

## 1.3 原料開発計画

### 1.3.1 計画概念

#### (1) 計画概念の選択

今までに述べてきた原料開発上のニーズ・要件、原料資源の技術的可能性と限界を勘案し、次の計画概念を選択した。

- 1) まず第一に、当国セラミック産業最大のサブセクターであるタイル産業の原料需要を主たる対象とし、高品質ではないが安定した原料を供給することに焦点を当てる。
- 2) その上で、テーブルウエアメーカー、サニタリーウエアメーカー等の原料需要を対象とし、上記の品質の安定した原料を使用し、精製して品質を高めた原料を提供できる体制を作る。
- 3) 全国に散在する小規模セラミック生産集落に対しては、1カ所あるいは数カ所の生産集落を対象とした小規模な坏土供給設備を、対象生産集落の近くに設置し、それぞれの集落にあった配合済み坏土を供給する。

これらの計画概念を選択するにあたって検討した要素は次のとおりである。

#### 1) 配合した坏土の供給

配合した坏土の供給を期待しているのは小規模ノベルティメーカーだけであり、現段階では配合した坏土供給体制を発展させる機運が熟していない。その他のメーカーは自社配合の技術を公開することには極めて消極的であり、また、各社は既に原料配合調整設備、検査設備を持ち、原料供給の不安定に対する自衛手段を講じている。従って、配合した坏土の供給は、将来、原料の安定供給体制（および原料供給側とセラミックメーカー間の連携）が確立し、外部からの原料供給にメーカーの信頼感が得られるようになってから検討すべきと考える。

ただし、小規模ノベルティメーカーについては、生産地区毎に製品レベルがほとんど均一であり、それぞれの地区を対象とした坏土供給体制は実現の可能性はある。

#### 2) 原料品位の向上

原料品位の向上に対するニーズは、特に、サニタリーウエアメーカーに強い。タイルメーカーは品質の安定を強く望んでいるが、コストアップに対する許容力は小さい。テーブルウエアメーカーは現段階では表面的にはあまり期待していないが、技術的・経済的に可能であれば次第に利用する方向に向かうものとみられる。他方利用可能な原料は、いずれも品位の向上を図るためにはかなりのコストをかける必要があると考えられる。従って、技術的・経済的に可能な範囲に限って実施べきであり、まず第一のステップとしては、原

料品質の安定を目標とすべきである。

### 3) 異なったソースから得られる原料の配合

現在使用されている粘土、長石とも、価格の中で輸送コストの占める割合は高く、他のソースから得られた原料を配合して使用することはコスト高につながる。たとえば粘土についていえば、採掘サイトにおける原土の供給価格はせいぜい Rp.8-10/kg であり、他のソースから持ってくると Rp.20/kg ではおさまらない。従って、まず第一段階としては、その採掘地で得られる原土だけによる品位向上にとどめるべきであると考えられる。

### 4) ジャワ島外のソースの利用

ジャワ島外のソースである Monterado 粘土や Lampung 長石は品位、鉱量的には期待が持てる原料である。しかし、

- a) 本計画の主たる対象がタイルメーカーでありジャワ島に移送するには輸送コストが高すぎること、
- b) いずれも既に、経営・技術基盤の確実な企業により運営されており、現段階では新たな開発のための支援を特に外部からは必要としていないこと、

などから、本計画の対象をジャワ島内のソースに限るものとした。ただし、これらのソースも利用可能であることを考慮し、ジャワ島内ソースの開発は技術的・経済的に妥当なものでない限りすすめるべきではないと考える。また、将来の開発にあたっては、これらの原料との配合の可能性など、その存在を考慮しながら進めるべきである。

## (2) 計画概念の具体化

先に述べた計画概念を具体化する。具体化のプロセスを図 1-2 に示す。また、表 1-2 に要約する。

第一の計画概念では、原料需要の集中しているジャワ島、特に西部ジャワ地区に精製加工や輸送にコストをかけず供給できることが必要であり、

- 1) 輸送費の面からはジャワ島内、その中でも西部あるいは西部寄りの中部ジャワ地区に賦存する原土の利用により実現しなければならないこと、
- 2) 現在使用されている粘土、長石ともにユーザー着価格の 40-50%が輸送コストで占められていることから、一度他の個所に移動しそれを再移動することは輸送コストがかかりすぎ実現性が乏しいこと

から、単一採掘地の原土を利用し、採掘地でのグレーディングの徹底、その混合と品質管理により実現することとした。採掘地としては、需要地に比較的近く、品位上許容でき、今後の開発に耐えうるだけの資源があると判断される Sukabumi および Banjarnegara をそれぞれ粘土、長石の採掘地として選定した。ジャワ島内の調査対象採掘地でこの条件に合う採掘地





図 1-2 原料開発計画のニーズ・限界と計画概念の具体化 (3)

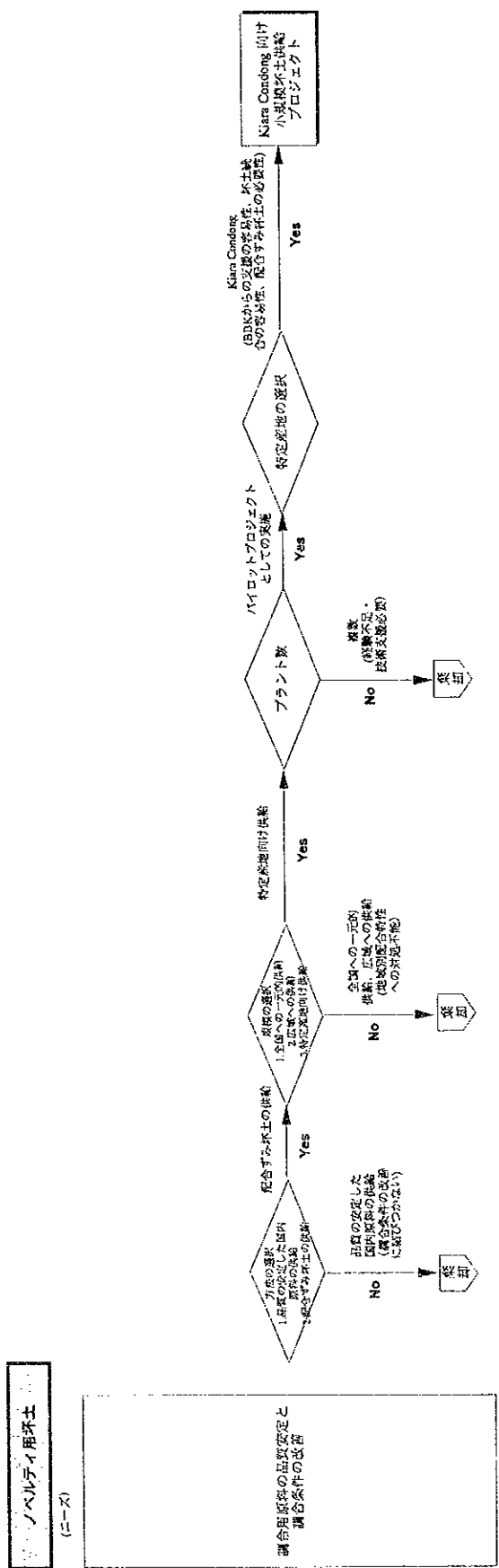


表1-2 原料開発計画概念の導出 (1/3)

◎: 極めて期待が大きい、○: 実施を期待、△: 実施されれば利用する可能性あり、×: 関心薄い。

開発計画上のニーズ	対象となるサブセクター・計画への期待度		技術的に選択可能なソース	制約要因	選択された計画概念
	タイ	タイ			
粘土原料 粘土原料の品質 安定化	◎	△	Sukabumi	タイル向けには使用可能であるが、テーブルウェア、セラミックウェアには不適。	タイル向けに焦点を当てた、高品質ではないが安定した原料の供給
		×	Monterado	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。輸送コストが高すぎるため使用困難。	
		×	Bangka (Kaolin)	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。輸送コストが高すぎるため使用困難。	
			Belitung (Kaolin)	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。輸送コストが高すぎるため使用困難。	棄却
			複数ソースの混合による安定化	輸送コストが高くなる。	
			配合された坯土としての供給	輸送コストが高くなる。自社配合の技術公開困難。	
外観特性の良い粘土の供給	△	△	Monterad	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。	
		○	Bangka (Kaolin)	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。	
			Belitung (Kaolin)	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。	棄却
成形性の高い粘土の供給	×	△	Monterado	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。	
		○	Pacitan (Toseki)	鉱量確認不能。市場への輸送距離大。	棄却

表1-2 原料開発計画概念の導出 (2/3)

◎: 極めて期待が大きい, ○: 実施されれば利用する可能性あり, X: 関心薄い.

開発計画上のニーズ	対象となるサブセクター・計画への期待度		技術的に選択可能なソース	制約要因	選択された計画概念
	タイド	タイド			
長石原料 長石原料の品質 安定化	◎	△	Pangaribuan	品位の高い部分は既に掘り尽くされている。需要地まで遠い。	棄却
		X	Narawita		
		X	Lampung	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。	タイド向けに焦点を当てた、高品質ではないが安定した原料の供給
		X	Banjarnegara	輸送コストが高くなる。	
			複数ソースの混合による安定化 配合された坯土としての供給	輸送コストが高くなる。自社配合の技術公開には消極的。	棄却

表1-2 原料開発計画概念の導出 (3/3)

◎: 極めて期待が大きい, ○: 実施を期待, △: 実施されれば利用する可能性あり, X: 関心無い。

開発計画上のニーズ	対象となるサブセクター・計画への期待度			技術的に選択可能なソース	制約要因	選択された計画概念
	タイム	サーマル	サニタリー			
外圍特性の良い長石の供給	△	○	△	Pangaribuan	品位の高い部分は既に掘り尽くされている。需要地まで遠い。	棄却
				Narawita	鉱量が小さい。品位の高い部分は採掘が進んでいる。需要地まで遠い。	
				Lampung	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。	
				Banjarnegara	長石収得率低く、採算が取れない。	
アルカリ含有量の高い長石の供給	X	○	○	複数ソースの混合による安定化	輸送コストが高くなる。	棄却
				配合された坏土としての供給	輸送コストが高くなる。自社配合の技術公開には消極的。	
				Pangaribuan	品位の高い部分は既に掘り尽くされている。需要地まで遠い。	
				Narawita	鉱量小さい。品位の高い部分は採掘が進んでいる。需要地まで遠い。	
ノベルティ用坏土 調合用原料の品質安定と調合条件の改善				Lampung	既に開発段階にあり、改めて開発対象とする必要なし。	特定産地向け小規模坏土供給
				Banjarnegara	長石収得率低く、採算が取れない。	
				複数ソースの混合による安定化	輸送コストが高くなる。	
				配合済み坏土の供給	産地毎の配合特性差。経験不足。	



は他にはなかった。

これら採掘地から産出される粘土および長石は、混合により品質を安定させることが可能と判断され、品位および供給価格のいずれから、少なくともタイルメーカーで使用可能である。

第二の計画概念（精製原料の供給）は、粘土の場合は技術的な点から、長石の場合は採算性の点から、ジャワ島内の原料により達成することは困難であると判断される。従って、当面は輸入品に依存せざるをえないと考えられる。今後は、

- 1) 長石については需要の増加により精製プラントの規模を大きくすることが可能となった時点で再度検討する
- 2) また、粘土については、原料探査を更に進めることによって新しい原料資源を発掘する  
の方向にとどめるべきと考える。

なお、カリマンタン Monterado の粘土、スマトラ Lampung の長石については品位上は利用可能である。他方、ジャワ島の地質から判断して島内資源に高品位を求めることは難しいとみられることから、上記 2 点の可能性検討にあたっては、これらジャワ島外原料とのユーザ側での混合利用という方法を念頭にすすめることがより現実的であると考えられる。

第三の計画概念は、

- 1) 生産地の近くに立地し、その生産地独特のニーズ応えられる技術指導体制が必要であること、
- 2) 全生産地に一度にこうした設備を展開することは、実施主体を確保する上でも、また、  
経験の蓄積がないことから難しいこと

から、最もニーズの高い生産地にパイロット的に設置し、ここでの経験・実績をもとに全国に普及することから始めるものとした。こうした条件に最も合う産地として Kiara Condong を選定した。その他の生産地については、Malang や Plered のようにすでに公設機関あるいは民間企業により坯土供給が行われていたり、製品が比較的単純でまだ原料品質の問題が表面化していなかったり、今後このパイロットプロジェクトの経験の蓄積を見ながら改善を行ってゆくことが可能であると判断される。

### 1.3.2 計画の概要

原料開発計画を構成する、選定された個別プロジェクトとその相互関係、主たる対象となる原料ユーザーの関係を図 1-3 および表 1-3 に示す。

プロジェクト案として次の 6 つが選択された。しかし、検討の結果、これらのうち実施を勧められるのは、(1)、(3)、(5)、(6) の 4 つであった。なお、(2) については技術的に実施不可能と判断し、以下の詳細検討は行っていない。

#### (1) Sukabumi 粘土供給プロジェクト

主としてインドネシアセラミック産業最大のサブセクターであるタイル産業に品質の安定した粘土を供給することを目的とする。粘土品質の改善のための精製は行わない。

#### (2) 精製粘土供給プロジェクト

テーブルウエアメーカー、サニタリーウエアメーカーの使用する原料粘土を供給することを目的として、上記 Sukabumi 長石の精製を行う。

#### (3) Banjarnegara 長石供給プロジェクト

主としてインドネシアセラミック産業最大のサブセクターであるタイル産業に品質の安定した長石を供給することを目的とする。長石品質の改善のための精製は行わない。

#### (4) 精製長石供給プロジェクト

テーブルウエアメーカー、サニタリーウエアメーカーの使用する原料長石を供給することを目的として、上記 Banjarnegara 長石の精製を行う。釉薬製造用長石も供給する。

#### (5) 小規模坏土・釉薬供給プロジェクト

主として Kiara Condong の小規模ノベルティ生産集落を対象として、あらかじめ配合した坏土および釉薬を供給する設備を作る。当プロジェクトは、将来他のノベルティ生産集落にも同様設備を設置するパイロットプラントとしての性格を持つ。

#### (6) セラミック原料開発研究・技術指導体制整備プロジェクト

BBK を中心とし、今後の原料開発研究、技術指導体制を整備する。

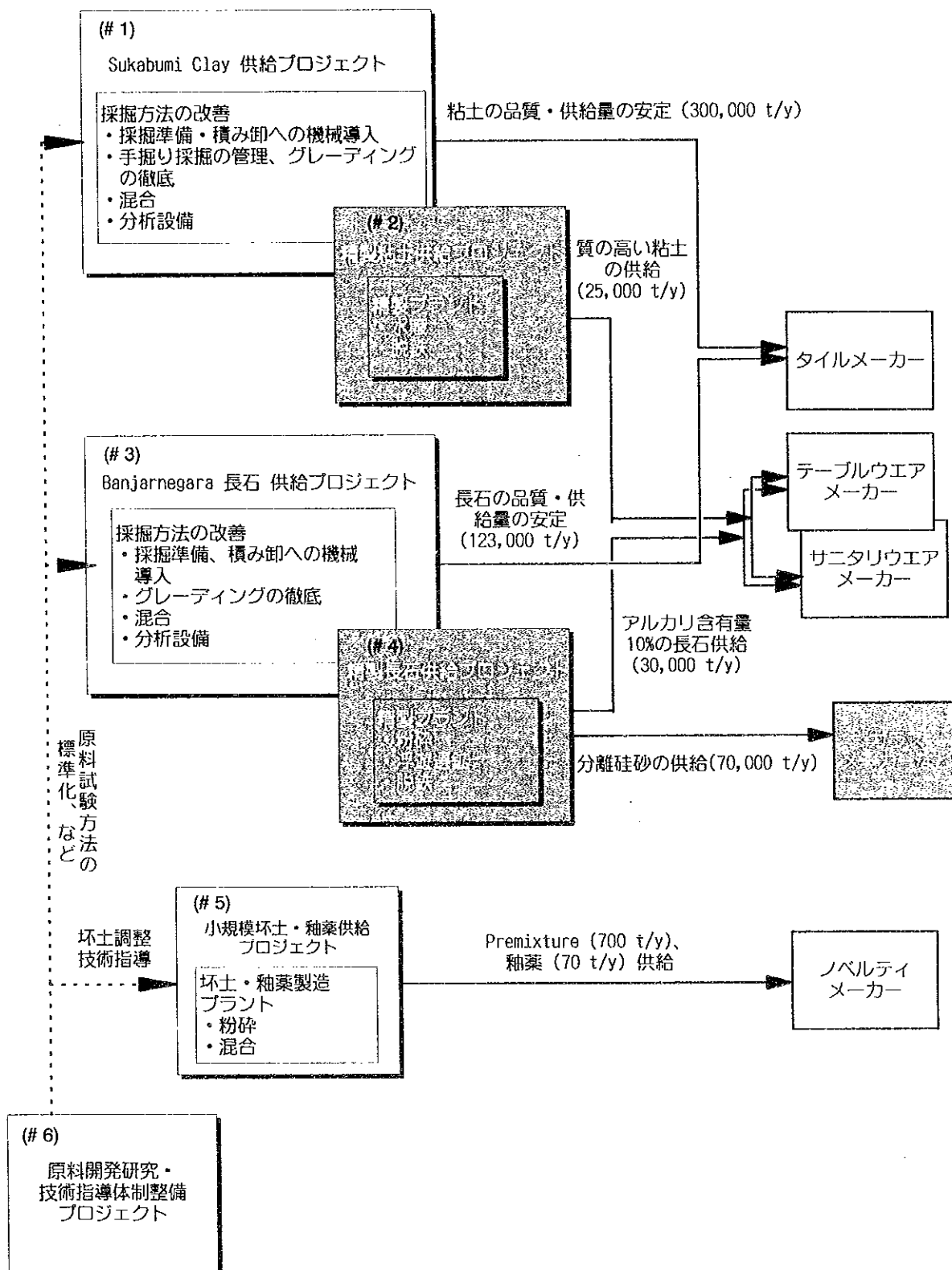
### 1.3.3 Sukabumi 粘土供給プロジェクト<sup>5</sup>

#### 1.3.3.1 プロジェクトの概念

現在極めて不安定である Sukabumi の粘土の品質を安定したものとして供給するために、採掘を管理しグレード別にストックすることを徹底させる。これらを混合するための設備を設

<sup>5</sup> 各プロジェクトの技術的・経済的検討の詳細は各論 III-5 参照。

図 1-3 原料開発計画概要



(注) (# 6)などはプロジェクト No.  
網がけは実施不可能または勧められない。

表1-3 原料開発計画の概要 (1/3)

No.	Project	目的	計画内容	評価	推定必要資金
(1)	Sukabumi 粘土供給プロジェクト	粘土の品質・供給量安定	<p>Sukabumi粘土山 (国有地)</p> <p>1) 国有地粘土山の大規模開発 2) 採掘準備・積み卸の機械化による合理的開発 3) 手掘り採掘の管理・グレーディングの徹底 4) 選別用ストックヤードの設置 5) 混合用設備の設置 6) 品質分析用設備の設置</p> <p>主たる受益者：西部・中部ジャワ地区のタイルメーカー 規模：出荷能力 300,000 tons/year 実施主体：民間企業</p>	<p>実施を勧める (技術的実施効果大、妥当な収益性、高い経済効果)</p> <p>- FIRR 23.2% - EIRR 24.3%</p>	Rp. 10,304.9 million (US\$ 4,422.6 thousand)
(2)	精製粘土供給プロジェクト	質の高い粘土の供給	<p>Sukabumi粘土山 (国有地)</p> <p>精製プラントの設置 - 水箒プラント - 脱鉄装置</p> <p>主たる受益者：西部ジャワ地区におけるサニタリウェアメーカー 規模：出荷能力 25,000 tons/year</p>	<p>実施不可能 (技術的に鉄分の分離困難)</p>	
(3)	Banjarnegara 長石供給プロジェクト	長石の品質・供給量安定	<p>Banjarnegara長石山 (県有地)</p> <p>1) 県有地長石山の再開発整備 2) 採掘準備・積み卸の機械化による合理的開発 3) 手掘り採掘の管理・グレーディングの徹底 4) 選別用ストックヤードの設置 5) 混合用設備の設置 6) 品質分析用設備の設置</p> <p>主たる受益者：ジャワ島地区のタイルメーカー 規模：出荷能力 123,000 tons/year 実施主体：民間企業</p>	<p>民間ベースでの実施を勧める (技術的実施効果、妥当な収益性、ただし経済効果は低い。)</p> <p>- FIRR 32.7% - EIRR 4.6%</p>	Rp. 10,602 million (US\$ 4,550.5 thousand)

表1-3 原料開発計画の概要 (2/3)

No.	Project	目的	計画内容	評価	推定必要資金
(4)	精製長石供給プロジェクト	長石中のアルカリ含有量改善、雲母の除去	<p>場所： 内容： 主たる受益者： 規模： 実施主体：</p> <p>Banjarnegara長石山（県有地） 精製プラントの設置 - 粉砕設備 - 浮遊選鉱設備 - 脱鉄装置 ジャワ島におけるテーパーブルウエアーカー、輸出能力 長石 30,000 tons/year、珪砂 70,000 tons/year 民間企業</p>	<p>実施は勧められない（技術的実施効果は期待できるが、多額の投資を必要とするのに対し、規模が小さく、また、長石の取得率が低いための収益性を期待できない。） - FIRR -3.2% - EIRR -3.5%</p>	Rp. 68,410.2 million (US\$ 29,360.6 thousand)
(5)	小規模坏土・釉薬供給プロジェクト	地場小規模ノベルタイムーカーに対する釉薬・坏土の供給	<p>場所： 内容： 主たる受益者： 規模：</p> <p>Bandung (BBK内) 1) 坏土製造設備および釉薬製造設備の設置 2) 上記粘土、長石およびその他原料を購入、坏土および釉薬製造・供給 3) 品質分析用設備の設置 Kiara Condong地区のノベルタイムーカー 出荷能力 坏土700 tons/year、釉薬70 tons/year</p> <p>実施主体： その他：</p> <p>UPT(工業貿易省小規模工業開発局傘下の技術指導機関) 当プロジェクトをモデルプロジェクトとし、他地区にも同様プロジェクトを展開</p>	<p>公的機関により実施することを勧める（収益性は公的機関により実施することになり改善できる。実施による地域産業育成への貢献、経済効果、パイロットプロジェクトとしての意義等から実施を勧める。） - FIRR 7.5% 公的機関による実施の場合 (15.5%) - EIRR 11.5%</p>	Rp. 1,303.7 million (US\$ 559.5 thousand)

表1-3 原料開発計画の概要 (3/3)

No.	Project	目的	計画内容	評価	推定必要資金
(6)	原料開発研究・ 技術指導体制整備 プロジェクト	上記原料開発プロジェクトに対する 技術支援体制整備	<p>内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 補足技術調査の実施               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sukabumi および Banjarnegaraに対するボーリング調査</li> <li>- 採取サンプルの実プラントでの評価</li> </ul> </li> <li>2) BBKの技術支援機能の強化               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 原料試験方法の標準化</li> <li>- 小規模坯土製造条件の検討と品質改善</li> <li>- 各原料の限界をふまえた製品開発研究、等</li> </ul> </li> <li>3) 原料開発にかかる国際研修コースのBBKへの設置</li> </ol> <p>主たる受益者： 上記各プロジェクトおよびセラミック産業 実施主体： BBK</p>	実施を勧める	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 補足ボーリング調査               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sukabumi US\$ 1,050,000</li> <li>(最初の5年間の理蔵費 だけを対象とすると US\$ 270,000)</li> <li>- Banjarnegara US\$ 370,000</li> </ul> </li> <li>2) 追加機器導入 US\$ 124,000</li> <li>3) その他諸経費</li> </ol>

置する。従来のように良品だけを選択して採掘・出荷するのではなく、従来不良品として廃棄されていたものも混合利用することによって可採率の向上を図る。品質目標はタイルメーカー向けとする。

また、採掘作業および採掘サイトからの搬出を容易にするため重機を導入する。

原料の品質を安定させるため、採掘時および混合前後における粘土の品質を把握できるように、品質分析用設備を設置する。

### 1.3.3.2 プロジェクトの概要

#### (1) プロジェクトサイト

Sukabumi 粘土山。南側の採掘場は既に乱掘が進み、改めて開発を進めることは困難であり、北側の採掘場の開発を進める。採掘場には一次ストックヤードを設け採掘した粘土をグレード分けし堆積する。

幹線道路沿いに二次ストックヤードおよび混合設備を設置し、山上の採掘地より掘り出した粘土をそこまで搬出、混合した上で出荷する。ストックヤードおよび混合設備設置場所は、既存の北部地区あるいは南部地区ストックヤード所在地のいずれかを拡張し使用する。

#### (2) 採掘

採掘を開始するに当たって機械により表土を取り除き、また、採掘面が広い範囲に亘って見えるようにし、採掘計画を立てられるようにする。このために、重機を導入する。

当地の粘土層は複雑なため、機械採掘をすると異なったグレードの粘土が混ざり合ってから後工程での混合が困難となる。従って採掘は手作業で行う。採掘場に第一次ストックヤードを設置、採掘した粘土は外観（硅砂の混入度と鉄の含有量（着色））により 3-4 種にグレード分けし堆積する。

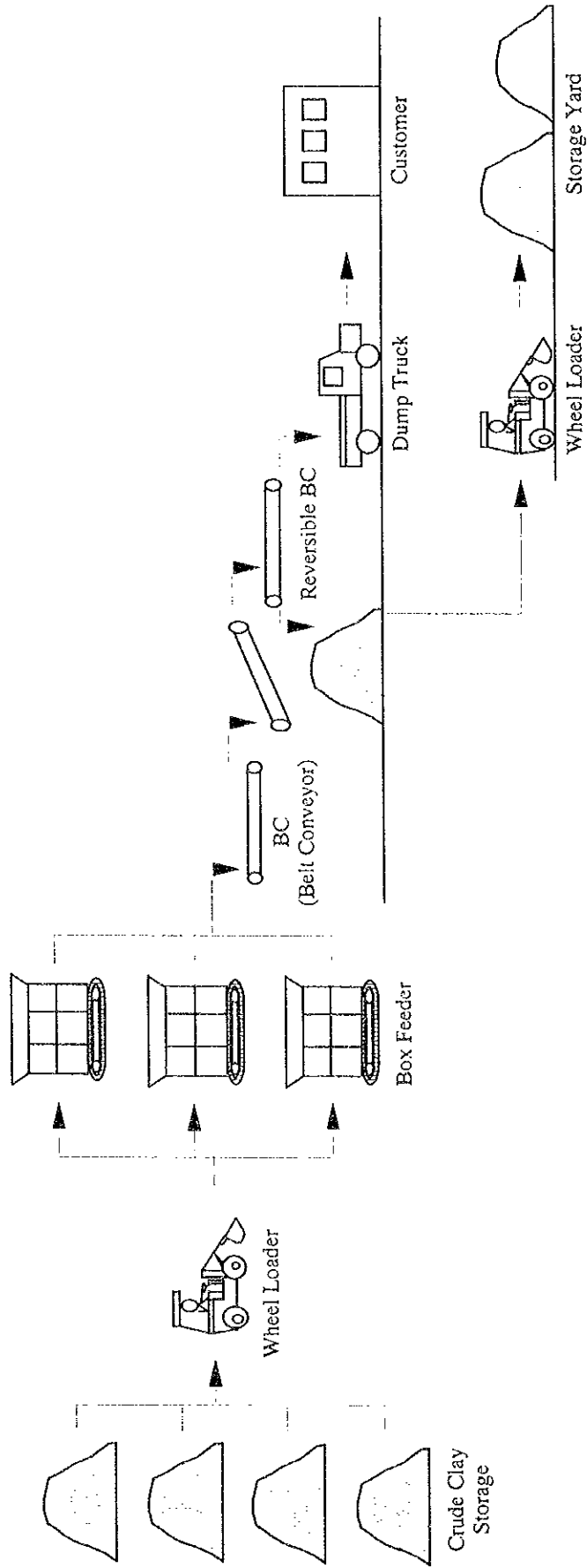
ストックヤードに一次堆積した粘土は、上記重機を使用してトラックに積み込み、下の第二次ストックヤードへ搬出する。

#### (3) 混合・出荷

幹線道路沿いに第二次ストックヤードおよび混合設備を設置し、グレード分けされた粘土を混合、目的とする品質の粘土を製造保管する。

採掘場から搬出された原土は、一旦グレード別にストックされる。これをホイールローダーで供給用ボックスフィーダーに搬入する。このとき各グレード別にあらかじめ設定された混合比率により搬入する。これをベルトコンベア上に定量切り出しを行いながら乾式混合を行う。混合された粘土は大部分を屋外に、一部は雨天時の出荷のために屋内に貯蔵、ユンザーのトラックに重機により積み込み出荷する（図 1-4）。

図1-4 Sukabumi 粘土製造プロセス図 (300,000 t/y)





### 1.3.3.3 プロジェクトの定義

#### (1) 生産能力

生産能力は年 30 万トンと想定した。想定の根拠は次のとおりである。

販売の主たる対象は西部ジャワの床・壁タイルメーカーである。産出する粘土の品位からテーブルウエアメーカー、サニタリーウエアメーカーに使用を期待することは難しい。また、輸送コストが高くつくため中部ジャワ、東部ジャワへの出荷も期待できない。

西部ジャワのタイルメーカー向け粘土供給ソースには、他に Parungpanjang がある。これは特殊な粘土のため一部分（使用粘土の 10%以下）にしか使えない。その他、Belitung のカオリンあるいはボールクレイが使われているが価格が高い。また、自社粘土山を保有しているところもある。これら粘土の割合は全粘土消費の 40%程度と見られる。他方、Sukabumi での生産量は 1 日 1,000 トンあるいは年間約 30 万トンと推定され、Sukabumi は全粘土需要の約 60%を供給しているものと推定される。ただし、いずれの数字も正確な根拠によるものではなく、それぞれの情報ソースの身の回りの状況から判断（たとえば 1 日 1 人あたりの採掘量など）したものであり、かなり幅のある情報である。従って安全のためこの 30 万トンを対象として生産能力を設定した。MOIT による 1998 年における上記対象年間需要見通しは約 95 万トンであり、上記前提では、本プロジェクトがそのうち 30%強を供給することになる。従って、上記のような競合状態から考えるとかなり確実な量であると判断される。

本プロジェクトの期待内部収益率（IRR、税前、以下特に注記しない限り税前）は 23.2%で、企業化対象となりうるレベルにある。表 1-4 のように、更に生産能力を大きくすると収益性は一層改善される。しかし、年間販売量 30 万トンは、95 年実績ベースでは比較的高い市場占有率（52 万トンの 60%弱）を想定しており、仮に需要が見通しほど伸びず販売量が低下した場合のリスクを考慮するとこれ以上規模を大きくすることは危険である。また、逆に規模を小さくすることは収益性を悪化させる。

表 1-4 生産能力規模、稼働率と収益性  
(Sukabumi Clay Supply Project)

		生産能力 (ton/year)			
		420,000	360,000	300,000	240,000
稼働率 <sup>(*)</sup>	100%	27.4%	25.5%	23.2%	18.6%
	Low case <sup>(**)</sup>	15.4%	16.8%	18.4%	

(\*) 2年度以降の稼働率。初年度はいずれも 65%。

(\*\*) 最大販売可能量が 240,000ton にとどまった場合を想定。

## (2) 採掘

### 1) 採掘区域

採掘区画は北部採掘地域とし、2-3カ所を設定する。区画は、層厚5m、2カ所で20年間の採掘を想定すると1カ所40haが必要となる。

### 2) 採掘方針

切り羽を最低3カ所以上設定し、ベンチカット採掘方式を採用する。採掘場の表土を除き、ベンチカットに切り開き、採掘場全体の粘土賦存状況（品質のバラツキ状況）を把握する。賦存状況に応じて品種の区分、不良な粘土、廃棄すべき粘土やそれぞれの採掘方法、活用方法、混合均一化方法などの方針を決定する。この目的のために重機を導入する。

品種は3-4種類に区分する。各品種についても層の厚みが薄く、またスポット状に存在するので、相互に混在したり、採掘段階で混合され、厳密に品種を区分することは困難である。従って採掘現場に一次ストックヤードを設置し、同一品種の中でも2-3区分に分けて管理する。

採掘場は地質構造が複雑で、各粘土層が薄く、狭いため、重機による採掘方式では厳密な品質区分ができず、逆に品質の変動を一層拡大する危険性もある。従って従来どおりの手掘りの方法をとる。

## (3) 原土の第二次ストックヤードへの搬出

第二次ストックヤードへの原土搬出には、現在採掘・搬出に従事している業者を契約し利用する。現状でも1日あたり季節により1,000-2,000トンが実際に搬出されているため能力として問題はないものと考えられる。ただし、人手による積み込みは採掘場が込み合うため重機を使用するものとする。搬出の合理化にはダンプトラックを導入することが最も有効であるが、このためには大規模な投資が必要となること、および既存のトラックが遊休となることなどから、既存トラックの老朽化に合わせて将来考えるものとする。

## (4) 原料の均質化

原料の均質化は混合供給機を使った強制混合によるものとする。

Sukabumi粘土のおもな欠点は、次の3点である。

- 1) 鉄の含有量が多く、焼成着色が濃い
- 2) 珪砂の含有度が高い
- 3) 珪砂、粘土の混合比が大幅に変動する

まず、脱鉄については、本調査で行った Sukabumi 粘土の磁力脱鉄試験によると、焼成呈色が白度で 5-6%改善されるのみで、根本的な改善には至らなかった。従来の経験からも、処理工程中に混入した鉄、あるいは磁性の強い鉄混合物などの除去はある程度可能であっても、もともと粘土の中に含まれていて焼成呈色の度合いを支配する微細な鉄分は、すでに酸化されているため、磁力によってはほとんど除去されないとするのが定説である。従って、脱鉄はここでは採用しない。

次に、粘土の精製、あるいは均質化については、一般に用いられるのは次のような方法である。

- 1) 乾式混合: 混合供給機を使った強制混合
  - 2) 湿式混合、精製: ウォーターサイクロン、あるいはシックナー方式による分離、混合
- Sukabumi 粘土の均一度の改善のためには、まず、採鉱現場での選別をきびしく行った上で、ウォーターサイクロン、あるいはシックナーで、珪砂、粘土を分離する方法が有効であるが、この方法を採用した場合、大幅なコストアップを招き、タイルメーカー向けにはコスト面で合わなくなる。他方、試験室試験によるとそのようにして精製した粘土も、鉄の含有度がネックとなって 1 グレード上の品質を要求する陶磁器、衛生陶器、磚子、耐火煉瓦用の主力粘土原料としては不適である。従って、湿式精製処理は採用せず、乾式混合によるものとする。

#### (5) 品質管理設備

品質管理のための試験検査設備を設置する。

特に、珪砂/粘土の比率と焼成呈色が問題であるので、篩、乾燥器、焼成用電気炉、若干の小物機器、秤、焼成ピースを作るための成型金型などを設備する。化学分析などは BBK に依頼するものとする。

#### 1.3.3.4 プロジェクトの必要資金・収益性・リスク

##### (1) 推定初期必要資金

当プロジェクトの推定初期必要資金は表 1-5 のとおりである。

表1-5 推定初期必要資金  
(Sukabumi Clay Supply Project)

	Rp. million	US\$ 000
(1) Land acquisition & preparation	1,328.2	570.0
(2) Building & warehouse	370.8	159.1
(3) Facilities	7,843.5	3,366.3
1) Machine & equipment	1,509.1	647.7
2) Vehicles	6,334.4	2,718.6
(4) Others (*)	762.4	327.2
Total	10,304.9	4,422.6

(\*) 操業準備費、初期運転資本など。

表1-6 販売収入・製造原価予測  
(Sukabumi Clay Supply Project)

(Unit: Rp. 000)

Year of operation:	1st	3rd	5th	7th
Sales revenue total	4,320,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000
Production costs				
Variable costs	2,287,350	3,519,000	3,519,000	3,519,000
Labor costs	84,990	84,990	84,990	84,990
Overhead costs	67,992	67,992	67,992	67,992
Maintenance costs	82,143	246,429	246,429	246,429
Tax & insurance	101,143	64,595	44,413	32,629
Other fixed costs	230,365	230,365	230,365	230,365
Fixed costs	566,633	694,371	674,189	662,405
Direct manufacturing costs	2,853,983	4,213,371	4,193,189	4,181,405
Depreciation	2,218,178	1,126,430	713,888	361,775
Total manufacturing costs	5,072,161	5,339,801	4,907,077	4,543,180

## (2) 収益性

当プロジェクトの操業開始後 7 年目までの収支を表 1-6 に示す。初年度を除くと収入は総製造原価を上回り、収益性は、内部収益率 (IRR) で税前 23.2%、税後 20.1%と民間投資を期待できるレベルにある。

## (3) リスク

収益性に影響を及ぼす主要な要素の変動に対する収益性の変動を表 1-7 に示す。以下に述べるように、本プロジェクトの収益を民間の投資が可能なレベル以下に押し下げる危険性は比較的小さい。

表1-7 収益性感度分析  
(Sukabumi Clay Supply Project)

販売単価の変動			稼働率の変動		車両・設備機器コスト		プロジェクトライフ	
売り値 (Rp./kg)	基準値か らの変化 (%)	税前 IRR (%)	稼働率(*) (%)	税前 IRR (%)	基準値か らの変化 (%)	税前 IRR (%)	プロ ジェ クト ライ フ (years)	税前 IRR (%)
28.8	+20	33.5			-20	27.3		
26.4	+10	28.5			-10	25.1		
24.0	0	23.2	100	23.2	0	23.2	20	23.2
21.6	-10	17.6	90	20.9	+10	21.5	15	22.6
19.2	-20	11.5	80	18.4	+20	20.0		
16.8	-30	4.3	70	15.8				

Note: (\*) 2年以降の稼働率。初年度はいずれも65%と想定。

販売価格の収益率に対する影響は上記の表で見ると大きいが、価格低下によるリスクの発生可能性は小さいと判断される。ここで想定した販売価格 (Rp.24/kg) は、需要家着で現在みられる最低価格の 17%アップとなっている<sup>6</sup>。これは、粘土品質の安定にともないタイル製造の操業が安定し、不良率および低級品率が改善されるという需要家側のメリットを見込んだものである。この価格レベルは一応妥当と考えられ、これが 10%低くなる可能性はかなり少ない (この場合、需要家着価格は現在見られる最低価格の 10%アップにとどまり、これ以下となることはほとんど考えられない)。この場合でも収益性は 17.6%を確保可能であり、後に述べる要素によってこの収益率低下を回復することは可能である。従って、本プロジェクトにおいて価格低下により収益性が低下する可能性は小さいといえる。

なお、原土の買い付け価格の変動による収益性への影響は、原土の製造原単位が 1.02 であるため販売価格の変動による影響とほぼ同じと見ることができ。ここでは原土の買い付け価格は、採掘・トラックへの積み込みなど一切を手作業で行っている現在の価格で算定しており、これが大幅に上昇することは考えられない。むしろ、プロジェクト側が重機を導入することにより作業はたやすくなり、一人当たり採掘量は増え、原土買い付け価格は下がる方向にあると考えられる。

次に需要が予想より下回った場合を想定する。この場合も操業率が低下し 90%となると IRR は 20.9%、80%では 18.4%であり、これによるリスクは小さいと判断される。操業率 80%

<sup>6</sup> セラミックタイルの 1 ton あたり価格は Rp.1,007,000 である。現在の良品収得率は 75%であり、原料品質の安定によりこれが 90%にまで改善されると、520kg あたりの粘土投入量 (製品 1 ton あたりの粘土原単位) に対し、現在の収入 Rp.755,250 (Rp.1,007,000 X 0.75) の 20%の収入増 (Rp.151,050) になる。製品価格に対する粘土コストの割合は 2.4%であるから、1 kg あたりの粘土によるこの収益増への貢献は Rp.7.0/kg (151,050 X 2.4%/520kg) となり、Rp.6/kg の価格上昇 (現在 Rp.18/kg) は許容される。

の場合の年間販売量は 24 万トンであり、これは 1998 年の想定対象需要 (西部ジャワのタイルメーカー向け需要) に対する占有率で 25%、1995 年の需要規模に対しても 24%に相当する。ジャワ島内にこれ以外に主要な粘土ソースがない現状では、カリマンタン Monterado の粘土の移入か、中国等からの輸入程度しか大規模対抗ソースは考えられず、少なくともこの程度の需要確保は確実であると考えられる。

機器設備費の変動による収益性への影響は、20%アップしても IRR は 20%にとどまり、リスクが小さい。むしろ、機器設備費は想定額よりも低下が期待される。すなわち、ここでの設備・車両等の見積り額は、主として日本で調達しインドネシアまで輸送、据え付けるという前提で算定している。しかし、ここで使用している機器類の内にはあまり精度・強度が要求されず現地でも調達が可能となると思われる機器類もあり、その場合、日本で調達する価格の 30-40%で調達可能と推定される<sup>7</sup>。また、機器設備費の大きな部分を占める重機類については、現地調達により想定価格より低く調達が可能と考えられるとともに、中古機器を利用することでコスト削減は可能となる。従って、想定金額以上になることはまず考えられない。むしろこれ以下で調達可能と期待できる。仮に当見積り額よりも 10%低く調達できた場合は IRR は 25.1%、20%で 27.3%となり、先に述べた価格低下によるリスクはこれによって十分回復可能と推定される。

想定では、プロジェクトライフを 20 年間とした。仮にこれが 15 年間に短縮されたとしてもその収益性への影響は極めて小さい。

### 1.3.4 Banjarnegara 長石供給プロジェクト

#### 1.3.4.1 プロジェクトの概念

Banjarnegara 長石の採掘・搬出を機械化により効率向上、供給量の安定化を図る。

また、長石を品質安定したものとして供給するために、採掘を管理しグレード別にストックすることを徹底させる。これらを混合するための設備を設置する。従来のように良品だけを採掘・出荷するのではなく、いままで不良品として廃棄されていたものも混合利用することによって可採率の向上を図る。品質目標はタイルメーカー向けとする。

また、原料の品位を安定させるため、採掘時および混合前後における長石の品質を把握できるよう、品質分析設備を設置する。

---

<sup>7</sup> 現地セラミックメーカーの情報による。

#### 1.3.4.2 プロジェクトの概要

##### (1) プロジェクトサイト

採掘場は現在採掘中の 3 つの鉱山の中で最も大規模開発に適し、鉱量的にも長期採掘に耐える Kalitengah 鉱山とする (DSM の調査によれば鉱区 495ha、鉱層 60m)。同鉱山は比較的民家から離れた小山を切り崩している上、隣接する小山にも採掘場が 2-3 カ所ある。

他の鉱山もいずれも鉱量については問題はないが、Kebon Dalem は表土が厚く、品質も他の鉱山に比べ劣り、また周辺に民家が密集している。Kebutih Jurang は品質的には比較的良好であるが、切り羽が小さくすでに道路の数メートル近くまで掘り進んでいる。従って、両鉱山とも今後大規模開発を進めるには障害が多い。

二次ストックヤードは現在県によって運営されているストックヤードを拡張利用、また、混合設備は同敷地に設置する。

##### (2) 採掘

主たる採掘場である Kalitengah では、採掘を開始するにあたり採掘対象地域全体の表土を取り除き、ベンチカットに切り開く。これにより山全体の長石賦存状況、品質状況が把握できるようにする。採掘、採掘場に設置する一次ストックヤードへの移送、一次ストックヤードから二次ストックヤードへの搬出積み込みはいずれも重機を導入して行う。一次ストックヤードから二次ストックヤードまでの輸送はトラックによって行う。

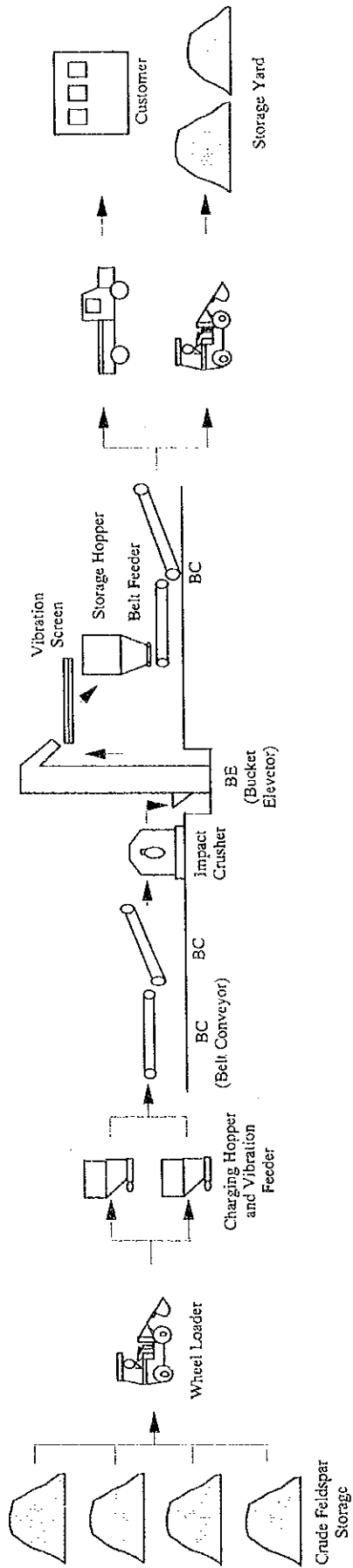
その他の既存採掘場については従来どおりの採掘を続行せしめ、二次ストックヤードで受け入れる。

##### (3) 混合・出荷

現在県によって運営されている二次ストックヤードを拡張するとともに、同敷地に混合設備を設置する。

採掘場から搬出された原土は、一旦グレード別に区分してストックする。これをホイールローダーにより供給用ボックスフィーダーに搬入する。このとき各グレード別にあらかじめ設定された混合比率により搬入する。これをベルトコンベア上に定量切り出しを行いながら乾式混合を行う。混合された長石は大部分を屋外に、一部は雨天時の出荷のために屋内に貯蔵、ユーザーのトラックに重機により積み込み出荷する (図 1-5)。

図1-5 Banjarmasinera 長石製造プロセス図 (123,000 t/y)





#### 1.3.4.3 プロジェクトの定義

##### (1) 生産能力

生産能力は年 12 万 3,000 トンと想定した。想定の根拠は次のとおりである。

販売の主たる対象はジャワ島内の床・壁タイルメーカーである。産出する長石の品位からテーブルウエアメーカー、サニタリーウエアメーカーに使用を期待することは難しい。

インドネシアにおける長石の供給では、スマトラの Lampung や東部ジャワ Argomulyo で新たな長石開発が行われている。また、企業調査では、既存のソースとして、Narawita、Cipanas などの他に、所在地が不詳なソースも多数あげられている。この企業調査結果によれば、Banjarnegara からの実績は、集計された全体の 33 万 5,000 トンの内、13.5%を占めている。ここでは、98 年における拡大した需要の中でもこの割合（14%）が確保できるものと想定した。これは 95 年の推定需要規模の 23%にあたる。

当プロジェクトより算出される長石は比較的品位もよく、上記のような各所ソースよりも信頼できる原料となるはずであり、今、Lampung、Argomulyo などの新しいソースが、西部、東部ジャワのそれぞれ 1/4 ずつを占め、その他のソースからの供給が 1/2 ずつを占めるとすると、全体の 1/4 は当長石の供給対象として期待可能である。従って、95 年実績ベース 53 万 6,000 トンに対する約 25%レベルを生産能力として想定しても決して過大ではない。この量は 98 年における年間需要見通し 89 万 4,000 トンに対しては約 14%となり、現在のマーケットシェアと同じであり、この点からも確実な規模といえる。

本プロジェクトの期待内部収益率（IRR、税前、以下特に注記しない限り税前）は 32.7%で、十分に企業化対象となりうるレベルにある。

この規模はかなり確実性をねらった規模であり、この 140%の生産能力規模で設定してもまだ収益性は期待できるものと推定される。

すなわち、表 1-8 に示すように、生産能力を更に大きくすると収益性も更に改善される。また、生産能力を本計画の 80%（9 万 8,400 トン/year）に縮小してもなお十分に収益性を保つことができる。仮に、生産能力規模を現計画の 140%（17 万 2,000 トン）に拡大し、実際の販売量が 9 万 8,400 トンに終わったとしても IRR は 23.9%である。いいかえれば、生産能力規模は、本計画の 80%から 140%に至るまでのどのレベルに設定しても十分な収益性は期待できることを示している。

このような点から見て、本計画で想定した生産能力規模は、仮に販売量が低下した場合のリスクを考慮しても、かなり確実な収益性をねらったレベルといえる。従って、将来需要の

仲長が確実視され、供給可能長石に特に欠陥が見られないことが確認されれば、生産規模を更に拡大して計画することも可能である。

表 1-8 生産能力規模、稼働率と収益性  
(Banjarnegara Feldspar Supply Project)

		生産能力 (ton/year)			
		172,000	147,000	123,000	98,400
稼働率 <sup>(*)</sup>	100%	39.3%	36.2%	32.7%	28.5%
	Low case <sup>(**)</sup>	23.9%	25.4%	26.8%	

(\*) 2年度以降の稼働率。初年度はいずれも 65%。

(\*\*) 最大販売可能量が 98,400ton にとどまった場合を想定。

## (2) 採掘

### 1) 採掘区域

採掘区画は Kalitengah 鉱山とする。

### 2) 採掘方針

採掘を対象とする区域全体の表土を除去し、ベンチカットに切り開き、山の品質状況と賦存状況を把握する。得られた情報から採掘方針と具体的採掘方法を決定する。当鉱山の長石は大きく分けて、白色をしたものと若干黄色がかかったものに分けられる。それらの賦存割合を把握し、その割合に合わせて日々の採掘を行う。

当鉱山は採掘場や切り羽によって長石の品質は若干異なっているが、鉱層は比較的単純で、重機を用いても品質別に採掘および区分管理が可能であり、ブルドーザー、パワーシャベル、ホイールローダーを導入して採掘の合理化を図る。

## (3) 原土の第二次ストックヤードへの搬出

第二次ストックヤードへの原土搬出には、現在採掘・搬出に従事している業者を契約し利用する。ただし、人手による積み込みはやめ重機を使用するものとする。搬出の合理化にはダンプトラックを導入することが最も有効であるが、このためには大規模な投資が必要となること、および既存のトラックが遊休となることなどから、既存トラックの老朽化に合わせて将来考えるものとし、当面、第二次ストックヤードでの荷卸は手作業によるものとする。

## (4) 原料の均質化

原料の均質化は乾式混合によるものとする。

Banjarnegara 長石は、品質は全体としては比較的均質であるが、細かくみると切り羽によ

て変動しており、鉄化合物の含有度の差による色調差や、珪石と長石の含有率の変動による熔融点、焼結点の差があつて、製品（タイル）の寸法、色調、焼結温度を狂わせ、歩留まり低下の原因となっている。

一般に、日本などにおいては、Banjarnegara 長石に類似した、花崗岩風化物をタイル原料として使用する場合は、必ず回転篩により水洗篩分けし、篩下を取り捨てている。Banjarnegara 長石も水洗分級試験によれば同様の効果があることが確認されている。

しかし、水洗篩分けをおこなうと 30-40%の篩下（通常はタイル原料としては使用しない）が発生するため、歩留まりが大幅に低下し、コストアップ要因になる。また、大量に発生する篩下の処分（再篩分け（泥分、微砂を除去する）し、建築工事用などに使用するか、再篩分けにより有害成分を取り除きタイル用原料として篩上とブレンド使用する）が必要となり、これもまたコストアップ要因となる。

従つて、タイルメーカー向け長石供給を主たる品質目標とする当プロジェクトでは、乾式混合による均一化を採用することとした。

#### (5) 品質管理設備

品質管理のための試験検査設備を設置する。

混合長石からサンプルを採取し、最低限の品質（焼成呈色、耐火度）を評価し、結果を山元や混合工場へフィードバックし、採鉱区分管理、混合設備の運転管理（混合割合）、製品のストック管理に反映させる。

#### 1.3.4.4 プロジェクトの必要資金・収益性・リスク

##### (1) 推定初期必要資金

当プロジェクトの推定初期必要資金は表 1-9 のとおりである。

表1-9 推定初期必要資金  
(Banjarnegara Feldspar Supply Project)

	Rp. million	US\$ 000
(1) Land acquisition & preparation	1,039.4	446.1
(2) Building & warehouse	52.2	22.4
(3) Facilities	9,429.4	4,047.0
1) Machine & equipment	897.4	385.2
2) Vehicles	8,532.0	3,661.8
(4) Others (*)	81.5	35.0
<b>Total</b>	<b>10,602.5</b>	<b>4,550.5</b>

(\*) 操業準備費、初期運転資本など。

(2) 収益性

当プロジェクトの操業開始後7年目までの収支を表1-10に示す。初年度より収入は総製造原価を上回り、収益性は、内部収益率（IRR）で税前32.7%、税後28.0%と十分に民間投資を期待できるレベルにある。

表1-10 販売収入・製造原価予測  
(Banjarnegara Feldspar Supply Project)

		(Unit: Rp. 000)			
Year of operation:	1st	3rd	5th	7th	
Sales revenue total	3,151,900	5,289,000	5,289,000	5,289,000	
Production costs					
Variable costs	244,647	376,380	376,380	376,380	
Labor costs	62,496	62,496	62,496	62,496	
Overhead costs	49,996	49,997	49,997	49,997	
Maintenance costs	94,816	284,449	284,449	284,449	
Tax & insurance	105,822	66,039	43,426	30,258	
Other fixed costs	219,995	219,995	219,995	219,995	
Fixed costs	533,126	682,975	660,363	647,194	
Direct manufacturing costs	777,773	1,059,355	1,036,743	1,023,574	
Depreciation	2,286,282	1,284,171	745,678	427,159	
Total manufacturing costs	3,064,055	2,343,526	1,782,421	1,450,733	

(3) リスク

収益性に影響を及ぼす主要要素の変動に対する収益性の変動を表1-11に示す。以下に述べるとおり、本プロジェクトの収益性を疑問視させるほどに押し下げる要素はほとんどないといえる。

表1-11 収益性感度分析  
(Banjarnegara Feldspar Supply Project)

販売単価の変動			稼働率の変動		車両・設備機器コスト		プロジェクトライフ	
売り値 (Rp./kg)	基準値からの 変化 (%)	税前 IRR (%)	稼働率(*) (%)	税前 IRR (%)	基準値からの 変化 (%)	税前 IRR (%)	プロジェクト ライフ (years)	税前 IRR (%)
51.6	+20	39.9			-20	39.3		
47.3	+10	36.3			-10	35.7		
43.0	0	32.7	100	32.7	0	32.7	20	32.7
38.7	-10	29.0	90	29.9	+10	30.1	15	32.4
34.4	-20	25.2	80	26.8	+20	27.9		
30.1	-30	21.2	70	23.6				

Note: (\*) 2年以降の稼働率。初年度はいずれも65%と想定。

収益率を悪化させる可能性があるのは価格だけである。仮に販売価格が想定した価格<sup>8</sup> (Rp.43/kg) より 30%低下した場合、IRR は 21.2%と企業化可能レベルの最低線まで低下する。しかし、この場合の販売価格は Rp.30/kg で、現在見られる最も低いケースよりも更に低い。従って、このようなケースが発生する可能性は極めて小さく、販売価格の変動によるリスクは小さいものと判断される。

次に需要が予想より下回った場合を想定する。この場合も操業率が低下し 90%となると IRR は 29.9%、70%でも 23.6%であり、これによるリスクは小さいと判断される。

機器設備費の変動による収益性への影響は、20%アップしても IRR は 27.9%にとどまり、リスクが小さい。むしろ、機器設備費は想定額よりも低下が期待される。すなわち、ここで設備・車両等の見積り額は、主として日本で調達しインドネシアまで輸送、据え付けるという前提で算定している。しかし、ここで使用している機器類の中にはあまり精度・強度が要求されず現地でも調達が可能と思われる機器類もあり、この場合、日本で調達する価格の 30-40%で調達可能と推定される<sup>9</sup>。また、機器設備費の大きな部分を占める重機類については、現地調達により想定価格より低く調達が可能と考えられるとともに、中古機器を利用することでコスト削減は可能となる。従って、想定金額以上になることはまず考えられない。むしろこれ以下で調達可能と期待できる。仮に当見積額よりも 10%低く調達できた場合は IRR は 35.7%、20%で 39.3%となる。

想定では、プロジェクトライフを 20 年間とした。仮にこれが 15 年間に短縮されたとしてもその収益性への影響は極めて小さい。

### 1.3.5 Banjarnegara 長石の精製・供給プロジェクト

#### 1.3.5.1 プロジェクトの概念

上記乾式混合による長石は、タイルメーカーには受け入れられる品位であるが、テーブルウエアメーカー、サンタリーウエアメーカーには適していない。これらメーカー向けボディ用、ならびに、釉薬用を品質目標とする精製長石を製造し供給する。このための精製設備を

<sup>8</sup> 粘土価格の想定と同様の想定方法により、製品 1 ton あたりの長石原単位 290kg、製品価格に対する長石のコスト割合は 2.1%であるから、1 kg あたりの長石によるこの収益増への貢献は Rp.10.9/kg (151,050 X 2.1%/330kg) となり、Rp.10/kg の価格上昇 (現在 Rp.33/kg) は許容される。

<sup>9</sup> 現地セラミックメーカーの情報による。

設置する。精製は、アルカリ濃度を 10%まで濃縮すること、鉄、チタンおよび雲母を除去し含有量 0.3%以下とすることを内容とする。

当プロジェクトは上記 Banjarnegara 長石供給プロジェクトの実施を前提としている。

#### 1.3.5.2 プロジェクトの概要

##### (1) プロジェクトサイト

上記 Banjarnegara 長石供給プロジェクトの第二次ストックヤード敷地内（あるいは隣接地）。

##### (2) プロジェクトの内容・設備・要員

###### 1) 精製設備

上記プロジェクトの乾式混合により得られる品質の安定した長石を原料とし、粉碎・水洗・分級と浮遊選鉱を組み合わせた精製設備により精製を行う（図 1-6）。

原鉱をストックヤードからホイールローダで工場内へ搬送し、前処理工程としてドラムウォッシャーで解砕・水洗、微粉部分に集中している雲母および粘土鉱物を除去する。水洗物中の長石分は沈澱させたものを連続的にエーキンスによりかき出し、スクリーン上と共にチューブミルへ投入、ここで連続的に微粉碎する。これにより長石・珪石の粒に閉じ込められていた不純物を系外に剥離する。微粉碎混合物中の粗粒は再度エーキンスでかき揚げ、チューブミルで再粉碎する。微粉部分はサンドポンプで磁力脱鉄工程へ送る。磁力脱鉄工程で磁性物質を取り除かれた処理液は浮遊選鉱工程へ送る。

浮遊選鉱工程では、最初に雲母を除き、次の工程で長石を浮遊させ、残った硅砂を沈澱させ回収する。分離した長石と硅砂は、沈澱タンクに圧送、沈澱させて余分な水分を分離したのちストックヤードに運び貯蔵する。

###### 2) スtockヤード

ストックヤードは屋内、コンクリート床とする。

###### 3) 品質管理

品質管理のための試験は、長石供給プロジェクトの品質試験設備を使用する。



### 1.3.5.3 プロジェクトの定義

#### (1) 生産能力

生産能力は精製長石生産量で年 3 万トンとする。副産物として分離された硅砂が年 7 万トン生産される。

この精製長石の主たる用途はジャワ島内のテーブルウエア製造、サニタリーウエア製造、釉薬製造であり、推定されるテーブルウエア、サニタリーウエア用長石の総需要規模は表 1-12 のように推定される。

サニタリーウエア製造では長石は決して 1 種類だけを使用することはない。各種長石を調合して使われる。また、カオリン・長石・硅石だて調合の場合にのみ使用できる。他の国内産長石では Lampung、Lodoyo、輸入長石などと西部ジャワ・ジャカルタ地区で競合する。しかし、Lodoyo 長石は既に採掘が進み品質の良いものは得にくくなっていること、輸入長石は価格が高いことから、この地区で将来主流となるのは当長石と Lampung 長石であると考えられる。従って、大部分のメーカーは当長石を一部に使用すると想定しこれを 80%と見ると、メーカーは 30%程度まで 1 種類の長石を使用し、西部ジャワ・ジャカルタ地区では 50%がカオリン・長石・硅石だて調合であるから、全需要量に対する市場占有率は 12%となる。また、中部・東部ジャワ地区ではすべてカオリン・長石・硅石だて調合であり、他の国内産長石との競合はほとんどないと考えられるため全需要量に対する市場占有率を 30%と想定する。この結果 1998 年では約 3,000 トン（1995 年の需要規模では約 2,000 トン）の需要が期待できる。

表 1-12 テーブルウエア、サニタリーウエア向長石需要推定

	Unit: tons	
	1995 <sup>(*)</sup>	1998 <sup>(*)</sup>
<b>For sanitary ware</b>	<b>13,000</b>	<b>18,000</b>
West Java & Jakarta	9,000	12,000
Central & East Java	4,000	6,000
Others	-	-
<b>For tableware</b>	<b>94,000</b>	<b>142,000</b>
West Java & Jakarta	46,000	70,000
Central & East Java	18,000	27,000
Others	30,000	45,000
<b>Total</b>	<b>107,000</b>	<b>160,000</b>

(\*) Estimated actual

(\*) Projected



テーブルウエア向けでは、雲母がわずかに残ること、アルカリ成分が 10%弱と未だ低いことから、高級品向けには不適切である。今後、高級品の割合はますます増加しテーブルウエア全体の 30%を占めるようになるものと見られる。残る中級・普及品向けに対し、輸入品混入率は現状約 50%であるから今後これが次第に減少し 30%になるものと推定する（国内にアルカリ含有量の高い長石がないため輸入長石を止めることができない）。

他方、将来 Lampung の長石も採掘部分が下層になるにつれてアルカリ含有量も上がってくるものと見られ当長石とも競合するようになるため、当長石の国産品の中でのシェアを西部地区では 40-50%、東部地区では 80-90%と想定すると、全体需要に対するシェアは約 20%となる。これは、1998 年で約 2 万 9,000 トンの需要（1995 年の需要規模では約 1 万 9,000 トン）が見込まれる。

従って 1998 年における販売可能見込み量は 3 万 2,000 トン（1995 年の需要規模では約 2 万 1,000 トン）となる。これに若干の釉薬用需要が上積みになるものと期待される。

しかし、生産能力を決定するにあたっては、副産物として分離される硅砂の販売先が確保される必要がある。硅砂の主たる期待販売先はガラス製造用で、鉄分含有量上限に対する要求は厳しい。この点を配慮をし、ここでは長石の生産規模を 3 万トン（従って硅砂副産量 7 万トン）とした。

本プロジェクトの収益性は、-3.9%と採算が取れない。これは、明らかに生産規模がまだ小さすぎるためである。表 1-13 に生産能力規模を想定規模の 125%および 150%に拡大した場合の収益性を試算している。これによれば、生産規模を大きくすれば若干の収益性改善が期待できるが、この近辺の規模では、たとえ生産規模が年 4 万 5,000 トンになっても未だ採算が取れるレベルに達しないことを示している。

表 1-13 生産能力規模、稼働率と収益性  
(Banjarnegara Feldspar Beneficiation and Supply Project)

		生産能力 (ton/year)			
		45,000	37,500	30,000	22,500
稼働率 <sup>(*)</sup>	100%	-3.0%	-3.3%	-3.9%	-4.7%
	Low case <sup>(**)</sup>	-10.7%	-8.9%	-6.7%	

(\*) 2年度以降の稼働率。初年度はいずれも 65%。

(\*\*) 最大販売可能量が 24,000ton にとどまった場合を想定。

## (2) 精製

Banjarnegara 長石の欠点は次の 4 点である。

- 1) アルカリ含有量 ( $K_2O + Na_2O$ ) が 6~8% で、陶磁器用として求められている 10% 以上と比較すると低い。
- 2) 着色有害成分である鉄分 ( $Fe_2O_3$ ) が 1.0~1.6% 程度で高い。
- 3) 鉱石の内部に雲母を噛み込んでいる。
- 4) 鉱山毎、採掘場毎、切り羽毎に品質が変動する。

このうち、第 4 点は既に述べた乾式混合後の長石を使用することによって解決することができる。

精製については、Banjarnegara 長石の性質、精製の目的、および処理作業の問題が少ないことなどを条件に次の精製方法が選択可能である。

- 1) 水洗 - 浮遊選鉱
- 2) 水洗 - 磁力脱鉄
- 3) 水洗 - 酸処理

試験室テストによれば、最適な粒度を選定して粉碎し雲母を長石・珪石から分離した後水洗することにより、鉄分は 0.2% 程度まで減少し、焼成呈色も日本の益田長石の標準グレードなみまでは改善される。しかし、この方法では粉碎工程で比較的柔らかい長石まで粉碎され、分級の段階で篩い下に除かれて、篩上だけでは焼結性が劣ることになることに注意が必要である。また呈色の改善はこの方法だけでは不十分である。

磁力脱鉄 (2 万 5,000 ガウス) では鉄分は 0.15% 以下まで減少し、焼成呈色も日本の益田長石なみまで改善される。ただし、これだけではアルカリ濃度は向上しない。

酸脱鉄は鉄分除去に有効であり、試験室テストでは脱鉄・焼成呈色の改善が可能であることが確認されている。ただし、酸処理には長時間を要すること、コスト高となること、更に、処理後の酸の中和、あるいは回収に問題が残る。

次に、浮遊選鉱ではアルカリ濃度は 10% 近くまで濃縮可能であることが確認されている。

従って、以上のような試験室テストの結果をもとに、ここでは、酸処理は採用せず、粉碎・水洗・分級と磁力脱鉄、浮遊選鉱を組み合わせた設備を採用することとする。また、水洗後の篩下は粘土、鉄分を除去し、長石部分だけを回収、プロセスに戻す。すなわち、次のとおりである。

- 1) 乾式混合により品質の安定した長石を原料として使用する。
- 2) まず、ドラムウォッシャーで解砕と同時に粘土分や鉄分など不純物の水洗を行う。
- 3) 水洗した長石・珪石をチューブミルで微粉碎 (約 150-200 メッシュ) する。

- 4) 粉碎した長石・珪石を強力磁力（2万ガウス）により脱鉄する。
- 5) 脱鉄した長石・珪石を浮遊選鉱により長石濃度を上げる。
- 6) 長石分を含むスラリーはピットで沈殿分離し長石を回収する。

(3) ストックヤード

ストックヤードは、付着する水分を自然除去するため、屋内、5-6° の傾斜を付けたコンクリート床とする。

(4) 品質管理設備

品質管理のための試験は、現地では主として、粒度分析、溶融試験を行う。他のテストは BBK または他の公的機関に依頼する。従って、長石供給プロジェクトの品質試験設備を使用するものとする。

1.3.5.4 プロジェクトの必要資金・収益性・リスク

(1) 推定初期必要資金

当プロジェクトの推定初期必要資金は表 1-14 のとおりである。必要資金の 94.4%は精製設備にかかる資金である。

表1-14 推定初期必要資金  
(Banjarnegara Feldspar Beneficiation and Supply Project)

	Rp. million	US\$ 000
(1) Land acquisition & preparation	560.5	240.6
(2) Building & warehouse	435.0	186.7
(3) Facilities	67,333.5	28,898.5
1) Machine & equipment	64,917.7	27,861.7
2) Vehicles	2,415.8	1,036.8
(4) Others (*)	81.2	34.8
Total	68,410.2	29,360.6

(\*) 操業準備費、初期運転資本など。

(2) 収益性

当プロジェクトの操業開始後 7 年目までの収支を表 1-15 に示す。初年度より収入は直接製造原価を上回るが、機器設備等の減価償却は行えず、収益性は、内部収益率（IRR）で税前 - 3.9%と採算をとることができない。

先に述べたように、生産能力規模が小さい上に、精製長石の収率が 30%と低く（残りは珪砂として分離される）これが収益性を悪くしている。

仮に、精製長石、珪砂の売り値が 20%上昇しても、IRR は-1.2%にまで改善されるに過ぎない（表 1-16）。

従って、更に規模を拡大できる条件が整わなければ当プロジェクトの実現は困難である。

表1-15 販売収入・製造原価予測  
(Banjarnegara Feldspar Beneficiation and Supply Project)

(Unit: Rp. 000)

Year of operation:	1st	3rd	5th	7th
Sales revenue total	2,967,244	4,980,000	4,980,000	4,980,000
Production costs				
Variable costs	243,770	375,030	375,030	375,030
Labor costs	75,000	75,000	75,000	75,000
Overhead costs	60,000	60,000	60,000	60,000
Maintenance costs	677,685	2,033,055	2,033,055	2,033,055
Tax & insurance	683,900	546,572	441,192	357,088
Other fixed costs	525,458	525,458	525,458	525,458
Fixed costs	2,022,043	3,240,085	3,134,705	3,050,601
Direct manufacturing costs	2,265,813	3,615,115	3,509,735	3,425,631
Depreciation	7,477,998	5,569,238	4,438,712	3,545,816
Total manufacturing costs	9,743,811	9,184,353	7,948,447	6,971,447

表1-16 収益性感度分析  
(Banjarnegara Feldspar Beneficiation and Supply Project)

販売単価の変動			車両・設備機器コスト		
売り値 (Rp./kg)		基準値か らの変化 (%)	税 前 IRR (%)	基準値か らの変化 base case	
精製長石	珪砂				税 前 IRR (%)
148.8	21.6	+20	-1.2	-20	-1.3
136.4	19.8	+10	-2.5	-10	-2.7
124.0	18.0	0	-3.9	0	-3.9
111.6	16.2	-10			
99.2	14.4	-20			
86.8	12.6	-30			

Note: (\*) 2年以降の稼働率。初年度はいずれも65%と想定。

### 1.3.6 小規模坏土および釉薬調整プロジェクト

#### 1.3.6.1 プロジェクトの概念

ノベルティメーカーの特定集積地を主たる供給対象とし、坏土および釉薬を製造供給する。ノベルティメーカーはほとんどが小・零細企業で、各地にクラスターを形成している。原

料は各自でその都度調合使用しているが、原料の品位が入荷の都度変わり、調合が難しい。また、原料の中には有害成分が含まれている場合も多く製品の質を下げている。従って、安定した品質の調合済み坏土供給への期待は大きい。また、製品品質の安定だけでなく、坏土の改善による製品グレードの向上にも期待している。

坏土および釉薬の調合は、当初は既存のものをベースとして製造し、徐々に改良を加える。将来はこのプロジェクトをもとにして、同様のプロジェクトを他の小規模陶磁器生産集落に普及する。

### 1.3.6.2 プロジェクトの概要

#### (1) プロジェクトサイト

Kiara Condong 周辺とする。パイロットプロジェクトとして継続的に技術支援を得られることが必要なこと、一部の既存設備を利用できることなどから BBK 構内で実施するのが最も望ましい。

Kiara Condong のノベルティメーカーは中国風の壺、大皿、花瓶を中心に、ギフト用、お土産用灰皿や人形などの陶器を作っている。いずれも家内工業的小・零細規模であり、坏土の調合はそれぞれで行っているが、各企業オーナーのほとんどが姻戚関係にある。従って、他の産地に比べて調合済み坏土にするメリットが認識されやすく、また、調合の統一も図りやすい。更に、BBK から近い点のため技術的な連携が取り易い。従って、Kiara Condong はパイロットプロジェクトの実施対象として適した地区であると考えられる。

その他の集積地では、

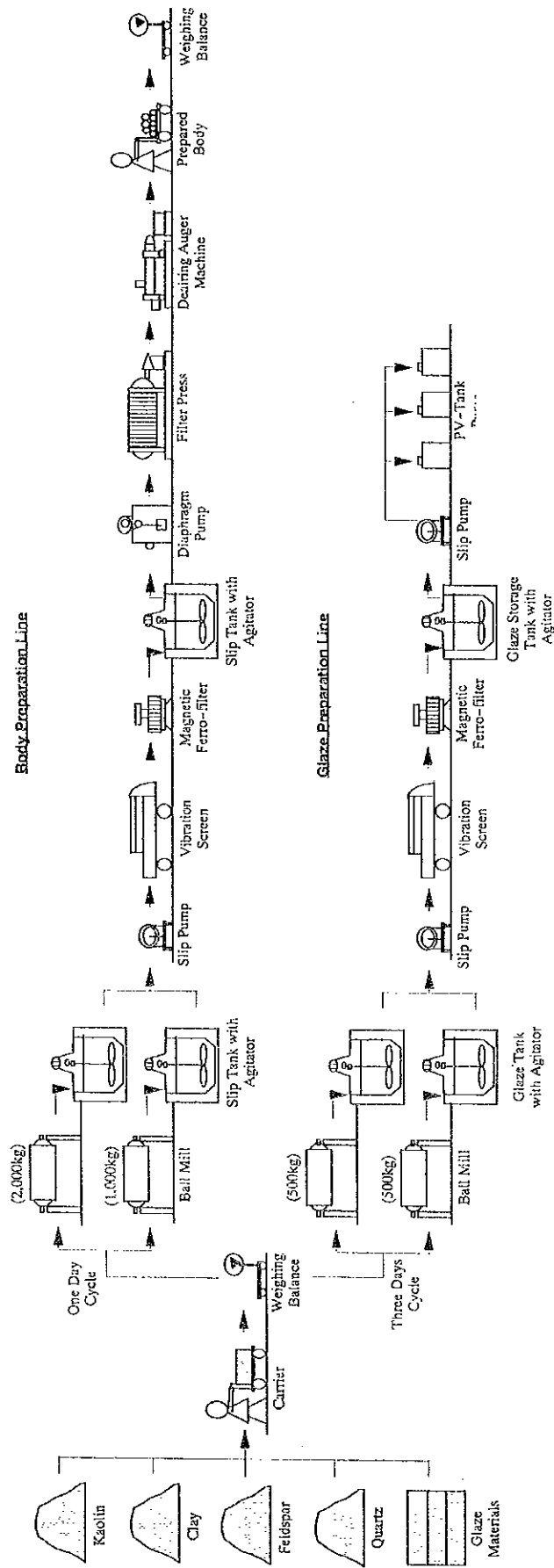
- 1) Malang は、製品面で品質改善に意欲的な産地ではあるが、既に坏土供給が曲がりなりにも行われていること、
  - 2) Plered は、BBK から近いという点では Kiara Condong に次ぐが、テラコッタのような製品ではあまり品質面での問題が意識されていないこと、既に坏土供給が曲がりなりにも行われていること、
- などから、最適対象地としては Kiara Condong を選択する。

#### (2) 製造設備

##### 1) 坏土製造設備

所定の配合割合に従い秤量した原料 (カオリン、粘土、長石、珪石など) をボールミルに投入し、湿式粉碎調合を行う。粉碎調整後のスリップは、スクリーンを通し未粉碎物を除去したのち脱鉄処理を行い、フィルタープレスで脱水しケーキとする。坏土は使用目的によりこのケーキ状で出荷するか、あるいはケーキを更に脱気エクスクルーダーで脱気処理を行った状態で出荷する (図 1-7)。

図1-7 坏土と釉薬調整プロセス図 (坏土 700t/y, 釉薬 70t/y)



2) 釉薬製造設備

原料を所定の配合割合に従い秤量、ボールミルに投入し湿式粉碎調合を行う。粉碎調整した釉薬は、スクリーン（200mesh）を通し未粉碎物を除去、脱鉄処理をしたのち、ポリビニールタンク（30L）に詰めた状態でストックする。

(3) 品質管理

次の項目についての検査を行う。このために必要な設備を保有する。

- 1) 粒度分析
- 2) 水分測定
- 3) 焼成テスト
- 4) 素地と釉薬の反応テスト

1.3.6.3 プロジェクトの定義

(1) 生産能力

生産能力は坏土年 700 トン、釉薬年 70 トンとする。

販売の対象は Kiara Condong のノベルティメーカーである。当面は既存の調合を使用するため他地区への出荷はできない。将来は希望があれば当該地区の改善坏土の生産、他地区用坏土の生産など多様化も可能である。

同地区での現在の坏土使用料は月約 40 トン（年 480 トン）であるが、将来の増加と他地区向け坏土供給を見込んで 700 トンとした。釉薬消費量は一般に坏土の 10%程度であり、ここでは 70 トンとした。

生産能力規模、稼働率と収益性の関係を表 1-17 に示す。想定規模では収益性が期待できるレベルにない。しかし、これを約 40%増で想定した場合でも IRR は 10.8%まで改善されるに過ぎず、このレベルでの生産は商業生産ベースでの採算の取れる規模ではないことを示している。

表 1-17 生産能力規模、稼働率と収益性  
(Small-scale Body and Glaze Premixing Project)

		生産能力 <sup>(*)3)</sup> (ton/year)			
		980	840	700	560
稼働率 <sup>(*)1)</sup>	100%	10.8%	9.3%	7.5%	5.0%
	Low case <sup>(*)2)</sup>	1.0%	2.1%	3.5%	

(\*1) 2年度以降の稼働率。初年度はいずれも 65%。

(\*2) 坏土の最大販売可能量が560tonにとどまった場合を想定。

(\*3) 坏土の生産能力。釉薬生産能力はそれぞれ坏土の1/10とした。

## (2) 製造設備

製造プロセスは単純で、秤量、粉碎、調合等である。規模が小さいのでボールミル、攪拌機、フィルタープレス、真空土練機などベースとなる機器以外は手作業を多く導入する。脱鉄機は、輸送中や粉碎中に混入する鉄を取り除くのが目的で、原料中に含まれる鉄分除去を目的とするものではない。

## (3) 品質管理設備

品質管理のための試験設備は下記の試験が実施可能な設備とし、その他のテストはすべて BBK または他の公的機関に依頼することとする。

- 1) 粒度分析：標準篩い
- 2) 水分測定：乾燥機、電子天秤
- 3) 焼成テスト：電気炉
- 4) 素地と釉薬の反応テスト：ポットミル、その他

### 1.3.6.4 プロジェクトの必要資金・収益性・リスク

#### (1) 推定初期必要資金

当プロジェクトの推定初期必要資金は表 1-18 のとおりである。

表1-18 推定初期必要資金  
(Small-scale Body and Glaze Premixing Project)

	Rp. million	US\$ 000
(1) Land acquisition & preparation	97.9	42.0
(2) Building & warehouse	27.0	11.6
(3) Facilities	1,149.0	493.1
1) Machine & equipment	1,149.0	493.1
2) Vehicles	-	-
(4) Others (*)	29.8	12.8
Total	1,303.7	559.5

(\*) 操業準備費、初期運転資本など。

#### (2) 収益性

当プロジェクトの操業開始後 7 年目までの収支を表 1-19 に示す。2 年度より収入は総製造原価を上回るが、収益性は、内部収益率（IRR）で税前・税後共 7.5%と民間投資を期待できるレベルにはない。



当プロジェクトを BBK の敷地内で、BBK および UPT により実施するものとする、

1) 機器設備費について次のような削減が可能となる。

a) 坏土製造用ボールミル 2 セットは既存のものを使用し、内部にゴムライニングをするだけですませる。

b) 品質管理のための試験機器は改めて設置する必要がなくなる。

2) 土地購入・整備費が不要となる。

3) 初期必要資金を政府資金によることで借り入れ金利が発生しない。

これにより、IRR は 11.0% まで改善される。

更に、運営を UPT/BBK による運営とすれば、人件費およびオーバーヘッドコストは政府予算でまかなわれることになる。この結果、IRR は 15.5% まで改善される。

この場合についての操業開始後 7 年目までの収支を表 1-20 に示す。収益率はなお一般の民間投資をひきつけるほど高くはないが、操業 2 年目以降は年々利益が発生する。

表1-19 販売収入・製造原価予測  
(Small-scale Body and Glaze Premixing Project)

(Unit: Rp. 000)

Year of operation:	1st	3rd	5th	7th
Sales revenue total	222,930	373,800	373,800	373,800
Production costs				
Variable costs	89,271	137,150	137,150	137,150
Labor costs	24,000	24,000	24,000	24,000
Overhead costs	19,200	19,200	19,200	19,200
Maintenance costs	11,760	35,281	35,281	35,281
Tax & insurance	12,963	10,441	8,596	7,127
Other fixed costs	13,017	13,017	13,017	13,017
Fixed costs	80,940	101,939	100,094	98,625
Direct manufacturing costs	170,211	239,089	237,244	235,775
Depreciation	145,219	96,810	79,431	60,858
Total manufacturing costs	315,430	335,899	316,675	296,633

表1-20 販売収入・製造原価予測  
(Small-scale Body and Glaze Premixing Project - Alternative Case)

(Unit: Rp. 000)				
Year of operation:	1st	3rd	5th	7th
Sales revenue total	222,930	373,800	373,800	373,800
Production costs				
Variable costs	89,271	137,150	137,150	137,150
Labor costs	0	0	0	0
Overhead costs	0	0	0	0
Maintenance costs	11,760	35,281	35,281	35,281
Tax & insurance	9,720	7,198	5,353	3,883
Other fixed costs	13,017	13,017	13,017	13,017
Fixed costs	34,497	55,496	53,651	52,181
Direct manufacturing costs	123,768	192,646	190,801	189,331
Depreciation	145,219	96,810	79,431	60,858
Total manufacturing costs	268,987	289,456	270,232	250,189

(3) リスク

上記、BBK の敷地内で政府機関により運営されるものと想定したケースでは、収益性に影響を及ぼす主要要素の変動に対する収益性の変動を表 1-21 に示す。以下に述べるとおり、本プロジェクトの収益性を疑問視させるほどに押し下げる要素はほとんどないといえる。

表1-21 収益性感度分析  
(Small-scale Body and Glaze Premixing Project - Alternative Case)

販売単価の変動			稼働率の変動		車両・設備機器コスト		プロジェクトライフ	
売り値 (*1) (Rp./kg)	基準値か らの変化 (%)	税前 IRR (%)	稼働率 (*2) (%)	税前 IRR (%)	基準値か らの変化 (%)	税前 IRR (%)	プロ ジェ クト ライ フ (years)	税前 IRR (%)
540	+20	22.0			-20	19.4		
495	+10	18.9			-10	17.3		
450	0	15.5	100	15.5	0	15.5	20	15.5
405	-10	12.0	90	13.6	+10	14.0	15	14.3
360	-20	8.1	80	11.5	+20	12.7		
315	-30	3.5	70	9.2				

Note: (\*1) 坏土の売り値。

(\*2) 2年以降の稼働率。初年度はいずれも65%と想定。

収益率に最も影響を与える可能性のあるのは販売価格である。現在想定している価格は Malang の坏土をバンドンで購入した場合の価格で、当プロジェクトにより供給される坏土の場合、品質の改善により製品不良率を引き下げる可能性があるため、この価格より下回ることはないと考えられる。むしろ、20%増程度の可能性は高い。

現在の Kiara Condong での年間消費量が 480 トンであることを考えると、稼働率は操業当初このような低操業率の可能性もありうると思えなければならない。この場合、IRR は 9.2%にまで低下する。

機器設備費の変動はむしろ想定額よりも低下する方向になるものと期待される。すなわち、ここでの設備の見積り額は、主として日本で調達しインドネシアまで輸送、据え付けという前提で算定している。しかし、ここで使用している機器類の中にはあまり精度・強度が要求されず現地でも調達が可能と思われる機器類もあり、その場合、日本で調達する価格の 30-40%で調達可能と推定される<sup>10</sup>。仮に当見積り額よりも 20%低く調達できた場合は IRR は 19.4%と改善される。

想定では、プロジェクトライフを 20 年間とした。仮にこれが 15 年間に短縮されたとしてもその収益性への影響は極めて小さい。

上記いずれの場合も、販売価格が 30%減となった場合を除き、年度別では初年度を除き利益を計上することが可能となる（販売価格が 30%減の場合は 6 年目から）。

### 1.3.7 原料供給に対する技術支援および技術支援体制整備プロジェクト

#### 1.3.7.1 プロジェクトの概念

原料供給に対する技術的支援の実施およびそのための体制整備を行う。次の 3 つのプログラムより構成する。

- 1) 原料開発にかかる提言プロジェクト実施を支援するための技術的補足調査
- 2) 継続的に原料開発の技術支援を行うためのセラミック研究所の機能強化
- 3) セラミック研究所の原料開発にかかる技術レベルの維持・向上を図ることを目的とした国際研修コースの設定

#### 1.3.7.2 プロジェクトの概要

##### (1) プロジェクトの実施主体

主として BBK。ただし、原料の採掘に関する事項を含むため、BBK は鉱物・エネルギー省地質・鉱物資源総局の鉱物資源局（DSM）地質研究開発センター、同省地質・鉱山総局の採

---

<sup>10</sup> 現地セラミックメーカーの情報による。

鉦技術開発センター（MTRDC）の協力を必要に応じ得られるよう補強支援を要請する。

## (2) 活動内容

次の活動を行う。

### 1) 原料開発にかかる提言プロジェクト実施を支援するための技術的補足調査

Sukabumi 粘土山、Banjarnegara 長石山のボーリング調査を実施し、採掘場の特定、採掘およびグレーディング方針決定、混合・精製設備の技術条件等設定に必要な技術データの収集・提供を行う。

### 2) 継続的に原料開発の技術支援を行うためのセラミック研究所の機能強化

本計画を構成する各プロジェクトの準備、実施、改善にかかる研究開発を行えるよう研究所の機能強化を行う。具体的に実施が必要と考えられる研究開発テーマは次のとおりである。

(当面のテーマ)

- a) 原料採掘・供給が顧客との品質合意の上にとって安定した操業が行えるよう、原料試験方法の標準化など品質管理のベースを設定する。
- b) 小規模坏土供給は既存の調合をベースとして出発することになるが、今後の改良のための技術指導を行う。また、そのための小規模坏土製造条件の詳細検討と品質向上の検討。

(長期的視点からのテーマ)

- c) 国産各原料の限界を踏まえた製品開発研究の実施。

(日常的支援サービスの提供)

- d) 原料分析・試験サービス
- e) 技術相談・指導
- f) 情報サービス
- g) 人材育成

### 3) セラミック原料にかかる国際研修コースの設置

#### 1.3.7.3 プロジェクトの定義

##### (1) プロジェクト実施のための技術的補足調査

###### 1) 目的

本調査の結果だけでは未だ詳細な技術データは不足しており、これだけで潜在投資家が事業化の決断を下すことは難しいと考えられる。従って、次のような技術的補足調査を実施し、技術データを収集する。

## 2) 調査対象

Sukabumi 粘土採鉱地、および、Banjarnegara 長石採鉱地

## 3) 調査の主体

調査実施委員会を、BBK を中心に、DSM（鉱物・エネルギー省地質・鉱物資源総局地質研究開発センター）、MTRDC（同省地質・鉱山総局採鉱技術開発センター）との間で構成、調査の主体となる。

同委員会のもと、1) ボーリング実施のためにボーリング調査小委員会、および、2) 混合された原料の実用性評価のための原料評価小委員会を組織する。

ボーリング調査小委員会は、次の条件を満たすよう関連諸機関で組織する。

- a) 調査小委員会の統括・調整は当調査の予算所掌機関が行う。
- b) MTRDC がボーリング方針、実施計画策定、実施監理の中心的役割を果たす。従って、2名程度の専任が必要である。
- c) 採取されたサンプルの分析評価は BBK が行い、結果をフィードバック、ボーリング方針の更新が適切に行われるようにする。従って、BBK からは少なくとも 1 名の専任が必要である。
- d) 実際のボーリング作業は専門業者に外注する。
- e) 窯業原料のボーリング調査に経験の深い専門技術者より構成される技術調査団を海外から招聘し、指導を受ける。

関連機関には、上記の他、DSM、MOIT 非金属鉱物課、Sukabumi および Banjarnegara 地方政府、ASAKI、Sukabumi 採掘組合、Banjarnegara の既存採掘業者などがある。調査に必要な情報提供を受けたり、調査結果の普及などを目的として極力幅広い関係機関の参加を得られることは望ましいが、他方、あまり多くの関係機関を包含すると全体の調整に時間と労力がかかり活動の効率が落ちる。従って、調査実施組織は上記条件を満たし活動しやすいように組織し、同時に他の関連機関への普及を目的として定期的報告の方法を持つこととする。

原料評価小委員会は、実際に分析・評価作業を計画・実施する BBK を中心に、将来採掘された原料を使用するユーザーの技術者により組織する。ユーザーには、タイル、テーブルウエア、サニタリーウエアなどの製品製造業者の他、耐火物、磚子、ガラスメーカーなどの参加を得る。窯業原料の精製に経験の深い専門技術者より構成される技術調査団を海外から招聘し、指導を受ける。

#### 4) 調査の内容

##### a) 予備調査

地質の詳細、採鉱地の分布などボーリング調査を設計する上で参考となる資料の収集。現地探査。

##### b) 事前調査

ボーリング範囲、ボーリング方針の決定。特に事前調査での方針がこの後の実際の調査の成否に影響するため、十分な調査を行う。排水の限界を含めて設定する採鉱深さの限度、使用重機の種類などを考慮、一般的方針の決定ではなく、ベンチカットを前提とした計画を立てる。

##### c) ボーリングの実施、サンプル採取

Sukabumi 粘土賦存状態については詳細な情報が不足しており、調査団による総合的な判断に基づいてボーリング調査の範囲を決定する必要がある。調査は今後 20 年間の採掘継続可能な範囲として 40ha が必要となるが、5 年毎に採掘領域を拡大または移動するとすれば、当面の調査を 8ha に限定することも可能である。

Banjarnegara 長石採掘場は Kalitengah 鉱山が、鉱量、鉱層の安定性、地形などから大規模開発に適しており、対象を同鉱山に限定する。調査範囲は鉱床が 60m と深いので 20 年間の継続採掘可能な 3ha となる。

なお、1 本毎に現場で評価し、必要ならボーリング方針の修正を行うなど、計画に対し柔軟な調査実施が必要。

##### d) 採取サンプルの評価

ボーリング調査で採取したサンプルの分析評価を行う。評価の主体は採掘方針の決定とグレーディングおよび精製・混合条件の設定のために行うものであり、化学組成分析、鉱物分析、粒度分析（粘土）、焼成呈色などである。

##### e) 原料評価、および採掘・精製条件の研究

製品(窯業原料)の実用面での評価を行い、各プロジェクトの混合・精製プロセス決定に必要な技術情報を得る。

研究は、海外から招聘する技術調査団の指導を受けながら、BBK が中心となって行う。テーマは次のとおりである。

1. Sukabumi 粘土および Banjarnegara 長石の市場評価（タイル）
2. Banjarnegara 長石の精製条件の詳細検討
3. Banjarnegara 精製長石の市場評価（サニタリーウエア、テーブルウエア）
4. Banjarnegara 副生珪石の市場評価（ガラス用途）

各原料の実用評価は原料評価小委員会をつうじ、各ユーザであるセラミックメーカーの生産設備またはパイロット設備により行う。

f) 初期環境影響評価

新規に鉾山の大規模開発を行うに当たって必要となる初期環境影響評価を実施する。

g) データ解析、報告書作成

5) 必要な実施主体側の体制整備

a) 要員

現有 BBK、MTRDC スタッフがインドネシア側の調査実施の核としての役割を果たす。次の分野に経験の深い技術者より構成される技術調査団を海外から招聘し、指導を受ける（あるいは共同で調査を実施する）ことが望ましい。

1. 窯業原料のボーリング調査
2. 窯業原料の精製

b) 設備

BBK における次の試験設備追加を前提とする（詳細後述）。

- 蛍光 X 線分析装置
- ガラスピード作成装置

ボーリング設備は MTRDC または DSM の現有設備を使用する。

その他、長石精製条件の検討には、調整剤（modifier）、起泡剤（frothier）、捕集剤（collector）等の浮遊選鉱薬品をそれぞれ数種類入手する必要がある。

c) 経費見込み

ボーリングに必要な費用は次のとおりである。

- Sukabumi 粘上山：US\$1,050,000（ただし当面の 5 年間分に限定するとすれば US\$270,000）
- Banjarnegara 長石山：US\$370,000
- その他日常的な活動経費および採取サンプルの分析経費など。

6) 推定所要期間: 約 15 カ月

(2) 継続的に原料開発の技術支援を行うためのセラミック研究所の機能強化

1) 技術支援の主要テーマと活動内容

a) 原料試験方法の標準化

## 目的

原料試験方法の標準化・規格作成を行い、原料採掘・供給側、顧客側の行う原料試験方法の統一を図る。これにより、原料供給側はこの試験方法に基づいて得られた結果により品質管理を行うことができ、顧客側は原料供給側から受け取った試験結果を、受け取った原料の自社での配合管理に使用することができる。

## 活動内容

### 1. 規格原案作成委員会の構成

ASAKI を中心に代表メーカーの技術者により規格原案作成委員を選出、それに、BBK、PUSTAN より委員を加え規格原案作成委員会を構成する。原料メーカー側からの参加を得られればなおよい。

### 2. 規格検討・原案作成

上記委員会により規格原案を検討する。原案には海外で使用されている規格等をベースとし、インドネシアでの実情を加味し修正する。必要に応じ BBK において実際の原料を使用して試験を行い、検討に必要な試験データを提供する。また、メーカーからもデータ提供の協力を受ける。

こうしてできあがった規格は、当面はたとえば ASAKI 規格、あるいは BBK 規格として関係者に普及を図り、実際に使用した上で必要に応じ改訂を行う。将来は国家規格として採用することも考える。当面利用価値の高いと考えられる規格は、原料供給サイトで行われる品質試験にかかわるもので次のとおりである。

- ストックヤードに保管された原料のサンプリング方法
- 粘土、長石の焼成呈色、耐火度、灼熱減量評価のためのテストピース作成方法、試験方法、および評価基準

### b) 小規模ノベルティメーカー向け坯土品質改善研究

#### 目的

小規模ノベルティメーカー向け坯土供給プロジェクトでは、当初は現在使用されている調合を使用して坯土を製造する。しかし、引き続き、製品品質の改善、採算性・品質安定性を目的とした配合改善のために、坯土の品質改善に取り組む。

#### 活動内容

##### 1. 現行坯土についての技術特性の把握

現在のところ現行坯土自体についても技術特性が把握されていない。まず、この特性



を把握することが必要である。

## 2. 現行坯土の品質改善研究

品質改善は次のような方法で実施する。

- ノベルティメーカーとの十分な議論を通じて製品の改善目標を設定する。
- この目標に向かって、現行坯土の調合を一部分ずつ入れ替え、その特性を把握。
- 改善目標として受け入れられるレベルまで更に品質改善のための研究を続ける。

### c) 限られた原料を活かした製品開発とその普及

国内原料の品位上の限界を認め、その特性を生かした製品開発を行う。

現在のテーブルウエアにしてもサニタリーウエアにしてもいずれも海外における白色高級品をベースとした製品作りが行われており、従って使用原料も輸入品が主体となっている。従ってこうした提言は、現状では需要がない（あるいは顕在化した需要がない）ために提案するにはリスクがまだあまりにも大きすぎる。しかし、今後掘り起こされて行くはずの国内需要に対しては、むしろ国内原料を活用した製品作りとその需要の掘り起こしを行って行くことが必要である。テーブルウエアの場合は、現在国内の一般家庭需要としてガラス製や金属製食器が使われており、それを代替して陶磁器の需要が増加してくる。また、低価格品として中国からの輸入食器が使われている。こうした需要に対し、白色を基調としない食器づくりとその普及が考えられるべきである。たとえば日本における和食器に見られるような独特の雰囲気を持った食器の製造普及である。また、サニタリーウエアについても、新しく浸透して行くはずの陶磁器サニタリーウエアについて、ボディが白色でないもの、若干の黒色の粒子の混ざったものなどについて、十分な強度、新しいデザイン、低価格を売り物として普及を図ることについて十分なポテンシャルがあると見込まれる。このような製品開発と普及の第一歩は工業普及所・技術指導所などでの活動である。ここで開発された製品が普及した場合にはロイヤリティの一部を開発者に還元するなどインセンティブをつけることも一つの方法である。

### d) 窯業原料鉱物調査の継続

本調査中に検討対象とした原料鉱物中、検討のための十分なデータが得られなかったため必要な判断を下すことはできなかったが開発の可能性を残すと考えられる次の事項についての調査を継続する。

1. Sukabumi 粘土山周辺の特に谷の部分や平坦地の粘土賦存状況調査を実施し、将来の開発地探査を実施すること。Sukabumi 粘土の採掘地は現在山頂あるいは山腹に集中している。しかし地形から推定すると、山上の粘土が雨などで流され谷間や平坦

部に堆積している可能性は十分にある。一般に堆積性の粘土の方が良質なケースが多く、また、採掘も容易である。現在既に住宅地となっているところもあるが、田畑として利用されているところであれば採掘できる可能性もある。

2. Pacitan の現在採掘中の蠟石の下部の露頭より採取した陶石試料は比較的サニタリーウエア原料などとして利用の可能性のある原料と判断される。しかし、現在の情報では量的に陶石部分は少ないと見られること、採掘地に機械類の導入が難しそうであること、既存の需要地に遠いことなどから今回は開発対象原料として選択しなかった。しかし、更に鉱量調査を続け、より採掘しやすいところで量的にも賦存するものということが判明するようであれば利用価値は高いと見られる。

#### e) 原料分析・試験サービス

##### 目的

各原料の精製・混合工場で生産される原料製品の品質試験の内、各工場において実施できない分析・試験を依頼を受けて実施できるよう体制を整える。また、各工場の品質試験設備の精度の維持を支援する。更に、品質試験結果に基づき、必要に応じ、品質改善・安定のための技術指導を行えるようにする。

##### 活動内容

活動目標は次のとおりである。

- 工場に設置された電子天秤、電気炉の温度計の校正
- 粒度分析、水分分析、灼熱減量、焼成呈色、焼成収縮、熔融性状試験の手合わせ試験
- 工場で実施できない次のような分析・試験の実施

##### 分析・試験サンプル

1. 採掘場でグレーディングした粗原料
2. 精製・混合した製品原料
3. 各種工程中間サンプル

##### 分析・試験項目

1. 化学分析
2. 鉱物分析
3. 熱分析
4. 調合試験

#### f) 技術相談・指導サービス

##### 目的

上記試験・分析の結果を基に技術相談・指導を行う。

##### 活動内容

次のような内容が想定される。

- 操業開始時に工場に設置される分析・試験機器の検収
- 工場で行われる分析・試験に関する作業者の技能教育
- 試験・検査データの統計的解析とその手法の技術伝授
- 操業上のトラブルシューティング
- 日常的な品質管理活動に対する支援

#### g) 情報提供サービス

##### 目的

研究成果や調査結果を学術雑誌や各種機関誌に公表・提供する。

##### 活動内容

次のような活動を行う。

1. 本調査で得た技術検討結果や一般研究成果を次のような学術雑誌で公表する。
  - セラミックおよびガラス技術情報誌（3カ月毎発行）
  - インドネシアセラミックおよびガラス雑誌（6カ月毎発行）
2. DSM、MTRDC、BBKで行っているデータバンクの定期的見直し（特に上記ポーリング調査の結果や、各原料鉱物の特性値の集約）と公開

#### h) 要員育成

##### 目的

上記活動を実施できるBBKの要員を育成する。

##### 活動内容

上記活動などの実施を通して、スタッフの経験を深めるとともに、外部からの新しい技術を絶えず吸収する機会を作る。

この他、デザイン面の研修を取り入れる。特に日本の中部地区の岐阜県多治見市の意匠研究所においては、原料や坯土の品質に関する検討よりも、デザインによってセラミック製品の実用性や付加価値の高める研究が行われている。インドネシアのように原料品質が劣る場合、原料品質の改善のみに注力するよりも、インドネシアの原料品質特

性を生かして、更にインドネシアの文化を取り入れたデザインでセラミック製品の付加価値を高める研究も重要である。次のコースが必要である。

1. 研究管理者を対象とする研修
  - 内容：意匠研究の概要把握と手法の理解
  - 期間：2-3 週間
2. 研究者または研究補助者を対象とする実務研修
  - 内容：実務技術の習得
  - 期間：6 カ月程度

## 2) 実施に必要な実施主体側の体制整備

### a) 要員

いずれも基本的には BBK の現有スタッフで実施可能である。ただし、次の機能強化のために、経験の深い技術者を一定期間（1 - 2 年間）招聘し、滞在指導を受けることが必要である。

1. 小規模坯土品質改善研究
2. 技術指導・相談サービス

### b) 設備

BBK は本調査の過程を通じても原料開発に必要な設備の充実を図り、かなりの設備は既に設置されている。上記活動を実施するために更に追加が必要と考えられる機器は次のとおりである<sup>11</sup>。

#### ● 蛍光 X 線分析装置および測定試験片成形装置

採掘粘土の評価に必要な蛍光 X 線分析装置が老朽化しており、信頼性の高いデータが得られない。本調査での試験でも、合計成分が 95-105%まで変動したり、重要な測定項目（ $\text{Na}_2\text{O}$  と  $\text{K}_2\text{O}$ ）のデータの信頼性に欠けるなど分析精度に問題がみられた。

また、精度の高いデータを得るためには測定資料の成形が重要なポイントとなり、サンプル片の作成は現在ではガラスビード法の方が粉末法より信頼度が高いということは常識になっている。BBK では、まだ粉末成形したものを使用しているが、この方法は精度が劣る。従って、同時にガラスビード作成装置を導入する必要がある。

---

<sup>11</sup> ただし、ポーリング調査は BBK だけでは実施できないため、DSM および MTRDC の支援を得て実施することになる。このため、これに必要なポーリング用機材は DSM および MTRDC の保有するものを使用することとする。

これに要する推定資金は次のとおりである。

- 蛍光 X 線分析装置：US\$ 95,200
- ガラスビード作成装置：US\$ 28,600

c) 経費

基本的には BBK の通常運営経費の中で対応可能である。ただし、次の事項については諸経費の予算化、実施サービスに対する手数料徴収と経費への充当等につき特別の配慮が必要である。

1. 原料試験方法の標準化: 次の諸経費の予算化。

- 規格原案作成委員会開催経費
- 試験経費

2. 原料試験サービス

分析依頼者より手数料を徴収し、これを経費に当てる。

3. 情報サービス

学術雑誌での発表は日常的業務範囲であり、経費は通常運営経費で処理する。データバンクの情報は有料で販売し、収入を経費の一部に当てる。不足分は通常運営経費で処理する。

d) その他条件の整備

その他、各種試験を実施するに当たって、BBK の設備または運営上の問題で改善を要する点は次のとおりである。これらは、運営上の改善の問題か、あるいは少額の機器類であり、通常の BBK の運営予算で対応できるものと考えられる。

**ポットミルの夜間連続運転体制確立**

原料評価においても、精製試験や坏土調合試験においてもポットミルによる鉱石や調合原料の長時間粉碎（通常 10 時間以上）は必須となる。BBK では夜間の電気設備の運転は運営上許されておらず、粉碎途中、夕方ポットミルを停止し、翌朝再粉碎を開始する。しかし、この方法では原料鉱石や調合スリップなどは微粒子になるとポットミル内で固化するため、ポットミルを開けてスリップをほぐした後に再粉碎を開始することになり、作業の効率が著しく低下する。必要な機器は昼夜連続運転を可能にするなどの制度の検討が必要である。

**市水の供給安定化**

試験の途中で市水がたびたび断水し試験の効率が落ちる。またこれを避けるためコン

クリート製の貯水槽に貯水して使用しているが、貯水槽の清掃管理を徹底しなければ異物の混入の原因となり、試験の信頼性に影響を及ぼすこととなる。市水の安定供給につき根本的な対策を講じる必要がある。

#### 石膏型の低温乾燥箱作成

鋳込み成形試験において使用する石膏型の乾燥はスリップの着肉の安定化のために重要な要素である。乾燥温度が 60°C 以上となると石膏から結晶水が除かれて吸水性能が落ちて試験データの信頼性が低下することとなるため、通常は 40-50°C の低温で 10 時間程度の長時間乾燥が必要となる。本調査ではこのために柵とビニールシートで箱を作り、電熱器を入れて代用したが、手作りであるため夜間運転ができず作業の効率は著しく低下した。夜間運転が可能な程度の乾燥柵の設置が必要である。

#### pH メータの導入

粘土の分散性の評価や原料の精製試験を精度よく行うためには使用する水の質は厳密に管理する必要がある。今回の調査では厳密な評価は必要とされなかったが、今後実用面の試験や、操業条件の設定のための試験、操業上のトラブルシューティングなどについて産業界に対し BBK が技術支援を行うためには、pH メータの保有が必要である（20 万円程度の機能を有するものが必要）。

#### 耐火度測定装置の導入

今後、耐火煉瓦などについての試験を実施してゆくためには、耐火度測定装置の導入を検討する必要がある。

### (3) 原料開発にかかる国際研修コースの設置

#### 1) 目的

原料開発にかかる国際研修コースを BBK において継続的に開催することによって、原料開発に対する人材の育成を図ると共に、コース維持のための講師を海外から招聘することでセラミック研究所の技術レベルの維持に役立たせる。

窯業原料についての研修コースは、かつて日本において実施されていたが現在では廃止され、これを行っているところがない。BBK はアジア地区の中では比較的産業側との連携が取れており、また、大学に対する講師を派遣したり、国内の研修生を受け入れて研修を施すなどの活動も行っている。これを更に発展させ、また、一部を海外の講師招聘により補強するなどによりこうした国際研修の実施も可能になると考えられる。

#### 2) 活動内容

表 1-22 のとおり。

表 1-22 窯業原料開発に関する研修コース (1/2)

コース名	研修テーマ	研修内容	研修形式	期間
1. 窯業原料基礎コース	(1) 鉱物の種類、分類、諸性質	<p>下記の一般的な窯業原料の種類、分類、諸性質に関する基礎知識の修得</p> <p>(1)珪酸質原料、(2)粘土質原料、(3)高アルミナ質原料、(4)長石質原料、(5)石灰質原料、(6)マグネシア質原料、(7)クローム質原料、(8)炭素質原料</p>	<p>座学、ならびに実習</p>	約 2か月間
	(2) 原料鉱物の成因と賦存状況	<p>窯業原料鉱物(岩石)の地質構造上の成因と世界・東南アジアにおける賦存状況に関する基礎知識の修得</p> <p>(1)地質区分、 (2)鉱物の分類:a)火成岩、b)堆積岩、c)変成岩、 (3)鉱床の規模:a)鉱床の一般的分類、b)窯業原料鉱床</p>		
	(3) 原料鉱物の化学的・物理性質、性状	<p>窯業原料鉱物の下記の化学的・物理的性質、性状に関する基礎知識の修得</p> <p>(1)化学組成、(2)結晶構造、(3)形態、(4)色、(5)比重、(6)硬度、(7)光学的性質</p>		
	(4) 評価方法(基礎編)	<p>窯業原料鉱物の化学的・物理的特性評価方法に関する基礎知識の修得と実務研修</p> <p>(1)化学分析 :a)蛍光X線分析法、b)原子吸光光度法、c)分光分析、d)蛍光分析、e)クロマトグラフィー (2)微構造試験:a)X線回折法、b)電子顕微鏡、c)光学顕微鏡 (3)その他物理特性:a)比重、b)粒度分布、c)粘性、d)硬度、e)示差熱分</p>		

表 1-22 窯業原料開発に関する研修コース (2/2)

コース名	研修テーマ	研修内容	研修形式	期間
2. 窯業原料実務コース	<p>(1) 窯業製品の製造方法の概要</p> <p>(2) 製品別原料品質要求と品質管理手法</p>	<p>下記の陶磁器製品の製造方法・技術に関する一般的知識の修得</p> <p>(1) タイル、(2) 衛生陶器、(3) 食器、(4) ノベルティ</p> <p>上記陶磁器製品別に下記の原料について要求される品質および品質管理手法に関する知識の修得</p> <p>(1) 主原料: a) 粘土(含カオリン)、b) 珪石、c) 長石、d) 陶石、e) 蠟石 (2) 釉薬・顔料</p>	<p>座学、工場見学ならびに実習</p>	約 2カ月間
	<p>(3) 評価技術(実用編)</p>	<p>上記製品別の原料品質実用評価技術に関する知識の修得と実務研修</p> <p>(1) 一般的化学・物理特性 (2) 調合試験(粘土の可塑性・粘性、鑄込み成形性、乾燥強度・収縮) (3) 焼成試験(焼成呈色、焼成強度・収縮、変形、吸水率)</p>		
3. 窯業原料精製技術コース	<p>(1) 原料採掘技術と品質管理手法</p> <p>(2) 原料精製技術</p> <p>(3) 坏土製造技術</p>	<p>各種製品別原料調査技術に関する一般的知識の修得</p> <p>原料鉱石の粉碎、水洗、分級、脱鉄、浮遊磁鉱、など精製技術に関する知識の修得と実務研修</p> <p>採鉱、採掘に関する一般的技術および採鉱場における品質管理手法の修得</p>	<p>座学、採掘場見学、工場見学ならびに実習</p>	約 2カ月間



### 3) 実施に必要な実施主体側の体制整備

#### a) 要員

BBK 内に研修コース運営のためのプランナー、コーディネーターを組織する。また、スタッフにより講師陣を編成し、不足する分野について国内企業や他の研究所などから支援を求める。更に、必要に応じ海外より講師を招聘する。

#### b) 設備

BBK は現在 ADB の支援を得て研修設備の建設を行っており、基本的にはこの設備の利用が可能である。

#### c) その他

海外研修生の募集、海外からの講師の招聘、研修費用に対する支援などについて海外の技術援助機関の支援を求める。また、コース設定にあたっては、コースプランニングのための専門家派遣を求め、カリキュラムの組み方等についての指導を受けることが望ましい。

## 1.4 計画実施の経済効果<sup>12</sup>

### 1.4.1 経済的内部収益率

本計画の経済的便益と経済的費用をインドネシアの国家経済の立場より評価し、本計画に対する投資の経済的内部収益率を測定した。

結果は次のとおりである。

#### 1) Sukabumi 粘土供給プロジェクト

EIRR は 24.3%であり、本プロジェクト実施は十分に経済的効果があると判定される。

#### 2) Banjarnegara 長石供給プロジェクト

EIRR は 4.6%であり、本プロジェクトの実施による経済効果は小さい。これは、必要とする設備機器の費用が大きく、更に、原料の追加費用がゼロ評価 (Sukabumi 粘土の場合はマイナス評価となる) であるのに対し、実施により得られる経済価値の増加が小さいためである。これに対し、FIRR が 32.7%と高いのは、原土の価格が採掘の段階ではゼロ評価であり、それに比べ長石販売価格が Rp.43/kg と高いためである。

<sup>12</sup> 詳細については III-5,6 参照。

### 3) Banjarnegara 長石の精製・供給プロジェクト

EIRR は-3.5%であり、本プロジェクトの実施による経済効果は期待できない。

### 4) 小規模坏土・釉薬調整プロジェクト

EIRR は 11.5%である。他方、FIRR は独立したプロジェクトとして実施する場合は 7.5%、政府の支援を得て行うプロジェクトとした場合 15.5%であり、後に示す間接便益、その他の経済的貢献を考慮すると、実施の価値があると判断する。

経済的便益、経済的費用は各構成プロジェクト別に評価したが、各プロジェクトのタイプの違いにより、その評価の方法が異なる。また、間接便益は客観的厳密な定量評価が困難であり、これらの便益を経済的内部収益率測定に計上すれば過大評価となる恐れがあるため、内部収益の対象としては計上せず、後に述べるように別途評価した。

本計画を構成するプロジェクトには 3 つのタイプのプロジェクトが含まれている。第一のタイプは、Sukabumi 粘土供給プロジェクトおよび Banjarnegara 長石供給プロジェクトである。これらのプロジェクトは、仮に実施されなくても現行の採掘・供給は引き続き行われるものであり、一種の改修プロジェクトとみなされるべき性格のものである。

第二のタイプは、Banjarnegara 長石精製・供給プロジェクト、小規模坏土・釉薬調整プロジェクトであり、これらは新設プロジェクトとみなすことができる。

第三のタイプは、技術支援体制整備プロジェクトで、直接的便益は期待できないプロジェクトである。

第一のタイプのプロジェクトにおける直接便益は、生産される財としての粘土、長石の、各プロジェクトが実施されることによって増加する経済価値にある。この経済価値の増加を算出するためには、本計画が実施されなかった場合にも生産される経済価値を差し引かなければならない。

第二のタイプのプロジェクト（新設プロジェクト）については、生産される原料の経済価値全体を評価する。精製長石生産プロジェクトの場合は、その分だけ輸入品を置き換えることになり、国内で生産される他の経済価値を減少させることはない。小規模坏土・釉薬調整プロジェクトの坏土供給は、現在使用されている配合原料を置き換える。すなわち、これら原料生産の減少による経済価値の減少をとまなう。しかし、他方で、この配合原料とほぼ等量の坏土原料が使用されることになり、その生産が発生する。従って、この両者が相殺され、全体として生産される経済価値の増加は、生産される坏土の経済価値全額となる。

また、生産される籾藁はそのまま輸入籾藁を置き換えることになるため、本プロジェクトによって生産される経済価値全体を評価できる。

次に、経済的費用については次の方法により評価を行った。

#### 1) 設備・機器費用

設備機器費用の内貨部分、外貨部分の割合は現段階では明確ではないので、それぞれ50%ずつと仮定する。外貨部分に対しては輸入関税 5%、付加価値税 10%を差し引く。内貨部分に対しては付加価値税 10%を差し引く。なお、内貨部分の調達品およびサービスの真の経済価値の測定は困難であり、財務的価格をそのまま適用する。

#### 2) 土地取得費用

本プロジェクトで使用を予定している土地は、小規模坏土・籾藁調整プロジェクトを除き、本プロジェクトで使用しない場合は近い将来利用が考えられないのでその価値はゼロとする。小規模坏土・籾藁調整プロジェクトの場合は、一般に利用価値の認められる場所の土地を利用するため、財務的価格をそのまま適用する。

なお、土地準備費は財務的価格をそのまま適用する。

#### 3) 労務費

労務費はいずれのプロジェクトのケースも、当該プロジェクトの実施により新たに投入される費用である。

最近十数年間の完全失業率は2-3%で推移、1994年では1.6%<sup>13</sup>とされている。しかし、労働時間が週35時間未満の不完全就業率は36.6%と高く、また、就業者の内の雇用労働者は32.7%にすぎない。従って、未熟練労働者の賃金は財務的賃金の75%と評価する。

管理者、技術者の賃金については真の経済価値の測定は困難であり、財務的価格をそのまま適用する。

なお、上記未熟練労働者の賃金を、財務的価格の50%および25%と想定した場合（すなわち、本プロジェクトが実施されなければ、上記の想定よりもより一層失業あるいは不完全就業の可能性が高いと想定したことになる）における各プロジェクトの経済的內部収益率は表1-23のとおりとなる。いずれのプロジェクトにおいてもコスト全体の中での労務費の占める割合が低いため、どの計算価格を使用してもあまり大きな差は生じない。

<sup>13</sup> 暫定値。IMF, International Financial Statistics, Feb. 1996.

表1-23 計算労働コストに対応する感度分析

Project	Ratio (*):	Change in EIRR (%)		
		75% (Base Case)	50%	25%
Sukabumi Clay Supply Project		24.30	24.70	25.10
Banjarnegara Feldspar Supply Project		4.60	5.00	5.30
Banjarnegara Feldspar Beneficiation & Supply Project		-3.50	-3.40	-3.30
Small-scale Body & Glaze Premixing Project		11.30	12.10	12.80

Note: (\*) Ratio of economic wage rate to the financial wage rate.

#### 4) 原土価格

Banjarnegara 長石供給プロジェクトおよび Sukabumi 粘土供給プロジェクトにおける使用原土の投入経済価値は、本プロジェクトが実施されない場合に使用される原土の経済価値と、本プロジェクトの実施によって投入される原土の経済価値との差である。

両プロジェクトとも、従来から使用されていた原土の他に、従来廃棄されていた品位の悪い部分も混合使用するが、この部分の経済価値は、本プロジェクトが実施されなければ廃棄されるからゼロである。

#### 5) その他の費用

その他建屋建築費、ユーティリティコストなどは、いずれも本プロジェクトの実施により新たに投入する費用である。真の経済価値の測定は困難であり、財務的価格をそのまま適用する。

#### 6) 外貨交換レート

インドネシアでは外国為替手続きに何らの制限もなく、自由に外貨との交換が可能である。従って、上記計算では外貨のシャドウプライスは想定せず、市場における外貨交換レートを使用している。

表 1-24 は、もしこの交換レートが真の外貨に対する支払意志額を表していないものと想定し、真の交換レートはこれよりも 20%、および 10%ルピア安にあると仮定した場合の経済的内部収益率を計算したものである。これによれば、いずれのプロジェクトも海外より設備機器を輸入するために外貨を使用しており、従って、ルピアで計算した経済的費用は更に増加することになる。他方、生産物も一部は国際市場での取り引き価格をベースに形成されるものがあり、この場合はルピアで計算した販売価格も増加する。しかし、設備機器の輸入費用における増加の方が大きく、どのプロジェクトについても収益性を若干低下させている。

表1-24 外貨の計算価格に対する感度分析

Project	Ratio (*):	Change in EIRR (%)		
		100% (Base Case)	90%	80%
Sukabumi Clay Supply Project		24.30	21.80	19.20
Banjarnegara Feldspar Supply Project		4.60	3.20	1.70
Banjarnegara Feldspar Beneficiation & Supply Project		-3.50	-3.40	-3.20
Small-scale Body & Glaze Premixing Project		11.30	9.70	8.00

Note: (\*) Ratio of economic foreign exchange rate to the financial rate.

#### 1.4.2 間接便益およびその他の経済的貢献

##### 1.4.2.1 間接便益

本計画の実施による主たる間接便益として次の便益が期待できる。

##### 1) 雇用機会の増大

本プロジェクトの建設ならびに建設完了後の操業にかかる雇用機会の増大。

1. Sukabumi 粘土供給プロジェクト: 30 人
2. Banjarnegara 長石供給プロジェクト: 21 人
3. Banjarnegara 長石精製・供給プロジェクト: 30 人
4. 小規模坏土・釉薬調整プロジェクト: 8 人

(ただし、乗数効果は評価していない。)

##### 2) 関連産業への波及効果

本プロジェクトの建設にともなう鉄材、セメント等建設資材の需要増、建設完了後の操業にともなう副資材等の需要増。

##### 3) 地域経済発展への貢献

本プロジェクトの建設ならびに建設完了後の操業を通じ、運輸、商業部門における地域発展に対する貢献。

ただし、いずれの間接便益も客観的厳密な定量評価は困難である。

##### 1.4.2.2 その他の経済的貢献

その他の経済的貢献として、Banjarnegara 長石精製・供給プロジェクトの場合、外貨節約効果を期待できる。先の内貨部分、外貨部分割合を前提とすると、プロジェクト期間 20 年間の各プロジェクトにおける外貨収支は表 1-25 のとおりである。

表 1-25 外貨節約効果推定  
(Banjarnegara Feldspar Beneficiation & Supply Project)

(Unit: US\$'000)

Year	Inflow (A)	Outflow (B)		Balance (A)-(B)
		Cost for Machine & Equipment	Substitution of Imported Feldspar	
-1	0.0	14,449.2	0.0	-14,449.2
1	0.0	0.0	-951.3	951.3
2	0.0	0.0	-1,550.0	1,550.0
3	0.0	0.0	-1,596.6	1,596.6
4-20	0.0	0.0	-1,596.6	1,596.6
Total	0.0	14,449.2	-31,240.1	16,790.9

その他、各プロジェクトとも、原料の安定・改善を通じて新たな製品開発の可能性が生まれ、これにより、間接的に外貨獲得効果を期待できる。すなわち、テーブルウエア産業では、中高級品市場への進出の可能性が出てくる。ノベルティ産業では、輸出指向商品の開発が可能になる。

採掘地では、従来廃棄されていた原土が利用され、これにより環境破壊を緩和することができる。

## 1.5 計画の実施体制・工程

### 1.5.1 計画の実施体制

計画を構成する各プロジェクトの実施体制については次のとおり想定する。

- 1) 粘土、長石などの供給プロジェクトについては、現地民間資本による実施を想定する。  
この場合、原料供給企業の設立にあたり、多数のセラミック企業の資本参加をそれぞれ小数部分ずつ得られると、供給側と購入側の意志の疎通が図れ、また、市場確保上も有利となる。
- 2) 小規模企業への坯土供給は、商工業省小規模工業開発局のもとにある UPT による運営と、セラミック研究所による技術的バックアップにより、パイロット的プロジェクトとして実施するのが望ましい。将来は全国の主要セラミック産地に拡大し、広く民間の一般投資も求める。
- 3) 技術機関整備は BBK が主体となるものとする。

原料開発計画を構成するプロジェクトは、その性格から二つのグループに分けることができる。

一つは、すでに一般市場メカニズムのもとで行動している産業に対しその効果を直接的にもたらし、プロジェクト自体もその実現を市場メカニズムに任せて良い性格のものである。Sukabumi 粘土安定供給プロジェクト、Banjarnegara 長石、精製長石供給プロジェクトなどがその範疇にある。この実現の可能性は原料ユーザー側のニーズの強さと、プロジェクト側の収益性によって決まってくる。この中には、Sukabumi 粘土安定供給プロジェクト、Banjarnegara 長石供給プロジェクトのように収益力が高く、民間投資の期待できるものがあり、これらは実現性が高いと考えられる。他方、精製長石供給プロジェクトのようにインドネシアでの需要が未だ十分育っていないため、規模が小さく、プロジェクトの収益性が不十分なものがある。この場合はこのプロジェクトを実施するのに十分な機が熟していないと判断すべきである。これらプロジェクトについては、まず第一には、特に収益性の期待できるプロジェクトについて情報を一般公開し、広く投資を求め実現を促進すべきものである。

これらのプロジェクトを地方政府あるいは採掘者による協同組合により実施する方法も考えられるが、投資のための資金調達、その後のグレード管理、品質管理の徹底にも難しさが残る。公的支援については、中央政府は、窯業原料については地方政府の処理事項としており、セラミック原料だけを対象とした直接的な支援（補助金の支給、低利融資、税制面での優遇など）を中央政府から期待することは難しい。県政府も資金的には更に弱体である。従って、民間部門により、競争原理を導入して実施する方が望ましいと考えられる。

ただし、これらのプロジェクトについても、公共部門の支援が必要な部分がある。プロジェクト自体は収益性が高いが、プロジェクトの事業化決定を行うにはかなりの追加情報が必要とし、その追加情報を民間事業として収集するには規模が大きすぎることに、インフラや技術インフラ面が不十分であることから、こうした面についての公的部門による先行活動が必要である。

次に、小規模坏土・釉薬調整プロジェクトについても、基本的には一般商業活動として実施すべきものである。しかし、本プロジェクトはインドネシアでは未だ始めて着手すること、実施の方法をやりながら改善する必要があることといった点と同時に、この種のプロジェクトが大・中規模企業の場合に比べて技術力、情報収集力において劣る小・零細企業の振興を目的としたプロジェクトであることから、公的部門の支援を得つつ実施するパイロットプロジェクトと位置づけるべきである。また、一般の民間プロジェクトとして実施するには収益性も低い。

このパイロットプロジェクトが成功した場合には、それをもとに他の地区に普及することになるが、その場合は、一般に投資を募り実施する。収益性を確保できない場合に限り公的な支援を行うものとするのが望ましい。

### 1.5.2 計画の実施工程

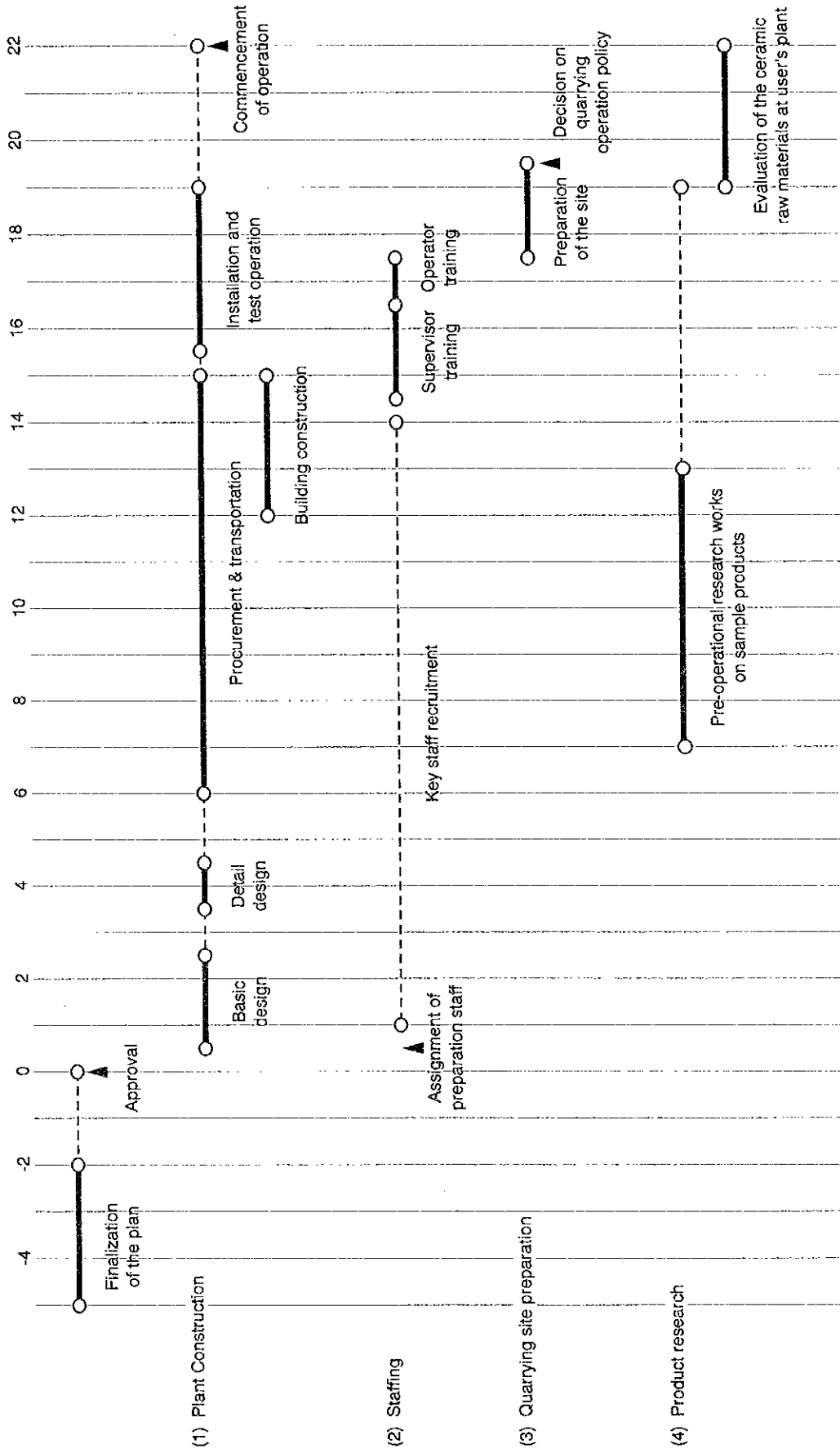
計画の実施工程概要を図 1-8 に示す。事業概念が明確になり事業化が決定されてから、操業開始にいたるまで約 22 カ月を必要とするものと推定される。

いずれのプロジェクトも、機器の仕様自体はそれほど複雑なものではなく、事業計画が確定された後、操業開始にいたるプロセスは比較的短いと考えられる。しかし、事業化を決定するまでの技術的詳細調査、事業概念の最終化のプロセスには、まだ予測しがたいファクターが含まれている可能性がある。

その最たるものは技術的要素を最終化するのに必要な技術データの収集過程である。詳細は 1.3.7 に述べた。



图1-8 实施工程





## 2 提言

2.1 では、原料開発計画の実施について提言する。その内、2.1.1 では、計画そのものの実施について、2.1.2 では、計画実施に至る前につめておくことの必要な事項について提言する。また、総合的な原料開発の取り組みに対する計画はすでに提示したが、2.2 ではこれに加えて二つの視点から補足提言を行う。すなわち、一つは、原料開発計画の枠組みには収まりきれないが、セラミック産業の振興の視点から重要と考えられる点について述べる。もう一つは、原料開発について、本調査における時間と基礎データの不足から十分な計画提言を行うにいたらなかったが、今後更につめることの必要な点について述べる。更に、2.3 では、原料開発計画を技術面で支えるセラミック研究所の強化のための提言を行う（表 2-1 参照）。

### 2.1 計画の実施にかかる提言

#### 2.1.1 計画の実施についての提言

本調査で策定した原料開発計画は、セラミック産業の安定成長、セラミック原料採掘・供給業への貢献の期待される 6 つのプロジェクトから構成されている。これらのうち、Sukabumi 精製粘土供給プロジェクトおよび Banjarnegara 精製長石供給プロジェクトを除くすべてのプロジェクトについて、政府としてその実現のために直ちに必要な行動を起こすよう提言する。

粘土、長石の安定供給プロジェクト（複数）についての直ちに必要な行動は次のとおり。

- 1) 本調査結果について一般に公開し、広く事業採用への働きかけを行うこと
- 2) 事業化の決定に必要な更に詳細な技術情報を収集、関心のある投資家に提供、事業実現を促進するために補足調査の実施（1.3.7 参照）
- 3) プロジェクトの実現、操業の開始、および実操業段階での技術的諸問題に対する適切な技術支援を行える体制の確立（1.3.7 参照）
- 4) 採掘サイトとストックヤード間のアクセス道路の整備への支援

小規模坏土・釉薬供給プロジェクトについての直ちに必要な行動は次のとおりである。

- 1) パイロットプロジェクトとして実施するために、BBK、MOIT 小規模工業開発局、Kiara Condong 地区の代表者を含む関連機関で実施のための協議を行い、実施促進機関を確立すること
- 2) BBK、および Kiara Condong 地区の代表者との間で技術的検討事項の詰めを行い、事業概念の最終化を図ること



技術支援体制整備プロジェクトについての直ちに必要な行動は次のとおりである。

- 1) 関連機関との間で、原料開発にかかる技術支援体制整備を行うための実施組織を設立する
- 2) 技術支援のための計画を策定、要員の確保、予算化などを行う

### 2.1.2 計画実施に必要な技術的補足調査実施の提言

本調査の結果だけでは未だ詳細な技術データは不足しており、これだけで潜在投資家が事業化の決断を下すことは難しいと考えられる。したがって、一方でプロジェクトの促進を行うとともに、他方でつぎのような技術的補足調査を実施することを提言する。

すなわち、今後各プロジェクトの実施促進にあたり、本調査の調査結果を公開し、セラミック製品製造企業、原料流通業者、政府機関などの参加を呼びかけることになるが、事業化決定にあたり必要な技術情報がまだ不足している。特に、プロジェクトの前提となる原料の賦存状況についての情報が極めて限られており、ボーリングの実施も必要である。また、この結果をもとに採掘場所を具体的に設定し、そこから採取したサンプルをもとに当計画をレビュー、企業化のためのデータを収集・提供することも必要である。具体的な内容は 1.3.7 に示した。

## 2.2 その他原料開発上の提言

インドネシアにはセラミック産業がまだなお発展するに十分な条件が存在している。こうした条件を活かして国内セラミック産業を振興するため、長期的視点から、以下の原料開発に関わる活動の実施を提言する（詳細は 1.3.7 参照）。

- 1) 国内原料の品位上の限界を認め、その特性を生かした製品開発を行うこと。
- 2) 本調査中検討対象とした原料鉱物中、検討のためのデータが得られなかったため十分な判断を下すことはできなかったが開発の可能性を残すものについて、これらの調査の継続。

インドネシアにおけるセラミック原料開発上の最大の制約要因は、原料の最大消費地であるジャワ島において良質の原料鉱物が見つからなかったことである。しかし、他方、インドネシアでセラミック産業を振興して行くことはなお十分な意味がある。すなわち、

- 1) 製品需要の面からは、膨大な人口の上に立つポテンシャルティを持った国内市場があり、現在すでにタイル部門ではその需要が顕著に顕在化してきていること。また、テー

ブルウエアやサニタリーウエアについても所得の向上により将来次第に増加して行くことが期待できること。

- 2) インドネシアでの観光産業の発展にともない海外からの観光客誘致が進み、また、国内でも所得の向上にともないノベルティ製品に対する需要増も期待できること。
- 3) セラミック製造を支える労働力が豊富に存在しており、工業化の進展にともないマレーシアやタイなどで見られたような人件費の急激な上昇はかなり長期に亘り起こらないと考えられること。また、海外のセラミック製品製造企業もそれに着目して生産拠点をインドネシアに移転し、輸出市場を対象とする生産に乗り出そうとしていること（サニタリーウエア企業ではすでに進出が行われており、現在特にテーブルウエア製造の部門での進出が顕著になりつつある）。
- 4) ジャワ島では良質のセラミック原料を見つけることは難しいが、スマトラ、Kalimantan、Bangka、Belitung などでは、最高級品には向かないが中高級品の製造に使用可能な原料が賦存していること。

などである。

上記のテーマは、本調査で策定した具体的な当面の行動としての「原料開発計画」と比較するとやや間接的ではあるが、原料開発という視点からセラミック産業の振興に貢献するテーマである。

## 2.3 セラミック研究所強化についての提言

### 2.3.1 原料開発にかかる強化

今後の原料開発の過程においてセラミック研究所に期待される役割は大きい。原料開発にかかる体制整備に関し、すでに 1.3.7 で述べた諸活動が実施可能なような体制整備を行うことを提言する。

### 2.3.2 セラミック研究所の活性化持続

セラミック研究所がこれからも産業側の技術の進歩に技術力、設備面で遅れずに存続できるために、活性化持続のための努力を行うよう提言する。

本原料開発計画の準備、実施、改善等においてセラミック研究所の果たすべき役割、また、そのために必要な研究所の整備に関する計画は、すでに述べたとおりである。ここでの提言は、こうした支援体制を整えつつ、同時に一般的に追求すべき努力の方向を示している。

セラミック研究所は必ずしもインドネシアセラミック産業全体の先端を走っているわけではないが、テーブルウエア、タイルの一部現地企業や、地場ノベルティ生産者等に対する技術面の指導性はまだ維持できている。しかし、このような研究所も、一方で産業側が外国技術を取り入れ急速な進歩を遂げ、他方、研究所側は政府の財政難から設備を更新できず、また、スタッフも先進技術との接触を保つ機会に乏しければ次第に産業側の進歩から立ち後れ、その存在意義すらも疑問視されることになりかねない。

しかし、このような公立研究所は一般に、民間部門ではリスクが大きすぎるために実施できない研究開発活動の実施、民間の立場では実施できないが公共の立場からやらなければならない研究活動の実施、産業の先端部門からは立ち後れながら存在する中小・零細部門への技術的支援の実施など、これからも存在意義がなくなるわけではない。また、セラミック研究所には海外でトレーニングを受けた要員が多数いる。更に、研究所は現在大学等と連携をとって教育・訓練コースを設置してはいる。また、企業への指導も実施している。

にもかかわらず、最も新しい技術を導入し続けている外資系企業との連携等では必ずしも成功しているとはいえない。この点については企業側に閉鎖性が見られ、研究所側がいかに働きかけていこうと現段階ではこの状況を崩すことは難しい。

むしろ、次のような方法をとることによって間接的な効果を追求する方が実効が上がると思われる。

- 1) 継続的な外部からの情報の注入。例えば、外部人材を招聘しての定期的な公開講座の開催により、一方で業界との交流を維持するとともに、研究所としても新しい技術情報に絶えず接触することができる。
- 2) 技術的場面での先進性の発揮。例えば標準化などについて業界の中心となって、あるいは共同で研究を進める（1.3.7 参照）。
- 3) 海外研修生の受入（1.3.7 参照）。海外研修生を受け入れることにより絶えず自己の技術レベルを高める努力が必要となり、これが研究所の活性化の維持に役立つ。

こうした活動を通じて、研究所と外部との連携を維持し、その技術力、設備レベルの維持に努めることが極めて重要である。

---

<sup>1</sup> セラミック研究所は現在もよく業界との接触を維持していると評価できる。しかし、主体がどうしても企業の営業部門との接触となっており、業界が技術部会を組織することの必要性を感じさせるような先進的活動が必要であることをここでは強調したい。

