

インドネシア共和国
低品位ニッケルラテライト鉱
処理技術協力事業評価調査団報告書

平成3年9月

国際協力事業団

鉱開技

JR

91 - 194

108 / 66. 51

JICA LIBRARY



1097970(6)

23776

インドネシア共和国
低品位ニッケルラテライト鉱
処理技術協力事業評価調査団報告書

平成3年9月

国際協力事業団



序 文

インドネシアでは現在未使用のまま放置されている低品位ニッケルラテライト鉱を処理して、金属ニッケルを生産する技術の開発が、国家的課題として採択されている。このためインドネシア政府は「低品位ニッケルラテライト鉱の処理」について技術協力を我が国に要請してきた。

我が国は、この要請に応え、昭和62年12月、インドネシア側関係機関と討議議事録（R/D）の署名・変換を行ない4年間にわたる技術協力を開始した。

プロジェクトは概ね順調に進み、プロジェクトサイトの移転の遅れ等があったものの双方の努力でこれらを克服し、R/Dで合意した技術移転項目もほぼ目標に達成した。

今般、当事業団は、R/Dによる協力期間が平成3年12月13日をもって終了するのに先立ち、これまでの協力内容等の評価をするとともに、インドネシア側とプロジェクト終結に係る必要な協議を行うことを目的として平成3年9月2日から9月10日まで評価調査団を派遣した。

本報告書は、評価調査団の現地における調査及び協議事項をとりまとめたものである。

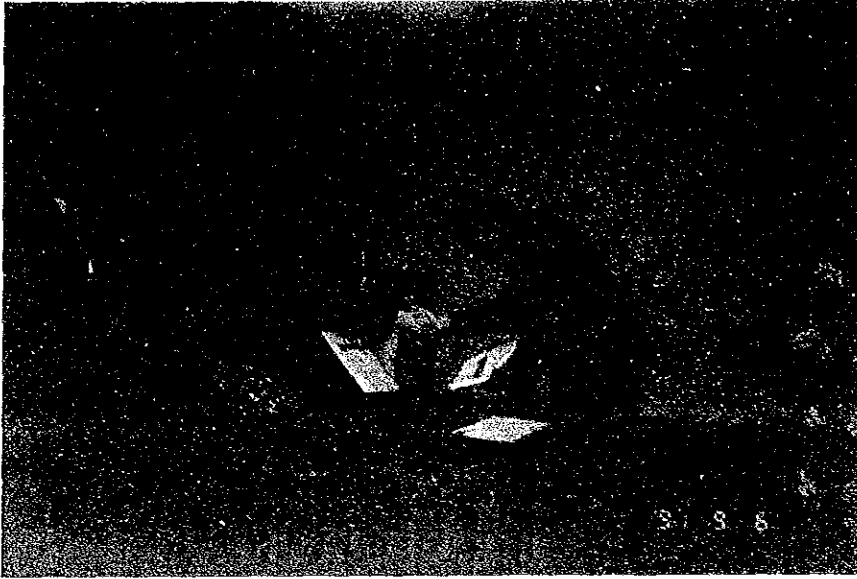
ここに、本調査団派遣に際し、御協力をいただいた日本・インドネシア両国の関係者各位に対して深甚なる謝意を表するとともに、今後とも本件技術協力の成功のために一層の御協力をお願いする次第である。

平成3年9月

国際協力事業団

鉱工業開発協力部長

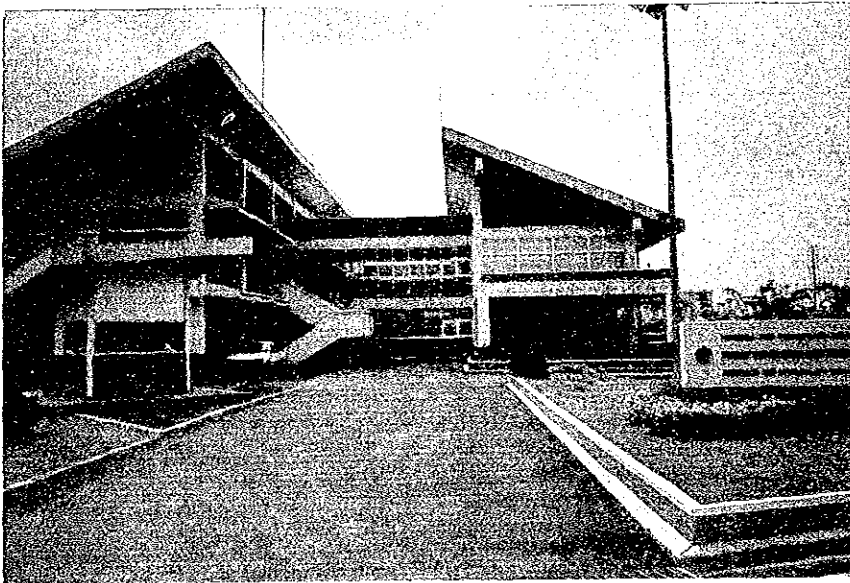
内 仲 康 夫



ジョイントエバリュエーション

レポートの署名・交換

(Samaun LIPI 長官)
(富田団長)



スルボンにある

国立冶金研究所

(RDCM)

目 次

1. エバリュエーション調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成	2
1-3 主要調査日程	2
1-4 主要面談者	3
1-5 終了時評価の方法	4
2. 要 約	6
3. プロジェクトの当初計画	8
3-1 相手国の要請とわが国の対応	8
3-2 プロジェクトの成立と経緯	9
3-3 プロジェクトの目的及び活動計画	10
3-4 相手側実施機関	12
4. プロジェクトの評価	14
4-1 プロジェクトの投入実績	14
4-2 プロジェクトの活動実績	21
4-3 プロジェクトの当初計画と実績の比較	25
4-4 プロジェクトの目標達成	27
4-5 各分野毎の評価	27
5. 結 論	31
資料-1 ジョイントエバリュエーションレポート	33
-2 討議議事録 (R/D)	113

1. エバリュエーション調査団の派遣

1-1 調査団派遣の経緯と目的

インドネシアにおいては、今後、ニッケルの需要が内外において増大していくことを想定し、現在未使用のまま放置されている低品位ニッケルラテライト鉱を処理して、金属ニッケルを生産する技術の開発が、国家的課題として採択されている。このため、インドネシア政府は「低品位ニッケルラテライト鉱の処理」について技術協力を我が国に対して要請し、JICAは専門家の個別派遣によって対応してきたが、その成果をベースにして、「イ」側は、無償資金協力事業による「ラテライト鉱製錬研究施設」の建設と、プロジェクト方式技術協力事業による技術移転をさらに要請してきた。これに対し、我が国は昭和61年3月にJICAによる事前調査団派遣に始まる調査を行い、昭和62年9月には「無償資金協力事業交換公文取極め」が行われ、昭和62年12月実施協議調査団派遣により日・イ双方で協議したR/Dを署名交換し、本プロジェクト技術協力事業が開始された。このR/D協力期間は、1987年12月14日より1991年12月13日までの4年間に渉るものである。

協力事業は、昭和63年より研修員の受入れ、専門家の派遣が始まり、まずバンドンで基礎研究から開始され、平成元年4月の無償資金協力によるMLLの完成後、協力の場をバンドンからPUSPIPTBKに移し、基礎研究とパイロットプラントテストが行われて来た。

この間、R/Dに定める協力計画に従って、協力事業が実施されたきたが、本年12月にはR/D協力期間が終了することになるので、協力目標の達成度、残された課題の把握等により、協力効果を測定し、本件協力事業に対する日・イ合同の評価を実施することを目的に、今回、評価調査団が派遣されることになった。

1-2 評価調査団の構成

担当事項	氏名	所属
総括(団長)	富田 堅二	国際協力事業団専門技術嘱託
評価計画	清水 智	通商産業省資源エネルギー庁鉱業課
乾式製錬技術	甲谷 裕	住友金属鉱山株式会社エンジニアリング部
湿式製錬技術	田中 宏幸	住友金属鉱山株式会社エンジニアリング部
評価管理	池 哲広	国際協力事業団鉱工業開発協力部鉱工業開発技術課

1-3 主要調査日程

月	日	曜	調査日程
9	2	月	東京→ジャカルタ 専門家(全員)、JICA種田事務所員、大村書記官と打合せ
9	3	火	鉱山エネルギー省鉱山総局コム局長と面談 JICAインドネシア事務所高橋所長へ対処方針等説明 LIPISAMOUN長官と面談(評価方針協議) INCOインドネシア トーマス副社長と面談 評価報告書案件作成
9	4	水	第7回合同委員会へ出席(評価報告書案協議) MLL視察
9	5	木	SEKKABワヒド課長と面談 スカルナ所長と評価報告書修正案について協議

9	5	木	ANEKA TAMBANG オロアン副社長と面談
9	6	金	評価報告書作成 L I P I サマウン長官と面談 (評価報告書について協議、署名交換)
9	7	土	資料整理
9	8	日	資料整理
9	9	月	J I C A 金子次長へ経過説明 大使館大村書記官へ経過説明 富田団長帰国
9	10	火	ジャカルタ→東京

1-4 主要面談者

インドネシア側

- (1) Indonesian Institute of Sciences (LIPI)
 - Prof. Dr. Sawaun Samadikun, Chairman
 - Prof. Dr. Didin Sastrapradja, Vice Chairman
 - Ms. Moertini Atmoeidjojo, Head, Bureau of Scientific and Technological Cooperation.
- (2) Research and Development Centre for Metallurgy (RDCM)
 - Mr. Sukarna Djaja, Head
 - Mr. Yusuf, Head, Extraction Metallurgy Division (BMD)
- (3) Ministry of Energy and Mining
 - Mr. Kosim Gandataruna, Director General of Mines
- (4) Cabinet Secretariat of the Republic of Indonesia (SEKKAB)
 - Mr. Wahid Salim, Head, Private and Cultural Cooperation Division, Bureau for International Technical Cooperation
- (5) P. T. ANEKA TAMBANG
 - Mr. Oloan P. Siahaan, Vice President

(6) P. T. International Nickel Indonesia

Mr. Thomas B. Sitepu, Vice President and Chief Financial Officer

日本側

(1) 在インドネシア共和国日本国大使館

二等書記官 大村 哲臣

(2) J I C A インドネシア事務所

所長 高橋 昭

次長 金子 節志

所員 種田 昇

(3) J I C A 派遣専門家

チーフアドバイザー 神部 靖

専門家(乾式製錬) 光富 勝義

(湿式製錬) 藤井 透

(分 析) 奥村 和彦

(操 業) 高橋 寿光

1-5 終了時評価の手法

1. 評価担当者

インドネシア側

・Indonesian Institute of Sciences (LIPI)

・Research and Development Centre for Metallurgy (RDCM)

日本側

国際協力事業団

2. 参照資料

定量定性的に、これまでの成果と実績を評価するために、次に事項を参照した。

(1) 討議議事録 (R/D)

(2) R/Dにもとづいてインドネシア側より提出された専門家派遣、研修員受入れ、機材及び資材供与要請書 (A₁, A₂, A₃ 及び A₄ フォーム)

(3) 討議の覚え書 (M/M) と年次協力計画及び本プロジェクト実施過程で合意又は容認された
その他文書

3. 評価基準

評価は次の基準を用いて行われた。

R/Dに明記された目標である技術移転の程度は、インドネシアカウンターパートによる自立性と継続性に基礎をおいている。

A ; Outstanding (81~ 100)

R/Dに基づく技術移転は完了した。

MLLの自立運営は可能と思われる。

B ; Excellent (61~ 80)

R/Dに基づく技術移転は計画通り終了した。

今後の発展と進歩のために、MLLは努力を続けることが必要である。

C ; Good (41~ 60)

R/Dに基づく技術移転は、ほとんど終了したが、移転された技術の応用と発展には困難が存在する。

D ; Fair (< 40)

R/Dによる技術移転は不十分である。

以上に評価は、技術協力の各分野及び全般に関するエバリュエーションシートを用いて行った。

2. 要 約

日本・インドネシアの双方は、合同の評価作業を行い、その結果をもとに「合同評価報告書」を作成し、署名・交換した。その要旨は次の通りである。

1) 合同評価の結論

本件プロジェクトに関する調査団とインドネシア側との合同評価の結論は、下記の通りである。

- ① 本件プロジェクトで実施することをR/Dで合意していた事項のほとんどは最終段階に達している。
- ② これは、本件プロジェクトの実施過程で直面した種々の障害を、日本・インドネシアの双方の担当者と関係機関が最善の努力を傾注して克服したためである。
- ③ 今後、インドネシア側は実験室とパイロットプラントにおける試験、分析並びに操業を自主的に運営してゆくことが可能となるものと思われる。
- ④ 日本・イ双方は、今後、R/Dで計画したとおり技術移転が実施されてゆくことを期待し、R/Dで予定したとおり平成3年12月13日を以て本件プロジェクトを終結させることに合意する。

2) 今後への留意事項

本件プロジェクトは、上記のとおり、R/D協力期間のとおり、本年12月13日を以て終結することで合意したが、今後の問題点は、自立性と継続性にあることは明らかである。

これらの問題点に関し、合意評価報告書においても、日・イ双方は、それぞれあらゆる可能性を求めて最善の努力を傾注すべきであると勧告している。

インドネシア側は今後の対応について、下記の通り構想を説明し、対処したいとしているので、日本側としても、JICAのみならず、産・官・学の各種の協力計画を活用し、本件プロジェクトの継続と自立へ向けて協力してゆくことが望まれる。

- ① インドネシア側は低品位ニッケルラテライト鉱の処理技術に関する研究開発は、長期計画として継続的に実施してゆく旨、表明した。
- ② しかしながら、現実的には、本件技術協力によって供与された設備、施設の活用と維持、並びに人材の確保と移転されたノウハウの活用と発展をいかして具体化するかという問題に直面している。
- ③ このMLLの自立性とラテライト研究の継続性を図るため、インドネシア側は下記の対策をとる旨、表明した。

1) 関係機関との協調

産業界（鉱業、金属工業、窯業）、政府機関（エネルギー鉱山省所属研究所、国営企業

など) 研究開発組織、大学などとの情報交換と協力

2) 産業界への支援

窯業(セラミックタイル、衛生陶器などでは原料分析と製品開発)、金属工業(アルミニウム押し出し成型、LPGボンベ製造、鋳造などでは分析と製造工程上での問題点の解明)、その他工業へのサービス

3) プロセス開発

短期計画としては、酸化鉛、銅粉の製造、長期計画としては、ニッケル、銅製錬スラッグ、錫選鉱場副産物などについての技術改善の提案

4) 自立に向けての収入の確保

機器分析(既に600成分を受託している)、技術相談、実験室規模での受託試験、パイロットプラント規模での受託試験、技術支援、研修受入れなどによる収入の確保

- ④ なお、バンドンに所在するRDCM本所がスルポンのMLL敷地内に施設を新築し、移転することが決定し、既に着工している。

3. プロジェクトの当初計画

3-1 相手国の要請と我が国の対応

インドネシアに賦存するニッケルラテライト鉱資源は、世界全体の11%以上と計算され、それ故に、インドネシアは、ニッケル資源については優利で高い位置にある。然しながら、現在、僅かに高品位鉱が利用され、低品位鉱は未利用のまま取り残されている。

このインドネシアの状況を考慮して、低品位ニッケルラテライト鉱処理の技術開発を、世界で現在ニッケル資源として主に用いられている硫化鉱と高品位酸化鉱の枯渇の心配を計算に入れ、国家的な課題としてとり入れている。

この課題を達成する為に、インドネシア政府は、日本政府に技術協力を要請した。

この要請に答えて、日本政府は1982年よりJICAを通じバンドンのNational Institute for Metallurgy (現 Research and Development Centre for Metallurgy) に専門家を派遣し、技術協力を継続して来た。

上記の研究室規模の基本研究の結果より、インドネシア政府は、1984年、低品位ニッケルラテライト鉱の工業化プロセスの研究室テストの次の段階として、パイロットプラント規模によるインドネシア産低品位ニッケルラテライト鉱の研究開発に関するプロジェクト方式の技術協力を検討するよう日本政府に要請した。この要請により、日本政府は、JICAを通じ事前調査団を1986年の3月21日から30日までインドネシアに派遣した。事前調査団は、検分と調査を行い、関係技術の詳細について討議を行った。

プロジェクト方式技術協力の主題は、Nicaro法を改善した日本方式と呼ばれるもので、世界で日本を含む僅か数カ国のみが実験プラント規模で、この技術の使用経験を有する。

このため、インドネシア政府は、1986年の8月、建物とパイロットプラント設備の建設と、同じくプロジェクト方式技術協力計画の研究調査に必要な、分析・試験装置の供給について、日本政府に無償援助を要請した。

この要請に答えて、日本政府は、無償援助の有効性とこの要請の基本構想を決定する目的で、基本設計作業を行うことを決定した。

JICAは、1987年2月16日から3月7日にかけて、基本設計調査団を派遣し、これにプロジェクト技術協力に関する長期調査員が同行した。

両調査団は、インドネシア側関係者と協議すると共に、バンドンのRDCMとスルボンのPUSP IPTEK の現地調査を行った。

事前調査団と長期調査員の報告と勧告に基づき、JICAが編成した実施協議調査団が、当プロジェクトの詳細を計画するために、1987年12月7日から16日までインドネシア共和国を訪問した。

実施協議調査団は、インドネシア側関係カウンターパートと共に、プロジェクトの効果的実施運営のための、プロジェクトに関する多くの問題点について討議と調査を行った。

詳細な調査と討議の後で、実施協議調査団の団長とL I P I長官によってサインされたR/Dに述べられている本プロジェクトの実施を、関係政府に勧告することに双方が合意した。

この勧告は、基本的に両政府により承認され、その結果、本プロジェクト方式技術協力が開始された。

無償援助プログラムについては、インドネシア側との討議の継続によって到達した基本的協定が、1987年2月25日に双方代表により滞りなくサインされたM/Dに要約されている。

上記協定に基づく調査の結果について、J I C Aは1987年7月に“ Basic Design Study Repoet on the Project for Establishing the Metallurgical Laboratory for Laterite (MLL) in the Republic of Indonesia”を作成し、インドネシア政府に贈呈した。

1987年9月22日に、ラテライト鉱処理を目的とする製錬研究設備の開設についての覚え書が、日本政府とインドネシア政府の間で交換された後、PUSPIPTBK に研究所開設のために必要な建設作業が開始された。

3-2 プロジェクトの成立と経緯

本件プロジェクトの成立及び経緯について、時系列的に並べると以下の通りとなる。

年 月	主 要 事 項
昭和61年 3月	事前調査団派遣
昭和62年 2月	長期調査員派遣
” 2月	基本設計調査団派遣
” 6月	基本設計案説明ミッション派遣
” 9月	無償資金協力事業交換公文取極め
” 12月	実施協議調査団派遣 (R/D協力期間1987年12月14日~1991年12月13日)
昭和63年 3月	研修員受入(2名)
” 4月	長期専門家派遣(3名)
” 6月	チーフアドバイザー派遣

年 月	主 要 事 項
昭和63年 7月	インドネシア側製錬部門（EMD）バンドンからPUSPIPTKへ移転開始
“ 11月	研修員受入れ（1名）
平成元年 1月	長期専門家派遣（1名）
“ 1月	短期専門家派遣（1名）
“ 3月	計画打合せ調査団派遣
“ 3月	研修員受入れ（3名）
“ 4月	ラテライト製錬研究施設（MLL）完成
“ 11月	EMD移転完了
“ 12月	MLL開所式
平成2年 1月	短期専門家派遣（1名）
“ 2月	巡回指導調査団派遣
“ 3月	研修員受入れ（3名）
“ 4月	短期専門家派遣（1名）
“ 7月	チーフアドバイザー交代
平成3年 9月	評価調査団派遣
“ 12月	R/D協力期間終了（予定）

3-3 プロジェクトの目的及び活動計画

本プロジェクトの目的は、討議議事録（R/D）によると以下のとおりである。

1) 基本計画

(1) 本プロジェクトの目的

インドネシア低品位ニッケルラテライト鉱処理の分野における人材の育成と、これによってインドネシア共和国の鉱物資源の有効利用に貢献することが、本プロジェクトの目的である。

(2) 日本側の技術協力の目的

日本側の技術協力は、協力期間において、インドネシアカウンターパートに対し、技術指導と援助を与えることである。

(3) 本プロジェクトの範囲

- A. 低品位ニッケルラテライト鉱の処理の分野における基本訓練
- B. 低品位ニッケルラテライト鉱の効果的利用のために、次に示す事項についての調査、試験、分析及び解析の訓練

① ラテライト鉱の乾式製錬

- a. 鉱石の調整
- b. 選択還元

② ラテライト鉱の湿式製錬

- a. アンモニア抽出
- b. 不純物の除去
- c. 塩基性炭酸ニッケルの回収
- d. 溶媒抽出
- e. 電気分解

③ ラテライト鉱についての分析

- a. 原料の分析
- b. 産出物の分析

④ パイロットプラントの操業

(4) 技術協力計画

日本側の技術協力の内容は、次の通りである。

A. パイロットプラント完成前（於 Bandung）

- ① 従来の基礎研究（個別派遣専門家による技術指導）の追試験
- ② 既存の設備を使用しての基礎研究
 - a. 原鉱石の精密調査
 - b. 還元操作の基礎研究
 - c. アンモニア抽出の基礎研究
 - d. 溶媒抽出・電解の基礎研究
- ③ パイロットプラント試験計画の策定
 - a. 技術管理標準の作成
 - b. 操作標準の作成
 - c. 操業・試験計画の作成

B. パイロットプラント完成後（於 PUSPIPTBK）

- ① パイロットプラント操業前の基礎研究
- ② パイロットプラント操業中のバックアップテスト
- ③ パイロットプラント操業の準備

- a. 操作要領指導
 - b. 原料、副資材、薬剤等の準備指導
 - ④ パイロットプラント運転指導
 - ⑤ 試験データの収集・分析
 - ⑥ エンジニアリングデータの整理
 - ⑦ 試験レポートの作成
- C. 技術協力期間

当該プロジェクトの技術協力期間は4年間である。

プロジェクト開始	1987年12月14日
プロジェクト終了	1991年12月13日

3-4 相手側実施機関

インドネシア側実施機関は、RDCMである。

RDCMは、冶金の分野で、LIP I長官によって樹てられた政策にもとづき、研究開発活動の実施、科学工業共同体の滞在能力の育成及び研究開発成果の有効利用を行う役割りを有する。

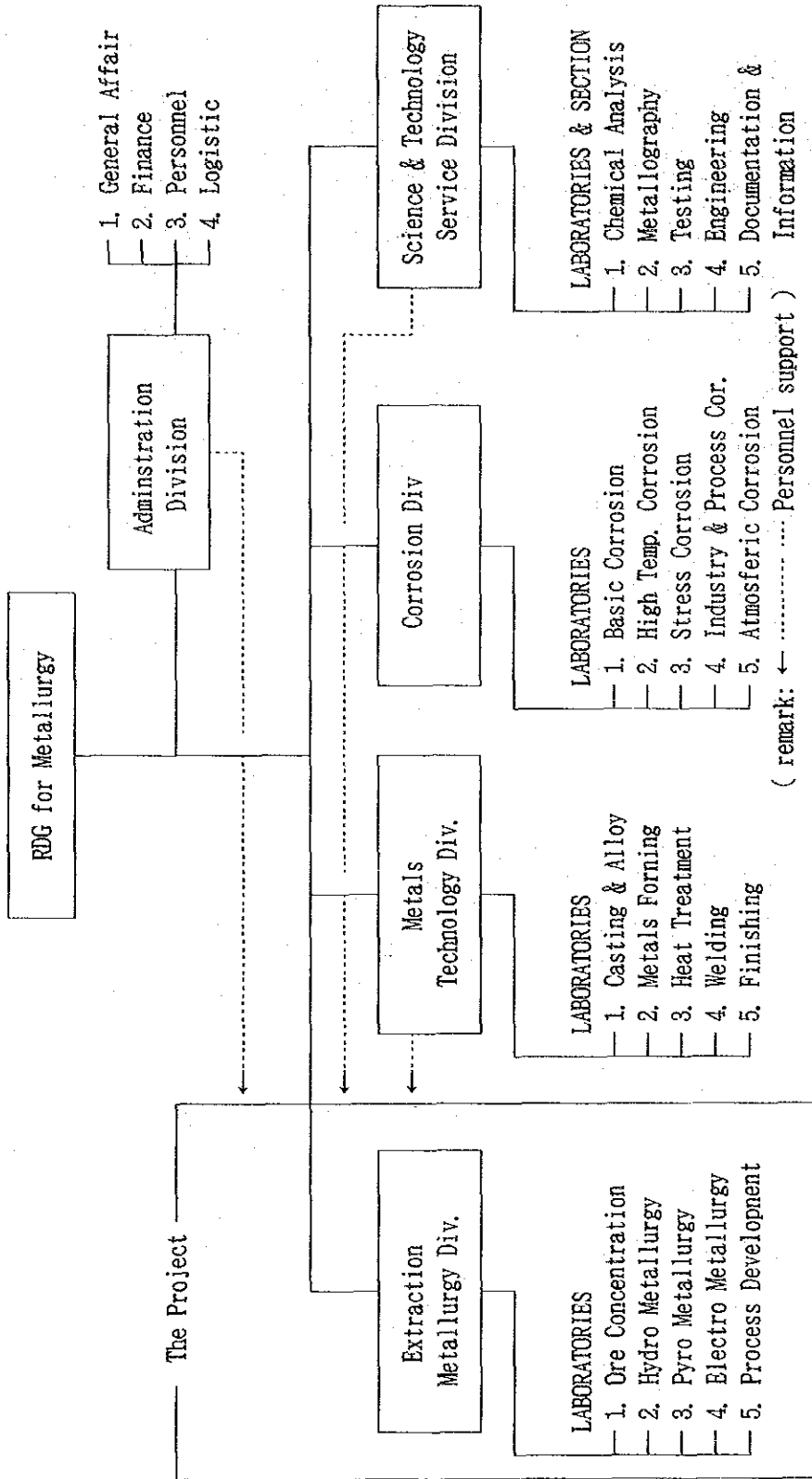
RDCMの組織を次に示す。

本プロジェクトは、RDCM内でEMOを中心にプロジェクトチーム (The Projectの枠内)を結成し、各部門から人員応援を含む協力を得て実行された。

協力の状態を破線で示す。

Annex 3 Organization chart of RDCM

RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE FOR METALLURGY



4. プロジェクトの評価

4-1 プロジェクトの投入実績

1) 全般

R/Dによる暫定実施計画と実績を、次表に対比して示す。インドネシア側のバンドンより PUSPIPTBK への移転が、移転用ローカル予算の遅延により約6ヶ月遅れとなった。この結果は、技術協力計画に影響を与えた。

その他実施項目は、スケジュールと実施時期のずれが見られるものの、プロジェクト進捗には影響がなく、概ね、計画に沿って事業が進捗されているものと考えられる。

暫定実施計画と実施

計画

実績

フェーズ(サイト)	フェーズ I (BANDUNG)																フェーズ II (PUSPIPTK)													
	1986				1987				1988				1989				1990				1991									
	1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991			
歴史年度	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
プロジェクト期間 無償資金協力事業の予定										R/D 12/14								◎ 施設完成 3/15												12/13
インドネシア側																														
I. 整 員																														
II. 移 転																														
III. 新施設での操業																														
日 本 側																														
I. 調査団派遣																														
1) 事前調査団		3月																												
2) 長期調査員																														
3) 実施協議調査団																														
4) 計画打合せ調査団																														
5) 巡回指導調査団																														
6) 計画打合せ調査団																														
7) 評価調査団																														9月
II. 長期専門家																														
1) チーフアドバイザー																														
2) コーディネーター																														
3) 乾式製錬																														
4) 湿式製錬																														
5) 分 析																														
6) パイロットプラント操業																														
III. 短期専門家																														
1) 冶 金																														
2) 分 析																														
IV. 研修員訓練																														
1) 冶 金																														
2) 分 析																														
V. 装置と機械の供与																														

2) 日本側投入実績

(1) 建物と施設及び装置

プロジェクトのための製錬研究施設は、日本政府の無償資金協力事業により、計画通り1989年3月にPUSPIPTBK に完成した。

プロジェクトに必要な建物とパイロットプラントの建設及び機械類と設備の設置を含む無償資金協力事業で、総額14億8千3百万円が支出された。

これに加え、プロジェクトの実施に必要な追加機械類と装置が、日本政府より供与された。

(2) 専門家と調査団の派遣

JICAは、7名の長期専門家と2名の短期専門家を派遣し、またプロジェクトに関連する6次の調査団を送った。

専門家及び調査団の派遣実績を次に示す。

J I C A 専 門 家 派 遣 実 績

氏 名	業 務	期 間
(長期専門家)		
坪 谷 敏 夫	チーフアドバイザー	88. 6. 23 - 90. 6. 22
神 部 靖	〃	90. 7. 17 - 91. 12. 13
光 富 勝 義	乾 式 製 錬	88. 4. 18 - 91. 12. 13
藤 井 透	湿 式 製 錬	88. 4. 18 - 91. 12. 13
久保田 剛 包	分 析	88. 4. 18 - 90. 4. 17
高 橋 寿 光	プラントオペレーション	89. 1. 30 - 91. 12. 13
奥 村 和 彦	分 析	90. 4. 5 - 91. 12. 13
(短期専門家)		
奥 村 和 彦	分 析	89. 1. 30 - 89. 7. 29
杉 浦 衡	分 析 (E P M A)	90. 1. 10 - 90. 1. 30

調査団派遣実績

年度	調査団名 (期間)	分野	氏名	所属先
1986	事前調査 (86.3.21- 86.3.30)	総括 技術協力計画 乾式製錬 湿式製錬 業務調整	富田堅二 佐藤良夫 甲谷 裕 伊奈勝利 仁田知樹	JICA専門技術嘱託 通産省基礎産業局非鉄金属課 住友金属鉱山エンジニアリング部 " " JICA鉱工業開発協力部 鉱工業開発技術課
1987	長期調査員 (87.2.16- 87.2.25)	技術協力計画 ラテライト鉱処理技術	仁田知樹 荒川千宣	JICA鉱工業開発協力部 鉱工業開発技術課 住友金属鉱山(株) エンジニアリング部課長
	実施協議 (87.12.7- 87.12.16)	総括 ラテライト鉱処理技術 業務調査	飯村圭司 荒川千宣 山下 誠	JICA鉱工業開発協力部 鉱工業開発技術課長 住友金属鉱山(株) エンジニアリング事業部課長 JICA鉱工業開発協力部 鉱工業開発技術課
1989	計画打合せ (89.3.18- 89.3.26)	総括 技術開発計画 ラテライト鉱処理技術 業務調整	角野祥三 岡部忠久 田中宏幸 江成克己	JICA鉱工業開発協力部長 通産省資源エネルギー庁鉱業課 住友金属鉱山(株) エンジニアリング事業部課長 JICA鉱工業開発協力部 鉱工業開発技術課
1990	巡回指導 (90.2.19- 90.2.26)	総括 技術協力計画 ラテライト鉱処理技術 業務調整	四釜嘉総 安永裕幸 田中宏幸 米山芳春	JICA鉱工業開発協力部 鉱工業開発技術課長代理 通産省資源エネルギー庁鉱業課 住友金属鉱山(株) エンジニアリング事業部課長 JICA鉱工業開発協力部 鉱工業開発技術課
1991	評価調査 (91.9.2- 91.9.10)	総括 評価計画 湿式製錬 乾式製錬 評価管理	富田堅二 清水 智 田中宏幸 甲谷 裕 池 哲広	JICA専門技術嘱託 通産省資源エネルギー庁鉱業課 住友金属鉱山(株)生産技術本部 エンジニアリング部課長 同上 JICA鉱工業開発協力部 鉱工業開発技術課

(3) インドネシア研修員の受入れ

JICAは、日本で教育する研修員を現在まで9名受入れた。その内容を以下に示す。

技術研修員一覧表

氏名	分野	期間
Mr. Sumantri Sastrawiguna	冶金	1988. 3. 29 - 1988. 9. 28
Mr. Suharis	冶金	" - "
Mr. Yusuf	鉱物処理の研究管理	1988. 11. 1 - 1988. 11. 28
Mr. Asdiman Naibaho	冶金(分析)	1989. 3. 28 - 1989. 9. 28
Mr. Wismail Siregar	冶金(溶媒抽出)	" - "
Mr. Puguh Prasetiyo	冶金(電気分解)	" - "
Mr. Deddy Sufiandi	冶金	1990. 3. 6 - 1990. 9. 5
Mr. Raden Kuswara	分析	" - "
Mr. Santoso	分析(EPMAの操作と保全)	1990. 3. 6 - 1990. 6. 23

(4) 機械類と装置の供給

現在までに、6,116,890 円に相当する機械類と設備及び材料が、JICAを通じ日本政府より供与されている。

主な供与機械類と設備のリストを次に示す。

機械供与実績

年度	装置名	数量	金額(円) (CIF Jakarta)
1989	電位差滴定計	1 set	2,676,890
	自動粒度分布測定装置	1 set	3,440,000
合計		2 set	6,116,890

(5) 日本側のプロジェクト経費実績

これまでのプロジェクトの日本側の支出の概要を次表に示す。

日本側のプロジェクト経費実績

(単位；千円)

項目 \ 会計年度	1988	1989	1990	1991	合計
調査団派遣費	2,074	2,557	0	8,580	13,211
専門家派遣費*	78,909	81,696	96,382	72,000	328,987
研修員の受入れ費用	22,794	11,324	0	750	34,868
機材供与費	6,117	0	0	0	6,117
合計	109,894	95,577	96,382	81,330	383,183

*専門家派遣の中には、専門家による携行機材費用とローカルコストを含む。

3) インドネシア側投入実績

(1) プロジェクトの要員

統計51名のインドネシア要員がプロジェクトに従事した。その内訳は次の通りである。

区 分	主 要 事 項
カウンターパートの配置	プロジェクトリーダー 1名
	パイロットプラント
	コーディネーター 1名
	リサーチャー 10名
	テクニシャン 18名
	プロセスラボラトリー
	コーディネーター 1名
	リサーチャー 6名
	分析室
	コーディネーター 1名
	リサーチャー 2名
	テクニシャン 5名
	管理部門 6名
	計 51名

従事メンバーの氏名は、合同評価報告書 Annex-9を参照されたい。

(2) インドネシア側の経費実績

これまでの、インドネシア側のプロジェクトに対する支出は次表の通りである。

インドネシア側プロジェクト経費実績

(単位；百万Rp)

	年度 項目	1988	1989	1990	1991
		1989	1990	1991	1992
開発予算	1. 人件費	24,192	2,660	22,248	25,653
	2. 材料費	26,040	79,546	114,000	60,000
	3. 旅費	4,432	—	0,664	0,784
	4. 雑貨	2,442	242,794 ^{*)}	3,000	9,000
	小計	57,106	325,000	139,912	95,437
経常予算	1. 給料	102,418	102,418	102,418	102,416
	2. 1-旅行・雑貨	11,514	35,726	33,774	58,000
	小計	113,932	138,144	136,192	160,418
	合計	171,038	463,144	276,104	255,855

*) 163,132 × 10⁶Rp は Vat

(3) 試験用鉱石の供給

合計 1,300t (乾鉱ベース) の Gebe 及び Gag 鉱山のラテライト鉱が、プロジェクトの実施を成功させるため、P. T. ANBKA TAMBANG より贈与された。

4-2 プロジェクトの活動実績

1) 技術協力の進捗状況

技術協力計画と実績を別表に示す。

PUSPIPTBK への移転の遅れが主因となって、パイロットプラント操業に関する技術移転が遅れる事態となった。

この遅れについては、1990年3月に訪伊した巡回指導調査団とインドネシア側との協議において、協力期間内に技術移転が終了するようスケジュールの調整が行われた。

その後、カウンターパートと専門家の努力があいまって、技術移転項目の消化を行い、期間内に終了する見通しとなった。

技術協力計画

計画

実績

フェーズ(サイト)	フェーズ I (BANDUNG)																フェーズ II (PUSPIPTEK)							
	1986				1987				1988				1989				1990				1991			
	1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992		1993							
歴史年度	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV						
会計年度	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV						
協力期間																								
I. 過去5年間の基礎試験の総括																								
II. バンドンにおける予備試験																								
1) 原鉱石の精密調査																								
2) 還元操作の基礎研究																								
3) アンモニアリーチングの基礎研究																								
4) 溶媒抽出・電解の基礎研究																								
III. パイロットプラント試験計画の策定																								
1) 技術管理標準の作成																								
2) 操作標準の作成																								
3) 操業・試験計画の作成																								
IV. パイロットプラント操業前の基礎研究																								
V. パイロットプラント操業中のバックアップテスト																								
VI. パイロットプラント操業の準備																								
1) 操作要領指導																								
2) 原料、副資材、薬剤等の準備指導																								
VII. パイロットプラントの運転指導																								
VIII. 試験データの収集・分析																								
IX. エンジニアリングデータ整理																								
X. 試験レポートの作成																								

2) 技術移転の実施状況

技術移転の実施状況については、合同評価報告書のANNEX 11に23ページにわたって詳述されているとおりであるが、これを要約すると、以下の通りになる。

なお、報告書Noは合同評価報告書ANNEX 12による。

① 個別派遣専門家による協力実績の総括

昭和57年から昭和62年までの5年間にわたって実施されたポマラ鉱山産ラテライト鉱に対する鉱物学的性状調査、酸及びアンモニア浸出試験、並びに選択還元ばい焼試験の経緯については、報告書No 1, No 2, No 7, No10に記録されている。

② バンドンにおける予備試験

バンドンの実験室において、ポマラ鉱及びゲベ鉱を用いて、選鉱、還元ばい焼並びに浸出試験が実施された。又その後の工程（不純物除去、溶媒抽出、電解）については、合成浸出液を用いて試験が行われた。これらの試験の経過については、報告書No 6に記録されている。

③ パイロットプラントにおける試験計画の作成

パイロットプラント操業試験のために、Engineering Standards(ES)と Standard Operating Procedures (SOP)の作成と説明が行われた。（詳細はAnnex 11-III参照）

④ 供試鉱石の性状試験

パイロットプラントで使用するゲベ鉱山産ニッケルラテライト鉱についてX線回分析を含む性状試験が行われた。

⑤ パイロットプラント操業へのバックアップテスト

パイロットプラントにおける操業試験の成績を確認し、その結果に基づいて、さらに操業条件を改善するため、グリーンペレットの強化、ばい焼ペレットの酸化、原料及びばい焼産物の組成などに関する試験が行われた。これらの結果については報告書No12及びNo13に記録されている。

⑥ パイロットプラント操業の準備

パイロットプラントの操業に入る前に、パイロットプラントの機器、設備の説明、操作の指導、安全教育、さらに原料及び副資材の説明などが実施された。

(Annex 11-VI参照)

⑦ パイロットプラント操業の指導 (Annex 11-VII参照)

1) 乾式製錬部門

乾式製錬部門においては、平成2年3月から、先ず石炭を含有しないペレットについて操業の指導が実施され、次いで石炭含有ペレットについて4回（計21日間）の試験操業が実施された。その結果、平成3年2月までに約38tのばい焼ペレットが生産されている。

(Table 1参照)

2) 湿式製錬部門

湿式製錬部門においては、平成3年5月までに、7回のアンモニア浸出操業が実施され、この間、約27tのばい焼ペレットから約285kgの塩基性ニッケル炭酸塩（BNC）が回収されている。（Table 2 参照）

なお、BNCを精製する溶媒抽出と電解部門の操業は目下、実施中で、平成3年12月初めまでには完了する予定とのことである。

3) 分析部門

パイロットプラントの操業条件の設定に必要な原料及び産物の分析については、既に、ルーチン分析で7,500成分（6名で13ヶ月）、非ルーチン分析で1,100成分（6名で5ヶ月）の分析を実施している。

又、これらの分析に必要なマニュアルについては既に41マニュアルを作成しており、今後さらに20マニュアルを作成するとのことである。（Table 3 参照）

⑧ 試験データの収集と解析

実験室及びパイロットプラントにおける試験データはAnnex 11-VIII要約してあるとおりであり、その解析については、目下、実施中であるが、最終的な解析結果は、平成3年12月上旬までにとりまとめる予定とのことである。なお、この間、ばい焼ペレットの酸浸出に関して、新知見がえられたとのことである。（Report No.16参照）

⑨ エンジニアリングデータの取得

本件プロジェクトの重要な目的の一つであったインドネシア産低品位ニッケルラテライト鉱の乾式及び湿式製錬に関するエンジニアリングデータについては、既に取得された部分がTable 4に要約されている。

今後さらに、溶媒抽出及び電解部門についても、エンジニアリングデータが取得されることが期待される。

⑩ 最終報告書の作成

最終報告書については、本件プロジェクトのR/D協力期間の終了までに作成されるとのことである。

⑪ 成果の発表

本件プロジェクトに関する成果の一部について、既に16件の報告書が発表されている。（Annex 12 参照）

4-3 プロジェクトの当初計画と実績の比較

1) 全 般

全体としては、4-1のプロジェクトの投入、及び4-2プロジェクトの活動実績に、計画と実績の対比が示されており、遅れはあったものの当初目標が確実に達成されるものと評価される。

この成果の要因は、日本側専門家の技術移転に対する眞摯な姿勢と堅実な指導及び、インドネシア側カウンターパートの努力によるものである。

2) 事業内容

(1) プロジェクトの実施

日本人専門家の指導のもとに、各分野への技術移転を実施して来たが、実施運営上の問題点として次の事項が発生した。

① インドネシア側運営予算（1989年度）計上の遅れ

インドネシア側は、ローカルコストを日本側に負担させようとする意図があり、当初運営予算を全く計上していなかった。日本側は、1989年の計画打合せ調査団、年次協議の場において強く要求を続け、その結果1989年8月にやっとインドネシア側ローカルコストの確保を約束させた。

このため、バンドンよりPUSPIPTEK への移転予算の計上が遅れ、移転の遅延につながった。

② バンドンよりPUSPIPTEK へのカウンターパート移転の遅延

インドネシア側予算措置の遅れに加え、インドネシア側カウンターパートの移転が遅れた。

その主要因は次の通りである。

- a. PUSPIPTEK のインフラの不備により、一般職員（テクニシャン）の住居が建設されておらず、各自で住居を見つけなければならないこと。
- b. 子弟の教育環境に対する疑問。
- c. 公務員の副収入源が新サイトになく、収入減となる。

これ等の原因により、43名の移転が計画の4月末より11月上旬まで遅れた。

なお、必要人員51名に対する不足要員については、1990年3月までに全RDCM職員のPUSPIPTEK 移転を行い、その要員より補充することとなった。

以上により、要員が確保されパイロットプラント操業に入ったが、パイロットプラント操業に入ってからの実態は、前述の要因により単身赴任者が多く、週末にはバンドンへ帰宅するため長期連続テストの実施が不可能であり、また副収入の確保の問題が生じた。

以上のように、インドネシア側の対応不十分に加え、考えてもいなかった地域条件の影響も受けたが、日本側専門家の努力により問題を解決しながら計画が進められてきた。

3) カウンターパートの受入れ

当初計画として冶金関係7名、分析関係4名、合計11名の日本での研修を予定した。

現在まで、9名（冶金7名、分析2名）の日本研修を終了しており、期間内にさらに2名の研修を行う予定である。

4) 供与機材の活用

本プロジェクトは、無償資金協力によって、パイロットプラント、分析機器等研究設備が殆ど整っているため、技術協力における機材供与は電位差滴定計と自動粒度分布測定装置の2点のみである。

パイロットプラントは、現在使用中であるが、今後も非鉄金属冶金全般のテストに転用できる設備が揃っており、活用度も大きい。

研究設備は、選鉱、乾式冶金、湿式冶金の設備を有している。金属製錬全般に対する研究設備として今後有効に活用される見込みである。

分析設備は、インドネシア国内で最高の設備であり、多方面に渉り測定を実施できる能力がある。

すでに、窯業、金属加工の面で外部利用がなされており、さらに外部利用は増加する予定である。

本プロジェクトの施設及び装置の保全状態は、現在のところ非常に良好である。

4-4 プロジェクトの目標達成

本件協力事業に対しては、日伊双方の努力によって、概ね設定された目標を達成しつつあると評価を与えることが可能であろう。

本プロジェクトは、日本の既存のラテライト鉱処理技術をインドネシア側に移転するもので、協力期間中に、基礎研究とパイロットプラント試験をインドネシア側のカウンターパートが日本側専門家の指導援助のもとに行うものであった。

これ等に用いるハードは、日本側より供与されたが、そもそも、RDCMのカウンターパートは、実験室規模の試験とピーカーを用いる分析程度の経験しかもっていなかったところへ、最新の設備を用いてプロジェクトを遂行することになった。

然し、専門家の適切な指導と協力を受け、カウンターパートが熱心に努力を重ねた結果、協力期間内に試験計画を消化し、設備操作に習熟してMLL自立運営が可能と評価を受け、目標とした技術移転は一応達成した。

本プロジェクトによって、ラテライト鉱より金属ニッケルまでの全操作と、それに係わる基礎研究を体験したことは、カウンターパートの自信となり、今後本プロジェクトで養成された技術力で当設備による試験研究を進めることにより、さらに深い理解力と洞察力が得られるものと思われる。

4-5 各分野の実績（評価）

各分野における技術移転評価を次に述べる。

1) ラテライト鉱処理技術の基礎

過去5年間の基礎研究の追試では、マグネタイト系の焙焼と選択還元焙焼に関する基礎理論

の理解が不十分と思われる。

原料の精密調査は、XRD、EPMA及びDTA分析が行われ、満足できるデータを得た。

還元的基础研究では、実験データの解析がやや不十分と思われる。

湿式的基础研究は、アンモニアリーチングでビーカーテストの手法を、溶媒抽出と電解では基本知識を習得した。

以上に述べられた基礎理論の理解力不足及び解析力の不足は、今後経験を積みれば解決される。

2) ラテライト鉱の乾式製錬

パイロットプラント操業に入る前に、E/S、SOPに基づく教育、基礎試験の実施が十分に行われた。

パイロットプラント操業の基本操作に関する指導を行った結果、試験期間中、MLLのスタッフは、彼等独自のプラントを運転した。

プラント操業中に生じた問題は、その都度原因究明の試験を行い解決している。

試験データの収集・解析は、今後のためにもっと経験を積む必要があり、エンジニアリングデータの収集はいま一步の努力が必要である。

以上より、乾式製錬部門は、MLL自身での自立運転が可能であると評価される。経験を積み、その他の不足面は解消されよう。

3) ラテライト鉱の湿式製錬

プラント操業前の基礎研究データは、E/SとSOPの準備に活用され、パイロットプラントの操業指導も十分に行われた。

パイロットプラントの操業準備は、アンモニアリーチング工程は十分にできたが、精製工程は今一步であった。

試験計画の作成については、もっと経験が必要であり、テストデータの収集、解析及びエンジニアリングデータの整理は、今後もっと経験を積む必要がある。

然し、MLLスタッフは最終リーチングテスト(1991.3)を彼等独自で実施しており、精製工程はまだ操業試験中であったので、期間終了迄にはもっと技術移転成果が高く評価できると思われる。

4) ラテライト鉱の分析

分析の技術水準は、日本での研修成果等により、着実に上昇しており、分析標準も期間中に完成する予定である。分析設備の利用状況も良い。

今後は、分析精度をもっと向上させること、作業管理に比べ不十分な技術管理能力を向上させることが必要である。

分析全般については、定常的な分析について、自立可能な状態に達していると評価され、非定常分析は今一步である。

5) ラテライト鉱処理技術(全般)

① 基礎訓練

全般に、データ解析と理論的理解が不十分である。XRD, EPMA, 及びDTAを用いる分析作業は、十分に習熟した。

② ラテライト鉱の乾式製錬

パイロットプラントの基礎試験、準備作業及び操業については、十分に習熟している。データ解析は、もう少し多く経験が必要である。

③ ラテライト鉱の湿式製錬

リーチング工程は習得できたが、精製工程はもっと経験が必要である。データ解析とエンジニアリングは、将来習得されるべき課題である。

④ ラテライト鉱の分析

定常分析は大部分習得できたが、非定常分析は、もう少し多くの経験が必要である。

⑤ パイロットプラント操業

フローシート全体を利用する操業能力はついた。エンジニアリング及び理論的分野でもう少し多くの経験が求められる。

全般として、本プロジェクトが成功するように、MLL全職員とJICA専門家による最大の努力によって、略々目標を達成したと評価される。

6) 定量的評価

前1-5項で規定した評価方法により、各分野の評価シートで採点した結果の要約は、下記の通りとなった。

評価部門	基本評価	追加評価	総合評価
ラテライト鉱処理技術の基礎	71	-	71 (B)
ラテライト鉱の乾式製錬技術	75	3	78 (B)
ラテライト鉱の湿式製錬技術	67	9	76 (B)
ラテライト鉱の分析技術	76	-	76 (B)
低品位ラテライト鉱の処理技術	74	4	78 (B)

各分野の基本評価は、まだ操業実施中であった湿式製錬技術部門では低いものの、協力期間終了時までの技術移転予想分及び、諸般の問題点を解決して来た追加評点を加えれば、総合評価点は全て70点を越えB (Excellent) の範囲に入っている。

これは「R/Dに基づく技術移転は、計画通り十分に達成されたと評価されるが、今後の開発と改良のために、努力を継続する必要がある」ということである。

5. 結 論

本件プロジェクトは、4年間にわたりインドネシア共和国に賦存する「低品位ニッケルラテライト鉱の処理」について、日本側から技術移転を行うものであった。協力計画は、第1期のバンドンでの基礎研究と、無償資金協力によりPUSPIPTBK に建設された「ラテライト鉱製錬研究施設」で実施する第2期に別けて実施され、計画に従い技術移転を進めてきたが、日・伊双方は概ねの技術移転に係る目標を達成できたと評価されたとして合意に達したが、協力期間終了時点で技術移転状況を見る時、日本から示された技術のトレースが一応完了したと判断される。従って協力期間終了後は、得られた成果をもとに施設の継続的有効利用によって、さらに技術レベルの向上を図らなければならない。

本プロジェクトで養成された研究者が、さらに研究開発を進め、ラテライト鉱処理プロセスを消化し、工業化に向けて進むまでには、まだ時間を要するものと思われる。

日本側としては、このような状況を踏まえ、インドネシアにおけるラテライト鉱の研究が中断・挫折することなく国家目標に到達し、その間、供与施設が有効に活用されるよう、今後インドネシア側の要請に応じ、政府並びに民間よりの協力と支援をして行くことが妥当であると決論に達した。

資料 - 1

ジョイントエバリュエーションレポート

JOINT EVALUATION REPORT
ON
THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
FOR
RESEARCH AND DEVELOPMENT
OF
INDONESIAN LOW GRADE NICKEL LATERITES

SEPTEMBER 6, 1991

JAKARTA, THE REPUBLIC OF INDONESIA

Mutually attested and submitted
to all concerned.

September 6, 1991

Jakarta,

The Republic of Indonesia

富田 堅二

Samadikun.

Dr. KENJI TOMITA

Leader,

Japanese Evaluation Team,

Japan International Cooperation Agency,

Japan

Prof. Dr. SAMAUN SAMADIKUN

Chairman,

Indonesian Institute of Sciences,

The Republic of Indonesia

Contents

	Page
I. Introduction -----	1
1. Introduction -----	1
2. Attendance -----	1
2-1 Japanese Panel -----	1
2-2 Indonesian Panel -----	2
3. Schedule of the Japanese Evaluation Team -----	3
II. Background and Summary of the Project -----	4
1. Brief Background of the Project -----	4
2. Chronological Review of the Project -----	7
3. Purpose of the Project -----	8
4. Scope of the Project -----	8
5. Tentative Schedule of Implementation -----	8
6. Reserarch and Development Centre for Metallurgy -----	9
III. Methodology of Evaluation -----	10
1. Evaluators -----	10
2. Materials used as Reference -----	10
3. Criteria -----	10
IV. Input to the Project -----	12
1. Input by the Japanese Side -----	12
1-1 Buildings, Facilities and Equipment -----	12
1-2 Dispatch of the Japanese Experts and Survey Teams ---	12



Hand

1-3 Acceptance of the Indonesian Counterpart Personnel	
Training in Japan-----	1 2
1-4 Provision of Machinery and Equipment -----	1 3
1-5 Expenses by the Japanese Side -----	1 3
2. Input by the Indonesian Side -----	1 3
2-1 Staffing in the Project-----	1 3
2-2 Expenses by the Indonesian Side -----	1 3
2-3 Supply of Ores Tested -----	1 4
V. Output from the Project-----	1 5
1. Project Accomplishment based on the Tentative Schedule of Implementation -----	1 5
2. Technology Transfer	
2-1 Review of Past 5 Years Basic Study -----	1 5
2-2 Preparative Test using Facilities in Bandung -----	1 5
2-3 Planning of Pilot Plant Test -----	1 6
2-4 Basic Study prior to Pilot Plant Operation -----	1 6
2-5 Back-up Test during Pilot Plant Operation -----	1 7
2-6 Preparation of Pilot Plant Operation -----	1 7
2-7 Guidance for Pilot Plant Operation -----	1 7
2-8 Accumulation and Analysis of Test Data -----	1 9
2-9 Arrangement of Engineering Data -----	1 9
2-10 Reporting of the Results of Pilot Plant Tests -----	1 9
3. Publications -----	1 9
4. Management and Administration-----	2 0
5. Others -----	2 0
VI. Evaluation -----	2 1

(14)

Xavi

1. Transfer of Technology -----	2 1
2. Counterpart Training in Japan -----	2 2
3. Performance of Equipment and Facilities-----	2 2
VII. Conclusion -----	2 3
VIII. Recommendation -----	2 4
Annex 1. Tentative Schedule of Implementation -----	2 5
Annex 2. Technical Cooperation Program -----	2 7
Annex 3. Organization Chart of RDCM -----	2 9
Annex 4. Japanese Experts Dispatched by JICA -----	3 0
Annex 5. Japanese Teams Dispatched by JICA -----	3 1
Annex 6. Counterpart Personnel Trained in Japan -----	3 3
Annex 7. Machinery and Equipment donated by JICA for the Project ---	3 4
Annex 8. Expenses by the Japanese Side -----	3 5
Annex 9. Personnel Involved in Nickel Laterite Project -----	3 6
Annex 10. Expenses by the Indonesian Side -----	3 8
Annex 11. Present Situation of Performance and Achievement of the Project ---	3 9
Table 1. Operation Data of Pyrometallurgical Section -----	5 4
Table 2. Operation on Leaching Section -----	5 5
Table 3. List of Manuals for Analysis -----	5 6
Table 4. Modification of Equipment -----	5 8
Figure 1. Reduction rate of Ni, Co, Fe -----	6 1
Figure 2. Fe ⁰ /Ni ⁰ Reaction Pellet -----	6 1
Figure 3. T-S and T-C(%) in Roasted Pellet -----	6 1



Xxxx

Annex12. List of Publications -----	6 2
Annex13. Organization Chart for the Implementation of the Project ----	6 4
Annex14. Meetings of Joint Committee -----	6 5
Annex15. Evaluation Sheet (Basic Trainig) -----	6 6
Annex16. Evaluation Sheet (Pyrometallurgy) -----	6 7
Annex17. Evaluation Sheet (Hydrometallurgy) -----	6 8
Annex18. Evaluation Sheet (Analysis) -----	6 9
Annex19. Evaluation Sheet (General) -----	7 0
Annex20. Performance of Equipment and Facilities -----	7 2

(1/2)

Xam

I. Introduction

1. Introduction

The Japanese Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), headed by Dr. Kenji Tomita, Special Technical Advisor of JICA, visited the Republic of Indonesia from September 2 to 10, 1991 in order to evaluate jointly with the Indonesian Authorities concerned the achievement of Japanese Technical Cooperation for the Project on Research and Development of Indonesian Low Grade Nickel Laterites (hereinafter referred to as "the Project") on the basis of the Record of Discussions signed on December 14, 1987 (hereinafter referred to as "the R/D").

The Team discussed and studied together with the Indonesian counterpart personnel concerned and the Japanese experts regarding the performance of commitments, achievements of the functions of the Indonesian authorities and constraints which hampered past activities.

Through careful studies and discussions, both sides summarized their findings and observations as described in the following chapters.

2. Attendance

2-1 Japanese Panel

1) Japanese Evaluation Team

Dr. Kenji Tomita , Leader
Mr. Satoshi Shimizu , Evaluation Planning
Mr. Hiroyuki Tanaka , Metallurgy
Mr. Yutaka Kabutoya , Metallurgy
Mr. Tetsuhiro Ike , Coordination

(14)

Xam

2) Japanese Experts

Mr. Yasushi Kanbe , Chief Advisor
Dr. Katsuyoshi Mitsutomi, Pyrometallurgy
Mr. Tohru Fujii , Hydrometallurgy
Mr. Toshimitsu Takahashi, Plant Operation
Mr. Kazuhiko Okumura , Analysis

3) JICA Indonesia Office

Mr. Noboru Taneda; Assistant Resident Representative

2-2 Indonesian Panel

1) Indonesian Institute of Sciences (LIPI)

Prof. Dr. Samaun Samadikun, Chairman
Prof. Dr. Didin Sastrapradja, Vice Chairman
Mr. Soemaryato Kayatno, Deputy Chairman for Technical Sciences
Ms. Moertini Atnowidjojo, Head, Bureau of Scientific and Technological Cooperation

2) Research and Development Centre for Metallurgy (RDCM)

Ir. Sukarna Djaja, Head
Ir. Yusuf, Head, Extraction Metallurgy Division (EMD)

(10)

Sam

3. Schedule of the Japanese Evaluation Team

Date	S c h e d u l e
Sept. 3. 1991	<ul style="list-style-type: none"> • Meeting with Ir. Kosin Gandataruna, Director General of Mines, Ministry of Mines and Energy • Meeting with Prof. Dr. Sanaun Sanadikun, Chairman, LIPI • Meeting with Mr. Thomas B. Sitepu, Vice President and Chief Financial Officer, P.T. Internatiional Nickel Indonesia
Sept. 4. 1991	<ul style="list-style-type: none"> • Attendance at the 7th Joint Committee Meeting (Discussion on the joint evaluation for the Project) • Visit to MLL in PUSPIPTK
Sept. 5. 1991	<ul style="list-style-type: none"> • Meeting with Mr. Wahid Salin, Head, Private and Cultural Cooperation Division, Bureau for International Technical Cooperation, SEKKAB • Meeting with Ir. Oloan P. Siahaan, Vice President, P.T. ANEKA TAMBANG • Discussion with Ir. Sukarna Djaja, Head, RDCM
Sept. 6. 1991	<ul style="list-style-type: none"> • Discussion with Ir. Sukarna Djaja, Head, RDCM • Meeting with Prof. Dr. Sanaun Sanadikun, Chairman, LIPI • Signing the Joint Evaluation Report

(14)

Xam

II. Background and Summary of the Project

1. Brief Background of the Project

The resources of nickel laterites in Indonesia accounts for more than 11% of the world's total, so that, Indonesia stands highly at advantage in nickel resources. However, at present, only high grade ores can be exploited, while low grade ores are left unused.

In consideration of this situation in Indonesia, the development of the technology for processing the low grade nickel laterites is being taken up as a national task, taking into account the anxious situation of exhaustion of sulfide and high grade oxide ores which are now mainly used for nickel resources world wide.

In order to achieve this task, the Government of Indonesia has called on the Government of Japan for technical coopeation. In response to this request, the Government of Japan, since 1982, has dispatched experts through JICA to the National Institute for Metallurgy (now, the Research and Development Centre for Metallurgy) in Bandung, and the technical cooperation has been performed continuously.

As a result of this study on the basis of laboratory scale mentioned above, the Government of Indonesia requested in 1984 the Government of Japan to consider the project-type technical cooperation regarding the research and development of Indonesian low grade nickel laterites on the basis of pilot plant scale as the following stage of the laboratory test for industrializing the processing of the low grade nickel laterites. Upon this request, the Government of Japan, through JICA, sent the Preliminary Survey Team to Indonesia from March

21 to 30, 1986. The Preliminary Survey Team conducted surveys and studies and had discussions on the details of the technologies concerned.

The technology, as a subject of this project-type technical cooperation, is called the Japanese type modified NICARO-process, and only a few countries in the world including Japan have an experience in application of this technology at the laboratory plant level.

For this reason, the Government of Indonesia requested the grant aid of the Government of Japan in August 1986 for the construction of buildings and pilot plant facilities, as well as supplies of analytical and laboratory equipment necessary for the experiment and research by means of the project-type technical cooperation scheme.

In response to this request, the Government of Japan decided to conduct a basic design study for the purpose of determining the validity of the grant aid, and the fundamental framework of this request.

Between February 16 and March 7, 1987, JICA dispatched a Basic Design Team to the Republic of Indonesia accompanied by the Experts Survey Team related to the project-type technical cooperation.

The both study teams consulted with the Indonesian parties concerned and made a site survey to RDCM in Bandung and PUSPIPTEK in Serpong.

On the basis of reports and recommendations by the Preliminary Survey Team and the Experts Survey Team, the Japanese Implementation Survey Team organized by JICA visited the Republic of Indonesia from December 7 to 16, 1987, for the purpose of working out the details of the Project.

(14)

Xam

The Japanese Implementation Survey Team discussed and studied with the Indonesian counterpart personnel concerned a number of points related to the Project for its effective implementation and management.

After careful studies and discussions, both sides agreed to recommend their respective Governments to carry out the Project as described in the R/D signed by the leader of the Japanese Implementation Survey Team and the Chairman of Indonesian Institute of Sciences on December 14, 1987. This recommendation was accepted in principle by both Governments and as a result, the project-type technical cooperation was started.

As to the grant aid program, the basic agreement reached through a series of discussions with the Indonesian side was summarized as Minutes of Discussions, which was duly signed by representatives of both parties on February 25, 1987.

As a result of the study based on the above agreement, JICA prepared "Basic Design Study Report on the Project for Establishing the Metallurgical Laboratory for Laterite (MLL) in the Republic of Indonesia" in July 1987, and presented to the Government of Indonesia.

After the exchange of notes on the grant aid program for the establishment of the metallurgical laboratory for laterite on September 22, 1987 between the Government of Japan and the Government of Indonesia, the construction works necessary for the establishment of the laboratory in PUSPIPTER was started.

(116)

Xam

2. Chronological Review of the Project

Year	Month	Items
1986	March	Dispatch of the Preliminary Survey Team
1987	Feb.	Dispatch of the Expert Survey Team
	Feb.	Dispatch of the Basic Design Study Team
	June	Dispatch of the Draft Report Mission of Basic Design Study
	Sept.	Exchange of Notes on Grant Aid Program
	Dec.	Dispatch of the Implementation Survey Team
1988	March	Training of the Indonesian counterpart personnel in Japan (2 persons on Metallurgy, 6 months)
	April	Dispatch of the long-term experts (3 persons on pyrometallurgy, hydrometallurgy and analysis)
	June	Dispatch of the chief adviser
	July	Beginning of remove of EMD from Bandung to PUSPIPTEK
	Nov.	Training of the Indonesian counterpart personnel in Japan (1 person on management of metallurgical study, one month)
1989	Jan.	Dispatch of the long-term expert (1 person on plant operation)
	Jan.	Dispatch of the short-term expert (1 person on analysis)
	March	Dispatch of the Consultation Survey Team
	March	Training of the Indonesian counterpart personnel in Japan (3 persons on metallurgy and analysis, 6 months)
	March	Completion of the buildings and facilities by Grant-Aid Program
	April	Official opening of MLL, RDCM in PUSPIPTEK
	Nov.	Completion of remove of EMD from Bandung to PUSPIPTEK
Dec.	Inauguration of MLL by the President of the Republic of Indonesia	
1990	Jan.	Dispatch of the short-term expert (1 person on analysis)
	Feb.	Dispatch of the Technical Guidance Team
	March	Training of the Indonesian counterpart personnel in Japan (2 persons on metallurgy and analysis 6 months, 1 person on analysis, 3 months)

(116)

Xam

Year	Month	Items
1990	April July	Dispatch of the long-term expert (1 person on analysis) Dispatch of the chief adviser (successor)
1991	Sept.	Dispatch of the Evaluation Team

3. Purpose of the Project

The Project aims at developing human resources in the field of the treatment of Indonesian low grade nickel laterites and thus contributing to the effective utilization of the mineral resources in the Republic of Indonesia.

4. Scope of the Project

- (1) Pyrometallurgy for laterites;
 - a. Ore preparation
 - b. Selective reduction
- (2) Hydrometallurgy for laterites;
 - a. Ammonia leaching
 - b. Recovery of basic nickel carbonate
 - c. Purification
 - d. Solvent extraction
 - e. Electrowinning
- (3) Analysis for laterites;
 - a. Analysis of raw materials
 - b. Analysis of products
- (4) Operation of the Pilot Plant

5. Tentative Schedule of Implementation

The initial tentative schedule of implementation and technical cooperation program are as shown in Annex 1 and 2.

(14)

6. Research and Development Centre for Metallurgy

Research and Development Centre for Metallurgy (RDCM) has tasks to carry out research and development activities, to build up and increase the capability of scientific and industrial communities, and to make efficient utilization of the results of research and development in the field of metallurgy, in accordance with the policy set up by the chairman of LIPI.

The organization of RDCM is shown in Annex 3.



III. Methodology of Evaluation

1. Evaluators

Indonesian side: Indonesian Institute of Sciences (LIPI)
The Research and Development Centre for
Metallurgy (RDCM)

Japanese side: Japan International Cooperation Agency (JICA)

2. Materials used as Reference

In order to evaluate the past performance and achievement both quantitatively and qualitatively, the following items were adopted as reference.

(1) The R/D

(2) The official requests made by the Government of Indonesia with respect to the dispatch of Japanese experts, the Indonesian counterpart personnel training in Japan and the provision of machinery, equipment and other materials by means of Technical Cooperation Forms A-1, A-2/3 and A-4 respectively.

(3) The Minutes of Discussions, the Annual Work Plans and other documents agreed on or accepted in the course of implementation of the Project.

3. Criteria:

Evaluation was made using the following criteria.

Degree of technology transfer of the subjects stipulated in the R/D based on the extent of self-reliance and sustainability by the Indonesian counterpart personnel.



A : Outstanding (81-100)

Transfer of technology in the R/D was fulfilled. Self reliance of MLL would be possible.

B : Excellent (61-80)

Transfer of technology in the R/D was completed as planned.

It is necessary for MLL to make continuous efforts for further development and improvement.

C : Good (41-60)

Transfer of technology in the R/D was almost completed.

Difficulty exists in application and development of the technology transferred.

D : Fair (<40)

Transfer of technology in the R/D was insufficiently completed.

16

Sans

IV. Input to the Project

1. Input by the Japanese Side

1-1. Buildings, Facilities and Equipment

The metallurgical laboratory for the Project was granted by the Government of Japan and completed in PUSPIPEK in March 1989 as scheduled.

The sum of ¥ 1,483,000,000 has been disbursed in this grant aid program including the construction of main building and pilot plant and the installation of machinery and equipment necessary for the Project.

In addition to the above, the additional machinery and equipment necessary for the implementation of the Project was also donated by the Government of Japan.

1-2. Dispatch of the Japanese Experts and Survey Teams

JICA has dispatched seven (7) long-term experts and two (2) short-term experts, and also sent six (6) survey teams in connection with the Project as shown in Annex 4 and 5 respectively.

1-3. Acceptance of the Indonesian Counterpart Personnel Training in Japan

JICA has accepted nine (9) Indonesian counterpart personnel for their training in Japan as shown in Annex 6.



1-4. Provision of Machinery and Equipment

Up to now, the machinery, equipment and materials equivalent to ¥ 6,116,890 has been provided by the Government of Japan through JICA.

The main items of the machinery and equipment provided so far are listed in Annex 7.

1-5. Expenses by the Japanese Side

The total outlay by the Japanese side, so far, of the Project can be summarized as shown in Annex 8.

2. Input by the Indonesian Side

2-1. Staffing in the Project

A total of 51 Indonesian personnel have been assigned to the Project as shown in Annex 9.

Under the Project leader, 11 researchers and 18 technicians in the field of pilot plant operation, 7 researchers in the field of process laboratory, 3 researchers and 5 technicians in the field of analysis, and 6 administrative personnel have been allocated for the Project.

2-2. Expenses by the Indonesian Side

The total outlay by the Indonesian side, so far, of the Project can be summarized as shown in Annex 10.

2-3. Supply of Ores Tested

A total amount of 1,300 tons (dry base) of laterite ores from Gebe and Gag mines was donated by P.T. ANEKA TAMBANG for the successful implementation of the Project.

(14)

Xam

V. Output from the Project

1. Project Accomplishment based on the Tentative Schedule of Implementation

The project accomplishment based on the tentative schedule of implementation is shown in Annex 1 with the initial schedule plans indicated by broken lines and the actual accomplishment by thick lines respectively.

2. Technology Transfer

The present situation of performance and achievement of the Project can be summarized as follows.

The details are shown in Annex 11.

2-1. Review of Past 5 years Basic Study

In the past 5 years (1982 - 1987), mineralogical study, acid & ammonia leaching study and selective reduction study for laterite of Pomalaa mine were carried out.

The results of these studies were summarized in the Report NO.1 , No.2 ,NO.7 and NO.10 as shown in Annex 12.

2-2. Preparative Test using Facilities in Bandung

Prior to the preparative tests, the detailed explanation on the pilot plant process flowsheet was conducted by JICA experts.

In Bandung, laboratory tests (ore preparation, reduction and

(4)

leaching) on saplorite nickel laterite ore from Ponalaa & Gebe mines and also laboratory tests (impurity removal, solvent extraction and electrowinning) using synthetic solution were conducted for pilot plant operation in PUSPIPTEK.

Preparative test was completed in May 1989 and its result is described in the Report No.6 as shown in Annex 12.

2-3. Planning of Pilot Plant Test

Preparation and explanation of Engineering Standards (ES) & Standard Operating Procedures (SOP) was proceeded in October 1989 through July 1990.

List of these standards is shown in Annex 11(III).

The initial plans as shown in the Technical Cooperation Program in the R/D have occasionally been reviewed and rearranged in accordance with the change of situation and the progress of the Project.

The plans of operation and test have been prepared in accordance with this situation of the Project and the present state is shown in Annex 2.

2-4. Basic Study prior to Pilot Plant Operation

X-ray diffraction analysis on Gebe nickel laterite ore for Pilot Plant test was carried out in December 1990 through January 1991.

102

Sam

2-5. Back-up Test during Pilot Plant Operation

Following tests were carried out.

- (1) Research and studies on the compression strength of the green pellet
- (2) Research on the oxidation of roasted pellet
- (3) Research on mineral composition of roasted pellet with EPMA
- (4) X-ray diffraction analysis on roasted pellet, bentonite, etc.

The results of these tests are described in the Report NO. 12 and No. 13 as shown in Annex 12.

2-6. Preparation of Pilot Plant Operation

- 1) Guidance for Pilot Plant Operation

Explanation of the Pilot Plant, training of operation and safety education were performed in March - June 1990 and July - August 1991.

- 2) Guidance for raw materials, reagents and others

Explanation of raw materials, reagents and others was carried out during the same period of item 1).

The above guidance is described in the Annex 11(VI).

2-7. Guidance for Pilot Plant Operation

The records of guidance for pilot plant operation are shown in Annex 11(VII).

14

Xang

1) Pyrometallurgy Section

Non coal pellet operation was carried out in March - July 1990, and then coal - pellet operation was performed. Until February 1991 coal - pellet operations were executed for 4 times (totally 21 days) and roasted pellet of about 38 tons were produced from saprolite and limonite ore using A.V. kiln.

The results of operation are shown in Table 1.

2) Hydrometallurgy Section

Until May 1991 ammonia leaching operations were executed for 7 times. During these operations about 27 tons roasted pellet was treated and 285 kg (Dry basis) of Basic Nickel Carbonate was produced.

The results of operation are shown in Table 2.

Operation of refining section is being carried out.

3) Analysis during the Operation

The objectives of analysis are to support pilot plant operation control, process management and process analyzing. In the Project, accurate and rapid analysis is very important for preferable operation of the plant and analyzing of its operation.

41 manuals have already been prepared and another 20 manuals are under preparation as shown in Table 3.

The amount of analysis was more than 7,500 elements by 13 months and 6 persons in routine analysis and more

(14)

than 1,100 elements by 5 months and 6 persons in non-routine analysis.

2-8. Accumulation and Analysis of Test Data

The test data have been accumulated through each test and operation as shown in Annex 11(VIII).

In relation to the above, new finding on acid reaching of roasted pellet was obtained as shown in the Report No.16 of Annex 12.

The analysis of some of these data have been tried and the comprehensive analysis will be carried out after the completion of the plant operation.

2-9. Arrangement of Engineering Data

Engineering data for pyro & hydro metallurgical operation were accumulated. Details are shown in Table 4.

2-10. Reporting of the Results of Pilot Plant Tests

The reporting will start just after the completion of the plant operation using the results of the analysis of the accumulated test data and will be completed within the term of the Project.

3. Publications

Sixteen reports presented so far by the Indonesian counterpart personnel and the Japanese experts for the Project are listed in Annex 12.

(16)

4. Management and Administration

Almost all the services of administration and management are being provided by the Indonesian counterpart personnel based on Annex 13.

The Joint Committee which consists of representatives from LIPI, RDCM and the Japanese representatives from the Project, the JICA Indonesia Office and the Embassy of Japan as observer has been held for smooth implementation of the Project.

Meetings of the Joint Committee have been held so far as shown in Annex 14.

5. Others

For effective utilization of analytical equipment, so far more than 600 elements of samples have been analyzed upon the request from the outside.

Besides, the instrumental analysis such as EPMA, XRD and XRF also used for the service to industry.

(14)

VI. Evaluation

1. Transfer of Technology

The evaluation was made based on the Evaluation Sheets as shown in Annex 15-19.

1) Evaluation in each field

① Basic Training on the Treatment for Laterites

In general, most of the items agreed upon in the R/D have been executed.

② Training on Pyrometallurgy for Laterites

The objectives of the transfer of technology have been achieved.

Some more experiences are necessary for data analysis.

③ Training on Hydrometallurgy for Laterites

The transfer of technology in the field of leaching was completed as planned. However some more experiences are necessary for data analysis. In the field of refining, the transfer of technology stipulated in the R/D is being conducted.

④ Training on Analysis for Laterites

The transfer of technology on routine analysis has almost been acquired. Some more practices are required in non-routine analysis.

2) Total Evaluation

The transfer of almost all the technology for treatment of laterites has been effected as stipulated in the R/D.

2. Counterpart training in Japan

The counterpart training program in Japan will cover all fields included in the R/D. Most of the counterparts expressed their satisfaction to the services prepared by JICA.

3. Performance of equipment & facilities

The equipment & facilities so far have been put into practical use and well maintained as shown in Annex 20.

(14)

VI. Conclusion

As a result of the joint evaluation work and the discussions at the 7th Joint Committee Meeting, both parties reached the following conclusions:

- (1) In general, most activities of the Project on the R/D are coming to the final stage of their targets.
- (2) This is largely due to the best efforts and thoughtful cooperation made by the Indonesian authorities concerned and counterpart personnel, which was succeeded in overcoming most of all those difficulties faced in the course of implementation of the Project, together with the effective and sincere cooperation and assistance from the Japanese authorities concerned and experts assigned to the Project.
- (3) It is considered that the Indonesian counterpart personnel would be able to carry out the tests, experiments and analysis at the laboratory and the operation of the Pilot Plant by themselves.
- (4) In conclusion, both parties agreed that the transfer of technology would be completed as planned in the R/D and the Project should be terminated on December 13, 1991 as scheduled in the R/D.

14

Sans

VIII. Recommendation

Based on the mutual basic understanding that the continuation of the research and development of utilization of low grade nickel laterites is necessary as a long term program for the progress of the Republic of Indonesia and, at the same time, the self-reliance of MLL is very important to sustain the capabilities fostered from the results of the Project, both parties agreed to recommend the followings:

- (1) As to the measures to be taken by the Indonesian side, the availability of MLL facilities such as pyro- and hydro-metallurgical pilot plant, process laboratory and analytical laboratory should be utilized under the following policy, namely to develop institutional relationship, to support industries, to develop processes and to generate income.
- (2) As to the measures to be taken by the Japanese side, any possible governmental and non-governmental cooperation and assistance schemes should be utilized for the progress of MLL.

(16)

Sans

Annex 1 Tentative Schedule of Implementation (1/2)

Phase (Site)	PLANNED BY the R/D												PERFORMED by the Project											
	1986				1987				1988				1989				1990				1991			
	I		II		III		IV		I		II		III		IV		I		II		III		IV	
Term of the Project Schedule of Grant Aid	1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991											
	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
Indonesian Side																								
I. Staff Recruitment																								
II. Removing Work																								
III. Operation of New Research Center																								
Japanese Side																								
I. Dispatch of Survey Team																								
1) Preliminary Survey Team																								
2) Expert Survey Team																								
3) Implementation Survey Team																								
4) Consultation Team																								
5) Consultation Team																								
6) Consultation Team																								
7) Evaluation Team																								
II. Long-Term Experts																								
1) Chief Adviser																								
2) Coordinator																								
3) Pyrometallurgy																								

6

W

Annex 1. Tentative Schedule of Implementation (2/2)

Phase (Site)	Phase I (BANDUNG)												Phase II (PUSYFTEK)					
	1986			1987			1988			1989			1990		1991			
	1985	1986		1987		1988		1989		1990		1991						
Calendar Year	1985	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Fiscal Year	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
4) Hydrometallurgy																		
5) Analysis																		
6) Operation of Pilot Plant																		
III. Short-term Experts																		
1) Metallurgy																		
2) Analysis																		
IV. Training of C/P Personnel																		
1) Metallurgy																		
2) Analysis																		
V. Provision of Equipment and Machinery																		

(W)

Annex 2. Technical Cooperation Program (1/2)

----- PLANNED BY the R/D ----- PERFORMED by the Project

Phase (Site)	Phase I (BANDUNG)				Phase II (PUSPIPTEK)							
	1986		1987		1988		1989		1990		1991	
Calendar Year	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Fiscal Year	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
Term of the Project												
I. Review of past 5 years basic study												
II. Preparative test using facilities in Bandung												
1) Detail study of material ore												
2) Basic study of reduction												
3) Basic study of ammonia leaching												
4) Basic study of solvent extraction and electrowinning												
III. Planning of Pilot Plant Test												
1) Preparation of technical management standards												
2) Preparation of operation control standards												
3) Preparation of plan of operation and test												
IV. Basic study prior to Pilot Plant operation												

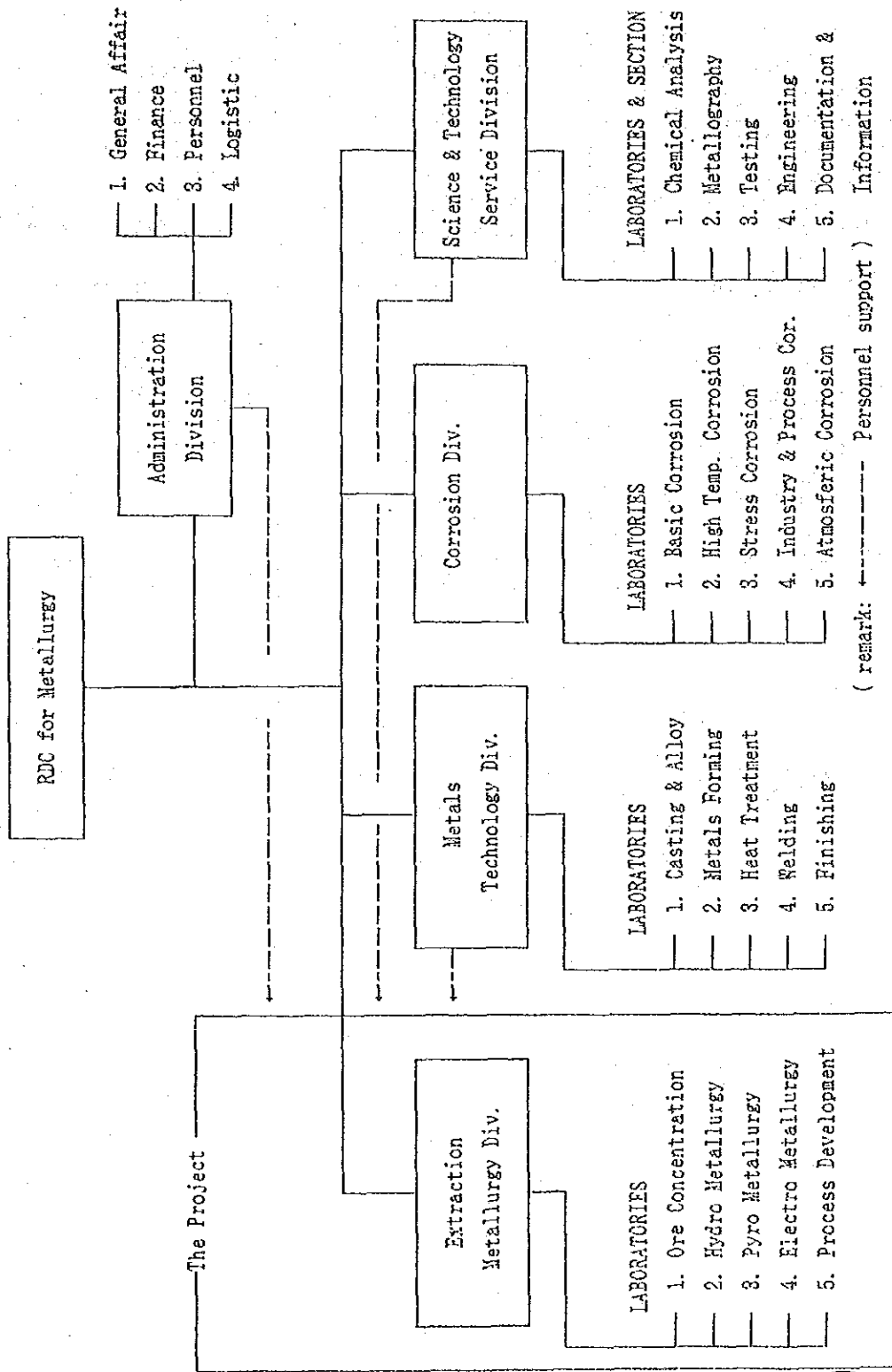
W

Annax 2 Technical Cooperation Program (2/2)

Phase (Site)	Phase I (BANDUNG)				Phase II (PUSPIPTEK)									
	1986		1987		1988		1989		1990		1991			
Calendar Year	1986		1987		1988		1989		1990		1991			
Fiscal Year	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
V. Back-up test during Pilot Plant operation														
VI. Preparation of Pilot Plant operation														
1) Guidance for Pilot Plant operation														
2) Guidance for raw materials, reagents and others														
VII. Guidance for Pilot Plant operation														
VIII. Accumulation and analysis of test data														
IX. Arrangement of engineering data														
X. Reporting of Pilot Plant test														

145

RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE FOR METALLURGY



(remark: ----- Personnel support) Information

(13)

Annex 4

JAPANESE EXPERTS DISPATCHED BY JICA

Name	Role	Assigned Period
(Long Term Experts)		
Mr. Toshio Tuboya	Chief Adviser	June 23, '88 -June 22, '90
Mr. Yasushi Kambe	Chief Adviser	July 17, '90 -Dec. 13, 91
Dr. Katsuyoshi Mitsutomi	Pyrometallurgy	April 18, '88-Dec. 13, 91
Mr. Tohru Fujii	Hydrometallurgy	April 18, '88-Dec. 13, 91
Mr. Yoshikane Kubota	Analysis	April 18, '88 -April 17, '90
Mr. Toshimitsu Takahashi	Pilot Plant operation	Jan. 30, '89 -Dec. 13, 91
Mr. Kazuhiko Okumura	Analysis	April 5, '90-Dec. 13, 91
(Short Term Expert)		
Mr. Kazuhiko Okumura	Analysis	Jan. 30, '89 -July 29, '89
Mr. Hitoshi Sugiura	Analysis (EPMA)	Jan. 10, '90 -Jan. 30, '90

JAPANESE TEAMS DISPATCHED BY JICA

Team and Member	Period and Field
1. <u>The Preliminary Survey Team</u> Dr. Kenji Tomita Mr. Yoshio Sato Mr. Yutaka Kabutoya Mr. Katsutoshi Ina Mr. Tomoki Nitta	March 21, 1986 - March 30, 1986 Leader Technical Cooperation Planning Pyrometallurgy Hydrometallurgy Coordination
2. <u>The Experts Survey Team</u> Mr. Tomoki Nitta Mr. Chitsura Arakawa	February 16, 1987 - February 25, 1987 Technical Cooperation Planning Laterite treatment
3. <u>The Implementation Survey Team</u> Mr. Keiji Imura Mr. Chitsura Arakawa Mr. Makoto Yamashita	December 7, 1987 - December 16, 1987 Leader Laterite treatment Coordination
4. <u>The Consulting Team</u> Mr. Syozo Kakuno Mr. Tadahisa Okabe Mr. Hiroyuki Tanaka Mr. Katsumi Enari	March 18, 1989 - March 26, 1989 Leader Technical Cooperation Planning Laterite Treatment Coordination

Team and Member	Period and Field
<p>5. <u>The Technical Guidance Team</u></p> <p>Mr. Yoshifusa Shikama</p> <p>Mr. Yuko Yasunaga</p> <p>Mr. Hiroyuki Tanaka</p> <p>Mr. Yoshiharu Yoneyama</p>	<p>February 19, 1990 - February 26, 1990</p> <p>Leader</p> <p>Technical Cooperation Planning</p> <p>Laterite Treatment</p> <p>Coordination</p>
<p>6. <u>The Evaluation Team</u></p> <p>Dr. Kenji Tomita</p> <p>Mr. Satoshi Shimizu</p> <p>Mr. Yutaka Kabutoya</p> <p>Mr. Hiroyuki Tanaka</p> <p>Mr. Tetsuhiro Ike</p>	<p>September 2, 1991 - September 10, 1991</p> <p>Leader</p> <p>Evaluation Planning</p> <p>Pyrometallurgy</p> <p>Hydrometallurgy</p> <p>Coordination</p>

(W)

7

COUNTERPART PERSONNEL TRAINED IN JAPAN

Name	Field	Period
Mr. Sumantri Sastraiguna	Metallurgy	March 29, 1988 - September 26, 1988
Mr. Suharis	"	"
Mr. Yusuf	Research Management in Mineral Processing	November 1, 1988 - November 28, 1988
Mr. Asdiman Naibaho	Metallurgy (Analysis)	March 28, 1989 - September 28, 1989
Mr. Wisnail Siregar	Metallurgy (Solvent Ext.)	"
Mr. Puguh Prasetyo	Metallurgy (Electrowinning)	"
Mr. Dedy Sufiandi	Metallurgy	March 6, 1990 - September 5, 1990
Mr. Raden Kuswara	Analysis	"
Mr. Santoso	Analysis (EPMA operation and maintenance)	" - June 23, 1990

Annex 7 Machinery and Equipment donated by JICA for the Project

Year of Provision	Name	Quantity	Amount (Yen) (CIF Jakarta)
1989	Potentiometric Titrator	1 Set	2,676,890
	Automatic Particle Analyzer	1 Set	3,440,000
Total		2 Sets	6,116,890

(13)

✓

Annex 8 Expenses by the Japanese Side

(Unit: Thousand Yen)

Japanese Fiscal Year	1988	1989	1990	1991	Total
Dispatch of Teams	2,074	2,557	0	8,580	13,211
Dispatch of Experts *	78,909	81,696	96,382	72,000	328,987
Acceptance of Counterpart Personnel	22,794	11,324	0	750	34,868
Provision of Equipment	6,117	0	0	0	6,117
Total	109,894	95,577	96,382	81,330	383,183

* The Expense for the Dispatch of Experts includes the Value of the Equipment carried by Japanese Experts and Local Cost.

(13)

5

Annex 9

PERSONNELS INVOLVED IN NICKEL LATERITE PROJECT

Project Leader : Ir. Yusuf
Pilot Plant : Coordinator
Ir. Ronald Nasoetion
(Dr. Ir. Rudi Subagja*)

Reseacher

(Ir. Ronald Nasoetion)
Dr. Ir. Rudi Subagja
Ir. Rahardjo Binudi
Ir. Sumantri
Ir. Arifin Arif
Wisnail Siregar B. ENG
Sudaryat B. ENG
Innanuel Ginting B. ENG
Suharis B. ENG
Gunawan B.ENG
Undang A. H. B. ENG

Technician

Asep Suhana
Ngadiyo
Yoseph
Sukinan
Dibyو
Teteng
Elisaut Lumbantoruan
Doni Arifin
Waluyo
Menet
Yahya
Lili Romli
Engga. H
Sofyan
Susanto
Dadang. T
Ranelan
Toto. S

Process Labo. : Coordinator
Dr. Ir. Akskadi. Djohari
(Ir. Arifin Arief*)

Researcher

(Dr. Ir. Akskadi. Djohari)

Dr. Ir. Agus Haryono

Ir. Firdiyono M. ENG

Ir. Kanariyanto

Ir. Rustiadi M. ENG

Ir. Puguh Prasetyo

Deddy Sufiandi B. ENG

Analysis : Coordinator

Ir. Eddy. D. Cahyono

(Dr. Ir. Akskadi Djohari*)

Researcher

(Ir. Eddy. D. Cahyono)

Ir. Asdinan Naibaho

Koswara B. ENG

Technician

Suhud

Rahnat

Sugiarti

Angwar

Cucu. H

Administration : Suratijo

Sukisno

Agus. S

Sulainan

Syamsudin

Dadang. S

* New Coordinator
Starting June 1991



Annex 10 Expenses by the Indonesian Side

(Million Rp.)

	1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992
<u>I. Development Budget</u>				
1. Personnel Expense	24.192	2.660	22.248	25.653
2. Materials	28.040	79.546	114.000	80.000
3. Travel	4.432	-	0.664	0.784
4. Others	<u>2.442</u>	<u>242.794 *</u>	<u>3.000</u>	<u>9.000</u>
Sub.Total I	57.106	325.000	139.912	95.437

II. Routine Budget

1. Salary	102.418	102.418	102.418	102.418
2. Utilities & Others	<u>11.514</u>	<u>35.726</u>	<u>33.774</u>	<u>58.000</u>
Sub.Total II	<u>113.932</u>	<u>138.144</u>	<u>136.192</u>	<u>160.418</u>
Grand Total I + II	171.038	463.144	276.104	255.855

*) 163.132 for vat

(16)

Annex 11 Present Situation of Performance and Achievement of the Project

I. Review of Past 5 Years Basic Study

1) Period : May~ June 1988

2) Theme of investigation :

A. Presentation on the experimental results during 1982~1987

a. Mineralogical studies on saprolitic and limonitic nickel laterite of Ponalaa mine

b. Magnetite roasting and sulfuric acid leaching

c. Selective reduction roasting with reduction gas, and then ammonia leaching

d. Selective reduction roasting with inner coal reducing agent, and then ammonia leaching

B. Presentation on the experimental results during 1987 :

a. Solvent extraction

b. Electrowinning

II. Preparative Test Using Facilities in Bandung

1) Detail study of raw materials

(1) Period : June ~ September 1988

(2) Kind of raw materials :

a. Saprolitic nickel laterite ore from Ponalaa mine and Gebe mine

b. Bentonite

c. Native sulphur

d. Coal

(V)

7

2) Study of pelletizing

(1) Period : September~December 1988

(2) Kind of ore : saprolitic and limonitic ore from Gebe mine

3) Basic study of reduction

(1) Period : October 1988 ~April 1989

(2) Theme of study

Reduction roast tests in which the temperature profiles of A.V.kiln were applied and the following ammonia leaching test. Three kinds of the temperatures, that is, outside, intermediate and inner wall temperature profiles were applied in these tests. Reduction roast test of saprolitic ore results in as follows :

The reduction ratio of nickel ---- 81 ~ 90%

The reduction ratio of cobalt ---- less than 40%

The reduction ratio of iron ---- 6~7%

4) Basic study of ammonia leaching, solvent extraction and electrowinning

(1) Period : Aug. ~Nov. 1988

(2) Theme of studies

① Ammonia stripping from pregnant solution

The test was to confirm the ammonia (NH_3) concentration to deposit BNC from the pregnant solution.

The flash-out of BNC was observed, and its ammonia (NH_3) concentration was around 19 g/l.

The result has been reflected to E.S. in the pilot operation with good results .

② Solvent extraction test

By setting the organic composition as TNOA/Shell Sol=3/7, the shaking time to obtain a stable result was firstly investigated. Secondly, equilibrium curve of aqueous phase and

(W)

f

organic phase on cobalt was prepared. A test by changing the organic composition as TNOA/Shell Sol=4/6 was carried out in Serpong.

③ Nickel electrowinning test

Using 1 dm² Ti cathode, the test was conducted. By manually keeping the electric current and electrolyte feed rate at a constant level, and adjusting cathode surface roughness, a flat deposition of metal plate was obtained.

Cathode current efficiency : Dk = 1.5 A/dm² 94.23%

Dk = 2.0 A/dm² 97.46%

There was no metal removal from cathode during electrowinning.

III. Planning of Pilot Plant, Test

1) Preparation of technical management standards

(1) Period : Nov. ~ Dec. 1989 and July 1991

(2) Title of Engineering Standards (ES)

① Raw materials and Crusher ~ Fine ore bin

② Pelletizer and A.V. kiln

③ Leaching section

④ Refining Section

(3) Explanation and Q & A

After the draft review, meetings were held to P.P Coordinator Labo. Coordinator, Shift Leaders and Others.

2) Preparation of operation control standards

(1) Period : Dec. 1989 ~ June 1990 and July 1991

(V)

2

(2) Title of standard operating procedure (SOP)

① Dryer

a) Heating up for hot stove of Rotary dryer

② A.V. kiln

a) Heating-up for hot stove

b) Non-coal pellets : operation manual

c) Coal-pellets : operation manual

d) Power stop : operation manual

e) Water supply failure : operation manual

f) Siphon making in water seal : operation manual

③ Leaching Section

a) Leaching Section

④ Refining Section

a) BNC dissolution

b) Impurity removal : Fe & Mn

c) Impurity removal : Cu & Zn

d) Solvent extraction

e) Ni electrowinning (under preparation)

(3) Explanation and Q & A

After the draft review, meetings were held to P.P. Coordinator,
Labo. Coordinator, Shift Leaders and technicians.

IV. Basic study prior to Pilot Plant operation.

1) Period : April 1989 ~ Jan. 1991

2) Theme of Studies

(1) Ore identification

Saprolite and limonite ores of Gebe island were dumped

(V)

7

on the stock-yard. In order to identify the kind of ores, sampling and analysis were carried out for drawing the assay map on the ore piles.

(2) Mineralogical analysis

a) Period : Decenber 1990 for saprolitic ore and January 1991

b) Method of analysis : X-ray diffraction analysis on
saprolitic ore from Gebe nine

c) Result : Main minerals in saprolitic ore are
antigorite, enstatite, magnetite,
quartz, small amount of goethite and
hematite. Main minerals in lateritic ore
are goethite, hematite, magnetite,
small amount of antigorite and
enstatite.

(3) Capability of the rotary dryer and ball mill

From the point of view for pelletizing, material should be ground under 200 mesh.

Some investegations were made in order to get an operational condition from truck hopper to ball mill.

(4) Investigation on total carbon content in each green pellet

The special feature of the reduction roasting in A.V. kiln is that each pellet plays a role of gas generater.

In result of the analysis, each green pellet contains almost sane total carbon content.

So, nixing in the ball mill is preferable for operating the A.V. kiln.

(5) BNC dissolution test

① Period : May 1991

② BNC from Pilot Plant was dissolved by 36% HCl with the following results.

- Temperature went up to 90°C, in 5.2 beaker test, and by calculation using heat of formation data, about 150 °C was expected. Then decided to change Dissolution Tank from Plastic Tank to Stainless Tank with water jacket.
- Very fine particles with small amount were contaminated in BNC, then filtration was so slow and difficult that three vacuum filters were installed.

(6) Solvent extraction test by the organic composition as

TNOA/Shell Sol = 4/6

① Period : Apr. 1990 ~ Mar. 1991

② Equilibrium curve of aqueous phase vs. organic phase on cobalt was prepared. From the curve, the following was concluded to achieve the required cobalt separation.

- Organic composition : TNOA/Shell Sol = 4/6
- Number of stage in cobalt extraction : three (3)

Then one mixer settler was added in cobalt extraction.

(7) Continuous Nickel electrowinning test

① Period : Jan. 1991

② Using 1 dm² Ti cathode, continuous test was conducted, then the following results were obtained.

Condition : - Dk = 2.0 A/dm²

- Electrolyte : Ni = 60 g/l temp. = 60°C

pH = 1.0 Feed Rate = 150 cc/amp·hr

- Cathode Roughness : by Emery #120

(V)

✓

Result : - 30 hours operation without removal
 from cathode surface
 - flat nickel plate
 - Current efficiency 98.50%

V. Back-up test during Pilot Plant operation

(1) Researches and studies on the compression strength of the green pellet

① Relation between the compression strength and moisture content of green pellet.

The compression strength of green pellet is remarkably influenced by moisture content of green pellet. The pellet of compression strength less than 5 kg/pellet has more than 24% moisture. On the other hand, the pellet of compression strength more than 5 kg/pellet has less than 19% moisture. Therefore, recommendable moisture content of green pellet is about 20%.

② Relation between the compression strength and porosity

These relations are as follows ;

compression strength	porosity of pellet	fine ore size (-200 mesh)
< 3 kg/pellet	43.0%	79.2%
3~5 kg/pellet	40.7%	81.5%
5~7 kg/pellet	37.8%	81.1%
> 7 kg/pellet	36.4%	83.7%

Desirable sizes of ore particle are -200 mesh 82~83%, and it is cleared that ore particles of finer size are lightened well and about 38% of porosity is preferable.

- (2) Installation of cyclone for rejecting the coarser ore particle in ball mill discharge.

Results are as follows :

	before installaton	after installation
+20 nesh	2.1%	0.3%
-200 nesh	90.0%	83.5%

The coarser particle is rejected enoughly by cyclone.

- (3) Investigation for finding the cause of pellets breakage in the A.V.kiln.

In case of reduction roasting of limonite ore pellets in A.V.kiln, pellets were easy to break and increase of pressure drop phenomena in A.V.kiln were observed frequently.

So for finding the cause of pellets breakage, roasting tests of pellet made by pilot plant using a furnace in laboratory were carried out.

In these tests factors such as kinds of bentonite, additive rate of betonite and compression strength of green pellets were changed.

By applying the test result the continuous A.V.kiln operation in February 1991 was successfully executed.

- (4) Research on the oxidation of the roasted pellet

Roasted pellets were taken from continuous operation and stocked in vinyl bags from July 26 to August 27, 1990.

Oxidation of Ni and Co was not detected. Only Fe was oxidized first and Fe⁰ grade became from 3.43% to 1.89%.

- (5) Research on mineral composition of the roasted pellets with EPMA

Solid solution of Ni-Co-Fe in goethite is identified. Some of goethite grains have Co and Ni atoms. Therefore, roasted pellets of limonitic laterite have a plenty of Ni-Co-Fe alloy.

Ni atoms in antigorite exist in the form of impregnation in case of low metal reduction. Enrichment of Ni-Fe, and enrichment of Fe replacing part of Ni in magnesium silicate mineral are identified.

- (6) X-ray diffraction analysis on saprolitic and limonitic roasted pellet of Gebe ore

Main mineral compositions of saprolitic and limonitic roasted pellet are shown in "Sulfuric Acid Leaching on the Reduction Roast Pellet of Nickel laterite". (Report No.16 of Annex 12)

- (7) X-ray diffraction analysis on bentonite used in pilot plant

X-ray diffraction analysis clarifys that this bentonite is a pure Na-compound.

- (8) Test on the size distribution control in Vibro - Mill

① Period : Aug. 1990

② Applying orthogonal array method, parameters on Vibro - Mill operation was evaluated. It was found that the most influential parameters were :

a) Liquid feed rate and its stability (the smaller, the finer particle)

b) Number of crushing rods (the more, the finer particle)

Then, liquid feed was changed to 1.5ℓ/min and number of crushing rod was increased to 17 to reduce coarse particle stably.

(W)

/\$

VI. Preparation Pilot Plant operation

1) Guidance for Pilot Plant operation

(Ore preparation ~ Reduction)

Period	Item
Mar.-Jul.1990	<ul style="list-style-type: none"> a) Guidance at job site about flow sheet and equipment b) Schedule of sampling and analysis c) Calibration of weighing feeders (for ore, coal and bentonite) and each pump d) Explanation of operation mode e) Operation of non - coal Pellet in AV kiln and operation of using water in leaching section

(Leaching Section)

Period	Item
Oct. 1989	<ul style="list-style-type: none"> a) Equipment inspection & lubrication b) Pumping rate calibration
Dec. 1989	<ul style="list-style-type: none"> a) Inspection on each equipment by shift leaders
Jan.-Feb.1990	<ul style="list-style-type: none"> a) Explanation to technicians on the flow diagram, each equipment and S.O.P. b) Independent water operation of each equipment and water operation of total system
Mar.1990	<ul style="list-style-type: none"> a) Continuous training operation by coal - pellets and leaching solutions

In addition, guidance on the operation mode, conditions, point

(12)

/

to pay attention etc. are conducted before starting each operation.

(Refining Section)

Period	Item
Jul. 1991	a) Explanation to technicians on the flowdiagram, equipment, unit process, operation and S.O.P. (BNC ~ Solvent Extraction)
Aug. 1991	a) Water operation of unit process and operation b) Training operation from BNC Dissolution

2) Guidance for raw materials and others

① Period : Mar. 1990 ~ Aug. 1990

② Themes :

- a) Explanation about ore (composition and property etc.)
- b) " " coal (")
- c) " " bentonite (")
- d) Explanation of material balance in every stages
- e) Review and checking on the supplied lubricant

By reviewing the lubricant supply list and the required lubricant list in each equipment manual, started the investigation on the possibility of procurement in Indonesia. Then, found that the procurement was possible from Indonesia supplier and/or by import through agents and that the supplied lubricants could cover the required ores.

f) Check on the spare parts

Compared the supplied spare parts with the parts list, then discussed and confirmed with RDCM and JICA

experts that the supplied spare parts were almost enough for the plant operation.

g) Checking on subsidiary materials

Checking and confirming subsidiary materials which are necessary for Pilot Plant operation.

h) Others

Guidance for recording and keeping of daily data and remarks, and guidance for communication among shift leaders.

VII. Guidance for Pilot Plant Operation

1) Pyrometallurgy Section

(1) Training

- ① The training from truck hopper to pelletizing

Jan. 1990 ~ Mar. 1990

- ② The training of A.V. kiln : non-coal pellet operation

Mar. 1990 ~ Jul. 1990

- ③ The training of A.V. kiln operation

Jul. 1990

(2) Operation

Operation of pyrometallurgy section are summarized as Table 1.

2) Hydrometallurgy Section

(1) Summary on the operation

The 1st. continuous operation started in August 1990.

After some modifications on equipment, systems and operation

(15)

4

nodes, RDCM could achieve the operation by themselves in May 1991 together with preparation works such as condition setting on each equipment, operation mode setting etc.

(2) The results of operation are summerlized in table 2.

VIII. Accumulation and analysis of test data

(1) Reduction rate of Ni, Co, Fe

Please refer Fig.1.

(2) Fe^0/Ni^0 ratio in roasted pellet

Please refer Fig.2.

(3) Total carbon content and total sulphur content in roasted pellet

Please refer Fig.3.

(4) Research on the Characteristics of the Roast Pellet.

X-Ray diffraction analysis and EPMA analysis on the saprolitic roasted pellets and limonitic roasted pellets were carried out.

As results of EPMA analysis, it was cleared that solid solutions of Ni-Co-Fe in goethite were enriched and condensed after reduction roasting in the AV kila at 800~850 °C.

Further more, Ni atoms in magnesium silicate minerals were not enriched and condensed, but impregnated. However, Co atoms in magnesium silicate minerals were enriched remarkably. On the other hand, non selective roasting at 900 °C of saprolitic and limonitic ore (Gebe) was carried out in laboratory with the tube furnace. EPMA analysis of the roasted pellets, Ni-Co-Fe alloy

W

f

grains, Fe-Ni-Co enrichment, and Fe enrichment replacing part of Ni were observed in magnesium silicate minerals.

(5) Sulfuric Acid Leaching on the Reduction Roast Pellet

The results of sulfuric acid leaching were as follows :

a. The metal extractions from saprolitic roast pellets with the

A.V. kiln.

total Ni : 78%, metallic Ni : 90%

total Co : 67%, metallic Co : 100%

total Fe : 0%, metallic Fe : 0%

total Mg : 8%

b. The metal extractions from limonitic roast pellets with the

A.V. kiln.

total Ni : 78%, metallic Ni : 97%

total Co : 55%, metallic Co : 99%

total Fe : 0%, metallic Fe : 0%

total Mg : 10%

c. The metal extractions from saprolitic roast pellets with the

tube furnace.

total Ni : 89%

total Co : 98%

total Fe : 0%

total Mg : 12%

d. The metal extractions from limonitic roast pellets with the

tube furnace.

total Ni : 88%

total Co : 98%

total Fe : 0%

total Mg : 10%

In more detail, refer to report "Sulfuric Acid Leaching on the reduction Roast Pellet of Nickel Laterite" as shown in the Report No. 16 of Annex 12.

(6) Independent Operations of Pyrometallurgical and Hydrometallurgical sections.

When the reduction roasted pellets were kept in vinyl bags after cooling in reduction atmosphere, it was cleared that those roasted pellets were not oxidized for one month.

Therefore, if the roasted pellets are kept in vinyl bags just after the operation of pyrometallurgical section, they can be used for ammonia leaching even after one-month storage.

This means that the pyrometallurgical and the hydrometallurgical operations can be carried out independently from each other.

IX. Arrangement of engineering data

Objective and modification are shown in table 4.

(13)

7

Table 1. Operation Data of Pyrometallurgical Section

Campaign No.	Test Period	Kind of Ore Used	Chemical Composition of Ores (%)				Reduction (%)			Produced roast pellet (t)	Remarks
			Ni	Co	Fe	MgO	Ni	Co	Fe		
I	'90 July 25 - 28	saprolite	2.21	0.087	21.82	13.3	72.5	55.4	14.3	5.8	
II	Oct. 15 - 19	saprolite	2.21	0.087	21.82	13.3	74.5	52.5	3.2	9.1	
III	Dec. 14 - 19	limonite	1.52	0.103	40.11	6.0	80.3	55.9	4.1	11.6	
IV	'91 Feb. 21 - 26	limonite	1.65	0.089	33.10	9.6	85.5	52.8	4.9	11.0	
										total 37.5	

(167)

5

Table 2. Operation on Leaching Section

Period	Roasted Pellet		Concentration of Leaching Solution			Type of Feed Chemical and its Feed Point		Recovered BNC	Rate of Extraction or Loss			Remarks
	Type	Feed (t/d)	NH ₃ (g/l)	CO ₂ (g/l)	Ni (g/l)	NH ₃	CO ₂		Ni extra tion (%)	NH ₃ Loss (%)	CO ₂ Loss incl. BNC	
Aug. 13-18, '90	saprolite	-	(g/l)	(g/l)	(g/l)	NH ₃ sol. to Recovery Tank	CO ₂ gas to Absorber	-	(%)	(%)		Due to chocking problems on V-3 feeder, pipe line, pump etc., no datum was obtained.
Oct. 3-5, '90	saprolite	1,219			~ 2	same as above	same as above	-				Due to unstable condition, no datum was obtained.
Nov. 14-19, '90	saprolite	5,346	69-27	91-11	1.0-6.5	same as above	same as above	67	74	75	80	Suffered chemical concentration decrease.
Jan. 17-25, '91	Limonite	4,645	45-53	20-40	2.6 - 5.7	same as above	① CO ₂ gas to Absorber ② NH ₃ CO ₃ to Leach Tank	53	53	51	51	Higher CO ₂ concentration in leaching solution, due to NH ₃ CO ₃ feed to leaching tank.
Mar. 9-13, '91	Limonite	3,868	47-52	53-30	3.9 - 4.5	① NH ₃ sol. to Recovery Tank ② NH ₃ sol. to Leach tank	same as above	49				
Apr. 4-11, '91	Limonite	4,870	50-60	35-40	~ 7	same as above	same as above	66		43	50	RUCM conducted the operation almost by themselves.
May 11-25, '91	Limonite + Saprolite	6,764	60-70	40-50 ~ (50)	2.4-7.1	same as above	same as above	50		64	84	① Use Gas Scrubber as secondary absorber ② Higher chemical concentration was intended, Target : NH ₃ > 80 g/l CO ₂ = 40 ± g/l ③ RUCM conducted the operation totally.

Table 3 List of Manuals for Analysis (1/2)

Elements for Analysis

Section	Sample Name	Elements for Analysis												Pulp density	Size distribution								
		Ni°	Co°	Fe°	Ni	Co	Fe	Mn	Cu	Zn	Mg	Cs	Cl			Cr	Mn ₂	CO ₂	C	S	Moisture	pH	
Ore Preparation	Dry ore				4	13	22	29	32	35	38	43	44	48			54	56	57				
	Fine ore																	56				60	
	Green pellet																55						
Selective Reduction	Roasted Pellet	1	2	3	5	14	23																
	Quenching tank slurry Leaching thickener overflow No. 1																						61
Leaching	No. 2																						
	Pregnant liquor Pregnant cake				6	15	24			39	45												59
Washing	No. 1 washing thickener silt				7	16	25			40													
	Tailing cake				7	18	25																59
Ammonia recovery	Tailing filtrate																						
	Condensate A B																						

Remark: Figure beside mark (○ or □) shows each manual number.

Elements for Analysis																							
Section	Sample Name	Ni°	Co°	Fe°	Ni	Co	Fe	Mn	Cu	Zn	Mg	Ca	Cl	Cr	NH ₃	CO ₂	C	S	Moisture	pH	Pulp density	Size distribution	
	NH ₃ and CO ₂ Absorber outlet														49	52							
EVC Recovery	BNC cake				8	17	26				41		46		50	53			57				
	BNC filtrate														49	52							
	NH ₃ and CO ₂ Recovery tank sol.														49	52							
Purification	Liquor before De-Fe, Mn				9	18	27	30	33	36	42				51					57			
	De-Fe, Mn cake				10	19	28	31															
	Liquor before De-Cu, Zn				9	18	27	30	33	36	42				51								
	after De-Cu, Zn				9	18	27	30	33	36	42				51								
	De-Cu, Zn cake				11	20			34	37										57			
Solvent Extraction	Feed solution				9	18	27	30	33	36													
	Raffinate				9	18	27	33	33	36			47								58		
	Co strip liquor				12	21							47									58	
Electro-winding	Electrolyte				9	18	27	30	33	36	42		47		51	52							
	Spent electrolyte				9	18	27	30	33	36	42		47		51	52							
Prepared	4 1	1	1	1	7	6	4	2	2	2	4	0	2	1	1	2	0	0	1	1	1	1	2
Under Prep.	2 0	0	0	0	2	3	3	1	1	1	1	1	2	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0
Total	6 1	1	1	1	9	9	7	3	3	3	5	1	4	1	3	2	2	1	1	1	1	1	2

Remark: Figure beside mark (○ or □) shows each manual number.

Table 4 Modification of Equipment

(1/3)

Equipment	Objective and modification	Result
(Pyrometallurgy Section)		
1. Ball mill	<p><u>To reject block ore at inlet</u> Installed screen (40 mm □)</p>	
2. Fine ore bin	<p><u>To reject coarse ore included in fine ore</u> Installed cyclone at fine ore bin Inlet</p>	<p>fine ore + 20 mesh 2.1% → 0.3% -200 mesh 83.5% → 90.0%</p>
3. Pelletizer	<p><u>To increase capacity</u> Pan Dia. 1,000 mm φ → 1,250 mm φ Pan Height 230 mm → 270~300 mm Increased capacity of water supply <u>For emergency and easy operation</u> Installed additional switches beside the pelletizer</p>	
4. Pellet bin	<p><u>For easier control of A.V. kiln operation</u> Division of pellet bin into 2 sections for non-coal and coal pellets</p>	
5. Exhaust gas duct of A.V. kiln	<p><u>To protect exhaust gas fan runner</u> Installed cooling water spray for exhaust gas duct</p>	
6. Ventury Scrubber	<p><u>To keep high efficiency of dust collection</u> Installed a new water supply line instead of recycle water</p>	

4

<p>7. Water supply of A.V. kiln (Hydrometallurgy)</p>	<p><u>For emergency of water failure</u> Installed new water supply system and alarm system (<2.0 kg/cm²)</p>	
<p>1. Vibro mill</p>	<p><u>To reduce coarse particle stably</u> 1) Increase rod number; 13 → 17/cylinder 2) Decrease liquid feed rate; 3.4 → 1.5ℓ/min</p>	<p>1) Coarse particle (>70 mesh) percentage decreased Experiment; > 70 mesh = < 0.55 May '91 ope.; > 70 mesh = < 1.0%</p>
<p>2. Slurry pipe line</p>	<p><u>To avoid choking in pipes and pumps</u> 1) Pump capacity increase 2) Pipe size decrease 3) Recirculation circuit for each vessel 4) Applying slopes for horizontal portion</p>	<p>1) No choking in pipes and pumps, then smooth operation was achieved. 2) But it increased the solid content in pregnant solution, then Cartridge filter was changed to Filter press.</p>
<p>3. Tailing still</p>	<p><u>To avoid choking in tailing still</u> 1) Tray number increase; 15 → 20 stages 2) Tray hole size increase; 8 → 16 mm φ 3) Pulp density in feed decrease; 19 → < 10%</p>	<p>1) No choking, then smooth operation. 2) Still top temp. decreased, then water refluxation increased. 3) NH₃ & CO₂ concentration in the condensate of Condensor B increased; 250~300g/ℓ</p>
<p>4. Product still system</p>	<p><u>For smooth discharge of BNC</u> 1) Intermittent discharge from both kettles 2) Steam blow pipe modification; closing small holes and combining them into one large hole</p>	<p>1) Stable material flow 2) Stable NH₃ concentration in the discharge</p>

(V)

<p>5. Chemical charge point.</p>	<p><u>To keep high NH₃ & CO₂ concentration in the leaching portion</u> Original design: NH₃ sol. → NH₄OH recovery tank CO₂ gas → Absorber Modified: NH₃ sol. → No. 1 leaching tank and NH₃ recovery tank CO₂ → No. 1 leaching tank as NH₄HCO₃ → Absorber as CO₂</p>	<p>1) High NH₃ & CO₂ concentration in the leaching portion</p>
<p>6. Utilization of Gas Scrubber as 2nd Absorber</p>	<p><u>To recover more NH₃ and CO₂</u> 1) Make a closed circulation of scrubbing water for Gas Scrubber 2) A part of the above is fed to Absorber instead of fresh water NH₃ in the scrubbing water > 6 g-NH₃/ℓ</p>	<p>1) Expected high recovery of NH₃ & CO₂ but it is not clear from data. 2) Installation of 2nd Absorber is recommended.</p>
<p>7. Installation of Filters for BNC Solution</p>	<p><u>To remove fine particles contaminated in BNC</u> 1) Three vacuum filters were installed</p>	<p>At present, they are under operation, but due to slow filtration (high pressure drop) type of filter is changed from paper to cloth.</p>

(16)

4

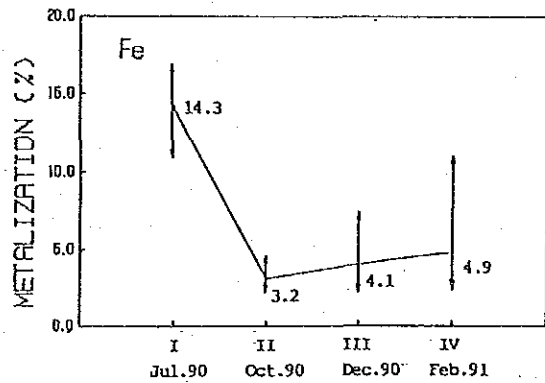
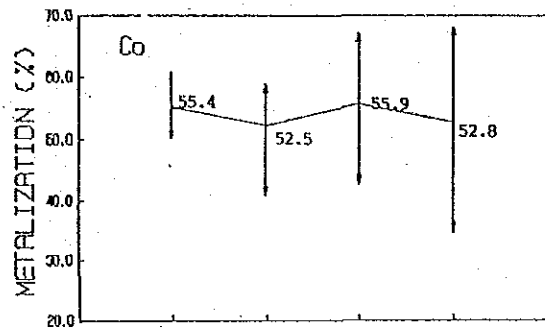
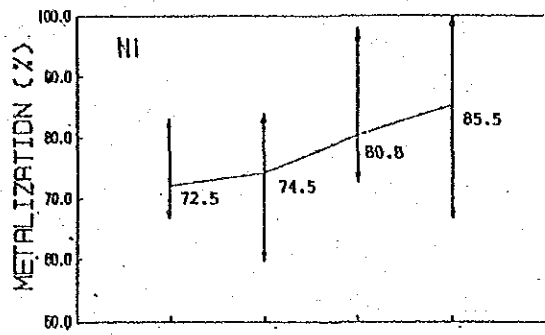


Fig. 1 Reduction rate of Ni, Co, Fe

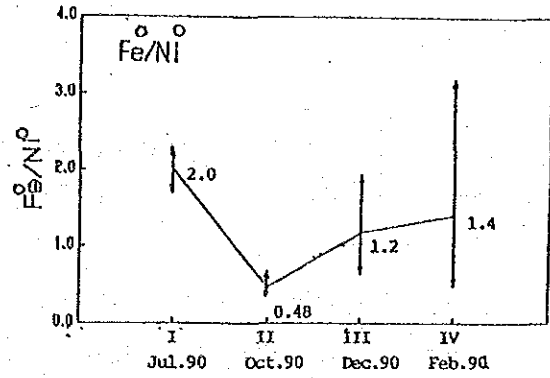


Fig. 2 Fe° / Ni° Ratio in Roasted Pellet

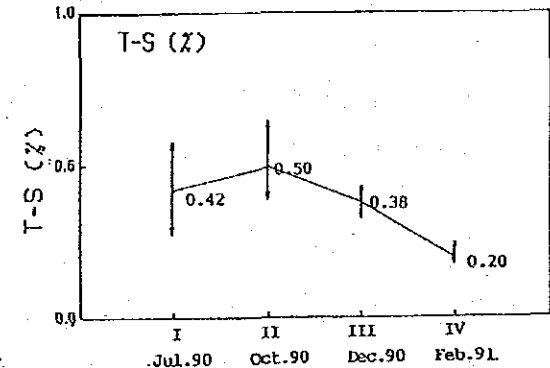
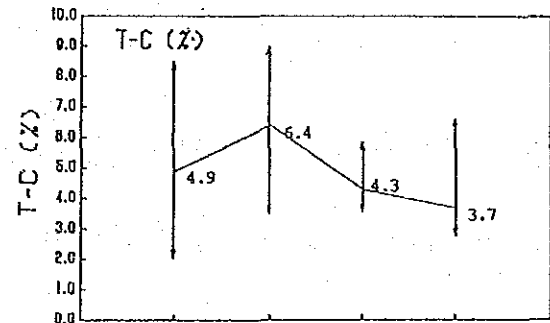


Fig. 3 T-S and T-C (%) in Roasted Pellet

Campaign No.	Test Period	Used ore kind
I	'90 July 26 - 28	saprolite
II	Oct. 16 - 19	saprolite
III	Dec. 14 - 19	limonite
IV	'91 Feb. 21 - 26	limonite

(M)

/\$

List of Publications

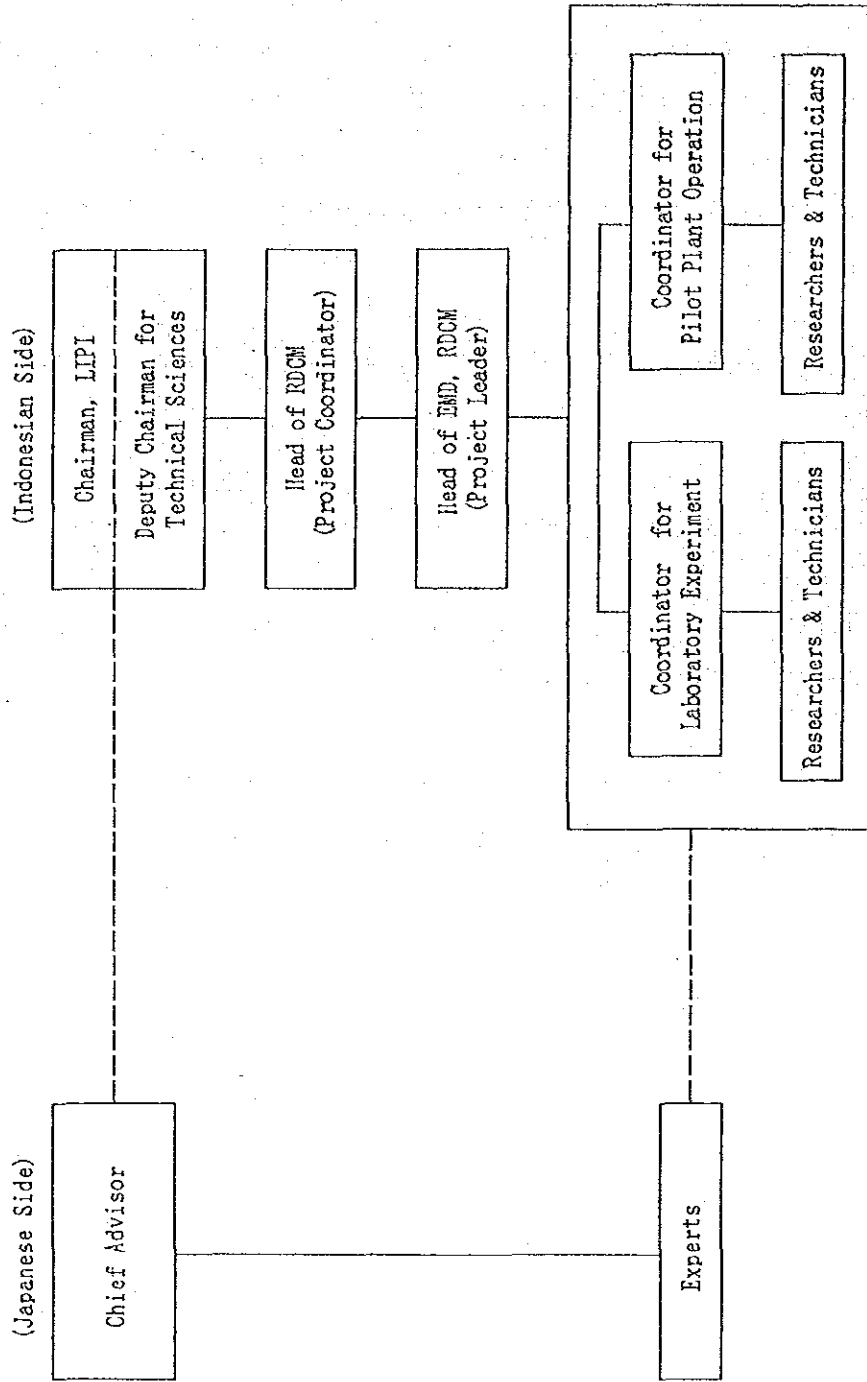
1. "Some Hydrometallurgical Studies on the Indonesian Low Grade Nickel Laterite Ore", Katsuyoshi MITSUTOMI, Djoewito ATMOWIDJOTO and YUSUF, International Journal of Mineral Processing, 19(1987).
2. "Hydrometallurgical Treatment on the Indonesian Low Grade Nickel Laterite Ore", Katsuyoshi MITSUTOMI, The Research Society of Resources Processing, Japan Vol 34, No.4, 1988.
3. "X-ray diffraction analysis on bentonite". August 1988.
4. "Analysis of Element Sulfer", August 1988.
5. "Research of coal deposits in Bayah coal field", September 1988.
6. "Processing of Low Grade Nickel Laterite Ore" (Preparative Test Result 1988/1989), RDCM/LIPI, March 1989.
7. "Purification of Ammoniacal Leach Liquors from the Roasted Low Grade Nickel Laterite", Katsuyoshi MITSUTOMI, The Research Society of Resources Processing, Japan Vol 35. No.3, 1989.
8. "Reduction Roast Tests on the Low Grade Nickel Laterite Ore", March 1989.
9. "X-ray diffraction analysis on nickel laterite ore from Pomalaa and Gebe mines", July 1989.

(V)

4

10. "Solvent Extraction of Ni-Co from the Ammoniacal Ammonium Liquor", Katsuyoshi MITSUTOMI, The Research Society of Resources Processing, Japan, Vol 37, No2, 1990.
11. "Processing of Nickel Laterite Ore" (Preparation for Pilot Plant Operation 1989/1990), RDCM-LIPI, May 1990.
12. "Compression Strength of Green Pellets which were made with A.V. Kiln", June 1990.
13. "Oxidation of Ni, Co and Fe Metals in the Reduced Pellets", September 1990.
14. "Roasting experiment for Green Pellet", January 1991.
15. "Processing of Nickel Laterite Ore" (Pilot Plant Operation Results 1990/1991), RDCM-LIPI, June 1991.
16. "Sulfuric Acid Leaching on the Reduction Roast Pellet of Nickel Laterite", Katsuyoshi MITSUTOMI, Akskadi DJOHARI, Florentinus FIRDIYONO, Rudi SUBAGJA, August 1991.

ORGANIZATION CHART FOR THE IMPLEMENTATION OF THE PROJECT



Annex 14 Meetings of Joint Committee

Meeting	Date	Summary
1st	Feb. 22, 1990	<ul style="list-style-type: none"> -Review of the present state of progress and other conditions of the Project -Review of annual work plan in 1989 -Making annual work plan for 1990/1991
2nd	Aug. 29, 1990	<ul style="list-style-type: none"> -Review of the present state of the Project -Discussion for efficient operation of the plant
3rd	Oct. 24, 1990	<ul style="list-style-type: none"> -Review of the present state of the Project -Pointing out the problems which have come out during the plant operation
4th	Dec. 19, 1990	<ul style="list-style-type: none"> -Review of the present state of the Project -Report on the hydrometallurgy operation <ul style="list-style-type: none"> • Achieved progress • Problems already solved • Plant operation schedule
5th	Jun. 3, 1991	<ul style="list-style-type: none"> -Review of the present state of the Project -Report on the progress of the plant operation by the Japanese side <ul style="list-style-type: none"> • Achieved level of operation • Expected level of achievement at the end of the plant operation • New finding • Problems in the pilot plant operation - The future plan of the Project
6th	Jul. 22, 1991	<ul style="list-style-type: none"> -The future plan of the Project

(B)

4

Technology Transfer by the Project

Scope of the Project	Basic training on the treatment for laterites
Japanese Expert	Dr. Katsuyoshi NITSUTOMI
Indonesian Counterparts	F. Firdiyono, Akskadi D., I. Ginting, Deddy S.
Period	April 18, 1988 ~ December 13, 1991

Evaluation Items	Score	Basis of Evaluation
Review of past 5 years basic study (20)	13	Insufficient understanding of basic theories concerning to the magnetic roasting and selective reduction roasting process.
Detailed study of raw materials (20)	16	Analytical data by XRD, EPMA and DTA is sufficient.
Basic study of reduction (20)	14	Analysis of experimental data is insufficient.
Basic study of ammonia leaching (20)	14	Routine techniques have been transferred.
Basic study of solvent extraction and electrowinning (20)	14	Fundamental knowledge has been transferred.
Total (100)	71	

(Rate)

※Narrative Description	----- ----- -----
Total Judgement	71, B (EXCELLENT)

※ Maximum 10 points were added to or reduced from the total marks based on the narrative description.

Technology Transfer by the Project

Scope of the Project	Training on pyrometallurgy for laterites
Japanese Expert	Mr. Toshimitsu TAKAHASHI
Indonesian Counterparts	Ronald Nasoetion (Coordinator)
Period	January 30, 1989 ~ December 13, 1991

Evaluation Items	Score	Basis of Evaluation
Planning of Pilot Plant Test (15)	12	Preparation and Explanation of ES & SOP were executed almost sufficiently.
Basic Study prior to Pilot Plant operation (15)	11	Basic tests necessary for pilot plant operation were executed almost sufficiently.
Back-up test during Pilot Plant operation (15)	12	Problems during pilot plant operation were solved by the test.
Preparation of Pilot Plant operation (15)	12	Preliminary guidances for operation were carried out.
Guidance for Pilot Plant operation (15)	13	Through training of pilot plant operation, MLL staff operated the plant by themselves.
Accumulation and analysis of test data (15)	10	Some experiences are necessary for next stage.
Arrangement of engineering data (10)	5	Data collection is not enough.
Total (100)	75	

(Rate)

※Narrative Description	The staff will be capable to operate pyrometallurgy section by themselves.
Total Judgement	Add 3 points 78, B (EXCELLENT)

※ Maximum 10 points were added to or reduced from the total marks based on the narrative description.

Technology Transfer by the Project

Scope of the Project	Training on hydrometallurgy for laterites
Japanese Expert	Mr. Tohru FUJII
Indonesian Counterparts	Arifin Arief (Coordinator Leaching) Rudi Subagja (Coordinator Refining)
Period	April 18, 1988 ~ December 13, 1991

Evaluation Items	Score	Basis of Evaluation
Planning of Pilot Plant Test (15)	12	Some more exercises are necessary.
Basic Study prior to Pilot Plant operation (15)	12	The study data were utilized for preparation of plant operation standards and manuals.
Back-up test during Pilot Plant operation (15)	5	Insufficient
Preparation of Pilot Plant operation (15)	12	Sufficient for leaching section, insufficient for refining section
Guidance for Pilot Plant operation (15)	14	Satisfactory
Accumulation and analysis of test data (15)	7	Insufficient in data analysis
Arrangement of engineering data (10)	5	Insufficient
Total (100)	67	

(Rate)

※ Narrative Description	MLL personnel executed by themselves the final leaching operation in May 1991.
Total Judgement	Add. 9 points 76, B (EXCELLENT)

※ Maximum 10 points were added to or reduced from the total marks based on the narrative description.

Technology Transfer by the Project

Scope of the Project	Training on Analysis for lateriters
Japanese Experts	Mr. Yoshikane KUBOTA (Apr. 18, '88 ~ Apr. 17, '90) Mr. Kazuhiko OKUMURA (Apr. 5, '90~ Dec. 13, '91)
Indonesian Counterparts	Eddy D. Cahyono (Coordinator, up to June '91) Akskadi Djohari (Coordinator, from June '91)
Period	April 18, 1988 ~ December 13, 1991

Evaluation Items	Score	Basis of Evaluation
Transfer of Analysis Technology (20)	15	The accuracy should be improved.
Development of personnel in charge of Analysis (20)	15	Technical level has steadily improved.
Preparation of Manuals (15)	11	It will be completed within the period of the Project.
Performance of Analysis facilities (15)	13	The facilities are sufficiently used.
Establishment of Analysis Organization (15)	11	Job management is sufficient and technical control is insufficient.
Training of Counterparts in Japan (15)	11	The results of training in Japan are utilized effectively.
Total (100)	76	

※Narrative Description	----- ----- -----
Total Judgement	76, B (EXCELLENT)

※ Maximum 10 points were added to or reduced from the total marks based on the narrative description.

Technology Transfer by the Project

Scope of the Project	Training on the treatment for laterites (In general)
Japanese Chief Advisors	Mr. Toshio TUBOYA (June 23, '88~June 22, '90) Mr. Yasushi KAMBE (July 17, '90~Dec. 13, '91)
Indonesian Counterparts	Sukarna Djaja (Project Coordinator) Yusuf (Project Leader)
Period	June 23, 1988 ~ December 13, 1991

Evaluation Items	Score	Basis of Evaluation
Basic training (20)	14	<ul style="list-style-type: none"> • Analytical works by XRD, EPMA and DTA have sufficiently been exercised. • Data analysis and theoretical understanding are insufficient.
Pyrometallurgy for laterites (20)	16	<ul style="list-style-type: none"> • Basic test, preparation and operation of the plant have been fully acquired. • Some more experiences are necessary in data analysis.
Hydrometallurgy for laterites (20)	15	<ul style="list-style-type: none"> • Leaching operation have been exercised. • More experiences are necessary in refining operation. • Data analysis and engineering are subjects to be learned in future.
Analysis for laterites (20)	15	<ul style="list-style-type: none"> • Routine analysis has almost been acquired. • Some more exercises are required in non-routine analysis.
Operation of Pilot Plant (20)	14	<ul style="list-style-type: none"> • Operational capabilities have been available throughout the flowsheet. • Some more experiences are required in engineering and theoretical fields.
Total (100)	74	

(Rate)

Annex 19 (b)

※Narrative Description	For the best efforts by all of MLL personnel and JICA experts towards successful implementation of the Project.
Total Judgement	Add 4 point 78, B (EXCELLENT)

※ Maximum 10 points were added to or reduced from the total marks based on the narrative description.

(B)

✓

Annex 20 Performance of Equipment and Facilities

	Equipment and Facility	Operation	Maintenance
Laboratory Test Equipment	Pyrometallurgy Test Equipment	A	B
	Hydrometallurgy Test Equipment	A	A
	Mineral Dressing Test Equipment	A	A
Analytical Equipment	Electron Probe Micro Analyzer	A	A
	X-Ray Fluorescence Spectrometer	A	A
	X-Ray Diffractometer	A	A
	Sample Preparation System	A	A
	Inductively Coupled Plasma Spectrometer	A	A
	Atomic Absorption Spectrometer	A	A
	Carbon/Sulfur Analyzer	A	A
	Chemical Analysis Apparatus	A	A
	Potentiometric Titrator	B	A
Automatic Particle Analyzer	A	A	
Pilot Plant	Ore Preparation Equipment	A	A
	Reduction Roasting Equipment	A	A
	Ammonia Leaching Equipment	A	A
	Impurity Removal Equipment	A	A
	Solvent Extraction Equipment	A	A
	Electrowinning Equipment	A	A

Noticed Where A; Outstanding
 B; Excellent
 C; Good
 D; Fair

(V)

4