

インドネシア共和国  
バンコ石炭有効利用計画予備調査報告書

1983年3月

国際協力事業団

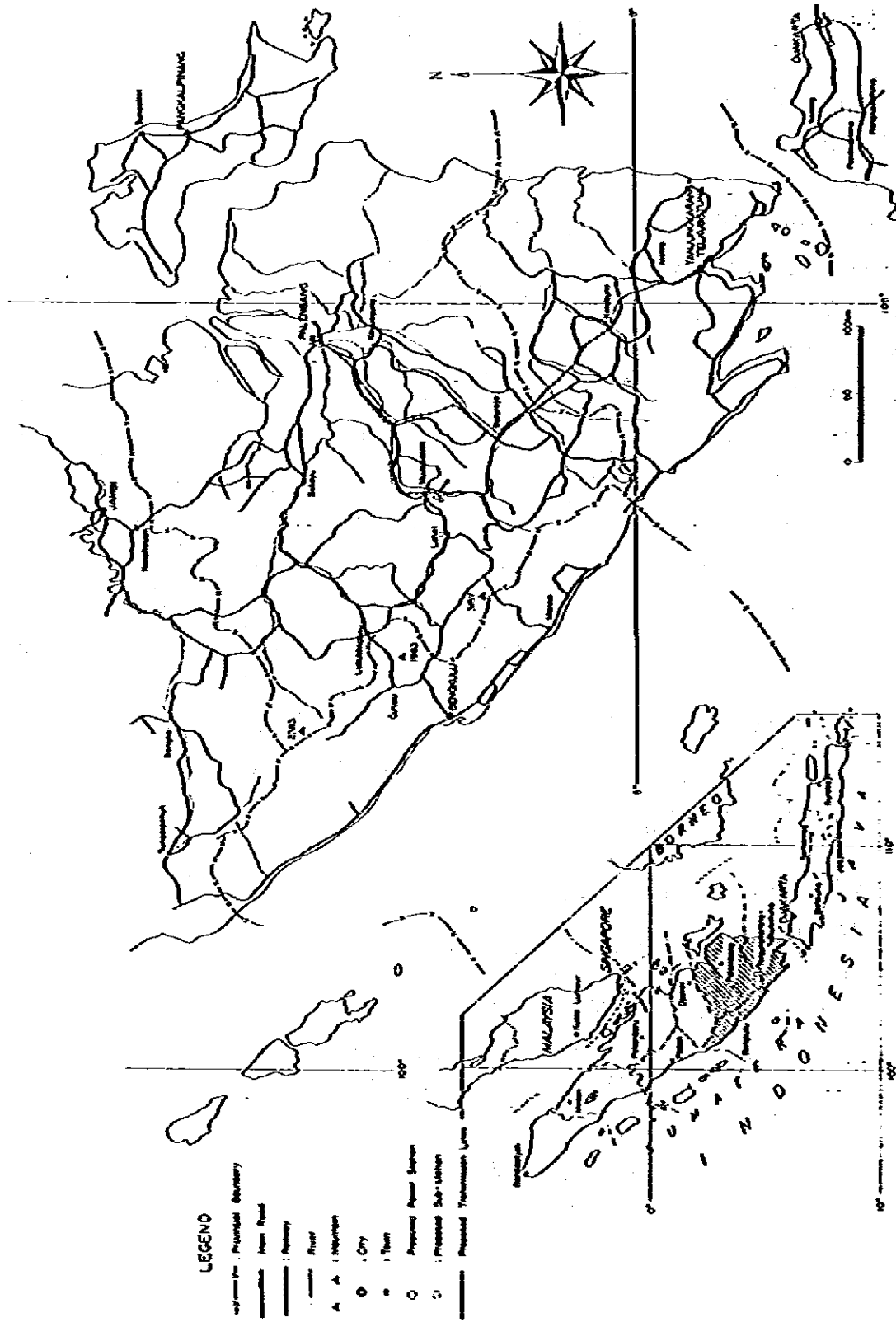
国際協力事業団  
受入 船 84.57. = 4 1080  
登録No. 1 08092 68.5  
MPPE

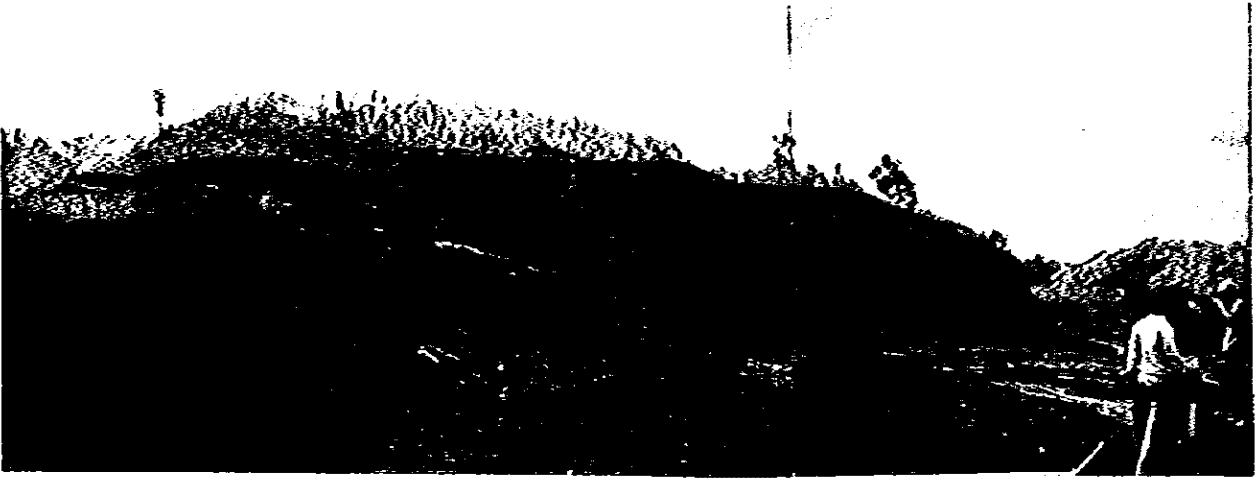
## 目 次

1. 調査団の派遣背景及び目的	1
2. 調査団の構成	1
3. 調査日程	1
4. インドネシアにおけるエネルギー事情（石炭を中必として）	2
5. バンコ石炭有効利用計画の概要	3
6. バンコ石炭の有効利用法	3
7. バンコ地域の概要	4
7-1 バンコ地域の位置	4
7-2 バンコ地域の気候	4
7-3 バンコ地域への交通	4
8. バンコ地域踏査の結果	5
8-1 バンコ地域の地質	6
8-2 バンコ掘炭	10
(A) 一般柱状	10
(B) 確認埋蔵量	10
(C) ガス化実験プラント	11
8-3 バンコ地域の水資源	16
9. インドネシア側の対応体制等	18
10. 予備調査結果及び提言	18
10-1 本件プロジェクトに対する技術協力の妥当性	18
10-2 調査結果及び評価	19
11. 今後の方針	20
12. 面接者リスト	21
13. 参考文献	22

南スマトラ地図

Fig. 3--1





パンコ石炭露床



パンコ石炭露床



ブキット・アサム鉱山採鉱現場



## 1. 調査団の派遣背景及び目的

インドネシア政府は人口の70%以上が集中しているジャワ島から人口を分散・移住させるため、ジャワ島以外の開発に力を注いでおり、この一環として、特にジャワ島の隣に位置するスマトラ島の農工業開発を同国における開発政策の柱としている。

この為、同国政府は、南スマトラ州バンコ地域に多量に賦存する褐炭を同地域における工業化及び雇用増大に資するため、ガス化し、メタノールの合成・肥料工場への原料ガスとして有効活用するための総合計画を持っており、今回の要請はこの計画に基づくものである。

今回の調査団は、要請内容の具体的記述及びインドネシア政府の本件プロジェクトに対する意志の最終確認を中心とし、併せてバンコ地域でのサイト踏査及び必要データ等の確認を実施する予備調査団である。

なお、今回の調査対象地域であるバンコ地域はスマトラ島における工業移住の拠点として予定されている。

## 2. 調査団の構成

団長	飯倉 督夫	(総括) 国際協力事業団総工業計画課長
団員	篠田 昌宏	(技術協力行政) 通商産業省技術協力課
"	布袋屋 皓造	(ガス精製) 資源エネルギー庁石油部精製課
"	渡部 耕司	(石炭ガス化) 千代田化工建設(株)技術企画部
"	佐々木 弘世	(業務調整) 国際協力事業団総工業計画課

## 3. 調査日程

日順	月日	曜日	調査内容
1	11月28日	日	成田発→ジャカルタ着
2	29日	月	日本大使館、JICAジャカルタ事務所、科学技術応用利用庁(BPPT)訪問
3	30日	火	鉱山エネルギー省、石炭公社、プキット・アサム石炭会社訪問
4	12月1日	水	科学技術応用利用庁(BPPT)にて今後の方針につき打合せ

5	2日	木	飯倉隊長、藤田団員帰国 布袋屋、渡部、佐々木団員バレンバンへ移動
6	3日	金	ブキット・アサム鉱山事業所訪問 バンコサイト踏査
7	4日	土	ブキット・アサム鉱山見学 バレンバン発→ジャカルタ着
8	5日	日	資料整理
9	6日	月	国立科学技術センター (PUSPIPTBK) 訪問
10	7日	火	日本大使館、JICAジャカルタ事務所報告 ジャカルタ発
11	8日	水	東京着

#### 4. インドネシアにおけるエネルギー事情 (石炭を中心として)

インドネシアにおける石炭は、種々の石油代替エネルギーのなかで、量的にも豊富であり、その開発利用技術も確立されていることから速効性のある代替エネルギーとして最も期待されている。石炭はインドネシアにおいて全国的に賦存しているが、経済的に開発可能なものはスマトラ及びカリマンタンである。これら地域の既存主要炭田の埋蔵量は、それぞれ2億トン及び1億トンといわれているが、潜在的埋蔵量は、スマトラが100億トン以上、カリマンタンは500億トン以上にも達する可能性があるとの推定もある。

現在までのところ、インドネシアでの石炭生産は低い水準にとどまっている。現在稼働中の石炭鉱山は、P. N. TAMBANG BATUBARA (石炭公社) によって運営されている BUKIT ASAM (南スマトラ) 及び OMBILIN (中部スマトラ) である。1978年の生産量は、BUKIT ASAMが17万7000トン、OMBILINが8万7000トン、合計26万4000トンである。このうち、一般炭の生産量は、約19万トンであり、自家燃料、工業用燃料、鉄道燃料等に利用されるとともに、少量ではあるが輸出もされている。無煙炭は、BUKIT ASAMで3万6000トン生産されているが、錫、ニッケルの精錬工場で利用されている他は、マレーシア等に輸出されている。

インドネシア政府では、主として発電及び工業用に大規模な石炭の開発利用を奨励している。その一環として、SURALAYA 石炭火力発電所に必要な石炭供給のために、BUKIT ASAMの石炭生産の拡大と石炭輸送施設の整備を主要内容とする計画を進めるとともに、OMBILINのリハビリテーション (開発規模、年産100万トン) 及び東カリマンタン地域の石炭開発の調査が進められている。



## 5. バンコ石炭の有効利用法

現在のインドネシアのエネルギー需給を考えると、国内に多量に賦存する石炭資源の有効活用はきわめて重要である。

バンコ炭は、水分含有量約35%の褐炭であり、運搬に際して自然発火等の危険があるため輸出には不向きである。バンコ石炭の利用方法の一つとして考えられるのは、火力発電用燃料として使用することである。しかしながら、バンコ地域附近に適当な工場地帯がないこと及び大規模な発電に必要な大量の水資源が不足していることなどを考えると発電用燃料としての利用には若干の問題が残ると思われる。

次にバンコ炭の液化も有効利用の一方法である。しかし石炭液化はその技術の困難さや、又現在開発されている技術から見て実用的な段階にいたるまで10年前後かかる見通しである。一方石炭のガス化については、技術もすでに確立されており、さらに種々の手法の組合せ等により、石油及び天然ガスに代る有力な代替エネルギー及び化学工業原料用エネルギー源として有望であると思われる。

仮にバンコ地域に石炭ガス化のための基地が設置されれば、スマトラ島南部の工業化の起爆剤となり、ジャワ島よりスマトラ島への移住計画にも大きく貢献するものと期待される。

## 6. バンコ石炭有効利用計画の概要

本計画は石炭化度が低く水分を多量に含み、又乾燥すると発熱・発火の発点があり遠距離輸送に不適當で利用価値の乏しいバンコ褐炭をガス化し、

- ・ジャワ島へのパイプラインガス
- ・アンモニア、肥料などの化学工業用原料ガス
- ・燃料メタノール

などに転換し、その大部分を原則として国内マーケットに供給しようとする「バンコ褐炭有効利用計画」に基づいて、ガス化実験プラントによるバンコ褐炭のガス化適用性テストを含むフィジビリティを検討するプロジェクトである。

尚、今回の調査対象地域である南スマトラ州バンコ地域は同島における工業移住の拠点として予定されている。

## 7. バンコ (BANKO) 地域の概要

### 7-1 BANKO地域の位置

バンコ地域は南スマトラ州に属し、南緯 $3^{\circ}40'$ 、東経 $103^{\circ}50'$ 附近、Tanjung Enim町に隣接し、その東側に東南15~20kmの広がりをもつ地域で全体にALANG-ALANGと呼ばれる茅に似た草原と低喬木におおわれた海拔約60~100m前後の丘陵地帯である。

Tanjung Enim 町は Bukit Asam 鉱山の諸設備を有する人口約5000人の鉱山町として、更に現在建設中の南スマトラハイウェイの通過点として南スマトラの重要な位置を占めている。

バンコ地域は、Bukit Asam 鉱山と Enim川で境され、その東岸側に位置し、North West West Banko, West Banko, Central Banko に区分される。

本地域は州都 Palembang の南西約190km、又はランボン州都 Tanjungkarang・Telkubetung の北西390kmに在り、Tanjung Enim 迄はいずれの州都からも1部を除き舗装道路が通じている。なお、Palembang より Tanjung Enim 迄は鉄道があり、これにより Bukit Asam 鉱山の石炭は搬出されている。

### 7-2 バンコ地域の気候

バンコ地域の気候条件は概ね次の通りである。

気 温

乾期：25~37°C (5月~11月)

雨期：23~30°C (12月~4月)

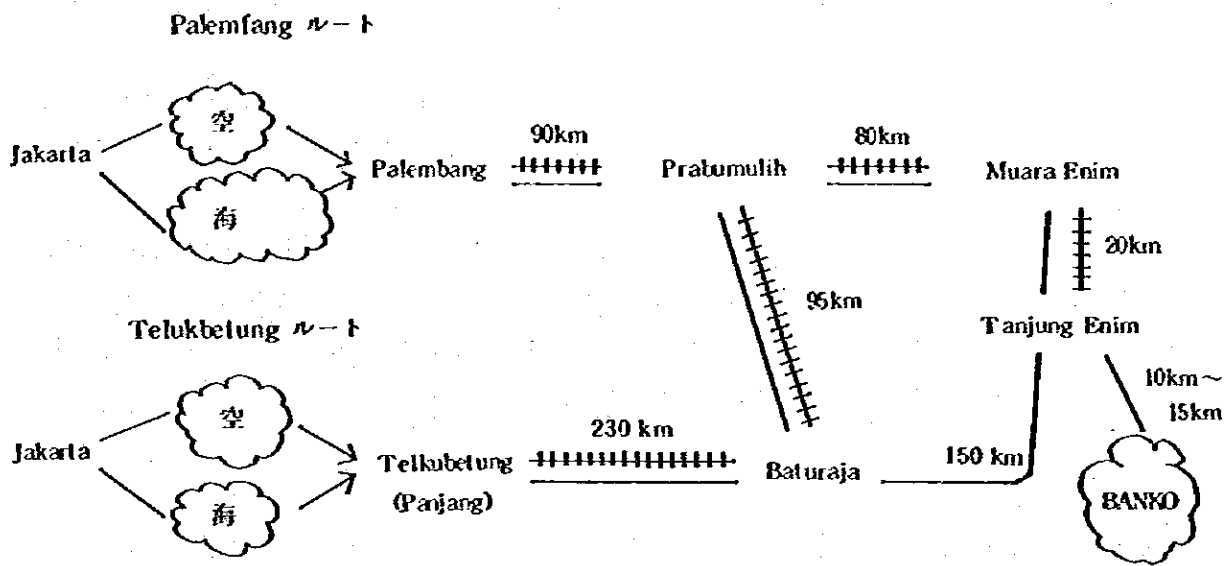
降 雨 量 (平均降雨量)

乾期：143mm

雨期：334.5mm

### 7-3 バンコ地域への交通

バンコ地域に至る交通機関は次の2通りであるが本調査では Palembang ルートを利用した。所要時間はジープで Tanjung Enim 迄4時間30分更に Tanjung Enim からバンコ褐炭露頭迄約1時間30分を加え約6時間である。



## 8. バンコ地域踏査の結果

調査対象のバンコ褐炭露頭は Tanjung Enim から7～8km 地点より散在し、Shell 社が探鉱調査時切り拓いた道路跡を利用し、途中ときどき露出した褐炭を道路際にみながらジープで約1時間30分のところにあつた。(本調査では、雨期にもかかわらず雨が全く降らなかったため順調に踏査できた。しかし、現地の話では雨が降れば相当悪路になるとのことであつた。)

この地域は North West Banko に属し、褐炭露頭 (図8-1の Pit 3) には Shell 社がテスト用に探鉱した跡が残っており、視観察ではブラウンより黒褐色の通常の一般炭に類似する良質の褐炭であつた。

この地点より約10km 南にさがつた Central Banko 地域の褐炭露頭 (図8-1の Pit 1) も同様の傾向がみられた。

更に Pit 3 より26kmの地点には Shell 社が使つた飛行場と大規模キャンプの跡が残っており、キャンプ跡はかなり荒れていたが飛行場跡はまだ使用可能な状態にあり、Shell 社の往時の調査に対する意気込みを忍ばせるものであつた。尚 Bukit Asam 鉱山増産計画を遂行している BAMCO 社は ジャカルター Tanjung Enim 間の外国人技術者送迎用として、この飛行場の使用可否を目的とするテスト飛行を11月に行つたと云われている。

バンコ地域踏査後隣接する Bukit Asam 鉱山の探鉱現場を視察した。

Bukit Asam 鉱山は石炭公社(PNB)の管理下 Bukit Asam 鉱山会社により運営されており、現在 Suban 地区で Semi Anthracite を探鉱している一方、Air Laja, Muara Tiga の両地区で増産計画を遂行していた。通常 Bukit Asam 鉱山の増産計画とは、Air Laja 地区の開発計画を意味し、欧米の技術協

により Bucket Wheel Excavator と Belt Conveyor Spreader を組合せた大規模機械採掘方式による採炭計画を進めていた。

一方、Muara Tiga 地区は、インドネシア独自で Scraper Shovel & Truck による採炭方式を採用し、現在各地で剥土作業が進行中であった。一部剥土作業終了地域は採掘を始めており15~20分間隔でトラックの往來がみられた。

バンコ炭開発に際しては、バンコ地域が Bukit Asam 鉱山に隣接し、又上記の様に Air Laja 地区 Muara Tiga 地区などで大規模炭田開発の準備が進められていることから本計画の立地条件は整っていると思われる。また、本件のフィージビリティ・スタディをすすめる場合には Bukit Asam 鉱山での技術レベルや採掘上の問題など参考になる点が多いと思われる。

#### 8-1 バンコ地域の地質

南スマトラ炭田を構成する夾炭層は新第3紀 Muara Enim Coal Formation に属し、褐炭、リグナイト層が多数発達しており、特に下位層に数多く発達がみられることからこれらの部分が Bukit Asam 鉱山などで採掘されている。

これらの夾炭層は西北西から東南東にゆるやかな向背斜構造を繰返しており、Bukit Asam 地域では向背斜構造による露出又は浅くなった炭層を採掘している。又 Suban 地区に安山岩の貫入があり、これにより褐炭の炭化度が進み一部に Semi-Anthracite の形成がみられる。(Suban 地区で採掘中の石炭がこれに相当する。)

バンコ地域は西北から東南方向に沿って主要向背斜軸が走り、Enim 川に面した西翼部に North West Banko, West Banko が南翼部に Central Banko がそれぞれ位置する。

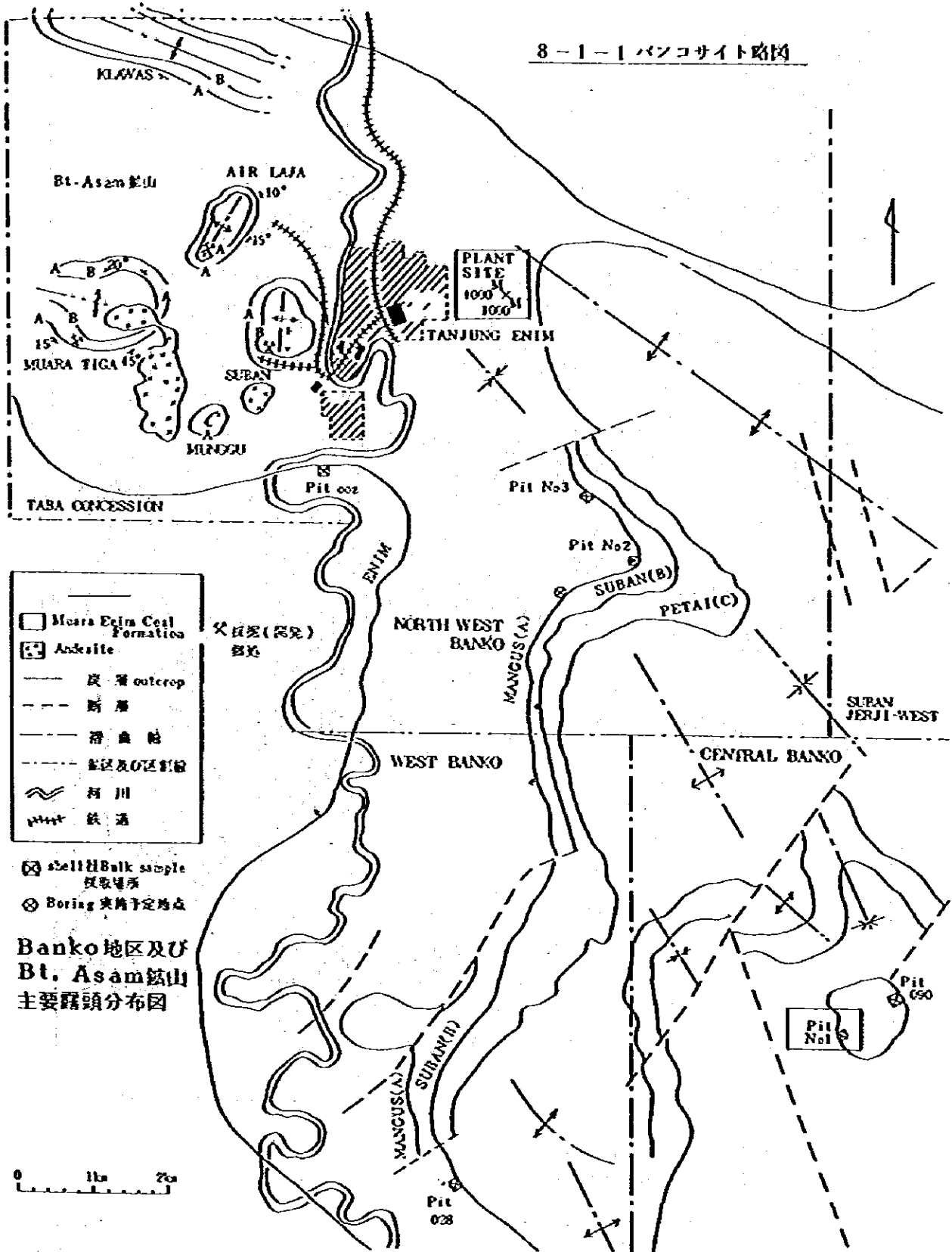
North West Banko は北南に向背斜軸が走り、西側に10~15°の傾斜を示すがその北部で走向を東西に大きく湾曲させるとともに地層の急傾斜がみられる。North West Banko より南部 Central Banko にかけては、多くの褶曲の繰返しがみられこれに伴って断層が発達し前者より構造的に不安定である。

これらの夾炭層を構成する岩石はいずれも Claystone を主とし Siltstone, Sandstone から成りやわらかい。

当地区に関する地質調査は1900年代初期から Shell 社により油田調査を通じて行われてきたが、1975年~1978年にかけては褐炭を対象にかなり詳細な調査が実施されている。特に North West Banko 地区については400mのインメパールで試錐を行っており精度はかなり高いものと思われる。更に、North West Banko を含む南スマトラ6地域の採掘開発のプレ・フィージビリティ、フィージビリティ調査が1982年から世界銀行の融資により開始されており、North West Banko 褐炭に関するフィージビリティ調査については、発電用燃料褐炭の開発輸送の経済性を検討すると云われている。

したがって、本件プロジェクトでは Shell 社の調査報告書及び今回進められているフィージビリティ調査報告を活用することにより、BANKO 地域における地質、炭量の検討は特に必要ないものと思われる。

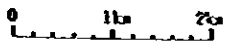
8-1-1 バンコサイト略図



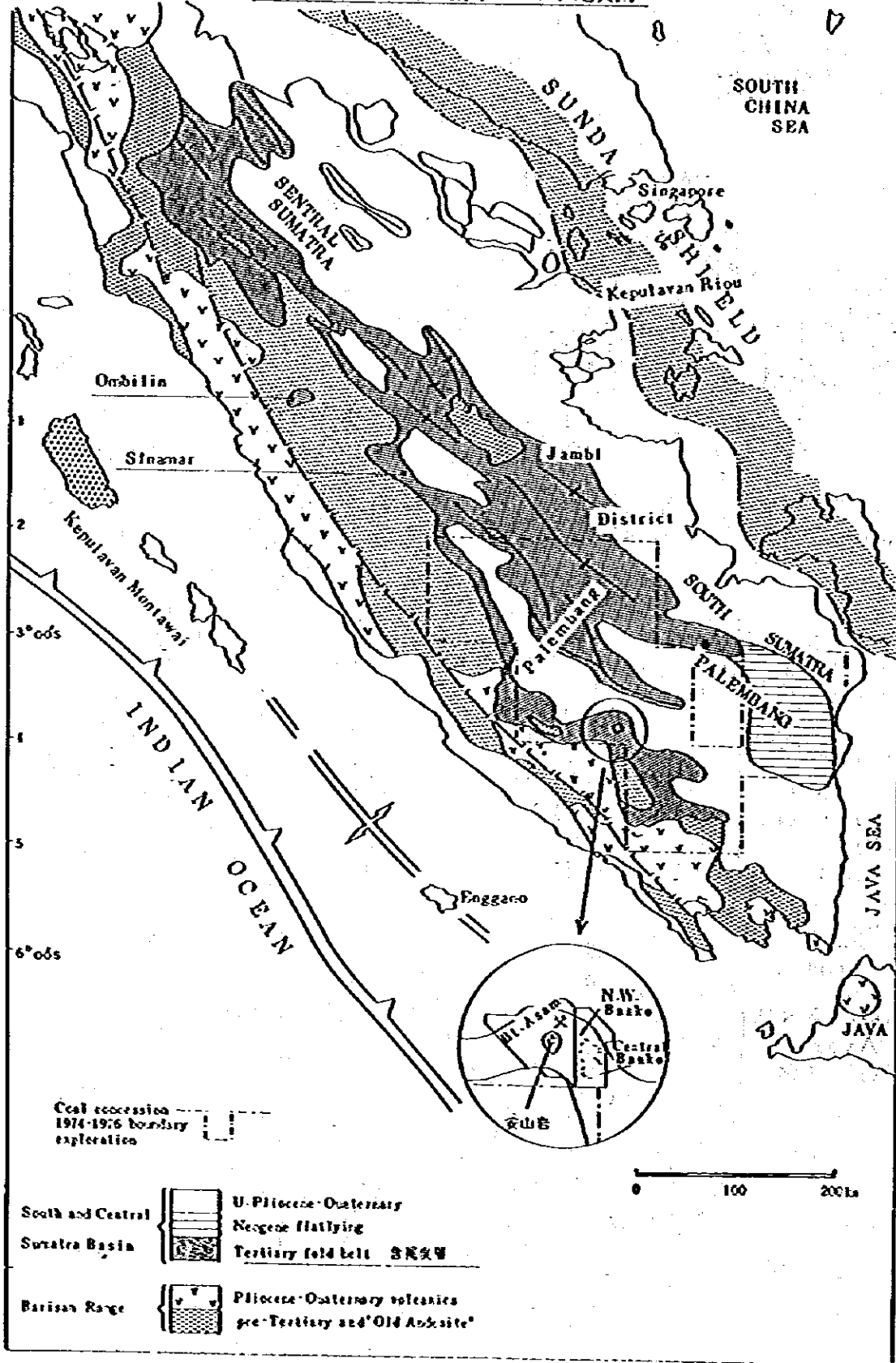
- Muara Enim Coal Formation
- Andesite
- 皮層 outcrop
- 断層
- 褶曲軸
- 境界及区域劃分
- 河川
- 鉄道

- Shell/Bulk sample 採取場所
- Boring 実測予定地点

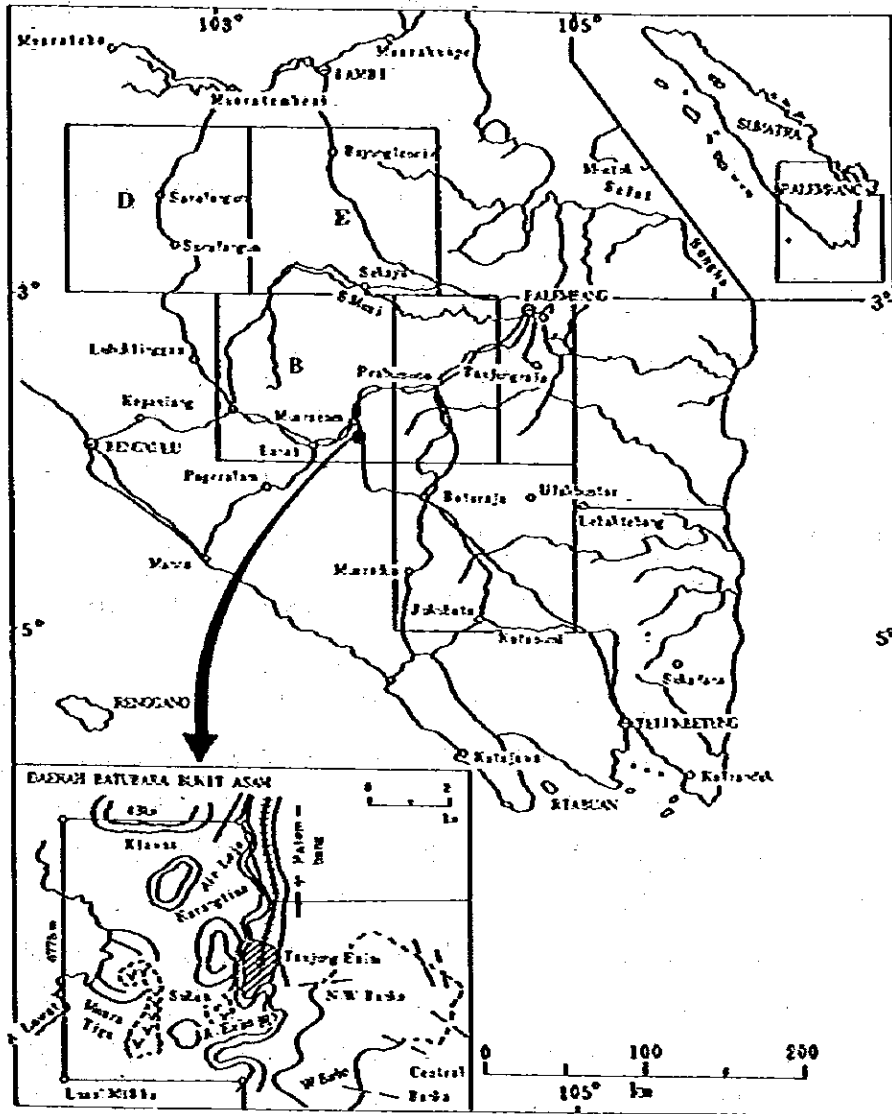
Banko 地区及び  
Bt. Asam 鉦山  
主要露頭分布図



8-1-2 中・南緯スマトラ地図図



8-1-3 Shell 社内スマトラ探鉄区域図



## 8-2 バンコ褐炭

### (A) 一般性状

調査時の露頭場炭の視観察では、外観は黒～黒褐色を呈し、光沢も余りなく、又繊維や木目などもみられない。比較的砕け易く現在採掘中の Bukit Asam 鉱山においても大塊の発生は少ない。

バンコ褐炭の工業分析例を表8-2-1に示す。

表8-2-1

ANALYSIS	N.W. BANKO	C. BANKO	S.E. BANKO
Total Moisture	27 - 31	35 - 39	40 - 50
Ash	3 - 6	3 - 6	3 - 6
Fixed carbon	47 - 49	47 - 49	44 - 46
Total sulphur, Less than	0.5	0.5	0.5
Volatile matter	47 - 49	47 - 49	50 - 52
Calorific value (Kcal/kg)	6,900 - 7,250	6,650 - 6,800	6,300 - 6,600

(SHELL REPORT, 1978)

バンコ褐炭の地域別による性状の違いは、工業分析値でみる限り水分含有量を除けばみられない。水分含有量は27～50%とかなり地域差がみられ、北西部より南部にかけて高くなる傾向を示している。灰分、硫黄分は全般的に低い。

同種の峇州褐炭に比較し、Central, West Bankoを含むいずれの褐炭も水分が少くガス化する場合には余分な脱水コストを削減でき有利になると思われる。特に、North West Banko 褐炭は水分が半以下であり、一般炭に近い性状でもっともガス化に適用可能な高品質の褐炭と思われる。

### (B) バンコ褐炭確認埋蔵量

Shell 社の調査報告書によれば バンコ 地域における確認埋蔵量は割上比3以下で4億3千550万トン報告されている。その内訳は次の通りである。

North West Banko	12,950,000 トン
West / Central Banko	17,850,000 トン
Central Banko	12,750,000 トン
<hr/>	
Total	43,550,000 トン

この値は高い密度のボーリング調査に基づいて計算されたもので、その精度は現地の Bukit Asam 鉱山会社でも高く評価されている。特に North West Banko 地域の調査精度は、前述の様に非常に高く、地質・炭質の安定など諸条件も他の地域より優れ、且つ立地条件に恵まれていること



から最も開発に適した地域と思われる。

### (C) ガス化実験プラント

石炭ガス化法はガス化すべき褐炭の含有水分、揮発分、硫黄分及び灰分とその組成などの性状を考慮して選択される。(石炭ガス化法については巻末の“石炭ガス化法の特徴と開発の現状”参照) バンコ褐炭の含有水分は各地域、各炭層により大巾に変化していることからそれに伴って性状も異なることが予想される。この褐炭の地域、炭層の違いによる炭質変化はガス化柱能、ガス化ガス組成及びガス化コストなどに大きく影響する。

本件プロジェクトに附随するガス化実験プラントは、バンコ地域に広く賦存する褐炭から経済・技術的にガス化に適した炭種を選択し且つ本件プロジェクトのフィージビリティ・スタディに必要なガス化関連諸データを採集する目的で設置されるものである。実験プラントは、褐炭が多量に水分を含み遠距離輸送では品質劣化の問題があるのでインドネシア国内に設置することが望ましいと思われる。

ガス化実験プラントに関するインドネシア側の考え方をただした所、鉄浴(200 kg)を用いた住友金属プロセスを考慮中であるとのことであったが<sup>6</sup>、日本側がこの褐炭に適したガス化法と実験プラント規模を選択してほしいこと、又設置場所については、石炭ガス化に必要な要員の確保実験効率及び実験プラントコスト・運転コストなどの観点から次の3候補地を上げ、インドネシア国内設置を検討してほしいとの要望があった。

- (i) バンコ地域
- (ii) 国立科学技術センター(PUSPIPTK)内
- (iii) Krakatau 製鉄所内

以下、各3ヶ所の候補地についての概要を述べるとともに図8-2-1にガス化実験プラント設置候補地点を示す。

#### (i) バンコ地域

本地域は、多数の地区及び炭層から褐炭をサンプリングし、品質劣化をまわらず実験プラントに搬入するのに便利であるが副原料、用役などの供給に難点がある。

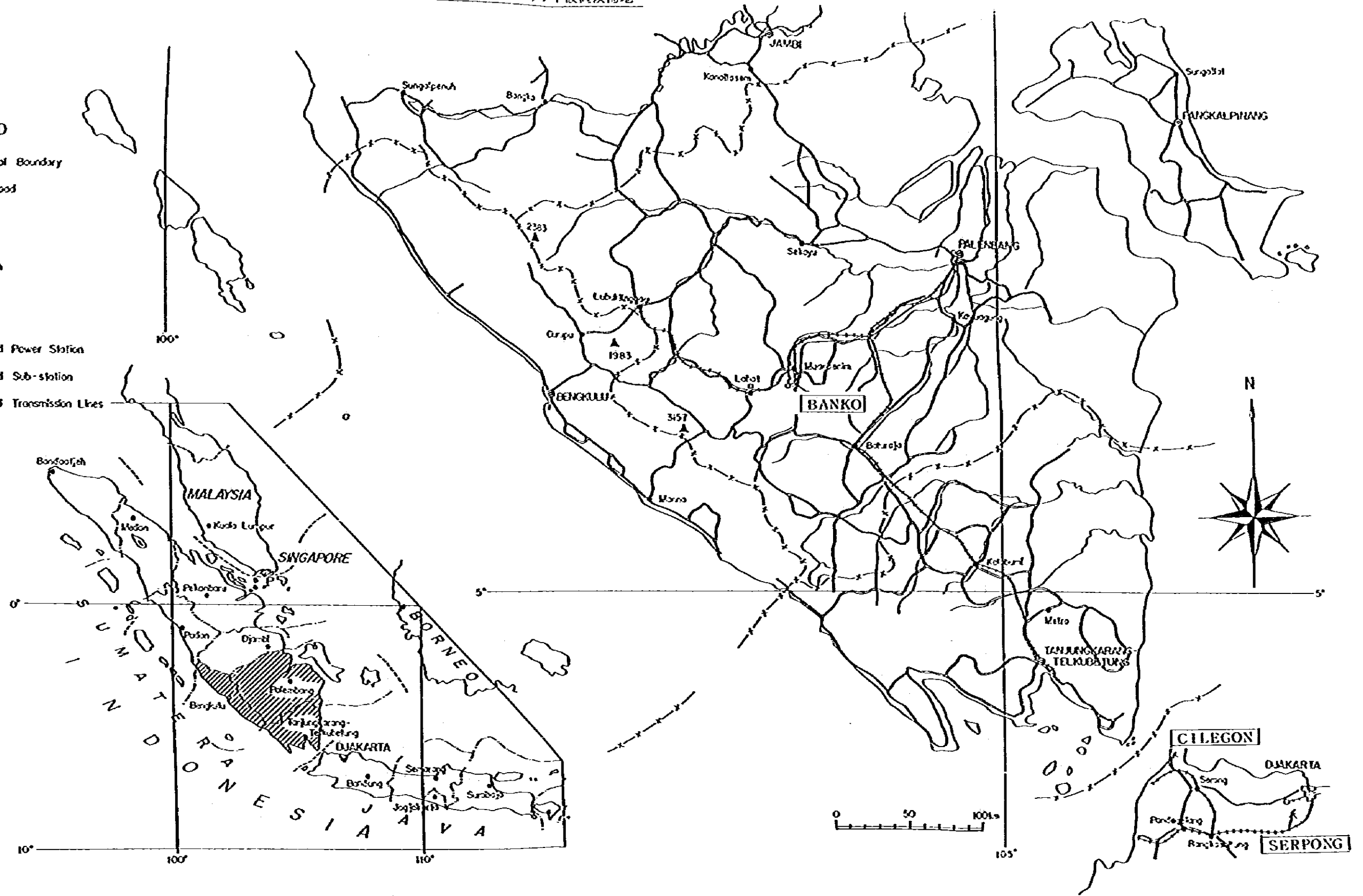
実験スタッフの確保についても、ジャカルタよりの交通の便が悪く(約1日)住宅関連設備も不備なので問題が残る、さらに同地域の採掘権を石炭公社(PNB)が握っていることなどから、実験プラントの設置場所、採炭などに関し石炭公社とBPPTとの内部調整が必要になるとと思われる。

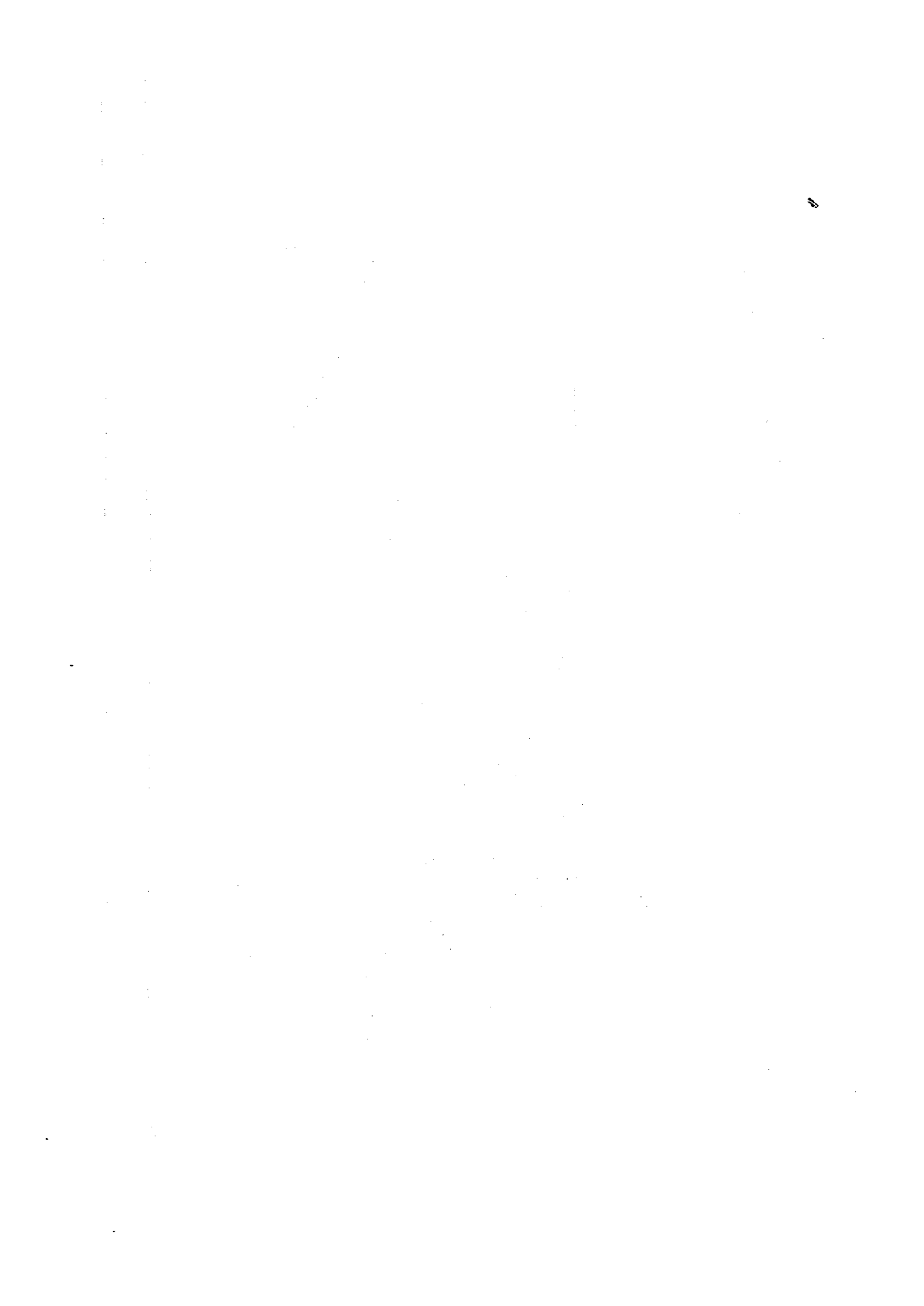
#### (ii) 国立科学技術センター(PUSPIPTK)内

国立科学技術センターは科学技術応用研究所(BPPT)担当大臣のHABIBIE氏の構想とされ、ジャカルタ郊外南西25kmに位置するSerpongに約350haの敷地を利用し、会議場を含む以下の各省庁関係の研究設備を集め更にデータ・センター、科学センターなどを加えて構成され、インドネシアにおける原子力を始めとする先端技術を開発推進するためのセンターとして計画されており、完成は1986年と云われている。

LEGEND

- X- : Provincial Boundary
- == : Main Road
- ++ : Railway
- : River
- ▲ : Mountain
- : City
- : Town
- : Proposed Power Station
- ◇ : Proposed Sub-station
- - - : Proposed Transmission Lines





—建設予定の主な研究設備—

- ・材料構造研究所
- ・炭体・振動研究所
- ・熱力学・エンジン研究所
- ・エネルギー研究所
- ・プロセス工学研究所
- ・多目的反応研究所
- ・電力研究所
- ・応用物理研究所
- ・応用化学研究所
- ・冶金研究所

同センターはジャカルタより車で約50分の便利な場所にあり、すでにゲストハウス、冶金関係の実験棟が完成し、冶金関係ではBPPTのスタッフが分析実験を始めていた。エネルギー関係では、西独協力案件のソーラー設備と米わらのガス化実験プラントが6ヶ月前に完成し、10月より運転研究を始めている。米わらのガス化プラント (Weed Gasifier) は西独M・A・N社の Lamb-ion プロセスで、設備能力はバイオマス 100 kg /hr 処理 (60~70kw 相当) 可能と云われているが、2g / ℓ のフェノールを含む凝縮水が約30kg / hr 排水されることからその処理が問題となっているようであった。

BPPTによれば本件のガス化実験プラントはできればこの Weed Gasifier 実験プラントの隣りに設置したいとのことであった。Weed Gasifier と約50m離れた研究棟を視察した限りではガス化に必要な酸素、電気、窒素などの副原料、用役はそろっており、その供給に問題はなさそうである。

国立科学技術センター全般に関する感想は、丁度ミニ筑波学園都市を思わせ、現在使用されている分析機器、パイロットプラントなどの大部分は西独製であった。

(四) Krakatau 製鉄所内

今回時間の都合で提案の3候補地のうち当地への現地調査はできなかったが概要は次の通りである。

Krakatau 製鉄所はジャワ島西端に位置する Ciklon に在り天然ガスを分解した還元ガスを用い還元製鉄法により海綿鉄年間51万トン、最終製品として、棒鋼15万トン、ワイヤ22万トン、形鋼8.5万トンなどを生産している一貫製鉄所であり、最近還元鉄設備能力が100万トンに増設された。

インドネシア側が石炭のガス化法として考慮中である鉄浴法を採用する場合には、ジャカルタより車で2~3時間の便利な場所にあり、鉄浴用原料鉄、副原料及び用役などの供給が容易であると思われる他、鉄鋼関連技術者を含む実験スタッフの確保が容易であると思われる。

なお、以上の3ヶ所の主な特徴をまとめると表8-3-3のようになる。

8-2-3 テント・プラント候補地比較

地名	バンコ (BANKO)	クラカトウ (KRAKATOU)	セラボン (SERPONG)
立地点	バンコ地域内	クラカトウ製鉄所に隣接	PUSPITEK内
	パレンバンより約200 km	チルゴン (CILEGON)市内	ジャカルタ南西
	南西内陸部・BUKITASAM	ジャカルタより西方100 km	25kmの郊外
	鉦山の東南15~20km		
褐炭搬入	容易	採炭地より車・船舶 鉄道で12~13時間	採炭地より車・船 船・鉄道で15時間
用役使用	困難	クラカトウ製鉄所より 供給可能	センター内用役 使用可
ジャカルタ よりの交通	不便(1日)	2~3時間	便利(1時間以内)
スタッフ の住居等	不備	完備	完備

### 8-3 バンコ地域の水資源

バンコ地域の水資源は、バンコ地域の西端を Bukit Asam 鉱山と南北に境し、南から北上する Enim 川、20~30km 離れた東側を東北に向けて流れる Rambang 川、更に20~30km 離れた東側 Baturaja 附近を北上する Ogan 川などが対象として考えられる。

Enim 川は Muara Enim 附近で Lematang 川に入り更に70~80km 北上し Musi 川に合流し、Palembang 市街を通り海洋に注いでいる。Rambang 川は Ogan 川と Baturaja 北方約100km で合流し、さらに Palembang 附近で Musi 川と合流する。

バンコ炭有効利用計画がバンコ地域内で実施される際には冷却用、プロセス用などの多量の工業用水が必要であり、これらの河川が対象となろう。又、バンコ褐炭の含水量から、バンコ地域に大きな地下水脈の可能性もあり、その利用が考えられる。

今回調査時、Prabumulih から Tanjung Enim に行く途中の車窓から見えた Lematang 川は何か月も雨が降らない渇水状態が続き、かつ今年のような異常気象の中でも流れもあり水量も豊富である様に思われた。しかし Tanjung Enim を流れる上流の Enim 川は遊泳中の人々が川の中央で立てる位の浅さであった。Bukit Asam 鉱山の視察では、Air Laja 地域に1930年代に採炭した跡地が池となって散在し、雨期には水面が3m程度上昇すると云われているが本件プロジェクトには少くなくとも言えよう。(500,000 m<sup>3</sup>)

水資源調査については、すでに水力発電所建設を目的とする河川水、地下水などの水資源調査がスマトラで行われており、それぞれのデータは公共事業者が集中管理している。したがって、本件プロジェクトフェージビリティ調査ではこれらの水文資料を活用することでT/R (Terms of Reference) に記載の地質学的水資源調査は必要ないものと思われる。

## 9. インドネシア側の対応体制等

本件にかかわるインドネシア側の対応体制等につき、インドネシア側にただした所、次の様な回答を得た。

インドネシアのエネルギー政策全般及びその実施計画は鉱山エネルギー大臣を議長とする関係閣僚で構成される国家エネルギー調整委員会（BAKOREN）で策定され、鉱山エネルギー省の調整により各省庁が実施する。

エネルギー開発体制は、水力・地熱などの電力関係については電力公社（PLN）石炭については石炭公社（PNB）、原子力については原子力庁（BATAN）が担当し、その他の石炭ガス化・液化、バイオマス、太陽エネルギーなどの代替エネルギーの研究開発は鉱山エネルギー省及び科学技術応用利用庁（BPPT）が推進している。

本件は最優先重要課題として取り上げられており、スハルト大統領の信頼厚い大臣 Habibie 氏が所管するBPPTが中心となり実施し、且つ日本側に対する窓口となる。

BPPTは日本の工業技術院、化学技術研究所と技術導入などの審査権の機能を併せ持ち、技術行政一般を行う省庁であり、本計画に対してもBPPTの実験スタッフを約8名と必要運転作業員を準備する旨説明があった。

Bukit Asam, Ombilin 石炭鉱山は鉱山エネルギー省の監督下にあるが、本件のバンコ地域の開採権は、現在採掘している Bukit Asam 鉱山を運営している石炭公社（PNB）が握っており前述の様に今後プロジェクトの進行に伴いBPPTと石炭の採掘、提供及び実験プラントの設置場所に関して、若干の内部調整が必要であると思われる。

なお、実験プラントの設置場所については、3候補地のうちガス化関係研究者のいる Bandung 市にも近い（車で約3時間）ジャカルタ郊外 Serpong にある国立科学技術センター内設置の希望がBPPT 第1特別補佐官の Mr. Wardeman よりなされている。日本側よりみた場合、褐炭の搬入が短時間（約12～14時間）ででき、実験スタッフの確保、副原料、用役供給などが容易であり、石炭公社（PNB）とも原料の採掘、提供に限った内部調整ですむことなどの他、交通至便、宿舎完備と諸条件に恵まれた国立科学技術センター内が妥当と思われる。

ただし、褐炭の品質劣化に関する対策、採掘現場から実験プラント内迄の搬入ルート、アクセスなどの受入れ体制の確認が必要であろう。

## 10. 予備調査の結果及び提言

### 10-1 本件プロジェクトに対する技術協力の妥当性

今回インドネシアから要請されたバンコ褐炭有効利用プロジェクトのフェージビリティ・スタ

ディは、インドネシア側若に若干の内部調整が必要と思われるが次項で述べる如く石炭の品質、確かな埋蔵量、関連インフラストラクチャの整備状況並びに本件に対するインドネシア側の並々ならぬ熱意と対応体制等を総合的に判断しおむね妥当なものと考えられる。

ガス化実験プラントの設置場所は、褐炭の採掘・搬入・貯蔵の品質劣化防止対策の確認が必要と思われるがインドネシア側が強く設置を希望する国立科学技術センター内が実験スタッフを容易に確保できる他、センター内の化学、物理、エネルギー関係研究機能の活用により効率よく運転・実験を進めることができ又運転コストも安くなるので他の候補地よりも適した場所と考えられる。

以上のことから、今回の技術協力はインドネシア政府が最重要課題として推進している工業移住政策と石油代替エネルギー開発利用計画の両者に協力することになり、技術協力効果も大きいものと言えよう。

## 10-2 調査結果及び評価

要請のあった本件プロジェクトフィージビリティ・スタディに関し、技術協力の妥当性を確認するため、前述の様にバンコ地域調査、国立科学技術センター視察を含めた予備調査を実施したが、これらの調査結果及び評価は以下のとおりである。

① 本件プロジェクトはバンコ褐炭をアンモニアなどの合成ガス、燃料メタノール及びジャワ島へのパイプラインガスなどに転換し、国内マーケットを対象とするガス化有効利用のP/Sであり企業化P/Sでないことを確認した。

従って、本件に付随するガス化実験プラントはパイロットプラントを意味するものでなく、地域炭層の違いによる炭質変化がガス化性能、ガス化コスト、ガス組成に影響を及ぼすので、バンコ地域に広く賦存する褐炭から経済・技術的にみて本件プロジェクトのガス化に適した炭種とガス化法のスクリーニングが目的であることで合意をみた。

② 本プロジェクトに対するカウンターパートであるBPPTは本件に対し高い優先度を付し、実験スタッフ8名及び実験運転員の配置についても十分に配慮しているとの印象を受けた。

③ 本プロジェクトサイトにあたるバンコ地域の採掘権は、隣接地において現在採炭を行っている Bukit Asam 鉱山会社を監督している石炭会社が握っており、今後プロジェクトの進行に伴い石炭採掘と供給に関するBPPTとの内部調整が必要と思われる。

しかし、採掘権については、BPPT側、Bukit Asam 鉱山側共にBPPTのHABIBI大臣が話すことで簡単に解決する旨説明があった。

④ バンコ炭確認埋蔵量

前述の様に、バンコ地域の石炭埋蔵量はSHELL社によって算定されている(35,500,000トン)。この確認埋蔵量は算定の前提条件も妥当であり、調査精度も高く要請のあった本件ガス化プロジェクトを実行する場合に十分大きい鉱量と考えられる。したがって、本件プロジェクトではSHELLレポートなどの精度を勘案し埋蔵量の確認調査は特に必要なく、フィージビリ



ティ・スタディに際しては石炭公社にSHELLレポートの提出を求め活用することで合意をみた。

#### ⑤ 褐炭の品質及びガス化性

バンコ褐炭は貯量の規模及び隣接条件等から、Bukit Asam 鉱山でも現在増産計画中の Air Laja, Muara Tiga 地区の次の開発対象に上げている有望炭田であり、その一般性状は、調査時の露床褐炭 (North West Banko) の視観察では、黒～黒褐色を呈し、光沢も余りなく、繊維や木目などもみられず比較的砕け易くガス化に適用可能な一般炭に近い高品質の褐炭であると思われる。

(しかし、現地の話では、North West Banko を離れるにしたがって、外観は褐色を呈し、低品質の褐炭が多く見られるとのことであった。)

工業分析では、灰分、炭黄分が低く、水分は27%～50%の地区によりかなり差があり North West Banko より South East Banko にかけて高くなる傾向がある。爰州褐炭に比較し水分が少くないので (特に North West Banko では半分以下)、ガス化する場合脱水工程でかなり有利になるとと思われる。灰分が少くないことはガス化に有利であるが、灰分の組成融点などにより採用すべきガス化法が変わることもあるので本件プロジェクトのガス化実験プラントでその検討が必要と思われる。この炭質の場合には、充填床タイプのガス化法が適していると思われる。

#### ⑥ ガス化実験プラント

実験プラントについて、インドネシア側から設置場所について、他に比較しガス化試験コストが安価で且つ効率よく進められる他、ガス化に必要な技術習得に役立たせたいとの観点からインドネシア国内の3候補地を上げ、うち国立科学技術センター内設置を願いたいとの強い希望が表明された。又、ガス化法については、供給石炭ベースで日量0.5トンの鉄浴法を考慮中であるが、これについては日本側がバンコ褐炭に適したガス化法と規模を選択してほしい旨要望された。

なお、インドネシア側が考慮中の鉄浴法は、充填床ガス化法の1つで他の充填床タイプより運転操作が容易であり、インドネシア側の技術水準を勘案し、バンコ褐炭のガス化法として妥当な選択と思われる。

#### ⑦ T/R (Terms of Reference)中の水文調査は大規模な調査を意味するものではなく、本件プロジェクトのフィージビリティ・スタディに必要なものは利用可能な河川水の水量調査である。

したがってバンコ地域に関する水文資料については、BPPPTより公共事業省、電力公社など関係諸機関に対しその提出を求めるとの確認を取り付けた。

## II. 今後の方針

今回の予備調査に続く、次のステップではガス化実験プラントの規模、ガス化法及びその設置場所の選定を中心として調査することになろう。

その場合、石炭公社（PNB）が採掘権を持っているバンコ地域における実験用褐炭採掘に関するPNBと科学技術応用利用庁（BPPT）との関係、雨期・乾期の採掘・供給方法、品質劣化を招かないで実験プラントに褐炭を搬入・貯蔵するための具体的方法、ガス化実験設備の範囲及び試験期間とテスト数などについて、カウンターパートであるBPPTの考えをたずねることが必要であろう。

ガス化法についても、鉄浴法を希望する理由をよく問いただし、バンコ褐炭に適したガス化法かどうかの妥当性を検討する必要があると思われる。さらに、ガス化実験プラントの運転・試験が効果をあげるためには、酸素・薬品などの副原料、電気、水、蒸気などの役用の安定供給が不可欠であり、その確認も必要である。

次に本件プロジェクトのフィージビリティ調査を遂行するにはインドネシア側に対し、褐炭の山元価格の提出を求める必要があり、また現在増産計画が進められている Bukit Asam 鉱山の技術・経済データや North West Banko の発電用燃料炭開発に関するフィージビリティ調査レポートなどの高い精度のデータや資料も有効利用することが重要である。したがってBPPTより石炭公社に対し、これらの資料の提出を求めるよう再度確約をとる必要があると思われる。

石炭ガス化プロジェクトが一般に成立するのは、設備投資が巨額になるので、原料の石炭が安く、付加価値の高い製品を大量に生産する場合である。

バンコ褐炭有効利用計画では、燃料用メタノール、パイプラインガスなどのエネルギー源及びアンモニア、化学工業などの原料ガスとしての有効利用を考えているが、既存のマーケットでの原料転換と新規分野での原料転換ではその規模が大きく異なるので注意を要する。

したがって、本件プロジェクトのフィージビリティ調査を実施するには、

- (i) 既存プラントの原料転換なのかどうか
- (ii) 原料ガスの供給先及びその対象は何か
- (iii) 製品輸送はどのようにするのか
- (iv) 石炭、合成燃料と石油・ガスとのコスト比較

等について、インドネシア側の考えをたずねる必要があると思われる。

## 12. 面接者リスト

今回の調査の面接者の氏名及び役職名は以下の通りである。

氏名	機関名	役職名
MR. WARDENIAN	BPPT (科学技術応用利用庁)	大臣担当第一特別補佐官
MR. SUNARTO	"	大臣担当特別補佐官代理
MR. HILMAN	"	地質担当技師

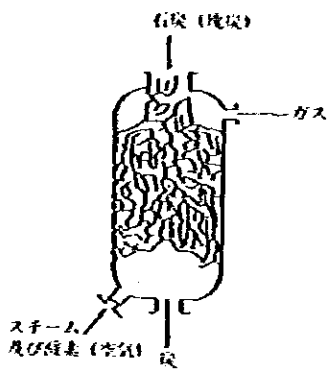
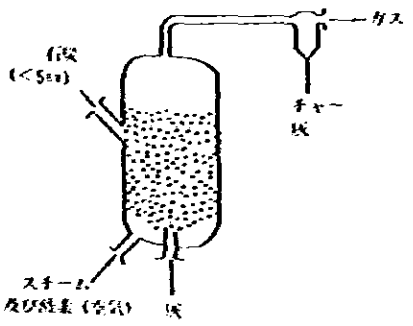
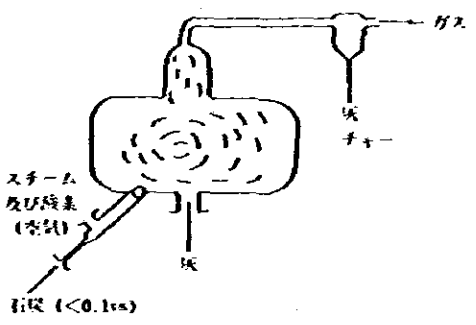
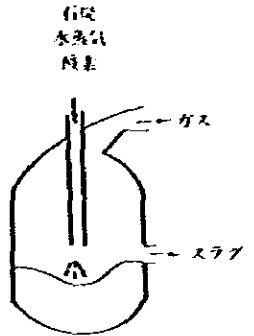
MR. BAMBANB SUMONDO	"	採鉱担当技師
MISS INDYAH	"	化学担当技師
Dr. SUGOTO	ブキットアサム鉱山会社	鉱業担当部長
MR. WALLACE	"	採鉱担当部長
MR. HUSNI	"	運搬担当部長
MR. OMAR HASSAN	"	マーケティング部長
MR. MURNOTO	"	地質担当技師
MR. SUBASTEDJO	ブキットアサム事業所	事業所長
木村文彦	在インドネシア日本大使館	一等書記官
菅原彰	"	二等書記官
林 輝	BPPT (科学技術応用利用庁)	大臣特別顧問
佐々木 修一	JETROジャカルタ事務所	事務所員
宮本守也	JICAジャカルタ事務所	事務所長
杉原敏夫	"	事務所員

### 13. 参 考 文 献

1. "Report on Triab Carried Out Uuing N.W.  
BANKO Coal in the Manufacture of Cement,"  
(Divisi PEMASARAN, 1978), Jakarta, Indonesia.
2. 「インドネシア・ハンドブックー1981年版」  
ジャカルタ・ジャパクラブ法人部会編、1981年
3. 「海外メタノールの燃料としての利用に関するプレ・フィージビリティ調査報告書」  
財団法人日本エネルギー経済研究所、住友金属工業株式会社共著  
昭和57年3月
4. 「ブキットアサム石炭火力発電所建設計画調査報告書」  
国際協力事業団、昭和53年5月
5. 「石炭ガス化技術中間報告書案」  
中央電力協議会ガス化専門部会資料、昭和52年2月



石炭ガス化法の特徴と開発の現状

	固 定 床	流 動 床	噴 流 床	溶 融 床 (鉄 浴 法)
ガス化法	 <p>上部より塊炭を供給し、炉下部の燃焼によって発生する高温ガスにより乾留ガス化する。</p>	 <p>炉の中央部に数ミリ程度の粉炭を供給し、炉底からの空気により流動させながらガス化する。 灰は炉底より固体で排出する。</p>	 <p>微粉炭をバーナーにより炉内に噴射し、高温で短時間にガス化する。 灰は熔融状態で炉底より取出す。</p>	 <p>微粉炭をランスにより炉内に高温噴射し、鉄浴で短時間にガス化する。 スラグは回分法では傾斜により連続法では鉄浴レベル上部より熔融状態で取出す。</p>
運転条件	<p>温度 [°C] 300~600 (Max 1,000) 圧力 [kg/cm<sup>2</sup>] 常圧~30 (将来100)</p>	<p>800~1,050 常圧~10 (将来100)</p>	<p>1,400~1,600 常圧~80</p>	<p>1,500~1,600 常圧~30</p>
特徴	<p>粘結炭、粉炭の使用ができない 塊炭 (5~30mm) 低温乾留のためのタール生成多い 容積当りの反応率が小さく大容量化が困難</p>	<p>粘結炭は前処理が必要 数ミリ程度 (2~8mm) タール生成 容積当りの反応率がよい 灰中の未燃炭素が多い 1,000~2,000 ton/D 合成ガス、SNG向 (殷煤、水素化) 商用プラントの実績あり (Winkler) ○サンシャイン計画 (加圧流動床方式) 5 ton/D 1975年より (夕張) 40 ton/D 1981年 " ( " ) 12 ton/D 1982年 " (いわき) 商用プラントの実績あり (Winkler) ○Hy-Gas法 (米) 75 ton/D、1973年 ○Bi-Gas法 (米) 2段法、120 ton/D、1973年 ○HT Winkler法 (独) 24 ton/D、1978年</p>	<p>適用炭種が広い 微粉炭 (&lt;0.1mm) タールの発生はない 反応温度が高いため高温耐熱構造が必要となる。 2,000~3,000 ton/D 合成ガス、加圧プロセスなのでガス化発電向 商用プラントの実績あり (Koppers-Totzek) ○2 ton/D 1982年 (武山) 商用プラントの実績あり (Koppers-Totzek) ○Texaco法 (独) 150 ton/D、1978年開始 ○Texaco (米) 165 ton/D、1980年開始 ○Shell法 (独) 150 ton/D、1979年開始 ○CE (米) 120 ton/D、1978年開始 ○Koppers法、加圧50 ton/D、1983年開始</p>	<p>適用炭種が広い 微粉炭 タールの発生はない 反応温度が高いため高温耐熱構造が必要となる。 ~2,000 ton/D 合成ガス (鉄の併用) ○住友鉄浴法 (鹿島) 常圧法 60 ton/D、1980年運転開始 ○Stnと新日鉄、日本钢管、神鋼の共同F/S ○Humboldt法、1978年より研究</p>
1トイン当りの可能能力	800~900 ton/D	1,000~2,000 ton/D	2,000~3,000 ton/D	~2,000 ton/D
適用分野	メタンリッチなのでSNG向	合成ガス、SNG向 (殷煤、水素化)	合成ガス、加圧プロセスなのでガス化発電向	合成ガス (鉄の併用)
国内の開発現状				
海外の開発現状	<p>商用プラントの実績あり (Lurgi) ○BGC-Lurgi法 (英) 350 ton/D、1975年開始</p>			

JICA