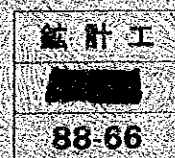
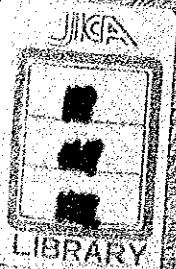


インドネシア共和国
バンコ炭有効利用計画調査
インテリム・レポート
— 第2段階 —

要 旨

1988年3月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1065703E9J

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

— 第2段階 —

要 旨

1988年3月

国際協力事業団

19657

1. 結論と提言

1. バンコ炭のガス化が可能であることを確認した。
2. 第3段階調査はS/Wどおり実施するのが妥当である。

1) 結論

- i) 本フィジビリティ調査は、インドネシア国務大臣（研究・技術担当）B.J. Habibie博士により提起されたもので、昭和59年2月24日締結された Scope of workに基づき取進められている。調査の最重要点はバンコ炭ガス化の技術的可能性の評価である。
- ii) 鉄浴法によるバンコ炭のガス化の技術的信頼性が、ガス化試験により確認された。
- iii) マスタープランは次のとおりである。

		ベースケース	代替案
バンコ炭採掘量	百万トン/年	4.2	4.5
メタノール生産量	百万トン/年	1.6	1.3
尿素	百万トン/年	0	0.6
メタノール用途		内燃機関燃料	

- iv) 初期投資額（概算）は約1,900億円と推算*される。
- v) IRRは石油価格が30 \$ /bb lの場合、13%である。

2) 提言

第3段階調査（フィジビリティスタディ）はScope of workに計画されている内容で、昭和63年度に実施するのが妥当である。

注記：第2段階調査では外貨換算レートを次のとおり想定している。

1ルピア=0.18円

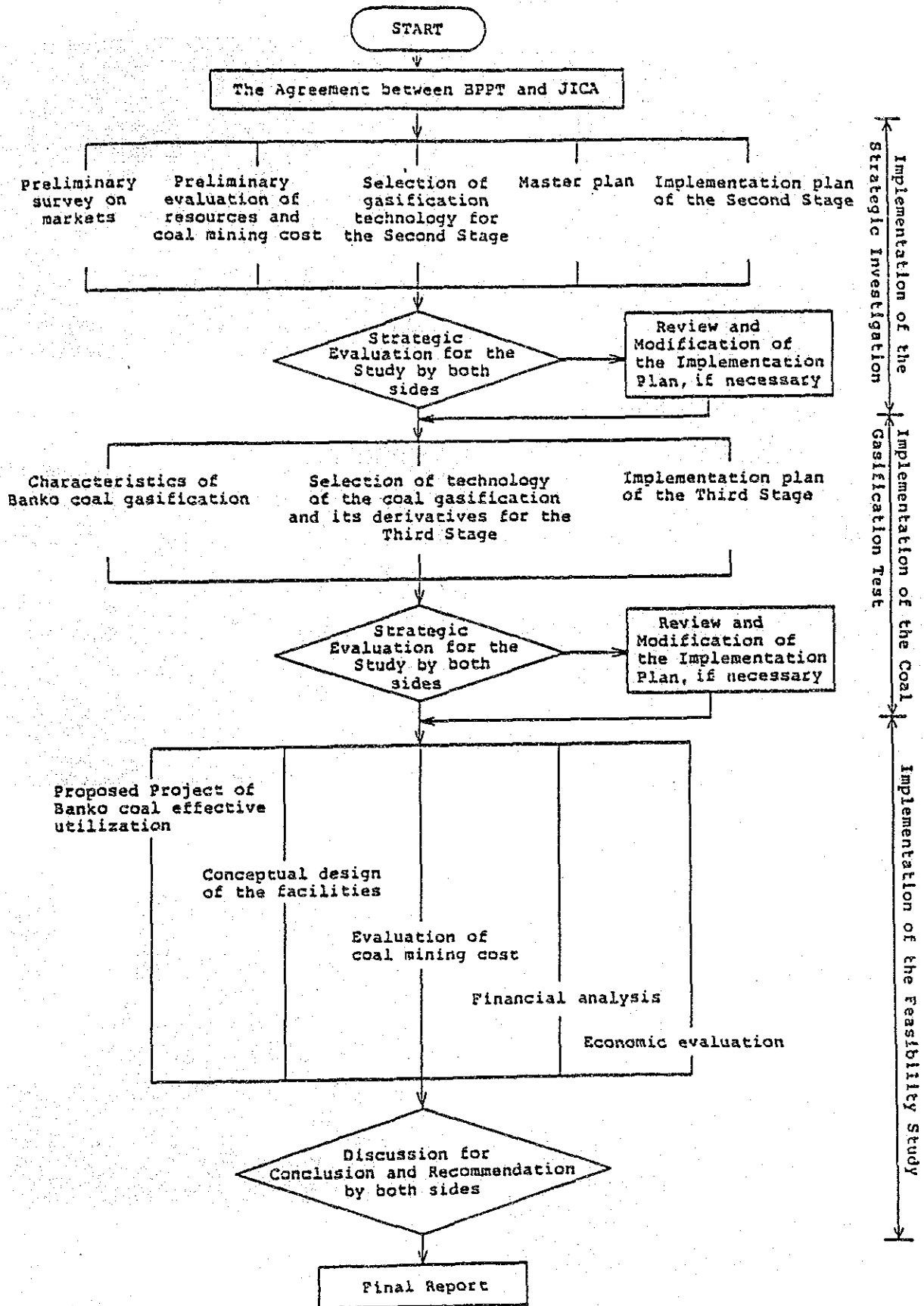
1米ドル=200円

2. バンコ炭有効利用計画調査の概要

1. 低品位炭をガス化し燃料メタノール・尿素等を生産する計画のF/S。
2. 5年間、約12億円の大規模調査。

- 1) 調査の種類 : 海外開発計画事業
- 2) 調査実行機関
日本側 : 国際協力事業団 (JICA)
インドネシア側 : 科学技術評価応用庁 (BPPT)
- 3) 調査の目的 : 南スマトラ・バンコ地域に賦存する褐炭の有効利用計画の策定
- 4) 調査の対象 : 南スマトラ・バンコ炭
(輸送が困難な褐炭)
- 5) 利用技術 : 褐炭のガス化とガスの合成
- 6) 主たる目的 : 合成液体燃料・化学品の生産
- 7) 調査の範囲
 - イ) インドネシアにおける石炭、合成燃料および化学品の需要調査。
 - ロ) バンコ炭の賦存量・品質およびその採掘コスト調査。
 - ハ) 小規模ガス化試験設備を用いた、バンコ地域の各種褐炭のガス化特性の把握
 - ニ) バンコ炭有効利用計画マスタープランの立案。
 - ホ) フィージビリティスタディと開発計画の提言。
- 8) 調査方法と期間 : 昭和59～63年度 (5年間)
第1段階・戦略的調査・1年
第2段階・ガス化試験調査・2.5年
第3段階・フィージビリティ調査・1.5年

Fig. 4-1 Flow Chart of Implementation Plan



3. 第2段階調査の実施状況

1. バンコ炭サンプルの採炭とガス化試験。
2. トラブル無く計画どおり実施した。

1) FY1985 (昭和60年度)

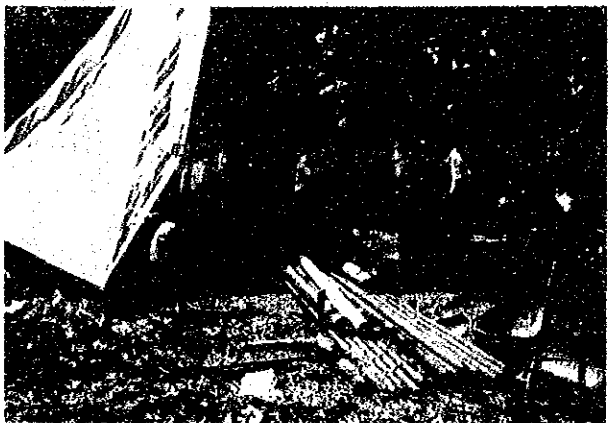
- i) ガス化試験設備の設計, 製作 (第1次分)
- ii) 浅孔ボーリングによる褐炭品質調査
- iii) 経済性予備評価

2) FY1986 (昭和61年度)

- i) ガス化試験設備の製作 (第2次分) と現地建設作業
- ii) 北西バンコでの深孔ボーリングによるサンプル褐炭の採炭
- iii) インドネシアにおける燃料アルコール市場調査

3) FY1987 (昭和62年度)

- i) 中央バンコおよび北スバンジェリジェでの深孔ボーリングによるサンプル褐炭の採炭
- ii) サンプル褐炭のガス化試験およびデータ解析
- iii) 褐炭利用技術の総合評価
- iv) 第2次経済性評価



4. 石炭資源に関する調査結果

1. 低品位炭であるが埋蔵量は豊富である。435百万トン以上。
2. 採炭コストは14.5\$/tと極めて安い。

1) カウンターパートの貢献

- i) バンコ地域の地質図の提供
- ii) (イ)側で実施したボーリング調査データの提供
- iii) 北西バンコ炭採炭計画F/S報告書の提供

2) 石炭資源調査結果

i) 石炭埋蔵量 (深さ100m以内)

	百万トン
北西バンコ炭 :	130
中央バンコ炭 :	130
北スバンジェリジェ地区 :	240

ii) 石炭品質

低発熱量でナトリウム含有量の多い低品位炭

	全水分 (%)	低発熱量 (kcal/kg)	C (%)	H (%)	O (%)
北西バンコ炭	27.6	4,650	74.4	5.8	17.9
中央バンコ炭	36.7	3,800	71.7	6.6	19.9
北スバンジェリジェ炭	42.5	3,150	69.9	5.7	23.1

3) 石炭ガス化試験用サンプルの採炭

上記3地区より合計20種(炭層別)採炭

4) 自然発火試験

山積後24時間以内に105°Cまで上昇(5m×5m×2m高さ)

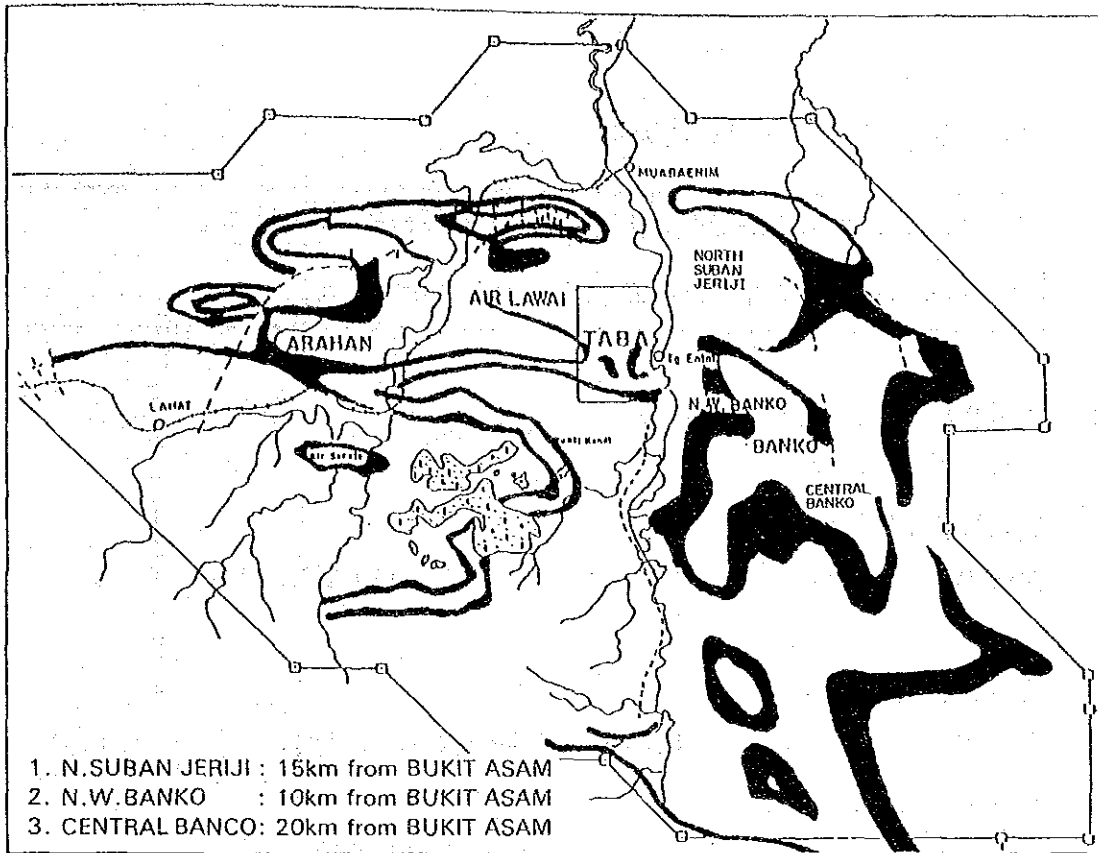
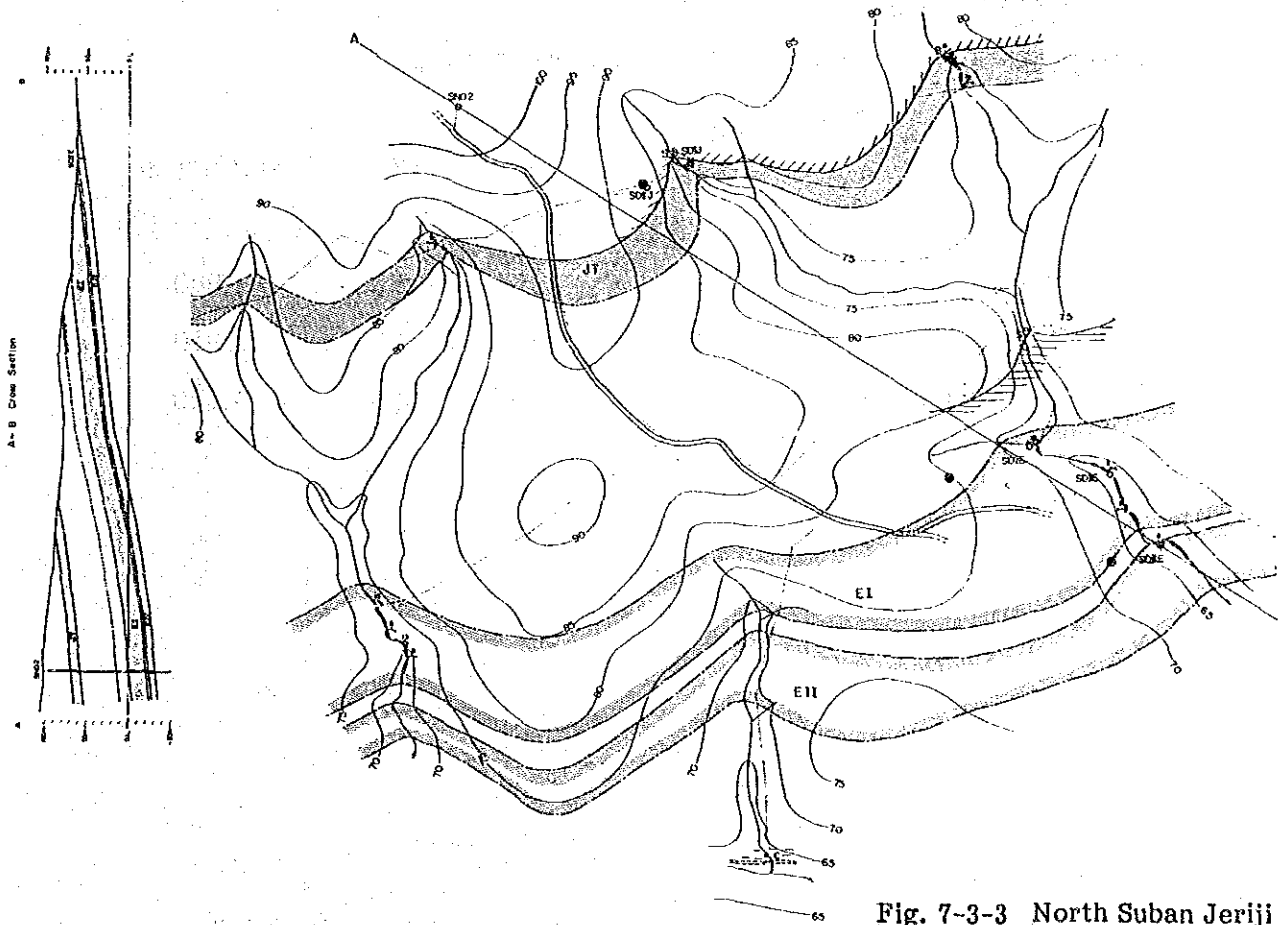


Fig. 2-3 Coal Resources in Western Part of South Sumatra Area



5. バンコ炭のガス化試験結果

1. バンコ炭は鉄浴法でガス化可能なことを技術的に確認した。
2. バンコ炭のガス化試験を通じ、技術移転に努力した。

1) ガス化試験設備の概要

プロセス：鉄浴法

設備容量：30kg/h・炭

設置場所：ジャカルタ市、国立科学技術センター（PUSPIPTEK）

2) ガス化試験の概要

期 間 ：昭和62年7月～12月（5ヶ月間）

テストしたサンプル数：20種

テ ス ト 要 領 ：各サンプル2回、1回30分連続

3) バンコ炭のガス化特性

技術上の問題はなく、全サンプル炭共ガス化可能である。

	CO	H ₂ (%)	CO ₂	ガス発生量 (N m ³ /t・炭)
北西バンコ炭	59.0	28.1	3.9	1,530
中央バンコ炭	55.2	29.6	4.3	1,310
北スバンジェリジェ炭	57.5	27.8	4.5	1,130

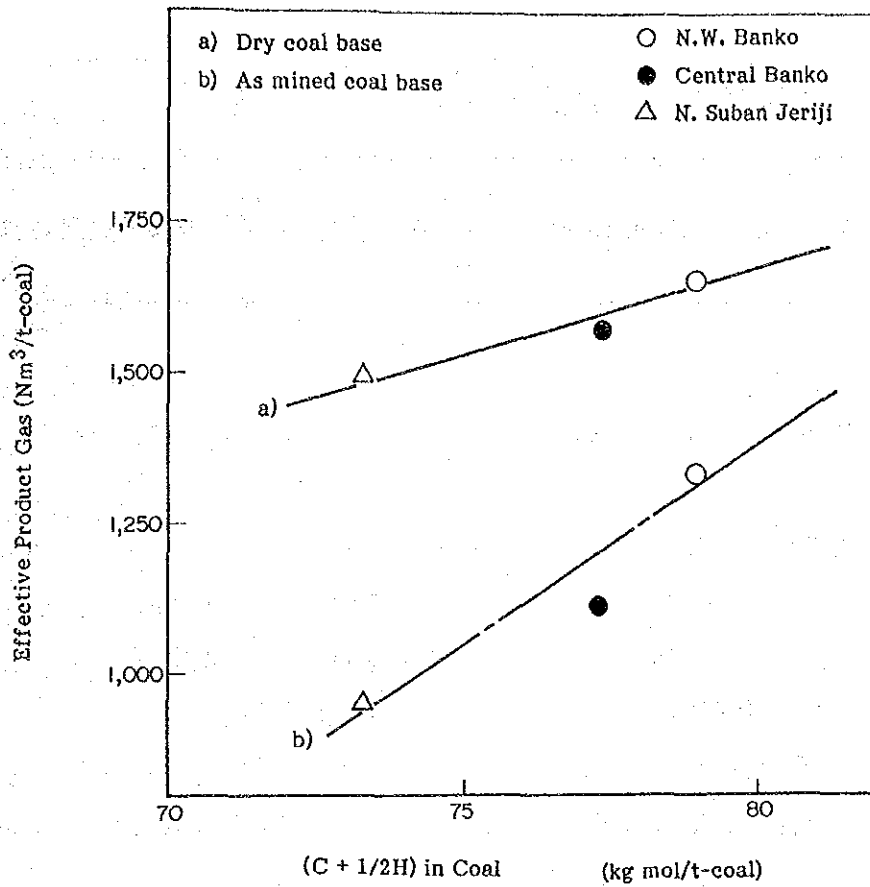


Fig. 11-2-1 Effect of Coal Quality on Effective Product Gas Volume

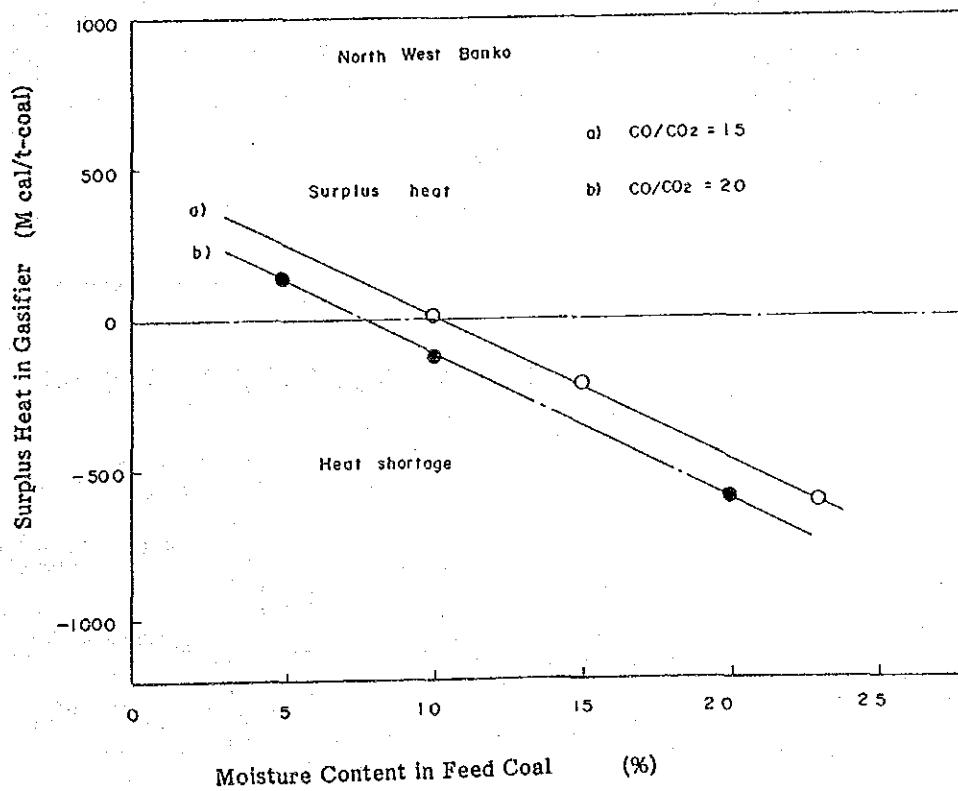


Fig. 8-4-8 Effect of Moisture Content in the Feed Coal on the Heat Balance

6. バンコ炭利用技術調査結果

バンコ炭のガス化利用に必要な全ての技術は、工業的規模で開発されている。

1) ガス化技術

鉄浴法ガス化プロセス : 240t/日, 実規模試験終了

2) 合成ガス誘導品生産技術

メタノール : 汎用プロセス, 工業化済

尿素 : 汎用プロセス, 工業化済

発電流動床ボイラー : 実規模試験中

ガス化複合システム : 実規模試験中

注記：通常の粉炭燃焼ボイラーはバンコ炭の灰分中のナトリウム含有量が高いため好ましくない。

3) メタノールの利用技術

一般化学品 : 汎用プロセス, 工業化済

内燃機関 : フリートテスト（実証試験）段階

燃料電池 : 開発段階

特殊化学品 : 開発段階

4) 燃料メタノールの規格

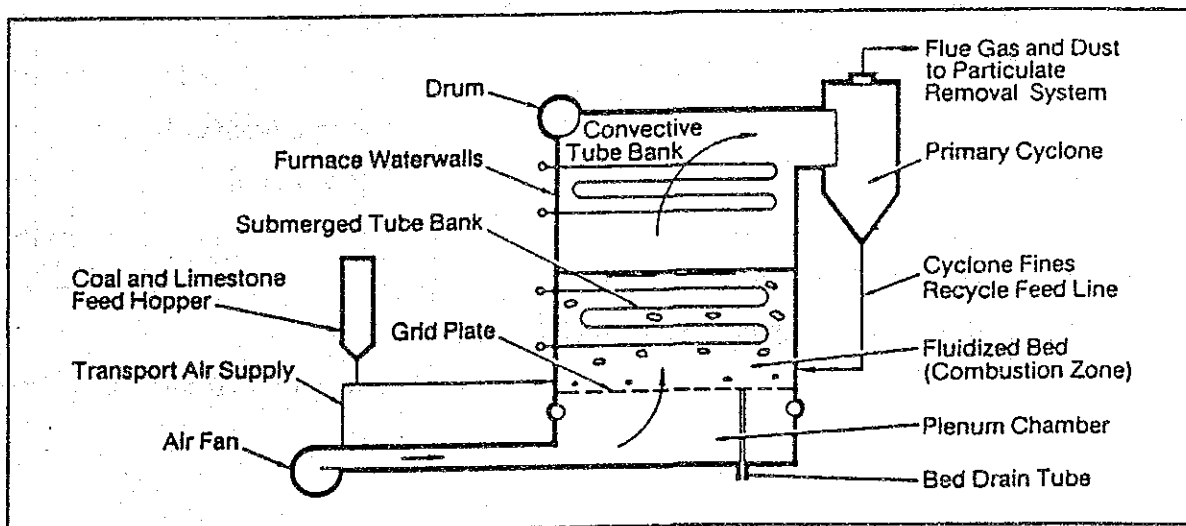
世界的に規定されていないが、いかなる要求品質でも問題なく対応可能

Table 9-1-8 Evaluation of Coal Gasification Technology for Synthesis Gas Production

	Fixed bed (dry ash)	Fluidized bed	Entrained flow	Molten iron bath
Availability for Banko coal	10	1	10	1
Gas composition	5	5	2	1
Impurity	4	3	2	1
Overall thermal efficiency	3	2	3	1
Gas pressure	1	1	1	3
Operatability and safety	1	1	3	1
Construction cost	3	2	2	1
Commerical experience	1	1	1	2
Total	28	16	24	11
Overall evaluation (ranking)	4	2	3	1

Note: Lower number is better in performance.

Fig. 9-3-2 Scheme of Bubbling Fluidized Bed Boiler



7. ガス化誘導品の市場調査結果

内燃機関用代替エネルギーとして、燃料メタノールの潜在需要が期待される。

1) (イ)国のエネルギー事情

石油の輸出は、(イ)国にとって外貨獲得および国家予算の収入源として極めて重要である。

しかしながら、国内需要の増加のため、石油が輸出から国内市場に振換り始めており、代替エネルギーの開発が急務である。

2) 国内石油製品価格

石油製品に対する補助金削減のため昭和57, 58, 59および60年に値上された。しかしそれでも日本の30~50%程度の価格である。

3) 燃料メタノールの需要

LPモデルによる調査の結果、石油が30\$/bblとなっても国内石油製品価格が安ければ、燃料メタノールの需要は期待出来ないと予測された。

4) 燃料メタノールの潜在需要

	メタノール導入段階	最終段階
潜在需要	5~8万kl/年	815万kl/年
潜在用途	ガソリンブレンド	ガソリンブレンド ディーゼル油代替 ガソリン代替

5) 燃料メタノールの輸出

石油が30\$/bblとなれば経済的に可能となる。

Fig. 10-1-1 Hydrocarbon Exports/Total Exports (In Percent)

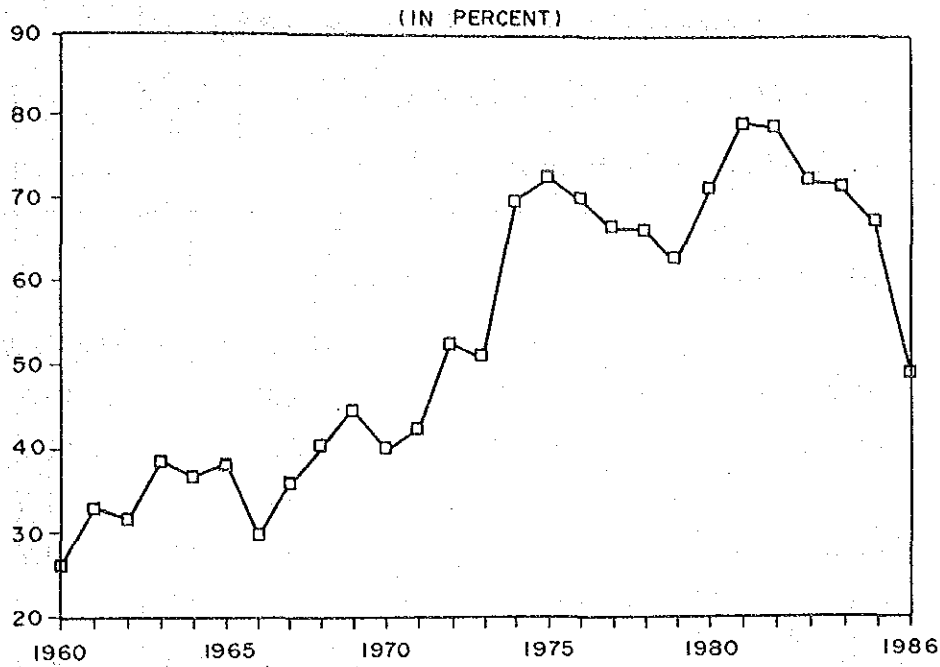
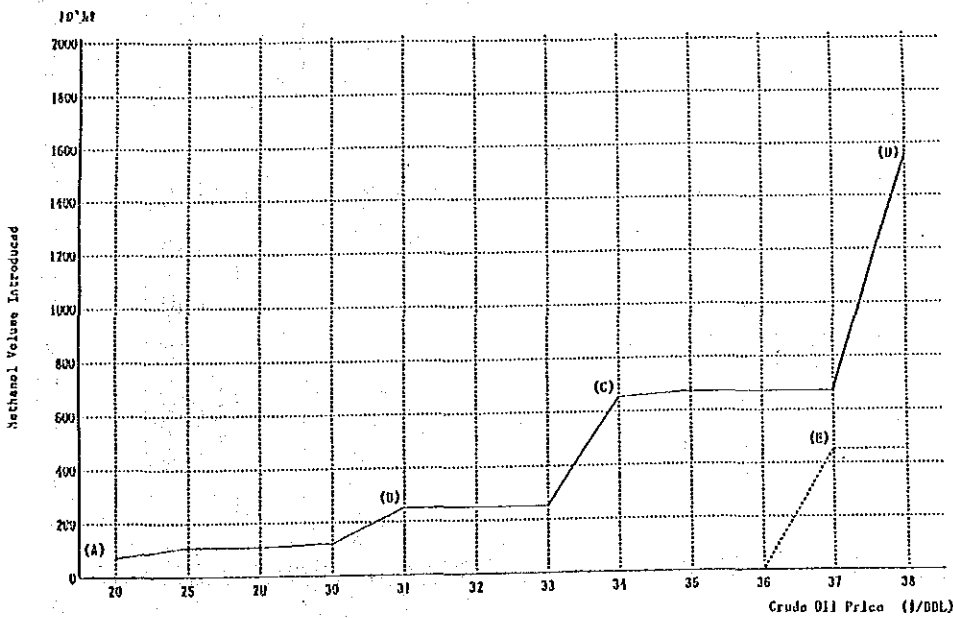


Fig. 10-3-3 Methanol Volume Introduced (v.s. Crude Oil Price)



Economic benefits obtained by introducing fuel methanol into Indonesia was determined only by the difference between the cost for introduction of fuel methanol (IRR = 13.5%) and increase in profits obtainable from the increase in the export of oil and oil products. Problems by the decrease of oil export are not considered in this LP model.

Assumptions: Methanol Price 139\$/kt

8. インテグレーション調査およびマスタープラン見直し

1. 北西バンコ炭が経済的に最も好ましい石炭資源である。
2. マスタープランについて物質収支が作成された。
3. 山元での石炭ガス化は技術的に可能である。

1) 山(石炭)の評価

	北西バンコ	中央バンコ	北スパンジェリジェ
石炭コスト (%)	20.0	24.0	27.7
酸素コスト	28.0	27.6	26.7
スクラップコスト	1.5	1.5	1.6
石灰コスト	0.5	2.3	1.7
固定費 労務費 用役費 金利等	50.0	52.4	55.0
全生産コスト (%)	100	107.8	112.7
優劣順位	1	2	3

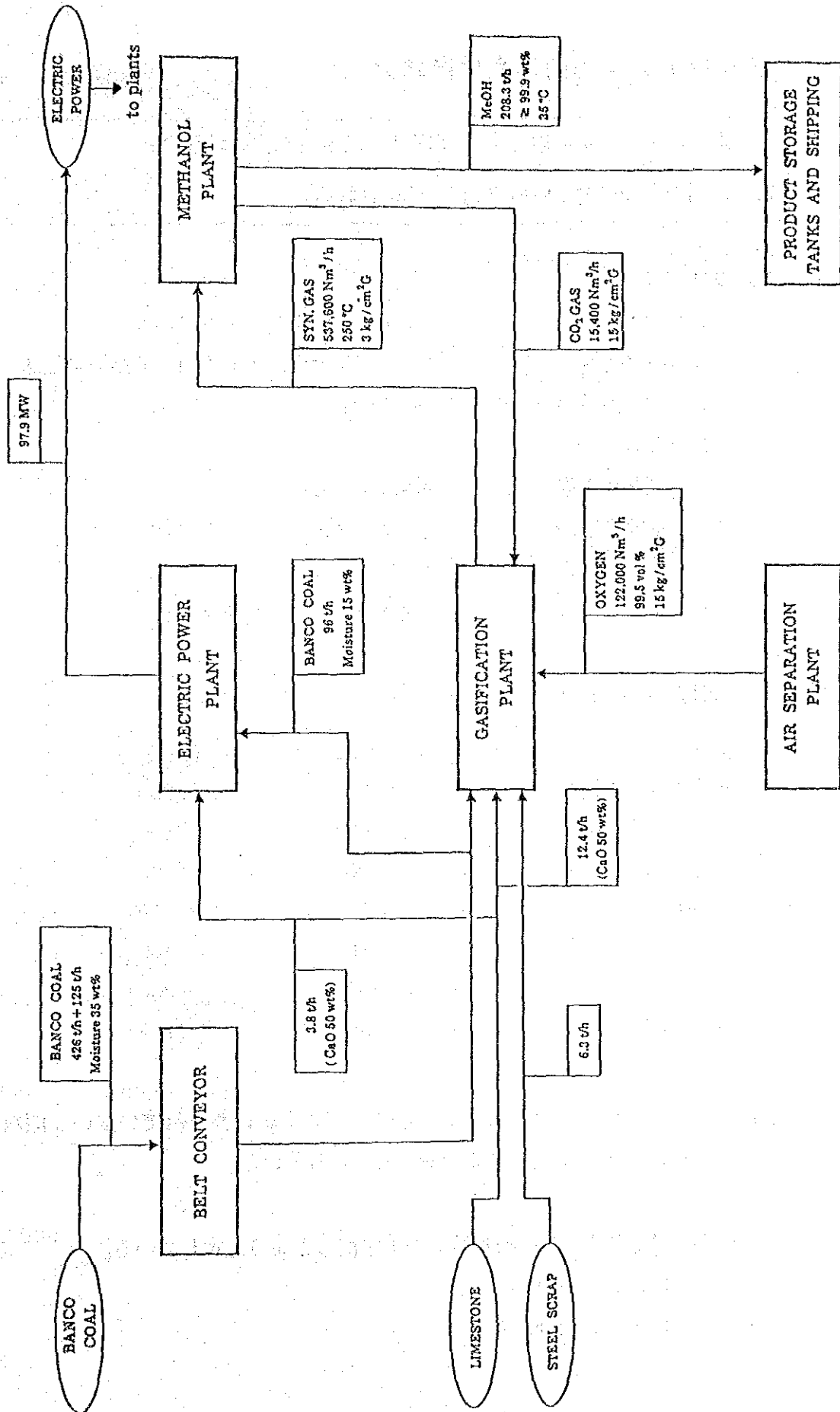
2) マスタープラン見直し

		ベースケース	代替案
石炭供給	万トン/年	420	450
メタノール生産量	"	160	130
尿素生産量	"	0	56
発電設備能力	MW	100	150
外販電力量	MWH	0	0

注記 i) 経済性比較の結果、流動床ボイラーによる発電がガス化複合発電より若干優ることを確認した。

ii) ジャワへの直流高圧送電はIRRが低いためマスタープランより除外した。

Fig. 12-3-22 Overall Material Balance (Case 1)



9. プラントの予備的概念設計結果

1. 山元にプラントを建設し、運転する上で大きな支障はない。
2. 初期投資額は約1,900億円と推算*される。

1) 概念設計結果

プラント立地	:	バンコ近辺のタンジュンエニム
機材輸送方法	:	パレンバン港経由エニム川にてバージ輸送
プラント敷地面積	:	400,000m ²
プロセス		
ガス化設備	:	鉄浴法プロセス
メタノール	:	汎用プロセス
尿 素	:	汎用プロセス
発 電	:	流動床ボイラー・蒸気タービン式

2) 予備的財務分析のためのデータ

	ベースケース	代替案
初期投資額（億円）	1,900	2,250
プラント建設費	(1,800)	(2,130)
運転資金	(90)	(100)
初期経費	(17)	(19)
年間費用（億円／年）	410	480
固定費	(250)	(300)
変動費	(160)	(180)

注記：採炭設備費はプロジェクト対象外のため上記に含まれていない。原料費（14.5\$／トン）として変動費に計上されている。

* 第2段階調査では外貨換算レートを次のとおり想定している。

1 ルピア = 0.18 円

1 米ドル = 200 円

%	Million Rupiah	%	Project outline
	Coal mining 125,000	11.2	4.2 million tons/y (as mined) Shovel and truck system
4.4	Coal transportation 43,800	3.9	Belt conveyor = 15 km, 2 trains
30.4	Coal gasification 301,900	27.0	Molten iron bath process 3.3 million tons/y · coal (as mined) Gasifier = 5.4m ϕ × 18 mL × 4 units
20.0	Methanol 188,400	16.8	Lower pressure process 2,500 tons/h · methanol/train 2 trains
9.0	Air separation 89,200	8.0	Cryogenic cold box system 300,000 Nm ³ /h · air × 2 trains
10.0	Power plant 99,700	8.9	Fluidized bed boiler system 190 tons/h · steam × 4 units
16.1	Support facilities 159,600	14.3	Storage = 50,000 kl × 2 tanks Utilities = cooling water, air etc. Administration = office, work shop etc.
6.4	Equipment transportation 63,700	5.7	Tug boat = 1,500 HP Barge = 3,000 DWT
4.8	Contingency 47,600	4.3	

993,900 Total 1,119,000

10. 第2段階時点での財務分析結果

1. ベースケースの方が代替案より若干優る。
2. 原油価格が30\$/bblなら, バンコ炭から燃料メタノールを生産するプロジェクトは経済性が見込める。

1) 財務分析の前提

第2段階時点での財務分析を行うための目的で以下の諸条件を仮定した。

資本金/借入金	:	25/75
プロジェクト期間	:	30年
エスカレーション	:	無し
金利	:	8%/年

2) 財務分析結果

- i) ベースケースの方が代替案より若干経済性が良い。
- ii) ベースケースのIRR13%は, エネルギープロジェクトの場合はフィージブルと評価される。

3) 燃料メタノールの収益性 (日本の場合)

石油価格 ≤ 25 \$/bbl	:	無し
≒ 30 \$/bbl	:	限界的なるも有望
≥ 35 \$/bbl	:	収益性大

注記: 経済性の評価手法と望ましい限界値

$$IRR \geq 11\%; \sum_{i=0}^n \frac{(C_{in,i} - C_{out,i})}{(1 + \Gamma)^i} = 0$$

where $C_{in,i}$ = Cash-in flow at i th year
 $C_{out,i}$ = Cash-out flow at i th year
 Γ = Discount rate ($\Gamma = IRR$)
 n = Project life

Fig. 13-3-1 Sensitivity of Cost-effective Factors for Case 1

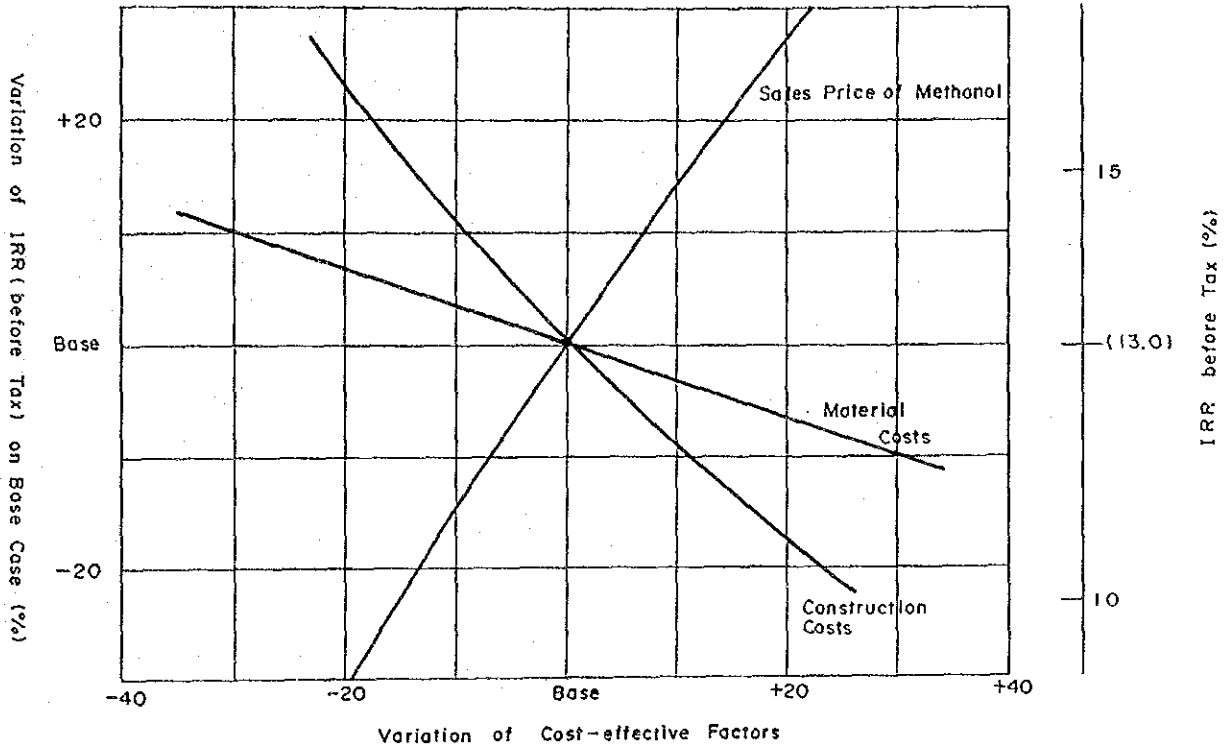
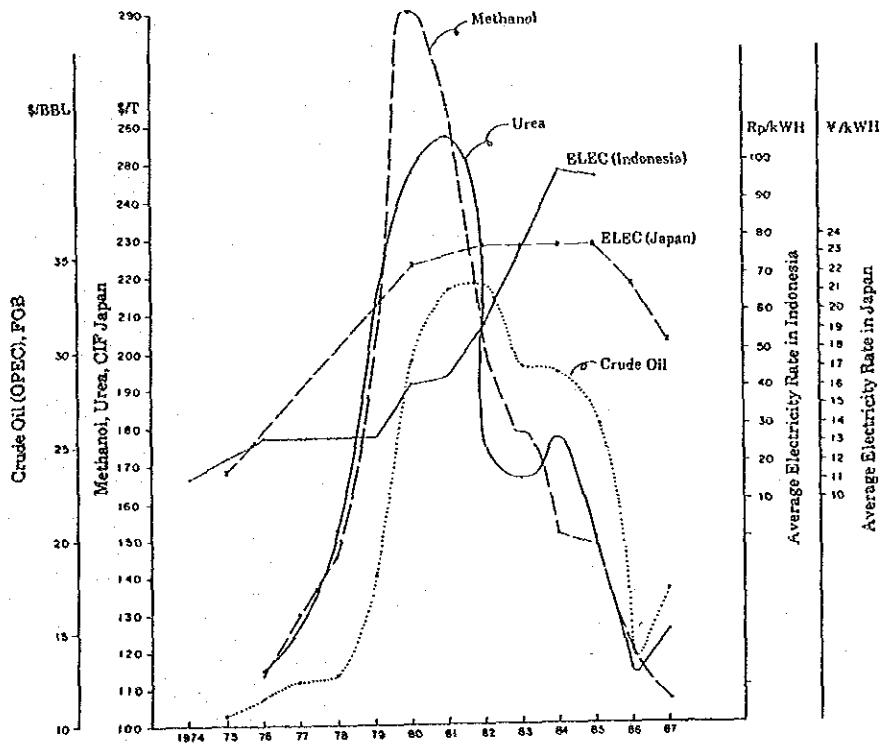


Fig. Shifts in Price of Crude Oil (FOB OPEC), Methanol and Urea (CIF Japan), and Electricity Rate in Indonesia and Japan



JICA