

ジンバブエ共和国
アンモニア工場建設計画

事前調査報告書

1988年4月

国際協力事業団

工 計 敏

J R

88 - 80

JICA LIBRARY



1068121C13

1.8244

ジンバブエ共和国
アンモニア工場建設計画

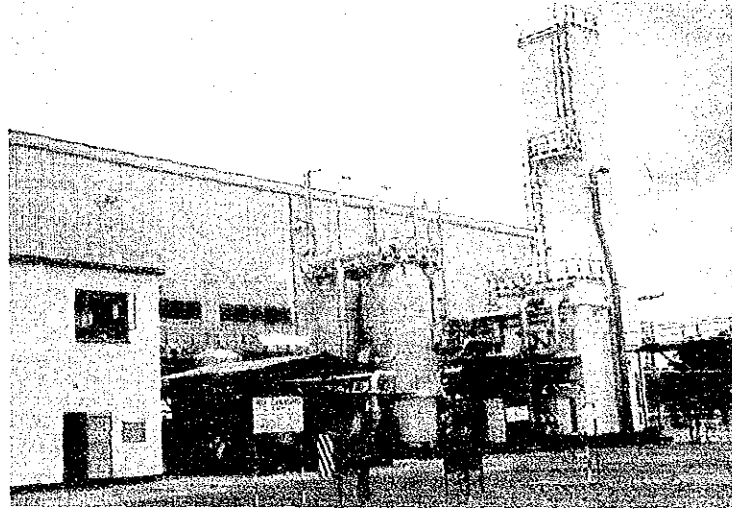
事前調査報告書

1988年4月

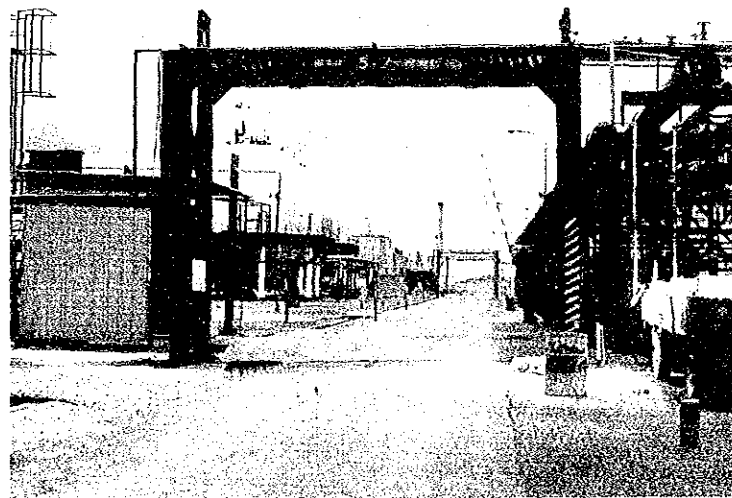
国際協力事業団

国際協力事業団

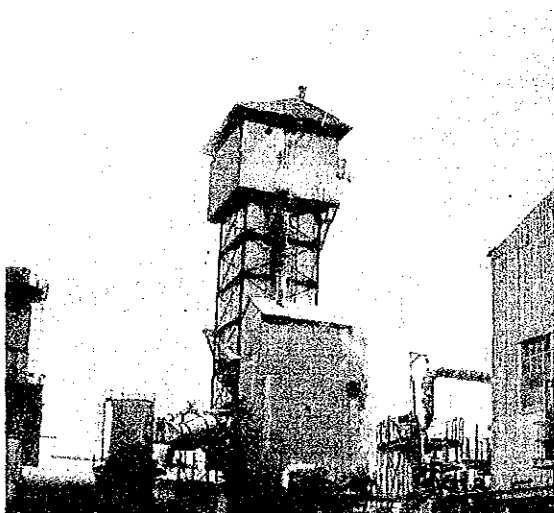
18244



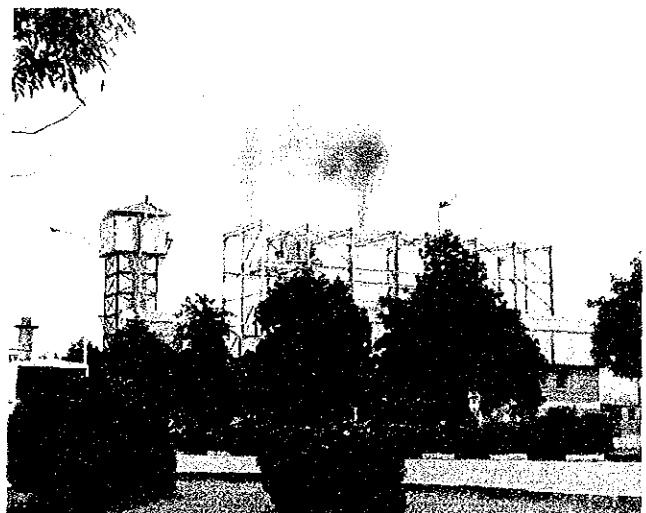
空気分離装置



アンモニアの球型タンク



硝酸造粒塔

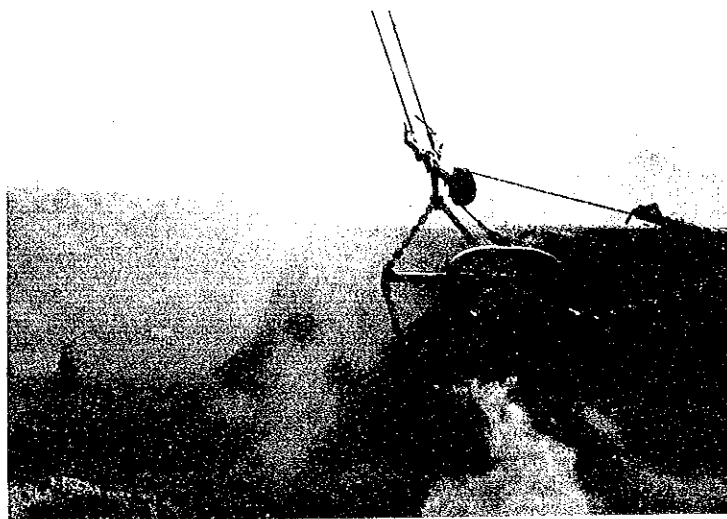


硝酸工場のTail Gas

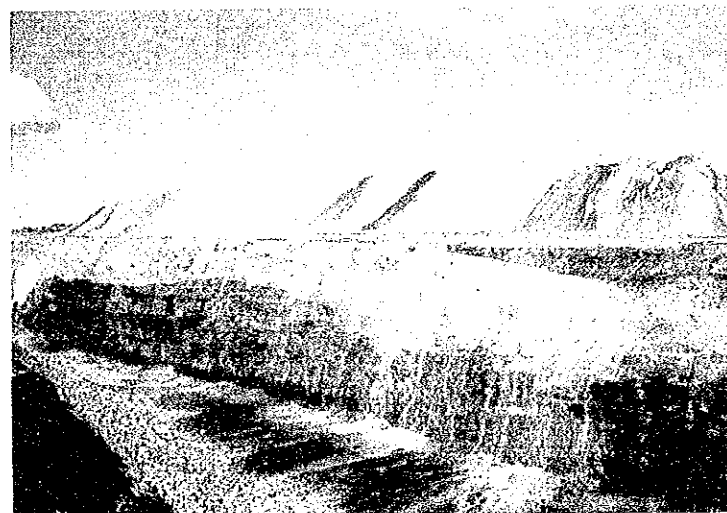
< Sable Chemical社 >



米国製Dragline(大型ショベル)



バケットによる表層の剥土作業



露天掘り採掘跡

<Wankie Colliery 社>

目 次

1. 事前調査の概要	1
1.1 調査団派遣の経緯	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査団の構成	1
1.4 調査日程	1
1.5 主要面談者	2
1.6 調査結果の概要	4
2. 交渉内容	6
2.1 S/Wに関する協議(1988年2月10日, 12日)	6
2.2 S/Wの締結	8
3. プロジェクトの内容と背景	19
3.1 本格調査の内容と留意事項	19
3.2 本格調査にあたっての留意点	22
3.3 ジンバブエ国経済開発の現状	25
3.4 ジンバブエ国肥料産業の現状	32
3.5 ジンバブエ国石炭産業の現状	42
3.6 世界における石炭・アンモニア製造技術の現状と展望	52
付属資料	
1. 対処方針	63
2. 質問書	64
3. 収集資料リスト	74
4. 工業省組織図	75
5. ジンバブエ地図	77

1. 事前調査の概要

1.1 調査団派遣の経緯

ジンバブエ国は1980年4月の独立以降も農業の発展を経済政策の中心に据え、土地の再配分、土壌改良、灌漑等を積極的に行うことによって農業生産を拡大する方針をかかげている。一方、農産物増産に必要となる肥料については、現在国内需要の3分の2は国産化しているが、残りの3分の1を輸入に頼っているのが現状である。

このような背景の下に、ジンバブエ国政府は、肥料の完全自給と、より安価な肥料供給体制を確立すべく、国内炭を利用するアンモニア肥料工場の建設に関するF/S調査の実施について、1985年9月我が国の技術協力を要請越した。

これに対し、国際協力事業団は、石井和男工業調査課長を団長とする事前調査団を編成し、1988年2月3日から2月19日までジンバブエ国に派遣した。

1.2 調査の目的

- (1) 要請内容の確認
- (2) 関連情報の収集
- (3) プロジェクト・サイトの調査
- (4) S/W協議・署名

1.3 調査団の構成

石井和男	団長・総括	国際協力事業団	工業調査課長
今泉浩男	化学肥料行政	通商産業省	化学肥料課
植松卓史	化学肥料・生産技術	国際協力総合研修所	国際協力専門員
永田邦昭	業務調整	国際協力事業団	工業調査課

1.4 調査日程

- 2月3日(水) 東京発(JL401) → ロンドン(BA053) →
4日(木) ハラレ着 日本大使館訪問(表敬, 調査目的・対処方針の説明)
5日(金) 工業省 & 大蔵省訪問(表敬, 調査目的の説明)
6日(土) ハラレ → ワンキー 移動(UM826)
7日(日) 団員打合せ
8日(月) ワンキー炭鉱訪問(情報収集, 炭鉱視察)
9日(火) ワンキー → ハラレ 移動(UM829)

- 10日(水) 工業開発公社訪問(調査内容・背景及びS/Wについての協議)
農業省訪問(商務省関係者も同席, 情報収集)
- 11日(木) Sable Chemical 社訪問(情報収集, 工場視察)
- 12日(金) 工業省訪問(S/W協議)
Zimbabwe Fertilizer 社及びWindmill 社訪問(情報収集・工場視察)
- 13日(土) }
14日(日) } 資料整理 & 団員打合せ
- 15日(月) 工業省訪問(S/W署名の為待機)
- 16日(火) ハラレ発(UM165) → ヨハネブルグ(BA056) →
- 17日(水) ロンドン着
- 18日(木) ロンドン発(BA007) →
- 19日(金) 東京着

1.5 主要面談者

Ministry of Industry & Technology (工業省: カウンターパート機関)

- Mr. S. Geza : Permanent Secretary
- Mr. V. Nyathi : Deputy Secretary
- Dr. C. Takundwa : Assistant Director of Technology
- Mr. B. Mauwa : Assistant Secretary
- Ms. F. Z. Chideya : "
- Mr. J. Ndebele : Senior Administrative Officer
- Mr. Y. Sikwila : "

Ministry of Financial, Economic Planning & Development

(大蔵省: 経済技術協力の窓口機関)

- Mr. C. Kanyuchi : Under Secretary
- Mr. W. Chirimuuta : Senior Administrative Officer

Ministry of Lands, Agriculture & Rural Resettlement (農業省)

- Mr. T. Gentleman : Deputy Secretary
- Mr. T. Takavarasha : Chief Agricultural Economist
- Mr. B. Sakala : Assistant Secretary

Ministry of Trade & Commerce (商務省)

Mr. J. Chambe : Under Secretary

Industrial Development Corporation

(工業開発公社 : カウンターパート機関であり工業省傘下のプロジェクト実施機関)

Mr. M. C. Goromonzi : Deputy General Manager

Mr. L. A. Munywarara : Research & Development Manager

Wankie Colliery Co.

Mr. D. Kanderibe : Chairman

Mr. O. K. Bwerinofa : General Manager

Mr. J. F. Smith : Processing Manager

Mr. E. Mccoy : Opencast Manager

Mr. Malcolm Christiane : Technical Superintendent

Sable Chemical Industries Limited

Mr. L. W. Rees : Managing Director

Zimbabwe Fertilizer Company Ltd.

Mr. I. R. Felps : General Manager

Mr. Wecollett : Consultant

Windmill (PVT) Ltd.

Mr. F. Eigeraam : Manufacturing Manager

在ジンバブエ日本大使館

池 部 健 : 特命全権大使

江 口 博 之 : 参 事 官

清 水 初 巳 : 一 等 書 記 官

青 木 愛 司 : 二 等 書 記 官

1.6 調査結果の概要

(1) 本プロジェクトのカウンターパート機関は工業省と工業開発公社（IDC）であり、S/Wの署名は工業省次官が行なうこととなり、具体的な調査内容等に関する協議はIDCが中心となり進められた。

(2) 調査対象の計画が肥料工場建設計画からアンモニア工場建設計画となった。

2年前のジンバブエ国政府からの要請では、石炭を原料としてアンモニア製造を行い、さらにこのアンモニアから窒素系肥料（硝安，硫安，尿素等）を合成するまでの工程が調査対象の計画となっていたが、今回の事前調査で明らかとなったのは、計画はアンモニア製造工場建設であるということ、そして調査では石炭からアンモニアの製造プロセスの検討において、アンモニアの他にコールタール，メタノール，尿素を生産する次の4つの代替案について比較検討を行ってほしいというものである。

(i) 製品がアンモニアのみの場合

(ii) “ アンモニアならびに尿素の場合

(iii) “ アンモニアならびにコールタールの場合

(iv) “ アンモニアならびにメタノールの場合

(3) この要請内容の変更には、次のような背景がある。

(a) 現在ジンバブエ国で唯一の窒素系化学肥料工場であり、生産コストの高い水の電解法によりアンモニアを製造している Sable Chemical 社（民間）を存続させる一方で、新アンモニア工場でより安いアンモニアを生産し、同社に供給することにより、同国における窒素肥料の安定供給を確保する。

(b) 内陸国で非産油国であるジンバブエ国にとって、石油化学工業の発展は期待できないため、国内に豊富な石炭資源を使って石炭化学工業を育成したいという工業省ならびに IDC の強い意向があり、本計画を単に一肥料プロジェクトに終わらせず、石炭からアンモニアと一緒に付加価値のある他の製品を生産する可能性を確かめたい。

(c) 現在、同国で生産されているコークス（上記代替案の(i)により併産される）の使い道が限られており、この調査においてコークスの有効利用についての検討も期待している。

(d) 肥料については、1987年12月UNDPの援助でジンバブエ国肥料産業に対する調査報告書が提出されており、工業省側は General な調査（経済概況，需給状況）については十分なデータがあるため、より Specific な調査（技術，プロセスの決定，コストの見積り等）を期待している。

(4) 事前調査団は以上のような背景を考慮し、ジ側要請内容の変更は肥料供給のためのアンモニア生産を第1目的とした上で同国の石炭化学工業育成の可能性を検討したい

という十分納得できる理由があり、その可能性について調査協力する必要性はあると判断したため、本邦に請訓した上で先方要請を受け入れた。これに基づき、S/Wの内容を修正し最終ドラフトについてカウンターパート機関である工業省と合意した。

しかしながら、署名当日(2月15日)になって工業省より外交窓口である外務省と、経済協力の窓口である大蔵省の承認手続きが済んでいないことを理由に署名延期の通告がなされ、翌16日の事前調査団任地出発日に口答にて両省より確認がとられたが、工業省次官が両省から文書確認がとれるまでは署名できない旨の態度に固執したため、遺憾ながら署名せずに帰国することとなった。

- (5) その後、1988年4月14日付外務公館にて、工業省次官が署名したS/Wが本邦に送付され、同月22日事業団工業調査課長がカウンター署名を行い、本調査のS/Wが締結された。

2. 交渉内容

2.1 S/Wに関する協議（1988年2月10日、12日）

調査団が提案したS/W日本側案に対し、工業省ならびにIDCはカウンタープロポーザルを提出してきた。その主な内容は、

- (1) 本件は肥料工場建設計画ではなく、アンモニア工場建設計画としたい。
- (2) 経済状況、需給状況に関するGeneralな調査は、数多く実施されているので、よりSpecificな調査、つまりアンモニア工場の製造プロセス・技術等の選択、コストの積算等を重点的に行ってほしい。
- (3) アンモニアの製造プロセスの検討において①アンモニアのみを製造する場合、②アンモニアと尿素を製造する場合、③アンモニアとコールタールを製造する場合、④アンモニアとメタノールを製造する場合の4つの代替案について比較・検討してほしい。

これに対し、調査団は日本側の考え方を以下のように説明した。

- (1) アンモニア製造工場の建設は、もともと肥料工場建設計画のスコープの中に含まれるものであり、要請の変更理由が納得いくものであれば、これを受け入れる。
- (2) 社会・経済調査、需給調査はプロジェクトの背景を説明し、またF/S調査・解析の基本データを与える調査であり、F/S報告書から削除する訳にはいかない。従ってジ側がこれらに関する最新の資料・データを有しているのであればこれをレビューし、利用できるものは利用し、不足の部分については補足調査を行って、これをとりまとめた上で、JICA報告書に盛り込む必要がある。
- (3) アンモニア以外のコールタール、メタノールといった製品を製造するという事は、調査スコープの拡大になるが、工業省ならびにIDCが同国に豊富な石炭からさらに付加価値の高い製品を作りたいという意向は理解できる。しかし、これら製品のニーズが本当にあるのかどうか現状を承知していないので、これら製品の現在の需給状況ならびに将来の方向について十分説明していただく必要がある。
- (4) 上記カウンタープロポーザルを調査団として受け入れるためには日本政府に請訓し、その回答を待つ必要がある。

調査団は、その後要請内容の変更を含むジ側カウンタープロポーザルを本邦に請訓した上で、再度、ジ側と協議を行い、以下のような内容につき、確認・合意した。

- (1) 計画の工場はアンモニア工場とする。
- (2) 社会・経済状況、需給状況については、日本側説明のとおり、既存データのレビュー

と補足調査を行いF/S報告書にもりこむ。

(3) アンモニア製造プロセスの検討において4つの代替案を比較検討する。

以上の協議結果をふまえ、S/W日本側案は次の通り修正され合意した。

(1) 調査プロジェクトのタイトル

(日本側案) THE FEASIBILITY STUDY ON THE ESTABLISHMENT
OF A NITROGENOUS FERTILIZER PLANT IN THE
REPUBLIC OF ZIMBABWE

(最終案) THE FEASIBILITY STUDY ON THE ESTABLISHMENT
OF AN AMMONIA PLANT IN THE REPUBLIC OF
ZIMBABWE

(2) ジ側S/W署名機関

(日本側案) INDUSTRIAL DEVELOPMENT CORPORATION

(最終案) MINISTRY OF INDUSTRY AND TECHNOLOGY

(3) 調査の目的(II. Objective of the Study)

(日本側案) The Objective of the Study is to investigate the technical
and economic feasibility of the establishment of a
nitrogenous fertilizer plant in Zimbabwe with utilization
of coal produced in Wankie.

(最終案) The Objective of the Study is to investigate and compare
the technical and economic feasibility in Zimbabwe of
processing coal to :-

1. Ammonia only
2. Ammonia and urea
3. Ammonia from coke gas, and coal tar
4. Ammonia and methanol

(4) 調査の範囲(III. Scope of the Study)

① 日本側案の調査項目において“fertilizer(s)”あるいは“nitrogenous
fertilizer”の表現となっているものを最終案ではすべて“ammonia and co-
products”にする。

② 日本側案調査項目2-2を最終案では削除する。

(日本側案) 2-2 To review present situation of and policy on
agriculture in Zimbabwe

- (1) Situation and position of agriculture
 - (2) Main agricultural products and production distribution
 - (3) Structure of agriculture
 - (4) Rettlement plan
 - (5) Situation and position of Zimbabwe
- ③ (日本側案) 2-5 To evaluate factors which determine consumption, types and kinds of nitrogenous fertilizers
- (最終案) 2-4 To evaluate factors which determine consumption of ammonia and co-products
- ④ 調査項目 4. Study on plant location and site におけるプラント建設候補地点を、日本側案 Wankie, Bulawayo, Que Que, Gwelo の4ヶ所から最終案では Hwange (Wanki), Kwekwe (Que Que) の2ヶ所とする。
- ⑤ (日本側案) 5. Preparation of basic plans and conceptual designs of a nitrogenous fertilizer plant
- (最終案) 5. Preparation of basic plans and osnceptual designs of plants
- ⑥ (日本側案) 5-6 To estimate construction cost of a plant and utility facilities
- (最終案) 5-6 To estimate construction cost of proposed plants
- (h) 調査スケジュール (Appendix : Tentative Schedule)
- 国内解析を2ヶ月間延長し、ドラフト報告書説明を日本側案の1988年12月から最終案では1989年2月に、又最終報告書の送付を1989年3月から同年5月にする。
- (v) 報告書 (V. Reports)
- 上記(h)のスケジュール変更に基づき、ドラフト報告書提出時期がステップ2の開始後6.5ヶ月から8ヶ月以内、最終報告書提出時期がドラフトに対するコメント入手後2.5ヶ月から3ヶ月以内とする。

2.2 S/Wの締結

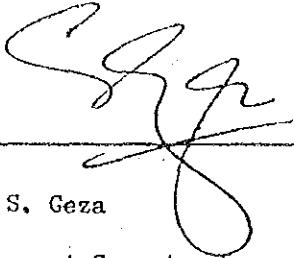
S/Wの最終案は以上のような協議を経て合意されたものの、署名当日(1988年2月15日)になって工業省より、本S/W案に対するジ側外交窓口である外務省と経済協力関係の窓口である大蔵省における承認手続きが済んでいないとの理由から、署名できないとの通告がなされた。これに対し、調査団は工業省に対し関係省との調整の不手際を抗議すると同時に、在ジ日本大使館を通じ外務・大蔵両省にS/W案に対する承認を早急に回答す

るよう督促した。その結果、翌16日事前調査団ジ国出発日に、外務・大蔵両省から口答にて工業省にS/W案を承認する旨の回答がなされたが、S/W署名者である工業省次官が両省から文書にて確認がとれるまでは署名できないとの態度に固執したため、残念ながらS/Wに署名せずに帰国せざるを得なかった。

同年4月工業省は関係省からの了解を取り付け、同省次官がS/W4部に署名、在ジ国日本大使館を通じてこれを事業団に送付してきた(昭和63年4月14日付 公信 第186号)。これを受けて事業団は事前調査団の団長であった石井和男工業調査課長が同月22日4部のS/Wに署名しS/W縮結となった。そして直ちに署名されたS/W4部のうちJICA保管の1部を除く3部を在ジ国日本大使館に送付、1部は大使館保管とし、2部を先方に手交した。

縮結されたS/Wは次頁参照。

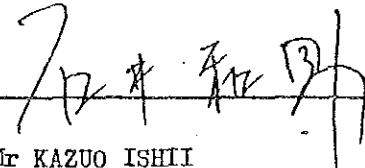
SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
ON
THE ESTABLISHMENT OF AN AMMONIA PLANT
IN
THE REPUBLIC OF ZIMBABWE
AGREED UPON BETWEEN
MINISTRY OF INDUSTRY AND TECHNOLOGY
AND
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Mr. S. Geza

Permanent Secretary
Ministry of Industry
and Technology

Harare , February 15th 1988



Mr KAZUO ISHII

Leader of the Preliminary
Survey Team,
The Japan International
Cooperation Agency

I. Introduction

In response to the request of the Government of the Republic of Zimbabwe (hereinafter referred to as "Zimbabwe"), the Government of Japan has decided to conduct a feasibility study on the establishment of an ammonia plant in the Republic of Zimbabwe (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the laws and regulations in force in Japan. The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study, in close cooperation with authorities concerned of the Government of Zimbabwe.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

II. The Objective of the Study

The objective of the study is to investigate and compare the technical and economic feasibility in Zimbabwe of processing coal to :-

1. Ammonia only
2. Ammonia and urea
3. Ammonia from cokegas, and coal tar.
4. Ammonia and methanol.

(The above products are to be referred hereinafter as ammonia and co-products).

III. Scope of the Study

In order to achieve the above objectives, the Study will cover the following items:

1. General survey on the background of the Project

- 1-1 To review present social and economic conditions in Zimbabwe -

- (1) Economic growth
- (2) Economic structure
- (3) Employment conditions
- (4) Standards of wage and salary
- (5) Import and export balance
- (6) Balance of payments
- (7) Movement of prices.

1-2. To review five year plan in force in Zimbabwe

1-3. To review relevant laws and regulations

2. Study on market of ammonia and co-products

2-1. To review worldwide supply and demand and price movement of ammonia and co-products

2-2. To review present situation of and policy on ammonia and co-products in Zimbabwe

- (1) Ammonia and co-products industry
- (2) Supply and demand of ammonia and co-products
- (3) Prices of ammonia and co-products
- (4) Distribution system and cost

2-3. To review previous studies and/or plans on the supply and demand of ammonia and co-products

2-4 To evaluate factors which determine consumption of ammonia and co-products

2-5 To forecast domestic demand of ammonia and co-products for coming ten years

3. Study on raw materials and utilities

3-1 Coal

- (1) Distribution of coal mines
- (2) Estimated amounts of coal in each mine
- (3) Annual production and price
- (4) Quality

- (5) Consumption pattern of coal and its trend
- (6) Future development plan

3-2 Electric power

- (1) Distribution of power plants and their processes and capacities
- (2) Supply and demand
- (3) Price
- (4) Distribution system in work

3-3 Industrial water

3-4 Others

4. Study on plant location and site

Hwange and Kwekwe will be studied as candidate plant locations

4-1 To review previous study reports and/or data of natural conditions at the candidate sites

- (1) Meteorology
- (2) Geology and topography

4-2 To investigate public policies and socio-economic conditions

- (1) Existing regional industries
- (2) Availability and sufficiency of labour, including managerial, professional, technical and skilled manpower for the construction and operation of the plant
- (3) Relevant public policies and regional development plan

4-3 To investigate infrastructure and utilities

- (1) Availability and sufficiency of infrastructure and utilities to set up a plant, transport the materials, operate the plant, and distribute the products

4-4 To select a plant location and site taking into consideration the following matters

- (1) Availability of raw materials and utilities
- (2) Proximity of principal markets
- (3) Existence of basic infrastructure facilities
- (4) Other conditions as studied in the above item 4-1,2 and 3

5. Preparation of basic plans and conceptual designs of plants

- 5-1 To determine the optimum production scheme and scale based on demand of ammonia and co-products, availability of raw materials and utilities, and technology and equipment
- 5-2 To provide conditions for design of the plants
- 5-3 To provide conceptual design with process flow-sheet and plot plan
- 5-4 To provide material balance and utility balance
- 5-5 To propose procurement and transportation plan of equipment and materials for plant construction
- 5-6 To estimate construction cost of proposed plants.
- 5-7 To prepare implementation programme of plant construction
- 5-8 To prepare operation programme on a commercial basis
- 5-9 To propose operation and management organization and manpower

6. Financial analysis and economic evaluation

- 6-1 To provide premises of calculation such as capital requirements, procurement of capital, production programme, sales amount, material costs, wages of employees, and depreciation method
- 6-2 To provide cash flow and financial internal rates of return
- 6-3 To provide profit/loss statement and balance sheet
- 6-4 To provide sensitivity analysis in accordance with changes in the parameters of the premises

- 6-5 To provide economic effects to the national economy, including direct and indirect effects on other sectors of the economy such as mining, energy, transport, agriculture, and finance as well as social and environmental effects.

7. Conclusion and recommendations

IV. Steps and Schedule of the Study

1. Steps

- Step 1 : Preparatory work in Japan
Step 2 : Field work in Zimbabwe
Step 3 : Home office work in Japan
Step 4 : Presentation of and discussion on the Draft Final Report

2. Schedule

Schedule of the Study is shown in Annex

V. Reports

JICA shall prepare and submit the following reports written in English to the Government of Zimbabwe within the time periods indicated below:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Inception Report at the beginning of the Step 2 | 10 copies |
| 2. Progress Report at the end of the Step 2: | 10 copies |
| 3. Draft Final Report and its summary within 8 (eight) months after the commencement of the Step 2 | 15 copies |
| 4. Final Report and its summary within 3 (three) months after the receipt of comments on the Draft Final Report from the Government of Zimbabwe | 30 copies |

VI. Undertaking of the Government of Zimbabwe

1. To facilitate the smooth implementation of the Study, the Government of Zimbabwe shall take necessary measures:
- 1-1 To secure the safety of the Japanese study team (hereinafter referred to as "the Team")
- 1-2 To permit the members of the 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

- 1-3 To exempt the members of the Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into Zimbabwe for the implementation of the Study
- 1-4 To exempt the members of the 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 Team for their services in connection with the implementation of the Study
- 1-5 To provide the necessary facilities to the Team for the remittance as well as utilization of the funds introduced in Zimbabwe from Japan in connection with the implementation of the Study
- 1-6 To provide medical services as needed and its expenses will be chargeable on the members of the Team
- 1-7 To secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study
- 1-8 To secure permission to take all data and documents (including photographs) related to the Study out of Zimbabwe to Japan by the Team
2. The Government of Zimbabwe shall bear claims, if any arises against the members of the 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 Japanese members of the Team
3. Ministry of Industry and Technology (hereinafter referred to as "MIT") shall act as counterpart agency to the Team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.
4. MIT shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other relevant organization;
 - 4-1 Available data and information related to the Study
 - 4-2 Counterpart personnel

4-3 Suitable office space with necessary equipment

4-4 Identification cards

VII. Undertaking of JICA

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

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



VIII. Consultation

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

Annex

Tentative Schedule of the Study

Year and Month	1988					1989							
	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	March	April	May
Item													
Preparatory Office Work (Step 1)													
Field Work (Step 2)													
Home Office Work (Step 3)													
Presentation of Draft Final Report (Step 4)													
Submission of Final Report													△

In Japan  In the Republic of Zimbabwe 

3. プロジェクトの内容と背景

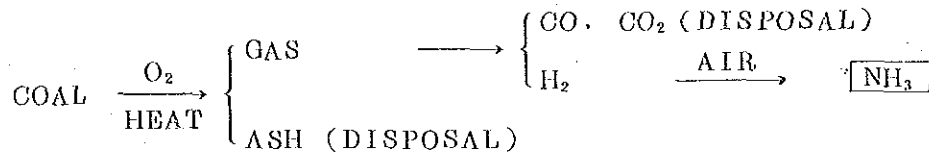
3.1 本格調査の内容と留意事項

<調査の目的>

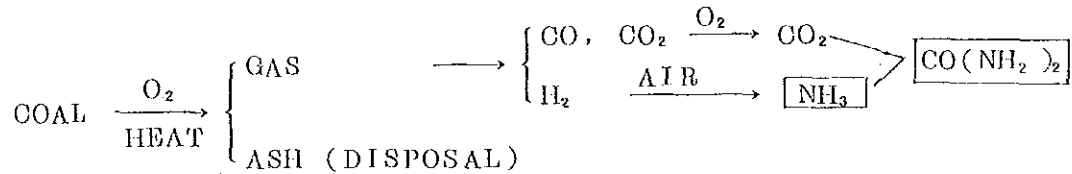
本調査の目的は、ジンバブエ国における石炭を生産し、さらに可能であれば他の付加価値のある化学製品を併産するようなアンモニア製造工場を建設しようという計画に関して、技術的、経済的フィージビリティを調査することであり、その製造プロセスを検討するにあたって次の4つのケースについて比較・検討する。

製品が、

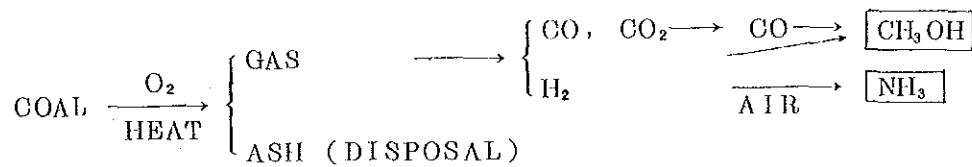
① アンモニアのみの場合



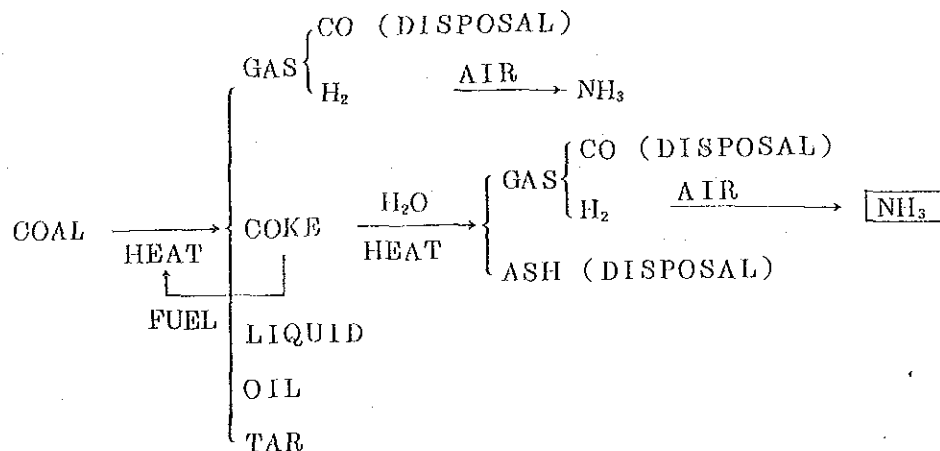
② アンモニアと尿素の場合



③ アンモニアとメタノールの場合



④ アンモニアとコールタールの場合



NH_3 ……アンモニア

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ……尿素

CH_3OH ……メタノール

以下、アンモニア、尿素、メタノール、コールタールを“石炭化学製品”という。

<調査の範囲>

上記目的を達成するために、以下のような内容の調査を行う。

1. プロジェクトの背景に関する全般的調査

1-1 ジンバブエ国の社会・経済状況のレビュー

経済成長、経済構造、雇用、賃金水準、貿易、物価等を含む社会・経済の状況について、既存のデータを収集、整理、分析する。

1-2 ジンバブエ国の開発5ヶ年計画のレビュー

第1次5ヶ年計画(1986～1990)における開発目標、戦略、具体的な計画等について整理し分析する。

1-3 関連法規のレビュー

本プロジェクトの実施に係わる工業、農業あるいは投資といった分野の法律、規則等を整理しとりまとめる。

2. “石炭化学製品”市場に関する調査

2-1 “石炭化学製品”の世界における需給状況、価格動向のレビュー

2-2 ジンバブエ国における“石炭化学製品”の現状ならびに産業政策のレビュー

石炭化学工業の現状、“石炭化学製品”の需給状況と価格動向、ならびに流通システム・コスト等に係るデータを収集、整理、分析する。

2-3 ジ国における“石炭化学製品”の需給に関し、過去に行なわれた調査あるいは計画のレビュー

2-4 ジ国における“石炭化学製品”の消費量を決定したと判断される要因の分析と評価

2-5 ジ国における今後10年間の“石炭化学製品”の需要予測

3. 原材料とユーティリティーに関する調査

3-1 石炭に関する調査

炭鉱の分布、埋蔵量、生産量、価格、品質ならびに石炭の消費動向と今後の開発計画等について既存のデータを収集、整理し本プロジェクトへの供給可能性を明らかにする。

3-2 電力に関する調査

発電所の分布，発電形態，設備容量ならびに電力需給状況，価格動向，送配電システム等について現状を調査し，本プロジェクトへの供給可能性を明らかにする。

3-3 工業用水に関する調査

本プロジェクトの実施に必要な工業用水の供給可能性を明らかにする。

3-4 その他

上記以外に本プロジェクトに必要な原材料あるいは，ユーティリティーがあれば，その供給可能性を明らかにする。

4. 工場立地に関する調査

現段階で石炭原料の供給地と考えられるHwangeと，現在化学肥料を生産しており本プロジェクトが実施された場合にアンモニアの供給先となるSable Chemical社があるKwekweの2ヶ所が，アンモニア工場建設候補地として以下のような観点から調査される。

4-1 候補地における自然条件に関する調査

特に気象条件，地質・地形条件等を中心に過去の調査報告書あるいは既存のデータをレビューする。

4-2 候補地における社会・経済状況ならびに公共政策の調査

現在の地域産業の現状，工場建設あるいは運転・管理に必要な労働力の入手可能性，ならびに地域開発計画関連の地域政策等を調査する。

4-3 インフラストラクチュア，ユーティリティーに関する調査

工場建設，原材料・製品の輸送，工場の運転操業に必要なインフラストラクチュアならびにユーティリティーの入手可能性を調査する。

4-4 アンモニア工場建設地の選定

選定は，次のような点を考慮してなされる。

- (1) 原材料とユーティリティーの入手可能性
- (2) “石炭化学製品”の主要市場への接近性
- (3) 必要なインフラストラクチュアの存在
- (4) その他，上記4-1，2，3によって調査された条件

5. アンモニア工場に関する基本計画・概念設計の作成

5-1 生産設備の最適プロセス・規模の決定

“石炭化学製品”の需要，原材料・ユーティリティーの入手可能性，適用技術の能力等をふまえ検討する。

5-2 生産設備計画・設計の前提条件の設定

生産設備の計画・設計の前提となる原料条件，生産計画，操業条件等を決定，提示する。

5-3 概念設計の作成

プロセスフローシート，プロットプランを含む各種生産設備の概念設計図（仕様書）を作成する。

5-4 マテリアルバランス，ユーティリティーバランスの作成

5-5 工場建設に必要な資機材の調達・輸送計画の作成

5-6 工場の建設工事費の見積り

建設工事費見積りの条件を明確にして行う。

5-7 建設スケジュールの作成

5-8 運転計画の作成

5-9 工場組織・要員の計画・提案

6. 財務分析と経済評価

6-1 財務分析のための前提条件の設定

総投資額，資金調達，生産計画，販売計画，原材料費，賃金，原価償却等に関する財務分析にあたっての前提条件を提示する。

6-2 キャッシュ・フロー，財務的内部収益率（FIRR）の提示

6-3 貸借対照表，損益計算書の提示

6-4 感度分析

各種前提条件のパラメーターを変化することによる感度分析を行う。

6-5 国家経済に与える経済効果の評価

鉱業，エネルギー，運輸，農業，財政等の分野に与える直接・間接的経済効果ならびに社会・環境に与える影響を評価する。

3.2 本格調査に当たっての留意点

(i) 検討のポイント

今回のD/Sは石炭を利用したアンモニア或はメタノールの製造に関するものであるが、翻って世界の現状を見れば云うまでもなくこれらの産業は殆ど石炭から石油或はガスに原料転換され、更にその経済的生産規模も1000～1500トン/日となっている。従って純粹に本件をプラントの経済性という面からのみ取上げると必ずしも十分な条件（原料，プラント規模等）は整っていない。

然し、ジンバブエの

- ◎ 急速な人口増加
- ◎ 国産ガス、石油源の欠如
- ◎ 港湾設備の欠如
- ◎ 厳しい外貨事情

などの諸点を勘案すると現在でも世界的に非常に割高な肥料を輸入せざるを得ない実情から、国産で比較的安価に得られる良質の石炭を活用してアンモニアを製造するのは十分に検討に値する問題である。

従って本 F/S に当っては上記の諸点を踏まえた総合的な面からの検討が不可欠である。

(2) アンモニアの需要調査

当プロジェクトの T/R としては当初肥料プラント建設となっていたが今回の調査でアンモニアプラントに修正され、肥料プラントは S/W から削除された。然しアンモニアプラントのフィージビリティは当然の事ながらアンモニアの販売にかかって来るし、ジンバブエでのアンモニアの需要先は現在肥料以外には無いので本格調査に当って肥料の動向を無視する事はできない。同国のア系肥料としては現在 Sable Chemical が製造している硝安が殆どでその他に輸入された尿素が一部使用されているのみである。然し現在の世界のア系肥料の大勢はその取扱い易さからも尿素で占められている他、燐安、硝酸アンモニウムカルシウムなどの肥料もある。従って本格調査に当っては Sable Chemical の硝安、硝安設備の有効利用、鉍山用爆薬としての硝安の確保を考慮した上、世界の肥料動向、ジンバブエの農作物、農業構造とそれに適した肥料の需要構造を勘案したアンモニアの需要想定を検討が必要であろう。

更にアンモニアの需要には他の SADCC 諸国への肥料の輸出も考えられる。

これら諸国の窒素肥料の需要に関しては以下のように推定されている。

SADCC 諸国の 1980 / 1981 ~ 2010 / 11 の窒素肥料需要予測

(N 換算, × 1,000 トン)

	1980 / 81	1990 / 91	2000 / 11	2011 / 11
Zimbabwe	94	115	155	220
Malawi	17	21	27	35
Mozambique	27	34	45	65
Tanzania	20	26	35	50
Zambia	48	62	85	110
Others	6	10	15	30
Total	212	268	544	510

然しこれら諸国への輸出の可能性に就いては Zambia や Tanzania の自国内の生産による自給力、及び諸国の外貨事情やインフラの整備状況等が直接にきいてくるので単なる需要のみからは判断出来ない。

(3) タール及びコークの需要調査

今回の S/W にアンモニアと共にタールを併産するプロセスの検討が入っているがジンバブエはタールの需要が多いので本ケースが対象となったものである。現在のジンバブエのタールメーカーは後述のコークメーカーである ZISCO と Wankie Colliery の 2 社である。然しタールを生産しようとするれば必ずコークが併産（と云うよりはコークの生産にタールが副成すると云ったほうが正しい）される事となり、石炭乾溜の際のコークとタールの比率は乾溜の操作条件、石炭の組成によって大きく変わるものの一般的には 1 トンのタールに対して 10～25 トンのコークが併産されるので、5 万トンのタールに対しては 50～125 万トンのコークが併産されて、そのままでは重工業の未発達の為コークの需要の少ないジンバブエでは早速これの処分に窮する事になる。現在ジンバブエ側の案では一応タールとして 50,000 t/y の案があるが、これは特に根拠はなく、従って本ケースはアンモニア・タールプロセス内に於ける熱源、或は水性ガス反応を利用した水素源としての自消を含めたコークの処理、需給バランスの検討が中心となろう。

(4) メタノールの需要調査

検討対象のメタノール併産ケースは確かに石炭成分の有効利用と言う面では良い案であるがジンバブエにはまだメタノールを原料とするような化学産業は殆ど無いので彼らは自動車燃料としての使用を考えている。実際ジンバブエでは現在糖黍の醸酵によるエタノールが国内で生産され、ガソリンと混合されて一部の自動車の燃料として使用され、更に増設も考えられていると聞く。従って本ケースは或る程度実現性のある案であるが、尚メタノールをエタノールに代替した場合の技術的、経済的問題と、需要予測の検討が中心となろう。

(5) プラント立地の検討

ジンバブエ側はプラントの立地として、アンモニア、尿素、メタノール、タールなどを Hwange で作り、それらを鉄道で Harare や Kwe Kwe に運んで硝安、複合肥料などとする事を 1 案として考えているが、これらの地区には既にこれら産業の基盤があるのでプラントの建設、運転の技術、要員、物資の入手などの面で、また鉄道、道路、用役などインフラ面も良く整備されているので実現性の高い案と思われる。一般的に見てジンバブエはアフリカの周辺諸国と比較すれば治安、管理能力、技術力など格段の差がある進んだ国で、例えば Sable Chemical なども構内は倉庫もコントロールルームもワークショップも塵ひとつとどめぬように整然と整理・整頓され、プラントの老齢さにも係

ならずいまだに設計値以上の能力で連続操業を続けているのは良くこの間の背景を物語っており、正にヨーロッパ並の水準と云えよう。

(6) その他の諸データ

(i) 物資の保管，輸送コスト

上記のデータはF/Sには不可欠のものであるがこの国では石炭，肥料などの輸送費，保管費など上記のコストは一般的に直接需要家の負担となるようであるが，今回の調査では需要家の調査は行なわなかったのではっきりした情報が得られなかった。本格調査に当っては建設資材の輸送費も含めて本件は直接肥料，石炭の需要家或は国有鉄道などに問合せるのが必要であろう。

(ii) 肥料などに対する補助金などの制度

この点に関しても今回の調査でははっきりした情報は得られず感觸的にはこのような制度は無いようであったが，私企業とはいえ Sable Chemical 始め他の企業も種々の面で政府の強い干渉を受けているようであり，詳しい再調査が必要であろう。

(iii) 施肥効率などのデータ

ZFC, Windmill に問合せた結果ではジンバブエではQUESTIONNAIRE の 2.12, 2.13 で要求したような此のような基礎的な調査研究はまだ為されていないようである。但し肥料の成分規格，分析法規格等は制定されているようである。

3.3 ジンバブエ国経済開発の現状

(i) 経済事情

(a) ジンバブエは1980年の独立以来，ムガベ首相の指導のもと，農業発展を経済政策の大きな柱にする等堅実な国づくりの道歩んでいる。

元来，同国は金，クロム，石綿，銅，ニッケル，石炭等の豊富な鉱物資源に恵まれているうえ，食糧も自給可能であり，また必要な消費資材のほとんどを生産しうる技術水準を有する等アフリカ諸国の中では比較的優れた経済基盤を持っており，今後の自律的な成長の可能性を秘めた国といえる。

(i) 経済の構造及び動向

1985年のGDP(Gross Domestic Production)の産業別構成をみると，製造業が約28%，農業が約15%と大きなウェイトを占め，これらに流通・ホテル，行政，教育，鉱業，運輸・通信がつづいている。ここ数年，干ばつと世界経済の不況の影響でGDPの伸びは1982年が0%，83年が△3.4%と低迷していたが，84年には干ばつに強い綿，タバコの生産増に伴い農業部門の生産が大幅に増大したことから，製造部門の落ち込みをカバーし若干の回復に転じ85年に引き継がれている。

表3-1 CROSS DOMESTIC PRODUCT AT FACTOR COST BY INDUSTRY OF ORIGIN, Z\$ MILLION, 1975 - 1985

Item	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
	(at current prices)										
Agriculture and forestry	323	350	334	292	325	458	649	662	592	673	966
Mining and quarrying	131	152	149	156	226	285	250	217	284	330	380
Manufacturing	447	480	460	514	623	802	1,016	1,121	1,385	1,565	1,797
Electricity and water	50	57	56	62	71	70	78	73	134	161	187
Construction	94	88	84	68	92	87	133	185	194	203	239
Finance and insurance	86	92	102	105	123	159	185	228	274	309	
Real estate	44	47	47	45	44	43	55	55	59	64	
Distribution, hotels and restaurants	258	262	242	356	425	451	603	718	737	791	840
Transport and communications	145	159	166	178	188	211	306	362	364	403	417
Public administration	130	163	204	238	269	290	307	357	375	396	
Education	65	73	76	86	98	169	215	309	348	423	
Health	38	43	49	54	60	71	82	106	109	132	
Domestic services	45	49	52	52	53	65	72	85	88	87	
Other services, n.e.s	98	105	113	120	136	173	219	277	316	348	
Less imputed banking service charges	-52	-56	-65	-69	-82	-108	-121	-146	-173	-199	
Gross domestic product(factor cost)	1,902	2,064	2,069	2,257	2,651	3,226	4,049	4,609	5,081	5,686	6,429
	(at constant (1980) prices)										
Agriculture and forestry	460	512	403	444	444	458	496	501	469	477	593
Mining and quarrying	299	326	309	292	292	285	271	284	283	291	298
Manufacturing	729	687	653	629	697	802	881	877	852	809	847
Electricity and water	94	85	58	70	64	70	70	63	68	70	74
Construction	156	123	109	91	89	87	99	97	89	85	91
Finance and insurance	190	192	192	171	147	159	206	239	211	200	
Real estate	81	72	66	54	48	43	51	42	42	42	
Distribution, hotels and restaurants	378	353	337	329	339	451	528	451	392	370	389
Transport and communications	196	189	165	167	174	211	242	239	223	230	223
Public administration	198	219	245	277	277	290	337	332	336	363	
Education	134	134	137	127	127	169	236	284	310	334	
Health	63	63	68	68	68	71	88	89	92	92	
Domestic services	74	74	72	69	65	65	63	61	60	59	
Other services	168	165	163	163	165	173	186	204	215	217	
Less imputed banking service charges	-90	-90	-95	-95	-98	-108	-109	-116	-120	-124	
Gross domestic product(factor cost)	3,130	3,104	2,882	2,856	2,898	3,226	3,645	3,647	3,522	3,515	3,693

出典: Statistical Yearbook (Zimbabwe), 1987

(注1) 1983,84年の数字は暫定。

(注2) 1985年の数字のみ, First Five-Year National Development Plan 1986-1990. Volume 1, April, 1986から引用。

特に農業の1980～1985年の平均成長率は5.3%で今後もこの成長率が続くものと期待している。

(ウ) 貿易の構造及び動向

1985年の輸出の商品別構成をみると、メイズ、砂糖等の食糧及びタバコ、綿の農産品が40～44.5%を占めており、これに石綿、金、合金鉄、銅、ニッケルを加えると総輸出額の約78%を占める。なかでもタバコは生産量の大半が輸出されており、ジンバブエ最大の輸出商品となっている。

一方、輸入は石油製品、化学製品、機械・輸送機材が主なもので、総輸入額の67%を占めている。

表3-2 商品別貿易量(輸出)

(単位: 100万Zドル, %)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	同左構成比
メイズ	17	7	35	40	41	—	33	1.9
砂糖	21	47	55	52	52	56	68	3.9
その他	72	49	41	38	58	111	153	8.8
食糧計	110	103	131	130	151	167	254	14.6
タバコ	86	123	224	195	233	288	366	21.0
綿	47	58	61	53	75	117	152	8.7
農業原料	10	7	6	6	3	5	4	0.2
石綿	71	80	76	61	69	74	83	4.8
金	67	115	76	141	104	160	199	11.4
合金鉄	46	88	80	77	116	155	185	10.6
銅	31	25	18	22	34	31	36	2.1
ニッケル	38	53	47	45	68	63	81	4.6
その他	206	251	245	218	277	371	385	22.1
合計	712	903	964	948	1,130	1,431	1,745	100.0
対前年比	117.7	126.8	106.8	98.3	119.2	126.6	121.9	—

(出典) Statistical Yearbook (Zimbabwe), 1987

(注) 農業原料には動植物油を含む。

表 3 - 3 商品別貿易量(輸入)

(単位:100万Zドル,%)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	同左構成比
食 糧	10	28	15	11	22	84	52	3.6
石油製品	147	174	189	155	200	230	309	21.6
化学製品	76	109	142	125	151	178	234	16.2
機械及び 輸送機材	127	209	307	440	365	374	418	28.9
そ の 他	189	289	364	352	324	335	434	30.0
合 計	549	809	1,018	1,082	1,062	1,201	1,447	100.0
対前年比	135.9	147.4	125.8	106.3	98.2	113.1	120.5	-

(出典) Statistical Yearbook (Zimbabwe), 1987

貿易収支は1981, 82年に輸出が伸びなやむ中で, 機械・輸送機材等の輸入が急増したため, それぞれ46百万Zドル, 113百万Zドルの赤字となったほかは一貫して黒字を示している。特に, 1984年からは食糧輸入が増加した反面, タバコ, 綿, 合金鉄の輸出が好調であったことから, 総輸出額は対前年比22%の増加となり, 約349百万Zドルの黒字となっている。

表 3 - 4 SUMMARY OF EXTERNAL TRADE, 1970 - 1984

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Domestic exports	245.1	266.3	322.2	377.8	482.1	477.7	518.2	500.8	558.7	645.4	787.5	888.1	807.2	1025.7	1271.1	1545.4
Gold sales	7.6	17.5	20.7	5.0	42.5	45.3	34.6	45.7	46.1	66.6	115.2	76.3	140.5	104.3	159.6	199.1
Re-exports	6.1	6.5	6.2	6.3	6.5	8.2	4.6	4.4	4.6	3.7	6.5	7.3	20.7	20.2	22.3	51.0
Total exports	258.8	290.3	349.1	389.1	531.1	531.2	557.4	550.9	609.4	715.7	909.2	971.7	968.4	1150.2	1453.0	1795.5
Total imports	235.0	282.5	274.7	308.6	438.3	461.9	382.7	388.1	403.7	549.3	809.4	1017.7	1081.8	1061.6	1200.7	1446.5
Visible balance	23.8	7.8	74.4	80.5	92.8	69.3	174.7	162.8	205.7	166.4	99.8	-46.0	-113.4	88.6	252.3	349.0
Domestic exports - (NCI) ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.7	36.9	53.9	50.9	50.1	50.3	26.4
Imports (NCI) ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	5.7	30.2	22.3	25.2	21.3	36.4
Visible balance exciding NCI transactions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	145.1	68.6	-69.7	-142.0	223.3	221.9	359.0

1) No Currency Involved (NCI) Transactions are mainly migrants' effects. Migrants' effects imported prior to 1980 and exported prior to 1979 are excluded.

(出典) Statistical Yearbook (Zimbabwe), 1987

また主な貿易相手国は南アフリカ、イギリス、米国、西ドイツ、日本、イタリア、フランス等で、1985年の日本との貿易は、ジンバブエからの輸出が71百万Zドル（国別シェアは第6位の4.6%）、輸入が56百万Zドル（国別シェアは第5位の5.2%）でジンバブエの出超となっている。

表3-5 国別貿易量（輸出）

（単位：100万Zドル、%）

	1981	1982	1983	1984	1985	同左構成比
南アフリカ	192	138	192	232	167	10.8
イギリス	61	77	119	163	200	12.9
西ドイツ	73	65	79	109	153	9.9
米国	70	64	69	79	126	8.2
日本	25	26	65	66	71	4.6
イタリア	44	36	53	64	91	5.9
ボツワナ	29	26	41	62	59	3.8
その他	394	375	408	496	678	43.9
合計	888	807	1,026	1,271	1,545	100.0

（出典）Statistical Yearbook (Zimbabwe), 1987

（注）本表では、金の輸出は除く。

表3-6 国別貿易量（輸入）

（単位：100万Zドル、%）

	1981	1982	1983	1984	1985	同左構成比
南アフリカ	280	239	260	232	273	19.3
イギリス	102	162	122	143	151	11.9
米国	74	104	100	112	147	9.3
西ドイツ	74	89	78	82	100	6.8
日本	62	56	50	63	56	5.2
フランス	37	54	50	51	48	4.2
ボツワナ	17	34	45	38	39	3.2
その他	372	344	357	480	633	40.0
合計	1,018	1,082	1,062	1,201	1,447	100.0

（出典）Statistical Yearbook (Zimbabwe), 1987

(d) 国際収支状況

ジンバブエは、内陸国のため運賃等のサービス収支が赤字であるうえ白人の国外流出に伴う外貨持ち出しもあり、貿易外収支は常に大きな赤字要因となっている。このため、独立後の1982年は貿易収支の赤字と相いまって経常赤字は530百万Ｚドルにも達した。

しかし、1983年以降は貿易収支の黒字化とともに経常収支も改善に向かい、1984年経常赤字は110百万Ｚドルまで減少した。この傾向をうけて援助資金等の資本収支も加えた総合収支は1983年以降黒字を記録している。

表3-7 BALANCE OF PAYMENTS¹, SUMMARY DATA, Z\$ MILLION, 1980-1985

	1980	1981	1982	1983 ⁴	1984 ⁴	1985 ⁵
Merchandise receipts	+ 68.4	- 57.5	-116.1	+ 87.3	+246.6	+300.1
Service receipts (net)	-150.5	-262.6	-192.2	-261.4	-243.7	-330.8
Income receipts (net)	- 34.2	- 96.5	-162.2	-221.4	-156.6	-174.4
Unrequited transfers (net)	- 40.4	- 23.0	- 62.4	- 58.7	+ 51.8	+ 58.9
Balance on current account	-156.7	-439.6	-532.9	-453.8	-111.5	-146.1
Long term capital: Official	- 67.6	+ 68.1	+237.6	+294.5	+235.0	+174.6
Private	+ 1.0	- 6.1	+ 44.3	+ 17.2	+ 20.9	- 15.7
Short term capital ³	+ 22.8	+ 71.6	+ 60.7	- 25.8	+ 18.5	+ 85.1
Balance on capital account	- 43.8	+133.6	+342.6	+285.9	+232.6	+244.0
Balance on capital and current account	- 80.2	-220.1	-124.3	+164.3	+164.6	+203.5

Note (1) All figures are net. The table doesn't show gold monetization/demonetization, valuation factors, use of I.M.F. resources, extraordinary financing and net errors and omissions.

(2) Includes timing adjustments, internal freight, gold sales and gold scrap agreements.

(3) Capital movements not related to reserves, where period is less than one year.

(4) Adjusted.

(5) Provisional.

(出典) Statistical Yearbook (Zimbabwe), 1987

なお、対外債務については、世銀統計とジンバブエ政府の統計が必ずしも一致していないが、ジンバブエ政府のデータでも年々対外債務残高は急増しており、1985年3月末現在では17億Ｚドルに上っている。

表 3 - 8 対外債務残高

(単位：百万Zドル，%)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985.3
債務残高	223.8	353.3	414.8	514.3	841.4	986.6	1437.7	1700.0
対前年比	252.9	157.9	117.4	124.0	163.6	117.3	145.7	170.9

(出典) Quarterly Economic and Statistical Review Vol.6, No.2, 1985, Table 5.2

(注) 1985年3月の対前年比欄は対前年同月比のもの。

(a) 1986 ~ 1991年第一次5カ年計画の概要

1986 ~ 91年の第一次5カ年計画では

- (a) 経済の拡大と同時に転換と統制
- (b) 土地の改良と効率的利用
- (c) 全人口特に農業人口の生活水準の向上
- (d) 雇用機会の拡大と人材開発
- (e) 化学，技術の発展
- (f) 環境と開発の調和の維持

を大きな6つの目標をかかげ，このために5カ年で7,126百万Z\$の投資が必要であるとされている。

そしてこの内4,513百万Z\$が公共投資，2,600百万Z\$が私的投資に期待され5年間の目標成長率として農業5.0%，鉱業6.5%，製造業6.5%，平均6.1%全生産部門平均5.7%，全経済平均成長率5.1%を目指している。そして，この年平均5.1%の成長を遂げる為には，農業，鉱業，製造部門に総投資の47%が投入されることが必要であると，これら部門への公共投資の内

農業	880百万Z\$	19.5%
鉱業	257	5.7
製造業	415	9.2
合計	1,552	34.4

を見込んでいる。

3.4 ジンバブエ国の肥料産業の現状

(i) 肥料の需給状況

1980 ~ 85年の全肥料販売実績，単味肥料販売実績，複合肥料販売実績，複合肥料の成分組成をそれぞれ表3-9，3-10，3-11及び3-12に示す。

表3-9 ジンバブエの全肥料販売実績(トン)

肥料年度(1/3~28/2)	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
単 味 肥 料	205,848	225,423	215,100	196,376	175,340
複 合 肥 料	270,564	280,593	247,900	266,225	226,989
合 計	476,412	506,016	462,973	462,601	402,329

出典: World Bank Report No.6349 - ZIM: An industrial sector memorandum(1987)

表3-10 単味肥料販売実績(トン)

肥料年度(1/3~28/2)	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
硫 安	229	432	306	371	315
硝 安	129,004	119,667	168,476	145,415	147,951
硝 石	1,031	1,279	1,052	1,489	1,642
尿 素	43,395	78,588	22,690	22,850	7,118
過 燐 酸 石 灰	20,395	13,517	10,313	12,594	7,404
重 過 燐 酸 石 灰	5,999	5,995	5,852	6,191	5,532
塩 化 カ リ	5,228	5,463	5,858	6,746	4,460
硫 酸 カ リ	514	482	526	720	918
合 計	205,848	225,423	215,100	196,376	175,340

出典: World Bank Report No.6349 - ZIM: An industrial sector memorandum(1987)

表3-11 複合肥料販売実績(トン)

肥料年度(1/3~28/2)	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
A	4,655	5,211	3,899	3,170	3,003
B	4,142	3,211	3,593	5,267	4,035
C	18,066	25,070	26,529	36,729	28,558
V	8,769	8,595	7,936	8,088	6,430
D	85,559	109,425	100,082	102,835	95,049
J	6,395	5,731	5,068	7,535	5,593
L	39,731	28,421	26,081	38,209	33,898
M	17,831	31,789	28,540	20,792	16,305
P	31,835	10,972	7,334	3,718	5,363
S	25,000	22,876	14,916	18,003	11,076
T	1,174	800	1,676	4,138	1,628
X	6,865	4,378	3,227	1,931	2,405
Z	20,542	23,467	16,992	15,810	13,646
合 計	270,564	280,593	247,900	266,225	226,989

出典: World Bank Report No.6349 - ZIM: An industrial sector memorandum(1987)

表3-12 複合肥料成分表

肥料名	窒素分	拘溶性磷	カリ	硫黄	微小成分	用途
A	2	17	15 (sul)	10.0	0.1% boron	tobacco
B	4	17	15 (sul)	9.0	0.1% boron	tobacco
C	6	17	15 (11 sul) 4 (chlor)	7.5 6.5	0.1% boron	tobacco
D	8	14	7 (chlor)	6.5	-	meize/general
J	15	5	20 (chlor)	3.4	0.1% boron	fruit trees
L	5	18	10 (chlor)	8.0	0.25% boron	cotton
M	10	10	10 (chlor)	6.5	-	meize/general
P	10	18	0	6.5	-	sunflower
S	7	21	7 (sul)	9.0	0.04% boron	meize/general
r*	25	5	5 (sul)	5.0	-	tea
V	4	17	15 (11 sul) 4 (chlor)	8.0	0.1% boron	tobacco
X	20	10	5 (chlor)	3.0	-	gardening
Z	8	14	7 (chlor)	6.5	0.8% zinc	meize/general

* Manufactured only against firm order.

Sul, Chlor: manufactured with potassium sulphate and chloride respectively

出典: World Bank Report No.6349: An industrial sector memorandum (1987)

表3-9, 10, 11より明らかのようにジンバブエ国では年間単味肥料, 複合肥料それぞれ約20万トンづつ合計約40万トンの肥料が年間使用されている。後述するようにジンバブエのア系肥料の生産能力は需要を下回っているので肥料業者は不足分を輸入品で補って販売している。同国政府の農業重視政策, これまでの比較的安定した外貨事情からみて上記の販売量はほぼ現在の同国の顕在需要を満たしているものと思われる。然しジンバブエの単位面積当りの平均施肥量は, 1ヘクタール当り窒素が30.3kg, 磷酸が16.3kg, カリが11.0kgとアフリカ諸国のなかでは比較的高い数値となっているが, 特に窒素肥料についてはアジア平均や世界平均と比較してもそれらの5~7割に留まっており,

急激な人口増加も考えると今後まだ相当な潜在需要が予測される。

(2) ジンバブエ国の肥料生産・販売構造

ジンバブエ国の肥料の生産および販売の構造を図3-1に示す。

本図に見られるようにジンバブエには4つの肥料会社がある。それらの内 Sable Chemical 社はアンモニアおよび硝酸、硝安, Zimbabwe Phosphate (ZIMPHOS) 社は過燐酸石灰および重過燐酸石灰の生産を行ない, 他の2社: Zimbabwe Fertilizer (ZFO) 社と Windmill 社は前2社からこれらを購入して配合, 造粒, 袋詰めなどを行なって単肥, あるいは複合肥料として販売している。そしてこれらの肥料はすべてジンバブエ国内で消費されている。各社はバランス上不足するアンモニア, 尿素, カリなどを国外より輸入して原料として使用している。なおこれらの会社はいずれも私企業である。

(3) 肥料生産状況

(i) ア系肥料生産会社

ア系肥料生産会社の Sable chemical は 1967 年に当時過剰であった電力を消費するという政府の目的に従って水電解法によって建設された。デザインはアメリカの O & I 社であるが同社は後にベクテル社に吸収されたため現在は存在しない。1969年に生産が開始され, 1972年には増設が行なわれて今日に至っている。現在の株主構成は,

Chemplex (南ア)	23%
TI (持株会社)	52%
Norsk Hydro (スウェーデン)	13%
Oxico (UK)	12%

である。また生産品目および生産能力は以下の通りである。

<u>生産品目</u>	<u>生産能力</u>
アンモニア	75,000 t/y 一系列
硝酸	82,000 t/y 二系列
硝酸アンモニウム	240,000 t/y 一系列

従業員は総勢 630 名でその内 240 名が運転, 140 名が保守要員である。

図 3-1 ジンバブエの肥料製造・販売構造

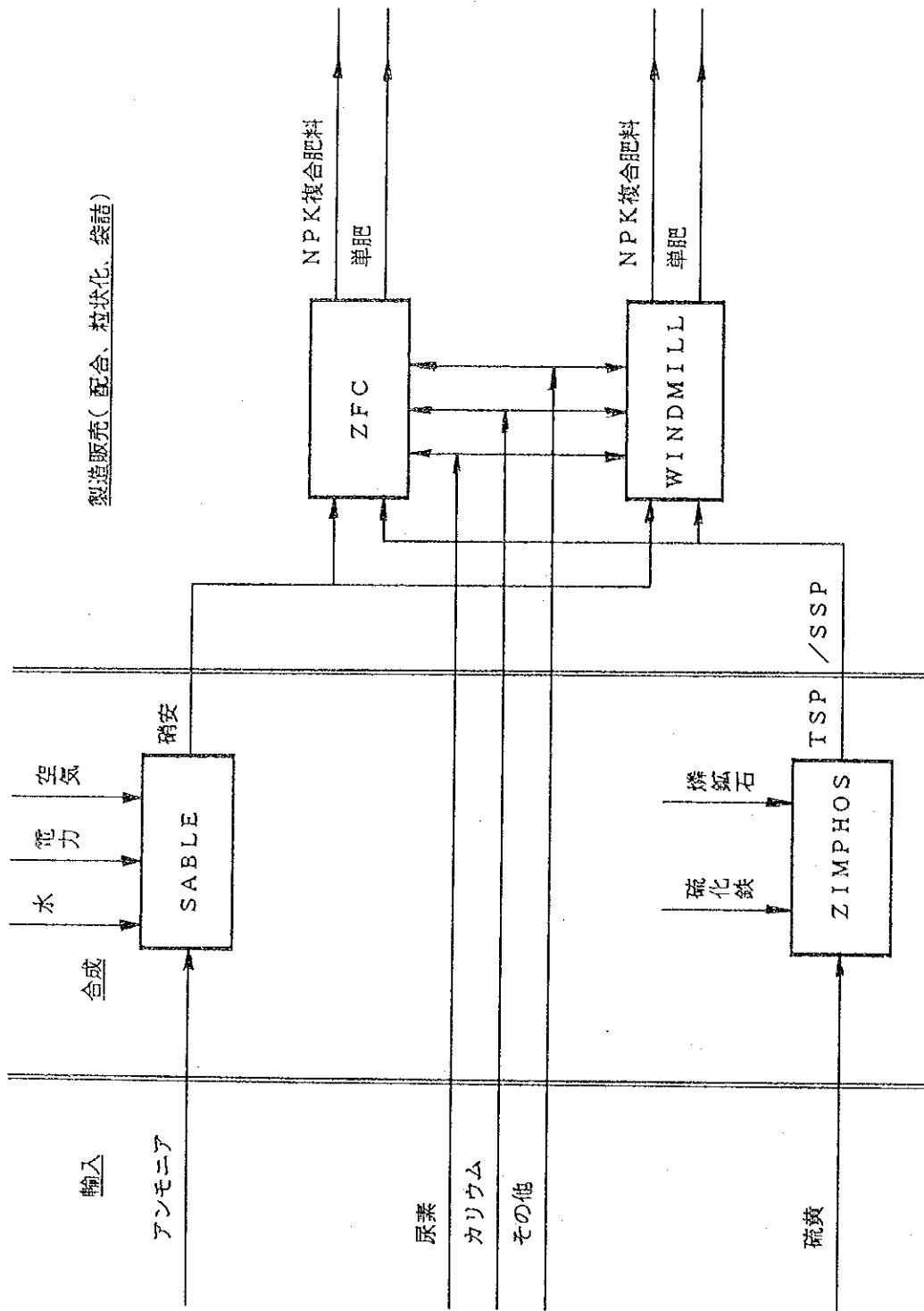
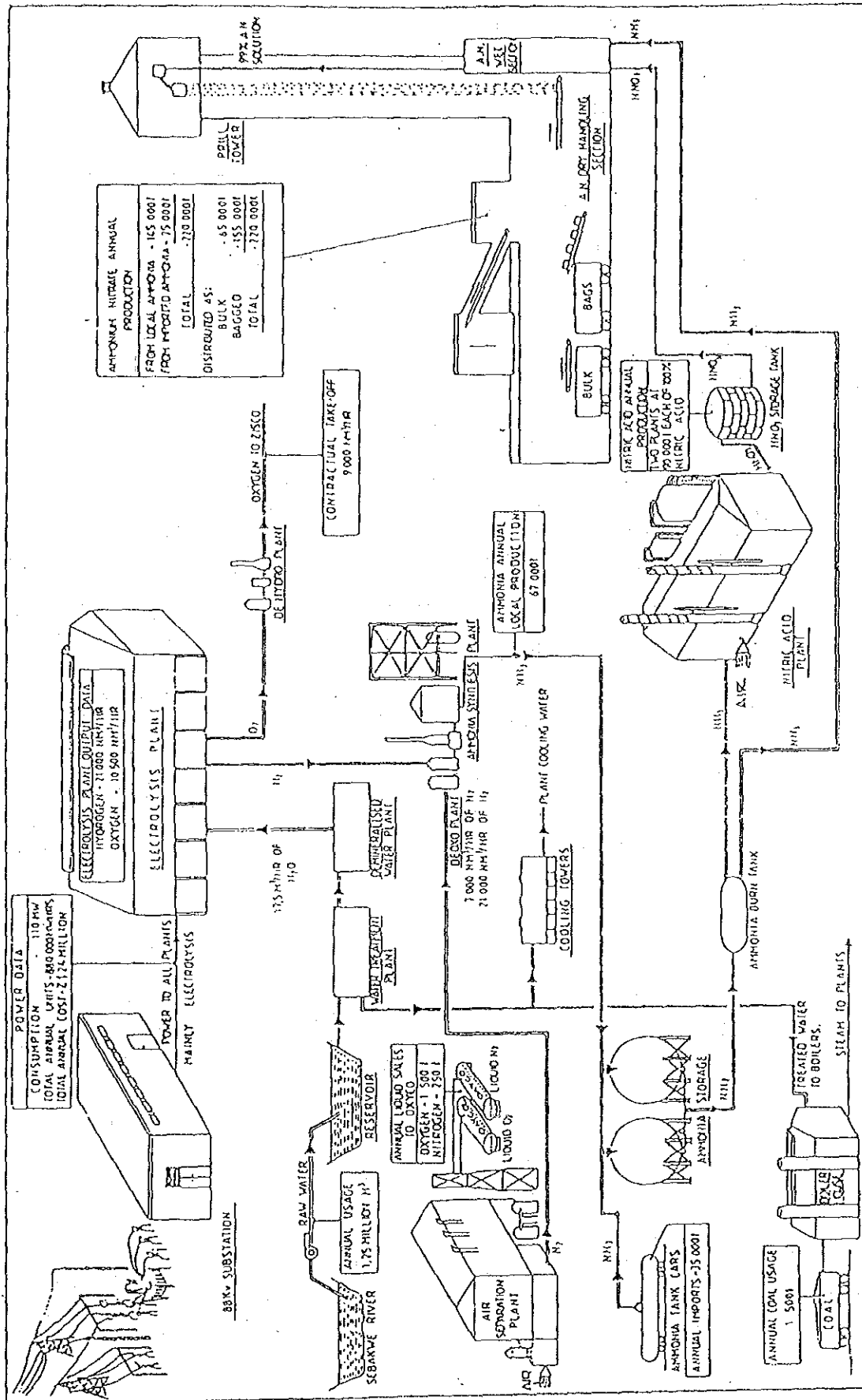


図 3 - 2 Sable Chemical の生産工程図



同社の最近の生産実績を表3-13、生産工程を図3-2に示す。

表3-13 Sable Chemical 生産実績(トン)

	1981	1982	1983	1984	1985
生産アンモニア	72,000	74,000	72,000	70,000	**n.a.
輸入アンモニア	31,274	39,696	25,887	24,800	n.a.
*生産硝安	225,000	243,000	243,000	198,000	206,000

*約15,000 t/y の爆薬用硝安を含む。 **推定値

同社の硝安設備の能力はアンモニアの生産能力を上回るため一部を輸入アンモニアで補いながらほぼフル生産を続けている。

また同社の硝安は一部が鉱山用の爆薬に使われるほかは全部 ZFC および Windmill に送られ、単肥或は配合肥料として販売される。

硝安はもともと吸湿性が強い為、これを防ぐ目的で粒状化された後 50 キロ入りポリエチレンの袋詰め或はバルクの荷姿で鉄道により出荷される。袋詰めとバルクの比率はほぼ 3 : 1 である。

Sable 社は硝安のほか酸素を製鉄会社(約 6,000 m/h)に、硝酸を鉱山会社(2,000 t/y)に、液体アンモニアを肥料原料として ZFC と Windmill に販売している。

(ii) 磷系肥料製造会社

Zimbabwe Phosphate Industries Ltd. は 100% 南アの Chemplex 社所有の会社で 1924 年に設立された。その生産品目と生産能力は以下のとおりである。

生産品目	生産能力	
硫酸(硫化鉄培焼法)	75,000 t/y	一系列
硫酸(輸入硫黄燃焼法)	75,000 t/y	一系列
磷酸	21,000 t/y (P ₂ O ₅ として)	一系列
過磷酸/重過磷酸石灰	360,000 t/y (過石として)	一系列
	70,000 t/y (重過石として)	

生産された硫酸の約 90% は過磷酸石灰と磷酸の生産に用いられ、残りは磷酸カルシウム(2,500 t/y)や硫酸アルミニウム(4,000 t/y)、無水硫酸(2,400 t/y)の製造に当てられる。そのほか約 6,000 t/y の硫酸が工業用として販売される。生産される硫酸の約半分が培焼法、残り半分が硫黄燃焼法である。生産実績を表 3-14 に示す。

表 3 - 14 ZIMPHOS の生産実績 (トン)

	1982	1983	1984	*1985
硫酸 (硫化鉄培焼法)	46, 975	48, 214	45, 889	37, 144
硫酸 (輸入 硫黄燃焼法)	60, 352	64, 379	61, 542	40, 499
磷酸	10, 084	15, 078	16, 080	9, 823
過磷酸石灰	162, 166	156, 927	120, 243	104, 114
重過磷酸石灰	17, 065	35, 158	39, 437	23, 114
磷酸カルシウム	7, 392	4, 481	2, 552	1, 160
全 P ₂ O ₅ 生産	40, 810	46, 500	40, 730	29, 950

* 1985 年 1 ~ 9 月の生産

尚同社の磷酸源は皆国産の磷鉱石で賄われ、また製品の磷酸、過磷酸などは Sable Chemical の場合と同じく全量 ZFC 及び Windmill に販売される。

(iii) 複合肥料製造・販売会社

複合肥料の製造・販売会社としては、前述の ZFC 及び Windmill の 2 社があり、何れも Sable Chemical と ZIMPHOS から購入するアンモニア、硝酸、過磷酸石灰、輸入の尿素、カリ塩などを原料に各種 NPK 複合肥料を製造し、販売している。Windmill 社はもともとオランダの Windmill Holland の在外子会社であったが、現在の株主構成は、

Zimbabwe Fertilizer Organization	65 %
Windmill Holland	20 %
Norsk Hydro	15 %

であり、また ZFC は Sable Chemical と同じような

Chemplex	50 %
TI	27 %
Norsk Hydro	23 %

の株主構成となっているがこれら 2 社の製品構成、価格体系などは、全く同一であり兄弟会社の観がある。

2 社の製品は 50 キロのポリエチレンの袋に詰められ、2 社から直接または Farmer's co-operatives を通じて Commercial Farmers や Communal Farmers に販売される。

製品の輸送としては遠隔地へは主として鉄道が用いられ、鉄道駅からトラックによ

り需要家に届けられる。肥料の需要には季節性が大きいですが、輸送費や倉庫費は直接需要家の負担となるため地方にはほとんど倉庫は存在せず、メーカーの倉庫のみに依存するため、メーカーは年間操業度の平均化に苦心している。

包装形態としては既述のとおり 50 キロのポリエチレンの袋詰めであるが、袋のメーカーとしては国内に Van Leer, Treger, Saltrama Plastex の 3 社がある。彼らはポリプロピレンの袋も製造しているが、これは口を縫い合わせるタイプなので気密性が悪く、倉庫不足のため野積みすることの多いジンバブエには向かないので使用されていない。これらの肥料 4 社はいずれもしっかりした経営能力、技術力を持っており、プラントの古さにもかかわらずデザイン通りあるいはそれ以上の能力で操業を続けている。両社の銘柄別製品価格を表 3-15 に示す。

表 3 - 15 銻 柄 別 肥 料 價 格

GRANUMIX MIXTURES		%N	%C/Sol.	P ₂ O ₅	%K ₂ O	%S approx	BAGGED \$/tonne	BULK \$/tonne
A	0.1% boron	2	17	17	15 (All sul)	10.0	443.20	430.40
B	0.1% boron	4	17	17	15 (All sul)	9.0	465.00	452.20
C	0.1% boron	6	17	17	15 (11 sul - 4 mur)	7.5	467.80	455.00
V	0.1% boron	4	17	17	15 (11 sul - 4 mur)	8.0	445.80	433.00
D		8	14	14	7 (All mur)	6.5	355.60	342.80
J	0.1% boron	15	5	5	20 (All mur)	3.4	410.80	-
L	0.25% boron	5	18	18	10 (All mur)	8.0	404.00	391.20
M		10	10	10	10 (All mur)	6.5	350.80	338.00
P		10	18	18	0	6.5	384.60	371.80
S	0.04% boron	7	21	21	7 (All sul)	8.0	448.00	435.20
T*		25	5	5	5 (All sul)	5.0	460.40	-
X		20	10	10	5 (All mur)	3.0	434.40	-
Z	0.8% zinc	8	14	14	7 (All mur)	6.5	371.20	358.40
NITROGEN FERTILIZERS:								
Ammonium Nitrate		34.5					406.00	-
Urea		46.0					541.40	-
Nitrate of Soda		16.0					609.80	-
PHOSPHATE FERTILIZERS:								
Single Superphosphate			18.5			1.20		-
Double Superphosphate			37.0			5.0	256.00	466.80
POTASH FERTILIZERS:								
Muriate of Potash					60		479.60	-
Sulphate of Potash					50	1.60	351.80	-
OTHER PRODUCTS:								
Gypsum						1.75	55.40	-

*Available by prior arrangement only. Prices are quoted per tonne net weight at date of despatch f.o.r.Harare.

Bagged material is supplied in 50kg polythene bags.

3.5 ジンバブエ国の石炭産業の現状

(1) 主要石炭鉱山分布

ジンバブエにおける石炭は一般的に二疊紀及び三疊紀におけるKaroo系Ecca統に分布し、地域としては、北西部のザンベジ河流域及び南部のリンポポ河、サビ河流域に存在する。両地域とも1894年には石炭露頭が発見されているが、Wankie炭田のみが1903年より採掘を開始された唯一の炭田で、国内の全需要を賄っている。各炭田地区の位置、埋蔵量を図3-3及び表3-16に示す。

Wankieに於ける坑内掘の地表からの深さは60～150メートルであるが、大部分の石炭採掘は露天掘りによって行なわれている。炭層の厚さは2メートルから11メートルに分布し、平均9メートルとなっている。この炭層の下部層は優れたコークス特性を示し、灰分は5～7%である。燐分は低いが硫黄分は約1.3%である。上部層になるほど硫黄分は低くなり、一般炭として販売されている。原炭の代表的な分析値は次のとおりである。

揮発分	23.77%
固定炭素	65.70%
灰分	9.77%
水分	0.76%
発熱量	31.4 MJ/kg (7,476 Kcal/kg)

Wankieの東方約80キロのLubimbi炭田においても最近開発、インフラの整備が進められている。

(本項ジンバブエ国石炭利用計画調査報告書、昭和57年日本プラント協会による。)

図 3 - 3 ジンバブエの主要炭田分布

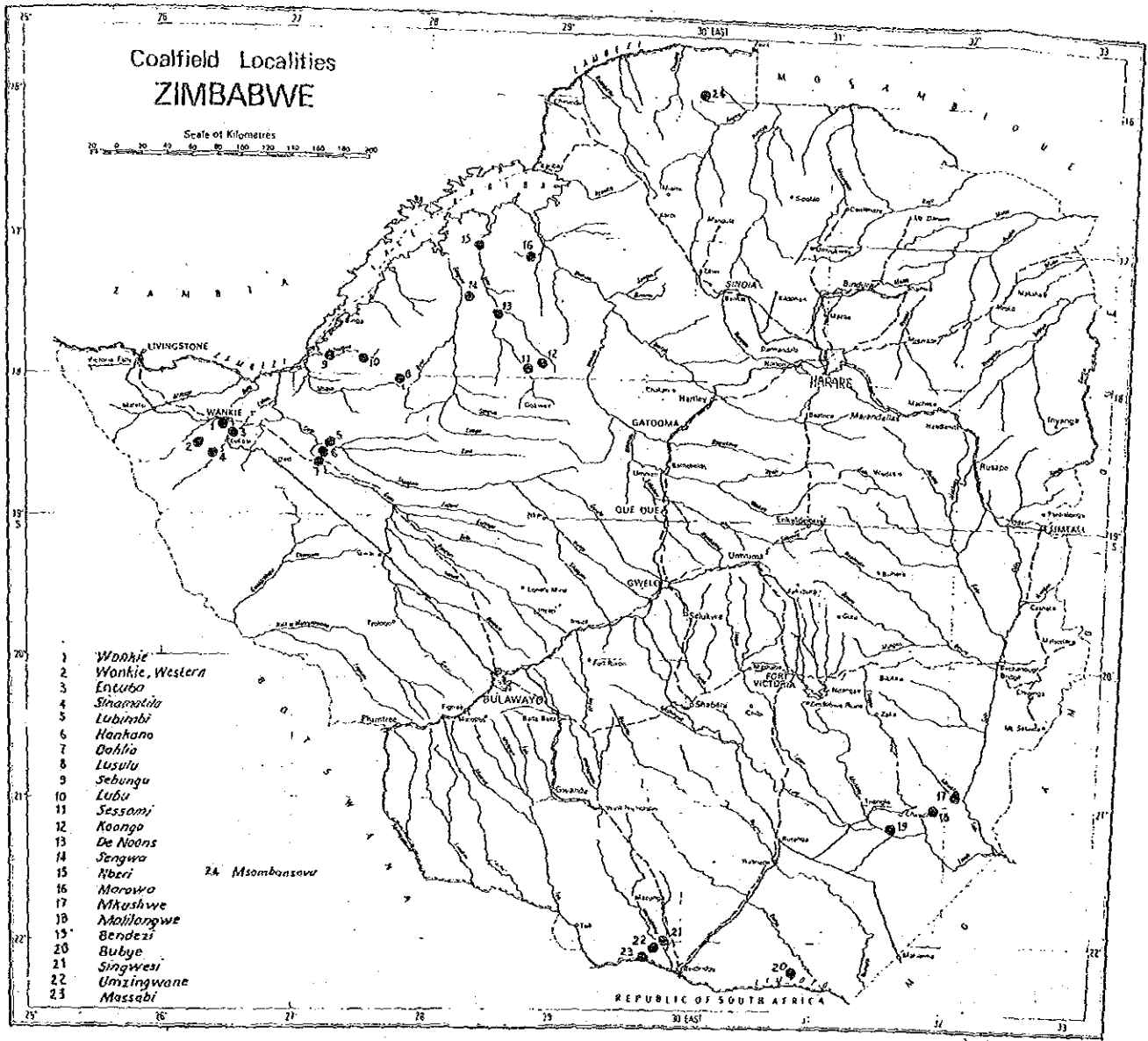


表 3 - 16 ジンバブエの各炭田埋蔵量

Name	Av. width of seam or pay zone (metres)	Total coal (million t)	Coking coal (million t)	Thermal		Ash %
				Opentast (million t)	Underground (million t)	
WANKIE						
Wankie	9	± 1,000	334		± 700	5-13
Western Area*	9	330	41		± 200	"
Entuba*	11	50	15		Substantial	"
LUBIMBI						
Lubimbi	31	11,800	1,180 ⁽¹⁾	300	11,500	31
Hankano	22	7,852	785 ⁽¹⁾	152	7,700	"
Dahlia	27	1,431	143 ⁽¹⁾	231	1,200	"
LUSULU	20	3,000		1,200		40
LUBU-SEBUNGU	2.5 ⁽²⁾	83				30
SENGWA	11.6	400		200	200	20
MAROWA	2-3 ⁽²⁾	14.5				
SESSAMI-KAONGA	5	1,000				16
TULI						
Massabi	4.3 ⁽²⁾	30	13			
BUBYE	1-2		24			
SABI						
Bendizi*					Substantial	
Malilongwe	1-3.5	260				30
Mkushwe*	10	308			± 200	35
		27,558.5	+2,535	1,283	+21,500	

Notes:-

* Coalfield Under investigation, current reserve figures not available.

(1) Blend coking coal - estimated 10% of total reserve.

(2) Compounded thickness of two or more thin seams.

(2) 石炭及び関連製品の需給状況

ジンバブエに於ける1982年、1985年の石炭のセクター別消費実績及び1990、2000、2010年に於ける消費予測を表3-18に、1960～1980年のセクター別消費パターンを図3-4に示す。

これらから明らかなようにジンバブエに於ける石炭の消費は1980年以後急速に増えて現在では年間約400万トンに達する。また最大の需要家は発電と製造業であり、製造業で一番多い需要は鉄及び非鉄金属業向けのコーク用である。歴史的にはジンバブエの石炭消費の40%はコーク製造用に充てられている。

単一産業としての石炭の大手需要家は発電と国鉄であるが、国鉄は近年動力源をディーゼルに切り替えている為その消費は減少しつつある。

此のほか鉄合金用の低燐、低硫黄含有特殊炭及びコークは少量ながらコンスタントに南アフリカから輸入されている。

石炭の輸出に関しては従来最大の顧客であったZambiaが自国の炭鉱を開発した為急速に減少し、Botswana, Tanzania, Mozambiqueなどの他のSADCC諸国も自国原料の利用や輸出市場の開拓に乗り出している。

コークに関しては現在ZISCOとWankie Collieryが生産しているのがZISCOの製品は全量自社消費され、Wankie Collieryの製品は年間生産26万トンの内1/3がFerroalloyとCopper Extractionに利用されるのみで2/3はZambiaとZaireに輸出されそれも頭打ちであるといわれる。

コークの生産に副生するタールに就いては最近需要が多く、その需給状況は表3-17の通りである。

表3-17 タールの需給状況

	国内生産	輸入	需要
Wankie Colliery	8,000 t/y	17,000～25,000 t/y	37,000～45,000 t/y
ZISCO	12,000 t/y		

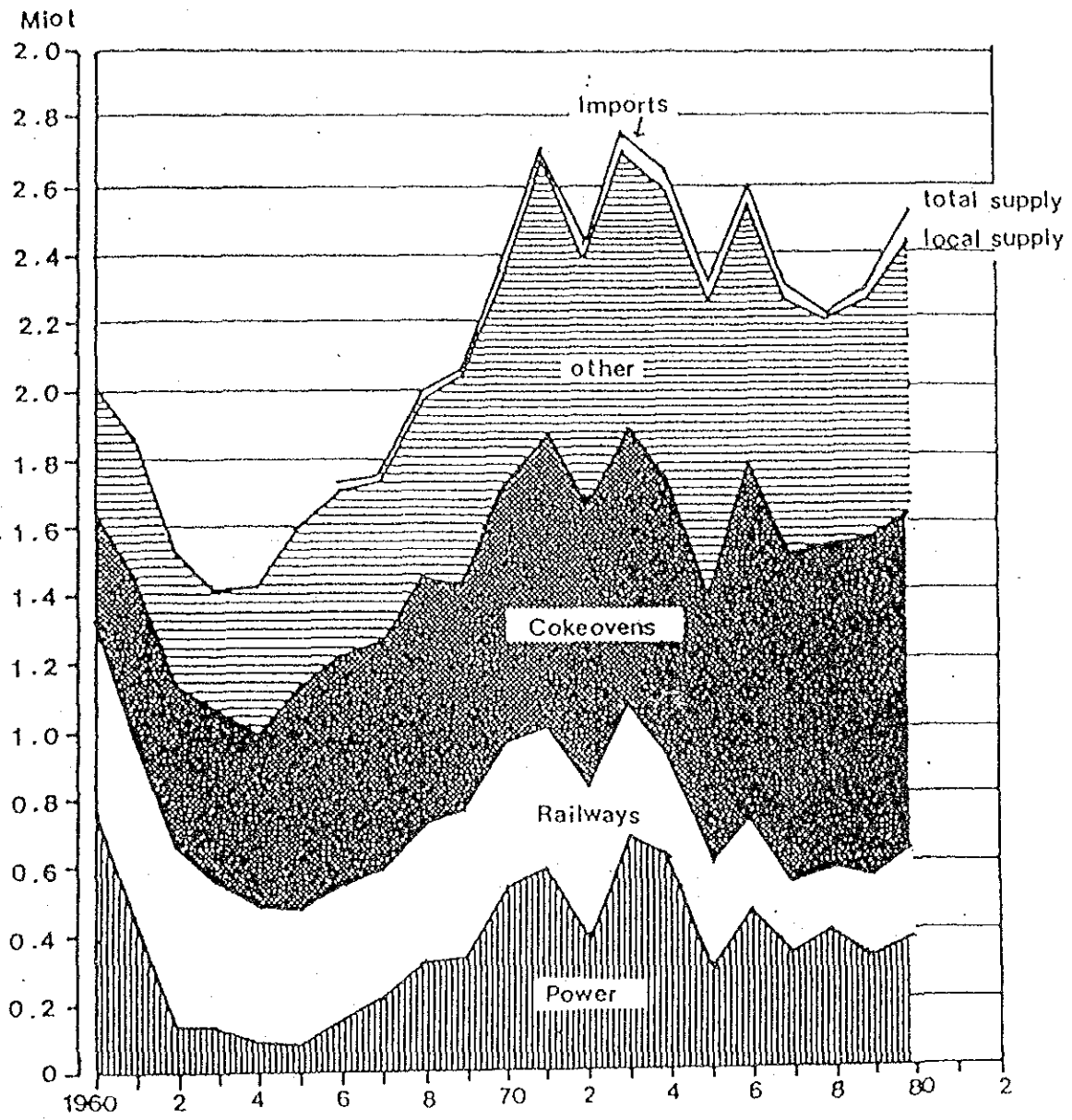
輸入価格は大体トン当りZ\$200でありその需要は今後確実に増大すると言われる。主な需要先は以下の通りである。

- House Construction Roofing
- Infrastructure Construction Dum, Road etc.
- Timber Industry Wood Preservation
- Cattle Dip Pesticide
- Manufacturing of Chemicals Dyestuff & Pigment, Pharmaseuticals, Insecticides etc.

表 3 - 18 セクター別石炭消費実績及び予測

SECTORS	1982	1985	1990	2000	2010
			- central forecast -		
(1) Mining and Quarrying	145	140	140	130	120
(2) Agriculture, Forestry	293	365	435	485	525
(3) Manufacturing	1 048	1 401	1 737	2 362	2 637
(4) Electricity	376	1 510	3 720	6 150	6 150
(5) National Railways	233	250	220	120	20
(6) Distributors	399*	205	265	315	365
Domestic Market, Total	2 494	3 871	6 517	9 562	9 817
(7) Exports to Neighbouring Countries	64	150	180	180	180
Total	2 558	3 971	6 667	9 742	9 997

図 3-4 セクター別石炭消費パターン



(3) Wankie Colliery Co. Ltd.

Wankie Collieryはこの国の北西部Hwangeにあり、同地は北へはVictoria Fallsを経てZambiaへ、南へはBulawayoやその他の国内諸都市及びBotswana, South Africaなどにも鉄道で結ばれる交通の要地である。

Wankieの石炭は前世紀より黒い燃える石として地域の住民に知られ、燃料として使われてきた。1899年にWankie (Rhodesia) Coal, Railway and Exploration Companyが設立され、1903年にはBulawayoに向け340キロの線路が完成し、初めての石炭を積んだ貨車が送り出された。

Wankie Colliery Co.は現在Hwangeに17,700ヘクタールの利権を有し、約4,400名の従業員を拘えるジンバブエ唯一の操業炭田である。その株主構成は、

政 府	51%
Anglo-American Corporation	25%
個 人	24%

と成っているが1989年にはAnglo-Americanの株は政府に買収されて実質上国営会社となる予定である。

同社の現在の生産能力は採掘能力として4,500,000 t/yで、そのうち約半量の2,000,000 t/yが隣接の電力会社へ、2,000 t/yが社内のコークプラントで消費され、残りが他のユーザーに販売される。主なユーザーは次の通りである。

Zimbabwe Iron Steel Co. (ZISCO)

National Railway Zimbabwe

Power Station

Cement Maker

Brick Maker

Sugar Producer

Agriculture

Tabacco Producer

Export

Botswana

Mozambique

Zaire

Malawi

Tanzania

同社の炭鉱(No. 1, 4)の内最初に開発されたNo. 1炭鉱はカリバ水力発電の稼動に

伴う需要減のため1958年に、No. 2炭鉱は1972年に400人の死者を出す大事故によりそれぞれ廃棄され、現在操業しているのはNo.3とNo.4である。

No.3炭鉱は坑内掘りであり、Wankieの約20%を産出する。

No.4炭鉱はWankieの80%を産出する露天掘坑で、採鉱は発破の後、自走式のパワーバケットで行なわれる。パワーバケットは自重3,500トン、容量は120トン/回でオペレーター1名を含む9名/方の運転要員で電力によって運転される。同社の製品炭サイジング及び価格を表3-19、選炭プロセスを図3-5に示す。

表3-19 製品炭サイジング及び価格

原料炭			製品				
サイズ(m/m)		%	銘柄	サイズ(m/m)	%	価格(US\$/t)*1	
+100		4.2	Rounds	+100	1.8	25(Dry)	
-100	+ 50	19.4	D/Cobbles	-100 + 50	17.6	25(Dry)	
- 60	+ 40	8.0	W/Cobbles	- 60 + 50	0.9		
			Nut, Pea, Duff } Coking Coal } D/Nuts } W/Nuts }	- 60	0	44.7	25(Dry)
							33
- 40	+ 25	13.8	D/Peas } W/Peas }	- 40 + 25	4.6		29(Washed)
- 25	+ 10	19.4		- 25 + 10	29.0		29(Washed)
- 10	+ 0.5	26.7 *2	W/Duff	- 10 + 0.5	1.4		29(Washed)
- 0.5	0	8.5 *3					
100.0				100.0			

データは1985/86の始めの10ヶ月間のもの

*1: 価格はThomson Junctionにおける価。需要家届け込み価格にはこれに運賃が加算される。また隣接の火力発電所には14ドルの特別価格で販売される。

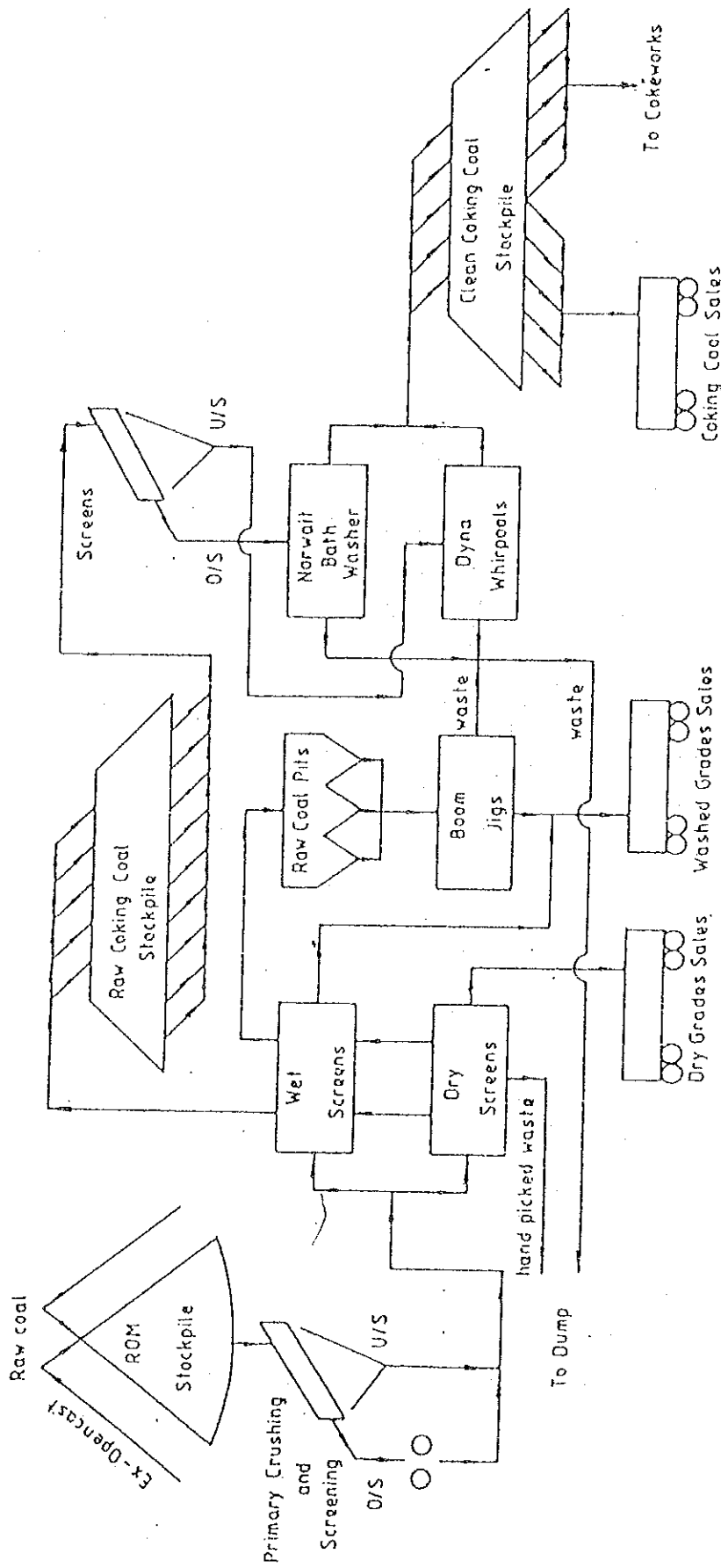
*2: 殆どN, D, P及び/或いはコーキング用に配合される。

*3: 同じくコーキング用に配合される。

製品炭は隣接の火力発電所にはベルトコンベアで送られるがその他の需要家には鉄道で送られる。鉄道での輸送は年間250万トンまでの実績があるそうだがそれ以上は問題がある由である。

同社は此の他コークオープン設備を持ちそれから得られるコーク、タール、アンモニア水、ベンゾール等を販売している。同社のコークオープン設備の工程図を図3-6に示す。

図 3-5 Wankie Colliery の選炭工程図

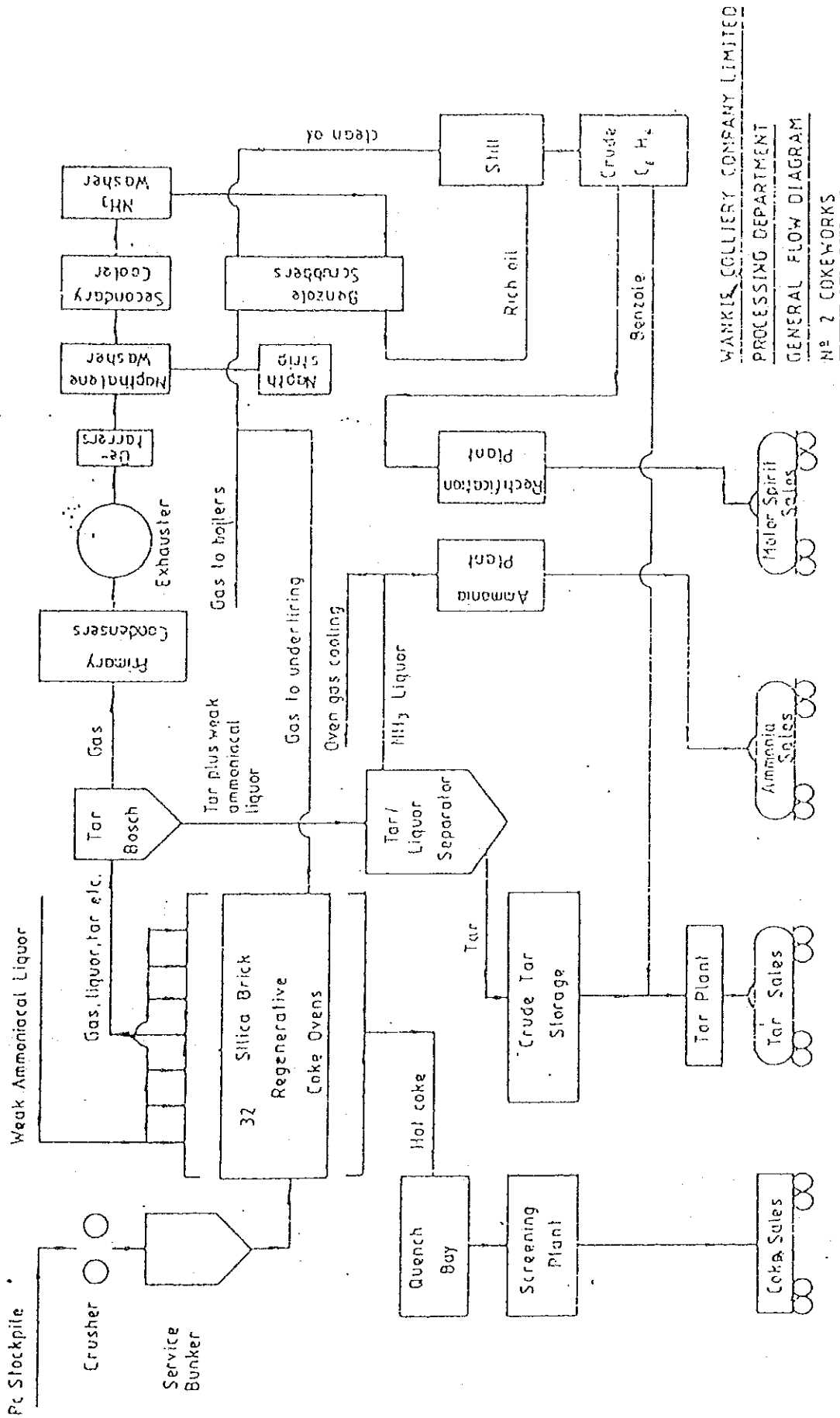


NOTE

O/S = Oversize
U/S = Undersize

WANKIE COLLIERY COMPANY LIMITED
PROCESSING DEPARTMENT
GENERAL FLOW DIAGRAM
COAL PREPARATION PLANT

図 3-6 Wankie Colliery のコークオクオープン工程図



WANKIE COLLIERY COMPANY LIMITED
 PROCESSING DEPARTMENT
 GENERAL FLOW DIAGRAM
 No. 2 COKEWORKS

NOTE
 NH = Ammonia

3.6 石炭によるアンモニア製造技術の現状と展望

1. アンモニア合成ガス製造のためには、原料として天然ガス、ナフサ、重油、廃ガス、石炭、水電解による水素等が用いられているが、アンモニアの製造原価の面から見ると、設備費が安いのは天然ガスやナフサを原料とする場合であり、また原料費（カロリー当たり価格）が安いのは石炭や天然ガスである。

しかし、設備費と原料の両面から併せ考えるときは、安価な天然ガスを用いる場合が最も有利である。

このため、現在国際市場で競争力を有する窒素肥料は、ほとんどが安価な天然ガスを原料として製造されたものである。

2. アンモニア合成ガス製造用原料としての石炭の利用

石炭はアンモニア合成ガス製造用原料として古くから用いられた。

しかし、天然ガスやナフサの改質が容易になってからは、石炭の利用は次第に少なくなっていった。一般的に言って石炭はカロリー当たりの価格が安いですが、次のような不利な点を持っている。

- 1) 合成ガス製造用設備費が高い。
- 2) ガスやガス精製プロセスが複雑である。
- 3) 固体輸送を必要とするので不便である。
- 4) 灰の処理の必要がある。
- 5) 工場が汚れやすい。

それにもかかわらず、近年においても石炭がアンモニア製造用原料として用いられる例があるのは、次のような理由による。

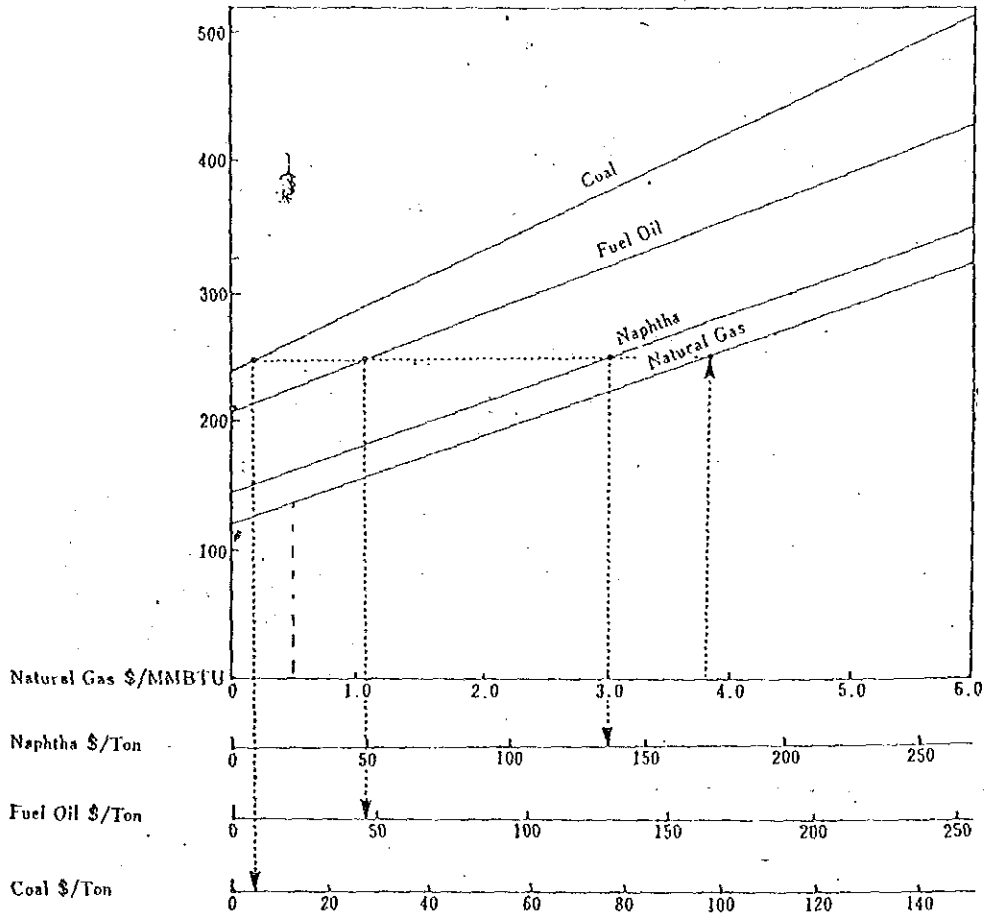
すなわち、発展途上国においては、近年外貨が不足している国が多く、国産の石炭があればこれを利用することにより、たとえ色々の面で不利な点はあるとしても外貨の流出を防ぐ事が出来るという点である。

石炭を原料として用いる場合には、その輸送、ガス化、ガス精製の面で、プラントコストが前述のように高くなる。これはアンモニアの製造原価を高める方向に働く。この不利をカバーするための石炭価格としては、格別に安価でなくてはならない。天然ガス、ナフサ、石炭等が原料として用いられるそれぞれのケースで、アンモニア製造原価が同一になるための各原料の価格比については、ある関連が成りたっており、この関連において石炭の価格は至って安いことが要求される。それ以上の価格であれば石炭の利用は経済的に不利である。

しかし、外貨の少ない発展途上国で、安価な天然ガスやナフサの入手に問題があるような場合には、アンモニアの製造原価がたとえ高くなろうとも、国策上国産石炭を原料とする場合がある。

図 3-7 各種原料コストに見合うアンモニアの実現価格

(アンモニア・プラント 1,350 トン/日, 稼働率 90%, 内部収益率 15%)



(出典) 化学経済 1986 年 5 月号

表 3-20 生産コストを決める最重要要因である相対的な投資コストとエネルギー・コスト

プラント	投資コストの比率	アンモニア・トン当たりの全エネルギー (100万BTU)
天然ガス・ベース	1.00	32
ナフサ・ベース	1.15	35
燃料油ベース	1.10	37
石炭ベース	2.00	45

(注) 各種原料別アンモニアの実現価格の比較(能力1,350トン/日, 稼働率90%, 内部収益率15%の

場合)は第3-7図に示されている。

天然ガスが100万BTU当たり3.75ドル(原油価格バレル当たり21ドルと等価)で得られる場合, この天然ガスから造られるアンモニアと競争できるナフサはトン140ドル以下, 燃料油ではトン55ドル以下, 石炭ではトン5ドル以下となる。

(出典) 化学経済 1986 年 5 月号

表3-21 アンモニア・プロジェクトの投資、実現価格データ

	North America		West Europe		Africa		Latin America		Far East		East Europe	
	USA	Canada	Netherlands	Libya	Mexico	Saudi Arabia	Indonesia	USSR				
Investment US\$ million												
(a) New Site	145	158	155	240	220	240	230	240				240
(b) Existing Site	116	126	124	147	144	147	144	147				147
Gas Price US\$/MMBTU	3.2	2.0	3.2	0.8	1.0	0.8	1.0	1.0				1.0
Total Cash Costs US\$/ton	122	84	122	46	52	46	52	52				52
Realization Price US\$/ton												
10% IRR	197 - 217	165 - 189	202 - 222	137 - 197	144 - 192	139 - 197	145 - 197	145 - 203				145 - 203
15% IRR	221 - 244	190 - 222	228 - 253	168 - 244	172 - 234	168 - 244	173 - 242	175 - 250				175 - 250
Production Status/Major Markets	Domestic	Export NA	Export	Export	Domestic/Export NA/WE	Export WE/SEA/FE	Domestic/Export SEA/FE	Domestic/Export NA/WE/SEA/FE				
Shipping and Terminal Cost US\$/ton												
North America	-	30	30	35	20	-	-	35				35
West Europe	-	-	-	20	30	40	-	25				25
S. E. Asia	-	-	40	35	-	20	25	35				35
Far East	-	-	-	50	-	35	15	40				40
Landed Cost (10% IRR) US\$/ton												
North America	-	195 - 219	232 - 252	174 - 232	164 - 212	-	-	180 - 238				
West Europe	-	-	-	159 - 217	174 - 222	179 - 237	-	170 - 228				
S. E. Asia	-	-	242 - 262	174 - 232	-	159 - 217	170 - 222	180 - 238				
Far East	-	-	-	189 - 247	-	174 - 232	160 - 202	185 - 243				
Landed Cost (15% IRR) US\$/ton												
North America	-	220 - 252	258 - 283	203 - 279	192 - 254	-	-	210 - 285				
West Europe	-	-	-	188 - 264	202 - 264	208 - 284	208 - 284	200 - 275				
S. E. Asia	-	-	268 - 293	203 - 279	-	188 - 264	188 - 264	210 - 285				
Far East	-	-	-	218 - 294	-	203 - 279	203 - 279	215 - 290				

3. アンモニア合成ガス製造用の石炭ガス化プロセス

現在世界で商業生産を行っている石炭を原料としたアンモニア工場をプロセス別に示せば下記の通りである。

<u>プロセス名</u>	<u>アンモニア工場所在国</u>
ルルギ法	中国
コッパース・トチェック法	ギリシャ, トルコ, ザンビア, インド, 南アフリカ
ウィンクラ百法	ユーゴスラビア, トルコ
テキサコ法	日本

(注) この他にも存在したが、現在は稼働を中止したものである。

上記のプロセスの他にもいくつかのプロセスが開発されているが、現在商業生産を行っているアンモニア工場が採用しているプロセスは前記のようにほとんどがルルギ、コッパーストチェック、ウィンクラ、テキサコプロセスである。

これら石炭ガス化プロセスの特徴を第3-8図に示す。

アンモニア合成ガス製造用に石炭をガス化するためのプロセスの選定、設計に当っては、当然のこととして原料石炭の性質がまず第一に検討されるべきである。

液体の場合と異なり、固体を原料とする場合に注意すべきことは、原料の性質がまちまちであるということである。たとえば天然ガスの場合には科学分析と物理的性質の調査により原料の性質を非常によく把握できるが、石炭の場合にはこれらの調査のみによっては、その反応性を判断できない場合がある。従ってガス化装置の設計、反応条件の設定に先立って、できるだけ実際の原料を用いてテストを行うことがよいと考えられる。

石炭にはそれぞれに固有の融点があり、反応条件はこれと深い関係を有する。ガス化装置の方式は大きく分けて移動床、流動床、噴流床とが用いられており、反応温度は一般的に言って、灰の融点以下で稼働するものと、それ以上の高温で稼働するものがある。また酸素を使用する場合は現在では非常に多い。また加圧下で稼働するものと、常圧下で稼働するものがあり、これはプラントのコンパクト性や合成工程におけるエネルギー消費とも関連する。しかし、加圧プロセスで低温の場合には、生成ガス中にメタンが多くなる傾向がある。

石炭ガス化により起こり得る環境問題としては、灰と灰の急冷用等に用いた水の処理の問題があるが、灰はたとえばセメント工場への販売が可能であるかということも考慮に入れる必要がある。

図 3-8 石炭ガス化プロセスの比較

プロセス	ルルギ法	コッパーストチャック法	クインクラー法	テネキサコ法
ガス化炉型式	固定床方式	噴霧流方式	流動床方式	噴霧流方式
概念図				
特徴	<ol style="list-style-type: none"> 1. 発生ガス中にメタンガスが多量に含んでいる。 2. タール、フェノール等の副生物が出て処理が煩雑となる。 3. 粘結炭は使用できない。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 合成ガス製造に適し、タール、フェノール等の副生物が少くない。 2. 原料炭種の制限が少ない。 3. 常圧反応であるため反応ガスの昇圧が必要。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ガス化温度低く、ガス化効率が悪い。 2. 粘結炭は使用できない。 3. 常圧反応であるため反応ガスの昇圧が必要。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 合成ガス製造に適し、タール、フェノール等の副生物が少くない。 2. 原料炭種の制限が少ない。
石炭の形状及び粒径(mm)	粗粒 2~40	微粉 90μ以下	中間粒 ~8	微粉 0.4mm以下
石炭の炉内滞留時間	90分以下	約1秒	45分以下	約4~8秒
ガス化炉温度(°C)	炉内(上部) 650°C~1,200°C (下部)	約1,500°C	約1,000°C	約1,100°C
ガス化炉圧力(kg/cm ² ・G)	~30	常圧	常圧	~80
Ash 状態	塊状アッシュ	熔融スラッグ	フライアッシュ	熔融スラッグ
生成ガス組成	CO+H ₂ 多 CH ₄ ~10 その他 0.9	~87 0.1	~85 1~2	~80 0.1

(出典) 我が国アンモニア・化学肥料工業に関する調査研究, (社)化学経済研究所, 1981年

4. 石炭を原料とするアンモニア製造の展望

発展途上国の中には外貨の不足に悩む国が多く、食糧生産に必要な窒素肥料を十分に入手出来ない国も多くなりつつある。

かかる国の中には石炭を産出する国も少なくない。このような事情下にある国がたとえ製造コストが国際市場よりの輸入価格より高くなるとしても、国産の石炭を利用することによるアンモニア製造によって外貨の流出を防止することが有意義であると考えられることは無理からぬことである。

今後このような情勢が続くならば、政治、経済的観点から国産の石炭を原料とするアンモニアの製造が計画されることであろう。

5. ガス化プロセス選定基準の例

ANNEX-5 Selection of Coal Gasification Technology

This annex contains discussions of process options and issue in selecting the most suitable gasification technology for the coal-to-chemical project taking account of the quality of the candidate coals.

1. Criteria of Technology Selection

These three general criteria are of utmost significance in determining the choice of gasifiers.

• Commercial Availability

Since this project needs substantial amount of capital investment, the choice of commercially available processes and equipment will present low risk. Technology with long-proven commercial performance is basically favored.

• Simplicity

The plant configurations are aimed at minimizing the number of processing steps.

This approach shall tend to hold down the capital costs and improve the plant operability.

• Minimum Waste Production

Processes which minimize wastes production require fewer steps for treatment, support a simpler plant configuration, and instill greater confidence that the plant design will meet environmental regulations.

Specific qualities desired in this project are :

- Flexibility to utilize coals readily accessible in Colombia

- High carbon conversion
- High (H₂ + CO) production with minimum methane formation
- Minimum environmental impact-minimum by-products
- High pressure gasification to reduce compression horsepower
- Maximum simplicity of operation, implying a minimum of supporting subsystems or ease of maintenance
- High specific gas generation capacity-minimum investment for gasifier
- Good control characteristic-ease of plant shut-down and start-up (moving bed gasifier is potentially less controllable due to large coal inventory in reactor)

The process which could conceivably be candidate to be tested against these criteria, among commercially proven technologies are :

- Moving-Bed : Lurgi (Dry Ash)
- Fluidized-Bed : Winkler
- Entrained-Flow : Koppers-Totzek
Texaco

2. Commercial References

Table 1 summarizes various coal gasification plants that are presently in operation or under construction based upon above technologies.

The Lurgi process has the largest number of gasifiers in operation. The application is mainly in fuel production for Fischer-Tropsch liquids or synthetic natural gas, backed by its high thermal efficiency and high methane content. The Koppers-Totzek process is essentially used in chemical plants for such as ammonia and methanol production, due to the generated gas from the process is mainly consisting of hydrogen, carbon monoxide, and less amount of methane.

The latest Winkler gasifiers in operation were constructed in 1959, and the Winkler process seems to be not actively promoted now.

The Texaco process is the newest among the commercially operating processes. Its commercial experience is in production of methanol, acetic anhydride, ammonia, oxo chemicals or in electric power generation.

Table 1

Coal-Based Gasification Plants Commercially Operating or Under Construction

Process	Plant Owner	Plant Location	Start of Construct. Date	Product Type	Estimated(a) Coal Feed Rate MAF to Gasifiers ton/day	Number of Operating and Spare Gasifiers
Lurgi	1. South African Coal, Oil and Gas (SASOL)	Sasolburg, The Republic of South Africa (SASOL I)	1954	F-T liquids	5,200 Total	9
			1958	town gas		1
			1966	"		3
			1973	"		3
			1980	"		1
						107
Koppers-Totzek	1. Nitrogenous Fertilizer Industry	Ptolemais, Greece	1959	Ammonia	700 Total	4
			1959			1
			1970			1
Koppers-Totzek	2. Azor Sanayil	Kutahya, Turkey	1966	Ammonia	500 Total	4
Koppers-Totzek	3. NCZ Nitrogen Chemicals of Zambia	Kefue, Zambia	1967	Ammonia & Methanol	550 Total	1
			1974			1
			1975			2
Koppers-Totzek	4. Fertilizer Corporation of India	Ramagundam, India Talcher, India	1969	Ammonia	1,300 1,300	3
			1970	Ammonia		3
Koppers-Totzek	5. African Explosives and Chemical Ind. (AECI)	Modderfontein, South Africa	1972	Ammonia & Methanol	1,500	6
						26
Winkler	1. Fabrika Azotnih	Gorazde, Yugoslavia	1950	Ammonia	100	1
Winkler	2. Azor Sanayil	Kutahya, Turkey	1972	Ammonia	350	2
						3
Texaco	1. Tennessee-Eastman	Tennessee, U.S.A.	1983 (b)	Acetic anhydride	820 (c)	2
Texaco	2. Cool Water	California, U.S.A.	1984 (b)	Electric power	910 (c)	2
Texaco	3. Ube Ammonia	Ube, Japan	1984 (b)	Ammonia	1,500 (c)	4
Texaco	4. SAR	West Germany	1986 (b)	Oxo-chemical hydrogen	730 (c)	1
						9

(a) moisture & ash-free basis

(b) start of operation date

(c) moisture-free (dry) basis

付 属 資 料

1. 対処方針

(1) 需要調査

需要調査は、ジンバブエ国内での現地調査に基づいて行うものとし、ジンバブエ側から輸出を目的として近隣諸国における需要調査の要請があった場合には、先方提供のデータならびに本邦での文献による調査という前提で実施することとする。

(2) 肥料プラント建設候補地の選定

現在は、ワンキー、ブラワヨ、ケケ、グウェロの4ヶ所が対象と考えられるが、ジンバブエ側から変更あるいは、追加要請があった場合には、調査団の判断で対処できるものとする。

(3) 資金調達

本件にかかる具体的な資金協力について報告書の中で提言あるいは紹介してほしい旨の要請があっても、本調査事業においてコメントすることはできないので別途大使館を通じて相談してもらうよう説明する。

(4) 中間報告書の作成

ジンバブエ側によるJICA報告書を検討ならびにコメントの為に中間報告書を作成・提出するよう要請書の中にあるが、国内作業期間も短いため、ドラフト・レポートで対応したい旨説明する。

しかし、先方の要請が強く、その考え方が十分納得いくものであり、かつその必要性があると判断されれば、これを受入れる。

(5) 調査スケジュールおよび報告書作成部数

調査スケジュールならびに報告書の作成部数について、変更要請があった場合には、調査団の判断で変更できるものとする。

(6) 英文表現

① Intro Undertakings 等、JICAの統一フォームの部分について、先方から表現の変更・追加要請があった場合には、企画課作成の「S/W等の基本パターン」要領に従い対応することとするが、我が方説明で了解が取り付けられない場合には請訓する。

② Objective, Scope of the Study の部分については、大巾な調査の範囲に変更がなければ、調査団の判断で変更できるものとする。

2. 質 問 書

QUESTIONNAIRE, DATA AND INFORMATION REQUIRED

Note:(1) Symbol ○ indicates items already obtained at the meeting.

(2) Symbol ⊙ indicates items requested to be made available by the time the next study team arrives from Japan.

I. General Data and Information on Zimbabwe

- | | Source |
|---|--------|
| ○ 1.1 General country data and information on Zimbabwe. | MIT |
| | MIT |
| ○ 1.2 General economic data and information on Zimbabwe. | |
| ○ 1.3 Economic development plan of Zimbabwe. (Five Year Plan) | MIT |
| | MIT |
| ○ 1.4 Population growth during the past ten years and predicted growth for the coming ten years. | |
| ○ 1.5 Number of graduates of technical high school, technical college and university by year during the past ten years. | MIT |
| ○ 1.6 Map of the whole country and the province/region. | |

II Demand & Supply of Fertilizers, Fertilizer Market
(Agriculture) and Marketing.

- ◎ 2.1 Existing market data on nitrogenous fertilizer consumption MA
in Zimbabwe to review demand projection for total nitrogen
which would serve for the JICA team's preparing reasonable
demand projection for nitrogenous fertilizers on a national
and regional basis as well as on the basis of major crops
in the country, covering the next ten years.

- ◎ 2.2 Existing market data on nitrogenous fertilizer consumption ?

in surrounding countries such as Zambia, Malawi, Mozambique,
Botswana, Angola and others, and possibility to export
products of the new plant to them.

- 2.3 Present marketing and distribution channels for the sale MA
of domestically produced and imported fertilizers,
including requirements for bagged and bulk product.

- ◎ 2.4 Irrigated area by province/region and future plan of in- MA
crease.

- 2.5 Classification of farmers by size of holdings by province/ MA
region.

- 2.6 Cultivated area by crop, by province/region, by type of MA
holdings and by year for the past ten years, and future
plan of increase.

- 2.7 Agricultural production by crop, by province/region, by MA
type of holdings and by year for the past ten years, and
future plan of increase of agricultural production.

- 2.8 Price of major agricultural crops in the past ten years. MA

- 2.9 Institutional structure, manpower and activities of the country's agricultural extension services. MA
- 2.10 Fertilizer consumption by crop, by province/region, by type of holdings, and by year for the past ten years. (by type of fertilizers). MA
- ⊙ 2.11 Potentials of fertilizers consumption by type of fertilizers and by type of crops in the country, if any. ?
- ⊙ 2.12 Fertilizer response curve for major crops of Zimbabwe, if any. MA
- ⊙ 2.13 Cost/benefit ratio of the country's main crops in terms of fertilizers in the recent years. ?
- 2.14 Fertilizer consumption and recommended dosage of fertilizer application per ha. by crop and by type of fertilizers MA
- ⊙ 2.15 Capacities and actual production of the existing domestic nitrogen and compound fertilizer producers in Zimbabwe, any plans for modification or expansion, and problems, if any. MIT
- ⊙ 2.16 Ammonia and ammonium nitrate production by domestic producers during the past ten years. FC
- ⊙ 2.17 Government policy for treating the existing ammonia plant after construction of the new plant. MIT
- ⊙ 2.18 Fertilizer production by type of fertilizers, by domestic producers and by year during the past ten years. MIT

- ◎ 2.19 Fertilizer imports by type of fertilizers, by country of origin and by year during the past ten years. MTC
- 2.20 Import and export statistics on crops by year during the past ten years. MA
- 2.21 Fertilizer price at farmers gate and at producers gate by type of fertilizers by year during the past ten years. FC
- ◎ 2.22 Price of imported fertilizers by type of fertilizers and by year during the past ten years. MA
- 2.23 Government policy on prices of inputs and outputs in the country's agriculture and fertilizer sector, which includes subsidies, credit and/or other control measures.
 - (1) Government law relating to the domestic sales price of fertilizers. MC
 - (2) Present pricing system for the domestic sales price of fertilizers. MC
 - (3) Subsidies given to the chemical fertilizer producer and/or fertilizer consumers.
 - (4) Amount of fertilizers dealt by Government or other organization same level as Government.
 - (5) Price gap between domestic sales price of fertilizers and imported fertilizers and control measures on import and export of fertilizers, if any. FC
- ◎ 2.24 Standards and regulations for fertilizers in Zimbabwe. SA
- ◎ 2.25 Soil analysis by province/region especially in terms of acidity. MA

III Distribution of Fertilizers/Present Fertilizer
Distribution System

- ⊙ 3.1 Specification of fertilizers by their type FC
 - (1) Physical properties
 - Particle size distribution
 - Moisture content
 - Anti-caking treatment
 - Anti-deliquestencing treatment
 - (2) Chemical analysis
 - Nutrient content
 - Guaranteed content of nutrients
 - (3) Method of analysis and measurement

- ⊙ 3.2 Packaging of fertilizers FC
 - (1) Specification of fertilizer bag
 - Bag material
 - Size
 - Inner sack and laminate
 - (2) Bagging method
 - (3) Supply and manufacture of fertilizer bag

- ⊙ 3.3 Railroad transportation of fertilizers NR
 - (1) Major railroad system
 - (2) Wagon specification, loading system, etc.
 - Bagged fertilizers
 - Bulk fertilizers
 - (3) Time schedule and distance
 - (4) Tariff, contract, and seasonal load
 - (5) Return cargo
 - (6) Freight commodity statistics
 - (7) Warehousing services and costs
 - (8) Caking, deliquestencing, dusting, bag breaking, etc.

⊙ 3.4 Road transportation of fertilizers

FC

- (1) Major road system
- (2) Truck specification
 - Bagged fertilizers
 - Bulk fertilizers
- (3) Time schedule and distance
- (4) Tariff, contract, seasonal load
- (5) Return cargo
- (6) Cost analysis

⊙ 3.5 Warehousing of fertilizers

FC

- (1) Major warehouses of fertilizers
 - Specification of warehouses
 - Organization and manpower requirement
 - Bagged fertilizers
 - Bulk fertilizers
- (2) Tariff, contract, distance, seasonal load, annual throughput, loading and unloading, caking, deliquescing, dusting, bag breaking, etc.

IV Location, Infrastructure and Transportation Costs of
Product and Raw Materials

- 4.1 Alternative site locations suitable for the installation of fertilizer plant and their reasons.
- 4.2 Imperative factors other than from economical view point to be taken into consideration in selecting site locations if any.
- ⊙ 4.3 Available infrastructure at each of the alternative site locations: roads, rail connections, river transportation, housing and social services. Col
- ⊙ 4.4 Sources of supply of required raw materials and utilities at each location: coal, electric power, water, fuel. FC
- ⊙ 4.5 Site data, including meteorology, hydrography, topography, seismology and site development requirements. FC
- ⊙ 4.6 Any relevant information on transportation of raw materials to the alternative plant locations, and of products to the market areas: available transportation modes and costs/tariffs to and from each of the alternative sites. This would serve to determine investment requirements for raw materials and products. FC

V. Raw Materials and Utilities

- ⊙ 5.1 Situation of coal sources Col
 - (1) Prospective reserves and mining district.
 - (2) Quality and available quantity.
 - (3) Actual production of coal by reserves by year for the past ten years
- ⊙ 5.2 Relevant information of present overall electric power condition (power plants, energy source, power supply grid, electric power specifications) and power development plan. ZESA
- ⊙ 5.3 Electric power consumption figures of existing ammonia and ammonium nitrate plants at their full load. FC
- ⊙ 5.4 Present and prospective supply & demand balance of electric power and tariff system. ZESA
- ⊙ 5.5 Present situation on electric power failure and average fault clearing time. ZESA
- ⊙ 5.6 Present and prospective situation of industrial water sources and supply to the site locations. MEW
- ⊙ 5.7 Seasonal fluctuation of water sources and supply.

VI Construction of Fertilizer Plant

- ⊙ 6.1 Local procurement available for construction materials and supplies: cement, fire brick, reinforcing bar, shape steel. MIT
- ⊙ 6.2 Situation of local constructor's activities. MIT
- ⊙ 6.3 Applicable standards and regulations for the construction of fertilizer plant. MIT
- ⊙ 6.4 Port for unloading imported equipment and materials and conditions of the port. MIT
- ⊙ 6.5 Inland transportation of imported equipment and construction materials to the alternative site locations. MIT
- ⊙ 6.6 Availability of constructing and operating manpower and services and their wages or costs. ML
- ⊙ 6.7 Detailed map of alternative site locations.

VII Financial and Economic Analysis

- ◎ 7.1 Financing plan MIT
 - (1) Fundamental structure of the financing: equity/loan.
 - (2) Project company
 - (3) Terms of loans

- ◎ 7.2 Basis for operating cost estimate and financial analysis. MIT

(Normal accounting practice in Zimbabwe)

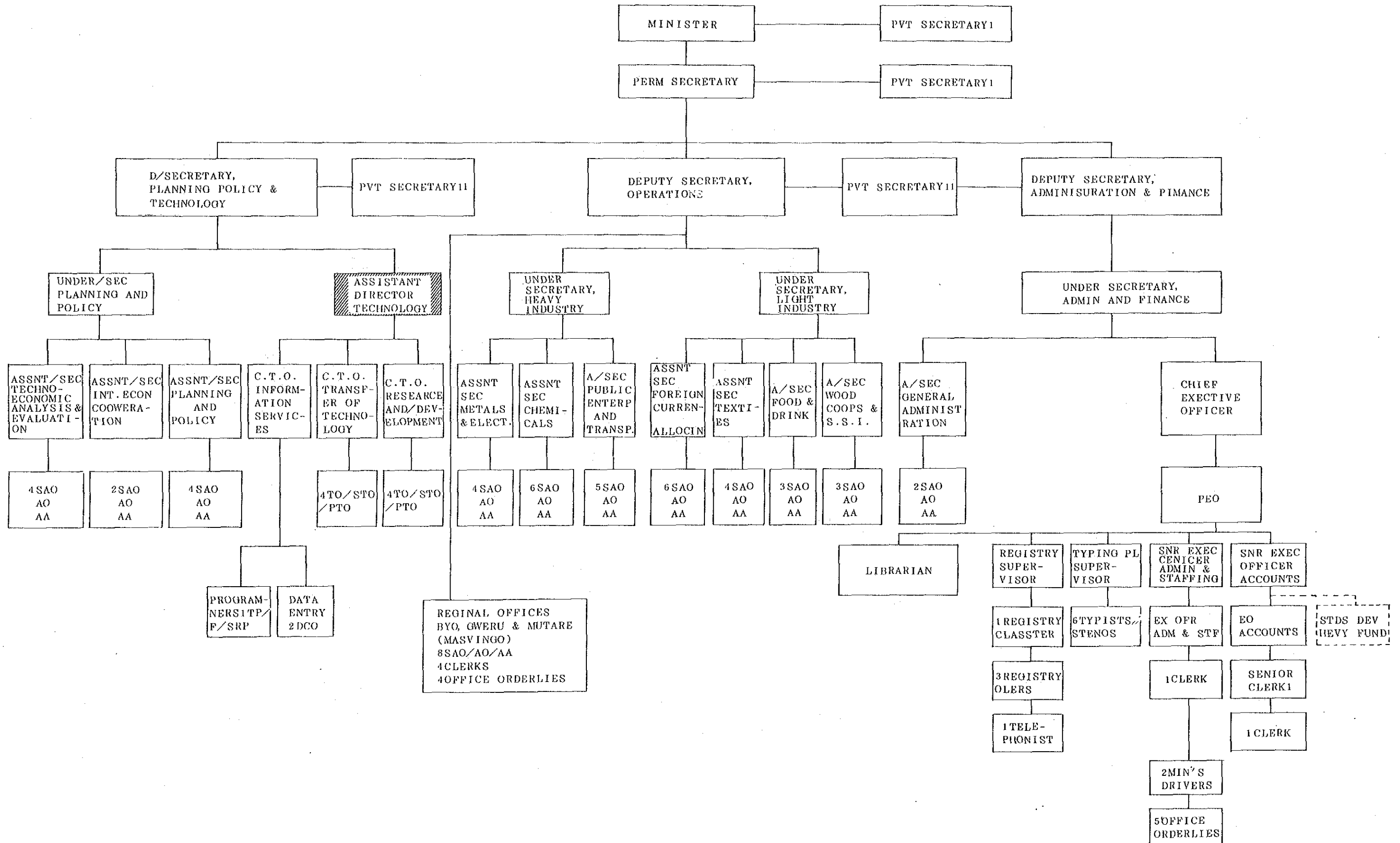
 - (1) Project schedule
 - (2) Economic life span of the project
 - (3) Price escalation
 - (4) Prices of raw materials and utilities
 - (5) Manpower cost
 - (6) Insurance and fixed asset tax
 - (7) Depreciation

Legend

MIT : Ministry of Industry and Technology
MTC : Ministry of Trade and Commerce
MA : Ministry of Agriculture
FC : Fertilizer Company
SA : Standard Association
NA : National Railway
Col : Colliery
ZESA: Zimbabwe Electric Supply Association
MEW : Ministry of Energy and Water
ML : Ministry of Labour

3. 収集資料リスト

- ① First Five-Year Plan Vol.1
- ② " Vol.2 (Industrial Sector)
- ③ Transitional National Development Plan (1982/83-1984/85) Vol.2
- ④ Statistical Yearbook '87
- ⑤ UNDP Development of Fertilizer Industry in Zimbabwe
- ⑥ Coal Resources and Utilization Pre-Feasibility Study, May 1983
(Volume I : Summary of Results)
- ⑦ " (Volume V : Coal Utilization)
- ⑧ " (Volume VI : Economic Analysis)
- ⑨ Coal to Methanol and Ammonia Project, 1982
- ⑩ An Introduction To Wankie Colliery Co.Ltd.
- ⑪ Organization Chart of Ministry of Industry & Technology
- ⑫ Zimbabwe Facts Sheet '87
- ⑬ Financial Facts & Figures '86
- ⑭ Zimbabwe in Figures '86
- ⑮ Sable Chemical Process Flow-Sheet
- ⑯ Fertilizer Price
- ⑰ Fertilizer Specification
- ⑱ Fertilizer Trade Forecast
- ㉑ Maps (Area maps of Wankie and Kwekwe, and various kinds of maps)

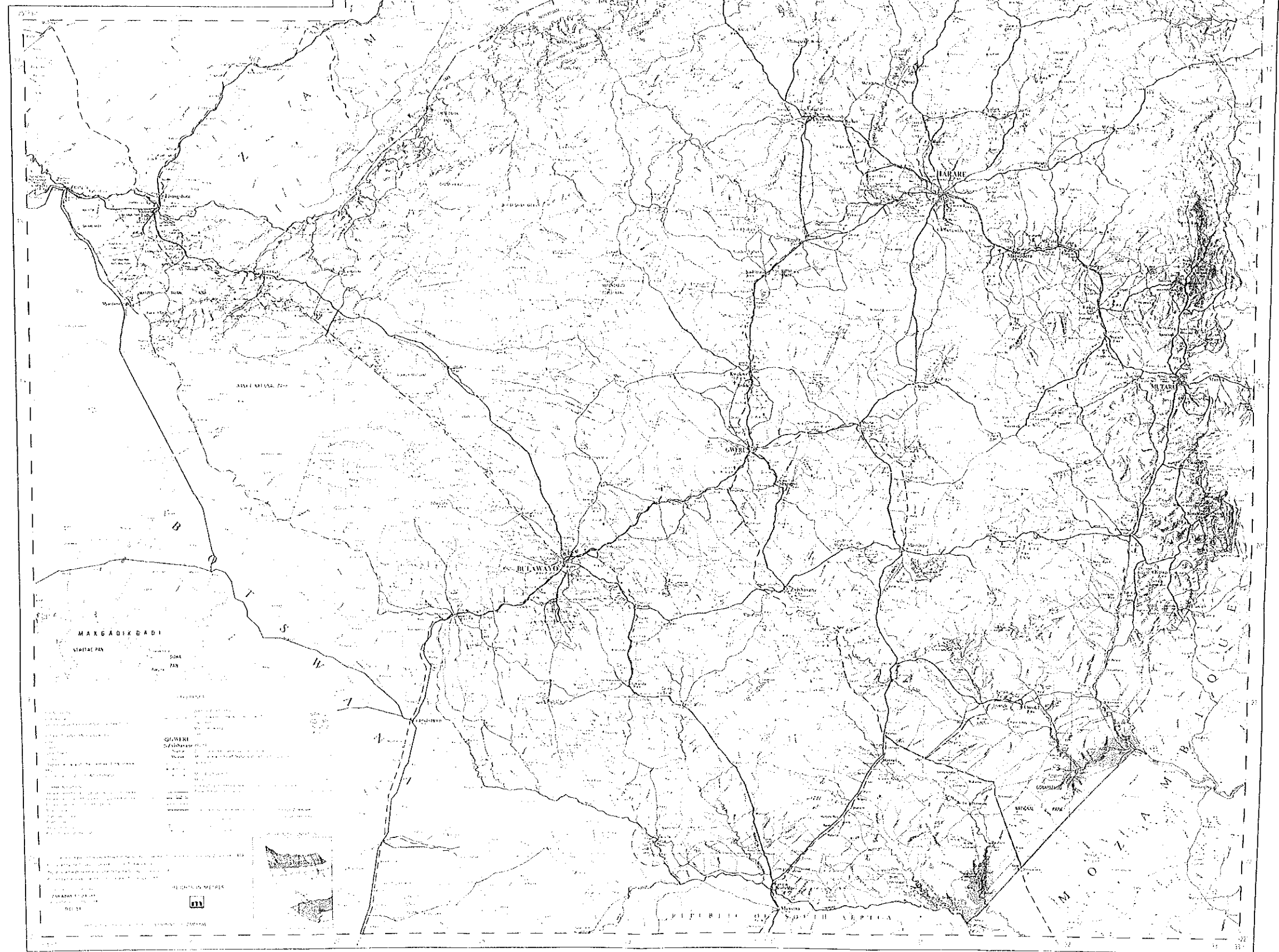


ZIMBABWE

RELIEF

1:500,000

Scale 1:1,000,000



MAXGADIKGADI

STATISTICAL PAN

Area	Population
Mtshabele	15,000
Uto	12,000
Dzundzuni	10,000
Harare	150,000
Bulawayo	100,000
Gweru	40,000

LEGEND

- Solid line: International Boundary
- Dashed line: Provincial Boundary
- Thick solid line: District Boundary
- Thin solid line: Local Authority Boundary
- Dotted line: Railway
- Thin solid line with cross-ticks: Main Road
- Thin solid line with dots: Secondary Road
- Thin solid line: Footpath
- Thin solid line with dashes: Pipeline
- Thin solid line with squares: Fencing
- Thin solid line with circles: Boundary Marker
- Thin solid line with triangles: Survey Station
- Thin solid line with asterisks: Mine
- Thin solid line with crosses: Quarry
- Thin solid line with diamonds: Dam
- Thin solid line with squares: Embankment
- Thin solid line with triangles: Trench
- Thin solid line with circles: Well
- Thin solid line with squares: Cattle Post
- Thin solid line with circles: Windmill
- Thin solid line with squares: Mill
- Thin solid line with circles: Waterwheel
- Thin solid line with squares: Ferry
- Thin solid line with circles: Landing
- Thin solid line with squares: Wharf
- Thin solid line with circles: Pier
- Thin solid line with squares: Jetty
- Thin solid line with circles: Breakwater
- Thin solid line with squares: Quay
- Thin solid line with circles: Dock
- Thin solid line with squares: Basin
- Thin solid line with circles: Canal
- Thin solid line with squares: Trench
- Thin solid line with circles: Embankment
- Thin solid line with squares: Dyke
- Thin solid line with circles: Levee
- Thin solid line with squares: Ditch
- Thin solid line with circles: Drain
- Thin solid line with squares: Canal
- Thin solid line with circles: Trench
- Thin solid line with squares: Embankment
- Thin solid line with circles: Dyke
- Thin solid line with squares: Levee
- Thin solid line with circles: Ditch
- Thin solid line with squares: Drain

HEIGHTS IN METRES

Height	Symbol
Over 3000	Thick solid line
2000 - 3000	Thin solid line
1000 - 2000	Thin solid line with dots
500 - 1000	Thin solid line with dashes
Below 500	Thin solid line with crosses

Vertical Scale: 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 METRES

