

## 第4章 選鉱試験



## 第 4 章 選 鉱 試 験

### 4-1 供試料の性状及び物性調査

#### 4-1-1 鉱 種

送付された鉱石は約 40～50%以下の粒度で、各々、約 40kg、5 鉱種で、サンプル採取場所は、表 4-1-1 に示す通りである。

表 4-1-1 鉱種別サンプル採取場所

鉱 種	サンプル採取場所
A	Diamante 坑内切羽
D	Gualquila S-2 坑内
E	Diamante 坑内切羽
F	Diamante 北口坑内
G	Mina Marina 坑内酸化鉱

#### 4-1-2 品 位

試料の主要成分の分析値は、表 4-1-2 に示す通りである。

表 4-1-2 試料の成分分析値

	A u	A g	Z n	F e	C u	P b	A s	S	S b	S n	B i
	(g/t)	(g/t)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
A	17.0	58.7	300	1154	018	026	40	145	0009	0002	0006
D	37	150.8	089	1112	087	032	22	122	0056	0002	0004
E	7.2	630	188	781	020	018	24	972	0007	0002	0006
F	7.8	463	037	4.15	003	012	14	424	0007	<0002	0002
G	108	410	032	259	023	021	42	142	0016	<0002	0009

#### 4-1-3 構成鉱物

##### (1) X線回折による観察

Diamante 鉱の X線回折結果を、付図 4-1-1 ～付図 4-1-5 に示す。主要な脈石は石英で、その他少量の絹雲母、カオリン、緑泥石がある。

鉱石鉱物は閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱が多く、次に方鉛鉱、黄銅鉱が存在する。また、

二次鉱物として若干の針鉄鉱，スコルド石が観察される。

なお鉱種別に回析結果をまとめたものが表4-1-3である。

表4-1-3 鉱種別X線回析結果

鉱物名	化学式	鉱種				
		A	D	E	F	G
石英	$SiO_2$	◎	◎	◎	◎	◎
絹雲母	$KAl_2(Si_4O_{10})(OH)_2$	△	△		△	△
緑泥石	$(Mg, Al)_6(Si_4O_{10})$	・		・	・	△
カオリン	$Al_4(Si_4O_{10})(OH)_4$	・	△	△	・	
閃亜鉛鉱	$ZnS$	◎	△	○	・	
方鉛鉱	$PbS$	・	・	・		
黄銅鉱	$CuFeS_2$	・	△	・		
黄鉄鉱	$FeS_2$	◎	○	◎	△	・
硫砒鉄鉱	$FeAsS$	○	△	△	△	○
針鉄鉱	$FeO(OH)$					○
スコルド石	$FeAsO_4 \cdot 2H_2O$				△	△

◎極多    ◎多    ○普通    △少    ・極微

(2) 検鏡及びXMAによる観察

Diamante鉱の研磨片検鏡及びXMA観察によれば，金鉱物はエレクトラム（約金80%，銀20%）で20 $\mu$ m~70 $\mu$ mの大きさで，黄銅鉱，黄鉄鉱，硫砒鉄鉱と共存，又は脈石石英中に遊離して存在している。

銀鉱物は上記エレクトラムの他，濃紅銀鉱，銀黝銅鉱，含銀四面銅鉱で，黄銅鉱，方鉛鉱，黄鉄鉱及び硫砒鉄鉱等と共存する他，しばしば黄鉄鉱や硫砒鉄鉱中に存在しているものも見られる。

その他の鉱石鉱物は黄鉄鉱，硫砒鉄鉱，閃亜鉛鉱，方鉛鉱，閃安鉛鉱，車骨鉱である。鉱種別による研磨片検鏡結果を表4-1-4に示す。

表 4 - 1 - 4 鉍種別検鏡結果

鉍物名	A 鉍		D 鉍		E 鉍		F 鉍		G 鉍	
	量	記事	量	記事	量	記事	量	記事	量	記事
エレクトラム	•	脈石中								
濃紅銀鉍	•	黄銅鉍と共存					•	硫砒鉄鉍の割目沿い		
銀黝銅鉍	•	黄銅鉍と共存								
含銀四面銅鉍			×	黄鉄鉍中	×	黄鉄鉍中に黄銅鉍と共存	×	黄鉄鉍中		
黄銅鉍	△		×	閃亜鉛鉍中にドット状	△	閃亜鉛鉍中にドット状と脈石中	○	閃亜鉛鉍中にドット状の外, 鉍染状		
黄鉄鉍	○	自形～他形	×	自形, 点在	◎	自形～他形	◎	自形～他形	△	自形, 鉍染状
硫砒鉄鉍	◎	自形, 集合状	◎	自形, 集合状	◎	自形, 集合状	○	自形, 鉍染状	◎	自形, 集合状
方鉛鉍	△	閃亜鉛鉍と共存, 硫砒鉄鉍中	△	閃亜鉛鉍, 硫砒鉄鉍中	△	閃亜鉛鉍, 硫砒鉄鉍中				
閃亜鉛鉍	◎	黄銅鉍ドット状	◎	少量黄銅鉍ドット状	○	黄銅鉍ドット状	◎	黄銅鉍ドット状	×	少量黄銅鉍ドット状
閃安鉛鉍			×	方鉛鉍と共存						
車骨鉍	×	銀黝銅鉍, 黄銅鉍と共存								

◎ 多量    ○ 中量    △ 少量    × 微量    • 極微

ドット状: ある鉍物中に点滴状に包有された状態。

鉍染状: 脈石中に点在する状態。

集合状: 鉍物のいくつかの結晶が集まった状態。

自形: 鉍物固有の結晶がよく発達している形。

他形: 鉍物固有の結晶面の発達が隣接する他の鉍物によってさまたげられた形。

また鉱物の存在状態を写4-1-1～写4-1-7に、XMAによる各鉱物の鑑定結果を写4-1-8～写4-1-13に示す。

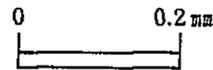
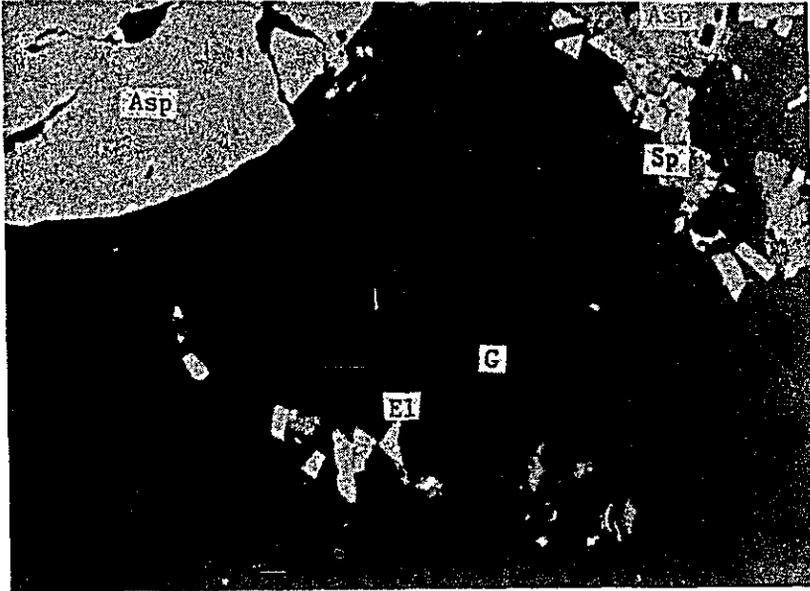
なお写真中の略号は下記の凡例による。

El : エレクトラム	Electrum
Pr : 濃紅銀鉱	Pyrrargyrite
Fr : 銀黝銅鉱	Freibergite
Td : 含銀四面銅鉱	Tetrahedrite
Bl : 閃安鉛鉱	Boulangerite
Bo : 車骨鉱	Bournonite
Cp : 黄銅鉱	Chalcopyrite
Gn : 方鉛鉱	Galena
Sp : 閃亜鉛鉱	Sphalerite
Py : 黄鉄鉱	pyrite
Asp : 砒鉄鉱	Arsenopyrite

顕微鏡写真(反射光)

写4-1-1

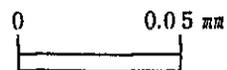
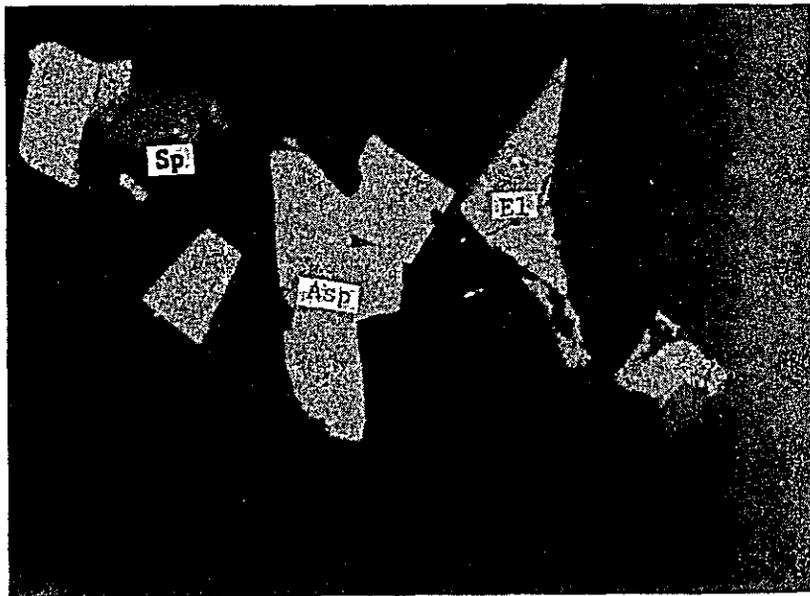
脈石中のエレクトラム



同上拡大

エレクトラムは黄鉄鉱と共存(粒度約 $70\mu m$ )

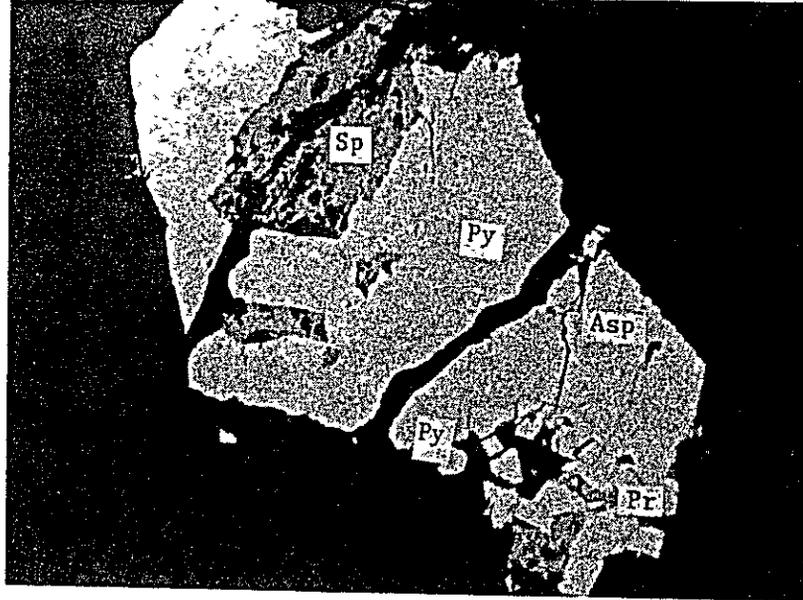
XMA 定量分析結果 Au 80.15% Ag 18.21%



顕微鏡写真(反射光)

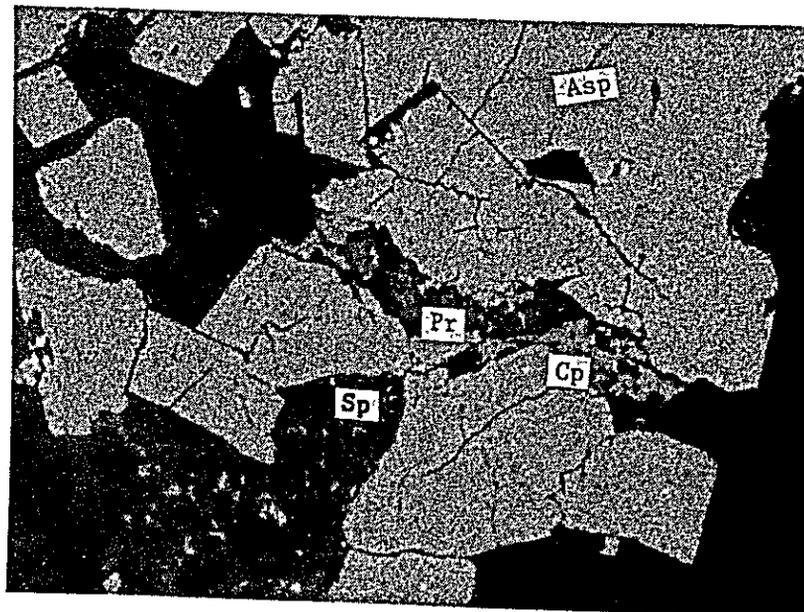
写4-1-2

硫砒鉄鉱の割目を埋める濃紅銀鉱と黄銅鉱



0 0.2 mm

同上拡大

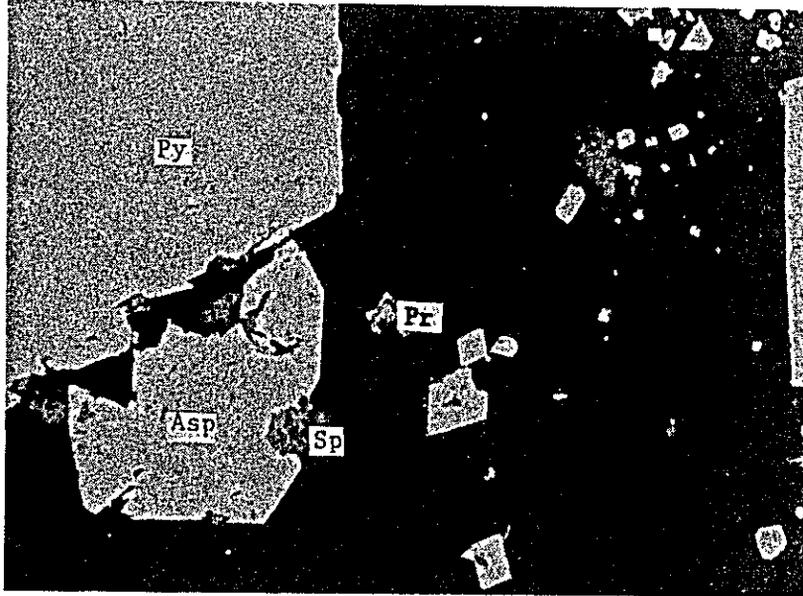


0 0.05 mm

顕微鏡写真(反射光)

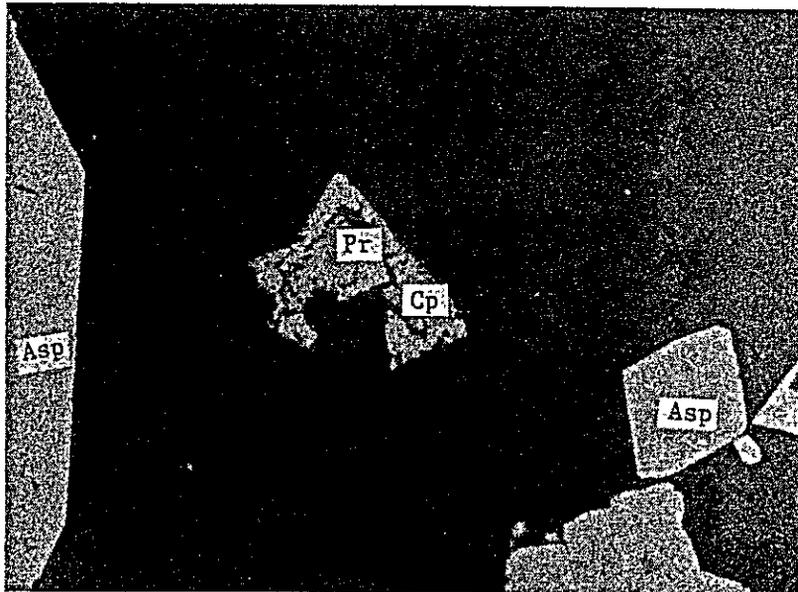
写4-1-3

黄銅鉱と共存する濃紅銀鉱



0 0.2 mm

同上拡大

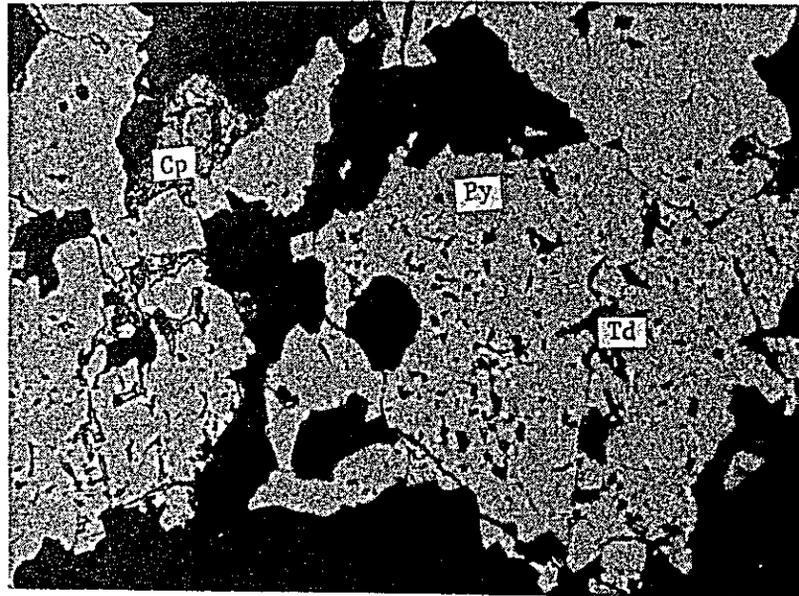


0 0.05 mm

顕微鏡写真(反射光)

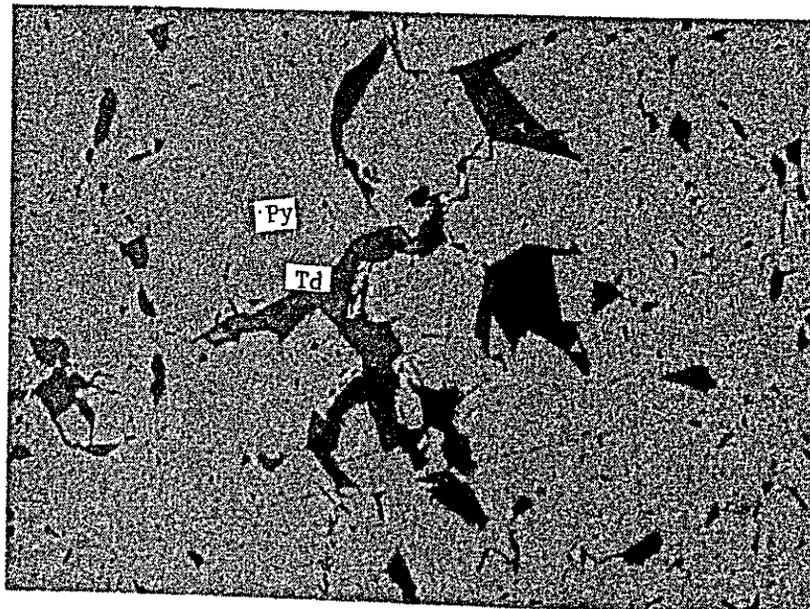
写4-1-4

黄鉄鉱中の含銀四面銅鉱



0 0.2 mm

同上拡大

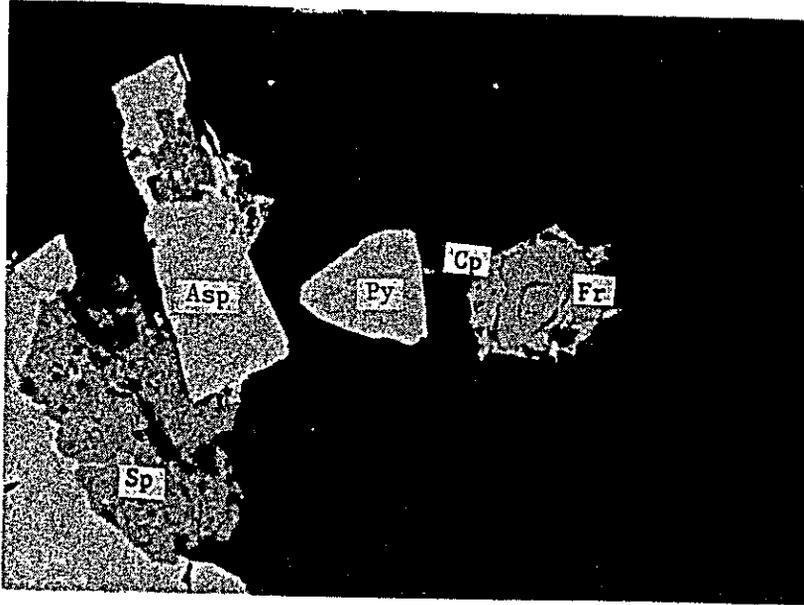


0 0.05 mm

顕微鏡写真(反射光)

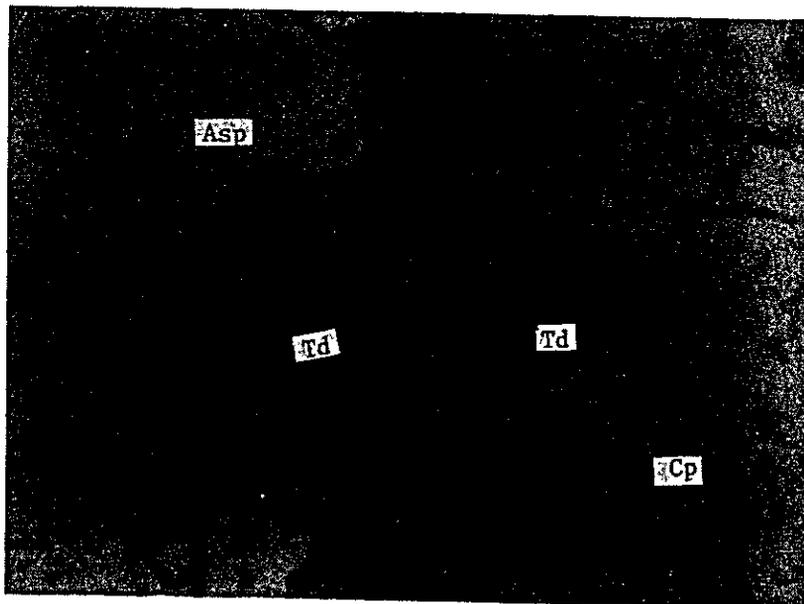
写4-1-5

黄銅鉱と共存する銀黝銅鉱



0 0.2 mm

黄銅鉱と共存する含銀四面銅鉱

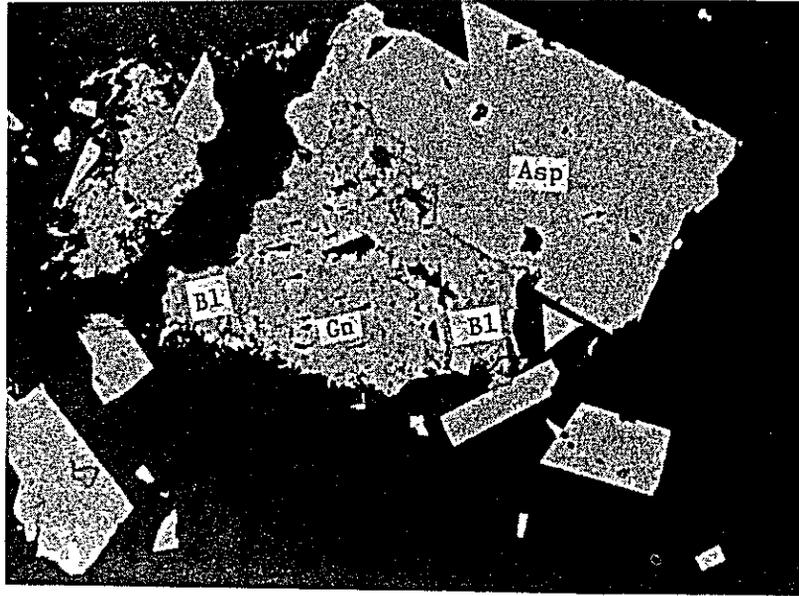


0 0.1 mm

顕微鏡写真(反射光)

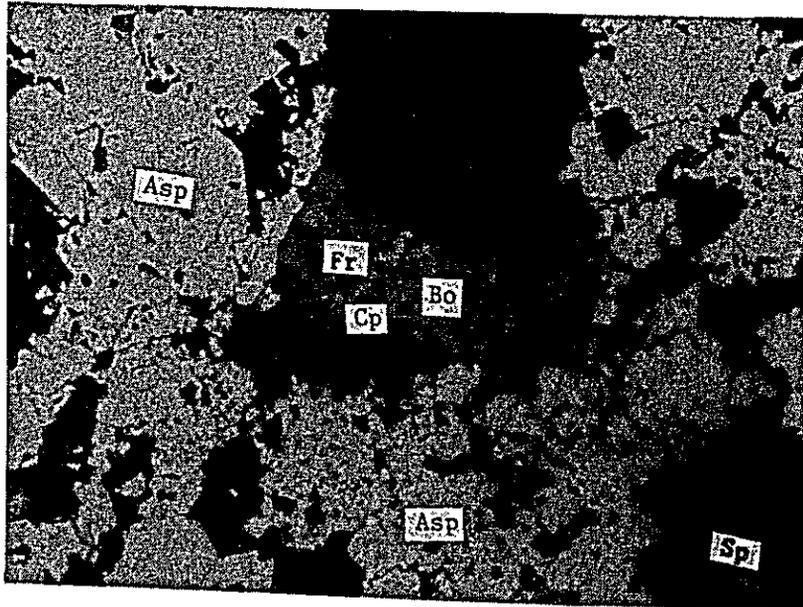
写 4 - 1 - 6

硫砒鉄鉱，方鉛鉱と共存する閃安鉛鉱



0 0.2 mm

車骨鉱，黄銅鉱と共存する銀黝銅鉱

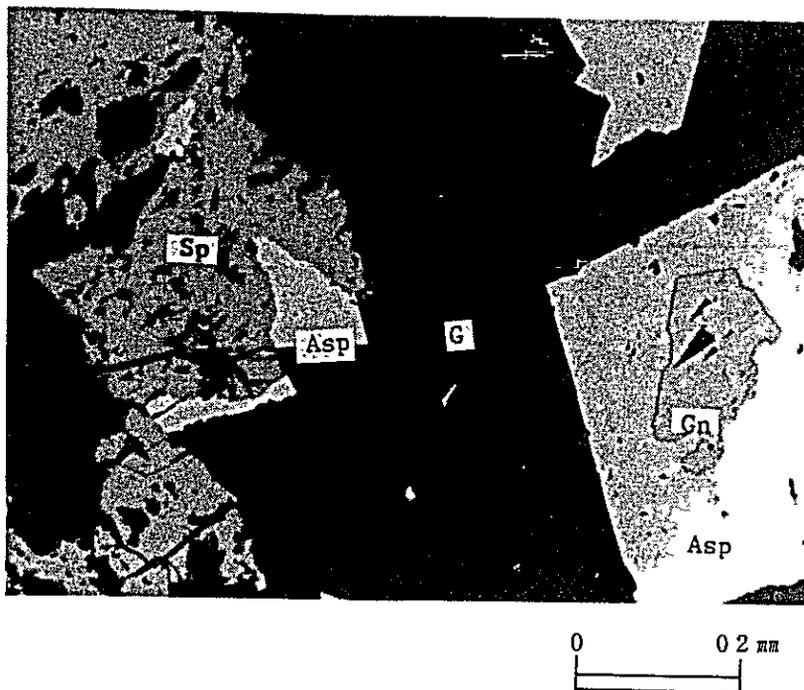


0 0.2 mm

顕微鏡写真(反射光)

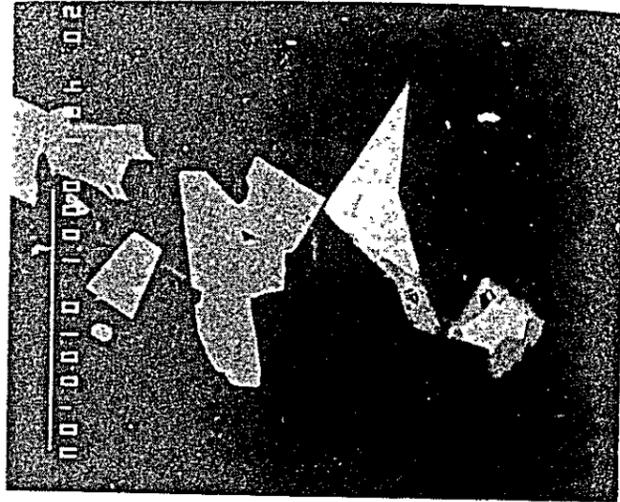
写4-1-7

硫化鉍物の共存状態



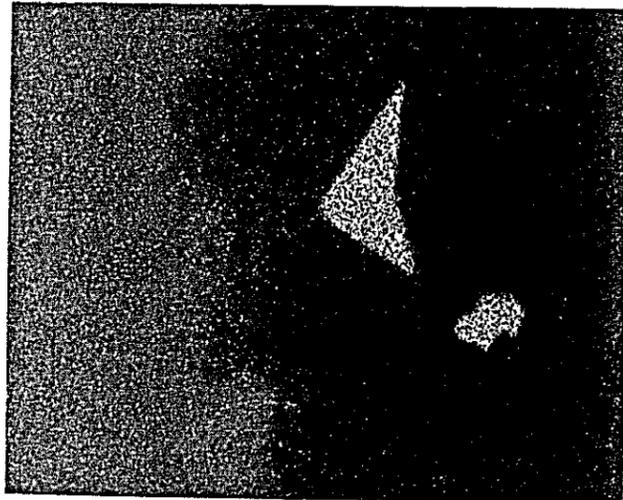
EDMA 試 験 結 果

測定年月日		加速電圧	20 KV
試料名	Diamante 鉱	電子線電流	0.05 $\mu$ A
		倍 率	$\times 480$

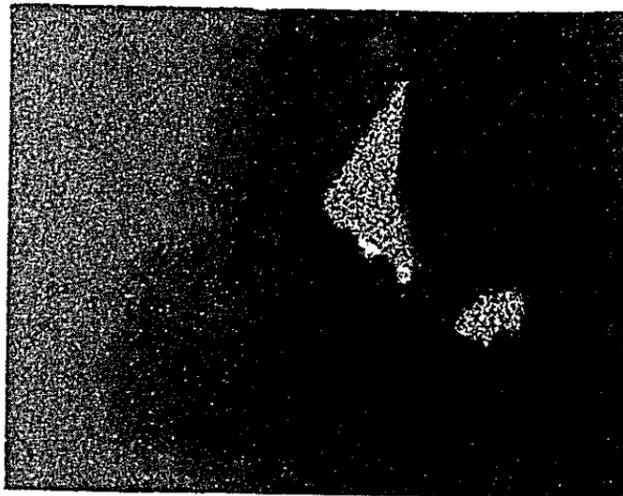


閃亜鉛鉱 ZnS  
 エレクトラム AuAg  
 黄銅鉱 CuFeS<sub>2</sub>  
 硫砷鉄鉱 FeAsS

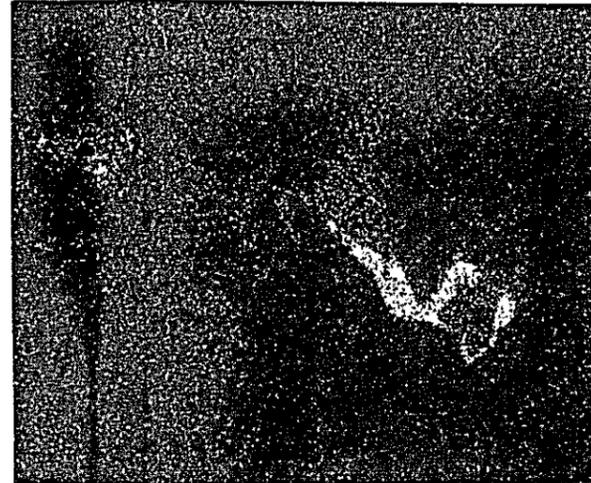
吸 収 像



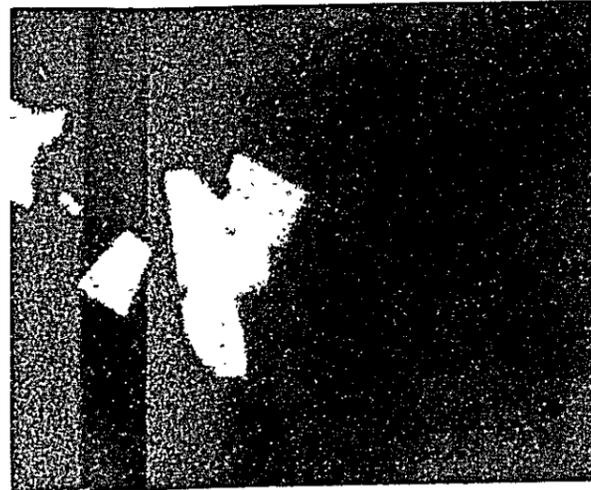
Au X 線 像



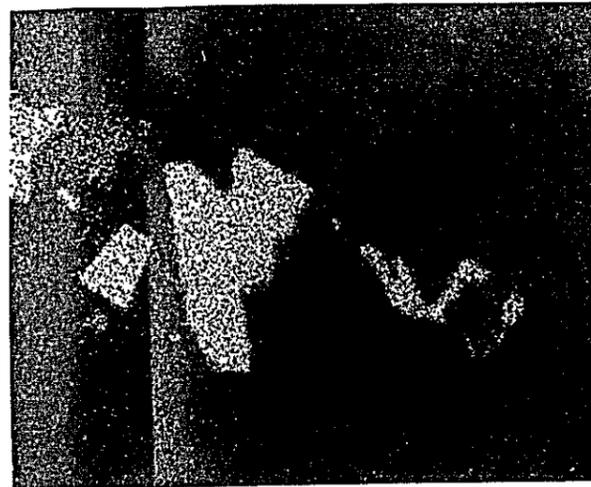
Ag X 線 像



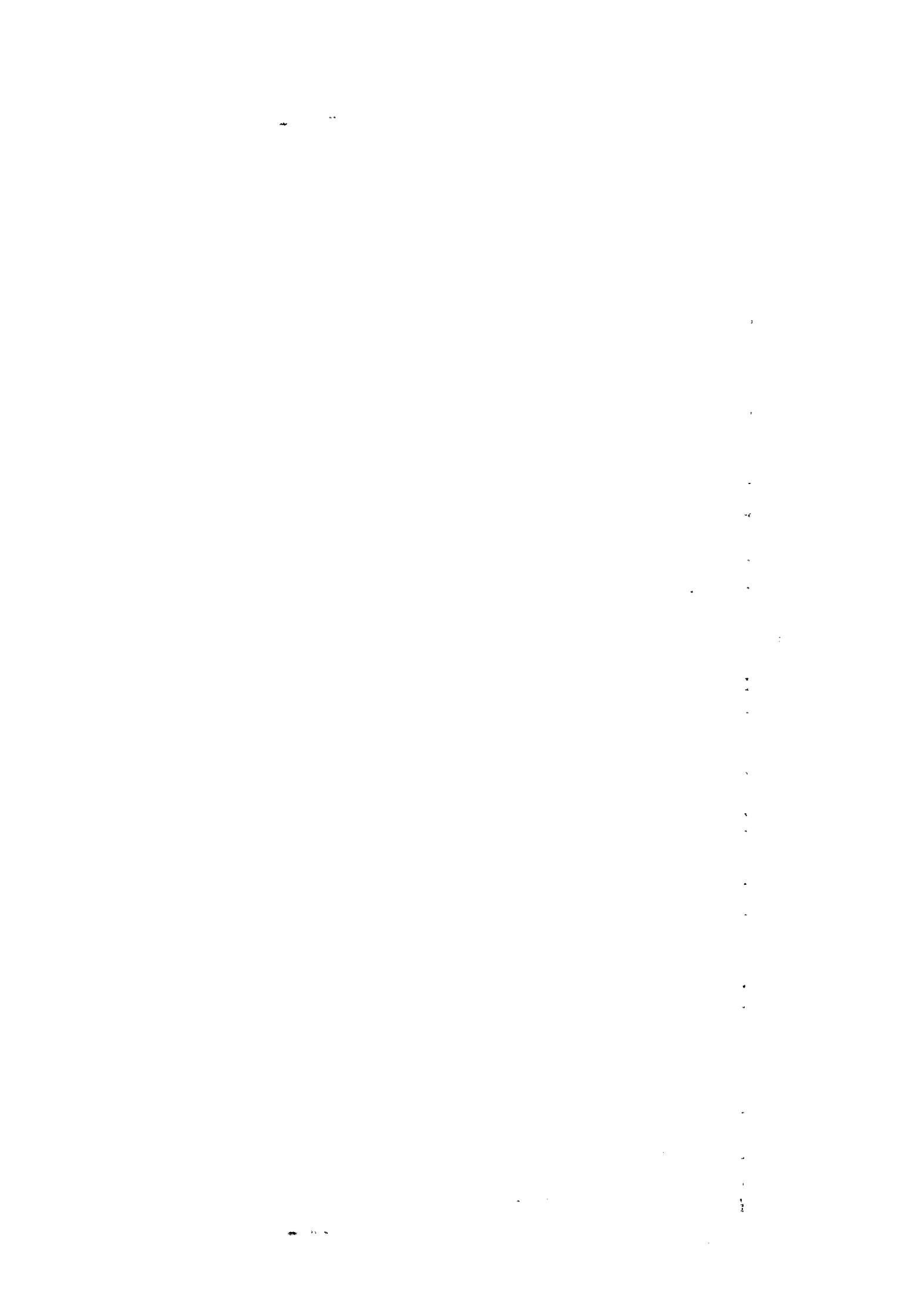
Cu X 線 像



As X 線 像



Fe X 線 像



EPMA 試 験 結 果

測定年月日		加速電圧	20 KV
試料名	Diamante 鈦	電子線電流	0.05 $\mu$ A
		倍 率	$\times 480$



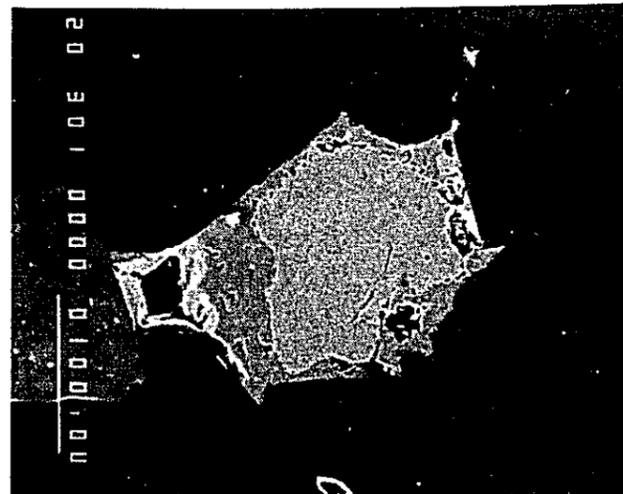
S X 線 像



Zn X 線 像

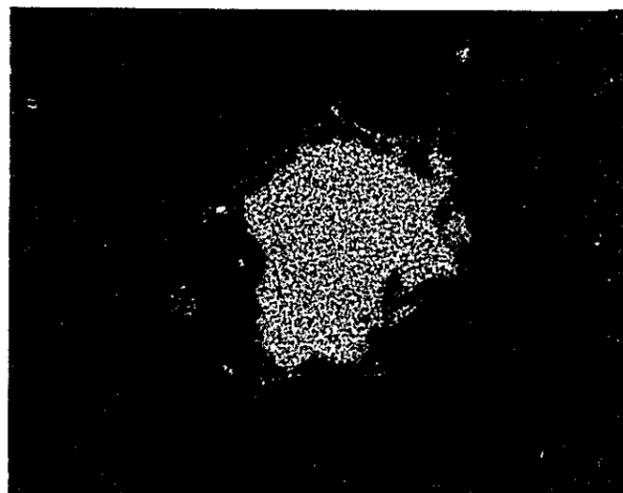
EPMA 試 験 結 果

測定年月日		加速電圧	20 KV
試料名	Diamante 鉍	電子線電流	0.05 $\mu$ A
		倍 率	$\times 300$

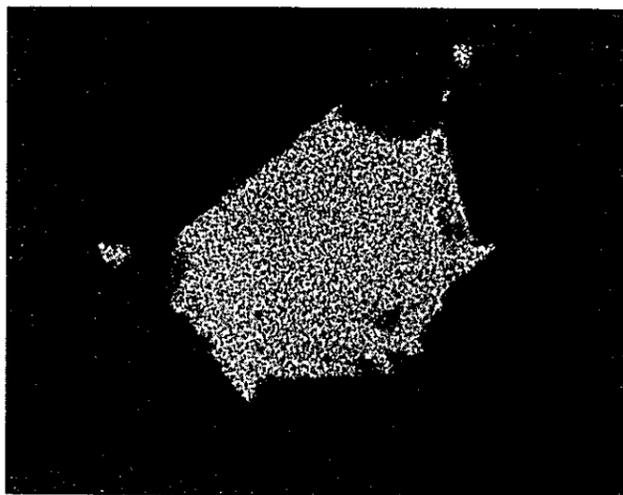


銀鋇銅鉍  $5(\text{CuAg})_2\text{S} \cdot 2(\text{CuFe})\text{S} \cdot 2\text{Sb}_2\text{S}_3$   
 黄銅鉍  $\text{CuFeS}_2$   
 黄鉄鉍  $\text{FeS}_2$

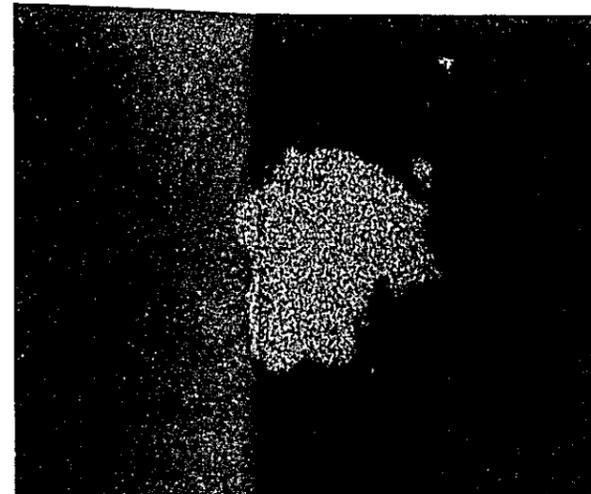
吸 収 像



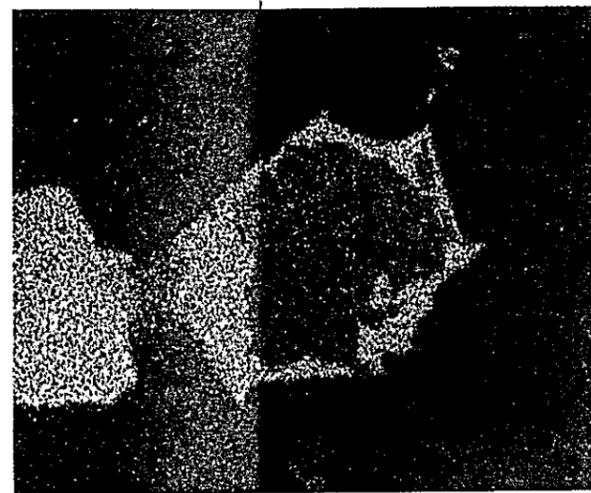
Ag X 線 像



Cu X 線 像



Sb X 線 像



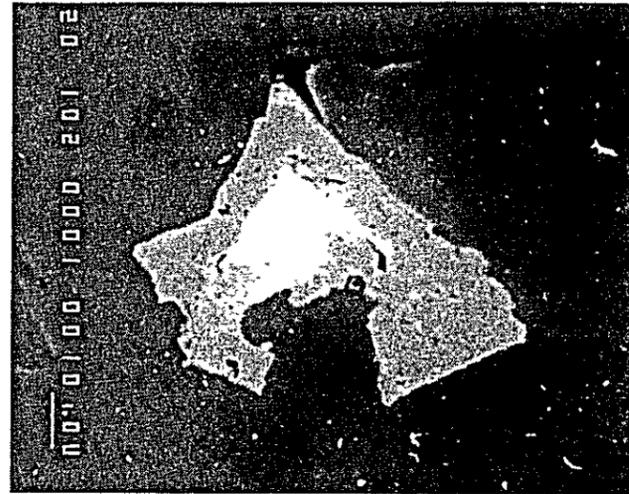
Fe X 線 像



S X 線 像

EPMA 試 験 結 果

測定年月日		加速電圧	20 KV
試料名	Diamante 鉱	電子線電流	0.05 $\mu$ A
		倍 率	$\times 1000$



濃紅銀鉱  $3Ag_2S \cdot Sb_2S_3$   
 黄銅鉱  $CuFeS_2$

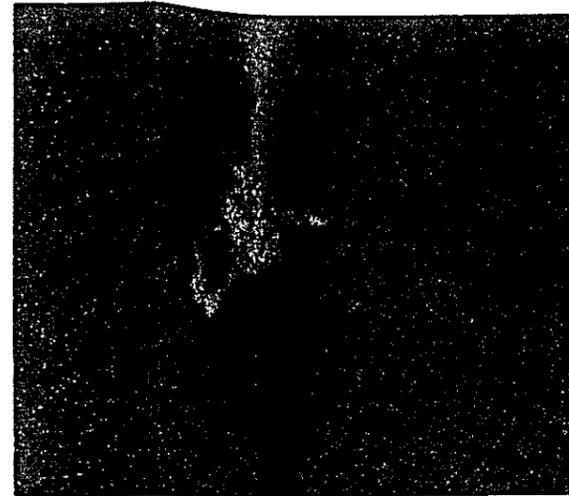
走査電顕像



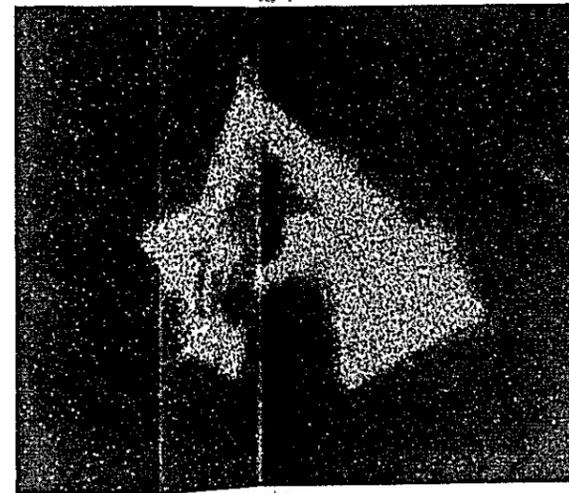
Ag X 線 像



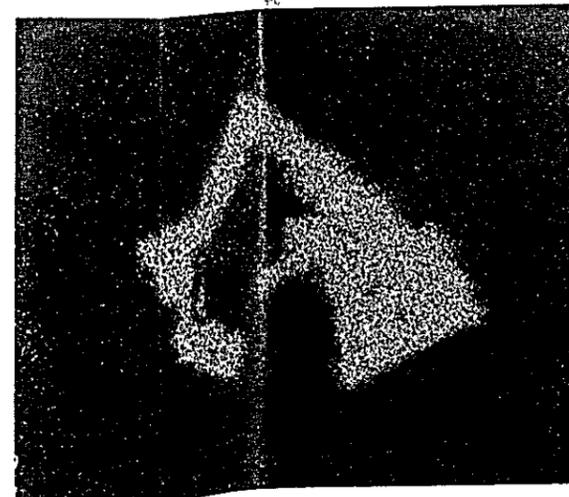
Sb X 線 像



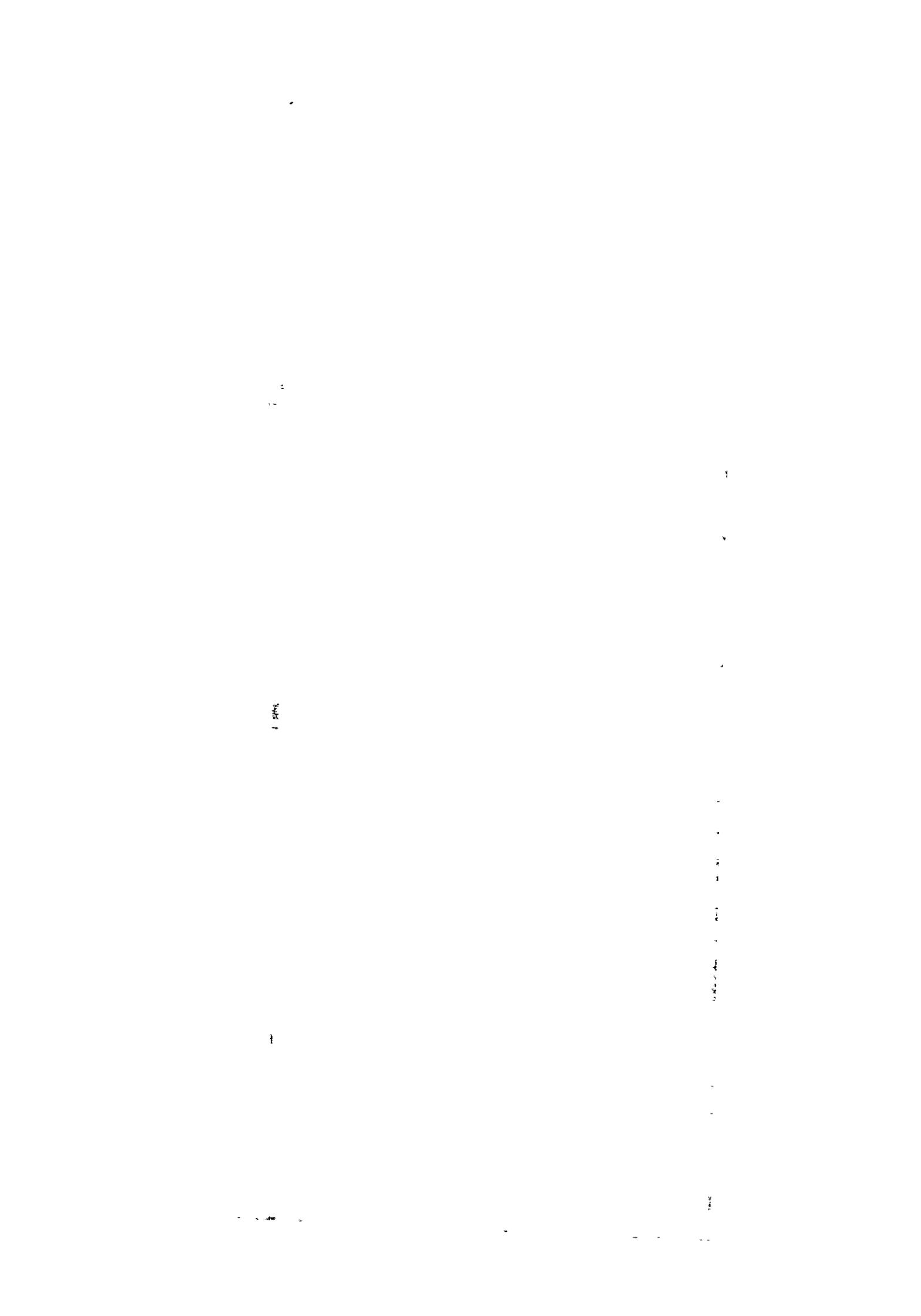
As X 線 像



Cu X 線 像

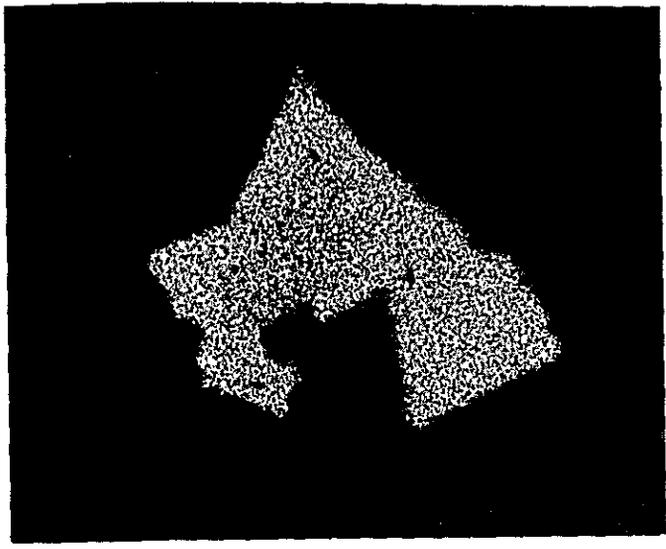


Fe X 線 像



EPMA 試 験 結 果

測定年月日		加速電圧	20 KV
試料名	Diamante 鉍	電子線電流	0.05 $\mu$ A
		倍 率	$\times 1000$



S X 線 像

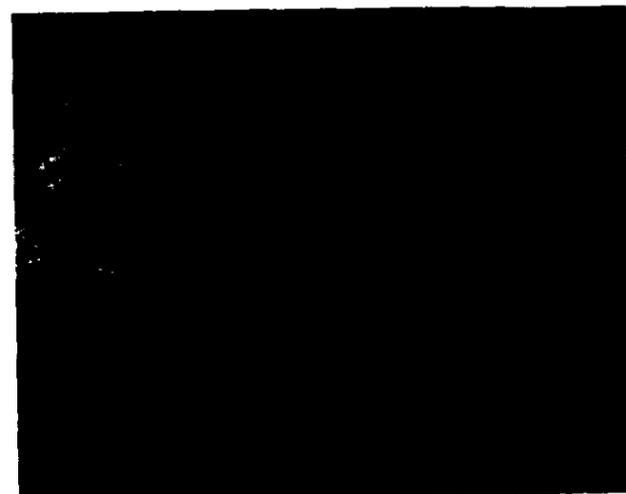
EPMA 試驗結果

測定年月日		加速電圧	20 KV
試料名	Diamonds鉱	電子線電流	0.05 $\mu$ A
		倍率	$\times 300$

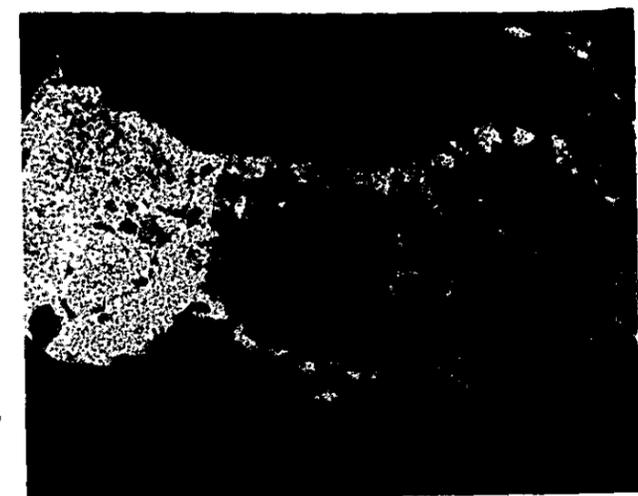


銀黝銅鉱  $5(\text{CuAg})_2\text{S} \cdot 2(\text{CuFe})\text{S} \cdot 2\text{Sb}_2\text{S}_3$   
 車骨鉱  $\text{Cu}_2\text{S} \cdot 2\text{PbS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$   
 黄銅鉱  $\text{CuFeS}_2$   
 砷斑鉄鉱  $\text{FeAsS}$

走査電顕像



Ag X 線 像



Cu X 線 像



Sb X 線 像



Pb X 線 像

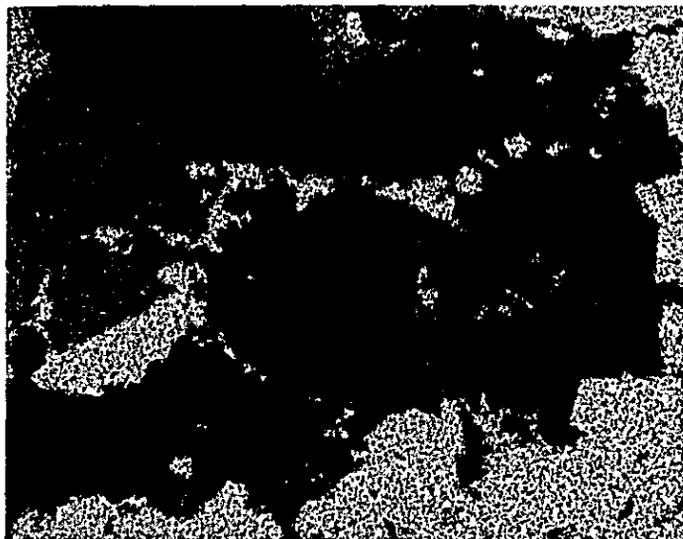


As X 線 像

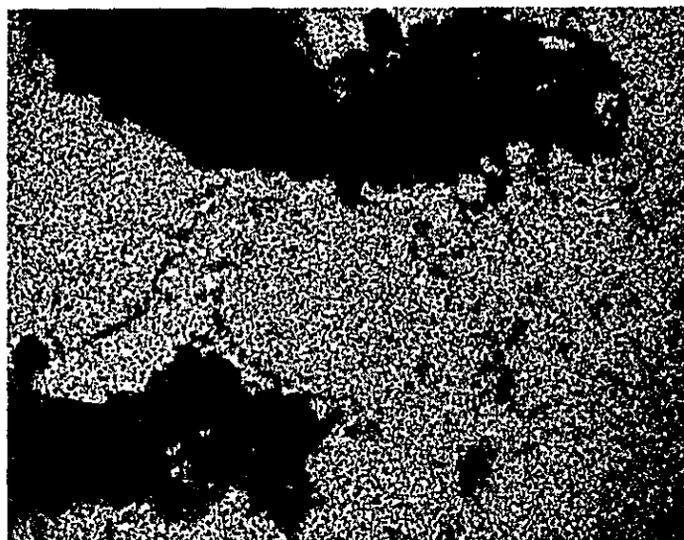


EPMA 試 驗 結 果

測定年月日		加速電圧	20 KV
試料名	Diamante 鈦	電子線電流	0.05 $\mu$ A
		倍 率	$\times 300$



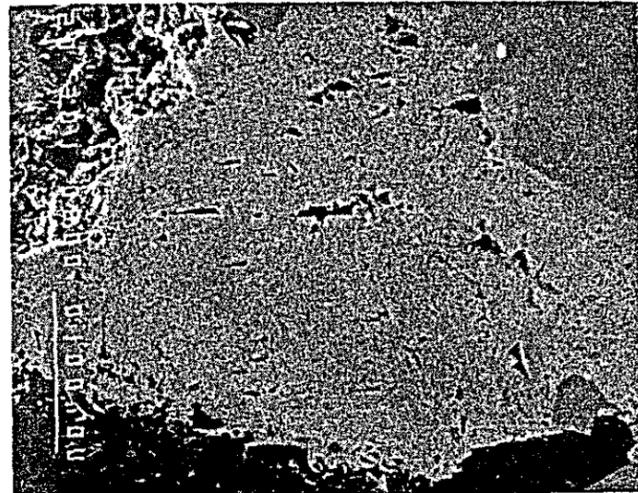
Fe X 線 像



S X 線 像

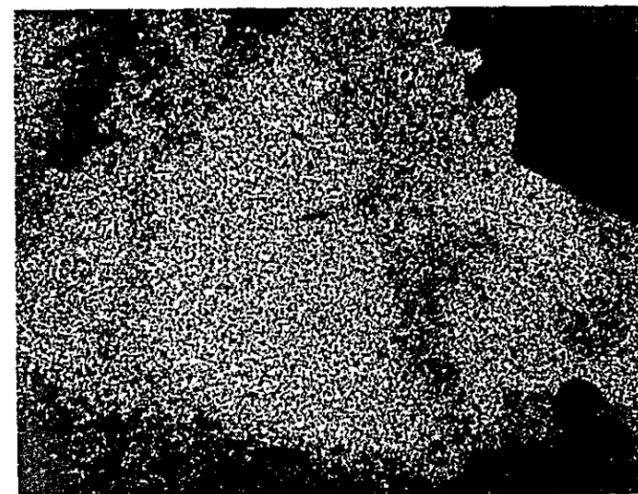
EPMA 試験結果

測定年月日		加速電圧	20 KV
試料名	Diamante 鉍	電子線電流	0.05 $\mu$ A
		倍率	$\times 300$

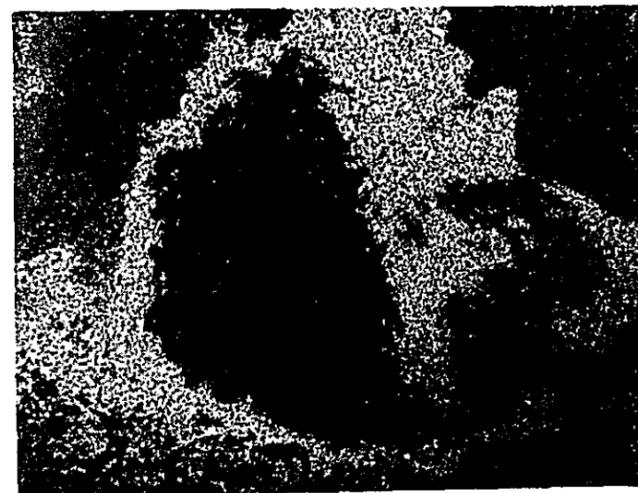


閃安鉛鉍  $5PbS \cdot 2Sb_2S_3$

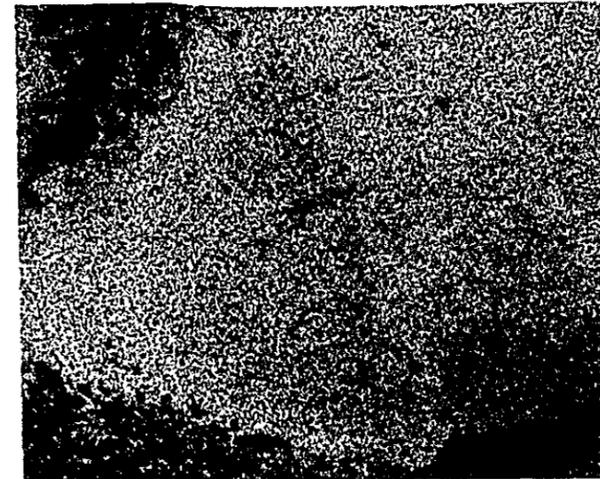
走査電顕像



Pb X 線 像



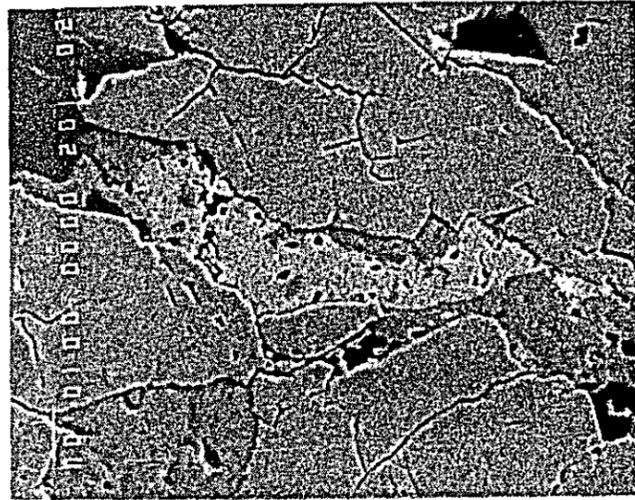
Sb X 線 像



S X 線 像

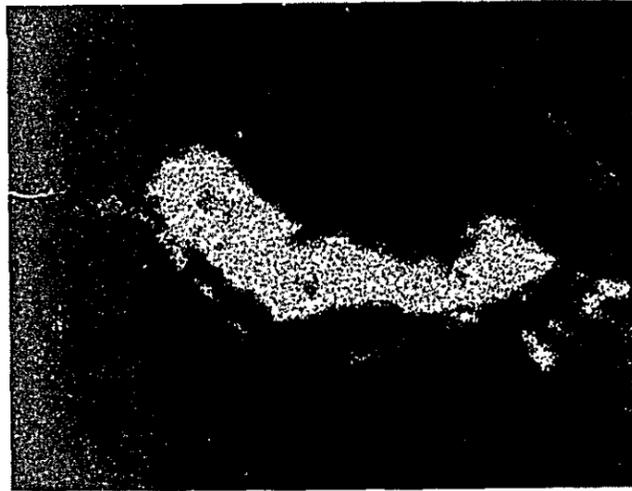
EPMA 試 験 結 果

測定年月日		加速電圧	20 KV
試料名	Diamante 鉍	電子線電流	0.05 $\mu$ A
		倍 率	$\times 1000$

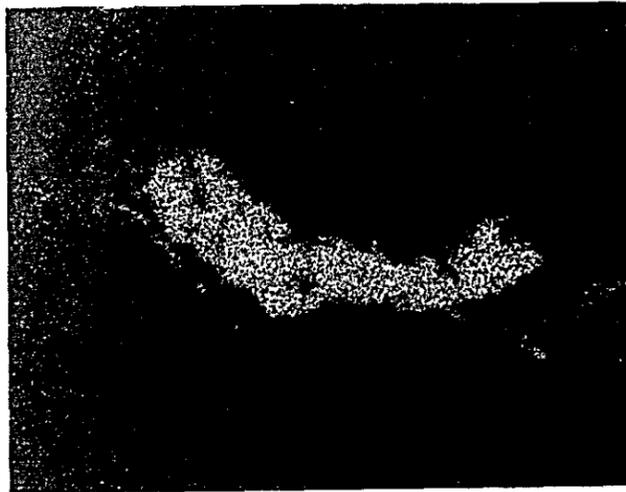


濃紅銀鉍  $3Ag_2S \cdot Sb_2S_3$

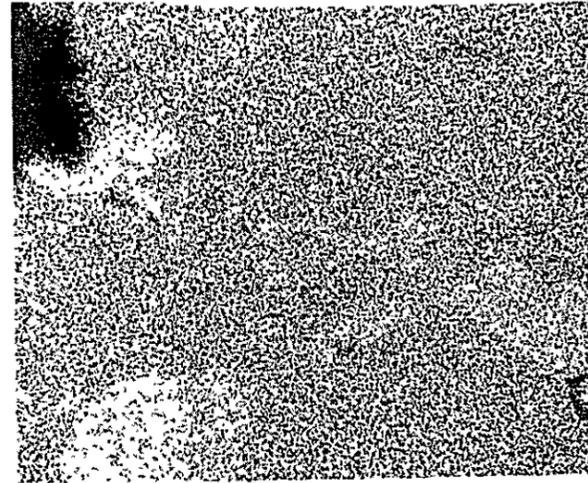
走査電顕像



Ag X 線 像



Sb X 線 像



S X 線 像



#### 4-1-4 物 性 値

各鉍種の真比重, W. I. 沈降速度の測定値を次に示す。真比重はピクノメーター法, W. I. はハードグローブ法, 沈降速度はメスシリンダー法にて測定したものである。

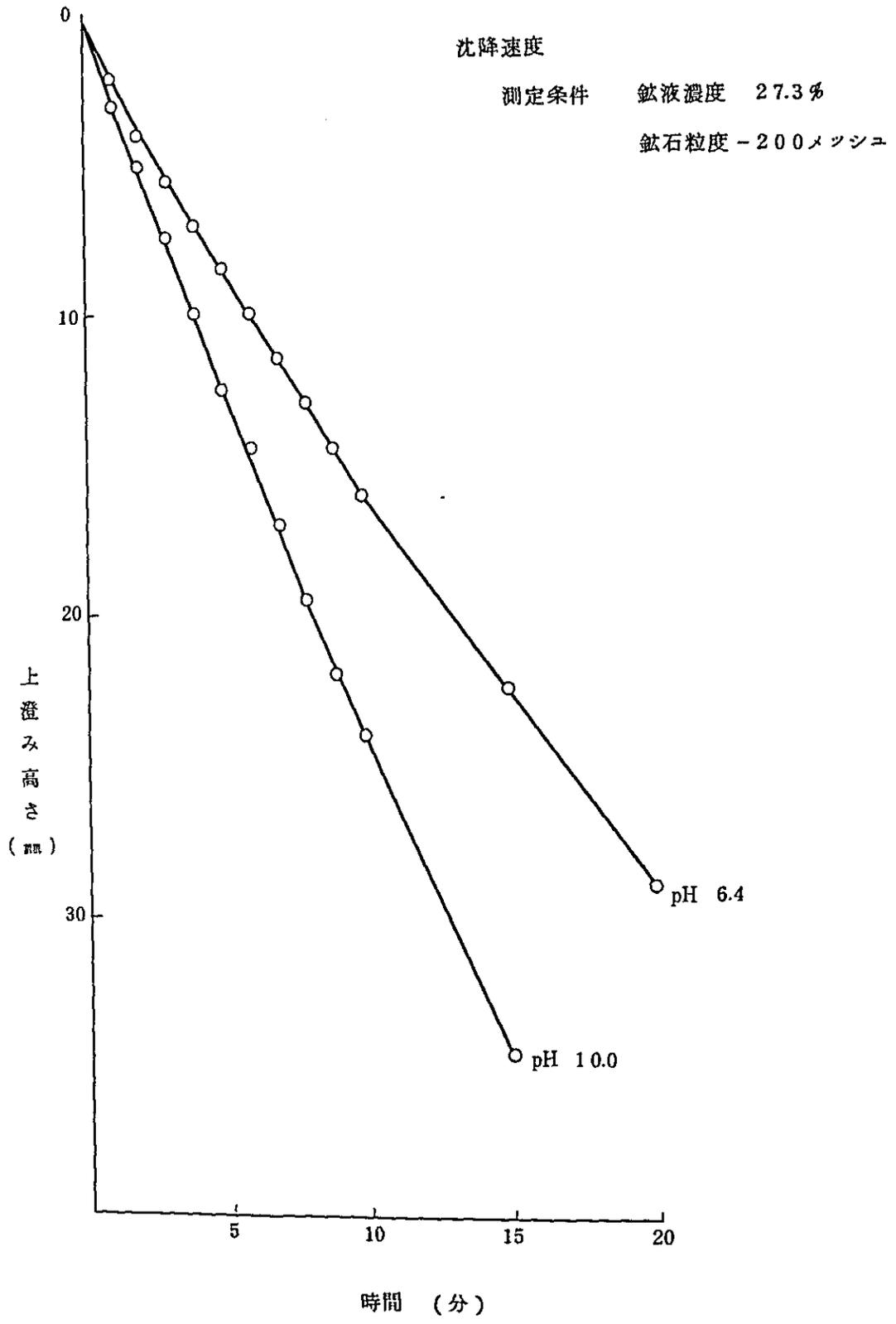
表 4-1-5 各鉍種の真比重

鉍 種	真比重
A	3.20
D	3.07
E	2.96
F	2.73
G	3.05

表 4-1-6 各鉍種の W. I. 値

鉍 種	W.I.(KWH/S.T.D)
A	10.64
D	9.30
E	12.40
F	11.11
G	5.45

図4-1-1 沈降速度



#### 4-1-5 摩鋳粒度

摩鋳濃度60%にして摩鋳時間を15分、30分、60分とした時の粉砕粒度を調べた結果を表4-1-7に示す。

表4-1-7 摩鋳粒度測定結果

摩鋳時間	鋳量		粒 度							
			+100メッシュ		+200メッシュ		+325メッシュ		-325メッシュ	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
15分	500	100.0	236	47	88.1	17.6	124.2	24.8	264.1	52.9
30分	500	100.0	48	10	15.5	3.1	90.1	18.0	389.6	77.9
60分	500	100.0	0.4	0.1	0.7	0.1	7.9	1.6	491.0	98.2

#### 4-2 予察浮選試験

直接優先浮選、及びバルク優先浮選方法の金、銀、亜鉛、鉄、砒素の挙動を調べるために、Diamante 鋳のポーリングコアを用いて、予察試験を実施した。

##### 4-2-1 バルク優先浮選

この浮選方法の結果は、付表4-2-1に示す通りである。

バルク精鋳を精選し、鉄、砒素を除去することによって、金、銀、亜鉛の精鋳を得ようとしたが、採取率は表4-2-1に示すごとく砒素を抑制すると金、銀、採取率は低下し、バルク精鋳からの金、銀、砒素分離の難しいことがわかる。

表4-2-1 バルク優先浮選試験成績

試験番号	品 位			採 収 率		
	Au	Ag	As	Au	Ag	As
	g/t	g/t	%	%	%	%
F-3	19.5	247	24.0	19.1	38.2	5.8
F-5	13.4	227	17.4	43.9	51.2	7.4
F-7	21.6	233	9.58	61.8	46.6	35.2

##### 4-2-2 直接優先浮選

この浮選方式の結果は付表4-2-2に示す通りである。

本試験の結果をまとめると表4-2-2の通りである。

表4-2-2 直接優先浮選試験成績

試験番号	品 位			採 収 率		
	Au g/t	Ag g/t	As %	Au %	Ag %	As %
F-6	6.3	89.2	3.54	77.1	76.7	57.1
F-8	2.9	91.8	3.04	41.6	67.1	33.1

上表からわかるように、砒素は原鉱品位よりやや上昇するが、金採取率77.1%、銀採取率76.7%を維持出来ることから、バルク優先浮選より直接優先浮選成績の良いことが分る。

更に直接優先浮選方式における金、銀精鉱、亜鉛精鉱、砒素精鉱、及び硫化鉄精鉱を分離採取することとし、本プロセスにおけるpH及びpH調整剤の影響を調べることにする。

(i) 優先浮選におけるpHの影響

優先浮選におけるpHによる影響及び適正なpH調整剤を選定するために試験をおこない、付表4-2-3に示す結果を得た。

本試験では各精鉱（金、銀精鉱、亜鉛精鉱、砒素精鉱、及び硫化鉄精鉱）を得る時のpHの影響を調査した。既に表4-2-3の条件で試験を実施し、表4-2-4の結果を得た。

表4-2-3 浮選試験条件

試験番号	pH	調整剤
F-15	12	苛性ソーダ
F-17	12	石 灰
F-18	8.2	自然 pH

表4-2-4 試験成績

試験番号	砒素精鉱	
	金採取率(%)	銀採取率(%)
F-15	4.9	5.8
F-17	2.3	1.4
F-18	6.7	3.4

浮選後砒素を除いた各精鉱及び尾鉱を青化処理する事を考慮すれば、pH及びpH調整剤に差はないと考えてよい。

(2) 青化ソーダの量

硫砒鉄鉱の抑制のため添加する青化ソーダ量が金、銀、浮選に及ぼす影響を調査した試験結果は付表4-2-4に示したが、試験結果をとりまとめれば金銀精鉱中の金銀採取率は表4-2-5のごとくになる。

表4-2-5 試験成績

試験番号	青化ソーダ 添加量(g/t)	採取率(%)	
		Au	Ag
F-22	0	57.2	69.6
F-21	5	34.1	58.0
F-20	10	27.9	59.8
F-19	15	29.8	60.1

この結果より明らかなごとく硫砒鉄鉱の有効な抑制手段である青化ソーダ量は、金、銀採取率の点から見て出来る限り少ない方がよい。

(3) 鉄高品位鉱による試験

ボーリングコアは金、銀、砒素の含有が低いので、これらの品位を高くする目的で、黄鉄鉱部をピックアップして得た鉱石により実施した。試験結果は付表4-2-5に示したが、C<sub>1</sub>(金、銀精鉱)、C<sub>2</sub>(亜鉛精鉱)および硫化鉄精鉱の金銀採取率は、表4-2-6に示す通りとなる。

表4-2-6 試験成績

鉱種	採取率(%)	
	Au	Ag
C <sub>1</sub> (金銀精鉱)	71.0	53.0
C <sub>2</sub> (亜鉛精鉱)	1.0	21.2
硫化鉄精鉱	12.1	12.4
合計	84.2	86.6

優先浮選によって得られた3精鉱を青化処理することが有利であると判断出来る。

### 4-3 本浮選試験

現地採取試料で浮選試験を実施した。但し、現地調査団地質担当者から、鉱質的にA鉱がDiamante鉱山の代表サンプルであるとのコメントを得て、以下A鉱を使用して試験を行った。

#### 4-3-1 バルク優先浮選

予察試験結果から、フローシート及び浮選条件を決定し、バルク優先浮選試験を実施した。

しかし、予察試験の項で述べた通り、直接優先浮選方式より成績の劣るバルク優先浮選方式については、これを確認することとされた。

#### (1) 試験方法

下記の図4-3-1浮選系統図、表4-3-1試験条件に基づき浮選試験を実施した。

図4-3-1 浮選系統図

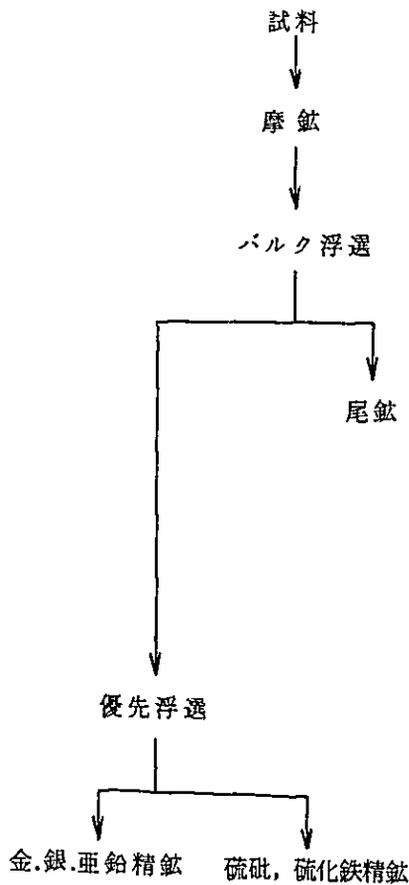


表4-3-1 試験条件

試験番号	F-64	F-65
摩 鉱		
摩 鉱 時 間	60分	60分
摩 鉱 濃 度	60%	60%
バルク浮選		
消石灰		1000g/t
pH	6.0	9.2
硫酸銅	100g/t	100g/t
条件時間	5分	5分
捕収剤 #208	30g/t	30g/t
捕収剤 #870	30g/t	30g/t
捕収剤 ザンセート	150g/t	150g/t
起泡剤 M.I.B.C.	30g/t	30g/t
浮選時間	15分	15分
優先浮選		
消石灰	1900g/t	1400g/t
青化ソ - ダ	15g/t	15g/t
pH	12.0	12.1
捕収剤 #208	10g/t	10g/t
捕収剤 #870	10g/t	10g/t
起泡剤 M.I.B.C.	10g/t	10g/t
浮選時間	10分	10分

(2) 試験結果

本試験結果を表4-3-2及び付表4-3-1に示す。

表4-3-2 バルク優先浮選結果

試験番号	品位 (g/t)				採取率 (%)			
	F-64		F-65		F-64		F-65	
成分	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
原 鉱 ( R <sub>1</sub> )	17.0 (31.1)	58.9 (155.1)	13.8 (34.9)	58.8 (172.0)	100.0 (60.2)	100.0 (86.6)	100.0 (75.5)	100.0 (87.1)
金, 銀, 亜鉛精鉱	99.0	507.1	94.2	493.4	48.3	71.4	60.1	73.8
硫砒, 硫化鉄精鉱	8.2	36.3	10.1	37.3	11.9	15.2	15.4	13.3
尾 鉱	10.1	11.8	4.8	10.8	39.8	13.4	24.5	12.9

尾鉱中の金, 銀採取率が高いのは, バルク浮選における試薬がやや不足であったためと考えられるが, バルク浮選における試薬の増加は, その後の優先浮選における各精鉱の分離成績を低下させるのが一般的である。

本試験で後述の直接優先浮選と同様, 金の採取率を80%以上を目途にして, 試薬を増加させることにより金, 銀, 亜鉛精鉱を採取しても, その後の優先浮選で採取率の低下をきたし, 最終的には直接優先試験成績には及ばないと考えられる。

4-3-2 pH調整剤比較試験

直接優先浮選に先立ち, pH調整剤を選定し, pH値による浮選の挙動を観察するために下記の浮選試験を行なった。

(1) 試験方法

下記の図4-3-2浮選系統図, 表4-3-3の試験条件に基づき, 実験計画L<sub>4</sub>(2<sup>3</sup>)に基づいて本試験を実施した。

図 4 - 3 - 2 浮選系統図

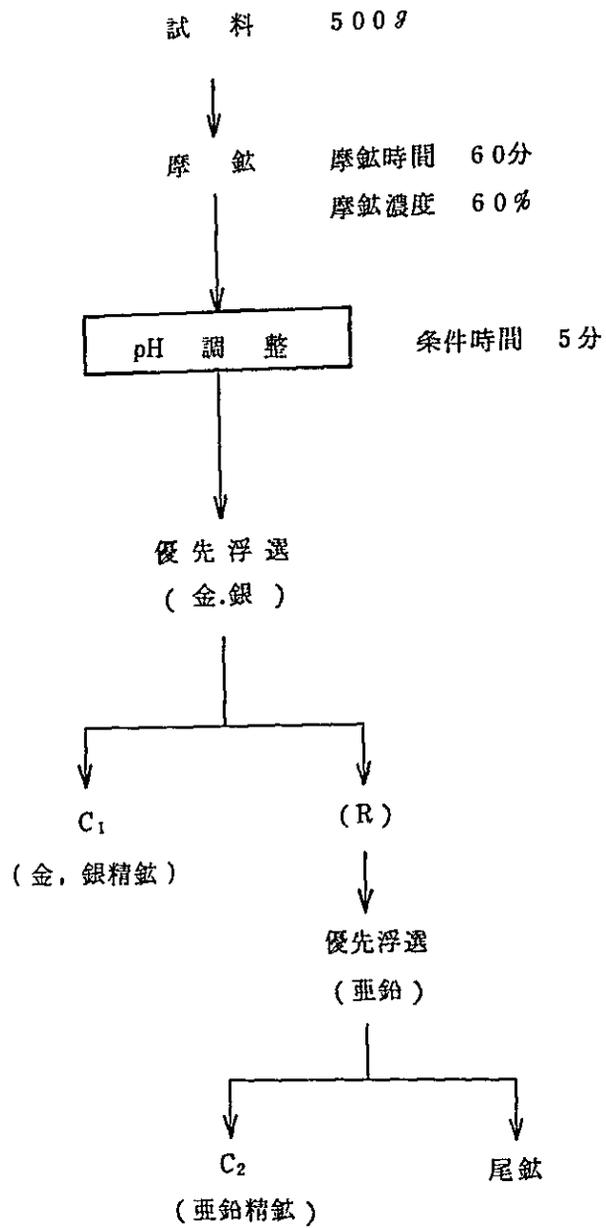


表 4 - 3 - 3 pH 値と調整剤の条件

試 験 番 号	pH	調 整 剤
F - 59	9	消 石 灰
F - 58	9	苛 性 ソ ー ダ
F - 55	12	消 石 灰
F - 56	12	苛 性 ソ ー ダ

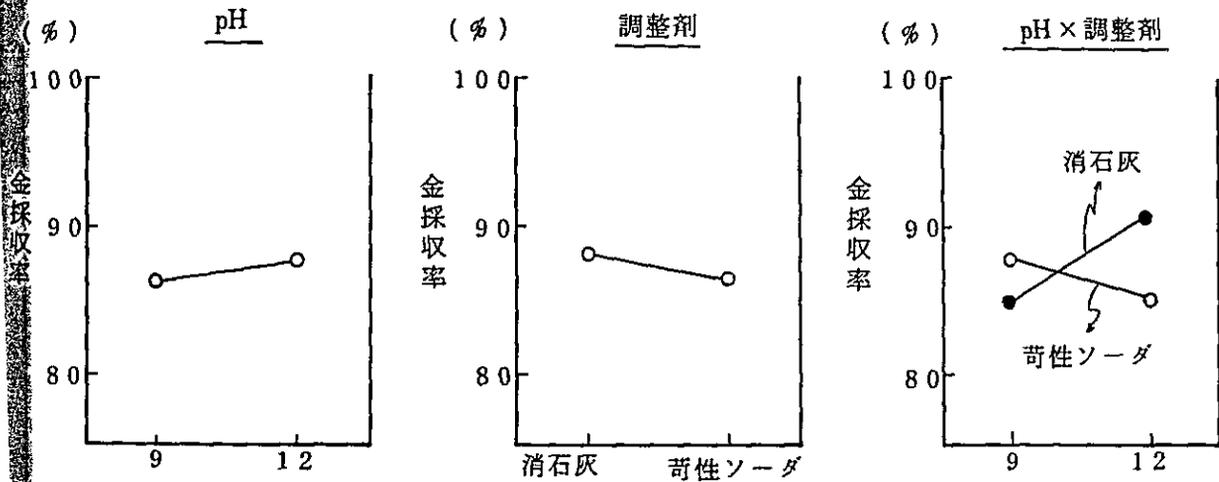
(2) 試験結果

本試験結果を表4-3-4, 付表4-3-2および図4-3-3に示す。

表4-3-4 pH調整剤比較試験結果

試験番号	試験条件		金採取率 (%)		
	pH	調整剤	C <sub>1</sub> (金銀精鉱)	C <sub>2</sub> (亜鉛精鉱)	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> (混合精鉱)
F-59	9	消石灰	70.8	4.1	74.9
F-58	9	苛性ソーダ	60.9	16.5	77.4
F-55	12	消石灰	61.7	18.7	80.4
F-56	12	苛性ソーダ	56.6	18.2	74.8

図4-3-3 諸条件と金採取率の関係



解析図で明らかなごとく、pHは高い方がより良い成績を示し、調整剤としては消石灰が推奨できる。特にpHが高い時は、消石灰を使用することにより相乗効果が期待できる。

4-3-3 直接優先浮選

直接優先浮選において金、銀の採取率の決定に関与すると思われる諸条件(粉砕粒度、閃亜鉛鉱活性剤の使用量、捕収剤の使用量、抑制剤の使用量)について適正値を把握するために、次の試験を実施した。

(1) 試験方法

下記の図4-3-4に示す浮選系統にしたがい、効率よく結果を解析できるように表4-3-5及び表4-3-6に示す実験計画L<sub>8</sub>(2<sup>7</sup>)に要因を割りつけて、試験を実施した。

図 4 - 3 - 4 浮選系統図

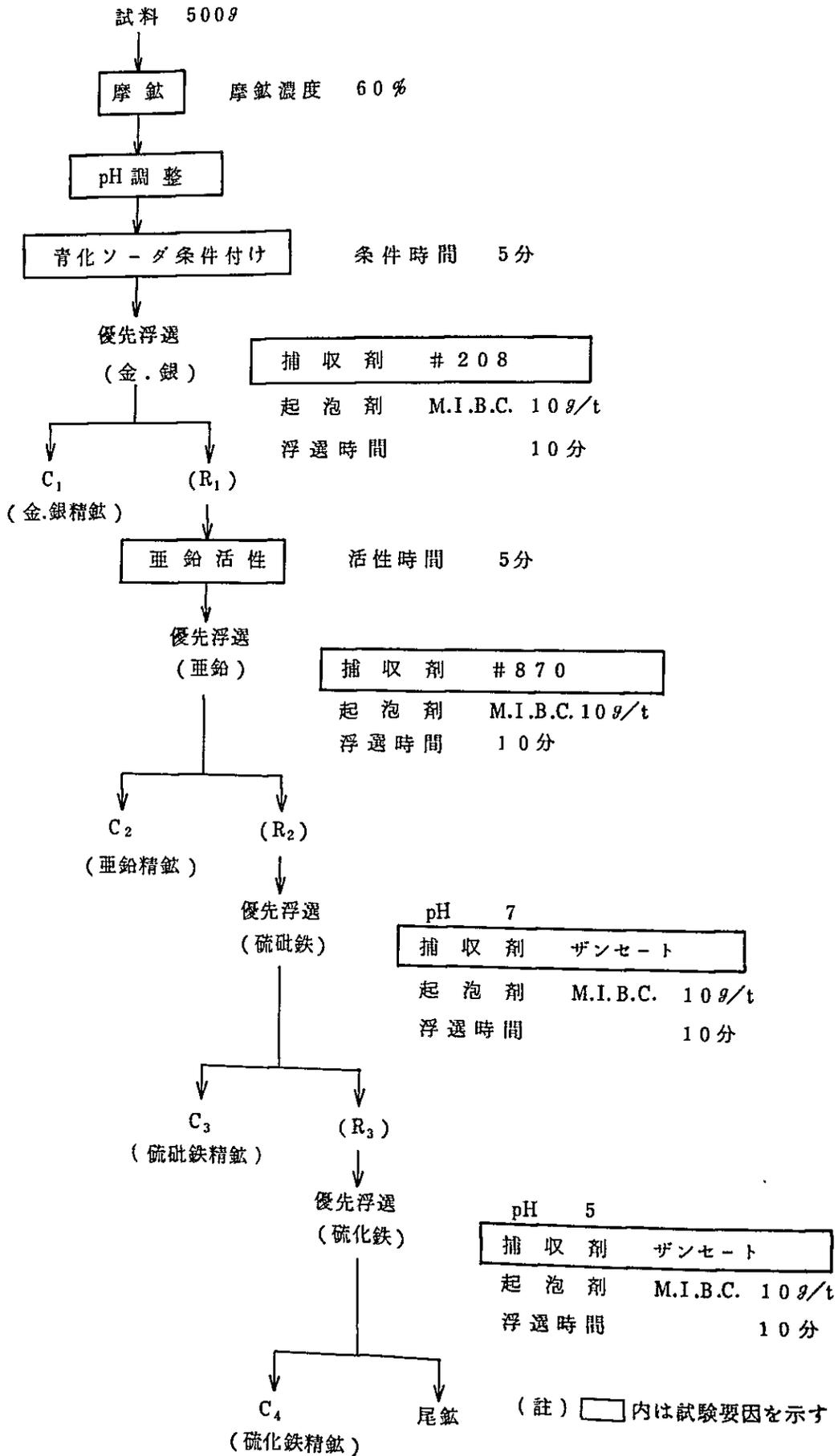


表4-3-5 要因割りつけ表

試験番号	優先浮選 pH (C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> )	苛化ソーダ 添加量 (g/t)	試薬添加量	硫酸銅 添加量 (g/t)	摩鋳時間 (分)
F-52	9	0	少	0	30
F-48	9	0	多	100	60
F-49	9	15	少	100	60
F-46	9	15	多	0	30
F-53	12	0	少	0	60
F-51	12	0	多	100	30
F-50	12	15	少	100	30
F-47	12	15	多	0	60

表4-3-6 試薬添加量

試薬添加量	#208	#870	ザンセート	ザンセート
少	10g/t	10g/t	50g/t	50g/t
多	30g/t	30g/t	75g/t	75g/t

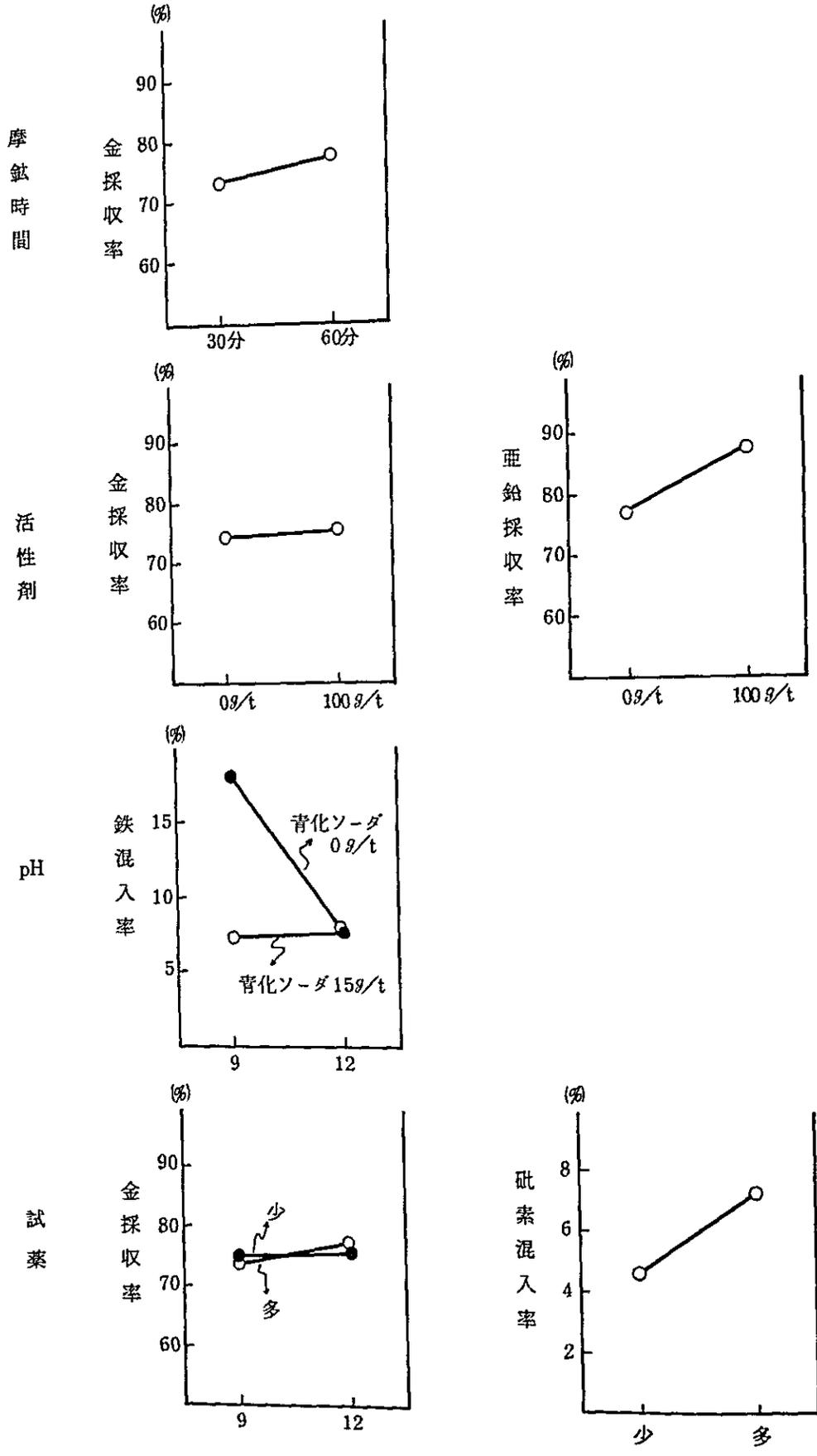
(2) 試験結果

本試験結果を表4-3-7, 付表4-3-3及び図4-3-5に示す。

表4-3-7 各精鋳の金品位及び採取率

試験番号	Au 品位 (g/t)					採取率 (%)				
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	T	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	T
F-52	2005	122	11.1	16.2	19	69.2	4.8	13.3	5.3	7.4
F-48	2019	308	5.8	10.1	29	70.1	7.1	5.9	5.4	11.5
F-49	2673	745	10.6	6.7	2.9	56.2	21.3	5.4	5.5	11.6
F-46	1846	702	7.7	7.7	4.4	59.9	10.4	10.4	3.1	16.2
F-53	3990	44.7	12.5	7.7	2.4	66.5	9.9	5.9	7.2	10.5
F-51	214.9	52.9	8.2	4.8	3.4	57.4	17.0	12.2	1.2	12.2
F-50	323.6	111.5	10.6	8.2	2.7	41.8	34.3	6.6	5.3	12.0
F-47	158.7	40.4	9.6	5.3	1.9	61.4	18.0	8.7	4.5	7.4

図4-3-5 L<sup>8</sup> 解析図



本試験の結果から次の事が言える。

- a. C<sub>1</sub>(金, 銀精鉱)とC<sub>2</sub>(亜鉛精鉱)を合計して75～80%の金が回収される。
- b. これにC<sub>4</sub>(硫化鉄精鉱)の5%前後の金採収率を上積みできると期待できるが, 浮選条件の組み合わせ如何では, C<sub>4</sub>に硫化鉄が濃縮しないことがある。
- c. C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>の金採収率は摩鉱時間が長い方が高い。
- d. 硫酸銅の添加は亜鉛採収率向上に確実に寄与するが, 金採収率には関係ない。
- e. C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>中への鉄混入率は, 低pHの時は, 青化ソーダを添加することにより低減できるが, pHが高い時は青化ソーダ添加による効果は小さくなる。
- f. 捕収剤の添加増による金採収率の向上はあまり期待出来ないし, 砒素の混入率が増す。
- g. 以上の結果より直接優先浮選の最適条件は次の通りである。

摩 鉱 時 間 : 60分  
 pH : 12  
 青化ソーダ : 15g/t  
 捕 収 剤 : 多  
 硫 酸 銅 : 100g/t

上記の条件にて確認試験を行なった結果を表4-3-8, 付表4-3-4に示す。

表4-3-8 確 認 試 験 結 果

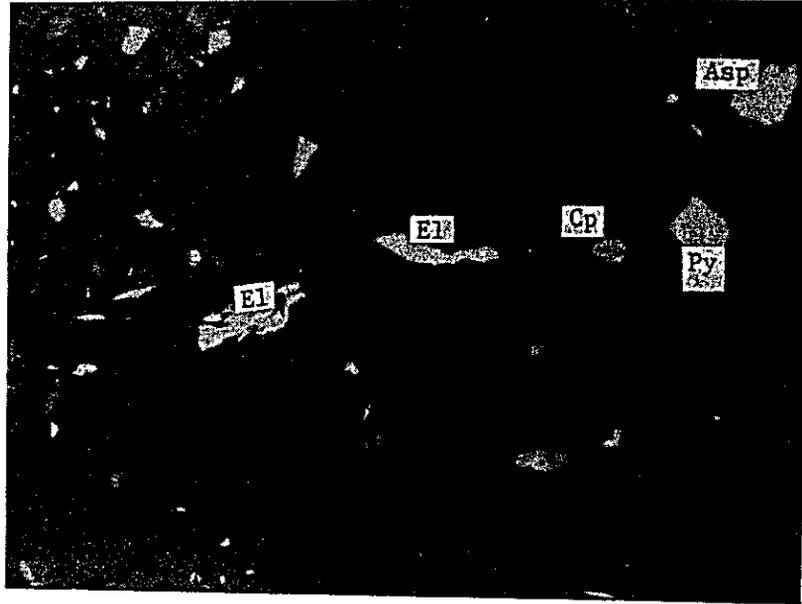
鉱 種	品 位 (例)					採 収 率 (%)				
	Au(g/t)	Au(g/t)	Zn	Fe	As	Au	Ag	Zn	Fe	As
原 鉱	15.62	59.09	3.05	13.78	4.79	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> (金, 銀, 亜鉛精鉱)	11.90	43.84	24.06	10.95	3.06	78.5	76.4	81.2	8.2	6.6
C <sub>3</sub> (硫砒鉄精鉱)	8.42	4.14	3.36	36.63	15.15	7.3	9.5	15.0	36.1	43.0
C <sub>4</sub> (硫化鉄精鉱)	7.43	3.23	0.26	39.23	12.34	6.4	7.4	1.1	38.4	34.8
尾 鉱	1.94	6.3	0.13	3.80	1.20	7.8	6.7	2.7	17.3	15.6

なお, 本試験の各産物の状態は写4-3-1～写4-3-3に示す通りである。

顯微鏡写真(反射光)

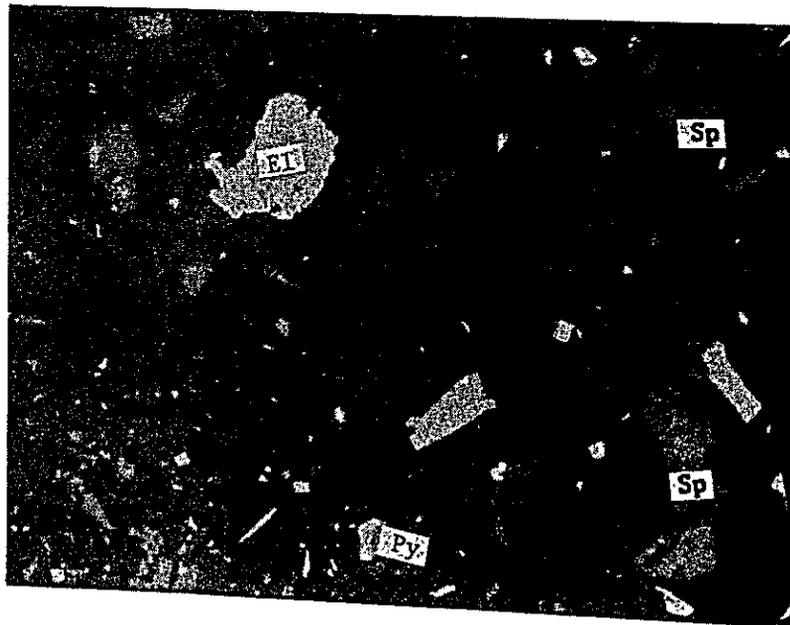
写 4 - 3 - 1

C<sub>1</sub> (金, 銀精鉍)



0 0.05 mm

C<sub>2</sub> (亜鉛精鉍)

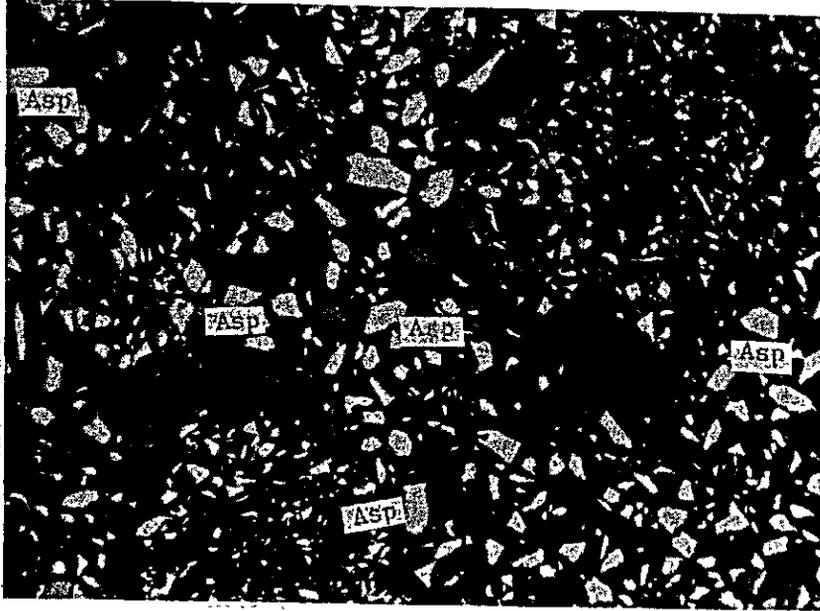


0 0.05 mm

顯 微 鏡 写 真 (反 射 光)

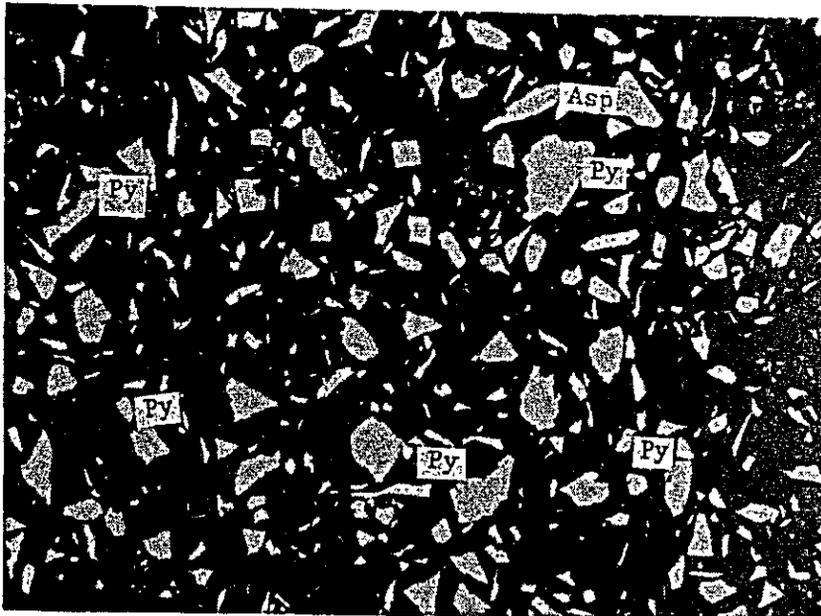
写 4 - 3 - 2

C<sub>3</sub> ( 硫 砒 鉄 精 鉍 )



0 0.2 mm

C<sub>4</sub> ( 硫 化 鉄 精 鉍 )

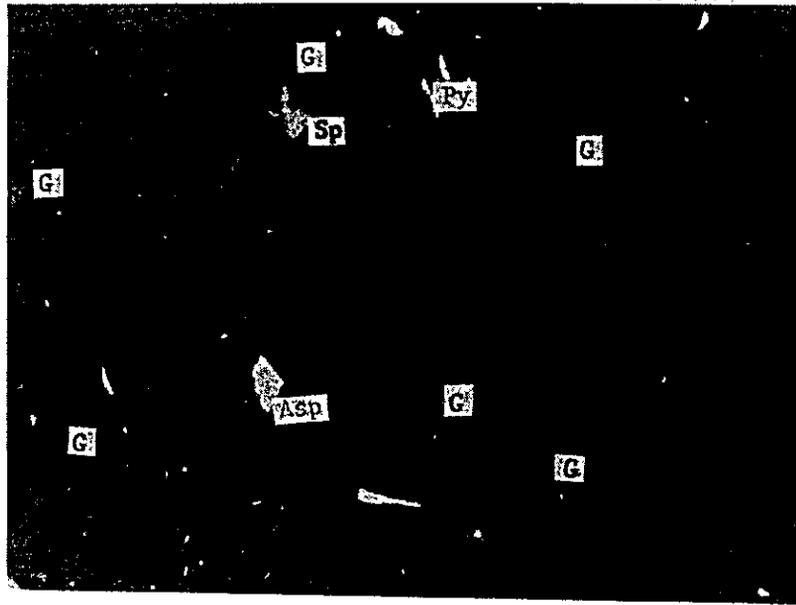


0 0.2 mm

顯 微 鏡 写 真 (反 射 光)

写 4 - 3 - 3

T (尾 鉤)



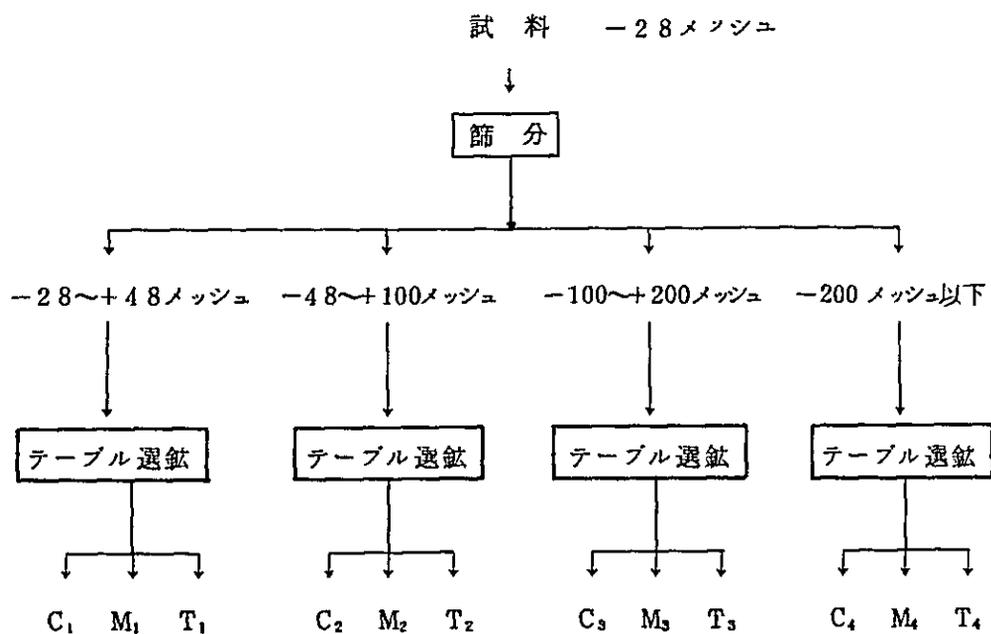
#### 4-4 比重選鉱試験

比重分離により金銀鉍物を濃集するため、鉄、亜鉛、砒素鉍物及び脈石の分離状況をウィルフレータブルで確認する試験を実施した。

試験成績は、付表4-4-1~2に示した。

##### (1) 試験フローシート

図4-4-1 比重分離試験フローシート



C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> ; 精 鉍 (重鉍物)

M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> ; 中 鉍

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> ; 尾 鉍 (軽鉍物)

## (2) 試験成績

表4-4-1 供試料の粒度分布

鉍種	鉍量 (%)	品 位					分 布 率				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Zn (%)	Fe (%)	As (%)	Au (%)	Ag (%)	Zn (%)	Fe (%)	As (%)
給 鉍	100	192	59.0	294	1251	472	100	100	100	100	100
-28~+8メッシュ	30.7	238	434	222	1245	387	38.1	22.5	23.2	30.6	25.2
-48~+100メッシュ	24.4	261	497	273	1352	467	33.2	20.5	22.7	26.4	24.1
-100~+200メッシュ	16.6	168	588	333	1359	617	14.5	16.6	18.8	18.0	21.7
-200メッシュ	28.3	9.6	84.2	366	1102	483	14.2	40.4	35.3	25.0	29.0

表4-4-2 粒度別テーブル分離成績

鉍種	鉍量 (%)	品 位					分 布 率				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Zn (%)	Fe (%)	As (%)	Au (%)	Ag (%)	Zn (%)	Fe (%)	As (%)
-28~+48メッシュ	100	238	434	22	124	387	100	100	100	100	100
C <sub>1</sub> (重鉍物)	286	54.0	92.0	3.7	34.4	988	64.3	60.1	47.5	78.4	72.4
M <sub>1</sub> (中鉍)	11.2	36.0	69.0	4.8	12.4	403	16.7	17.6	24.0	11.0	11.5
T <sub>1</sub> (軽鉍物)	60.2	7.5	16.0	1.0	2.2	103	19.0	22.3	28.5	10.6	16.1
-48~+100メッシュ	100	26.1	49.7	2.7	13.5	467	100	100	100	100	100
C <sub>2</sub> (重鉍物)	356	68.5	115.0	5.1	34.1	1138	93.6	82.6	67.0	89.9	86.9
M <sub>2</sub> (中鉍)	3.8	29.0	70.0	8.8	10.8	358	4.1	5.2	11.9	2.9	2.8
T <sub>2</sub> (軽鉍物)	60.6	1.0	10.0	1.0	1.6	0.79	2.3	12.2	21.1	7.2	10.3
-100~+200メッシュ	100	16.8	58.8	3.3	13.6	61.7	100	100	100	100	100
C <sub>3</sub> (重鉍物)	364	43.0	133.0	5.8	38.0	159.1	92.7	81.7	62.9	87.6	93.2
M <sub>3</sub> (中鉍)	3.1	10.5	74.0	9.6	11.4	1.96	1.9	3.8	8.7	2.6	1.0
T <sub>3</sub> (軽鉍物)	60.6	1.5	14.0	1.6	2.2	0.59	5.4	14.5	28.4	9.8	5.8
-200メッシュ	100	9.6	84.2	3.7	11.0	483	100	100	100	100	100
C <sub>4</sub> (重鉍物)	184	39.0	195.0	6.3	31.0	165.8	74.3	42.6	31.5	51.5	63.0
M <sub>4</sub> (中鉍)	1.8	5.0	70.0	6.8	9.9	2.24	0.9	1.4	3.3	1.6	0.8
T <sub>4</sub> (軽鉍物)	79.8	3.0	59.0	3.0	6.5	2.14	24.8	56.0	65.2	46.9	36.2

粒度別の分離産物を夫々鉍種別に合算すれば下記，表4-4-3に示した成績となる。

表4-4-3 総合成績

鉍種	鉍量 (%)	品 位					分 布 率				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Zn (%)	Fe (%)	As (%)	Au (%)	Ag (%)	Zn (%)	Fe (%)	As (%)
給 鉍	100	19.2	59.0	2.9	12.5	4.72	100	100	100	100	100
C <sub>1</sub> ~ C <sub>4</sub> (重鉍物)	28.7	53.0	125.4	5.0	33.2	12.7	79.5	61.2	49.2	76.4	77.7
M <sub>1</sub> ~ M <sub>4</sub> (中 鉍)	5.3	29.5	69.7	6.1	11.8	3.6	8.2	6.3	11.0	5.4	4.0
[(C <sub>1</sub> ~ C <sub>4</sub> ) + (M <sub>1</sub> ~ M <sub>4</sub> )]	(34.0)	(49.5)	(117.1)	( 5.1)	(29.9)	(11.3)	(87.7)	(67.5)	(60.2)	(81.4)	(81.7)
T <sub>1</sub> ~ T <sub>4</sub> (軽鉍物)	66.0	3.5	29.0	1.8	3.5	1.3	12.3	32.5	39.8	18.6	18.3

### (3) 試験結果

- a. 給鉍の粒度別には，夫々鉍物の濃集あるいは分離の傾向は見られない（表4-4-1）
- b. テーブル分離試験では，金銀の採取率は-48~+100メッシュ，-100~+200メッシュについては高いが，粗粒（-28~+48メッシュ）および微細粒（-200メッシュ）では低い値を示した。（表4-4-2）
- c. 砒素の分離については，金銀と挙動を共にするためテーブルによる砒素の分離は非常に難かしいことを示している。
- d. 亜鉛，鉄についてもほぼ同様の傾向であるが，脈石との分離についてはその効果が見られる。

## 4-5 焙 焼 試 験

本鉍は4%の砒素を含む硫化鉍であり，青化処理において砒素は青化液中の酸素を消耗するばかりではなく，金の溶解を妨げ，浸出率を著しく低下させる。そのために青化処理の前処理として砒素を分離する必要があるので，下記の脱砒焙焼試験を実施した。

### (2) 焙焼条件および成績

焙焼は浮選の各産物について実施した。

- C<sub>1</sub> 金銀精鉍
- C<sub>2</sub> 亜鉛 " "
- C<sub>3</sub> 砒素 " "
- C<sub>4</sub> 硫化鉄 " "
- T 尾 鉍

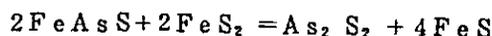
本試験で使用了焙焼炉は静置型管状炉であり、10ℓ/minの空気吹込みを行い焙焼した。  
試験条件及び成績は表4-5-1に示す通りである。

表4-5-1 焙焼条件及び成績

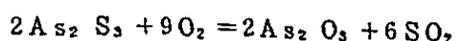
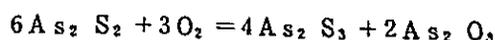
試験番号	鉍種	焙焼条件			成績				
		給鉍量 (g)	温度 (℃)	時間 (分)	鉍量 (%)	品位		脱砒脱硫率	
						As (%)	S (%)	As (%)	S (%)
R-1	原鉍 焙焼鉍	100	500	60	100	400	14.50	80.5	88.6
					89.9	0.87	1.83		
R-2	C <sub>1</sub> 精鉍 焙焼鉍	"	"	"	100	31.7	12.79	54.3	76.2
					98.3	1.48	3.11		
R-3	C <sub>2</sub> 精鉍 焙焼鉍	"	"	"	100	34.8	23.49	68.4	58.2
					100.6	1.09	9.75		
R-4	C <sub>3</sub> 精鉍 焙焼鉍	"	"	"	100	17.34	21.65	97.6	91.6
					67.9	0.60	2.67		
R-5	C <sub>4</sub> 精鉍 焙焼鉍	"	"	"	100	68.4	35.38	95.8	87.5
					71.1	0.41	6.20		
R-6	尾鉍 焙焼鉍	"	"	"	100	0.72	2.22	55.6	83.3
					97.4	0.33	0.38		
R-7	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> 混合精鉍 焙焼鉍	400	600	30	100	33.3	24.0	8.2	39.6
					96.6	3.14	15.0		
R-8	C <sub>3</sub> 精鉍 焙焼鉍	"	400	30	100	16.71	31.2	18.6	21.6
					94.1	14.45	2.62		
R-9	C <sub>3</sub> 精鉍 焙焼鉍	"	600	30	100	16.71	31.2	83.5	47.1
					76.8	3.60	21.5		
R-10	C <sub>4</sub> 精鉍 焙焼鉍	"	400	60	100	9.89	40.4	47.1	24.3
					89.4	5.85	34.2		
R-11	C <sub>4</sub> 精鉍 焙焼鉍	"	600	60	100	9.89	40.4	92.6	39.5
					79.6	0.92	30.4		

(2) 試験結果

- 焙焼の成績は焙焼方法(炉の型式), 温度, 時間, 加熱速度, 給鉍量及び共存成分の種類など諸条件により異なるが,
- 本試験では焙焼鉍の残留砒素品位より500℃, 60分の条件が比較的好結果を示した。
- R-7~R-11の試験では給鉍量が多いこともあるが, 400℃では脱砒は不十分である。
- 脱砒焙焼において, 硫砒鉄鉍の焙焼反応は黄鉄鉍の存在のもとでは, 150~300℃で



の反応によりAs<sub>2</sub>S<sub>2</sub>が生成し, 400℃附近より空気中の酸素により



となり、多量の亜硫酸と亜硫酸ガスを発生させるので、これらの処理を考慮する必要がある。

#### 4-6 青化処理試験

##### 4-6-1 浮選産物の青化処理試験

前節(4-3)で述べた浮選試験の産物

優先浮選産物	バルク優先浮選産物
C <sub>1</sub> 金銀精鉱	亜鉛精鉱
C <sub>2</sub> 亜鉛精鉱	硫砒, 硫化鉄精鉱
C <sub>3</sub> 砒素精鉱	
C <sub>4</sub> 硫化鉄精鉱	
T 尾 鉱	

の夫々を下記の条件で青化処理試験を実施した。試験成績を付表4-6-1~4-6-2に示した。

##### (1) 試験条件

表4-6-1 青化処理条件

要 因	水 準
パルプ濃度	40%
pH	10
NaCN濃度	0.2 0.5%
醋酸鉛添加量	300 g/t
浸出時間	72時間

(2) 試験成績

表4-6-2 浮選産物の青化処理成績

試験番号	鉍種	NaCN	浸出率(%)	
		濃度(%)	Au	Ag
L-C <sub>1</sub> -1	C <sub>1</sub> 精鉍	0.2	69.9	0.3
L-C <sub>2</sub> -2	C <sub>2</sub> " "	0.2	45.9	0.5
L-C <sub>3</sub> -3	C <sub>3</sub> " "	0.2	6.8	<0.1
L-C <sub>4</sub> -4	C <sub>4</sub> " "	0.2	14.3	<0.1
L-T-5	尾鉍	0.2	90.0	<0.1
L-C <sub>1,2</sub> -6	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> 混合精鉍	0.5	23.6	0.4
L-C <sub>3</sub> -7	C <sub>3</sub> 精鉍	0.5	23.2	38.6
L-C <sub>4</sub> -8	C <sub>4</sub> " "	0.5	38.5	33.9
L-B-9	バルク亜鉛精鉍	0.5	23.6	0.6
L-B-10	硫砒, 硫化鉄精鉍	0.5	39.6	33.8

(3) 試験結果

- a. NaCN濃度0.2%では、いずれの浮選産物も銀の浸出率は1%以下であり、金についても尾鉍以外は低く、特に金、銀精鉍の金浸出率が70%である点、及び硫化鉄精鉍中に金、銀が夫々6.3g/t、32g/tあるにも拘らず金銀の浸出率が14.3%、<0.1%と低い事が問題である。
- b. この結果NaCN濃度を0.5%に上げて実施したが、成績はほぼ同じ傾向を示した。
- c. バルク優先浮選の産物についても同様であった。
- d. 浸出率の低調な原因は
- (i) 浮選残留試薬の影響
  - (ii) 硫化鉍が液中で徐々に酸化するための溶存酸素の消費
  - (iii) 試薬の不足(NaCN, Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>)
- などが考えられる。

4-6-2 焙焼鉍の青化処理試験

焙焼鉍の青化処理は、先に述べた脱砒焙焼試験(4-5)の産物を用いて青化処理試験を行った。

試験成績の詳細は付表4-6-3~4-6-4に示した。

(1) 試験条件

表4-6-3 焙焼鉍の青化処理試験条件

試験番号	鉍種	焙焼条件		青化処理条件		
		温度 (°C)	時間 (分)	パルプ濃度 (%)	pH	青化ソーダ濃度 (%)
L-R-1	原鉍	500	60	37.5	10	0.2
L-R-2	C <sub>1</sub> 精鉍	500	60	39.6	10	0.2
L-R-3	C <sub>2</sub> 精鉍	500	60	40.2	10	0.2
L-R-4	C <sub>3</sub> 精鉍	500	60	31.7	10	0.2
L-R-5	C <sub>4</sub> 精鉍	500	60	32.2	10	0.2
L-R-6	尾鉍	500	60	39.4	10	0.2
L-R-7	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> 精鉍	600	30	40	10	0.5
L-R-8	C <sub>3</sub> 精鉍	400	30	40	10	0.5
L-R-9	C <sub>3</sub> 精鉍	600	30	40	10	0.5
L-R-10	C <sub>4</sub> 精鉍	400	60	40	10	0.5
L-R-11	C <sub>4</sub> 精鉍	600	60	40	10	0.5

(\*)  $Pb(CH_3COO)_2$  添加量は500 g/tである。

## (2) 試験成績

表 4-6-4 焙焼鉍の青化処理成績

試験番号	鉍種	浸出条件		成績		
		NaCN 濃度 (%)	浸出時間 時間	浸出率 (%)		消石灰使用量 (kg/t)
				Au	Ag	
L-R-1	原 鉍	0.2	72	33.8	1.4	10.2
L-R-2	C <sub>1</sub> 精 鉍	"	"	17.9	1.9	>20.0
L-R-3	C <sub>2</sub> " "	"	"	8.1	1.3	15.0
L-R-4	C <sub>3</sub> " "	"	"	6.8	9.4	12.4
L-R-5	C <sub>4</sub> " "	"	"	9.5	11.2	9.1
L-R-6	尾 鉍	"	"	100	<0.1	5.2
L-R-7	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> 混合精鉍	0.5	48	4.1	15.3	>17.0
L-R-8	C <sub>3</sub> 精 鉍	"	"	20.5	21.2	15.9
L-R-9	C <sub>3</sub> " "	"	"	26.7	11.8	9.0
L-R-10	C <sub>4</sub> " "	"	"	21.4	36.7	8.7
L-R-11	C <sub>4</sub> " "	"	"	31.0	0.4	8.3

## (3) 試験結果

- a. 焙焼処理を行うことにより金銀の浸出率の向上を期待したが、NaCN濃度0.5%でも浸出率は低い。
- b. 焙焼後のNatural pHは各産物共にpH 3.3~4.4を示しpH 10に調整するための消石灰は産物により異なるが8.5~17kg/tも必要であり、特にC<sub>1</sub> C<sub>2</sub>混合精鉍はpH 10にするために消石灰17kg/tでも不足で更にNaOHの添加を必要とした。
- c. この事実は、脱砒焙焼の温度が500~600℃の低温であるため、残留する硫黄の一部が硫酸塩で存在する。
- d. この硫酸塩が消石灰量を多量に消費し、且つ青化処理成績を低下させている原因と考えられる。
- e. 焙焼鉍の青化処理成績の向上を図るためには、青化処理の前に水洗を繰返し実施し、完全に硫酸塩を溶出除去するか、または完全に脱硫を行う条件(焙焼温度、850~950℃共存成分により異なる)で酸化焙焼を行う必要がある。
- f. しかし焙焼、青化処理の系統は、浮選-脱水-乾燥-焙焼-水洗-青化処理と系統が複雑と

なるため、後述の通り 4-6-4 において原鉱の直接青化処理を試験する。

#### 4-6-3 比重分離産物の青化処理試験

比重分離試験(4-4)の産物を用いて、青化処理試験を実施した。試験成績は付表 4-6-5 の通りである。

##### (1) 試験条件

表 4-6-5 比重分離産物の青化処理試験条件

試験番号	鉱種	パルプ濃度 (%)	pH	NaCN (%)	Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> 添加量 (g/t)
L-Tb-1	重鉱物, 中鉱, 混合鉱	40	10	0.5	500
L-Tb-2	軽鉱物	"	"	"	300

##### (2) 試験成績

表 4-6-6 比重分離産物の青化処理成績

試験番号	鉱種	浸出時間 (時間)	浸出率 (%)	
			Au	Ag
L-Tb-1	重鉱物, 中鉱, 混合鉱	72	85.2	37.7
L-Tb-2	軽鉱物	72	94.3	56.9

##### (3) 試験結果

- a. テーブル分離産物は前述の通り、浮選産物(4-6-1)および焙焼産物(4-6-2)の青化処理成績に比べ金の浸出率は高い。
- b. これは、テーブル分離では浮選剤あるいは硫酸塩の影響が全く無いこと、更にテーブル用水による鉱石粒子表面の十分な洗滌効果などが考えられる。
- c. しかし軽鉱物では、金浸出率が90%以上の値を示し、また、重鉱物混合鉱では85%程度と低いのは試薬の不足、あるいは浸出前の空気攪拌による硫化鉱の酸化を実施しなかった事が影響していると考えられる。

#### 4-6-4 原鉱の直接青化処理

前項で述べた通り浮選産物の直接青化処理あるいは焙焼産物の青化処理においても、金の浸出率は低かった。

そのため原鉱の直接青化処理を下記の条件で実施した。  
成績は付表4-6-6~4-6-7に示す通りである。

(1) 試験条件

表4-6-7 原鉱の直接青化処理条件

試験番号	青化処理条件			
	摩鉱時間 (分)	パルプ濃度 (%)	pH	NaCN濃度 (%)
L-F-1	30	40	10	0.5
L-F-2	30	40	10	0.8
L-F-3	60	40	10	0.5
L-F-4	60	40	10	0.8
L-F-5	60	40	9.5	0.2
L-F-6	60	40	9.5	0.5
L-F-7	60	40	9.5	0.8
L-F-8	30	40	9.5	0.5

以上の他,  $Pb(CH_3COO)_2$  添加量: 300 g / t

浸出時間: 72時間

給鉱粒度(摩鉱時間30分) - 200メッシュ: 95.9%

“ “ ( “ 60分) “ “ : 99.8%

(2) 試験成績

表4-6-8 原鉱の直接青化処理成績

試験番号	浸出率 (%)	
	Au	Ag
L-F-1	93.5	39.3
L-F-2	85.8	40.3
L-F-3	95.6	46.0
L-F-4	89.9	47.6
L-F-5	82.5	17.8
L-F-6	90.0	48.3
L-F-7	91.6	46.5
L-F-8	95.5	38.9

### (3) 試験結果

#### a. 給鉍粒度（摩鉍時間）について

金は摩鉍時間30～60分の範囲では浸出率に有位差は見られない。

銀については給鉍粒度の小さい方がわずかに浸出率が高い。

#### b. pHについて

pHは金銀共に9.5～10.0の範囲では浸出率に有位差は見られない。

#### c. NaCN濃度について

金の浸出率はNaCN濃度0.5%でピークを示し0.2%、0.8%では低下する。

銀浸出率はNaCN濃度を高めると共に向上するが、NaCN濃度0.5%、0.8%時の浸出率に有位差は見られない。

#### d. 浸出時間について

浸出時間を長くすると共に金銀の浸出率は向上する。特に、銀については、浸出時間72時間以上とする必要がある。

#### e. 他の成分について

鉛は浸出液中に全く存在しない。たとえ原鉍中にわずかの可溶性の鉛が存在しても、青化反応で遊離する硫黄、NaCNあるいは、亜鉛の青化錯塩と反応して、夫々PbS、 $PbO \cdot Pb(CN)_2 \cdot H_2O$ 、及び $2Zn(CN)_2 \cdot Pb(CN)_2$ の形となって沈殿する。

亜鉛と鉄はNaCN濃度が高くなり、更に浸出時間が長くなると浸出率は増加するが、夫々 $< 3.0\% < 0.4\%$ と低い値である。亜鉛については一時的にシアン錯塩 $\{Na_2(Zn(CN)_4)\}$ 、となって溶出するが、 $Ca(OH)_2$ 等のアルカリに分解され $CaZnO_2$ の形となり、NaCNを遊離しながら沈殿する。鉄はシアン錯塩の形で液中に溶解し、浸出液中濃度が増加する。

銅は、諸条件には左右されずNaCN液に良く溶解し、浸出率も35%前後である。

砒素はNaCN濃度の増加と共に、浸出率も向上する顕著な傾向を示した。

アンチモンの浸出液中濃度は極めて低く（ $< 2\text{ppm}$ ）、金、銀の青化処理には大きな影響を及ぼさないと考えられる。

### 4-6-5 確認試験

上記の試験結果より、下記の条件で原鉍の直接青化処理の確認試験を実施した。

試験成績を付表4-6-5に示した。

#### (1) 試験条件

摩鉍時間	60分
pH	10

NaCN濃度 0.5 %  
 パルプ濃度 40 %  
 Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> 添加量 300 g / t  
 浸出時間 24.48.72.96.120.144.168 時間

(2) 試験成績

表 4-6-9 確認試験成績

試験番号	浸出時間 (時間)	浸出率 (%)	
		Au	Ag
L-F-9	72	90.0	53.6
L-F-10	72	90.0	53.4
L-F-11	72	90.8	52.9
	144	96.3	61.0
	168	97.1	61.5

(3) 試験結果

浸出時間を72時間とした場合、金、銀の浸出率は夫々90%、53%の値を示したが、浸出時間を168時間に延長することにより、金、銀の浸出率は夫々97.1%、61.5%となる。

この結果から

- a. 給鉱粒度の選定.
- b. 溶出成分の洗滌除去.
- c. NaCNを添加する前に空気吹込みによる硫化鉱物の酸化等の改善を行えば、Diamante鉱の実操業では金90%銀70%の浸出率達成は可能と考えられるのでこの値をF/Sの算定基礎とする。

4-7 亜鉛回収試験

全泥青化処理尾鉱から亜鉛を回収する試験を実施した。試験項目は

- 青化処理尾鉱の水洗の必要性
- 適正 pH
- 青化処理後亜鉛回収するまでの経時変化、等である。

4-7-1 青化処理尾鉱の水洗の必要性

青化処理尾鉍を水洗2回したものと、水洗しないものについて亜鉛回収試験を実施した。その結果を表4-7-1付表4-7-1に示す。

表4-7-1 水洗効果の試験結果

試験番号	鉍種	品位 (%)		採取率 (%)		備考
		Zn	As	Zn	As	
LT-1	原鉍	2.99	3.84	100.0	100.0	未洗 pH 9
	精鉍	23.85	2.67	95.6	8.3	
	尾鉍	0.15	4.00	4.4	91.7	
LT-2	原鉍	2.96	3.68	100.0	100.0	水洗 pH 9
	精鉍	36.51	2.34	95.0	4.9	
	尾鉍	0.16	3.79	5.0	95.1	

以上の結果より、水洗した場合の回収亜鉛精鉍は明らかに高く、水洗の必要なことが分る。

#### 4-7-2 適正 pH

青化処理尾鉍を水洗後 pH 1.2 で処理試験した結果、表4-7-2、付表4-7-2に示す。

表4-7-2 pH 1.2 における試験結果

試験番号	鉍種	品位 (%)		採取率 (%)		備考
		Zn	As	Zn	As	
LT-4	原鉍	2.89	3.70	100.0	100.0	水洗 pH 1.2
	(R <sub>1</sub> )	(28.80)	(1.77)	(56.9)	(2.7)	
	M <sub>1</sub>	25.07	2.01	33.0	2.0	
	(R <sub>2</sub> )	(36.27)	(1.30)	(23.9)	(0.7)	
	精鉍	40.27	0.96	19.6	0.4	
	M <sub>2</sub>	25.07	2.26	4.3	0.3	
	尾鉍	1.32	3.82	43.1	97.3	

LT-4の試験により pH 1.2 では亜鉛採取率が低下する事が判明した。

#### 4-7-3 経時変化

青化処理尾鉍を1週間放置したものと即日処理したものを比較し、その結果を表4-7-3および付表4-7-3に示す。

表 4-7-3 経時変化の試験結果

試験番号	鉍種	品位				採取率 (%)				備考
		Au(g/t)	Ag(g/t)	Zn(%)	As(%)	Au	Ag	Zn	As	
LT-5	精鉍	33	437	50.0	09	4.5	57.3	80.5	1.1	1週間放置 未洗 pH10
LT-6	精鉍	67	460	46.49	079	7.2	50.7	77.1	08	1週間放置 未洗 pH10
LT-7	精鉍	86	397	46.87	256	12.8	57.6	88.9	29	1週間放置 水洗 pH10
LT-8	精鉍	03	418	53.68	068	0.4	51.7	85.4	07	即日 水洗 pH10

1週間放置して pH10 で亜鉛を回収した場合、LT-5、LT-6のごとく亜鉛採取率は低いですが水洗することにより LT-7のごとく 80% 以上の亜鉛採取率が維持できた。

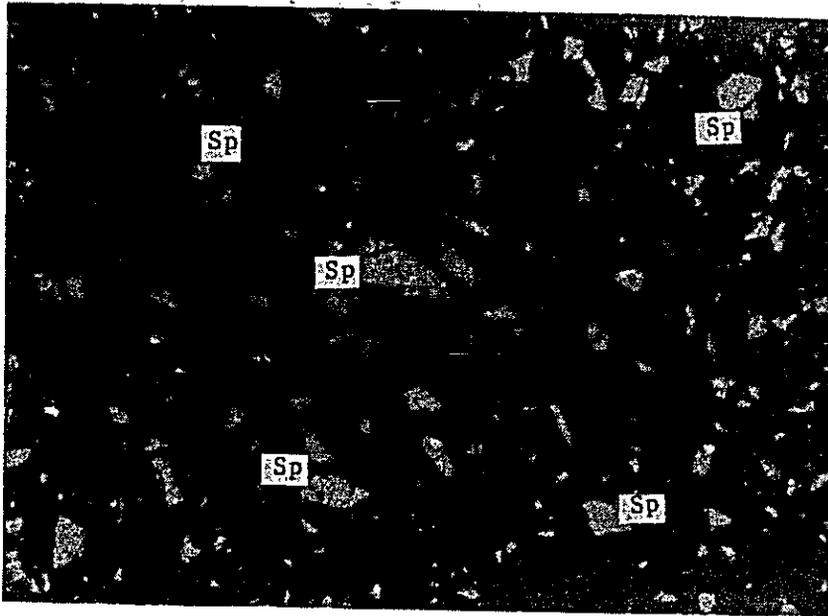
さらに即日処理することにより亜鉛精鉍品位は 2 段精選で 5.4%，採取率 85% が達成でき精鉍中砒素品位も 0.68% まで低下することができた。

最終亜鉛精鉍を写 4-7-1 に示す。

顕微鏡写真(反射光)

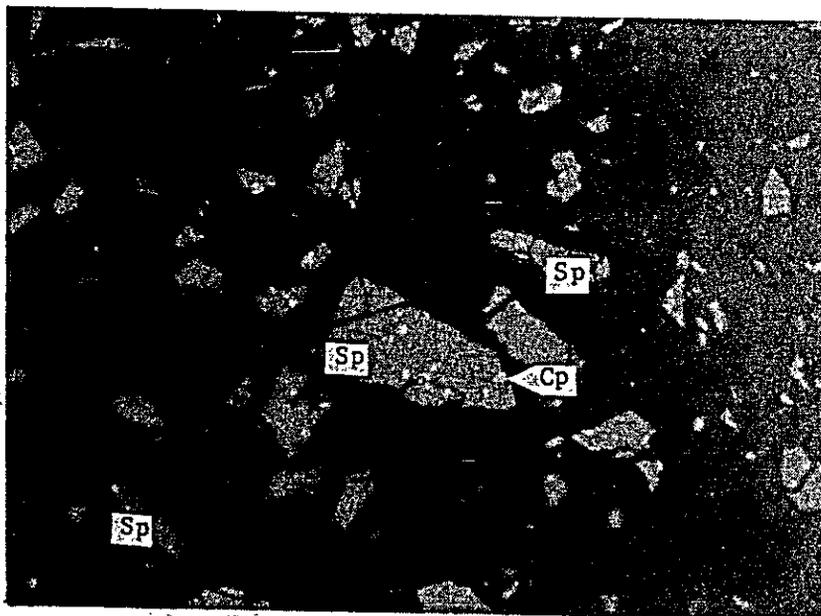
写4-7-1

亜鉛回収による亜鉛精鉱



0 0.1 mm

同上拡大



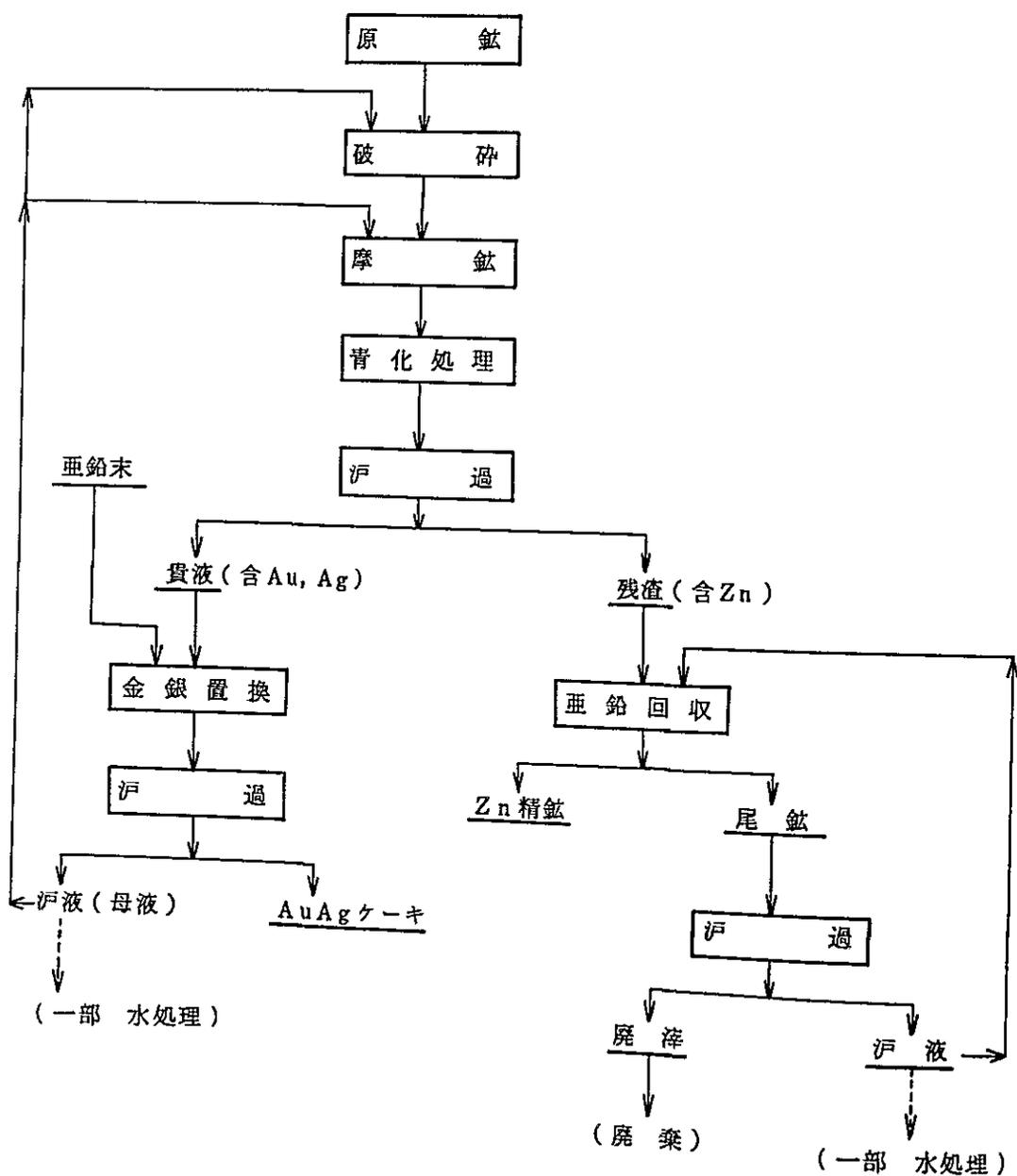
0 0.05 mm

#### 4-8 排水処理試験

青化処理系統及びその後の亜鉛回収系統で排出される排水の大部分は、その系統内で繰返し使用されるが。水量バランスの関係から一部の水は系外に排出される。排出される排水にはCN及び砒素を含有するのでその処理が必要となる。

本系統の中で金、銀採取及び亜鉛回収は、実際には図4-8-1に示した系統になるものと考えられる。

図4-8-1 Diamante 鉱の金、銀及び亜鉛採取系統図



青化処理後の母液の処理方法を、図4-8-2に示したが、脱CN系では酸性酸化法とアルカリ塩素法の2方法について、又脱砒素系では、石灰共沈法と鉄共沈法の2方法について試験を実施した。

亜鉛回収系統の排水の処理は、酸性酸化法-鉄共沈の方法により脱CN。脱砒素を図った。試験条件及び成績は表4-8-1に示す。

図4-8-2 水処理試験系統略図

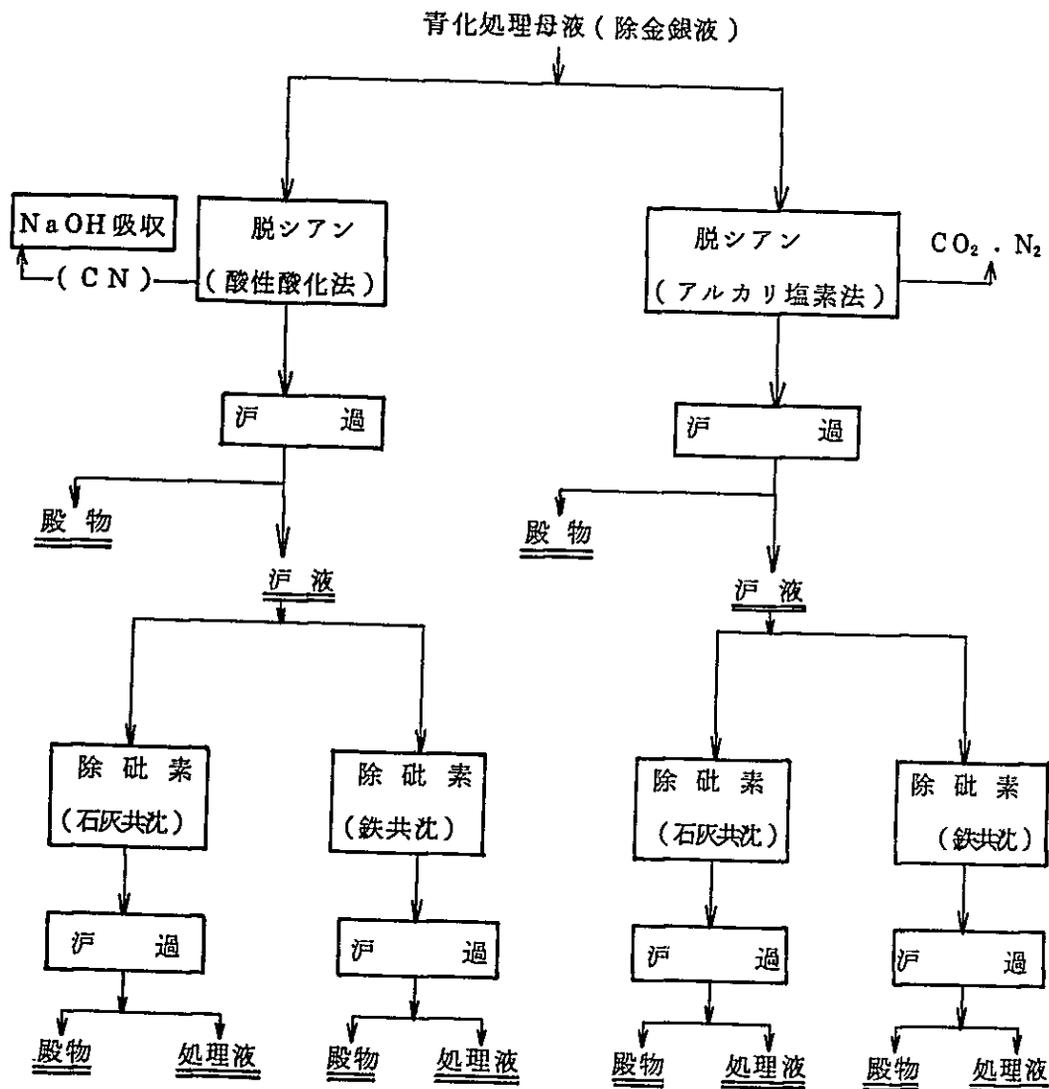


表4-8-1 水処理条件及び成績

試験番号	液種	液pH	水処理条件 (添加量 g/l)				試験結果 濃度 (ppm)		
			硫酸	次亜塩素酸	消石灰	硫酸第1鉄	As	遊離CN (NaCN換算)	CN
H-1	置換金銀除液	9.5					74	900	478
H-2	酸性シアン処理	2.0	3.0						
H-2-1	石灰共沈処理	12.0			2.8		16	290	154
H-2-2	鉄共沈処理	8.0			1.9	5.0	4	110	58
H-3	アルカリシアン処理	11.4		5.0					
H-3-1	石灰共沈処理	12.0			1.3		<0.2	290	154
H-3-2	鉄共沈処理	8.0	1.0			5.0	<0.2	10	5.3
H-4	亜鉛回収排水	9.0					0.8	110	58
H-4-1	鉄共沈処理	8.0	0.2		0.5	5.0	<0.2	10	5.3

以上の試験結果をまとめると次の通りとなる。

a. 脱砒について

砒素の処理は1段では難かしく通常は2段処理を行うが、本試験では1段処理で行った。その結果、石灰共沈及び鉄共沈法共処理液中As濃度は0.2ppm未満となった。

砒素の排出基準値は0.5ppmであり、上記の成績から砒素の処理については問題はない。

b. 脱CNについて

CNの排出基準値は1ppmである。

酸性酸化法では、CN5.8ppmと高い値を示したが、pHを1~1.5に調整し時間を充分とることによりCNを1ppmにすることは可能である。

アルカリ塩素法ではCN5.3ppmであったが次亜塩素酸の増量添加を行うことによりCNの1ppmは可能である。いずれの方法も実操業例から問題はないと考える。

c. 亜鉛回収排水について

亜鉛回収排水の処理は砒素、シアン共に問題はない。

## 第5章 結 論



## 第 5 章 結 論

本試験の結論をまとめると次の通りとなる。

- (1) 鉍石は Fe 1.5%, As 4.0%, Zn 3.0%, Cu 0.8%, Pb 0.26%, S 14.5% からなる硫化鉍で、金はエレクトラム (含銀 20%), 銀は濃紅銀鉍の形で存在し、その賦存状態は粗粒の単体のものと数  $\mu\text{m}$  の粒径で硫砒鉄鉍や黄鉄鉍中に包有されているものもある。
- (2) 選鉍試験は直接優先浮選、バルク優先浮選、及び比重選鉍について実施し、次の成績をえた。

表 5-1 選鉍成績比較表

選鉍方法	採 収 率 (%)		
	Au	Ag	As
直接優先浮選	85	84	42
バルク優先浮選	60	74	5
比重選鉍	87	66	82

直接優先浮選、及び比重選鉍では砒素の分離が、バルク優先浮選では金の回収が不良であった。

- (3) 直接優先浮選産物を浮選-青化处理、浮選-脱砒焙焼-青化处理の2つの方法にて青化处理試験を実施した。

浮選-青化处理法では残留浮選試薬が青化处理におよぼす影響が大きく、また浮選-脱砒焙焼-青化处理では焙焼温度が低いため脱砒はされるが、硫黄が残留し硫酸塩を形成する。そのため青化处理時の pH 調整に多量の石灰を必要となる。

形成した硫酸塩、pH 調整のため添加する石灰は青化处理に悪影響を及ぼし、成績は両者とも低調であった。

表 5-2 青化处理成績比較表

青化处理法	脱砒率 (%)	脱硫率 (%)	浸 出 率 (%)	
			Au	Ag
浮選-青化处理			21~34	32~36
浮選-焙焼 -青化处理	96~98	83~92	20~21	21~37

- (4) 原鉱を前処理することなく、直接青化処理する方法を検討し、本鉱石の含有砒素の素状が金浸出率を阻害しない事をみだし、直接青化処理で次に示す成績をえた。

表 5 - 3 直接青化処理成績表

浸出時間 (時間)	浸 出 率 (%)	
	A u	A g
7 2	9 0	5 3
1 4 4	9 6	6 1

しかし、浸出液中に若干溶出する砒素のため排水処理対策を考慮する必要がある。

- (5) 浸出残渣からの亜鉛回収試験をおこない下記の成績をえた。

また、この表から分るように青化処理で浸出しなかった銀もかなりの回収率が望める。

表 5 - 4 亜鉛回収成績表

精 鉱 品 位 (%)			回 収 率 (%)		
Ag (g/t)	Z n	A s	A g	Z n	A s
418	53.7	0.68	51.7	85.4	0.7

- (6) 本試験結果より Diamante 金、銀鉱処理方法としては、原鉱直接青化処理—亜鉛回収が金、銀回収率、処理設備の簡素化と経費低減をはかるうえで最適である。

なお、金、銀採取率は夫々 90、70%と出来る。

- (7) 排水処理についても実験より As 0.2 ppm CN 10 ppm の結果を得ている。

この値は砒素については問題はなく、シアンについても粒度を細かくし pH を 1 までさげ時間を充分とる事によって 1 ppm は可能と考える。

なおこれはコロンビア共和国が定めようとしている排水基準(審議中)以下の値である。