国際協力事業団

インドネシア共和国
商工業省　窯業中央研究所（IRDCRI）

No. 7

インドネシア国
セラミック原料開発計画調査
報告書
（要約）

1997年2月

ユニコ インターナショナル株式会社
財団法人　北九州国際技術協力協会

国際協力事業団

インドネシア共和国
商工業省　窯業中央研究所 (IRDCRI)

インドネシア国
セラミック原料開発計画調査
報告書

(要 約)

1997年 2月

ユニコ インターナショナル株式会社
財団法人　北九州国際技術協力協会

Abbreviation (*)

3PG	Geological Research and Development Center: GRDC
	(Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi)
AAS	Atomic Absorption Spectrometer
ADB	Asian Development Bank
APTALI	Association of Clay Supplier
ASAKI	Indonesian Ceramic Industries Association
	(Asosiasi Aneka Industri Keramik Indonesia)
ASTM	American Society for Testing and Materials
BAPIK	Agency for Development of Small-scale Industries
	(Badan Pengembangan Industri Kecil)
BAPPEDA	Regional Planning and Development Agency
BBK	Institute for Research and Development of Ceramic Industries: IRDCRI
	(Balai Basar Penelitian dan Pengembangan Industri Keramik)
BC	Belt Conveyor
BE	Bucket Elevetor
BOD	Biological Oxygen Demand
BPPIP	Research and Development Agency for Industry and Trade
BPPIS	Laboratory and Testing Institute for Industrial Products Semarang: LTIIPS
	(Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang)
BPPISu	Laboratory and Testing Institute for Industrial Products Surabaya: LTIIPSu
	(Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Surabaya)
BPPT	Agency for Assessment and Application of Technology
	(Badan Pengkajian dan Penerapan)
BPS	Central Bureau of Statistics
	(Biro Pusat Statistik)
CMC	Carboxyl Methyl Cellulose
COD	Chemical Oxygen Demand
CSFU	Common Service Facility Unit
DMR	Directrate of Mineral Resources
	(Direktorat Sumberdaya Mineral: DSM)
DO	Dissolved Oxygen

(*) Descriptions in parentheses show the names in Indonesian.

DPE	Department of Mines and Energy
	(Departemen Pertambangan dan Energi)
DSM	Directrate of Mineral Resources: DMR
	(Direktorat Sumberdaya Mineral)
EIRR	Economical Internal Rate of Return
EPMA	Electron Probe X-ray Microanalyser
FIRR	Financial Internal Rate of Return
GDP	Gross Domestic Product
GIRIN	Government Industrial Research Institute Nagoya
GRDC	Geological Research and Development Center
	(Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: 3PG)
ICDD	International Center for Diffraction Data
ICP	Atomic Emission Spectrochemical Analysis
IKAD	PT. Angsa Daya
IMF	International Monetary Fund
IMOLA	PT. Indopenta Sakti Teguh
IR	Infrared
IRDCRI	Institute for Research and Development of Ceramic Industries
	(Balai Basar Penelitian dan Pengembangan Industri Keramik : BBK)
IRR	Internal Rate of Return
ISO	International Organization for Standardization
ITB	Bandung Institute of Technology
ITIT	Institute for Transfer of Industrial Technology
JICA	Japan International Cooperation Agency
JIS	Japanese Industrial Standards
LGPN	National Mining and Geology Institute
LIPI	Indonesian Institute of Science
LTIIPS	Laboratory and Testing Institute for Industrial Products Semarang
	(Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang: BPPIS)
LTIIPSu	Laboratory and Testing Institute for Industrial Products Surabaya
	(Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Surabaya: BPPISu)
MDCM	Manpower Development Center for Mines
MIDC	Metal Industrial Development Center
MOI	Ministry of Industry
MOIT	Ministry of Industry and Trade

MTDC	Mineral Technology Development Center
MTRDC	Mineral Technology Research and Development Center
	(Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral: PPPTM)
NEDO	New Energy Development Organization
OEM	Original Equipment Manufacturer/Manufacturing
PDII	Indonesian Scientific Document Center
PJP	Long Term (25 years) Development Plan
PPPTM	The Mineral Technology Research and Development Center: MTRDC
	(Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral)
PUSTAN	Center for Industrial Standardization
	(Pusat Standardisasi Industri)
PV	Polyvinyl
QACS	Quality Assurance Certification Scheme
R/D	Research and Development
REPELITA	Five Years Development Plan
	(Rencana Pembangunan Lime Tahunan)
S/W	Scope of Work
SCRL	Saga Ceramics Research Laboratory
SEM	Scanning Electron Microscope
TG/DTA	Thermogravimetry / Differential Thermal Analyzer
TOC	Total of Carbon
TSU	Technical Service Unit
	(Unit Pelayanan Teknis: UPT)
UPT	Technical Service Unit: TSU
	(Unit Pelayanan Teknis)
UV	Ultraviolet
WBB	Watts Blake Bearne & Co., PLC
XRD	X-ray Diffraction

目 次

第Ⅰ部　序

1　調査の背景・目的、範囲

1.1　調査の背景と目的

本調査の目的は、インドネシアのセラミック産業（テーブルウエア、ノベルティ、タイル、サニタリーウエア等）の振興を図るため、優良なセラミック原料の安定的供給体制の構築を目的とする計画を策定することにある。

インドネシアのセラミック産業にとって品質の確保、生産性の向上は特に重要な課題であるが、そのいずれにも重要な影響を与えているのが原料の供給の問題である。

原料供給問題では、

1) 原料山の資源賦存状況が悪く安定した原料を得られない
2) 原料供給業者が零細でその都度供給される原料にばらつきがある
3) 原料自体の性状が悪い

などがあり、メーカーは必要に応じ輸入原料を使用したり、あるいは国産原料に輸入原料を混ぜて使用している。また、国内原料でも遠隔地の原料を必要に応じて調達している。この結果、原料コストがかさむ、工程の調整が難しく製品の品質を安定させることができず不良品率が高くなるといった結果となっている。

1991 年にはインドネシア政府の依頼により、産業セクター振興開発計画調査が国際協力事業団によって行われ、セラミック産業振興のためには良質な原料・副資材の安定的供給が必要であることが強く指摘された。インドネシア政府は、引き続き IRDCRI（セラミック研究所）を中心として原料供給ソースの実態把握のための努力を行ってきたが、単に原料ソースを見つけるだけでは不十分であり、それを利用しうる品質の原料として安定的に供給できる体制の確立が重要であると判断、この計画策定のための支援を日本政府に要請した。

これを受けて国際協力事業団は平成 7 年 (1995 年) 3 月に事前調査団を派遣し、本調査の範囲・内容等にかかる S/W (Scope of Work) についてインドネシア政府と合意・署名を行った。この S/W に基づき事業団はユニコ インターナショナル (株) および (財) 北九州国際技術協力協会より構成する調査団を派遣した。本報告書は同調査団が実施した調査結果をとりまとめたものである。

1.2 調査の範囲

平成7年（1995年）3月29日付、本調査に関する事前調査団とインドネシア政府との間で合意された本格調査に係る実施細則（S/W: Scope of Work）による調査範囲は以下のとおりである。

1. インドネシアのセラミック産業
   - 1-1. セラミック産業の現況
   - 1-2. セラミック産業の製品タイプ別現況（国内市場、輸出入市場）
   - 1-3. セラミック製品の需要予測
   - 1-4. セラミック産業振興に係る既存の制度、政策のレビュー

2. インドネシアにおけるセラミック原材料・その他の原料開発の現状と問題点
   - 2-1. 既存のセラミック原材料埋蔵地（サイト）、埋蔵量、品質
   - 2-2. セラミック原材料の流通の現状
   - 2-3. セラミック副資材（顔料、釉薬等）の供給状況
   - 2-4. インドネシアにおけるセラミック原材料開発機関

3. 優位性のあるセラミック製品とセラミック原材料の選定
   - 3-1. 優位性のあるセラミック製品の選定
   - 3-2. 開発可能性のある原料サイトからの原料の質・量的な観点を踏まえた評価

4. 高品質原材料の安定供給のための開発推進計画の策定
   - 4-1. セラミック原材料の流通システム改善策の策定
   - 4-2. インドネシア政府の役割強化策

2　調査実施の概要と報告書の構成

2.1　調査の構成

本調査では、次の技術・経済調査を実施し、原料開発計画の策定に必要なデータ・情報を入手、これに基づき開発計画を策定した。

1) 原料サイト調査および原料採取
2) 採取原料の分析・評価
3) セラミック製品製造企業および業界団体調査
4) セラミックおよび原料関連研究・技術指導機関調査
5) セラミック産業に関する政策調査

2.2　現地調査

本調査では、4 度に亘る現地調査を実施し、その結果を踏まえ計画の概念設計を行い、更にその詳細化を行った。

2.3　報告書の構成

当報告書は、「要約」および「本文」の 2 冊から構成されている。

「本文」は、「序」、「結論および提言」、「各論」の 3 部から成る。「序」では調査の目的、背景、実施概要を述べている。「結論および提言」では、調査の結論として、原料開発計画策定の必要性、国産原料によるその実施の技術的可能性と限界について述べ、策定された原料開発計画を、その実施により期待される効果、採算性評価とともに提示している。また、計画の実施に当たって必要とされる活動と、原料開発上は間接的ではあるがセラミック産業の振興の視点から必要な活動についての提言を行っている。「各論」では、結論に至る分析内容、詳細データを個別テーマ毎に提示している。

3　インドネシアのセラミック産業の現状

3.1　インドネシア経済・工業部門とセラミック産業

(1) GDP とセラミック産業部門

1994 年における GDP は 377 兆ルピア、1,746 億米ドルで、そのうち、工業は 23.9%、90 兆ルピア（94 年値）を占める。この工業部門の中でセラミック産業部門の占める割合は表 1 に見るように極めて小さい[1]。

表 1　セラミック産業における生産および原料使用量（1993 年）

(Unit: billion Rp.)

	Goods produced (A)	Raw materials used (B)	(A – B)
Manufacturing Industries total (a)	114,508.6	62,926.2	51,582.4
Ceramic Industries total (b)	776.6	190.7	585.9
• Household Wares (Industry code:36111)	131.5	41.8	89.7
• Structural Materials (Industry code:36112)	645.1	148.9	496.2
(b/a) (%)	0.7	0.3	1.1

Source: BPS, Large and Medium Industrial Statistics, 1993

(2) 経済開発計画

インドネシアの経済計画は、中期の政策目標（あるいは経済運営の基本方針）を示す REPELITA（経済 5 カ年計画）と、より長期の将来構想を示す 25 カ年の PJP（長期開発プログラム）の二つで構成されている。

先の PJP I 期間（1969 年より 93 年までの 25 年間）はインドネシアの経済開発の発展段階の中では自立達成に向けた離陸のための基盤整備期間であったと評価されており、これに対し PJP II 期間（1994 年より 2018 年に至る 25 年間）は離陸過程と位置づけられている。この期間、自立達成のために、経済成長率は REPELITA VI の 6.2%から REPELITA X の 8.7%まで、全体を通して年平均 7%を目標とし（PJP I における実績は 6.8%）、一人当たり GDP は約 4 倍に引き上げる目標が設定されている。

REPELITA VI では計画期間（94 年より 98 年）の 5 カ年を通して平均年率 6.2%の成長を目標としている。

[1] 大・中規模企業のみ。

経済成長を牽引するのは製造業部門であり、この期間を通して 9.4%[2]が目標とされている。

REPELITA VI におけるセラミック産業の生産目標値と 95 年までの達成値を表 2 に示す。ここでは、平均年率 18%以上の成長が見込まれている。

表2　セラミック産業の生産目標　(PELITA VI)

(Unit: million Rp.)

	1994	1995	1996	1997	1998
Sanitary Ware					
• Plan	73,467	84,618	97,416	112,185	129,195
• Actual	48,600	67,500			
Foor/wall Tile					
• Plan	1,070,510	1,282,430	1,536,400	1,840,770	2,205,570
• Actual	1,050,000	1,400,000			
Tableware					
• Plan	348,047	400,714	461,353	531,013	611,374
• Actual	180,000	286,062			
Roof Tile					
• Plan	48,233	55,709	64,344	74,317	85,837
• Actual	52,500	88,199			

Source: MOIT

セラミック産業セクターを対象とする個別産業政策は現在未だ策定の過程にある。

3.2　製品別サブセクターとその産業規模・構造・特性

インドネシアで生産されている主たるセラミック製品は、1) 床および壁用タイル、2) 衛生陶器、3) テーブルウエア、4) ノベルティ製品、5) 建築用煉瓦、6) 屋根瓦等に分類される。これらの内、煉瓦、屋根瓦はそれぞれ地場の粘土を利用して生産されており、その供給について特に問題の生じる余地はほとんどない。

3.2.1　タイル

タイルの主要な生産品目として床用、壁用タイル、およびモザイクタイルが挙げられる。床・壁用タイルの生産は、特に 1992 年から 95 年にかけて成長が著しく、毎年平均 10%の伸びを達成している。

[2] 石油ガス部門を含み、このうち非石油ガス部門だけでは 10.3%の伸びを目標としている。

商工業省によると、インドネシアにおいて現在46社が床・壁用タイルを製造メーカーとして登録しており、そのうち1社はモザイクタイルのみを生産している。商工業省はタイルの生産高につき95年をベースに、98年まで平均20%の成長率を見込んでいる。

インドネシアのタイルメーカーはほとんどが現地資本を中心とした企業であり、衛生陶器製品のメーカーにみられるような外国資本の現地法人はほとんど存在しない。メーカーは比較的大規模な投下資本、生産設備を持ち、従業員数も1,000人以上の場合がほとんどである。

タイルメーカーはボディ用にはほとんどすべて国産原料を使用している。国産の原材料に関しては、材料の品質、供給体制の不安定性などの問題が多い。

3.2.2 衛生陶器

衛生陶器の主要な生産品目には便器、洗面用器等がある。衛生陶器製品の生産高は1970年代後半より高成長を遂げ、特に80年代はその生産量が急速に拡大した。

インドネシアにおいては現在9社が衛生陶器製造メーカーとして登録している。商工業省は95年より98年まで年平均15%の成長率を見込んでいる。

同国の衛生陶器メーカーには、現地資本と外国企業の合弁会社と、100%現地資本企業の二つのタイプがある。現地資本企業は国内を主たる市場としており、輸出はほとんど行っていない。外資系メーカーは、生産性を重視するため外国原料の使用率がかなり高い（50%以上）。

更に、釉薬用としてのカオリン、長石などの原材料、更には焼石膏などの副資材料はほとんど輸入品に頼っている。

3.2.3 テーブルウエア

現在36社がテーブルウエア製造メーカーとして登録している。商工業省では1998年まで毎年平均15%の成長率を見込んでいる。

インドネシアにおけるテーブルウエアを製造しているメーカーは中規模以上のメーカーのほとんどが創業時期に日本、台湾等の外国からの資本参加並びに製造技術支援を受けている。これらのうちには、資本参加はすでに中断していても、製造技術支援は現在も継続して行われている企業も多い。これら企業が生産する最終製品は中級品以上の製品が多く、輸出市場向け、また国内市場においても中所得者以上の購買層、ホテル、レストラン向け製品並びに高所得者向け市場をターゲットとしている。

また創業時においてのみ資本、生産技術、生産設備を導入しただけで、その後は自助努力により生産を継続している企業も存在する。これらの企業の場合は、主として国内の一般向

け市場を中心とした低級品の生産を主としている。原材料、副資材などは可能な範囲で国内産を使用している。この分野の主製品は皿であり、最近はマグカップが増えているが、中国からの輸入品が安い価格で流入しており、競合が激しい。

3.2.4 ノベルティ

ノベルティ製品の主な生産品目には灰皿、壺、置物、小像などがある。

ノベルティ製品の製造は労働集約度が高い。ほとんどが家内工業的要素の強い零細規模の企業であり、各地に生産集落（クラスター）を形成している。生産は国内市場向けである場合が多い。外資系輸出指向企業も数社見られるが、現地労働者の細工技術上限界が見られる。

3.3 セラミック原料供給企業

セラミック原料供給企業のほとんどは採掘権を持つ企業が作業員を雇い採掘しているケースであるが、その企業の実態には大幅な違いが見られる。

第一のタイプは、Monterado や Lampung などで見られるように、中あるいは比較的規模の大きな、また、経営基盤もしっかりした企業が開発を進めているケースである。いずれも一定の品質と量の確保が可能な有望な山で、これらの開発は基本的には現状どおり各企業により進められても十分な採掘方法を理解している。

第二のタイプは、セラミック企業自体が管理している山で、実際にはその企業が採掘権を持ったり採掘を経営しているかどうかに関わりなく、その採掘が当該企業への供給だけを目的として行われているものである。しかし、原料の品質や資源規模の問題から、これらの原料も必ずしもそれだけで当該企業の必要原料すべてを満たすには至っていない。但し、採掘方法の面では当該企業が十分に管理を行える体制にあるものと見られる。

第三のタイプは、採掘権を個人が持つ専業原料供給企業で、一般にオーナーの個人企業的性格が強いところが多い。複数のユーザーを抱えて操業している。採掘は計画的でなく、オーダーに応じ良さそうなところから採掘するなど、原料供給上問題の多いのはこのタイプの山からの供給である。

3.4 セラミック産業振興に係る政策・制度

セラミック産業だけを対象とした特定の産業政策は行われていない。

窯業原料については産業政策上必ずしも重要鉱物と見られていない。

インドネシアでは鉱業資源の開発につきその政策的重要度から資源を 3 つのクラスに分類している。最も重要な資源と見なされているのは原油、天然ガス等で、中央政府が管理と開発を進めている。窯業原料鉱物は第 3 のクラスに位置づけられており、地方政府の管理下にある。

従って、窯業原料鉱物開発については、少なくとも中央政府による直接的な支援を期待することはできない。地方政府による支援は彼らの政策的意図からは支援を期待できるが、現実としてはその支援を具体化させるための資金力がないと考えられる。

しかし、このような原料鉱物の分類はあくまでインドネシアとしての国家経済への直接的貢献期待度（直接的収入による）によるものであり、経済開発計画の意図しているもう一つの重要な側面である経済開発の特定地域や特定企業層への集中を避けるという視点からは違った見方が必要である。すなわち、小規模企業開発や地方での産業開発という視点からは窯業原料のようなマイナーな鉱物の開発にも意義が期待できる。

3.5 セラミック工業関連行政・研究開発・技術指導体制

工業部門を担当するのは商工業省であるが、セラミック原料鉱物の開発の関連省として鉱物・エネルギー省がある。中小工業を担当する省には商工業省の他に協同組合・小工業指導省がある。

セラミック産業にかかる研究開発・調査については、商工業省 BPPIP 傘下にある BBK が担当している。同省小工業開発庁の傘下には地方にあってその地の技術指導を担当する UPT（Technical Service Unit）がおかれている。

セラミック原料探査・採掘に関連する技術関連機関としては、鉱物エネルギー省の傘下に DSM、および MTRDC がある。

● 第II部　結論と提言

1　結論

1.1　セラミック原料開発の必要性と開発計画の要件

セラミック原料開発計画策定の必要性は主としてセラミック産業の安定的成長の確保という点から提起されたものではあるが、同時にセラミック原料開発は原料の採掘・供給という経済活動をもともない、この点からも適切な計画策定のニーズがある。

セラミック産業の安定成長の視点からの原料開発計画策定の必要性は、主としてセラミック産業側が近代的装置産業として発展してきたのに対し、原料供給側が小・零細地場産業として成立してきたところから発している。窯業原料の採掘・供給業では、トラック以外の機械設備がほとんど使われず、主として手作業により採掘が行われている。また、採掘における原土選別についてもすべて経験だけを頼りとし、セラミック産業側の製造技術上の経験・ノウハウが全くフィードバックされていない。この結果は次のような点でセラミック産業の発展に障害となっている。

1) 供給される原料の品質がロット毎に異なり品質管理が困難である。この結果、製品製造上の不良率が高く、コスト高となる。
2) 国内原料の量的供給が安定しておらず、特に雨期には多量の原料在庫を持たなければ安定した生産が続けられない。
3) 原料の品質が劣り、製品の色、成形性等に問題が生じるため、製品製造技術上使用できず、輸入品を使用している。このためコスト高となるとともに、生産を安定させるために原料在庫を多く抱えなければならない。

他方、原料の採掘・供給業の立場からの原料開発計画に対するニーズは特に顕在化していない。これは、原料採掘・供給業が一般に小・零細規模企業によって行われており、生産拡大が困難であり、また拡大へのモティベーションが小さいためである[3]。しかしマクロ経済的には、次のような効果の視点から原料採掘・供給業の安定、発展が必要とされている。

1) 現在のような採掘方法では資源がたちまち枯渇し、利用可能な資源が利用できなくなる。このため、採掘方法の改善により賦存資源の最大活用を図ることによる効果。
2) 輸入原料を国産鉱物資源により代替することによる経済効果。
3) 地方産業の振興、地方における雇用機会の創造効果。

---

[3]　また、比較的大規模に行っているところでは、特に外部から手を入れてこれを更に促進するという必要性がとぼしい。

しかし、現状では、セラミック産業と原料供給産業の相互に、接点を求める動きが見られない。特に、原料供給側の現在の経営体質では、直ちにこのような動きを期待することは難しいと考えられ、ここに原料開発計画を策定する意義があるものと考えられる。

本計画では、このようなセラミック産業側と原料採掘・供給業側との技術・経営的ギャップを埋め、セラミック産業の安定成長に寄与すると同時に、原料採掘・供給業側の近代化を進めることが眼目となる。

しかし、こうした開発計画が実現されるためには、原料ユーザーであるセラミック産業側の原料購買行動に適合したものでなければならない。セラミック産業側の上記問題の解決へのニーズは、製造している製品の種類、対象としている市場によって強弱が異なる。メーカーの原料開発計画に対するニーズには次の 4 つの異なった立場が見られる。

1) タイルメーカーは、高品質の原料供給を必ずしも求めてはいない。特に、コストアップとなるのであれば高品質原料は必要としていない。むしろ、量的、品質的に安定した原料を、あまりコストアップにならないレベルで供給されることを望んでいる。原料開発に対する期待はきわめて大きい。
2) サニタリーウエアメーカー、特に外資系サニタリーウエアメーカーは、品質の高い原料を求めており、品質・価格が現在輸入している原料に対抗できる範囲であれば、精製等にコストをかけることは問題としていない。原料開発に対してはこの範囲で期待している。
3) テーブルウエアメーカーではまだ高級品に取り組んでいる企業は少なく、原料開発に対する期待がほとんど表面化していない。現状は各自で輸入原料を含めやりくりしており、原料管理は処理できていると見られる。
4) ノベルティメーカーは、そのまま加工できる坏土の供給を期待している。毎回配合に工夫しなくても安定した品質の製品が作れることを望んでいる。但し、地区によって製品のタイプが異なるため、原料についてもそれぞれ異なった配合の坏土が求められる。

従って、計画の策定にあたっては、このような異なったレベルのニーズにマッチしていることが必要である。

1.2 原料開発の技術的可能性と限界

(1) 概観

技術的検討の主な項目は次のとおりである。

1) 原料の採掘、量的安定供給の可能性に関する検討
2) 原料品質安定可能性の検討
3) 原料品質改善の可能性についての検討

評価の結果として、粘土の安定供給源として Sukabumi を選択したが、品質改善の可能性については満足できる結果を得られなかった。長石の安定供給源としては Banjarnegara を選択した。同原料は技術的には品質改善の可能性があるものと判断した（表 3）。

(2) 粘土

粘土については、セラミック産業により現在すでに使われているジャワ島内の Parungpanjang、Sukabumi、Cipeundeuy、開発中であるカリマンタンの Monterado 産の粘土を検討対象とした。

検討の結果、開発対象として Sukabumi 粘土を選択した。Sukabumi 粘土は品位が決して良くなく、また、精製による品位改善は技術的・経済的に難しい。更に、すでに長年に亘って広く使われてきたため、かなりの鉱脈では乱掘が進み、そこでは改めて開発を行うにはすでに手遅れとなっている。こうした状況にも係わらず Sukabumi 粘土を最終的に選択したのは、1) インドネシアのセラミック産業の大部分を占める床・壁用タイルメーカーが主としてジャカルタ、西部ジャワ地区に位置し、輸送上有利な位置にあること、2) 品位は悪いがタイル製造用には使用可能であること、3) かなり広範囲に亘って乱掘が進んでいるが、まだなお大規模な開発可能地区が残されていること、などの理由による。

品位ならびに賦存量の点からは Monterado 粘土が最も期待が持てるが、遠隔地（カリマンタン）にあること、外資系企業がすでに開発に着手しており改めて何らかの開発手段をとる必要性がないこと、などから開発対象として選択しなかった。

Parungpanjang、Cipeundeuy は、いずれも特殊な粘土であり、また、採掘上も技術的に困難が見込まれることから選択しなかった。

以下、各粘土についての技術的検討結果を述べる。

1) Sukabumi 粘土

採鉱地は Cicantayan 地区の北部採鉱地と Padaraang 地区の南部採鉱地とがあり、いずれも 2-3km の山道を経てトラックの走行が可能な幹線道路へのアクセスが可能である。

DSM レポートによると全体の鉱区面積は 500ha で、層厚 20m とされている。しかし、現地の採掘状態から判断すると層厚は数メートル程度と判断される。また、Sukabumi 粘土採掘協同組合は、粘土賦存域は 150ha、鉱量 1,000 万トンとしている。

表 3 窯業原料別評価の概要 (1/2)

原料名	ソース	評価				
		総合評価	採掘条件、需要地への地理的位置	原料品位		
				タイル用	カーペットウェア用	テーブルウェア用
粘土	Sukabumi	タイル用を目標とする開発対象として最も優位にある。 1) タイル用には使用可能 2) 需要地への距離が近い 3) 大規模開発可能 但し、 1) 品位は良くない 2) 品位改善は技術的・経済的に難しい	- 大規模開発可能 - 機械採掘困難 - 需要地へは近い	△	X	X
	Parungpanjang	主原料としての使用は困難。開発対象としては不適。 1) 可塑性が強すぎる 2) 給排水困難 3) 大規模開発困難	- 大規模開発困難 - 給排水困難 - 需要地へは近い	X	X	X
	Cipeundeuy	採掘・搬出が難しく開発対象としては不適。 耐火度が高く特殊な用途に向く。	- 大規模開発困難 - 採掘地からの搬出困難 - 需要地へは近いといえない	△	X	△
	Monterado	市場に遠くタイル用主原料としての開発には不適。すでに外資と提携しての開発が進められており、新たな開発対象とする必要はない。	- 大規模開発可能 - 採掘容易 - 需要地まで遠い	○	○	○

表 3 窯業原料別評価の概要 (2/2)

原料名	ソース	評価				
		総合評価	採掘条件、需要地への地理的位置	原料品位		
				タイル用	サニタリウェア用	テーブルウェア用
長石	Banjarnegara	品位の安定、市場への距離、大規模開発可能性などの点から、開発対象としては最も優位。 但し、そのままでは鉄分が高く、また、アルカリが低い。	- 大規模開発可能 - 採掘容易 - 需要地までは相対的に優位	非精製品 ○ 精製品 ○	X △	X ○
	Pangaribuan	品位の高い部分は既に掘り尽くされ、開発対象としては不適。	- 開発不可 - 需要地まで遠い	△	X	X
	Narawita	鉱量が小さく、既にかなり掘り進められており、新たな開発には不適。	- 大規模開発不可 - 良質な層は掘り尽くされている - 需要地まで近いとは言えない	○	X	X
	Lampung	すでに開発が進められており、新たな開発対象とする必要はない。	- 大規模開発可 - 採掘容易 - 西ジャワの需要地までは地理的に優位	○	△	△
陶石	Pacitan	蝋石はあるが陶石としての鉱量不明。現状では開発対象とすること困難。	- 大規模開発困難 - 採掘困難 - 需要地までは遠い	○	△	△

○ : 主原料として使用可能

△ : 補助原料として使用可能。または、制約はあるが使用可能。

X : 不適切。

層は 3 層からなっており、表層は可塑性のない赤土で層厚は 0.5-3m（ところによりそれ以上）の幅で変動している。第 2 層は若干可塑性が高い褐灰色の粘土層で、その厚みは大きく変動し、所々に珪石あるいは珪砂（Sand stone）の塊を含んでいる。第 3 層は最も可塑性に富む灰色の粘土層からなっている。鉱区南端の Gunung Walat 山が硅石や珪砂から構成されていることから判断すると、南へ行くほど珪石・珪砂の混入割合が高くなっているものと推定される。

南部採鉱地はすでに乱掘が進み、更に大規模な開発を行うには不適切である。北部採掘地はまだ採掘可能鉱量が十分あると見られるが、単純に機械的大規模開発を行えば鉱脈が複雑であるため適切な品位の粘土を確保することは難しい。

鉱床はすでに住宅地や農地として開発されている平坦部にもあるものと見られ、将来は、これらも含めた詳細な埋蔵量調査を行い、大規模開発を行うことも考えるべきである。

原土はカオリナイトを主成分とし、絹雲母などの雲母鉱物および石英を含む粘土であり、アルミナの含有量から見ると低品位に近い粘土である。可塑性は大きくなく、鉄分の含有量も極めて高く、また、採掘位置により 4-15%と大きく変動する。水簸、脱鉄などの精製処理によっても品位の向上は困難である。

鉄分の少ないグレードの鋳込みテストによれば、分散性はよいが可塑性（特に細工性）および着肉性に難点がある。また、鉄分も多く（4.17%）サニタリーウエア向け原料としては不適切である。

テーブルウエア向けには、可塑性があまりないこと、鉄含有量が高く呈色が極めて悪いことから使用困難である。

タイルや瓦用の可塑性原料としては使用可能である。また、赤色の陶器質素材（テラコッタなど）にも使用可能である。

2) Parungpanjang 粘土

採掘地近くの未舗装道路（約 25 分）を除き幹線道路、地方道路が利用可能である。但し、同地区への道路では常に交通渋滞が見られ、輸送には距離の割には非常に時間を要する。

採掘場は道路脇の平坦地である。DSM によれば層厚 45m、鉱床の広がりは 40ha、採掘業者によれば層厚 58m としている。現在採掘中のところでは、表土の赤土 1.2m-1.5m、次に鉄分の多い可塑性に富む粘土層が 0.5-0.7m、その下層に、白色のスーパーボールクレイから褐色の程度の異なる各種のボールクレイまでが混在している。ボーリング調査の記録はなく、これだけの情報によって大規模開発の可能性について鉱量的に判断することは困難である。また、採掘作業面では特に雨期のぬかるみ対策や排水対策が必要であるが、給水、

排水の設備を設置する上で技術的困難が予想される。水簸等の設備を設置する場合も同様である。従って、大規模開発対象としては不適切である。

原土はハロイサイトを主成分とし、石英やクリストバライトが混在している。モンモリロナイトを含有する。可塑性が極めて大きい。スーパーボールクレイとして分類されているものを除き鉄分含量が高く、焼成呈色が悪い。

可塑性が高すぎるため、スリップ原料としては配合できる量が限られてくる。スーパーボールクレイの鋳込みテストでは、モンモリロナイトを含むため、分散性が悪く適正な泥しょうができず、サニタリーウエアの原料としては不向きであると判断される。

タイル用には粘結剤として少量利用することが可能である。しかし、可塑性が高すぎること、粒子が小さく焼成収縮が大きいため製品の寸法が安定しないことなどから、主原料として使用することはできない。

テーブルウエア用としても、可塑性はあるが反面スラリー調整を困難とするため、湿式の製造工程（ボールミルで湿式粉砕したり、鋳込み成形等をする場合）では使用困難である。また、鉄分が多く、外観上中級品以上には不向きと考えられる。

3) Cipeundeuy 粘土

採掘地と幹線道路の間は約 3km、標高差 300m ほどで、人一人がやっと通行できる程度の山道しかなく、採掘原土の搬出は人の背によって行われている。

鉱区の広さは DSM によれば 27ha で、これまでに採掘された面積は約 0.5ha である。層厚は 18m でその下からは水が出る。古くから採掘されている従来鉱と、新鉱の状況から判断すると粘土の堆積は比較的安定、また、採掘可能な鉱脈の広がりも大きい考えられる。

採掘面では機械力の導入が困難であること、また、搬送のための設備設置も、たとえロープウェーなどによるとしてもコスト・技術面で困難と考えられること、などから新たな開発の対象とするには不適切である。

Cipeundeuy 粘土はカオリナイトを主成分とし、クリストバライトや絹雲母を含む粘土である。アルミナの含有量から見ると中程度の粘土である。珪砂の含有量が高く、粒子も粗く可塑性が小さい。

クリストバライトを含有しているなどのことからサニタリーウエア用原料には適していない。しかし、可塑性はあまりないが、鉄含有量がそれほど多くないためテーブルウエアには使用可能と見られる。特に、耐火度が高いことから、陶器質の素材への用途にその可能性があるが、やはりクリストバライトを含むため使用時には注意が必要である。

タイル向けには品質面からは使用可能であり、現在も一部使用されている。

耐火度が高く、1,250℃での焼成呈色はクリーム色を呈し、更に焼きしまりを増加させると灰色を呈する。耐火物原料として使用したり、シャモット化し陶磁器焼成用の窯道具煉瓦に使用するなどに適している。

4) Monterado 粘土

Monterado 粘土の採鉱地は西カリマンタン Pontianak の北方約 80km のところにある。この地から北方約 30km の間なだらかな丘陵地帯が連なっており、白色の砂地の表土で覆われたところが随所にしかも広範囲に見られる。この表土の下に良質のボールクレイの層が存在するといわれている。賦存状況についての正確なデータはないが、すでに採掘を開始している企業の情報によれば、4 社によりすでに 5,000ha に上る鉱区について探鉱認可申請が出されており、当該社だけでもすでに 200ha について鉱脈を確認、採掘を開始している。確認された鉱区では、表層 1m は砂（珪砂）で、その下に 3-5m のボールクレイの賦存が見られるとしている。

採掘地へは幹線道路から約 6km の舗装された脇道（道幅 5-6m）でアクセスできる。ジャワ島への出荷は Pontianak から車で北へ 30 分のところにある Wajok から Kapuas 川を経て船で輸送している。同所には 5,000 トン級の船が停泊できる船着き場を建設中である。

主成分はカオリン、石英で、特にカオリン純度は高く、鉄分など有色不純物の混入は少ない。粒子は若干粗いが可塑性は良好である。鋳込みテスト結果では分散性も優れ、可塑性も十分ある。サニタリーウエアの主体原料となりうる[4]。

また、適度な可塑性を有し、鉄含有量が比較的少ないためテーブルウエア用にも適している。概観の点からはそのままでも呈色はよく中級品レベルに使用可能と思われる。

(3) 長石

長石についてはジャワ島内の Banjarnegara、Narawita、スマトラの Lampung を調査対象とした。検討の結果、開発対象としては Banjarnegara を選択した。これは品位も比較的よく、精製によりテーブルウエアへの利用も可能と見られ、また、ジャワ島内全域にある各メーカーへ長石を供給するのに位置的にも比較的有利な場所にあるためである。また、開発しやすい鉱床でもある。

この他、西部ジャワのタイルメーカー向け供給の可能なスマトラ Lampung がある。品位は

---

[4] 但し、イギリスのボールクレイ、日本の蛙目粘土に比べればなお可塑性は劣る。

アルカリ濃度は 7%であるが品質は比較的よい。しかし、スマトラ島にありジャカルタより西側の地域を除き輸送コストが高くつくこと、鉱区が単一の採掘業者で占められ、また、その業者が比較的しっかりしていることから、新たな開発対象から除外した。しかし、Banjarnegara と並んで今後の重要な長石供給源となるものと位置づけられ、当該業者による独自の開発に困難が見られる場合には必要に応じた対策をとることが必要と考えられる。

1) Pangaribuan 長石

採取サンプルは主成分がほとんど純粋に近い微斜長石で、鉄分、チタン含有も少なく呈色がよいが、すでに掘り尽くされており母岩である風化花崗岩だけが残っている。開発対象としては不適切である。

2) Banjarnegara 長石

採掘地とメインロードとは山道で 1 時間ほどで結ばれている。この山道も 5 トントラックが通行可能である。東西 15km の間に 3 箇所の鉱山があり、鉱床は岩脈状に連なっていると推定される。現在はいずれも手作業により採掘が行われているが、地形的には重機の導入は可能である。

DSM によれば、Ds. Kalitengah 鉱山は 495ha、層厚 60m、Ds. Kebon Dalem 鉱山は 192ha、層厚 50m とされている[5]。

地形地質の状況からは、上記 15km 範囲の外にも、長石が発見される可能性があり、インドネシアの長石資源の主柱となる鉱床と考えられるが、まだ賦存状況、鉱量の詳細調査は行われていない。

主成分は曹長石、石英、微斜長石であり、主成分のアルカリ含量は 7-8%と少ない。そのままでは鉄分が多く呈色が悪い。

しかし、広い鉱区内のサンプル間の品質上のばらつきが少なく安定している。また、鉄分については精製処理により脱鉄可能である。

サニタリーウエア向け原料としては、精製後、カオリン-長石-珪石だて調合用として使用できる可能性がある。また、そのままでタイル用に使用可能である。

テーブルウエア向けに利用できるかどうかは、呈色を悪くする雲母の除去ができるかどうかによる。呈色以外の品質面からは高級品向けにも利用が期待できる。

---

[5] Ds. Kebutuh Jurang 鉱山についてのデータは不詳である。

3) Narawita 長石

幹線道路からは未舗装の山道に入り、上下左右に大きく揺れながら約 1 時間強で山元に達する。そこから Narawita Hill までは車で 15 分であるが 5 トントラックがようやく通行可能である。Narawita Hill は長石山 20ha と珪石山 20ha とが連なって構成されている。高さ 30m 程度の立て壁状となっている現在の採掘地を中心に、東西南北各 1-2km に鉱脈が広がっているといわれている。鉱層の深さは現在の採掘面から更に下方へ 40m あることがボーリングにより確認済みとされている。採掘面（垂直断面）には断層が縦・横・斜めに入り混じり、また、鬼板（板状の酸化鉄）を多く含む褐色層、良質長石を含む白ないし薄灰色層、中間の薄褐色層、その他が部分的に混在し複雑な概観を呈している。すでに良質の長石部分を中心にかなり手堀で掘り進められており、低品質の部分が掘らずに残されている。採掘断面の観察では良質のものは 5%からせいぜい 10%程度と判断される。

当鉱山は鉱量が小さいこと、消費地から比較的遠いことなどの上に、上記のように良質部分だけを掘り進んできたために、呈色良好な層はすでに少ない。外見上は白く見えても呈色不良部分が入り混じっているので品質安定性に欠ける。従って、新たに開発の手段を講じるには不適切である。

鉱物組成はサニデン、トリジマイト、クリストバライト、石英で、一部セリサイトも混在している。

アルカリ含有量は 6%と低くサニタリーウエアには不適である。

鉄分は白色部分では 0.5%、有色部分では 1.5%であり、それほど多くない。しかし、テーブルウエア向けとしてもアルカリ含量は低すぎ、利用価値は少ない。呈色の面からだけでは中級品にも使用が可能であるが、磁器質な素材を想定すると相当量の添加が必要であり、実際にはこの長石だけで長石の役割を果たさせることは困難である。

タイル原料には品質上使用可能である。

4) Lampung 長石

採掘場へは幹線道路からわき道に入り更に 3km 走ると到達できる。このわき道は舗装されておらず、ジープで時速 10km/h 程度しか走れないところもあるが、ほとんど平坦で、道幅は 7-8m はあり、20 トン車程度の大型トラックによる採掘鉱石の搬出にも問題はない。

表土は花崗岩地域特有の白色を帯びた色をしており、ジャワ島のような鉄分を多く含む赤味を帯びた色と異なっている。

鉱山一帯は花崗岩地域であり、鉱山以外の所でも風化の進んだグラナイトが観察でき、

近くを流れる川の底にも長石が見られる。鉱山の広さは 30ha であり、更に、この鉱山付近前後 1km、深さ約 30m が長石資源である。DSM によれば、この地域の長石の鉱量は 1,250 万 m^3 であり非常に大きい。

約 70%を占める砂質部分のアルカリ含有量は 7%、鉄分 0.35%である。

現在採掘されている上層の砂質部分は長石含有量が低く、アルカリ含有量も低い。これが増えれば、鉄分もそれほど多くないことからテーブルウエア向けにも使用可能と考えられる。ただし、塊状の部分はタイル用に使用中である。

サニタリーウエア向け原料としては、カオリン-長石-珪石だて調合用として使用できる可能性がある。しかし、アルカリ含有量が低く、消費地までの輸送距離が長いためこのままでは競争力に劣る。

(4) 陶石

- Pacitan 陶石

山道は簡易舗装は行われているがすでに路面の傷みがひどく、道幅も乗用車のすれ違いがやっとできる程度であり、また急な坂道が多く、5 トン車以上の車では輸送困難である。

採掘面から判断する限り、鉱層はそれほど複雑な様子はなく、比較的均質であるように見受けられる。また蠟石を採掘している山頂から陶石の露頭が現れている場所までの落差は約 50m は有り、このことからも層の厚みもかなり厚いものと推察される。

同地域では、東部ジャワ地方政府の依頼を受けて民間測量会社が東西 1km、南北 500m にわたって 40-60m 間隔でテストピットを掘って鉱量調査を行っており、蠟石（Pyrophyllite）が広く産出することを確認している。また DSM も同地域の調査を実施しており、518 万 800m^3 の埋蔵量が期待できることを確認している（Bahan Galian Industri di Indonesia より）。

主成分は石英、セリサイトであるが、セリサイト分が少なく低品位の陶石である。鉄分 Fe_2O_3、チタン TiO_2 ともに 0.08%、0.28%と少なく呈色はよい。小物として鋳込んで成形することが出きる程度の可塑性はある。サニタリーウエア用としては補助原料としての利用の可能性がある。

タイル用には主原料用としても使用可能であり、かつて使用されたことがある。現在は採掘・搬送上の条件が悪く、また、消費地からも遠いため使われていない。

テーブルウエア向けとしては、セリサイト量が少なく高品質とは言えないが、鉄分が少なく呈色は良好であり、中級レベルのテーブルウエアの主原料として利用可能である。但し、陶石としての可塑性があまりなく、呈色良好な可塑性粘土との併用が必要である。

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、外部で配合された原料に自社で一部付け加えて使用するのであればコスト高になることをおそれている。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供給体制は実現の可能性がある。

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。例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) いずれもすでに、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が技術的・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

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も、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ー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、

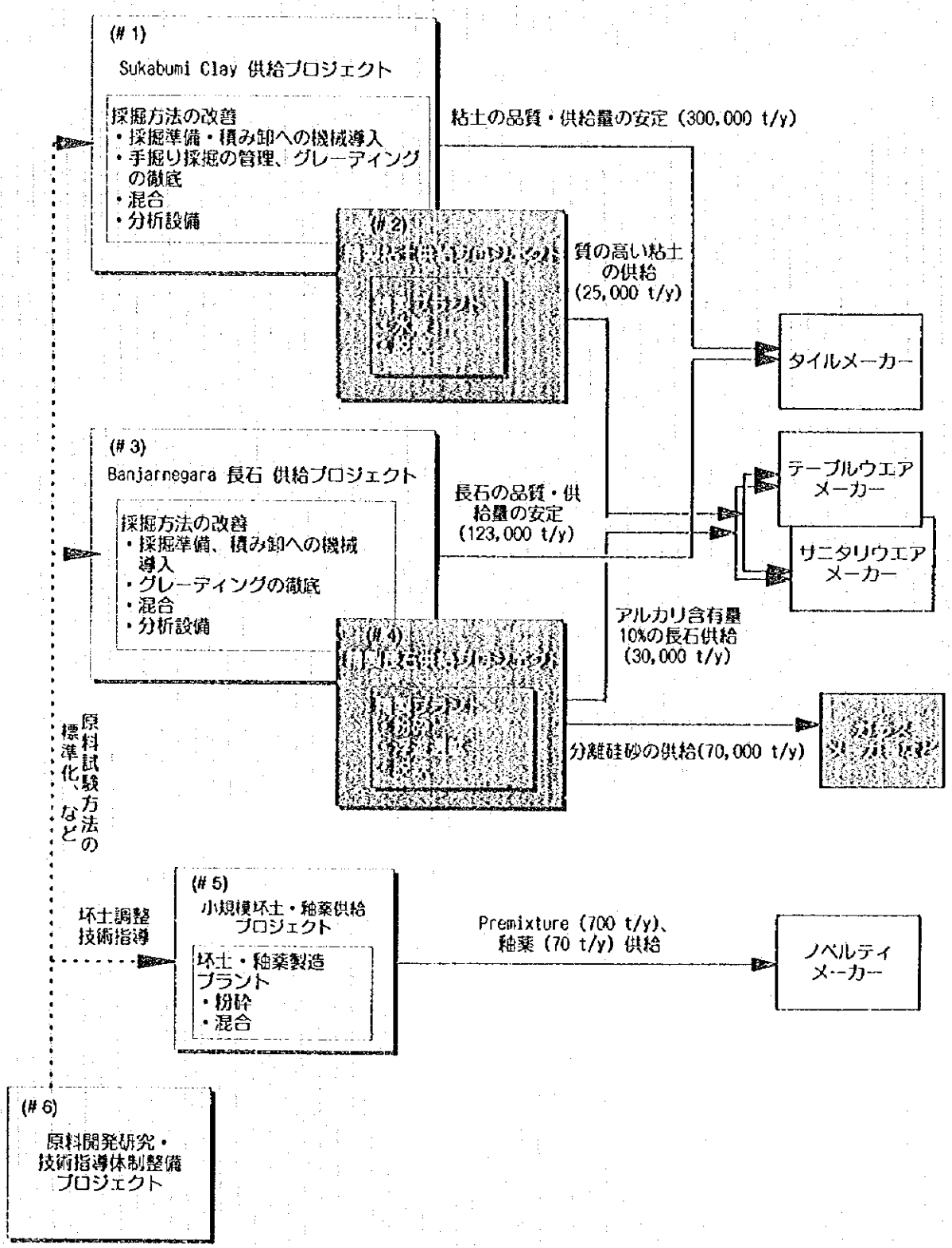
1) 生産地の近くに立地し、その生産地独特のニーズ応えられる技術指導体制が必要であること、
2) 全生産地に一度にこうした設備を展開することは、実施主体を確保する上でも、また、経験の蓄積がないことからも難しいこと

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坏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で、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 および表 4 に示す。

図 1　原料開発計画概要



（注）　(# 6)などはプロジェクト No.

網かけは実施不可能または勧められない。

表4 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	場所：Sukabumi粘土山（国有地） 内容：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 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	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） - FIRR 23.2% - EIRR 24.3%	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	場所：Sukabumi粘土山（国有地） 内容：精製プラントの設置 - 水簸プラント - 脱鉄装置 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	実施不可能（技術的に鉄分の分離困難）	
(3)	Banjarnegara 長石供給プロジェクト	長石の品質・供給量安定	場所：Banjarnegara長石山（県有地） 内容：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 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	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。） - FIRR 32.7% - EIRR 4.6%	Rp. 10,602 million (US$ 4,550.5 thousand)

表4 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	場所：Banjarnegara長石山（県有地） 内容：精製プラントの設置 - 粉砕設備 - 浮遊選鉱設備 - 脱鉄装置 主たる受益者：ジャワ島におけるテーブルウエアメーカー、釉 規模：出荷能力 長石 30,000 tons/year、硅砂 70,000 tons/year 実施主体：民間企業	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、長石の収得率が低いため収益性を期待できない。） - FIRR -3.2% - EIRR -3.5%	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	地場小規模ノベルティメーカーに対する釉薬・坏土の供給	場所：Bandung（BBK内） 内容：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 主たる受益者：Kiara Condong地区のノベルティメーカー 規模：出荷能力 坏土700 tons/year、釉薬70 tons/year 実施主体：UPT(工業貿易省小規模工業開発局傘下の技術指導機関) その他：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	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でかなり改善できる。実施による地場産業育成への貢献、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%	Rp. 1,303.7 million (US$ 559.5 thousand)

表4 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	内容： 1) 補足技術調査の実施 - Sukabumi および Banjarnegaraに対するボーリング調査 - 採取サンプルの実プラントでの評価 2) BBKの技術支援機能の強化 - 原料試験方法の標準化 - 小規模坏土製造条件の検討と品質改善 - 各原料の限界をふまえた製品開発研究、等 3) 原料開発にかかる国際研修コースのBBKへの設置 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	実施を勧める	1) 補足ボーリング調査 - Sukabumi US$ 1,050,000 (最初の 5年間分の埋蔵量だけを対象とすると US$ 270,000) - Banjarnegara US$ 370,000 2) 追加機器導入 US$ 124,000 3) その他諸経費

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 粘土の精製を行う。

(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

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、品質分析用設備を設置する。

1.3.3.2 プロジェクトの内容

(1) 生産能力

生産能力は年 30 万トンとする。

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。

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、そのうち本プロジェクトは 30%強を供給することになる。

生産能力を更に大きくすると収益性は改善される（表 5）。しかし、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 5 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(*1)	100%	27.4%	25.5%	23.2%	18.6%
	Low case(*2)	15.4%	16.8%	18.4%	

(*1) 2年度以降の稼働率。初年度はいずれも 65%。
(*2) 最大販売可能量が 240,000ton にとどまった場合を想定。

(2) プロジェクトサイト

Sukabumi 粘土山。南側の採掘場はすで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。

(3) 採掘

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

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。

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採掘場が込み合うため重機を使用するものとする。

(4) 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。

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。

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、試験室試験によると湿式精製処理した粘土も、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、碍子、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。

すなわち、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、ユーザーのトラックに重機により積み込み出荷する。

(5) 品質管理設備

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。

1.3.3.3 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 6 のとおりである。

表6　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。

(2) 収益性

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な要素の変動に対する収益性の変動を表 7 に示す。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。

現在想定している価格レベルが 10%低くなる可能性はかなり少ない。この場合でも収益性は 17.6%を確保可能であり、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。

需要が予想より下回ったり、操業率が 90%に低下しても IRR は 20.9%、80%では 18.4%であり、これによるリスクも小さいと判断される。

機器設備費は想定額を上回るよりも低下が期待される。

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。

1.3.4.2 プロジェクトの内容

(1) 生産能力

生産能力は年 12 万 3,000 トンとする。

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。

1998 年における上記対象年間需要見通しは 89 万 4,000 トンであり、そのうち本プロジェクトは約 14%を供給することになる。

生産能力を更に大きくすると、収益性は改善される（表 8）。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。

将来需要の伸長が確実視され、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 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 (*1)	100%	39.3%	36.2%	32.7%	28.5%
	Low case(*2)	23.9%	25.4%	26.8%	

(*1) 2年度以降の稼働率。初年度はいずれも 65%。
(*2) 最大販売可能量が 98,400ton にとどまった場合を想定。

(2) 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。

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。

(3) 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。

(4) 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。

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って変動しており、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、焼結点の差があって、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。

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。

従って、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。

すなわち、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。

(5) 品質管理設備

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。

1.3.4.3 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９のとおりである。

表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
Total	10,602.5	4,550.5

(*) 操業準備費、初期運転資本など。

(2) 収益性

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。

(3) リスク

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（表 10）。

表10　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。

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、サニ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　プロジェクトの内容

(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。

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。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。

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。また、アルカリ成分の調整のため輸入品と混合使用する必要がある。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。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（表 11）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。

表11　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 (*1)	100%	-3.0%	-3.3%	-3.9%	-4.7%
	Low case (*2)	-10.7%	-8.9%	-6.7%	

(*1) 初年度稼働率は65%と想定。
(*2) 最大販売可能量24,000ton

(2) 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）。

(3) 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、粉砕・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。

試験室テストによれば、最適な粒度を選定して粉砕し雲母を長石・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、この方法では粉砕工程で比較的柔らかい長石まで粉砕され、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、粉砕・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砕（約 150-200 メッシュ）する。
4) 粉砕した長石・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。

(4) 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。

(5) 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。

1.3.5.3 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 12 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12　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

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ことの上に、精製長石の収率が 30%と低く（残りは硅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、硅砂の売り値が 20%上昇しても、IRR は-1.2%にまで改善されるに過ぎない（表 13）。

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13　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	税前 IRR (%)
精製長石	硅砂				
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 プロジェクトの内容

(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。

想定規模では収益性が期待できるレベルにない。このレベル近辺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 14）。

表 14 生産能力規模、稼働率と収益性
(Small-scale Body and Glaze Premixing Project)

		生産能力(*3) (ton/year)			
		980	840	700	560
稼働率(*1)	100%	10.8%	9.3%	7.5%	5.0%
	Low case(*2)	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) 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。

(3) 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、硅石など）をボールミルに投入し、湿式粉砕調合を行う。粉砕調整後のスリップは、スクリーンを通し未粉砕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。

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砕調合を行う。粉砕調整した釉薬は、スクリーン（200mesh）を通し未粉砕物を除去、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。

(4) 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

1.3.6.3 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 15 のとおりである。

表15　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

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と、

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無くなる。

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。

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。

(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、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 16）。

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、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考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。仮に当見積もり額よりも20%低く調達できた場合はIRRは19.4%と改善される。

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）。

表16　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。

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　プロジェクトの内容

(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・鉱山総局の採鉱技術開発センター（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) プロジェクト実施のための技術的補足調査

a) 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、Sukabumi 粘土採鉱地、および、Banjarnegara 長石採鉱地を対象につぎ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。

1. 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。
2. 事前調査：ボーリング範囲、ボーリング方針の決定。
3. ボーリングの実施、サンプル採取
4. 採取サンプルの評価：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の評価。
5. 原料評価、および採掘・精製条件の研究
   - Sukabumi 粘土および Banjarnegara 長石の市場評価（タイル）
   - Banjarnegara 長石の精製条件の詳細検討
   - 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）
   - 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の生産設備またはパイロット設備により行う。
6. 初期環境影響評価
7. データ解析、報告書作成

b) 必要な実施主体側の体制整備

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。

要員は現有 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

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
- ガラスビード作成装置

ボーリング設備はMTRDCまたはDSMの現有設備を使用する。

ボーリングに必要な費用は次のとおりである。

- Sukabumi 粘土山：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。

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

a) 目的・内容

1. 原料試験方法の標準化：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もと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。
2. 小規模ノベルティメーカー向け坏土品質改善研究：小規模ノベルティメーカー向け坏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坏土を製造する。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、坏土の品質改善に取り組む。
3. 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。
4. 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。
   - 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
   - Pacitan の鉱量調査
5. 原料分析・試験サービス：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。

6. 技術相談・指導サービス：上記試験・分析の結果を基に技術相談・指導を行う。
7. 情報提供サービス：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。
8. 要員育成：上記活動を実施できるBBKの要員を育成する。
9. 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
   - 市水の供給安定化
   - 石膏型の低温乾燥箱作成
   - pH メータの導入
   - 耐火度測定装置の導入

b) 実施に必要な実施主体側の体制整備

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. 小規模坏土品質改善研究
2. 技術指導・相談サービス

必要な設備は概ね設置されている。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および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

経費は基本的には BBK の通常運営経費の中で対応可能である。ただし、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。

3) <u>原料開発にかかる国際研修コースの開催</u>

a) 目的・内容

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。コース内容を表 17 に示す。

b) 実施に必要な実施主体側の体制整備

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。

設備については、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。

また、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。コースプランニングのための専門家の派遣を受け、カリキュラムの組み方についての訓練を受けることが望ましい。

1.4 計画実施の効果

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。

表 17　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	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 (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	座学、ならびに実習	約 2カ月間
	(2) 原料鉱物の成因と賦存状況	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 (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		
	(3) 原料鉱物の化学的・物理性質、性状	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 (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		
	(4) 評価方法(基礎編)	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 (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)炎光分析、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		

表 17　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	(1) 窯業製品の製造方法の概要	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 (1)タイル、(2)衛生陶器、(3)食器、(4)ノベルティー	座学、工場見学ならびに実習	約 2カ月間
	(2) 製品別原料品質要求と品質管理手法	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 (1)主原料：a)粘土(含カオリン)、b)珪石、c)長石、d)陶石、e)蝋石 (2)釉薬・顔料		
	(3) 評価技術(実用編)	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 (1)一般的化学・物理特性 (2)調合試験(粘土の可塑性・粘性、鋳込み成形性、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)		
3. 窯業原料精製技術コース	(1) 原料採掘技術と品質管理手法	各種製品別原料調合技術に関する一般的知識の修得	座学、採掘場見学、工場見学ならびに実習	約 2カ月間
	(2) 原料精製技術	原料鉱石の粉砕、水洗、分級、脱鉄、浮遊選鉱、など精製技術に関する知識の修得と実務研修		
	(3) 坏土製造技術	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		

(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。

なお、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、上記内部収益の対象としては計上せず、次に述べるように別途評価した。

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 18 のとおりである。

表18 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。

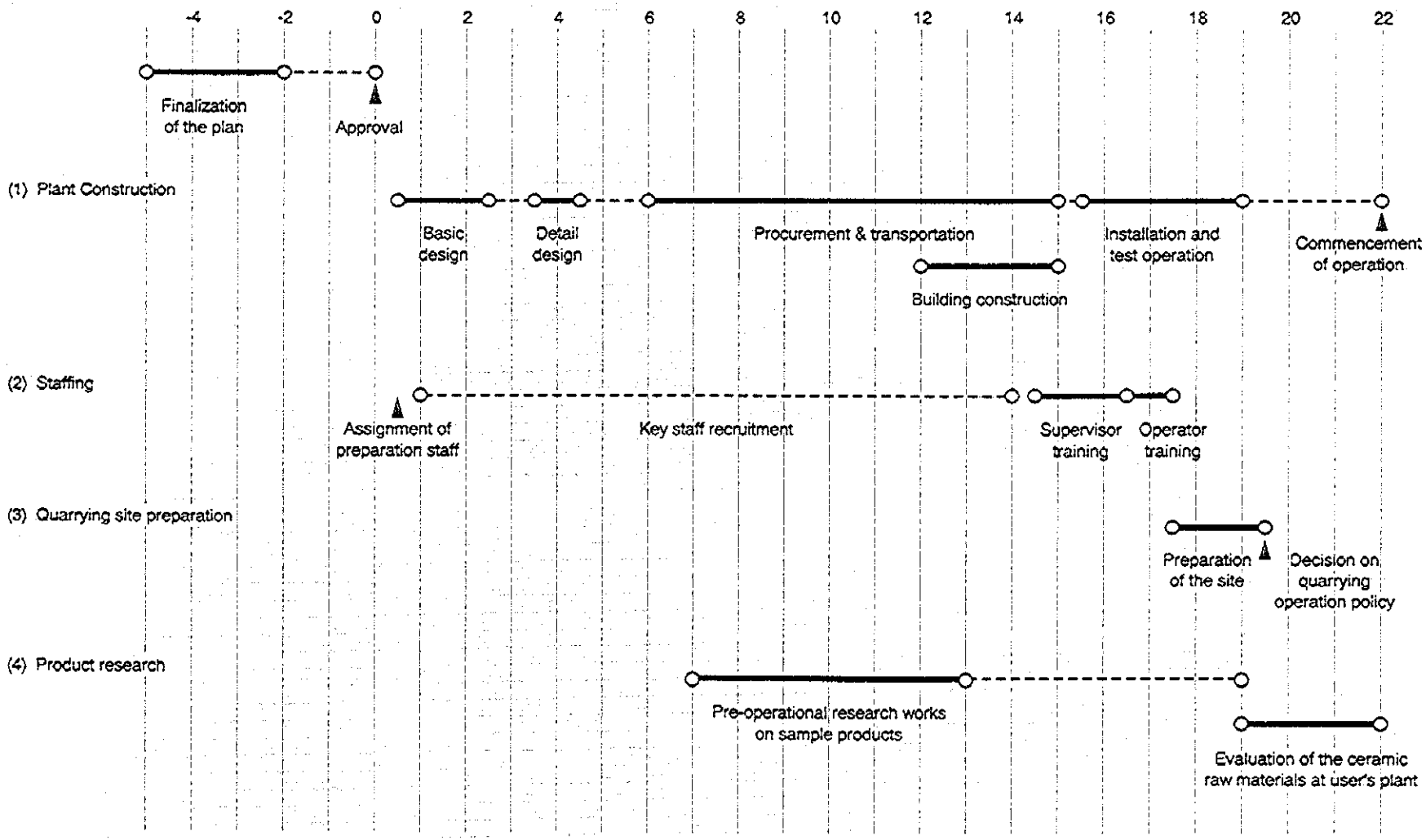
2) 小規模企業への坏土供給は、商工業省小規模工業開発局のもとにある UPT による運営と、セラミック研究所による技術的バックアップにより、パイロット的プロジェクトとして実施するのが望ましい。将来は全国の主要セラミック産地に拡大し、広く民間の一般投資も求める。

3) 技術機関整備は BBK が主体となるものとする。

1.5.2 計画の実施工程

計画の実施工程概要を図 2 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。

図２　実施工程


-4
-2
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
Finalization of the plan
Approval
(1) Plant Construction
Basic design
Detail design
Procurement & transportation
Installation and test operation
Commencement of operation
Building construction
(2) Staffing
Assignment of preparation staff
Key staff recruitment
Supervisor training
Operator training
(3) Quarrying site preparation
Preparation of the site
Decision on quarrying operation policy
(4) Product research
Pre-operational research works on sample products
Evaluation of the ceramic raw materials at user's plant

2　提言

2.1　計画の実施にかかる提言

(提言の概要を表 19 に示す)

2.1.1　計画の実施についての提言

Banjarnegara 長石精製・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である。

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・釉薬調整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

表 19　提言総括表

計画の実施促進	技術的支援	セラミック研究所の体制強化
原料開発計画の実施にかかる提言		
(1) 粘土・長石の安定供給プロジェクトの実施にかかる提言		
調査結果の一般公開、事業採用への働きかけ等 実施促進活動　2.1.1		
補足技術調査の実施（ボーリング調査・サンプルのユーザー[illegible]プラントでの評価調査）　1.3.7.3 (1)		
	原料試験方法の標準化 1.3.7.3 (2) ●	
(2) 小規模坏土・釉薬供給プロジェクトの実施にかかる提言		
BBK、MOIT、地区代表による実施促進機関の確立等 実施促進活動　2.1.1		
	坏土製造条件・品質改善研究　1.3.7.3 (2)	
長期的原料開発活動および対応するセラミック研究所強化にかかる提言		
	国産原料の限界の上に立った製品開発研究　1.3.7.3 (2)	
	Sukabumi 周辺部粘土賦存状況調査　1.3.7.3 (2)	
	Pacitan陶石賦存状況調査 1.3.7.3 (2)	
	原料分析・試験サービス 1.3.7.3 (2)	
	技術相談・指導サービス 1.3.7.3 (2)	
	情報提供サービス 1.3.7.3 (2)	
	要員育成（研修） 1.3.7.3 (2)	
セラミック研究所の活性化にかかる提言		
	業界との共同研究（あるいは依頼研究）の促進　2.4.2 ●	
	外部人材を招聘しての公開講座　2.4.2 ●	
	国際研修の実施　1.3.7.3 (3) ●	

・数字は本文（第II部）中の項No.を示す。

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。従って、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。

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こと。

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考えられる。

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[6]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。

---

[6] 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。

JICA