

技術移転手法事例研究

地域	アジア	分野	エネルギー
	フィリピン	0460	電力
			501020

# 電力安定供給(機械制御)に関する 専門家活動報告 (フィリピン)

個別派遣専門家活動報告シリーズ -67-

昭和61年3月

国際協力事業団  
国際協力総合研修所

総研
J R
86 - 10

JICA

118

644

11C

LIBRARY



地域	アジア		分野	エネルギー	
	フィリピン	0460		電力	501020

JICA LIBRARY



1045975[8]

# 電力安定供給(機械制御)に関する 専門家活動報告 (フィリピン)

個別派遣専門家活動報告シリーズ --67--

専門家氏名： <sup>スワ</sup> 諏訪 <sup>セイジ</sup> 誠治  
 担当分野： 首都圏電力安定供給(機械制御)  
 派遣期間： 昭和58年11月1日～昭和59年10月31日  
 派遣国： フィリピン  
 派遣機関： 電力供給公社(NPC)  
 本邦所属先： 東京電力(株)

本シリーズは、国際協力総合研修所の調査研究活動の一環として実施している技術移転手法事例研究のうち個別派遣専門家の現地活動について、要請の背景、業務の範囲と内容、業務の達成と具体的成果及び技術移転手法の実際例をとりまとめたものである。

なお、作成に当っては、専門家本人による執筆原稿を統一的な記入要領に基づき多少加筆修正した。

国際協力事業団

受入 月日	'86. 6. 30	118
		64.4
登録No.	12851	11C

# 目 次

序 文 .....	1
1. 要請の内容と背景 .....	2
1.1 協力要請と協力実施の意義 .....	2
1.2 協力要請の背景 .....	2
1.3 フィリピン国電力事情 .....	3
2. 業務の範囲と内容 .....	5
2.1 要 請 業 務 .....	5
2.2 実 施 業 務 .....	7
3. 業務の達成と具体的成果 .....	8
3.1 適正技術選択の背景 .....	8
3.2 カウンターパート .....	8
3.3 適正技術選択と技術移転 .....	10
3.4 目標設定と達成及び具体的成果 .....	10
4. 技術移転の実際例 .....	16
4.1 社会的環境条件 .....	16
4.2 業務上の環境条件 .....	16
4.3 技術移転への取組み例 .....	17
4.4 技術協力を通して感じた事 .....	26
5. 提 言 .....	28
6. おわりに.....	29



## 序 文

私は1983年11月より1984年10月迄1年間、フィリピン国電力供給公社(NATIONAL POWER CORPORATION, 通称NPC)においてJICA派遣専門家-マニラ首都圏電力安定供給(機械制御)に関する指導・助言-としてルソン島特にマニラ周辺を中心とする電力安定供給に従事した。当初の目標は火力発電所の高信頼高稼働化であったが中途よりブラックアウト防止の為電力系統網に関する事項にも従事した。

私は東京電力㈱の火力発電所で電気・制御関係の仕事に従事し中途より海外技術援助の為東電設計㈱に出向した。比国NPCとの関係は、1982年5月JICA予備調査チームの一員として関った事から始まった。

派遣前にJICA集合研修を受け又前回の予備調査時の資料を整理し業務内容・実施項目・必要資材等を準備した。

## 1. 要請の内容と背景

### 1.1 協力要請と協力実施の意義

電力供給の安定とそのコストは一国の産業の発展・民生の安定の基礎となるものの一つであり、近代国家形成の最も基本的なものの一つであろう。

その電力供給の為の設備、(発電所-送電網-配電網-消費)電力系統網には次のような特長がある。

- ① 電力の発生と消費が同時であり電気エネルギーとして貯蔵ができない。
- ② 電力発生から消費迄が電力系統網で結ばれており、1つの設備の故障は他に波及するのでそれを防ぐ方法を構ずる必要がある。
- ③ 電力系統網は経済成長に応じて発展し固定されたものではない。
- ④ 発電所、送電網の建設、整備には長期間多額の投資を要する。

これらの条件が満たされて安定した電力供給がされるので、電力を安定して供給することは技術面のみならず多数の専門的知識を有する人を必要とする。

最近開発途上国で電力安定供給に対する認識がされるとともに先進国からの技術協力が求められており、日本からも積極的に技術協力が進められている。

これらの技術協力は民間ベースのプロジェクトや政府レベルでの資金協力、研修員の受入れ、専門家の派遣等があげられる。

### 1.2 協力要請の背景

フィリピン共和国ルソン島電力系統網において首都メトロマニラ地区の停電が1979年以降発生し、特に1982年からは頻発する停電が社会的問題に迄なっている。この事態を重視したフィリピン政府は日本政府に援助を求めた。日本政府はこの問題をJICAを通して調査することとし、1982年5月10日から同月29日まで予備調査チームを派遣した。本格調査は同じく1982年8月1日から9月30日迄2ヶ月間に亘って実施された。

本格調査の結果、首都メトロマニラ地区にある火力発電所のリハビリテーション及び保守改善のために専門家の派遣が要請された。これら火力発電所はフィリピン国電力供給公社に所属し、稼働率、信頼性共に低いものであった。



### 1.3 フィリピン国電力事情

(ルソン島メトロマニラを中心として)

フィリピン共和国(以下比国)電力事情の概要を述べると以下のとおりである。

#### (1) 比国電力系統網概要

比国は地形的に大きく三分割される。各々ルソン、ビサヤス、ミンダナオである。

これら各地方の電力供給設備・消費は表1に示されるとおりである。

表1 地方別電力供給設備及び消費

	発電設備 (MW)	消費量 (GWH)	主要送電線 (KM)
ルソン	3,906	15,294	1,750/巨長/230KU 2,850/延長/"
ビサヤス	478	1,057	/138KU
ミンダナオ	617	2,331	/138KU

この表に示されるとおり電力消費はルソン島に集中していることがわかる。

#### (2) ルソン島電力事情

ルソン島における電力供給は大別して3つの組織によって行なわれている。

第1は発電・送電を行う電力供給公社、NPC (NATIONAL POWER CORPORATION)、第2はメトロマニラ地区への配電を行う、MECO (MANILA ELECTRIC COMPANY)、第3は地方(メトロマニラ地区以外)への配電を行う配電会社群、である。

次にルソン島の電力消費状況を示す('84 OCT 10)。

表2 ルソン島の電力消費状況 (単位: MW)

	午前 (11°)	午後 (15°)	夕刻 (18°)
発生電力※	2,221	1,999	2,249
M E L O 消費分	1,569	1,414	1,551
M E C O 以外	652	603	742

※数値に若干の差がある。

次に電力量消費状況を示す。

表3 電力量消費状況 (単位：MWH)

	消費電力量	比 率
MECO	29,071	69.3%
MECO以外	12,157	29.0%
揚 水 分	757	1.7%
合 計	41,985	

このデータが示すように比国の電力消費はルソン島、特にメトロマニラ地区に集中していることがわかる。

従って電力安定供給を考える場合は地域的にはMECO供給範囲への、NPCの発送電の安定であることがわかる。

## 2. 業務の範囲と内容

### 2.1 要 請 業 務

比国政府からの要請業務は、A1フォームに記載されており、停電の原因と考えられているガードナー/スナイダー火力発電所（以下スキャット火力発電所）とマラヤ火力発電所の信頼性向上、稼働率向上及びリハビリテーションプログラムに対する指導、助言を行うことであった。このため機械、化学、計装制御の専門家が要請されており、私は計装制御の専門家として比国に赴任することになった。

赴任前 JICA との打合せを持ち、停電の原因は火力発電所のみではなく電力系統網全体にあり、又マニラ首都圏の停電が最もその及ぼす影響が大きい事から業務の内容は「マニラ首都圏電力安定供給（機械制御）に関する指導・助言」となった。

A1フォームに記述された要請業務は上述のように目的のみであり、それを実現するため、カウンターパートと打合せを行い業務内容のブレイクダウンをした。

ブレイクダウンした項目は次のとおりである。

- ① 既設火力発電所の信頼性向上と稼働率の向上を目的として比国における適正技術を求めるために「火力発電所実態調査」とそれに基く「改善案作成及び実施」、「故障修理、停止作業助言・指導」
- ② 新設火力発電所を計画設計する際の参考になるよう既設火力発電所制御装置のリプレースを利用して高信頼・高稼働を目指す「新規導入設備計画設計施工に対する助言・指導」
- ③ 保守修理運転操作を確実にを行い信頼性・稼働率の向上に寄与するために「各種基準、手順書定着化」
- ④ リハビリテーション実施について指導助言する「リハビリテーション」

この段階ではカウンターパートが火力発電所に所属していることもあり電力系統網についての調査は火力発電所の信頼性が向上してから徐々に行っていくよう計画を作成した。そして約2ヶ月程経過した12月下旬、（クリスマス休暇でかなりの方が休んでいるが、電力系統網の運用担当部門は当番制で勤務している。）過去のブラックアウト（大停電）の調査に出向き担当部門の責任者に面会、調査を行った。その結果ブラックアウト原因の調査解析

表 4 業 務 計 画

要 請 業 務 項 目	変 更 項 目	集 施	備 考
(1)-a 火力発電所突発調査	対象火力発電所	11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
(1)-b 改善案作成及び実施	当初 スキップ、マラヤ火力 発電所	_____	
(2) 新規導入設備計画設計施工 に対する助言、指導	実施 上記にラゲン火力発電所 を追加	_____	
(3) 各種基準・手順書定着化		_____	
(4) リハビリテーション	(中止)	_____	リハビリテーション実施 延期による。
	(5) ブラックアウト原因調査解析	_____	
	(6) 電力系統網運用改善案作成	_____	
	(7) 電力系統網構成改善案作成	_____	

が不<sup>入</sup>分であり、かつ何等の対策も立案実施されていない事が判明した。そこでブラックアウト再発の可能性が強いことを示し原因の再度の調査解析を行うこととした。それが⑤ 項ブラックアウト原因調査解析である。

⑥ 電力系統網運用改善案作成

⑦ 電力系統網構成改善案作成

これらは前記5) 項調査中 '85年3月13日にブラックアウトが発生し、その対策として作業項目としたものである。

## 2.2 実 施 業 務

当初要請業務の対象はスキャット及びマラヤ火力発電所の2ヶ所であったが中途よりテゲン火力発電所からも要請があり、マニラ近郊にある3ヶ所の火力発電所が対象となった。

④ 項に示すリハビリテーションについてはNPC資金事情により中止となった。

電力系統網に関する⑤～⑦項については、上述の理由により中途より取組んだものである。

### 3. 業務の達成と具体的成果

#### 3.1 適正技術選択の背景

1983年8月のアキノ暗殺で表面化した経済危機の下で、NPCも予算削減に動き出し、従来からも十分でなかった保守修理の為の予算が削減され、火力発電所で必要とする各種部品の購入が遅延又は中止に追い込まれるようになった。又火力発電所で必要とする燃料も手持量を以前の約30%程とし、1週間又は最低時3日分程と手持在庫を圧縮するほどになった。

このような状況の中で電力安定供給を行っていくためには、実施可能な手法に制約が多く極めて限られたものにならざるを得ない。特に消耗部品については使用期間の引延ばし、再使用又は自家製作となってしまう。従って作業量が多い割合に信頼性が向上せず同一故障の再発修理に追われてしまう結果となる。

このような状況の下で次の順位を定め業務を実施することにした。

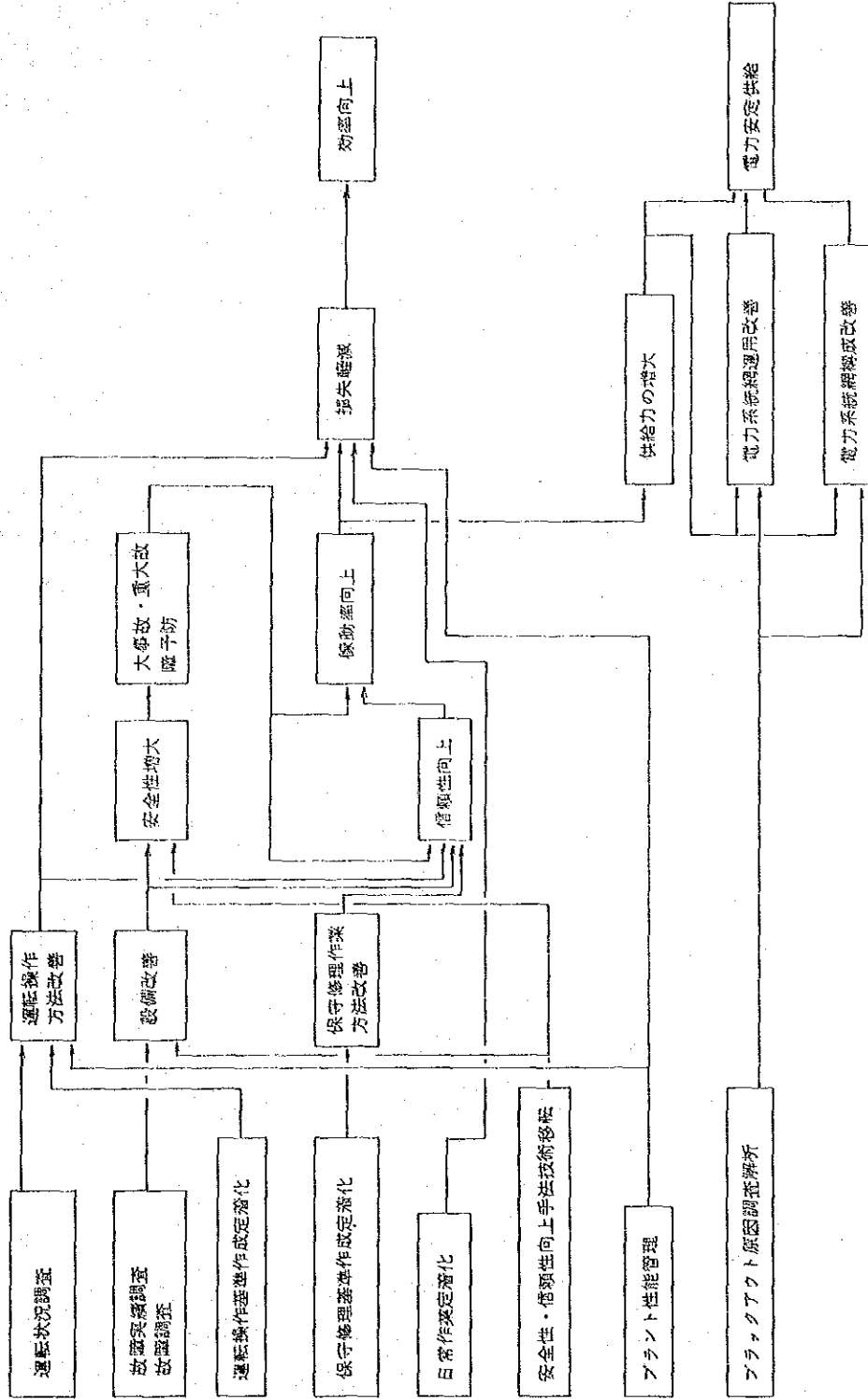
- ① 電力供給上不可欠なもの
- ② 費用対効果・便益の良いもの
- ③ 将来につながるもの

#### 3.2 カウンターパート

カウンターパートはマニラ近郊火力発電所の統括管理部門であるM.M.R.C (METRO MANILA REAGIONAL CENTER) の管理技術部門のエンジニアを主カウンターパートとし、スキャット、マラヤ、テゲン各発電所における制御担当部門のエンジニアを現場のカウンターパートとし、火力発電所現場には主カウンターパートが必ず同道するようにした。主カウンターパートは主として3火力発電所に共通する問題を、各現場のカウンターパートは個別的具体的な解決法を担当した。各カウンターパートは、個別の機器についての一通りの知識は身につけており、基本的な意味でのKnow howは持っていた。しかしながらどのような理由でそれを実施するのかというKnow whyについては必ずしも十分ではなく、信頼性管理等については教科書もなく良く分らない状態だった。

従って技術移転としてはKnow howよりもKnow why について技術移転を行った。

図1 電力安定供給のための適正技術選択と技術移転の論理図



電力系統網関係については中途より、ブラウンアウト（輪番制停電）の極少化とブラックアウトの再発防止対策ということで、電力系統網運用部門から1名カウンターとなり、火力発電所関係主カウンターパートと同道した。

### 3.3 適正技術選択と技術移転

3.1で述べたとうりの経済状況の下で、電力安定供給を進めることが即技術移転であり、日本における手法・考え方はそのままでは適用できぬことは明白であった。

そこで現状設備をいかに信頼性を向上させて稼働率を向上させ電力供給力を増大させるかを考えた。

従って、信頼性向上→稼働率向上→供給力の増大→電力安定供給という図式である。もう一つの稼働率向上→損失軽減→効率向上→（燃料費節減による外貨節約）は次のステップとしてとらえていたので在任中は具体化した部分は少ない。

電力安定供給という目標に対し、既存火力発電所の供給力の増大で応えようとした論理は、別図「電力安定供給のための適正技術選択と技術移転の論理図」に示すとうりである。

### 3.4 目標設定と達成及び具体的成果

業務項目別目標、設定理由、達成度、成果については以下の表に表わしたとうりである。

最終目的は「マニラ首都圏電力安定供給（機械制御）に関する指導・助言」であり、その一環として前述の供給力の増大による電力安定供給を選んだ。

しかしながら電力安定供給中、供給力の増大で対処できる項目は供給力不足の時であり、供給力が一応の水準に達した場合には、流通機構の信頼性が問題となってくる。この流通機構の不信頼が端的に示されたのがブラックアウトであった。

電力系統網は発電所、送電線、変電所、配電線等で構成されどの一つが欠けても電力供給はできない。従って全ての設備の信頼性を同一水準に保つことが必要であり、今回は最弱リンクが「火力発電所、であり次が送電線・変電所」であった。

このうち「火力発電所」が本来の目的であり「送電線、変電所」について



は、後半その比重が高まったもののその対策は緊急、応急のものであり、恒久対策ではなかった。「送電線、変電所」からなる「送電網」については、プラントリノベーションの一環として取組まれているフィリピン共和国プラントリノベーション（ルソン島送電網）調査団の予備調査及び本格調査団にそれ迄の調査資料、結果を報告し恒久対策はそちらに委ねた。

表 5. 業務別目標設立とその成果

業務項目別目標	目標設定理由	選成度・成果	備考
1-a 火力発電所実態調査	運転状況・機器運転状態を調べ改善点を抽出する。	各発電所で1台の代表発電機を選び、それについて主カウンタートと共に巡回し問題点を抽出し、その原因、解決方法を話し合った。	
1) 運転状況調査	故障実績を調査すると、原因が明確でなく、同一原因によると思われる重大故障が発生している。真の故障原因とその実態を調査し、解決法を見出し再発防止対策を作成する。	明らかに同一原因と思われるものが別の原因と記載され、調査によって判明するものもあった。同一原因と思われても資料が不十分で解答できぬものもあった。	
2) 故障実績調査	現に発生している故障を主カウンタート、現場カウンタートと共に原因調査を行い、防止対策を作成する。	主カウンタート、現場カウンタートと共同作業を行い、考え方の異なる等事故解析手法の技術移行を行った。	
3) 故障調査	運転基準、各種作業基準等成文化された書類を調査し、その改善を計る。	成文化された基準類はなく、運転指図書等から流用していた。	日本でのものを英訳のうえ参考として提示。
4) 各種基準類調査	ボイラ、タービン等に設置されている保護装置が、外されたり使用されていないものがある。機械類の安全運転の為整備しなおす必要があった。	3 火力発電所中から型式の同じものについては1台を代表として抽出、KNOW why の説明と整備を行った。	
1-b 改善案作成及び実施	1) 安全性の増大		

業務項目別目標	目標設定理由	達成度・成果	備考
2) 信頼性向上	<p>故障原因を究明し、同一原因による故障再発を防止する。又運転操作方法を変更し、故障の波及を防止する。</p> <p>予防保全により故障発生を防止する。</p> <p>故障による不意の停止を防止する。</p>	<p>故障原因が究明され、対策可能なものは変更した。部品調達困難で実施できぬもの有り。</p> <p>事後保全に達われ予防保全については考え方のみを説明した。</p>	
3) 稼働率向上	<p>安全性の増大により重大事故による長期修理停止を防止し、又信頼性向上により再故障の発生を阻止することにより稼働率の向上を計る。稼働率が向上することにより電力供給能力に余裕が生じ、その結果機器の整備を計画的に実施できるようになる。</p>		
4) 運転状況改善	<p>運転状況、特にボイラ排気酸素濃度を低減しボイラ効率の向上を計ることと、タービン真空を高めタービン物案の向上を計った。</p>	<p>代表機によるボイラ排気酸素濃度測定と低減化を行った。</p> <p>タービン真空はメンテナンス指導実施。</p>	<p>効率向上による燃料消費節約の推算を行った。</p> <p>移行機材（パソコン、酸素濃度計）使用による技術指導。</p>
<p>2. 新規導入設備計画設計施工に対する助言指導</p> <p>1) スキャット4号ボイラ自動制御装置設置</p>	<p>安全性、信頼性を高める計画、設計、施工手法の技術移転を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 制御機器特長把握による最適機器の選択</li> <li>○ 安全に対する計画、信頼性を向上させる計画</li> <li>○ 同上設計</li> </ul>	<p>主カウンタパート、及び各発電所から代表者を集めタスクチームを編成し工事を実施した。計画書、計画図</p>	<p>移行機材（ビデオカメラセット）による工事の記録を行い、Know</p>

業務項目別目標	目標設定理由	達成度・成果	備考
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 施工計画と材料準備、施工管理</li> <li>○ 試験、試運転</li> <li>○ 評価</li> </ul>	<p>工図等日本式工事管理を行った。</p> <p>試験試運転評価についても同様であった。その結果手動運転で故障、事故原因を形成していたが、自動運転が可能となった。</p>	<p>how, why 等の技術転移の記録を行った。</p>
2) 制御設備更新	<p>各種保護装置・制御設備の更新を行い、安全性、信頼性、稼働率向上を計る。</p>	<p>中止</p>	<p>機器、部品購入の外貨不足</p>
3. 各種基準手順書定着化 1) 制御機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 点検間隔を定め予防保全が可能となるような点検基準を作成</li> <li>○ 点検実施手順指導書による整備方法の定着による信頼性の維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 事後保全に比べれば予防保全に返は手が届かなかった。</li> <li>○ 予備品、部品不足により保全方法を変更せざるを得なかった。</li> </ul>	
2) プラント性能管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ プラント性能管理方式の統一と性能比較が行えるよう計測点の統一を行う。</li> <li>○ 性能低下原因と標準値からの偏差が計算できるように計算式を立て必要なデータを集積する。</li> <li>○ 運転管理手法の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1-1-4) による結果をパソコンにより統一書式として利用できるようプログラムを作った。</li> <li>○ 運転標準状態を設定し、制御機器の調整を行った。</li> </ul>	
3) 日常作業	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 主要計測器類の定例点検を行い、計測の正確さを期す(精度維持による効率の維持)。</li> <li>○ 故障修理作業に対する助言指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 予備品、部品、標準装置不足により実施は困難であった。</li> <li>○ 故障部品再生、再利用による設備現状維持</li> </ul>	

業務項目別目標	目標設定理由	達成状況・成果	備考
4. リハビリテーション	設備耐力強化による信頼性・稼働率、効率の抜本的向上	中止	
5. ブラックアウト原因調査解析	1) 着任前ブラックアウト原因調査解析 2) 着任後ブラックアウト原因調査解析	ブラックアウトの原因究明が十分でなく従って再発防止対策も不十分と判定するも相手方は疑念を表明、又資料も不十分であった。 電力総経運用方法の変更に資する。	電力安定供給の主たる業務ではないので、そのままとした。
6. 電力系統網運用改善案作成	ブラックアウト防止の為運用方法変更案作成 (緊急対策及び暫定対策)	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力系統網運用の変更を行った。</li> <li>保護継電装置設定変更実施</li> <li>系統定数見直し再計算によるチェック実施</li> <li>故障範囲局限化の為に変更箇所あり。</li> </ul>	緊急事態に対処する為と暫時の運用に資する。
7. 電力系統網構成改善案作成	現状電力系統網不備の指摘と改善案(暫定対策)作成	N P C が今後の電力系統網構成をすすめる際の一助として資料として提出。	恒久対策は電力需要予測と関連するので立案は困難。

## 4. 技術移転の実際例

### 4.1 社会的環境条件

前述のとおり経済危機下で電力安定供給を業務として過したのであるが、電力安定供給を推進する特別な組織は見当らなかつた。フィリピンホスピタリティといわれるよう温和で人当たりがよく、楽天的で事故、故障等を必然というより偶然としてとらえがちな国民性のしからしむところだったのであろうか。

経済危機下海外への出稼ぎも多く、NPCは海外への出稼ぎを奨励しているように見えた。というのは海外での業務募集ポスターが食堂入口等に掲示され、意志があればマネジャーに申請すれば、技能技術水準を認定しそれによって海外、特に中近東での仕事を得られる。収入は比国に留るよりも数倍から十倍以上となりこれは魅力的なように見える。又一方で政府機関職員の削減等がとりざたされているので、一定レベル以上のエンジニア・テクニシャン等は海外流出志向であった。そして海外から戻っても以前の業務に復帰することは少なく別の職業又はビジネスを始めることが多いようである。

従って組織内に技術技能が人を通じて蓄積される機会が少ないように見える。又エンジニア・テクニシャンが組織上で明確に区分され、かつ職務権限がキッチリと区分されているので境界部の仕事は見落しがちになってしまう。日本人的感覚ではカバーし合って仕事上の穴を極力なくすようにすると思われるが「自分の仕事ではない。マネジャーにいつてくれ。」、マネジャーは「私の範囲の仕事ではない。」等組織の作り方運用法にかなりの差が見られるようであった。カウンターパートも直接自分の業務に関するものについては熱心であるが、それ以外のものになると熱心さも薄れがちであった。

### 4.2 業務上の環境条件

電力の安定供給を考える場合、将来の電力需要を想定し、それに合わせて電源、電力系統網を考えるのであるが、需要想定等は高度成長を前提とした計画がそのまま用いられており計画と実態とのギャップが大きい。又発電、送電を主な業務とするNPCとマニラ地区への配電を主とするMECOとの連系運用が各々に区分され、技術的には本来一元化運用されるべきものが分離されてしまっている。

又マニラ周辺の3火力発電所は本来MECOによって建設されMECO電力系統側に位置づけられるよう作られたものであるが、国策上電源はNPC側という事で移管されたものである。

又ルソン島北部方面の水力発電地点の開発、マニラ近郊、ルソン島南部の地熱発電開発によりルソン島の電力系統網構成は大きく変化している最中である。従って送電線容量、変圧器容量、需要量との間にアンバランスがあり、これが電力供給上不安定要素の一因となっている。

そしてそれに加えて経済危機下、部品予備品の購入ができない等種々の条件の重なりが現在の状況をつくりだしていると思われる。

#### 4.3 技術移転への取組み例

以下の表に技術移転への取組例を示す。

表6 技術移転事例

業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
I アプローチ、技術移転のための基本的な考え方	<p>a) Know howよりも Know why の伝達。 基本的な Know how は既に所有しており、問題点を根本的に解決するには Know why の伝達しかない。しかし Know why は抽象的な事、つまり考え方の問題でありどのようにすれば最も適切な技術移転ができるかが問題であった。</p> <p>b) 理想状態の設定と現状比較、理想状態へ近づけるために 1) 理想状態の設定 現在火力発電所に求められている理想状態は ○高稼働発電所 ○高信頼発電所 ○高効率発電所 でありこれらを実現することにより電力安定供給に貢献できる。</p>	テクニックよりも考え方を

業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
	<p>2) 現実状態の把握と原因調査解析、そして改善へ  火力発電所の現実の状態がどうであるか、その原因は何であるかを解析し、改善方法を立案する。  そしてその改善方法によりどれだけ事態が改善されるかを過去の事例で推測する。  ( 実際上の問題として、同一原因又は同種原因による繰返し故障、繰返し事故が多発しており、それらを根絶することによって理想状態に近付けられる事を認識させる。 )</p> <p>3) 2) 項過程中で「許容できる失敗は極力体験させる」方針をとった。  失敗体験の方が身につくこと及び従来単なる失敗に終わってしまったものが実際には回復可能であることを認識させる。</p> <p>4) 改善策の多様化  メンテナンス部復旧ではなく、もっと良い方法、別の方法が考えられないか、等カウンターパート自身が考えたものと比較検討した。</p> <p>c) 書類よりも映像、音声を、( 携行機材の利用 )  Know how, Know why 等を書類にして伝達するのは大変に難しいことである。特にカンやコツ等の伝達は不可能に近い。しかしながらそれらは映像、音声をを用いれば書類よりは、はるかに容易に伝達することができる。又、これはシナリオ作成の段階で Know how, Know why が一旦整理されるので見落しがなくなり又、人が変わっても書類を読むよりは技術移転に効果が発揮できる手法ではなかろうか。  又プラント機器類の異常については多ペン式連続記録計、デジタルメータ等を使用直接目に見える形で示した。従来時間と共に消えていってしまうデータが記録され経過を追って解析、説明する事ができ理解する上での手助けとなる。  パーソナルコンピュータセットは従来の手作業による効率計算を合理化し、又各発電機間の個別比較が容易となり運用上からも有効である。</p>	<p>動機づけ</p> <p>失敗は成功の母</p> <p>国内的な制約要因を理解するため</p> <p>携行機材の有効性と必需性</p>



業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
II 供給力の増大 技術的制約条件・背景	<p>これらの機材は発電所運営に当って当然備えられるべき物であるが備えられておらず携行機材として申請したものである。</p> <p>a) 発電所設備の基本計画、同設計の不適合</p> <p>計画時に選択した技術が自己のおかれた技術的環境に適合しない。別の言葉でいえば計画時の適正技術選択の失敗といえる。具体的には発電機出力計画が過大でありかつその過大な計画出力に対応して運用が最も困難な貫流ボイラを採用したことであろう。</p> <p>同出力のドラムボイラが比較的順調に運用を続けていることを見てもこの事が証明される。</p> <p>b) 保守・修理に費用と時間がかかることの無自覚及び劣化機器の放置</p> <p>設備は運用してもしなくても時間の経過とともに劣化していくという認識がなく、長期停止の場合は保存状態に注意をする習慣がない。</p> <p>保守及び修理は全て事後処理が普通であり、予防保全という考え方は持っていない。又仮に有ったとしても電力供給に追われて運転せざるを得ないのかも知れない。従って定期的な点検修理計画は無いに等しい状態で故障する迄使用している。従って予備品、消耗品等も必要なだけ取揃えられているとは言い難い。従って故障機器は放置されてしまう。</p> <p>c) 優秀技術者・技能者の流出</p> <p>外貨獲得の手段として、一定レベル以上の技術者、技能者は海外に流出することを奨励されているように見える。又配電を担当するMECOに比較しても給与水準は劣るようである。</p> <p>従ってあるレベル以上の技術者、技能者となると家庭の状況が許せば、海外出稼ぎ志向が強くなるようであり経済の混乱、経営の不安定がそれに拍車をかけている。又海外流出した技術者、技能者は帰国後も旧職場、NPCに復帰することは希のようである。</p>	

業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
	<p>d) 購入手続きの複雑さ、事務処理の遅さ、輸入品の入手困難</p> <p>故障等で修理の為の部品等が必要な場合、その手続きが複雑であり又遅い。そして火力発電所等に使用される部品等は大部分を輸入に頼っておりその購入には手続き等大変な時間がかかる。所要部品等事前に購入しておけば良いのであるが経済混乱の最中、その余裕もないようである。</p> <p>e) 現状指定許容意識の強さ</p> <p>現状は認識が強く新しい方法を積極的に求めようとしない。又従来不良であったものが良くなってしまうと自分達の怠慢という事になってしまうので少くとも部品を取替えるなり、変更するよう求められた。</p> <p>f) JICA 専門家とカウンターパート間での目標設定</p> <p>JICA 専門家として技術協力を実施するに当りカウンターパートと共通の目標を設置した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 信頼性・稼働率向上</li> <li>○ 出力の増大</li> <li>○ 効率向上</li> </ul> <p>の3つである。</p> <p>第1項目の信頼性・稼働率の向上は、信頼性を向上させて稼働率を向上させる。つまり事故、故障によって停止する時間を短縮し、発電可能時間を増大させようとするものである。新設の機器類では仕様書等により信頼性を定義できるが既設々備ではそれができず、事故、故障解析を行い、最弱リンクから順次手直しをすることとした。</p> <p>第2項 出力の増大は各発電設備共定格出力を出していないので少しでも多くの出力が欲しい時でもあり出力の増大を計画した。しかしこれは重要度からいけば第1項の次に位置するものである。</p> <p>第3項効率の向上は、運転方法の不良、設備の整備不良で効率が低く、改善の余地があるので、内貨の不要支出の節減、外貨の節約の一助にと計画したものである。計画の重要度は上記の順であり、先ず発電所の安定継続運転が最優先であった。</p>	

業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
<p>1. 火力発電所 実態調査改善 案作成及び実 施</p>	<p>理想状態と現状比較を行い、カウンターパートとの目標設定を実現するため3項「業務項目別目標設定と達成及び具体的成果」に示す運転状況調査、故障実績調査、各種基準調査を行った。</p> <p>運転状況調査では特に事故、故障の多い起動時に一昼夜連続して立合い観察した。カウンターパートは、眠くなったのか帰宅してしまい、小生1人でボイラ操作員と話をしたが、操作方法も標準方式が定められておらず経験的な方法しかとられていなかった。</p> <p>その結果燃料過剰投入による局部的過熱等過去において繰返されていた事故、故障の原因の一端が明らかになった。しかしながら一度身についたくせは是正するのがむずかしかった。</p> <p>故障実績調査では繰返し故障の原因糾明に重点を置き最弱リンクを明確にすることに重点を置いた。しかしながら事故故障記録が整備されておらず、又記録として残されているものも解析が正しく行なわれておらず原因不明や他のものを強引に原因に仕立て上げているものもあった。従って単一の原因(直接原因)のみとされ間接的原因は全て消されてしまっており、故障解析も十分なものとはなっていないかった。故障原因は多くの場合複合されたものであり、ドミノ倒しの事象が進行する事を理解させ、その中の1つを取除けば少くとも重大故障には達しない事を説明。それらの複合された原因を取除き、かつ同一構成の機構全てを手直しをする事が必要である事を説明するものの確率論的な考え方では仲々理解されなかった。しかし同種の事故、故障が重なるにつれ体験的に理解が進むようになった。そしてそれにつれ原因解析の手法も身につき対策を正しく立てられるようになってきた。</p> <p>発電所の年間発電時間、MTBF、MTTR、利用率を計算し同一原因による繰返し故障を防止すればそれがどれだけ良くなるかを推測した。</p> <p>しかしながら出力の増大については基本的な計画、設計が不良で安定した運転をするには定格出力の80%程度が最大であり、出力の増大よりも安定運転を優</p>	

業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
	<p>先することとした。但し非常時に出力増加運転が可能かどうか、又どれだけの出力が可能か試験データの採取を行った。</p> <p>効率の向上については最も大きな熱損失の1つであるボイラ排ガス中の酸素分を極小化すべく携行機材の酸素分析計を使用し実機試験を実施した。その結果燃焼不良を改善しボイラ排ガス中酸素分濃度を低下させることができ、効率も向上した。効率向上分による年間の燃料節約量を計算し、その効果の大きい事を示したが個人の所得に関心はあってもNPCの収支には余り関心を示さなかった。</p> <p>又、タービンサイクル中の高圧給水加熱器ドレンが直接復水器に排出されているので、これの改善を計ったが効率向上に大きな関心は寄せられなかった。</p> <p>発電所エンジニアの関心も先ず信頼性稼働率であり次が出力の増大で、これは供給力が乏しいとの認識を持っているからであり、頭の中はこれで一杯であり、効率迄は考慮の内に入って来ないのかも知れない。供給力の増大という当面の目標が達成された後の目標が効率向上となるのであろう。</p> <p>安全運転上最も基本であるボイラタービン、発電機保護装置がある部分は外されたり、不使用のまま運転されていた。</p> <p>外したり、不使用の理由をたずねても「もう長い間そうなっている。」等理由が明確でなくかつ長期間の不使用を窺うに十分なものであった。しかしながら片方ではその保護機能を使用した場合の不具合は認識しているのであるから不思議な気もしたが結局は一度外してしまうと無い方が便利のため復旧しない事が判明した。又部品の入手難もそれに拍車をかけていた。</p> <p>発電所保護、長期安定運転、大事故防止のためにその必要性を説明し、保護装置の基本的な考え方、動作の仕方を話し復旧を促進した。</p> <p>この結果、不注意等による誤操作でも保護装置の働きて救われ大事故に迄発展する機会が少くなり、信頼性向上、稼働率向上に役立った。</p> <p>発電所のような大きなシステムは1つ1つのものが</p>	

業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
<p>2. 新規導入設備計画 設計、施工に対する助言指導</p>	<p>それぞれの役割を持ち、ある場合はそれが直接役に立つものではないが、各々必要が有って設けられているものであり、常に整備されている必要性を話した。</p> <p>従来手動運転が行なわれていたボイラ制御装置を取替え自動運転ができるよう計画されていた。このボイラ制御装置の技術審査を行い必要な機能、信頼性、運用面からの検討を行い、その過程の中で技術移転を行った。計画、設計上の方法は多くの方法が可能でありそれらの中から最も適した方法を選ぶことで理論的方法だけではなく経験的なものもそれを左右する。</p> <p>従って何故それを選ぶのか、他の方法と比較するとどこが違うのか等を論議をした。これは上述のとおり考え方の問題であり答えは一つではなく選択の問題であり多くの時間がこれに費やされた。しかし計画段階での時間は実施に当たっての問題点発生を少なくするので理解される迄何日も時間をかけ論議した。そしてボイラ制御装置の設置、試運転では予定どおりに事が運び計画どおり自動運転を達成できた。</p> <p>この論議の段階から完成迄を携行機材のビデオカメラに記録し Know how, Know why の移転の一環とした。</p>	
<p>III 電力系統網 技術的制約条件、背景</p>	<p>a) 電力系統網構成計画の不備、不適合</p> <p>電力は前述のとうりストックがきかないのでその流通機構々成は、必要とする場所に必要とする時に、必要量を送り得るよう合理的に構成し整備しておく必要がある。しかしながらNPCの電力系統網の実態は寄木細工のように構成され全体の適合性を欠くものになっている。これは予定されたプロジェクトが計画どおりに進まないことや計画そのものが高度成長を前提としたものを使用しており現実の経済と電力需要予測に差があることも影響している。</p> <p>例えば送電線の容量と発電所出力の不適合、変圧器容量の過少、保護継電システムの不整合、通信設備の不備等があげられる。</p> <p>これらの基本的事項の不備に加えて本項目「供給力の増大、技術的制約条件、背景」と同様のことがあ</p>	

業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
<p>1. ブラックアウト原因調査・解析</p>	<p>り、合理的な電力系統網とは言い難い状況である。</p> <p>従って発電側と同様に難点がありブラックアウト又は大規模ブラウンアウトの可能性は常に秘めていた。</p> <p>b) 電力系統網運用の不具合</p> <p>NPC側は主要送電線である230KV、MECO側はマニラ市内の115KV系を各々所掌し、両者の接点である変電所に対する指令はNPC側はNPC、MECO側はMECO側で出されNPC-MECO間の給電連絡は電話線1本で連絡されているのみである。</p> <p>従って緊急対応時には正確な操作が行なわれ難く不安定、不安全な要素を内在している。</p> <p>又本来一体として考えられなければならない保護機能についての協調も十分にとられているとは言い難く運用上にも多くの問題点を指摘できた。</p> <p>a) 1983年8月22日、同23日、9月15日の3回ブラックアウトが発生しており、このブラックアウトの原因調査・解析を行った。しかしながら残されている資料が十分でなく、ブラックアウトの第1原因とそれを引き金として波及事故が広がり、ブラックアウトに到る様子を順序を追って再構成することは大変困難であった。第1に原因追求ができる様な記録が残されていない事、第2にNPC-MECO間の資料の突合せができなかった事、第3にMECO側の十分な協力が得られなかった事であった。MECO側はブラックアウトの原因はNPC側からの送電が遮断された事にありMECOはそれによって115KV系以下の送配電網に送電できなくなったという見解であった。</p> <p>電力系統として必要とされる保護継電システムとしての協調はインピーダンスマップ等をNPC側に渡してありNPC側の問題としてとらえていた。</p> <p>この問題はMECO側にはMECO側の立場もあり私はNPCに対しての専門家であるので深くは話しをしなかった。NPCに対してはMECO側電力系統網を包含する形で保護継電システムを組むよう提言し、かつ通信機能の強化を進言した。しかしな</p>	

業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
<p>2. 電力系統網 運用及び構成 改善案作成</p>	<p>がらブラックアウトは偶然のしからしむところとの 解釈がNPC内部では強く又必要な対策は実施済と 上層部は考えており私の意見は尊重されたとは言え なかった。</p> <p>b) 1984年3月13日、ブラックアウトが再発し た。この時は各種データ等も集めることができブラ ックアウトに進展するプロセスを紙上に再現でき対 策もいくつかは具体化することができた。</p> <p>この3月のブラックアウトは原因究明の為大統領 命令による特別調査委員会が設けられ原因究明、ブ ラックアウト対策等の提言を行った。</p> <p>この時の調査はNPC、MECO共に十分に協力的 であり資料等も以前に比較して有効なものが多か った。</p> <p>1983年8月以来のブラックアウトを再度見直し をして電力供給の信頼性を向上させるべくいくつかの 提案を行った。これらの概要は別添資料に示すとおり である。</p> <p>この検討中に気付いた事は次のとおりである。</p> <p>1) 電力需要予測が更新されず古いものを使用してい ること。</p> <p>電力需要は経済成長と密接な関係があり、かつ電 力系統網構成は長期間かつ多額の投資を必要とする ので電力需要の予測は最も大事な事のひとつである がこれが更新されていない。</p> <p>2) 電力系統網を構成する系統定数等がしばしば変更 される。</p> <p>正確な値をつかんでいない。</p> <p>3) 通信網が不備である。</p> <p>電力系統は、その運営に当ってはデータの伝送操 作指令の伝達等通信は不可欠の要素であるが通信網 が十分には整備されていない。従って異常事態の発 生時には通信網が混乱してしまい正常化に時間がか かってしまう。</p> <p>4) 送電線保護等について</p> <p>230KV送電線下にココナツ等の樹木が植え</p>	

業務項目	アプローチと技術移転手法	備考
	<p>られている。</p> <p>しかしながら比国ではこれらの樹木の伐採は現実には不可能との事であった。地絡原因のかなりの部分がこれらココナツ樹との相関で考えられているにも関わらずである。</p> <p>5) 保護継電器等の組合せ試験について</p> <p>保護継電器等はシステムとしての試験は実施されておらず単品としての試験のみであった。</p> <p>電力系統網構成計画、実系統網及びその運用方法の不適合に気付いていても相手方の理解を得るには再度のブラックアウト発生を待たねばならなかった。ブラックアウトの発生する可能性の指摘のみでは必然的事象とはならず、その時点で相手方が不便を感じていない時に理解を得るのは大変困難であった。</p>	

#### 4.4 技術協力を通して感じた事

電力安定供給の解決方法として供給力の増大とブラックアウト防止の2つの方法を選んでみて次のことを感じた。

##### 1) 友好親善第一

これは技術移転以前の問題であるが、互に心を開き合って話合えることが最も大事な事であろう。言葉が上手に話せればそれが最も良いことであろうが、オープンマインド、心を開き相手側の事情を理解し、より良い方法を見出すことが相互理解につながるようである。性急に時間に迫れる日本流のやり方では理解を得るのはなかなか難しいようである。私の場合見解の対立することはあってもNPCの人達の暖い気持ちに包まれて公私共に楽しい生活を送ることができた。

相手を理解するためにも相手国の歴史や文化・日本とのかかわり等を理解しておく事が望ましいと思われる。

##### 2) 技術協力活動と相手方の背景

技術協力を求めてきた相手方の背景を理解することは技術協力活動の上で重要な要素である。今回のような経済危機下において部品予備品等を購入できない状況下では、部品予備品が入手しやすい日本流の方法は使用できない。



発電設備や電力系統網が高信頼性を維持していくには技術的要因のみならず経済的・経営的要素も大きく、その各々が良好に作用し合ってその結果として高信頼が維持されていく。従って求める信頼度水準も日本とは異なり比国個有の水準がある筈であり、その水準を見出すことであった。

従って適正技術の問題は適正信頼度水準と表裏一体の問題であり、今回の場合はむしろ適正信頼度水準に達していない電力供給信頼度を向上させることが出発点であった。そして電力供給の安定そのものと技術移転が相手方の求めるものであった。

### 3) 将来につながる技術協力を

現実に不安定な電力供給状態の中ではつつい目先の事に心を奪れがちであったが、なるべくその場しのぎのような技術移転、考え方はしないように心掛けた。

経済状態が正常に復旧し、部品等が容易に入手可能となった場合でも技術的合理性を持つと判断されるよう基本的な考え方を説明した。技術的な立場での本質論を論議し方法論については相手方の要望に従うケースも多々あった。

又NPCにはJICA専門家のみならず多くの外国人コンサルタントが出入し甘い言葉や口当りの良い一見良薬風技術論がトップマネジメントレベルに囁かれておりトップマネジメントもついそれに乗せられがちであった。しかしながら大使館、OECD、JICAの皆様の協力の下、特に電力系統網についてはトップマネジメントに対し卒直な見解を述べることができた。

## 5. 提 言

マニラ首都圏への電力安定供給についての技術協力であったが、電力供給が不安定になった根本的な原因は火力発電所の稼働率でも電力系統網の弱さではなく、なしろ火力発電所や電力系統網の問題は結果として出てきたものと判断している。根本的な原因は第1には技術上のマネジメントの不適切であり第2には経営上、収支上のマネジメントの不適切であると思われる。

電力事業のように設備の構成に長期間かつ多額の費用を要するものは計画、つまり電力需要予測、電力系統網構成計画、及びそれらを実現するためのプロジェクト管理が最も大事であり、それに次ぐものが現状設備の運用である。基本的な計画に問題がある電力系統網では運用によっては解決できないものが多い。つまり現在の欠陥はかなり昔の設備計画及び保守計画の不備に根差すものであり抜本的な修正が必要でありそれにはこれ又多額の費用を必要とする。つまり悪い結果が出てから修正をするのでは既に遅きに失している。設備産業の特質として長期的な計画を現実に合わせて修正しながら最適なものを構成していく事が求められている。

技術協力が相手国側からの要請によるものとは知りつつも次の事を提言したい。

短期間かつ単発の技術協力ではかけた時間及び費用の割合に比較し実質的效果は少ないと思われる。計画段階特に需要予測、電力系統網構成計画等の段階で協力することが費用対効果及び電力安定供給の面から最も効果があることであろう。

そしてそれに次ぐものが発電所・電力系統網等の運用に関する技術協力と思われ、この両者が相俟って投資効率の良い電力系統網、安価な電力コストを生ずるものと思われる。

従って長期的な視野に立脚し常に適切な電力系統網構成計画を示し、技術上のマネジメントの手助けができるような長期インハウスコンサルタントをJICAレベルで派遣されることを提言する。

## 6. おわりに

マニラ首都圏電力安定供給（機械制御）に関する指導・助言の専門家として在任中2回（'84年3月13日，'84年9月24日）のブラックアウトが発生したことに對し内心惶然たるものがある。ブラックアウト再発の可能性の大きな事を予測しながら何らの有効な対策を構じ得なかつた事に対する無力感も又大きい。しかしながら火力発電所関係のカウンターパート達が「もう自分達でやることができる。失敗を成功に導くことも。」と言ってくれた事は大きな喜びであつた。火力発電所ボイラ部での汗を流しながらの実技も冷房のきいたオフィスでの論議も又ブラックアウト復旧下の給電指令所での打合せも変電所、送電線下での調査もNPC職員をはじめ比国の人々の親切さにより楽しく遂行できた。又私生活の面でも親切にいただいた事等思い出はつきない。

またそれと同等以上に公私共に親切にお世話いただいた日本大使館、JICAマニラ事務所、OECD及び在マニラJICA専門家の皆様、東京で種々のご援助いただいたJICA本部、通産省、出身母体である東京電力(株)及び東電設計(株)の関係者の皆様方に深く感謝いたします。





JICA