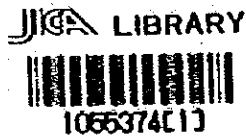


インドネシア共和国  
バンコ炭有効利用計画調査事前調査報告書



昭和59年5月15日

国際協力事業団

鉦計工
J R
84 - 78

国際協力事業団

交入 月日 '84.10. 4	108
登録No 10754	66.7
	MPI

# 目 次

1. 要請の背景	1
2. 事前調査に至る経緯	1
3. 事前調査の目的	2
4. Scope of Work についての交渉の経緯	2
5. 本格調査の概要	3
1) 調査の目的	3
2) 調査の範囲	3
3) 調査スケジュール	4
6. 本格調査実施上の留意点と今後の取り進め方	4
1) 動員体制	4
2) 委員会	6
3) 予算措置	7
7. サイトの事情	9
1) PUSPIPTEK	9
2) BANKO 地域	11
APPENDIX	
I) 団員構成	16
II) 調査日程・訪問先・面談者リスト	17
III) Scope of Work for the Study	20
IV) インドネシア側関係機関の概要	50
V) PUSPIPTEK の紹介	61
VI) 石炭利用の歴史と技術開発の現状	74



## 1 要請の背景

インドネシアの国内石油消費量は、経済成長の伸びと、それに伴う国民生活水準の向上によって急激な伸びを示しており、原油生産量が1981年実績値で今後も推移するとして、1995年には完全に原油の輸入国に転ずるものと予想されている。

一方、インドネシア経済は、外貨収入の約70%を原油の輸出に頼っており、生産の伸びの鈍化および国内石油消費量の急増に起因する外貨収入の減少は、単にインドネシア経済のみならず、政治的安定性へも重大な影響を与えるものと危惧されている。

このようなエネルギー事情の中で、インドネシア政府はLNG、石炭、水力、地熱など代替エネルギーの開発を積極的に取り進め中である。

確認採埋蔵量が4.5億トンと莫大なバンコ褐炭は、これら代替エネルギー資源のうちでも最も有望なものの一つであるが、水分含有量が約35%と多く、また乾燥すると自然発火の危険性があるため長距離輸送が困難で、現時点では有効利用の方法が見いだされていない。

また、上記エネルギー事情に加えて、インドネシア政府は人口の62%が集中しているジャワ島の人口分散を図るために、移住政策を取り進めており、この一環として、南スマトラ州の農工業開発とインフラストラクチャーの整備を取り進めているところで、バンコ炭の開発は同地域の雇用拡大、すなわち移住政策の柱になるものと期待されている。

当バンコ炭有効利用に関する開発調査の目的は最新の褐炭利用技術に基づき、肥料、メタノール、その他のC<sub>1</sub>ケミカルズおよび合成ガソリンなど誘導品を生産する石炭化学コンビナート構想についてフィージビリティ調査を実施し、バンコ炭の有効利用策を見いださんとするものである。

## 2 事前調査に至る経緯

事前調査が実施されるに至るまでの経緯は、概略以下のとおりである。

- (1) 1981年11月に通商産業省と資源エネルギー庁は、海外において石炭からメタノールを生産することの可能性を調査する目的でプレフィージビリティ調査団をインドネシアに派遣した。
- (2) この結果、日本政府は南スマトラに賦存するバンコ炭からのメタノール生産に高い可能性があることを確認した。この結果を踏まえインドネシアの研究技術大臣ハビビ博士は、1982年3月に来日した際通商産業省と外務省を訪問し、日本の専門家の手によるバンコ炭有効利用に関する詳細なフィージビリティスタディの実施を要請した。
- (3) ハビビ大臣の要請に基づき、1982年6月にこの問題は、第6回日本—インドネシア技術協力年次協議の場において、開発調査案件として実施することで両国政府の基本的合意をみた。

- (4) 年次協議の合意に従い、国際協力事業団は1982年11月にバンコ炭有効利用に関するインドネシア政府の基本的な考え方、計画等を確認するため、予備調査団を派遣した。
- (5) 以上の経緯を踏まえて、国際協力事業団は1984年2月に事前調査団を派遣し、本格調査を行なうための調査の範囲について取り決めた Scope of Work (S/W) に調印した。

### 3 事前調査の目的

- (1) Scope of Work の打ち合せと署名
- (2) インドネシア側関連機関への Scope of Work の説明と本調査に対する各機関の対応姿勢の調査
- (3) エネルギー代替政策、バンコ地域資源調査進捗状況等、本件開発調査の背景事情の調査

### 4 Scope of Work についての交渉の経緯

2月21日(火)午後よりBPPTのワルディマン大臣第1補佐官を代表としたインドネシアカウンターパートと Scope of Work の内容について検討し、以下のような点を確認した上で、24日午前署名を完了した。

#### (1) インドネシア政府の予算措置

BPPTは既に83/84会計年度において本調査のための予算として1.5億ルピア(約40百万円)を確保している。

この予算は2年間の繰り越しを含め3年以内に消化しなければならない。したがって、ガス化試験装置を収容する建屋については、遅くとも86年3月(85年度中)に完成したい。また、5年間で予想される合計10億ルピアのインドネシア側予算の確保についてインドネシア側は万全を期す旨表明したが、今後調査の進捗に合わせて毎年両方で予算措置状況につき確認し合うこととした。

#### (2) 基本設計図の提示時期

上記のスケジュールから日本側が提示する建屋の基本設計図は、S/W原案にある85年8月を早めて85年2月を目途にこれをインドネシア側に提示することとした。

#### (3) 委員会

本件調査を円滑で効率的に実施していくには、日伊双方の側で多岐にわたる関係機関間の調整のとれた協力体制が必要とされる。S/W協議においてBPPTは石炭公社、国立科学研究所、大学等関係機関の代表を加え臨んだところであるが、本格調査において更に受け入れ体制を確固たるもの

にするため、インドネシア側関係機関の代表により構成される本件調査のための委員会を設置することで、双方合意し、S/W中にもそのむね記載した。

#### (4) 研修生の受け入れ

BPPTは本調査を推進するうえで、特にガス化技術について必要最小限の基礎知識を身につけたカウンターパートを必要と考えており、これらの人材をなるべく早い機会に日本において研修させたいとの希望を表明した。これに対して調査団は、帰国後関係当局と十分協議のうえ回答するが、インドネシア側の希望を十分考慮することとした。

#### (5) ガス化試験装置の設置予定地

BPPTおよび調査団の双方は、ガス化試験装置を国立科学技術センター(PUSPIPTEK)内のエネルギー研究所(Energy Labo.)の一角に設置することで合意した(同センターは、現在、米、西独、仏の技術協力を得て400haの敷地内に11の研究施設を順次建設しつつあり、インフラも徐々に整備されてきている。このためガス化試験装置の設置場所として極めて条件の整った地点といえる。)

#### (6) その他合意事項

- ① 環境問題に関する調査を実施することとし、Work Itemの3.6として明記した。
- ② インドネシア側による車両の提供については“to prepare vehicles”を“to arrange vehicles”に変更し、便宜供与の項目(N-1項)に移項した。
- ③ 石炭品質調査およびガス化試験用サンプル採取用ボーリング機械の仕様は「別途双方で協議」に変更した。

## 5 本格調査の概要

### 1) 調査の目的

本調査の目的は、バンコ炭の有効利用のための適切なマスタープランを作成すること、および石炭のガス化テストを含めてバンコ炭有効利用計画に関する技術的、経済的、フィージビリティを検証することである。

### 2) 調査の範囲

バンコ炭の有効利用計画を立案し検証するためには、本調査では次の5つの調査分野において、インドネシア側の密接な協力を得つつ、調査を取り進める必要がある。

- ① 代替エネルギー・化学品等合成ガス誘導品の市場調査
- ② バンコ地域資源賦存量・品質の調査
- ③ 褐炭のガス化およびその合成技術の調査

- ④ マスタープラン調査
- ⑤ 工業化計画とそのフィージビリティ調査

以上の調査は相互に密接な関係を有しており、段階的に順次調査を取り進めたうえで、最終目標であるバンコ炭の有効利用計画の立案と検証が達成される。

したがって、本調査は以下の3つの段階に従って実施するのが最も効率的で確実な調査方法といえよう。

- ① 戦略的調査段階 (Strategic Investigation Stage)
- ② 石炭ガス化テスト段階 (Coal Gasification Stage)
- ③ フィージビリティ調査段階 (Feasibility Study Stage)

すなわち、戦略的調査段階では、バンコ炭の有効利用のためのマスタープランを作成し、併せて次の石炭のガス化テスト段階で必要となる適切なガス化技術の選定を行う。

第2段階の石炭ガス化テスト段階では、バンコ炭のガス化特性を把握すること、および次の第3段階で調査される石炭鉱区の選定を行う。

最後のフィージビリティ調査段階では、それまでの各ステージで集められた情報、データを分析集約し、バンコ炭の有効利用のための各種のプロジェクト計画案の調査を行い、最終的に最も適切なプロジェクト計画を選定して、その概念設計と技術的、経済的評価を行うこととなる。

### 3) 調査スケジュール

本調査の期間は合計5カ年間で予定されており、各調査段階での調査期間は、以下のとおりである。

第1段階	戦略的調査段階	: 1年間
第2段階	石炭ガス化テスト段階	: 2.5年間
第3段階	フィージビリティ調査段階	: 1.5年間
		合計5年間

## 6 本格調査実施上の留意点と今後の取り組み方

### 1) 動員体制

#### ① 調査団の動員体制

第2項「調査の概要」において述べたように本調査は5つの調査分野に大別され、それぞれ異なる専門知識を必要とする技術者およびエコノミストの参画、および相互の協力が必要である。

市場調査は、石炭のガス化とその合成によって生産される合成燃料や肥料・メタノール等に関して長期の需要見通しを調査するために、エネルギー経済、代替エネルギー市場、基礎化学品市



場等の専門家が必要である。

石炭資源・品質調査に関しては、インドネシア側で実施済のまた現在実施中の資源探査資料および同フィージビリティ調査結果を解析・評価するとともに、ガス化特性に関連する品質評価と採炭コスト推算を行う必要があり、資源・地質・石炭分析・採炭技術等の専門家が必要である。

ガス化および合成技術調査に関して、バンコ炭（褐炭）が使用可能でかつインドネシアの市場に適したガス化技術の選定とガス化試験の実施のための専門家、および各種誘導品技術（メタノール、合成燃料、その他化学品、発電等）の専門家が必要である。

マスタープラン調査に関してはバンコ炭有効利用の総合的な基本計画を立案するために工場計画の専門家と上述の市場・石炭資源およびガス化・合成技術の各専門家の参画が必要である。

フィージビリティ調査に関しては上述の各種専門家に加えて、財務分析と経済性評価の専門家が必要である。

以上のように本格調査を実施するに際しては技術および経済の多分野にわたる多くの専門家が参画する必要があり、5カ年間の長期調査を効率的に推進するためには日本側として、図-7のような調査体制を組むのが適当と思われる。

なお、本格調査における日本側体制として留意すべき点は次のとおりである。

イ) インドネシア側の担当するガス化試験設備の設計・建設作業（基礎・建屋・用役供給設備等）に関して、日本側のキメ細かいSuperviseができるよう工夫する。

ロ) インドネシア側の若手技術者は英語能力が十分でないので、現地調査に際してはインドネシア語／英語の通訳（技術系）を雇い、通訳・翻訳に当たらせる。

#### ② インドネシア側カウンターパート

今回の事前調査で面談した本格調査に関連するインドネシアの政府機関、研究機関および各種公社は、いずれも本開発調査に際し関心を示し、調査に際しては積極的に参画したいとの意向が示された。

しかしながら、インドネシアは発展途上国として技術者の育成に努力しているものの、急速な工業の発展もあって、実務を担当する技術者が不足しており、カウンターパートの育成は人的資源の面から容易でないと思われる。

1980年の調査データによれば、インドネシアにおける技術者総数は約26,000人（新卒者は約3,000人/年）で、その内訳は次のとおりである。

農業・林業・水産・畜産関係	約 8,500 名
土木・建築	5,250
機 械	2,700
電 気	2,350
科 学	1,850
工 業	600
地 質	550

このように、インドネシア全体として技術者の絶対数が少ないため、BPPTおよび関連政府機関の本調査に対する高い参画希望にもかかわらず、本調査に協力し技術移転を受け入れるために必要な十分な体制を組めないのが現実の姿といえよう。

事実、S/W打ち合わせ会議の席上でもインドネシア側からJIOA研修員受け入れ制度を活用して、本調査に参画する若手技術者を育成してほしいとの要望が出されている(本件帰国後関係当局と十分協議し、回答することを約束した)。

特にインドネシア側カウンターパートの中心となるBPPTは設立後日が浅いため(1978年設立)実務経験のある中堅技術者が不足しており、技術者の育成が急務であると言っていた。今回事前調査で面談した各機関の幹部クラスは、技術面、経済面において高度の能力を有する優れた専門家であったが、このような高いレベルの人材はインドネシアでは極めて少数のかつ多忙な専門家であり、本格調査においては時間的制約から基本的・総合的提言と評価の範囲でのみ協力を得ることが限界といえよう。このような事情から、本格調査を実施するに際し、次の点に留意する必要がある。

- イ) 本調査が円滑に効果的に推進できるようにするため、次項で述べるようなAdvisory Committeeの設置を助言する。
- ロ) カウンターパートは関連政府機関の全面的協力が得られる体制とする必要があり、BPPTに限定せず、本格調査に関連する関連政府機関(含研究所・公社)の中堅技術者を含めるよう助言する。
- ハ) ガス化試験設備の運転・保守に関する技術者育成と技術移転を主たる目的として、研修員受け入れ制度を活用し、日本でのトレーニングを本調査と並行して取り進める。

なお、事前調査団は調査期間中に本調査に関係のあると思われる10の政府機関を訪問し、調査計画の説明を行うとともに、インドネシア各機関の分担機能の実態、技術的・経済的調査能力の評価および本調査への参画意欲有無等を調査し、本調査に参画を呼びかけるべき各関係機関のリストとその機能分担を明確にした。(表-i参照)

## 2) 委員会 (Advisory Committee)

### ① インドネシア側委員会

本開発調査は調査範囲が広範で、インドネシア側の関連政府機関が多岐にわたること、およびBPPT単独では十分な専門家をカウンターパートとして配置できず、関連政府機関の専門家の応援を求める必要があることを考慮すれば、Scope of Work for the StudyのN-1.9項に記載されているインドネシア側関連機関から成る委員会の設立は、本開発調査の円滑・効果的な推進のために不可欠といえよう。

本調査団は、現地調査結果に基づき下記の関連政府機関の高級専門家から成る諮問委員会(Advisory Committee)を、本格調査開始までに設立するようBPPTに助言した。

BPPT	科学技術評価応用庁
DGP	電力総局
DOM	鉱山総局
MIGAS	石油ガス総局
PERTAMINA	石油・ガス公社
DGBCI	基礎化学品総局
MTDO	鉱業技術開発センター
ITB	バンドン工科大学
PNTB	石炭公社
PTTA	プキッタアッサム石炭公社

表-1は調査団がBPPTに対し提示した委員会の構成と機能分担を明示した表である。

なお、今回の現地調査期間内に訪問できなかったが、上記10機関の他にDAPPENAS（経済開発企業庁）および技術協力調整委員会の本調査への参画を求めることが妥当と考えられる。

#### ② 日本側委員会

本調査は技術的に見て、現在発展過程にある最新の褐炭ガス化技術およびその合成技術を利用する開発調査であり、また調査規模も5年間にわたる大型案件である。

したがって、本調査を円滑かつ効果的に取り進めるためには、各分野の有識者の意見を十分取り入れることが好ましく、インドネシア側のAdvisory Committeeに相当する官民合同の諮問委員会を設置するのが適当と思われる。

#### ③ 合同会議

本調査の国際協力、技術協力の意義を効果的なものとし、併せて本調査の円滑な推進を図るために、各調査段階ごとの基本的問題の検討および総括的評価を行うために上記日・イ両委員会の代表者による合同会議を本調査の各段階の終了時に開催（計3回）するのが適当と思われる。

#### 3) 予算措置

本調査のインドネシア側負担調査費は、5ヶ年間で約10億ルピア（約2.5億円）と予想されるが、インドネシア側からは予算措置に関しては万全を期し、本調査を遂行するとの説明があった。

前述のとおりBPPTは83/84会計年度において既に1.5億ルピア（約40百万円）の予算措置を講じており、来年度以後も調査の進捗に合わせて年度毎に予算措置が順調に行われるものと予想される。

なお、日本と同様にインドネシアにおいても予算請求作業が前年度の中期からはじめられるため予算要求に必要な翌年度の調査実施計画や技術資料の提供が前広に行うことのできるよう日本側も工夫をこらさなければならない。

また、本調査の遂行に際しては予算の確保状況を常に確認するとともに、予算の執行状況につい

表-1 Relevant Departments, Agencies and Institution and Institution / Organization of Counterpart

Recommen- ded Member of Commit- tee	Relevant organization for the Study (1st Stage)				Note	
	Markets, Demands	Resources, Mining Cost	Technology, Process	Qualification Test Facilities		Master Plan
RPPT (科学技術研究所応用庁)	STAFF Member	STAFF Member	STAFF Member	STAFF Member	STAFF Member	1. Committee shall evaluate and make consensus for political matters, principal policy for the Study through discussion with JICA team.
DGP (電力総局)	Power Generating	Power Generating	Power Generating	Power Generating	Policy/Plan for Power Generation	
PLN (電力公社)	Power Generating	Water for Process Plant	Power Generation	Power Generation	Policy for Coal Basin Selection	2. RPPT shall act as staff member of counterpart agency and also coordinating body with relevant organizations.
DCM (鉱山総局)	Policy/Plan for Coal Resources	SEHELL Report F/S Reports (Prof. MATSU)			Policy/Plan for Synthetic Fuels	
RAKOREN (エナール-調査委員会)	Policy/Plan for Energy		Methanol Blend			
MIGAS (石油・ガス総局)	Supply/ Demand of Oil/Gas					
LEMIGAS (石油ガス研究所)	Transportation Residential, Commercial		Methanol Blend, Synthetic Fuel			
PELTAMINA (石油・ガス公社)	Policy/Plan for Basic Chemical Industries		Chemicals Fertilizer		Policy/Plan for Basic Chemicals	
DGBCI (DG of Basic Chemi- cal Prod) (基礎化学品総局)		Analysis and Coal Testing of Sam- ples (General advice)	Coal Briquette Gasification (General advice)	Cooperation with RPPT		
MTDC (資源技術開発センター)						
ITR (バンソン工科大学)	Fertilizer			Cooperation with RPPT	Mineral System	
LIPI (国立科学技術研究所)		Sampling Coal Site Survey Mining System Mining Cost, Investment Cost				
PAITURARA (PNTB) (石油公社)						
HUKIT ASAM (PTTA) (ブキトアサム石油公社)						
PUSRI (プスリ肥料公社)			Fertilizer		Plan for Fertilizer in PUSRI	

ても十分把握し、インドネシア側担当業務が円滑に推進されるよう助言する必要があると思われる。

## 7 サイトの事情

### 1) PUSPIPTEK (国立科学技術センター)

ガス化試験装置の設置予定地としては、1983年3月の予備調査報告書ではバンコ地域、PUSPIPTEK内およびクラカタ製鉄所内の3候補地が挙げられていたが、今回事前調査において双方の一致した結論として、PUSPIPTEK内のエネルギー研究所に設置することとなった。

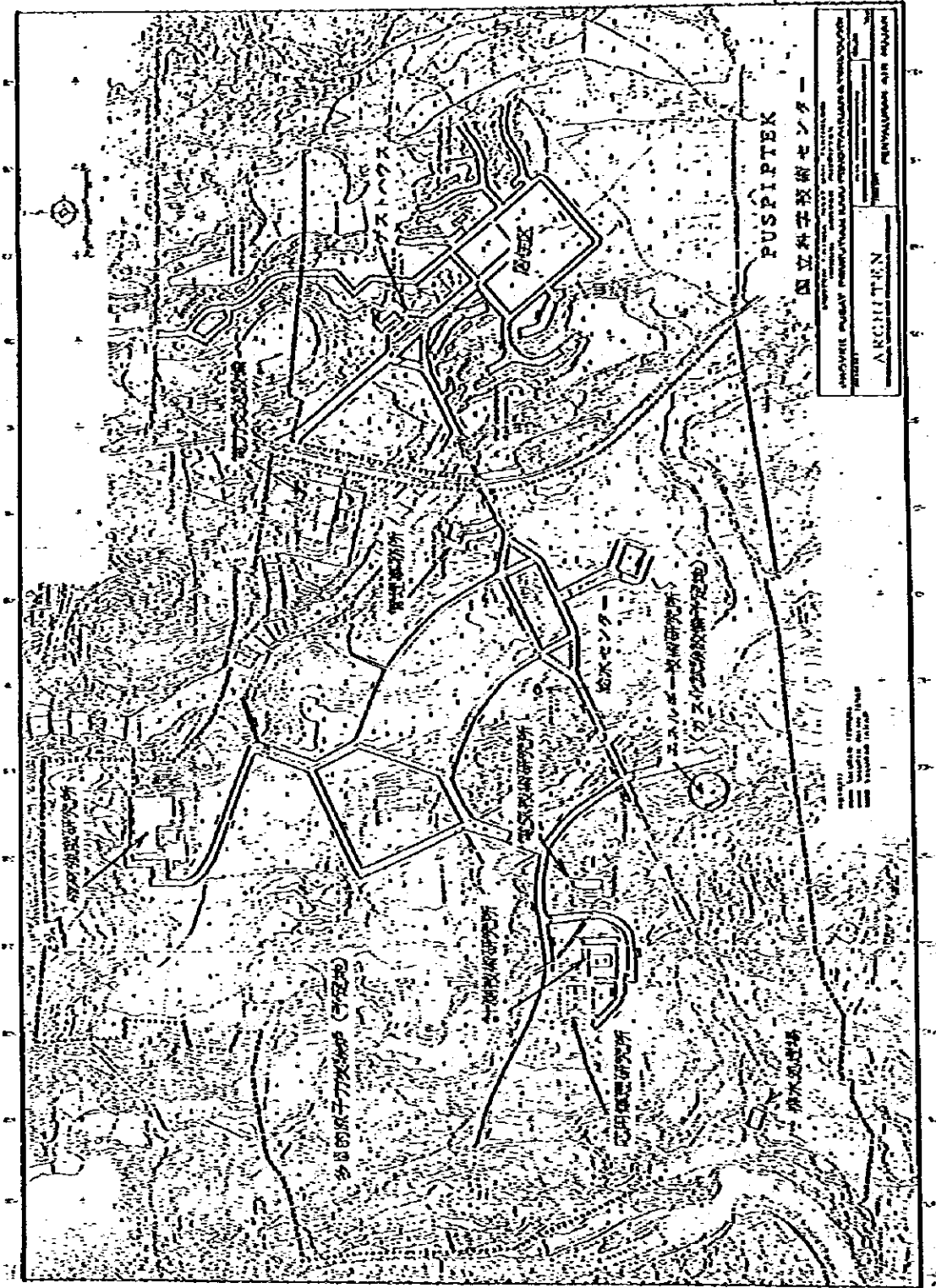
PUSPIPTEKは首都ジャカルタの南西25kmに位置し、400haの敷地に12の研究所が設置される計画で1976年から建設が開始され、現在研究設備を建設中の科学技術センターでウルディマン氏は「ミニ景政」と称している。

当センターは研究・技術担当国務大臣兼BPPT(技術評価応用庁)長官のハビビ氏の構想とされ、先端技術の開発と国内産業への普及を目的として設立されたもので、BPPT、LIPI(国立科学技術研究所)および原子力庁が次の研究所を分担している。

(研究所)	(設備・技術援助国)	(運営担当)
1. 計測技術研究所	西独	LIPI
2. 応用物理研究所	オランダ	LIPI
3. 応用化学研究所	仏	LIPI
4. 冶金研究所	西独・米	LIPI
5. 電気技術研究所	仏	LIPI
6. 機械強度研究所	米・西独・仏	BPPT
7. プロセス技術研究所	西独	BPPT
8. 液体・振動研究所	仏	BPPT
9. エネルギー技術研究所	(西独・日)	BPPT
10. 熱力学・エンジン研究所	未定	BPPT
11. 多目的原子力実験炉研究所	未定	原子力庁
12. 天候災害対策研究所	未定	未定

各研究所の研究設備計画と研究設備は上記各国の技術協力・機材供与(無償援助)により、また建物は各国の資金協力(融資)により設営されている。

ハビビ大臣はインドネシアを工業化社会に転換させるための施策として、技術先進国より先端工業技術を導入し、その製造技術、製品検査技術および生産管理技術を修得し、これを国内に普及させることを最優先課題としている。PUSPIPTEKはこの施策の一環として、大学を含む国内研究



図一 国立科学技術センター地図

機関と産業界に対し、上記3技術分野を普及させるための中核機能的役割を持つとの説明であった。

BPPTのワルディマン氏によればハビビ大臣は技術先進国として米国・西独・仏および日本を最も重要視しており、この4カ国には国別の担当補佐官を任命している。PUSPIPTKの設置もこの4カ国の技術・資金援助に期待しているとのことで、いまだ、日本援助の研究所がないことを遺憾としつつも、本件協力の現場が同センターとなることを歓迎し、JAPAN PROJECTの第1号として大きな期待をかけている。

ガス化試験装置の建設予定地を現地調査した結果では、用役供給センター（水・電気）、管理整備センター、研究設備の保守機設備等付帯設備も完備した極めて条件の整った予定地であることが判明した。

エネルギー技術研究所（予定地）は、第1号館が現在建設中（インドネシア自己資金）で、ガス化試験装置の建設装置の建設予定地の周辺には西独技術援助による、太陽エネルギー利用海水淡水化試験装置と米ワラのガス化試験装置が設置されている。

以上のような事情から判断して、本調査において設置するガス化試験装置およびこれを収納する建物は将来的利用に耐え得るものとする考え方をインドネシア側はとっていると思われる。

## 2) BANKO地域

南スマトラ地方は政府の代替エネルギー開発政策および移住政策に基づき、ブキット・アッサム鉱山の開発工事（300万トン/年）、西ジャワスララヤ発電所への石炭輸送用鉄道工事、スマトラ縦断高速道路工事等活発な開発工事が行われている。

バンコ地域は既存のブキット・アッサム鉱山の東南約15～30kmにあつて、1975～78年にかけてShell社によりかなり詳細な資源調査が実施されている。

Shell社の調査によれば、バンコ地域における確認埋蔵量は割土比3以下で4億3,550万トンと報告されている。その内訳は次のとおりである。

North West BANKO	12,950万トン
West Central BANKO	17,850
Central BANKO	12,750
合 計	43,550万トン

DGM（鉱山総局）で聴取した情報によれば、このうちNorth West BANKOについては殆ど完全に埋蔵量調査が終了しており、Shell社としての採炭に関するフェージビリティ調査も実施済みで、本調査において新たに資源調査を実施する必要はないであろうとのことであった。

また、上記の3地区については低品質の褐炭であるため、現在具体的な開発計画はなく、もしガス化として利用できるのであれば、DGMとしては大歓迎で、当バンコ地域を本格調査の調査対象鉱山とすることは何ら問題ないとの発言であった。

なお、西ジャワのスララヤ発電所向け石炭は、ブキット・アッサム鉱山に接続して北方に展開し

ているAIR LAWAI (MUARA TIOA NORTH および MUARA TIOA SOUTH の2地域)に埋蔵されている一般炭で、スララヤ発電所8号缶まですべて賅えるとのことで、North West BANKOをスララヤ発電所向けに開発する計画はないことを確認した。プキット・アッサム鉱山の周辺には上記バンコ地域以外にも略同規模の鉱脈が多数あり、DGMでは世銀融資により次のような順でフィージビリティ調査を行う予定とのことである。

MUARA TIOA/AIR LAWAI	1984年 F/S
North West BANKO	1985年 F/S
ARAHAN	
West AIR LAWAI	
SUBAN JERJI	
West Central BANKO	1986年 Pre-F/S
South BANKO	
South East BANKO	

したがって、Shell 調査報告書および現在取り進め予定の上記調査報告書を、インドネシア側より入手することで埋蔵量に関する情報は十分得られるものと予想され、資源に関する本格調査は、計画通りガス化に関連した品質調査と採炭コスト推算に重点を置けば良いと思われる。



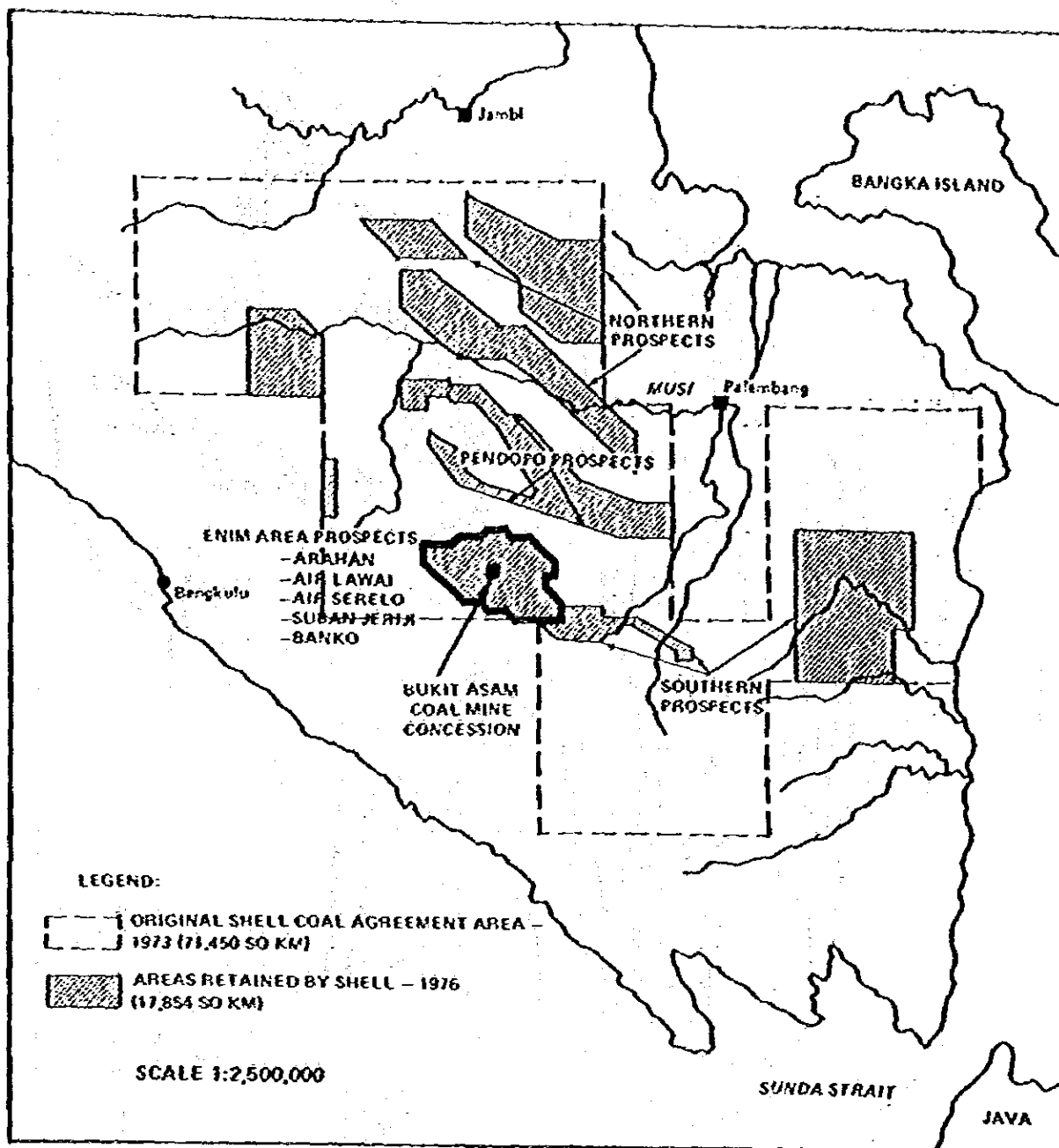


図-2 シェル社調査による南スマトラ石炭賦存状況

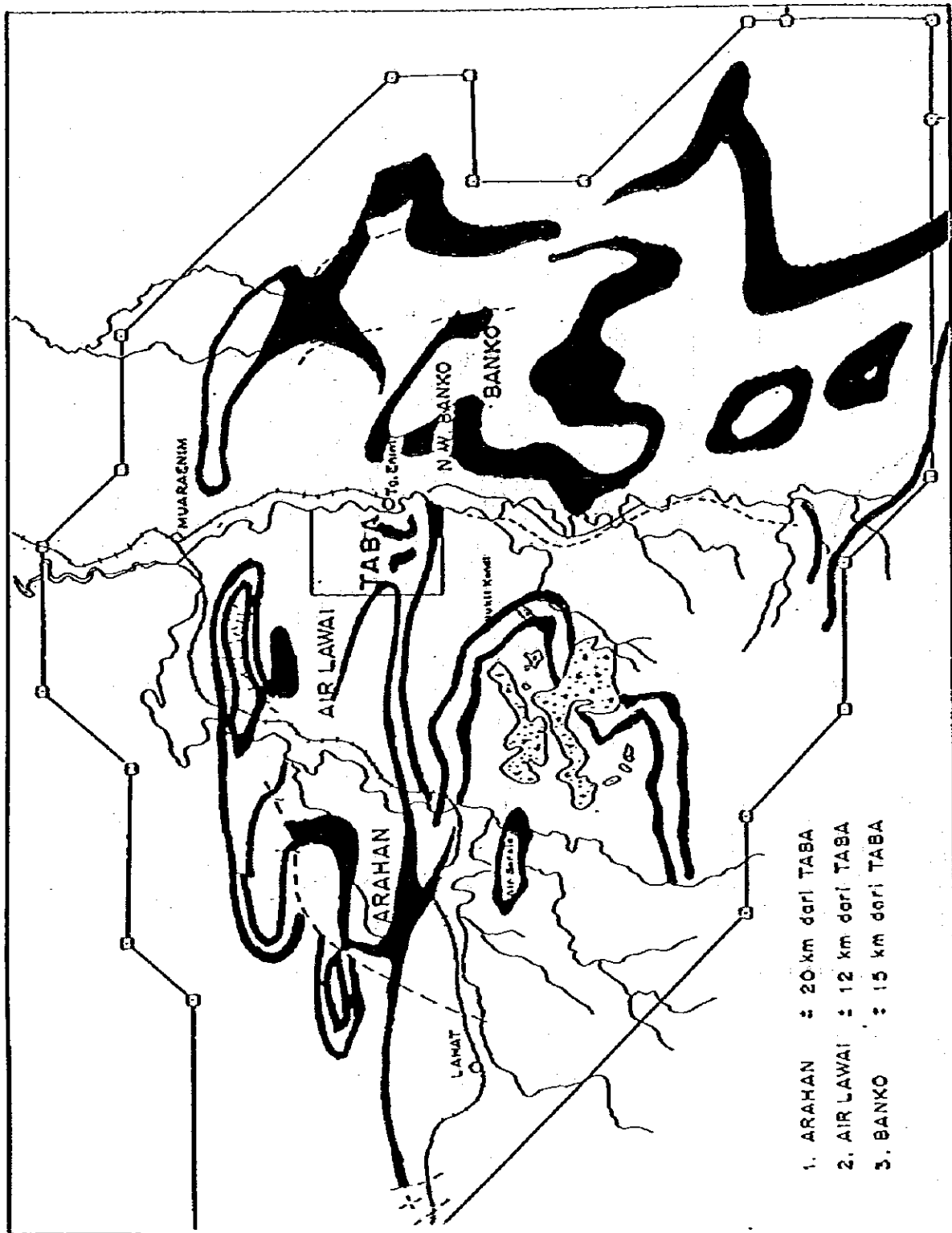


図-3 ブキットアサム・バンコ地区の石灰分佈

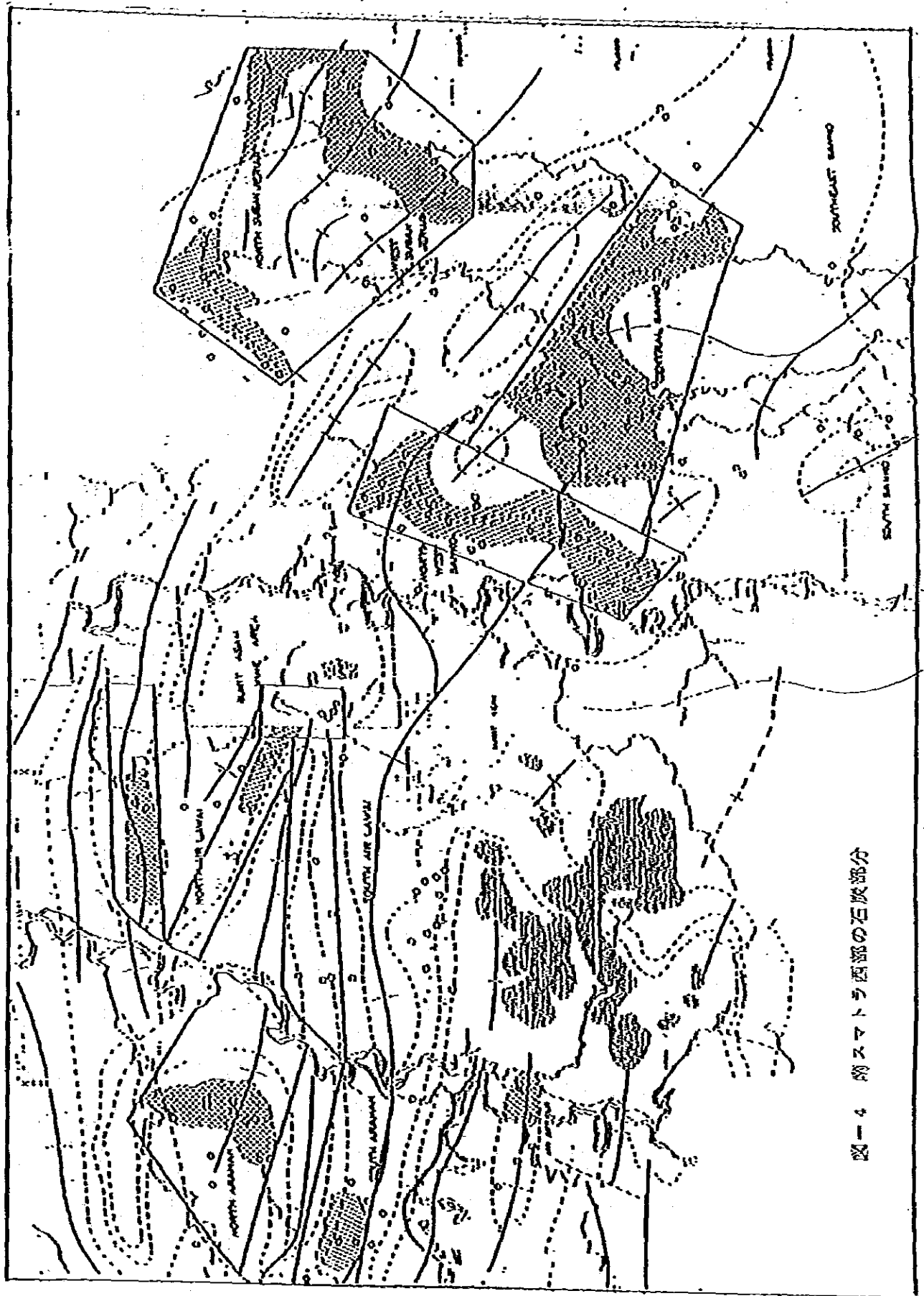


図-4 駒馬山塊西部の石炭部分

APPENDIX 1) 役員構成

氏名	担当業務	所属
岩口 健二	団長、S/W署名	国際協力事業団工業調査課長
長岡 貞男	技術協力・行政	通商産業省技術協力課課長代理
佐藤 武比古	エネルギー開発	(財) 日本エネルギー経済研究所 国際協力プロジェクト室主幹
中山 久博	石炭ガス化	(財) 石炭技術研究所 石炭ガス化研究部調査役
原 嘉夫	エネルギー経済	(財) 日本エネルギー経済研究所 国際協力プロジェクト室室長
林 泰三	市場調査	(財) 日本エネルギー経済研究所 研究部第1研究室
喜多村 裕介	業務調整	国際協力事業団工業調査課

APPENDIX II) 調査日程・訪問先・面談者リスト

月 日	時 間	訪 問 先	面 談 者 名
2月20日 (水)	11:15 東京(発) 21:05 ジャカルタ(着)	CX-501 CX-711	
2月21日 (木)	10:00 ~ 11:00 13:30 ~ 15:30	JICA ジャカルタ事務所 BPPT (科学技術評価応用庁)	免 又 所 員 Mr. Wardiman Djojonegoro. (BPPT) Mr. Subagio Imam Bakri. (BPPT) Mr. Bambang Suwondo. (BPPT) Mrs. Indya. (BPPT) Mr. Hannedi. (BPPT) Mr. Hariyanto Soetjijo. (LIPI) Mr. Sismarjanto Sadarijoen. (LIPI) Mr. Aden Sunardi B.E. (PNTB) Mr. H. Sulay. (PTTA) Mr. Muernoto. (PTTA) Mr. Ambyo S. Mangunwidjaya. (ITB) 官 原 登 記 官
2月22日 (金)	9:00 ~ 12:00  14:00 ~ 17:00	BPPT  PUSPIPTEK (科学技術研究センター)	Mr. Wardiman Djojonegoro. (BPPT) Mr. Subagio Imam Bakri. (BPPT) Mrs. Indya. (BPPT) Mr. Aden Sunardi B.E. (PNTB) Mr. Muernoto. (PTTA) Mr. Ambyo S. Mangunwidjaya. (ITB) Mr. Gunawan Sakri Soemargono. Director of Planning
2月23日 (土)	9:00 ~ 17:00	BPPT	Mr. Wardiman Djojonegoro. (BPPT) Mr. Subagio Imam Bakri. (BPPT) Mrs. Indya. (BPPT) Mr. Aden Sunardi B.E. (PNTB)

月 日	時 間	訪 問 先	面 談 者 名
2月24日 (例)	9:00 ~ 10:00  11:00 ~ 12:00 14:00 ~ 15:00	BPPT  P. N. Tumbang Batubara (石炭公社) P. T. Tumbang Batubara Bukit Asam (ブキットアサム石炭公社)	Mr. Wardiman Djojonegoro. (BPPT) Mr. Subagio Imam Bakri. (BPPT) Mr. Situmarang. President Director of PTTA Mrs. Indya. (BPPT) Mr. Aden Surardi B. E.  Mr. Moenoto Raksonegoro. Chief of Mining Project Division Mr. Andi Massalangka. Exploration Manager
2月27日 (例)	11:00 ~ 11:30 12:00 ~ 13:00 14:00 ~ 14:30	Director General of Power (電力総局) PLN (電力公社) MIGAS (石油・ガス総局)	Dr. A. J. Surjadi  Mr. Nengsa Sudya. Deputy Director System Planning Mrs. Sooparti
2月28日 (例)	14:00 ~ 15:30	Mineral Technology Development Center (資源技術開発センター)	Mr. Bambang Sulasmoro. Director Mr. S. L. Tobing. Head of Laboratory and Field Station Div. Mr. Kendarsi Roeslan. Head of Education and Training in Field Application Div. Mr. Komar Prianta Anwar. Research Engineer. Mineral Processing
2月29日 (例)	8:30 ~ 9:30 10:00 ~ 11:00 17:00 ~ 18:00	Bandung Institute of Technology  National Institute of Geology and Mining. LIPI (国立科学技術研究所、地質鉱物 研究所) BPPT	Mr. Ambyo S. Mangumwidjaya. Associate Dean, Faculty of the Industrial Technology Mr. Sismarjanto Sedarjoen. Director  Prof. Dr. Habibie. Minister Research and Technology


月 日	時 間	訪 問 先	面 談 者 名
3月2日 (金)	9:00 ~ 10:00 11:30 ~ 12:30  15:00 ~ 15:40 16:30 ~ 17:45 18:00 ~ 18:30	MIGAS Director General of Basic Chemical Industry (工業省基礎化学品総局) JETRO ジャカルタ事務所 BPPT JICA ジャカルタ事務所	Mr. Widartomo, Planning and Data Processing Mr. Binaldjamar, Director of Planning Mrs. Kusartuti 佐々木 隆 課長 Mr. Wardiman Djojonegoro 杉 原 所 長
3月3日 (土)	13:00 ~ 14:00  20:00 ジャカルタ(夜)	Director General of Mine (鉱山総局) JL-711	Drs. Johannas, Senior Staff
3月4日 (日)	7:00 東京(夜)		

(APPENDIX iii)

Scope of Work for the Study  
on  
Effective Utilization of Banko Coal  
in  
the Republic of Indonesia  
agreed upon between  
Agency for Assessment and Application of Technology  
and  
the Japan International Cooperation Agency

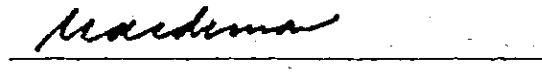
Jakarta, February 24, 1984

For Japan International  
Cooperation Agency



KENJI IWAGUCHI  
Leader of the Japanese  
Preliminary Survey Team  
Japan International  
Cooperation Agency

For Agency for Assessment for  
Application of Technology



WARDIMAN DJOJONEGORO  
Deputy Chairman for  
Administration  
Agency for Assessment and  
Application of Technology



## Contents

I.	Introduction .....	22
II.	Objective of the Study .....	23
III.	Scope of the Study .....	23
IV.	Schedule of the Study .....	34
V.	Reports .....	35
VI.	Undertaking of the Government of the Republic of Indonesia .....	36
VII.	Undertaking of the Government of Japan .....	42
VIII.	Technical Undertaking of both Governments .....	42
IX.	Consultation .....	42

### APPENDIX

- I. Flow Chart of the Implementation Plan
- II. Schedule of the Study
- III. Division of Technical Undertaking

## I. Introduction

In response to the request of the Government of the Republic of Indonesia, the Government of Japan decided to conduct a Feasibility Study (hereinafter referred to as "the Study") on Banko Coal Effective Utilization in South Sumatra (hereinafter referred to as "the Project"), in accordance with laws and regulations in force in Japan.

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 the authorities concerned of the Government of the Republic of Indonesia.

Agency for the Assessment and Application of Technology (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi: hereinafter referred to as "BPPT") shall act as a counterpart agency to the Japanese study team (hereinafter referred to as "the Team") and also coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

The present documents set forth the scope of work with regard to the Study.

## II. Objective of the Study

The objective of the Study is to establish an appropriate master plan of effective utilization of Banko coal and to examine its technical, economic and financial feasibility, including coal gasification study, and to prepare the reports synthesizing the result of overall investigations and studies

## III. Scope of the Study

The Study will be carried out in the following three (3) stages:

1. Strategic Investigation Stage
2. Coal Gasification Test Stage
3. Feasibility Study Stage

The strategic investigation stage is to establish a master plan of Banko coal effective utilization and to select optimum technology for the Banko coal gasification test stage.

The coal gasification test stage is to grasp characteristics of gasification of Banko coal and to select coal basin to be studied in the following stage.

The feasibility study stage encompasses analysis and synthesis of collected information and data at the previous stages, investigation of various project plans of Banko coal effective utilization, and preparation of the proposed Project.

The outline of the Scope of the Study and the consulting procedure for the Scope of Work of each stage are summarized on the flow chart of the implementation plan attached as APPENDIX-I.

The details at the respective stages are as follows:

1. Strategic Investigation Stage
  - 1.1 Survey on background of the Project
    - 1.1.1 National policy on energy in Indonesia
    - 1.1.2 Present situation and the estimation of demand for, and supply of, energy in short, medium and long term
    - 1.1.3 National Policy on, and present situation of, coal industry in Indonesia
    - 1.1.4 National policy on, and present situation of, Banko coal utilization
    - 1.1.5 National policy on industrialization
    - 1.1.6 National policy on transmigration and rural development
  - 1.2 Preliminary survey on markets of brown coal and its derivatives
    - 1.2.1 Direct combustion of brown coal as fuel
    - 1.2.2 Combined generation as fuel gas
    - 1.2.3 Synthetic fuel oil as derivatives of synthetic gas such as methanol, gasoline, kerosene and gas oil
    - 1.2.4 Chemicals as derivatives of synthetic gas such as fertilizer, methanol and its derivatives

### 1.3 Survey on Banko coal resources

#### 1.3.1 Survey on Banko coal resources

Based on Indonesian survey reports dealing with Banko coal, the following facts about the coal resources are clarified.

- (1) Coal reserves and distribution
- (2) Mining conditions and method
- (3) Coal grade

#### 1.3.2 Survey on quality of Banko coal

- (1) Analysis on samples of several basins
- (2) Distribution of coal by quality

#### 1.3.3 Site reconnaissance of Banko area

- (1) Site reconnaissance of coal basins
- (2) Site reconnaissance of plants area

#### 1.3.4 Preliminary cost estimation of coal mining

- (1) Conceptual plan of the coal mining
- (2) Preliminary estimation of the cost of the coal mining

### 1.4 Survey on Brown coal utilization technology

#### 1.4.1 Gasification technology

#### 1.4.2 Technology for derivatives production

#### 1.4.3 Technology for electric generation

#### 1.4.4 System study of brown coal utilization in view of technology

### 1.5 Strategic investigation on Banko coal effective utilization

Based on above mentioned works, collected information and data shall be analyzed and synthesized in the following fields;

- 1.5.1 Master plan of Banko coal effective utilization
- 1.5.2 Selection of brown coal gasification technology for the coal gasification test stage
- 1.5.3 Preliminary evaluation of the Banko coal effective utilization in view of technical, economic and strategic aspects
- 1.5.4 Implementation plan of the coal gasification test stage
  - (1) Work item
  - (2) Basic plan and design of the coal gasification test facilities
  - (3) Gasification test schedule

Notes:

- a) According to the result of the strategic investigation stage, the necessity to step forward to the coal gasification test stage should be discussed between both sides. If both sides agree to proceed the next stage in view of technical, economic and strategic aspects, the coal gasification test stage shall be proceeded.
- b) The Scope of Work for the coal gasification test stage should be discussed and modified, if necessary, according to the mutual discussion
- c) The result of above discussions of a) and b) as well as the modified Scope of Work, if necessary, shall be recorded and signed in the Record of Discussions.

d) The technology selection and the specification of the coal gasification test facilities shall be decided according to the result of the above mentioned works. But it is understood that the concept of the facilities is as follows;

i) Capacity: Approximately 20 kg/hr as coal  
Sufficient capacity necessary to grasp characteristics of gasification of brown coal

ii) Test facilities:

- Pretreatment unit of coal
- Gasification unit
- Post-treatment unit of produced gas
- Analysis equipment
- Utilities supply facilities
- Civil and architecture related above facilities
- Disposed treatment system, if necessary

d) Place of installation of the facilities will be in PUSPIPTEK

2. Coal Gasification Test Stage
  - 2.1 Design meeting of the coal gasification test facilities
    - 2.1.1 Basic design data
    - 2.1.2 Explanation and discussion of the test facilities
    - 2.1.3 Explanation and discussion of the conceptual design of civil and architecture
    - 2.1.4 Explanation and discussion of the raw materials (feedstocks) and utilities necessary for the coal gasification test
  - 2.2 Engineering and fabrication of the coal gasification test facilities
    - 2.2.1 Engineering of the facilities and explanation and discussion of the result
    - 2.2.2 Basic design of civil and architecture and design meeting with the counterpart
    - 2.2.3 Fabrication and inspection of equipment (first phase)
    - 2.2.4 Detailed implementation plan of the operation and maintenance of the facilities
  - 2.3 Survey on coal quality
    - 2.3.1 Supervision of coal sampling
    - 2.3.2 Analysis of coal samples
    - 2.3.3 Analysis and evaluation of data and evaluation of coal basins in view of gasification technology
  - 2.4 Construction meeting of the coal gasification test facilities
    - 2.4.1 Detailed design and engineering of civil and architecture



- 2.4.2 Explanation and discussion of the field work
- 2.4.3 Check and approval of engineering results of civil and architecture
- 2.5 Fabrication and transportation of the rest of the equipment
  - 2.5.1 Fabrication and inspection of equipment (second phase)
  - 2.5.2 Transportation and acceptance inspection of equipment
- 2.6 Field work of the coal gasification test facilities
  - 2.6.1 Transportation of the rest of equipment and materials for the field work
  - 2.6.2 Acceptance inspection of 2.6.1
  - 2.6.3 Construction of the facilities
- 2.7 Test operation of the facilities
  - 2.7.1 Final inspection of the field work
  - 2.7.2 Mechanical test of the facilities
  - 2.7.3 Operation test and adjustment using specified coal
  - 2.7.4 Final drawing, operation manual, and maintenance manual
- 2.8 Coal gasification test
  - 2.8.1 Explanation and discussion of 2.7.4
  - 2.8.2 Gasification test and maintenance of the facilities
  - 2.8.3 Documentation of the coal gasification data
- 2.9 Sampling of coal for coal gasification test
  - 2.9.1 Investigation of up-to-date information concerning the reconnaissance/scientific survey of Banko coal resources

- 2.9.2 Selection of sampling points and sampling of coal
- 2.9.3 Packing and transportation of coal samples
- 2.10 Analysis and evaluation of the coal gasification test
  - 2.10.1 Analysis and synthesis of operation data
  - 2.10.2 Grasp of correlation between characteristics of gasification, quality of coal and coal basin
  - 2.10.3 Investigation of up-to-date brown coal gasification technology in view of commercialization aspect
  - 2.10.4 Overall evaluation of brown coal gasification technology and coal basins

Notes:

- a) According to the result of the coal gasification test stage, the necessity to step forward to the feasibility study stage should be discussed between both sides. If both sides agree to proceed the next stage in view of technical and strategic aspects, the feasibility study stage shall be carried out.
- b) The Scope of Work for the feasibility study stage should be discussed and modified, if necessary, according to the mutual discussion.
- c) The result of above discussions of a) and b) as well as the modified Scope of Work, if necessary, shall be recorded and signed in the Record of Discussions.

### 3. Feasibility Study Stage

#### 3.1 Assessment and establishment of principal elements

3.1.1 Market and demand

3.1.2 Coal basin

3.1.3 Technology for production

3.1.4 Product specification, capacity and production plan

3.1.5 Plant site

3.1.6 Laws and regulations

#### 3.2 Proposed Project

3.2.1 Overall scheme and material balance

3.2.2 Principal specifications on on-site and off-site facilities

3.2.3 Overall plot plan

3.2.4 Overall implementation schedule

3.2.5 Overall organization chart

#### 3.3 Conceptual design of on-site facilities

3.3.1 Coal gasification plant

3.3.2 Coal gas derivatives plants

3.3.3 Storage and shipping

3.3.4 Power generation facility

3.3.5 Utility facilities

3.3.6 Auxiliary facilities (office, warehouse, environmental control)

Notes:

Conceptual design will include the following works;

- (1) Simplified process flow diagram
- (2) Major equipment list
- (3) Estimated raw and auxiliary materials, and utilities consumption list
- (4) Plot plan showing major equipment
- (5) Estimated construction cost broken down into local and foreign currency
- (6) Construction schedule in a time-oriented bar chart
- (7) Estimated maintenance cost
- (8) Organization chart and personnel

3.4 Conceptual design of off-site facilities

- 3.4.1 Pipeline
- 3.4.2 Shipping and storage facilities for inland and marine transportation
- 3.4.3 Facilities to take in water
- 3.4.4 Waste treatment facilities

3.5 Conceptual design of coal mining facilities

- 3.5.1 Coal mining plan
- 3.5.2 Conceptual design
- 3.5.3 Cost estimation of coal mining

3.6 Environmental studies

3.7 Financial analysis and economic evaluation

- 3.7.1 Assessment and establishment of principal factors for financial analysis
  - (i) Products sales price
  - (ii) Coal and auxiliary raw materials prices

- (iii) Other operation costs data
- (iv) Project life and method of depreciation
- (v) Sources of finance and terms of borrowing
- (vi) Tax, duties and other charges

### 3.7.2 Financial Analysis

- (i) Financial project costs
- (ii) Cash flow
- (iii) Financial internal rate of return
- (iv) Sensitivity analysis

### 3.7.3 Economic evaluation

- (i) Effect on local economy
- (ii) Effect on national economy
- (iii) Effect on energy policy
- (iv) Effect on transmigration policy
- (v) Economic internal rate of return

### 3.8 Conclusion and Recommendation

#### IV. Schedule of the Study

Total period required for the Study will be about Five (5) years, and is divided into three (3) stages.

First stage : Strategic Investigation Stage

Second stage: Coal Gasification Test Stage

Third stage : Feasibility Study Stage

Each period is estimated as follows:

First stage : One (1) year

Second stage: Two and half (2.5) years

Third stage : One and half (1.5) years

Above mentioned schedules may be changed according to technical and financial reasons.

The overall schedule of the Study is detailed in the APPENDIX-II.

## V. Reports

The following reports will be prepared in English and submitted to BPPT within the time periods indicated below:

### 1. Inception Reports

Inception Reports (15 copies) will be submitted at the beginning of the each stage.

### 2. Progress Reports

The Progress Reports (15 copies) will be submitted at the end of the each field survey.

### 3. Interim Reports

The Interim Reports (15 copies) with summary of the studies done at the each stage will be submitted at the end of the each stage as indicated on the APPENDIX-II.

### 4. Draft Final Report

The Draft Final Report (15 copies) will be submitted within six (6) months after completion of financial analysis and economic evaluation work.

This Report will summarize all work performed, the findings available, conclusion and recommendation arrived at, and will provide necessary technical and financial data.

### 5. Final Report

The Final Report (50 copies) will be submitted within three (3) months after the discussion and amendment of the Draft Final Report between BPPT and JICA.

## VI. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA

The Government of the Republic of Indonesia shall accord privileges, immunities and other benefits to the Team and, through the authorities concerned, take following necessary measures to facilitate the smooth implementation of the Study:

1. The Government of the Republic of Indonesia shall make necessary arrangements with the cooperation of other governmental and non-governmental organizations concerned for the following;
  - 1.1 to secure the safety of the Team
  - 1.2 to permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in Indonesia for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements
  - 1.3 to exempt the members of the Team from taxes, duties, and other charges on requirement, instrument and other materials brought into Indonesia for the implementation of the Study
  - 1.4 to exempt the members of the Team from income tax and other charges of any kind 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 utilities of fund introduced in Indonesia from Japan in connection with the implementation of the Study



- 1.6 to provide medical services as needed (its expenses will be chargeable on the members of the Team)
- 1.7 to secure permission to take all data and documents related to the study (including Photographs) out of Indonesia to Japan by the Team
- 1.8 to arrange a number of vehicles with drivers, fuel and spare parts in JAKARTA and BANKO AREA
- 1.9 to organize a committee consisting of relevant departments, agencies, and institutes for the smooth implementation of the study.
2. The Government of the Republic of Indonesia shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other agencies concerned, if necessary
  - 2.1 counterpart personel
  - 2.2 suitable office space with necessary equipment including telephone, in BPPT and PUSPIPTEK in Jakarta, and in BUKIT ASAM an South Sumatra
  - 2.3 credentials or identification cards
  - 2.4 necessary personel for the study
3. The Government of the Republic of Indonesia shall, at its own expense, provide the following facilities/services required for the coal gasification test
  - (1) adegate space to install the test facilities in PUSPIPTEK
  - (2) civil and architecture related to the test facilities

Notes:

- a) basic design shall be provided by JICA
- b) detailed design and engineering, construction drawing, procurement, fabrication and construction, including materials supply, shall be provided by BPPT
- c) civil and architecture include the following items, but not limited
  - (i) foundation work
  - (ii) pipe rack
  - (iii) test house, including coal pretreatment room, gasifier room, electric room, control room, coal warehouse and ash yard
  - (iv) laboratory, including laboratory space, locker room, sanitary facilities
  - (v) trench and cable pit
  - (vi) underground piping
  - (vii) pavement and road
  - (viii) railway for trolley
  - (ix) sewers
  - (x) electric work for test house and laboratory, and other house, if necessary, including ventilation, lighting and air conditioning
  - (xi) fence, if necessary
- (3) furnitures in test house and laboratory and other house, if necessary, including desk, locker, black board

**(4) utilities facilities**

**Notes:**

- a) basic design shall be provided by JICA
- b) "tie-in point" shall be at reasonable point near battery limit
- c) the following utilities shall be supplied from utilities facilities
  - (i) electric power for Furnace (3,300volt. 250 kW)
  - (ii) industrial water
  - (iii) instrument and service air, if available.
  - (iv) LPG, if available.
  - (v) fire fighting water

**(5) boring machine and trencher**

**Notes:**

- a) sampling of coal shall be carried out using boring machine and trencher
- b) specification of boring machine for geological survey size and depth will be mutually decided
- c) specification of boring machine for coal sampling size and depth will be mutually decided

N  
Q

4. The Government of the Republic of Indonesia shall, at its own expense, provide the following materials/services required for the Study

(1) samples of coal, including sampling work, packing and transportation

Notes:

- a) packing style is drum sealed at inside by polyethylene bag
- b) samples shall be used for the purpose of analysis of quality, gasification test, and safety test of spontaneous combustion

(2) utilities for coal gasification test

Notes:

- a) electric, industrial water and fire fighting water shall be supplied from utilities facilities
- b) the following utilities shall be supplied by bombe or drum
  - (i) O<sub>2</sub>
  - (ii) N<sub>2</sub>
  - (iii) Ar
  - (iv) Kerosene or gas oil
  - (v) LPG, if not available by pipe line

(3) auxiliary materials, (supply of maintenance materials, available in the Republic of Indonesia,) for coal gasification test

(4) maintenance services of the coal gasification test facilities

(1) maintenance work of equipment and machine

(ii) supply of maintenance materials, available in the Republic of Indonesia, such as insulation brick, castable, steel plate and pipe.

5. The Government of the Republic of Indonesia 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 wilful misconduct on the part of members of the Team.

## VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF JAPAN

For the implementation of the Study, the Government of Japan will, through JICA, take following measures:

1. To dispatch, at its own expense, study teams to Indonesia
2. To provide, at its own expense, the coal gasification test facilities
3. To pursue technology transfer to the Indonesian counterpart personnel in the course of the Study

## VIII. TECHNICAL UNDERTAKING OF BOTH GOVERNMENTS

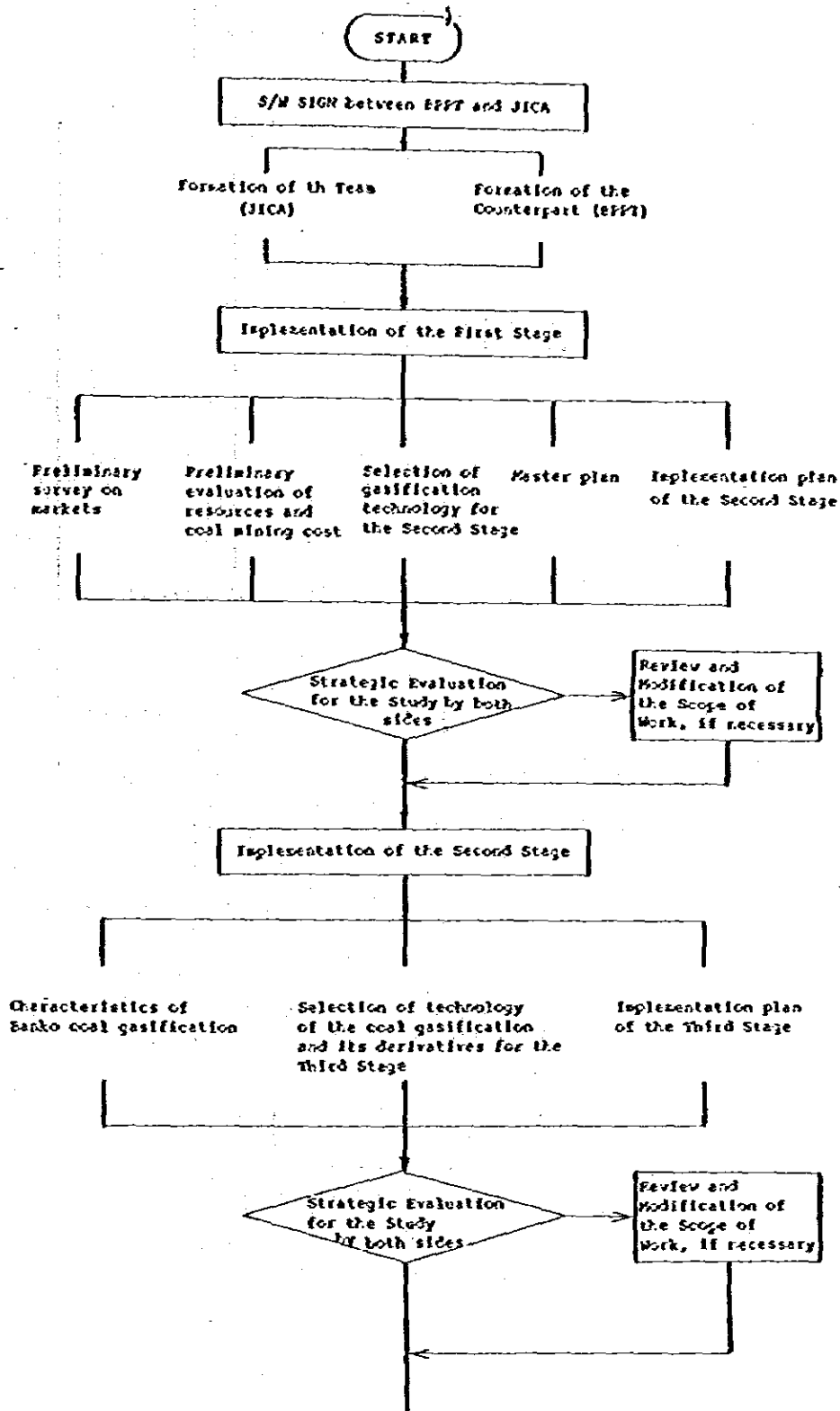
The division of technical undertaking by BPPT and JICA of the Study is detailed in the APPENDIX-III.

## IX. CONSULTATION

BPPT and JICA will consult with each other in respect of any matter that may arise in the interpretation of implementation of the present arrangement.

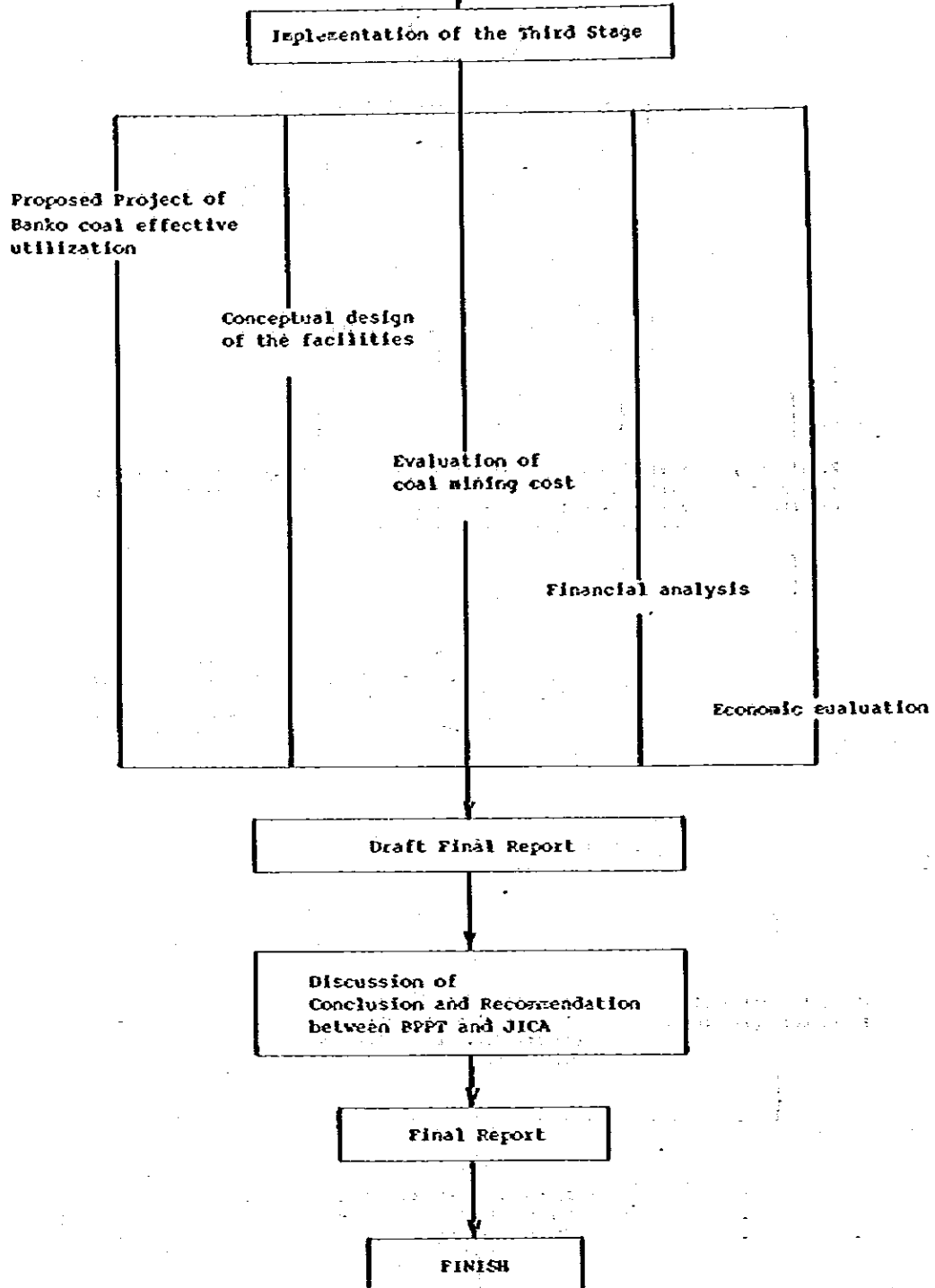
Flow Chart  
of  
IMPLEMENTATION PLAN

APPENDIX-I



(Continued)

(Continued)







## Division of Technical Undertaking by BPPT and JICA

Item No. of scope of the Study and Working Item	Contribution by BPPT	Contribution by JICA
see A	see B	see C
1.1 Survey on background of the Project	1. Provision of existing available data and reports on energy supply and demand as well as policy	1. Study and estimation on markets and demand of synthetic gas and its derivatives
1.2 Preliminary survey on markets of brown coal and its derivatives	2. Provision of existing available data and reports on chemicals supply and demand as well as policy 3. Provision of policy on industrialization, transmigration and rural development	
1.3 Survey on Banko coal resources	1. Provision of the existing map of the South Sumatra and Banko area on the available maximum scale	1. Site reconnaissance
2.3 Survey of coal quality	2. Provision of the existing data and reports on geology and resources in the South Sumatra and Banko area	2. Provision of analysis equipment of coal
2.9 Sampling of coal for coal gasification test	3. Provision of the counterpart's engineers and labors for guidance, sampling of coal, and analysis of samples	3. Analysis of coal samples in Japan
	4. Provision of machine and tools for drilling, trench and pit excavation work	4. Preliminary estimation of mining cost
	5. Packing and transportation of samples	5. Technical transfer of coal analysis technology in view of coal gasification technology

Item No. of scope of the Study and Working Item	Contribution by BPPT	Contribution by JICA
see A	see B	see C
2.1 Design meeting of the coal gasification test facilities	1. Provision of the available Basic Design Data	1. Basic design and engineering
2.2 Engineering and fabrication of the coal gasification test facilities	2. Detailed design and engineering of civil and architecture 3. Study for available auxiliary raw materials and chemicals in Indonesia 4. Provision of information on laws and regulations 5. Assistance for procurement of equipment and materials in Indonesia	2. To assist in pre-bid conference and design meeting related to civil and architecture
2.4 Construction meeting of the coal gasification test facilities	1. Provision of civil and architecture	1. Provision of equipment and materials
2.5 Fabrication and transportation of the rest of the equipment	2. Contacting with authorities and local contractors relating to custom clearance, acceptance inspection, inland transportation and field work of the facilities	2. Supervision of engineering and construction of civil, architecture and other counterpart's undertaking work
2.6 Field work of the coal gasification test facilities	3. Assistance for utilization of machine shop in PUSPIPTEX, if necessary. 4. Assistance for procurement of equipment and materials in Indonesia	3. Field work of the facilities relating to JICA's undertaking works

BR

Item No. of scope of the Study and Working Item	Contribution by BPPT	Contribution by JICA
see A	see B	see C
2.7. Test operation of the facilities	1. Provision of coal samples and utilities	1. Test operation and coal gasification test
2.8 Coal gasification test	2. Provision of the counterpart's engineers and labors for operation and maintenance	2. Maintenance of the facilities
2.10 Analysis and evaluation of the coal gasification test		3. Technical Transfer of operation and maintenance technology
		4. Analysis and synthesis of collected data
3.1 Assessment and establishment of principal elements	1. Provision of available data and information	1. Study of proposed Project
3.2 Proposed Project	2. Investigation and assessment on strategic and policy matters	2. Conceptual design of related facilities
3.3 Conceptual design of on-site facilities		
3.4 Conceptual design of off-site facilities		
3.5 Conceptual design of coal mining facilities		
3.6 Environmental studies	1. Provision of available data and information	1. Analysis
3.7 Financial analysis and economic evaluation	2. Investigation and assessment on strategic and political matters	2. Evaluation
3.8 Conclusion and recommendation		3. Reports

BR

M

## APPENDIX IV) インドネシア側関係機関の概要

本調査に関係すると思われる主要なインドネシア側機関の概要は、以下に示すとおりである。

### a. 技術評価応用庁 (BPPT)

1978年設立の非常に新しい役所で本調査の(対側)カウンターパートの代表である。ハビビ科学技術担当国務大臣が、同庁の長官となって以来、急速に力を持つようになった。同庁は BAPPENAS, SEKNEO と同様に各省庁にまたがる横断的な調整機能を有しており、技術問題全般にわたり評価する広い権限を有している。このため、導入技術の評価および新技術の開発について関係省庁、国営企業等へ採用の可否を含めアドバイスする立場にある。

付図IV-1にBPPTの機構を示す。

### b. 鉱山エネルギー省

インドネシアにとって最も重要なエネルギー資源である石油、天然ガスをはじめ石炭、錫等の一次資源を管轄すると共に、これらの生産部門である5つの国営公社を管理する同国の重要な官庁である。本件調査は同省の石油ガス総局、電力総局、鉱山総局と極めて密接に関係した内容を有しているため、これら総局と緊密な関係を維持しその協力を得ることが重要となる。

また、5つの国営公社のうち石油ガス公社 (PERTAMINA)、電力公社 (PLN)、石炭公社 (BATUBARA)は、いずれも本件調査をおこなう上で、重要なカウンターパートとなる。

付図IV-2に鉱山エネルギー省の機構図を示す。

なお、“石炭ガス化”の担当が鉱山エネルギー省になるか、他の省になるかは解らない(未検討)とのことであった。

### c. 工業省基礎化学品総局

本件調査に対して合成ガスからの誘導品として生産されるホルマリン、酢酸、メタノール等の化学品の生産、供給を管轄する部局が基礎化学品総局である。

付図IV-3に同局の59年2月現在の機構図を示すが、これは、本年4月以降変更される予定とのことである。

なお、本件調査の中心となる将来の石炭のガス化が前述の鉱山エネルギー省の管轄となるのか、当工業省の管轄となるのかは現時点では未検討とのこと、本調査の過程において、インドネシア側にその確定を求める必要がある。工業省が管轄する場合には本基礎化学品総局が担当するものと予想され、調査団に対応した Mr. Binaldjemar (Director of Planning) は極めて積極的な姿勢であった。

### d. 国営石油公社 (PERTAMINA)

インドネシアにおいて、石油、天然ガスの開発、生産、マーケティングに関しての全ての実務を管轄しているのが、PERTAMINAである。また、最近では代替エネルギー開発強化政策の一員として地熱の開発もおこなっている。

これら国内のエネルギー資源の探鉱から開発、生産については外国企業との間の生産分与方式（P. S 契約）によっておこなわれているが、国内販売は同社が独占的に担当している。

本件調査では、合成燃料の供給、販売、利用（例えば自動車用ガソリン代替燃料）について(4)側カウンターパートとして参加を要請する必要がある。

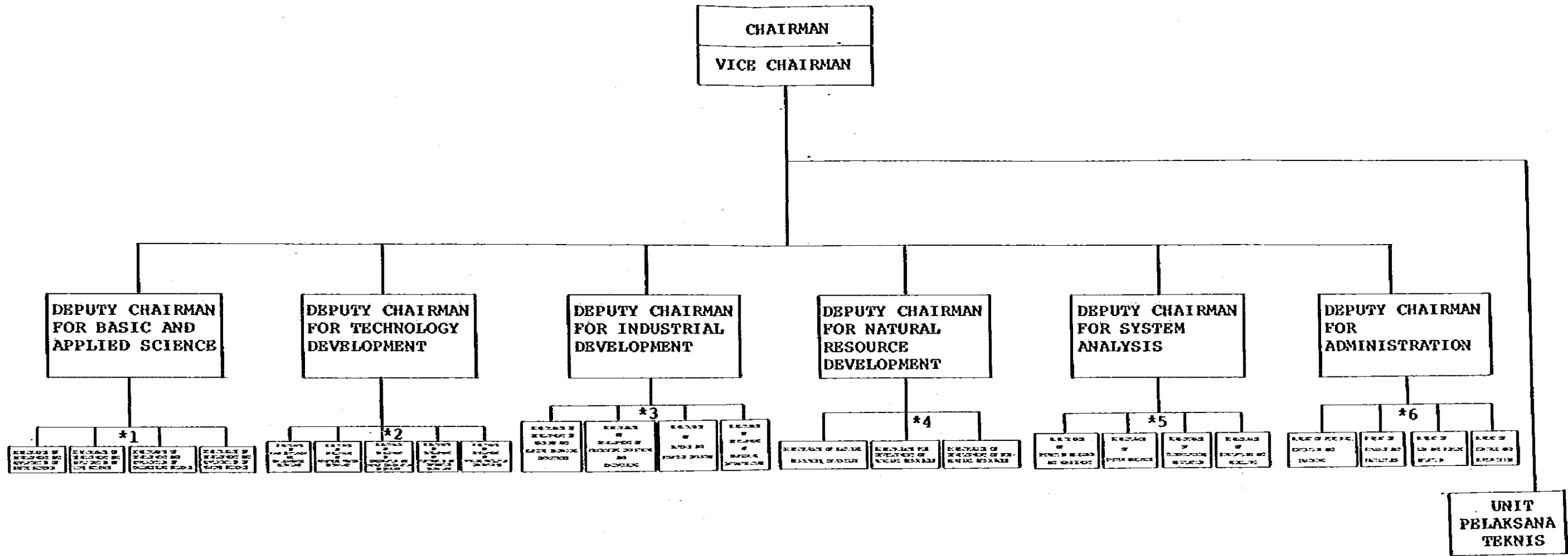
付図 IV - 4 に同社の機構図を示す。

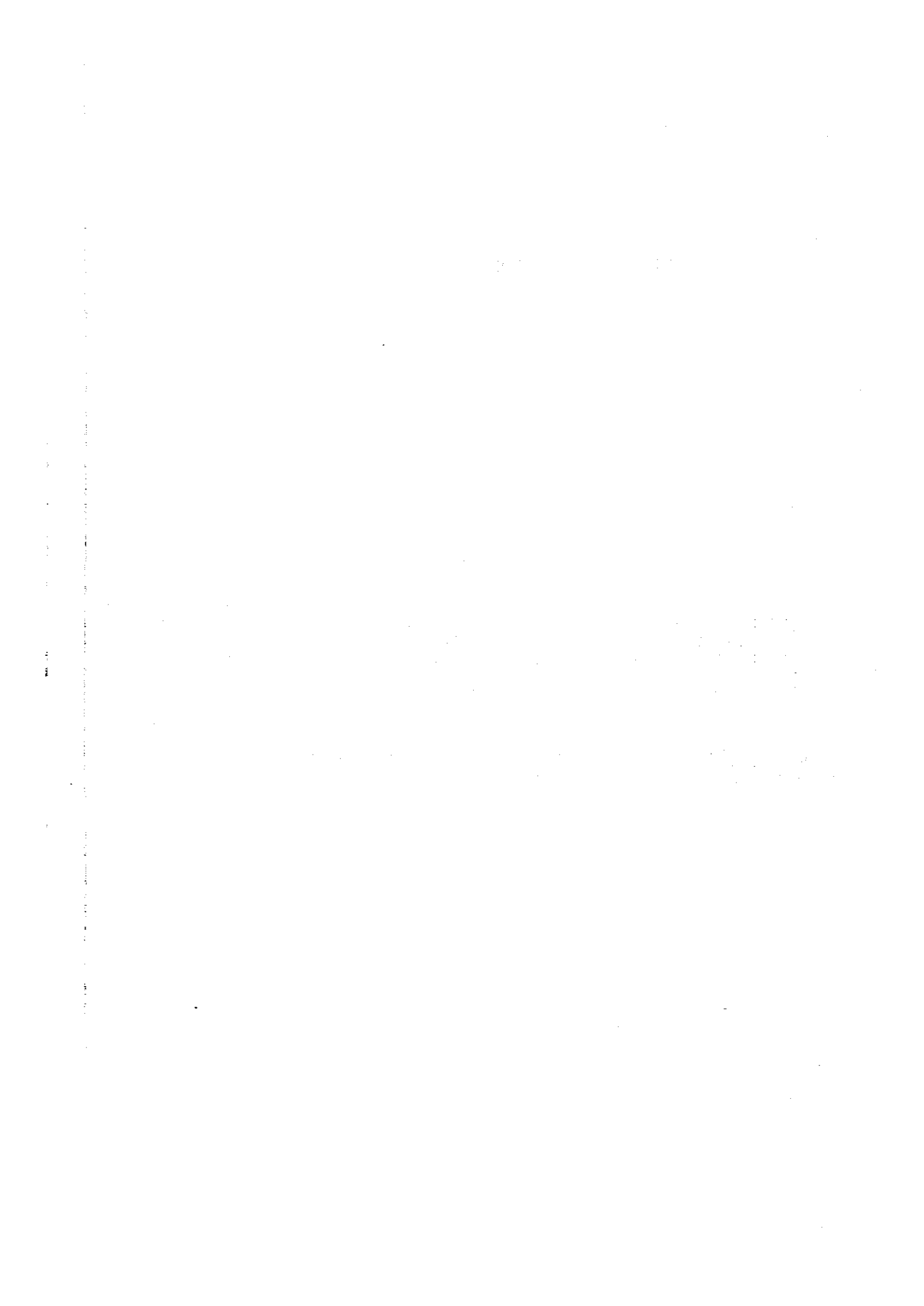
e. P. T. ブキッタサム石炭公社（P. T. BATUBARA BUKIT ASAM）の機構図

P. N. バツバラとは別機構の石炭公社として南スマトラのブキッタサム鉱区の開発生産を担当する企業である。本件調査においては、調査対象地域であるバンコ地区に関する基礎的情報を得ることとブキッタサムにおける開発、生産に関する技術的、経済的データを収集する上で極めて重要な位置を占めると思われる。

付図 IV - 5 に同社の機構図を示す。

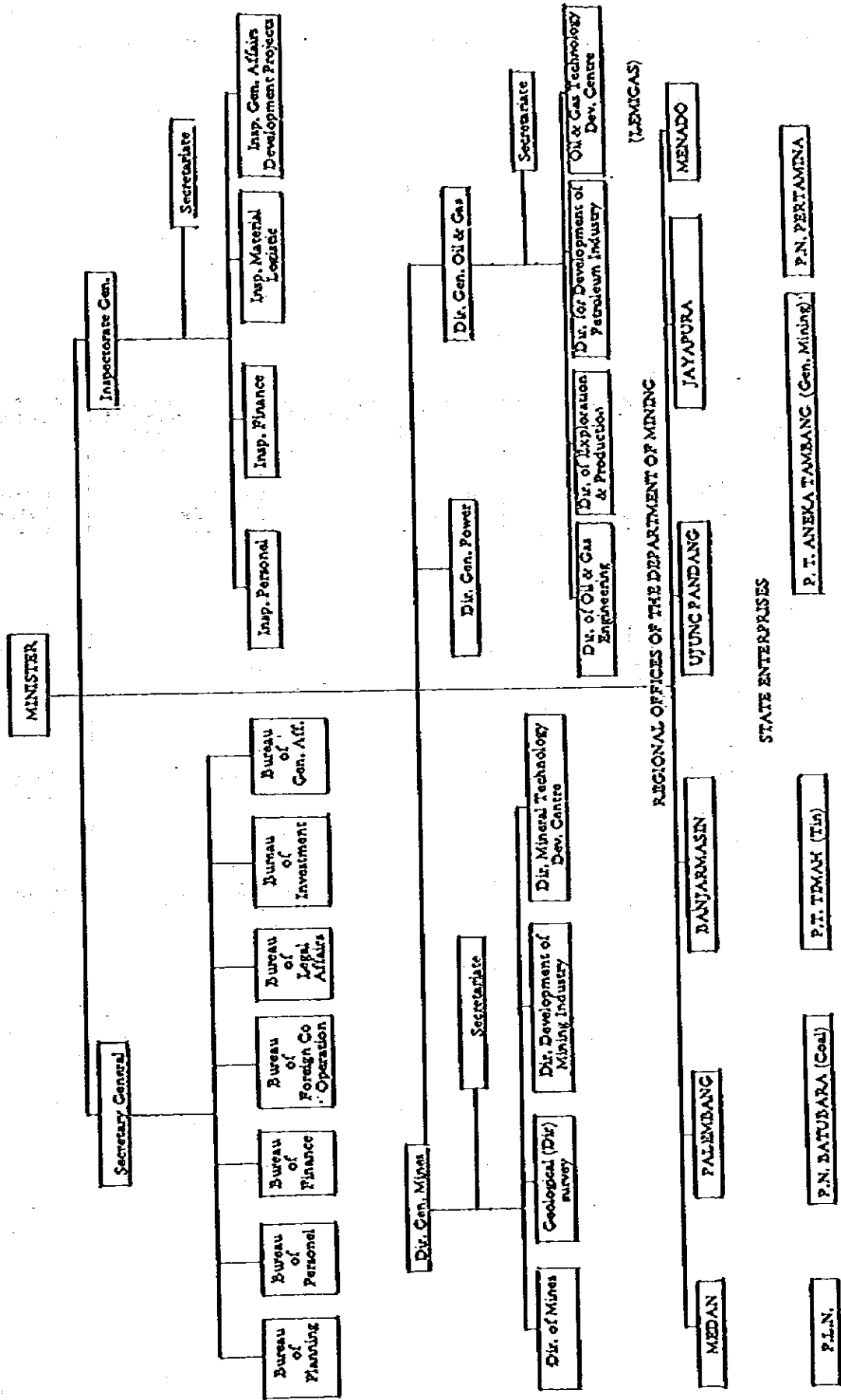
付図IV-1 技術評価応用庁(BPPT)の機構図



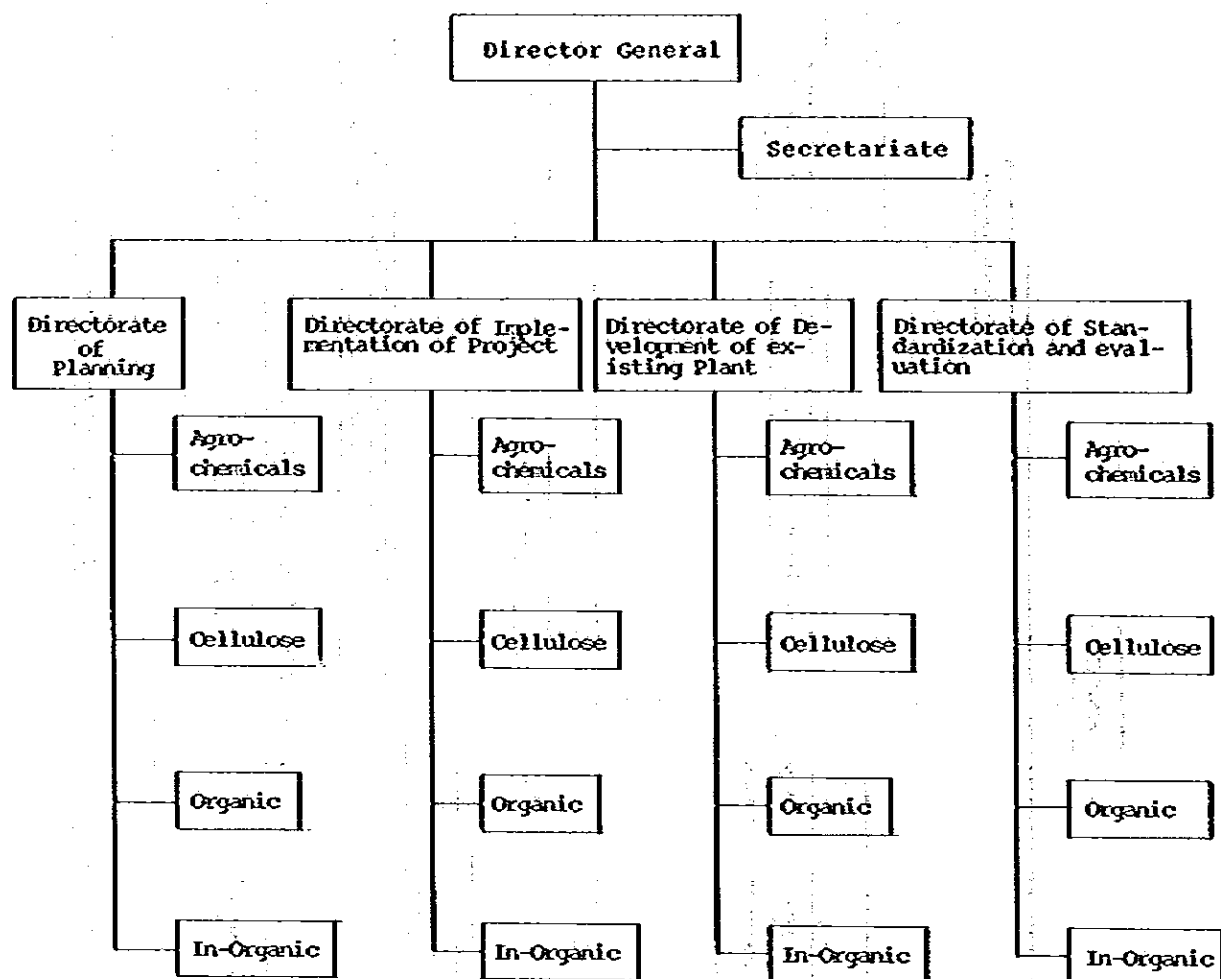




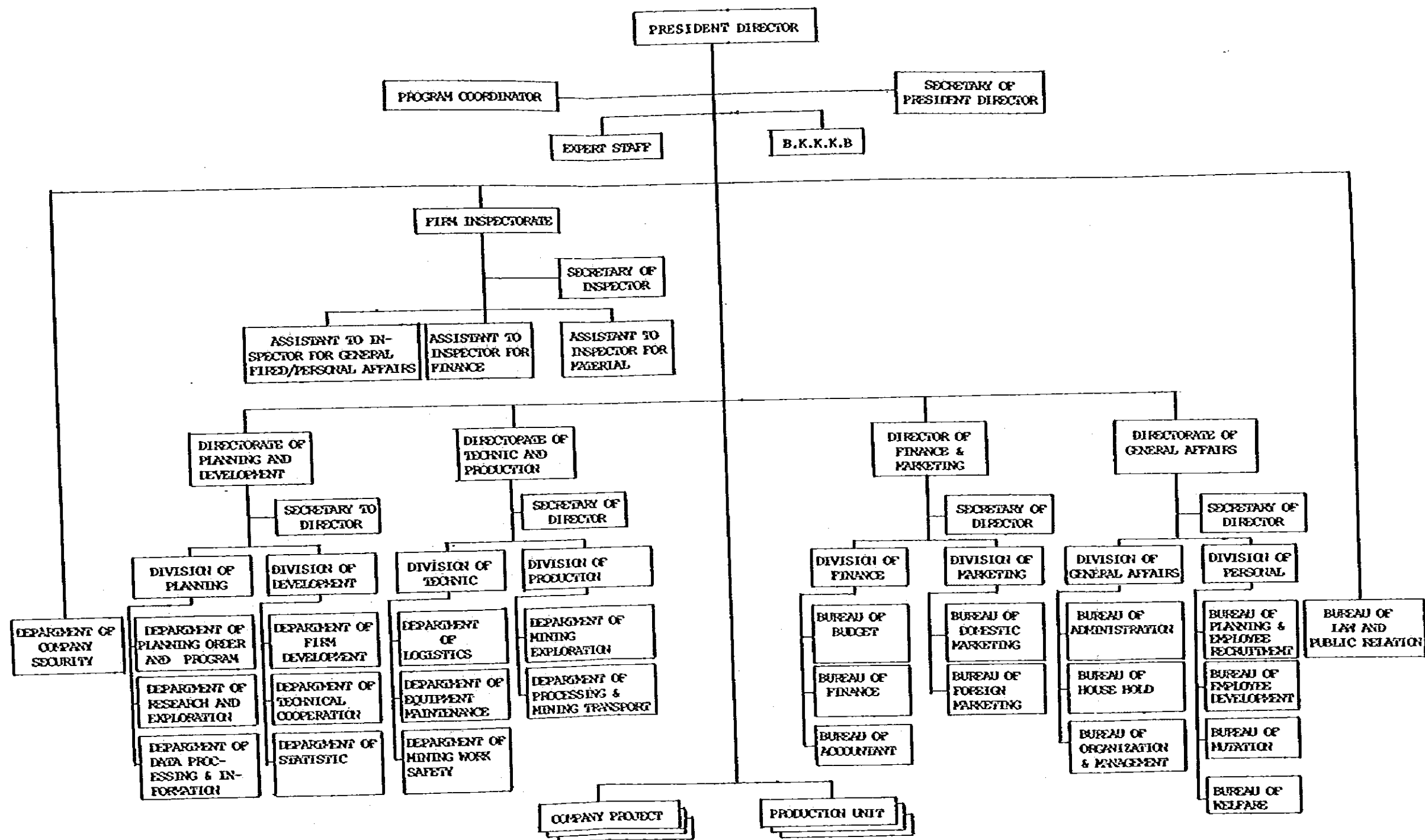
付図 IV-2 鉱山エネルギー省の機構図



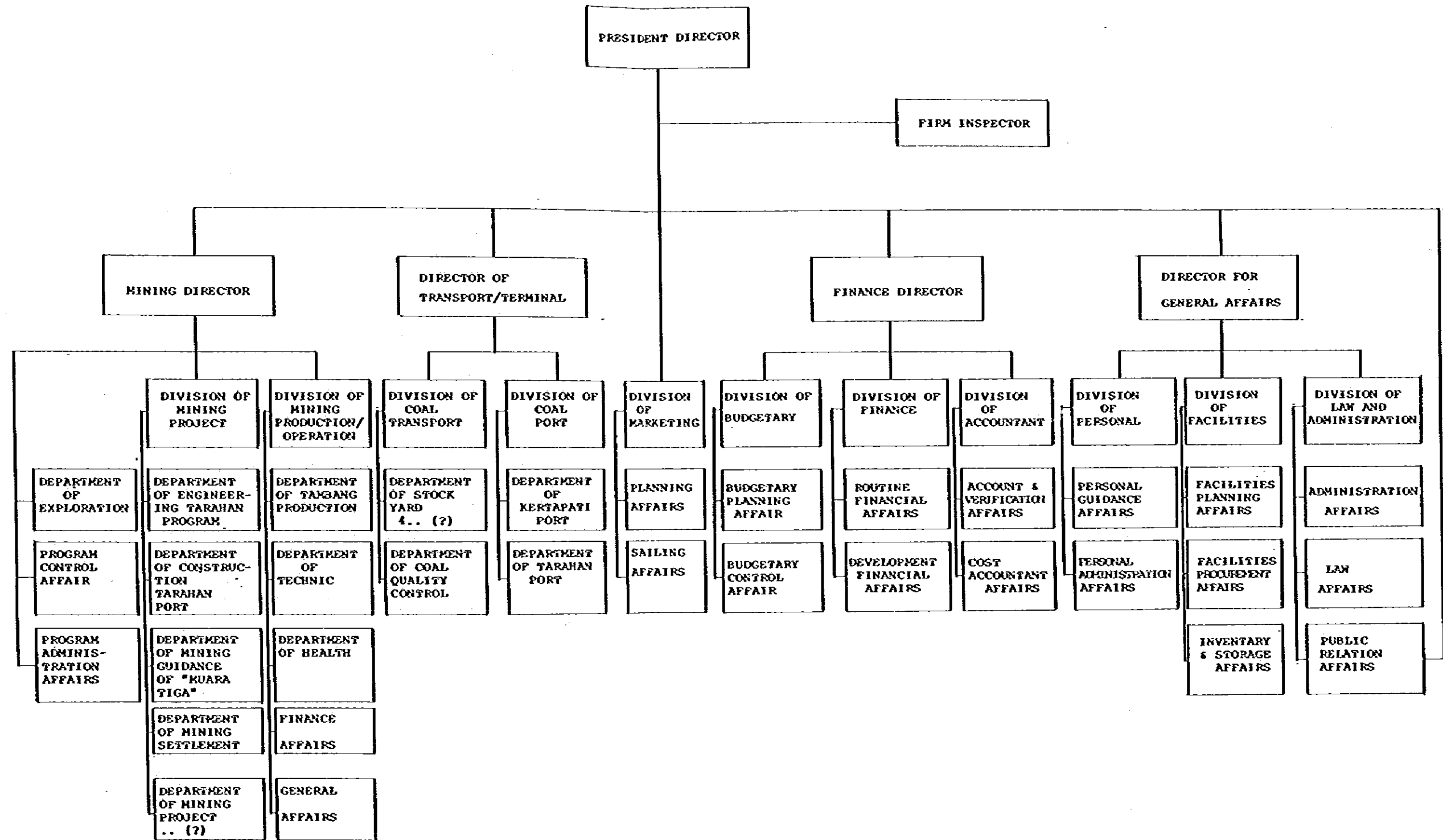
付図IV-3 工業省基礎化学品総局 (Director General Basic Chemicals) の機構図



付図IV-4 国営石油ガス公社 (PERTAMINA) の機構図



付図IV-5 B.T.ブキットアラム石炭会社の機構図



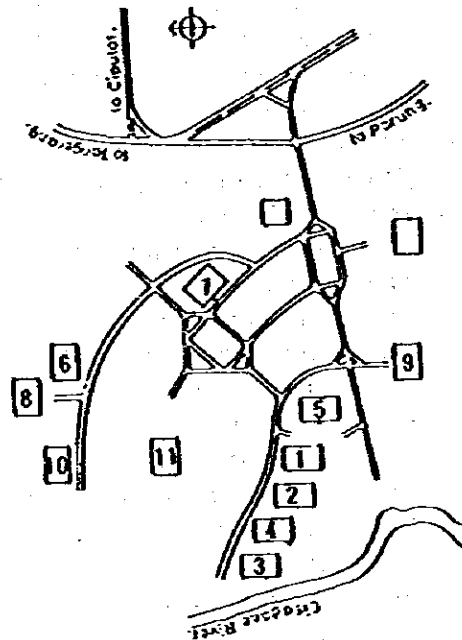
## APPENDIX v) PUSPIPTEKの紹介

PUSPIPTEK lies on a 350 ha area of Serpong, a suburb 25 km South-West of Jakarta, Laboratories, office, a data centre and a science and conference centre are to be located in this area.

The location was put in such a way, taking advantages of the topographic of the location such as two valleys and the Cisadane River as the west-border.

### ZONING:

- 6 Laboratory for Strength of Materials, Components and Structures (LUK).
- 8 Laboratory for Aerodynamics, Gasdynamics and Vibration (LAGG).
- 10 Laboratory for Thermodynamics, Engines and Propulsion (LTMP).
- 9 Laboratory for Energy and Energy Resources (LSOE).
- 7 Laboratory for Technology Processes (LTP).
- 11 Multi Purpose Research Reactor and the Relevant Laboratories (RPSG).
- 1 Laboratory for Calibration, Instrumentation and Metrology (KIM).
- 5 Laboratory for Electrotechnique (LETI).
- 2 Laboratory for Applied Physics (LFN).
- 3 Laboratory for Applied Chemistry (LKN).
- 4 Laboratory for Metallurgy (LMN).



## **1. CALIBRATION, INSTRUMENTATION AND METROLOGY LABORATORY**

### **A) Functions**

- To maintain basic units of measurements involving the procurement and custody of national prototypes of all standards.
- To maintain international traceability of national prototypes to international units through the international organization.
- To support secondary level laboratories which offer calibration services to industry and other organization, to prepare and to supply Standard Reference Materials, to maintain and to disseminate up-to-date Standard Reference data.
- To cooperate with other national and international bodies concerned with scientific and industrial metrology.
- To develop national network for calibration, instrumentation and metrology.
- To conduct research to provide a better understanding of the basic properties of materials and develops standards for measuring their properties to help insure proper utilization of technologically important materials by the Nation's scientific, commercial and industrial communities.
- To develop, produce and distribute Standard Reference Materials which provide a basis for calibration of instruments and equipment, comparison of measurements on materials, and aid in the control of production processes in industry.
- Research and development for the solution of scientific problems of wide scope and importance in the physical and technical fields especially which are close related to instrumentation technology utilizing available appropriate research apparatus.
- To provide facilities for precision equipment design and manufacture for precision mechanical, electronical, electrical, optical and engineering glass instrument.
- To offer a consulting service on metrology, measurement techniques and industrial technology.
- To carry out instrumentation contract research and evaluation.
- To offer consulting services on transfer of technology from indigenous and foreign sources.
- To offer services on metrology and instrumentation oriented training.
- To build reliable documentation and to disseminate information on metrology, measurement techniques and industrial technology.
- To assist and to promote the establishment of instruments industries in Indonesian.

## B) Scope of Activities.

### 1) Metrology Calibration.

Mechanical	: Mass, length, angle, force, pressure, volume, fluid flow, hardness and engineering metrology.
Electrical	: Direct/current, alternating current, electronics, radio frequency and microwave, time and frequency.
Thermal	: Temperature measurement, viscosimetry, humidity.
Optics	: Photometry, colorimetry, radiometry, polarimetry, optical electronics.
Acoustics	: Noise and vibration measurement, ultrasonics, sound analysis and signal storage technique.
Materials	: Standard Reference Materials.
Documentation	: Standard Reference Datas.

### 2) Instrumentation Technology.

#### 1. Instrumentation Development.

Design, develop, repair and maintain instruments. Instrument prototype developments.

#### 2. Research and Development.

Carry out research and development on tropicalized instrumentation. Develop test methods and relevant technology-transfer supervision.

#### 3. Calibration.

Support secondary level calibration agencies.

#### 4. Metrology Service.

Provide mobile calibration and consultation services, project development.

#### 5. Technical Services Shop.

Support instrument prototype developments by development of fabrication of mechanical, optical, glass, electronical and vacuum technologies.

#### 6. Technical Information.

Provide technical information on instrumentation, metrology and Standards Reference Data.

#### 7. Technical Assistance.

Provide expert technical assistance to small and medium scale industries and research institutes on instrumentation and metrology through in-plant technical guidance consulting services.

## **2. PHYSICS LABORATORY**

### **A) Functions**

To undertake research and development and to give scientific & technical services in the field of applied physics, especially within the scope of material science and technology, support the establishment of science and technology in Indonesia.

### **B) The Scope of Activities.**

- Research and development in the field of physics and applied physics to support the development of technology.
- Research and development in the field of material science and technology which cover metals, alloys, polymers ceramics, glasses, composite and the processing of technical component.
- Research and development of the utilization of materials and components in technical appliance.
- To give scientific and technical services within the scope of it's R&D activities.
- To provide facilities for research and training of universities graduates and junior scientists.
- To establish network of scientific cooperation with R&D institutions nationally and internationally.

## **3. CHEMISTRY LABORATORY.**

### **A) Functions**

To strengthen the role of chemistry in supporting the National Development Programme and to promote the development of Science and Technology, especially in Chemistry.

### **B) Scope of activities.**

- To carry out the Research and Development in the field of chemistry by conducting basic as well as applied research of potential natural resources in Indonesia.
- To support industries in solving their problems, especially in the chemical processes.
- To implement the research result by conducting pilot plant programmes and dissemination of the results.



#### 4. METALLURGICAL LABORATORY

##### A) Functions

To carry out the R&D in the field of metallurgy to support the National development program.

##### B) Scope of Activities.

###### — R&D in Extractive Metallurgy

The research activities in this field cover :

- beneficiation of mineral
- extraction and refining of metals
- pilot plant
- study of techno-economy of minerals.

###### — R&D on Metals.

The R&D activities in this field will cover all aspects of treatment of crude metals to produce semi-finished or finished products, such as metals casting, metal joining, metals working, metals finishing, etc.

###### — R&D in Materials Conservation.

The R&D in this field will cover :

- study of environmental corrosion problems solution.
- corrosion prevention and protection.
- selection of maintenance systems.

The stress will be given on marine corrosion as this dominated the environmental conditions of Indonesia.

###### — R&D on Non Metal Materials.

The R&D in this field will cover: refractory materials, fuels and reducing agents, industrial minerals, materials for metals substitution, etc.

###### — Science & Technology Services.

The activities will cover : dissemination of science and technology of metals and related materials, data processing, workshops, and other services.

## 5. ELECTRONICS AND ELECTRICAL RESEARCH LABORATORY

### A) Functions

To conduct research, to transfer and to adapt technology for the benefit of mankind in general and of the Indonesian people in particular especially in Electrotechnical field as well as basic research, applied research, long term research and development in the field of electronic, communication, electrotechnical components and electrical engineering.

### B) Scope of Activities.

- to carry out basic, applied and developmental research for the benefit of the national economy in general and specifically for the benefit of the development of electrical industries in Indonesia.
- to carry out research with the objective of introducing local materials for the use of electronic and electrical industries.
- to carry out basic research in its specific field.
- to endeavour to establish standard in the fields of electrical technology.
- to endeavour to establish in its specific field standardisation of goods to be used in Indonesia and to test the quality of goods without being involved in routine testing.
- to serve as a training centre for research workers graduates and technicians.
- to assist in the development of electrical and industries and to serve as technological consultant e.g., to advice on planning methods, maintenance of facilities and operation of production.
- to assist other institutes to conduct research and survey which cannot be undertaken by the private sector alone or institutes of other departments.

## **6. LABORATORY FOR STRENGTH OF MATERIALS, COMPONENTS AND STRUCTURES.**

### **A) Objectives**

To undertake research and development and to offer consultancy and services in the field of mechanical and structural engineering as well as materials technology and testing.

The objective is to foster the development of industry, e.g. in the fields of :

- Aircraft engineering
- Automotive and railway engineering
- General mechanical engineering including heavy industrial plant and equipment
- Metals and plastic production
- Structural and Civil Engineering
- Ship building and offshore engineering.

### **B) Scope of Activities.**

- Investigating, testing and evaluating all those properties of engineering materials, components and structures which influence their technical applicability, in service performance and durability to obtain a basis for new designs.
- Service condition monitoring and appraisal of residual strength or lifetime for equipment in service, failure analysis.
- Testing of engineering products for compliance with national or international standards or regulations.
- Certification for strength or lifetime according to safety requirements for public transport of buildings.
- Performing applied research in order to extend and increase knowledge, develop new test and design methods and contribute to national standardization in the relevant fields.
- Acting as a centre for scientific documentation and information in the field of testing materials, components and structures.
- Training of professionals in the various fields of testing and quality control.

## **7. PROCESSING TECHNICAL LABORATORY**

### **A) Functions**

To undertake research and development of technology processing to support the industrial development.

### **B) Scope of Activities.**

- a. The system of material production (e.g. polymer, coal fiber hybrid, fiber glass etc.).
- b. The method of material work (e.g. machining, rolling, forging, heat treatment etc.).
- c. Techniques of welding and assembling.
- d. Techniques processing for chemical process and physics (e.g. synthesis, mixture by cooling and heating).
- e. The system of transportation in production (conveyer distribution pipe etc.).
- f. Techniques of packaging.

## 8. AERODYNAMICS, GASDYNAMICS AND VIBRATION LABORATORY

### A) Functions

The Aerodynamics, Gasdynamics and Vibration Laboratory will perform applied/theoretical and experimental work to support the industrial development of the Republic of Indonesia.

### B) Scope of Activities.

The observation in this Laboratory will emphasis on the research work to investigate the possible solution of problems in the field of :

- Urban Development
- Environmental studies (atmospheric pollution due to industrial development)
- Energy resources development
- Wind tunnel
- Industrial needs
- Aerodynamics of oil rigs, bridges, buildings, automobiles ships and aircraft.
- Low Speed Tunnel Sublaboratory
- High Speed Tunnel Sublaboratory
- Aero Thermodynamics Sublaboratory
- Flightdynamics Sublaboratory
- Aero Acoustic and Aero Elasticity Sublaboratory
- Fluid Flow Machinery

## **9. ENERGY AND ENERGY RESOURCES.**

### **A) Functions**

1. To help the development of national ability in the energy technologies, in order to meet the energy demand for the future.
2. To contribute an integrated thinking for the national energy policy.
3. To contribute a strategic planning for the energy industry development.
4. To support the national efforts in the field of sectoral energy development.

### **B) Scope of Activities.**

The Laboratory for Energy and Energy Resources (LSDE) will conduct research in the energy technologies such as alternative energy sources (to oil) which has a wide effects in a short period of time for the national development program and the future energy technology; special software research in the energy conservation and energy economic and also (software & hardware) research in the equipment system of the present and future energy industry technology.

The activities which have to be developed are :

1. Alternative energy sources which have immediate effect for the national development  
The programs that are included in this activity such as :
  - Solar & Wind energy;
  - Biomass energy;
  - Gasification & liquifaction;
  - and rural energy technology..Energy technologies for the future, such as :
  - MHD (Magneto Hydro Dinamics);
  - OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion);
  - etc.
3. Energy conservation for :
  - Transportation, industry & household;
  - Combined cycles in the power station;
  - etc.
4. Energy economics; energy modelling for the development strategy.
5. Development of energy industry, such as :
  - Coal combustion e.g. Fluidized bed;
  - Geothermal energy system;
  - Micro hydro system;
  - etc.
6. Development of energy sectoral, such as :
  - Energy and transportation;
  - Energy & development of remote areas;
  - etc.

And the present activities which have been carried out in BPPT are :

- a. Utilization of solar energy and rural energy sources;
- b. Production & application of Methanol as energy;
- c. Utilization of agricultural product as energy;
- d. Utilization of geothermal energy;
- e. Research on utilization of coal;
- f. Ethanol from sweet potatoes;
- g. Energy modelling;
- h. Alternative energy sources for rural development.

**C) Laboratory Building & Facilities.**

The building lay out was designed to accommodate supporting laboratories and workshop facilities efficiently. Offices are located in a separated building. The designed buildings are made in a modular system which can be built gradually with high usage flexibility.

All of the building complex will be divided according to this purposes :

1. Laboratory
2. Workshop & supporting facilities
3. The building for pilot plants
4. Open space facility
5. Administration building, containing :

**D) Personnel & Organization Plan.**

Generally the personnel of LSDE will consists of principal investigators, senior scientists, junior scientists; trainees and supporting personnel. Experts from various fields will be grouped together to do a project. The group consists of a principal investigator, senior & junior scientists and trainees.

The field of expertise which have to be developed are :

1. Solar energy
2. Biomass
3. Gasification/liquifaction
4. Heat & Mechanics
5. Plasma and Electric
6. Energy economics.

The laboratory staff requirements are as follows :

- 14 principal investigators
- 28 senior scientists
- 84 junior scientists
- 110 trainees
- 226 supporting personnels.

## **10. THERMODYNAMICS, ENGINES AND PROPULSION SYSTEMS LABORATORY**

### **A) Functions**

The Thermodynamics, Engines and Propulsion Systems Laboratory will carry out theoretical/experimental work, especially applied research, to provide the capability of :

- Giving support, guidance, advice & consultations for research & development, applications of thermodynamics cycles and processes, engines and propulsion systems, and to motivate and stimulate innovations.
- Supporting the preparation and formulation of standards testing and analysing product for certification.
- Publishing and dissemination of the results of studies evaluations, research, testing and development of thermodynamic processes and thermal energy generation systems, transfer and its conversion.

### **B) The Scope of Activities.**

1. Performing studies, evaluation, testing, research and development of processes and thermal energy generating systems, transfer and its conversion.
2. Preparing, planning or designing facilities and procedures for testing, research and development of Thermodynamics processes, Engines and Propulsion Systems for industrial applications or to propel land-, sea-, and aerospace-vehicles.
3. Providing guidance, advice & consultations for the application of Thermodynamics processes, Engines and Propulsion Systems for industrial applications or to propel land-, sea-, and aerospace-vehicles.
4. Preparing and formulating standards, testing and analysing industrial products for certification.
5. Collecting, keeping and providing the documentation.

## 11. MULTIPURPOSE RESEARCH REACTOR AND RELEVANT LABORATORY

### A) Facility of Multipurpose Research Reactor (RPSG)

The Activity of multipurpose research reactor will include as follow :

- To operation of multipurpose research reactor.
- Maintenance and repair RPSG together with another system.
- The facility for operation of irradiation as like capsule and irradiation of radio isotope material, structural material, in pile loop for irradiation fuel pin or full bundle. System service data logging to carry out experiment as above.

### B) Radio Isotope Production Laboratory.

This laboratory have activities, which consist are :

- Radio isotope production in large scale for industries ( $CO^{60}$  100 + 100.000 Ci,  $Cs^{137}$ ,  $Ir^{92}$  and  $Co^{60}$  in with low activities and medium for calibration).
- Radio isotope premier, at  $I^{135}$ ,  $I^{131}$ ,  $Cr^{51}$  composed with sign at  $I^{131}$ ,  $I^{135}$ , kits preparation, quality control, decontamination packaging and formation and storage.  
To develop more over for the compose sign.  
To develop application of radio isotope techniques for medical purposes, industries and agriculture.

### C) Radiometallurgy Laboratory.

The activities include :

- Operation and maintenance for radiometallurgy are involve about receive element active from capsule and in pile loop for to take cuplikan non distruction test for cuplikan, distruction test for cuplikan and to store the cuplikan result from irradiation and the last step it will to be manage by radio active waste disposal laboratory.
- To carry out for research and develop structural characteristic of material or fissil in range performance evaluation of fuel element, which domestic production.

### D) Fuel Element Reactor Laboratory.

- Production fuel element for research reactor.  
To develop fuel element research reactor, which have higher capacity.

### E) Fuel Element of Power Reactor Laboratory.

- To production fuel element of power reactor in trace experiment which use reactor technology of heavy water as reference.
- Investigation activities research and development that the capability in production technology, fuel element with full attention for specification, in which get it by quality control and quality exactly (QA/QC).



**F) Technology Laboratory .**

- To decide for planning and preparing for test, which use in pile capsule and in pile loop, in range testing material and fuel element nuclear.
- To operation engineering loop and carry out for measurement heat transfer test.
- To carry out research and development in thermohydraulic parts, water chemistry, corrosion, and good safety for terage reactor or other parts which join with full element.
- Instrumentation product for nuclear reactor.
- To execution "engineering design" for system and sub system reactor and test for critical components in reactor.
- To execution maintenance for equipment laboratories and support maintenance reactor.

**G) Waste Disposal Radio Active Laboratory.**

- To manage waste disposal radioactive as well as fluid, semi fluid, solid in which all from facilities of Laboratory.
- Research and develop waste technology and to put away waste disposal out from laboratory or power reactor in the future.

**H) Protective of Radiation and Metrology Laboratory.**

To carry out of the activities as like :

- a. Controlling and measurement level of radiation for all facilities, and that the radiation exposure is kept low and within acceptable limits in accident condition.
- b. To prevent and control for all possibilities scattered of radioactive material gas, in care the data from meteorology and to carry out decontamination accident by radiation.
- c. To serve of information or training for whole personnel, in case in which involve safety of radiation, especially for the workers in security facilities physics.

## APPENDIX VI) 石炭利用の歴史と技術開発の現状

石炭利用の歴史は古いが、その生産と利用が産業的に行なわれるようになったのは漸くこの200年来即ち産業革命以降のことである。

石炭は、良く燃えるものであり、発熱量の大きいものであることは、その産出する地方では大昔から判っていた。

しかし、当時の石炭の価格は必ずしも安いものではなく、しかも石炭には薪炭と違って燃焼の際の臭気、煤煙、それに燃焼後に残存する灰分と云った使用上不便な問題がつきまとっているため、手近に豊富な薪炭の供給があるところでは、石炭は経済的には薪炭にかなわなかった。

しかしながら、石炭は薪炭に比べて単位容積当りの発熱量が高く、燃焼継続時間を長く出来るため、蒸気機関に代表される産業革命以降は燃料としての王座についたのである。

石炭類は、炭素が主成分であり、エネルギー源としてまた製鉄や化学工業の分野の原料として用途の広い資源であり、またその量は化石エネルギー資源の中で最も多く、かつ地球上の各地に分布していることから長い将来にわたって人類の発展をささえる最も重要な資源の一つといえよう。

### 1. 燃焼技術

石炭の利用は18世紀から19世紀にかけて産業革命を契機に蒸気機関用燃料としての利用技術が開発され、さらに電気エネルギーに転換させる石炭火力発電が一般に行なわれるようになって、急速に拡大した。また、これよりさき、18世紀の初頭には、これまでの木炭に代って、石炭から作ったコークスを用いる製鉄法が生まれ、産業革命に大きく影響を与えている。以来今日まで〔直接燃焼〕により熱エネルギーにすること、および〔乾留〕によってコークスと乾留ガスおよびタールを作ることが石炭の最も大きな利用法となっている。

#### 1.1 燃 焼

燃焼は、塊炭を火格子式の炉等で燃焼する方法から微粉炭を空気で搬送し、バーナで燃焼させる方法へと進展してきた。

燃焼法の代表例としては、微粉炭火力発電があり世界的に一般炭消費の最も大きな部分を占めている。

近年は都市向けのエネルギーとして電気と共に蒸気を併給することにより、総合的に熱効率を高める利用方法も生まれ、発電所からかなりの距離まで蒸気パイプラインの形で熱供給が行なわれている例も見られる。

#### 1.2 乾 留

石炭を空気の流通を遮断した状態で500～1,300℃程度に加熱する方法である。

これにより、石炭より揮発分が飛出すが、加熱温度が低い場合は半成コークスが得られ、ま

た粘結炭を高湿加熱する場合は、強度の高いコークスが得られる。

コークス製造は、18世紀初頭より製鉄のために起り、現在までコークスの大部分は高炉による製鉄に消費されている。

コークスを製造する過程で副産物として生ずるガスとタールは、1800年頃までは利用されずに捨てられたが、以後ガスは照明用あるいは燃料としても利用されるようになった。

1960年代に原料が石油系に転換するまでは都市ガスの主流として乾留ガスが使用されていた。

また、タールについても化学の進歩と共に利用の道が見出され19世紀の中頃からタールを分留、精製し染料を合成する工業が起り、同時に各種薬品等の製造へと発展した。

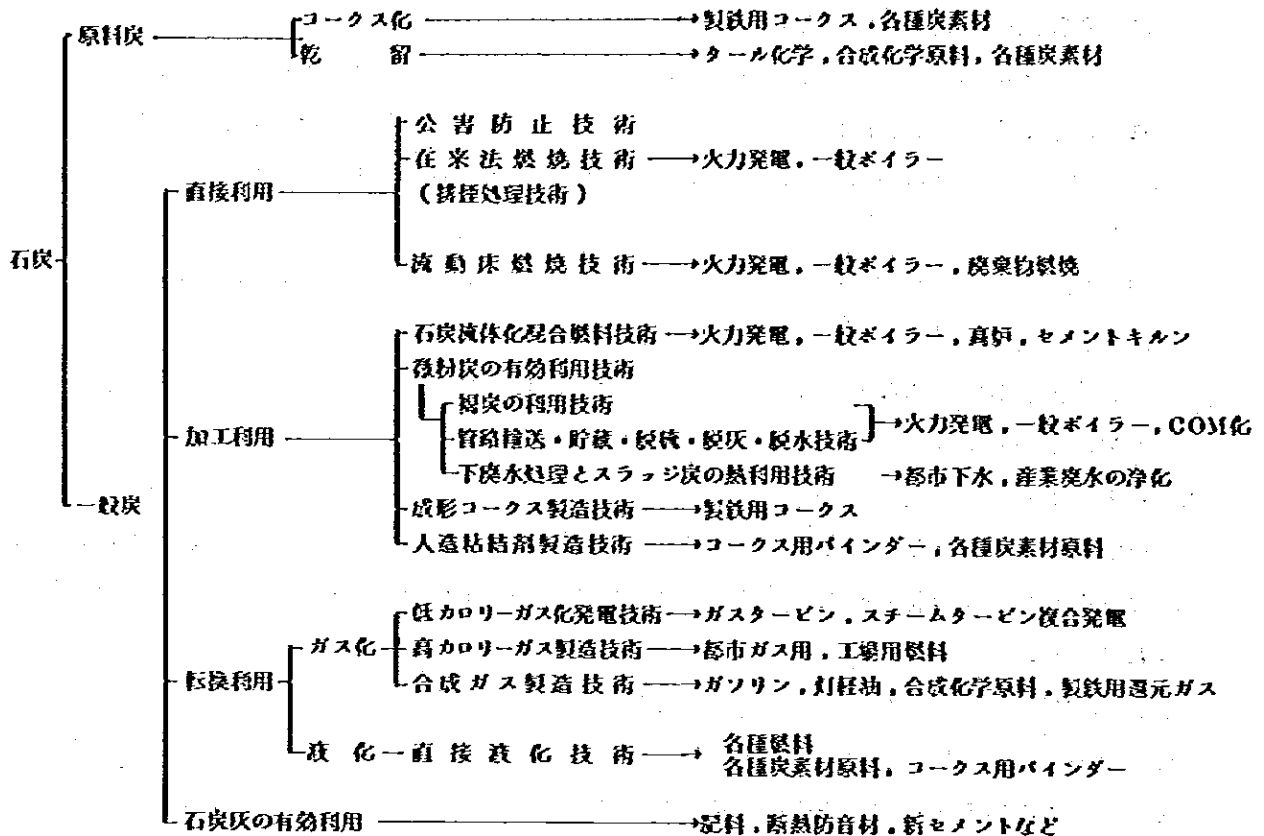
石油化学が隆盛になるまでは、石炭からのガスおよびタールを出発とする石炭化学は化学工業のなかで重要な地位を占めていた。

## 2. 石炭の新しい利用技術

石油危機を契機としたエネルギーの多様化、特に石油代替エネルギーとして世界的に豊富な埋蔵量をもつ石炭の利用拡大を図るために、国内外問わず積極的な石炭利用技術の開発が推進されている。

しかしながら、ベースが石油となっている現在のエネルギー消費構造のもとにあって、従来どおり固体としてそのまま各種産業、民生部門に利用することは使用上の不便性（固体燃料であるため）に加え、既存設備の転換を必要とするため、大きな制約を受けざるを得ない。その対策として、石炭を液化、ガス化して使い易くクリーンな燃料とする液体エネルギーへの転換技術および石炭を効率的に直接燃焼する等の石炭利用技術が積極的に取進められている。

## 2.1 石炭利用技術の体系



## 2.2 開発の重点課題

現在進められている石炭利用技術開発の重点課題は次の通りである。

- (1) 排煙処理技術を確立することにより、石炭をクリーンエネルギー化し、環境保全の向上と効率的の改善を図るためのもの
  - イ 排煙脱硝等処理技術
  - ロ 流動床燃焼技術
  - ハ 乾式脱灰技術
  - ニ 超微粒子集じん技術
- (2) 石炭の輸送、貯蔵等の利用に際してハンドリングを容易にし、石炭へのエネルギー転換を促進するためのもの
  - イ 石炭・油混合燃料技術（炭液体化混合燃料）
  - ロ 微細粉炭の輸送技術
- (3) 低品位炭の有効利用を図るためのもの

- イ 褐炭等低品位炭の有効利用技術
  - ロ 成型コークス製造技術
- (4) 石炭及び石炭灰がもつ物理的、化学的性質を利用して再資源化と新規需要分野を開拓するためのもの
- イ 石炭灰の有効利用技術
  - ロ 石炭を利用した下 wastewater 処理とスラッジ炭の熱利用技術
- (5) 石炭を新エネルギー源として流体化、クリーンエネルギー化し、石油の代替エネルギーとして利用するもの
- イ 低カロリーガス化発電技術
  - ロ 合成液化技術（ガス化・合成）
  - ハ 石炭直接液化技術

2.3 日本における技術開発の状況

重点課題	技術の概要	目 的	規 模	進捗	
				(年)	開発の現状
1. 排煙処理 (1) 乾式脱硫 (2) 乾式脱硫 (3) 集じん技術	NOXの除去	効率80% NOX排出濃度 60 PPM (現行 400 PPM)	パイロットプラント 80万Nm <sup>3</sup> /h (257KW)	53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65	パイロット終了 実証プラント運転中 (竹原)
	SOXの除去	効率95%以上 SOX排出濃度 50 PPM (現行 500 PPM)	1万Nm <sup>3</sup> /hパイロット 30万Nm <sup>3</sup> /h (975KW)		パイロット運転中 (竹原)
	超微粒子ばいじんの除去	0.01g/Nm <sup>3</sup> 以下 (現行基準 0.2~0.5g/Nm <sup>3</sup> )	実証プラント		
2. 流動床燃焼ボイラ	炉内脱硫 NOXの抑制が でき低品位硫黄等廃棄物の 大がでさるボイラの開発	低公害性 (SOX 99%, NOX 60 PPM, ばいじん 0.1g/Nm <sup>3</sup> ) 電力用、産業用ボイラの開発	燃発量 20 t/日 パイロット 燃発量 240 t/日 実証プラント		プラント運転中 (若松) 設 計 中 (若松)
3. 石灰・油(CO)燃料 (石灰流体化混合燃料)	微粉COM、粗粒COM、 脱灰COM、製造・燃焼技 術の確立	① 電力COM技術の確立 ・微粉COM ・脱灰COM スラリー技術 脱灰技術 ② 産業用COM技術の確立 ・高炉へのCOM吹込 ・一般産業へのCOM転換のFS	10t/h 10t/h 2 t/h COM 20 t/h		10t/日プラント試験 終了 (竹原 1号) 詳細設計中 (竹原 2号) パイロット運転中 (若松)
	密着ガスで石灰をパイプ 輸送 石灰の花畑、粉砕加工技 術、全密閉輸送の安全性 等 福炭、亜硫酸灰の脱水、 自然発火防止等	大量・長距離安全輸送技術 中小ユーザーを対象とする無公害輸 送システムの確立 脱水効率の向上、自然発火、ばいじん 燃発等安全技術の確立			
4. 石灰ハンドリング (1) 気体管路輸送 (2) 微細粉炭輸送 (3) 低品位硫黄利用技術					50t/1,500m プラン ト設計完了

重点課題	技術の概要	目標	規模	経過		研究の現状
				年次	年次	
5. 下排水処理とスラッジ灰の再利用	石灰で都市下水を浄化し、回収スラッジをエネルギー化する。	連続焼成技術の確立と大型装置での実証	円型 250m <sup>2</sup> /日 角型 90m <sup>2</sup> /日	53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65	↑	250m <sup>2</sup> /日、90m <sup>2</sup> /日プラント運転中 90m <sup>2</sup> /日 (大阪府 大塚市 大塚処理場)
6. 成型コークス製造技術	一般炭を主原料として新製成留炭で連続的にコークス化	装置の連続化、自動化、炭種範囲の拡大	200m <sup>2</sup> /日プラント		↑	300m <sup>2</sup> /日プラント運転中 (八幡)
7. 石灰灰の有効利用	人工骨材、炭燃料、船重骨材等の開発	低コスト、大盤利用技術の確立			↑	基礎試験 パイロットプラント 建設中 (石灰灰研究所 東北電力 青森)
8. 低カロリーガス化炉	石灰を空気、水蒸気で低カロリーガス化 (1,200 cal) し、これを燃料としてガス/スチームを発生させる。	高効率ガス化炉の開発 ・生成ガスの形式クリンアップ化 ・高効率発電システムの開発	5t/日 ~ 40t/日 1,000kWh/EQ(0.75kW)		↑ ↑	40t/日プラント運転中 (夕張) 1,000kWh/日プラント設計中 (NEDO-電気)
9. 高カロリーガス化	石灰にアスファルトを加え、酸素、水蒸気を加えてガス化 (ハイブリット) 及び石灰を流動床で水蒸気を用いてガス化	・ガス化効率の向上 ・エージング技術の確立	7,000m <sup>2</sup> /日 (20t/日) 5万m <sup>2</sup> /日		↑	7,000m <sup>2</sup> /日プラント運転中 (いわき市)
10. 合成ガス製造技術	石灰を酸素・水蒸気で高温 (1,500°C) でガス化	CO <sub>2</sub> 圧よりなる合成ガスの効率的生産技術の開発	60t/日 ~ 240t/日		↑	60t/日 開発終了 240t/日 運転中
11. 石灰灰の再利用	(1) 高品位石灰灰技術 イ) 溶剤処理技術 ロ) 圧縮石灰灰技術 ハ) ソルゲーション技術 ニ) 石灰灰の再利用 (2) 石灰灰の再利用	液回収率の向上 液回収時のエージング技術の向上 装置の大型化			↑ ↑ ↑ ↑ ↑	1t/日プラント運転中 (福島県 研究センター) 2.4t/日プラント運転中 (川崎・国島) 1t/日プラント運転中 (長崎) 50t/日プラント運転中 (茨城県、ダイオキシン処理)

### 3.3 開発中の技術の概要

#### ① 排煙処理技術

石炭は、石油に比べて2～6倍の硫黄酸化物、10倍程度の窒素、ばいじんを発生する。これらの環境対策に万全を期することが今後の石炭利用拡大のため、石炭火力の建設促進、一般産業における石炭転換上、最も基本となる留意点である。

石炭火力における排煙対策は近年急速に進歩してきており、ばいじん処理、硫黄酸化物、窒素酸化物を除去する技術は実用段階にある。しかも世界のトップレベルにあり、石油火力に比肩でき、また、社会的要請に十分応えるところまで到達しつつある。

#### ② 流動床燃焼技術

流動床燃焼技術は、炉内での脱硫、低NOX化ができ在来の微粉炭燃焼ボイラまたはストーカ等に比べて低品位炭の使用も含む炭種の拡大ができ、かつ粉砕装置が簡略となり、さらにボイラの小型化、パッケージ化ができるなど大きな利点を有している。このため効率的な流動床ボイラを開発し、経済性のある産業用及び発電プラントへの実用化が期待される。

#### ③ 石炭、石油混合燃料

石炭の利用拡大のためには、環境面と輸送上のはん雑さの解消が望まれる。

石炭を液体化して取扱うことができれば、これらの問題は著しく改善され、電力の既設石油火力の転換、新設火力の立地点の拡大、一般産業の石炭転換がより一層促進される。石炭流体化の研究は比較的近い将来開発が可能なものとして、COM(石炭・重油混合燃焼)、CWM(石炭・水混合燃焼)等があり、わが国はもとより海外でも研究が取進められている。

#### ④ 石炭ハンドリング

従来穀類、セメント、プラスチック、ペレット等の輸送に利用されていた空気輸送方式に着目し、石炭のベルトコンベア輸送方式に替えて、空気で管路輸送、サイロ貯蔵をしようとする技術である。その効果として、

- i) 港務、荷役設備が大極に節約され、沖取りが可能となる。
- ii) 全密閉方式のため、天候の影響なくかつ公害防止メリットが大きい。
- iii) サイロ貯炭のため、貯炭用地が縮小される。
- iv) コールセンタ、発電所、内陸のセメント工場等で採用可能となる。
- v) 二次、三次輸送に利用可であり、ユーザ側として粉砕機、乾燥設備等が不要となる。

#### ⑤ 石炭を利用した下廃水処理とスラッジ炭の熱利用

石炭のもつ物理、化学的特性(ろ過、吸着性)を生かした都市下水処理、産業廃水処理への利用を図るとともにその回収スラッジ炭を熱エネルギー源として発電等に利用するシステムを開発し、効果的な再資源化及び新規利用面の開発を図るものである。

#### ⑥ 成型コークス製造技術

製鉄用コークス原料炭としての長期的枯結炭不足対策の技術的解消を図るとともに、コ-



クス工場の作業環境の大幅な向上を図るためには、現在の窯炉式コークス炉によらない新しい連続式成型コークス化技術を確立するものである。

⑦ 石炭灰の有効利用

石炭火力発電所からは、多量の石炭灰が排出されるが、現在では、その一部がフライアッシュとして回収、セメント混和剤、炭鉱の充てん材に利用されているが、大部分は埋立処分されている。これは、大規模な埋立地の確保、輸送時の環境問題等が重要な課題となる。このため、石炭灰の有効利用（セメントの混和剤、人工軽量骨材、骨材、肥料、アスファルト剤等）技術を開発し、灰捨問題の緩和を図るものである。

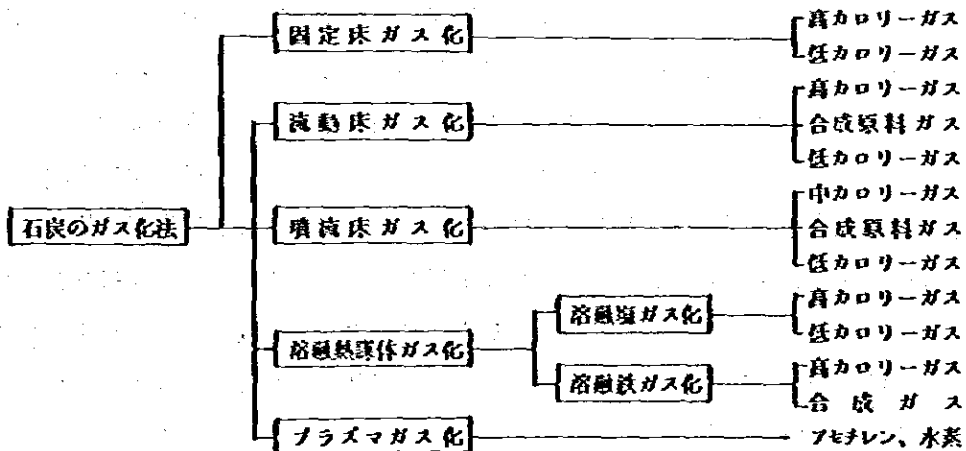
⑧ 石炭のガス化

石炭のガス化は、高温で石炭をガス化剤と反応させて、完全ガス化し、水素、一酸化炭素、メタン等の燃料ガスを生成するもので、従ってコークス炉ガスのように乾留してコークスとガスを得る方法とは本質的に違うものである。

ガス化剤に空気と水蒸気を使えば、水素、一酸化炭素、炭酸ガス、窒素を主成分とする発熱量  $800 \sim 1,500 \text{ kcal/Nm}^3$  程度の低カロリーガスが得られ、低カロリーガスは、ガスタービン用燃料としてガス/スチームの高効率複合サイクル発電に使用される。空気の代わりに酸素、あるいは水素をガス化剤に使えば  $2,000 \sim 6,000 \text{ kcal/Nm}^3$  程度の中カロリーガスが出来る。このようなガスを触媒を使ってメタン化すれば  $8,500 \sim 10,000 \text{ kcal/Nm}^3$  の高カロリーガスが得られる。中カロリーガスは工事用燃料、高カロリーガスは都市ガスに利用される。

ガス化剤として、酸素と水または水蒸気を用いて  $1500^\circ\text{C}$  前後の高温でガス化を行なうとメタンが殆んど含まれず水素と一酸化炭素から成る合成ガスが出来る。この合成ガスは中カロリーガスとしても燃料としても利用出来るが、色々な触媒を使って化学的に反応させるとメタノール、尿素肥料、ガソリン、灯油等が得られ、石油に代る化学原料として、また石油代替エネルギーの原料として注目され、各国で盛んに研究されている。

石炭ガス化法の分類



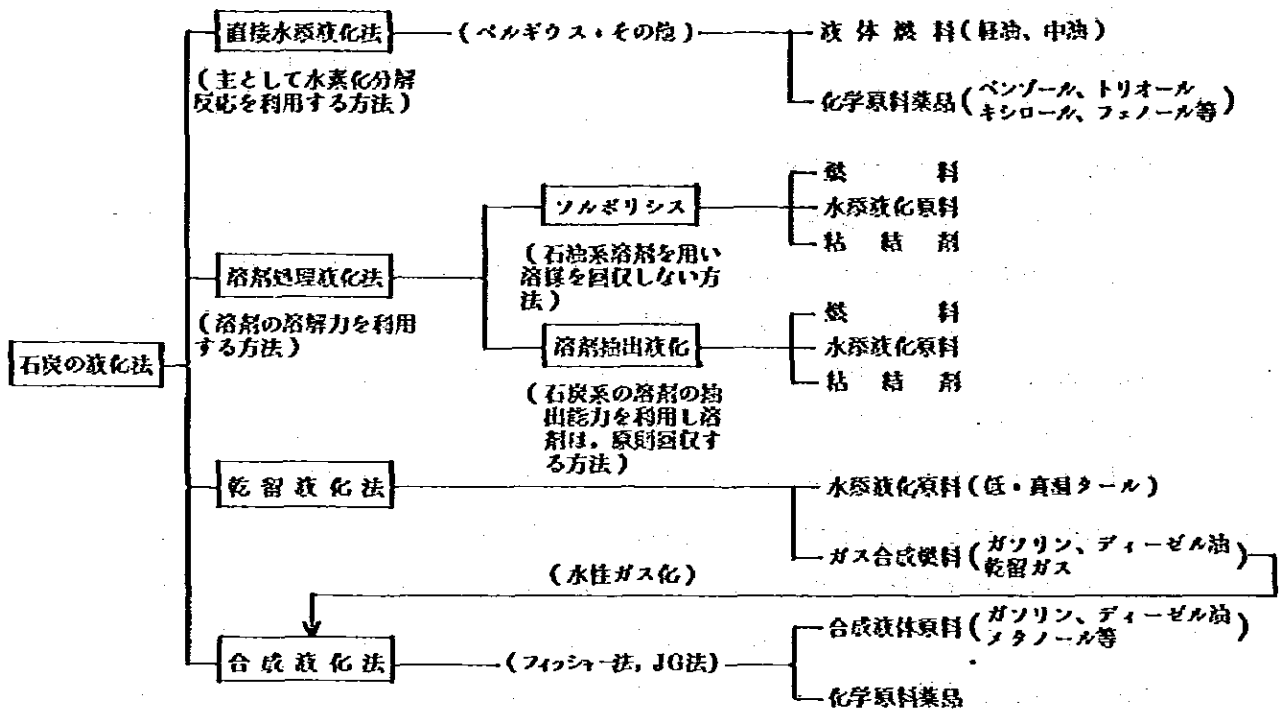
### ⑩ 石炭の液化

石炭を液化し、石油代替燃料として利用可能な合成原油等の合成液体燃料を製造する技術を確立するもので、液化技術には、直接液化法、溶剤処理法、乾留水素合成法等がある。

我が国では、国情に適した広範囲な炭種に適用可能な液化方式を開発する必要がある。

石炭液化による合成液体燃料は、石油の利用体系でそのまま使用でき、クリーン燃料である。

#### 石炭液化法の分類



### 3. インドネシアにおける石炭の利用状況

インドネシアに賦存する石炭資源は、無煙炭、一般炭、褐炭を合計して推定可採埋蔵量190億トンを超えるものとみられている。石炭資源の大部分は、スマトラおよびカリマンタンに賦存しており、代替エネルギーの主役として今後大幅な増産が計画されている。

インドネシアの石炭生産のピークは、第2次大戦前で1941年には年間200万トンもの出炭があり、このうち1/3が輸出されていた。しかし、大戦後は石油生産の増加と反比例して年々減産の一途を辿り、1973年には僅か15万トン/年にまで石炭生産は減少した。

その後石油危機と国内石油需要の増加から、インドネシア政府は石炭利用の拡大に乗り出した。その結果1979年に生産は28万トンにまで回復し、1980年以降は30万トン以上の生産が維持されている。

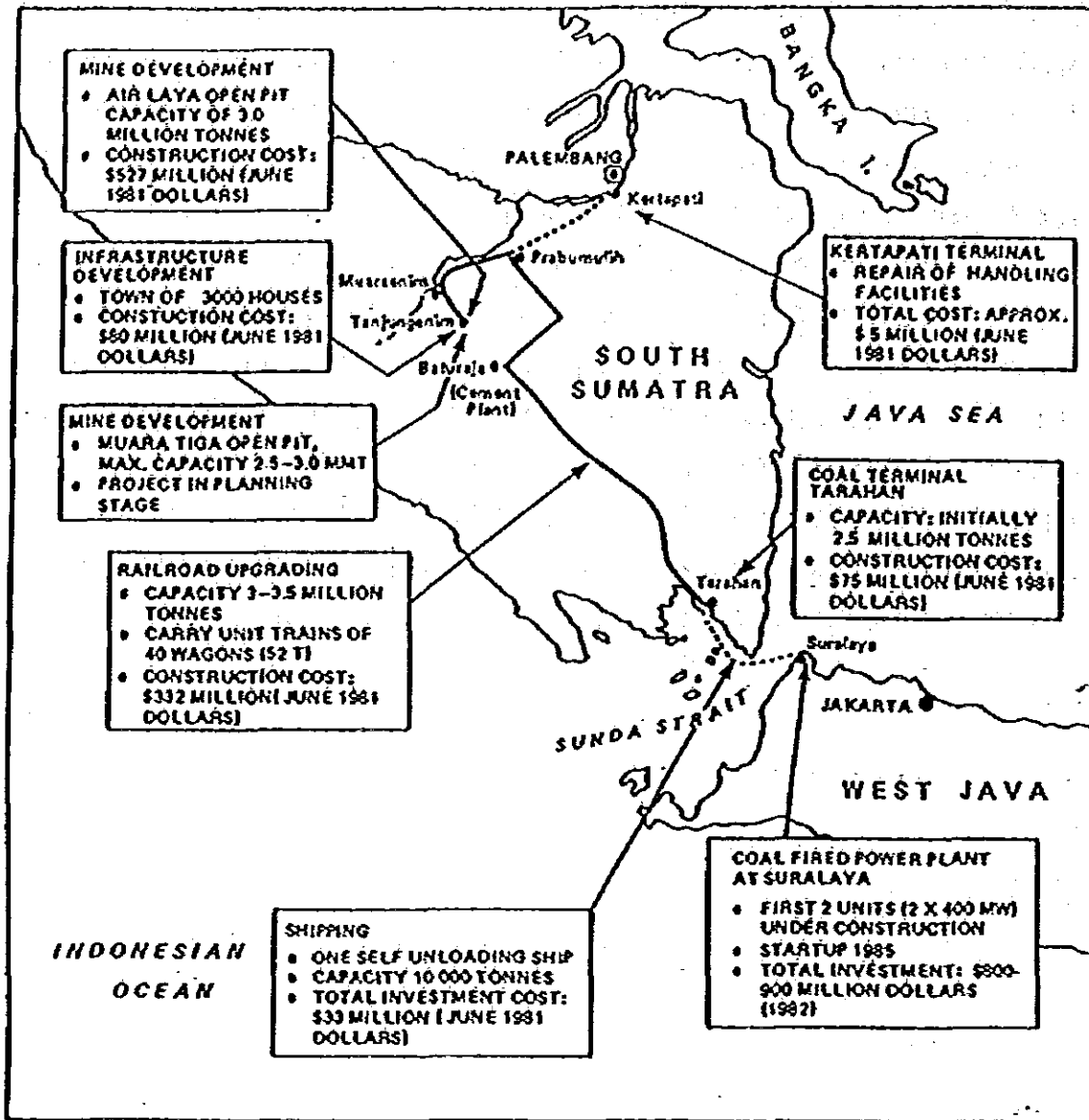
国内の需要先としては、山元での発電用として9万トン、セメント工業用5万トン、鉄道用3万トン、輸出3万トン、その他用としてブリケット用などがある。今後の需要先として最も大きな期待が寄せられるのが発電用である。現在ジャカルタ近郊で建設中のスラヤ石炭火力発電所(400MW×2)用にプキットアサム 鉄山の増産計画が進められており、1985年までに生産規模は現状の20万トン程度から一挙に300万トンに拡大される予定である。

しかし、発電所の建設に比べプキットアサムの増産計画の進捗が遅れているため発電所完成後から1986年頃までの2~3年の間石炭を一時輸入せざるを得ないとみられている。

一方、カリマンタンの石炭開発は、1981年以降石炭公社(P.N. Tambang Batubara)が、米、英、日など外国の企業グループと開発契約を結び、本格的に進められることとなった。

このようにインドネシアにおける石炭は需要面で発電用、セメント用が今後増加することから1990年の総需要で少なめの予想でも1,000万トン/年に達するものとみられている。

これに対して供給は、プキットアサムの増産とオムボリンの増産で500万トン近くが供給可能とみられるが、残りはカリマンタンの開発に依存することになる。このため、現在、探鉱活動が進められているカリマンタン地区の開発テンポいかんによっては、石炭の需給バランスに変化が生じる可能性がある。



付図VI-1 南スマトラにおける実施中の石炭利用プロジェクト



JICA

