちタブリーズでは東アゼルバイジャン DOE 支局があり、その活動の一環として市内に大気観測局を 3 局設置して 15 年間大気環境を監視している。また、発生源対策として、発電所へは天然ガス転換を勧告している。一方、エスファハン DOE 支局では、自動車の排気ガスによる大気汚染が関心の的であり、市内の交差点で一酸化炭素濃度の測定を週一回測定している。また、エスファハンでは保健教育省が非連続の SO₂、TSP 測定を実施して、そのデータを国連環境測定機構(GEMS)に報告する予定である。

また、首都テヘランは世界の大都市の中で最も汚染されている都市の一つであり(#107)、同市の交通運輸局の組織の中に大気汚染制御公社を設立し、自動車由来と言われる大気汚染の削減に務めている。テヘラン市は自動測定局 2 局と移動測定車 1 台をもって大気汚染を測定しており、同市内には DOE 本部が 6 局自動測定局を運営している。なお、保健教育省は、テヘランでも 3ヶ所で非連続の SO₂、TSP の測定を実施し GEMS へ報告している。

4.4 環境と排出基準

(1) 大気環境基準

WHO のガイドラインを基礎とし、EHC が認可した、イラン国の現行大気環境基準(#90)を表 4.4.1 に示した。今後この表を基礎に調査対象地域の大気環境を評価していく。

しかしながら JICA 調査団が入手した WHO のガイドラインは表 4.4.2(#61)に示す如くで、表 4.4.1 の数値とは可成りの隔たりがある。なお、1994 年発行の第 2 次 5 カ年計画(#21)によれば、WHO のガイドライン濃度がタブリーズとエスファハン両市の大気環境基準とされている。

表 4.4.1 イラン国大気環境基準(#90)

汚染物質	評価時間	第1基準 ²⁾		第2基準 ³⁾	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm
一酸化炭素	8時間内の最高値	10,000	9	10,000	9
	1時間内の最高値 ⁴⁾	40,000	35	40,000	35
二酸化硫黄	年平均値	80	0.03	60	0.02
	24時間内の最高値 ⁴⁾	365	0.14	260	0.1
	3時間内の最高値 ⁴⁾	1,300	0.5
ノンメタン 炭化水素	朝6時から9時までの 3時間内の最高値 ⁴⁾	160	0.24	160	0.24
二酸化窒素	年間平均値	100	0.05	100	0.05
浮遊 粒子状物質	年間平均値	75	..	60	..
	24時間内の最高値 ⁴⁾	260	..	150	..
光化学 オキシダント	1時間内の最高値 ⁴⁾	160	0.08	160	0.08

- 注 1) 年間一回を越えて出現しないこと
 2) 民衆の健康を保護するために必要な基準
 3) 民衆の福祉を保護するために必要な基準
 4) 基準温度の明記なし。20又は25℃との回答あり(FAX 09/11/98)

表 4.4.2 WHOによる大気環境ガイドライン(#61)

欧州共同体向けと括弧内はその他の地方向け

汚染物質	時間平均 $\mu\text{g}/\text{m}^3(25^\circ\text{C})$	日平均 $\mu\text{g}/\text{m}^3(25^\circ\text{C})$	年間平均 $\mu\text{g}/\text{m}^3(25^\circ\text{C})$
TSP ^{*2)}	-	120 (150-230)	・ (60-90)
BS ^{*1)*2)}	-	125 (100-150)	50 (40-60)
SPM ^{*2)}	-	70	・
SO ₂	350	125 ^{*4)} (100-150) ^{*4)}	50 ^{*3)} (40-60) ^{*3)}
NO ₂	400 (190-320) ^{*2)}	150	・

- 注 1) BS - 直径 4.5 μm 以下の粒子、 2) 年間一日以上超過しないこと、
 3) 算術平均、 4) 通年データの一日の98%値。年間7日以上超過しないこと

テヘラン市では大気汚染度を決めており、その数値を市内の交差点に、自動測定計で測定したSO₂、NO₂、CO、O₃、SPMの濃度と共に、自動表示している。大気汚染度はこれらの5汚染物質のうち一番健康被害が大きい濃度(最短時間の大気環境基準値に対して倍率が一番高い濃度)から計算される。大気汚染度100ほどの汚染物質かが環境基準値に達したことを意味する。もし100以上、或いは200以上、300以上ともなれば、大気環境はそれぞれ、健康に害あり、非常に害あり、危険であることを意味する。テヘランでは平成10年12月中旬に一酸化炭素が原因で大気汚染度が300を超過した。保健教育省により初めて大気環境危険警報が発令され、市内での乗用車の使用が、プレート番号により制限された(#99, 12/16/98)。

(2) ばい煙排出基準

ばい煙に関する中央、地方の排出基準はない。第2次5カ年計画では、地方毎の排出基準を決めることになっている(#16)。DOE では排出基準案(#90)を作成し、検討用及び地方基準の作成用として配布している。表 4.4.3 に発電所に係わる排出基準案を抽出した。

表 4.4.3 発電所大気排出基準案(#90)

汚染物質	単位	第1基準	第2基準	備考
二酸化硫黄	ppm	800	800	
一酸化炭素	mg/m ³	150	150	
窒素酸化物	ppm	350	350	
煤塵	mg/m ³	150	350	重油燃焼に適用
ばい煙色度	%	20	20	

注: 1)酸素濃度、温度、圧力の規定無し

2)第1、第2基準については表 4.4.1 の注 2 & 3)参照のこと

(3) 排水基準

排水基準は DOE 発行のパンフレット(#90)に記載がある。表 4.4.4 は 52 の汚染物質の中から抜粋した排水濃度基準である。

表 4.4.4 排水中の汚染物質の許容最高濃度 (#90 より抜粋)

汚染物質	単位	下記の行き先へ排出される排水		
		地表水	井戸にて地下へ	灌漑用水
BOD	mg/l	30	30	100
COD	mg/l	60	60	200
DO	mg/l	2	--	2
アンモニア	mg/l as NH ₄	2.5	1	0
pH	Unit	6.5 - 8.5	6 - 9	6 - 8.5
TSS	mg/l	40	--	100
バナジウム	mg/l	0.1	0.1	0.1
ニッケル	mg/l	2	2	2
鉛	mg/l	1	1	1
亜鉛	mg/l	2	2	2

エスファハンのザヤンデ川を含む全国 14 の河川水の水質目標値として、参表参考文献(#51)は現在 40-50 mg/l である BOD 値を 10 mg/l に第2次5カ年計画の終了する 2000 年までに減らすとしている。もし発電所からの排水がザヤンデ川に流れ込むのであれば、その排水の BOD は表 4.4.4 に与えられている 30mg/l でなく 10 mg/l 以下でなければならない。

第5章 気象観測

5.1 はじめに

気象観測は、地上から高度1500mまでの大気層を観測する上層気象観測と、地上気象観測から構成されている。上層気象観測は特定の期間について四季別を実施し、地上気象観測は1年間の連続測定を実施した。

5.2 観測方法

5.2.1 上層気象観測

上層気象観測は、エスファハン及びタブリーズ両発電所構内において、3日間（72時間）の観測を季節毎に4回実施した。観測項目は上層の風向風速及び気温とした。使用機材は別添1-3、JICA機材リスト中のT-5シリーズを使用し、両発電所間を移動して観測を実施した。測定方法の詳細は別添5-1に示す。

1) 上層風観測（パイロットバルーン観測）

地上から高度1500mまでの上層風観測は、パイロットバルーンと測風経緯儀により、観測期間中一時間間隔で実施した。パイロットバルーンは簡単なゴム気球（自重20g）で、ヘリウムガスを充填して133gの浮力を正確に与え、地上から放球する。パイロットバルーンは最後に数千mの高度で破裂するまで、毎分200mの一定な上昇速度で上昇する。観測者は測風経緯儀を使用して、上昇中のパイロットバルーンを15秒間隔で目視観測し、高度角と方位角を測定し、これらの角度データはデータ処理装置に転送される。データ処理装置は、上昇中のパイロットバルーンの座標を、さらにその位置での風向、風速を高度50m間隔で算出する。

2) 上層気温（低層ゾンデ観測）

地上から高度1500mまでの上層気温観測は、低層ゾンデシステムにより、観測期間中三時間間隔で実施した。低層ゾンデシステムはバルーン、ナイロンロープ、パラシュート及びゾンデ本体の4部品（自重300g）からなっている。バルーンにヘリウムを充填して浮力520gを与え、地上から放球されたゾンデは、300m/分の上昇速度で上昇し、上空の気温、湿度及び気圧をそれぞれのセンサーにより測定する。これらのデータは1680MHzの電波によりデータ処理装置に連続送信され、データ処理装置はこれを指定の高度（地上から高度1500mまで50m間隔）での値に変換し記録する。

5.2.2 地上気象観測

地上気象観測は、タブリーズ及びエスファハン両発電所構内において、1998年6月から1年間の連続測定を実施した。観測項目、観測方法を表5.2.1に示す。使用機材は別添1-3、JICA機材リスト中のT-4及びE-4シリーズを使用した。また、両発電所周辺対象地域内に設置した自動大気環境観測局でも、同様の機材を使用して地上の風向風速を測定した。

表5.2.1 地上気象観測項目及び方法

風向風速	風車型風向風速計により遠隔測定。風向はフォトエンコーダにより、風速はフォトインタラプターにより信号化。
気温	電気式温度計により測定。気温は白金抵抗体にて電気信号化。
日射量	ガラスドームにて覆った熱電対内蔵の電気式日射計により測定。
放射収支量	ポリエチレンドームにて覆った熱電対2組内蔵の放射収支計にて測定。

なお、風速及び日射量、または風速及び放射収支量から、大気安定度を判定し、拡散計算に使用した。

5.3 上層気象観測結果とその評価

5.3.1 観測結果

(1) タブリーズ

タブリーズ発電所における上層気象観測は、1998年6月、1998年8月、1998年10月、1999年1月の4回実施した。計算機収録全データをプロファイル化した図を別添5-2に示した。また、観測代表例を図5.3.1 a bに、更に上層気象の特徴を表5.3.1に示す。

上層風の風向は東寄りが多かったが、冬季は西寄りが多かった。風速は高度が高くなると強まるが、高度1000m付近で最大となることがあった。上層気温は、昼間は高度が高くなると下降していたが、地上付近では特に減率が大きい傾向にあった。夜間は日没後の地上付近で逆転層が生ずることが多かった。

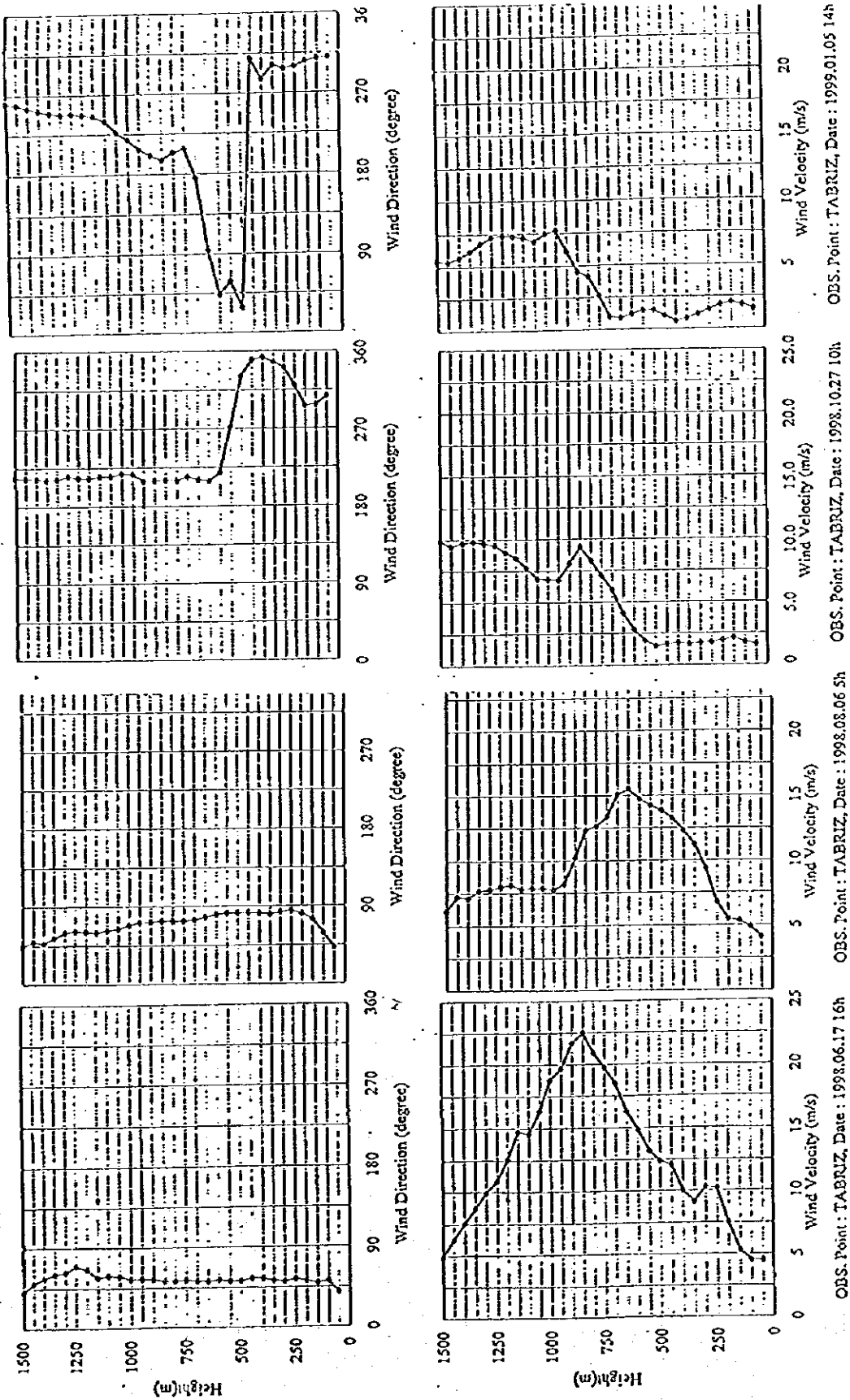


図 5.3.1a 上層気象観測例一タワーズ風向風速 (風向 0 と 360 度は北風)

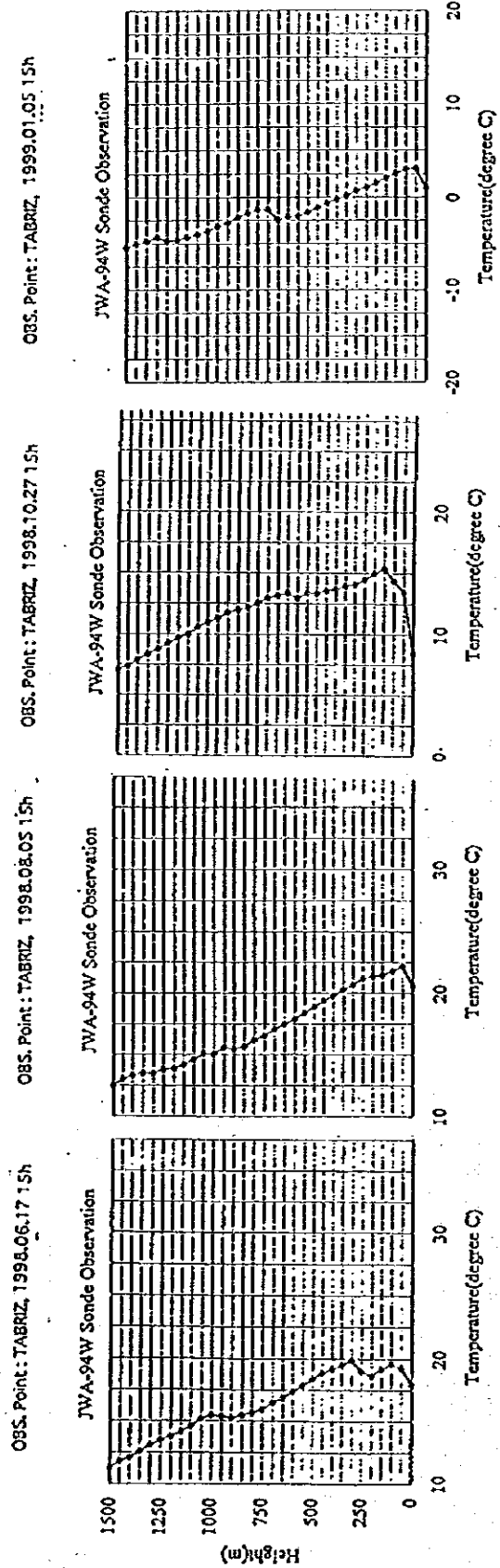
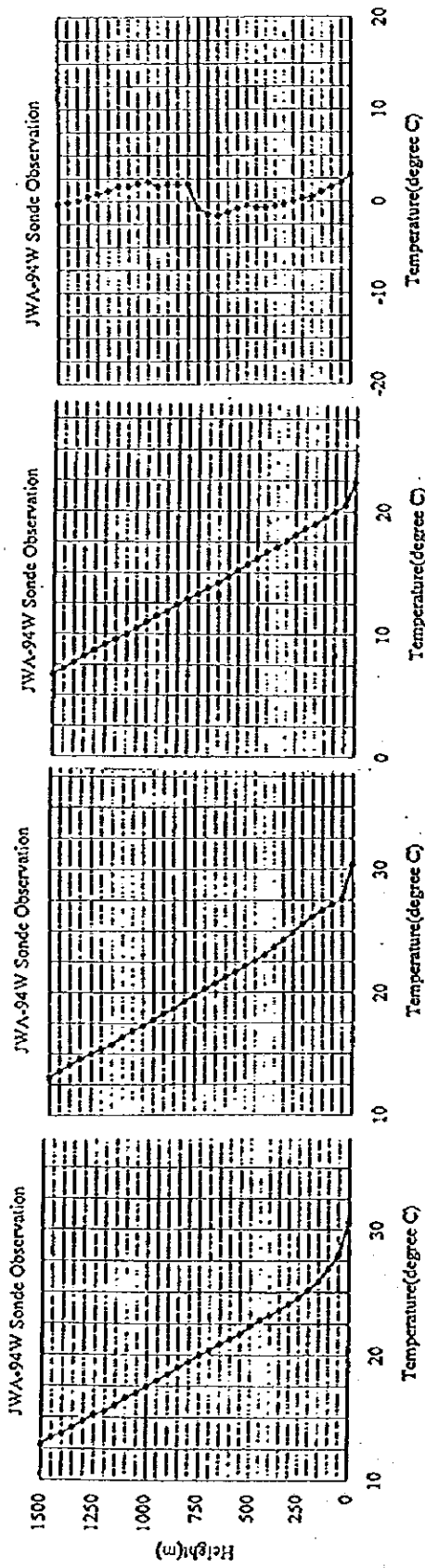


図 5.3.1b 上層気象観測例一タプリーズ気温

表 5.3.1 タブリーズ上層気象の特徴

	上層風		上層気温	
	風向	風速	昼間	夜間
春季	主として北から東。	高度が増すと強まり高度1000m付近がとくに強く最大20m/s以上。	地上付近で気温減率が大。	接地逆転層が発現。
夏季	主として北から東。	高度が増すと強まり高度500m付近が特に強く最大20m/s以上。1000m以上ではやや弱くなる場合も。	地上付近で気温減率がとくに大。	接地逆転層がみられたが温度差は小。
秋季	主として南から西だが高度500m付近までは西から北、又は北から東。	高度が増すと強まったが、春季、夏季よりやや弱。	気温減率がやや小。	温度差の大きい接地逆転層が発現。
冬季	主として西だが変化が大。	高度が増すと強まったが、全般に弱。	気温減率は小。上層にも逆転層が発現。	接地逆転層がみられたが温度差は小。上層にも逆転層が発現。

(2) エスファハン

エスファハン発電所における上層気象観測は、1998年2月、1998年6月、1998年8月、1998年10月の4回実施した。計算機収録全データをプロファイル化した図を別添5-2に示した。また、観測代表例を図5.3.2 a bに、更に上層気象の特徴を表5.3.2に示す。

上層風の風向は変化が大きかったが、東寄りから南寄りが多かったが、冬季は西寄りが多かった。風速は高度が高くなると強まる傾向にあった。上層気温は、昼間は高度が高くなると下降していたが、地上付近では特に減率が大きい傾向にあった。夜間は日没後の地上付近で逆転層が生ずることが多く、その温度差は最大12度に達するものがみられた。また、逆転層が夜半前に一度解消し、その後再び出現することがあった。

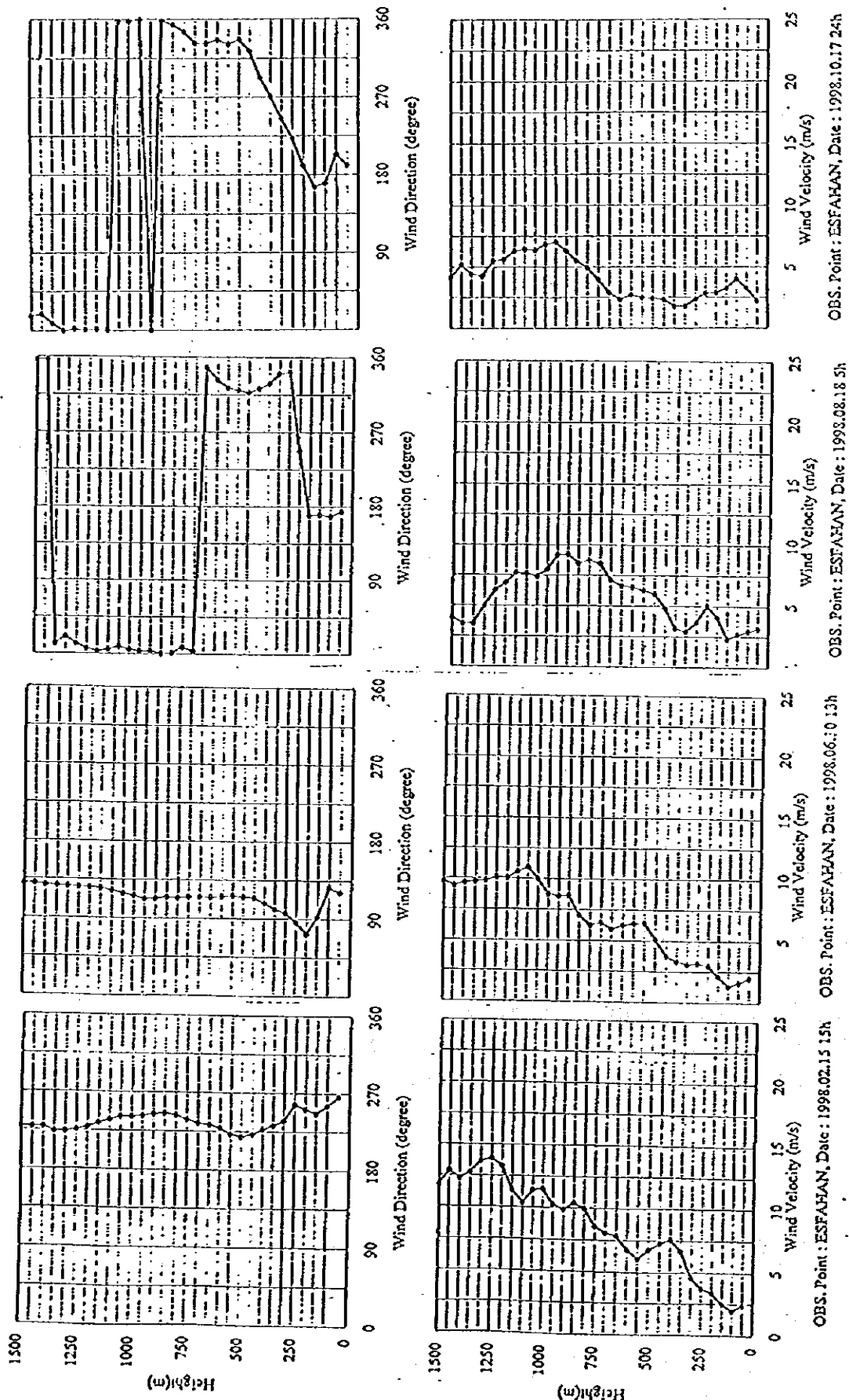
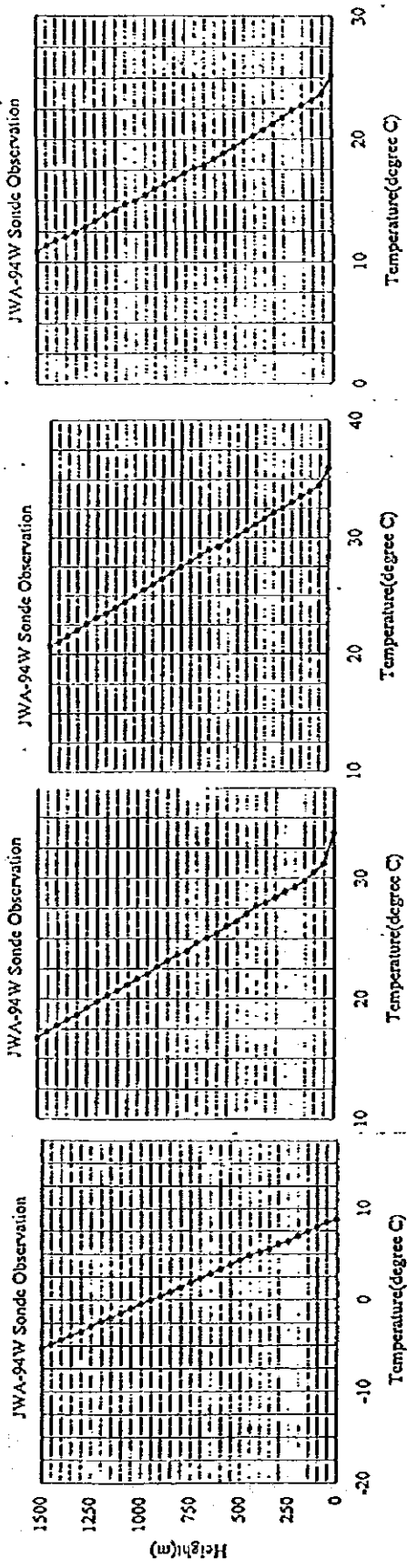


図 5.3.2a 上層気象観測例—エスファハン風向風速 (風向 0 と 360 度は北風)

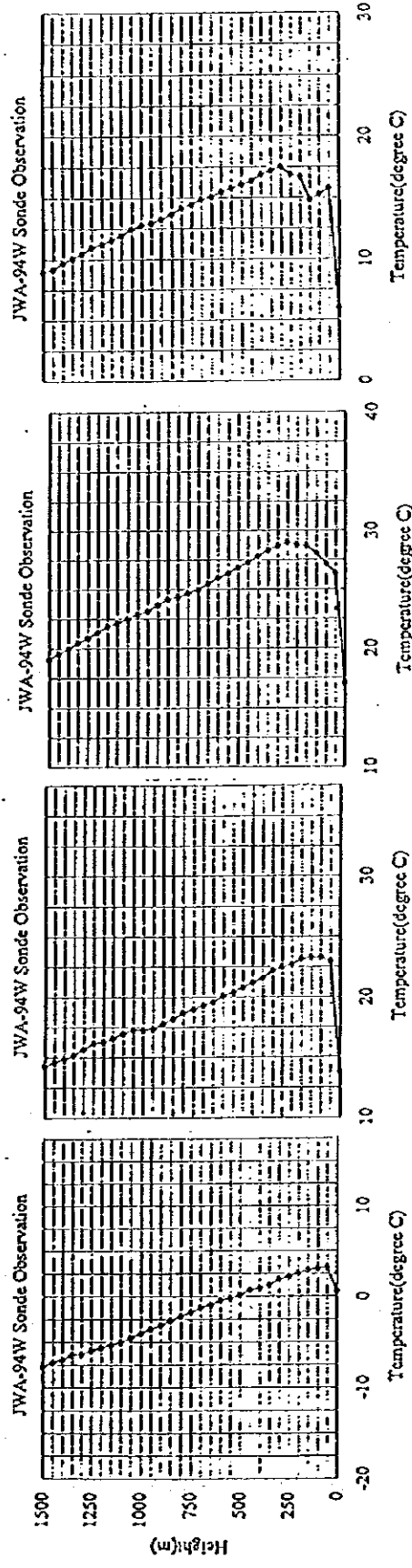


OBS. Point: ESFAHAN, 1998.02.15 15h

OBS. Point: ESFAHAN, 1998.06.10 15h

OBS. Point: ESFAHAN, 1998.08.17 15h

OBS. Point: ESFAHAN, 1998.10.17 15h



OBS. Point: ESFAHAN, 1998.02.16 6h

OBS. Point: ESFAHAN, 1998.05.11 6h

OBS. Point: ESFAHAN, 1998.08.18 6h

OBS. Point: ESFAHAN, 1998.10.18 6h

図 5.3.2b 上層気象観測例—エスファハン気温