

ガーナ共和国
地方電化計画
事前調査報告書

平成元年2月

国際協力事業団

ガーナ共和国
地方電化計画
事前調査報告書

JICA LIBRARY



1073338E4J

平成 元年 2 月

国際協力事業団

国際協力事業団

19022

序 文

日本国政府は、ガーナ共和国政府の要請に基づき、同国の地方電化計画にかかる事前調査を行なうことを決定し、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9月17日より10月10日まで、通商産業省資源エネルギー庁公益事業部技術課課長補佐 古澤喜彦氏を団長とする事前調査団を現地に派遣した。

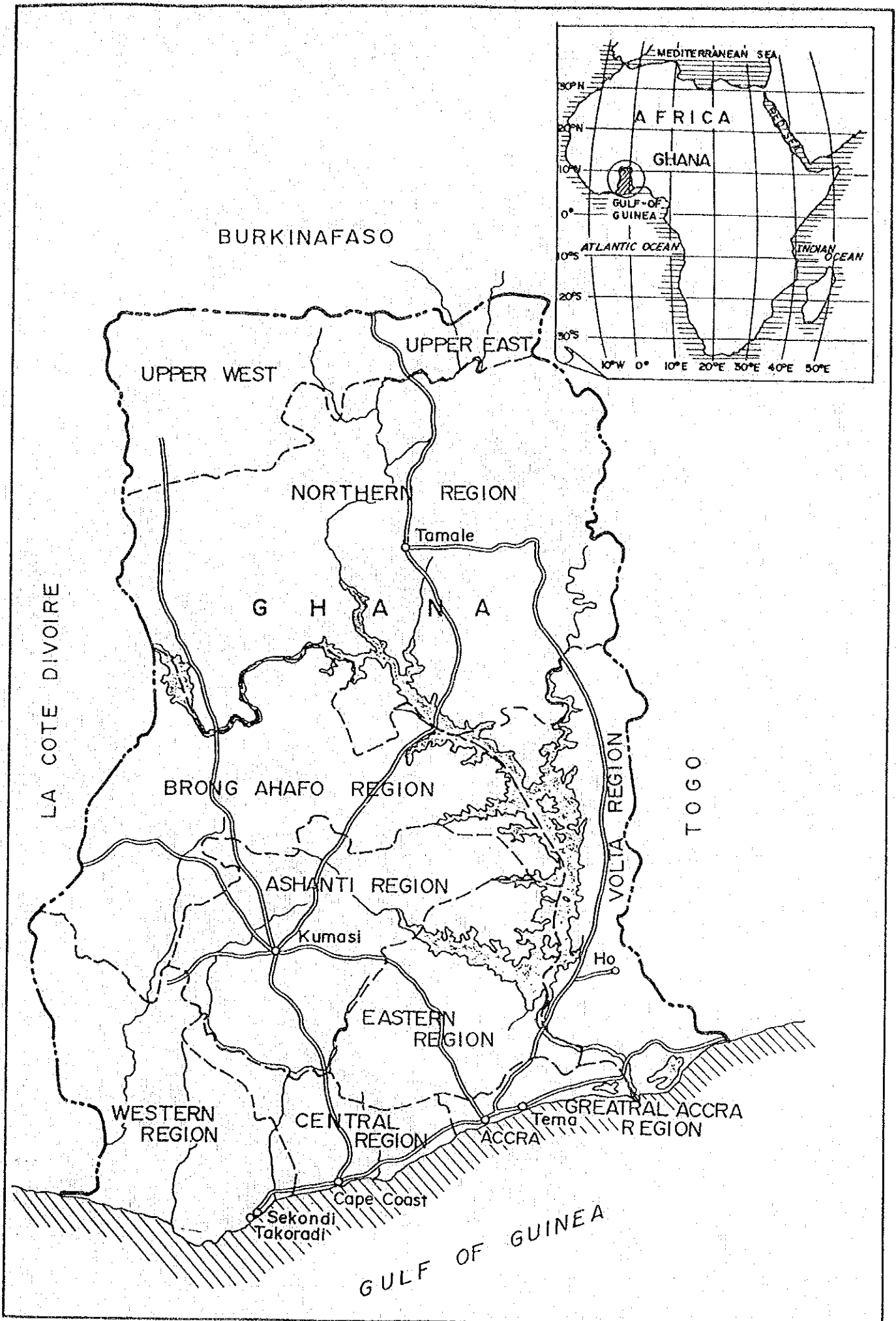
調査団は、ガーナ国政府関係者と協議を行なうとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、その他関係者の参考として活用されれば幸いである。

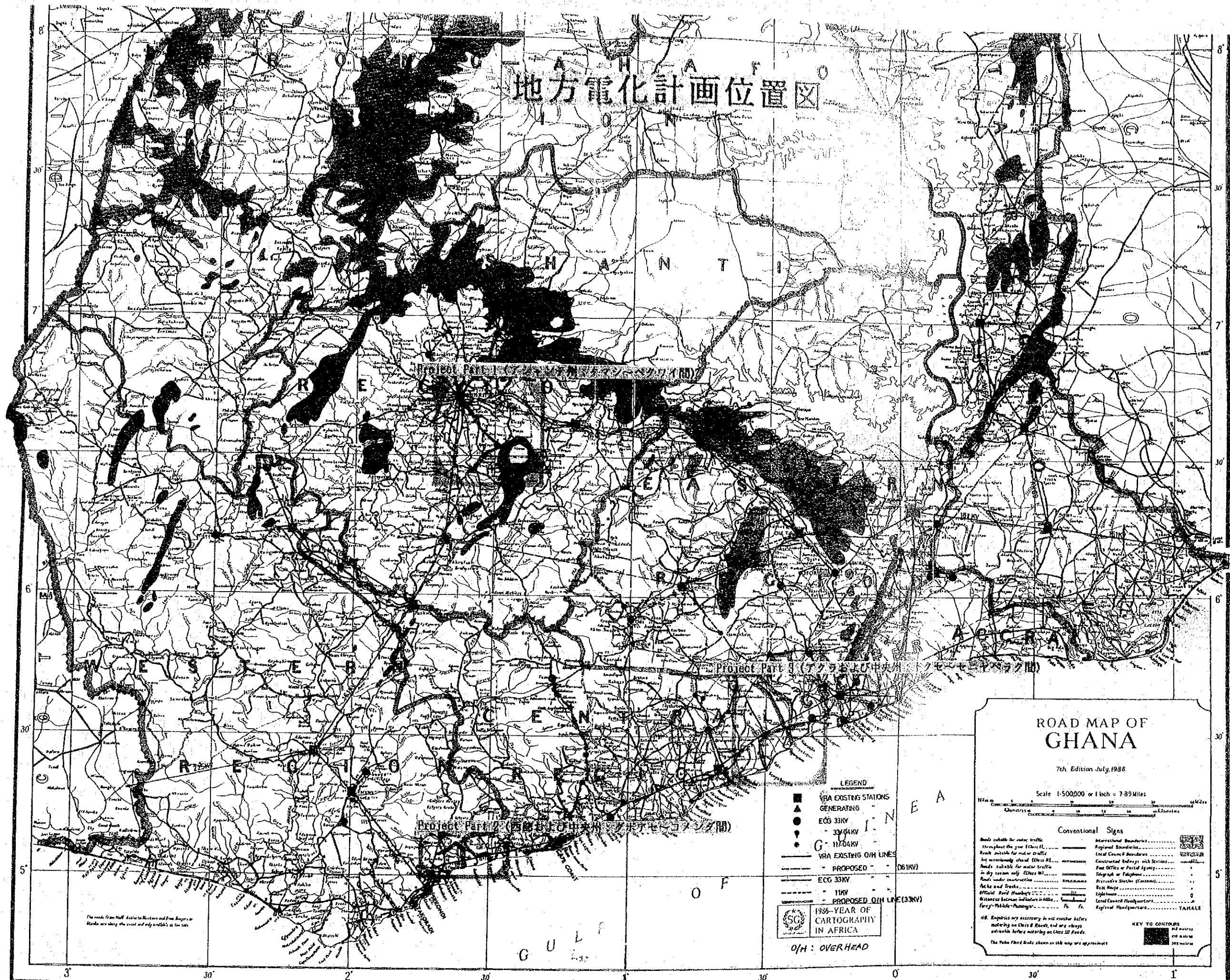
終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成元年2月

国際協力事業団
理事 中村 順一



地方電化計画位置図



LEGEND

- VRA EXISTING STATIONS GENERATING
- ▲ ECG 33KV
- 33KV
- 11KV
- G- 11KV
- VRA EXISTING O/H LINES
- - - PROPOSED - - (33KV)
- ECG 33KV
- 11KV
- - - PROPOSED O/H LINE (33KV)

O/H : OVERHEAD

1986-YEAR OF CARTOGRAPHY IN AFRICA

ROAD MAP OF GHANA

7th Edition July, 1966

Scale 1:500,000 or 1 inch = 7.89 Miles

Conventional Signs

Route suitable for motor traffic throughout the year (Class II)	International Boundaries
Route suitable for motor traffic by seasonally closed (Class III)	Regional Boundaries
Route suitable for motor traffic in dry season only (Class III)	Local Council Boundaries
Road under construction	Conservation Areas with Statutes
Track and Drift	Post Office or Postal Agency
Official Road Headquarters	Telegraph or Radiogram
Distance between stations in Miles	Railway Station (Common)
Ferry-Wharves-Passenger	Rail Ways
	Light House
	Level Council Headquarters
	Regional Headquarters

KEY TO CONTOURS

100 METERS

200 METERS

300 METERS

400 METERS

500 METERS

600 METERS

700 METERS

800 METERS

900 METERS

1000 METERS

1100 METERS

1200 METERS

1300 METERS

1400 METERS

1500 METERS

1600 METERS

1700 METERS

1800 METERS

1900 METERS

2000 METERS

2100 METERS

2200 METERS

2300 METERS

2400 METERS

2500 METERS

2600 METERS

2700 METERS

2800 METERS

2900 METERS

3000 METERS

3100 METERS

3200 METERS

3300 METERS

3400 METERS

3500 METERS

3600 METERS

3700 METERS

3800 METERS

3900 METERS

4000 METERS

4100 METERS

4200 METERS

4300 METERS

4400 METERS

4500 METERS

4600 METERS

4700 METERS

4800 METERS

4900 METERS

5000 METERS

5100 METERS

5200 METERS

5300 METERS

5400 METERS

5500 METERS

5600 METERS

5700 METERS

5800 METERS

5900 METERS

6000 METERS

6100 METERS

6200 METERS

6300 METERS

6400 METERS

6500 METERS

6600 METERS

6700 METERS

6800 METERS

6900 METERS

7000 METERS

7100 METERS

7200 METERS

7300 METERS

7400 METERS

7500 METERS

7600 METERS

7700 METERS

7800 METERS

7900 METERS

8000 METERS

8100 METERS

8200 METERS

8300 METERS

8400 METERS

8500 METERS

8600 METERS

8700 METERS

8800 METERS

8900 METERS

9000 METERS

9100 METERS

9200 METERS

9300 METERS

9400 METERS

9500 METERS

9600 METERS

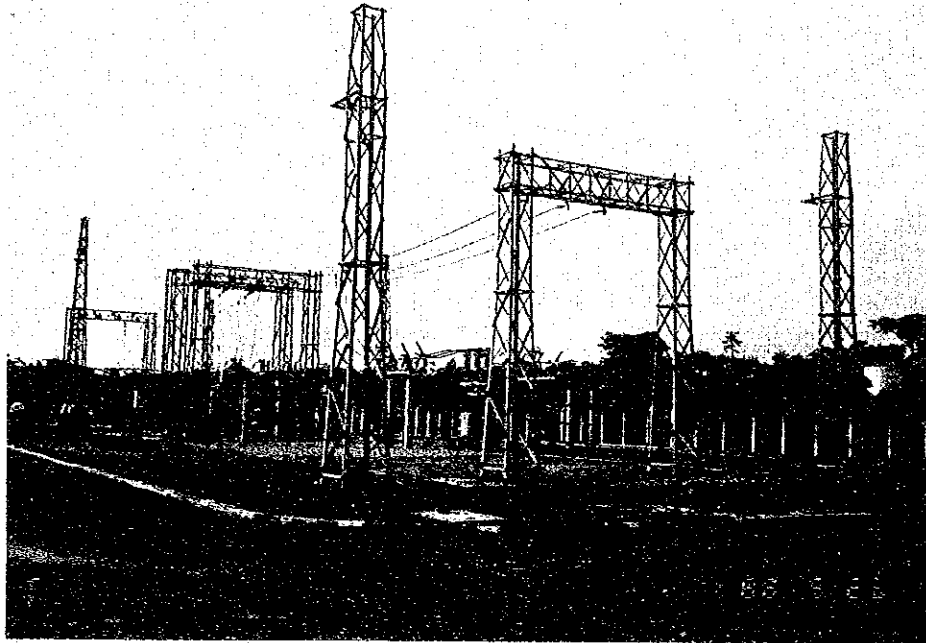
9700 METERS

9800 METERS

9900 METERS

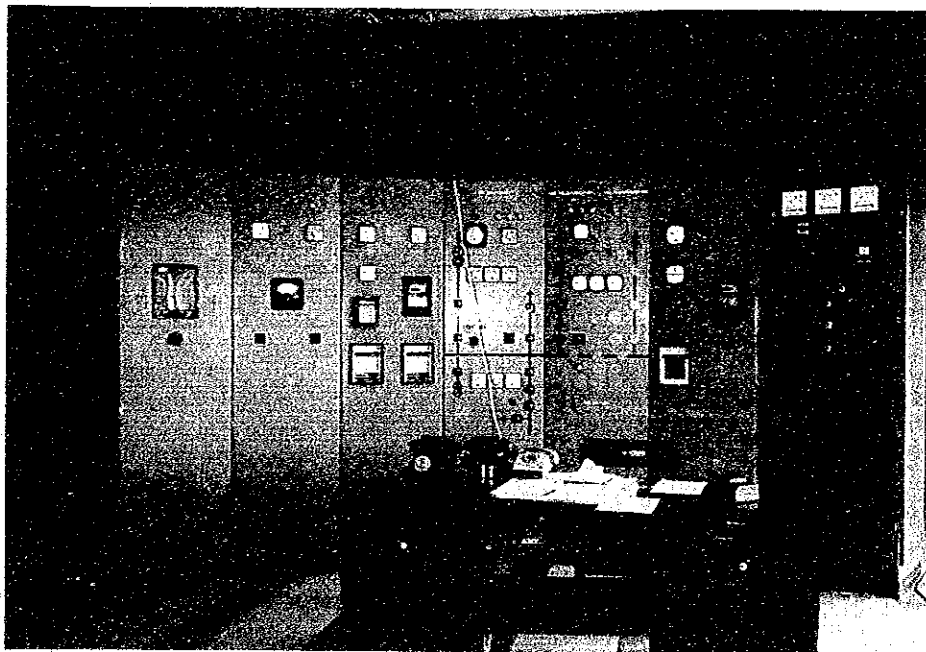
10000 METERS

ECC, クマン変電所

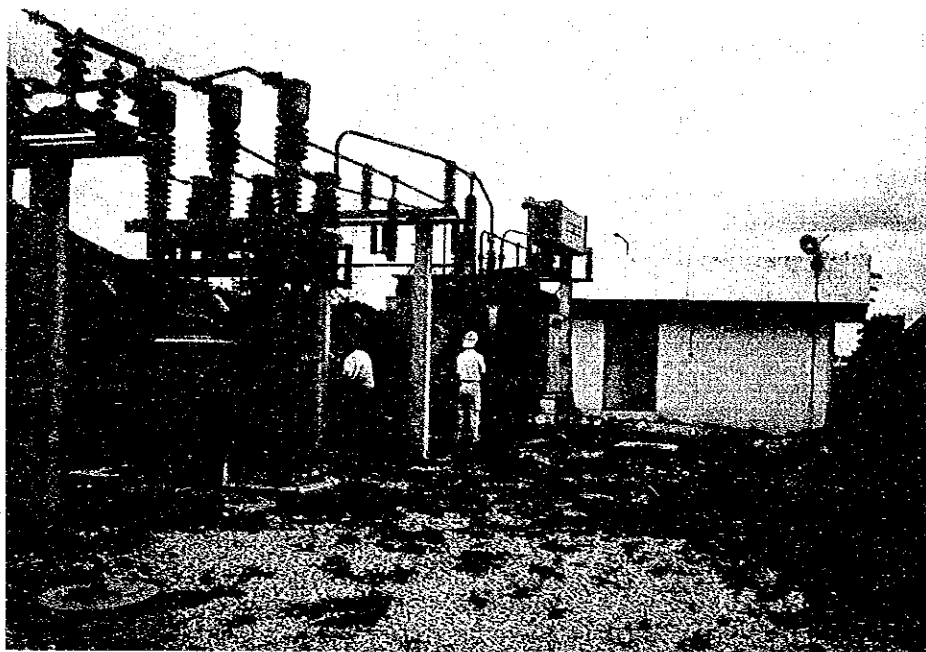


(33kV送電線, トクセ〜セニアベラク間引出口)

同上, 配電盤室

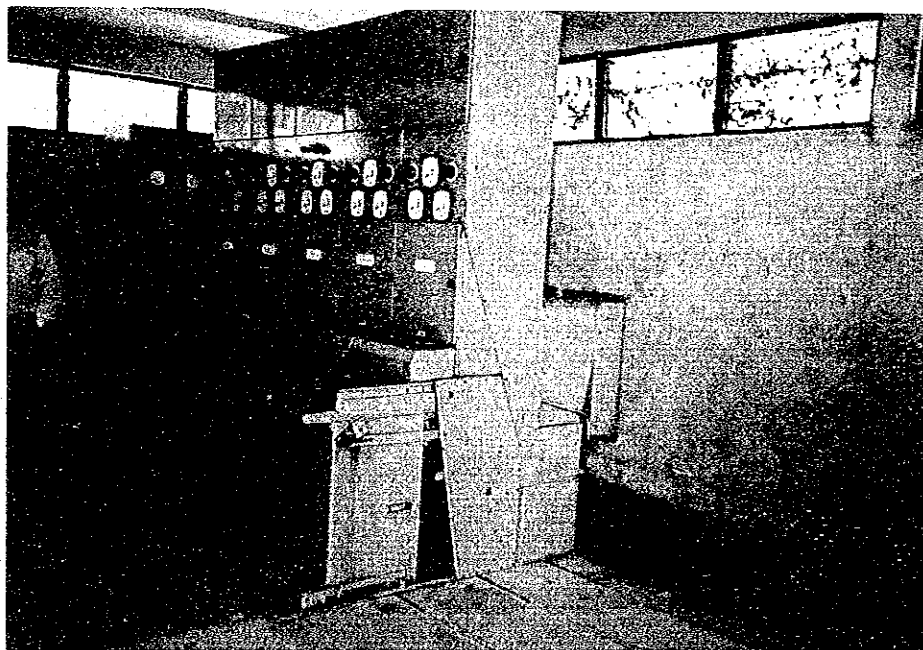


ECCG, トクセ変電所

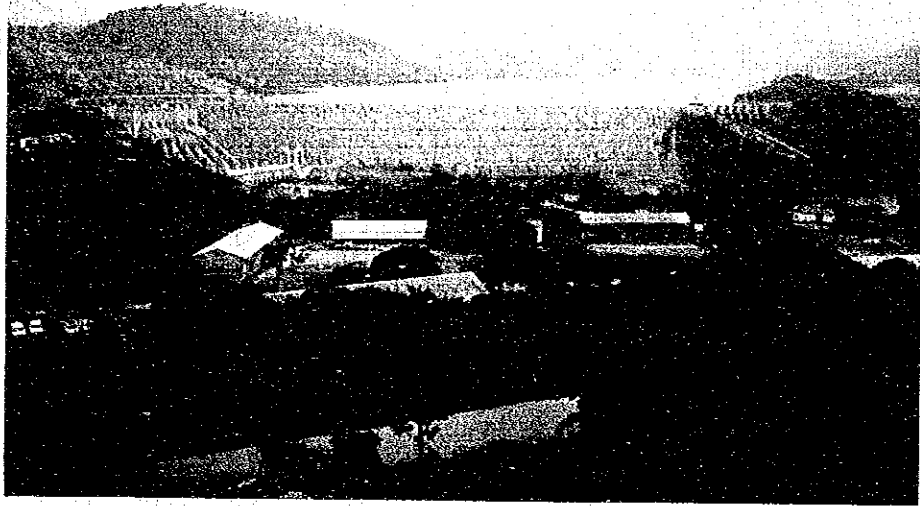


(33kV送電線, クマシ〜ベクワイ間引出口)

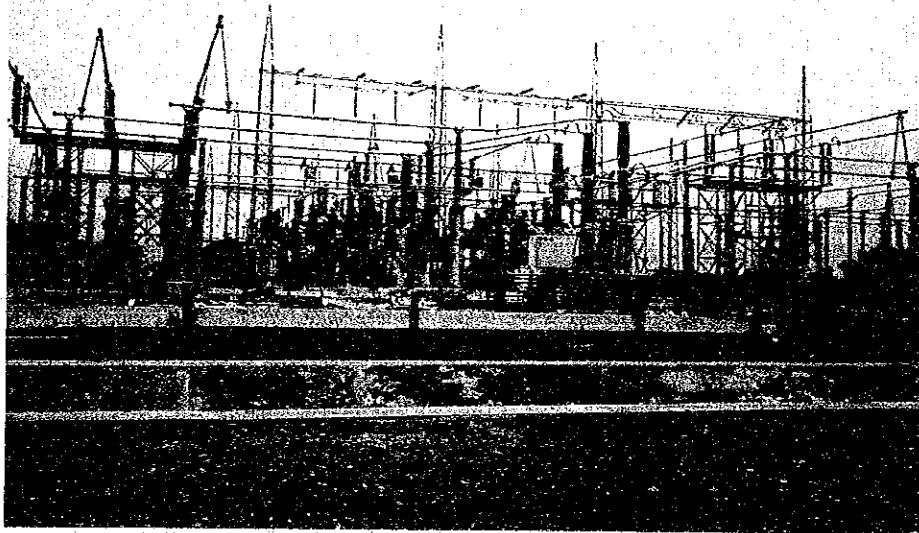
同上 配電盤室



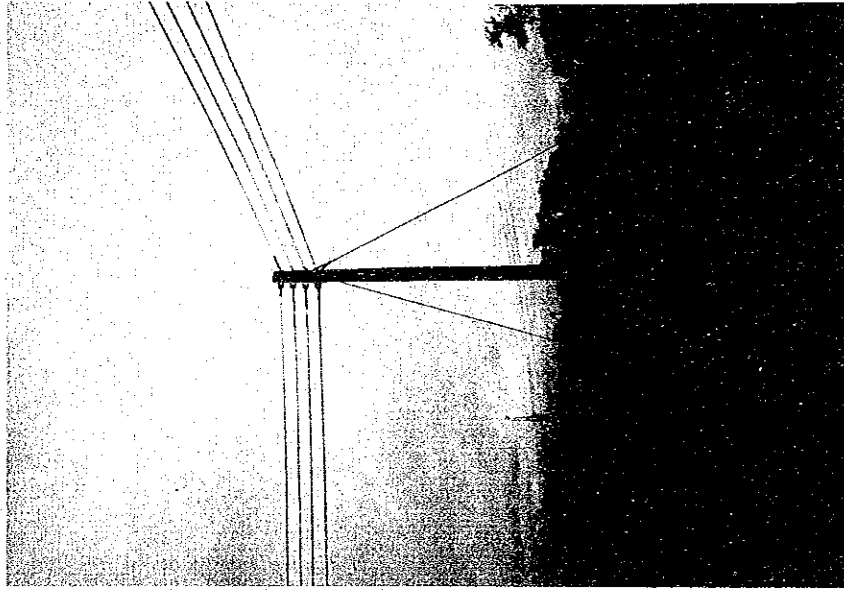
V R A, アコソムボ発電所 (912MW)



V R A, 161kVクマシ変電所

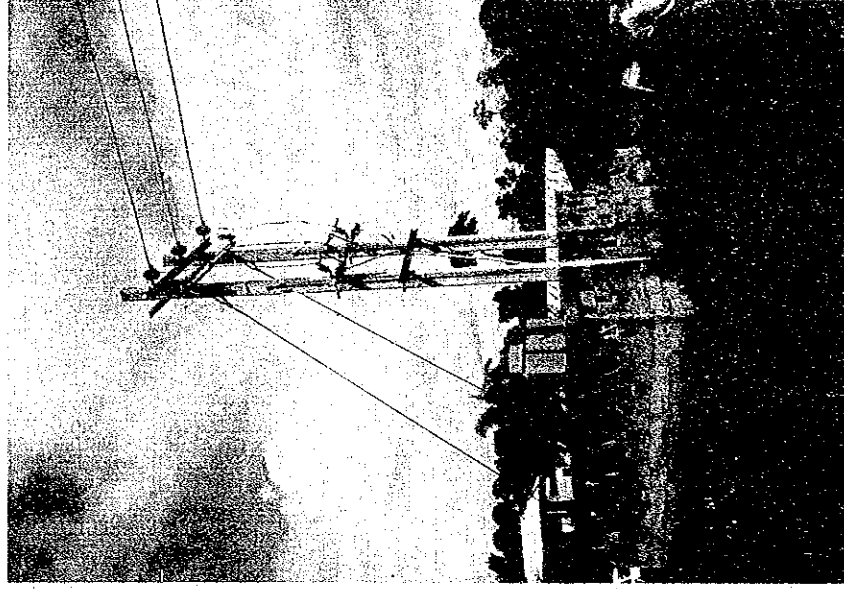


低圧配電線



(コンクリート引留柱)

ECG, 11kV配電線



(コンクリート引留柱と200kVA柱上変圧器)

要 約

ガーナ共和国は西アフリカ諸国の中央部、赤道のやや北側に位置し、面積は日本のほぼ3分の2の約23.8万平方キロメートル、人口は約1,300万人強で、首都アクラ市を含むグレート・アクラ地域には約130万人が居住している。

同国の電力事業は、大きく分けて、発電・送電を担当しているボルタ河公社 (Volta River Authority : VRA) と、配電を担当しているガーナ電力公社 (Electricity Corporation of Ghana : ECG) の2社により構成されている。

VRAは、世界最大の人造湖を貯水池とするアコンボとその下流のボンの2大水力発電所 (出力合計1,072MW) を電源に南部連系の161kV送電線 (巨長約770km) を保有し、電力の卸し売りを基本にしている。この系統はトーゴ、ベニン、コートジボアールなどの隣国へも連系され、電力輸出を行なっている。VRAは現在、この電力系統を北部に向けて、161kV送電線の建設計画を進めており、これらが完成すると全国の主要都市に送電網が延びることになり、低廉で安定した電力供給が、全国へ出来ることになる。

ECGは、全国の一般需要家に電気の供給を行なう国有配電企業であり、売電電力量の約97~98%はVRAの系統から買電し、33kV、11kVで配電している。一部ディーゼル発電機による配電が行なわれているが、従来数多くあったディーゼル発電機は老朽化と修理部品不足のために運転が出来なくなったり、出力制限、あるいは運転停止を余儀なくされている。

同国政府は、国民生活ならびに産業活動に不可欠の電力が、十分あるにもかかわらず、配電、変電設備の不足・未整備のために地方へ普及しないことを憂慮し、その対策として電力整備計画を立案して、配電系統を含めたリハビリテーションおよび電力系統から受電する地方電化計画 (1987~1991年) を策定した。この計画では年間40の村落、計200の村落へ電力供給を予定している。

このような背景から、同国政府は経済復興計画の一環である地方電化計画の一部、地方電化計画位置図に示すクマシ~ベクワイ、ダボアセ~コメンダおよびトクセ~セニアベラク間の3地域の57村、約22万5千人に裨益する電化事業について、日本国政府に無償資金協力を要請して来た。この要請を受けて国際協力事業団は現地調査、資料収集、ならびに同国政府の関係機関と必要な協議、打合せを行うため、昭和63年9月17日から同年10月10日まで、同国に事前調査団を派遣した。

ECGが配電を行なっている電力需要家の構成は、過去10年間の売電電力量の平均比率で見ると、一般家庭用が42%、商業用18.3%、企業用37.9%、公共施設・その他が1.8%である。又、ECG全体の最大需要電力の10年間平均伸び率は、約3.4%、最近5ヶ年間は約6.2%で、将来予測の伸び率は約4.7%見込まれている。

今回、要請された地方電化計画地域は、同国主要都市の郊外にあたる前記の3地域で、その選定には、次の条件が考慮されている。

1) 地方としては、主要都市に継ぐ人口密集地域、2) 病院、郵便局、警察等公共施設がある地域、3) ディーゼル発電機によって電化されたが、修理部品等の不足のため停止中あるいは老朽化してきている地域、4) 161kVグリッド内でECGの33kVあるいは11kVの送配電線が近傍にある地域、5) 工場、農場、マーケット等地場産業が活動、発達している地域等である。

したがって現在、既設ディーゼル発電所から一部配電が実施されているベクワイ地域、また、過去にディーゼル発電所があり配電が行なわれたコメンダ、キン地域、更に今回初めて電化が行なわれるその他の地域等を含め、既設電力系統から送電線の建設をすることにより電化を行なう。具体的には、既設33kVの変電所あるいは送電線から、33kVの送電線を拡張し、沿線の村落には、柱上変圧器で配電を行ない、末端の一部には変電所の建設を行ない、更にその周辺の村落へ11kVで配電する。

現地調査の結果、計画機器は33kV送変電設備を基本とするのが妥当と判断された。これはECGの将来構想である、地域毎に33kV系で連系を行なう案を配慮するとともに、今後の需要増、送電線の延長、供給範囲の拡大等に対し追加投資を行なわずに、当分対処できるためである。又、配電線など低圧側設備で既設設備があるところは利用することとすべきである。

計画資機材の概要は下記のとおりである。

33kV送電線	142km
11kV配電線	20km
400/230V低圧配電線	40km
柱上変圧器	38台 (2,625kVA)
33/11kV, 2.5MVA 変圧器	1台
33/11kV, 1.0MVA 変圧器	2台
配電盤開閉装置, 他	1式

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる事業費は約 10.6 億円で 33kV送配変電設備の据付け工事を含む、またこの計画の一部としてガーナ共和国政府が行なうべき工事は11kV以下の配電設備の据付け、既設設備の改造、工事用敷地・搬入口の新設等であり、それに必要な経費は約19百万円である。

本計画の実施には、交換公文締結後、実施設計、機器の製作、輸送および据付・試験等を含めて12ヶ月が必要と考えられる。

本案件の実施に際し、ガーナ国側の事業実施主体は、ECGとし、施設の完成後は引続き同社が施設を所有、維持管理・運用も担当する。

本案件の送配変電設備の完成後、同設備に必要な年間運営管理費は25年平均で約 2.8百万円であるが、これは売買によって見込まれる25年間の年平均収入約 152.6百万円によって充分賄うことが出来る。将来共に、機器の維持管理・運転のための部品、絶縁油の確保および点検・手入れ等を恒常的に実施することが望まれる。

本案件の実施は、一部既設ディーゼル発電機による電化地区であるベクワイに対しては、電力不足が解消され、その他の未電化地域に対しては、市民生活の向上、地場産業の活性化等に役立つものと思料される。

以上を勘案すると、本案件の実施は誠に意義深いものであり、日本国政府の無償資金協力対象事業として充分妥当なものと判断される。

目 次

序 文
地 図
写 真
要 約
目 次

第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	3
2.1 ガーナ共和国の概況	3
2.1.1 一般状況	3
2.1.2 経済状況	3
2.1.3 社会状況	4
2.1.4 産業状況	4
2.2 ガーナ共和国の電力事情	9
2.2.1 沿 革	9
2.2.2 電力事業行政と電力事業者	9
2.3 電力設備	14
2.3.1 全国発電設備の概要	14
2.3.2 VRAおよびECGの設備概要	14
2.3.3 電力部門に対する外国援助	18
2.3.4 電力需給状況	20
2.3.5 電力開発5ヶ年計画	21
2.4 電力経営	34
2.4.1 ECG職員の構成	34
2.4.2 電力需要家と裨益人口	34
2.4.3 ECG財務状況	37
2.4.4 運転・保守体制	42

2.5	計画地域の概要	44
2.6	計画要請の経緯	49
第3章	計画の内容	51
3.1	計画の目的	51
3.2	要請内容の検討	51
3.2.1	計画内容の検討	51
3.2.2	電力需要の予測	63
3.2.3	計画の策定	71
3.3	計画の概要	80
3.3.1	運営体制	80
3.3.2	計画機材の概要	80
第4章	送配変電設備の基本計画	83
4.1	計画基準と設計条件	83
4.1.1	計画基準	83
4.1.2	設計条件	84
4.2	送配電設備の設計	85
4.2.1	設計基準	85
4.2.2	送配電線の設計	91
4.2.3	柱上変圧器	100
4.2.4	主要資機材の仕様	106
4.3	変電所の設計	109
4.3.1	設計基準	109
4.3.2	各変電所の設備	110
4.3.3	機器の仕様	119
4.4	低圧配電線設計	122
4.4.1	設計基準	122
4.4.2	低圧配電線の数量算定	123
4.4.3	低圧配電線	125

4.4.4	引込線および街路灯	125
第5章	事業実施計画	129
5.1	実施体制	129
5.1.1	ガーナ国側の業務	130
5.1.2	コンサルタントの業務	130
5.1.3	請負業者の業務	131
5.2	事業実施区分	132
5.2.1	日本国政府側が分担する業務	132
5.2.2	ガーナ共和国政府側から分担する業務	132
5.3	調達・輸送・施工計画	133
5.3.1	資機材の調達計画	133
5.3.2	輸送計画	134
5.3.3	施工計画	134
5.4	実施スケジュール	135
5.5	概算事業費	135
5.6	施設運営・管理計画	135
第6章	事業評価	139
6.1	事業の効果	139
6.2	事業の妥当性	140
6.3	財務分析	140
第7章	結論と提言	145
7.1	結論	145
7.2	提言	145

資料編

資料-1	調査団の構成	A-1
資料-2	現地調査日程	A-2
資料-3	主要面談者	A-4
資料-4	協議議事録(写)	A-6
資料-5	収集資料リスト	A-11
資料-6	添付資料	A-15
(1)	需要想定のための基礎資料	A-16
(2)	財務評価の検討結果のデータシート	A-33
(3)	Calculation Results of Transmission Line	A-44
(4)	弛度計算書	A-55
(5)	Project Part関連既設系統図	A-62

第1章 緒論

第 1 章 結 論

ガーナ共和国 (Republic of Ghana)において電気事業を主に担当しているのは、水力発電設備 (合計容量: 1,072MW) と161kV 送変電設備をもって発電・送電を行なっているボルタ河公社 (V R A : Volta River Authority)と、V R Aからの買電および地方ディーゼル発電設備 (合計容量: 640kW)と33kV, 11kVの系統をもって配電を行なっているガーナ電力公社 (E C G : Electricity Corporation of Ghana) の2公共企業体である。

同国政府は、国民生活ならびに産業活動に不可欠の電力が、配電・変電設備の不足・未整備のために地方へ普及しないことを憂慮し、その対策として電力整備計画を立案、配電システムを含めたりハビリテーションおよび、電力系統から受電する地方電化計画 (1987-91年) を策定した。この計画では年間40の村落、計 200の村落への電力の供給を計ることとしており、このうち3地区、57村、約22万5千人に裨益する電化事業の一部につき日本国政府に無償資金協力を要請した。

この要請をうけて、日本国政府は事前調査の実施を決定し、国際協力事業団が、昭和63年9月17日から10月10日までの24日間ガーナ共和国に通商産業省資源エネルギー庁公益事業部技術課基準班長古澤喜彦氏を団長とする事前調査団を派遣し、現地調査、資料収集、同国政府各関係機関との協議打合せを実施した。

ガーナ共和国側との協議および現地調査結果は協議議事録としてとりまとめられ、昭和63年9月26日双方代表が署名した。

調査団の構成、現地調査の行程、協議先および面談者、協議議事録、収集資料リスト等は付属資料として巻末の資料編に添付した。

この報告書は、調査団が帰国後、国内作業において、現地調査結果をもとに本計画の妥当性を検討した結果、低廉かつ、安定に電気を供給する必要があるため、既設電力系統から受電する送配電線による電化が適切と判断され、また、今回の調査により計画の内容が極めて明確となったため、送配変電設備の基本計画、資機材の選定、事業費の概算、維持管理計画等を策定し、本計画を実施するための最適案についてとりまとめることとしたものである。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 ガーナ共和国の概況

2.1.1 一般状況

ガーナ共和国は、西アフリカ諸国の中央部に位置し、東はトーゴ、南はギニア湾、西はコートジボアール、北はブルキナファソにそれぞれ接し、約560kmにおよぶ海岸線をもつほぼ長方形の国で、日本の約3分の2にあたる23万8千km²の面積である。国土の大半は赤いラテライト層の海拔300m以下の平地であるが、地勢上からみると、海岸線の低い砂浜地帯、海岸から約100km奥地までの草原地帯、西部国境付近とアンヤンティ南部約280km付近に広がる森林地帯、北部および東部の乾燥地帯に大別される。同国に大きい山脈はなく、わずかに最高約1,000mのアクワピム・トーゴ山脈が、首都アクラ北方よりトーゴ国境付近までのびている。主要河川は同国を貫いているボルタ河であり、中流より上流はブラック・ボルタとホワイト・ボルタ、さらにレッド・ボルタに分かれており、ともにブルキナファソから流れ込んでいる。

ボルタ河には1965年に完成したアコソボ・ダムがあり、その湖は、面積8,400km²、貯水容量約1,500億m³で、世界最大の人造湖である。これは我国、琵琶湖の面積695km²と比較すると、その規模の大きさがわかる。

気候は、熱帯性で高温多湿、雨量は南西部を除き全般的に少くないが、雨期（南部は5月、9月頃の2回、北部は7月頃）には雷雨やスコールが多く、短期間ではあるが強く降る。気温は一般に3月から4月が最高で、8月が最低となる。

ガーナ共和国は、1957年に独立後は、一時経済情勢も悪化していたが、近年の国民生活水準は着実に向上している。

2.1.2 経済状況

ガーナ国は天然資源に恵まれ、南部を中心とした農業、鉱業および林業によりその経済は支えられており、就業人口の7割、GDPの54%がこの3部門により占められている。また、VRAが保有している水力発電による電力は隣国へも輸出されているが、現在まだ約35%の余裕がある。

ガーナの国内総生産は82年のマイナス6%から83年にIMFの指導等により0.7%と僅かながらプラスに転じ、84年5%、85年に4%と着実に成長している。又、1985

年の1人当りのGNPは400US\$弱である。

主要外貨獲得産品のカカオ生産量も1980年の26万トン以降低落していたが82年の17.9万トンを最低に、85年には20万トンに回復した。

これは82年に起った大干ばつを境に、主要輸出産業の基盤に対するリハビリテーション、産業構造改革の成果であり、IMFの援助条件とされた消費物資への価格補給金の減少、賃金抑制などの実施によって、生活水準は下がったものの、経済悪化への歯止めはかかったとされている。

ガーナ政府は1983年に自由経済体制への移行および経済の安定を目標とする経済再建計画(1984~86年)を策定した。この計画の中では社会インフラ整備と燃料、動力源の確保に力を注ぎ、これらに全体計画予算の2/3を割り当てている。この計画により政府の目標の1つであった経済の安定化はかなり達成された。更に同国政府は第2次経済復興計画期間を策定し経済基盤の強化を目指している。

2.1.3 社会状況

ガーナの住民は、各種の部族に分かれているが、大別すると、首都アクラ周辺の南部がガ・アダングヘ族、南東部ボルタ地域のエベ族、中南西部クマシ市付近のアカン族、北部のマンプルシダゴンバ族等が際立っている。現在人口はTable 2.1.1に示すとおり、約1,300万強であり、1970年以降の人口増加率は年平均2.6%であるが、近年は約2.5%と多少減少の傾向にある。但し、2000年までの予想増加率が年平均約3.5%と増えていくことが予想されている。又、地域別の人口および人口密度をTable 2.1.2に示すが、首都アクラを含むグレートアクラ地域はその隣接のセントラル地域と比較しても約3倍の密度である。

Table 2.1.3に1984年の人口の年齢別構成を示す。14才以下が45%、労働人口の15才~54才が47%、55才以上が8%と、非生産人口が53%と高い水準にある。

1家族当りの平均構成員は都市部で6~8人、農村部で9~11人とされている。

2.1.4 産業状況

ガーナの主力輸出品のカカオは総輸出額の65%、GNPの10.5%を占めているが、過去長年に亘るカカオ市場の極端な低迷は、ガーナ経済に与える影響は大きかった。鉱山業はカカオに次ぐ外貨収入源で金を主として、輸出額の10~15%を占める。鉱産

物は他にダイヤモンド、マンガン、ボーキサイトがある。木材及びその加工品は第3の外貨収入源であるが、交通インフラの悪化、機械部品の不足などにより大巾に減少している。製造業は大部分が国産原材料を加工する国内需要向けの軽工業である。

輸出工業としてはボルタ河の水力発電エネルギーを利用するアルミニウムがあり、年産約20万トンの生産能力がある。

最近の貿易規模を下記に示す。

貿易規模

1) 貿易総額 (単位 100万\$)

	1986	1987
輸出	773	770
カカオ	519	476
金	92	105
その他	162	189
輸入	780	879

2) 対日貿易額 (単位 100万\$)

	1983	1984	1985
輸入	65	71	67
輸出	17	30	42

Table 2.1.1 Population in Whole Ghana
(ガーナ共和国人口)

Year	Population	Increase per Year	%
1970	8,559,313	230,389	2.7
1971	8,789,702	230,290	2.6
1972	9,019,992	236,323	2.6
1973	9,256,315	242,515	2.6
1974	9,498,830	232,578	2.4
1975	9,731,408	271,680	2.8
1976	10,003,088	262,080	2.6
1977	10,265,168	268,947	2.6
1978	10,534,115	275,993	2.6
1979	10,810,108	253,895	2.3
1980	11,064,003	319,974	2.9
1981	11,383,977	298,260	2.6
1982	11,682,237	306,074	2.6
1983	11,988,311	307,770	2.6
1984	12,296,081	283,007	2.3
1985	12,579,086	513,637	4.1
1986	13,092,723	148,975	1.1
1987	13,241,698	531,147	4.0
1990	14,835,139	493,976	3.3
1995	17,295,018	551,958	3.2
2000	20,054,809		
Average per Year	1970 - 1987	275,434	2.59
	1982 - 1987	311,892	2.54

Source: Statistical Service (Population Census Dept)

Table 2.1.2 Population Distribution by Districts or Regions
(州別人口密度)

District	1970	1975	1980	1985	1987	Area (km ²)	1987 (persons/km ²)
Western	770,087	875,541	995,436	1,131,749	1,191,365	23,921	50
Central	890,135	1,012,028	1,150,613	1,308,176	1,377,085	9,826	140
Greater Accra	851,614	968,232	1,100,820	1,251,564	1,317,496	3,245	406
Eastern	1,261,661	1,434,430	1,630,858	1,854,185	1,951,856	19,323	101
Volta	947,268	1,076,985	1,224,465	1,392,141	1,465,473	20,570	71
Ashanti	1,481,698	1,684,598	1,915,284	2,177,559	2,292,264	24,389	94
Brong Ahafo	766,509	871,473	990,811	1,126,490	1,185,828	39,557	30
Northern	727,618	827,256	940,538	1,069,333	1,125,661	70,384	16
Upper West	319,865	363,666	413,466	470,085	494,847	18,376	27
Upper East	542,858	617,195	701,712	797,803	839,828	8,842	95
Total	8,559,313	9,731,404	11,064,003	12,579,085	13,241,703	238,433	56

Source: Statistical Service (Population Census Dept.)

Table 2.1.3 Population Distribution by Age and Sex as of Dec., 1984
(年令, 性別人口分布)

Age of Group	Male		Female		Total	
	Number	Percent	Number	Percent	Number	Percent
0 - 4	1,015,167	8.26	1,014,915	8.25	2,030,082	16.51
5 - 9	1,012,787	8.24	989,038	8.04	2,001,825	16.28
10 - 14	774,822	6.30	728,387	5.92	1,503,209	12.22
15 - 19	636,599	5.18	609,791	4.96	1,246,390	10.14
20 - 24	483,990	3.94	572,011	4.65	1,056,001	8.59
25 - 29	433,585	3.53	511,526	4.16	945,111	7.69
30 - 34	351,682	2.86	391,121	3.18	742,803	6.04
35 - 39	282,353	2.30	301,946	2.46	584,299	4.75
40 - 44	226,042	1.84	247,212	2.01	473,254	3.85
45 - 49	217,219	1.77	210,988	1.72	428,207	3.49
50 - 54	173,255	1.41	179,429	1.46	352,684	2.87
55 - 59	107,084	0.87	105,997	0.86	213,081	1.73
60 - 64	107,740	0.88	118,036	0.96	225,776	1.84
65 - 69	70,506	0.57	74,803	0.61	145,309	1.18
70 +	171,017	1.39	177,033	1.44	348,050	2.83
Total	6,063,848	100	6,232,233	100	12,296,081	100

Source: Statistical Service (Population Census Dept.)

2.2 ガーナ共和国の電力事情

2.2.1 沿革

ガーナにおける電力開発は1965年から66年にかけて、Ⅰ期工事を完成した、アコソ
ンボ水力発電所の出現により、飛躍的に伸びている。それまでは、各主要都市はディ
ーゼル発電機による電化が地域毎に行なわれ、系統の連系はなく現在の161kV送電系
統と比較すると不安定な電源で供給されていた。

アコソンボ発電所は1972年にⅡ期工事も完成し、電力供給容量は大きく伸び、さら
に、その下流に建設されたボン水力発電所を合せると、電力エネルギーに関する限り、
現状でも国の需要を十分に賄って余力があり、供給は安泰である。従って、隣国のト
ーゴ、ベニン、コートジボアールへの電力輸出が行なわれている。なお国内でも北方
諸都市など今だにディーゼル発電機に依存している地域へも送電線の拡張が進められ
ており、この電力を供給しようとしている。

現在、同国南部の主要都市は、161kV送電系統に接続された変電所より配電されて
おり、その周辺地域へは樹枝状に送配電線が延びて電化が進められている。

2.2.2 電力事業行政と電力事業者

エネルギー政策の観点から国家組織的には、暫定国防評議会(Provisional National
Defence Committee : P N D C)があり、その下に監督官庁として、燃料電力省
(Ministry of Fuel & Power : M O F & P) , 並びにFig. 2.2.1に示す国家エネルギ
ー庁(National Energy Board : N E B)がある。

ガーナにおける電力供給については、前記の通りV R AとE C Gがともに独立機関
として所管しているが双方のボードメンバーには夫々の代表が入っている。

(1) ボルタ河公社 (Volta River Authority)

1961年ボルタ河開発法により設立され、アコソンボ、ボンの2大水力発電所と、
全国連系の161kV送電系統を保有、運用して電気の卸し売りをする国有の発送電企
業である。

V R Aは総裁および2大需要家であるボルタ・アルミニウム会社 (V A L C O)
とE C Gの代表を含む7人のボードメンバーにより運営されている。V R Aは水力
発電の卸し売り、水力発電開発以外に、ボルタ湖を利用する漁業、舟運事業の開発、
アコソンボの居住地造成管理にも責任を持っている。

Fig. 2.2.1 (1) Organizational Chart - Ministry of Energy
(エネルギー省組織図)

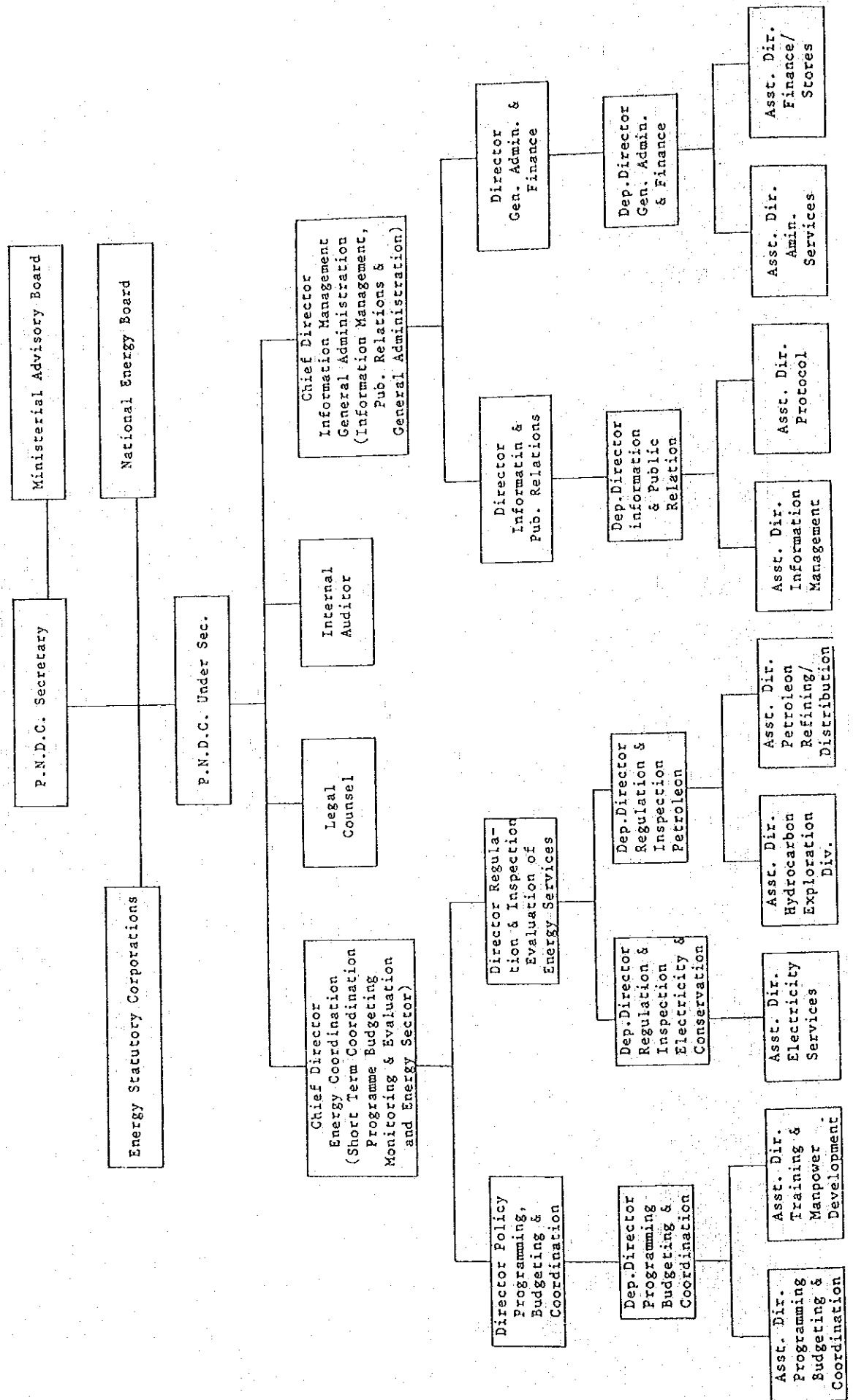
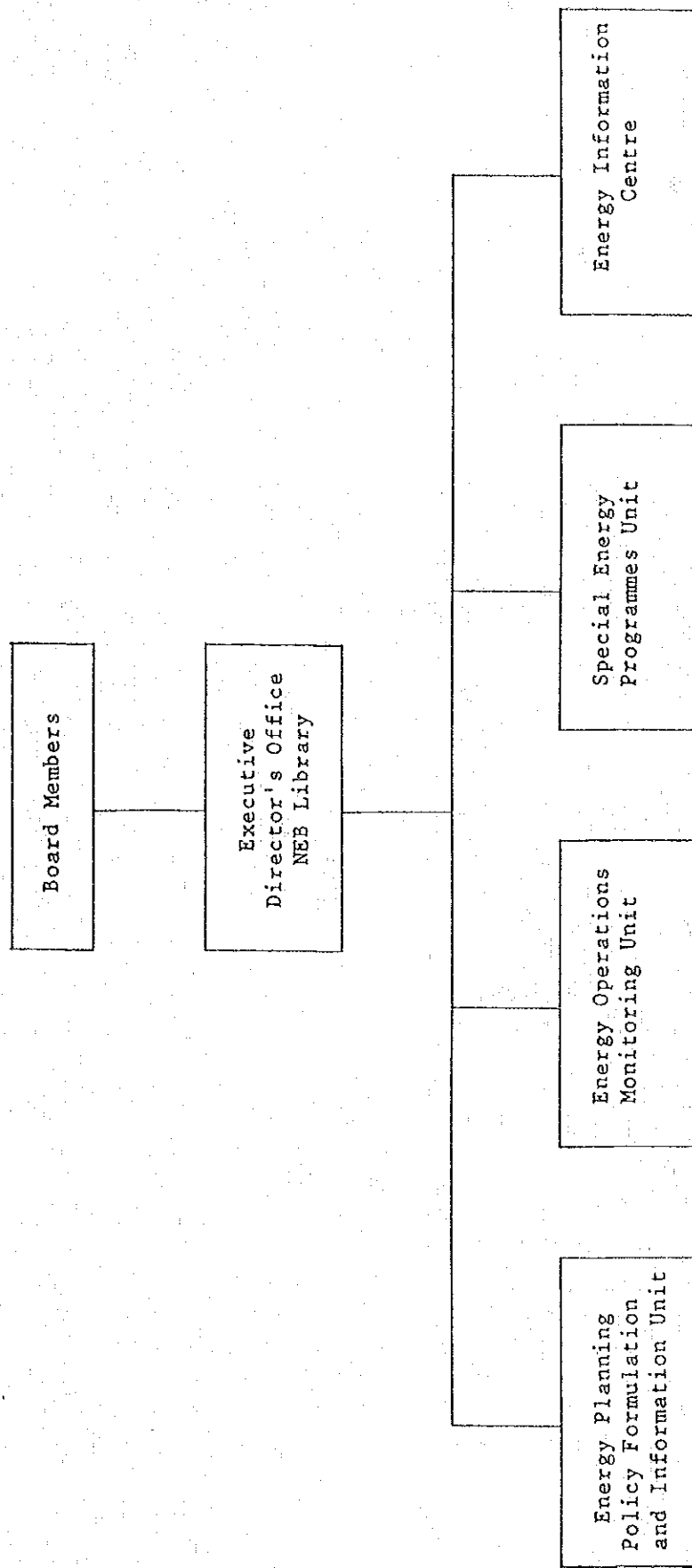


Fig. 2.2.1 (2) Organizational Structure of the National Energy Board
(NEB組織図)



組織は総裁のもとに、技術部門として副総裁（技術）、発電運用部、技術部、特殊技術部、需要家サービス部があり、管理部門として副総裁（管理）、最高顧問、特殊業務担当、経理担当、医務担当、営業部、人事労務部、監査役、財務担当、資材担当などがある。

総従業員数は1986年で2,462人である。

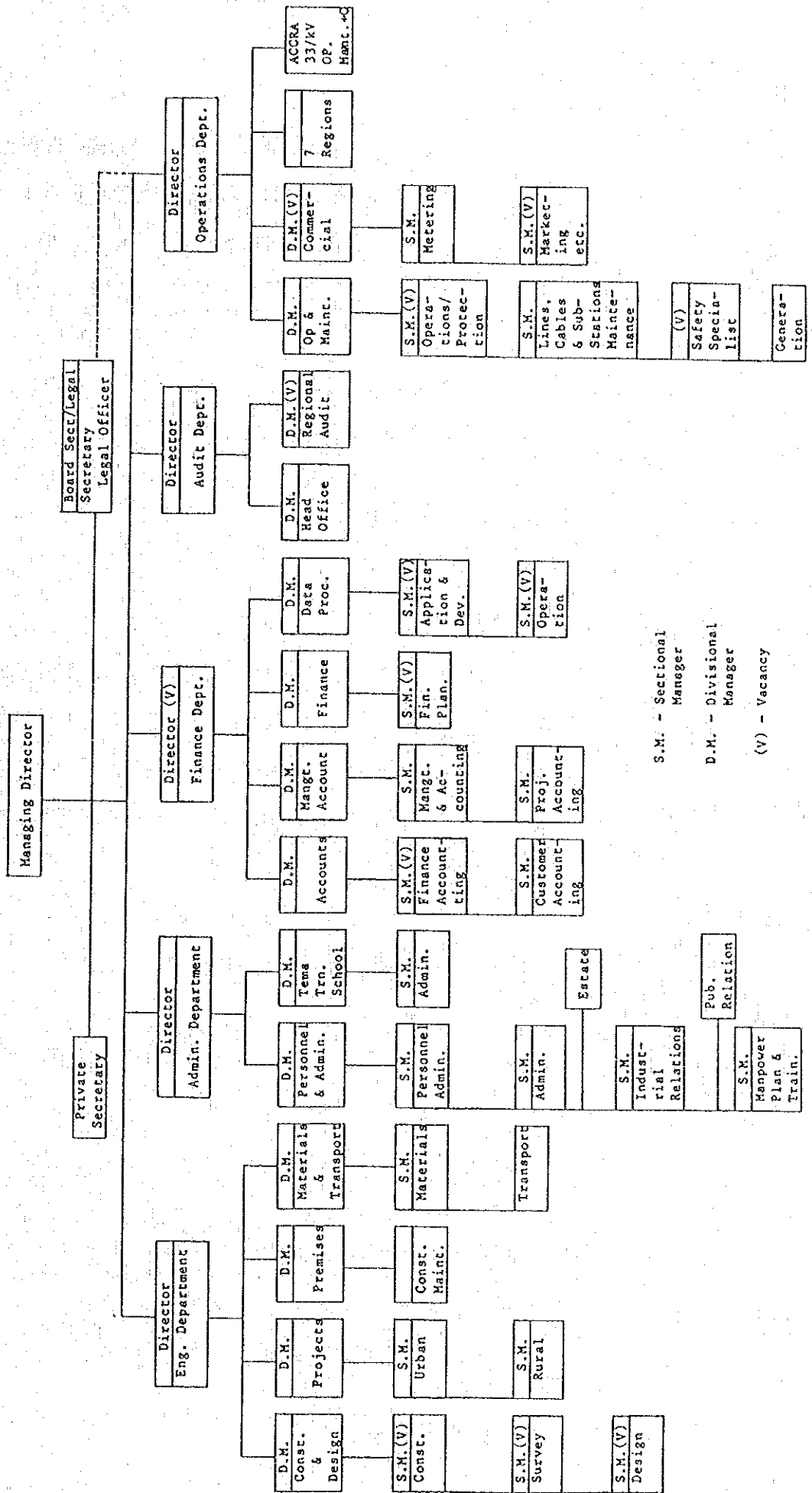
(2) ガーナ電力公社 (Electricity Corporation of Ghana)

全国の一般需要家に電気の供給を行なう国有配電企業である。VRAから電気の卸し売りを受け、またVRAの送電線が行き渡っていない地域では自己所有のディーゼル発電機より電気を需要家に供給し、販売している。配電系統は33kVおよび11kV以下の電圧である。

最近では売電電力量の約97～98%がVRAの系統から受電されている。組織はFig. 2.2.2に示すとおり総裁のもとに、技術部、運転部、総務部、経理部、監査部、および法則・秘書担当があり、運転部にはアクラ支社外7ヶ所の地方支社が所属している。

総従業員数は1987年が3,812人で、1986年の組織改革によって836人を削減した。

Fig. 2.2.2 Organizational Chart for Electricity Corporation of Ghana
(ECG: 組織図)



S.M. - Sectional Manager
D.M. - Divisional Manager
(V) - Vacancy

2.3 電力設備

2.3.1 全国発電設備の概要

ガーナにおける発電設備の状況は、VRAおよびECGの公共企業体設備と自家用設備などに分けられる。下記に示す様にVRA、ECGの保有設備容量の合計は約 1,073MWで、発電・送電を担当しているVRAが全体の99%以上を保有している。

自家用発電は、病院、民間企業および自家用照明などがあるが、データがないため全体容量は不明である。

発電設備容量の現状

VRA	$1,072 \times 10^3 \text{ kW}$
ECG	640 kW
その他	不明

2.3.2 VRAおよびECGの設備概要

両社による電力供給設備はFig. 2.3.1に示すとおり、国の南半分、主要都市の殆どを含み、約 770kmの環状送電線に連系している。水力発電所を含む主幹系統は 161kVで、各主要都市にある一次変電所までの設備をVRAが保有運用し、33kVの2次送電線、33/11kV変電所および11kV配電幹線以降の設備をECGが保有・運用している。

(1) 発電設備

(a) VRA

- ・アコンボ水力発電所（運転開始1965年2台、66年2台、72年2台）

大容量貯水池式、半地下式発電所

出力：912MW（ユニット：147MW フランス水車×4台、162MW フランス水車×2台）、使用水量基準：263m³/s/台

落差：最高69m、基準65m、最低59m

- ・ボン水力発電所（運転開始1981年）

アコンボの逆調整池式、半地下式発電所

出力：160MW（ユニット：40MWプロペラ水車×4台）

使用水量基準：395m³/s/台、落差：基準 11.75m

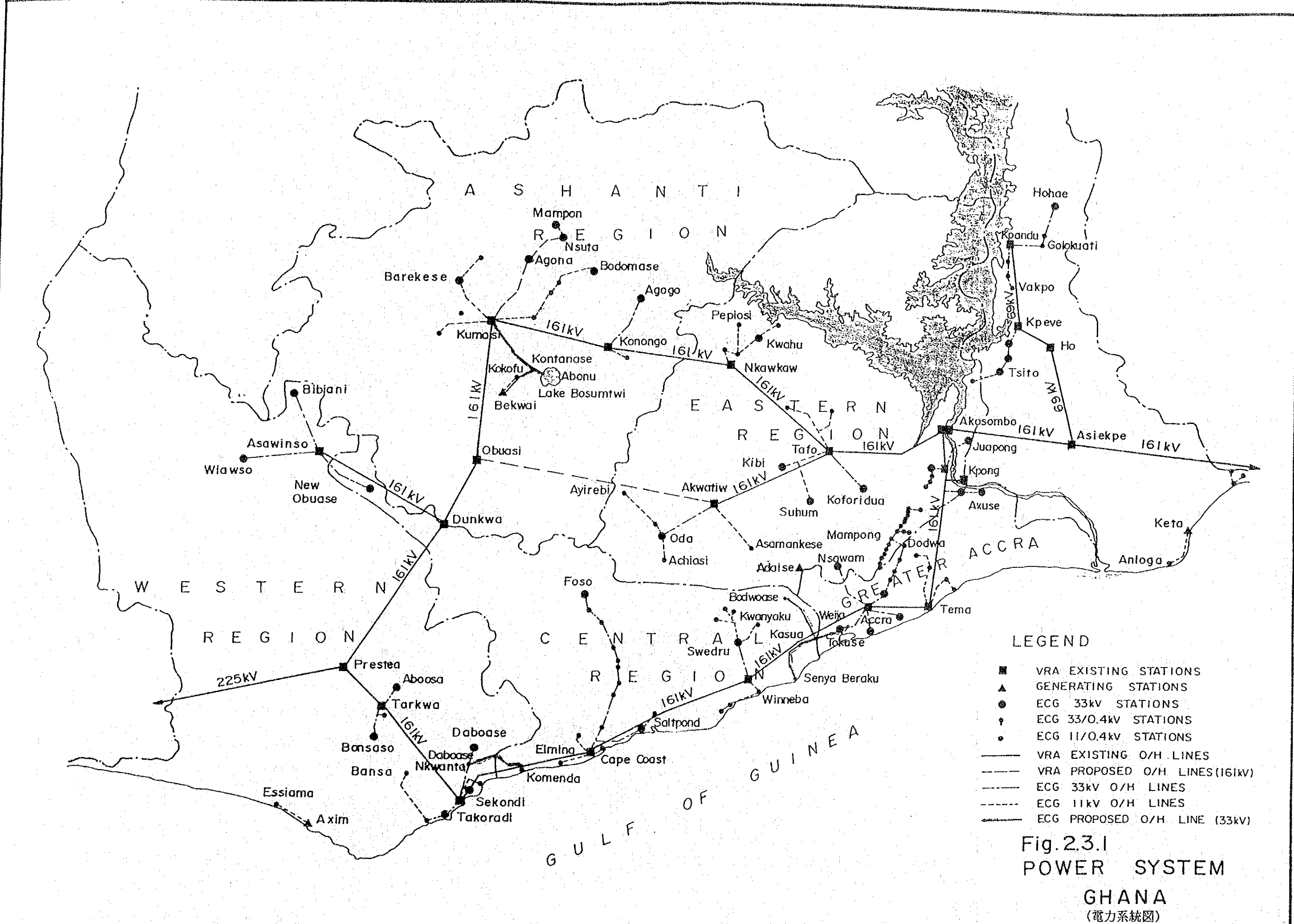


Fig.2.3.1
POWER SYSTEM
GHANA
(電力系統図)

(b) ECG

- ・ベクアイ ディーゼル発電所 (運転開始1958年)

可能出力: 168kW, 1台, Name of Set : SKODA

- ・アディソ ディーゼル発電所 (運転開始1965年)

可能出力: 22kW Name of Set : DORMAN

- ・ケタ ディーゼル発電所 (運転開始1958年)

可能出力: 235kW Name of Set : BLACKSTONE

- ・アギム ディーゼル発電所 (運転開始1978年)

可能出力: 215kW Name of Set : BLACKSTONE

(2) 送配変電設備

(a) VRA

アゴソボおよびボンの水力発電所より、ガーナの主要工業地帯であるテマへ、161kVの送電線6回線があり、内2回線は首都アクラへ延びている。21ヶ所ある一次変電所は161kVから降圧を行ない、33kVあるいは11kVでECGの2次変電所および大口需要家へ供給されている。

コートジボアールへの電力輸出は、161kVグリッドの西端プレステア変電所にて、225kVに昇圧され220kmの連系線でアボボ変電所に接続されている。またトーゴ、ベニン両国への輸出は、東部のアセイクペ変電所から161kV、129kmの連系送電線で行なっている。

ボルタ湖東部には、69kVで送電されている区域が一部ある。

現在、クマシ変電所より北部に向けて161kVの送電線建設の計画が進められており、これらが完成すると全国の主要都市に幹線送電網が延びる。

(b) ECG

VRAの一次変電所より33kVまたは11kVで受電し、33kVの2次送電線、33/11kV変電所および11kV配電幹線、400V低圧線で配電網を構成し、需要家へ供給している。配電用変圧器は、33, 11kV/415Vである。

低圧配電方式は、3相4線式で、電圧は3相415V、単相は240Vであり、中性点はすべて直接接地方式である。

ECGからの供給地点は、VRAの161kVグリッド内にある2次変電所が7ヶ所、そのグリッドに33kV、11kV線で接続されるマイナーの変電所が22ヶ所とディ

ーゼル発電機による地域が4ヶ所ある。

2.3.3 電力部門に対する外国援助

ガーナの電力開発については外国あるいは国際機構からの援助が大きな役割を果たしている。

ガーナの電力部門に大きな援助が供与されたのは1965年の世銀による第I期ボルタ河の水力発電計画であり、現在でもガーナの経済に大きく貢献している。世界一の貯水池と大容量の水力発電所を建設したことは、当時としては画期的な電力開発プロジェクトであったと思われる。その後も世銀が大きな比重で電力セクターに援助しており、Table 2.3.1に示すような計画がECGに対しても続いている。

その他の国では、西独（KFW）が送電、配電網の拡充プロジェクトに、又、変電所の補修などに協力しており、英国（BICC）もクワフリッジの電化に援助している。

Table 2.3.1.1 Government Subsidiary Loans to ECG
(ECG : 政府援助資金)

Name of Loan	Period of Repayment	Loan Amount	Broad Purpose of Loan
1. IDA 118GH	30/6/71 - 31/12/88	\$ 10,000,000.00	Extension of Electrical Distribution System - Phase 1
2. IDA 256GH	31/12/72 - 30/6/82	\$ 7,100,000.00	Extension of Electrical Distribution System - Phase 2
3. IDA 689GH	1/7/82 - 30/12/2007	\$ 9,000,000.00	Extension of Electrical Distribution System - Phase 3
4. KFW 6565139	31/12/69 - 31/12/86	DM 20,000,000.00	Co-financing to Extension of Electrical Distribution System - Phase 1
5. KFW 7065030	30/6/75 - 31/12/84	DM 7,500,000.00	Co-financing to Extension of Electrical Distribution System - Phase 2
6. KFW 7865116	30/6/80 - 31/12/99	DM 2,100,000.00	Reinforcement of 33/11 kV Substations in Accra Transformers for Stations E, B & D.
7. KFW 7865181	31/7/84 - 31/1/99	DM 7,010,000.00	Volta Region Electrification Scheme - Phase 1
8. BICG/OBS	31/12/82 - 31/6/2000	L 1,194,974.50	Electrification of Kwahu Ridge
9. IDA 1628GH	1996 - 2005	\$ 24,830,000 SDR	ECG system rehabilitation

2.3.4 電力需給状況

(1) 電力需給

VRAの電力需給状況は、Table 2.3.2に示すとおり、10カ年平均の供給は約3,900GWhで、最近4,000GWhを越える伸びを示している。最大負荷でも、10年間の平均が約613MWで最大は約690MWであるが、設備能力上はまだ余裕がある。

ただし、1982年～83年の大干ばつによる影響では、1983～85年にかけて負荷カットの状況が見られる。最近になりアコンボ貯水池水位の回復に伴い、発生電力量も増えてきている。

これらのうち、1986年におけるECGの買電電力量は、約1,158GWh(27%)で、最大負荷は約257MWである。又1987年の買電電力量は約1,266GWhで対前年比約9.3%の伸びがある。

ECGの電力需給状況はTable 2.3.3およびFig. 2.3.2に示すように近年は増加傾向にあり、1986年から1987年にかけては、発電・買電電力量が約7%、売電電力量が約13%と伸びている。このうち発電・買電電力量の内訳はFig. 2.3.3に示すとおり、約97～98%がVRAからの買電電力量である。残りは数ヶ所に単独立地するディーゼル発電機による供給であるが、電力系統連系が進められることにより、これらは減少している。

VRAの電力系統の日負荷曲線をFig. 2.3.4に、ECGの首都アクラにおける日負荷曲線をFig. 2.3.5に示すとおり、いずれも基本的な変化は、平日および週末とも、殆んど同様である。すなわち、ピーク負荷時間は、一般家庭用照明負荷が入る、18時～22時であるが、平日と週末の差が少なく、又ランチタイムの負荷変化がないのが特徴である。

(2) 電力需要の構成

VRAは、VALCO、MINESなど一部直接配電負荷(大口需要家)をもっているが、前述のとおり一般需要家への供給担当は、ECGである。

ECGの電力需要量を、ユーザ別にみると、Table 2.3.4に示すとおり、1977～1987年間の平均比率で、一般家庭用が42%、商業用18.3%、企業用37.9%、公共照明、その他が1.8%になる。

過去10年間の年度別需要構成をFig. 2.3.6に示すとおり、一般家庭用が殆んどトップの電力需要家であり、その伸びもコンスタントに近い成長を続けている。