

# 目 次

1. 序 章	1
1.1 金属製錬概説	1
1.2 製錬反応と熱力学	6
参 考 文 献	12
2. 原料の予備処理	13
2.1 はじめに	13
2.2 鉱石と選鉱	13
2.2.1 鉱 石	13
2.2.2 選 鉱	14
2.3 乾燥およびか焼	22
2.3.1 乾 燥	22
2.3.2 か 焼 (煨焼)	23
2.4 焙 焼	25
2.4.1 酸 化 焙 焼	26
2.4.2 硫 酸 化 焙 焼	32
2.4.3 その他の焙焼	34
2.4.4 焙 焼 炉	37
2.5 塊 状 化	39
2.5.1 団 鉱	39
2.5.2 ペレタイジング	39
2.5.3 焼 結	41
参 考 文 献	44
3. 乾 式 製 錬	45
3.1 はじめに	45
3.2 熔融製錬の化学	45

3.2.1	熔融金属	46
3.2.2	マット(鉍：かわ)	50
3.2.3	スパイス(砒鉍)	53
3.2.4	スラグ(鉍滓)	54
3.3	酸化鉍の還元熔融製錬	59
3.3.1	還元溶錬の原理と反応	59
3.3.2	還元溶錬の実際例	62
3.4	硫化鉍の熔融製錬	63
3.4.1	硫黄-酸素ポテンシャル図による溶錬過程の説明	63
3.4.2	マットを作る熔融製錬	65
3.4.3	マットの酸化脱鉄と粗金属の生成	69
3.4.4	直接または連続溶錬法	74
3.5	装入物調合計算および熱計算	76
3.6	固体還元と揮発製錬	76
3.6.1	固体還元	77
3.6.2	揮発製錬	79
3.7	乾式精製	88
3.7.1	溶離による精製	89
3.7.2	蒸留による精製	91
3.7.3	第3金属の添加による精製	94
3.7.4	酸素, 硫黄, 塩素などによる精製	96
3.7.5	アルカリ, アルカリ土類化合物の添加による精製	98
3.7.6	熱解離, 不均化反応など特殊な反応を利用する精製	99
3.8	排煙処理	100
3.8.1	ダスト回収	100
3.8.2	ガスの利用と除害	104
3.8.3	大気汚染の防止	106
	参考文献	107
4.	湿式製錬	(栗倉泰弘) 109
4.1	はじめに	109
4.2	湿式製錬の化学	111

4.3 浸 出	118
4.3.1 浸 出 工 程	118
4.3.2 浸 出 反 応	119
4.4 浄液と濃縮	123
4.4.1 加 水 分 解	124
4.4.2 共 沈	124
4.4.3 特殊な沈殿剤添加による化合物の生成	124
4.4.4 還元による金属または金属化合物の生成	125
4.4.5 イオン交換と溶媒抽出	125
4.5 金属および化合物採取	127
4.5.1 セメンテーション	127
4.5.2 ガス還元	128
4.5.3 結 晶 化	129
4.5.4 金属の電解採取	129
参 考 文 献	129
5. 電 解 製 錬	(栗倉泰弘) 130
5.1 は じ め に	130
5.2 電解製錬の化学	133
5.2.1 標準電極電位	134
5.2.2 過電圧と電極反応速度	135
5.3 電 解 精 製	137
5.3.1 ア ノ ー ド	138
5.3.2 カ ソ ー ド	139
5.3.3 電 解 浴	141
5.3.4 添 加 剤	141
5.4 電 解 採 取	142
5.4.1 電 極	142
5.4.2 電 解 浴	143
5.4.3 分 解 電 圧	143
5.4.4 Znの電解採取	145

5.5 溶融塩電解	146
5.5.1 溶融塩電解の基礎	147
5.5.2 アルミニウムの溶融塩電解	148
参 考 文 献	150
6. 主要金属の製錬法	(阿座上竹四) 151
6.1 はじめに	151
6.2 銅 製 錬	151
6.2.1 乾 式 製 錬	151
6.2.2 湿 式 製 錬	155
6.3 鉛 と スズ	155
6.3.1 乾 式 鉛 製 錬	155
6.3.2 粗 鉛 の 精 製	157
6.3.3 スズ 製 錬	158
6.4 亜鉛とカドミウム	159
6.4.1 乾式亜鉛製錬	159
6.4.2 乾 式 精 製	161
6.4.3 湿 式 製 錬	161
6.4.4 含亜鉛原料からの亜鉛の回収・リサイクリング	162
6.4.5 カドミウムの回収	162
6.5 ニッケルとコバルト	163
6.5.1 ニッケル硫化鉱の乾式製錬	163
6.5.2 ニッケル硫化鉱の湿式製錬	164
6.5.3 ニッケル酸化鉱の乾式製錬	164
6.5.4 ニッケル酸化鉱の湿式製錬	164
6.5.5 コバルトの製錬	165
6.6 金, 銀, 白金	166
6.6.1 金 銀 製 錬	166
6.6.2 白金族元素の回収	166
6.7 タングステンとモリブデン	167
6.7.1 タングステン製錬	167
6.7.2 モリブデン製錬	168

6・8	アルミニウムとマグネシウム	168
6・8・1	アルミニウム製錬	168
6・8・2	マグネシウム製錬	170
6・9	チタンとシリコン	170
6・9・1	チタン製錬	170
6・9・2	シリコン製錬	173
	参 考 文 献	174
付 録		
付 1	化合物の標準生成自由エネルギー …(板垣乙未生)	175
付 2	標準自由エネルギー変化 ……………(板垣乙未生)	176
付 3	温度 298 K における水溶液の標準電極電位 ……………(栗倉泰弘)	189
付 4	水溶液系における熱力学的データ ……………(栗倉泰弘)	191
付 5	記号, 用語の説明……………	196
付 6	単位記号およびそれらと従来単位との換算……………	197
付 7	10の整数倍を表わす接頭語 ……………	198
索 引	……………	199