スリ・ランカ民主社会主義共和国
ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル
発電所建設計画調査

予備調査報告書

1997年7月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

スリ・ランカ民主社会主義共和国
ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル
発電所建設計画調査

予備調査報告書

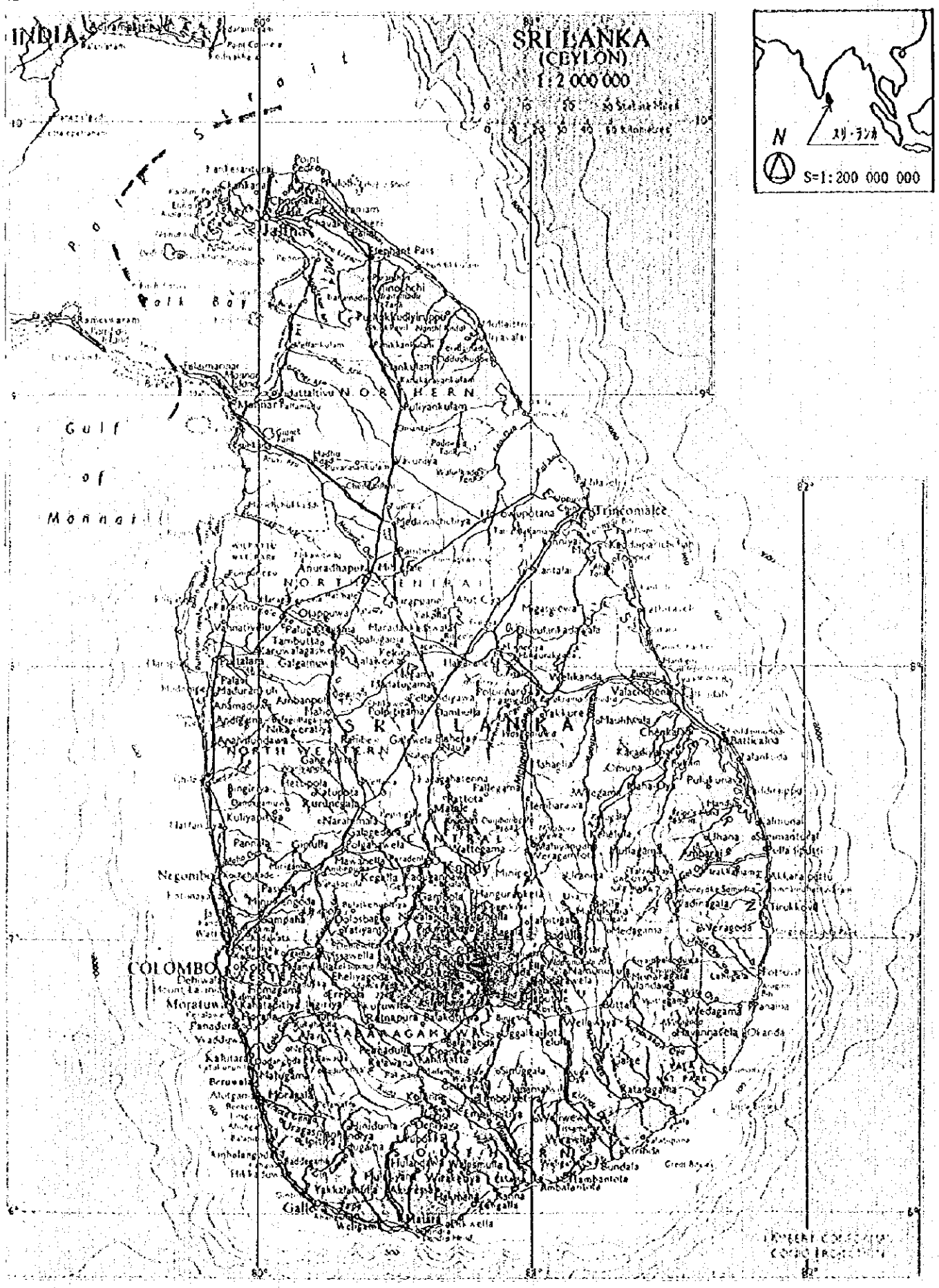
1997年7月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

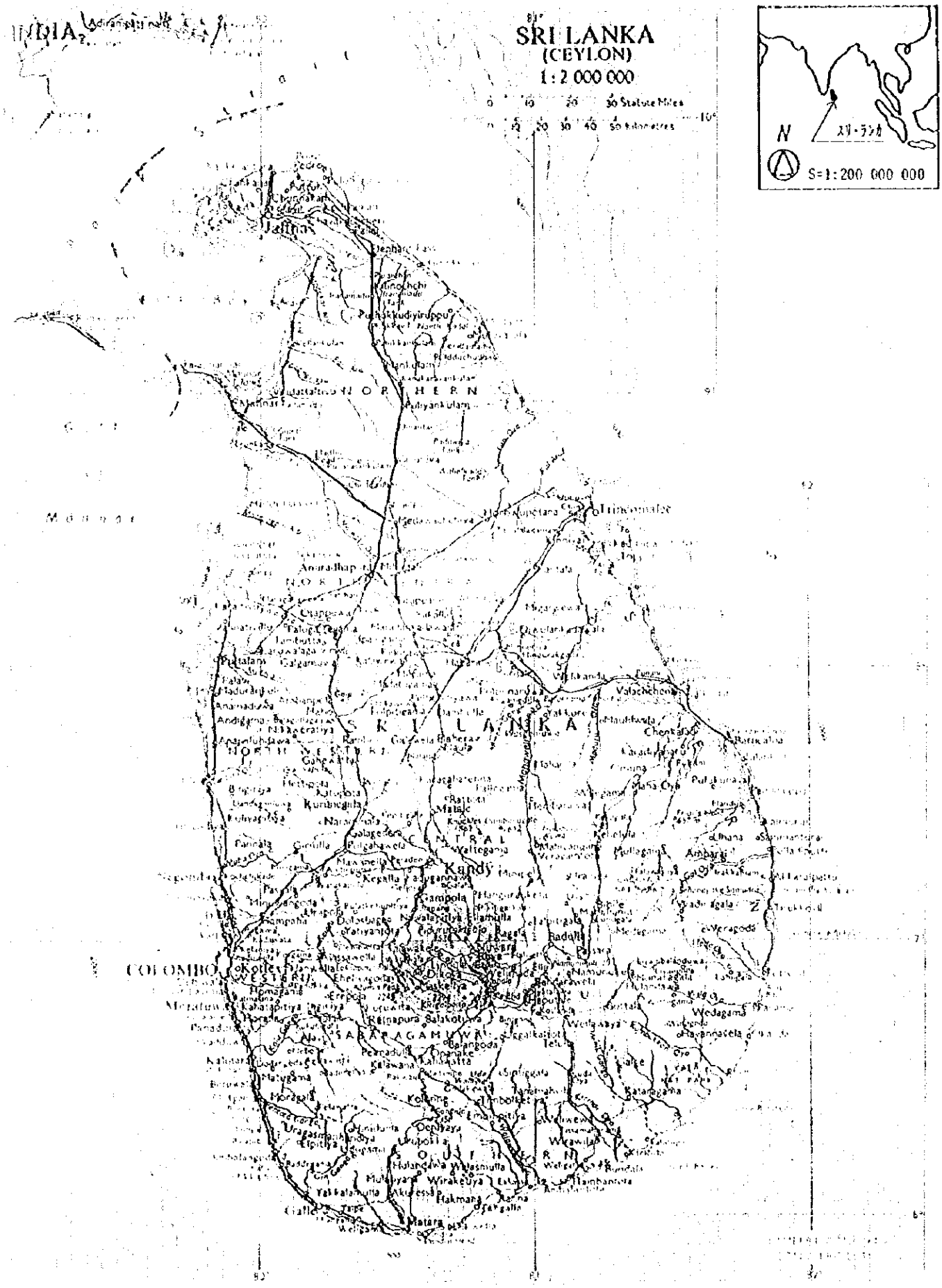
目　次

付属資料

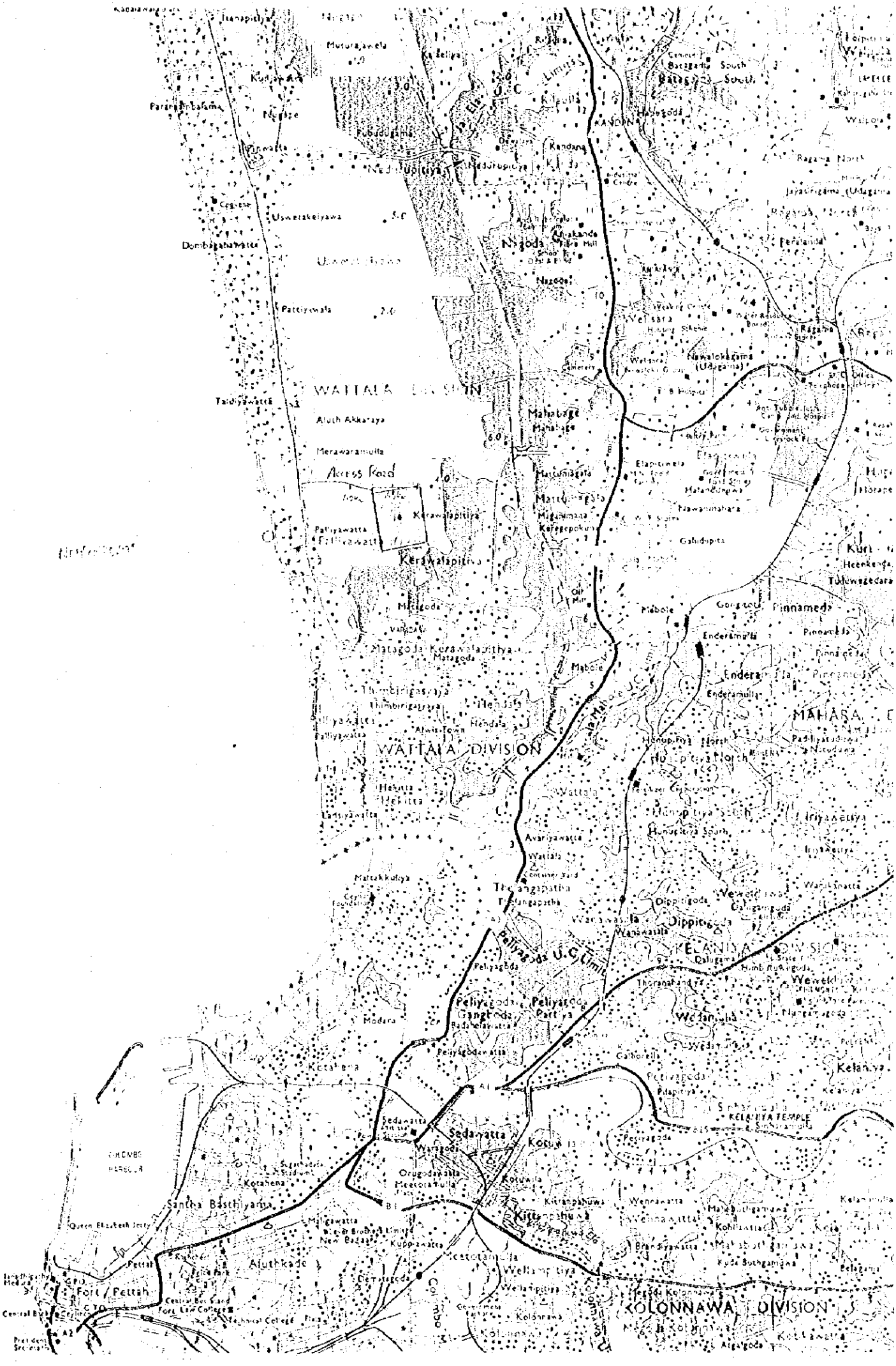
SRI LANKA


SRI LANKA
(CEYLON)
1:2 000 000
KEY PLAN
N
S=1:200 000 000
INDIA
Jaffna
Elephant Pass
Gulf of Mannar
Trincomalee
Anuradhapura
NORTH CENTRAL
NORTH WESTERN
SRI LANKA
CENTRAL
Kandy
Negombo
COLOMBO
Moratuwa
SABARAGAMUWA
SOUTHERN
Galle
Matara

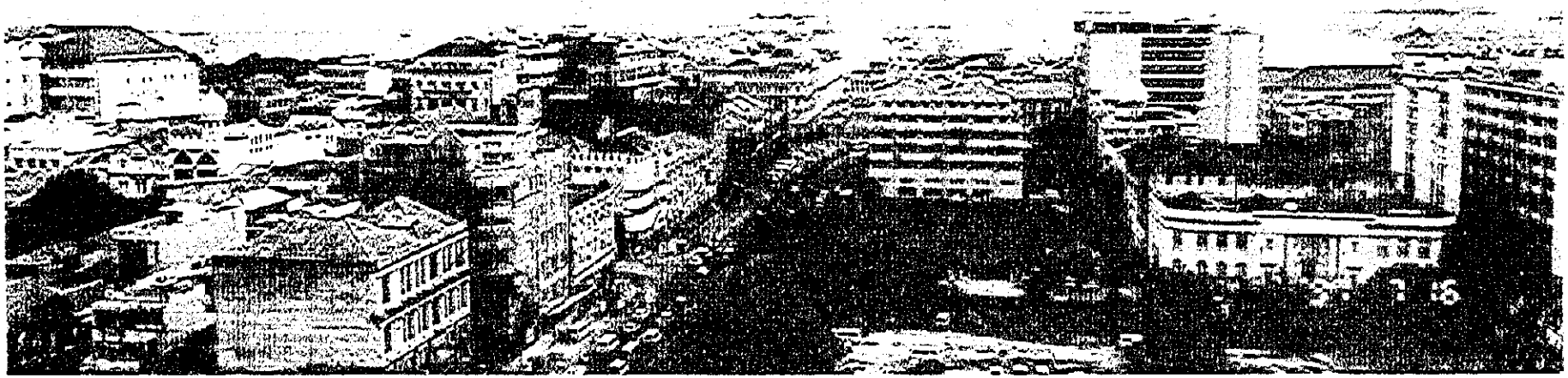
SRI LANKA


SRI LANKA
(CEYLON)
1 : 2 000 000
30 Statute Miles
50 Kilometres
KEY PLAN
N
S=1:200 000 000
INDIA
Jaffna
NORTHERN
Trincomalee
Anuradhapura
NORTH WESTERN
SRI LANKA
CENTRAL
Kandy
COLOMBO
Colombo
WESTERN
SABARAGAMUWA
SOUTHERN
Matara

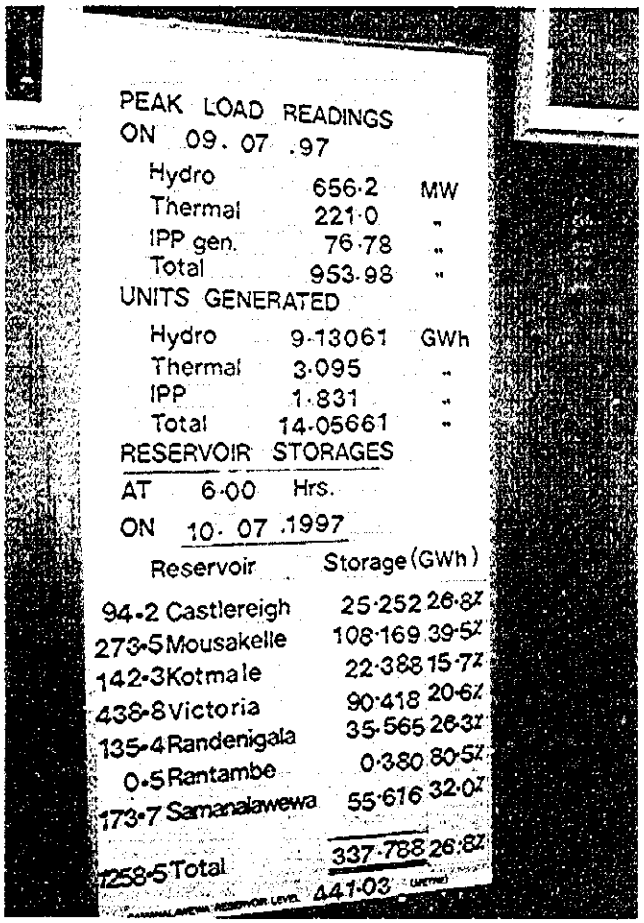

Nugape
Mutur ajawela
Kunjanda
Nugape
Perannunnwela
Neduru pitiya
Uswetakeiyawa
Dombagahawatta
Uswetakeiyawa
Pattiyawala
WATTALA DIVISION
Taldiywatta
Aluth Akkaraya
Merawaramulla
Access Road
Norfre' 35.91'
Palliyawatta
Kerawalapitiya
Batagama South
Walpola
Ragama North
Nagoda
Welisara
Mahabage
Elapitiwela
Halanduruwa
Nawammahara
Galudupita
Mabole
Pinnameda
Enderamulla
Matagoda
Thimbirigasyaya
Hendala
Palliyawatta
WATTALA DIVISION
Hunupitiya North
MAHARA
Hekitta
Wattala
Hunupitiya South
Avariyawatta
Mattakkuliya
Thelangapatha
Wanawasala
Dippitigoda
KELANIYA DIVISION
Peliyagoda
Kotahena
Hodara
COLOMBO HARBOUR
Queen Elizabeth Jetty
Sedawatta
Kelaniya
Sinharamulla
KELANIYA TEMPLE
Kotuwila
Wennawatta
Kelanimulla
Mahabuthgamuwa
Aluthkade
Santha Basthiyana
New Bazaar
Meetotamulla
Wellampitiya
Kolonnawa
KOLONNAWA DIVISION
Fort
Pettah
Beira
Colombo


WATTALA DIVISION
Access Road
Kerawalapitiya
Mahabage
Nagoda
Pattiriwala
Aluth Akkaraya
Merawaramulla
Matagoda
Thumbirigasaya
Hendala
Wattala
Avariyawatta
Thungapatha
Peliyagoda
Peliyagoda U.C. Limits
Sedawatta
Kotuwa
Kittampahuwa
Kotahena
Modara
Aluthkade
Fort / Pettah
Santha Basthiyana
Queen Elizabeth Jetty
Wellampitiya
Kolonnawa
KOLONNAWA DIVISION
KELANIYA DIVISION
KELANIYA TEMPLE
Kelaniya
Wewala
Dippitigoda
Enderamulla
Pinnamada
Mabole
Hunupitiya
Hunupitiya North
Hunupitiya South
Wellampitiya
Kolonnawa
Algagoda
Kotahena
Pettah
Central Bus Stand
Fort Law College
Talbot College
Kandana
Ragama North
Ragama
Wattala
Mutuwal
Kotahena
Kotuwa
Kittampahuwa
Wellampitiya
Kolonnawa
Kelaniya
Wewala
Dippitigoda
Enderamulla
Pinnamada
Mabole
Hunupitiya
Hunupitiya North
Hunupitiya South
Wellampitiya
Kolonnawa
Algagoda
Kotahena
Pettah
Central Bus Stand
Fort Law College
Talbot College
Kandana
Ragama North
Ragama
Wattala
Mutuwal

写真集



Colombo 港の遠景



PEAK LOAD READINGS
ON 09. 07 .97

Hydro	656·2	MW
Thermal	221·0	"
IPP gen.	76·78	"
Total	953·98	"

UNITS GENERATED

Hydro	9·13061	GWh
Thermal	3·095	"
IPP	1·831	"
Total	14·05661	"

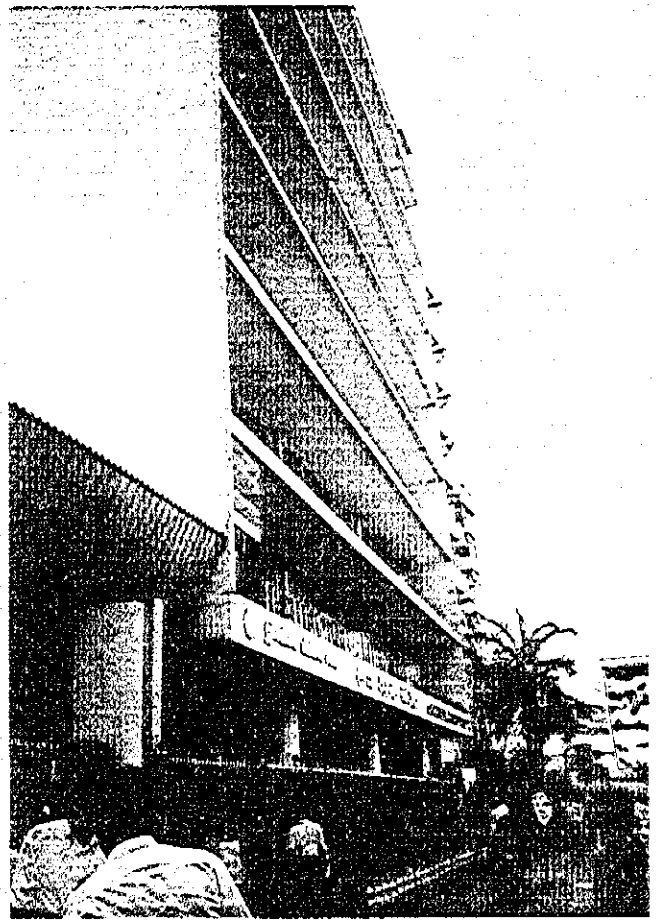
RESERVOIR STORAGES

AT 6·00 Hrs.

ON 10. 07 .1997

	Reservoir	Storage (GWh)	
94·2	Castlereigh	25·252	26·8%
273·5	Mousakelle	108·169	39·5%
142·3	Kotmale	22·388	15·7%
438·8	Victoria	90·418	20·6%
135·4	Randenigala	35·565	26·3%
0·5	Rantambe	0·380	80·5%
173·7	Samanalawewa	55·616	32·0%
1258·5	Total	337·788	26·8%
		441·03	

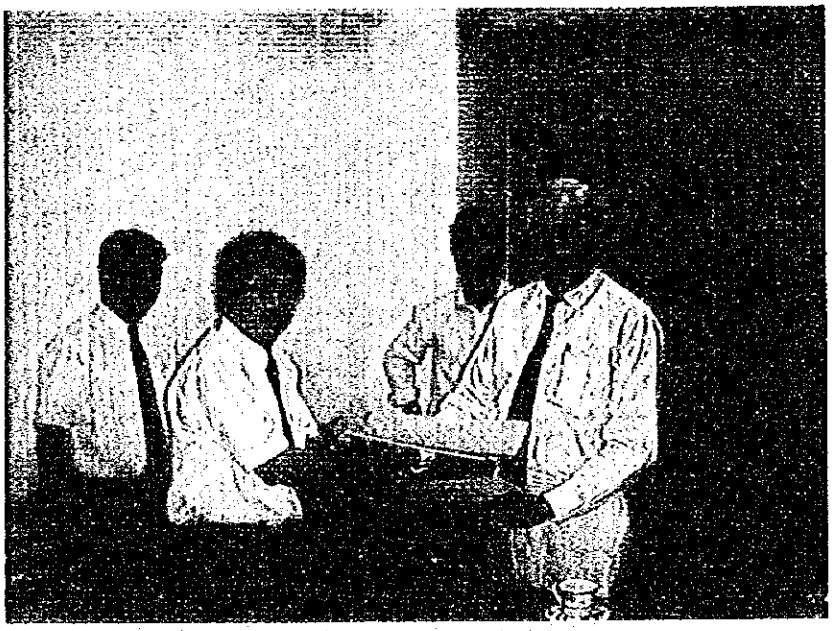
CEB の電力事業現況（97 年 7 月 9 日現在）



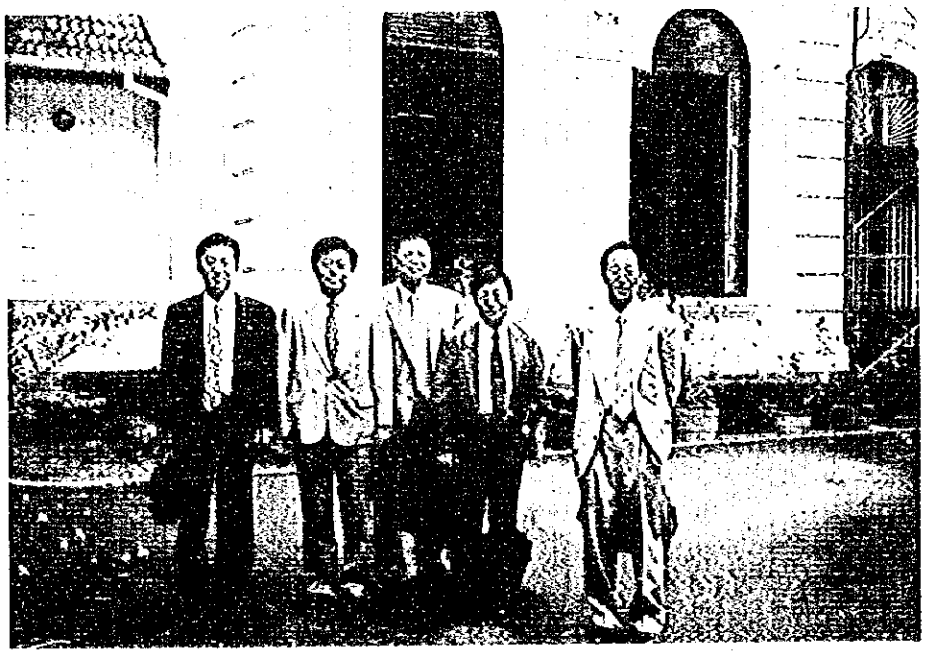
CEB 本部（Colombo 市内）

Scope of Work の署名（CEB 本部にて）

Scope of Work の署名

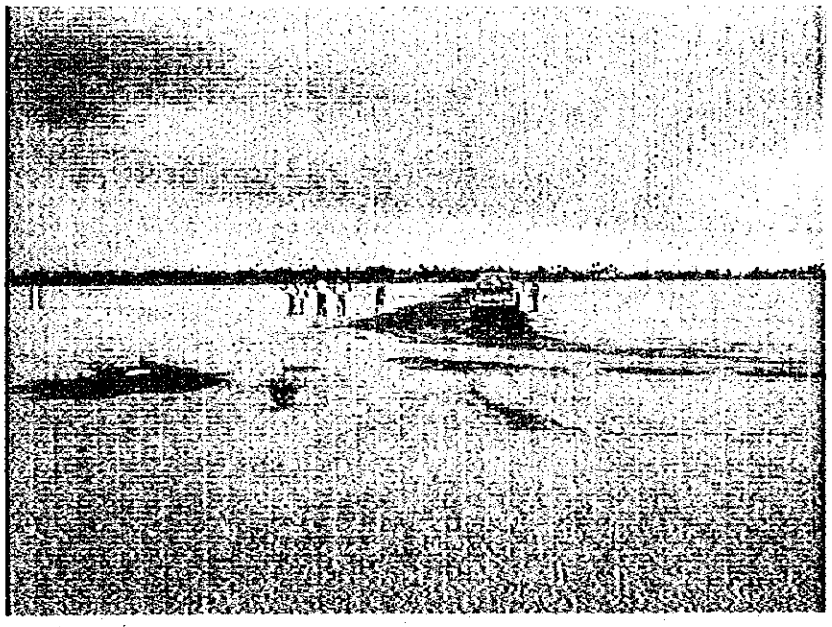


Scope of Work の交換（団長と CEB の Chairman）

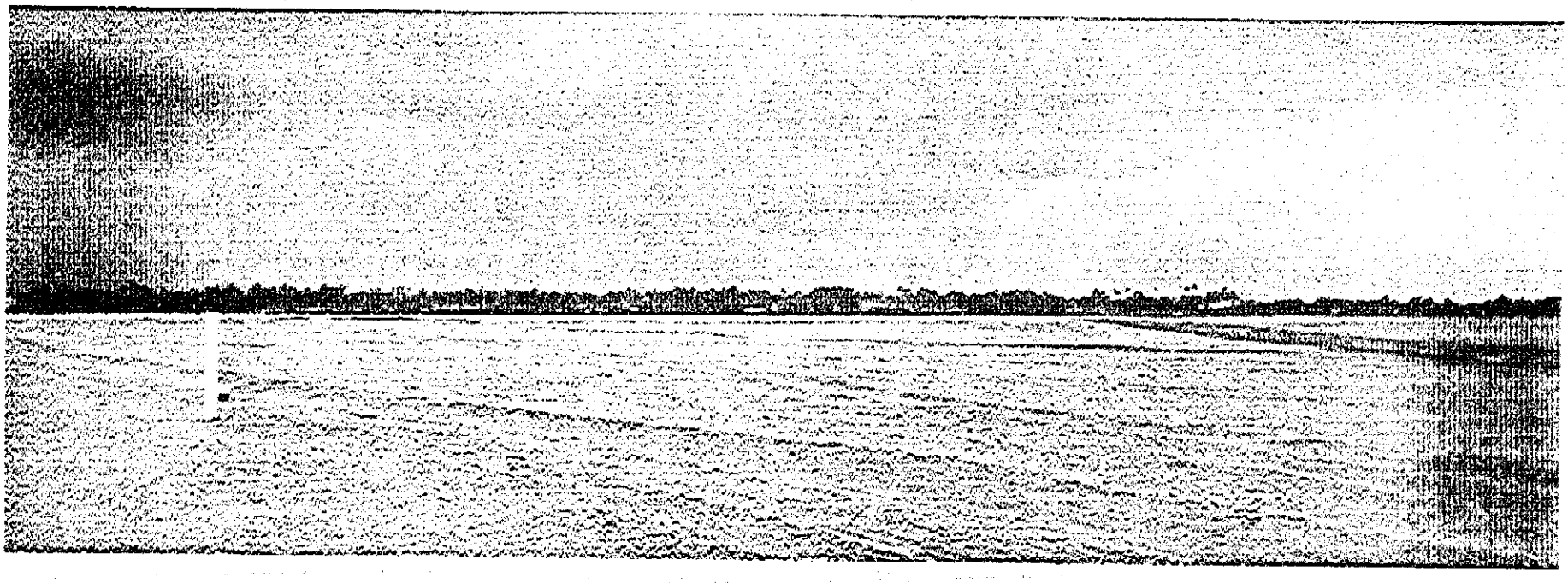


予備調査団一行（日本大使館前にて）

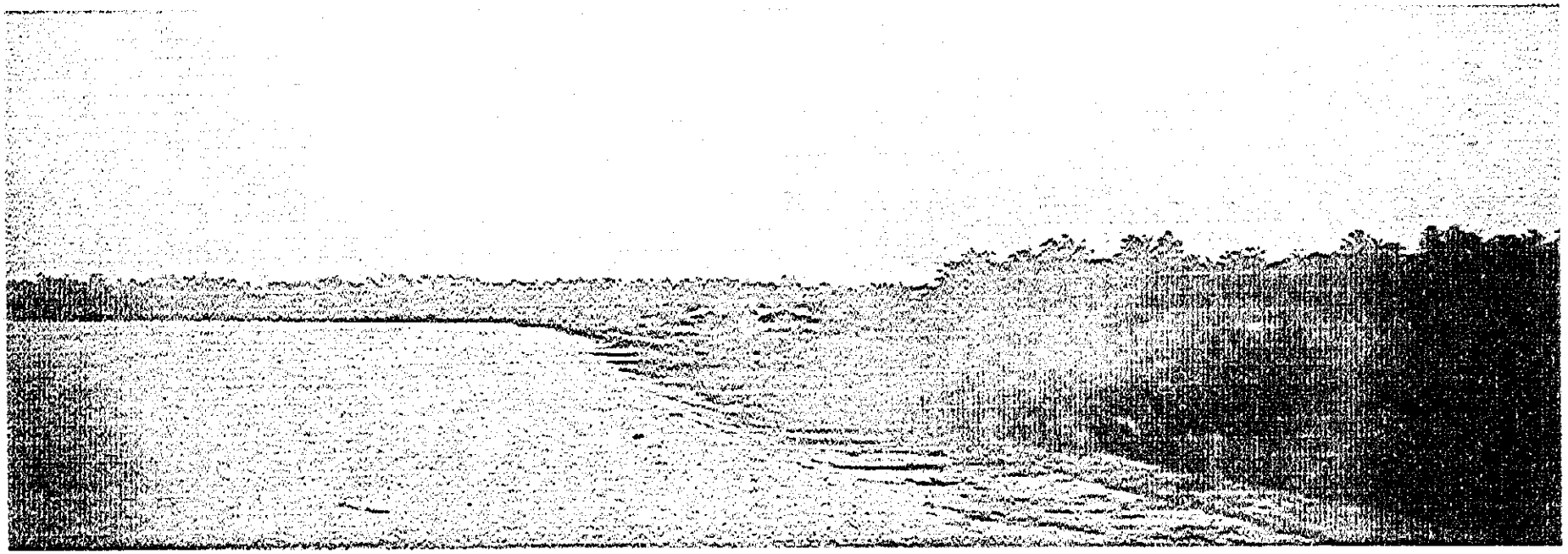
Kerawalapitiya を現地踏査中の予備調査団一行、他



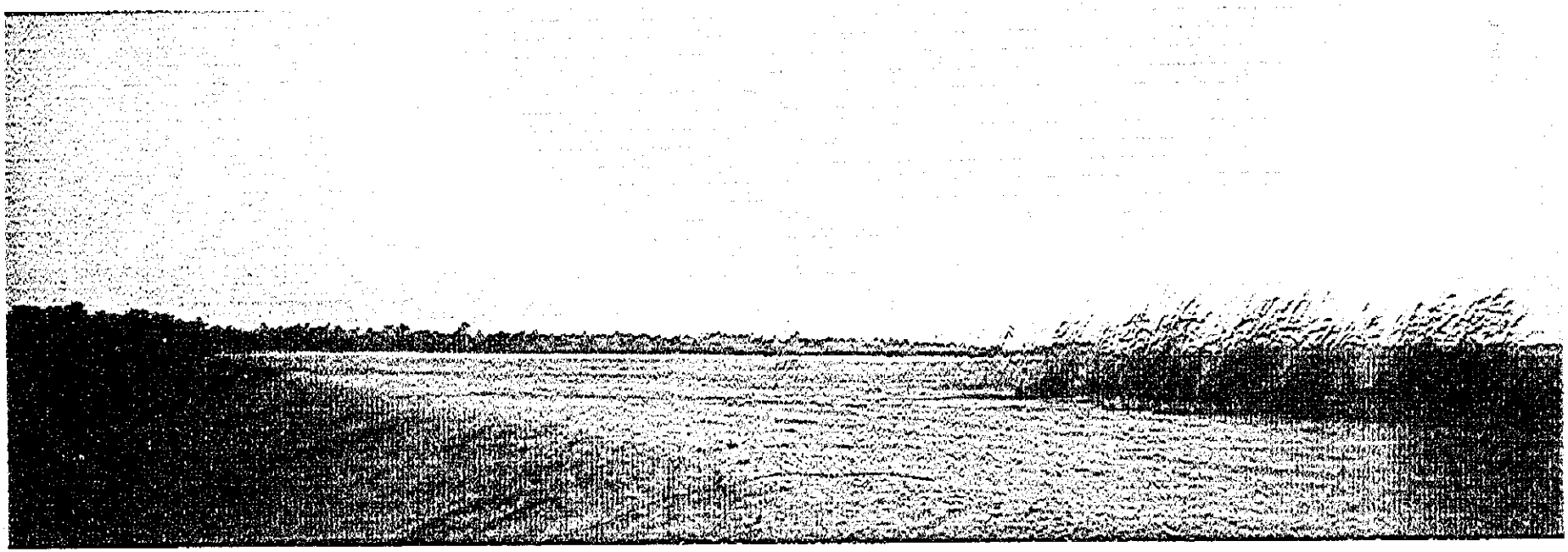
Kerawalapitiya 発電所建設予定地



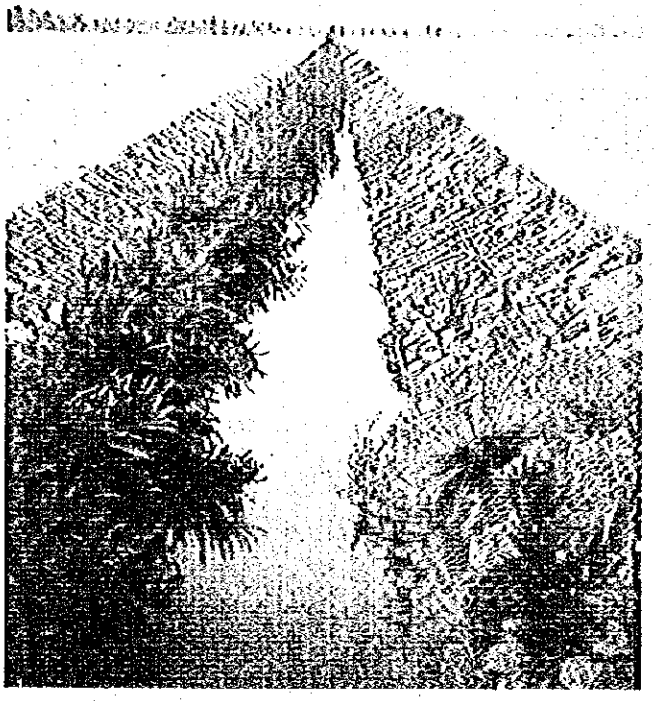
Kerawalapitiya 建設サイト－1（北から南を望む）



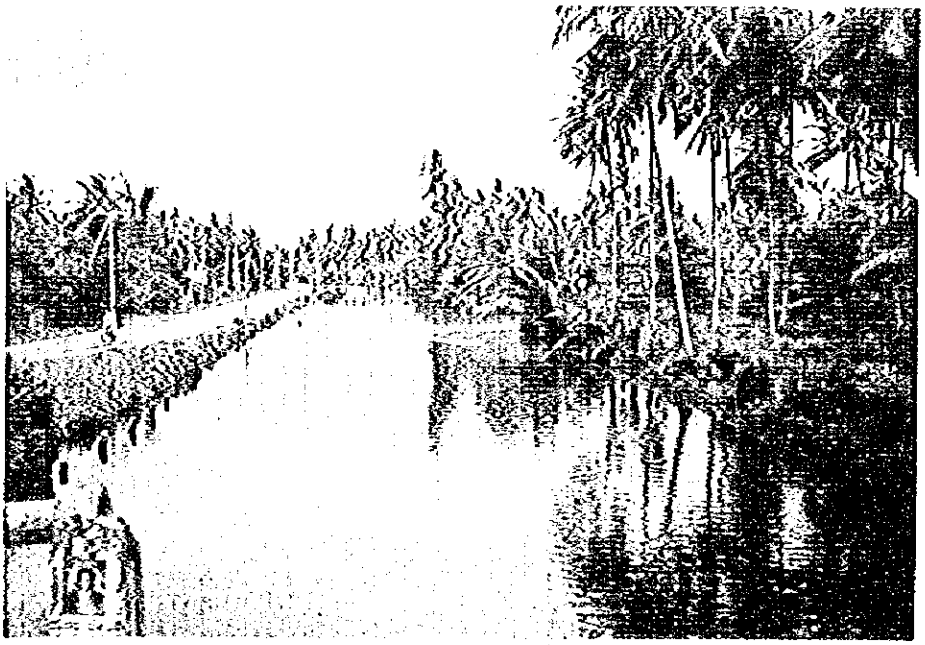
Kerawalapitiya 建設サイト－２（西端に立って南を望む）



Kerawalapitiya 建設サイト－３（西端に立って北を望む）



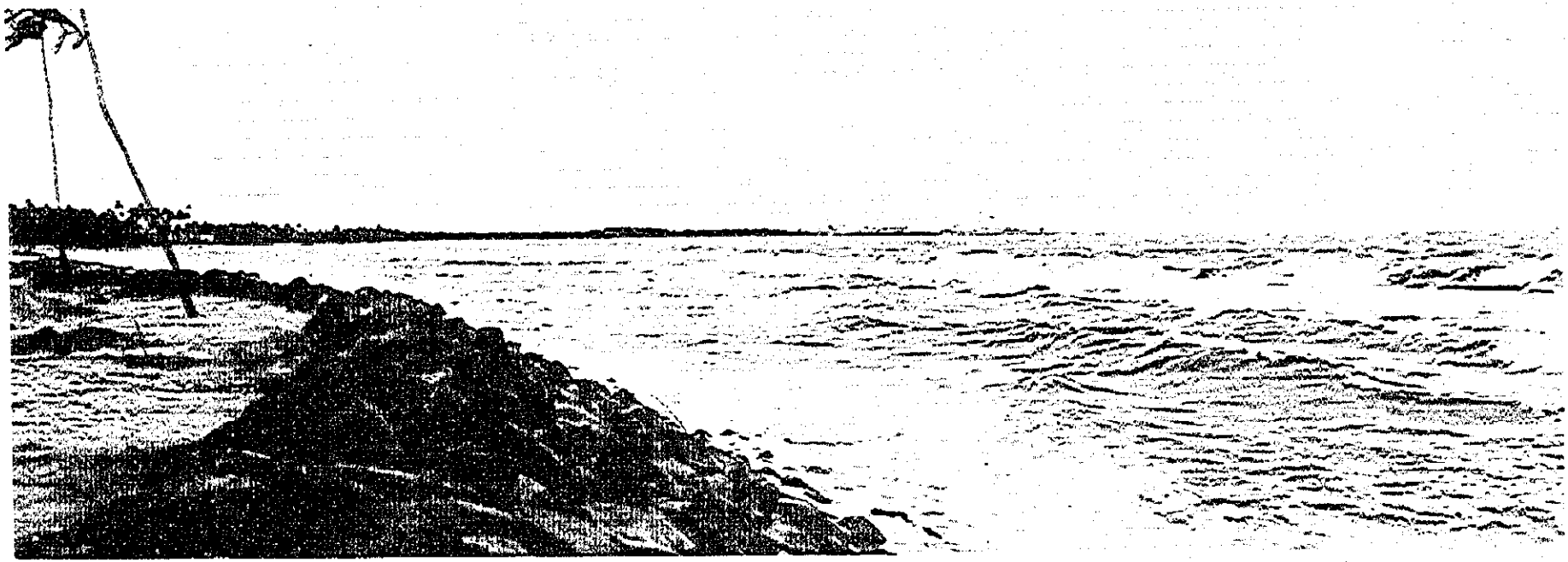
Kerawalapitiya 建設サイト内のドレイン



Kerawalapitiya 建設サイトと海岸との間にある水路－1

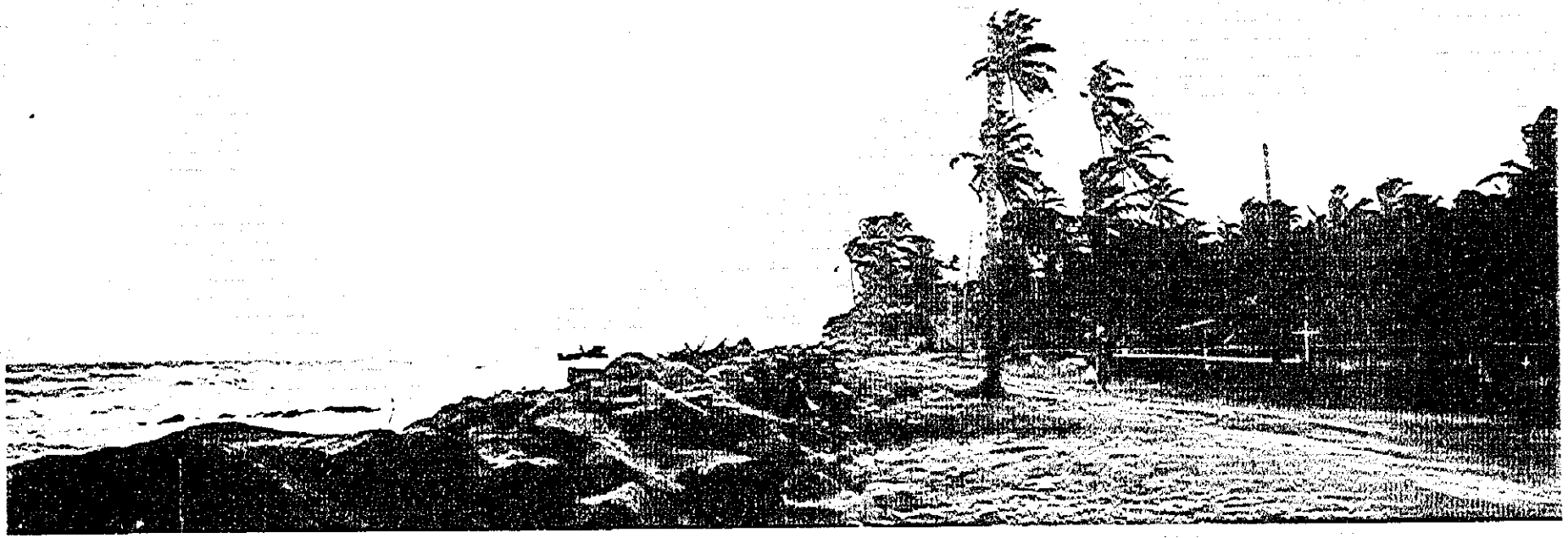
Kerawalapitiya 建設サイトと海岸との間にある水路－２

Kerawalapitiya 建設サイト付近に散在する民家

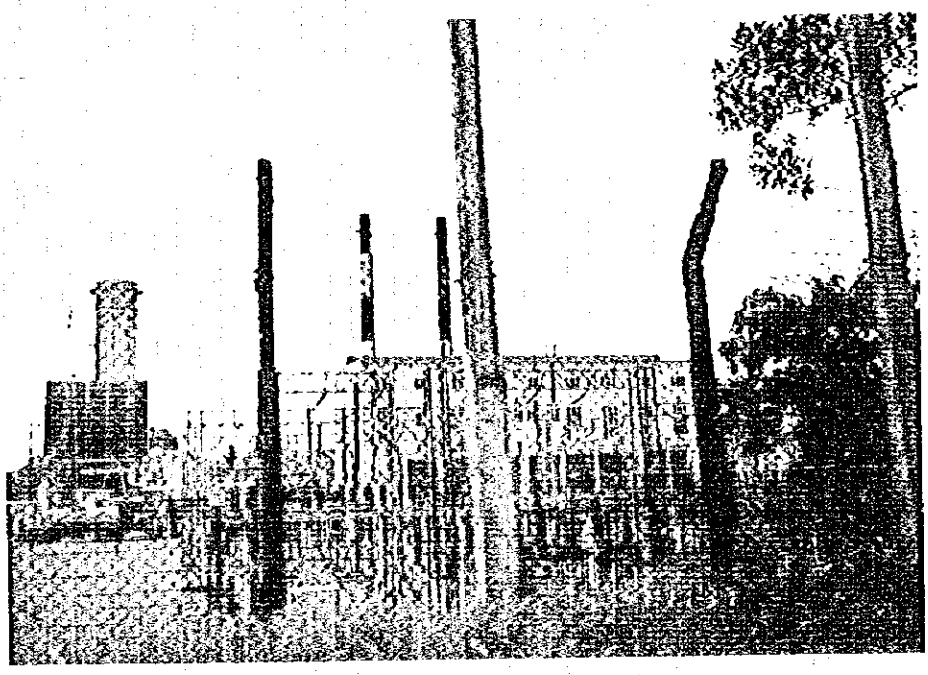


Kerawalapitiya の沿岸－１（建設サイトから 1.5km、Colombo 港を望む）

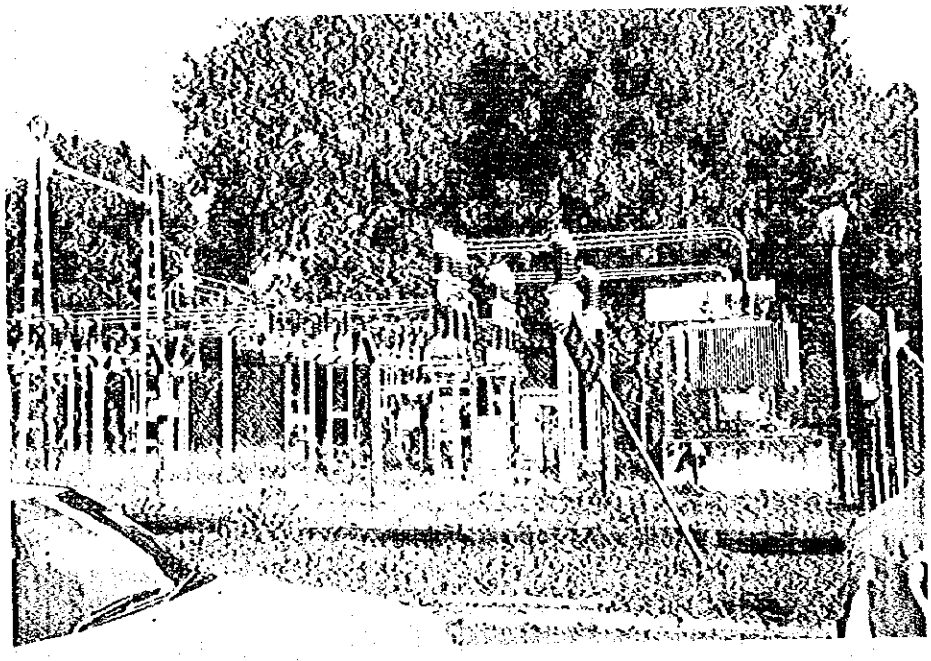
Kerawalapitiya の沿岸－２（海岸から沖を望む）



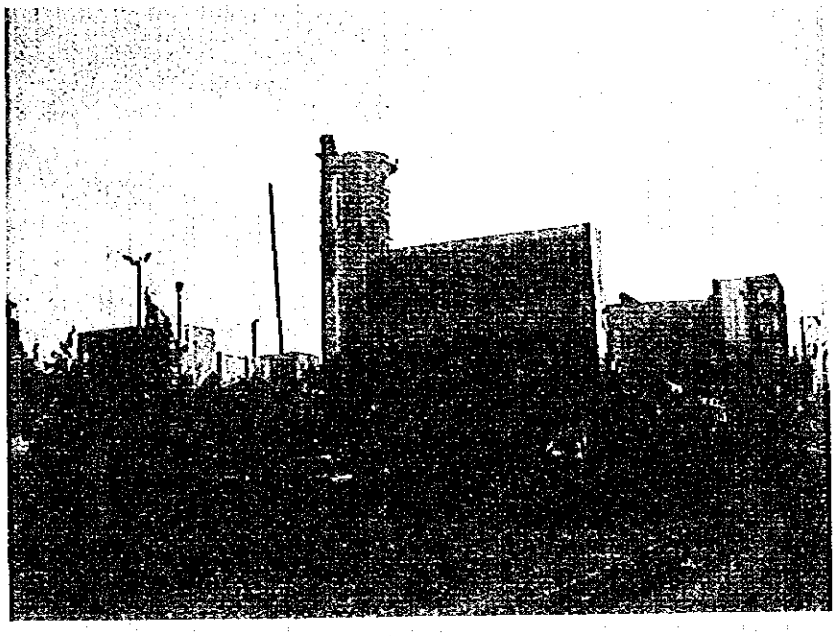
Kerawalapitiya の沿岸－３（北方向を望む）



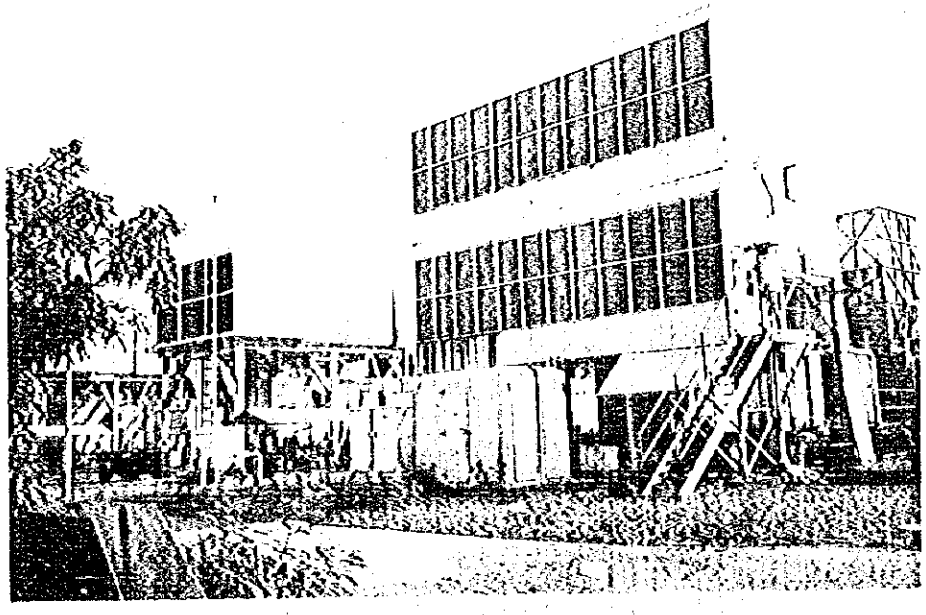
Kelanitissa 発電所入口から望む
（写真左端に新設のガスタービン 115MW）



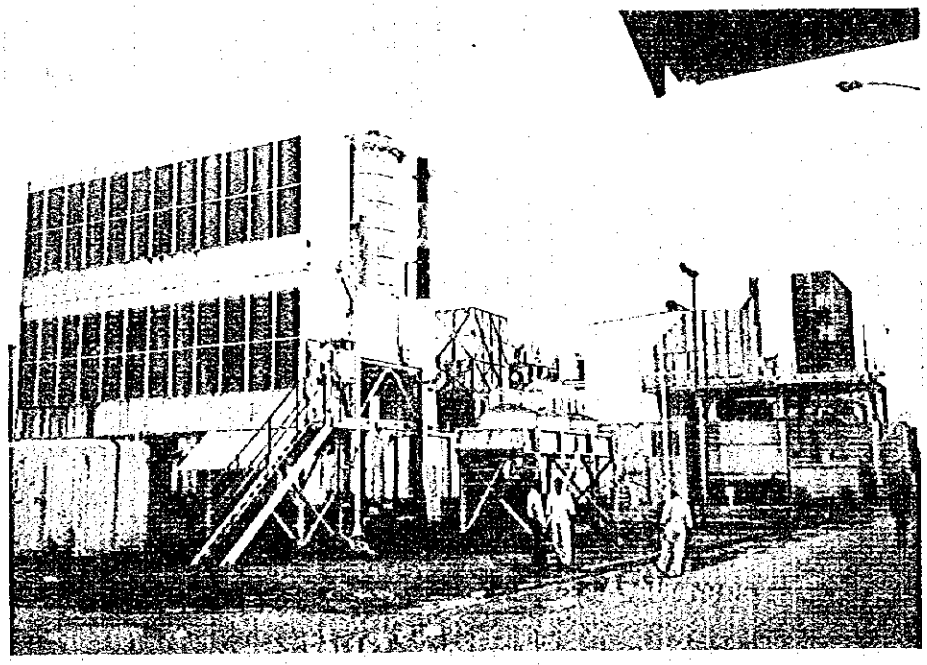
Kelanitissa 発電所入口付近の変電設備



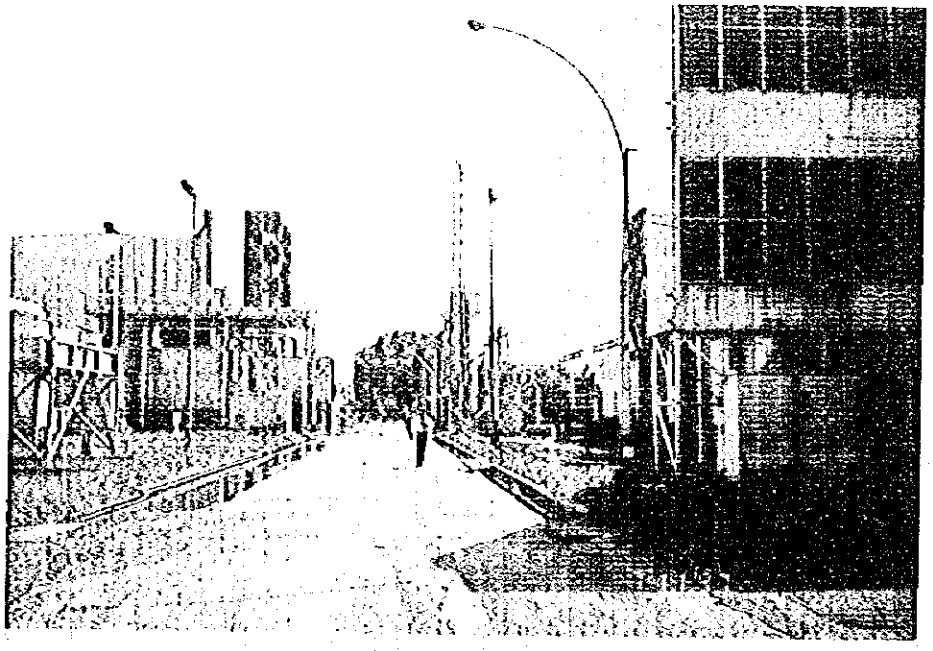
Kelanitissa 発電所の新設の
115MW ガスタービン発電設備



Kelanitissa 発電所の 20MW ガスタービン
発電設備（６台の内２台を吸気側から見る）



Kelanitissa 発電所の 20MW ガスタービン発電設備



Kelanitissa 発電所のガスタービン発電設備
（道路をはさんで右が 20MW、左奥が 115MW）

第１章　予備調査団の概要

第１章　予備調査団の概要

１．要請の背景・経緯

スリ・ランカ国においては、電力需要がここ数年の年平均で約７％伸びているが、電源開発の遅れ、設備運用における高い電力ロス、地方電化及び経済成長に伴う需要増加、そして、非効率な電力消費形態などが原因で電力需給が逼迫している。電力供給の不足は、経済成長を阻害するだけでなく社会の安定にも悪影響を与える恐れがあるため、同国社会の将来にとって電力の安定供給は最優先課題となっている。

スリ・ランカ国には、わずかな泥炭資源の他には、火力発電用のエネルギー資源の存在は確認されておらず、電力セクターでは外貨支出を軽減するため火力が抑制されてきた。そのためこれまでは、地形的に恵まれ降水量が豊富なことから、灌漑目的にも利用される水力を中心に電源開発が進められてきた。その結果、1995年においては、水力が同国の総発電電力量の80％以上を占めた。

一方、火力は渇水時における水力の補給電源として従来位置付けられてきた。現在稼働中で系統と接続されている２つの発電所はすべて、老朽化及びメインテナンス不足が原因で出力が定格落ちとなっている。

このような状況下で、スリ・ランカ国電力エネルギー省セイロン電力庁（CEB）は、1996年から2010年までの長期電源開発計画（LTGEP）を作成し、将来の電力需要に対応し、かつ渇水時に頻繁に起きる電力不足を解消するため、脆弱な水主火従の構造改善を目指し、2004年までに石炭火力及びコンバインドサイクル発電等を中心とした火主水従の電力供給体制を確立させるとしている。

この計画に係り1996年には、アジア開発銀行（ADB）の援助でスイスのコンサルタントが実施した火力発電所立地条件調査「Thermal Generation Options Study」が完了されている。その中で本件ケラワラピティヤプロジェクトは、当初、国内市場でだぶつくナフサを燃料とした140MW（35MW×４基）の出力を有するガスタービン発電所として1998年の建設開始候補に挙げられている。

一方、CEBは独自の電力拡張計画調査を行い、石炭火力の開発の遅れを埋める対策としてコンバインドサイクルプラントの設置を最優先事項としている。これに係り、本プロジェクトのプラント計画を一部変更し、熱効率及び施設稼働率のより高いコンバインドサイクル発電所プロジェクト（150MW）として、1996年度に本件のF/Sの策定の実施を日本政府に対し正式に要請越した。

本体事業の資金調達については、OECFの融資及び民間資本によるBOTあるいはBOOの導入が考えられている。何れにしても、昨今の電力事情から本プロジェクトの緊急性は高く、CEBにとって事業実現の意欲は非常に高いと思われる。

また、調査対象地域は、紛争中の北東部とは異なることから、調査に際しては治安問題は少ないと思われる。

2．要請内容

本件の開発調査において要請されている具体的調査項目（本格調査内容）は以下の通り。

(1) Thermal Generation Option Study のレビュー

(2) 複合発電所建設に係る概念設計（F/S）

(3) 環境影響調査（E.I.A.）

(4) 経済性評価及び財務分析

(5) 詳細設計の仕様書作成

(6) 技術移転

3．調査の目的

今回の予備調査では、要請内容の詳細を確認するとともに、調査対象地域の現地踏査及び環境予備調査を行い、調査範囲、調査方針及び調査事項等をスリ・ランカ国側実施機関と協議し、本格調査実施上の条件整備及び情報収集を行い、可能であれば実施細則を締結することを目的とした。

4．団員構成

担当	氏名	所属
(1) 団長／総括	千原大海	ＪＩＣＡ国際協力専門員
(2) 電力行政	村田敏博	通商産業省関東通産局発電課課長補佐
(3) 調査企画	田中啓生	ＪＩＣＡ鉱工業開発調査部資源開発調査課
(4) 火力発電計画	湯本　登	プロアクトインターナショナル　株式会社
(5) プラントプロセス	水野光春	株式会社　安川エンジニアリング

5．調査日程

月日	曜日	時間	行　程	宿泊地
7月8日	火	11:00 21:35	成田発JL717（バンコク経由CX 701） コロンボ着	コロンボ
7月9日	水	9:30 午後	JICA事務所訪問、日本大使館表敬 国家統合省対外援助局、淮瀘電力エネルギー省表敬、OECF事務所訪問	コロンボ
7月10日	木	終日	セイロン電力庁との協議（質問表の回答確認／サイナーの確認）	コロンボ
7月11日	金	9:00	ケラニティッサ火力発電所視察 建設サイトの踏査、関連情報収集、セイロン石油公社訪問	コロンボ
7月12日	土		資料整理／団内打ち合わせ S/W（案）、M/M（案）の作成	コロンボ
7月13日	日		資料整理／S/W（案）、M/M（案）の作成、現地補足調査	コロンボ
7月14日	月	9:30	セイロン電力庁(CEB)との協議 S/W（案）、M/M（案）の協議	コロンボ
7月15日	火	11:00 15:30	CEBとの最終打ち合わせ S/W、M/Mの署名（署名の日付は16日付け）	コロンボ
7月16日	水	9:30 11:00	OECF事務所報告 JICA事務所、大使館報告	コロンボ
7月17日	木	1:40 19:25	コロンボ発（バンコク経由）TG308/JL734 成田着	

6．主要面談者

(1) JICAスリ・ランカ事務所

狩野良昭　　事務所長

藤原純子　　職員

(2) 在スリ・ランカ日本大使館

川村文洋　　一等書記官（経済協力担当）

(3) Ministry of Finance,Department of External Resources

A.S.M.S.Mahanama　　Deputy Director

Dharshana Senanayake　　Assistant Director

(4) Ministry of Irrigation,Power&Energy

Jaliya Medagama　　Secretary

Ananda S.Gunasekera　　Additional Secretary

(5) OECFコロンボ駐在員事務所

古賀隆太郎　　首席駐在員

松永　秀樹　　駐在員

(6) CEB（Ceylon Electricity Board）

Arjun Deraniyagala　　Chairman

Amarasinghe　　General Manager(Generation Planning)

Shavindranath Fernando　　Deputy General Manager(Generation Planning)

R.K.W. Wijerathne　　Environmental Officer

(7) CPC（Ceylon Petroleum Corporation）

D.Chandrasekera　　Refinery Manager

L.H.Ajith Rohana DE Silva　　Deputy Operation Manager(Off Shore Operation)

(8) SLLRDC（Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation）

Eurlng H. M.K.S.Jayawardenya　　Deputy General Manager

(9) Ministry of Fishery

M.T.K.Nagodavithana

(10) Coast Conservation Department

K.D.D.Wijewardane, Chief Engineer(Coastal Works)

第２章　協議の概要

第２章　協議の概要

１．対処方針

本予備調査における確認事項及び対処方針は以下のとおり。

(1) S/WのUndertakingsについて

先方の要請書に添付されたTORによれば、スリ・ランカ側のUndertakingの２項目について"Yes"の回答がない。これについて、先方の疑問点を確認する必要があるが、日本側の対応はS/W変更マニュアルに基づいて行う。

(2) 本プロジェクトについて

本コンバインドサイクルの熱回収システム等の技術仕様については、Thermal Generation Option Study及び先方政府提出の要請書においても記述されていない。

また、現在スリランカ国内で進められている電源開発事業とCEBの長期電源開発プラン（LTGEP）との間に、一部整合性が欠ける点があるなど、本件に関し不明な点が多い。この件に関し、以下の事項を確認する。

1) 要請書においては、既存の調査報告書をレビューするとあるが、本件についての既存の報告書とはThermal Generation Option Studyだけか、あるいはPre-F/S等が存在するのか確認する。

2) ADBの実施したThermal Generation Option Study及びCEBのLong Term Generation Expansion Planにおいては、電力計画をLeast Cost Methodを用いて作成しているが、今回の開発調査でこれらの計画のレビューを望んでいるのか確認し、要請されれば、F/Sレベルの開発調査としての調査範囲を超えない範囲で調査を実施するものとする。

3) Thermal Generation Option Studyにおいて提案されている電源開発プランによれば、ケラワラピティヤは、ガスタービンのシンプルサイクルとなっているが、今回なぜコンバインドサイクルに変更したのか確認する。

4) CEBのもつ最新の長期電源開発計画（Long Term Generation Expansion Plan）を入手し、その中での本件の位置づけを確認し、プロジェクトの実施可能性を探る。

5) OECFが融資するケラニティッサコンバインド（150MW）と本件との間に、技術的仕様上の共通点が多く存在するのか、あるいは同一仕様であるかを確認し、本格調査での調査事項及び調査量を整理する。

6) ケラニティッサコンバインドの開発により、現在は国内に余剰があるとされるナフサの供給量は、本プロジェクトの将来の需要に応えられるのかなど、将来の燃料事情が不明であるため、スリ・ランカ国及びCEBの燃料計画を確認し、燃料選択の妥当性を協議する。

(3) 調査報告書について

要請書の中で、マンスリープログレスレポートの提出を要求しているが、その作成については調査工程上困難が予想されるため、JICAとしては開発調査の標準的なレポーティングを実施する旨、伝える。

(4) 調査工程について

要請書のTORにおいて、調査期間を半年以内としているが、例えばE.I.A.に係り水文・気象分野をフルスケールで行うとすると、全体の調査期間を最低でも1年半は必要と考える旨伝えるとともに、本格調査の期間を1年から2年の間で設定するよう先方と協議する。

(5) コンサルタントの言語について

要請書の中で、調査団の英語力に関し、ネイティブスピーカーに準ずる語学力を要求しているが、これに対し、以下の回答を行う。

「JICAのコンサルタントは、原則的に日本人のコンサルタントが主体となっているが、これは、JICAの開発調査は、F/S調査の役務提供をその唯一の目的としているのではなく、日本からの技術援助の実施もその大きな目的の一つとなっていることを根拠としている。

そのため、英語力については、ネイティブからみれば多少問題があるかもしれないが、我々のコンサルタントは海外での業務に多くの実績を持っており、彼らの語学力はその調査の実施及び技術移転の業務上全く支障のないレベルのものと考えており、この点を理解して欲しい。」

(6) 地形図作成について

今回のF/Sにおいては、プラントの配置及びインフラ整備計画の作業のため1/1,000程度の地形図を調達する必要があると考えるが、これについて調査団が外国人であるために法的な規制や障害はないか確認し、可能であれば先方国で地形図を調達するよう求める。

(7) 技術移転について

スリ・ランカの電源開発においては、これまで水力を中心に行ってきている経緯を念頭に置き、今回汽力発電所を開発するに際し、日本からの技術移転を効果的に受けるために、本件にふさわしい技術者等を配置する体制が取れることを具体的に提示することを求める。

(8) 建設資金の問題

要請書の段階では、本プロジェクトの建設資金ソースは未定とあるが、現在の計画について情報を収集し、プロジェクト実施可能性について協議する。

(9) 詳細設計の仕様書作成について

これについて、先方はプロジェクトの次の段階である詳細設計の実施及びテンダードキュメントの作成に係る指示書としての仕様書（TOR）を作成することを希望している模様であるが、これについて確認し、今回は、如何なる場合においても瑕疵担保責任が生ずるような仕様書は一切作成しないこととする。

(10) S/Wの締結について

S/W締結のための最低条件は、本プロジェクトの位置付けが、先方国の電源開発計画の中で明確に保証されることであり、かつ本プロジェクトの妥当性が技術的及び経済的な観点から現段階で否定されないことである。それらの条件を欠いた場合での締結は控えることとする。

2．調査結果

（1）S/Wの合意内容

合意した調査項目は以下のとおり、

1）Thermal Generation Option Study 及びLong Term Generation Expansion Planning Study のレビュー

2）複合発電所建設に係る概念設計（F/S）

3）環境影響調査（E.I.A.）

4）経済性評価及び財務分析

5）技術移転

CEBは、地形図の作成及び建設サイトの地盤調査を本格調査団の監督の下実施し、その他の調査に関しては本格調査団が主体となり実施する。現地再委託は、EIAに係る各種現地調査（社会経済環境調査、自然環境調査等）及び海洋構造物設計のための基礎調査（深浅測量、海象調査等）である。

調査工程については、CEBが2001年度にプラントを運開できるように配慮し、調査期間は15ヶ月間とし、報告書の内容及び提出時期を定めた。

（2）確認事項の調査結果

1）本プロジェクトの位置付けについて

従来、スリ・ランカ国では石炭火力の開発が最優先課題とされてきたが、2004年に運開予定の西岸の300MWの石炭火力に観られるように漁業補償や住民移転、さらには自然環境汚染等の環境問題のために、事業計画が滞り気味で数年以内に建設の目途が立っているものは皆無である。

一方で、電力需要は逼迫しており、その緊急避難的な対策としてコンバインドサイクルプラントの建設が急務とされている。CEBによれば、コンバインドサイクルの利点は、比較的環境に対する影響が少なく、かつ、建設期間が短いこと、さらに、国内に余剰のあるナフサを燃料とすることができることなどである。

以上の状況下でCEBは、事業実施が中断中の上記の石炭火力の300MWの電力を埋め合わせるため、150MWのコンバインドサイクルプラントを２基建設する計画を最優先事項とした。

そのうち１基はケラニティッサ発電所の空き地にBOTあるいはBOOによる事業計画を模索しており、もう一方が、本件のケラワラピティヤのプロジェクトであり、2001年度の運開を是非とも実現したいとしている。

本件プロジェクトの実施計画については、1997年度のLTGEPに明記されることとなっている。

2）燃料問題について

調査の進展に伴って、ケラニティッサコンバインドの開発により、現在は国内に余剰があるとされるナフサの供給量は、本プロジェクトの需要には応えられないことが明らかになってきた。

また、今までのところ、CEBではナフサを扱った経験はなく、技術的に困難な状況が予測された。

一方、ディーゼルに関しては国内の精製量は既に限界を超えており、精製量と同じ量を輸入しているとのことであった。そのうえ、製油所及びコロンボ港の石油施設の拡張計画は全くない模様で、既存の施設による石油製品（ナフサ、ディーゼル等）の国内外からの調達は物理的に困難であることがわかった。

結局のところ、本プロジェクトへの供給のため、さらには同国の石油系燃料の発電施設拡張計画に

見合うために、発電所専用の燃料供給施設を新設することが必然となり、これを承けて本格調査の中で各種の代替案を調査検討することにした。

なお、建設サイトを整備したSLLRDC（Sri Lanka Land Reclamation Development Corporation）の情報によれば、石油メジャー系のShell Lanka（Shell Gas）がケラワラピティヤ地域にLPG（Liquified Petroleum Gas）の貯蔵施設及び充填基地を建設することを計画中で、環境影響調査を実施済みとのことであった。この計画においては、コロンボ港から当地までの沿岸に海底パイプラインを敷設する事が考えられている。この計画が実施に移されるとすれば、本件にとって重要な燃料供給源となり得るなど注目すべき点が多い。今後の調査課題の一つである。

3）建設資金の問題

要請書の段階では、本プロジェクトの建設資金ソースは未定とあったが、現在CEBではOECFの融資を中心に検討をしていることが判明した。

CEBの分析では、OECFのソフトローンを利用した事業の方が発電単価を低く押さえることができるが、BOTあるいはBOOであれば高いカントリーリスクを反映して売電単価を高く設定せざるを得ず、事業の経済性が悪くなるとのことであった。

何れにしても、本格調査の中で双方のケースについて経済・財務分析を行い最適な資金調達方法を探ることとなった。

4）ケラワラピティヤコンバインドサイクルプロジェクトについて

CEBにおいては、2001年までに合計で450MWのコンバインドサイクルプラントを新設する計画である。一つはOECFの融資に決定されたケラニティッサ150MWで、二つ目はケラニティッサのBOT/BOOである。ただし、このプロジェクトの民間投資については全く見通しが立っていない。また、三つ目は本件のケラワラピティヤコンバインドプロジェクトである。

これらのプラントの設置が急務となった背景には、前述したように、西岸の石炭火力計画の難航が原因となっており、LTGEPの中での新規石炭火力の計画発電量の欠損分を補う形でコンバインドサイクルが必要となったことにある。

また、既にCEBにより購入済みのケラワラピティヤの建設サイトは、物理的に600MWのコンバインドサイクルプラントを設置できる広さがあり、将来の拡張計画を見越した調査の実施が要請された。

建設予定地は、工業団地計画の中にあり海岸より約1.5km離れている。送電線のサブステーションのあるケラニティッサまでは直線距離で7km、コロンボ市街まで約10kmある。

5）レポーティングの件

要請書の中で、マンスリープログレスレポートの提出を要求しているが、その作成については調査工程上困難が予想されるため、JICAとしては開発調査の標準的なレポーティングを実施することとした。ただし、四半期毎に作業の進捗報告書をCEBに提出するものとした。

6）コンサルタントの言語について

JICAのコンサルタントは、原則的に日本人のコンサルタントが主体となっている。これは、JICAの開発調査は、F/S調査の役務提供をその目的としているのではなく、日本からの技術援助がその大きな

目的の一つとなっているためであることを説明した。

また、英語力については、ネイティブからみれば調査団の英語力は多少問題があるかもしれないが、我々のコンサルタントは海外での業務に多くの実績を持っており、調査の実施及び技術移転の業務上全く支障はないものと考えている点に関し理解を求め、了解を得た。

7）技術移転体制

CEBにおいては、これまで水力を中心に行ってきているが、今回汽力発電所を開発するに際し、日本からの技術移転を受けるために、本件に適切な技術者等を配置する体制を取ることの約束を得た。

8）S/WのUndertakingsの件

全ての項目について了解を得た。

（3）各調査分野の調査結果及び総括

1）電力計画

スリランカの電力需要は1980~1995年の平均で年率7.1%となっており、最大電力需要も同期間で年平均6.7%となっている。このような需要の伸びに対し、新規の電源開発は環境問題等のために大幅に遅れており、新規の水力及び石炭火力の至近年での投入は期待できない状況となっている。このため、石油系燃料を用いたコンバインドサイクル発電の開発は緊急の課題となっており、ケラワラピティヤ地点のコンバイイドサイクル発電の開発の必要性はきわめて高いと考えられる。

本地点は電力の大需要地であるコロンボの郊外であり、最寄りのサブステーションにも近く、また、すでに敷地は造成済みであることから、計画の実現性は極めて高い。

唯一の問題点は燃料供給であり、コロンボ港の揚油能力、スリランカ石油会社の精製能力等を考慮しつつ、適切な燃料の選択と輸送方法の検討が重要な検討課題である。

2）プラントプロセス

ケラニティッサ火力発電所においては、機材の傷みが修復されずに放置され使用されているほか、現在運転中のガスタービンプラントの周辺は、廃棄された油あるいは漏洩した潤滑油で汚されている。そのうえ、廃材が散在しており、ドレインピットが見あたらず油溜まりが各所で観られた。

これは、運転保全のための周辺設備に配慮がないことと、設備の追設を無計画に行っていることを示しているものと思われる。

上記の観察結果から判断すれば、本プラントの実際の稼働率はかなり低いものと推測される。新鋭プラントの導入もさることながら、運転保全員が小さな不具合を未然に発見し修復する習慣と、運転環境を向上させていくマインドがより重要であると思われる。

将来において、火力の設備は十分に存在するがヒューマンファクターの問題で稼働率が低い、いわゆる宝の持ち腐れという状況が現出しかねない。それを防ぐため、この問題を捉え直し、運転員の教育訓練に力を入れる必要性が感じられ、その方面での技術協力が効果あるものとなり得る。

一方、ケラワラピティヤについては、全体で600MWのコンバインドサイクルが設置できる敷地を有しているが、本件の150MWプラントのF/Sにおいても、将来の全体計画のグランドデザインを描くことから調査を始めることで合理的な配置計画が行われることが期待される。

3）環境予備調査

本計画地点は、広大な湿地とラグーンで構成される地域の一角にある。地域全体の環境保全及び開発の全体像については、生態系を始めとする総合的な調査に基づきマスタープランが作成されており、本計画地点はこのマスタープランに基づいて埋め立て造成された工業／住居地域のなかに位置している。このため、湿地、ラグーン、マングローブ林、藻場等の生態系の保全については大きな問題は生じないものと考えられるが、住宅地域に隣接していることから騒音対策には万全を期す必要がある。

また、発電所敷地外に建設が予定される冷却水の取放水施設、燃料輸送施設、送電線の計画に当たっては適切な環境保全上の配慮が必要である。

3．面談記録

(1)　JICAスリ・ランカ事務所　　7月9日（水）9：30～

狩野良昭　　事務所長

藤原純子　　職員

以下、所長の弁の要約。

1) 本案件要請の背景について

スリ・ランカ国経済の構造調整を推進し、また海外資本、特に民間資本の国内市場への参入を促進するためには、投資環境、中でも社会基盤整備を行うことが不可欠である。その一環として、安定かつ安価な電力の供給を保障することは、重要課題のひとつである。

この国の電力需給は、慢性的に逼迫しており、新たな電源開発は当国の経済発展には不可欠かつ緊急の課題である。そして、現在においてはスリ・ランカ国内の総発電量の90%以上は水力発電より賄われているが、渇水時における電力安定供給のためには、火力発電所の建設が不可避であると複数の調査報告書が結論付けている。

さらに、本案件については、昨年度に生じた停電事件が大きな契機の一つとして考えられている。スリランカ国内には２つの火力発電所（CEB管轄内）しかないが、その事件では、渇水時の電力供給不足の際に、待遇問題等でこじれた火力発電所で労働者のストライキが発生し、長期間の停電状態に陥った。

この事件を境に、スリ・ランカ国内において、従来の火力発電所の増設計画がより一層緊急性と重要性を増して叫ばれるようになり、また、JICA及びOECF等の援助機関においても、発電所建設計画に係る技術協力及び資金協力の実施が、より優先課題として浮上してきたと認識している。

2) 環境問題について

現在スリ・ランカ国では、北東部に石炭火力発電所を建設する計画があり、OECFの援助で環境影響評価調査が行われているが、主に住民移転及び酸性雨の問題で大きな反対運動に巻き込まれ、建設計画が予定より大きく後退している。

また、当国で初めて石炭を取り扱うことになるため、技術的な問題を始めとする様々な問題を乗り越える必要がある。

3) CEBについて

CEBは現在約13,000人の職員を有し、その給料は比較的恵まれているが、未熟練労働者が多いと聞いている。

また、構造調整の一環として、事業の効率化を目的として、民営化の噂が流れている。

4) 民営化の流れについて

スリ・ランカ国では、社会主義政権の下、７０年代に産業の国営化が推進された後、９０年代に入って逆に市場経済化及び産業の民営化が叫ばれるようになった。

現在の政治状況は、社会主義に傾倒したSLFP（スリ・ランカ自由党）を第一党とし、自由主義派のUNP（統一党）を第二党、さらに他の４党からなる６党の連立政権体制にある。

5) 治安問題について

スリ・ランカ国の民族構成は、シンハラ族が75%、タミール族が12%の他、回教徒、白人との混血などの少数派によりなっている。

北部では、タミール独立派（LTTE）との間で戦闘が続いており、多額の国家予算がつぎ込まれ、カントリーリスクを高くすると共に、この国の経済発展を大きく妨げる要因となっている。

本案件の調査地域に関しては、特に危険は考えられないが、調査実施に際してはCEBのサポートの下、非常事態に備え十分に警戒する必要があると考える。

(2) 在スリ・ランカ日本大使館　7月9日（水）11：30～

川村文洋　一等書記官（経済協力担当）

以下、書記官の弁の要約。

1) 今回の調査団の派遣について

今回の調査団の派遣については、先方国の要請から開発調査の採択までの足が早く、非常に感謝している。

2) 民族問題について

現在、北東部で戦闘史上最大の作戦が展開されており、政府軍は各地で勝利を収めている模様であり、この作戦が成功を収めれば、当国の治安状況は大きく前進するものと期待している。

また、LTTEは、組織的で完全なる戦闘集団であり、政治的な対話のみでは紛争の解決は困難であると考えられている。

3) 経済・社会状況について

OECFの援助で環境影響評価を実施している石炭火力のプロジェクトは、住民との間で政治問題化しており、当面プロジェクトの実現は望めない状況にある。しかしながら、この国の電力需給は逼迫しており、前述の石炭火力以外の電源開発を推進することは市場開放及び投資環境整備のために急務かつ不可欠である。

なお、CEB等との間で石炭火力のプロジェクトに対する意見が求められた場合は、現在EIAのために資料を収集中であることを理由に、コメントは避けてほしい。

4) 本案件について

本案件に対する期待は非常に大きい。しかし、事業化に対する円借款の供与については、政府が電源開発は民間資本で行う方針としていること及び治安上の問題から軍事支出が多額となっていること等から、可能性は低いのではないかと思う。なお、昨年実施した新コロンボ港開発計画については、民間資本を導入する方向で検討が進められている。

また、環境問題については最大の配慮を期待している。

(3) Ministry of Finance,Department of External Resources　7月9日（水）14：30～

A.S.M.S.Mahanama　Deputy Director

Dharshana Senanayake　Assistant Director

以下、調査団との会話の要約。

1) 今回の調査の目的について

調査団は、今回の予備調査にいたる背景及び経緯について説明をし、調査目的について理解を求めた。

また、本格調査に際しては、治安問題を始めとする調査団をとりまく問題の調整を依頼し、先方の協力の約束を得た。

2) プロジェクトの実現性について

調査団は、建設資金について意見交換を行い、先方の問題意識の喚起を施したが、民間資本の導入に関しては、BOI（Board of Investment）が所掌しており、コメントを得ることはできなかった。

(4) Ministry of Irrigation,Power&Energy　7月9日（水）15：30～

Jaliya Medagama　Secretary

Ananda S.Gunasekera　Additional Secretary

以下、先方の弁の要約。

1) キーパーソンについて

次官補であるAnanda S.Gunasekera が本件に関して、プロジェクトの責任者であり、キーパーソンとしての役割を演じている。

2) 本件の位置付け及び事業の実現性について

本プロジェクトについては、事業の実現に関して全く疑いを持っていない。このプロジェクトは、わが国の電源開発計画の中に明確に位置付けられている。詳しくはCEBより確認して欲しい。

3) 燃料問題について

本件プロジェクトにおいては、国内の製油所で生産されているにもかかわらず、国内にて消費されていないナフサをその燃料とする事が望ましいと考えている。ただし、燃料価格の変動に対する保険として、軽油も燃料として使えるような技術仕様にするのが良いと考える。

なお、わが国では複数の火力発電所開発計画が待ち受けており、将来の燃料計画についても今回調査する必要があれば、CPC（Ceylon Petroleum Cooperation）の製油所の責任者と会うことを勧める。

4) 資金調達について

事業資金の調達方法としては、ひとつにOECF資金の調達があり、もうひとつとして民間投資の導入がある。

OECF資金の調達に関しては、他のセクターとの資金配分の調整上、政府部内でのハイレベルな協議が必要であり、今後検討を重ねて行くつもりである。

5) ケラニティッサ発電所の拡張計画について

ごく最近、115MWのシンプルガスタービンサイクルプラントを設置した。

また、現在、OECFローンにより150MWのコンバインドサイクルプラント建設事業が進められている。

さらに150MWのコンバインドサイクルプラントをBOOあるいはBOTにより導入する計画がある。

6) プラントの技術的問題点について

コンバインドサイクルにおいて、軽油とナフサを使用することについての技術的問題点について、本格調査において、日本での経験を踏まえて調査して欲しい。

(5) OECFコロンボ駐在員事務所　7月9日（水）16：30～

古賀隆太郎　首席駐在員

松永　秀樹　駐在員

以下、駐在員の弁の要約。

1) ケラニティッサコンバインドサイクルプラントプロジェクトの現状について

現在、CEBにより事業の立ち上げ作業が進められており、ラーメイヤーと中央開発の共同体が契約を勝ち取ったと聞いている。

事業予算は、134億8,100万円であり全額を融資対象とし、85%を融資、15%をローカル負担としている。年率は2.6%で、10年の元金償却据え置き期間と償却全体期間30年を設定している。

また、同発電所には150MWのコンバインドサイクルによるBOTが計画されていたが、最近、CEBがFIATから115MWのガスタービンプラントを緊急に購入したことと、これ以上の拡張は、当地の環境基準を越えてしまうこと等により計画が頓挫している。

2) 石炭火力プロジェクトについて

本プロジェクトにおいては、既に（社）日本プラント協会が独自にF/Sを作成しており、さらにOECFのエンジニアリングサービス借款によりD/Dを実施する予定である。建設サイトは昨年の暮れに決定され、3年後の運開を目指しているが、環境問題が提起されたことで完成までは、あと5～7年程度要すると考えられる。

現在、OECFの援助によりエレクトロワット及びPCIがF/Sのレビュー及びE.I.A.を実施をしている段階である。この報告書は本年度中にまとめられる予定であるが、住民反対のため調査が一時中断している。反対の理由は、主に漁業補償及び住民移転の問題にある。

3) ケラワラピティヤプロジェクトについて

OECFでは、現在までに石炭火力の開発プロジェクトを中心に調査を進めてきており、当国には2008年までに全体で900MWの開発計画がある。

しかしながら、石炭火力の開発には長期間かかるので、現在の逼迫した電力状況を考えると、短期的な対策としてコンバインドサイクルは検討の余地があり、手がける可能性もある。

ただし、CEBからの要請があれば本件の検討を行うが、タイミングが重要であると考える。つまり、あくまでもOECFにとっては石炭火力の開発が主流であって、その開発が遅れた場合の緊急手段とし

て対象とすること、また、現在は難しい状況にあるBOTに関して、その将来の実現可能性を検討に入れ、BOTが可能であればその方が望ましくCEBへの融資は控えるということである。

さらに、本格調査内容についてアドバイスをすれば、まず、財務分析においてはOECFの融資条件をクリアーする資金計画を立てること。併せて、BOTを前提としたプランを調査し、比較検討することである。例えば、Equity が30%であるケースを想定するなど、工夫してはどうか。

つぎに、この国では公的機関での調達に時間がかかる事実とそれに公開性と公平性が強く求められている事実に鑑み、それらを考慮した建設スケジュール及び技術仕様を作ること。

さらに、CEA（Central Environment Authority）の環境基準をクリアーすること。

以上の条件をクリアーすることが、この国でのあらゆるケースを想定した実現性の高い事業計画の作成に結びつくと思う。

4) 電力セクターの現状について

スリ・ランカ国においては、商用電力料金が高く、自家発電を行った方が安くすんでいる。

しかし、IPP においてはこの国のカントリーリスクが高いため資金の償却期間が短く設定されてしまい、結局は発電単価が高くなってしまう可能性が高い。

この状況の下で、世銀は構造調整の一環として電力セクターの効率化を目指し、現在、電源開発分野への直接融資を停止している。

その一方で、BOT等を促進、援助するためPSIDC(Private Sector Investment & Development Company)を30%の出資、70%の融資により設立し、民間の開発計画にPSIDCを通した劣後融資を実施している。

ところが、民間の電力開発に関しては、電力売買契約の交渉（Purchase Price Agreement）の段階でCEB当局と折り合いが付けられず、頓挫するケースが多い。

5) スリ・ランカ国への融資状況について

OECFでは、95年度に204億円、96年度に380億円、97年度に360億円（予定）の融資を行っている。

また、この国に関しては毎年９月に調査団を派遣し、翌年１月に案件の審査を行っている。

(6) CEB（Ceylon Electricity Board） ７月10日（木）９：００～

Arjun Deraniyagala	Chairman
Amarasinghe	General Manager(Generation Planning)
Shavindranath Fernando	Deputy General Manager(Generation Planning)
R.K.W. Wijerathne	Environmental Officer

以下に、Chairmanの弁の要約。

1) 環境問題について

環境問題の関係で頓挫している北部の石炭火力発電所の件もあって、環境問題は本件にとって非常に重要である。

環境関係のロビーイストは大変強力であり、本件に関しても関心を示す可能性が高い。

スリ・ランカ国ではモンスーンのために、発電所の立地条件によっては、酸性雨が山岳部に降る可能性がある。本件に関しては、酸性雨の可能性を必ず調査して欲しい。とくに、山岳部の紅茶のプランテーションへの影響を調査する必要があると考えている。

2) プラントの燃料問題について

発電所への燃料供給計画は、本件での重要な調査事項のひとつである。

供給の方法にはいくつかの選択肢が考えられる。ひとつは、コロンボからボートあるいはパイプラインで輸送することであり、そのため、燃料の輸入について現在検討中である。

ナフサを使用する理由は２つある。第一に調達可能な燃料のうちナフサが最も環境に対する影響が低いこと、第二に国内の製油所で生産しているにも関わらず国内市場では、現在ナフサをほとんど消費していないことである。

ただし、CPC（Ceylon Petroleum Corporation）によれば、他の火力発電計画とのかね合いでナフサの供給能力には限界があり、本プロジェクトへ国産ナフサを供給することは困難であるとのことである。今回の調査で、彼らの製油施設を拡張した場合のE.I.A.を実施してはどうか。

この状況の下では、ナフサ及びディーゼルを燃料とすることを代替案とすべきである。これは、輸入市場の危険性を考慮した燃料運用の面でも意味がある。

また、ナフサを完全に輸入に頼るという選択も考えられる。現在でも、IPPの燃料輸入は自由である。

本格調査での検討結果に期待する。

3) 発電所の運用について

本プロジェクトの発電所は、ベースロードで運用する計画である。そして、2001年には運開させたい。

4) CEBの労働生産性について

世銀等が構造調整と称して、CEBの労働生産性、即ち事業効率について批判しているが、我々の職員賃金は他の（国の）電力事業体に比較して、非常に低いためCEBの間接費率は小さいという事実がある。

一方、現在、エレクトロワットがLTGEPを再検討しているが、この国ではカントリーリスクが高いこともありBOTは高くつくという調査結果を出している。

5) BOTとOECFの融資について

CEBとしては、OECFのソフトローンが本件には好ましいと考えている。なぜなら、BOTより発電単価を下げられるからである。CEBが主体となることが最も安価に電力を供給する方法である。

しかしながら、わが国への限られたOECFの融資が他のセクター、例えば福祉分野に向けられる可能性があるとすれば、電力セクターへの投入がそれを妨げてはならないと考えている。その場合は、BOTで行うしか方法はない。

6) 液化天然ガス（LNG）利用について

非常に高価な計画であると認識しているが、将来、ミャンマーから日本あるいは韓国へのLNG輸送ルートが確立した際、その途中でスリ・ランカ国を中継して必要な量を陸揚げするルートも考えられる。この場合には、依然として高価な港湾設備を整備する必要はあるが、特殊船舶（LNG船）の調達費等に対する支出などを省くことができ、わが国の火力が天然ガスを利用することのフィージビリティーが良くなる可能性がある。

7) CEBの燃料計画について

CEBは石炭火力の開発に力を入れたい。しかし、現在のところ実現までは多くの障害があり、時間がかかるものと考えている。そのため、応急手段としてコンバインドサイクルの導入は重要である。

8) LTGEPについて

現在、CEBの調査のうち限界費用法（Least Cost Method）を用いて出した結果の再検討をCEBの資金でエレクトロワットに行わさせている。この最終報告書は本年8月にできあがる予定。

そこには、ケラワラピティヤのコンバインドが明確に位置付けられることになっている。

9) スリ・ランカ国の電力状況について

当国では、農村の電化促進は重要課題である。現在の電化率は、40～45%であるが、2005年には80%にする計画である。

また、送電ロスは18%であるが、近い将来に12%まで下げることを目標としている。他の技術上及び運用上の電力損出も改善していき、アセアン諸国並あるいは南アジアで一番の電力先進国となるよう努力するつもりである。

10) LTGEPとTGOPとの差異について

TGOPはエレクトロワットが行った調査で、火力発電所の立地条件だけを候補にあげた発電所単位で調査している。

一方、LTGEPはCEBが独自に調査を行い、TGOPが省いている電力系統のバランスを考慮に入れたものである。

さらに、前述したように現在、エレクトロワットがLTGEPをリバイスしている。

11) プラントの技術仕様について

本格調査では、プラント特にガスタービンの技術仕様について検討する際、将来のビッドのことを考慮して欲しい。例えば、ナフサを燃料とできるガスタービンの製造者は限られており、注意しなければ、高い価格での競争となってしまう可能性がある。

12) ケラワラピティヤサイトについて

サイトは、ネゴンボラグーンの南端から南方へ数キロのところで、元は沼地を埋め立てた工業用地である。この造成は、LRB（Land Reclamation Board）が行った。

13) 新たな開発調査案件について

CEBでは昨年度に、JICAにより送電系統の整備計画を調査してもらったが、新たな要請として、送電系統のオペレーション及びマネージメントに関する調査を行い、適正な組織の体制づくり及び運用の方法を技術援助して欲しい。

また、山岳部にある水系の発電所群の適正運用を目的としたBroadlands Projectに対する開発調査を要請したい。このプロジェクトでは、40MWの流れ込み式発電所を新設し上流の複数のダムの適正運用を図るものである。

14) ブッサについて

ケラワラピティヤの代替地として候補にあったブッサは、２つの理由で計画から外された。

一つは、同地が海軍基地に近すぎるためである。二つ目の理由は、同地が海面より低い土地で造成に費用がかかるためである。

(7) CPC（Ceylon Petroleum Corporation） 7月11日（金）１５：３０～

D.Chandrasekera Refinery Manager

L.H.Ajith Rohana DE Silva Deputy Operation Manager(Off Shore Operation)

以下、製油所長の弁の要約。

1) 製油所の拡張計画について

現在のところ、2004年までの操業計画の中には拡張計画は全くない。以前、政府に拡張計画を要求したが認められなかった。

2) 製油所及びCPCの現状について

スリ・ランカ国唯一の製油所の貯蔵容量は150,000Metric ton で、生産している軽油は輸送用で最大1.8%、発電用で最大1.0%の硫黄分を含んでいる。昨年度の実績で言えば、CPCは国内生産した軽油と同じ量を製品輸入しており、輸入量は増加の一途を辿っている。

輸入原油の陸揚げはコロンボ港の沖合い９Kmにあるの SPMB（Single Point Mooring Buoy）において行っており、その他の石油製品については桟橋にタンカーを横付けして行っている。何れの施設もその容量が限界に近づいてきていることから、ケラニティッサコンバインドプラントプロジェクト以降の新規火力発電所への供給には困難が生じることが避けられない。したがって、ケラワラピティヤへの供給は、既存施設の拡張あるいは専用のSPMBを新設する意外に道はないと思う。

(8) SLLRDC（Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation） 7月14日（月）

Eurlng H. M.K.S.Jayawardenya Deputy General Manager

以下、面談記録。

ケラワラピティヤ埋め立て造成地の土地利用計画は市場の動向に応じてフレキシブルであり、工業用地、住宅用地、倉庫用地、商業用地の大まかな比率が決まっているだけである。

水道については、National Water Supply が北部コロンボ地区の水道拡張を計画しており、この計画によって当該地区の水供給も行われる。

当該地区ではシェル・ランカ（Shell Lanka）がLPGの供給基地を建設する計画を有しており、９６年７月にEIAレポートが提出されているが、計画変更等があり現在本開発計画は中断している。この計画ではLPGはコロンボ港から海底パイプラインで輸送する計画となっている。

当該地区の埋め立て用の砂は、沖合い3.5kmから先の海底で採取し、沖合い1.6kmに設けたフロティングのブイからパイプラインで輸送した。３mの厚さで埋め立てており、砂の重さでピート層の厚密を図ることにしており、現在、地盤は沈下途上にある。

造成地に関するボーリングデータ、埋め立てのEIA報告等の資料を提供することは可能である。海洋のデータについては、新規の漁港建設計画があることから、Fishry Harbour Department に資料があるのではないか。また、Coast Conservation Department, Lanka Hydrawlic Institute, NARA (Nation Aquatic Research Agency)にも資料がある可能性がある。

(9) Ministry of Fishery 7月15日

M.T.K.Nagodavithana

以下、面談記録。

当該地区の漁業関係の統計資料は、Fishery Inspector at Wattala Area に行けば入手可能である。

漁船については登録されているが、漁民は登録されていない。

UNDPが行ったManagement Project for Fishing Industry が参考になるのではないか。

(10) Coast Conservation Department 7月15日

K.D.D.Wijewardane, Chief Engineer(Coastal Works)

以下、面談記録。

海岸部での開発については許可が必要であり、EIAの審査の過程で内容の審査を行っている。沿岸部の深浅図、海洋調査の資料を有している。当該地点については埋め立ての際のEIA報告書に多くの資料が記載されている。当該地点周辺の海岸の浸食が続いており、JICAに対策事業の調査をお願いしている。

海岸地区の保全については、Coastal Zone Management Plan を作成している。(資料入手)