

表-32

選鉍課組織表

Section and/or Sector	Engineer or Master	Worker		Total
		Mongolian	Russian	
Crushing & Transportation	14	127	11	152
No.5 Section Crushing & Grinding	11	70	27(6)	108
Grinding & Flotation	19	195	37(4)	251
Chemical (Reagent) Preparing	3	55	3	61
Filtering-Dewatering	9	97	9	115
Ventilation & Sewerage Eqpt.	4	195	37(4)	236
Repare & Mechanical	15	91	41	147
Lifting & Loading Eqpt.	2	18	7	27
Conveyer Maintenance	2	17	3(1)	22
Tailing	3	11	10	24
Sub Total	82	876	185	1,143
Staff				35
Total				1,178

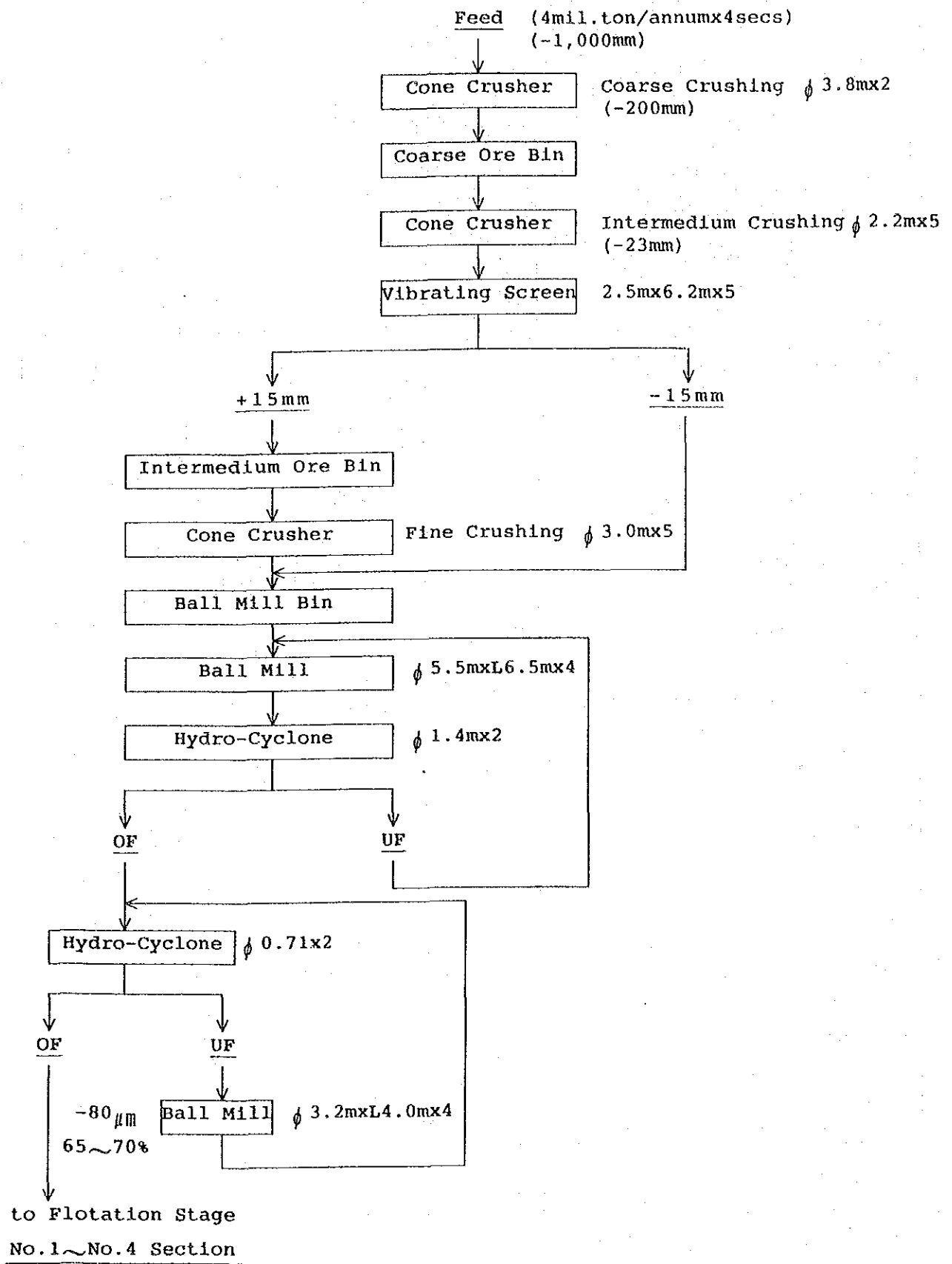


図 - 15 第1~第4セクション破碎・摩鋳フローシート

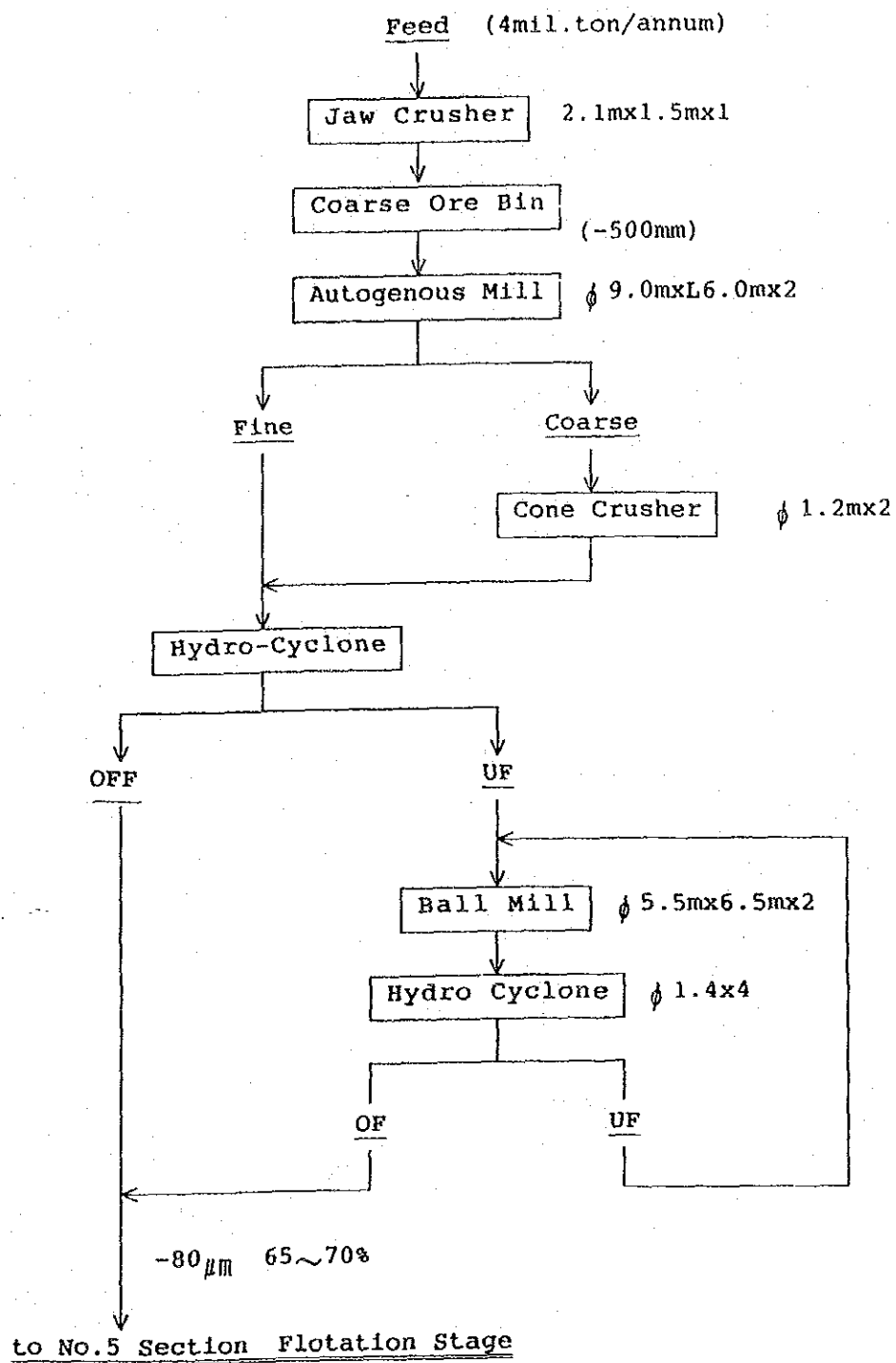


図 - 16 第5セクション破碎・摩鋳フローシート

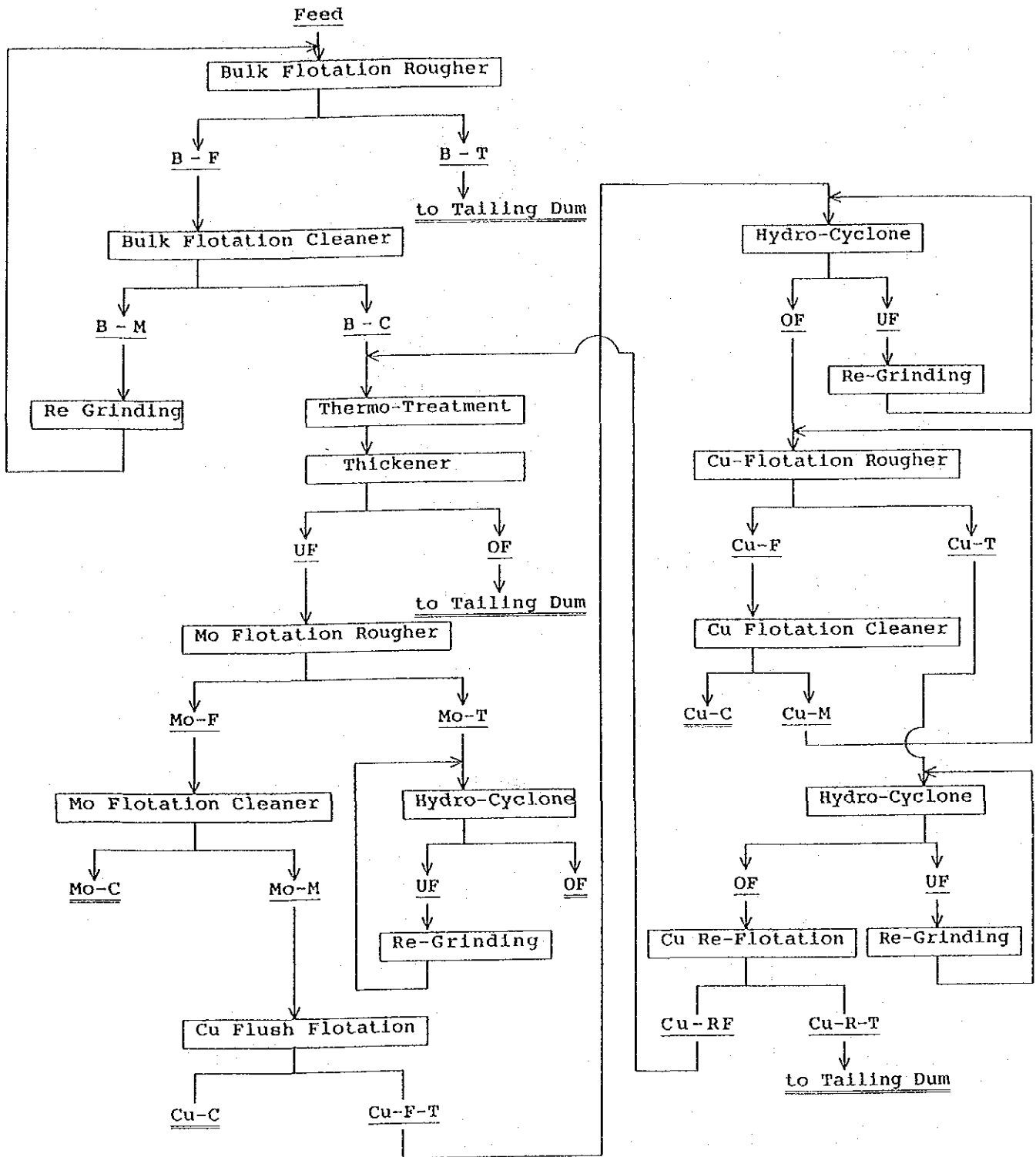


図 - 17 第1~第5セクションMo/Cu分離浮選フローシート

較並びに老朽化している第1～第4区の更新と増強工事（4百万トン／区・年→4.5百万トン／区・年）を進める期間の代替のためである。

第6区の建設工事は、1993年中に完了予定であったが、資金的な面で中国製浮選機の購入が遅れており同年内完成は困難と見られている。図18に第6区の浮選系統と浮選機種を使い分け計画を示す。

③ 脱水・乾燥

銅及びモリブデン精鉱はディスクフィルターで脱水し更に冬期間の凍結を防止するのに必要な水分（10%以下）までに低下させるために熱による乾燥工程を設けている。これを改善する目的で1992年12月にセラミック製フィルターが1台導入されテスト中である。

④ 廃滓処理、繰返し用水

廃滓（選鉱尾鉱）は選鉱場から約6km離れた廃滓ダム（堆積場）へ直接自然流送し混合堆積されている。夏場は築堤側から、冬場は流路面が凍結するのでポンド近くで放流される。

ポンドの溢流水は底設暗渠を通じて築堤前に設置されたポンプ座まで導かれ、これにダムの浸透水が加えられた後工場用水として繰返される。繰返し率は約90%と報告されている。第2次調査時には浸透水の濁りが観察された。雪融けによる季節変動と思われる。

図19に選鉱場から堆積場までの縦断面配管図を示す。

また、図20に用水の繰返し関係の水バランスを示す。

さらに、図21に選鉱場設備レイアウトを示す。

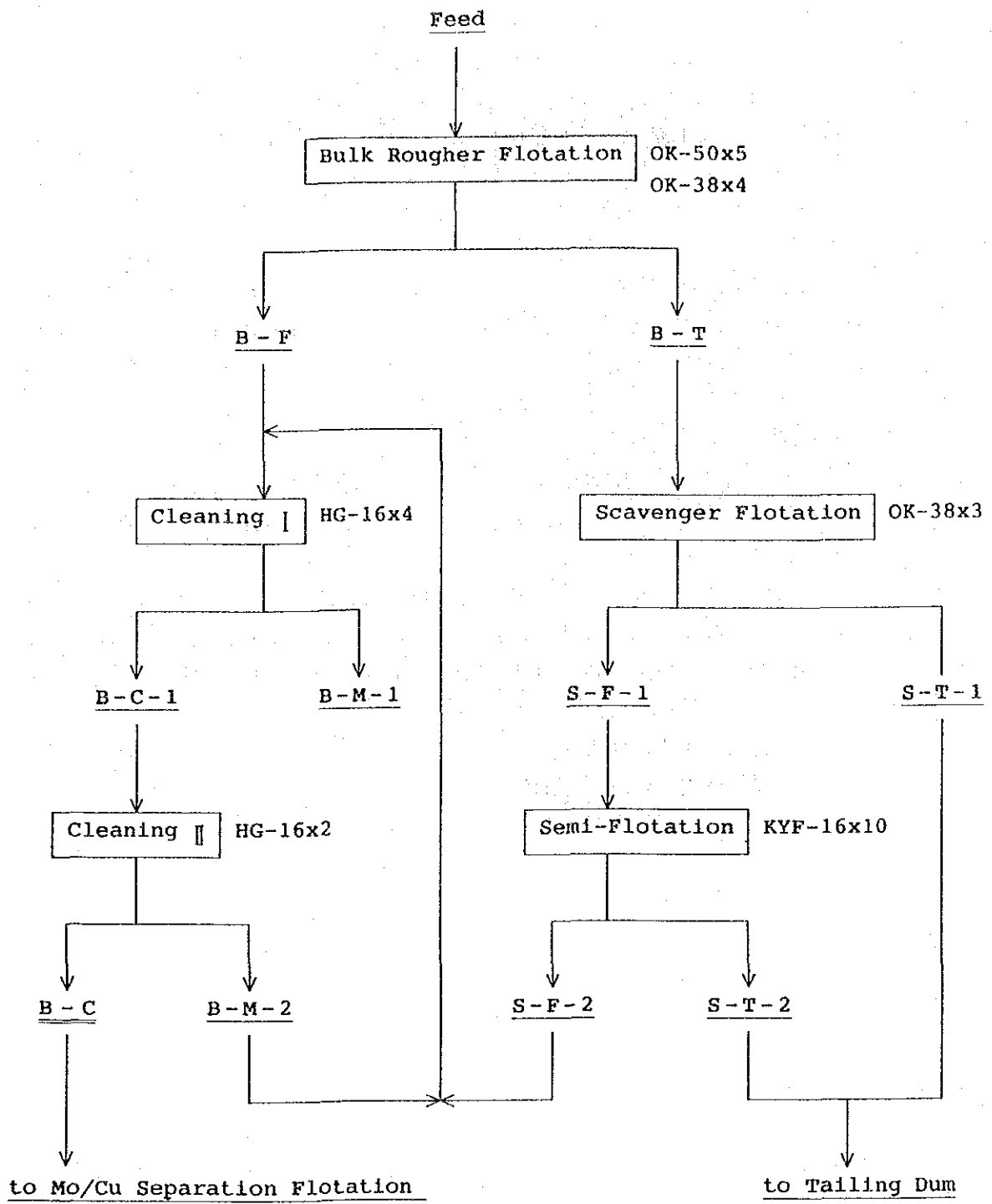


図 - 18 第6区浮選フローシート計画

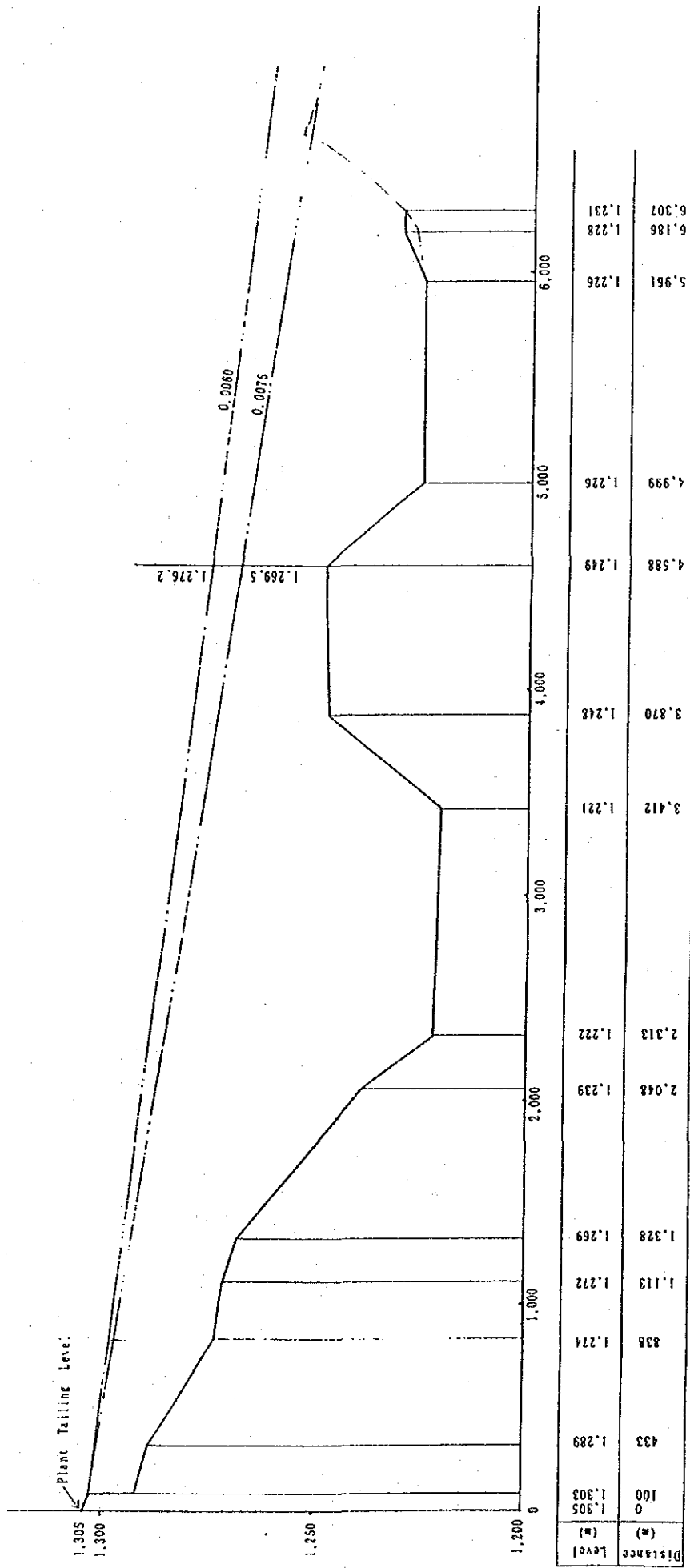
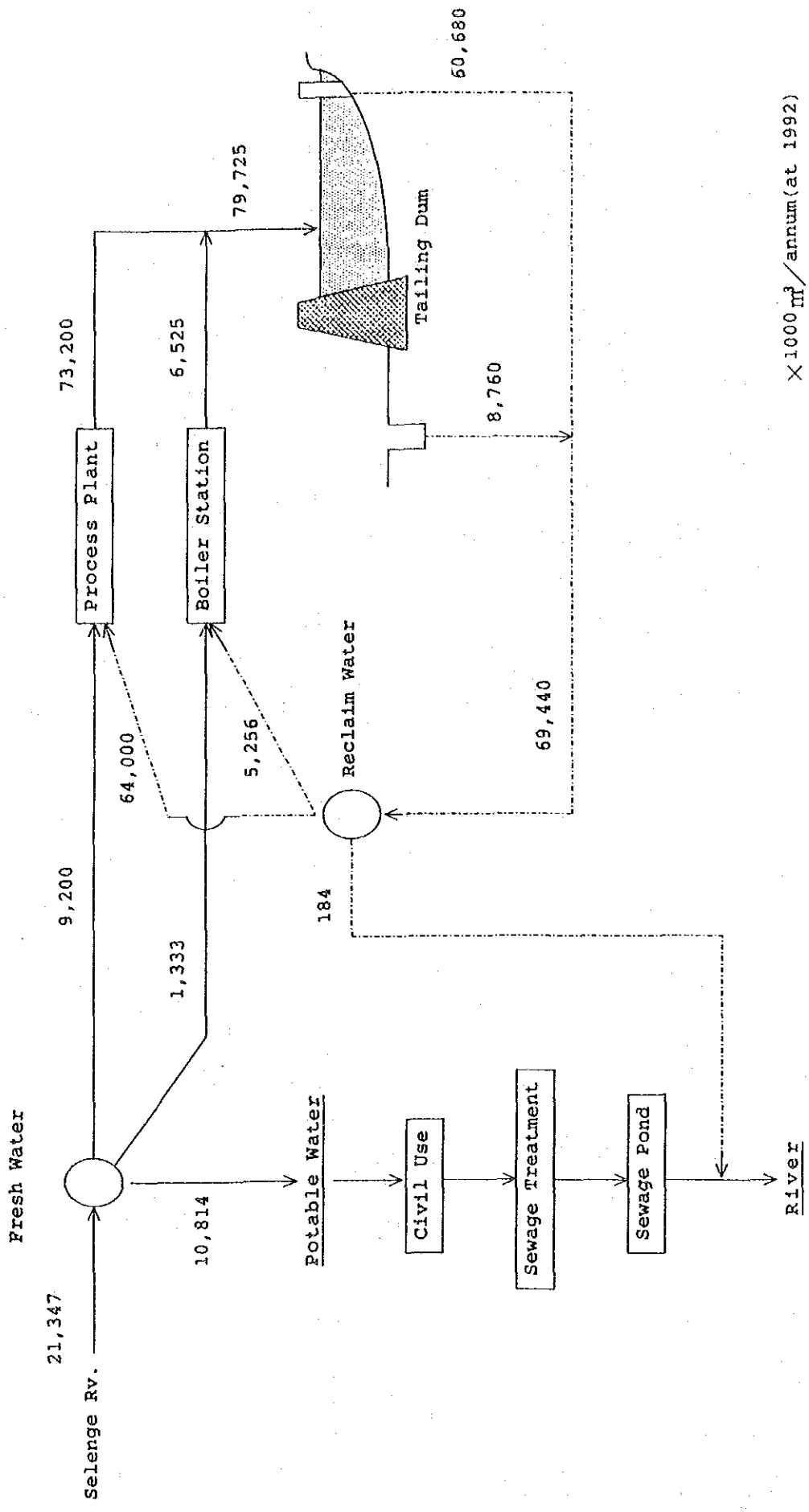


図 - 19 尾滓流送ライン



×1000 m³/annum(at 1992)

図 - 20 繰返用水系統水バランス

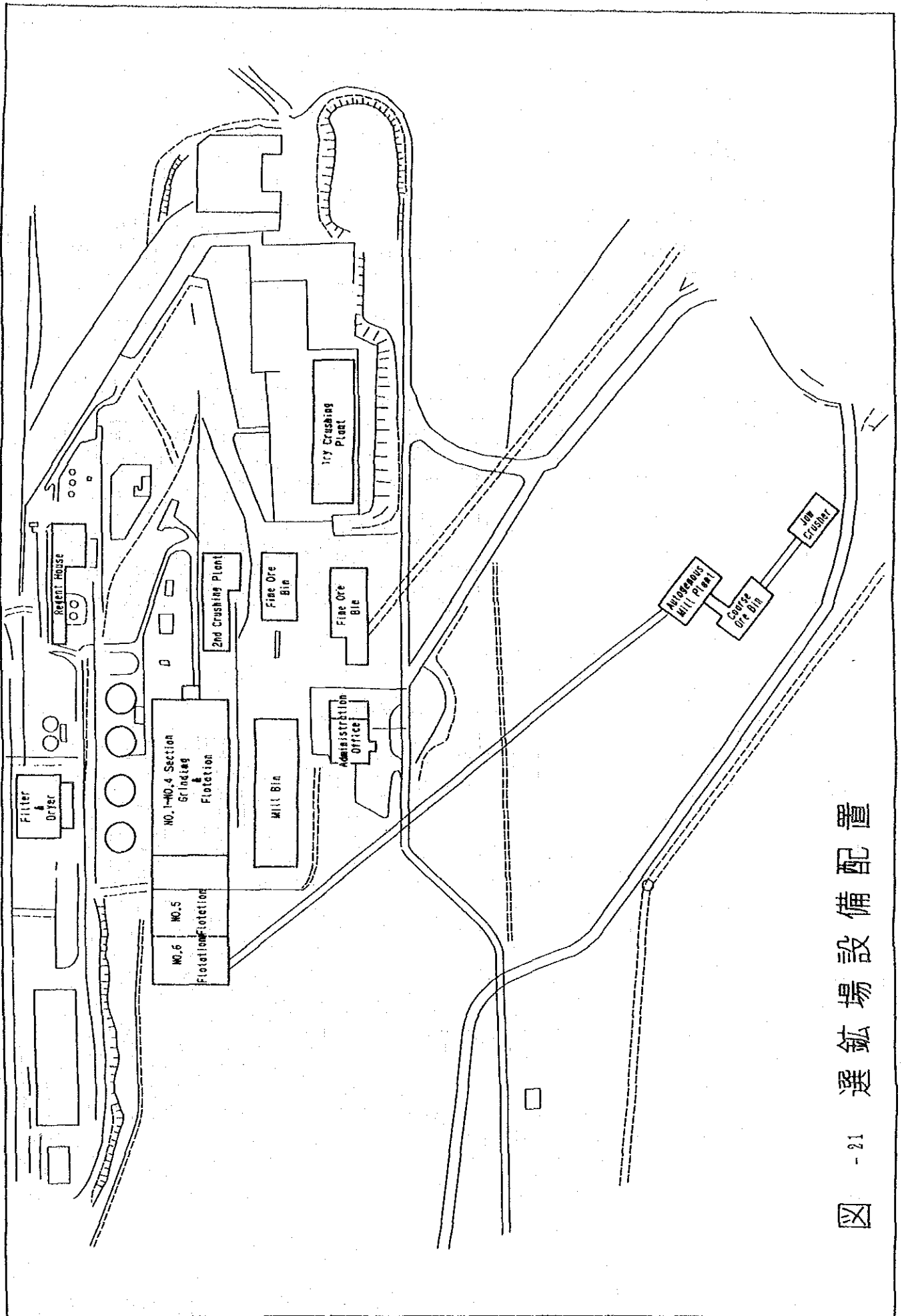


圖 - 21 選鉍場設備配置

4-2-2 生産管理及び試験研究

(1) 生産管理

① 操業成績

過去5年間の処理実績は表33に示す如く、第5区の操業が加わり20百万トン／年態勢に入った1990年以後、予算と実績との乖離が大きく、特に1991年の処理量は対予算達成率は70%に過ぎない。1992年に予算達成率は84%にまで回復したが、20百万トン達成には至っていない。

表33 選鉱処理実績

Item	Unit	Classif	1988	1989	1990	1991	1992	
Throughput, Q.	x1000	Budget	17,100	17,730	19,500	20,000	20,000	
	t/y	Result	17,179	17,805	18,657	14,168	16,866	
Feed Ore Grade	Cu	%	Budget	0.866	0.861	0.787	0.772	0.767
		%	Result	0.866	0.863	0.826	0.83	0.791
	Mo	%	Budget	0.0162	0.0156	0.0169	0.0192	0.0205
		%	Result	0.0162	0.0171	0.0218	0.0219	0.0199

また表34に過去5年間の浮選成績を示す。

表34 選鉱操業実績

Item	Unit	1988	1989	1990	1991	1992
Cu Concentrate weight	t	355,539	372,840	407,543	329,123	340,033
Cu Grade	%	34.22	32.38	30.41	29.98	30.05
Cu Recovery	%	81.78	80.49	80.94	76.41	78.33
Mo Concentrate weight	t	2,843	2,894	3,697	3,623	2,920
Mo Grade	%	54.03	54.65	53.50	51.84	52.00
Cu Grade	%	0.86	0.94	0.95	0.99	1.22
Mo Recovery	%	55.22	56.35	56.65	50.73	45.98
Tailing weight	t	16,821	17,428	18,243	13,864	16,515
Cu Grade	%	0.161	0.172	0.161	0.200	0.1684
Mo Grade	%	0.0058	0.0060	0.0078	0.0089	0.0093

両年の成績が良くなかった主たる原因は電力不足からくる頻繁な停電、購買、製作等の遅れからくる部品不足といわれている。

② 操業・生産管理

選鉱の処理量は

— 破砕場のコーンクラッシャー通過重量をコンベアースケールで測定

— ミルフィードをコンベアースケールで測定

の2方式で連続測定の上コンピューターでデータコンパイルされる。

選鉱工程の成績は、浮選給鉱、銅及びモリブデン精鉱並びに尾鉱のサンプルの銅及びモリブデン含有率を自動分析し、その値がデータコンパイルされる。

銅及びモリブデン精鉱量の計量は貨車へ積込む時に、容器数で測定される。

以上のデータは要所に設けられたディスプレイ上に常時表示されると共に、一時間毎に積算されアウトプットされる。

その他ミル内スラリーレベル、浮選レベル、pH等が連続測定され、データとしてコンピューターに取り込まれ、上記のデータと合わせ集中操業管理に利用されている。

産出精鉱量はポット型鉄製容器（容量約1t）ごと出荷のたびに計量される。銅及びモリブデン精鉱の品質は、ポット積み時にサンプルマンにより採取されたサンプルを品質管理課の分析室で分析され関係へ通知される。

(2) 操業上の問題点

① 長期的な観点に於ける問題点

エルデネット鉱山選鉱課が長期的な観点から見て将来直面する問題点として下記4項が揚げられる。

— 粗鉱の変化

粗鉱は、主要銅鉱物が輝銅鉱（Chalcocite; Cc, 理論銅品位79.5%）、銅藍（Coveline; Cv, 理論銅品位66.0%）から黄銅鉱（Chalcopyrite; Cp, 理論銅品位34.2%）に変化する。さらに随伴する黄鉄鉱（Pyrite; Py）等脈石鉱物の影響もあり銅精鉱品位はかなり低下する。

このため目標の生産銅金属量を維持するためには、選鉱処理量の増、銅採取率の向上、あるいはその両方が必要である。

今後粗鉱のCpの割合が増すと選鉱採取率に大きく影響する。CpとCcとの割合が50:50を越えるのは1995年と見られており選鉱採取率の変化に大きく影響する事が考えられる。

— 銅採取率の向上

現在の選鉱対象である二次富鉱帯鉱中の銅鉱物は、浮選性の高いCcと浮選性が比較的低いCvである。今後暫増する初生銅鉱のCp及び若干の斑銅鉱（Bornite; Bn, 理論銅品位62.9%）の浮選性は、CpがほぼCcとCvの間である。Bnの浮選性はCpより悪いが、Bnの比率が少ない初生帯鉱はCpの単純鉱に近いので、選鉱成績は現在の二次富鉱帯鉱処理の場合に比較して安定すると考えられる。従って、世界の各所のポーフィリー銅鉱床の選鉱操業例（Cp/Py分離）

及び試験報告等のデータ、日本で実施した選鉱試験などを参考にして、エルデネット鉱山試験研究結果で確認の為の試験を行ない、当鉱山に合った適性条件が得られれば、採収率の向上は期待できると考える。

長期的な観点から見ると、粗鉱の鉱質が二次富鉄化帯鉄から初生帯鉄へ遷移するため、選鉱処理方式も現行方式のままでは成績の維持向上が計れない。これに応じた対策が必要である。

一 銅精鉱中の銅品位低下と砒素品位

前項で述べた如く、粗鉱の銅鉱物が理論銅品位の高いCc主体から理論銅品位の低いCp主体に移るに従って、銅精鉱品位も必然的に低下する。

この低下を極力小さく抑えるためには、西側社会で用いられている選鉱剤について十分な試験をして、今後のエルデネットの鉱質に適した選鉱剤を選定することを薦めたい。銅精鉱の砒素品位が高い原因は、砒素を含有する銅鉱物である砒四面銅鉄 (Tennantite) が銅精鉱に含まれる為で、選鉱技術上この砒素を単独に銅から分離し、銅精鉱中に混入させない様にする事は不可能である。

一 堆積場の容量

堆積場の設計容量は 525,000千 m^3 で、1992年までの堆積量は 186,000千 m^3 である。従って、1992年末に於ける残容量は 338,900千 m^3 となるが、後述に示す増産を実行すると2008年には限界となる。早めに代替地を検討し、設計を開始する必要がある。

② 短期的な視点から見た問題点

調査の結果、選鉱場が抱え、解決の必要に迫られている問題点は以下の通り。

一 処理量が予算を達成していないこと。

特に1991, 92年の減産は大きい。

一 Na₅系の摩鉄処理能力が不十分である。

一 選鉱成績が伸び悩んでいること。

Cu精鉱中のCu採収率及びCu品位が低い、As品位が高いそして酸化鉄処理時の採収率が低下するなど。

なおエルデネット鉱山では年間約 2.5百万トンの「酸化鉄」を浮遊選鉱法で処理している。

「酸化鉄」は二次富鉄帯鉄が更に風化作用を受けて表面が酸化した鉄石で、主要鉄物の主体は輝銅鉄、銅藍、並びに黄銅鉄である。

この「酸化鉄」は選鉱処理の上で問題点が多い。銅品位が高い(0.9%前後)にもかかわらず採収率が二次富鉄帯鉄に比較して悪い(70%台)。

以上については表35参照。

一 精鉄脱・乾燥上の問題

キルンタイプの精鉄ドライヤーから大気中へ一部の精鉄の飛散が発生し、環境汚染が心配されている。

表 - 35

酸 化 鉍

項 目	鉍 種	年	
		1989	1990
選鉍處理量 (x1,000t)	合 計	17,805	18,650
	硫化鉍	13,543	15,420
	酸化鉍	4,262	3,230
精鉍銅品位 (%)	合 計	0.86	0.83
	硫化鉍	0.83	0.80
	酸化鉍	0.97	0.94
銅精鉍品位 (%)	合 計	33.1	30.4
	硫化鉍	32.9	30.5
	酸化鉍	33.7	30.0
銅採收率 (%)	合 計	80.5	80.9
	硫化鉍	83.1	81.9
	酸化鉍	73.6	76.7

ドライヤー用のエネルギーコストが高い（表36参照）。

— 廃滓処理法の問題

流送方法が自然流送からポンプアップによる方法に切り替わる時には大型スラリーポンプ（3,000kW×3台予備）の新設（追加投資；第2次調査時点で既に設置済み）が必要である。

これにかかわる運転コストが新たに発生する。とくに電力コストが大巾にアップする。停電するとパイプ内スラリーの沈積による閉塞を防止するため、一旦スラリーをパイプから拔出し貯蔵するためのストックヤード及び停電復帰後ストックヤードを次回停電に備えるために空にするスラリーポンプアップシステムが必要である。

— 停電が頻発すること。部品が不足していること。

1992年の停電及び部品不足が選鉱へ与えた影響を表37及び図22に示す。

— 計装設備

操業を管理する為に設けられているモニタリング並びにデータサンプリング設備及び得られたデータをコンパイル、ロギングする為に設けられている旧ソ連製の連続分析装置及びコンピューターが旧式化し容量不足の為に今後の近代化にそぐわなくなって来ている。

ただし、第5系統にのみ最新式のオンライン分析装置が導入されているが、上述の旧ソ連型を含めてデータコンパイルとモニタリングに利用されているのみで、工程へのフィードバックあるいはフィードフォワードは未だ実施されず、マニュアルコントロールに頼っている。

(3) モンゴル側計画

① 選鉱操業の将来計画

選鉱課では2010年までの選鉱操業計画を作成している。（表38参照）

選鉱操業の長期計画の基本は、二次富鉱帯鉱から初生帯鉱に遷移して行く粗鉱の変化への対策と収益減を防止する為の処理量増加策にある。

生産量の増加について、選鉱課では表38に示す如く2010年まで26百万t/年の計画を立てている。この目標を達成するのに、4百万トン/年の能力を持つ第6区浮選系を新設する。これを代替回路として利用し、生産量を低下させることなく第1区～第4区を逐次更新強化（4百万t/区・年→4.5百万t/区・年）する構想が進められている。実現すれば26百万t/区年（4.5百万t/区・年×4+4百万トン/年×2）処理が可能となる。

② 廃滓流送設備（堆積場）の増強

堆積場の標高レベルは1,260m近くで選鉱場尾鉱出口レベルの1,303mよりわずかに43m低い。選鉱場と堆積場との距離が6.4kmであるので勾配は0.0067とかなり小さい。エルデネット鉱選鉱場尾鉱の自然流送に必要な勾配は0.006（レベルにして1,264mまで39m差）に近く、1～2年以内に自然流

x1000 cal.

	1990	1991	1992
加熱処理用蒸気 (A)	22,909	20,523	22,254
暖房用熱水 (B)	883	-	2,800
合計 ((C) = (A) + (B))	23,792	20,523	25,054
選鉱場蒸気の割合 (A) / (B) x 100 (%)	96.3	100.0	88.8
エルデネット鉱山合計 (D)	34,504	27,604	34,030
鉱山の蒸気の割合 (A) / (D) x 100 (%)	66.4	74.3	65.4

表 - 37 電力不足関係資料 (1992)
(モンゴル国エルデネット鉱山)

月	単位	休転時間 (Hr)	処理量減 (X1,000 Ton)	銅精鉱量減 (Ton)	モリブデン 精鉱量減 (Ton)	記 事
1 月		326	953	8,458	84.0	
2 月		237	694	6,658	65.1	
3 月		39	114	1,017	10.6	
4 月		12	34	102	2.8	
5 月		18	52	554	4.9	
6 月		16	48	495	5.1	
7 月		44	129	1,460	12.3	
8 月		71	206	556	14.7	
9 月		157	460	1,294	40.2	
10 月		73	212	568	23.2	
11 月		36	105	1,015	11.5	
12 月		26	76	734	7.4	
合 計	(A)	1,055	3,085	22,911	281.8	
記事	実績(B)		16,866	347,754	2,920	
	予 算(C)		20,000	442,669	4,400	
	(D)=(C)-(B)		3,134	94,914	1,480	
	(A)/(D) (%)		98.4	24.1	19.0	

図 37 電力不足関係資料
(モンゴル国イルドネツ鉱山)

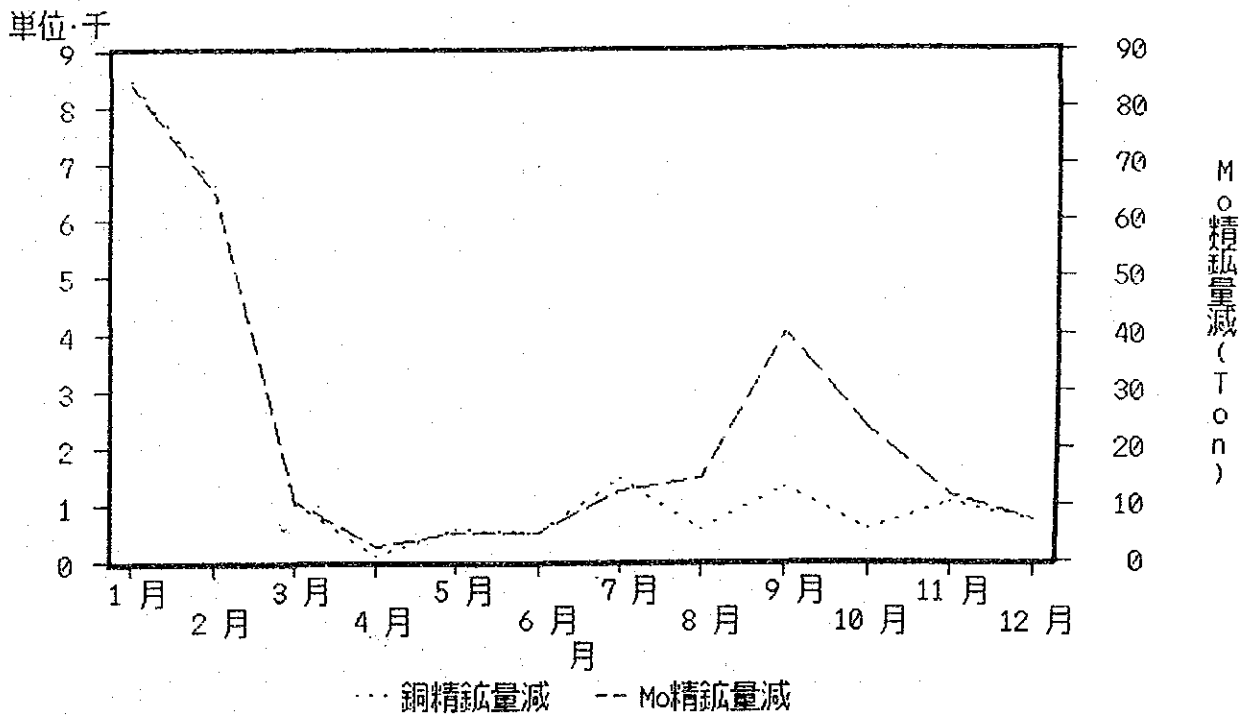
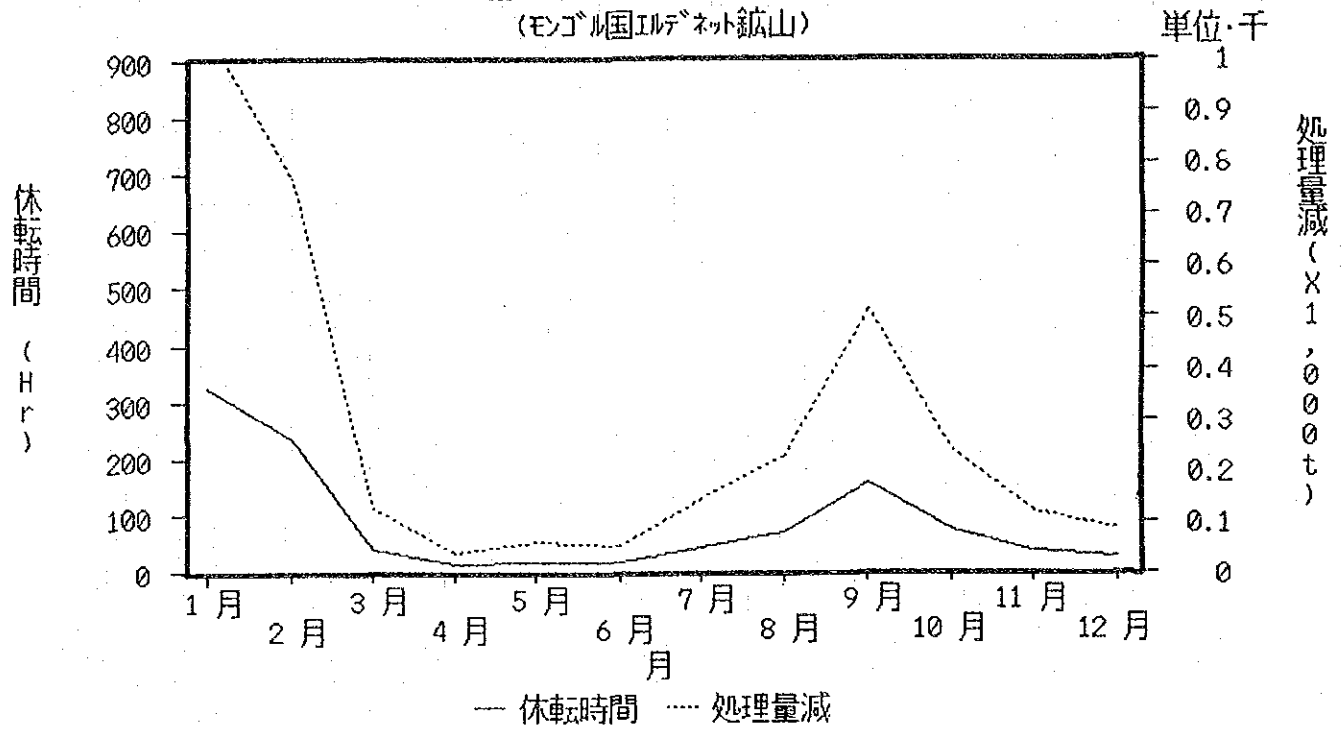


表 - 38 エルデネット鉱山選鉱課作成の長期計画

Item	Unit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Throughput	thous t	20,500	20,500	21,000	22,000	22,500	22,500	22,500	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	26,000	26,000
Cu feed grade	%	0.70	0.72	0.70	0.67	0.66	0.66	0.64	0.57	0.57	0.57	0.57	0.52	0.52	0.52	0.52	0.49	0.49	0.49
Mo feed grade	%	0.0177	0.0169	0.0155	0.0149	0.0149	0.0149	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141	0.0128	0.0128	0.0128
Cu Metal in Ore	thous t	142.5	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0	144.0	142.0	142.0	142.0	142.0	130.0	130.0	130.0	130.0	127.0	127.0	127.0
Mo Metal in Ore	t	3,464	3,464	3,250	3,280	3,350	3,350	3,200	3,550	3,550	3,550	3,530	3,530	3,530	3,530	3,530	3,330	3,330	3,330
Cu Recovery	%	79.3	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.9	81.3	81.3	81.3	81.3	81.65	81.65	81.65	81.65	82.0	82.0	82.0
Mo Recovery	%	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0
Cu Metal in Conc.	thous t	113.3	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	117.0	115.5	115.5	115.5	115.5	106.1	106.1	106.1	106.1	104.1	104.1	104.1
Mo Metal in Conc.	t	1,732	1,732	1,625	1,640	1,575	1,675	1,600	1,775	1,775	1,775	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,600	1,600	1,600
Cu Conc. Cu grade	%	28.2	30	29.65	27.2	27.2	27.2	27.2	23.47	23.47	23.47	23.47	21.8	21.8	21.8	21.8	20.8	20.8	20.8
Mo Conc. Mo grade	%	50	45	45	45	45	45	45	45	45	45	40	40	40	40	40	40	40	40
Cu Conc. weight	thous t	400,103	400,000	404,722	441,176	441,176	441,176	430,147	492,118	492,118	492,118	492,118	486,597	486,597	486,597	486,597	500,481	500,481	500,481
Mo Conc. weight	t	3,464	3,049	3,611	3,645	3,722	3,722	3,555	3,945	3,945	3,945	4,225	4,225	4,225	4,225	4,225	4,000	4,000	4,000

送の限界となる。したがって、スラリーをポンプアップする為築堤部左岸にポンプ座を設け、3,000kWスラリーポンプ×3台の据付けが完了しており、1993年末からはポンド側までの圧送を開始する。現在圧送システムを調整中であった。

図23に廃滓のポンプアップ系統関係を示す。

(4) 試験研究

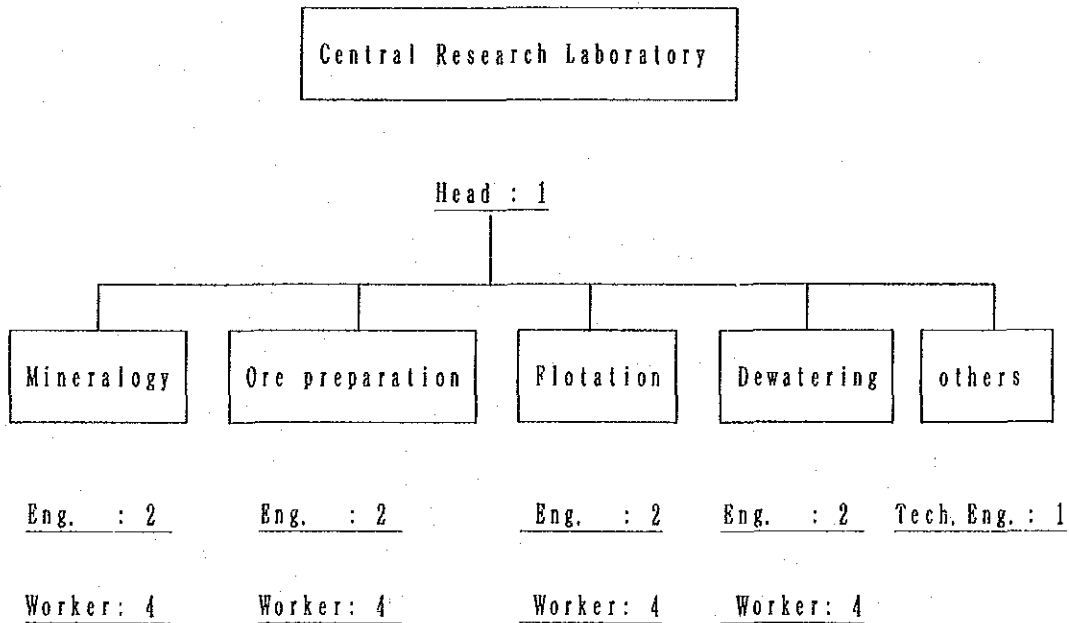
① 組織、人員

選鉱業務に伴う試験研究は生産技術部に所属する試験研究課（英語標記：Central Research Laboratory）にて実施される。化学分析、公害分析測定および労働衛生関係業務については当該研究課の担当には含まれず別組織（化学分析室他）にて対応している。

試験研究課の組織は大きく2つのグループに分かれ、1つは鉱物研究グループであり、もう1つは選鉱研究グループからなる。後者はその担当により、試料調整、バルク・分離浮選、脱水・乾燥の3つのセクションから構成されている。

人員は課長1名の他、研究員（engineer）7名、準研究員（technical engineer）1名および研究助手（worker）15名の計24名からなる。研究員はすべて大学卒業以上の学歴を有し、他の職場同様彼らのほとんどが旧ソ連または東欧での留学経験者である。従って、第2外国語としてはロシア語が一般的であり、研究報告書はロシア語で報告されている。英語を話せる研究者は希である。

上述の担当別人員配置の内訳を以下に示す。



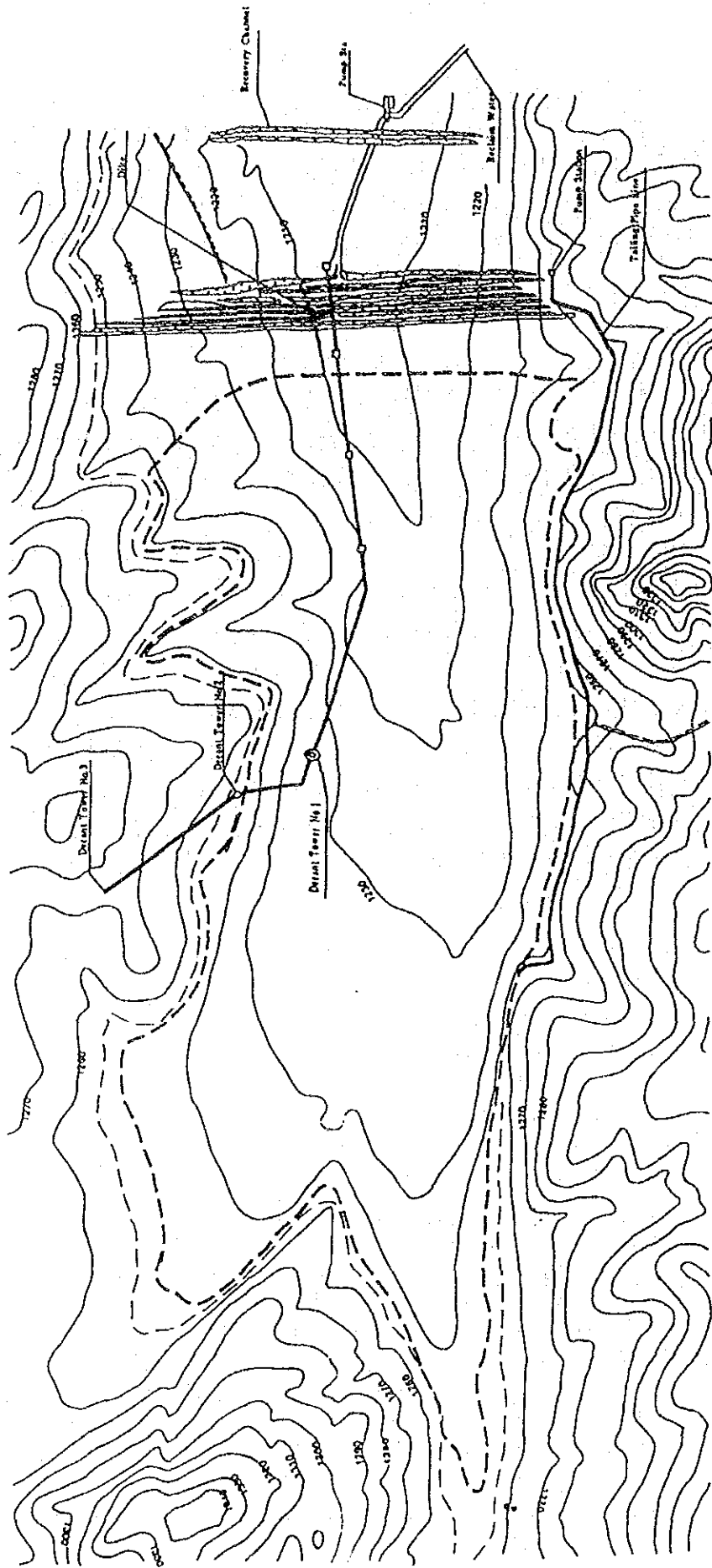


図 23 廢滓流送ライン

研究者に対する教育は比較的熱心であり、今年米国での研修を終了し帰国した者が1名、これから日本へ研修に出る者が1名予定されている。

② 試験設備、研究内容

一 鉱物研究設備

鉱物研究では光学顕微鏡が主な使用機器であり、また顕微鏡観察に伴う前処理（鉱石研磨片および岩石薄片作成）に岩石切断機、研磨装置等を所用している。

それらの内訳を以下に示す。

Equipment	Model	Size	Quantity	Installation
Microscope POLAM	P-312	-	1	1978
Microscope POLAM	P-311	-	1	1978
Microscope	MBS-9	-	1	1978
Cutting machine	-	φ=230mm	1	1978
Polishing machine	-	-	3	1978

顕微鏡はロシア製の偏光顕微鏡であり、反射光用金属顕微鏡および透過光用岩石顕微鏡を所有している。ただし、顕微鏡の要である対物レンズの性能は現在日本で使われている物に比べはるかに劣る。顕微鏡写真撮影装置は所有しておらず、鏡下での各種鉱物の産状はすべてスケッチにて記録されている。岩石切断機および研磨装置は自家製のため研磨の状態は不十分であり、また、装置は手動のため仕上りの一定な研磨片の作成は困難である。

研磨片の材料はロシア製樹脂（エポキシ系？）を、研磨剤はアルミナおよび酸化クロム（いずれもロシア製）を使用している。これらは日本製品に較べ品質的にはるかに劣り、しかも樹脂は1種類のみで、研磨片の作成上非常に不便である。エルデネット鉱山では、現在上記材料の調達でさえ困難な状況にあり、当分の間は手持ち在庫のみが頼りである（1～2年）。しかも、在庫品は常温で保管されておりその状態は不良（冷暗所がbetter）で、一部に劣化が見られる。

一 選鉱研究設備

選鉱研究に関係する設備、機材を表39に示す。

前述の鉱物研究設備に比べ種類、数量および内容ともにはるかに整っている。しかしながら、設置年度は大部分が同鉱山が操業を開始した1978年と古く、最近10年以内に購入した機材は僅かにすぎない。従って、機械、設備の老朽化・旧式化は否めず、このままの状態では推移すれば試験研究の能率、データの正確さ、試験精度、試験研究実施上の安全性の確保等に関し今後種々の問題が発生する可能性が高いものと懸念される。

表 - 39 試驗研究課設備

Equipment	Model	Capacity	Quantity	Install.
[Semi Industrial Inst.]				
Ball mill	900*900	0.5t/h	1	1978
Classifier	-	0.5t/h	1	1978
Crusher	CM-165A	1.0t/h	1	1978
Grizzly	93-YS	0.25t/h	1	1978
Fine ball mil	-	0.5t/h	1	1978
Reactants Feeder	158a-PT	-	10	1978
Flotation cell	FML-25	25	4	1978
Flotation cell	FML-12.5	12	4	1979
Thickener	306-SG	-	2	1978
Vacuum pump	VN-461M	-	2	1978
Pump	NP-1M	-	1	1979
Vertical pump	-	-	4	1983
Classifier	47 kg	-	1	1979
Vaporization glasses	-	100	3	1983
Filter System	30 FTV	-	1	1978
[Lab. equipment]				
Mill	ML-40	-	4	1979
Flotation cells	FM-1M	1	2	1990
	FM-2M	3	2	1990
	FM-189	0.125-0.5	5	1980
				1990
	237-FLA	3	5	1986
				1990
	240-FLA	1	8	1986
Ion meter	EV 74	-	1	1984
Milivolt meter	pH-121	-	3	
Automatic titler	VAT-13	-	1	1983
Size Analyzer sieves	236B-6R	-	3	1979
				1985
Vibrating mill	756-DRM	-	3	1978
Washing disk	ADA-175	-	2	1979
				1985

一 試験研究内容

試験研究は以下の業務内容を目的とし、前述の鉱物および選鉱の2グループにより各年度の試験スケジュールに基づいて実施されている。

- ・ 鉱石鉱物の賦存状態の調査研究
- ・ 現状の操業条件の見直し・改善
- ・ 現状および将来計画を元にした選鉱設備の改善
- ・ 新技術の開発
- ・ 操業現場への技術支援・労務応援

研究テーマ選定までの経緯は、まず生産技術部長および選鉱課長から研究要請を受け、次に試験研究課内で研究計画（ドラフト）を作成する。さらに、このドラフトを前記3者で協議しその結果を副総裁（技術担当）に提出する。これを同副総裁が検討の上、最終的に承認する。

試験研究の件数は大小合わせ年間およそ20～30件である。

一 鉱物研究等の特徴

研究の大部分は、現在採掘されている鉱石試料に関する鉱物組成を把握するためのものであり、いわゆるモード分析と称される鉱物組成解析試験が中心である。その結果は、選鉱処理諸条件（試料調整、粉碎特性、浮選特性）の基礎資料となり、選鉱場操業の安定向上に貢献している。

試験の特徴は、供試料に対しまず現場と同様の条件で浮選処理を行い、回収されたフロスに対して研磨片を作成しモード分析を実施している点である。供試料は年間約200～450件であるが、現在の人員および保有設備から見て比較的効率良く試験は行われている。

ただし、上記の鉱物組成解析は高度の専門知識に加え、長年の経験を必要とする。現在の鉱物担当研究員は有能であり問題はないが、後任（入社したばかりの学卒の若い女性）の育成が遅れており、彼女が現担当研究員レベルに達するまでには相当の年数が必要と考えられる。したがって、将来的には画像解析装置を応用した鉱物組成解析の自動化が必要であろう。

一 選鉱研究

老朽化しているとはいえ一通りの研究設備を所有しており、研究テーマによって室内での小規模試験から操業規模の連続試験まで、幅広い試験研究が行われている。内容的には操業現場への技術支援、改善に関するものが圧倒的に多く、選鉱操業の成績安定・向上に大いに貢献しているが、新技術の開発に関する研究テーマは比較的少い。

技術的情報収集は大部分を旧ソ連邦を中心としたロシア語圏に依存している。そのため、西側諸国の鉱山技術及び工業事情に関する情報は極めて限られており、特に、試験研究の成果に直接大きな影響を及ぼす最新の試薬データ、試験設備・機材及び各種計器類に関する情報不足が目立つ。

③ 日本で実施した試験・研究

現地調査を実施した際日本へ持ち帰ったサンプルを使って、エルデネット鉱山が抱える問題点の解決のヒントを把むために鉱物研究及び選鉱試験を実施した。その詳細は添付資料「鉱物研究・選鉱試験報告書」に記述してある。

— 鉱物研究結果

エルデネット鉱床における基本的鉱物データは整備されている。従って、日本ではエルデネット鉱山で実施困難な鉱石中のAsの賦存状態についての定性的および定量的な検討を行った。

— 鉱石中のAs鉱物

- As鉱物は主に砒四面銅鉱 ($(\text{Cu, Fe})_{13}\text{As}_4 \text{S}_{13}$) よりなり、他に微量の硫砒銅鉱 ($\text{Cu}_3 \text{AsS}_4$) を認める。
- 初生鉱、二次富化鉱のいずれにも砒四面銅鉱は観察されるが、その分布は不規則に遍在する傾向が見られる。
- 砒四面銅鉱の粒径はおもに0.01~0.1mmの範囲に分布するが比較的細粒部(数10 μm)に多く出現する。
- 砒四面銅鉱は黄銅鉱としばしば共生し、脈石中に散点するほか黄鉄鉱中に細脈状をなす。その他、少量ながら斑銅鉱および輝銅鉱とも共存して観察される。
- 銅精鉱中に砒四面銅鉱は1~2%程度含有される。

— 主要鉱石鉱物のEPMA定量分析結果—特にAs含有量について
 主要鉱物のCuとAsのEPMA分析結果を表40に示す。

表 40 EPMA分析結果

砒四面銅鉱, Tennantite : $(\text{Cu, Fe})_{12}\text{As}_4 \text{S}_{13}$			
Anal. No.	Cu	Fe	As
1	39.59	2.01	15.02
2	39.69	2.52	13.64
3	40.09	7.56	17.86
4	39.99	7.42	17.85
5	40.45	3.88	19.08
6	40.25	5.16	18.38
7	37.63	3.48	10.95
8	38.03	2.04	12.65

黄銅鉱, Chalcopyrite : CuFeS_2			
Anal. No.	Cu	Fe	As
1	33.99	30.10	tr
2	34.29	29.92	tr
3	34.94	30.33	0.01
4	34.17	30.38	0.01

5	34.62	30.17	tr
6	34.62	30.35	tr

斑銅鈹, Bornite : $Cu_5 Fe S_4$

Anal. No.	Cu	Fe	As
1	62.80	10.89	0.03
2	62.92	11.09	0.01
3	62.49	11.19	0.03
4	62.79	11.11	tr

輝銅鈹, Chalcocite : $Cu_2 S$

Anal. No.	Cu	Fe	As
1	76.15	0.76	0.01
2	76.09	0.90	0.01
3	78.05	0.50	0.01
4	78.43	0.59	tr
5	76.90	0.42	tr
6	77.73	0.49	0.01

銅 藍, Covellite : CuS

Anal. No.	Cu	Fe	As
1	66.87	0.65	tr
2	66.42	0.66	0.02
3	66.33	0.71	0.02
4	66.34	0.71	0.02
5	67.08	0.75	0.01
6	67.28	0.54	0.02

黃鉄鈹, Pyrite : FeS_2

Anal. No.	Cu	Fe	As
1	tr	47.03	tr
2	tr	46.85	tr
3	tr	46.77	0.01
4	tr	46.90	tr
5	tr	46.76	0.01
6	tr	46.88	tr
7	tr	46.72	tr
8	0.01	46.92	0.03

EPMAの分析結果より以下の点が明かとなった。

- 砒四面銅鉱は一部にSbに富む鉱物相も見られるが、同鉱物中のAs含有量は約11～19wt%である（データ8個の平均値は16wt%）。
- その他の鉱石鉱物中に、Asは極微量（0.03wt%以下）含有されるのみで、特に銅精鉱の主要構成鉱物である黄銅鉱中には0.01wt%～1tと極微量にすぎない。
また、砒素単独鉱としては、極微量の硫砒鉄鉱以外には観察されなかった。
- 砒四面銅鉱と黄銅鉱・斑銅鉱の比は大目に見て1/100、一方砒四面銅鉱中の砒素と黄銅鉱・斑銅鉱中の砒素の含有率比は少なく見ても10,000/1である。
- 従って、銅精鉱中のAsは大部分が混入する砒四面銅鉱に由来するものと考えられる（仮に、砒四面銅鉱が銅精鉱中に1%混入すれば精鉱中のAs品位は0.16%上昇する）。つまり、銅精鉱中のAs品位を低下させるためには、いかにして砒四面銅鉱の混入を抑制するかがポイントとなる。

— 鉱床中におけるAsの分布

銅精鉱中のAsの原因となる砒四面銅鉱は浮選特性的には黄銅鉱と類似するため、浮選処理による両者の分離は困難である。従って、鉱床内部でAsが（砒四面銅鉱が）どのような分布をしているかを予め把握し、採掘段階に砒四面銅鉱の混入を抑制出来るかどうかを予測するため予備的な地化学分析（鉱石試料の多成分分析）を実施した。

分析試料は当鉱山の地質責任者と相談の上、初生鉱および二次富化帯鉱を対象とし、鉱床内におけるAsの平面的および垂直的分布が把握できるように過去の試錐を利用して計82試料を採取した。

分析成分はCu、Asの他、微量成分を含め合計13成分である。

分析の結果を表41に示す。

- 82試料に対するAsの分析結果は、Max 720ppm、Min 2ppm、Ave. 36ppm、標準偏差118.5ppmであった。
つまり、Asは鉱床中に一定の値で均質に分布しているのではなく、不規則で、高～低品位まで幅広い値を示して分布する。
- 供試料を鉱質別にみた分析結果は以下の通りである。

鉍質	試料数	最大値	最小値	平均値	標準偏差
初生鉍	65	660	2	29	93.3
二次富化鉍	17	720	2	64	180.6
合計	82			(36)	(117.7)

統計計算の結果からは、As品位は二次富化鉍で高く、初生帯鉍において低い値を示し、As含有量は鉍質により有意差があるように見える。但し、二次富化帯鉍17個のデータ中高品位の2つのデータ(720ppm, 324ppm)を除くと平均値は3ppmとなり、上記の関係は逆転する。

- 海拔+1280m準におけるAsの平面的分布は、図24 に示す通りNW-SB方向に伸長する鉍体中を、同方向に並んで偏在する大小3ヶ所の独立した異常帯($\ln As > 4.0$, 約55ppm以上)が見られる。
このうち鉍床南東部に位置する中央異常帯周囲には、E-W系およびNW-SE系の岩脈が発達し、上記異常帯の配列と調和的である。
- 上記3ヶ所のAs異常帯中、最も大きい中央部の異常帯は、同じレベル(1280m準)の南東部の二次富化帯に良く一致した分布を示す(図25参照)。また、2つの独立したCu異常帯($\ln Cu > 8.5$, 約5000ppm以上)が上記の中央部As異常帯と一部重複しながら、両側より挟むように分布する。このAs異常帯がもし垂直方向に連続するのであれば、採掘段階において同異常帯を計画出鉍することにより、銅精鉍中のAs品位をコントロールすることが可能となる。
- 一方、Asの垂直分布は水平分布とは異なる挙動を示し、1試料を除き、いずれも低品位(2~4ppm)を示し、深度方向に対するAs濃度変化を捕捉できなかった。これは、鉍床の規模に対し試料数が少ないため、鉍床内に潜在するAs異常帯を本調査ではまだ抽出出来ていないものと考えられる。
- 従って、上記の鉍体南東部(1280m準)で捕捉されたAs異常帯の垂直方向への連続性を確認するため、さらに上下2レベル(±60m程度)でのAs平面分布を調べるため追加分析の実施が望まれる。
なお、試料採取に際しては鉍体南東部に発達する断層、割れ目および岩脈等の存在に留意した試料採取を計画すべきである。

一 選鉍試験結果

選鉍試験当初の目的は、

- 二次富化硫化鉍と初生鉍の浮選性の確認
- 銅精鉍の銅採取率向上の可能性の検討
- 銅精鉍の銅品位の維持向上の可能性検討
- 銅精鉍中の砒素品位の低下

・モリブデンと銅の分離性の向上

であったが、鉱物研究の結果、砒素鉱物の主体が砒四面銅鉱である事が判明し、選鉱工程上銅の採取率を高く維持したまま砒素と分離することは困難であることが判った。

—二次富鉄帯鉄と初生帯鉄の浮選性

エルデネット鉄山から持ち帰ったボーリングコアサンプルを用いた予備的な選鉱試験では、従来西側で知られている傾向とは異なり、二次富鉄化帯鉄より初生鉄の方が銅及びモリブデンのいずれの採取率ともに悪い結果を得た。(表42参照)

この事は将来掘場が深部へ進み採掘鉄石の内初生鉄の割合が増加するに従い現状のプロセスでは選鉱採取率が低下する事を示している。

—銅精鉄の銅採取率向上の可能性

現在エルデネット鉄山選鉱課で使用されている選鉱剤(起泡剤:パイン油系のT-80,捕収剤:アミルザンセート)と斑岩銅鉄に適するとされている西側の選鉱剤(起泡剤,捕収剤それぞれ数種)とを比較試験したところ、MIBC(アルコール系起泡剤)-3418A(捕収剤)またはAF 77A(起泡剤)-4037(捕収剤)の組合せにすると銅採取率は二次鉄,初生鉄ともに2~3%の改善が見込める結果を示した。(表43参照)

また、バルク浮選クリーニング段階に於て分散剤を併用するとより良い傾向を示した。(表44参照)

—銅精鉄の銅品位の維持向上

MIBC-3418AあるいはAF 77A-4037の組合せの選鉱剤は採取率のみならず銅品位にも良い結果をもたらす可能性があることが判った。(表44参照)

—モリブデンと銅の分離性向上

試験の結果は、現在使用されている蒸気加熱法は有効に働いているが、分離浮選段階で60℃前後の温水浮選を水酸化ソーダ(NaHS)添加の下で実施すると分離性が向上する傾向を示した。(表45参照)

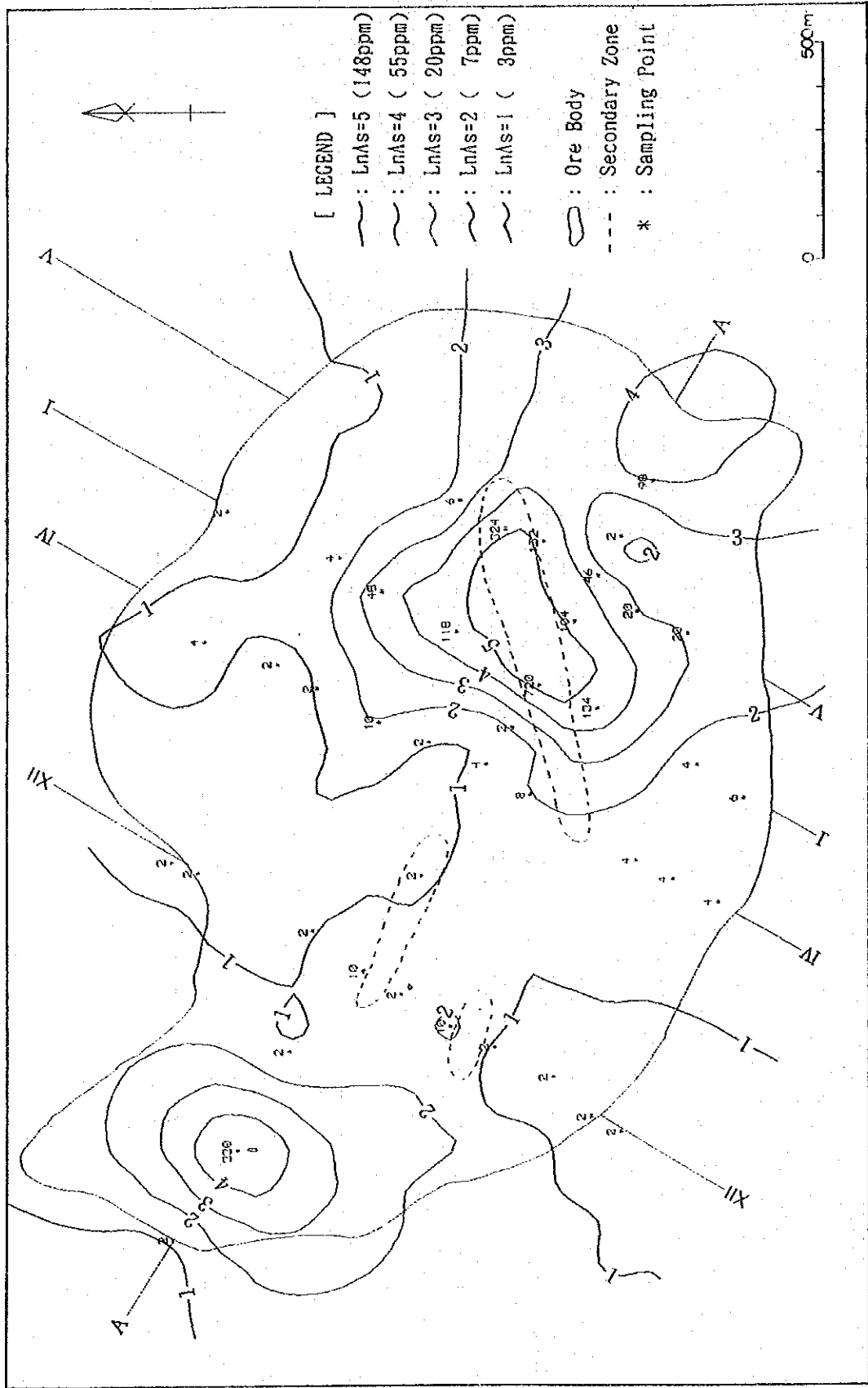


图 -24 1280m 準 A s 分布

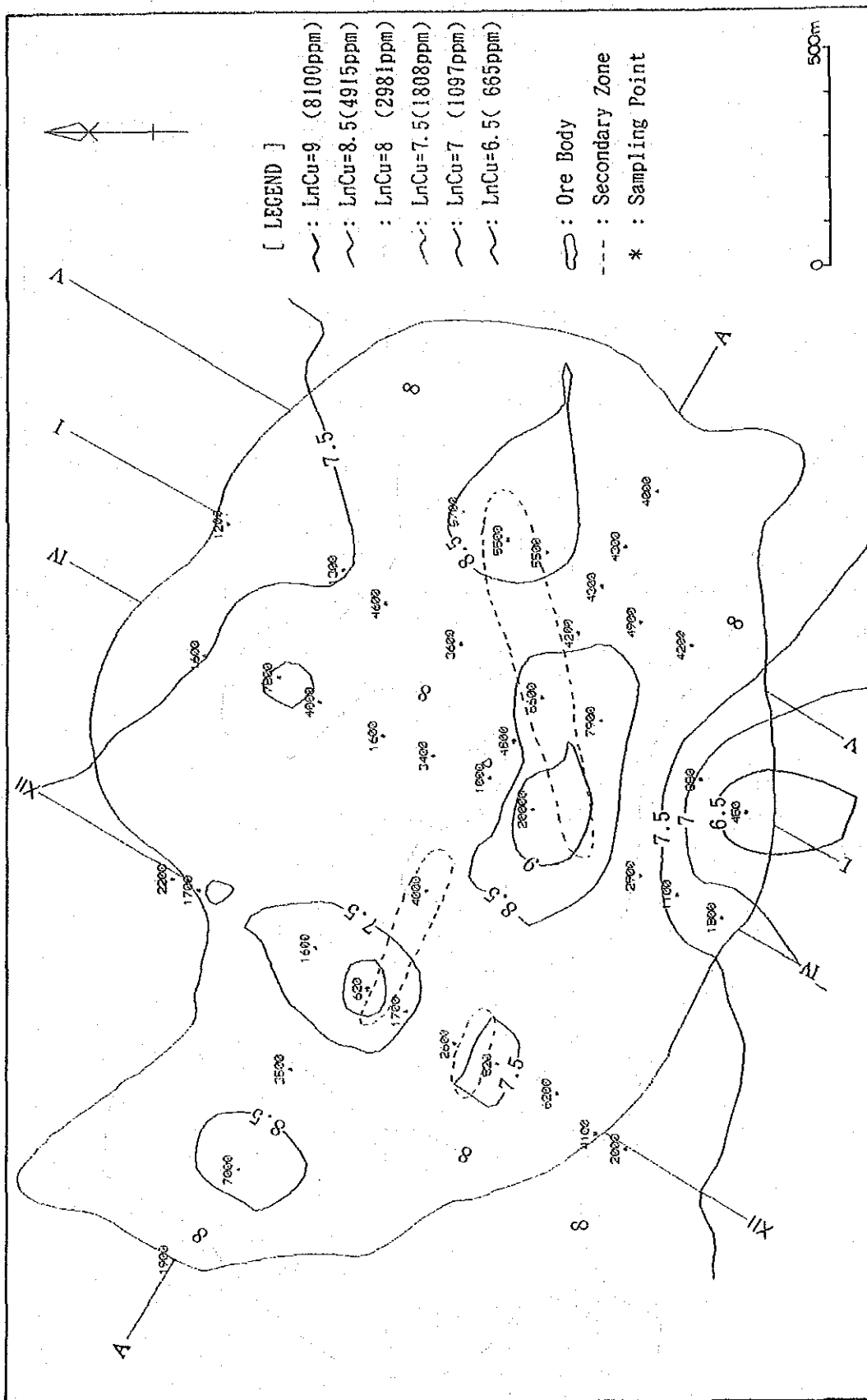


图 - 25 1:280 m 準 Cu 分布

表 - 42

敏種別試験結果

Type and Description of Ore		Cu Grade	Cu Recovery
Secondary Ore	Feed	0.300	100
	Bulk Froth	12.7	90.4
	Tail	0.033	9.6
Primary Ore	Feed	0.025	100
	Bulk Froth	9.23	82.5
	Tail	0.020	17.5

表 - 43

捕収剤の比較

Assortment of Collector & Flother	Description of Ore	Cu Grade	Cu Recovery
AX-T.80	Feed	0.23	100
	Cu-C	4.1	90.4
	Tail	0.023	9.6
4037-AF.77A	Feed	0.24	100
	Cu-C	4.6	94.5
	Tail	0.014	5.5
3418-MIBC	Feed	0.25	100
	Cu-C	4.5	95.1
	Tail	0.013	4.9

表 44 分散剤 (CMC) の効果

Usage of Dispersion Reagent	Description of Ore	Cu Grade	Cu Recovery
Not Applied	Feed	0.253	100
	Bulk-C	24.2	71.9
	Bulk-M	1.91	15.0
	Tail	0.034	13.1
Applied	Feed	0.255	100
	Bulk-C	20.6	83.8
	Bulk-M	0.57	5.1
	Tail	0.025	10.5

表 45 酸性亜硫酸ソーダー温水浮選法の効果

Usage of NaHS Hot Flotation	Description of Ore	Grade (%)		Distribution (%)	
		Cu	Mo	Cu	Mo
Not Applied	Feed	0.18	0.014	100	100
	Cu-C	14.9	0.53	86.1	38.4
	Mo-C	10.9	34.4	1.2	50.1
	Tail	0.021	0.0013	12.7	11.5
Applied	Feed	0.18	0.014	100	100
	Cu-C	17.6	0.41	87.2	26.9
	Mo-C	10.2	38.2	1.4	64.0
	Tail	0.021	0.0013	11.4	9.1

4-2-3 選鉱コスト分析

(1) 操業コスト項目別の割合

エルデネット鉱山選鉱場の操業コストの部門別割合の推移を表46に、また、この内1987年および1992年の比較を図26に示す。

特徴として操業コストの約40%が電力で、電力費の75%を第5区を除く摩鉱系統の電力消費が占める。その他ボール及び薬剤が各々の10%、用水に7%、第5区系動力及びMo/Cu分離用蒸気がそれぞれ5%を占め、以上の項目だけで選鉱場全消費電力の約8割に達する。

(2) 操業コストの問題

表46、図26に示す如く、操業コストの中では電力費が3~4割を占め、特に近年そのウェイトが急激に増加している。一方部品代の占める割合は8%から1%台へと激減している。

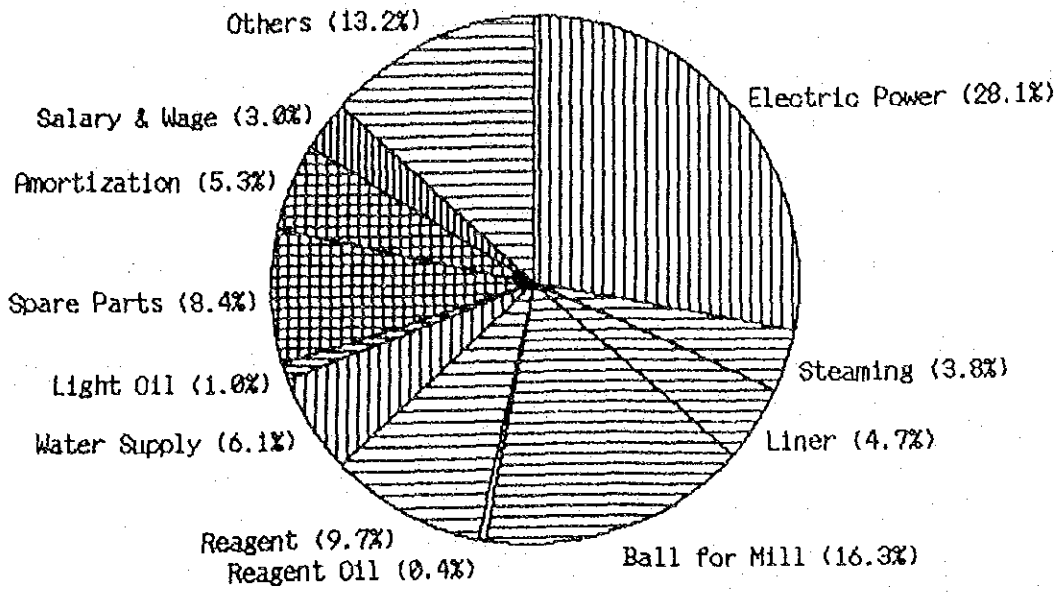
選鉱課に所属する人員は組織表に示す如く約1,000人居る。この内直接操業に関係する人員は約700人となるが、この人数でも西側諸国の同規模鉱山の例と比較すると多すぎる。

選鉱操業コストに占める労務費の割合は上述の如く、現在はわずか3%で、西側の鉱山例(10~30%)と比較して極めて小さいが、労務費の上昇が起れば急激なコストアップの要因となり兼ねない。

表 -46 操業コスト割合実績

Item		Result										Total	Note
		No. Classification	Year	1,987	1,988	1,989	1,990	1,991	1,992	1,993	Total		
Plant Throughput Kl, 000t/A			17,124	17,179	17,805	18,654	14,168	16,868	20,500				
Operation Cost for												(%)	
1	Electric Power Consumption/kWh		28.1	30.9	32.0	33.1	40.0	39.1	39.1	38.5			
	-Crushing Stage		2.1	2.4	2.1	6.0	2.1	1.7	2.0	2.0			
	-Grinding stage		15.8	18.1	19.0	17.1	20.1	20.3	18.9	19.1			
	-Flotation Stage		8.5	9.7	10.3	9.2	10.8	10.9	10.2	10.3			
	-Filtering & Drying Stage		0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5			
	-Reagent Preparation Stage		1.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1			
	-Section No. 5 Stage						6.5	5.7	7.4	6.5			
2	Steaming m3		3.8	4.2	4.5	4.7	5.6	5.6	4.3	4.6			
3	Liner (Crusher, Mill etc.) kg		4.7	4.9	3.7	3.4	2.1	2.1	1.4	1.8			
4	Ball (for Mill) kg		16.3	16.7	15.1	13.8	10.1	11.5	16.2	15.2			
5	Reagent Oil t		0.4	0.5	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2			
6	Reagent kg		9.7	10.3	10.3	10.2	7.5	11.0	11.5	11.1			
7	Water Supply m3		6.1	6.8	7.7	7.6	10.0	7.3	5.5	6.1			
	-Fresh Water		3.1	3.1	4.0	4.1	5.6	3.5	1.6	2.2			
	-Reclaim Water		3.0	3.6	3.6	3.5	4.4	3.8	3.9	3.9			
8	Light Oil		1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.7	0.9	0.9			
9	Spare Parts		8.4	5.6	3.6	3.6	2.3	1.0	6.5	5.4			
10	Amortization		5.3	5.6	5.6	5.8	5.8	2.8	1.1	1.9			
11	Salary & Wage		3.0	3.3	3.4	3.5	4.6	3.0	1.0	1.6			
	-Engineer & Technician		0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.1	0.2			
	-Worker		2.6	2.9	3.0	3.0	4.0	2.6	0.9	1.4			
	-Employee		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	-Service Worker												
12	Others		13.2	10.2	12.7	12.8	10.9	15.7	12.3	12.8			
Operation Cost Total (%) :			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
Operation Cost Total (Tg) Xl, 000			284,602	257,636	258,156	276,293	462,954	2,018,668	9,711,661	13,269,970			

1987



1992

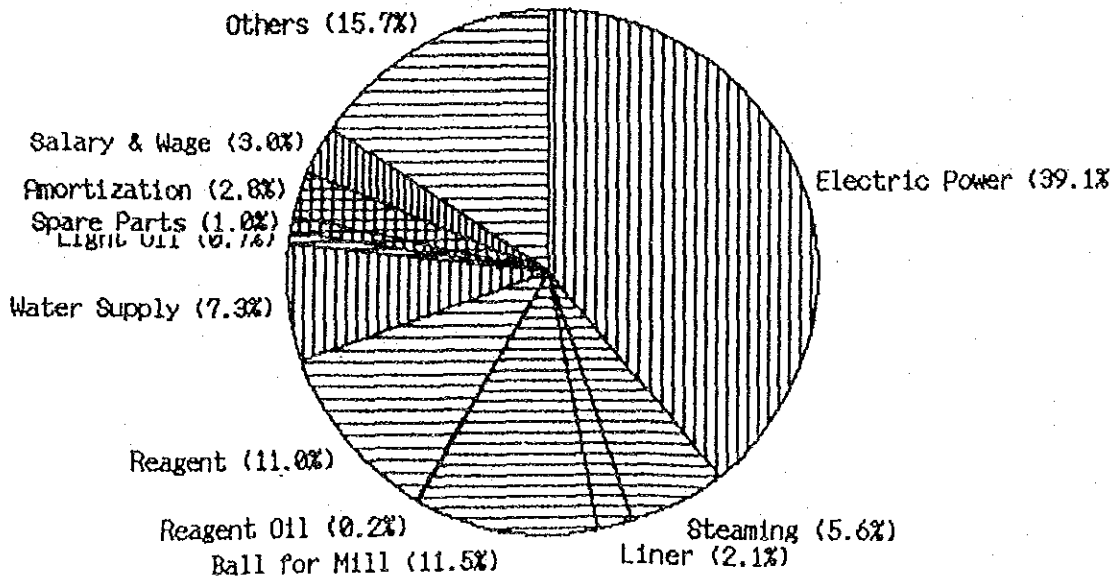


図 - 26

操業コスト割合

4-3 ワークショップ

ワークショップは鑄造工場と機械工場の二つからなっている。その内、鑄造工場では鉾山各所で必要とされる耐摩耗または耐蝕性部品及び大小の機械部品を鑄造している。鑄造能力は年間6,500tonであり、世界的にも規模の大きい工場である。

機械工場は、鑄造工場で鑄造された素材と外部より購入した素材を機械加工する工場、鋼材を切断・溶接する製缶工場、機械設備の修理・組立工場、モータ修理工場及びゴム製品製造をはじめとする特殊加工工場などからなっている。

二つの工場からなっているワークショップはエルデネット鉾山の生産をささえている設備の維持を担う重要な部門である。

しかしこの工場は、現状の鉾山の生産量を維持していくために、十分な生産能力と技術レベルを有しているだけでなく、今後諸外国と競争して行ける能力を持っていけるか、更に効率の高い生産を行い、より発展をとげていけるか等を念頭において、ワークショップは十分な状況であるのかを調査し、その結果に基づく診断を行った。

以下それぞれの工場別に分けて診断結果を述べる。

4-3-1 鑄造工場

(1) 鑄造製品の種類と生産量

製品の種類とその生産量は図27の如く、耐摩耗用の高マンガン鑄鋼が全体の約77%をも占める。製品の用途としては図28の通り選鉾工場で使用される部品が全体の約80%を占めている。又、約5.9%ではあるが外部にも販売している。

図-27 鑄造製品の種類と生産量 1993年度生産計画

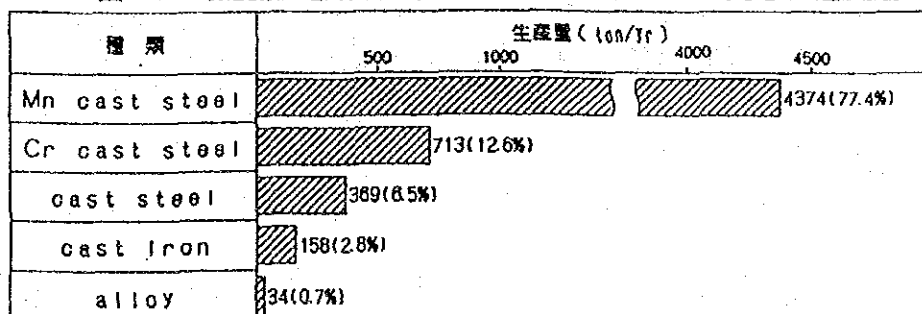
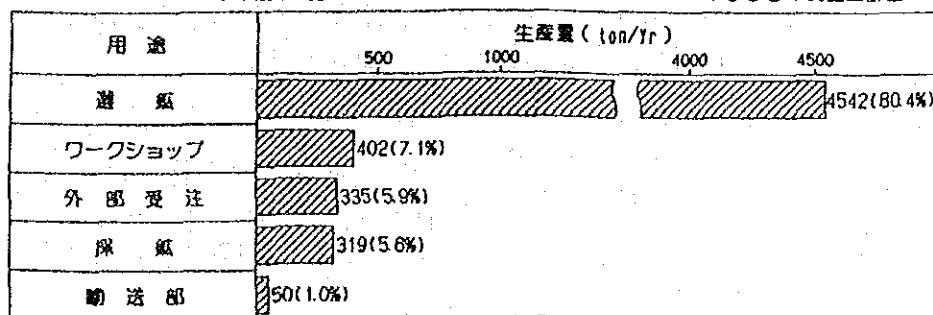


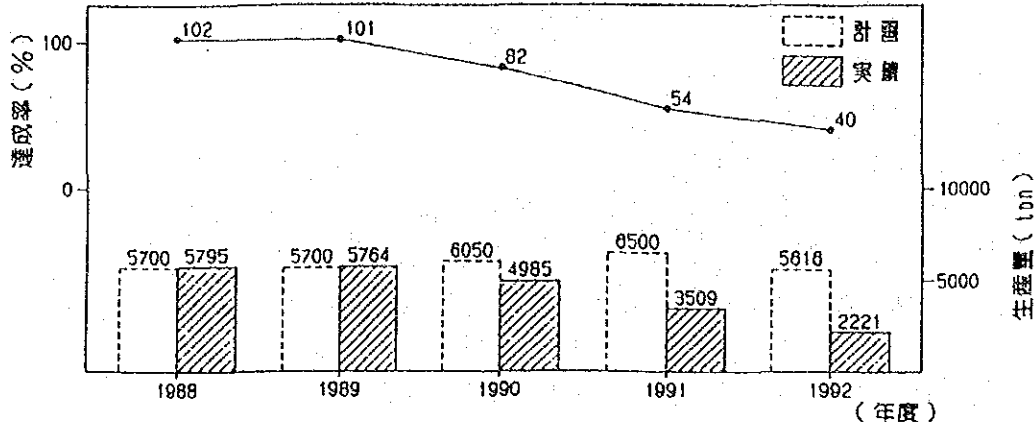
図-28 用途別生産量 1993年度生産計画



(2) 生産量の推移

図 29 の如く、1989年までは正常な生産量であったがソ連邦の崩壊のあと現状では生産量の計画達成率は現状40%と急激に減少している。その原因は以下の理由であると考えられる。

図 - 29 最近の鑄造製品総生産量(計画と実績)



- ①電力不足：国内のエネルギーシステム及び国外（ロシア）からの電力供給不足と無差別で緊急な通告のみによる停電に原因する稼働率の低下。
- ②原材料不足：市場経済化により外国から購入する原材料はドル建てであって、ドル不足のため支払がとどこおり原材料の入荷が遅延。
- ③人材不足：市場経済化により多数の熟練労働者が他の職を求めて退職したこと。
- ④設備の老朽化：操業開始以来12年経過しているが、設備の更新が一台もない以上理由の内①、②、③は国のエネルギー、国の経済など大きなマクロ的なもの、長期的レベルの問題であるが、④については足元の精鉱の生産維持に直結し、かつ自己完結の出来る緊急な問題であり、改善する必要がある。

(3) 鑄造設備の現状

上記 4-3-2-(2) 項の通り鑄造設備は老朽化している。現状の設備の状況は下記のとおりである。

- ①鑄物砂混合・調整設備：設備の老朽化と洩砂やバインダーによる飛散粉塵（遊離珪酸分が多い）が多く作業環境が悪い。
- ②造形設備：造形工場は注湯工場と造形機械工場とからなり、注湯工場は 6,500 トン/年規模の工場としては狭く拡張の必要がある。
一方、造形機械工場では主要製品（全体の62%の生産量）である Mn Cast steel 製造用の振動式造形機が設置されている。この機械は老朽化のため故障が多いので稼働率が低く、又造形精度も悪く設備更新が必要である。
- ③溶解設備：工場の中央部に材料を熔融する電気炉があり、各炉が 3 トンの能力

で3炉ある。鑄造品の最大単体重量は3トン/個につき、少なくとも6トン以上の電気炉を新設すべきである。特に溶解時の発煙、発塵がひどく、それを押さえうる炉に改善が必要である。

④製品清浄設備：鑄造品の型からばらし、砂を取り除き、更に製品の表面をきれいにするための工場である。ここでは、Shake out machine の能力が不足で（積載許容荷重3トンに対して5トンを載せている）、修理が多く稼働率を下げ、この工場全体の生産減の主因となっている。この機械の更新が必要である。一方、この工場は鑄造品を種類別に場所及び設備を合理的に配置して、クリーニング作業の能率化を計る。

⑤工場全体の作業面積：この工場全体は6,500 トン/年の生産量の設計であるのに、現状で2~3,000 トン/年の生産しかない。作業面積が窮屈に見えるので現在の生産能力を続けるにしても工場を拡張し、生産効率を向上すべきである。

(4) 生産技術の現状

鑄造プロセスはCO₂法であり高度の技術である。しかし、最終製品としての不合格品の割合、すなわち、不良率が高い。図30から不良率は21%で、現工場の不良率の目標を5%以下に対して1991年以降大巾に悪化している。更に、不良品の内容は図31から次のような特徴がわかる。すなわち、

①造形不良が全体の半分を占めていることは、造形作業の不良と砂の強度や性状不良によると考えられる。これらを解決するには、CO₂法の改良型であるVRH法の採用が有効である。

②注湯及び溶解ミスが多く、これらは注湯方法の不良と溶解ミス（主として製品成分不良）とからなっており、前者は作業者の熟練度の向上を計り、後者は炉前における成分分析を正確に行って、規定の成分以外は注湯工程に進ませない等の強力な管理が行われるべきである。

品質管理による歩留まりの向上が重要である。

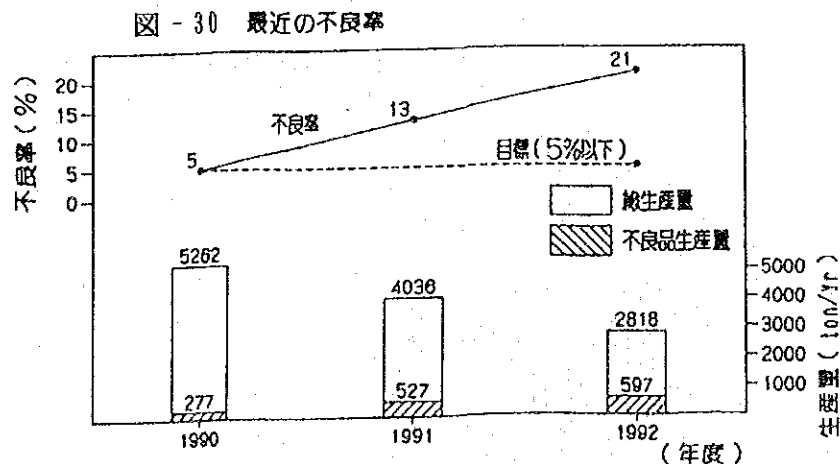
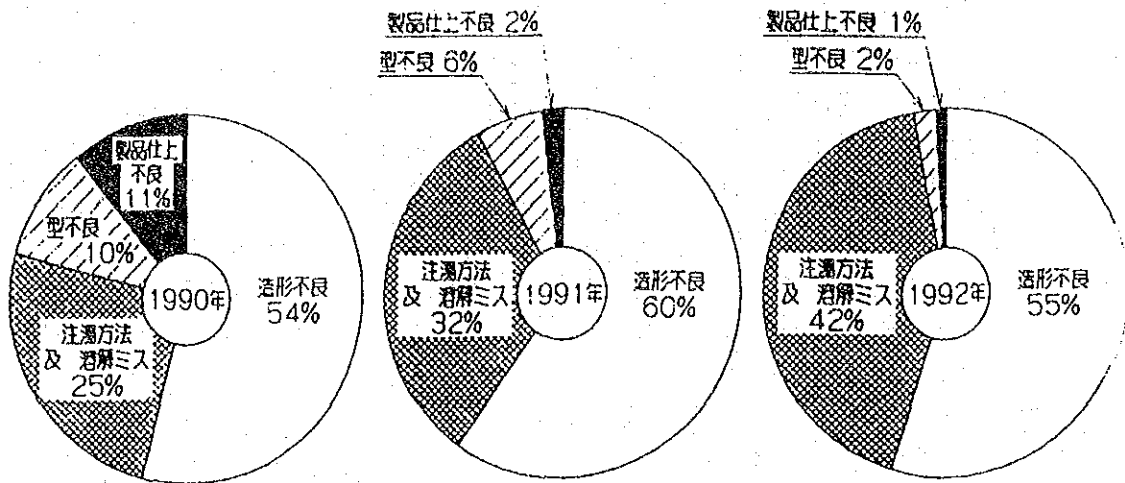


図 - 31 不良品の内容



(5) 生産コスト

コストデータはあるが、現在為替レートの変動が大きくTg表示では、生産コストを外国のそれと比較することは難しい。そこで、為替及びコストが比較的安定していた1989年のデータ（図32参照）を分析してみた。

その結果次のような三点の改善を必要とする。

①材料使用量を減らす

歩留り率向上によって不良品を少なくし、品質向上によって製品の寿命 (life) を長くし、材料の使用量を少なくすること。

②エネルギーのコストダウン

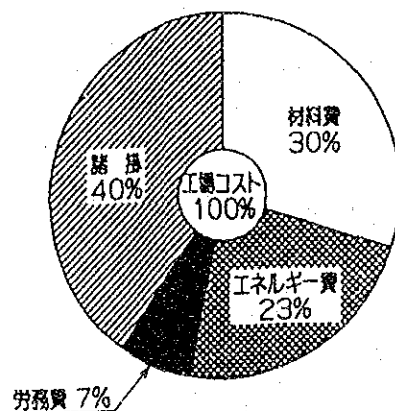
不良品率を下げ無駄なエネルギー使用をなくすこと及び省エネルギー対策を積極的に行うこと。

③設備費のコストダウン

諸掛の内訳では設備の保修繕費が90%を占めている。これは設備が老朽化していることに起因しているのでこれを更新して、保修繕費を減らす。更に、稼働率の向上を計り、使用目的に合致する設備の選定をすること。

又、保修繕体制の強化を計ることである。

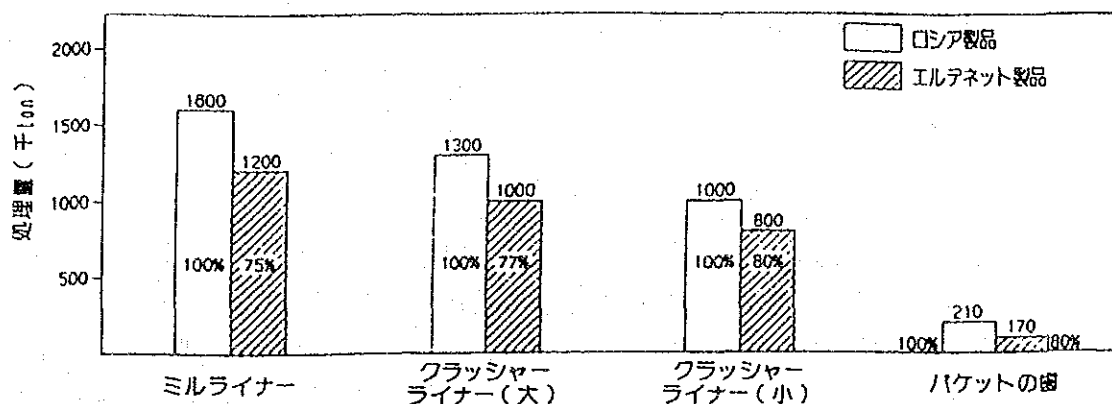
図 - 32 1989年度鑄造品の総コスト (Mn cast steelの例)



(6) 品質管理

品質管理の対象項目として、鑄造砂性状、溶解金属の温度や成分、鑄型の硬度や形状及び最終製品の検査について作業員や品質管理員の管理がなされている。しかし、現状では前述のとおり歩留り率が悪いことや、製品の分析の結果、規格どりの成分に配合されていない。このことは、品質管理はやっているが成果としては充分でないことを意味する。一方、製品のライフは目標としているロシア製の製品より劣っているが図33から良くわかる。そのためには次の改善が必要となる。

図-33 製品のライフ比較



① 溶解金属の成分と温度管理強化

目標とする金属成分に調整するために、溶解の結果である製品の成分を測定するのでなく、溶解中に良否を、すばやく誰がやっても簡単に測定することができ、その場で調整することができるようにすることが最も大切である。温度についても同じことである。それを可能とする測定装置を準備すべきである。

② 鑄物砂の性状管理

この工場で使用する砂を管理することは溶融金属の管理と並んで大切なことである。そのためには各砂の物理的性質及び化学的性質を把握するための分析装置を必要とする。

③ CO₂ ガス使用量管理

現状の作業方法ではCO₂吹付量と鑄型の品質の状況などの判定は人の勘をたよる以外になく鑄型の管理も充分でない。このための不良品の発生又はCO₂の使用すぎなどによって生産コストのアップを生じている。

この解決には、後述する新プロセス「VRH」の採用が大巾な改善をもたらす。

(7) 外部からの受注

5年前(1988年)には約300トンの鑄物製品を外販していて、1993年には335トンを計画している。外販先はエルデネット鉱山を中心とする企業グループのセメント、石炭などの工場が中心である。今後は技術の向上と生産の安定を計り、次のような方向での外販を拡大する。

① 鋳造品の外部への積極販売

そのためには現工場の安定的増産と品質の向上を計る必要がある。又、販売先は当面企業グループとして、徐々にグループ外の企業、自動車部品、民間用と発展させる必要がある。

② 新規技術の採用

鋳造技術の高度技術の一つとして精密、大量製作品に対してダイキャスト法がある。当工場では行われていないが、将来の発展のためには、鋳造工場にダイキャスト設備を導入し自動車部品あるいは民間の生活用品の製造を開始すべきである。このことによって精密製造技術及び工業技術発展の基礎となる金型製造技術を確立することができる。

4-3-2 機械工場

(1) 製作品の種類と生産量

主な製作品は機械加工品、製缶品、ゴム製品であるが、その他として耐摩耗用品の溶接肉盛り品、道具、機械の修理や組立などを行う工場である。したがって、他の工場の設備の保繕・修繕は行っておらず、自らの製作品の製造と自工場への持込み品の修理、組立を行う工場である。主な製作品の計画と実績は図34、図35、図36のとおり。

図 - 34 主要製作品生産量(機械加工品)

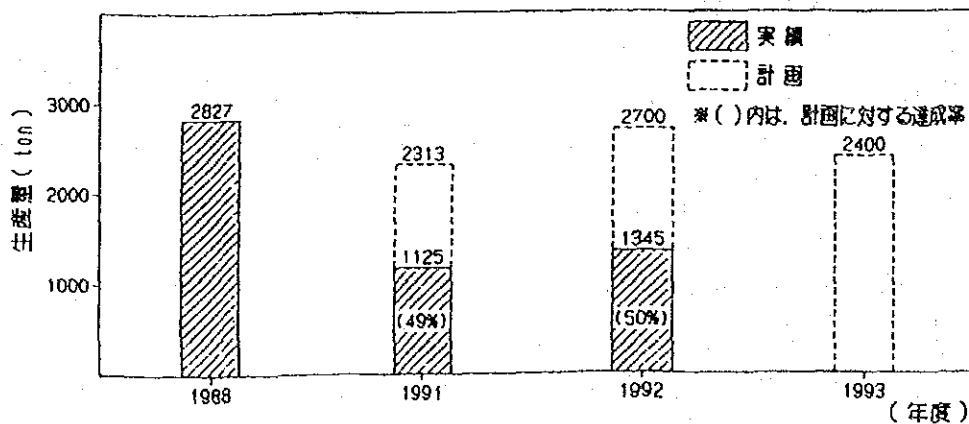


図 - 35 主要製作品生産量(製缶品)

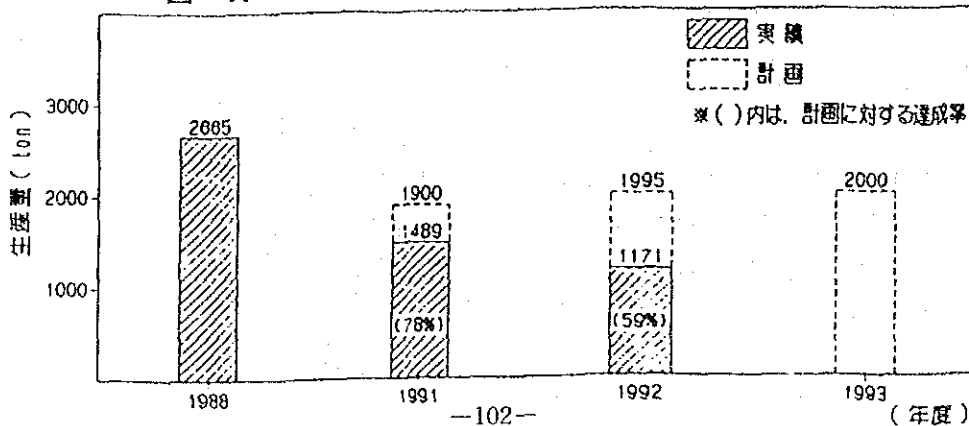
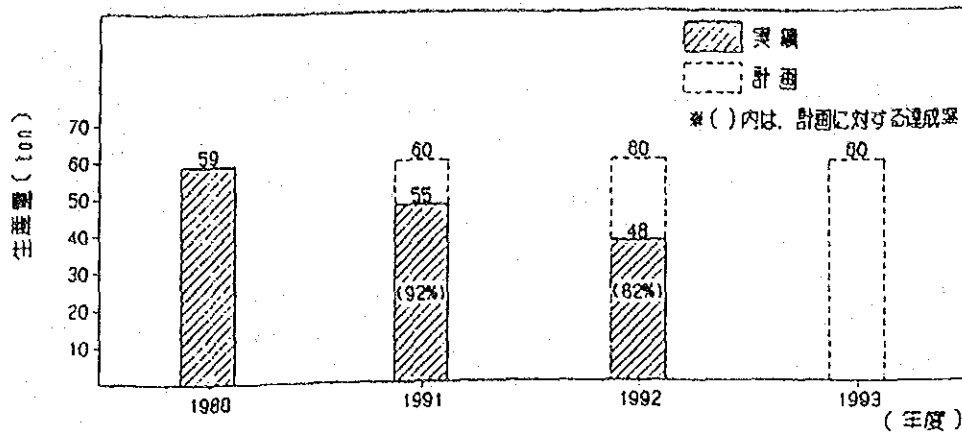


図 - 36 主要製作品生産量(ゴム製品)



正常であったと思われる1988年の実績に比較して、ゴム製品を除き50%以下の減量となっている。これは人材・原材料不足、電力不足があてはまり、これらは前述のとうり時間を追って解決されていくことである。特に機械加工品については更に鑄造工場の生産減量の影響を直接受けていると言える。機械工場の場合、鑄造工場と比較して設備の老朽化とメンテナンス不良などの問題からくる生産量減は考えられない。

(2) 機械工場設備

設備としては、鉱山で必要とされる機械加工のほとんどに対応でき十分である。しかし、今日の先進諸国で使用されている設備と比較すると、加工精度、加工速度、生産性、省エネルギー、省力化などの点では大巾に劣っている。この機械加工分野は先進諸国における技術の発展が著しい分野と言える。とは言っても、現機械加工設備を早急に更新する必要はないが、次の点を改善する必要がある。

① NC化設備の導入

現状設備で鉱山の生産量を維持する役割を担うことに加え、外部からの受注拡大を計り、諸外国と競争できる技術を確立し発展させねばならない。そのためには先進諸国で最も高度の技術を応用されたNC機を導入することによって、先進諸国の設備の実態と機械の応用方法を知り、将来の設備近代化をスタートさせるべきである。

② 既設設備に対する省力化のための改造

既設設備はほとんどマニュアルである。しかし、今後予想される労務費のアップ、外部受注の拡大及び増産のための人員増対策を考慮しておかなければならない。すなわち、既設設備の内、大型ターニング盤、大型ボーリング盤、大型プレーナなどの半自動化による省力化である。

特殊なセンサーを設置し、電気制御盤及び警報装置を設置する改造を行えば、

所定の作業が完了するまで自動で運転され、完了したら運転員に知らせる仕組みにすることによって、1人で数台（3～4台）の機械を同時に運転できるようになる。一方、大型機械について一部を改造し、いっきにNC化を考えてみたが既設設備そのものを大巾に改造する必要があり、コスト高となるので上記の方法がベストである。このことによって余剰になった人員は製品の外部販売業務に向け業務拡大を計り得る。

③不足設備の充足

前述のように十分に設備は間に合っているが、大口径切断用（500mmφ）の、この盤及びシリンダー加工のために大口径用精密 jig boring 盤を増強する必要がある。

(3) 技術の現状

この鉱山に必要な部品や装置を製作していく上での必要な技術は備えていると言える。一方、一般機械加工技術の他に特殊加工技術としては、クロムメッキ、高周波加熱、ゴム製品、浸炭焼き入れ等を含めた熱処理などをもっている。また、かなりのボルト・ナットを自家製作している。これは多種少量品で、技術的には難しくなく人手間がかかる作業であり、省力化すればその効果は大きい。そこで次のような事項を提案する。

①特殊加工品については、たとえばクロムメッキ、高周波加熱、ゴム製品なども設備とともに外部に下請させるか、小会社を作って専門化、能率向上と技術の向上をさせコストダウンを計るべきである。

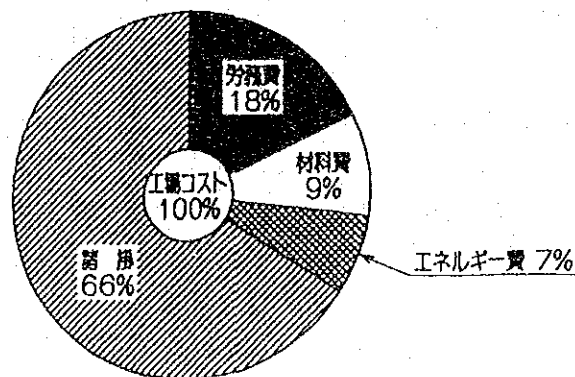
②ボルト・ナット一貫製造機の採用

繰り返し製造し、しかも多品種少量品であるボルト・ナット製造のために、専用自動化機械を設置し、省力化と生産性の向上を計るべきである。

(4) 生産コスト

コストデータについては、比較的生産が安定していた1989年のものを使い分析してみた結果が図37、図38の通りである。

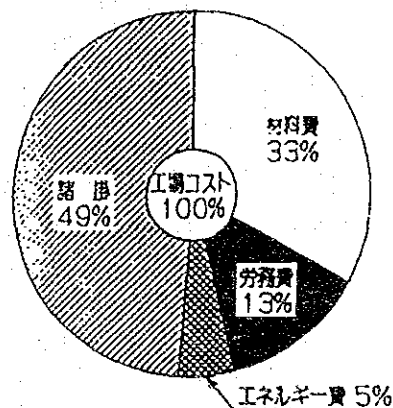
図-37 機械加工品原価（1kgにつき、1989年計値）
（製品10kgから50kgの範囲のもので）



①製缶品のコストについて

諸掛けの占める割合が大きく、その内訳は設備の修繕費、減価償却、管理費等から成っている。しかも設備保修費が50%を占めているとのこと。また、鋳造品に比較して労務費がほぼ倍の割合となっていることから、省力化がコストダウンにかなり影響する。

図-38 製缶作業原価
(1ton当たり)



②機械加工品のコストについて

諸掛けの内訳は製缶品と同じことが言える。

労務費の割合は製缶品の場合よりも大きく、コスト分析の面からも機械の自動化やSemi-auto化による労務費削減はコストダウンに大きく寄与する。

(5) 外部からの受注

この工場の設備の数、技術レベルの高さ、加工機械の種類が多さから判断すると民間からの必要品、鉱山外の他の工場が必要としているものを製作することは可能である。更に、特殊な機械や若干の性能が高い機械を追加すれば、更に広く外部からの受注に対応することが可能となり、収益増大と技術の向上に貢献することができる。具体的な受注目標とする分野は、

- ①民間用自動車部品
- ②一般産業用道工具
- ③一般機械部品

以上可能にするためには既設設備の他に、スプライン加工機とハイポイドギヤ加工設備と、これらに加えて機械加工及び熱処理などの Know-How も習得する必要がある。

4-4 ユーティリティ

4-4-1 電力

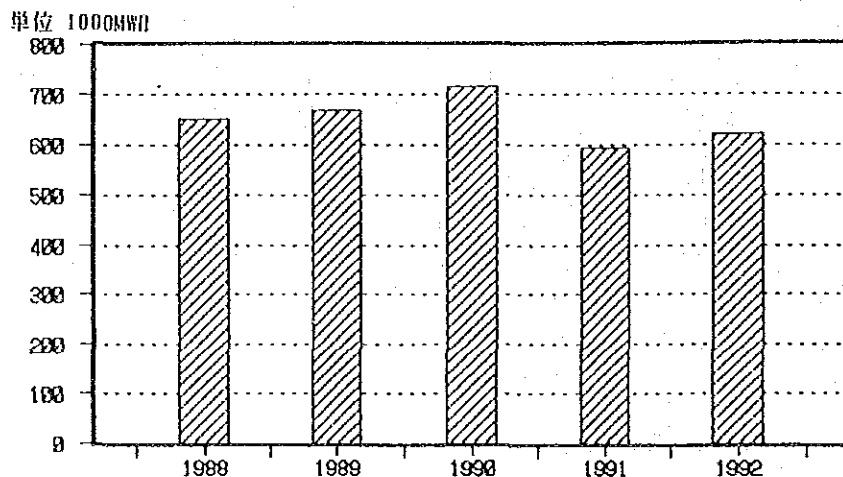
(1) エルデネット鉱山の電力事情

冬期は 100Mw夏期は85Mwの電力を使用している。その使用電力の全量をモンゴル国営中央エネルギーシステムから受電しているが近年になり同システムの電力需給バランスが悪化し、受電電力を頻繁に制限されておりエルデネット鉱山の生産量減少の最も大きな要因となっている。工場全体の停電を含めた電力制限の回数は1990年・94回、1991年・975回、1992年・481回となっており、1993年6月現在でも改善されていない。

制限された電力量は1回当たりの電力制限された時間が短いため回数が多さに比較すれば少なく年間受電計画量の約10%であるが、このように平均しても日に2～3回の電力制限がなされる状況下では生産計画実行の目処が立たないのが実態である。

供給電力確保はエルデネット鉱山近代化のための最大要件である。図39は5年間の電力使用実績推移である。1990年までは使用量は毎年増加しているが、1991年及び1992年は前述した電力制限がダイレクトに影響して、計画使用電力量に対し1991年は75%、1992年は80%にて低下している。

図 - 39 電力使用推移



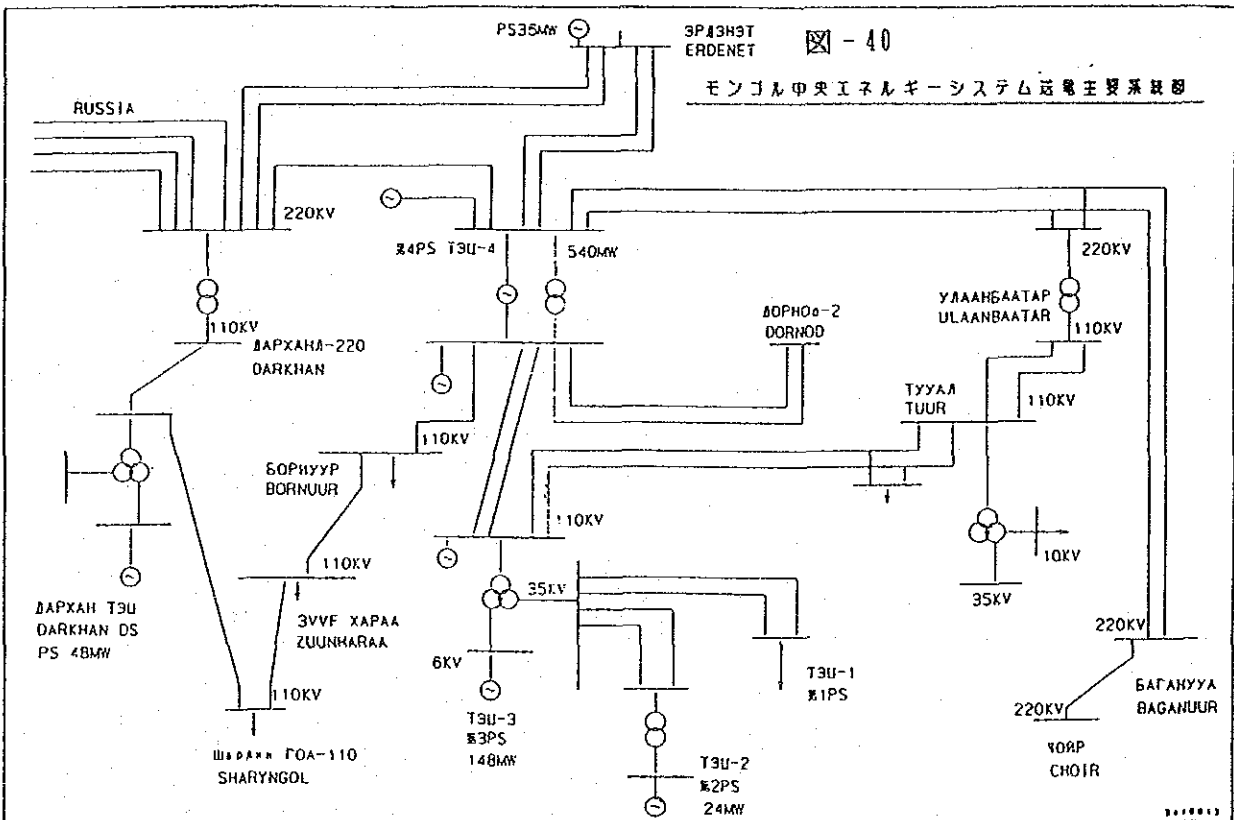
(2) 中央エネルギーシステムの電力事情

モンゴルの中央エネルギーシステムはウランバートルを中心に5つの火力発電所と一部ロシアからの融通電力を電力供給源とし、電圧 220kv、110kv 及び 35kv の各送電線で電力消費地に送電している。5つの火力発電所の総発電容量は 800Mwであるがその70%を占めるウランバートル第4発電所の不調をはじめ全体的な老朽化、部品不足のため現在 500Mwの供給能力まで低下している。またロシアのイルグーツク地区の発電所の不調のためロシアからの融通電力も過去70Mwであったものが現在40Mwまで低下している。

火力発電所の発電容量	ウランバートル第4	540Mw
	同 第3	148Mw
	同 第2	24Mw
	ダルハン	48Mw
	エルデネット	36Mw

因みにモンゴル国内で中央エネルギーシステムの供給外の地域の電力は地域毎に設置されたディーゼル発電機で供給されている。また同システムの供給している面積はモンゴル全土の30%、供給している対象人口は50%である。しかも都市を含んだ主要部に供給しておりモンゴル国の主体的な電力供給システムである。

(図 40 参照)



(3) エルデネット鉱山の電気設備

中央エネルギーシステムの 220KV送電線から受電変圧器で 110KVに降圧し、一部は更に35KVに降圧して主要工場へは 110KVで送電、小容量工場へは35kvで送電している。特徴的な設備としてセレンゲ川の用水取水ポンプ場までの60kmにおよぶ長距離の送電線があげられる。(図 41 参照)

負荷設備の電圧は容量の大きなものは6,000V, 中容量以下は380V, 照明その他の電気器具は220Vである。

モーター台数は20kW以上で約 1,300台, その内 500kW以上が 107台あるがその中でも選鉱のミル用が 4,000kW 12台あり、それだけで全使用電力 100Mwの 3分の1を占めている等大型モーターの電力使用状況が全体使用量の殆どを左右している。

(4) 電力料金

中央エネルギーシステムとの契約は次の時間帯別になっている。

昼間 6時30分～17時30分

夜間 17時30分～22時30分

深夜 22時30分～ 6時30分

料金単価の比率でみた場合昼間を 1 とすれば夜間は 5 であり、逆に深夜は 5分の1となっている。民生用の需要を重く見て工業用電でピークを調整しようとする料金体系の契約である。実績の料金単価は0.051\$/kwhである。

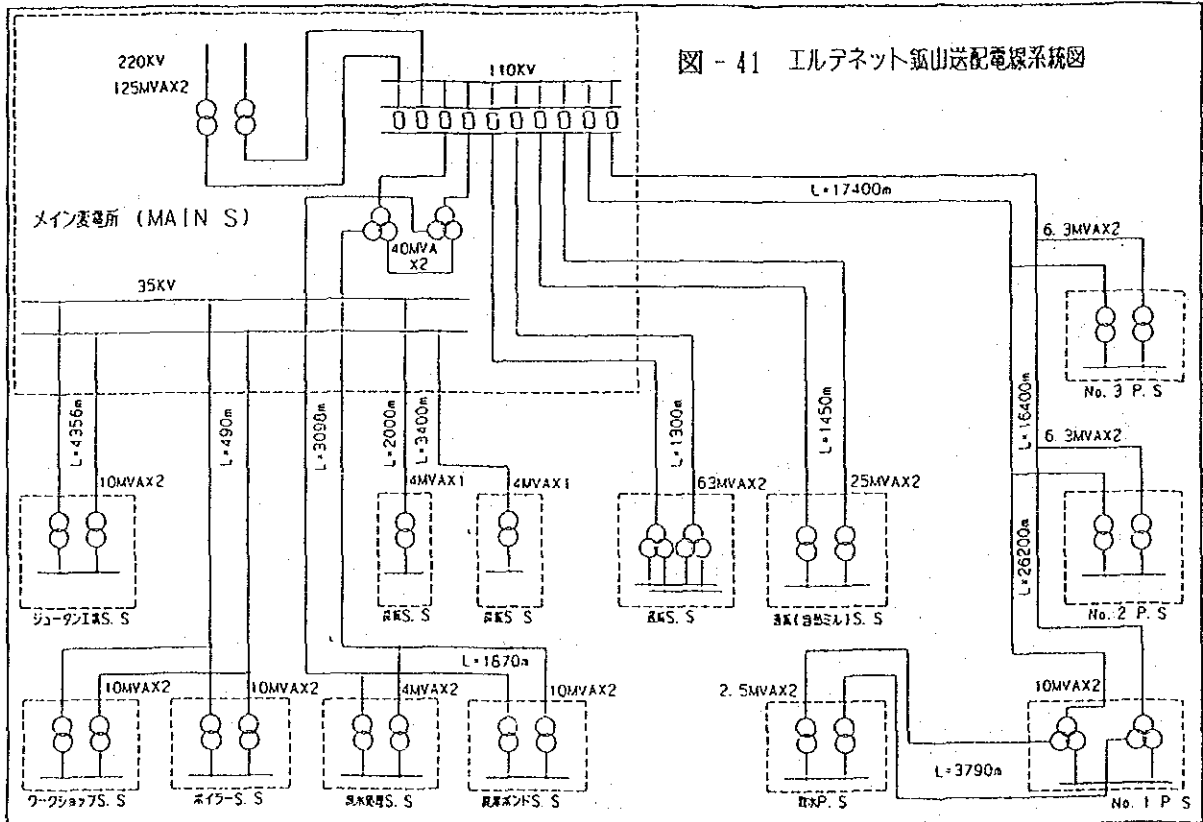


図 - 41 エルデネット鉱山送配電線系統図

(5) 診断

—電力使用状況

夏期は少なく冬期が多く夏期は冬期の約90%である。(図42参照)

工場は24時間操業であるため一日のうち時間単位での変動は±5%であり非常に小さい。(図43参照)

電力供給側から見た場合非常に安定した需用家である。

各部門の電力使用量の全体に占める比率は図44に示すように選鉱部門が69%、用水部門が18%、両部門で87%であり大勢を占めている。従って後述する省エネルギー及び近代化計画の増処理対応は総て両部門に焦点を絞られるべきものと言える。総体的に全国の電力配分と云う点ではエルデネットは優先して受電している。

図 - 42 4半期電力推移

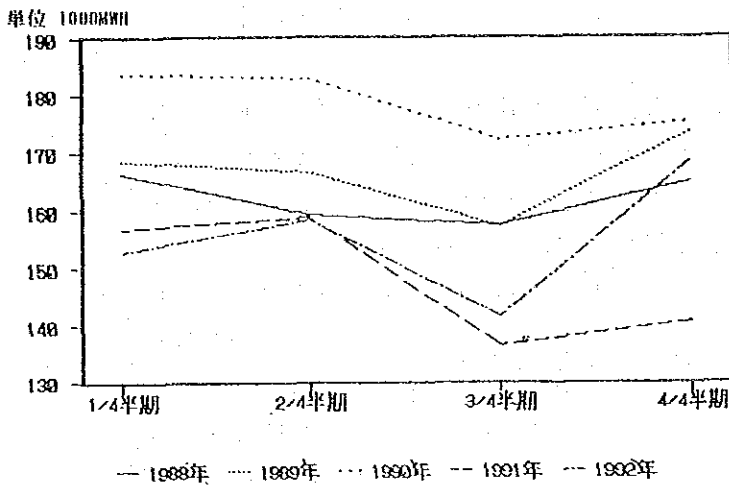


図 - 44

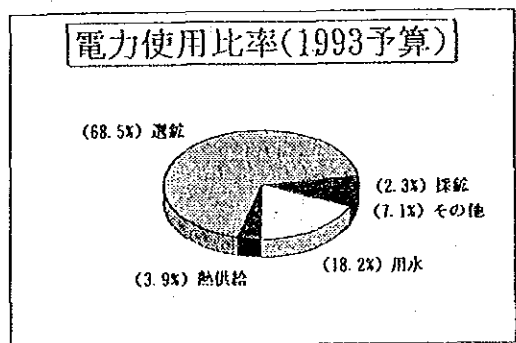
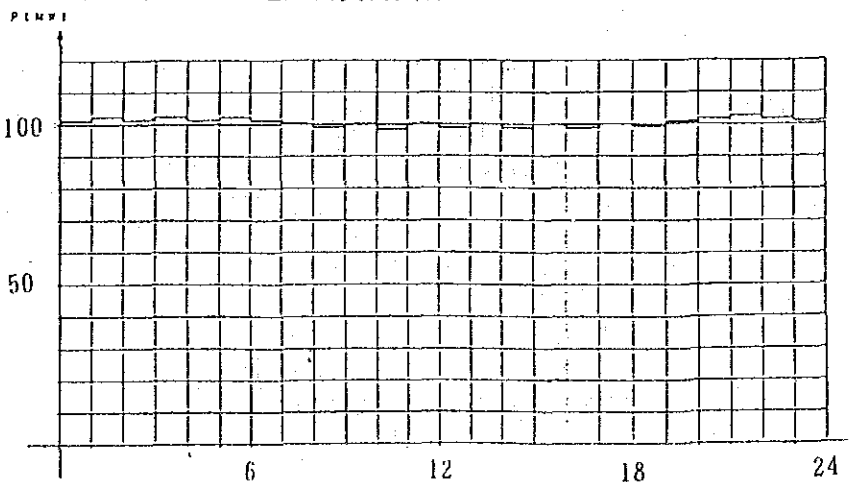


図 - 43 電力日負荷曲線



一 電力制限状況

(1) 項で触れたが、頻繁な電力制限は制限された停電時間での操業損失のみならずその前後のロス即ち停止準備、起動時間等による操業損失及び操業不安定等データに現れにくい損失をもたらす。このような電力制限を回避するためには中央エネルギーシステムの発電所の改善強化が必要であるが、エルデネット鉱山自体でも現在じり貧の状態にある生産量の回復及び増産と近く稼働する廃滓輸送ポンプの非常電源確保という操業上不可欠の要件があって、既存設備の有効利用を加味した発電設備設置を平行して進めることが急務である。

一 省エネルギー状況

中央エネルギーシステムからの供給電力不足、選鉱工程特有の高い電力原単位と今後の傾向である鉱石品位低下に伴う原単位増加及び廃滓堆積場等の操業条件変化による使用電力増加等に対応するためには供給電力確保と平行して省エネルギーが必須である。この主旨に沿って電気設備をチェックした。

- ・送電線、変圧器の損失は合計しても全使用電力の約 1.5%であり少ない。60kmの長距離送電をしている用水ポンプ線も3%以下である。110kVという高い電圧で送電しているためであるが逆にみれば全般的には余裕のある設備であり今後の鉱石増処理には有利である。
- ・大容量モーターとしては(3)項で触れた選鉱のミルの他にポンプ用が数多く使用されている。100kW以上をみても約130台あり、最大のものは2,500kWである。ポンプ動力の省エネルギーを計る場合可変速モーターの採用が非常に有効であるが選鉱工程等定流量が多いために可変速モーターは一部に採用されているにすぎない。定流量が操業上最良かどうか今後検討の要があり、合わせて可変速モーター採用による省エネルギーを検討することを推める。
- ・可変速用のインバーターをモーターの電源に入れて可変速とする方式が100kW以下については日本では各種インバーターが標準品化されているため、また既設電気設備に容易に設置できるため一般化しており小容量動力の省エネルギーに有利な手段である。当所にはまだ設置実績がないこともあり、先ず同方式による小容量ポンプの省エネルギーに取り組むことを推奨する。

4-4-2 蒸気, 温水

(1) ボイラー設備

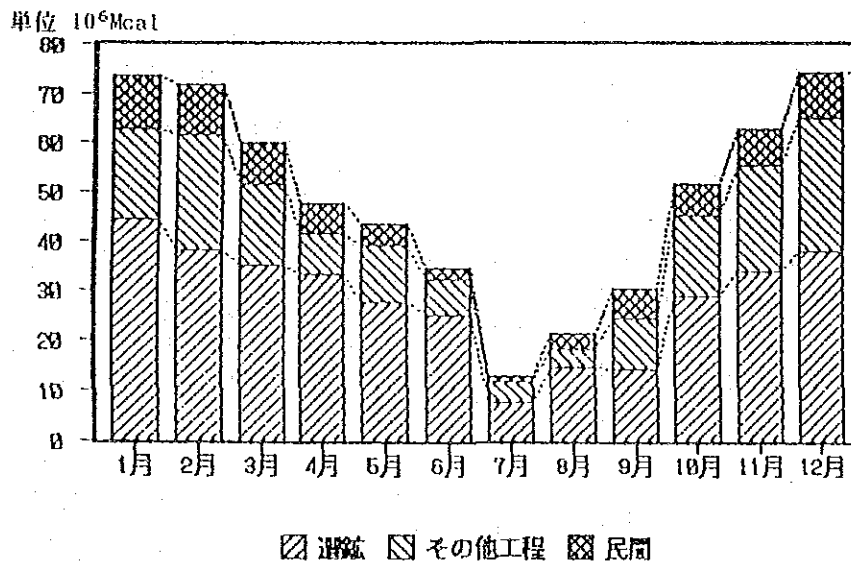
微粉炭燃焼ボイラー6基(蒸気発生量75t/h/基)を設置している。11月～2月は3基その他の期間は1～2基を運転しており冬期でも全体のほぼ2分の1は余力である。

その他仕様	蒸気圧力	39kg/cm ²	蒸気温度	450℃
	石炭燃焼量	13t/h/基		
	使用石炭	モンゴル産 50%	ロシア産	50%
	石炭熱量	3,200～4,300 Kcal/kg		
	ボイラー効率	設計値	88.9%	

(2) 蒸気, 温水

選鉱のモリブデン工程に蒸気を使用しているがそれ以外は殆ど温水として暖房用に使用している。熱エネルギーの量で見た場合冬期のピークに対し夏期は3分の1ないし4分の1にまでさがる。(図45、46参照)

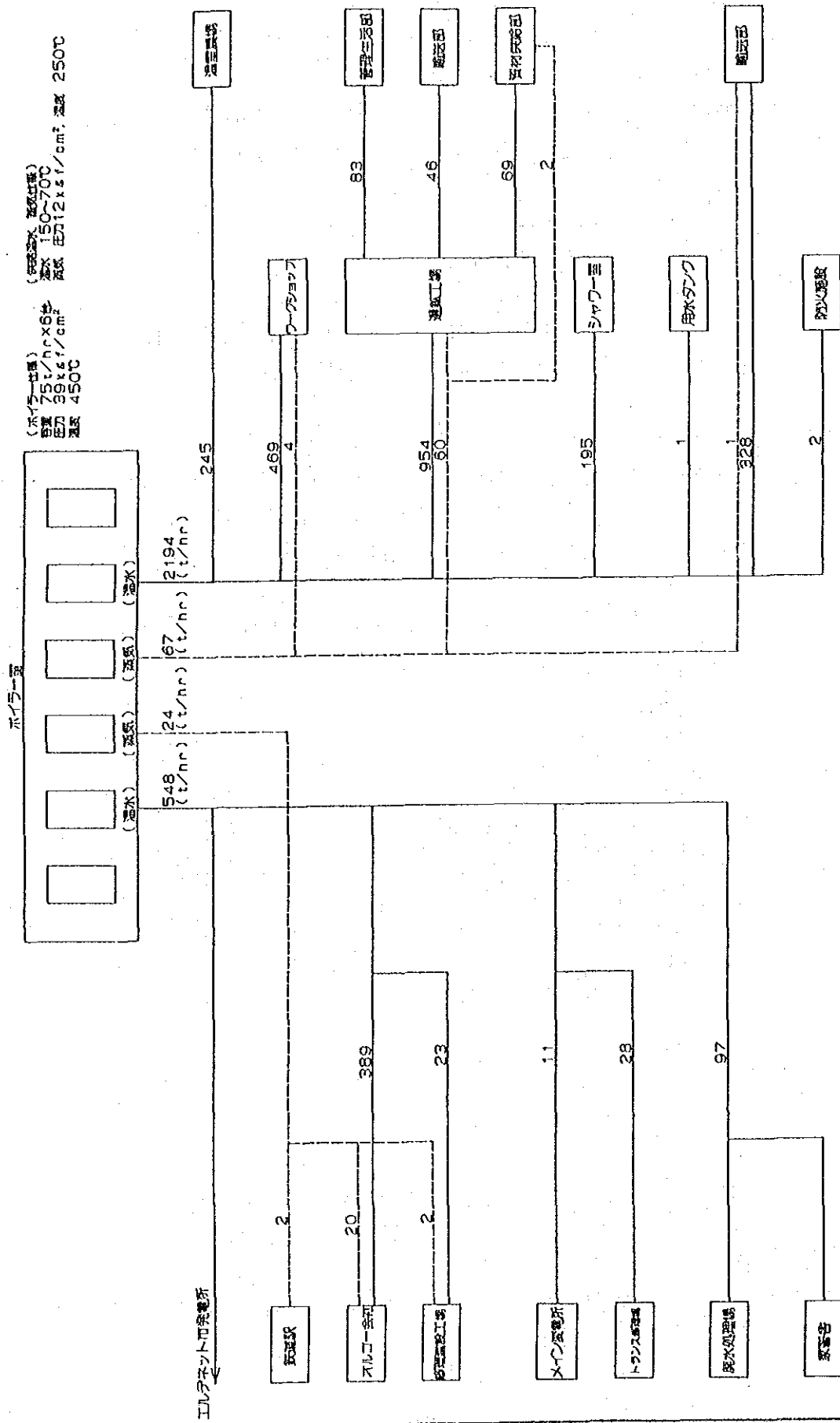
図 - 45 1992年熱エネルギー使用実績



(3) 診断

- ボイラーの余力に関して定期修理の問題があるが、冬期を除いた期間で実施すれば余力は実質的に殆ど変わらない、この余力を活用しての発電計画については別項で触れる。
- ボイラーは強制循環式であり、空気加熱器、給水加熱器を備え低温の熱まで回収して効率を上げている。

図-46 エルネネット鉱山 温水及び蒸気分配図



- ・ボイラー出口ガス温度は設計値 145℃で低温であるが、使用石炭の硫黄分が 0.5%以下と低く低温腐食はあまりない。
- ・ボイラーは建設して14年を経過しているが、蒸気過熱部配管の減肉が進んでおり、一部配管更新の時期にきている。
- ・温水及び蒸気の供給範囲が広く17ブロックへ配管供給しており配管の長いものは 1.3kmに及んでいる。
- ・配管の熱損失は配管と保温の仕様から計算したのものによると大きいもので1%以下であり小さい。
- ・計器類は建設時に設置されたままであり老朽化している。また発電機に蒸気を供給する場合はグレードアップが必要であり、全面的に更新が必要である。

4-4-3 用水

(1) 取水

エルデネット鉱山から60km離れたセレンゲ川の水を井戸からポンプで取水し途中3ヶ所でポンプアップして工業用水及び飲料水としてそれぞれの貯水槽を経て各工程、事務所、及びエルデネット市内に供給している。

1時間の水量 2,400 t 揚程 610m
 送水配管 800mm径 2本 地下 3.5m埋設
 使用電力 平均 10,000kW

- ・ここで使用される電力は鉱山全使用量の約11%である。
- ・エルデネット市内に供給し民生用として使っている量は全体の約50%である。

(図 47 参照)

(2) 繰返水

選鉱工程の尾鉱その他を廃滓ポンドに流送し沈澱させたあとの上澄水と浸透水を選鉱工程その他に繰返している。

1時間の水量 7,800 t 揚程 130m
 使用電力 平均 6,000kW

- ・使用電力は鉱山全使用量の約7%である。

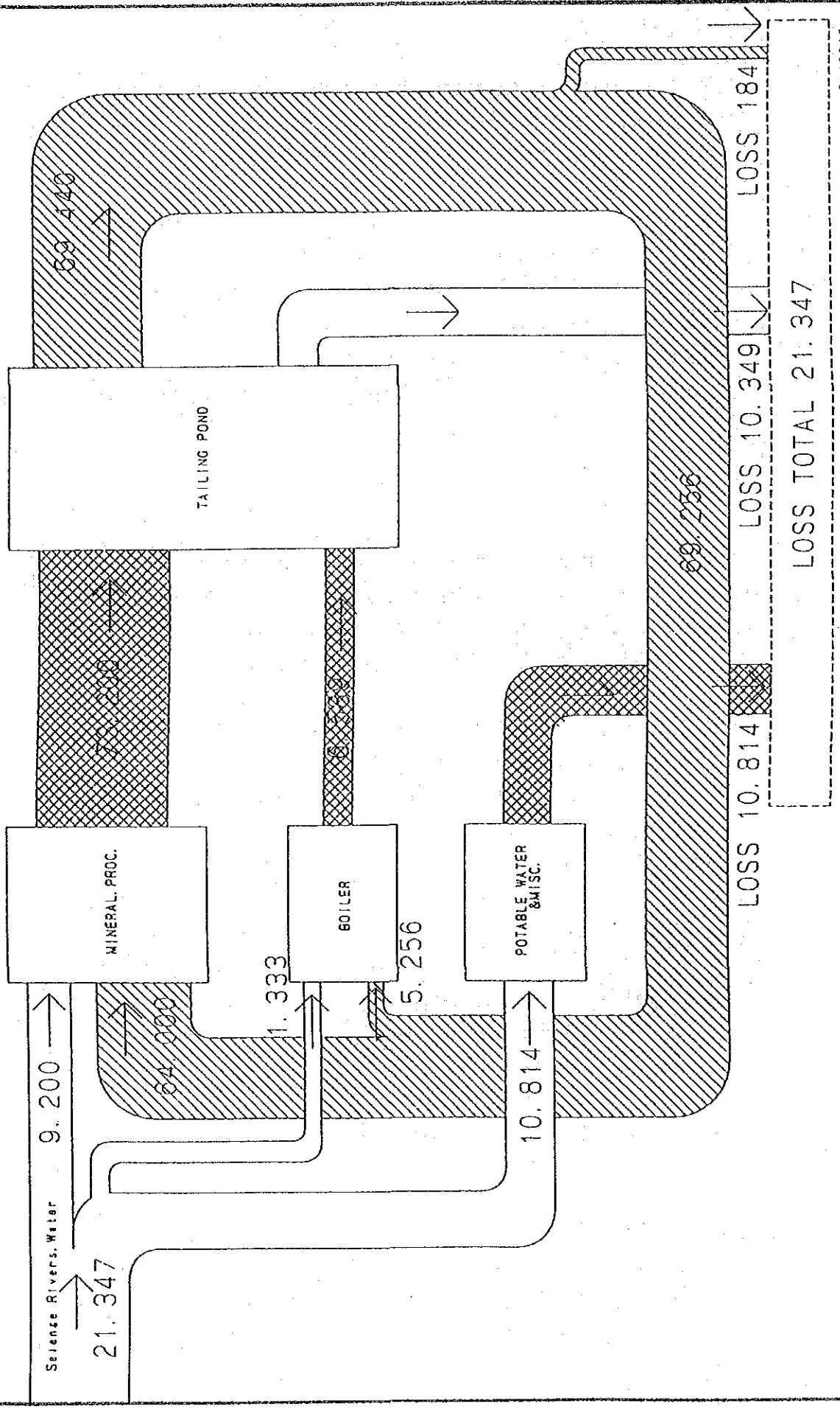
(3) 廃水処理

1日の処理量30,000トンの内鉱山関係分は 5,000トンであり大半は市の廃水を処理している。

(4) 診断

- ・用水関係の使用電力は全体の18%にも及び全体の電力確保及びコストのて比重は大きい、今後鉱石の増処理に伴って用水の増加が見込まれることと、廃滓堆積場の高上げによる廃滓ポンプの稼働が近い時期に開始されること等が

図-47 用水バランス (1992年予算 単位1000MP³/年)



あり比重は更に大きくなる。

- 地下水の利用について以前から検討されているが近くに水量があればセレンゲ川に比べて揚程で3分の1以下であることから地下水の揚水に使用するトン当たり電力はセレンゲ川水の揚水に使用するトン当たり電力の3分の1以下になるので地下水の量だけセレンゲ川水を減らせばその水量分については電力が3分の2以上節減できる。

また60km離れたセレンゲ川のみ水源を依存することは事故時の生産停止及び市民生活のパニック等が考えられる。

従ってこれら二つの面から地下水の水質のチェックと水量の調査を早急に実施し、先ずは水源確保の目処を立てるべきである。

4-4-4 通信、計測

- 構内電話用としてクロスバー電話交換機を設置しているが部品不足が顕著になっており老朽化に対応できない状態である。現在は電子式デジタル交換機が一般的になっており、機能の面、故障率の面いずれも格段の差があり、既設交換機の部品不足とあわせて更新の時期にきている。

既設交換機内線回線数 600

- 市外電話及び国際電話が待ち時間が長くこのままでは近代化に障害となるので改善が必要である。その改善については近代化の項で述べる。
- 鉱石輸送トラック運行のための無線その他管理運営のための連絡用無線の不備があり、部品供給の問題もあり改善が必要である。
- 計測機器は工場建設時に設置されたものが殆どであり老朽化しているので順次計画的にコンピューター化を含めて更新をすべき時期にきている。

4-5 経営管理

4-5-1 経営の概要

(1) 経営の形態

本鉱山の経営は、旧モンゴル人民共和国と旧ソビエト社会主義共和国連邦との間で1973年に結ばれた協定書に基づき設立された合弁会社、国営モンゴル・ソビエト鉱山会社が行っている。

1973年の二国間協定は1991年に改訂（有効期間12年）され、現在これに準拠して運営されている。その改訂協定の骨子は両国の相互平等の権利・義務の遵守を基本とし、エルデネット鉱山の自主性が大幅に認められている。生産物の販売先、価格の決定も自由であり、かつ第三国との間で技術提携協力が出来るとしている。

1973年協定の内容の詳細は入手していないが、推定するに改訂された協定では市場経済への移行がはっきり打ち出されており、モンゴル側の意図が強化されている。

当鉱山の主たる生産物は、現在稼行中のエルデネディンオーボ鉱床からの銅及びモリブデン精鉱であるが、その他ワークショップや付属工場、厚生施設を利用した事業、その他の資源開発（例、石炭鉱床の開発etc.）など、他事業を行うことについてもモンゴル側、ロシア側双方の合意さえ得られれば実施出来ることが記述されている。

会社の最高議決機関としてはエルデネット鉱山合弁委員会が組織されている。モンゴル側7名（地質資源省鉱山局長を委員長に通産省、大蔵省、地質鉱物資源省2名、エルデネット総裁他）、ロシア側7名（エルデネット鉱山第1副総裁他6名）の計14名で構成され、年1回の会議が開催されている。日本の会社法による株主総会に近い。

(2) 経営の内容

1978年に生産を開始してから1992年まで14年間の操業が継続され、その間1990まではおおむね計画通り生産が維持され、その経営は順調であった。しかし、1991年から突然生産減が記録されている。これは機械部品の不足、電力不足がその原因と説明されている。我々もこれを確認した。

埋蔵鉱量20億トン、可採鉱量は15億トンに達し、鉱山ライフには全く問題のない優良な鉱山である。

コストについては、世界の有力な銅鉱山の生産コストと比較して見ても競争力はきわめて高く、コスト面からも優れている鉱山と思われる。（図48参照）

今後の問題は市場経済への移行により、原単位物品の上昇、環境問題、為替の問題など今まで経験のなかった環境に対応せざるを得ず、これからはいかに国際的に通用する経営理念と経営戦略を構築するかが問われてくるものと思われる。

将来的な操業度について云えば、鉱量としては莫大な量を有しており、拡大の可能性はある。しかし1978年開山以来すでに15年になり、当初設備の更新時期に来ている。

開山当時は先進技術であった部門も今はそれで満足する訳に行かない。もっと生産性の向上を見込むことの出来る技術への切替や設備の更新の時期に到達している。

これらの更新には莫大な資金が必要であるので、モンゴル経済との関係でエルデネット鉱山単独で決定出来ない面がある。今のエルデネットは増産、合理化、改善等への積極的な投資が望まれるが、資金の調達、返済の計画など自由経済の原則に従って検討されなければならないことは当然である。

Total Cash Cost, cents/lb copper

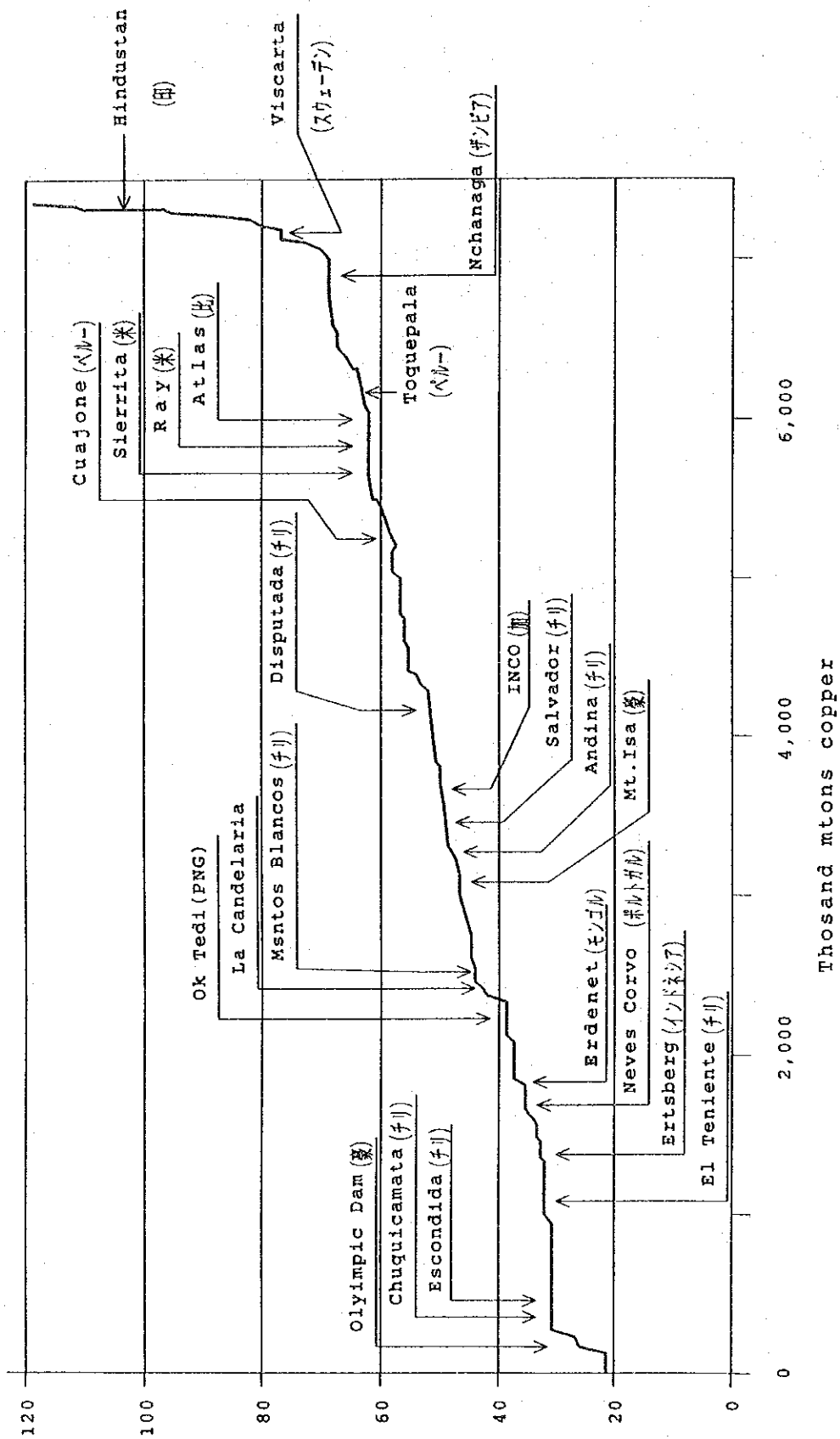


図 - 48 銅鉱山のコスト

4-5-2 財務及び販売

(1) 留意事項

本件調査、特に財務関係の診断調査に当たっては、モンゴルが置かれている特殊事情から、以下諸点に関し留意する必要がある。

まず、エルデネット鉱山で採用されている会計方法に関してであるが、Balance SheetやIncome Statementと類似の財務諸表は毎年度作成されており、基本的な管理方法は西側とほぼ同様であると思われる。但し細部で会計方法が西側諸国のそれと異なる為（次項参照）、これら先方の財務諸表をもとに財務状況を判断するには注意を要する。

また、1990年よりロシア・東欧諸国との貿易決済がハードカレンシー建てに移行したことに伴い、精鉱販売、部品購入ともに市場価格ベースとなったことや、トゥグリグの対米ドルの大幅な切り下げが進行中であることなど、総じて経済環境の大きく変動する中で財務状況の把握や財務経済分析を行う必要があり、慎重を要する。

(2) 会計方法の特徴

Balance Sheetは資産の部と負債の部から成り立っており、両者の合計額が一致している。負債の部に「ドルミンサン」と呼ばれる項目が存在するが、これは西側会計で言うところの「資本金」及び「繰越利益」に相当するものと思われる。資産の部の「固定資産」は購入価格（減価償却実施前）で計上されており、資産の評価換えはなされていない。減価償却はその累計額が負債の部に一括して計上されており、基本的に各資産毎の法定償却率による「定率法」により実施されている。

損益関係では、社会主義会計で特徴的なものとして「ファンド」の積立がエルデネットの会計にも見られるが、この「エルデネットファンド」は以下の三種類より成り立っている。

賞 フ ォ ン ド：工場内労働者への賞与（働きに応じ、毎月支給される）支払に充当する。

社会保障ファンド：労働者の社会保険、スポーツ施設・アパート建設など、福利厚生関連支払に充当する。

工場開発ファンド：機械購入、工場建設費支払の一部をこのファンドより賄う。

エルデネット鉱山の会計では、以下のように売上から総コストを差し引いた残りの「純利益」の一部（約30%）がこれらファンドとして積み立てられるが、賞ファンド及び社会保障ファンドの大半は西側会計でのコスト項目に相当する。従って、西側会計方法に照らした場合、同社の「純利益」はその分割り引いて考え

る必要がある。

売 上	
ー) 総コスト	
「純利益」	→
	所得税支払 40%
	エルデネット・ファンド積立 約30%(*)
	内部留保(原材料費等に利用) 約5%(*)
	配当(モンゴル及びロシア向け) 約25%(*)

(*) パーセンテージは毎年若干の変更あり

(3) 財務内容

二国間協定で定められた資本金は約5億ルーブルであり、当時の為替レート、5.22Tg/Rubleより換算すれば、27億トゥグリグ程度となる。モンゴル・ロシア両国の出資シェアは、モンゴル51%：ロシア49%であり、これは当分不変の予定である。

尚、モンゴル政府は自らの出資金を、全額旧ソ連からの借入にて賄い、それら借入は現在も大半が未返済である由。今後ロシアからモンゴル政府へ支払うべきエルデネット鉱山関連の土地使用料及び水利用料は、この借入金の相殺に充当されるとのことである。

Balance Sheet上の資産総額は減価償却を考慮すれば、約103億トゥグリグ(1992年末現在)にて、これには埋蔵鉱量、或いは鉱業権の類は含まれていない。また、この内自己資本(前述の「ドルミンサン」及び当期利益等)で賄っている割合、つまり自己資本比率は約65%と、まずまずである。資産の内容を見ると、売掛金(未回収資金)と在庫がやや大きい点(どちらも売上の半年分)が特徴的である。未回収の資金については政府からの未回収金がひとつの原因となっているものと思われるが、この問題については後述する。

(4) 業績

エルデネット鉱山より入手せる売上高、総コスト、及び「純利益」の推移は表47の通りである。これらはトゥグリグ建てであるので、比較を容易にする為に、同社が会計上利用している対米ドル相場の年平均値で換算したドル建ての業績推移を同表下半分に示す。これらドル建ての推移を見れば1991年以降の業績不振が財務面からも確認できる。

一方、利益面については総じて安定していると言える。前述の通り、「純利益」はファンド積立前の数字であるが、それを考慮しても、毎年確実に利益を出していることが伺われ、高自己資本比率を裏付けている。

表17 エルデネット社業績推移

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
(in 1,000Tg)						
売上高	840,617	814,543	774,646	806,544	582,846	4,582,215
総コスト	500,873	493,875	449,315	479,068	342,875	1,932,647
利益(*)	339,774	320,668	325,331	327,476	239,971	2,649,568
換算 (Tg/US\$)	2.99	2.99	2.99	2.99	4.91	33.75
(in 1,000US\$)						
売上高	281,143	272,422	259,079	269,747	118,706	135,769
総コスト	167,516	165,176	150,273	160,223	69,832	57,264
利益(*)	113,627	107,247	108,806	109,524	48,874	78,506
売上高利益率	40%	39%	42%	41%	41%	58%

(*) エルデネットファンド積立前、税金支払前の利益

(出所：エルデネット社内部資料)

(5) 資金繰り

一方、資金繰りに目を向ければ、エルデネット鉱山のそれは極めて厳しい状況であると言える。これはドル建てのパーツ購入にも影響を与え、電力不足と並び1991年からの生産減の主因と言われている。資金繰り悪化の原因としては前述の在庫資金の問題もあるがこれについては後述する。

1992年については、エルデネット鉱山では獲得外貨の55%については対政府売却義務（公定レートでlugrigに交換する義務）があるが、自由に利用できる外貨資金、つまり獲得外貨の45%に相当するドル金額でパーツ購入などドル建ての支払を賄うことができていないのが実状である。また、1993年3月時点でドルと交換に政府より支払われるべきlugrig資金のうち一部は未払いとなっており、その結果1992年度財務諸表上、エルデネット鉱山のlugrig建ての資金繰りも苦しくなっており、これが電力料金などの未払いにつながっている。

尚、その後1993年に入り、獲得外貨の配分については、政府48%（前年度55%）、エルデネット社52%（同45%）と変更され、この問題に対する苦慮が窺われる。

(6) 流動性不足

これはエルデネット社自身の問題では無く、同社の取引銀行の問題であるが、エルデネット社の現金需要を賄えないケースがしばしば発生している。たとえば、モンゴルでは従業員給与は現金で支払われるの慣行であるが、エルデネット社の毎月の従業員給与支払総額は巨額に上る為、取引銀行サイドでこれが用意できず、従業員に半額程度しか現金を支払えない状況が発生している（1993年6月現在）。

また同様に、エルデネット鉱山の外部からの借入金も総資産の数%に過ぎず借入余力は相当有る筈であるが、国内銀行の力不足から莫大な資金需要は賄えきれない状況である。

(7) 販売

① 販売実績

過去の実績及び1993年計画については第3章（鉱山の概要）中、表6 国別出荷実績を参照。商業業務部によれば、委託精錬は精鉱売りと比較して利益率が良い為、今後も増加するとの見通しである。距離的に遠いが、韓国など第三国への委託精錬も条件が合えば検討したい由。

販売及びマーケティングを担当しているのは商業業務部である。同部に7人の専門スタッフがいる他に北京、カザフスタン、モスクワにそれぞれ1名ずつ販売関係のスタッフが駐在している（資材調達関係の仕事も兼務）。

② 契約

契約は長期契約と短期スポット契約との組み合わせであり、条件はロシア・中国向けはFOB国境渡し、日本向けはCIF日本港渡しである。ロシア向けの販売も現在では国際的な売鉱条件が適用されておりヒ素に適用されるペナルティなども西側と同一である。

③ 運搬

エルデネット鉱山は内陸に位置する為、輸送の問題が販売に大きく影響するといえる。ソ連向けは鉄製のポット（自重400kg）に積み込まれた上で無蓋貨車に乗せられて運搬される。一台の貨車に14から15のポットが積載可能である。尚、このポットはロシア側の所有とすることにて、エルデネット鉱山にポット関連の費用負担は無い。中国向けはビニル製の袋（フレコンバッグ）に積み込まれて運搬され、国境の二连浩特（ニレフト）で積み替えられる。積替費はエルデネット鉱山の負担でありウランバートル鉄道に対して支払がなされている。日本向けはロシア経由、中国経由の二ルートがあるが、ワニノ港或いは天津港での積み替え作業で目減りや不純物混入のリスクがある。

運送費の面から言えばロシア向けが有利である。中国向けは積み替えコストがかかり、また日本向けについては運送費が相当割高であり（契約はCIF日本港建て）不利である。

4-5-3 資材調達及び在庫管理

(1) 資材不足

エルデネット鉱山で利用される原材料、資機材の大半は輸入物資であり、国内で調達されるものは石炭、石灰、また木材・レンガ等の建設材料などごく一部に過ぎない。

資材の調達は各セクションからの要望を資材部が取りまとめた上で行う。利用している機械の大部分が旧ソ連製ということもあり、調達先も現在85-90%程度はロシアであるが、この1、2年中国など第三国からの調達も行うようになってきている。調達にはロシアや中国の在外支店が本社の指示を受けて当たる。金額にして年間約US\$100mil程度の調達が必要とされているが、資金不足からすべてを購入できていないのが実情にて、財務部によれば、1992年度に資機材購入の為に支払われた外貨は約US\$20mil程度とのことである。

各セクションからの購入希望を受け、在庫管理を行っている機械部にてまず在庫状況をチェックしその後資材部で購入量を決定する。その際により上記のように資金面での制約があれば、財務部、資材部双方で協議の上決定しているとのこと。調達品のプライオリティ付けは経営レベルで全社的に判断するが、原則としては、それが無い場合には生産減に直結するような資材をまず優先的に購入している。具体的にはブルドーザー、選鉱場のポンプ、火薬、タイヤ、ダンプカー、ガソリン、鋳物工場の銑鉄などがそれに当たる。

(2) 調達方法

調達は前述の通り大半がロシアからであるが、年に一度まとめて買い付けている。この理由は供給元のロシア側より年一度まとめて発注してほしいとの要望があることと、調達品が品目数にして年間18,000から20,000点にも及び、買い付け先が150社と多岐に分かれている為に、それ以上の機動的な調達が事務的に無理な為である。

例年、3月頃に発注し、12月前後に納入される由。先方の事情により時間内に注文品が届かないケースもしばしば発生する。

(3) 在庫管理

前述の通り、エルデネット社の在庫は金額にして年商の半年分にも及ぶが、その内訳を見ると、商品在庫はごく僅かであり、大半は資機材の在庫である。エルデネット側の説明によれば、在庫の急増は数量的なものよりも単価の上昇によるところが大きいとのことであるが、それがどの程度の影響を与えているかは判断し難い。決算月である12月は納入時期にあたり、在庫が最も膨れる時期ではあるが、いずれにせよ大きな部品在庫は同社の資金繰り上負担となっているものと思われる。在庫の中にはdeadstock、即ち不良資産となっているものも一部存在する様子である。

4-5-4 組織及び人事・労務管理

(1) 組織

1993年6月30日現在の組織は図5に示す通りである。

合弁会社の枠組みより上位経営・管理職はモンゴル人、ロシア人がほぼ同数配置（出資比率51：49）され、合弁企業への配慮がうかがえる。

組織の特徴としては主要生産ラインの部課には技術スタッフ陣が配置され、西側で云うラインスタッフ制に近い組織と思われる。しかし、日常の管理にあたっては生産部門の発言力が強く、スタッフは企画、総合調整及び資料の収集を担当しているに過ぎない。

各々の部課は多岐にわたる機能をかかえているが、全社的な立場から見るとあちこちに重複管理の面もないとはいえない。

合弁企業の特徴として、ロシア人従業員及び家族の福利については細い配慮がなされており、ロシア人高級幹部の直接管理となっている。

総人員は約6,000人に及んでいるが、同規模の鉱山に比べてかなり多い。表48「世界の銅鉱山とエルデネット鉱山の従業員数比較」参照)

(2) 人事・労務管理

①人事

上級管理者、技術者、専門員、ロシア人の採用・解雇は職員人事課、一般労働者は各部課が業務の必要性に応じ要員配置計画を立案している。

ロシア人の採用・解雇の基準はモンゴル・ロシア両国の法律及び合弁会社の雇用協定に基き実施されている。

就業する外国人は入出国の規制免除、税金・休暇等につき特別な権利が留保されている。

②労働条件

モンゴル人従業員の労働条件は原則的にモンゴル国労働法の他、就業規則により規制される。

③労働組合

エルデネット労働組合を結成しており、3,000人程度が組合員として加入している。他に自由組合連合なる組織があるが、実体は乏しい。

エルデネット労働組合は穏健な組合で、以下の立場を標榜している。（組合委員長 Mr. ENBISI談）

—組合は新しい技術の改新に協力する。

これにより労働者の安全を期待している。どうしたら能率を上げられるかに協力する。

—組合は労働者の教育をリードする。

労働組合だけが残されない様勉強させる。

—組合は会社との間に対立を好まず、原則協力の立場をとる。

しかし労働者の権利を保証することは最大の任務と考えている。

労組専従は1名、組合費は基本給の1%であり、国際的な団体にも参加している。モンゴルは新しく労働組合法及び調整法が発布された。労働界に西側からの情報が入り込んだ時、組合組織にどんな変化が生ずるか注目される。

④賃金制度

—賃金の構成は、仕事給（職務給、職能給）からなっている。

管理、現業などの仕事による賃金の格差はあまり大きくない。むしろ生産第一線業務従事者にとっては業務の諸条件に加わる手当などを含めると高めである。

必ずしも知能労働が現業より高い水準が必要とは考えにくい、マクロ的な効率という観点からすれば検討を要する。

—家計維持に対する配慮はその家族の労働する人数に及んでおり、最低賃金との組合せについて工夫されている点が目新しい。

—賃金制度の変更は他に及ぼす影響が大きく、慎重を要する。

しかしながら、市場経済の仕組みから見れば職能別の格差はあってしかるべきものと考えられている点を注意すべきである。

⑤職業訓練及び教育

—教育訓練は重要視されており、教育レベルは高い。

—技能訓練の中にあっては資格検定試験なども折り込まれ一定の技能水準を維持する努力がうかがえる。

—管理者、技術者は原則大学卒業が有資格である。

留学制度、契学制度の運営で人材の確保を行っている。しかし、ロシアへの留学が減少しつつあり、これを他の語学圏、例えば西側に移行する必要が出て来ている。しかし、モンゴルの教育制度が基本的に変わってこないとな難しい。

ロシア人高級技術者を含め、有能な人材のストックには工夫がいる。

(3) 品質管理

精鉱、自家製作品（含外販）及び購買資材（石炭、石灰etc.）の品質チェックは品質管理部がこれを所管する。

しかし、その任務が品質チェック結果の統計的処理、情報の伝達に重点があり、品質維持のための対策立案にまで及んでいない。

品質を維持することで最も重要な位置を占めるのは生産の過程であり、この点に組織的な管理が補強されるべきである。

分析部門の設備の増強、技能のレベルも上げなければならない。

(4) 安全管理

—事業規模、厳しい環境からすれば災害は少い。

しかし、職業病に関する問題が発生する兆しがある。

職業病は短期には目立っていないが、長い年月の間に浸蝕されて気のついた時には大量の発生となっている。この件、将来は補償など社会問題となるばかりか企業の経営にも危険をもたらす。

じん肺（硅肺，じん肺etc.），難聴などが見られる。

4-5-5 福祉

福利厚生施設は良好な状態にある。

病院，文化更生施設，体育施設，保養所，幼稚園及び住居地区のサービス等幅広い機能を有し、ほぼ都市が持つべき施設を有しモンゴル国では第一の手厚さであろう。

社会主義制度に於ける長所であったこうした施設はシステムを含め、今も継続して行われている。

この費用は企業のコストで発生しているが、福祉ファンドという特異な手法で処理されている。

今後従業員の価値観の変化が個人生活の域に達したとき、福利厚生がどう変るべきか検討を要する。

表 - 48 世界の銅鉱山とエルデネットの従業員数比較 (1990年)

摘 要	単 位	La Caridad メキシコ	Island Copper カナダ	Cajone ペルー	Sierrita/Twin Buttes USA	Chuquibambata チリ	Sar Cheshmeh イラン	Erdenet モンゴル	記 事
保有鉱量	百万t	947	104.6	216.0	421.3	2,922.0	441	1,678	
Cu品位	%	0.47	0.36	0.87	0.34	0.81	1.12	0.49	
選鉱処理量	kt/年	28,391	18,144	15,899	34,000	49,763	9,000	18,657	処理実績
(鉱-精)採掘量	kt/年	44,973	40,642	32,589	75,999	187,763	18,000	35,055	
剥土比		0.6	1.2	1.1	1.5	2.8	1.0		
粗鉱品位	%	0.72	0.36	0.82	0.41	1.39	1.0	0.826	
選鉱採収率	%	79.4	84.4	86.6	85.5	86.0	88	80.94	
精 鉱 量	kt/年	528.8	228.0	394.2	407.2	1,714.3	297.0	407,543	
精 鉱 品 位	%	30.5	23.9	28.7	26.5	34.7	32.0	30.41	
生産銅量	kt/年	157	55	128	134	722	102.0	123,933	精鉱中銅量
副産物									
Au	kg	-	970	-	-	489	287	-	
Ag	t	69.5	15.1	35.1	29.6	130.0	15.8	-	
Mo	t	1,942	2,395	1,656	7,107	9,331	2,250	1,978	
従業員数									
採 掘	人	651	265	850	450	3,200	600	408	
選 鉱	人	583	128	400	400	1,100	500	1,006	
エンジニアング	人	(S 902)	55	-	-	-	(S1,200) 1,000	2,034	Sは要領所人員で管理事務等を含む
管理事務	人		124	950	-	-	2,700	2,322	
計	人	2,136	572	2,200	1,126	10,766	6,000	5,770	純鉱分当りコスト
コスト									
剥土量	t/b	3.4	19.5	9.9	13.8	9.8	3.5		
採 鉱 量	t/b	5.8	15.8	9.0	9.4	3.5	3.5		
選 鉱 量	t/b	14.7	30.0	20.3	30.8	8.2	11.8		
その他	t/b	5.0	6.5	4.0	6.1	6.5	2.5		
計	t/b	28.9	71.8	43.2	60.1	28.0	21.3	35	

4-6 鉱山公害防止及び職場環境保全

現在、環境対策の世界的な考え方は、環境影響評価から一步進んで地球の生態系を維持しながら進歩発展する持続可能な開発 (Sustainable Development) を主眼とした哲学を持つ経営方針が不可欠であるとの考え方に変わって来ている。(図49)

モンゴル国に、より多く残っている素晴らしい自然環境を維持していくのはモンゴル国政府のみならずエネデネット鉱山の重要な義務と考える。

エネデネット鉱山のような再生不可能な減耗資源が対象で、有害物質が排出される非鉄金属鉱業に於いては、更に厳しく環境対策に意を用いねばならない。

実際には操業開始後15年が経過した今は、ところどころに環境悪化の兆しが出始めており、早急に手を打つ必要があると考える。そのための必要な環境対策コストをかけながら自由経済市場で競争力をつけることが、当エルデネット鉱山にとって最重要課題である。

大気、水質汚染、及び職場環境の現状についてエルデネット鉱山の関係者からのヒアリングや、調査団の持参した簡易測定器で実測したデータ、モンゴル側の持つ実測データ、設備仕様、関連法規等合せて検討した。

又、Green Peace 運動などもあることから、エルデネット市気象局など公的機関の他、住民意見の聴取なども行った。

以下に、大気、水質に関する鉱山公害防止の面、及び職場環境改善とについて、その概要と、調査結果、問題点を述べる。

4-6-1 大気汚染防止

エルデネット鉱山の各プラントから、外部に発生する大気汚染関係の管轄は、エネルギー部が行っている。

ここから排煙に関する資料の提供、現状の問題点、対策等についての聴き取り調査、現場調査及び測定を行った。現場での測定の場合、技術移転を実施しながらデータ採取をした。必要なサンプルは採取して、日本に持ち帰り分析した。

現在の大気汚染源として問題になっているのは以下の3点である。

これらは、常時発生している訳でなく操業異常時、又は季節的に問題が発生しているのが特徴である。

— 6基の Boiler (100m高煙突経由) からの Fly-Ashを含む排煙が排出されていること。

— 銅精鉱 Dryer (重油燃焼) から、黒色排煙が排出されること。

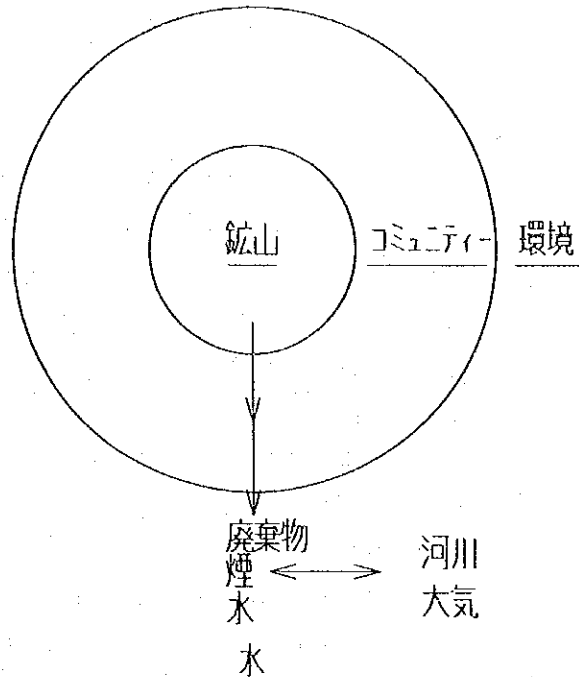
— 選鉱廃渣堆積場からの毎年3～5月にかけて粉塵が発生すること。

各排出源について調査結果を、日本を例として比較した問題点を次項に示す。

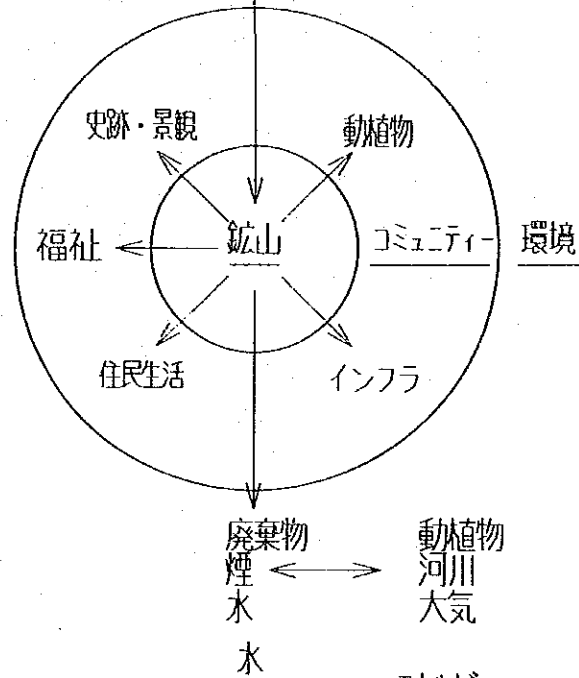
① Boiler排ガス (各基とも $100 \times 10^3 \sim 150 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{Hr}$)

石炭専焼 Boilerの場合は、その中の含有硫黄分と Ash分が排ガスに混入

公害防止
(操業中)



環境アセスメント
(事前)



環境監査
(操業中)

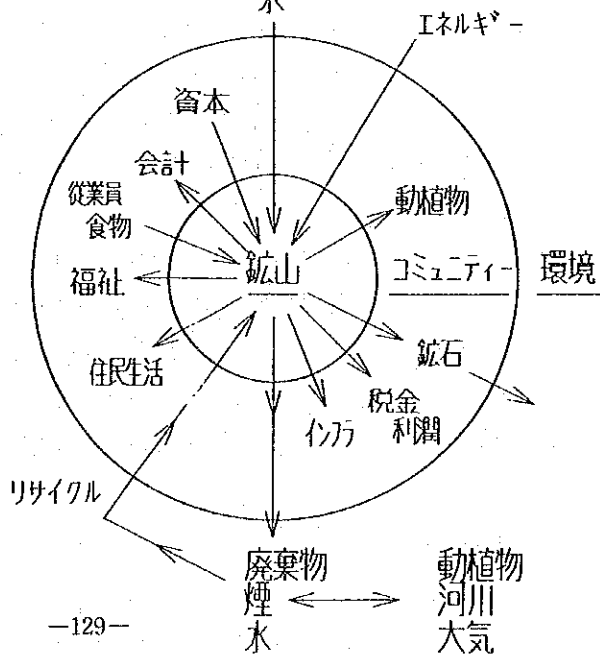


図 - 49

公害防止・環境対策の変遷

出典：1993年6月 MMIJ シンポジウム
「資源経済と環境対策」 22ページ

する。

使用している石炭は、硫黄分は採鉱でも 0.7% と低いので、出口排ガスの SOx は 300~400 Ppm と比較的低いと推定される。(排煙脱硫対象 > 500ppm)

測定データは入手していないが、目視によると、時々 Fly-Ash が煙突から 500 mg/m³ の濃度以上で排出し、その白煙が逆転層現象で低空に滞留することが、調査団の滞在中に観測されている。

これは、集塵装置として Venturi Scrubber のみしか設置されていないことと、その運転管理に問題があると考えられる。

西側では通常、乾式の電気集塵機を取り付けておりこの規模の石炭焼き Boiler の Dust 規制値は 250 mg/m³ 以下である。

② 銅精鉱 Dryer (燃焼) の黒色排煙

最終製品の銅精鉱は、運搬時の発塵及び凍結防止の面から、水分を 10% 以下にするために重油を熱源として Rotary Dryer にて乾燥している。

停電が原因で、前段の Disc Filter 脱水機の操業が不安定になり Dryer 入口精鉱の含有水分が大きく変化する。最終的に 10% 以下にするように操業すると、精鉱が乾燥し過ぎの状態がしばしば発生、黒色排煙(銅精鉱の色)が煙突から発塵し、主として工場内に落下していた。サイクロン集塵装置がうまく機能していない。

この黒色排煙はほとんどが銅精鉱であり、製品をロスした上に環境汚染まで起こしているという 2 つの極めてまずい結果をもたらしている。

③ 選鉱廃滓堆積場からの発塵 (図50)

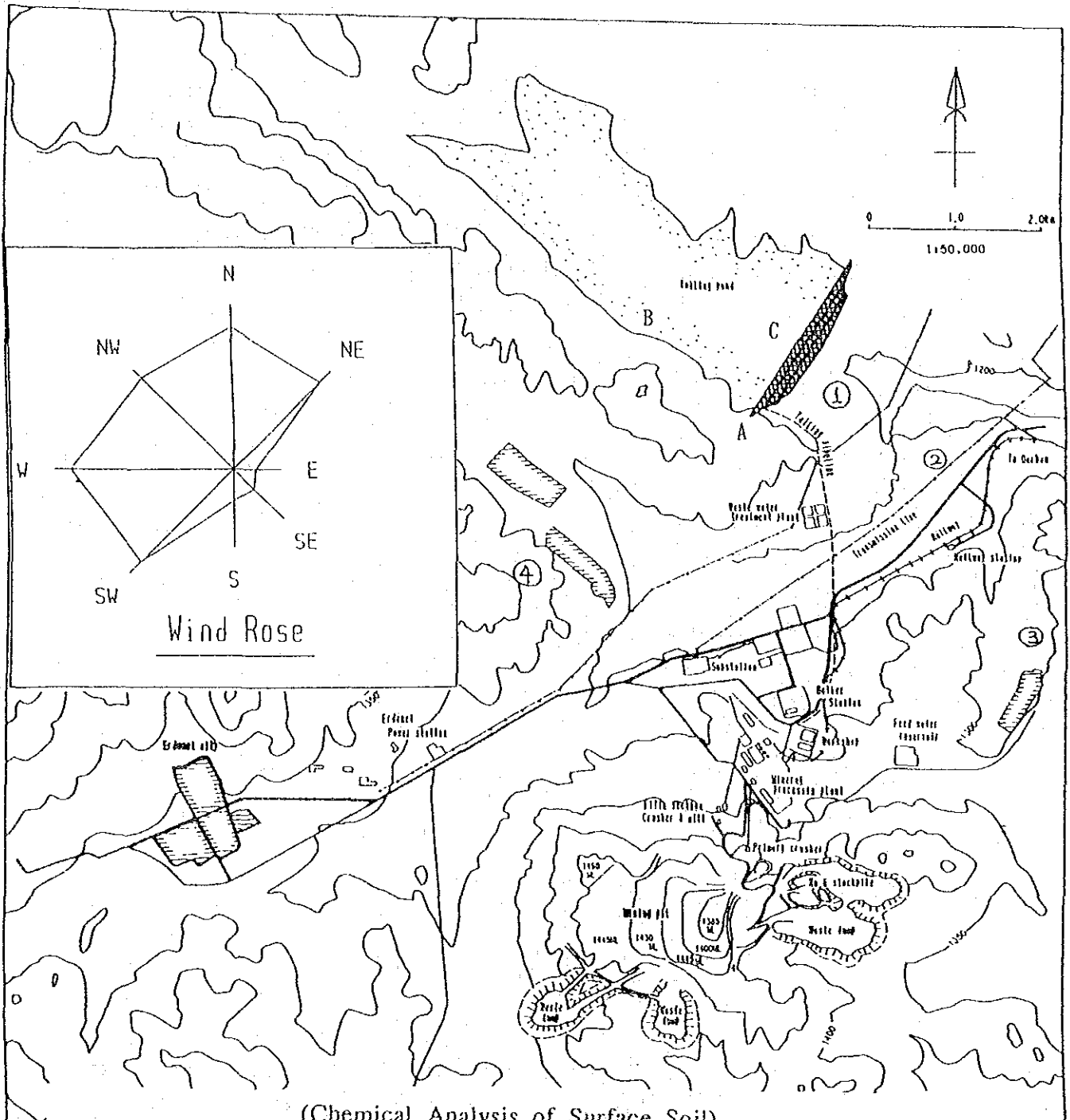
一年の内、11月~5月の間、最低気温が 0℃ 以下となる期間は、配管内及び堆積場表面が凍結する。それを防止する対策として、この季節は選鉱廃滓スラリーを通常の A 地点からではなく B 地点より放流する。

その結果、昼間の最高温度が逆に 0℃ 以上に上昇する 3 月からは、C の部分 (2,300m² × 200~300m¹) の表面が乾燥し、折りからの西、北方向の強い風 (10 ~ 15 m/sec) の時は、微小粉じんを巻き上げ、風下に位置するエルデネット駅方向に於いては、「話相手の顔も見えなくなる程」と表現されるほどの発塵を見ることがあるという。

これは堆積場が造成されたために新らたにおきて来た現象で、周辺の住民の健康被害、家畜、植物の生育にも影響が出るのではないかと危惧されている。

図50は、4月の風向データ (Wind Rose) も示しているが、その発塵が着地するであろう数点の地点と汚染に関係のないバックグラウンド地点の表土及び選鉱廃滓 (Tailing) の分析値を示したものである。

それによると、サンプル数も少なく、銅分が若干の注目を引くほかは廃滓堆積場からの発塵は、土壤汚染に影響を与えている程とは言い難い数値である。



(Chemical Analysis of Surface Soil)

No.	(unit: %)					Reference
	Cu	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cl	
1	0.01>	55.6	6.0	11.5	0.004	(300 m)
2	0.01>	56.5	4.5	10.7	0.001	(1000 m)
3	0.01>	51.3	4.2	10.1	0.004	(2000 m)
4	0.01>	57.1	5.0	11.7	0.002	Background
5	0.15	67.2	2.7	11.0	0.001>	Tailing

図 - 50 磨洋ダム位置と風向

環境省の出先であるエルデネット市の気象局での意見聴取では（所長は、緑の党のエルデネット支部長兼務との事）、企業に対する強力な行政指導権を有し、また行使することがあるとの事（たとえば、すでに数回 Nox規制値オーバーで市の Boiler 停止命令の実績）であったが、立场上汚染物質の発生するあらゆる施設建設には異議を表明するとの意見を持っている。

今後の種々の近代化対応策には周辺住民への影響を無視することは出来ない。常に開発と自然が調和する様な対策が必要となろう。

参考までにボイラー排煙による大気拡散計算を次に示す。

(1) 煙源条件

拡散計算を行うための煙源条件は以下に示すようである。

煙突実体高さ： 100m

ボイラー燃料：石炭、硫黄分 0.7%

排出ガス量： 300,000 m³/hr (90°C) → 225,620 N m³/hr

石炭専焼ボイラーの平均的な排出ガス係数は 9.1 N m³/kg であるので、SO₂ 濃度は、硫黄が 100% 燃焼したとして、

$$\frac{0.007 \times 22.4 \text{ [Nm}^3/\text{kg}] \times 10^6}{9.1 \text{ [Nm}^3/\text{kg}] \times 32} = 538 \text{ ppm (Max)}$$

であると推定される。

(2) 気象条件

拡散計算は以下に示すような 2 条件にておこなった。

[条件 1] 南西風 5.0m/s → データ名 [erdd]

安定度 D (中立) 上層逆転層なし

[条件 2] 南西風 1.0m/s → データ名 [erda]

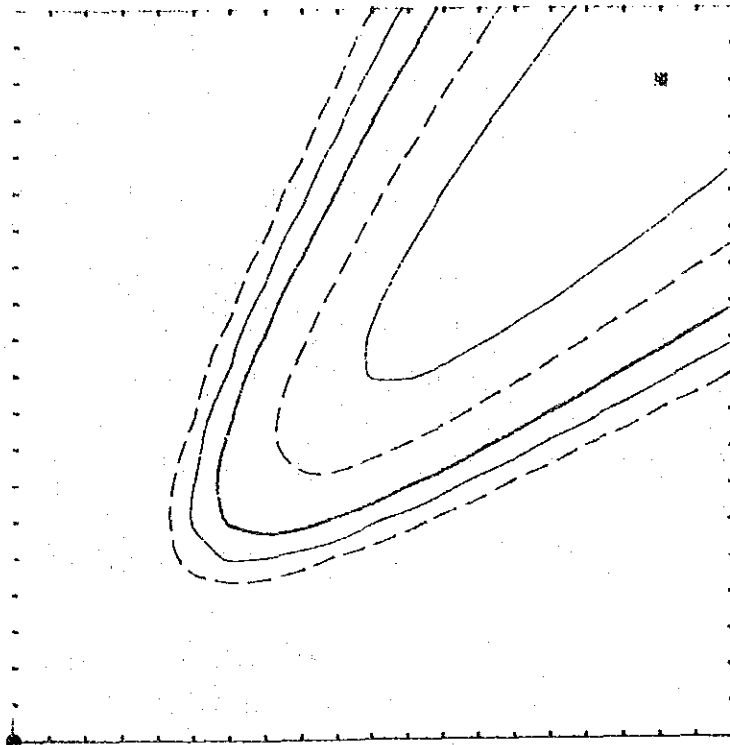
安定度 A (強不安定) 上層逆転層の高さ 300m

条件 1 は天候が曇りまたは風が比較的強い場合の気象条件であり、条件 2 は昼間日射の強い場合で、しかも混合層の発達段階における混合層上端部の逆転層が、ちょうど有効煙突高と同程度となった時の気象条件である。この他にも種々の気象条件を設定して試算をおこなったが、条件 2 が最も最悪の気象条件であった。

(3) 計算結果 (図 51 「大気拡散シュミレーション」参照)

条件 1 は最大着地濃度が 0.0081 ppm で、風速の増加にともなって最大着地濃度は減少する。この条件では、日本の環境基準と比較しても特に問題があるとはいえない。

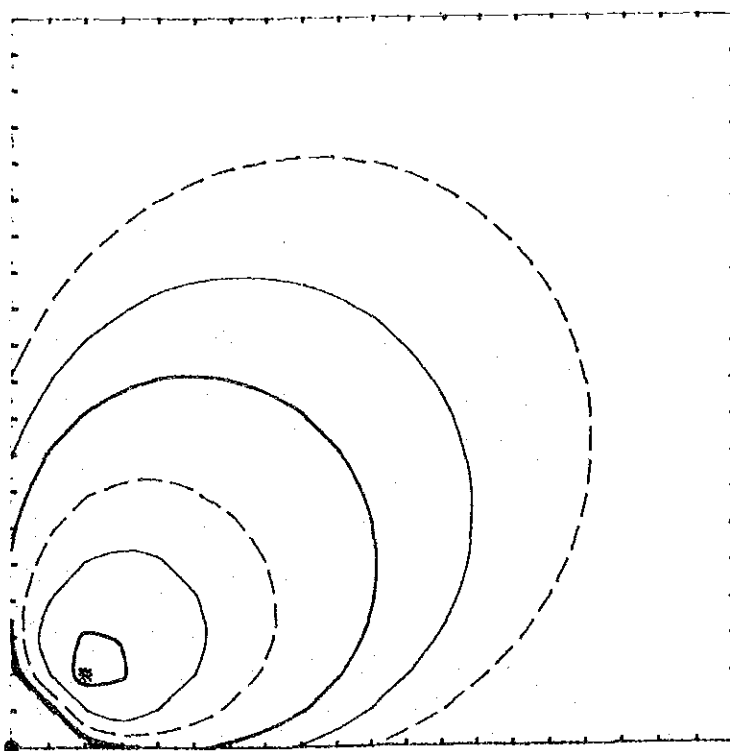
条件 2 は最大着地濃度が 0.1302 ppm で、条件 1 の 10 倍以上の濃度となっており、環境基準をはるかに超えている。これは、高濃度汚染の可能性を示唆する結果で



X : 5000 m
 e:erdd AREA
 Cmax : 0.00807416 ppm
 Imax : 18 Jmax : 2
 STACK : 1
 ROAD : 0
 STATION : 1
 Total Time : 1
 Duration of CALM : 0

— : 0.01 — : 0.005
 - - : 0.0025 - - : 0.001
 - - - : 0.0005 - - - : 0.00025

Y : 5000 m



X : 5000 m
 e:erda AREA
 Cmax : 0.130174 ppm
 Imax : 2 Jmax : 18
 STACK : 1
 ROAD : 0
 STATION : 1
 Total Time : 1
 Duration of CALM : 0

— : 0.1 — : 0.05
 - - : 0.025 - - : 0.01
 - - - : 0.005 - - - : 0.0025

Y : 5000 m

はあるが、条件2の出現頻度や出現時間については、どの程度であるか不明であり、今後、より詳細な調査が必要となる。

4-6-2 廃水処理

エルデネット鉱山は、エネルギー部の管理下、有機処理の工程を持つ下水処理場があり、順調に操業している。

その能力は $28,000\text{m}^3$ /日でエルデネット市の都市下水（約70%）、鉱山からの排水（約30%）を合せて処理している。（図52 下水処理場フローシート）

最終の処理排水は、一度沈澱池に入れてOrhon川の支流に放流しているが、その下流の水質分析も行われており、適正な管理がなされている。

鉱山構内では、水を循環使用するシステムが完備されており、規模の大きさからすると比較的排水の少ないPlantである。

年間平均降雨量350mmの乾燥地帯であり、水は極めて大切なものであり有効利用すべきものと認識されている。

その為、排水については、都市下水を中心に十分な能力の処理場が運転されており、その操業状態、排水測定データ（表49）を見ると、基本的には全く問題なく総合的にすぐれた処理場である。

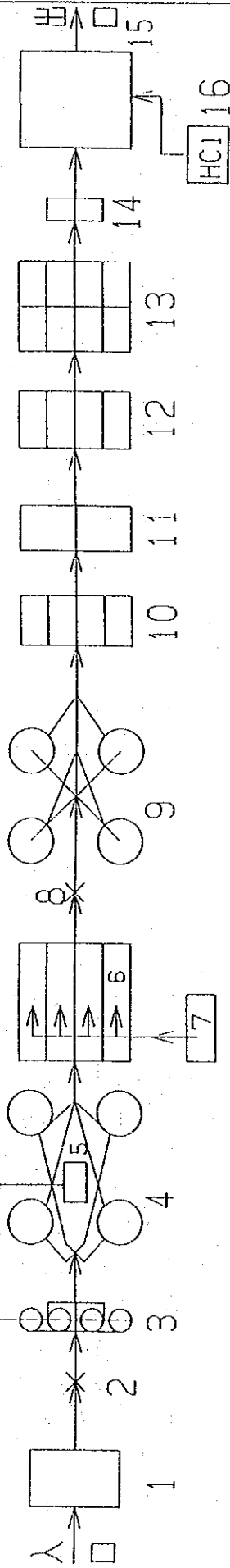
今後は、他所からの流入、大量降雨期の問題発生、処理水の有効利用などについて検討する必要がある。

唯一、十分な管理をするためには現有の分析機器、測定システム等に問題がある。

下水処理場フローシート

-52-

沈澱物堆積場



(設備名)

1	下水取入口	9	第2沈澱装置
2	水取入バルブ	10	タンク
3	沈砂部	11	ポンプステーション
4	第1沈澱装置	12	回転ろ過機
5	粗沈澱物除去ポンプ	13	砂沈澱
6	エアコンディショニング	14	水再使用設備
7	空気ブロー	15	混合タンク
8	分配槽	16	HCl添加PHコントロール

処理能力 28000 m³/日

Operator 80 人

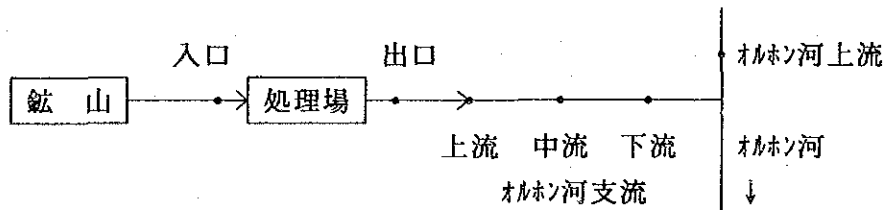
分析センター 5 人

処理率 94 %

※ 処理設備仕様は別添付資料

表49 廃水処理Data (1992年平均値)

摘要	単位	廃水処理		Orhon河支流			Orhon河 本流(上)
		入口	出口	上	中	下	
PH	-	8.3	7.4	8.3	7.6	7.6	7.6
透明度	cm	5.8	29.5	13.9	9.3	15.0	30.0
懸濁物質	mg/l	128.3	11.9	306.8	98.6	85.6	3.5
COD	mg(o)/l	96.0	20.0	38.1	24.4	31.4	16.8
BOD	mg(o)/l	34.3	1.4	7.0	6.1	1.5	1.4
Cu イオン	mg/l	4.0	3.6	0.08	0.07	2.8	3.4
Fe イオン	mg/l	0.15	0.13	0.09	0.07	0.2	0.09
Mo イオン	mg/l	-	-	0.18	0.06	-	0.03



4-6-3 職場環境保全

1978年から15年間操業して来たが、各職場に於ける健康診断の結果、図53に示すような労働疾病が顕在化した。(1989~1993年)

各職場では、職場環境規制値を超えた測定結果も出ており、関係者の努力に拘らず「生産第一」が職場の環境改善を押しやっているのではないかと思われる。

当鉾山の職場環境の測定データ、職業病の発生実績、関連法規などの資料と、調査団の持ち込んだ粉塵計、Gas 分析計を使った現場測定値を比較検討した。この過程の中で測定技術の移転が行われた。

鉾山は、総合的な職場環境改善計画を策定して、取組みにかかっている。

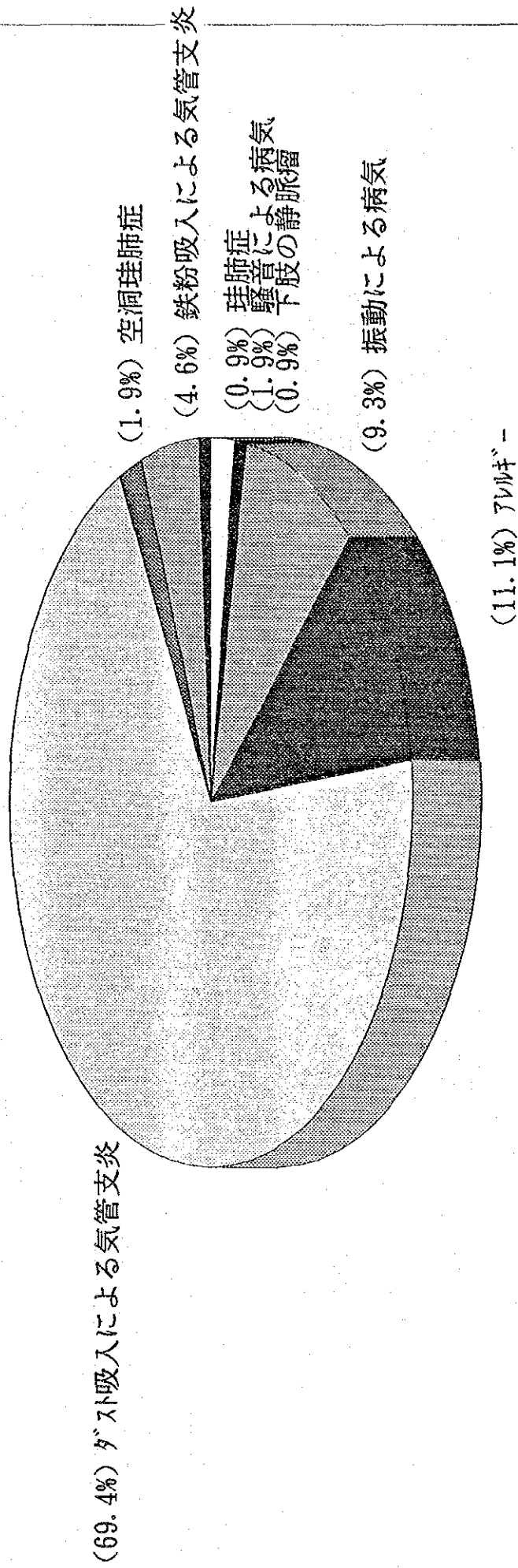
この部門への予算配分や、物品不足の影響があると思われ、その対策は充分とは云えない。特に粉塵（遊離珪酸）によるじん肺関係の労働疾病の多発化については図53に示す通りで改善は急を要する。

以上調査の中で気づいた点としては次の通り。

- 実績データ中、粉塵濃度が異常に高いものがあつたので、実際に現場で測定チェックをしたところ、同じレベルの数値が得られている。
- 最も粉塵の激しいのは Work shopである。ここは電気炉排ガス集塵用に Bag

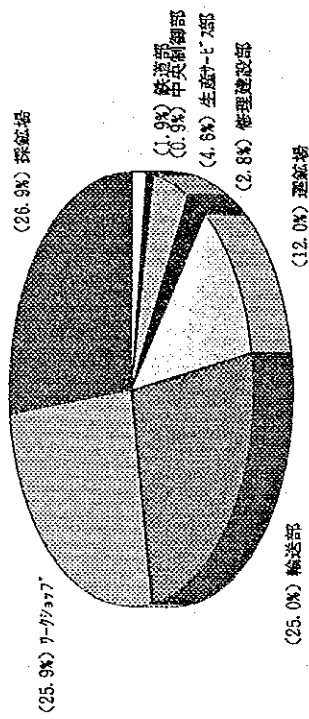
図-53 労働疾病

1. 労働疾病の病名

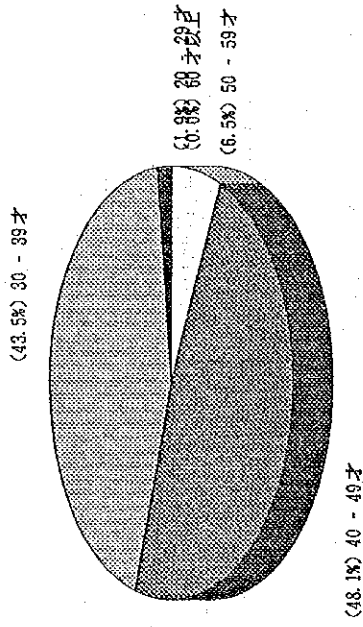


合計 108人

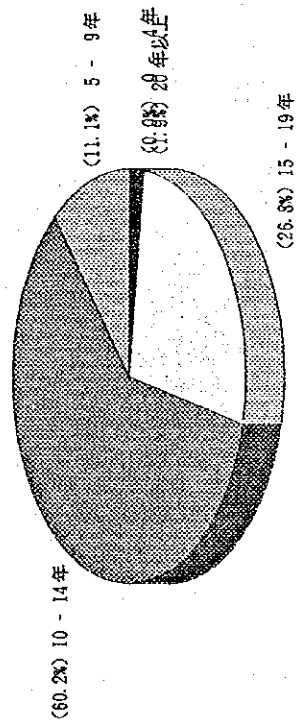
2. 職場別分類



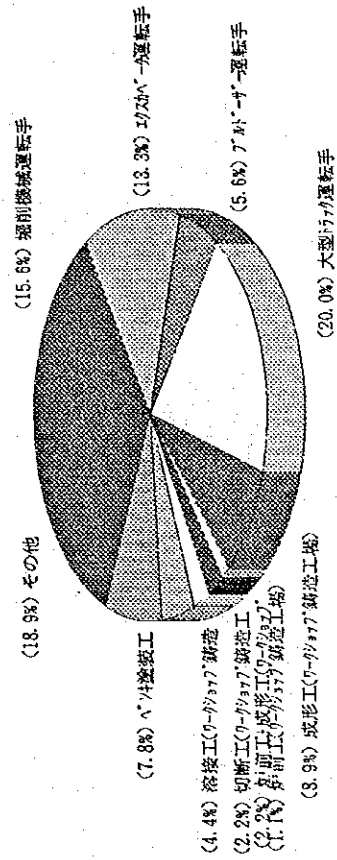
3. 年齢別



4. 経験勤務年数別



5. 職種別



Filter が 2 基稼働していたが、メンテナンスが悪く、その Bag 据付けの室内の粉塵濃度は 2.4 mg/m^3 と高い測定値を示した。

—各職場で発生する粉塵中の遊離珪酸分析結果は次の通りであるが、日本に於ける粉塵濃度規制などは表50、51に示す。

採鉱・選鉱	> 50%
Work shop (鑄物砂)	> 70%
廃渣堆積場 (廢渣)	> 60%

—労働疾病の多発が顕在化している反面、労働環境の実態を測定、分析すべき機器の数量、性能がかなり不備である。これについては、5-9-5で提言する。

—原則としては作業者に簡易マスクは支給されているが、現場での装着が思うようになされず、粉塵職場の中での作業が行われている。じん肺症は一度かかったらあとは回復が困難であるので、早急な対策が必要である。

表 - 50 粉じん許容濃度 (日本産業衛生学会)

1. 遊離珪酸含有10%以上の粉じんの許容濃度は次の式から求める。

$$\text{吸入性粉じんの許容濃度} = \frac{2.9}{0.22 \times \text{粉じん中遊離珪酸含有率}(\%) + 1} \text{ mg/m}^3$$

$$\text{総粉じんの許容濃度} = \frac{1.2}{0.23 \times \text{粉じん中遊離珪酸含有率}(\%) + 1} \text{ mg/m}^3$$

2. 各種粉じん

種類	対象	許容濃度 mg / m ³	
		吸入性粉じん	総粉じん
第1種粉じん	滑石、ろう石、7Mニウム、7Mけ、珪藻土、硫化鉍、硫化炭鉍、ベンチイト、カリイト、活性炭、黒鉛	0.5	2
第2種粉じん	遊離珪酸10%未満の鉱物性粉じん、酸化鉄、カーボンブラック、石炭、酸化亜鉛、二酸化チタン、ポトランドセメント、石灰石、大理石、線香材料粉じん、穀粉、綿塵、木粉、革粉、3M粉、ペーカイト	1	4
第3種粉じん	その他の無機及び有機粉塵	2	8
石棉粉じん	クリタロ、アモシト、トモイト、アツカイト、アクリイト、クオトイト	2 繊維 / cm ³ 0.2 繊維 / cm ³	

表 - 51 防じんマスクの国家検定規格 (要旨)

項目		規格
種類	防じんマスクの種類	取替え式 隔離式 直結式
		使い捨て式
	面体の種類	全面形 半面形
性能	試験条件	粉じんの種類 粉じんの粒径 粉じんの濃度
	粉じん捕集効率	95%以上 (試験流量 30 l/min)
	吸気抵抗	8 mmH ₂ O以下 (使い捨て式排気弁なしは 5 mmH ₂ O以下) (試験流量 40 l/min)
	排気抵抗	8 mmH ₂ O以下 (使い捨て式排気弁なしは 5 mmH ₂ O以下) (試験流量 40 l/min)
	排気弁の動的漏れ率 (取替え式)	A ≤ B - 95 を満足すること A : 排気弁の動的漏れ率の最大値 (%) B : 粉じん捕集効率 (%)
構造	ろ過材、吸気弁、排気弁、しめひも	取替え式防じんマスクにあっては、容易に取替えることができること
	顔面への密着性	取替え式防じんマスクにあっては、着用者自身がその顔面との密着性を随時容易に検査できること
造	死積	著しく大きいものでないこと
	視野	著しく妨げるものでないこと

4-7 診断調査の結果のまとめ

- (1) エルデネット鉱山の好不調はモンゴル経済に大きな影響を及ぼすので、安定のためと云っても急激な変化をさせたり無理な変革が出来ない。現在旧ソ連の援助が減少したのでその分操業成績が良くない。この補填を西側に求めようとしているがまだ始まったばかりで、その成果は評価し難い。援助は政府に対して西側のフォームに沿って行なわれようとしている。すでに I. M. F. 世銀などの調査が入り、いくつかの援助の姿勢が示されている。しかしエルデネット鉱山が市場経済の競争に参入するにはいくつかの越えるべき困難なハードルがある。
旧ソ連からの援助は物資の供給、人材の供給、技術の供給であったが最近では以前に比べ減って来た。もともとソ連一辺倒であったので急な転換は無理であるが現実これが不安定になったとたんに操業が混乱し、減産のうき目を見ている。生産を早急に回復させなければならない。そうしないと企業としての体力が落ちる。
旧制度の中には優れた面も多い。とくに従業員の間の処遇等に差別が全くない美徳がある。国営企業の労働者は特に給与・住居・福祉などで優遇される。
- (2) エルデネット鉱山の持つ企業としてのポテンシャルティは高く充分な利益を生み出す資質を有するが、資金の調達、利用となると国の外貨政策との間に問題が出て来る。
鉱山の持つ鉱量は世界的に見ても上位にある。唯一問題は立地条件に多少のハンディを持つことである。即ち内陸であり販売、購買いずれも運搬にコストがかさむこと、エネルギーの供給が不安であること、通信情報システムが貧弱であることなどである。従業員のモラルは高く技術革新の消化能力を充分に有しており、これはプラスに働く。
これからの生産の維持拡大に対するにはそれなりの投資が必要で、かつ資金の調達を自力で行う用意がある。外国援助マネーは環境保全、人材育成、調査研究への援助への配分は可能であっても生産に直結する部分への援助は国際市場のフェアな競争と云う立場からすると考えられないことである。資金の投資・調達などの戦略は自由主義経済の原則に従って立てられなければならない。
- (3) エルデネット鉱山はもともと組織・技術・設備機械・構築物などすべてロシア製であり西側のものと基本的な理念や標準規格が違っている。
例えば施設の部分的な変更についてはロシアの標準と西側の国際標準が異なっており、これを組み合わせて消化使用するだけのノウハウがいまだに蓄積されていない。

15年間の操業の間にはほとんど施設の更新が行なわれていない。更新しなかったために生産性が低下する時期に来ている。

もともとロシアの設備・システム等の思想はそれなりによくバランスがとれて、構成されているので一度に変更するのは無理であるかもしれない。

西側のものを入れるにはライフ、調達リードタイムなど総合的な面特にコストを重視して検討すべきである。

設備部品の交換の頻度が上昇すると、停止する機械が増え、一台当りの稼働率が低下しそれだけ台数が増加する。

これで管理が複雑になり肥大化して行く。そのうちに死蔵部品がたまり資金繰りの悪化を招くことになる。今、この道を辿っている様に見える。

- (4) モンゴル国は自由主義経済の仕組に参入してまもないが債務、債権、外貨決裁など不慣れな面が多く当惑している面もある。しかし、急速に理解されつつある。

もともと旧ソ連圏経済圏は一つの閉鎖経済圏であり西側の経済と異なる。物価はその国の経済に合わせ低くおさえられておりそれでバランスがとれていた。これが解放された時に初めて自由経済圏の物価水準に接し、その格差と仕組みを知って違和感を覚えた事は想像に難くない。

ロシアへの販売代金の回収はルーブルではなくドルの決済が必要であるが、ロシアのドル不足はそう簡単に解消されそうになく、仮に売鉱代金回収の遅れが起きると経営の命取りになる。

精鉱販売先については旧ソ連圏が多い。1989年ごろより西側に販売網を広げている。西側への販売戦略を立てるには、As品位の低下などが重要なポイントとなろう。

Cu精鉱の販売では品質、売鉱条件T/C、RC、決裁条件などは国際条件に準じ又、部品調達の商談などは各々セラーとバイヤー相互の交渉力によって決まるものである。国際的な習慣を理解し経験を積み上げるしか方法がない。

- (5) 生産目標が優先され環境の保全、安全の確保への配慮が押しやられ気味である。かつて西側の産業の発展は環境を犠牲にしたにがい経験を持つが、モンゴルはこの道を辿ってはならない。

(6) 各分野での診断結果

①探査

エルデネット鉱山に関しては十分な鉱量が確保されているので、操業に入ってから周辺の探鉱活動が低下している。今後地下水その他の資源開発を含めた広い調査技術、例えば物理・化学探査などの分野の育成が望まれている。

また鉱量計算方法も生産活動に直接利用できる形、例えばベンチ高さに合ったブロックなどに分割のものが望ましい。

②採鉱

機械類の更新の時期にきている。運輸部の管理になっているトラックの運鉱システムなどに改善がある。

機械のライフの問題・Asを対象とした選別採掘、ピット深部からの運搬システムなどを検討すべきである。

③選鉱

増産計画とその手順、鉱質変化に対応出来る調査研究など実行すべきテーマは多い。

機械類を更新し生産性を上げかつ品質の向上(Asの低下・精鉱品位up)を図り、モリブデン精鉱を分離しないフローをコスト面から追うなど発想の転換も必要と思われる。

④ワークショップ

—機械類の更新やシステムの変更などをして生産性の向上と自家製作品の品質アップを図る。品質管理などを十分にバックアップをする体制に不備な面が見える

—工場が汚く、材料不足、分析設備の不足、熟練労働者の減少などの対応に苦慮している。エルデネットが有限性企業より永久企業への変身を図るにはこの部門の技術の改新をしておく必要がある。

エルデネットの将来を担う部門として育てるには鉱山の一部門としておくのはもったいない。

⑤ユーティリティ

—電力不足の早急な解決がある。国のエネルギー政策とよく歩調を合わせるエネルギー供給システムが欲しい。省エネルギー策として第2水源の確保や、各所で熱効率向上の余地がある。例えば新素材を使った省エネ資材の使用など西側の進んだ省エネルギー策を参考にすると良い。

—国際的な情報収集の能力が不足している。これには通信施設を増強すること。国際間の通信はすでに衛星通信の時代である。

商業活動には早い情報のキャッチが重要であり、同様国内電話通信設備の増設が望まれる。

⑥経営管理

—要員の配置及び組織

ここで就業している人員数は西側の同規模の鉱山にくらべかなり多いと思われる。発展途上国の銅鉱山にくらべても若干多めである。モンゴルは鉱工業に従事する人が少ないので、人材は貴重な資源である。今いる人に十分な働きをしてもらい効率よく再配置されるべきである。余った労働力は新しい工業に活用する。このため分社や組織の変更も必要ではないか。

教育訓練を積んで経験のある人、ロシアで教育を受けた人、西側の情報に接し新しい発想を構築出来る人など各々の特長を生かし適正な要員再配置の検討をすすめたい。

一人材の育成についてはロシアに頼っていたが自前の育成計画も必要となろう。他国では外国の援助で人づくりするなど広い範囲の育成・教育につとめるところが多くなった。エルデネット地域全体の人材育成と云う点もエルデネット鉱山が地域に対し追うべき使命と考えられる。

一 管理体制

管理の体制はその職位の職務、義務等に沿って厳格に行われ、秩序が保たれている。しかし、状況に応じ職務の遂行が柔軟的に運営される裁量が小さすぎる。

責任の所在の追求など秩序の維持に役立っても効率的な業務処理にマイナスとなっている面がある。

とくに管理者層の教育訓練が継続して行われることが望ましい。

一 給与制度

給与の水準は、国家の経済力によるので一企業だけの給与の評価は難しい。定まった賃金の枠の中で従業員がどうやる気を起すのか、潜在能力の評価、業績への評価などその仕組みに工夫する時が来ている。又、人事制度との関係が薄いことが気になる。

一 福祉制度

現在の福祉制度は良好である。

モンゴル国内でもとび抜けて良いと思われるが将来への福利厚生政策が不明である。

福利は価値観の違いが大きくなり現在の福利に加えて従業員が恩恵にあずかれる厚生策のビジョンがいる。

一 生産計画

長期経営計画は立案され、それをベースに年度ごと予算を立案している。各部門で積上げたものをまとめ、最終的には経営委員会（IVで14名）がこれを決定する。今後自由経済の下では今まで以上に周囲の環境に目くばりし、情報を収集する必要がある。

⑦ 財務会計

減価償却、福祉、業績報賞に対するエルデネットファンドの項目を除くと基

本的には西側会計と大きく違っていない。

税金、外貨割当、バーター制度、国の政策とのマッチングがうまく行かないとそれらが企業の会計に直接響いて来る。

自由主義経済のもとで競争するには会計ルールがはっきりして企業が自から完結する型が要求される。このためには制度の継続性、安定性が望まれる。

⑧環境保全及び職場環境

環境保全には汚染が起る前に対策を行うべきであり、それをバックアップする調査機器分析システムの改善が必要である。

職業病顕在化は問題が大きく早めに対策をたてることが望ましい。

第5章 近代化計画

第5章 近代化計画

5-1 基本計画

5-1-1 近代化の基本方針

エルデネット鉱山が現在直面している主要な問題点は次の点に要約出来る。

-1990年以降3カ年連続で生産量が計画に達していない。

本鉱山で生産される銅精鉱・モリブデン精鉱はモンゴル国の外貨収入の60%に達する。

従って、生産量の不足は直接外貨の減となり、国民の生活に必要な石油、食料、生産に必要な資材の購入に支障をきたすなどモンゴル経済を根底からゆさぶる要因となる。

-今後の採掘対象の粗鉱品位が低下し精鉱品位も低下する。

今後の採掘域が二次富鉱帯より初生鉱帯に移行することにより粗鉱品位が低下する。このため同じ銅量を確保するとすれば粗鉱増産やこれに伴う自家製作品、ユーティリティなどに対策が必要となる。

-市場経済へ移行することにより、新しい環境に直面するだろう。これにどのように対応するのか。

社会主義計画経済から市場経済への移行にあたっては、いろいろな点で未経験の事態に遭遇することになる。従来の体制の利点を生かしながら何らかの修正や補強を加える必要がある。

以上の現状認識に立ち、近代化計画の基本的な展開を以下のように策定する。

①生産を計画通り達成出来る条件を早急にととのえる。これは緊急すみやかに実施しなければならない。

-電力不足を解消させるために6万kWの発電所を建設して不安定な今のエネルギーシステムに影響されない安定的なシステムを建設する。必ずしも自家発電との観念にとらわれず、国のエネルギーシステムの施設として建設し、安定した電力供給を受けるとすることでも良い。

-部品不足等を解消し、とり合えず自家製作能力を量・質とも向上させるためにワークショップの改善を行う。

②長期的に収入を維持するのに1990年以前のレベルの銅精鉱中の銅量を確保出来る生産体制を構築する。これを行うには経済性を考慮し、緊急と中長期に分けた中で十分な計画性を持った投資を戦略的かつ積極的に行う。

-世界の銅の需要は工業生産の成長につれ増加、価格についても周辺の物価に

つれて上昇する見通しである。過去1965年から1989年までの約25年間は LME
ポンド建では 5.7%/年平均の割合で上昇している。インフレ等の影響を消去
して実際価格に近い値にすると下落しているが、長期的なレベルで見ると大
きな変化はない。これより収入を維持するには銅量を確保することを経営の
最終目標にしておくことで達成出来ると見た。

- 1990年水準の銅量の確保は粗鉱品位の低下を補うには粗鉱の増産と選鉱採収
率の向上によって行う。
- 増産・生産性の低下防止などの改善には新規に投資を必要とする。この投資
は市場経済の下で採算性のあることが必要であり、国際的に認められる財務
評価を行う。

③市場経済の下に於ける競争に耐える体質を構築する。

- 市場経済は競争が原理として組立てられている。価格は市場のメカニズムで
変動する。この経済競争に負けないためには、国際市場の場で利益の出せる
体質にして生産性を向上させなければならない。
- 事業全体の効率を上げるために蓄積されている技術、ノウハウを生かした鉱
業部門以外の事業に進出し、広く事業を育成する。組織の中にこの部門を有
している。勿論エルデネット鉱山の本体は本来の事業目的に集中出来る様に
組織しておく。
- 生産をサポートする部門の管理体制に改善を加え、中長期計画に沿った人事、
労務、組織、財務、資材調達及び管理の見直しなどを行う。
- 事業活動をフェアに行い、国際的な評価に耐えられる体質にして行く。
具体的には環境保護、社員の雇用の保護、健康に関することなどに留意すべ
きであることを意味する。職業病の予防対策、環境保全のための体制作りを
緊急に実施する。

④投資に対するモンゴル経済への影響を検証する。

投資の効果は企業本体が享受すべきは当然であるが、モンゴル経済に及ぼす
影響も検証する。

5-1-2 生産計画

現有設備の生産能力は主として選鉱場の粗鉱処理のキャパシティに左右され、これが鉱山全体の生産能力の上限である。

長期的展望によれば稼行ピットが深部に展開されて来ると、鉱物が輝銅鉱、斑銅鉱より黄鉄鉱に変わって来るので、精鉱品位の低下は避けられない。これを選鉱総合採収率を上昇させることと粗鉱処理量を増大させて補う。このため投資を行うことを前提として年産目標を精鉱中銅量 120^{千t}/年を近代化計画の指標とする。

(1) 長期出鉱計画 (表52、53)

出鉱計画は1994年～2008年まで15年間とする。

本計画は1992年11月の売鉱条件で1990年レベルの収入が得られる様に品位の低下に合わせて増採掘、増処理を行う様計画した。

2008年には粗鉱出鉱は約30,000^{千t}/年に増産する1992年に対し約50%の増産である。

採鉱部門にあっては剥土量を含め剥土+鉱石の総採掘量は40,000^{千t}/年と年ごとの変動はきわめて小さく大巾な設備の増強は必要ない。

これにより、採掘部門にあっては一定設備能力を維持すれば良く、重機類の台数、人員配置等の管理も簡素化出来る。

(2) 選鉱処理計画

生産計画を年々増産を行う計画としているが、その都度半端な数字で選鉱能力の増強をすることは現実的でない。

2008年50%増産を目標に現有1～5区までの増強と新規6区系の増設を組合せる。

処理設備の拡張計画は下記ステージで行うものとする。

Year	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	
Throughput	21,000	22,000	23,000	24,000	25,000	30,000	

1～4区については浮選機の大型化で400^{千t}/年より500^{千t}/年に100^{千t}/年の増強、5区については100^{千t}/年の設備の追加、6区については500^{千t}/年の設計変更を行いこれに対処する。

選鉱場建屋内にはこのスペースがある。

選鉱採収率、選鉱品位についてはいろいろな角度から検討、解析した結果を踏まえ表52、53に示す。

(3) 生産物の売上収入計算の諸元

鉱産物の取引は国際商品として全世界に共通の条件を適用する。即ち銅精鉱の