

## II. マンガンの用途別・品種別消費動向

### 1. マンガン鉱石の用途別消費動向

マンガン鉱石の用途別消費の典型的なケースとして、日本とアメリカについて示すと Table C-5 から Table C-8 のとおりである。

さらにこれを 1980 年について整理すると次のとおりである。

		(1,000 t)	
日本	}	鉄鋼部門	2,609
			(94.6%)
	}	非鉄鋼部門	149
			(5.4%)
2,758			
		}	
		フェロマンガン用	1,399
			(53.5%)
		製鉄製鋼用	927
			(37.5%)
アメリカ	}	鉄鋼部門	779
			(80.3%)
	}	非鉄鋼部門	192
			(19.7%)
971			
		}	
		フェロマンガン用	660
			(68.0%)
		製鉄製鋼用	119
			(12.3%)

上記対比から次のことが言える。

- a. 日本のフェロマンガン用鉱石消費量は、アメリカの 2 倍である。
- b. アメリカにおける製鉄製鋼用鉱石消費量は、日本の 1/10 である。
- c. アメリカにおける非鉄鋼部門用マンガン鉱石の消費量は、日本と似た水準にある。

これらの理由として考えられることは、

- a. 1973 年のオイル危機によるエネルギー価格の高騰と環境対策費等の増大により、アメリカのフェロマンガン産業のコスト競争力が低下し、アメリカにおいてフェロマンガンの輸入が増大したこと。
- b. マンガンを鉄鋼に添加する場合、鉱石で行うかフェロマンガンで行うか、添加方

Table C-5 Consumption of Manganese ore by End-use in Japan, 1968 to 1980

(1,000 MT)

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
<b>Iron and Steel <sup>1)</sup></b>													
Ferro-manganese production	1,095	1,169	1,445	1,737	1,756	1,808	1,939	1,941	1,792	1,535	1,336	1,625	1,586
Addition blast furnaces	755	999	1,163	1,191	1,160	1,428	1,445	1,401	1,264	1,109	992	1,031	1,023
Subtotal	1,850	2,168	2,608	2,928	2,916	3,236	3,384	3,342	3,056	2,644	2,328	2,656	2,609
Other than iron and steel <sup>2)</sup>													
Electrolytic manganese dioxide production	101	116	132	143	126	134	151	114	90	85	93	99	100
Electrolytic metallic manganese production	22	24	35	48	42	31	29	21	21	21	19	15	16
Dry cells, medicine, etc.	38	44	51	50	47	51	47	35	40	41	37	33	33
Subtotal	161	184	218	241	215	216	227	170	151	147	149	147	149
Total	2,011	2,352	2,826	3,169	3,131	3,452	3,611	3,512	3,207	2,791	2,477	2,803	2,758

Sources: 1) Research and Statistics Department, Minister's Secretariat, Ministry of International Trade and Industry, Government of Japan, Yearbook of Iron and Steel Statistics

2) The Study Team

Table C-6 Consumption Share of Manganese Ore by End-use in Japan, 1968 to 1980

(%)

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
<b>Iron and Steel:</b>													
Ferro-manganese production	54.5	49.7	51.1	54.8	56.1	52.4	53.7	55.3	55.9	55.0	53.9	58.0	57.5
Pig iron and steel	37.5	42.5	41.2	37.6	37.0	41.4	40.0	39.9	39.4	39.7	40.0	36.8	37.1
Subtotal	92.0	92.2	92.3	92.4	93.1	93.7	93.7	95.2	95.3	94.7	94.0	94.8	94.6
<b>Other than iron and steel:</b>													
Electrolytic manganese dioxide production	5.0	4.9	4.7	4.5	4.0	3.9	4.2	3.2	2.8	3.0	3.8	3.5	3.6
Electrolytic metallic manganese production	1.1	1.0	1.2	1.5	1.3	0.9	0.8	0.6	0.7	0.8	0.8	0.5	0.6
Dry cells, medicine, etc.	1.9	1.9	1.8	1.6	1.6	1.5	1.3	1.0	1.2	1.5	1.4	1.2	1.2
Subtotal	8.0	7.8	7.7	7.6	6.9	6.3	6.3	4.8	4.7	5.3	6.0	5.2	5.4
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Source : Table C-5

Table C-7 Consumption share of manganese ore by end-use in USA, 1968 to 1980  
(35% Mn and over)

(1,000 MT)

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Metallurgical:													
Manganese alloys and metal	1,846	1,821	910	1,672	1,752	1,532	1,289	1,310	1,146	841	755	829	660
pig iron and steel	106	143	98	170	192	216	202	160	130	182	199	209	119
Subtotal	1,952	1,964	2,008	1,842	1,944	1,748	1,491	1,470	1,276	1,023	954	1,038	779
Non-metallurgical	157	118	143	119	177	198	220	184	176	210	208	207	192
Total	2,109	2,082	2,151	1,961	2,121	1,946	1,711	1,654	1,452	1,233	1,162	1,245	971

Source: The U.S. Bureau of Mines, Mineral Yearbook

Table C-8 Consumption Share of Manganese Ore by End-Use in USA, 1968 to 1980

(%)

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Metallurgical:													
Manganese alloys and metal	87.5	87.5	88.8	85.3	82.6	78.7	75.3	79.2	78.9	68.2	65.0	66.6	68.0
Pig iron and steel	5.0	6.9	4.6	8.7	9.1	11.1	11.8	9.7	8.9	14.8	17.1	16.8	12.3
Subtotal	92.5	94.4	93.4	94.0	91.7	89.8	87.1	88.7	87.8	83.0	82.1	83.4	80.3
Non-metallurgical	7.5	5.6	6.6	6.0	8.3	10.2	12.9	11.3	12.2	17.0	17.9	16.6	19.7
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Source: Table C-7

法についてのアメリカと日本の製鉄、製鋼技術に由来する経済的な評価の違いが主因であるといわれていること。

なお参考のため日本、アメリカをはじめいくつかの国の高炉用鉱石の使用量および鉄鉄トン当りの鉱石消費量を Table C-9、C-10 に示す。

Table C-9 Selected Countries: Additions of Manganese Ore to Blast Furnaces, 1973 to 1980

(1,000 MT)

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Japan	1,440	1,470	1,440	1,310	1,130	952	1,058	1,107
USA	283	293	208	210	252	298	286	178
Germany, FR	200	249	162	207	190	208	---	---
Italy	167	133	141	135	171	189	---	---
UK	108	100	104	138	158	90	---	---
France	80	90	70	70	75	80	---	---
Australia	50	58	71	94	102	96	---	---
South Africa	49	66	78	96	101	100	---	---

Note : --- Data unavailable

Source: Roskill Information Service Ltd., The Economics of Manganese

Table C-10 Addition of Manganese Ore to Blast Furnace per ton of Pig Iron in Selected Countries, 1973 to 1980

(kg Mn Ore)

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Japan	16.0	16.3	16.6	15.1	13.2	12.1	12.6	12.7
USA	3.1	3.4	2.9	2.7	3.4	3.7	3.6	2.9
Germany, FR	1.4	6.2	5.4	6.5	6.6	6.9	---	---
Italy	16.5	11.3	12.4	11.5	14.9	16.6	---	---
UK	6.3	7.1	8.6	10.0	12.7	7.8	---	---
France	3.9	4.0	3.9	3.7	4.1	4.3	---	---
Australia	6.5	8.0	9.3	12.7	15.1	13.1	---	---
South Africa	11.3	14.3	15.1	16.6	17.3	16.9	---	---

Note : --- Data unavailable

Source: Table C-9

Japan Federation of Iron and Steel Industry, Overseas Iron and Steel Statistics

## 2. フェロマンガンの品種別消費動向

自由世界主要国のフェロマンガンの品種別の消費比率（注1）は相対的には高炭素フェロマンガンが最も多く74%を占め、シリコマンガンは16%、中・低炭素フェロマンガンは10%である。

しかし国別の差は大きく、日本、ブラジル、スペインはシリコマンガンの使用比率が高く、高炭素フェロマンガンに近い値になっている。これは、フェロマンガンを電気炉で製造しているため、高炭素、中・低炭素フェロマンガンスラグを原料とするシリコマンガンも並行して生産されるため、シリコマンガンの価格がフェロシリコンと高炭素フェロマンガンを組合わせて使用するよりも、相対的に安いからであろう。

アメリカ、ドイツ連邦共和国、フランス、イギリスで、高炭素フェロマンガンの使用比率が高いのは、高炭素フェロマンガンしか製造できない高炉製造法が主体となっているためであろう。

自由世界主要国のフェロマンガンの品種別消費比率をTable C-11に、品種別、国別消費量の推移をTable C-12からTable C-14に示した。

Table C-11 Percentage of Ferro-Manganese Consumption by Type in Major Countries

	High-Carbon	Medium- and Low-Carbon	Silico-Manganese
Japan	49.1	9.3	41.6
USA	77.1	9.7	12.2
Brazil	53.7	11.7	34.6
France	73.6	20.4	6.4
Germany, FR	73.1	5.4	21.4
Spain	49.7	3.3	47.0
UK	82.0	8.5	9.5
World Average	73.7	10.3	16.0

Source: Tables C-12 thru C-14

（注1）スビーゲルはかつて平炉製鋼によく使用されたが、現在は平炉製鋼法の減少に伴い使用されなくなった。統計で調べてもアメリカなどでわずかに使用されている程で、消費比率も1%以下である。

Table C-12 Trends of High-Carbon Ferro-Manganese Consumption

(1,000 MT)

	1965	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Canada	a)	---	---	---	---	---	---	---	80	89	86	73	77	86	---	---
USA	---	---	---	---	f) 658	f) 620	---	---	a) 671	a) 1,029	a) 813	a) 821	a) 810	a) 887	---	---
Brazil	a)	---	---	---	---	---	---	---	57	60	63	64	71	73	---	---
Austria	a)	---	---	---	---	---	---	---	13	20	18	17	16	16	---	---
Belgium	a)	---	---	---	---	---	---	---	109	124	63	85	62	70	---	---
France	a)	---	---	---	---	---	---	---	222	215	159	170	165	173	---	---
Finland	a)	---	---	---	---	---	---	---	3	2	2	2	2	3	---	---
Germany, FR	a)	---	---	---	---	---	---	---	375	415	325	326	289	290	---	---
Italy	a)	---	---	---	---	---	---	---	175	200	185	210	202	194	---	---
Luxemburg	a)	---	---	---	---	---	---	---	56	59	45	45	44	49	---	---
Netherlands	a)	---	---	---	---	---	---	---	29	30	24	22	19	20	---	---
Spain	a)	---	---	---	---	---	---	---	88	74	91	80	84	75	---	---
Sweden	a)	---	---	---	---	---	---	---	59	66	42	37	19	29	---	---
UK	b)	---	---	---	---	---	---	---	236	204	181	192	177	164	---	---
South Africa	a)	---	---	---	---	---	---	---	32	33	37	37	36	38	---	---
Japan	c)	166	202	281	349	359	379	406	467	432	367	371	359	396	422	416
Australia	a)	---	---	---	---	---	---	---	48	44	42	49	57	58	---	---
Subtotal	d) 1,930	1,930	1,920	2,110	2,320	2,320	2,300	2,380	e) 3,900	4,420	3,890	3,950	3,900	4,160	d) 3,240	---
Silico-manganese	d) 800	870	910	1,000	1,150	1,180	1,280	1,450	e) 1,200	1,120	1,050	900	900	900	1,120	---
Medium-, low-carbon Ferro-manganese	d) 270	310	330	370	400	440	460	540	e) 570	600	540	570	580	580	d) 580	---
Mn																
Ferro-manganese Total	d) 3,000	3,110	3,160	3,480	3,870	3,940	4,040	4,370	e) 5,670	6,140	5,470	5,420	5,380	5,640	4,940	---

a) Roskill Report (1982) b) Metal Bulletin Handbook c) Japan Ferro-Alloy Association  
d) Estimated from b) and c) e) Estimated from a), b) and c) f) The U.S. Bureau of Mines

--- Data unavailable



Table C-13 Trends of Silico-Manganese Consumption

(1,000 MT)

	1965	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Canada	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	20	19	19	15	16	22	---	---
USA	---	---	---	---	f) 97	f) 83	---	---	f) 165	a) 161	a) 146	a) 140	a) 134	a) 140	f) 156	f) 141
Brazil	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	22	20	23	30	37	47	---	---
Austria	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	4	6	4	4	4	4	---	---
Belgium	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	24	22	8	11	11	14	---	---
France	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	17	16	15	14	12	14	---	---
Finland	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	9	9	9	8	10	12	---	---
Germany, FR	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	53	58	57	52	52	85	---	---
Italy	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	43	60	37	39	45	56	---	---
Luxembourg	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	0	0	0	0	0	0	---	---
Netherlands	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	0	0	0	0	0	0	---	---
Spain	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	53	56	69	71	76	71	---	---
Sweden	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	24	19	13	4	3	5	---	---
UK	b) 24	27	24	27	29	28	26	21	24	20	18	19	19	19	22	---
South Africa	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	3	3	3	6	9	10	---	---
Japan	c) 114	140	174	192	241	273	287	329	387	400	375	254	256	335	356	337
Australia	a) ---	---	---	---	---	---	---	---	18	31	13	19	9	3	---	---
Subtotal	d) 800	870	910	1,000	1,150	1,180	1,280	1,450 e)	1,200	1,120	1,050	900	900	900	1,120	---
High-carbon Ferro-Manganese	d) 1,930	1,930	1,920	2,110	2,320	2,320	2,300	2,380	3,900	4,420	3,890	3,950	3,900	4,160	3,240	---
Medium-, Low-Carbon Ferro-manganese	d) 270	310	330	370	400	440	460	540	e) 570	600	540	570	580	580	d) 580	---
Ferro-manganese Total	d) 3,000	3,110	3,160	3,480	3,870	3,940	4,040	4,370 e)	5,670	6,140	5,470	5,420	5,380	5,640	4,940	---

a) Roskill Report (1982) b) Metal Bulletin Handbook c) Japan Ferro-Alloy Association  
 d) Estimated from b) and c) e) Estimated from a), b) and c) f) The U.S. Bureau of Mines  
 --- Data unavailable

Table C-14 Trends of Medium- and Low-Carbon Ferro-Manganese Consumption

(1,000 MT)

	1965	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Canada	a)	---	---	---	f) 93	f) 92	---	---	9.4	9.9	8.7	6.1	7.0	6.6	---	---
USA	---	---	---	---	---	---	---	a) 124.1	a) 120.1	a) 101.6	a) 105.7	a) 102.3	a) 111.9	---	---	---
Brazil	a)	---	---	---	---	---	---	---	11.2	12.9	11.0	12.7	134	15.9	---	---
Austria	a)	---	---	---	---	---	---	---	0	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	---	---
Belgium	a)	---	---	---	---	---	---	---	0.8	0.8	4.5	3.1	3.2	3.5	---	---
France	a)	---	---	---	---	---	---	---	23.7	22.4	14.9	18.1	17.2	21.5	---	---
Finland	a)	---	---	---	---	---	---	---	0.2	0.4	0.5	0.5	0.7	1.0	---	---
Germany, FR	a)	---	---	---	---	---	---	---	44.6	51.1	41.2	48.8	42.1	47.9	---	---
Italy	a)	---	---	---	---	---	---	---	15.3	19.6	19.4	25.5	42.5	27.9	---	---
Luxembourg	a)	---	---	---	---	---	---	---	1.0	1.5	1.5	1.9	1.7	2.7	---	---
Netherlands	a)	---	---	---	---	---	---	---	1.6	1.9	2.1	1.6	0.8	1.1	---	---
Spain	a)	---	---	---	---	---	---	---	9.6	4.0	7.3	1.7	8.8	4.9	---	---
Sweden	a)	---	---	---	---	---	---	---	10.9	22.9	7.2	2.5	2.2	3.4	---	---
UK	b)	20.5	19.4	13.8	22.6	25.0	26.8	24.4	29.9	30.6	23.4	25.2	19.7	17.2	18.7	---
South Africa	a)	---	---	---	---	---	---	---	0.2	0.4	0.5	0.5	0.7	1.0	---	---
Japan	c)	19.9	28.1	32.2	42.0	51.0	62.5	64.6	73.8	88.3	80.6	91.7	79.4	75.4	84.6	96.3
Australia	a)	---	---	---	---	---	---	---	---	4.8	8.4	3.8	6.6	---	---	---
Subtotal	d) 270	310	330	370	400	440	460	460	e) 570	600	540	570	580	580	d) 580	---
High-carbon Ferro-Manganese	d) 1,930	1,930	1,920	2,110	2,320	2,320	2,300	2,380	e) 3,900	4,420	3,890	3,950	3,900	4,160	d) 3,240	---
Silico-Manganese	d) 800	870	900	1,000	1,150	1,180	1,280	1,450	e) 1,200	1,120	1,050	900	900	900	1,120	---
Ferro-manganese Manganese Alloy	d) 3,000	3,110	3,160	3,480	3,870	3,940	4,040	4,370	e) 5,670	6,140	5,470	5,420	5,380	5,640	4,940	---
Total	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

a) Roskill Report (1982) b) Metal Bulletin Handbook c) Japan Ferro-Alloy Association  
 d) Estimated from b) and c) e) Estimated from a), b) and c) f) The U.S. Bureau of Mines

--- Data unavailable

### 3. フェロマンガンの用途別消費動向

フェロマンガンの用途はすべて鉄鋼用であるが、その中をさらに分類すると、炭素鋼用、特殊鋼用および鋳鉄鋳鋼用の三つに分けることができる。

この三つの部門におけるフェロマンガンの消費量、および消費比率の推移をアメリカの例で示すと、Table C-15、C-16に示すとおりで、1970年の初めと後半とを比べると比較的目立つ変化が見られる。これを消費比率で見ると、炭素鋼では高炭素フェロマンガンとシリコマンガンは減少し、中・低炭素フェロマンガンは増加しているが、フェロマンガンとしては78%から74%に減っている。

特殊鋼では高炭素フェロマンガンとシリコマンガが増加し、フェロマンガンとしては15%から21%に増えている。

鋳鉄鉄鋼用はシリコマンガンの増加と、中・低炭素フェロマンガンの減少で、フェロマンガンとしては2.5%から4%に増加している。

これらの変化は、炭素鋼の高級化と、特殊鋼鋳鉄鋳鋼の量的拡大によるものであろう。

### 4. 粗鋼トン当りフェロマンガンのマンガン純分消費量の推移

フェロマンガンの消費水準の推移を、粗鋼トン当りのフェロマンガンのマンガン純分消費量で示すとTable C-17のとおりである。

自由世界諸国全体の水準は6.2-6.6 kgで、横這いであるが国別格差は大きい。

マンガン純分の消費量を国別にみると、オーストリア、オランダ、フィンランド、南アフリカなどが少なく、スウェーデン、ブラジル、ラテンアメリカ(ブラジルを除く)、オーストラリア等が多い。

このような差が生じる主な理由として、

- 1) 製鉄工程での高炉へのマンガン鉱石の添加量の差。
  - 2) 製鋼工程での製鋼方法の違いによるマンガン歩留り(注1)の差。
  - 3) 特殊鋼生産量の粗鋼生産量に対する比率によるマンガン消費量の差。
  - 4) 連続鋳造鋼片生産量の粗鋼生産量に対する比率による、マンガン消費量の差。
- などによるものといわれている。

---

(注1) 製鋼法別のマンガン歩留り

- 1) 平炉製鋼法 : 約60%
- 2) 純酸素転炉法 : 約90%
- 3) 電気炉法 : 約95%

Table C-15 Ferro-Manganese Consumption by End-Use in USA

(1,000 MT)

Steel type	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
<b>Carbon steel</b>												
High-carbon Ferro-manganese	528.0	508.0	---	---	---	---	528.8	544.6	522.2	586.4	571.6	452.2
Silico-manganese	61.3	52.6	---	---	---	---	88.3	67.7	67.3	75.4	75.2	74.4
Medium-, Low-carbon Ferro-manganese	67.1	65.3	---	---	---	---	82.3	96.0	93.7	107.1	107.6	85.0
Spiegeleisen	2.1	1.8	---	---	---	---	7.4	3.4	5.3	3.6	0.4	0.3
Subtotal	658.5	627.7	---	---	---	---	706.8	711.7	688.5	772.5	754.8	611.9
<b>Special steel</b>												
High-carbon Ferro-manganese	81.1	78.8	---	---	---	---	131.6	120.8	132.0	137.3	151.3	126.2
Silico-manganese	25.1	21.1	---	---	---	---	39.3	37.7	38.7	41.8	46.2	40.7
Medium-, Low-carbon Ferro-manganese	21.8	23.2	---	---	---	---	32.4	29.1	27.0	27.7	28.8	23.4
Spiegeleisen	0.4	---	---	---	---	---	0.5	0.3	0.1	---	---	---
Subtotal	128.4	123.1	---	---	---	---	203.8	187.9	197.8	206.8	226.3	190.3
<b>Cast irons &amp; steel</b>												
High-carbon Ferro-manganese	13.2	10.1	---	---	---	---	51.8	17.4	18.3	21.9	33.6	13.7
Silico-manganese	5.0	5.4	---	---	---	---	14.3	15.9	15.8	16.6	16.1	12.9
Medium-, Low-carbon Ferro-manganese	2.6	2.4	---	---	---	---	5.4	1.6	2.0	1.6	0.8	0.5
Spiegeleisen	1.5	1.2	---	---	---	---	0.5	4.1	0.8	---	---	---
Subtotal	22.0	19.1	---	---	---	---	72.0	39.0	36.9	40.1	50.5	27.1
<b>Miscellaneous</b>												
High-carbon Ferro-manganese	35.9	23.1	---	---	---	---	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.6
Silico-manganese	5.2	3.8	---	---	---	---	3.8	4.3	4.5	3.9	4.8	1.7
Medium-, Low-carbon Ferro-manganese	1.5	1.3	---	---	---	---	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	0.6
Spiegeleisen	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Subtotal	42.6	28.2	---	---	---	---	5.4	6.0	6.0	5.5	6.6	2.9
Total	851.8	798.1	---	---	---	---	988.0	944.6	929.2	1,024.9	1,038.2	832.2

Note : --- Data unavailable

Source: The U.S. Bureau of Mines, Mineral Industries Surveys

Table C-16 Share of Ferro-Manganese Consumption by End-Use in USA

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Carbon steel												
High-carbon Ferro-manganese	80.2	81.9	---	---	---	---	74.1	79.7	77.6	78.5	75.4	76.3
Silico-manganese	63.5	63.4	---	---	---	---	60.6	53.9	53.3	54.7	52.8	57.3
Medium-carbon	72.2	70.8	---	---	---	---	68.0	75.1	75.8	77.9	77.8	77.6
Ferro-manganese	52.5	54.5	---	---	---	---	57.3	43.6	85.6	100.0	100.0	100.0
Spiegeleisen	77.3	78.6	---	---	---	---	71.5	75.3	74.1	75.4	72.7	73.5
Subtotal												
Special steel												
High-carbon Ferro-manganese	12.3	12.7	---	---	---	---	18.5	17.7	19.6	18.4	20.0	21.3
Silico-manganese	26.0	25.5	---	---	---	---	27.0	30.0	30.0	30.6	32.5	31.4
Medium-, Low-carbon Ferro-manganese	23.4	25.2	---	---	---	---	26.8	22.8	21.8	20.1	20.8	21.4
Spiegeleisen	10.0	36.4	---	---	---	---	3.9	3.8	1.6	---	---	---
Subtotal	15.1	15.4	---	---	---	---	20.6	19.9	21.3	20.2	21.8	22.9
Cast irons & steel												
High-carbon Ferro-manganese	2.0	1.6	---	---	---	---	7.3	2.5	2.7	3.0	4.5	2.3
Silico-manganese	5.2	6.5	---	---	---	---	9.8	12.7	12.5	12.1	11.3	10.0
Medium-, Low-carbon Ferro-manganese	2.8	2.6	---	---	---	---	4.5	1.3	1.6	1.2	0.6	0.5
Spiegeleisen	37.5	9.0	---	---	---	---	38.8	52.6	12.9	---	---	---
Subtotal	2.6	2.4	---	---	---	---	7.3	4.1	4.0	3.9	4.9	3.3
Miscellaneous												
High-carbon Ferro-manganese	5.5	3.8	---	---	---	---	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Silico-manganese	5.3	4.6	---	---	---	---	2.6	3.4	3.6	2.8	3.4	1.3
Medium-, Low-carbon Ferro-manganese	1.6	1.4	---	---	---	---	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5
Spiegeleisen	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Subtotal	5.0	3.6	---	---	---	---	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.3
Total	100.0	100.0	---	---	---	---	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Note : --- Data unavailable  
Source: Table C-15

Table C-17 Steel Industry Unit Consumption of Manganese as Ferro-Alloys

Country*	(kg.Mn/MT crude steel)					
	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Japan	5.61	5.64	5.68	5.54	5.46	5.54
USA	6.60	6.89	6.94	6.38	6.29	6.28
Canada	5.64	5.98	6.13	5.10	5.28	5.78
Belgium	6.51	6.87	4.69	6.15	4.96	5.15
Germany, Fed. Rep.	6.39	6.63	7.01	6.66	6.49	6.65
France	6.71	6.41	6.04	6.14	5.95	6.18
Italy	7.50	7.87	7.43	7.85	7.86	7.59
Luxemburg	7.48	7.16	7.59	7.21	7.36	7.08
Netherlands	3.93	3.95	4.08	3.48	3.17	2.94
UK	7.17	7.29	7.83	7.25	7.32	6.88
Austria	2.75	3.70	3.75	3.13	3.72	3.25
Finland	4.99	4.60	5.00	4.42	4.16	4.40
Norway	5.98	6.30	6.46	6.42	8.17	7.22
Spain	8.72	8.08	10.30	9.74	10.15	9.15
Sweden **	14.64	14.13	9.73	7.93	5.66	7.90
South Africa	4.73	4.89	4.49	4.56	4.67	4.51
Australia**	6.63	8.12	12.66	6.96	9.78	8.69
Brazil	8.09	7.90	7.54	7.40	6.96	7.11
Latin America***	6.12	7.32	9.63	8.82	8.72	N.A.
Average	6.26	6.46	6.61	6.23	6.19	6.19

\* Selected countries only

\*\* Apparent consumption; production + imports - exports

\*\*\* Latin America except Brazil

Source: IISI, Manganese and the Iron and Steel Industry, 1980, p. 35

Note : We are using the above data in projecting supply and demand as we believe them to be fairly accurate as a result of having compared them against following data obtained from another source for Japan and the United Kingdom and having found them to be alike in value and tendency.

	(kg Mn/MT Crude steel)					
	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Japan (1)	5.46	5.58	5.58	5.28	5.41	5.32
UK (2)	7.10	7.57	7.94	7.10	7.31	7.11

Sources: 1) Japan Ferro-Alloy Association  
2) Metal Bulletin Handbook

### III. マンガンの消費における技術革新

#### 1. マンガン鉱石の消費における技術革新

マンガン鉱石の消費部門での将来性について、特に目新しいものはないように思われる。すでに述べたとおり、マンガン鉱石は鉄鋼関係で90%以上消費されており、非鉄関係では7-8%であるが、鉄鋼関係としては次節に述べる鉄鋼技術革新により、フェロマンガンの消費は減少し高炉用に挿入する鉱石は横這いで推移するものと想定される。

#### 2. フェロマンガンの消費における技術革新

フェロマンガンの消費の将来性とは、すなわち、製鉄、製鋼技術の発展を論ずることに尽きる。

一般的な傾向として、製鉄、製鋼技術の発展に従って、フェロマンガンの消費原単位は減少傾向にあると言える(注1)。以下に最近の製鉄、製鋼技術とフェロマンガンの消費動向との関係を例をもって示す。

—熔鉄の予備処理— 鉄鉄の保温中や、取鍋内で、カーバイドや、ソーダ灰で脱硫する技術が開発された。その結果、製鋼炉における脱硫処理が軽減され、マンガン消費原単位の減少につながっている。

—転炉の操業技術の向上— 転炉の操業技術にもコンピューター制御が採用され、温度制御や、成分合格率が向上したり、複合吹錬(LD-OB、Q-BOP)(注2)の開発により、吹止め、マンガン含有率の上昇が可能になり、転炉でもマンガン鉱石の使用が可能になった。この結果、フェロマンガンの消費原単位の減少が、粗鋼1t当り1kgにもなるのではないかとされている。

—電気炉製鋼技術の向上— 電気炉も設備の大型化が行われているが、熔湯のバラツキを防止し、品質を均一化するために誘導攪拌装置が採用された。このことによりやはり省フェロアロイ(注3)になるものと思われる。

投入方法が反応学的に研究され、フェロアロイの装入方法としてインジェクションプロセスが開発された。このことによりフェロアロイの形状が塊から粉に変化している。この技術の日本での普及の程度は、フェロマンガンのサイジング工程で自然発生するサイズ下の有効利用の範囲にとどまっているが、本格的に普及されれば、フェロアロイのサイジング技術の改良が必要になるであろう。

(注1) Table C-17 参照

(注2) LD - OB 上吹、底吹転炉

Q - BOP 改良底吹転炉

(注3) 対象はフェロマンガンの、フェロクロム、フェロシリコン等フェロアロイ全体に言える。

— 炉外精錬 —

この技術の進歩はめざましいものがあり、R-H法(注1)、D-H法(注2)、VOD法(注3)、AOD法(注4)など、数多くの技術が開発された。

これら炉外精錬の目的は、脱炭、脱酸、脱硫、脱ガス、成分調整等、多岐にわたっている。

中でも、脱炭技術の向上により、フェロマンガンの使用品種は、炭素のより低い、中・低炭素フェロマンガンより、高炭素フェロマンガンに移行されるようになった。

— 連続鋳造法 —

連続鋳造法の採用が普及することにより、鋼塊歩留りが向上し、最終製品生産量は同一でも粗鋼生産量は抑制されて、フェロアロイ(フェロマンガンのみでない)の消費量を減少することになる。

フェロマンガンの消費量を増す要因として、新鋼種、新用途の開発がある。たとえば、石油開発事業で使用される油送パイプには、極低炭素フェロマンガン(高マンガン、低珪素、低磷)が使用されて、耐候性、耐腐蝕性のある鋼種が開発された。また超低炭素フェロマンガンは、自動車用の薄板材を作るときも利用されている。また、国土開発用の土木機械の材料として、高マンガンの耐摩耗鋼の開発などがあり、不用不純物の少ない高品質のフェロマンガが開発されるようになるであろう。

#### IV. 主要消費国における輸入政策と備蓄政策

##### 1. 輸入政策

マンガン輸入国で、特別な輸入政策を採っている国は見あたらない。フェロマンガンの輸入量の多いアメリカの輸入税は、高炭素フェロマンガンの輸入が1.6%、シリコマンガン3.9%、中・低炭素フェロマンガン1.4%である。

EC諸国は、高炭素フェロマンガン11.2%、シリコマンガン3.8%であり、アメリカに比べれば、域内の高炭素フェロマンガンメーカーは保護的な税率になっている。

また日本は、高炭素フェロマンガン9.6%、シリコマンガン3.8%になっている。

---

(注1) R-H法：この方法は、一貫製鉄所で高炉培鉄をベースに転炉工程で脱りん、脱炭を実施し、RH脱ガス槽で真空脱炭、仕上精錬を行う高炉-LD転炉-炉外精錬の一貫プロセス。

(注2) D-H法：原理的にはR-H法と同じ、D-H法は溶鋼の吸上管が1本でR-H法は2本になっている。

(注3) VOD法：真空中で脱炭を行う方法。

(注4) AOD法：大気圧下でArまたはN<sub>2</sub>、雰囲気ガス中で脱炭脱流を行う方法。



## 2. 備蓄政策

マンガンについては、主要各国とも備蓄構想を持っている。

この背景として、マンガン資源はすでに見たように世界的に極めて偏在しており、特にアメリカにマンガン資源がないためである。

現在備蓄を実施している国は、アメリカ、スウェーデン、ドイツ連邦共和国などである。

備蓄の目的を国家安全保障においている国は、アメリカ、スウェーデンであり、経済安全保障においているのは、ドイツ連邦共和国（構想のみ）などである。

また、フランスは備蓄政策を持っているが、マンガンを対象品目からはずしている。

### 2.1 アメリカ

アメリカの備蓄政策は、“Strategic Critical Materials Stock Policy”の法律（注1）のもとに、マンガンの備蓄を行っており、その量は国家安全保障に必要な量の3年分としている。備蓄量の目標および実績について最近の経過をTable C-18に示す。

Table C-18 Target and Achieved Manganese Stockpile in USA

(1,000 MT)

	Manganese ore		Ferro-manganese						Electric manganese	
	T.	A.	High-carbon		Medium-, low-carbon		Silico-manganese		T.	A.
1973	4	7276		1176		50		24		21.5
1973	6.30	750	200		10.5		15.9		4.75	
1974	12.31	4438		600		29		24		14.3
1976	3.31	3931		600		29		24		14.2
	10.1	2052	439	---	99	---	81	---	15	
1978	3.31	2607		600		29		24		14.1
1979	3.31	3592		600		29		24		14.1
1980	5.1	2700	---	439	---	---	---	---	---	---
1981	4.30	2630		600		29		24		14.1

T.: Target      A.: Achieved

Note : --- Data unavailable

      --- Not applicable

Source: Metal Bulletin Handbook

（注1）この法律は、1939年成立し、1946年に修正されたもの。

マンガン鉱石、フェロマンガンは目標量を達成しているし、電解マンガンは、1980年5月に備蓄量の設定がなくなっているにもかかわらず、1万4,000 tの水準で備蓄していることは注目に値する。

これらの備蓄は、適正な量を備蓄する目的の外に、市場調整にも利用されているようである(注1)。

## 2.2 スウェーデン

スウェーデンでは、この備蓄を国家指導のもとに行っており、商務省、経済防衛庁が直接市場において購入したり放出したりすると同時に、同庁所有の備蓄施設において、備蓄品の保管も行っている。なお、備蓄の目標を1カ月としている。

## 2.3 ドイツ連邦共和国

ドイツ連邦共和国の備蓄は、まだ実施されていないが、現在のところ政府と民間企業約100社との間で、民間組織たる備蓄協会を設立し、同協会が備蓄事業を実施運用する計画が進められている。

## 2.4 フランス

フランスは、国家安全保障を目的として、1975年より実施しているが、マンガンは対象としていない。

## 2.5 日本

日本の備蓄は、民間ベースで、ニッケル、クロム等5鉱種が行われているが、マンガンは今のところ対象となっていない。

---

(注1) 1964年、価格高騰に対して、マンガン鉱石を市場に放出したり、1960年に価格が暴落したとき備蓄量を増加させた。

## D. 貿 易

### I. マンガン鉱石およびフェロマンガンの貿易の推移

#### 1. マンガン鉱石の貿易量の推移

世界のマンガン鉱石輸出量(注1)は、1965年の688万tから1974年の1,230万tをピークに、1979年には1,030万tまで落ち込んでいる。1965年から1979年までの年間成長率は2.6%である。

輸出量を国別にみると南アフリカが最も多く、このあとにガボン、ソ連、ブラジル、オーストラリア、インドが続き、この6カ国で世界の輸出量の80%以上を占め、時には90%を超えることもある。

これらの主要輸出国の中では南アフリカの成長が目ざましく、1965年の92万tから1980年の330万tへ、年間7.0%の伸びを示し、輸出市場占有率も13%から35%に殖え、生産量に対する輸出比率も70%前後で推移している。最大の鉱石生産国であるソ連は、大半が自国消費に向けられるため、輸出比率は13-18%と低い。しかし、輸出市場占有率は16%から13%に低下しながらも依然上位を占めている。

一方、世界の鉱石輸入量は(注1)、1965年の847万tから、1974年の1,112万tをピークに1980年には806万tまで落ち込んでいる。1965年から1980年の年間成長率は前後3年の平均値でみると年率0.6%である。

輸入量を国別にみると日本が最も多く、このあとアメリカ、フランス、ノルウェー、ドイツ連邦共和国、ポーランド、イギリスが続き、この7カ国で世界の輸入量の80-90%を占めている。

これらの主要輸入国の中で日本の伸びが著しく、1965年の107万tから1980年の290万tへ年間5.8%の伸びを示し、輸入市場占有率も13%から36%に殖えている。

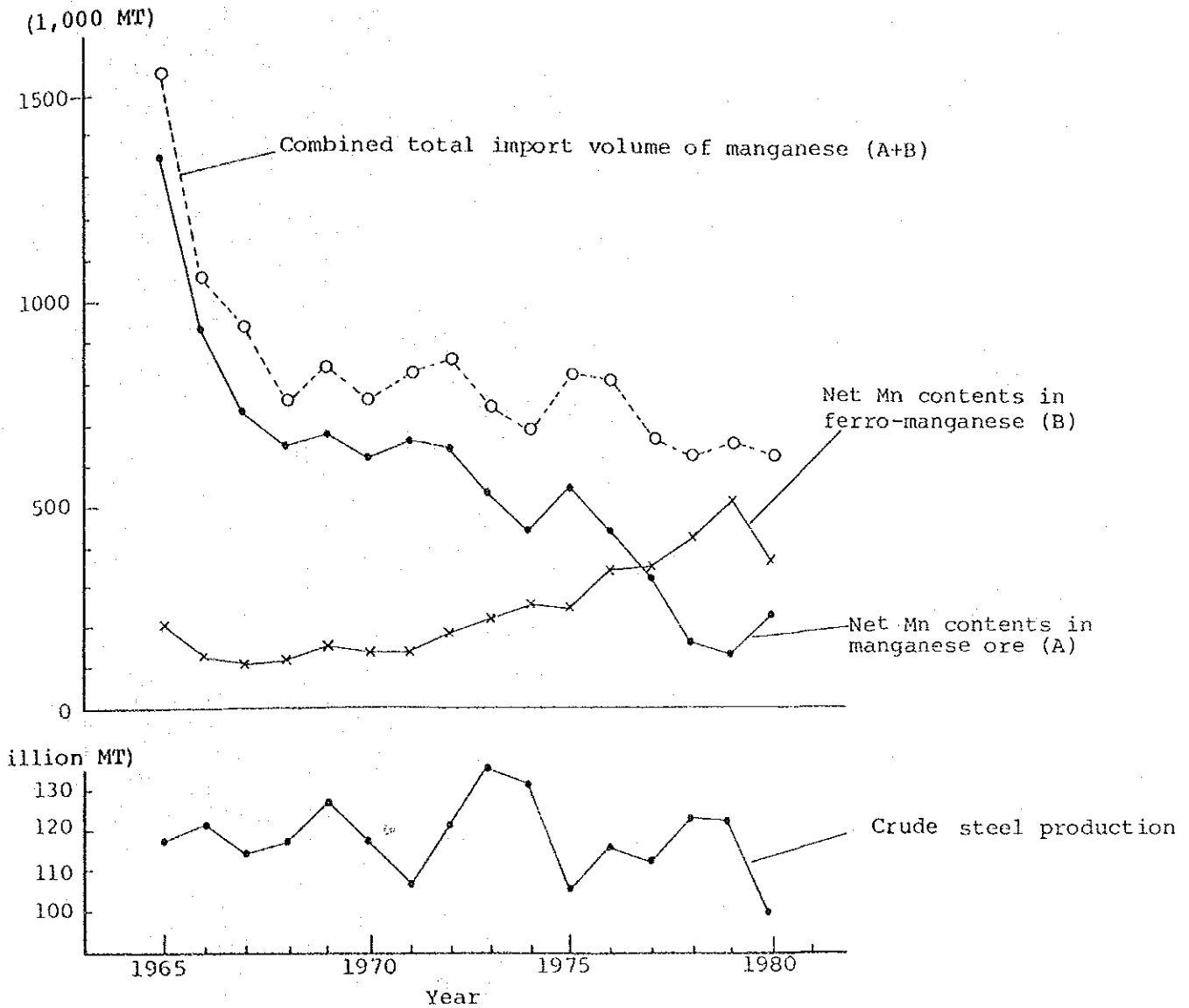
この日本と反対にアメリカは減少傾向が続き、1965年の350万tから1980年の63万tへ1/5以下に減少し、輸入市場占有率も41%から8%に低下している。他方、次章で述べるフェロマンガンの輸入は逐年増大傾向をつづけ合計マンガン純分で見えた場合、鉄鋼部門用をはじめ他の必要量に対応したものになっている。

このことをFig. D-1に示す。

---

(注1) 世界の鉱石輸出量と輸入量の間には差があるが、これは資料の出所であるMetal Bulletin Handbook およびRoskill Reportの資料収集もれによるものと思われる。マンガンに関しては、これ以外に資料がないため、止むを得ず使用した。

Fig. D-1 Trend in Manganese Import Volume in USA



Note : Mn content — Manganese Ore : 38.5%  
 Ferro-manganese: 73.0%

Source: Tables D-4, D-9, and B-5

なおマンガン鉱石の輸出量の推移を Table D-1 に、マンガン鉱石の輸出市場占有率の推移を Table D-2 に、マンガン鉱石の輸出比率の推移を Table D-3 に示し、マンガン鉱石の輸入量の推移を Table D-4 に、マンガン鉱石の輸入市場占有率の推移を Table D-5 に示した。

Table D-1 Exports of Manganese Ore by Country 1965 to 1980

Country/Region	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
South Africa	918	1,506	1,449	1,744	1,911	2,125	2,681	2,450	3,677	3,493	3,641	3,742	3,329	2,400	3,600	3,300
Gabon	1,149	1,181	1,226	1,248	1,548	724	1,750	2,162	776	2,078	1,968	1,754	1,450	1,142	1,685	1,500
Australia	56	70	276	400	640	649	704	768	---	1,203	1,132	1,711	811	1,301	1,157	1,200
Brazil	1,068	956	542	1,124	861	1,588	---	1,175	788	1,493	1,558	1,073	560	894	1,187	---
India	641	700	458	565	472	546	382	282	211	1,034	793	714	554	577	628	---
Ghana	574	599	452	446	329	403	---	475	290	281	373	355	282	228	232	150
Morocco	321	305	214	170	132	116	91	118	151	165	110	104	131	140	139	---
Zaire	---	---	---	---	243	440	---	---	---	199	115	306	192	---	---	---
Others	1,057	835	653	451	59	164	74	154	191	744	644	580	664	644	331	228
Free World Total	5,783	6,152	5,270	6,148	6,195	6,755	5,682	7,584	6,084	10,690	10,334	10,339	7,973	7,326	8,959	6,378
USSR	1,020	1,218	1,250	1,150	1,197	1,200	1,422	1,278	1,278	1,482	1,411	1,342	1,352	1,186	1,317	1,295
Others	80	49	60	67	48	28	49	37	21	121	80	42	54	45	46	---
Centrally Planned Economies Total	1,100	1,267	1,310	1,217	1,245	1,228	1,471	1,315	1,299	1,603	1,491	1,384	1,406	1,231	1,363	1,255
World Total	6,884	7,419	6,580	7,365	7,440	7,983	7,153	8,899	7,383	12,293	11,825	11,723	9,379	8,557	10,322	7,633

Note : --- Data unavailable

Source: 1965 to 1973: Metal Bulletin Handbook

1974 to 1980: Roskill Information Service Ltd., The Economics of Manganese, 1982

Table D-2 Changes in Share of World's Manganese Ore Exports by Major Countries

	1965	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
South Africa	13.3	20.3	22.0	23.7	25.7	26.6	---	27.5	---	28.4	30.8	31.9	35.5	28.0	34.9	---
Gabon	16.7	15.9	18.6	16.9	20.8	9.1	---	24.3	---	16.9	16.6	15.0	15.5	13.3	16.3	---
Australia	0.8	0.9	4.2	5.4	8.6	8.1	---	8.6	---	9.8	9.6	14.6	8.6	15.2	11.2	---
Brazil	15.5	12.9	8.2	15.3	11.6	19.9	---	13.2	---	12.1	13.2	9.2	6.0	10.4	11.5	---
India	9.3	9.4	7.0	7.7	6.3	6.8	---	3.1	---	8.4	6.7	6.1	5.9	6.7	6.1	---
USSR	14.8	16.4	19.0	15.6	16.0	15.0	---	14.4	---	12.1	11.9	11.4	14.4	13.9	12.8	---
Subtotal	70.4	75.8	79.0	84.6	89.0	85.5	---	91.1	---	87.7	88.8	88.2	85.9	87.5	92.8	---

Note : --- Data unavailable  
Source: Table B-1

Table D-3 Export Ratio of Manganese Ore in Major Countries

	1965	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
South Africa	51.7	76.0	68.3	71.9	72.3	70.3	78.4	72.6	87.8	73.4	63.0	68.6	65.9	55.6	69.5	57.9
Gabon	90.0	92.8	106.9	99.5	111.2	49.8	93.8	111.6	40.3	100.4	87.7	79.1	78.3	68.8	73.3	70.0
Australia	54.9	22.1	48.5	53.3	71.2	86.4	67.0	65.9	---	78.8	72.3	79.4	58.5	104.2	69.4	61.2
Brazil	76.5	65.7	40.0	57.8	42.8	77.9	---	48.9	48.6	83.2	72.3	63.3	36.9	46.6	52.5	---
India	42.6	43.9	29.8	35.5	36.0	37.5	24.6	17.2	14.1	68.8	50.3	41.0	28.6	35.6	35.8	---
USSR	13.0	15.8	17.4	17.5	17.1	17.1	18.4	16.3	15.5	17.4	16.6	15.5	15.7	13.1	12.9	---

Note : --- Data unavailable  
Source: Tables B-2 and D-1

Table D-4 Imports of Manganese Ore by Country 1965 to 1980

Country/Region	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Japan	1,065	1,140	1,507	1,753	2,025	2,584	3,243	2,904	3,345	4,042	3,832	3,378	2,780	2,055	2,801	2,905
France	654	840	690	890	1,117	1,095	1,117	1,123	1,432	1,428	1,158	1,014	923	958	1,227	1,245
Norway	510	489	534	650	627	545	736	721	715	1,033	1,073	982	591	803	815	808
Germany, Fed. Rep.	636	617	354	582	319	403	459	476	716	828	733	610	453	672	717	488
USA	3,497	2,406	1,873	1,656	1,761	1,574	1,736	1,674	1,353	1,111	1,428	1,195	844	477	453	633
Spain	86	143	135	184	142	200	174	260	331	384	437	410	433	370	487	125
UK	503	371	412	482	438	521	429	361	588	388	253	499	328	261	543	127
Italy	107	91	153	170	161	184	291	272	282	309	316	356	269	284	422	408
Belgium-Lux	309	259	286	307	463	350	463	357	424	400	313	329	206	252	432	299
Free World Total	7,567	6,356	5,944	6,674	7,053	7,456	8,468	8,148	9,186	9,923	9,543	8,773	6,827	6,182	7,897	7,026
Czechoslovakia	334	287	306	---	313	202	313	388	441	475	456	448	324	373	423	397
Poland	347	397	354	352	394	389	401	505	525	556	556	538	698	651	518	490
German Dem. Rep.	225	195	201	131	198	179	198	200	163	168	185	199	204	183	182	135
Centrally Planned Economies Total	906	879	861	483	905	770	912	1,093	1,129	1,199	1,197	1,185	1,226	1,207	1,123	1,022
World Total	8,473	7,235	6,805	7,157	7,958	8,226	9,741	9,241	10,315	11,122	10,740	9,958	8,053	7,389	9,027	8,058

Note : --- Data unavailable

Source: 1965 to 1973: Metal Bulletin Handbook

1974 to 1980: Roskill Information Service Ltd., The Economics of Manganese, 1982

Table D-5 Imports of Share of Manganese Ore by Country 1965 to 1980

(%)

Country/Region	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Japan	12.6	15.8	22.1	24.5	25.5	31.4	33.4	31.4	32.4	36.3	35.7	33.9	34.5	27.9	31.1	36.1
France	10.1	11.6	10.1	12.4	14.0	13.3	11.7	12.2	13.9	12.8	10.8	10.1	11.5	12.8	13.6	15.5
Norway	6.0	6.8	7.8	9.1	7.9	6.6	7.8	7.8	6.9	9.3	10.0	9.9	7.3	10.9	9.0	10.0
Germany, Fed. Rep.	7.5	8.5	5.2	8.1	4.0	5.0	4.8	5.2	6.9	7.4	6.8	6.2	5.6	9.2	7.9	6.1
USA	41.3	33.2	27.5	23.1	22.1	19.1	17.9	18.1	13.1	10.0	13.3	12.0	10.5	6.6	5.0	7.9
Spain	1.0	2.0	2.0	2.6	1.8	2.4	1.9	2.8	3.2	3.5	4.1	4.1	5.4	5.0	5.4	1.5
UK	5.9	5.1	6.1	6.7	5.5	6.3	4.6	3.9	5.7	3.5	2.4	5.0	4.1	3.6	6.0	1.5
Italy	1.3	1.2	2.3	2.4	2.0	2.2	3.2	2.9	2.7	2.8	2.9	3.6	3.3	3.9	4.7	5.1
Belgium-Lux	3.6	3.6	4.2	4.3	5.8	4.3	4.9	3.9	4.1	3.6	2.9	3.3	2.6	3.5	4.8	3.7
Free World Total	89.3	87.8	87.3	93.2	88.6	90.6	90.2	88.2	88.9	89.2	88.9	88.1	84.8	83.4	87.5	87.4
Czechoslovakia	3.9	4.0	4.5	---	3.9	2.5	3.3	4.2	4.3	4.3	4.2	4.4	4.0	5.0	4.7	4.9
Poland	4.1	5.5	5.2	4.9	5.0	4.7	4.3	5.5	5.1	5.0	5.2	5.4	8.7	8.9	5.7	6.1
German Dem. Rep.	2.7	2.7	3.0	1.9	2.5	2.2	2.2	2.1	1.7	1.5	1.7	2.1	2.5	2.7	2.1	1.6
Centrally Planned Economies Total	10.7	12.2	12.7	6.8	11.4	9.4	9.8	11.8	11.1	10.8	11.1	11.9	15.2	16.6	12.5	12.6
World Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Note : --- Data unavailable

Source: Table D-4



## 2. マンガン鉱石の貿易フロー

マンガン鉱石の貿易のフローを主要輸出入国を中心に Fig. D-2 に示す。

これを輸入国側でみると、日本は南アフリカからの輸入が最も多く、これに近距離にあるオーストラリア、インドからの輸入を加えると、輸入比率は 78% になる。

フランスはガボン、南アフリカからの輸入が主体で、その輸入比率は 90% になる。特にガボンについては距離が近いことに加え、資本のつながりがあるためであろう。

ノルウェーは南アフリカ、ガボン、ブラジルからの輸入が主体で、その輸入比率は 84% になっている。

ドイツ連邦共和国は南アフリカからの輸入が特に多く、輸入比率は 60% に達し、これにオーストラリア、ブラジルからの輸入を加えると、輸入比率は 88% になる。

アメリカは、ブラジル、南アフリカ、オーストラリア、ガボンからの輸入が主体で輸入比率は 96% になる。

イギリスは南アフリカ、ブラジルからの輸入が主体で輸入比率は 88% になる。

一方、輸出国側でみると、南アフリカは日本への輸出が最も多く、その他フランス、ドイツ連邦共和国、イギリス、ノルウェー、アメリカ等、ほとんどの自由世界主要輸入国へ輸出している。

ガボンはフランスへの輸出が最も多く、その他ノルウェー、日本、アメリカ等へ輸出している。

ブラジルはイギリス、日本、ノルウェー、アメリカ、フランス、ドイツ連邦共和国等、輸出先も多様化している。

オーストラリアは日本への輸出が最も多く、その他ドイツ連邦共和国、アメリカ等、輸出先は少ない。

インドは日本への輸出が大半を占めている。

## 3. フェロマンガンの貿易量の推移

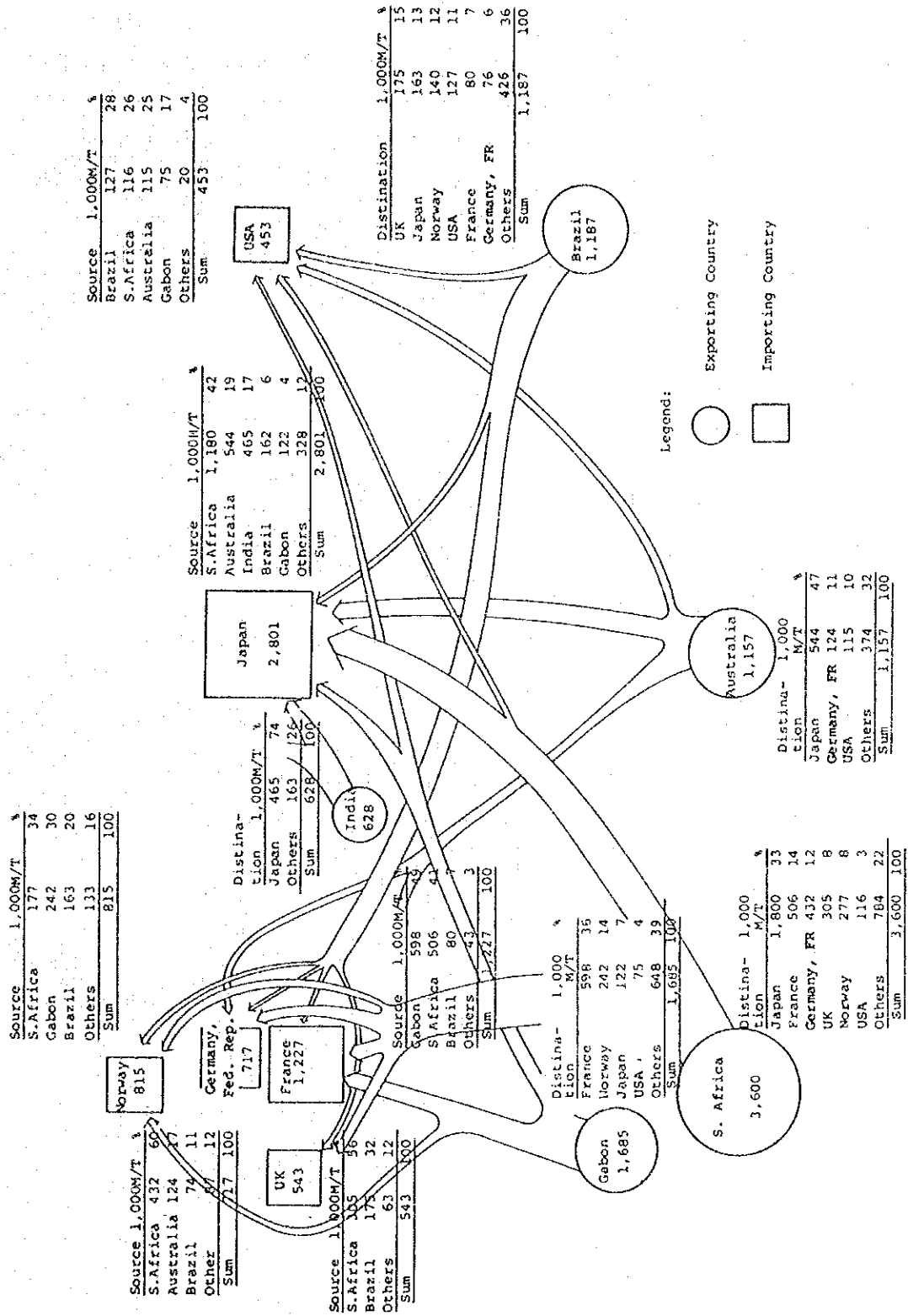
フェロマンガンの内、生産消費量の最も多い高炭素フェロマンガンについて検討することにする。世界の主要国の輸出量は、1965 年の 71 万 t から 1974 年には 137 万 t のピークに達し、その後やや落込んで、1978 年には 124 万 t になった。この間の年間成長率は 4.9% である。

輸出量を国別にみると、フランスが首位ですぐ後に南アフリカが続き、これにノルウェー、ソ連を含めた 4 カ国で世界の主要国の輸出量の 70-80% を占めている。

首位を占めるフランスは、1965 年の 21 万 t から 1980 年には 29 万 t へ年間成長率は 3.7% で、輸出市場占有率は 25-30% の横這いで推移している。

南アフリカは 1965 年の 17 万 t から 1978 年には 37 万 t へ、年間成長率は 6.4% で輸出市場占有率は 23% から 26% へ増加している。

Fig. D-2 Flows Diagram of World Trade in Manganese Ore



ノルウェーは1965年の10万tから1980年の25万tへ、年間成長率は7.0%で、輸出市場占有率は14%から20%台へ増加している。これら上位3カ国の生産量に対する輸出比率が高く、フランスは約60%から70%へ増加し、南アフリカ(注1)、ノルウェーは平均値でみてそれぞれ82%、87%で、横這いとなっている。

一方、世界の主要国の輸入量は1965年40万tから1980年の84万tへ、年間増加率で5.0%である。

輸入量を国別にみると、アメリカが最も多く、このあとにドイツ連邦共和国、イタリア、ベルギーが続き、この4カ国で世界の主要国の輸入量の80%から、1970年後半には90%近くを占めている。

特にアメリカの輸入量の増加が大きく、1965年の18万tから1980年の47万tへ、年間伸び率は9.5%であり、輸入市場占有率は、44%から57%に増加した。

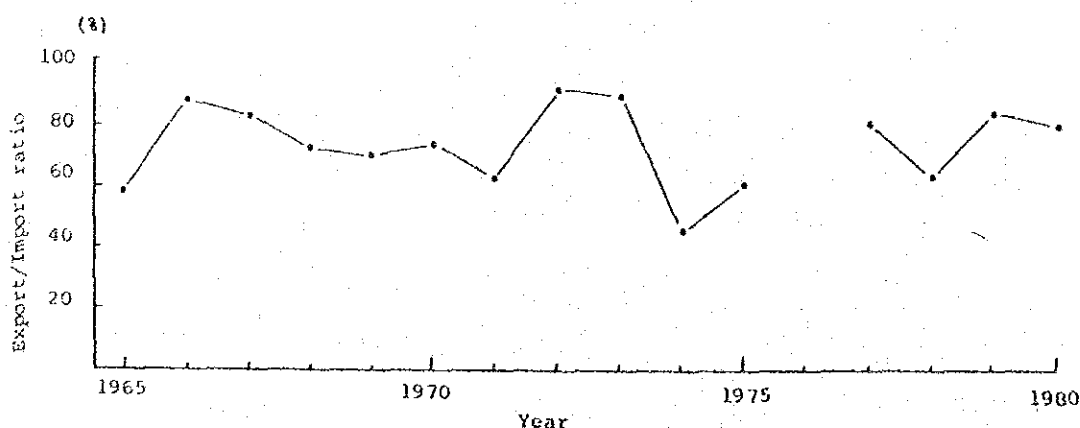
ドイツ連邦共和国、イタリアの輸入量の増加割合は少なく、年間の伸び率はそれぞれ2.7%、1.6%で、輸入市場占有率では、ドイツ連邦共和国が16%から13%、イタリアが18%から11%と減少している。

ベルギーは貿易量は少ないが、毎年輸入量の70%程度を輸出しており、西ヨーロッパでの流通センターの機能を果している。

このことをFig. D-3に示す。なおシリコマンガンは貿易量が少ないため、検討を省き資料のみをのせた。

資料として高炭素フェロマンガンの貿易市場、貿易量についてはTable D-6~D-14を参照のこと。

Fig. D-3 Movements in Belgium's Ratio of Ferro-Manganese Exports to Imports (Exports/Imports)



Source: Tables D-6, D-9, D-11 and D-13

(注1) 南アフリカの1969年、1970年の輸出比率は、国内の需給からみて異常値と判断されるので除外した。

Table D-6 Trends in High-Carbon Ferro-Manganese Exports by Major Countries

(1,000 MT)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Belgium	41.6	60.3	63.5	58.8	62.7	66.1	52.8	51.6	54.1	50.9	38.2	66.6	44.5	38.7	42.2	40.4
France	205.7	182.0	157.3	194.7	213.3	289.5	221.8	281.9	352.7	376.5	245.6	236.0	241.7	288.8	304.6	288.0
Germany, FR	86.5	86.5	32.6	64.3	32.6	28.4	29.2	24.8	41.4	68.5	33.9	37.8	62.8	44.0	85.7	28.2
Italy	0.1	8.9	7.9	10.7	6.7	5.4	5.8	8.7	5.4	5.9	2.7	2.2	2.1	10.3	6.2	1.2
Norway	101.8	114.3	120.5	143.8	188.1	155.1	187.5	210.5	225.3	309.4	256.6	327.2	244.0	266.7	293.9	245.5
Sweden	3.1	2.3	0.3	1.0	20.7	8.4	13.1	13.8	11.8	2.4	1.0	2.1	0.2	0.2	0.3	0.3
UK	13.7	22.1	17.8	22.0	4.8	4.6	0.3	0.2	0.2	1.1	1.2	0.6	0.6	2.0	7.0	1.0
South Africa	173.7	172.9	140.9	143.9	279.9	235.3	187.5	---	276.0	347.0	276.0	330.0	265.0	372.0	---	---
India	87.6	56.4	10.0	29.3	55.6	115.4	84.9	17.3	75.1	20.4	14.1	14.1	25.1	28.4	85.9	29.9
Japan	15.3	15.0	4.8	7.2	11.3	8.4	19.3	50.5	26.4	54.3	130.6	121.9	48.6	37.1	92.9	40.3
USSR	67.3	87.4	87.0	97.2	107.5	118.5	124.8	129.7	135.0	129.2	125.3	125.0	125.0	125.0	125.0	125.0
Brazil	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5.0	10.0	11.0	34.0	40.0	50.0	50.0
Total	709.9	808.1	642.6	772.9	983.9	1,035.1	927.0	789.0	1,203.4	1,370.6	1,135.2	1,274.5	1,093.6	1,253.2	1,093.7	849.8
Top 4 countries	548.5	556.6	505.6	579.6	788.8	798.4	721.6	622.1	989.0	1,162.1	903.5	1,018.2	875.2	1,052.5	723.5	658.5

Notes : 1) Some data include medium- and low-carbon ferro-manganese, and partially spiegeleisen and silico-manganese.

2) Top 4 countries are France, Norway, South Africa, and USSR.

3) --- Data unavailable

Sources : Metal Bulletin Handbook  
Roskill Information Services Ltd., The Economics of Manganese, 1982

Table D-7 Changes in the Share of High-Carbon Ferro-Manganese Exports by Major Countries

(e)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Belgium	5.9	7.6	10.0	7.6	6.5	6.5	5.8	6.5	4.5	3.7	3.5	5.2	4.2	3.0	3.9	4.9
France	29.0	22.6	24.4	25.2	21.7	28.0	23.9	35.8	29.3	27.5	21.6	18.5	22.1	23.0	27.9	33.9
Germany, FR	---	10.7	5.1	8.3	3.3	2.8	3.1	3.1	3.4	5.0	3.0	3.0	5.7	3.5	7.8	3.3
Italy	0	0.2	1.2	1.4	0.7	0.5	0.6	1.1	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.8	0.6	0.1
Norway	14.3	14.3	18.8	18.6	19.1	15.0	20.2	26.7	18.7	22.6	22.6	25.6	22.3	21.3	26.9	28.9
Sweden	0.4	0.4	0.0	0.1	2.1	0.8	1.4	1.8	1.0	0.2	0.1	0.2	0	0	0	0
UK	1.9	2.7	2.6	2.8	0.5	0.4	0	0	0	0	0.1	0	0	0.2	0.5	0.1
South Africa	24.5	21.5	21.9	18.6	28.4	22.7	20.2	---	22.9	25.3	24.3	25.9	24.3	29.7	---	---
India	12.3	7.1	1.6	3.8	5.7	11.1	9.2	2.2	6.2	1.5	1.2	1.1	2.3	2.3	7.9	3.5
Japan	2.2	2.0	0.7	0.9	1.1	0.8	2.1	6.4	2.3	4.0	11.5	9.6	4.4	3.0	8.5	4.7
USSR	9.5	10.9	13.5	12.7	10.9	11.4	13.5	16.4	11.3	9.5	11.0	9.8	11.4	10.0	11.4	14.7
Brazil	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.3	0.9	0.9	3.1	3.2	4.6	5.9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Top 4 countries	77.3	69.4	78.6	75.1	80.1	77.1	77.8	78.9	82.2	84.9	79.5	79.8	80.1	84.0	66.2	77.5

Notes : 1) Top 4 countries are France, Norway, South Africa, and USSR.

2) --- Data unavailable

Source : table D-6

Table D-8 Changes in Export Ratio of High-Carbon Ferro-Manganese by Major Countries

	(Export/Production, volume %)															
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
South Africa	92.4	93.0	80.1	83.7	147.3	112.0	72.4	---	85.7	95.7	64.8	94.3	66.3	77.5	---	---
France	62.9	60.4	60.1	60.0	46.6	60.0	49.8	62.6	64.8	71.9	58.5	64.7	67.5	74.1	68.1	66.7
Norway	85.8	79.2	90.5	86.3	90.0	75.5	81.5	82.2	80.2	92.1	75.7	87.2	99.9	96.5	87.0	77.8
India	59.6	41.7	7.4	20.4	36.2	66.8	52.6	10.8	53.2	14.0	10.0	8.1	15.0	12.9	45.5	---
USSR	7.5	9.8	9.7	10.4	12.2	12.4	14.8	14.6	15.7	13.6	13.1	(13.3)	(13.2)	(12.8)	(12.5)	---

Notes: 1) Figures in parentheses for USSR were estimated assuming export volume of 125 thousand tonnes per year

2) Statistical data for South Africa indicate export volumes in excess of production in 1969/70, which reason has not been elucidated within the scope of available data.

3) --- Data unavailable

Table D-9 Trends in High-Carbon Ferro-Manganese Imports by Major Countries

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Canada	31.3	44.5	14.5	25.3	22.2	17.9	19.6	17.1	24.0	17.0	126.3	25.1	29.4	26.8	83.6	26.7
USA	179.7	176.5	147.6	150.2	212.7	205.4	177.5	249.2	275.6	327.6	324.0	415.1	416.2	523.8	637.7	474.4
Belgium	67.2	67.0	72.3	72.9	81.9	82.6	81.3	51.6	54.1	110.6	67.4	88.4	63.7	63.6	70.8	64.0
Germany, FR	---	79.5	67.6	102.9	129.9	145.2	114.3	148.5	153.4	142.7	127.0	143.9	132.7	123.1	114.3	108.2
Italy	74.6	77.9	86.9	87.4	111.9	111.0	117.4	88.1	120.6	153.4	124.8	116.8	90.3	108.7	108.7	96.1
Sweden	15.5	22.5	21.1	30.7	26.4	31.2	33.5	28.7	52.2	44.3	44.3	44.9	21.7	33.1	36.8	28.0
UK	26.4	23.9	23.1	26.9	30.3	29.2	20.4	28.5	29.5	20.5	23.9	25.8	22.5	48.0	27.2	16.6
Japan	0	0	9.4	2.4	24.6	47.9	2.2	0.2	22.1	16.2	1.9	1.9	5.8	17.0	18.8	2.7
Australia	9.8	11.0	9.5	14.1	17.7	15.6	15.6	17.5	20.1	13.6	12.6	14.6	14.7	17.0	22.2	18.9
Total	404.5	502.8	452.0	512.8	657.6	686.0	581.8	629.4	751.6	845.8	852.2	876.2	797.0	961.1	1,120.1	835.6
Top 4 countries	321.5	400.9	374.4	413.4	536.4	544.2	490.5	537.4	603.7	734.3	643.2	764.2	702.9	819.2	931.5	742.7

Notes: 1) Top 4 countries are USA, Germany, Fed. Rep., Italy, and Belgium.

2) --- Data unavailable

Source: Metal Bulletin Handbook

Table D-10 Changes in Share of High-Carbon Ferro-Manganese Imports by Major Countries

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Canada	7.8	9.0	3.2	4.9	3.4	2.6	3.4	2.7	3.2	2.0	14.8	2.9	3.8	2.9	7.4	3.2
USA	44.4	35.1	32.6	29.2	32.3	29.9	30.5	39.6	36.7	38.7	38.0	47.4	52.2	57.1	57.0	56.8
Belgium	16.5	13.0	16.0	14.2	12.5	12.0	14.0	8.2	7.2	13.2	7.9	10.1	8.0	6.9	6.3	7.0
Germany, FR	---	15.8	15.0	20.1	19.8	21.2	19.6	23.6	20.4	16.9	14.9	16.4	16.6	13.4	10.2	12.9
Italy	18.5	15.5	19.2	17.0	17.0	16.2	20.2	14.0	16.0	18.1	14.6	13.3	11.3	9.9	9.7	11.5
Sweden	3.8	4.5	4.7	6.0	4.0	4.5	5.8	4.6	6.9	5.2	5.2	5.1	2.7	3.6	3.3	3.4
UK	6.5	4.8	5.1	5.3	4.6	4.3	3.5	4.5	3.9	2.4	2.8	2.9	2.8	2.4	2.4	2.0
Japan	0	0	2.1	0.5	3.7	7.0	0.3	0	2.9	1.9	0.3	0.3	0.7	1.9	1.7	0.3
Australia	2.4	2.3	2.1	2.8	2.7	2.3	2.7	2.8	2.8	1.6	1.5	1.6	1.9	1.9	2.0	2.3
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Top 4 countries	79.5	79.4	82.8	80.5	81.5	79.3	84.3	85.4	80.3	86.9	75.4	87.2	88.1	87.3	83.2	88.8

Notes : 1) Top 4 countries are USA, Germany, Fed. Rep., Italy, and Belgium.

2) --- Data unavailable

Source: Table D-9



Table D-11 Trends in Silico-Manganese Exports by Major Countries

(1,000 MT)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Belgium	2.1	3.0	2.0	2.1	3.3	3.0	4.1	5.3	10.2	9.1	8.1	---	15.2	24.5	35.5	28.2
France	3.8	4.4	6.7	6.1	8.7	8.5	5.0	4.3	7.0	8.3	5.4	11.8	9.3	10.8	11.5	9.4
Germany, FR	---	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	1.0	1.2	0.6	2.1	2.2	0.7	3.6	5.6
Norway	118.8	108.5	113.3	131.9	143.5	127.3	130.8	145.6	162.8	189.7	126.3	153.0	117.5	162.5	171.9	164.0
Spain	---	---	---	---	---	---	---	10.8	15.3	23.2	13.4	16.0	5.4	28.8	40.6	44.0
Brazil*	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3.0	4.0	4.0	5.0	34.0	43.0	36.0
Japan	0.7	0.6	0.3	1.3	1.3	1.2	4.6	7.0	1.4	36.0	8.9	9.9	3.1	0.3	2.4	0.4
USSR	0.5	1.1	0.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Yugoslavia	2.1	9.1	13.4	16.7	15.1	14.4	13.0	11.3	8.4	10.4	10.3	20.0	20.6	20.6	---	---
Total	127.9	126.8	136.2	158.2	172.0	154.5	157.6	184.5	206.1	281.0	177.0	216.8	178.3	282.2	308.5	287.6

Note : --- Data unavailable

Sources: Metal Bulletin Handbook

\* Roskill Information Services, Ltd., The Economics of Manganese, 1982

Table D-12 Changes in Share of Silico-Manganese Exports by Major Countries

(%)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Belgium	1.6	2.4	1.5	1.3	1.9	1.9	2.6	2.9	4.9	3.2	4.6	---	8.5	8.7	11.5	9.8
France	3.0	3.5	4.9	3.9	5.1	5.5	3.2	2.3	3.4	3.0	3.1	5.4	5.2	3.8	3.7	3.3
Germany, FR	---	0	0	0	0	0.1	0	0	0.5	0.4	0.2	1.0	1.2	0.2	1.2	1.9
Norway	93.0	85.6	83.2	83.4	83.4	82.4	83.0	79.0	79.0	67.5	71.4	70.6	66.0	57.6	55.7	57.0
Spain	---	---	---	---	---	---	---	5.9	7.4	8.3	7.6	7.4	3.0	10.2	13.2	15.3
Brazil	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.1	2.3	1.8	2.8	12.0	13.9	12.5
Japan	0.5	0.5	0.3	0.8	0.8	0.8	3.0	3.8	0.7	12.8	5.0	4.6	1.7	0.1	0.8	0.2
USSR	0.3	0.9	0.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Yugoslavia	1.6	7.1	9.8	10.6	8.8	9.3	8.2	6.1	4.1	3.7	5.8	9.2	11.6	7.4	---	---
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Note : --- Data unavailable

Source: Table D-11

Table D-13 Trends in Silico-Manganese Imports by Major Countries

(1,000 MT)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Canada	---	1.8	4.2	1.3	4.6	1.1	1.8	16.6	10.8	0.5	6.3	13.3	5.3	17.5	24.1	23.0
USA	105.2	11.9	21.4	16.5	19.4	8.7	21.0	23.5	27.3	44.9	35.7	57.9	56.8	62.1	62.5	48.5
Belgium	7.6	4.7	6.0	10.3	11.8	10.1	9.5	10.5	17.5	16.1	9.1	9.1	10.6	18.9	22.3	22.6
France	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4.3	12.8	29.5	33.7
Germany, FR	---	40.2	37.5	61.6	67.7	73.5	61.8	58.7	74.8	73.4	70.3	70.7	68.6	101.2	115.6	129.9
Italy	6.0	6.9	12.2	15.9	21.6	18.2	18.5	19.7	23.2	30.7	17.2	19.9	24.9	28.6	30.8	32.0
Sweden	8.8	8.7	7.8	12.0	10.4	9.0	8.9	12.6	22.2	17.3	14.5	---	5.4	7.8	9.2	10.3
UK	32.7	28.1	24.4	26.5	30.7	28.6	24.4	21.1	22.0	20.4	20.4	21.3	22.2	22.1	25.5	24.7
Total	160.3	102.4	113.5	144.1	166.2	149.2	145.9	162.7	197.8	205.3	173.5	192.2	198.1	271.0	319.5	324.7

Note : --- Data unavailable

Source: Metal Bulletin Handbook

Table D-14 Changes in Share of Silico-Manganese Imports by Major Countries

(%)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Canada	---	1.9	3.7	0.9	2.8	0.7	1.2	10.2	5.5	0.2	3.6	6.9	2.7	6.5	7.5	7.1
USA	65.6	11.6	18.9	11.5	11.7	5.8	14.4	14.4	13.8	21.9	20.6	30.1	28.7	22.9	19.6	15.0
Belgium	4.8	4.6	5.3	7.1	7.0	6.8	6.5	6.5	8.9	8.8	5.2	4.7	5.4	7.0	7.0	6.9
France	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2.2	4.7	9.2	10.4
Germany, FR	---	39.3	33.0	42.8	40.7	49.3	42.4	36.1	37.8	35.8	40.5	36.8	34.6	37.3	36.2	40.0
Italy	3.7	6.7	10.7	11.0	13.0	12.2	12.7	12.1	11.7	15.0	9.9	10.4	12.5	10.6	9.6	9.8
Sweden	5.5	8.5	6.9	8.3	6.3	6.0	6.1	7.7	11.2	8.4	8.4	---	2.7	2.9	2.9	3.2
UK	20.4	27.4	21.5	18.4	18.5	19.2	16.7	13.0	11.1	9.9	11.8	11.1	11.2	8.1	8.0	7.6
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Note : --- Data unavailable

Source: Table D-13

#### 4. フェロマンガンの貿易フロー

フェロマンガンの内、生産かつ消費量の最も多い高炭素フェロマンガンを中心に貿易フローを Fig. D-4 に示す。

これを輸入国側でみると、アメリカは南アフリカからの輸入が最も多く、これにフランスからの輸入を加えた2カ国で、輸入占有率は74%である。その他ノルウェー、ベルギー、カナダ、インド等多数の国から輸入している。

ドイツ連邦共和国は、ノルウェー、フランスからの輸入が主体で、その輸入占有率は68%である。その他南アフリカ、ブラジル、ベルギーなどから輸入している。

イタリアは、南アフリカ、フランスからの輸入が主体で、その輸入占有率は84%である。その他、ドイツ連邦共和国(注1)、ベルギー等から輸入している。

一方、輸出国側でみると、南アフリカはアメリカへの輸出占有率は64%で最も高く、その他イタリア、イギリス、カナダ等へ輸出している。

フランスもアメリカへの輸出占有率が52%で最も高く、その他イタリア、ドイツ連邦共和国、ベルギー等へ輸出している。

ノルウェーは、特定の国への重点的な輸出ではなく、ドイツ連邦共和国、アメリカをはじめ多数の消費国に分散し輸出している。

## II. 国際取引の形態

マンガン鉱石およびフェロマンガンの国際取引は、通常の商品取引と同じであるが、特徴としては次のようなものがある。

### 1. 商品形態

マンガン鉱石のサイズは、上限が人頭大、下限は0.5インチで、鉱物組成はきまったものはない。

フェロマンガンのサイズは、10-50 m / m または 10-100 m / m が多く、荷姿は通常無包装で取扱われる。

### 2. 流通

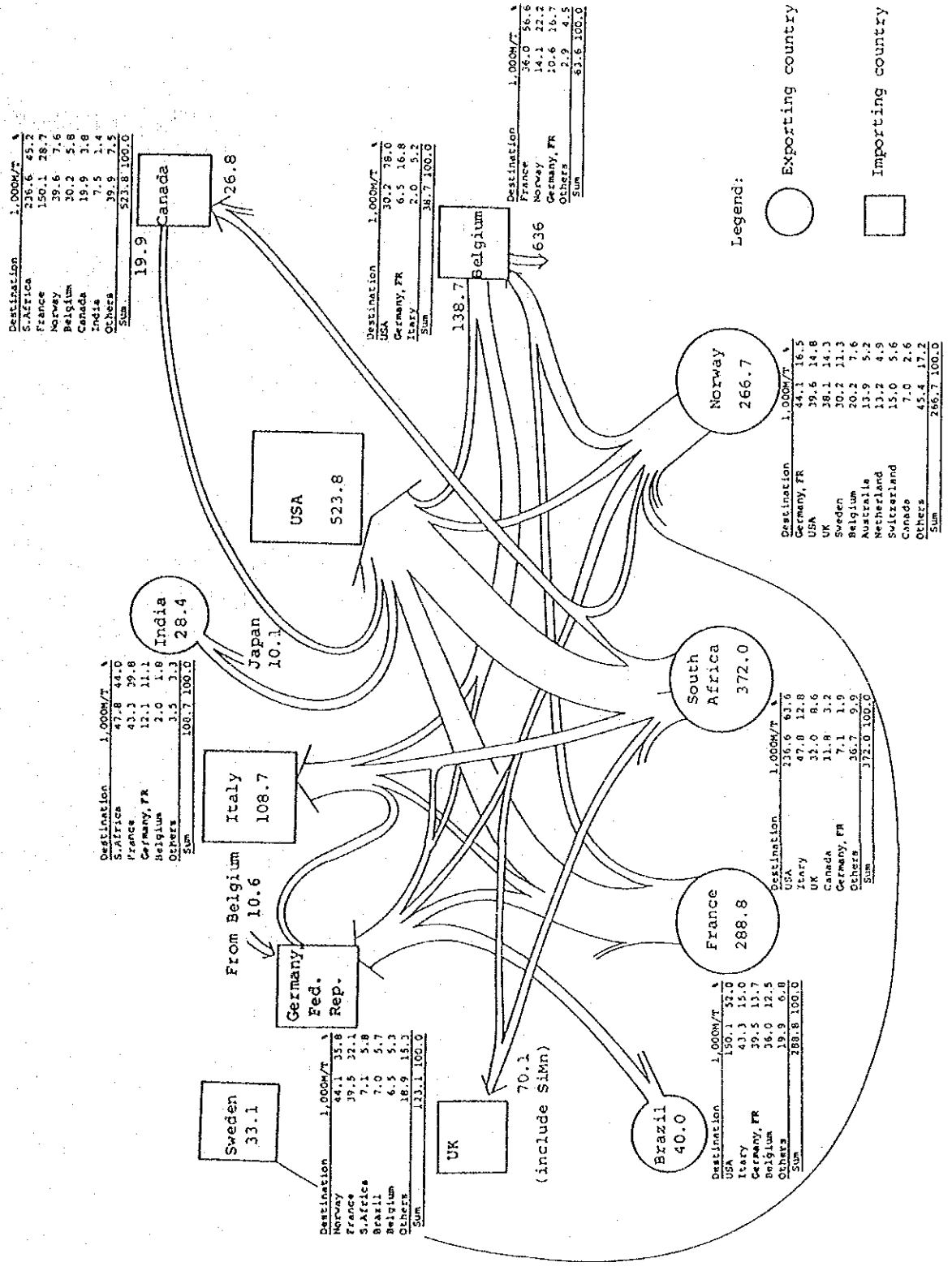
通常取引では、商社を経由することがほとんどで総代理店制を取り入れることもある。

例外的に国営企業の取引では、商社の関与を排除することもある。

---

(注1) ドイツ連邦共和国もフェロマンガンの輸入国でもあり、ドイツ連邦共和国が、輸出している品種は特殊品(特に炭素、珪素、不純分の低いもの)であろう。

Fig. D-4 Flow Diagram of World Trade in High-Carbon Ferro-Manganese (1978)



### 3. 契約方法

一般的には年ごと、あるいは期ごとに数量、価格等を契約しているのが最も多い。

フランスは長期契約を行い、その内容は数量は確定しているが、価格については別途決定している。長期契約以外に、スポット契約によるものもかなりあるが、その実態はつかめない。

### 4. 価格の決定

鉱石の場合、翌年度分の価格は当年度末までに、通常次のような経過で決められる。

まず大手鉱山会社の1社と、主要なフェロマンガンメーカーの1社との間で価格交渉が進められ、そこで決った価格に他の鉱山会社とフェロマンガンメーカーもならう形でそれぞれ価格が決められる。この価格はCIFベースであり、したがって各国のフェロマンガンメーカーは、ほぼ同じ価格で鉱石を買うことになる。

フェロマンガンの各国の実績価格は、市場価格を参考にしてコスト方式で決められる。すなわち鉱石価格は世界市場で決まっており、電力価格・労務費等はそれぞれの国の水準で、コストに算入することとなる。国際的な取引の場合、消費国の市場価格以上になり得ず、輸出国のコスト方式による価格が、これを下回るときはその中間で決められているようである。LMEのような自由市場価格、または有力な生産者による生産者価格はない。

## III. 国際価格の推移と変動要因

### 1. マンガン鉱石の国際価格の推移と変動要因

マンガン鉱石の価格は品位や不純物の含有量、形状により大きく異なるため、各銘柄を正確に比較することはむずかしい。

ここでは類似した品位の鉱石につき、日本、アメリカおよびヨーロッパ市場におけるCIF価格について検討することにした。

この三つの市場における価格の推移は、Table D-15、Fig. D-5に示すとおりである。

総体的には、日本、アメリカ、ヨーロッパ、いずれも同じ価格水準でかつ同じ動きをしていることがわかる。価格の上昇割合は、1965年から1980年の間に約2倍となっているが、US\$/SDR, Rate (1.302)で修正すると約1.7倍となる。

価格の推移をみると、1957年には品不足のために一時的に高騰したが、1962年にガボンのモアング鉱山が、1966年にはオーストラリアBHP社のグレートアイランド (Groote Eylandt) 鉱山がそれぞれ生産を開始したことで供給過剰となり価格は下降し、マンガン純量 10 kg 当り  $\phi$  50-60 になった。

しかし1973年に起こった第一次石油危機によるフレートの値上りに加え、同年は世界の

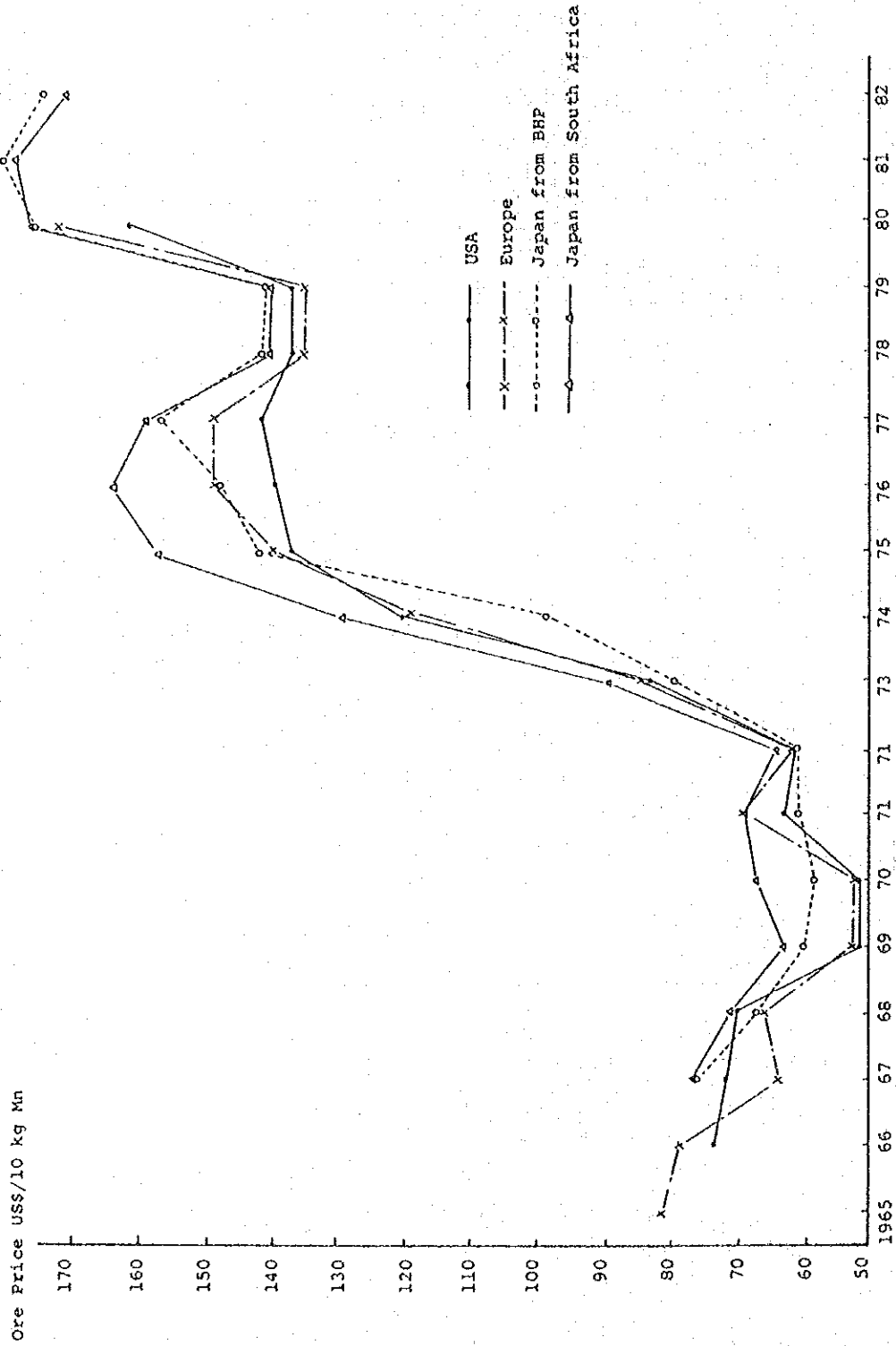
Table D-15 Movements in Manganese Ore Price

(US\$)				
Nation	USA	Europe	Japan	
Quality	Min. 48% Mn low impurity	46-48% Mn max. 0.1% P	Australia 48% Mn Fe below 4%	S. Africa 48% Mn Fe above 10%
1965	---	82	79	84
1966	73	78	76	79
1967	72	64	76	76
1968	70	66	66	71
1969	52	53	60	63
1970	52	53	58	67
1971	63	69	61	69
1972	62	62	62	64
1973	83	89	79	90
1974	120	118	98	129
1975	132	140	142	157
1976	139	148	153	163
1977	142	148	156	158
1978	132	135	142	140
1979	132	135	141	140
1980	161	172	175	175
1981	---	---	180	179
1982	---	---	169	166

Notes : 1) --- Data unavailable  
 2) Ore Price: US\$, metric tonne unit Mn content, CIF

Source: USA, Europe - Metal Bulletin Handbook  
 Japan - Estimates by the Study Team

Fig. D-5 Movements in Manganese Ore Price



粗鋼生産が今までで最高に達した時期に当り、鉄石需給もタイトとなり、かつマンガン鉄石生産国の資源ナショナリズムが強まったために急激に価格が上昇した。

結果としては1976年の価格は1972年当時に比べると、約3倍の $\text{¢}140-160$ になった。

その後、自由世界主要鉄鋼生産国の粗鋼生産の減少により鉄石の需要も減り、1977年頃から価格は低下の傾向をみせたが、1978年の第二次石油危機と粗鋼生産が回復傾向になったことで、小幅ながら再度価格が上昇し、1981年には今までの最高値となった。その後は横這いか、やや低下の傾向にある。

## 2. フェロマンガンの国際価格の推移と変動要因

フェロマンガンを代表する品種として、高炭素フェロマンガンにつき、主要国の国別市場価格およびドル換算値を Table D-16 に、ドル換算値の推移を Fig. D-6 に示す。

これを見ると高炭素フェロマンガンの価格は、鉄石価格の推移と同様に1874年頃から急激に上昇し、1966年と1979年を比較すると国内通貨ベースでドイツ連邦共和国1.6倍、日本2倍、アメリカ2.6倍、フランス3倍となり、ドル換算値では一様に3.5倍になっている。

国内通貨ベースの方が各国とも比較的安定しているのは、この期間のドルの通貨価値の減退を物語っている。

ドル換算値の国別推移をみると、1966年にはフェロマンガン、トン当たり141~171ドルで差は少なく、1973年の石油危機により、大幅な上昇が起こったが、1976年頃までは、ほぼ似た動きをしている。

それ以降、アメリカは横這い、フランス、ドイツ連邦共和国はゆるい上昇（ただし国内通貨ベースの価格は変らない）に変っているが、日本は高い上昇が続き、ドル換算値の差は大きくなっている。これを1979年でみるとアメリカがトン当たり437ドルに対し日本はトン当たり548ドルで、差は110ドルとなっている（注1）。

日本のドル換算値が高い理由は、円高の影響もあるが、主因は電力価格が高く生産コストの上昇が大きいためである。

---

（注1）日本の価格条件がアメリカ、フランス、ドイツ連邦共和国と異なる〔Table D-16の注2）、3参照〕ため正確な比較はむずかしい。



Table D-16 Movements in High-Carbon Ferro-Manganese Prices

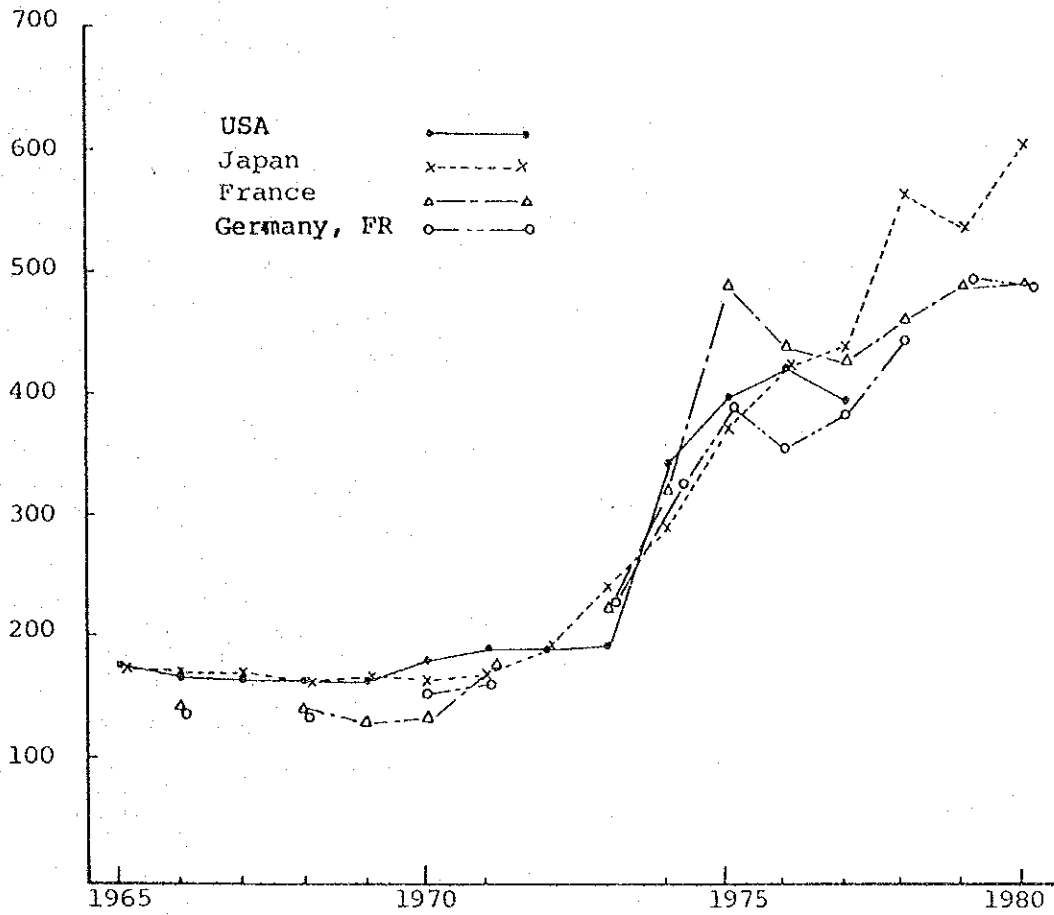
(Price per MT)

Year	USA		Japan		France		Germany, FR	
	US\$	¥	US\$	F.Fr	US\$	D.Mark	US\$	
1965	175.3	63,000	174.2	---	---	---	---	
1966	167.5	62,000	171.1	708.0	144.1	565	141.3	
1967	166.1	62,000	171.1	---	---	---	---	
1968	164.5	60,000	166.4	708.0	142.9	536	134.3	
1969	164.5	59,000	164.6	690.0	132.7	---	---	
1970	181.3	59,000	164.7	750.0	135.7	558	153.0	
1971	190.0	59,000	169.5	990.0	179.7	565	162.3	
1972	190.0	59,000	194.6	---	---	---	---	
1973	195.0	66,000	243.3	995.0	223.4	630	235.7	
1974	345.0	85,000	291.6	1,544.0	321.0	843	325.8	
1975	400.0	97,000	326.8	2,115.0	493.4	1,090	443.0	
1976	425.0	112,000	377.7	2,115.0	442.5	900	357.4	
1977	400.0	120,000	446.9	2,115.0	430.5	900	387.6	
1978		120,000	570.2	2,115.0	468.7	900	448.1	
1979	437.0	120,000	547.6	2,115.0	497.1	900	491.0	
1980		139,000	613.0	2,115.0	500.5	900	495.1	
Rate of rise in prices %								
1979/1966	260.9	217.7	358.3	298.7	347.3	159.3	350.4	

- Notes :
- 1) Domestic prices in each country were converted into US\$ by the exchange rate (per Foreign Economic Statistical Yearbook of the Bank of Japan) then current.
  - 2) Domestic prices: Domestic producer's price for Japan, and actual market for USA, France, and Germany, Fed. Rep.
  - 3) Size: Sizes 10 - 15 m/m for Japan and lumpy size for USA, France and Germany, Fed. Rep.
- Data unavailable

Source: Metal Bulletin Handbook and the Study Team

Fig. D-6 Movements in High-Carbon Ferro-Manganese Prices  
(converted into US\$/MT)



## E. 需 給 予 測

### 1. 需給予測

#### 1. 過去の傾向と最近の状況

マンガンの需要はすでに述べたごとく、フェロマンガンの100%、マンガン鉱石で90%以上を鉄鋼関係で使用しており、この構造は当分変わらないであろう。

過去の需要の最大は、マンガン鉱石で2,420万t(1979年粗鋼生産量、過去最高)、フェロマンガンの614万t(1974年粗鋼生産量7億9百万t、史上第4位)であり、その後、鉄鋼の減産によりマンガン鉱石、フェロマンガンのいずれも需要量は減少しているものと推定される(注1)。

マンガンの需給ルートは、自由世界と計画経済圏とが独自に行っており、自由世界と計画経済圏の交易はほとんど行われていない。

#### 2. 各機関の予測結果

公表されている各機関の予測結果は、Table E-1のとおりである。これらの予測結果に共通して言えることは、予測の前提が必ずしも明らかにされていないことや、マンガン鉱石の需要予測のみが行われ、フェロマンガンの予測は行われていないことである。また、マンガン鉱石の需要量を現状に照してみると、過大で現状に適していない。

IISIは、粗鋼生産量の伸びを大きくみすぎているので、それにスライドしたマンガン鉱石も大きすぎる量になっている。

アメリカ鉱山局は、アメリカとアメリカ以外の国に分けて予測し、世界銀行は、地域ごと、期間ごとに伸び率を予測するきめの細かい予測を行っている。しかしいずれも、予測結果をマンガンコンテンツで行っているため、抽象的と見なされることやその数量も大きすぎる。

ロスキルレポートはロスキル自身の予測の他に、他機関の予測結果も紹介しているが、いずれも現時点ではやや過大である。

#### 3. 需要予測の前提

マンガン鉱石、フェロマンガンのともに、鉄鋼の生産量に追従した需要変動となるので、粗鋼をベースにして、マンガン鉱石および、フェロマンガンの原単位の推移を加味すれば、マンガン鉱石やフェロマンガンの予測をすることができる。

---

(注1) マンガン鉱石需要量について、1980年以降のデータ入手ができなかった。

フェロマンガンの需要量は(1978年)564万tが最新のデータである。

Table E-1 Demand Projections on Manganese Ore by Various Institutions (1,000 MT)

Projecting Institutions	Announced Year	Base Year	1985	1990	1995	2000	Remark		
ISII (1)	1980, Mar.	1975	Grw., & P.A. (1,000 MT)				ex: Assumption of Crude Steel production 1985 year 1,081 Million 1990 year 1,524 Million 2000 year 911 Million	year 2000 Low High	
			3.0	29,000	33,000	--			45,000
			3.5	30,000	36,000	--			50,000
		4.0	32,000	38,000	--	57,000			
U.S. Bureau of Mines (2)	1980	1979 (1,000 MT)	Grw., & P.A. (1,000 MT)				Figures for year 2,000 in the left-hand side table are mean values between upper and lower limits shown in the righthand side box.	year 2000 Low High	
			1.4	--	1,780	--			2,000
			2.9	--	13,800	--			17,600
		2.7	--	15,600	--	19,600			
World Bank (3)	1982, July	1980	Grw., & P.A. (1,000 MT)				Projected growth rates are as shown in the righthand side box.	Up to year 2000 Growth, & P.A. 80/85 85/90 90/95	
					(Mn content)				
Roskill (4)	1982, May	73 - 81 trend line	Grw., & P.A. (1,000 MT)				Projected growth rates are as shown in the righthand side box.	Growth, & P.A. 80/85 85/90 90/95	
					(Mn Content)				

Note : --- Data unavailable

Sources: 1) A.K. Davaics et al., Manganese and the Iron and Steel Industry, Committee on Raw Materials, IISI  
 2) Gilbert L. Dehuff and Thomas S. Jones, "Manganese", Mineral Facts and Problems, The U.S. Bureau of Mines  
 3) World Bank, Price Prospects for Major Primary Commodities Volume IV: Metals and Minerals, July 1982  
 4) Roskill Information Services Ltd., The Economics of Manganese, 1982

Table E-2 Projected Worldwide Consumption of Crude Steel

(million MT)

	1981	1982	1983	1985	1990	2000
World total	707	672	689	749 <sup>(1.32)</sup>	800 <sup>(1.18)</sup>	900
Free world countries	457	411	435	487 <sup>(1.44)</sup>	523 <sup>(1.38)</sup>	600
Planned economy countries	250	251	254	262 <sup>(1.12)</sup>	277 <sup>(0.80)</sup>	300

Note : Figures in parentheses are projected annual growth rates.

Sources: 1) IISI 16th Annual Meeting and Conference (October 1982)

2) The Chapter on Pig-Iron and Semi-finished Steel

### 3.1 粗鋼の予測

粗鋼の予測は、IISIのデータ(注1)を用いたが、このデータには1990年までのものであり、2000年の予測については、本プロジェクトの「鉄鉄、鋼半製品」編で示されているデータを採用した。

### 3.2 マンガン鉱石需要予測の前提

マンガン鉱石の需要想定は、ロスキルレポート(注2)や世界銀行(注3)のレポートで、用途を鉄鋼関係、非鉄鋼関係を分けず一括して、粗鋼1t当りの使用量を基準値として、扱っている例もあり、今回はその考え方に従い自由世界、および計画経済圏別に実績をTable E-3およびFig. E-1に示した。

これらの結果より、予測に採用するマンガン鉱石の使用量は、自由世界としては回帰式値そのままの31.8kgとした。一方、計画経済圏は、実績値が1979、1980年と増加していることを考え合わせ、1980年の回帰式の値44.7kgに収斂するものと考えた。

(注1) IISI, 16th Annual Meeting and Conference (1982, 10)

(注2) Roskill Information Services Ltd., The Economics of Manganese (1982, 5)

(注3) World Bank, Price Prospects for Major Primary Commodities Volume IV: Metals and Minerals Document, 1982

Table E-3 Changes in Unit Consumption of Manganese Ore

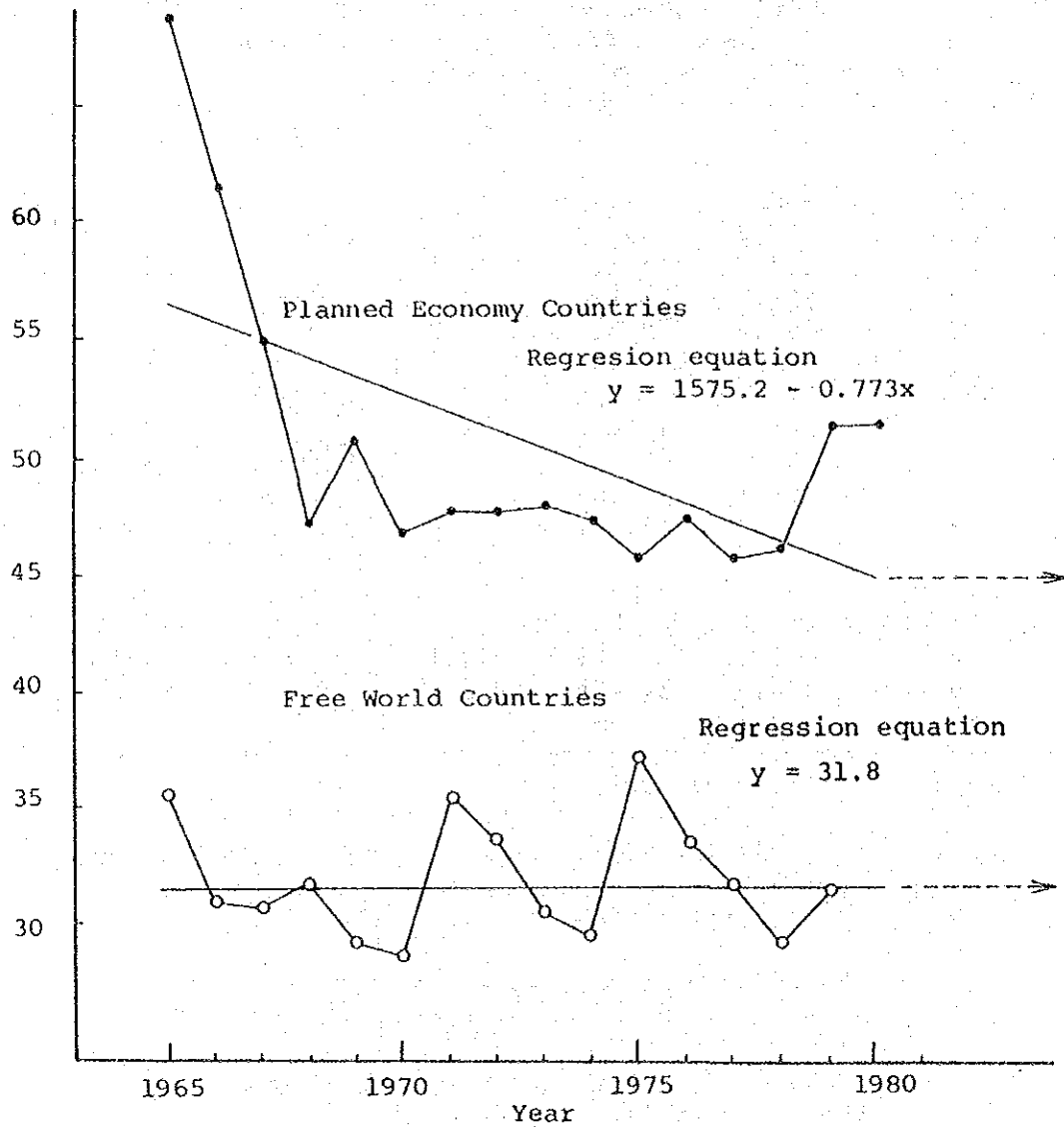
Year	Free World Countries			Planned Economy Countries		
	Crude steel production (million MT)	Manganese ore consumption (1,000 MT)	Unit consumption (kg/tonne of steel)	Crude steel production (million MT)	Manganese ore consumption (1,000 MT)	Unit consumption (kg/tonne of steel)
1965	279.6	9,919	35.5	126.6	8,710	68.8
1966	286.9	8,840	30.8	136.4	8,367	61.3
67	299.7	9,132	30.5	137.2	7,486	54.5
68	317.3	10,013	31.6	144.8	6,797	46.9
69	351.1	10,182	29.0	152.1	7,693	50.6
70	358.7	10,312	28.7	162.4	7,581	46.7
1971	335.3	11,815	35.2	172.1	8,212	47.7
72	366.7	12,406	33.8	180.8	8,634	47.8
73	417.6	12,569	30.1	190.3	9,122	47.9
74	416.3	12,266	29.5	195.6	9,244	47.3
75	354.6	13,134	37.0	203.2	9,262	45.6
1976	380.6	12,643	33.2	202.2	9,579	47.3
77	368.9	11,773	31.9	210.1	9,565	45.5
78	385.1	11,193	29.1	224.8	10,348	46.0
79	404.6	12,635	31.2	224.6	11,550	51.4
80	371.8	---	---	226.2	11,617	51.4

Notes: --- Data unavailable

- 1) The free world countries were represented by Japan, USA, France, the Federal Republic of Germany, UK, Italy, Norway, Spain, Brazil, South Africa, India, and Australia.
- 2) The planned economy countries were represented by USSR, China, Poland, Czechoslovakia, and German Dem. Rep.
- 3) Overseas Iron and Steel Statistics by the Japan Iron and Steel Federation is referred.
- 4) Manganese ore consumption is based on Table C-1.

Fig. E-1 Changes in Unit Consumption of Managanese Ore and Projected Trend

(kg/MT of crude steel)



### 3. 3 マンガン鉱石消費部門別需要予測

#### 3. 3. 1 フェロマンガンの消費原単位

鉄鋼産業用に使われるマンガン鉱石は90%以上であり、その約半分以上がフェロマンガン用である。これに使用する量を予測する場合に、フェロマンガンの各品種ごとに行う方法もあるが、フェロマンガン品種ごと検討するだけのデータも少なく、困難であるので、製鋼時に使用されるマンガン純量を粗鋼トン当りに換算した、マンガン純量原単位を基準にすることにした。

ここではTable C-17を参考にし、鉄鋼技術の進歩によるフェロマンガンの消費量の減少と、鉄鋼品質の高級化指向による増加要因を考えあわせて、自由世界諸国については、鋼トン当り6.2kgとした。

計画経済圏のデータとしてロスキルレポート(注1)に基づき、鋼トン当り4.3kgとした。

#### 3. 3. 2 鉄鋼用の消費比率

マンガン鉱石の用途別消費動向については、C章II節で述べたとおり鉄鋼部門の消費比率は、日本で92-95%、アメリカで90-94%(注2)になっており、この使用比率は当分変わらないと考えられているので、今回の予測にはこの中間的値の93%を採用することにした。

#### 3. 3. 3 非鉄鋼産業用の消費比率

非鉄鋼産業用は、鉄鋼用の残り7%になる。

さらに用途を分類すると、化学用、電池用や窯業用等になるが、この使用比率をアメリカの実績を参考にして化学用を3%(注3)、電池用を1.5%(注4)とし、自由世界諸国にのみ適用した。

## 4. 需要予測

フェロマンガンの予測およびマンガン鉱石の予測を、Table E-4、E-5に示したが、

---

(注1) Roskill Information Services, Ltd., The Economics of Manganese, Third Edition, 1982 p. 55.

(注2) Table C-9で、アメリカのフェロマンガンの輸入量が多くなった。1973年以降も輸入フェロマンガンを鉱石によみかえると、90.2~92.6%になる。

(注3) Mangan Ore Handbook では、1970~1980年のアメリカの使用比率が2.8~5.4%、USBMでは1969~1979年の使用比率2.8~4.7%になっている。

(注4) Mangan Ore Handbook では、1970~1980年のアメリカの使用比率が1.1~2.1%、USBMでは、1.2~1.6%となっている。



Table E-4 Projected Demand for Ferro-Manganese

(1,000 MT)

	1982	1983	1985	1990	2000		
					Low	Standard	High
<b>Ferro-Manganese</b>							
Free World	3,500	3,700	4,140	4,450	4,860	5,100	5,360
Centrally planned economies	1,480	1,500	1,550	1,630	1,680	1,770	1,850
Total	4,980	5,200	5,690	6,080	6,540	6,870	7,210
(Ore volume for producing ferro manganese)							
Free World	7,700	8,140	9,110	9,790	10,590	11,200	11,790
Centrally planned economies	3,250	3,300	3,410	3,590	3,700	3,890	4,070
Total	10,950	11,440	12,520	13,380	14,390	15,090	16,860

Notes: 1) Unit consumption rate of ferro-manganese

Free World

8.5 kg ferro-manganese/tonne of crude steel

(. Mn content 6.2 kg/tonne of crude steel

(. Mn content in ferro-manganese is deemed at 73%.)

Centrally planned economies

5.9 kg ferro-manganese/tonne of crude steel

(. Mn content 4.3 kg/tonne of crude steel

(. Mn content in ferro-manganese is deemed at 73%.)

2) Ore volume for producing ferro-manganese

Unit ore consumption for producing ferro-manganese is deemed at 2.2 tonnes/tonne of ferro-manganese.

Table E-5 Projected Demand for Manganese Ore

(1,000 MT)

	1982	1983	1985	1990	2000		
					Low	Standard	High
Total gross weight of ore							
Free World Countries	13,070	13,833	15,487	16,631	18,150	19,080	20,040
Planned Economy Countries	11,220	11,354	11,711	12,382	12,760	13,410	14,090
World Total	24,290	25,189	27,198	29,013	30,910	32,490	34,130
(By End-Use)							
Free Iron and Steel							
World	7,700	8,140	9,110	9,790	10,690	11,220	11,790
Use in ferro-manganese	4,455	4,725	5,293	5,677	6,190	6,524	6,847
Use in blast furnace							
Subtotal	12,155	12,865	14,403	15,467	16,880	17,744	18,637
Other than Iron and Steel							
Use in chemicals	392	415	465	499		572	
Use in batteries	196	207	232	249		286	
Other uses	328	346	387	416		478	
Subtotal	916	968	1,084	1,164	1,270	1,336	1,403
Total	13,070	13,833	15,487	16,631	18,150	19,080	20,040
Planned Iron and Steel							
Economy	3,250	3,300	3,410	3,590	3,700	3,890	4,070
Use in ferro-manganese	7,185	7,259	7,481	7,925	8,167	8,581	9,034
Use in blast furnaces							
Subtotal	10,435	10,559	10,891	11,515	11,867	12,471	13,104
Other than Iron and Steel	785	795	820	867	893	939	986
Total	11,220	11,354	11,711	12,382	12,760	13,410	14,090

Notes: 1) Unit consumption of manganese ore: See Fig. E-1  
 Free world countries 31.8 kg/MT of Crude steel  
 Planned economy countries 44.7 kg/MT of Crude steel

2) Share in total consumption:  
 For both free world countries and  
 planned economy countries:  
 Iron & Steel : 93%  
 Other than Iron & Steel: 7%

3) Share by non-iron & steel end-use in total consumption:  
 For free world countries only:  
 Use in chemicals: 3% Use in batteries: 1.5%

この予測は粗鋼消費量をベースに、前節の前提に従って行ったものである。2000年の予測については、1990年以降の伸び率が現在の経済環境を反映して小さすぎるようにも考えられることや、フェロマンガンの消費動向の変動を論ずる技術データも豊富でないことから、1990年から2000年への伸び率を0.5%上方、および下方に修正して楽観的および悲観的ケースを設定した。

## II. 需給バランス

### 1. マンガン鉱石の需給バランス

自由世界と計画経済圏との交易がほとんど行われていないので、自由世界と計画経済圏とを別々に、供給能力と需給とのバランスをみる (Table E-6)。

Table E-6 Supply and Demand Balance of Manganese Ore

(1,000 MT)

	Supply capacity	Demand			Difference
		Low	Standard	High	
(Free World countries)					
1983	18,200		13,833		4,367
1985	18,200		15,487		2,713
1986	21,300		15,710		5,590
1990	21,300	(16,631)	16,631	(16,631)	4,669
2000		18,150	19,080	20,040	3150 - 1260
(Planned economy countries)					
1983	12,000		11,354		646
1985	12,000		11,711		299
1987	12,000		11,990		10
1900	12,000		12,382		382
2000	12,000	12,760	13,410	14,090	760 - 2090

したがって、自由世界諸国では計画中の開発計画が計画どおり実施されると、1983年には436万7,000 tの供給過剰となり、最も供給過剰となるのは1986年以降に計画を持っているブラジルのリオ・ドセ社の100万t、ガボンのコミログ社の160万t、オーストラリアのBHP社の50万tが実行された直後(注1)の559万tで、2000年になっても、126万-315万t過剰になっている。

また1986年以降の開発計画がストップすると普通のベースでは、1997年(注2)以降、楽観ベースでは、1995年以降、供給不足をきたす。

一方、計画経済圏は現状のまま推移すると1987年で需給がバランスし、1990年に38万t不足する。

## 2. フェロマンガンの需給バランス

フェロマンガンの供給能力と需要量の関係は、自由世界、計画経済圏ともに、供給能力が過剰で2000年になっても、自由世界は210万-260万t、計画経済圏は63万-80万tも過剰になっている。

1990年以降の増設計画をストップしても、2000年で自由世界は200万-150万t、計画経済圏は18万-35万tの過剰になっている。

(注1) 1986年に実施されるものとした。

(注2) マンガン鉱石自由世界需要量(千t)

	悲観	普通	楽観
1995年	17,380	17,810	18,250
1996年	17,530	18,060	18,600
1997年	17,680	18,310	18,950

Table E-7 Supply and Demand Balance of Ferro-Manganese

(1,000 MT)

	Supply capacity	Projected demand			Difference
		Low	Standard	High	
(Free world countries)					
1983	6,811 (Note)		3,700		3,111
1985	6,811		4,140		2,671
1990	7,461		4,450		3,011
2000	7,461	4,860	5,100	5,360	2,101 - 2,601
(Planned economy countries)					
1983	2,030		1,500		530
1985	2,030		1,550		480
1990	2,480		1,630		850
2000	2,480	1,680	1,770	1,850	630 - 800

Note: (Table B-8, Free world capacity 6,661 thousand MT) +  
(Table B-10, 150 thousand MT capacity addition by South  
Africa)  
= 6,811 thousand MT

## F. カラジャス産品の輸出可能性

### I. マンガン鉱石

マンガン鉱石の将来の需給予測は、Table E-6のとおりである。自由世界諸国では、いくつかの国で鉱山の増産計画を持っており、供給過剰傾向にある。しかし、これらの増産が実行されないと、供給不足になることも事実であり、1986年以降の自由世界の増産計画310万tの中にはブラジルの計画100万tが含まれている。

1983年の供給能力で推移するとすれば、2000年に不足する量は次のごとくで、自由世界で88万-184万tであり、ブラジルもガボンやオーストラリア等とともに増産計画を実行に移す機会はある。

	自由世界	計画経済圏	合計
悲観	—	760	760千t
普通	880	1,410	2,290
楽観	1,840	2,090	3,930

しかし増産計画の内容をみると、ガボン、オーストラリアは既存鉱山の能力増強で、コスト的には新規鉱山の開発よりもかなり有利であると思われる。

したがって、ブラジルでこれに対抗して増産する場合、アマバ、その他既存鉱山の能力増強によるものであれば容易であろうが、新規鉱山の開発による場合は困難であろう。

その主因である投資額を極力抑える方策を持つことや鉱石の値上りにより、新規鉱山開発がフィージブルとなる時期の見極めが特に重要である。

### II. フェロマンガン

ブラジルのフェロマンガンを世界市場に進出させる可能性は、マンガン鉱石の輸出拡大に比較して、さらに厳しい条件下にあると思われる。

フェロマンガンの供給能力と需要の関係は、Table E-7のごとくで、自由世界、計画経済圏ともに、供給能力が過剰で、自由世界は1983年で311万tの過剰になり、現在の増産計画が1990年に実行されると見ているが、この計画が実行されなくても、2000年でまだ145-191万tも過剰になっている。一方計画経済圏においても、1983年の供給能力のままであっても、2000年には供給可能である。

この条件下では、今後設備の増設は当分の間必要ないことになるが、設備の老朽化（注1）によるスクラップ・アンド・ビルド現象や、エネルギーや資源問題等を考慮すると、ブラジルでもフェロマンガン工業の拡大の機会はあり得るものとする。

ブラジルにおいてフェロマンガン工業を拡大する可能性を考えると、

- a. マンガン鉱石などの資源が安価で、安定して入手できること、
- b. エネルギー源としての電力が安定して供給できること、
- c. 限定された地域であるが、工場を運営するのに十分なインフラが整備されていること、
- d. 市場を確保できること（品質の安定、価格を安くする）、
- e. 労働者の質が良いこと、
- f. 国の政策に適していること、

等の条件を満たすことが必要であろう。

これらの条件の内、a、b、cはまず問題はないと思われるが、d. の市場の確保ができるかどうかについて、具体的には品質と価格が決め手となる。また、eの労働者の質については、生産設備の内容によっても違って来るが、高度な技術を追求め、生産性の向上などのコスト低減をねらうほど、より高い質の技術者や労働者を多く必要とし、場合によっては基礎的な教育から始める事が必要になるであろう。fの政策についても、フェロマンガン工業拡大の方向をはっきりさせることも必要である。

政策の一つの例として、マンガン鉱石と、フェロマンガンの双方ともに、世界市場に進出する場合に南アフリカのクロム鉱石とフェロクロムの輸出政策が現在窮地に追い込まれていることを考えるべきである。

すなわちフェロクロムの市場軟化にともない、フェロクロムを売り急ぎ価格を下げたために、フェロクロムを消費し、かつ生産している国から、クロム鉱石の値下げをせまられ、フェロクロム、クロム鉱石ともに値下げの方向へ歯車がまわりはじめ、次第に窮地にはまり込んだことがあり、ブラジルとしても、鉱石、フェロマンガンともに世界市場に進出するときは、しっかりした政策を持って、行うべきであろう。

いずれにしても、好機をとらえて拡大できるとしても、その時期により条件も違って来るので種々制約される条件を十分に満たす必要がある。

---

（注1）設備の建設年や、型式、国情により差があるので現在その時期を推定することはむずかしい。

〔 5 〕 銅・銅精鉱





## [5] 銅・銅精鉱

### 目 次

A. 概 要 .....	(5) - 1
I. 特性と用途 .....	(5) - 1
II. 鉱石の種類および鉱床 .....	(5) - 2
III. 生産技術の概要 .....	(5) - 5
1. 採鉱・選鉱 .....	(5) - 5
2. 製錬法 .....	(5) - 5
2.1 熔錬 .....	(5) - 7
2.2 転炉 .....	(5) - 7
2.3 電解精製 .....	(5) - 7
3. 銅スクラップ .....	(5) - 7
B. 生 産 .....	(5) - 10
I. 世界の銅の埋蔵量 .....	(5) - 10
II. 銅精鉱生産とその推移 .....	(5) - 10
III. 銅地金の生産とその推移 .....	(5) - 13
IV. 生産能力 .....	(5) - 13
V. 新規プロジェクトおよび増設計画 .....	(5) - 17
VI. 生産コスト .....	(5) - 17
1. 副産品クレジットと生産コスト .....	(5) - 17
2. 工程別コストの内訳 .....	(5) - 20
3. 資金コスト .....	(5) - 20
VII. 銅鉱業政策 .....	(5) - 22
1. 国家管理 .....	(5) - 22
2. 税制度 .....	(5) - 23
VIII. 生産における技術革新 .....	(5) - 23
1. 採鉱 .....	(5) - 23
2. 選鉱 .....	(5) - 25
3. 製錬 .....	(5) - 25

C. 銅地金の消費	[5] - 30
I. 全世界および主要国の銅地金消費の推移	[5] - 30
1. 消費伸び率	[5] - 30
2. 用途別消費の推移	[5] - 30
3. 地域別の銅地金消費の変動	[5] - 31
II. 主要消費国における消費に対する政策	[5] - 37
1. 輸入政策	[5] - 37
2. 備蓄制度	[5] - 37
2. 1 アメリカの備蓄制度	[5] - 37
2. 2 フランスの備蓄制度	[5] - 38
2. 3 日本の備蓄制度	[5] - 38
III. 消費における技術革新	[5] - 38
1. 需要開発	[5] - 38
2. 代替	[5] - 39
D. 国際貿易と取引形態	[5] - 41
I. 国際貿易	[5] - 41
II. 国際取引の形態	[5] - 44
1. 銅精鉱およびプリスター	[5] - 44
2. 銅地金	[5] - 46
2. 1 長期契約	[5] - 46
2. 2 スポット契約	[5] - 48
3. スクラップ	[5] - 48
III. 国際協調に関する国際的機関・機構	[5] - 49
1. CIPEC	[5] - 49
2. UNCTAD	[5] - 49
3. IWCC	[5] - 50
4. INCRA と CIDEDEC	[5] - 50
E. 価 格	[5] - 51
I. 価格決定の仕組み	[5] - 51
II. 銅価の推移	[5] - 51
III. 銅価の決定要因	[5] - 54

F. 銅の需給予測 .....	[5]— 55
I. 既発表の需給予測 .....	[5]— 55
1. 世界銀行による長期需要予測 .....	[5]— 55
2. アメリカの有力予測機関による 銅地金生産能力と需給予測 .....	[5]— 59
3. アメリカ鉱山局による銅需要予測 .....	[5]— 59
4. Malenbaum 教授による銅地金需要予測 .....	[5]— 59
II. 需給予測の見直し .....	[5]— 61
1. 需要予測 .....	[5]— 62
2. 需給バランス予測 .....	[5]— 65
3. 銅価の長期的見通し .....	[5]— 66
G. カラジャス産品の輸出可能性 .....	[5]— 68
I. 銅精鉱 .....	[5]— 68
II. 銅地金 .....	[5]— 68
Annex : 銅の国際相場 .....	[5]— 73



## [ 5 ] 銅・銅精鉱

### A. 概 要

#### I. 特性と用途

銅は、紀元前 4000-3000 年頃から人類に使用されてきた、歴史的に最も古い金属である。人類の文化と技術の進歩とともにその用途は拡大し、消費量も増加して、今日では鉄、アルミニウムに次いで最も重要な金属材料の 1 つとなっている。

銅は、

- a. 電気伝導度、熱伝導度が高い。
- b. 強靱であることから、鋳造性、展延性に富み、加工し易い。
- c. 化学的抵抗力が強く、腐食しにくい。
- d. 美しい金属光沢を持っている。
- e. 亜鉛、ニッケルなど多くの他の金属と合金をつくり易い。

という材料として、多くの優れた特性を持っている。

さらに、銅は資源として、世界に広く分布して存在しており、製錬が相対的に容易であったことも、銅の材料としての利用を促進した要因である。

太古の時代には、銅は強度、加工性を生かして生活用品として使用されたが、その後は美しい光沢、希少性、耐蝕性から、祭祀用品、装身具として多く使用されている。

さらに中世に入ってから、火薬、大砲の発明は火器の材料として、強力銅合金である青銅の需要を高めた。

18 世紀の産業革命期の主役となった材料は鉄であったが、銅も黄銅の形で、蒸気機関、船舶、鉄道車両等の機械部品として広く使用され、工業材料として重要な位置を確立し、生産も増加した。

しかしながら銅の市場を飛躍的に拡大させたのは、19 世紀に入ってからが発電機、電動機、さらに通信の発明に端を発した電力、電気、通信の時代の到来であった。

電化の発展と通信の普及によって、銅の消費は急速に増加し、生産面では世界的な銅資源の探査活動の活発化、採鉱、選鉱、製錬、加工の各工程における技術の近代化が促進され、20 世紀初頭には、今日の近代産業としての銅産業が形成されるに至った。

現在、銅の市場は導電材料と構造材料に二分されるが、導電材料の主力は電線であり、構造材料は銅および銅合金の展伸材である伸銅品が主体である。

導電材料としての銅の需要は、世界経済の成長とともに伸長してきており、今後とも成

長が期待される。しかし、高圧架空送電線の分野では、鋼芯アルミニウム電線によるアルミニウム代替が行われ、さらに通信ケーブルの用途では、石英ファイバー・ケーブルの出現によって成長度の高い通信分野での需要の侵食が予想されている。

構造材料としての銅の用途は、機械工業から建築産業まで広い分野に渡っている。

しかしながら、これらの多くの分野において、銅はステンレス鋼、アルミニウム、プラスチックという若い、新しい材料との競争にせまられ、主として価格的要因から敗退しつつある。したがって新しい競合材料による代替によって、構造材料としての銅の需要は鈍化してきている。

銅需要の他材料による代替は、銅が過去1世紀に渡り、戦争による需給の不均衡や投機によって、価格の大きな変動を繰り返したことが大きな要因となっている。

しかしながら、導電材料市場における銅の優位性は、一部代替材料の進出はあるにしても、ゆるぎないものであり、将来においても工業材料における比重は変わらないであろう。銅および銅合金の展伸材など構造材料での銅の地位は相対的に低下するであろうが、消費の絶対量の減少はないものと見られている。

## II. 鉱石の種類および鉱床

銅鉱石は、硫化鉱、酸化鉱、および自然銅の3つに分類することができる。世界の銅鉱石の85-90%は硫化鉱が占め、酸化鉱は10-15%、自然銅は1%に達しないが、地表近くは酸化鉱、深部は硫化鉱という銅鉱山も多い。また、他の金属の硫化鉱物、珪酸塩鉱物などと混在することも一般的である。主要な銅鉱物を Table A-1 に示す。

銅鉱床のタイプとしては、

### a. 塊状鉱床

広義には層状のものも含み、鉱体が塊の形態を示す鉱床で、銅品位は比較的に高く、他の金属との混合鉱が多く、北アメリカの東部、アフリカ南部、オーストラリア、そして日本に賦存する。

### b. 層準規制鉱床

塊状鉱床の一形態で、脈石鉱物に乏しい緻密堅硬塊状の鉱石を特徴とする層状鉱床であり、アフリカ中央部のいわゆるアフリカン・カッパー・ベルト地帯に賦存している。

### c. 斑岩鉱床

斑岩に伴う大規模、鉱染状鉱床で、一般に銅品位が0.3-2.0%と低く、垂直的よりも水平的な広がりを持つので、露天掘などの大規模な採掘法が適している。チリから、ペルー、パナマ、メキシコ、さらにアメリカ、およびカナダの西部に延びているアンデス・ロッキー・カッパー・ベルトが代表的な斑岩鉱床である。これと同

Table A-1 Principal Minerals from which Copper is Extracted

Mineral	Theoretical composition	Theoretical % Cu	Principal occurrence
<b>Sulfides</b>			
Chalcopyrite	$\text{CuFeS}_2$	34.6	General
Chalcocite	$\text{Cu}_2\text{S}$	79.9	General
Bornite	$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$	63.3	General
Covellite	$\text{CuS}$	66.4	African Copper Belt
<b>Oxides</b>			
Malachite	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	57.5	General
Azurite	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	55.3	General
Chrysocolla	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	36.2	General
Antlerite	$\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	53.7	Chuquicamata (with other sulphates)

Source: A. K. Bismas, Extractive Metallurgy of Copper

じ斑岩鉱床が、フィリピンから、バブアニューギニアまでの環太平洋火山帯に沿って存在している。

現在の技術で回収可能な銅の埋蔵量は、全世界で493百万tであるが、主な分布地域は、

- a. 環太平洋地域
- b. カナダ東部のマニトバ、オンタリオ、そしてケベック州
- c. アフリカ中南部のアフリカン・カッパー・ベルトを中心としたザイール、ザンビア
- d. ソ連の東南部のカザフ、およびジェズカズガン(Dzhezkazgan)、新しい鉱区としてシベリア中央部のウドカン(Udokan)地区

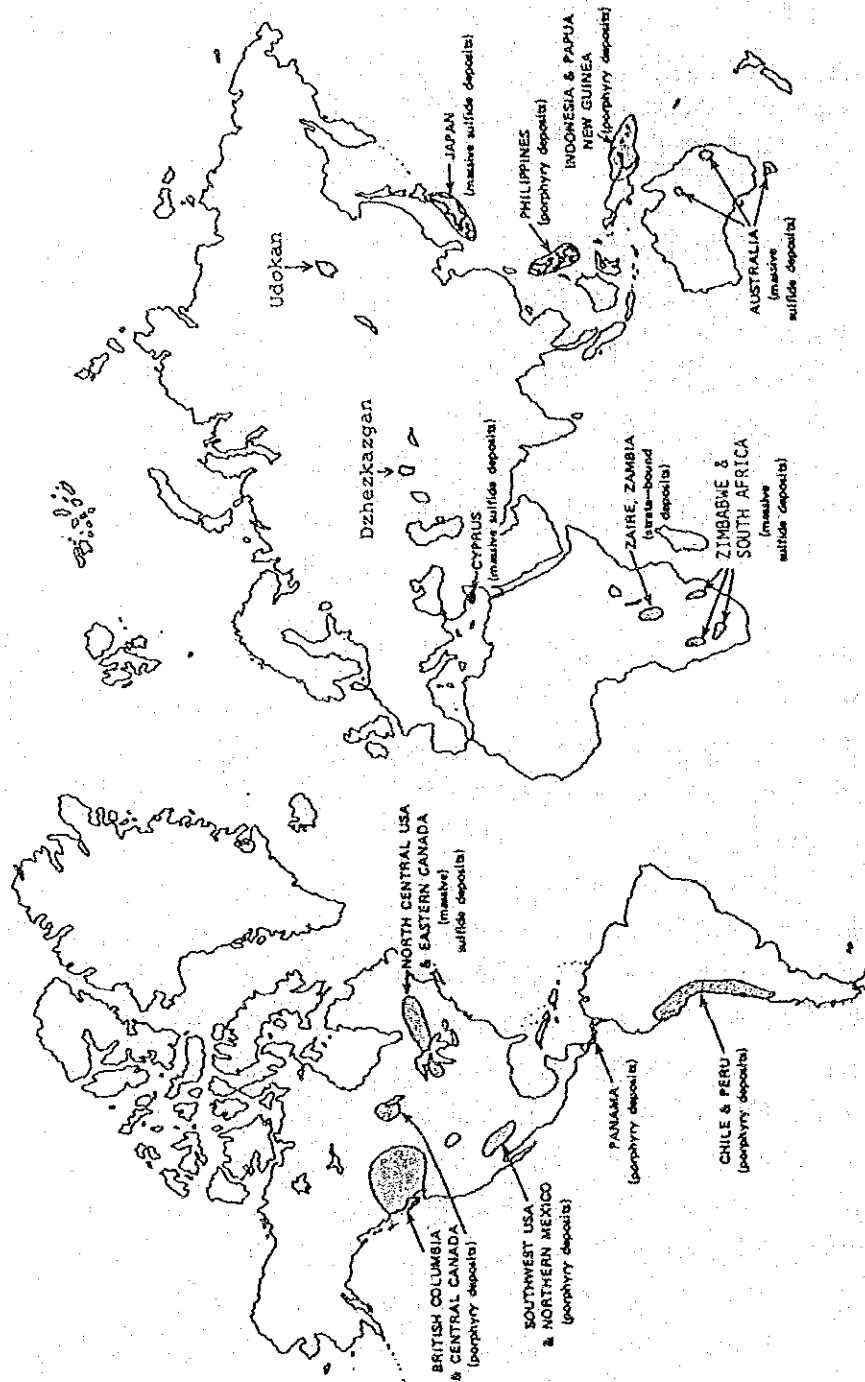
で、世界の主要鉱山は、この4地域に賦存している。

各産銅地帯の特色として、環太平洋地域の銅鉱山では日本とオーストラリアが塊状鉱床である他は、鉱床規模の大きいポーフリー鉱床が多く、世界の銅埋蔵量の主体をなしている。

カナダ東部は、ニッケル、あるいは亜鉛と共存の塊状鉱床、そして、ザンビア、ザイールはコバルトなどと共存の層準規制鉱床である (Fig. A-1 参照)。



Fig. A-1 Principal Copper Deposits of the World



Source: R.F. Mikesell, The World Copper Industry

### III. 生産技術の概要

#### 1. 採鉱・選鉱

銅の採掘の方法には大別して

- a. 露天掘
- b. 坑内掘

の2つの方式がある。

露天掘は表土を剝土し、鉱体を地表から直接採掘する方法で、鉱体が地表に露出するか、地下浅所に水平的に広がっている場合に適する。

坑内掘は、立坑、あるいは斜坑を開穿して鉱石を地下から採掘する方法で、鉱体が地下深部、あるいは垂直的に伸びている場合に適する。

坑内掘には、

- a. カット・アンド・フィル (Cut and fill)
- b. ルーム・アンド・ピラー (Room and pillar)
- c. ブロック・ケービング (Block-caving)
- d. サブ・レベル・ケービング (Sub-level caving)
- e. シュリンクエージ・ストーピング (Shrinkage stoping)

などの方式が多く利用されるが、鉱体の形状や母岩の硬度などの条件によって最適の採鉱方式が選択される。

鉱山で採掘された粗鉱は、クラッシャーで破碎され、さらに粉碎ミルにより粉碎される。

粉状になった鉱石は、浮遊選鉱工程にて捕集剤を添加した液槽の中で攪拌される。含銅鉱物の粒子は、表面に浮かぶ空気の泡に付着し、これを採取し、脱水乾燥したものが銅精鉱であり、銅品位は通常20-40%である。液中の不要残存物は尾鉱として廃棄される。

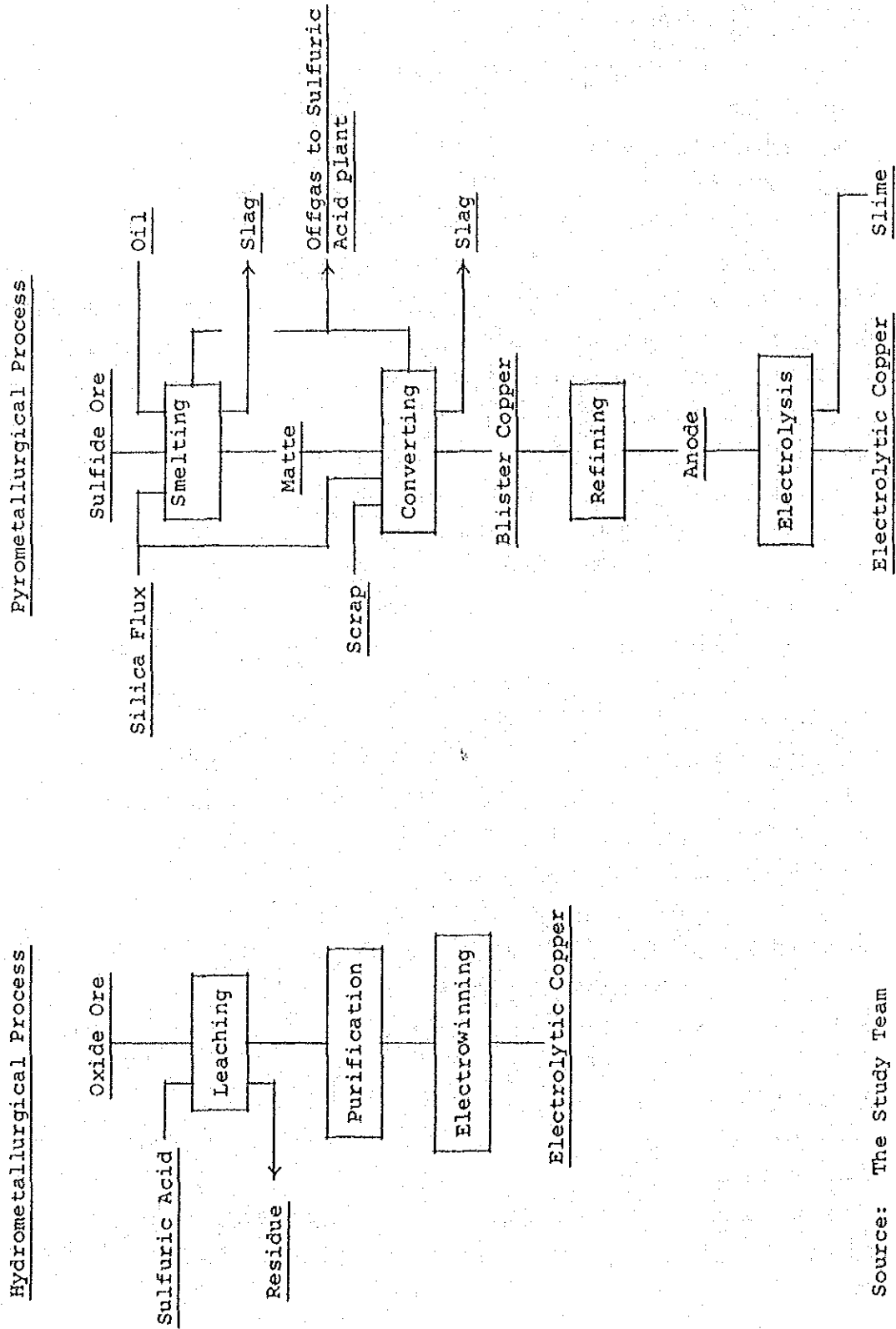
他方、酸化鉱の場合は、浮遊選鉱法が有効でないため、粗鉱を粉碎して、硫酸浸出し、銅分を硫酸銅として液中に溶解させ不純物と分離する。溶液中の銅は鉄スクラップによって沈澱させて、沈澱銅(銅品位60-80%)とする。沈澱銅は、製錬の原料として用いられるほか、後述する湿式製錬法によって、溶液中の銅を電解採取する方法も行われている。

#### 2. 製錬法

製錬法の主流は乾式製錬であり、選鉱が経済的でない低品位鉱や酸化鉱を対象とするときのみ湿式製錬が用いられる。

銅の乾式製錬はマットを造る熔錬、マットから粗銅を得る転炉、粗銅を精製する電解精錬の3工程に大別できる。この3工程の関係を示す系統図は Fig. A-2 である。

Fig. A-2 Copper Extracting Processes



Source: The Study Team

## 2. 1 熔錬

熔錬は銅精鉱中の鉄分を酸化し、溶剤として加えた珪酸鉄と結合させてスラグとし、銅分はマットとして濃縮する工程である。

主な熔錬方法としては、

- a. 反射炉法
- b. 自熔炉法
- c. 電気炉法
- d. 連続製錬法

がある。連続製錬法とは、熔錬と転炉工程が連結した炉で連続して製錬する方法である。

## 2. 2 転炉

転炉工程においては、マットに含まれる鉄分を完全に酸化してスラグとして除き、銅分は濃縮され粗銅とされる。この転炉工程では、余剰な反応熱を生じるために、アノード屑などの繰返物や、銅スクラップなどが冷材として投入される。

## 2. 3 電解精製

転炉からの粗銅（銅品位 98.5-99%）は熔融状態のまま精製炉に装入し、酸化製錬により不純物を除いた後、アンモニアなどで還元し、銅品位 99.5%程度に精製したものを陽極に铸造する。この陽極を電解精製して得られた銅品位 99.99%の陰極を一般的に銅地金と称する。

なお、電解精製をしないで銅品位を 99.8-99.9%に精錬した銅は火力精錬銅と呼ばれる。しかし、火力精錬銅は電気工業用に不向きであり、その生産量は世界の銅地金生産量の 5%にも満たない。

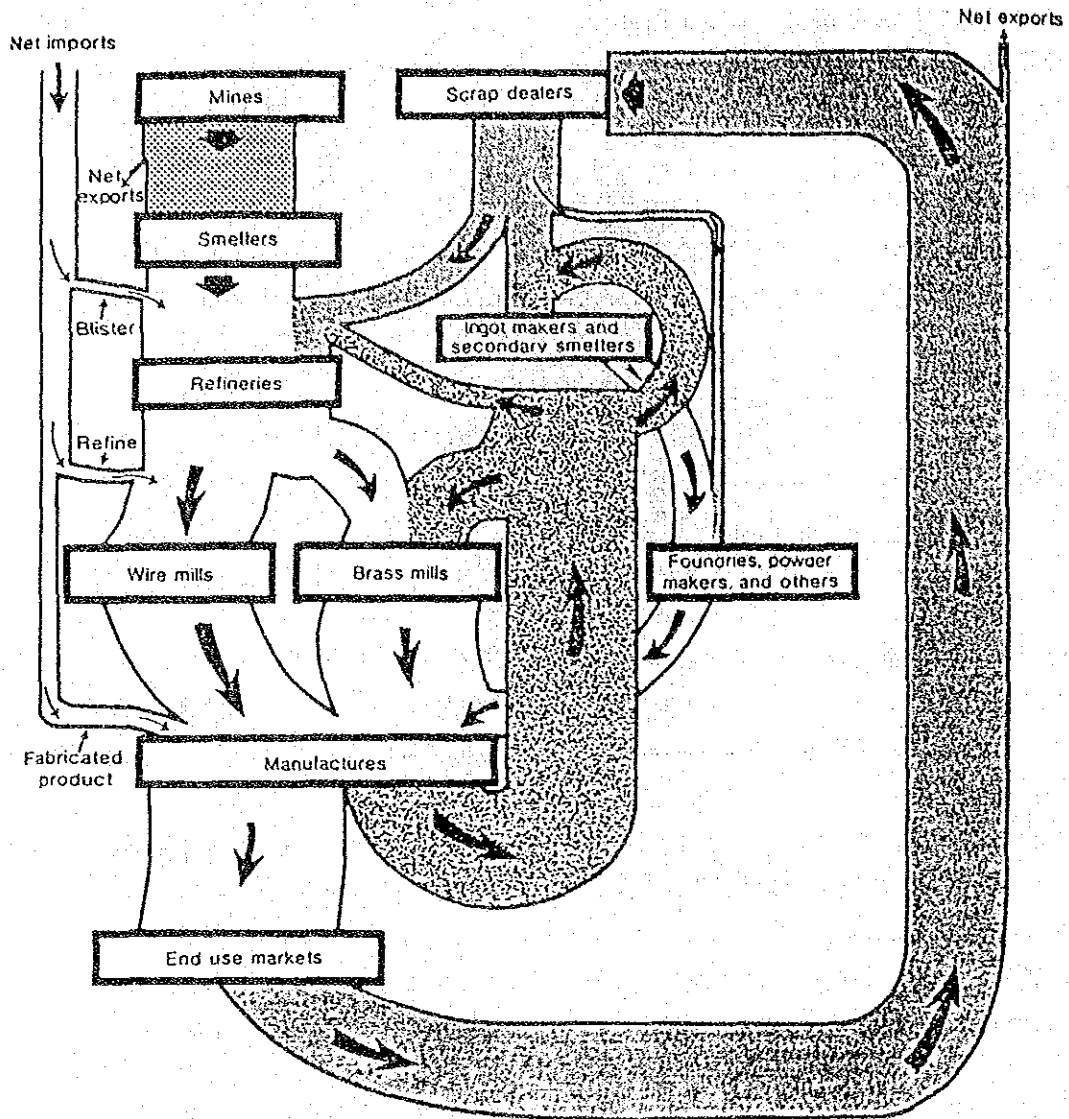
銅精錬としては最終製品である電気銅が、そのまま市販される場合もあるが、さらに用途に合わせて、再熔解、精製し、酸素などの不純物を調整して、無酸素銅、タフピッチ銅、さらにリンなどの脱酸素剤を用いた脱酸素銅などが製造され、形状もケーキ（Cake）、ビレット（Billet）、荒引線（Wire Rod）などに铸造されて出荷されることが多い。

## 3. 銅スクラップ

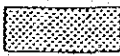



銅スクラップは銅精鉱、プリスターと並んで、銅の重要な原料資源である。銅は重量当たり単価が比較的高く、また耐食性、耐摩耗性が良いので、銅製品の製造工程で生ずる不要部分や、最終銅製品の使用廃棄後の銅分はスクラップとして回収され、原料として、再使用される。

Fig. A-3 は、銅スクラップの流れを示したものであるが、世界の銅地金生産の約 15% はスクラップを原料としたものである。銅スクラップの発生、回収、使用のリサイクル量

Fig. A-3 Copper Scrap Flow Diagram



KEY

- |   |   |
|---|---|
|  Concentrates and precipitates |  Old scrap                                   |
|  New scrap                     |  Semiprocessed and processed copper products |

Source: The U.S. Bureau of Mines (USBM), The U.S. Copper Industry, 1980

は銅の消費の歴史的累計量の多い先進工業国が高く、開発途上国は少ない。たとえば、ドイツ連邦共和国では、地金生産の約40%、アメリカでは約20%、日本では約10%がスクラップを原料としたものである。

銅スクラップの種類は、発生源別には、新スクラップと故スクラップに大別される。

a. 新スクラップ：銅の電解精錬工場や、電線、鋳物など銅製品加工工場の生産工程で発生するスクラップで、銅品位が高く、良質のスクラップである。

b. 故スクラップ：最終商品として消費者に使用され、廃棄されたもので、スクラップ回収業者を経由して回収され、銅品位が不確定で、不純物が多く含まれていることが多く、品質の良くないものが多い。

スクラップは発生源と銅品位によって、再生される工場、工程が異なるが、新スクラップは、一般的に発生源の工場で、リターン・スクラップとして、品位に応じて、適切な工程に繰り返して再使用される。故スクラップは銅品位と不純物に応じて分類され、良質のものは、銅の電解精錬所の陽極精製炉に装入されたり、伸銅品工場の熔解炉で熔解使用される。最も質の悪いスクラップは、銅の熔錬工場の転炉工程に装入されるか、故スクラップの再生を専門とする二次製錬業者の熔錬炉で熔解精製される。

先進工業国においては、スクラップの多くの部分は、発生源と品位によって、格付けされ、形成された流通市場を通じて、国内的、および国際的に取引されており、流通量から見ても、銅市場に及ぼす影響は大きい。銅の価格が上昇すると、発生、回収量が増加して、市況を冷やす作用を持ち、銅価格が低下すると、回収量が低下して、市況を底支えする役割を果たす。したがって、先進国における銅の供給量の予測や、市況の見通しには、スクラップの回収、発生の動向は1つも見逃すことのできない要因である。

## B. 生 産

### I. 世界の銅の埋蔵量

埋蔵量とは、総資源量のうち、その時点での金属価格と採鉱技術にて、経済ベースに合っ  
て回収可能なことが確認されているものをいう。

したがって埋蔵量は、技術、金属価格、生産コスト、環境規制その他の法律規制などに  
より変化する。

アメリカの鉱山局の調査によれば、全世界の銅の資源量は1,627百万t、他に海底のマ  
ンガン団塊に含まれる銅は689百万tであると推定されている。

現在の技術で経済的に回収し得る埋蔵量は、493百万tで、これは、海底マンガン団塊を  
除く陸上資源量のうち30%に相当する。

1982年時点における全世界の埋蔵量493百万tのうち、国別埋蔵量はTable B-1の  
とおりであるが、主な国としては、チリの埋蔵量が97百万tで全世界の20%、自由世界の  
22%を占める他、アメリカは92百万tで全世界の19%(自由世界の21%)、ザンビアは34  
百万tで(同じく7%、8%)、カナダ、ペルーが、それぞれ32百万t(同じく6%、7%)、  
メキシコ30百万t(同じく6%、7%)、ザイール24百万t(同じく5%、6%)で、上位  
7カ国で、自由世界の約80%を占め、銅の埋蔵分布の偏在性を示している。

### II. 銅精鉱生産とその推移

全世界の銅精鉱の生産量は、1965年時点では5,067千tであった。その後の銅精鉱生産  
の推移をみると、1974年の7,683千tまで、年率5%近くで増加を続けた。1975年に全世  
界の生産量は、7,358千tに一旦落ち込んだ後、1977年に8,000千t近くに増加したもの  
の、その後は、1980年まで大方は横這いに推移している(国別の銅精鉱生産量の推移は、  
Appendix Table 2)。

1981年に全世界の銅精鉱生産は、8,322千tを記録したものの、1982年はアメリカを中  
心とする世界的不況と、金属価格の低迷で、アメリカ、カナダが大幅な減産を実施し、前  
年比の30%以上の減になることから、全世界の生産は8百万t強に落ち込むものと見込ま  
れる。

1965年から1981年に至る銅精鉱生産の主要国の推移と比較をFig. B-1に示す。

アメリカは、1965年は1,226千tと全世界の24%のシェアであったが、1981年には  
1,538千tでシェアは18%に大幅に低下した。その他の主要国の1981年における銅精鉱の  
生産量は、ソ連が1,140千t(全世界のシェア14%)、チリ1,081千t(同じく13%)、カナ

Table B-1 World Copper Reserves

(million tonnes of copper)				
	Reserve	%	Resource	%
North America				
USA	92	19	472	22
Canada	32	6	173	8
Mexico	30	6	87	4
Subtotal	154	31	734	34
South America				
Chile	97	20	366	17
Peru	32	6	100	5
Others	10	2	83	4
Subtotal	139	28	549	26
Europe and the Near East				
	22	4	80	4
Africa				
Zaire	24	5	75	3
Zambia	34	7	131	6
Others	12	2	42	2
Subtotal	70	14	248	11
Asia				
	27	6	117	6
Oceania				
	23	5	100	5
Planned economy countries				
	60	12	292	14
World Total				
(land-based)	493	100	2,120	100
Seabed Nodules	0		689	

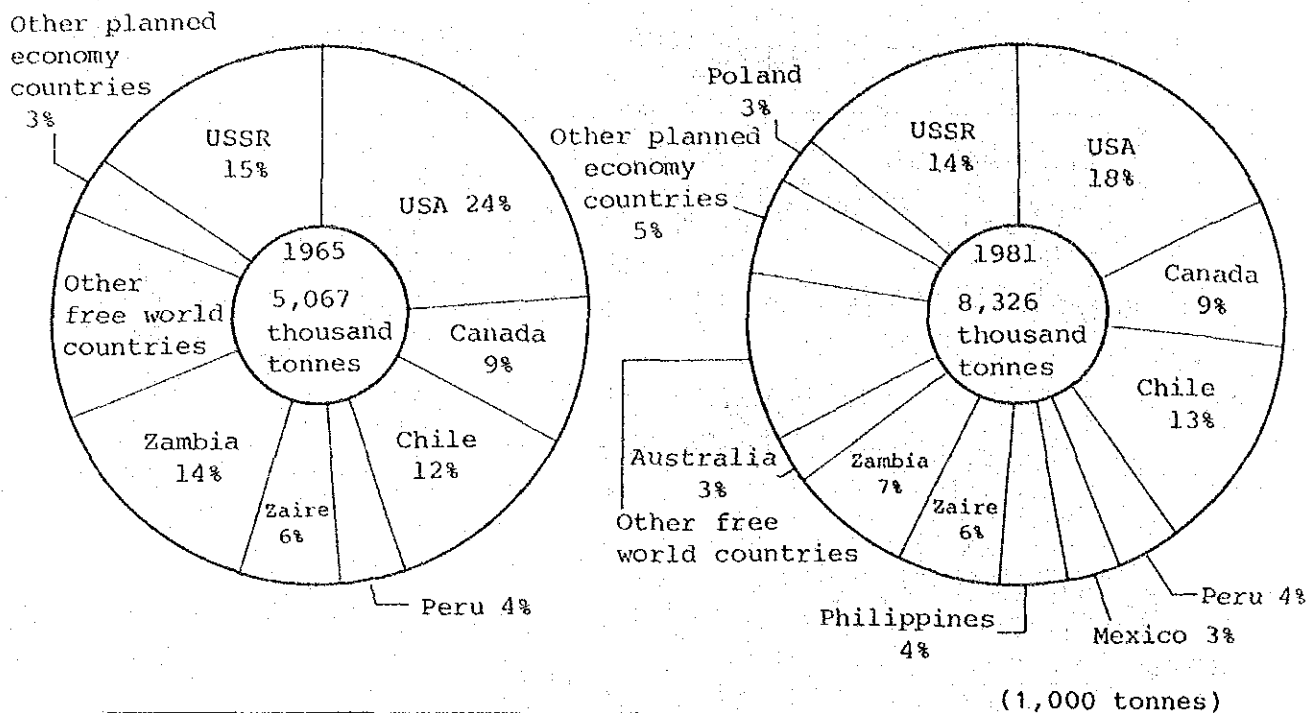
Source: The U.S. Bureau of Mines, The U.S. Copper Industry, 1981

ダ 718 千 t (9%)、ザンビア 587 千 t (7%)、ザール 505 千 t (6%) である。上記 6 カ国にペルー、ポーランド、フィリピンを加えた 9 カ国で 1981 年の全世界の銅精鉱生産量の約 80% を占める。

1965 年から 1981 年の間にザンビアは、銅精鉱生産が約 700 千 t から約 600 千 t に減少し、全世界の銅精鉱生産量のシェアも 14% から 7% に半減した。この間に生産が大きく増えたのは、ポーランドが 15 千 t から 308 千 t に増加、フィリピン、メキシコがこの間、それぞれ 4 倍の 305 千 t と 230 千 t に増えている。チリ、カナダ、ペルーは、この 16 年間そ



Fig. B-1 World Copper Mine Production



(1,000 tonnes)

	1965		1970		1975		1981	
USA	1,226	24%	1,560	24%	1,282	17%	1,538	18%
Canada	461	9	610	10	734	10	718	9
Chile	585	12	686	11	828	11	1,081	13
Peru	180	4	212	3	189	3	328	4
Mexico	55	1	61	1	78	1	230	3
EC	3	-	4	-	16	-	7	-
Yugoslavia	63	1	98	2	115	2	111	1
Japan	107	2	120	2	85	1	52	1
Philippines	63	1	163	3	226	3	302	4
Zaire	289	6	387	6	495	7	505	6
Zambia	696	14	684	11	677	9	587	7
Australia	92	2	158	2	219	3	226	3
Papua New Guinea	-	-	-	-	173	2	165	2
Other free world countries	330	7	427	7	619	8	651	8
Free world total	4,150	82	5,170	81	5,736	78	6,494	78
USSR	750	15	925	15	1,100	15	1,140	14
Poland	15	-	83	1	230	3	308	3
Other planned economy countries	152	3	201	3	293	4	384	5
Planned economy countries total	917	18	1,209	19	1,623	22	1,832	22
World total	5,067	100	6,379	100	7,358	100	8,326	100

Sources: Metallgesellschaft, and World Bureau of Metal Statistics (WBMS)

の銅精鉱生産シェアはほとんど同一で推移している。上位9カ国の他には、パプアニューギニアが1972年よりブーゲンビル銅山の操業を開始し、以後年間180千t(全世界のシェア2%)の生産を続けている。

### III. 銅地金の生産とその推移

全世界の銅地金の生産量は1965年に6,176千tであった。その後、生産量は年率4%程度で伸び続け、1974年に8,909千tに達した。しかし、第1次石油危機の直後は、世界的な経済悪化から需要が減退、銅地金生産量は一時減少、その後の生産の伸びは年率1%程度で推移しており、1981年の全世界の生産量は9,655千tである。

銅精鉱生産量に対比して、銅地金生産量が約15%多いのは、スクラップからの銅地金生産があるからである。1965年から1981年までの銅精鉱と銅地金の生産量の伸び具合を比較すると、両者はほぼ同率で平行して増加している。

1965年以降の主要国の銅地金の生産推移を見ると、1965年におけるアメリカの銅地金生産量は、1,942千t(全世界の生産シェア31%)、イギリスが228千t(同じく4%)、ドイツ連邦共和国が342千t(6%)であったものが、1981年における、これらの国の銅地金生産量と生産シェアは、アメリカが1,984千t(21%)、イギリスは136千t(1%)、ドイツ連邦共和国は387千t(4%)と著しく低下している。

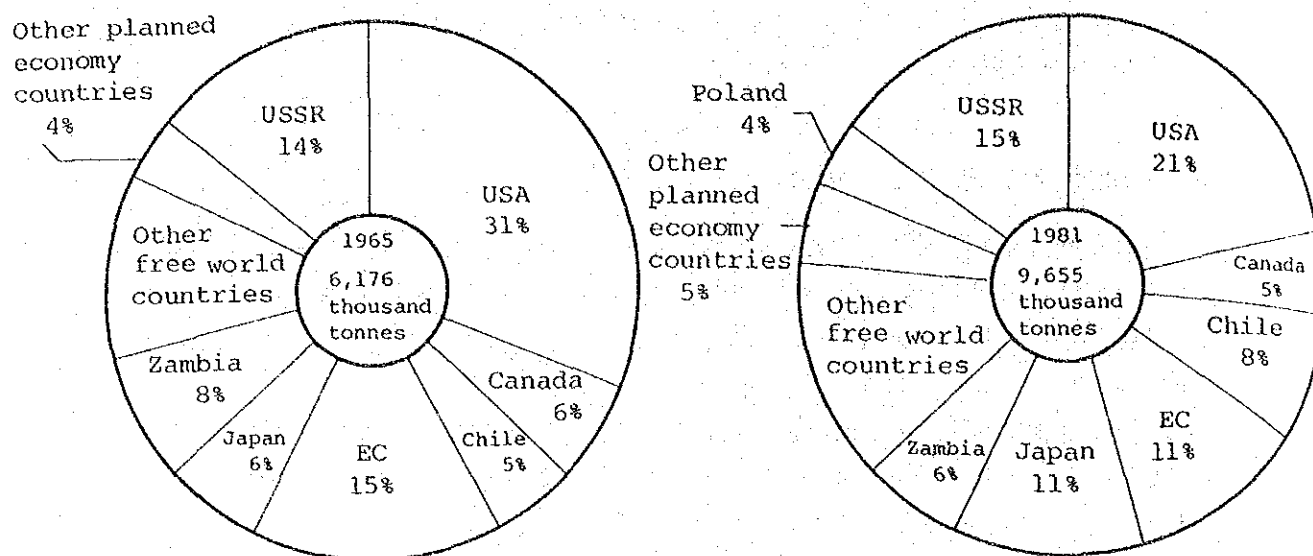
その半面、1965年から1981年にかけて銅地金生産が大きく増えた国は、ポーランドが37千t(1965年の全世界の生産シェア0.6%)から327千t(1981年の全世界の生産シェア3%)、南アフリカが16千t(0.3%)から145千t(2%)、日本は366千t(6%)から1,050千t(11%)、チリが289千t(5%)から776千t(8%)などである。(概略はFig. B-2参照、国別の銅地金生産量の推移はAppendix Table 3)。

### IV. 生産能力

1981年における鉱石(Mine)、スマルター(Smelter)、リファイナリー(Refinery)別の全世界の生産能力とその実績は次のとおりである。

	Capacity	Actual	Utilization
Mine	9,580千t	8,326千t	87%
Smelter	9,720	8,316	86
Refinery	10,880	9,655	89

Fig. B-2 World Refined Copper Production



(1,000 tonnes)

	1965		1970		1975		1981	
USA	1,942	31	2,035	27	1,610	19	1,984	21
Canada	394	6	493	7	529	6	477	5
Chile	289	5	465	6	535	6	776	8
Peru	41	1	54	1	70	1	209	2
Mexico	46	1	36	-	72	1	68	1
EC	924	15	997	13	967	12	1,022	11
Yugoslavia	56	1	89	1	138	2	133	1
Spain	59	1	83	1	130	2	152	2
Japan	366	6	705	9	819	10	1,050	11
South Korea	-	-	-	-	21	-	113	1
Zambia	522	8	581	8	629	7	564	6
Zaire	152	2	190	3	226	3	151	2
Australia	93	2	146	2	192	2	192	2
Other free world countries	172	3	286	4	352	4	456	5
Free world total	5,056	82	6,160	81	6,290	75	7,347	76
USSR	875	14	1,075	14	1,420	17	1,460	15
Poland	37	1	72	2	249	3	327	4
Other planned economy countries	208	3	257	3	437	5	521	5
Planned economy countries total	1,120	18	1,404	19	2,106	25	2,308	24
World total	6,176	100	7,564	100	8,396	100	9,655	100

Sources: Metallgesellschaft, and World Bureau of Metal Statistics (WBMS)

鉱石からリファインリーまで最大の生産能力を有する国はアメリカであり、各部門でそれぞれ全世界の生産能力の20%前後を占めている（各部門別の国別の生産能力はTable B-2 参照）。

銅の主要生産国を生産構造別に次のようにグループ分けすることができる。

- a. 自給型 — 自国の鉱山からの銅精鉱を自国で製錬して銅地金まで一貫生産して消費している国 — アメリカ、ソ連
- b. 銅精鉱輸出型 — パプアニューギニア、フィリピン(注1)、メキシコ
- c. ブリスター輸出型 — ザイール
- d. 銅地金輸出型 — ザンビア、ポーランド
- e. 各形態での輸出型 — カナダ、ペルー、チリ
- f. 銅精鉱輸入型 — 日本、ドイツ連邦共和国
- g. ブリスター輸入型 — ベルギー

銅精鉱の生産能力に関しては、世界最大の産銅国であるアメリカがこのところ減少している。ちなみに、アメリカの1978年の銅精鉱生産能力は1,810千tであったものが、1981年には銅価格と副産品価格の低迷で閉山が相次ぎ1,660千tに減少した。

1970年代に生産能力が年間で100千t以上増えた国は、チリ、ペルー、フィリピン、カナダ、メキシコ、そして計画経済圏ではソ連とポーランドである。

全世界の銅精鉱生産能力9,580千tのうち上位のアメリカ、ソ連、チリ、カナダ、ザンビア、ザイール、フィリピン、ペルーの8カ国で全体の73%を占めている。

スマルターの生産能力に関しても、公害規制の問題からここ4年間でアメリカの生産能力は大幅に減少した。1965年の全世界の生産能力約6百万tの内、アメリカは約1.5百万tと25%を占めていたものが、1978年にアメリカの生産能力は2,045千tに増えたが、シェアは22%に低下、さらに1981年においてはそのシェアは17%となった。

1970年代のスマルターの生産設備が2倍近く増えた国として日本、チリ、ペルー、ポーランドなどがある。1981年の全世界のスマルター生産能力9,720千tの内、上位のアメリカ、ソ連、日本、チリ、カナダ、ザンビア、ザイール、ペルーの8カ国で全体の75%を占める。

リファインリーの生産能力に関しても、1965年にアメリカは全世界のリファインリー生産能力約7百万tの30%以上を占めていたが、このシェアは1970年代に約20%にまで低下した。

ソ連、日本、ザンビアは1960年代に急速にリファインリー設備を増強、これらの国は

---

(注1) フィリピンは、1983年完成予定で製錬所を建設中。

Table B-2 World Copper Production Capacity - 1981

(1,000 tonnes)						
	Mines		Smelters		Refineries	
North America						
Canada	830	9%	640	7%	660	6%
USA	1,660	17	1,690	17	2,240	21
Others	280	3	140	1	120	1
Total	<u>2,770</u>	<u>29</u>	<u>2,470</u>	<u>25</u>	<u>3,020</u>	<u>28</u>
South America						
Chile	1,170	12	1,020	10	820	8
Peru	450	5	410	5	240	2
Others	180	2	-	-	-	-
Total	<u>1,800</u>	<u>19</u>	<u>1,430</u>	<u>15</u>	<u>1,060</u>	<u>10</u>
Europe						
W. Germany	2	-	350	4	450	4
Belgium	-	-	90	1	480	4
Others	318	3	380	4	590	5
Total	<u>320</u>	<u>3</u>	<u>820</u>	<u>9</u>	<u>1,520</u>	<u>13</u>
Africa						
Zaire	570	6	520	6	250	2
Zambia	730	8	620	6	740	7
Others	370	4	300	3	180	2
Total	<u>1,670</u>	<u>18</u>	<u>1,440</u>	<u>15</u>	<u>1,170</u>	<u>11</u>
Asia						
Philippines	400	4	-	-	-	-
Japan	60	1	1,200	12	1,240	12
Others	240	2	220	2	260	2
Total	<u>700</u>	<u>7</u>	<u>1,420</u>	<u>14</u>	<u>1,500</u>	<u>14</u>
Oceania	430	4	230	2	210	2
Planned economy countries						
USSR	1,200	12	1,220	12	1,560	14
Poland	350	4	350	4	400	4
Others	340	4	340	4	440	4
Total	<u>1,890</u>	<u>20</u>	<u>1,910</u>	<u>20</u>	<u>2,400</u>	<u>22</u>
World total	9,580		9,720		10,880	

Source: The Study Team

1981年における全世界の生産能力のそれぞれ14%、12%、7%を占めている。チリの1981年におけるシェアは1970年代とほぼ同一の8%である。

アメリカ、ソ連、日本、チリ、ザンビアに次ぐリファイナー生産能力上位の国としては、カナダが生産能力660千tで、1981年の全世界の生産能力シェア6%、ベルギーが480千t（シェア約4%）、ドイツ連邦共和国が450千t（約4%）、ポーランドが400千t（約4%）で、上位9カ国で合計8,590千tと全世界のリファイナー生産能力10,880千tの79%を占める。

## V. 新規プロジェクトおよび増設計画

銅に関する新規プロジェクト、および増設計画は具体的案件だけでも、現在、自由世界で60件余り、要投資金額は総額で200億ドル以上に上る。しかし、現在建設途上の限られたプロジェクトを除いては、いずれも世界的不況の長期化に伴う需要と価格の低迷、そして長期見通しの不透明さ、加えて、開発途上国における対外債務の累積問題による国際金融不安などから、一時ないし無期延期されている。

1983年以降に完成する主な新規プロジェクト、および増設計画はTable B-3のとおりである。

鉱山開発ではペルーのTintayaと、パプアニューギニアのOk Tediとが開発に入っている他は、大型プロジェクトとして注目されるカナダのValley Copper、パナマのCerro Colorado、チリのDisputada等は10億ドル以上の巨額の投資を必要とするだけに、長期の需給関係が改善するまで、本格的な開発計画を延期している状況にある。

その他にイランのSar Cheshmehは銅地金生産が年間158千tという鉱山からリファイナーまでの一貫プロジェクトであり、設備は99%完成しているものの、1982年時点では、まだ本格的な操業には至っていない。

## VI. 生産コスト

### 1. 副産品クレジットと生産コスト

銅の生産コストは多種の条件次第で大きく異なるが、基本的には次の3つの条件である。

- a. 地質的条件 — 粗鉱中の銅品位、副産品の品位、そして採掘方法と規模
- b. 地理的条件 — 鉱山の位置と水、電気の状態、道路や港湾設備などのインフラストラクチャー
- c. 経済的条件 — 労働賃金、税制、そして建設、機材の費用と資金調達方法

銅の生産コストの内、鉱山部門のコストは全体の約70%を占める。鉱山の優劣は基本的には銅品位と操業規模によって決まる。

Table B-3 Major Projects Expected in 1983 and Thereafter

Country	Project name	Production scale (copper, tonnes/year)	Expected start-up	Investment (million dollars)
(Mine)				
Canada	Goldstream*	18,000	1983	62
"	Valley Copper*	130,000	Within 3 years after the decision	1,000
USA	Chino	140,000	1983	350
Mexico	Cananea	140,000	1986	250
Chile	Andina	80,000	1985	45
"	Disputada	100,000	Temporarily postponed	1,200
"	Cerro Colorado*	55,000	Within 3 years after the decision	350
Peru	Tintaya*	55,000	1984	327
"	Cerro Verde	70,000	1985	288
Panama	Cerro Colorado*	235,000	Temporarily postponed	1,000
Portugal	Neves Corvo	50,000	1983	40
Oman	Sohar*	20,000	1983	200
Pakistan	Saindak*	30,000	1986	200
Turkey	Kure	25,000	1983	Unknown
Papua New Guinea	OK Tedi	100,000	1986	1,500
Australia	Olympic Dam*	150,000	1995	1,000
(Smelter/Refinery)				
Mexico	Empalme	180,000	1985	210
Yugoslavia	Krivelj	90,000	1985	366
Philippines	Pasar	130,000	1983	250

\* These are new mine projects, while others are mainly capacity expansion projects.

Note : OK Tedi already started operation as a gold mine in 1981, and will turn into a copper mine as the mining operation gets down to deeper strata.

Source: Engineering and Mining Journal, International Directory of Mining, 1982

しかし、鉱石中の金、銀、モリブデン、コバルトといった副産品の有無と、それらの価格動向も生産コストに大きな影響を与える。

銅の生産コストにクレジットとなる副産品価値を銅ポンド当り価格に換算すると、1960年代は数セント(生産コストの約10%)に相当する程度であったが、1980年の金、モリブデンなどの価格高騰時は、クレジットが世界の多くの銅山でポンド当り30セント(生産コストの約30%)以上にも達した。

副産品のクレジットの影響が大きいことを示す一例として、フィリピンのBenguet社のDizon銅山の生産コストの内訳をTable B-4に示す。

Table B-4 Production Costs and Byproduct Credits

Direct operating cost	125 cent per pound	
Financial charges	<u>47</u>	"
Gross producing cost	172	"
Credit	<u>112</u>	"
Net producing cost	60	"

Note : The crude ore contains copper at 0.5% and gold at 0.96 gram per tonne of ore, and the annual production is 21,000 tonnes of copper and about 4 tonnes of gold.

Source: Benguet Consolidated, Quarterly Report, 1982

総生産コストから副産物品クレジットを差引いた、ネット生産コストの推移を世界の推測平均値で見るとTable B-5のとおりで、1981年は約90セント/ポンドが世界的平均である。

Table B-5 Trends in Net Production Cost

Average in the 1950s	50 - 55 cent per pound
Latter half of the 1960s	60 - 65 "
Latter half of the 1970s	55 - 60 "
1981	About 90 "

Source: R. Perlman, Cost Trends and the Recession in the Copper Industry, 1982



1970年代後期の方が、1960年代後期より一時的に生産コストが減少したのは、金、モリブデンなどの副産品価格の上昇でクレジットが殖えたためであり、逆に1981年は副産品価格の下落でクレジットが少なくなったことに起因する。コストは鉱山別に差は当然あるものの、あえて国別に生産コストを推測すると、銅の生産が亜鉛鉱、またはニッケル鉱と随伴である鉱山を比較的多くもつカナダが、最も低いコストの生産国の1つとなっている。

粗鉱中の銅品位が2%、粗鉱処理量72,000 t/日と世界最大級の銅山 Chuquicamata の他にも、3つの大型銅山を有するチリは、ポーフィリー鉱床にしては粗鉱中の銅品位が高く、モリブデンの含有もある上に、比較的輸送コストが安く、1982年後半の銅価と副産品価格低迷の時期でも、利益を出すことができた数少ない銅産国の1つである。

その他の生産コストの低い国としては、粗鉱中の金品位の高いバブアニューギニア、そして粗鉱処理量が93,350 t/日と大規模で、ウランなど多くの副産品をもつ Palabora 銅山を有する南アフリカを挙げることができる。

個々の銅山の生産コストの詳細は、企業秘密に属することでもあり、各社の年次報告書などから推定するしかないが、世界の代表的銅山のいくつかを選んで、ネット生産コストの幅を Appendix Table 1 に示す。

## 2. 工程別コストの内訳

採鉱から地金までの生産コストは、原油価格の高騰により、燃料、機械設備、労働賃金など諸物価が上昇したため、1970年代だけでも約2倍になったと見られる。一例として、アメリカのある大型露天掘銅山の地金までの生産コストの内訳と、コスト上昇の比較を Table B-6 に示す。

## 3. 資金コスト

銅生産は、生産設備に掛かる費用の大きい装置産業である。銅山開発からスマルター、そしてリファイナーまで新規に建設するには、各プロジェクトの起業計画から推測して、投下資本は生産能力のトン当りにして、平均7,500ドル(1981年ベース)を必要とする。

これは起業採算に一般的に用いられるディスカウント・レートを10%、減価償却を15年として資金コストを試算すると、銅ポンド当たりで40セント以上になる。

直接操業費を70セント/ポンドとしても、一般的に損益均衡価格は110セント/ポンド以上のものとなる。設備別の投下資本の概略を Table B-7 に示す。

また銅のプロジェクトの場合、懐妊期間が長く、投資額も大きいため、工事期間の初期段階では資金コストが重荷になる。ある鉱山と製錬所の建設プロジェクトで、銅地金の生産が年間100千t、その建設コスト750百万ドル、工期が5年の投下資金支払予定表を Table B-8 に示す。

Table B-6 Comparison of Production Cost Components

	(%)	
	1972	1976
Mine	70	130
Labor	19	28
Energy	9	25
Consumable materials	13	24
Parts and supplies for maintenance	8	14
General and administration	21	39
Smelting	18	31
Refining	12	24
Total	100	185

- Notes :
- 1) Taxes are included in General costs and administration.
  - 2) Freight charges for copper concentrate to the smelting sector are included in smelting.
  - 3) Transportation fees for blister copper and further processing are included in Refining.

Source: F.M. Lewis, Mining Engineering, 1978

Table B-7 Example of Capital Costs for a Copper Project  
(in 1981 and dollars per annual tonne of  
copper production)

Mine and mill	5,000
Pyrometallurgical smelter	1,800
Electrolytic refinery	700
Total	7,500

Source: The Study Team

Table B-8 Example of the Schedule of Capital Outlays for  
New Mine and Smelter Projects

	(million 1981 dollars)					
	Year 1	2	3	4	5	1-5
Mine	20	30	30	70	30	180
Concentrator	40	40	90	10	10	190
Smelter	10	50	60	50	10	180
Refinery	-	-	10	50	10	70
Road & port	10	20	20	-	-	50
Ancillary facilities	10	30	30	10	-	80
Total	90	170	240	190	60	750

Source: The Study Team

## VII. 銅鉱業政策

### 1. 国家管理

天然資源の消耗性という特殊事情もあって、資源と主要産業を国家管理して、資源を国家が最大限に利用したいという願望は、開発途上の資源保有国に強くみられる。

1960年にザイルで起こったベルギー資本の Union Minière du Haut Katanga 社の所有の銅山国有化に始まったナショナリズムの動きは、1969年にチリ、ザンビア、そして1970年代にメキシコ、ペルーでの銅山国有化へと続いた。

しかし、国有化の結果は外国熟練技術者の離職、資金不足などで操業が困難になる銅山が相次いだ。銅市況の変化に伴う銅価の変動による売上高の不安定さに加えて、メンテナンス・コストの上昇、そして専門技術の導入の必要性など、1970年代後半からは、銅の主要生産国では、既存鉱山の国家関与を続ける一方で、新規プロジェクトを中心に積極的に外貨を奨励する政策も採用している。

産銅国の主要銅山の経営管理に関する国家の関与状況を大別すると、次のようになる。

- a. 国家主導型 — ザンビア、ザイル、チリ（ただし、中小鉱山と新規開発鉱山は除く）
- b. 国家参加型 — ペルー、パプアニューギニア
- c. 国家不介入型 — カナダ、オーストラリア、フィリピン

## 2. 税制度

銅山開発は、長い年月と多額の資金を必要とする一方、収入が不安定で、それだけにリスクが大きい。したがって産銅国の中には、鉱山の操業開始後の初期段階での重い資金コストを軽減する税制度や、鉱山の消耗、凋落に対して代替鉱山開発の資金を準備するための減耗控除制度を採用している国もある。

さらに、銅資源が主要な外貨収入源となっている国では、いくつかの優遇策、助成策がとられている。

- a. 加速減価償却 — 投下資本が莫大なものになるだけに、構築物、設備に対する資本支出を早期に繰り上げて課税対象額から控除するもので、アメリカ、チリ、フィリピン、メキシコなどで採用されている。
- b. 減耗控除 — アメリカ、カナダ、日本などで採用されている。
- c. 免税措置 — 新規および再開鉱山に対して約5年の所得税の免除をザイール、フィリピンで採用している。
- d. 特別救済措置 — 銅の輸出価格が一定の水準を下回った場合に、政府が差額を補償する特別制度をフィリピンは短期間ながら採用した。

主な産銅国の税制度の概要は Table B-9 のとおりである。

## VIII. 生産における技術革新

粗鉱中の平均含銅量が0.5%といった低品位のポーフィリー鉱床をも現在、経済的に操業可能ならしめたのは、採鉱のエンジニアリングと大型機械の進歩および選鉱技術の革新による鉱石処理の大型化によるものである。

### 1. 採 鉱

#### a. 採 鉱

一段と大型化が進む中で、最も効率的な採鉱方法をコンピューターで計算させるなどの自動化、合理化がなされている。オープン・ピットでは能率的なピット設計と安全性が高められた。坑内掘法でも、露天掘法の大量生産の原則は、可能な限り応用され、大型のブロック・ケービング法が進められ、さらに能率的な採掘をするためにブロックを細分化するサブ・レベル・ケービング法も開発されている。坑内作業の安全と能率化のために支保が規格鋼材に改良されたり、人工天盤に置き替わって来ている。

#### b. 穿 岩

穿孔のスピード・アップが進み動力が電力から油圧式の穿岩機 (All-hydraulically powered drills) が開発された。

Table B-9 Comparison of Selected Tax Law Provisions

Country	Corporate tax rate	Capital recovery	Exploration and development costs	Other deductions or credits
Chile	Chilean - 48.57% Foreign - 48.57% or 49.5% fixed	Accelerated system	Deducted over life of mine	Special tax relief for small mining companies
Peru	max. 55%	Straight line	Deductible	Up to 45% of taxable profits may be reinvested and capitalized free of tax.
Philippines	25 - 35%	Accelerated system	Deducted as cost depletion	5 year exemption for new and reactivated mines
Mexico	42% plus 8% profit sharing	Accelerated depreciation on machinery and equipment up to 33%		75% of import tax on machinery and equipment returned as credit
Zaire	50%	Straight-line adjusted for inflation	Pre-production costs capitalized and deducted over a period of 5 years	Certain tax exemptions provided for new companies and business improvements
Zambia	45%	Varies with age of mine	Deductible	Tax relief for "priority" and "exporting enterprises"

Source: The Study Team

さらに全断面掘穿機に代表されるような穿岩、発破、積込作業を一貫して自動作動、あるいは遠隔操作可能なものが開発されている。

発破においては、ANFO（含油硝安）爆薬や、スラリー爆薬のような安全性の高い爆薬が開発され、使用されている。

### c. 運搬

大型の露天掘では、機器の大型化が年々進み、ピットからの鉱石の大量輸送が行われている。従来は軌道の貨車が中心であった坑内掘などでも、タイヤの貨車を使用した無軌道法が利用され、大量輸送とスピード・アップが図られている。さらに、テレビ・モニターとコンピューターを使用しての輸送の自動化と合理化も進んでいる。

## 2. 選 鉱

### a. 破 碎

消耗機械と部品に使用される耐摩耗材の進歩は、クラッシャー、粉碎ミル、さらにはスラリー・ポンプの耐久性を増し、かつ大型化を可能とした。特に、ゴムを利用した粉碎ミルのライナーの改良で、鉄のボールや鉄棒を入れることなく鉱石自体で破碎させる自生粉碎ミル (Autogenous mill) の開発は、長時間の連続運転を可能にした。

### b. 選 鉱

化学薬品を添加した液の気泡に、粉碎した含銅鉱物の粒子を付着させて選別する浮遊選鉱法の進歩は、低品位鉱の大量処理を可能とした。さらに、浮選液を高温に保つ温水浮選、ならびに粒度別浮選の開発は、鉛や亜鉛を含有する混合鉱からの銅の分離をより正確に可能ならしめた。また、蛍光 X 線を使用してのオン・ストリーム分析装置の開発は、鉱石の化学成分と粒度の分析をより早く連続的に行うことを可能ならしめ、実収効率を高めるのに役立っている。

これらの採鉱・選鉱の進歩がさらに低品位の含銅鉱床や、地下深部の鉱脈、複雑鉱、そしてやがては深海のマンガン団塊まで経済的に採鉱可能ならしめるであろう。

## 3. 製 錬

1970 年以降、1983 年においても、旧来の製錬所の休止、あるいは設備の改造と更新が促進されている。技術進歩を促進する要因として第一に、エネルギー・コストの上昇が挙げられるが、環境保護のための公害規制も重要な要因である。

公害規制は、アメリカ、ヨーロッパ、日本では厳しい条件が課せられ、銅製錬の操業とコストに大きな影響を与えている (Table B-10 参照)。

その他の国でも、公害規制が社会的問題として重視されはじめているので、製錬所を新

Table B-10 Summary of Air Pollution Control Regulations Affecting Copper Smelters

Country and standard	Basis of determining compliance	Sulfur dioxide		particulates
		ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<u>USA</u>				
Federal Ambient Air				
a) Primary standard	Annual arithmetic mean	0.03	80	-
	Annual geometric mean of 24-h concentrations	-	-	75
	Maximum 24-h concentration, permissible once per year	0.14	365	260
b) Secondary standard	Annual arithmetic mean	0.02	60	-
	Annual geometric mean of 24-h concentrations	-	-	60
	Maximum 24-h concentration of 24-h concentrations	0.09	260	150
	Maximum 3-h concentration, permissible once per year	0.50	1,300	none
New source performance standards for copper, zinc and lead smelters	Maximum permissible $\text{SO}_2$ emission	650	-	-
	For copper smelters	-	-	50,000
<u>Canada</u>				
Clean Air Act-objectives:				
a) Maximum desirable	Annual arithmetic mean	0.01	30	-
	Annual geometric mean	-	-	60
	Average 24-h concentration	0.06	150	-
	Average 1-h concentration	0.34	450	none
b) Maximum acceptable	Annual arithmetic mean	0.02	60	-
	Annual geometric mean	-	-	70
	Average 24-h concentration	0.11	300	120
	Average 1-h concentration	0.34	900	-
c) Maximum tolerable	Average 24-h concentration	0.28	800	400

Table B-10 (cont'd.)

Country and Standard	Basis of Determining Compliance	Sulfur Dioxide		particu- lates
		ppm	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>
<u>Japan</u>				
National Ambient Air Quality Standard	Hourly concentrations averaged over 24 hs.	<0.04	<110	<100
	Maximum hourly concentration	0.1	285	200
Individual Source Standard	$q = k \cdot 10^{-3} \cdot H_e^{2*}$	k=1.17-17.5		
<u>Indonesia</u>				
Individual Source Criteria	$q = K \cdot 10^{-3} \cdot H_e^{2**}$	k=4		
<u>European Economic Community</u>				
Standard for Urban Areas	Annual median of daily means	0.03-0.04	85-100	-
	Annual median of daily values	-	-	80
	Annual median of daily means (winter, October-March)	0.05-0.06	-	-
	Annual median of daily values (winter, October-March)	-	-	130
	Maximum arithmetic mean over 24 hs.	0.09-0.12	250-340	250
	Exceptional conditions (up to 3 days), maximum average 24-h arithmetic mean	0.12-0.18	340-510	300
<u>Germany, Fed. Rep.</u>				
Federal Ambient Air Standard	Annual yearly average	0.05	140	none
	Short term (underfined)	0.14	400	none

\* Japanese individual source standard:

$q = Nm/h$  of  $SO_2$ ,  $H_e$  = height of stack and plume in meters

$k$  = constant established by government for each air control region in Japan

\*\* Indonesian individual source standard:

$q$  = same as above,  $H_e$  = height of stack only in meters

Source: Air Pollution Control Directorate, Environment Canada, A Study of Air Pollution Control Systems on International Copper and Nickel Smelters, Contract No. OSS 80-00108, March 1981.



設の場合には、単に総投資額と操業費の比較だけでなく、処理する鉱石の品位、量、使用するエネルギーと公害対策を総合的に検討した上で、最も適切な製錬法を選択する必要がある。

乾式製錬法では従来の反射炉方式に替って、エネルギーの節減、工程の連続化、ユニット設備当りの能力アップなどが指向された新製錬方式が開発されている。参考までに製錬方式別の銅地金トン当りのエネルギー消費量を Table B-11 に示す。

Table B-11 Energy Use in Production of Refined Copper

(million Btu/t Refined Copper)		
Category smelting	Process	Range
Older proven processes	Conventional reverberatory and electrical furnace	30-44
	Flash smelting	19-21
Newer proven processes	Continuous smelting	20-24
	Oxy-fuel reverberatory	29
	Top-blown rotary converter	24
New unproven processes	Various	20-23
Hydrometallurgy	Various	24-75

Source: H. R. Traulsen, et al., Copper Smelting - An Overview, Journal of Metals

a. 自熔炉

鉱石の反応熱を有効に利用する熔錬方式で、フィンランドの Outokumpu Oy 社で開発されたことは有名である。日本の佐賀関製錬所、アメリカの Hidalgo 製錬所など、1970 年代に新設された大型製錬所の多くに採用された。

b. 連続製錬方式

バッチ方式であるレードルによる熔体運搬を廃止し、熔錬と転炉を継ぎ合せた製錬方法である。排ガスの発生を減らし、設備をコンパクトにし、エネルギー消費と労働力の節減のメリットがある。カナダのノランダ社が開発したノランダ法と日本の三菱金属が開発した三菱法の 2 法が実用化されている。三菱法はカナダの Timmins 製錬所にも採用されている。

c. TBRC 法

Top Blowing Rotary Converter の略。カルドー・タイプの転炉を用いて、銅精鉱を燃料とともに酸素ランスによって溶解、さらにコンバーティングも行うバッチ操業。

カナダの Afton 製錬所において使用されており、不純物を多く含む鉱石で、処理量の少ない製錬所に適している。

d. 酸素富化

熔錬の燃料を節約するために、酸素を銅精鉱に富化する方式である。単なる燃料の節減という意味では、電力コストの高い地域では、かえって高いコストになってしまうが、ガス処理を含めた全体のコストを評価すれば、極めて有効であり、多くの製錬方式に利用されている。特に、従来法の増産を図る手段として、酸素富化は有効であり、1980 年代もさらに利用が進むことであろう。

湿式製錬方式は、エネルギー消費量が大きいことが欠点であるが、不純物に対する柔軟性が高く、比較的スケールの小さな工場でも利用できるメリットがあるが、金、銀の回収ができないというデメリットもある。

選鉱後の尾鉱に対する硫酸による野積浸出、鉱山において直接銅を浸出させるインプレース・リーチングなどは、低品位鉱からの銅回収を可能ならしめている。

浄液からの銅の回収には、従来は直接電解採取 (Electrowinning) が一般的であったが、カソード品位が低いため 1970 年代からは、銅を選択的に溶媒抽出した後、電解採取する方法が開発され、純度の高いカソードが得られるようになった。

精鉱に対しては、アンモニア浸出による Arbiter process、 $\text{FeCl}_3$  による浸出方法が Duval CLEAR process および Cymet process として、それぞれ実用化されている。

銅の鉱石の種類が多様であるだけに、銅製錬技術は周辺条件に合わせて多様な開発が進められている。

## C. 銅地金の消費

### I. 全世界および主要国の銅地金消費の推移

#### 1. 消費伸び率

全世界の銅消費量は、1965年に6,208千tであったものが、1981年は9,480千tで、1965-1981年の銅地金の消費伸び率は全世界で年率2.7%になる。

銅地金の消費の伸び率を地域別に Table C-1 に示す。

この表から明らかなように、消費成長率は1965-1970年は年率3.3%であったものが、1970-1981年は2.4%と鈍化している。この原因は、1973年のOPECの石油価格引上げ以後の世界景気の低迷にある。

Table C-1 Rates of Growth in Refined Copper Consumption for the World

	(annual rate, %)	
	1965-1970	1970-1981
USA	0.2	0.8
EC	2.3	0.5
Japan	13.9	3.9
Other free world countries	3.3	4.5
Free world total	3.0	2.0
USSR	3.9	3.0
Other planned economy countries	5.9	5.4
Planned economy countries total	4.6	3.9
World total	3.3	2.4

#### 2. 用途別消費の推移

銅の用途を構造材と導電材とに大別して、消費量の伸びを銅の主要国を例にして比較すると、Table C-2 のとおりになる。1965-1981年の間に、構造材としての銅需要はアメリカ、イギリス、フランスなどでは減少しており、他の主な消費国でも、その消費伸び率