

インドネシア共和国

バンコ炭有効利用計画調査

インテリム・レポートⅢ

要 旨

1987年7月

国際協力事業団

鉦計工

JR

87-83

国際協力事業団

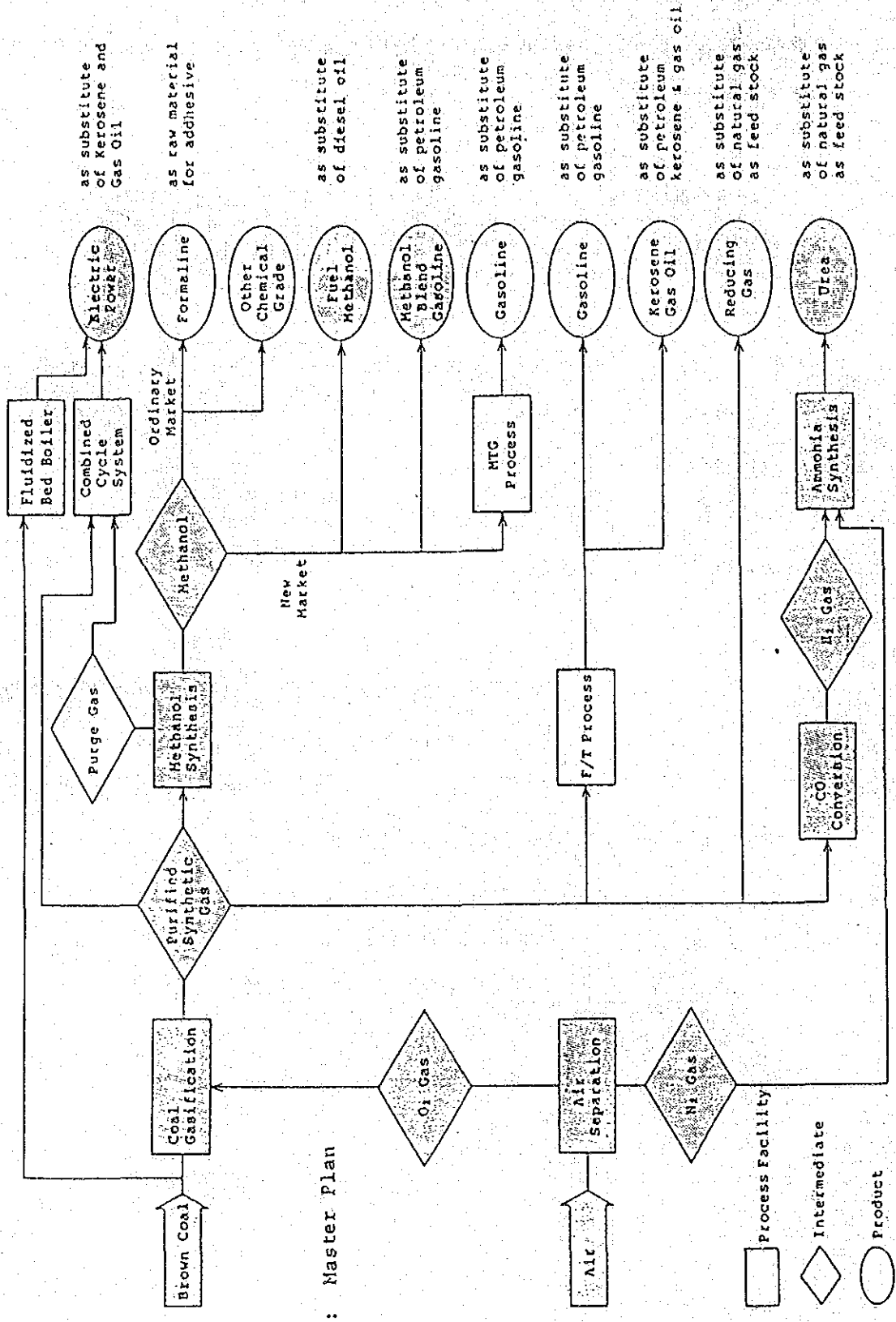
受入 月日	'87.9.30	108
登録 No.	16784	66.7 MPI

1. 本調査の概要

本調査の目的は、バンコ炭有効利用に関する適切なマスタープランをつくり、石炭ガス化試験を含む技術的、経済的および財務的可能性を検討しプロジェクト案を用意することである。

計画の種別	政府がスポンサーとなる技術協力
実施機関 日本側 インドネシア側	JICA (国際協力事業団) BPPPT (科学技術評価応用庁)
目的	インドネシアにおけるバンコ炭有効利用可能性調査
石炭資源	南スマトラ・バンコ地域に賦存する輸送に不向きな褐炭
応用技術	石炭ガス化
製品	合成燃料油および化学品
調査範囲	1) インドネシアにおける代替液体燃料および基礎化学品の市場調査 2) バンコ炭の埋蔵量、品質および採炭コスト調査 3) 小規模試験プラントによるバンコ炭ガス化特性調査 4) バンコ炭有効利用マスター・プラン調査 5) プロジェクト案についての財務分析および経済評価
期間	1984~88年 (5年間) 1) 戦略的調査段階 : 1年間 2) 石炭ガス化試験段階 : 2.5年間 3) 可能性調査 (F.S.) 段階 : 1.5年間

FIG. III Preliminary Flow Scheme and Master Plan for Brown Coal Utilization



2. 昭和61年度調査の背景

(1) 昭和59年度調査

昭和59年度には、戦略的観点から以下の調査が実施された。

- 1) 本プロジェクトの背景調査
- 2) 褐炭およびその誘導品の市場の予備的調査
- 3) バンコ炭資源調査およびその採炭コストの予備的推定
- 4) 褐炭利用技術の調査
- 5) バンコ炭有効利用に関する戦略的調査
- 6) 石炭ガス化試験調査

叙上の戦略的調査の結果、以下の結論が得られた。

- 1) バンコ炭の最も可能性の高い利用法は市場、技術、経済性およびインドネシア政府の政策からみて燃料メタノール、尿素の生産及び石炭ガス化による発電である。
- 2) バンコ炭の確認埋蔵量は4.35億tで、これは商業化するに十分な量である。しかしバンコ炭は灰分中にナトリウム分が多いこととならんで自然発火の問題、輸送時貯炭時の脆さの問題から、輸送に不向きな石炭である。
- 3) バンコ炭の予備的採炭コストは非連続採炭方式で14\$/t（湿炭ベース）と推定されている。

採炭については“コストおよび利益”を加味すると売り値は約25\$/t（乾燥炭ベース）と推定される。

- 4) 合成ガス生産の鉄浴ガス化および発電用の流動床ガス化は、当面最も優れた技術と評価されている。
- 5) 燃料用のニート・メタノールの火花点火ディーゼル・エンジンは商業化可能の域に到達していること、軽油かニート・メタノールかの燃料選択の自由度があることが明らかにされた。
- 6) バンコ炭利用のマスター・プランおよび予備的プロジェクト案が提案された。
(Fig. III 参照)
- 7) バンコ炭利用の経済的可能性は、バンコ炭の推定の売値および既刊の文献からの生産コストデータに基づき調査された。

燃料メタノール生産は、“有望”であるが、MTG（モービル法）および尿素は

将来の原油価格およびガソリン、天然ガスに対する政府の価格政策に依存する。

石炭ガス化複合サイクル発電（CGCC発電）の可能性は将来の技術開発に依存している。

- 8) 戦略的調査の結論として、バンコ炭の有効利用は技術的・経済的にみて可能性があると考えられる。

(2) 昭和60年度調査

昭和60年度には、Fig. IVに示した第2段階の調査が始まった。昭和60年度の調査範囲は以下の通りである。

- 1) 石炭ガス化試験設備の詳細設計
- 2) 石炭品質についての調査
- 3) 経済的可能性の予備的評価

昭和60年度のすべての調査は無事完了した。その結果は以下の通りである。

- 1) 石炭ガス化試験設備の詳細設計が実施され、昭和60年9月に完成した。JICAはS/Wに従って機器の調達を開始した。BPPTは、国立科学技術センター（PUSPIPTEK）のパイロットプラント建屋の建設工事を継続した。
- 2) 石炭サンプリング調査は、北西バンコおよび部分的に西部バンコでの浅部ボーリングを含めて実施された。

以下の点が明らかになった。

- i) 北西バンコ地区および西部バンコ地区の露頭調査および炭層構造が詳細にわたり調査された。
 - ii) 石炭中のナトリウム分は最高0.6%であるが、灰の中のナトリウム分は0~40%である。
 - iii) 昭和61年度における石炭ガス化試験用の石炭サンプル(200kg/サンプル×10サンプル)は101mmコア掘削機械を2セット用いて北西バンコ地区で採取するのが好ましい。
- 3) バンコ炭から160万t/年のメタノールを生産するプロジェクトについて財務的健全性、収益性の面から予備的評価が実施された。
 - i) 大幅に低下した現在の原油価格を反映してメタノール販売価格（プラントからの課税前出荷価格35円/kg）が比較的安く想定されたためIRRは13.5%（課税）と比較的低い結果となっている。

プロジェクトの収益性と共に健全性は、売値に大きく依存するが、このプロジェクトは30\$/BBLを上回る原油価格の場合には存立可能と評価される可能性がある。

- ii) 燃料メタノールは大気汚染の改善に寄与する。一方で自動車用の全体としての

エネルギー効率の差異を考慮すると生産されたメタノールが輸送用燃料が日本に輸入された場合、日本でのメタノールの推定販売価格（課税前価格で44円/ℓ）はガソリン価格（96円/ℓ）と軽油（81円/ℓ）の間に入る。

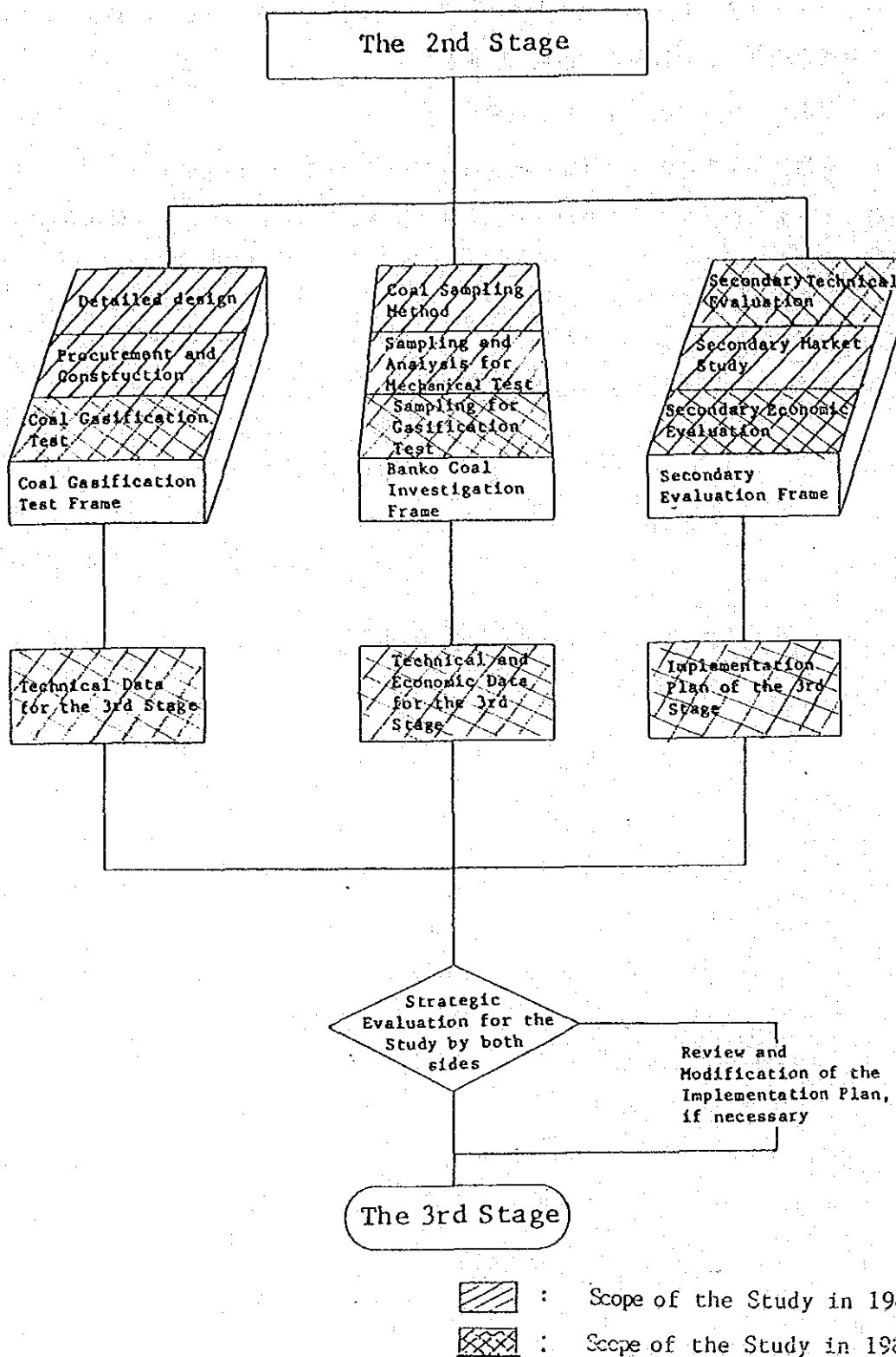
3. 昭和61年度の調査の範囲

第2段階の作業範囲はFig. IVに示す通りである。

昭和61年度の調査範囲は以下の通りである。

- 1) パイロットプラント建屋およびユーティリティ供給システムを含む石炭ガス化試験設備の組立て、建設および機械試験運転
- 2) 石炭サンプリング作業（第1段階）
- 3) 採炭、尿素生産および発電に関する経済的可能性の予備的評価
- 4) インドネシアにおける燃料アルコールの市場および供給システムに関する調査

Fig. IV Flow Chart of Implementation Plan of the 2nd Stage



4. 現地調査概要

4-1 調査チーム

昭和61年度にインドネシアに派遣された日本側調査チームは下記の(A)～(F)の6チームであり各調査チームの目的および特記項目は以下の通りである。

i) 調査チーム(A)

目的： 2.10.3および2.6.2に関するインドネシア側カウンターパートへの説明と議論

2.10.3 燃料アルコールプロジェクトのキック・オフ・ミーティング(“インドネシアにおける燃料アルコールの市場および流通システムに関する調査”)

2.6.2 発注機材の現地受け入れ・監理

(注) 2.10.3, 2.6.1等はScope of Work中の調査項目ナンバーをさす。

ii) 調査チーム(B)

目的： ガス化試験用石炭サンプリング

2.9.1 バンコ石炭資源の追跡調査(踏査および科学調査)

2.9.2 サンプル炭およびサンプル採炭地点の選定

2.9.3 サンプル炭の梱包および輸送

iii) 調査チーム(C)

目的： “燃料アルコール・プロジェクト”調査

- 2.10.3 ー 燃料アルコール利用技術に関する動向調査
- ー インドネシアの石油製品需要
- ー インドネシアの燃料アルコール潜在需要
- ー 燃料アルコールの生産および上流部門での流通コスト
- ー 燃料アルコール導入の問題と対策
- ー インドネシアの燃料アルコール導入計画
- ー 燃料アルコール導入政策

iv) 工事監理チーム

目的： 石炭ガス化試験設備の現地工事

2.6.2 現地工事用の機材の受け入れ検査

2.6.3 発注機材の現地据付組立工事

v) 運転チーム

目的： 石炭ガス化試験設備の試運転・調整

2.7.1 現地作業の最終検査

2.7.2 設備の機械試験

2.7.3 運転試験および調整

2.7.4 完成図・運転要領および保守要領の作成

vi) 調査チーム (D)

目的： 昭和61年度報告（ドラフト）に基づき以下の項目に関しカウンターパートへの説明および議論

- － ガス化試験用石炭サンプリング
- － 北西バンコ炭の採炭コスト推定
- － “燃料アルコール・プロジェクト”調査
- － 設備の試運転

4-2 現地調査のスケジュール

叙上のチームのスタッフにより構成された6つのJICAミッションが現地調査のために派遣された。

第1回ミッション	6月16日～6月27日	ジャカルタ、スルボン
第2回ミッション	6月30日～10月4日	ジャカルタ、バンドン、バンコ
第3回ミッション	8月13日～9月11日	ジャカルタ、クバン、バリクパパン、パレンバン、チラチャップ
第4回ミッション	10月6日～11月11日	スルボン
第5回ミッション	12月23日～3月15日	スルボン
第6回ミッション	3月1日～3月17日	ジャカルタ、スルボン

各ミッションの詳細スケジュール、訪問先およびプログラムについては Appendix II を参照のこと。

4-3 現地調査の特記項目

(1) 第1回ミッション

第1回ミッションは調査チームAおよびBのスタッフにより組織された。

1) Inception Reportに基づき昭和61年度の調査実施計画に関する議論を行い双方は合意した。

2) 昭和61年度の調査予算について双方から説明が行われ、昭和61年度の調査はScope of Work通りに実行されることが確認された。

3) 昭和61年度の石炭サンプリング作業の詳細な実施計画が議論された。双方は地形測量および試錐作業は各々7月6日、7月17日に開始されるという石炭サンプリング・スケジュール（見直し後）について合意し確認した。

4) 石炭ガス化設備の建設手続きおよびスケジュールが議論され、以下の通り合意された。

i) スルボンの国立科学・技術センター（PUSPIPTEK）に設置される設備の建設作業に関するJICAの入札および発注手続き

ii) 予定のスケジュールは以下の通り

- ・入札予定者への説明会 : 6月20日
- ・入札締切日 : 7月15日
- ・工事の発注 : 8月末
- ・JICA機器の到着 : 9月中旬
- ・工事の開始 : 10月初旬
- ・建設完了 : 1987年1月末

5) “インドネシアにおける燃料アルコールの市場および供給システム”に関する調査実施計画について関連諸機関を含むカウンター・パートとの間で議論された。本調査に関する質問状について1986年6月20日の日本側・インドネシア側の合意ミーティングで説明がなされた。

(2) 第2回ミッション

第2回ミッションは調査チームBの専門家により組織されスパン・ジェリジおよび中央バンコとならんで北西バンコでの石炭サンプリング作業が実施された。

(3) 第3回ミッション

第3回ミッションは調査チームCにより組織され、データ収集およびカウンターパートおよびチラチャップ製油所、バリクパパン製油所、クパンのディーゼル発電所およびスルスパンのエタノールプラントを含む関連組織との議論を通して意見形成を行った。

- i) インドネシアでは、車輻用にCNG（圧縮天然ガス）を導入するプロジェクトがチレボンガス・パイプラインからの天然ガスを用いてジャカルタ市で'87年から開始の予定。
- ii) 砂糖工場からモラセスおよび移住地からのキャッサヴァが政府の関連政策に従って生産されるので、エタノールは燃料として見込がある。エタノールのガソリンへの低濃度混合のフリート・テストはかつてBPPTにより実施されたことがある。
- iii) メタノールのガソリンへの混合利用は、かつてプルタミナおよびレミガスにより、添加剤使用および不使用の場合の双方について実施されたことがある。

(4) 第4回ミッション

第4回ミッションは工事監理チームで、石炭ガス化設備の建設工事の監督を行った。この建設工事は1987年1月末に完了した。

(5) 第5回ミッション

第5回ミッションは運転チームで石炭ガス化設備の機械テストおよびプロセス試運転を行った。技術移転はプロセス試運転同様に運転マニュアルをおよび保守マニュアルを用いて実施された。

(6) 第6回ミッション

第6回ミッションは調査チームA、B、CおよびDで組織された。

- i) 昭和61年度 Interim Report（ドラフト）についての議論が行われ、合意された。
- ii) 昭和62年度の調査実施計画（ガス化試験段階での調査結果の総合評価を含む）について議論されると共に、双方は昭和62年度調査の必要準備作業を継続することで合意した。

5. 石炭ガス化試験設備の建設工事に関する エンジニアリング調査の結果

スルボンの国立科学・技術センター（PUSPIPTEK）で建設される石炭ガス化試験設備の建設工事に関するエンジニアリング調査は昭和61年度に完成した。

主に以下の項目について調査が行われた。

- 1) 現地組立工事技術仕様書
- 2) 工事見積仕様書 (Requistition)
- 3) 工事見積条件説明書 (Request for quotation)
- 4) 運転手続きおよび保守要領

5-1 現地組立工事技術仕様書

以下の諸項目に関する石炭ガス化試験設備の据え付け作業を特定した。

- 1) インドネシアへ既に輸送されていた設備の解梱
- 2) 工事実施要領の作成
- 3) 追加設備の受入れ
- 4) 据え付け現地への輸送
- 5) 設備の仮置き
- 6) 屋内基礎工事
- 7) 仕上げ塗装
- 8) 無負荷試運転立合い
- 9) 単体負荷試験への立合い
- 10) 総合負荷試運転への立合い
- 11) 清掃等

(詳細は別冊の「工事仕様書」を参照)

5-2 工事見積仕様書

これは購入条件、一般的諸条件に関するものである。(詳細は別冊の「工事仕様書」を参照)

5-3 工事見積条件説明書

インドネシアのJICA事務所は石炭ガス化設備建設用の資料に従って入札予定者に
応札するよう要請した。原則的に、代替案等は明らかに定義され別個に携載されること、
資料は入札予定者により受領されるものとみなされる。

(詳細は別冊の「工事仕様書」を参照)

5-4 運転要領および保守要領

運転要領には石炭ガス化試験設備のスタート、停止、緊急停止の手続きが個別に示さ
れている。

保守要領には、保守の手続き、石炭ガス化試験設備の個別機器の修理が取り扱われて
いる。

(詳細は別冊「ガス化試験設備運転マニュアル」および「ガス化試験設備保守マニユ
アル」を参照)

5-5 建設および運転試験

1) 国立科学・技術センター(PUSPITEK)のパイロット・プラント建屋の建
設は1986年9月に完了した。

2) ユーティリティ設備とあわせて石炭ガス化試験設備用の機器の組立ておよび輸送は
1986年9月に実施され完了した。

3) 機器の受入れ・監理を含めて石炭ガス化試験設備およびユーティリティ設備の現地
工事は1987年1月に完了した。

4) 性能試験を含めて、機械試験および設備の運転試験は1987年3月に無事完了した。

運転試験の結果によると、昭和62年度予定の石炭ガス化試験は実施可能である。

6. 石炭ガス化試験用サンプルの採炭と地質調査結果

6-1 1986会計年度の石炭ガス化試験用サンプルの採炭と地質調査の目的は次の通り

- 1) ガス化試験設備の試運転と試験用石炭サンプルの採取
- 2) 1987会計年度に実施される予定の試錐孔掘さくによるサンプル採取予定地選定のための地質調査

6-2 本会計年度において実施した作業は次の通り

- 1) 北西バンコ地区において、ガス化試験設備試運転用石炭サンプル約 2,667kgをピット掘さくにより採取した。(6-1-1図参照のこと)
- 2) 北西バンコ地区において夫々の炭層からガス化試験用石炭サンプル約 2,236kgを大孔径試錐孔を掘さくし、採取した。(6-1-1図参照のこと)
- 3) 上記ガス化試験用サンプルの性状把握のため分析を行った。
- 4) 中央バンコ、北スパン・ジェリジ両区域において1987会計年度に実施する予定の石炭サンプル採取候補地の地質調査を行い、適地数ヶ所を選定、小孔径ボーリングによって、表土の厚さを確認した。(6-4-2図、6-4-3図参照のこと)

6-3 1987会計年度の石炭サンプル採取作業は次の計画にもとづいて実施することが望まれる。

場 所： 中央バンコ地区と北スパン・ジェリジ地区

採取するサンプルの重量： 計2t(上記2地区から夫々1tずつ)

方 法： 大孔径試錐孔掘さく(コア径 101mm)

使用する試錐機： 2台

総穿孔長： 435M(中央バンコ地区 240m、北スパン・ジェリジ地区 195M)

作業方法： 2方/日

作業期間： 2ヶ月

Fig. 6-2-1 Geological Structure
In Banko Suban Jeriji
Area

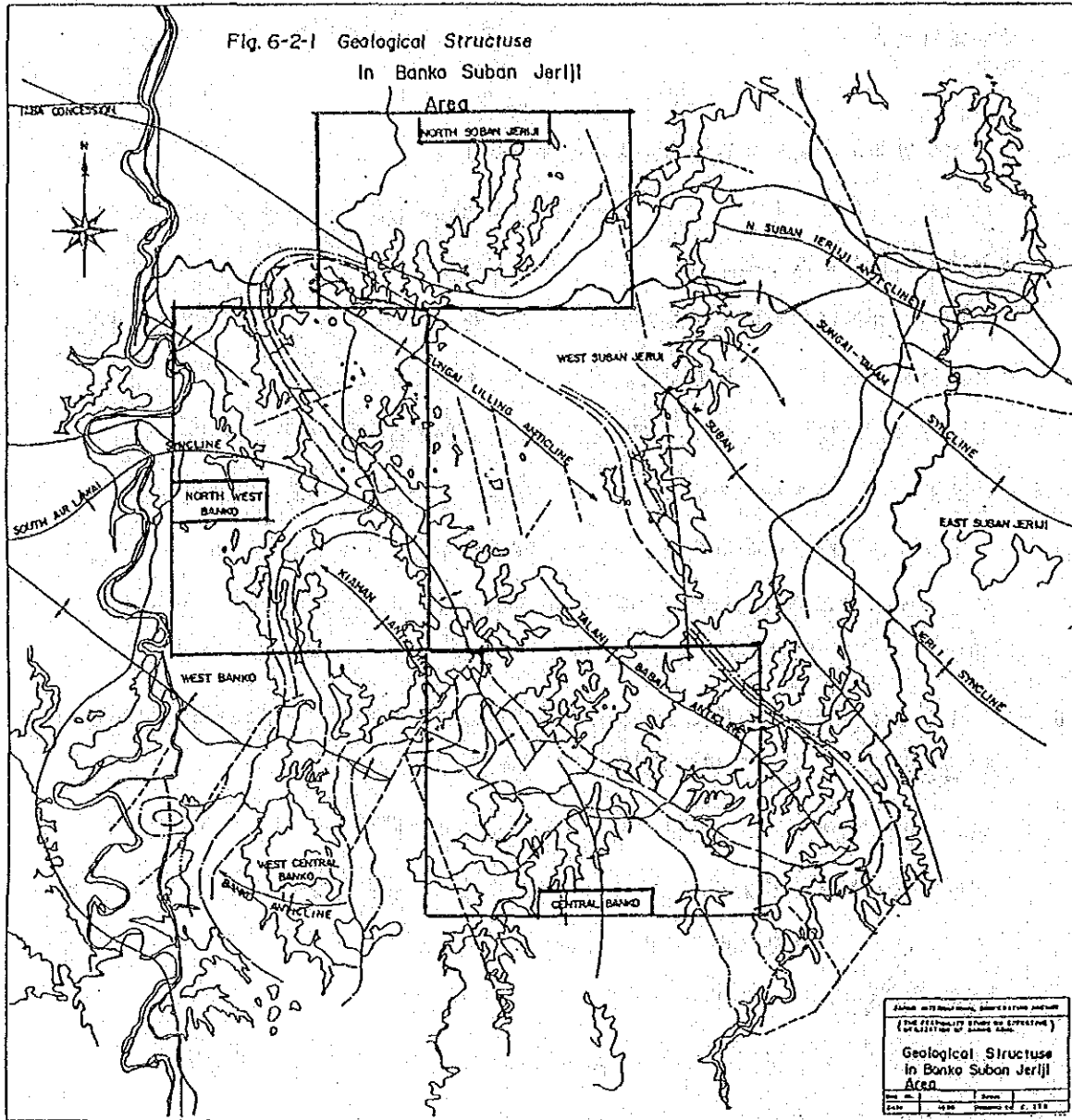


Fig. 6-1-1 Location of Coal Sampling Tests, Northwest Banko Area

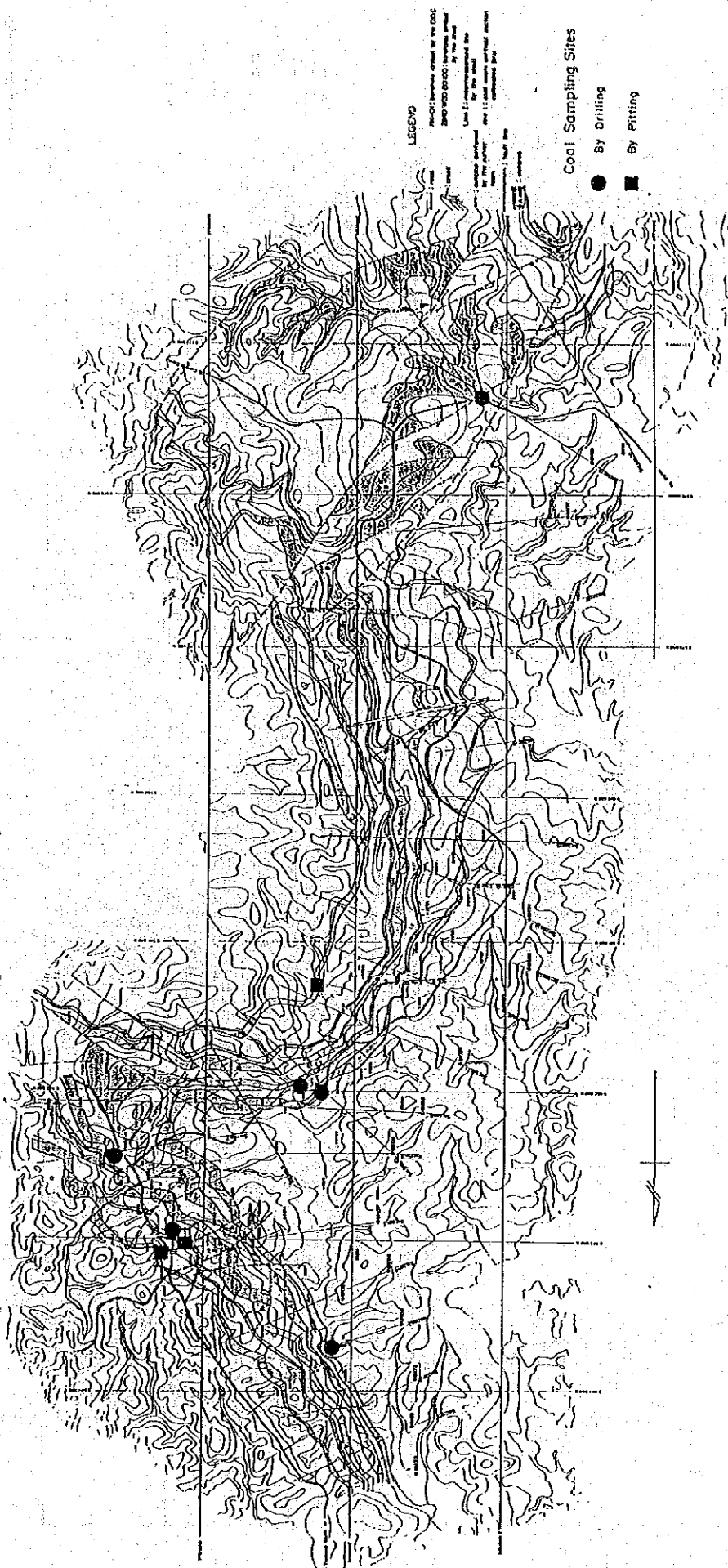


Fig. 6-4-2
 Proposed Drilling Sites for Coal Sampling
 Central Banko Area

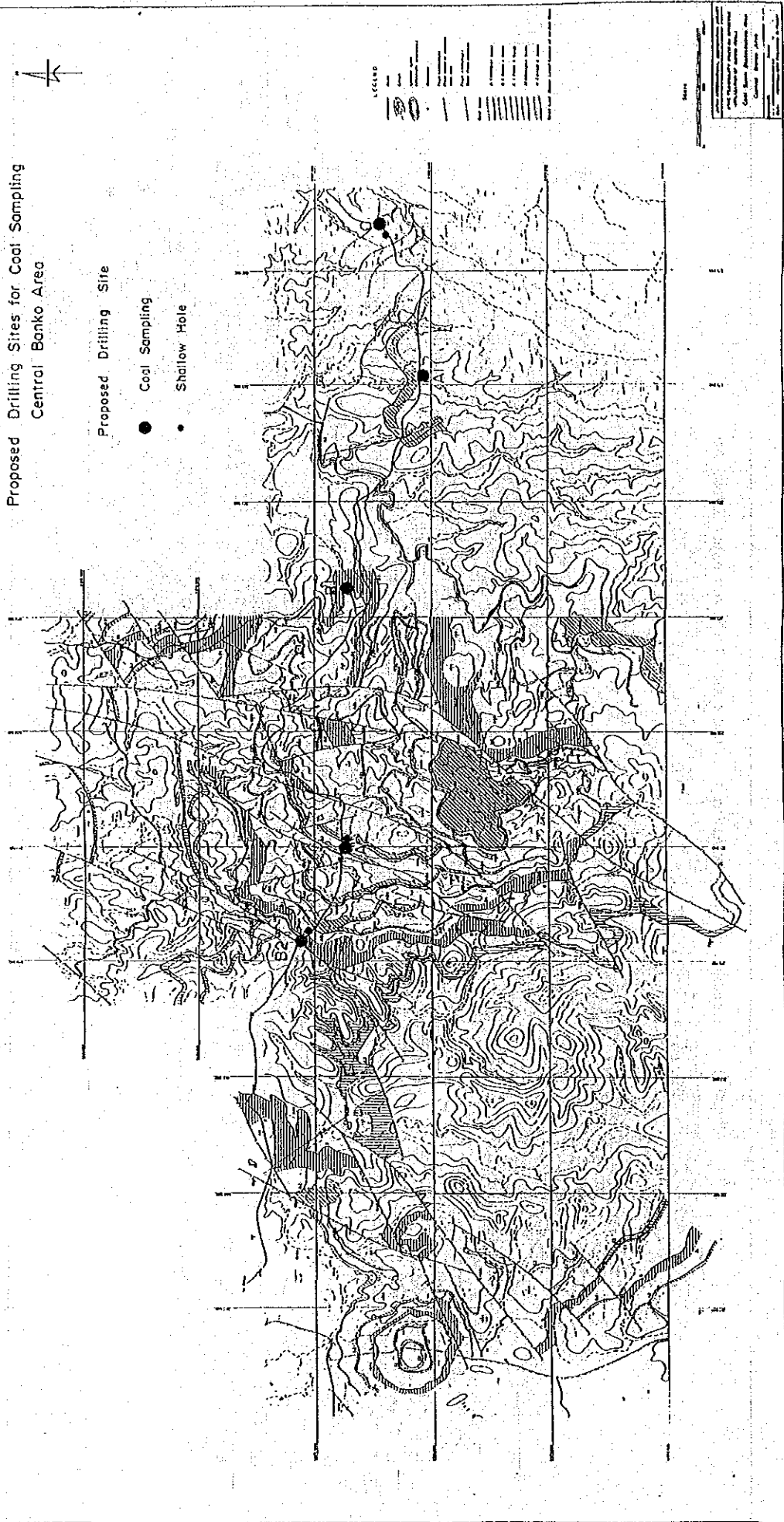
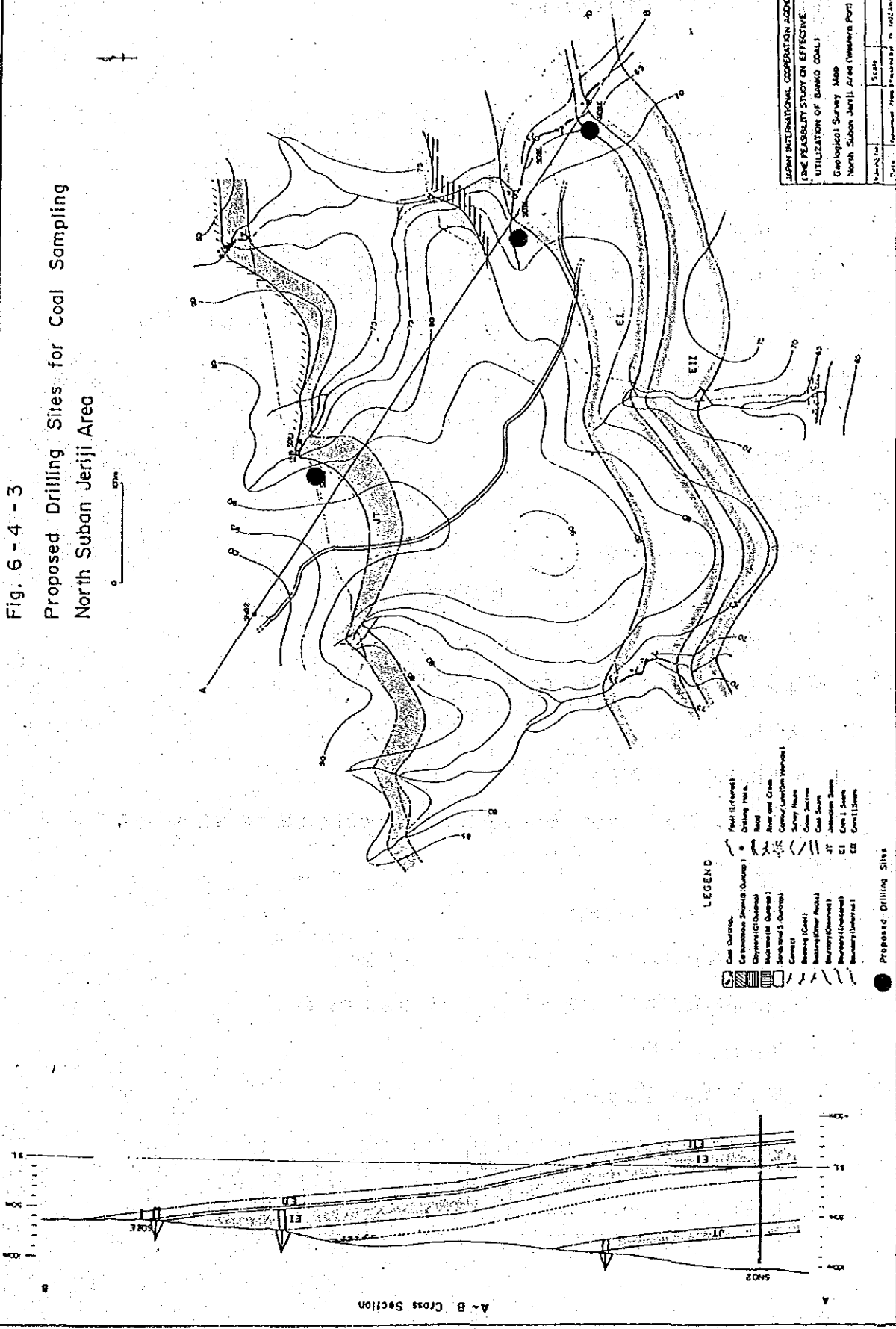


Fig. 6-4-3
Proposed Drilling Sites for Coal Sampling
North Suban Jeriji Area



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
(THE FEASIBILITY STUDY ON EFFECTIVE
UTILIZATION OF USAGO COAL)
Geological Survey Map
North Suban Jeriji Area (Western Part)

Project No.	Scale
Date	Prepared from

7. 経済的可能性の予備的評価

7-1 石炭採掘費

1) 前提条件

対象地域： 北西バンコ地区

年生産量： 3百万湿t/年（フル生産時）

剝土比： 1.63 - 1.95地山M³/t

採掘方法： （ほた）ショベル - トラック方式

（石炭）ドーザーによるリッピング（必要に応じ部分的に発破）

- フロント・エンド・ローダー - トラック方式

（図7-1-1, 図7-1-2参照）

2) 投資額

初期投資 125百万ドル

設備更新のための追加投資 186百万ドル

計 311百万ドル

3) 石炭採掘費

屯当り 14.48ドル（内、直接費 8.41ドル）

4) 感度分析

(1) 剝土比増の石炭採掘費への影響

次の理由から剝土比が高くなるおそれがあるため剝土比増大の採掘費への影響を調べた。

i) 剝土比が高くなる可能性

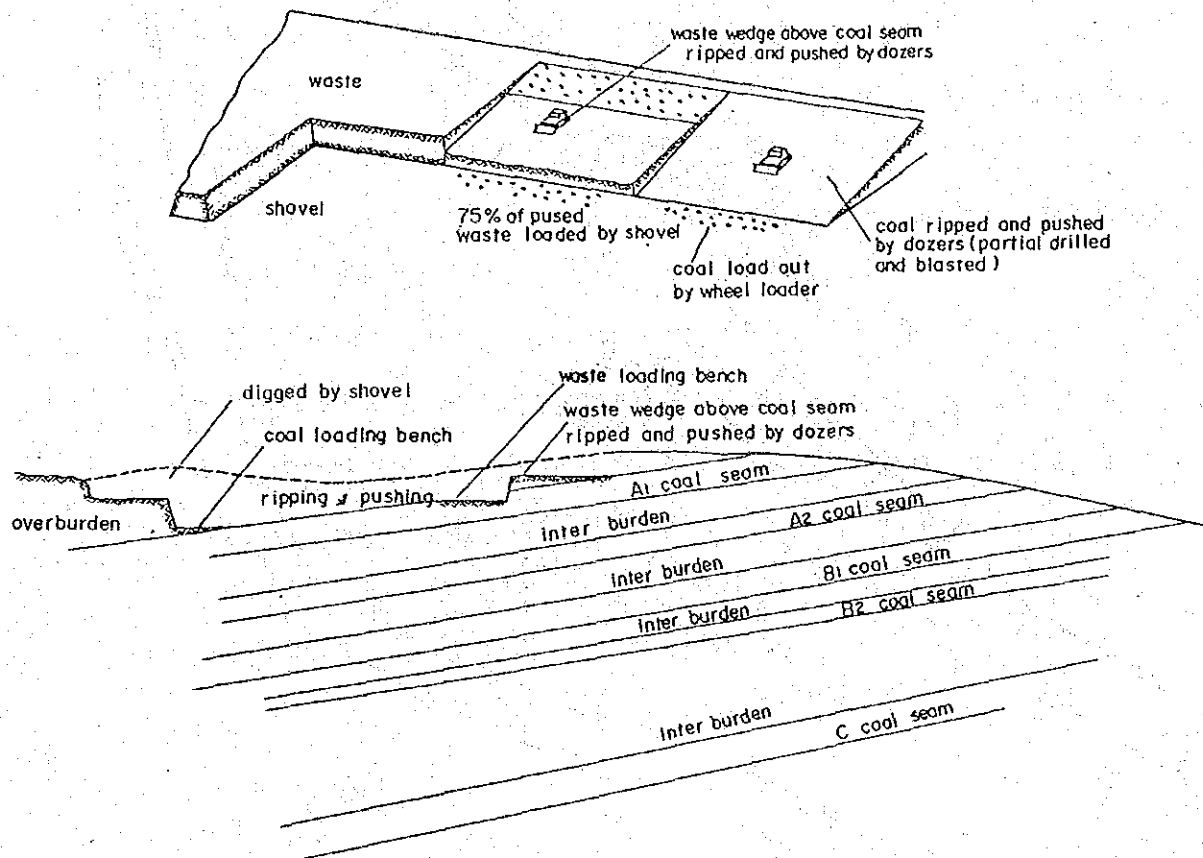
- ・炭層が破碎されており、地山比重が予想より低い。
- ・炭層の膨縮が激しく、炭層の平均厚さが予想より薄い。

ii) 採掘費への影響

剝土比増加の影響は小さい。

剝土比の増	%	10	20	30
採掘費（直接費のみ）の増	%	1.2	5.4	8.9

Fig. 7-1-1 Idealized Mining System in Three Dimensions



(note) working places will be developed horizontally and vertically.

Fig. 7-1-2 Pit Outline at the Beginning of Production Period

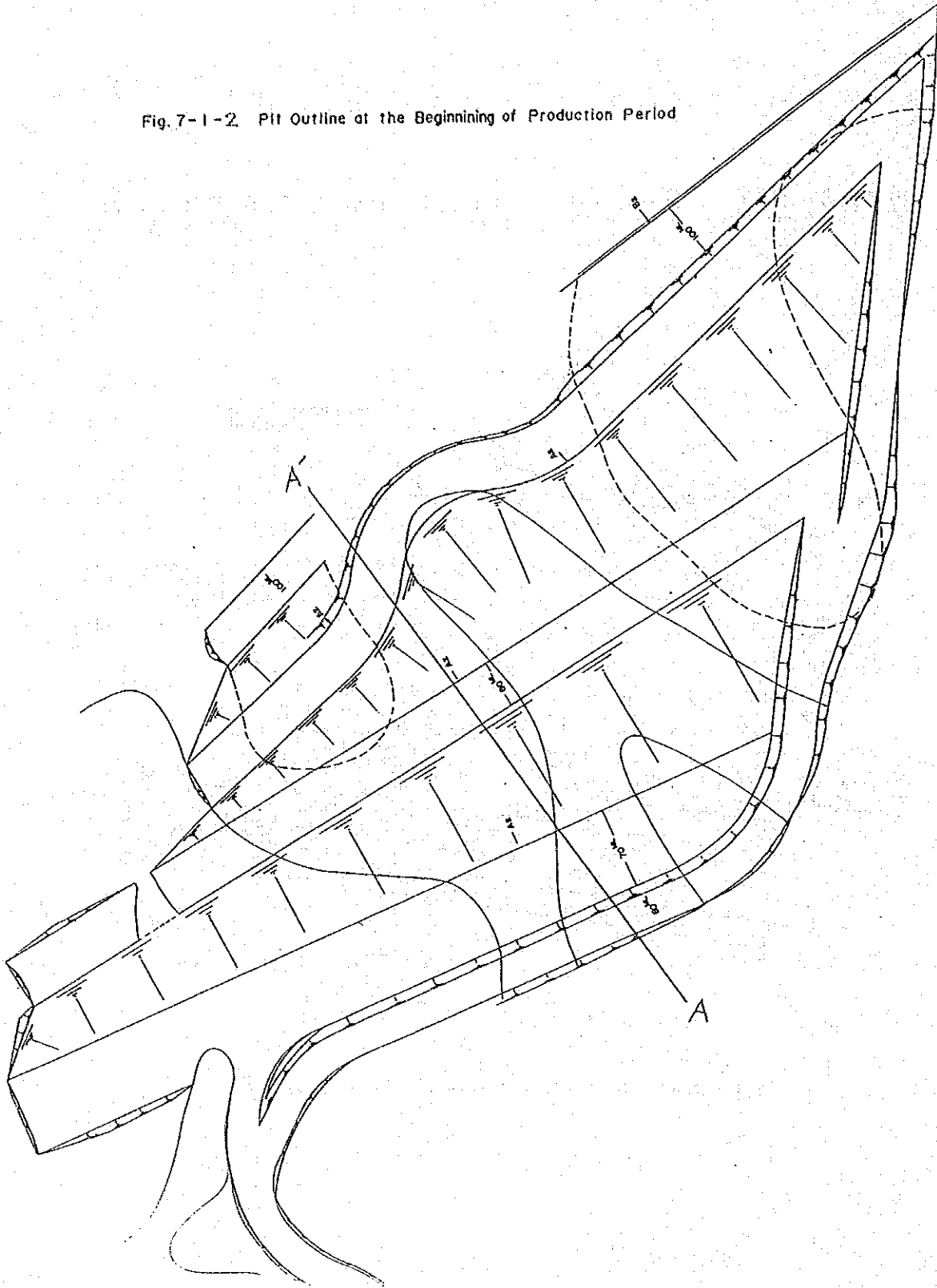
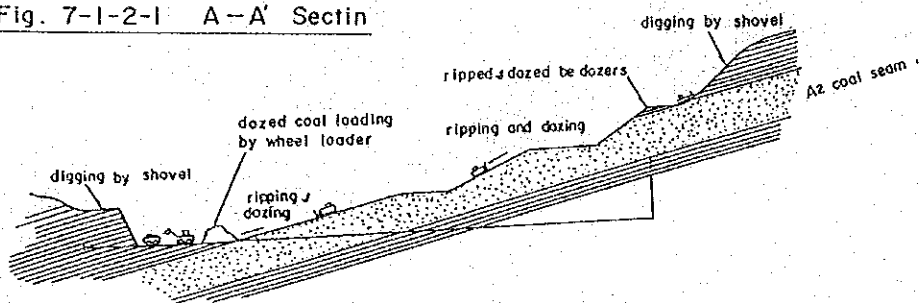


Fig. 7-1-2-1 A-A' Section



(2) 生産増の石炭採掘費への影響

年生産量が3百万湿t/年より増加する場合の石炭採掘費への影響についても検討し、生産量増加が採掘費に及ぼす影響は大きいとの結果を得た。

生産量の増	%	10	30	50
採掘費（直接費のみ）の減	%	7.8	19.9	28.7

(3) 自家発電しながらメタノールまたは尿素を製造すると、増産効果によって、石炭の採掘費はさがるが（但し剝土比に変化がないとした場合）、増産の場合には、更に深部迄掘り下げなければならず、剝土比が増大する。

上の感度分析をベースにしてこの（+）と（-）の効果を含めると、石炭採掘費（直接費のみ）は次のとおりとなる。

自家発電を伴うメタノール生産のみのケース： 7.25ドル/t

自家発電を伴うメタノール・尿素併産のケース： 6.82ドル/t

但し、石炭生産量と剝土量がふえるため、採掘機械を増強しなければならず、追加すべき投資額は次の様に推定される。

初期投資	5百万ドル
設備更新のための追加投資	69百万ドル
計	74百万ドル

7-2 尿素生産コスト

尿素生産コストに関する当予備調査はマスタープランのCase 2 A (Fig. 9-2-5 参照) にもとづき実施した。

1) 主要変数および前提条件

石炭消費量：	$4,120 \times 10^3$ トン/年
ガス生成量：	510×10^3 Nm ³ /H
メタノール生産量：	$1,300 \times 10^3$ トン/年
尿素生産量：	560×10^3 トン/年

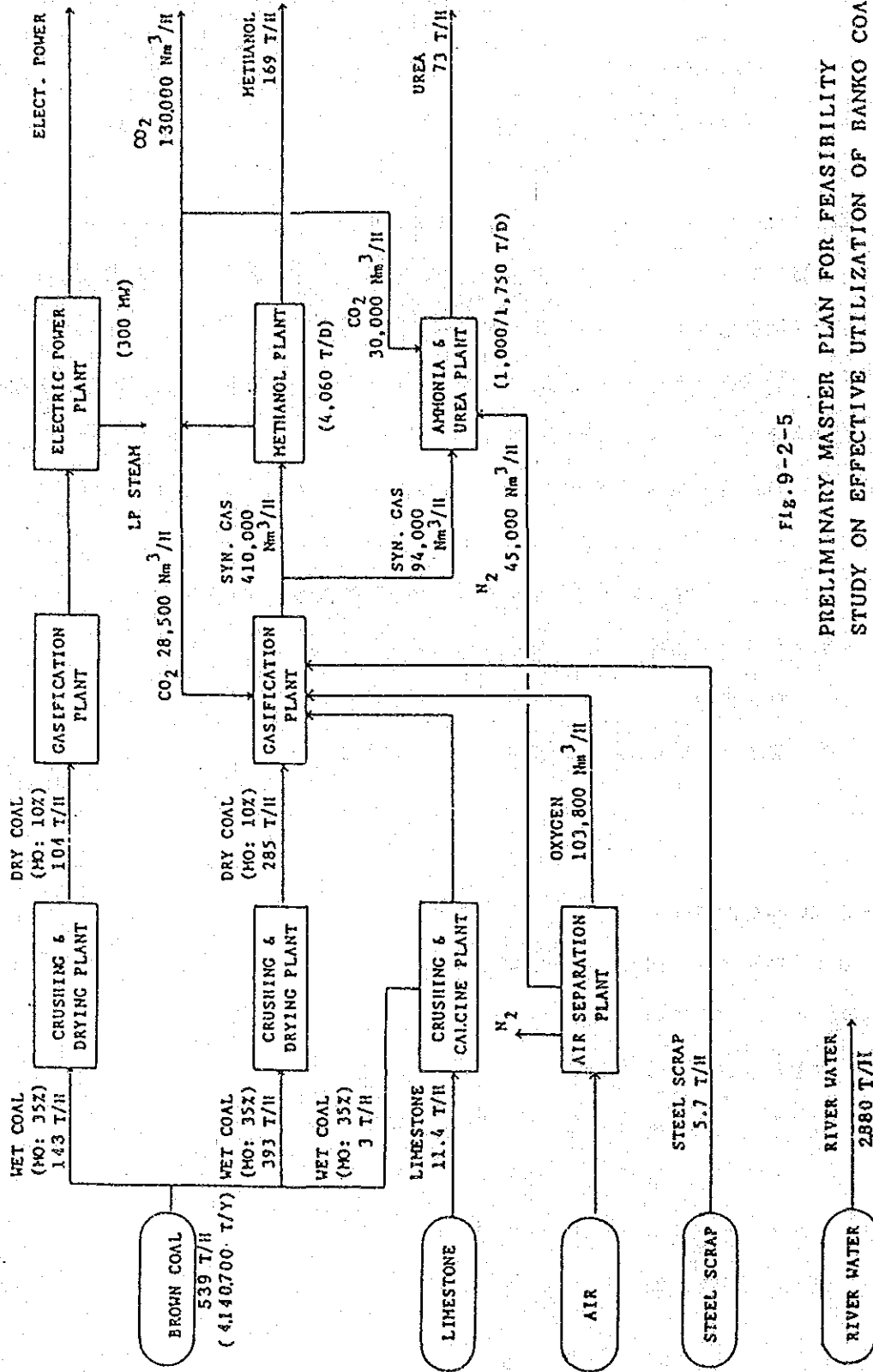


Fig. 9-2-5

PRELIMINARY MASTER PLAN FOR FEASIBILITY STUDY ON EFFECTIVE UTILIZATION OF BANKO COAL CASE 2-A

2) プラント建設費 (1985年ベース)

石炭ガス化プラント:	413,000 × 10 ⁶	ルピア
メタノール製造プラント:	163,000	"
尿素製造プラント:	154,000	"
付帯設備:	476,000	"
合計	1,206,000	"

3) 対投下資本 IRR

尿素工場出荷価格		IRR
(ルピア/kg)	(ドル/トン)	(%)
111	100	10.6
160	150	12.3
222	200	13.8

注: a) メタノール工場出荷価格は各ケースとも 194ルピア/kgの固定価格とする。

b) メタノール生産ケースにおけるIRRは 194ルピア/kgのとき、13.5%である。

4) 評価

i) パレンバンにおける尿素的のFOBコストは内陸輸送費25ドル/トンも含めて約215ドル/トンになる。一方、1984年頃の30ドル原油時代の尿素的の国際価格(FOB)は170~180ドル/トンであった。

ii) 尿素的生産の経済性はメタノールのそれより劣るので、マスタープランのCase 2(メタノール・尿素的併産方式)は第3段階の調査へ進める必要はない。

7-3 発電コスト

発電コストに関する当予備調査はマスタープランのCase 1Aにもとづき実施した。メタノール生産ケースとの経済性比較を行なうため、石炭投入量を同ケースと同じにした。

1) 主要変数および前提条件

石炭投入量(最大): 495トン/H

平均負荷率(インドネシア平均値): 66%

平均石炭消費量： 2.5×10^6 トン/年

発電端出力： 835 MW

発電方式： 石炭ガス化複合サイクル発電

2) プラント建設費 (1985年ベース)

石炭ガス化プラント： $502,000 \times 10^6$ ルピア

(含付帯設備)

発電プラント： $438,000 \times 10^6$ ルピア

(含付帯設備)

合計 $940,000 \times 10^6$ ルピア

3) 対投下資本 IRR

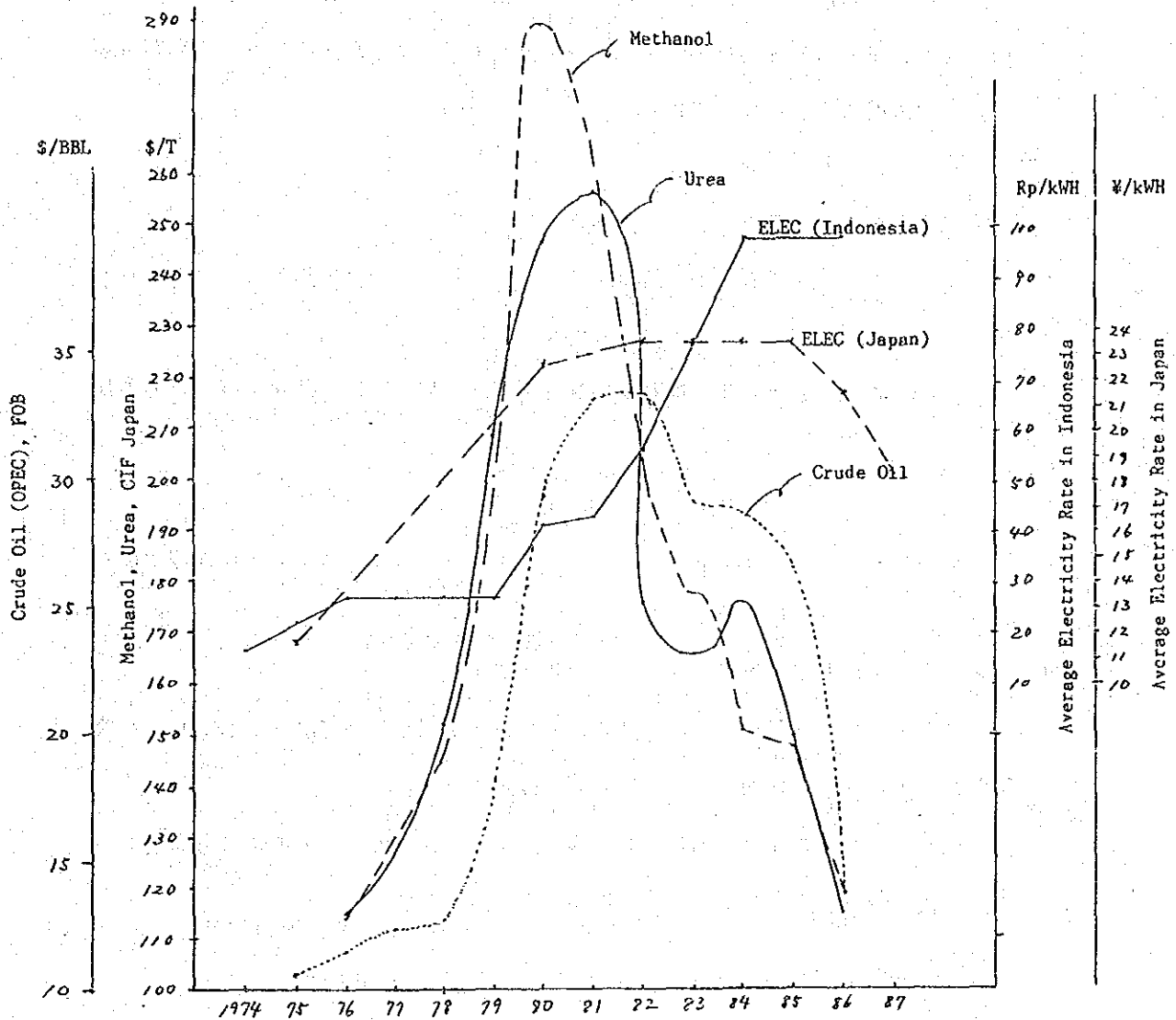
	電力価格 (発電所送電端, ルピア/KWH)	IRR (%)
ジャカルタへ供給	43	6.9
	53	10.3
パンコ地区へ供給	64	13.5
	78	17.0

注：需要家電力料金を1985年現在の98ルピア/KWHと想定し、各ケースごとに送配電ロスおよび販売経費を設定した。

4) 評価

- i) 工場立地地域を含むパンコ地区へ電力を供給する場合はIRR 13.5%が期待でき、メタノール生産ケースのIRRとほぼ同じである。即ち、このケースは経済性の面から見て健全と言える。
- ii) ジャカルタ地区への売電に対するIRRは1985年現在の電力料金98ルピア/KWHを基準にすると、6.9~10.3%となり、経済性はメタノール生産ケースに劣る。
- iii) Fig. 7-2-8はメタノール、尿素および電気の価格の推移を示すもので、メタノールおよび尿素の価格は原油価格と相関関係がみられるが、電力料金は国の政策により決定されるので、電力価格と原油価格との間には相関性がない。
- iv) 発電所にとっては6.9%/年より低利のファイナンスが必要とされる。また、当ケースに関しては、第3段階でさらに、詳細な調査が必要である。

Fig. 7-2-8 Shifts in Price of Crude Oil (FOB OPEC), Methanol and Urea (CIF Japan), and Electricity Rate in Indonesia and Japan



8. インドネシアにおける燃料エタノールの市場 および供給システム調査結果概要

(1) 燃料エタノール利用の国際動向

1) 技術動向

ブラジル、米国等で既に車輛用に一般的利用実績がある。毒性・環境上特別の問題はなく、車輛用石油代替エネルギーとして最も容易に利用可能である。既存車輛エンジンの改造も少なくてよい。

2) 燃料エタノールの消費動向

下記のとおり車輛用燃料として実績が多い。

米 国： 余剰農産物対策およびオクタン価向上のため導入

170万 k ℓ / 年 (1983年)

ブラジル： 砂糖生産の副産物の有効利用 (市場対策)、外貨節減のため国策として導入

800万 k ℓ / 年 (1985年)

その他： フィリピン、キューバ、アイルランドおよび南アメリカ等で広く使用されている。

(2) インドネシアにおける燃料エタノールの潜在需要

1) ガソリンブレンド用にジャカルタ近辺で16万 k ℓ / 年 (10%混合として)、全国で95万 k ℓ / 年 (20%混合) の潜在需要が推定される。

2) 燃料エタノールは車輛用燃料として導入するのが技術的、経済的に最も有効である、コスト競争力の面からみて他の用途は考えられない。

(3) 燃料エタノールの導入プログラム

1) 導入段階

イ) 原 料：

砂糖生産の副産物のモラセスの有効利用

(燃料エタノール相当で概算17万 k ℓ / 年の供給が可能)

ロ) 需 要

ジャカルタおよびその近辺で消費されるガソリンに約10%ブレンドする。潜在需要量は約16万 k ℓ / 年と見込まれる。

ハ) 新設が必要な生産供給設備

- ・モラセスから含水エタノールを生産する設備 (1万kℓ/年×16プラント)
- ・含水エタノール脱水設備 (3万kℓ/年×5プラント)
- ・ガソリンへのブレンド設備
- ・エタノールの上流部門での輸送設備

2) 成熟段階

イ) 原 料

移住政策実施に伴う移住地でのキャッサバ

ロ) 需 要

長期的にはエタノールはインドネシア全国でガソリンに20%までブレンドされるものとする、その需要は95万kℓ/年と見込まれる。

ハ) 新設が必要な生産・流通設備

- ・キャッサバから含水エタノールを生産する設備 (1万kℓ/年×79プラント)
- ・含水アルコールの脱水設備 (13万kℓ/年×6プラント)
- ・ガソリンブレンド設備 (一式)
- ・エタノールの上流部門での輸送設備 (一式)

(4) 燃料エタノール導入の問題点と対策および政策

- 1) 燃料エタノールの導入は毒性 (安全) および環境上問題がない。
- 2) エタノールの生産コストが高く原油価格が30\$/bblでは財務分析の結果、経済的可能性がない。
- 3) 環境改善 (ガソリンの無鉛化)、移住政策への効果 (促進と定住化) および石油消費節減 (石油輸出可能量増加) 等財務分析に含まれないメリットをどのように評価するかが導入を考える上でのポイントである。
- 4) 経済評価によれば労務費、税金、利益等は国家としての収益、プロジェクトの便益 (benefit) と評価されコストから除外される。この場合には、モラセスからの燃料エタノール生産は、原油価格が30\$/bbl以上となればネットで便益が生ずると評価される。

(5) 燃料エタノール導入政策

1) 生産者および流通業者の事業体

(4)項の国家的利益を前提とすればエタノール生産・販売事業体はFig. 8-6-1のように計画するのが適切である。

2) 燃料エタノールの生産者および消費者へのインセンティブは政策的事項に属するが、既存の石油製品の価格競争力との調整、およびインドネシア政府の諸政策遂行上次の施策が必要であろう。

i) ガソリン無鉛化基準および計画の設定(無鉛化への施策)

ii) 車輛排ガスエミッション基準値の設定(環境改善の施策)

iii) 燃料エタノール導入促進のための生産者および消費者へのインセンティブの付与
上記iii)項インセンティブとして次項の施策が提案される。

イ) モラセス生産者へのインセンティブ

- ・エタノール生産者(事業体B)によるモラセス購入保障
- ・モラセス購入価格を輸出価格と同等に設定する。
- ・エタノール生産・輸送の貯蔵設備への税制上の優遇措置
- ・同上への低利資金の融資

ロ) キャッサバ生産者へのインセンティブ

- ・移住政策と関連して、移住民の生活保障的性格を加味し、購入保障を行い、かつ購入価格を設定する。
- ・キャッサバの生産、輸送設備への低金利資金の融資

ハ) 燃料エタノール消費者へのインセンティブ

- ・消費者に有利な価格の設定(石油製品の値上げ)
- ・アルコール燃料車への税金削減

ニ) 燃料エタノール生産者へのインセンティブ

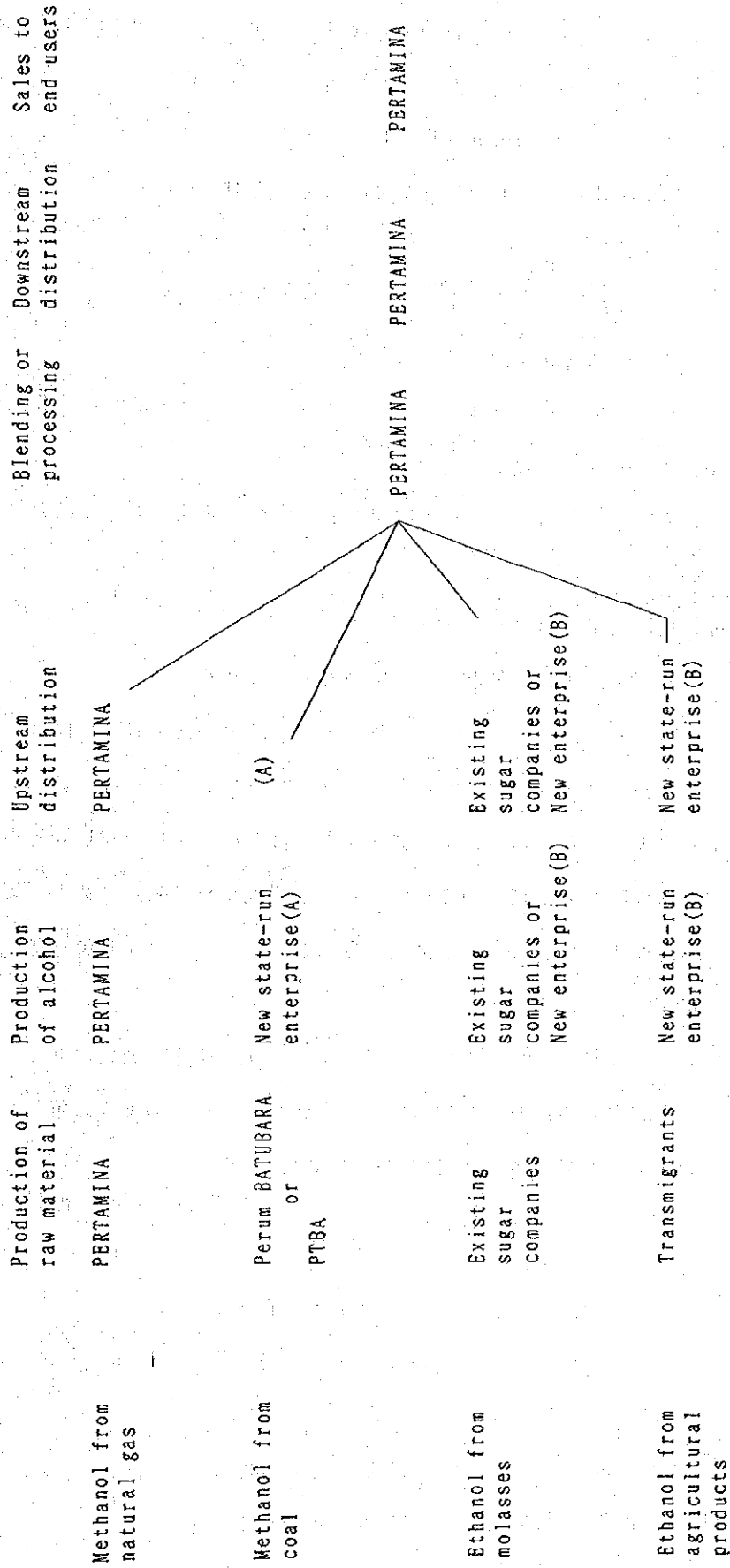
- ・生産設備への税制上の優遇措置
- ・同上への低金利資金の融資

(6) 燃料エタノール導入のインパクト

i) 石油製品消費へのインパクト

燃料エタノールの需要は成熟段階でも95万kℓ/年とメタノールの場合(201万

Fig. 8-6-1 Suggested Production and Distribution Entity



k l /年) に比べ少ないので石油消費へのインパクトは少ない。しかしながらオクタン価向上効果が大きく、石油精製に及ぼす影響は大きいと予想される。

ii) エネルギー資源の有効利用にかんするインパクト

輸出可能なエネルギー資源の国内消費を抑制するのに寄与することができる。

結果的には

イ) 輸出可能エネルギー資源の温存 (外貨収入の安定化)

ロ) 同上資源探査生産費の節減

— につながると評価できる。具体的なインパクト評価には今後調査が必要である。

iii) 移住政策への効果

移住民に現金収入の途を開くことになり、移住政策の促進および移住民の定着に寄与しうる。

iv) 環境政策へのインパクト

排ガス清浄化対策として、極めて有効である。

(7) 燃料エタノール市場および供給システム調査の結論および提言

i) 燃料エタノールの用途としてはガソリンブレンドが最も適する。

ii) モラセスからの燃料エタノール生産は所要資金規模が比較的小さいが、財務分析の結果収益性が低いので民間企業による商業化は困難である。また、キャッサバから生産する場合にも、経済性は更に悪くなるので移住政策と絡めて政府の様々な支援が必要となろう。

iii) しかしながら他方では、燃料エタノールの生産・利用に伴うインドネシア国として予想される国家利益に照すと、燃料エタノールの導入政策 (各種インセンティブの実施) を具体的に検討すべきである。

9. インドネシアにおける燃料メタノールの市場および供給システム調査結果概要

(1) 燃料メタノール利用の国際動向

1) 技術動向

i) ガソリンエンジンベースの利用技術開発状況

イ) 欧米を中心にガソリンの無鉛化・低鉛化用あるいはガソリンの増量剤として、ガソリンに対し低濃度混合（3%程度）の形で利用する技術は略確立し、西独、米国等で実用化されている。

ロ) ガソリンへの中濃度混合利用は車輛改造費、配給設備の新設費が高く、一方ガソリン代替効果が少ないため技術開発は世界的に中断されている。

ハ) 高濃度（M-85, 90等）あるいはニート（M-100）の利用技術が略確立されている。しかしながら、現時点では経済性の面で劣るため実用化は行われていない。

ii) ディーゼルエンジンベースの利用技術開発状況

イ) ディーゼル油への低・中濃度混合利用の技術開発は上記 i) ーロ) と同じ理由で世界的に中断されている。

ロ) 高濃度あるいはニートの利用技術については、

- ・二種燃料方式（燃料供給・噴射が2系統）

- ・強制着火方式（スパーク・プラグまたはグロー・プラグ着火）が独、日、米で開発され、フリート・テストの段階にある。

上記利用技術は既存ディーゼル車の排ガス対策（NOx, 黒煙）として注目を集めている。

iii) 自動車用以外の利用技術開発状況

イ) 大規模発電プラント

- ・ボイラー : 技術開発は完了

ただし、経済性に問題あり。

- ・ガスタービン : 同上

- ・改質型ガスタービン : 熱効率向上（10%）効果が大きく注目されている、既存技術の組合せであり、実用化可能と考えられる。

ロ) 小規模ディーゼル発電機

車輛用エンジンと原則的に同じであるが、改質型が熱効率が高く注目されている。

ハ) 燃料電池

リン酸型燃料電池は実証段階、溶融炭酸塩型固体電解質型は研究段階にある。将来の分散型電源として注目されており、燃料メタノールは改質されて燃料として利用される。

ニ) MTBE原料

オクタン価向上剤として用いることができるMTBEの生産技術は確立されている。

ホ) 都市ガス原料

技術的に略確立されている。日本ではLNGを利用出来ぬ地方都市ガス会社でLPG、ナフサの代替として将来利用される可能性がある。

この考えは、インドネシアにとっても、興味深い示唆を含むものといえよう。

(2) 燃料メタノールの需要の現状

i) 自動車用

イ) 低濃度混合 (3%未満)

U. S. A. : 約52万t (1984年) (ガソリン・ブレンド用)

西 独 : 30万t (1983年)

ロ) 高濃度混合およびニート・メタノール

一般市場での需要実績はない。何ヶ国かでフリート・テスト用に若干量が使われている段階にある。

米 国 : バンク・オブ・アメリカ (300台) , C E C (加州, 約 600台) ,
D O E 等

西 独 : M-93, 300台のテスト車

日 本 : 運輸省主導で 120台の試作車が1986年より3年間のフリート・テストを開始。MITIもフリート・テストを計画中。

ii) その他用

イ) MTBE

世界で 490万 t / yr. の生産能力があり、そのためのメタノール需要は 314万 t / yr. となる。オクタン価向上剤としての需要は不明。

ロ) その他

一般市場での需要実績はない。

(3) 燃料メタノールの潜在需要

i) 石油製品需要

イ) 1984年現在で一次エネルギーに占める石油のシェアは72%と高い。

ロ) 商業エネルギー全体の伸びでは、ここ数年の間に3%p.a.に鈍化した。石油製品の1995年需要は ASCOPE の推定によると Table 8-3-12に示すように総量で横這い、ガソリンの顕著な増加が予想される。

Table 8-3-12 Estimates of Oil Products Demand in 1995

	Sales Volume		Actual Data 1985
	Pelita IV Base	ASCOPE	
Avgas	123.0 (0.3)	147.6 (0.6)	103.4 (0.4)
Avtur	604.7 (1.6)	620.5 (2.4)	619.0 (2.6)
Premium Gas	139.6 (0.4)	167.8 (0.7)	116.9 (0.5)
Regular Gas	4757.7 (13.0)	5720.3 (22.3)	3997.3 (16.5)
Kerosene	11751.5 (32.1)	7040.1 (27.4)	6983.3 (28.9)
ADO	11824.1 (32.3)	7163.3 (27.9)	7491.5 (31.0)
IDO	1968.5 (5.4)	1541.7 (6.0)	1612.3 (6.7)
Fuel Oil	5489.5 (15.0)	3250.0 (12.7)	3361.8 (13.9)
BBM Total	36658.6 (100)	25651.5 (100)	24192.4 (100)

NOTE: Ascope figures are taken from the document in the 3rd Conference of ASCOPE, Dec. 1985, the title of which is "Long Range Outlook of Petroleum Product Supply and Demand and Utilization of Refining Capacity in the ASEAN Region"

ii) 燃料メタノールの長期需要見通し

イ) 原油が25\$/bbl以下では燃料メタノールの需要は殆どない。

ロ) 原油が30\$/bblの場合には、燃料メタノールが111\$/bblで供給されれば1995年に160万トン/年の需要がある。

なお、バンコ炭からメタノールを生産する場合には、111\$/bblではIRRが約9.5%（金利8.0%の場合）となり魅力的プロジェクトとは言い難い。低金利資金の導入が必要である。

ハ) 燃料メタノール価格を139\$/bbl（IRR13.5%）と固定した場合の原油価格と燃料メタノール導入可能量見通しの関係はFig. 8-3-3の通りである。

iii) 燃料メタノールの消費部門別潜在需要

イ) 輸送部門・発電部門

導入期： ジャカルタ、スラバヤ等大都市でのガソリン・ブレンド用に5-8万kℓ/年の需要が見込める。

成熟期： ガス・タービン（メタノール改質型に改造）およびディーゼル発電機用に110万kℓ/年が見込める。

ロ) 産業部門

エネルギー消費の実態が不明のため需要推定は困難であるが、この部門の軽油消費量の10%が燃料メタノールに転換されると仮定すると140万kℓ/年の潜在需要が見込める。

ハ) 民生部門

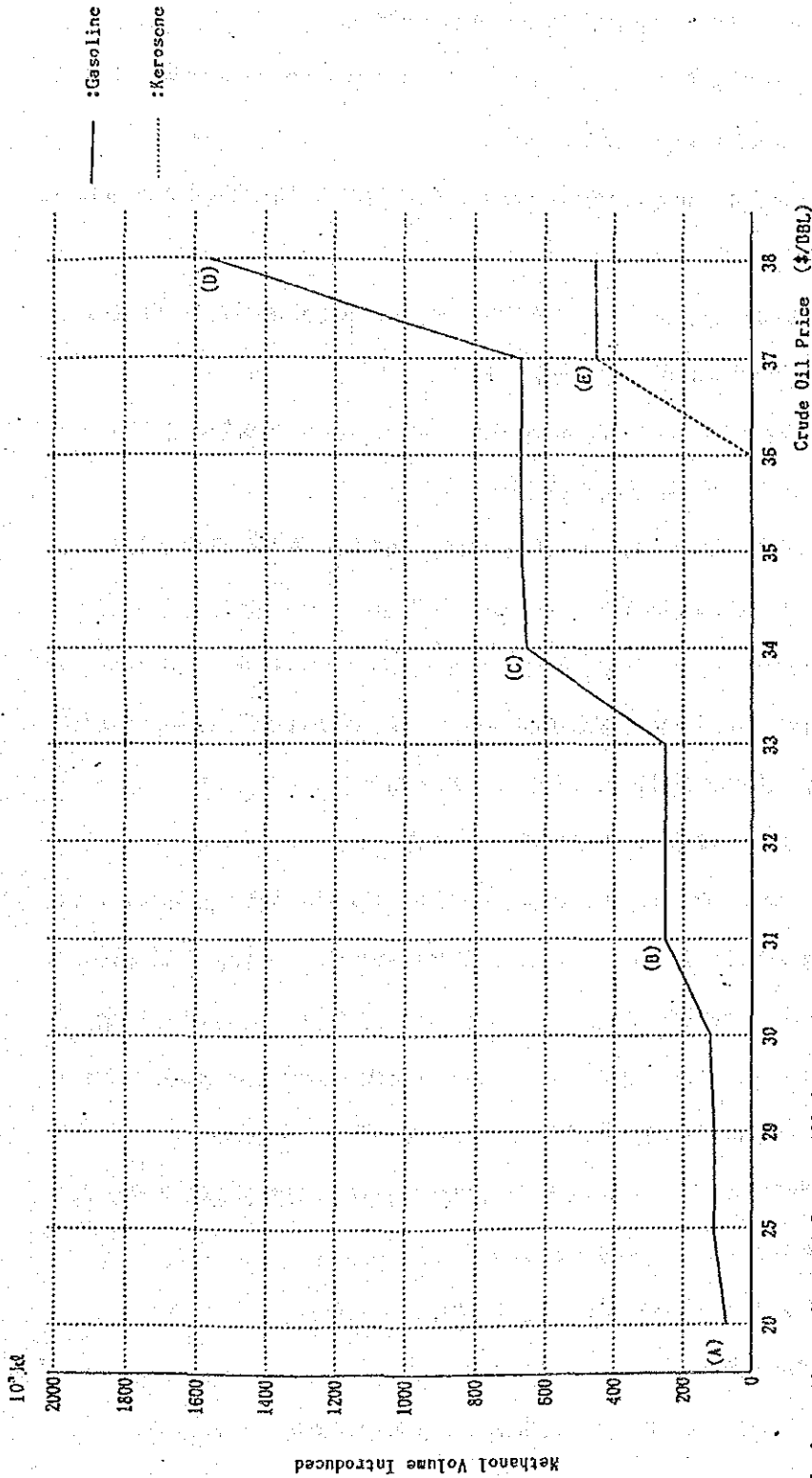
メタノールには毒性問題があるため、この部門での直接利用は期待できない。

長期見通しの結果、この部門の灯油消費がメタノールを燃料とした発電で一部代替されうることが示されている。

ニ) 以上をまとめると、燃料メタノールの潜在需要は次表の通りである。

	導入期	成熟期
輸送部門	48-76	5650
発電部門	87	1100
産業部門	—	1400
民生部門	—	—
合計	140-160	8150

Fig. 8-3-3 Methanol Volume Introduced (v.s. Crude Oil Price)



Note: 1 Assumptions: Methanol Price 139\$/Ml
Domestic Oil Product Demand ASCOPE Case

2 Through methanol introduction, gasoline delivery for demand area 3 from Cilacap is reduced at such points as (A) (B) (C) (D).

At points (A) (B) (C), gasoline delivery for demand area 4 from Cilacap is increased and that from Dumai is decreased, leaving gasoline production in Dumai reduced. At point (C), reformate export from Dumai is to start. At point (D), gasoline delivery for Area 5 from Cilacap is increased and gasoline production in Balikpapan is decreased, starting reformate export from that refinery.

At point (E), kerosene delivery for Area 2 from Plaju is to be replaced by methanol. This causes delivery for Area 3 from Plaju increased, that for Area 3 from Cilacap decreased, that for Area 4 from Cilacap increased and finally, that for Area 4 from Balikpapan decreased.

And as a result, kerosene production from Balikpapan is to be decreased.

(4) 燃料メタノールの導入プログラム

i) 導入期

輸送部門： ジャカルタ、スラバヤ等ガソリンの大消費地を中心に、ガソリンに3%程度の低濃度混合で導入を図る。

発電部門： へき地電化策の中で、ガス・タービン或いは、小型ディーゼルでの利用による需要拡大を図る。

この段階にあつては、Bunyu のメタノールの供給能力で対応が可能とみられる。

ii) 成熟期

輸送部門： 高濃度混合或いは、ニート使用で自動車用軽油 (ADO) およびガソリン代替として導入を図る。

発電部門： 既存ガス・タービン (メタノール改質方式) の新設小型ディーゼル発電機への導入を図る。

この段階に向けて、流通、配送システムの確定、整備が重要な課題となる。

iii) 流通、配送面での必要な設備

既存の化学用メタノールの流通、配送システムと基本的には同じであるが、燃料メタノールの輸送ロットが大きくなるのでバージ、一次油槽所 (Depot) の大型化、二次油槽所の設置等を計画的に取り進める必要がある。

(5) 燃料メタノール導入の問題点および対策

i) 生産コストは、スケールメリットがあり、エタノールに比べ安い (139\$/kl : IRR 13.5%) が、初期投資額が大きくなる。(160万 t/Yr. のプラント規模の場合1985年価格で約1兆ルピア (1800億円))

ii) 139\$/kl のメタノール価格を前提にすると、バンコ炭メタノール 160万 t 全量導入の為の必要原油価格は38\$/BBL である。

原油価格 30\$/bblではメタノール価格 (FOB) は 111\$/kl (IRR 9.5%に相当) とする必要がある、低金利の資金が必要である。

(6) 燃料メタノール導入政策

1) 生産および流通事業体

Fig. 8-6-1 (前出) に示す通り国営事業体とするのが適当である。

2) 燃料メタノールの生産者および消費者へのインセンティブは政策的事項であるが、既存の石油製品との価格競争力の調整および政府の諸政策を遂行上次の施策が必要であろう。

i) ガソリン無鉛化基準の設定（無鉛化への施策）

ii) 車輻排ガス・エミッション基準値の設定（環境改善への施策）

iii) 安全性対策（メタノール生産者、流通、配送業者、消費者）

iv) 燃料メタノール導入促進のための生産者および消費者へのインセンティブ

上記iv) 項のインセンティブについて以下のような施策が提言されよう。

イ) 原料である石炭生産者（おそらくは石炭公社（Perum Batubara）あるいはP T B A）へのインセンティブ、新しい炭田開発の計画を策定する。

ロ) メタノール生産者へのインセンティブ（低品位炭を対象）

・原料である石炭コストのメタノール製造コストに占める比率は建設費のそれに比べ、小さいが、原料買入れ価格はできるだけ低位に抑える。

（建設費が10%低下すると、IRR は約10%上昇）

（原料費が10%低下すると、IRR は約2-3%上昇）

・資本集約性に照して、公的資金の投入、国際機関からの借入れ等低コストの資本調達を施策する。

ハ) 燃料メタノール消費者へのインセンティブ

・消費者に有利な価格の設定（たとえば石油製品価格の値上げ）

・アルコール使用車への税金軽減

(7) 燃料メタノール導入のインパクト

i) 石油製品消費へのインパクト

原油価格が 25\$/bb1以上になれば燃料メタノールの導入が部分的に可能となり、国内石油消費の減少（原油・石油製品の輸出可能量の増大）につながる。

原油価格が 38\$/bb1以上の場合か、メタノール生産プラントでの IRRを 9.5%とするようなメタノール価格（111\$/K1）の場合に全量 160万 t 導入が可能である。この場合、メタノール導入規模はガソリン市場の14%、灯油市場の3%の規模となる。

ii) エネルギー資源の有効利用に関するインパクト

輸出可能なエネルギー資源の国内消費を抑制することができ、

イ) 商業的価値の乏しい低品位炭の有効利用

ロ) LNG あるいは国内天然ガス供給に供しえない僻地天然ガスの有効利用

— が可能となる。

その結果として、

イ) 輸出可能エネルギー資源の温存（外貨収入の安定化）

ロ) 同上の資源探査・生産費の節減

— につながると評価できる。具体的には今後調査が必要である。

iii) 移住政策へのインパクト

従来の農業、漁業、林業等を対象とする移住政策に加えて、新しく工業移住が施策対象となる。

iv) 環境政策へのインパクト

排ガス清浄化対策として、大都市近郊での大気汚染緩和に極めて有効とみられる。

(8) 燃料メタノール市場および供給システム調査に関する結論および提言

i) 燃料メタノールの用途は、短期的にはガソリンへのブレンドおよび既存ガス・タービンの改質型への転換からスタートすることが適切と考えられる。

長期的には、輸送部門でガソリンエンジンベースおよびディーゼルエンジンベースでの高濃度・ニート利用の形態で、また発電部門では改質型ガス・タービンへの転換促進およびディーゼル火力でのメタノールだきへの転換という形でメタノールの利用拡大は生じる。

また産業部門では自家発電用燃料に使用される可能性がある。

ii) 燃料メタノールプラントは、特に石炭ベースの場合には、設備投資額が大きいところから民間企業が商業ベースで行うのは困難である。

iii) インドネシアとしての予想される国家利益からすると、燃料メタノール導入政策および各種インセンティブ実施を具体的に検討する価値が充分ある。

今後引き続き具体的施策を詳細に検討する必要がある。

