

表 52 長期生產計劃 (分離精鈦生產法)

Kind	Classific. Distinct Unit	Annual Plan																Note
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Feed Ore	Exploit. #	20,500	20,500	21,000	22,000	23,000	24,000	25,000	24,838	25,213	25,212	25,444	27,011	27,804	27,803	27,804	29,242	
	Plan #	21,000	22,000	24,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	
Throughput	Estimat. #	20,500	20,510	20,933	22,006	23,000	24,000	25,009	24,835	25,213	25,213	25,440	26,937	27,804	27,804	27,804	29,238	
	Plan #	20,500	21,000	22,000	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	
Exploit.	Estimat. #	0.720	0.840	0.870	0.620	0.800	0.680	0.600	0.579	0.570	0.570	0.565	0.535	0.520	0.520	0.520	0.500	(Cu Metal '93 in Cu Conc.)/(Cu Rec. '9X)/(Estimated Exploit. Weight '9X)
	Plan #	0.72	0.83	0.83	0.60	0.80	0.60	0.58	0.57	0.57	0.57	0.54	0.52	0.52	0.52	0.52	0.49	
Cu Grade	Estimat. %	0.965	1.063	0.840	0.968	1.000	1.000	0.967	0.985	1.000	1.000	1.009	0.871	1.000	1.000	1.000	0.979	
	Plan %	0.70	0.88	0.83	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	
Feed Ore	Estimat. #	0.73	0.72	0.70	0.67	0.66	0.66	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	
	Plan #	0.0176	0.0169	0.0155	0.0148	0.0148	0.0148	0.0148	0.0142	0.0142	0.0142	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141	0.0128	
Mo Grade	Estimat. #	0.0204	0.0169	0.0155	0.0148	0.0148	0.0148	0.0148	0.0142	0.0142	0.0142	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141	0.0128	
	Plan #	400.103	370.666	383.902	389.064	412.549	436.811	445.841	450.926	465.022	472.404	484.070	473.431	485.697	495.697	495.697	493.850	
Cu Conc.	Estimat. #	403.711	400.000	404.722	441.176	441.176	441.176	430.147	482.118	482.118	482.118	482.118	486.697	486.697	486.697	486.697	500.481	(Cu Metal '93 in Cu Conc.)/(Cu Grad. '9X)
	Plan #	28.24	30.29	28.25	27.83	27.43	27.03	26.82	26.21	25.81	25.40	25.01	24.61	24.21	24.21	24.21	23.79	
Cu Grade	Estimat. #	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Plan #	29.00	30.00	29.65	27.20	27.20	27.20	27.20	26.20	26.20	26.20	24.80	24.40	24.00	24.00	24.00	23.60	
Cu Rec.	Estimat. #	79.32	80.50	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	83.50	83.50	83.50	83.50	83.00	83.00	83.00	83.00	82.00	
	Plan #	84.56	84.56	84.56	84.56	84.56	84.56	84.56	86.11	86.11	86.11	86.11	85.59	85.59	85.59	85.59	84.56	
Mo Grade	Estimat. #	0.15	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
	Plan #	80.50	80.50	80.50	80.50	80.50	80.50	80.50	81.30	81.30	81.30	81.30	81.65	81.65	81.65	81.65	82.00	
Ag Grade	Estimat. #	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	64.6	64.2	63.8	63.4	63.0	63.0	63.0	62.0	
	Plan #	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	
As Grade	Estimat. #	3.464	3.848	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	
	Plan #	50.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	
Cu Grade	Estimat. #	48.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	
	Plan #	20.056	20.135	20.606	21.613	22.584	23.559	24.558	24.330	24.744	24.736	24.951	26.520	27.304	27.304	27.304	28.741	
Mo Rec.	Estimat. #	0.147	0.135	0.116	0.110	0.110	0.110	0.106	0.096	0.096	0.096	0.096	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	
	Plan #	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
Mo Conc.	Estimat. #	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
	Plan #	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	

表 53 長期生産計画 (パルプ精鉱生産法)

Item		Annual Plan														Note	
Kind	Classific. Distinct. Unit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		2007
Feed Ore	Exploit. #	20,500	20,500	21,000	22,000	23,000	24,000	25,000	24,839	25,213	25,212	25,444	27,911	27,804	27,803	27,804	29,242
	Plan M.	21,000	22,000	24,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
Throughput	Estimat. #	20,500	20,500	21,000	22,050	23,000	24,000	25,000	25,482	25,879	25,911	26,335	27,796	28,515	28,515	28,515	29,988
	Plan B.	20,500	20,500	21,000	22,000	22,500	23,500	24,500	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	26,000
	Result	20,500	20,500	21,000	22,000	23,000	24,000	25,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
	Estimat. #	0.720	0.640	0.670	0.620	0.600	0.600	0.600	0.579	0.570	0.570	0.570	0.565	0.535	0.520	0.520	0.520
Cu Grade	Plan M.	0.72	0.69	0.63	0.60	0.60	0.60	0.58	0.57	0.57	0.57	0.54	0.52	0.52	0.52	0.52	0.49
	Contrast	0.865	1.063	0.940	0.868	1.000	1.000	0.967	0.985	1.000	1.000	1.009	0.971	1.000	1.000	1.000	0.979
Feed Ore	Estimat. #	0.685	0.680	0.630	0.600	0.600	0.600	0.580	0.570	0.570	0.570	0.570	0.520	0.520	0.520	0.520	0.490
	Plan B.	0.73	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
No Grade	Result	0.695															
	Plan M.	0.0177	0.0169	0.0155	0.0148	0.0148	0.0148	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141	0.0128
Cu Conc.	Plan B.	0.0204	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
	Result	0.0179															
Cu Grade	Estm. Bulk	28.24	30.29	28.20	27.74	27.29	26.85	26.40	26.00	25.60	25.20	24.80	24.40	24.00	24.00	24.00	23.60
	Plan B.	29.00	30.00	29.65	27.20	27.20	27.20	27.20	23.47	23.47	23.47	23.47	21.80	21.80	21.80	21.80	20.80
Cu Rec.	Estm. Bulk	79.32	80.50	82.51	83.03	83.54	84.05	84.56	86.11	86.11	86.11	86.11	85.59	85.59	85.59	85.59	84.56
	Plan B.	80.50	80.50	80.50	80.50	80.50	80.50	80.50	81.30	81.30	81.30	81.30	81.65	81.65	81.65	81.65	82.00
No Grade	Estm. Bulk	0.15	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	Plan B.	0.58	0.58	0.52	0.51	0.49	0.47	0.44	0.48	0.47	0.46	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.41
Ag Grade	Plan B.	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	64.6	64.2	63.8	63.4	63.0	63.0	63.0	62.0
	Estm. Bulk	64.4	64.3	64.4	64.4	64.4	64.5	64.5	64.5	64.1	63.7	63.3	62.9	62.5	62.5	62.5	61.5
As Grade	Plan B.	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25
	Estm. Bulk	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24
No Conc.	Plan B.	3.464	3.849	3.611	2.187	1.489	744	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Result	3.464	3.848	3.611	3.845	3.722	3.722	3.555	3.945	3.945	3.945	4.225	4.225	4.225	4.225	4.225	4.000
No Grade	Plan B.	50.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	40.00
	Result	50.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	40.00
Cu Grade	Plan B.																
	Result																
No Rec.	Plan B.	55.00	50.00	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Result	48.00															
Tailing	Estimat. #	20,096	20,127	20,609	21,953	22,576	23,548	24,535	25,014	25,396	25,420	25,832	27,303	27,999	27,999	27,999	29,475
	Result	20,096	20,486	20,996	21,996	22,996	23,996	24,996	25,996	26,996	28,996	29,996	29,996	29,996	29,996	29,996	29,996
Cu Grade	Estimat. #	0.147	0.135	0.112	0.105	0.101	0.098	0.091	0.093	0.094	0.094	0.098	0.099	0.098	0.088	0.088	0.087
	Result																
No Grade	Estimat. #	0.006	0.006	0.006	0.009	0.010	0.012	0.013	0.013	0.013	0.013	0.012	0.013	0.013	0.013	0.013	0.011
	Result																

Estimated from W.B. Data
 # Estimated by MINDECO
 # Estimat. #; Estimation of Mining Exp.
 # Estimat. #; Estimation of Process. Exp.
 # Plan M.; Plan of Mining Dpt.
 # Plan P.; Plan of Beneficiation Dpt.

売鉱の価格は銅価より溶錬費、精製費実収率を差引いたものに銀を評価加算し、Asのペナルティを差引いた精鉱乾鉱t当りの価格である。

売上計算では運賃（湿鉱重量）を差引いて計算した。

近代化計画で使用した売鉱の条件は、本調査を始めた1992年11月現在の価格及び諸条件をそのまま使う。

銅価格は都度変化するので、年度ごとの価格を予測することは難しい。しかし基本的には他の物価水準にほぼ沿って変動するとして、1994年より2008年まで固定して計算してある。

①金属価格

－銅価	ロンドンSettlement	1,400£/MT
－銀	ロンドンスポット	3.76\$/TOZ
－モリブデン	－	2.5\$/MO Pure ボンド

②製錬費等条件

－T/C	－	100\$/T
－R/C	－	10 円/1b
－P. P	at 90 円/1b	±10 %
－クロスレート	1992年11月現在	1.55
－条件採取率		
銅	ユニット引き	1 %
銀	> 35g	90 %
－ペナルティ条件		
砒素 (As)	0.2%以上	2.5\$/0.1% 精鉱1t当り単価より減額

尚 T/C, R/Cはcombinedに換算される。

③その他条件

－売上代金の回収条件

Q. Pは3MAMAが一般的である。通常は Provisional Invoiceは90%、2nd は分析決定もしくはQ. Pどちらか早い方となる例が多い。

今回の売鉱条件及び価格には関係ないので組込んでいない。

－分析等

セラー、バイヤー双方の交換分析の平均値とするが、計算はエルデネット鉱山の分析データをそのままとして試算した。

セラー、バイヤーはあらかじめ分析値の差異の限界 (Splitting Limit) を決めておく必要がある。Cuの場合0.20%, Agは 10g/DMT, Au0.3g/DMT程度、これを参考にして双方協議してこれを決める。

一 運賃

売上は精鉱単価より水分を含む精鉱の運賃を差引いたものである。

- ロシア、カザフ、中国等内陸への販売は貨車国境渡（国内運賃はセラー側負担）
- 日本等海外へはC. I. F条件（揚貨はバイヤー持ち）とする。

5-2 探査

(1) 今後の探査計画

北西部鉱床は 920m 準まで探鉱され埋蔵鉱量が計算されている。鉱床は 920m 準以下にも連続し、数少ないボーリングの結果では 560m 準までその賦存が認められ予想鉱量が計上されている。920m 準以下の探鉱については現状では十分な可採鉱量があるのでその必要性はないが、将来深部採掘を検討する段階では必要となろう。

一方エルデネット地区では北西部のほか中央部及び南東部に銅鉱床の賦存が知られている。これらは中央部の二次富化帯を除き低品位であり、当面の稼行対象とはならないが将来その探鉱が必要となろう。

またエルデネット鉱床の北西 150km に Teshig 金鉱床、南東 80km に Zaamar-Bure-gkhangai スカルン鉱床があり、これらに対する探査が必要である。

(2) 地化学探査・物理探査技術の導入

前記の鉱床探査及び地下水探査を効率的に実施するためには、最新の地化学探査及び物理探査技術を導入することが望ましい。

地化学探査及び物理探査は本地域でも従来一部で実施されているが、最新の技術である多成分地化学探査及び電磁探査による比抵抗調査の導入が有効である。

(3) 各種ボーリング機の導入

現在保有しているボーリング機は次表の通り大型機が多く小型機が 1 台しかないので機動性に乏しい。(表 54)

今後周辺地域での探査を効率的に進めるため特に小型機の導入が望ましい。

表 54 保有試錐機一覧

機 種	能 力 (m)	台 数	備 考
ZIF-650H	650-800	1	
SKB-5	800-1200	1	
UGB-50	50-80	1	
URB-3AM	-800	2	
合 計		5	

(4) コンピューターによる鉱量計算法の導入

エルデネット鉱山で実施している鉱量計算は手計算によるものであるが、合理的な手順で行われている。しかし、鉱量計算の単位鉱画の大きさは一定しておら

ず、小さいものでも幅125m, 長さ 200~300m, 厚さ60m (鉱量 5~6 百万t) であり、ほぼ 100日分の採掘鉱量に相当する。採掘計画と出鉱品位を対比管理するには鉱体内の品位ブロックがもっと小さく詳細な品位分布図が必要である。この目的のためには現在使っている鉱量計算図は利用しにくい。

一般には、ボーリング間隔が60m~100mであっても、ボーリング品位が連続的に変化すると的前提を設け、鉱量計算の単位鉱画サイズを1辺10~20m 程度とし、厚さはベンチ高のブロックを基本とする。これは数が多くなるのでコンピューターにより単位鉱画の品位を計算することになる。このような鉱量計算を行えば、鉱量計算図は品位分布を反映することになる。これは直接採掘計画に利用でき、本鉱山でもそのような鉱量計算法の導入が望まれる。

費用概算	US\$
コンピューター他	30,000
ソフトウェア	70,000
教育・訓練	30,000
合計	130,000 US\$

5-3 採鉱

5-3-1 生産管理

(1) 主要機械配置更新の検討

近代化に伴う生産計画を履行するために、効率的な重機が配置されることが必須である。現在、鉱山で使用している重機は総てロシア製がほとんどであり、基本的に単一機種で運営されている。重機を選定する場合、西側では①機械の価格②性能③寿命④操作性⑤アフターサービス⑥部品の供給⑦オペレーターや修理工の技術教育等を配慮する。エルデネット鉱山の現況を考えると、⑤⑥⑦の項目について注意すべきである。特に、部品不足を補う様に重機の予備台数が多く、稼働率が低いと言う基本的な問題点がある。

ちなみに、予備機を含めた現状と同じような機械配置をすると仮定した場合、処理増量に伴い、機械配置数は、飛躍的に増える。概算によると、ロータリードリルを5台から8台に、パワーショベルを7台から11台に、ダンプトラックを47台から69台に、ブルドーザーを10台から15台に増強する必要がある。

これらの主要機械の増加は、機械整備や部品管理にかかる費用増に直結し、経営に大きな負担となりうる。

そこで近代化計画では、現有機械の耐用年数が来た時点で総て西側の重機に置き換えて機械配置の検討を実施した。従って、部品は都度迅速に補給されることを前提として予備台数は最小の見積りである。

①1994年のパワーショベルとダンプトラックの組み合わせ

各稼働ベンチに13^mパワーショベル1台と複数台の120^tダンプトラックを組み合わせる配置がされたと仮定してサイクルタイムを計算した。鉱石運搬のサイクルタイムを表55に、剥土運搬のサイクルタイムを表56に示す。

表- 55 鉱石運搬のサイクルタイム

1994 120t truck ore			Dis- tance	Grade Resist- ance	Rolling Resist- ance	Total Resist- ance	Max Travel Speed	Speed Factor	Ave. Speed	Time Taken
level 1370	loaded	Flat	450	0	5	5	400	0.5	200	2.3
		Uphill	1150	10	5	15	117	0.8	94	12.3
	Unloaded	Flat	450	0	5	5	733	0.5	367	1.2
		Uphill	1150	-10	5	-5	983	0.8	786	1.5
Total										17.2
level 1385	loaded	Flat	450	0	5	5	400	0.5	200	2.3
		Uphill	1150	10	5	15	117	0.8	94	12.3
	Unloaded	Flat	450	0	5	5	733	0.5	367	1.2
		Uphill	1150	-10	5	-5	983	0.8	786	1.5
Total										17.2
1400	loaded	Flat	850	0	5	5	400	0.65	260	3.3
		Uphill	850	10	5	15	117	0.8	94	9.1
	Unloaded	Flat	850	0	5	5	733	0.65	476	1.8
		Uphill	850	-10	5	-5	983	0.8	786	1.1
Total										15.2
1415	loaded	Flat	700	0	5	5	400	0.6	240	2.9
		Uphill	850	10	5	15	117	0.8	94	9.1
		Downhill	550	-10	5	-5	717	0.75	538	1.0
	Unloaded	Flat	700	0	5	5	733	0.6	440	1.6
		Downhill	850	-10	5	-5	983	0.8	786	1.1
		Uphill	550	10	5	15	333	0.75	250	2.2
Total										17.9
1430	loaded	Flat	500	0	5	5	400	0.8	240	2.1
		Uphill	850	10	5	15	117	0.8	94	9.1
	Unloaded	Flat	500	0	5	5	733	0.8	440	1.1
		Uphill	850	-10	5	-5	983	0.8	786	1.1
Total										13.4
1445	loaded	Flat	500	0	5	5	400	0.8	240	2.1
		Uphill	850	10	5	15	117	0.8	94	9.1
	Unloaded	Flat	500	0	5	5	733	0.6	440	1.1
		Uphill	850	-10	5	-5	983	0.8	786	1.1
Total										13.4

表- 56 剥土運搬のサイクルタイム

1994 120t truck waste			Dis- tance	Grade Resist- ance	Rolling Resist- ance	Total Resist- ance	Max Travel Speed	Speed Factor	Ave. Speed	Time Taken
level 1370	loaded	Flat	1150	0	5	5	400	0.7	280	4.1
		Uphill	1100	10	5	15	133	0.8	108	10.3
	Unloaded	Flat	1150	0	5	5	733	0.7	513	2.2
		Uphill	1100	-10	5	-5	983	0.8	786	1.4
Total										18.1
level 1385	loaded	Flat	1150	0	5	5	400	0.7	280	4.1
		Uphill	1100	10	5	15	133	0.8	108	10.3
	Unloaded	Flat	1150	0	5	5	733	0.7	513	2.2
		Uphill	1100	-10	5	-5	983	0.8	786	1.4
Total										18.1
1400	loaded	Flat	1550	0	5	5	400	0.7	280	5.5
		Uphill	850	10	5	15	133	0.8	108	8.0
	Unloaded	Flat	1550	0	5	5	733	0.7	513	3.0
		Uphill	850	-10	5	-5	983	0.8	786	1.1
Total										17.6
1415	loaded	Flat	1350	0	5	5	400	0.7	280	4.8
		Uphill	850	10	5	15	117	0.8	94	9.1
		Downhill	550	-10	5	-5	717	0.75	538	1.0
	Unloaded	Flat	1350	0	5	5	733	0.7	513	2.6
		Downhill	850	-10	5	-5	983	0.8	786	1.1
		Uphill	550	10	5	15	333	0.75	250	2.2
Total										20.8
1430	loaded	Flat	1250	0	5	5	400	0.7	280	4.5
		Uphill	850	10	5	15	117	0.8	94	9.1
		Downhill	850	-10	5	-5	717	0.8	574	1.5
	Unloaded	Flat	1250	0	5	5	733	0.7	513	2.4
		Downhill	850	-10	5	-5	983	0.8	786	1.1
		Uphill	850	10	5	15	333	0.8	286	2.2
Total										21.7
1445	loaded	Flat	1200	0	5	5	400	0.7	280	4.3
		Uphill	850	10	5	15	117	0.8	94	9.1
		Downhill	1650	-10	5	-5	717	0.8	574	2.9
	Unloaded	Flat	1200	0	5	5	733	0.7	513	2.3
		Downhill	850	-10	5	-5	983	0.8	786	1.1
		Uphill	1650	10	5	15	333	0.8	286	6.2
Total										25.9

上記のサイクルタイムから各レベルの機械配置と処理量の試算結果を表57に示す。同表中で、loading time (min.) は次式で与えられる。

$$\text{loading time} = \frac{C_1}{q_1 \times K} \times \text{cms}$$

ここで C1 : 120tダンプトラックの定格容量

(鉱石 : 80 m³ 土砂 : 83.3 m³)

q1 : 13 m³パワーショベルのバケット容量 (13 m³)

K : バケットファクター (0.85)

cms : パワーショベルのサイクルタイム (分)

また loss time とは、ダンプトラックのダンプ時間 (t1 = 1.5 min.) とショベルの積み込みへの位置合わせ時間 (t2 = 0.4 min.) の和である。cycle timeとは、loading time、time taken (運搬往復走行時間) および loss time の和である。truck numberは、cycle time を loading time で除した数値で少数点以下を切り上げた数値であるが、更に必要処理鉱石量および必要処理土砂量を確保できるように試行錯誤で調整した最小値である。productivityは、次式で与えられる。

$$\text{productivity} = \frac{C \times 60 \times Et \times M}{\text{cycle time}}$$

ここで C : ダンプトラックの定格容量 (120t)

Et : ダンプトラックの仕事係数 (0.85)

M : ダンプトラックの数

productionは、1日のうち鉱石処理時間を x とすると土砂処理時間を (24 - x) として、合計で必要量が確保されるように時間調整したものである。surplus/shortageは、年間出鉱量 24,839,000 t (68,052 t/日) から展開レベル数で除した数値 (各レベルの1日当り必要出鉱量および剥土量) と production との過不足分である。

表57 各レベルの機械配置と処理量の検討 (1994年)

level	power shovel	dump truck	material	loading time	time taken	loss time	cycle time	truck number	productivity	production	surplus/shortage
1370	13 m3	120 t	ore	5.6	17.2	1.9	24.7	5	1210	13307	3945
	13 m3	120 t	waste	5.6	18.1	1.9	25.6	5	1167	15173	6041
1385	13 m3	120 t	ore	5.6	17.2	1.9	24.7	4	968	10646	1285
	13 m3	120 t	waste	5.6	18.1	1.9	25.6	4	934	12139	3007
1400	13 m3	120 t	ore	5.6	15.2	1.9	22.7	4	1053	11583	2222
	13 m3	120 t	waste	5.6	17.6	1.9	25.1	4	952	12381	3249
1415	13 m3	120 t	ore	5.6	17.9	1.9	25.4	4	941	10352	991
	13 m3	120 t	waste	5.6	20.8	1.9	28.3	4	845	10981	1849
1430	13 m3	120 t	ore	5.6	13.4	1.9	20.9	4	1144	12581	3220
	13 m3	120 t	waste	5.6	21.7	1.9	29.2	4	819	10642	1510
1445	13 m3	120 t	ore	5.6	13.4	1.9	20.9	4	1144	12581	3220
	13 m3	120 t	waste	5.6	25.9	1.9	33.4	4	716	9304	172
Total									ore	71050	14884
									waste	70620	15828

表57 によると、出鉱量および剥土量ともに1レベル以上のオーバーとなり、必要処理量を確保するには、5レベルで充分である。従って、所要機械台数はパワーショベルが5台、これに予備機1台加えて合計6台必要となり、他方ダンプトラックは21台、予備機を10%見込んで2台とし、合計23台となる。

②2000年のパワーショベルとダンプトラックの組み合わせ

鉱石運搬のサイクルタイムを表58に剥土運搬のサイクルタイムを表59に示す。

表58 鉱石運搬のサイクルタイム

2000 120t truck ore			Dis- tance	Grade Resist- ance	Rolling Resist- ance	Total Resist- ance	Max Travel Speed	Speed Factor	Ave. Speed	Time Taken
level 1340	loaded	Flat	750	0	5	5	400	0.85	260	2.9
		Uphill	900	10	5	15	117	0.8	94	9.6
	Unloaded	Flat	750	0	5	5	733	0.85	476	1.6
		Downhill	900	-10	5	-5	983	0.8	788	1.1
Total										15.2
1355	loaded	Flat	900	0	5	5	400	0.85	260	3.5
		Uphill	950	10	5	15	117	0.8	94	10.1
	Unloaded	Flat	900	0	5	5	733	0.85	476	1.9
		Downhill	950	-10	5	-5	983	0.8	788	1.2
Total										16.7
1370	loaded	Flat	1275	0	5	5	400	0.7	280	4.6
		Uphill	500	10	5	15	117	0.75	88	5.7
	Unloaded	Flat	1275	0	5	5	733	0.7	513	2.5
		Downhill	500	-10	5	-5	983	0.75	737	0.7
Total										13.4
1385	loaded	Flat	1225	0	5	5	400	0.7	280	4.4
		Uphill	200	10	5	15	117	0.8	70	2.8
	Unloaded	Flat	1225	0	5	5	733	0.7	513	2.4
		Downhill	200	-10	5	-5	983	0.6	590	0.3
Total										10.0
1400	loaded	Flat	1850	0	5	5	400	0.7	280	6.6
		Uphill	0	10	5	15	117	0	0	0
	Unloaded	Flat	1850	0	5	5	733	0.7	513	3.6
		Downhill	0	-10	5	-5	983	0	0	0
Total										10.2
1415	loaded	Flat	1775	0	5	5	400	0.7	280	6.3
		Downhill	225	-10	5	-5	983	0.8	590	0.4
	Unloaded	Flat	1775	0	5	5	733	0.7	513	3.5
		Uphill	225	10	5	15	117	0.6	70	3.2
Total										13.4

表- 59 剥土運搬のサイクルタイム

2000 120t truck waste			Dis- tance	Grade Resist- ance	Rolling Resist- ance	Total Resist- ance	Max Travel Speed	Speed Factor	Ave. Speed	Time Taken
level 1340	loaded	Flat	3150	0	5	5	400	0.85	340	9.3
		Uphill	2100	10	5	15	117	0.9	105	19.9
	Unloaded	Flat	3150	0	5	5	733	0.85	623	5.1
		Downhill	2100	-10	5	-5	983	0.9	885	2.4
Total 36.6										
1355	loaded	Flat	3275	0	5	5	400	0.85	340	9.6
		Uphill	2150	10	5	15	117	0.9	105	20.4
	Unloaded	Flat	3275	0	5	5	733	0.85	623	5.3
		Downhill	2150	-10	5	-5	983	0.9	885	2.4
Total 37.7										
1370	loaded	Flat	3650	0	5	5	400	0.85	340	10.7
		Uphill	1700	10	5	15	117	0.8	94	18.2
	Unloaded	Flat	3650	0	5	5	733	0.85	623	5.9
		Downhill	1700	-10	5	-5	983	0.8	786	2.2
Total 36.9										
1385	loaded	Flat	2450	0	5	5	400	0.85	340	7.2
		Uphill	1400	10	5	15	117	0.8	94	15.0
	Unloaded	Flat	2450	0	5	5	733	0.85	623	3.9
		Downhill	1400	-10	5	-5	983	0.8	786	1.8
Total 27.9										
1400	loaded	Flat	2000	0	5	5	400	0.85	340	5.9
		Uphill	1200	10	5	15	117	0.8	94	12.8
	Unloaded	Flat	2000	0	5	5	733	0.85	623	3.2
		Downhill	1200	-10	5	-5	983	0.8	786	1.5
Total 23.4										
1415	loaded	Flat	850	0	5	5	400	0.85	260	3.3
		Uphill	1000	10	5	15	117	0.8	94	10.7
	Unloaded	Flat	850	0	5	5	733	0.85	476	1.8
		Downhill	1000	-10	5	-5	983	0.8	786	1.3
Total 17.0										

上記のサイクルタイムから各レベルの機械配置と処理量の試算結果を表 60 に示す。

表 60 各レベルの機械配置と処理量の検討 (2000年)

level	power shovel	dump truck	material	loading time	time taken	loss time	cycle time	truck number	produc- tivity	produc- tion	surplus/ shortage
1340	13 m3	120 t	ore	5.6	15.2	1.9	22.7	5	1316	14479	3137
	13 m3	120 t	waste	5.6	36.6	1.9	44.1	5	678	8808	1730
1355	13 m3	120 t	ore	5.6	16.7	1.9	24.2	5	1235	13582	2240
	13 m3	120 t	waste	5.6	37.7	1.9	45.2	5	661	8594	1516
1370	13 m3	120 t	ore	5.6	13.4	1.9	20.9	4	1144	12581	1239
	13 m3	120 t	waste	5.6	36.9	1.9	44.4	4	538	6999	-79
1385	13 m3	120 t	ore	5.6	10.0	1.9	17.5	4	1366	15025	3683
	13 m3	120 t	waste	5.6	27.9	1.9	35.4	4	675	8778	1700
1400	13 m3	120 t	ore	5.6	10.2	1.9	17.7	4	1351	14856	3514
	13 m3	120 t	waste	5.6	23.4	1.9	30.9	4	774	10057	2979
1415	13 m3	120 t	ore	5.6	13.4	1.9	20.9	4	1144	12581	1239
	13 m3	120 t	waste	5.6	17.0	1.9	24.5	4	976	12684	5606
Total									ore	83104	15052
									waste	55920	13452

上表によると、出鉱量および剥土量ともに1レベル以上のオーバーとなり、必

要処理量を確保するには、5レベルで充分である。従って、所要機械台数はパワーショベルが5台、これに予備機1台加えて合計6台必要となり、他方ダンプトラックは22台、予備機を10%見込んで2台とし、合計24台となる。

③2008年のパワーショベルとダンプトラックの組み合わせ

鉱石運搬のサイクルタイムを表 61 に剥土運搬のサイクルタイムを表 62 に示す。

表 61 鉱石運搬のサイクルタイム

2008 120t truck ore			Dis- tance	Grade Resist- ance	Rolling Resist- ance	Total Resist- ance	Max Travel Speed	Speed Factor	Ave. Speed	Time Taken
level 1280	loaded	Flat	350	0	5	5	400	0.8	240	2.3
		Uphill	2500	10	5	15	117	0.9	105	23.7
	Unloaded	Flat	350	0	5	5	733	0.6	440	1.3
		Downhill	2500	-10	5	-5	983	0.3	985	2.8
Total 30.1										
1295	loaded	Flat	600	0	5	5	400	0.6	240	2.5
		Uphill	2250	10	5	15	117	0.9	105	21.4
	Unloaded	Flat	600	0	5	5	733	0.6	440	1.4
		Downhill	2250	-10	5	-5	983	0.3	985	2.5
Total 27.3										
1310	loaded	Flat	600	0	5	5	400	0.6	240	2.5
		Uphill	1950	10	5	15	117	0.9	94	20.8
	Unloaded	Flat	600	0	5	5	733	0.6	440	1.4
		Downhill	1950	-10	5	-5	983	0.3	786	2.5
Total 37.2										
1325	loaded	Flat	750	0	5	5	400	0.65	260	2.3
		Uphill	1950	10	5	15	117	0.8	94	20.8
	Unloaded	Flat	750	0	5	5	733	0.65	476	1.6
		Downhill	1950	-10	5	-5	983	0.3	786	2.5
Total 27.3										
1340	loaded	Flat	600	0	5	5	400	0.6	240	2.5
		Uphill	1700	10	5	15	117	0.8	94	18.2
	Unloaded	Flat	600	0	5	5	733	0.6	440	1.4
		Downhill	1700	-10	5	-5	983	0.3	786	2.2
Total 24.2										
1355	loaded	Flat	600	0	5	5	400	0.6	240	2.5
		Uphill	1450	10	5	15	117	0.8	94	15.5
	Unloaded	Flat	600	0	5	5	733	0.6	440	1.4
		Downhill	1450	-10	5	-5	983	0.3	786	1.8
Total 21.2										
1370	loaded	Flat	1500	0	5	5	400	0.7	280	5.4
		Uphill	1450	10	5	15	117	0.9	94	15.5
		Downhill	350	-10	5	-5	717	0.7	502	0.7
	Unloaded	Flat	1500	0	5	5	733	0.7	513	2.3
		Uphill	1450	10	5	15	983	0.8	786	1.3
		Downhill	350	-10	5	-5	333	0.7	233	1.5
Total 27.1										

表 62 剥土運搬のサイクルタイム

2008 120t truck waste			Dis- tance	Grade Resist- ance	Rolling Resist- ance	Total Resist- ance	Max Travel Speed	Speed Factor	Ave. Speed	Time Taken
level 1280	loaded	Flat	1250	0	5	5	400	0.7	280	4.5
		Uphill	3200	10	5	15	117	0.9	105	30.4
	Unloaded	Flat	1250	0	5	5	733	0.7	513	2.4
		Downhill	3200	-10	5	-5	983	0.3	885	3.6
Total 40.9										
1295	loaded	Flat	1300	0	5	5	400	0.7	280	4.6
		Uphill	2900	10	5	15	117	0.9	105	27.5
	Unloaded	Flat	1300	0	5	5	733	0.7	513	2.5
		Downhill	2900	-10	5	-5	983	0.3	885	3.3
Total 38.0										
1310	loaded	Flat	1300	0	5	5	400	0.7	280	4.8
		Uphill	2650	10	5	15	117	0.9	105	25.2
	Unloaded	Flat	1300	0	5	5	733	0.7	513	2.5
		Downhill	2650	-10	5	-5	983	0.3	885	3.0
Total 35.3										
1325	loaded	Flat	1300	0	5	5	400	0.7	280	4.6
		Uphill	2250	10	5	15	117	0.9	105	21.4
	Unloaded	Flat	1300	0	5	5	733	0.7	513	2.5
		Downhill	2250	-10	5	-5	983	0.3	885	2.5
Total 31.1										
1340	loaded	Flat	1300	0	5	5	400	0.7	280	4.6
		Uphill	1900	10	5	15	117	0.9	94	20.3
	Unloaded	Flat	1300	0	5	5	733	0.7	513	2.5
		Downhill	1900	-10	5	-5	983	0.8	786	2.4
Total 29.9										
1355	loaded	Flat	1250	0	5	5	400	0.7	280	4.5
		Uphill	1400	10	5	15	117	0.8	94	15.0
	Unloaded	Flat	1250	0	5	5	733	0.7	513	2.4
		Downhill	1400	-10	5	-5	983	0.8	786	1.8
Total 23.6										
1370	loaded	Flat	1200	0	5	5	400	0.7	280	4.3
		Uphill	1050	10	5	15	117	0.8	94	11.2
	Unloaded	Flat	1200	0	5	5	733	0.7	513	2.3
		Downhill	1050	-10	5	-5	983	0.8	786	1.3
Total 19.2										

上記のサイクルタイムから各レベルの機械配置と処理量の試算結果を表 63 に示す。

表- 63 各レベルの機械配置と処理量の検討 (2008年)

level	power shovel	dump truck	material	loading time	time taken	loss time	cycle time	truck number	productivity	production	surplus/shortage
1280	13 m3	120 t	ore	5.6	30.1	1.9	37.6	6	954	15735	4290
	13 m3	120 t	waste	5.6	40.9	1.9	48.4	6	741	5556	1256
1295	13 m3	120 t	ore	5.6	27.8	1.9	35.3	6	1016	16760	5315
	13 m3	120 t	waste	5.6	38.0	1.9	45.5	6	788	5910	1610
1310	13 m3	120 t	ore	5.6	27.2	1.9	34.7	6	1033	17050	5605
	13 m3	120 t	waste	5.6	35.6	1.9	43.1	6	832	6239	1939
1325	13 m3	120 t	ore	5.6	27.8	1.9	35.3	6	1016	16760	5315
	13 m3	120 t	waste	5.6	29.8	1.9	37.3	6	961	7210	2910
1340	13 m3	120 t	ore	5.6	24.2	1.9	31.7	6	1131	18663	7218
	13 m3	120 t	waste	5.6	29.9	1.9	37.4	6	959	7190	2890
1355	13 m3	120 t	ore	5.6	21.2	1.9	28.7	5	1041	17178	5733
	13 m3	120 t	waste	5.6	23.6	1.9	31.1	5	961	7206	2906
1370	13 m3	120 t	ore	5.6	27.8	1.9	35.3	5	846	13967	2522
	13 m3	120 t	waste	5.6	19.2	1.9	26.7	5	1119	8393	4093
Total									ore	116112	35997
									waste	47705	17605

上表によると、出鉱量および剥土量ともに 2 レベル以上のオーバーとなり、必要処理量を確保するには、5 レベルで充分である。従って、所要機械台数はパワーショベルが 5 台、これに予備機 1 台加えて合計 6 台必要となり、他方ダンプトラックは 30 台、予備機を 10% 見込んで 3 台とし合計 33 台となる。

④パワーショベルとダンプトラックの配置更新計画

上述の所要機械台数算出結果に基づいて、パワーショベルとダンプトラックの更新計画を作成した。1992年の時点の配置機械数をベースにして、それまでの機械ライフを勘案し1993年の機械数を設定して、1994年以降については、42 t トラック 3 台分を120 t トラック 1 台相当として、現有機種から漸次西側機種に更新すると言う前提で計画を作成した。表 64 にパワーショベル、表 65 にダンプトラックの更新計画表を示す。

表- 64 パワーショベル更新計画表

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
1	1978	8m3		×														
2	1978	8m3		×														
3	1981	8m3		×														
4	1982	8m3		×														
5	1984	8m3				×												
6	1989	8m3					×											
7	1990	10m3	※					×										
New1		13m3		◎				×				※				※		
2		13m3		◎				×				※				※		
3		13m3		◎				×				※				※		
4		13m3		◎				×				※				※		
5		13m3			◎				×				※					※
6		13m3				◎				×				※				

註) ◎ : 同機種を更新、× : 同機種を廃棄、◎ : 西側機種に更新
※ : オーバーホール

表-65 ダンプトラックの更新計画表

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
1	1989	110t	○		※		×											
2	1989	110t	○		※		×											
3	1990	110t		×														
4	1991	110t	※		×													
5	1991	110t	※		×													
6	1989	42t	○		※		×											
7	1989	42t	○		※		×											
8	1989	42t	○		※		×											
9	1989	42t	○		※		×											
10	1989	42t	○		※		×											
11	1989	42t	○		※		×											
12	1989	42t	○		※		×											
13	1989	42t	○		※		×											
14	1989	42t	○		※		×											
15	1989	42t	○		※		×											
16	1989	42t	○		※		×											
17	1989	42t	○		※		×											
18	1989	42t	○		※		×											
19	1990	42t		×														
20	1990	42t		×														
21	1990	42t		×														
22	1990	42t		×														
23	1990	42t		×														
24	1990	42t		×														
25	1990	42t		×														
26	1990	42t		×														
27	1990	42t		×														
28	1990	42t		×														
29	1990	42t		×														
30	1990	42t		×														
31	1990	42t		×														
32	1990	42t		×														
33	1990	42t		×														
34	1990	42t		×														
35	1990	42t		×														
36	1991	42t	※		×													
37	1991	42t	※		×													
38	1991	42t	※		×													
39	1991	42t	※		×													
40	1992	42t		※		×												
41	1992	42t		※		×												
42	1992	42t		※		×												
43	1992	42t		※		×												
44	1992	42t		※		×												
45	1992	42t		※		×												
46	1992	42t		※		×												
47	1992	42t		※		×												

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
New1		120t		◎			※		○			※		○				※
2		120t		◎			※		○			※		○				※
3		120t		◎			※		○			※		○				※
4		120t		◎			※		○			※		○				※
5		120t		◎			※		○			※		○				※
6		120t		◎			※		○			※		○				※
7		120t		◎			※		○			※		○				※
8		120t		◎			※		○			※		○				※
9		120t		◎			※		○			※		○				※
10		120t		◎			※		○			※		○				※
11		120t			◎			※		○			※		○			※
12		120t			◎			※		○			※		○			※
13		120t			◎			※		○			※		○			※
14		120t				◎			※		○			※		○		
15		120t				◎			※		○			※		○		
16		120t				◎			※		○			※		○		
17		120t					◎			※		○			※		○	
18		120t					◎			※		○			※		○	
19		120t					◎			※		○			※		○	
20		120t					◎			※		○			※		○	
21		120t					◎			※		○			※		○	
22		120t					◎			※		○			※		○	
23		120t					◎			※		○			※		○	
24		120t						◎			※		○			※		○
25		120t									◎			※		○		
26		120t									◎			※		○		
27		120t										◎			※		○	
28		120t										◎			※		○	
29		120t											◎			※		○
30		120t											◎			※		○
31		120t												◎			※	
32		120t												◎			※	
33		120t													◎			※

註) ○ : 同機種を更新、 × : 同機種を廃棄、 ◎ : 西側機種に更新
 ※ : オーバーホール

⑤ その他の機械配置更新計画

パワーショベルとダンプトラック以外の主要重機の配置更新計画を作成した。ロータリードリル、ブルドーザおよびモータグレーダーであるが、機械仕様については、現在所有しているものとほぼ同様の西側機種を選定した。ロータリードリルの配置更新計画表は表 66、モータグレーダーは表 67、およびブルドーザは表 68 に示す。

表 66 ロータリードリルの配置更新計画表

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
1	1986	250mm	○				×											
2	1987	250mm		×														
3	1988	250mm		×														
4	1988	250mm		×														
5	1989	250mm		×														
New1		250mm		◎				※			○				※			○
2		250mm		◎				※			○				※			○
3		250mm		◎				※			○				※			○
4		250mm		◎				※			○				※			○
5		250mm					◎				※			○				※

註) ○：同機種を更新、×：同機種を廃棄、◎：西側機種に更新
※：オーバーホール

表 67 モータグレーダーの配置更新計画表

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
New1		110t		◎		※		○		※		○		※		○		※
2		110t		◎		※		○		※		○		※		○		※
3		110t		◎		※		○		※		○		※		○		※
4		110t						◎		※		○		※		○		※

註) ○：同機種を更新、◎：西側機種に更新
※：オーバーホール

表68 ブルドーザの配置更新計画表

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
1	1987	330PS		X														
2	1988	330PS			X													
3	1988	330PS				X												
4	1989	330PS				X												
5	1989	330PS				X												
6	1989	330PS				X												
7	1989	330PS				X												
8	1989	330PS				X												
9	1990	330PS				X												
10	1990	330PS				X												
11	1991	330PS					X											
12	1991	330PS					X											
13	1992	330PS						X										
14	1992	330PS						X										
15	1992	330PS						X										
New1		320PS	◎			※		○			※		○				※	
2		320PS		◎		※		○			※		○				※	
3		320PS		◎		※		○			※		○				※	
4		320PS		◎		※		○			※		○				※	
5		320PS		◎		※		○			※		○				※	
6		320PS		◎		※		○			※		○				※	
7		320PS		◎		※		○			※		○				※	
8		320PS		◎		※		○			※		○				※	
9		320PS		◎		※		○			※		○				※	
10		320PS			◎		※		○			※		○			※	
11		320PS			◎		※		○			※		○			※	
12		320PS				◎		※		○			※		○		※	
13		320PS					◎		※		○			※		○	※	
14		320PS						◎		※		○			※		○	※
15		320PS							◎		※		○			※		○
16		320PS								◎		※		○			※	
17		320PS									◎		※		○		※	
18		320PS										◎		※		○	※	
19		320PS											◎		※		○	※
20		320PS												◎		※		○
21		320PS													◎		※	

註) ○：同機種を更新、×：同機種を廃棄、◎：西側機種に更新
※：オーバーホール

(2) 採鉱関係の操業費の検討

近代化に伴う採鉱に係る操業費を試算する。原単位物品（火薬、導火線、雷管、ビット、ロッド、パワーショベルの爪、電力量他）については、1992年の原単位をそのまま使用した。また労務費、追加労務費、保険料については、労務者数に比例すると見なし、労務者数はダンプトラックを除く使用重機械数に比例するものとして試算した。輸送部費用は、鉱石と剥土のダンプトラックによる運搬関係費用であるが、年次別に $t \cdot km$ （鉱石）と $m^3 \cdot km$ （剥土）に1992年単価を掛けて算出した。重機械関係費はダンプトラックを含む使用機械数に比例すると見なし算出した。減価償却費については、現在の費用の内訳が不明で現有機械の償却の展開が明確でないため、操業費から割愛している。これより次頁の表69に採鉱操業費の年次展開を示す。ここで上表は採鉱全般の総括表、下表は総括表の内数として剥土の費用分を示す。この表によれば、出鉱量が対1992年で73%の増産になっているのに対し、採鉱費は増59%で収まっているのは、機械の大型化による効果が能率向上として表されている。また、鉱石に較べ運搬距離が大きい剥土量が、経時的に漸減していることが影響している。

表 69 採鉱部門 操業費

年代	1992年				1994年		1995年		1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		2001年		使	
	出鉱量 (t)	原単位	単価	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量		金額
	16,875,000				(1,000Tg)	20,500,000	(1,000Tg)	21,000,000	(1,000Tg)	22,000,000	(1,000Tg)	23,000,000	(1,000Tg)	24,000,000	(1,000Tg)	25,000,000	(1,000Tg)	24,839,000	(1,000Tg)	25,213,000	(1,000Tg)	25.2
1.物品費																						
火薬	Kg	0.201	32.91	3,398,445	111,843	4,120,500	156,524	4,221,000	160,042	4,422,000	167,977	4,623,000	175,612	4,824,000	183,248	5,025,000	190,883	4,992,639	189,654	5,067,813	192,509	5.0
導火線	■	0.025	4.689	425,865	1,997	512,500	2,403	525,000	2,462	550,000	2,579	575,000	2,696	600,000	2,813	625,000	2,931	620,975	2,912	630,325	2,956	6.0
雷管	個	0.223	0.823	3,766	3	4,572	4	4,572	4	4,906	4	5,129	4	5,352	4	5,575	5	5,539	5	5,622	5	
ビット	個	0.0177	20,456	298	6,096	363	7,422	363	7,422	389	7,966	407	8,328	425	8,690	443	9,052	440	8,993	446	9,129	
ロッド	個	0.002	89,794	34	3,053	41	3,682	41	3,682	44	3,951	46	4,131	48	4,310	50	4,490	50	4,461	50	4,528	
PSの爪	個	0.0143	4018	241	968	293	1,178	293	1,178	315	1,264	329	1,322	343	1,379	358	1,436	355	1,427	361	1,449	
その他					5,128	0	6,230	0	6,382	0	6,585	0	6,889	0	7,293	0	7,597	0	7,548	0	7,662	
2.電力料	KWH	0.44	1.79	7,431,421	13,302	9,020,000	16,146	9,240,000	16,540	9,680,000	17,327	10,120,000	18,115	10,560,000	18,902	11,000,000	19,690	10,929,160	19,563	11,093,720	19,858	11.0
3.労務費					7,682		8,231		8,231		8,231		8,231		8,231		8,231		8,231		8,231	
4.追加労務費					688		737		737		737		737		737		737		737		737	
5.保険料					1,133		1,214		1,214		1,214		1,214		1,214		1,214		1,214		1,214	
6.減価償却費					0		0		0		0		0		0		0		0		0	
7.輸送部	t・Km		3.319	29,130,000	96,682	32,816,000	108,916	34,195,000	113,493	36,447,000	120,968	38,755,000	128,628	41,120,000	136,477	43,542,000	144,516	43,966,000	145,923	47,075,000	156,242	49.5
8.剥土費					134,286		270,366		266,432		255,603		243,727		233,801		223,321		225,651		221,164	
9.地質部					11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280	
10.重機関係費					47,980		44,142		42,222		39,024		33,906		34,546		34,546		34,546		34,465	
11.管理職給与他					12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434	
合計					454,556		629,990		632,625		634,795		633,884		640,870		646,852		649,233		649,952	
(対前年度比)					-		1.39		1.00		1.00		1.00		1.01		1.01		1.00		1.00	

年代	1992年				1994年		1995年		1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		2001年		使	
	剥土量 (m3)	原単位	単価	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量		金額
	2,672,000				(1,000Tg)	8,163,000	(1,000Tg)	7,959,000	(1,000Tg)	7,551,000	(1,000Tg)	7,143,000	(1,000Tg)	6,735,000	(1,000Tg)	6,327,000	(1,000Tg)	6,327,000	(1,000Tg)	6,204,000	(1,000Tg)	6.1
1.物品費																						
火薬	Kg	0.501	34.08	1,352,289	46,081	4,089,663	139,376	3,987,459	135,893	3,783,051	128,926	3,578,643	121,960	3,374,235	114,994	3,169,827	108,028	3,169,827	108,028	3,108,204	105,928	3.0
導火線	■	0.064	5.316	170,216	905	522,432	2,777	509,376	2,708	493,264	2,569	457,152	2,430	431,040	2,291	404,928	2,153	404,928	2,153	397,056	2,111	3.0
雷管	個	0.568	0.725	1,517	1	4,637	3	4,521	3	4,289	3	4,057	3	3,825	3	3,594	3	3,594	3	3,524	3	
ビット	個	0.0498	20,255	133	2694	407	8,234	396	8,028	376	7,617	356	7,205	335	6,794	315	6,382	315	6,382	309	6,258	
ロッド	個	0.0037	88,170	10	882	30	2,663	29	2,596	28	2,463	26	2,330	25	2,197	23	2,064	23	2,064	23	2,024	
PSの爪	個	0.0382	4520	102	461	312	1,409	304	1,374	288	1,304	273	1,233	257	1,163	242	1,092	242	1,092	237	1,071	
その他					1,030		3,147		3,068		2,911		2,753		2,596		2,439		2,439		2,392	
2.電力料	KWH	1.09	2.019	2,913,707	5,882	8,897,670	17,964	8,675,310	17,515	8,230,590	16,618	7,785,870	15,720	7,341,150	14,822	6,896,430	13,924	6,896,430	13,924	6,762,360	13,653	6.1
3.労務費					3,002		3,216		3,216		3,216		3,216		3,216		3,216		3,216		3,324	
4.追加労務費					267		286		286		286		286		286		286		286		295	
5.保険料					429		460		460		460		460		460		460		460		475	
6.減価償却費																						
7.輸送部	t・Km		3.037	16,105,000	48,905	22,582,000	68,582	22,978,000	69,784	22,713,000	68,979	22,350,000	67,877	21,889,000	66,477	21,328,000	64,773	22,095,000	67,103	21,198,000	64,378	20.4
8.剥土費																						
9.地質部																						
10.重機関係費					18,734		17,235		16,486		15,237		13,239		13,488		13,488		13,488		14,238	
11.管理職給与他					5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014	
合計					134,286		270,366		266,432		255,603		243,727		233,801		223,321		225,651		221,164	
(対前年度比)					-		2.01		0.99		0.96		0.95		0.96		0.96		1.01		0.98	

1998年		1999年		2000年		2001年		2002年		2003年		2004年		2005年		2006年		2007年		2008年	
24,000,000		25,000,000		24,839,000		25,213,000		25,212,000		25,444,000		27,011,000		27,804,000		27,803,000		27,804,000		29,242,000	
使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額
(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)
4,824,000	183,248	5,025,000	190,883	4,992,639	189,654	5,067,813	192,509	5,067,612	192,502	5,114,244	194,273	5,429,211	206,238	5,588,604	212,292	5,588,403	212,285	5,588,604	212,292	5,877,642	223,272
600,000	158,758	625,000	165,373	620,975	164,308	630,325	166,782	630,300	166,775	636,100	168,310	675,275	178,675	695,100	183,921	695,075	183,914	695,100	183,921	731,050	193,433
5,352	2,813	5,575	2,931	5,539	2,912	5,622	2,956	5,622	2,955	5,674	2,983	6,023	3,166	6,200	3,259	6,200	3,259	6,200	3,259	6,521	3,428
425	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
48	8,690	443	9,052	440	8,993	446	9,129	446	9,129	450	9,213	478	9,780	492	10,067	492	10,067	492	10,067	518	10,588
343	4,310	50	4,490	50	4,461	50	4,528	50	4,528	51	4,569	54	4,851	56	4,993	56	4,993	56	4,993	58	5,252
0	1,379	358	1,436	355	1,427	361	1,449	361	1,449	364	1,462	386	1,552	398	1,598	398	1,598	398	1,598	418	1,680
0	7,293	0	7,597	0	7,548	0	7,662	0	7,661	0	7,732	0	8,208	0	8,449	0	8,449	0	8,449	0	8,886
10,560,000	18,902	11,000,000	19,690	10,929,160	19,563	11,093,720	19,858	11,093,280	19,857	11,195,360	20,040	11,884,840	21,274	12,233,760	21,898	12,233,320	21,898	12,233,760	21,898	12,866,480	23,031
	8,231		8,231		8,231																
	737		737		737																
	1,214		1,214		1,214																
41,120,000	136,477	43,542,000	144,516	43,966,000	145,923	47,075,000	156,242	49,521,000	164,360	52,447,000	174,072	58,299,000	193,494	62,710,000	208,134	65,407,000	217,086	68,109,000	226,054	74,470,000	247,166
	233,801		223,321		225,651		221,164		218,033		212,397		194,099		190,466		183,862		182,699		162,997
	11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280
	34,546		34,546		34,546		36,465		38,384		40,303		42,222		43,502		44,142		44,142		44,142
	12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434
	640,870		646,852		649,233		649,952		656,850		664,799		681,041		700,007		702,987		710,800		724,322
	1.01		1.01		1.00		1.00		1.01		1.01		1.02		1.03		1.00		1.01		1.02

1998年		1999年		2000年		2001年		2002年		2003年		2004年		2005年		2006年		2007年		2008年	
6,735,000		6,327,000		6,327,000		6,204,000		6,122,000		5,959,000		5,388,000		5,102,000		5,102,000		5,102,000		4,490,000	
使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額	使用量	金額
(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)	(1,000Tg)
3,374,235	130,038	3,169,827	122,160	3,169,827	122,160	3,108,204	119,786	3,067,122	118,202	2,985,459	115,055	2,699,388	104,030	2,556,102	98,508	2,556,102	98,508	2,556,102	98,508	2,249,490	86,692
431,040	114,994	404,928	108,028	404,928	108,028	397,056	105,928	391,808	104,528	381,376	101,744	344,832	91,995	326,528	87,112	326,528	87,112	326,528	87,112	287,360	76,663
3,825	2,291	3,594	2,153	3,594	2,153	3,524	2,111	3,477	2,083	3,385	2,027	3,060	1,833	2,898	1,736	2,898	1,736	2,898	1,736	2,550	1,528
335	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25	6,794	315	6,382	315	6,382	309	6,258	305	6,175	297	6,011	268	5,435	254	5,146	254	5,146	254	5,146	224	4,529
257	2,197	23	2,064	23	2,064	23	2,024	23	1,997	22	1,944	20	1,758	19	1,664	19	1,664	19	1,664	17	1,465
	1,163	242	1,092	242	1,092	237	1,071	234	1,057	228	1,029	206	930	195	881	195	881	195	881	172	775
	2,596		2,439		2,439		2,392		2,360		2,297		2,077		1,967		1,967		1,967		1,731
7,341,150	14,822	6,896,430	13,924	6,896,430	13,924	6,762,360	13,653	6,672,980	13,473	6,495,310	13,114	5,872,920	11,857	5,561,180	11,228	5,561,180	11,228	5,561,180	11,228	4,894,100	9,881
	3,216		3,216		3,216		3,324		3,431		3,538		3,645		3,753		3,860		3,860		3,860
	286		286		286		295		305		315		324		334		343		343		343
	460		460		460		475		490		506		521		536		552		552		552
21,889,000	66,477	21,328,000	64,773	22,095,000	67,103	21,198,000	64,378	20,458,000	62,131	19,466,000	59,118	17,195,000	52,221	17,816,000	54,107	15,516,000	47,122	15,133,000	45,959	12,980,000	39,420
	13,488		13,488		13,488		14,238		14,987		15,737		16,486		16,985		17,235		17,235		17,235
	5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014
	233,801		223,321		225,651		221,164		218,033		212,397		194,099		190,466		183,862		182,699		162,997
	0.96		0.96		1.01		0.98		0.99		0.97		0.91		0.98		0.97		0.99		0.89

(3) 採鉱に係る設計のためのコンピュータの活用の提案

現在、操業成績結果のデータを纏めて操業の指針に反映させるために、コンピュータが多用されている。しかし、操業設計のためのデータ処理、例えばボーリング柱状図、地質断面図、ベンチの3次元ディスプレイ（剥土、採鉱）、3次元シミュレーション、岩石力学的解析等のソフトプログラムを用意して露天掘の色々なケースの検討ができるようなシステムを持つことを推める。また重機のメンテナンスのためには、重機毎のデータファイルを作成して、各機械についての的確な保守点検に備えると共に、近い将来に必要な部品を事前に用意するための基礎データを常備しておくことが、重要である。これらのノウハウについては、西側鉱山との間の技術交流の場を設けることを薦める。

(4) 粗鉱品位の管理システム

現在、エルデネット鉱山の選鉱への給鉱品位管理は、西側のやり方と基本的には変わっていない。問題は、決められた作業手順通りに実施されているかどうかと云う現場の実態にある。例えば、ロータリードリルの練り粉が穿孔深度に合致したものが正確にサンプリングされているかどうかである。ドリルのオペレーターにその重要性は穿孔と同じであることを知って貰うことが肝要である。ノルマに厳然と組み込み、正確に実施していない場合は、ペナルティーを課す位の基準を設定してよい。

出鉱起砕パイルの選定を鉱質を含めて区分すべきである。良質鉱（高品位・高採収率）・中質鉱・低質鉱の3クラス程度に出鉱起砕パイルを分けて、給鉱する際鉱質差の大きなパイルのブレンディングを避けて、鉱質・品位が極力一定になるように調整するわけである。従って1～2ヶ月単位で、年間計画を配慮しつつ良鉱出鉱期間・中鉱出鉱期間・貧鉱出鉱期間を調整することが出来る。

(5) ダンプトラックの採鉱課管轄化の提案

現在、鉱石運搬鉱山はダンプトラックは運輸部の管轄となっており、採鉱課は工程間の調整をしているが、最終的な責任は負っていない。採鉱課は出鉱については、目標を有しており、昨今のように重機の保全に問題が有ったり、不意の停電により生産量が予算をクリアしない場合等には、採鉱課中心の作業シフトで挽回を図るので、運輸部が有る程度犠牲になる場合もある。従って、道路やズリ捨て場等の路面の整備が不十分となる。これが、トラックのタイヤやトラックの本体保全に負担がかかることもあるように見える。これを避けるために、露天掘作業を総合的な見地より判断ができる形をととのえる。即ち、ダンプトラックの管轄を、工程を一貫して見通せる採鉱課にまかせることを提案する。総合的な原価削減の見地での操業管理が重要である。

(6) 将来の鉱石運搬システムについて

将来採掘が進行して、ピットが深部に展開していくに従って、起砕鉱石の運搬距離は増加することになる。1ベンチ毎に単純に計算して167mの増加となる。現状で最終的なファイナルピットは、15ベンチと設定しているので上と下では2500m以上の運搬距離の増加となる。鉱石を積載した距離が長くなるのは、能率ダウンになり所用ダンプトラック台数がより多く必要になる。さらに、積載して登り勾配の長時間運転はトラックにかかる負担は相当大きく、トラックの故障頻度は増える。これに伴い、当然運転手数や修理費の増が無視できなくなる。そこで、運搬距離が有る限度以上になれば、別の運搬システムを考慮する必要もある。例として、鉄道引込、スキップ等も考えられるが、設計も大変であり今のシステムの延長でダンプトラックとピットインクラシャーの組み合わせに、破砕鉱を地表コンベアで選鉱場まで運搬するシステムが実現可能な方法である。

5-3-2 近代化に要する投資額

(1) 近代化計画の場合の投資額 (WITH)

近代化の基本方針に従って増産する場合の採鉱関係の投資額を5-3-1 ④⑤に従って試算した。投資金額の年次展開を表70に示す。採鉱部門の設備投資額は財務費用で277百万ドル、経済費用で264百万ドルである。

(2) 近代化計画を行わない場合の操業費 (WITHOUT)

近代化計画を実施した場合の算出基準に従って、1992年の操業規模を将来的にも維持した場合の採鉱操業費を求めた。次頁の表71に採鉱操業費の年次展開を示す。ここで上表が採鉱全般の総括表で下表に示すのは総括表の内数として剥土の費用分である。これによると、1994年から2008年までの経費上昇は、17%であるがこれは、鉱石及び剥土の量が変わらなくても運搬距離が増加することによる機械増および人員増が原因している。

表 70 採鉱部門 設備投資額

(単位: US\$1000)

摘要	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	合計
ロータリードリル	5,276			1,319	1,583						1,319	1,583			5,672	22,423
新規購入	5,276			1,319				5,276			1,319				5,276	18,466
オーパ-ホ-ル					1,583			396				1,583			396	3,957
パワーショベル	21,844		5,461	5,461	6,553		1,638	1,638	6,553		1,638	1,638	6,553		1,638	60,617
新規購入	21,844		5,461	5,461												32,766
オーパ-ホ-ル					6,553		1,638	1,638	6,553		1,638	1,638	6,553		1,638	27,851
ブルドーザー	529	3,439	814	1,343	1,384	651	3,622	1,343	1,750	1,791	1,180	4,151	1,465	1,872	1,913	27,248
新規購入	407	3,256	814	1,221	407	407	3,256	1,221	1,628	814	814	3,663	1,221	1,628	814	21,571
オーパ-ホ-ル	122	183		122	977	244	366	122	122	977	366	488	244	244	1,099	5,677
モーターグレーダー	966		290		1,288		386		1,288		386		1,288		386	6,279
新規購入	966				1,288				1,288				1,288			4,830
オーパ-ホ-ル			290				386				386				386	1,449
ダンブトラック	14,258	5,746	4,032	13,440	2,554	14,650	6,954	7,123	16,128	5,272	18,144	9,005	7,930	16,934	5,645	147,814
新規購入	13,440	4,032	4,032	9,408	1,344	13,440	4,132	6,720	12,096	4,032	16,128	5,376	6,720	12,096	4,032	117,028
オーパ-ホ-ル	818	1,714		4,032	1,210	1,210	2,822	403	4,032	1,240	2,016	3,629	1,210	4,838	1,613	30,786
経済費用	42,873	9,185	10,597	21,563	13,361	15,301	12,601	15,776	25,719	7,062	22,668	16,377	17,236	18,807	15,254	264,382
内訳	42,184	9,037	10,426	21,217	13,147	15,055	12,399	15,523	25,306	6,949	22,304	16,114	16,959	18,504	15,009	260,133
内貨	689	148	170	347	215	246	203	254	413	114	364	263	277	302	245	4,249
輸入税・販売税(内貨)	10,546	2,259														12,805
財務費用	53,419	11,444	10,597	21,563	13,361	15,301	12,601	15,776	25,719	7,062	22,668	16,377	17,236	18,807	15,254	277,187
内訳	42,184	9,037	10,426	21,217	13,147	15,055	12,399	15,523	25,306	6,949	22,304	16,114	16,959	18,504	15,009	260,133
内貨	11,285	2,407	170	347	215	246	203	254	413	114	364	263	277	302	245	17,054

表 71 採鉱部門 操業費 (WITHOUT PROJECT)

年代		1992年				1994年		1995年		1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		2001年						
出鉱量 (t)		16,875,000				17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17.0				
経費項目	単位	原単位	単価	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使		
1.物品費					129,088		129,800		129,800		129,800		129,800		129,800		129,800		129,800		129,800		129,800			
火薬	Kg	0.201	32.91	3,398,445	111,843	3,417,000	112,453	3,417,000	112,453	3,417,000	112,453	3,417,000	112,453	3,417,000	112,453	3,417,000	112,453	3,417,000	112,453	3,417,000	112,453	3,417,000	112,453	3,417,000	3.4	
導火線	m	0.025	4.689	425,865	1,997	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	4	
雷管	個	0.223	0.823	3,766	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	
ビット	個	0.0177	20,456	298	6,096	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	
ロッド	個	0.002	89,794	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	
PSの爪	個	0.0143	4018	241	968	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	
その他					5,128	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	
2.電力料	KWh	0.44	1.79	7,431,421	13,302	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	7.4	
3.労務費					7,682		8,231		8,231		8,231		8,231		8,505		8,505		8,505		8,505		8,505		8,779	
4.追加労務費					688		737		737		737		737		762		762		762		762		762		786	
5.保険料					1,133		1,214		1,214		1,214		1,214		1,254		1,254		1,254		1,254		1,254		1,295	
6.減価償却費					0																					
7.輸送部	t・Km	3.319		29,130,000	96,682	27,213,000	90,320	27,682,000	91,877	28,164,000	93,476	28,645,000	95,073	29,127,000	96,673	29,609,000	98,272	30,091,000	99,872	31,741,000	105,348	33,3			33.3	
8.剥土費					134,286		162,506		164,152		165,801		167,450		169,984		171,633		173,285		173,389		173,389		173,389	
9.地質部					11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280	
10.重機関係費					47,980		49,259		49,259		49,259		49,259		51,179		51,179		51,179		51,179		51,179		53,738	
11.管理職給与他					12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434	
合計					454,556		479,170		482,373		485,622		488,867		495,260		498,509		501,761		510,239		510,239		510,239	
(対前年度比)					-		1.05		1.01		1.01		1.01		1.01		1.01		1.01		1.01		1.01		1.02	

年代		1992年				1994年		1995年		1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		2001年						
剥土量 (m3)		2,672,000				4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4.4				
経費項目	単位	原単位	単価	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使		
1.物品費					52,053		86,692		86,692		86,692		86,692		86,692		86,692		86,692		86,692		86,692			
火薬	Kg	0.501	34.08	1,352,289	46,081	2,249,490	76,663	2,249,490	76,663	2,249,490	76,663	2,249,490	76,663	2,249,490	76,663	2,249,490	76,663	2,249,490	76,663	2,249,490	76,663	2,249,490	76,663	2,249,490	2.2	
導火線	m	0.064	5.316	170,216	905	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	2	
雷管	個	0.568	0.725	1,517	1	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	
ビット	個	0.0498	20,255	133	2694	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	
ロッド	個	0.0037	88,170	10	882	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	
PSの爪	個	0.0382	4520	102	461	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	
その他					1,030	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	
2.電力料	KWh	1.09	2.019	2,913,707	5,882	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	4.8	
3.労務費					3,002		3,216		3,216		3,216		3,216		3,324		3,324		3,324		3,324		3,324		3,431	
4.追加労務費					267		286		286		286		286		296		296		296		296		296		305	
5.保険料					429		460		460		460		460		475		475		475		475		475		490	
6.減価償却費																										
7.輸送部	m3・Km	3.037		16,105,000	48,905	12,421,000	37,723	12,963,000	39,369	13,506,000	41,018	14,049,000	42,667	14,593,000	44,319	15,136,000	45,968	15,680,000	47,620	15,342,000	46,594	15,0			15.0	
8.剥土費																										
9.地質部																										
10.重機関係費					18,734		19,234		19,234		19,234		19,234		19,983		19,983		19,983		19,983		19,983		20,982	
11.管理職給与他					5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014	
合計					134,286		162,506		164,152		165,801		167,450		169,984		171,633		173,285		173,389		173,389		173,389	
(対前年度比)					-		1.21		1.01		1.01		1.01		1.02		1.01		1.01		1.01		1.01		1.00	

1998年		1999年		2000年		2001年		2002年		2003年		2004年		2005年		2006年		2007年		2008年	
17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000		17,000,000	
使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)
3,417,000	129,800	3,417,000	129,800	3,417,000	129,800	3,417,000	129,800	3,417,000	129,800	3,417,000	129,800	3,417,000	129,800	3,417,000	129,800	3,417,000	129,800	3,417,000	129,800	3,417,000	129,800
425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993	425,000	1,993
3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3	3,791	3
301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155	301	6,155
34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053	34	3,053
243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977	243	977
0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166	0	5,166
7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389	7,480,000	13,389
	8,505		8,505		8,505		8,779		9,054		9,328		9,603		9,877		10,151		10,151		10,151
	762		762		762		786		811		835		860		885		909		909		909
	1,254		1,254		1,254		1,295		1,335		1,376		1,416		1,457		1,497		1,497		1,497
29,127,000	96,673	29,609,000	98,272	30,091,000	99,872	31,741,000	105,348	33,391,000	110,825	35,042,000	116,304	36,692,000	121,781	38,342,000	127,257	39,993,000	132,737	41,643,000	138,213	43,294,000	143,693
	169,984		171,633		173,285		173,389		173,744		174,101		174,206		179,437		173,922		172,899		171,872
	11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280		11,280
	51,179		51,179		51,179		53,738		56,936		60,135		62,694		65,253		66,532		66,532		66,532
	12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434		12,434
	495,260		498,509		501,761		510,239		519,609		528,983		537,464		551,070		552,652		557,105		561,558
	1.01		1.01		1.01		1.02		1.02		1.02		1.02		1.03		1.00		1.01		1.01

1998年		1999年		2000年		2001年		2002年		2003年		2004年		2005年		2006年		2007年		2008年	
4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000		4,490,000	
使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)	使用量	金額 (1,000Tg)
2,249,490	86,692	2,249,490	86,692	2,249,490	86,692	2,249,490	86,692	2,249,490	86,692	2,249,490	86,692	2,249,490	86,692	2,249,490	86,692	2,249,490	86,692	2,249,490	86,692	2,249,490	86,692
287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528	287,360	1,528
2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2	2,550	2
224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529	224	4,529
17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465	17	1,465
172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775	172	775
0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731	0	1,731
4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881	4,894,100	9,881
	3,324		3,324		3,324		3,431		3,538		3,645		3,753		3,860		3,967		3,967		3,967
	296		296		296		305		315		324		334		343		353		353		353
	475		475		475		490		506		521		536		552		567		567		567
14,593,000	44,319	15,136,000	45,968	15,680,000	47,620	15,342,000	46,594	15,004,000	45,567	14,667,000	44,544	14,329,000	43,517	15,679,000	47,617	13,655,000	41,470	13,318,000	40,447	12,980,000	39,420
	19,983		19,983		19,983		20,982		22,231		23,480		24,479		25,478		25,978		25,978		25,978
	5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014		5,014
	169,984		171,633		173,285		173,389		173,744		174,101		174,206		179,437		173,922		172,899		171,872
	1.02		1.01		1.01		1.00		1.00		1.00		1.00		1.03		0.97		0.99		0.99

(3) WITHOUT の場合の投資額

WITHの場合と同様にして、WITHOUT の場合の1992年の機械の更新と増設について検討した。但し、WITHOUT の場合は、現状のロシア製の機械配置がそのまま維持されるとした。表72にロータリードリル、表73にパワーショベル、表74にモータグレーダ、表75にダンプトラックおよび表76にブルドーザを示す。1992年の操業ペースを将来的にも維持した想定した場合(WITHOUT)の採鉱関係の投資額を上表に従って試算した。ロシア製機械類の価格は、西側製機械の半値として見積もった。投資金額の年次展開を表77に示す。

表 72 ロータリードリル更新計画表 (WITHOUT)

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
1	1986	250mm	○		※		○		※		○		※		○		※	
2	1987	250mm		○		※		○		※		○		※		○		※
3	1988	250mm		○		※		○		※		○		※		○		※
4	1988	250mm		○		※		○		※		○		※		○		※
5	1989	250mm		○		※		○		※		○		※		○		※

註) ○：同機種を更新、※：オーバーホール

表 73 パワーショベル更新計画表 (WITHOUT)

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
1	1978	8m3		○				※				○					※	
2	1978	8m3		○				※				○					※	
3	1981	8m3		○				※				○					※	
4	1982	8m3		○				※				○					※	
5	1984	8m3				○				※				○				※
6	1989	8m3					○				※				○			
7	1990	8m3						○				※				○		

註) ○：同機種を更新、※：オーバーホール

表 74 モータグレーダ更新計画表 (WITHOUT)

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
1		200PS		○		※	○		※	○		※	○		※	○		※
2		200PS		◎		※	○		※	○		※	○		※	○		※
3		200PS		◎		※	○		※	○		※	○		※	○		※
4		200PS						◎		※	○		※	○		※	○	

註) ○：同機種を更新、◎：同機種を増設、※：オーバーホール

表 75 ダンプトラック更新計画表

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
1	1989	110t	○		※		○		※		○		※		○		※	
2	1989	110t	○		※		○		※		○		※		○		※	
3	1990	110t		○		※		○		※		○		※		○		※
4	1991	110t	※		○		※		○		※		○		※		○	
5	1991	110t	※		○		※		○		※		○		※		○	
6		110t										◎		※		○		※
7		110t											◎		※		○	
8	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
9	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
10	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
11	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
12	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
13	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
14	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
15	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
16	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
17	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
18	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
19	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
20	1989	42t	○		※		○		※		○		※		○		※	
21	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
22	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
23	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
24	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
25	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
26	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
27	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
28	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
29	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
30	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
31	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
32	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
33	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
34	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
35	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
36	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
37	1990	42t		○		※		○		※		○		※		○		※
38	1991	42t	※		○		※		○		※		○		※		○	
39	1991	42t	※		○		※		○		※		○		※		○	
40	1991	42t	※		○		※		○		※		○		※		○	
41	1991	42t	※		○		※		○		※		○		※		○	
42	1992	42t		※		○		※		○		※		○		※		○
43	1992	42t		※		○		※		○		※		○		※		○
44	1992	42t		※		○		※		○		※		○		※		○
45	1992	42t		※		○		※		○		※		○		※		○
46	1992	42t		※		○		※		○		※		○		※		○
47	1992	42t		※		○		※		○		※		○		※		○
48	1992	42t		※		○		※		○		※		○		※		○
49	1992	42t		※		○		※		○		※		○		※		○

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
50		42t						◎		※		○		※		○		※
51		42t						◎		※		○		※		○		※
52		42t									◎		※		○		※	
53		42t									◎		※		○		※	
54		42t									◎		※		○		※	
55		42t										◎		※		○		※
56		42t										◎		※		○		※
57		42t										◎		※		○		※
58		42t											◎		※		○	
59		42t											◎		※		○	
60		42t											◎		※		○	
61		42t												◎		※		○
62		42t												◎		※		○
63		42t												◎		※		○
64		42t													◎		※	
65		42t													◎		※	
66		42t													◎		※	
67		42t														◎		※

註) ○ : 同機種を更新、◎ : 同機種を増設、※ : オーバーホール

表 76 ブルドーザ更新計画表

Machine	Purchased	Type	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
1	1987	330PS		○			※		○			※		○			※	
2	1988	330PS			○		※		○			※		○			※	
3	1988	330PS			○		※		○			※		○			※	
4	1989	330PS			○		※		○			※		○			※	
5	1989	330PS			○		※		○			※		○			※	
6	1989	330PS			○		※		○			※		○			※	
7	1989	330PS			○		※		○			※		○			※	
8	1989	330PS			○		※		○			※		○			※	
9	1990	330PS	※		○		※		○			※		○			※	
10	1990	330PS	※		○		※		○			※		○			※	
11	1991	330PS		※		○		※		○			※		○			
12	1991	330PS		※		○		※		○			※		○			
13	1992	330PS			※		○		※		○			※		○		
14	1992	330PS			※		○		※		○			※		○		
15	1992	330PS			※		○		※		○			※		○		
16		330PS									◎			※		○		
17		330PS										◎		※		○		
18		330PS											◎		※		○	
19		330PS												◎		※		
20		330PS													◎		※	
21		330PS														◎		

註) ○ : 同機種を更新、◎ : 同機種を増設、※ : オーバーホール

表 77 採鉱部門 設備投資額 (WITHOUT PROJECT)

(単位: US\$1000)

摘要	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	合計
ロータリードリル	2,638	201	791	670	2,638	201	791	670	2,638	201	791	670	2,638	201	791	16,532
新規購入	2,638			670	2,638		791	670	2,638			670	2,638			12,562
オールド-ホール		201	791			201	791			201	791			201	791	3,970
パワーションヨベル	10,922		2,731	2,731	6,008		819	819	11,741		2,731	2,731	6,008		819	48,060
新規購入	10,922		2,731	2,731	2,731				10,922		2,731	2,731	2,731			38,230
オールド-ホール					3,277		819	819	819		0	0	3,277		819	9,830
ブルドーザー	326	2,015	407	672	550	326	2,015	611	875	754	590	2,279	875	936	815	14,046
新規購入	204	1,832	407	611		204	1,832	611	814	204	407	2,035	814	814	204	10,993
オールド-ホール	122	183		61	550	122	183		61	550	183	244	61	122	611	3,053
モーターグレーダー	483		145	483	161	145	531	161	145	531	161	145	531	161	145	3,928
新規購入	483			483	161		483	161		483	161		483	161		3,059
オールド-ホール			145			145	48		145	48		145	48		145	869
ダンプトラック	7,997	4,402	7,292	6,519	7,862	4,402	4,805	7,527	9,542	6,385	6,317	9,039	10,181	6,687	6,418	105,375
新規購入	6,384	2,688	5,376	5,712	7,056	2,688	2,688	6,720	8,736	4,368	3,696	7,728	9,072	4,368	3,696	80,976
オールド-ホール	1,613	1,714	1,916	807	806	1,714	2,117	807	806	2,017	2,621	1,311	1,109	2,319	2,722	24,399
経済費用 合計	22,366	6,618	11,366	11,075	17,218	5,074	8,962	9,788	24,941	7,871	10,591	14,864	20,233	7,985	8,988	187,942
内訳 外貨	22,007	6,512	11,184	10,897	16,941	4,992	8,818	9,631	24,541	7,744	10,420	14,625	19,908	7,857	8,844	184,922
内訳 内貨	359	106	182	178	277	82	144	157	401	126	170	239	325	128	144	3,020
輸入税・販売税																0
財務費用 合計	22,366	6,618	11,366	11,075	17,218	5,074	8,962	9,788	24,941	7,871	10,591	14,864	20,233	7,985	8,988	187,942
内訳 外貨	22,007	6,512	11,184	10,897	16,941	4,992	8,818	9,631	24,541	7,744	10,420	14,625	19,908	7,857	8,844	184,922
内訳 内貨	359	106	182	178	277	82	144	157	401	126	170	239	325	128	144	3,020

5-4 選鉱

5-4-1 生産工程・生産管理

(1) 選鉱処理（精鉱量）

① 操業計画

表52、53に2008年までの生産計画案を示す。表52は分離浮選の場合、表53はバルク浮選の場合を示す。本計画案は下記に示す条件を基本として作成した。

- エルデネット鉱山が作成した1993年の予算を基に、1994年産出銅金属量を年間120,000トンと想定し、以後この量を生産量の基準として2008年まで維持する。
- 選鉱採収率及び銅精鉱品位はエルデネット鉱山選鉱課の長期計画、世界の斑岩銅鉱（ポーフイリーカッパー）処理実績等に日本側で実施した鉱物研究、選鉱試験結果の解析結果を加味して推定した。
- 一般に、バルク浮選精鉱を最終製品とする場合、分離浮選を実施する場合に比較して銅の採収率が上る。表53では、銅の採収率が2.5%増に成ると仮定して試算した。

(2) 生産工程

銅金属量120千トン／年を確保するためには、2008年時点で30百万トン／年の原鉱を処理する必要がある。

従ってエルデネット鉱山で現在計画されている26百万トン／年増産計画を一挙に30百万トン／年計画に変更する。

- 基礎工事中の第6区の処理能力を当初予定の4百万トン／年から5百万トン／年へ早急に設計変更する。
- 第1～第4区は年次毎に逐次5百万トン／年に更新・増強する。
- 第5区に百万トン／年処理設備を追加し合計で5百万トン／年・区にアップする。

以上により第6区が完成した年から下表78に示す増産が可能となる。第1区～第6区増産計画による占有スペースを示す。現在の浮選場建家内で上記拡張が十分可能である。

表78 改善・拡張計画

Year	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Capacity	21,000	22,000	23,000	24,000	25,000	30,000

1993年及び1994年において計画策定、一部機材の調達、1994年は機材調達及び工事を行ない1995年から百万トン／年づつ増産する。

図54に30百万トン／年に選鉱場を拡張する場合の占有スペースの概念図を示す。

(3) 診断調査に基く提案

① 鉱物研究結果

鉱物研究の結果、砒素鉱物は砒四面銅鉱が主体で選鉱工程上銅と砒素の分離が困難である事が判った。一方上記砒素鉱物は掘場に於て偏在する事も判明し、掘場での選別採掘の可能性を示した。

② 選鉱試験結果

選鉱試験の結果は、銅精鉱品位、採取率ともに現在処理している二次富化帯鉱の場合より将来処理する事になる初生帯鉱の場合の方が悪くなる傾向を示している。

この低下の傾向は、バルク浮選のラハーで使用する補収剤及び起泡剤を変え、クリーニング段階で分散剤を適量使用する事で改善できる可能性がある。

また並行してモリブデン鉱／銅鉱分離浮選に於て、加熱処理の替りに水硫化ソーダ弱酸性回路を使った温水浮選で採取率低下を防止出来るが、二次富化帯鉱を処理する場合の成績までは戻らないことが予想される。

即ち銅採取率は C_p/C_c 比が50%を越える1995年頃をピークに2005年まで漸減し、鉱質が初生帯鉱主体となった同年以後成績は安定する。

表52、53はこれ等の改善策を取った場合の推定計算に基づく。

エルデネット鉱山に於て、上記日本側で実施した研究結果の確認試験が実施される事を希望する。

③ 長期的展望に立って行なう方策

－掘場選別採掘の薦め

偏在する砒素（砒四面銅鉱）を分離採掘するため、掘場に於ける砒素の立体的賦存状態の調査を行ない、掘場で選択的採掘の指標とする。

－毎年末に約1ヶ月実施している酸化鉱の浮選処理を中止し、ストックパイルして別途検討中のSX-EW用原鉱とする。

－堆積場に於て、現在計画中の第8築堤の設計、第2堆積場建設予定地の検討を開始する。

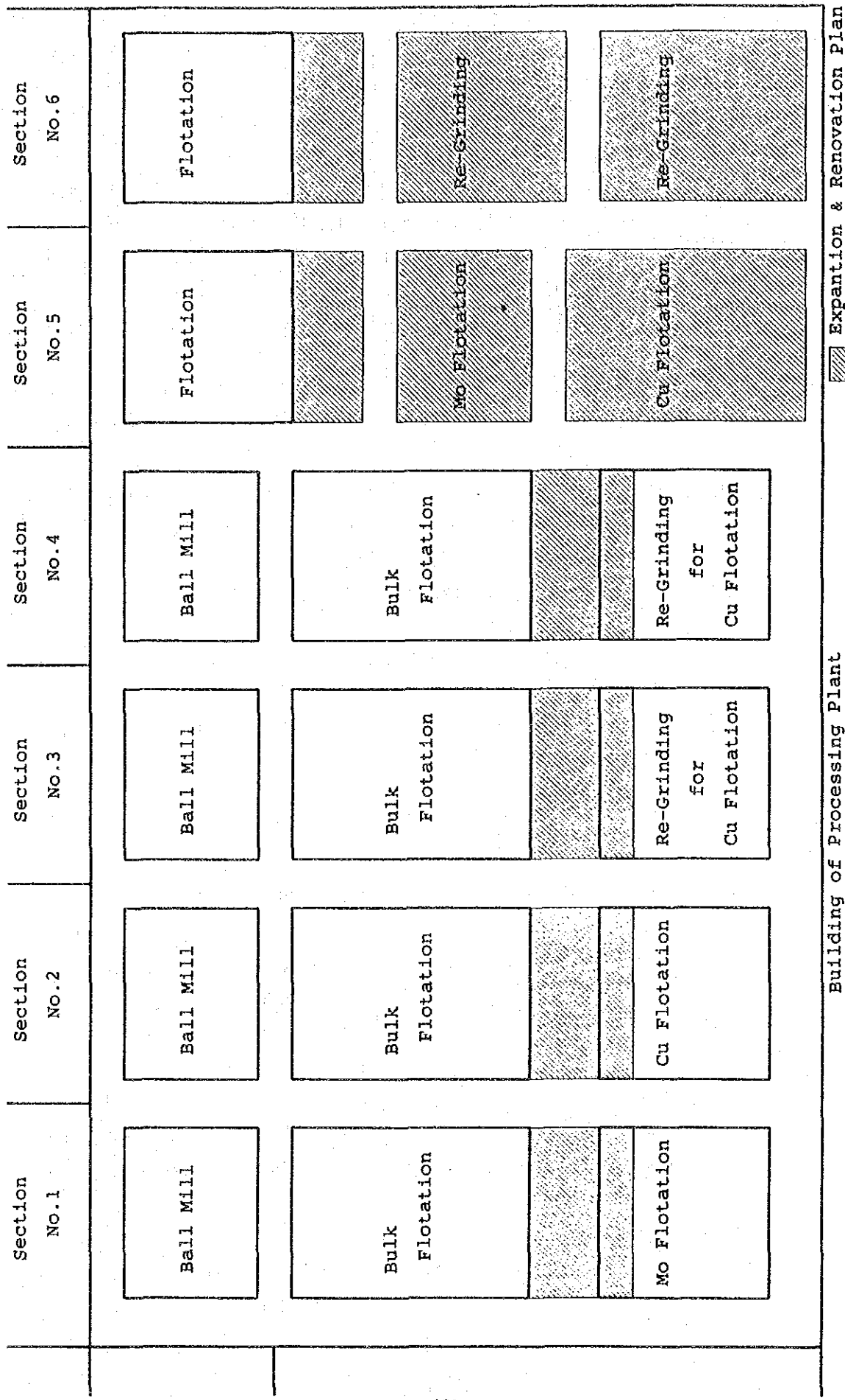
－操業人員の見直しと配置転換を行い、直接操業人員の再配置を検討する。

④ 早急に実行すべきこと

－適正な選鉱剤を選定する為の選鉱試験を開始する。

－本調査団の提案する選鉱剤・選鉱方法の試用を検討する。

MIBC-4401A, AF77A-3418A, 分散剤(CMC), NaHS酸性回路温水浮選, バルク浮選, これらの採用により銅精鉱中の銅の採取率が少くとも2～3%は向



Building of Processing Plant

図 54 拡張計画スペース

上すると考えられ、また銅精鉱品位もエルデネット側で予測している2008年の銅品位の21%まで低下させずに済む可能性が高い。

バルク精鉱を最終精鉱とする場合は、下記に示す利害得失が考えられる。

- ・銅の採収率が数%向上する。(試算では約3%)
- ・モリブデン鉱/銅鉱の分離系統が不要となり設備費(蒸気加熱処理設備、分離浮選設備)、操業費(蒸気加熱費、分離浮選の為の電力費、分離浮選の為の選鉱剤、同左設備の補修費等)が大巾に削減される(図55、56参照)。
- ・浮選系統が簡略化され、操業の安定確保と自動コントロール化がより容易になる。
- ・バルク精鉱は銅精鉱として扱われるが、銅精鉱のMo品位がMoを分離した場合より高くなり(試算では約0.2%アップ)、製錬場渡し上不利となる恐れがある。
- ・銅精鉱量は増加するがモリブデン精鉱が無くなる分売上げが減少するため、バルク精鉱方式を採用するためには売上げ/コスト試算が必要である。

- 30百万トン/年体勢移行への計画を再検討する。

表52、53、図54の実現可能性を検討し、早期に着手する。

- 老朽化した設備の更新と新鋭設備の導入等の計画を行う。

図57、58に30百万トン/年体勢の為に更新・増強が必要な諸設備及び投資計画を示す。

設備の更新、増強には下記に示す最新鋭の大型設備の導入を検討する必要がある。

- ・SAG(半自生粉砕)ミル
- ・大型浮選機(50~80m²/Cell)
- ・加圧型セラミックフィルター
- ・摩鉱、浮選の自動化(フィードバックあるいはフィードフォワードまで可能な)システム

ミルについては現在AG(自生粉砕)ミルを使用しているが、残念ながら設計値(目標値)を達成していない(4,500t/年/5,000t/年)。

SAG(半自生粉砕)ミル化の計画があると聞いているが、SAGミル化を是非とも検討すべきと考える。

精鉱脱水用のフィルターは現在吸気型のセラミックフィルターをテスト中だが、目標の精鉱成分10%以下にもう一息の所まで達成している。加圧型を採用すれば10%以下は間違いなく達成され、乾燥用のキルンを省略できると考える。

- 試験研究設備を充実させる

今回の近代化計画の基本方針の一つは1990年の生産銅金属量を今後15年間ほぼ同じ水準で維持するため、採鉱・選鉱部門で増採掘、増処理を実施することにある。

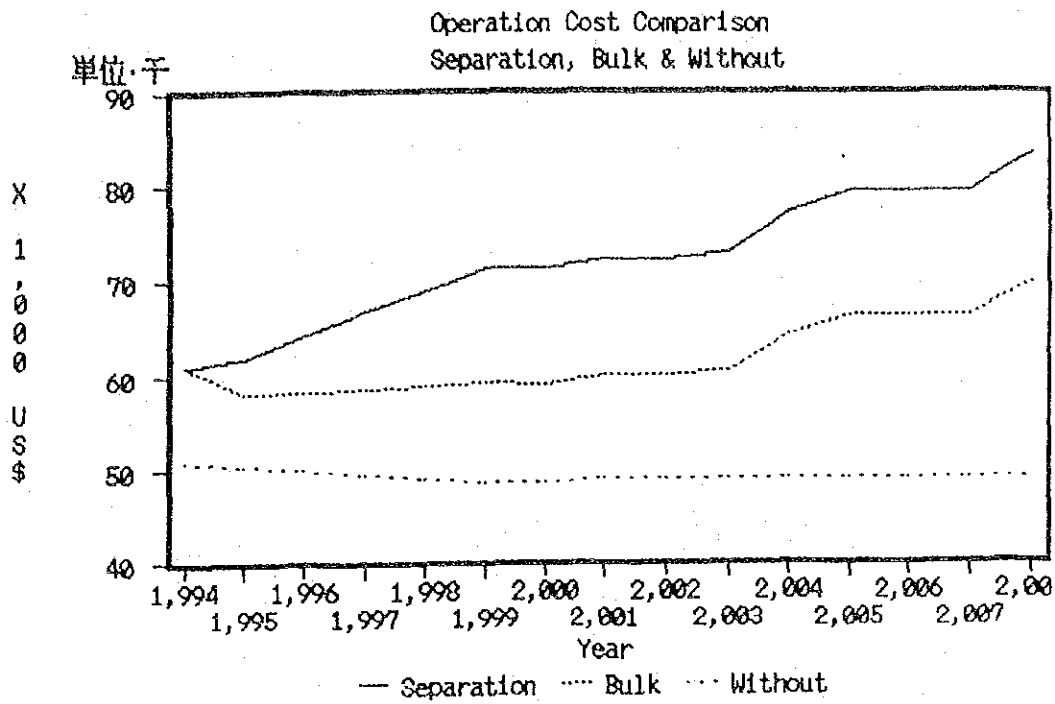


図 55 操業コスト比較
(分離 / バルク / 現状維持)

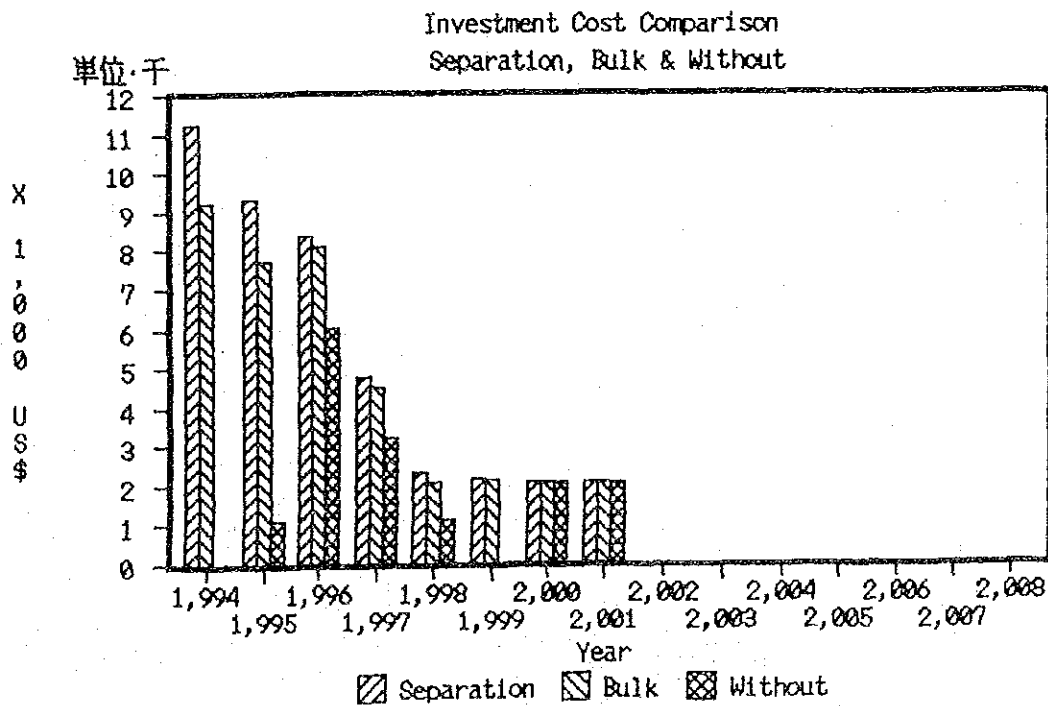


図 56 設備投資比較
(分離 / バルク / 現状維持)

図 57 拡張・改修計画 (分離精製生乳法)
(モンゴル国エルドネツトウル)

No.	項目	仕様	数量	年度計画															
				1,993	1,994	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008
1	破砕設備 (1) No.1 更新	φ3,600/380	2																
2	繰出設備 (1) No.6 系統用 AC 機	φ9,000X3,000	2																
	(2) AC 機 用用水設備	φ5,500X6,500	2																
	(3) No.1~4 更新	φ5,500X6,500	8																
3	浮選設備 (1) No.6 系統浮選設備	ハ M7 浮選 20' x 38' m3 70' x 16' m3 分選浮選 10 m3	7 15 8 40																
	(2) No.1~4 系統更新	ハ M7 50 m3 7X4 50 m3 12X4 16 m3 8X4 分選浮選 10 m3 40X4	28 48 32 160																
	(3) No.5 系統拡張	ハ M7 浮選 50 m3 70' x 16' m3 分選浮選 10 m3	2 4 2 12																
4	脱水・乾燥設備 (1) 乾燥機	45 m2 Press Type	5																
	(2) 乾燥機 増強																		
	(3) 精製用 ケン	10 t C/F Balance	2																
5	廃さい処理 (1) 乾燥機	110 m3/min. 3,000 kW	3																
	(2) 廃さい機 No.8 拡張	9 m	1																
6	用排水処理設備 (1) 繰出設備	70 m3/min. 900 kW	1																
	(2) 用排水返用 No.3 更新	φ1,000X6,400m	1																
7	その他 (1) 試薬貯蔵庫		1																
	(2) 石灰投入設備		1																
	(3) 石灰貯蔵庫		1																
	(4) 研究設備	EPMA, XRD, FIS etc.	1																

図 58 拡張・改修計画 (ノバルク精鉱生産法)
(モンゴルのエルデネツト鉱山)

No.	項目分類	仕様	数量	年間計画														
				1,993	1,994	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007
1	機修設備																	
(1)	ポンプの更新	φ3,800/380	2															
2	機修設備																	
(1)	No.5 系統用 AC 機	φ9,000X3,000	2															
(2)	AC 機 用用水設備	φ5,500X5,500	2															
(3)	No.1~4 機 更新	φ5,500X5,500	8															
3	浮選設備																	
(1)	No. 6 系統浮選設備	浮選機 50 m ³ ハンター 38 m ³ PP-1 16 m ³ 10 m ³	7 15 8															
(2)	No.1~4 系統更新	浮選機 50 m ³ 7X4 ハンター 50 m ³ 12X4 PP-1 16 m ³ 12X4 10 m ³ 40X4	28 48 32															
(3)	No.5 系統拡張	浮選機 50 m ³ ハンター 50 m ³ PP-1 16 m ³ 10 m ³	2 4 2															
4	脱水・乾燥設備																	
(1)	プレス機	45 m ² Press Type	5															
(2)	ローラー 増強																	
(3)	精量用 クラウ	10 t C/W Balance	2															
5	脱さい処理																	
(1)	750-キ 増強	110 m ³ /min, 15- kW	3															
(2)	脱さい機 No.8 架設	9 m	1															
6	用排水設備																	
(1)	機修設備	70 m ³ /min, 15- kW	1															
(2)	用排水機 No.3 の 17'	φ1,000X5,400m	1															
7	その他																	
(1)	試薬貯蔵庫		1															
(2)	石灰投入設備		1															
(3)	石灰貯蔵庫		1															
(4)	研究設備	EPMA,XRD,FIS etc.	1															

今後15年間に採掘対象鉱石はこれまでの二次富化帯鉱から低品位初生帯鉱が中心となる。この鉱質の変化に先立ち、研究部門は新しい選鉱処理条件を予め確立させておくことが必要である。また、増採掘に伴い採掘前の定常的に行われる鉱物試験件数は最大1.5倍に増加するものと予想される。つまり、近代化計画を円滑に遂行させるためには、容易に試験の実施が出来る態勢を整備しておくことが肝要である。そのためには、鉱物試験の中で現在多くの時間と労力を投入している鉱物組成解析の分野に最新の設備を整えることが必要である。もちろん試験前処理関係の装置、機材についても早い時期に更新、新規導入が望まれる。

試験研究に用いる設備の投資は生産に直接関与する効果を数量化する事は困難である。しかしながら、試験研究成果である各種データを利用することで本近代化計画は実行のリスクを減らすとともに時間短縮を計ることが出来る。本近代化に伴う投資額全体の1%程度は試験研究の必要経費に当ててもおかしくはない。

現在鉱物研究設備は、西側の研究所に比べ貧弱である。新鋭の画像処理装置やEPMA (SEM+EDX) 設備などを充実させる必要がある。

また、従来法の研究には比較的充実していると思われる選鉱研究設備についても、今後必要となる先進技術の研究設備、たとえばSX-EW技術研究設備等の導入を検討することをすすめる。

一 西側情報を入手するルートを作る

世界の情報網と直接リンクさせるための電話及びFAX回線を充実させる。コンピューター回線を利用した日・欧・米の文献検索システムの導入等は技術革新と向上の為には不可欠である。

5-4-2 近代化に要する投資額

(1) 近代化のための設備投資

分離浮選の場合とバルク浮選の場合の設備投資額をそれぞれ表79、表80に示す。また、それぞれのケースの操業費を表81、82に示す。設備投資額は分離浮選の場合、財務費用45百万ドル、経済費用41百万ドル、バルク浮選では財務費用40百万ドル、経済費用37百万ドルとなる。

尚、試験研究関係の機械・設備の更新、新規導入については設備の老朽化の顕著な鉱物研究部門について検討した。

現在のエルデネット鉱山における鉱物研究の役割および今後予定される採鉱・選鉱部門の増産、増処理に対応した研究テーマを遂行するために必要な設備を計画し、投資額は600千ドル（経済費用）となる。

[内 訳]

ア. 鉱物組成に係る設備	-----	小計	545千ドル
名 称		数量	価格 (U S \$)
・ポイントカウンター		1台	10
・鉱石顕微鏡 (反射光)		1台	10
・画像解析装置 + カラー-CCDカメラ		1組	75
・分析電子顕微鏡 (SEM+EDX)		1台	420
・Franlz磁力分離機		1台	30
イ. 試験前処理に係る設備	-----	小計	55千ドル
名 称		数量	価格 (U S \$)
・岩石用カッター		1組	10
・研磨/琢磨機 (自動型)		2台	16
・研磨剤及び樹脂他		1式	4
・薄片作成装置 (Discoplan)		1台	25

(2) 近代化を行わない場合

近代化計画を実施しない場合に要する設備投資額および操業費は表83および表84に示すように見積もった。

表 79 選鉱部門 設備投資額 (銅・モリブデン分離生産)

(単位: US\$1000)

摘 要	1,994	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	合 計
破砕工程	外貨		2,515	1,006												3,521
	内貨		485	194												679
磨鉱工程	外貨				740	1,534	1,761	1,761								5,795
	内貨				260	436	339	339								1,374
浮選工程	外貨	4,813	4,128	814	814	174										11,556
	内貨	1,287	1,172	286	286	46										3,363
濾過・乾燥工程	外貨	1,948	1,843	838	529											5,158
	内貨	552	438	162	102											1,253
廃水処理工程	外貨			1,316	535											1,850
	内貨			614	405											1,019
繰り返し水設備	外貨	1,286	395	641	430											2,752
	内貨	344	105	359	241											1,049
その他	外貨	491	397	89												977
	内貨	263	618	11												892
経済費用 合計		10,985	9,095	8,130	4,540	2,100	2,100	2,100	2,100							41,240
	外貨	8,539	6,761	6,213	3,312	1,554	1,707	1,761	1,761							31,608
輸入税・販売税	内貨	2,446	2,334	1,917	1,228	546	339	339	339							9,632
	内貨	2,135	1,690													3,825
財務費用 合計		13,120	10,785	8,130	4,540	2,100	2,100	2,100	2,100							45,065
	外貨	8,539	6,761	6,213	3,312	1,554	1,707	1,761	1,761							31,608
	内貨	4,581	4,024	1,917	1,228	546	339	339	339							13,457

表 8.0 選鉱部門 設備投資額 (バルク生産)

(単位: US\$1,000)

摘要	1,994	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	合計
破砕工程	外貨		2,515	1,006												3,521
	内貨		485	194												679
磨鉱工程	外貨					740	1,761	1,761								5,795
	内貨					260	339	339								1,374
浮選工程	外貨	3,278	2,875	619	619	619										8,130
	内貨	876	821	218	218	218										2,383
濾過・乾燥工程	外貨	1,948	1,843	838	529											5,158
	内貨	582	438	162	102											1,253
廃水処理工程	外貨			1,316	535											1,850
	内貨			614	405											1,019
繰り返し水設備	外貨	1,286	395	641	430											2,752
	内貨	344	105	359	241											1,049
その他	外貨	491	397	89												977
	内貨	263	618	11												892
経済費用 合計	外貨	9,038	7,492	7,867	4,277	1,837	2,100	2,100								36,831
	内貨	7,003	5,509	6,018	3,117	1,359	1,761	1,761								28,180
輸入税・販売税	内貨	1,751	1,377													3,128
	合計	10,789	8,869	7,867	4,277	1,837	2,100	2,100								39,959
財務費用 合計	外貨	7,003	5,509	6,018	3,117	1,359	1,761	1,761								28,180
	内貨	3,786	3,360	1,849	1,160	478	339	339								11,779

表 81 選鉱操業コスト計画 (分離精鉱法生産法)

No.	項目分類	年間計画												合計		
		1,994	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005		2,006	2,007
	通貨分類	1,994	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008
	処理量	20,500	21,000	22,000	23,000	24,000	25,000	24,839	25,213	25,212	25,444	27,011	27,894	27,893	27,894	29,242
2	操業費															
(1)	電力費	24,005	24,412	25,404	26,404	27,412	28,419	28,231	28,689	28,688	28,939	30,774	31,703	31,702	31,703	33,387
	・送電系統	1,027	1,052	1,102	1,152	1,202	1,252	1,244	1,263	1,263	1,275	1,353	1,393	1,393	1,393	1,455
	・浮選系統	12,445	12,749	13,358	13,963	14,570	15,177	15,079	15,306	15,306	15,446	16,398	16,879	16,878	16,879	17,752
	・脱水・乾燥系統	6,701	6,791	6,865	7,028	7,191	7,355	7,302	7,425	7,424	7,500	8,012	8,272	8,271	8,272	8,742
	・試薬調製系統	311	304	304	311	327	342	339	345	345	348	372	384	384	384	406
	・No. 5 系統	36	37	39	41	42	44	44	45	45	45	48	49	49	49	52
		3,485	3,570	3,740	3,909	4,079	4,249	4,222	4,286	4,285	4,325	4,591	4,725	4,725	4,726	4,970
(2)	蒸気	3,448	3,532	3,700	3,868	4,036	4,204	4,177	4,240	4,240	4,279	4,543	4,676	4,676	4,676	4,818
(3)	・燃料 (75%以上, 30等)	1,312	1,344	1,408	1,472	1,536	1,600	1,590	1,614	1,614	1,629	1,729	1,780	1,780	1,780	1,872
(4)	・水 (2用)	7,035	7,208	7,550	7,893	8,236	8,579	8,524	8,652	8,652	8,791	9,269	9,541	9,541	9,541	10,035
(5)	・試薬用油	84	96	100	105	110	114	113	115	115	116	123	127	127	127	133
(6)	・選鉱試薬	6,773	6,939	7,269	7,599	7,930	8,260	8,207	8,331	8,330	8,407	8,925	9,187	9,186	9,187	9,662
(7)	・新水供給	4,496	4,695	4,825	5,044	5,263	5,482	5,447	5,529	5,529	5,590	5,923	6,097	6,097	6,097	6,413
	・給排水	2,142	2,194	2,299	2,403	2,508	2,612	2,596	2,695	2,695	2,659	2,823	2,905	2,905	2,905	3,056
	・給電	2,353	2,411	2,526	2,640	2,755	2,870	2,851	2,894	2,894	2,921	3,101	3,192	3,192	3,192	3,357
(8)	・燃料	444	412	390	368	347	325	321	328	328	331	351	361	361	361	380
(9)	・機械部品	615	615	630	645	660	675	670	681	681	687	729	751	751	751	790
(10)	・設備費	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,891	1,991
(11)	・労務費	1,824	1,801	1,801	1,801	1,801	1,801	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161
	・労働者	234	231	231	231	231	231	277	277	277	277	277	277	277	277	277
		1,570	1,550	1,550	1,550	1,550	1,550	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861
(12)	・雑費	7	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	・雑益夫	14	13	13	13	13	13	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	・その他	8,604	9,604	9,838	10,072	10,307	10,541	10,465	10,630	10,630	10,728	11,389	11,723	11,723	11,723	12,329
	操業コスト合計	61,041	61,957	64,306	66,683	69,028	71,393	71,299	72,341	72,339	72,979	77,308	79,498	79,496	79,498	83,470
	(トン当りコスト)	2.98	2.95	2.92	2.90	2.88	2.86	2.87	2.87	2.87	2.87	2.85	2.86	2.86	2.86	2.85

XI,000 US\$

表 8.2 選鉱設備投資 (パルック精鉱生産法)

No.	項目分類	年 間 計 画																合 計
		1,994	1,995	1,996	1,997	1,998	1,998	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008		
	通貨分類	1,994	1,995	1,996	1,997	1,998	1,998	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008		
	処理量 X1,000t/a	20,500	21,000	22,000	23,000	24,000	25,000	24,833	25,213	25,512	25,444	27,011	27,804	27,803	27,804	29,242		
2	採炭費	24,005	22,201	22,573	23,251	23,922	24,593	24,422	24,819	24,818	25,065	25,729	27,571	27,570	27,571	29,098	378,308	
(1)	動力費	1,027	1,052	1,102	1,152	1,202	1,252	1,244	1,263	1,263	1,275	1,353	1,333	1,333	1,333	1,465	18,829	
	破碎系統	12,445	12,749	13,358	13,863	14,370	15,177	15,306	15,306	15,306	15,446	16,398	16,879	16,878	16,879	17,752	228,182	
	浮選系統	6,701	4,757	4,674	4,785	4,897	5,008	4,972	5,055	5,055	5,107	5,456	5,632	5,632	5,632	5,952	79,315	
	脱水乾燥系統	311	311	311	222	228	233	231	235	235	237	253	262	262	262	277	3,870	
	試薬準備系統	36	34	33	32	31	30	30	30	30	31	34	35	35	35	38	495	
	No. 5 系統	3,485	3,288	3,197	3,086	2,995	2,893	2,866	2,930	2,929	2,969	3,235	3,370	3,370	3,370	3,614	47,618	
(2)	煤炭	3,448	2,691	2,018	1,345	673	1,600	1,590	1,614	1,614	1,629	1,729	1,780	1,780	1,780	1,872	10,174	
(3)	分付 (クランパー、シヤ等)	1,312	1,344	1,408	1,472	1,536	1,600	1,590	1,614	1,614	1,629	1,729	1,780	1,780	1,780	1,872	24,058	
(4)	ホー (沙用)	7,035	7,206	7,550	7,893	8,236	8,579	8,524	8,652	8,652	8,731	9,268	9,541	9,541	9,541	10,035	128,985	
(5)	試薬用油	94	96	100	105	110	114	113	115	115	116	123	127	127	127	135	1,715	
(6)	選鉱試薬	6,773	6,411	6,215	6,018	5,821	5,624	5,571	5,695	5,684	5,771	6,288	6,551	6,551	6,551	7,028	92,562	
(7)	選鉱試薬	4,486	4,255	4,125	3,994	3,864	3,733	3,698	3,780	3,779	3,830	4,174	4,348	4,348	4,348	4,663	61,434	
	新水	2,142	2,028	1,966	1,903	1,841	1,778	1,762	1,801	1,801	1,825	1,988	2,072	2,072	2,072	2,222	28,274	
	給排水	2,353	2,228	2,159	2,091	2,023	1,954	1,936	1,979	1,978	2,005	2,185	2,276	2,276	2,276	2,441	32,160	
(8)	燃料	444	412	390	368	347	325	321	328	328	331	351	351	351	361	380	5,408	
(9)	機械部品	615	615	630	645	660	675	670	681	681	687	728	751	751	751	790	10,332	
(10)	減価償却	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	20,868	
(11)	労務費	1,824	1,801	1,801	1,801	1,801	1,801	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161	2,161	30,281	
	労務	234	231	231	231	231	231	277	277	277	277	277	277	277	277	277	3,880	
	労働者	1,570	1,550	1,550	1,550	1,550	1,550	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861	1,861	26,062	
(12)	その他	9,604	9,629	9,889	10,149	10,409	10,669	10,473	10,631	10,630	10,728	11,389	11,723	11,723	11,723	12,329	181,697	
	煤炭コスト合計	61,041	58,054	58,191	58,433	58,769	59,105	58,935	59,866	59,864	60,440	64,334	65,305	65,302	65,305	69,879	925,822	
	(トン当りコスト)	2.98	2.76	2.65	2.54	2.45	2.38	2.37	2.37	2.37	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.39	2.48	

X1,000 US\$

表 8.3 選鉱部門 設備投資額 (WITHOUT PROJECT)

(単位: US\$1000)

摘 要	1,994	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	合 計
破砕工程	外貨		2,515	1,006												3,521
	内貨		485	194												679
選鉱工程	外貨						1,761	1,761								3,521
	内貨						339	339								678
浮選工程	外貨		814	814	814											3,256
	内貨		286	286	286											1,144
濾過・乾燥工程	外貨															
	内貨															
廃水処理工程	外貨		1,316	535												1,850
	内貨		614	405												1,019
繰り返し水設備	外貨															
	内貨															
その他	外貨															
	内貨															
経済費用 合計		1,100	6,030	3,240	1,100	2,100	2,100	2,100								15,670
外貨		814	4,645	2,354	814	1,761	1,761	1,761								12,149
	内貨	286	1,385	886	286	339	339	339								3,521
輸入税・販売税																
財務費用 合計		1,100	6,030	3,240	1,100	2,100	2,100	2,100								15,670
	外貨	814	4,645	2,354	814	1,761	1,761	1,761								12,149
内貨	286	1,385	886	286	339	339	339								3,521	

表 8.4 選鉱操業コスト見込み (Without)

No.	項目	処理費 M,000\$/A	Annual Plan												Total		
			1,894	1,895	1,896	1,897	1,898	1,899	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005		2,006	2,007
2	採薬費		19,907	19,728	19,550	19,378	19,215	19,052	19,052	19,052	19,052	19,052	19,052	19,052	19,052	19,052	288,284
	(1) 圧力費		852	852	852	852	852	852	852	852	852	852	852	852	852	852	12,774
	・破砕系統		10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	10,320	154,804
	・摩砕系統		5,557	5,334	5,230	5,067	4,903	4,740	4,740	4,740	4,740	4,740	4,740	4,740	4,740	4,740	73,549
	・脱水・乾燥系統		258	243	228	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	3,372
	・試薬準備系統		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	451
	・No. 5 系統		2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	2,890	43,344
	(2) 蒸気		2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	2,859	42,884
	(3) 圧力 (クランパー、シ等)		1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	16,322
	(4) 水 (浄用)		5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	5,834	87,506
	(5) 試薬用油		78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	1,164
	(6) 潤滑油		5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	5,617	84,255
	(7) 用水供給		3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	3,728	55,921
	・新水		1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	1,776	26,647
	・緑藻水		1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	1,952	29,274
	(8) 煙田		368	325	282	238	195	152	109	66	22	21	21	21	21	21	3,479
	(9) 機械部品		510	495	480	465	450	435	420	405	390	375	360	345	330	315	6,943
	(10) 設備償却		1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391	20,868
	(11) 労務費		1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	22,692
	・技師		194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	2,907
	・労働者		1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	1,302	19,785
	(12) その他		7,864	7,730	7,496	7,261	7,027	6,793	6,559	6,325	6,091	5,857	5,623	5,389	5,155	4,921	108,406
	採薬コスト合計		50,857	50,385	49,914	49,451	48,985	48,533	48,093	47,653	47,213	46,773	46,333	45,893	45,453	45,013	738,732
	(トン当りコスト)		2.99	2.96	2.94	2.91	2.88	2.86	2.85	2.84	2.83	2.82	2.81	2.80	2.79	2.78	2.90

5-5 ワークショップの近代化

前述のとおり調査と診断の結果、種々提案すべき点があったが、その中からエルデネット鉱山に採用が可能で、効果的（将来的な効果も含め）と判断されるものを選び、近代化の提案をする。

5-5-1 鑄造工場

(1) 増産対策としての新技術（VRH法）の導入

（仕様詳細及び投資金額は 5-5-3項参照）

エルデネット鉱山における増産計画を前提とした場合に、鑄造工場でも前述の増産比率で鑄造能力を増加せねばならないと考える。1993年の現鑄造工場の実生産能力を 5,800トン/年と考えた場合、それぞれ5年後には 6,800トン/年（17%UP）、10年後は 7,200トン/年（24%UP）、15年後は 8,100トン/年（43%UP）の実生産能力とすべきである。そこで、この増産には現工場で使用しているCO₂プロセスに、真空圧を使ったすぐれた新プロセス「VRH（Vacuum Replacement Hardening の略）」法を採用した設備の設置を提案する。以下VRHの導入計画は以下の通り。

①プロセスの特徴：従来のCO₂プロセスに真空圧を加えて従来よりもCO₂ガス及び水ガラスの使用量を大巾に削減して生産コストを下げる事が出来る新プロセスである。

②生産能力

15年後でも必要生産量は 8,100トン/年であるが、外販の余裕を見て生産量は下記とする

・最大能力：10,000トン/年

（年間可能操業時間）

$$8\text{hr/shift} \times 2\text{shifts/day} \times 24\text{day/month} \times 12\text{month} = 4,650\text{ hr}$$

（年間稼働時間）

$$4,650\text{hr} \times 0.90\text{ (稼働率)} = 4,200\text{ hr}$$

（1時間生産能力）1タイムサイクルに平均230kg(230kg/cycle)として

$$1\text{hr} \times 60\text{min/hr} \div 5.8\text{min/cycle} \times 230\text{kg/cycle} = 2,380\text{ kg}$$

$$\therefore \text{最大能力は } 4,200\text{hr/yr} \times 2,380\text{kg/hr} \div 1,000\text{kg/ton} = 10,000\text{トン/年}$$

③採用によるメリット

- ・CO₂ガス使用量の大幅削減（従来の1/6～1/20の使用量に減）
- ・水ガラス使用量の大幅削減（従来の1/2～1/3の使用量に減）
- ・硬化時間の短縮（従来の1/60～1/80の時間）
- ・不良品の削減（キャストモールドの強度と精度アップによる）
- ・生産コスト削減（前述の総合効果による）
- ・型の崩壊性が良くなるので作業時間を短縮できる。
- ・特殊再生機を使用すれば砂の再利用はほぼ100%可能。

(2) 現状の生産能力維持対策（仕様詳細及び投資金額は 5-5-3項参照）

現状の生産能力を維持するために下記の設備を更新する必要がある。

①造形機の更新

既設の小型 2 set、大型 2 set を新型のものに更新することによって、稼働率の向上と造形の精度アップによる歩留り向上を計る。

②シェイクアウトマシンの更新

現状の能力は積載荷重 3 トンであるにもかかわらず、荷重オーバーの 5 トンももの荷重を積載しているため故障が多く、生産量を下げる大きな原因にもなっている。これの更新によって故障の防止と稼働率の向上、砂の除去の確実化と処理時間の短縮を計る。

③ショットプラスト機の増設

現在必要としている一個の最大積載荷重は 6 トンである。実際には、現設備の積載可能能力は 1.6 トンと能力不足であるので、必要能力に合致する設備を新設する。よって処理時間の短縮と稼働率向上をはかる。

④作業環境の改善

工場内での粉塵発生がひどく作業環境が悪い。これを防止するために、それぞれ粉塵が発生している場所での、集塵を強化するためバグフィルター及びフードなどの集塵装置を設置する

- ・ 鋳物砂の調合、乾燥、混練、運搬場所
- ・ 電気炉の材料溶解時に発生するガスの集塵設備
- ・ スクラップ切断作業中に発生する粉塵除去
- ・ 湯口切断と鋳造品清浄作業場

(3) 品質管理強化（仕様詳細及び投資金額は 5-5-3項参照）

砂の管理と溶解金属の管理は、製品の品質向上のために大切な項目であり、それぞれ下記の装置を導入すべきである。

①砂の管理のため

- ・ 生砂管理用分析装置
- ・ 砂のシリカプログラム

②溶解金属の管理のために

- ・ 金属成分分析計：発光分光分析計で、炉前で短時間で素人でも分析ができるので成分が規格どおりでない場合には、その場で成分を調整することが出来る。同時に投入する原料である金属の分析も上記と同様である
- ・ 溶解金属温度測定器：炉前で溶解中の金属の温度をすばやく正確に測定することが出来るので、その場で温度調節が出来る
- ・ 原材料重量計量器：クレーンのフックと吊り上げられる原材料の間に設置し直接に重量をその場で計量するための秤

(4) 外部からの受注拡大（仕様詳細及び投資金額 5-5-3項参照）

① 鋳造品受注拡大の為の工場拡張工事

第一に生産の安定と品質の向上である。そのためには前述の5-5-1(1), (2), (3)の実行がなされなければならない。現状外部よりの受注量は約 330トン/年であるが、新VRHプロセスを導入すれば5年後には外部への販売可能量は最大約 4,000トン/年までに拡大できる。しかしそのためには工場を拡張（ワン・スパン24m）する必要がある

② アルミダイキャストマシンの導入

対象品は鍋を中心とした家庭用品の製造及び自動車部品の製造

5-5-2 機械工場

(1) 新設備の導入（仕様詳細及び投資金額は 5-5-3項参照）

高度に発展したNC機を導入し、先進諸国の加工機械の技術の実態を知るために又、将来起こりうる外国企業との競争に対応できるようにするために導入すべきである。

① NC化旋盤の購入と研修（1台）

② NC化フライス盤購入と研修（1台）

③ NC化中ぐり盤購入と研修（1台）

(2) 既設設備の省力化のための改造工事

（仕様詳細及び投資金額は 5-5-3項参照）

特殊なセンサーと制御装置を既設大型機械に取り付けることによって、現在のようにそれぞれの機械に、それぞれ作業者を配置することなく、数台（3～4台）を一人の作業者が運転ができるように改造する。対象となる大型機械はターニング盤、中ぐり盤、平面切削盤などである。

① ターニング盤（5台）

② 中ぐり盤（3台）

③ 平面切削盤（2台）

(3) 外販品拡大の為の設備導入（仕様詳細及び投資金額は 5-5-3項参照）

① 民間用自動車部品製造販売

そのために不足している機械の導入

・スプライン加工機（1台）

・ハイポイド歯車加工機（但し、この機械は非常に高価格なため、導入に付いては見合わせた方がよい）

② 一般産業用道工具製造販売

そのために不足している技術の修得のための研修

・熱処理技術の修得

③一般機械部品の製造販売

このために特に不足の機械はない

(4) 現工場で不足している機械の導入（仕様詳細及び投資金額は 5-5-3項参照）

- ①大口径材料の切断機（1台）
- ②精密中ぐり盤（1台）
- ③ボルト・ナット自動製作機（1台）

5-5-3 近代化に要する投資額

ワークショップの近代化のための設備投資額を表85に、また、各設備の仕様及び投資スケジュールを表86に示す。

設備投資額は財務費用で14,767千ドル、経済費用で12,341千ドルとなる。

表 8 6 ワークショップ 設備仕様及び投資スケジュール

投資設備項目 但し、()内は本文内 の関連番号	設備仕様	投資金額 (USドル表示 換算1\$=1.05\$)	投資スケジュール			
			項目	1994年	1995年	1996年
1. V.R.H設備 (5.5.1-(1))	1. 生産能力 : 10,000ton/yr 2. 金型サイズ最大(上,下型夫々):1800W×2200L×800H 3. 平均製品単位重量:230kg/個 4. タイムサイクル : 5.8分/個 5. 真空圧 : 10~30Torr 6. レイアウト図 : 添付資料VIの..... 7. 詳細資料 : " "	1. 設備費 : \$ 2,381,000 2. エンジニアリング費 : \$ 133,000 3. 研修費 : \$ 57,000 4. 据え付け費 : \$ 476,000 5. 運賃 : \$ 238,000 小計 \$ 3,285,000	1. 仕様決定 2. 設計 3. 資機材調達・製作 4. 据付・テスト			
2. 造形機 (5.5.1-(2)-①)	1. 大型機 : 2台 (VT-1520) 1.1 最大積載荷重 : 4,000Kg 1.2 テーブルの寸法: 1.5m×2m 1.3 モーター動力 : 1.2KW×2台 1.4 詳細資料 : 添付資料VIの..... 2. 小型機 : 2台 (VT-1010) 2.1 最大積載荷重 : 1,000Kg 2.2 テーブルの寸法: 1m×1m 2.3 モーター動力 : 0.32KW×2台 2.4 詳細資料 : 添付資料VIの.....	1. 設備費(大型2台) : \$ 114,000 2. 据え付け費 : \$ 12,000 3. 運賃 : \$ 11,000 小計 \$ 137,000	1. 仕様決定 2. 設計 3. 資機材調達・製作 4. 据付・テスト			
3. シェイパドマシ (5.5.1-(2)-②)	1. 台数 : 1台 (SHO-55U) 2. 最大積載荷重 : 5,500Kg 3. テーブルの寸法 : 2m×3m 4. バグフィルター : ろ過面積 202m ² 5. 付属設備設計 : 一式 6. 詳細資料 : 添付資料VIの.....	1. 設備費 : \$ 219,000 2. 設計費 : \$ 10,000 3. 据え付け費 : \$ 22,000 4. 運賃 : \$ 21,000 小計 \$ 272,000	1. 仕様決定 2. 設計 3. 資機材調達・製作 4. 据付・テスト			
4. ショットブラスト (5.5.1-(2)-③)	1. 台数 : 1台 (KSB-50) 2. ワークの最大寸法: 2.5mφ×3mH 3. " の最大重量: 5,000Kg 4. バグフィルター : ろ過面積 101m ² 5. 詳細資料 : 添付資料VIの.....	1. 設備費 : \$ 400,000 2. 据え付け費 : \$ 40,000 3. 運賃 : \$ 40,000 小計 \$ 480,000	1. 仕様決定 2. 設計 3. 資機材調達・製作 4. 据付・テスト			

5. 集塵設備	1. 台数 : 2台 (UDC-818PS)	1. 設備費	: \$ 173,000	1. 仕様決定	—
(5.5.1-(2)-④)	2. 使用箇所 : 铸造砂調合、乾燥、混練付近	2. 据え付け費	: \$ 17,000	2. 設計	—
	3. ろ過面積 : 20㎡/台	3. 運賃	: \$ 18,000	3. 資機材調達・製作	—
	4. 詳細資料 : 添付資料VIの……	小計	\$ 208,000	4. 据付・テスト	—
6. 集塵設備	1. 台数 : 3台 (TDC-44CS)	1. 設備費	: \$ 329,000	1. 仕様決定	—
(5.5.1-(2)-④)	2. 使用箇所 : 電気炉用集塵	2. 設計費	: \$ 14,000	2. 設計	—
	3. ろ過面積 : 440㎡/台	3. 据え付け費	: \$ 33,000	3. 資機材調達・製作	—
	4. 詳細資料 : 添付資料VIの……	4. 運賃	: \$ 33,000	4. 据付・テスト	—
		小計	\$ 409,000		
7. 集塵設備	1. 台数 : 1台 (TDC-55CS)	1. 設備費	: \$ 144,000	1. 仕様決定	—
(5.5.1-(2)-④)	2. 使用箇所 : スクラップ切斷箇所	2. 据え付け費	: \$ 14,000	2. 設計	—
	3. ろ過面積 : 550㎡	3. 運賃	: \$ 15,000	3. 資機材調達・製作	—
	4. 詳細資料 : 添付資料VIの……	小計	\$ 173,000	4. 据付・テスト	—
8. 集塵設備	1. 台数 : 1台 (TDC-66CS)	1. 設備費	: \$ 167,000	1. 仕様決定	—
(5.5.1-(2)-④)	2. 使用箇所 : 铸造品クーリング箇所	2. 設計費	: \$ 14,000	2. 設計	—
	3. ろ過面積 : 660㎡	3. 据え付け費	: \$ 17,000	3. 資機材調達・製作	—
	4. 詳細資料 : 添付資料VIの……	4. 運賃	: \$ 16,000	4. 据付・テスト	—
		小計	\$ 214,000		
9. 生砂分析装置	1. 測定対象物 : 生砂	1. 設備費	: \$ 43,000	1. 仕様決定	—
(5.5.1-(3)-①)	2. 測定項目 :	2. 据え付け費	: \$ 4,000	2. 資機材調達	—
	・水分	3. 運賃	: \$ 4,000		
	・通気度	小計	\$ 51,000		
	・コンタクタビリティ (contactability)				
	・圧縮力、剪断力				
	・粒度分布				
	・混練テスト				
10. 砂の別がグラム	1. 測定対象物 : 铸造用砂	1. 設備費	: \$ 12,000	1. 仕様決定	—
(5.5.1-(3)-①)	2. 測定項目 :	2. 据え付け費	: \$ 2,000	2. 資機材調達	—
	・全粒度分	3. 運賃	: \$ 1,000		
	・炭素質	小計	\$ 15,000		
	・金属分				
	・オーリッチ分				
	・フラックス分				
	・シリカ分				
	3. 詳細資料 : 添付資料VIの……				

11. 金属成分分析計 (5.5.1-(3)-②)	1. 台数 : 1台 2. 分析対象品 : あらゆる金属品 3. 測定可能元素 : 32元素 4. 詳細資料 : 添付資料VIの.....	1. 設備費 : \$ 317,000 2. 据え付け費 : \$ 32,000 3. 運賃 : \$ 32,000 小計 \$ 381,000	1. 仕様決定 2. 資機材調達
12. 温度測定 (5.5.1-(3)-②)	1. 台数 : 3台 (NRH-90) 2. 測定対象物 : 溶解炉内温度測定 3. 測定範囲 : 0~1,700°C 4. 測定部分 : 使いすてタイプ 5. 詳細資料 : 添付資料VIの.....	1. 設備本体 : \$ 6,000 2. 測定部(消耗品6ヶ月分): \$ 31,000 3. 据え付け費 : \$ 4,000 4. 運賃 : \$ 3,000 小計 44,000	1. 仕様決定 2. 機器調達
13. 原材料重量計量計 (5.5.1-(3)-②)	1. 台数 : 2台 (HS式) 2. 測定対象物 : 材料、スクラップ 3. 測定範囲 : 0~2,000Kg 4. 詳細資料 : 添付資料VIの.....	1. 機器費 : \$ 13,000 2. 据え付け費 : \$ 1,000 3. 運賃 : \$ 1,000 小計 \$ 15,000	1. 仕様決定 2. 機器調達
14. 7kgタイプ (5.5.1-(4)-②)	1. 台数 : 1台 (D8000CL) 2. 型締力 : 800ton 3. ダイスストローク : 760mm 4. 最大製品直径 : 300mm 5. 機器寸法 : 2,480W×8,530L×4,100H 6. "自重 : 39ton 7. 溶解炉 : 1炉 8. 金型 : 3セット 9. 詳細資料 : 添付資料VIの.....	1. 設備本体 : \$ 640,000 2. 溶解炉 : \$ 190,000 3. 金型 : \$ 267,000 4. 訓練 : \$ 55,000 5. 据え付け費 : \$ 110,000 6. 運賃 : \$ 110,000 小計 \$ 1,372,000	1. 仕様決定 2. 設計 3. 資機材調達・製作 4. 据付・テスト
15. NC施座 (5.5.2-(1)-①)	1. 台数 : 1台 (LB15 IICR) 2. ワークの最大寸法 : 3. 主軸回転数 : 35~4,000rpm 4. 機械寸法 : 1,680W×2,815L×1,745H 5. "自重 : 4,580kg 6. 詳細資料 : 添付資料VIの.....	1. 設備費 : \$ 276,000 2. 訓練費 : \$ 14,000 3. 据え付け費 : \$ 28,000 4. 運賃 : \$ 28,000 小計 \$ 346,000	1. 仕様決定 2. 資機材調達 3. 据付・テスト
16. NCフライス (5.5.2-(1)-②)	1. 台数 : 1台 (8V-NC) 2. 7-7φの移動範囲 : 前後 820mm、左右 1,800mm、上下 600mm 3. 最大積載重量 : 2,500kg 4. 機械寸法 : 3,395W×4,825L×3,585H	1. 設備費 : \$ 400,000 2. 訓練費 : \$ 19,000 3. 据え付け費 : \$ 40,000 4. 運賃 : \$ 40,000 小計 \$ 499,000	1. 仕様決定 2. 資機材調達 3. 据付・テスト

5. 機械自重	: 14ton								
6. 詳細資料	: 添付資料VIの.....								
17. NC横中ぐり (5.5.2-(1)-③)	1. 台数 : 1台 (STD-200QE)	1. 設備費 : \$ 638,000	1. 仕様決定						
	2. 7-プールの移動範囲 : 前後 1,000mm、左右 700mm、上下 800mm	2. 訓練費 : \$ 29,000	2. 資機材調達						
	3. 機械寸法 : 3,680W×4,205L×2,937H	3. 据え付け費 : \$ 64,000	3. 据付・テスト						
	4. 機械自重 : 14ton	4. 運賃 : \$ 63,000							
	5. 詳細資料 : 添付資料VIの.....	小計 \$ 794,000							
18. ターニング盤の半自動化 (5.5.2-(2)-①)	1. 台数 : 5台 (NC21)	1. 設備費・制御盤費 : \$ 476,000	1. 仕様決定						
	2. 対象機械 : ターニング盤	2. 現地調整費 : \$ 171,000	2. 設計						
	3. NC軸 : 3軸	3. 据え付け費 : \$ 48,000	3. 資機材調達・製作						
	4. 制御長さ : 3mと6m	4. 運賃 : \$ 48,000	4. 据付・テスト						
		小計 \$ 743,000							
19. 横中ぐり盤の半自動化 (5.5.2-(2)-②)	1. 台数 : 5台 (NC21)	1. 設備費・制御盤費 : \$ 286,000	1. 仕様決定						
	2. 対象機械 : 横中ぐり盤	2. 現地調整費 : \$ 114,000	2. 設計						
	3. NC軸 : 3軸	3. 据え付け費 : \$ 29,000	3. 資機材調達・製作						
	4. 制御長さ : 3mと6m	4. 運賃 : \$ 28,000	4. 据付・テスト						
		小計 \$ 457,000							
20. 平面切削盤の半自動化 (5.5.2-(2)-③)	1. 台数 : 2台 (NC21)	1. 設備費・制御盤費 : \$ 190,000	1. 仕様決定						
	2. 対象機械 : 平面切削盤	2. 据え付け費 : \$ 19,000	2. 設計						
	3. NC軸 : 3軸	3. 現地調整費 : \$ 114,000	3. 資機材調達・製作						
	4. 制御長さ : 3mと6m	4. 運賃 : \$ 20,000	4. 据付・テスト						
		小計 \$ 343,000							
21. スプライン加工機 (5.5.2-(3)-①)	1. 台数 : 1台 (VUB-7120L)	1. 設備費 : \$ 333,000	1. 仕様決定						
	2. 引抜き : 7.5ton	2. 据え付け費 : \$ 33,000	2. 資機材調達・製作						
	3. 加工長さ : 1,200mm(max)	3. 運賃 : \$ 34,000	3. 据付・テスト						
	4. " 直径 : 410mmφ(max)	小計 \$ 400,000							
	5. 詳細資料 : 添付資料VIの.....								
22. 熱処理技術の修得 (5.5.2-(3)-②)	1. 目的 : 工具類の熱処理技術の先進国での研習	経費 : \$ 54,000	派遣時期						
	2. 期間 : 1ヶ月								
	3. 対象人員 : 2人								
	3. 対象人員 : 2人								

5-6 ユーティリティー

5-6-1 電力

(1) 発電計画

4-4-1 の電力事情及び診断の項で述べたように現状のような極度の電力供給不安定は安定操業及び予算目標達成等の面から致命的なマイナス要因であり、近代化計画以前の問題である。

この対応策として既設ボイラーの余力を利用する 6 万KWの発電機を設置する計画を現在進めているが①～③の評価の通り非常に有効かつ適切な計画であると考えられる。④と⑤は提案であるがメリット及び管理のレベルアップ等から同時に実行すべきである。

①発電計画の規模

既設ボイラーは75T/H 6基の内冬期でも3基は余力であることから、既設有効利用のメリットを生かした6万KWの発電機を設置する計画であるが、ボイラーの余力の範囲で最大の発電容量を狙ったもので投資金額が少なくメリットは大きい。従って発電機の規模としては適正である。なお④で提案するエルデネット発電所の余力蒸気を活用すればこの計画のメリットは更に大きくなる。電力供給安定の面のみから見れば発電容量はもっと大きいほうが望ましいがボイラー新設の投資が必要となり投資メリットが少ない。

②6万KW発電機の効果

- 1991年及び1992年の電力制限の実績から制限時のカット率の平均値は約20% (2万kW)であり、全停電のケースを除けば殆どカバーできる。
- 近い時期に稼働する廃滓ポンプの保安電力として必要であり活用できる。
- 中央エネルギーシステムの電力事情が多少好転する。

③ボイラーの余力

冬期3基運転しており3基が予備であるが6万KW発電した場合予備ボイラーはゼロとなるケースが出てくる。予備品の入手状況が改善或いはリハビリを充分されない限りフル運転は難しい。ボイラーの予備を確保するには増設が必要であるが次項に述べる、エルデネット発電所の余力エネルギーを活用すればボイラー増設しなくても予備が確保でき冬期でも6万KWフルの発電ができる。

④エルデネット発電所の余力エネルギー活用の提案

(目的)

- エルデネット発電所には12,000kW発電機3基があり1基は抽気タービン、2基は背圧タービンであるが、市内における蒸気使用量に対して発電所の蒸気排出能力が大きすぎるため背圧タービン発電機2基中1基は休止している。
- この休止中の発電機を運転して排出蒸気を温水に変換して鉾山の温水の一部を肩代わりする。それにより鉾山のボイラーは余力があるのでその余力でフル発電ができる。エルデネット発電所は発電増加となる。

(メリット)

—エルデネット発電所は年間約 63,600MWHの発電量増加による電力料金収入が見込まれる。

投資メリットについて⑦で述べる。

—鉾山の発電所は年間約 46,000MWHの発電量増加による電力供給安定化

⑤ボイラー設備の計装設備近代化

現在の計装設備はボイラー建設時に設置されたもので老朽化が著しい、また部品供給が難しくなっており、更新の時期にきていることとタービン発電機を設置した場合蒸気のコントロールのレベルアップが必要となることから計器の更新を含めたコンピューターによる集中制御化が必要である。

⑥発電所建設計画の原価試算

—発電機出力 60MW (30MW×2)

—建設費 77,000千\$

—発電原価計算

• 年間発電電力量 (利用率80%)

$$60 \times 0.8 \times 8,760 = 420,000\text{MWH}$$

• 送電端電力量 (所内電力5%)

$$60 \times 0.95 \times 0.8 \times 8,760 = 400,000\text{MWH}$$

—燃料費 (蒸気消費率 4Kg/KWH ボイラー効率 88.9%)

• KWH 当たりの燃料Kcal $790 \times 4 / 0.889 = 3,550\text{Kcal/KWH}$

(石炭の発熱量 3,800Kcal/Kg)

• 石炭消費率 $3,550 / 3,800 = 0.93\text{Kg/KWH}$

(石炭の単価 25.5 \$/T)

• 燃料費 $25.5 \times 0.93 / 1,000 = 0.024 \text{ $/KWH}$

• 年間燃料費 $0.024 \times 420,000 = 10,080\text{千$}/年$

—人件費

$$1,000 \text{ $/人年} \times 40\text{人} = 40,000\text{ $/年} \quad 40\text{千$}/年$$

—修繕費 (建設費の 2.5%)

$$77,000 \times 0.025 = 1,925 \text{ 千$}/年$$

—減価償却費 (25年償却)

$$77,000 \times 0.9 / 25 = 2,770 \text{ 千$}/年$$

—支払利息 (建設費は全額低金利借入 8%)

$$77,000 \times 0.08 = 6,160 \text{ 千$}/年$$

—年経費合計 20,975 千\$ /年

—発電原価

$$20,975 / 400,000 = 0.0524 \text{ $/KWH}$$

—各経費の発電原価に占める比率

• 燃料費 48.4%

• 人件費 0.2%

- 修繕費 9.2%
- 減価償却費 13.2%
- 支払利息 29.4%

⑦エルデネット発電所からの熱供給計画試算（別紙「計算基礎」参照）

－計画概要

（背景）

- 鉾山は電力不足を解消し生産を回復さらには増産に備えるため、発電所の建設を計画している。この発電所建設計画は既設のボイラー設備の余力をフルに利用してより少ない投資で実施しようとするものである。
- エルデネット発電所の背圧タービン発電機（2基中1基）は当地域の蒸気消費量が供給量に対して少ないため休止している。この発電機を運転し、蒸気を温水にして鉾山に供給すれば鉾山の温水用蒸気に余力がでて鉾山の発電に寄与できる。またエルデネット発電所は背圧タービン発電機の発電電力の分だけ発電増加となり地域への電力供給安定に貢献する。
ひいては鉾山への供給安定につながる。

（計画）

- 鉾山とエルデネット発電所の間には既設配管があるが、距離が長いのでこのままでは圧力損失が大きくなり送水困難であるので、昇圧設備を設置する。

－昇圧設備建設費

3,220 千\$

－エルデネット発電所背圧タービンの排気利用可能エネルギー

（別紙計算基礎による）

$500,000 \times 10^6 \text{ Kcal/年}$

－発電に使われるエネルギー

$500,000 \times 10^6 \times (790 - 700) / 700 = 64,300 \times 10^6 \text{ Kcal/年}$

－発電量

$64,300 \times 10^6 / 860 \times 0.85 = 63,600 \text{ MWH/年}$

－同発電のため石炭使用量（石炭の発熱量 3,800 Kcal/Kg）

$63,600 \times 10^6 / 0.88 / 3,800 = 19,020 \text{ T/年}$

－同燃料費（石炭価格 25.5 \$/T）

$25.5 \$/T \times 19,020 T/年 = 485 \text{ 千$ /年}$

－昇圧設備の運転費（買電単価 0.051 \$/KWH）

- 消費電力量 $700 \text{ KW} \times 0.8 \times 8,760 \text{ H} = 4,900 \text{ MWH/年}$
- 電力料金 $0.051 \text{ $/KWH} \times 4,900 = 250 \text{ 千$ /年}$
- 修繕費 $3,220 \text{ 千$} \times 0.025 = 80 \text{ 千$ /年}$
- 運転費計 330 千\$ /年

－減価償却費（償却年数 15）

(別紙)

エルデネット発電所背圧タービンの排気利用可能エネルギー試算
計算基礎

1. 鉦山のボイラー所では適度の暖房を保つために外気温度に対し温水の供給設備出口温度と返り温水の温度の標準値を設定したためにより運転している。
このターブルから外気温度に対する供給設備の出口温度と返り温水の温度との温度差を本計算に使用した。
2. エルデネット発電所からの温水量から既設配管の大きさから1500 T/Hとした。
3. 前記温度差と温水量から温水熱供給量を算出した。
4. 蒸気は既設配管の大きさから30 T/Hとして熱供給量を算出した。
5. 鉦山の各月の熱使用量に対し3項と4項の合計が超過する量をカットした3・4の残りの合計を実熱供給量とした。この供給量を熱供給計画試算に適用する。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
平均気温℃	-17.1	-14.9	-7.8	0.8	8.5	14.2	15.4	13.7	8.4	0.1	-7.9	-15.1	
送還温度差℃	50.3	47.1	35.6	27	19.6	0	0	0	19.8	27	35.6	47.1	
温水量T/H	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	
温水熱供給量Mcal/H	75,450	70,650	53,400	40,500	29,400	0	0	0	29,400	40,500	53,400	70,650	
蒸気熱供給量Mcal/H	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	
熱供給計Mcal/H	94,350	89,550	72,300	59,400	48,300	18,900	18,900	18,900	48,300	59,400	72,300	89,550	
時間	744	696	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	
熱供給量 10^7 Mcal	70,196	62,327	53,791	42,768	35,935	13,608	14,062	14,062	34,776	44,194	52,056	65,625	
熱使用量 10^7 Mcal	73,628	71,906	59,586	47,818	43,141	34,030	13,056	21,263	30,550	51,306	62,653	74,424	
差熱供給量 10^7 Mcal	70,196	62,327	53,791	42,768	35,935	13,608	13,056	14,062	30,550	44,194	52,056	66,625	499,168

- $3,220 \text{ 千\$} \times 0.9/15 = 193 \text{ 千\$/年}$
- 支払利息
 - $3,220 \text{ 千\$} \times 0.08 = 258 \text{ 千\$/年}$
- 年経費合計
 - $1,266 \text{ 千\$/年}$
- 発電による収入
 - $0.051 \text{ \$/KWH} \times 63,600 \times 0.95 = 3,081 \text{ 千\$/年}$
- 収支比較
 - $1,815 \text{ 千\$/年}$ の利益になる。
 - 本計画を実施しなければ鉱山でボイラー1基増設しないと6万kW発電は蒸気不足になる。ボイラー1基増設するには約20,000千\$の投資が必要である。
 - 従って本計画は非常に安い投資である。

(2) 近代化計画における電力使用予想及び電気設備

① 電力使用状況

表87 使用電力長期計画に示すように使用最大電力は1993年で105,000kWであるが、鉱石の増処理に伴い使用電力は年々増加し2008年には使用最大電力は150,000kWになる。

② 電力増加に対応する電気設備

- 受電設備から110kV送電設備までの設備は容量的に最終年度まで許容できる。
- 第6工場建設等、選鉱及び採鉱の設備増加に伴う配電用電気設備は新設となる。

③ 電力供給力

- 3万kW2基の発電機を設置し現状の電力供給不安定及び当面の電力増に対応する。
- 長期的には中央エネルギーシステムの電力需給状態を見ながら更に3万kW1基の増設をきめる。

表 87 使用電力量長期計画

	Feed ore kt	Mining mwh	Mineral p. mwh	Heat 'g.s mwh	Water mwh	Coal 'g. pu mwh	misc. mwh	Total mwh	Average kw	Maximum kw
1993	20,500	14,350	533,000	25,700	153,750		51,000	777,800	88,790	104,459
1994	20,510	14,357	533,280	25,700	153,825	15,383	51,000	793,525	90,505	106,571
1995	20,993	14,695	545,018	25,700	157,448	15,745	51,000	810,405	92,512	108,838
1996	22,006	15,404	572,156	25,700	165,045	16,505	51,000	845,810	86,554	113,592
1997	23,000	16,100	598,000	25,700	172,500	17,250	51,000	880,550	100,519	118,258
1998	24,000	16,800	624,000	25,700	180,000	18,000	51,000	915,500	104,509	122,952
1999	25,009	17,506	650,234	25,700	187,568	18,757	51,000	950,765	108,535	127,688
2000	24,835	17,385	645,710	25,700	186,263	18,626	51,000	944,683	107,841	126,871
2001	25,213	17,649	655,538	25,700	189,098	18,910	51,000	957,894	109,349	128,645
2002	25,213	17,649	655,538	25,700	189,098	18,910	51,000	957,894	109,349	128,645
2003	25,440	17,808	661,440	25,700	190,800	19,080	51,000	965,828	110,254	129,711
2004	26,997	18,898	701,922	25,700	202,478	20,248	51,000	1,020,245	116,486	137,019
2005	27,804	19,463	722,904	25,700	208,530	20,853	51,000	1,048,450	119,686	140,807
2006	27,804	19,463	722,904	25,700	208,530	20,853	51,000	1,048,450	119,686	140,807
2007	27,804	19,463	722,904	25,700	208,530	20,853	51,000	1,048,450	119,686	140,807
2008	29,238	20,467	760,188	25,700	219,285	21,929	51,000	1,098,588	125,407	147,538

5-6-2 用水

(1) 地下水調査

現在用水の供給源としては、セレンゲ河の水（水量2,400l/時）と廃滓堆積場のリサイクル水（水量7,800l/時）との2つの水源がある。後者はすべて選鉱用及びボイラー用のみに利用され、前者は一部工場用に使用されているがエルデネット市へも供給され民生用の唯一の水源として使用されている。

セレンゲ河の水はエルデネット市まで延長60km、高低差600mの間ポンプアップされ、このポンプアップのため電力10,000kw（エルデネット鉱山全体の約10%）を消費している。

若し、給水系統に故障が生じた場合、鉱山の操業のみならず市民生活に重大な影響の出ることが予想されるので不測の事態に供えて、また電力節約のためエルデネット市近傍で第2の水源を確保する必要がある。

エルデネット市付近では、その北方及び南方にオルホン河の支流であるハンガ川とチンギリン川の2つの河川が東南方に流下している。（図59）

両地区ともに地質は花崗岩を基盤とし、その上に厚さ50~60mの砂礫層や粘土層からなる堆積物が覆っている。そこで基盤岩直上の砂礫層が浅層地下水の帯水層を形成している可能性が充分考えられる。また両地区ともに集水面積（200~300 km²）、年間降水量（300-400mm/年）から推定される地下水函養量はセレンゲ河からの給水量にほぼ匹敵する。

そこで今後次の手順で地下水探査を行うことを勧める。

- ①地表水の流量調査、降水量調査等の水文・水理のデータ収集と解析調査を行う。
- ②次いで電磁探査による基盤の形状、地下水流路の調査解析を行う。これに使う電磁探査としては、Time domain electromagnetic (TEM) 法による比抵抗調査が有効であると考えられる。
- ③調査地点を絞り込みボーリングを実施し、ボーリング孔中では電気検層、注水試験により地層の電気的性質、透水係数を求めるなど地下水理の解析を行う。
- ④以上データを総合的に組合せ、揚水計画を加えた水収支モデルによるシミュレーションを行う。

上記の計算の結果推定された地下水量と現在の使用水量とがほぼ等しい場合には、地下水を最大限に利用するため地下ダム建設の可能性を調査する。

費用概算（除ボーリング費用）

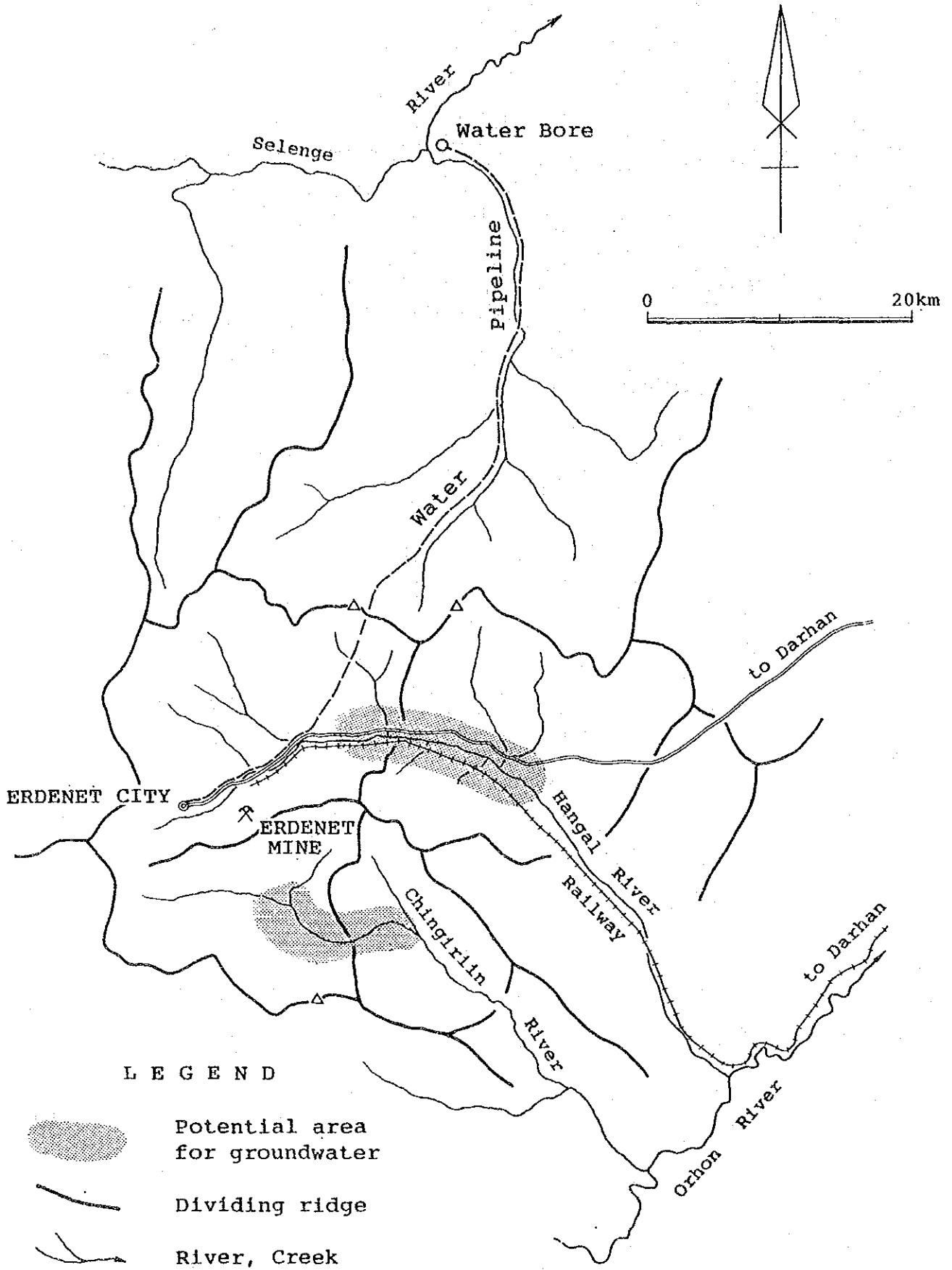
人件費	\$ 80,000
調査機器	30,000
旅費交通費	70,000
諸経費他	160,000
合計	340,000

(2) 地下水の取水と送水

地下水を取水するには大口径のボーリング井戸による。

配管にあたり、冬期の凍結防止のため地下に埋設する送水管は保温材と一体化したポリエチレン管等の使用を推薦する。この工法は西側でも広く行われている新しい技術で以下の利点がある。

- 継目なしで長距離の配管が可能。ジョイントがなく漏水が少ない。
- 材質をポリエチレンにすると低温下で十分な強度が保てること、加えて埋設の深さを小さく押えることが出来る。材質からして電蝕による腐蝕がない。
- 管摩擦係数が小さく、管径を小さく押えることが出来るなど敷設工事費を含め安価に施工出来る。



5-6-3 その他

(1) 電話交換機設備の近代化

既設のクロスバー交換機は老朽化しており部品供給も難しい、近年は電子式のデジタル交換機が一般的になっている。情報システムの近代化のためにも早い時期に更新、近代化がのぞましい。

既設交換機内線回線数は 600 であるが不足しており 1,000 とし更に拡張可能な設備とする。

(2) 市外電話及び国際電話の改善

ー待ち時間が長い原因は回線が少ないことと手動交換でしかも料金支払手続きに時間を要するためであるが主因は後者である。後者の解消の対策は電話網を自動化することであるが、幸い1993年8月ウランバートルに日本の援助で国際電話及び市外電話用デジタル交換機が設置されているのでエルデネットの電話交換機及び料金徴収システムの整備ができればエルデネットからダイアル市外発信ができる。即ち自動化ができる。

この対策はエルデネット市の施策に属するが早期の実施が望まれる。

ー上記対策の実現の時期に関係するがエルデネット鉱山の近代化のためには国際電話の改善は必須であることから別の方法を緊急対策として検討の上実施する必要がある。その一方法として次の提案をする。

インマルサット衛星による通信設備の導入設置

(提案の理由)

- ・同衛星通信はモンゴル国内のツアブ鉱山で日本の援助により1993年設置実績をえたので設置が容易である。
- ・ダイアルで国際通話の他ファックス及びデーター通信ができる。
- ・ウランバートルにインテルサット地球局及び国際自動電話局が1993年8月開局したのでこのインテルサットと連携してエルデネットとウランバートルとのダイアル通話ができる。

(3) 車両運行管理用連絡設備の充実

50台の鉱石運搬用トラックの運行管理は作業効率上キーポイントである。性能の良い連絡設備が必要である。

5-6-4 近代化に要する投資額

ユーティリティ部門の近代化のために必要な設備及び投資額（輸入税・販売税課税前）を下記に示す。尚、6万kW発電設備については、前述の通り本近代化計画とは別の国家プロジェクトとして推進さるべきとの考えから、その建設費は投資採算性の計算上投資額から除外した。表88に投資額の年次展開を示す。ユーティリティ部門の設備投資額は財務費用で4,907千ドル、経済費用で4,106千ドルとなる。

	単位 千\$
(1) 6万kW（3万kW 2基）発電設備建設	
①タービン、発電機、変電所、計装設備、付属設備 （出力3万kWの設備2セット）	49,000
②同上の工事	7,500
③クーリングタワー設備	10,000
④発電機ハウス （鉄骨構造 床面積 2,500㎡）	5,000
⑤送電設備 （電圧 110KV 長さ500m 鉄塔支持）	1,100
⑥ボイラー設備の計装設備近代化 （コンピューターによる集中監視制御及び計装全般のグレイドアップ）	4,400
(1) の合計	77,000
（但し近代化計画投資からは除外し、別途エネルギーシステムで実施する）	
(2) エルデネット発電所からの温水設備増強	
①昇圧設備 （温水量 1,600T/H 昇圧 6kg×2）	1,510
②電気設備 （電圧 6.6KV 配電線長さ 2,500m）	1,080
③ポンプハウス	200
④計装設備 （監視設備及び圧力遠方制御設備）	430
(2) の計	3,220
(3) 電話交換機設備の近代化 （デジタル電話交換機…構内回線容量 1,000, 電話機 1,000）	600
(4) インマルサット地球局の設置	220
(5) 車両運行管理用連絡設備 （台数 50 周波数 140 MHz帯 チャンネル数 100）	66
(2) ~ (5) の計	4,106

表 88 ユーティリティー 設備投資額

(単位：US\$1000)

摘要	1994						1995						合計					
	外貨			内貨			外貨			内貨			合計	内貨				
	本体	運賃	その他	小計	据付費	運賃他	小計	運賃	その他	小計	据付費	運賃他			小計			
温水設備増強	800	68		868	200	12	212	1,080	1,400	119		1,519	600	21	621	2,140	883	3,220
電話交換機	495	42		537	55	7	62	600								537	62	600
インターネット設備	200	17		217		3	3	220								217	3	220
車両連絡設備	60	5		65		1	1	66								65	1	66
経済費用 合計	1,555	132		1,687	255	23	278	1,966	1,400	119		1,519	600	21	621	2,140	899	4,106
輸入税・販売税						421	421	421						380	380	380	801	801
財務費用 合計	1,555	132		1,687	255	444	699	2,387	1,400	119		1,519	600	401	1,001	2,520	1,700	4,907

5-7 経営管理

5-7-1 財務管理

(1) 会計方法

現在エルデネット鉱山で利用されている会計方法はロシアなどでも一般的な方法とのこと。この会計方法自体は合理性を有し、また会計を担当している会計課ではその原理原則に則り正確な会計処理が行われている様子である。また、最近ではコンピューターも導入され、一部の作業は機械化されている。しかし乍ら、今後当社が西側マーケットへの参入に注力し、更には将来的な外資導入をも検討するのであれば、西側諸国で利用されている会計方法の採用が必要であると思われる。

新たな会計方法の採択はエルデネット鉱山の会社経営に関し重要であるのは勿論であるが、かかる重要事項はむしろ政府が中心となり検討し、国レベルで導入を図るべきである。モンゴル国内で会社毎に異なる会計方法を取るような事態は混乱を引き起こすからである。

現在、西側諸国で採用されている会計方法は、国によって細部で異なるといった状況であり、折しも会計制度の国際的統一化が進められている。国際会計基準委員会により検討されているこの「国際会計基準」をもとに、国として会計制度を整備すべきと考える。導入に当たっては西側の会計事務所などから専門家の派遣を図り、会計担当者のみならず、経営陣全体が西側会計方法の理解を深めることが必要である。

(2) 外貨管理

エルデネットの売上の外貨はエルデネット社自身の資機材・部品の調達には欠かせないものである。一方、同じ外貨が必要物資の大半を海外からの輸入に頼るモンゴル国全体にとっても貴重な財源でもあることは言うまでもない。

前述の通り、現在同社の獲得外貨の48%は政府に支払われ、52%はエルデネット社自身が部品調達などの為に自由に利用できる。この割合は政府とエルデネット社との間で毎年協議を行った上で決定されているが、この決定に際しては引き続き十分に慎重に検討、協議がなされる必要がある。

一般にどの分野の産業であれ、一定の生産を維持する為には毎年最低限の再投資は必須であり、エルデネット鉱山での生産維持の為に資機材・部品調達の為の外貨は最低限エルデネット社に残されることが第一に考慮されるべきである。勿論、一時的な事情で国として、エルデネット社への再投資に必要な外貨を同社に残すことができない事態も発生するであろう。しかし生産維持の為に再投資が長期に亘り不足或いはストップし、結果的に貴重な外貨の収入源である鉱山それ自体を損なうこととなってはならない。