

第6章 選鉱処理

6-1 選鉱試験の経緯および目的

第1年次の選鉱試験では複数の浮選試験を実施したが、レアアースと脈石成分との分離が非常に困難であった。そこでレアアースと他の脈石鉱物の粉碎抵抗差を利用した分離法を検討し、2mm以下500ミクロン以上の産物を回収することによりRE₂O₃品位31.4%の精鉱を実収率32.5%で回収することが出来た。

第1年次に採取した同鉱石試料を用いて第2年次も継続して浮選試験を実施した。その結果、Mountain Passの方法では本鉱石の風化変質状態が強いため、レアアースの分離は出来なかったが、新たにフローシートおよびそれに伴う試薬条件を開発することにより、RE₂O₃品位50%の精鉱を実収率50%で得ることが出来ている(T-RE₂O₃品位40%では実収率70%)。現在(平成14年3月)も試験を継続しており、更なる成績向上を図っている。

また、本鉱床に於いて鉱石の性状の差を検討する目的で、ボーリングコアから採取した黄色鉱石、黒色鉱石、灰色鉱石の比較的上層部分と下層部分の4種類の鉱石試料を用いて、新たに開発された浮選フローシートおよび試薬条件を使用して鉱石による選鉱成績の差を求めた。本方法は、これまで困難とされてきた風化変質希土類鉱石の選鉱に対し非常に有望である。

6-2 選鉱試験成績

6-2-1 Work Index, 真比重

Bond 標準試験法によるWork Indexは6.6 kWh/tである。

真比重は3.89である。

6-2-2 粉碎-分級による濃縮

粉碎-分級による濃縮は表II-6-1のとおりである。

表II-6-1 粉碎-分級による濃縮

	Mass	Assay			Distributions		
		REO	BaSO ₄	Ca ₂ F	REO	BaSO ₄	Ca ₂ F
Fine 1 (-2mm)	5.5	33.5	12.0	5.2	19.9	1.1	6.0
Fine 2 (-500um)	4.9	29.0	33.8	4.9	15.3	2.7	5.0
Fine 3 (-150um)	3.4	23.6	41.7	4.8	8.7	2.3	3.4
Fine 4 (-75um)	5.3	14.3	56.2	4.3	8.2	4.8	4.7
Coarse	80.9	5.5	68.2	4.8	48.0	89.2	80.9
Head	100.0	9.3	61.9	4.8	100.0	100.0	100.0
-2mm - +150um	10.4	31.4	22.3	5.1	35.2	3.7	11.0

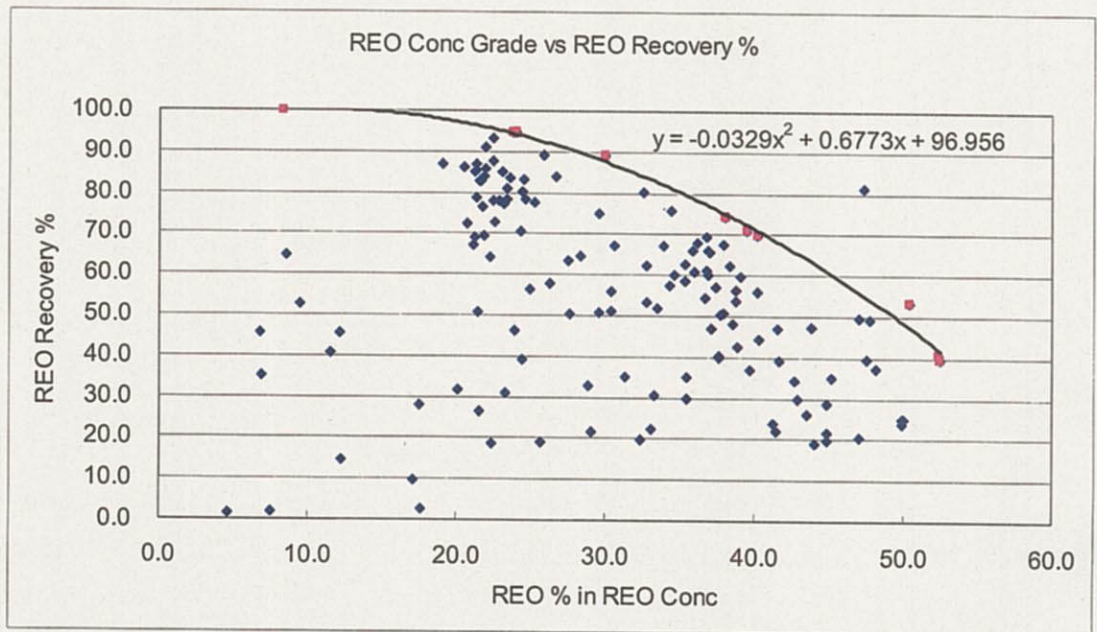
各産物のレアアースおよび放射性元素の分析結果から、T-RE₂O₃の成分はCeO₂ (46.1%)、La₂O₃ (36.0%)、Nd₂O₃ (10.5%)が中心であり、その他はPr₆O₁₁ (4%)、Y₂O₃ (1.2%)、Sm₂O₃ (1.1%)等で構成される。放射性元素はThO₂とU₃O₈が特定でき、各々809ppm、960ppm原鉱中に含有される。分級処理を行った場合、U₃O₈は取り除かれやすいがThO₂は精鉱中に濃縮する。

6-2-3 浮遊選鉱試験

Dong Paoの試料を用いてMountain Passの浮選手法で試験を実施したが、レアアース、重晶石および蛍石はほとんど分離しておらずバルク精鉱として回収され、同手法は本鉱石には適用できない。従って、新たに開発された浮選フローシートおよび試薬条件を使用して行った選鉱試験結果について以下に述べる。

(1) 総合浮選成績

Lakefield Researchで現在も試験継続中であるが、以下にこれまでの試験結果を図II-6-1、表II-6-2に示す。



図II-6-1 REO精鉱の品位と実収率

表 II-6-2 T-RE₂O₃ および BaSO₄ の選鉱試験結果

Test No.	REO Concentrate									
	Product	Wt %	Assays %				% Distribution			
			BaSO ₄	CaF ₂	REO(total)	Others	BaSO ₄	CaF ₂	REO(total)	Others
	Head	100.00	63.3	5.1	8.4	24.7	100.0	100.0	100.0	100.0
Test 14	CaF ₂ Ro+1st&2nd Cl Tails	36.31	7.2	13.2	24	55.6	4.1	87.9	94.6	91.9
Test 18	CaF ₂ Ro+1st&2nd Cl Tails	38.40	7.82	13.5	23.8	54.9	4.8	92.9	94.6	95.4
70	CaF ₂ Tails + Slimes	29.81	7.46	6.16	30	56.4	3.6	34.6	89.3	73.5
69O	REO 1st Cl Conc	16.63	8.77	9.8	38	43.4	2.3	31.1	74.1	30.4
69N	REO 1st Cl Conc	15.19	9.03	9.76	39.5	41.7	2.2	28.9	71.0	26.6
69M	REO 1st Cl Conc	14.60	8.64	9.76	40.2	41.4	2.0	28.1	69.7	25.2
69O	REO Cl Conc	9.01	3.99	15	50.4	30.6	0.6	25.8	53.2	11.6
69M	REO Cl Conc	6.56	3.92	14.2	52.4	29.5	0.4	18.4	40.6	8.1
69N	REO Cl Conc	6.36	2.92	15.2	52.5	29.4	0.3	18.9	39.5	7.8

Test No.	BaSO ₄ Concentrate									
	Product	Wt %	Assays %				% Distribution			
			BaSO ₄	CaF ₂	REO(total)	Others	BaSO ₄	CaF ₂	REO(total)	Others
	Head	100.00	63.3	5.1	8.4	24.7	100.0	100.0	100.0	100.0
Test 14	BaSO ₄ 3rd Cl Conc	50.9	98.5	<0.5	0.6	0.9	79.0	4.7	3.3	2.1
Test 18	BaSO ₄ 3rd Cl Conc	50.2	98.7	<0.5	0.7	0.6	78.9	4.5	3.9	1.3
70	BaSO ₄ Cleaner Conc	62.8	95.8	0.7	0.6	2.9	96.1	7.5	4.4	8.0
69O	BaSO ₄ Cl Conc	63.2	94.6	0.7	0.6	4.1	95.7	8.6	4.5	10.9
69N	BaSO ₄ Cl Conc	63.2	94.6	0.7	0.6	4.1	95.5	8.8	4.6	10.8
69M	BaSO ₄ Cl Conc	63.2	94.6	0.7	0.6	4.1	95.7	8.9	4.6	10.7

これらの結果は主に BaSO₄ と CaF₂ を図 II-6-2 に示すフローシートに基づき Locked Cycle Test を実施したことにより、T-RE₂O₃ 30%品位の精鉱ならば実収率約 90%、T-RE₂O₃ 40%品位精鉱で実収率約 70%、T-RE₂O₃ 50%品位の精鉱で実収率約 50%での回収が可能になっている。また、重晶石浮選でも高品位重晶石を高実収率で回収できており、副産物として鉱山経営に貢献できる。現在も試験は継続中であり、更なる成績向上が期待できる。

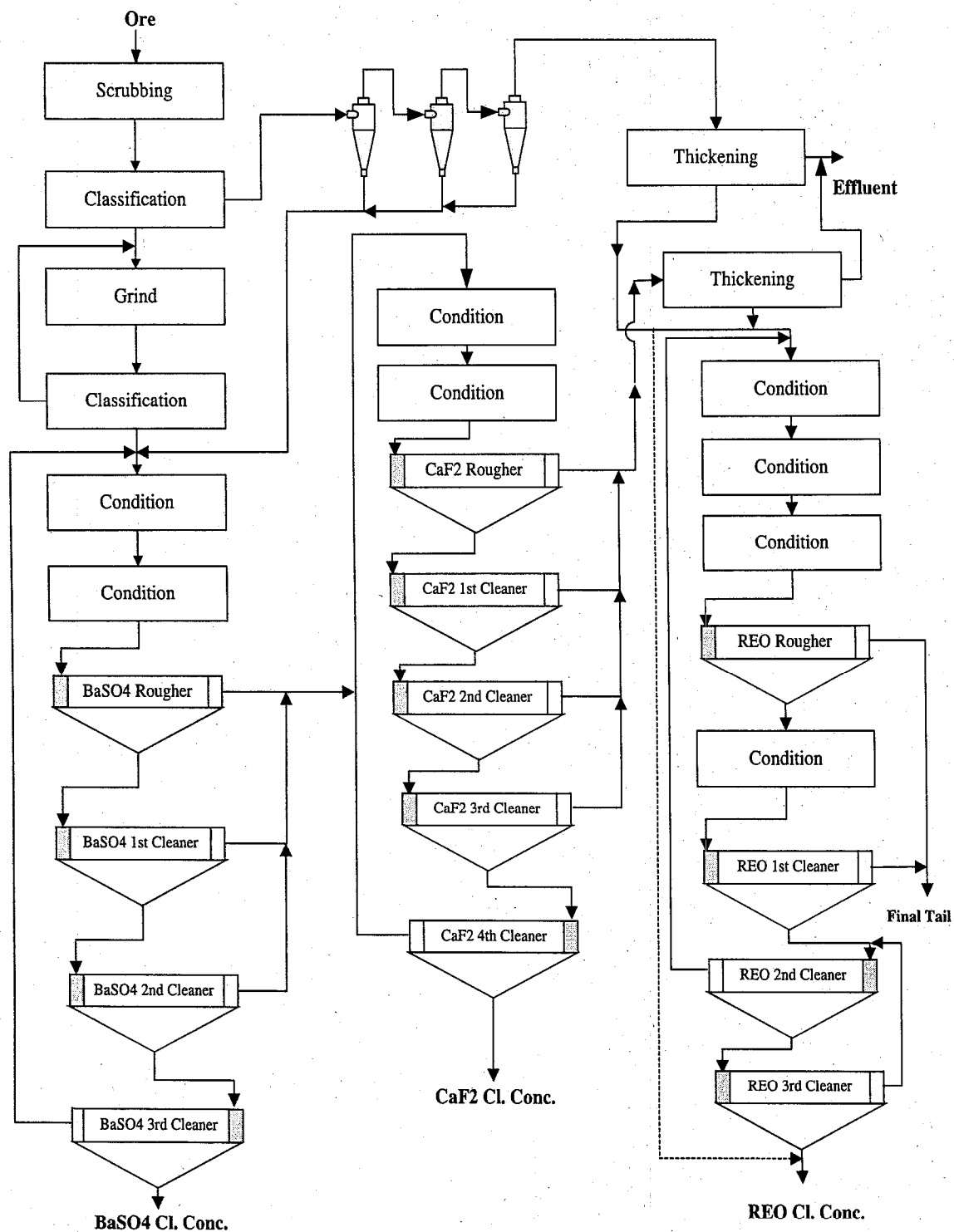


図 II-6-2 選鉱試験フローシート (Locked Cycle Test)

(2) 鉱石別浮選成績

ボーリングコアから採取した4種類の鉱石試料の採取位置とその分析値を表II-6-3に示す。鉱石別の成績の差を判定するために4種類の試料を採取して各々に対してバッチ試験を実施した。鉱石の鉱物的な差を現地で確認することが難しく、基本的には肉眼で黄色、黒色、

灰色の区別を行い、灰色については上部と下部のレベルで更に区別を行った。

2001年試験試料は分析品位から比較的黒色サンプル(F2)に組成に近い。

表Ⅱ-6-3 4種類の鉍石試料とその分析結果表

Element			Assays				Test Composite
			Sample F1 (Yellow)	Sample F2 (Black)	Sample F3 (Mixed)	Sample F4 (Mixed)	
Cerium	Ce ₂ O ₃	%	12.7	3.88	8.57	8	3.46
Lanthanum	La ₂ O ₃	%	9.7	3.12	6.53	6.1	2.8
Total REO	REO	%	26.2	8.34	17.8	16.6	7.66
Barium	BaSO ₄	%	36.7	67.9	24.3	20.7	65.3
Fluorspar	CaF ₂	%	18.1	0.97	24.5	18.6	5.27
Silica	SiO ₂	%	10.6	9.58	9.31	5.77	9.43
Alumina	Al ₂ O ₃	%	0.52	1.77	1.12	0.97	1.17
Iron	Fe ₂ O ₃	%	1.72	3.6	1.04	0.95	2.77
Magnesia	MgO	%	<0.05	0.25	0.05	0.06	0.08
Calcium	CaO	%	10.4	0.57	25.3	28.3	6.02
Cal Ca	CaO	%	0	0	7.7	14.9	2.2
Sodium	Na ₂ O	%	0.07	0.07	0.07	<0.05	<0.05
Potassium	K ₂ O	%	0.07	0.23	0.18	0.14	0.06
Titanium	TiO ₂	%	0.06	0.18	0.09	0.1	0.10
Phosphorus	P ₂ O ₅	%	0.19	0.63	0.06	0.13	0.48
Manganese	MnO	%	0.38	2.03	0.23	0.46	-
Chromium	Cr ₂ O ₃	%	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vanadium	V ₂ O ₅	%	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.02
LOI		%	9.64	5.03	11.9	18.8	-
Total		%	104.3	100.6	98.4	98.2	94.6
(Back Calculation)							
REO			24.8	8.46	16.9	15.9	7.66
BaSO ₄			36.5	69.2	25.8	22.7	65.3
CaF ₂			19.2	2.27	27.6	18.8	5.27
Others			19.5	20.07	29.7	42.6	21.77

Sample No.	Weight(kg)	Type of ore	Boring No.	From	To	Note
F1	20	Yellow ore	MJVD-6	69.00 70.00 74.00 76.40	69.40 71.55 74.90 78.00	Mainly yellow color bastnaesite rich ore
F2	20	Black ore	MJVD-12	70.00 82.00	71.00 84.60	Mainly black color ore with a little bit light yellow color ore
F3	20	Mixed ore	MJVD-10	50.00	57.00	Grey, purple, white, dark brown, light brown, brown mixed ore
F4	20	Mixed ore	MJVD-9	75.00 79.00	76.00 83.00	Grey, dark grey, dark brown, light brown mixed ore

(3) 鉍種別 REO 品位-実収率曲線

鉍種別選鉍試験の結果から鉍種別 REO 品位-実収率曲線を作成して図 II-6-3 に示した。

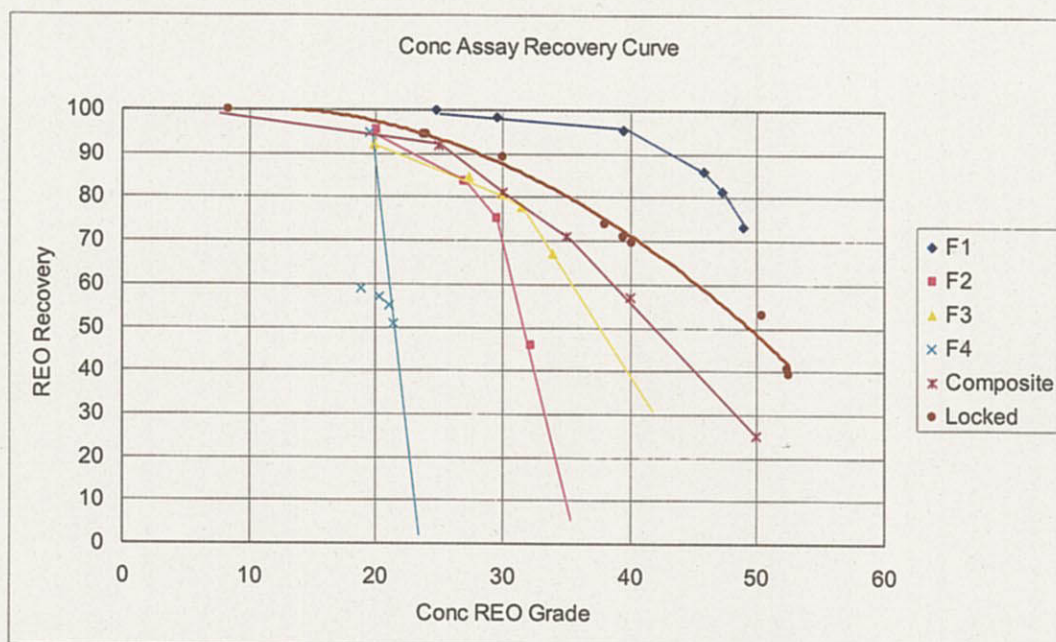


図 II-6-3 鉍種別 REO 品位-実収率曲線

* 成績は F1 - Composite - F3 - F2 - F4 の順に良い, 可採鉍石の鉍種別割合を表 II-6-4 の示す。

* 現在まで得ている最良の成績である Locked と Batch 試験時に最良である Composite の間には T-RE₂O₃ 品位 30% で約 5-6%, T-RE₂O₃ 品位 40% で約 10-12%, T-RE₂O₃ 品位 50% で約 20-25% の差が認められる。

* F2 は今回の試験では CaF₂ 品位が低かった為に CaF₂ 浮選系を省略しており, その結果, T-RE₂O₃ 品位 30% 以上で非常に成績が悪化したものと考えられる。基本的に F2, F3 については現状の Composite 試料とほぼ同等の成績が期待できると判断される。

* F1 は原鉍品位が T-RE₂O₃ 26.2% あり, 非常に高品位の精鉍を高実収率で得ることは容易いと考えられるが, 鉍量としては少ない。

* F4 は他の鉍石よりも品位が低く, 熱減量が高いことから, 粘土分が多く, 品位の上昇を妨げていると考えられる。ただし, F4 に対応する鉍量は少ない。

表 II-6-4 可採鉍石の鉍種別割合

F1	F2	F3	F4
0.2%	31.5%	66.7%	1.6%

(4) 原鉱 REO 品位と実収率の関係

原鉱品位と実収率の関係は前記鉱種別 REO 品位-実収率曲線より各精鉱品位に対する実収率の関係から求め、図 II-6-4 に示す。

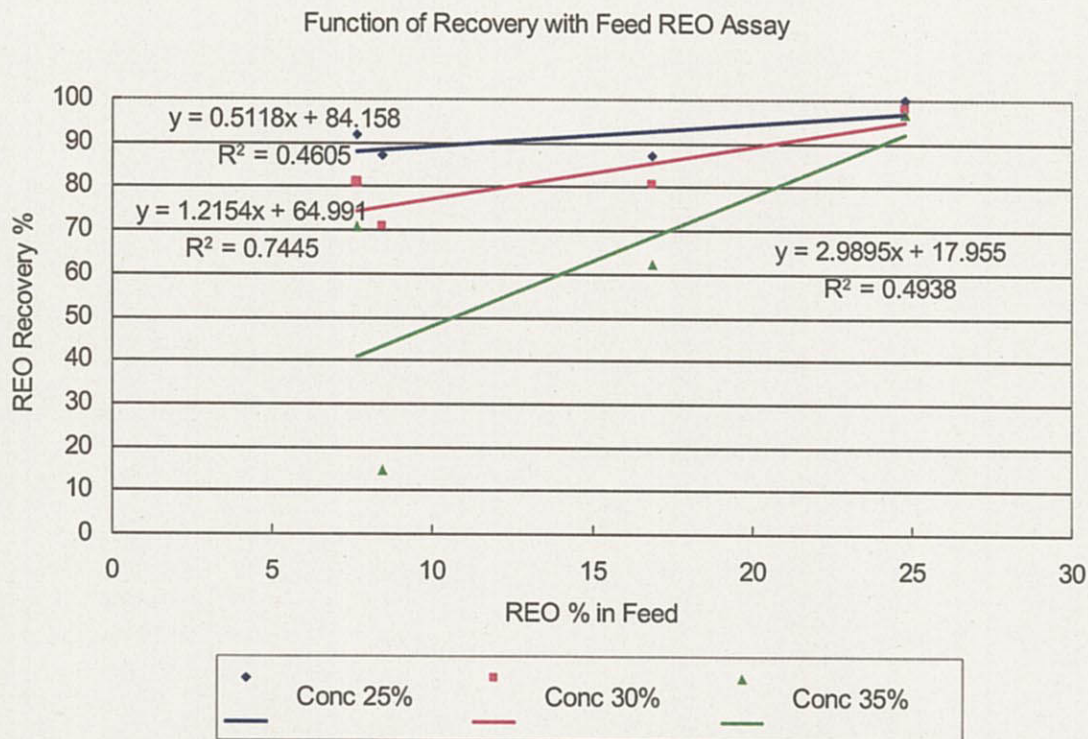


図 II-6-4 原鉱 REO 品位と実収率の関係

今回の関係式は4種類の鉱石 (F-4 は除外) で求めたにすぎず、実際に Mine Planning を実施する為には、各ボーリング・コアから代表的なコンポジットを作成し、試験を実施し、多変量相関で鉱石の実収率分布を測定する必要がある。

6-3 選鉱設備設計与件

選鉱関係の立場から選鉱設備設計を与件すると以下のとおりである。

(給鉱)

Total Ore throughout Mine Life (ton) : 3 M t
 T-RE₂O₃ : 6 %
 CaF₂ : 8.7%
 BaSO₄ : 39.0%

(総合成績)

T-RE₂O₃ : 精鉱品位 40%, 実収率 70%
 (経済評価では精鉱品位 40%, 実収率を 60%とした)
 CaF₂ : 精鉱品位 44%, 実収率 55%

BaSO₄ : 精鉱品位 95%, 実収率 90%

(粉砕粒度および分級 (デスライミング))

スライム粒度 : 200 メッシュ以下

粉砕粒度 : 150 メッシュ以下 (105 ミクロン)

Wi : 6.6 kWh/t

第7章 F3 鉱体開発の経済的妥当性についての検討

7-1 目的

現在進行中の作業は、採鉱・選鉱工程に限定されている。しかし、選鉱工程の最終生産物であるバストネサイト精鉱を国際市場で販売することは現実的にはほとんど不可能であり、適正な経済評価を行うためには冶金工程を含め市場化できる製品の生産計画を立案する必要がある。

現在の作業を冶金工程の検討、製品市場の調査を含めたものに発展させることの妥当性を判定する目的で、採鉱・選鉱工程の経済性につき予察的検討を試みた。なお、選鉱工程では蛍石精鉱、バライト精鉱も回収されるが、この検討では、バストネサイト精鉱のみを評価の対象とし、蛍石精鉱、バライト精鉱を除外した。

7-2 前提条件

現段階では経済評価に採用できるような十分に吟味された与件は得られていない。また、この検討ではバストネサイト精鉱の価値を求めるために USGS Commodity Summary (2001) に引用されている精鉱中に含有される T-RE₂O₃ (総希元素酸化物) 量 kg 当たり US\$2.87 を用い精鉱の価値を計算した。また、ミッシュメタルを最終製品と想定し、ミッシュメタル kg 当たり US \$5 (USGS Commodity Summary では US \$5-7/kg とされている) を用いて冶金工程のコストを推定した。しかし、これらは US 国内の標準価格であり、世界市場での実勢価格ではない。希土類製品の市場は寡占的で、実際の製品価格はスポット・ベースで決められることが多く、長期間の流通価格を予測することは困難である。

以上のような製品市場の不透明性に加え、現在までに実施された試錐量も 23 孔と少なく、採掘対象鉱量の推定、採鉱・選鉱の生産計画の策定、経済与件の設定に必要なパラメータの不確定要素が多分に含まれている。したがって、この検討結果は Dong Pao F3 鉱体の経済性を的確に示す指標ではなく、経済的蓋然性の見通し (Order of Magnitude) と認識すべきものである。

7-3 経済性検討の与件

7-3-1 採掘対象鉱量

(1) 埋蔵鉱量

埋蔵鉱量計算結果は Cut-off 品位 6% RE₂O₃ とすれば、鉱量 2,051,446 tons, 7.93% RE₂O₃, 13.59% CaF₂, 35.40% BaSO₄ となる。しかし、この Cut-off 品位未満の鉱量が 27,893,946 tons となり、露天掘り採掘を行った場合、廃石量比率 (W/O, Waste-Ore Ratio) が高くなりそうである。

(2) ピット・デザイン

露天掘り採掘を行うことを前提とし、埋蔵鉱量計算結果にもとづき、操業条件およびそれにともない変化する経済与件を考慮し、Medsystem の Lerchs-Grossman 法をもちいてピット

ト設計を行い、ピット内鉱量を算出した。

設計条件

Overall Pit Slope : 34 度

Bottom Level : 780m

Ramp Width : 15m

Ramp Grade : 10%

Berm Width : 2m

Bench Height : 5m

Slope Face Angle : 75 度

Unit Block Dimension : 10mx10mx5m

Mining Cost for Ore : 5 \$/t

For Waste : 5 \$/t

Processing Cost : 13 \$/t

Recovery : Calculation according to Feed Grade(RE_2O_3)

(3) ピット内鉱量

鉱石に含有される RE_2O_3 kg 当たりの価格を US\$ 1.00, US\$ 1.40, US\$ 1.80, US\$ 2.18 と変動させ、それぞれのピット内鉱量、廃石量を比較した(表 II-7-1)。

採掘対象鉱量、平均品位、W/O を勘案し、表 II-7-1 から P180 ピットを採用、Cut-off を 5% RE_2O_3 とし、以下のようにピット内鉱量を設定した。

- 鉱石量 $\geq 5\%$ RE_2O_3 : 983,796 tons,
6.96% RE_2O_3 , 10.00% CaF_2 , 39.27% BaSO_4
- 低品位鉱石量 $< 5\%$ RE_2O_3 : 2,237,476 tons,
2.12% RE_2O_3 , 1.76% CaF_2 , 33.61% BaSO_4
- 廃石量 : 256,194 tons
- Overall Waste to Ore Ratio : $(2,237,476 + 256,194) / 983,796 = 2.535$

表 II-7-1 ピット内の鉍石と捨石の比較表

Designed Pit	P100	P140	P180	P218
Price : US\$/kgRE ₂ O ₃	1.00	1.40	1.80	2.18
Bench : Top	1,015	1,015	1,020	1,075
Bottom	815	800	795	780
Ore(ton), Cut-off 0	446,732	2,443,820	3,221,272	12,762,034
Av.RE ₂ O ₃ (%)	6.12	3.92	3.60	2.04
1	426,144	2,045,060	2,595,772	6,357,973
Av.RE ₂ O ₃ (%)	6.40	4.63	4.42	3.99
2	386,724	1,706,549	2,138,648	5,130,728
Av. RE ₂ O ₃ (%)	6.90	5.23	5.02	4.58
3	329,940	1,376,556	1,691,968	3,680,396
Av. RE ₂ O ₃ (%)	7.69	5.93	5.72	5.40
4	314,870	1,133,051	1,328,883	2,441,735
Av. RE ₂ O ₃ (%)	7.88	6.46	6.31	6.39
5	291,373	854,212	983,796	1,764,992
Av. RE ₂ O ₃ (%)	8.17	7.10	6.96	7.12
6	235,918	521,138	564,038	1,105,254
Av. RE ₂ O ₃ (%)	8.80	8.18	8.11	8.11
7	200,617	380,225	400,401	748,229
Av. RE ₂ O ₃ (%)	9.21	8.84	8.80	8.91
8	157,172	252,904	263,304	482,016
Av. RE ₂ O ₃ (%)	9.70	9.50	9.46	9.70
9	100,128	122,644	122,644	258,624
Av. RE ₂ O ₃ (%)	10.34	10.57	10.57	10.73
10	56,448	68,564	68,564	142,144
Av. RE ₂ O ₃ (%)	10.99	11.43	11.43	11.78
Waste(ton)	186,455	1,837,326	2,493,670	11,576,857
W/O, Ore ≥ 5	0.640	2.151	2.535	6.559
Waste(ton)	241,910	2,170,400	2,913,428	12,236,595
W/O, Ore ≥ 6	1.025	4.165	5.165	11.071

7-3-2 生産計画

(1) 操業日数

年間 300 日

(2) 採掘量

- Pre-production Stripping : 329,319 tons,
- 年間平均採掘量
 鉍石量 : 75,000 tons, 6.96% RE₂O₃, 10.00% CaF₂, 39.27% BaSO₄
 廃石量 : 165,000 tons
 総採掘量 : 240,000 tons

W/O Ratio (Average) : 2.2

- Mine Life : 13.1年

(3) 年間平均精鉱生産量

6-2-4 項で説明したように、第二年次の浮選テストでは、30%、40%、50%RE₂O₃の精鉱がそれぞれ90%、70%、50%の実収率で回収される結果が得られている。しかし、浮選テストに供された試料はいずれも8% RE₂O₃以上であり、バッチ・テストの一例では、給鉱品位が低下すると精鉱品位35% RE₂O₃では実収率も悪化する傾向が見られる。7-3-1で述べたように鉱量を確保するためCut-offを5% RE₂O₃、平均給鉱品位を6.96% RE₂O₃としたので実収率、精鉱品位をそれぞれ60%、40%と仮定した。

- 給鉱量 : 75,000 tons, 6.96% RE₂O₃, 10.00% CaF₂, 39.27% BaSO₄
- 選鉱実収率 : 60% RE₂O₃, 60% CaF₂, 95% BaSO₄
- 精鉱量 : 7,830 tons RE₂O₃, 11,250 tons CaF₂, 29,453 tons BaSO₄
- 精鉱品位 : 40% RE₂O₃, 40% CaF₂, 95% BaSO₄
- 含有量 : 3,132 tons RE₂O₃, 4,500 tons CaF₂, 27,980 tons BaSO₄

(4) 年次生産計画

ピット上部から順次下部に向かって採掘するものとして、年次別の採鉱量を算定し、それに対応する精鉱生産計画を策定した。結果を表 II-7-2 にまとめた。

7-3-3 開発計画

鉱山施設の配置を図 II-7-1 に示した。建設期間を2年に設定した。現地にはカルスト地形が発達しており、随所にドリーネ、ポリエ、ポノールが見られる。地表施設の建設予定地は事前に十分調査し、対策工を策定する必要がある。

(1) 採鉱

採鉱関係については、採鉱準備（表土除去など）、重機類の選定およびその購入価格、廃石堆積場（場所、廃石量の検討を含む）、採鉱関係の施設（事務所、修理工場他の付帯施設）等の検討を行った。

(2) 選鉱

選鉱関係については、選鉱場と選鉱設備（位置、処理鉱石量やプラントコストの検討）、尾鉱堆積場（場所や規模、公害対策など）の検討、その他、分析場および分析機器、精鉱の貯蔵庫と放射性物質の管理関係等検討した。

(3) インフラストラクチャー

インフラストラクチャー関係では、電力（電力網の情報やDiesel発電の検討）、用水関係（選鉱用水や生活用水）、交通・運輸（道路状況、鉄道やトラック輸送関係等）、通信（電話線の敷設）等の検討を行った。

表 II-7-2 年次別生産計画表

Year		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Mine	Ore(ton)			75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	8,796	
	RE ₂ O ₃ (%)			6.91	7.37	7.47	7.47	7.32	6.73	7.13	7.24	6.91	6.82	6.70	6.48	5.98	5.74	
	CaF ₂ (%)			10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
	BaSO ₄ (%)			39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	
	Waste(ton)	164,660	164,659	200,000	200,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	170,000	150,000	4,351	0
	Total(ton)	164,660	164,659	275,000	275,000	255,000	255,000	255,000	255,000	255,000	255,000	255,000	255,000	255,000	245,000	225,000	79,351	8,796
Flotation	Feed(ton)			75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	8,796	
	RE ₂ O ₃ (%)			6.91	7.37	7.47	7.47	7.32	6.73	7.13	7.24	6.91	6.82	6.70	6.48	5.98	5.74	
	CaF ₂ (%)			10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
	BaSO ₄ (%)			39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	
	Conc.(ton)																	
	RE ₂ O ₃			7774	8291	8404	8404	8235	7571	8021	8145	7774	7673	7538	7290	6728	757	
	CaF ₂			11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	1319.4
	BaSO ₄			29453	29453	29453	29453	29453	29453	29453	29453	29453	29453	29453	29453	29453	29453	3454
	RE ₂ O ₃ (%)			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	CaF ₂ (%)			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	BaSO ₄ (%)			95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
	in Conc.																	
	RE ₂ O ₃ (ton)			3110	3317	3362	3362	3294	3029	3209	3258	3110	3069	3015	2916	2691	2691	303
CaF ₂ (ton)			4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	528	
BaSO ₄ (ton)			27980	27980	27980	27980	27980	27980	27980	27980	27980	27980	27980	27980	27980	27980	3281	

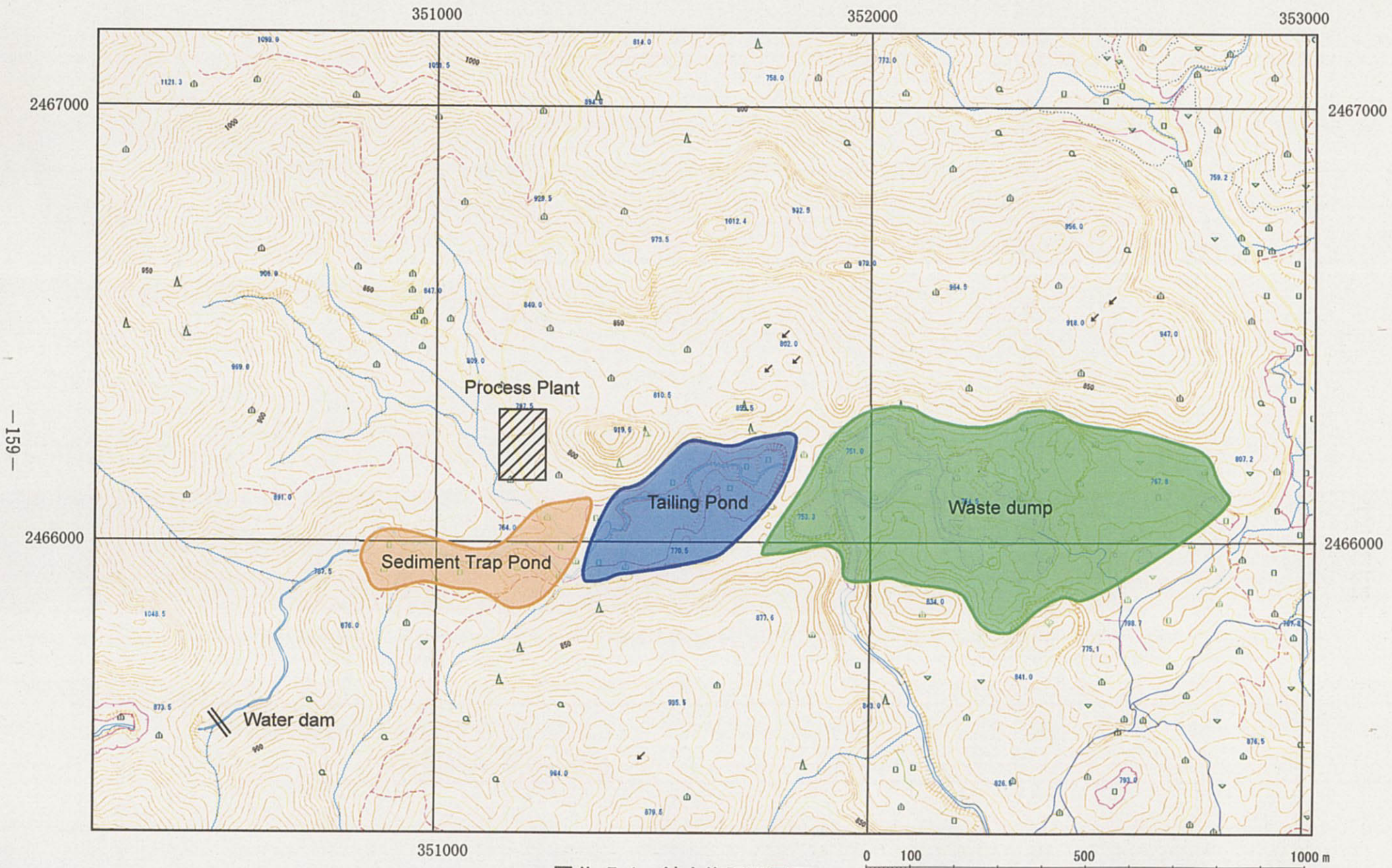


图 II-7-1 鉱山施設配置図

7-3-4 操業計画

操業計画では各分野で以下の項目について検討を行った。

(1) 採鉱

採鉱関係では採鉱法を天掘り採掘として検討し、作業形式は一日三交代制、週六日操業、年間300日操業で、成員は61名とした。

(2) 選鉱

選鉱工程は鉱石を破碎・磨鉱後、逆浮選工程で、バライト、蛍石、希土類鉱物精鉱を分離し、精鉱は、シックナーで濃縮、加圧式脱水機で脱水され、精鉱貯蔵庫に貯蔵する。

作業様式は一日三交代制、週六日操業、年間300日操業で、成員は36名とした。

(3) 管理部門

管理部門は操業管理、財務・会計管理、安全管理、製品販売・在庫管理 その他を考慮して、成員は22名とした。

7-3-5 起業費・操業費

生産計画、開発計画、操業計画等の検討結果にもとづき、起業費、操業費を以下のように算定した。

(1) 起業費 (in US \$)

採鉱関係：	5,927,221
選鉱関係：	5,294,000
インフラストラクチャー：	3,155,000
Working Capital (3 Months Operating Cost)：	880,500
<u>Capital Cost Total：</u>	<u>15,256,721</u>

(2) 操業費 (年間平均, in US \$)

採鉱関係：(鉱石と捨石の採掘コスト：@US\$7.00/t)	1,680,000
選鉱関係：(平均選鉱費：@US \$ 20.29 /ton)	1,521,750
A & G：(@US \$ 4.27/Ton of Feed)	320,250
<u>年間平均操業費：</u>	<u>3,522,000</u>

7-4 収支計算

7-4-1 年次生産計画

表 II-7-2 の年次生産計画にもとづき収支計算を行った。年間出鉱量(給鉱量)は75,000tonsと一定であるが、年次ごとの平均品位が変動するので年間収入もそれにしたがって変化する。操業費や選鉱費は給鉱量が一定なので変動しないが、採鉱費は廃石量が漸減するのでそれにしたがって減少する。年次生産計画にもとづいた収支計算結果を表 II-7-3 にまとめた。

表Ⅱ-7-3 収支評価およびキャッシュ・フローの一覧表

Year		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Production	ROM('000t)			75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	8,796
	RE2O3(%)			6.91	7.37	7.47	7.47	7.32	6.73	7.13	7.24	6.91	6.82	6.70	6.48	5.98	5.74
	Waste('000t)			200,000	200,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	170,000	150,000	4,351	0
	Total('000t)			275,000	275,000	255,000	255,000	255,000	255,000	255,000	255,000	255,000	255,000	245,000	225,000	79,351	8,796
	Feed('000t)			75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	8,796
	RE2O3(%)			6.91	7.37	7.47	7.47	7.32	6.73	7.13	7.24	6.91	6.82	6.70	6.48	5.98	5.74
	Conc.(t)			7,774	8,291	8,404	8,404	8,235	7,571	8,021	8,145	7,774	7,673	7,538	7,290	6,728	757
	RE2O3(%)			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	RE2O3(t)			3,110	3,317	3,362	3,362	3,294	3,029	3,209	3,258	3,110	3,069	3,015	2,916	2,691	303
Operating Cost (US\$'000)	Mine			1,925	1,925	1,785	1,785	1,785	1,785	1,785	1,785	1,785	1,785	1,715	1,575	555	62
	Mill			1,522	1,522	1,522	1,522	1,522	1,522	1,522	1,522	1,522	1,522	1,522	1,522	1,522	178
	A & G			320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	38
	Total			3,767	3,767	3,627	3,627	3,627	3,627	3,627	3,627	3,627	3,627	3,557	3,417	2,397	278
Revenue (US\$'000)			6,748	7,197	7,294	7,294	7,148	6,572	6,962	7,070	6,748	6,660	6,543	6,328	5,839	657	
Operating Profit (US\$'000)			2,981	3,430	3,667	3,667	3,521	2,945	3,335	3,443	3,121	3,033	2,986	2,911	3,442	380	
Depreciation (US\$'000)			1,610	1,949	2,423	2,000	1,500	1,500	1,000	1,000	749						
Taxable Profit (US\$'000)			-0	0	2	700	1,347	1,042	2,171	2,443	2,372	3,033	2,986	2,911	3,442	380	
Tax @40%/y (US\$'000)			0	0	0	280	539	417	868	977	949	1213	1194	1164	1377	152	
Profit after Tax (US\$'000)			1,371	1,481	1,244	1,388	1,482	1,028	1,467	1,466	1,423	1,820	1,791	1,746	2,065	228	
Construction Cost (US\$'000)		7,629	7,628														
Loan (US\$'000)		7,629	7,628														
Interest @ 8%/y (US\$'000)		610	1,269	1,371	1,481	1,242	968	674	403	165							
Repayment (US\$'000)				2,981	3,430	3,667	3,388	2,982	2,225								
Cum. Loan (US\$'000)		8,239	17,137	18,508	15,527	12,097	8,430	5,042	2,060	0							
Cash Flow (US\$'000)		-8,239	-8,897	2,981	3,430	3,667	3,388	2,982	2,528	2,467	2,466	2,172	1,820	1,791	1,746	2,065	228
Cum. Cash Flow (US\$'000)		-8,239	-17,136	-14,156	-10,726	-7,059	-3,671	-689	1,840	4,307	6,773	8,944	10,764	12,555	14,302	16,367	16,595
DCF @ 15.7%/y (US\$'000)				2,576	2,562	2,368	1,890	1,438	1,054	889	768	585	423	360	303	310	30
Cum. DCF (US\$'000)				2,576	5,138	7,506	9,397	10,835	11,889	12,778	13,546	14,130	14,554	14,914	15,217	15,528	15,557
DCF @ 16%/y (US\$'000)				2,569	2,549	2,350	1,871	1,420	1,038	873	752	571	412	350	294	300	29
Cum. DCF (US\$'000)				2,569	5,118	7,467	9,338	10,758	11,796	12,669	13,421	13,992	14,405	14,755	15,049	15,349	15,377

7-4-2 粗利益計算

(1) 収入計算

バストネサイト精鉱の世界市場での販売は事実上不可能である。また、希土類の市場は寡占的で、一般的な市場価格を設定することは困難である。ここでは USGS の Commodity Summary (2001) に記載されているバストネサイト精鉱中に含まれる RE_2O_3 kg 当たりの価格、US \$ 2.87 (精鉱品位 60% RE_2O_3 標準, 1996 年以来変更無し) と混合希土類金属 (mischmetal) kg 当たりの価格、US \$ 5.00-7.00 から US \$ 5.00 を採用して、冶金工程の生産費 (操業費, 償却費, 利潤を含むものと想定) を算出した。この生産費を当鉱山で産出される精鉱 (40% RE_2O_3) の販売条件と仮定した。この比較計算にもとづき、40% RE_2O_3 精鉱では、60% RE_2O_3 精鉱に含まれる RE_2O_3 kg 当たりの単価 US \$2.87 から、製錬・精製費相当として kg 当たり US \$0.70 減価し、US \$2.17/kg で評価した。なお、蛍石、バライトは収入の対象としない。

(2) 起業費の調達と償却

- 建設期間：2年とし、企業費は等分に支出されるものとした。
- 企業費の調達：起業費全額を融資で調達すると仮定した。金利は 8%/y としたが、現状の金融市場で適正か否かは検討の必要がある。
- 起業費の償却：起業費の 90% を 9 年で償却するものとした。償却スケジュールでは、生産開始後 3 年間は課税対象益が出ないように勘案した。
- 融資金の返済：各年次に発生した Cash Flow は、融資金を完済するまで全額返済に充てるものとした。

(3) 租税公課

償却費、融資金の金利を控除した利益の 40% を税額とした。税制についての調査は不十分で、Royalty を含めて Taxes and Levies についてはさらに調査・検討する必要がある。

7-4-3 計算結果

- (1) 融資返済期間 (Payback Year)：初期投資 US \$ 15,256,721 全額の融資を金利年 8% として約 7 年で返済が可能である。
- (2) Discounted Cash Flow：減価率 (Discount Rate) は、年率約 16% で生産開始時点に割戻した累積 Cash Flow が初期投資額とほぼ等価となる。

7-5 環境

7-5-1 環境法

ヴェトナムにおける環境に関する法律として、基本法的な環境法 (Law on Environment) を入手したが、具体的な規制値などは入手できなかった。規制物質、規制値については、世界または日本の規制値を採用すれば安全面から十分である。

7-5-2 環境影響評価

環境法から、開発行為には環境影響評価を行うことが規定されている。今回の調査では、必要十分な環境影響評価は実施していないが、鉱山開発によって環境に及ぼす影響に対する概念的な調査を行った。

現地周辺の居住地には、New Dong Pao 部落と Dong Pao 部落とがあるが、F3 鉱体のごく近傍にある New Dong Pao 部落の住民（6 軒）は移転させることを前提として考える。

また、環境基準、排出基準等については、日本の基準をもとにした。現地調査結果と大気、水質、騒音・振動、土地利用、植生、公共施設、文化財、放射制物質などについて検討を行った。

河川の水質は、pH が 7.33~8.55 で、日本の河川の環境基準（工業用水、農業用水；pH6.0~8.5）より上限が一部の河川で僅かながら越えている。また、砒素が 0.25~0.32mg/l、フッ素が 0.79~2.42mg/l、水銀 0.001mg/l で、いずれも日本の環境基準（人の健康の保護に関する環境基準；砒素 0.01mg/l、水銀 0.0005mg/l）を越えている。これは Dong Pao 地域が鉱化地帯であることによる。

本鉱床には僅かながら放射性物質の Th および U を含まれるため、鉱石処理におけるこれらの取り扱いが問題となり、REO 精鉱貯蔵、選鉱工程の廃水等への配慮が重要である。

土地利用では水田と一部の茶畑が使用不可能になる。動物の生態についてはまだ調査が行われていないため、今後これを実施する必要がある。

その他の項目では大きな問題は発生しないと考えられる。

7-6 検討結果の考察

(1) 採掘対象鉱量

Cut-off 品位 5% RE₂O₃ とすれば、採掘対象鉱量は 1million tons 弱、平均品位 7% RE₂O₃ 前後となり、精鉱中の含有量で年産 3,000tons RE₂O₃ 程度の生産規模が妥当なところと思われる。鉱量計算は試錐の行われた範囲に限られており、その範囲の南限から Dong Pao 川の間には若干の鉱量増加を見込めるが、生産規模を大幅に増加させることにはならないであろう。Cut-off 品位を Operating Cost Break-even にとれば、2.2% RE₂O₃ 程度になり、鉱量は大幅に増加する。選鉱工程への Feed の平均品位の低下が、選鉱効率を著しく悪化させなければ、採掘対象鉱量は大幅に増加する。より詳細な選鉱試験を実施する必要がある。

(2) 副産物の評価

この検討ではバライト精鉱、螢石精鉱の価値を評価していない。これらの精鉱の販路に見通しが立てば、付加価値が増す。バライト精鉱の用途として最も大きいのは石油井の掘削泥水用で、ベトナムの Off-shore 石油探査が販路として期待できるかもしれない。市場調査が必要である。

(3) 希土類鉱石の選鉱工程

希土類鉱石は産地によって鉱物学的特性がユニークであり、それぞれ適切な選鉱工程 (mineral processing) を考案する必要がある。今回の選鉱試験結果によって、Dong Pao 鉱石

の処理工程について最適な選鉱工程が開発された。この選鉱工程によって冶金工程で技術的に受け入れ可能な精鉱の生産が可能になった。

(4) 冶金工程

この検討には冶金工程の技術的・経済的検討が含まれていない。精鉱の鉱物学的特性も産地によって異なり、最終的な経済性の検討には精鉱の冶金試験が必要不可欠である。この検討では最終製品をミッシュメタルとしたが、一般的な冶金工程では、セリウム酸化物が工程の初期段階で分離される。セリウム酸化物が分離できれば製品の付加価値を増すことが期待できる。

(5) 放射性鉱物の処理

鉱床の特性上、精鉱への放射性鉱物の混入は避けられない。このことがバストネサイト精鉱を世界市場で販売できない最大の要因である。放射性鉱物を選鉱段階で除去することは不可能で、冶金段階で除去する手法を検討しなければならない。また、放射性鉱物を含有する生成物の取り扱い、処理は採鉱から冶金までの全生産工程での重要な課題である。

(6) 経済性検討結果

Payback Year 7年、収益率で年率16%の結果は、特に収益率の高い鉱山とはいえないが、生産規模を考慮すればほぼ妥当なものと考えられる。与件に不確定な要素が多分に含まれているので、今後さらに調査し、検討を加える必要がある。

第8章 結論および提言

8-1 結論

(1) 調査の概要

本調査は、ヴェトナム社会主義共和国のドンパオ (Dong Pao) 地域における資源開発協力基礎調査地域開発計画調査で、平成12年度を第1年次、平成13年度を第2年次とする2年間のプロジェクトである。

第1年次の調査は全域の地質調査、環境影響調査、およびF3鉱体を対象にしたボーリング調査、F3鉱体の鉱石試料による選鉱試験を実施した。また、第2年次の調査ではF3鉱体とF7鉱体を含む地区の地質調査、F7鉱体西部でのトレンチ調査、環境影響調査、F3鉱体でのボーリング調査および鉱山開発計画調査のために採鉱、選鉱、インフラ関係等の現地調査を実施した。これらの調査結果を検討し、F3鉱体のPre-Feasibility Studyを行った。

(2) 地質調査

Dong Pao 地域の地質は三畳系の石灰岩、頁岩、砂岩、シルト岩および古第三系のアルカリ岩質火山岩・凝灰岩類からなり、貫入岩には古第三系の閃長岩および小規模なミネット岩脈がある。石灰岩は北西部、西部、南東部に、頁岩、砂岩、シルト岩は東部に分布する。これらを貫く閃長岩が当地区の大半を占めて広く分布する。レアアースの鉱化の大半は閃長岩体中の周縁部に分布する。

地質構造は広域的に発達したNW-SE系の構造帯が当地域にも関係し、本地区北東端部および南部にNW-SE系の断層ある。本地域内にはN-S系およびE-W系のリニアメントが発達し、これらはNW-SE系断層の共役剪断面が現れたと考えられる。

(3) 環境影響調査

環境影響調査では土壌調査、水文調査、気象観測調査および植生調査を実施した。

土壌調査で採取した1,606試料の分析結果によれば、主要鉱種であるT-RE₂O₃の顕著な異常はF1鉱体、F3鉱体、F4鉱体、F7鉱体、F9鉱体、F10鉱体、F14鉱体およびF16鉱体の分布域現れている。BaSO₄およびCaF₂の異常はT-RE₂O₃の異常域と良く一致する。

河川のpHは6.98~8.52の範囲に分布し、中性から弱アルカリ性の水質を示す。Dong Pao川の最上流部付近のpHは、7.70~7.90を示し、これらの値が本地域のpHの自然バックグラウンドと考えられる。

微量成分では砒素が0.25~0.32mg/l、フッ素が0.79~2.42mg/lと高く、鉱化作用の影響を受けたと考えられる。本地域の水質の特徴は、液性が中性~アルカリ性、電気伝導度が数百μS/cmを示しており、本地域に広く分布する石灰岩の影響を受けていると考えられる。

ウラニウムを使用した地下水の流動調査では、Dong Pao川は洞窟内に流入した後に地下河川として流下し、Nam Hon川の最上流部で流出していることが確認された。しかし、Nam Hon川の近くで流出する温泉水にはDong Pao川の河川水は流入していない。

本地域はアジア・モンスーン地帯の湿潤・亜熱帯気候区に属している。Tam Duong観測所

の過去5年間の気象データから通年の気象サイクルが認められる。当地域では5月～8月間が一般に高温(20～24℃)、多雨(200～800mm/月)、9月～翌年4月間が低温(13～18℃)、少雨(0.3～200mm/月以下)である。

2001年に測定した自動気象観測の結果では、雨季には一周間あたり平均60mm以上の降雨が認められ、この間の1週間の最高降雨量は154mm/weekであった。1時間あたりの最大降雨量は32mm/h、最大瞬間風速は北東の風8.0m/s、最高気温は34.4℃、最低気温は6℃であった。New Tam Duongの気象観測所のデータでは、過去2年間の1日あたりの最大降雨量は97mm、過去5年間の1週間あたりの最大降雨量は384mmである。

(4) トレンチ調査

F7 鉱体西部のトレンチ調査で確認できた有望な鉱化帯は、沢沿い、道路沿い、さらにその上盤の3層準からなり、これらの鉱化帯はいずれも緩傾斜の産状を示す。沢底の鉱化帯から最上部の鉱化帯までの標高差は約55mあり、当地区に有望な鉱化帯が潜在している可能性が高い事が明らかになった。

(5) ボーリング調査

ボーリング調査はF3 鉱体の下部探査を目的に23孔(3,200m)を実施した。孔内地質は鉱化変質を受けた閃長岩、石灰岩のブロックと礫、これらを貫くミネット岩脈からなる。ボーリング調査の結果、8孔においてT-RE₂O₃が10%以上を示す富鉱部に着鉱し、さらに他の5孔ではT-RE₂O₃が5～10%を示す有望な鉱化部を確認した。

(6) F3 鉱体

F3 鉱体はその産状が富鉱部(T-RE₂O₃≥10%)とその近傍の中程度(10%>T-RE₂O₃≥5%)の鉱化帯が不規則レンズ状の鉱体を形成し、その周辺部に低品位部が広範囲に分布する。

F3 鉱体の東側と西側は石灰岩のブロックや礫が多く、レアアースの鉱化は閉塞される。また、この鉱体の富鉱部は南部から北部に向かって徐々に深くなり、北部ではレアアースの鉱化も弱くなる。F3 鉱体の富鉱部の分布範囲は東西約150m、南北約400mである。

鉱石は、コンドライトによる規格化パターンでは軽希土類元素に富み、Bastnaesiteを主体とする鉱石である。産出鉱物はBastnaesite, Hydroxy bastnaesite, Synchronite, Barite, Fluoriteおよび少量のMonazite, Pyriteからなり、脈石鉱物はQuartz, Calcite, K-feldsparおよび少量のPhlogopite, Illite, Kaolinite, Halloysite, Smectite, Boehmite等である。Bastnaesiteの産状は主に細粒のBastnaesiteがBarite, Fluorite, Quartz等の結晶粒間を埋めており、一部ではBariteやFluorite等の結晶粒の中に細脈状に産する。

(7) F3 鉱体以外の鉱化作用

Dong Pao 地域ではF1およびF4がFluoriteを主体とする鉱体で、前者は現在稼行中、後者は休山中である。その他はレアアースを主体とする鉱体で、F3の他にF7, F9, F10 鉱体があるが、いずれも稼行されていない。これらの鉱体には有望なレアアース鉱床が潜在している

可能性がある。

(8) レアアース鉱床の形成モデル

本地区の鉱床形成過程を考察すると、中生代後期のアルプス造山運動の影響を受けて、NW-SE系の断裂帯が形成され、三畳系がブロック化された。古第三紀になって、この断裂帯に沿ってアルカリ岩質のマグマの貫入が地下深部で起こり、当地域の閃長岩が形成された。このマグマの下部では希土類元素を含む高温・高圧のガスが形成され、このガスが閃長岩の岩体周縁部の冷却節理帯や破碎された石灰岩の弱線帯に沿って上昇した。地下水の影響等から高温、高圧のガスは冷却されて、ある条件下でレアアース鉱物、Fluorite, Barite等が沈殿して鉱床を形成した。その後、閃長岩が侵食されて地表近くレアアースの鉱化帯が現れたと推定される。現在の見られるレアアース、重晶石、螢石の富鉱部が風化作用の影響による二次富化帯によるものか、または初生の高品位鉱の風化によるものかは明らかではない。

(9) 埋蔵鉱量計算

埋蔵鉱量計算はボーリング調査（23孔、2300m）の結果を基に、東西20m、南北20m、高さ5mの3次元ブロックモデルで実施した。各コンポジットの品位を孔長の加重平均で計算するため、垂直方向のブロック境界で区切られた5m長のコンポジットを設定した。また、比重は全鉱種および岩種とも2.6として計算した。

埋蔵鉱量計算では、カットオフ品位を0%から15%まで変化させてそれぞれ集計した。

その内、RE₂O₃のカットオフ品位が0%から11%における鉱量を下表に示す。

Cut off graid %	Insitu ore (BCMS)	Insitu ore (Tonnes)	Average Graid (%)		
			RE2O3	CaF2	BaSO4
0	11,936,707	31,035,436	1.78	3.26	16.32
1	5,732,723	14,905,079	3.59	6.54	31.24
2	4,258,782	11,072,833	4.32	7.81	34.40
3	2,856,637	7,427,256	5.22	9.82	34.45
4	1,839,669	4,783,140	6.20	11.99	34.00
5	1,218,034	3,166,887	7.09	12.90	34.88
6	812,062	2,111,360	7.89	13.87	35.17
7	534,170	1,388,843	8.65	14.39	36.39
8	306,991	798,176	9.49	13.26	39.13
9	158,271	411,504	10.48	12.54	41.15
10	76,111	197,888	11.67	12.91	44.23
11	46,811	121,708	12.44	11.27	45.75

この埋蔵鉱量計算にはF3鉱体の南側（ボーリング調査実施範囲より南部）の鉱量約31～35万トン（品位13.44% T-RE₂O₃）は含まれていない。

(10) 選鉱試験

第1年時の選鉱試験では既存の選鉱フローシートで各種試験、検討を行ったが、風化鉱のためレアアースの分離は全く出来なかった。その後継続した第2年次の選鉱試験では新たに開発した逆浮選フローシート（Barite, Fluorite, Rare earthの順で浮選）および新た

な浮選試薬条件を使用して現在ではREO品位40%で実収率70%,REO品位50%で実収率50%など非常に良い成果が得られている。この方法はこれまで困難とされてきた風化変質希土類鉱石の浮選に対して非常に有望である。

(11) F3 鉱体開発の妥当性についての検討

F3 鉱体開発の妥当性について検討した結果、精鉱中の含有量で年産3,000t RE2O3程度の規模で13年強の生産が可能である。収益性の試算結果では、US\$15,000,000強の企業費に対し、年率16%程度の収益率が見込まれる。ただし、この検討では精鉱と最終製品と想定されるミッシュメタルの価格差から計算した冶金工程のコストは考慮されているが、冶金試験結果に基づいた技術的パラメータの裏付けが得られていない。正当な経済評価を行うためには冶金試験が不可欠で、現在これを実施中である。冶金試験結果を考慮したF3 鉱体開発の妥当性についての検討結果は、別冊で詳述する。

8-2 提言

2年間に渡って実施した調査結果から、F3 鉱体開発に向けて必要なデータを得るために、今後実施すべき調査は以下のとおりである。

8-2-1 F3 鉱体およびF7 鉱体に対する調査

(1) F3 鉱体のボーリング調査

F3 鉱体は不規則レンズ状の富鉱部からなり、横方向への品位変化の把握が重要である。Feasibility Studyを行うとすれば、これまでのボーリングが50m間隔で広過ぎるため、その間を埋めた25m間隔のボーリングを実施する必要がある。

採掘ピット勾配は風化した鉱石と岩石を考慮して34°を採用した。このため、採掘ピット・デザインは西側の急傾斜を掘削することになる。この急斜面に石灰岩のブロックや礫が多く、岩盤状況が良ければピット勾配を急角度に変更できる可能性がある。従って、この西側斜面に数孔のボーリングを実施し、岩盤状況と鉱化状況を合わせて把握する必要がある(図II-8-1)。

(2) トレンチ調査

F3 鉱体のボーリング実施範囲より南側にある鉱床は、過去に実施された埋蔵鉱量計算によれば約350,000tの期待鉱量がある。この地区は地形が急斜面であることから鉱石の品位分布を明らかにするためのボーリングは難しく、トレンチによってこの地区の詳細な調査を実施することが望ましい(図II-8-1)。

(3) F7 鉱体の探査

F3 鉱体に現れた地化学異常の広がりやF7 鉱体に連続しており、その西端部の異常帯で行ったトレンチによって、高品位の鉱化帯が3層準あることが明らかになった。この鉱体は非常に有望なレアアース資源なる可能性が高い。もし、この鉱体の規模が極端に大きくなった

とすれば、Dong Pao 地域の調査計画の全体を見直すことになると思われる。

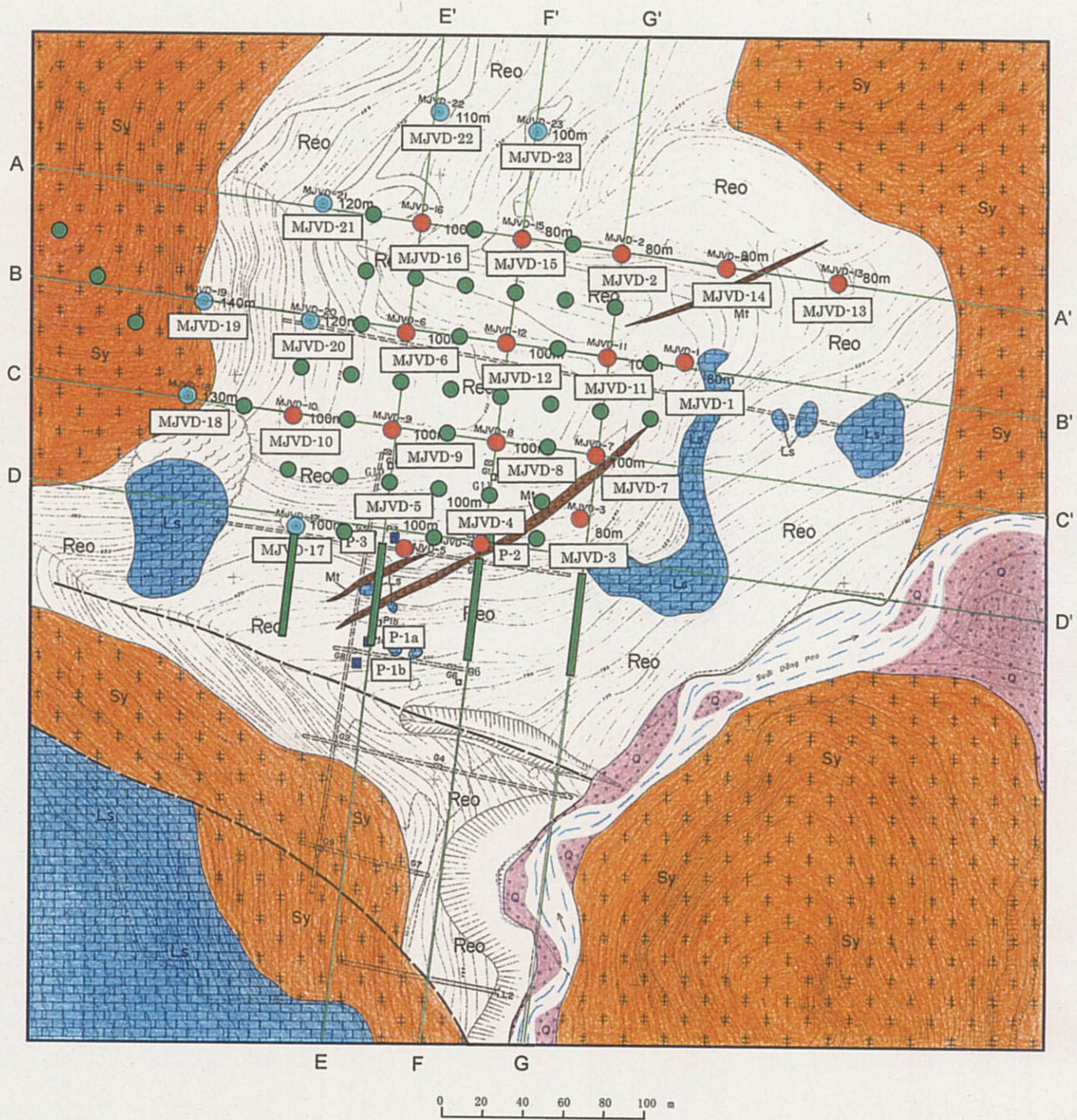
この鉍化帯に対するボーリング調査を実施することが望ましい。

(4) 選鉍試験関係

本調査の選鉍試験に用いた鉍石試料は、地表近くの風化鉍およびタイプの異なるコアによる鉍石試料であった。このため、浮選成績（実収率および精鉍品位）が給鉍品位や鉍種の変化に対してどのように変化するかは確立できなかった。今後、経済評価を行うためには、選鉍プロセスのエンジニアリングやデザインパラメーターを決定するためのより詳細な選鉍試験を行うことが望ましい。

8-2-2 F3 鉍体開発の経済性の評価

F3 鉍体開発の経済性の詳細な評価を実施するに当たっては、今後実施される精査ボーリングの調査結果を含めた埋蔵鉍量および可採鉍量の再計算を実施して採掘対象鉍量の推定を行い、採鉍・選鉍の生産計画の策定、経済予見の設定等に必要なパラメータの収集とその吟味を十分に行って、経済性の評価を行う必要がある。



Legend

- | | | | |
|--|----------------------------------|--|--|
| | Drilling planning point | | Gravel and sand (quaternary) |
| | Trenching planning point | | Syenite, Quartz syenite (paleogene?) |
| | MJVD-1~16 Drill hole of Phase 1 | | Limestone (triassic) |
| | MJVD-17~23 Drill hole of Phase 2 | | Minette (Dike) |
| | P-1 Pit | | Rare earth-barite-fluorite mineralization zone |
| | G2 Old Pit | | Fault |
| | H2 Old Trench | | |
| | L2 Old Tunnel | | |

図 II-8-1 精密ボーリング計画図