

ガイアナ協同共和国
ガーデン オブ エデン 発電所整備計画
基本設計調査報告書

平成元年7月

国際協力事業団

RY

JICA LIBRARY



1077698(7)

20048

ガイアナ協同共和国

ガーデン オブ エデン 発電所整備計画

基本設計調査報告書

平成元年7月

国際協力事業団



国際協力事業団

20048

序 文

日本国政府は、ガイアナ協同共和国政府の要請に基づき、同国のガーデン・オブ・エデン発電所整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和63年7月から平成元年5月にかけて実施した開発調査マスタープラン「ガイアナ協同共和国沿岸地域電力開発計画」の調査結果を基に、今般平成元年6月1日から6月30日までの間、補足の国内作業を実施し、本報告書を完成した。

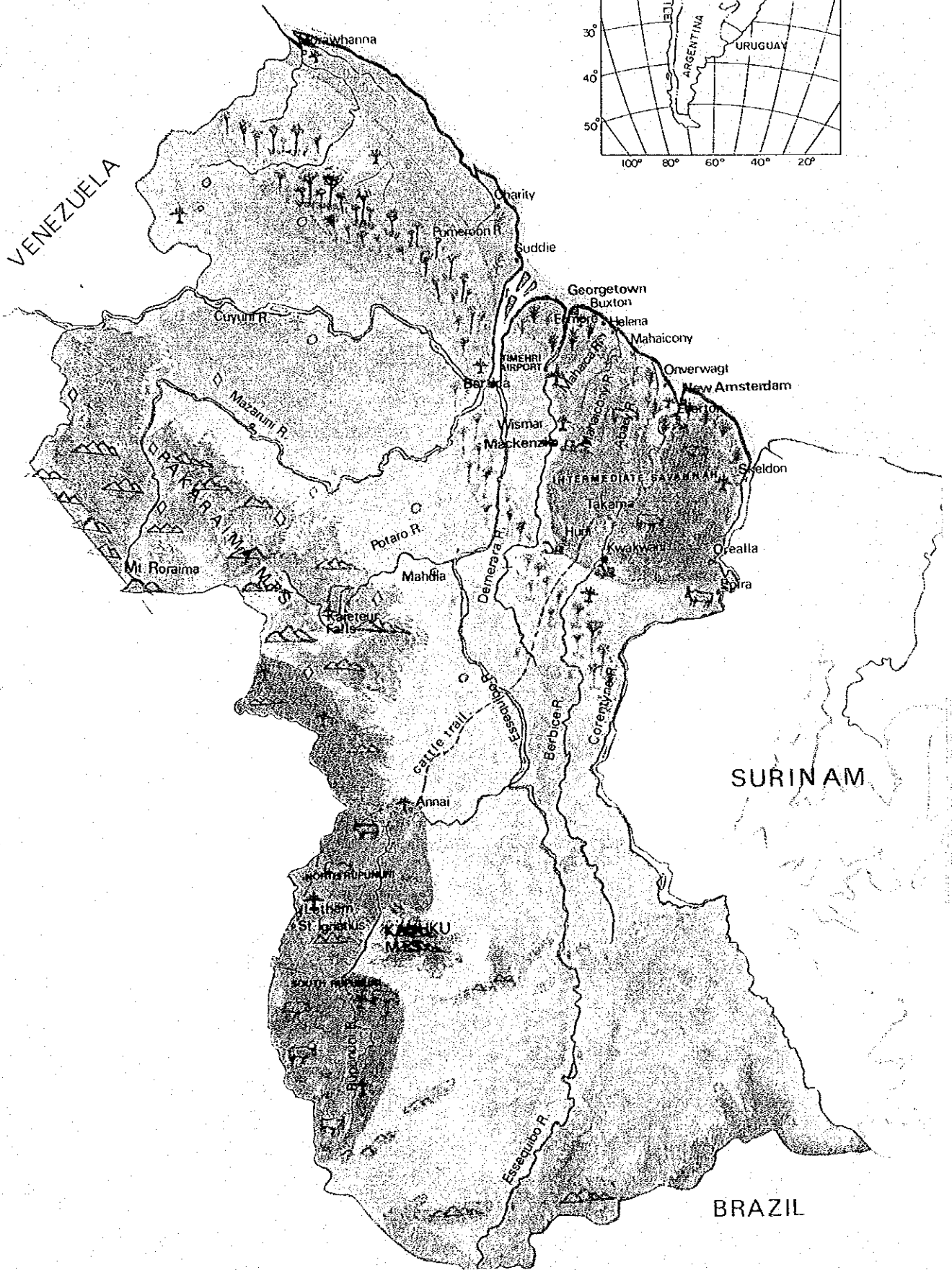
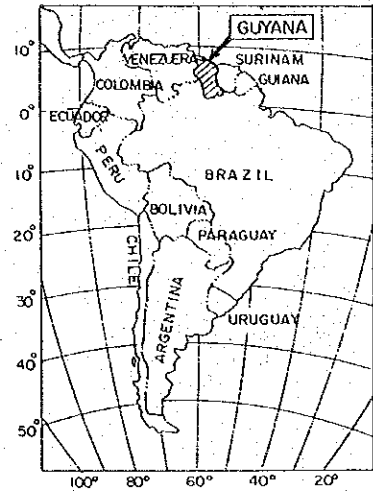
本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

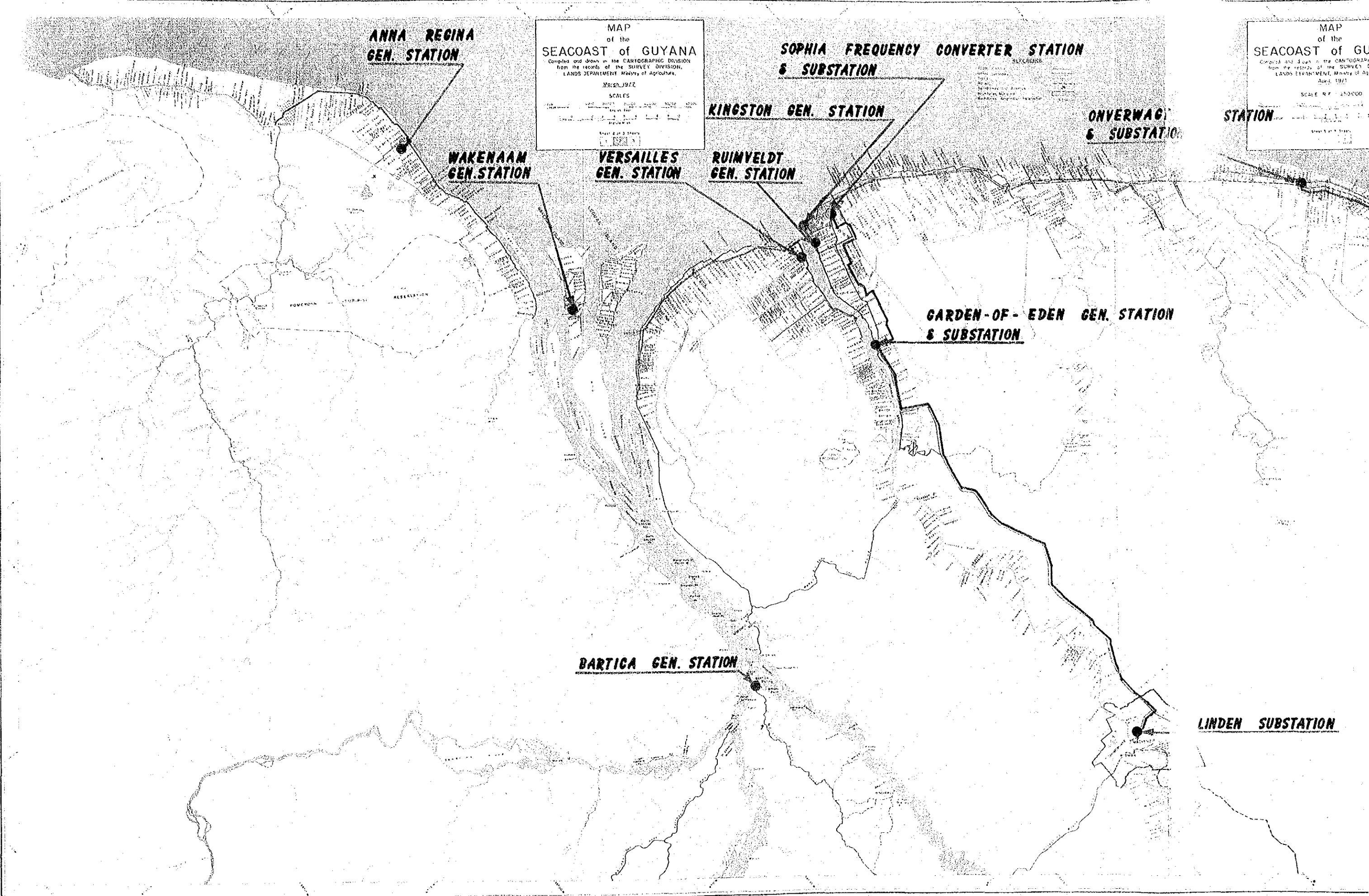
最後に、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成 元年 7月

国際協力事業団
総 裁 柳 谷 謙 介

THE COOPERATIVE REPUBLIC OF GUYANA





MAP
of the
SEACOAST of GUYANA
Compiled and drawn in the CARTOGRAPHIC DIVISION
from the records of the SURVEY DIVISION,
LANDS DEPARTMENT Ministry of Agriculture,
March 1972
SCALES
1:50,000
1:100,000
1:200,000
1:400,000
1:800,000
1:1,600,000

MAP
of the
SEACOAST of GU
Compiled and drawn in the CARTOGRAPHIC DIVISION
from the records of the SURVEY DIVISION,
LANDS DEPARTMENT Ministry of Agriculture,
March 1972
SCALE 1:1,000,000
Sheet 1 of 1 Sheet

**ANNA REGINA
GEN. STATION**

**SOPHIA FREQUENCY CONVERTER STATION
& SUBSTATION**

KINGSTON GEN. STATION

**ONVERWAGT
& SUBSTATION**

**WAKENAAM
GEN. STATION**

**VERSAILLES
GEN. STATION**

**RUIMVELDT
GEN. STATION**

**GARDEN-OF-EDEN GEN. STATION
& SUBSTATION**

BARTICA GEN. STATION

LINDEN SUBSTATION

Y CONVERTER STATION

ONV
& SUB
STATION

T GEN. STATION

MAP
of the
SEACOAST of GUYANA
Compiled and drawn by the CARTOGRAPHIC DIVISION
from the records of the SURVEY DIVISION,
LANDS DEPARTMENT, Ministry of Agriculture,
April 1977
SCALE R.F. 1:250,000

**CANEFIELD GEN. STATION
& SUBSTATION**

NO. 53 SUBSTATION

RESERVED
DATE: 1977
SCALE: 1:250,000
NO. 53
4432/78-30-4-1/2
SOUTH AMERICA
SOUTH AMERICAN

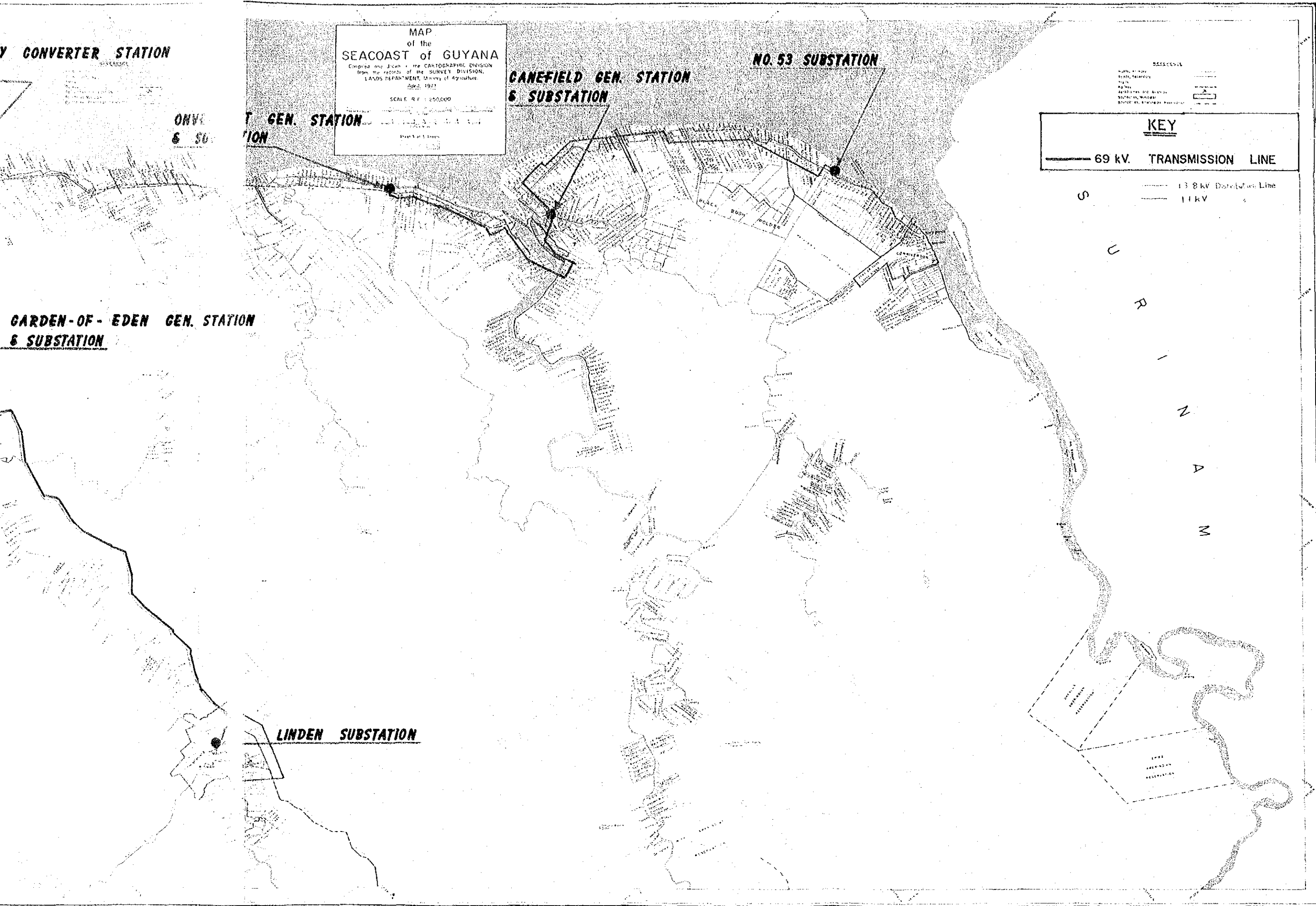
KEY
— 69 kV. TRANSMISSION LINE

— 13.8 kV Distribution Line
— 11 kV

**GARDEN-OF-EDEN GEN. STATION
& SUBSTATION**

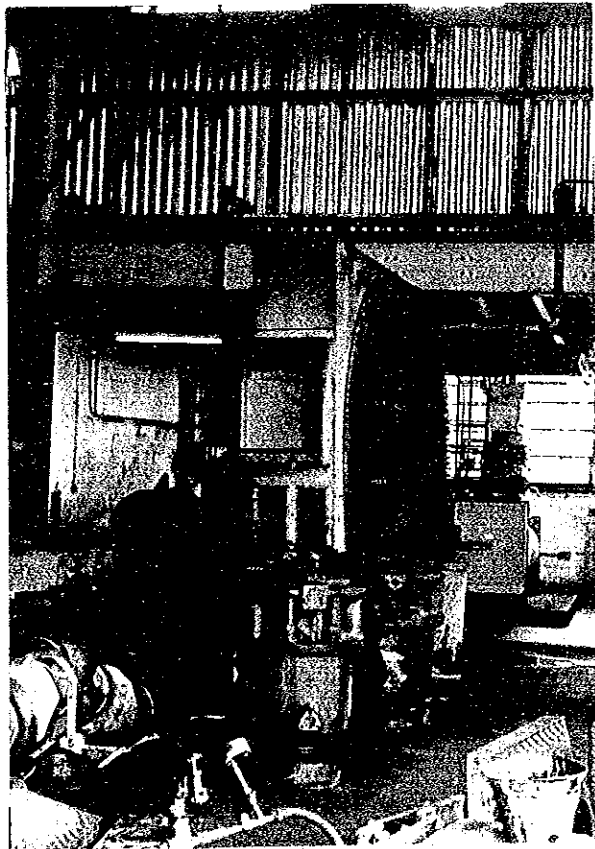
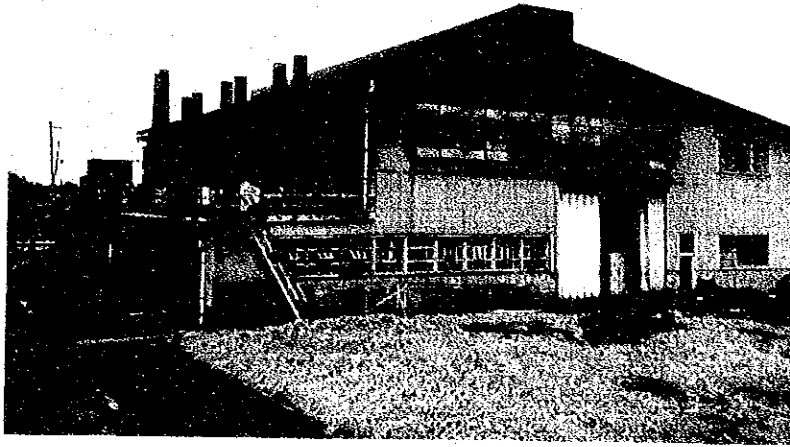
LINDEN SUBSTATION

S
U
R
I
N
A
M



Garden of Eden Power Station

(5.7MW × 3)



要約

要 約

ガイアナ協同共和国 (The Cooperative Republic of Guyana) は南米大陸の東北端にあって大西洋に面し、北緯約1度から8度付近に位置している。国土面積は約21.5万平方キロメートル、総人口は1984年において約80万人と推定され、1966年英連邦から独立した。その首都はGeorgetownである。

ガイアナ国の経済は主としてボーキサイト、砂糖、米の生産に依存している。特にボーキサイトは総輸出額の半分を占めている。1985年の主な経済指標はGDPが473.3百万米ドル、輸出額は215百万米ドル、輸入額は262百万米ドルで、1人当りのGDPは493米ドルとなっている。

ガイアナ電力公社 (Guyana Electricity Corporation: GEC) は同国唯一の電力公社で、1960年12月、Demerara電力会社の資産を買収したガイアナ国政府により設立され、1988年の保有設備出力は72.6MW、その構成はディーゼル発電設備42.6MW (59%)、汽力発電設備30MW (41%) である。

今回の調査対象地域であるGeorgetown及びその近郊に電力の供給を行うDemerara・Berbice電力系統は同国全体の約93%の発電設備を占める最も大きな電力系統で、他は小規模の単独系統が3ヶ所に点在している。

Demerara・Berbice電力系統には、4ヶ所のディーゼル発電所と、1ヶ所の汽力発電所があり、12基の発電設備 (設備容量67.2MW、1960年から1970年初期に運転開始) がある。しかし、1988年9月現在、4基の発電設備 (設備容量19.7MW) は故障で停止中である。さらに、運転可能な発電設備 (設備容量47.5MW) も満足な出力を出すことが出来ず、最大出力37.2MWに制限して運転している状況にある。一方、最大需要電力は1987年で約46MWであるので約9MWの供給力が不足している。このような電力需給状態をひきおこしているのは1960年から1970年の初期に建設された老朽化した発電設備が大半を占め、しかも資金不足により必要な部品の輸入が困難となり、設備の補修が出来ないためである。こうした状況により、Demerara・Berbice電力系統は、供給力が不足し恒常的な計画停電と政府系企業であるガイアナ鉱業企業 (Guyana Mining Enterprise: GUYMINE) からの電力融通により急場を凌いでいる。

ガイアナ国政府は、このような慢性的な電気の供給力不足 (約9MW) の現状を憂慮し、その対策として次の計画を策定した。

- ・ 既設々備の改修計画

米州開発銀行 (The Inter-American Development Bank: IDB) の融資による既設々備の改修を、1990年迄に完了する事を目標としてG E Cは努力中である。

・ 沿岸地域電力開発計画

同国政府は昭和63年沿岸地域電力開発のためのマスタープランの作成を日本国政府に要請し、国際協力事業団は調査を実施した。調査団はガイアナ国の電力事情の現状と今後の対策 (対象期間1988年-1998年) について「沿岸地域電力開発計画報告書」に取りまとめ、平成元年5月、同報告書は日本国政府を通じて、ガイアナ国に提出された。同報告書でも電力需給の状況が極めて悪い事が確認されている。即ち、現在Demerara・Berbice 系統の最大需要電力及び電力量は、1989年52.9MW, 283.4GWH, 1991年56.2MW, 301.3GWHとそれぞれ予想しており、不足電力は、1989年11.2MW, 1991年14.5MWとそれぞれ予想している。

よって、その対応策として計画では、Garden of Eden発電所とOnverwagt 発電所の整備について提言を行なっている。

ガイアナ国政府は、「沿岸地域電力開発計画」マスタープランの提言に基づき、Garden of Eden 発電所、Onverwagt 発電所の整備計画を立案した。然しながら、事業実施に必要な財源の手立てがつかず、今回Garden of Eden発電所の老朽化した設備を廃止し、新規ディーゼル発電機 (出力5.7MW) に更新する計画について、日本国政府に無償資金協力を要請してきた。

要請内容を検討し、協力案を策定するに当り、国際協力事業団は先に実施した沿岸地域電力開発計画の調査結果を基に基本設計調査を行い、計画設備の最適規模、計画実施後におけるガイアナ側の設備運営能力及び本要請計画を日本の無償資金協力で実施することの妥当性について検討を行った。

調査の結果、1991年の電力需給状況では (Onverwagt発電所: 出力7.8MWの更新計画が実施された場合) 供給力が6.7MW不足する。この需給バランスを改善するために出力5.7MWのディーゼル発電設備を計画した。出力規模の決定に当っては既存の敷地、基礎の利用を考えると5.7MWが限度である。

発電設備の概要は次の通りである。

ディーゼルエンジン	8,070 PS	1台
3相交流発電機	5,700 KW	1台

配電盤開閉装置, 所内用変圧器他	1式
予備品, 工具類	1式

この発電設備は、Garden of Eden発電所既存の建屋内に設置し、ディーゼル発電機の運転・保守に必要な、燃料系統、冷却水系統及び天井走行クレーン等は既存の設備を利用する。

本プロジェクトを日本の無償資金協力で実施する場合に必要な概算事業費は7.19億円（日本側負担分7.12億円、ガイアナ側負担分670万円）であり、ガイアナ側の負担する工事費は主として既存設備の撤去工事費に当てられる。また実施に必要な期間としては、実施設計に4ヶ月、機器の製作・据付及び調整試験に13ヶ月が必要となる見込みである。

本プロジェクトの完成によって得られる発電々力量及び収支は次のように予想される。

発電機出力	5.7 MW
年間発生電力量（発電端）	34,950MWh
年間販売電力量	28,660MWh
年間電力料金収入	3.13億円（2,400万G\$）
年間維持管理費	2.99億円（2,300万G\$）

本プロジェクトの完成後、同設備に必要な維持管理費は、売電に依って見込まれる収入によって賄うことができる。本ディーゼル発電所への燃料の供給は、既存の火力発電所と同様、政府系企業であるガイアナ国家エネルギー庁(Guyana National Energy Authority:GNEA)を通じてヴェネズエラから輸入しており、そのルートは確立されているので供給不安はない。

本プロジェクトのガイアナ国側実施主体は、大統領府国際経済協力局(Department of International Economic Co-operation: D I E C)である。

G E CはD I E Cの監督下において、本プロジェクトの工事に伴う業務の実施を担当する。G E Cは既に15年以上に亘るディーゼル発電所の運用経験を有し、この実績から判断して本ディーゼル発電設備を維持管理する上での問題点はない。しかし、本ディーゼル発電設備固有の運転・保守技術については、据付工事から調整試験に亘る期間、日

本より派遣される製造業者の技術員により、GECの技術スタッフに対して技術移転を行う計画とする。

本プロジェクトの実施による効果は次の通りである。

直接効果

- ・供給力の増加により、電力供給バランスが緩和され、現在頻繁に行われている数時間の停電は、最大需要電力時の約1～2時間となり改善される。
- ・既存の発電設備の熱効率26.2%に比べ、新設の発電設備は熱効率が43%と高いため、年間約8,700万円(670万\$)の燃料費が節約される。
- ・新設の発電設備による年間発生電力量はDemerara・Berbice電力系統の総人口(約66万人)の12%の消費電力量に相当するものと見込まれる。
- ・新設の発電設備による年間電力料金収入は3.13億円(2,400万\$)と見込まれる。
- ・供給力の増加により、機器の点検および修理に必要な停止時間が確保される。

間接効果

- ・停電の減少により民生の安定と産業の活性化が図られる。

以上のことから、本プロジェクトは「沿岸地域電力開発計画」に沿い、ガイアナ国側の設備の運営維持に関する技術能力にも特に問題なく、かつ経済的にもその波及効果は大きい。よって日本国政府の無償資金協力計画として充分妥当なものと判断される。

ガイアナ国は本プロジェクトの完成後、その設備の機能を長年に亘って維持するため、本設備の運転・保守に携わる技術要員の技術修得を積極的に図ると共に、マニュアル記載の点検、手入れ基準を遵守し、部品および燃料の調達について、恒常的に予算を確保する必要がある。

目 次

序 文	
地 図	
写 真	
要 約	
第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	3
2.1 ガイアナ協同共和国の一般概況	3
2.1.1 国土, 気候	3
2.1.2 計画地点の概況	3
2.2 経済・社会概況	4
2.2.1 主要産業	4
2.2.2 経済成長	5
2.2.3 国際収支	6
2.3 ガイアナ国の電力事情	6
2.3.1 事業発展の経過	6
2.3.2 電気事業者 (G E C)	8
2.3.3 電力設備概要	10
2.3.4 電力需給状況	22
2.3.5 電力料金	28
2.4 電力需給の問題点と本プロジェクトの役割	31
2.5 電力部門に対する外国援助	31
2.6 要請の内容	33

第3章 計画の内容	35
3.1 計画の目的	35
3.2 要請内容の検討	35
3.2.1 電力需要予測	35
3.2.2 電力需給バランス	40
3.2.3 本プロジェクトの必要性と運開時期	45
3.2.4 最適発電所形式の選定	45
3.2.5 既設火力発電所の改修計画	46
3.2.6 プロジェクトサイトの選定	49
3.2.7 実施運営計画	49
3.2.8 要請施設・機材の内容	50
3.2.9 技術協力の必要性	50
3.3 計画の概要	51
3.3.1 事業計画	51
3.3.2 計画地の位置・状況	51
3.3.3 供与資機材の概要	52
3.3.4 維持・管理計画	53
3.3.5 技術指導	58
第4章 基本設計	59
4.1 設計方針	59
4.2 基本設計の条件	61
4.2.1 気象条件	61
4.2.2 燃料の組成	61
4.2.3 冷却水の組成	62
4.2.4 適用規格	62

4.3	基本設計	62
4.3.1	ディーゼル発電所の諸元	62
4.3.2	敷地・配置計画	63
4.3.3	ディーゼルエンジン出力と発電機容量	65
4.3.4	所内変圧器の容量	66
4.3.5	運転制御装置	66
4.3.6	しゃ断器	67
4.3.7	機材計画	67
4.3.8	基本設計図	70
第5章	事業実施計画	79
5.1	実施体制	79
5.1.1	ガイアナ国の業務	79
5.1.2	コンサルタントの業務	80
5.1.3	請負業者の業務	81
5.2	実施業務の範囲	82
5.2.1	日本国側が分担する業務	82
5.2.2	ガイアナ協同共和国側が分担する業務	82
5.3	調達・輸送・施工計画	82
5.3.1	資機材の調達計画	82
5.3.2	輸送計画	84
5.3.3	施工計画	85
5.4	実施スケジュール	85
5.5	概算事業費	86

第6章 事業評価	89
6.1 事業の効果	89
6.1.1 直接的効果	89
6.1.2 間接的効果	89
6.2 事業の妥当性	89
6.2.1 技術面での妥当性	89
6.2.2 運営・管理面での妥当性	90
6.2.3 組織・要員面での妥当性	90
第7章 結論と提言	91
7.1 結 論	91
7.2 提 言	91
資 料 編	
資料－1 調査団員の構成	93
資料－2 収集資料リスト	94

第1章

緒 論

第 1 章 結 論

首都 Georgetown はガイアナ国の沿岸部の中心に位置し、同国の政治、経済の中心地である。この地域に電力の供給を行なう Demerara・Berbice 電力系統の電力需要は、全国の約 96% (1987年) 以上を占めている。

Demerara・Berbice 電力系統には、4ヶ所のディーゼル発電所と、1ヶ所の汽力発電所があり、12基の発電設備 (設備容量 67.2MW, 1960年から1970年初期に運転開始) がある。しかし、1988年9月現在、4基の発電設備 (設備容量 19.7MW) は故障で停止中である。さらに、運転可能な発電設備 (設備容量 47.5MW) も満足な出力を出すことが出来ず、最大出力 37.2MW に制限して運転している状況にある。一方、最大需要電力は1987年で約 46MW であるので約 9MW の供給力が不足している。

このような電力需給状態をひきおこしているその主な原因は

- ・既存発電設備の老朽化

既存の発電設備は1960年から1970年の初期に建設された老朽化設備が大半を占め、しかも資金不足により必要な部品の輸入が困難となり、発電設備の補修が行われなかった。

- ・新規発電設備の建設

新規発電設備の建設が、需要増に拘らず資金不足により行われなかった。

ガイアナ国唯一の電力会社であるガイアナ電力公社 (Guyana Electricity Corporation : GEC) は、このような電力需給状態のため、供給力の不足分を、地域別の計画停電と、政府系企業のガイアナ鉱業企業 (Guyana Mining Enterprise : GUYMINE) からの電力融通 (約 5～8 MW) によりその一部を補っている。

上記に述べたごとく、資金不足により電源開発の新規計画は今回要請の 5.7 MW 以外は具体化されたものが無く、IDB の資金融資 (1985年調印, 16.1百万US\$) に依り、1990年完了予定の既設々備の改修計画に依る回復出力 18MW に期待するのみである。今回対象の Demerara・Berbice 電力系統について、既設設備の改修計画が予定通り行われ、100% その成果を発揮し、全発電設備がフル稼働しても、運転・保守の万全を期するための定期点検等に依る設備の停止を考慮すると1991年には最大 14.5MW (最大需要電力の約 26%) の供給力が不足する見込みである。

この事実は、昭和63年、ガイアナ国政府の要請に依り、先に国際協力事業団が実施した、「沿岸地域電力開発計画」の中期計画（1988年～1998年）の調査結果でも、電力需給状況が逼迫している事が確認され、緊急に改善する必要があるものと認められている。

ガイアナ国政府は国民生活ならびに産業に不可欠の電力がこの様な状況下にあることを憂慮し、緊急に改善する必要に迫られていることから、今回Garden of Eden発電所の老朽化した設備を廃止し、新規ディーゼル発電機（出力5.7MW）に更新する計画について日本国政府に無償資金協力を要請した。

この要請内容を検討し協力案を策定するため、先に国際協力事業団が実施した「沿岸地域電力開発計画」現地調査(1988年)結果をもとに無償資金協力に必要な補足調査を国内において実施し、基本設計を行った。本補足調査において、本プロジェクトの妥当性を検討の上、現地の電力事情が緊急の処置を必要としているとの結論を得て、工期の短いディーゼル発電設備の更新が適切と判断し、資機材の選定、発電設備の基本設計、概算事業費、設備の維持管理計画を策定し、本プロジェクトを実施するための最適案をとりまとめた報告書である。

第2章

計画の背景

第 2 章 計画の背景

2.1 ガイアナ協同共和国の一般概況

2.1.1 国土，気候

(1) 国 土

ガイアナ国は南米大陸東北端にあって大西洋に面し，北緯約1度から8度に位置している。国土面積は約 215,000平方kmで，西側はヴェネズエラ，東側はスリナム，南側はブラジルと国境を接している。

大西洋沿いに長い海岸平野が広がり，所々沼沢地があり，入江や小川に洗われている。海岸平野の西側と南側は熱帯性雨林が連なり，丘陵地が散在し，これらは次第に高度を増してヴェネズエラおよびブラジルとの国境に向かっている。

南から北に，Essequibo, Demerara, Berbiceおよび Corentyneの4大河川が流れ，大西洋に注いでいる。

総人口は1984年において約80万人と推定され，人口増加率は年約 2.1%である。

主要都市はDemerara地域のGeorgetown市（首都）と Corentyne地域のNew Amsterdam市である。向背地にあるLindenはボーキサイトの生産中心地として知られ，また Essequibo海岸地帯の主要な町として Anna ReginaおよびWakenaamがある。

(2) 気 候

気候は典型的な熱帯雨林性気候であり，年平均雨量は約 2,500mmである（1971～1985年）。また，最高気温は摂氏30～31度，最低気温は摂氏23～24度である（1974～1985年）。

2.1.2 計画地点の概要

本プロジェクトの計画地点であるGarden of Eden発電所は，ガイアナ国の首都であるGeorgetown市の中心から南へ約22kmのDemerara河東岸に位置している。

Garden of Eden発電所は，その発生電力を，69kVに昇圧しDemerara系統のSophia周波数変換所及びLinden変電所に送電している。さらに，13.8kV配電線により，Georgetown市内，国際空港等に電力を供給する重要な発電所である。

重量物の輸送についてはGeorgetown港から発電所まで陸上、海上いずれの輸送も可能である。海上輸送の場合は、既設機器の建設時に使用した、発電所構内に設置されている荷揚埠頭の修復工事を行えば利用可能である。さらに、近くには民家もなく敷地も広いので騒音、振動、排気ガス等の環境問題にも何等支障は無く、極めて立地条件の良い計画地点である。

2.2 経済・社会概況

2.2.1 主要産業

ガイアナ国の国家経済は主としてボーキサイト、砂糖、米の生産に依存している。言うまでもなく、外貨の保有は国家経済の着実な成長を確保する上に不可欠な条件である。1987年の国際通貨基金（IMF）の統計によれば、下記に示すように、1985年の総輸出額のうち48.2%がボーキサイト、32.2%が砂糖、6.5%が米、残り13.1%がその他生産物の輸出によって占められていた。

	輸 出 額 (百万US\$)	比 率 (%)	1986年推定生産量
ボーキサイト	421.6	48.2	1.47 百万トン
砂 糖	282.0	32.2	245.44 百万トン
米	56.6	6.5	183.000百万トン
その他生産物	115.2	13.1	—
合 計	875.4	100.0	

1966年のガイアナ国独立当時、ボーキサイトおよび砂糖部門は外国企業によって支配されており、地元の私営産業としてはローカルな商取引や配給、農業および小規模製造業が営まれていた。1970年代初めにガイアナ国政府はボーキサイトおよび砂糖部門を国営化し、これに続いて漸次他の経済部門においても政府が活動の主体を成すようになった。

農業活動の大部分は海岸平野沿いに集中している。鉱産資源や木材資源は、道路等のインフラ設備が未設備なため、アクセスが難しく、広大な向背地域に大部分未開発の儘となっている。

2.2.2 経済成長

1970年代前半は、主要輸出品目の価格条件が有利であったため、ガイアナ国の実質国民所得は年平均約4%の割合いで増大した。

これに対して、1975-1980年は、砂糖輸出価格の低落や、主要輸出品目に対する需要の低減、およびボーキサイト、砂糖生産量の減少が原因となって経済成長は大幅に低下し、経済危機に直面した。政府は、1980年、経済復興計画を開始した。この計画は、輸出の拡大と国産品愛用運動の推進によって経済成長の回復と雇用の増大、および国際収支の改善を目指すものであったが、1982年および1983年の実質GDPは著しく減少し、1983年の国民生産は1980年の水準を16.5%も下回る結果となった。ボーキサイトおよび砂糖の生産量は国際価格の下落等により大幅に減少し、外貨収入の減少に連なる結果となった。

しかしながら、1984年以降は、主としてボーキサイトの生産改善によって国家経済に幾つかの復興のきざしが見えるようになった。実質GDPは前年度に対して1984年は2.1%、1985年は0.9%、1986年は0.3%の増加を記録した。これは1980年代初期の下降線を数字が示す通り確実に改善したものである。

1974年から1986年までのGDPの推移は下記に示す通りである。

年次	時価 (百万G\$)	デフレーター (1980:100)	1980年価格 (百万G\$)
1974	955.0	68	1,400.0
1975	1,188.0	77	1,546.0
1976	1,136.0	71	1,591.0
1977	1,125.0	74	1,515.0
1978	1,268.0	85	1,489.0
1979	1,326.0	90	1,479.0
1980	1,508.0	100	1,508.0
1981	1,697.0	101	1,576.0
1982	1,446.0	105	1,380.0
1983	1,468.0	117	1,259.0
1984	1,700.0	-	1,285.0 (推定)
1985	1,964.0	-	1,297.0 (")
1986	2,219.0	-	1,301.0 (")

出所：International Financial Statistics 1987 (IMF)

2.2.3 国際収支

1984年には貿易収支に若干の黒字を記録したが、国際収支は、下記に示すように、1980年から1985年まで、赤字が続いている。

	(百万US\$)		
	1983	1984	1985
輸出	193.2	217.0	215.0
輸入	-248.3	-214.3	-262.2
貿易収支	-55.1	2.7	-47.2
サービス収支	-100.5	-108.3	-112.3
移転収支	1.0	6.2	6.5
経常収支	-154.6	-99.4	-153.0
資本収支	-1.7	-7.8	-47.6
誤謬・脱漏	-7.9	-10.3	-47.6
国際収支	-164.2	-117.5	-178.2

出典：Recent Economic Development (IMF)

2.3 ガイアナ国の電力事情

2.3.1 事業発展の経緯

GEC は、1950年代Georgetown周辺地域の電力供給を行うため設立されたDemerara電力会社(Demerara Electric CO., LTD.)の資産を買収したガイアナ政府によって1960年12月28日設立された。設立当初のGEC 保有発電所の設備出力は、Kingston “A” 発電所、Ruimveldt発電所および“運輸、港湾局”の貨物保管ヤードに設置されていた2基の小型ディーゼル機器を含めて合計15.1MWにすぎなかった。当時の配電設備は、14KV一次配電線がGeorgetown市内、Demerara東部海岸(Better Hopeまで)、およびDemerara河東岸沿い Diamondまでの地域まで伸びており、合計約31,000戸の需要家に電力供給を行っていた。これらの発電設備は、耐用年数が過ぎ現在では全て廃棄されている。

1962年から1967年にかけて、Kingstonに各10.0MWの汽力発電設備3基が建設され、Kingston “B” 発電所が完成した。また、1978年には、Kingston “B” 発電所構内に、各10.0MWのガスタービン発電機2基が建設されたが、この設備は計測装置等の

故障により運転不能となり、廃棄されて数年になる。

1964年、Demerara河西部のBest地域が海底ケーブルによってKingston発電所と連系され、電化された。この地域では、その後の電力需要増に対処するため1967年から1972年にかけて合計5基のディーゼル発電設備が建設され、Versailles発電所として運転していたが、1985年に、日本政府の無償援助計画によるディーゼル発電設備2.0MW3基の新設によって設備更新された。

1976年および1977年に、Georgetown南部地域の電力需要増に対処するためGarden of Edenに5.7MW4基のディーゼル発電設備が建設され、運転を開始した。

西Berbice地域では、GECによるOnverwagtの小規模ディーゼル発電所の建設によって、はじめて電力供給が開始された。この発電所は、1973年に1MW4基、1981年に2.5MW1基が増設されたが、現在運転されているのは2.5MW1基のみであり、他は全て耐用年数が過ぎ廃棄処分となっている。

New Amsterdam, Corentyne地域においてはGECによってはじめて電力供給が開始されたのは、GECが#53 Villageに小規模ディーゼル発電所を建設した1972年であり、翌1973年にはRose Hallにも小規模発電所が建設された。1979年には、ニューアムステルダム電力会社(New Amsterdam Electric Works)がGECに買収され、現在ではNew Amsterdam, Corentyne地域へのGECによる電力供給はCanefield発電所(5.8MW2基)から行われている。

Anna Regina, Wakenaam, Bartica等の個別系統にはじめて電力供給が開始されたのは下記の年からであり、いずれも小規模ディーゼル発電所を通してである。

Anna Regina	1964年
Wakenaam	1981年
Bartica	1970年

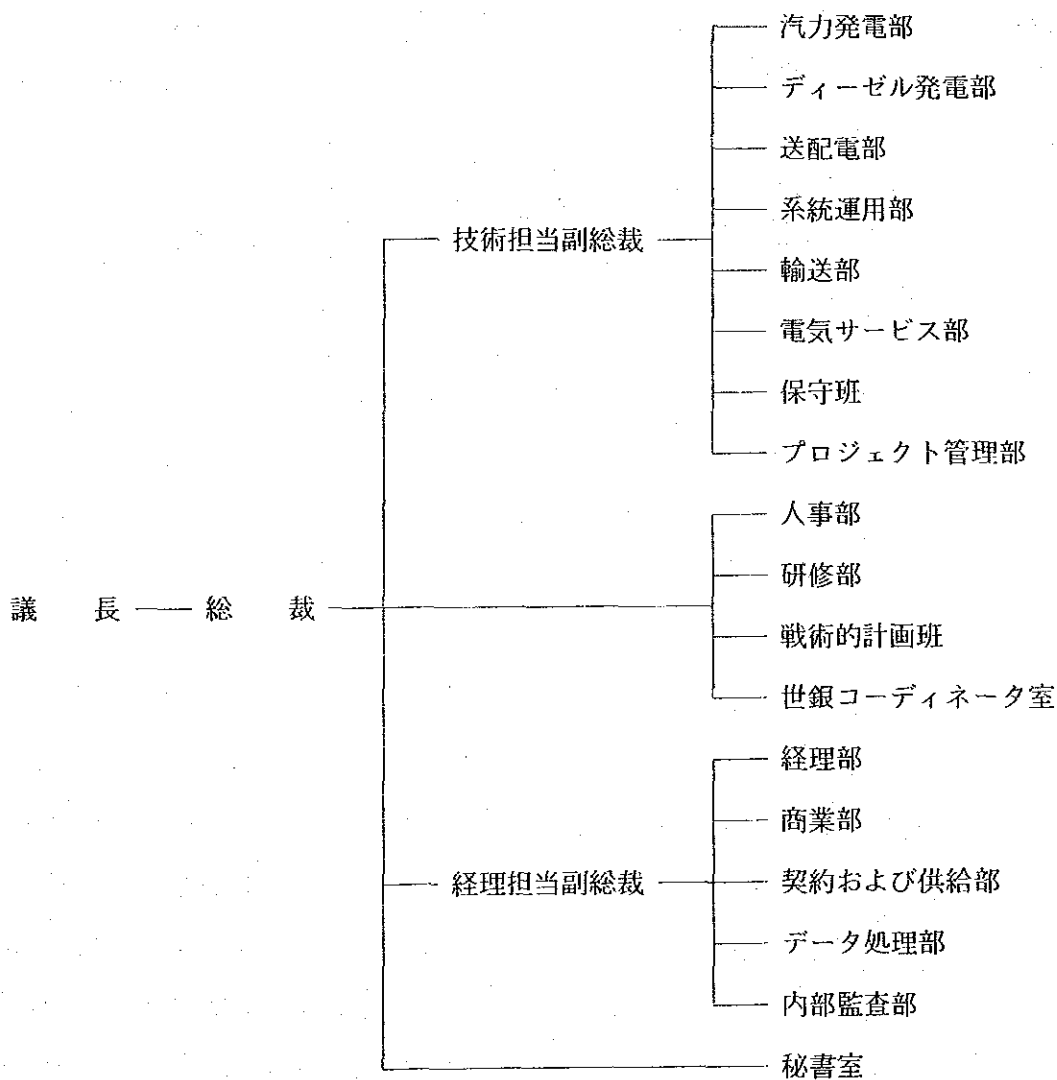
Fig 2.3.1にガイアナ電力公社電力設備図を示す。

(1) 理事会

GEC の最高議決機関は理事会である。理事会は、関係省庁やGEC, GUYMINE, ガイアナ砂糖公社 (Gayana Sugar Corporation : GUYSCO)等の公社機関, 労働組合, 学識経験者等を代表するメンバーによって構成されており, 営業や財政上の方針, 電源開発計画, 系統拡大計画その他重要事項を協議決定する。

(2) 本部組織

GEC の業務は 2 名の副総裁 (技術部門および経理部門) に補佐された総裁によって総括管理され, 日常業務は下記18の部, 室, 班等によって行われ, その従業員数は 1,581人 (エンジニア25人, スタッフ 1,556人, 1988年 3月) である。



2.3.3 電力設備概要

(1) 電力系統

G E Cの電力系統は、Demerara系統および Berbice系統(西Berbice とCorentyneを含む)の2つの連系系統と、Anna Regina, Wakenaam, Barticaを含む単独系統から構成されている。(Fig 2.3.3 参照)

1988年8月現在における系統別のG E C所有の発電設備を以下に示す。

発電所	台数	設備出力 (MW)	可能出力 (MW)
Demerara系統:			
Kingston "B"	3	30.0	25.5
Versailles	3	6.0/4.8 注1	4.2
Garden of Eden	3	17.1	3.0
小計	9	53.1/51.9	32.7
Berbice系統:			
Canefield	2	11.6	4.5
Onverwagt	1	2.5	(1.8) 注2
小計	3	14.1	4.5
単独系統:			
Anna Regina	3	4.08	2.3
Wakenaam	1	0.5	0.5
Bartica	2	0.78	0.3
小計	6	5.36	3.1
全系統合計	18	72.6/71.4	40.3

注1 60Hz/50Hz

注2 ()は故障停止中の設備

1) 連系系統

① Demerara系統

Demerara 系統には、汽力発電所として Kingston "B" , ディーゼル発電所としてVersaillesおよびGarden of Edenの2発電所があり、1988年8月現在の総設備出力は51.9MW、可能出力は32.7MWである。同系統は50Hz供給地域と60Hz供給地域の2地域に分れており、Kingston "B" 発電所は50Hz発電所、Garden of Eden発電所は60Hz発電所である。また、Versailles発電所は50Hz、60Hzの両用発電所である。

周波数の異なるこれら両地域間の電力融通のため、1976年に10.0MW 3台のRotary-converterを持つSophia周波数変換所が開設され、運転している。

発電所	周波数(Hz)	設備出力(MW)	可能出力(MW)	運開年次
Kingston "B"	50	10.0×3	8.5×3	1963~67
Versailles	60/50	2.0/1.6×3	1.4×3	1985
Garden of Eden	60	5.7×3	3.0×1	1975
合計		53.1/51.9	32.7	

Demerara 系統は、110.4Km の69kV送電線によってGUYMINEの Linden 発電所(60Hz)－Garden of Eden発電所－Sophia周波数変換所が結ばれており、また、Sophia変換所の60Hz側と後述の Berbice系統内 Onverwagt発電所の West feederとの間が13.8kV線約93Kmによって連系されている。

また、東Demerara地域と西Demerara地域との間には、両地域内を流れるDemerara河の河底に50Hz系および60Hz系各1条のケーブルが布設されており、このうち50Hz系はVersailles発電所と接続し、60Hz系はVersailles発電所の手前約10KmのConcervancy 地点まで伸びている。しかしながら、1987年5月、50Hz系ケーブルは、船事故のため切断された。従って、1988年7月現在、Versailles発電所は西Demerara地域の需要のみを賄っている。

1987年におけるDemerara地域の最大需要電力は、可能出力32.7MWに対して37.8MWであった。この供給力の不足は69kV送電線を通してGUYMINEのLinden発電所からの受電によってカバーされているが、GEC系統内の供給力は絶対的に不足しており、常時、計画停電が実施されている。

GUYMINEとGECとの間の契約では、GUYMINEからの融通電力は4MWまでとされているが、最近におけるGEC発電所の大幅な供給力不足をカバーするため、GUYMINEの発電力に余力がある時には5～8MWの電力融通が行われている。

なお、LindenにあるGUYMINEの発電所は、設備出力27.5MWの汽力発電所である。

② Berbice 系統

Berbice 系統に含まれるGECの発電所は Onverwagtおよび Canefieldの両ディーゼル発電所であり、60Hzで電力供給が行われている。この系統は97.6kmの69kV送電線によって Onverwagt発電所－Canefield発電所－No.53変電所が結ばれている。

また、前項で述べたように、Onverwagt発電所とDemeraraのSophia変換所の間が約93 kmの13.8kV線で連系されている。

系統内の上記2発電所の合計設備出力は14.1MWで可能出力は僅か4.5 MWである。

発電所	周波数 (Hz)	設備出力 (MW)	可能出力 (MW)	運用年次
Onverwagt	60	2.5×1	(1.8)	1981
Canefield	60	5.8×2	4.5×1(2)	1978
合計		14.1	4.5	

Berbice-Corentyne 地域には、GUYMINEのEverton 発電所（設備出力1.05 MW×3）とGUYSCOのAlbion Estate の発電設備（設備出力1.7 MW×2）があるが、何れもGECの電力系統からは独立している。GECとGUYSCOとの間には全く電力融通は行われておらず、Everton 発電所との間は、GECの供給力が極端に不足した場合にのみ融通が行われている。

2) 独立系統

独立系統には、Anna Regina, Wakenaam, およびBartica の発電所がある。このうち、Anna Regina は50HZ供給、他は60HZ供給である。

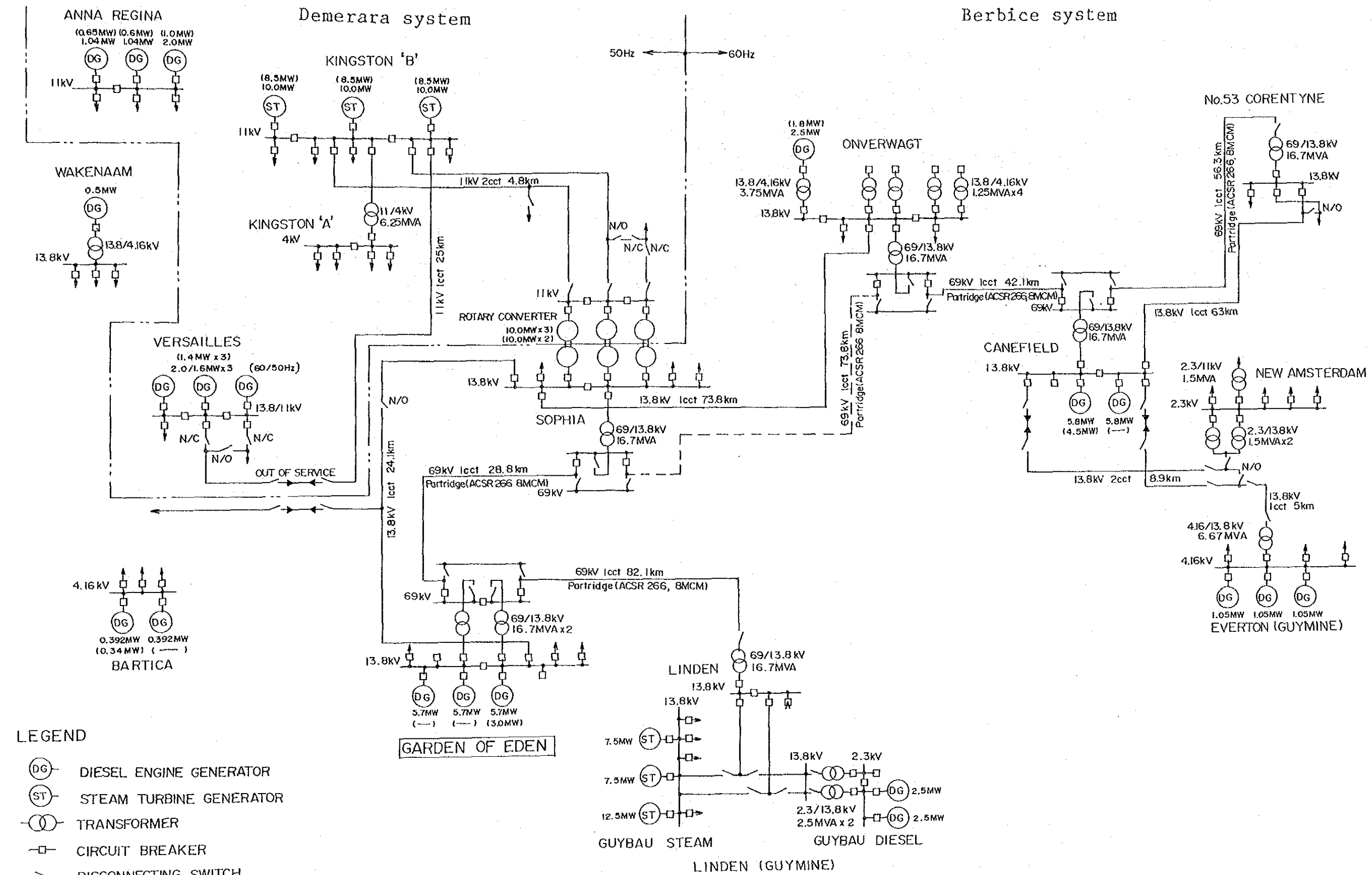


Fig.2.3.3. SINGLE LINE DIAGRAM OF INTERCONNECTED SYSTEM IN 1988 (ACTUAL) THE COOPERATIVE REPUBLIC OF GUYANA

(2) 発電設備

1) 設備概要

GECの発電設備は、前述のごとく、火力発電設備のみで、水力発電設備は保有していない。

火力発電所は全国に8ヶ所その設備出力は72.6MWであり、その構成はディーゼル発電設備42.6MW(59%)15基、汽力発電設備30MW(41%)3基である。

発電設備は、Versailles発電所への日本からの無償援助による3基のディーゼル発電設備を除いては、いずれも設備の老朽化が激しく、資金不足のため修理部品の輸入が困難となり満足な補修が行われず、出力制限或は運転不能となり、更には故障を機会に使用可能な部品を取り外して、運転可能な設備に流用し、分解された状態で現場に放置されている。

このため現在運転中の可能出力は40.3MW、設備出力の約56%と極めて低く、供給力の不足分は政府系の企業であるGUYMINEからの融通電力(約5~8MW)と、定期的な地域別の計画停電に依り急場を凌いでいる。

1988年8月末現在の火力発電設備の状況はTable 2.3.3(1)に示す通りである。

Table 2.3.3(1) 火力發電設備

(1988年8月現在)

Name of P.S	Type	Name of Manufacturer	Unit NO	Frequency (Hz)	Installed Capacity(MW)	Available Capacity(MW)	Commissioning year
Kingston "B"	Steam	Boiler: International Combustion LTD. UK	1	50	10	8.5	1963
		Turbine: Associated Electrical Industries, UK	2	50	10	8.5	1964
		Generator: Ditto	3	50	10	8.5	1967
Versailles	Diesel	Engine : Nigata Engineering CO., LTD Japan	1	60/50	2.0/1.6	1.4	1985
		Generator; Nishishiba Electric CO., LTD. Japan	2	60/50	2.0/1.6	1.4	1985
			3	60/50	2.0/1.6	1.4	1985
Garden of Eden	Diesel	Engine: Crossly Pielstick, UK	2	60	5.7	※(3.0)	1975
		Generator: GBC, UK	3	60	5.7	※(3.0)	1975
			4	60	5.7	3.0	1976
Canefield	Diesel	Engine: Mirrlees Blackstone, UK	3	60	5.8	4.5	1978
		Generator: Brush Electric, UK	4	60	5.8	※(4.5)	1978
Onverwagt	Diesel	Engine: GM, USA Generator: GM, USA	5	60	2.5	※(1.8)	1981
Anna Regina	Diesel	Engine: Ruston, UK	1	50	1.04	0.65	1972
		Generator: ABI, UK	2	50	1.04	0.60	1972
			4	50	2.0	1.0	1986
Wakenaam	Diesel	Engine: GM, USA Generator: GM, USA	3	60	0.5	0.50	1980
Bartica	Diesel	Engine: Mirrlees Blackstone, UK	1	60	0.39	0.34	1978
		Generator: Brush Electric, UK	2	60	0.39	※(0.20)	1978
Total	—	—	18	—	72.6/71.4	40.3	—

Note: ※() shows generating units which are out of order at present due to troubles.

2) 各発電所の概況

① Kingston “B” 発電所 (Table 2.3.3(1) 参照)

首都Georgetownの中心部に近く、Demerara河東岸に位置し、Demerara電力系統の主要電源であり、GEC唯一の汽力発電所である。

Kingston “B” 発電所は1963年から1967年にかけて完成しており、汽力発電設備3基（可能出力8.5 MW×3）が設置され、運転開始後20年以上を経過し、設備の老朽化が激しく、現在辛うじて運転を行っている。

② Versailles発電所 (Table 2.3.3(1) 参照)

Demerara河を挟んで、首都Georgetownの対岸、即ちDemerara河西岸に位置し、本来はDemerara電力系統の一発電所であるが、Demerara河横断ケーブル（50Hz用）が1987年5月船事故により損傷（復旧工事準備中）のため、現在は西Demerara地区へのみ電力を供給する単独系統の発電所となっている。

Versailles発電所は1972年に完成したが設備の老朽化のため休止状態となっていた。1985年日本政府の無償資金協力（ディーゼル発電機2 MW/1.6 MW×3, 60Hz/50Hzの二重定格）に依り設備が更新され、現在運転中である。

この地域は現在50Hzであるが、将来の60Hz周波数統一計画に合わせ機器の仕様は二重定格となっている。

③ Garden of Eden発電所 (Table 2.3.3(1) 参照)

首都Georgetownの中心部より南方約22km、Demerara河の東岸に位置し、Demerara電力系統或いはGECの所有する発電所としては、Kingston “B” 発電所に次いで第2位の出力を有するディーゼル発電所である。Garden of Eden発電所は1975年から1976年にかけて建設された。

Garden of Eden発電所は2, 3, 4, 5号機の発電設備（可能出力 各3.0 MW）から成っているが、クランク軸その他の損傷により、3号機は1986年以降、2号機は1987年9月以降、5号機は1986年以降運転停止しており、5号機は基礎のみ残して廃棄処分となっている。

現在運転中の発電設備は4号機3.0 MWのみである。

④ Canefield発電所 (Table 2.3.3(1) 参照)

New Amsterdam の郊外に位置し、1979年に完成したBerbice 電力系統の主要ディ

ーゼル発電所である。

Canefield 発電所は3号機と4号機の2基の発電設備(可能出力 各4.5 MW)から成っているが、4号機はクランク軸受の損傷により1987年1月以降運転停止しており、現在運転中の発電設備は3号機4.5 MWのみである。

⑤ Onverwagt 発電所 (Table 2.3.3(1) 参照)

首都Georgetownより大西洋岸沿いに東方80kmの位置にあり、1973年から1981年にかけて建設されたBerbice 電力系統に属するディーゼル発電所である。

Onverwagt 発電所は1, 2, 3, 4号機(可能出力 各1.0 MW), および5号機(可能出力 1.8 MW)の5基の発電設備から成っているが、クランク軸その他の損傷により、1号機が1979年以降、2号機が1985年以降、3号機が1986年以降、4号機が1987年以降停止しており、現在ではいずれも廃棄処分となっている。残りの5号機も1988年6月9日以降故障により運転停止している。

⑥ Anna Regina 発電所 (Table 2.3.3(1) 参照)

首都Georgetownの西方60kmに位置し、Anna Regina 地域へ電力供給する単独系統のディーゼル発電所である。

Anna Regina 発電所は1, 2号機(可能出力0.65MW, 0.6 MW) および4号機(可能出力 1.0 MW)の3基の発電設備から成っているが、潤滑油漏れ、冷却水の漏れおよび冷却水やエンジン排気ガスの温度上昇等により、出力を制限して運転中である。なお、No.3号機は1985年廃棄処分となっている。

⑦ Wakenaam発電所 (Table 2.3.3(1) 参照)

Georgetownの西方約40kmのWakenaam島にあり、発電所構内には、1974年に廃棄処分となった2基の発電設備がある。現在稼働しているのは3号機のみで1980年に建設されたものである。1974年から1980年までの間、一時電力供給は中断されていた。

⑧ Bartica 発電所 (Table 2.3.3(1) 参照)

Essequibo 河の河口から約50km上流のBartica の町の中心部にあり、Bartica 地域へ電力供給する単独系統のディーゼル発電所である。

Bartica 発電所は1, 2号機(可能出力0.34MW, 0.2 MW)の2基の発電設備から成っているが、2号機は1985年エンジン本体にクラックが発生し、運転停止中であるが、予算がつき次第修復の予定である。

(3) 送配電, 変電設備

1) 送電設備

GEC の送電設備の概要は次のTable 2.3.3(2)に示す通りである。

Table 2.3.3(2) 送 電 設 備

(1988年8月現在)

Name of Line Section	Line Voltage × No. of circuits	Length (km)	Commission- ing Year
Linden -- Garden of Eden	69kV×1 cct	81.6	1976
Garden of Eden--Sophia	69kV×1 cct	28.8	1977
Onverwagt -- Canefield	69kV×1 cct	41.6	1978
Canefield --No.53 Corentyne	69kV×1 cct	56.0	1987
Total	---	208.0	---

設備の拡充計画として、1990年迄に Sophia 周波数変換所と Onverwagt 発電所の間に電圧69kV, 1回線, 巨長73.6kmの送電線を建設し, 西部地域と東部地域の連系を行う予定である。現在, 資材を調達中である。

2) 配電設備

一次配電線の電圧として、50Hzでは、11kV, 4 kV, 60Hzは13.8kV, 11kV, 4.16kV, 4 kV, 2.3kV が使用されている。GEC は、50Hzは11kV, 60Hzは13.8kVをそれぞれ標準電圧としている。一次配電線の概要はTable 2.3.3(3)に示す通りである。

Table 2.3.3 (3) 配電設備

(1988年8月現在)

Name of Line Section	Line Voltage (kV)	No. of Feeders	Length (km)	Installed Capacity (kVA)
Kingston P.S (50Hz)	11	7	70	59,125
Ditto (50Hz)	4	4	20	7,390
Sophia F.C (50Hz)	11	3	5	12,415
Versailles P.S (50Hz)	11	2	60	8,500
Garden of Eden P.S (60Hz)	13.8	3	65	16,215
Onverwagt P.S (60Hz)	13.8	2	71	5,630
Canefield P.S (60Hz)	13.8	3	106	6,398
Anna Regina P.S (50Hz)	11	3	92	6,850
Bartica P.S (60Hz)	4.16	3	24	691
Wakenaam P.S (60Hz)	13.8	3	26	740
Sophia F.C (60Hz)	13.8	3	—	—
Linden S.S (60Hz)	13.8	3	—	—
No.53 Corentyne S.S (60Hz)	13.8	3	—	—
New Amsterdam S.S (60Hz)	11 2.3	1 4	—	—
Connecting Line				
Versailles P.S— Kingston	11	1	25	
Sophia F.C— Kingston P.S	11	2	10	
Sophia F.C— Garden of Eden P.S	13.8	1	24	
New Amsterdam S.S —Everton P.S	13.8	1	5	
Canefield P.S — New Amsterdam S.S	13.8	2	12	
Sophia F.C— Onverwagt P.S	13.8	1	74	
Conefield P.S—No.53 Corentyne S.S	13.8	1	63	

配電線の具体的拡充計画はないが、1990年以降の需要に対応すべく主幹配電網計画(Distribution Master Plan)が1989年3月に策定されている。

1次配電線には、低圧配電線、通信ケーブルが共架されていることが多い。

低圧配電線に関する資料が未整備のために設備の詳細は不明である。GEC は、配電方式として単相3線式、電圧120/240V及び3相3線式、電圧480Vを標準とし、多数ある電圧の整理に努めている。GeorgetownとNew Amsterdam以外では、単相2線式（1線接地）電圧240Vの低圧配電が行われている。

配電用変圧器としては、いろいろな容量のものが使用されており、無負荷時タップ切換器付（定格電圧の±2.5%あるいは±5%）変圧器が多い。

Demerara河の横断は2条の海底ケーブルにより連系されており、1条はVersailles発電所とGarden of Eden発電所間の連絡線で、50Hz、11kVであり、他の1条は、60Hz、13.8kVでGarden of Eden発電所から西Demerara地区の南側への配電用である。なお、50Hz用連絡線は1987年5月、船事故により損傷を受け、現在使用されておらない。修理のための海底ケーブルはヴェネズエラより購入済みである。海底ケーブルの巨長は、いずれも約1.4kmである。

3) 変電設備

変電設備の概要はTable 2.3.3(4)に示す通りである。

Table 2.3.3(4) 変電設備

(1988年8月現在)

Name of Substation	Voltage (kV)	Capacity (MVA)	Commissioning Year
Garden of Eden	69/13.8	2 × 16.7	1976
Linden	69/13.8	1 × 16.7	1976
Sophia	69/13.8	1 × 16.7	1977
Canefield	69/13.8	1 × 16.7	1984
Onverwagt	69/13.8	1 × 16.7	1986
No.53 Corentyne	69/13.8	1 × 16.7	1987
New Amsterdam	13.8/ 2.3	2 × 1.5	
Total		119.9	

Georgetownには、11kVから4kVに降圧する変電設備として、容量2,000kVA 2箇所、

容量1,000kVA 1箇所があり、それぞれフェンスを巡らした中に変圧器が設置されている。

変電設備の拡充計画として、Sophia 周波数変換所及び Garden of Eden 発電所に69/13.8kVの20MVA変圧器をそれぞれ2台ずつ、合計4台を1990年迄に増設する計画があるが、現在のところ実施時期は未定である。

2.3.4 電力需給状況

(1) 電力消費の概況

2.2.2項で述べたように、ガイアナ国の経済は主にボーキサイト、砂糖、米の生産によって支えられている。

1970-1977年までは主要輸出品の国際価格の高騰により経済は順調に発展したが、その後は主要輸出品の国際価格の下落によって外貨収入が減少し、国家経済は急速に悪化した。特に1981年以降は、第2次石油危機による世界的な不況の余波もあり、実質GDPはマイナス成長を続けている (Table 3.2.1 参照)。

以上の経済動向が直接、間接に電力需要にも反映したであろうことは当然考えられる。つまり、1974~77年は年率約6%の割合で電力消費は増大したが、その後の需要動向は可成り不規則となった。Table 2.3.4(1)に示すように1987年のGEC全系統の販売電力量は178.9GWhであるが、これは1977年の消費水準(184.7GWh)を下回るものである。しかしながら、近年におけるGEC系統における電力需要の減退の主原因は、景気の停滞よりも、寧ろGEC発電設備の供給力不足にあることに留意しなければならない。事実GECは数年前よりその供給力の不足をカバーするため、恒常的な、計画停電を行うことを余儀なくされている。

GECの電力需要家は、家庭用(料金A)、商業用(料金B)、工業用(料金C、D)および街灯用(料金E)に大別される。

Demeraraおよび Berbice系統について、1987年の用途別電力消費を見ると、以下の表に示すように、前者の場合は家庭用47.3%、工業用31.1%、商業用19.6%であり、後者の場合は家庭用63.6%、商業用20.2%、工業用15.6%となっている。

Demerara・Berbice 電力系統の需要家別販売電力量

用途別	販売電力量 (MWh)	構成比 (%)	需要家数	1戸当り消費量 (MWh)
<u>Demerara系統</u>				
家庭用	73,281	47.3	64,860	1.13
商業用	30,379	19.6	6,396	4.75
工業用	48,251	31.1	137	352.20
街 灯	3,008	2.0	27	111.41
合 計	154,919	100.0	71,420	2.17
<u>Berbice系統</u>				
家庭用	11,233	63.6	21,915	0.51
商業用	3,569	20.2	1,314	2.72
工業用	2,753	15.6	5	550.6
街 灯	106	0.6	5	21.2
合 計	17,661	100.0	23,239	0.76

出典：G E C

(2) 発電電力量および総合損失率

G E C 発電所の年間発電量は1974年に195.5GWh、1987年は215.0GWhである。既往最大発電量は1981年の256.2GWhである。1985年より1987年にかけて毎年発電量は減少したが、その原因は次の通りである。

- ・1985年にKingstonガスタービンとGarden of Eden 5号機が廃棄された。
- ・1986年以来Garden of Eden 3号機が故障停止している。
- ・1987年以来Garden of Eden 2号機が故障停止している。
- ・1987年1月～7月までCanefield 3号機、4号機が故障停止した（4号機は現在も停止）
- ・1987年4月に Onverwagt 4号機が廃止された。

G E C は、Demerara系統では1977年より、Berbice系統では1982年より、GUYMI NBより電力融通を受け、供給力の不足をカバーしている。Berbice系統における融通量は微々たるものであるが、Demerara系統においてLinden発電所より受けている

融通量は1983年以降急激に増大し、G E Cの総供給電力量に対して、1983年は10.4%、1984年は6.2%、1985年は7.1%、1986年は8.0%、1987年は10.6%に約んでいる。

発電所の所内消費、送配電損失を含めた総合損失率は極めて高く、また年によってかなり変動がある。1974～87年の系統別の総合損失率は以下の通りである。

系 統 別	総合損失率 (%)
Demerara	27.3
Berbice	37.2
Anna Regina/Wakenaam	22.4
Bartica	25.8
平 均	27.5

出典：G E C

上記総合損失率の27.5%は他の諸国のそれと比較して異常に高い。需給アンバランスによる配電線の電圧降下による損失がたとえ多くとも、このような大きな損失率は料金徴収面の困難、ないしは不法受電の存在によるものと考えられる。

(3) 最大需要電力および負荷率

ガイアナ国は乾期および雨期の別はあるが、気温の季節的变化は余りなく、従って最大需要電力の月別変化も大きくない。

最大需要電力は、各電力系統とも午後8時前後に発生する。Demerara系統では第2の最大需要電力が午後2時頃発生し、夜間最大需要電力の90%前後である。その他の系統では第2の最大需要電力は午前6時頃発生し、夜間最大需要電力の70%前後である。

Demerara系統の最大需要電力は1974年の33.0MWから1987年は37.8MW（既往最大）に増大している。また、全系統の合成最大需要電力は1974年の36.7MWから1987年は48.8MW（既往最大）に増大している。

負荷率は1974年から1987年まで、各系統とも余り変化はない。この期間を通じての系統別の平均負荷率は以下の通りである。

系 統 別	負荷率 (%)
Demerara	65.9
Berbice	40.1
Anna Regina/Wakenaam	45.9
Bartica	47.1
平 均	61.4

出典：G E C

(4) 電力供給の系統別構成比

電力供給の系統別構成比を1980年および1986年の記録で見ると以下の通りである。

系 統 別	1980年		1986年		平均
	供給量(GWh)	比率(%)	供給量(GWh)	比率(%)	比率(%)
Demerara	212.6	86.8	204.4	84.3	85.5
Berbice	23.0	9.4	29.6	12.2	10.8
Anna Regina/Wakenaam	7.9	3.2	6.9	2.8	3.0
Bartica	1.4	0.6	1.6	0.7	0.7
総 合	244.9	100.0	242.5	100.0	100.0

(注) 1987年は Berbice系統の供給電力量が発電機3台の事故停止によって異常に減少したので、全系統とも1986年の記録を採用した。

以上、各系統別の1974～87年までの販売電力量、G E C発電量、GUYMINEよりの受電電力量、最大需要電力、総合損失率、負荷率および需要家数の記録はTable 2. 3. 4 (1)～2. 3. 4 (3)に示す通りである。

Table 2.3.4(1) 電力需要, 供給の推移

GEC 全社

年	売電量 (GWh)	発電量 (GWh)	GUMINEから の受電量 (GWh)	総合 供給量 (GWh)	最大需 要電力 (MW)	損失率 (%)	負荷率 (%)	需要家数
1974	155.1	195.5	0.0	195.5	36.7	20.6	60.8	73514
1975	165.3	208.6	0.0	208.6	38.6	20.8	61.7	80088
1976	176.2	226.9	0.0	226.9	39.9	22.3	64.9	81014
1977	184.7	244.2	5.2	249.4	43.3	25.9	65.8	82478
1978	157.4	223.4	5.1	228.5	43.0	31.1	60.7	85840
1979	178.8	236.8	6.8	243.6	45.6	26.6	61.0	87266
1980	190.2	239.4	5.5	244.9	44.9	22.3	62.3	80900
1981	180.5	256.2	-4.3	251.9	47.5	28.4	60.6	95152
1982	164.2	230.5	4.6	235.1	45.5	30.2	59.0	89758
1983	178.9	224.3	24.6	248.9	46.7	28.1	60.9	82876
1984	162.7	235.8	13.0	248.8	46.3	34.6	61.4	86916
1985	169.5	235.8	15.3	251.1	48.4	32.5	59.3	84770
1986	160.9	226.0	16.5	242.5	47.7	33.6	58.1	85546
1987	178.9	215.0	22.4	237.4	48.8	24.6	55.6	101359

Table 2.3.4(2) 電力需要, 供給の推移

Demerara 系 統

年	売電量 (GWh)	発電量 (GWh)	GUMINEから の受電量 (GWh)	総 合 供給量 (GWh)	最大需 要電力 (MW)	損失率 (%)	負荷率 (%)	需要家数
1974	147	184	0.0	184.0	33.0	20.1	63.7	61360
1975	155	192	0.0	192.0	33.9	19.3	64.7	63707
1976	163	208	0.0	208.0	34.8	21.6	68.2	65476
1977	170	222	5.2	227.2	37.6	25.2	69.0	66436
1978	141	200	5.1	205.1	36.9	31.3	63.5	68847
1979	159	206	9.5	215.5	36.4	26.2	67.6	67502
1980	166	204	8.6	212.6	36.2	21.9	67.0	54321
1981	153	213	0.0	213.0	36.1	28.2	67.4	66597
1982	138	187	2.1	189.1	34.7	27.0	62.2	60720
1983	154	184	21.4	205.4	34.8	25.0	67.4	54841
1984	136	193	12.8	205.8	34.2	33.9	68.7	58572
1985	145	197	15.1	212.1	37.4	31.6	64.7	56827
1986	138	188	16.4	204.4	36.9	32.5	63.2	57052
1987	155	187	22.3	209.3	37.8	25.9	63.2	71420

Table 2.3.4(3) 電力需要, 供給の推移

Berbice 系 統

年	売電量 (GWh)	発電量 (GWh)	GUMINEから の受電量 (GWh)	総 合 供給量 (GWh)	最大需 要電力 (MW)	損失率 (%)	負荷率 (%)	需要家数
1974	4.5	6.4	0.0	6.4	2.3	29.7	31.8	8438
1975	5.9	10.6	0.0	10.6	3.2	44.3	37.8	12336
1976	7.4	12.2	0.0	12.2	3.4	39.3	41.0	10892
1977	8.7	14.6	0.0	14.6	3.7	40.4	45.0	10946
1978	8.9	14.7	0.0	14.7	3.9	39.5	43.0	11126
1979	12.3	21.6	-2.7	18.9	7.0	34.9	30.8	13857
1980	17.6	26.1	-3.1	23.0	6.4	23.5	41.0	20024
1981	20.6	34.1	-4.3	29.8	9.2	30.9	37.0	22336
1982	18.3	33.9	2.5	36.4	8.5	49.7	48.9	22955
1983	18.4	30.5	3.2	33.7	8.9	45.4	43.2	22008
1984	18.5	33.5	0.2	33.7	9.4	45.1	40.9	21862
1985	18.9	32.2	0.2	32.4	9.1	41.7	40.6	21498
1986	17.3	29.5	0.1	29.6	8.3	41.6	40.7	22006
1987	17.7	18.5	0.1	18.6	8.4	4.8	25.3	23239

2.3.5 電力料金

G E Cの電力料金はA（家庭用電灯），B（商業用），C（小口工業用），D（大口工業用），およびE（街灯用）の5種類に分かれており，1988年11月末現在の料率は以下の通りである。

<u>料金 'A' : 電灯需要家（商業を除く）</u>		（公式通貨交換率：1G\$=13円）
- 1ヶ月 50kWh以下の場合		
月額基本料金	2.30	G\$
kWh料金	0.45	G\$/kWh
- 1ヶ月 51kWh以上の場合		
月額基本料金	2.50	G\$
最初の 50kWhまで	0.45	G\$/kWh
51kWh以上	1.00	G\$/kWh
<u>料金 'B' : 1000V以下の需要家</u>		
月額基本料金	4.14	G\$
kWh料金	1.96	G\$/kWh
<u>料金 'C' : 1000V以下の高圧需要家</u>		
月額基本料金（最大使用 kVA当り）	32.30	G\$/kVA
月額最低使用料金	1615.00	G\$
最初の200kWh/kVAまで	1.73	G\$/kWh
201kWh/kVA以上	1.49	G\$/kWh
<u>料金 'D' : 需要家端にて1000Vを越える高圧需要家</u>		
月額基本料金（最大使用 kVA当り）	30.22	G\$/kVA
月額最低使用料金	3022.00	G\$
最初の200kWh/kVAまで	1.82	G\$/kWh
201kWh/kVA以上	1.51	G\$/kWh
<u>料金 'E' : 街路灯</u>		
月額基本料金	4.14	G\$
kWh 料金	0.90	G\$/kWh

各用途別の電力消費割合を、Demerara・Berbice系統について見ると、以下の通りである（1987年）。

用途別	Demerara 系統		Berbice 系統	
	構成比 (%)	1戸当り年間消費量 (MWh)	構成比 (%)	1戸当り年間消費量 (MWh)
家庭用(A)	47.3	1.13	63.6	0.51
商業用(B)	19.6	4.75	20.2	2.72
工業用(C, D)	31.1	352.20	15.6	550.6
街灯用(E)	2.0	111.41	0.6	21.2
合計	100.0	2.17	100.0	0.76

また、1974年以降1986年までの kWh当り平均売電単価は次の通りである。

年次	平均売電単価(G\$/kWh)
1974	0.13
1975	0.19
1976	0.21
1977	0.24
1978	0.27
1979	0.27
1980	0.37
1981	0.58
1982	0.59
1983	0.59
1984	0.75
1985	0.84
1986	0.84
1987	—

上記の料金水準を、Kingston発電所およびGarden of Eden発電所の現在の燃料費単価と比較すると以下の通りとなる。

発電所熱効率：

Kingston	20.5%	(4.195kcal/kWh)
Garden of Eden	26.2%	(3.282kcal/kWh)

燃料価格：

Kingston (C重油)	US \$ 13.01/barrel
Garden of Eden (軽油)	US \$ 21.16/barrel

kWh当り燃料単価：

Kingston

US \$ 0.03537 (≒ G \$ 0.3537)※

Garden of Eden

US \$ 0.04977 (≒ G \$ 0.4977)※

(※) 公式通貨交換率 (US \$ 1.0 = G \$ 10.0) を適用した。

電力料金は、燃料費のほかに運転維持費、一般管理費、および資本費（金利および減価償却費）により構成され、G E Cの平均売電単価 G \$ 0.84/kWh である。

2.4 電力需給の問題点と本プロジェクトの役割

Demerara・Berbice 電力系統が持つ問題点は、電力需給バランスが極めて悪く、それは供給力が不足していることである。この原因は、既存の発電設備の大半が老朽化し、しかも資金不足により必要な部品の輸入が困難となり、発電設備の補修が行われず、設備出力の低下と故障による発電停止が頻発し、さらに、これらの問題を改善するために必要な新規発電所の建設が、資金不足により行われなかったことにある。老朽化発電設備の問題は、燃料効率の低下、即ち、燃料消費量の増加につながり、GECの経営の圧迫へと派生している。

このような電力需給状況下にあるDemerara・Berbice 電力系統に対して、本プロジェクトが果たす役割は、新規のディーゼル発電設備の投入による供給力の増加にあり、その結果需給バランスが緩和される事に依り、機器の点検および修理に必要な停止時間が確保され、機器の信頼性と燃料消費率の向上がはかられる。

2.5 電力部門に対する外国援助

電力部門に対する外国からの技術面、経済面における援助状況を年代順に列記すると以下の通りである。

(1) GEC Phase I Expansion Program (1972年～1978年)

“GEC Phase I Expansion Program” は世界銀行、ODA(Overseas Development Administration) 及びCIDA (Canadian International Development Agency)の協調融資により、1972年から1978年にかけて実施された。このプロジェクトにおいて完成した送配電線及び変電所は次の通りである。

- Linden変電所～Garden of Eden発電所間の69kV送電線
- Garden of Eden発電所～Sophia周波数変換所間の69kV送電線
- Onverwagt 発電所～ Canefield発電所間の69kV送電線
- Linden変電所, Sophia周波数変換所及びGarden of Eden発電所の変電設備
- 13.8kV配電線の拡張

Onverwagt発電所～Canefield発電所間の69kV送電線は、ガイアナ国の建設業者により施工された。しかし、Berbice河及びCanje川横断の送電線は、ガイアナ国の業者に鉄塔建設及び河川横断の延線工事の経験が無かったため、GECは世銀の勧告を受け外国業者に請負せて実施し、1978年に完成した。さらに、1979年に世界銀行の斡旋により、GECはSophia周波数変換所～Onverwagt発電所間の69kV送電線建設のために、CDB(Caribbean Development Bank)より追加融資を受けたが実施されていない。

(2) Rehabilitation and Development of the GEC System (1982年～1990年)

このプロジェクトは電力設備供給力の改善と信頼性の向上を目的とし、1985年11月にIDBよりの融資が決定した。その完成は1988年が予定されていたが、IDBの資金活用が1987年11月以降となったためその実施が遅れ、既存の設備に対する信頼性が失われてきている。現在GECは調達部品の見直しを行い、プロジェクトの実施に向けて努力している。このプロジェクトの発電、送配電設備に関連する主なものは、次の通りである。

1) 発電設備

- Kingston "B" 発電所 汽力 可能出力 8.5MW×3
(No. 1, No. 2, No. 3 号機)
- Garden of Eden 発電所 {
 - ディーゼル 可能出力 4.0MW×1 (No. 2 号機)
 - " 可能出力 5.0MW×2 (No. 3, No. 4 号機)
 - " 可能出力 5.0MW×1 (No. 5 号機)
 リハビリテーション中止
- Canefield 発電所 {
 - ディーゼル 可能出力 4.5MW×1 (No. 3 号機)
 - " 可能出力 5.0MW×1 (No. 4 号機)
- Onverwagt 発電所 {
 - ディーゼル 可能出力 2.0MW×1 (No. 5 号機)
 - " 可能出力 2.0MW×1 新設中止

上記は1988年8月、GECに依り改修計画が見直され、その時点の改修計画の対象発電所を示す。

2) 送配電設備

- Kingston発電所～Sophia周波数変換所間の11kV連絡線の改良
- 配電線機材（木柱，変圧器，碍子，メータ類等）の取替え
- New Amsterdam の配電系統のリハビリテーション
- 力率改善用コンデンサの据付
- 車輛，部品，測定器等の保守用工具機材の購入
- 送配電マネージャ及びリレー・計測器関係エンジニアの研修
- 主幹配電網計画(Distribution Master Plan)の策定

なお，このプロジェクトのために1985年1月，ガイアナ電力公社の主要電力設備の改修計画(Refurbishment of Major Plant in the Guyana Electricity Corporation System)が英国のコンサルタントBritish Electricity International Ltd. (BEI)により作成された。この報告書には，GEC が電力供給力を増強させ，GUYMI NBからの融通電力に依存せず，また線路事故による停電を減らし，電力設備の信頼性の向上を図るための施策が述べられている。

2.6 要請の内容

(1) 目的

Georgetownとその近傍の地域の電力不足を改善するために，既設Garden of Eden発電所の敷地内に出力5.7 MWの発電設備の更新を行う。

(2) 実施機関

要請施設の維持管理はGECが行う。

(3) 実施事業の内容

新規電源の投入によって電力供給力の増加を図り，不足している電力をGeorgetownとその近傍の需要家に供給する。

(4) 要請設備

- 1) 中速ディーゼル発電機（5.7 MW 1台）とその関連設備
- 2) これら設備の据付および既存設備との接続

第3章

計画の内容

第3章 計画の内容

3.1 計画の目的

本計画の目的は、Demerara・Berbice 電力系統に緊急に電源を増強し供給力不足の緩和を行うことである。

具体的には、既設Garden of Eden発電所の5号発電設備の更新を実施することにより電源の増強を図り、Georgetown地域の首都としての機能改善、市民生活の安定、地場産業の活性化に寄与するものである。

3.2 要請内容の検討

要請内容の検討は、電力需要予測と電源開発の計画に基づき、新規電源の必要性、最適発電規模とその運転開始時期及び完成設備の運営計画について行った。

3.2.1 電力需要予測

調査団は、先に実施した沿岸地域電力開発計画の調査結果に基づき、1988年から1998年迄の電力需要予測を行った。

(1) 予測方法

電力需要が、GDPで代表される国民経済活動と密接な相関関係を有することは広く知られており、この関係はしばしば電力の需要予測に利用される。

また、所与の財貨に対する需要関数が需要家の所得と当該財貨の価格によって規定されることから、電力の場合には、平均単価を以て代表される電力価格を第2の説明変数として用いることが適当である。

しかしながら、特に発展途上国の場合、需要に対して供給力が絶対的に不足しているため、抑制需要や潜在需要が多い国がある。このような場合には、GDPや売電単価と電力需要との間の相関関係を統計から求めることは困難である。

GDPや売電単価と並んで、電力の需要家数も第3の説明変数として用いることができよう。

この調査では、GDP、売電単価、需要家数等を説明変数とした重回帰モデル、あるいは1次回帰モデルを算出し、最も適当と思われるものを、需要予測のベースとして適用することとした。

また、Demerara系統および Berbice系統では、G E C系統に接続を申込んだが、未だ供給を受けていない抑制需要家がかなりある。これらの需要家は、既存発電設備の改修計画が実施され、更に新規電源が投入されて供給力が充実すれば、電力の供給を受けられるものであるから、上記回帰モデルによって予測される需要に上乘せすることとする。

回帰モデル算出のためのG D P、売電単価、需要家数等についての1974-86年までの時系列データはTable 3.2.1に示す通りである。

(2) 回帰モデル

Table 2.3.4.(1)~2.3.4.(3)およびTable 3.2.1に示したデータを用いて算出された回帰式は以下の通りである。

記号： Y：年間発電電力量 (Gwh)
 X1：G D P (百万G\$：1980年価格)
 X2：売電単価 (G\$/kwh：1980年価格), または
 : 需要家数
 X：需要家数

1) 重回帰

① 説明変数：G D Pおよび売電単価

$$Y = 0.01351 X1 + 242.51041 X2 + 122.02$$

$$\text{重相関係数 } R^2 = 0.61$$

このモデルは、売電単価の偏回帰係数がプラス (+) となるので理論的に採用できない。

② 説明変数：G D Pおよび需要家数

$$Y = 0.03772 X1 + 0.00214 X2 - 6.36$$

$$\text{重相関係数 } R^2 = 0.63$$

このモデルも、相関係数が極めて低いので、適用は適当でない。

2) 一次回帰

説明変数：電力需要家数のみ

$$Y = 41.74963 + 0.00223 X$$

$$\text{相関係数 } r = 0.76$$

$$\text{標準偏差 } s = 15.38$$

このモデルの相関係数も0.76とかなり低い但现在に到るまでの需要トレンドを示すものと考えられるので、これを適用することとする。

(3) 予測の前提

1) 需要家数の増加

全国需要家数は、1974年の73,514戸から1981年の95,152戸まで、年平均3.75%の割合で毎年順調に増大し、その後は1986年まで不規則な形で減少している。このことは、経済活動が或る程度低迷していても(1974-1981年)、供給力が不足しなければ、需要家数はこの程度の割合で増大することを意味するものである。GECの既存発電設備の改修がここ一両年中に完成するものとし、将来の需要家数の増加率を3.75%と想定する。

2) 既存需要の系統別対全国比

Demerara系統は電化率が極めて高く、その点ではほぼ飽和状態にあり、Berbice系統よりも将来の需要の増勢は低いと思われる。しかしながら、人口増(平均2.13%)に伴って新世帯は増加するであろうし、抑制需要家も多い。従って、既存需要の伸びによる系統別の需要の対全国比は現状と大きな変化はないものと想定する。従って、各系統別需要の将来におけるシェアとして、2.3.4.(4)項に示したシェアを用いる。

すなわち、

Demerara系統	85.5 %
Berbice 系統	10.8 %
Anna Regina/Wakenaam系統	3.0 %
Bartica 系統	0.7 %
合 計	100.0 %

3) 潜在需要

Demerara, Berbice の両系統には潜在需要(主として家庭用)がかなりあり、その需要家数は次の通りである。

Demerara系統	3,510 戸
Berbice 系統	4,200 戸

出典: GEC

上記系統の現在の家庭用需要家1戸当りの消費電力量は、2.3.4.(1)項に示したよ

うにDemerara系統では 1.13MWh/年, Berbice 系統では 0.51MWh/年である。一方, 2.3.4.(2)項に示したように, DemeraraおよびBerbice 系統の送配電総合損失率は, それぞれ27.3%および37.2%であるから, 各系統潜在需要の発電端所要電力量は次のように推定される。

$$\text{Demerara系統} : (3,510 \times 1.13) / (1 - 0.273) = 5.5 \text{ GWh}$$

$$\text{Berbice 系統} : (4,200 \times 0.51) / (1 - 0.372) = 3.4 \text{ GWh}$$

4) 負荷率

2.3.4.(3)項に述べたように, 1974年~1987年にかけて, 各電力系統とも負荷率は殆ど変わっていない。従って, 下記に示すこの期間中の平均負荷率を将来予測に用いるものとする。

電力系統	負荷率 (%)
Demerara	65.9
Berbice	40.1

5) 総合損失率

所内消費, 送配電損失を含めた総合損失率は異常に高い。また, 損失率低減の徴候も全く見られない。1974年~1987年までの期間, 平均総合損失率はDemerara系統で27.3%, Berbice 系統で37.2%であった。

このように高い損失率の主原因は料金徴収上の困難とか不法受電の存在とかによるものと考えられる。GECは, 現在, これら損失率低減のため, 需要家の実態調査を行うと共に, Computerによる新たな料金調定システムの導入を進めている。

Demerara, Berbice 系統については, 1990年までに総合損失率を24%まで引下げるよう計画している。また, IDBローンによる, “主幹配電網計画”を実施することにより, 総合損失率は1994年までに18%まで低減されるものと期待している。

従って, 電力需要予測に用いる総合損失率は以下の通りとする。

年次	Demerara系統	Berbice 系統
1988	0.273	0.372
1989	0.256	0.299
1990	0.240	0.240
1991	0.223	0.223
1992	0.208	0.208
1993	0.193	0.193
1994	0.180	0.180
1994年以降	0.180	0.180

出典：G E C

Table 3.2.1 電力需要予測のための経済指標

年	国内総生産 (G\$ million)			売電単価 (G\$/kWh)			需要家数
	時価	デフレーター (1980=100)	1980年 の価格	売電平 均価格	消費者 物価指数	1980の年 売電単価	
1974	955.0	68	1,400.0	0.13	50.8	0.256	73,514
1975	1,188.0	77	1,546.0	0.19	54.7	0.347	80,088
1976	1,136.0	71	1,591.6	0.21	59.7	0.352	81,014
1977	1,125.0	74	1,515.0	0.24	64.4	0.372	82,478
1978	1,268.0	85	1,489.0	0.24	74.4	0.363	85,840
1979	1,326.0	90	1,479.0	0.27	87.7	0.308	87,266
1980	1,508.0	100	1,508.0	0.37	100.0	0.370	80,900
1981	1,697.0	101	1,576.0	0.58	124.7	0.465	95,152
1982	1,446.0	105	1,380.0	0.59	150.0	0.393	89,758
1983	1,468.0	117	1,259.0	0.59	169.9	0.347	82,876
1984	1,700.0	-	-	0.75	212.7	0.353	86,916
1985	1,964.0	-	-	0.84	-	-	84,770
1986	2,219.0	-	-	0.84	-	-	85,546
1987	-	-	-	-	-	-	101,359

出典：国内総生産、デフレーターおよび消費者物価指数は“International Financial Statistics 1987 (IMF)”による。

売電平均単価はG E C資料による。