

## 目 次

	頁
1 緒 言	1
2 試験概要	2
3 セグレーションフロー	3
4 セグレーション基礎試験	4
4-1 試験方法	4
4-2 試験試料	6
5 試験結果	6
5-1 試験結果の解析	
5-1-A サンプルA : No.1 (MINERO PERU 採取サンプル)	7
5-1-B サンプルB : No.18 (Ag品位が高いサンプル)	11
5-1-C サンプルC : ESMERALDA (Mn品位が高いサンプル)	15
5-1-D サンプルD : No.13 (Mn品位が低いサンプル)	19
6 総合解析	23
7 今後の試験で追求する研究項目	25

# 1 緒言

ペルー共和国は豊富な鉱物資源に恵まれており、銀、銅、亜鉛、鉄鉱石、石油等、その他数種に及び、鉱業国として

知られている。鉱物資の中で銅は鉱質上、硫化鉱物と酸化鉱物に大別されるが、現在ペルー国で主として開発されて

いるのは前者であり、酸化鉱物は一部を除き放置されているのが現状である。一般的な酸化鉱物の処理方法としては、選

及び抽出法(リーチン)であるが、鉱質的に母岩脈石中に大量の炭酸塩を含む場合は、硫酸の消費が著しく多く、経済的にコスト

高となるので、抽出法は不適で、母岩は珪酸質のものに限られている。さらに同法は、金、銀の回収が不可能である欠点を有

している。又珪酸質の鉱石で珪孔雀石を主成分とするものは、浮選の適用が困難である。これに対しセグレション法は母岩が

炭酸塩・珪酸塩にかかわりなく有効である。また原鉱中に含有される金、銀も析出した金属銅との合金、または単体として同時

に回収出来る特長を有している。筆者は過去長年にわたりペルーに於いてこの酸化鉱物処理方法としてセグレション方式を採用した

カタンガ鉱山のパイロットプラント(150t/day処理量)にてセグレション技術確立の為、操業及び調査研究に従事し、大きな成果を得た。

このような事情のもとで、ペルー共和国は酸化鉱物処理に関する技術協力を日本政府に依頼し、銅カタンガ山省地質鉱山

冶金研究所をこのプロジェクトの実施機関とし、JICA(国際

協力事業団)との間に当酸化鋳処理プロジェクトが誕生し1984年10月からペルー国の資源開発に大きな役割を果たすべく研究を続けている。

## 2 試験概要

本報告はセグレーション方式による技術をペルー人カウンターパートに移転の為、ベレンゲラ鋳山の酸化鋳を対象にセグレーションの

基礎試験を実施した結果の第一報である。本鋳石はマンガン酸化鋳、石英、方解石等を主とする酸化銅鋳に高品位の銀を伴

う非晶質でいわゆる難処理鋳に属するものである。当ベレンゲラ鋳石については過去諸研究がなされたが、リーチング法、浮選方式につい

ては良い結果が得られていない。セグレーション法については有望という報告がされているが、技術的には完成していないのが現状である。

この為、新しくセグレーション条件を検討する為、実験計画法をもち、一連の基礎試験を実施した。その結果について報告する。

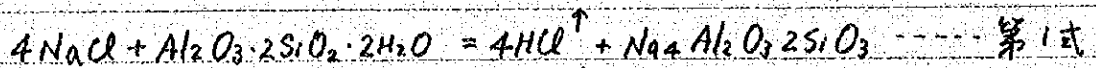
## 3 セグレーションについて

セグレーションの反応が複雑で未解明な部分が多いが従来の諸研究者の結果からいまのところ次の3段階から成ると考えられている。

適当に粉砕した鉱石に少量の食塩とコークスを添加し弱還元性雰囲気中で加熱する。

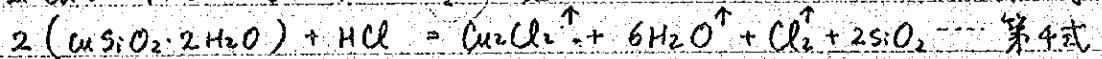
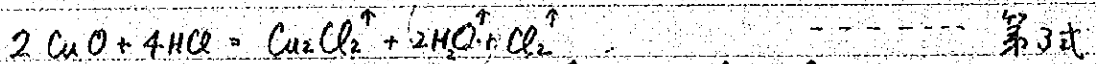
## 第一段階

食塩は珪石と反応して塩化水素ガスを発生し(第1, 2式)



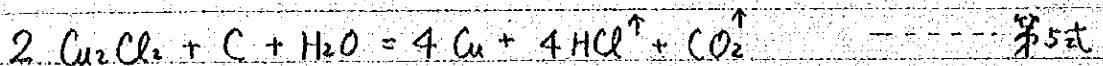
## 第二段階

酸化銅分と反応して塩化銅が揮発される(第3, 4式)



## 第三段階

続いて添加されるカーボンにより直ちに還元され金属銅となりコークスの表面に析出される。(第5式)



この金属状態になった銅を浮選により珪石と分離し高品位精鉱を採取する。



## 4 セグレーション基礎試験

セグレーションの最適条件を求める為に、焙焼温度と時間及び添加剤量の各要因について実験計画法(直交わりつけ法)を用いそれぞれ2水準をとり

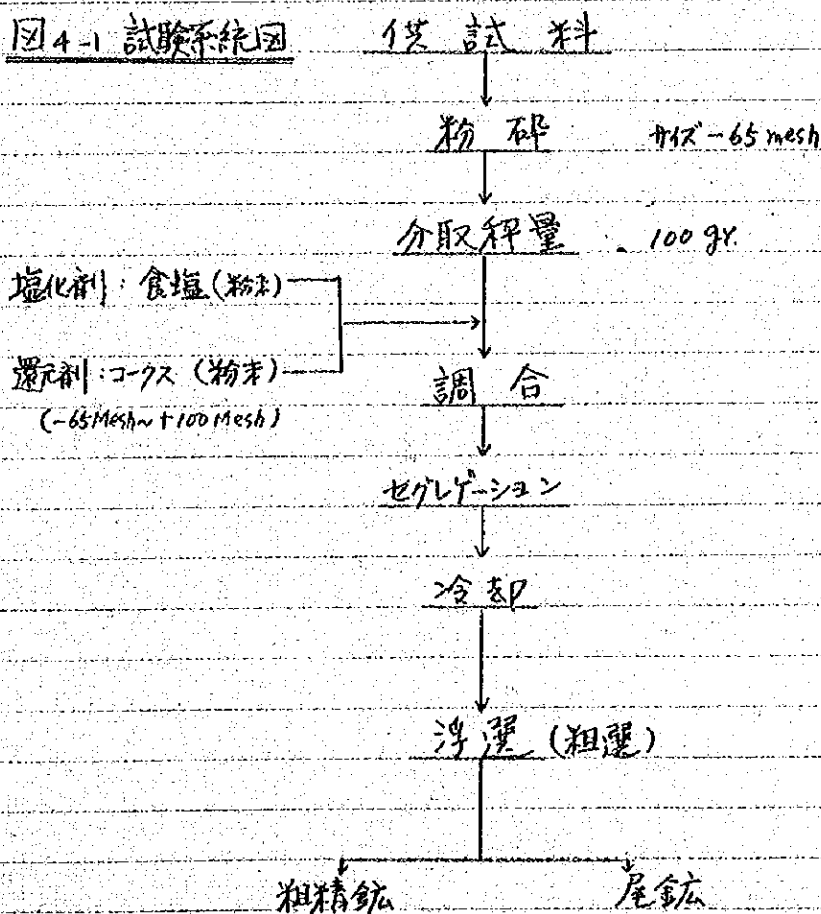
セグレーション試験を実施した。セグレーション焙焼後一定条件下で浮選を行い粗精鉱を採取し、銅と銀の分析値により算出した品位・採収率で試験

成績と比較検討し最適条件の追求を行った。

### 4-1 試験方法

セグレーション試験は下図 4-1 の試験系統図に従い実施した。また各試験条件を次頁表 4-1 に示す。

図 4-1 試験系統図



試験は小型静置炉で行った。静置炉は石英炉芯管を有する電気管状炉で炉芯管の管端は密栓して外気と遮断し加熱により発生したガスは管外へ排気出来るよう工夫してある。供試料は-65 meshに粉砕し所要量の塩化剤と還元剤を混合し蓋つきシリカボットに入れ必要時間セグレゲーション反応させた後、シリカボットを炉外へ取り出し空気を遮断して冷却した。冷却した試料は小型浮選機で析出銅の浮選を行った。

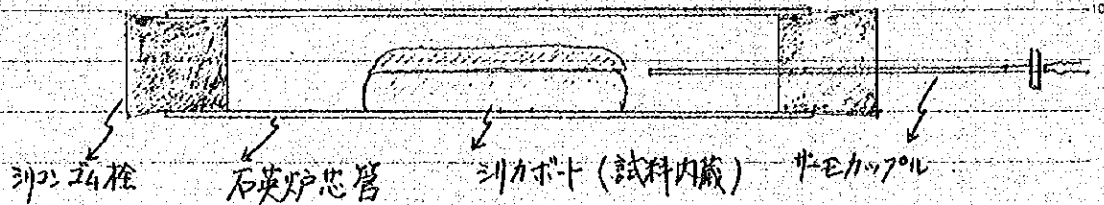


図 4-2 小型静置炉 (セグレゲーション試験器) 内部略図

試験条件は下表 4-2 に示す。

要因は 焙焼温度 700°C, 800°C, 塩化剤の添加量 0.3g, 0.6g  
還元剤の添加量 5g, 10g の各2水準をとった。

表 4-2 試験条件

	セグレゲーション			浮選
	*焙焼温度	塩化剤	還元剤	
1	700 °C	0.3 gr	5 gr	捕収剤
2	700	0.3	10	K.A.X 200 8%
3	700	0.6	5	Z-200 100 %
4	750	0.6	10	ケロソ 50 %
5	800	0.3	5	起泡剤
6	800	0.3	10	パイン油 100 %
7	800	0.6	5	浮選時間
8	800	0.6	10	10分

\* 温度はサモコップの指示温度 (自動調節 ± 1°C) 端部であり試験終了後基準温度計でサモコップ容器シリカボット中央部を測定したところサモコップ指示値より約 50°C 高くなる。

## 4-2 試験試料

供試料は昭和59年5月に採取したベレンゲラ鉱山鉱石を対象サンプルとして以下の4ヶについて選定した。

サンプル名	サンプル場所	種別(特徴)	品位		
			Cu %	Ag g/t	Mn %
A	No 7	昭和59年5月に採取した試料	1.88	340	17.3
B	No 18	銀品位が高い	1.58	1850	22.3
C	ESMERALDA	マカニ品位が高い	1.40	510	22.8
D	No 13	マカニ品位が低い	1.24	34	7.3

## 5 試験結果

試験結果の成績算出には正算方式を採用した。即ち原鉱中の含有量から粗選精鉱回収分及び尾鉱に残留する分を差し引き

残分をロスとして表れた。ロス分はセグレ反応時の焙焼ロス及びハンドリングロスが含まれるがハンドリングロスは少なく、大半は焙焼ロスと考えられる。

以下に4サンプルについて試験成績についてのべる。

サンプル	名称	試験成績表	P	値
サンプル A	No 7		P	8
サンプル B	No 18	"	P	12
サンプル C	ESMERALDA	"	P	16
サンプル D	No 13	"	P	20

## 5-1-A 試験結果

。サマール A: No 1 107117

サマール A: No 1 (MINERO PERU で採取したサマール) の試験結果は次頁から

1. 表 5-1-A サマール A: No 1 試験成績表

2. 試験結果の解析

表 5-1-A-1 : 銅採収率の分散分析

表 5-1-A-2 : 銀採収率 "

3. 同上

図 5-1-A-1 : 銅採収率について要因(温度塩化物)との関係図

図 5-1-A-2 : 銀採収率 " "

を示す。

表 5-1-A 試料: A No 1 (MINERO PERU 採取試料) 試験成績表

No. 8

Date

L 8	鉍種	鉍量 %	品位		操收率		セTV 条件
			Cu %	Ag g/t	Cu %	Ag %	
1	原鉍	100.0	1.88	340	100.0	100.0	
	粗選精鉍	11.0	10.60	2500	62.0	80.9	Temp 700°C
	尾鉍	78.8	0.96	40	40.2	9.3	MoU 0.3g
	焙燒口				▲ 2.2	9.8	372 5g
2	原鉍	100.0	1.88	340	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉍	14.9	6.84	1820	54.2	79.8	MoU 0.3
	尾鉍	80.3	1.00	53	42.7	12.5	372 10
	焙燒口				3.1	7.7	
3	原鉍	100.0	1.88	340	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉍	24.5	6.04	1240	78.7	89.4	MoU 0.6
	尾鉍	66.5	0.53	43	18.7	8.4	372 5
	焙燒口				2.6	2.2	
4	原鉍	100.0	1.88	340	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉍	19.1	8.26	1600	83.9	89.9	MoU 0.6
	尾鉍	72.2	0.33	26	12.7	5.5	372 10
	焙燒口				3.4	4.6	
5	原鉍	100.0	1.88	340	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉍	16.9	10.84	1880	97.4	93.4	MoU 0.3
	尾鉍	66.4	0.07	20	2.4	3.9	372 5
	焙燒口				0.2	3.7	
6	原鉍	100.0	1.88	340	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉍	13.6	12.40	2260	89.7	90.4	MoU 0.3
	尾鉍	73.3	0.20	50	7.8	10.8	372 10
	焙燒口				2.5	▲ 1.2	
7	原鉍	100.0	1.88	340	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉍	16.3	11.32	1880	98.1	90.1	MoU 0.6
	尾鉍	65.9	0.11	26	3.8	5.0	372 5
	焙燒口				▲ 1.9	4.9	
8	原鉍	100.0	1.88	340	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉍	22.1	8.36	1440	98.3	93.6	MoU 0.6
	尾鉍	63.4	0.09	40	3.0	7.5	372 10
	焙燒口				▲ 1.3	▲ 1.1	

## 5-1 試験結果の解析

5-1-A サンプルA: No.1 について

得られた試験成績結果について、銅採収率及び銀採収率の要因（温度、塩化剤、還元剤の添加量）との関係を分散分析した。

銅採収率について

表 5-1-A-1 銅採収率の分散分析表

要因	S	$\phi$	V	$F_0$	判定	$E(V)$
A 温度	1404.5	1	1404.5	72.96	**	$F_{4, 0.01}^1 = 21.2$
B 塩化物	392	1	392	20.4	*	
AxB	180.5	1	180.5	9.4	*	$F_{4, 0.05}^1 = 7.71$
C 還元剤	(12.5)					
e 誤差	77	4	19.25			
合計	2054	7				

1.  
1.3

( )は誤差に含め

註 \*\* 1%有意差あり

\* 5% "

銀採収率について

表 5-1-A-2 銀採収率の分散分析表

要因	S	$\phi$	V	$F_0$	判定	$E(V)$
A 温度	98	1	98	39.2	**	$F_{4, 0.01}^1 = 21.2$
B 塩化物	50	1	50	20.0	*	
AxB	50	1	50	20.0	*	$F_{4, 0.05}^1 = 7.71$
C 還元剤	0					
e 誤差	10	4	2.5			
合計	208	7				

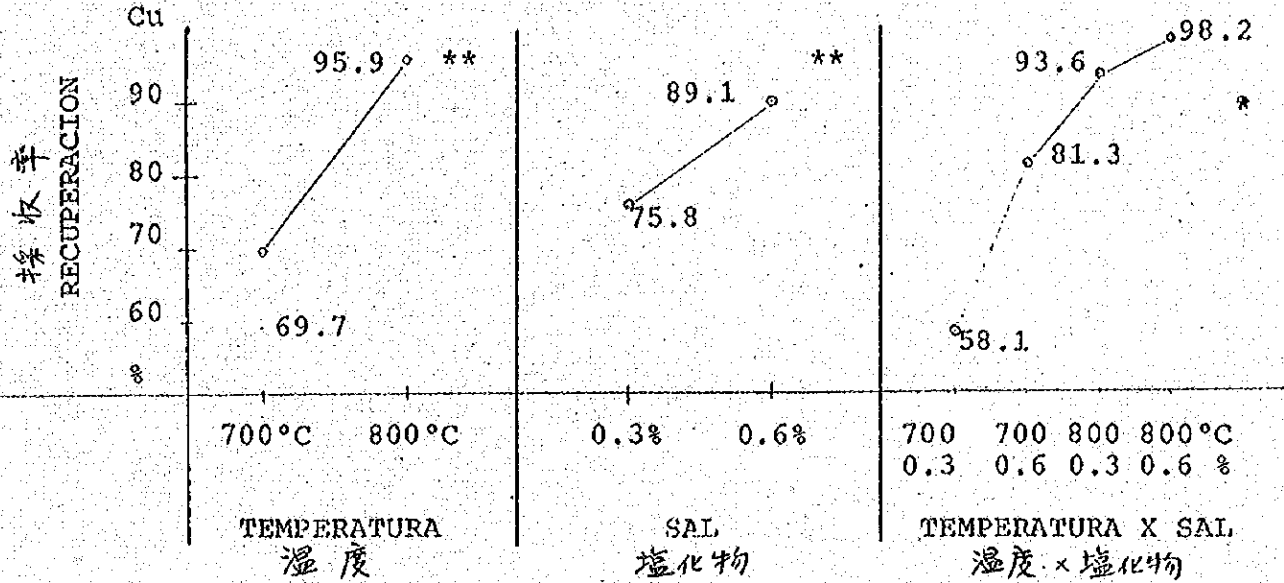
分散分析の結果、銅と銀の採収率は同じような傾向を示した。温度については、共に1%、塩化物及び温度との交互作用は5%の有意差が認められた。又焙焼温度は高温の80°C、塩化物の添加量は0.6g添加が良く採収率を得られる。これを図示すると図10の通りである。

图 5-1-A-1

RELACION ENTRE SAL Y TEMPERATURA

RECUPERACION Cu

Cu 接收率 = 71.7



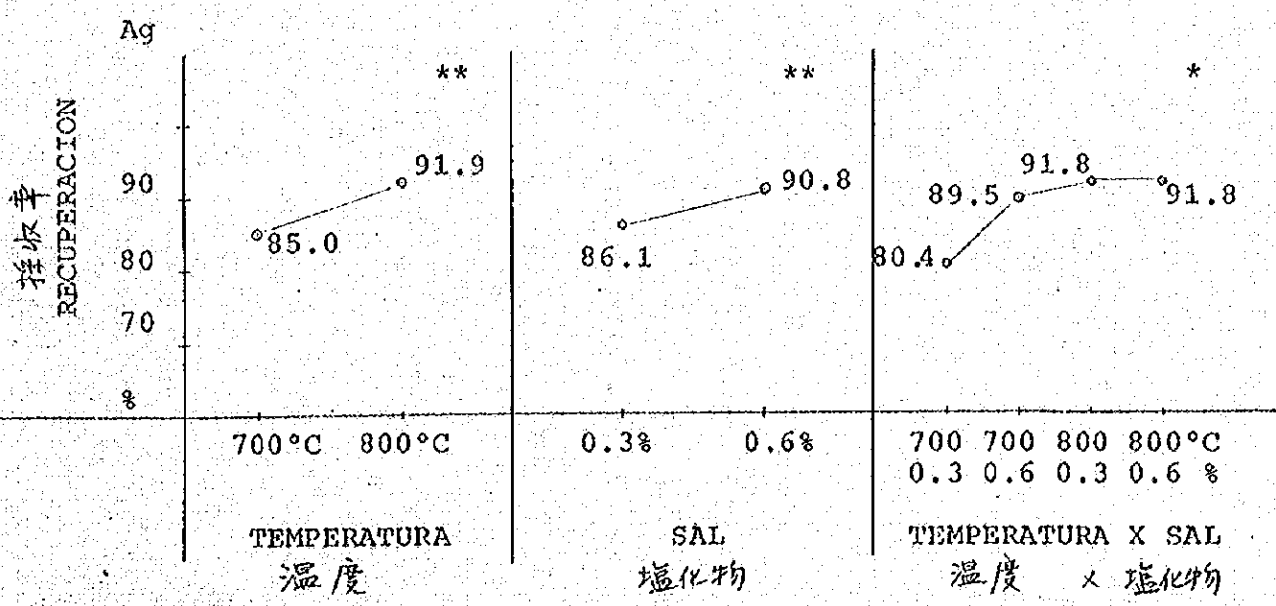
\*\* 1% 有意差别  
\* 5% "

图 5-1-A-2

RELACION ENTRE SAL Y TEMPERATURA

RECUPERACION Ag

Ag 接收率 = 71.7





5-1-B 試験結果 サンプル B: No. 18 について

サンプル B: No. 18 (銀品位が高いサンプル)の試験結果は次の

1. 表 5-1-B サンプル B: No. 18 試験成績表

2. 試験結果の解析

表 5-1-B-1 銅採収率の分散分析

表 5-1-B-2 銀採収率の "

3. 同上

図 5-1-B-1 銅採収率について要因(湿度・塩化物)との関係図

図 5-1-B-2 銀採収率 " "

を示す。

表 5-1-B

No. 12

サンプル B: No 18 (銀品位が高い) 試験成績表

Date

L8	鉱種	鉱量 %	品位		採収率		セグレ条件
			Cu %	Ag g/t	Cu %	Ag %	
1	原 鉱	100.0	1.58	1,850	100.0	100.0	
	粗選精鉱	8.7	8.5	15,000	46.8	70.5	700°C
	尾 鉱	82.7	0.85	180	44.3	8.0	Mail 0.3g
	焙焼口入				8.9	21.5	2-7x 5g
2	原 鉱	100.0	1.58	1,850	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉱	11.1	5.2	11,000	36.7	66.0	Mail 0.3
	尾 鉱	80.1	1.1	230	55.7	10.0	2-7x 10
	焙焼口入				7.6	24.0	
3	原 鉱	100.0	1.58	1,850	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉱	10.6	10.3	15,000	69.0	85.9	Mail 0.6
	尾 鉱	79.5	0.35	110	17.7	4.1	2-7x 5
	焙焼口入				13.3	9.4	
4	原 鉱	100.0	1.58	1,850	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉱	17.3	7.5	9,000	82.3	84.2	Mail 0.6
	尾 鉱	75.5	0.17	90	8.2	3.7	2-7x 10
	焙焼口入				9.5	12.1	
5	原 鉱	100.0	1.58	1,850	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	9.3	15.0	17,000	88.6	85.5	Mail 0.3
	尾 鉱	75.3	0.08	70	3.8	3.0	2-7x 5
	焙焼口入				7.6	11.5	
6	原 鉱	100.0	1.58	1,850	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	14.7	9.36	10,000	87.3	79.5	Mail 0.3
	尾 鉱	73.1	0.14	140	6.3	5.5	2-7x 10
	焙焼口入				6.4	15.0	
7	原 鉱	100.0	1.58	1,850	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	13.1	10.48	11,000	86.7	77.9	Mail 0.6
	尾 鉱	66.9	0.09	90	3.8	3.3	2-7x 5
	焙焼口入				9.5	18.8	
8	原 鉱	100.0	1.58	1,850	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	18.2	7.1	8,000	81.6	78.7	Mail 0.6
	尾 鉱	68.5	0.22	220	9.5	8.1	2-7x 5
	焙焼口入				8.9	13.2	

5-1-B 試験結果の解析

5-1-B カンポレB: No.18 (銀品位が高い)について

得られた試験成績結果について銅採収率及び銀採収率の要因(温度、塩化物還元剤の添加量)との関係性を分散分析した。

銅採収率について

表 5-1-B-1 銅採収率の分散分析表

要因	S	$\phi$	V	$F_0$	判定	E(V)
A 温度	14.85	1	14.85	40.1	**	$F_{4, 0.01}^1 = 21.2$
B 塩化物	4.65	1	4.65	12.6	*	
AxB	74.1	1	74.1	20.0	*	$F_{4, 0.05}^1 = 7.71$
C 還元剤	(1)					
e 誤差	14.8	4	3.7			
合計	283.9	7				

( )は誤差に含めた

註 \*\* 1%有意差あり  
\* 5% "

銀の採収率について

表 5-1-B-2 銀採収率の分散分析表

要因	S	$\phi$	V	$F_0$	判定	E(V)
A 温度	24.5	1	24.5	5.1		$F_{3, 0.01}^1 = 34.1$
B 塩化物	92.0	1	92.0	15.0	*	
AxB	220.5	1	220.5	45.9	**	$F_{3, 0.05}^1 = 10.1$
C 還元剤	12.5	1	12.5	2.6		
e 誤差	14.5	3	4.8			
合計	344	7				

分散分析の結果 銅採収率については 温度・塩化物にそれぞれ有意差が認められる。温度は700℃よりも800℃の高温、塩化物の添加量が0.6gの方が採収率増につながらる。

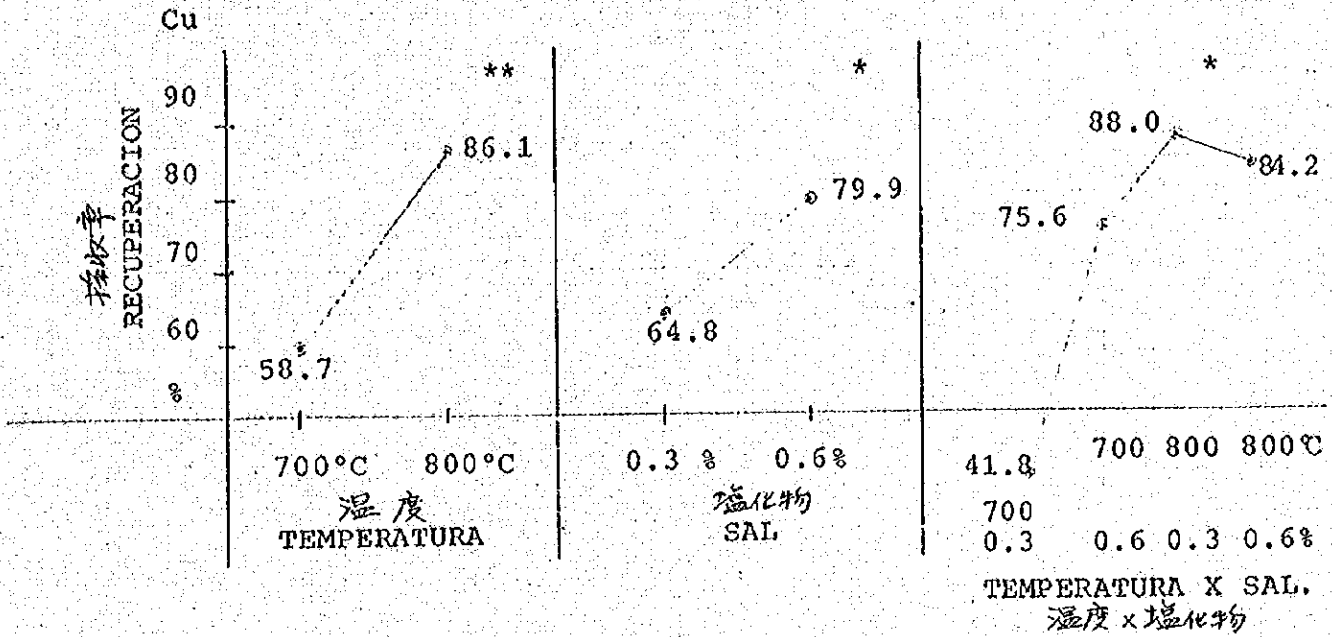
銀については 塩化物及び塩化物と焙焼温度の交互作用にも有意差が認められる。還元剤は銀・銅共に有意差がなかった。

图 5-1-B-1

RECUPERACION ENTRE SAL Y TEMPERATURA

RECUPERACION Cu

Cu 接收率 = 21.7



\*\* 1% 有差异

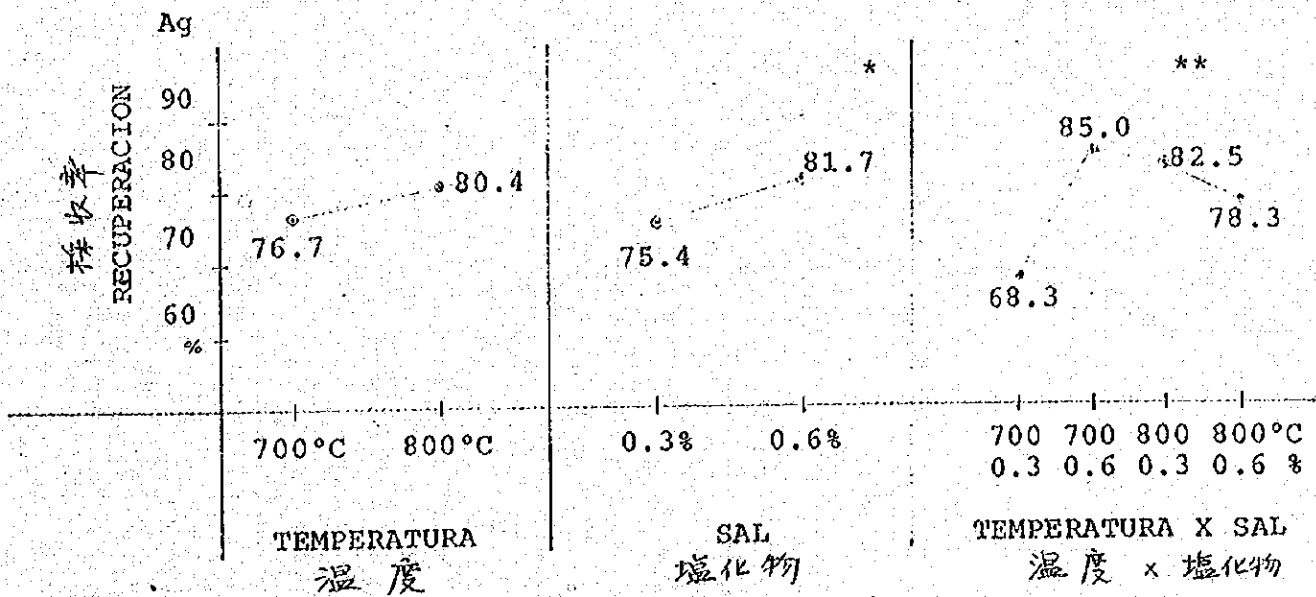
\* 5% "

图 5-1-B-2

RECUPERACION ENTRE SAL Y TEMPERATURA

RECUPERACION Ag

Ag 接收率 = 21.7



5-1-C 試験結果 サンプル C: ESMERALDA 鉱 157117

サンプル C: ESMERALDA 鉱 (マカニ品位が高い) の試験結果は次頁から

1 表 5-1-C サンプル C: ESMERALDA 鉱 試験成績

2 試験結果の解析

表 5-1-C-1

銅採取率の分散分析表

表 5-1-C-2

銀採取率の "

3 同上

図 5-1-C-1

銅採取率に及ぶ要因(温度、塩化物)との関係図

図 5-1-C-2

銀採取率 " "

に示す。

表 5-1-C

サシロルC: BS MERALDA 鉱 (マカヒ山) 試験成績表

No. 16

Date

Lg	鉱種	鉱量 %	品位		採收率		セリ条件
			Cu %	Ag g/t	Cu %	Ag %	
1	原 鉱	100.0	1.40	510	100.0	100.0	
	粗選精鉱	12.0	8.2	2700	70.3	63.5	700°C
	尾 鉱	75.7	0.41	60	22.1	8.9	NaCl 0.3
	焙焼口入				2.6	27.6	272.5
2	原 鉱	100.0	1.40	510	100.0	100.0	
	粗選精鉱	17.5	5.70	2200	71.4	75.5	700°C
	尾 鉱	78.4	0.30	40	17.1	6.1	NaCl 0.3
	焙焼口入				11.5	18.4	272.10
3	原 鉱	100.0	1.40	510	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉱	13.6	8.3	2600	80.7	69.3	NaCl 0.6
	尾 鉱	72.4	0.16	40	8.6	5.7	272.5
	焙焼口入				10.7	25.0	
4	原 鉱	100.0	1.40	510	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉱	15.3	7.50	2100	82.1	63.0	NaCl 0.6
	尾 鉱	78.5	0.14	60	7.9	8.2	272.10
	焙焼口入				10.0	27.8	
5	原 鉱	100.0	1.40	510	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	16.1	7.5	2600	86.4	82.1	NaCl 0.3
	尾 鉱	65.3	0.04	30	2.1	3.8	272.5
	焙焼口入				13.6	14.1	
6	原 鉱	100.0	1.40	510	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	18.4	6.64	2100	87.1	75.8	NaCl 0.3
	尾 鉱	66.3	0.13	60	6.4	7.7	272.10
	焙焼口入				6.5	16.5	
7	原 鉱	100.0	1.40	510	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	11.0	11.0	3900	86.4	84.1	NaCl 0.6
	尾 鉱	70.5	0.08	60	4.2	8.3	272.5
	焙焼口入				9.4	7.6	
8	原 鉱	100.0	1.40	510	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	16.9	7.1	2200	85.7	72.9	NaCl 0.6
	尾 鉱	67.0	0.09	50	4.2	6.6	272.10
	焙焼口入				10.1	20.5	

5-1 試験結果の解析

5-1-C サンプル: ESMERALDA 鉱 (マカガ品位が高い)

得られた試験成績結果について銅採収率及び銀採収率の要因(温度塩化物還元剤の添加量)との関係を分散分析した。

銅採収率について

表 5-1-C-1 銅採収率の分散分析表

要因	S	$\phi$	V	$F_0$	判定	E(V)
A 温度	210	1	210	210	**	$F_{1,4}^{0.01} = 21.2$
B 塩化物	45	1	45	45	**	
AxB	66	1	66	66	**	$F_{1,4}^{0.05} = 7.71$
C 還元剤	(1)					
e 誤差	4	4	1			
合計	325	7				

( ) は誤差に含む

\*\* 1% 有意差あり

\* 5% "

銀採収率について

表 5-1-C-2 銀採収率の分散分析表

要因	S	$\phi$	V	$F_0$	判定	E(V)
A 温度	253.25	1	253.25	8.55	*	$F_{1,6}^{0.01} = 13.9$
B 塩化物	(6.25)					
AxB	(3.25)					$F_{1,6}^{0.05} = 5.99$
C 還元剤	(15.25)					
e 誤差	199.75	6	29.62			
合計	431	7				

( ) は誤差に含む

分散分析の結果 Mn 品位の高い (22.8% Mn) サンプルは銀と銅に大きな差があった。Cu 採収率は温度塩化物及びそれらの交互作用に 1% の有意差が認められる。

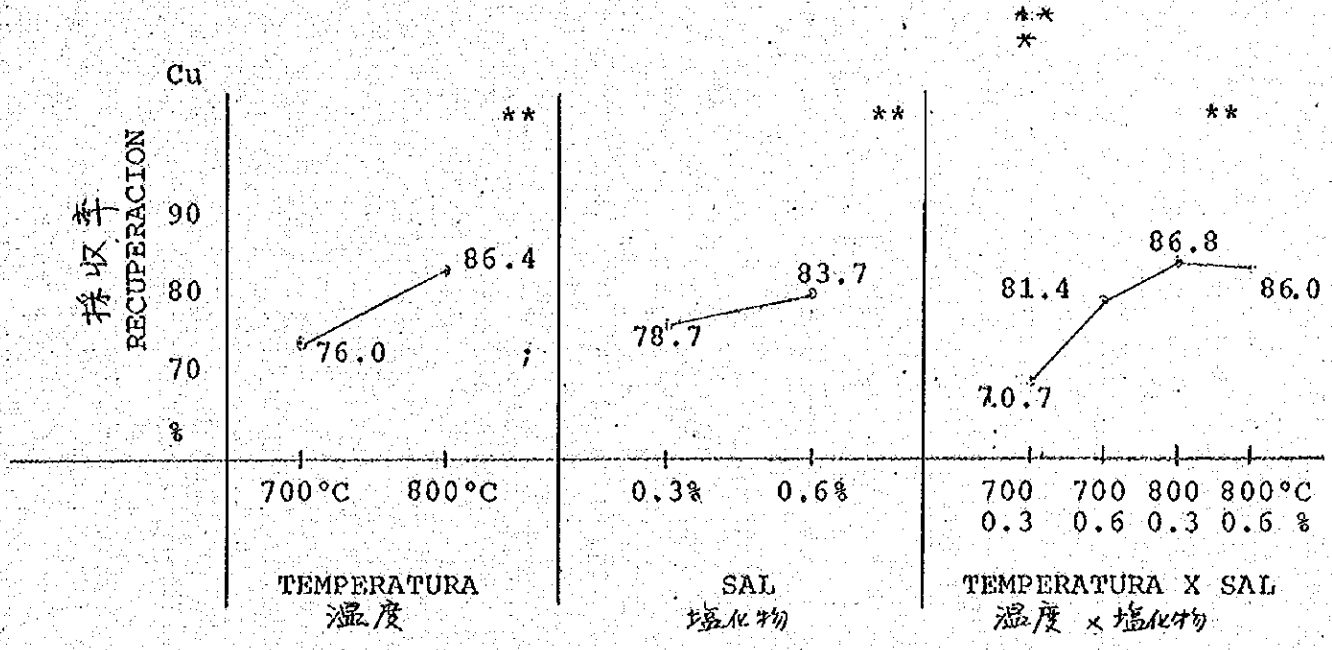
銀採収率については要因が受ける影響が少なく、温度のみ 5% 有意差があった。



图 5-1-C-1

RECUPERACION ENTRE SAL Y TEMPERATURA

RECUPERACION Cu



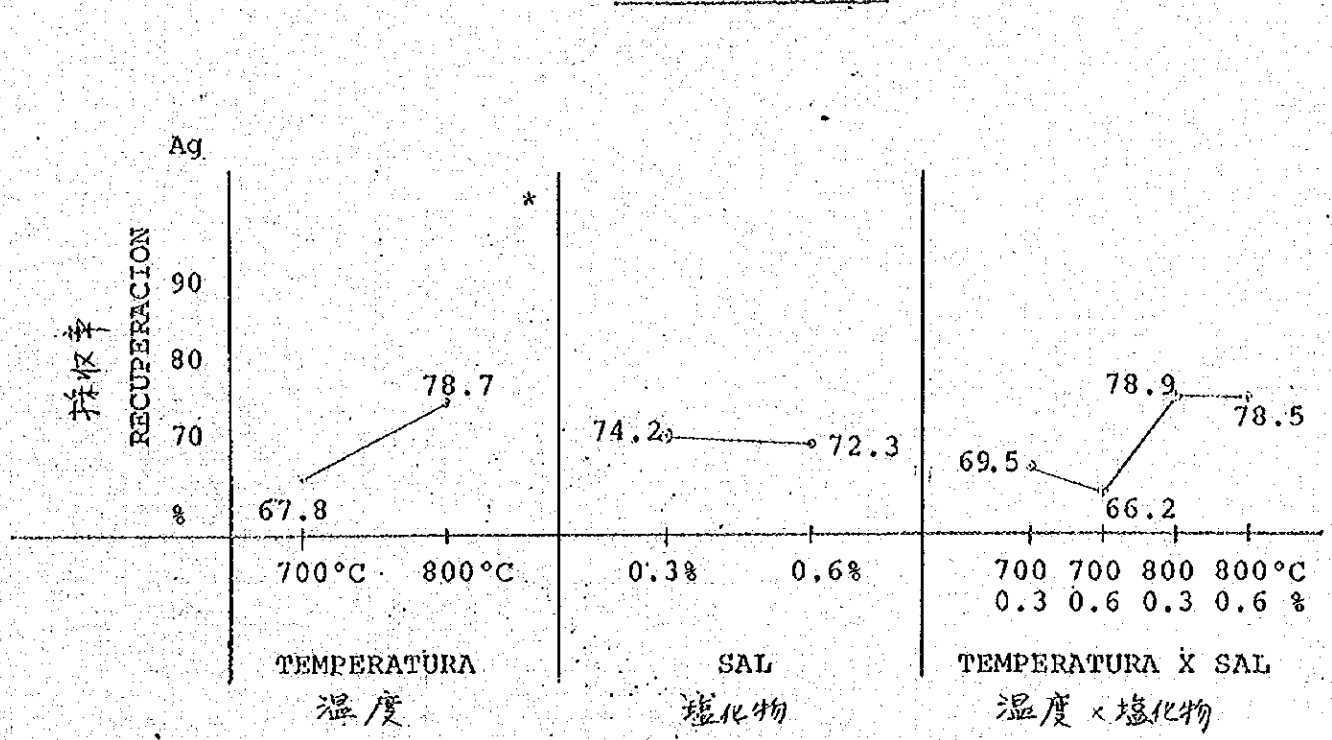
\*\*  
\*

\*\* 1% 有竟差别  
\* 5% "

图 5-1-C-2

RECUPERACION ENTRE SAL Y TEMPERATURA

RECUPERACION Ag



\*

5-1-D 試験結果 サンプルD: No13 100%

サンプルD: No13 (マンガニ品位が低いサンプル)の試験成績は次頁から

1 表 5-1-D サンプルD: No13 試験成績表

2 試験結果の解析

表 5-1-D-1 銅採収率の分散分析表

表 5-1-D-2 銀採収率の

3 同上

図 5-1-D-1 銅採収率の要因(温度塩化物)との関係図

図 5-1-D-2 銀採収率 " " " "

を示す。

サマル D: No. 13 (心品位低) 試験成績表

Date

Lg	鉱種	鉱量 %	品位		採収率		切条件
			Cu %	Ag g/t	Cu %	Ag %	
1	原 鉱	100.0	1.24	34.0	100.0	100.0	
	粗選精鉱	24.4	2.38	85.0	46.8	61.9	700°C
	尾 鉱	69.4	0.78	8.8	43.5	17.9	Hand 0.3g
	焙焼口又				9.7	20.2	2-77 5g
2	原 鉱	100.0	1.24	34.0	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉱	21.5	2.76	101.5	47.8	64.2	Hand 0.3
	尾 鉱	79.8	0.68	9.7	43.8	22.7	2-77 10
	焙焼口又				8.4	12.1	
3	原 鉱	100.0	1.24	34.0	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉱	15.7	5.67	143.8	71.8	66.4	Hand 0.6
	尾 鉱	78.1	0.31	6.4	19.3	14.7	2-77 5
	焙焼口又				8.9	18.9	
4	原 鉱	100.0	1.24	34.0	100.0	100.0	700°C
	粗選精鉱	20.3	4.44	106.0	72.7	63.3	Hand 0.6
	尾 鉱	80.2	0.29	7.0	17.4	16.5	2-77 10
	焙焼口又				9.9	20.2	
5	原 鉱	100.0	1.24	34.0	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	20.8	4.47	106.2	75.0	65.0	Hand 0.3
	尾 鉱	66.5	0.25	6.4	13.4	12.5	2-77 5
	焙焼口又				11.6	22.5	
6	原 鉱	100.0	1.24	34.0	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	23.2	4.29	109.5	80.2	74.7	Hand 0.3
	尾 鉱	70.0	0.17	8.7	9.6	17.9	2-77 10
	焙焼口又				10.2	7.4	
7	原 鉱	100.0	1.24	34.0	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	24.0	3.76	89.7	72.7	63.3	Hand 0.6
	尾 鉱	61.5	0.35	6.0	17.4	10.9	2-77 5
	焙焼口又				9.9	25.8	
8	原 鉱	100.0	1.24	34.0	100.0	100.0	800°C
	粗選精鉱	22.8	5.23	123.8	96.0	83.0	Hand 0.6
	尾 鉱	66.0	0.09	6.4	4.8	12.4	2-77 10
	焙焼口又				20.8	4.6	

## 5-1 試験結果の解析

5-1-D サンプルD: No.13 マンガ品位0.1%

得られた試験結果について、銅採収率及び銀採収率の要因（温度、塩化物、還元剤の添加量）との関係と分散分析した。

銅採収率について

表 5-1-D-1 銅採収率の分散分析表

要因	S	$\phi$	V	$F_0$	判定	E(V)
A 温度	946.25	1	946.25	12.56	*	$F_{4,0.01}^1 = 21.2$
B 塩化物	496.25	1	496.25	6.59		
AxB	191.25	1	191.25	2.27		$F_{4,0.05}^1 = 7.71$
C 還元剤	(120.25)					
e 誤差	301.25	4	75.31			
合計	1915	7				

( )は誤差に含めた。

\*: 5%有意差あり

銀採収率について

表 5-1-D-2 銀採収率の分散分析表

要因	S	$\phi$	V	$F_0$	判定	E(V)
A 温度	112.5	1	112.5	4.85		$F_{6,0.01}^1 = 13.7$
B 塩化剤	(18)					
AxB	(0.5)					$F_{6,0.05}^1 = 5.99$
C 還元剤	(9.8)					
e 誤差	139	6	23.17			
合計	368	7				

( )は誤差に含めた。

分散分析結果

銅採収率の温度についての時、5%有意差があった。他は有意差なしと判定された。

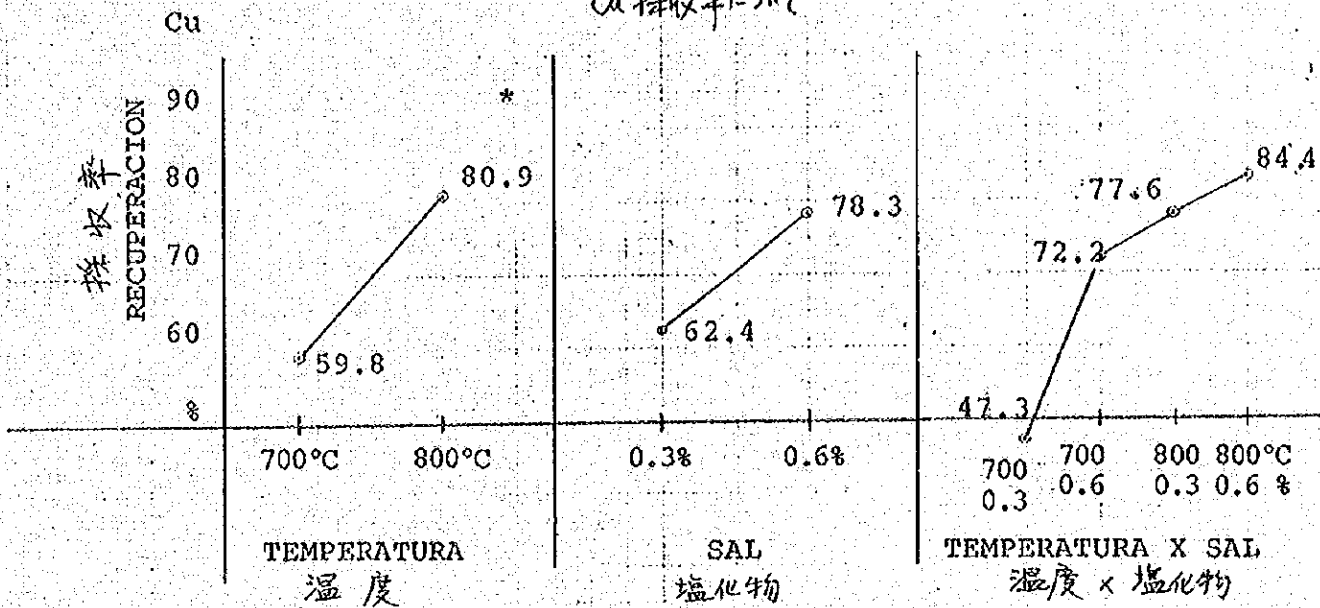
銀採収率については要因が受ける影響が小さく、採収率の変動が小さい。

图 5-1-D-1

RELACION ENTRE SAL Y TEMPERATURA

RECUPERACION Cu

Cu 採收率 100%



\*\* 1 do 有意差あり

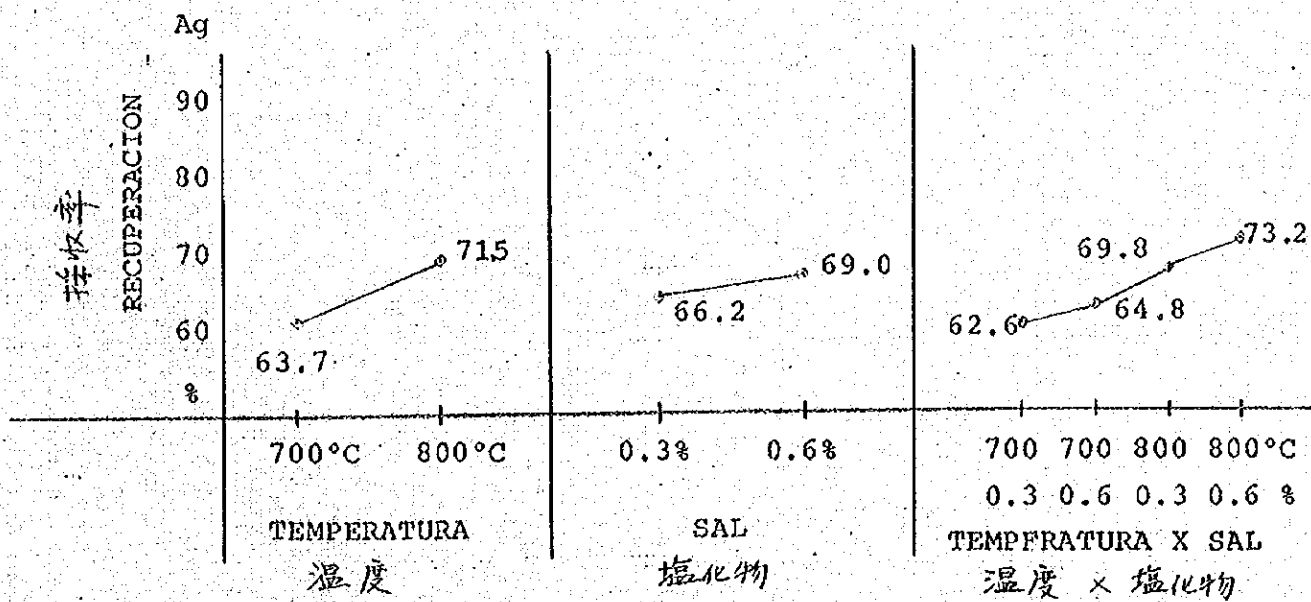
\* 5% "

图 5-1-D-2

RELACION ENTRE SAL Y TEMPERATURA

RECUPERACION Ag

Ag 採收率 100%



## 6. 総合解析

試験対象サンプル各々の試験成績結果の分散分析表及び図(グラフ)と利用。各要因のうち有意差のある温度・塩化物及びその交互作用について総合解析を試みた。

### 温度について

表 6-1 採収率と温度との関係

要因 温度	Cu 採収率 %		Ag 採収率 %		記事
	800 °C	700 °C	800 °C	700 °C	
サンプル A (低銅)	95.9 **	69.7 **	91.9 **	85.0 **	4 試験の平均
サンプル B (高銀)	86.1 **	58.7 **	80.4 *	76.7 *	"
サンプル C (高銅)	86.4 **	76.0 **	78.7 *	67.8 *	"
サンプル D (低銅)	80.9 *	59.8 *	71.5	63.7	"

註 \*\* 1.0% 有意差あり  
\* 5.0% "

### 結果

- いずれのサンプルも 800 °C の方が 700 °C より高成績である。
- サンプルにより成績に差がある。

### 塩化物について

表 6-2 採収率と塩化物との関係

要因 塩化物量	Cu 採収率 %		Ag 採収率 %		記事
	0.6 %	0.3 %	0.6 %	0.3 %	
サンプル A (低銅)	89.7 *	75.8 *	90.8 *	86.1 *	4 試験の平均
サンプル B (高銀)	79.9 *	64.8 *	81.7 *	75.4 *	"
サンプル C (高銅)	78.7 **	83.7 **	72.3	74.2	"
サンプル D (低銅)	62.4	78.3	69.0	66.0	"

註 \*\* 1.0% 有意差あり  
\* 5.0% "

### 結果

- 塩化物添加量は 0.6 % (対供試料) 添加の方が 0.3 % 添加より成績が良好に存在傾向にある。

温度と塩化物の交互作用について

表 6-3 採収率と温度塩化物の交互作用との関係

要因	Cu 採収率 %				Ag 採収率 %				記事
	700	700	800	800	700	700	800	800	
温度 °C									
塩化物添加量 %	0.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.6	
サンプル A (中和剤)	58.1*	81.3*	92.6*	98.2*	80.4*	89.5*	91.8*	91.8*	4 試料あり
サンプル B (高銀)	48.1*	75.6*	88.0*	84.2*	68.3**	85.0**	82.5**	78.3**	"
サンプル C (高銅)	70.7**	81.4**	86.8**	86.0**	69.5	66.2	78.9	78.5	"
サンプル D (低銅)	47.3	72.2	77.6	84.4	62.6	64.8	69.8	73.2	"

註 \*\* 1% 有意差あり  
\* 5% " "

結果

- 温度と塩化物 (NaCl) 添加量間に交互作用が認められる。  
温度が 800°C の場合 塩化物が 0.3%、0.6% 間に大きな差がある。
- サンプル C の銀の採収率、およびサンプル D の銅銀<sup>採収率</sup>とも有意差が認められなかった。

還元剤について

結果

- いずれのサンプルも還元剤 (コーク) 添加量 5%、10% (対供試料) の間に有意差が認められなかった。

以上の総合解析の結果

- セグレージョン温度は 800°C が採収率増につながる。
- 塩化物 NaCl は温度が高い場合 0.3、0.6% 添加量間に大きな差がない。
- コーク (還元剤) 添加量は 5、10% 間に有意差がない。

等大体の傾向が判明してきた。しかし 800°C 以上、例として 850°C 等、高水準、および中間値 750°C の温度に追突が必要がある。コークは少量添加量、NaCl には温度と交互作用がおり今後とも数多く試験が必要である。今後の試験で追突すべき項目を次頁に述べる。



## 7 今後の試験で追究する研究項目

- 要因変化による適正条件の追究
- 銀・銅の採収率がそれぞれ異なるので、銀採収率を重層的に考慮したセグレ条件試験
- 粉砕粒度、とくに原鉱及びエクスにつか
- 原鉱の仮焼必要があるか
- 副原料即ち塩化物と還元剤の軽減と採収率との関係
- 塩化物の種類(塩化カルシウム  $\text{NaCl}$ )におき成績差について

パル-共和国

パレンゲラー-鋅 セグレグーション基礎試験

(X = 報)

1986年 1月

パル-酸化鋅処理プロジェクト

高橋 久

中尾 正英

浅利 金三

兼子 弘司

# 目 次

頁

1. ま え が き	1
2. 試 験 方 法	2
3. 試 験 条 件	2
4. 試 験 結 果	4
5. 試 験 結 果 の 解 析	7
6. 考 察	12

# 1. まえがき

先々ベレンゲラ-銀に関するセグレーション基礎試験(文-報)  
-(1985年7月)は、セグレーションの基本的条件を求める

ために、次の組成の異なるサンプルについて条件変更試験を行った。

- 1. サンプル A ミネラル-提供 Cu 1.88%, Ag 34.0%, Mn 17.3%
- 2. サンプル B 銀品位が高い " 1.55 " 1.850 " 22.3%
- 3. サンプル C マンガン品位が高い " 1.40 " 570 " 22.8%
- 4. サンプル D マンガン品位が高い " 1.24 " 34 " 7.3%

この試験での条件変更は、次の3要因を水準と組合せて、実験  
計画法、直交わりつけらるに従って行われたものである。

	水準1	水準2
要因 1. セグレ温度	700°C	800°C
" 2. 塩化物の添加量(対原銀)	0.3%	0.6%
" 3. 還元剤(コーク)の添加量(%)	5%	10%

この結果、ベレンゲラ-銀は一般的に酸化銀に比べ比較的  
高いセグレーション温度を必要とすることがわかり、塩化物  
の添加量は、温度が700°Cのときは0.6%添加の方が良好な  
成績がえられるが、800°Cと高温になると0.3%と0.6%

の間の差がほとんどなくなる傾向が認められた。  
コークに関しては5%と10%の間で有意差は認められ

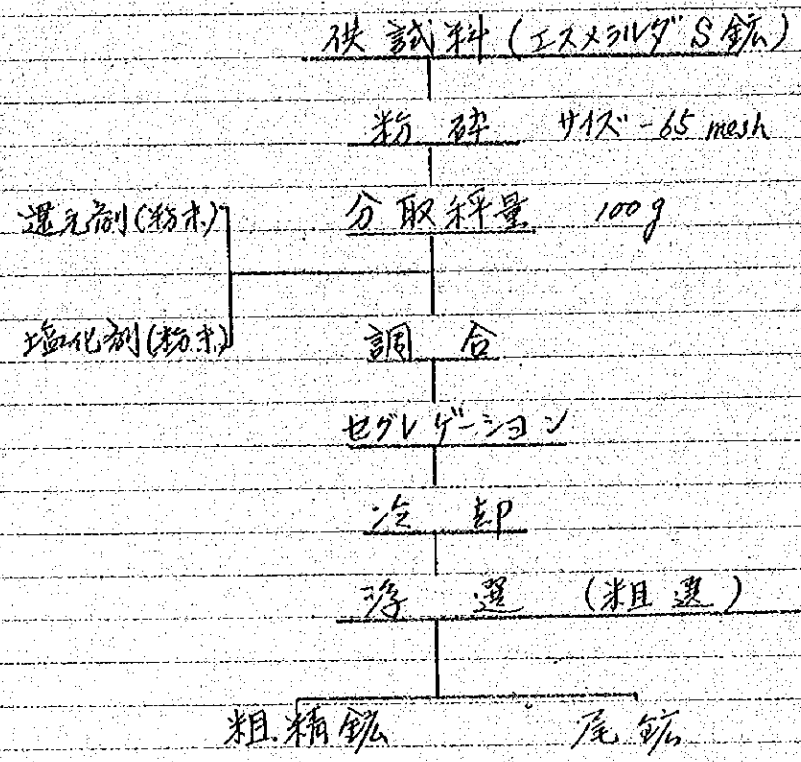
なかった。  
今回の文-報試験は、文-報試験の知見をもち、

ハイロウ・コーク試験の主要対象銀であるベレンゲラ-  
銀山の工業用銀について更に条件の追求試験を  
行ったものである。

## 2. 試験方法

セグレーション試験は又1回に於て試験系統図に従って実施した。

### 又1回 試験系統図



試験装置：MMS式100gセグレーション試験機、MS型篩選試験機

## 3. 試験条件

試験の実験計画法はL8テストを用いて2回に分けて実施した。

又1回テストの要因：

- セグレーション温度 750°C と 850°C の2水準
- 錠石の仮焼の有無 有 と 無
- 塩化剤の種類 塩化ナトリウムと塩化カルシウム
- 仮焼は 750°C 20分
- 塩化剤添加量は 対給錠の 0.5%

2回テストの要因

コース サイズ -65~+100<sup>×1/2</sup> と -100<sup>×1/2</sup> の2水準  
 コース 添加量 6% と 4% の"  
 セグレーション時間 20分 と 40分の"

表1

直交わりつや法 L8 K8 の要因の割り付け

1回テスト

No.	セグレーション条件			浮選条件
	セグ温度	仮焼	塩化剤	
1	750°C	有	Na塩	捕収剤:
2	750°C	有	Ca塩	KAX, 200g/t
3	750°C	無	Na塩	Z-200, 100g
4	750°C	無	Ca塩	フロシ, 50g
5	850°C	有	Na塩	起泡剤
6	850°C	有	Ca塩	ハイソ油 100g/t
7	850°C	無	Na塩	浮選時間
8	850°C	無	Ca塩	10分

注: 仮焼: 750°C 20分, 塩化剤: 0.5% 対原鉱

2回テスト

No.	セグレーション条件			浮選条件
	コース・サイズ	セグ時間	コース添加量	
1	-65~+100 <sup>×1/2</sup>	20分	4%	捕収剤
2	-65~+100	20	6	KAX, 200g/t
3	-65~+100	40	4	Z-200, 100g
4	-65~+100	40	6	フロシ, 50g
5	-100	20	4	起泡剤
6	-100	20	6	ハイソ油 100g/t
7	-100	40	4	浮選時間
8	-100	40	6	10分

### 4 試験結果

表2 文1回試験結果

桶順 No	錠種	錠量 (%)	品位		銅採取率(%)		銀採取率(%)		セTV条件
			Cu(%)	Ag(%)	順算	逆算	順算	逆算	
1.	原錠	100.0	1.31	4.61	100.0		100.0		750°C 後焼有 Na塩
	“(逆算)”		* (1.27)	* (3.74)		100.0		100.0	
	粗精錠	11.1	10.8	3.130	91.5	94.1	75.4	93.0	
	尾錠	74.7	0.10	35	5.7	5.9	5.6	7.0	
	焙焼戻				2.8		19.0		
2.	原錠	100.0	1.31	4.61	100.0		100.0		750°C 後焼有 Ca塩
	“(逆算)”		(1.23)	(3.87)		100.0		100.0	
	粗精錠	18.0	6.6	2.025	90.6	96.7	79.1	94.2	
	尾錠	67.7	0.06	33	3.1	3.3	4.8	5.8	
	焙焼戻				6.3		16.1		
3.	原錠	100.0	1.31	4.61	100.0		100.0		750°C 後焼無 Na塩
	“(逆算)”		(1.29)	(3.91)		100.0		100.0	
	粗精錠	9.5	12.3	3.750	89.2	90.8	77.3	91.1	
	尾錠	79.0	0.15	44	9.0	9.2	7.5	8.9	
	焙焼戻				1.8		15.2		
4.	原錠	100.0	1.31	4.61	100.0		100.0		750°C 後焼無 Ca塩
	“(逆算)”		(1.17)	(4.21)		100.0		100.0	
	粗精錠	9.1	11.6	4.250	80.6	91.2	83.9	91.8	
	尾錠	78.1	0.13	44	7.7	8.8	7.5	8.2	
	焙焼戻				11.7		8.6		
5.	原錠	100.0	1.31	4.61	100.0		100.0		850°C 後焼有 Na塩
	“(逆算)”		(1.25)	(4.07)		100.0		100.0	
	粗精錠	8.0	15.2	4.630	92.8	96.0	80.3	91.1	
	尾錠	72.8	0.05	44	2.8	4.0	2.9	8.9	
	焙焼戻				4.4		11.8		

\* 註: 逆算品位は次のように記述の如く。

$$\frac{(\text{粗精錠中の金質量} + \text{尾錠中の金質量})}{\text{原錠錠量}}$$

例. 試験 No. 1. (Cu)  $(11.1 \times 10.8 + 74.7 \times 0.10) / 100 = 1.27$





No	鉍種	鉍量 (%)	品位		銅採收率 (%)		銀採收率 (%)		27°C 條件
			Cu (%)	Ag (%)	順算	逆算	川負算	逆算	
3	原鉍	100.0	1.43	423	100.0		100.0		$\times 1.12$ -65% 100 40% 2-72 4%
	" (逆算)		(1.39)	(428)		100.0	100.0		
	粗精鉍	14.0	9.56	2900	93.6	96.2	96.0	94.8	
	尾鉍 焙燒収	66.1	0.08	34	3.4	3.8	5.3	5.2	
					3.0		-1.3		
4	原鉍	100.0	1.43	423	100.0		100.0		$\times 1.12$ -65% 100 40% 2-72 6%
	" (逆算)		(1.38)	(415)		100.0	100.0		
	粗精鉍	8.5	15.00	4350	89.2	92.5	87.4	89.0	
	尾鉍 焙燒収	93.4	0.14	62	7.2	7.5	10.8	11.0	
					3.6		1.8		
5	原鉍	100.0	1.43	423	100.0		100.0		$\times 1.12$ -100 20% 2-72 4%
	" (逆算)		(1.37)	(428)		100.0	100.0		
	粗精鉍	8.4	15.15	4801	89.0	92.7	95.3	94.2	
	尾鉍 焙燒収	77.2	0.13	32	7.0	7.3	5.8	5.8	
					4.0		-1.1		
6	原鉍	100.0	1.43	423	100.0		100.0		$\times 1.12$ -100 20% 2-72 6%
	" (逆算)		(1.41)	(413)		100.0	100.0		
	粗精鉍	26.0	5.25	1520	95.5	97.0	93.4	95.6	
	尾鉍 焙燒収	59.4	0.07	30	2.9	3.0	4.2	4.4	
					1.6		2.4		
7	原鉍	100.0	1.43	423	100.0		100.0		$\times 1.12$ -100 40% 2-72 4%
	" (逆算)		(1.41)	(416)		100.0	100.0		
	粗精鉍	24.2	5.68	1640	96.1	97.3	93.8	95.4	
	尾鉍 焙燒収	55.2	0.07	35	2.7	2.7	4.6	4.6	
					1.2		1.6		
8	原鉍	100.0	1.43	423	100.0		100.0		$\times 1.12$ -100 40% 2-72 6%
	" (逆算)		(1.42)	(421)		100.0	100.0		
	粗精鉍	17.1	7.66	2120	91.6	92.3	85.7	86.2	
	尾鉍 焙燒収	64.5	0.17	90	7.7	7.7	13.7	3.8	
					0.7		0.6		

### 5. 試験結果の解析

試験結果の解析にあたり、第一報では成績表に順算採収率のみを採用していたが、原鉱の品位分析用のサンプルと実際に選鉱に使用したサンプルとの間に品位のばらつきがあり、(特に鉛、銅の品位のばらつきが著しい) 今回からセグレーションの成績表に順算と逆算の両方から求めることにした。

$$\text{順算採収率(\%)} = \frac{\text{精鉱の鉱量} \times \text{精鉱品位}}{\text{原鉱の鉱量} \times \text{原鉱品位}} \times 100$$

$$\text{逆算採収率(\%)} = \frac{\text{精鉱の鉱量} \times \text{精鉱品位}}{\text{精鉱の鉱量} \times \text{精鉱品位} + \text{尾鉱の鉱量} \times \text{尾鉱品位}} \times 100$$

順算採収率では原鉱の品位が常に試験サンプルの原鉱品位と一致しないと正確な採収率を求めることができないが、通常精鉱に含まれる合金量と尾鉱に含まれる合金量の和が原鉱の合金量と一致せず、(差を焙焼ロスと見做す) 計上しているが、その値はプラス(+)かマイナス(-)になる。

又逆算採収率では焙焼ロスを求めることが出来ず、尾鉱中の合金の合金量が少いほど(セグレーションの状態が悪く、尾鉱中の合金量が増加する) 採収率が上昇し、セグレーション条件の検討に好都合である。

順算・逆算両採収率のいずれも良好な場合にセグレーション条件が適正であると判断することとする。

セグレーション試験結果について、順算・逆算採収率とセグレーション条件の要因との関係と分散分析の結果は次に示す通りである。

表 4 銅採収率とセグV温度、炉焼温度、塩化剤の種類との関係

(1) 順算採収率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
A セグV温度	1275.4	1	1275.4	3.48		F <sub>5</sub> '(0.01) = 16.3
B 炉焼の有無	1653.4	1	1653.4	4.52		
D 塩化剤	276.3	1	365.8			F <sub>5</sub> '(0.05) = 6.61
AxB	6.4	1				
e	1546.7	3				
合計	4758.1	7				

各要因に有意差あり

(2) 逆算採収率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
A セグV温度	1860.5	1	1860.5	11.52	*	F <sub>5</sub> '(0.01) = 16.3
AxB	1568.0	1	1568.0	9.70	*	
B 炉焼の有無	312.2	1	161.5			F <sub>5</sub> '(0.05) = 6.61
C 塩化剤	40.5	1				
e	454.8	3				
合計	4236.0	7				

セグV温度は 5%の有意差が認められる。

750°C の  $\bar{x} = 93.4\%$

② 850°C の  $\bar{x} = 96.4\%$

セグV温度と炉焼の有無の交互作用に 5%の有意差が認められる。

① 750°C x 炉焼あり  $\bar{x} = 95.4\%$

750°C x 炉焼なし  $\bar{x} = 91.4\%$

850°C x 炉焼あり  $\bar{x} = 95.7\%$

② 850°C x 炉焼なし  $\bar{x} = 97.2\%$

表5 銀採取率とセグV温度、炉内焙焼、塩化剤の種類との関係

(1) 順算採取率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
A セグV温度	4.581	1	4.581	4.5		F <sub>5</sub> '(0.01) = 16.3
B 焙焼の有無	7.260	1	7.260	6.7	*	
D 塩化剤	2.145	1	1.078			F <sub>5</sub> '(0.05) = 6.61
AxB	1.431	1				
e	1.814	3				
合計	17.501	7				

焙焼の有無は5%の有意差が認められる

焙焼ありの時  $\bar{x} = 78.4\%$

◎ 焙焼なしの時  $\bar{x} = 84.4\%$

(2) 逆算採取率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
AxB	2.178	1	2.178	19.4	**	F <sub>6</sub> '(0.01) = 13.7
A セグV温度	12.5	1	11.27			F <sub>6</sub> '(0.05) = 5.99
B 焙焼の有無	264.5	1				
D 塩化剤	24.5	1				
e	374.5	3				
	2,854.0	7				

セグV温度と焙焼の有無の交互作用、高炉の有意差(1%)が認められる

◎ 750°C x 焙焼あり 93.6%

750°C x 焙焼なし 91.5%

850°C x 焙焼あり 90.6%

◎ 850°C x 焙焼なし 95.0%

この傾向は銅も鉛も同じ傾向が見られる

表6 銅採収率と「エクスサイズ」エクス添加量、セグV時間の関係

(1) 順算採収率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
B × D	3.081	1	3.081	8.26	*	F <sub>6</sub> '(0.01) = 13.7
A エクスサイズ	820	1	373.2			F <sub>6</sub> '(0.05) = 5.99
B セグV時間	276	1				
D エクス添加量	55	1				
e	998	3				
計	5.230	7				

セグV時間とエクス添加量の交互作用に5%の有意差が認められる。

- セグV時間 20分 × エクス 4%       $\bar{x} = 89.8\%$
- ① セグV時間 20分 × エクス 6%       $\bar{x} = 93.2\%$
- ② セグV時間 40分 × エクス 4%       $\bar{x} = 94.9\%$
- セグV時間 40分 × エクス 6%       $\bar{x} = 90.4\%$

(2) 逆算採収率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
B × D	3.041	1	3.041	13.68	*	F <sub>6</sub> '(0.01) = 13.7
A エクスサイズ	578	1	222.4			F <sub>6</sub> '(0.05) = 5.99
B セグV時間	288	1				
D エクス添加量	41	1				
e	428	3				
計	4.376	7				

セグV時間とエクス添加量の交互作用に5%の有意差が認められる。

- セグV時間 20分 × エクス 4%       $\bar{x} = 91.7\%$
- ① セグV時間 20分 × エクス 6%       $\bar{x} = 95.1\%$
- ② セグV時間 40分 × エクス 4%       $\bar{x} = 96.8\%$
- セグV時間 40分 × エクス 6%       $\bar{x} = 92.4\%$



表7 銀採収率とコースサイズ、コース添加量、セグレ時間の関係

(1) 順算採収率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
Aコースサイズ	1.985	1	1.985	2.66		F <sub>4</sub> '(0.01) = 21.2
Dコース添加量	4.232	1	4.232	5.68		
A×B	5.202	1	5.202	6.98		F <sub>4</sub> '(0.05) = 7.72
Bセグレ時間	50	1	745			
e	2929	3				
計	14.398	7				

各要因に有意差あり

(2) 逆算採収率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
Bセグレ時間	1.152	1	1.115	4.66		F <sub>4</sub> '(0.01) = 21.7
Dコース添加量	2.113	1	2.113	8.92	*	F <sub>4</sub> '(0.05) = 7.72
B×D	3.613	1	3.613	15.1	*	
Aコースサイズ	72	1	239			
e	883	3				
計	7.833	7				

コース添加量 4%と 6%に 5%の有意差が認められる。

- ① コース添加量 4%  $\bar{x} = 94.2\%$
- コース添加量 6%  $\bar{x} = 90.9\%$

セグレ時間とコース添加量の間に 5%の有意差が認められる。

- セグレ時間 20分 × コース添加量 4%  $\bar{x} = 93.3\%$
- ② セグレ時間 20分 × コース添加量 6%  $\bar{x} = 94.3\%$

- ③ セグレ時間 40分 × コース添加量 4%  $\bar{x} = 95.1\%$
- セグレ時間 40分 × コース添加量 6%  $\bar{x} = 87.6\%$



## 6. 考察

文一報(1985年7月)によると、ペリヤ-ク-節のセグVゲージの周記は温度が大きく影響し、セグV温度 $700^{\circ}\text{C}$ の場合と $800^{\circ}\text{C}$

の場合を比較すれば $700^{\circ}\text{C}$ では著しく不良で、 $800^{\circ}\text{C}$ は良好な結果が得られた。この事から引続き試験として $800^{\circ}\text{C}$ を中心

として $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 、即ち $850^{\circ}\text{C}$ と $750^{\circ}\text{C}$ との比較を主に、焼焼の有無の影響、塩化剤の種類、コークサイズ、コーク添加量

セグV時間等の検討を行ったものである。

文一報でコーク添加量の比較を行っているが、今回再び

この要因を採用したのは、コークサイズの異なるコーク表面積の変化(表面積が広いコークは酸素の反応が早くなる)とコーク

添加量との間の関係を探るためである。

分散分析を順昇採収率と逆昇採収率について行った理由は

以下に述べて通りである。

各要因が採収率に及ぼす効果の判定は、順昇採収率、

逆昇採収率とも $5\%$ (\*)又はいずれか一方が $1\%$ (\*\*)の水準で有意差が認められる場合、効果があると判定した。

### ○ 効果の認められた要因

銅の採収率に関して、コーク添加量とセグV時間の交互作用が影響する。即ちセグV時間が短いとき(20分)

はコークが多量(6%)が必要とし、セグV時間が長いとき(40分)のときのコーク量が少くても(4%)

良好な成績がえられることが判った。

各要因と順昇採収率、逆昇採収率の一方が $5\%$ (\*)又は $1\%$ (\*\*)の水準で有意差が認められる場合、その要因が

セグレの成績に効果がありそうであると推定される

効果が予想される要因は次の通り

### 銅の採取率に因り

(1) セグレ温度は  $750^{\circ}\text{C}$  と  $850^{\circ}\text{C}$  が良い成績がえられる  
 一般のセグレ温度は  $800^{\circ}\text{C}$  で良好な成績がえられる

ので、 $800^{\circ}\text{C} \sim 850^{\circ}\text{C}$  の間を適正セグレ温度と推定する  
 必要がある。

(2) セグレ温度と後焼の間に交互作用があり、セグレ温度  
 $750^{\circ}\text{C}$  のときは後焼(後焼温度は  $750^{\circ}\text{C}$ , 20分)

と必要とし、セグレ温度  $850^{\circ}\text{C}$  のときは後焼と  
 必要としない。

### 銀の採取率に因り

(1) 後焼は銀の採取率向上に役立っており、思われるが、  
 銀の場合も銅の場合と同じく後焼とセグレ温度の間に  
 交互作用がある。その傾向は同じである。

(2) コークス添加量は  $4\%$  と  $6\%$  と比較した場合  $4\%$  の  
 方が良好な傾向があるが、セグレ時間とコークス添加

量の間に交互作用が認められ、セグレ時間が長い(40分)  
 コークス添加量は少く(2%)、セグレ時間が短い(20分)

コークス添加量を多くする必要がある。これはセグレーション  
 の最も重要な雰囲気中の  $\text{CO}/\text{CO}_2$  の比率に因り

ありと推定される

以上の各要因から見ては更に追及する必要がある。一般的に云って  
 ベレングレーのセグレ条件は、温度  $800^{\circ}\text{C} \sim 850^{\circ}\text{C}$ ,

コークス  $5\%$ , 塩化剤は含塩で  $0.5\%$  附近の最適条件

かあると考えられる。

今後更に Cu のセル最適条件, Ag のセル最適条件と追及

すること、附伴鉱物 例之は  $MnO_2$  等の影響について研究を  
続ける予定である。

セルバッチの条件が決まれば、引き続き選条件決定のため  
の試験を行う。

### 1946 側 カウンターパート

冶金技師 ホルハ・キスハ°

化学技師 ヘルセデス・ミサリ

分析技師 エルカ・ノレデス

” マリア・ハラ

ポル・共和国

バレンゲラー・鉛セグレグーション基礎試験

(文三報)

2kg試験機V.S.試験中間報告

昭和61年 2月

ポル・酸化鉛処理プロジェクト

高橋 久

中尾 正英

浅利 金三

兼子 弘司

## 目 次

1. ま え が き ----- 1

2. 2kg回転式セグレーション試験機の構造 ----- 2

3. 試 験 方 法 ----- 4

    (1) 試 験 準 備 ----- 4

    (2) 試 験 方 法 ----- 5

4. 試 験 結 果 ----- 7

5. 試 験 結 果 の 考 察 ----- 12

6. ま と め ----- 13

    参 考 写 真 ----- 15

## 1. まえがき

通常セグレゲーションに関する基礎試験は、先王定置式環状炉を使用し、100g試験機でセグレゲーションに影響を与える各要因の

適正条件を求めた上で、その条件を参考にして回転炉方式の2kgセグレゲーション試験機で更に条件の追求を行うものである。

2kgセグレゲーション試験機に関する主な研究目的は次の通りである。

(1) 炉の回転による鉱石と添加副原料との混合攪拌がセグレゲーションの成績に及ぼす影響の調査。(反応炉設計資料)

ア 攪拌による反応速度向上の期待

この結果からセグレ時間、副原料(コクス・塩)の添加量の決定。

イ 原料・副原料のサイズの違いから来る、回転時の混合不良、又は分離現象の対策。

炉内の構造(掻き上げ羽子の形状)、回転速度、

(2) 一度に処理できる鉱量が多いため、セグレ処理後に実施する浮選試験の原料が一定になることから

適正浮選条件の追求が容易になり、精選(クリーニング)の試験も可能となる。

(3) ハイロフト・フロントでは反応炉は回転炉タイプになっているから、2kg回転式セグレゲーション試験機に関する試験

データはハイロフト・フロント操業の指針とすることができる。

100g試験機に関する試験が相次いで、バレンゲラー鉱に対するセグレゲーションの適正条件をかなり把握したことから、その条件

を参考にして2kgセグレゲーション試験を開始した。

また試験途中であるか今後の結果を中間報告する。

## 2. 2kg 回転式セグレーション試験機の構造

その構造の概略を示す文1図の通りである。  
その特長は、小型電気炉部分と炉芯管部分、炉芯管の回転  
機構と炉芯管の冷却装置が一台の装置として組合せられて  
いる。

小型電気炉 (15kW) は上下動できるよう炉が二つ割り  
になっており、その上下動は自動車タイヤ交換用のバンクグラフ

を用いている。炉芯管の回転機構は変速モーターと歯車  
の組合せで、簡単に炉の回転数と変えることができ、その回転  
数が表示されている。

炉芯管は耐熱ステンレス製 (耐熱温度  $900^{\circ}\text{C}$ ) で内部に  
撮上げ用 グレードが1枚取付けてある。炉芯管のサイズは試料室  
の部分で外径  $200\text{ mm } \phi$ 、導入部分で外径  $100\text{ mm } \phi$

全長  $600\text{ mm}$  程度で、装入量は Max 2kg である。

炉芯管は管端を密栓して外気を遮断する必要があるため、セグ

レーション及び底から発生するガスはビニール管で炉芯管に排気できる  
ようにしている。この排気ガス中の揮発物を測定できるようにガス洗滌

びんを取付けているがこれは又外気との遮断の役も兼ねている。

管端の密栓部分にはアスベストを主体として耐火パッキングを

用いた蝶ネジで蓋を締め付け、エアシールをしている。

温度測定はセンサーとして熱電対 (白金・白金ロジウム) を用い、

PID 制御のできるコントローラーにより温度の表示と温度の  
自動制御ができるようになっている。

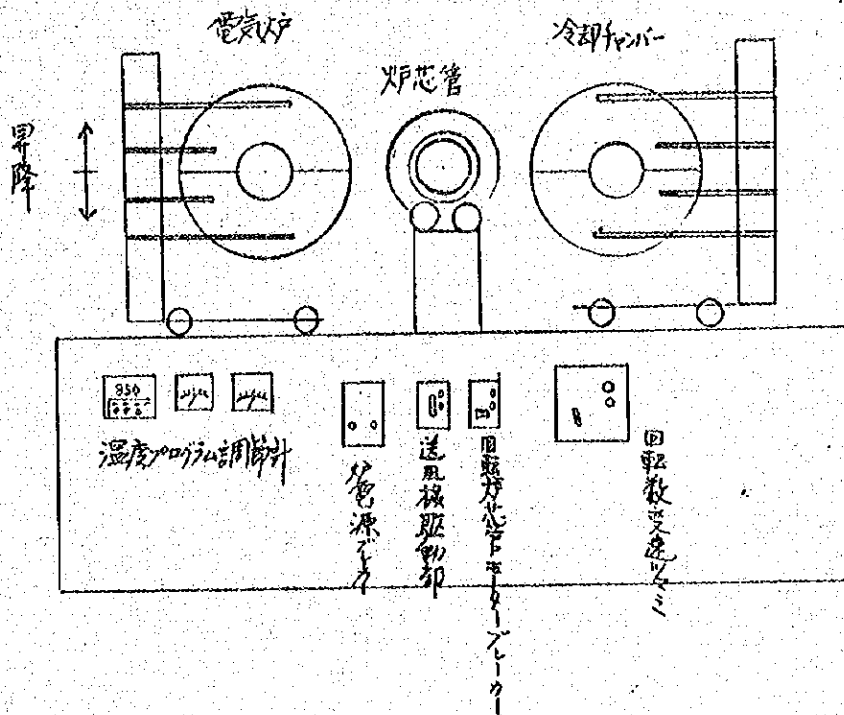
又過電流による事故を防止するための電熱、回転、冷却  
部分にはサーキットブレーカーが取付けられており、更に総合部分

にも元ブレーカーを取付けて安全性を高めている。

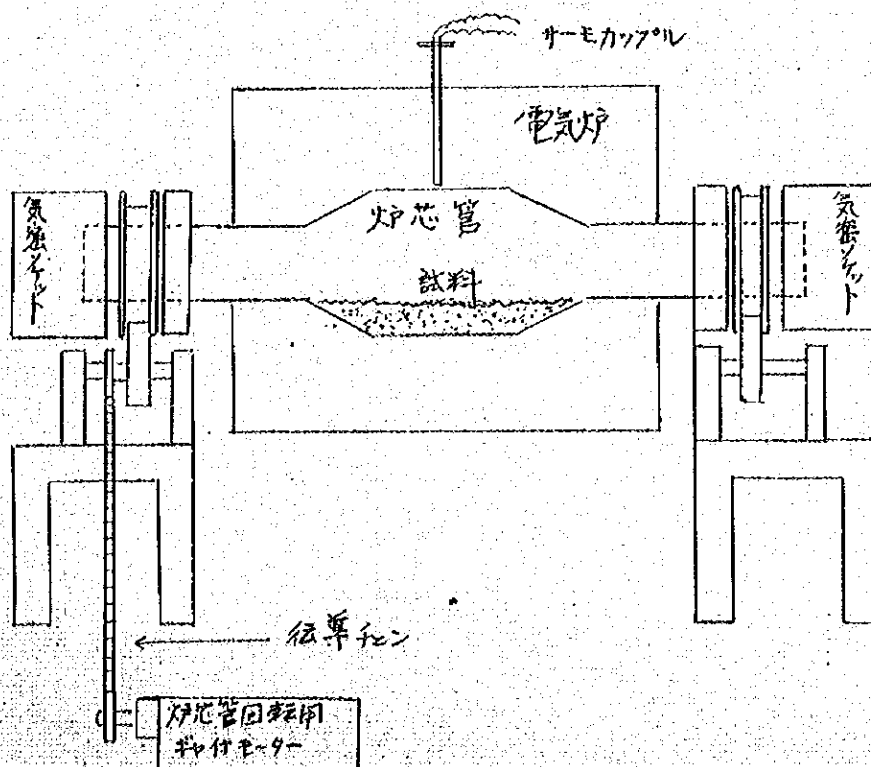


# オ1図 2kgセグレーション試験機の構造

## MMS式 2kgセグレーション試験機 全体図



## 炉芯管回転機構部



### 3 試験方法

#### (1) 試験準備

当 2kg セグレゲーション試験機の温度制御には  $PID$  コントロールシステムが組み込まれており、(\*  $P$ : 比例制御,  $I$ : 積分制御

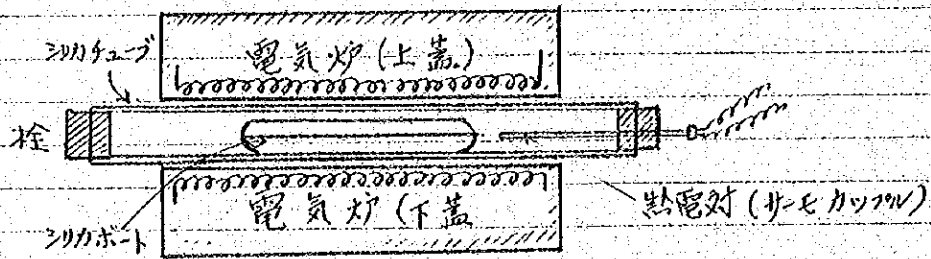
$D$ : 微分制御) これが上手く作動するかどうかを調べるため、  
 先ず、熱電対(白金-パラジウム使用)による温度表示が正確

かどうか他の標準計器で確認し、非常に正確であることが  
 確か。

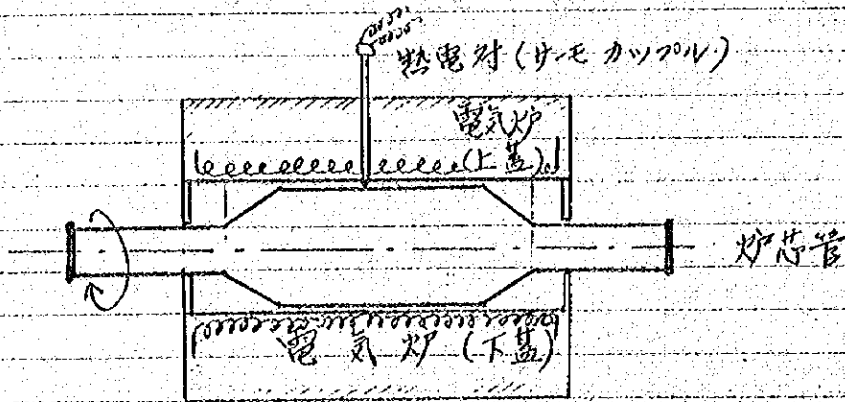
次に  $PID$  の値を変え、これが上手く作動することも確認した。  
 100g 定置式セグレゲーション試験機と 2kg 回転式セグレゲーション

試験機の温度測定の違いを図示するに次の 2 図の通りである。

図 2 図 100g, 2kg 試験機の温度測定法の違い



100g 試験機



2kg 試験機

又2図に示す通り、100g試験材の熱電対はシリカチューブの中に入れて発熱体の本体から切離され、セグレーションが行われる

場所の温度を示すのに精度が良い。この場合でも熱電対を移動させシリカポートのある中央部の温度を測定すると、中央部の

の温度が約30度低くなることは実証済みである。

かかる2kg試験材の場合は炉(ステンレス製)が回転する

この試験中の温度を直接測定することができないので、発熱体の中に熱電対が設置され、この温度表示値に基づいて温度の自動

制御が行われる。

この2kgセグレーション試験材の温度表示値と炉芯管の内部の

実際の温度の肉付を知る必要がある。

炉芯管を密封して、鉛石を装入し、他の標準温度測定器

を挿入し温度の違いを測定した結果、試験材の表示温度に対してその差の違いがあるが、試験材の表示が750°C~800°Cのとき

その差約30°C低くなり、800°C~850°Cのときその差約20°C炉芯管の内部が低くなることが判明した。

## (2) 試験方法

予想的な試験として、100g試験材のセグレーション条件を参考として、次のような条件の範囲で比較試験を行った。

セグレーション温度(表示): 800°C ~ 850°C

ユークス: 5% ~ 10%

コークス/サックス: -65 ~ +100 X Y Z

及び { -65 ~ +100 X Y Z } 1:1混合

-100 X Y Z

塩化剤: 食塩 0.5% ~ 1%

供用鉛石量: 1kg, 2kg の2種

試験の進め方は、先ず電気炉内に炉芯管を設置し、炉芯管を回転しながら昇温する。

炉の表示温度が試験条件の指示温度に近づいた後、約30分放置し、(温度は自動制御によって安定し指示値を示す)

温度表示値が安定した所で、銻石、ルチウム、塩の副原料を炉内に装入器具をもって給鉱し、直ぐ炉をパッキング

付の蓋で密封し、所定のセグレーション時間だけセグレーション及び冷却を行わせる。今回実施した試験のセグレーション時間は30分である。

その後炉芯管は回転を止め、電気炉の電気を遮断して、二つの電気炉を上下に移動させた後、電気炉自体

が乗っている架台の台車を動かして炉芯管を電気炉外に取出す。

次に送風機で炉芯管の外部を空気冷却しながら冷却装置内で水冷する。

水冷後常温になったら、炉芯管を装置から取り出し、密封蓋を開き内部のセグレーション処理した銻石を取出し

秤量し、次に浮選試験機を用いて浮選による精鉱と尾鉱とを分離し、場合によっては精選を行う。

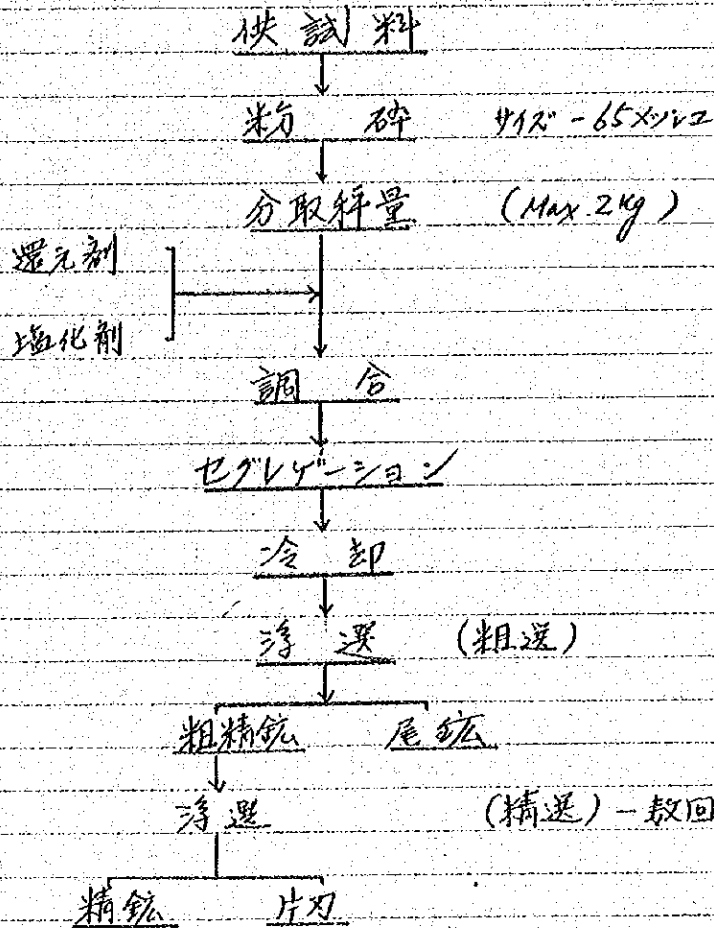
試験終了後サンプル処理をしながら分析課に依頼して化学分析を行う。

化学分析はCu, Ag, Mnについて行い、原子吸光分析法と適用している。

分析結果からセグレーションの成績を算出するが、成績の表示法の文二報で記載した通り、順算方式と逆算方式を採用する

としている。

### 文3回 2kgセグレージョン試験系統図



#### 4. 試験結果

現在までの試験は 100g 定置式で得た ベレインジャー鉱のセグレージョンの条件が 2kg 試験機で、そのまゝ適用できる

かと調査するための予察試験であり、約 10 回のテストを終わったばかりである。今後この予察試験の結果をもちいて

実験計画案を用いた試験を行うが、この約 10 回の試験結果を中間報告の形で報告するものである。

対象鉱石は 100g 定置式試験で最も多く使用したベレインジャー No. 1 鉱 (ミネコホールから提供のもの)

と使用した。

表 1 最高成績と之の試験結果と 100g 試験材との試験結果との比較

鉱種	鉱量	品位		金属量		採収率			
		Cu	Ag	Cu	Ag	Cu		Ag	
2g 試験材	(%)	(%)	(g/t)			順算 (%)	逆算 (%)	順算 (%)	逆算 (%)
原鉱	100.0	1.88	340	188.00	34.00	100.0		100.0	
原鉱(セリ)	(86.07)	(2.0)	(409)	(173.70)	(36.20)	(92.4)	100.0	(103.5)	100.0
精鉱	5.25 *(8.38)	28.0 *(18.97)	5.800 *(3.885)	147.00 *(158.95)	30.45 *(32.56)	78.2 *(84.5)	84.6 *(91.5)	89.6 *(95.8)	86.5 *(92.5)
片刃 1	0.99	9.9	1.700	99.0	1.68	5.2	5.7	4.9	4.8
片刃 2	2.14	1.0	200	2.14	0.43	1.1	1.2	1.3	1.2
尾鉱	77.69	0.19	34	14.76	2.64	7.9	8.5	7.7	7.5
焙焼灰				14.30	0.80	7.6		3.5	

\* ( ) は 精鉱と片刃 1, 片刃 2 と合算した値。

鉱種	鉱量	品位		金属量		採収率			
		Cu	Ag	Cu	Ag	Cu		Ag	
100g 試験材	(%)	(%)	(g/t)			順算	逆算	順算	逆算
原鉱	100.0	1.88	340	188.00	34.00	100.0		100.0	
原鉱(セリ)	(86.90)	(2.11)	(396)	(183.24)	(34.41)	(97.5)	100.0	(101.2)	100.0
* 精鉱	13.6	12.40	2.260	168.64	30.74	89.7	92.0	90.4	89.4
尾鉱	73.3	0.20	50	14.60	3.67	7.8	8.0	10.8	10.6
焙焼灰				4.76	0.41	2.5		1.2	

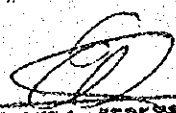
\* 精選を行つたものとして精鉱は粗精鉱である。  
2g 試験の (精鉱 + 片刃 1 + 片刃 2) と相当する。

REPORTE DEL AREA DE LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA

NOMBRE DEL INTERESADO : ING. MERCEDES MISARI  
 CLASE DE TRABAJO : ANALISIS POR Cu y Ag.  
 PROCEDENCIA : PROYECTO DE SEGREGACION  
 ORDEN DE TRABAJO : MEMORANDUM N° 025-86-SEGRE/KFW.  
 FECHA : Ingeniería, 25 de Febrero de 1,986.

RESULTADOS OBTENIDOS

N°	CODIGO	Cu %	Ag % (g/t)
1	P.3-SF-850-BT-1K	28.0	0.58 (5.800)
2	P.3-ST-850-M1-1K	1.00	0.02 (200)
3	P.3-SF-850-M2-1K	9.9	0.17 (1.700)
4	P.3-SF-850-RT-1K	0.19	0.0034 (34)

  
 Quim. FLVIRA PEREYRA REYNA  
 Jefe(a) Area de Lab. de Quimica Analitica

EPP/yc.



2kg 試験の試験条件

セグレゲーション:

セグレ指示温度;  $850^{\circ}\text{C}$  (炉芯管の温度  $830^{\circ}\text{C}$ )

コークス;	$-65 \times 1/2 + 100 \times 1/2$	4%	} 計 6% の混合
	$-100 \times 1/2$	2%	

食塩; 0.6%

数字は対原鉱の重量%で、装填前に充分原鉱とコークス、食塩を混合。

セグレゲーション時間; 30分, 炉芯管の回転数 1.7 r.p.m

浮選:

粗選; アミルガセト 200g/l (対原鉱)

ハイン油 20g/l

Z-200 10g/l

ケロシン 10g/l

浮選時間 15分

No.1 精選; アミルガセト 35g/l

ハイン油 15g/l

ケロシン 5g/l

浮選時間 10分

No.2 精選 試薬添加なし

浮選時間 10分

100g 試験の試験条件:

セグレゲーション;

セグレ指示温度;  $800^{\circ}\text{C}$  (シカボートの中心温度  $830^{\circ}\text{C}$ )コークス;  $-65 \times 1/2 \sim +100 \times 1/2$  5%

食塩; 0.3%

セグレゲーション時間; 30分

浮選; アミルガセト 200g/l (対原鉱)

ハイン油 100g/l

ケロシン 50g/l

Z-200 100g/l

浮選時間 10分

次の研究の過程で行った別の試験条件の試験結果を  
参考までに示すと、次の表の通りである。

次の表 別の試験条件による試験結果

(その1) 指示温度 820°C で、原銀と2-72・合金を予備混合  
液において炉芯管に装入した場合。(2-72は -65~+100 Xツリと使用)

銀種	銀量 (%)	品位		全重量		採収率			
		Cu (%)	Ag (%)	Cu	Ag	Cu		Ag	
						順算 (%)	逆算 (%)	順算 (%)	逆算 (%)
原銀	100.00	1.88	34.0	188.00	34.00	100.0		100.0	
原銀(4%)	(87.73)	(2.02)	(3.35)	(177.88)	(29.36)	(94.6)	100.0	(86.4)	100.0
精銀	4.91 *(6.04)	22.5 (18.59)	4.700 (3.914)	110.48 (114.16)	23.01 (23.64)	58.8 (60.7)	62.1 (64.2)	67.8 (69.6)	78.4 (80.4)
片刃1	0.20	2.80	1.600	1.76	0.32	0.9	1.0	0.9	1.1
片刃2	0.93	2.06	3.30	1.92	0.31	1.0	1.1	0.9	1.0
尾銀	81.69	0.78	7.0	63.72	5.72	33.9	35.8	16.8	19.5
焙焼灰				10.12	4.64	5.4		13.4	

(その2) 指示温度を 850°C に上げ、原銀と2-72・合金  
を全量予備混合液において炉芯管に装入した場合。

但し、この場合は最初原銀を炉芯管内の雰囲気  
早く弱還元雰囲気とすため、-100 Xツリと2-72

を3% 予備混合し、管内の原銀が赤熱化し  
た後、-65 Xツリと+100 Xツリと2-72 5%と合金

0.8% 別途装填した試験がある

\* ( ) は精銀と片刃1, 片刃2の合算値

(その2)

鉱種	鉱量	品位		全重量		採収率			
		Cu (%)	Ag (g/t)	Cu	Ag	Cu		Ag	
2kg試験材	(%)	(%)	(g/t)			順算 (%)	逆算 (%)	順算 (%)	逆算 (%)
原鉱	100.0	18.8	340	188.00	34.00	100.0		100.0	
原鉱(セグ)	(83.64)	(2.08)	(358)	(174.14)	(29.92)	(92.6)	100.0	(88.0)	100.0
精鉱	3.86	32.0	5,500	123.52	21.23	65.7	70.7	62.5	71.0
	*(7.15)	(19.3)	(3,329)	(138.1)	(23.80)	(73.5)	(79.3)	(70.0)	(79.6)
片及	3.29	4.46	780	14.67	2.57	7.8	8.4	7.5	8.6
尾鉱	76.49	0.47	80	35.95	6.12	19.1	20.7	18.0	20.4
焙焼灰				13.86	4.08	7.4		12.0	

\* ( ) は精鉱と片及の合算値

5 試験結果に対する考察

2kg回転式セグレグーション試験材による試験は、ホーラー・カウンター・ポートの实地訓練の域を脱していない。

100g定置式試験材のセグレグーション条件を参考にするが、試行錯誤と加え、2kg試験材の100g試験材とほぼ同等の成績を得られる見通しと見られる。

又1表を参照

2kg試験材、粗精鉱品位； Cu 18.97 %  
 Ag 3.885 g/t  
 採収率； Cu 順算 84.5%、逆算 91.5%  
 Ag 順算 95.8%、逆算 92.5%

100g試験材、粗精鉱品位； Cu 12.40 %  
 Ag 2.260 g/t  
 採収率； Cu 順算 89.7%、逆算 92.0%  
 Ag 順算 90.4%、逆算 89.4%

と存している。

表3に示した試験成績が充分でないことから想定される要因は

1. ベレンゲラー炉の2kg試験には、セグレション温度は指示温度850°Cを必要とする。
2. 鉱石、コークス、食塩は炉芯管に給鉱する前に充分混和しておく。分割添加すると炉芯管の自転による攪拌が不十分で、成績が低下する。
3. 炉芯管をセグレションに通過する際の雰囲気は、化学反応の速いコークスの微粒子を添加する方が効果があると予想される。

## 6. 改善案

2kgセグレション試験機に80gセグレション試験機で400g試験の実証は可能である。

今後色々と条件を変え、100g試験機を並用しながらベレンゲラー炉の試験を進めて行く。

2kg試験機の場合、鉱石の保持する熱量が大きく、その冷却に若干時間と要することから、その時間中に炉芯管に侵入する空気（パッキングに80%密封されているが、熱によるパッキングが損傷することもあるため）によるセグレ産物の

表面酸化を防止する目的で窒素封入等も検討する予定。

※ ガス体は温度が10上昇毎に体積が $1/273$ だけ増加する。セグレ温度を830°C、常温を20°Cとすると

$$\frac{830-20}{273} = 2.97 \approx 3$$

即ち体積が3倍増加しているが、常温まで冷却されるとこの分だけ減少するので、パッキングが不良なら同量の空気が侵入するようになる。

現在仮ニネロ・ナル・提供の No.1 録について試験中でありか  
一応の成績が出たので、ハイロト・プロジェクトで後援予定の

エス・エル・ダ・録に試験対象録と切替える。

### カウンタ・パート

冶金技術	ホルハ キヌハ
化学技術	メルセダ ミサリ

分析技術	マリヤ・ハラ
"	エルカ ハンテリス

ハール-共和国

ベレンゲラー-鉛セグレグーション基礎試験

(文 四 報)

還元剤としてハール-国産石炭の使用可否についての予察試験。

昭和 61 年 7 月

ハール-酸化鉛処理プロジェクト

向 井 靖 雄

中 尾 正 英

浅 利 金 三

兼 子 弘 司

No. ....

Date / /

## 目 次

§ 1. ま え が き	1
§ 2. 試 験 方 法	2
§ 3. 試 験 条 件	3
§ 4. 化 学 分 析 方 法 の 検 討	4
§ 5. 試 験 結 果	8
§ 6. 試 験 結 果 の 解 析	13
§ 7. 解 析 結 果 の 検 討	20
§ 8. 2kg 試 験 残 査 の 確 認 試 験	22
§ 9. お 束 ね	24



## 8. まえがき

酸化銅処理の手法であるセグレーション法において、経費に占める割合の大きい消耗品は、燃料、次で還元剤のコークスの順となっている。

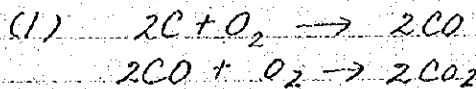
ホールにおいて、コークスは輸入品（日本・アメリカ合衆国等）であり、

その需要先は主として製鉄業（チボリ市にある製鉄会社など）である。製鉄用のコークスは、その中に含有する不純物が制限される上、塊銅

が初年度にここから塊銅を中心として輸入されており、比較的高価である。一方、セグレーションに使用するコークスは、不純物（製鉄用では

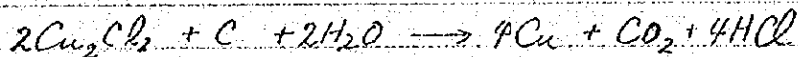
燐及び硫黄）の制限が製鉄ほどきかしくなく、しかも粉銅の方が安価である。石炭は更に安価で、粉砕も容易である。

### セグレーションにおけるコークスの役割



の反応で示す通り、炉内の雰囲気と還元雰囲気とを保つこと。

(2) 未燃焼のコークスを核として、コークスの還元性と利用して揮発性塩化銅とコークスの表面に金属銅として還元すること。



である。この役割のうち (1) は石炭で充分カバーできるので、石炭をコークスの代用する一連の試験を行った。

石炭が利用できれば経費の節減、特に外貨の節減という効果も合致し、極めて効果が大いである。

## §2. 試験方法

試験に供した試料及び装置は次の通りである。

## (1) 試料

## ア. 鉱石

ペレンガラ-鉱山、エストラルガスル鉱

品位	Cu ;	1.29 % ~ 1.57 %
	Ag ;	430 g/t ~ 480 g/t
	Mn ;	22.3 %

## イ. 供与石炭

ペル-国 ワヌコ果産

品質	固形炭素 ;	83.60 %
	揮発分 ;	6.90 %
	灰分 ;	9.50 %
	水分 ;	2.90 %
	硫黄 ;	0.60 %
	カロリー ;	7,800
	* BTU ;	14,040

\* BTU ; British Thermal Unit の略

1 BTU = 105506 KJ

## (2) 試験装置

M.M.S 式 100g セグレーション試験機

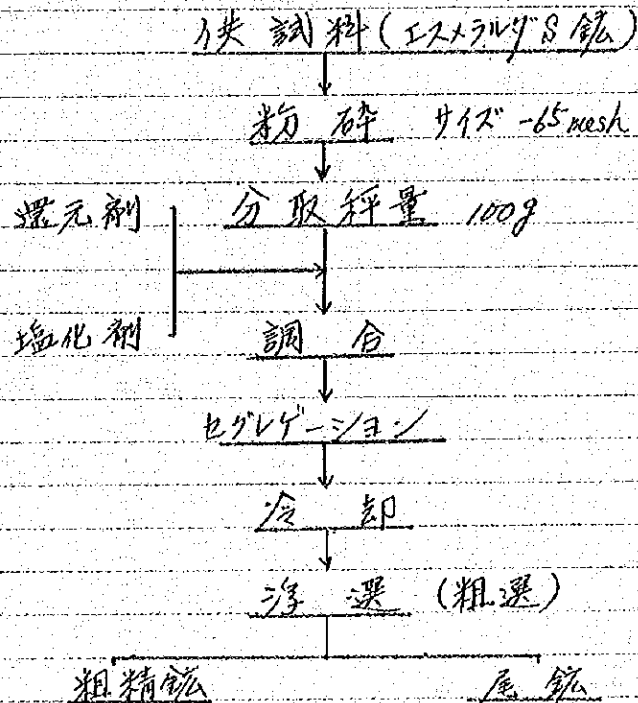
M.M.S 式 2kg セグレーション試験機

MS 型 浮遊選鉱試験機

## (3) 試験系統図 (基礎試験)

試験は本文図に示す試験系統図に従って実施した。

第1図 試験系統図



## §3 試験条件

試験は実験計画法の  $L_9$  及び  $L_8$  テストを用い、合計3回の組合せ試験を実施した。2回目以降の試験条件は

それ以前の試験結果を解析し、有効な条件を基準として組立てた。

(1) 第1回テスト ( $L_9$ ) の要因

石炭 (還元剤) の添加量; 5%, 7.5%, 10% (対給鉱) の3水準  
 石炭のサイズ;  $-100 \times 1/2$ ,  $-65 \sim +100 \times 1/2$ ,  $+100 \times 1/2$  の3水準

[一定条件] セグレージョン温度;  $800^{\circ}\text{C}$   
セグレージョン時間; 30分  
塩化剤(食塩)添加量; 0.5% (対給鉱)

### (2) 文2回テスト(L9)の要因

還元剤の添加量; 4%, 5%, 6% (対給鉱) の3水準  
還元剤の配合比;  $\begin{cases} \text{コークス } \frac{1}{3}, \text{ 石炭 } \frac{2}{3} \\ \text{コークス } \frac{1}{2}, \text{ 石炭 } \frac{1}{2} \\ \text{コークス } \frac{2}{3}, \text{ 石炭 } \frac{1}{3} \end{cases}$  の3水準

[一定条件] セグレージョン温度, 時間, 塩化剤は文1回試験と同一

### (3) 文3回テスト(L8)の要因

還元剤の添加量; 2%, 3% (対給鉱) の2水準  
セグレージョン温度;  $780^{\circ}\text{C}, 820^{\circ}\text{C}$  の2水準  
セグレージョン時間; 25分, 35分 の2水準

[一定条件] 還元剤の配合;  $\text{コークス } \frac{1}{2}, \text{ 石炭 } \frac{1}{2}$ ,  
還元剤の粒度; -65 mesh  
塩化剤(食塩)添加量; 0.5% (対給鉱)

## §4 化学分析法の検討

本報告書(文四報)に記載している文1回テストでは原鉱、精鉱、尾鉱の品位測定のための化学分析法としては最も一般的

である王水溶解法を採用している。

セグレージョンの成績表示は試験の途中でロスがどれくらい発生すれば

金属量バランスから次の式で示され、

$$\text{原鉱鉄量} \times \text{原鉱品位} = \text{精鉱鉄量} \times \text{精鉱品位} + \text{尾鉱鉄量} \times \text{尾鉱品位}$$

から、採収率は  $\text{採収率} = \frac{\text{精鉱鉄量} \times \text{精鉱品位}}{\text{原鉱鉄量} \times \text{原鉱品位}} \times 100 (\%)$  で求められる。

この王水分解法を利用した分析品位を用いると、特に銀に  
関しては常々

$$\text{原銀量} \times \text{原銀品位} > \text{精銀量} \times \text{精銀品位} + \text{尾銀量} \times \text{尾銀品位}$$

となり、その差をロスとして計上していただくが、川尻採収率は逆算  
採収率に比べ著しく低く表示されている。

そのロスの内訳を分析するため、先ず分析方法について検討した  
結果、次の事実が判明した。

最も一般的である王水法と対比するための硫酸質も溶解可能  
の弗酸(HF)と過塩素酸(HClO<sub>4</sub>)の混合物を用いる弗酸法との

比較試験を行なった結果を述べた。

すなわち、原銀、精銀の分析値に關しては両方法の間に

統計的に有意差は認められなかったが、尾銀のAg分析値に於て  
は、大きな差が認められた。

表1 尾銀品位に關する王水法と弗酸法の対比

No	Ag (g)		Cu (%)		備考
	王水法	弗酸法	王水法	弗酸法	
1	44	108	0.137	0.148	**
2	45	120	0.160	0.149	1%の有意差
3	48	120	0.132	0.140	
4	36	120	0.119	0.126	
5	36	120	0.118	0.114	
6	120	190	0.380	0.387	
7	37	110	0.098	0.088	
8	88	158	0.274	0.269	
9	40	120	0.120	0.128	
計	494	1,166	1.518	1.545	
平均	54.9	129.6	0.169	0.172	
有意差	**		有意差なし		

表 2 Ag 品位に對する王水法と弗酸法の有意差の検定

王水法	弗酸法	差	差 - 75%	(差 - 75%) <sup>2</sup>	備考
44	108	64	-11	121	*
45	120	75	0	0	672/9 = 74.7
48	120	72	-3	9	74.7 = 75
36	120	84	9	81	
36	120	84	9	81	
120	190	70	-5	25	
37	110	73	-2	4	
88	158	70	-5	25	
40	120	80	+5	25	
合計		672	-3	371	

$$C.F = (-3)^2/9 = 1$$

$$SS = 371 - C.F = 371 - 1 = 370$$

$$\sigma = \sqrt{SS} = \sqrt{370} \approx 19.2$$

$$t_0 = \frac{\bar{x}}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{74.7}{19.2/\sqrt{9}} \approx 11.67$$

$$\phi = n - 1 = 8$$

$$t(8, 0.01) = 3.355$$

$$t(8, 0.05) = 2.306$$

$$11.67 > 3.355$$

∴ 1% 有意差あり。

原鉱中の Ag 品位に對し、王水法と弗酸法の相関分析及び  
回歸方程式を求めた。次にその結果を述べる。

表3 表 AgとKの両方の王水法と酢酸法の相関分析

x	y	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	備考
44	108	-11	-22	121	484	242	x = 王水法
45	120	-10	-10	100	100	100	の分析値
48	120	-7	-10	49	100	70	y = 酢酸法
36	120	-19	-10	361	100	190	の分析値
36	120	-19	-10	361	100	190	X = x - x̄
120	190	65	60	4,225	3,600	3,900	Y = y - ȳ
37	110	-18	-20	324	400	360	x̄ = 55
88	158	33	28	1,089	784	924	ȳ = 130
40	120	-15	-10	225	100	150	
計		-1	-4	6,855	5,768	6,126	

$$\text{相関係数} = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum X^2 \times \sum Y^2}} = \frac{6,126}{\sqrt{6,855 \times 5,768}} = 0.974$$

φ = 10 のとき 相関係数 > 0.7079 である。  
 1% 水準で 相関があると云える  
 (註 φ = 8 のときの数値は 0.7079 より若干大きい数値になる。)  
 0.974 > 0.7079

両者の間に高度の相関関係が認められる。 \*\*

次に両者の間の回帰方程式を求めると

$$y - \bar{y} = b(x - \bar{x})$$

$$b = \frac{SS(xy)}{SS(xx)} = \frac{6,126}{6,855} \doteq 0.89$$

$$\therefore y - 130 = 0.89(x - 55)$$

$$\underline{y = 0.89x + 81}$$

の式で示される。



セグレションの成績計算に際し尾鉱の品位を以て王水法、硝酸法  
の両者を取り、成績表示の比較を行つたところ、硝酸法を用いた場合

順算成績と逆算成績がほぼ一致し、ロス計上分が減少した  
ので、セグレ回線の分析については硝酸法が妥当と考える。

したがって本報告書の試験の文2回以降の分析はすべて  
硝酸法を採用するに決定した。

### 3.5. 試験結果

#### (1) 文1回試験 (L<sub>9</sub>)

表4 文1回試験結果 (化学分析値は王水法による)

抽 取 No.	鉱種	鉱量 (%)	品位		銅採収率(%)		銀採収率(%)		備考
			Cu(%)	Ag(%)	順算	逆算	順算	逆算	
1	原 鉱	100.0	1.57	482	100.0		100.0		石炭 5% 412 - 100 <sup>M</sup>
	" (逆算)		(1.47)	(466)		100.0		100.0	
	粗精 鉱	13.45	7.82	2,480	76.0	71.4	69.2	71.6	
	尾 鉱	71.40	0.59	185	26.8	28.6	27.4	28.4	
	焙焼ロス				6.2		3.4		
2	原 鉱	100.0	1.57	482	100.0		100.0		石炭 5% 412 - 100 <sup>M 1/2</sup> 65 - 100 <sup>M 1/2</sup>
	" (逆算)		(1.50)	(440)		100.0		100.0	
	粗精 鉱	16.32	8.39	2,513	87.2	91.4	85.1	93.3	
	尾 鉱	67.42	0.19	44	8.2	8.6	6.1	6.7	
	焙焼ロス				4.6		8.8		
3	原 鉱	100.0	1.57	482	100.0		100.0		石炭 5% 412 - 65 - 100 <sup>M</sup>
	" (逆算)		(1.49)	(451)		100.0		100.0	
	粗精 鉱	15.80	8.58	2,663	86.4	91.3	87.3	93.4	
	尾 鉱	67.90	0.19	44	8.2	8.7	6.2	6.6	
	焙焼ロス				5.4		6.5		

No	鉍種	鉍量 (%)	品位		銅採收率 (%)		銀採收率 (%)		備考
			Cu (%)	Ag (g/t)	順算	逆算	順算	逆算	
4	原 鉍	100.0	1.57	4.82	100.0		100.0		石炭 7.5% H <sub>2</sub> S - 100 <sup>M</sup>
	" (逆算)		(1.44)	(4.71)		100.0		100.0	
	粗精鉍	11.28	7.15	2.233	51.4	55.9	52.2	53.4	
	尾 鉍	75.71	0.84	2.90	40.5	44.1	45.6	46.0	
	焙燒収入				8.1		2.2		
5	原 鉍	100.0	1.57	4.82	100.0		100.0		石炭 7.5% H <sub>2</sub> S [ -100 <sup>M</sup> / 2 -100 <sup>M</sup> + 165 <sup>H</sup> / 2 ]
	" (逆算)		(1.51)	(4.37)		100.0		100.0	
	粗精鉍	16.05	6.58	1.950	67.3	70.1	64.9	71.6	
	尾 鉍	71.50	0.63	1.74	28.7	29.9	25.8	28.4	
	焙燒収入				4.0		9.3		
6	原 鉍	100.0	1.57	4.82	100.0		100.0		石炭 7.5% H <sub>2</sub> S - 100 <sup>M</sup> + 65 <sup>H</sup>
	" (逆算)		(1.49)	(4.49)		100.0		100.0	
	粗精鉍	15.22	7.34	2.525	71.2	79.1	79.7	85.7	
	尾 鉍	69.98	0.53	92	23.6	20.9	13.4	14.3	
	焙燒収入				5.2		6.9		
7	原 鉍	100.0	1.57	4.82	100.0		100.0		石炭 10% H <sub>2</sub> S - 100 <sup>M</sup>
	" (逆算)		(1.40)	(4.43)		100.0		100.0	
	粗精鉍	14.50	6.01	1.825	58.9	66.1	58.3	63.4	
	尾 鉍	75.43	0.63	2.15	30.3	33.9	33.7	36.6	
	焙燒収入				10.8		8.0		
8	原 鉍	100.0	1.57	4.82	100.0		100.0		石炭 10% H <sub>2</sub> S [ -100 <sup>H</sup> / 2 -100 <sup>M</sup> + 165 <sup>H</sup> / 2 ]
	" (逆算)		(1.46)	(4.59)		100.0		100.0	
	粗精鉍	11.88	6.10	1.810	46.2	49.7	44.6	46.8	
	尾 鉍	76.25	0.96	3.20	46.6	50.3	50.6	53.2	
	焙燒収入				7.2		4.8		
9	原 鉍	100.0	1.57	4.82	100.0		100.0		石炭 10% H <sub>2</sub> S - 100 <sup>M</sup> + 65 <sup>H</sup>
	" (逆算)		(1.52)	(4.49)		100.0		100.0	
	粗精鉍	21.23	3.59	1.205	48.5	55.9	53.0	56.8	
	尾 鉍	68.32	0.88	0.283	38.3	44.1	40.2	43.2	
	焙燒収入				13.2		6.8		
焙燒収入平均					7.2		6.3		

(2) 文2回試驗(L9)

文5表 文2回試驗結果(化學分析值以弗酸法K.S.為)

摘要 No	鉍種	鉍量 (%)	品位		銅採收率%		銀採收率%		備考
			Cu(%)	Ag(%)	順算	逆算	順算	逆算	
1	原 鉍	100.0	1.29	450	100.0		100.0		還元剤 4% 石炭酸合比 67%
	" (逆算)		(1.28)	(426)		100.0		100.0	
	粗精鉍	14.9	8.20	2,350	94.7	95.2	77.8	82.3	
	尾 鉍 焙燒収	88.5	0.09	110	4.8	4.8	16.8	17.7	
					0.5		5.4		
2	原 鉍	100.0	1.29	450	100.0		100.0		還元剤 4% 石炭酸合比 50%
	" (逆算)		(1.25)	(440)		100.0		100.0	
	粗精鉍	11.6	9.98	3,030	89.7	92.4	78.1	79.9	
	尾 鉍 焙燒収	73.5	0.13	120	7.4	7.6	19.6	20.1	
					2.9		2.3		
3	原 鉍	100.0	1.29	450	100.0		100.0		還元剤 4% 石炭酸合比 33%
	" (逆算)		(1.28)	(445)		100.0		100.0	
	粗精鉍	15.1	8.00	2,400	93.6	94.0	80.5	81.4	
	尾 鉍 焙燒収	69.1	0.11	120	5.9	6.0	18.4	18.6	
					0.5		1.1		
4	原 鉍	100.0	1.29	450	100.0		100.0		還元剤 5% 石炭酸合比 67%
	" (逆算)		(1.35)	(425)		100.0		100.0	
	粗精鉍	14.5	8.60	2,415	96.7	92.3	77.8	82.4	
	尾 鉍 焙燒収	69.3	0.15	108	8.1	7.7	16.6	17.6	
					-4.7		5.6		
5	原 鉍	100.0	1.29	450	100.0		100.0		還元剤 5% 石炭酸合比 50%
	" (逆算)		(1.30)	(434)		100.0		100.0	
	粗精鉍	15.4	7.85	2,290	93.7	92.7	78.4	81.2	
	尾 鉍 焙燒収	67.9	0.14	120	7.4	7.3	18.1	18.8	
					-1.1		3.5		

摘要 No	鉬種	鉬量 (%)	品位		銅採收率(%)		銀採收率(%)		備考
			Cu(%)	Ag(%)	順算	逆算	順算	逆算	
6	原鉬	100.0	1.29	450	100.0		100.0		還元剤 5% 石炭配合比 33%
	" (逆算)		(1.34)	(450)		100.0	100.0		
	粗精鉬	18.6	6.75	2,000	97.3	93.7	82.7	82.8	
	尾鉬	64.6	0.13	120	6.5	6.3	17.2	17.2	
	焙燒収入				-3.8		0.1		
7	原鉬	100.0	1.29	450	100.0		100.0		還元剤 6% 石炭配合比 67%
	" (逆算)		(1.30)	(447)		100.0	100.0		
	粗精鉬	11.0	9.25	2,800	78.9	78.1	68.5	68.9	
	尾鉬	73.2	0.39	190	22.1	21.9	30.9	31.1	
	焙燒収入				-1.0		0.6		
8	原鉬	100.0	1.29	450	100.0		100.0		還元剤 6% 石炭配合比 50%
	" (逆算)		(1.32)	(444)		100.0	100.0		
	粗精鉬	14.7	7.70	2,280	87.7	85.9	74.5	75.6	
	尾鉬	68.6	0.27	158	14.4	14.1	24.1	24.4	
	焙燒収入				-2.1		1.4		
9	原鉬	100.0	1.29	450	100.0		100.0		還元剤 6% 石炭配合比 33%
	" (逆算)		(1.28)	(428)		100.0	100.0		
	粗精鉬	18.5	6.40	1,880	91.8	92.1	77.3	81.3	
	尾鉬	66.8	0.15	120	7.8	7.9	17.8	18.7	
	焙燒収入				0.4		4.9		

焙燒収入平均 -0.9      2.8

(3) 文3回試驗 (L8)

表6 文3回試驗結果 (化學分析值及非酸法K8)

使用還元剤      2-2 : 石炭      1 : 1      混合物

-65 x 7.2

摘要 No	錠種	錠量 (%)	品位		銅採収率(%)		銀採収率(%)		備考
			Cu(%)	Ag g/t	順算	逆算	順算	逆算	
1	原錠	100.0	1.33	4.35	100.0		100.0		還元剤量 2% 温度 780°C セパ時間 25分
	"(逆算)		(1.32)	(4.29)		100.0		100.0	
	粗精錠	11.4	6.45	2.540	55.3	55.6	66.6	67.5	
	尾錠	74.3	0.79	1.88	44.1	44.4	32.1	32.5	
	焙焼収				0.6		1.3		
2	原錠	100.0	1.33	4.35	100.0		100.0		還元剤量 2% 温度 780°C セパ時間 25分
	"(逆算)		(1.28)	(4.34)		100.0		100.0	
	粗精錠	6.6	13.49	4.574	66.9	69.5	69.4	69.6	
	尾錠	78.1	0.50	1.69	29.4	30.5	30.3	30.4	
	焙焼収				3.7		0.3		
3	原錠	100.0	1.33	4.35	100.0		100.0		還元剤量 2% 温度 820°C セパ時間 25分
	"(逆算)		(1.31)	(4.40)		100.0		100.0	
	粗精錠	16.4	6.15	2.134	75.9	77.0	80.5	79.6	
	尾錠	66.5	0.45	1.35	22.5	23.0	20.6	20.4	
	焙焼収				1.6		-1.7		
4	原錠	100.0	1.33	4.35	100.0		100.0		還元剤量 2% 温度 820°C セパ時間 25分
	"(逆算)		(1.34)	(4.38)		100.0		100.0	
	粗精錠	4.2	24.62	7.797	77.7	77.2	75.1	74.5	
	尾錠	78.1	0.39	1.43	22.9	22.8	25.7	25.5	
	焙焼収				-0.6		-0.8		
5	原錠	100.0	1.33	4.35	100.0		100.0		還元剤量 3% 温度 780°C セパ時間 25分
	"(逆算)		(1.33)	(4.28)		100.0		100.0	
	粗精錠	4.0	26.24	7.520	78.9	79.0	69.2	70.3	
	尾錠	82.0	0.34	1.55	21.0	21.0	29.2	29.7	
	焙焼収				-0.1		1.6		
6	原錠	100.0	1.33	4.35	100.0		100.0		還元剤量 3% 温度 780°C セパ時間 25分
	"(逆算)		(1.31)	(4.37)		100.0		100.0	
	粗精錠	14.7	7.97	2.286	88.1	89.3	77.2	76.8	
	尾錠	70.3	0.20	1.44	10.6	10.7	23.3	23.2	
	焙焼収				1.3		-0.5		

No	銅種	銀量 (%)	品位		銅採収率 (%)		銀採収率 (%)		備考
			Cu (%)	Ag (g)	順算	逆算	順算	逆算	
7	原銅	100.0	1.33	435	100.0		100.0		還元剤量 3% 温度 820°C セグ時間 25分
	“(逆算)”		(1.29)	(423)		100.0		100.0	
	粗精銅	16.0	7.37	2134	88.7	91.1	78.5	80.7	
	尾銅	88.0	0.17	120	8.7	9.9	18.8	19.3	
	焙焼収				2.6		2.7		
8	原銅	100.0	1.33	435	100.0		100.0		還元剤量 3% 温度 820°C セグ時間 35分
	“(逆算)”		(1.34)	(442)		100.0		100.0	
	粗精銅	5.0	25.26	7137	95.0	93.7	82.0	80.7	
	尾銅	82.0	0.11	110	6.4	6.3	19.7	19.3	
	焙焼収				-1.4		-1.7		

焙焼収の平均 1.0 0.2

追加試験 (セグ時間延長)

追1.	原銅	100.0	1.33	435	100.0		100.0		還元剤量 3% 温度 820°C セグ時間 45分
	“(逆算)”		(1.34)	(432)		100.0		100.0	
	粗精銅	3.0	41.98	11410	94.3	93.6	78.7	79.3	
	尾銅	77.7	0.11	115	6.4	6.4	20.5	20.7	
	焙焼収				-0.7		0.8		

3.6 試験結果の解析

試験結果の解析は従来通り、順算採収率と逆算採収率  
と、ハロキターに取リ、両者各々について分散分析を実施

した。

これは、順算採収率での試験におよぼす、特にセグレーション

のように入庫の塩化物が揮発するのは、その量は逆算の求め  
るに比べて大きいが、その反面、原銅のサニタリが非常に高くなる



その原鉱品位のバラつきによって成績表示が実状と異なる場合も考えられる。

これ及び逆算成績は、セグレ産物のサンプリング精度が高いことからセグレ成績の表示は正確であるが、セグレ及途中の焙焼

ロスを求めることができない欠点がある。

この両方法の分散分析を実施することで、順算逆算両採収率

が良好の場合はセグレ条件が良好であると判定することが出来る。化学分析方法と王水法から非酸法に切り替えて以来、順算

逆算採収率の差が少くなっていることから、分析法は非酸法が妥当と判断する。

文1回Lg 文7表 銅採収率に関する石炭添加量及び石炭中炭の関係を

(1) 順算採収率

要因	SS	φ	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
石炭の量	1.368	2	684	8.14	*	$F_6^2(0.01) = 10.9$
石炭の炭	117	2	59 } 84			$F_6^2(0.05) = 5.14$
誤差	387	4	91			
計	1,872	8				

\* 石炭の量は5%の有意差が認められる

石炭の添加量 5% (対原鉱) の場合  $\bar{x}_1 = 83.2\%$

" " 7.5% ( " ) "  $\bar{x}_2 = 63.3\%$

" " 10.4% ( " ) "  $\bar{x}_3 = 51.2\%$

(2) 逆算採収率

要因	SS	φ	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
石炭の量	1,106	2	553	4.98		$F_6^2(0.01) = 10.9$
石炭の炭	182	2	91 } 111			$F_6^2(0.05) = 5.14$
誤差	484	4	121			
計	1,772	8				



有意差あり

文1回L9 文8表 銀採収率と関係 石炭添加量から石炭材入との関係。

(1) 順算採収率

要因	SS	φ	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
石炭の量	1,205	2	603	5.38	*	F <sub>6</sub> <sup>2</sup> (0.01) = 10.9
石炭の材 誤差	285	2	143.112			F <sub>6</sub> <sup>2</sup> (0.05) = 5.14
	388	4	97			
計	1,878	8				

\* 石炭の量は5%の有意差が認められる。

石炭の添加量 5% (対原銅の場合)  $\bar{x}_1 = 80.5\%$   
 " 7.5% ( " ) "  $\bar{x}_2 = 65.6\%$   
 " 10% ( " ) "  $\bar{x}_3 = 52.0\%$

(2) 逆算採収率

要因	SS	φ	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
石炭の量	1,381	2	691	4.27		F <sub>6</sub> <sup>2</sup> (0.01) = 10.9
石炭の材 誤差	384	2	192.162			F <sub>6</sub> <sup>2</sup> (0.05) = 5.14
	589	4	147			
計	2,354	8				

有意差あり

以上の結果を総合すると、銅・銀比、石炭添加量は5%添加の方が成績良好で、7.5%、10%と添加量

を増加すると成績が低下する傾向があることが認められる。

このことから文2回L2では添加量5%を中心として6%、4%の3水準で行うこととした。

文2回69 文9表銅採収率に関する還元剤の量と配合比の検定

当試験においては還元剤はコークスと石炭の混合とし、還元剤の添加量と配合比が成績に及ぼす影響を調べたいのである。

(1) 順算採収率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
還元剤の量	14.519	2	7.260	3.91		$F_6^2(0.01) = 10.8$
配合比	3.211	2	1.606	1.858		$F_6^2(0.05) = 5.14$
誤差	7.926	4	1.981			
計	25.666	8				

有意差なし

(2) 逆算採収率

要因	SS	df	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
還元剤の量	12.887	2	6.444	5.23		$F_4^2(0.01) = 18.0$
配合比	5.557	2	2.779	2.26		$F_4^2(0.05) = 6.96$
誤差	4.928	4	1.232			
合計	23.364	8				

有意差なし

有意差は認められなかったが F<sub>0</sub> の最も大きい要因の還元剤の量について各水準の平均を求めると次のようになる。

順算採収率	還元剤の量	採収率	平均
	4%	4%	$\bar{x}_1 = 92.5\%$
	5%	5%	$\bar{x}_2 = 95.9\%$
	6%	6%	$\bar{x}_3 = 88.1\%$

逆算採収率	還元剤の量	採収率	平均
	4%	4%	$\bar{x}_1 = 93.9\%$
	5%	5%	$\bar{x}_2 = 92.9\%$
	6%	6%	$\bar{x}_3 = 88.4\%$

## 文2回L9 文10表銀採収率に關する還元剤の量と配合比の關係

### (1) 順算採収率

要因	SS	$\phi$	$\nu$	$F_0$	判定	備考
還元剤の量	6.774	2	2.397	9.79	*	$F_{2,4}^2(0.01) = 18.0$
配合比	4.520	2	2.260	6.51		$F_{2,4}^2(0.05) = 6.96$
誤差	1.389	4	3.47			
計	12.703	8				

還元剤の量に 5% の有意差が認められた。

還元剤の量について各水準の平均採収率を求めると次のようになる。

還元剤の量	4% (対原鉱量)	$\bar{x}_1 = 78.8\%$
	5% "	$\bar{x}_2 = 78.4\%$
	6% "	$\bar{x}_3 = 77.4\%$

とあり、4%、5% の間には差がほとんど認められず、6% の増量すると採収率が低下するといえる。

6% の場合を詳細に見ると

石炭配合比	67% の場合	$x_{3-1} = 68.5\%$
	50% "	$x_{3-2} = 74.5\%$
	33% "	$x_{3-3} = 77.3\%$

とあり、石炭の増量に伴って銀の採収率は銅の採収率(文5表)に悪影響を与えていることが予想される。

次に有意差は認められたが、配合比についての  $F_0$  は 6.51 と大きく、ほとんどの場合 5% の有意差に近いため

参考までに各水準の平均値を求めておくと次のようになります。

配合比	石炭 67% : 272 37%	$\bar{x}_1 = 74.7\%$
"	50% : " 50%	$\bar{x}_2 = 77.0\%$
"	37% : " 67%	$\bar{x}_3 = 80.2\%$

この結果から、石炭の量を増加すると銀の採取率が低下する  
ことが考えられ、これは表-8の石炭添加量試験と同じである

理由として、石炭はコークスに比べ燃焼しやすいために、セグレーション  
雰囲気が強還元雰囲気になるか、或は残留カーボンの量が少なくて  
セグレーションの悪影響を与えるのでおおいに推定している。

(2) 逆算採取率

要因	SS	DF	F	F <sub>0</sub>	判定	備考
還元剤の量	8.323	2	4.162	3.07		$F_0^2(0.01) = 10.8$
配合比	2.541	2	1.271			$F_0^2(0.05) = 5.14$
誤差	5.596	4	1.399			
計	16.460	8				

有意差あり

有意差は認められるから、F<sub>0</sub>の最も大きい要因の還元剤  
の量について、各水準の平均を求めておくと次のようになります。

順算採取率	還元剤の量 4%	$\bar{x}_1 = 78.8\%$
	5%	$\bar{x}_2 = 78.4\%$
	6%	$\bar{x}_3 = 73.4\%$

逆算採取率	還元剤の量 4%	$\bar{x}_1 = 81.2\%$
	5%	$\bar{x}_2 = 82.1\%$
	6%	$\bar{x}_3 = 75.8\%$

以上の結果から、銅、銀と還元剤の量は5%以下の方が好成績  
がえられることが推定される。

大3回 L<sub>8</sub> 文11表 銅採取率に炭移炭素量、温度及反応時間の関係

(1) 順算採取率

要因	SS	φ	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
還元剤の量	70,500	1	70,500	53.1	**	$F_4^1(0.01) = 21.2$
セグV温度	29,161	1	29,161	22.0	**	$F_4^1(0.05) = 7.71$
反応時間	10,296	1	10,296	7.75	*	
誤差	5,315	4	1,328			
計	115,272	7				

還元剤の量とセグV温度それぞれに1%の有差、反応時間に5%の有差が認められた。

還元剤の量、2% (対原銅) の場合  $\bar{x}_1 = 89.0\%$   
3% ( " ) "  $\bar{x}_2 = 87.6\%$

セグV温度 180°C の場合  $\bar{x}_1 = 72.3\%$   
820°C "  $\bar{x}_2 = 84.3\%$

反応時間 25分 の場合  $\bar{x}_1 = 74.7\%$   
35分 "  $\bar{x}_2 = 81.9\%$

(2) 逆算採取率

要因	SS	φ	V	F <sub>0</sub>	判定	備考
還元剤の量	67,896	1	67,896	32.8	**	$F_4^1(0.01) = 21.2$
セグV温度	26,106	1	26,106	12.6	*	$F_4^1(0.05) = 7.71$
反応時間	9,045	1	9,045	4.37		
誤差	8,225	4	2,067			
計	111,322	7				

還元剤の量に1%の有差、セグV温度に5%の有差が認められた。

還元剤の量 2% (対原銀) の場合  $\bar{x}_1 = 69.8\%$   
 3% " " "  $\bar{x}_2 = 88.3\%$

セグV温度 780°C の場合  $\bar{x}_1 = 73.3\%$   
 820°C " "  $\bar{x}_2 = 84.8\%$

文3回 L8 文12表 銀採取率に及ぼす還元剤温度、反応時間の関係

(1) 順算採取率

要因	SS	$\phi$	$V$	$F_0$	判定	備考
還元剤の量	2.926	1	2.926	2.42		$F'_5(0.01) = 16.3$
セグV温度	14.196	1	14.196	11.75	*	$F'_5(0.05) = 6.61$
反応時間	9.00	1	1.208			
誤差	5.141	4				
計	23.163	7				

セグV温度に5%の有意差が認められた。

セグV温度 780°C の場合  $\bar{x}_1 = 70.6\%$   
 820°C " "  $\bar{x}_2 = 79.0\%$

(2) 逆算採取率

要因	SS	$\phi$	$V$	$F_0$	判定	備考
還元剤の量	3.741	1	3.741	4.63		$F'_5(0.01) = 16.3$
セグV温度	11.935	1	11.935	14.8	*	$F'_5(0.05) = 6.61$
反応時間	15.3	1	8.07			
誤差	3.883	4				
計	19.712	7				

セグV温度に5%有意差が認められた。

セグV温度 780°C の場合  $\bar{x}_1 = 71.1\%$   
 820°C " "  $\bar{x}_2 = 78.9\%$

## 3.7 解析結果の検討

ハル-国産石炭の使用の可能性について L<sub>9</sub>テスト 2回  
L<sub>8</sub>テスト 1回の試験を実施し、文6章に示す如き解析

結果を示す。この結果について検討を加えておくと次の事が  
考えられる。

(1) 石炭がコークスの代替品としての可能性は元1回 L<sub>9</sub>  
で認められるが、その使用量は銅、銀の採取率にテリケト  
に影響する。

即ち 5% (対原鉱) 以上の添加は成績が低下し、10% になると

大中の成績低下も起こす。この現象はコークス単味のときにも  
現はれた現象である。

石炭はコークスに比べ燃焼し易く、このことが還元剤の還元性  
を強めセグレゲーションに必要な弱還元性を越えて強還元性

になることを推定する。この現象は還元剤の添加量の減少も  
可能になる好条件であり、コークスと石炭を適当な

量に配合すれば石炭は還元剤とセグレゲーションに適する  
状態に係り、コークスは揮発性塩化銅又は塩化銀

を金属状態に還元する還元剤として働く。それを重要な  
役割を分担するようになる。

(2) 元1回 L<sub>9</sub>テストの結果から、コークスと石炭を混合使用し  
その配合比による効果と還元剤の減量の可能性を求め

元2回 L<sub>9</sub>テストを実施した。この結果は元1回試験結果  
より推定したことにほぼ一致した。

還元剤の量は 4%、5% が良好な結果を得、配合比に  
ついては統計的に有意差は認められなかったが、その平均

値は元1回に示す通りである。



文13表 石炭、コークス配合比の影響

石炭配合比 (%)	還元剤の量 (%)	銅採取率 (%)		銀採取率 (%)		備考
		順算	逆算	順算	逆算	
33	4	93.6	94.0	80.5	81.4	
	5	97.3	93.7	82.7	82.8	
	6	91.8	92.1	77.3	81.3	
	平均	94.2	93.3	80.2	81.8	
50	4	89.7	92.4	78.1	79.9	
	5	93.7	92.7	78.4	81.2	
	6	87.7	88.9	74.5	75.6	
	平均	90.4	90.3	77.1	78.9	
67	4	94.7	95.2	77.8	82.3	
	5	96.7	92.3	77.8	82.4	
	6	78.9	78.1	68.5	68.9	
	平均	90.1	88.5	74.7	77.9	

この結果から石炭配合比は50%以下の方が毎度しているために還元剤添加量6%の時のデータを用いると配合比の影響は小さくなり、三者の差はほとんど認められない。

(3) 以上の結果より還元剤の更に減量を試み、配合比は中間の50%を取って文3回目のL8試験を実施した。

この試験では他の要因としてセグレーション/温度とセグレーション時間と採用した水準で行った。

この結果還元剤の量を対原初の2%迄減量すると成績が大巾に低下し、3%の場合も前回のL9テストの5%、4%

に及ばないことがわかった。又当該試験においては銅と銀のセグレーションにおける

挙動に若干違う傾向が見受けられ銅の増量は還元剤の量の減量か成績低下に最も大きな影響を及ぼすか銀の増量

成績低下のAはす影響は還元剤の量の減少よりむしろ温度の低下の方が影響が大きいことが示された。

このことから、バレンジャー炉のろうの銀の回収を重視的に考える場合はセグレーション温度を比較的高くすれば還元剤の量を減量できる見通しを得た。

### § 8. 2kg 試験找らるる 確認試験

100gの基礎試験で還元剤に石炭を混合してセグレーションを行う場合の概略条件を求めることができたので、次に2kg

セグレーション試験找らを用いてその確認試験を実施した。当試験においては基礎試験で銀の回収に温度の影響

が予想されたので、炉内のセグレーションにおける温度上昇速度を加減する目的で給鉱量を1.5kg, と1.0kgの

二つのケースに分けて試験を実施した。

試験の条件次の通りである。

#### [共通条件]

セグレーション: セグレーション指示温度; 850°C (外部温度)  
(炉内温度推定 820°C)

セグレーション時間; 30分

炉の冷却; 窒素封入による水冷

還元剤; 5% (コークス 1/2, 石炭 1/2 混合)

塩化剤; 食塩 0.5%

篩選	: 粗選; 篩選時間 15分	} KAX 200 $\mu$ Z-200 50 $\mu$ 50 $\mu$ 100 $\mu$ A-P 150 $\mu$ PH 11
	又=精選; 篩選時間 10分	
	又=精選; 篩選時間 8分	

表 14 表 2kg セグメント 試験機 V83 確認試験結果

(1) 5-21 原鉱量 1.5kg

鉱種	鉱量 (%)	品位		銅採収率 (%)		銀採収率 (%)		備考
		Cu (%)	Ag (g/t)	順算	逆算	順算	逆算	
原 鉱	100.00	1.37	412	100.0		100.0		$\begin{array}{c} F \\ \left[ \begin{array}{c} RC_1 \\ T \end{array} \right] \\ \left[ \begin{array}{c} RC_2 \\ M_1 \end{array} \right] \\ C \\ M_2 \end{array}$
" (逆算)		(1.36)	(416)		(100.0)		(100.0)	
精 鉱	4.88	24.17	6.550	84.9	86.6	77.5	76.8	
片又 2	0.96	0.59	2.12	0.4	0.4	0.5	0.5	C+M <sub>2</sub> +M <sub>1,0</sub>
片又 1	2.25	0.21	120	0.3	0.4	0.7	0.6	品位 Cu 14.86, Ag 4.047
尾 鉱	81.89	0.21	112	12.4	12.6	22.3	22.1	順算採収率 Cu 85.6, Ag 78.7
焙焼口				2.0		-1.0		逆算採収率 Cu 87.4, Ag 77.9

(2) 5-22 原鉱量 1.0kg

鉱種	鉱量 (%)	品位		銅採収率 (%)		銀採収率 (%)		備考
		Cu (%)	Ag (g/t)	順算	逆算	順算	逆算	
原 鉱	100.0	1.37	412	100.0		100.0		$\begin{array}{c} F \\ \left[ \begin{array}{c} RC_1 \\ T \end{array} \right] \\ \left[ \begin{array}{c} RC_2 \\ M_1 \end{array} \right] \\ C \\ M_2 \end{array}$
" (逆算)		(1.34)	(411)		(100.0)		(100.0)	
精 鉱	4.92	24.47	6.650	86.6	89.6	79.4	79.6	
片又 2	0.76	1.13	378	0.6	0.6	0.7	0.7	C+M <sub>2</sub> +M <sub>1,0</sub>
片又 1	1.77	0.25	120	0.3	0.4	0.5	0.5	品位 Cu 16.33, Ag 4.457
尾 鉱	78.95	0.16	100	9.1	9.4	19.2	19.2	順算採収率 Cu 87.5, Ag 80.6
焙焼口				3.4		0.2		逆算採収率 Cu 70.6, Ag 80.8

2kg 試験材料においては鉱量を減らし、鉱石の昇温速度を早く  
 して、その成績が向上する傾向が認められるが、1.5kg と 1.0kg

の間には大差はない。

2kg 試験材料と 100g 試験材料の成績のちよほ同一セグV条件  
 の成績と比較する。

2kg 試験材料: 粗精鉱品位; Cu 16.33%, Ag 4.459%  
 順算採収率; Cu 87.5%, Ag 80.6%  
 逆算採収率; Cu 90.6%, Ag 80.8%

(2kg 試験材料テスト 5-22)

100g 試験材料: 粗精鉱品位; Cu 78.5%, Ag 2.290%  
 順算採収率; Cu 93.7%, Ag 78.4%  
 逆算採収率; Cu 92.7%, Ag 81.2%

(100g 試験材料テスト 2回 L9 テスト No-5)

とあり、2kg 試験材料は 100g 試験材料の成績とほぼ再現し  
 ていることが考えられる。

### §9. 考察

これより実験の結果から石炭をセグVゲーションに利用する一連  
 の試験から次のことが云える。

- (1) 石炭をコークスの代用としてセグVゲーションに利用できる。
- (2) 石炭単味の場合にはその添加量の変動によって、セグV  
 成績が大きく変動することが考えられ、不安定である。

したがってコークスの混合に使用する方法が望ましく、  
 石炭の配合比は、略 50% 程度であるが、配合比の詳細

の決定はもう少し実験を必要とする。

(3) 石炭を使用することによって還元剤の添加量を減少でき、5%以下でセグレーションは可能である。

(4) セグレ産物の化学分析方法、特に銀に關しては従来の王水法から弗酸法と切替えることが必要である。この

原因として、銀銜物が珪酸質の表面をカバーしていることも予想されるが、銅と銀のセグレーションの仕組み

の遡り、銀の採取率向上試験（尾鉱中の銀品位の低下）等更に究明する計画である。

以上

#### ホル側カウンターパート

セグレーション：ホルハ・ヤスハ

メルセデス・ミヤリ

分析：オルガ・ホルデス

マリヤ・ハラ

ポル・共和国

ペレシダラ銀セグレーション基礎試験

(五 報)

セグレーション条件の変更のセグレーション成績(特に銀に与る採収率)  
に及ぼす影響について

昭和 62 年 1 月

ポル・酸化銀処理プロジェクト

向 井 靖 雄

中 尾 正 英

浅 利 金 三

井 子 弘 司