

RY

ジンバブエ共和国
ハラレ・ブラワヨ地区送配電網
整備計画事前調査報告書

2329*

1991年2月

国際協力事業団

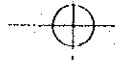
国際協力事業団

23294

JICA LIBRARY



1095898(1)

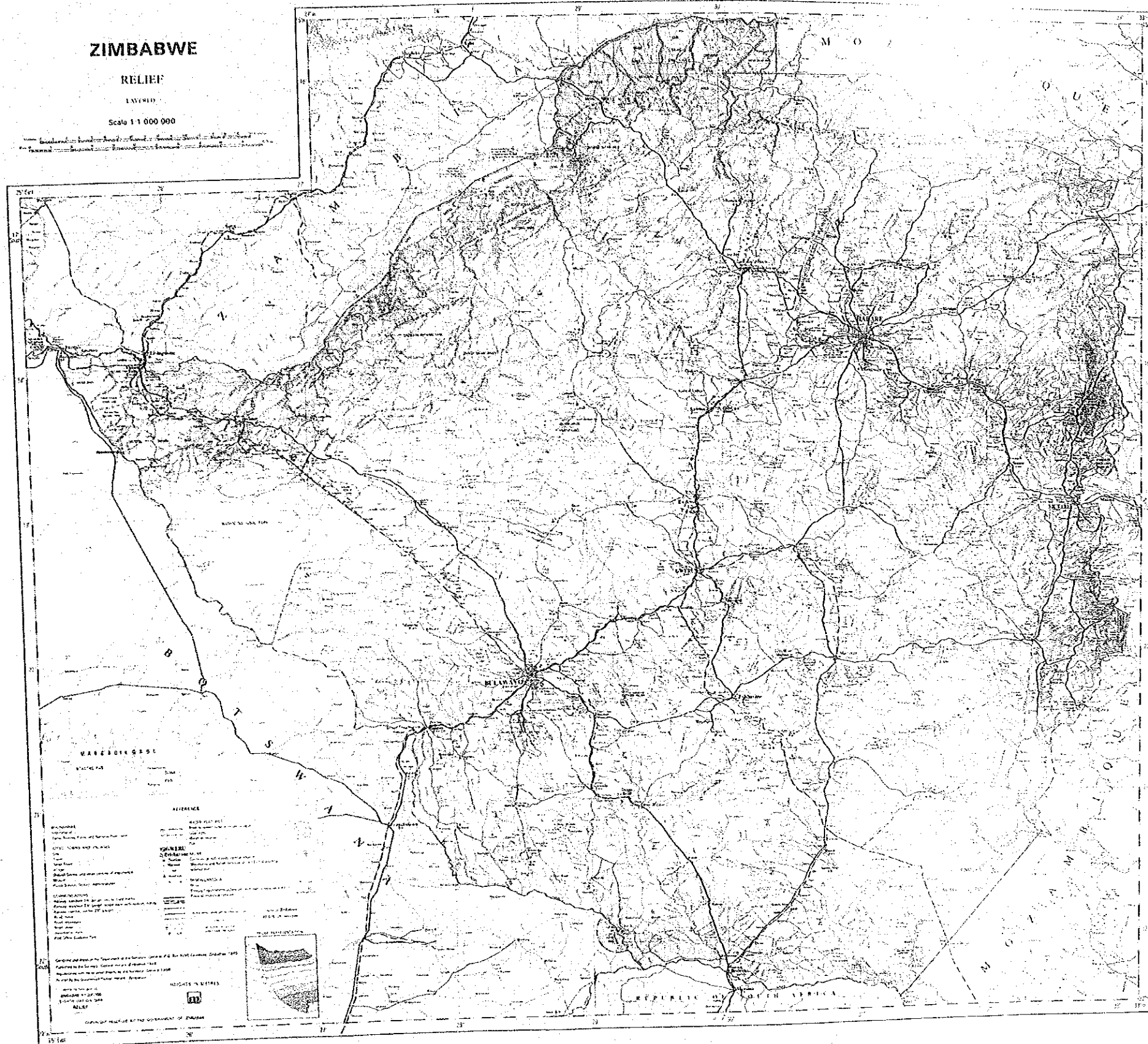


ZIMBABWE

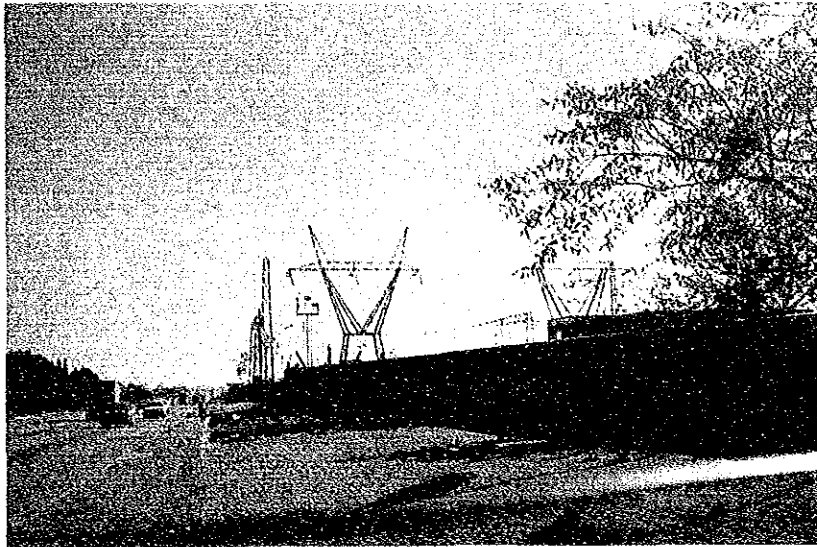
RELIEF

LAMBERT

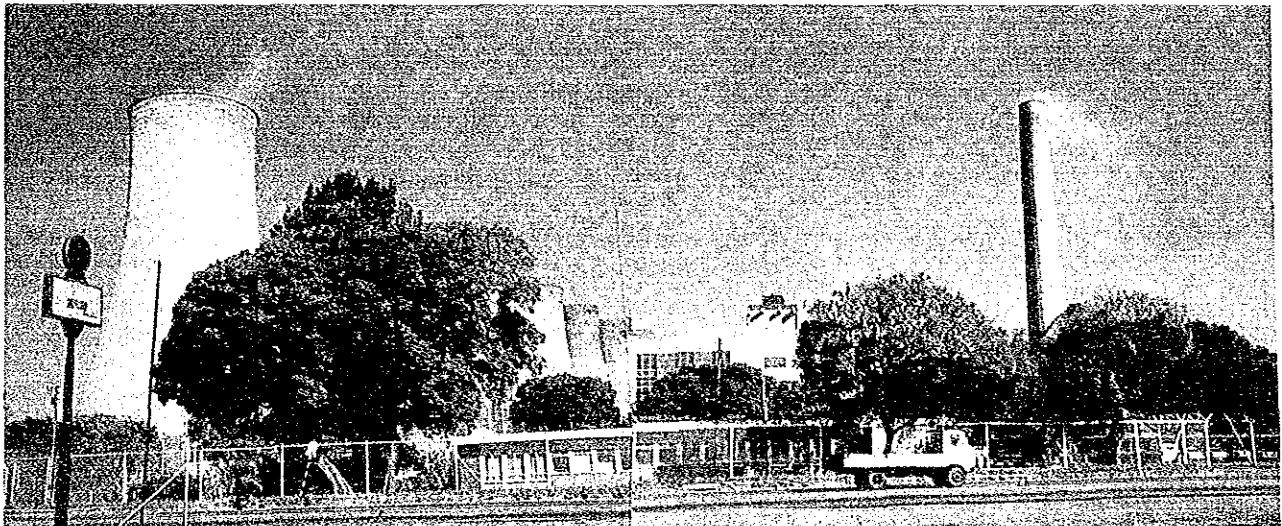
Scale 1:1 000 000



(HARARE)

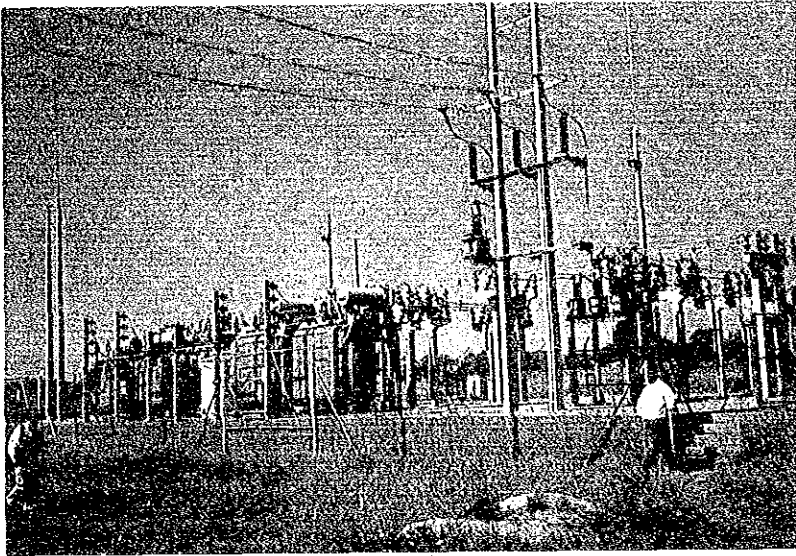


中央給電指令所
CITY INTAKE 330KV × 2



HARARE 火力発電所

(HARARE)



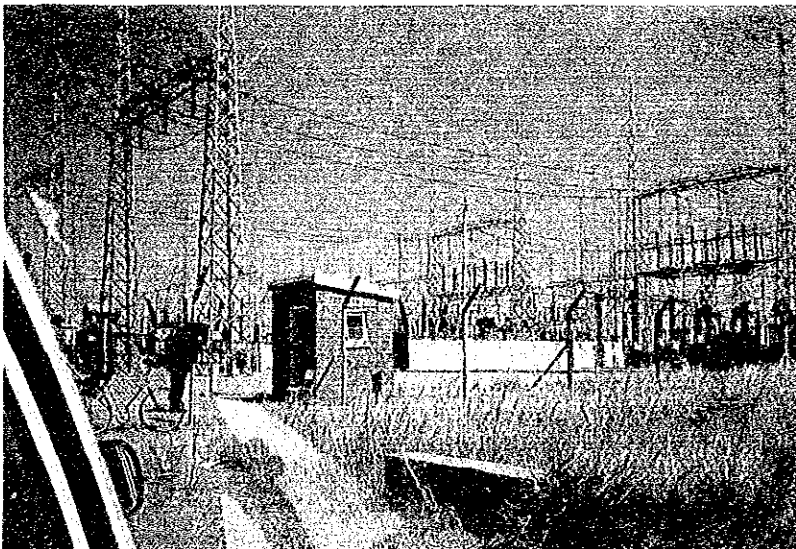
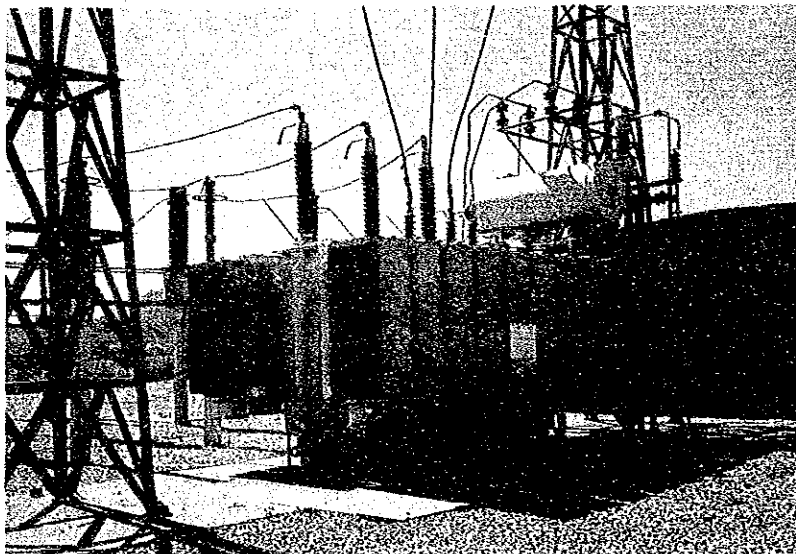
(三枚とも)
COLE FIELD 変電所

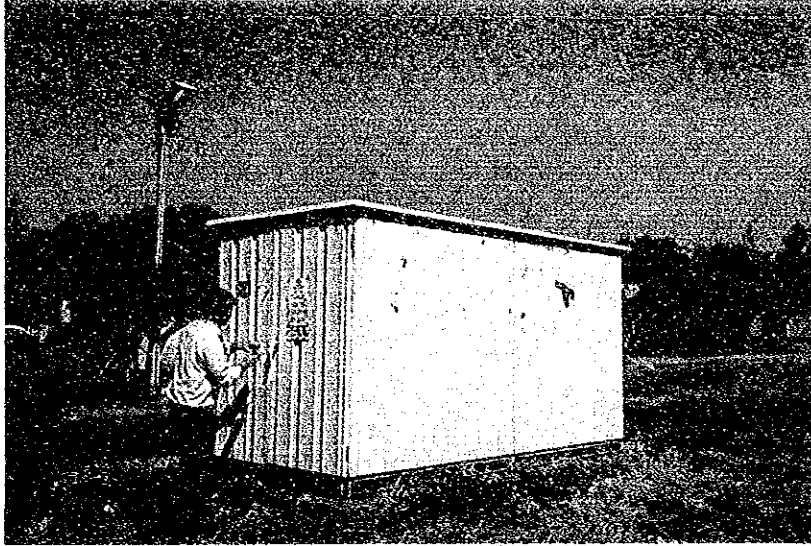
132KV/33KV

45MVA

33KV/11KV

4 × 4 MVA

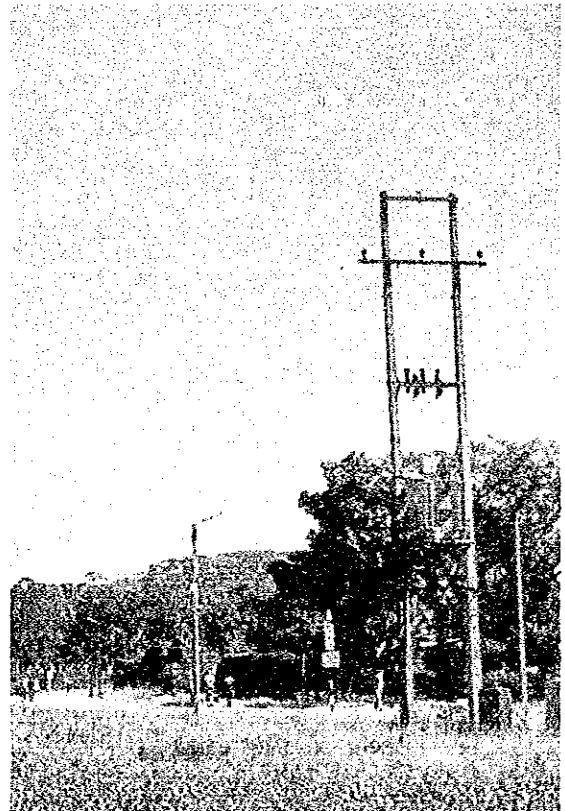




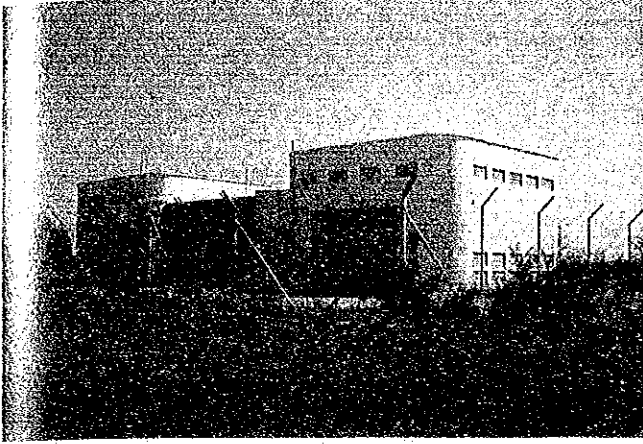
キオスク
ファイバーガラス製
(500KVA用標準)



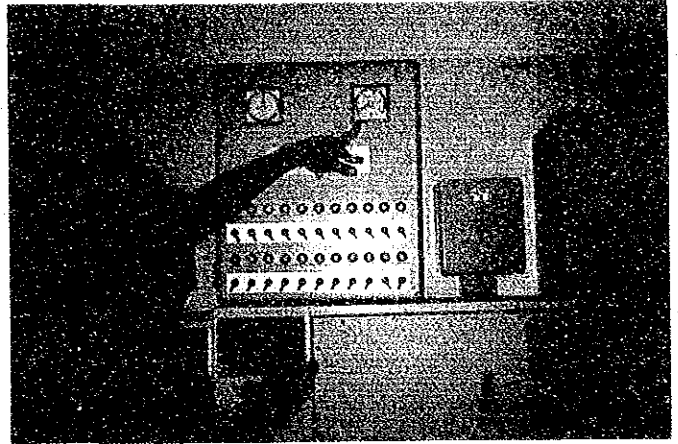
低圧引出口, 最大電流計がみえる



架空 11KV 変圧器柱



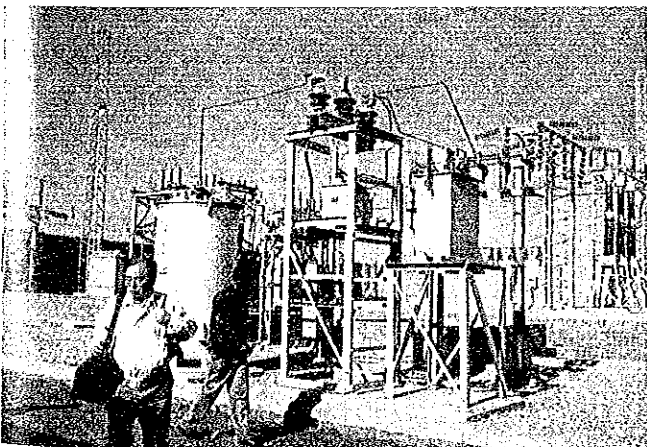
AERODROME 変電所
88KV / 11KV



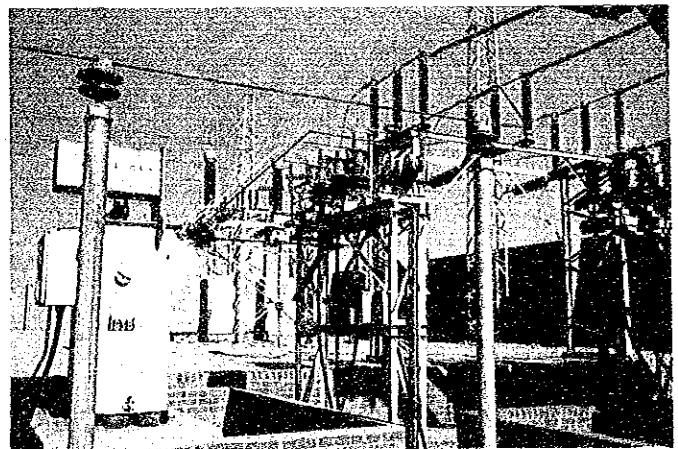
街灯制御盤



(1050 HZによる)
ピークカット制御用
29.5 kW 発電機
(Motaz)

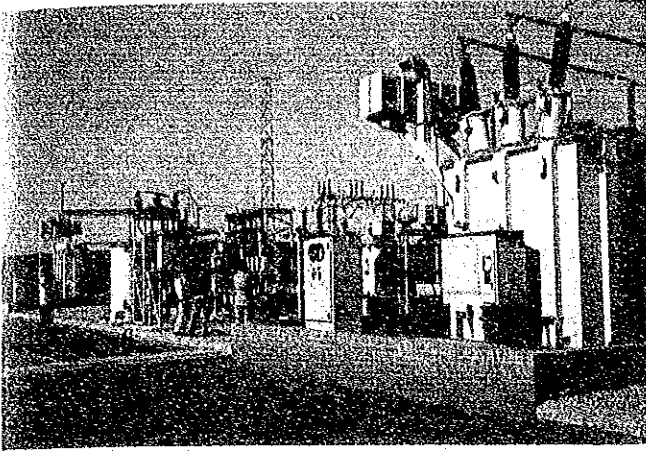


FOREST VALE 変電所
3 × 20 MVA
88KV / 11KV



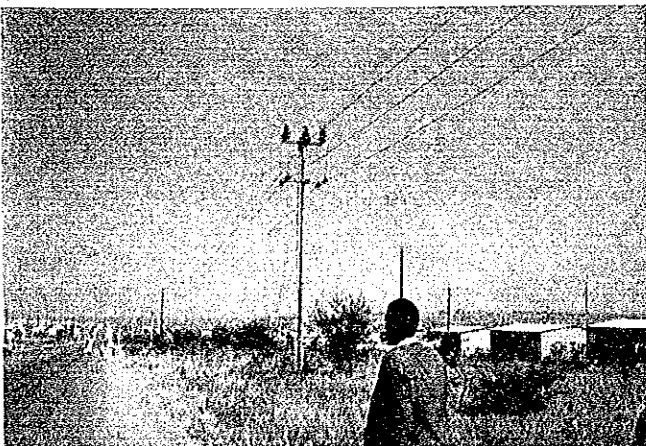
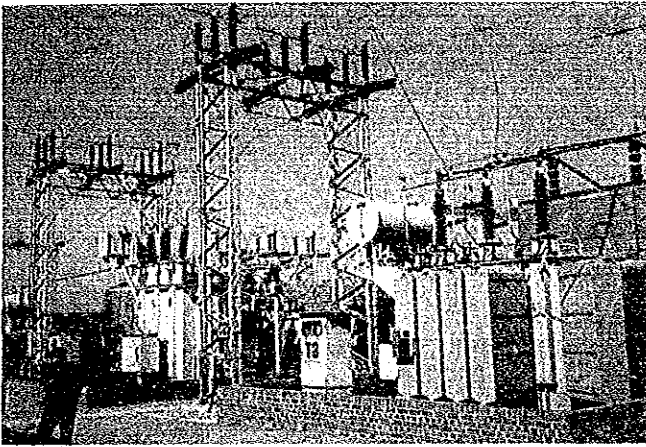
同 所内用変圧器

(BULAWAYO)

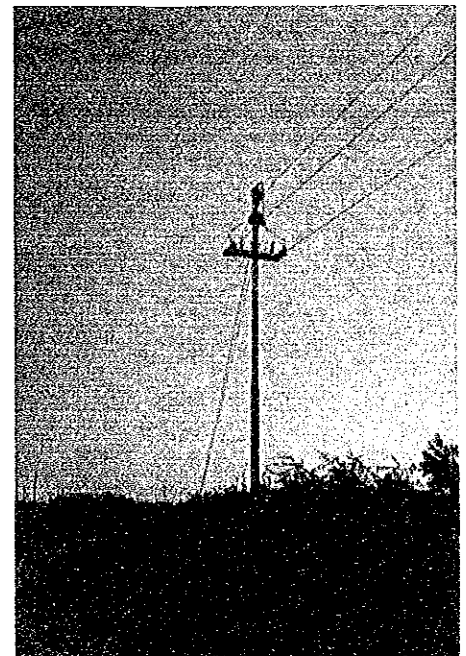


上段と中段

FOREST VALE 変電所
3 × 20 MVA
88 KV / 11 KV



11 KV 架空線
気中開閉器付

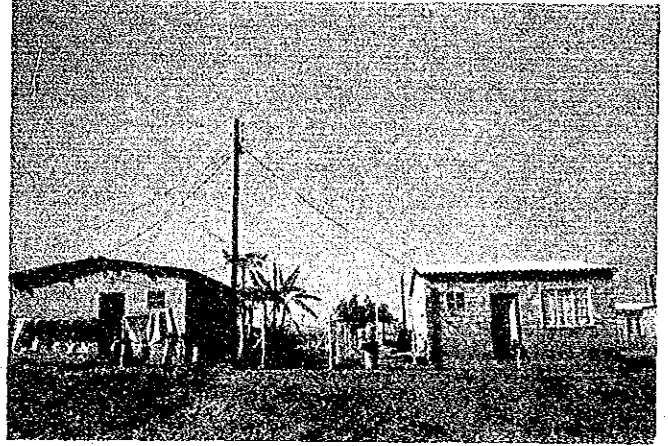


11 KV 架空線
引留柱
ケーブル終端
アレスター

(BULAWAYO)



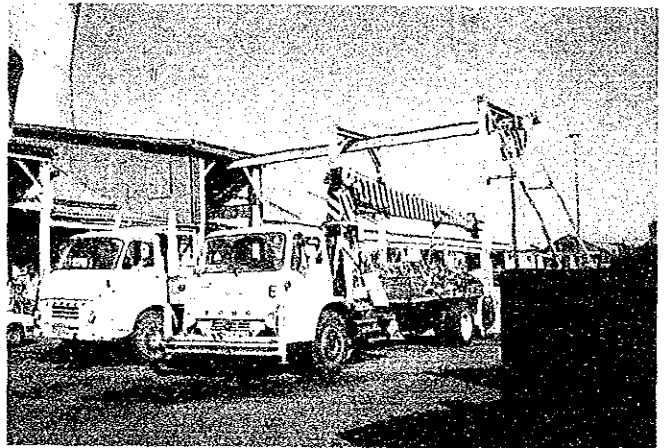
引込口 3 線がみえる



低圧架空線 5 本がみえる



Workshop



目次

位置図

写真

1. 序論	2
(1) 調査の目的	2
(2) 調査の背景と経緯	2
(3) 調査団の構成と調査日程	2
(4) 面会者リスト	3
2. 事前調査結果の概要	6
(1) S/W協議の経緯と結果	6
(2) S/Wの合意内容	7
(3) M/Mの合意内容	16
(4) 現地調査結果の概要	21
3. ジンバブエ国の社会・経済事情	24
(1) 社会事情	24
(2) 経済事情	26
(3) エネルギー事情	28
(4) 我が国との関係	28
4. ジンバブエ国の電力事情	34
(1) 電力供給体制	34
(2) 電力需要	35
(3) 電力設備	37
(4) 電気料金	42
5. 調査対象地域の状況	70
(1) 電力需要	70
(2) 電力設備	72
(3) 配電網の運用	78
(4) 事故停電	82

6. 本格調査に当たっての留意事項（参考）	106
(1) 調査内容	106
(2) 現地の一般事情	107

別 添

(1) 収集資料リスト	109
(2) 質問表	117
(3) 要請書及びT/R	140

1. 序 論

1. 序 論

(1) 調査の目的

本調査は、フィージビリティ調査（以下F/Sという。）実施に先立つ事前調査を行うことを目的とし、ジンバブエ共和国ハラレ、およびブラワヨ両地区における送配電網整備計画に関し、以下の項目の実施を予定したものである。

- (a) 要請内容の確認
- (b) Scope of Work（以下S/Wという。）の協議および署名
- (c) 資料収集
- (d) プロジェクト・サイト調査

(2) 要請の背景と経緯

ジンバブエ共和国の電力需要は首都ハラレ及び第2の都市ブラワヨの両地域を中心に増加しており、1986年には1155MWであったが1996年には1504MWに達すると予想されている。

過去、同国の電力供給体制の増強に対しては、欧米諸国及び世銀等が参画して成果をあげてきており、現在も既設発電所のリハビリ、送配電設備の整備等を行う世銀主導のいわゆる“POWER II PROJECT”が各国との協調融資の形で実施されている。

このプロジェクトは総額224百万米ドル、期間は1988年より1993年までの予定であり、送電線についてはノルウェーのコンサルによって入札が開始されているとの情報もあるが、配電網の拡充についてはハラレ及びブラワヨ両地域を含め目下のところ未着手と見られる。しかし、上記の両地域については今後見込まれる需要の増加に対応した送配電網の拡充整備が急務であり、ハラレおよびブラワヨ、これらを核とする2地区に対し、

- (a) 既存設備の設計及び操作手順を検討し改善の勧告を行い、
- (b) 2000年までの需要に対応する送変電設備の拡充と最適配電網計画を策定する必要がある。

本件は以上の背景により平成元年10月、わが国に要請なされたものである。

(3) 調査団の構成と調査日程

(a) 団員構成

金城 光男（団長／総括）	JICA鉱工業計画調査部次長
村上 裕道（調査企画）	JICA資源調査課
長谷川貞和（配電）	新日本技術コンサルタント（株）
三井原 彬（系統計画）	新日本技術コンサルタント（株）

(b) 調査日程

- 7/ 1 (日) 東京 → ロンドン ; VS901(D)
2 (月) ロンドン
3 (火) → ハラレ ; BA053 / 大使館表敬
4 (水) MEWRD 及び ZESA と合同会議 (於 MEWRD)
5 (木) ZESA と協議 / ZESA 総裁表敬
6 (金) ハラレ 地区視察
7 (土) 資料整理
8 (日) 国内打合せ
9 (月) ハラレ → ブラワヨ ; UM332 / ブラワヨ 地区担当者と打合せ
10 (火) ブラワヨ 地区視察 / ブラワヨ → ハラレ ; UM333
11 (水) ZESA と協議
12 (木) ZESA と協議
13 (金) MFEPD、MEWRD 及び ZESA と協議 (於 MFEPD 及び MEWRD) / ミニッツ署名
14 (土) ハラレ
15 (日) → ロンドン ; BA052
16 (月) ロンドン
17 (火) → 東京 ; BA904

(4) 面会者リスト

(a) 大蔵・経済企画・開発省 (MFEPD)

MINISTRY OF FINANCE, ECONOMIC PLANNING, AND DEVELOPMENT
O. M. MATSHALAGA (UNDER SECRETARY/DEVELOPMENT DEPT.)

(b) エネルギー・水資源・開発省 (MEWRD)

MINISTRY OF ENERGY, WATER RESOURCES, AND DEVELOPMENT
H. S. MAKINA (DIRECTOR/ENERGY DEPT.)
J. P. CHIRARA (UNDER SECRETARY/ENERGY DEPT.)
S. R. WADESANGO (ASSISTANT SECRETARY/ENERGY DEPT.)

(c) ジンバブエ電力供給公社 (ZESA)

ZIMBABWE ELECTRICITY SUPPLY AUTHORITY

① 本社

Z. S. GATA (GENERAL MANAGER)
S. MANGWENGWENDE (CORPORATE PLANNING MANAGER)
D. MADZIKANDA (CHIEF ENG./SYSTEM PLANNING)

J. L. ZINYUKU (CHIEF ENG. /DISTRIBUTION)
J. DUBE (RESEARCH ENG. /SYSTEM PLANNING)

② ハラレ地区

J. COCKBURN (SUPERINTENDANT/OPERATION)
W. MADZIKANDA (S. T. ENG. /SUBSTATION CONSTRUCTION)
J. WARNICH (S. T. ENG. /CONTROL CENTER)

③ チツンウィザ地区

W. NONDO (DISTRICT ENG.)

④ ブラワヨ地区

R. N. OSWALD (AREA MANAGER)
J. M. CHIFAMBA (DISRICT ENG.)
J. H. SOBANTU (CHIEF ENG. /DISTRIBUTION)
W. F. MPOFU (ENG. /CONSTRUCTION AND MAINTENANCE)
D. DUBE (ENG. /MAINTENANCE)
J. SIBANDA (OPERATION ENG. /MARVEL SUBSTATION)

(d) 在ジンバブエ日本国大使館

池部 健	特命全権大使
六条 幸雄	参事官
川尻 幸雄	一等書記官

2. 事前調査結果の概要

2. 事前調査結果の概要

(1) S/W協議の経緯と結果

調査団は現地到着後7月4日、MEWRDを訪問し、同省及びZESA担当者同席のもと、我方S/W案（以下、JICA案）の説明を行った。その際ZESA担当者はこれに対する具体的なコメントを留保、MEWRD担当者は今後の協議をZESAと我方の間で進めるべしとの見解を示した。

翌7月5日改めてZESA本部にて行われたZESA側との協議の席上、先方はJICA案について不満の意を示し、調査の実施に際しては技術移転、特に機材（パソコンおよび解析用ソフト）の供与を含めて調査手法に関するスタッフへのトレーニングに主眼をおき、T/Rに記載された調査項目どおりまたはそれ以上に踏み込んだ内容を実施するよう、抜本的な見直しを我方に求めた。

これに対し我方は、先方T/Rを十分尊重した上でJICAの開発調査の標準形式を踏まえて作成したS/Wである旨を説明し、従ってこのJICA案には変更を加えず、ミニッツに記載する内容を配慮することで妥協を試みたが、双方の主張が折り合わず、協議は最終日のMFEPD、MEWRD、及びZESAとの合同会議に持ち越された。

席上、ZESA側はあくまでもJICA案は受け入れ難いとの姿勢を示したが、MFEPDがこれに説得し、結局は我方とMEWRD及びZESAの間でミニッツの摺り合わせを行った上で、S/W及びミニッツの署名に至ることとなった。

なお、当日は先方の署名権者であるZESA総裁が不在であったため、マネージャーのMR. MANGWENGWENDEと我方団長との間でミニッツに署名を交わし、S/Wについては未署名のまま残しおかれ、ZESA総裁とMEWRD担当者が署名した上でJICA本部へ送付され、我方の署名を受けることとなった。

しかしながら、調査団の帰国後に、MFEPDより11月22日付書簡にてZESA側は本件再考の結果他に優先されるべき案件があるとの理由でS/Wの署名を留保し、別途新規案件の検討を依頼したい旨、要望越した。

(2) S/Wの合意内容

SCOPE OF WORK
FOR
FEASIBILITY STUDY
ON
POWER TRANSMISSION AND DISTRIBUTION NETWORK PROJECT
FOR
HARARE AND BULAWAYO
IN
THE REPUBLIC OF ZIMBABWE

AGREED UPON BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
ZIMBABWE ELECTRICITY SUPPLY AUTHORITY

HARARE, JULY 13, 1990

Mr. HITSUO KINJO
Leader of the Preliminary
Study Team,
Japan International
Cooperation Agency

Dr. Z. S. Gata
General Manager of
Zimbabwe Electricity
Supply Authority

Ministry of Energy, Water Resources
and Development

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Zimbabwe (hereinafter referred to as "Zimbabwe"), the Government of Japan decided to conduct the Feasibility Study on Power Transmission and Distribution Network Project for Harare (including Chitungwiza) and Bulawayo (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study, in close cooperation with the authorities of Zimbabwe.

The present document sets forth the Scope of Work for the Study.

II. OBJECTIVE

1. To review the design and operation procedure of the existing system and facilities to propose a recommendation for improvement.
2. To prepare the optimum expansion programme of transmission and distribution network to accommodate the demand until the year 2000 for Harare and Bulawayo areas.

III. SCOPE OF STUDY

The study will be conducted on the following items.

1. Field survey

- (1) Collection and review of existing data, previous study reports and information related to the Study.
- (2) Field investigation of the following facilities, sites and routes
 - a) Existing power plants, transmission lines, substations and distribution lines, including those under construction
 - b) Existing load dispatching centers

2. Review and analysis of the following

- (1) System design of existing facilities
- (2) Present reliability standard and operation/maintenance procedure
- (3) Past record and future forecast of power demand and supply

3. Formulation of an expansion programme for transmission and distribution lines

(1) Demand forecast

Demand forecast until the year 2000 by regions in Harare and Bulawayo

(2) Construction schedule (including loss reduction programme)

Formulation of construction and disbursement schedule for transmission lines, substations and distribution lines to ... accommodate the demand until the year 2000, incorporating the following items of each facility

- Transmission line : route, number of circuits, current, and carrying capacity
- Substation : transformer (capacity and number of units)
- Distribution line : number of feeders going out of substations, supply areas, public lighting system, connection and house wiring system.

(3) Evaluation of power supply reliability

(4) System analysis

System analysis for the transmission line and substation mentioned in paragraph (2) above on the following items

Load flow

Voltage drop

Energy loss

Stability

Short circuit current

4. Economic evaluation and financial analysis

IV. STUDY SCHEDULE

Schedule of the Study is shown in Annex.

V. REPORT

JICA Shall prepare and forward the following reports written in English to Zimbabwe.

1. Inception report	15 copies
2. Progress report	15 copies
3. Interim report	15 copies
4. Draft final report	15 copies
5. Final report and its summary	40 copies

VI. UNDERTAKING BY THE GOVERNMENT OF ZIMBABWE

1. To facilitate the smooth implementation of the Study, the Government of Zimbabwe shall take necessary measures for the following;

(1) to secure the safety of the JICA Study Team,

(2) to permit the members of the JICA Study Team to enter, leave and sojourn in Zimbabwe for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees.

- (3) to exempt the members of the JICA Study Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into Zimbabwe for the implementation of the Study,
 - (4) to exempt the members of the JICA Study Team from income taxes and other charges of any kinds imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the JICA Study Team for their services in connection with the implementation of the Study,
 - (5) to provide necessary facilities to the JICA Study Team for the remittance as well as utilization of the funds introduced in Zimbabwe from Japan in connection with the implementation of the Study,
 - (6) to provide medical services as needed with expenses chargeable to the members of the JICA Study Team,
 - (7) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study, and
 - (8) to secure permission to take out to Japan all data and documents (including photographs) collected by the JICA Study Team.
2. The Government of Zimbabwe shall bear claims, if any arises against the members of the JICA Study Team resulting from occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the JICA Study Team.

3. Zimbabwe Electricity Supply Authority (hereinafter referred to as "ZESA") shall act as counterpart agency to the JICA Study Team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

4. ZESA shall, at its own expense, provide the JICA Study Team with the following, in cooperation with other relevant organizations;

(1) available data and information related to the Study,

(2) counterpart personnel,

(3) suitable office space with necessary equipment in Harare and Bulawayo,

(4) credentials or identification cards,

(5) necessary vehicles with drivers, fuel and spare parts for the implementation of the Study, and

(6) necessary communication facilities during the execution of the Study, such as telephone, telex, or transceiver.

VII. UNDERTAKING BY JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures;

1. to dispatch, at its own expense, a Study Team to Zimbabwe, and
2. to pursue technology transfer to Zimbabwe counterpart personnel in the course of the Study.

VIII. CONSULTATION

JICA and ZESA shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

ANNEX TENTATIVE TIME SCHEDULE OF THE STUDY

■ Work in Zimbabwe
 □ Work in Japan

Working Item	Month												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
1. Field survey	■												
2. Review and analysis	□												
3. Formation of transmission and distribution expansion programme	□												
4. Economic evaluation and financial analysis	□												
Reports	IC/R ▽	PG/R ▽				IT/R ▽				DF/R ▽		F/R ▽	

(3) M/Mの合意内容

MINUTES OF DISCUSSION

ON
SCOPE OF WORK

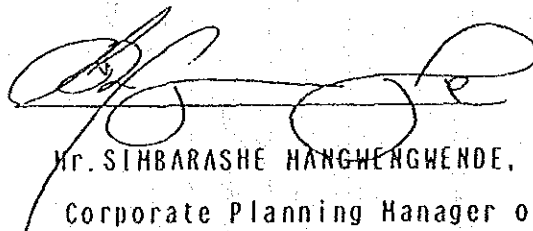
FOR
FEASIBILITY STUDY ON
POWER TRANSMISSION AND DISTRIBUTION NETWORK PROJECT
FOR
HARARE AND BULAWAYO

IN
THE REPUBLIC OF ZIMBABWE

Harare, July 13, 1990



Mr. HITSUO KINJO,
Leader of the Preliminary
Study Team,
Japan International
Cooperation Agency



Mr. SIMBARASHE MANGWENDE,
Corporate Planning Manager of
Zimbabwe Electricity
Supply Authority

The JICA Preliminary Study Team for the Feasibility Study on Transmission and Distribution Network Project for Harare and Bulawayo (hereinafter referred to as "Study") visited Zimbabwe from July 2 to 14, 1990 and had a series of discussions with ZESA, MEWRD (Ministry of Energy, Water Resources and Development) and HFEPD (Ministry of Finance, Economic Planning, and Development).

The following are the main points of the discussion between the JICA Preliminary Study Team and ZESA in connection with the execution of the above Study.

1. The area to be covered by the Study

It is confirmed that the areas to be covered by the Study are within the Area of Supply of both Harare (including Chitungwiza) and Bulawayo.

2. Scope of Study

It was agreed that the JICA Study Team would be required to perform the Study taking into consideration the Contents of Studies in ZESA's Terms of Reference as required, but the Study Team should have the flexibility to perform the Study as it best suits them in consultation with ZESA.

M.L.
[Signature]

3. Technology transfer

ZESA stressed that the technology transfer mentioned in VI.2 in the Scope of Work should be performed through provision to ZESA of computer hardware including software available on the market, and ZESA counterpart personnel should be duly trained in their use.

Further, ZESA wished that training of ZESA staff would include trips to Japan as appropriate but the bulk of the training will be on the job in Zimbabwe, and ZESA strongly requested that most of the work be undertaken in Zimbabwe to achieve this objective.

JICA explained that the technology transfer provided to counterpart staff within the scope of "Development Study" is the one which could be performed through discussions and joint studies together with JICA Study Team and ZESA staff in the field surveys, which includes, upon request, their participation in the analysis works performed in Japan.

Concerning ZESA's view that most of the work be undertaken in Zimbabwe, JICA explained that it is not possible nor practical as their homework requires deployment of large system of equipment and a number of back-up staff at home.

In connection with the counterpart training in the scheme of present project, ZESA requested their staff to be invited for the training in Japan.

Since ZESA wishes further training beyond what this study can offer, ZESA will request for additional assistance under the expert dispatching programme.

M. I. C.
[Signature]

4. Equipment

ZESA requested for provision of equipment which has the capability to input data via digitizing system as described in the section on "DATA INPUT" under the Terms of Reference. A minimum of two computer systems, preferably three, together with associated software, would be needed for the Areas and Head offices.

JICA replied that the equipment that JICA could provide to ZESA would be the same equipment that may be needed by the Study Team for their work to be done in Zimbabwe.

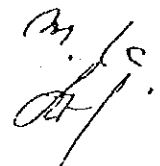
5. General

ZESA's position was a strong preference for a study methodology that maximises the training of its staff as well as the transfer of technology to enable the staff to undertake the studies in future.

If ZESA staff acquire the skills and equipment, then they can extend the Study beyond the year 2000 (proposed by JICA) to 2010 in line with the generation and transmission studies.

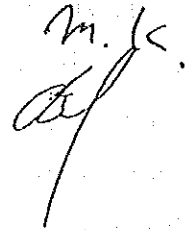
JICA, understanding ZESA's position, explained that the main objective of the present project is to carry out a study, not a training. Therefore the technology transfer to be performed in this Study has its own limit.

If ZESA wishes further training beyond what this Study can offer, they may be advised to apply for other assistance schemes of JICA, namely technical training programme in Japan or expert dispatching programme.



6. Scope of Work

The Scope of Work will be left behind for signing by the MERNR and ZESA. After signing by relevant persons, three original copies of Scope of Work will be forwarded to JICA through the Embassy of Japan in Zimbabwe.

M. K.


(4) 現地調査結果の概要

本調査に対してZESAは本格業務時の技術移転に対して大きな期待を示し、現地関係機関の協力を得てハラレ、ブラワヨ地区における電力需要、電力設備等の調査を実施することができた。その概要は次の通りである。

(a) 電力需要

① ジンバブエ国の消費電力量は、1977/8年の4128GWhから年率6.8%の割合で増加し、1988/9に於て8551GWhであった。今後の発電電力量は1988/9年の9486GWhから年率4.2%で増加し、1999/2000年には14941GWhに達すると予測されている。

また最大電力(発電端)1977/8年に1018MWから年率3.7%で増加し、1988/9年において1518MWであった。今後は、年率4.2%で増加し、1999/2000年には、2379MWに達すると予測される。

② ハラレ、ブラワヨ地区の消費電力量は、1985年度のそれぞれ1474GWhおよび723.4GWhからいずれも年率4.5%で増加し1989年度においてそれぞれ1756GWhおよび862.5GWhであった。

また両地区内の変電所での最大需要は、1990年3月にそれぞれ299.5MWおよび159.1MWであった。今後2000年迄それぞれ年率7.3%および9.5%で増加し606MWおよび393MWに達すると想定されている。

③ 電化率は、全国で約17%、ハラレ、ブラワヨでは約60%と推定される。

(b) 電力設備

① ZESAの発電設備は1990年7月現在、表4-4のとおり水力666MW、火力1295MW、合計2071MWであるが可能発電電力は1793MWである。ほかにザンビアから電力輸入が行なわれている。なお、火力はすべて石炭火力である。

需要は現在ピーク約1500MWを示し年率約4%の伸びを見込んでいる。

電源拡充計画として数多くのプロジェクトの提案があり、ZESAにおいて検討中といわれている。

② ハラレ地区はカリバ南水力からの330kV送電線3回線(途中のアラスカ変電所からワーレン変電所の間は2回線)およびハラレ火力発電所により、ブラワヨ地区はワンゲ火力発電所からの330kV送電線1回線およびブラワヨ火力発電所により電力を供給している。尚両地区の間は330kV送電線で連繫している。

③ 330kV受電したのち、ハラレ地区ではワーレン変電所で132kVに、ハラレ火力の受電変電所で33kVに、ブラワヨ地区ではマーベル変電所で88kVにおとし、それぞれの市の周辺を通して変電所に接続している。即ちハラレでは132kVから33kVにおとす変電所と更にこれから11kVにおとす33/11kV配電用変電所があり、ブラワヨでは直接11kVにおとす88/11kV配電用変電所と一旦88/33kV変電所を通り33kVにおとしこの33kVを受け

て11kVにおとす33/11kV配電用変電所がある。

ハラレ火力発電所は出力電圧11kVでこれから限流リアクトルを経て直接配電用母線に接続されるとともに、33kVに昇圧している。一方ブラワヨ火力では一旦33kVに昇圧している。両地区とも火力発電所および33/11kV、88/11kV変電所および33kVケーブルは40年近く経過しており変圧器の過負荷およびケーブルのガスもれが頻発する等改修を必要としているものが多い。

- ④ 軽負荷時330kV系の電圧が高くなり過ぎるため3区間4回線もの充電を停止したうえ、カリバ南水力などの発電機が極端な進相運転（線路の充電電流に基づく余剰の無効電力を吸収するため、発電機の励磁電流を減らして運転すること：発電機が局部的に過熱し易い。）を余儀なくされており、330kV系全体の電圧分布も適当でない。

早急に相当量のシャント・リアクトルを各所に増設する必要がある。

- ⑤ ブラワヨのマーベル変電所330kV/88kV変圧器の過負荷を避けるため、老朽火力のブラワヨ火力が停止できない状態である。330kV系電源の拡充にともなって、早急に新しい330/88(132)kV変電所を設けるか、マーベル変電所変圧器の増設が必要である。
- ⑥ 系統電圧が330/132/88/66/33kVと多種である。88kVクラスは将来整理することが望ましいので、この電圧階級の絶縁設計は132kV用として将来の昇圧に備えることが考えられている。
- ⑦ 表4-8配電設備が示すように11kV配電線はハラレで56%、ブラワヨでは39%が地中方式となっている。

各配電線は互いに連繫をとっており、必要に応じて開閉器の操作で配電用変電所変圧器の負荷移行を行なっている。しかし、全体的に需要に対する設備容量不足のため、変電所および配電線の増設が必要な箇所が多い。

配電用変圧器約5000台の60%以上は過負荷といわれている。

- ⑧ 給電運用面での画期的なことは給電指令所設備としてSCADA (Supervisory control and data acquisition) 方式の導入が1987年に行なわれたことである。これによって需給状況の監視はもとより開閉設備の状態等が即時または30分ごとのグラフで分かる様になっている。
- ⑨ 事故停電

老朽化した配電設備のため事故率が高く1989年度実績によるとハラレでは1日1回以上11kV以上の配電線に停電事故があり1回当たり137分停電している。

主な原因としては、樹木接触、ガイシ（その内60%は雷による）、変圧器、地中ケーブルの順となっている。

3. ジンバブエ国の社会経済事情

3. ジンバブエ国の社会・経済事情

(1) 社会事情

- ① ジンバブエ国はアフリカ大陸の南中部にある内陸国で、北はザンベジ川、南はリンボポ川で区切られている。

国土は大体高地で海拔1,220メートル級の広大な高地、915メートル以下の低地、最高峰2,594メートルの東部高地に分かれている。国土面積は約 391×10^3 平方キロメートルで日本とほぼ同じ広さに相当する。

気温は海拔に応じて高低があるが、南半球の冬の5～9月には高地で13℃、ときには霜の生じる時もある。低地では夏の気温が30℃前後になる。降雨は極く一部を除き10月から4月(夏季)に限られ、年間平均雨量は700ミリである。

従って気候としては農業に適している。

風は年中東南方向の微風程度(最大5 m/秒)で、冬は降雨がなく乾燥するため湿度は50%程度まで下がる。

地震は、震度3程度のものがほとんどで多いときで月に20回以上もあり(1988年1月～12月迄で46回)震源地は北部および北東部に多い。

他の特徴として雷が多いことがあり、1月、2月は場所によっては雷鳴が月に6～20回に達する。落雷回数は多いところ(東北部)で13回/平方キロメートル・年に達するところがある。

- ② 人口は約912万人(1989年度末)であり1982年の調査人口より全国の人口増加率により推定すれば、そのうちハラレ地区は約99万、ブラワヨ地区は約59万人となる。

言語はパンツ系語で、ショナ語、ヌデベレ語と分かれているが公用語は英語である。アフリカの国々の中で、読み書き出来る率は1980年の調査ではタンザニアの75%について高く70%を示し15才以上の不就学率は14.2%となっていた。これは1985年に学生登録者が初等学校では約2.7倍に、中等学校では約7倍に、又教育養成短大では約3.5倍に増加し、これに加えて非公式の教育即ち通信コースや成人読み書きプログラムなどが拡大したことによると思われる。

ジンバブエはショナ(人口の約74%)およびヌデベレ(同約6%)の2部族からなるが、両部族とも性格が温順であり、手仕事にすぐれ、おしなべて勤勉な人々であり、工業のみならず鉱業や農業において重要な役割を果たしていた。この両部族はZANU・PF(ジンバブエ、アフリカ民族同盟・愛国戦線)とZAPU(ジンバブエ、アフリカ人民同盟)の2大政党にわかれ政治的に対立抗争したことはあるものの、圧倒的な多数派であるショナ・ZANUのイニシアティブの下、部族の和合が進み1987年には両党の統合を為し遂げ、政治的雰囲気は良好である。

- ③ ジンバブエ国の沿革をみるとイギリス人セシル・ローズ(企業家・開拓者)が1888年

ヌベレ族の指導者ロベングラと協定を結び独占鉱業権を得て以来、20世紀初頭にむけて鉄道が建設され英国南アフリカ会社（BSA）の支配が始まった。アフリカ人の抵抗はあったが、白人の入植は増え1923年、BSAの行政支配から離れた南ローデシアの白人入植者達は、南アフリカ連邦への加盟を選ばず英国の自治植民地となった。この時からアパルトヘイト方式による南ローデシアの経済発展が始まった。

第二次世界大戦により英国からの消費財輸入が滞りがちになり、政府は輸入代替工業化を積極的に進め製造業が発達した。戦後、北ローデシア（現ザンビア）、南ローデシアおよびニヤサランド（現マラウィ）は、それぞれが持つ経済要素である銅採掘、植民地型農業および製造業、アフリカ人労働力を合わせ、地域経済全体の相互依存・補完効果を高めるべく「英領ローデシア・ニヤサランド連邦」を設立した。同連邦は、南部アフリカにおいて南アに匹敵する経済単位となったが、ザンビア及びニヤサランドの独立により1963年解体し、その結果、南ローデシアはザンビアという資本供給源と製品市場を失った。

1965年南ローデシアの白人政府は、英国及びアフリカ人の反対を押し切り一方的に独立を宣言し、1969年憲法によりローデシア共和国となった。一方的独立宣言に伴う諸外国の経済制裁の結果、ローデシアは輸入代替工業化促進と南ア依存強化により経済の再編を図った。ローデシアに対し英国はアフリカ人多数支配を行うよう交渉したが、同交渉は難航し、アフリカ人民解放勢力のゲリラ闘争が活発化した。同交渉は英、米、フロントライン諸国首脳会議の調停協力を得て、1980年4月黒人主体のジンバブエが誕生し、主都ソールズベリをハラレと改称した。

独立後、ムガベ政権は、社会主義を標榜すると同時に、黒人・白人の融和政策を明らかにした。1987年12月ZANU・PFによる一党国家体制が確立、さらに、行政型大統領制の制定に伴い、ムガベ首相は大統領に就任した。

- ④ 大統領は国家元首として対外的に国家を代表（講和、条約締結等を行う）するとともに、行政権を有する他、立法、司法の分野においても、一定の権限（法律案の同意権、議会の解散権、高等裁判所裁判官の任命権、その他）を付与されており、国防軍の総司令官をも兼ねている。

立法権は大統領及び議会（Parliament）に与えられている。

議会は上院（定数40）及び下院（定数100）の両院制で、下院議員は、国民による直接普通選挙により選出される。

上院は、大統領の指名（6議席）、下院議員で構成される選挙人団による選出（24議席）および酋長会議による選出（10議席）による議員により構成される。下院は上院に対し優越している。

司法は高等裁判所（High Court）および簡易裁判所からなり、高等裁判所は控訴部（Appellate Division）および一般部（General Division）をもって構成される。同裁

判所の長官及びその他の裁判官は大統領により任命される。

ジンバブエにおいては、1980年の独立以来ムガベ首相による政権が安定している。

ムガベ首相は、ZANU・PFによる一党社会主義国家の建設を理想とし、独立以来自らの指導力の強化に努力している。

1987年9月、所定の手続きに従い、議会における白人のための議席枠を廃止し（白人の参政権は残す）、補充選挙を行った結果、当選した全ての白人議員（上院4、下院11）がムガベ支持議員といわれる。

同年12月、2年にわたる交渉の結果、野党ZAPUとの統合に合意した結果、ZANU・PFは議会における会議席140（上院40、下院100）のうち139を占めるに至り、ムガベ首相の理想とする一党国家体制はほぼ確立（非ZANU・PF議員は、下院のZANUシトレ派議員1名のみ）した。

さらに、同年12月31日には、行政型大統領制への移行に伴い、ムガベ首相が大統領に就任した。これによってムガベ大統領は名実共に元首となり、独立後7年余りを経て、ムガベ指導体制が確立した。

- ⑤ ムガベ首相は、非同盟主義を基調としつつ、積極的な首脳外交を展開し、特に周辺ブラック・アフリカ諸国の連帯強化に指導力を発揮している。また、86年非同盟首脳会議議長を勤めるなど国際社会での発言力も大きい。

独立当初の現実主義に基づく穏健な施政が西側諸国に評価され、西側諸国との協力関係は活発であったが、近年は、ソ連、東欧等社会主義諸国との関係強化が顕著である。ソ連とは、独立闘争過程で同国がZAPUを支援したこともあり、関係が希薄であったが、85年のムガベ首相訪ソにより関係修復した。

南部アフリカ問題の解決のためフロントライン諸国の一員として、また、非同盟議長国（89年8月迄）の立場からも積極的に努力しており、86年の非同盟首脳会議では、対南ア制裁を国際社会に強くアピールした。しかし一方では、貿易や貿易のための輸送ルートを南アに依存するところが大きく、この点も含めて経済の南ア依存脱却に努力している。

対ジンバブエの最大援助国（85年）であった米国は、86年9月以降、二国間の新規開発援助を停止していたが、88年8月末対ジンバブエ援助を再開した。

(2) 経済事情

- ① ジンバブエ経済は基本的には農業、畜産業、鉱業およびその加工品の輸出によって成り立っている。

主たる外貨収入源は農畜産物および鉱産物が中心でメイズ、食肉、タバコ、砂糖およびコーヒーを中心とする農畜産物のシェアは約41.4%（1988年1～4月ベース）で、鉱産物としてクローム、銅、ニッケル、コバルトのインゴットおよびその合金が約35.6%

更に其他鉱業産品（アスベスト、リチウム等）および加工品を含めると39.4%に達する。

其他製造工業も多様で、アルコール飲料、ソフトドリンク、繊維、製紙、パルプ、肥料、石鹼、化学製品、セメント、鉄鋼、機械、輸送機械、プラスチック、電気設備などが生産されている。

- ② 1982年の世界経済の不況と旱魃を克服したあと、農産物および鉱産物を中心とする輸出の好調による上向き景気により、1985年のGDPは一気に9.3%伸びた。しかしながら、86年及び87年は一転旱魃による農業不振のため0~0.3%の低成長に落ち込むと共に、85年の成果を基礎とする賃上げと消費ブームに起因するインフレ傾向に拍車がかかり政府は賃金及び基礎的生活物資の価格凍結等の措置をとった。

この間ジンバブエ経済は外貨事情が急激に悪化し、厳しい輸入制限と外貨割当制をとった他、失業の増大などのマイナス現象が顕在化した。

ジンバブエ政府は安定した経済発展を確保すべく、1986年から90年までの第1次5ヵ年開発計画を策定、実施した結果、旱魃の年でさえ食糧の自給を確保し、豊作の年にはモザンビーク、ザンビアなど周辺諸国にメイズを中心とする食糧を輸出する余力さえ持つに至った。

88年のジンバブエ経済動向は、上半期の農業シーズン中降雨に恵まれメイズを中心として穀物およびタバコが大豊作であり、同時に鉱業生産も国際市場相場が前年に引き続き上昇したため収益を拡大させた。こうした好況感に支えられ、製造工業も設備稼働率が上昇し、前年同期比4.6%の伸びを確保した。

また、かかる生産活動の好調を背景に輸出も好調で、実質輸出額の伸び率は20%に達した。

- ③ 物価動向としては賃金物価の凍結が一部解除されたため上昇気味であり、物価上昇率は、高収入者低収入者家族とも大差なく85年以降88年迄夫々11/9%、14.6/14.6%、11.7/12.7%及び6.7/7.5%の上昇を示した。

- ④ 財政状況については、ジンバブエ政府の歳入の約半分は直接税（所得税）、他の約半分は間接税となっており高税率といわれている。独立以来財政赤字を示しているが、第1次5ヵ年計画では収入及び支出の平均年増加率を夫々5.3%及び3.2%と計画しており、85年に於けるGDPに対して10.3%相当の赤字を90年迄に6.2%相当に引下げることが目標としている。尚これ以上赤字を減少させることは、社会サービス部門と公共行政上に重大な問題をおこすのみでなく、増税は個人消費を抑え、ひいては生産部門の拡大に向けられる投資資金を減少させることになり好ましくないとしている。

- ⑤ 貿易面では、4半期統計によれば1988年の貿易収支は763.7百万Z\$の黒字であり、これは輸出額が前年度比20%増加したことによるものである。主な輸出商品は相変わらず農・鉱業産品が主力であり、葉タバコ、金および鉄鋼が中心であったが、製造工業諸製品の輸出に占めるシェアは17%を占めるにすぎず、農・鉱業産品の輸出が80%を超えて

いる。他方、輸入の伸びは機械・機器及び化学品を主力として11%と見込まれている。主要な貿易相手国としては英国、西独、南ア、米国、日本等となっている。この国の特徴として輸出額及びその伸びが輸入額を上まわるため、当国の国際収支黒字は1980年以降81年82年の赤字を除けば増加の一途をたどり、85年から88年迄年平均32.8%の伸びを示している。これによって貿易外収支の赤字を補う一方、資本収支をあわせて総合収支を黒字としている。

- ⑥ 当国の公的対外債務残高は、1988年末4792百万Z\$であり、1980年の414.8百万Z\$以降増加し続けている。

デット・サービス・レシオは、1985年以降31、33.1、36、32.4を示している。1989年度末の中央銀行外貨準備高は、322百万Z\$であり、前年比約17%増加した。

ジンバブエ国の経済指標を表3-1に示す。

(3) エネルギー事情

ジンバブエ国の固有のエネルギー源はバイオマス（薪及びエタノール）、石炭および水力である（表3-2参照）。原油、天然ガス、ウラン鉱石および地熱エネルギーは存在していない。全石油製品は現在輸入されている。

ジンバブエ国では先進国に比して1人当たりのエネルギー消費量が比較的少い。更にエネルギー源自身にも又これの社会各層および経済部門への配分にも問題がある。第1次5ヵ年計画に於ける部門別目的は次の通りである。

- (a) 可能な限りエネルギーを国内で確実に自給する様にする。
- (b) 石炭および水力の様な従来のエネルギー源を増加する。
- (c) 地方に於て石炭および電力使用を増加し、その住民生活について質の向上を計るとともに森林破壊によっておこされる環境劣化を防ぐ。

電力関係ではワンゲ火力発電所440MWが1986年に運転を開始し現在は次の段階としてカリバ南火力の増設（300MW）をはじめいくつかの電源新增設計画が検討されている。

(4) 我が国との関係

- ① 我が国は英領ローデシア・ニアサランド連邦の首都ソールズベリーに1960年4月総領事館を開設し、同連邦解体後の南ローデシアにおいてこれを維持していたが、1968年5月の国連安保理採択の対南ローデシア全面的経済制裁決議履行の一環として、同年6月5日より同館を閉館した。
- ② 我が国は、1980年4月18日の南ローデシアの英国からの独立と同時にジンバブエを承認し、次いで6月5日には外交関係を樹立し、1981年5月2日にソールズベリー（現ハラレ）にジンバブエ大使館を開設した。

他方、ジンバブエは1982年3月8日東京に大使館を開設した。

- ③ 日本とジンバブエは日本の経済援助を軸に友好関係を維持している。1981年ムガベ大統領訪日を機会として、円借款と無償援助計55億円の経済協力を行い1984年6月には12億4,900万円の食糧関係無償援助を行った。87年度迄に有償66.36億円、無償資金協力94.03億円および技術協力として10.83億円にのぼる協力援助を行い、その間研修員受入37人、専門家派遣3人および調査団派遣は132人に達した。

無償資金協力としては地方給水施設整備計画をはじめ肥料、農薬、農業機械について、有償協力としては地方道路拡充計画および国際電気通信拡充計画が、技術協力としては鉱業、行政、自動車の分野での研修生受入れおよび公益事業、通信、放送、鉱業の分野での専門家派遣を行い、その他資源開発調査、農業開発計画および中規模灌漑計画調査等も含まれている。

- ④ 貿易関係では、我が国は主にニッケル、フェロクロム、石綿、建設用石材および綿を輸入し、輸送機械・工業製品・繊維製品・化学ゴム製品・電気製品および金属製品を輸出し恒常的に我が国の入超が続いている。

表3-1 ジンバブエの経済指標

単位：Z\$ジンバブエドル
1 US\$=1.88Z\$、88年8月

項 目		単 位	1985	1986	1987	1988
面 積		km ²	390759			
人 口		1000人	8170	8410	8640	8880
GDP	1980年価格	100万Z\$	3798	3873	3847	4050
	対前年成長率	%	7.3	2.0	△0.7	5.3
	時 価	100万Z\$	6227	6957	7271	8295
	1人当りGDP	Z\$	762	827	842	934
国民所得	時 価	100万Z\$	6735	7518	—	—
	1人当り国民所得	Z\$	824	894	—	—
貿易	輸 出 額 (FOB)	100万Z\$	1795.5	2170.3	2371.4	2846 * ¹
	輸 入 額 (FOB)	"	1446.5	1640.4	1741.7	2082 * ¹
	貿易収支	"	349.0	529.9	629.7	763.7
対日貿易	対日輸出額 (FOB)	1000Z\$	71440	77569	94371	156880 * ¹
	対日輸入額 (FOB)	"	56401	71035	68425	77737 * ¹
	対日貿易収支	"	15039	6534	25946	79143 * ¹
国際収支	経常収支	100万Z\$	△159.2	12.6	127.7	110.2
	貿易収支	"	325.6	520.3	634.1	763.7
	貿易外収支	"	△501.1	△561.4	△617.7	△779.2
	移転収支	"	16.3	53.7	111.3	125.7
	資本収支	"	362.7	60.4	107.2	69.7
総合収支	"	203.5	73.0	234.9	179.9	
外貨準備高 (ネット)		"	151	177	276	322
対外債務		"	3972	4504	4837	4792
デットサービスレシオ		%	31	33.1	36.0	32.4
中央政府財政	歳 入	100万Z\$	2212	2619	3065	3785
	歳 出	"	2763	3127	3822	4296
	収 支	"	△551	△508	△767	△511
消費者物価上昇率		%	11/9	14.6/14.6	11.7/12.7	6.7/7.5 * ⁵
失 業 率		"	10.8(18.4)* ⁶	7.2(15.9)		—

*1 1～4月迄の実績にもとづく推定値 (4半期統計ダイジェスト1989.6月)

*2 Fact sheet 1989による

*3 Zimbabwe, Malawi Country Report NO 21990

*4 4半期統計ダイジェスト1989.6月による。但し、1985年歳出は4半期経済/統計資料 (Reserve bank of Zimbabwe Mar/Jun 1988) から (貨出分を除くため) 推定。

*5 高収/低収人家族対象

*6 失業率 () 内は共同農業従事者を除くもの (労働力調査結果1989.7月)

表3-2 ジンバブエ国エネルギー状況 (1985年)

単位1000トウ : トウ = 4000KWh

	1-次エネルギー										石油製品				合計	全エネルギー (%)	全エネルギー (%)
	薪	石炭	火力 石炭	*1 水力発電	エタノール	ガス	電気	LPG	自動車 ガソリン	ジェット燃料 ケロシン	航空機 ガソリン	ディーゼル 油	燃料 油				
全供給	4,561	1,877	898	906	25	108	—	—	—	—	—	—	—	8,267	93	86	
生産	—	—	—	712	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,463	17	34	
輸入	—	91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93	1	2	
一次輸出	—	164	625	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	789	9	18	
保管費用	4,561	1,622	273	1,618	25	—	—	—	—	—	—	—	—	8,848	100	100	
全有効供給	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
変換	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
ロス	(108)	—	(273)	(1,618)	—	108	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	
電力発電	—	(80)	—	—	—	—	2,128	—	—	—	157*	—	—	0	—	—	
変換損失	—	—	—	—	—	(33)	(1,464)	—	—	—	—	—	—	(1,497)	17	36	
変圧器、配電損失	—	—	—	—	—	—	(68)	—	—	—	—	—	—	(68)	1	1	
全実質供給	4,561	1,434	—	—	25	75	596	5	256	74	8	248	1	592	82	63	
二次輸出	—	—	—	—	—	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
実質国内消費	4,561	1,434	—	—	25	—	596	5	256	74	8	248	1	592	100	100	
部門別消費	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
産業	77	903	—	—	—	—	304	—	—	—	—	30	1	31	18	47	
輸送	—	121	—	—	25	—	—	—	236	5	8	166	—	415	8	22	
住宅	4,271	44	—	—	—	—	96	5	—	69	—	—	—	74	62	8	
農業	213	169	—	—	—	—	42	—	20	—	—	45	—	65	7	10	
鉱業	—	80	—	—	—	—	105	—	—	—	—	7	—	7	3	7	
政府/商業	—	117	—	—	—	—	49	—	—	—	—	—	—	—	2	6	

* 1. 水力および輸入電力は熱換算されている。

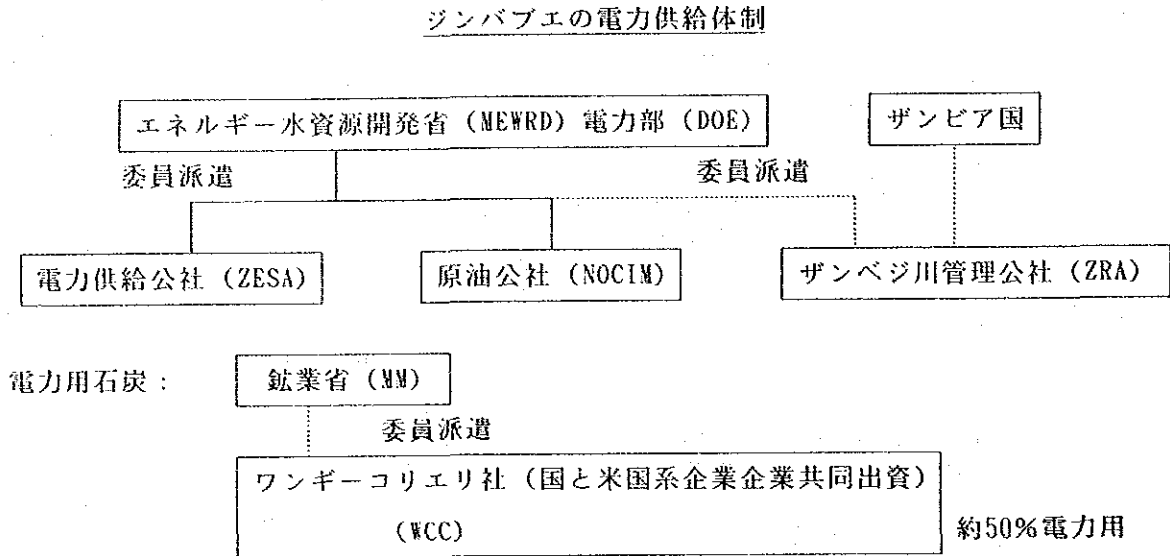
* 2. (i) 自家発電 (主として鉱業および農業) 135GWh (34,000トウ)、(ii) ワンゲ火力発電所使用分123,000トウ

4. ジンバブエ国の電力事情

4. ジンバブエ国の電力事情

(1) 電力供給体制

ジンバブエの電力供給体制は下図のとおりである。



行政機関としては、内閣およびエネルギー水資源開発省 (MEWRD) の電力部 (DOE) が電力部門の料金および予算決定に対して権限をもっている。

実施機関としての電力供給公社 (ZESA) は、1985年の電気法制定によって旧電気事業者を統合してできた公社であり、旧事業者は、発送電を担当していた中央アフリカ電力会社 (CAPC)、配電担当の4都市電気部 (ハラレ、ブラワヨ、グウエル、ムタレ) ならびに電力供給委員会 (ESC) からなっている。この統合は、電力部門としての強化をはかったものであり、4都市電気部の統合は1987年7月1日迄に完了し、中央アフリカ電力会社 (CAPC) の発電施設運転責任の統合は1989年10月1日に行われた。

1985年の電気法によると、電力供給公社 (ZESA) の役割は、

- (i) ジンバブエ全国向け電力の発送配電、
- (ii) 電力発電あるいは供給に必要な新增設計画の調査、

と示されている。また、電気法では電力供給公社 (ZESA) が健全な商業ベースで業務を行なうに定めているが、実際にはZESAの方針で完全に運用する主体性はあたえられていない。特に料金および料金制の変更は内閣が最終決定権をもち、運転および投資予算はエネルギー水資源開発省 (MEWRD) の承認を、又社員解雇は労働省の承認を必要とする。ZESA組織図を図4-1 (43頁) に示す。

一方、1963年に中央アフリカ電力法の下に、主としてザンベジ川資源の開発と運営、特にダムおよびカリバ南水力発電所 (1976年に北水力発電所も含まれた) を含むカリバ複合

対ならびにジンブフェとザンビア国内の330kV送電線の運営を目的として、中央アフリカ電力会社（CAPC）が設立された。

その後1977年および1986年に、両国政府・各機関の協議によって、中央アフリカ電力会社（CAPC）を引継いだザンベジ川管理公社（ZRA）が両国にまたがるダム建設、運転維持業務を行うこととなった。この業務には両国への発送電に影響をあたえる国の電気事業についての連絡業務を含んでいる。

1982年10月1日には、ZESAがジンバブエ国内のCAPCの全従業員を吸収し、カリバ南水力とジンバブエ国内の330kV送電系統およびシェアウッド給電所の運用は同社が行うようになった。

(2) 電力需要

(a) 電力需要の概要

ジンバブエにおける電力需要の推移を表4-1、表4-2に示す。

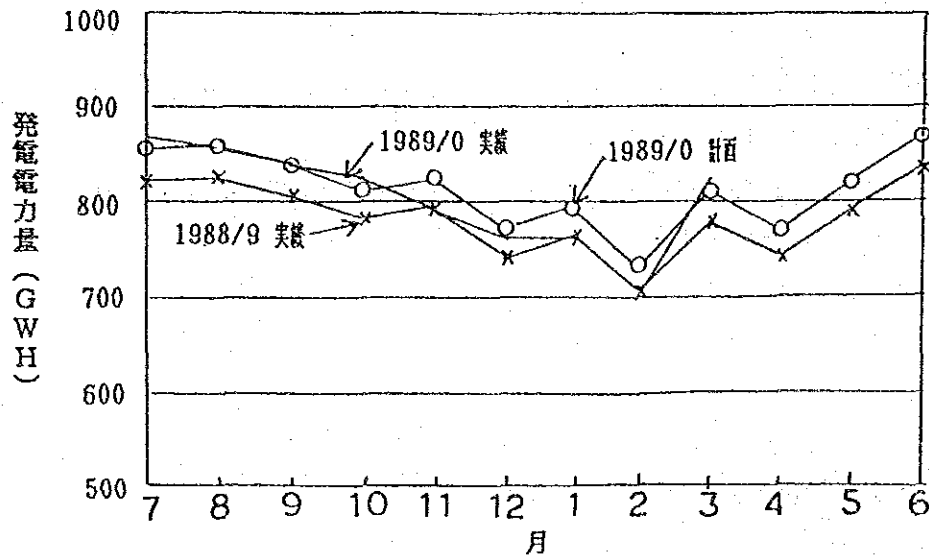
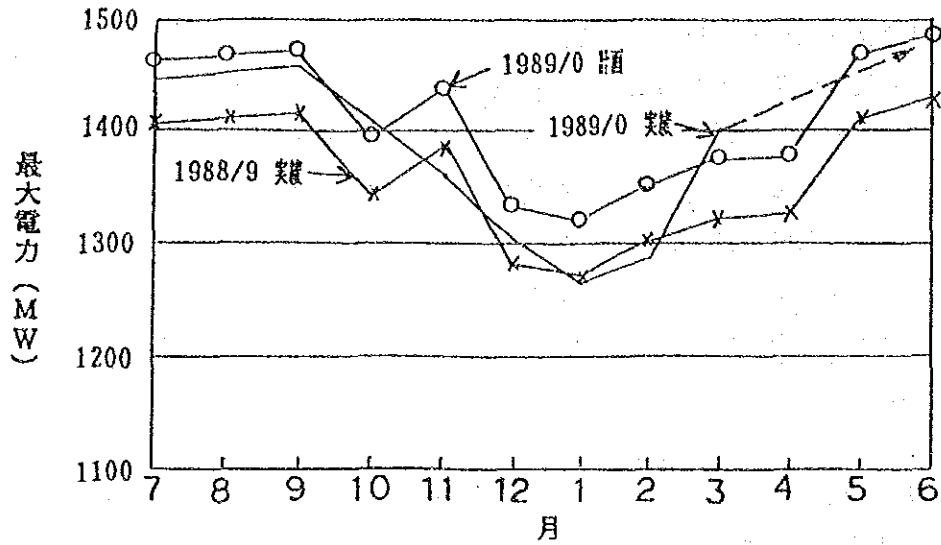
同国の消費電力量は、1977/8年の4,128GWhから1988/9年の8,551GWhまで平均年率6.8%の割合で増加した。

今後の発電電力量は1988/9年の9,486GWhから平均年率4.2%で増加し、1999/2000年には14,941GWhに達する予測されている（表4-3参照）。

近年度の送電端総需要は次表のとおりであって、1990年度の対前年伸び率は7.6%であった。また、対2年前、3年前、4年前の平均伸び率は、それぞれ4.6%、4.6%、3.9%であった。

年度（6月終了）	1986	1987	1988	1989	1990
送電端最大総需要（MW）	1,319	1,342	1,406	1,430	1,538
対前年度伸び率	—	1.7%	4.8%	1.7%	7.6%

この国は南半球に在るため、6月から9月の冬期の暖房用需要等で重負荷となる。昨年からの月別実績は次の図のとおりであり、本年度初頭に需要不振が見れたが、その後急速な伸びを示している。ただし1988/89年にはザンビアからの受電が無いため、計画的供給制限が実施されていることに注意する必要がある。



最近の典型的な週日ならびに日曜日の発受電負荷曲線を図5-3(90頁)示す。すなわち週日重負荷時には200MW近くのザンビアからの輸入電力によって需給バランスがとれている状況である。

(b) 需要の構成と負荷曲線

表4-2に明らかなように、販売電力量の過半を鉱業を含む産業が占めている。また、図5-3に見られるように、負荷率が高く、年負荷率は75%前後である(表4-1参照)。

全系のピーク時刻は18時30分ないし19時である。

(c) 電圧・無効電力

市内の配電線に地中線が多い事もあって、都市部では比較的効率的であり、都市部配電系統における調相用キャパシタの必要性はあまり無いように見受けられた。

しかしながら、図5-4に見られるように、330kV系統については、次の点について

検討を要すると思われる。

- ① 発電機の過大な進相運転
たとえば南カリバ水力の173MVA（4台運転と推定される。）
- ② 受電端電圧が送電端より高いものが多い。
- ③ 調相設備不足のため、軽負荷時電圧が重負荷時よりも高い。
- ④ 軽負荷時に相当量の線路停止を必要とする。

南カリバーアラスカ線1回線

ブラワヨーシェアウッド線

ワンゲープラワヨ線

これらは適性容量の調相用リアクトルを投入することによって改善されるものである
ので、発電機の進相運転の限界と系統電圧の調整目標の基準化、ならびにこれに
基づく調相用リアクトルの増設が急務と考えられる。

ちなみに現在の調相設備の設置状況は、表4-6（3/3）のとおりである。

(d) 電源拡充計画

電源拡充計画については、下記のように数多くのプロジェクトの提案（一部実施済み
または進行中のものを含む）がある。世銀においてZESAとともに工期、経済性、国際関
係等を総合的に検討中であるので、近いうちに明らかになると思われる。

- ① ザンビアからの輸入（300MW, 1990年より実施中）
- ② カリバ南水力の増設（300MW, 可能な限り早期に）
- ③ 経年火力のリハビリテーション（257MW, 1993年）
- ④ カリバ南水力の定格格上げ（84MW, 1992年、進行中）
- ⑤ モザンビークのカホラバッサ水力からの輸入（500MW, 1994年）
- ⑥ ザンベジ川上流地点（300MW, 1998年）
- ⑦ バトカ水力（800MW, 2002年）
- ⑧ モザンビークからの輸入（100MW, 2008年）
- ⑨ その他

(3) 電力設備

(a) 発電設備

- ① ZESAの電力系統は交流3相50Hzであって、1990年7月現在、表4-4のとおり水力
666MW, 火力1,295MW, 合計1,961MWであるが老朽等により可能発電電力は1,729MWに
とどまっている。火力はすべて国内炭焼きの石炭火力である。
- ② ほかに南アフリカとの国境に近いバイトブリッジに4.5MWのディーゼルがあるが、
南ア受電によって休止しているので算入していない。
- ③ Power IIプロジェクトによる工事は次のとおりである。

(Power II プロジェクトについては 1. (2) 調査の背景と経緯を参照)

カリバ南水力発電所

- ・新しい水車ランナーに取替えて $6 \times 111\text{MW}$ から $6 \times 125\text{MW}$ に出力を増加
- ・発電機の巻き替え
- ・単相変圧器 80MVA 3 台を予備として設置
- ・新しい電子式ガバナーシステムに取替
- ・カリバ北水力と同様なサイリスタ式自動電圧調整器 (ANR) を設置

(1992年度竣工)

(b) 送電設備

ZESAの主な送電線を図 4-2 に、統計図を図 4-3 に示す。

- ① 公称送電電圧は 330, 132, 110, 88 および 66kV である。
- ② 主な 330kV 系統は、カリバ南水力発電所、ワンゲ火力発電所、ワーレン/ハラレ、チャージ、シェアウッド、ブラワヨの各所を結ぶ基幹ループ系と、これから分岐してオレンジグローブ方面やトクエノトリアングル方面に供給する線とからなる。このうちカリバ、アラスカ間は 3 回線、アラスカ、ワーレン/ハラレ間とワンゲ、シェアウッド間とは 2 回線となっている。

 330kV 系はカリバ南水力が 1960 年に運開して以来基幹系統として使用され、現在では線路延長 $3,444\text{km}$ に達する。電線は ACSR 350mm^2 複導体を使用されている (表 4-5 参照 (54 頁))
- ③ 132kV は上記各所のうち、アラスカ、オレンジグローブ、ワーレン、チャーシおよびトクエノトリアングルの各所の 2 次系として各地方に延びており、線路延長は $1,021\text{km}$ に達する。電線は大部分が ACSR 150mm^2 であるが、ワーレン 2 次系のハラレ地区には 175mm^2 や 250mm^2 が用いられている (表 4-5 参照)。
- ④ 88kV はブラワヨ、シェアウッド、ノートンおよびワンゲの各所の 2 次系として各地方に延びており、線路延長は $2,081\text{km}$ に達する。電線はノートン、シェアウッド、ワンゲ地区で ACSR 200mm^2 や、 150mm^2 複導体があるが、ブラワヨ地区その他は大体 150mm^2 である。
- ⑤ 66kV はブラワヨ北方の地方に合計延長 178km の ACSR 75mm^2 線路があるのみである。
- ⑥ 支持物 88kV 以下の 1 回線送電線で木柱の複柱使用が見られるほかは一般には鉄塔である。
- ⑦ 送電線支持物の設計温度

 132kV 以下の架空送電線の設計温度は種々であり、 50°C といった低いものもある。したがって電線サイズのほか、個々の設計温度/許容電流に注意する必要がある。
- ⑧ 電圧階級が多すぎるので、ZESAでは将来の整理を考え、たとえば 88kV 系統では絶縁

階級を132kVとして将来の88kVから132kVへの格上げに備えるとか、新しい2次系統はなるべく当初から132kVといすといったの方針を考慮中である。

- ⑨ Powre II プロジェクトによる建設予定は次の通りである。

330kV：トクエ——トリアングル150km

ワーレン——カドマ——シェアウッド183km

132kV：チンホイ——ムハングラ55km

ワーレン——セキ25km現在の回線が過負荷のため2回線目を併行に建設

ノートン——ピラード——マドジワ160km

現在の88kV回線が過負荷のため3または2回線目として建設

(c) 変電設備

- ① ZASAの330kV受電の一次送電所の変圧器用量その他を表4-6(60頁)に、各変電所別負荷実績と予想負荷とを表4-7(62頁)に示す。

- ② 330kV受電の変電所は9箇所であって、合計容量は2,503MVAである。

- ③ 変圧器の単位バンク容量は

330/132kV : 90MVA

330/ 88kV : 60~90MVA

330/ 33kV : 60~90MVA

132/ 88kV : 40MVA

132/ 33kV : 30, 35, 40, 50, 90MVA

88/ 33kV : 4, 10, 20MVA

が用いられている。

- ④ 変圧器の結線方式は

330/132kV (88) : 単巻YY△またはYY△

330kV側132(88)kV側とも中性点直接接地

132(88) / 33kV : Y△またはYY△

二次側中性点抵抗(約9オーム)接地

33/11kV : △Y

二次側中性点抵抗(約9オーム)、ブラワヨでは消弧

リアクトル併用接地

と種々行われていて統一されていない。

- ⑤ 各変圧器バンクとも3相変圧器で構成されている。

- ⑥ 配電用変電所変圧器の冷却方式は一般にラジエーター別置形送油自冷式が行われている。

- ⑦ 配電用変電所の二次側母線では原則として区分開閉器が投入され、変圧器二次側を

ループとして運用している。

- ⑧ ルーレン、ハラレ、ノートン、シェアウッド、シャーシィ、ブラワヨの各330kV受電用変電所では、2台の主要変圧器を一括して遮断する方式を採用して、遮断器台数を節減している。
- ⑨ 変電所における力率は都市部に比べて地方が低いので、地方には進相用コンデンサ一の設置がみられる（表4-6（3/3）参照）。
ミドルサビ変電所において132kVオレンジグローブ線にシリースキャパシターが設置されている。
また330kV系統の各変電所の変圧器の三次側に調相用シャントリアクトルが設置されている。
- ⑩ 系統保護装置には、330kV、132kVおよび88kV送電線ともに距離継電器、変圧器保護に比べ比率差動継電器および過電流継電器がそれぞれ使用されている。
- ⑪ 主要変電所の標準母線構成は、330kVおよび132kVは1CB二重母線、88kVは単母線方式である。配置は屋外式である。遮断器は古いものは油入遮断器が使用されているが、近年増設された変電所にはSF6ガス遮断器が採用されている。標準レイアウトを図5-7（97頁）に示す。
- ⑫ 送電指令所のSCADAを連繋した変電所は無入となっている。
- ⑬ Power IIプロジェクトによる建設予定は次の通りである。
330/88kVカマド変電所：2×125MVA増設
132/33kVマドジワ変電所：1×10MVA増設
132/33kVアトランタ変電所：1×30MVA増設

(d) 配電設備

ZESAの配電設備の現状を表4-8に示す。

- ① 配電電圧は、高圧は33kVおよび11kV、低圧は339/225Vである。
- ② 33kVおよび11kV配電線は、3相3線中性点抵抗（約9オーム）接地方式である。
1989年度（1989年6月末）回線亘長は夫々、7,047kmおよび27,751kmあり、地中線は殆どハラレ、ブラワヨ地域に限られている。
架空線には、銅または、アルミ裸線25, 50, 100, 150mm²が、地中線には、銅導体架橋ポチレン絶縁ケーブル35, 70, 120, 185mm²が、主として使用されている。支持物は、工場打ち鉄筋コンクリート柱（四角形）、および木柱である。
- ③ 配電用変電所変圧器は下に示すように、80バンク、1063.8MVAありこの外に33/11kV変圧器がある（ハラレ、ブラワヨでは90バンク、835MVA）。

	バンク数	容量 (MVA)	単位容量 (MVA)
132/11kV	7	180	11, 30
88/11kV	62	860.8	3, 4, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 20, 25, 37.5,

66/11kV	11	23	1, 2, 3, 5,
---------	----	----	-------------

合計	80台	1063.8MVA	
----	-----	-----------	--

- ④ 低圧配電線は、3相4線式直接接地方式である。

1989年度末現在の延長は、11,868kmで地中線は殆どハラレ、ブラワヨ地域に限られている。

架空線には、銅またはアルミ裸電線22, 60, 100mm²が、地中線には、銅線25, 50, 70および185mm²の4芯ビニール絶縁鉄線外装ケーブルが、使用されている。支持物は、高圧と同じく工場打ち鉄筋コンクリート柱および木柱である。

- ⑤ 建設状況としては、現在Power IIプロジェクトが、世銀主導型で進められており、配電関係は外貨24.6百万米ドルおよび、内貨34.8百万米ドル計59.4百万米ドルの規模で、1990年度着工予定となっている。対象地域は殆ど地方となっている。工事概要は次に示す通りである。

- 33kV 架空線 : 399km

変電所 (33kV/11kV)

変圧器 (33kV/11kV) : 17台

スイッチギヤ : 20ユニット

- 11kV 架空線 : 1500km

変圧器 (11kV/LV) : 1400台

自動スイッチ : 60台

(e) 給電指令所

- ① ハラレに、NCC (National Control Center) があり上位系を担当し、隣接するハラレ給電所は配電施設を受け持っている。NCCの下部組織として、ブラワヨにCC (Control Center) がありブラワヨ地区 (将来は西部地域) の配電施設の監視制御を行っている。これらは、1987年に建設された。尚両地区とも同じ方式のものである。
- ② 給電運用は、各指令所と各所を結ぶ電力線搬送あるいは無線で情報伝送するSCADAシステムあるいは電話連絡によって行われている。
- ③ 給電設備は、系統表示盤およびテレメーター装置、監視対象機器の状況すなわち電圧、電流、電力、電力量、継電器動作、スイッチの開閉等の情報を入出力するコンピューター装置 (スウェーデン製) からなり、さらに遠隔機器制御機能も備えている。

ブラワヨの場合、制御、表示のための情報伝送に、これまではパイロットワイヤを使用していたが、古いため (地中ケーブルと同時に約40年前に埋接) 絶縁低下がみられるので、1989年6月以降無線によっている (ASEAの製品)。