

大日本 共和国

ハイヌケネツルス地域開発計画調査

調査報告書

昭和10年3月

国際協力事業団

企画部 調査課

紙資計
UR(3)
86-46

共和国
ハイヌケネツルス地域開発計画調査
調査報告書
昭和10年3月
国際協力事業団
企画部 調査課

709
441
1944

ペルー共和国
イスカイクルス地域開発計画調査
調査報告書

JICA LIBRARY



1030376163

昭和61年3月

国際協力事業団

金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 8. 26	709
登録No. 15286	66.1
	MPN

は し が き

日本政府はペルー共和国政府の要請に応え、同国のリマ県の北東部に位置するイスカイクルス地域の開発可能性予備的調査を実施することとし、この実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が鉱山開発可能性の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和60年10月から昭和61年2月にかけて実施され、ペルー共和国政府関係機関、特に動力鉱山省地質鉱物冶金研究所の協力を得て予定通り完成した。

本調査の実施にあたって御協力いただいたペルー共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ペルー日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和61年3月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

謝 辞

本報告書は財団法人国際開発センターが金属鉱業事業団より委託を受けて行った調査を取りまとめたものである。

調査の目的は、ペルー共和国リマ県の北東部に所在するイスカイクルス地域に賦存する銅・鉛・亜鉛鉱床の開発計画と、それに関連する経済効果を分析検討することである。

本調査が鉱床周辺の地域開発及びペルー共和国の経済発展に寄与することを願うものであり、ペルー共和国と日本国との友好的な協力関係の強化につながることを期待するものである。

調査団のメンバー及び現地調査の日程は別表の通りであるが、訪問先において受けたペルー政府関係機関の積極的な支援及び日本大使館の御指導に対し深く感謝するものである。特にペルー動力鉱山省地質鉱物冶金研究所からは貴重な助言と協力を賜わった。

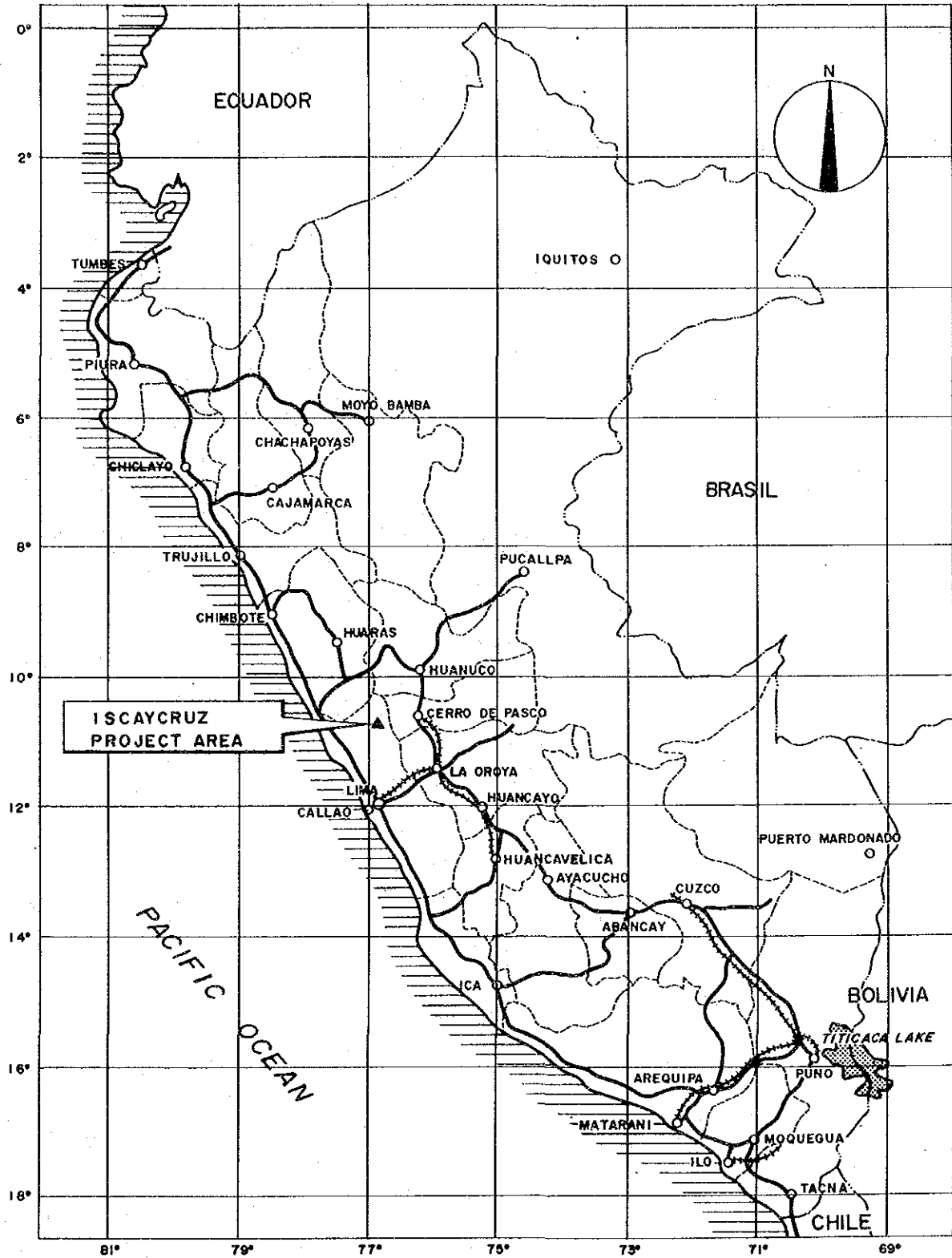
最後に、本調査の実施にあたり、調査上の御指導と御便宜を下さった外務省、通商産業省、国際協力事業団、金属鉱業事業団、関係各位に対し、深く謝意を表するものである。

昭和61年3月

財団法人 国際開発センター

理事長 河 合 三 良

ISCAYCRUZプロジェクト位置図



目 次

	頁
はしがき	
謝 辞	
ISCAYCRUZプロジェクト位置図	iii
記号の説明	-v-
要 約	(1)
第1章 序 論	
第1節 調査経緯	1
第2節 調査目的と範囲	3
2.1 調査目的	3
2.2 調査範囲	3
第3節 調査概要	4
3.1 調査地域	4
3.2 調査手法概要	5
第4節 調査関係者および現地調査日程	6
4.1 調査関係者	6
4.2 現地調査日程	8
第2章 鉱山開発	
第1節 地質・鉱床および埋蔵鉱量	9
1.1 地質概要	9
1.2 鉱床概要	9
1.3 鉱化・変質作用	10
1.4 埋蔵鉱量	11
第2節 採 鉱	17
2.1 概 要	17
2.2 開坑計画	18
2.3 操業計画	19
2.4 設備計画	22
2.5 主要機械と主要物品使用量	24

第3節	選 鉱	25
3.1	選鉱試験	25
3.2	選 鉱 場	29
第4節	鉱害防止設備	34
4.1	選鉱廃さい処理施設	34
4.2	坑内排水処理	36
第5節	その他計画	37
5.1	電力供給	37
5.2	通信設備	40
5.3	用水供給	41
5.4	付帯施設	42
5.5	福利施設（鉱山キャンプ）	44
5.6	精密探鉱	47
第6節	総 括	49
6.1	生産計画	49
6.2	人員計画	50
6.3	起業費, 操業費および追加投資・更新費	52
第3章	インフラストラクチュア	
第1節	交通（道路）	57
1.1	輸送需要	57
1.2	道路事情	57
1.3	代替輸送経路	60
1.4	道路の維持管理	61
1.5	輸送事情	62
第2節	電 力	63
2.1	地域の現状	63
2.2	開発計画	64
第3節	用水（水資源）	66
3.1	Huaura川流域の水利用	66
3.2	Huaura川の水文・気象特性	66
3.3	Iscaycruzの水需要	68
第4節	通 信	70

第5節 労働力と鉱山キャンプ	71
5.1 労働力	71
5.2 鉱山キャンプ	72
第4章 総合評価	
第1節 財務評価と経済評価	74
1.1 意義と手法	74
1.2 内部財務収益率 (F.IRR)	76
1.3 内部経済収益率 (E.IRR)	81
1.4 感度分析	86
第2節 地域社会に対する影響	87
2.1 直接影響圏の現況	87
2.2 直接影響圏に対する経済的影響	91
2.3 直接影響圏に対する社会的影響	99
2.4 広域的な影響	99
2.5 まとめ	101
第5章 結論と提言	103
写真集	巻末
別紙-1 起業費積算資料	資・1
別紙-2 操業費積算資料	資・13
別紙-3 追加投資・更新費積算資料	資・16

付属図面

- 001 プロジェクト位置図
- 002 ISCAYCRUZ 地域地質図
- 003 鉱山施設全般配置図
- 004 坑内骨格構造断面図および地表平面図
- 005 +120, +80m レベル坑内骨格構造平面図
- 006 +40, 0m レベル坑内骨格構造平面図
- 007 図式選鉱フローシート
- 008 選鉱場位置図および破碎場平断面図
- 009 摩鉱・浮選・脱水場平断面図
- 010 廃さい堆積場全般図
- 011 デーゼル発電所機械配置図
- 012 配電単線系統図
- 013 福利施設全般配置図

記 号 の 説 明

m	:	メートル	W	:	ワット
km	:	キロメートル	kW	:	キロワット
mm	:	ミリメートル	kWh	:	キロワット時
μ	:	マイクロン	MW	:	メガワット
ft	:	フィート	MWh	:	メガワット時
in	:	インチ	GWh	:	ギガワット時
m ²	:	平方メートル	Hz	:	ヘルツ
m ³	:	立方メートル	MHz	:	メガヘルツ
ft ²	:	平方フィート	V	:	ボルト
ft ³	:	立方フィート	A	:	アンペア
yd ³	:	立方ヤード	kV	:	キロボルト
t, トン	:	メートルトン (乾量)	kVA	:	キロボルトアンペア
wt	:	” (湿量)	HP	:	馬力
lb	:	ポンド	°C	:	温度 (摂氏)
oz	:	トロイオンス	° , ' , "	:	角度 (度, 分)
g	:	グラム	ϕ	:	直径
kg	:	キログラム	¥	:	円 (日本通貨)
ℓ	:	リットル	\$, ドル	:	ドル (米国通貨)
kℓ	:	キロリットル	S/.	:	ソーレス (ペルー通貨)
%	:	百分率			
ppm	:	百万分率			
h	:	時間			
min	:	分			
sec	:	秒			

要 約

要 約

1985年度（昭和60年度）ペルー共和国政府の要請に応え、前年度まで6年間にわたり実施したオヨン地域及びイスカイクルス（オヨン）地域資源開発協力基礎調査の結果、銅・鉛・亜鉛鉱床の賦存が確認された Iscaycruz 地域の鉱山開発と、これに関連するインフラストラクチャ整備および地域開発に関連する総合評価の予備的な調査を行った。

現地調査は1985年（昭和60年）10月7日から11月11日まで、国際協力事業団および金属鉱業事業団が派遣した各分野の専門家6名と、ペルー側カウンターパート5名の協力により実施した。

1. 鉱山開発

埋蔵鉱量： Iscaycruz 地域は西部アンデス鉱床生成区内の高原台地多金属鉱床生成亜区に位置し、地域内には Iscaycruz 鉱化帯および Chupa 鉱床が存在する。 Iscaycruz 鉱化帯には銅・亜鉛スカルン鉱床で特徴づけられる接触交代鉱床、銅・鉛・亜鉛を濃集する塊状硫化鉱床および菱鉄鉱々層中の鉛・亜鉛鉱染鉱床で特徴づけられる熱水交代鉱床が共存している。 これまでの資源開発協力基礎調査においてボーリングおよび坑道調査が集中的に行われた Iscaycruz 鉱化帯 Limpe 地区の埋蔵鉱量は、ポリゴン法（Polygon method）計算では次のとおりとされている。

	鉱量（千トン）	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
鉛・亜鉛鉱	3,257	48	0.13	1.95	18.99
銅 鉱	102	32	2.84	0.03	0.39

採 鉱： 鉱床の賦存地域は、東西に海拔5,000m級の山脈が連なる峡谷部のため、露天掘りは技術的に難しいので坑内掘とし、トラックレス機械を使用する機械化カットアンドフィル法を採用する。 採掘レベルは0m（現S坑準、海拔4,570m）、+40m、+80m、+120m（現N坑準、海拔4,690m）の40m間隔、4レベルとし、0mレベルは鉱石を選鉱場へ運ぶ主要運搬坑道準とする。

採掘した鉱石は、各切羽からトラックレス斜坑を経由して、0mレベルに通ずる4つの主要鉱石坑井に投入する。 充填材には主として操業期間中に発生する探開坑ずりを使用するが、不足する場合には地表で採土する。 各レベルでは主要鉱石坑井それぞれに対応するトラックレス斜坑を開さくし、また地表から精密探鉱期間および開坑期間中にそれぞれトラックレス斜坑、合計2坑を開さくする。 排水はすべて重力による自然流下とし、通気には扇風機を使用する。 主要機械としては100mmφ級ドリル搭載のモービルジャンボ、3.5yd³ロードホールダンプ、8tトロリー式電車を、爆薬は主としてAN-FOを使用する。

可採率は85%、ずり混入率は15%と推定した。

選 鉱： NおよびS坑から採取した試料を用い、実験室規模の選鉱試験を行った結果、浮選方式には直接優先法が適しており、次の如き工程成績が期待出来る見通しを得た。

	品 位	採 取 率	
Pb精鉱	65%Pb	80%Pb	15%Ag
Zn精鉱	52%Zn	88%Zn	58%Ag

選鉱場は1日当り最大825tの処理能力をもち、砕碎(2段)、摩鉱、浮選、脱水の4工場に分れ、摩鉱および浮選場は2系列で構成されている。主要機械は42"×30"STクラッシャー、5'φコーンクラッシャー各1台、9'×12'ボールミル2台、60ft³浮選機16台(Pb)、36台(Zn)および加圧型フィルター2台である。摩鉱80%粒度を74ミクロンとし、直接優先浮選を行い、産出精鉱(PbおよびZn)はトラックでCallao港まで運搬する。

鉱害防止設備： Zn浮選尾鉱は18'φカラーコーンおよび50'φシクナーで濃縮したのち廃さい堆積場までパイプで自然流送させる。堆積方法はサンド・スライム分離堆積とし、上澄水はYarahuaino峡谷に放流する。シクナー・オーバーフローは選鉱用水として繰返し使用する。坑内水は廃さい堆積場まで導き、消石灰添加後堆積場上澄水と混合、中性域の水質に調整して放流する。

その他計画： 鉱山操業のための年間需要電力量は約15,600MWh、最大電力は約2,500kWと見込まれるが、本地域内にはこれを賄う既設の発電所はなく、また現在電力会社によって公共の水力発電調査が進められているが、その完成時期は早くとも15年後の見込みなので、鉱山専用に最大出力2,500kWのディーゼル発電所を建設する。

用水供給源は鉱山地内にあるQuellaycocha湖を利用する。なお、1日当り必要な新水量は工業用・生活用合計1,920m³であり、選鉱場では必要水量の約30%を繰返し使用する。

現在一般の公共道路から山元に通ずる道路には、調査用の仮設的なものがあるが、開発・操業に耐え得るものではないので、この区間11kmに道路を新設する。また、一部既設道路の改良、切替工事を行う。福利施設としては、Quellaycocha周辺に、鉱山勤務者とその家族が生活する住宅施設および学校・診療所・購買部などの公共サービス施設を建設する。なお、山元の住居人口は家族を含め約1,500名と推定される。

Limpe鉱床のS坑準(海拔4,570m)以上にターゲットを絞り、鉱床の水平的および垂直的な規模・形態と鉱量・品位を確認する坑道探鉱およびボーリング調査を実施し、更にS坑準以下のポテンシャル把握のためS坑準より下向きボーリングを行うことを計画した。特性値は坑道合計1,763m、ボーリング合計4,365mである。

生産計画： 稼行対象鉱量は、現在まで探鉱調査の最も進んでいる Limpe 鉱床 S 坑レベル以上の鉛・亜鉛鉱とし、1日当り 750t を出鉱、採鉱・選鉱とも年間 300 日操業を行う。可採鉱量および年間生産計画は次のとおりであり、鉱山ライフは 10 年である。

	鉱量 (t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
可採鉱量	2,050,000	35	0.10	1.61	15.92
年間粗鉱	225,000	35	0.10	1.61	15.92
" Pb 精鉱	4,458	265	0.20	65.00	4.02
" Zn 精鉱	60,618	75	0.26	0.26	52.00

人員計画： 生産活動は精鉱のトラック輸送を除きすべて直轄で行い、必要人員は山元 400 名、Lima 14 名、合計 414 名と見込まれる。必要人員の算出には 1 人当り年間就労日数を 260 日とした。

開発スケジュール： 精密探鉱・F/S 2 年、細部設計その他 1 年、開発工事 2 年合計 5 年間必要と見込んだ。

起業費： 初期投資額は 1985 年（昭 60）10 月価格ベースで次の如く見込まれる。

生産・付帯・福利	25,211 千ドル	} 直接起業費計 28,904 千ドル	} 起業費合計 34,184 千ドル
工事管理費など	1,602 "		
倉庫品	200 "		
予備費	1,891 "		
精密探鉱・F/S	3,095 "		
細部設計その他	451 "		
工事期間金利	1,734 "		
運転資金	2,195 "		
初期投資総額	36,379 千ドル		

追加投資・更新費： 生産開始後 8 年間で、1985 年（昭和 60 年）10 月価格ベースで追加投資として 475 千ドル、機械・車輛更新費として 2,402 千ドル、合計 2,877 千ドルの支出が必要と見込まれる。

操業費： 1985年（昭和60年）10月価格ベースで年間操業費は次の如く見込まれる。

	年間金額（千ドル）	粗鉱t当り（\$）
生産部門（採鉱・選鉱）	4,090	18.18
保全・管理・福利部門	1,115	4.95
直接操業費計	5,205	23.13
精鉱運搬・船積諸掛	1,758	7.82
輸出税・口銭	353	1.57
合 計	7,316	32.52

2. インフラストラクチュア

交通（道路）： 開発工事および操業期間中の資機材の調達・輸送の基地となる Lima および精鉱積出港 Callao から山元までの輸送ルート（道路）としては、Lima・Callao-Rio Seco（パンアメリカン・ハイウェイ）-Sayan-Churin-Oyon（国道16号線）-Mishuya-Iscaycruzがあり、その道路距離は合計270kmである。 Lima・Callao-Sayan間（154km）は交通量も多くかつ大部分アスファルト舗装されており問題はない。 しかし Sayan-Churin間（61km）の国道16号線は Huaura 川に沿って走っているが、この間の2地点では雨季、特に1月から3月までの Huaura 川の増水時に道路が決壊して車輛の通行が不能となることがある。 通行不能期間は年間平均15～20日間で、特に3月に不通となることが多い。 現在道路決壊の際の復旧工事には運輸通信省と、この道路の利用者である2つの鉱山（Raura, Uchuc Chacua）が当たっているが、将来 Iscaycruz が開発された場合、Iscaycruz 鉱山もこの復旧工事への参加あるいは費用の負担を考慮する必要がある。

しかしこの区間は道路の取付状況からみて、今後も雨季には道路の決壊が発生することが充分予測されるので、現在のような事故発生毎の対症療法的な復旧・改良工事続けるよりも、抜本的な解決を図ることが重要である。 国道16号線は太平洋の Huacho よりアマゾン森林地帯の拠点 Pucallpa に通ずる数少ないペルーの東西横断幹線の1つである。 Churin-Oyon間（30km）は幅員3～4mと狭い。 また Oyon-Mishuya間は市町村道で道路状況は良くなく、Iscaycruz 開発の場合は一部区間の補修・改良および切替工事が必要である。

パンアメリカン・ハイウェイから Oyon までは25～30t積みトラックが、また Mishuya までは20t積みトラックの通行が可能であるが、Mishuya-Iscaycruz間（11km）には現在調査用の仮設道路があるのみで、6t積みトラックの通行が限界である。 鉱山開発の際にはこの区間の道路の新設・切替が必要である。

電力： Iscaycruz周辺地区の電力供給態勢は、稼行中のRaura, Uchuc Chacuaの2鉱山を除き整っているとは言えない。公共的な発電所としては、Churin, Moroc, Oyonに小規模な水力あるいはディーゼル発電所があるが、そのすべてを合計しても設備出力は444kWに過ぎず、かつ配電範囲もごく一部に限られている。Raura, Uchuc Chacua鉱山は各々鉱山専用の水力およびディーゼル発電所をもっており、設備出力の合計は各々5,950kW, 6,164kWである。

現在電力公社はHuaura川流域を対象として広範囲な水力発電所建設の調査・研究を進めており、その内容は発電所7ヶ所、合計出力393.5MWという大規模なものであるが、その実現性については1995年までにこれらのうちの1つが出来るかどうかという状況にある。従ってこの計画を鉱山の電力供給源として考えることは出来ない。また既存の発電所から買電する場合は送電線距離が長くなり、一鉱山会社がこれを建設し維持して行くことは極めて困難であり、買電は不可能である。専用の自家発電所が必要である。

水資源： Huaura川流域における最大の水利利用は灌漑農業であり、Huaura川の中・上流やその支流沿いの地形条件のよいところでは灌漑農業が発達している。またRaura, Uchuc Chacuaなどの鉱山では河川のほか、山岳地帯に多く存在する湖を利用して用水の確保および水力発電を行っている。

Huaura川の水文・気象特性からみると、下流域は雨量が極めて少なく砂漠地帯であるが、中・上流域では降雨量が次第に増加し、上流域の最北端では年間1,700mmに達している。既存資料の解析によればIscaycruz地域の年間降雨量は1,100mm程度と推定され、鉱山地域内に存在するQuellaycocha湖への年間流入水量は約100万 m^3 と見込まれ、鉱山の年間需要量約69万 m^3 を上まわっている。乾季の降雨量減少の際は貯水量約240万 m^3 と推定される湖水を利用すれば、季節的な変動にも十分対処することが出来る。Quellaycocha湖を天然の貯水池として、鉱山の用水源として利用することが好ましい。

通信： ペルー国内では太平洋岸地域および主要都市間の有線電話、マイクロウェーブ回路は整備されているが、山間部では整備不十分なところが多い。当該地域も貧弱でかつ拡張・整備計画も中断状況にある。鉱山地域付近の公共施設には電信電話公社のSayán-Churin-Oyon間に有線電話回線1回線があるのみで、到底鉱山のニーズに応えられる現状にはない。鉱山専用の設備を整える必要がある。

労働力と鉱山キャンプ： 当該地域の失業者あるいは潜在失業者の動態についての資料はほとんどないが、鉱山操業に必要な400名のうち、未経験労働者の25%程度はこの地域から供給できると推定される。鉱山に経験のある労働者・職員については近隣に鉱山・炭鉱が存在することから、ある程度獲得出来る可能性は高いと考えられる。

鉾山キャンプの建設地としては、山元あるいは既存集落地区内とが考えられるが、既存集落からの距離、道路事情、鉾山の規模および近隣鉾山（Raura, Uchuc Chacua）の実情からみて、Isaycruz山元を選定せざるを得ないと考える。鉾山キャンプの位置は、生産区域と分離させることが良好な生活環境を確保できるとの観点から、Quellaycocha湖周辺とすることが望ましい。またキャンプ内の施設は、他鉾山の一般的な形態のように、職員・従業員住居地域とスタッフ住居地域とは分離し、公共の社会サービス施設を両住居地域の中間点に設ける配慮が必要である。

3. 総合評価

財務評価： 収支はペルー鉾業一般法によって特別鉾山会社が設立され、1985年（昭和60年）10月時点で現行法制上認められているすべての恩典が与えられるものとして計算した。

収支計算期間は10年、計算諸要素は金属建値以外はすべて1985年（昭和60年）10月の価格をベースとし、開発工事および操業期間中のエスカレーションは考慮しなかった。産出精鉾（PbおよびZn）は全量輸出されるものとし、金属建値については、Agは $\$700/\text{oz}$ 、Pbは $\$25/\text{lb}$ 、Znは $\$900/\text{t}$ を見込んだ。

開発投資額の約25%は特別鉾山会社への現金払込による自己資金とし、残りは金利9%、開発工事期間2年据置、生産開始後10年間均等返済の借入金によるものとし、精密探鉾、F/Sおよび細部設計などの開発工事開始前の費用は、すべて特別鉾山会社の資本金で賄うものとした。減価償却は、初期投資および追加投資・機械更新とも20%/年の加速償却を行った。

操業期間10年間の合計収支および内部財務収益率は次の如く見込まれる。

総収入	128,819千ドル		
総原価	124,269 "	内部財務収益率 (F.IRR)	
控除前利益	4,550 "	対全投資	7.68%
諸控除	599 "	対資本金	3.56 "
税引前利益	3,951 "		
法人税	825 "		
税引後利益	3,126 "		

経済評価： Isaycruz鉾山開発の国民経済的視点からの経済便益は、産出精鉾の輸出による外貨獲得であり、財務評価をドル価格で行っているため経済便益（精鉾FOB価格・ドル表示）は財務便益に等しい。経済費用は、財務費用を国民経済の立場から変換する必要があるため、税金、労務費、外貨交換率などについて各々見積条件を設定し、これに基づいて起業費・操業費および追加投資・更新費、残存価値の財務費用を経済費用に変換した。

年度別の経済便益および経済費用を用い、内部経済収益率 (E.IRR) を計算した結果 24.99% の値を得た。

感度分析： 財務評価および経済評価の結果、内部経済収益率は 29.36% と高い水準であったが、内部財務収益率は全投資に対し 7.68% と低水準であった。内部財務収益率の向上には、収入の増加および支出の削減が必要であるが、これらの増減に係る要因は、多岐にわたり、かつそれぞれが密接に組合さっている。現段階ではこれらの要因の特定、あるいはその組合せを想定することは難しいが、以下の如きケースを想定して感度分析を行った。

想定したケース	内部財務収益率 (%)
(1) ペルー国内・休止鉱山の機械設備を一部に転用した場合	9.9
(2) Zn 精鉱の Zn 採収率をある程度犠牲にして Zn 品位を上げた場合	8.7
(3) 機械設備類の輸入関税が免除された場合	8.9

地域社会に与える影響： Iscaycruz の鉱山開発が周辺地域にもたらす影響については様々なものが考えられるが、大別して新たに発生する所得による影響、インフラストラクチャ整備による影響、人口増加による影響および生産活動に伴う自然環境に対する影響の 4 つに分けられる。このなかで影響の特に大きいとみられるものは、新たに発生する所得によるものと考えられるのでこれに対する考察を行った。なお、インフラストラクチャの整備には山元近辺の道路新設および改修と、国道 16 号線の欠陥区間の災害時の復旧作業への参加とがあるが、このうち地域にとって重要なものは国道の復旧工事である。しかしこれについては既に関係政府機関および Raura, Uchuc Chacua 両鉱山がその補修・維持に当たっているので、この面での寄与は小さい。

鉱山開発により総数 400 名の雇用が新しく生れ、労働者の一部が地域内から採用されたとしても、家族を含めた地域外からの流入人口は 1,000 人以上になると推定され、年間所得の純増分は約 100 万ドルと見込まれ、また資本所得も発生する。この事実を背景として、鉱山開発が周辺地域に与える経済的影響は、鉱山キャンプ居住者と鉱山会社が地元で生産される財を消費するものが大部分を占める。しかしこれを定量的に予測することは、種々の不確定要因が絡み難しい問題なので楽観的、悲観的および両者の中間の 3 つのケースを想定し、消費を通じて地元に着る金額 (販売高) を推定した。

	楽観的	悲観的	中間
農産物 (じゃがいも, とうもろこし)	15.1 千ドル	3.3 千ドル	8.0 千ドル
畜産物 (牛, 豚, 鶏肉, 鶏卵)	41.2 "	9.1 "	20.3 "
その他 (材木, サービス, 運輸)	298.4 "	59.7 "	118.3 "
計	354.7 千ドル	72.1 千ドル	146.6 千ドル

推定計算によれば、その金額は最大で年間35.5万ドル、最小で年間7.2万ドルと見込まれる。なお農畜産品6品目に限ってみた場合、これらはそれぞれ現在の生産高に対し最大27%、最小6%の増産となっている。このことから地元経済にとっては新たに落ちる絶対金額はさほど大きくないものの、現在の経済規模に比べれば、そのインパクトは大きいといえる。

広域的には雇用と所得の増大のほか、国道16号線の補修・維持に参加することによる地域・国土計画上の意義は大きい。

4. 結論と提言

総合評価の結論： 内部経済収益率が高い水準を示したことは、本プロジェクトへの投資がペルーの国民経済の立場からは成立することを意味している。従ってペルー政府としては鉱山開発を推進する立場で本計画に対処することが望まれる。また鉱山開発が当該地域に与える経済的影響も大きい。

しかし内部財務収益率は低水準であり、このことは本報告書で想定した諸条件の下では、企業にとって今すぐ本プロジェクトの開発の決定を出すことは尚早であることを示している。

政策的提言： 内部経済収益率は高いが、内部財務収益率は低いことを考慮し、ペルー政府としては本鉱山開発計画に対し税制面での優遇措置の付与、インフラ関連費用の一部肩替り、低金利資金の援助などの措置をとることが提案される。

技術的提言： 本報告書で想定した前提条件が変化し、内部財務収益率が向上する見通しが得られた場合、精密探鉱の実施、ペルー国内での遊休機械設備の転用の可能性の検討、Agの性状・舉動およびZn精鉱品位上昇手段などについての調査・研究がプロジェクト実行者（企業）に対し提案される。

将来の展望： Iscayruz地域にはLimpe鉱床のほか、既にLimpe南鉱床、Chupa鉱床なども知られており、Limpe鉱床の開発を中核として、将来これらの鉱床も開発され、ペルー国民経済に好影響を及ぼし、かつ当該地域の開発に貢献することが期待される。

第 1 章

序 論

第 1 節 調査経緯

第 2 節 調査目的と範囲

第 3 節 調査概要

第 4 節 調査関係者および現地調査日程

第1章 序 論

第1節 調査経緯

本プロジェクトの検討対象である Iscaycruz (イスカイクルス) 地域は、昭和54年から56年まで3年間、ペルー共和国政府の要請に応え日本国政府が、政府間技術協力として「オヨン地域資源開発協力基礎調査」(面積860km²)を国際協力事業団および金属鉱業事業団に委託して実施した結果、ある程度まとまった銅・鉛・亜鉛鉱床の賦存が予想される有望地域として抽出された。

この結果、引続きペルー共和国政府の要請をうけ、昭和57年から59年まで3年間、「イスカイクルス(オヨン)地域資源開発協力基礎調査」(面積40km²)が行われ、高品位な不規則塊状銅・鉛・亜鉛鉱床の賦存が確認された。

この銅・鉛・亜鉛鉱床が賦存する Iscaycruz 鉱化帯は、Oyon の南南西7km、海拔4,700mの高地に位置し、延長12kmにわたって層厚50mから100mの中世代白亜紀サンタ層石灰岩中に胚胎しており、本鉱化帯には銅・亜鉛スカルン鉱床で特徴づけられる接触交代鉱床、銅・鉛・亜鉛を濃集する塊状硫化鉱床および菱鉄鉱々層中の鉛・亜鉛鉱染鉱床で特徴づけられる熱水交代鉱床が共存している。

本地域のこれまでの調査は、第Ⅰ期「オヨン地域資源開発協力基礎調査」で地質調査、地化学探査、物理探査およびボーリング調査が行われ、第Ⅱ期「イスカイクルス(オヨン)地域資源開発協力基礎調査」ではボーリング調査と坑道調査が実施された。これらの調査の結果、Iscaycruz 地域 Limpe 地区に高品位な銅・鉛・亜鉛鉱床が賦存し、その主要鉱体は走向延長300m、垂直延長150m以上、層厚10ないし30mと推定され、その埋蔵鉱量はポリゴン法による計算では鉱量約327万トン、品位Pb・Zn合計約20%が見込まれている。

なおこれまで6年間に実施された調査の概要は第1・1表のとおりである。

以上の成果を踏まえ、Iscaycruz 地域に於ける鉱山開発と、これに関連するインフラストラクチャ整備および地域開発に関する総合的な予備調査の実施について、国際協力事業団と金属鉱業事業団は改めてペルー共和国動力鉱山省・地質鉱物冶金研究所(Instituto Geologico Minero y Metalurgico-INGEMMET)と協議し、昭和60年6月28日本件に関するScope of Workを締結した。本調査はこれに基づいて実施されたものである。

第1・1表 資源開発協力基礎調査

第I期：オヨン地域（昭和54年度～56年度）

調査項目	昭54	昭55	昭56	計
地質調査 (km)	} 700 (概査)	160 (概査)	} 42 (精査)	} 全域 700
地化学探査 (km)		40 (精査)		
物理探査				
IP法 (km)	—	25.4 (測線8)	10.5 (測線7)	35.9 (測線15)
EM法 (m)		3.0 (＃2)	10.0 (＃8)	13.0 (＃10)
ボーリング調査 (m)		564 (3本)	2,086 (9本)	2,650 (12本)
(内 Limpe 地区)		(157, 1本)	(697, 3本)	(854, 4本)

第II期：イスカイクルス地域（昭和57年度～59年度）

調査項目	昭57	昭58	昭59	計
ボーリング調査 (m)				
Limpe 地表	1,300 (5本)	—	180 (1本)	1,480 (6本)
N坑々内	—	440 (2本)	680 (3＃)	1,120 (5＃)
S坑＃	—	470 (＃)	480 (3＃)	950 (5＃)
Limpe 南地域	—	—	560 (3＃)	560 (3＃)
計	1,300 (5本)	910 (4本)	1,900 (10本)	4,110 (19本)
坑道調査 (m)				
N坑 アプローチ	310	200	—	510
クロスカット	—	#1 150	#2 175	325
S坑 アプローチ	270	330	346	946
クロスカット	—	—	#1 141, #2 86	227
計	580	680	748	2,008

第2節 調査目的と範囲

2.1 調査目的

本調査はLima 県Oyon 郡Iscaycruz 地域に賦存する銅・鉛・亜鉛鉱床について、現時点で考えられる妥当な仮定のもとでの鉱山開発計画と、それに関連するインフラストラクチャの整備方針を立案し、さらに本調査の結果を踏まえ本地域の合理的な開発を提案すると共に、当該地域の発展に役立つことを目的とする。

主要な調査課題は次の3項目とする。

- (1) Iscaycruz 地域の銅・鉛・亜鉛鉱床の開発の可能性を企業ベースの収支採算と、国家ベースで見た資源利用とについて検討し、投資の妥当性について考察する。
- (2) Iscaycruz 鉱床の開発を核としたOyon, Churin 地区などを含む地域全体の開発効果を予測し検討する。
- (3) 鉱山開発および周辺地域開発の分析を通じ、開発に関する提言を行う。

2.2 調査範囲

2.2.1 鉱山開発

地質鉱床、埋蔵鉱量に関する既存資料および選鉱試験報告書をベースとして、Iscaycruz 鉱床の開発の可能性を検討するための技術的および経済的な面からの分析を行い、鉱山開発計画を立案する。

2.2.2 インフラストラクチャ整備

交通（道路）： 交通施設、特に道路の現況および整備計画について調査し、精鉱の輸送、資機材の搬入などについての適切な整備計画を立案する。 計画に当っては鉱山開発のみならず、地域住民の利便および地域全般の開発効果も考慮する。

電力： Churin 地区までを含む地域全体の電力需給状況および電力会社による電力供給計画を調査し、鉱山操業に必要な好ましい供給方法を立案する。 特に小水力発電所建設の可能性についても検討する。

用水（水資源）： 鉱山操業に必要な工業・生活用水を確保するため、既存資料による当該地域の水文・気象特性の解析、および水資源利用の現況などを調査し、最適な用水供給計画を立案する。

通 信： Sayan地区までを含む地域全般の公共通信施設の現況、および操業中の近隣鉱山の実情などを調査し、鉱山と外部地域との通信手段、および山内交信についての合理的な通信計画を立案する。

労働力と鉱山キャンプ： Oyon, Churin地区などの潜在労働力を調査し、労働力確保の可能性について検討する。 鉱山キャンプの立地については、いくつかの候補地の居住環境を比較し、また近隣鉱山の現状なども調査して合理的な地域を選定する。 鉱山キャンプ内の施設の配置については、関係機関の意向およびペルー国内鉱山の一般的な慣習などを考慮して立案する。

2. 2. 3 総合評価

国家ベース判断のための内部経済収益率と、民間企業ベース判断のための内部財務収益率を求め、鉱山開発の規模、時期などを検討して鉱山開発計画案を提示し、さらに鉱山開発が地域社会全般に及ぼす波及効果（特に農業関係）について考察する。

以上の評価を踏まえ、今後さらに調査すべき事項、あるいは考慮すべき問題点を指摘し提言する。

第3節 調査概要

3. 1 調査地域

位置・交通： Iscaycruz地域は行政上Lima県Oyon郡に属し、首都Lima市の北方直距離で約150kmのところに位置する。 Oyon郡は大別してPachangara（中心地Churin）、Oyon, Andajes, Caujul, Navan, Cochamarcaの6地区に分けられる。

Lima市から本地域に至るには、通常国道1号線（パンアメリカン・ハイウェイ）を北上してRio Secoに達し、Rio Secoから国道16号線を通りOyonから分岐する陸路を利用する。 道路総延長は270km、所要時間はジープを使用して約7～8時間である。 なお国道16号線のSayan～Churinの一部区間は雨季にHuaura川の氾濫により決壊し、車輛の通行が途絶することがある。

地 勢： アンデス山系の西側の主列である西部アンデス山脈中にあり、分水嶺の西側約11km、太平洋水系に属するHuaura川の原流地域に位置し、付近一帯は急峻な山岳地形を呈する。 標高は谷底の海拔2,300mから山頂の5,300mまであり、その標高差は3,000mに達する。 海拔4,200mから4,800mにかけては、プナ地表として知られる比較的平坦な部分が発達しており、この平坦部を境としてその上下の地形には著しい差異がある。 即ち平坦部より上部は水

河地形が発達し、海拔4,800m以上は急峻な岩盤よりなる岩峰となっている。下部は深い渓谷に刻まれた壮年期地形を呈している。

Iscaycruz地域の標高は最低部でも海拔4,600mで、東方の分水嶺付近には常時積雪があり、海拔4,800m以上は氷河に覆われている。

気 候： 高山性寒冷であり、かつ日中の気温は20℃に達するが夜間は0℃以下となり、気温の日変化の大きいのが特徴である。年間を通じ乾季（4～11月）と雨季（12～3月）に分かれ、既存資料の解析によればIscaycruz地域の年間降雨量は1,100mm程度と推定される。

風 土： 鉱床地域内にはほとんど住民は居らず、わずか2～3家族が住みついているにすぎない。Oyon地区を含めたこの地域の住民は、ほとんどがインディオと称される土着民で、谷筋の盆地や山の中腹に集落を作り、主として前近代的な農業と牧畜を営んでいるがその規模はいずれも零細である。集落間の交通は主に馬および徒歩に頼っている。

植生は高地かつ寒冷のためパストと称せられる特種な高山性草本類のみであり、かつその分布も限られている。

付近の鉱山： Iscaycruz地域の周辺にはRaura鉱山（銅・鉛・亜鉛鉱、操業度1,800t/日）とUchuc Chacua鉱山（銀鉱、操業度1,000t/日）とが操業中で、各々約950名および約500名の鉱山勤務者が家族とともに山元に生活している。これら鉱山はこの地域の最大の産業であり地域社会の安定に多大の貢献を及ぼしており、またMishuyaを中心としていくつかの小規模炭鉱が稼行中である。

3.2 調査手法概要

本調査報告書完成までの手順・経過は次のとおりである。

- (1) 既存資料による事前検討を東京で実施。
- (2) 現地調査のため調査団員6名をペルーに派遣し、まず調査の基本方針につきペルー側カウンターパートと協議し、方針および作業分担などを確認した。
- (3) 調査団員およびカウンターパート5名で、地域調査と情報・資料の収集を行い、その結果を踏まえ両者討議して粗案をまとめ、最終案は調査団日本帰国後さらに細部を検討し、東京で作成することを確認した。
- (4) 調査団日本帰国後、担当別にデータの整理、細部計算、作図などを実施し、この間4回の会合をもち討議した。また選鉱試験報告書を入手し、これを検討した。
- (5) 評価はまずIscaycruz鉱床開発の財務評価を優先させ、次にその基礎数値の調整・組替と、関

連する収集データの解析を行ったのち経済評価を実施した。具体的なステップは以下のとおりである。

- ・生産および人員計画の策定
- ・起業費および追加投資・機械更新費の算出
- ・操業費の算出
- ・収入（精鉱代金）の算出

(6) 民間企業投資の可能性の分析には、特別鉱山会社に認められる一切の優遇措置が与えられ、また金属価格については予測を加味した値を設定し、為替レート、原価要素は昭和60年10月の数値および価格を用い、かつ開発・操業期間中のエスカレーションは考慮しないという前提のもとで、鉱山稼行期間中の収入と支出の現在価値がゼロとなるような割引率＝内部財務収益率を算出するDCF手法を用いた。

(7) 国家的見地による開発の妥当性の分析には、同じくDCF手法を用い、税金、未熟練労働者の賃金および外貨費用について調整し、財務費用から経済費用への調整・組替を行って割引率＝内部経済収益率を算出した。

第4節 調査関係者および現地調査日程

4.1 調査関係者

4.1.1 調査計画・折衝

<u>日本側</u>	<u>ペルー側</u>
石田 真 (MMAJ)	Francisco Sotillo P. (INGEMMET)
觸 純宏 (")	Juan Zegarra W. (")
上木隆司 (")	Gregorio Flores N. (")
	Erick Soriano B. (")
	Carlos Guevara R. (")
	Carlos Sotomayor G. (")
	Yorry Elena Carrasco (")

4. 1. 2 調査団

担 当	日本側	ペルー側 (カウンターパート)
団 長	山口武晴 (IDCJ)	Antonio Bararezo (INGEMMET)
採 鉱	鶴見憲二 (")	Alejandro Ladera (")
選 鉱・用 水	大木久光 (")	Aquiles Figueroa (")
電 気・通 信	斉藤 隆 (")	
福利・インフラ	中島正博 (")	Eli Hernandez (")
評 価	井上 裕 (")	Alejandra Dias (")

- 注 MMAJ : 金属鉱業事業団 (Metal Mining Agency of Japan)
 IDCJ : 国際開発センター (International Development Center of Japan)
 INGEMMET : 地質鉱物冶金研究所 (Instituto Geologico Minero y Metalurgico)

4.2 現地調査日程

第1・2表 調査日程表

No	月日	曜日	主な行動
1	10-7	月	成田発 (CP002 18:15)
2	8	火	Lima 着 (06:15)
3	9	水	大使館, 国際協力事業団リマ事務所, 金属鉱業事業団リマ事務所および INGEMMET 表敬
4	10	木	動力鉱山大臣, 鉱山総局長表敬 INGEMMET カウンターパートと調査基本方針協議
5	11	金	調査団事務所開設, カウンターパートと一般討議
6	12	土	地域調査出発準備
7	13	日	Lima - Churin (調査団およびカウンターパート全員)
8	14	月	地域調査 (3班に別れて行動)
9	15	火	" (")
10	16	水	Churin - Lima
11	17	木	情報収集・資料整理
12	18	金	" 主な情報収集先:
13	19	土	" 日本大使館, 国際協力事業団リマ事務所,
14	20	日	" 金属鉱業事業団リマ事務所,
15	21	月	" 三井金属鉱業リマ支社, ベルー三井物産㈱
16	22	火	" 日本電気リマ, その他
17	23	水	" 動力鉱山省, 運輸通信省, 労働省, 気象・水文庁
18	24	木	" 農林省, 電力公社, Callao 税関, 鉱業協会 Santa Luisa 鉱業㈱, Buenaventura 鉱業㈱ Raura 鉱山㈱, 中部鉱山公社 (CENTROMIN) Huanzala 鉱山, 機械・電気メーカー, その他
19	25	金	調査団/カウンターパート総合会議
20	26	土	情報資料解析, 計算・関係図面作成, 情報収集
21	27	日	" , " , "
22	28	月	" , " , "
23	29	火	" , " , "
24	30	水	" , " , "
25	31	木	" , " , "
26	11-1	金	調査団/カウンターパート担当別開発粗案作成
27	2	土	"
28	3	日	"
29	4	月	"
30	5	火	"
31	6	水	"
32	7	木	金属鉱業事業団/調査団/INGEMMET 総合会議
33	8	金	大使館, 国際協力事業団へ調査結果報告
34	9	土	帰国準備
35	10	日	Lima 発 (00:15)
36	11	月	成田着 (CP 003, 17:20)

第 2 章

鉍 山 開 発

第1節 地質・鉍床および埋蔵鉍量

第2節 採 鉍

第3節 選 鉍

第4節 鉍害防止設備

第5節 その他計画

第6節 総 括

第2章 鉱山開発

第1節 地質・鉱床および埋蔵鉱量

国際協力事業団・金属鉱業事業団による「ペルー共和国イスカイクルス（オヨン）地域資源開発協力基礎調査報告書・総括報告書」より。

1.1 地質概要

Iscaycruz地域は、地質層序の上では、Cobbing (1973) による白亜紀堆積盆地帯に在り、中生代白亜紀の堆積岩類が広く厚く分布している。下部は主に珪質砂岩、頁岩などより成る碎屑岩類、上部は泥灰岩と頁岩を伴う石灰岩類、最上部が赤色層である。

下部の碎屑岩類は、下位より Oyon (オヨン), Chimu (チム), Santa (サンタ), Carhuaz (カルワス) 及び Farrat (ファラット) の各累層に区分される。上部の石灰岩類は、下位より Pariahuanca (パリアウアンカ), Chulec (チュレック), Pariatambo (パリアタンボ), Jumasha (フマーシャ) 及び Celendin (セレンディン) の各累層に区分される。最上部が Casapalca (カサパルカ) 赤色層である。

これらの白亜紀堆積岩類は、第三紀 Calipuy (カリプイ) 火山岩類に不整合に覆われ、さらに第三紀以後のトータル岩、石英安山岩、花崗斑岩などに貫入されている。

白亜紀堆積岩類は、アンデス造山運動に伴う激しい構造運動を蒙り、NNW-SSE方向を軸とする複合褶曲構造を造っており、褶曲軸に平行する衝上断層を伴っている。

珪岩又は珪質砂岩よりなる Chimu 層と頁岩・砂岩互層より成る Carhuaz 層の間には、主としてよく成層した青灰色の石灰岩よりなり 50~100m の層厚を有する Santa 層が細長く分布し、本層が Iscaycruz 鉱化帯の母岩となっている。Santa 層は、褶曲構造の翼部に位置し、著しい折畳褶曲のため、その傾斜はほぼ垂直であり、本地域中央部の Limpe 地区及び Limpe 南 (Tinyag) 地区では逆転構造を造っている。

1.2 鉱床概要

Iscaycruz 地域は、Bellido ほか (1969) による、西部アンデス鉱床生成区内の高原台地多金属鉱床生成亜区に位置し、地域内には Iscaycruz 鉱化帯および Chupa 鉱床が存在する。また、本地域の周辺には、Raura 鉱山 (Pb・Zn), Uchuc Chacua 鉱山 (Ag), Atacocha 鉱山 (Pb・Zn・Ag), Cerro de Pasco 鉱山 (Pb・Zn・Ag), Huaron 鉱山 (Pb・Zn・Ag), Santander 鉱山 (Cu・Zn) など多くの鉛・亜鉛・銀の中堅鉱山が稼動している。

Iscaycruz隣接地域の各鉱床は、鉱種・形態・成因により、次のように分類される。

- ・白亜紀石灰岩類中に形成された銅・鉛・亜鉛高温交代鉱床
Raura 鉱床, Chupa 鉱床, Iscaycruz 鉱化帯の一部
- ・白亜紀石灰岩類中に胚胎した鉛・亜鉛・黄鉄鉱熱水性交代鉱床
Iscaycruz 鉱化帯
- ・白亜紀石灰岩類中の銀・鉛・亜鉛脈鉱床
Uchuc Chacua 鉱床, Raura 鉱床の一部
- ・第三紀火山岩類及び貫入岩中の銀・鉛・亜鉛脈鉱床
Chanca 鉱床, Raura 鉱床の一部

1. 3 鉱化・変質作用

1. 3. 1 Iscaycruz 鉱化帯

Iscaycruz 鉱化帯は、Santa 層石灰岩中に胚胎し、北端のCanaypataより南端のAntapampaにかけて、延長12kmにわたって断続分布する。 鉱徴としては、鉛・亜鉛を含有する黒色ゴッサン、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を濃集する塊状黄鉄鉱鉱床、黄銅鉱・閃亜鉛鉱を濃集するスカルン鉱床、黄銅鉱・閃亜鉛鉱を鉱染する赤鉄鉱鉱床、菱鉄鉱層中の方鉛鉱・閃亜鉛鉱の鉱染などがある。

地表部に広く分布する黒色ゴッサンの構成鉱物は、主として針鉄鉱・石英・カオリナイトで、マンガン酸化物および菱鉄鉱を伴う。 含有金属成分の大部分は、含水フランクリン鉱・菱亜鉛鉱などの酸化物に由来している。 黒色ゴッサンは、マンガン成分に富む菱鉄鉱の酸化産物である。

塊状黄鉄鉱鉱床は、黄鉄鉱を主体とし、磁硫鉄鉱・白鉄鉱を含み、時に方鉛鉱・閃亜鉛鉱または黄銅鉱を濃集する。 鉱体内には晶洞がよく発達しており、周辺部では赤鉄鉱が生じている。 閃亜鉛鉱中には点滴状黄銅鉱が包有されている。

Iscaycruz 鉱化帯は、後マグマ期の接触交代作用と熱水期の熱水交代作用が共存するのが特徴であり、高温条件下で生成したスカルンは後退変質作用を蒙っている。

スカルン鉱床の主要鉱物は、透角閃石・ざくろ石・緑れん石・石英などであり、含有される鉱石鉱物は黄銅鉱・閃亜鉛鉱・磁鉄鉱を主とする。

鉱床母岩の変質としては、珪化、絹雲母化、粘土化、菱鉄鉱化、ドロマイド化、角礫化などが著しい。 鉱化作用と関係を有する火成岩には、Cunsha Punta 峠付近のOyon層及びChimu層中に貫入した酸性岩脈がある。

Iscaycruz 鉱化帯における鉱石鉱物濃集の程度は断続的で変化に富む。 全体的にみると、酸性火成岩の活動の中心に最も近いLimpe南地区に、Cu・Znを主とするスカルン鉱床が生成し

ている。その北方および南方に隣接する Limpe 地区および Cunsha Punta 地区に、塊状硫化鉱床が形成され Pb・Zn を濃集している。さらに最外側の Iscaycruz 峠地区及び Antapampa 地区には、マンガン成分に富む菱鉄鉱層中の Pb・Zn 鉱染鉱床が胚胎している。これら各タイプの鉱床は酸性火成岩を中心に累帯分布し、一連の鉱化帯を形成していると考察される。

1.3.2 Chupa 鉱床

Chupa 鉱床は、Limpe 南地区スカルン露頭の西方約 600m に位置し、Paliahuanca 層石灰岩の一部を交代したスカルン鉱床であり、主に亜鉛・銅を伴う。本鉱床は、かつて 2 レベルで坑道探鉱が行われ、各々富鉱部が捕捉されている。

鉱床母岩である Paliahuanca 層は、層厚約 100m の塊状石灰岩よりなり、逆転構造を造っている。鉱床付近には、ENE-WSW 系および E-W 系断裂群が発達しており、鉱化作用はこの断裂系に強く規制されている。

スカルン鉱物は、透角閃石・灰鉄輝石・石英・菱鉄鉱が主で、緑泥石・絹雲母・緑れん石・珪灰鉄鉱などを伴っている。鉱石鉱物は、閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・磁鉄鉱が主で、他に黄銅鉱・磁硫鉄鉱・輝蒼鉛鉱などが認められる。

本鉱床の近辺には火成岩は発見されないが、本鉱床の生成は Iscaycruz 鉱化帯と同一の鉱化作用に基づくもので、酸性火成岩の活動に由来するものと推測される。

1.4 埋蔵鉱量

1.4.1 鉱量試算方法

資源開発協力基礎調査においては、Limpe 地区にボーリングおよび坑道による調査が集中的に実施され、高品位な銅・鉛・亜鉛鉱床である Limpe 鉱床の賦存が確認されている。

Limpe 地区の鉱床胚胎層準としては、Santa 層中の下盤層準と上盤層準の 2 層準が顕著であり、最も鉱況優勢なのが下盤鉱体である。鉱床は、石灰岩を交代した不規則塊状鉱床であり、かつ鉱体の形状や品位分布は変化に富んでいる。現在、坑道およびボーリングで 10 数箇所が高品位鉱石部が捕捉されているが、これまでの調査では鉱化帯の走向方向総延長 1,400m の間にクロスカットが 4 本だけ、またボーリングは 100m 間隔で実施されているだけなので、鉱体の詳細を解明するには未だ情報量が不足しており適確な鉱量計算を行える状況にはない。

しかしながら、これらの鉱石部は、黄鉄鉱鉱化作用および角礫化作用と密接な関連があり、また石灰岩層の構造にも規制されているため、ある程度の連続性を有することが推定される。資源開発協力基礎調査では最も簡潔かつ客観的方法であるポリゴン法 (Polygon Method) により概略の鉱量と品位を算出している。

1. 4. 2 試算プロセス・試算基礎

- (1) 実厚2m以上, Pb+Zn 10%以上, 銅鉱の場合はCu2%以上を鉱量計上の対象とする。Pb + Zn \geq 10%, Cu \geq 2%を示すサンプル数が1個のみの場合は除外する。
- (2) 捕捉された各鉱石部の中心点が、鉱化帯の延長方向に平行する透視断面 (N20° W~S20° E) にプロットする。
- (3) 鉱石部の境界面および鉱石又は母岩の面構造のボーリング方向に対する角度から、各鉱石部の実厚求め、次にこれをもとにして鉱体又は母岩の推定傾斜から水平方向の実巾に変換する。
- (4) 鉱量計上範囲は、捕捉された鉱石部の中心点より、走向方向および垂直方向とも、水平実巾の5倍以内、最大50mまでとする。
- (5) 地表より30mまでの範囲は、酸化・溶脱の可能性があるので、鉱量計算範囲から除外する。
- (6) 各鉱石部中心点を結ぶ距離が、2点の水平実巾合計の5倍以内で、地質的に鉱石部の連続が予想される場合は単一鉱体とみなし、各捕捉点を中心とするポリゴンを設定し、ポリゴンの境界線は隣接する捕捉点から等距離になるよう設定する。
- (7) なお、鉱化層準延長部で鉱石部を確認できなかった地点についても、未鉱化部を削除するためポリゴンを設定し、鉱石部捕捉点が1点のみの鉱体は4角形とする。
- (8) 各ポリゴン毎に面積・容積を求め、鉱量・品位を集計する。なお比重は、26個のサンプルの実測値の平均3.83に空隙率12%を考慮し、3.4とする。
- (9) 埋蔵品位については安全率95%を使用する。

1. 4. 3 試算結果

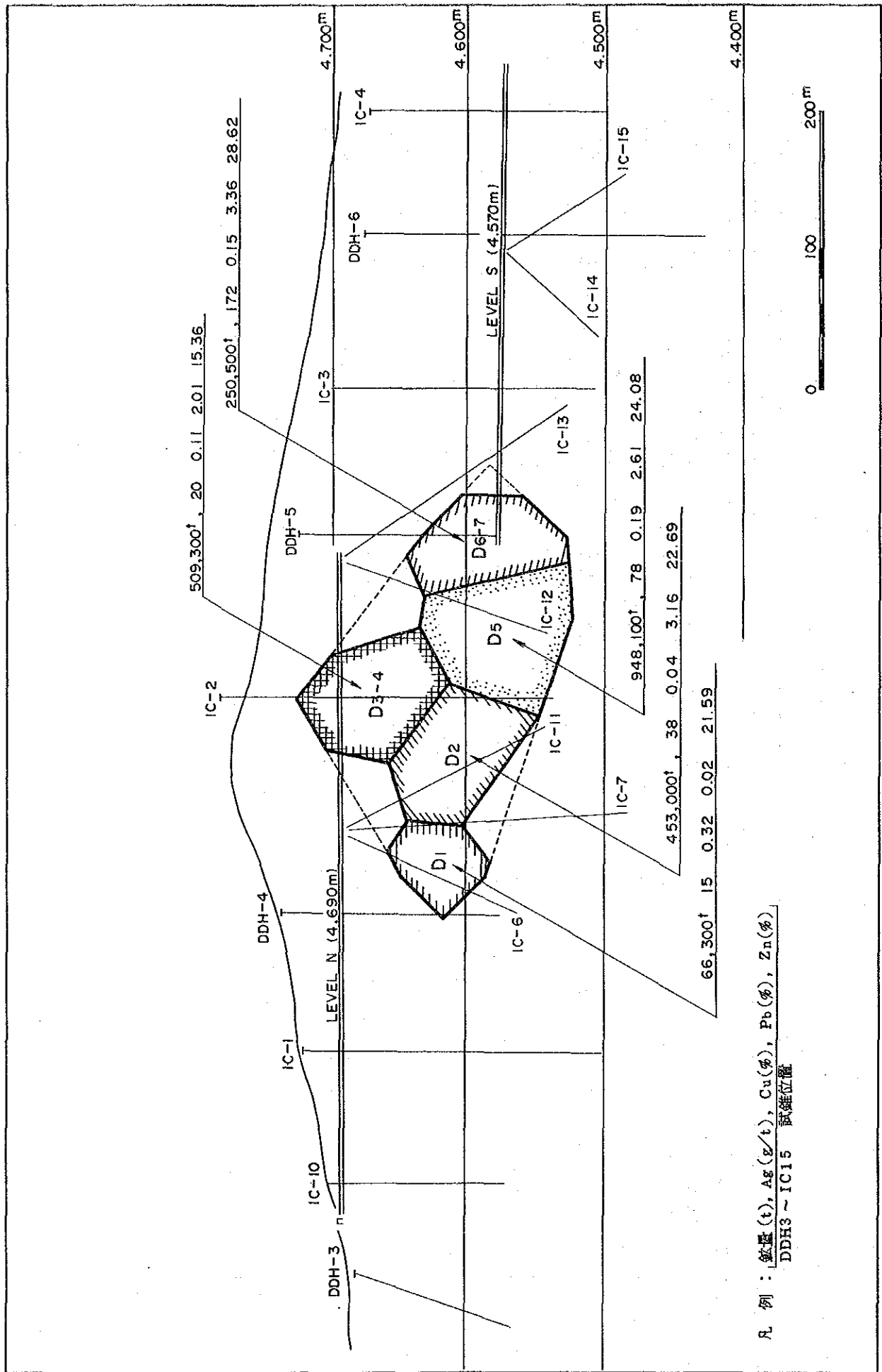
鉱量は上盤鉛・亜鉛鉱体, 下盤鉛・亜鉛鉱体および銅鉱体の3種に分けて計算されている。各鉱体の鉱画別鉱量計算結果は第2・1表のとおりであり、また鉱画分布は第2・1図~第2・3図の如くである。 鉱種別の計算結果をまとめると次のようになる。

	埋蔵鉱量 (千トン)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
鉛・亜鉛鉱	3,257	48	0.13	1.95	18.99
銅 鉱	102	32	2.84	0.03	0.39

第2·1表 埋藏鉍量計算結果

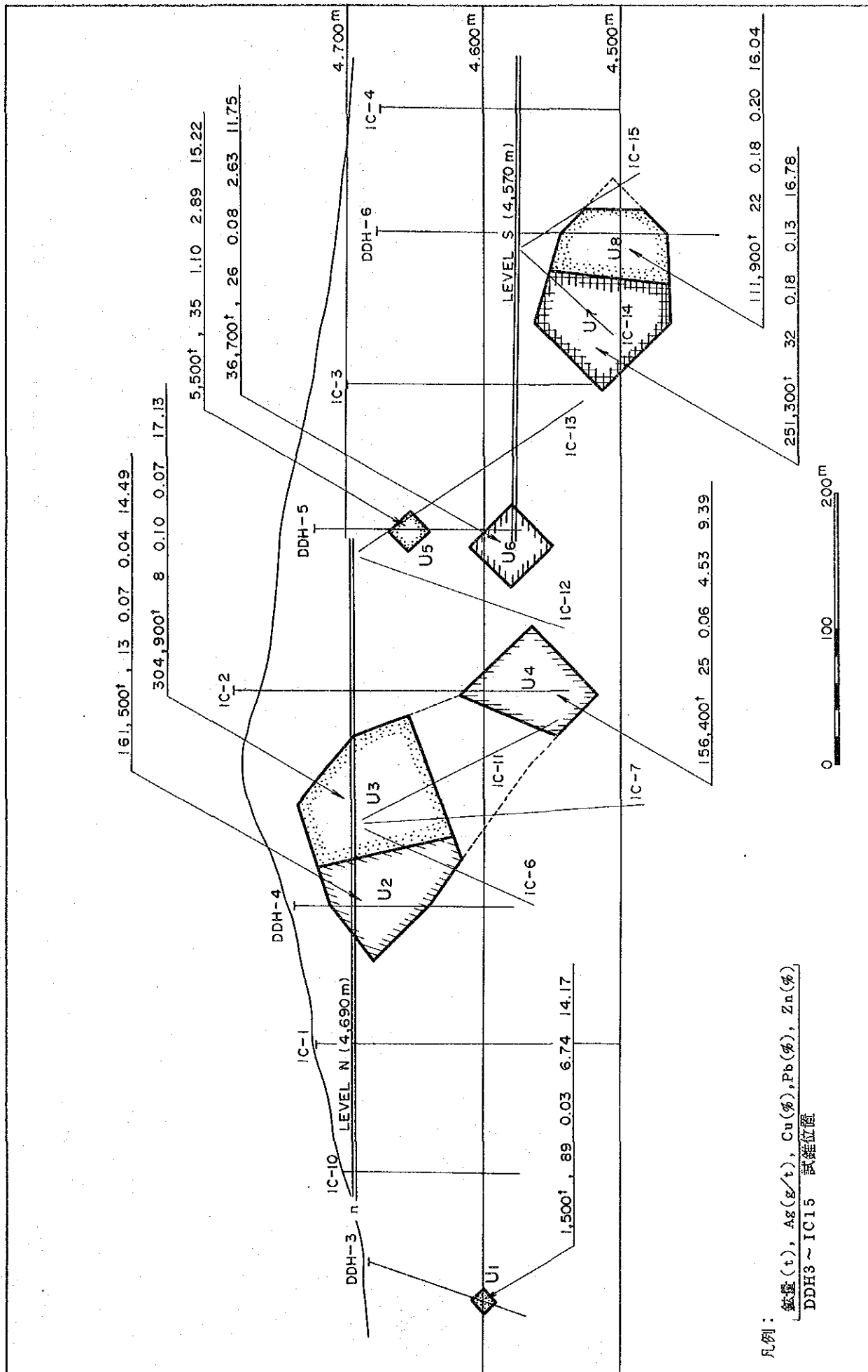
鉍種	鉍面	鉍量 (t)	品位				金屬量			
			Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (kg)	Cu (t)	Pb (t)	Zn (t)
Pb·Zn 鉍： 下盤鉍體	D ₁	66,300	15	0.32	0.02	21.59	994	212	13	14,314
	D ₂	453,000	38	0.04	3.16	2269	17,214	181	14,314	102,785
	D ₃₋₄	509,300	20	0.11	2.01	1536	10,186	560	10,236	78,228
	D ₅	948,100	78	0.19	2.61	2408	73,951	1,801	24,745	228,302
	D ₆₋₇	250,500	172	0.15	3.36	2862	43,086	375	8,416	71,693
	計	2,227,200	65	0.14	2.59	2224	145,431	3,129	57,724	495,322
	上盤鉍體	U ₁	1,500	89	0.03	6.74	1417	133	0	101
U ₂		161,500	13	0.07	0.04	1449	2099	113	64	23,401
U ₃		304,900	8	0.10	0.07	1713	2439	304	213	52,229
U ₄		156,400	25	0.06	4.53	939	3,910	93	7,084	14,685
U ₅		5,500	35	1.10	2.89	1522	192	60	158	837
U ₆		36,700	26	0.08	2.63	1175	954	29	965	4312
U ₇		251,300	32	0.18	0.13	1678	8,041	452	326	42,168
U ₈		111,900	22	0.18	0.20	1604	2,461	201	223	17,948
計	1,029,700	19	0.12	0.89	1515	20,229	1,252	9,134	156,036	
合計 品位修正(×95%)	計	3,256,900	51	0.13	2.05	1999	165,660	4,381	66,858	651,114
	品位修正(×95%)	3,256,900	48	0.13	1.95	1899	157,377	4,161	63,515	618,558
Cu 鉍：	C ₁	41,600	23	24.8	0.02	0.46	956	1,031	8	191
	C ₂	1,900	5	7.10	0.22	0.48	9	134	4	9
	C ₃	47,700	46	34.3	0.03	0.43	2,194	1,636	14	205
	C ₄	4,800	32	2.20	0.02	0.29	153	105	0	13
	C ₅	5,900	23	24.3	0.11	0.11	135	143	6	6
合計 品位修正(×95%)	計	101,900	34	2.99	0.03	0.42	3,447	3049	32	424
	品位修正(×95%)	101,900	32	2.84	0.03	0.39	3,274	2,896	30	402

第2.1图 Pb·Zn 矿 (下盘矿体) 矿面分布图

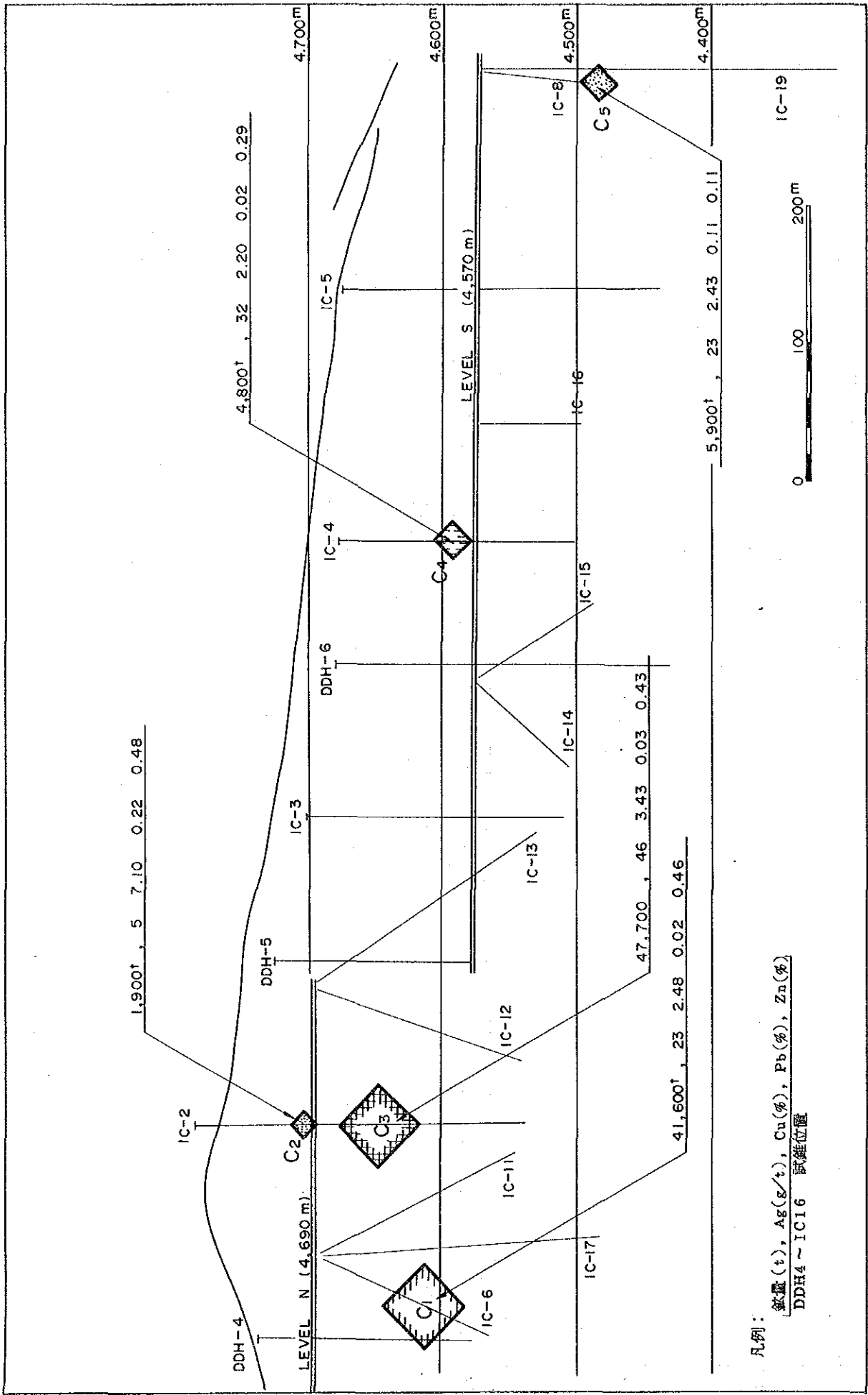


凡例：矿量(t), Ag(g/t), Cu(%) , Pb(%) , Zn(%)
DDH3~IC15 试矿位置

第2·2圖 Pb·Zn 鉱 (上盤鉱体) 鉱面分布図



第2·3图 Cu 鋳 鋳 画面分布图



第2節 採 鉱

2.1 概 要

2.1.1 採鉱法の選択

採鉱法の決定にはまず露天掘とするか、あるいは坑内掘にするかの選択があるが、Iscaycruzの鉱床賦存地域は東西に海拔5,000m級の山脈が連なった峡谷部となっているため、露天掘の際には最終ピットスロープを60°としても剝土比が約30となり、かつピット深さも平均約200mに達するので、露天掘は技術的・経済的に不相当であると判断した。

坑内採鉱法については以下の理由から機械化カットアンドフィル法を採用する。

- (1) 初期開坑量が比較的少ない。
- (2) 細部採鉱が不十分でも対応できる。
- (3) 可採率が高く、ずり混入率が少ない。
- (4) 鉱床の膨縮に対応し易い。
- (5) 機械化により高能率採掘が可能である。
- (6) 坑外各所にガレ場があり充てん材の確保が容易である。
- (7) ペルー国内で最も普及している採鉱法である。

2.1.2 計画基本数値

採鉱計画の基本数値は以下のとおりであり現S坑準（海拔4,570m）以上を採掘の対象とする。

採掘対象埋蔵鉱量 (t)	2,050,300 (鉛・亜鉛鉱)
可採率 (%)	85
ずり混入率 (%)	15
年間出鉱量 (t)	225,000 (1日当り 750t)
年間操業日数 (日)	300
1日当り操業方数 (方)	2
1人当り年間出役工数 (工)	260

2.1.3 坑内骨格構造 (附属図面004~006参照)

鉱床の賦存状態からみて、1日当り出鉱量750tを確保するためには出来るだけ掘場の数を多くする必要がある。このため採掘レベルを0m（現S坑準、海拔4,570m）、+40m、+80mおよび+120m（現N坑準、海拔4,690m）の40m間隔とし、各レベルにおける掘場へのアプローチ坑道の数は100m間隔で3~4個とする。

各レベルでは主要水平坑道および主要鉱石坑井と、主要鉱石坑井それぞれに対応するトラックレス斜坑を Santa 層中に開さくする。また充てん土砂および通気のための兼用坑井を鉱床から離れたところを開さくする。

精密探鉱期間中に +120m レベル向けのもの、また開発工事期間中に +40m レベル向のトラックレス斜坑を坑外から開さくする。これらの斜坑はサービスおよび通気に用いるだけでなく、必要がある場合鉱石の搬出あるいは充てん土砂の搬入にも使用する。

2. 2 開坑計画

2. 2. 1 主要坑道

主要坑道は上記の如く 0m, +40m, +80m および +120m に設ける。0m レベルは選鉱場へ鉱石を運ぶ主要運搬坑道および入気・排水坑道として使用する。従って現 S 坑々道は岩盤状況の悪い個所は切替えた上さらに延長し、50×50cm の側溝をもつ加背 3.0×3.0m の運搬坑道とする工事を開発工事期間中に実施する。開さく工事は通気およびずり処理関連工事の進捗状況に応じてレールローダー掘進（加背 幅 2.6m×高 2.5m）あるいはロードホールダンプ掘進（加背 幅 4.0m×高 2.8m）で行い、レールローダー掘進部は追切りし所要の加背まで拡幅する。

2. 2. 2 坑 井

主要鉱石坑井； 下盤鉱床採掘用に鉱床より約 30m 離れた Santa 層中に、間隔約 100m で 3 本（OR-1, 2, 3）開さくし、また上盤鉱床採掘用に同じく Santa 層中に 1 本（OR-4）開さくする。OR-1, 2, 3 は径 2.1m φ、傾斜 80° としてレーズボーラーで掘さくし、掘さく長さは OR-1, 2 がそれぞれ 120m, OR-3 は 80m となる。OR-4 は従来工法で掘さくし、加背 1.8×1.5m, 掘さく長 90m とする。

主要鉱石坑井はいずれも各レベルの主要坑道およびトラックレス斜坑と連絡させ、0m 主要運搬坑道の上部にそれぞれ容量約 200t の貯鉱ビンを設ける。

充てん土砂・通気兼用坑井； 鉱床近くに間隔約 100m で掘さくする。これらの坑井は採鉱切羽と直接連絡し、切羽充てんの際は土砂抽出に用い、抽出の終わった後は通気に利用する。

サービス坑井； 圧気用配管、さく岩用水配管および低圧電源ケーブル布設に用いるため +120m レベルから 0m レベルに通ずるもの 1 本開さくする。土砂・通気兼用坑井およびサービス坑井はいずれも従来工法で掘さくし、加背は 1.8×1.5m とする。

2. 2. 3 トラックレス斜坑

下盤鉱床採掘に使用するトラックレス斜坑3本を、下盤鉱床と主要鉱石坑井（OR-1, 2, 3）との間の区域に開さくし、各斜坑は各主要鉱石坑井に各々対応させる。上盤鉱床採掘には精密探鉱の際、開さくする斜坑をそのまま利用するが、探鉱結果の鉱況によっては主要鉱石坑井およびトラックレス斜坑の追加もあり得る。

トラックレス斜坑の規格は、いずれも加背4.0（幅）×2.8m（高さ）、傾斜9°30′（約1/6）、カーブ半径10m（内法）とする。

斜坑開さくは、開発工事期間に0mから+120mレベルまでの各レベルに連絡するもの1本だけを実施し、これ以外は操業中切羽の充てんサイクルに合わせてつれのびで開さくする。斜坑と切羽との連絡には、まず切羽から斜坑に向けてプラス傾斜（+1/5）の連絡坑道を開さくして斜坑と切羽を結び、切羽の上昇につれてこの連絡坑道の天盤打ちを行って切羽との連絡を維持する。連絡坑道の傾斜が切羽から-1/5に達したら新しい別の連絡坑道を切羽から斜坑上部に向けて開さくする。

2. 2. 4 切羽開坑

下盤鉱床は0mレベル以上を採掘対象として0m, +40m, +80m, +120mレベルにおいて、また上盤鉱床では鉱床のまとまっている+80mレベル以上を主な採掘対象として+80m, +120mレベルで、それぞれ開発工事期間中に鑄押掘進を行い、操業時に鉱床範囲内で天盤高さ3mで追切りをする。

鉱床の幅の広い個所あるいは岩盤状態の悪いところでは適宜垂直ピラーを設ける。

2. 3 操業計画

2. 3. 1 探開坑

開発工事に引続き、各操業年度に必要とする鉱床の細部探鉱および切羽維持開坑を実施する。各年度の探開坑量は約2,000m（9m/1,000t）とする。

2. 3. 2 採 鉱

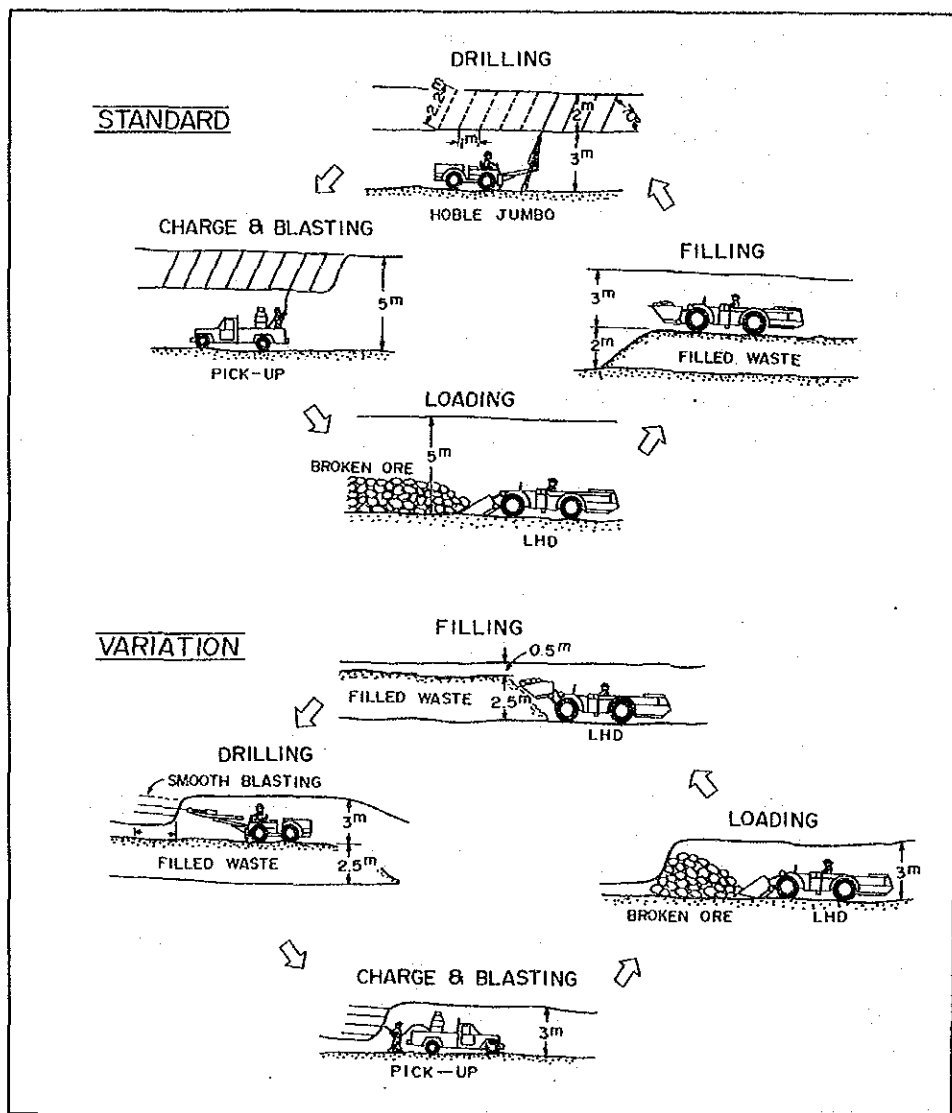
機械化カットアンドフィル法による採鉱を行うが、使用機械は開坑作業とも兼用する。さく孔には空動式モービルジャンボ（50HP級）および40kg級レッグさく岩機を使用し、運搬には3.5yd³級ロードホールダンプを使用する。

採鉱順序はまず各レベルにおいて鉱床範囲内の追切り拡幅を行い、これが終了した後、採掘サイクルに入る。1スライスの打上げ高さは2mとし、充てん高さも2mとすることを基準とし、採掘サイクルは上向きさく孔→装薬・発破→切羽運搬→充てんを標準とする。しかし岩

盤状況の悪いところでは鉱床範囲の追切り幅が終わった後、天盤高さまでまず充てんして出来るだけ上下盤の露出を少なくした上で水平さく孔を行い、引続き装薬・発破、切羽運搬を行う採掘サイクルを採用する。

なお上向き孔採掘の場合の天盤高さは切羽運搬時には5mとなるが、水平さく孔採掘では最高3mに規制される。 これら2種類の採掘法のサイクルを図示すれば概略、第2・4図のとおりである。

第2・4図 採 鉱 法



可採率： 採掘切羽の幅は最大30mに達するところもあり、この様な場所では岩盤状況によって垂直ピラーを設ける必要がある。 また各レベルとも採掘終了時には上部レベルとの

間に最小でも5m程度の水平ピラーを残さねばならず、この採掘対象外となる水平ピラーの鉱量は埋蔵鉱量の約10%になる。

さらに充てんずりに混入して回収不能となる起砕鉱石や、一部の切羽に垂直ピラーを設定することを考慮して可採率は85%と見込んだ。

ずり混入率； ずり混入率の推定には、まず充てんずりの混入を考慮する必要がある。鉱石採掘における1スライスの天盤打上げ高さを2mとし、かつ切羽運搬の際に充てんずりを厚さ20cmで鉱石と一緒にすくい取ってしまうと仮定すると、充てんずり混入率は破碎岩石膨張率を1.6とした場合次のようになる。

$$[(0.20\text{m} \times 1 / 1.6) \div (2.0\text{m} + 0.20\text{m} \times 1 / 1.6)] \times 100 = 5.9\%$$

この他、高品位鉱床部分では作業時にたとえピラーを残すとしても、鉱床範囲ぎりぎりまで採掘することもあり、また大型機械を使用してトラックレス採鉱を行っている他鉱山の実績なども参考にすると、全体のずり混入率は15%になると推定される。

2.3.3 さく孔・発破

さく孔； 採掘および坑道掘進に用いるさく孔機械は、主としてディーゼル駆動で空動さく岩機を搭載した2ブームモービルジャンボを使用し、40kg級レッグさく岩機を補助的に用いる。

上向きさく孔の場合はさく孔角度70°、さく孔長2.2mとし、孔間隔および最小抵抗線は1m程度とする。また坑道掘進および水平さく孔で採掘を行う場合は、浮石落盤防止のためスムーズブラッシングを行うので天盤孔の間隔は50cmを基準とする。

発破； AN-FO装てん器を搭載した発破用トラック(ピックアップディーゼル)を使用し専門のクルーが実施する。爆薬はAN-FOを主とし、雷管はブースター用ダイナマイトが要らない導爆線付12号非電気式ミリ秒レ秒雷管を使用する。

2.3.4 運搬

切羽および坑道開さくからの鉱石とずりの運搬には、ペルーの鉱山で多く使われている3.5yd³級のロードホールダンプを使用する。鉱石は各切羽からトラックレス斜坑を經由して主要鉱石坑井(OR-1~4)に投入し、0mレベル(主要運搬坑道)で各シュートから抽出して、8tトロリー電気機関車けん引の5tグランビー鉱車(10輛編成)で選鉱場受入粗鉱舎まで運搬する。

この運搬系統に不測の事態が発生した場合には、鉱石はロードホールダンプで切羽から直接トラックレス斜坑々口まで運び、ダンプトラックに積替えて選鉱場まで運搬する。

なお選鉱受入粗鉱舎には油圧ブレーカーを常備しておき、鉱舎上にある50×50cm目グリズリーを通過しない大塊を破碎する。

2.3.5 充てんと支保

充てん； 充てん材には操業期間中に発生する探開坑ずりを使用するほか、不足分については鉱床賦存地域の地表に数多く存在するガレ場から風化されてない珪岩礫を採取する。ずり坑井からのずり運搬にはロードホールダンプを使用する。

なお選鉱廃さいの坑内充てんは、廃さい粒度が比較的細かく脱水性が悪いと考えられることから考慮しなかったが、その採用の可否については操業開始後に研究する。

支保； 岩盤不良個所にはスームブラステングを行うことを原則とするが、必要に応じてルーフボルトを打設する。また断層破碎帯など岩盤の特に悪い所では、H型钢もしくは木柱で留付を行う。

2.4 設備計画

2.4.1 圧 気

圧気を使用する試錐機、モービルジャンボ、レッグさく岩機、ストーパーおよびレールローダーの空気消費量に漏洩・エアブローを加えた全空気消費量は109m³/minである。これを賄うため有効吐出量55m³/minのコンプレッサーを予備機を含め3台設置する。

配管はコンプレッサー室より+120mレベル向斜坑を經由して+120mレベルのサービス坑井まで12"パイプ約400mを布設し、サービス坑井内は8"、各主要坑道内は4"パイプを布設する。

2.4.2 通 気

機械化トラックレス採鉱法を採用するので、ディーゼル機関の排気ガスの処置が重要であり、また発破の跡ガスや微粉塵の排除も重要である。自然通気について検討したが、主要坑道のレベル差が最大でも120mしかなく自然通気だけでは不十分（坑内外温度差10℃として5mm水柱程度）なので、+120mレベル現N坑々口に排気用扇風機を1台設置して強制通気を行う。

所要通気量は2,200m³/minで、通気経路を0mレベル主要鉱石運搬坑道の坑口を入気、+120mレベル現N坑々口を排気とした場合、坑内の全通気抵抗は0.117ワイスバツハ(kgs²/m⁵)となり、もしこの経路に2,200m³/minの空気を流すと坑内の圧力降下は

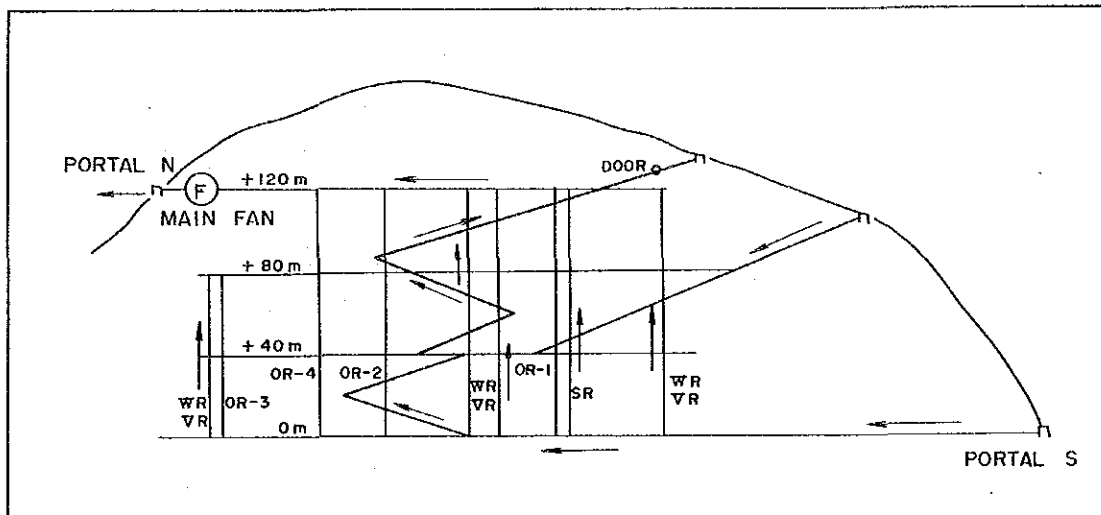
$$h=RQ^2=0.117(2,200/60)^2=157\text{mm水柱}$$

となり、高水柱の扇風機が必要となる。従って通気抵抗を極力減らすため +40m レベル向けの斜坑を地表より開さくし、これを主要入気坑道とする。この場合全通気抵抗は0.0426 ワイスバッハに減少し、圧力降下も 57mm 水柱と大幅に低下する。

以上から自然通気がマイナスに作用する場合、あるいは種々の圧力損失および将来の 0m レベル以下の開発などを考慮して、+120m レベル現 N 坑々口に設置する扇風機の仕様は容量 $2,200\text{m}^3/\text{min}$ 、圧力 80mm 水柱、電動機 75kW とする。また通気の不良個所には必要に応じ、 $450\text{m}^3/\text{min}$ 、65mm 水柱の 11kW 級の局所扇風機を適宜設置する。

開発工事終了時の通気系統は第 2・5 図のとおりである。

第 2・5 図 通気系統



2. 4. 3 給排水

さく岩用水は坑外の選鉱用水タンクより 3" パイプで +120m レベル向斜坑々口、サービス坑井を経て送られ、サービス坑井以降は各レベルで 2" あるいは 1" パイプで必要個所へ給水する。

坑内排水はすべて自然流送とし、各レベルの排水は各トラックレス斜坑を自然流下して 0m 主要運搬坑道に集められ、50×50cm の側溝を通じて坑外に排出する。

2. 4. 4 その他附属設備

採鉱事務所、食堂、採鉱機械修理工場、コンプレッサー室、倉庫などを +120m レベル向斜坑々口付近に集約して建設し、火薬庫は山の斜面に坑道を切り込んで設備する。電車・鉱車修理場は 0m レベル坑口に設ける。

2. 5 主要機械と主要物品使用量

2. 5. 1 主要機械

名 称	台数	仕 様
モービルジャンボ	4	100mm φ級ドリル搭載, 2ブーム
ロードホールダンプ	6	3.5yd ³ 級, 185HP
レッグさく岩機	12	40kg級
ストーパー	6	40kg級
コンプレッサー	3	容量 55m ³ /min, 265kW
主扇風機	1	容量 2,200m ³ /min, 75kW
局所扇風機	3	450m ³ /min, 11kW
電気機関車	2	トロリー式, 8t
鉱 車	15	グランビー型, 容量5t

2. 5. 2 主要物品使用量

品 名	単位	年間数量	粗鉱t当り
AN-FO	kg	46,700	0.208
ダイナマイト	kg	78,400	0.348
雷 管	個	82,700	0.37
導 火 線	m	97,600	0.43
軽 油	ℓ	576,000	2.6

第3節 選 鉱

3.1 選鉱試験

国際協力事業団・金属鉱業事業団「昭和60年度ペルー共和国イヌカイクルス地域開発計画
調査・選鉱試験報告書」より。

昭和60年10月から約2ヵ月間、坑道で採取した鉱石を用いて実験室規模の試験を行い、選鉱操業成績の推定および選鉱場設計のための基礎条件などについて追究した。

3.1.1 試験試料

試料の調整： 試験試料はS坑2ヵ所、N坑1ヵ所合計3ヵ所の盾入坑道側壁から採取したが、いずれも出鉱見込品位 (Ag35g/t, Cu0.10%, Pb1.61%, Zn15.92%) に比べ高品位であったので、これをそのまま浮選試験試料として用いることは好ましくないと判断し、岩盤際の低品位鉱を混合したのち3鉱種を混合し、浮選試験の主体試料とする混合試料を作成した。

品位： 浮選試験に用いた混合調整試料の完全分析結果は第2・2表のとおりである。

第2・2表 完全分析表

Ag (g/t)	80.0	Hg (g/t)	<0.5
Cu (%)	0.08	Ga (%)	0.004
Pb (%)	1.3	Mn (%)	0.12
Zn (%)	20.5	T-S (%)	30.8
Cd (%)	0.03	SiO ₂ (%)	13.6
Sn (%)	<0.005	Al ₂ O ₃ (%)	2.0
Fe (%)	20.2	CaO (%)	4.2
Sb (%)	<0.001	MgO (%)	2.1
As (%)	0.04	LOI (%)	5.8
Bi (%)	<0.001		

3. 1. 2 鉱石の性状

構成鉱物： 顕微鏡観察、X線回折およびEPMA面分析による結果をまとめると次のようになる。

- (1) Zn 鉱物は閃亜鉛鉱 (ZnS) で粗粒である。
- (2) Pb 鉱物は方鉛鉱 (PbS) で、粗粒のものと一部黄鉄鉱中に細脈状に存在するものがある。黄鉄鉱中の方鉛鉱は10ミクロン程度の微粒で単体分離が難しく、片刃産物を作り易い。
- (3) Cu 鉱物には黄銅鉱 (CuFeS_2)、斑銅鉱 ($\text{Cu}_5\text{S} \cdot \text{FeS}_4$)、銅藍 (CuS)、硫砒銅鉱 ($\text{Cu}_2\text{S} \cdot 4\text{CuS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$)、黄錫鉱 ($\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS} \cdot \text{SnS}_2$) などが存在するが、大半は黄銅鉱で閃亜鉛鉱中に細粒～ドット状に存在し、単体分離が困難なため、そのほとんどはZn精鉱中に混入する。
- (4) Ag 鉱物は輝銀鉱 (Ag_2S)、カンフィルダイト ($4\text{Ag}_2\text{S} (\text{Sn} \cdot \text{Ge}) \text{S}$) である。カンフィルダイトは2～10ミクロンの大きさに閃亜鉛鉱中に存在し、また2～20ミクロンの輝銀鉱とカンフィルダイトが黄鉄鉱中にも存在する。
これらの輝銀鉱、カンフィルダイトはいずれも微粒で単体分離が困難なため、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱と挙動を共にする。採取されるAgは方鉛鉱に固溶しているものと、カンフィルダイトとして閃亜鉛鉱に伴うものの2種類に大別出来る。
- (5) 鉄鉱物は黄鉄鉱 (FeS_2) が主体であり、他に硫砒鉄鉱 (FeAsS)、赤鉄鉱 (Fe_2O_3)、磁硫鉄鉱 (Fe_{1-x}S) が存在する。
- (6) 脈石鉱物は石英、方解石、ドロマイトがほとんどで、粘土鉱物としては絹雲母、緑泥石、滑石がある。

鉱石比重と粉碎仕事指数： 混合調整試料のピクノメーターによる真比重測定結果は3.8であり、粉碎仕事指数 (Wi) はハードグローブ法による測定結果から11.0kWh/tと推定される。

3. 1. 3 浮選試験

浮選方式の選択： バルク浮選と直接優先浮選について比較したところ、粗選のPbおよびZn採取率は両方式の間に大差はなく、またZn精鉱のZn採取率はほとんど同程度の成績が得られるが、Pb精鉱中のPb採取率はバルク優先法では大幅に低下する。これはバルク粗浮鉱の精選段階で、黄鉄鉱抑制のため添加する消石灰により方鉛鉱が極端に浮きにくくなるためである。このことから本鉱床産鉱石に対する浮選方式は直接優先浮選法が適していると判断した。なおいずれの方式でもAgはその約60%が閃亜鉛鉱中に捕集されることは注目すべき問題である。

両者の浮選成績の比較は次のとおりである。

	バルク優先	直接優先
粗選 Pb 採取率 (%)	94.0	90.8
粗選 Zn 採取率 (%)	90.8	91.6
Pb 精鉱 Pb 採取率 (%)	44.9	71.6
Zn 精鉱 Zn 採取率 (%)	83.4	86.8
Pb 精鉱 Pb 品位 (%)	59.9	63.0
Zn 精鉱 Zn 品位 (%)	54.4	55.5

浮選条件： 一連の浮選試験結果から直接優先浮選法の適正な浮選条件は次のように見込まれる。

粉碎粒度	-200メッシュ 80%	
	Pb浮選	Zn浮選
粗選時間 (分)	5	10
精選段数 (回)	5	3
浮選別使用量 (g/t) :	消石灰 250	消石灰 1,400
	青化ソーダ 85	硫酸銅 300
	KAX 70	KAX 70
	起泡剤 40	起泡剤 60
粗選 pH	8.0~8.3	11.0~11.3

操業成績： バッチ試験の結果から操業成績は次の如く見込まれる。

	品位	採取率
Pb 精鉱 (%Pb)	65	80
Zn 精鉱 (%Zn)	52	88

Ag 採取率は Pb および Zn 精鉱中それぞれ 15%、58% と見込まれ、品位はそれぞれ 270g/t、80g/t 程度と見込まれる。 Ag が Pb 精鉱中に濃縮されないのは、前記の如く極微粒のカンフィルダイトが閃亜鉛鉱中に、また輝銀鉱とカンフィルダイトが黄鉄鉱中にも存在するためであり、本鉱床産鉱石自体のもつ固有な性質によるものである。

浮選産物の性状： 混合調整試料から得られた Pb 精鉱、Zn 精鉱および廃さいの完全分析結果は第 2・3 表のとおりであり、また廃水の分析結果は第 2・4 表のとおりである。

第2・3表 浮選産物完全分析表

	Pb精鉱	Zn精鉱	廃さい		Pb精鉱	Zn精鉱	廃さい
Ag (g/t)	770	150	17	Hg (ppm)	<0.5	<0.5	<0.5
Cu (‰)	0.15	0.22	0.02	Ga (‰)	<0.001	<0.017	<0.001
Pb (＃)	70.8	0.16	0.10	Mn (＃)	0.02	0.05	0.13
Zn (＃)	3.6	55.8	0.74	T-S (＃)	17.6	33.1	33.0
Cd (＃)	< 0.01	0.10	< 0.01	SiO ₂ (＃)	1.0	1.4	18.9
Sn (＃)	0.06	<0.005	<0.005	Al ₂ O ₃ (＃)	0.30	0.11	2.5
Fe (＃)	4.6	7.7	28.6	CaO (＃)	0.58	0.04	5.6
Sb (＃)	0.043	<0.001	<0.001	MgO (＃)	0.25	0.03	2.5
As (＃)	0.05	0.02	0.08	LOI (＃)	-2.3	0.14	5.0
Bi (＃)	0.005	<0.001	<0.001				

第2・4表 廃水の分析

pH	10.5	Zn (ppm)	0.02	As (ppm)	<0.02
Fe (ppm)	<0.05	Pb (＃)	<0.02	CN (＃)	0.04
Cu (＃)	2.0	Cd (＃)	<0.01	SO ₄ (＃)	745

3.1.4 考 察

一連のバッチ試験の結果から、Limpe 鉱床産の鉛・亜鉛鉱石は、Pb, Zn 鉱物とも片刃産物を作り易い部分を含みながらも、複雑な浮選方式を用いなくとも良い浮選成績を期待出来る見通しを得た。

しかし、片刃を作り易い部分の存在することは、鉱質によっては浮選成績、特にPb浮選に悪影響を及ぼすので、今後さらに色々な鉱質のものについてのバッチ試験および中規模連続試験を行い、本格的な選鉱場の設計、最適浮選条件の選定および操業成績の推定などに必要な基礎データの精度を高めることが必要である。

3.2 選 鉱 場

3.2.1 概 要

年間300日操業を行い粗鉱225,000tを処理し、Pb-Zn直接優先浮選でPb精鉱およびZn精鉱を生産する。選鉱場の1日当り平均粗鉱処理量は750tであるが、出鉱量の変動および機械修理などによる休転を考慮して、工場の設備能力は1日当り最大825tとする。

粗鉱の受入および破碎は採鉱の操業条件に合わせて2方操業とし、摩鉱以降は3方操業とする。破碎と摩鉱以降との鉱量調整は摩鉱々舎で行う。

工場位置は主要鉱石運搬坑道坑口レベル、周辺の地形・地盤および廃さい堆積場の位置などを考慮して、現S坑々口の南約800m離れた地域を選定した。工場の構成は鉱石運搬電車軌道レベルと廃さい堆積場の最終堆積レベルの関係から破碎場と摩鉱・浮選・脱水場の2工場に分け、両工場はベルトコンベヤーで連絡する。工場のスタイルは地形の関係から破碎場は半地下式水平型とし、摩鉱・浮選・脱水場は傾斜型とした。

3.2.2 設計基準

基 本： 選鉱試験結果によれば、本鉱床産鉱石は比較的処理し易く、特殊な技術あるいは処理系統は必要なく、また浮選方式もバルク優先法より直接優先法が優れている。この事実から起業費・操業費の低減を図り、かつ運転し易い工場とするため以下の事項を設計の基本とした。

- (1) プロセスは出来るだけ標準に近い形をとり、かつ可能な限り単純化する。
- (2) 摩鉱・浮選系統は2系列とする。
- (3) 自動化は必要最小限度にとどめ高度の計装化は避ける。
- (4) 粗鉱中に粘土鉱は少ないと考えられるので破碎場には水洗設備は設けない。
- (5) 工場は出来るだけ簡素化し、かつ機械の配置も運転および保守管理の面から能率的なものとする。
- (6) 摩鉱・浮選・脱水場は傾斜型工場の特徴を生かし、ポンプ類の省略を図る。
- (7) 工場用水は可能な限り繰返して使用し、用水コストを低減させる。

取扱鉱石； 平均品位 (%)	Cu 0.10, Pb 1.61, Zn 15.92
平均品位 (g/t)	Ag 35
真比重	3.8
平均水分率 (%)	5.0
粉碎仕事指数 W_i (kWh/t)	11.0

<u>破 碎</u> :	破碎方式	2段閉回路
	最大給鉱サイズ (mm)	500
	受入鉱舎容量 (t)	200
	最大1時間当り処理鉱量 (t)	90
	最終産物80% サイズ (mm)	12

<u>1次摩鉱</u> :	摩鉱方式	ボールミル (1段) - 分級機閉回路
	摩鉱々舎容量 (t)	800
	最大1時間当り処理鉱量 (t)	34.4
	分級機循環荷重 (%)	250
	分級機溢流濃度 (%)	40
	最終産物80% サイズ (μ)	74

<u>Pb浮選</u> :	<u>濃度 (%)</u>	<u>時間 (min)</u>
	コンデショニング	2
	粗 選	10
	精 選	9
	精選回数 (段)	5
	粗選パルプ pH	9
	精鉱品位 (%Pb)	65
	Pb採取率 (%)	80

<u>Zn浮選</u> :	<u>濃度 (%)</u>	<u>時間 (min)</u>
	コンデショニング	2
	粗 選	15
	精 選	7
	精選回数 (段)	3
	粗選パルプ pH	11
	精鉱品位 (%Zn)	52
	Zn採取率 (%)	88

再摩鉱；	取扱鉱種	Zn精選尾鉱およびZnスカベンジャーフロス
	摩鉱方式	ボールミルーサイクロン閉回路
	給鉱80%サイズ(μ)	147
	産物80%サイズ(μ)	74

精鉱脱水；		Pb精鉱	Zn精鉱
	精鉱シックナー・スピゴット濃度(%)	45	45
	精鉱粒度(-200メッシュ%)	90	85
	精鉱含水率(%)	7	7
	精鉱見掛比重	3.1	2.0

廃さい濃縮；	処理方式	カロコーンーシックナー2段濃縮
	Zn浮選尾鉱濃度(%)	25
	シックナー給鉱(カロコーン溢流)濃度(%)	22
	カロコーン・スピゴット濃度(%)	45
	シックナー・スピゴット濃度(%)	40
	Zn浮選尾鉱沈降速度(mm/min)	9.8

3. 2. 3 選鉱工程(付属図面007~009参照)

粗鉱受入； 坑内で採掘された鉱石は8tトローリー電気機関車が牽引する5tグランビー鉱車・10輛編成により運ばれて来る。受入鉱舎は鉄筋コンクリート製、容量200tとし採鉱との運転時間・鉱量差を調整する。鉱舎上端には500×500mmグリズリーを設け、1次クラッシャーの最大給鉱サイズを規制し、グリズリー篩上の大塊は油圧ブレーカーで破碎する。

破 碎； 1系列・2段閉回路で構成され、主な機械は1次および2次破碎機各1台と、2次破碎機と閉回路をなす振動篩1台である。200t受入鉱舎の鉱石は40" エプロンフィーダーで抜き出し、42"×30" シングルトルククラッシャーで砕いたのち、6'×14' 復床型振動篩(上段40mm, 下段15mm)で篩別け、篩上は5' 油圧コーンクラッシャーで破碎し振動篩へ繰り返す。振動篩の篩下は破碎最終産物として24" ベルトコンベヤーで摩鉱々舎へ運搬する。

摩鉱々舎は有効貯鉱量800tで、円形コルゲート鋼板製400t鉱舎2基で構成され、鉱舎上の24" シャトルコンベヤーによって各々の鉱舎へ給鉱する。

摩 鉱； 2系列で構成され、各系列とも9'×12' ボールミルおよびこれと閉回路をなす72" φスパイラル分級機各1台とで成り立っている。摩鉱々舎からの鉱石抜き出しは可変

電動機付20" ベルトフィーダーで行う。

浮選： Pb・Zn直接浮選方式を採用し、Pb浮選区とZn浮選区とに分ける。Pb浮選区の粗選系は60ft³浮選機8槽×2系列、精選系は21ft³浮選機10槽×1系列で構成され、Zn浮選区の粗選系は60ft³浮選機18槽×2系列、精選系は36ft³浮選機9槽×2系列で構成される。

精選回数はPb浮選では3-3-2-1-1の5段、Zn浮選では4-3-2の3段で行う。Pb精選尾鉱は、方鉛鉱と黄鉄鉱が細かく複雑にからみ合った片刃などが多いので1次磨鉱回路へ繰り返す。またZn浮選区の精選尾鉱とスカベンジャーフロスは、主として閃亜鉛鉱と黄鉄鉱が細かくマトリックス状に入り組んだ片刃、および閃亜鉛鉱中に斑点状に散在する微粒黄銅鉱などから成り立っているため再磨鉱する。

再磨鉱： 6'×6' ボールミル1台およびこれと閉回路をなす6"φサイクロン1台で構成され、Zn浮選の精選尾鉱およびスカベンジャーフロスを再磨鉱する。サイクロン溢流はZn粗選系へ繰返す。

精鉱脱水： Pb精選機の最終フロスは20'φシクナーで濃縮したのち、17ft²×6チャンパー加圧型フィルターで脱水し、ベルトスケールで秤量後、容量600tの精鉱ヤードに貯鉱する。Zn精選機の最終フロスは30'φシクナーで濃縮し、17ft²×14チャンパー加圧型フィルターで脱水して秤量後、容量5,000tの精鉱ヤードに貯鉱する。

各シクナーの溢流は工場用水として繰返し使用し、精鉱はショベルローダーで精鉱輸送トラックに積込み、トラックスケールで秤量したのち搬出する。

3.2.4 付帯設備

試薬： Pb・Zn浮選区で使用する各種試薬は、磨鉱々舎レベルに設ける試薬室で溶解・調整したのち、両浮選区の試薬添加室へ流送し、カップフィーダおよびフローメーターによって添加量を調整したのち、各必要箇所へ供給する。なおpH調整剤には消石灰を使用する。

計装： 工場内の計装は当面必要な箇所の指示・記録の範囲に限定し、鉱量指示計（秤量機）を磨鉱々舎および1次ボールミルの給鉱コンベヤーとPb、Znフィルターの精鉱コンベヤーにそれぞれ設置し、pH指示計をPb、Zn浮選区のコンデショナー排鉱部に取付ける。

サンプラー： Pb浮選給鉱（分級機オーバーフロー）、PbおよびZn浮選尾鉱の3カ所に湿式型を各1台設置し、Pb、Zn精鉱コンベヤーにそれぞれ乾式型1台を設置する。

その他： 事務所を浮選場建屋内に設け、主資材置場を脱水場内に設ける。 分析・試験室は試料調整室とともに、選鉱場に隣接して建設する。

3. 2. 5 主要原単位

物品 (g/t) : ボールミル用ボール	1,200
消石灰	4,000
青化ソーダ	80
ポタシウムアミルザンセート	140
硫酸銅	300
起泡剤	145
凝集剤	5
電力 (kWh/t) :	37.3
用水 (m ³ /t) : 新水量	2.41
繰返量	1.03
全使用水量	3.44

第4節 鉱害防止設備

4.1 選鉱廃さい処理施設

4.1.1 概 要

廃さい処理施設は最終 Zn 浮選尾鉱の濃縮設備、廃さい流送設備および堆積場から成る。濃縮設備で得られた清澄水は選鉱場内で再使用し、濃縮されたスラリーは堆積場までパイプ流送し、堆積場の上澄水は Yarahuaino 峡谷へ放流する。

4.1.2 濃縮および流送設備

平均濃度 25% の Zn 浮選尾鉱は、まず 18' φ カロコーンで濃縮し、カロコーン溢流はさらに 50' φ シックナーで濃縮する。固形物と分離して清澄となったシックナー溢流は Zn 浮選区へ繰返し再使用する。

カロコーンおよびシックナーのアンダーフロー（合計濃度 40%）は 5" φ 硬質塩化ビニール管で堆積場右岸かん止堤位置にあるコンクリート製タンク（容量 8m³）に送り、さらにここよりかん止堤天端に設ける 10" φ サイクロンに給鉱する。選鉱場からかん止堤までは水平距離約 400m と近く、かつ高低差も 25m あるので操業開始後 7 年間は自然流送が可能である。しかし 7 年目以降はかん止堤とポンドのレベルが上昇し、自然流送が不可能となるのでポンプを使用して圧送する。

4.1.3 堆積方法

流送されて来たスラリーは 10" φ サイクロン 2 台で粗粒（サンド）と細粒（スライム）に分級し、サンドはかん止堤の築堤材料として積上げ、スライムはえん堤上流部分に堆積する。分級されるサンドとスライムの比率は 50 : 50 である。

固形物と分離した水は、スライムポンドの上流端に清澄な上澄水として集まり、尺八および底設暗渠により、下流場外に排出させ Yarahuaino 峡谷へ放流する。

4.1.4 堆 積 場

位置の選定： 堆積場候補地として Pachangara 峡谷および Yarahuaino 峡谷の原流地域について調査比較した結果、下記の理由から後者を予定地として選定した。

- (1) 選鉱場に近く、かつ選鉱場レベルより低い位置にあるので、廃さいのパイプ流送に極めて好都合である。
- (2) 選鉱場から堆積場を一望することが出来、堆積場と選鉱場の操業上の連けいがうまくとれる。

- (3) 必要な堆積容量を確保でき、かつ堆積終了後の増強も可能である。
- (4) 下流地域に大きな集落がない。
- (5) 予定地の周辺から工所用土石の採取が容易である。

地形： 堆積場予定地は海拔5,000mに至る北側右岸の尾根と、海拔5,200mに至る南側左岸の尾根に挟まれた広い谷間に位置する。

この谷は海拔4,400m付近を境に上流は水河で形成された緩いカーブ地形（U字形）をなし、上流に向かうに従って広く広がっている。その後端は海拔5,000mで南北に壁のように立っているもう一つの尾根によって塞がれ、その直下にTinyag湖がある。

この谷の海拔4,400m付近より下流は、両岸に硬岩が露出した狭く鋭いV字形谷となっており、U字形地形との境界の左岸には海拔4,800m付近から発し谷底に至る大きな崩落地（ガレ）が存在する。従って堆積場の下流端はこのガレを避けた海拔4,485mの位置とする。

堆積場の形式および容量： サンド・スライム分離堆積とし、スライム（サイクロン・オーバフロー）はかん止堤天端より谷の上流に向け放流し、上澄水は底設暗渠により場外へ排出する。

建設予定地内の最大堆積可能容量はサンド878,000m³、スライム1,262,000m³、合計2,140,000m³もあり、Zn浮選尾鉱を全量堆積した場合でもサンド、スライムとも、鉱山操業期間を通じ十分な容量がある。

かん止堤： サイクロンで分級された粗粒のサンドを積み上げる均一型砂かん止堤とし、堤体の上流端および下流端に石塊堤を設け、その間を盲溝で連結し堤体の浸潤線の上昇を防止する構造とする。

堤体法面は築堤中は2割とするが、完成法面は高さ10m毎に幅5mのステップを設け、さらに基礎地盤にはカットオフを設けて堤体の安定を計る。

排水設備： 流域面積は7.4km²あるが、そのうち約2/3は堆積場の上流に位置する湖の流域である。従って堆積場に直接雨水が流入する流域面積は小さく、また周囲の丘陵はなだらかな斜面をなしかつほとんど草地であるので、山腹水路は設けず雨水は上澄水と共に場内に設ける排水設備によって場外へ排出する。排水設備はコンクリート製径800mmφの底設暗渠とし、底設暗渠の延長12m毎に上澄水を取水する尺八を設ける。

なお排水設備の計画基準は次頁のとおりである。

設計降雨強度 (mm/日)	48.2
流域面積 (km ²)	7.4
流出係数	0.8
廃さいからの分離水 (m ³ /sec)	0.020
廃水 (m ³ /sec)	0.067
雨水 (m ³ /sec)	3.290
底設暗渠の最大流下量 (m ³ /sec)	3.377

工事スケジュール: 開発工事期間中に当初6ヵ年分の耐用に見合う範囲の工事を実施し、操業5年度目より残工事を順次実施する。

4. 2 坑内排水処理

4. 2. 1 坑内水の性状

坑内各レベルで発生する水は、各トラックレス斜坑を自然流下して0mレベル主要運搬坑道(現S坑レベル)に集められ、50×50cm側溝を通じて坑外に排出される。その水量は季節による変動はあるものの、黄鉄鉱に富む鉱床内を通過して来るのでpH価が低く、かつ採掘によりある程度汚濁することも避けられないので、そのまま河川へ放流することは不可能と考えられる。

水量・水質(特にpH)については、現在のところ開さくされている坑道が短かくかつ中段レベルの開さくも行われていないので、情報量が少なく推定は難しいが、これまで実施した坑道開さくおよびボーリングの実績から、水量は乾季(4~11月)0.5m³/min, 雨季(12~3月)4.0m³/min, 年間平均1.5~2.0m³/min程度と推定され、pHは雨季には若干上昇するものの、年間を通じて2~3程度と推定される。

4. 2. 2 処理方法

坑内の排水側溝を鉱石運搬電車軌道沿いに延長し、坑内排水を廃さい堆積場まで導く。

廃さい堆積場の上澄水のpHは、Zn浮選尾鉱と同じ約11.0が見込まれるので、堆積場内で坑内水をこれと混合させてpHの上昇を図る。一方坑口から堆積場に至る排水溝に石灰添加機を設置して消石灰を添加してpHを上昇させる。石灰添加機への消石灰の供給は、選鉱場内の試薬室で調整された石灰乳液をパイプ流送して行い、その添加量は1日当り約1.5t程度と見込まれる。

このようにして低pH坑内水を、消石灰添加および堆積場上澄水との混合により中性域の水質に調整し、堆積場の尺八と底設暗渠を通じて場外に排出する。

また坑内水中に含まれる懸濁物はスライムポンド内に沈降させる。

第5節 その他計画

5.1 電力供給

5.1.1 鉱山専用発電所の建設

鉱山開発地域付近には有効な発電所あるいはその建設計画が存在せず、また現在電力公社が Huaaura 川流域を対象としていくつかの水力発電所の建設についての研究を進めているが、いずれも調査、プロジェクト・ファイナシングの段階であり、Iscaycruz 鉱山の電力供給源として期待することは出来ない。

従って鉱山操業に必要な電力の供給源は鉱山自身で準備する必要があり、水力発電、ディーゼル発電および遠隔地の既存発電所からの買電につき比較検討した結果、選鉱場に隣接した場所に最大出力2,500kWのディーゼル発電所を建設することを計画した。

5.1.2 需要電力および電圧

需要電力： 生産設備および付帯・福利施設の最大電力は約2,500kW、平均電力は約2,000kW、年間電力量は14,557MWhと推定され、その部門別の配分は次のとおりである。

部門	最大電力 (kW)	平均電力 (kW)	電力量 (MWh/年)
採 鉱	620	414	2,981
選 鉱 場	1,460	1,167	8,402
用水ポンプ	70	58	418
付帯施設	90	32	230
福利施設	300	240	2,102
計	2,540	1,911	14,133
合成最大	2,420 (不等率 1.05)		
損 失	70	57	424
再 計	2,490	1,968	14,557

電 圧： 電気機器はその大半が空気絶縁性能に依存しており使用場所の高度が上るにつれてその絶縁性能は漸減する。また温度上昇限度についても同じ傾向がある。従って鉱山地域の標高が海拔約4,600mであることから電気機器の外部絶縁の補正係数は約53%と推定されるので、使用負荷の回路電圧は以下の如く設定する。

高圧電動機：出力110kW以上、3相、2,200V、60Hz

低圧電動機：出力110kW未満、3相、220V、60Hz

照明・電熱：単相、220/110V、60Hz

なお使用機器の定格電圧は、低圧は600V, 高圧は7,200Vのものを使用することを基本とする。

5. 1. 3 発電所 (付属図面011参照)

ディーゼル発電所； 発電機設置の予定位置は海拔4,600mと高く、標高および周囲温度などの条件によるディーゼル機関の出力補正を考慮する必要がある。

英国規格 (British Standard-649) によれば「ディーゼル機関の据付位置が海拔150mを超える場合、150mから2,500mに至るまでは高度300m毎に出力は2.5%減少する」と規定されているので、これを拡大解釈して海拔2,500m以上でもこれと同じ傾向があるものと想定し、海拔4,600mにおける出力低下の補正率を求めると37.1%となる。

従って鉱山操業に必要な最大電力2,500kWに対応するディーゼル発電機の仕様は、次式のようになるので、過給機付き平地出力820kW, 回転数1,200rpmのディーゼル発電機5台を設置する。

$$2,500\text{kW} \div (1 - 0.371) \approx 4,000\text{kW}$$

なお初期投資額の低減をはかるため予備機は設置せず、定修時・故障時には負荷調整で対処する。 開発工事に使用した175kW 2台および75kW 1台のディーゼル発電機は発電所内に設置し、補助電源として使用する。

電力供給方式の比較； 水力発電, ディーゼル発電および買電につき検討した結果は以下のとおりである。

(1) 水力発電

発電所建設の可能地点としてはRio Paton, Rio Pachangaraの水を利用するOyonおよびRio Huaura本流を利用するVirocの2ヵ所が考えられ、それぞれの概略諸元は次のとおりである。

	<u>Oyon</u>	<u>Viroc</u>
取水地点 (海拔m)	3,450	3,140
発電所標高 (海拔m)	3,180	3,000
水路長 (m)	4,200	1,300
落差 (m)	255	135
最小水量 (m ³ /sec)	2	3.2
最小出力 (kW)	4,000	3,400

(2) 発電方式の比較

Virocに水力発電所を建設した場合と、山元にディーゼル発電所を建設した場合とを鉱山ライフ10年 (n=10), 割引率9% (i=0.09) として次式を用いて比較した。

$$\text{現在価値} = \text{初期投資} + \left[\text{年間コスト} \times \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

	水力発電	ディーゼル発電
初期投資額 (千ドル)	10,145	3,769
年間コスト (＄)	88	1,450
現在価値 (＄)	10,710	13,075

計算結果では水力発電が有利であるが、初期投資額が多いこと、建設期間が長いこと (3年)、および鉱山ライフを10年と設定していることを考慮してディーゼル発電を採用した。

(3) 買電

買電先としてはHidro Andina (電力公社系) あるいはCENTROMIN (中部鉱山公社) とが考えられるが、商業ベース上からみて、前者を対象とするのが妥当である。この場合鉱山に最も近い発電所は同社のCahua水力発電所であるが、その距離は山元から直線で約65kmあり、必要な送電線路は送電々圧60kV, 距離約100kmになると推定される。

従って鉱山がこのような長大な送電線路を建設し、かつこれを維持して行くことは操業規模の面からみても極めて困難なことであり、買電は不可能と判断した。

5. 1. 4 配電システム (付属図面012参照)

変電所は4ヵ所に設けディーゼル発電所との接続は主変電所で行う。各変電所および配電線は以下のとおりである。

主変電所・選鉱変電所； 最大電力需要をもつ選鉱場の最上段、摩鉱々舎レベルに両者を併合した設備を設ける。主変電所には発電所からの受電盤および採鉱、用水ポンプ、付帯・福利施設用フーダーへの送電盤を設け、選鉱変電所には受電盤のほか高圧電動機用起動盤、2,200/220V変圧器、各ブロック (破碎・摩鉱・浮選・脱水など) 別低圧盤および力率改善用コンデンサーを設置する。

採鉱変電所； 海拔4,715m準坑口 (新坑口) に近接して設け、主変電所から架空線により電圧2,200Vで受電する。変電所にはコンプレッサー用起動盤および2,200/220V変圧器、低圧盤を設置する。なお主変電所からの配電線を途中で分岐し主要鉱石運搬坑道・坑口付近

に低圧電源供給用の変圧器および低圧盤、電車用直流電源盤を設置する。

用水ポンプ変電所； Quellaycocha 湖南端にある用水ポンプ室に近接して設け、架空線で主変電所より 2,200V で受電する。変電所の構造は 2,200/220V 変圧器、低圧盤およびポンプ用制御盤を内蔵したキュービクルタイプとする。

付帯・福利施設用配電線； 主変電所より福利施設用配電線として、2,200V フィーダーを中央事務所などのある付帯施設地域に設ける。中央事務所付近に変台を設置し事務所、倉庫、食堂などの電力供給を行う。この変台には負荷用開閉器を取付け、非常の際の付帯・福利施設の負荷調整のための電源開閉が可能ないようにしておく。また中央事務所付近に設ける変台とは別に、福利施設および付帯設備用の変台を合計3ヵ所に設置し、低圧配電線で住宅・施設へ給電する。

その他； 主変電所から選鉱場以外の各所に至る配電線路は Tinyag 湖および Quellaycocha 湖の西岸をとおり、各フィーダー線は同一支持物に共架させる。

5. 2 通信設備

5. 2. 1 地域の概況

ペルー国内では現在太平洋沿岸地域の有線電話網は整備されているが、山間部では未だ整備不十分なところが多い。鉱山地域付近の公共施設としては、ENTEL-Peru (電信電話公社) の Sayan~Churin~Oyon 間の有線電話回線・1回線があるのみで到底鉱山のニーズに応えられる現状ではない。

従って鉱山自身で独自の通信設備を備える必要がある。

5. 2. 1 山外との通信

ペルーの鉱山で一般的に用いられている無線電話方式を採用し、無線局を山元および Lima 本社に設置して相互通信を行う。使用周波数は 150 あるいは 400MHz とし、山元無線局には非常用電源を併設する。

5. 2. 2 山内の通信

有線電話によるものとし、中央事務所に自動交換器を設置する。自動交換器の容量は 96 回線とし、また局線は 1 回線とし将来必要に応じて Churin にて ENTEL-Peru の通信網に接続可能なものとする。電話器は以下の如く設置する。

個 所	台数	記 事
採 鉱	12	坑外設備および坑内主要レベル
選 鉱 場	5	廃さい堆積場, 分析所を含む
用水ポンプ	2	浄水場を含む
発 電 所	2	
付帯施設	14	中央事務所, 修理工場, 倉庫など
福利施設	15	社宅, 合宿, クラブ, 購買所など
計	50	

5.3 用水供給

5.3.1 需要量

鉱山操業には工業用および生活用として年間合計909,000m³の用水が必要であるが、工業用水の一部は選鉱場内で再使用するので年間で必要な新水量は685,500m³となる。

工業用水： 工業用水の約96%は選鉱場で使われる。従って選鉱場では用水コストを低減させるため、必要量の約30%を場内で循環再使用する。部門別の1日当たり使用量 (m³) は次のとおりである。

	新水	繰返し	合計
選 鉱 場	1,800	780	2,580
採 鉱	100	--	100
修理工場など	20	--	20
計	1,920	780	2,700

生活用水： 年間に必要な水量は109,500m³ (300m³/日) で、全量福利施設地区 (住宅, 合宿, クラブ, 診療所, 小学校など) で消費される。福利施設地区の人口は従業者およびその家族を含め合計約1,500名と推定され、1人1日当りの給水量は最大200ℓと設定した。

5.3.2 供給方法

水源の選定： 鉱山地内には河川らしきものはほとんど存在せず、わずかに雨季の間だけ流水があるいくつかの谷川があるのみで、もし河川に水源を求めるとすれば、乾季でも比較的水量の豊富な Rio Pamapahuay 本流あるいはその支流を利用するしかない。しかしこの場合取水点と鉱山までの距離は直線で約8kmあり、かつこの間に取水点との高低差が700～

800mもある峠が存在するので、送水設備（ポンプ、パイプライン、専用発電機あるいは送電線など）の建設および維持管理には多くの費用が必要であり、得策とは考えられない。

以上のことから水の消費量の最も多い選鉱場の北方約3.5kmのところにある長径約800m、短径約300m、深さ10m（推定）の Quellaycocha 湖を水源として選定した。

この湖の年間流入水量は、SENAMHI（気象水文庁）の作成した Rio Huaura 水系の等雨量線図および鉱山付近の観測所（Raura, Paton, Uchuc Chacua）の降雨データから計算すると1,080,000m³と推定され、鉱山の水需要を満たすには十分である。

取水・送水設備： 乾季（4月～11月）における湖水面の低下に対処するため、湖面にタービンポンプを搭載したポンプ舟を浮かべ、これを用いてまず湖岸に設けるポンプ室まで揚水する。ポンプ室には工業用として容量1.5m³/min、生活用として0.3m³/minのタービンポンプを予備を含め各々2台設置する。

工業用水はポンプ室から6"φ×1,500mのパイプラインで海拔4,800mの峠付近に設ける用水タンク（容量170m³）まで揚水したのち、選鉱場および採鉱施設・修理工場などへ6"φ、3"φパイプを通じ自然流下させる。

生活用水はポンプ室より4"φ×1,000mパイプラインで濾過タンクまで揚水し、濾過の終わった後次亜塩素酸ナトリウム（NaHCl）を添加して滅菌し、各戸へ自然流下で給水する。

5.4 付帯施設

5.4.1 概要

鉱山地域内外の道路工事、中央事務所、修理工場、倉庫などの建設工事および主として操業期間中に使用する共用車輛の購入とに大別される。

鉱山開発の場合、鉱山と外部とを結ぶ道路が整備されておることが極めて重要なことであるが、現在のところ一般の公共道路から山元に通ずる道路には、これまでの資源開発協力基礎調査の際造られた仮設的な作業用道路約11kmがあるだけで6t積みトラックの運行が限界であり、鉱山開発に使用出来るものではないため、ほとんど新設する必要がある。またOyonからMishuyaまでの公共道路の改良工事および一部区間の切替工事も必要である。

中央事務所、修理工場、倉庫などは操業管理を円滑に行うために生産施設地域内に建設する。

共用車輛としては管理者用車輛、精鉱積込・道路修理・資材運搬などの車輛およびOyonを通過する定期バスに連絡するための専用バスなどを購入する。

5. 4. 2 道路工事

道路規格はすべて幅員 4m, 最大勾配 6% の 1 車線砂利敷道路とし、山側に素掘り排水溝を設け、要所に道路を横断するコンクリート管を埋設し谷川へ排水する。また車輛交換のための待設所を適所に設ける。道路工事の区間および内容は第 2・6 図のとおりである。

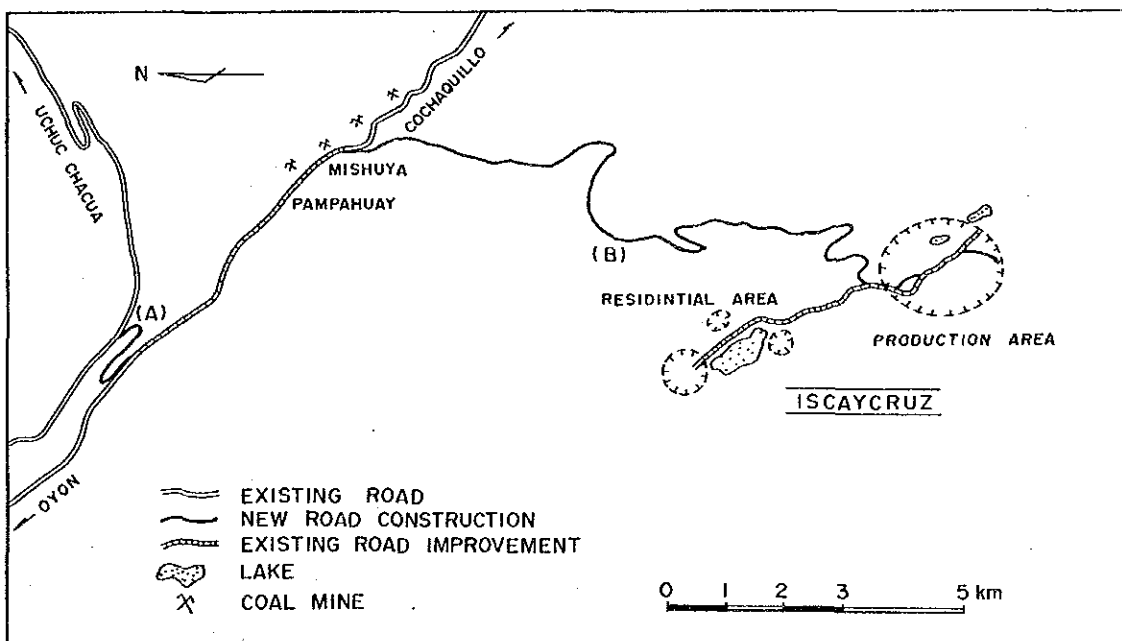
道路新設 (A)； 既設の Oyon - Cochaquillo 道路のうち Oyon 郊外の一部の区間は地盤が悪くかつ地滑りもあり、雨季に車輛の運行が不能となることがしばしば発生するので、この区間の車の運行を避けるため Uchuc Chacua 鉱山へ通ずる道路に連絡する道路 1.5km を新設する。

既設道路の改修； Uchuc Chacua 道路と結ぶ新しい道路の分岐点から Mishuya 間の道路約 7.0km について路面改良を主体とした工事を行う。

道路新設 (B)； Mishuya から Iscaycruz までの道路は資源開発協力基礎調査のための仮設道路で、平均傾斜 1/10 という急坂もいくつかあり、かつカーブ半径も小さく、路面も悪い等々不備な点が多いので、この区間のほとんどの部分について道路を付替え新設する。新設道路の延長は 11.0 km である。

山内道路の整備； 山内の既存道路 4.0km の改修と、生産施設および福利施設区域内の建物・施設間の連絡道路合計 4.0km の建設を行う。

第 2・6 図 鉱山関連道路図



5. 4. 3 建屋および関連工事

中央事務所： コンクリートブロック積み平屋建て、床面積 150m²。 管理部門のほとんどと鉱山長室、副鉱山長室を集約する。

修理工場： 採鉱以外の部門の機械・電気設備と共用車輛の保全・修理を行う。工場は修理のウェイトが高い選鉱場に近接して建設し、工作機械として旋盤、ボール盤、シェーパー、グラインダー、溶接機などを設置する。

中央倉庫： 内部は機械・電気部品倉庫と一般倉庫に分れる。軽量鉄骨平屋建て、床面積 600m²。

食堂： 中央事務所に近接して設ける。コンクリートブロック積み平屋建て、床面積 150m²、就業時間中の食事を供する。収容能力1回当り70名。

その他： 容量30tのトラックスケールを備えた秤量室、守衛所および精鉱運搬トラックの待機場などを建設する。

5. 4. 4 共用車輛購入

<u>名 称</u>	<u>仕 様</u>	<u>台数</u>	<u>使用目的</u>
ピックアップ	積載400kg	3	一般共用
大型ジープ		2	一般共用, 診療所
バ ス	45人乗	1	一般サービス
ブルドーザー	14t級	1	主として道路補修
ショベルローダー	1.2m ³	1	精鉱積込ほか
フォークリフト	1.5t	1	修理工場, 倉庫
トラック	8.0t	1	一般貨物

5. 5 福利施設（鉱山キャンプ）

5. 5. 1 鉱山キャンプの人口

鉱山の勤務者はスタッフ、職員、従業員および日本人合計403名である。生産開始当初は独身者が多く妻帯者は少ないが、年が経つにつれ独身者も結婚し妻帯者の比率が上昇してくるものと考えられる。この比率の変化と子供の数の増加とを勘案して、鉱山キャンプの人口の推定には、職員・従業員とも独身者と妻帯者の比率を3:7とし、かつ妻帯者の家族数は妻と子

供3人計4名として計算した。なおスタッフは全員妻帯者とするも山元に居住する者はこのうちの30%とし、残りは単身赴任するものと想定し、日本人はすべて単身赴任するものとした。

鉱山キャンプの人口およびその内訳は次のとおりである。

	独身・単身	妻帯者	家族	計
日本人	3	—	—	3
スタッフ	21	9	36	66
職員	20	46	184	250
従業員	91	213	852	1,156
計	135	268	1,072	1,475

5. 5. 2 施設の位置と配置（付属図面013参照）

鉱山キャンプの位置は生産施設地域と完全に分離させ、Quellaycocha湖周辺地域を選定した。住宅地域は日本人・スタッフ地区と職員・従業員地区の2カ所に分け、両地区のほぼ中間点に小学校、診療所、購買部などの社会サービス施設を建設する。

5. 5. 3 住宅施設

職員・従業員用； 妻帯者用として1戸当り面積80m²、2戸で1階を構成するコンクリートブロック積み3階建てのアパート44棟を建設する。屋内の構成は居間兼食堂、寝室(3)、台所、洗面所・シャワー室とする。

独身者に対しては職員は1人1室とし、1室当り面積15m²、2部室ごとに共用の洗面・シャワー室を備えたコンクリートブロック積み平屋建ての独身寮1棟・20室を建設する。従業員は1室3人とし、1室当り面積24m²、2部室ごとに共用の洗面・シャワー室を備えた平屋建ての独身寮2棟（16室／棟）を建設する。

スタッフ用； 妻帯者用として1戸当り面積90m²、1棟2戸建のコンクリートブロック積み構造の平屋建て住宅を5棟建設する。屋内の構成は職員・従業員のものと同じ。

独身者は1人1室とし、1室当り面積20m²、2部室ごとに共用の洗面・シャワー室を備えた独身寮、12室および10室のものそれぞれ1棟づつ建設する。なお日本人スタッフはスタッフ住宅地区に建設するクラブに居住する。

その他事項； 住宅施設の備品はスタッフ住宅は家具付き、職員・従業員住宅は家具なしとし、暖房には電気ストーブを使用する。

5. 5. 4 社会サービス施設

小学校・幼稚園： 小学校は児童540人を収容するコンクリートブロック積み構造2階建て、総面積1,200m²のもの1校建設する。屋内の構成は15教室、図書室を含む特別室3、職員室2、合計20室とする。屋外には専用の運動場を設ける。

幼稚園は幼児100人収容のコンクリートブロック積み構造平屋建て、面積250m²のもの1校建設する。部屋の構成は教室3、保母室1とする。

診療所： ベッド数10、一般診療室、歯科診療室、手術室、分析室、X線室、薬局、待合室を備え、医師2、薬剤師1、助産婦1、看護夫2名を常駐させる。平屋建て床面積720m²。

購買部： コンクリートブロック積み平屋建て、販売室と倉庫とを同一建屋内にもつもの1棟建設する。総面積400m²。食料・衣料および日用雑貨の仕入れと販売を行う。

クラブ： スタッフ住宅地区に外来者の接待・宿泊および日本人スタッフの宿泊のため客室7部屋をもつ面積420m²、平屋建のもの1棟、職員・従業員住宅地区に宿泊設備のない面積200m²のもの1棟をそれぞれ建設する。

娯楽施設その他： 娯楽施設としてスタッフ住宅地区にテニスコート1面、職員・従業員住宅地区にサッカー場1面を設ける。その他両住宅地区の入口には守衛所を設けて守衛を常駐させ、また社会福祉サービスの事務室を診療所と同一の建屋内に設ける。

5. 5. 5 上下水道施設など

生活用水は、職員・従業員住宅地区と社会サービスの施設地区との中間点、海拔4,720mのところに設ける貯水タンクより自然流下で各戸に給水する。

各戸から排出される生活排水の処理系統は、職員・従業員住宅地区と社会サービス施設地区の下水集水系統とスタッフ住宅地区の下水集水系統の2系統に分け、それぞれコンクリート埋設管で集水したのち腐敗槽に導いて処理する。

住宅地区内で発生するゴミは未利用地域の適切な場所に埋める。

5.6 精密探鉱

5.6.1 概要

Iscaycruz (Oyon) 地域では、これまで以下の資源開発協力基礎調査が行われてきた。

昭和54年～昭和56年（第1期）：地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査

昭和57年～昭和59年（第2期）：ボーリング調査、坑道調査

しかし、開発を具体的かつ精度よく検討するためには、なお精査すべき問題が残されている。即ちこれまでの調査の結果、開発計画立案の重要な前提条件の一つである鉱床の賦存状態については、その概要をつかむことは出来たが、情報量が少ないため埋蔵鉱量・品位の計算結果は精度の高いものではない。

従って今後これを明確にし、かつ鉱質・岩質・選鉱性を究明するための精密探鉱を行い、その結果に基づいて本格的な開発計画を立案し検討する必要がある。

5.6.2 精密探鉱の内容

Limpe鉱床のS坑準（海拔4,570m）以上にターゲットを絞り、鉱床の水平および垂直的な規模・形態と鉱量・品位を確認する坑道探鉱およびボーリング調査を実施し、更にS坑準以下のポテンシャル把握のためS坑準より下向きボーリングを行うことを計画した。計画の内容は第2.5表および第2.6表に示すとおりである。

第2.5表 坑道探鉱

	レベ ル	特 性 値	記 事
水 平 坑 道	4,690m (N坑準)	320 (m)	上盤鉱床錐押
	4,637m	380	下盤 "
	4,570m (S坑準)	460	上盤 "
	計	1,160	
斜 坑		383	地表～N坑準, N坑準～4,637m準
立坑その他		220	4,637m準～N坑準, S坑準～4,637m準
合 計		1,763	

注：（-5）（-4）年度実施、期間18カ月

第2.6表 ボーリング調査

個 所 別	孔 数	特 性 値	記 事
	(本)	(m)	
N坑(4,690m)準	22	1,080	水平, 下向
〃 4,637m 準	27	1,280	〃
S坑(4,570m)準	29	1,295	〃
〃 4,540m 準	7	710	S坑準より下向
合 計		4,365	

注：（-5）（-4）年度実施、期間24ヵ月

第6節 総括

6.1 生産計画

鉱山開発計画の基礎となる埋蔵鉱量については、現在まで探鉱調査の最も進んでいる、現S坑レベル（海拔4,570m）以上のものを稼行対象とする。生産諸元は以下のとおりである。

6.1.1 埋蔵鉱量および可採鉱量

	地区	鉱種	鉱量	Ag	Cu	Pb	Zn
			(千トン)	(g/t)	(%)	(%)	(%)
地域全般埋蔵鉱量 *1)	Limpe	Pb・Zn鉱	3,257	48	0.13	1.95	18.99
	"	Cu鉱	102	32	2.84	0.03	0.39
	Limpe南	—	1,461	10	1.85	0.01	19.59
現S坑レベル以上 埋蔵鉱量 可採 ** *2)	Limpe	Pb・Zn鉱	2,050	42	0.11	1.89	18.72
	"	"	"	35	0.10	1.61	15.92

注：*1) 国際協力事業団・金属鉱業事業団「ペルー共和国イスカクルス（オヨン）
地域資源開発協力基礎調査報告書・総括報告書」より

*2) 算定基準 - 採鉱可採率85.0%, ずり混入率15.0%

6.1.2 年間出鉱量および鉱山ライフ

年間出鉱量： 225,000t (750t/日×300日)

鉱山ライフ： 9.1年（操業期間中の探鉱で埋蔵鉱量の増加が期待されるので、収支計算はライフ10.0年として行う）

6.1.3 産出精鉱（選鉱工程）

鉱種	鉱量 (t)	品位				採収率(%)			
		Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag	Cu	Pb	Zn
粗 鉱	225,000	35	0.10	1.61	15.92	100.0	100.0	100.0	100.0
Pb 精鉱	4,458	265	0.20	65.00	4.02	15.0	4.0	80.0	0.5
Zn 精鉱	60,618	75	0.26	0.26	52.00	58.0	70.5	4.3	88.0
尾 鉱	159,924	13	0.03	0.36	2.58	27.0	2.55	1.57	11.5

6.2 人員計画

生産活動は山元～Callao港間の精鉱輸送業務を除きすべて直轄で行うものとし、1人当り年間就労日数を260日として所要人員を算出した。なお3交代勤務の部門では指定公休制を採用する。

6.2.1 山元人員配置

部 門	課・係	S	E	W	計	部 門	課・係	S	E	W	計	
採 鉱	坑 内	6	8	120	134	管 理	所 長 室	2	1		3	
	坑 外	2	2	44	48		経 理・総 務	1	3		4	
	保 安	1	1	5	7		資 材・倉 庫	1	2	5	8	
計	9	11	169	189	運 輸			1	7	8		
地質・測量		3	4	20	27		計	4	7	12	23	
							労務・福利	人 事・労 政	2	2		4
選 鉱	選 鉱	4	12	30	46			社 会 保 障	1	1		2
	分 析・試 験	1	1	7	9			購 売 部		1	5	6
発 電 所	計	5	13	37	55			サ ー ビ ス		1	8	9
		1	4	9	14			守 衛 等		2	10	12
保 全	機 械	1	2	15	18	計	3	7	23	33		
	電 気		1	5	6		診 療 所	3	3	2	8	
	土 建	1	2	10	13			学 校		12	2	14
	計	2	5	30	37	合 計	30	66	304	400		

6.2.2 LIMA 本社人員配置

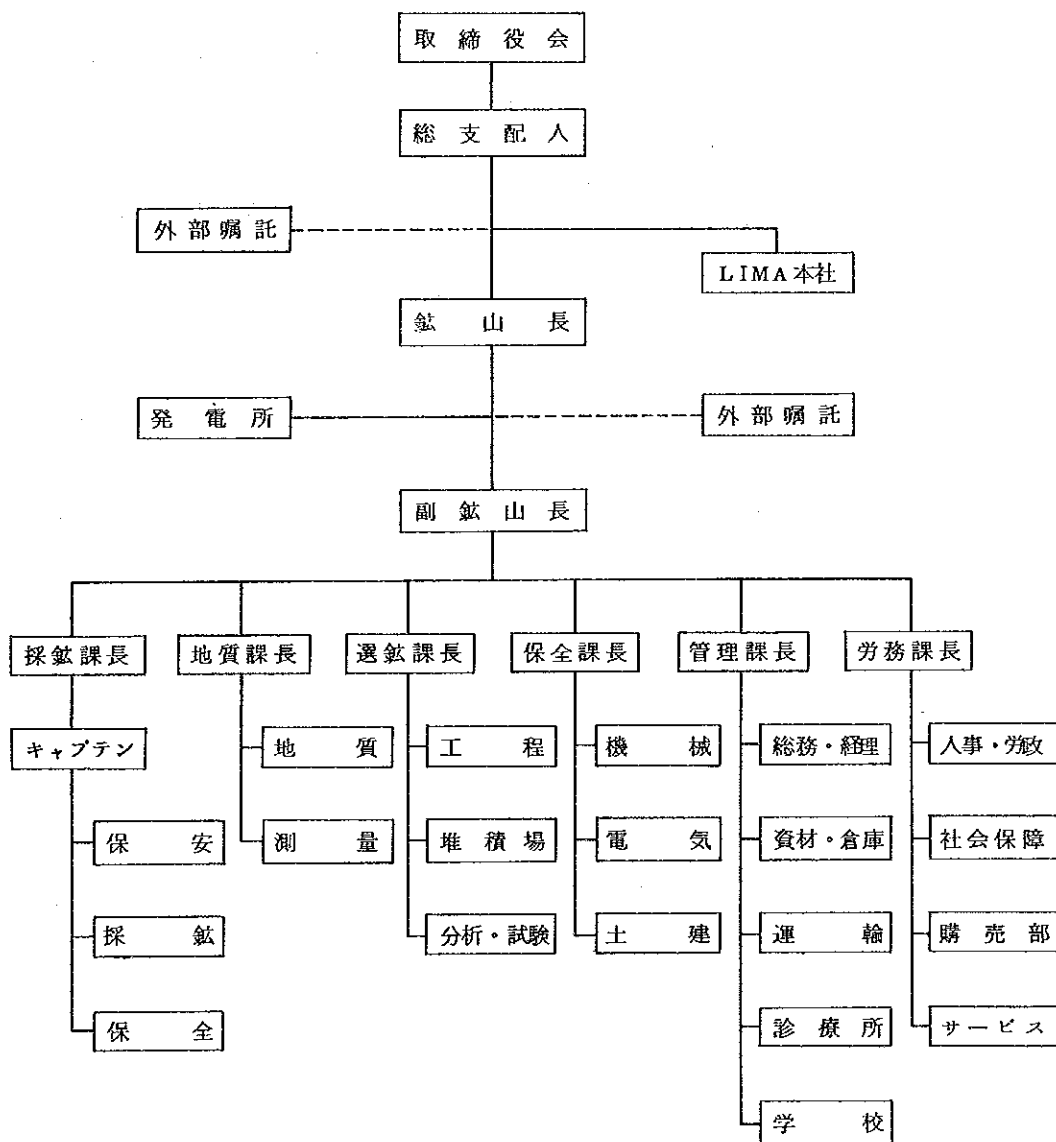
部 門	課・係	S	E	W	計
支配人室		2			2
管 理	総務・経 理	1	2		3
	資 材	1	2	2	5
	庶 務		1	3	4
	計	4	5	5	14

注 S： スタッフ（支配人，鉱山長，副鉱山長を含む）
E： 職 員
W： 従 業 員

日本人（嘱託）は山元3名, Lima本社1名合計4名を見込み、またLima本社には外部嘱託として非常勤の弁護士, 会計士各1名を見込む

6. 2. 3 組 織

第2・7図 組 織 図



6. 3 起業費, 操業費および追加投資・更新費

6. 3. 1 推定の基礎

適用法律, 就労条件, 給料・賃金および機械類・消耗物品の価格, 一般諸物価, 工事単価などは何れも昭和60年10月のものを適用し、また開発工事期間および操業期間中のエスカレーションはすべて考慮しないものとする。

開発期間: 生産開始に至るまでの期間は、精密探鉱・F/R作成2年, 細部設計・資金調達など1年, 開発工事2年, 合計5年間と想定する。

通貨および金利: 為替レートは、 $\$ = S / .14,000$, $\$ = 210$ 円とし、表示はすべて\$で行う。借入金利は9.0% (複利) とする。

機材, 消耗品, 部品など: 設置する機械, 電気機器, 鋼管, 電線, 車輛などはペルー国産品の使用を優先する。外国からの輸入品については包括輸入が認められ、関税率低減の恩典が与えられるものとし、山元着価格をFOB (輸出国港) $\times 1.6$ とする。

給料・賃金: 職種などによる細分化は行わず、基本給および社会補償, 賞与, 有給休暇, 時間外などを合計した1ヵ月当り金額を次の如く設定する。

総支配人, 鉱山長	\$ 2,000	職員, 教師	\$ 200
副鉱山長	\$ 1,000	従業員	\$ 150
スタッフ, 医師	\$ 500		

精鉱関連費用: 輸送費, 積込費, 輸出税などは次の如く見込む。

陸上運賃 (トラック)	\$ 18.0/wt (山元~Callao港)
運搬ロス	1.0%
船積諸掛	\$ 7.2/wt (港湾・コンベヤー使用料, 乙仲費用, 倉庫料)
輸出税	売上高 $\times 2.0\%$ (DL190による)
口 銭	\$ 1.5/t

6. 3. 2 起業費見込総括

生産開始までの部門別および年度別の起業費見込の内訳は第2・7表のとおりであり、これをまとめると次のようになる。

	合計金額 (千ドル)	外貨 (千ドル)	内貨 (千ドル)
(1) 生産・付帯・福利部門	25,211	7,825	17,386
(2) 工事管理費など	1,602	817	785
(3) 倉庫品	200	21	179
(4) 予備費	1,891	606	1,285
直接工事費 計	28,904	9,269	19,635
(5) 精密探鉱, F/S費用	3,095	175	2,920
(6) 細部設計費	451	451	—
(7) 開発工事期間金利	1,734	1,734	—
起業費合計 (1~7)	34,184	11,629	22,555
(8) 運転資金	2,195	2,195	—
初期投資総額 (1~8)	36,379	13,824	22,555

6. 3. 3 操業費見込総括

粗鉱採掘から精鉱生産までの各部門直接操業費と、精鉱取扱い諸費用の年間金額の内訳は第2・8表のとおりであり、これをまとめると次のようになる。

	年間金額 (千ドル)	粗鉱t当り (\$)
採 鉱 部 門	2,154	9.57
選 鉱 部 門	1,936	8.61
保 全 部 門	172	0.76
管 理 部 門	943	4.19
直接費計	5,205	23.13
精鉱陸上運賃	1,259	5.60
船積諸掛	499	2.22
輸出税・口銭	353	1.57
合 計	7,316	32.52

6. 3. 4 追加投資および更新費見込

生産開始後8年間で追加投資(廃さい堆積場残工事)として475千ドル, 採鉱用機械・車輛および共用車輛の更新費として2,402千ドル, 合計2,877千ドルの支出が必要と見込まれる。年度別の支出内訳は第2・9表のとおりである。

第2・7表 起 業 費 見 込 総 括

単位：千ドル

項 目	合 計			- 5 ~ 3 年 度			- 2 年 度			- 1 年 度			記 事
	計	\$ 払	S/. 払	計	\$ 払	S/. 払	計	\$ 払	S/. 払	計	\$ 払	S/. 払	
1. 採 鋳	8,540	2,137	6,403	-	-	-	3,332	454	2,878	5,208	1,683	3,525	出鋳量750t/日(年間225,000t), 機械化カットアンドフィル法 処理最大能力825t/日, Pb・Zn 直接優先浮選法 容量2,140千m ³ , サンド・スライム分離堆積, 耐用17年 ディーゼル発電, 最大出力2,500kW, 発電機5台 所内配電々圧2,200V, 使用電圧2,200および220V 山内有線電話50, 無線設備(山外)150~400MHz Quellaycocha 湖より揚水, 工業用1,920m ³ /日, 生活用300m ³ /日 機械・電気工場 道路新設・改修27.5km, 事務所・倉庫・食堂, 共用車輛 住宅274戸, 合宿・クラブ・小学校・診療所・購売部など 事務所賃貸250m ² , 車輛 仮設建物550m ² , 75kWディーゼル発電機
2. 選 鋳	5,993	2,409	3,584	-	-	-	572	-	572	5,421	2,409	3,012	
3. 廃 さい 堆 積 場	1,241	-	1,241	-	-	-	124	-	124	1,117	-	1,117	
4. 発 電 設 備	3,769	2,321	1,448	-	-	-	121	-	121	3,648	2,321	1,327	
5. 配 電 設 備	643	329	314	-	-	-	-	-	-	643	329	314	
6. 通 信 設 備	183	77	106	-	-	-	20	-	20	163	77	86	
7. 用 水 供 給 設 備	317	178	139	-	-	-	-	-	-	317	178	139	
8. 修 理 工 場	247	133	114	-	-	-	247	133	114	-	-	-	
9. 付 帯 施 設	1,275	241	1,034	-	-	-	1,047	96	951	228	145	83	
10. 福 利 施 設	2,845	-	2,845	-	-	-	903	-	903	1,942	-	1,942	
11. Lima 本 社	59	-	59	-	-	-	59	-	59	-	-	-	
12. 工 事 仮 設 々 備	99	-	99	-	-	-	99	-	99	-	-	-	
小計(1~12)	25,211	7,825	17,386	-	-	-	6,524	683	5,841	18,687	7,142	11,545	
13. 現 場 工 事 管 理	904	357	547	-	-	-	394	157	237	510	200	310	現場工事の運営・指導・監督, 175kWディーゼル発電機(2)運転 開発の全般統括, 資材調達, 機器輸入, 対外接渉 資金・資材調達の委託
14. Lima 本 社	339	101	238	-	-	-	156	52	104	183	49	134	
15. 海 外 業 務 委 託 経 費	359	359	-	-	-	-	159	159	-	200	200	-	
小計(13~15)	1,602	817	785	-	-	-	709	368	341	893	449	444	
16. 倉 庫 品	200	21	179	-	-	-	-	-	-	200	21	179	採選鋳原単位物品2.0ヵ月分 (1~16)計×7%
17. 予 備 費	1,891	606	1,285	-	-	-	506	73	433	1,385	533	852	
直接起業費計(1~17)	28,904	9,269	19,635	-	-	-	7,739	1,124	6,615	21,165	8,145	13,020	
18. 精 密 探 鋳 費	3,095	175	2,920	3,095	175	2,920	-	-	-	-	-	-	- 5, - 4 年度実施, 坑道(1,763m)・試錐4,365mおよびF/S - 3 年度実施, 10名12ヵ月, 20日間現地調査 年率9%(複利), 起業費の約40%相当額を資本金とする(8,000千ドル)
19. 細 部 設 計 々 々	451	451	-	451	451	-	-	-	-	-	-	-	
20. 開 発 工 事 期 間 金 利	1,734	1,734	-	-	-	-	303	303	-	1,431	1,431	-	
起業費合計(1~20)	34,184	11,629	22,555	3,546	626	2,920	8,042	1,427	6,615	22,596	9,576	13,020	
21. 運 転 資 金	2,195	2,195	-	-	-	-	-	-	-	2,195	2,195	-	操業初年度操業費(償却費・金利を除く)の30%
初期投資額(1~21)	36,379	13,824	22,555	3,546	626	2,920	8,042	1,427	6,615	24,791	11,771	13,020	

注：1) 直接起業費の年度別支出は発生ベース
2) 精密探鋳費および細部設計費などは全額資本金で賄う。

第2・8表 操業費見込(年間)

単位：千ドル

区分	合計		八件費		物品費		経費		粗鉱当り (\$)	
	計	\$ 払 S/. 払	計	\$ 払 S/. 払	計	\$ 払 S/. 払	計	\$ 払 S/. 払		
1. 採鉱部門	2,005.8	1,808.7	384.6	-	1,055.1	197.1	858.0	-	566.1	89.1
採地	148.6	148.6	63.6	-	35.0	-	35.0	-	50.0	0.66
小計	2,154.4	1,957.3	448.2	-	1,090.1	197.1	893.0	-	616.1	95.7
2. 選鉱部門	1,936.2	1,614.7	127.8	-	944.2	321.5	622.7	-	864.2	86.1
3. 発電部門 (1,449.5)	54.4	1,395.1各部門に配賦	-	31.0	-	31.0	-	74.9	0.76
4. 保全部門	171.9	171.9	66.0	-	66.0	-	66.0	-	74.9	0.76
5. 管理部門	350.1	193.5	234.0	147.6	20.2	-	20.2	9.0	86.9	1.56
中央事務所	396.6	396.6	137.4	-	43.0	-	43.0	-	216.2	1.76
労務・福利	196.0	143.8	102.0	49.2	17.0	-	17.0	3.0	74.0	0.87
LIMA 本社	942.7	733.9	473.4	196.8	80.2	-	80.2	12.0	377.1	4.19
小計	5,205.2	4,477.8	1,115.4	196.8	2,145.5	518.6	1,626.9	12.0	1,932.3	23.13
直接操業費計	1,259.5	1,259.5	-	-	-	-	-	-	1,259.5	5.60
6. 精鉱陸上運賃	498.7	498.7	-	-	-	-	-	-	498.7	2.22
7. 船積諸掛	352.8	352.8	-	-	-	-	-	-	352.8	1.57
8. 輸出税・口銭	7,316.2	6,588.8	1,115.4	196.8	2,145.5	518.6	1,626.9	12.0	4,043.3	32.52
合計	12,677.1	10,914.4	2,230.8	393.6	4,291.0	1,037.2	3,253.9	24.0	11,975.6	96.22

第2・9 追加投資および更新費

単位：千ドル

年度	追加投資 (廃さい堆積場)	更新費			合計
		採鉱機械	共用車両	計	
1	—	—	—	—	—
2	—	20	—	20	20
3	—	—	19	19	19
4	—	173	20	193	193
5	150	498	255	753	903
6	150	648	100	748	898
7	175	591	19	610	785
8	—	39	20	59	59
9	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—
計	475	1,969	433	2,402	2,877

第 3 章

インフラストラクチャ

第1節 交 通 (道路)

第2節 電 力

第3節 用 水 (水資源)

第4節 通 信

第5節 労働力と鉱山キャンプ

第3章 インフラストラクチャ

本章では交通、動力、用水、通信、労働力・鉱山キャンプの諸施設の利用と整備のために、Iscaycruz 周辺および関連地域のインフラストラクチャの現状と問題点について記述する。

第1節 交通（道路）

1.1 輸送需要

鉱山の開発と操業に関連して発生する輸送需要は以下のとおりである。

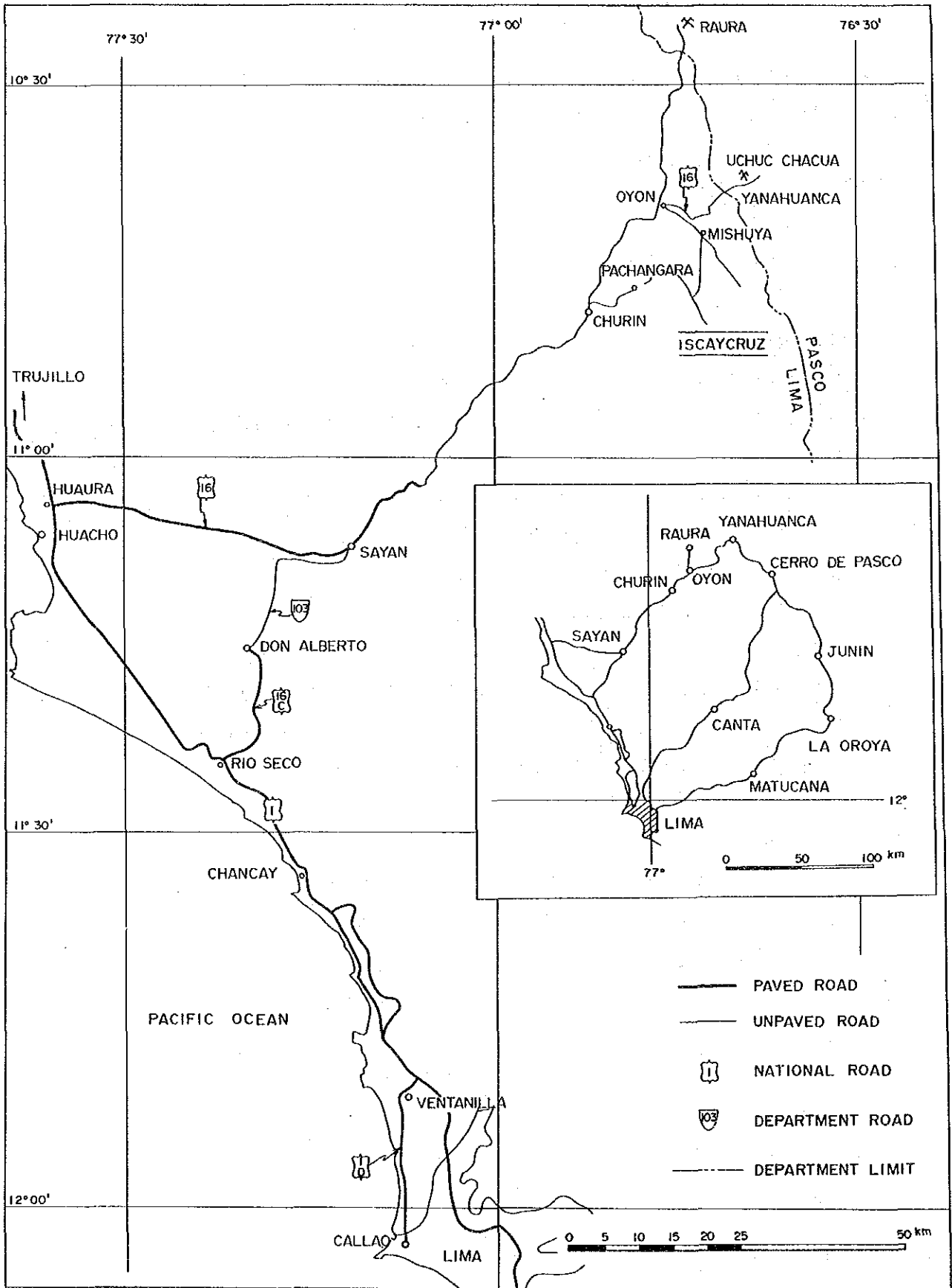
- (1) 開発に伴う建設資材の調達地から山元までの輸送
- (2) 開発に伴う各種機械・機材類のCallao港（輸入品）および調達地（国産品）から山元までの輸送
- (3) 操業用資機材・燃料などのCallao港あるいは調達地から山元までの輸送
- (4) 鉱山地域居住者の生活物質の調達地から山元までの輸送
- (5) 生産されたPbおよびZn精鉱の山元からCallao港までの輸送
- (6) 山元居住者が生活あるいは交流などの必要性から山外（Lima, Churinなど）へ移動するための輸送

これらの輸送需要のなかで最も大きいものは産出精鉱の輸送である。鉱山操業に必要な資機材や生活物資は、精鉱輸送の返り荷として運べば経済的である。山元居住者の山外への移動には当面鉱山自身がバスを準備し、定期バスの路線が入っているOyonまで輸送する必要がある。

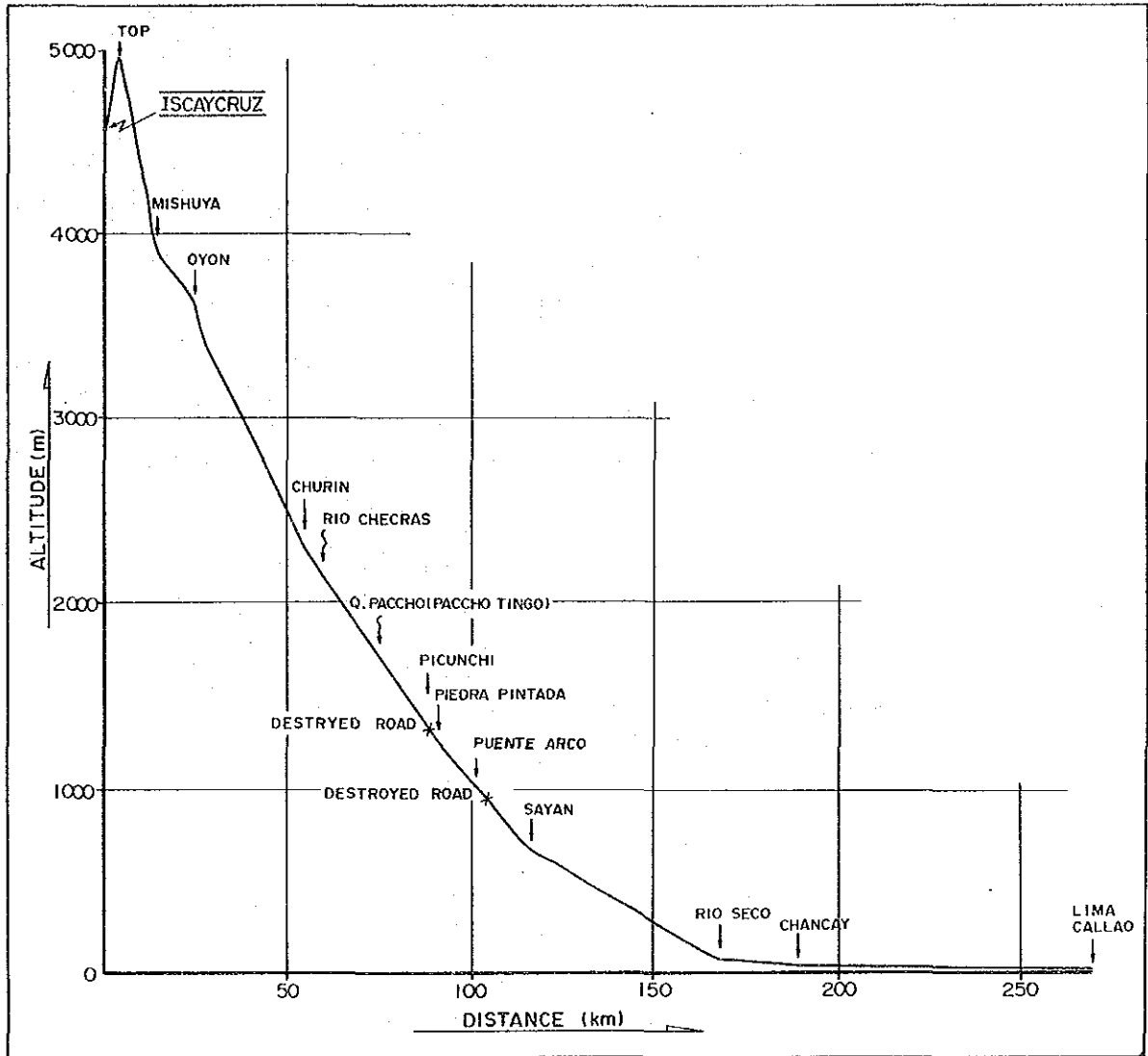
1.2 道路事情

開発工事および操業期間中の資機材の調達・輸送の基地となるLima、および精鉱積出港のCallaoから山元までの輸送ルート（道路）は第3・1図に示すとおりであり、またこのルートの距離と標高は第3・2図に示す如くである。

第3.1図 輸送ルート図



第3.2図 輸送ルート of 距離と標高



Lima から Rio Seco までのパン・アメリカン・ハイウェイ（国道1号線）は、すべてアスファルト舗装されておりほとんど往復4車線になっている。Rio Seco 付近から北は往復2車線であるが、現在4車線に拡張すべく工事が進められている。

Rio Seco から北上して Sayan に向かう国道16-C号線は、Don Alberto までは舗装されているが Don Alberto から Sayan までの県道103号線は未舗装道路である。

Sayan から Churin に至る国道16号線は Huaura 川に沿って走っており、Sayan の北東15km の Puente Arco までは舗装されているがこの先は未舗装である。なお Puente Arco に至る途中 Sayan から12km の地点で約700m の区間、道路が Huaura 川によって破壊されており、車輛は広い河床の上を通行せざるを得なくなっている。また Sayan から29km の地点 Picunchi でも同よ

うに道路が決壊され、車は約500mの区間Huaura川河床を通行している。しかしこの区間は現在後述のように道路の切替工事が進められており、その完成も間近になっている。

以上の道路決壊2地点では、雨季、特に1月から3月のHuaura川の増水時に車輛の通行が不能となることがある。通行不能期間は年間平均15～20日間であり、特に3月に不通になることが多い。

Sayanから43kmの地点Paccho TingoはPaccho川がHuaura川に合流するところであるが、雨季にPaccho川から大量の土砂が流出し道路を塞ぐので、現在これを防止するための改良工事が行われており、その進捗率は約80%である。Paccho Tingoから2km先に短いトンネルがあるので、鉱山開発のため搬入する大型機械の輸送計画には配慮が必要である。

ChurinからOyonに至る国道16号線も未舗装で、幅員は3～4mと狭くなっている。OyonからIscaycruzに向うにはまずOyonで国道を外れ市町村道に入り、この地域に数多く存在する小規模炭礦の中心地Mishuyaへ行く。パンアメリカン・ハイウェイからOyonまでは25～30t積みトラック、またMishuyaまでは20t積みトラックの通行が可能である。

しかしMishuyaからIscaycruzまでの道路は、これまでの資源開発協力基礎調査のため建設された作業用道路で一部に平均傾斜1/10という急坂もあり、現在では6t積みトラックの通行が限界である。従って鉱山開発に際してはこの区間の道路の新設、切替が必要である。

以上の道路の各区間の距離をまとめると次のようになる。

Callao～Rio Seco	102km
Rio Seco～Sayan	52 "
Sayan～Churin	61 "
Churin～Oyon	30 "
Oyon～Mishuya	10 "
<u>Mishuya～Iscaycruz</u>	<u>15 "</u>
計	270km

1.3 代替輸送経路

雨季のHuaura川増水時には前述の如く、SayanからChurinに至る一部区間で道路が決壊し、短期間ではあるが毎年車輛の通行が不能となることが多い。この不通期間の代替輸送経路としてはOyonから国道16号線を経由してYanahuanca-Cerro de Pasco-CantaをとおりLima・Callaoに至るルートがある。現にIscaycruzに近いRaura鉱山, Uchuc Chacua鉱山では緊急時にこのルートを利用している。

IscaycruzとChurin間においてはOyonを経由せずPachangaraを通るルートが考えられる。現在Churin-Pachangara間にはジープがやっと通れる程度の道路が存在する。この道路の平

均勾配は約1/10で、Mishuya-Iscaycruz間の道路状況に類似している。この道路を代替ルートの一部として使用するためには傾斜の修正、拡幅などの改良工事が必要である。Pachangara-

Iscaycruz間には現在車輛の通れるような道路はなく、新たに建設する必要がある。建設距離は標高差約1,000mに勾配1/15の道路を作ると仮定すると15kmとなるが、このルートの選択については今後よく調査研究することが必要である。

1.4 道路の維持管理

Iscaycruzの開発と操業に際し、当面最も問題となるのは雨季に決壊するSayanとChurin間にある2カ所の欠陥区間の維持管理であろう。即ちSayanの北東12kmの地点700mと、29km地点の500mの区間である。

この区間は国道16号線の一部で、その維持・管理は運輸通信省の管轄下であり、現在29km地点については延長3kmの切替道路工事が進行中であり、1985年末に完成する見込みになっている。しかし12km地点については現在のところ改修計画は存在しない。

Sayan-Churin間ではこの2カ所の他にもHuaura川から道路を守るために護岸工事や路面の盤上げ工事を必要とする箇所が多い。この区間ではHuaura川の支流Checrasからの流出土砂によるHuaura川の河床の上昇が著しく、いくつかの地点で埋まってしまった旧国道の痕跡を見ることが出来る。

このことからこの地域では河床と道路の高低差が小さく、かつ谷が広がり河床勾配が緩かになって土砂の堆積し易い地点では、川によって道路の決壊される現象が過去何回も繰り返されて来たことが分る。

今後ともこのような現象が起きることは当然予測されることなので、事故発生毎の対症療法的な道路復旧・改良工事を続けることよりも抜本的な解決を図ることが重要であろう。

Oyon-Iscaycruz間でも雨季にガケ崩れによる通行不能の事態が発生するが、これは不安定なガレ場が多く地点に存在しているためである。しかしガケ崩れは川の増水による不通ほど深刻なものではなく、その復旧工事は比較的容易である。

国道、県道などの公共道路の維持・管理はそれぞれの担当公共機関の仕事であるが、ペルーでは利用者が復旧あるいは補修工事の一部を分担する例が多い。Sayan-Churin間の道路復旧工事には、Raua 鉱山、Uchuc Chacua 鉱山などが土木機械、労務者などの提供を行っており、Raura 鉱山ではこのために年間4~5万ドル支出している。従ってIscaycruzの場合も操業規模に応じた道路補修工事への参加、あるいは費用の負担を考慮する必要があるであろう。

1.5 輸送事情

Iscaycruz近隣のRaura鉱山, Uchuc Chacua鉱山および多くの小規模炭鉱の生産物は国道16号線を経由してトラックでCallao, Lima, Chimboteなどに送られている。Raura 鉱山からCallao (距離285km) までは30tから20t積みのトラックが運行しており、走行時間はそれぞれ約18時間および12時間である。

Oyon-Lima間には1日2便の定期バスが運行されており、またRaura 鉱山では鉱山勤務者専用のバスを1日2便Limaまで走らせている。国道16号線はこの地域の産業および住民にとって極めて重要な輸送路であり、交通量は1日当りChurin-Raura間120台, Sayan-Churin間140台で、SayanからRio Seco, Huaura, Huachoに至る沿線はペルー有数の農業地帯のため約1,200台に達している。

第2節 電 力

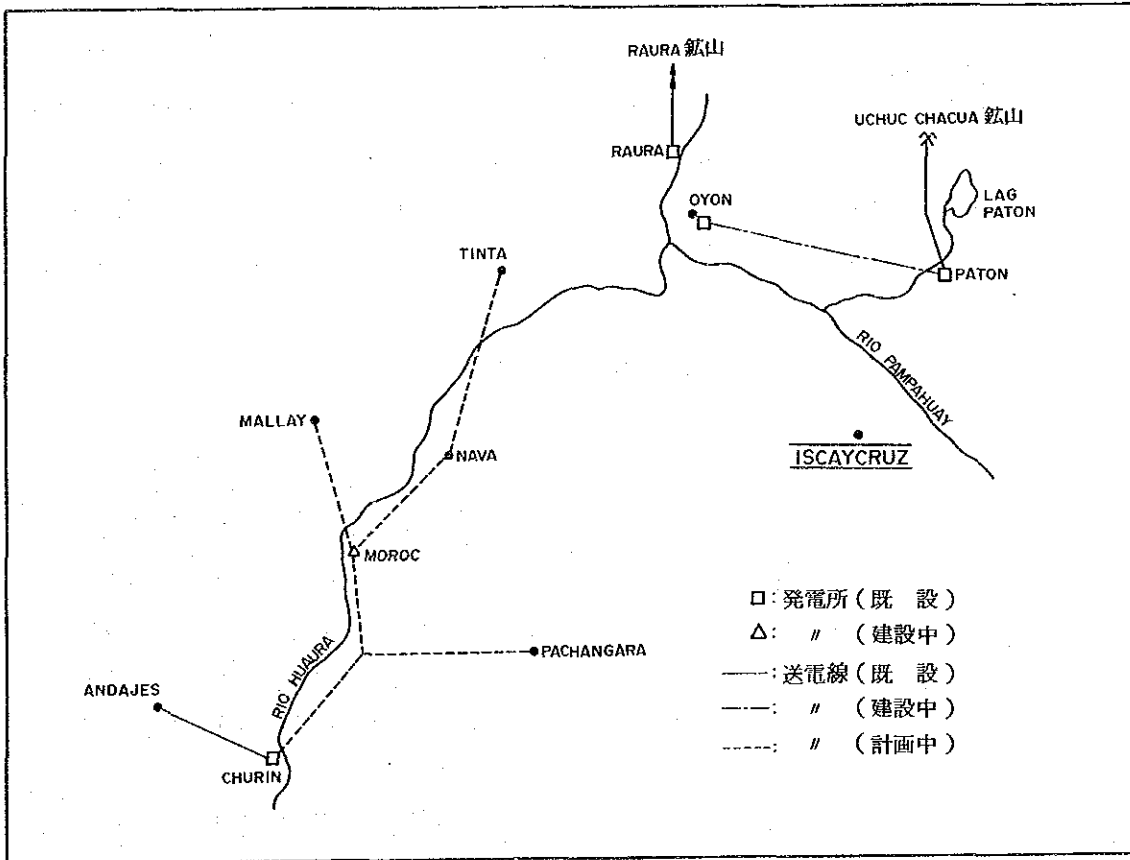
2.1 地域の現況

Iscaycruz周辺地域の電力供給態勢は稼行中の鉱山を除き整っているとは言えない。

公共的な発電所としては、現在のところ建設中のものも含めChurin, Moroc, Oyonにそれぞれ小規模な水力あるいはディーゼル発電所が存在するだけで配電範囲もごく限られている。稼行中の2鉱山、即ちUchuc Chacua (Ag鉱, 操業度1,000t/日), Raura (Cu・Pb・Zn鉱, 操業度1,800t/日)は、それぞれ独立した鉱山専用の発電所をもち生産設備および付帯・福利施設に配電している。現在Uchuc Chacua鉱山Paton水力発電所は、一部電力をOyonに供給することとなり送電線の建設が進められており、送電最大電力は100kWの計画である。

発電所および送電線の現況は第3・3図, 第3・1表に示すとおりである。

第3・3図 発電所位置および送電線路図



第3・1表 発 電 所

発電所名	発電機能力および設備台数		記 事
	水 力	デ ー ゼ ル	
Churin	72kW×1	72kW×1	8:00~24:00 給電
Moroc	250kW×1		建設中
"	250kW×1		計画
Oyon		50kW×1	
Paton	2,164kW×1	1,100kW×1	Uchuc Chacua 鉱山専用
"	500kW×1	800kW×2	"
"	800kW×1		"
Raura	1,000kW×4	1,200kW×1	Raura 鉱山専用
"		750kW×1	"

2.2 開発計画

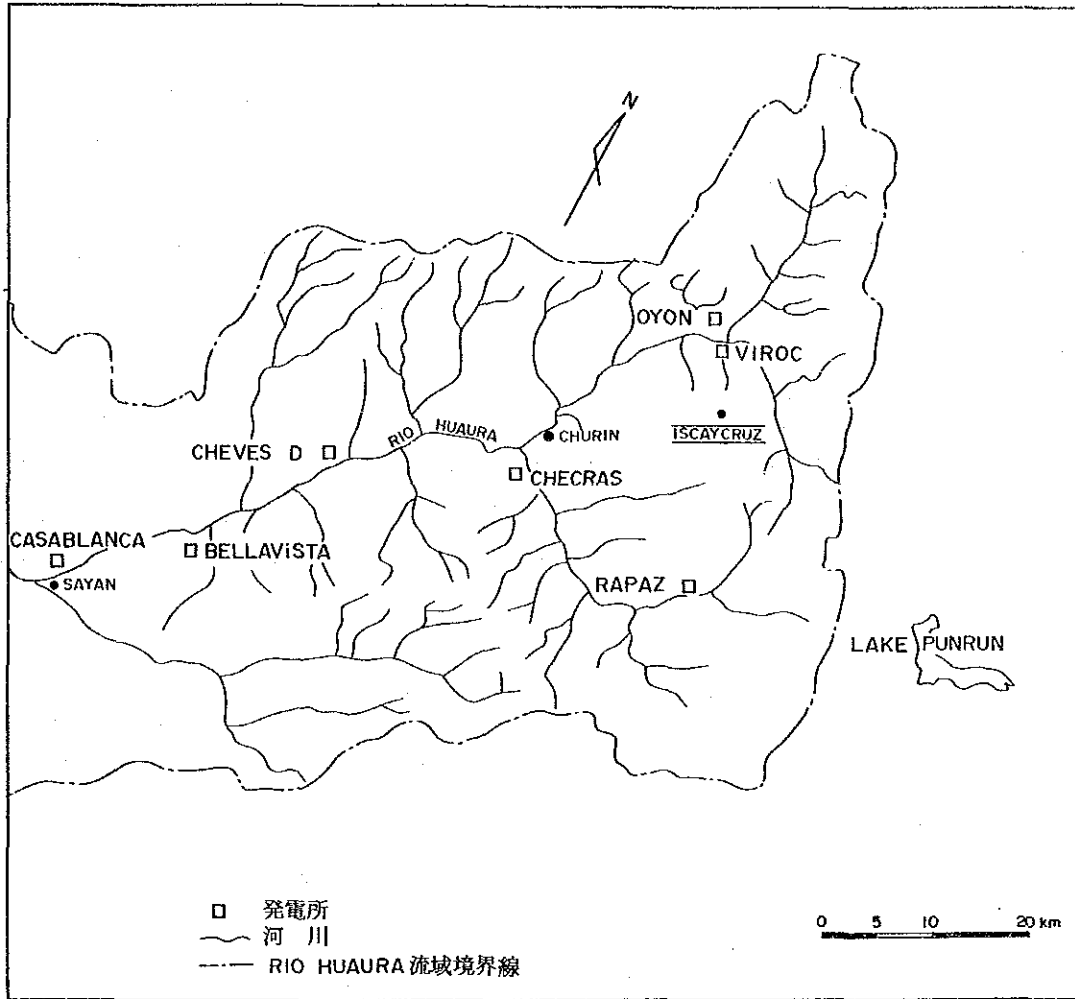
現在電力公社によって Huaura 川流域を対象とした広範囲ないくつかの水力発電所建設の調査が進められている。もしこれが実行されれば Iscaycruz の電力供給源として利用することが可能となるが、現在のところその実現性については1995年までにこれらのうちの1つが出来るかどうかという状況にある。従って鉱山開発のためには独自の専用発電所を建設する必要がある。

調査・研究中の水力開発計画の概要は第3・2表、第3・4図の如くである。

第3・2表 水力発電プロジェクト

位 置	水 路 (km)	水 量 (m ³ /sec)	落 差 (m)	容 量 (MW)	年間発電量 (GWh)			
					Punrun 湖利用せず		Punrun 湖利用	
					保 証	計	保 証	計
XVII Casablanca	13.7	2248	238	45.5	175	325	374	395
XII Bellavista	18.1	2096	360	64.1	243	453	541	564
X Cheves D	28.8	"	677	121.0	462	858	1,017	1,059
VI Checras	45.6	1350	1,075	123.0	473	879	1,081	1,081
II Oyon	18.4	291	761	18.8	72	134	-	-
III Viroc	9.3	173	563	8.3	32	59	-	-
IX Rapaz	29.0	159	946	12.8	49	91	-	-

第3・4図 水力発電所位置図



第3節 用水（水資源）

3.1 Huaura川流域の水利用

Huaura川流域における最大の水利用は灌漑農業である。主要な灌漑地域はSayanからHuaura, Huachoに至るHuaura川の河川沿いとSayanの南西のDon Albertoの一带である。

このHuaura地域はペルーでも有数の砂糖きびの生産地であり、この他にもHuaura川の中・上流やその支流沿いの地形条件のよい処には灌漑農業が発達している。後述の如く国土の太平洋岸は乾燥しており、灌漑は農業にとって必須の条件であり、沿岸部から内陸に向う山の山腹には導水のための多くの水路が作られている。

鉱山業における水利用も取水・排水に関連して重要であり、Iscaycruz近隣の鉱山では、山岳地帯に多く存在する湖を利用して工業および生活用水の確保ならびに動力供給源としての水力発電を行っている。山岳地帯においては乾季の雨量は非常に少なく、例えばUchuc Chacua鉱山の5～7月の平均雨量は10～20mm程度に過ぎず、乾季の河川流量の減少を補うために果す天然湖の役割は大きい。

一般の集落への電力供給を目的とした小規模水力発電も、鉱山の専用水力発電と同ようにこの地域の重要な水資源利用の1つである。現在電力会社によってRahura川流域の広い範囲にわたりいくつかの水力発電所建設の研究・調査が進められている。

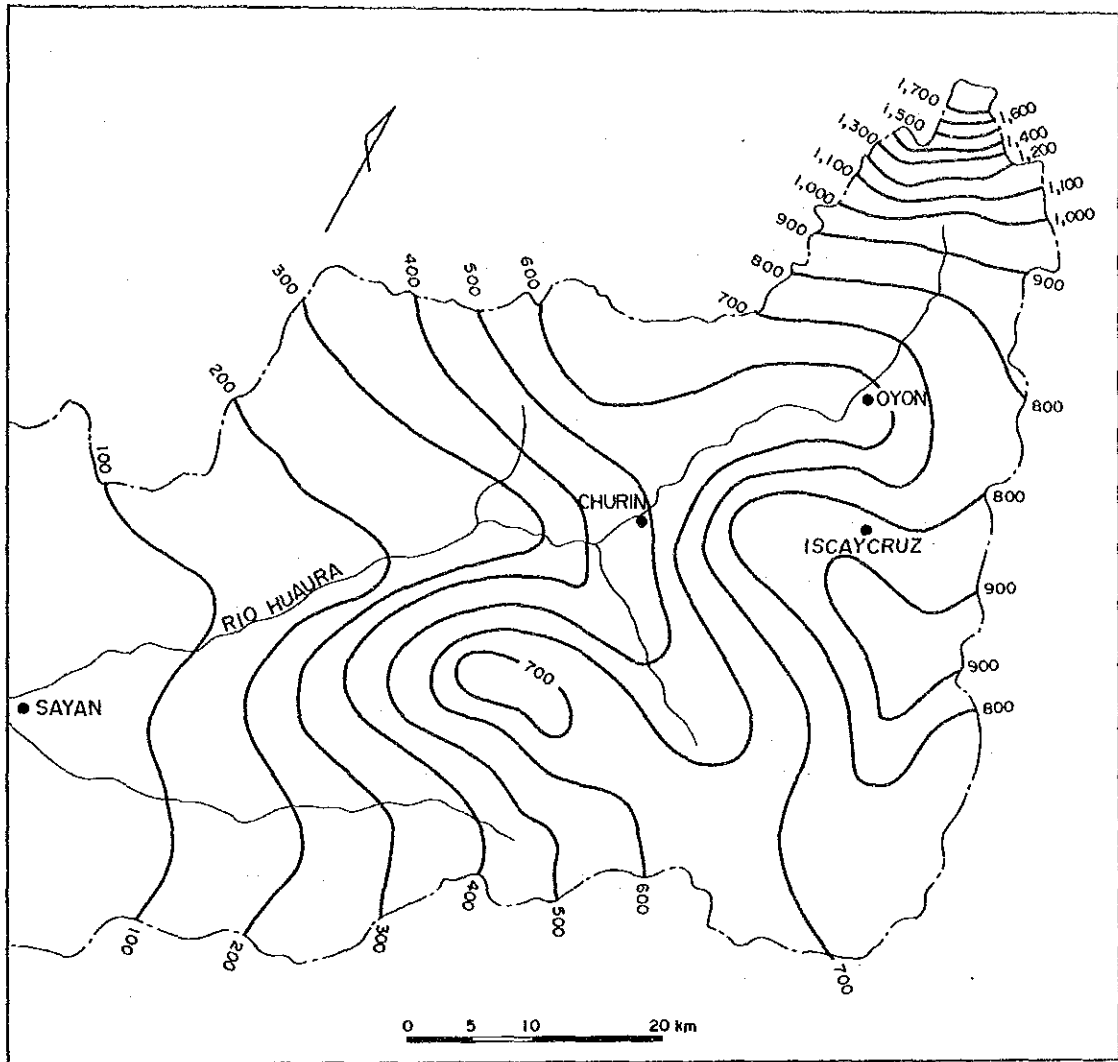
Huaura川の中流域や上流域にある集落の規模は一般に数千人程度である。これらのうちの主な集落では生活用水供給のため塩素滅菌設備をもった上水道施設を備えている。しかし生活排水のための公共の下水道施設はない。

Iscaycruzの生活排水はPachangara川に流入し、Pachangaraを流下してChurin付近でHuaura川に合流する。一方選鉱廃さい堆積場の上澄水はYanahuaino川に流入し、Cuary付近を流下してCayash川となり、Checras川に合流してLagusauraを流下してChurinの下流でHuaura川と合流する。このように鉱山からの排水はHuaura川に合流するまでの間にいくつかの集落を通過し、これらの集落では灌漑農業も営まれている。従って排水の管理には十分な配慮が必要である。

3.2 Huaura川の水文・気象特性

ペルー国の水文・気象データはSENAMHI（気象・水文庁）によって収集・整理されており、SENAMHIが作成したHuaura川水系の等雨量線図は第3・5図の如くである。

第3・5図 等雨量線図 (表示単位: mm)



等雨量線図にみられるように Huaura 川下流太平洋岸地域の雨量は極めて少なく、年間100mmに満たない砂漠地帯である。これはペルー沖に Humbolt 寒流が北上しており、そのため上空の大気の温度が低く大気は水蒸気を多量に含むことが出来ない。この大気が大陸に流れ込むと大気の温度が上昇し、大気の湿度が低下してほとんど降雨をみる事がなくなるのである。

Huaura 川下流域ではこのように寡雨であるが、中・上流域では標高が高くなり、上昇気流を生じて等雨量線図から明らかなように降水量は次第に増加する。即ち年間降水量は Sayan 付近で100mm, Churin で500mm, Oyon では600mm程度となる。上流域の最北端では年間1,700mmの降水量があるが、標高5,000m位の上流域の南端付近では1,800mmとなっており降水量はさほど増加していない。

Huaura川の流域面積は5,700km²で、流域の標高は0mから5,685mに及んでおり、標高3,000m以上の流域は全流域面積の45%、4,000m以上の流域は31%である。このように全流域面積のうち、標高の高い流域の占める割合が大きいことがHuaura川の流量を支えている要因である。

SENAMHIの水文解析資料によれば、Huaura川のSayan-Casa Blanca-Alco付近の月別平均流量は最少の8月には11.5m³/sec、最大の3月には64.6m³/sec、年間平均は27.6m³/secである。また年間降水量に対する年間流出量の比、即ち流出率は0.43~0.58(1870~1876年)の間に分布している。流域の単位面積当りの流量である比流量(ℓ/sec/km²)は8月4.2ℓ、3月23.9ℓ、年間平均10.2ℓとなっており、このことから1km²当り年間320,000m³の流出量が得られることになる。

以上のHuaura川流域の水文特性はIscaycruzの水需要を検討するうえで1つの指標とすることが可能である。

3.3 Iscaycruzの水需要

Iscaycruzの水需要を検討するためには、鉱山操業の水源として利用する予定のQuellaycocha湖の流域面積、降水量、流出率および湖の貯水量などから供給ポテンシャルを把握し、鉱山操業に必要な需要量と比較しなければならない。

Quellaycocha湖の流域は、一部湖の南西にも存在するが主として北東に広がっており、これらの総面積は1.39km²である。この流域についての降水量の観測データはないが、前述の等雨量線図によれば、年間降水量は800mmである。しかし等雨量線による値は巨視的なものであるので、周辺の観測所の降水量データも参考にすることが好ましい。SENAMHIの資料から作成した周辺の観測所の年間平均降水量は第3.3表に示すとおりである。

第3.3表 周辺観測所の年間平均降水量

	Raura	Pachangara	Paton	Tablades	Uchuc Cha.
標高(海拔m)	4,900	3,600	4,150	4,700	4,500
観測年度	1970~76	1965~82	1971~75	1971	1971~80
最大(mm)	1,894	1,294	976	—	1,231
最小(＃)	773	458	761	—	868
平均(＃)	1,327	740	804	763	1,035

上記のうちTabladesは1年間の観測データなのでこれを除外すると、標高が高くなるに従って降水量が増加している傾向が分る。従ってQuellaycocha湖の流域は標高4,600~4,900mに分布しているので微地形の影響により、この流域の年間降雨量は等雨量線に示される800mmより多

く、1,100mm程度と仮定することが可能であろう。

前述の如く Sayan 付近における Huaura 川の流量から計算された流出率は 0.5 であるが、Iscaycruz では比較的降水量が多くかつ気温も低いので流出率はこれよりも高く、地表流出と地下水流出を合わせて 0.7 程度と仮定することが出来る。

以上のことから湖に流入する年間水量を求めると、次の計算式の如く 1,080,000m³となる。

$$\frac{1,100 \text{ mm/年}}{1,000 \text{ mm/m}} \times 1.4 \text{ km}^2 \times (1,000 \text{ m/km})^2 \times 0.7 \div 1,080,000 \text{ m}^3/\text{年}$$

これに対し鉱山操業に必要な年間新水量は工業用 576,000m³、生活用 109,500m³、合計 685,500m³である。従って年間の水供給量は需要量を上まわっており、年間総量では鉱山操業に支障を及ぼさないとと言える。

しかし降雨量の経年的な変動や年間の季節的変動を考慮する必要がある。即ちこの地域では 10 年に一回年間降水量が 500mm 程度になることが十分考えられ、この場合 Quellaycocha 湖への年間流入量は 490,000m³に減少し、需要量に対し 195,500m³不足する。この際には湖の貯水を利用することで渇水年度の水需要を満たすことが出来る。Quellaycocha の湖水面積は約 0.24km²でありその平均水深を 10m と仮定すると、湖の貯水量は 2,400,000m³となる。

SENAMHI 資料による周辺の観測所における月間の降水量は第 3・4 表のとおりで、乾季 (4~11 月) と雨季 (12~3 月) の差は大きく、特に 6~8 月は少ない。従って降水量の少ない乾季には湖の貯水を利用しなければならない。乾季に貯水を利用するためには、雨季における湖への流入水を可能な限り補足して貯水し、季節的な変動に対処する必要がある。

このように湖を季節変動の調整ダムとして利用するためには、雨季に湖の水位を現在の最高水位よりさらに上昇させることを考慮する必要がある。なお現在雨季には相当量の水が湖から Pachangara 川へ流入している。

第 3・4 表 月 間 降 水 量

単位：mm

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Raura	1985	1754	1957	1305	337	371	21.0	47.7	84.9	132.0	80.1	157.8
Pachan-gara	1391	1324	1561	570	131	1.1	7.2	5.0	20.8	56.9	62.8	101.8
Paton	1300	1213	1534	755	248	6.0	4.9	27.1	41.6	72.3	58.6	88.5
Uchuc Chacua	1668	2192	225.1	121.5	35.3	11.3	3.5	10.0	33.5	52.3	62.6	121.6

Quellaycocha 湖の貯水量と水位の制御については、今後流域の降水量の観測、湖の水深調査、湖周辺の詳細な地形測量、水位 - 貯水量相関などの検討を待たなければならない。

第4節 通 信

現在ペルー国では、太平洋沿岸地域および主要都市間の有線電話およびマイクロウェーブ回路は整備されているが、山間部では未だ整備不十分なところが多い。当該地域の公共通信施設も以下の如く貧弱であり、かつ拡張・整備計画も中断状況にある。

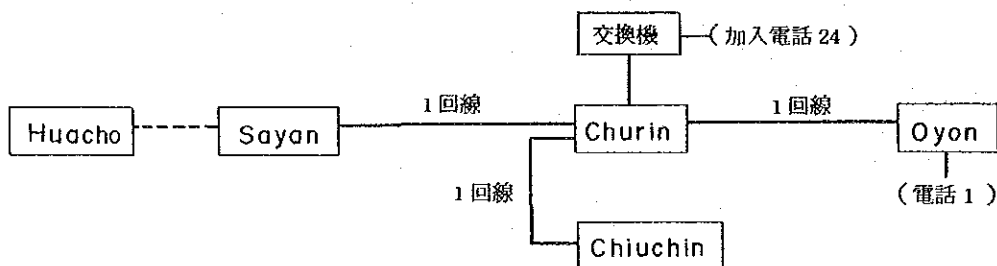
Churin ; 市内に電話局がありその加入局数は24局で、電話局内には容量50回線の手動式交換機が設置されている。Sayan~Oyon間のENTEL-Peru(電信電話公社)の通信線路は1回線しかない上に設置条件が悪いため不通となることが多く、さらに電話局のサービス時間が9:00~21:00に限られているなど不都合なことが多い。

Chiuchin ; Churin電話局を経由する1回線がある。

Oyon ; Churin電話局を経由して1回線の通信線路が架設されているが電話器は町役場に1台設置されているのみで交換機および公共用・町民用の電話設備はない。

RauraおよびUchuc Chacua鉱山 ; 山内用有線電話施設はもっているがENTEL-Peruの通信網には接続されていない。従って外部(Lima)との交信には専用の無線電話を使用している。

地域の ENTEL-Peru 通信網 ;



第5節 労働力と鉱山キャンプ

5.1 労働力

鉱山開発のためには周辺地域の潜在労働力の存在をまず検討する必要がある。

当該地域はこれまでLima県Cajatambo郡に属していたが、1985年(昭和60年)10月Huaura川流域の諸地区が分離しOyon郡が形成された。Oyon郡は大別してPachangara(中心地Churin)、Oyon、Andajes、Caujul、Navan、Cochamarcaの6地区に分けられる。このうちIscaycruzに直接関係あると考えられる地区はPachangaraとOyonであり、その人口動態は1981年(昭和56年)6月実施の国勢調査によれば第3.5表および第3.6表のとおりである。

第3・5表 総人口

単位：名

	合計			都市(集落)			農村		
	計	男	女	計	男	女	計	男	女
Pachangara	3,339	1,659	1,680	1,766	867	899	1,573	792	781
Oyon	8,354	4,098	4,256	6,304	3,101	3,203	2,050	997	1,053

第3・6表 労働力

単位：名

	労働力(6~15才)			就業者			失業者		
	計	男	女	計	男	女	計	男	女
Pachangara	1,022	798	224	1,003	785	218	19	13	6
Oyon	2,449	2,010	439	2,304	1,920	384	145	90	55

この表によれば15才以上の失業者のデータがないが、現地調査の結果では15才以下の男子の失業率3.7%と同程度推定される。またOyon町役場で得た情報によれば、現在Oyon地区では18~40才の男子で職を求めている者は100名程度いるという。

一方鉱山操業に必要な人員はスタッフ30、職員66、労働者304合計400名と見込まれているが、このうち労働者(未経験者)の25%程度は当該地域から供給できるものと推定できる。しかし残りの鉱山に経験のある労働者および職員についての供給の可能性については、今後さらに詳しく調査する必要があるが、Oyon地区にはRaura、Uchuc Chacuaの2つの非鉄金属鉱山があり、また小規模な炭鉱も多く存在しているので、潜在的な鉱山経験者を獲得できる可能性は高いと考えられる。

5.2 鉾山キャンプ

5.2.1 鉾山キャンプの立地

鉾山キャンプの建設地としては、Iscaycruz山元、PachangaraおよびOyonの3カ所が候補地として考えられる。このうちPachangaraとOyonは既に集落を形成しており学校・診療所などの社会サービス施設も存在し、さらに両者とも標高が海拔約3,600mであり、Iscaycruzの海拔約4,700mに比べて人間の生活にとって重要な酸素濃度や気温の点で優れている。

しかし鉾山キャンプをこれら既存の集落に建設した場合、鉾山への通勤に主としてバスを利用しても片道1間以上を必要とし、鉾山に働く400名の人間を毎日バス輸送することは鉾山の規模からみて非常に困難かつ非現実的なことと言える。また鉾山操業は2方あるいは3方で行われるので、鉾山キャンプは出来るだけ生産現場近くに建設されることが望ましい。Pachangara地域を利用する場合には、Iscaycruzとの間にバスの通行が可能な道路約15kmを建設せねばならない問題がある。

Iscaycruzに近いRaura鉾山では、海拔5,000mの地域に鉾山勤務者約950名とその家族が生活しており、またUchuc Chacua鉾山でも海拔4,500mの地域に鉾山勤務者約500名とその家族が生活している。このような状況からみてIscaycruzは標高が高いという不利な条件があるものの、鉾山キャンプを此処に立地させることはやむを得ないが立地は十分可能である。

鉾山キャンプの位置は、生産施設のあるIscaycruz南部地域を避け、生産施設のある地域の北海拔4,800mの峠を越えたところにあるQuellaycocha湖周辺地域とすることが適当である。これは生産区域と生活区域が峠によって隔てられ、良好な生活環境が確保できるためである。なお生活区域から生産区域までの距離は約3~4kmであり徒歩通勤が十分可能な距離である。

生活区域の湖周辺には緩勾配の斜面、および平地を合わせて約20haの適地があり、これは鉾山勤務者とその家族合計約1,500名が生活する鉾山キャンプの立地として十分な面積である。

5.2.2 施設の配置

鉾山キャンプは鉾山勤務者とその家族のための住宅、および教育・医療・娯楽・購買などの社会サービス施設とを備えなければならない。住宅区域の立地については、ペルーの鉾山の一般的な形態のように、職員・従業員の住宅区域とスタッフの住宅区域とを分けることが望ましく、また社会サービス施設は両住宅地区から平等に接近可能な位置に設けることが必要であろう。

Quellaycocha湖を生活用水源として利用する場合、湖水の汚染を防ぐため住宅区域からの排水が湖に流入しないよう住宅地区の位置を選定しなければならない。このため人口規模が大きくかつ宅地面積を多く必要とする職員・従業員住宅区域は、生活排水の流入のおそれが少ない湖の北側に配置するのが適切である。スタッフの住宅区域は位置的には湖水へ影響を及

ぼすおそれはあるが、排水設備を完備することとして湖の南端付近の斜面とすることが適当である。スタッフの住宅区域は人口規模も小さいので排水施設を整えることは難しくない。社会サービス施設は湖の北東部に配置するのがよい。

以上のように各々の施設を配置すれば、職員・従業員住宅区域とスタッフ住宅区域とは完全に分離でき、また両者の利用する社会サービス施設に対し平等に接近することが可能となる。さらに湖水汚染の影響も最少限にすることが出来よう。

第 4 章

総 合 評 価

第1節 財務評価と経済評価

第2節 地域社会に与える影響

第4章 総合評価

第1節 財務評価と経済評価

1.1 意義と手法

財務評価は、本鉱山開発の投資が投資者の立場から見て企業が存立していくと共に、十分な報酬が期待されるものか否かを検討するものであり、経済評価は、開発当事者の立場を離れて広くペルーの国民経済の立場から見て、本開発の投資が他の投資機会と比べて、経済成長への寄与の観点から勝っているか否かを検討するものである。

これら2つの評価は、第2節に記述する地域社会に与える影響の評価と並んで、本開発の可能性を見る場合極めて重要な意味をもってくる。即ち、もし財務評価の結論が否定的であれば、開発の在り方を再検討するなり、またペルー政府が新たな助成政策を導入するなりの必要性を示唆するからである。また、もし経済分析の結論が否定的であれば、例えば当該地域での雇用の拡大などの特別な政治的考慮などを必要としない限り、ペルー政府としては本開発を推進すべきではないことを意味するからである。

財務評価、経済評価は、既述の技術的・具体的な計画・運営の見積費用をベースとすることに加え、以下の諸条件を前提としている。

- (1) 産出精鉱はすべて Callao 港を經由して輸出される。
- (2) 鉱山開発は特別鉱山会社が設立され、これが実行する。 初期投資金額の約 25% は現金払込による資本金で賄い、残りは長期借入金による。
- (3) 税制などは特別鉱山会社に対する優遇措置が与えられ、かつ現行のシステムが今後も変わらない。
- (4) 現在の高いインフレ率を考慮して、分析に用いる通貨単位は S/.(ソーレス)ではなくドルとする。 なお、特別鉱山会社ではドル建ての経理が認められる。
- (5) 財務評価、経済評価は、それぞれ内部財務収益率および内部経済収益率で示す。

1.1.1 財務評価

財務評価では、開発と生産についての具体的な諸条件を想定した上で、特別鉱山会社にも与えられる優遇措置を活用し、企業としての収益を最大にするような財務運営の下で将来の損益計算・資金収支計算を行い、得られた資金の流れ(キャッシュ・フロー)を基に DCF (Discounted Cash Flow) 法を用い、全投資および資本金に対する内部財務収益率 (F.IRR) を求める。

全投資を対象としたキャッシュフローを考える場合、投資主体には資本金の提供者と融資者

が含まれており、また企業会計で費用に計上されている利子支払いと、借入金の償還も収益キャッシュ・インフロー部を構成していることが重要である。

これに対し資本金に対する収益には、利子支払と借入資金の償還は含まれず、これらを除いた企業資金会計上の剰余金だけがキャッシュ・インフローとなる。なお資本金提供者に対する株式配当は、この剰余金から賄われることになるが、本報告書の資金収支計算では具体的な配当金の想定は行わず、配当金は剰余金に含まれているものとした。

このようにして計算される全投資に対する内部財務収益率は、融資金利より高い場合に限りに、資本金に対する内部財務収益率を上まわることには留意する必要がある。

次にキャッシュ・フローを構成する財務費用・財務便益は、企業会計に計上される国内の市場価格による費用・収入の各項目に対応するものであるが、企業会計に費用として計上されていてもキャッシュ・アウトフローを構成しない項目があることに注意する必要がある。これは減価償却費と再投資引当金で、損益計算では所得税の対象となる税引前利益の計算の際、費用としての計上が認められているが企業が実際支払うものではなく、キャッシュ・アウトフローを構成せず財務費用とはならない。

また、前述のように全投資を対象とする場合には、利子支払いと借入れ資金の償還も財務費用とはならない。これらは資本金提供者にとっては、キャッシュ・アウトフローであるが融資者にとってはキャッシュ・インフローであり、資本金と融資を合わせた全投資に対しては互いに相殺してゼロになるからである。

内部財務収益率は、次のDCF法の計算式を満足する割引率(r)によって表わされる。

$$\sum_{t=0}^T \frac{(\text{キャッシュ・インフロー})_t - (\text{キャッシュ・アウトフロー})_t}{(1+r)^t} = 0$$

t : 投資開始時からの経過年数

T : プロジェクト終了までの年数

1. 1. 2 経済評価

経済評価は、前記のDCF法計算式のキャッシュ・インフロー、キャッシュ・アウトフローに、国内の市場価格に代って国民経済的な視点で特別に計算されるシャドウ・プライス（計算価格とも呼ばれる）を適用した経済便益と経済費用を用いるもので、社会的費用分析とも呼ばれている。通常の費用便益分析は、厚生経済学の理論に従い個人の効用水準として支払容認価格(willingness to pay)を考え、これの集計量である消費者余剰全体の極大化を目的として行われる。しかし本報告書では、世界銀行などの国際金融機関で通常用いられている方法に従い、消費者余剰ではなく国民所得の極大化に基準を置いた分析を行った。