

インドネシア共和国ラテライト製錬研究施設設立計画

基本設計調査報告書

昭和62年7月

国際協力事業団

無 計 二

87-72

国際協力事業団

16775

JICA LIBRARY



1040003[4]

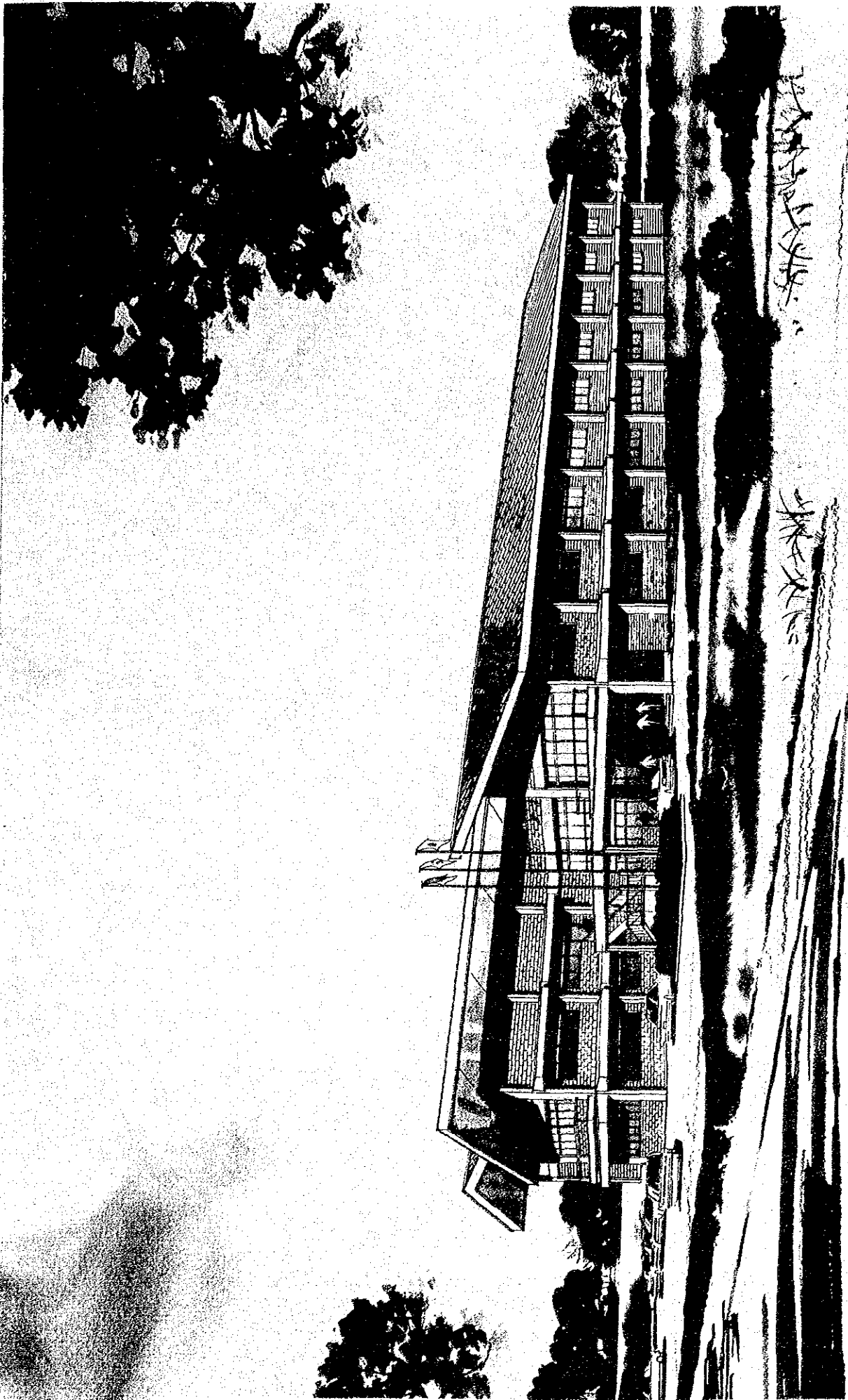
序 文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のラテライト製錬研究施設設立計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。当事業団は、昭和62年2月16日より3月7日まで、国際協力事業団専門技術嘱託富田堅二を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。調査団はインドネシア国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施し、帰国後の国内作業、ドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、インドネシア共和国のニッケル製錬研究に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

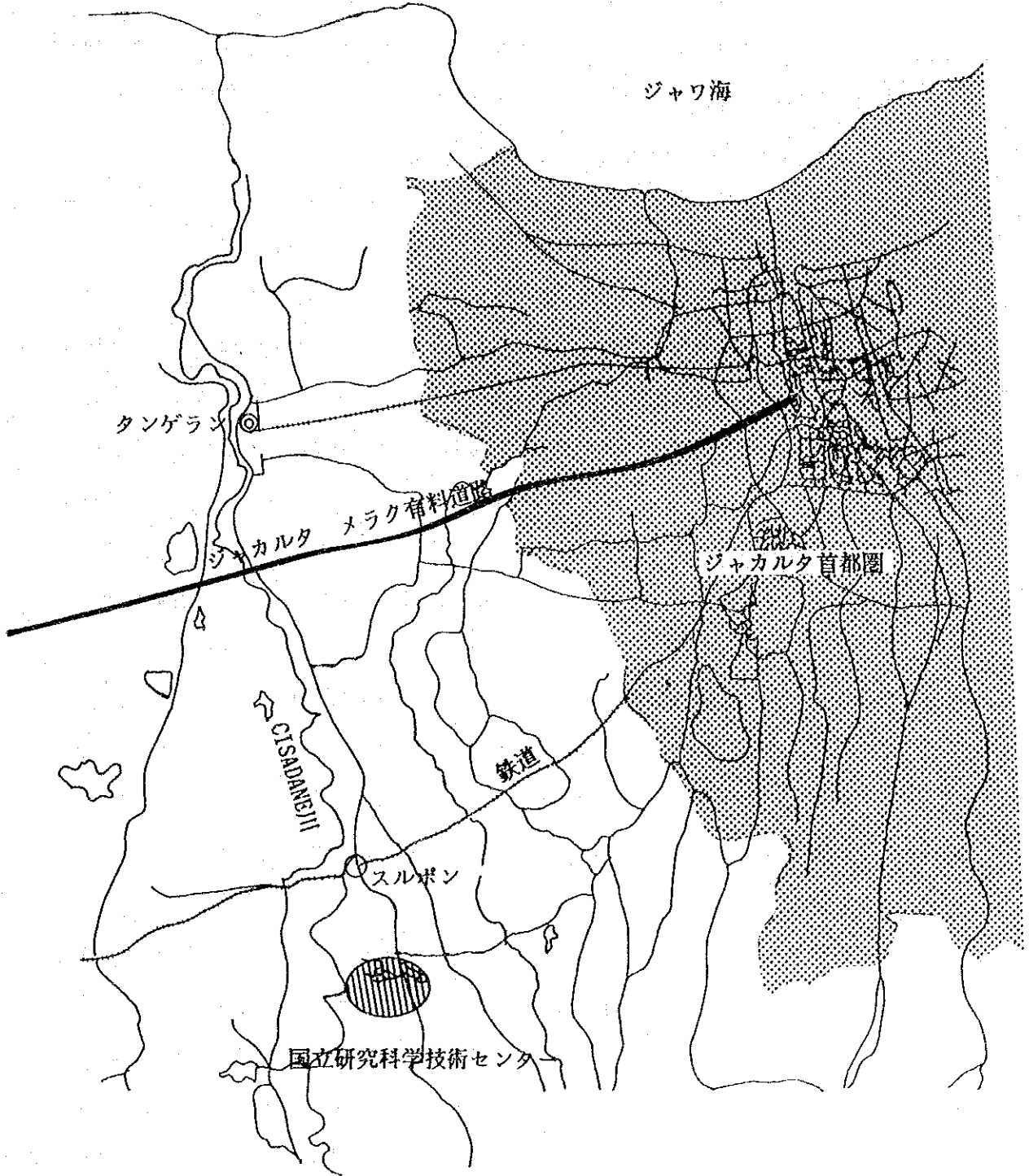
終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

昭和62年7月

国際協力事業団
総裁 有田 圭輔



プロジェクトサイト



インドネシア共和国は、インド洋と太平洋にまたがる世界最大の群島国家であり、日本の約5.5倍に及ぶ国土面積をもち、スマトラ・ジャワ・カリマンタン・スラウェシ・イリヤンジャヤをはじめとする13,700に及ぶ島々より成り立っている。人口は1985年現在1.65億人で世界5位である。インドネシア国はアジア有数の資源大国で、アジアで最大の埋蔵量をもつ石油ガスをはじめ豊富な地下資源に恵まれている。

インドネシア経済は第3次国家開発5ヶ年計画（1979-83年度・インドネシアの会計年度は4月-翌年3月）を通じて、繊維・セメント・肥料・鉄鋼・アルミニウム・合板等の生産力を増大させ、電話・電力・道路・橋梁等の社会資本の蓄積を高めると共に、米の自給体制をほぼ確立した。このようなインドネシア経済の発展は、石油ガスの輸出に負うことが大きく、例えば、1984年には総輸出額に占める石油ガスの輸出比率は73.2パーセントに達している。

経済の、このような石油ガスへの依存体質を改善し、均衡のとれた経済構造とするために、第4次国家開発5ヶ年計画（1984-88年度）において、インドネシア政府は特に非石油ガス系の輸出産業の振興に努力している。

これを受けて非石油ガス鉱業部門では、新しい鉱物資源の探査と共に、既知の鉱産物の増産と、これに関連した新しい鉱業技術の開発に努力している。

インドネシアの主要な非鉄金属鉱産物としては錫・銅・ニッケル・ボーキサイト等が知られているが、錫とニッケルは石油・コバルト・ウラニウム等と共に経済戦略上最も重要な鉱物資源として位置付けられている。インドネシアのニッケル鉱は、埋蔵量で、全世界の11パーセント強を占め、生産量で6.3パーセントを占めている。

ニッケル鉱は一般に硫化鉱と酸化鉱に分類され、酸化鉱はニッケルラテライト鉱と呼ばれる。ニッケルラテライト鉱は埋蔵量で全ニッケル鉱の8割を占めると言われるが、製品としてのニッケルはその6割までが硫化鉱によって占められている。その理由は、硫化鉱は選鉱技術によりニッケル分の濃縮が容易であり、製錬に当たってエネルギー消費量が少ないためである。その結果、埋蔵量の少ない硫化鉱はその枯渇が懸念されている。したが

って、硫化鉍に替わるニッケル鉍としてニッケルラテライト鉍は、今後ますます重要度を増すものと考えられる。

インドネシアが産出するニッケル鉍は、全量ニッケルラテライト鉍で、そのうちニッケル含有率2パーセント以上の高品位鉍は輸出に向けられ、それ以下の低品位鉍は未利用のまま放置されている。他方、インドネシアはニッケルの国内需要を充たすために、製品としての金属ニッケルを外国から輸入しており、輸入量は年々増加している。このような状況から、今後も増加が見込まれるニッケルの国内需要に対処し、且つ世界的には硫化鉍から酸化鉍へニッケル生産の転換を促進するために、未利用のまま放置されている低品位ニッケルラテライト鉍を処理して金属ニッケルを生産する技術の開発が、国家的課題として重要視されている。

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鉍の処理に関し、その鉍物学的諸特性の研究及び冶金学的研究に関し、技術協力をわが国に要請越した。これを受けて日本国政府は、インドネシア国家科学院（L I P I）に所属する冶金研究開発センター（R D C M）に対し、1982年から個別専門家を派遣し、実験室規模での基礎的な研究段階を完了しつつある。

この成果を発展的に継承すべくインドネシア政府は、パイロットプラント規模の実証試験により、将来の工業化プラントのためのエンジニアリングデータを得ることを目的とした研究に対して、わが国にプロジェクト方式の技術協力を要請すると共に、その研究に必要なパイロットプラントを含む研究施設・実験研究機材の供与について無償資金協力を要請越した。

冶金研究開発センター（R D C M）は管理部と4研究部を持ち、本計画を担当するのはその一部門である製錬部である。本計画は、L I P Iの産業科学技術担当次官が統括し、R D C M所長がプロジェクト・コーディネーターとしてプロジェクト実施の任に当たり、製錬部長がプロジェクトリーダーとして17人の研究者と17人の技術員および8人の管理事務職員を指揮する。本計画には事実上、全製錬部が当たる予定である。

R D C Mは現在バンドン市にあるが、ジャカルタ西郊のスルボンにある国立研究科学技術センター（PUSPIPTK）に移転する計画を持っている。PUSPIPTKはインドネシア各地に散在している政府の各種研究機関を集中して研究の効率化を図ろうとする目的で、1974年、大統領令によって発足し、現在350ヘクタールの敷地にすでに5研究所が完成し、3研究

所が建設中である。

RDCM用地は、このPUSPIPTEKコンプレックスの西北部に割り当てられており、用地までの道路の建設および給水・電気・電話の引き込み等はPUSPIPTEK当局によって実施される予定である。

プロジェクト方式技術協力で計画されている移転技術は、日本型改良ニカロ法と呼ばれるものである。低品位ニッケルラテライト鉱処理の湿式プロセスとしてのアンモニア抽出法には、キューバで最初に実用化されたニカロ法と呼ばれる基本プロセスがあるが、その欠点を全プロセスにわたって改善したのが日本型改良ニカロ法（SMM法）である。この方法の特徴は製錬のエネルギーコストが低いこと、ニッケルと共にコバルトが分離回収できること、および各種のニッケル化成産品がえられることである。

本計画に係る施設・機材の概要は以下の通りである。

(1) 建築施設

研究棟

パイロットプラント棟

エネルギー棟

鉱石倉庫

危険物倉庫

(2) パイロットプラント設備

鉱石前処理設備

還元炉設備

アンモニア抽出設備

塩基性炭酸ニッケル回収設備

溶媒抽出設備

ニッケル及びコバルト電解採取設備

環境保全設備

(3) 分析・研究機器

分析機器

研究機器

本計画に必要な事業費は、総額約15.31億円（日本側負担分約14.97億円、インドネシア側負担分約0.34億円）と見込まれる。

本計画の実施によって、従来未利用であった低品位ニッケルラテライト鉱から経済的に金属ニッケルを抽出し、副次的に金属コバルトを採取する技術が開発されることにより工業化への道が開かれるならば、金属ニッケルを輸入に頼っている現状が改善されるに留まらず、有効な外貨獲得の手段ともなる。また、枯渇しつつある硫化鉱に替わって豊富な埋蔵量を持つインドネシアのニッケルラテライト鉱の経済価値が世界的に高まることに、最大の意義がある。

目 次

序 文	
地 図	
要 約	
目 次	
第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	
2-1 インドネシア国の非鉄金属鉱業の現状	3
2-2 インドネシア国のニッケルラテライト研究の現状	8
2-3 国立研究科学技術センター(PUSPIPTK)と冶金研究開発センター(RDCM) の移転計画	15
2-4 要請の経緯と内容	18
第3章 計画の内容	
3-1 計画の目的	21
3-2 要請内容の検討	21
3-3 計画概要	23
3-3-1 実施機関・運営体制	23
3-3-2 活動内容	23
3-3-3 計画地位置・状況	27
3-3-4 施設・機材概要	33
3-3-5 管理計画・人的配置	37
3-4 技術協力	40
第4章 基本設計	
4-1 基本方針	45
4-2 設計条件の検討	46
4-3 基本計画	48
4-3-1 規模設定	48
4-3-2 配置計画	53
4-3-3 建築計画	55
(1) 平面計画	55

(2) 断面計画	57
(3) 構造計画	58
(4) 建築設備計画	58
(5) 建築資材計画	65
4-3-4 機材計画	67
(1) パイロットプラント設備計画	67
(2) 分析・研究機器計画	70
4-3-5 基本設計図面	73
(1) 配置図	74
(2) 研究棟1階平面図	75
(3) 研究棟2階平面図	76
(4) 研究棟立面図・断面図	77
(5) パイロットプラント棟平面図・立面図・断面図	79
(6) 附属棟平面図・立面図・断面図	80
(7) 全体西側立面図	81
(8) パイロットプラント機器配置図	83
(9) 分析・研究機器配置図	85
4-4 施工計画	91
(1) 建設事情・施工方針	91
(2) 工事区分	92
(3) 施工監理計画	93
(4) 資機材調達計画	94
4-5 実施スケジュール	94
4-6 維持管理費用	96
4-7 概算事業費	100
(1) 日本側負担事業費	100
(2) インドネシア側負担事業費	100
第5章 事業評価	101
第6章 結論と提言	103

資料編

1	協議議事録（現地調査時）	105
2	協議議事録（ドラフトレポート説明時）	114
3	調査団の構成（現地調査時）	116
4	調査団の構成（ドラフトレポート説明時）	116
5	調査日程	117
6	協議議事録（プロジェクト方式技術協力・長期調査時）	121
7	面談者リスト	133
8	建設予定地状況	135
9	収集資料	136
10	その他	139

第 1 章 緒 論

第1章 緒 論

インドネシア国政府は、1984年から始まった第4次国家開発5ヶ年計画で、それまでの石油・ガスに依存する経済構造を変え、非石油ガス系の輸出産業を育成すべく努めている。これを受けて非鉄金属部門では、未知の鉱物資源の探査と共に、新しい鉱業技術を開発する政策をとっている。

非鉄金属のニッケルは鉄と合金して鉄に硬度と強度を与え、対熱・対腐食・対摩耗性を持つステンレス鋼等の特殊鋼を作るのに用いられる。ニッケルの原料であるニッケル鉱は硫化鉱とニッケルラテライト鉱（酸化鉱）に分類され、硫化鉱は製錬上の制約が少ないために、現在ニッケル製錬の主要鉱として多用されているが、その埋蔵量は少なく、将来の枯渇が懸念されている。一方、ニッケルラテライト鉱は現在、主としてニッケル含有率が2パーセント以上の高品位鉱が利用されており、2パーセント以下の低品位鉱は製錬に要するエネルギーコストが高いために、世界的には僅かに4ヶ国で製錬が行われているにすぎない。

インドネシア国のニッケル鉱はすべてニッケルラテライト鉱であり、同国においても高品位鉱のみが輸出という形で利用され、低品位鉱は全く利用されていない。このような状況から、インドネシア国政府は、世界的にニッケル製錬の主流となっている硫化鉱の枯渇が懸念されている現在、硫化鉱にかわるものとして、未利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を国家的課題として挙げている。

この課題を果たすためにインドネシア国政府は日本国政府に技術協力を求め、日本国政府はこれに応じて1982年から、インドネシア国・国家科学院（L I P I）に所属する冶金研究開発センター（R D C M）へ専門家を派遣し、技術協力を行ってきた。この技術協力は、低品位ニッケルラテライト鉱製錬に関する実験室規模での基礎的な研究に成果を挙げて、完了に向かいつつある。

一般的に新しい技術を開発して工業化を行なおうとする場合、まず実験室規模の研究からスタートして、次にパイロットプラント規模の実証試験により工業化のためのエンジニアリングデータを集積し、その後小規模な工業化プラントを経て、更にスケールアップした本格的な工業化プラントへ進む経過をたどる。

インドネシア国政府は前記の実験室規模での研究の成果を受けて、低品位ニッケル

ルラテライト鉱の製錬工業化に至る次段階としての、パイロットプラント規模での研究に着手することを決定し、これに関して日本国政府にプロジェクト方式技術協力の要請を行った。日本国政府はこれに応じて、1986年3月、事前調査団を同国に派遣した。

この技術協力の対象とされる技術は、キューバにおいて最初に実用化されたニカロ法と呼ばれる低品位ニッケルラテライト鉱の製錬技術を、全プロセスにわたって改良したエネルギー消費の少ない日本型改良ニカロ法と呼ばれるものであり、わが国は世界で、改良ニカロ法のパイロットプラントを有した経験のある数少ない国の一つである。このような理由からインドネシア国政府は、1986年8月、このプロジェクト方式技術協力による実験・研究に必要な、建築施設とパイロットプラント設備の建設および分析研究機器の供与に対する無償資金協力をわが国に要請した。

本要請を受けて日本国政府は、無償資金協力の妥当性と、本件の基本的枠組みを確定することを目的とした基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団（以下JICAという）が1987年2月16日より3月7日まで、同事業団専門技術顧問・富田堅二を団長とする、基本設計調査団をインドネシア国に派遣した。また本調査団には、プロジェクト方式技術協力に関する長期調査員が同行した。調査団はLIP I、RDCM等のインドネシア国関係者と協議し、RDCMの施設、本計画用地が立地する国立研究科学技術センター等の関連施設を調査し、必要資料の収集を行った。インドネシア側との協議の大要は以下の通りである。

- 1) 本件要請の背景
- 2) RDCMの現状
- 3) RDCMのニッケルラテライト研究の実績と展望
- 4) 要請内容の確認
- 5) 本件に関するインドネシア側の予算措置と人員配置計画
- 6) インフラストラクチャーの整備に関する確認

インドネシア側との協議の基本的合意事項は、協議議事録としてとりまとめ、1987年2月25日、双方の代表が署名を行った。

本報告書は、上記調査結果を踏まえて国内解析を行い、その結果を「インドネシア共和国ラテライト製錬研究施設設立計画基本設計調査報告書」としてとりまとめたものである。

第 2 章 計画の背景

第2章 計画の背景

2-1 インドネシア国の非鉄金属鉱業の現状

1984年度から始った第4次国家開発5ヶ年計画の課題は、

- ① 経済の過度の石油依存状況からの脱却（非石油ガス輸出の振興、税制、金融改革による非石油ガス国家歳入の増加）
- ② 雇用創出（労働集約部門への投資）
- ③ 工業部門の発展

であり、この5ヶ年はインドネシア国が自力で成長する基礎的な枠組みを創り出す期間と位置づけられている。この中において豊富なインドネシアの非鉄金属地下資源を考慮すると、非鉄金属工業の振興は、インドネシア国の貿易構造上極めて重要であると考えられる。

インドネシア国鉱業基本法は、鉱物を3種に区分し、それぞれの区分毎に開発主体を定めている。

グループ A…… 国家経済上欠くべからざるもの

開発主体： 国営企業又は外国企業

対象鉱物： 石油、液体瀝青、パラフィン、天然ガス、固体瀝青、アスファルト、無煙炭、石炭、褐炭、泥炭、ウラニウム、トリウム、その他の放射性物質、ニッケル、コバルト、錫

グループ B…… 国民の生活向上に必要なもの

開発主体： 全て私企業、個人

対象鉱物： 鉄、マンガン、チクン、ボーキサイト、銅、鉛、亜鉛、金、プラチナ、銀、その他

グループ C…… 国際市場性を持たないもの

開発主体： 全て私企業、個人

対象鉱物： 岩塩、アスベスト、明礬、ベントナイト、大理石、石灰石、ドロマイト、花崗岩、粘土等

グループAは技術及び資本への依存度が最も高いもので、国営企業又は外国企業が作業請負者として鉱業活動に携わることが出来るものであり、経済基盤を支える上で最重要と定められているものである。グループAの対象鉱物の中で非鉄金属鉱物としてはニッケル、コバルト及び錫が戦略鉱物の指定を受けており、インドネシア国の非鉄金属政策はニッケル、コバルト及び錫を中心に展開されて

行くことが定められている。

インドネシアに於ける鉱業生産の現状として、第2-1.1表に国家統計局(BIRO PUSAT STATISTIK)発表の1982/1983年度石油及び天然ガスを除く鉱産物生産額を示す。

2-1.1表 インドネシア国の鉱産物生産額 (単位1,000Rp)

出典：インドネシア国鉱業1982/1983, インドネシア国統計局

鉱産物名	生産額
1. 石炭	12,949,709
2. アスファルト	3,925,593
3. 花崗岩	25,001,032
4. マンガン	1,314,365
5. 砂鉄精鉱	1,369,599
6. 銅精鉱	73,861,333
7. リン鉱石	5,106
8. ニッケル鉱石	23,682,879
9. ニッケルマット	60,133,642
10. 金及び銀	3,099,862
11. ボーキサイト	5,277,647
12. 塩	7,074,458
13. 錫精鉱	263,854,869
合計	481,550,094

← 計 83,816,521

表中の非鉄金属鉱産物を生産額順に記すと錫、ニッケル、銅となる(ただしニッケルはニッケル鉱石とニッケルマットの合計)。非鉄金属としては、ボーキサイト及び金、銀がこれに次ぐが、生産額から見て錫、ニッケル及び銅には及ばない。

以下に生産額が高く、外貨獲得源としてインドネシア経済に寄与している錫、ニッケル及び銅についてその資源と生産状況を簡単に述べる。

1) 錫

インドネシア国には、ビルマ、タイ、マレーシアを通過している世界有数の錫鉱脈があり、同国はマレーシア、タイに次ぐ錫の生産国である。(1983年における錫の生産量は、世界の12.4%を占め、世界第3位) 錫生産は、国营企業

と外資系3社が探鉱・開発から製錬まで一貫して行っている。その生産企業名は次の如くである。

P Tテイマー社	……………	国営企業インドネシア生産の3/4を占める。
P Tブロークンヒル社	………	オーストラリア国ブロークンヒル社の持株会社
P Tトーバ錫社	……………	25% P Tテイマー社 75% オーストラリア国クジャラ鉱業社
P Tリアウ社	……………	10% P Tテイマー社 90% ブロークンヒル・インターナショナル社

産出鉱石のほぼ全量がインドネシア国内で製錬されて輸出されている。以上よりインドネシア国の錫産業は豊富な資源が最大限利用されている成熟産業と見做すことが出来る。

2) ニッケル

世界のニッケル資源は硫化鉱と酸化鉱（ニッケルラテライト鉱）に大別され、酸化鉱が8割を占めるとされている。現在生産されているニッケルはその6割が硫化鉱から、4割が酸化鉱から生産されている。インドネシア国には硫化鉱は存在せず、酸化鉱（ニッケルラテライト鉱）のみが存在する。硫化鉱は、選鉱によりニッケル分の濃縮が可能であり、製錬エネルギー消費量が少なく、経済的に有利な生産原料鉱種であるが、その埋蔵量は少ないため、枯渇が懸念されている。

従って、ニッケルラテライト鉱は、埋蔵量も多く将来益々その重要度を高めるものと考えられる。ニッケルラテライト

鉱は、一般的に、ニッケル品位2.0%以上の高品位鉱と、それ以下の低品位鉱に分類される。その地質構成については、別途2-2-1項に記述する。

また、2-1.2表に世界のニッケルラテライト鉱埋蔵量を示す。

2-1,2表 世界のニッケルラテライト鉱埋蔵量(1984年)

出典：ニッケル・エコノミノー1984，ロスキルインターナショナル

国名	会社名	品位 (Ni-%)	鉱量 (×100トン)	ニッケル含有量 (×1000トン)
オーストラリア	クィーンズランドニッケル	1.3	22	294
	その他	1.3	29	371
ブラジル	...	1.5	275	4,164
ビルマ	...	3.1	16	50
ブルンディ		1.5	455	6,825
コロンビア	セロ・マトソ	2.7	21	567
	その他	...	40	...
キューバ	キューバニッケル	1.3	240	3,100
ドミニカ共和国	ファルコンド	1.8	44	244
ギリシャ		1.2	347	4,164
グアテマラ		1.8	44	792
インド		1.0	100	981
インドネシア	P. T. インコ	1.2	65	780
	その他	2.5	200	<u>5,000</u>
				5,780
ニューカレドニア		2.5	360	9,000
		1.5	400	<u>6,000</u>
				15,000
バブアニューギニア		1.1	82	913
フィリピン		1.6	350	5,600
アメリカ	ハンナ	1.5	17	225
	カルフォルニア	0.8	62	500
ユーゴスラビア		1.0	110	1,100
			合計	<u>50,670</u>

インドネシア国のニッケルラテライト鉱は、上表に示す様に世界埋蔵量全体の11%強を占めており、その資源優位性は極めて高い。

さらに、ニッケルラテライトに鉱には、微量（ニッケル品位の1/10～1/40）のコバルトが含まれている。コバルトは前述のグループA金属として戦略的金属に指定されている重要な資源である。

インドネシア国のニッケル生産は、国営企業アネカタンバン社及びインターナショナルニッケルインドネシア社（P.T. インコという。98%がカナダ国インコ社の持株）の2社により行われている。

アネカタンバン社は、1975年まではスラウェシ島ボマラ地区でニッケル鉱石の採掘を行い、全量高品位鉱を日本に輸出していたが、1976年同地区にフェロニッケル製錬所を建設し、鉱石の輸出と共にフェロニッケル生産及び輸出を開始した。さらに同社はニッケル鉱石の採掘につき、北モルツカのゲベ島の開発を行ない、1979年以降輸出ニッケル鉱の主体をスラウェシ島ボマラ地区からゲベ島に移して来ている。

アネカタンバン社の業務内容は次の通りである。

- ① ボマラにおけるニッケルの採掘と製錬
- ② ゲベ島におけるニッケルの採掘
- ③ キジャンにおけるボーキサイトの採掘
- ④ チコトクにおける金の採掘
- ⑤ ジャカルタにおける貴金属の精製
- ⑥ チラチャブにおける砂鉄の採掘

同社は、全売上高のうち約70%が上記の①及び②に相当するニッケル生産によるものである。従業員数は、約5,900名である。

P.T. インコは同じスラウェシ島のソロアコ地区で、1977年以降ニッケル鉱石の採掘及びニッケルマットの製錬を行っており、ニッケルマットは全量日本に輸出している。

2-1.3表にインドネシア国のニッケル生産量を示す。表中の1983年におけるニッケル生産量は、全世界の6.3%に相当する。

2-1.3表 インドネシア国のニッケル生産量

出典：PTアネカタンバンバンフレット及びPTインコ年次報告書

	P. T. アネカタンバン		P. T. インコ
	ニッケル鉱石輸出 (ドライ・トン)	フェロニッケル生産 (トン・ニッケル)	ニッケルマット生産 (トン・ニッケル)
1973	727,904	—	—
1974	748,192	—	—
1975	849,648	—	—
1976	877,025	3,403	—
1977	831,964	4,996	1,620
1978	864,369	4,435	4,500
1979	1,114,469	3,990	8,589
1980	1,287,434	3,851	20,302
1981	1,184,938	5,117	19,940
1982	1,054,891	4,336	13,748
1983	737,036	5,722	18,228

3) 銅

インドネシア国の銅資源は前記の錫、ニッケルに比較すると規模が小さく開発の対象となるものは少ない。唯一の稼働例はイリアン・ジャヤ地区のフリーポート・インドネシア社のエルツベルグ銅山である。同社の持株比率は米国フリーポート・マクモラン社（81%）、インドネシア国政府（8.5%）、西独ノルトドイッチェ社（3.5%）、オランダ国サウスパシフィックカッパー社（7%）となっている。しかしながら、銅製錬設備は無く、全量が銅精鉱として日本及びその他の国に輸出されている。

2-2 インドネシア国のニッケルラテライト研究の現状

2-2-1 低品位ニッケルラテライト処理技術の必要性

ニッケルラテライト鉱床の模式図と対応する製錬方法を2-2.1図に示す。

模 式 図	概 略 組 成 (%)					製 錬 方 法	
	Ni	Co	Fe	Cr ₂ O ₃	MgO		
ヘマタイト層 (表土)	(A)	<0.8	<0.1	> 50	> 1	<0.5	—
含ニッケルリモナイト層	(B)	0.8 to 1.5	0.1 to 0.2	40 to 50	2 to 5	0.5 to 5	湿式法
交代がんらん岩層	(C)	1.5 to 1.8	0.02 to	25 to 40	1 to	5 to 15	湿式法又は乾式法
	(D)	1.8 to 3	0.1	10 to 25	2	15 to 35	乾式法
母 岩	(E)	0.25	0.01 to 0.02	5	0.2 to 1	35 to 45	—

2-2.1 図 ニッケルラテライト模式図と対応する製錬方法

出典：インターナショナル・ラテライト・シンポジウム 1979

図中(D)部はニッケル成分が2%以上の高品位部が多く、電気炉法を中心とした乾式製錬法で処理され、インドネシア国のボマラ製錬所及びソロアコ製錬所を含めて世界の多くの製錬所がこの方式を採用している。(B)及び(C)部は低品位ニッケルラテライトと称される部分であり、低品位ニッケルラテライト鉱には湿式製錬法が乾式製錬法よりも経済的に有利な製錬方式であるとされているが、実際の生産はキューバのニコロ及びモアベイ製錬所、オーストラリアのグリーンベール製錬所、フィリピンのノック製錬所及びブラジルのトカンチン製錬所で行われているのでみである。

2-2.1表に世界のニッケルラテライト製錬所と製錬方法を示す。

2-2.1表 世界のニッケルラテライト製錬所

出典：ニッケルエコノミー1984、ロスキルインフォメーション

国名	代表会社	プロセス	生産能力 (Niト/年)
ギリシヤ	ラルコ	乾式	30,000
ユーゴスラビア	国営	"	12,000
ソ連	エニツェルニッケル	"	- (資料なし)
ブラジル	モロドニッケル	"	3,000
	コデミン	"	8,000
	トカンティンズ	湿式 (アンモニア抽出)	10,000
キューバ	キューバニッケル	" (")	34,000
		湿式 (酸抽出)	24,000
ドミニカ	ファルコンド	乾式	30,000
アメリカ	ハンナマンニング	"	11,000
インドネシア	P.Tアネカタンパン	"	5,000
	P.T. インコ	"	36,000
日本	日本鉱業	"	9,000
	日本冶金	"	12,000
	太平洋金属	"	24,000
	住友金属鉱山	"	18,000
フィリピン	ノノック	湿式 (アンモニア抽出)	31,000
オーストラリア	グリーンベール	" (")	21,000
ニューカレドニア	SLN-ドニアンボ	乾式	75,000

2-1.2表に示される如く、ニッケルラテライト鉱のうちニッケル成分2%以上の高品位鉱は限られており、インドネシア、ニューカレドニア及びコロンビアに僅かに賦存するだけであるが、大多数の乾式法による製錬所が高品位鉱を消費するので高品位鉱は減少し、全世界的にはニッケルラテライト鉱の低品位化が進行しているのが現状である。

高品位鉱の採鉱に当っては2-2.1図中の(A)及び(B)部を除去せねばならず、低品位鉱と称される(B)部は採掘後未利用のまま放置されている。

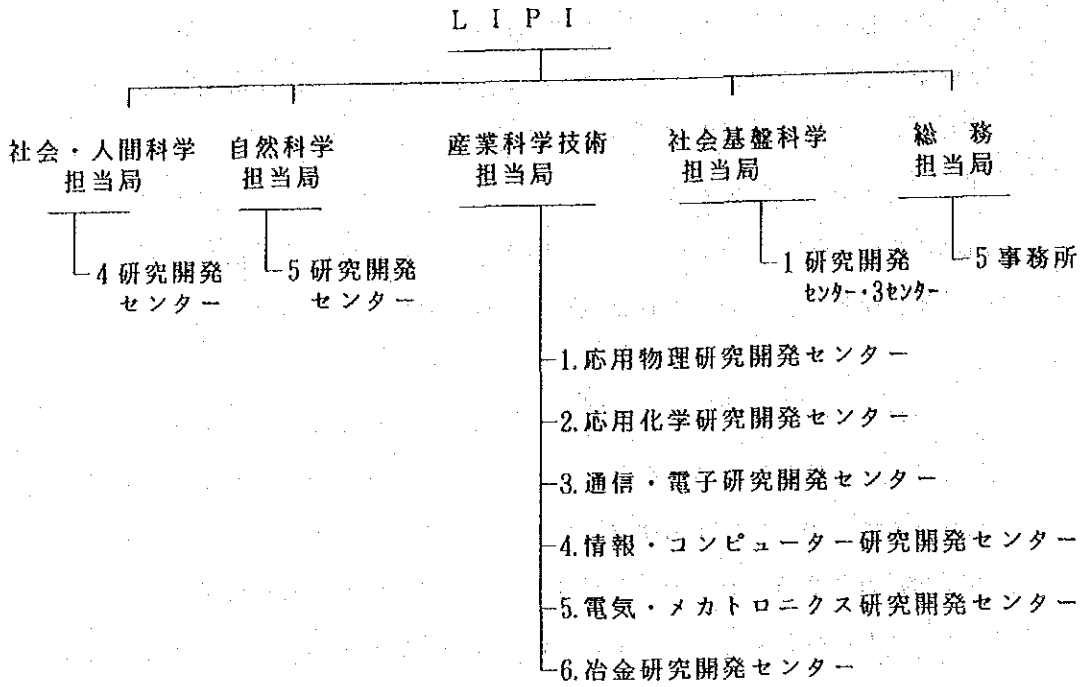
この様なニッケルラテライト資源の低品位化の進行と、今後到来すると予想されるニッケル硫化鉱の枯渇を考えると、将来のニッケル源としての低品位ニッケルラテライトの処理方法の確立は極めて重要である。インドネシアにおいては、ニッケルは最重要戦略金属として位置付けされており、特に低品位ニッケルラテライトの開発は将来のインドネシア経済にとって最も重要とされている。

2-2-2 ニッケル研究開発の現状と冶金研究開発センター(RDCM)

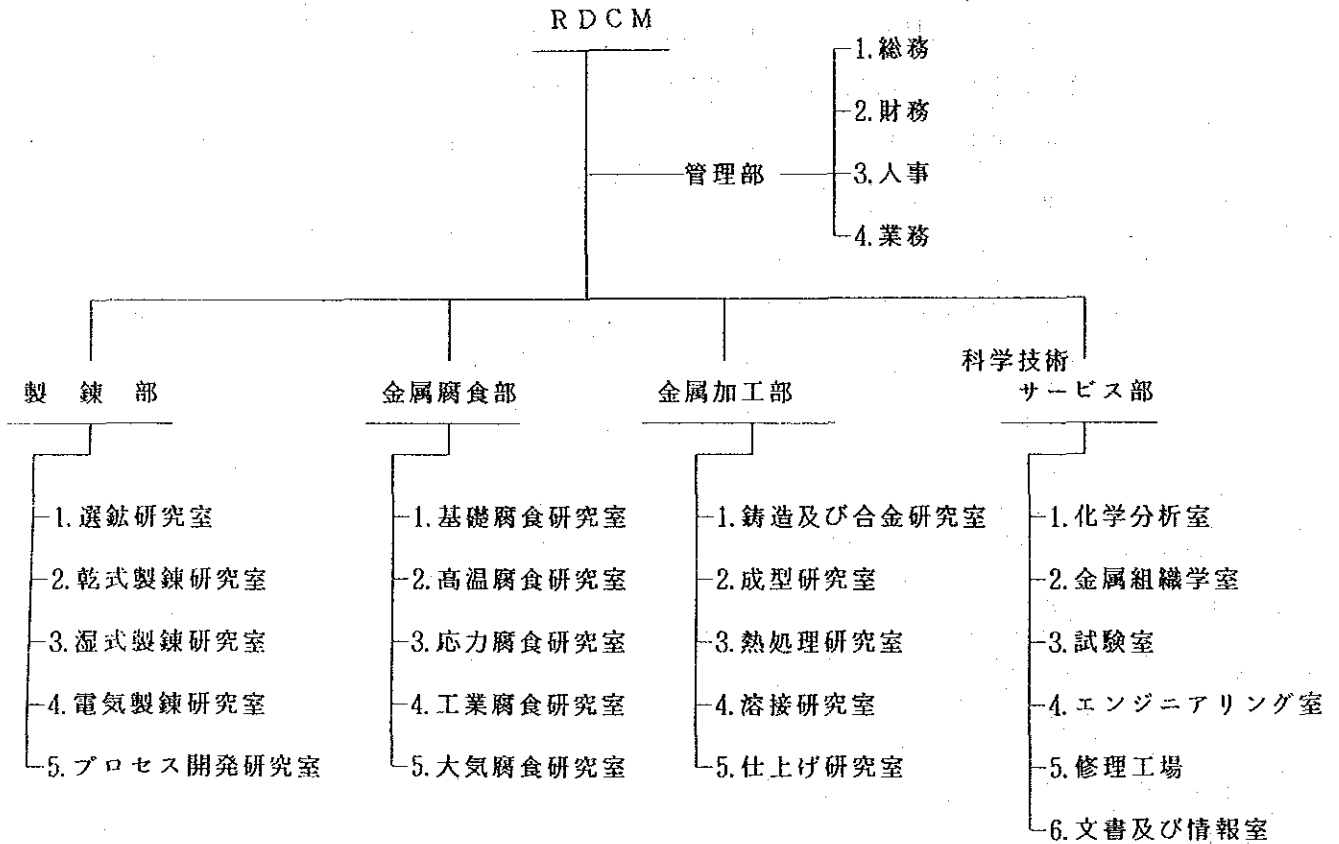
インドネシア国におけるニッケル製錬の研究は、国内で唯一の冶金学科を持つバンドン工科大学(ITB)及び同国の国営企業で主としてニッケル鉱業を営むアネカタンバン社においてもなされておらず、わずかに冶金研究開発センター(RDCM)が行っているのみである。RDCMの現状とその概要について以下に述べる。

RDCMは国家科学院(LIP I)管理下の研究所であり、バンドン市に所在する。2-2.2図にLIP I及びRDCMの組織図を示す。

国家科学院 (L I P I)



冶金研究開発センター (R D C M)



2-2・2図 国家科学院及び冶金研究開発センター組織図

出典：インドネシア低品位ニッケルラテライト・研究開発、冶金研究開発センター 1987

バンドン市にあるL I P I研究所構内には、R D C Mの他にL I P I管理下の各研究センターがある。バンドンのL I P I研究所の人員は総数518人であり、そのうちR D C Mに173人が所属する。R D C Mには海外留学経験をもつ多数の研究者が居り、現在R D C Mには、16名の海外留学中の研究者が所属している。

R D C Mの主たる活動内容は次の通りである。

- ① 研究開発
- ② 国内外技術情報の収集
- ③ 技術情報の教宣
- ④ 技術コンサルティング
 - ・委託研究
 - ・教育訓練
 - ・コンサルティング
 - ・技術サービス
 - ・情報サービス
 - ・その他

現在進めている研究開発重点項目は、以下のものである。

- ① 低品位ニッケルラテライト鉱の製錬
- ② ボーキサイトの処理
- ③ 鉛・亜鉛の製錬
- ④ 錫廃滓からの稀土類の回収
- ⑤ 工業廃棄物処理
- ⑥ 非粘結炭からのコークスの製造
- ⑦ マンガン鉱石の利用
- ⑧ ジャロサイトの利用

上記の低品位ニッケルラテライト鉱製錬の研究開発は製錬部が行なっている。当部の人員は37人であるがその中の17名の大学卒の研究者が中心となり冶金製錬研究活動が進められている。

低品位ニッケルラテライト製錬の研究は、1982年に開始され、主にJ I C Aから派遣された日本人専門家の指導のもとに行われて来たが、実験室規模での結論が得られたため、パイロットプラントを用いた試験に発展させる段階にある。

過去5年間にバンドンの製錬部で実施された研究内容は以下の通りである。

- ① 鉱物学的研究

- ・ポマラの低品位鉍及び高品位鉍の構成鉍物の分析
- ・構成鉍物の分解及び再結晶温度の研究

② 還元焙焼及び抽出法の研究

- ・鉄粉添加 → 還元焙焼 → 酸抽出法の研究
- ・鉄粉添加 → 蒸気還元焙焼 → 酸抽出法の研究
- ・塩化カルシウム添加 → 還元焙焼 → アンモニア抽出法の研究
- ・パイライト及び塩化カルシウム添加 → 還元焙焼 → アンモニア抽出法の研究
- ・石炭添加ペレット → 還元焙焼 → アンモニア抽出法の研究
- ・石炭、塩化カルシウム、硫黄添加ペレット → 還元焙焼 → アンモニア抽出法の研究

③ アンモニア抽出液の浄液法の研究

- ・リン酸塩によるマグネシウム除去法の研究

④ 溶媒抽出法の研究

- ・アンモニア脱離とコバルトの酸化法の研究
- ・アルキルリン酸、アルキル次亜リン酸及びカルボン酸による処理法の研究
- ・ニッケルとコバルトの多段分離法の研究

上記の①から④は、ニッケルラテライト鉍の湿式法に関する研究である。②項の研究内容はポマラ鉍を用いて各種の湿式法について実験室にて適応性を比較研究したもので、これらの研究の結果、石炭添加ペレット → 還元焙焼 → アンモニア抽出法がポマラ鉍の処理に最適であるとの結論を得ている。

低品位ニッケルラテライト鉍処理のパイロットプラントにおける試験は、今後の製錬部の最重点項目となる。

ニッケルを国家的重要戦略金属に指定するこの国に於いて、ニッケルラテライト鉍の研究を実りあるものにするためには、より工業化に近い段階のパイロットプラントテストを通じて、基礎的な面と実地応用的な面の双方について、研究者と技術者が、巾広く知識を吸収し、これらの技術を習得することが必要となっている。

2-3 国立研究科学技術センター (PUSPIPTEK) と 冶金研究開発センター (RDCM) の移転計画

インドネシア国政府は、現在各地に散在している国立の科学・技術の各種研究機関を1個所に集中させるために、研究技術担当国務大臣の下に、1974年10月、国立研究科学技術センター (National Center for Research, Science and Technology, PUSPIPTEK) を発足させた。

その目的とするところは次の通りである。

- ・各研究機関の連携により相乗的な研究の効率化を図ること。
- ・研究に必要な共通施設を共用すること。
- ・研究・科学・技術の分野で人材の養成を図ること。
- ・研究・科学・技術の分野での世界の発展状況を把握し、かつこれをインドネシアの発展に結びつけること。
- ・民間の研究機関・各種工業その他さまざまな分野の研究及びその応用を支援すること。

PUSPIPTEK コМПレックスは、現在、ジャカルタの西郊スルボンに350ヘクタールの用地を持っており、これを500ヘクタールに拡張する予定である。東西に広がるコМПレックスは、南北に走るタンゲラン・ボゴール道路によって二分され、東側の120ヘクタールの居住ゾーンには建設中を含めて約600戸の平屋建の住宅があり、モスク・小中学校・診療所・ゲストハウス・公園・運動施設が完備している。西側の研究ゾーンは230ヘクタールあり、すでに材料力学・エネルギー・計量・応用物理・応用化学の5研究所が完成しており、空気力学・エレクトロニクス研究所と多目的研究用原子炉が建設中である。

これらの建築施設はすべてインドネシア国政府によって建設されており、技術協力と機材供与に関し外国の援助が行われている。わが国は1984年度から5ヶ年計画で、バンコ炭の有効利用に関する調査を開始し、現在エネルギー研究所内にパイロットプラントが建設され試験が行われている。

現在、PUSPIPTEKコМПレックスには、国家科学院 (LIPI)・原子エネルギー庁 (The National Atomic Energy Agency, BATAN)・技術応用アセスメント庁 (The Agency for the Assessment and Application of Technology, BPPT) の3庁に所属する研究機関が入っている。国家科学院に所属する冶金研究開発センターは、2-3.1表に示すように、全施設をバンドンからPUSPIPTEK コМПレックスへ移転させる計画を持っており、全体の移転が完了するのは1994年度と予定されている。

PUSPIPTBK コМПレックスに建設される予定の本ラテライト研究施設は、組織上RDCMの製錬部に所属することとなるが、製錬部としては本年度以降ニッケルラテライト鉱の研究のみに専念する計画であるため、本施設の建設と同時に製錬部全体がスルボンに移転することとなる。

職員の移転に伴う住居は、現在、上記住居ゾーンに建設中の住宅のうち3乃至4戸の割当てられており、冶金研究開発センターは本計画の施設が完成するまでに職員用として10戸の住宅と15戸のアパートメントハウスの手当を予定している。

2-3.1表 冶金研究開発センターのPUSPIPTBK への移転計画

部	年次	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	床面積 m ²
管理部						2500				2500
科学技術サービス部					1500			1500		3000
金属腐蝕部				2250						2250
金属加工部					1800			2000		3800
製錬部		2100					2000			4100

2-4.2表 国立研究科学技術センター (PUSPIIPIITEK) の現状

1987年2月現在

No.	施設			施設の現状				外国からの援助状況									
	研究所名	略称	所属	調査	概設計	着岸	工備	建設中	完成	機材		研修員受入れ		専門家派遣		協力内容	
										ローン	グラント	ローン	グラント	ローン	グラント		ローン
1	材料力学研究所	LUK	BPPT						○	西独				西独			
2	エネルギー研究所 (バンコ炭)	LSDE	BPPT						○	西独 アメリカ				西独 アメリカ 日本			
3	空気力学研究所	LAGG	BPPT					○		オランダ				オランダ			西独
4	熱力学研究所	LTMP	BPPT		○												フランス
5	プロセス工学研究所	LTP	BPPT	○						フランス				フランス			アメリカ
6	防災気象研究所	LMBA	LIPi	○													
7	計量研究所 (流量計)	LKIM	LIPi						○	西独 日本				西独			
8	応用物理研究所	LFN	LIPi						○								
9	応用化学研究所	LKN	LIPi						○								
10	マイクロ研究	LET	LIPi					○									フランス
11	冶金研究所	LMN	LIPi	○													
12	多目的研究原子炉	RSG-LP	BATAN					○		西独				西独			米, 仏, 伊, 加

出所: PUSPIIPIITEK

2-4 要請の経緯と内容

インドネシア国にとって、低品位ニッケルラテライト鉱の有効利用の研究開発は、将来の同国の外貨獲得に重要な役割を果たし、経済事情の改善に貢献するものである。このため同国は、冶金研究開発センター（RDCM）においてその研究を開始するべく1981年日本国政府に対して技術協力を要請をしてきた。これに対してわが国は、1982年4月より現在に至るまで専門家を派遣し、RDCMにおいてその専門家の指導のもとに研究活動を行ってきた。約5ヶ年間の実験室規模による基礎研究は、大きな成果を収め、それを基礎として低品位ニッケルラテライト鉱の処理技術を確認するための次なる手段、すなわちパイロットプラント規模の試験が必要となった。しかしながら低品位ニッケルラテライト鉱の処理技術の開発は、世界的な冶金学的テーマとしてとり上げられている如く、高度な技術を要しているのに加え、インドネシア国の財政上の問題から、自国による実施が、困難な状況にある。

このためインドネシア国政府は、1986年5月、日本国政府に対し、プロジェクト方式技術協力に加えてパイロットプラント設備と関連する分析研究施設の設立に関する無償資金協力の要請を行なった。

要請内容の概要は次の通りである。

1) プロジェクトサイト

PUSPIPTEK コンプレックス（スルボン市）

2) 実施機関

国家科学院に所属する冶金研究開発センター（RDCM）

3) 無償資金協力要請の施設・機材内容

a. パイロットプラント設備

- ① 鉱石前処理設備一式
- ② 還元炉設備一式
- ③ アンモニア抽出設備一式
- ④ 塩基性炭酸ニッケル回収設備一式
- ⑤ 溶媒抽出設備一式
- ⑥ ニッケル、コバルト電解採取設備一式
- ⑦ 環境保全設備一式

⑧ 電気・計装設備一式

⑨ 工作室設備一式

b. 分析・研究機器

① 分析用機器一式

② 研究用機器一式

c. 建築施設

① 研究棟

② パイロットプラント棟

③ 鉾石倉庫

④ 危険物倉庫

⑤ その他

第 3 章 計画の内容

第3章 計画の内容

3-1 計画の目的

本計画施設を利用して実行する研究の目的は、インドネシア国に大量に賦存する低品位ニッケルラテライト鉱を経済的に処理する技術をパイロットプラント規模の試験を通して確立し、最終的には、将来商業化することにより同国の経済発展に寄与することにある。従ってその研究の目的を達成するためのパイロットプラント及び関連施設の建設は、その過程における重要な手段である。

本計画の目的を整理すると次の通りとなる。

- ① ニッケルラテライト鉱を処理し、金属ニッケル及び金属コバルトを回収する一連のパイロットプラントを建設し、試験体制を整える。
- ② パイロットプラントの運転を通し、各種データの採取と解析により効率良く経済的に処理可能な最適な処理工程（以下プロセスという。）とその運転条件を検討し、さらに商業プラント設備計画の為のエンジニアリングデータを収集する。
- ③ パイロットプラントに関連する分析・研究施設を整備する。
- ④ 研究者の人的能力を開発し、向上を計る

3-2 要請内容の検討

本項では、冶金研究開発センター（RDCM）のインドネシア国に於ける位置付けとその活動を念頭に置き個々の要請内容について検討を進める。

(1) パイロットプラント

新規に開発された技術を利用し工業化を計画していく場合、実験室規模からパイロットプラント規模による実証試験を経て小規模商業プラント、さらにスケールアップされた商業プラントへと進んで行くのは公知のことである。RDCMはニッケルラテライト鉱処理の研究開発において過去5年間の実験室規模による試験の結果を基礎に、パイロットプラント規模での試験を実施する計画であり、その技術確立の為には必要不可欠な研究活動である。

更に本計画に採用されているアンモニア抽出法は、基本プロセスがキューバにおいて最初に実用化されたニカロ法の欠点を全プロセスにわたって改善した日本型改良ニカロ法（SMM法と呼ばれる）であり、省エネルギー及び高実収率が期

待されるプロセスである。

パイロットプラントに要求される個々の機材は、一連のプロセスを構成する設備としてつながりをもったものでなくてはならない。要求設備の範囲は、ニッケルラテライト鉱石の前処理設備から最終産物として金属ニッケル及び金属コバルトの回収に必要な設備までである。これらはニッケルラテライト鉱製錬技術の根幹をなすプロセスの研究に必要な機械の範囲と内容であり、本計画に合致した妥当なものである。

(2) 分析・研究機器

本ラテライト製錬研究施設は、低品位ニッケルラテライト鉱の処理を主課題として試験・研究のために設立されるもので、取扱試料は、原料鉱石・抽出液・中間生成物塩そして電解ニッケル等、それぞれ性状・形状など変化に富んでいる。

各研究室で得られた基礎試験の結果をパイロットプラントテストで実証し、またパイロットプラントテストで発生した新現象は当該研究室で検討・解析される。その結果は次のパイロットプラントテストに活かされる。

したがって、当分析・研究業務はパイロットプラント試験と密接な関連をもった運営がなされるものである。

しかしながら、現RDCMの保有機材は、不充分であり、パイロットプラントを用いた試験を実施していくためには、新たな機器類の整備が必要である。

特にプラズマ発光分光分析装置・蛍光X線分析装置・電子線マイクロアナライザー等の精密機器分析装置は、近年においてはこの種の冶金研究に不可欠な装置であり、一連のパイロットプラント運転を円滑に進める為に重要な役割を担うものと判断される。

(3) 建築施設

建築施設に関する要請内容は次の通りである。

棟 数 研究棟・パイロットプラント棟を含め7棟

床面積 総計 1,460㎡

建築設備 給水・排水・衛生・換気・空調・電気設備等

各棟の内容を検討すると整理統合した方が良いと思われる棟がある。例えば工作室棟はパイロットプラント棟に、食堂棟は研究棟の一部に統合した方が機能的に有効である。また、一方これらの棟に電力を供給するエネルギー棟が、新規に必要である。

建築設備に関する要請内容は概ね妥当であるが、空調設備に関しては、将来の

維持管理費用を考慮するとできるだけ対象面積を小さくすることが望ましい。例えば、要請案の研究棟平面は中廊下タイプをとっているが、このタイプは自然換気をはかることが困難であるので、全館に空調を行わなければならない。したがって研究棟は自然換気の行き易い片廊下タイプとすべきである。

3-3 計画概要

3-3-1 実施機関・運営体制

(1) 実施機関

本計画の実施機関は国家科学院 (L I P I) に所属する冶金研究開発センター (R D C M) である。実際の研究に従事するのは R D C M の中の製錬部 (Extractive Metallurgy Division) である。

(2) 運営体制

L I P I は前出の 2-2.2 図に示すように、長官 (Chairman) の下に 5 局があり 5 人の次官 (Deputy chairman) が任命されており、R D C M は、産業科学技術担当次官に所属する。

R D C M は所長 (Head) の下には管理部と製錬部を含む 4 つの研究部がある。

また製錬部は部長 (Head) の下に 5 つの研究室を持っている。

ニッケルラテライト鉱の製錬に関する研究は、製錬部に所属する。製錬部は本年度以降、この研究のみに専念する計画であるため、本ラテライト研究施設が完成すると、製錬部全体がスルポンの PUSPIPTEK コンプレックスに移転することとなり、製錬部長が新施設の所長として直接の運営責任者となる。製錬部長は運営に関し、バンドンの RDCM の所長の指示を受け、RDCM 所長は LIPI の科学技術担当次官に統括される。

3-3-2 活動内容

本計画施設の建設完成後、当該研究所の活動内容は、次の通りである。

当パイロットプラントのプロセスは、SMM法を基礎に設計されており、その方法を中心に研究活動が進められる。

SMM法の研究実施に当り、下記の主要テーマに取り組む。

- ① 原料鉱の鉱物形態の調査と解析
- ② 鉱石の乾燥・粉碎条件の調査
- ③ 原料の造粒性の調査と良好なペレット製造の為の運転条件の確立
- ④ 高い還元率を得るための諸条件の調査と、還元炉の適正諸元の基本数値の解析
- ⑤ ニッケル抽出率に及ぼすアンモニア抽出工程の諸条件の調査
- ⑥ 適正な浄液法の確立（脱鉄・マンガンを銅・亜鉛等）
- ⑦ 塩基性炭酸ニッケル（BNC）の結晶化の諸特性の調査
- ⑧ アンモニア損失を最少化するアンモニア回収設備の適正諸元の調査
- ⑨ ニッケルとコバルトを効率良く分離する溶媒抽出諸条件の調査
- ⑩ 電解液及び電解条件と諸特性の調査
- ⑪ BNCより酸化ニッケル及びニッケルパウダーを製造する方法の調査
- ⑫ 全プロセスの熱・ガス・水バランスの解析

また、各分析・研究室は、パイロットプラントの運転で得られた多数のデータを迅速に分析、解析しパイロットプラントの運転指標を示すと共に、実験室規模の試験研究を併行して行い、そのデータの確証を得る。

以下に当パイロットプラントのプロセスの概要を示す。（3-3.1図に基本系統図を示す。）

a) 鉱石前処理工程

ニッケルラテライト鉱は、多量の水分（湿鉱ベースで25～30%）を含んでいるので乾燥させる必要がある。また塊は適当に破砕され、ドライヤーに供給される。乾燥された鉱石は、石炭及び硫黄源が添加され、全量粉碎・造粒後10～15mm径のペレットが製造される。

b) 還元工程

ペレットは、型型環状キルン内で700～850℃で還元焼成され、鉱石中のニッケルとコバルトを選択的に還元し金属状ニッケル及び金属状コバルトに転換する。

c) アンモニア抽出工程

還元炉より排出された焼鉱は、分割機により2/3量が取除かれ1/3量が、それ以降のアンモニア抽出工程に送られる。

アンモニア溶液中で湿式粉碎された焼鉱は、2段の向流抽出装置を経てニッケルとコバルトを抽出し、不純物除去後アンモニアを蒸留分離し塩基性炭

酸ニッケル（以下BNCという）回収工程に回される。一方、抽出後の残渣は、3段向流洗浄装置により残存ニッケルとコバルトを回収しアンモニアの蒸留分離後濾過され、その残渣は廃棄される。

d) BNC回収工程

抽出及びアンモニア脱離後の溶液中で析出されたBNCは、濾過することによりBNCケーキとして回収される。

BNCケーキは、実際には炭酸ニッケルと水酸化ニッケルの混合物である。

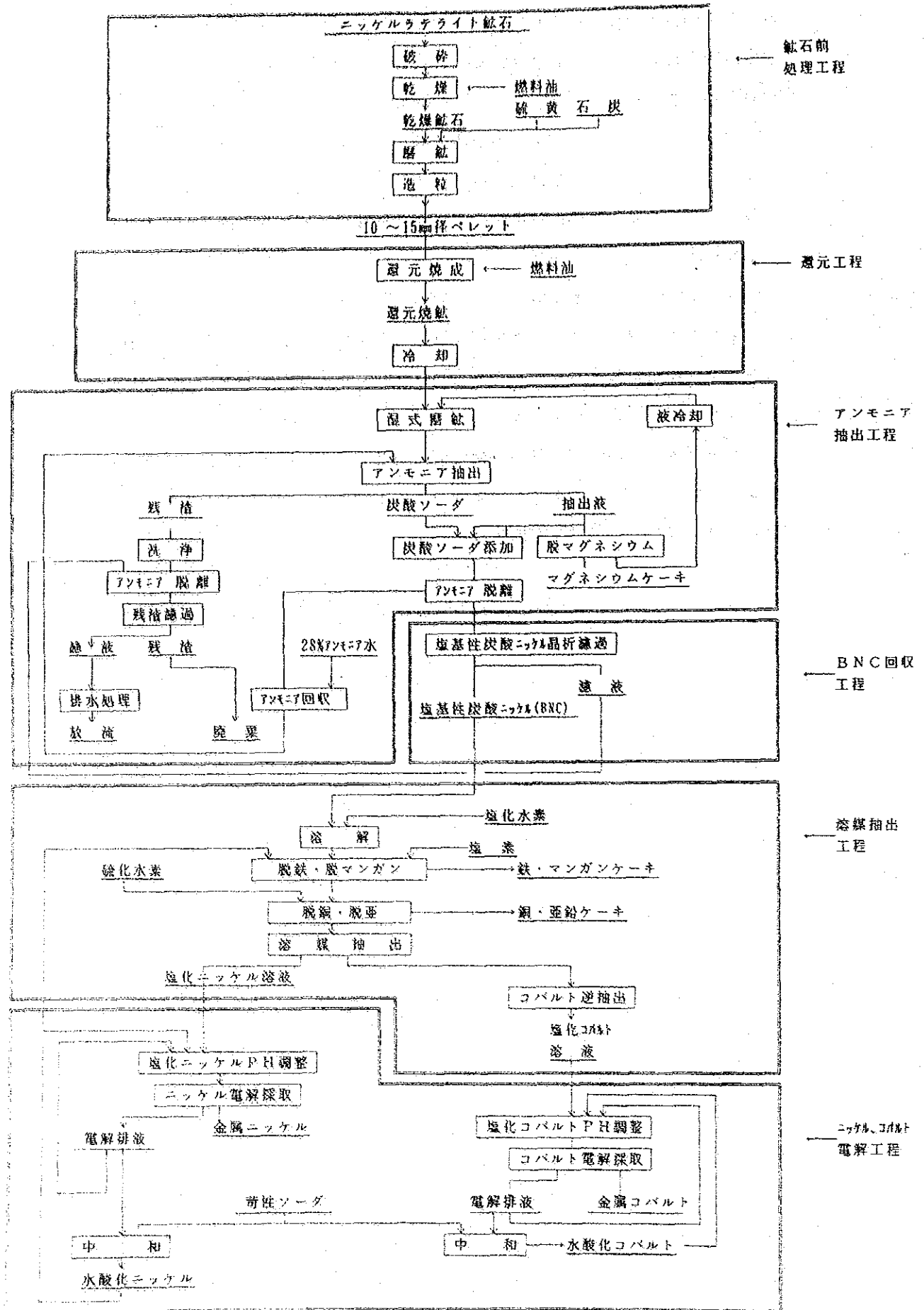
e) 溶媒抽出工程

BNCケーキは、塩酸系溶液で再溶解後、鉄、マンガン、銅、亜鉛等を除去し溶媒抽出装置に入る。溶媒抽出装置は、ミキサーセトラ型が適用され、特殊な溶媒を用い塩化ニッケルと塩化コバルトに抽出分離する。

f) ニッケル、コバルト電解工程

溶媒抽出後の各液は、pH調節後電解槽に送られる。不溶性陽極板を用いた電解槽内で液中のニッケル及びコバルトはそれぞれ陰極に電着し金属ニッケル、金属コバルトとして取出される。

第3-3.1図 パイロットプラント、基本系統図



3-3-3 計画地位置・状況

(1) 位置

計画地は、西部ジャワ州スルボン市にある国立研究科学技術センター (PUSPIPTEK) コМПレックス内に位置する。ジャカルタから直線距離にして27 km南西の郊外である。附近は水田・畑の中にゴムのプランテーションが点在する農村地帯で、同センターはこの地区で最も大きなチサダネ河を西縁とする丘陵地を伐り開いてつくられたものである。

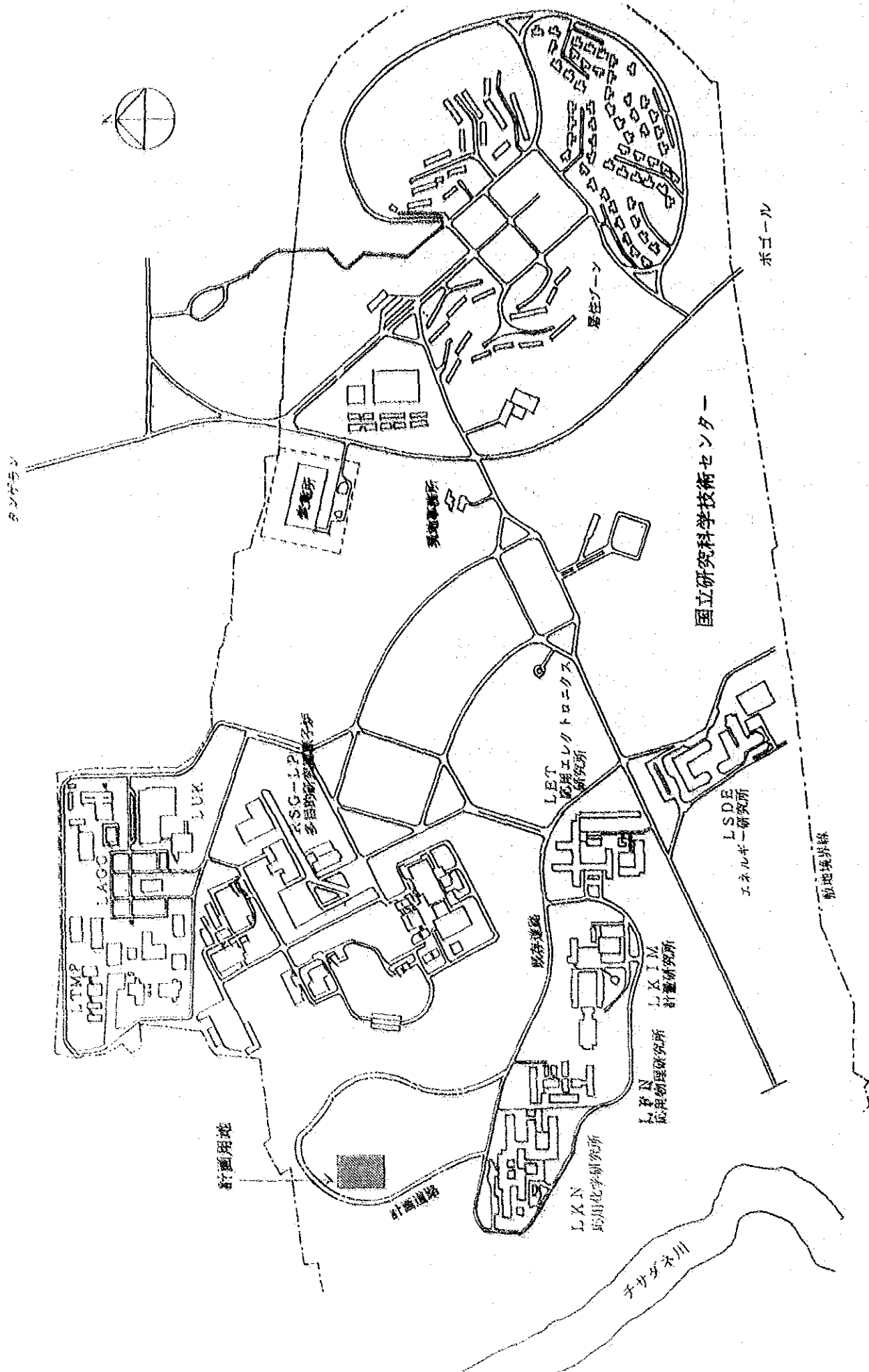
このスルボン地区はジャカルタのベッドタウン候補地として、ジャカルタ広域首都圏協力局 (BKSP JABOTABEK) によって、新都市計画の対象とされており、北のタンゲランと南のボゴールを結ぶタンゲラン・ボゴール道路に沿って開発中の住宅団地が散見される。この地区の人口密度は1984年現在1,035人/km²で、2005年には5,000人/km²と計画されている。因みにジャカルタ市の計画人口密度は18,000人/km²である。

(2) 交通

ジャカルタ市から国立研究科学技術センターに達する主要経路は、まずジャカルタの外環状線に接続するジャカルタ・メラク有料道路にのり、タンゲランインターチェンジで降り、前述のタンゲラン・ボゴール道路を南下してスルボンの市街を抜ける道で、ジャカルタ市中心部より約40 kmである。現在、バスはタンゲランとボゴールの間を往復しているが、本数は多くない。本センターとジャカルタを直接結ぶ公的な交通手段はない。

鉄道は、ジャカルタと西海岸のメラクを結ぶ国有鉄道 (PJKA) 線がスルボンを通過している。これは現在単線であるが、先の都市計画に合わせて、ジャカルタのタナアバンとスルボン間の複線化が計画されており、1990年代初めには、通勤路線となるものと期待されている。

また半径40 km以内に、スカルノ・ハッタ国際空港を初め7つの航空施設があり、PUSPIPTEK コМПレックス内にもヘリポートが設置されている。



3-3-2 図 計画用地位置図

(3) 計画用地

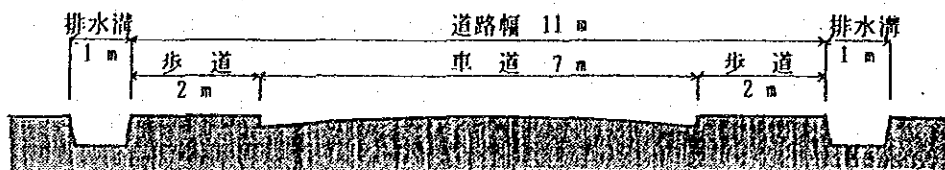
計画用地は、PUSPIPTBK コンプレックスの西北隅、チサダネ河を見下す高台にある。この区域はPUSPIPTBK から正式にRDCMの移転用地として指定されたもので、灌木に覆われた斜面が西側のチサダネ河に向かって下り、南西には緩やかな勾配でセンターの既存施設を取り巻く既存環状道路に向かって下っている。この道路との直線距離は約400mである。

北側はコンプレックスの境界を示すネットフェンスで区画されその先は竹林を含む灌木林で、一部に、地区の公共墓地が計画用地内に突出する形で存在している。これは将来、PUSPIPTBK によって他に移設される計画である。

(4) インフラストラクチャー

1) 道路

3-3.2図に示す実線の道路は、すべて既存の道路である。応用化学・応用物理・計量研究所を取り巻く既存環状道路の西北部に破線で示したサブ・ループが本計画用地のための計画道路である。この計画道路は下図のような構造を持ち、PUSPIPTBK によって建設される。



道路断面

2) 給水

PUSPIPTBK コンプレックス西側を南から北に流れているチサダネ河の河川水を原水とし、上水処理（処理能力100ℓ/秒）を施した後コンプレックス中央にある高さ約40mの給水塔（貯水量600m³）に揚水される。

水質はWHO（世界保健機構）の飲料基準に適合しており、飲料水として利用できる。

給水塔から3-3.3図に示すように、主配管（管径200mmφ）がループを形成しており各施設に安定した給水を行っている。

また、この主配管のネットワークは消火用としても利用されていて、一定の間隔に消火栓が設置されている。

3) 排水

PUSPIPTEK コンプレックス内には公共下水処理施設は完備されていない。
実験排水は、放流先となっているチサグネ河の水質基準に合うよう処理した後
PUSPIPTEK の排水システム（道路側溝）に放流される。

4) ガス

PUSPIPTEK コンプレックス内ではLPGが一般的に使用されている。都市ガスは将来計画があるものの実現はまだ先のようである。

5) ゴミ処理

紙、布、厨芥類はPUSPIPTEK コンプレックス内焼却施設にて焼却処分され、
不燃物は埋設処分される。

6) 電力

PUSPIPTEK コンプレックス内に、国营電力会社（PERUSAHAAN UMUM LISTRIK
NEGARA, P. L. N.）によって設けられた変電所から3-3.4図に示すように地中
埋設ケーブルで各施設へ配電されている。本計画施設へは、既設配電線路を延
長する事により、必要電力は十分に引込可能である。

配電方式としては、3相3線20KV、50HZ、ループ式2回線である。

参考として P. L. N. の変電所の内容は、次のとおりである。

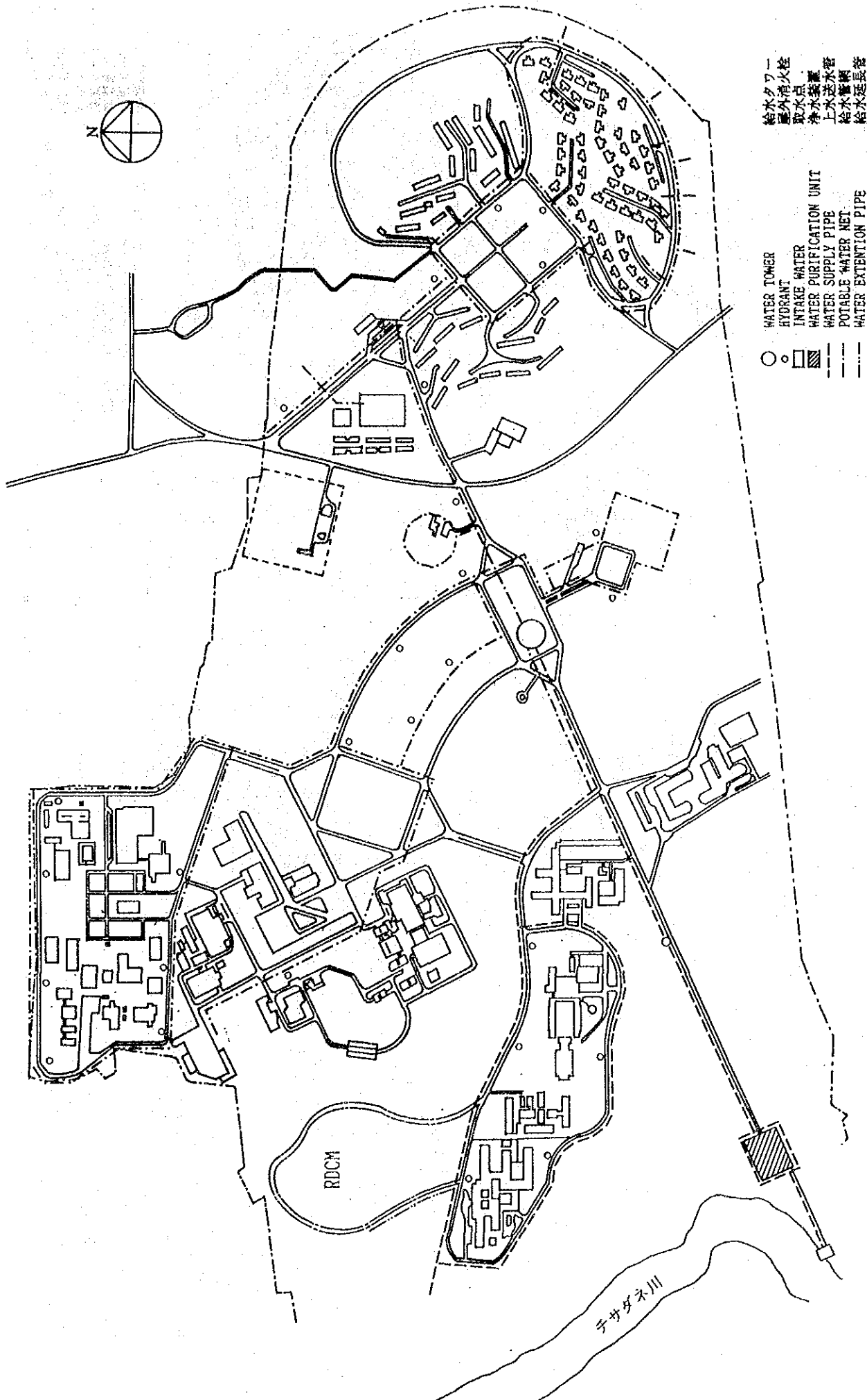
- ・変圧器容量 : 60,000KVA × 2台 合計 120,000KVA
- ・一次電圧 : 500KV
- ・二次電圧 : 20KV

7) 電話

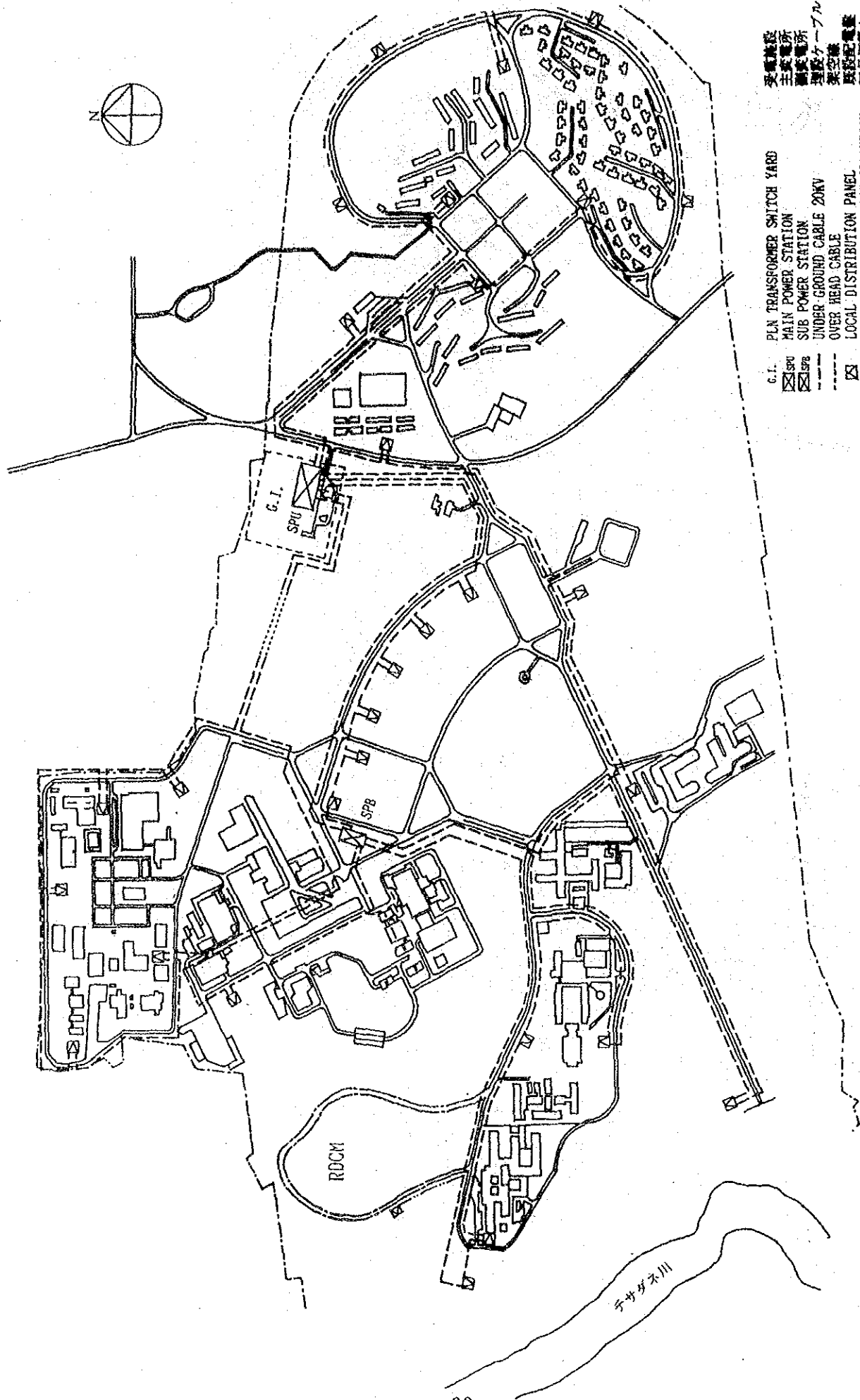
大容量の電話交換機が、PUSPIPTEK コンプレックス内の電話センター内に設
けられており、各施設へは地中埋設ケーブルで、内線がつながっている。本計
画施設への内線回線数は10回線が用意されている。また、1990年以降で
あれば、要求により、回線の増設は、可能である。

参考として、電話交換機の容量は次のとおりである。

- ・局線数 : 最大 360 回線
- ・内線数 : 最大 3,500 回線



3-3-3 図 給水幹路図



受電線路
 主変電所
 副変電所
 埋設ケーブル
 架空線
 延長配電盤
 及び配電盤

G.I. PLN TRANSFORMER SWITCH YARD
 SPU MAIN POWER STATION
 SPB SUB POWER STATION
 UNDER GROUND CABLE 20KV
 OVER HEAD CABLE
 LOCAL DISTRIBUTION PANEL
 EXTENSION CABLE AND DISTRIBUTION
 PANEL FOR LTP & ROOM

3-3-4 電力幹線図

3-3-4 施設・機材概要

本計画のラテライト製錬研究施設は、低品位ニッケルラテライト鈳処理技術の確立の為に設立されるものである。既に述べたようにパイロットプラントは、円滑な運転操作によるエンジニアリングデータの取得、原料および資材の運搬・取扱いの省人化・無公害対策等の主要項目を満たし、分析・研究機器は、パイロットプラントの運転の諸データの分析による解析と運転条件検討などのための一連の機器を有している。更に、それらを収容する建築施設は、研究活動が機能的に行なえ、建設地特有の気候・風土に適應したものでなくてはならない。

以下にそれぞれの施設・機材の概要を述べる。

(1) 建築施設概要

建築および建築設備の概要は次の通りである。

1) 建築

a) 研究棟

- ・ 試料調製室
- ・ 選鈳研究室
- ・ 乾式製錬研究室
- ・ 湿式製錬研究室
- ・ 鈳物研究室
- ・ 化学分析室
- ・ 機器分析室
- ・ その他

b) パイロットプラント棟

- ・ パイロットプラント室
- ・ 工作室
- ・ オペレーション室
- ・ その他

c) エネルギー棟

d) 鈳石倉庫

e) 危険物倉庫

f) 守衛所

g) 渡り廊下

h) その他

② パイロットプラント設備概要

1) 鉱石前処理設備 1式

水分の高いラテライト鉱を乾燥し、粉砕後10～15mm径のペレットを製造する。

- ① ジョークラッシャー
- ② 乾燥設備
- ③ 副原料用ホッパー
- ④ 粉砕設備
- ⑤ 造粒設備
- ⑥ 台秤

2) 還元炉設備 1式

ペレットを計量し、定常的に強還元炉内で高温焼成する炉とその排ガスを処理し繰返す一連の設備。

- ① ペレットビン及びコンベヤー
- ② 還元キルン設備

3) アンモニア抽出設備 1式

焼成ペレットを粉砕後、アンモニア液中でニッケルを抽出し、抽出後の残渣を分離する。

- ① 粉砕及び浸出設備
- ② 抽出設備
- ③ 洗浄設備
- ④ 浄液設備
- ⑤ 炭酸ソーダ添加設備
- ⑥ アンモニア回収設備
- ⑦ 残渣蒸留設備
- ⑧ 残渣濾過設備
- ⑨ アンモニア水受入設備
- ⑩ 蒸気発生器

4) 塩基性炭酸ニッケル（以下BNCという）回収設備 1式

抽出後のニッケルをBNCとして結晶化させた後、濾過ケーキとして分離する。

- ① 中継タンク設備
- ② BNC濾過設備

5) 溶媒抽出設備 1式

BNCを再溶解し、不純物を除去後、特殊な溶媒を用いてニッケルとコバルトに分離する。

- ① BNC溶解設備
- ② 脱鉄・マンガン設備
- ③ 脱銅・亜鉛設備
- ④ 溶媒抽出ミキサーセトラ装置
- ⑤ 逆抽出ミキサーセトラ装置

6) ニッケル及びコバルト電解採取設備 1式

液中のニッケル及びコバルトをそれぞれの電解槽中で金属ニッケル・金属コバルトとして回収する。

- ① 塩化ニッケル及び塩化コバルトpH調節設備
- ② ニッケル及びコバルト電解設備
- ③ ニッケル及びコバルト濃縮装置
- ④ 水酸化ニッケル及び水酸化コバルト濾過設備

7) 環境保全設備 1式

ダスト・プロセス上発生ガス及び廃水を集め、効率良く除害する。

- ① バッグフィルター
- ② ガス除害装置
- ③ 廃水pH調節設備

8) 電気・計装設備 1式

プラント運転及び制御の為の設備及び機器。

9) 付属設備 1式

- ① コンプレッサー
- ② 燃料油受入タンク

10) 工作用設備 1式

プラント設備の小故障に対し迅速に対応するための保全設備。

- ① 旋盤
- ② 電気溶接器
- ③ ボール盤
- ④ 鋸盤
- ⑤ グラインダー
- ⑥ 工具類

11) 車輛及び運搬具 1式

鉍石及び原材料のハンドリングの為の設備

- ① ショベルローダー
- ② 小型トラック及びバン
- ③ パレットリフト

(3) 分析・研究機器概要

1) 分析機器

分析機器は機器分析用機器と一般分析用機器に大別される。
それぞれの区分での代表的機器類を以下に示す。

- ① 機器分析用機器
 - ・電子線マイクロアナライザー
 - ・プラズマ発光分光分析装置
 - ・蛍光X線装置
 - ・X線回折装置
 - ・金属中炭素・硫黄分析装置
- ② 一般分析用機器
 - ・分光光度計
 - ・pHメーター
 - ・天秤
 - ・乾燥器
 - ・攪拌機
 - ・加熱器

2) 研究機器

各研究目的別代表的機器類を以下に示す。

- ① 試料調製用機器
 - ・破碎機
 - ・混合機
 - ・乾燥器
 - ・天秤
 - ・篩別機
- ② 選鉱研究用機器
 - ・浮選試験機
 - ・磁選機
 - ・破碎機
 - ・乾燥器
 - ・天秤
- ③ 鉱物研究用機器
 - ・顕微鏡
 - ・観察用試料成型装置
 - ・写真フィルム処理装置

④ 乾式製錬研究用機器・管状炉

- ・マッフル炉
- ・ルツボ炉
- ・高周波溶解炉

⑤ 湿式製錬研究用機器・溶媒抽出装置

- ・電解装置
- ・攪拌機
- ・濾過器
- ・オートクレーブ
- ・天秤

3) 付帯設備・機器

分析・研究機器を取り扱うにあたっての付帯設備・機器例を以下に示す。

- ・純水製造装置
- ・エアコンプレッサー
- ・排塵・排ガス処理装置
- ・各種排塵・排ガスフード
- ・データ処理用マクロコンピュータ
- ・実験台
- ・実験器具・用具
- ・排水用ピットポンプ

3-3-5 管理計画・人的計画

(1) 管理計画

RDCMは、前出2-3・2図に示すように、管理部と4研究部より構成される。ラテライト鉱の製錬研究に従事するのは、このうちの製錬部である。したがって、本ラテライト研究施設の所長は製錬部長が兼任し、プロジェクト・リーダーとして、合計40人の研究チームを統括する。研究チームは3-3・5図に示すようにパイロットプラント・グループと分析研究グループに分かれ、それぞれコーディネーターがグループを統括する。

RDCMの所長はプロジェクト・コーディネーターとして、本計画の実施の総括管理に当たる。RDCM所長はLIPiの科学技術担当次官の管轄のもとに置かれる。

RDCMは本計画に関し、1987・88年度を準備期間、1989-91年度を実施期間、1992年度を評価の期間としてとらえ、3-3・1表に示すような開発予算計画を立案している。

3-3.1表 ニッケルラテライト研究に対する冶金研究開発センターの開発予算計画

項目	準 備		実 施			評 価	
	会計年度	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93
付加給与		19,500	30,000	60,000	60,000	40,000	20,000
資材費		14,000	40,000	75,000	75,000	40,000	30,000
旅 費		1,500	20,000	30,000	30,000	30,000	20,000
水・ガス・光熱費		—	20,000	75,000	75,000	45,000	25,000
その他		500	10,000	30,000	30,000	15,000	5,000
合 計		35,500	120,000	270,000	270,000	170,000	100,000

単位…千ルピア

(2) 人的配置

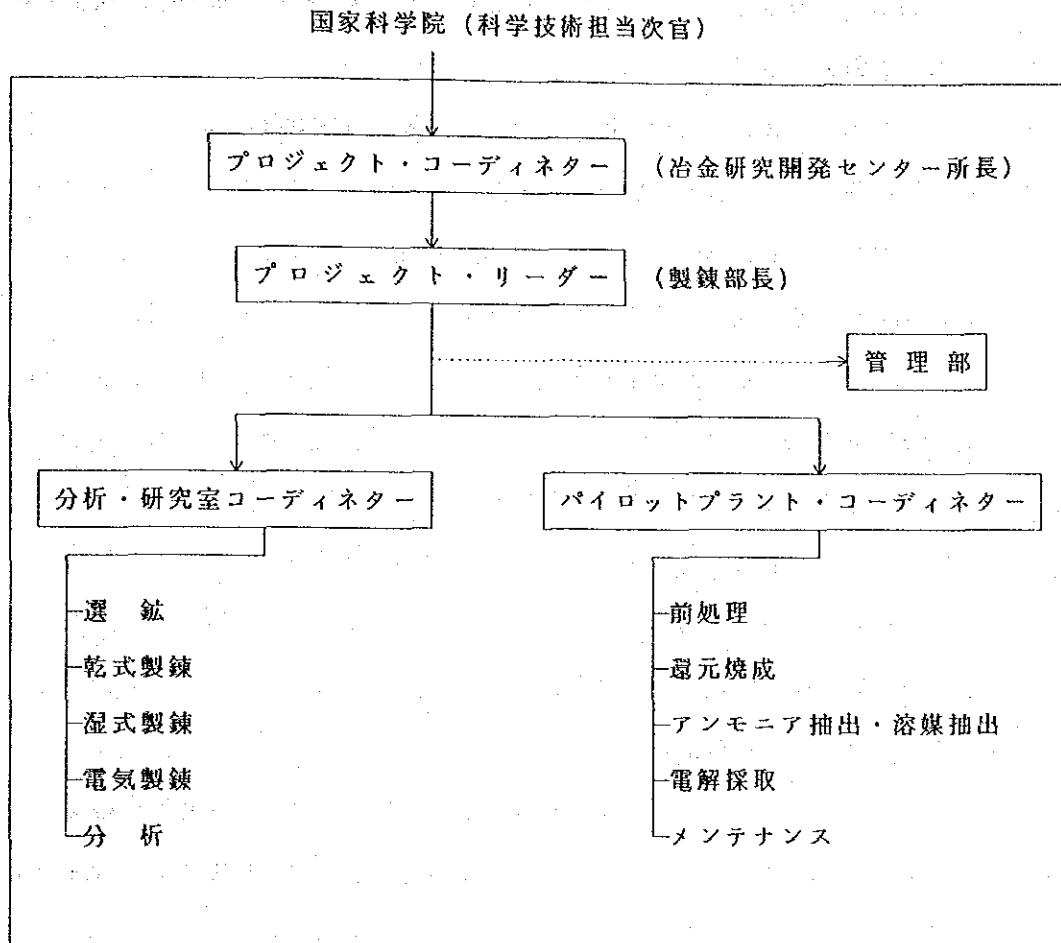
RDCMの製錬部の総人員数は現在37名であるが、ニッケルラテライトの製錬研究に従事する予定者は、下記の48名である。

所 長	1
研究室長	5
研究員（大学卒）	11
研究員（専門学校卒）	6
技術員（高校卒）	17
管理事務職員	8
合 計	48

研究員の内1名は金属技術部より、2名は科学技術サービス部より、また管理事務職員は管理部より補充される予定である。

また国営鉱山会社であるアネカタンバン社が、この種のプラント操作に熟達した人員を補強することになっており、必要人員は確保される。しかしながらプラントの安定操業を維持し、研究目的にかなったデータを採る技術は、操作員の習熟度に負うところが大きい。したがって、プラント設備の据付完了後、操作トレーニングに十分な時間を当て、オペレーション指導が行われるべきである。

3-3-5 図 プロジェクト運営組織図



3-4 技術協力

本計画に先立ち、わが国は1982年よりインドネシア国の冶金研究開発センターに長期専門家を派遣し、低品位ニッケルラテライト鉱処理の実験室規模の研究に対して技術協力を行ってきた。

過去5年間に実行された技術協力の概要は次の通りである。

1) 実施機関 : 冶金研究開発センター (RDCM)

2) 専門家の派遣とカウンターパートの受入 :

a) ニッケルラテライトの処理加工専門家

1982年4月～1987年4月……………1名

b) 分析専門家

1984年9月～1985年9月……………1名

1986年4月～ 現 在 ……………1名

c) カウンターパートの受入

公害資源研究所における研修他 ……………3名

3) 協力対象分野とその内容

a) インドネシアにおけるニッケルラテライト鉱の鉱物学的諸特性の研究

b) インドネシア産ニッケルラテライト鉱の硫化還元剤添加後の優先還元の基礎的研究実験

c) 優先還元後のアンモニア液による抽出の研究実験

d) 鉄粉-水蒸気焙焼及び稀硫酸によるニッケル・コバルト酸化物の抽出の研究実験

e) 鉄粉-水蒸気焙焼後のオートクレーブによる高温高圧下でのニッケル・コバルト酸化物の抽出の研究実験

f) 有機溶媒によるニッケル・コバルトの抽出分離及びそれぞれの電解採取の研究実験

4) 研究の成果

前項3)の内容について日本人専門家とRDCMの研究者は、実験室規模の研究調査を行い、多くのデータと知見を得た。

これらの研究には、主としてインドネシアのスラウェシ島ボラマ地区で採掘されるボラマ鉱が使われた。

- ・還元研究においては、鉍石中のニッケル成分をほぼ90%抽出し得ることを確認した。
- ・溶媒抽出研究においては、ニッケル・コバルトをほぼ完全に分離することが出来た。
- ・電解採集研究は、現在継続中である。

上記技術協力の成果を発展させるため、インドネシア国政府はわが国にプロジェクト方式の技術協力を要請した。

本要請に応じてわが国は1986年3月に事前調査を実施し、イ側の要請内容を確認し、その後1987年2月に長期調査を実施し、技術協力の概要について協議を行った。今後の具体的な技術協力計画については両国間の協議を通じて更に詳細に策定されることになっているが、長期調査時点で合意された技術協力内容の概要は下記のとおりである。

- 1) 実施機関：冶金研究開発センター (RDCM)
- 2) プロジェクトサイト：前期 バンドンにあるRDCM本部
後期 スルボンに無償資金協力で建設が予定されるラテライト製錬研究施設

3) 協力内容：

A) ラテライト製錬研究施設が完成する前（前期）の準備的実験研究

A.1) 過去5年間の基礎研究のレビュー

A.2) 現在のバンドンの研究・分析設備で可能な範囲の準備研究

- ① 原料鉍石の精密調査
- ② 還元の基礎研究
- ③ アンモニア抽出の基礎研究
- ④ 溶媒抽出、電解採取の基礎研究

A.3) ラテライト製錬研究施設での業務計画策定

- ① 分析・研究施設およびパイロットプラントの操作標準の作成
- ② 技術管理標準の作成
- ③ パイロットプラントの実験計画の作成

B) ラテライト製錬研究施設が完成した後（後期）の実験研究

B.1) 分析・研究施設関係

- ① パイロットプラントによる研究に先立つ基礎研究
- ② パイロットプラントによる研究期間におけるバックアップ試験と分析業務

B.2) パイロットプラント関係

- ① パイロットプラント設備の無負荷試験
- ② パイロットプラント操作要領指導
- ③ パイロットプラント試験のための原料・副資材及び薬剤等の準備指導
- ④ パイロットプラントによる試験・研究指導
- ⑤ パイロットプラントによる試験・研究データの整理・解析
- ⑥ エンジニアリングデータの整理
- ⑦ レポートニング

C) 上記に対する派遣専門家の構成とスケジュール

C.1) パイロットプラントの運転開始前

チーフアドバイザー	1名
乾式製錬	1名
湿式製錬	1名
分 析	1名

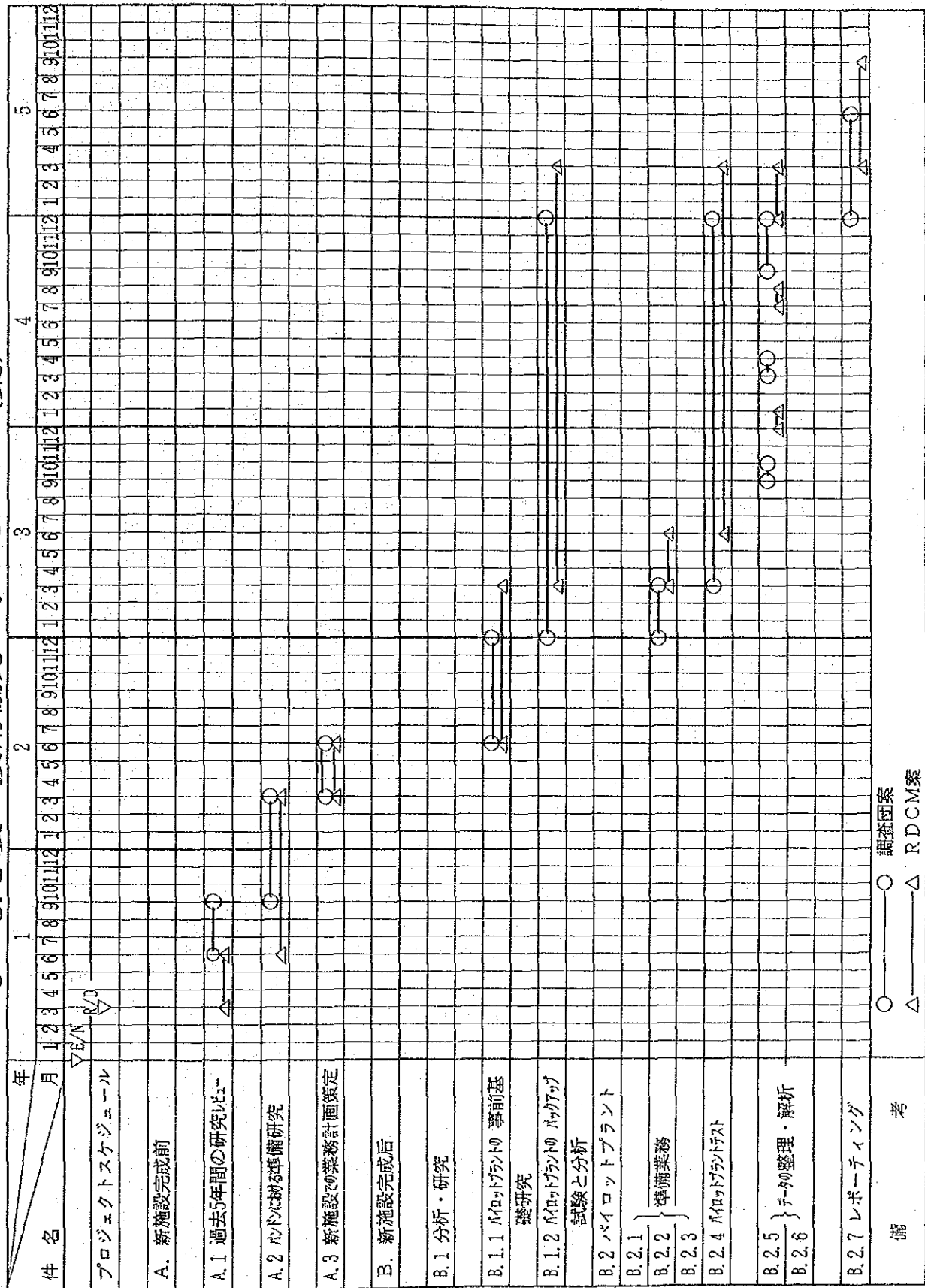
C.2) パイロットプラント運転後からレポートニング終了迄

チーフアドバイザー	1名
乾式製錬	1名
湿式製錬	1名
プラントエンジニア	1名
分 析	1名

C.3) 技術協力スケジュール

3-3.2表に示す。

3-3.2表 技術協カスケジュール(案)



第 4 章 基本設計

第4章 基本設計

4-1 基本方針

第2章及び第3章の内容を踏まえ、以下の項目を設計の基本方針とする。

(1) 建築・建築設備

1) 機能の充足

この施設は低品位ニッケルラテライト鉱の製錬研究という特定された明確な目的を持っている。この目的を達成するために必要な機能を充足させることが、何よりも重要である。機能上最も重要な棟は、パイロットプラント棟と研究棟である。パイロットプラント棟で行われた実験結果が研究棟で解析され、次の実験計画の立案に反映される。したがってこの2棟は相互に密接な関連をもっているが、他方、パイロットプラント棟は実験の性質上、振動・騒音・粉塵を発生し、研究棟は精密な分析を行う関係上これらを嫌う。いかにしてこれらの異なった機能を統合して、全体としての機能を高めるかということが重要である。

また研究所建築にあっては、エネルギーを的確に供給し、全てのプラント設備・機器の機能を保証する建築設備の役割が大きいため、計画に当たっては、機材計画と建築設備計画の連携を重要視する。

2) ランニングコストの低減

現在の厳しいインドネシア経済状況では、施設竣工後のランニングコストを最低に抑えることが必要である。

この目的から、プラント設備の計画に当たっては、エネルギー消費量の低減を図る。また自然換気を行って、空調面積の低減を図る。

3) 環境に適したデザイン

高温多湿な現地の気候条件に適合した、居住性の高い施設とする。またすでに多くの施設が完成し、また完成しつつあるPUSPIPTK コМПレックス内の環境デザインにとって、違和感のないデザインとする。

4) 設備計画の基本方針

建築設備計画に当たっては、完成後のランニングコストを低くすることを主眼とする。またシステム及び機器の選定には、高温多湿な現地の気候条件に対して信頼性が高く、またメンテナンスが容易であることを条件とする。法規・基準・規格についてはインドネシアの規定を遵守するが、規定のないものに関しては日本国内規

定を準用する。

(2) パイロットプラント設備及び分析・研究機器

パイロットプラント設備及び分析・研究機器の計画に当たり下記の項目をその基本方針とする。

- 1) インドネシア産ニッケルラテライト鉱に適応したプロセスフローの選定と鉱種の変化に対するフレキシビリティをもたせた施設・機材計画を行なう。
- 2) 耐久性・操作性が良く、信頼性の高い設備・機材を計画する。
- 3) ランニングコストの低減を目指した計画を行なう。
- 4) パイロットプラント運転とその解析に迅速且つ機能的に対応出来る分析・研究機器を計画する。
- 5) 集塵・ガス処理及び廃水処理計画を充実し、環境保護に配慮する。

4-2 設計条件の検討

本計画の基本設計に当たり、その目標を達成する為に種々の設計条件を策定した。それらは、ニッケルラテライト処理を主題とした研究活動がその目的に合致するための技術条件をはじめ建設地の自然・物理的条件・調達・建設条件及びコスト要因にからむ諸条件により構成される。

以下に、その設計条件について述べる。

(1) 建築・建築設備

1) 実験研究諸室

実験研究に直接関係する諸室は、次の通りである。

室 名	設 計 条 件
研究棟	
1. 試料調製研究室	室の広さは機器配置による 同上 同上 同上 同上 同上 同上 同上 収容人員により決定される
2. 試選乾湿化機研	
3. 調製式物学分析	
4. 製錬研究分室	
5. 製錬研究分室	
6. 製錬研究分室	
7. 製錬研究分室	
8. 製錬研究分室	
パイロットプラント棟	屋根高さは堅型キルンの高さによって決定される
1. パイロットプラント室	室の広さは機器配置による 同上
2. 工作室	
鉱石倉庫	保管鉱石量による
危険物倉庫	保管物の量による

2) 維持管理

点検・修理が容易に行えること。

3) ランニングコストの低減

省エネルギー対策、特に空調エリアを制限する。

4) デザイン

PUSPIPTEK コМПレックスは外周をネットフェンスで囲って、要所に守衛所を設けており、個々の施設には塀やフェンスを設けない。建物は道路境界から10m以上離す。建物のデザインは柱・梁等の構造躯体をコンクリート打放しとし、壁を煉瓦の化粧積みとしてデザインの統一を図っている。

5) 地盤

地盤調査の結果、土質は日本の関東ロームに似た赤土であるが、関東ローム層ほど締っていない。地耐力は m^2 当り5トン程度とする。

6) 気候

現地の年平均気温は26.9℃、年平均湿度は80%で、雨量は年間1,755mm、最大雨量月は1月で335mmであり、高温・多湿・多雨である。因みに東京はそれぞれ、15℃・69%・1503mm、最多雨量月は10月の203mmである。

7) 電話

PUSPIPTEK の方針及び現在の電話事情により、今回の計画施設に関しては、局線は供給されない。PUSPIPTEK 電話センター内に設けられた電話交換機を経由した内線10本のみが供給される。

8) 非常用発電機設備

PUSPIPTEK コМПレックスにおいては、ほぼ2ヶ月に1回の割合で約20分間の停電がある。パイロットプラント連続運転中に停電があると実験に支障をきたすこととなり、また防災・防犯上からも停電対策を講ずる必要がある。

9) 排水処理施設

PUSPIPTEK 全体としての集中処理施設は、現段階では整備されていない。よって計画施設において単独の排水処理施設を設ける必要がある。

(2) パイロットプラント及び分析・研究機器

パイロットプラント及び分析・研究機器の計画にあたり下記の設計条件を策定した。

1) 処理工程（以下プロセスという）に関する設計条件

- a. 原料鉱及び副原料の種類の変化に柔軟に対応出来るプロセスと設備の設計をする。
 - b. ニッケルラテライト鉱処理に関する鉱石から金属ニッケル回収までの一貫したニッケルラテライト製錬技術の研究開発を目指す。
 - c. 金属ニッケル・金属コバルトの産出のみならず他のニッケル化成産品（酸化ニッケル・ニッケルパウダー等）の処理技術の研究を加味する。
 - d. パイロットプラントは連続定常運転を可能とする。
- 2) 設備に関する設計条件
- a. 原材料の人力による運搬・取扱いを少なくし、パイロットプラント運転の定常化を計ると共に労働者の安全保護対策を充実する。
 - b. 操作が容易で且つメンテナンスがインドネシア国内で容易に対応出来るようにする。
 - c. 燃料及び電力等の消費量を少なくした省エネルギー対策を計りランニングコストの低減を計る。
 - d. 当プロジェクト終了後もRDCMの展開していく研究に利用可能な設備機器とする。
- 3) 環境保護に関する設計条件
- a. 目的別集塵及びガス処理設備を計画する。
 - b. 連続及び断続に発生する廃水は、適正な処理を行なうと共に集合ピットを設置し放流前の再確認が出来るようにする。

4-3 基本計画

当プロジェクトの基本計画につき以下記述する。

4-3-1 規模設定

(i) 建築施設

下に示したようにパイロットプラント・分析・研究関係諸室は主として機材の配置によって規模を設定した。それ以外の諸室は主として収容人員数によって規模を設定した。なお表中の規模設定要因欄には設定要因と算定面積を、設計面積欄には基本設計図による実面積を示した。

4-3.1表 施設規模設定

	室名	規模設定要因	設定面積
1)	研究棟		
	管理事務室	8人 × 4.5 m ² = 36 m ²	35.25 m ²
	所長室	1人 × 18 m ² = 18 m ²	18 m ²
	応接室	1室 × 18 m ² = 18 m ²	17.25 m ²
	研究室 (1.2階共)	22人 × 7.2 m ² = 158.4 m ²	162 m ²
	倉庫	W × D × H	36 m ²
		分析・研究機器用スベアツ棚 (1.5m×0.75m×2.1m) 4本	
		消耗品棚 (") 4本	
		建築補修用品棚 (") 3本	
		事務用品棚 (") 2本	
		雑棚 (") 2本	
	仮眠室	3室 × 9 m ² + WC, シャワー + 通路	48 m ²
	ロッカー室	40人 × 0.55 m ² = 22 m ²	22 m ²
	試料調製室	破砕機・混合機・乾燥機・節別機等	102 m ²
	選鉱研究室	浮選試験機・磁選機・天秤等	54 m ²
	鉱物研究室	顕微鏡・研磨機・試料埋込機・写真用暗室等	54 m ²
	乾式製錬研究室	管状炉・マッフル炉・ルツボ炉・誘導加熱炉等	120 m ²
	湿式製錬研究室	ドラフトチャンバー・実験台・電解試験器・オートクレーブ等	120 m ²
	化学分析室	純水製造装置・化学実験台・ドラフトチャンバー 分光光度計 等	118.5 m ²
	機器分析室	赤外分光光度計・ポーラログラフ・X線回折装置・蛍光X線分析装置 等	126 m ²
	アドバイザー室	10人 × 7.2 m ² = 72 m ²	70.5 m ²
	図書室	12人 × 1.5 m ² + 書架3本	36 m ²
	会議室	24人 × 2 m ² = 48 m ²	48 m ²
	食堂兼ミーティング室	48人 × 2 m ² + 厨房 + 食品庫 + 便所	120 m ²

	室名	規模設定要因	設定面積
	便所 (1, 2 階)	男女便所 + 湯沸室 + 踏込み = 1ヶ所 36m ²	72m ²
	廊下・階段・ホール (1, 2 階)		606m ²
	配管スペース (1, 2 階)		6.5m ²
	計		1,992m ²
2)	パイロットプラント棟		
	パイロットプラント室	鉍石前処理設備・還元炉設備・アンモニア抽出設備・BNC回収設備等	480m ²
	工作室	旋盤・電気溶接器・ボール盤・作業台等	48m ²
	オペレーション室	21人 × 1.5 m ² = 31.5 m ²	30m ²
	ロッカー・シャワー	15人 × 0.6 m ² + シャワー・便所	18m ²
	便所		
	倉庫 (中2階)	W × D × H	
		プラント設備用スベアパーツ棚 (3.0m × 0.9m × 1.8m) 8本	48m ²
	計		624m ²
3)	鉍石倉庫	500t / 平均積高 2.5m = 200 m ²	200m ²
4)	危険物倉庫		15m ²
5)	エネルギーセンター棟	スイッチアーム・トランス・配電盤・非常用発電機等	108m ²
6)	渡り廊下	棟間隔 20m × 幅2m = 40m ²	40m ²
7)	守衛所	2人 × 3 m ² = 6 m ²	6m ²
	総計		2,985m ²

(2) パイロットプラント

1) ニッケルラテライト鉱処理技術の適用プロセスの設定について

ニッケルラテライト鉱を原料としてニッケルを回収する方法は、大別すると乾式法と湿式法になり、それらについては、第2-3-1項にて既に述べた通りである。

本計画は、低品位ニッケルラテライト鉱を対象としたもので湿式法を採用する。

アンモニア抽出法は、湿式法に属し、湿式法によるニッケルラテライト鉱処理技術としては世界の主流となっている。アンモニア抽出法は、ニッケルラテライト鉱中のニッケル及びコバルトを強還元雰囲気炉で優先的に金属化した後、アンモニア液中で抽出し、ニッケル濃縮処理産物又は金属ニッケルとし回収する。これは、ニカロプロセスと称せられるものであるが、現在では、生産コストの低下と総合ニッケル実収率の向上を目指して各種の改良法が生まれている。日本においても、ニカロ法の全プロセスに改良を加えた研究が行なわれ、パイロットプラント規模での技術を確立し、日本型改良ニカロ法（SMM法という）として、世界的に高い評価を得ており、今後、冶金研究開発センターで進めていく適用プロセスの基本となっている。

このSMM法は、インドネシア産ニッケルラテライト鉱への適応性、商業化した時のランニングコスト及びニッケル実収率等を考慮すると有利な点が多く、当研究計画に適用するプロセスとしては最適と判断される。

そのプロセス系統は、第3-3.1図に示した通りである。

2) パイロットプラントの計画能力の設定について

当パイロットプラントは、大きく分けて還元炉を含む乾式工程とアンモニア抽出・溶媒抽出を含む湿式工程とで構成される。ラテライト中に含まれる2%以下のニッケルを効率良く還元する為に、本プロセスでは壜形環状キルン（A/Vキルンと称す）を適用する。A/Vキルンは、商業プラントにおいては外殻直径で6～10mであるが、当パイロットプラントテスト用には1.5m径を採用する。1.5m径のA/Vキルンは製作上の最低寸法で、且つ高温強還元雰囲気で運転される炉として定常的に熱バランス・マテリアルバランス等のエンジニアリングデータを採取出来る条件を満たす下限の設備である。

この炉の計画能力は、遠隔地より輸送されてくる原料鉱石の消費量及びパイロットプラント内のハンドリングの難易性を考慮すると1日当たり3乾鉱トンの処理が妥当である。

また、湿式工程の能力は、全系にわたり一定流量を保ちながら反応抽出操作を行なわせ、将来のスケールアップの為のエンジニアリングデータを採取出来

る最下限を考慮すると1日当たり1トン乾鉄ベース、すなわち抽出液量で5 m³/日が妥当である。乾式工程と湿式工程の間で生ずる余剰の2トン/日の焼鉄は、分割機により取除かれ廃棄されることになる。

(3) 分析・研究施設

当分析・研究施設に求められる機能は、パイロットプラントの運転で得られた結果の解析作業を速かに、正しく行ない、その研究指針を示す重要な役割を分担することである。規模設定に当たり、それぞれの分析研究室の目的と範囲について記述する。

機器分析室に設置される機器は鉄石等の原料、石炭、パイライト等の副原料、中間生成物及び最終産物の迅速な元素分析（プラズマ発光分光分析装置、原子吸光分光光度計、蛍光X線分析装置等）、鉄石、その他産物の結晶構造解析（X線回折装置、赤外分光光度計等）、微少部分元素分析（電子線マイクロアナライザー）、形態分析（ポーラログラフ）等、試験・研究の中で発生する分析検査要求の殆どに対応できる範囲のものとする。

また、機器分析による分析が出来ない試料及び機器分析データの検定用試料などの分析を行なう為に化学分析室を設ける必要がある。

試料調製室に設置される機器は、原料・副原料等の試料を破砕、粉碎、篩別、乾燥、混合、縮分等により、分析の為に要求された正しい試料作りが可能な範囲のものとする。

鉄物研究室の機器は、顕微鏡による観察、そのための試料作製、観察写真の現像・焼付けができるもの、また選鉄研究室の機器は、浮選、磁選、手選等基本的選鉄手段がすべて試験できる範囲のものとする。

乾式製鉄研究室の機器は、るつば、ボートなど異なる容器、異なる雰囲気条件での高温加熱、乾式還元、金属溶解等一連の試験が可能な範囲のものとする。

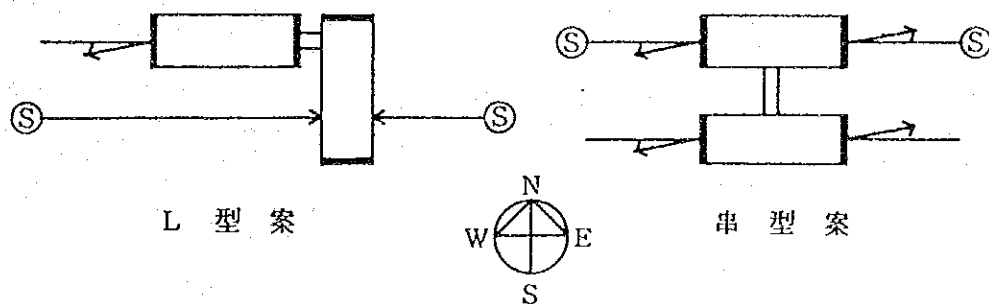
湿式製鉄研究室の機器は、加圧抽出、溶媒抽出、電解採取等、基本的な湿式製鉄試験が可能でさらに遠心分離・乾燥などの関連試験も行なえる範囲のものとする。

4-3-2 配置計画

計画用地はほぼ南緯6度に位置し、日中の太陽高度は南中時で72.5度より高く、北中時で60.5度より高い。つまり一年を通じて昼間は太陽が常に頭上にあるので、建物から少し日除けか庇を出せば強烈な日射を防ぐことができる。一方、朝夕の太陽高度は低く、朝夕といえども強烈な熱帯の太陽光を防ぐ有効な手段はない。したがって、朝夕の日射を受けにくい配置計画を立てることが必要である。

要請案の配置計画(4-3・1図L案)は、ふたつの主要棟である研究棟とパイロットプラント棟が直角に配置され、一方を東西軸に置けば、一方は南北軸となり、採光窓からの朝夕の受熱量が大となる。これは空調負荷を増大させ、エネルギー消費量の増大につながる。

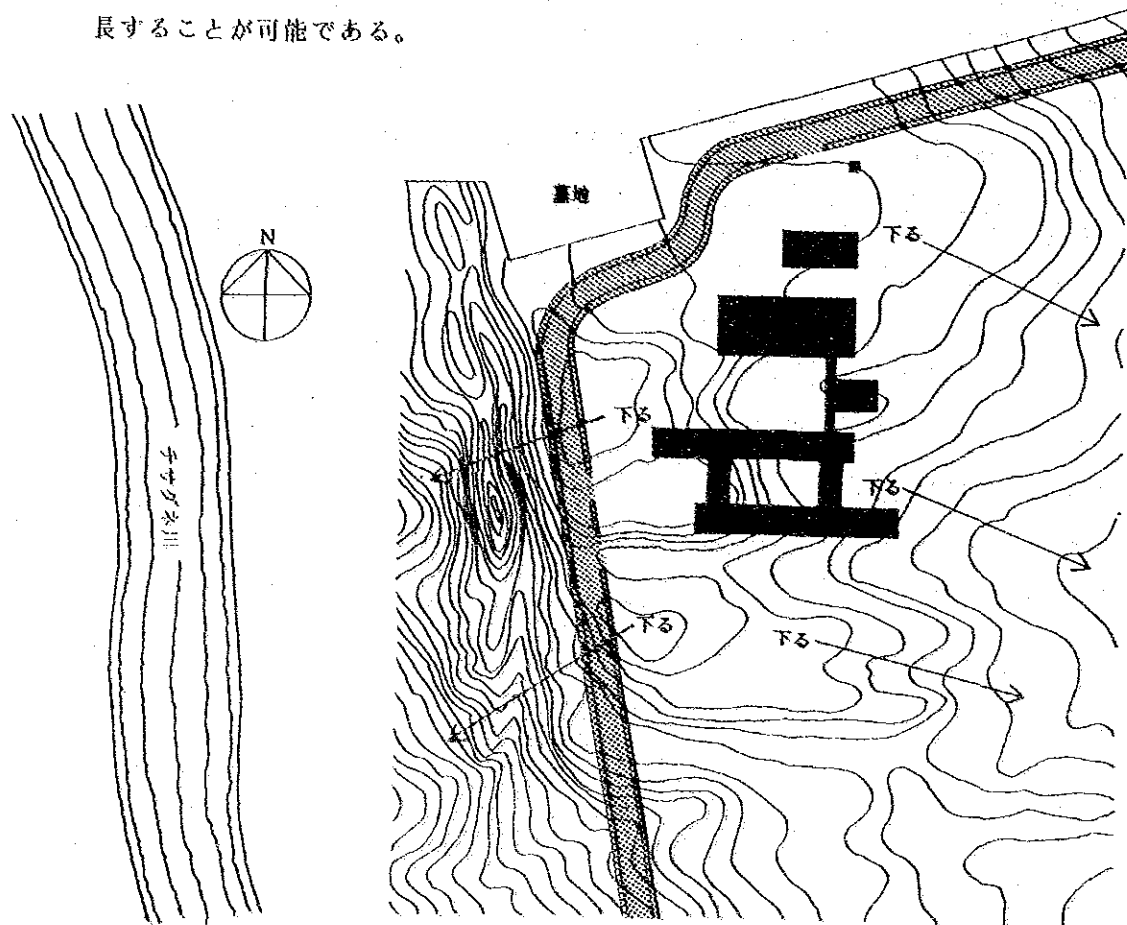
本計画案では、研究棟・パイロットプラント棟を含む全ての棟を東西軸に沿って配置し、東西面を小さくして、午前・午後の受熱量を減少させる配置計画とする。



4-3・1図 配置計画案の比較

研究棟とパイロットプラント棟の棟間隔は20mとし、パイロットプラントで発生する振動・騒音・粉塵が研究棟に及ぶのを防ぐ。南側に研究棟を、北側にパイロットプラント棟を配置する。主風向は東西方向であるので、パイロットプラントの粉塵が、研究棟に及ぶことが少ない。2棟の間を渡り廊下でつなぐ。渡り廊下の中間にエネルギーセンターを置き、両棟への電力供給距離を短縮する。鉱石倉庫はパイロットプラントの北側に、外周道路に面して配置し、鉱石を搬入し易くする。鉱石倉庫からパイロットプラントへの鉱石の供給はベルトコンベアによる。このようにして主要棟が東西を軸とし、南北に並べられた串型の配置となる。

計画用地に至る11m巾のアクセス道路を、既存環状道路のどの点から分岐するかは、PUSPIPEK 当局の道路計画によるが、計画用地周辺では、配置図に示した位置に建設されなければならない。即ち、西側チサダネ河へ下る斜面の肩を道路外側として、北上して墓地に突き当たり、右折してあとはコンプレックスの境界に沿って東上する。高低測量の結果によると、計画用地は東南に向かって緩やかに下り、下るに従って勾配を増している。建物はすべて伐土の上に乗せることが望ましいので、伐土量を少なくするために4-3・2図に示すように全体を西北側に寄せることが有利である。将来もし増築の必要が生じた場合には、研究棟とエネルギー棟は東方向へ、パイロットプラントと鉱石倉庫は東方向と西方向へ延長することが可能である。



4-3・2図 配置計画図

4-3-3 建築計画

(1) 平面計画

1) 研究棟

研究室の実験台・機器配置・通路巾は一般に75cmを基準にすると無駄なスペースを節約できることが多い。この75cmを基本モジュール(M)と呼ぶ。4-3.1図は実験台まわりの寸法を示したものである。

桁行方向の柱間隔は8Mの6メートル、室奥行を8Mの6メートルとし、8M×8M(6メートル×6メートル)を研究室基準ユニットする。スパン方向の柱間隔は2メートルの廊下巾を加えて8メートルとする。

片廊下を持つ2階建の2棟を、中庭を挟んで相対させ、この間を階段を含む廊下でつなぐ。この部分の廊下巾はゆとりを持たせ、ベンチ等を置いて、研究者の情報交換とくつろぎの場をつくる。

必要に応じて棟の端部を突出させて独立室をつくり、この部分に乾式製錬・湿式製錬・試料調製・食堂等の比較的大きな諸室を収容し、同時にそうすることによって廊下の総延長を短縮する。

乾式製錬・試料調製等、重量機器や振動発生機器を持つ諸室は1階に置き、特殊基礎を準備する。

2階の西端はチサダネ河を望む展望が得られるので食堂・会議室に当てる

廊下側の間仕切壁は、自然通風を促すために上下に換気グリルを持つ木造壁とする。

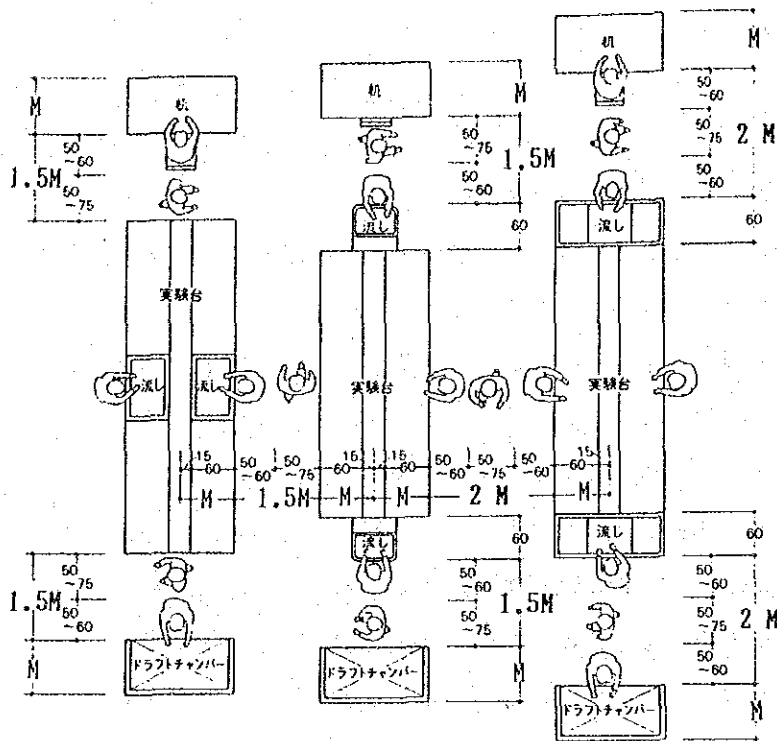
2) パイロットプラント棟

パイロットプラント・エリアの東側1スパンを工作室と、便所・ロッカー室を附設したオペレーション室に当てる。オペレーション室はプラント運転のための教育、シフト交替時の引継・指示・打合せ・休憩等に使われる室で、この上に中2階を設けてスペアパーツ・消耗品・工具等の倉庫に当てる。天井走行クレーンはこのスペースの東端まで到達できるようにして、工作室・倉庫への重量物の運搬を便利にする。

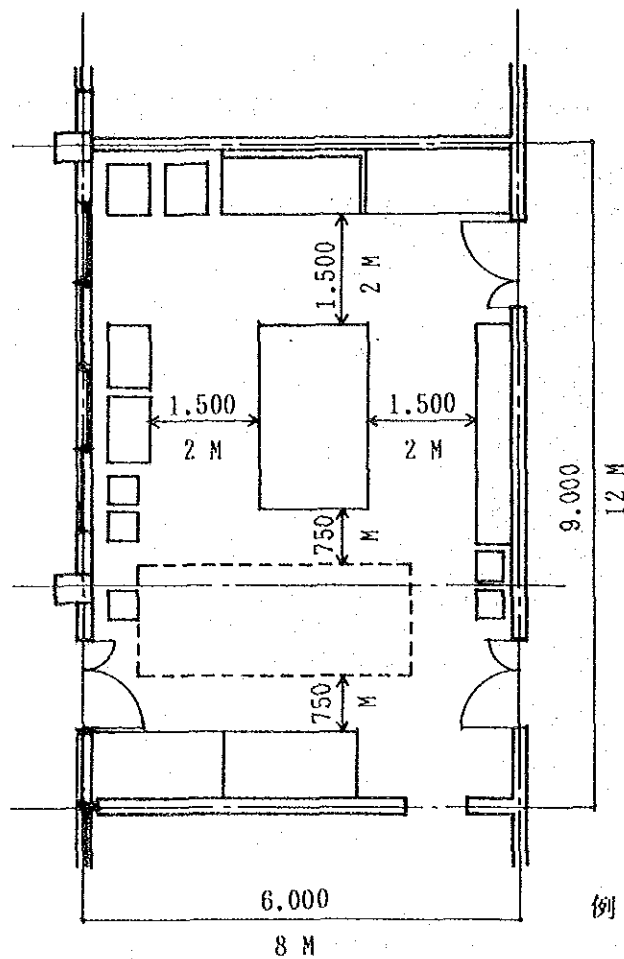
将来、東側へ増築される場合には、このスペースは新しい増築部の東端に移設される。

3) エネルギーセンター棟

スイッチギア室・受変電室・非常用発電機室を含む。



実験台などの必要空間



例：選鉱研究室

4-3.3図 モジュールによる機器配置例

(2) 断面計画

1) 研究棟

地盤の耐力が小さいので基礎の負担を減らすため、建物の重量を小さくすることに努める。そのために、2階屋根を現地産の瓦葺き屋根とする。瓦屋根の漏水対策として、亜鉛鍍波型鉄板を下葺きし万全を図る。2階屋根裏の空間は屋根面からの受熱を遮断する役割と共に、ダクト類の横引きスペースとして利用される。1階天井は2階床コンクリートスラブの下面を直かに仕上げ、原則として2重天井を張らない。廊下の梁下にパイプラックを吊り、電気・水・ガス等の配管・配線類はすべてこの上を通して各室に引きこまれる。ラック下の有効廊下高を2.5メートルにおさえると、階高はほぼ3.6メートル前後となる。したがって建物軒高はほぼ7.5 m程度となる。ドラフトチャンバー等の実験研究機器用排気のうち、直接外壁から出せない特殊なものは、2階屋根裏で横引きされて、東西のつなぎ廊下の屋上に据えられる排気ファンまたはガス吸収塔にダクトで導かれる。したがってこのつなぎ廊下部分のみが屋上フラット・コンクリートスラブを持つ。外窓上部にはプレキャストコンクリート製の庇を架け、日除けと雨除け用に供する。中庭側外壁は窓を設けず、外気に解放する。

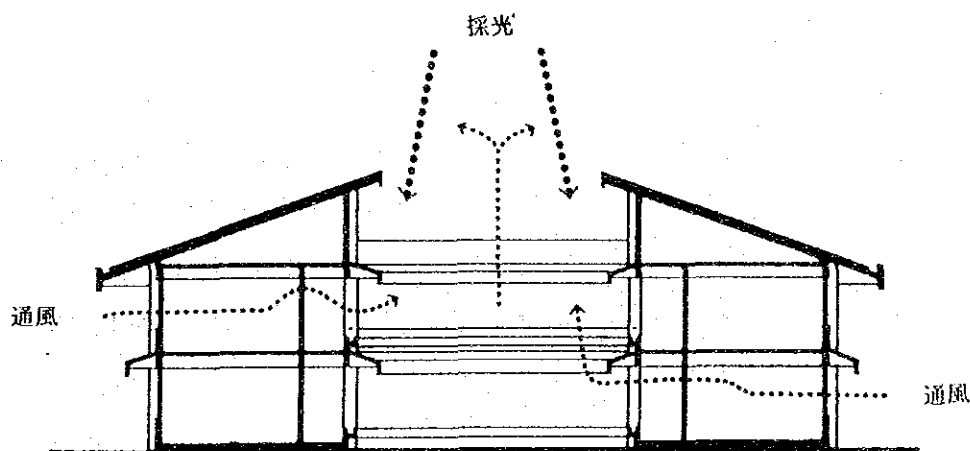


図4-3.4 研究棟断面計画図

2) パイロットプラント棟

パイロットプラント設備のうち最も高い型型キルンが7.5メートルであるから、天井走行クレーンに附属するホイストフックの下端で8メートルの高さが必要である。したがって建物の軒高はほぼ10m程度となる。なお、型型キルン上部の屋根には、排気塔が設けられる。

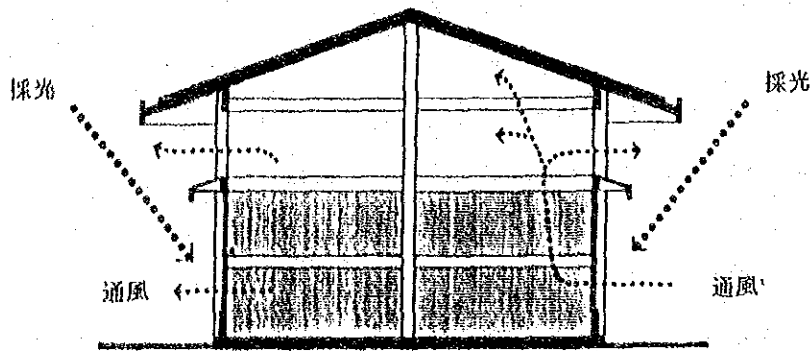


図4-3.5 図 パイロットプラント断面計画図

3) 鉄石倉庫

平均鉄石積高2.5メートルとして、軒高は5メートル程度となる。

4) 危険物倉庫

収納棚段数を考慮して、軒高は3メートル程度となる。

(3) 構造計画

構造計画上留意すべき点は次の2点である。

- 1) 地盤調査の結果によると、土質はシルト質で、平均地耐力は5トンである。したがって、基礎の負担を減らすためにできるだけ建物を軽量化する。また不同沈下を防ぐために、建物は伏土の上に載せる。
- 2) 精密機器に測定誤差を与える振動を建物に生ぜしめないよう、部材の断面を十分大きくとり、剛性の大きな構造体とする。

(4) 建築設備計画

1) 給排水設備

a) 給水設備

PUSPIPTEX 給水塔から重力供給された給水は3-3.3図に示したように幹線給水網から分岐し、量水器を介して本施設に引込む。

水圧は本敷地の引込点にて約3.5 kg/cm²で、本施設運用に充分である。

水質分析データから、飲料水として充分満足できるものであり、本施設の中に上水処理装置を設置する必要はない。

配管材料は、塩化ビニルライニング鋼管または塩化ビニル管を考慮する。
給水系統図を4-3.6図に示す。

本館各実験室に対する給水は、4-3.7図に示すように廊下の主管より分岐する。

b) 給湯設備

シャワー室、厨房にガスまたは電気を熱源とする給湯を行う。配管材料は銅管を使用する。

c) 衛生器具設備

洋風便器、インドネシア便器など現地事情を考慮した器具を設置するとともに、竣工後の破損、故障を考えて可能な限り現地で入手できるタイプを採用する。

d) 排水処理設備

汚水用浄化槽は、沈澱腐敗処理方式とし、維持管理の容易なタイプとする。槽はコンクリート製とする。

実験排水処理槽は、一度貯留した排水をモニターし、排水基準を満足させた後放流する。排水基準を満足できない時は、化学的処理または希釈処理を施した後放流する。槽はコンクリート製とし、槽内面は化学的にコンクリートがおかされないよう樹脂塗膜による保護を行う。

e) 排水設備

汚水は浄化槽(Septic Tank)にて処理後地下浸透させる。浄化槽は便所に近接した場所に配置し、浸透エリアを浄化槽に隣接して設置する。処理水は現地で入手できるレンガと砕石にて水路を作り地下浸透させる。

実験排水は本計画用地内に設置される実験排水処理槽にて排水基準以下に処理され、道路脇に設置されるPUSPIPTEKの側溝に放流する。一般排水と雨水は直接PUSPIPTEKの側溝に放流する。

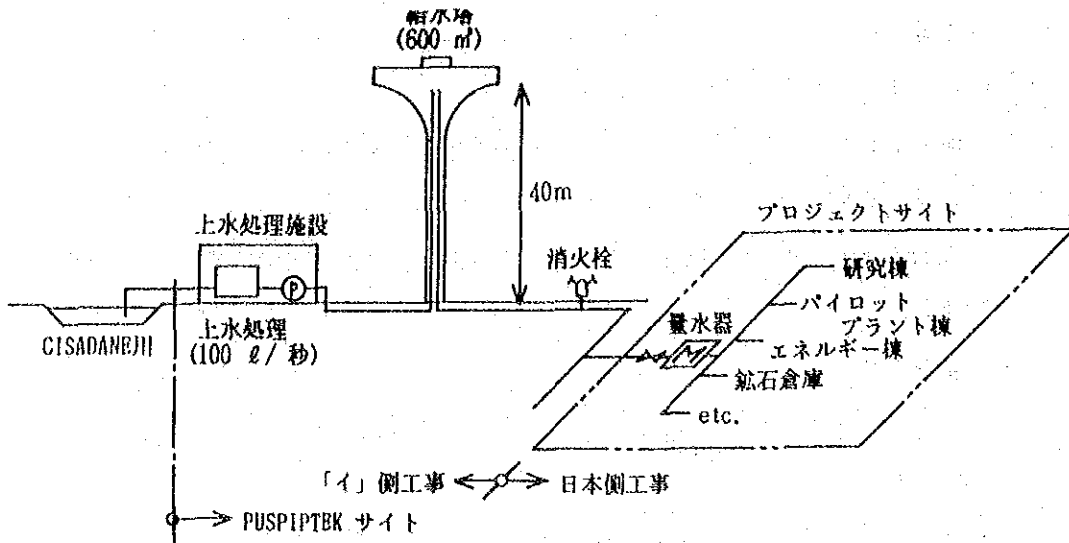
排水フローを4-3.8図に示す。

配管材料について、実験排水は塩化ビニル管、その他の排水は屋内は塩化ビニル管、屋外はコンクリート管または塩化ビニル管とする。

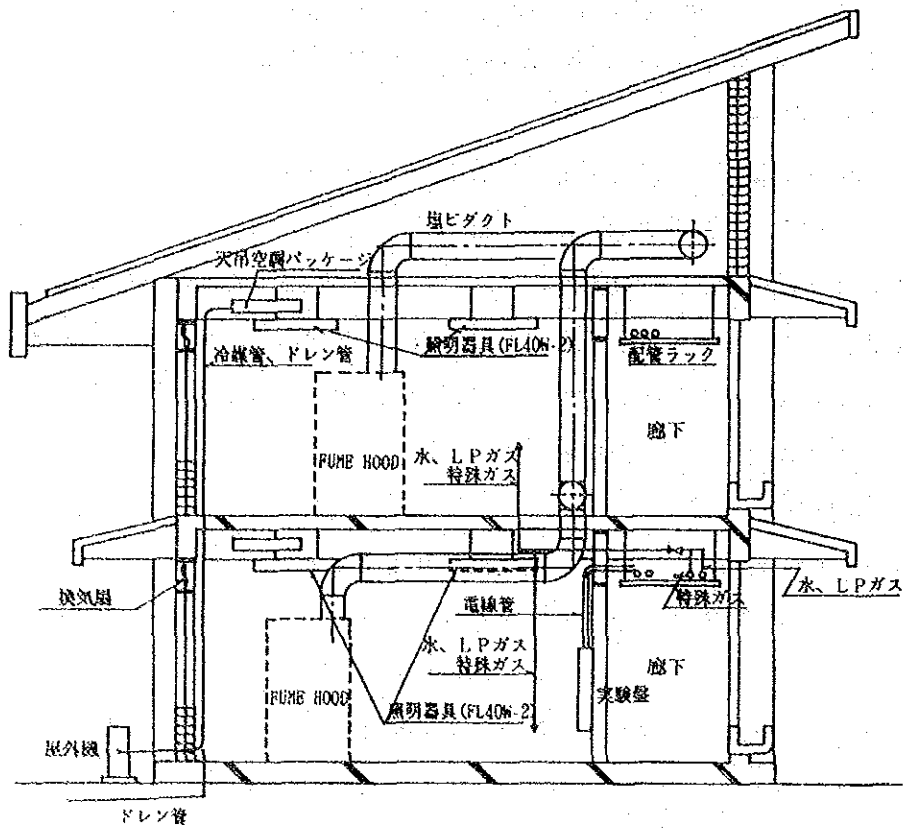
f) ガス設備

LPG集合装置から必要個所にガスを供給する。

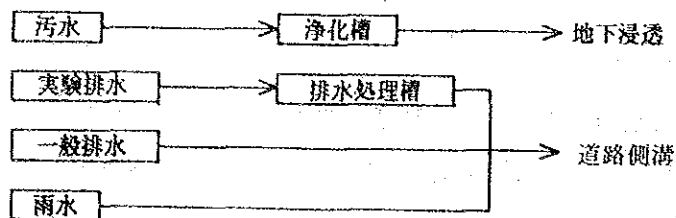
配管材料は配管用炭素鋼管(Black Steel Pipe)を使用する。安全のため必要個所にガス漏れ警報器を取付ける。



4-3-6図 給水系統図



4-3-7図 実験室設備概要図



4-3-8図 排水フロー図

g) 消火設備

屋外消火栓は建物を半径40mでカバーするように設置する。水源はPUSP IPTBK の給水ネットワークに接続し、消火栓は口径75mmφ(双口)とする。PUSPIPTBK の消防自動車がこの消火栓から採水して消火するシステムである。

消火器は日本の法規に準じて粉末小型消火器を設置する。必要個所には特殊消火器を考慮する。

h) 厨房設備

厨房内に流し、調理台、棚等の調理機器を設置する。熱源はガスまたは電気とする。

i) 特殊ガス設備(実験用)

多量かつ広範囲に使用される特殊ガスは研究本館に隣接した集合装置からセントラル供給とする。

少量または部分的に使用される特殊ガスは使用場所に隣接してシリンダーを設置する。

2) 空調換気設備

a) 空調設備

空調機はインドネシアで一般的に使われているセパレート型空冷パッケージユニットとする。機種選定の際、種類をなるべく少なくし、故障時の互換性を考慮する。実験室のスペース有効利用を考え4-3.7図に示すように天井吊型を原則とする。

空調負荷計算用の条件は以下のとおりである。

屋外 温度 33℃DB 湿度 80~90%RH

屋内 温度 26℃DB 湿度 60~70%RH

b) 換気設備

自然換気を原則とするが、臭気・発熱・有害ガスを発生する室(便所、厨房、電気室、パイロットプラント、ドラフトチャンバー等)は機械換気を行う。

腐蝕性ガス(酸、アルカリ等)の排気系には塩化ビニル製ファン、塩化ビニル製ダクトを使用する。

本館実験室のドラフトチャンバーからの排気は4-3.7図に示すように屋根裏を経由して排出される。

また空調を行わない居室には、天井扇を設けて居住条件の向上を図る。

3) 電気設備計画

a) 引込設備

電力引込は、PUSPIPTEK コМПレックス内の応用物理研究所附近に位置する既設スイッチギヤールハウスから分岐し、本計画施設内に設けられるスイッチギヤール室に、PUSPIPTEK によって地中埋設で引込まれる。配電方式は、3相3線20KV、50HZ、2回線である。

受変電設備結線図を4-3.9図に示す。

電話引込は、同じく既設線路を延長する事により、PUSPIPTEK により本計画施設へ地中埋設で引込まれる。

b) 受変電設備

本計画施設内に設けられる電気室に変圧器を設置し、3相3線20KVから3相4線380V/220Vに変圧し、必要な負荷へ電力を供給する。

配電電圧は、動力用として3相380V、照明・コンセント用として単相220Vを標準とする。また、必要に応じて単相110Vも供給する。

c) 非常用発電機設備

停電時の非常用電源として、エネルギーセンター内に設ける。その容量は、必要最小限の負荷に供給できものとする。発電機定格は、3相4線380V/220V、50HZ、1,500RPMとする。

動力の運転方式は、動力の使用場所で個別に操作できる方式とする。一括故障警報を管理事務室に出せるようにしておく。

d) 照明・コンセント設備

照度は、JISに準拠する。照明器具に関しては、蛍光灯を主体とした効率のよい照明とするが、必要に応じて水銀灯（屋外や天井の高い部分）その他の光源を使い分ける。点滅区分は、できるだけ細かくし、省エネルギーを計れるようにする。コンセントは、使用機器の電源種別・接続方法を細かく検討して位置を決定する。防犯上の観点から適切な位置に外灯を設ける。

e) 避雷針・接地設備

計画用地は、非常に雷の多い地域であるので建物の高さが20m以下であってもすべて避雷針設備を設ける。避雷針の他、機器の要求により接地設備を設ける。

f) 電話設備

管理事務室内にMDFを設け、PUSPIPTEK コМПレックスの電話センター内の交換機と接続することにより、本計画施設内部相互間、PUSPIPTEK コМПレックス内各施設相互間及びPUSPIPTEK コМПレックス外部との通話ができるようにする。使用可能内線数は1989年までは、10回線しかないので、回線を効率的に運用できる計画とする。

g) 放送設備

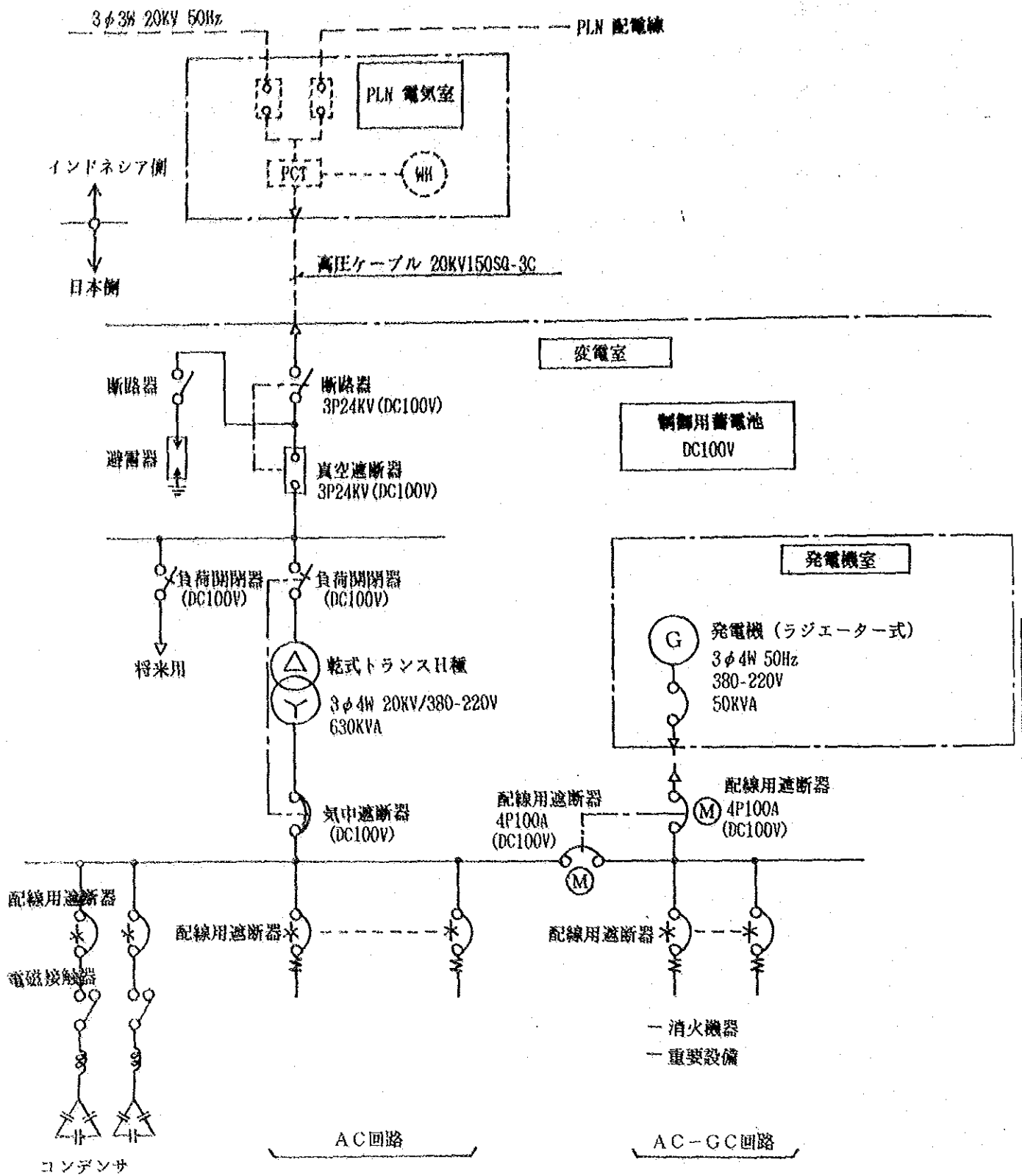
建物内の連絡放送および緊急連絡ができるようアンプおよびスピーカーを設置する。

h) インターホン設備

管理運営上必要な場所（守衛所－管理事務室等）や機器の保守上必要な場所（電気室－管理事務室等）に連絡用として設ける。

i) 自動火災報知設備

火災の発生を自動的に感知し、通報できる装置を設け、火災の早期発見・被害の拡大防止を計る。設置基準は、日本の消防法に準ずる。



4-3-9 図 受変電設備結線図

(5) 建築資材計画

建築資材の選択にあたっては、できるだけインドネシア製品を使用する。主な建築資材の状況は以下の如くである。

・鉄筋

インドネシア国工業規格（S I I）に規定されている材料を用いれば、品質上問題ない。

・セメント

鉄筋に同じ。

・砂利（粗骨材）

砕石が主で日本建築学会標準仕様書5.鉄筋コンクリート工事（J A S S 5）の規定を満足するが、粒度分布がやや悪い。

・砂（細骨材）

川砂が得られ、十分使用できる。

・コンクリート混練

PUSPIPTEK コンプレックスの北にレディミクストコンクリートプラントがあるが、計画用地が十分広いので現場にバッチャープラントを設けることも考えられる。

・鋼材

建築用型钢は主として小型断面のものが多く、大型のH鋼は輸入されている。鉄骨の加工技術はジャカルタ近郊にレベルの高い工場がいくつかあり、溶接継手も、特に難しいものでない限り、問題はない。

・煉瓦

煉瓦は一般に壁の構造材料として用いられており、両面からモルタルを塗って仕上げられるが、バリ島の精密な化粧煉瓦積みの伝統にみられるように、材料と職人を選べば美しい化粧積みが可能である。PUSPIPTEK コンプレックス内の既存建物の化粧積みは良く仕上がっている。

主要資材一覧表

工 事	材 料	インドネシア 製品使用	輸入品 使 用	輸入品使用理由
鉄 筋 コンクリート	セメント 鉄 筋	○ ○		
地 業 工 事	場所打コンクリート杭	○		
型 枠 工 事	型 枠	○		
コンクリート ブロック	レンガ	○		
防 水 工 事	アスファルト防水		○	現地材がないため
石 貼 工 事	大理石 テラゾーブロック	○ ○		
陶磁器質タ イル貼工事	半磁器クイル 磁気質タイル	○ ○		
木 工 事	木 材 集 成 材 合 板	○ ○ ○		
金 属 工 事	軽量鉄骨下地		○	現地材がないため
建 具 工 事	アルミ製建具 鋼製建具 木製建具	○ ○ ○		
左 官 工 事	モルタル塗 現場テラゾー	○ ○		
ガ ラ ス 工 事	普通板ガラス	○		
塗 装 工 事	内部ペイント 外部ペイント	○	○	品質による
内 装 工 事	ブラスターボード 岩綿吸音板 プラスチック系 タイル		○ ○ ○	現地材がないため
雑 工 事	流し台 スタイロフォーム	○	○	現地材がないため
設 備 工 事	電線・配線器具 照明器具 変圧器・盤類 発電機 パッケージ型空調機	○ ○	○ ○ ○	現地材がないため 品質による

4-3-4 機材計画

設計方針及び設計条件に留意し計画された機材リストを以下に示す。

(1) パイロットプラント設備計画

プロセス系統図にもとづき、当パイロットプラントに必要な機材は下記の通りである。

1) 鉱石前処理設備

本試験に供される水分を多量に含む鉱石を乾燥し、石炭・硫黄など必要な副原料を添加し、それらを混合粉碎後10～15mm径のペレットを製造する一連の設備。

①	ジョークラッシャー	1台
②	鉱石受入れホッパー及び供給機	1基
③	ベルトコンベヤー	4台
④	ロータリードライヤー	1基
⑤	同上用熱風発生炉及び燃焼装置	1式
⑥	同上用集塵機及びファン	1式
⑦	副原料ホッパー及び供給機	4基
⑧	石炭搬送ホッパー	1基
⑨	ボールミル	1台
⑩	空気輸送装置	1式
⑪	粉鉱ビン及び供給機	1基
⑫	スクリーコンベヤー	1台
⑬	造粒機	1基
⑭	水タンク及び水噴霧装置	1式
⑮	ペレット用コンベヤー	1基

2) 還元炉設備

生ペレット (Green pellet) を強還元雰囲気中で高温焼成し、鉱石中のニッケルとコバルトを優先的に還元し金属状ニッケル及び金属状コバルトに転換する一連の設備。

①	ペレット用ビン及び計量供給機	1基
②	上昇コンベヤー	1台
③	還元炉	1基
④	同上用熱風発生炉及び燃焼装置	1式

⑤ 同上用集塵装置及びファン	1式
⑥ ペレット用クーラー	1基
⑦ 分割機	1台
⑧ 除去ペレット用コンベヤー	1台
⑨ ペレット	3ヶ

3) アンモニア抽出設備

還元炉にて焼成された鉱石をアンモニア液中でニッケルとコバルトを効率よく抽出し、抽出後の残渣を分離除去する一連の設備。

① 湿式粉碎機	1基
② 浸出機及びポンプ	1基
③ 抽出槽及びポンプ	2基
④ 抽出沈降槽及びポンプ	2基
⑤ 洗浄槽	3基
⑥ 洗浄シクナー及びスピゴットポンプ	3基
⑦ 脱マグネシウムタンク及び濾過機	1式
⑧ 抽出液槽及びポンプ	1式
⑨ 脱鉄・脱マンガンタンク及び濾過機	1式
⑩ 脱銅・脱亜鉛タンク及び濾過機	1式
⑪ 精密濾過機	1台
⑫ 炭酸ソーダ添加槽及びポンプ	1基
⑬ 清澄液用アンモニア蒸留塔	1式
⑭ 凝縮機	2基
⑮ アンモニアガス吸収塔	1基
⑯ アンモニア回収槽及びポンプ	1基
⑰ 残渣解液槽及びポンプ	1基
⑱ 残渣用アンモニア蒸留塔	1基
⑲ 残渣用液槽及びポンプ	1基
⑳ 残渣用濾過機	1基
㉑ 廃液貯槽及びポンプ	1基
㉒ アンモニア水槽及びポンプ	1基
㉓ 蒸気発生器	3基
㉔ 残渣運搬容器	5ヶ

4) 塩基性炭酸ニッケル回収設備

抽出及びアンモニア脱離後の溶液中でニッケルを塩基性炭酸ニッケル（以下

BNCという)として析出させ濾過分離する一連の設備。

- | | |
|----------------|----|
| ① 中継槽及びポンプ | 1基 |
| ② BNC濾過機 | 1基 |
| ③ 濾過槽及びポンプ | 1基 |
| ④ 脱コバルト槽及び濾過装置 | 1式 |

5) 溶媒抽出設備

BNCを塩酸系溶液で再溶解後、不純物を除去し特殊な溶媒を用いてニッケルとコバルトを抽出分離する一連の設備。

- | | |
|----------------------|----|
| ① BNC溶解槽及びポンプ | 1基 |
| ② 脱鉄・脱マンガン槽、ポンプ及び濾過機 | 1式 |
| ③ 脱銅・脱亜鉛槽、ポンプ及び濾過機 | 1式 |
| ④ 中継槽及びポンプ | 1基 |
| ⑤ 溶媒抽出装置 | 2式 |
| ⑥ 逆抽出装置 | 2式 |
| ⑦ 循環槽及びポンプ | 2式 |
| ⑧ 水添加槽及びポンプ | 1式 |

6) ニッケル及びコバルト電解採取設備

溶媒抽出により分離されたニッケル及びコバルトを含む溶液を電気分解により高純度の金属ニッケル及び金属コバルトとして産出する一連の設備。

- | | |
|--------------------|----|
| ① 塩化ニッケルpH調整槽及びポンプ | 1基 |
| ② ニッケル電解装置 | 1式 |
| ③ ニッケル電解液槽及びポンプ | 2基 |
| ④ ニッケル液濃縮槽及びポンプ | 1基 |
| ⑤ 水酸化ニッケル中和・濾過装置 | 1式 |
| ⑥ 塩化コバルトpH調整槽及びポンプ | 1基 |
| ⑦ コバルト電解装置 | 1式 |
| ⑧ コバルト電解液槽及びポンプ | 2基 |
| ⑨ コバルト液濃縮槽及びポンプ | 1基 |
| ⑩ 水酸化コバルト中和・濾過装置 | 1式 |

7) 環境保全設備

パイロットプラント内で発生する発塵及ガスを集め効果的に除塵及び吸収洗浄し、さらに廃液は、集中処理し環境保全を行なうための一連の設備。

- | | |
|------------|----|
| ① 集塵機及びファン | 1式 |
| ② ガス除害装置 | 1式 |

③ 廃水pH調整装置	1式
④ ビットポンプ	2台
8) 電気計装設備	
① 低圧配電盤	3面
② 操作スイッチ盤	5面
③ 計装監視盤	1面
④ 工作室用配電盤	1面
⑤ 計装機器類	1式
⑥ 配線材料	1式
9) 付属設備	
① コンプレッサー	1台
② 燃料油受入タンク及びポンプ	1基
③ 床掃除機	1台
④ プラント用ダクト及び配管材料	1式
10) 工作室設備	
① 旋盤	1台
② 電気溶接器	2台
③ ボール盤	2台
④ 鋸盤	2台
⑤ グラインダー	2台
⑥ 工具セット	3組
11) 車輛及び運搬具	
① ショベルローダー	1台
② 小型トラック	1台
③ バン	1台
④ パレットリフト	2台

(2) 分析・研究機器計画

分析・研究用に使用される機材は、前項までに述べた通り各室に与えられた機能と目的を遂げる為、以下に示す主要機器により構成される。

1) 化学分析室

① 超音波洗浄機	1台
② ウォーターバス	1台
③ マグネチックスターラー	2台

④	pHメーター	1台
⑤	導電率計	1台
⑥	イオンメーター	1台
⑦	振とう機	1台
⑧	真空乾燥器	1台
⑨	溶融台	1台
⑩	マッフル炉	1台
⑪	遠心分離機	1台
⑫	ドラフトチャンバー	1基
⑬	天 秤	3台
⑭	分光光度計	1台
⑮	純水製造機	1基
2) 機器分析室 (A)		
①	プラズマ発光分光分析装置	1式
②	原子吸光分光光度計	1式
③	金属中炭素・硫黄分析装置	1式
④	天 秤	1台
3) 機器分析室 (B)		
①	蛍光X線分析装置	1式
②	X線回折装置	1式
③	電子線マイクロアナライザー	1式
④	試料調製ユニット	1式
4) 機器分析室 (C)		
①	示差熱・重量同時測定及び示差走査熱量測定装置	1式
②	赤外線乾燥式自動水分計	1台
③	石炭分析装置	1式
④	赤外分光光度計	1台
⑤	ポーラログラフ	1台
5) 試料調製室		
①	破碎機	4台
②	篩別機	1台
③	エアーコンプレッサー	1台
④	乾燥器	4台
⑤	天 秤	2台

⑥ 試料混合機	1台
⑦ 二分器	2台
⑧ 可動集塵機	1基
6) 選鉱研究室	
① 小型浮遊選鉱機	2台
② pHメーター	2台
③ 鉱石粉碎機	3台
④ 乾燥器	2台
⑤ 小型静電選鉱機	1台
⑥ 真空濾過機	3台
⑦ 天秤	2台
⑧ 小型磁選力選鉱機	2台
7) 鉱物研究室	
① 顕微鏡	2台
② デシケーター	2台
③ 試料切断機	1台
④ 試料埋込機	1台
⑤ 試料研磨機	1台
⑥ フィルム現像・焼付・引伸し機	1式
8) 乾式製錬研究室	
① 管状炉	3台
② マッフル炉	3台
③ ルツボ炉	2台
④ 誘導加熱炉	1台
9) 湿式製錬研究室	
① 蒸留器	1式
② 遠心濾過機	1台
③ 遠心分離機	1台
④ ジャーテスター	1台
⑤ マグネチックスターラー	5台
⑥ 超音波洗浄器	1台
⑦ マッフル炉	1台
⑧ オートクレーブ (酸・アルカリ型)	1台
⑨ 電解試験器	1台

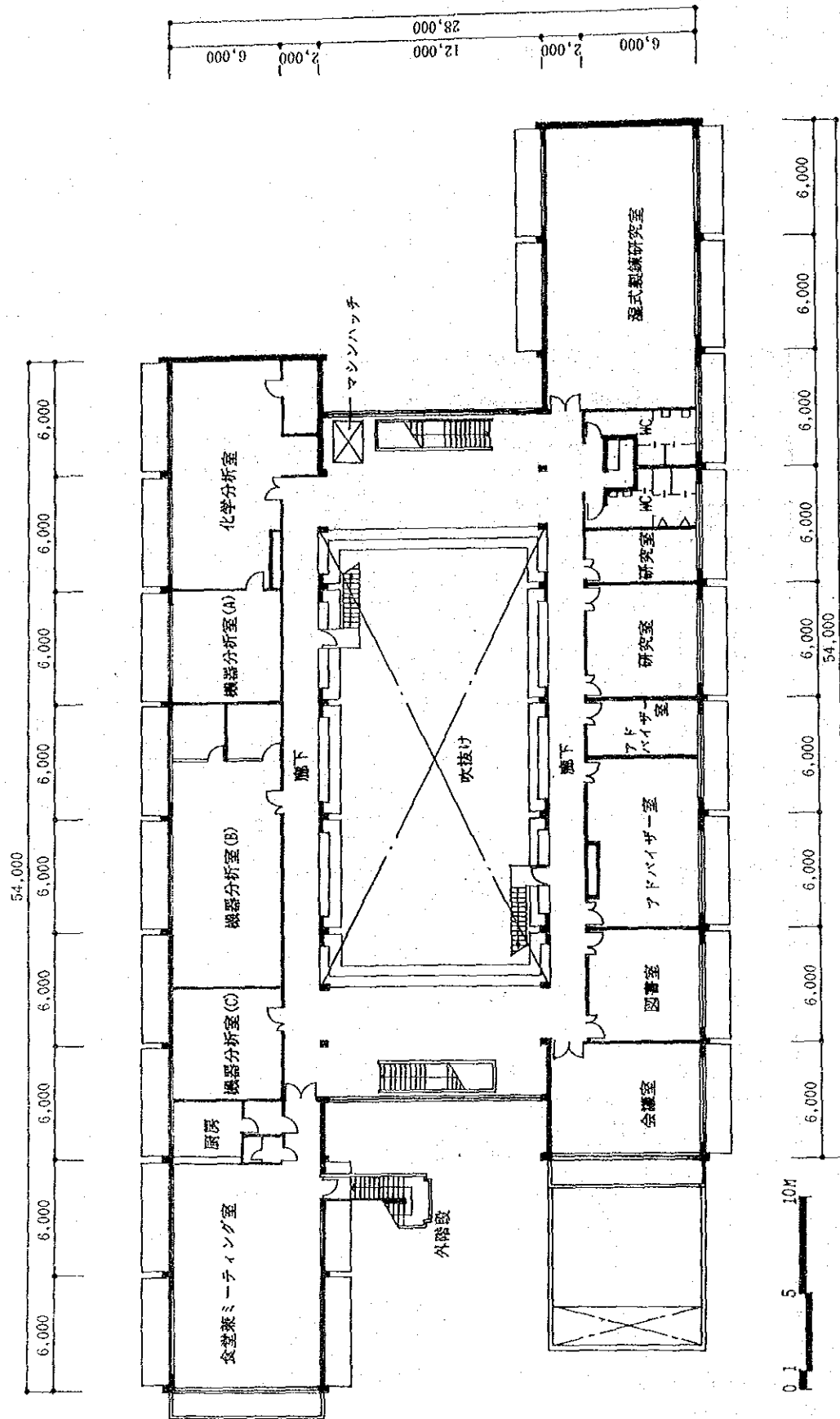
⑩	pHメーター	5台
⑪	イオンメーター	1台
⑫	天秤	2台
⑬	ミキサーセトラー	1台
⑭	振とう器	1台
⑮	ポテンシオスタット	1台

10) その他共通設備

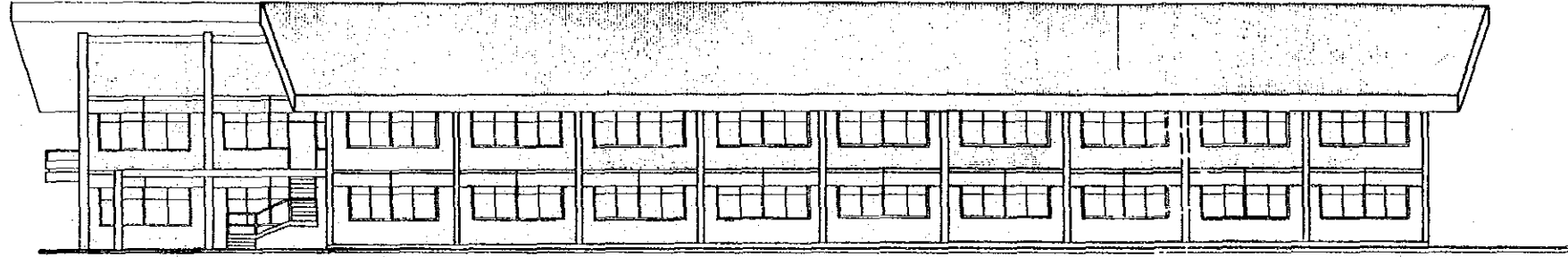
①	データ整理用マイクロコンピュータ (パソコン)	1台
②	ガス除害装置	1式
③	排水用ピットポンプ	1台

4-3-5 基本設計図面

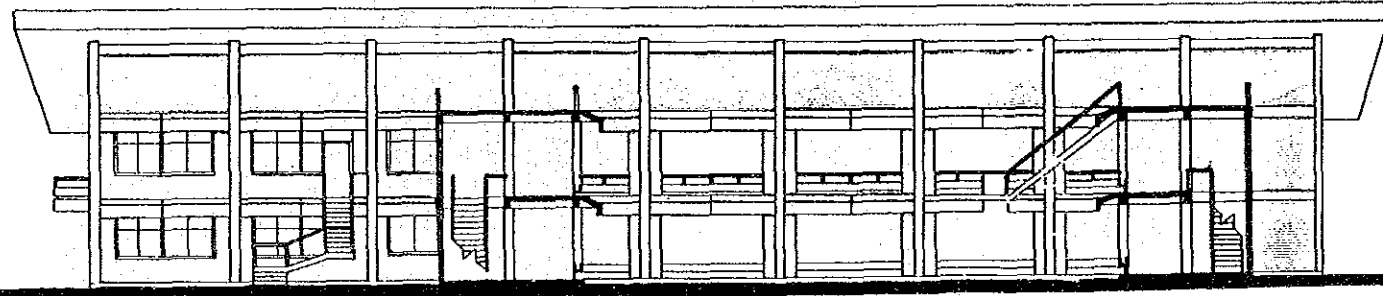
1. 配置図
2. 研究棟1階平面図
3. 研究棟2階平面図
4. 研究棟立面図・断面図
5. パイロットプラント棟平面図・立面図・断面図
6. 附属棟平面図・立面図・断面図
7. 全体西側立面図
8. パイロットプラント機器配置図
9. 化学分析室・機器分析室(A) 機器配置図
10. 機器分析室(B)・(C) 機器配置図
11. 選鉱研究室・鉱物研究室・暗室機器配置図
12. 試料調製室機器配置図
13. 乾式製錬研究室機器配置図
14. 湿式製錬研究室機器配置図



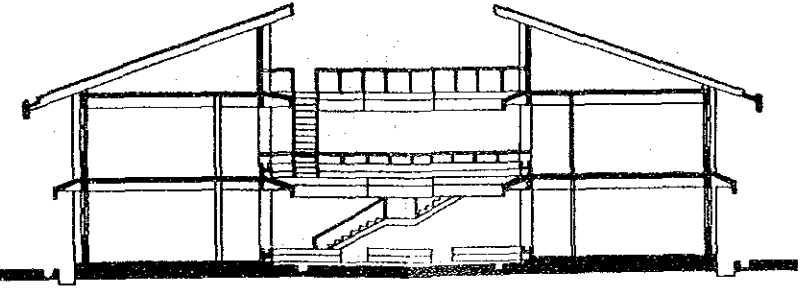
3 研究棟 2階平面図



南侧立面图



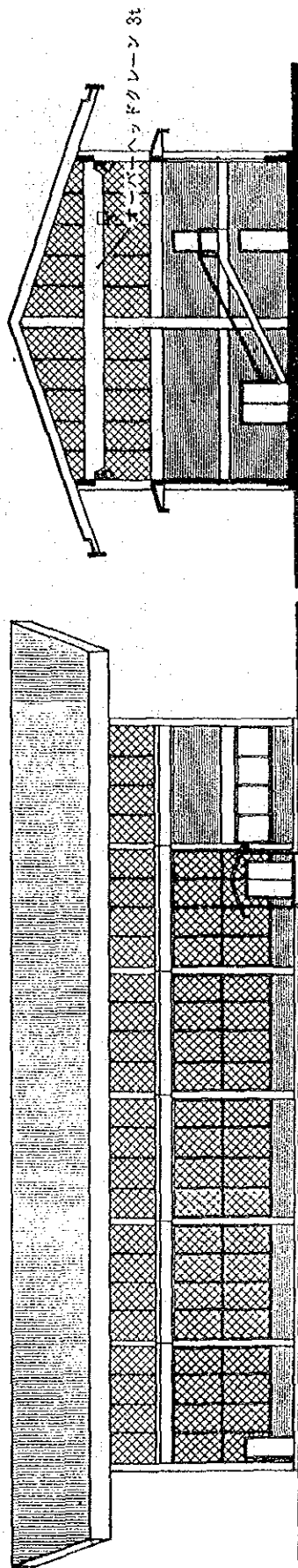
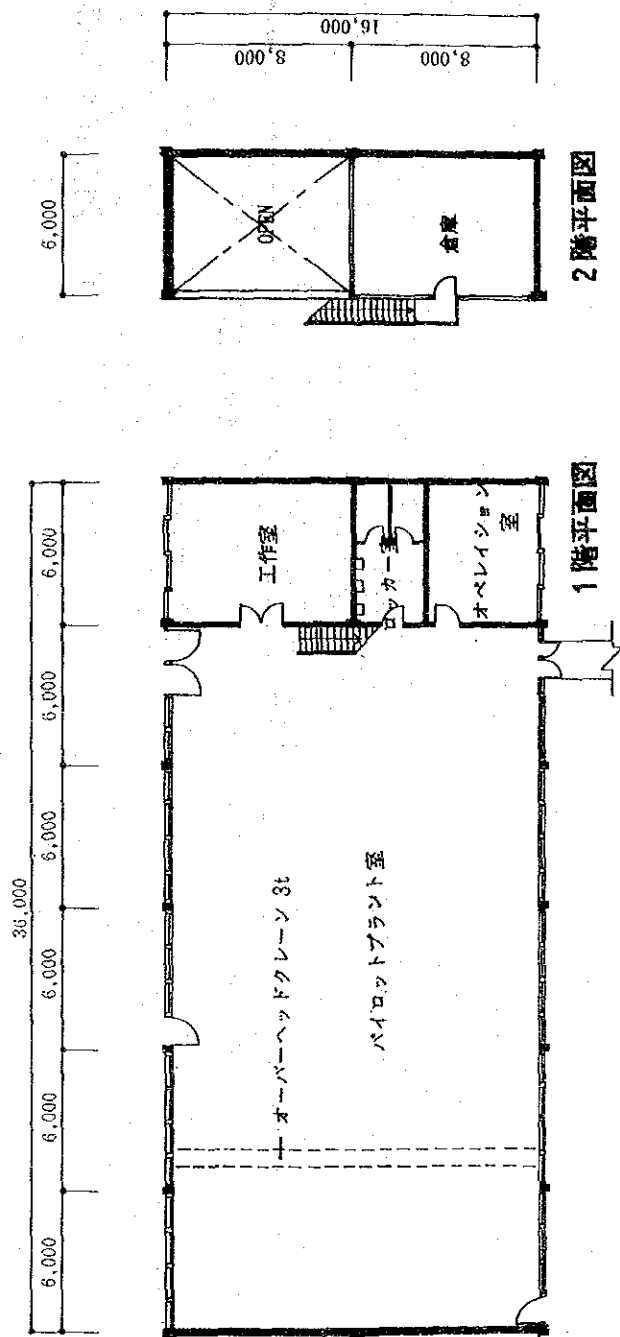
南北断面图



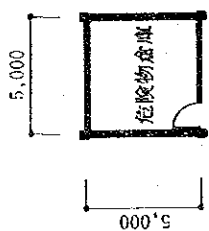
东西断面图

0 1 5 10M

4 研究棟立面图·断面图

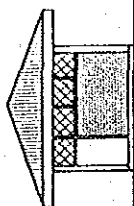


5 パイロットプラント棟平面図・立面図・断面図



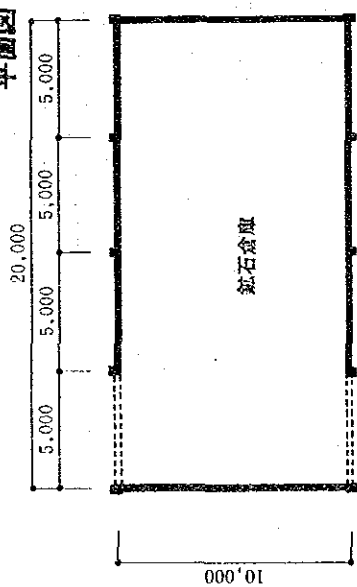
平面図

南側立面図



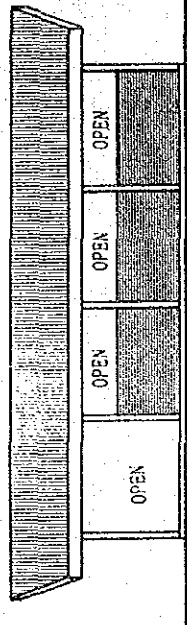
断面図

危険物倉庫



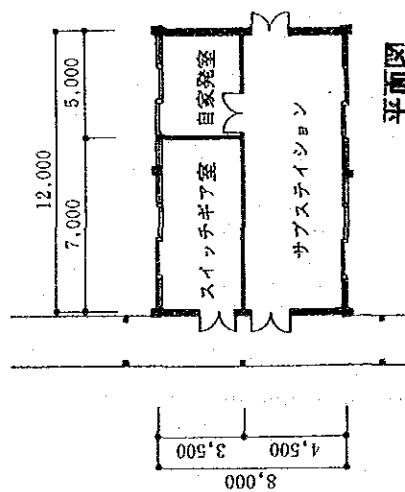
平面図

南側立面図



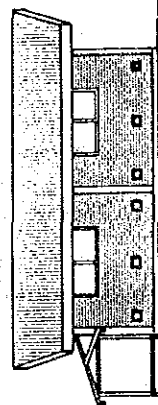
断面図

鉱石倉庫



平面図

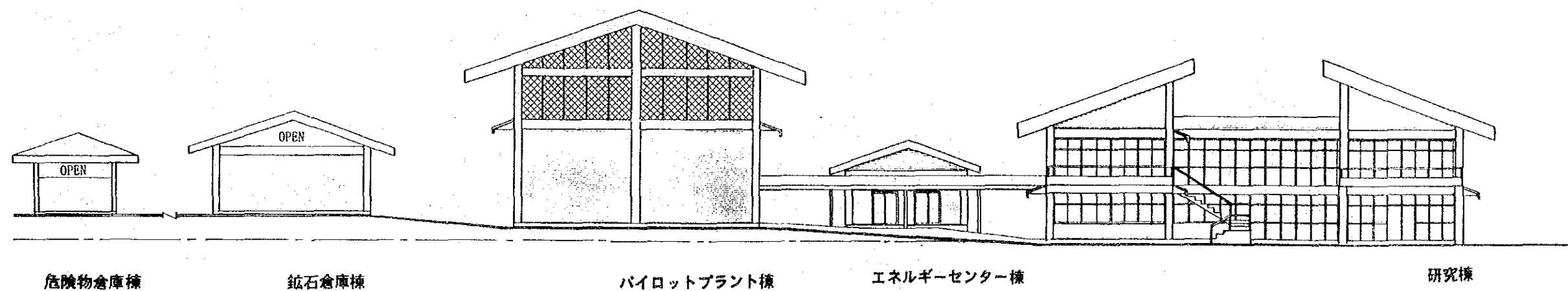
南側立面図



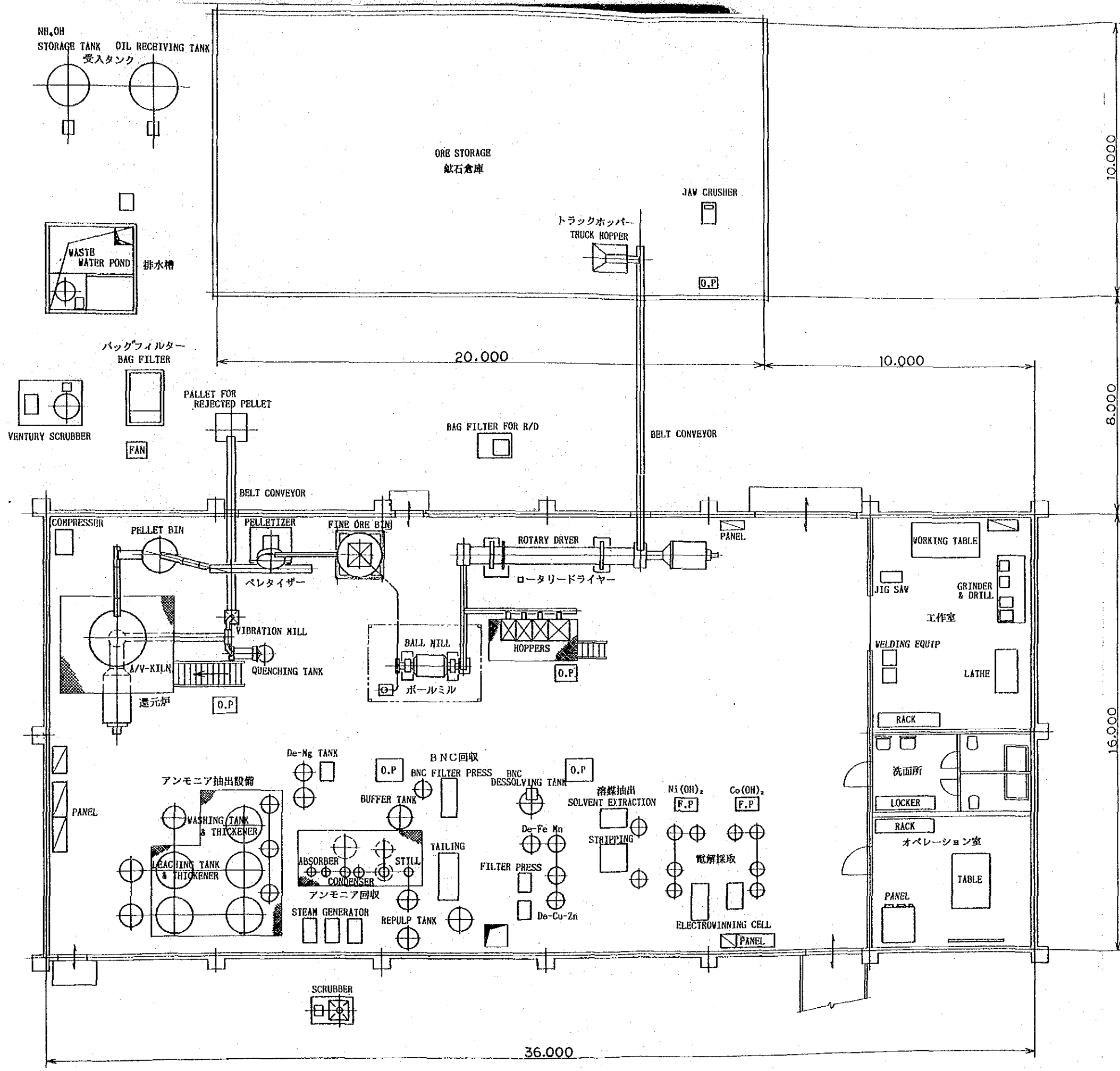
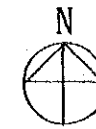
断面図

エネルギーセンター

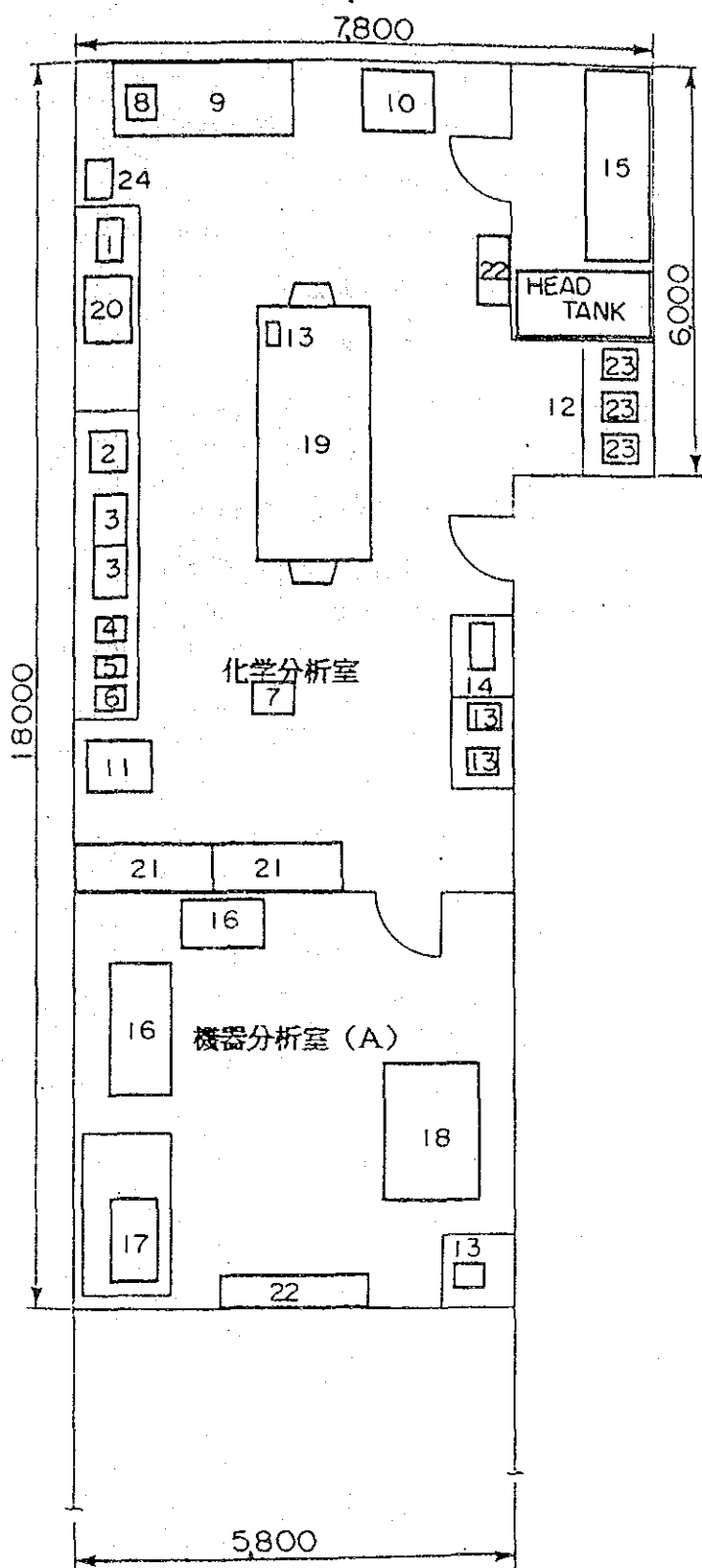
6 附属棟平面図・立面図・断面図



7 全体西側立面図

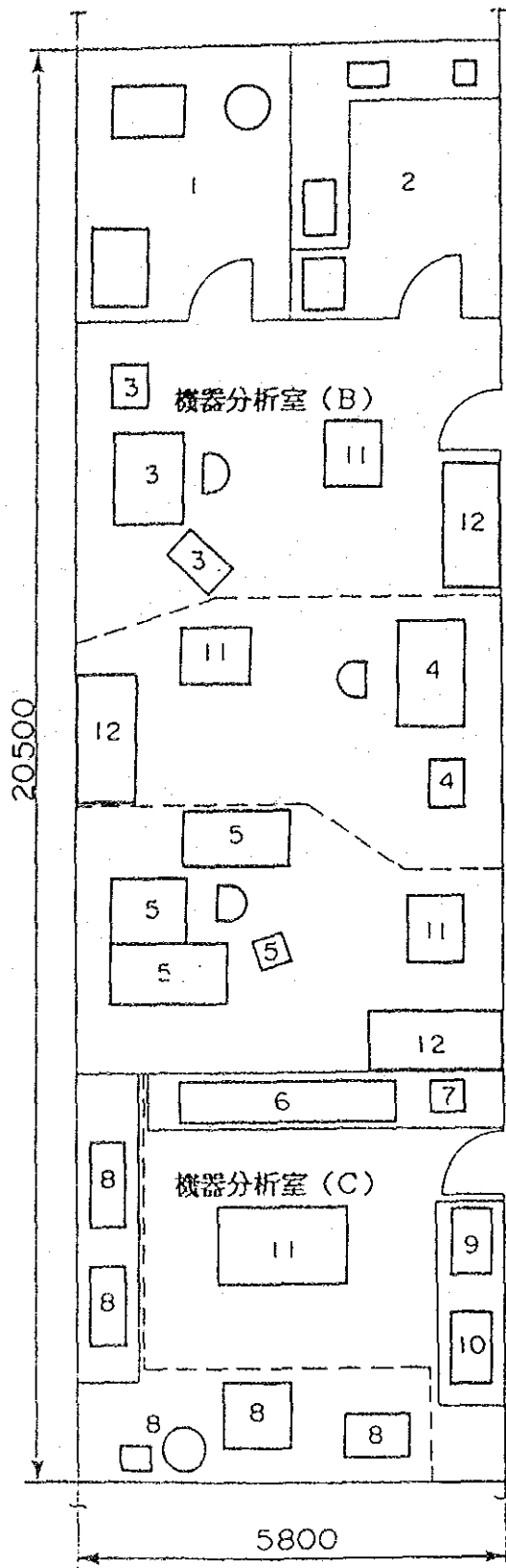


8. パイロットプラント機器配置図



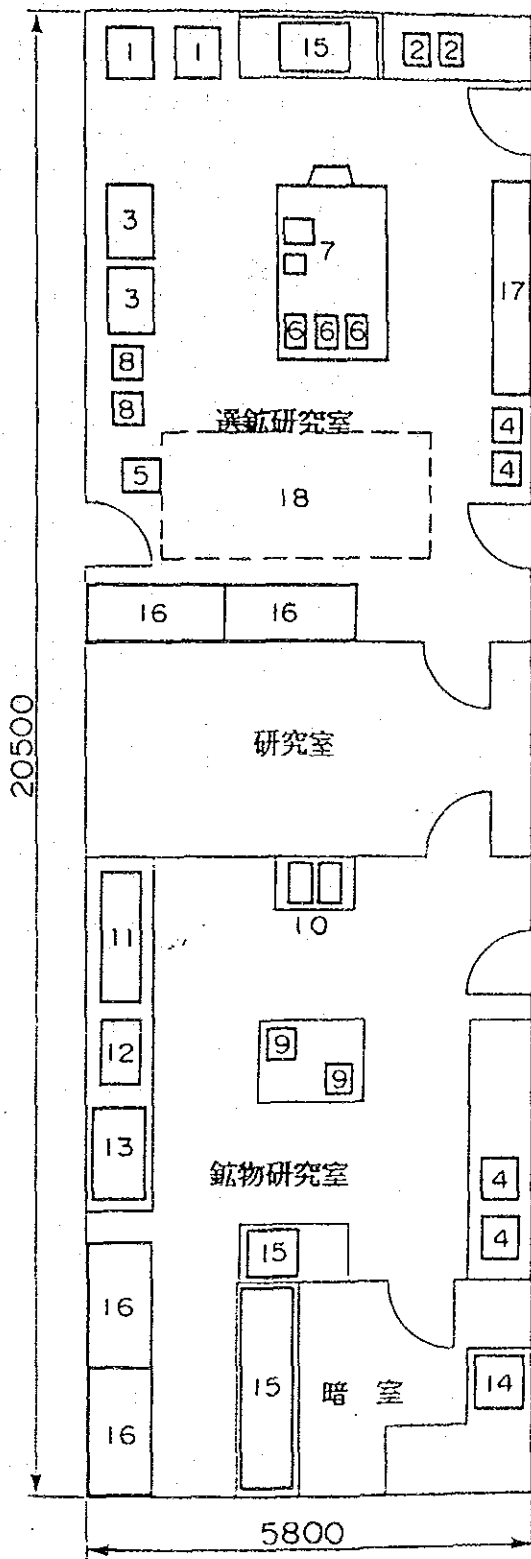
- 1 超音波洗浄器
- 2 ウォーターバス
- 3 マグネチックスターラー
- 4 pHメーター
- 5 導電率計
- 6 イオンメーター
- 7 振とう機
- 8 真空乾燥器
- 9 熔融台
- 10 マッフル炉
- 11 遠心分離機
- 12 ドラフトチャンバー
- 13 天秤
- 14 分光光度計
- 15 純水製造機
- 16 プラズマ発光分光分析装置
- 17 原子吸光分光光度計
- 18 金属中炭素・硫黄分析装置
- 19 一般分析台
- 20 流し
- 21 戸棚
- 22 棚
- 23 サンドバス
- 24 真空ポンプ

9 化学分析室・機器分析室 (A) 機器配置図



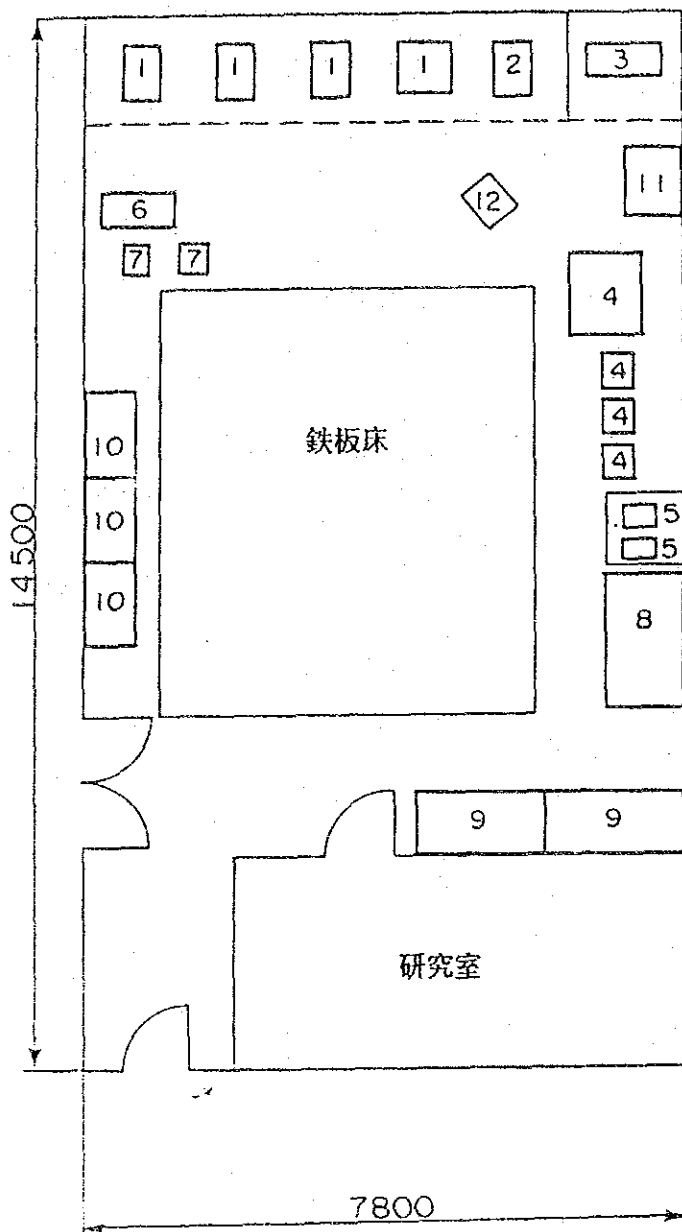
- 1 試料調製装置 (X線装置用)
- 2 試料調製装置
(電子線マイクロアナライザー用)
- 3 蛍光X線分析装置
- 4 X線回折装置
- 5 電子線マイクロアナライザー
- 6 示差熱・重量同時測定及び
示差走査熱量測定装置
- 7 赤外線乾燥式自動水分計
- 8 石炭分析装置
水分
灰分
揮発分
硫黄
炭素
- 9 赤外分光光度計
- 10 ポーラログラフ
- 11 実験台
- 12 戸棚

10 機器分析室 (B) ・ (C) 機器配置図



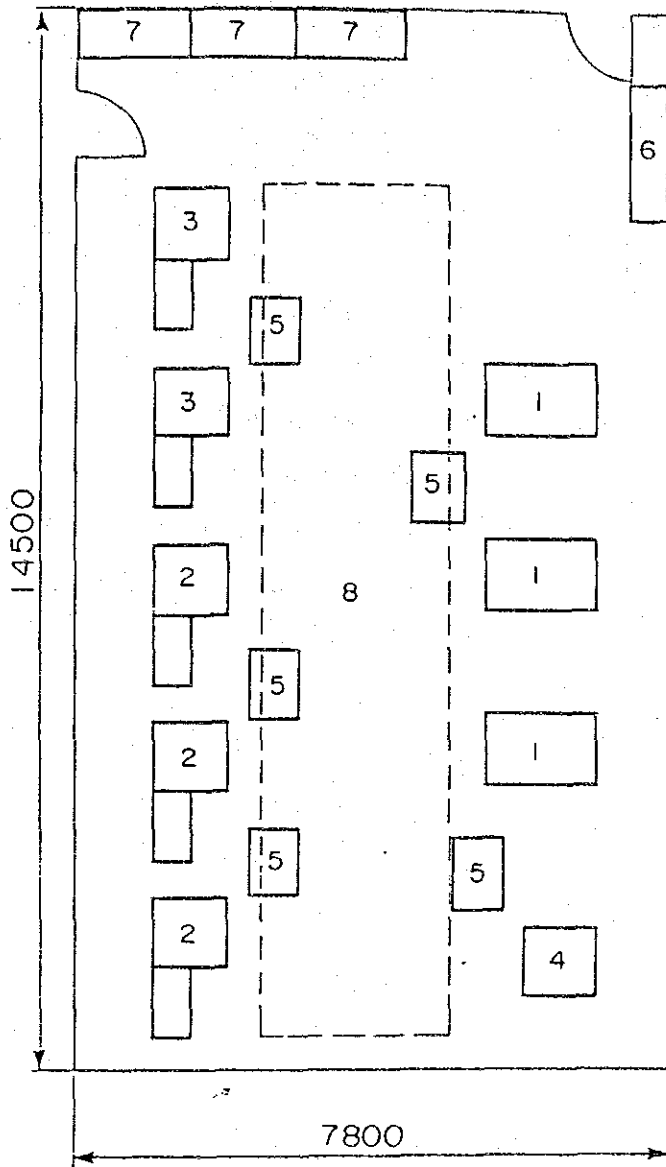
- 1 小型浮遊選鉱機
- 2 pHメーター
- 3 鉱石粉砕機
- 4 乾燥器
- 5 小型静電選鉱機
- 6 真空濾過器
- 7 天秤
- 8 小型磁力選鉱機
- 9 顕微鏡
- 10 デシケーター
- 11 試料切断機
- 12 試料埋込機
- 13 試料研磨機
- 14 フィルム現像・焼付・引伸し器
- 15 流し
- 16 戸棚
- 17 棚
- 18 試料処理スペース

1 1 選鉱研究室・鉱物研究室・暗室機器配置図



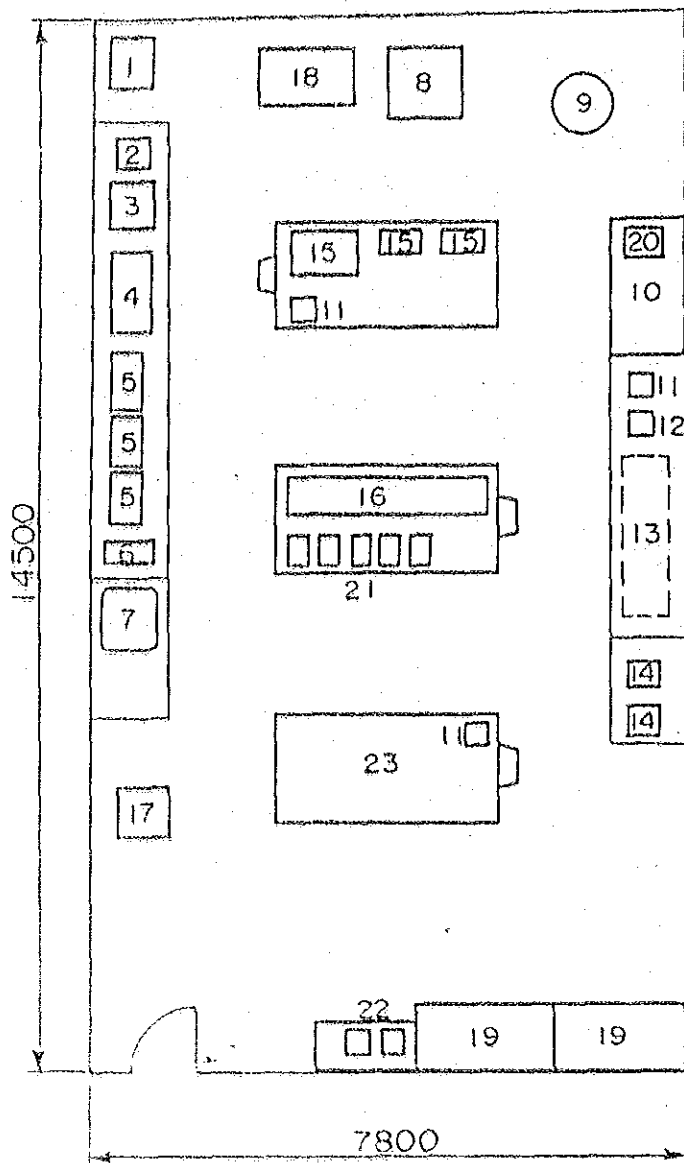
- 1 破碎機
- 2 篩別機
- 3 エアークンプレッサー
- 4 乾燥器
- 5 天秤
- 6 試料混合機
- 7 二分器
- 8 試料台
- 9 戸棚
- 10 棚
- 11 流し
- 12 可動集塵機

1 2 試料調製室機器配置図



- 1 管状炉
- 2 マッフル炉
- 3 ルツボ炉
- 4 誘導加熱炉
- 5 台車
- 6 棚
- 7 戸棚
- 8 試料処理スペース

13 乾式製錬研究室機器配置図



- 1 蒸留器
- 2 遠心濾過器
- 3 遠心分離器
- 4 ジャーテスター
- 5 マグネチックスターラー
- 6 超音波洗浄器
- 7 流し
- 8 マッフル炉
- 9 オートクレーブ
- 10 ドラフトチャンバー
- 11 pHメーター
- 12 イオンメーター
- 13 小機器類
- 14 天秤
- 15 電解試験器
- 16 ミキサーセトラー
- 17 振とう機
- 18 乾燥器
- 19 戸棚
- 20 加熱器
- 21 真空濾過機
- 22 真空デシケーター
- 23 共通実験台

14 湿式製錬研究室機器配置図