No. 8

フィリピン共和国

アルコガス計画実施調査

報　告　書

第　2　部

昭和57年5月

国際協力事業団

鉱 計 工
[redacted]
82 － 83

JICA LIBRARY
1030475[6]

国立国会図書館
受入 昭和 59.5.
月日 '84.8.27
登録No. 14019
3 19118
5 1668.4
EMPI

あ　い　さ　つ

フィリピン共和国政府は深刻化するエネルギー問題に対処すべく国産原油の開発に努める一方、エネルギーの多角化を図っており、その一環として1980年2月アルコガス五ケ年計画を制定し、さらに、国家アルコール委員会（PNAC）を発足させた。

このような背景のもとに1980年3月、フィリピン共和国政府は石油代替エネルギーとしての発酵アルコールの原料作物調達からアルコール工場建設までを含んだアルコガス計画のフィージビリティースタディの実施に関する協力を我が国に要請してきた。

この要請に基づき、日本国政府は、国際協力事業団を通じカビデ県マラゴンドン地区約13,000ha を対象として、昭和56年3月から10月にかけてアルコール用最適原料作物選定のための第一次調査を実施した。更にこの結果を基に昭和56年11月から昭和57年3月にかけて実現可能なアルコガス計画策定のための第二次調査を実施した。

本報告書は、現地調査結果、収集資料及びフィリピン共和国関係者の意見を踏まえ、フィージビリティ調査報告書としてとりまとめたものである。

この報告書がアルコガス計画の推進に役立つとともに、我が国とフィリピン共和国との友好関係に貢献することを願うものである。

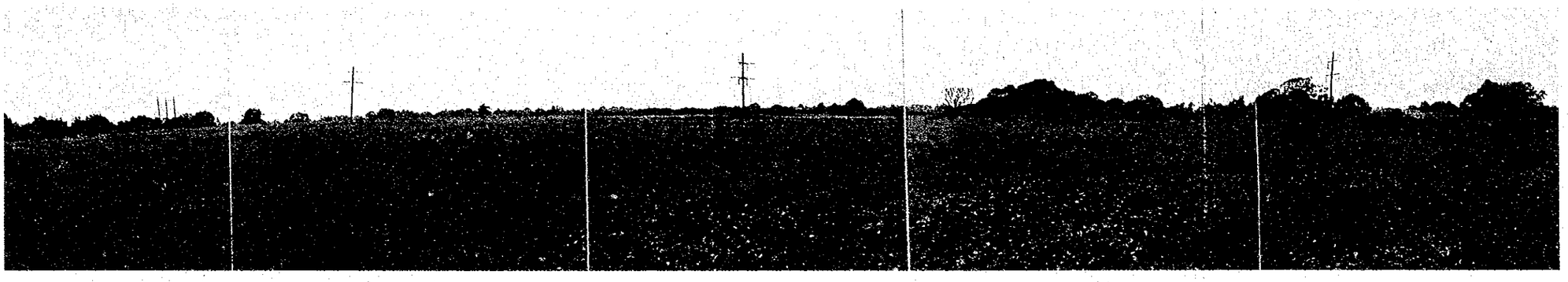
最後に本調査に際し、積極的なご支援とご協力を賜ったフィリピン共和国政府、在フィリピン共和国日本国大使館、外務省、通商産業省、並びに農林水産省の関係各位に対し、深甚の謝意を表する次第である。

昭和57年5月

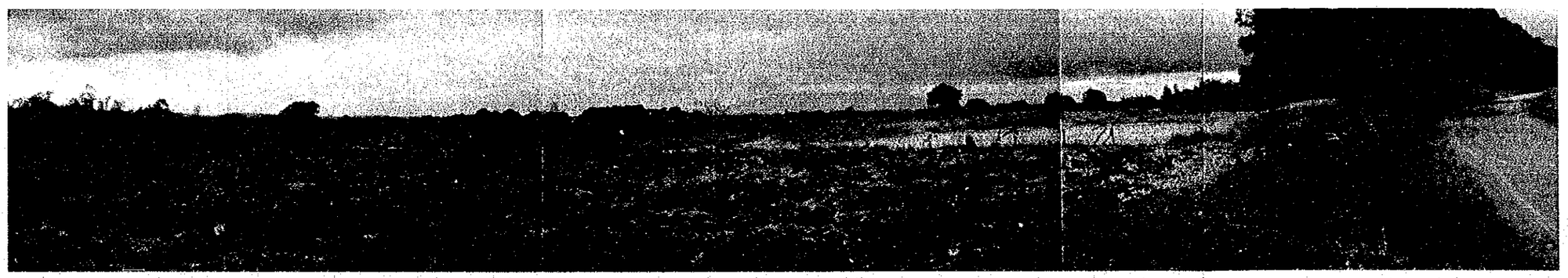
国際協力事業団

総裁　有田圭輔

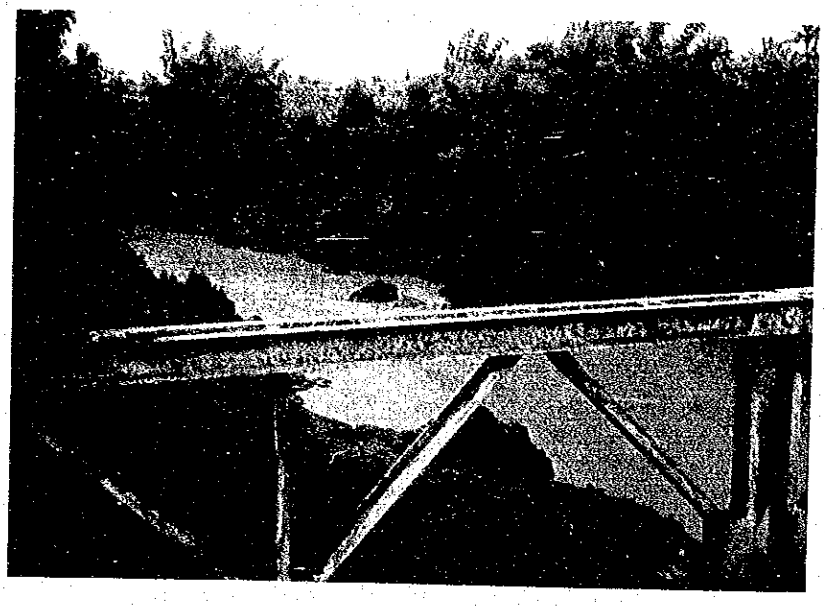
Proposed Plant Site "A" (Sabang)



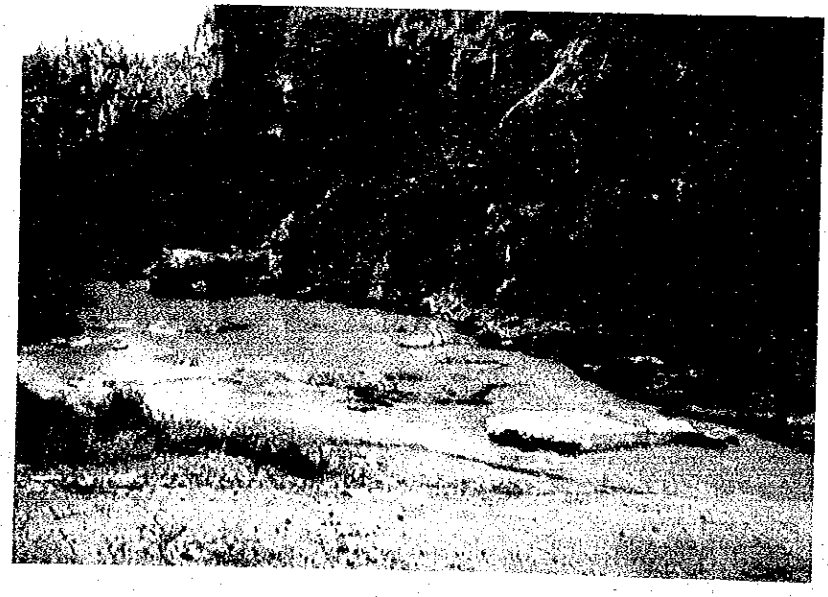
Proposed Plant Site "B" (Halang)



Proposed Plant Site "C" (Maragondon)

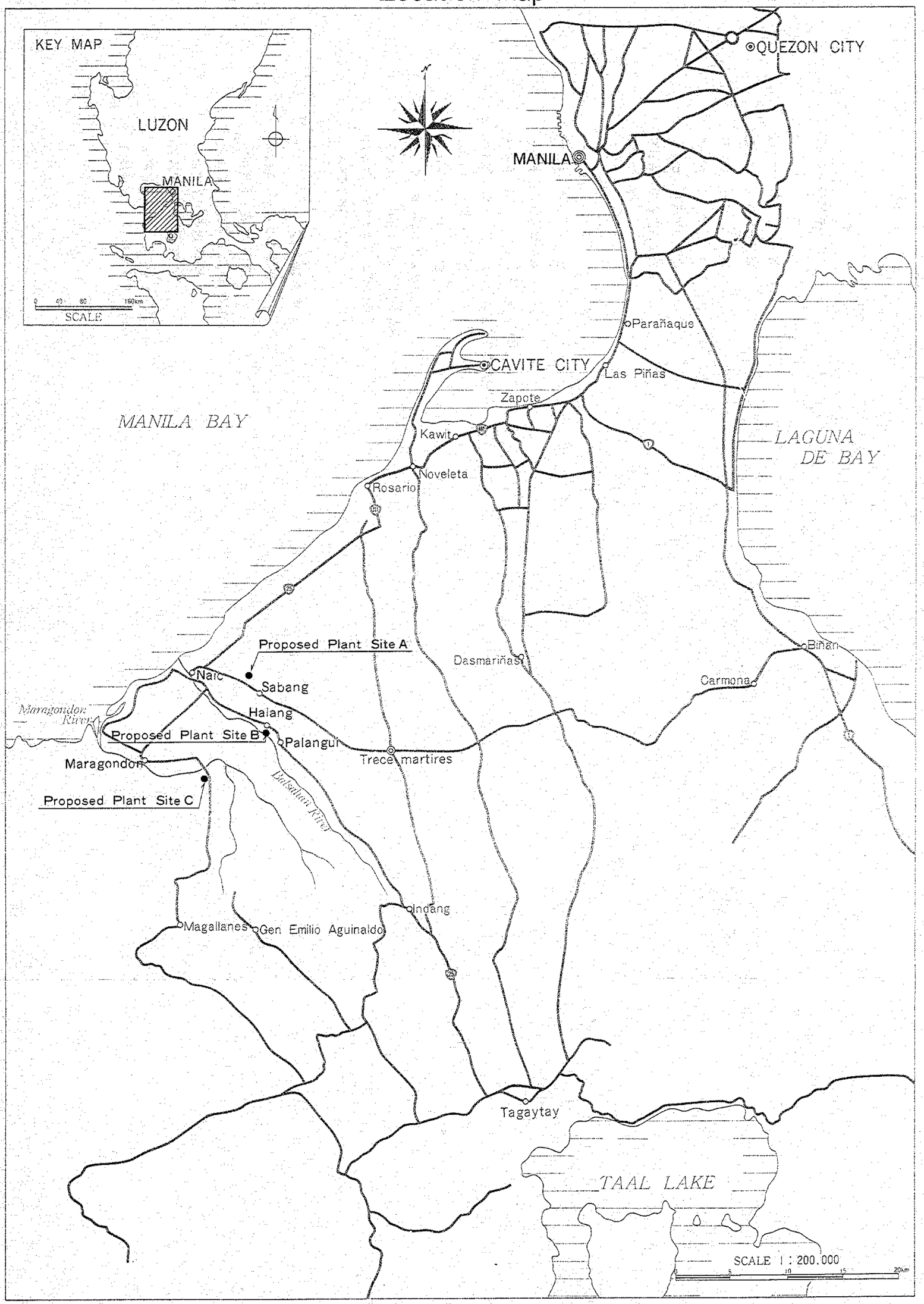


Maragondon River



Balsahan River

Location Map



総　目　次

第　1　部

第　2　部

第1部附属書

大　　要

1. 本計画の概要

(1) 総　　合

1) 所要総資金　　約１８６（10^6 Pesos）

なおこの他に政府投資として約２４（10^6 Pesos）を要する。

2) 工　　程

アルコール工場稼動開始は１９８７年１月とした。

なお建設期間として４年間を必要とする。

(2) 農業関係

1) 農場面積

一般農家地区は2,６４０haで直営農場が４００haとした。

2) 砂糖きび収量

計画生産量は，一般農家地区，直営農場合計で１２３,６７０ t/yが見込まれる。

(3) 工業関係

1) アルコール工場

工場能力は ４８kl/dで稼動日数は２００d/yとした。

2. 総合評価

(1) 経済分析

経済的内部利益率は9.７％であり，本計画は国家的見地から経済価値を有し，推進すべき計画である。

(2) 財務分析

投下資本内部利益率および自己資本内部利益率は各々9.２％と１6.8％ であり，本計画の採算性はそれほど高くはないが，採算の取れる計画である。

フィリピン共和国

アルコガス計画実施調査

報　告　書

第　2　部

昭和57年5月

国際協力事業団

第2部　目　次

APPENDIXES

List of Tables

List of Figures

List of Drawings

Abbreviations and Symbols

Unit and Conversion

(1) Length

mm	Millimeter
cm	Centimeter
m	Meter
km	Kilometer
in	Inch (1 in = 2.54cm)

(2) Area

cm^2	Square centimeter
m^2	Square meter
ha	Hectare (1 ha = 10,000m^2)

(3) Volume

m^3	Cubic meter
Nm^3	Normal cubic meter
l	Liter
kl	Kiloliter
bbl	Barrel (1 bbl = 159 l)

(4) Weight

g	Gram
kg	Kilogram
t	Metric ton
picul	1 picul = 63.25kg
lb	Pound (1 lb = 0.0454kg)

(5) Time

sec	Second
min	Minute
h	Hour
d	Day
m	Month
y	Year

(6) Temperature

°C	Degrees centigrade
°F	Degrees fahrenheit

(7) Others

cal	Calorie
kcal	Kilocalorie
A	Ampere
V	Volt
W	Watt
kVA	Kilo volt ampere
Hp	Horse power (1 Hp = 746 W)
%	Percent
vol%	Volume percent
wt%	Weight percent
ppm	Parts per million
pH	Hydrogen ion concentration
kg/cm^2	Kilogram per square centimeter
mmAq	Millimeter aqua
t/d	Tons per day
t/y	Tons per year

Exchange Rate

Yen	Japanese yen (1 U.S.dollar = 230 yen)
U.S.$	U.S.dollar
PESO	Philippine peso (1 U.S.dollar = 8.0 pesos)

Organization and Company

PNAC	Philippine National Alcohol Commission
PHILSUCOM	Philippine Sugar Commission
PNOC	Philippine National Oil Company
MOI	Ministry of Industry
MOA	Ministry of Agriculture
MOE	Ministry of Energy
MOF	Ministry of Finance
MONR	Ministry of National Resources
BOI	Board of Investments
NPCC	National Pollution Control Commission
NWRC	National Water Resources Control
CB	Central Bank of the Philippines
EEI	Engineering Equipment Inc.
EDC	E.D.C. Construction Co.
UNITEC	UNITEC Engineering Corp.
TOYO	Toyo Construction Co., Ltd.
VICMICO	Victorias Milling Co., Inc.
A.M.ORETA	A.M.ORETA & Co., Inc.
ASIAN	Asian Alcohol Corp.
JICA	Japan International Cooperation Agency
MC	Mitsubishi Corp.

Finance and Economy

IRR	Internal Rate of Return
EIRR	Economic Internal Rate of Return
FIRR	Financial Internal Rate of Return

I. 序　　論

1. 調査の背景と目的

(1) 第一次および第二次石油価格高騰は，世界各国に重大な影響を与えたが，特に非産油国は国際収支の悪化，極度のインフレーション昂進に悩まされている。このような環境の中で既にブラジルは国策として農作物からのアルコールをエネルギー源として使用している。

(2) フィリピンにおいてもアルコールプラントを建設し，アルコールを自動車燃料の一部代替使用する事により，外貨の節約，雇用機会の増大，製糖業の安定化，付随する国内産業の育成等を骨子とするアルコガス計画を策定した。本計画は国家計画として推進するものであり，各種保護，育成策が検討されているが，本計画の経済性を中心とする企業化可能性調査（以下調査という）の実施についてフィリピン政府は日本政府に協力を要請してきた。

(3) この要請を受けて日本政府は国際協力事業団に事前調査団の派遣を委託した。事前調査団はフィリピン政府関係機関との協議の結果調査を実施する事となり調査の基本的枠組，調査事項を織り込んだMINUTES OF MEETINGSを昭和５５年１２月１６日締結した。

(4) この昭和５５年１２月１６日付のMINUTESに基づき昭和５６年３月に農業セクターチームと工業セクターチームから構成された第１回現地調査団がフィリピンを訪問した。この席上フィリピン側からサイトをDasmariñas，CaviteからMaragondon，Caviteに変更して欲しい旨強い要請が打出された。

(5) この要請を受けて農業セクターチームがMaragondon，Caviteについて事前調査の結果Maragondon，Caviteをサイトとして本調査を実施すべきであるとの検討結果を得た。この結果により昭和５５年１２月１６日付のMINUTESの内容のうちサイトおよび工程について一部内容を修正する事により，昭和５６年６月４日付で修正内容に関するMINUTESが締結された。

(6) 従って本調査はこの昭和５６年６月４日付のMINUTES OF MEETINGSに基づきアルコガス計画，Model-Ⅲについて具体的に調査を実施するものであり，工業セクターとしての調査内容としてはフィリピンMaragondon，Caviteにおいてアルコガス計画に係る日産約６０Kℓ／d規模の生産工場に関する技術的経済的企業化の可能性を検討するためのものである。

(7) 本開査は第Ⅰフェーズと第Ⅱフェーズから構成されており，第Ⅰフェーズでは原料として砂糖きび，キャッサバ，さつまいもから最適原料を選定し，第Ⅱフェーズでは選定

された最適原料について詳細検討を実施する事である。

(8) 農業セクターと工業セクターで構成される日本調査団は第Ⅰフェーズの調査結果として

『フィリピン Maragondon, Cavite においてアルコール生産を行なう場合，砂糖きび，キャッサバ，さつまいもを比較すると砂糖きびが最も秀れた作物である』

旨 PNAC に報告し，PNAC はこれを了承した。

(9) 本報告書は，第Ⅰフェーズの検討結果を踏まえ，選定された原料である砂糖きびを前提としてアルコール生産工場に関する技術的，経済的企業化の可能性を詳細検討し，工業セクターの最終報告書としてまとめたものである。

2. 調査の基本前提

(1) 建設予定地

フィリピンマニラ近郊の Maragondon, Cavite とする。

(2) アルコール工場の規模および稼動日数

約60kl/d（30～60kl/d）の規模とし，稼動日数の基本は200d/yとする。ただし稼動日数については300d/yに増加させる方法についても十分検討する。

(3) アルコール工場の燃料

アルコガス計画がエネルギー政策上立案された経緯を十分認識し，非化石燃料を基本とする。

(4) アルコール工場の電力および用水

セルフサポーティングシステムを基本とする。すなわち電力は自家発電とし，水源は工場専用の工業用水の確保策を検討する。

(5) アルコガスの流通，貯蔵，消費

本調査の範囲から除外するが，アルコガスの流通，貯蔵，消費についても情報を適確に把握し，本調査に反映させるものとする。

(6) 第Ⅱフェーズ調査の原料

砂糖きびとする。

3. 調査の方法と手順

第Ⅱフェーズ調査の目的は，砂糖きびを原料として技術的，経済的な詳細検討を実施すると

とである。第Ⅱフェーズにおける調査は次のとおり現地調査および国内作業により実施した。なお，第Ⅰフェーズ調査の方法と手順については，中間報告書に詳述してあるので本報告書では割愛した。

3-1 現地調査

第Ⅱフェーズにおいては，現地調査を昭和５６年１１月２３日から昭和５６年１２月１２日まで２０日間実施した。重点調査項目は次のとおりである。

(1) 第Ⅱフェーズ調査の主要前提項目を関連官庁であるPNAC，MOF，BOI等と協議して取り決めた。

(2) アルコール工場の立地決定のため，現地視察および関連調査を実施した。

(3) フィリピン国内のアルコール工場，砂糖工場，建設会社等を訪問し，プロセス詳細調査，副産物調査，フィリピンにおける工場の建設費調査を実施した。

3-2 国内作業

現地調査の結果を踏まえ，国内作業は次の手順で取進め本報告書を作成した。

(1) アルコール工場の能力は60kl/dと仮定した。

(2) 次に述べる主要プロセスについてプロセス比較検討を実施した。

但し検討対象プロセスとしては，商業的に実証されたプロセスとした。

1) 抽出プロセス

2) 前処理プロセス

3) 発酵プロセス

4) 蒸留プロセス

5) 脱水プロセスおよび脱水剤

(3) 環境対策についてはアルコール工場として特に比重を置くべき廃水対策を中心に検討した。

(4) エネルギーバランス，副産物利用，自動化の程度についても十分検討した。

(5) 以上の検討結果から60kl/dの概念設計を実施した。

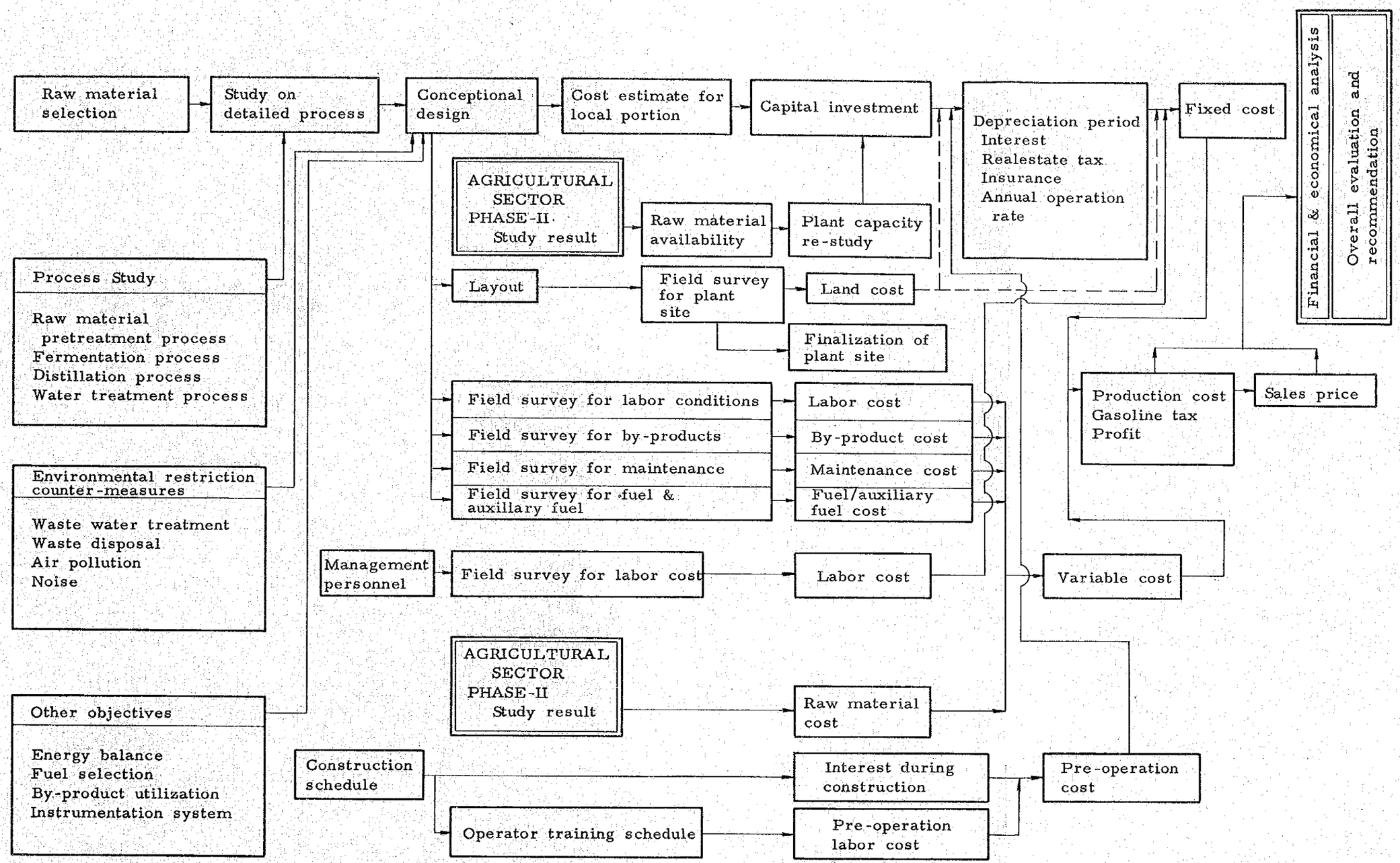
(6) 60kl/dの能力のプラント建設費を策定した。

(7) 60kl/dのプラント能力は農業セクターの検討結果である砂糖きび収穫量から48kl/dとなった。

(8) 48kl/d能力のプラント建設費を算出した。

(9) エスカレーションを考慮して固定費を算出した。

Fig. I-1 Phase-II Study Procedure Sequence



Ⅱ. 現地調査報告

現地調査に関しては，第Ｉフェーズで実施された第１次現地調査，第２次現地調査分もあわせて報告する。

1. 第１次現地調査

1-1 調査目的

昭和５５年１２月１６日付でＪＩＣＡ事前調査団とフィリピンチームとの間で合意されたMINUTES OF MEETINGS(IMPLEMENTING ARRANGEMENTを含む)に基づき，第Ｉフェーズ現地調査チームがフィリピン共和国を訪問した。

なお，第Ｉフェーズ現地調査チームは，農業セクターチームおよび工業セクターチームの第１次現地調査チームで構成された。

工業セクターチームの第１次現地調査チームは次の目的

すなわち，

(1) MINUTES OF MEETINGS の確認

(2) 第Ｉフェーズ調査に必要な情報・資料の収集

(3) 第Ｉフェーズ調査の方法の確認

のためフィリピン関連省庁ならびに在フィリピン関連日本企業，フィリピン関連企業と協議を行ない，また工場予定地の調査を行った。

協議は事前に用意したTALKING PAPER（調査方法案，質問状等を含む）に沿って実施した。

1-2 調査チームの編成

第１次現地調査チームの編成は下表のとおりである。

Table II-1 Members of the First Survey Team

Name		Function
Mr.J.Ono	Team Leader	Project Manager
Mr.K.Tanabe	Sub. Leader	Raw material, Economy & Finance
Mr.M.Ozaki	Sub. Leader	Process & System
Mr.S.Ichihara	Engineer	Plant & Equipment
Mr.S.Nishiyama	Engineer	Off-site Facilities
Mr.A.Hashimoto	Economist	Economy & Finance
Mr.H.Yasuki	Advisor	JICA
Mr.T.Hattori	Advisor	MITI

1-3 調査日程

第１次現地調査チームは昭和５６年３月１９日から３月２８日までの１０日間，現地調査を実施した。具体的なスケジュールは次のとおりである。

Table II-2 Schedule of the First Survey Team

Date		Schedule
March 19	THU.	Ar. Manila (PR-431)
20	FRI.	Visit to Japanese Embassy & JICA Meeting with PNAC
21	SAT.	Visit to Canlubang Sugar Estate
22	SUN.	Data Consolidation
23	MON.	Survey of Dasmariñas, General Trias & Maragondon. Visit to JETRO
24	TUE.	Meeting with PNAC
25	WED.	Meeting with Philsucom, MOE, BOI
26	THU.	Meeting with Japanese Company Meeting with Local Fabricator
27	FRI.	Meeting with PNAC, MOF Visit to Japanese Embassy & JICA Meeting with Japanese Company
28	SAT.	Lv. Manila (NW-004)

1-4 主たる協議機関，協議者等

(1) Philippine National Alcohol Commission (PNAC)

Mr.	H.C.	Zayco	Executive Director
Dr.	E.L.	Rosario	Deputy Director
Mr.	N.	Balce	Chief. Industrial Service
Mr.	F.	Lorilla	Chief. Planning & Adm.
Mr.	R.	Carating	Agricultural Service
Miss	P.	Librando	〃
Mr.	A.	Fortuno	Industrial Service
Mr.	N.	Ventigan	Planning & Adm
Mr.	O.	Miranda	〃
Miss	J.	Lagos	〃

(2) Ministry of Agriculture (MOA)

Mr.	P.	Evangelista
Miss	E.	Abanstillas

(3) Philippine Sugar Commission (PHILSUCOM)

Dr.	R.G.	Camurungar
Mr.	R.R.	Covar

(4) Board of Investment (BOI)

Mrs.	G.	Santos
Mr.	L.	Gauuar

(5) Ministry of Energy (MOE)

Mr.	G.	Makasiar

(6) Engineering Equipment Inc.

Mr.	C.T.	Logar
Mr.	R.B.	Maglalang
Mr.	R.C.	Cabrera

(7) Canlubang Sugar Estate

Mr.	B.S.	Hiben

(8) Mitsubishi Corporation

Mr.	M.	Osugi

(8) Mitsubishi Corporation

Mr. M. Osugi

(9) Kawasaki Heavy Industries

Mt. I. Fujishima

(10) The Zenitaka Corporation

Mr. K. Suzuki

Mr. H. Okamura

Mr. A. Terashima

1-5 実地調査および協議の要約

1-5-1 MINUTES OF MEETINGS（昭和55年12月16日付）の確認

(1) 次項に記載するDasmariñasからMaragondon へのサイト変更の申入れ，およびその変更に伴う事項を除き，PNACに対してMINUTES OF MEETINGS の内容を確認した。

(2) PNACのサイト変更の申し入れ

1) PNACはMINUTES OF MEETINGに設定されているDasmariñas からあらたにサイトとしてMaragondon に変更したい旨本調査チームに申し入れてきた。変更の理由は次のとおりである。

a) Dasmariñas で生産される砂糖きびの多くはCanlubang砂糖工場で使用され，アルコール用には十分確保できない。

b) Dasmariñas およびその周辺地域は工業用地として予定されており，砂糖きび栽培用の未開拓地は900ha 位に限定され，必要とされる5000～6000haを大きく下回る。

c) 土地価格が比較的高い。

2) この申し入れは，3月24日に行なわれたが，1日前の3月23日にサイトの候補地としてMaragondon 地区の現地視察を行なった。

a) 農業セクターチームの視察結果

(i) 土地の起伏が多く，また複雑に入り組んでおり灌漑には適していない。

(ii) 土地の所有状況について十分確認し，農場として十分な面積を確保出来るか検討する必要がある。

b) 工業セクターチームの視察結果

(i) 立地条件は工業面から考察すると特に問題はない。