

フィリピン共和国  
ルソン系統電力設備修復・維持管理改善計画調査  
最終報告書

1992年5月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1099556(1)

24137



フィリピン共和国

ルソン系統電力設備修復・維持管理改善計画調査

最終報告書

1992年5月

国際協力事業団

国際協力事業団

24137

## 序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国のルソン系統電力設備修復・維持管理改善計画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いたしました。

当事業団は、平成3年7月から平成4年4月までの間、3回にわたり西日本技術開発（株）の小川晃正氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、フィリピン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、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、本計画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、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年5月

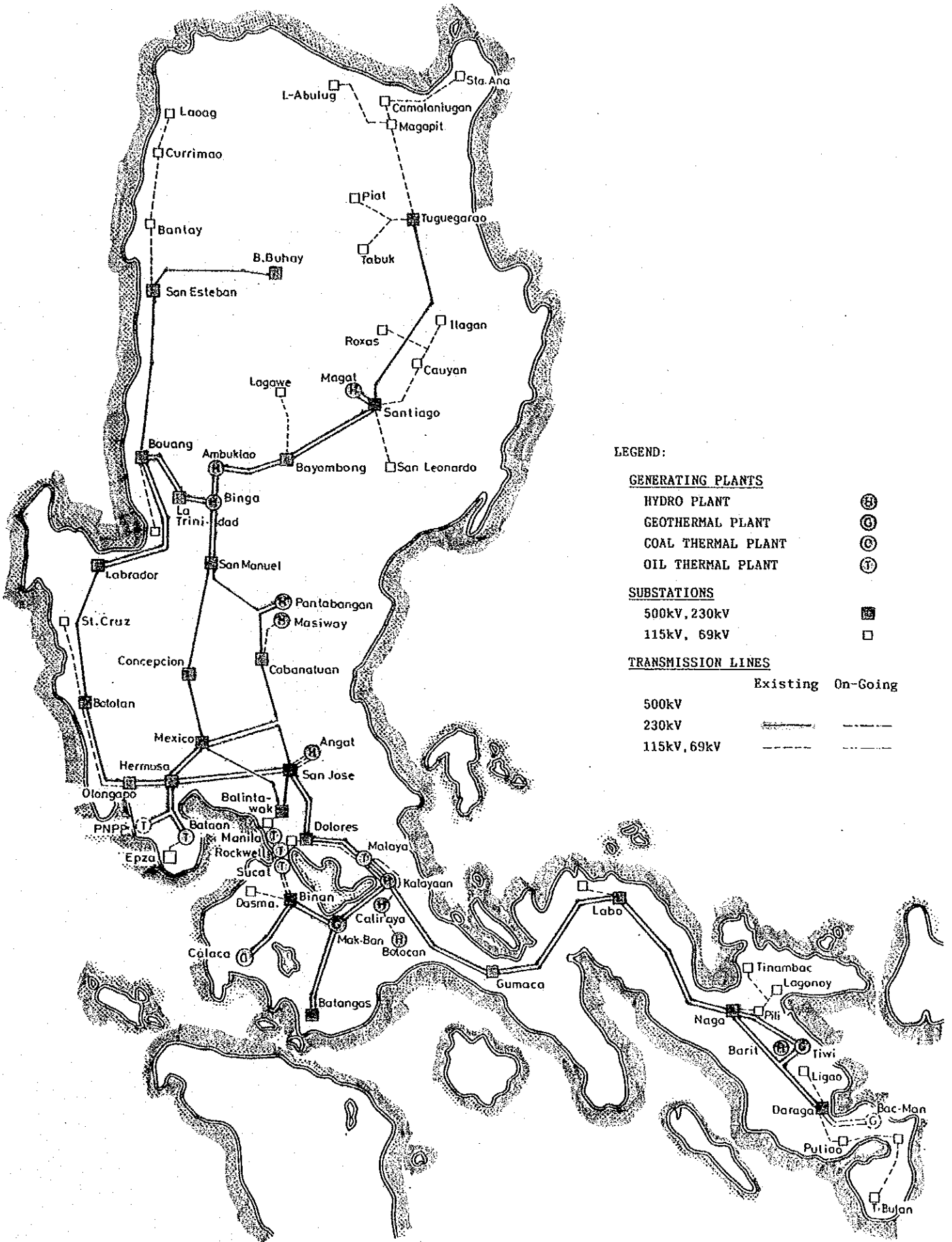
国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介





# LUZON GRID POWER SYSTEM DIAGRAM



**LEGEND:**

GENERATING PLANTS

- HYDRO PLANT ⊗
- GEO THERMAL PLANT ⊙
- COAL THERMAL PLANT ⊚
- OIL THERMAL PLANT ⊛

SUBSTATIONS

- 500kV, 230kV ⊠
- 115kV, 69kV □

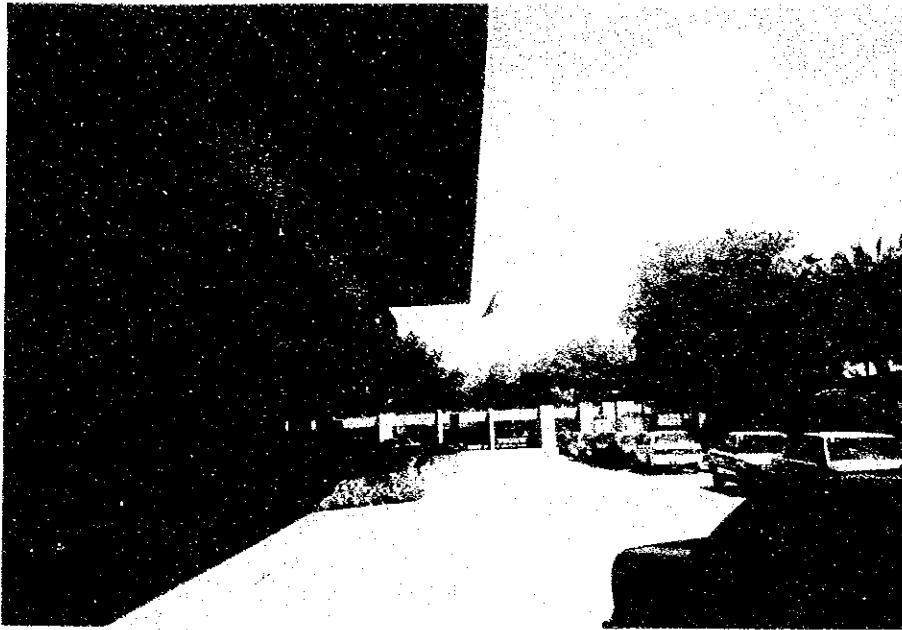
TRANSMISSION LINES

- |             | Existing  | On-Going  |
|-------------|-----------|-----------|
| 500kV       | —————     | - - - - - |
| 230kV       | —————     | - - - - - |
| 115kV, 69kV | - - - - - | - - - - - |



写 真 集





NAPOCOR Head Office

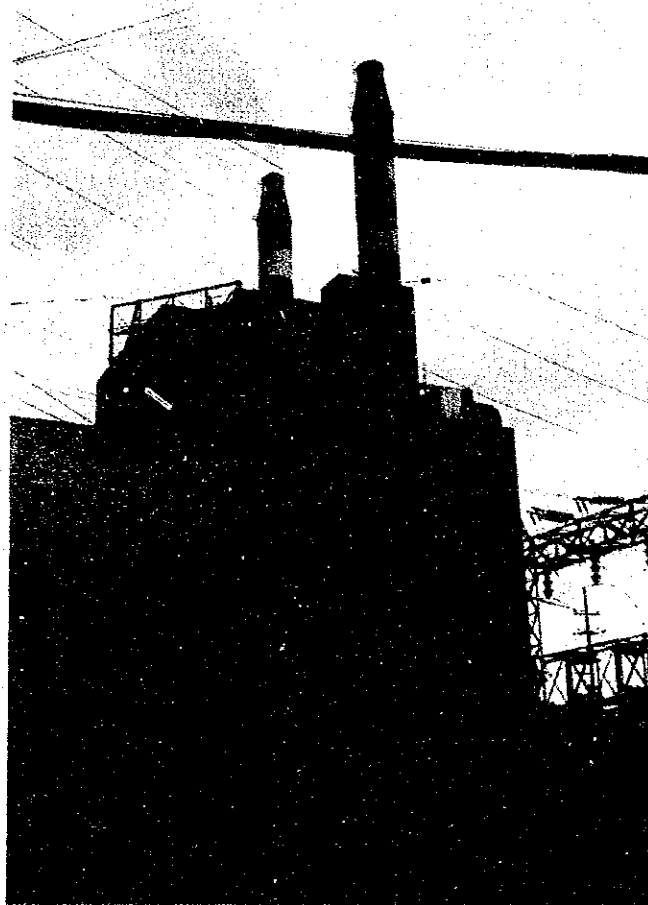


Southern Luzon Regional Center





Bataan Thermal Power Plant



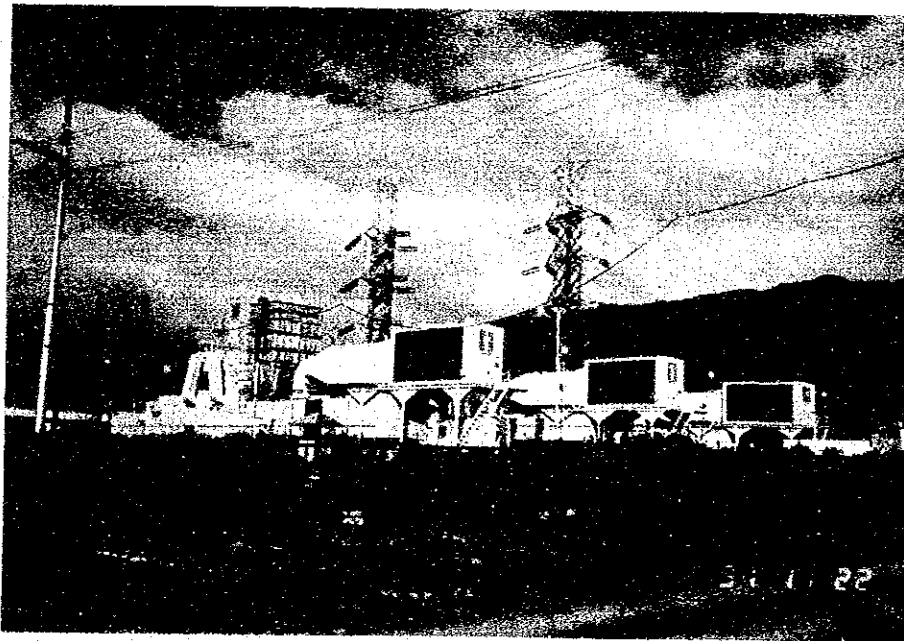
Manila Thermal Power Plant





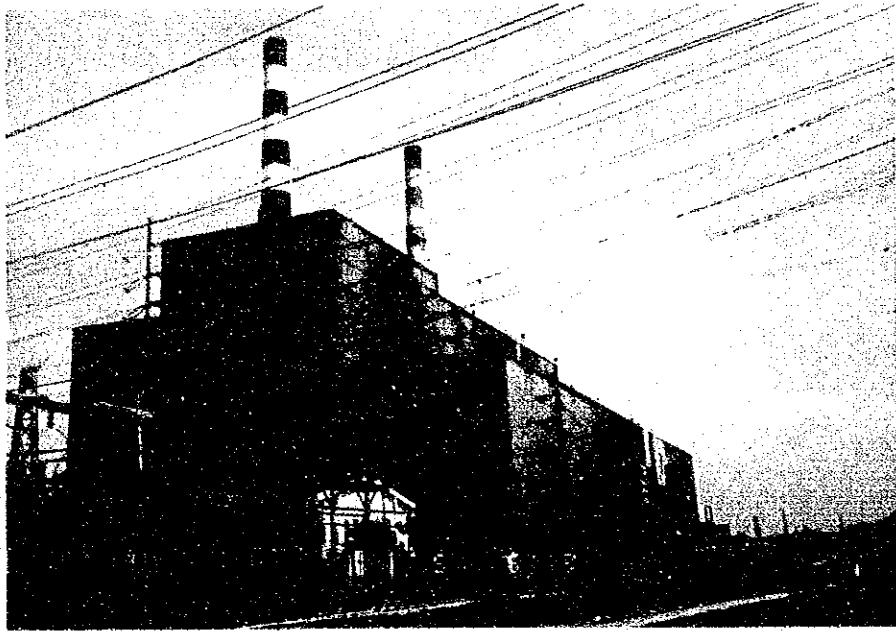


Malaya Thermal Power Plant



Malaya Gasturbine Power Plant





Sucat Thermal Power Plant



Maintenance Engineering Center





Batangas Coal-fired Thermal Power Plant

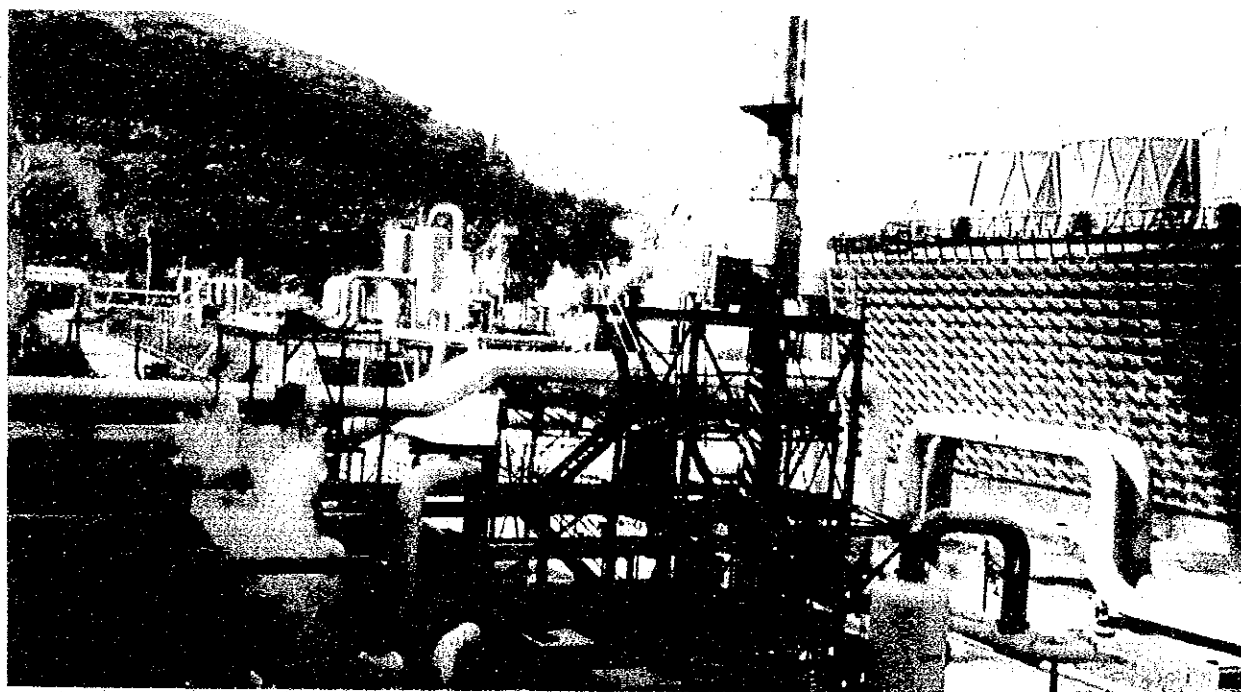


Batangas Coal-fired Thermal Power Plant





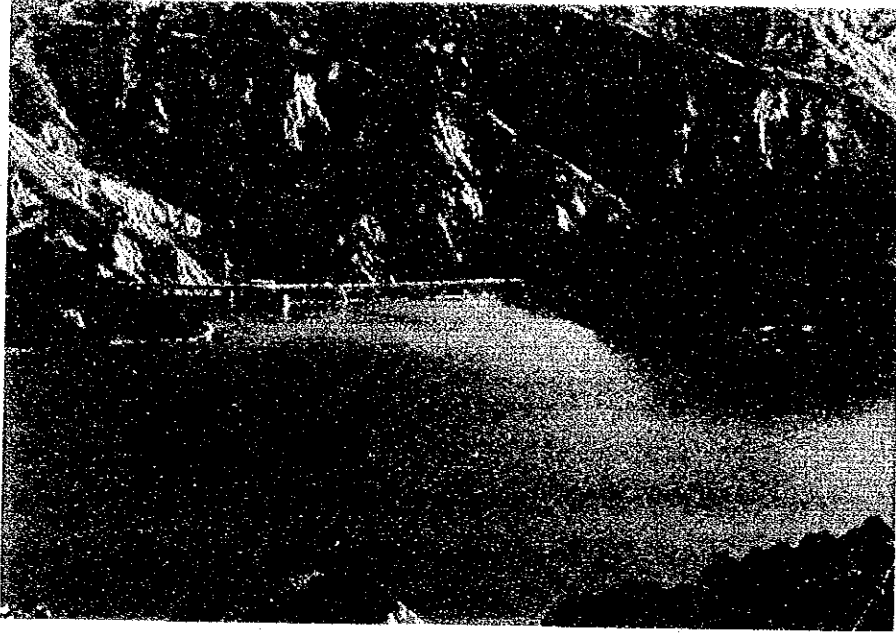
Tiwi Geothermal Power Plant



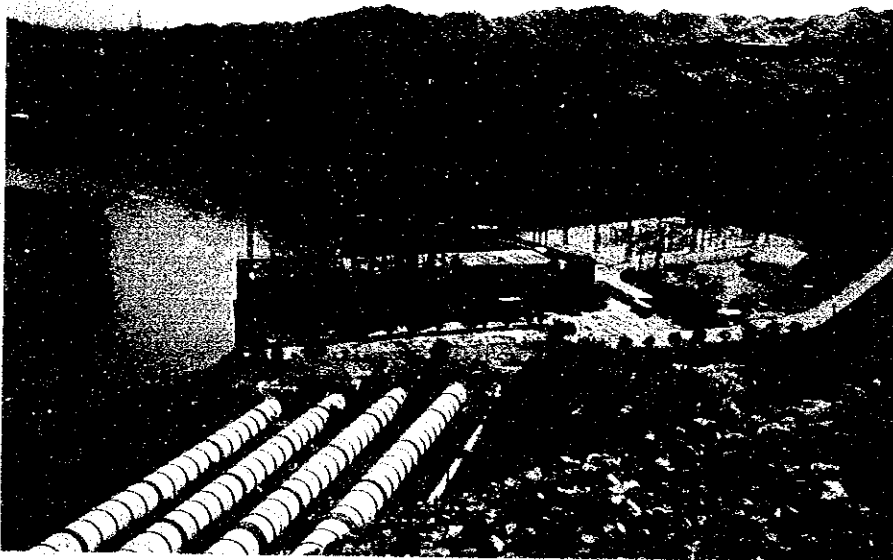
Mak-Ban Geothermal Power Plant





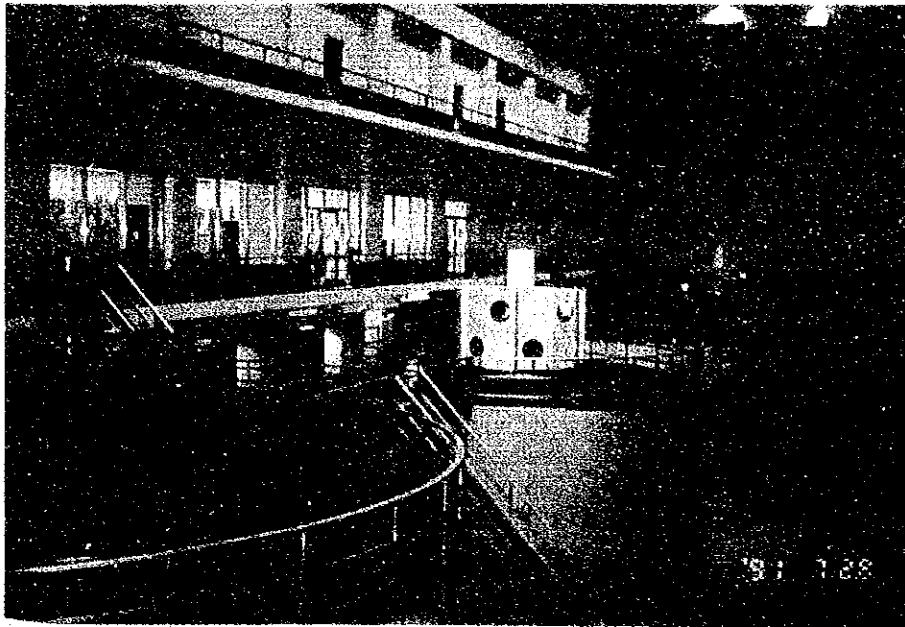


Binga Dam

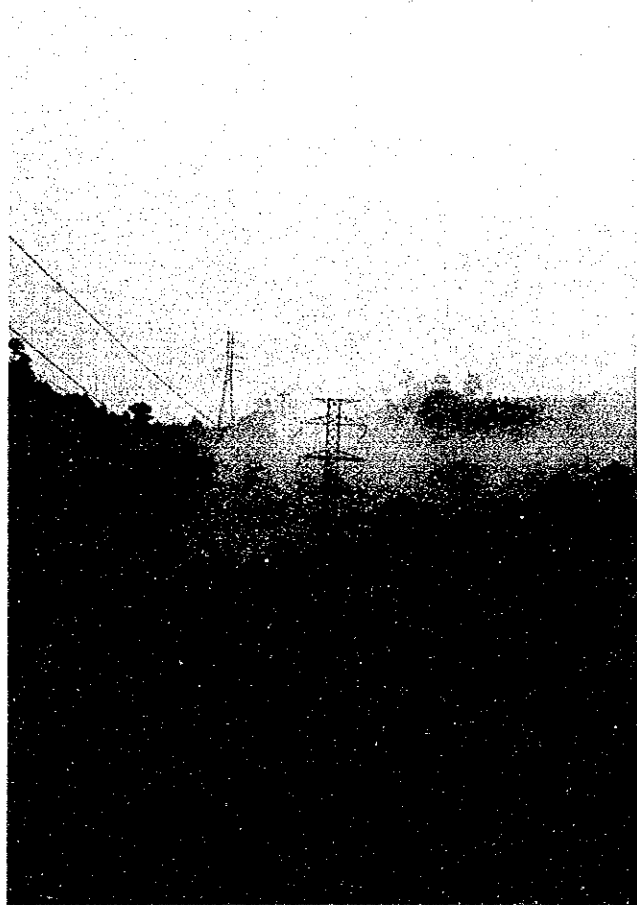


Magat Hydro Power Plant



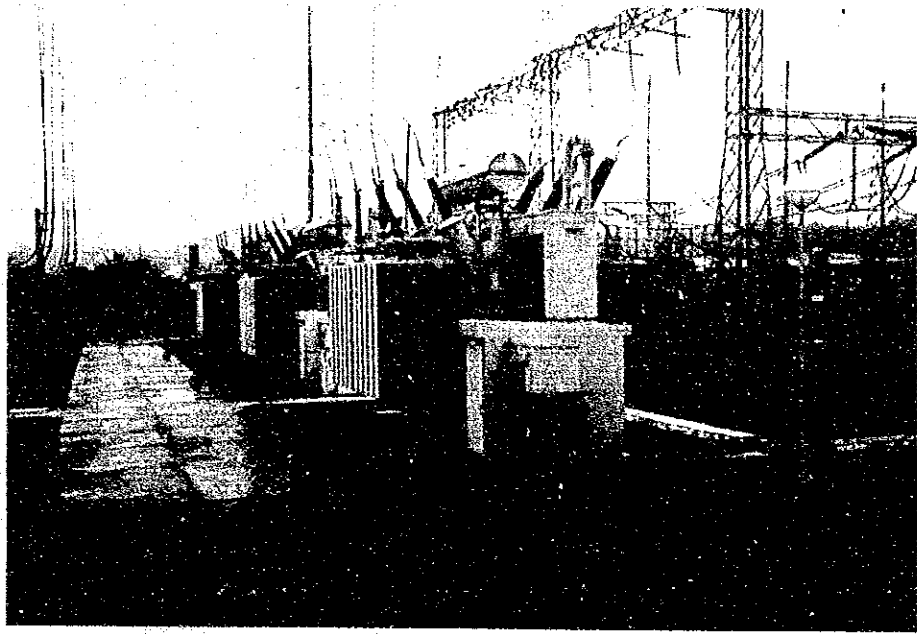


Angat HEP Generators



230kV Binga - La Trinidad T/L



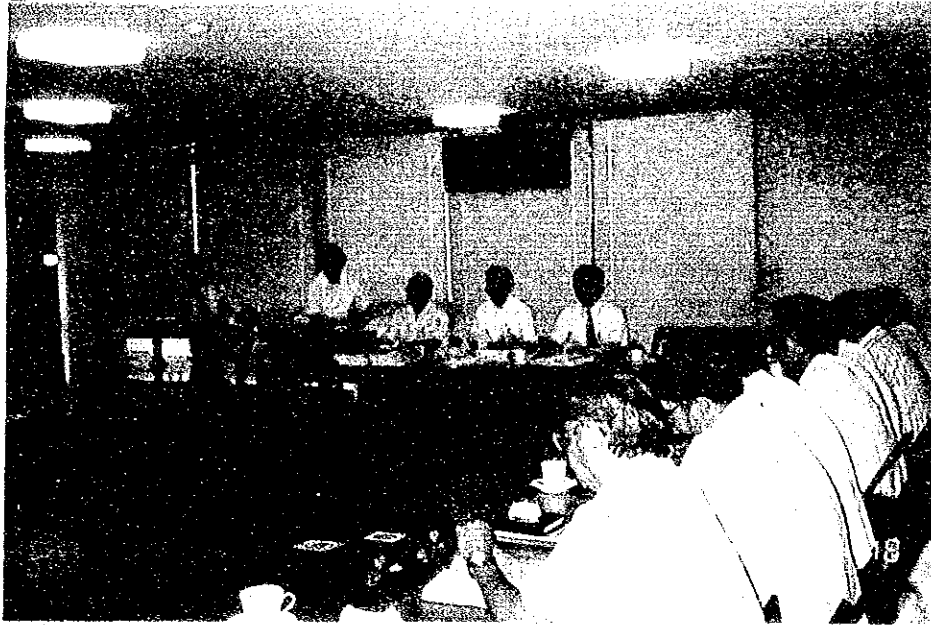


Dolores Substation

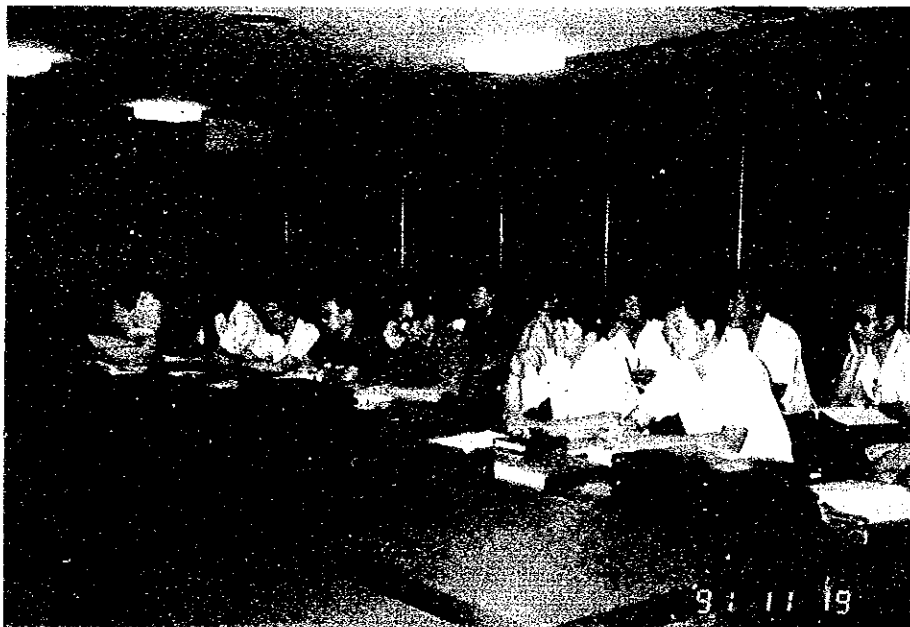


La Trinidad Substation





Seminar at the Head Office



Seminar at the Head Office





フィリピン共和国  
ルソン系統電力設備修復・維持管理改善計画調査  
最 終 報 告 書

目 次

第1章 総 論	
1.1 調査の背景と経緯 .....	1-1
1.2 調査の目的 .....	1-1
1.3 調査対象地域及び設備 .....	1-2
1.4 業務の内容と実施方法 .....	1-2
1.5 調査団員の構成 .....	1-7
1.6 調査日程 .....	1-8
1.7 作業工程 .....	1-8
1.8 現地調査 .....	1-10
第2章 結論と勧告	
2.1 電力設備5ヵ年リハビリテーション/リノベーション計画 .....	2-1
2.1.1 リハビリテーション/リノベーション計画 .....	2-1
2.1.2 工事費 .....	2-5
2.1.3 年度別支出計画 .....	2-5
2.2 維持管理・運転保守改善計画 .....	2-6
2.2.1 本 社 .....	2-6
2.2.2 火力発電所 .....	2-7
2.2.3 地熱発電所 .....	2-8
2.2.4 水力発電所, 送電線及び変電所 .....	2-9
2.3 環境管理 .....	2-11

第3章	フィリピン共和国の一般情勢	
3.1	フィリピンの概要	3-1
3.2	政治・経済	3-2
3.2.1	政治	3-2
3.2.2	フィリピン経済	3-3
第4章	ルソン系統の電力事情	
4.1	電力需要、ピーク電力の予測	4-1
4.2	電源開発計画	4-6
第5章	フィリピン電力会社の概要	
5.1	フィリピン電力会社の歴史	5-1
5.2	組織	5-1
5.3	人員及び社員研修	5-2
5.4	財務事情	5-3
5.5	電力料金	5-4
第6章	電力設備5ヵ年リハビリテーション／リノベーション計画 (マスタープラン)	
6.1	火力発電所	6-1
6.1.1	火力発電設備の現状と問題点	6-1
1.	火力発電所の概要	6-1
2.	火力発電所の現状	6-2
3.	火力発電所の問題点と対策	6-11
6.1.2	火力発電所5ヵ年リハビリテーション計画の策定 (マスタープラン)	6-53
1.	実施中のリハビリテーション	6-53

2.	リハビリテーション項目の選定基準	6-53
3.	リハビリテーションの効果（または目的）	6-54
4.	リハビリテーション項目の選定	6-54
5.	Batangas 1号の問題と基本対策	6-54
6.	5ヵ年マスタープラン工程表	6-55
6.1.3	リハビリテーションにおける優先順位	6-57
1.	発電所・ユニットの優先順位の検討方法	6-57
2.	優先順位の検討結果	6-58

#### ANNEX

1.	PLANT OPERATIONAL DATA	6-70
2.	SUMMARY RECORD OF FORCED OUTAGE	6-89
3.	SUMMARY OF MAJOR REHABILITATION WORKS	6-108
6.2	地熱発電所	6-118
6.2.1	Tiwi地熱発電所の現状と問題点	6-120
1.	Tiwi発電所の概要	6-120
2.	地熱蒸気供給能力	6-120
3.	蒸気設備, 発電設備の現状	6-126
4.	蒸気設備, 発電設備の問題点と対策	6-136
6.2.2	Mak-Ban 地熱発電所の現状と問題点	6-148
1.	Mak-Ban 発電所の概要	6-148
2.	蒸気供給量	6-149
3.	発電設備の現状	6-154
4.	発電設備の問題点と対策	6-160
6.2.3	リハビリテーション計画の策定	6-174
1.	工事項目の選定基準	6-174
2.	Tiwi地熱発電所のリハビリテーション項目	6-175
3.	Mak-Ban 地熱発電所のリハビリテーション項目	6-182

#### ANNEX

1.	PLANT OPERATIONAL DATA	6-186
----	------------------------	-------

6.3	水力発電所	6-199
6.3.1	水力発電所の現状と問題点	6-199
1.	ルソン系統の水力発電所の概要	6-199
2.	水力発電所土木設備	6-199
3.	水力発電所電気設備	6-201
6.3.2	リハビリテーション計画の策定	6-203
1.	土木設備	6-203
2.	電気設備	6-203
6.3.3	各計画の優先度付けの方法と優先順位	6-204
6.4	送電線及び変電所	6-212
6.4.1	送変電設備の現状と問題点	6-212
1.	ルソン系統の概要	6-212
2.	送電設備	6-213
3.	変電所及び水力発電所スイッチヤードの電気設備	6-216
6.4.2	リノベーション計画の策定	6-222
1.	送電線	6-222
2.	変電所及び水力発電所スイッチヤードの電気設備	6-222
6.4.3	各計画の優先度付けの方法と優先順位	6-225
第7章	維持管理・運転保守改善計画	
7.1	総論	7-1
7.1.1	現状と問題点	7-1
1.	維持管理改善計画の意義	7-1
2.	現状と問題点	7-1
7.1.2	本社組織及びシステムに関する改善提案	7-19
1.	本社組織	7-19
2.	機器・資材購買システム	7-20

3.	要員計画	7-21
4.	教育・訓練計画	7-21
5.	モラルの向上	7-22
7.2	火力発電所	7-23
7.2.1	運転保守の現状と問題点	7-23
1.	運転保守体制	7-23
2.	運転保守の実施方法	7-42
3.	研修・教育	7-44
4.	資機材の調達・管理	7-45
5.	性能・効率管理	7-48
7.2.2	維持管理・運転保守改善計画の提言	7-48
1.	運転保守管理体制	7-48
2.	運転保守の実施方法	7-49
3.	研修及び安全教育	7-51
4.	資機材の調達及び管理体制の改善	7-52
5.	その他の改善推奨事項	7-53
6.	外部機関への要望	7-53
7.	特記事項	7-53
7.3	地熱発電所	7-54
7.3.1	運転保守の現状と問題点	7-54
1.	運転保守体制	7-54
2.	運転保守の実施方法	7-56
3.	研修・教育	7-56
4.	資機材の調達・管理	7-56
5.	性能・効率管理	7-56
7.3.2	維持管理・運転保守改善計画の提言	7-61
1.	運転保守管理体制	7-61

2.	運転保守の実施方法	7-61
3.	研修及び安全教育	7-62
4.	資機材の調達及び管理体制の改善	7-62
7.4	水力発電所	7-63
7.4.1	運転保守の現状と問題点	7-63
1.	運転保守体制	7-63
2.	運転保守の実施方法	7-65
3.	運転保守マニュアル及び手順書	7-66
4.	運転保守関係記録, 報告書及び報告システム	7-67
5.	予備品の保有レベルと管理体制	7-67
6.	技術資料, 図面等の整備	7-68
7.	試験用計測器, ワークショップの設備・修理用装置	7-68
8.	水力発電所・送電線・変電所運転保守要員の研修	7-69
7.4.2	維持管理・運転保守改善計画の提言	7-70
1.	運転保守体制	7-70
2.	運転保守の実施方法	7-70
3.	運転保守マニュアル及び手順書	7-71
4.	運転保守関係記録, 報告書及び報告システム	7-71
5.	予備品の保有レベルと管理体制	7-72
6.	技術資料, 図面等の整備	7-72
7.	試験用計測器, ワークショップの設備・修理用装置	7-72
8.	水力発電所・送電線・変電所運転保守要員の研修	7-72
7.5	送電線及び変電所	7-83
7.5.1	運転保守の現状と問題点	7-83
1.	運転保守体制	7-83
2.	運転保守の実施方法	7-83
3.	運転保守マニュアル	7-86

4.	運転保守関係記録, 報告書及び報告システム	7-87
5.	予備品の保有レベルと管理体制	7-87
6.	技術資料, 図面等の整備	7-89
7.	試験用計測器, ワークショップの設備・修理用装置	7-89
8.	運転保守要員の研修	7-89
9.	給電指令システム及び通信系統	7-89
7.5.2	維持管理・運転保守改善計画の提言	7-91
1.	運転保守体制	7-91
2.	運転保守の実施方法	7-91
3.	運転保守マニュアル	7-92
4.	運転保守関係記録, 報告書及び報告システム	7-92
5.	予備品の保有レベルと管理体制	7-93
6.	技術資料, 図面等の整備	7-93
7.	試験用計測器, ワークショップの設備・修理用装置	7-94
8.	運転保守要員の研修	7-94
第8章 環境管理		
8.1	フィリピン共和国の環境管理	8-1
8.1.1	フィリピンの環境行政	8-1
8.1.2	環境の現状	8-3
1.	固形廃棄物	8-3
2.	大気汚染	8-3
3.	汚水処理	8-3
4.	自然環境	8-3
8.1.3	発電所における環境管理の現状と提言	8-4
1.	大気質	8-4
2.	水質	8-9
3.	騒音	8-12

8.2	環境対策の改善に関する提言	8-16
8.2.1	PCB管理技術と除去方法	8-16
1.	PCB管理の現状	8-16
2.	PCB管理に関する提言	8-16
3.	その他の参考事項	8-17
ANNEX		
1.	PCB含有機器管理についての提言	8-20
2.	PCBの健康影響評価	8-21
3.	変圧器オイル中のPCB検出	8-22
4.	機器中の多塩素化ジ・ベンゾフラン(PCDF)	8-23
8.2.2	火力発電所大気汚染モニタリング方法	8-25
1.	大気汚染モニタリングの現状	8-25
2.	排ガス拡散予測	8-25
3.	モニタリングの方法及び所要経費	8-42
8.2.3	地熱発電所の硫化水素低減対策	8-46
1.	環境の現状	8-46
2.	硫化水素低減対策	8-46
3.	参考事項	8-55
8.3	発電所の環境影響要因のマトリックス調査	8-62
8.3.1	火力発電所	8-63
8.3.2	地熱発電所	8-69
8.4	環境管理に関する提言	8-72
8.4.1	環境管理体制の強化	8-72
8.4.2	環境測定方法の充実	8-73



第9章	工事実施計画, 工事費及び年度支出計画	
9.1	総括	9-1
9.1.1	工事実施計画	9-1
9.1.2	工事費及び資金調達	9-4
9.1.3	年度別支出計画	9-5
9.1.4	実施工程	9-5
9.2	火力発電所	9-8
9.2.1	工事費	9-8
9.2.2	工事工程	9-8
9.2.3	年度別支出計画	9-8
9.3	地熱発電所	9-12
9.3.1	工事費	9-12
9.3.2	工事工程	9-12
9.3.3	年度別支出計画	9-12
9.4	水力発電所	9-16
9.4.1	工事費	9-16
9.4.2	工事工程	9-16
9.4.3	年度別支出計画	9-16
9.5	送電線及び変電所	9-21
9.5.1	工事費	9-21
9.5.2	工事工程	9-21
9.5.3	年度別支出計画	9-21
第10章	経済評価	
10.1	総論	10-1
10.1.1	既設電力設備修復・改善の必要性	10-1
1.	発電設備	10-1
2.	送変電設備	10-1

10.1.2	経済評価の考え方	10-1
1.	経済評価の方法	10-1
2.	便益としての代替案の考え方	10-2
3.	設定条件(各プロジェクト共通)	10-2
4.	評価のための諸データ	10-3
10.2	各電力設備に対する評価	10-3
10.2.1	重油火力発電設備	10-3
1.	代替プロジェクト	10-3
2.	工事費	10-4
3.	運転保守費	10-4
4.	系統補充電力の費用	10-5
5.	管理費	10-5
6.	分析結果	10-5
10.2.2	地熱発電設備	10-6
1.	代替プロジェクト	10-6
2.	工事費	10-7
3.	運転保守費	10-7
4.	系統補充電力の費用	10-7
5.	管理費	10-7
6.	分析結果	10-8
10.2.3	水力発電所	10-8
1.	代替プロジェクト	10-8
2.	工事費	10-8
3.	運転保守費	10-9
4.	代替地熱発電所の蒸気井掘削準備費	10-9
5.	管理費	10-9
6.	分析結果	10-9
10.2.4	送変電設備	10-10

## 第11章 財務評価

11.1 財務分析の方法	11-1
11.2 財務評価のための条件	11-1
11.3 財務分析の結果	11-2



## 表 リ ス ト

表	内 容	頁
Table 1-1	調査内容 .....	1-4
Table 1-2	作業工程表 .....	1-9
Table 3-1	フィリピン・ルソンの人口 .....	3-1
Table 3-2	ルソンの経済指標 .....	3-5
Table 4-1	Summary of Installed Capacity .....	4-3
Table 4-2	System Energy Generation Mix .....	4-4
Table 4-3	Energy Sales and Demand Forecast Summary .....	4-5
Table 4-4	Summary of Capacity Additions (MW) .....	4-8
Table 4-5	1991 Power Development Program .....	4-9
Table 5-1	Organization Structure (As of Nov. 1991) .....	5-5
Table 5-2	Organization Sturcture (As of Feb. 1991) .....	5-6
Table 5-3	Financial Performance in 1990 .....	5-7
Table 5-4	Average Power Rates .....	5-8
Table 6-1-1	火力発電所一覧表 .....	6-1
Table 6-1-2	定格出力対現在出力 .....	6-2
Table 6-1-3	火力発電所熱消費率一覧表 .....	6-4
Table 6-1-4	定格出力対現在出力 .....	6-12
Table 6-1-5	Problem and Basic Countermeasure (Bataan Unit No. 1) .....	6-13
Table 6-1-6	Problem and Basic Countermeasure (Bataan Unit No. 2) .....	6-18
Table 6-1-7	Problem and Basic Countermeasure (Manila Unit No. 1 & 2) .....	6-23
Table 6-1-8	Problem and Basic Countermeasure (Sucat Units No. 1 - 4) .....	6-28
Table 6-1-9	Problem and Basic Countermeasure (Malaya Unit No. 1) .....	6-38

表	内 容	頁
Table 6-1-10	Problem and Basic Countermeasure (Malaya Unit No. 2) .....	6-43
Table 6-1-11	Problem and Basic Countermeasure (Batangas Unit No. 1) .....	6-47
Table 6-1-12 (1)	Summary of Thermal Power plant Facilities .....	6-51
Table 6-1-12 (2)	Summary of Gasturbine Power Plant Facilities .....	6-52
Table 6-1-13	燃料費の改善の試算 .....	6-65
Table 6-1-14	リハビリテーションコスト (kWh当り) .....	6-66
Table 6-1-15	Power Development and Peak Load in Luzon Grid .....	6-68
Table 6-2-1	Summary of Geothermal Power Plant Facilities .....	6-119
Table 6-2-2	Steam Requirement of Tiwi Geothermal Power Plant .....	6-122
Table 6-2-3	The Generation Record of Tiwi Geothermal Power Plant on July 29, 1991 .....	6-123
Table 6-2-4	Summary of Plant Shutdowns (Tiwi Power Plant) .....	6-129
Table 6-2-5	Problems and Basic Countermeasures (Mechanical) (Tiwi Power Plant) .....	6-142
Table 6-2-6	Problems and Basic Countermeasures (Electrical and I & C) (Tiwi Power Plant) .....	6-144
Table 6-2-7	Summary of Plant Shutdowns (Mak-Ban Power Plant) .....	6-156
Table 6-2-8	Problems and Basic Countermeasures (Mechanical) (Mak-Ban Power Plant) .....	6-166
Table 6-2-9	Problems and Basic Countermeasures (Electrical and I & C) (Mak-Ban Power Plant) .....	6-168
Table 6-2-10	Power Plant Rehabilitation Items and Priority (Tiwi Power Plant) .....	6-176
Table 6-2-11	Reduction in Steam Consumption and Plant Output Increase by Adoption of Hybrid Type Gas Compressor for N.C.G. Extraction .....	6-181
Table 6-2-12	Power Plant Rehabilitation Items and Priority (Mak-Ban Power Plant) .....	6-183
Table 6-3-1	Hydro Power Plant Generator and Turbine Technical Data .....	6-205
Table 6-3-2	Generation Records of Hydro Power Plant .....	6-207

表	内 容	頁
Table 6-3-3	Forced Outage Records of Hydro Power Plant in 1990 .....	6-208
Table 6-3-4	アンプクラオ取水口修復計画案一覧表 .....	6-211
Table 6-4-1	Luzon Grid Transmission Line Data .....	6-227
Table 6-4-2	Transmission Line Length and Substation Capacity .....	6-231
Table 6-4-3	230 kV Substation Transformer Technical Data .....	6-235
Table 6-4-4	230 kV Substation Fault Levels and Technical Data of Circuit Breakers .....	6-238
Table 6-4-5	Hydro Power Plant Transformer Technical Data .....	6-245
Table 6-4-6	Hydro Power Plant Fault Levels and Technical Data of Circuit Breakers .....	6-247
Table 6-4-7	Transmission Line Fault Records in 1990 and Substation/Switchyard Fault Records in 1990 .....	6-249
Table 6-4-8	Transmission Line Development Program .....	6-255
Table 6-4-9	Substation Development Program .....	6-260
Table 6-4-10	Towerization Plan of Transmission Line .....	6-265
Table 6-4-11	Replacement Plan of 230 kV Substation Circuit Breakers .....	6-266
Table 6-4-12	Replacement Plan of Hydro Power Circuit Breakers .....	6-268
Table 7-1-1	停電頻発の諸原因一覧表 .....	7-12
Table 7-1-2	電圧、周波数変動過大の原因 .....	7-14
Table 7-1-3	各種問題点の共通的原因 .....	7-14
Table 7-1-4	National Power Corporation Top Management Structure (As of November 1991) .....	7-15
Table 7-1-5	Reorganized NPC Set-up .....	7-16
Table 7-1-6	Organization for Procurement - H. O. Procurement .....	7-17
Table 7-1-7	Overview of the Procurement Process .....	7-18
Table 7-2-1	Metro Manila Regional Center Table of Organization .....	7-30
Table 7-2-2	Office of the Vice-president - MWRC Table of Organization .....	7-31

表	内 容	頁
Table 7-2-3	Operations Project Services Table of Organization .....	7-32
Table 7-2-4	Maintenance Services Table of Organization .....	7-33
Table 7-2-5	Fuel Management Table of Organization .....	7-34
Table 7-2-6	Bataan Thermal Power Plant Table of Organization .....	7-35
Table 7-2-7	Malaya Thermal Power Plant Table of Organization .....	7-36
Table 7-2-8	Manila Thermal Power Plant Table of Organization .....	7-37
Table 7-2-9	Sucac Thermal Power Plant Table of Organization .....	7-38
Table 7-2-10	Batangas Coal-fired Thermal Power Plant Table of Organization .....	7-39
Table 7-2-11	Maintenance Engineering Center Table of Organization .....	7-41
Table 7-3-1	Southern Luzon Regional Center Table of Organization .....	7-57
Table 7-3-2	Office of the Vice-president - SLRC Table of Organization .....	7-58
Table 7-3-3	Tiwi Geothermal Power Plant Table of Organization .....	7-59
Table 7-3-4	Mak-Ban Geothermal Power Plant Table of Organization .....	7-60
Table 7-4-1	Organization Structure of NLRC .....	7-73
Table 7-4-2	Organization Structure of SLRC .....	7-75
Table 7-4-3	Number of Participants in Operation and Maintenance Training Courses (HEP, TL, SS) .....	7-77
Table 7-4-4	Operation and Maintenance Training Courses (HEP, TL, SS) .....	7-78
Table 8-1-1	フィリピンの人口 .....	8-3
Table 8-1-2	発電所排ガス中のSO <sub>2</sub> 濃度 (計算値) .....	8-5
Table 8-1-3	地表大気質基準 .....	8-6



表	内 容	頁
Table 8-1-4	パスキルの安定度階級	8-8
Table 8-1-5	水質基準	8-10
Table 8-1-6	排水基準	8-11
Table 8-2-1	液状廃PCB高温熱分解試験目標及び管理基準	8-18
Table 8-2-2	火力発電所の排ガス拡散予測結果	8-25
Table 8-2-3	スーカット発電所計算諸元	8-28
Table 8-2-4	マラヤ発電所計算諸元	8-31
Table 8-2-5	マニラ発電所計算諸元	8-34
Table 8-2-6	バターン発電所計算諸元	8-37
Table 8-2-7	バタンガス発電所計算諸元	8-40
Table 8-2-8	煙突用SO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> 分析装置－重油火力発電所	8-43
Table 8-2-9	煙突用SO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> 分析装置－石炭火力発電所	8-43
Table 8-2-10	大気汚染モニタリング装置	8-44
Table 8-2-11	環境測定車による大気汚染測定装置	8-45
Table 8-2-12	硫化水素濃度比較表	8-47
Table 8-2-13	排気拡散計算の諸元－マクバン地熱発電所	8-48
Table 8-2-14	排気拡散計算の諸元－ティウィ地熱発電所	8-51
Table 8-2-15	硫化水素除去方法比較	8-58
Table 8-2-16	放散法パイロットプラント試験の設定条件	8-60
Table 8-2-17	RET法パイロットプラント試験の設定条件	8-61
Table 8-3-1	火力発電所インパクト・影響マトリックス調査 －運転時	8-64
Table 8-3-2	地熱発電所インパクト・影響マトリックス調査 －運転時	8-70
Table 9-1-1	リハビリテーション工事工程	9-3
Table 9-1-2	リハビリテーション工事費（総括）	9-6
Table 9-1-3	リハビリテーション年度別支出計画（総括）	9-7
Table 9-2-1	火力発電所リハビリテーション工事費（総括）	9-9

表	内 容	頁
Table 9-2-2	火力発電所リハビリテーション工事工程 .....	9-10
Table 9-2-3	火力発電所リハビリテーション年度別支出計画 .....	9-11
Table 9-3-1	地熱発電所リハビリテーション工事費 (総括) .....	9-13
Table 9-3-2	地熱発電所リハビリテーション工事工程 .....	9-14
Table 9-3-3	地熱発電所リハビリテーション年度別支出計画 .....	9-15
Table 9-4-1	水力発電所リハビリテーション工事費 .....	9-17
Table 9-4-2	水力発電所リハビリテーション工事工程 .....	9-19
Table 9-4-3	水力発電所リハビリテーション年度別支出計画 .....	9-20
Table 9-5-1	送電線及び変電所リノベーション工事費 .....	9-22
Table 9-5-2	送電線及び変電所リノベーション工事工程 .....	9-24
Table 9-5-3	送電線及び変電所リノベーション年度別支出計画 .....	9-25
Table 10-1	燃料価格 (国際価格) .....	10-2
Table 10-2	年度別支出計画 (火力発電所) .....	10-4
Table 10-3	年度別支出計画 (地熱発電所) .....	10-7
Table 10-4	年度別支出計画 (水力発電所) .....	10-8
Table 10-5 (1)	経済・財務評価データ表 (火力発電所) .....	10-11
Table 10-5 (2)	経済・財務評価データ表 (地熱発電所) .....	10-12
Table 10-5 (3)	経済・財務評価データ表 (水力発電所) .....	10-13
Table 10-6 (1)	Economic Evaluation of Manila Thermal Power Plant Rehabilitation Project .....	10-14
Table 10-6 (2)	Economic Evaluation of Bataan Thermal Power Plant Rehabilitation Project .....	10-15
Table 10-6 (3)	Economic Evaluation of Tiwi Geothermal Power Plant Rehabilitation Project .....	10-16
Table 10-6 (4)	Economic Evaluation of Mak-Ban Geothermal Power Plant Rehabilitation Project .....	10-17
Table 10-6 (5)	Economic Evaluation of Ambuklao Hydro Power Plant Rehabilitation Project .....	10-18

表	内 容	頁
Table 11-1	電気料金 .....	11-1
Table 11-2	燃料価格 (国内価格) .....	11-1
Table 11-3	蒸気価格 .....	11-2
Table 11-4	財務分析の結果 .....	11-3
Table 11-5 (1)	Financial Evaluation of Manila Thermal Power Plant Rehabilitation Project .....	11-4
Table 11-5 (2)	Financial Evaluation of Bataan Thermal Power Plant Rehabilitation Project .....	11-5
Table 11-5 (3)	Financial Evaluation of Tiwi Geothermal Power Plant Rehabilitation Project .....	11-6
Table 11-5 (4)	Financial Evaluation of Mak-Ban Geothermal Power Plant Rehabilitation Project .....	11-7
Table 11-5 (5)	Financial Evaluation of Ambuklao Hydro Power Plant Rehabilitation Project .....	11-8
Table 11-5 (6)	Financial Evaluation of Transmission Lines and Substation Rehabilitation Project .....	11-9

## 図面リスト

図面	内 容	頁
Fig. 1-1	調査手順フローチャート	1-6
Fig. 4-1	Energy Generation Mix, GWH - Philippines	4-10
Fig. 4-2	Energy Generation Mix, GWH - Luzon Grid	4-11
Fig. 4-3	Proposed Generation Projects - Luzon Grid	4-12
Fig. 6-1-1	火力発電所熱効率の現状	6-3
Fig. 6-1-2	年間事故停止回数及び保修停止時間	6-7
Fig. 6-1-3	火力発電所の現状（出力及び熱消費率）	6-8
Fig. 6-1-4	火力発電所の現状の総括	6-10
Fig. 6-1-5	Schedule for Master Plan on 5-year Rehabilitation	6-56
Fig. 6-1-6	工事費の概略推定	6-62
Fig. 6-1-7	リハビリ又は定期修理によるプラント効率の回復	6-64
Fig. 6-1-8	Installed Capacity & Peak Demand	6-69
Fig. 6-2-1	Tiwi Steam Supply Projection	6-124
Fig. 6-2-2	Well Location Map (Tiwi)	6-125
Fig. 6-2-3	Rehabilitation Work Schedule on 55 MW x 1 Unit Geothermal Power Plant (Actual Results)	6-134
Fig. 6-2-4	Hot Water and Cold Water Pipe Thickness Record	6-135
Fig. 6-2-5 (1)	Tiwi Geothermal Power Plant Gas Extraction System Diagram (Existing)	6-146
Fig. 6-2-5 (2)	Tiwi Geothermal Power Plant Gas Extraction System Diagram (Improvement Plan)	6-147
Fig. 6-2-6 (1)	Bulalo Plant A Steam Supply Projection	6-150
Fig. 6-2-6 (2)	Bulalo Plant B Steam Supply Projection	6-151
Fig. 6-2-6 (3)	Bulalo Field Plant C Steam Supply Projection	6-152
Fig. 6-2-7	Well Location Map (Mak-Ban)	6-153

図面	内 容	頁
Fig. 6-2-8 (1)	Mak-Ban Geothermal Power Plant Gas Extraction System Diagram (Existing) (No. 1 - No. 4 Unit) .....	6-171
Fig. 6-2-8 (2)	Mak-Ban Geothermal Power Plant Gas Extraction System Diagram (Existing) (No. 5 - No. 6 Unit) .....	6-172
Fig. 6-2-8 (3)	Mak-Ban Geothermal Power Plant Gas Extraction System Diagram (Improvement Plan) (No. 1 - No. 4 Unit) .....	6-173
Fig. 6-4-1	Luzon Grid Power System Diagram .....	6-226
Fig. 7-1-1	要因解析図 .....	7-3
Fig. 8-2-1	スーカット地区の拡散予測結果 .....	8-29
Fig. 8-2-2	マラヤ地区の拡散予測結果 .....	8-32
Fig. 8-2-3	マニラ地区の拡散予測結果 .....	8-35
Fig. 8-2-4	バター地区の拡散予測結果 .....	8-38
Fig. 8-2-5	バタンガス地区の拡散予測結果 .....	8-41
Fig. 8-2-6	Heat Balance Diagram - 100% (55,000 kW) Operation Mak-Ban Geothermal Units 1 - 4 .....	8-49
Fig. 8-2-7	Heat Balance Diagram - Gas Ejector Operation Mak-Ban Geothermal Units 5 & 6 .....	8-50
Fig. 8-2-8	Heat Balance Diagram Tiwi Geothermal #3, #4 .....	8-52
Fig. 8-2-9	Heat Balance Diagram Tiwi Geothermal #1, #2 .....	8-53
Fig. 8-2-10	Heat Balance Diagram Tiwi Geothermal #5, #6 .....	8-54
Fig. 8-2-11	地熱発電所冷却塔排気拡散 .....	8-55
Fig. 8-2-12	風洞実験結果と野外実測結果の比較 .....	8-55
Fig. 8-2-13	冷却塔からの排気拡散 (水槽実験) .....	8-55
Fig. 8-2-14	大型拡散風洞 .....	8-56
Fig. 8-2-15	耐風拡散汎用風洞 .....	8-56
Fig. 8-2-16	吸引分析及びデータ処理システム .....	8-57
Fig. 8-2-17	放散法パイロットプラントのフローシート .....	8-60

図面	内 容	頁
Fig. 8-2-18	RET法パイロットプラントのフローシート	8-61
Fig. 10-1	Manila #1 & #2 Rehabilitation Project Discount Rate VS B/C Ratio	10-6

# 第1章 総論





# 第1章 総論

## 1.1 調査の背景と経緯

ルソン島地域における全発電設備は、1990年時点で4,321MWでフィリピン全体の設備容量6,037MWの71.6%を占める。またルソン島地域のピーク需要は2,973MWで、数値上は十分な供給力を保有しているかに見えるが、発電設備の老朽化による事故、発電・送変電設備の修理、保守点検不備による機能低下及びこれに自然災害も加わり、ルソン島電力系統内では電力不足のために停電、節電を繰り返している。このため、電力の安定供給は、国の政策としてもプライオリティの高いものになっている。このような背景を基にフィリピン電力公社（以下「NAPOCOR」という。）は、既存発電設備のリハビリテーション、電力設備の維持管理改善、送変電設備のリノベーション等の計画調査を要請してきた。

これに応じて国際協力事業団（以下「JICA」という。）は、1991年3月に予備調査団を派遣し、NAPOCORとの間で本格調査に係る“IMPLEMENTING ARRANGEMENT”の署名を行った。

JICAは、本格調査団を2回に亘り、フィリピン共和国マニラ市その他に派遣し、火力、地熱、水力発電所及び送変電設備の現地調査及びNAPOCORとの協議、資料収集等を実施した。

この報告書は、調査により収集した資料及びNAPOCORとの討議をもとに、調査団が本調査の主旨に沿って調査検討した結果を集約し、最終報告書（案）としてNAPOCORでプレゼンテーションを行った後、取りまとめたものである。

その間、第1段階現地調査の結果を中間報告書としてまとめ、第2段階現地調査中の1991年11月に提出している。

## 1.2 調査の目的

本調査の目的は、(1)発電設備5ヵ年リハビリテーション計画、送変電設備5ヵ年リノベーション計画の策定、(2)維持管理改善計画及び(3)電力設備の運用における環境対策に対する提言を行ない、これらに関する報告書を作成することにある。

また、調査実施中、フィリピン側カウンターパートに対し技術移転を行う。

### 1.3 調査対象地域及び設備

フィリピン共和国ルソン島電力系統につながる火力、地熱、水力発電所及び送変電設備。

### 1.4 業務の内容と実施方法

JICAは、調査目的である5ヵ年リハビリテーション／リノベーション計画の策定及び維持管理改善計画立案等のため調査業務に適合する専門家をフィリピン共和国に派遣し、火力、地熱、水力発電所及び送変電設備の現地調査を行い、改善計画のための資料の収集、検討及びNAPOCORタスクフォースとのディスカッションを行った。

業務は、1991年度及び1992年度に亘って実施した。現地調査は、1991年度に第1段階、第2段階に分けて行われ、それぞれTable 1-1 に示す調査業務をFig. 1-1 の調査手順フローチャートの順序で実施した。調査業務作業工程は、Table 1-2 のとおりである。第2段階現地調査及び最終報告書（案）の説明の際、JICAはセミナーを開催し、本部からも専門家を出席させた。

セミナーにはNAPOCORのタスクフォースを含む関係者が多数参加し、中間報告書等を使って設備や運転・保守管理に係わる問題点についてのディスカッションを行い、また、日本の電力会社における実施状況を紹介した。第2回のセミナーでは第9章の工事実施計画の説明を行った。

#### (1) 第1段階調査

第1段階現地調査は、1991年7月16日から8月14日までの間に実施した。

現地調査に当り、事前に作成したインセプションレポート（着手報告書）について、まず NAPOCOR責任者と打合せた。その結果として、調査団のカウンターパートとしてのタスクフォースが決った。これらのタスクフォースは火力、地熱、環境、水力、送変電、給電・通信・効率／信頼性及び経済の7つのグループから成り、タスクフォースメンバーの協力を得て、電力設備の現状及び

問題点について全般的な調査を行った。

水力・送変電グループは、期間中ピナツボ火山噴火による灰と降雨続きで、道路事情が極端に悪く、行動が制約されて十分な調査ができなかった。

## (2) 第2段階調査

第2段階現地調査は、1991年11月5日より12月4日までの間に実施した。この間に電力設備の5ヵ年リハビリテーション／リノベーション計画（マスタープラン）の原案作成、維持管理の問題点の調査及び改善案の検討をNAPOCORと協同で実施した。又この段階でセミナーを実施した。

最終報告書（案）のNAPOCORに対するプレゼンテーションを1992年4月21日から5月5日までの第3次訪問で実施した。

維持管理に関しては、NAPOCORの品質保証部（Quality Assurance Department）による1990年の年次監査報告書でも指摘事項を述べているが、同じ指摘事項が繰り返されているとも言っている。このように、維持管理の改善は複雑で、解決が難しいものが多く、今後更にフォローアップする必要がある。

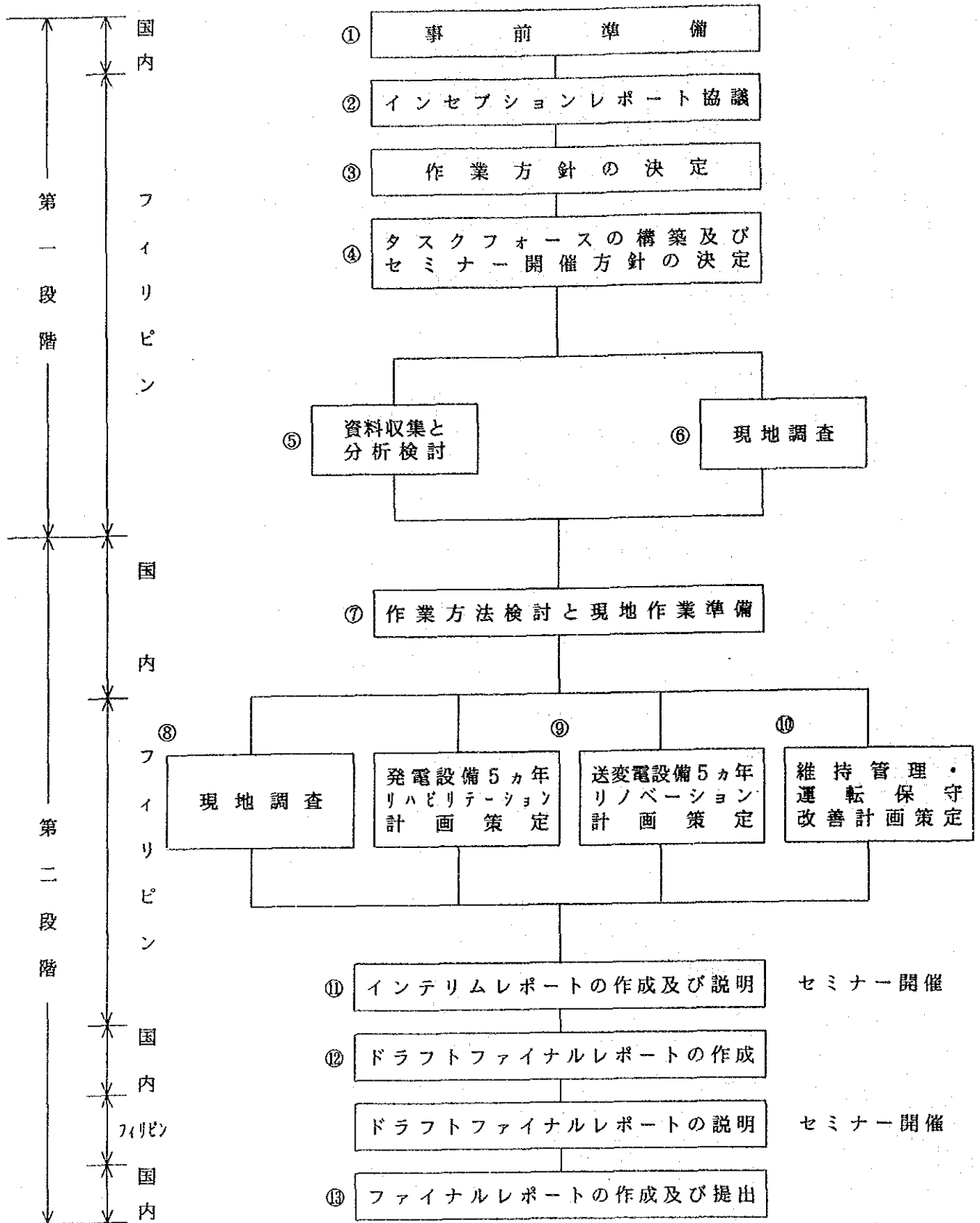
第1、第2段階現地調査を通じて NAPOCOR本社、各 Regional Center、各発電所の全面的な協力を得て、調査・資料の収集を行うことが出来た。

Table 1-1 調査内容

指示事項	調査業務内容	第1段階	第2段階
1. 準備	1) インセプションレポート作成	○	—
	2) 同上協議、作業方針の決定 NAPOCOR タスクフォースの構築及び セミナーの実施要領を含む	○	—
	3) 作業方針の見直し、協議及び決定	—	○
	4) セミナー実施計画提出	—	○
2. 電力設備5ヵ年リハビリテーション/リノベーション計画 (マスタープラン)の策定	1) 資料・情報の収集	○	○
	2) 収集資料・情報の分析検討 各電力設備の所要リハビリテーション/ リノベーション工事項目の決定	○	○
	3) 電力設備の現地調査 検討に必要な情報の収集と確認	○	○
	4) 経年劣化損傷/欠陥の原因の検討 及びリハビリテーション/リノベ ーション対策の勧告	○	○
	5) リハビリテーション/リノベ ーション・プロジェクトの優先順位決定 基準の設定	○	○
	6) リハビリテーション/リノベ ーション・プロジェクトのスケジュールの 設定	○	○
	7) 予備品管理の調査と勧告	○	○
	8) 工事費及び支出計画	—	○
	9) 経済評価の実施	—	○
3. 維持管理・運転保守改善計画 の提言	1) 資料・情報の収集	○	○
	2) 収集資料・情報の分析検討 問題点の指摘と改善計画の提言	○	○
	3) 発電所及び地域レベルでの運転保守 体制の効率的連系についての検討	○	○
	4) 運転保守に関する管理面及び技術面 の要領についての提言	○	○
	5) 保守手順書の標準化	—	○
	6) 情報フィードバック体制の整備	—	○
	7) 試験用計器、修理工具及び装置の 標準化	—	○

指 示 事 項	調 査 業 務 内 容	第 1 段 階	第 2 段 階
4. 環境対策の提言	1) 資料・情報の収集 フィリピンにおける環境対策関係 法令及び基準  2) PCB 使用機器の取扱い方法 PCB 使用機器の管理についての提言  3) 環境モニタリングシステム及び所要 見積りについての提言	○  現 地 調 査 ○  ○	○  ○  ○
5. セミナー実施	1) 火力/地熱/環境グループ  2) 水力/送変電グループ	-  -	○  ○

Fig. 1-1 調査手順フローチャート



## 1.5 調査団員の構成

調査団員の構成は次のとおり。

### 調査団員の分担業務内容

氏名	担当	業務内容
小川晃正	団長・総括	団長として現地・国内での総括業務
新原芳幸	水力発電	水力発電土木設備の現状調査及び劣化状態の原因究明 水力発電土木設備のリハビリテーション5ヵ年計画立案
石井敏則	水力発電	水力発電所電気設備の現状調査及び機能低下の原因究明 水力発電所電気設備リハビリテーション5ヵ年計画の作成
下田幸男	火力発電	火力発電設備の現状調査及び機能低下の原因究明 火力発電所リハビリテーション5ヵ年計画立案
青崎 毅*	地熱発電	地熱発電設備の現状調査及び機能低下の原因究明 地熱発電所リハビリテーション5ヵ年計画立案
松尾銀次郎	地熱発電	地熱発電設備の現状調査及び機能低下の原因究明（経済調査と兼務）
佐藤文紀	送電	送電設備の現状調査及び機能低下の原因究明 送電設備リノベーション5ヵ年計画の作成
矢房英男	変電	変電設備の現状調査及び機能低下の原因究明 変電設備リノベーション5ヵ年計画の作成
下条敏一	運転保守	水力発電所・送変電設備の運転保守関係の現状調査 運転保守体制等不備の原因究明と解析 運転維持管理・保守管理の改善計画の作成
有吉和利	運転保守	火力発電設備運転保守関係の現状調査 運転保守体制等不備の原因究明と解析 運転維持管理・保守管理の改善計画の作成
青木忠敬	環境	環境に関する調査・検討
松尾銀次郎	経済	経済に関する調査・検討

\* 第1段階現地調査にのみ参加

## 1.6 調査日程

調査団員の現地調査期間は、下記のとおりである。

氏 名	第 1 段 階		第 2 段 階	
	出 発	帰 国	出 発	帰 国
* 小 川 晃 正	1991年 7月16日	1991年 8月14日	1991年11月 5日	1991年12月 4日
* 新 原 芳 幸	"	"	"	"
石 井 敏 則	"	"	"	"
下 田 幸 男	"	"	"	"
青 崎 毅	"	1991年 8月 5日	—	—
* 松 尾 銀 次 郎	"	1991年 8月14日	1991年11月 5日	1991年12月4 日
* 佐 藤 文 紀	"	"	"	"
* 矢 房 英 男	"	"	"	"
* 下 条 敏 一	"	"	"	"
有 吉 和 利	"	"	"	"
* 青 木 忠 敬	"	1991年 8月 5日	"	1991年11月19日

\*印のメンバーは、第2段階において、最終報告書（案）の説明のため、フィリピンへ渡航した。  
期間：1992年 4月21日出発、5月 5日帰国

## 1.7 作業工程

調査業務作業工程表は Table 1-2 のとおりである。



Table 1-2 作業工程表

作業項目	年月	1991年度						1992年度						
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
大 工 程	第1段階													
	(1) 現地調査・資料収集	7/16	8/14											
	第2段階													
	(1) 資料検討・各計画策定													
	(2) 現地再調査・追加資料収集													
現 地 調 査	(3) 各計画報告書他	着手報告書 ▽				中間報告書 ▽							最終報告書(案) ▽	最終報告書 ▽
	(1) 事前準備	□												
	(2) 移動	11名 ▽	2名 ▽	9名 ▽		9名 (+) ▽	1名 ▽	8名 (+) ▽				6名 (+) ▽	6名 (+) ▽	▽福岡-マニラ
	(3) 関係機関表敬訪問													▽マニラ-福岡
	(4) 着手報告書打合せ													
詳 細 工 程 段 階	(5) 現地調査・打合せ・報告													
	(1) インセプションレポート作成	□												
	(2) 現地打合せ・調査、資料収集 (セミナー開催方針及びタスクフォース 構築方針協議・決定を含む)													
	(3) 資料分析・各計画案検討													
	(4) 各計画優先度決定方法検討													
	(5) 各計画工程検討・工事費算出													
	(6) 各計画に対する経済評価													
	(7) 現地再調査、追加資料収集													
	(8) 環境対策検討													
	(9) 送電線に関する技術的問題検討													
(10) セミナー内容の検討及び実施														
備														
考														

凡例： — 事前準備期間。 — 現地調査期間。 □ 国内作業期間。 △-△ 報告書等の説明。 - - - - その他の作業。



## 1.8 現地調査

- 現地調査期間中に調査団は、NAPOCOR本社、Regional Center 及び発電所等を訪問した。なお、第1段階の調査開始時にはNEDAを訪問した。

これらの訪問先において、調査団員が調査に当面接した人は、次のとおりである。

- 調査及び打合せに参加した NAPOCORのタスクフォースは、Table 1-3 の通りである。

\*印は第1段階時の調査団に対するコーディネーターである。

### (1) NEDA (National Economic and Development Authority)

- |                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Mr. RUBEN REINOSO       | - Asst. Director III                |
| Mr. JOSE MONTERO        | - Development Specialist, Chief EDS |
| Mr. AUGUST PAGKALINAWAN | - Supervising Specialist            |
| Mr. MARILES NAVARO      | - Supervising Specialist            |

### (2) NAPOCOR

#### 本社

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| Mr. PABLO V. MALIXI       | - President & CEO                                   |
| Mr. MAHERTO S. BOCANEGRA  | - Senior Vice President, Office of the<br>Chairman  |
| Mr. FRANCISCO T. DELGADO  | - Senior Vice President, Engineering and<br>Nuclear |
| Mr. JOSUE D. POLINTAN     | - Senior Vice President                             |
| Mr. JOSE T. RAMAS         | - Senior Vice President, Utility<br>Operations      |
| Mr. ARMANDO C. PLATA      | - Former Senior Vice President, Operations          |
| Mr. DEOGRACIAS S. PERALTA | - Vice President, Planning Services                 |
| Ms. PERLA A. SEGOVIA      | - Vice President, Administration                    |

- Mr. MACALINTAL - Vice President, Human-Resources
- \* Mr. HECTOR N. CAMPOS - Vice President, Engineering & Nuclear
- \* Mr. R. V. AREL - Former Vice President, Operations
- Mr. HERRERA - Vice President, Finance
- Mr. LEONARDO F. OSILLA - Dept. Manager, Efficiency & Reliability Dept.  
(Overall Coordinator for Task Force)
- Mr. BESANA EDGAR A. - Officer-in-Charge, Quality Assurance
- Ms. Ma. RESURRECCION L. PETEL - Officer-in-charge, Environmental Management Department
- Mr. FELINO BALCE - Manager, Tech. Div. of Human-Resources
- Mr. J. C. GUADARRAMA - Manager, Material Management Dept.
- Mr. CARLOS S. AQUINO - Manager, Project Management for Spare Parts
- Mr. ORLANDO M. CRUZ - Former Dept. Manager, Quality Assurance

MEC (Maintenance Engineering Center)

- Mr. ANGELITO V. RAFLORES - Manager, Head of MEC
- Mr. LIGAYO EDUARDO D. - Manager, Engineering Services
- Mr. ARANZAMENDEZ ERNESTO R. - Manager, Workshop Division
- Mr. CHAMBERLAIN F. NAGMA - Superintendent,

火力發電所關係

- MMRC (Metro Manila Regional Center)
- Mr. JAIME G. VILLANUEVA - Vice President, Head of MMRC
- Mr. SAMUEL A. PIEDAD - Former Asst. to the V.P.
- Mr. VIENCIO P. ESTACIO - Former Manager, CM/TS Dept./Resident Manager
- Mr. A. O. NERONA - Manager, Operating Project Services
- Mr. ANTONIO C. LAYSON - Engineering Specialist

- Manila發電所
  - a. Mr. ORLANDO P. MENDOZA - Plant Manager
  - b. Mr. VICENTE V. DE GUZMAN - Acting Operations Manager
  
- Bataan發電所
  - a. Mr. CRISANTO C. CANDELARIA - Plant Manager
  - b. Mr. RICARDO A. ABAT, JR. - Former Manager, MMP  
/Acting Operations Manager
  
- Malaya發電所
  - a. Mr. LOPE S. ACAPULCO - Plant Manager
  - b. Mr. MARIO I. TAYLO - Acting Maintenance Manager
  - c. Mr. JAIME T. ABELA - Acting Operations Manager
  
- Sucat發電所
  - a. Mr. NESTOR M. PEDRON - Plant Manager
  - b. Mr. ELIGIO G. FLORES - Acting Maintenance Manager
  - c. Mr. SERBIO R. ABERIN - Acting Operations Manager
  
- Batangas (Calaca) 發電所
  - a. Mr. AMADO C. VICENCIO - Plant Manager
  - b. Mr. ALVIN C. KINTANAR - Acting Operations Manager
  - c. Mr. HENRY V. ALCALDE - Acting Maintenance Manager

地熱發電所關係

- Mak-Ban 發電所
  - Mr. VIRGILIO C. NAVARRO - Plant Manager
  - Mr. MELCHOR A. BALLESTERO - Operations Manager

- Tiwi發電所

Mr. REYNALDO J. SANTIAGO - Operations Manager

Mr. G. T. SILVA - Maintenance Manager

水力發電所、變電所關係

- 本社

a. Mr. REYNALDO I. EVANGELISTA - Manager, Hydro Engineering Design  
Devison

- NLRC (Northern Luzon Regional Center)

a. Mr. CORDELL U. DEL ROSARIO - Vice President, NLRC

b. Mr. BENJAMIN L. CHAVEZ - Asst. to the Vice President, NLRC

c. Mr. RENATO M. RARANG - Engineering Specialist, NLRC

d. Mr. ENRICO P. JAJALLA - Engineering Specialist, NLRC

e. Mr. DANILO P. MERCADO - Manager, Technical Services-South,  
NLRC

- SLRC (Southern Luzon Regional Center)

a. Mr. DOMINGO L. BULATAO - Vice President, SLRC

b. Mr. MAGNO O. CALMA - Engineering Specialist, SLRC

- 水力發電所 (HEP)

a. Mr. FLORENCIO V. DE JESUS - Manager, Angat HEP

b. Mr. JOSE C. RICO - Manager, Binga HEP

c. Mr. MELVYN R. EUGENIO - Superintendent, Magat HEP

Table 1-3 NAPOCOR タスクフォースメンバー

総合コーディネーター

Mr. L. F. OSILLA - Manager, ERD, Head Office

火力発電所グループ

リーダー Mr. S. A. PIEDAD - Asst. to the SVP, Operation

メンバー Mr. P. A. CABRERA - Asst. Plant Manager, Batangas

Mr. R. E. AGCAOIL - Acting QA Specialist

コーディネーター Mr. A. C. LAYSON - Eng'g Specialist, MMRC

地熱発電所グループ

リーダー Mr. R. J. SANTIAGO - Dept. Manager, SLRC

メンバー Mr. J. G. VICTA - Operation Manager, Mak-Ban

Mr. G. P. SILVA - Acting Maint. Manager, Tiwi

Mr. P. F. CANADA - Prin. Engineer A, QA

Mr. A. A. CADANO - Prin. Engineer B, Mak-Ban

(Mr. J. G. Victa と交代)

コーディネーター Mr. M. N. WANUSON - Prin. Engineer A, TPED

環境グループ

リーダー Ms. M. R. L. PETEL - Officer-in-Charge, EMD

メンバー Mr. J. J. TAMPO - Eng'g. Specialist, SLRC

Mr. N. B. ALFECHÉ - Acting Prin. Engr. A, QA

コーディネーター Mr. P. L. MERRITT, JR. - Eng'g. Specialist, MMRC

### 水力発電所グループ

リーダー	Mr. B. L. CHAVEZ	- Asst. to the VP-NLRC
メンバー	Mr. R. F. LOMAGE	- Asst. Manager, CBK
	Mr. C. L. MONTECILLO	- QA Specialist, QAD
	Mr. O. E. LEGADOS	- Eng'g. Specialist, SLRC
	Mr. D. E. FABREGAS	- Principal Engr. II, HEDD
コーディネーター	Mr. R. U. RARANG	- Acting Eng'g Specialist, NLRC

### 送電線、変電所グループ

リーダー	Mr. E. P. JAJALLA	- Eng'g. Specialist, NLRC
メンバー	Mr. A. C. BALONZO	- Acting Chief Engr., QA
	Mr. M. C. DE. JESUS	- Prin. Engr. A, ERD
	Mr. D. L. GARCIA	- Prin. Engr. A, PDD
コーディネーター	Mr. M. O. CALMA	- Eng'g. Specialist, SLRC

### 給電・通信・効率／信頼性グループ

リーダー	Mr. D. C. DE LOS REYES	- Officer-in-Charge, OCRSD
メンバー	Mr. F. J. PADILLA	- Prin. Engr. A, ERD
	Mr. A. C. GUANZON	- Prin. Engr. A, PRPD
コーディネーター	Mr. P. R. MAGALONG	- Officer-in-Charge, TSD

### 経済グループ

リーダー	Mr. P. P. HERNANDES	- Manager, MIFD
メンバー	Mrs. L. L. GARCIA	- Chief, Corplan



## 第2章 結論と勧告



## 第2章 結論と勧告

電力設備5ヵ年リハビリテーション/リノベーション計画、維持管理・運転保守改善計画及び環境管理についての本調査の結論と勧告事項は次のとおりである。

### 2.1 電力設備5ヵ年リハビリテーション/リノベーション計画

各設備の諸問題のうち、供給信頼度の向上及び保守作業の省力化などに効果的なリハビリテーション/リノベーション計画を次のとおり策定した。

各設備とも事故が非常に多いので、本計画とは別に、事故減少対策を強力に推進する必要がある。

#### 2.1.1 リハビリテーション/リノベーション計画

##### 1. 火力発電所

###### (1) Manila火力発電所1、2号機リハビリテーション

1号(100MW)、2号(100MW)ユニット

〔主要項目〕

###### a. ボイラ設備

###### (a) ボイラ主要耐圧部

精密点検及び取替え

###### (b) ボイラ主要補機等取替え/修理

###### b. タービン設備

###### (a) タービン本体主要部点検

高・中圧内部ケーシング、ロータ/翼の取替え、低圧ケーシング、

主塞止弁取替え

###### (b) タービン主要補機の取替え/修理

###### c. 電気機器

###### (a) 発電機固定子、ロータの余寿命診断及び取替え/修理

###### (b) 主要モータ、開閉器、ケーブル等の取替え

d. 制御装置

(a) ボイラ自動制御装置の取替え／改良

(b) 制御装置、計器類予備品

(c) ローカル制御装置の取替え／改良

(2) Bataan火力発電所 1、2号機リハビリテーション

1号(75MW)、2号(150MW)ユニット

(主要項目)

a. ボイラ設備

(a) ボイラ主要耐圧部

精密点検及び取替え

(b) ボイラ主要補機等取替え／修理

b. タービン設備

(a) タービン本体主要部点検

高・中圧、低圧ロータの余寿命診断

(b) タービン主要補機の取替え／修理

給水ポンプの取替え／修理 ほか

c. 電気機器

(a) 発電機固定子、ロータの取替え／修理

(b) AVR、発電機ガス・シール油装置の取替え／修理

(c) モータ、パワーケーブル、スイッチヤード機器の取替え／修理

d. 制御装置

(a) 制御盤記録計、指示計、ボイラ自動制御装置取替え／修理

(b) 制御装置、計器類予備品

(c) ローカル制御装置の取替え／修理 (1号のみ)

なお、Sucat火力発電所 2、3号機リハビリテーションが進行中である。

\*Sucat火力発電所 2号機(200MW)リハビリテーション

1993年5月から工事開始予定

\*Sucat火力発電所 3号機(200MW)リハビリテーション

1992年7月から工事開始予定

## 2. 地熱発電所

### (1) Tiwi地熱発電所1～6号機リハビリテーション

1～6号(55MW×6, 330MW)ユニット

#### (主要項目)

##### a. 機械関係

- (a) タービンロータ、ダイヤフラム、ノズル購入
- (b) タービン水洗装置の設置
- (c) 主冷却水管内面のライニングと電気防蝕装置の設置
- (d) 発電機H<sub>2</sub>ガス冷却器チューブ自動洗浄装置の設置
- (e) 蒸気井の掘削
- (f) 運転員輸送車と保守作業車の購入

##### b. 電気関係

- (a) 発電機回転子コイル、リテイニングリングの検査
- (b) 発電機固定子用ウエッジ取替え
- (c) AVR取替え

##### c. 制御関係

- (a) 既設記録計、指示計、変換器類の取替え
- (b) エアコンディショナーの修理又は取替え

### (2) Mak-Ban地熱発電所1～6号機リハビリテーション

1～6号(55MW×6, 330MW)ユニット

#### (主要項目)

##### a. 機械関係

- (a) タービンロータ、ダイヤフラム購入
- (b) タービン水洗装置の設置
- (c) 主冷却水管内をステンレス鋼板でライニング並びに管外面保護用電気防蝕装置の設置
- (d) 発電機H<sub>2</sub>ガス冷却器チューブ自動洗浄装置の設置
- (e) 蒸気エジェクター用アフターコンデンサーの増設とガス排気口を冷却塔強制通風口まで延長移設

(f) 運転員輸送車及び保守作業車の購入

b. 電気関係

(a) 発電機回転子コイル巻替え要否とリテイニングの検査

(b) 発電機固定子用ウエッジ取替え

(c) AVR取替え

c. 制御関係

(a) TSIセンサ取替え

(b) 制御盤の記録計、指示計、変換器取替え

3. 水力発電所

(1) Ambuklao発電所取水口の改造

(2) Magat発電所励磁変圧器の取替

4. 送電線及び変電所

(1) 架空地線の取替

(2) 遮断器の取替

(3) 河川又は道路横断箇所の鉄塔化

(4) 復旧作業困難区間のルート変更

(5) 不良碍子検出器の整備

(6) 断路器の取替

(7) 予備遮断器の整備

## 2.1.2 工事費

単位：千米ドル

設 備	F. C.	L. C.	合 計
火 力 発 電 所	165,700	29,200	194,900
地 熱 発 電 所	94,908	2,830	97,738
水 力 発 電 所	12,714	6,840	19,554
送 電 線 及 び 変 電 所	15,901	1,340	17,241
合 計	289,223	40,210	329,433

## 2.1.3 年度別支出計画

単位：千米ドル

設 備		前1年度	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度	第5年度
火力発電所	F. C.	26,365	36,644	44,228	50,673	7,790	—
	L. C.	2,089	3,884	8,108	11,776	3,343	—
	計	28,454	40,528	52,336	62,450	11,133	—
地熱発電所	F. C.	—	7,016	17,046	30,342	26,202	14,302
	L. C.	—	201	504	903	790	432
	計	—	7,217	17,550	31,245	26,992	14,734
水力発電所	F. C.	—	663	6,332	3,479	2,240	—
	L. C.	—	1,711	3,305	1,284	540	—
	計	—	2,374	9,637	4,763	2,780	—
送電線及び 変電所	F. C.	—	3,147	2,996	3,468	3,440	2,850
	L. C.	—	228	324	445	230	113
	計	—	3,375	3,320	3,913	3,670	2,963
合 計	F. C.	26,365	47,470	70,601	87,962	39,672	17,152
	L. C.	2,089	6,024	12,241	14,408	4,903	545
	計	28,454	53,494	82,842	102,370	44,575	17,697

## 2.2 維持管理・運転保守改善計画

運転保守上の諸問題点を解決するため、以下に述べる改善計画を検討し実施するよう勧告する。

### 2.2.1 本 社

#### 1. 組 織

- (1) 企画部門の強化
- (2) 保守部門の設置

#### 2. 機器・資材購入システム

- (1) 重要機器・資材（特に国外調達分）の計画的事前手配
- (2) 現場購買権限の拡大（緊急の場合を含む）
- (3) 購買業務の迅速化

#### 3. 要員計画

- (1) 短期／長期要員計画の策定
- (2) 人事異動の計画的実施

#### 4. 教育・訓練

- (1) 中堅層、新入社員の教育・訓練体制の整備  
(特に運転、保守グループに対して)

#### 5. 従業員のモラルの向上

- (1) 給与、福利厚生改善の関係機関への働きかけ
- (2) 教育・訓練の機会（国内及び国外を含めて）の増加と公平化
- (3) 昇進の公平化
- (4) コスト節約や業務効率改善に対するグループ提案制度の採用
- (5) 従業員の職場環境／条件の改善
- (6) 従業員の業務に必要な安全対策の実施
- (7) その他、従業員の意欲喚起事項の採用



## 2.2.2 火力発電所

### 1. 運転保守管理体制

#### (1) 効率管理グループ

- a. 担当業務を具体化するための技術要項の作成
- b. 発電所内の関係箇所との定例連絡、打合せのコーディネイトの実施
- c. 環境部門業務の担当

#### (2) 保守グループ

- a. 新設された計画、工程グループの担当業務の具体化のための保守要項の作成

(内容については前項、効率管理グループ(a)項に準じること)

- b. 人材の確保と適正な配置

#### (3) 定期修理の体制

- a. 新組織の下での定修最高責任者、関係部課の責任範囲の明確化
- b. 直営工事体制を請負工事体制へ切替えることの検討

### 2. 運転保守の実施方法

- (1) 日常運転管理の改善
- (2) 日常保守管理の改善
- (3) 定期修理の施工管理の改善
- (4) 運転及び保守マニュアルの改訂
- (5) MHPの機能向上

### 3. 研修及び安全教育

- (1) 対象者の範囲の拡大
- (2) 新入社員のための基礎教育、中堅社員養成のための教育・研修の充実、運転員及び保修／技術支援人員のオールポジション習得のためのローテーションシステムの導入
- (3) 訓練センターの早期実現と運転シミュレーターの導入
- (4) TQC思想の普及
- (5) 事故検討会、事故処置訓練の実施

(6) 所内、所外の人事交流

#### 4. 資機材の調達及び管理体制

- (1) 予備品、備品、消耗品等の購入システムの改善
- (2) 検収方法の改善
- (3) 在庫品の保管方法の改善（資材の取扱／貯蔵を含む）
- (4) 石炭の受入品質の向上

#### 5. その他の改善推奨事項

- (1) 本社品質保証部の指示事項の早期実施（全火力発電所）
- (2) 通信システムの改善強化（全火力発電所）
- (3) 油タンク、水タンクの底板の検査及び保修  
（全火力発電所及びNAPOCORの貯蔵所）
- (4) 排水処理装置、沈殿池の設置、整備、強化（全所）
- (5) 取水口の点検浚渫  
（全所、特にBatangas発電所及びBataanの海水取水パイプの取替）
- (6) 化学分析室の分析機器、器具の整備（全所）

#### 6. 特記事項

マラヤ発電所とPPCの共同溝への土石流に対する防災対策の検討

#### 2.2.3 地熱発電所

##### 1. 運転保守管理体制

- (1) 定期修理体制の拡充、直営工事方式から請負工事方式への切替え検討

##### 2. 運転保守の実施方法

- (1) 日常運転管理の改善
- (2) 日常保守管理の改善
- (3) 定期修理の施工管理の改善
- (4) 運転及び保守マニュアルの改訂

3. 研修及び安全教育  
火力発電所の項に同じ。

4. 資機材の調達及び管理体制の改善  
火力発電所の項に同じ。

#### 2.2.4 水力発電所、送電線及び変電所

##### 1. 運転保守体制

- (1) NLRCの2分割及び事務所の移転
- (2) Regional Center に保守担当組織を設置

##### 2. 運転保守の実施方法

- (1) TSによる予防保全の頻度及び試験項目の見直し
- (2) 水力発電所及び変電所の運転日誌記録頻度の見直し
- (3) 水力発電所及び変電所のパトロールチェック頻度の見直し
- (4) 水力発電所土木設備の定期点検の実施
  - a. 貯水池の堆砂測定
  - b. 水圧鉄管の管厚測定
  - c. 水路点検
- (5) 送電線パトロールチェック実施方法の見直し
- (6) 単純作業の委託化
- (7) 事故減少対策の推進

##### 3. 運転保守マニュアル

- (1) 水力発電所予防保全ガイド、変電所パトロールチェックリストガイドライン及び送電線パトロールチェックリストガイドラインの見直し
- (2) 水力発電所土木設備点検マニュアルの作成

#### 4. 運転保守関係記録、報告書及び報告システム

##### (1) 事故停電報告書

- a. 事故原因分類の全社大統一
- b. 月報及び年報の様式見直し

##### (2) 保守作業報告書の作成

##### (3) 水力発電所土木設備点検報告書の作成

##### (4) 上記報告書をRegional Centerと本社へ提出する。

#### 5. 予備部品の保有レベルと管理体制

##### (1) 基礎資料の整備及び購買手順、管理体制等の検討

- ・ 部品別使用数量統計の整備
- ・ 機器事故統計の整備
- ・ 部品入手の可能性調査
- ・ 予備部品の基準数の見直し
- ・ 仕様書の標準化
- ・ 適正なリードタイムと発注時期
- ・ 購買手順の簡素化（入札手順、購買権限の下部委譲等）
- ・ 本社及びRegional Centerにおける管理体制の強化

##### (2) 変電設備用予備機器の保有

#### 6. 技術資料・図面等の整備

##### (1) 建設時の仕様書、図面、設計計算書等の保管のルール化と、既設設備に関する同上資料の整備

##### (2) 単線図の標準化と定期的修正のルール化

#### 7. 試験用計測器、ワークショップの設備、修理用装置

##### (1) 貯水池堆砂測定装置及び水圧鉄管管厚測定装置の整備

##### (2) 水力発電所の部品修理及びG C Bのオーバーホールに対するMaintenance Engineering Centerの活用

## 8. 運転保守要員の研修

- (1) Technical Training Division の要員を増加し、研修内容の向上、カリキュラムの充実、研修コース実施頻度の増加を図る。
- (2) 研修センタープロジェクトを早急に実施し、研修内容の充実、向上を図る。

## 2.3 環境管理

### 1. PCB保管管理の徹底

- (1) PCB保管管理及び取扱い方法の周知徹底
- (2) PCB保管管理責任者の選定

### 2. 大気汚染モニタリングの実施

- (1) 火力発電所での気象データ及び排出源（煙突入口）でのSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじんの測定
- (2) 周辺の地上濃度測定  
(モニタリング・ステーション設置又は移動測定車の購入)

### 3. 地熱発電所の硫化水素低減対策

- (1) エジェクター排気ガスの冷却塔への導入

### 4. 環境管理体制の強化

- (1) Regional Center 及び各火力発電所への環境担当者配置
- (2) 環境調査専門の関係会社の育成



### 第3章 フィリピン共和国の一般情勢





### 第3章 フィリピン共和国の一般情勢

#### 3.1 フィリピンの概要

フィリピン共和国は南北に 1,855km、東西に 1,108kmの範囲に広がる約 7,100の島々からなり、その総面積は 299,765km<sup>2</sup> である。

最大の島は、北部に横たわるルソン島(104,686km<sup>2</sup>)で、最南端に位置するミンダナオ島(94,630km<sup>2</sup>)がそれに続く。

これら二島間には、サマール島(13,079km<sup>2</sup>)を含む、合計面積85,451km<sup>2</sup>の9つの比較的大きな島々がある。

1980年の国勢調査で、48,098,000人であった総人口は、年間2.57%の増加率で、Table 3-1 に示される様に、1990年には61,980,000人と見込まれている。ルソンの人口は、1980年に26,081,000人(総人口の54%)で、1990年には、33,746,000人(増加率2.64%)と見込まれている。

ルソン島は、政治上、メトロマニラ地域と12の州の管轄下に属する71の県と1特別区に分けられている。ルソン島とマスバテ島とを合わせて一般に“ルソン”と呼ばれている。ミンダナオ島は、“ミンダナオ”と呼ばれ、これら二島間のその他全ての島々は“ヴィサヤス”と呼ばれている(ミンドロ、パラワンを除く)。

Table 3-1 フィリピン、ルソンの人口

(×10<sup>3</sup>)

地 域	1980	1988	1990	1995
全フィリピン	48,098	58,721	61,980	68,424
メトロマニラ	5,926	7,561	7,974	8,971
Region 1	3,541	4,134	4,292	4,690
Region 2	2,215	2,713	2,845	3,182
Region 3	4,803	5,863	6,142	6,844
Region 4	6,119	7,692	8,105	9,152
Region 5	3,477	4,198	4,388	4,873
ルソン合計	26,081	32,161	33,746	37,712

## 3.2 政治・経済

### 3.2.1 政治

#### (1) 一般

1986年2月の革命により、マルコス氏からアキノ女史へと政権交代してから、新政権は、1987年2月2日に新憲法を公布し、国内情勢の正常化と経済の再建に全力をつくしてきた。フィリピン共和国は、外交政策として現在、いかなる世界的な勢力の傘下にも属さない独立した平和的国際関係の新しい方向づけを積極的に行っている。

#### (2) エネルギー政策

フィリピンのエネルギー政策に関して、新政権は中期開発計画（1987-1992）を発足し、エネルギー計画の再検討を行って来た。それに従って、エネルギー供給安定化の目的で石油への依存度を減らすため、石油供給源及び石油製品の多様化、エネルギー有効利用のためのインフラストラクチャーの調整、省エネルギー技術の普及及びエネルギーの備蓄の推進等の抱括的なエネルギー政策を打ち出して来た。更に、1987年には経済発展のために、民間企業の電力業界への参入が許可された。（政令215）

#### (3) 電力政策

フィリピンの電力業界に関しては、国有のフィリピン電力公社（NAPOCOR）は、その設立以来、電源開発を担当し、又民有の配電会社、マニラ電力会社（MERALCO）は、メトロマニラを中心に電力供給に従事して来た。

1969年にメトロマニラ地域を除く電化協同組合を通じて、フィリピン全土に電力を供給する国家電化庁（NEA）が設立された。

NAPOCORは、新政権発足以来、以前のエネルギー省に代って大統領府に直接統制されており、エネルギー管理委員会（ERB）及び国家電力委員会（NPB）の管理下にある。

従って、NAPOCORは、国家の開発計画を司るNEDAと同様な立場にある。

一方、地方の電化を担当するNEAは、環境資源庁（DENR）の管理下にある。

### 3.2.2 フィリピン経済

#### (1) 一般

フィリピンの経済機構は、アメリカ合衆国経済機構を模範とする民主機構である。国家経済における政府の役割は、強力なインフラストラクチャーの改善策の継続的な実施により年々重要性を増している。フィリピンの経済環境を描写する時、“過剰労働者に基づく経済”ということがしばしば指摘される。

フィリピンでは、失業率が慢性的に高く、1982年に 4.6%、1987年に 5.5%、1988年に 4.2%であり、社会不安の主な要素となっている。

#### (2) 経済指標

##### a. 一般

フィリピンは過去に、オイルショックによる経済不安定、インフレと景気後退の圧力及び輸出品の市場価格の低下等の難しい経済局面を乗り越えて来た。

1984年まで国家経済は、減退傾向にあった。物価は、1980年のほぼ2倍となった。インフレ率は、50.3%を記録し、消費者物価指数は、前年の137.10に対し、306.20となった。ペソ/ドル交換レートは、1983年に1ドル 11.10ペソから 16.70ペソに増加した。

1986年、新しい閣僚のもとで政府は、経済の改善を行い、国民により多い就労機会を与えた。結果として、国民総生産(GNP)の成長率は、1972年より15.4%伸びた。この年、農業、漁業及び林業とサービス業の総付加価値は各々3.74%、2.32%増加した。一方、工業部門ではマイナス2.74%であった。

物価は、上昇をつづけたが、上昇率は 0.8%と低い率であった。国家経済の動向は、1987年には更に有望となった。GNP は、5.05%伸び、3部門の付加価値の総計は、農業、漁業及び林業部門で0.72%、工業部門で7.90%及びサービス業部門で4.85%伸びた。

貿易も経済発展のための重要な要素である。フィリピンよりの輸出は、他国より機材や他の製品を買うためにあてられるドルの備蓄を増加している。

フィリピンの主たる貿易相手国は、ずっとアメリカ合衆国と日本である。両国の総貿易額は、1985年から1986年にかけて、アメリカ合衆国が28億 9,000万USドルから29億USドル、日本が16億 1,000万USドルから17億 2,000万USドルに増加した。

この2国に加えて、香港、ドイツ連邦共和国及び台湾がフィリピンとの貿易関係にある上位5カ国である。

5カ国すべて、それぞれの総貿易額の増加を記録したが、フィリピンにとって、アメリカ合衆国とドイツ連邦共和国のみが良好な貿易バランスを保った国であった。

#### b. 需要想定の根拠

様々な経済及び人口統計数値が種々の需要家に対するエネルギー販売想定に用いられた。

NEDAの最新の公式中期予想を1990-1992間の経済指標として用いた。

1993-2010の需要の伸びの上限及び下限を出すためには、国内総生産(GDP)の3パターン(低成長、中成長及び高成長計画)を考慮した。そして、その結果として得られたGDPの絶対値を過去の総GDPに対する割合をもとに、各構成部門に振り分けた。

Table 3-2 に経済変数の要約を示す。

Table 3-2 ルソンの経済指標

項 目	年平均成長率 (%)			
	1989-1992	1993-2000	2001-2010	1989-2010
<u>低成長計画</u>				
国内総生産 (全国)	6.4	6.1	4.8	5.6
製造業国内総生産 (全国)	7.8	7.1	4.4	6.0
サービス業国内総生産 (全国)	6.0	6.3	4.8	5.6
個人消費 (メトロマニラ)	4.5	5.4	4.4	4.8
<u>中成長計画</u>				
国内総生産 (全国)	6.4	6.5	6.5	6.5
製造業国内総生産 (全国)	7.8	7.5	6.1	7.0
サービス業国内総生産 (全国)	6.0	6.7	6.6	6.5
個人消費 (メトロマニラ)	4.5	5.8	6.1	5.7
<u>高成長計画</u>				
国内総生産 (全国)	6.4	6.0	9.0	8.5
製造業国内総生産 (全国)	7.8	10.1	8.6	9.0
サービス業国内総生産 (全国)	6.0	9.2	9.1	8.6
個人消費 (メトロマニラ)	4.5	8.2	8.6	7.7



## 第4章 ルソン系統の電力事情





## 第4章 ルソン系統の電力事情

### 4.1 電力需要、ピーク電力の予測

#### (1) 電源設備容量及び電力量

1990年末における全系統の電源設備容量は、6,037MWであり、その72%にあたる4,321MWがルソン系統に属している。因みに、ビサヤス系統は663MW、ミンダナオ系統は1,053MWである。1990年の発電量は、全系統で約248億kWhであり、そのうちルソン系統が76%にあたる188億kWhを占めている。これに対して販売電力量は、全系統で229億kWhで、ルソン系統は同じく76%に当たる174億kWhである。1988年の対象人口は全系統で5,385万人であり、そのうちルソン系統は55%に当たる2,969万人で、一人当たりの電力消費量は全系統393kWhに対してルソン系統では542kWhとなっている。(1988年の販売電力量は全系統で212億kWh、ルソン系統では161億kWhである。) (Table 4-1 ~ 4-3参照)

#### (2) 電源構成

電源構成はフィリピン全系統で、石油火力が43%に当たる2,612MW、石炭火力が7%に当たる405MWで、火力発電が50%を占める。水力はカラヤーン揚水発電所の300MWを含めて35%に当たる2,132MWで、残りの15%が888MWの地熱発電である。ルソン系統は、全体の72%に当たる4,321MWであるが、その内訳は石油火力2,135MW(50%)、石炭火力300MW(7%)、水力1,226MW(28%)、地熱発電660MW(15%)であり、他の国の電源構成に比べて地熱発電の役割の大きいことが特徴である。(Table 4-1 参照)

#### (3) 電力需要予測

将来の電力需要予測については、米国のベクテル社が1988年3月にまとめたルソン系統の電力開発調査の中の需要予測を参考にしてNAPOCOR 独自で予測を行って、1991年に全系統の1991年から2005年に至る15年間の電力開発計画をまとめ

あげている。これによると、フィリピン全系統における1991年の最大電力予測 4,075MW (1990年の実績値は 3,974MW) に対して15年後の2005年の最大電力を約 2.8倍の11,428MWと推定している。同じ数字をルソン系統に見てみると、1991年予測値 3,013MW (1990年実績 2,973MW) に対して15年後の2005年は、2.9倍の 8,647MW としている。この値は、ベクテル社の9%経済成長のケースの高い予測よりやや低く、6%経済成長のケースの標準予測よりかなり高い予測となっており、余裕を考えた数字と判断できる。(Table 4-3 参照)

注：文章中の電源設備容量、電力量等の数値は、1990年度 Annual Report の数値を使用した。

Table 4-1.

SUMMARY OF INSTALLED CAPACITY  
1991 POWER DEVELOPMENT PROGRAM

GRID/ PLANT TYPE	CAPACITY (MW)					AVE. YEARLY INCREASE (MW)			GROWTH RATE (PERCENT)		
	1990	1990	1995	2000	2005	1991- 1995	1996- 2000	2001- 2005	1991- 1995	1996- 2000	2001- 2005
	AR										
PHILIPPINES	6108	6037	8539	10675	15543	486	427	974	6.9	4.6	7.8
OIL-BASED	2683	2612	3644	3682	3698	192	8	3	6.3	0.2	0.1
HYDRO	2132	2132	2217	2485	3437	17	54	190	0.8	2.3	6.7
GEO	888	888	1323	1603	1803	87	56	40	8.3	3.9	2.4
COAL	405	405	1355	2905	6605	190	310	740	27.3	16.5	17.9
LUZON	4391	4321	6236	8114	12014	369	376	780	7.3	5.4	8.2
OIL-BASED 1/	2205	2135	2805	2805	2805	120	0	0	4.9	0.0	0.0
HYDRO	1226	1226	1226	1494	1794	0	54	60	0.0	4.0	3.7
GEO	660	660	955	1015	1015	59	12	0	7.7	1.2	0.0
COAL 1/	300	300	1250	2800	6400	190	310	720	33.0	17.5	18.0
VISAYAS	664	663	778	856	1172	23	16	63	3.2	1.9	6.5
OIL-BASED	329	328	358	396	412	6	8	3	1.7	2.0	0.8
HYDRO	2	2	7	7	7	1	0	0	28.5	0.0	0.0
GEO	228	228	308	348	548	16	8	40	6.2	2.5	9.5
COAL	105	105	105	105	205	0	0	20	0.0	0.0	14.3
CEBU	334	289	289	289	389	-9	0	20	-2.9	0.0	6.1
OIL-BASED	229	184	184	184	184	-9	0	0	-4.3	0.0	0.0
COAL	105	105	105	105	205	0	0	20	0.0	0.0	14.3
NEGROS	116	196	268	268	308	16	14	8	11.1	6.5	2.8
OIL-BASED			32	32	32	0	6	0	-	-	0.0
HYDRO	1	1	1	1	1	0	0	0	0.0	0.0	0.0
GEO	115	195	235	235	275	16	8	8	11.1	3.8	3.2
PANAY	80	80	80	80	80	0	0	0	0.0	0.0	0.0
OIL-BASED	80	80	80	80	80	0	0	0	0.0	0.0	0.0
HYDRO	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
LEYTE-SAMAR	113	176	176	176	336	13	0	32	9.3	0.0	13.9
OIL-BASED		63	63	63	63	13	0	0	-	0.0	0.0
GEO	113	113	113	113	273	0	0	32	0.0	0.0	19.4
BOHOL	21	37	43	43	59	3	1	3	12.0	3.1	6.5
OIL-BASED	20	31	37	37	53	2	1	3	9.2	3.6	7.5
HYDRO 1/	1	6	6	6	6	1	0	0	43.1	0.0	0.0
MINDANAO	1053	1053	1525	1705	2357	94	36	130	7.7	2.3	6.7
OIL-BASED	149	149	481	481	481	66	0	0	26.4	0.0	0.0
HYDRO	904	904	984	984	1636	16	0	130	1.7	0.0	10.7
GEO		60	240	240	240	12	36	0	-	32.0	0.0

1/ Includes non-NPC plants.

CAP\_TOT2.XLS

AR= Annual Report

Table 4-2

SYSTEM ENERGY GENERATION MIX  
1991 POWER DEVELOPMENT PROGRAM

GRID/FUEL TYPE	ACTUAL		PROJECTED									
	1990		1991		1995		2000		2005			
	GWH	%	GWH	%	GWH	%	GWH	%	GWH	%	GWH	%
PHILIPPINES	24800	100	26270	100	36633	100	53404	100	75982	100		
OIL-BASED	11541	47	12342	47	13582	37	9988	19	6854	9		
HYDRO	6047	24	5806	22	6600	18	7643	14	10084	13		
GEO	5470	22	5916	23	9282	25	17060	32	18537	24		
COAL	1742	7	2206	8	7169	20	18713	35	40517	53		
LUZON	18823	100	20035	100	27192	100	40257	100	57860	100		
OIL-BASED	10328	55	11061	55	11450	42	6405	16	3562	7		
HYDRO	2370	13	2369	12	2369	9	3412	8	3412	6		
GEO	4495	24	4650	23	6826	25	12347	31	10446	18		
COAL	1630	9	1955	10	6547	24	18093	45	40040	69		
VISAYAS	2051	100	2371	100	3675	100	5184	100	7633	100		
OIL-BASED	955	47	941	35	1006	27	1638	32	1463	19		
HYDRO	9	0	13	1	34	1	34	1	34	0		
GEO	975	48	1266	53	2013	55	2892	56	5659	74		
COAL	112	5	251	11	622	17	620	12	477	6		
MINDANAO	3926	100	3864	100	5766	100	7963	100	10499	100		
OIL-BASED	258	7	440	11	1126	20	1945	24	1429	14		
HYDRO	3668	93	3424	89	4197	73	4197	53	6638	63		
GEO	0	0	0	0	443	8	1821	23	2432	23		

GMIXPHSUM.XLS  
RPD3.5.2

Table 4-3

**ENERGY SALES AND DEMAND FORECAST SUMMARY**  
1991 POWER DEVELOPMENT PROGRAM

YEAR	ENERGY SALES (GWH)				DEMAND (MW)			
	LUZ	VIS	MIN	PHIL	LUZ	VIS	MIN	PHIL
<b>ACTUAL</b>								
1986	13535	1355	2948	17838	2311	283	484	3078
1990	17601	1926	3756	23283	2888	356	621	3865
1990 AR	17368	1818	3729	22915	2973	380	621	3974
GROWTH RATE (%) (1987-1990)	6.8	9.2	6.2	6.9	5.7	5.9	6.4	5.9
<b>FORECAST</b>								
1991	18402	2120	3941	24463	3013	407	655	4075
1995	24868	3300	5456	33624	4072	592	907	5571
GROWTH RATE (%) (1991-1995)	7.2	11.4	7.8	7.6	7.1	10.7	7.9	7.6
1996	26898	3529	5811	36238	4405	633	966	6004
2000	36815	4631	7475	48921	6029	812	1243	8084
GROWTH RATE (%) (1996-2000)	8.2	7.0	6.5	7.8	8.2	6.5	6.5	7.7
2001	39569	4959	7793	52321	6480	860	1296	8636
2005	52807	6537	9904	69248	8647	1134	1647	11428
GROWTH RATE (%) (2001-2005)	7.5	7.1	5.8	7.2	7.5	6.9	5.8	7.2
(1991-2000)	7.7	9.2	7.1	7.7	7.6	8.6	7.2	7.7
(1991-2005)	7.6	8.5	6.7	7.5	7.6	8.0	6.7	7.5

1/ Net of Station use and non-coincident demand for Visayas and Philippines.

AR= Annual Report

SALESFC2.XLS  
PDPSUMM3.5D  
AUG 16,1991

## 4.2 電源開発計画

### (1) 将来の電源構成

NAPOCORの2005年時点までの電源開発計画は、2005年の最大電力予測11,428MW（ルソン系統 8,647MW）に対して展開されている。この計画はベクテル社の提案をそのまま受け継いだもので、2005年時点においてフィリピン全系統の設備出力は15,543MWに達し、36%の予備率が確保される。電源構成は、石油火力3,698MW（24%）水力3,437MW（22%）、地熱1,803MW（12%）、石炭火力6,605MW（42%）で石炭火力の飛躍的増大が特徴である。同じことをルソン系統に見ると、2005年時点の設備は12,014MWで予備率39%を有することとなり、電源構成は、石油火力2,805MW（23%）、水力1,794MW（15%）、地熱1,015MW（9%）、石炭火力6,400MW（53%）で石炭火力の比率が更に高く、水力が少ないことが特徴で、調整力の不足が懸念される。

(Table 4-1 参照)

### (2) 電源開発計画の概要

ルソン系統の具体的な電源開発は、ベクテル社の水力開発は経済的でないとの見解の基に展開されており、地熱及び石炭火力の開発を中心としている。特に1994年の時点において極端な電力不足が懸念され、1989年 210MW、1991年 436MWのガスタービンの投入を計画している。ルソン-レイテの系統連系が現在問題となっているが、計画では1997年～1999年にレイテの地熱合計 880MW（トンゴナン計画）をルソン系統に導入することになっているので、1997年時点でのレイテ・サマール・ルソンの連系が必要である。カラカの第Ⅱ期は、1994年投入が計画されているが、現在見積図書の審査中で、2～3年程度の遅れを考慮する必要がある。1995年に予定されている石炭火力ⅢはBOT方式による建設が決定している。1995年運開予定の石炭火力（マシンロック）はサンバレスに、1999年運開予定の石炭火力Bは適地選定を含めF/Sの実施が早急に行われる予定である。

(Table 4-4 ～ 4-5、Fig. 4-1 ～ 4-3参照)

### (3) 将来電源構成の見直し

最近の傾向として開発計画が余りにも輸入炭に偏っているため、国内資源の見

直しが指摘されてきた。特に、調整源資として水力導入の検討を開始したことに関連し、5,000MW以上の包蔵水力を有するルソン島内の水力地点の見直しと、特にカラヤーン揚水発電所の増設が検討されている。

なお、現在問題となっているマカティにあるロックウエル火力発電所が老朽化したことと、市内中心にあるための公害問題からその補修及び移転が問題となっており、この可能性調査のためUSAIDとのグラントに関する協定が1989年9月に調印されている。この発電所は、60MW 3機、25MW 5機、計 305MWであるが、既に25年から38年経過して60MW 2機が稼動しているだけである。

#### (4) 電源開発計画の推進

ルソン系統の電力需給バランスは、供給力不足のため、現在極めて深刻な状況にある。計画停電（ブラウンアウト）が日常化している。

その主な理由は、既設電源設備の可能出力が大きく低下して、見かけ上は30%又はそれ以上もある予備力が、殆ど無いか、マイナスになっていることによる。

その予備力の落ち込みの内訳は次のようである。

- ・ 渇水による水力発電所出力の低下
- ・ 経年劣化や事故による、火力や水力発電所の出力制限又は停止
- ・ メンテナンスなどによる運転停止

前2者の占める割合が大きい。このため、新規電源開発が当初の計画通りに進まず、又それが遅延したことが主な原因と言えよう。

従って対策としては、①電源開発計画が、今後更に遅れないようにすること、②同時にブラウンアウトを覚悟で、既設発電設備のリハビリテーション、修理及びメンテナンスを計画的に実施することが必要と思われる。

Table 4-4

**SUMMARY OF CAPACITY ADDITIONS (MW)  
1991 POWER DEVELOPMENT PROGRAM**

YEAR	PLANT TYPE						TOTAL
	HYDRO	GEO	COAL	DIESEL	GT	CC	
1991	5	-	-	6	436	-	447
1992	80	-	-	55	30	-	165
1993	-	235	-	-	-	520	755
1994	-	20	300	6	-	-	326
1995	-	180	650	-	-	-	830
1996	-	160	300	-	-	-	460
1997	-	440	350	-	-	-	790
1998	-	340	-	6	-	-	346
1999	-	220	300	-	-	-	520
2000	268	-	600	-	-	-	868
2001	150	20	600	-	-	-	770
2002	223	40	600	-	-	-	863
2003	255	20	600	-	-	-	875
2004	174	60	900	-	-	-	1134
2005	150	60	900	-	-	-	1110
<b>TOTAL</b>	<b>1305</b>	<b>1795</b>	<b>6100</b>	<b>73</b>	<b>466</b>	<b>520</b>	<b>10259</b>

PDP91CR.XLS  
RPD3.5-2