

インドネシア共和国  
バンコ炭有効利用計画調査  
中間報告書  
(要 旨)

1985年 5月

国際協力事業団

108  
685  
MPI  
LIBRARY

工 計 鉦  
J R  
85-103

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 7. 10	108
登録No. 11697	68.5
	MPI

バンコ炭有効利用計画調査  
インテリムレポート（マスタープラン）

— 要 旨 —

本報告書は、（財）日本エネルギー経済研究所が国際協力事業団から受託を受けた「バンコ炭有効利用計画調査」のうち、昭和59年度に実施された「第1段階：戦略的調査」の調査結果を中間報告書（インテリム・レポート）として取りまとめたものである。

1. バンコ炭有効利用計画調査の概要

日本国政府は、インドネシア政府の要請に基づき、同国南スマトラに賦存するバンコ炭の有効利用計画に係るフィージビリティ調査を行なうこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

調査の概要は次のとおりである。

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) 主たる目的；合成液体燃料・化学品の生産

6) 利用技術；褐炭のガス化とガスよりの合成

7) 調査方法と期間；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

8) 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・品質およびその採炭コスト調査。

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。

JICA LIBRARY



1055439[2]

## 2. 戦略的調査（第1段階）の目的と方法

### (1) 調査の目的

昭和59年度に実施されている戦略的調査は、本計画に関連する基礎的要素情報を広く収集し総合的見地から解析して、バンコ炭有効利用に関する基本構想を策定することである。

### (2) 調査の方法

本計画調査は世界的にも実施例の少ない新しい調査分野であり、また資源性状、石炭およびその誘導品の市場（ニーズ）がガス化技術の選択に影響を及ぼすことから調査領域は広く複雑である。

従って戦略的調査においては下記のように基本計画立案の基礎となる各要素の調査を行った上で、これらの要素を慎重に吟味して基本構想を立案するよう計画されている。

#### 1) 本計画調査の背景ならびに誘導品市場調査

（5、6月、第1班担当）

#### 2) 石炭資源ならびに採炭コスト調査

（7、8月、第2班担当）

#### 3) バンコ褐炭の利用技術調査

（9、～12月、第3班担当）

#### 4) バンコ炭有効利用計画基本構想調査

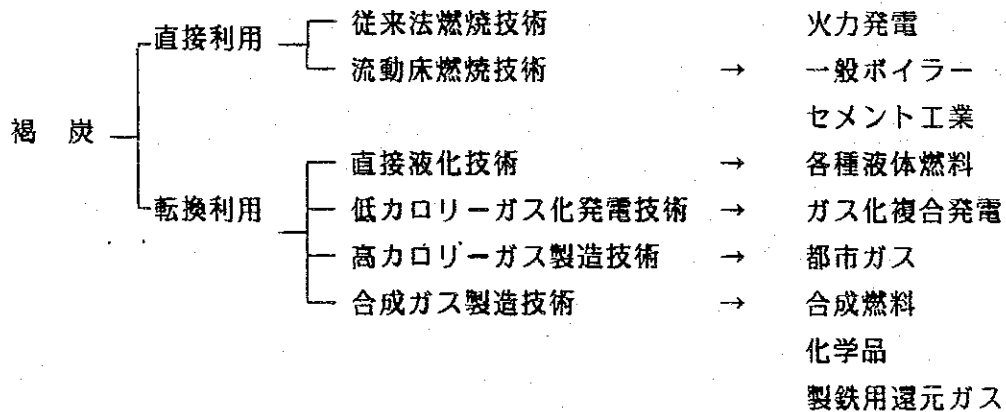
（昭60年1～3月、第4班担当）

バンコ炭の利用計画は、上記の1)および2)による資源と市場の調査結果を基礎に、これらに適するガス化技術を3)で調査・選択し、4)で総合的に組立てられる。

## 3. バンコ炭利用技術の選定方法

### (1) バンコ炭の利用技術体系の選定

バンコ炭は、褐炭であるためコークスの原料としては使用出来ず下記の範囲が利用方法の調査対象となる。



このうち転換利用—直接液化は、将来有望な液体燃料の生産手段と期待されるが、現時点では技術開発の初期段階にあることから調査の対象外とし、直接燃焼利用およびガス化利用を調査の対象として選定した。

#### (2) バンコ炭のガス化試験用技術の選定

石炭のガス化技術は石油危機を契機に第2世代技術と呼ばれる多くの新しい技術が開発されている。これらのガス化技術はそれぞれ異なった固有のガス化特性を持っており、バンコ炭への適否はバンコ炭の品質と目的とする生成ガスの用途に基づき評価する必要がある。

従って、バンコ炭のガス化試験用ガス化技術の選定は、第1班による市場調査により選択される生成ガスの用途と第2班によるバンコ炭の品質調査に基づき、第3班によってこれらに適する技術を選定するよう計画されている。

#### 4. 基礎事情ならびに褐炭とその誘導品の市場調査結果要旨

##### (1) 本調査の基礎事情調査

###### 1) 原油の役割

インドネシアの原油生産能力は、約160万バレル/日と見積られ、1983年度の石油輸出額は、全輸出額の64%を占めた。

###### 2) 国内エネルギー消費動向

国内のエネルギー消費は、'72-82年の10年間で年率13.6%の高い伸びを示し、エネルギー消費に占める石油の依存度は80%と極めて高い。この結果、石油輸出量は生産能力の鈍化もあって1977年をピークに減少傾向にある。

なお、ここ2~3年の原油消費の伸びは石油製品の値上げにより鈍化傾向にある。

###### 3) エネルギー政策

政府は第4次5カ年計画(REPELITA-IV)で石油以外の代替エネルギーの開発・導入と省エネルギーの促進をはかり、石油依存度を1988年末で現状の78%から62%へ低下せしめる計画である。また、同計画における経済成長は年率5%、エネルギー消費は同7%と想定されているが、石油の伸びは同3%以下と見積られている。その結果、石油輸出余力は今後100万バレル/日以上を確保できると想定されている。

###### 4) 石炭利用政策

REPELITA-IVでは、石炭、水力、地熱といった代替エネルギーの開発が大幅に拡大することになっているが、とりわけ石炭の利用には最も力が注がれる計画となっている。

5) 長期エネルギー需給見通し

昭和53年～56年にJICAが実施したインドネシアエネルギー需給データバンク調査のモデルを使用して長期エネルギー需要予測を実施した。

'82/95年のGDPの伸びを年率 5.0%とした長期エネルギー需給見通しによると、商業一次エネルギー及び石油供給量を比較すると、各々 2.36 倍、1.89 倍に増加する。これはインドネシアの潜在的エネルギー需要が依然として強いことを示すもので、政府の価格政策およびに需要抑制策が継続されない限り、石油需要は、大幅に増加することになる。

モデル計算に使われた主な外生変数

	1995/82 %/Yr	Remarks
Growth rate of Crude oil production (原油生産量上昇率)	0.35	1982; 133.7 X10 <sup>4</sup> B/D 1995; 140 X10 <sup>4</sup> B/D
Growth rate of exported crud oil price (原油輸出価格上昇率)	3.5	29.53 \$/BBL('83) 46.2 \$/BBL('95)
Deflator for agricultural goods export price (農産物輸出価格デフレーター)	7.1	
Index for international export price (国際輸出価格指数)	7.1	
Exchange rate of Rp. relative to U.S \$ (ルピアの対ドル為替交換レート)	-5	
Population (人口増加率)	2.0	2.3 (80/71) 158.1百万人('83)
Government consumption expenditure (政府消費支出)	14.0	6,831 X10 <sup>9</sup> ルピア ( '82)

1995年におけるエネルギー源エネルギー需要見通し

	1982			1995			95/82 (%/yr)
	10 <sup>3</sup> tce	Physical Unit	%	10 <sup>3</sup> tce	Physical Unit	%	
National Gas	12,781		23.1	21,968		16.8	4.3
Coal	217		0.4	19,160		14.6	41.2
Hydro Power	1,060		1.9	10,626		8.1	19.4
Geo-thermal	0		0	1,029		0.8	-
Oil	41,357	206,371 56.5万 B/D	74.6	78,073	389,584 106.7万B/D	60.0	5.0
Grand Total	55,415	276,521 75.8万 B/D	100	130,856	652,971 178.9万B/D	100	6.8

(2) バンコ炭からの誘導品市場調査

1) 直接燃焼利用

今後10年間に約5,000MWの石炭火力の建設計画があり、バンコ炭の電力用炭としての利用は極めて有望である。しかし、バンコ炭は長距離輸送が困難なことから山元での直接燃焼ないしはガス化複合サイクルによる発電の可能性調査が必要である。

2) 燃料メタノール（特定用途向）

合成ガスからのメタノールの生産は、石油代替燃料として有望である。ことに、発電用に国内で大量に消費されているディーゼル油に代替して利用されれば国内における経済効果は非常に大きい。

3) ガソリン混合用メタノール

欧米を中心にこのところメタノールを自動車ガソリンの代替燃料として利用する動きが活発になっており、インドネシアでも自動車ガソリンに3%程度混合し使用することが検討されている。

4) 肥料

現在、国内の肥料需要は年率10%の高い伸びを示している。肥料生産の原料は天然ガスが使用されているが、その価格は政策的に極めて低い水準に置かれている。したがって、将来ガス価格を国際水準まで引き上げるような是正策がとられれば、石炭からの合成ガスを利用した肥料生産が、一定の市場を得ることは可能であろう。

5. バンコ炭資源とその採炭コスト予備調査結果要旨

(1) バンコ炭の埋蔵量と品質

バンコ地域の石炭探査は、1974～78年の間にシェル社により実施された。

当調査結果によれば、採炭深さを 100m以内とした場合の確認埋蔵量、剥土比およびその品質は次のとおりである。

地区名	確認埋蔵量 百万トン	剥土比 m <sup>3</sup> / t・石炭	品質
ブロックA (バンコ北西 地区)	129.5	2.0	全水分 28～35% 灰分含有量 4～16% (ドライ)
ブロックB (バンコ西およ び中央地区)	178.5	1.5	揮発分含有量 40.5～48.5% (ドライ)
ブロックC (バンコ中央 地区)	127.5	2.5	硫黄含有量 0.15～2.4% (ドライ)
合計	435.5		発熱量 6,100～7,100Kcal / kg (ドライ)

(2) バンコ炭の性状

- 1) バンコ炭は輸送および貯炭中に自然発火をし易く、また粉炭になり易いことおよび水分の含有量が多いため輸送困難な褐炭 (Nontransportable brown coal) である。
- 2) バンコ炭は灰分中に多量のナトリウム (Na<sub>2</sub>O) を含み、また一部の炭層から得られる褐炭は灰の融点が低い (約 1,150℃) のため通常の微粉炭ボイラーでは汚れおよび腐食を生じる。

(3) バンコ炭の採炭条件

採炭コストの予備的調査を行うための前提条件として、資源探査の精度が高く、また炭層が安定して埋蔵量も多いバンコ北西地区を対象に採炭条件の調査を行った。

- イ) 採炭対象面積 : 約 4 km<sup>2</sup>
- 炭層露頭方向長さ : 約 8 km
- 巾 : 平均 520 m
- ロ) 採炭深さ : 表土より 100mまで (河川床高さまで)



- ハ) 炭層の傾き : 10~15°  
 ニ) 残壁の角度 : 20°  
 ホ) 可採埋蔵量 : 98百万トン

確認埋蔵量 123百万トンから品質劣化損失 5%、地層変動損失10%、採炭時損失 5%等予想される損失を差引いて算出した。

- ヘ) 石炭生産能力(想定値) : 3百万トン/年  
 ト) 可採年数 : 33年  
 34年以降は他の地区で採炭する。  
 チ) 処理物量 : 10.8百万 $m^3$ /年  
     石炭 : 2.3  
     剥土 : 8.5  
 リ) 剥土性状 : 粘土岩および凝灰岩

(4) バンコ炭の採炭方法

大型機械を最大限に利用した連続式採炭方法と自走式機械を利用した非連続式採炭方法の2種類について採炭方法を調査した。

1) 連続式採炭方法

バケットホイールエキスカベーター : 石炭および岩石の掘削と積み込み

1,000 $m^3$ /hr×5台

ベルトコンベヤー : 石炭および剥土の運搬

各種合計 20,000m

2) 非連続採炭方法

ロープショベル : 石炭および岩石の掘削と積み込み

10 $m^3$  クラス×6台

リヤダンプトラック : 石炭および剥土の運搬

77トンクラス×29台

ベルトコンベヤー : 場外での石炭・剥土運搬

合計 3,000m

(5) バンコ炭の採炭コスト(概算)

1) 前提条件

採炭コスト計算のための財務条件は現在まで未調査のため、下記の仮定に基づきコストを概算した。

- 償 却 : 機械は耐用年数内定額法  
           施設は33年定額法とした  
 金 利 : 金利10%/年、各年の対象残存簿価を初投資額の50%とし、100%借入金によ

運転費  
一般管理費

るものとした。  
：経験に基づく機械ごとの積上げ  
：償却、金利、運転費の合計の20%とした。

## 2) 採炭コスト (概算値)

	連続採炭方法	非連続式採炭方法
生産直接費	1,580	1,580
償却費	1,630	730
借入金金利	730	470
諸経費	790	550
合計	4,730	3,330

1 \$ = 240円      単位 円/t

なお上記採炭コストには社宅・病院等厚生設備および鉱区外のインフラストラクチャー費用、各種ロイヤリティは含まれていないので実質コストは若干増加するものと予想される。

## 6. バンコ炭利用技術調査結果要旨

褐炭の利用技術に関して、次の分野の調査を実施し工業的に利用可能な技術がほぼ確立されていることが明らかにされた。

- イ) 褐炭ガス化技術
- ロ) 合成ガス利用技術
- ハ) 発電技術
- ニ) ニートメタノールエンジン

### 6-1 褐炭ガス化技術の調査

#### (1) ガス化技術に求められる要件

市場調査(第1班)および資源採炭コスト調査(第2班)の結果、ガス化技術に求められる主たる要件が次のとおり明らかにされた。

- 1) 合成ガスの生産に適すること  
(合成燃料および尿素の生産)
- 2) 山元発電に適すること  
(山元発電/直流高圧送電)
- 3) 灰分中の高濃度Na<sub>2</sub>Oに耐えること

## (2) ガス化技術の全般調査とその分類

石炭（褐炭以外の石炭を含む）のガス化技術は第1次石油危機（昭48年）以後、石炭有効利用の有能な手段として米国、西独、英国、日本等で研究開発が取り進められており、大規模パイロットプラント試験を実施中（実施済を含む）の工業化可能と判断される技術は世界で10種類以上が発表されている。

これらの技術は、開発の目的、開発者の技術的背景および反応機構と炉構造上のアイデアによりそれぞれ特徴がある。（図 参照）

- |         |   |                       |
|---------|---|-----------------------|
| 1) 固定床式 | } | ガス組成より燃料ガスの生産に適する。    |
| 2) 流動層式 |   |                       |
| 3) 噴流層式 | } | 合成ガスおよび燃料ガスのいずれにも適する。 |
| 4) 鉄浴式  |   |                       |

## (3) 日本におけるガス化技術とその特性

日本においてはサンシャイン計画を中心に次のようなガス化技術が開発中で、その一部は工業化可能な段階にある。（表 参照）

### 1) 石炭技術研究所／電源開発／NEDO

- 空気式加圧流動層（2段反応）
- 発電用燃料ガスの生産
- 40T/日 パイロットプラント試験中
- 1000T/日実証試験炉の基本設計実施中

### 2) 住友金属工業

- 酸素式常圧鉄浴法
- 合成ガスの生産
- 60T/日 パイロットプラント試験終了
- 現在240T/日実証試験炉を建設中（西独KHD社と共同開発）

### 3) 電源開発／NEDO

- 酸素式加圧流動層（石炭と残査油のガス化）
- 燃料ガスの生産（SNGおよび発電用燃料ガス）
- 12T/日（石炭20T/日に担当）のパイロットプラント試験実施中

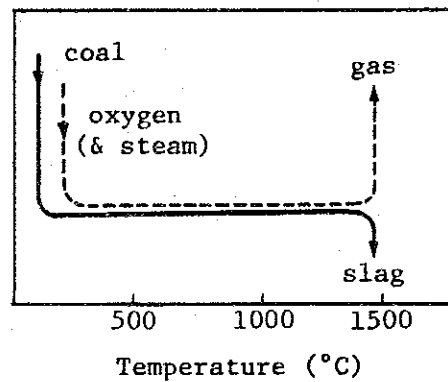
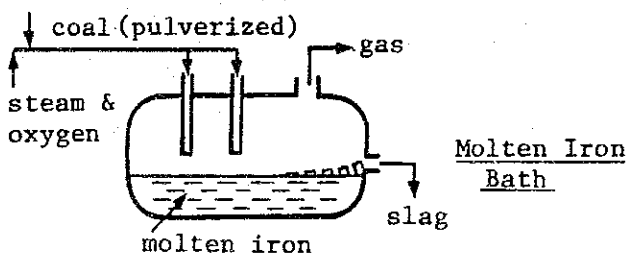
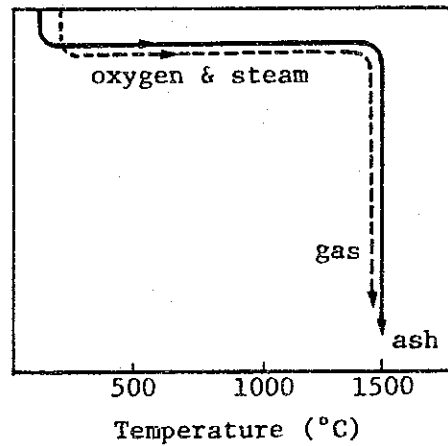
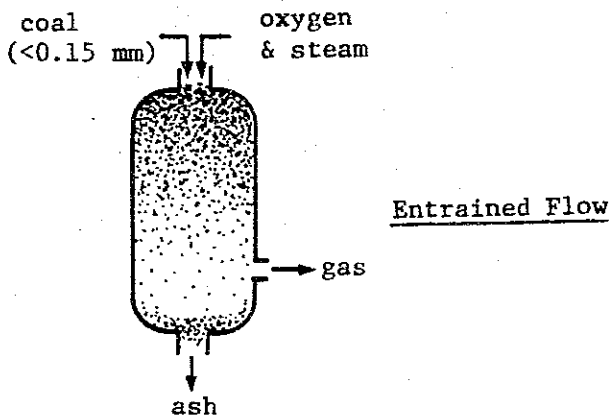
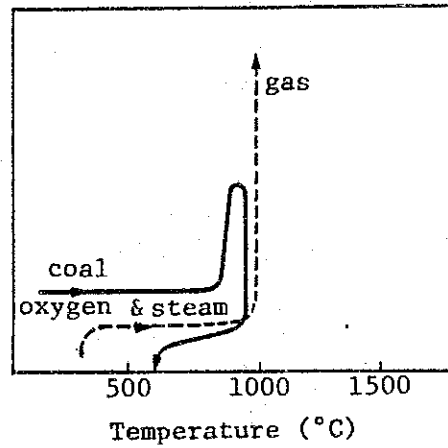
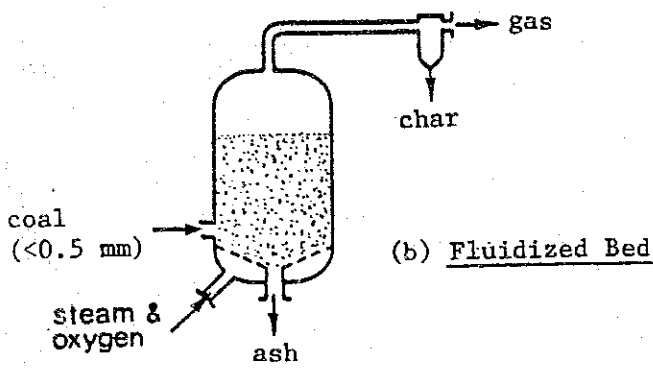
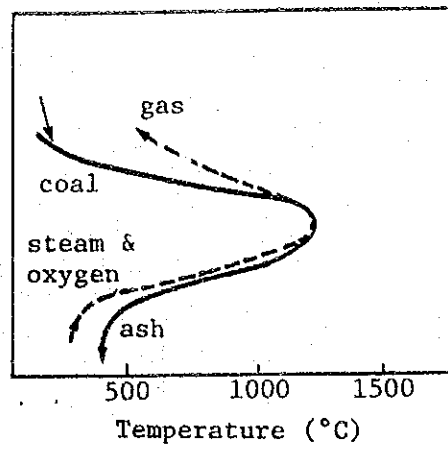
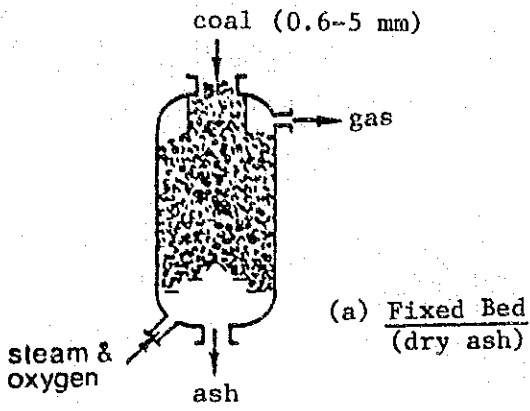
### 4) 電力中央研究所／三菱重工

- 空気または酸素式加圧噴流層
- 発電用燃料ガスの生産
- 2T/日小規模パイロット試験中

5) 日立製作所/NEDO

- 酸素式加圧噴流層（2層反応）
- 燃料ガスおよび合成ガスの生産
- 1T/日小規模パイロット試験中

CLASSIFICATION OF PRINCIPAL COAL GASIFIER TYPES



SUMMARY OF OPERATIONAL AND PERFORMANCE CHARACTERISTICS  
FOR JAPANESE GASIFIERS

Name and/or Developers	Fluidized Bed		Entrained flow		Molten Iron Bath
	CMRC EPDC NEDO	-HYBRID- SPDC NEDO	CRIEPI MHI	HITACHI	
Gasifying Medium	Air/Steam	O <sub>2</sub> /Steam	Air, O <sub>2</sub> /Steam	O <sub>2</sub> /Steam	O <sub>2</sub>
Coal Size & Feed Method					
-Size	1.5 mm	< 1 mm	200 mesh under 80-90 μ	200 mesh under 70 μ	200 mesh under 70 μ
-Feed	Lock-hopper	Resid. Oil Slurry	Pneumatic	Pneumatic	Pneumatic
Ash State	Dry	Dry	Slag	Slag	Slag
Operating Press. & Temp					
-Pressure kg/cm <sup>2</sup> G	20	30	20	9	Atm.
-Temperature °C	840-920	750-950	1000-1600	1300-1600	1400-1600
Efficiencies					
-Carbon Conversion %	94	87.7		93	> 98
-Cold Gas Efficiency %	71	71.5		70	74-80
Steam & O <sub>2</sub> Requirement					
-Steam kg/kg-coal	1.0	2.2		0.8	0.05-0.15
-O <sub>2</sub> "	Air 2.1Nm <sup>3</sup>	0.5-0.7			0.5
Gas Composition Typical (vol%, Dry)					
H <sub>2</sub>	14.5	31	8.4	32.3	32.7
CO	9.2	14	18.1	55.0	61.1
CH <sub>4</sub>	5.6	21	1.6	0.2	--
CO <sub>2</sub>	16.5	32	8.0	12.4	3.0
N <sub>2</sub>	53.3	--	60.7	--	--
Capacity T/P (One Unit)	40	20 (equivalent)	2	1	60
Application	Power	SNG	Power	Multi-use	Multi-use
Remarks	*Combination with Dry Desulf. System	*Coal:4 T/D H.Oil:8 T/D	*Two Stage entrained flow combustor-reductor	*Two Stage Reaction	*Lime & Flux *240 T/D Pilot Plant in Sweden under construction

CMRC: Coal Mining Research Center  
 EPDC: EPSC  
 NEDO: New Energy Development Organization  
 CRIEPI: Central Research Institute for Electric Power Industries  
 MHI: Mitsubishi Heavy Industries  
 CGS: Creative Gas and Steel

## 6-2 合成ガスの誘導品の生産技術調査

インドネシアの市場調査結果および現在の技術開発の状況から次の誘導品の生産技術について調査した。

- 1)メタノール
- 2)合成燃料油（フィッシャー・トロプス合成）
- 3)尿素
- 4)合成タンパク
- 5)メタノール経由ガソリン

これらの誘導品の生産技術は天然ガスまたは石炭からの合成ガスを原料として工業的に実証されている。

## 6-3 発電技術調査

燃料としてのバンコ炭の性状をふまえて、通常の発電用ボイラーへの使用の能否を評価し、更に将来有望とされているガス化・複合発電について調査した。

- 1)バンコ炭は灰分中の $\text{Na}_2\text{O}$ が多いため通常の微粉炭直接燃焼ボイラーに使用することは困難である。
- 2)流動層燃焼ボイラーはバンコ炭に適しており、送電システムと併せて今後詳細調査が必要である。
- 3)高温ガスタービン、高温ガス精製法等現在開発中の研究が成功すればバンコ炭をガス化複合発電に利用することは有望であり、今後詳細調査が必要である。

## 6-4 燃料メタノールの利用技術調査

市場調査の結果、特定の用途（発電用ガスタービン、固定式ディーゼル発電機、市内バス、鉱山機械、農業用機械）に限定した場合、燃料メタノールの生産は極めて有望との見通しが得られたので、特定用途（主として現在のディーゼルエンジン）に燃料メタノールを利用する可能性について調査した。

- 1)メタノールはオクタン価が高く、一方セタン価が低いのでスパークによる着火方式を使う必要がある。
- 2)従来のディーゼルエンジン（圧縮着火方式）によスパーク着火を応用すれば、既存のエンジンを大巾に改造することなく、燃料メタノールが利用可能である。
- 3)上記エンジンは現在 1,000時間の走行試験を終了しており、量産可能な体制にある。
- 4)メタノール用エンジンとして開発されたスパークアシストディーゼルエンジンは燃料としてメタノール、ディーゼル油いずれも使用可能であり、燃料選択の自由度がある点に特徴がある。

## 7. バンコ炭有効利用のためのガス化技術の評価結果要旨

### (1) 合成ガス生産のためのガス化技術

バンコ炭を原料として合成ガスを生産するためのガス化技術に関し総合的に評価を行った結果、鉄浴法ガス化炉が最適との結論を得た。

合成ガス生産のためのガス化技術の評価

	固定床 (熔融灰式)	流動層 (酸素式)	噴流層 (酸素式)	鉄浴法 (酸素式)
合成ガス組成	5	4	2	1
不純物含有量	4	3	2	1
石炭品質の自由度	4	3	2	1
エネルギー効率	3	2	3	1
生成ガス圧力	1	1	1	3
運転の安定性・安全性	1	1	3	1
設備費	3	2	2	1
工業化実績	1	1	1	2
合計	22	17	16	11
総合評価(順位)	4	2	2	1

### (2) ガス化複合発電のためのガス化技術

現在技術開発が取り進められている高温乾式脱硫装置および高温乾式脱じん装置が、研究目標を達成するものとして、ガス化複合発電のためのガス化技術に関し、総合的に評価を行った結果、空気式加圧流動層ガス化炉が最適との結論を得た。



ガス化複合発電のためのガス化技術の評価

	固定床 (熔融灰加 圧空気式)	流動層 (加 圧 空気式)	噴流層 (加 圧 酸素式)	鉄浴法 (常 圧 酸素式)
生成ガス圧力	1	1	1	10
酸素・水蒸気 消費量	2	1	3	2
タール含有量	3	1	1	1
不純物含有量	3	2	2	1
生成ガス発熱量	1	1	1	1
炭素効率	1	2	1	1
運転の安定性 ・安全性	2	1	4	1
設備費 (酸素分離を含む)	5	1	4	3
工業化実績	1	1	1	2
石炭品質の自由度	4	3	2	1
合 計	23	14	20	23
総 合 評 価	3	1	2	3

(3) ガス化試験設備のためのガス化技術

1960年～63年度に実施される予定の、バンコ地域に賦存する性状の異なった各種褐炭のガス化試験調査においてガス化試験装置に使用する技術の選択に関し、上記各項目で述べた現在までの総括的調査結果に基づきインドネシア側と詳細に協議の結果、合成ガスの生産に最適の鉄浴法ガス化技術を採用すべしとの結論を得て、59年11月 1日 minutes of meetingにより相方で確認した。

ガス化試験設備のためのガス化技術の評価

	噴流層	鉄浴法
合成ガス組成		
CO、H <sub>2</sub>	○	○
硫黄化合物	×	○
石炭品質の自由度	×	○
バンコ炭のテスト経験	×	○
工業実績	○	×
運転性能	×	○
保守性	○	×
技術移転	×	○
結論	×	○
	○ 良	
	× 普通	

8. バンコ炭有効利用の可能性見直し

(1) 技術的フィージビリティの見直し

1) ガス化および合成ガス誘導品

合成ガス生産のための褐炭のガス化技術、生成ガスの合成技術および燃料メタノールエンジン等利用技術はほぼ確立されておりバンコ炭の有効利用は技術的に可能と判断される。

2) 直接燃焼利用

バンコ炭は灰分中のNa<sub>2</sub>Oが多いため、従来の微粉炭燃焼ボイラーに使用することは困難である。一方流動層燃焼ボイラーはバンコ炭に適していると推定されるが調査不十分につき今後補足調査をしてバンコ炭利用の可能性を判断する必要がある。

3) ガス化複合発電

ガス化技術はほぼ確立されているが、後続の高温ガス精製システムとガスタービン（1,300℃クラス）が開発途上にあるため現時点で技術的フィージビリティを評価することは時期尚早である。

(2) 経済的フィージビリティの見直し

1) 燃料メタノールの生産

バンコ炭の採炭コストと文献に発表されたメタノール生産コストから推測して、燃料メタノールの生産コストは現在の原油価格とほぼ同等であり、今後長期的に

見て原油価格が上昇するとすれば経済的可能性は高いと言えよう。

2)合成ガソリンの生産

原油価格が36~37/バーレル以上にならないと商業的競争力は無いが、古いエンジンにもそのまま使用可能でかつ流通コストがメタノールに比べ安い点に長所がある。従って経済的可能性は、今後の原油価格動向とインドネシア政府の諸政策に支配されると言えよう。

3)尿素の生産

インドネシアの尿素向け天然ガス価格が、LNG原料並の価格に上昇すればバンコ炭から尿素を生産する可能性が生じる。

4)石炭ガス化複合発電

1,300℃クラスの高温ガスタービンが開発されれば経済的可能性は高いと推定される。

## 9. バンコ炭有効利用のマスタープラン

(1) 上述の諸調査結果に基づき、バンコ炭の利用策として

- a) メタノールおよび山元発電
- b) メタノール、尿素および山元発電

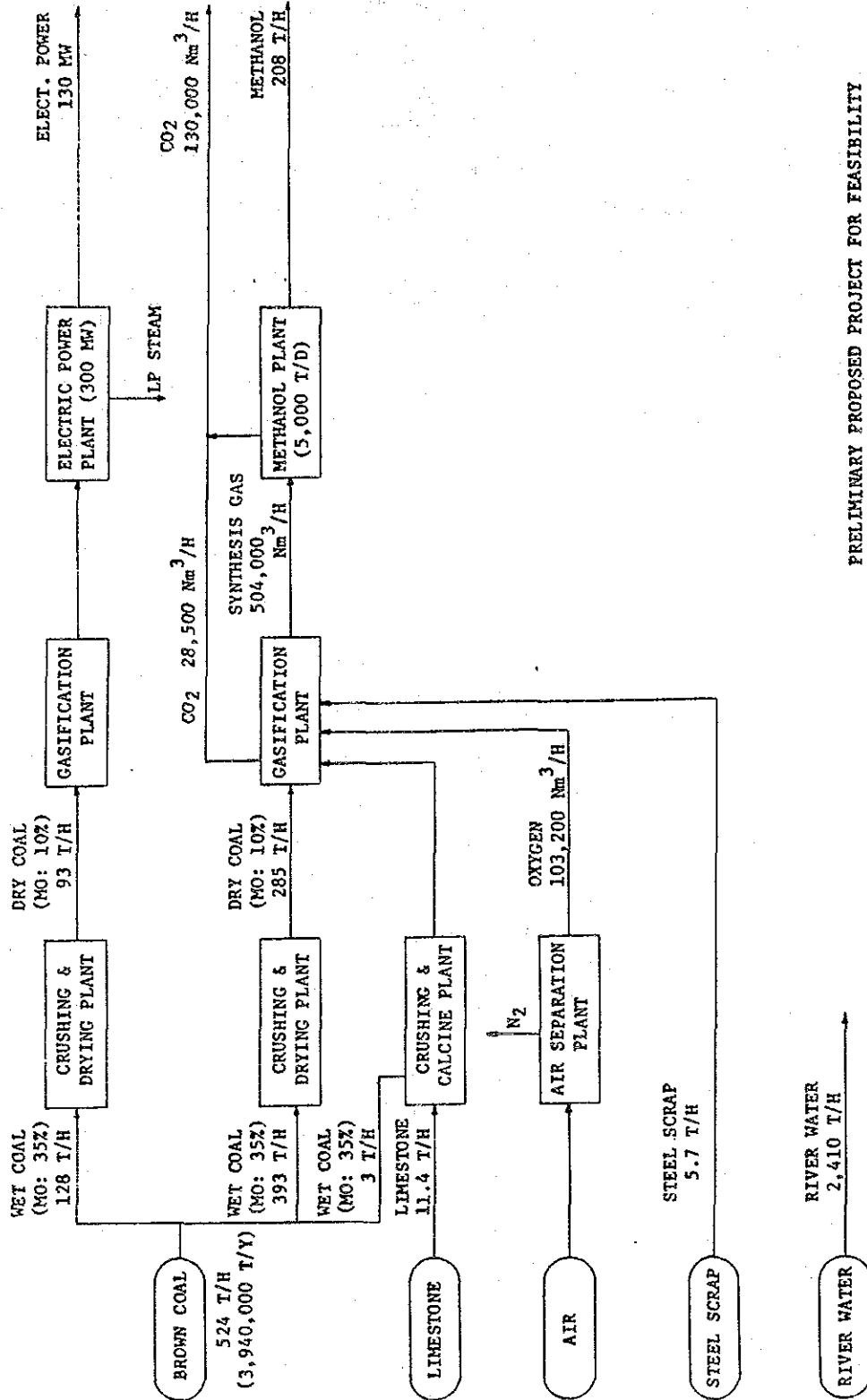
の2ケースを選び、かつ発電能力を変えた場合について合計6ケースの物質・熱収支（原料石炭所用量、製品生産量、蒸気、冷却水所要量等）を概算した。

(2) 物質・熱収支上各ケース共工業的に実施可能と推定され、石炭資源量、冷却用水量（エニム川より取水）等の面で特別な制約は無いとの見通しを得た。

(3) バンコ炭有効利用のマスタープランとして、将来の市場展望と経済的可能性見通しから、図に示すようにメタノールの生産および山元発電のケースを選定した。概要は次のとおりである。

発電設備能力	MW	300の場合	1000の場合
採炭量（未乾燥炭）	百万トン／年	3.9	6.0
石炭所要量（乾燥炭ベース）	”	2.8	4.8
メタノール生産量	”	1.6	1.6
メタノール品質	—	化学用	化学用
ジャワ向け電力供給能力	MW	85	800
冷却水所要量	トン／時	2,400	5,100

なお、適切な発電能力は、需要・電力・コスト・資金等の調査が不十分なため、マスタープランでは 300MW～1000MWとし、今後の補完調査により定めることとした。



PRELIMINARY PROPOSED PROJECT FOR FEASIBILITY  
STUDY ON EFFECTIVE UTILIZATION OF BANKO COAL

10. バンコ炭ガス化試験計画

(1) ガス化試験の目的

- i) インドネシア・バンコ地区に賦存する各種褐炭を鉄浴石炭ガス化試験装置でガス化し、そのガス化特性を把握するために必要な各種データを得ること。
- ii) ガス化試験の結果得られた諸データを既存の知見を織り込みながら解析し、フィージビリティ調査に必要なガス化に関する基礎資料を取りまとめること。
- iii) 本ガス化試験は、新技術の開発やエンジニアリングデータの把握を目的とするものではない。

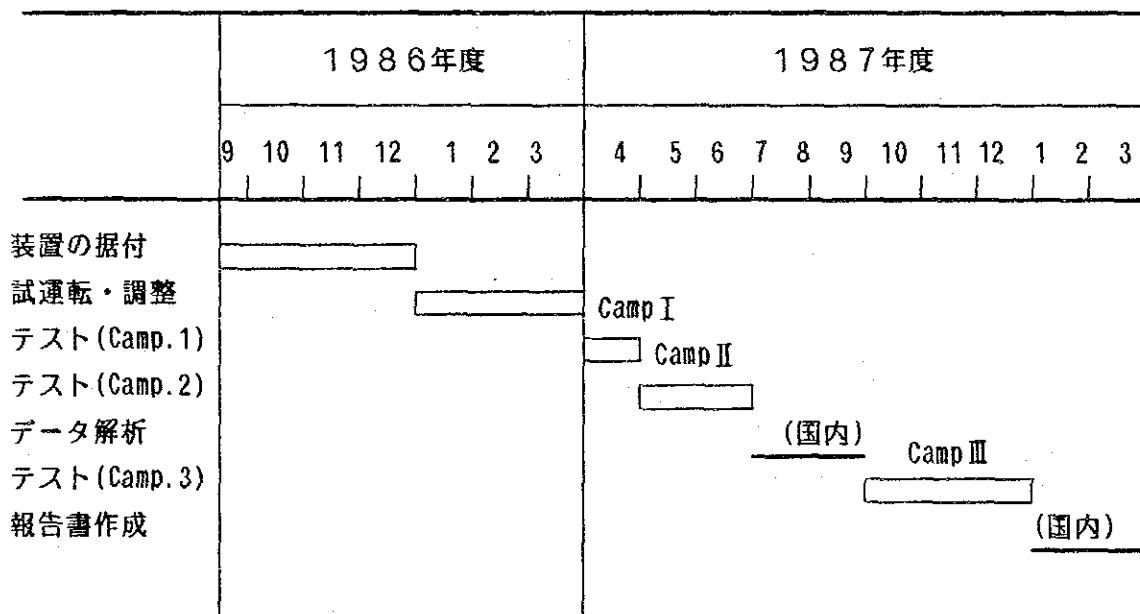
(2) 試験装置の規模

ガス化特性の把握・評価が可能な適切な規模として、石炭吹込み量で20kg/hの試験装置を計画した。

設備計画の前提となる基本諸元は、次の通りである。

項目	量	備考
鉄浴量	300kg	
石炭吹込み量	20kg/h	乾燥炭
吹き込み酸素量	575Nm <sup>3</sup> /coal-t, 12Nm <sup>3</sup> /h	標準値、炭種で異なる
キャリアガス量	150Nm <sup>3</sup> /coal-t, 3Nm <sup>3</sup> /h	N <sub>2</sub>
発生ガス量	2000Nm <sup>3</sup> /coal-t, 40Nm <sup>3</sup> /h	標準値、炭種で異なる
生石灰添加量	30kg/coal-t, 0.6kg/h	標準値、炭種で異なる
スラグ生成量	78kg/coal-t, 1.6kg/h	

(3) 試験計画



試験装置の据付および試運転・調整・メカニカルなコールドテスト（現地サンプル炭による乾燥、粉碎、流送）は、1987年3月末までに終了する予定。

ガス化試験期間は、1987年4月から1988年3月末までの1年間とし、試験内容によってキャンペーンⅠ～Ⅲの3段階に区分する。

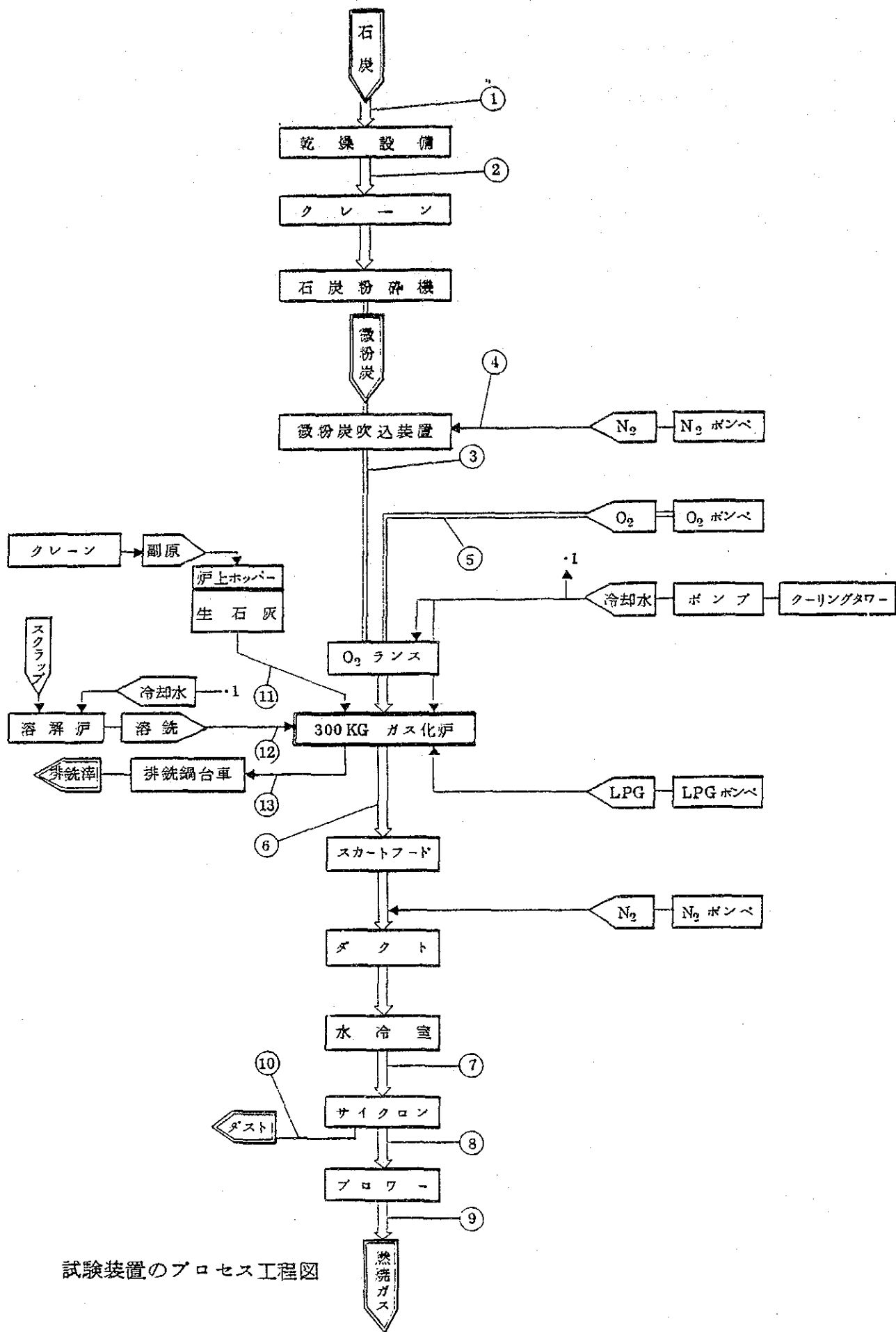
キャンペーンⅠにおいては、試験装置の特性を把握する事を主眼とした試験を実施し、バンコ炭のガス化特性を把握するための本実験はキャンペーンⅡで実施する。

キャンペーンⅢは、データ解析結果を考慮した補完テストを行なう。

(4) ガス化試験設備基本設計

基本設計を実施し、次の点を明らかにした。

- i) プロセス設計条件
- ii) プロセス工程図（図 参照）
- iii) 配管・制御系統図
- iv) 機械・電気機器・分析計リスト
- v) 全体配置図



試験装置のプロセス工程図



## 1.1. 結論と提言

### (1) 結論

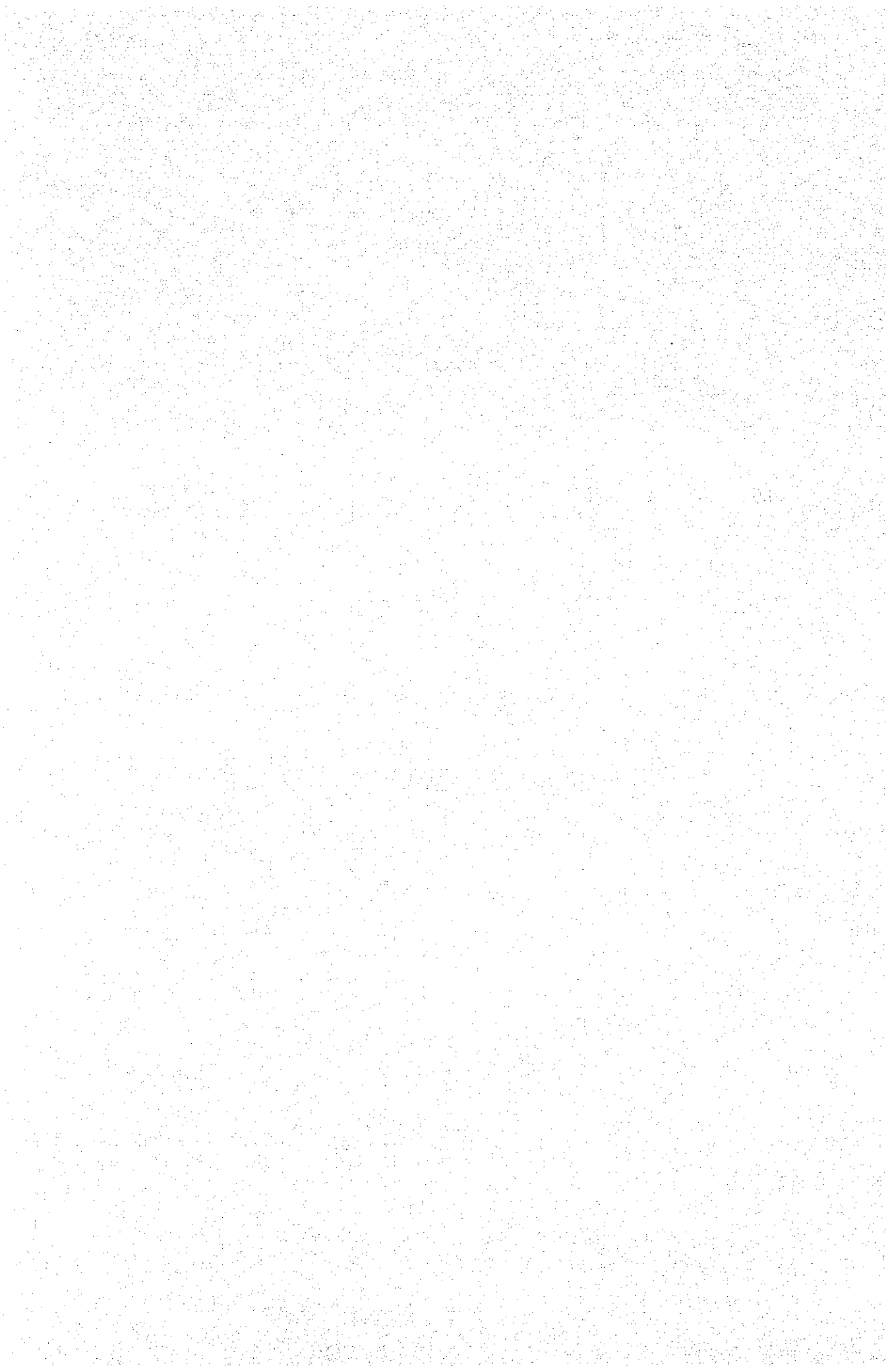
- 1) インドネシア政府は石油輸出量を維持するため石炭の利用を重視している。
  - 2) バンコ炭は賦存量が、豊富で採炭コストも安い。また非商業炭のため市況の価格に影響されず「コスト+利益」ベースで利用できる。
  - 3) バンコ炭をガス化して燃料メタノールを生産し、これをエンジン燃料として利用する技術は、いずれも確立されている。
  - 4) インドネシアでは、ガスタービン発電機・ディーゼル発電機、市内バス等の燃料としてメタノールの利用が最も効果的である。
  - 5) バンコ炭有効利用のマスタープランとしてメタノール生産 160万トン/年、山元発電 300MW～1,000MWが最も適すると思われる。
  - 6) 第2段階・ガス化試験調査に関連しての調査を行い次の結果を得た。
    - イ) ガス化試験に利用する技術は鉄浴法とする。
    - ロ) インドネシア側担当の実験棟は60年8月完成の見込。
    - ハ) 石炭サンプルの採炭調査に必要なボーリング機械はインドネシアが準備する。
- ニ) ガス化試験計画および設備基本設計を実施した。

### (2) 提言

昭和59年度に実施された戦略的調査の結果、信頼性の高い開発計画を立案し、併せてインドネシア諸機関の理解を深めるために次の補完調査を実施することが望まれる。

- a) インドネシアにおけるガスタービン発電機、ディーゼル発電機および市内のバスの燃料としてメタノールの需要および配給システム調査
- b) ジャワの電力需給計画ならびにバンコ・ジャワ間の高圧直流送電に関する予備的調査
- c) メタノールおよびメタノール/ガソリン混合燃料の安全対策(文献調査)
- d) バンコ地域および工場設置候補地の1万分の1の地図作成
- e) バンコ炭からの燃料メタノールおよび尿素の生産コストと所要資金に関する予備的調査
- f) 本プロジェクトの資金計画予備調査
- g) 石炭ガス化複合発電および流動層ボイラーの技術開発状況の継続調査





JICA