

## 目 次

第4章 金属取引編（馬場、桜井主任研究員）	1
4.1. 金属取引所とその役割	1
(1) LME の概要	1
(2) LME の機能	2
(3) LME の取引種類	5
(4) LME の契約タイプ	7
(5) LME のメンバー	9
(6) LME の歴史	10
4.2. LME 価格の推移	12
4.3. 買鉱条件	13
(1) 買鉱製錬の歴史	13
(2) TC/RC	16
(3) 契約内容	18
(4) ヘッジ操作	19
(5) Pb、Zn の TC 動向	19
第5章 加工編（諏訪、島田、大井、大山、太田、竹田主任研究員）	21
5.1. 電線	21
5.1.1. 電線とは	21
(1) 生活と電線	21
(2) 産業と電線	22
(3) 電線の種類と役割	22
5.1.2. 電線の歴史	24
(1) 電気の語源	24
(2) 最初の電気伝送	24
(3) 電流の発見	24
(4) 発電機と変圧器の考案	25
(5) 電信機の発明	25
(6) 銅線製造のはじまり	26
(7) 海底電信線の敷設	26
(8) 電話機の発明	26
(9) 電気ランプの製造に成功	26
(10) 日本における電気事業のはじまり	26
(11) 電線産業の成長時代	27

(12) 技術への挑戦時代	27
(13) 繁栄時代	27
(14) 電線用材料の進歩	28
(15) さまざまな電線の開発	28
(16) これからの電線	29
5.1.3. 電線の種類と用途	30
5.1.3.1. 電力用の電線	31
(1) 送電用の電線	31
(2) 配電用の電線	37
(3) 配線用の電線	37
5.1.3.2. 通信用の電線	43
(1) メタル通信ケーブル	44
5.1.3.3. 巻線	53
(1) 横巻線	53
(2) エナメル線	55
5.1.3.4. 機器用の電線	58
(1) 電気機器用の電線	58
(2) 電子・通信機器用の電線	60
5.1.3.5. 輸送用の電線	61
(1) 自動車用電線 (AV 線)	61
(2) 航空機用電線	62
(3) 船用電線 (舶用線)	62
(4) 車両用電線	64
(5) エレベーター用電線	64
5.1.4. 電線の製造工程	65
5.1.4.1. 銅およびアルミから導体ができるまで	65
(1) 荒引線の製造工程	65
(2) 伸線工程	66
(3) 焼鈍 (どん) 工程	67
(4) 錫めつき工程	67
(5) 撚 (より) 線工程	67
5.1.4.2. 絶縁電線の製造工程	68
5.1.4.3. 電力ケーブルの製造工程	69
5.1.4.4. メタル通信ケーブルの製造工程	70
5.1.4.5. 光ファイバケーブルの製造工程	71
5.1.4.6. 巻線の製造工程	72

5.1.5. 電線の材料	73
5.1.5.1. 導電材料	73
5.1.5.2. 被覆材料	74
5.1.5.3. 主な材料の製造方法	74
5.1.5.4. 主な材料と用途	75
5.1.6. 世界の電線産業	77
5.1.6.1. 世界の電線需要	77
5.1.6.2. 世界の電線メーカー	79
5.1.7. 日本の電線産業	79
5.1.7.1. 企業数・従業員数	80
5.1.7.2. 出荷量と出荷額で見る市場規模の推移	81
5.1.7.3. 電線業界の変遷と事業提携	83
5.1.7.4. 輸出入	85
5.1.7.5. 日系企業の海外進出	87
5.1.8. 電線・ケーブルに関する主な法規、規格等	89
(1) 国内法・省令	89
(2) 規格等（国内、国際、海外）	90
5.2. 伸銅	101
5.2.1. 伸銅品とは	101
5.2.2. 伸銅品の歴史	101
(1) 近世の伸銅業	101
(2) 近代的伸銅業のはじまり	104
5.2.3. 伸銅品の生産、輸出入	105
5.2.4. 伸銅品の種類と特性	109
(1) 銅全般	109
(2) 合金の種類	115
(3) 純銅	115
(4) 純銅系希薄銅合金	119
(5) 黄銅	123
(6) 快削黄銅	130
(7) りん青銅	132
(8) 洋白	138
(9) ベリリウム銅	139
(10) チタン合金	141
(11) コルソン合金（コルソン銅）	142
(12) Cu-2.3Fe（19400）	143

5.2.5. 伸銅品の製造工程	148
5.2.5.1. 銅および合金条の製造方法	148
(1) 溶解鑄造	149
5.2.5.2. 板条の製造方法	154
(1) 材料設計の基礎	154
(2) 圧延加工	157
(3) 熱処理	158
5.2.5.3. その他形状（線、棒、管）の製造方法	161
(1) 押出	161
(2) 内面溝付け加工	162
5.2.6. 伸銅品のトピックス	163
(1) 銅管の高性能化	163
(2) 銅管の蟻の巣状腐食と対策	164
(3) 快削黄銅棒のPbフリー化	164
(4) 日本の電子条の発展 半導体リードフレーム材の開発	166
5.2.7. 伸銅品に関する主な法規（国内）、規格等（国内、海外）	178
(1) 国内法	178
(2) 規格等（国内、海外）	179
5.3. 亜鉛・鉛製品	187
5.3.1. 亜鉛めっき	187
(1) 溶融亜鉛めっき	189
(2) 電気亜鉛めっき	191
5.3.2. 伸銅品（銅・亜鉛合金）	193
5.3.3. ダイカスト	194
5.3.4. 無機薬品	196
(1) 亜鉛化成品	196
(2) 鉛化成品	197
5.3.5. 電池	197
(1) 亜鉛	197
(2) 鉛	198
5.3.6. はんだ	200
5.4. ニッケル製品	202
5.4.1. ステンレス鋼	202
(1) オーステナイト系（SUS304系）	202
(2) 2相系ステンレス（SUS329系）	203
(3) フェライト系（SUS430系）	203

(4) マルテンサイト系 (SUS410 系) .....	203
5.4.2. 耐熱・特殊合金 .....	206
(1) 耐熱・耐酸性特殊合金 .....	206
(2) リードフレーム .....	207
(3) コバール材 .....	207
(4) 磁気特性合金 .....	207
5.4.3. めっき .....	208
(1) リードフレームへの下地めっき .....	208
(2) 電鍍 .....	208
(3) セルメット .....	209
5.4.4. 電池材料 .....	209
(1) ニッケル水素電池 .....	210
(2) リチウムイオン電池 (LiB) .....	212
(3) 生産量推移とニッケル必要量 .....	213
(4) 燃料電池 (SOFC) 用途 .....	216
5.4.5. 触媒 .....	216
5.4.6. MLCC 用ニッケル電極 .....	217
第 6 章 リサイクル編 (渡辺、桜井、竹田、大井主任研究員) .....	220
6.1. 非鉄金属のリサイクル .....	220
6.1.1. 非鉄金属のリサイクルの現状と動向 .....	220
(1) 日本における銅、鉛、亜鉛のリサイクル .....	221
(2) 世界の地金生産におけるリサイクル原料比率について .....	230
(3) 世界のリサイクル企業について .....	235
(4) 日本のリサイクル企業について .....	238
6.1.2. リサイクルの現状と問題点 .....	242
(1) リサイクルの効果 .....	242
(2) リサイクル技術の問題点 .....	243
(3) 廃家電 (E-Waste、WEEE) のリサイクル問題 .....	248
6.1.3. 持続可能な開発と非鉄産業の役割 .....	251
(1) 持続可能な開発とは .....	251
(2) 循環型社会とは .....	252
(3) 非鉄業界と持続可能な開発 .....	252
(4) 非鉄製錬企業の動向 .....	254
6.1.4. ステンレスのリサイクル .....	259
6.1.5. 電池材料のリサイクル .....	259

(1) 小型電池のリサイクル (JBRC) .....	259
(2) 自動車メーカーの取り組み .....	260
(3) 非鉄製錬各社の取り組み .....	265
6.1.6. その他のニッケルリサイクル .....	270
6.1.7. 中国のスクラップ輸入規制 .....	271
(1) 中国の環境 .....	271
(2) スクラップ輸入禁止政策 .....	271
(3) 銅需要への影響 .....	273
(4) 中国の銅スクラップの輸入状況 .....	274
(5) 日本の動向 .....	275
6.1.8. リサイクルの法的環境整備 (バーゼル法の改正等) .....	278
(1) 全体法・計画 .....	278
(2) 個別 6 法 .....	280