No. 1

ガーナ共和国

アセセワ・イエジ地区電化計画

基本設計調査報告書

平成8年7月

国際協力事業団
(株) EPDCインターナショナル

ガーナ共和国

アセセワ・イエジ地区電化計画

基本設計調査報告書

平成８年７月

国　際　協　力　事　業　団
（株）EPDCインターナショナル

序　　文

日本国政府は、ガーナ共和国政府の要請に基づき、同国のアセセワ・イエジ地区電化計画にかかる基本設計を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成8年2月20日から4月4日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ガーナ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成8年5月21日から6月1日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成8年7月

国際協力事業団
総裁　藤田公郎

伝　達　状

今般、ガーナ共和国におけるアセセワ・イエジ地区電化計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成８年２月１５日より平成８年８月14日までの６ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。

今回の調査に際しましては、ガーナの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

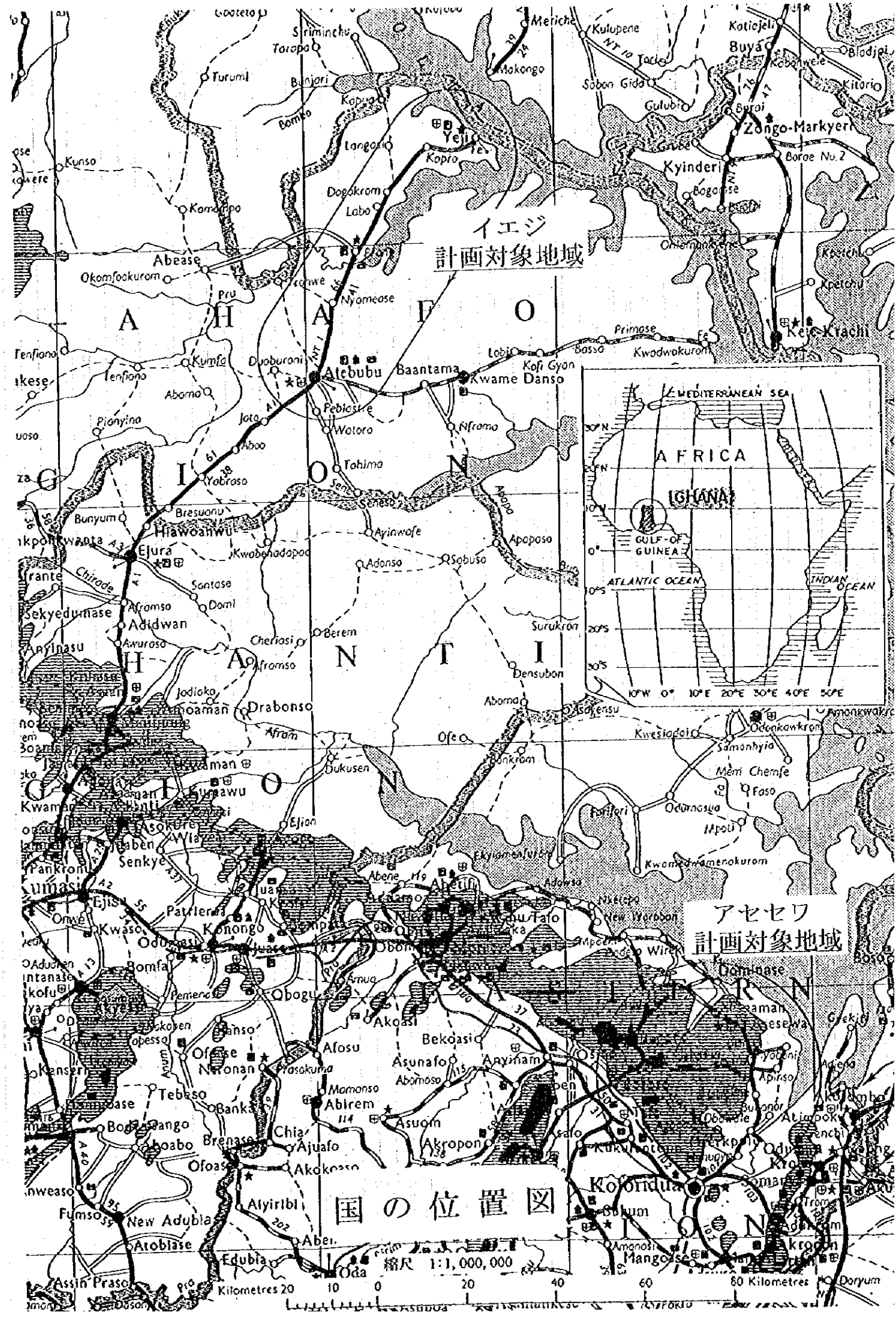
平成８年７月

株式会社 EPDC インターナショナル

ガーナ共和国
アセセワ・イエジ地区電化計画
基本設計調査団

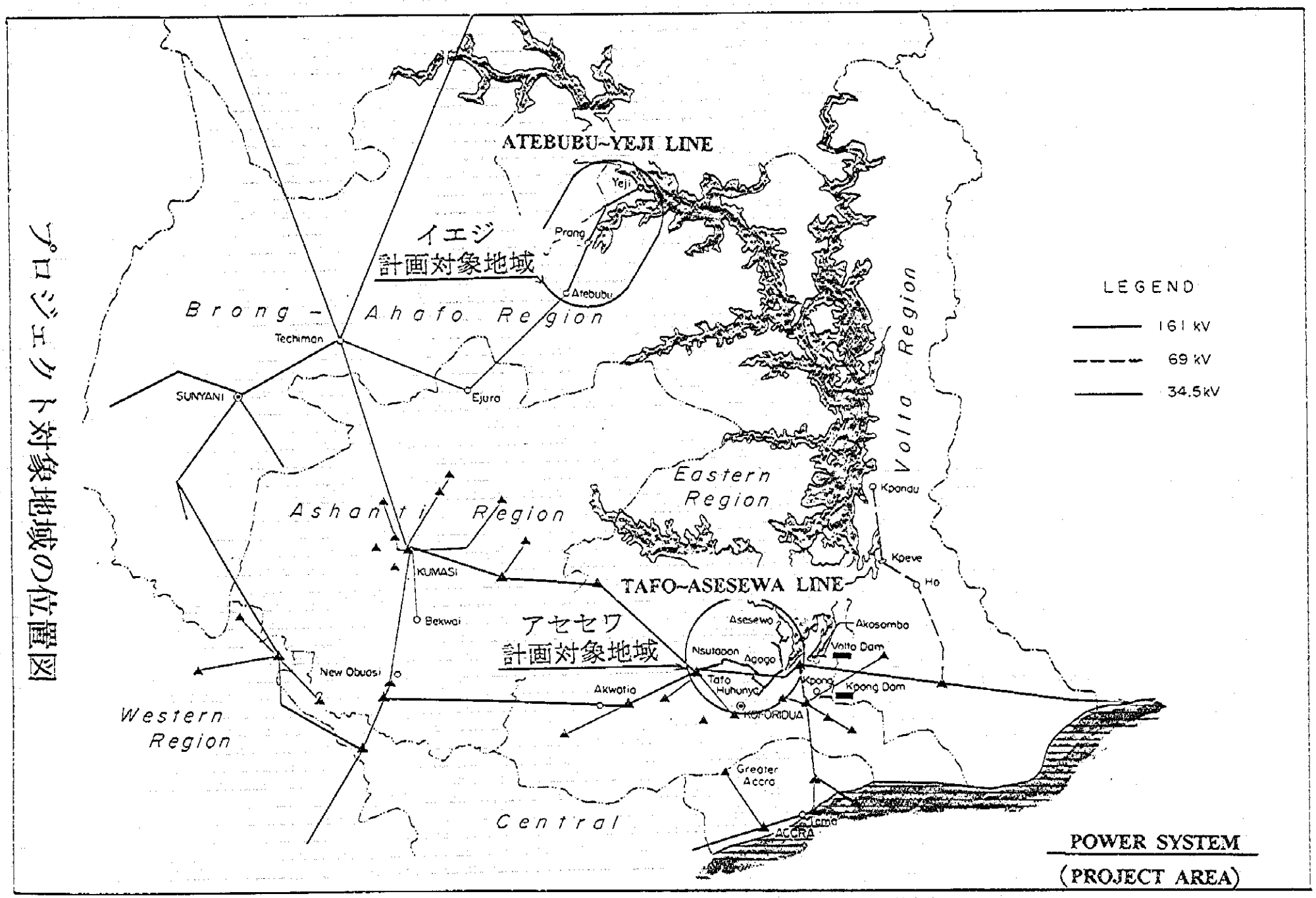
業務主任　　市川　武司

国の位置図

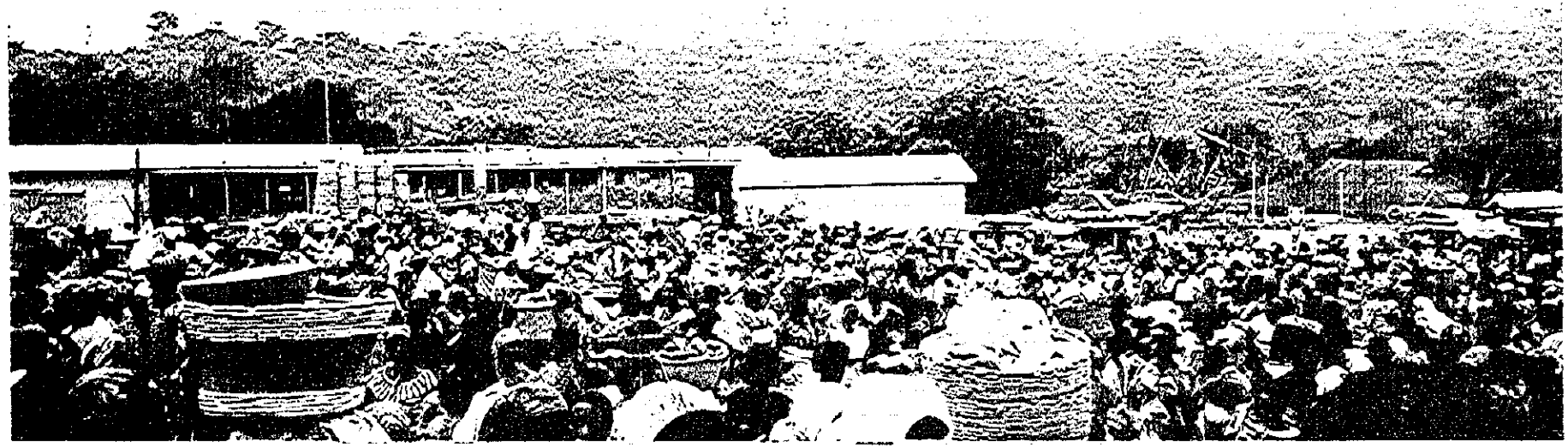

イエジ
計画対象地域
アセセワ
計画対象地域
国の位置図
縮尺 1:1,000,000
Kilometres 20 10 0 20 40 60 80 Kilometres
A H A N A
G H A N A
A S H A N T I
B R O N G
E A S T E R N
Yeji
Kopro
Dogokrom
Labo
Abease
Okomfookurom
Nyomease
Atebubu
Baantama
Kwame Danso
Kete-Krachi
Zongo-Markyeri
Kyinderi
Kumfo
Tenfiono
Aboma
Pionyina
Jato
Aboo
Yobroso
Pebiaste
Wotoro
Tohima
Nframa
Bunyum
Bresuonu
Hiawoanwu
Ejura
Kwabenadapoa
Ayinwofe
Adonso
Sobuso
Santase
Domi
Afromso
Adidwan
Awuroso
Cheriasi
Berem
Surukron
Densubon
Jodioko
Drabonso
Afram
Ofe
Bonkrom
Dukusen
Ejion
Sekyedumase
Anyinasu
Kumasi
Ejisu
Kwaso
Odumasi
Konongo
Patriensa
Bomfa
Pemenasi
Obogu
Akoasi
Bekoasi
Afosu
Asunafo
Anyinam
Nkronan
Tebeso
Abirem
Asuom
Akropon
Bankasi
Chia
Ajuafo
Brenase
Ofoase
Akokoaso
Alyirlbi
New Adubia
Atobiase
Edubia
Oda
Fumso
Kofiridua
Mangoase
Abetifi
Nkecepa
New Wenbon
Odumasuo
Kwamedwamenokurom
Odonkawkrom
Samonhyia
Mem Chemfe
Faso
Kwesiogoi
Asokensu
Aboma
Densubon
Primose
Kwodwokurom
Kofi Gyon
Basso
Lobi
Kwabenadapoa
Apopaso
Apopa
Senso
Senesu
Tenfiono
Kunso
Komfopo
Turumi
Sriminchu
Taropa
Bunjari
Kopro
Langosi
Bomba
Makongo
Kulupene
Sobon Gida
Gulubio
Buyá
Katiejeli
Kitario
Bladjoi
Kobowele
Borae No. 2
Bogoase
Ohiemmankere
Kpetchu
Kpeichu
Kwamaman
Kwamanman
Kumawu
Asokore
Wiaben
Senkye
Pankrono
Juam
Kwaman
Abene
Abetifi
Adowsa
Tafo
Wireku
Dominase
Boaabo
Boadiangoo
Tebeso
Bankasi
Afosu
Nkronan
Asunafo
Abomoso
Bekoasi
Anyinam
Aprinso
Yoloni
Adena
Obomle
Akropon
Kukurantumi
Koforidua
Sukum
Mangoase
Amanosi
Akroom
Doryum
Assin Praso
Dasson
Tarkwa
Bosso
Bonsa
Ofoase
Tebeso
Bankasi
Chia
Ajuafo
Brenase
Ofoase
Akokoaso
Alyirlbi
New Adubia
Atobiase
Edubia
Oda
Fumso
Abei
Kwaman
Kumasi
Ejisu
Kwaso
Odumasi
Konongo
Bomfa
Pemenasi
Obogu
Akoasi
Bekoasi
Afosu
Nkronan
Asunafo
Anyinam
Abirem
Asuom
Akropon
Kukurantumi
Koforidua
Sukum
Mangoase
Abetifi
Nkecepa
New Wenbon
Odumasuo
Kwamedwamenokurom
Odonkawkrom
Samonhyia
Mem Chemfe
Faso
Kwesiogoi
Asokensu
Aboma
Densubon
Primose
Kwodwokurom
Kofi Gyon
Basso
Lobi
Kwabenadapoa
Apopaso
Senso
Senesu
Tenfiono
Kunso
Komfopo
Turumi
Sriminchu
Taropa
Bunjari
Kopro
Langosi
Bomba
Makongo
Kulupene
Sobon Gida
Gulubio
Buyá
Katiejeli
Kitario
Bladjoi
Kobowele
Borae No. 2
Bogoase
Ohiemmankere
Kpetchu
Kpeichu
Kwamaman
Kwamanman
Kumawu
Asokore
Wiaben
Senkye
Pankrono
Juam
Kwaman
Abene
Abetifi
Adowsa
Tafo
Wireku
Dominase
Boaabo
Boadiangoo
Tebeso
Bankasi
Afosu
Nkronan
Asunafo
Abomoso
Bekoasi
Anyinam
Aprinso
Yoloni
Adena
Obomle
Akropon
Kukurantumi
Koforidua
Sukum
Mangoase
Amanosi
Akroom
Doryum
Assin Praso
Dasson
Tarkwa
Bosso
Bonsa
Ofoase
Tebeso
Bankasi
Chia
Ajuafo
Brenase
Ofoase
Akokoaso
Alyirlbi
New Adubia
Atobiase
Edubia
Oda
Fumso
Abei
Kwaman
Kumasi
Ejisu
Kwaso
Odumasi
Konongo
Bomfa
Pemenasi
Obogu
Akoasi
Bekoasi
Afosu
Nkronan
Asunafo
Anyinam
Abirem
Asuom
Akropon
Kukurantumi
Koforidua
Sukum
Mangoase
Abetifi
Nkecepa
New Wenbon
Odumasuo
Kwamedwamenokurom
Odonkawkrom
Samonhyia
Mem Chemfe
Faso
Kwesiogoi
Asokensu
Aboma
Densubon
Primose
Kwodwokurom
Kofi Gyon
Basso
Lobi
Kwabenadapoa
Apopaso
Senso
Senesu
Tenfiono
Kunso
Komfopo
Turumi
Sriminchu
Taropa
Bunjari
Kopro
Langosi
Bomba
Makongo
Kulupene
Sobon Gida
Gulubio
Buyá
Katiejeli
Kitario
Bladjoi
Kobowele
Borae No. 2
Bogoase
Ohiemmankere
Kpetchu
Kpeichu
MEDITERRANEAN SEA
AFRICA
GHANA
GULF OF GUINEA
ATLANTIC OCEAN
INDIAN OCEAN
30°N
20°N
10°N
0°
10°S
20°S
30°S
10°W 0° 10°E 20°E 30°E 40°E 50°E

プロジェクト対象地区の位置図

プロジェクト対象地域の位置図



写　真



計画対象地域
Asesewa 地区の
中心街にある
マーケット風景、

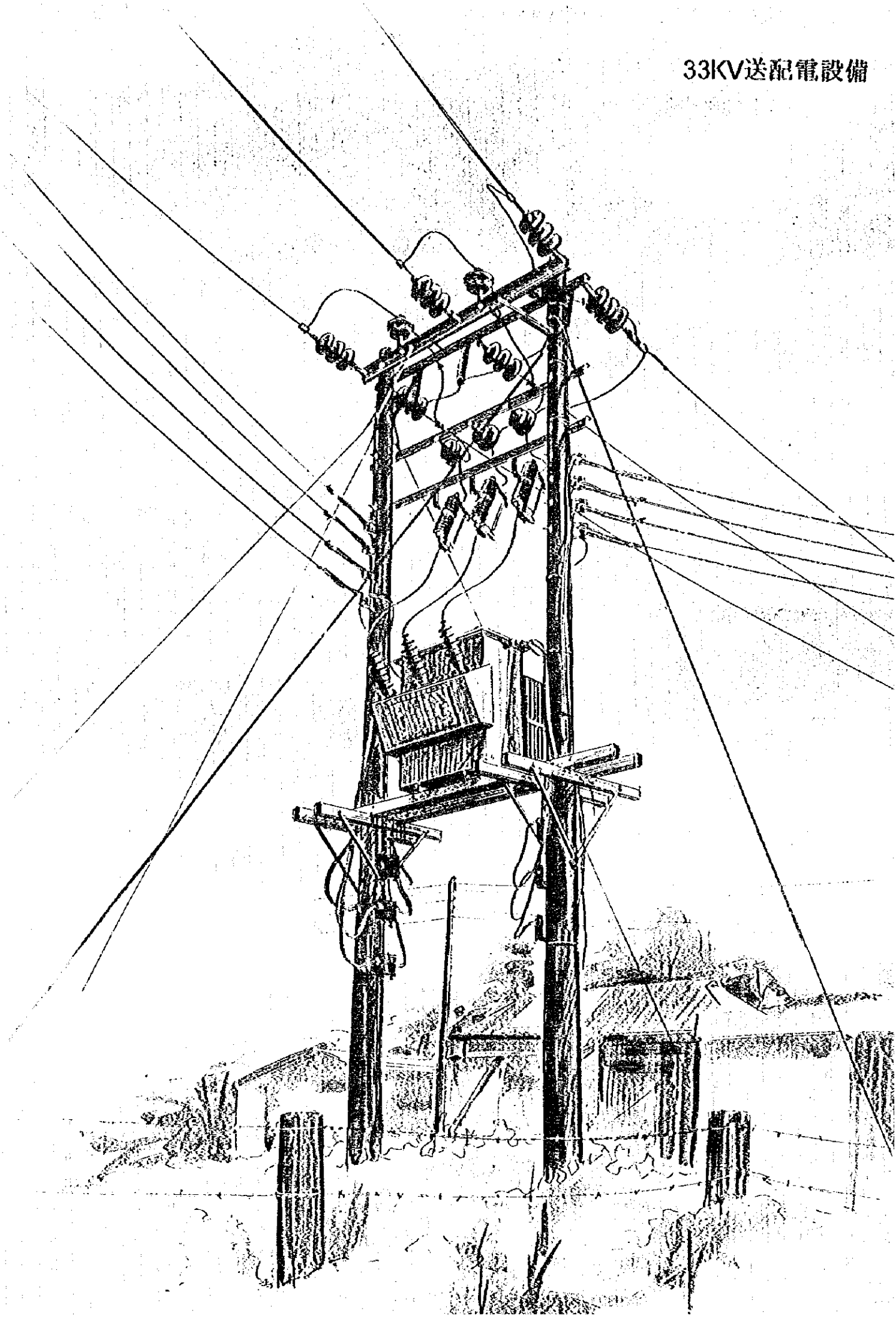
この地区には
自立電化計画で
既に低圧配電用
木柱（右側後方）
が建てられている。

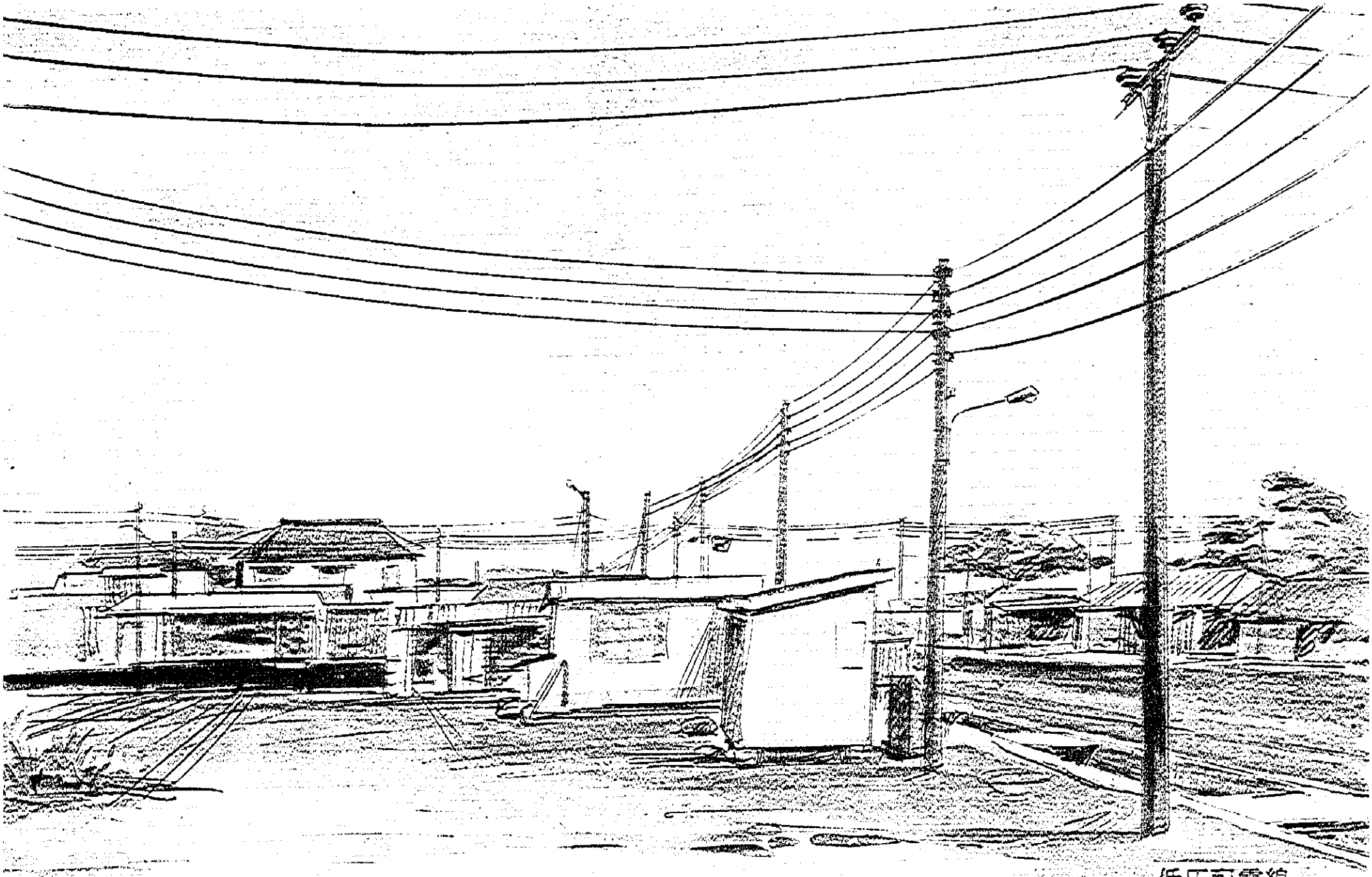
計画対象地域
Yeji 地区の
ボルタ湖畔にある
屋外魚市場、

この左側に
漁業共同センター
の工事中。

完成予想図

33KV送配電設備





低圧配電線

略　語　集

略　語　集

Agencies (機関)

MME :	Ministry of Mines & Energy	: 鉱山エネルギー省
MOF :	Ministry of Finance	: 大蔵省
VRA :	Volta River Authority	: ボルタ河公社
ECG :	Electricity Corporation of Ghana	: ガーナ電力公社
NED :	Northern Electricity Department	: 北部地域配電部
EMB :	Embassy	: 大使館
JICA:	Japan International Cooperation Agency	: 国際協力事業団
IDA :	International Development Agency	: 第二世界銀行
OECF:	Overseas Economic Cooperation Fund	: 海外経済協力基金
NDF :	Nordic Development Fund	: ノールエイ基金
NES :	National Electrification Scheme	: 国家電化計画
NEP :	National Electrification Project	: 国家電化プロジェクト
SHEP:	Self-Help Electrification Program	: 自立電化計画
DCEP:	District Capitals Electricfication Programme	: 州都電化計画
GLSS:	Ghana Living Standards Survey	: ガーナ生活水準調査
CFC :	Community Fisheries Center	: 漁業共同センター
ERP :	Economic Rrcovery Programme	: 第一次経済再建計画
IPP :	Independent Power Producer	: 独立発電事業者

Term (用語)

E/N :	Exchange of Notes	: 交換公文
GDP :	Gross Domestic Producer	: 国内総生産
GNP :	Gross National Products	: 国民総生産
US$:	United States dollar	: 米ドル
¢ :	Cedi (1¢≒0.7 円)	: セディ
AAC :	All Aluminum Conductor	: 硬アルミニウムより線
ACSR:	Aluminum Conductor Steel Reinforced	: 鋼心アルミニウムより線
VHF :	Very High Frequency	: 高周波帯
FM :	Frequency Modulation	: 周波数変調
GCB :	Gas-Circuit Breaker	: ガス遮断器
T/S :	Thermal Power Station	: 火力発電所
BIL :	Besic In-palse Insulation Level	: 基準衝撃絶縁強度
IKL :	Isokerauic Level	: 年間雷雨日数

Unit (単位)

W :	Watt		: ワット (電力)
kW :	Kilowatt	= 10^3 W	: キロワット (電力)
kWh :	Kilowatt hour	= 10^3 Wh	: キロワット時 (電力量)
MW :	Mewgawatt	= 10^3 kW	: メガワット (電力)
MWh :	Megawatt hour	= 10^3 kWh	: メガワット時 (電力量)
GWh :	Gigawatt hour	= 10^6 kWh	: ギガワット時 (電力量)
kVA :	Kilovolt Ampere	= 10^3 VA	: キロボルト・アンペア (容量)
MVA :	Megavolt Amprer	= 10^6 VA	: メガボルト・アンペア (容量)
kV :	Kilovolt	= 10^3 V	: キロボルト (電圧)
Pf :	Power factor		: 力率
Hz :	Hertz (cycles per secoond)		: ヘルツ (周波数)

要　　約

要　約

ガーナ共和国（以下「ガ」国という）は、アフリカ大陸の西海岸ギニア湾に面し、北はブルキナファソ、西はコートジボアール、東はトーゴと国境を接している。国土面積は238,540 km²であり、人口は1,722万人(1994年)である。

「ガ」国は1980年以降、経済的困難が続いたものの、1983年には世銀などの協力により構造調整が始まり、1984年以降の経済の回復を背景に政情は落ち着きを見せている。「ガ」国政府は現在、1992-1996年公共投資計画を実施中で、国の経済基盤の強化を目指し、エネルギー分野を含む国内のインフラ整備に力を注いでいる。また、「ガ」国政府は1995年1月に今後の経済目標として「ビジョン2020」と銘打った長期国家開発構想を策定し、2020年までに中所得国入りを目指している。同時に、本構想に基づき1996-2000年を第一期5ヶ年計画（The first five-year rolling plan：5 YRP）と位置づけ、実行を開始した。本5ヶ年計画では、2000年迄に1人当たりGDPを500ドルに高め、この間の実質GDP成長率を年率8％としている。

「ガ」国の電気事業は、監督官庁が鉱山エネルギー省で、発送電はボルタ河公社が行っている。配電は南部6州についてはガーナ電力公社が、北部4州についてはボルタ河公社が担当している。

電力は世界最大の人造湖であるボルタ湖を利用したAkosombo発電所（出力912MW）とその下流にあるKpong発電所（出力160MW）およびTemaのディーゼル発電所（出力30MW）から供給されており、161KVの送電線を介して国内の需要地に送電するとともに、隣接するトーゴ、ベナン、コートジボアールとも連係している。近年需要の伸びが著しく渇水期には外国から輸入する場合もあり、その対策として、現在Takoradiに火力発電所（出力300MW）を建設中である。

国内の電化については、2020年までに全国を161kVの送電系統より電力を供給することを目的とした国家電化計画を推進中である。1995年の電化率は30%と推定される。

上記国家電化計画の一環として、世銀他の協力により1995年より国家電化プロジェクトが実施されており、これにより1998年までに全国110カ所の郡都の電化が終了する事になっている。

「ガ」国は人口の集中が激しく、経済活動が活発で上記郡都に準じ電化すべき必要性のある地域でありながら具体的な計画の無かった下記3地域について早期電化の実現に向けてわが国に無償資金協力を要請してきたものである。

要請の内容は、東部州アセセワ地区、ブロングアハフォ州イエジ地区及びボルタ州ウォラウォラ～クワメクロム地区について33KV送電線（175 km）の建設、41村落への低圧配電資機材の調達及び既存変電所の設備増強（1カ所）等であった。

日本政府は、この要請を受け、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は1996年2月20日より4月4日までの45日間、基本設計調査団を派遣し、国内解析作業を経て1996年5月21日から6月1日までの12日間、基本設計概要説明調査団を「ガ」国に派遣した。

1） ボルタ州ウォラウォラ～クワメクロム地区の除外

標記地区については、調査開始時既にノルウェーの援助による実施が決定していたため、本調査の対象より外すこととした。

2） 33 kV送電線の建設

a） アセセワ地区

既設Tafo変電所よりAgogo経由Asesewaまで33 kV送電線約103 kmを建設する。

送電線に沿った人口約500人以上の18村落を電化対象とした。

b） イエジ地区

既設の33KV送電線、Techiman変電所～Atebubu線（150 km）をYejiまで約80km延長する。33KVクラスの送電線には木柱が広く採用されているが、同地域は村落とその周辺を除いては野焼きを行っているので、その対策として鋼管柱を使用する。

電化対象の村落は、アセセワ地区と同じ考え方で9村落を選定した。

なお、電源のAtebubuよりYejiまでは約230 kmと離れている事に加えて、AtebubuよりKuwame Dansoへの電化が1996年に計画されている事により電圧低下が大きくなる事が判明した。この対策としてAtebubu付近に電圧補償装置（5 MVA）を設置することとした。

3） 低圧配電用資機材

本件対象の村落に対する低圧配電網資機材の調達については、各所に設置される配電用変圧器の容量に応じ、設置点から半径約2～3 km以内の低圧配電幹線及び枝線に施設する碍子等の資機材を調達するものとし、施工は各地区の事業者、即ちガーナ電力公社あるいはボルタ河公社が実施する。

4） 車両、無線機、工具類の調達

低圧配電網等の「ガ」国側負担工事のために必要な車両、連絡用の無線機および建設工事用の工具、測定器等、作業に不可欠な最小限の機材を調達する。これらの機材は設備運転開始後は設備の運転、保守および増設工事に活用される。

5） 工期

本プロジェクトは各対象地域が約 350 kmと離れており、工事期間はいずれも 11 ヶ月以上を必要としていること，さらに両地域について併行して工事を進めた場合「ガ」国側負担工事が上記工事期間内で処理できない可能性が考えられたので、二期分けとした。

この場合、工事の順位としては、裨益人口が多く、「ガ」国側の優先順位も高い、アセセワ地区を第一期で取り上げる事とした。

工事期間は、第一期が 12 ヶ月、第二期が 11 ヶ月である。

主要機材の概略は下表の通りである。

項　目	第 一 期	第 二 期
a. 33kV 送電線	アセセワ地区 約 103 km	イエジ地区 約 80 km
b. 電圧補償設備(Booster)	……	約 5 MVA 1 台を設置 (含む開閉機器)
c. 低圧配電線	122 km	110 km
d. 積算電力計		
単相	1,400 台	1,200 台
三相	18 台	22 台
e. 配電用変圧器　33kV/415,240V		
50kVA	17 台	11 台
100kVA	8 台	9 台
200kVA	1 台	2 台
f. VHF/FM 中継器	1 台	1 台
VHF/FM ハンデイトランシーバー	10 台	10 台
g. 作業用車両		
ピックアップトラック	2 台	……
ダブルキャブトラック	2 台	……
クレーン付き 5 トントラック	1 台	1 台
工　具	一式	一式

線路ルートの確保、低圧配電線の工事は「ガ」国側の分担で、同国側の確実な実施が特に要求される。この点「ガ」国側の予算措置と工程管理に留意する必要がある。低圧線の一般需要家への接続は、本プロジェクト期間中に総需要家の 35%程度が終了するものと考えられ、その後は「ガ」国側の責任で継続される。

本プロジェクトの概算事業費は、1,190.6百万円である（日本側　第1期　507.5百万円、第2期　586.3百万円、計1,093.8百万円、「ガ」国側96.8百万円）。

本プロジェクトの実施によりアセセワ地区で約8,600戸（約6.8万人）、イエジ地区では約3,500戸（約4.1万人）が電化の恩恵を受ける事となる。電化される事により照明だけを見ても現在、月額 5700Cedis を照明用の灯油代として支払っているのが、月額 1200～2200Cedis の電気代ですむ事となり家計の負担は大幅に軽減される。これは、月収に占める照明代が 9.5%から2～3.6%に減少することを意味している。さらに、病院、学校、給水施設等の公共設備が電化される事により住民の教育、文化および福祉の向上に役立つことが期待できる。

さらに、両地区とも首都アクラ地区に隣接するため、現在の自家消費型の農業から保冷貯蔵の機能を活用した安定した計画生産が可能となる。特に、イエジ地区については電気の安定供給により年間取扱い高5 Billion Cedis（約 350 百万円）といわれる漁業センターの機能をフル活用した経済活動の活性化が図られ、これによって住民の地元への定着、都市部への人口流出の防止が期待できる。

本プロジェクト竣工後は電力料金の徴収、野焼き対策としての電柱まわりの除草、支障木の伐採を含む保守業務、さらに新規需要家への接続工事といった業務が必要となるので、ガーナ電力公社およびボルタ河公社はアセセワおよびイエジ営業所をそれぞれ新規に開設し適正な人員を配置して、これらの業務に対処することとなっている。

目　次

［　資　料　］

第 1 章

要 請 の 背 景

第１章　要請の背景

ガーナ共和国（以下「ガ」国という）は、アフリカ大陸の西海岸、ギニア湾に面し北はブルキナファソ、西はコートジボアール、東はトーゴと国境を接している。国土面積は 238,540 km² で我が国の約 60 % に相当する。気候は熱帯性気候で年間を通じて温暖（21 - 32 ℃）である。雨期は ５－７月と、９－１０月と２度あり、８月の短い乾季と南部での、１０月半ばから３月迄の比較的長い乾季がある。ガーナの全人口は 17.22 百万人(1994)と推定されている。首都はアクラである。

「ガ」国は 1980 年以降、経済的困難が続いたものの、1983 年には世銀などの協力により構造調整が始まり、1984 年以降の経済の回復を背景に政情は落ち着きを見せている。政府は現在、1992-1996 公共投資計画(1992-96 PIP) を実施中で、国の経済基盤の強化を目指し、エネルギー分野を含む国内のインフラ整備に力を注いでいる。また政府は昨年(1995 年 1 月)、今後の経済目標として「ビジョン　2020」と銘打った長期国家開発構想を打ち出し、2020 年迄に中所得国入りを目指している。同時に、本構想に基づく 1996-2000 年を第１期５ヶ年計画(The first five-year rolling plan: 5YRP) と位置づけ、実行を開始した。本５ヶ年計画では、2000 年迄に１人当たり GDP を 500 ドルに高め、この間の実質 GDP 成長率を年率 8% としている。

「ガ」国における国民総生産(GNP) は 1993 年で 70.36 億ドル、１人当たり GNP は 430 ドルである。経済成長率は 3.8 %(1994)、物価上昇率は 24.9 % である。1993 年の総貿易額は、輸出が 1,029.7 百万ドルで、輸入が 1,961.9 百万ドルである。主要貿易品目は輸出がココア、金、木材、ボーキサイトで、輸入は石油製品、消費財、食品となっている。対日貿易では、輸出が 63 百万ドルで、輸入が 143 百万ドルとなっている(1994)。

ガーナの電気事業は監督官庁が鉱山エネルギー省 (MME: Ministry of Mines & Energy) であり発送電はボルタ河公社 (VRA: Volta River Authority) が行っている。配電は南部６州についてはガーナ電力公社 (ECG: Electricity Corporation of Ghana) が、北部４州については VRA の下部機関である北部地域配電部 (NED:Norhtern Electricity Department) が担当している。

電力は世界最大の人造湖であるボルタ湖を利用した Akosombo 発電所 (出力 912 MW) とその下流にある Kpong 発電所(出力 160 MW)及び Tema のディーゼル発電所(出力 30 MW)から供給されており、隣接するトーゴ、ベナン、コートジボアールとも連系している。　近年需要の伸びが著しく(年率 10 %)渇水期には外国から輸入する場合もあり、その対策として、現在 Takoradi に火力発電所(出力 300MW)を建設中である。

2020 年迄に全国を 161 kV の送電系統より電力を供給する国家電化計画 (NES: National Electrification Scheme) が推進されているが、1995 年現在の電化率は約 30 % と推定されている。

NES は 1990 年 ～ 2020 年の 30 年間を 5 年毎の 6 期に分けて全国を電化するという計画で、1995 年までに全国の 110 の郡都を優先的に電化することを目標として進められた。
なお、我国も下記2件の地方電化・配電網整備計画を無償資金協力で実施した。

(1) １９８９年：地方電化計画：総額 8.6 億円
Ashanti、Western, Central 及び Greater Accra の各州に分散する町村の電化。33 kV 送電線 142 km、11 kV 配電線 20 km の建設、400/230 V 低圧配電線 40 km、柱上変圧器 38 台の調達。

(2) 1995、1996：ボルタ河下流域電化計画：総額 18.8 億円
Greater Accra 及び Volta 州の 3 郡都を含む地域の電化。69 kV 送電線 40 km、33 kV 配電線 120 km、69/33 kV 変圧器 1 台の建設、柱上変圧器 42 台の調達。

1995 年より実施されている国家電化プロジェクト (NEP:National Electrification Project)により、郡都は、1998 年迄に電化が終了するが、今回要請された東部州のアセセワとブロングアハフォ州のイエジ及びボルタ州のウォラウォラ～クワメクロム地区は郡都でないため電化が計画されていなかった。

アセセワ地区は近隣の農作物の集積地と日用品のマーケットを持ち、イエジ地区についてはボルタ湖の港と漁業センターとしての重要な役割を持ち且つ人口集中の激しい地域である。また ウォラウォラ～クワメクロム地区もアセセワ地区と同様,農業生産の中心地であり、経済開発で重要な地域である。これらの地域は共に電化の必要性が大きい場所でありながら、具体的な電化計画が無かったことにより,早期電化の実現をわが国に要請してきたものである。

今回の要請内容は東部州アセセワ地区、ブロングアハフォ州イエジ地区並びにボルタ州ウォラウォラ～クワメクロム地区における 33kV 送電線の建設(計 175 km)、41 村落への低圧配電線資機材の調達 及び既存変電所の設備増強(1 ヶ所) 等であった。 予想裨益人口及び需要家数はアセセワ地区で約 6.8 万人、約 8.6 千戸、イエジ地区は約 4 万人、約 3.4 千戸である。ウォラウォラ地区は約 3 万人である。

しかし、要請の中に含まれていたウォラウォラ～クワメクロム地区については、既にノルウェーによる実施が決定していた為、除外することとなった。

第 2 章

プロジェクトの周辺状況

第2章　プロジェクトの周辺状況

2-1　当該セクターの開発計画

2-1-1　上位計画

(1)　国家開発計画

ガーナ国は現在長期国家開発構想の第一期5ケ年計画（1990～2000年）を実施している。下表は、1993年をベースとしたセクター別の投資計画を示す。

センター別投資計画

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 (BillionCedis)
2.10 農　業	1,635.71	1,653.05	1,709.75	1,765.32	1,823.22	1,890.13	1,966.87	2,047.51
2.20 産　業	570.14	615.30	677.13	750.60	832.79	925.15	1,032.93	1,156.05
(鉱　業)	58.98	61.98	69.41	77.74	87.07	97.52	109.22	122.33
(製造業)	334.22	339.23	359.59	384.76	415.54	452.94	498.23	553.04
(電力·水道)	58.98	62.10	67.55	74.40	82.03	90.90	101.23	113.30
(建　設)	117.96	119.63	130.40	142.79	157.07	173.56	192.65	213.84
2.30 サービス	1,824.45	1,957.45	2,111.31	2,287.60	2,491.43	2,724.12	2,994.36	3,297.99
2.40 合　計	4,080.30	4,225.80	4,498.19	4,803.52	5,147.44	5,539.40	5,994.16	6,501.55

電源の開発については、経済発展の最重要課題と位置づけ、電力、水道部門には年率11%の伸びを見込んいる。

(2)　電化計画

a）全国電化計画

ガーナ政府は1989年に2020年迄に全国を電化するという全国電化計画(NES:National Electrification Scheme)を打ち出し、カナダの電力コンサルタント、Acers International Ltd.にその検討を依頼した。1991年3月に1991年から2020年迄の30年を5年毎の6期に分けて全国を電化するという計画(NEP:National Electrification Plan) が提出された。これによれば、NES の第1期の5ケ年で110ある郡都の電化を最優先に行う事とし、引続き残りの地域の電化を行う事となっていた。この結果、1989年～1995年にかけて42の郡都が電化され、未電化で残ったの郡都は24であった。この間に実施されたプロジェクトの中には、日本の無償援助で実施され、1995年に工事を完了したボルタ河下流域電化計画も含まれている。

b) 全国電化プロジェクト

上記NES の第1 期の実施と並行して、ガーナ政府は、NES の第1期及び第2 期の具体的な実施計画の立案と資金の援助を世銀に依頼した。その結果所要資金、約182 百万ドルで24の郡都と450 の村落を1995年～1998年にかけて電化するという全国電化プロジェクト(NEP:National Electrification Project)が 1993 年 2 月に世銀の承認を受け、1995年中頃より IDA,オランダ、デンマーク、ノルウェー等の協力で実行に移されている。したがって、NEP の終了する1998年には全郡都の電化は終了することとなっている。

c) 自立電化計画

自立電化計画(SHEP:Self-Help Electrification Project)は

- 既設11/33 KV送・配電線より20Km以内に位置している。
- ECG/NED の指導で地域内の必要な低圧配電線の支持物を地域住民が準備する。
- 地域内の30%以上の家庭の屋内配線が終了している。

の条件を満たす地域について政府が必要な配線材料と工事業者を手配するもので、現在1400町村を対象とした第3 期が進行している。所要資金80百万ドルの内、10百万ドルをインドが提供する事が確認されているが、不足額について、現在、アメリカ、スウェーデン、フィンランド、スペイン等と交渉中である。

d) その他のプロジェクト

1996年から1998年にかけて、NES のその他のプロジェクトとしてガーナの単独実施の案件の他、スウェーデンの援助による東部州の電化プロジェクトや、本案件も NES の第2期に含まれることになる。

(3) 地域開発計画

当該地域においては総合的な開発計画は無いが、イエジ地区では UNDP により漁業センター(CFC:Community Fisheries Center)の建設が進められている。これは、1989年より開始された総合漁業開発計画(Integrated Development of Artisanal Fisheries in Yeji)の第2期として1994年1 月より実施され1997年7 月に完了予定となっている。なお、第1期は主として流通、加工を含む漁業関係者(約440名)に対する技能教育が実施された。CFC は年間15,000トンにのぼる Yeji の魚の流通、加工、保存機能を近代化し15,000人の漁夫、6,500 人の加工、流通に従事する女子労働者、造船及びエンジン修理業者等地域の75,000人以上に直接、間接に利益をもたらすものと期待されている。

CFC の魚類の取扱い高は 2.8 Billion Cedis (約 196 百万円)、その他の農産物等を含んだ取扱い高は5 Billion Cedis (約350 百万円) といわれている。

2-1-2 財政事情

(1) 国家財政

ガーナ国政府の 1991～1994 年の国家予算の実績を示す。

	1991	1992	1993	1994 (Billion Cedis)
歳　入	391	396	664	1261
歳　出	441	522	828	1381
差　引	- 50	-126	-164	-120

上記の如く、収支は恒常的に赤字基調であるが、世銀はじめ先進諸国からの援助によって補われている。以前より世銀指導の下で経済構造の調整に取り組んだきており、自力による持続的かつ加速的な経済成長を目指している。その取り組みは、世銀、IMF からも高く評価されている。

(2) ＮＥＳの投資計画

ＮＥＳ関連の収支の実績(1991～1995)は下表の通りである。

(Million Cedis)

	1991	1992	1993	1994	1995
収　入	466	2413	593	756	2918
支　出	428	1172	575	326	1719

また、ＮＥＳ関連の 1996 年～1998 年の投資計画を下表に示した。

NES 投資計画 (1996-1998)

(Million Cedis)

	1996		1997		1998		合計	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
NEP	40,969	24,528	35,452	23,783	30,059	17,987	106,480	66,299
SHEP	20,931	6,279	36,137	10,841	16,842	5,052	73,910	22,173
NES(日本)	0	0	2,956	1,009	4,464	1,970	7,420	2,978
NES(その他)	2,071	621	4,043	1,213	5,049	1,515	11,163	3,349
その他	0	2,150	157	2,028	95	1,924	252	6,102
合計	63,971	33,579	78,749	38,874	56,508	28,448	199,225	100,901

注 1) Exchange Rate: 1 US$＝1,300Cedis

注 2) FC ：Foreign Curency, 外貨分(外国からの援助分)

LC ：Local Curency, 内貨分(ガーナ側の負担分)

2-1-3 ガーナの電力事情

(1) 電気事業者

ガーナの電気事業は監督官庁が鉱山エネルギー省(MME) であり発送電はボルタ河公社(VRA) が行っている。配電は南部6 州についてはガーナ電力公社 (ECG)が、北部4 州についてはVRAの下部機関である北部地域配電部(NED)が担当している。

MME, VRA 及びECG の組織図を図2-1-1～図2-1-3に示す。

a) ＶＲＡ

VRA は世界最大の人造湖であるボルタ湖を利用したAkosombo発電所とその下流にあるKpong 発電所及び全国を連系する161 ＫＶの送電線を保有、運用して電気を卸売りする国有の発送電企業であるが、電力以外にもボルタ湖を利用する漁業、舟運などの事業も担当している。上述の様に、1987年からは、北部4 州の配電業務も担当している。組織概要を表2-1-1に示す。

b) ＥＣＧ

ECG は南部 6 州の一般需要家に電気供給を行う国有配電企業である。各地に存在するVRA の161KVまたは69KVの変電所において、VRA より電気の供給を受け33KVまたは11KVの配電系統により需要家に電気を供給している。組織概要を表2-1-2に示す。

(2) 電源

現在稼働中の主要発電所は、VRA の下記発電所である。

a) Akosombo水力発電所

最大出力：900MW (147MWx4, 162MWx2)

1992年から1993年にかけて1号機の出力を180MWに増強する改造工事を実施した。現在運転中の2号機以降は1998年にTakoradi火力発電所の竣工後改造工事を再開する。

落差：最高65m、基準65m、流量：255m³/s/台

運転開始：1966(4台)、1972(2台)

b) Kpong水力発電所

Akosomboの逆調整発電所

最大出力：160MW (40MWx4)

落差：11.75m

運転開始：1981

図2-1-1　MME組織図

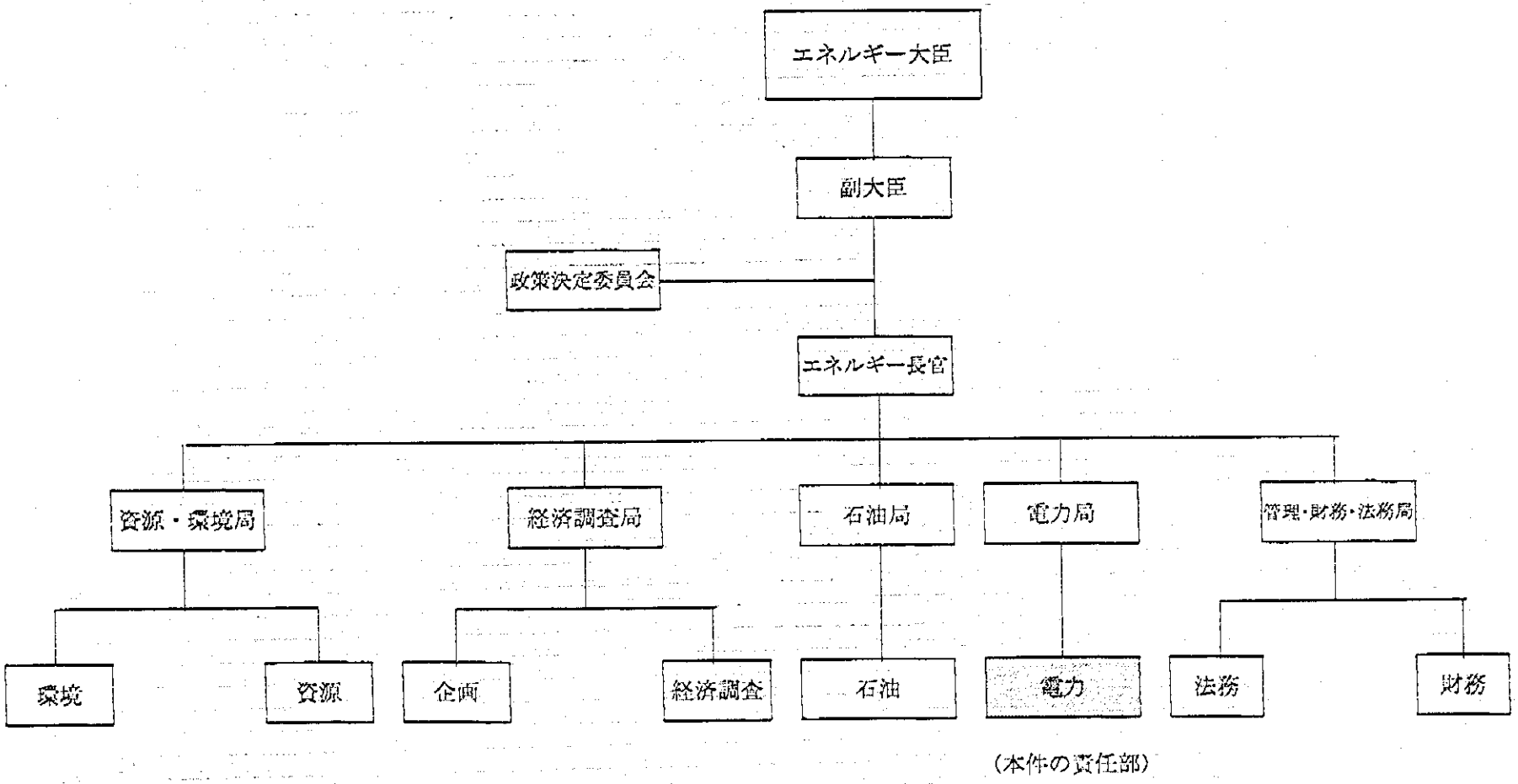

エネルギー大臣
副大臣
政策決定委員会
エネルギー長官
資源・環境局
経済調査局
石油局
電力局
管理・財務・法務局
環境
資源
企画
経済調査
石油
電力
法務
財務
（本件の責任部）

図2-1-2　ＶＲＡ組織図

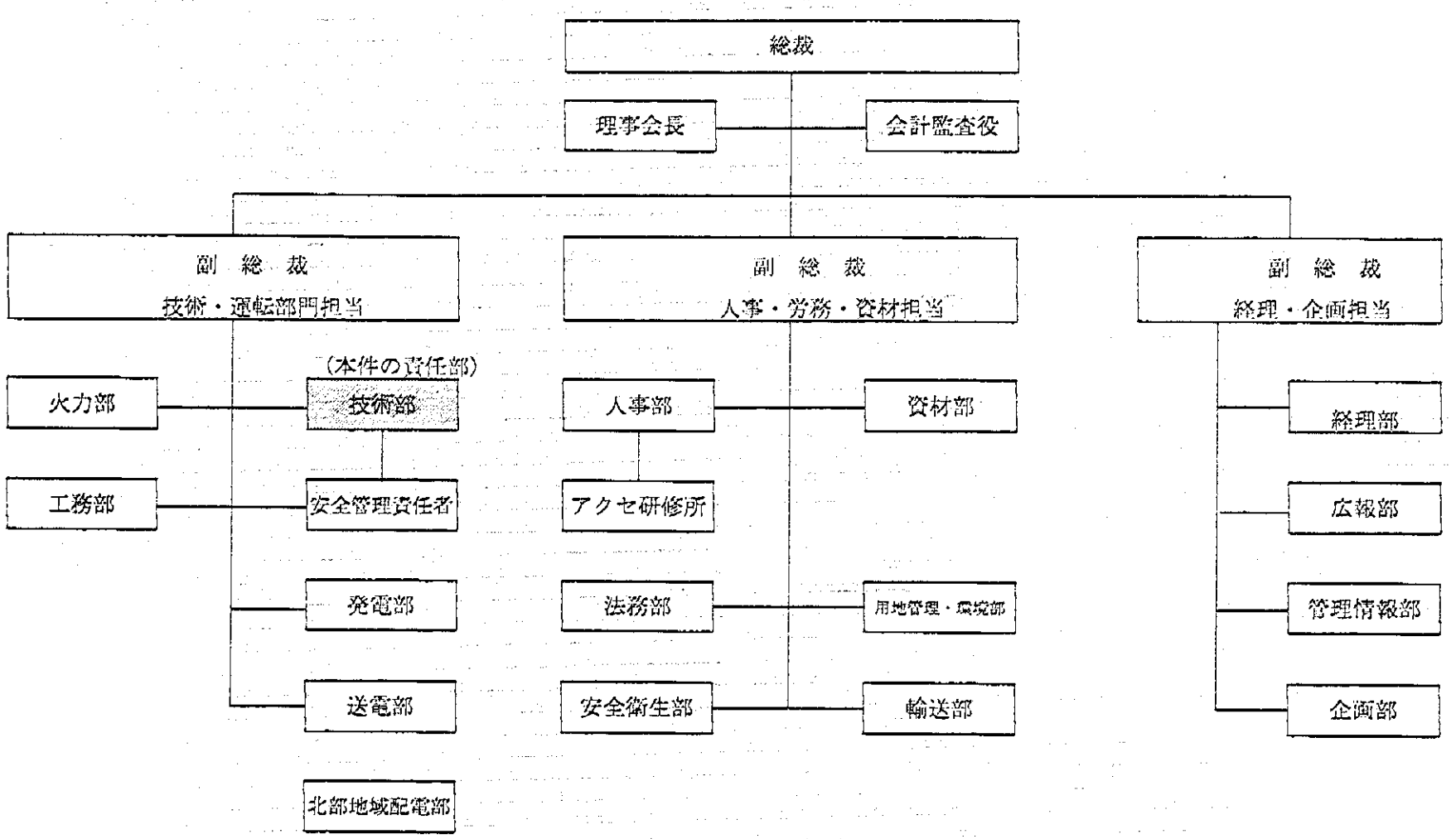
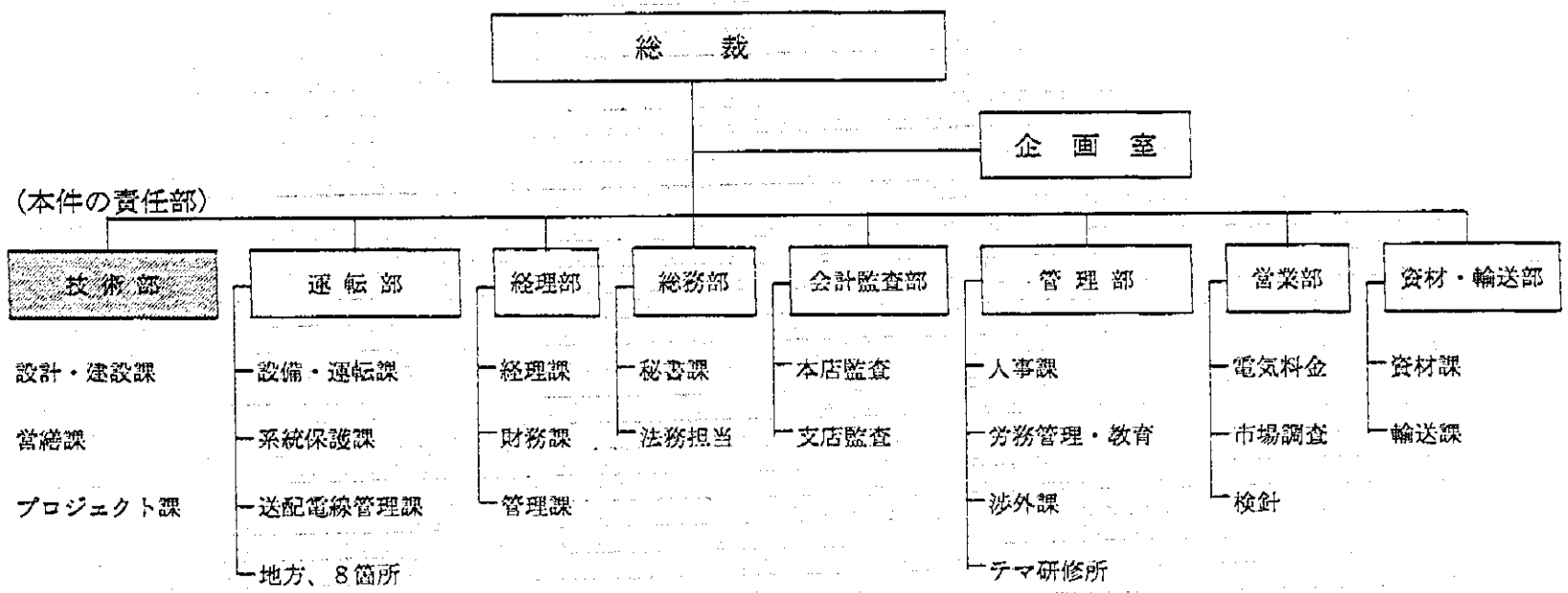

総裁
理事会長
会計監査役
副　総　裁
技術・運転部門担当
副　総　裁
人事・労務・資材担当
副　総　裁
経理・企画担当
（本件の責任部）
火力部
技術部
工務部
安全管理責任者
発電部
送電部
北部地域配電部
人事部
資材部
アクセ研修所
法務部
用地管理・環境部
安全衛生部
輸送部
経理部
広報部
管理情報部
企画部

図2-1-3　ECG組織図



1. Accra E.
2. Accra W.
3. Tema
4. Ashanu
5. Volta
6. Eastern
7. Western
8. Central

表2-1-1　ＶＲＡ会社概要

項目	単位	1992	1993	1994	1995
発生電力量	GWh	6,602	6,313	6,104	6,277
販売電力量	GWh	6,382	6,197	5,974	6,076
ECG		2,021	2,291	2,466	2,693
NED		129	151	167	188
Mines		419	469	590	654
VALCO		2,854	2,822	2,275	2,198
BENIN 向		485	311	400	285
COTE D'IVOIRE 向		409	84	18	
最大電力	MW	912	880	924	907
ECG		331	409	434	500
NED		25	29	31	36
Mines		66	72	86	95
VALCO		351	351	334	247
BENIN 向		91	94	95	60
COTE D'IVOIRE 向		102	46	74	
財務状況	Million Cedis				
固定資産		832,666	1,300,272	1,660,052	2,564,359
流動資産		33,515	44,746	56,049	119,306
長期ローン		108,907	161,790	220,609	304,519
収支状況	Million Cedis				
収入 (A)		64,070	89,415	104,315	187,838
販売電力収入		58,450	72,636	89,190	170,350
その他		5,620	16,779	15,125	17,488
支出 (B)		45,131	71,762	100,151	153,983
運転経費		14,389	21,909	27,890	47,132
減価償却		19,435	29,089	43,118	66,715
支払利息		4,064	6,253	12,216	16,359
債務償還		7,243	14,511	16,927	23,777
営業利益(A-B)		18,939	17,653	4,164	33,855
収益率（対資産）	%	6.7	6.0	3.8	6.2
従業員数		2,448	2,482	2,526	
(内NED)		356	357	353	
NED 需要家数					56,160
Residential					46,018
Non-residential					10,122
Industrial					20

表2-1-2　ＥＣＧ会社概要

項目	単位	1992	1993	1994	1995
販売電力量	GWh	1,629	1,832	1,985	
需要家数		343,259	370,968	424,607	(465,790)
Residential		266,427	288,033	323,949	
Non-residential		76,404	82,449	100,145	
Industrial		428	486	513	
財務状況	Million Cedis				
固定資産		64,590	121,294	176,567	
流動資産		23,897	45,895	71,281	
長期ローン		43,776	64,503	94,253	
収支状況	Million Cedis				
収入 (A)		28,950	50,125	59,473	
販売電力収入		27,946	47,541	54,004	
その他		1,004	2,584	5,469	
支出 (B)		24,985	38,790	52,126	
運転経費		15,202	23,990	29,403	
減価償却		7,929	11,779	13,352	
支払利息		531	615	3,416	
債務償還		1,323	2,406	5,955	
営業利益(A-B)		3,965	11,335	7,347	
収益率（対資産）	%	4.6	9.7	8.1	
従業員数		2,807	2,933	2,977	

（注）　1995年版は未公表。

c）Tema ディーゼル発電所

上記水力の予備力として常時は休止している。

出力：30MW

(3) 電力系統

a）VRA

Akosombo 及び Kpong 両水力発電所より主要な工業地帯である Tema 市への 161kV 送電線 6 回線があり、内 2 回線は首都 Accra に延びている。これらを含め計 2600 回線の 161kV 送電線により、全国に電力を供給している。

系統変電所は全国で 29 箇所あり、VRA が運用し、ECG には 33kV または 11kV に降圧して卸し供給を行っている。

なお、コートジボアールへの電力輸出のため、西部の Prestea 変電所にて昇圧された 225kV、220 kmの国際連系線がある。また、トーゴ、ベナンへの輸出は Asiekpe 変電所経由 161kV、129 kmの送電線で行っている。

b）ECG

前記 29 箇所の系統変電所より、33kV、または 11kV にて受電し、33kV での直接配電、または 33kV 2 次送電線および 33/11kV 2 次変電所を経て、11kV 配電線により需要家への供給を実施している。

配電変圧器は 33kV/433V および 11kV/433V であり、低圧配電方式は 3 相 4 線式 420V、単相 240V である。

中性点接地方式は全て直接接地である。

c）送電系統

ガーナ国の送電系統図を図 2-1-4 に示す。

(4) 電力需要の現状

表 2-1-3 に VRA の 1991 年から 1995 年迄の電力の需給状況の実績と 2006 年迄の予想を示した。

ガーナの電力は Akosombo 及び Kpong の水力発電所より供給されているので天候の影響を大きく受ける。最近では、1993 年と 1994 年に渇水の影響が大きく、特に 1994 年にはダム水位が最低水位 73.15 m を割り込み 72.99 m まで低下したため発電力が不足し、連系送電線を介しての電力の緊急輸入(1993 年 32GWh、1994 年 60GWh) を行うとともに一般需要家を含む全需要家に対し輪番停電を実施した。1995 年は供給上の支障は無く、本年も大きな問題は無い見通しである。

1995 年の実績は販売電力量では国内分 2,594GWh, VALCO (Volta Aluminum Co.,Ltd. ガーナ国内最大のアルミ精錬会社) 2,198GWh, 輸出分 285GWh、計 6,076GWh であった。これに対し発電電力量は 6,277GWh、最大電力は 907 MW であった。今後の予想は、電力量で VALCO

及び輸出分はほぼ現状維持としているが、国内分は年率 7 ～9 %で増加する予想となっている。また、最大電力では、年率5 ～6.5 %の増加を想定している。
これに対し発電設備は、1997 年に Takoradi の第 1 期 200MW、1998 年に同 2 期 100 MW とガーナ石油公社の計画している発電船 (Power Barge ; 95～125 MW) が運転開始の予定である。しかしながら、図 2-1-5 電力バランスに示した様に 2000 年の初めには供給不足に陥る可能性があるので、新規電源の早急な開発が必要となる。

(5) 電源開発計画

a) Takoradi 火力発電所

VRA は Takoradi の東、15km の Aboadze に、出力 300MW のコンバインドサイクルの火力発電所を建設している。構成は 100MW ガスタービン 2 ユニットと 100MW の排熱回収タービン 1 ユニットで当面はナイジェリアよりの輸入軽油を使用するが、将来的にはガーナ石油公社の開発している海底油田の天然ガスを使用する予定である。

運転開始はガスタービン 2 台 (200MW)は 1997 年、残りは 1998 年の予定である。

b) Power Barge

ガーナ石油公社が OECF の協力で進めているプロジェクトで、コートジボアールとの国境近くの Effasu の沖合い 30km に掘削中の海底油田の随伴ガスを使って発電する発電船の計画である。2～3 ユニットのガスタービンで構成され、総出力は 95～125MW で計画されている。運転開始予定は１９９８年末の予定。

c) 水力発電計画

VRA は Volta 河の Bui 地点(400 MW)、Pra 河の Hemang(93MW)及び Awisam(50MW)地点については次期開発地点としての検討は終了したとして、民間資金での早期開発を検討している。

(6) 民営化

ガーナ政府は、国有企業である VRA, ECG について民営化する事は考えていない。

(7) 電力料金

電気料金は 1995 年 1 月 1 日に改訂されている。 (添付資料 5(4)参照)

電気料金は後述の世銀の勧告により VRA 、ECG 共、資産に対する収益率(Rate of return on net revalued assets in operation)を 8 %にする事を目標にしており、最近の実績は下表の通りである。

	1992	1993	1994	1995
VRA (%)	6.7	6.0	3.8	6.2
ECG (%)	4.6	9.7	8.1	—

VRA の 1994 年の実績が低いのは、渇水のために発電力が低下した為の影響と 1994 年の料金改訂が 12 月にずれ込んだ為とされている。物価上昇、Takoradi 火力の運転開始等を考慮すれば、近々の料金改訂が必要と考えられる。

(8) 世銀の電力セクターに対する協力

世銀は、電力セクター全般に対する総合的な調査を行い、今後の協力の内容と必要な勧告を盛り込んだ報告書(Staff Appraisal Report, February 4,1994)を発表した。

その内容は、

a) NES の 1 期、2 期について具体的な電化計画と資金計画の立案
(National Electrification Project)
b) ECG の電力系統の強化
c) ECG の営業部門の改編、強化
d) 電力料金の算出方法の推奨

であり、これに基づいて VRA,ECG は必要な見直しを行っている。

(9) 独立発電事業者の参入

MME では、国有企業である VRA 及び ECG での資金調達に制約がある事及び電力セクターにも競争原理を導入するため、独立発電事業者 (IPP) の参入を期待する電力セクター改革プログラムを 1994 年に発足させた。同国政府は、民間資金による西部の Ankobra,Pra 及び Tano 河の水力発電開発に期待している。

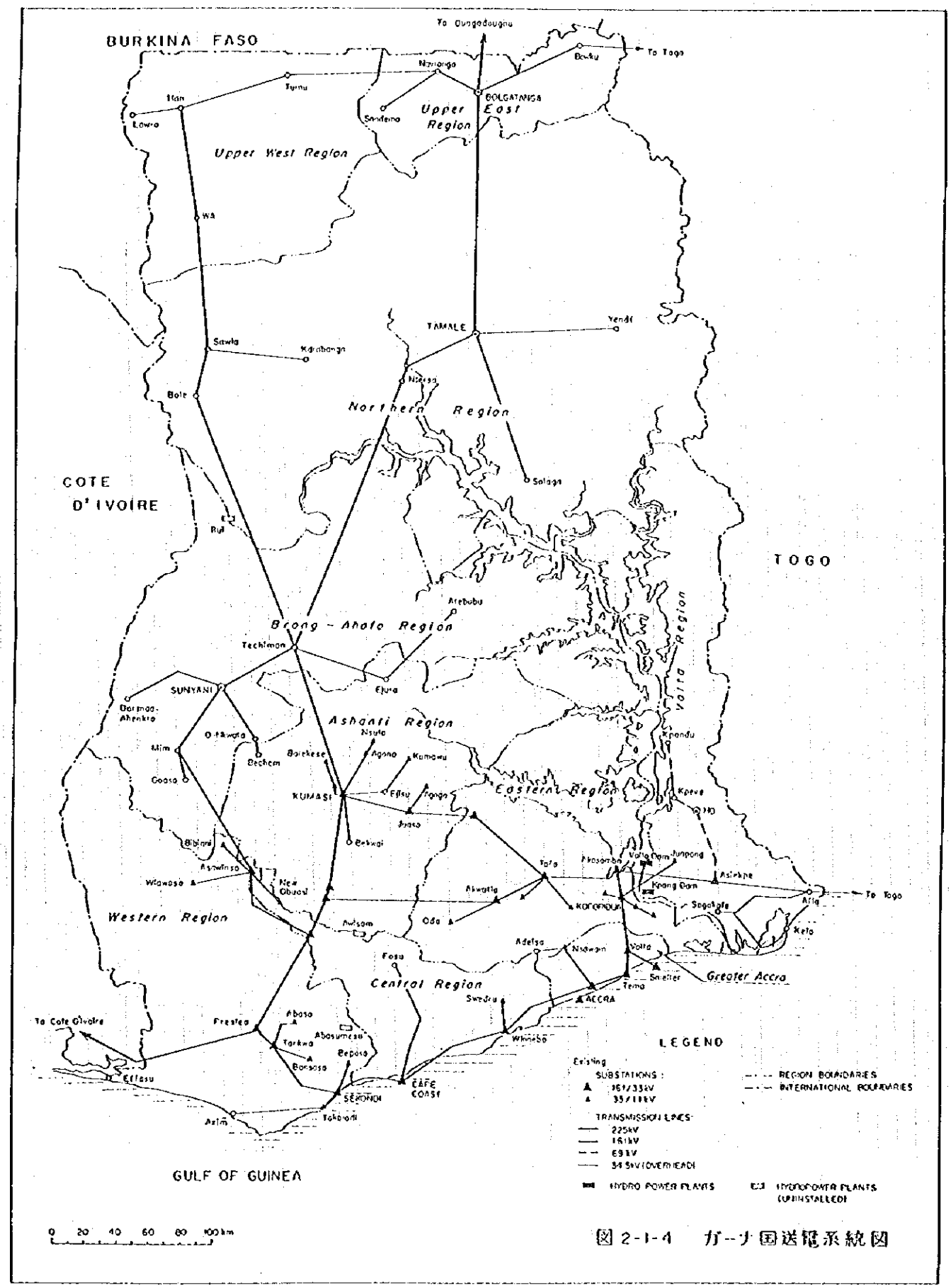


図 2-1-4　ガーナ国送電系統図

表2-1-3　電力需給状況

Sales and Generation Forecast (GWh)

	ACTUALS					FORECAST										
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
E.C.G.	1,752	2,021	2,291	2,466	2,693	2,880	3,185	3,520	3,877	4,252	4,643	5,053	5,481	5,927	6,394	6,882
Annual Growth		15.4%	13.4%	7.6%	9.2%	6.9%	10.6%	10.5%	10.2%	9.7%	9.2%	8.8%	8.5%	8.2%	7.9%	7.6%
N.E.D	93	129	151	167	188	206	210	236	247	258	269	281	292	304	316	330
Annual Growth		38.2%	17.5%	10.1%	13.0%	9.4%	2.0%	11.9%	5.1%	4.5%	4.3%	4.3%	4.0%	4.2%	4.2%	4.2%
A.T.L	23	28	27	23	24	24	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36
Aluworks	9	11	12	12	11	12	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14
Akuse	7	7	8	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
Akotown	16	19	21	16	16	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21
Domestic w/o Mines	1,900	2,215	2,511	2,690	2,940	3,145	3,457	3,818	4,190	4,578	4,983	5,406	5,847	6,307	6,789	7,292
Annual Growth		16.6%	13.3%	7.1%	9.3%	7.0%	9.9%	10.5%	9.7%	9.2%	8.8%	8.5%	8.2%	7.9%	7.6%	7.4%
Mines	408	419	469	590	654	710	743	794	833	862	890	927	954	891	1,196	1,222
Annual Growth		2.7%	12.1%	25.7%	10.9%	8.6%	4.7%	6.8%	4.8%	3.5%	3.3%	4.1%	2.9%	1.4%	6.8%	6.5%
Total Domestic	2,308	2,634	2,980	3,280	3,594	3,855	4,200	4,613	5,023	5,440	5,873	6,333	6,801	7,198	7,985	8,514
Annual Growth		14.1%	13.1%	10.1%	9.6%	7.3%	9.0%	9.8%	8.9%	8.3%	8.0%	7.8%	7.4%	7.5%	8.0%	7.7%
VALCO	2,795	2,854	2,822	2,275	2,198	2,160	2,760	2,760	2,760	2,760	2,760	2,760	2,760	2,760	2,760	2,760
Annual Growth		2.1%	-1.1%	-19.4%	-3.4%	-1.7%	27.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Exports	808	894	390	418	285	443	443	443	443	503	503	503	503	503	563	563
Annual Growth		10.7%	-56.4%	7.3%	-31.9%	55.6%	0.0%	0.0%	0.0%	13.5%	0.0%	0.0%	0.0%	2.6%	2.3%	2.3%
Total Sales	5,911	6,382	6,192	5,974	6,076	6,458	7,403	7,816	8,226	8,703	9,136	9,596	10,064	10,461	11,308	11,837
Annual Growth		8.0%	-3.0%	-3.5%	1.7%	6.3%	14.6%	5.6%	5.2%	5.8%	5.0%	5.0%	4.9%	4.9%	5.4%	5.3%
Losses	195	216	135	156	201	175	201	212	223	236	248	260	273	283	306	321
Generation	6,106	6,598	6,327	6,130	6,277	6,633	7,604	8,027	8,449	8,938	9,383	9,856	10,336	10,745	11,614	12,158
Annual Growth		8.1%	-4.1%	-3.1%	2.4%	5.7%	14.6%	5.6%	5.2%	5.8%	5.0%	5.0%	4.9%	4.9%	5.4%	5.3%

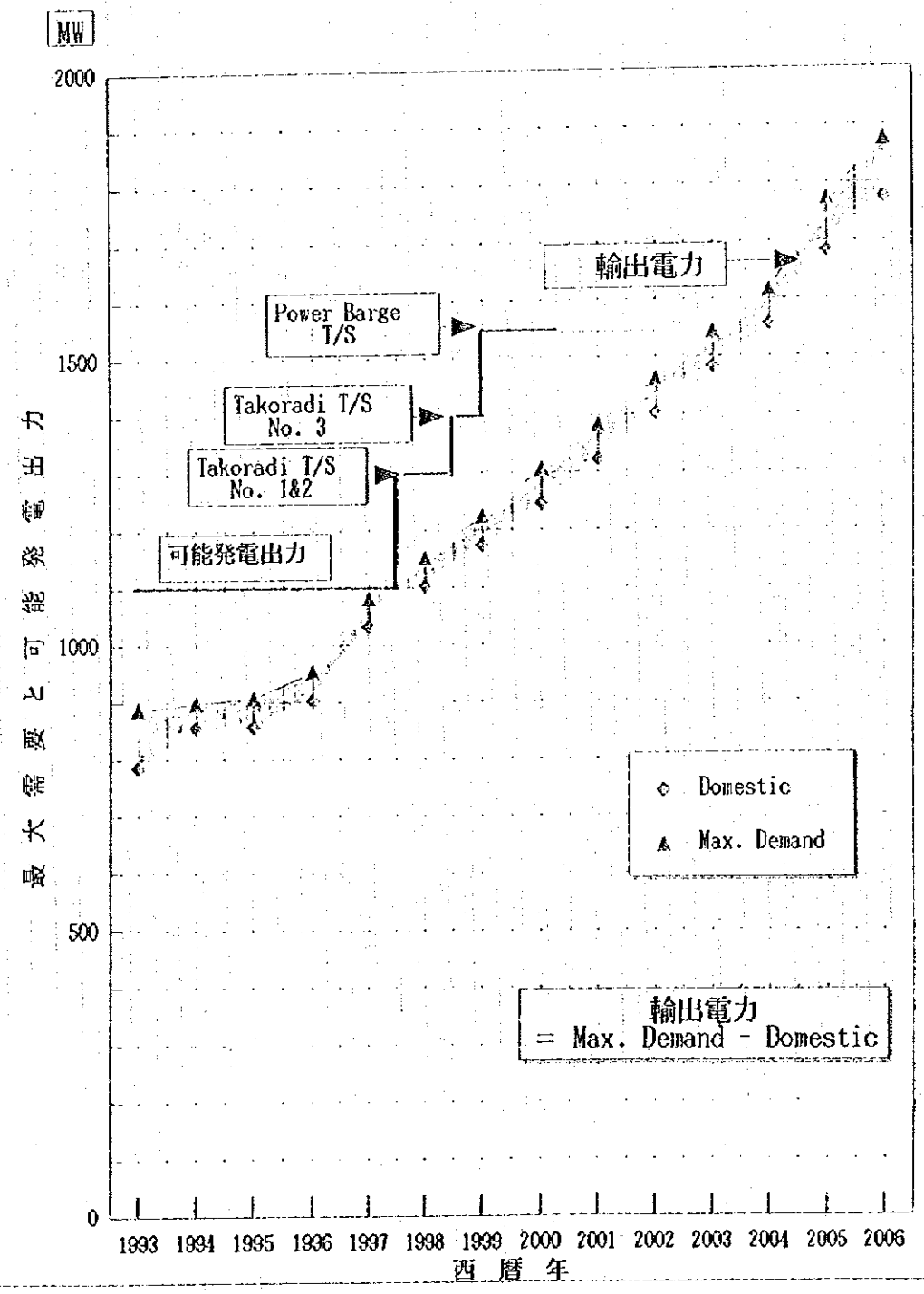
VRA System Planning/Mid-Year Review　　11-Mar-96

Capacity Forecasts (MW)

	ACTUALS					FORECAST										
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
E.C.G.	312	331	409	434	500	534	591	653	719	789	861	937	1,017	1,100	1,186	1,277
Annual Growth		5.9%	23.8%	6.2%	15.0%	6.9%	10.6%	10.5%	10.2%	9.7%	9.2%	8.8%	8.5%	8.2%	7.9%	7.6%
N.E.D	19	25	29	31	36	45	46	51	54	56	59	61	63	66	69	72
Annual Growth		30.1%	19.8%	6.8%	13.9%	25.3%	2.0%	11.9%	5.1%	4.5%	4.3%	4.3%	4.0%	4.2%	4.1%	4.1%
A.T.L	4.3	4.3	4.0	5.3	5.2	5.0	5.4	5.6	5.8	6.1	6.3	6.5	6.7	7.0	7.2	7.4
Aluworks	0.9	1.1	2.8	2.6	2.6	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6
Akuse	1.4	1.4	1.6	1.6	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9
Akotown & ATL	6.7	8.6	7.6	8.1	7.4	7.4	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5
Domestic w/o Mines	344	371	454	483	547	590	648	716	785	857	933	1,012	1,094	1,180	1,269	1,363
Annual Growth		7.7%	22.7%	6.3%	13.2%	7.9%	9.8%	10.5%	9.7%	9.2%	8.8%	8.4%	8.1%	7.8%	7.6%	7.4%
Mines	60	66	72	74	95	101	106	113	118	123	127	132	136	127	170	174
Annual Growth		8.9%	10.3%	1.7%	29.3%	6.1%	4.7%	6.8%	4.8%	3.5%	3.3%	4.1%	2.9%	1.4%	6.8%	6.5%
Total Domestic	404	436	527	557	610	656	716	787	858	931	1,006	1,086	1,168	1,241	1,368	1,460
Annual Growth		7.8%	20.8%	5.7%	9.5%	7.6%	9.1%	10.0%	9.0%	8.5%	8.1%	7.9%	7.5%	7.7%	8.0%	7.7%
VALCO	350	351	351	273	247	247	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315
Annual Growth		0.3%	0.0%	-22.2%	-9.6%	0.0%	27.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Exports	93	91	94	43	50	50	50	50	50	60	60	60	60	50	90	100
Annual Growth		-1.8%	2.6%	-53.6%	15.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.7%	8.4%	10.8%
Total System Peak	856	912	880	898	907	953	1,081	1,152	1,223	1,306	1,382	1,461	1,543	1,616	1,773	1,875
Annual Growth		6.5%	-3.5%	2.0%	1.0%	5.1%	13.4%	6.6%	6.2%	6.8%	5.8%	5.8%	5.6%	5.7%	6.3%	6.3%

VRA System Planning/Mid-Year Review　　11-Mar-96

図 2-1-5 連系系統に於けるKW バランス



2-2 他の援助国、国際機関の計画

電力セクターで現在実施または計画されている外国からの資金援助の概要を下表に示す。

国名・機関名	プロジェクト	金額
		(Million Cedis)
(ECG & NED : NES)		
スウエーデン	Eastern 州電化	8.6
日本	Asesewa/Yeji 電化	
(ECG & NED : NEP)		
デンマーク	Upper West, Central 州電化	19.52
ノルウェー	Volta 州電化	5.2
オランダ	Western 州電化	25.1
フランス開発基金(CDF)	ECG Management	5.0
第二世界銀行(IDA)	Upper East, Northern, Brongo Ahafo	80.0
	Eastern, Ashanti 州電化	
(MME : SHEP)		
インド	第3期	10.0
(ECG : Power-5)		(125.0)
IDA	既設配電系統の強化	105.0
(VRA : Takoradi Power Plant)		
	(412)	
IDA	#1 & 2 ユニット	179.31
ヨーロッパ投資銀行(EIB)	同上	51.24
英連邦開発公社	同上	19.72
クウェート他	利子分	32.97
CDF	送変電設備	33.75
(VRA : Power-6)		
EIB	Akosombo 改造	2,519 M cedis
IDA	同上	7,411 M cedis
CDF	送変電設備	18.0

2-3　我が国の援助実施状況（電力セクター）

我が国の対ガーナ国電力セクターの援助は、地方電化計画として下記の案件に対し無償資金協力が実施されている。

(1)　地方電化計画

本案件の電化対象地域は、Ashanti 州の Kumasi 市から郡都 Bekwai までの周辺村落と、Accra 州の Tokuse から Senyaberak までの週辺村落の電化である。

その為に、Kumasi変電所から33kV送電線を引き出し、Bekwai変電所（33/11kV, 2500kVA）の新設、33kV送電線142kmと11kV配電線20kmの建設、400/230V低圧配電線40kmおよび柱上変圧器38台の調達が総額約 8.6億円で実施された。

交換公文　：　1989 年 6 月、　　完工　：　1990 年 11 月

(2)　ボルタ河下流域電化計画

本案件の電化対象地域は、Greater Accra州の郡都Ada Foahと、Volta州の郡都AdidomeおよびSogakopeまでの週辺村落の電化である。

その為に、Asiekpe変電所から69kV送電線を引き出し、Sogakope変電所(69/33kV, 15MVA)の新設、69kV送電線約40kmと33kV配電線約120kmの建設、69/33kV変圧器の建設、橋梁上敷設33kV電力ケーブル約1000mの布設および柱上変圧器42台の調達が総額約 18.8 億円で実施された。

		第一期	第二期
交換公文	：	1993年07月	1994年09月
完工	：	1994年12月	1995年12月

上記二案件とも当時ガーナ政府が強力に推進していた、郡都電化計画の一部を形成するプロジェクトであり、計6郡都の電化によって地域の発展に著しく貢献した。特にボルタ河下流域電化計画においては、ボルタ州南部への電源設備が強化されたため、それまで 161kV でトーゴに輸出した電力を 22kV で逆輸入して配電するという不合理な系統構成が解消されるという二次的な効果も大きく、未電化となっていた三郡都の電化だけではなく、ボルタ州沿岸部地域の供給信頼度向上などによって地域住民はもとより、各電力会社、ガーナ政府から高い評価を受けている。

また送電線の経過地では、多くの家屋が新築され、現在も新興住宅地域や市街地域は拡大を続けており、電化によって住民の定着を図ろうとする政府の方針に大きく寄与している。

2-4 プロジェクト・サイトの状況

2-4-1 自然条件

アセセワ・イエジ地域の地勢は比較的平坦で標高は500m以下、大半は200m以下であり、北部と東部の乾燥地域ではサバンナ地帯となっている。ガーナの東部よりには、ブルキナ・ファソ国境から南のギニア湾まで国土を横断するボルタ河が南流しており、そのボルタ河流域には世界最大の人造湖(ボルタ湖：約8,480km^2)があり、Akosombo水力発電用の貯水池となっている。

気候は熱帯気候で年間を通じて温暖であり、雨期は5～7月と、9～10月の2度あり、8月の小乾季と10月半ばから3月までの比較的長い大乾季が間に入る。南北を問わず12月には、ハマターンと呼ばれるサハラ砂漠からの砂を含んだ風が吹き寄せ、非常に埃っぽい。湿度は雨期は多少高いが、それ以外の期間は比較的乾燥している。また、雨期には雷が発生するが、過去に配電線、変電所に大きな被害を及ぼした例はない。

第一期のアセセワ地区は、東部州に属しボルタ湖の南部に位置しており、平均気温は約27℃、最高 約29℃、最低 約26℃であり、月平均降雨量は約120mm、年間降雨量は約1,430mmである。計画対象主要地のアセセワは人口約 7万人を有し、極めて生産性の高い広大な農業地域の中心として、ガーナ国最大級の農産物の地域マーケットセンターとして活動している地域である。

第二期のイエジ地区は、ブロングアハフォ州に属しボルタ湖の北部に位置しており、平均気温は約28℃, 最高 約32℃、最低 約26℃であり、月平均降雨量は約104mm、年間降雨量は約1,250mmである。計画対象主要地のイエジはボルタ湖に臨む漁業の盛んな地域で、人口約5万人といわれている。アセセワ同様に地域のマーケットセンターとしての機能も有する地区であり、ボルタ湖に遮られた対岸の地域からの農産物や水産物は漁船で集積地に運搬されている。

東部州(アセセワ地区)とブロングアハフォ(イエジ地区)の気象記録を、表2-4-1と表2-4-2に示す。

表 2-4-1
東部州気象データ
(アセセワ地区)

1995年 月	降雨量 (mm)	平均気温 (℃)	日照時間 (hours)	風速 (km / hr.)
一月	NIL	27.2	4.1 (5.7)	1.1
二月	1.3	29.3	5.1 (6.7)	1.6
三月	39.1	28.5	6.2 (6.1)	1.5
四月	157.0	28.5	6.6 (6.5)	1.3
五月	261.0	27.6	6.9 (6.9)	1.2
六月	173.0	26.7	4.9 (5.4)	1.2
七月	227.7	26.1	3.6 (2.3)	1.7
八月	213.8	26.1	3.4 (2.8)	1.3
九月	209.5	26.7	--- (4.2)	1.3
十月	111.9	27.1	--- (7.4)	1.1
十一月	29.5	27.5	--- (7.4)	1.2
十二月	5.8	27.2	--- (5.4)	0.4
合計	1,429.6	---	--- (----)	---
平均	119.13	27.38	5.1 (5.57)	1.24

Source : Meteorological Services Department

注 : 括弧内の数値は 1993年の記録

表 2-4-2
ブロングアハフォ州気象データ
（イエジ地区）

1995年 月	降雨量 (mm)	平均気温 (℃)	日照時間 (hours)	風速 (km / hr.)
一月	NIL	27.4	8.0	2.5
二月	NIL	29.5	8.5	2.6
三月	120.9	31.6	8.3	2.4
四月	150.3	30.7	7.6	2.4
五月	107.6	28.8	8.5	2.3
六月	122.8	27.7	7.7	2.1
七月	255.6	26.6	6.2	2.3
八月	162.5	26.3	---	2.0
九月	234.3	27.0	6.5	1.7
十月	95.0	27.4	7.9	1.7
十一月	NIL	27.2	8.8	1.4
十二月	NIL	28.0	8.3	1.4
合計	1,249.0	---	---	---
平均	104.08	28.18	7.85	1.76

Source : Meteorological Services Department

2-4-2 社会基盤整備状況

アセセワ・イエジ地域のサイト周辺における社会整備基盤状況は次の通りである。

(1) 港 湾

機材の荷揚げはグレーターアクラ州のTema港であり、荷揚げ設備、保管倉庫などの設備は整っている。

(2) 道 路

Tema港とアセセワ・イエジ電化地域の各集積場（Asesewa/Atebubu）間は２車線の国道で、一部改修中を除き全区間簡易舗装されている。

アセセワ地域の山地は国道よりAgogo, SekesuaおよびNew Anyaboni等に分岐した道路が未舗装であるが、大型車輌の通行は可能である。ただし、33kV送電線建設ルートのNew TafoからAgogo間で一部道路の補修を要する箇所がある。

なお、最近各所の幹線道路整備の工事が進められており、更に改良される予定である。

(3) 通 信

首都アクラにおいては通信事情は比較的良く、電報電話局や大きなホテルからは、直接世界中に電話をかけたり、ファックスやテッレクス送信ができる。国内の主要都市間はダイヤル通話が可能ではあるが、常に良好な状態であるとは言い難い。

(4) 電 気

ガーナ国の電力事情については、第2章(2-1-3)に述べた通り、1993~1994年の渇水のため強制停電を余儀なくされた期間もあったが、1995年から電力事情は好転し、停電回数は減っている。

(5) 給水施設

主要都市の中心部では上下水道設備は整っているが、断水は度々起きておりサービスレベルは低い。

農村・山地の村落では飲料水は、手動ポンプの井戸が共同で使用されている。

(6) 宿泊施設

アセセワ地域の宿泊は、州都KoforiduaあるいはAsesewaになるがKoforiduaにホテルやゲストハウスが多数あり中には外国人も滞在できるレベルの施設もある。アセセワ地区には、設備の整った宿泊設備はない。　またイエジ地域の宿泊は、州都Kumasiあるいは郡都AtebubuになるがKumasiについては施設は整っている、しかし、Atebubuには設備の整った施設はない。

(7) 医療施設

各電化対象地域には、下表に示す通り、病院や診療所がある。

病院は入院設備やリハビリテーション設備を有している他、長期療養者や付き添い者のための簡易宿泊設備も整っている。

アセセワ地域医療施設数（1996年）

	Asesewa	Anyaboni	Sekesua	Otrokper	Oterkpolu	Agogo	Nsutapon
病院	1	-	-	-	-	-	-
クリニック	3	1	1	1	1	2	1

イエジ地域医療施設数（1996年）

	Yeji	Number One
病院	1	-
クリニック	6	1

2-4-3 既存施設・機材の現状

VRAおよびECGの既設発電設備等については、2-1-3項で述べたので、ここではアセセワ・イエジ電化計画に関係する電源供給設備について述べる。

(1) アセセワ地域

アセセワ地域電化のための供給電源は、ガーナ国主幹電力系統(161kV)に連系している同じ州内の既設Tafo変電所である。Tafo変電所は東部州の州都Koforiduaおよび周辺都市に電力供給をしており、最近の電力需要の増加に対応するために、主要変圧器の更新(161/11.5/6.44kV,10MVA→161/34.5kV, 33MVA)を含む関連開閉設備の改修が、VRAおよびECGによって手配されている。

既設Tafo変電所施設の維持・管理は、一次変電所はVRA、二次変電所はECGが実施している。二次変電所からの送電線の維持・管理はECGのKoforidua Officeが当たり、施設の点検・補修工事、給電および電気料金徴収等の業務を行っている。

(2) イエジ地域

イエジ地域電化のための供給電源は、ガーナ国主幹電力系統(161kV)の北部連系拠点であるTechiman変電所より送電されている既設Atebubu33kV送電線である。当送電線は既に変電所より約150kmあり、これより分岐される本プロジェクトの送電線が更に約80kmあり、加えて、AtebubuからKwame Dansoへの分岐が1996年に計画されていることなどから電圧低下が大きくなる。系統計算の結果、2003年時点では電圧補償設備が必要となることが判明した。

2-5 環境への影響

本プロジェクト実施によって予想され得る環境への影響（大気汚染、騒音、水質汚染、振動など）は考えられない。変電所は建設中若干の騒音を出すが、周囲に人家はなく問題はない。

第 3 章
プロジェクトの内容

第3章　プロジェクトの内容

3-1　プロジェクトの目的

ガーナ政府は2020年までに全国を電化するという全国電化計画を進めており、第一段階として地方郡都の電化に最も高いプライオリティーを与え、DCEP(District Capitals Electrification Programme)を推進中である。現在未電化のまま取り残されている群都は24ヶ所あるが、いずれの地域も既に工事契約を終えていることから、1998年までには全群都110ヶ所の電化が完了する事が確実となり、計画は第二段階へと進められる時期を迎えている。第二段階で電化対象とされているのは、主要中小都市や地域のマーケットセンターとなっている町村で、本プロジェクトの対象地域であるアセセワおよびイエジ地区もこの一環として位置づけられている。

アセセワ地区は近隣の農作物の集積地としてマーケットをもつ重要な地区であり、イエジ地区はボルタ湖の港と漁業センターとしての重要な役割をもち且つ人口集中が激しい地域であるので、共に地方電化の必要性大として、ガーナ政府は日本国政府に対し無償資金協力を要請した。予想裨益人口および需要家数は、それぞれアセセワ地区で約6.8万人、約8.6千戸、イエジ地区で約4万人、約3.4千戸である。

本プロジェクトの目的は、前記の要請にもあるように、各地域ともそれぞれ各州最大規模の農産物市場のアセセワと水産物市場のイエジを有しており、その保管流通機能の向上のみならず地域の一般家庭、商店、病院（診療所を含む）、通信、学校、工場、穀物製粉所等社会基盤の施設を含む公共的施設の電化、併せて送電線経過地近傍の村落を電化することにある。これによって、当該地域の住民の文化の向上、生活環境の改善を目指し、都市への人口集中を防止し、地域への定着化を進めることを狙いとしている。

3-2 プロジェクトの基本構想

基本設計調査において本プロジェクトの要請内容は下記の通り確認された。

(1) アセセワ地区電化
　a) 33kV 送電線約 96km の建設
　b) 低圧配電網資材の調達
(2) イエジ地区電化
　a) 33kV 送電線約 80km の建設
　b) 電圧補償設備の据付
　c) 低圧配電網資材の調達
(3) その他
　車両、工具、測定器類の調達

基本構想の立案にあたっては下記事項を考慮した。

① 新設変電機器等は、なるべく構造が単純でかつ信頼度の高いものとし、維持管理に手間のかからないことを主眼とする。
② 各設備の設計については、将来の需要増加及び系統拡張に対応できるものとする。
③ 各設備・資材の仕様は出来るかぎり既設に合わせ、保守のし易い様互換性のあるものにする。また、配電線の故障時或いは作業時に区分出来る様に区分開閉器を設備する。
④ アセセワ地区及びイエジ地区とも、長距離送配電線になるので電圧低下に対する技術検討を行う。
⑤ 木柱の調達を含む低圧配電網の工事はガーナ側の分担となる。（木柱以外の資材は日本側より供給する。）
⑥ 設備引渡し後はガーナ側が維持管理を行う。

上記を考慮の上要請内容を検討し以下の通り基本構想をまとめた。なお、本プロジェクト設計の基本である需要想定については、添付資料 5-(1)に示す。

a) 33kV 送電線

アセセワ地区の 33kV 送電線ルートの要請案は、Tafo 変電所より州都 Koforidua を経由し幹線道路に沿ってアセセワ地区へ向かうものであった。しかし、Agogo、Obawale 等幹線道路より山手に入った地域に電化を必要とする村落が多く点在すること、Tafo 変電所から Koforidua まで 21km の区間は全て電化されていること、また Koforidua には既設 11kV 配電系統があること等の理由から、電圧低下が要請案のルートより少ない Tafo～Agogo～Asesewa ルートに変更した。分岐線を含む 33kV 送電線の総延長は約 103km になる。図 3-2-1 に 33kV 送電線ルート(Tafo 変電所～Asesewa 地区)を示す。

系統計算書および技術検討結果を添付資料 5-(2) に示す。

なお、Tafo～Agogo ルートの現地踏査の結果、Tafo～Nsutapon 間の山岳部の約 2km に道路補修を要する箇所があるものの、送電線ルートとしては問題はないと判断されたため最終案として合意された。また、33kV 送電線の亘長を少しでも短縮すべく、Obawale～Sikaben ルートの調査も行ったが、道路の岩盤が露出しているなど荒廃状況が激しいため、現在同地区の主要道路となっている Huhunya ルートを選定した。

前記ルートの変更により、33kV 送電線の総延長は要請に比べ約 9.6km (112.9km－103.3km) 短縮される。

イエジ地区については、既設 Techiman 変電所から延びている 33kV 線路の終端となっている Atebubu より、更に線路を約 80km 延長し対象地域を電化する。図 3-2-2 に 33kV 送電線ルート(Atebubu 地区～Yeji 地区) を示す。

同地区は雨期には比較的丈の高い草木が生い茂り、乾期には野焼きを行っていることから、村落とその周辺を除いて線路支持物としての木柱は焼損の危険性が大きい。このためルートの一部については鋼管柱を使用することとした。

ただし、送電線経過地近傍の村落の電化も要求されていることから、当該地区では木柱を使用することになるので、その保守作業は定期的に実施するよう勧告する。

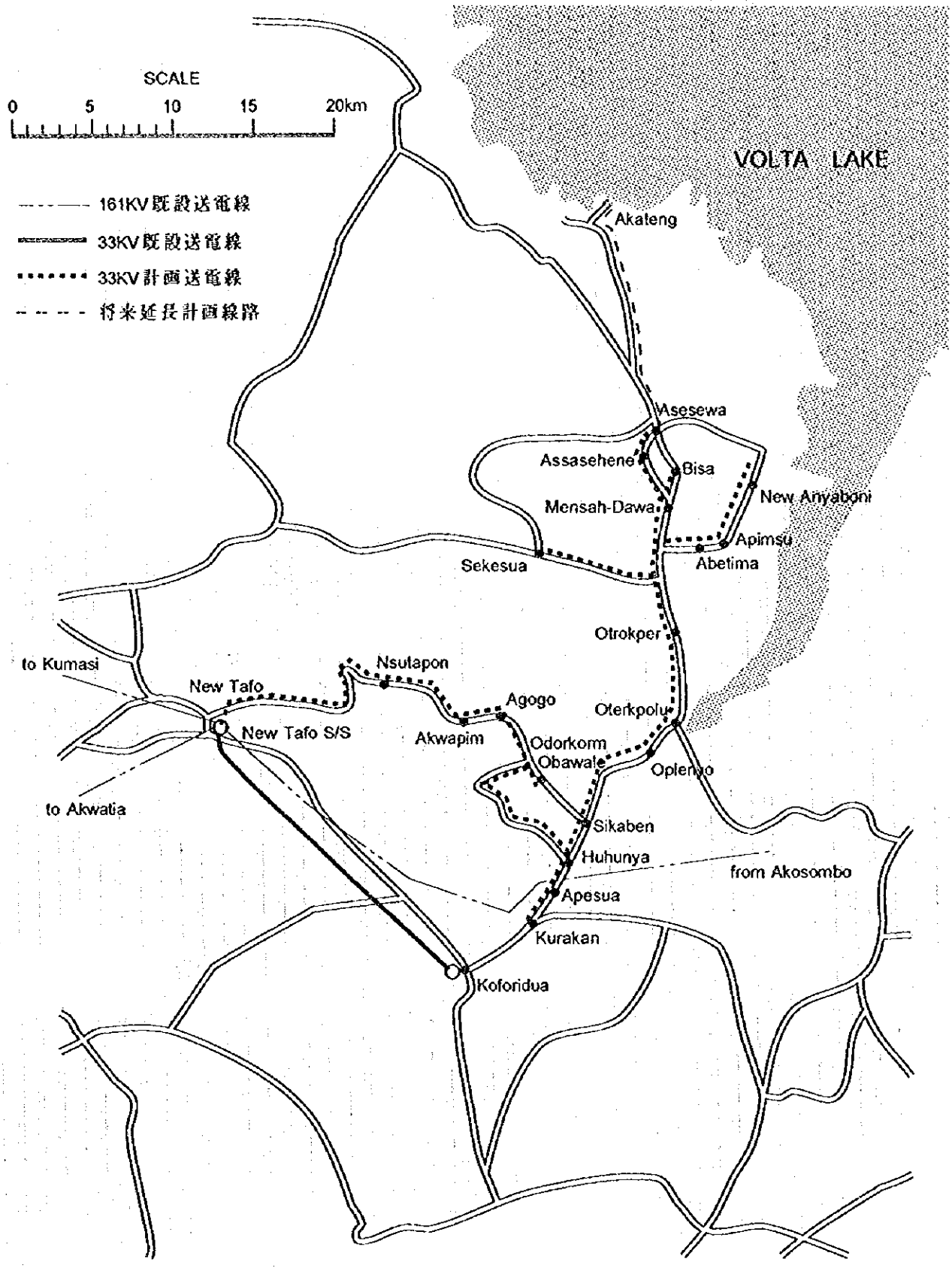


図3-2-1　33KV線路ルート図　TAFO S/S - ASESEWA

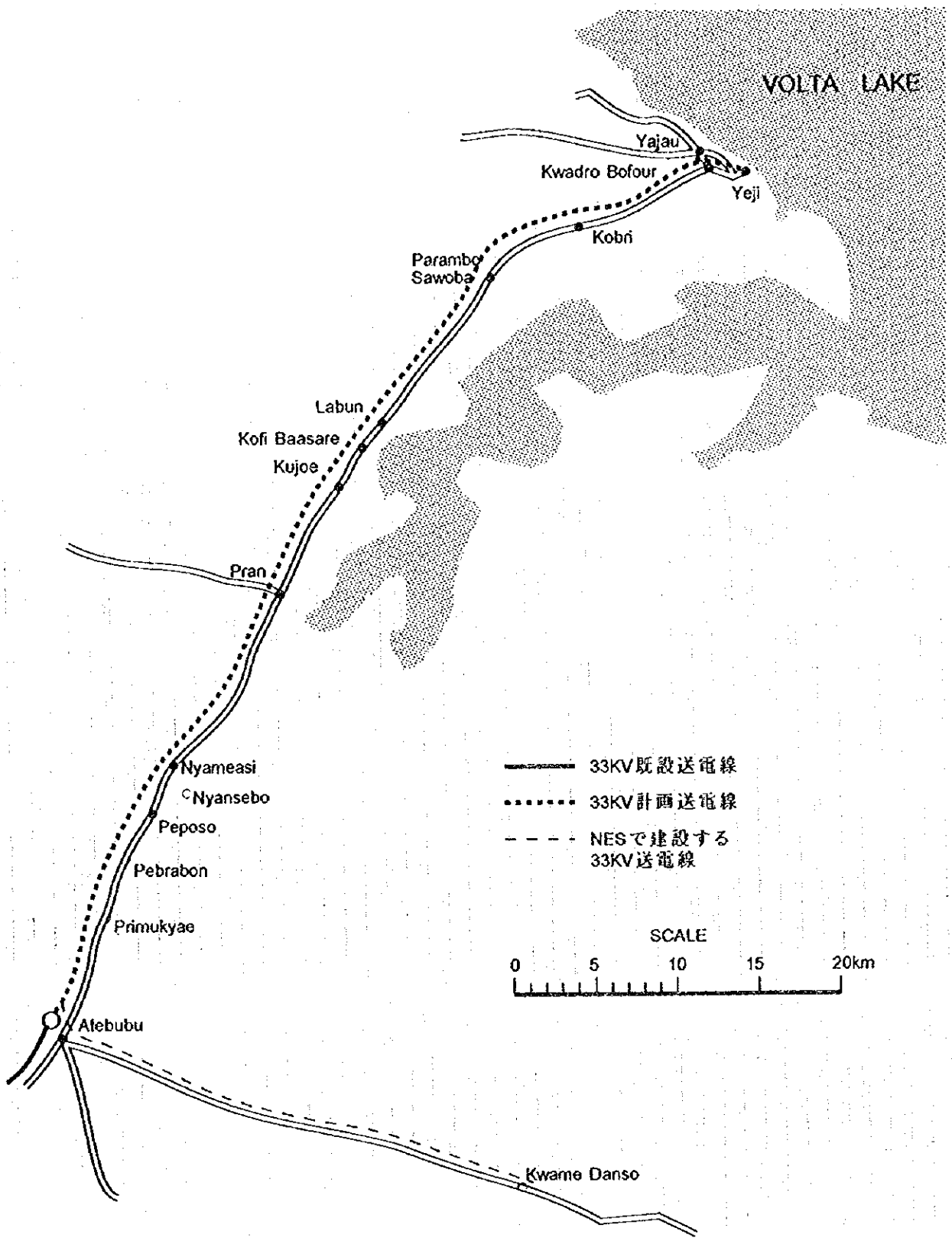


図3-2-2　34.5KV線路ルート図　ATEBUBU - YEJI

b) Tafo変電所およびKoforidua変電所の増強

アセセワ地区の電化に伴い、既設 Tafo 変電所の変圧器容量が不足する事が分かったが、VRA では既に当該変圧器の更新を手配中であり、今年中には完了する見通しとなっている。また、ECG 側の 33kV 設備の拡充も Asesewa 線の為に必要となるが、1996 年 7 月に入札が行われる設備増強プロジェクトの一部として追加することで対応が可能との確認が出来たため、Tafo 変電所の増強拡充工事に関わる全ての業務はガーナ国側の業務として実施されることとなった。

なお、この変電所工事の完了は日本側の工事より遅れる可能性が大きいため、本プロジェクトにおいて新設される Asesewa 線は、既設 Koforidua 線に仮設の架空線路により接続する。その後、Tafo 変電所の 33kV 設備拡充工事が完了した時点で、ECG はこの線路を 33kV の新設母線に接続替えを行い、仮設部分を撤去する事で合意した。

また、当初要請されていた Koforidua 変電所の増強については、前記の通り Asesewa 線を Tafo 変電所より単独に引き出し、Koforidua 変電所を経由しないルートとしたため、今回の電化によって Koforidua 変電所の負荷が増加する事はなくなり、Tafo～Koforidua 間の 33kV 送電線及び変電所の増強は不要となる。

c) イエジ地区の電化に伴う電圧低下対策

イエジ地区では、電源となっている既設 Techiman 変電所から約 150km 離れた Atebubu まで延びている既設 33kV 線路を、更に約 80km 延長する。しかし総亘長 230km という長距離の 33kV 線路となることから、電圧低下が大きくなってしまう。加えて Atebubu から郡都 Kwame Danso への電化も 1997 年完成の予定で進められている事から、益々電圧低下は大きくなるもと予想される。

この問題については、系統計算の結果下記の通り判明した。

1) 2003 年時点(建設後 5 年)では電圧補償設備(Booster)が必要となる。
2) 2008 年時点の負荷に対しては、現状の 33kV 送電線路一回線で給電することは困難となるため、二回線化または 69kV あるいは 161kV 送電線の導入を検討する必要がある。

電圧補償設備を通過する電力は、イエジ地区の電圧計算書に示す通り 10 年後の 2008 年では 4,094kVA、15 年後の 2013 年では 5,113kVA となるので、10 年後の電力融通に支障のないよう通過電力を 5,000kVA (5MVA) とした。

従って、Techiman～Atebubu 線区間の Atebubu 付近に、電圧補償設備として 5MVA の主変圧器を 1 台設置し、Atebubu を含む Yeji 端の電圧改善を図るする事とし、関連する保護開閉設備を含めて建設する。系統計算については添付資料 5-(3)に示す。

d) 低圧資機材(配電用変圧器を含む)

配電用変圧器を設置する村落は、現地調査によって得た人口、家屋数に基づき NEP に準じて 33 kV 送電線ルート付近に存在する人工 500 人以上の村落および地域のマーケットセンターとなっている所を候補地とし、アセセワ地区及びイエジ地区に対し、それぞれ 18 村落及び 9 村落を地候補地として選定した。対象村落選定後、現地調査により得た病院、学校等の公共施設の数に応じ配電用変圧器容量ならびに台数を決定した。対象村落および変圧器台数の選定方法の詳細は添付資料 5-(1)に示す通りである。

尚、イエジ地区の病院や職業専門学校のように、専用のディーゼル発電設備を所有し、院内・校内の低圧及び屋内配電線があり、本プロジェクトの配電系統に切り替えることで直ちに利用出来る所、また、アセセワ地区のように SHEP による木柱の建柱が済んでいて、低圧資機材の調達のみで配電網工事が施工出来る地域がある。表 3-2-1 および表 3-2-2 に各地域の配電用変圧器設置計画を示す。また、図 3-2-3 および図 3-2-4 にアセセワ地区およびイエジ地区の配電用変圧器設置候補地を示す。

低圧配電網資機材の調達については、各所に設置される配電用変圧器の容量に応じ、設置点から半径約 2～3km 以内の、低圧幹線および枝線として施設する資機材を調達する。所要資機材の数量は 3-3-2 項に示した通り、変圧器容量毎の幹線（三相四線）および枝線（単相）の亘長（スパン数）によって算出した。施工は VRA あるいは ECG が直営工事として実施する。

e) 無線機器

本プロジェクトは両地域とも送配電線が広範囲に及ぶため、工事中或いは運転保守に対する停電作業、負荷切り換え作業時の連絡用に使用される無線機器を調達する。この無線機器は、設備の運開後は系統運用業務用として役立てる事となる。具体的な機器の仕様・数量は第 4 章に示す。

f) 車両及び工具類の調達

本プロジェクトの地域は、広範囲におよぶ山間部に需要家が広がり、公衆の交通機関も極めて乏しい。長大な線路の工事や保守業務、料金徴収のためのメーターリーディング等について、機動力の保有は必須の条件である。

当該保守事業所の車両は、既設設備の拡張工事や維持管理業務に使用されており、新規設備に対しては不足するため作業用車輌（ダブルキャブピックアップトラック、ピックアップトラックおよびクレーン付き 5 トントラック）を調達し工事に使用した後、維持・管理用として使用する。工事途上における車輌の有効活用を図るため、第二期工事用として計画された作業用車輌のうちダブルキャブピックアップ、ピックアップトラックを第一期にて調達し、第一期および第二期の工事に役立てる。

本プロジェクトは、事業者側が低圧配電網の建設工事を実施することとしている。工具類については、将来の保守の万全を期すため、今回の工事にも必要となる一般工具類

および測定器類一式を調達する。主建設工事終了後も長年にわたり、需要家の受電申し込みが生ずる都度、事業者の手で配電線延長工事、需要家への引込み工事が実施される。従って、これら工具・測定器類は事業者の現地保線区または営業所にて保管維持されることになる。

具体的な工具・測定器類の種類・数量は第4章に記載する。

g) プロジェクトの基本構想（集約）

以上の検討の結果、本プロジェクトの基本構想は、次表のように示すことが出来る。

項目	第一期	第二期
a. 33 kV 送電線	アセセワ地区 約 103.3 km	イエジ地区 約 80 km
b. 電圧補償設備(Booster)	------	約 5 MVA 1 台を設置 (含む開閉機器)
c. 低圧配電線	122 km	110 km
d. 積算電力計 単相 三相	 1,400 台 18 台	 1,200 台 22 台
e. 配電用変圧器 33kV / 415,240 V 50 kVA 100 kVA 200 kVA	 17 台 8 台 1 台	 11 台 9 台 2 台
f. VHF/FM 中継器 VHF/FM ハンディトランシーバー	1 台 10 台	1 台 10 台
g. 作業用車両 ピックアップトラック ダブルキャブトラック クレーン付き 5 トントラック 工具	 2 台 2 台 1 台 一式	 --- --- 1 台 一式

本プロジェクトの規模や仕様について根拠となる考えは次の通りである。

1) 需要想定より本プロジェクトが完成後 10 年程度は機器の増容量などのために取り替えをしなくても良い設備となるよう規模を決定した。

2) 各設備は、維持・管理を容易にするため、なるべく既設と同じ型式・仕様のものとし、既存の技術レベルで充分対応出来るものとした。

図 3 - 2 - 3　ASESEWA 地域配電用変圧器設置候補地

Tafo S/S ～ Asesewa間

(33 kV Line Length ≒ 103 km)

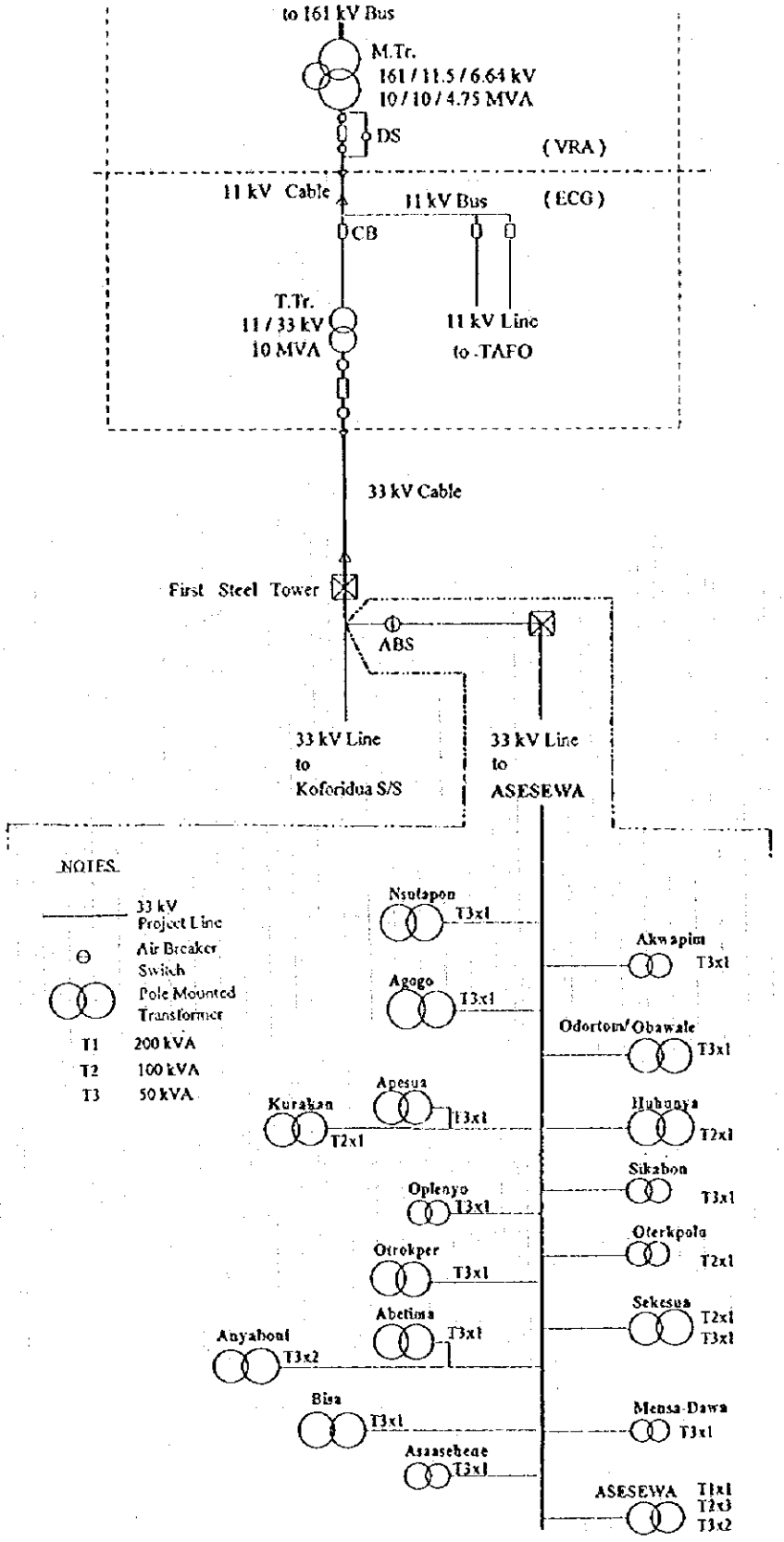
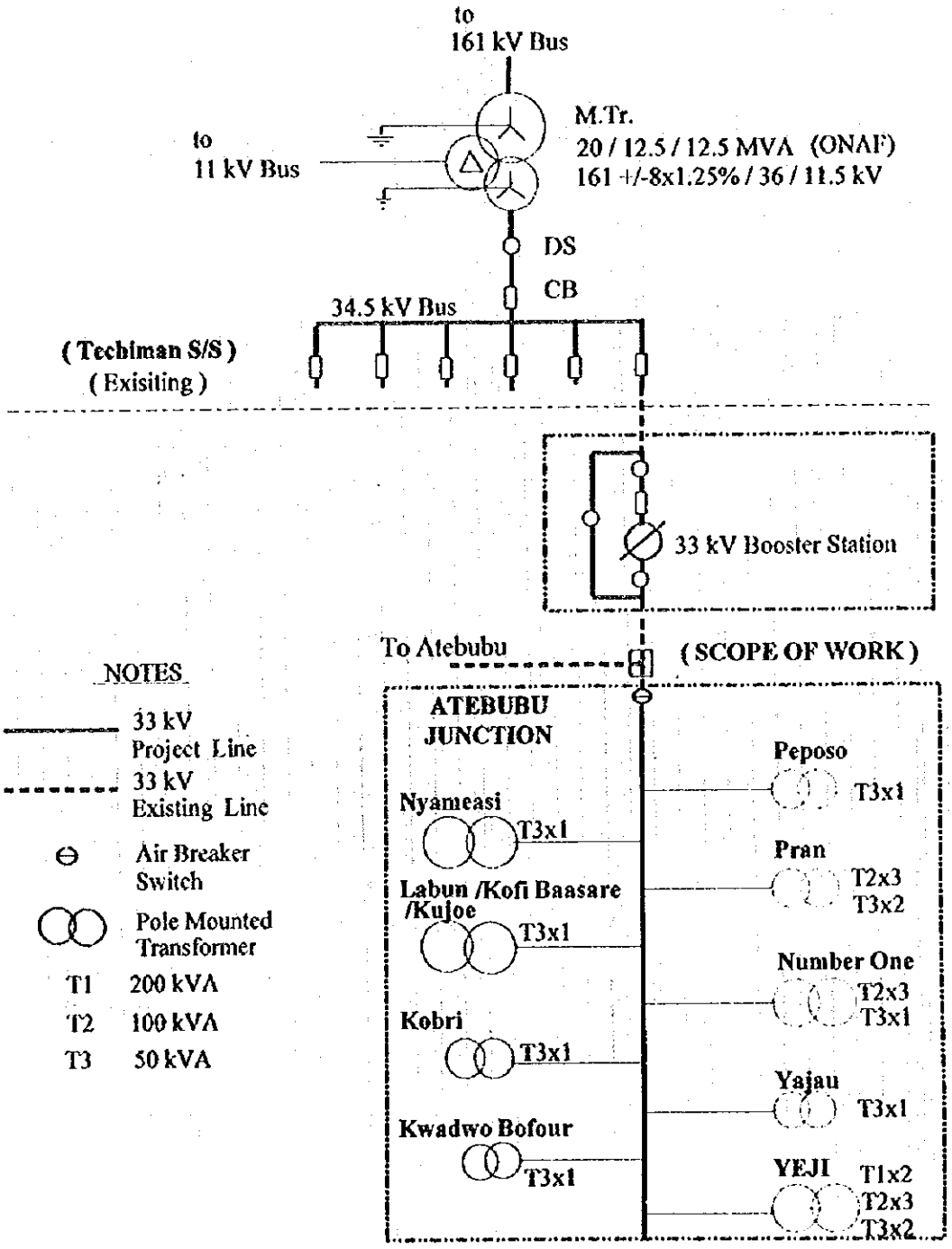


図 3 - 2 - 4　YEJI 地域配電用変圧器設置候補地

Atebubu ～ Yeji間

(33 kV Line Length : 80 km)



3-3 基本設計

3-3-1 設計方針

設計に際しては下記の事項に留意し、設備の設計及び工事計画の策定を行うこととする。

(1) 自然条件

a. 各地域の 33kV 送電線ルート上においては、アセセワ地区の山岳道路沿いの部分における支持物および基礎の強度、イエジ地区の耐火性の支持物および一部の軟弱地盤対策を考慮する。

b. 建設工事に影響を及ぼす雨期（4 月～6 月）を考慮した工事計画とする。

c. 月平均最高、最低気温はアセセワ地区ではそれぞれ 29.3°C、26.1°C であり、イエジ地区ではそれぞれ 31.6°C、26.3°C ある。この温度変化に対する機器設計条件は通常（40°C 以下）とする。

d. 電線路の新設に伴い過度の樹木伐採等の環境破壊を招くことのないような計画とする。

(2) 社会条件

a. 送配電路が住宅地域あるいはその近傍を通過する場合には,公衆安全の確保に万全の注意を払う。

b. 工事には重量物の輸送も含まれるため、これを考慮した上で工事計画の立案を行う。

c. 33kV 送電線路は、線路用資機材の運搬や建設工事に支障が少なく、将来の維持管理の容易な主要道路沿いとする。

d. 需要想定にあたっては、対象村落の人口、家屋数および病院・診療所・学校等による負荷を考慮する。（添付資料(1)参照）

(3) 建設事情および現地業者

これまでに無償資金協力により実施した地方電化計画（1989 年度）、およびボルタ河下流域電化計画第一期・第二期（1993 年、1994 年）の工事経験から次の事が言える。

a. 現地建設会社のレベル、経験については、一般的な建設作業は可能である。

b. 労働力の水準はその質、量ともまず満足できる。

c. セメント等一般工事用資機材は現地調達が可能である。

(4) 現地資機材の活用

木柱はガーナ産、裸アルミ電線は第三国調達品を使用する予定である。

(5) 実施機関の維持・管理能力

a. ECG 及び VRA が現在適用している規格、技術基準等を尊重し、標準化の妨げにならないような設計を行う。

b. ECG および VRA 共に前回のプロジェクトおよびその他で、本プロジェクトと同程度の工事を長年にわたり維持、管理しており、その能力については問題がないものと判断する。

(6) 施設・機器のグレード

施設・機器のグレード設定に際しては、特に下記の事項に留意することとする。

a. 可能な限り、複雑でセンシティブなものは避け、既設設備と比較し大幅に先進的な技術を導入することは回避することとし、現在の施設・設備、技術水準に合った設計により、保守・運用に支障の無いようにする。

b. 先方の要望を充足するに最も経済的な設計を目標とし、国の実情に合わせて、堅牢かつ簡易な構造に主眼をおく。

(7) 工期に対する方針

本プロジェクトは対象地区が 350km と離れていること、工事期間はアセセワで 10 ヶ月、イエジで 9 ヶ月要すること、さらにガーナ側負担工事量が一時期に集中しないことを考慮し、二期分けとする。工事の順位としては、ガーナ側の優先順位が高く、裨益人口も多いアセセワ地区を第一期で取り上げることとする。

(8) 設計条件

本プロジェクトにおいて建設される送配電線設備の設計は、ECG 及び VRA の現行規格・基準ならびに日本における標準的手法に準拠して行った。

資機材の適用規格は IEC ならびに日本規格を主として、一部については ANSI（米国規格）および BS（英国規格）を適用した。

a. 自然条件

標　　高：1,000m 以下

外 気 温：最高 40°C、最低 10°C、平均 32°C

b. 安全率

ガーナ国における現行基準により次の通りとした。

支持物	:	1.5
支持物の基礎	:	1.5
電　線（引留部含む）	:	1.7
碍　子	:	1.7
腕　金	:	1.2
支　線	:	1.7

c. 導体の温度

平均使用温度　　：32℃

導体の許容温度　　：90℃

d. 風圧荷重

架空線路の支持物の強度等を計算する場合の風圧荷重は、架渉線に対する荷重を817N/m²、支持物に対する荷重を1,225N/m²とする。

e. 送配電線の地上高

架渉線の地上高は次のとおりとする。

項　目	33kV	LV
一般ヶ所	5.2m	5.2m
道路横断ヶ所	5.8m	5.8m
主要道路横断ヶ所	6.9m	6.6m
低圧線路上	2.0m	1.0m

(9) 設計の基本的考え方

変電設備、送電線設備、配電線設備の設計については、将来の需要増加及び系統拡張に対応できること、電圧変動及び供給信頼度の向上を図ることを基本とする。また既設設備との調和・協調をも充分考慮し、下記の方針に基づいて設計を行う。

a. 供給信頼度の向上

送配電線路の事故の主要な事故原因は、設備不良（施工不良、製作不完全等）、保守不完全（油劣化その他自然劣化、過負荷）、自然現象（風雨による他物飛来、水害）、他物接触（樹木、鳥獣）等である。これら現状を見極め今回建設される設備の信頼度向上を図るため主に次の対策を検討した。

- イエジ地区用としてAtebubuに電圧調整設備を設け、電圧の安定化を図る。
- 電圧調整設備の引き込みにはガス遮断器（GCB）を設置し、電線路への落雷、鳥獣・樹木接触等の一過性の事故に対しては遮断器を再閉路させ、停電時間の短縮化を図る。
- 33kV 線路の適切な箇所に区分開閉器を設置し、事故時あるいは作業時の停電区域の局限化を図る。
- 配電変圧器、区分開閉器および電力ケーブル等に対して避雷器を取り付け、耐雷保護を行う。

b. 目標電圧

一般需要家の常時の電圧変動を±5%以内に保持する事を目標にする。系統計算では、33kV 系統の電圧変動範囲を+5%～-10%程度とし、配電用変圧器のタップにより上記目標範囲におさめることとした。現地調査時に Atebubu において 1996 年 2 月 26 日から 10 日間にわたり系統の電圧変動を測定したが、約±10%の変動が記録されている。

c. 供給方式

供給方式は 33kV/415、240V 低圧直接逓降方式とする。

d. 線路形態と区分開閉器

今回の需要地区は同一方向であり、需要密度も低いので、線路形態としては一回線樹枝状とする。配電線路の分岐箇所には気中負荷開閉器を設置し、事故や系統作業等による停電範囲の縮小を図る。また系統保護は既設変電所または新設変電設備の保護継電器、ガス遮断器により行うものとする、従って保護方式、再閉路方式及びその運用は既設設備に準ずることとした。

(10) 絶縁設計

a. 絶縁設計

絶縁設計は雷サージから商用周波までの全領域にわたって、線路および機器の絶縁レベルの協調をとることにより設備を保護することを目的として、次により設計した。

- 内部異常電圧（開閉サージ、持続性異常電圧など）に対しては機器自体の絶縁性能により保護する。
- 外部異常電圧（雷サージ）に対しては架空地線或は避雷器により保護する。

b. 碍子種類及び連結個数の決定について

前述のように絶縁設計の基本的考え方は、内部異常電圧による閃絡を起こさないことを前提にして耐雷対策を考えた。内部異常電圧については、従来送電線に適用される考え方を採用して、次の値を想定した。

- 接地系の種別　　：有効接地系
- 持続性異常電圧倍数：0.8Um (Um:　系統の最高許容電圧)
- 開閉異常電圧倍数　：2.8Um

碍子の絶縁強度を考える場合、開閉異常電圧に対しては開閉サージによる注水時の閃絡特性を、持続性異常電圧に対しては商用周波の注水時の閃絡特性を用いた。内部異常電圧に対する碍子の所要絶縁強度及び碍子の電気的特性は次表の通りである。

1) 開閉異常電圧より求めた碍子の所要絶縁強度

	アセセワ	イエジ
公称電圧	33 kV	34.5
最高許容電圧　Um	36 kV	36.5
対地電圧波高値 $2/\sqrt{3}$ Um	29.4 kV	29.8
開閉サージ倍数　n	2.8	2.8
開閉サージ電圧 $\sqrt{2}/\sqrt{3}$ Umxn	82.3 kV	83.45
絶縁低下係数	1.2	1.2
碍子の所要絶縁強度	99 kV	100.1

2) 持続性異常電圧より求めた碍子の所要絶縁強度

	アセセワ	イエジ
公称電圧	33 kV	34.5
最高許容電圧　Um	36 kV	36.5
異常電圧倍数　n	0.8	0.8
持続性異常電圧	28.8 kV	29.2
絶縁低下係数	1.2	1.2
碍子の絶縁強度	99 kV	100.1

3) 碍子の電気的特性

	標準ｻｰｼﾞ 50%閃絡電圧(kV)	開閉ｻｰｼﾞ 50%閃絡電圧(kV)	開閉ｻｰｼﾞ 注水耐電圧(kV)	商用周波 50%閃絡電圧(kV)	商用周波 注水耐電圧(kV)
懸垂碍子					
1個	150	85	75	45	40
2個連	240	155	140	80	70
3個連	330	225	205	115	105
4個連	410	295	265	150	135
5個連	495	360	325	190	170
33kV ピン碍子	290	-	-	95	-

(注) ① 250mm 懸垂碍子の特性は、架空電線路の絶縁設計要項(1966.10)による。
② 33kV ピン碍子は BS137 による。

上記碍子の電気的特性と所要耐電圧を比較し、絶縁裕度を考慮の上、使用する碍子及び個数を次の通りとした。特に 250mm 懸垂碍子連は保守管理面の予備碍子 1 個を見込んだ。

使用箇所	33kV ピン碍子	250mm 懸垂碍子
33kV 引通し	○	—
33kV 引留め	—	3個連

c. 対地標準絶縁間隔

碍子連の標準衝撃波(正極性)50%閃絡電圧で閃絡する棒ギャップ長を標準絶縁間隔とする。

公称電圧	33 kV
碍子個数	3
碍子連の 50% 衝撃 FOV	330 kV
同上相当棒ギャップ	52 cm
標準絶縁間隔	55 cm

d. 最小絶縁間隔

開閉サージ及び持続性異常電圧の各々にともに耐えるクリアランスを最小絶縁間隔とする。

公称電圧	33 kV
最高系統電圧　Um	36 kV
対地電圧波高値	29.4 kV
開閉サージ倍数	2.8
開閉サージ波高値	82.3 kV
所要耐電圧	99 kV
所要クリアランス	19 cm
最小絶縁間隔	25 cm

e. 異常時絶縁間隔

想定最大風速時の横振れ等の際に適用する異常時の最小絶縁間隔は、最高系統電圧電圧(Um)に対する注水耐電圧でクリアランスをチェックする。

公称電圧	33 kV
最高系統電圧　Um	36 kV
地電圧波高値	20.8 kV
所要耐電圧	2.9 kV
所要クリアランス	6.5 cm
異常時絶縁間隔	10 cm

f. 線間最小クリアランス

公称電圧	33 kV
最高系統電圧　Um	36 kV
対地電圧波高値	29.4 kV
線間サージ倍数	4.5
線間サージ電圧	132.3 kV
線間所要耐電圧	145 kV
線間最小クリアランス	30 cm

g. 基準衝撃絶縁強度(BIL) の設定

33kV系統のBILは170kVとした。理由は次の通りである。

前述の通り雷サージに対しては、架空地線によるしゃへい効果及び避雷器により保護を行うので、開閉サージに耐え、かつ雷サージに対し避雷器の保護性能との協調のとれる BIL を選定する必要がある。即ち避雷器と被保護設備の雷サージに対する保護裕度を 20%とすれば、避雷器の放電開始電圧及び制限電圧の 1.2 倍以上のBILが必要となる。次に各電圧別の所要BILを示す。

1) 避雷器

定格電圧	42 kV
制限電圧	140 kV
定格放電電流	10 kA
放電開始電圧	135 kV

2) 所要BIL

制限電圧 x 1.2	168 kV
雷インパルス 耐電圧	170 kV

h. 耐雷設計

今回の調査では IKL(Isokeraunic Level、年間の雷雨日数) の正確な統計は得られなかったが、前回の施設が雷による被害を蒙っていないことから、前回通りの設計を行うこととする。

変電所には避雷器が設置されており、架空地線については、変電所、送電線路に施設されていたが、年間を通じて雷発生の頻度は比較的少ないと考えられる。しかし、送配電線路の全ての配電変圧器と負荷開閉器には避雷器を取り付けて、雷サージなどの外部異常電圧に対して保護することとした。

3-3-2 基本計画

(1) 施設計画

a. 33kV 送電線および配電機器

下記に各電化対象地域毎の 33 kV 送電線路亘長及び配電変圧器台数を示す。

地域名	33kV 送電線亘長	配電用変圧器台数 50kVA	100kVA	200kVA
アセセワ	AAC 100mm² : 103.3 km	17	8	1
イエジ	ACSR 100mm² : 80 km	11	9	2

注) AAC : All Aluminum Conductor (硬アルミニウムより線)
ACSR : Aluminum Conductor Steel Reinforced (鋼心アルミニウムより線)

b. 電圧補償設備

イエジ地区電化に伴う電圧低下対策として、下記設備を設置する。

主要変圧器	1台
遮 断 器	1台
断 路 器	3台

避　雷　器	6台
制御用キュウビクル	一式

c.　低圧配電網

下記の低圧資機材を調達する。

地域名	配電線亘長	積算電力量計 単相	積算電力量計 三相
アセセワ	AAC　50mm²　：122km	1,400	18
イエジ	AAC　50mm²　：110km	1,200	22

(2)　基本設計

a.　33kV 送電線および配電機器

1)　電線

アセセワ地区については ECG で標準化を進めている硬アルミニウムより線 100mm²(AAC100)を採用する。イエジ地区は VRA で標準化を進めている鋼心アルミニウムより線 100mm²(ACSR-DOG)を採用する。

2)　電線配列及び装柱

電線配列方式としては、水平配列、垂直配列、三角配列など種々の配列があるが、既設設備は施工が容易で腕金の形状のシンプルな水平配列により建設されている。水平配列は、柱上変圧器を増設する場合に柱上機器へのリード線の引き下げが容易であること、他の装柱方式に比べ電柱の長さが短くて済むため経済的でもあることから、線路の占有空間が取りやすい地域には最適の装柱方式であり、配電線路においては最も多く適用されている。

本計画においては上記事項及び既設設備との協調を考慮し水平配列方式を採用することとした。図 3-3-1 および図 3-3-2 に標準装柱図を示す。

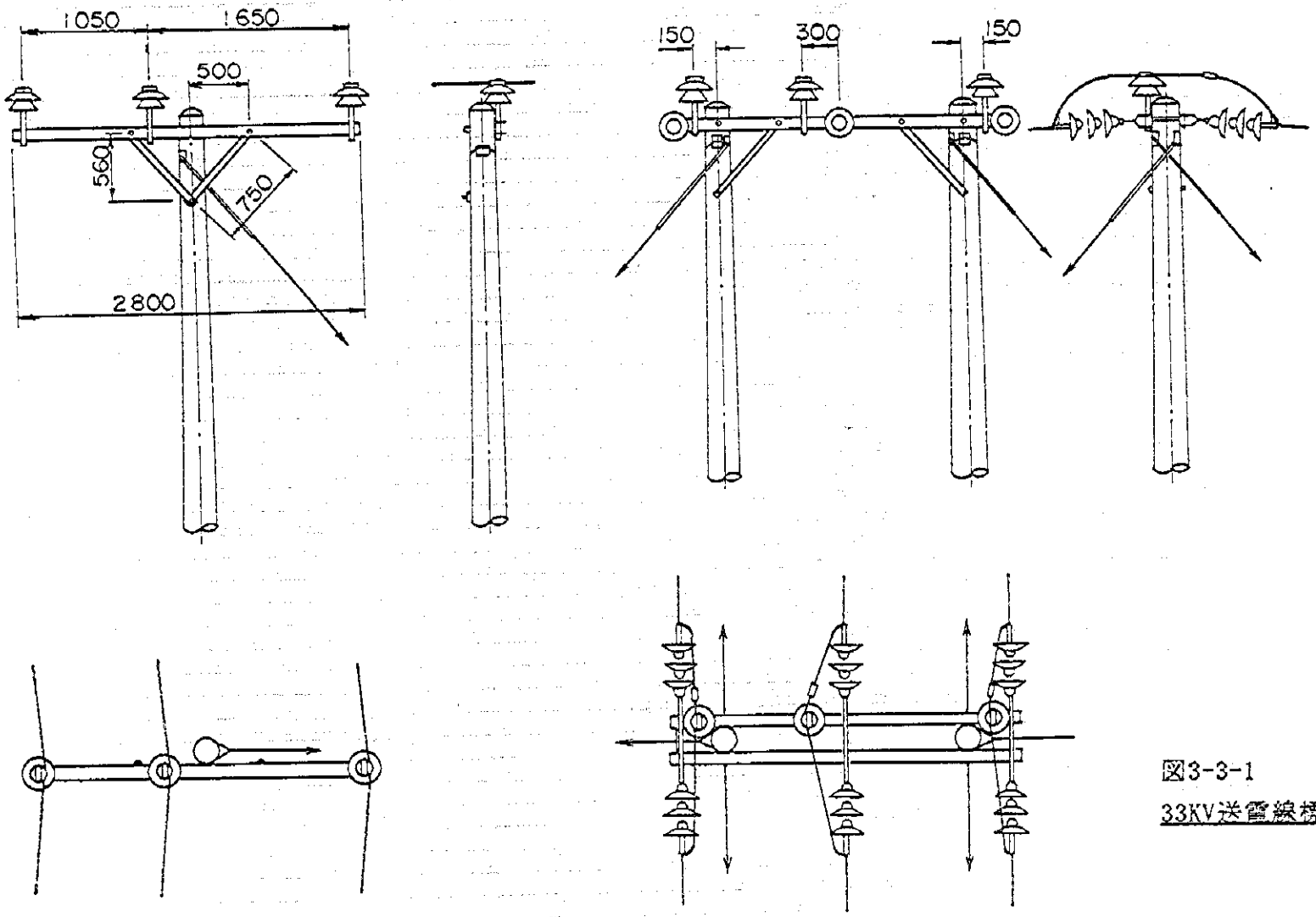
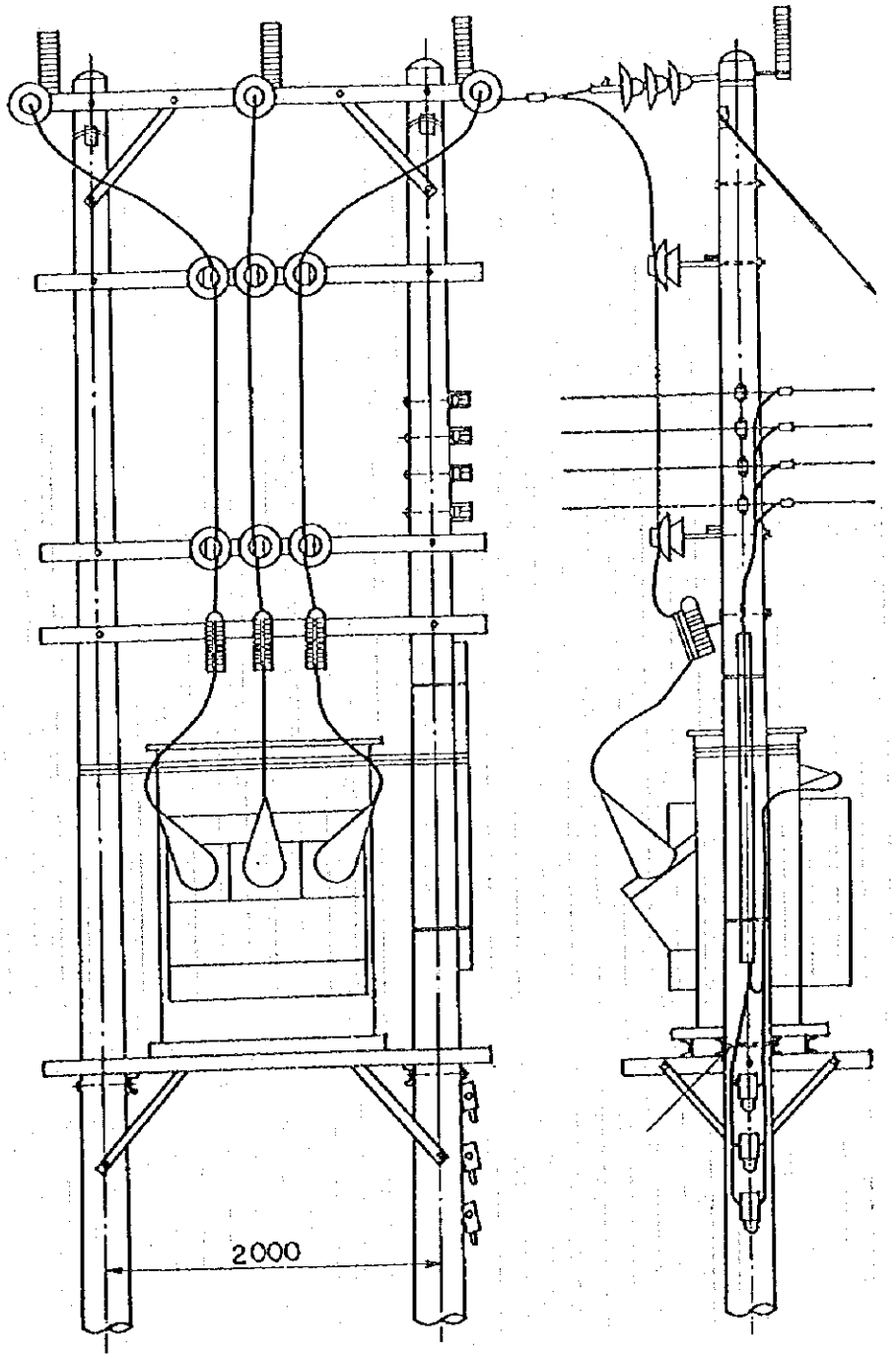


図3-3-1

33KV送電線標準装柱図

図3-3-2　33kV送電線標準装柱図(変圧器台)



3) 支持物

配電線路の支持物は経済性及び既設設備との協調を考慮し、現地にて調達可能な木柱を使用することとする。木柱は ECG および VRA の標準となっている 10m を採用し、標準径間は 80m とする。また、碍子は直線箇所にはピン碍子、引き留め及び耐張箇所には 250mm 懸垂碍子の三個連を使用する。

なお、Yeji 地区の一部では、野焼きによる木柱の焼損事故を防止するため、下表に示す通り鋼管柱を使用する。

Yeji 線路の支持物別亘長

村 落 名	木柱支持	鋼管柱支持
Primukyae	1.5 km	6.3 km
Pebirabon	2.0 km	2.3 km
Peposo/Nyameasi	4.2 km	2.0 km
Pran	2.4 km	9.4 km
Labun/Kujoe	5.5 km	3.5 km
Parambo/Sawoba	2.1 km	9.8 km
Kobri	1.7 km	11.8 km
Yeji	7.2 km	8.3 km
計	26.6 km	53.4 km

4) 支線

単柱及びH柱には支線を施設し、風圧荷重の 1/2 を分担するよう設計する。支線には亜鉛メッキ鋼より線 45mm2 及び巻付けグリップを使用することとする。支線は下記の通り取付けする。

(a) 直線部分
- 両径間差の大きい箇所 : 両側支線 1 本
- 10 径間毎に四方支線 : 6 本

(b) 角度部分
- 1° ～ 15° : 1 本
- 15° ～ 45° : 2 本
- 45° ～ 90° : 3 本

(c) 両引留部分 : 6 本

(d) 片引留部分 : 2 本

5) 配電変圧器

変圧器容量は、50kVA、100kVA、200kVA を標準とする。今回建設される33kV 配電線路のルートは前述の通り対象村落に向け主要道路を通過するよう計画したので、この線路下に設置される配電変圧器の設置場所は次の基準により決定した。

(a) 幹線に沿っている需要地域に対しては負荷の中心部に設置する。
(b) 幹線から遠い需要地域に対しては電圧降下を考慮して、高圧分岐線を負荷の中心部まで延長し、変圧器を設置する。配電変圧器以降の過負荷事故及び短絡事故に対する保護は次によることとした。
(c) 変圧器自体の内部短絡事故については、オープンヒューズカットアウトにより保護する。
(d) 変圧器二次側の低圧線路における過負荷、短絡事故に対しては低圧ヒューズカットアウトにより保護する。
(e) 上記のカットアウトスイッチには変圧器容量及び負荷容量を考慮した適正な容量のヒューズリンクを取り付ける。

b. 電圧補償設備

1) 建設位置の選定

設備の建設位置選定にあたっては、下記の事項を考慮し総合的見地から確定する。

(a) 33kV 送電線の引込み及び引出しに支障のないこと。
(b) 資機材の輸送に支障がないこと。
(c) 水害その他の天災を受ける恐れのない地点であり、かつ地盤が軟弱でないこと。
(d) 変圧器などの騒音により周辺の環境を害さないこと。
(e) 運開後の保守・点検が容易に行えること。

2) 変圧器容量

需要想定にもとづき電圧補償用変圧器の容量は 5,000kVA とする。

3) 運転制御方式

設備の運転制御方式は簡易監視制御方式とした。この方式は技術員が必要に応じて設備まで出向き、監視、巡視及び機器の操作を行うものであり、常時は無人運転を行う方式である。

4) 結線方式

結線方式の検討にあったては、系統運用条件、機器の点検頻度及び故障発生率、供給責務等を考慮し、これらの要求を満足させつつ電力供給の機能を損なわない範囲で、結線の簡素化を図ることとする。

5) 最小絶縁間隔

対地及び相間に対する最小絶縁間隔は BIL を基準として、それぞれ 120%、150%の値で 50%フラッシュオーバーする棒ギャップの間隔長として求め、下記の通りである。

- 公称電圧　33 kV
- BIL　170 kV
- 最小対地絶縁間隔　30 cm
- 最小相間絶縁間隔　48 cm

6) 保護装置

送配電線路、母線、変圧器の保護装置については、IEC 規格を準用して取り付けする。なお、継電器の型式については維持・管理ならびに保守の容易な電磁型を採用する。

以上の検討により決定された電圧補償設備の結線方式を図 3-3-3 に、機器配置図を図 3-3-4 に示した。

c. 低圧配電網

需要家からの受電申し込みを受け、ECG あるいは VRA が工事を実施する低圧配電線路の所要資機材及び数量は、下記の条件により決定した。

1) 標準スパン　:　50 m
2) 電線配列　:　垂直配列
3) 電線種別　:　AAC 50mm^2
4) 低圧幹線及び枝線亘長

変圧器容量別の標準供給スパン数を下表の通りとした。なお、標準供給スパンのうち幹線を 50%、枝線を 50%とした。

	柱上変圧器容量		
	50kVA	100kVA	200kVA
標準供給スパン数 (Span)	80	120	120
標準幹線線路亘長 (km)	2.0	3.0	3.0
標準枝線線路亘長 (km)	2.0	3.0	3.0

上記の幹線及び枝線は、各々三相四線式、単相二線式で一般需要家へ電力を供給する。低圧配電線路の標準装柱図を図 3-3-5 に示す。

d. 積算電力量計

全国電化計画（NEPS）や前回の地方電化計画の実績でも示されているように、各電化計画完成時の需要参入率は 30%～45%となっている。

このため前回同様に、対象地域戸数の 35% が電化後一年以内に低圧配電網に接続され需要家となるものと考え、次の様に単相及び三相メーターを設置することとした。

1) 一般需要家(単相) : 2,600 台
2) 大口需要家(三相) : 30 台

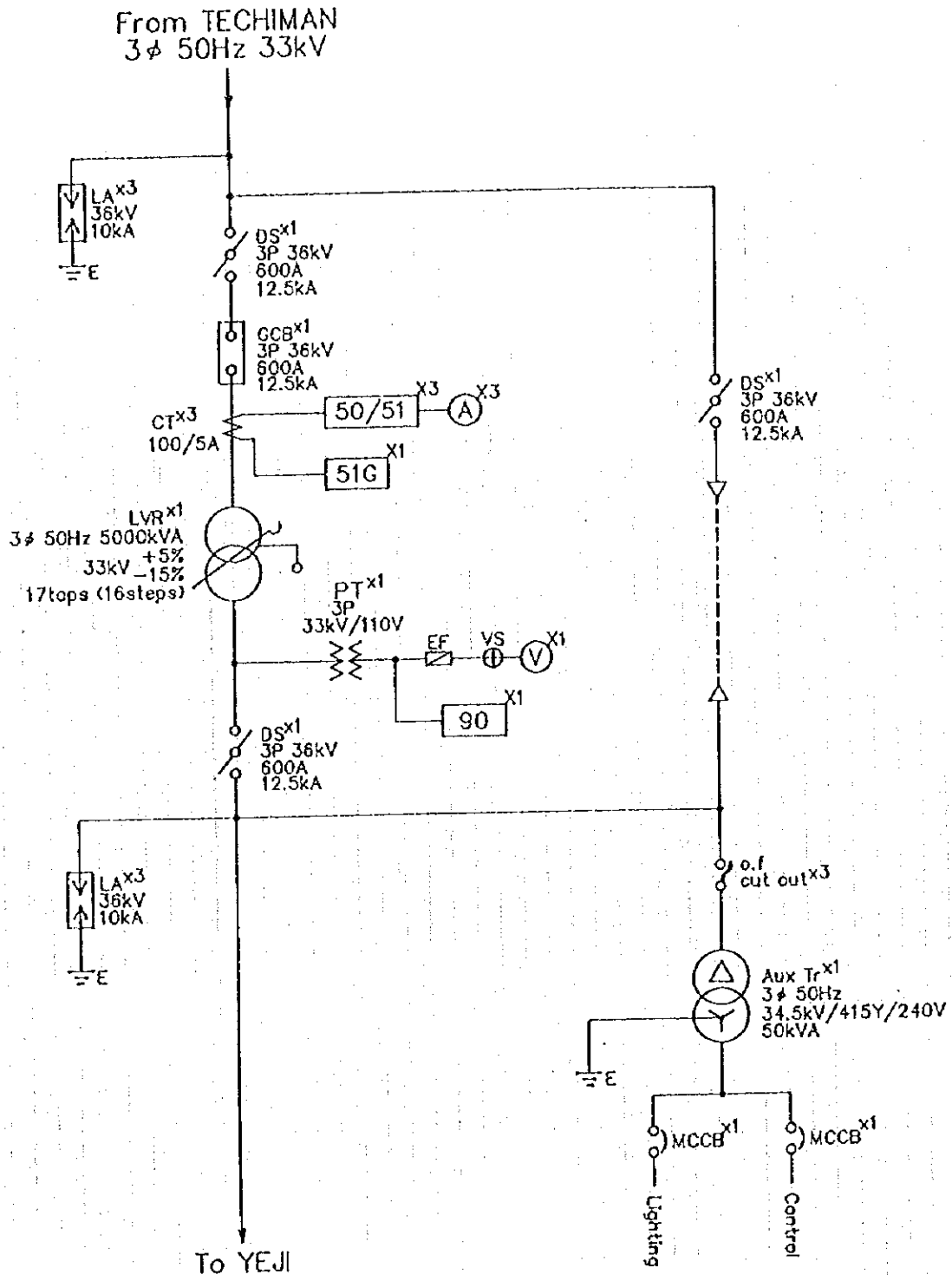


図3-3-3　電圧補償設備結線図

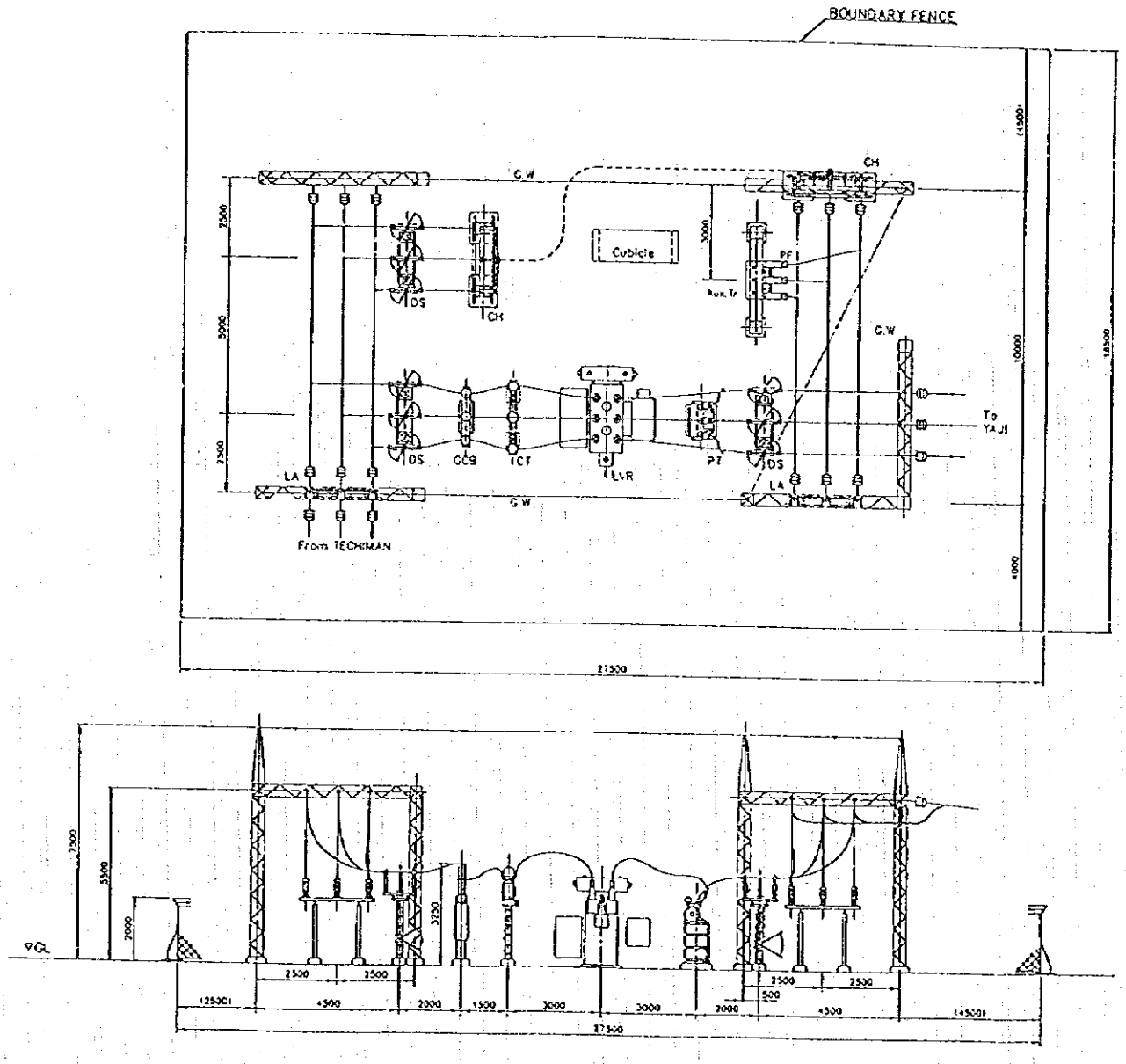


図3-3-4　電圧補償設備機器配置図

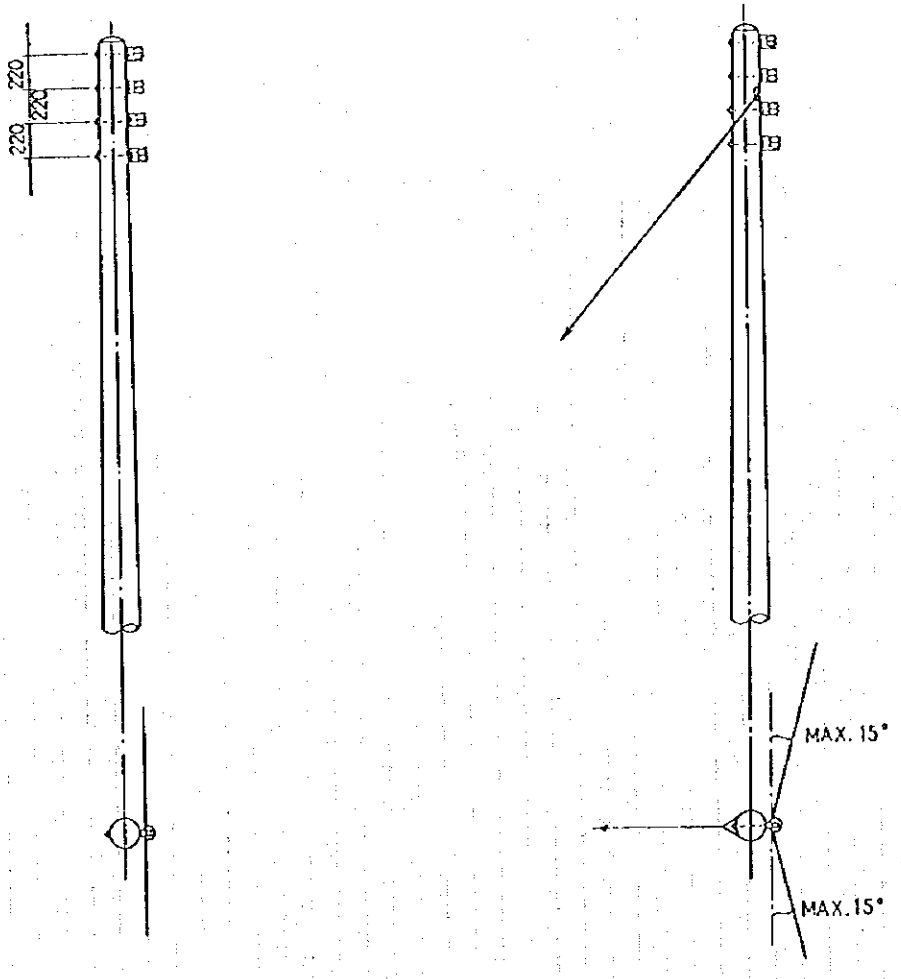


図3-3-5　低圧配電線路標準装柱図

(3) 機材計画

a. 33kV 送電線および配電機器

本計画における 33kV 送電線路に使用する主要資機材の仕様概要は次の通りである。

1) 電線

準拠規格	BS 215 Part 1	BS 215 Part 2
種　別	AAC 100mm²	ACSR 100mm²
より線構成	7/4.39	AL6/4.72、ST7/1.57
計算断面積	106.0 mm²	118.5 mm²
外　径	13.17 mm	14.15 mm
単位長重量	290 kg/km	394 kg/km
引張荷重	16.00 kN	32.70 kN
電気抵抗	0.2702 ohm/km	0.2733 ohm/km

2) ピン碍子

準拠規格	BS 137
定格電圧	33 kV
商用周波注水閃絡電圧	95 kV
50%衝撃閃絡電圧(Positive)	215 kV

3) 懸垂碍子

準拠規格	IEC 383
外形寸法	254mm × 146mm
商用周波注水閃絡電圧	45 kV
50%衝撃閃絡電圧(Positive)	125 kV
最大使用引張荷重	4,000 kg

4) 避雷器

準拠規格	IEC 99, IEC 37
定格電圧	42 kV
公称放電電流	10 kA
制限電圧	140 kV

5) 配電変圧器

定格電圧	33 kV / 415, 240 V
定格容量	50, 100, 200 KVA
型　　式	屋外油入自冷式
相　　数	3相
定格周波数	50

6) オープンヒューズカットアウト

準拠規格	ANSI
最高電圧	36 kV
定格電流	100 A
定格周波数	50 Hz
商用周波耐電圧	36 kV
遮断電流	8 kA

b. 電圧補償設備

1) 主要変圧器

準拠規格	IEC 76
容　　量	5,000 kVA
相　　数	三相
周波数	50 Hz
冷却方式	油入自冷
定格電圧	34,500 V
タップ電圧(HV)	−15%～+5%、17タップ
結　　線	Star
角変位	0°
極　　性	減極性
使用状態	屋外
タップ切替機構	負荷時タップ切換
標　　高	1,000m以下

2) 遮断器

準拠規格	IEC 56
定格電圧	36 kV
型　　式	屋外屋外 SF6
定格電流	800 A
定格周波数	50 Hz

定格遮断電流	25 kA
定格遮断時間	5 サイクル
定格投入操作電圧	DC 125V
定格引はずし電圧	DC 125V
標準動作責務　B	CO-(15 秒)-CO
標　　高	1,000m 以下
最高周囲温度	40℃

3) 断路器

準拠規格	IEC 265
定格電圧	36 kV
定格電流	800 A
定格短絡電流	14 kA
使用状態	屋外
標　　高	1,000m 以下
最高周囲温度	40℃
操作方法	手動操作

4) 計器用変流器

準拠規格	IEC 185
定格電圧	33 kV
定格電流	200/5 A, 400/5 A
定格負担	40 VA

5) 避雷器

準拠規格	IEC 91, IEC 37
定格電圧	42 kV
公称放電電流	10 kA
標　　高	1,000m 以下
最高周囲温度	40℃
接地系	中性点直接接地

c. 低圧配電線

1) 電　　線

準拠規格	BS 215 Part 1
種　　別	AAC 50mm^2
より線構成	7/3.10

計算断面積	52.83 mm^2
外　径	9.30 mm
単位長重量	145 kg/km
引張荷重	8.28 kN
電気抵抗	0.5419 ohm/km

2) 低圧ヒューズカットアウト

定格電圧	415 V
定格電流	400 A
定格周波数	50 Hz

3) 碍子及び金物

碍　子	低圧引留碍子(JIS C 3845)
金　物	低圧用ラック金物
支　線	亜鉛メッキ鋼より線

4) 積算電力量計

型　式	単相二線式	三相四線式
定格電圧	240 V	415/240 V
定格電流	15 (60) A	20(80) A
定格周波数	50 Hz	50 Hz
精　度	class 2	class 2

d. 車両および工具類

車両、工具類については各工事の最低必要数を計画し、本プロジェクト施工時に使用するものとした。また、施工完了後はこれらを設備の保守用として役立てることを考慮の上、種別と数量を選定する。

車両は資材運搬、機器据付、現場管理のための現場輸送を機動化し、計画された工事を予定工期で完成させるため、以下の通り調達する。

5トントラック(3トンクレーン付)	: 2台
ピックアップトラック	: 2台
ダブルキャブピックアップトラック	: 2台

e. 無線機

本プロジェクトの工事には停電作業、負荷切替作業等も含まれ感電災害発生の危険性もあるため、工事に際しては建設途上極めて重要な因子となる指示・連絡手段を確保し、各現場、各工事グループ間で緊密に連絡をとりあい安全に工事を進めるとともに、建設作業をより効率的に推進する必要がある。

また、当該地域においては電話等の公衆通信設備がないため、運開後の系統運用や事故対応のためにも通信設備が必要とされる。

このため工事現場ならびに変電所に VHF トランシーバーを装備し、工事中の連絡用として使用し、設備の運開後は系統運用業務用として役立てることとする。機器の仕様を下記に示す。

1) VHF / FM 中継器

型　式	基地局型
周波数	CH1 : 154.05 MHz,　CH2 : 157.50 MHz
RF 出力	50 W
アンテナ	無指向性垂直型
電　源	AC 240V, 非常用バッテリー

2) VHF / FM ハンディトランシーバー

型　式	ポータブルタイプ
周波数	CH1 : 154.05 MHz,　CH2 : 157.50 MHz
RF 出力	5 W
アンテナ	ホイップアンテナ
電　源	充電式ニッカド電池

3-4 プロジェクトの実施体制

3-4-1 組織

本プロジェクトのガーナ国側実施機関は、アセセワ地区は ECG、イエジ地区は VRA(NED 含む)である。それぞれ関連する機関の組織図は、図 2-1-1,図 2-1-2 および図 2-1-3 に示した通りである。

(1) 本プロジェクトの監督機関

組織上 ECG および VRA は MME の監督下にある。特に本プエロジェクトは二つの機関にまたがっているので、ガーナ国側の対外窓口は MME となる。

(2) 本プロジェクトの実施主体

それぞれの実施機関の責任者は、それぞれの機関の総裁となる。ただし、本プロジェクトを実施する部門は ECG、VRA 共にエンジニアリング部門の管轄下で、それぞれの現場施工管理事務所が実施する。組織図を図 3-4-1 に示す。

3-4-2 予算

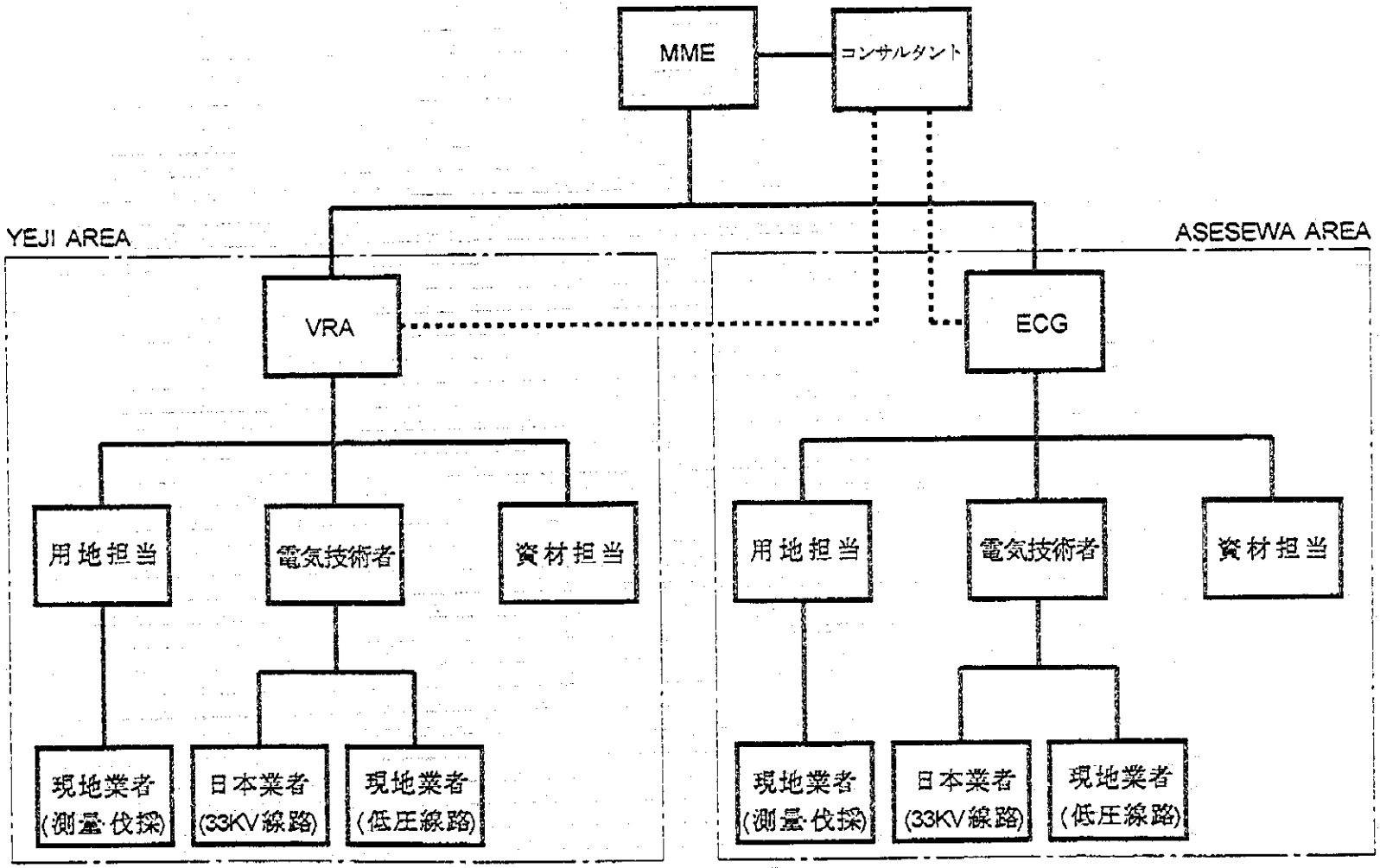
下表に 1996 年から 1998 年までのガーナ国の国家電化計画 (NES)の予算を示す。

年	1996	1997	1998
外 貨	64	79	57
内 貨	34	39 (1)	28 (2)

( )内は本プロジェクト用予算である。 (単位: B¢)

本プロジェクト実施に際してガーナ国側の負担経費は、第 4-2-1 項「概算事業費」に示す通り日本円に換算して、約 67.7 百万円 (約 1B¢) であり、各事業者は予算に計上済みである。

図3-4-1　施工管理組織図



3-4-3 要員・技術レベル

各事業者の全従業員は、1995年12月で、ECGは約3,011人、VRAは約1,096人（電気関係者のみ）である。

今回のプロジェクトに直接関係のある事業所の従業員は下表のように、ECGは51人、VRAは47人で合計約98人になる。

職　　種	ECG（人）	VRA（人）
マネージャー	1	1
エンジニア	9	4
ラインズマン	8	16
アカウンタント	14	6
メーターリーダー	7	5
資　　材	3	1
運　転　手	6	5
そ　の　他	3	9
合　　計	51	47

本プロジェクトが完成後、各事業者は各地域に運転・維持管理に必要な事務所を設置することになる。今回電化される各設備は前回のプロジェクトと同レベルのものであり、機器・配電線の運転維持管理に経験者がいることから、プロジェクトの実施中、更に運転後の運営には支障ないと判断する。

第 4 章

事 業 計 画

第4章　事業計画

4-1　施工計画

4-1-1　施工方針

本プロジェクトを無償資金協力により実施する場合の、基本事項並びに特に配慮を要する点は以下の通りである。

(1)　事業実施主体

前記の通り本プロジェクトのガーナ側の監督機関は、鉱山エネルギー省(MME)であり、技術面における直接の担当機関は、アセセワ地区の電力設備についてはガーナ電力公社（ECG）、イエジ地区の電力設備についてはボルタ河公社（VRA）である。

本プロジェクトは実質的には、この二組織により工事が実施されることとなるが、プロジェクトの実施責任の一元化、プロジェクト管理及び内貨分予算支出の容易性を考慮し、MMEが両者を総括管理することとする。

本プロジェクトの一切の工事を円滑に進めるため、ガーナ国側はこの責任者を通じ日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡並びに協議を行う必要がある。

(2)　コンサルタント

本プロジェクトの無償資金に係る資機材の調達及び施設建設のため、日本法人コンサルタントがガーナ国政府と設計監理契約を結び、本プロジェクトの施設及び調達資機材の実施設計並びに工事施工監理を行う。

コンサルタントは入札図書を作成するとともに事業実施主体に対し入札推進業務を代行する。

(3)　工事請負業者

日本国政府の無償資金協力制度により、公開入札で選定される日本国法人請負業者が、資機材の調達ならびに施設の建設を行う。

なお、請負会社は、当該電力設備が建設完了後も引き続きスペアパーツの供給、事故時の対応等のアフターケアが必要と考えられるため、建設後の日本との連絡調整についても充分配慮する必要がある。

4-1-2 施工計画の留意点

(1) 当該地では5～7月に雨期を迎えるため、工事に支障をきたすことが懸念される。このため、この期間外にコンクリート工事、埋設工事等を行っておくなど工程計画上の留意が必要である。また、重量物の輸送あるいは据付工事には特に注意しなければならない。

(2) 本プロジェクトの工事には既設設備の改造工事が含まれており、工事期間中であっても平常通り電力供給を続ける必要があるため、工事途上における事故防止及び安全確保に充分な注意を払うこととする。
また停電を伴う工事の場合には停電時間を最短とするような配慮が必要である。

(3) 配電線路の大部分は比較的交通量の多い主要幹線道路沿いに建設されることになるため、特に交通災害及び第三者傷害等に充分注意し施工する必要がある。

(4) 資機材の内陸輸送ルートは未舗装部分も多いが、現在同国の主要道路として使用されているルートである。両サイト共テマ港からの輸送距離は長いので、機器の破損等の事故防止には十分に注意する必要がある。

(5) 本プロジェクトでは各村落内の低圧配電網の建設については、ECG 及び VRA の直営工事として実施されることとなる。電化計画としての効果を最大限に発揮させるために、低圧幹線の建設および学校や病院等の主要な需要家の接続を、日本側の工事の完了とほぼ同時期に終える事が望まれており、ガーナ側では日本側工事と協調を取った実施計画を準備する必要がある。

4-1-3 施工区分

本プロジェクトにおける日本側及びガーナ側の業務分担は次の通りである。

項　　目	日本側	ガーナ側	備　　考
機器の設計・製作・輸送	○		
資材保管場所の確保・管理		○	盗難防止を含む
建設用地の確保、ルート伐採		○	
工事用道路の整備		○	
送配電線路ルート確保		○	ルート測量を含む
33kV 送電線工事	○		
変電機器据付・調整・試験	○		
33kV 配電変圧器工事	○		柱上変圧器設置まで
低圧配電線工事		○	柱上変圧器二次側以降
工事用電力・水等の供給		○	

4-1-4 施工監理計画

日本国政府の無償資金協力の方針に基づき、コンサルタントは基本設計の主旨を踏まえ、実施設計業務・工事監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑に業務実施を行う。

施工監理段階においてコンサルタントは、本工事に適切な技術を備えた現場常駐監理者を派遣し、工事指導及び連絡を行う。この他、コンサルタントは工事進捗に合わせて必要時期に短期間、各設計或いは試験・調整担当者を派遣し、施工監理及び検査立会いを行う。

4-1-5 資機材調達計画

本プロジェクトに必要な資機材の調達先は原則として以下の方法による。（詳細は添付資料 5(5)参照）

a. 調達可能なガーナ国産品は全て採用する。
b. ガーナ国内市場で容易に入手できる資材は採用する。
c. ガーナ国内に代理店のある外国メーカーの資機材を積極的に採用する。
d. 上記以外の資機材は日本製を採用する。

4-1-6 実施工程

日本国政府の無償資金協力により当該プロジェクトが実施される場合、両国間で交換公文（E/N）締結後に、実施設計図書作成、入札・工事契約、建設工事の3段階を経て機材調達、施設建設が行われる。各段階の概要は以下のとおりである。また表 4-1-1 に事業実施工程表を示す。

(1) 実施設計業務

実施設計については、E/N 締結後、日本のコンサルタントはガーナ国側と直ちにコンサルタント契約を締結し着手する。

基本設計調査及び実施設計調査の確認の結果をもとに、入札図書（仕様書及び実施設計図）の作成を行う。実施設計の初期と最終の 2 段階に、ガーナ国側関係機関と綿密な打合せを行い、最終成果品の承認を得て入札業務に進む。所要作業期間は 2.5 ヶ月と予想される。

(2) 入札・工事契約締結

コンサルタントはガーナ国に代わって入札公示、入札参加書の受理、審査、入札説明会の開催、入札図書配布等を行い、一定の入札準備期間をおいた後、入札を実施し、入札価格及び入札図書を受領後速やかにその結果を審査し、ガーナ国と日本法人の請負会社間の工事契約の締結促進をはかる。

入札は関係者立会いのもとに行われ、最低価格を提示した入札者が、その入札内容が適正であると評価された場合、落札者となり、ガーナ国側と工事契約を行う。入札から工事契約までに要する期間は2ヶ月と予想される。

(3) 資機材調達及び建設工事

工事契約署名後、日本国政府の認証を得て工事に着手する。本プロジェクトの規模、施設内容から判断し、建設資材調達が順調に進み、ガーナ国側負担範囲の工事が円滑に行われるとすれば、本プロジェクトの建設及び機材調達に係わる工期は、約 12 ヶ月と想定される。

なお、コンサルタントは、請負会社と工事着工前の打合せを行うとともに、資機材の現地輸送、施工法、工事工程等について、請負会社の指導、監督を実施し、工程管理、品質管理を行い、E/N に定められている期間内に業務を完了するものとする。

4-1-7　相手国側負担事項

基本設計調査およびドラフト説明時に、アクラで署名された議事録において、ガーナ国側が負担すべき事項として下記のとおり確認された。

(1) 所要データや情報の提供
(2) プロジェクトサイトの確保
(3) 現場事務所、資材倉庫、資材保管場所の提供
(4) 工事開始に先立つサイトの整地
(5) サイト内外のフェンス、門扉、照明等の付帯工事
(6) 銀行間取引の手続き
(7) 到着港での機材の速やかな荷揚げおよび通関手続きの保証
(8) 業務遂行に伴いガーナ国内で発生する関税、諸税等の免除
(9) 業務遂行のためガーナ国に入国あるいは滞在する邦人への便宜供与
(10) 業務遂行に必要な許可、承諾等の取り付け
(11) 計画の実施のためのガーナ政府機関での承認行為促進
(12) 無償資金協力で建設される施設、調達される機材の適正かつ効率的な維持管理
(13) 計画実施に必要な費用のうち、無償資金協力で負担されるもの以外の全ての負担
(14) 低圧配電網の建設および引き込み線の接続工事
(15) 本プロジェクトの設備運開までに New Tafo 変電所の主変圧器および付属機器の取り替え工事を完了すること
(16) 計画の実施途上において第三者や近隣住民よりクレームを受けた場合の解決に対する協力
(17) 建設工事中に必要となる既設設備の停止に関し、責任をもってしかるべき措置をとること
(18) ガーナ政府が要求する船積み前検査に係わる費用の支払い