

金属鉱床探査の歩みと現況

①

木村 正

I まえがき

近年わが国の工業の発展はめざましく とくに金属鉱物資源を原料とする重工業 化学工業はもとより さらに最近では電子工業の進歩により 数年前にはまったく想像もできなかった新製品がぞくぞくと出現し 国内の文化水準を高めるとともに重要な輸出産業を生みだして 多くの人の目をみはらせている。

重工業用原料の基幹となるものとしては なんといても鉄が第1であり 銅がこれにつぎ さらにこれらの用途に応じて 特殊な性質を備えさせるために使われる合金用のさまざまな金属類がある。また近年多方面から珍重されているものに アルミニウム マグネシウム チタン などの軽金属類がある。一方化学工業用原料には硫化鉄鉱 硫黄鉱 その他一部の硫化鉱物があり 電子工学的機器用特殊原料としては種々の新金属類を主体として いわゆる希元素鉱物などがこれに含まれる。

しかしながら これらの国産資源はどれも国内の需要を満しているものではなく 大部分のものは供給不足の結果 国外から輸入しているのである。たとえば あらゆる工業の基盤となる機材原料のうち 最も重要な位置を占める鉄は その80% (1961年) までを海外から輸入し 貴重な外貨をこれに当てている現状である。

また国内生産量が比較的高いものとして知られている銅にしても 国内消費量の激増の結果 需要を満たすことはとうてい不可能であり それによって海外から輸入される銅鉱石は 53.4% (1961年) に達している。また鉛・亜鉛などは それぞれ48.4% 35.4%の値を示して いずれも相当量の輸入にたよらなければならない状況である。(第1表)

これに比べて国内の生産量はどうかといえ 第2表の各鉱種別表に見られるように それぞれ相当の量に達

しているが それでも不足を生ずるのは つまりわが国が一大工業国であるため 資源の消費量が生産量を大幅に上回っているからであり ひいては国内の確認されている埋蔵鉱量に対する均衡からも上回っているとも見ることが出来る。これを解決するためには わが鉱業界はもとより 地下資源の開発調査にたずさわるものは明治初年以来常に 工業の成長に歩みをそろえ得るよう 各時期ごとに とくに不足資源については全国的に鉱山の調査を行なって 開発に努力してきた。およそ 鉱床の探査には一部の鉱山業界の篤志家 または民間の探鉱家が未開発の奥地などを渉猟して わずかな露頭 または転石の発見に糸口を見つけることにはじまり 幾度かの失敗を重ねつつ長年月の探鉱を経て 大規模な鉱床の存在を確認してのち はじめて 計画的開発の線に乗って鉱業界にデビューするのが 普通のケースであった。しかし近年では露頭 転石などのように 地表から直接に得られる兆候による探査は 未開の奥地以外にはほとんど期待できないのが実情である。

終戦後各種生産性の増強以来 金属鉱物資源の増産に刺激されて 新鉱床探査の必要性が叫ばれるや 鉱業界ならびに関係技術者 科学者は外国の例にならって地質学的根拠をじゅうぶん考慮して 組織的に調査を進め また鉱床学の学理に基づいて科学的探査を行なうようになってきた。したがって野外における地質調査のみならず 坑内調査はもちろんのこと さらに地球物理学的・地球化学的方法による資料に加えて 新しい実験設備により 微細な鉱物成分や共生状況などを確認し それぞれの鉱種 型式による特性をつかみ さらに進んで

第1表 製錬所における銅・鉛・亜鉛

すず・アンチモン鉱石の受入状況 (単位トン)

区分	34年	35年	36年	前年対比(%)
国内鉱	87,477	91,696	98,214	46.6
海外鉱	76,018	103,036	112,583	53.4
計	163,495	194,732	210,797	108.2

① 銅 鉱 石 (単位トン)

区分	34年	35年	36年	前年対比(%)
国内鉱	38,132	39,435	44,188	51.6
海外鉱	23,834	27,787	41,481	48.4
計	61,966	67,222	85,669	127.4

② 鉛 鉱 石

(単位トン)

区分	34年	35年	36年	前年対比(%)
国内鉱	128,555	158,078	165,708	64.6
海外鉱	27,583	55,678	90,712	35.4
計	156,138	213,756	256,420	100.0

③ 亜 鉛 鉱 石

(単位トン)

区分	34年	35年	36年	前年対比(%)
国内鉱	1,039	884	965	67.8
海外鉱	73	62	458	32.2
計	1,112	946	1,423	100.0

④ す ず 鉱 石

(単位トン)

区分	34年	35年	36年	前年対比(%)
国内鉱	313	385	313	7.6
海外鉱	2,735	2,934	3,809	92.4
計	3,048	3,319	4,122	100.0

⑤ アンチモン鉱石

地下の鉱床の存在可能性を予想し 最後には試錐によって実際の試料採取を行なうことにより 鉱床を確認するようになっている。このようにして各事業所ごとに年々新しく獲得鉱量をつかみつつ埋蔵鉱量を増加させて計画的に開発を行なっている。各鉱種別に1960 1961年の獲得鉱量の状況は 第3表~第4表に示した。ま

た 1955 1960 1961年における埋蔵鉱量の状況は第5表のとおりである。

終戦前から戦後にわたり 金属資源探査の方法は技術的にはなはだしく変貌しているの で 鉱業界を中心として探査に関係の深い技術者 科学者などの動きをふり返って見ることもむだではあるまい。

⑥ 鉄 資 源 需 給 表

(単位トン)

区 分	海 外 鉱			国 内 鉱					合 計
	鉄 鉱 石	鉄マンガン 鉱	計	鉄 鉱		砂 鉄	硫酸焼 鉱	計	
				鉄 鉱	鉄マンガン 鉱				
山 元				62,593	764	47,068	75,763	186,188	186,188
年初貯 産				1,099,196	59,528	1,712,172	1,521,622	4,392,518	4,392,518
生 出				1,126,045	58,777	1,704,345	1,523,792	4,412,959	4,412,959
年 末 貯 産				35,744	1,515	54,895	73,593	165,747	165,747
製 鉄 所	3,194,419	18,255	3,212,674	377,834	30,166	360,607	968,572	1,737,179	4,949,853
年初在庫	20,340,220	146,467	20,486,687	1,144,172	61,401	1,732,129	1,846,282	4,783,984	25,270,671
受 費	18,927,988	113,215	19,041,203	1,149,428	61,818	1,755,526	2,065,363	5,032,135	24,073,338
年 末 在 庫	4,606,651	51,507	4,658,158	372,578	29,749	337,210	749,491	1,489,028	6,147,186

⑦ マンガン鉱石輸入量

⑧ 昭和36年鉄鉱石および鉄マンガン鉱石の相手国別輸入量 (単位トン)

国 名	数量 (t)	比率
ソ連領アジア	20,850	5.7
韓 国	500	0.1
タイ	101	0
フィリピン	17,546	4.8
インドネシア	6,410	1.7
インド	227,655	61.7
ア ン	6,899	1.9
モザンビーク	1,073	0.3
南ア連邦	18,623	5.1
オーストラリア	53,647	14.6
フィジー	3,486	0.9
その他	11,805	3.2
計	368,595	100.0

⑨ クローム鉄鉱石輸入量

国 名	数量 (t)	比率
ソ連領アジア	60,852	18.8
フィリピン	184,492	56.9
インド	6,741	2.1
ア ン	14,699	4.5
モザンビーク	2,029	0.6
南ア連邦	20,576	6.3
ローデシア・ニア	35,103	10.8
サランドその他		
計	324,492	100.0

国 名	鉄 鉱 石		鉄マンガン 鉱石		合 計	
	数 量	比率	数 量	比率	数 量	比率
韓 国	452,984	2.2			452,984	2.2
タイ	119,129	0.6			119,129	0.6
フィリピン	6,639,912	31.8			6,639,912	31.6
インド	1,228,663	5.9			1,228,663	5.8
ア ン	1,708,074	8.2	117,642	86.0	1,825,716	8.7
モザンビーク	3,162,508	15.1	506	0.4	3,163,014	15.0
南ア連邦	1,115,263	5.3			1,115,263	5.3
オーストラリア	946,388	4.5			946,388	4.5
フィジー	2,385,549	11.4			2,385,549	11.3
その他	2,177,000	10.4			2,177,000	10.4
計	426,171	2.0			426,171	2.0
ソ連領アジア	452,652	2.2	18,606	13.6	471,258	2.2
フィリピン	13,736	0.1			13,736	0.1
インド	61,235	0.3			61,235	0.3
計	20,889,264	100.0	136,754	100.0	21,026,018	100.0

年 別	鉱 種 名	1 9 5 5						1 9 5 9					
		粗 鉱			精 鉱			粗 鉱			精 鉱		
		鉱 量	品位	含有量	鉱 量	品位	含有量	鉱 量	品位	含有量	鉱 量	品位	含有量
金	鉄 鉱 石	6,154,581	1.3	8,241,293	1,063,211	7.0	7,487,600	8,106,819	1.2	9,317,316	1,192,915	6.8	8,135,034
銀	鉄 鉱 石	6,936,865	3.3	230,631	1,096,547	169	185,023	9,079,260	30	270,800	1,214,501	170	206,867
銅	鉄 鉱 石	6,986,053	1.1	77,876	500,014	14.6	72,998	9,135,568	1.0	91,329	489,907	17.4	85,248
鉛	鉄 鉱 石	2,731,464	1.1	31,235	41,461	63.1	26,174	3,467,049	1.2	42,335	57,137	63.1	36,146
亜鉛	鉄 鉱 石	3,143,752	4.1	129,125	213,998	51.0	108,669	5,436,194	3.0	165,453	289,682	49.0	142,337
硫化	鉄 鉱 石	7,641,878	17.5	1,357,159	2,736,143	42.7	1,168,095	11,599,528	14.5	1,673,955	3,389,805	41.7	1,417,939
すず	鉄 鉱 石	598,457	0.3	1,919,293	2,117	43.0	910,023	561,726	0.4	2,219,860	2,304	43.8	1,013,571
アンチモン	鉄 鉱 石	55,824	0.6	348,791	981	33.1	324,354	58,456	0.6	370,879	968	31.9	308,118
水 銀	鉄 鉱 石	53,695	0.4	194,221	10,625	1.7	185,174	74,924	0.3	228,591	20,370	1.1	215,455
ひ	鉄 鉱 石	533,958	0.5	2,885,005	5,302	21.6	1,144,404	408,147	0.7	2,869,377	2,127	28.4	603,908
鉄	鉄 鉱 石	1,330,634	40.9	543,872	987,350	53.2	527,003	2,322,941	34.3	795,352	1,191,126	53.0	632,130
硫酸 焼	鉄 鉱 石	—	—	—	1,521,780	—	768,804	—	—	—	1,063,847	—	523,125
脱 銅 硫酸 焼	鉄 鉱 石	—	—	—	458,872	58.4	267,821	—	—	—	681,974	59.5	406,133
砂	鉄 鉱 石	1,987,696	25.6	509,760	579,785	56.9	328,401	8,927,770	14.1	1,254,704	1,357,083	56.7	769,120
マンガン	鉄 鉱 石	357,403	—	—	201,713	—	—	601,409	—	142,466	348,086	—	126,956
二酸化マンガン	鉄 鉱 石	9,588	65.1	6,177	8,108	72.0	5,839	11,022	61.7	6,806	12,720	69.5	8,841
金属マンガン	鉄 鉱 石	347,815	25.0	86,993	193,605	37.2	71,899	590,387	23.0	135,660	335,366	35.2	118,115
クローム	鉄 鉱 石	59,186	—	—	26,552	—	—	87,406	23.4	20,522	57,677	34.8	20,104
上	鉄 鉱 石	33,983	8.6	2,745	4,894	48.3	2,365	17,886	10.2	1,825	3,662	48.8	1,789
下	鉄 鉱 石	25,203	27.2	6,850	21,658	32.3	6,998	69,520	26.8	18,697	54,015	33.9	18,315
タングステン	鉄 鉱 石	101,828	0.56	574,663	796,006	67.7	538,537	109,163	0.65	714,122	920,535	70.6	649,926
モリブデン	鉄 鉱 石	37,540	0.96	360,058	373,807	88.5	330,963	51,496	1.1	561,065	718,750	88.6	637,248
ニッケル	鉄 鉱 石	12,791	0.9	98,797	12,791	0.9	98,797	—	—	—	—	—	—
チタン	鉄 鉱 石	128,935	9.4	12,083,049	9,394	34.7	3,261,977	45,854	9.0	4,130,270	5,143	38.9	1,991,864
ウラン	鉄 鉱 石	—	—	—	—	—	—	140	0.11	154,000	140	0.11	154,000
その他	鉄 鉱 石	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

第2表 鉱種別 粗鉱 精鉱 生産量 (1955, 1959~1961)

II わが国の金属資源探査の歩み

わが国における金属鉱物資源の探査を歴史的にながめると 明治以前 明治以後より第2次世界大戦終了まで 同終戦以後今日までの3段階に分けることができる。

1. 明治以前.

国内の金属資源の発見は 遠く2000年以上さかのぼるものもある。記録によれば 鉄の利用がもっとも早く 約2000年前にはすでに利用されていた模様であり ついで

銀は 673年天武天皇の時代に 銅は 698年文武天皇の世に 金は 749年聖武天皇の世にそれぞれ発見され ついで次第にそれらの特有な性質により それぞれの用途に利用されるようになった。これらの原料のうち鉄は主として山陰地方の砂鉄であり 銀は現在の長崎県の対馬から 金は宮城県遠田郡の砂金から また銅は鳥取県(因幡国)と山口県(周防国)から産出されたものである。また水銀は 598年に三重県丹生に辰砂が産している。ここに現在までに知られている鉱床のおもなものの発見の歴史をたどって見れば 第6表のとおりである。

㉑ 銅 鉱 石 出 荷 量 一 覧 表

㉒ 鉛 鉱 石 出 荷 量 一 覧 表

㉓ 亜鉛 鉱 石 出 荷 量 一 覧 表

1960						1961					
粗 鉱			精 鉱			粗 鉱			精 鉱		
鉱 量	品位	含有量	鉱 量	品位	含有量	鉱 量	品位	含有量	鉱 量	品位	含有量
8,632,427	6.9	9,374,051	1,227,142	6.6	8,133,421	9,514,097	1.1	10,507,106	1,389,140	6.6	9,161,045
9,713,300	29	281,839	1,253,987	172	215,006	10,864,385	29	318,752	1,410,706	175	247,590
10,060,182	1.0	96,103	544,289	16.5	89,183	10,678,584	1.0	103,753	577,007	16.7	96,409
3,979,834	1.2	46,443	60,995	65.0	39,532	4,221,795	1.3	53,954	70,453	65.8	46,280
5,930,725	3.1	181,748	319,250	49.3	156,734	6,276,329	3.1	196,788	320,468	52.2	168,259
12,737,078	14.2	1,806,356	3,692,247	41.8	1,541,664	13,471,598	14.1	1,091,952	3,931,100	42.0	1,649,843
600,673	0.3	2,047,169	1,852	46.2	855,800	583,773	0.3	1,755,317	1,821	47.7	866,499
65,112	0.5	336,220	852	31.7	270,640	48,213	0.5	240,656	543	36.1	195,361
90,534	0.2	213,021	20,551	1.0	199,510	94,386	0.2	204,788	21,666	0.9	189,101
449,557	0.4	1,986,954	1,835	21.5	396,920	606,638	0.3	1,753,779	517	24.2	125,190
2,734,188	32.7	894,018	1,289,712	53.7	692,665	2,945,550	29.1	858,294	1,158,724	54.0	625,404
—	—	—	1,177,550	—	547,652	—	—	—	1,210,830	—	536,889
—	—	—	698,176	59.7	416,732	—	—	—	698,436	59.7	416,365
11,030,594	12.8	1,406,017	1,564,042	56.3	881,006	12,557,540	13.2	1,625,991	1,712,172	56.6	968,715
596,960	—	140,637	323,984	—	124,066	543,782	—	—	304,121	—	—
11,332	63.4	7,194	14,799	69.1	10,240	9,039	63.2	5,717	13,766	70.2	9,669
585,628	22.7	133,443	309,185	36.8	113,826	534,743	21.8	116,325	290,355	34.5	100,155
94,254	25.3	23,824	67,489	35.2	23,764	89,943	27.6	24,801	70,171	35.0	24,777
11,980	11.8	1,368	3,125	50.0	1,557	2,063	34.9	720	1,883	50.0	940
82,274	49.4	22,456	64,364	34.9	22,207	87,880	27.5	24,081	68,288	35.0	23,837
109,673	5.1	572,880	835,191	71.0	589,336	134,804	0.67	896,248	824,809	68.0	562,359
68,188	0.95	645,050	726,392	87.8	635,367	63,868	1.1	643,814	690,151	88.0	609,632
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,220	39.4	2,056,947	5,220	39.4	2,056,947	60,463	6.6	3,962,094	5,977	39.9	2,318,333
482	0.26	1,543,475	468	0.26	1,014,475	1,036	0.07	755,706	1,025	0.07	752,005
12,177	0.1	6,023	1,325	24.0	316	5,214	0.04	2,134	25,566	4.0	1,022

単位：

鉱 量 t (精鉱 タングステン鉱)
(モリブデン鉱は kg)

品位 金鉱 銀鉱は g/t
その他は %

含有量 金鉱 ウラン鉱は g

銀鉱 すず鉱 アンチモン鉱
水銀鉱 ひ鉄 タングステン鉱
モリブデン鉱 チタン鉱 そう
鉛鉱は kg

銅鉱 鉛鉱 亜鉛鉱 硫化鉱
鉄鉱 砂鉄 硫酸燒鉱 脱銅硫
酸燒鉱 二酸化マンガン鉱 金
属マンガン鉱 クローム鉄鉱
は t

第5表 ① 1955年における鉛種別埋蔵鉛量

調査年月日	鉛種	埋蔵鉛量			可採粗鉛量			採鉛実収率(%)	ズリ混入率(%)	他鉛種中の含有量(t)	調査鉛山数	備考
		鉛量(10 ⁴ t)	品位(%)	含有量(10 ⁴ t)	鉛量(10 ⁴ t)	品位(%)	含有量(10 ⁴ t)					
26.4.1	現在	金	39,616	6.0	236t	42,062	4.8	202t	81	24	7	品位はMnO ₂
	現在	銀	75,781	6.4	2,530t	88,908	49	2,050t	92	22	303	
	現在	銅	44,473	1.57	1,190	38,811	1.16	1,013	76	13	119	
	現在	鉛	226,278	1.2	523	74,586	1.0	398	31	6	142	
	現在	鉛亜鉛	29,931	5.9	2,613	22,884	5.1	1,986	72	6	717	
	現在	硫化鉄	1,723	30	67,666	1,717	26	19,403	79	21	31	
	現在	水銀	2,417	38	11,251	2,731	35	8,105	86	17	48	
	現在	すず	66,166	0.13	7,439t	64,411	0.31	5,884t	89	21	3	
	現在	鉄	7,629	0.83	20,792t	6,361	0.68	18,606t	86	17	53	
	現在	鉄砂	5,564	41.0	27,131	5,645	36.4	23,395	69	17	36	
	現在	金属マンガング	172	37.8	2,888	161	36.6	2,334	81	20	280	
	現在	二酸化マンガング		31	1,732		25	1,395	78	17	6	
28.4.1	現在	アンチモン	925,209t	10.5	95,015t	1,074,308t	7.8	83,424t	89	24	16	
	現在	クロム	633,523t	33.4	211,504t	655,047t	24.7	161,612t	77	25	17	
	現在	タングステン	3,313,048t	0.69	22,931.3t	3,888,764t	0.42	16,368.8t	71	40	28	
	現在	モリブデン	326,715t	1.91	6,230.6t	775,345t	0.69	5,347.7t	84	65	12	
	現在	ひ	246,975	13.9	34,354t	271,014t	10.9	29,465t	84	24	10,452	

金鉛・銀鉛の品位はg/t

調査年月日	鉛種	埋蔵鉛量			可採粗鉛量			採鉛実収率(%)	ズリ混入率(%)	調査鉛山数	
		鉛量(10 ⁴ t)	品位(%)	含有量(10 ⁴ t)	鉛量(10 ⁴ t)	品位(%)	含有量(10 ⁴ t)				
35.3.	現在	金	23,399	5.7	132,783	22,131	4.7	104,927	77.1	18.5	39
	現在	銀	139,456	654	91,204	158,750	508	80,567	90.1	20.8	4
	現在	銅	89,853	1.67	1,499	109,940	1.20	1,316	85.6	30.1	142
	現在	鉛	59,840	鉛 1.2 亜鉛 5.5	639 3,307	51,089	鉛 1.1 亜鉛 4.9	556 2,483	72.3	15.3	42
	現在	硫化鉄	174,399	28	49,124	88,527	31	27,474	49.8	2.0	29
	現在	すず	2,019	0.99	19,993	2,344	0.78	18	91.3	21.3	4
	現在	水銀	1,005	0.30	3	925	0.28	3	82.3	10.5	8
	現在	鉄	39,805	35.8	14,239	33,063	33.4	11,027	75.2	9.4	41
	現在	鉄砂	232,315	13.0	30,306	158,159	12.6	19,972	62.0	9.0	94
35.3.3	現在	金属マンガング	4,979	28.0	1,398	5,227	23.0	1,197	86.0	18.1	165
	現在	二酸化マンガング	128	65.0	82	111	55.0	61	74.4	14.1	71
	現在	アンチモン	72	7.6	6	219	2.2	5	86.4	71.6	5
	現在	クロム	1,073	29.4	315	994	23.5	234	73.3	20.9	12
	現在	タングステン	1,969	0.66	13	2,348	0.48	11	85.4	28.4	11
	現在	モリブデン	162	5.50	9	934	0.82	8	83.8	85.5	10
28.4.1	現在	ひ	247	13.9	34	271	10.9	29	84.0	24	4

金鉛、銀鉛の品位はg/t、含有量はkgである

$$\text{採鉛実収率} = \frac{\text{実収鉛量}}{\text{埋蔵鉛量}}$$

$$\text{ズリ混入率} = \frac{\text{可採粗鉛量} - \text{実収鉛量}}{\text{可採粗鉛量}} = \frac{\text{ズリの量}}{\text{可採粗鉛量}}$$

②
1960年における
鉛種別埋蔵鉛量

③ 1961年における鉛種別埋蔵鉛量

調査年月日	鉛種	埋蔵鉛量			可採粗鉛量			採鉛実収率(%)	ズリ混入率(%)	調査対象鉛山数	
		鉛量(10 ⁴ t)	品位(%)	含有量(10 ⁴ t)	鉛量(10 ⁴ t)	品位(%)	含有量(10 ⁴ t)				
35.4.1	現在	金	23,399	5.7	132,783	22,131	4.7	104,927	77.1	18.5	39
	現在	銀	139	654	91,204	159	508	80,567	90.1	20.8	4
	現在	銅	89,853	1.77	1,499	109,940	1.20	1,316	85.6	30.1	142
	現在	鉛	59,840	鉛 1.2 亜鉛 5.5	639 3,307	51,089	鉛 1.1 亜鉛 4.9	556 2,483	72.3	15.3	42
	現在	硫化鉄	174,399	28	49,124	88,527	31	27,474	49.8	2.0	29
	現在	すず	2,019	0.99	19,993	2,344	0.78	18	91.3	21.3	4
	現在	水銀	1,005	0.30	3	925	0.28	3	82.3	10.5	8
	現在	鉄	39,805	35.8	14,239	33,063	33.4	11,027	75.2	9.4	41
	現在	鉄砂	232,315	13.0	30,306	158,159	12.6	19,972	62.0	9.0	94
36.4.1	現在	金属マンガング	5,285	25	1,341	5,428	21	1,145	86.0	16.1	146
	現在	二酸化マンガング	139	62	87	120	53	64	73.9	14.2	49
	現在	クロム	1,076	28.5	307	1,020	21.7	221	69.7	26.6	12
	現在	タングステン	2,650	0.61	16	3,214	0.44	14	89.0	26.6	12
	現在	モリブデン	169	4.92	8	1,106	0.67	7	89.7	86.3	6
28.4.1	現在	ひ	247	13.9	34	271	10.9	29	84.0	24	4

金鉛、銀鉛の品位はg/t、含有量はkgである

$$\text{採鉛実収率} = \frac{\text{実収鉛量}}{\text{埋蔵鉛量}}$$

$$\text{ズリ混入率} = \frac{\text{可採粗鉛量} - \text{実収鉛量}}{\text{可採粗鉛量}} = \frac{\text{ズリの量}}{\text{可採粗鉛量}}$$

くだって16世紀 17世紀といえば 前者はわが国では戦国時代で 当時の政治権力者は金銀の産出に力を入れておおいにその開発を奨励した。 とくに17世紀になると金銀ならびに銅が中国またはオランダに輸出され 銀は60年間に約37万貫に達したこともあり 銅は数量は不明であるが 粗鉱として相当量輸出されたものようである。 鉄鉱床として有名な釜石鉱山は寛文または享保年間に発見され その後幕末期に高炉が建設されて 製鉄の近代化のはじまりとなった。 これらの時代に各種鉱石または鉱床がいかにして発見されたかについては知る由もないが なんとと言っても古代アジア文化の流れとしてわが国にもこれらが発見し 利用する技能が入ってきたことは想像にかたくない。 また戦国時代以降には当時の西欧文化がオランダ ポルトガルなどの手を経て入ってきて その後新しい技術として育って行ったものと考えられる。

1553年(天文22年) に発見されたと言われる佐渡の金山は徳川初期に幕府の命により 大久保長安が開発にあたり 徳川幕府の政治力 経済力の源を作り また伊豆半島の金銀鉱山の発見 開発を行なうほか 長駆して山陰地方にも足跡を残して資源探査に努めたことは 当時として驚くべきことの一つである。 おそらく 金銀鉱床 銅 その他の硫化物鉱床が 酸化作用を受けて その中に含まれている鉄成分が水酸化鉄となったいわゆる「ヤケ」に注意したものであろう。 しかしながらこれらの特技は当時の常識として秘密を保たれ 一般には知らされていないようである。 徳川中期以降になると別

子 河山 久根 吉乃などの銅山と 釜石の鉄山が発見されているが それらは当時としてはまだ今日知られているような規模のものにならうとは想像もできなかったであろう。 そのころになって平賀源内は各地におもむき 鉱山の発見 開発を行なっているし また佐藤信淵は当時としては新しい殖産政策をとなえて ときの為政者を啓蒙するところが大きく細部にわたっては資源開発にも意を注いでいる。 これらの人々はとくに目立った存在であるが このほかにも数多くの貢献者があったものと思われる。 いずれにしても これらの知識 技能はおそらく当時西欧文化移入の唯一の経路をなした蘭学に負うところが大きかったと言えよう(第6表)。

2. 明治以後から終戦までの時期

明治時代に入ると西欧文化があらゆる部門にわたって流入し その影響は広く科学 技術におよんでいるが 一方それらの果たした功績も大きい。 明治 大正 昭和期に入ってから発見 開発された鉱床を総計すれば相当多数に上るが それらの発見に至る直接の糸口となるものは ほとんど地表に現われている「ヤケ」か 転石か または風水害 道路その他設営工事の作業中に偶然見出された露頭によるものであった。

明治期に入ると東京大学に外国人教師を招いて地質学の教育がはじまるが そのさきがけとして1875年(明治8年)には Edmund Naumann (同8~12年) が、ドイツから来朝 つづいて David Brauns (同12~14年) Carl Gottsche (同15~17年) がつぎつぎに教鞭をとって地質学者を育成し わが国の正統とも言うべき基礎

教育を行ない その後はもっぱら和田維四郎 小藤文次郎などの日本人教師がその任にあっている。 これに続いて年を追って多くの教育者が現われ また各地方にも大学が設立されて ようやく地質学専攻者の数が多くなってきた。 しかしこれらの教育の主眼は自然科学にあったから 実社会の鉱産資源の探査 開発とは直接結びついてはいなかった。

以上に先立ち1872年には北海道開拓使の招きで 米国から Benjamin Smith Lyman が来朝し 主として北海道における鉱山地質(とくに炭田地質) 調査につくし さらに内地の油田地帯のほか 各所の実地調査を行なっているが その間に助手として多くの日本人を養成していることは そのことは炭田に関するものが主ではあったが そののち 広く他の

第6表 主要金属鉱山 鉱床の発見史

年号	西暦	接触鉱床	黒鉄鉱床	鉄脈	キースラーガー	沈澱
文武年間	697~701			岩美?		
和銅	708~714			尾去沢		
養老	717~723	神岡			出石(717)?	
天平	729~748			明延		
大同	806~809			生野(807) 吉岡(807) 細倉		
文永	1264~1274			太良		
弘安	1278~1287	笹ヶ谷				
延慶	1308~1310			大森?		
明德	1390~1393	八基(1391)				
天文	1532~1554			佐渡		
天正	1573~1591			志肥(1577) 中尾(1609) 高土(1611) 馬土(1629) 山ヶ野	日立	
慶長	1596~1614		加納			
寛永	1624~1643					
明暦	1655~1657			錫山(1655)		
万治	1658~1660			串木野		
寛文	1661~1672	(釜石)	十和田			
元禄	1688~1703			水沢、荒川(1700)	別子(1690) 東山 三越 河山	
享保	1716~1735	釜石	吉乃(1720)		久根(1731)	
宝暦	1751~1763	本山(1751)				
天保	1830~1843		田代			
文久	1861~1863		小坂(1861) 秋野			
明治初期	1868~1882		宝(1872) 崎屋			
中期	1883~1898		花岡(1886) 刈野 尾島(1890)	駒生	大峰(1896)	俱知安(1896)
後期	1899~1911		上北 花輪	志保(1900) 磐田(1901) 赤川(1905) 日立(1907)	土倉	
大正年間	1912~1926		余市 洞爺(1918)	錦之郷(1916) 濃城	佐々達	

(本邦重要鉱山要覧 商工省鉱山局編集 大正15.7.30)

鉱産資源の探査に関する技術者の養成に及ぼした影響は大きい。その後探査の仕事はほとんど民間の篤志家が主体で未開地 または人跡まれな奥地を涉猟して露頭を探しまわることが行なわれ これがつぎつぎに資本家の手に渡り 幾変せんものちにようやく開発に至るのであった。1900年(明治38年)にはわが国に初めて鉱業法が制定され すべて鉱産資源はこの法律に規制されるようになった。

もともと鉱床の探査は 地質専門家の担当すべき性質のものであり 諸外国でも先進国はみなその道をたどっているのが常識であるが わが国では明治初期以来地質学者は科学的の研究に専念するものが多く 鉱山界に進出するものは はなはだ少なく 同時代末期に近くなって ようやくわずかに鉱業会社に職を奉ずるものがでて その後昭和中期の終戦頃まで少しづつながらその数を増してきている。その間規模の大きい鉱山会社では本社に数名の地質専門家を置くようになってきたが その担当する仕事は ほとんど買山調査が主体であり ときに会社所属の鉱山の地質調査を行なうに止まっていた。したがって現に稼行している鉱床の延長部の探査または露頭をたどって新鉱床を探査するような仕事は現場勤務の採鉱技術者か その補助的な役割りにあるものの担当である場合が多く わずかに地質技術者は相談を受ける程度にすぎなかった。たとえ まれに地質技術者が現地に在動していることはあっても 多くは生産に直結する採鉱の仕事に従事するような習慣であった。当時鉱山の山元に常勤する地質技術者をもっていた事業所は数えるほどしかなく したがって中小鉱山などはほとんどそれをもつことはないといってもよい位であった。

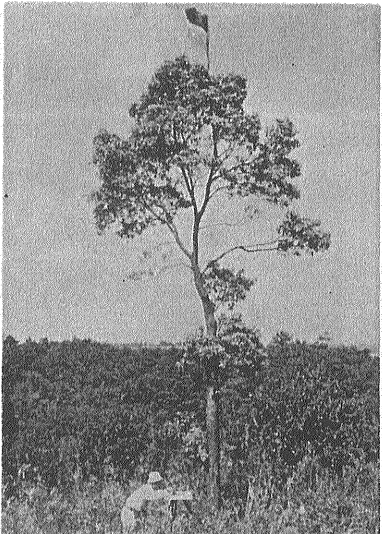
この時期における学界の姿はどうかと言うと 大学でも鉱床学の講座は 一部総合大学の工学部鉱山学科に設けられただけであった。大正期に入ると鉱山界の発展

に伴い 若干の総合大学の理学部地質学科に鉱床学の講座が設けられ 基礎研究から一步前進して理論的に鉱床を追究するようになり ようやく鉱床学専攻者が鉱山業界にも進出するに至った。とくに大正初期にはわが国の黒鉱鉱床 ならびに別子式層状含銅硫化鉄鉱床(キースターガー)の成因に関する論争は 学界の1つの焦点となったが さらにこれが契機となり 鉱床学発展に寄与するところが大きかった。しかし主眼が理論的な基盤に立っていたので 業界の探査の実務に地質学者が直結するまでには至らず この情勢のまま第2次世界大戦に入った。その間地質調査所はどうかと言うと 1882年(明治15年)に創設以来 20万分の1 7万5千分の1地質図幅調査を主体とする地質調査と 満洲における地質調査 北海道の鉱物調査 工業原料鉱物調査などがあり さらに秋田 新潟の油田調査なども行なっている。これらのうち金属資源調査に属するものは当時における重要な資源について現況調査を行なったものごとくで現在もその報告書が残っている。大正末期には官界民間からの依頼によって海外資源調査も行なわれている。1931年(昭和6年)には 物理探査に関する基礎的研究が始められ ついで構造試錐を採用して 1歩科学的調査研究の方法を前進せしめた。

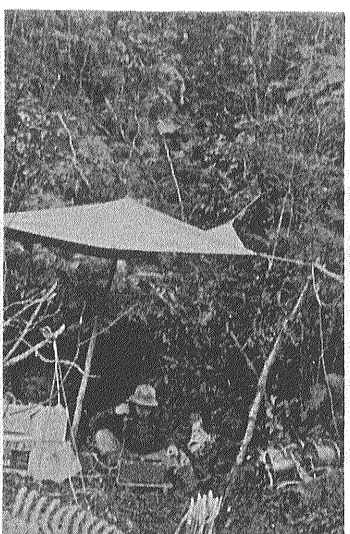
このようにして昭和期の半ばになり 世をあげて第2次世界大戦に突入すると 国内は異常な消耗時代を形成していった。このときにあたり国内事情は大きく旋回し他の諸物資と共に 鉱物資源もまた軍需資源としての充足を求められ 関係者は業界ばかりでなく地質調査所においても 不足金属資源の現況調査と 当時における低品位鉱 未利用資源の活用など全面的にこれに協力した。この間軍需資源として鉄 アルミニウム ニッケル コバルト モリブデン タングステン クロム などのほか タンタル ベリリウム タリウム ストロ



坑内における地質調査



地形測量と測線測点の測量



自然電位法による電気探鉱

チウム セリウム ウラン トリウム などの希元素類が国内 外地にわたって重要な研究課題となったことはいまだに記憶に新たなことである。

いずれにしても終戦までの時期をふり返ってみれば 鉱物資源の組織的 科学的方法による探査に関しては特記すべき成果は ほとんどあげることができなかつたと言っても過言ではなからう。ただこの間に特異な資源として 1937年(昭和12年)に北海道イトムカに自然水銀を多量に含む 高品位の水銀鉱床が発見され 開発されたことは当時斯界に対して大きな刺激となり 一擲の清涼剤の働きをなしたものと言うことができる。

3. 終戦後の鉱床探査

戦時中鉱業界は統制経済の下に戦争遂行のために必要な物資は経済を無視して 国家の補助 奨励政策によって開発 促進されていたが 終戦と同時に大きな目標が失われて 一時的に混乱状態に入った。しかし業界は一時生産停止と多数の労務者をかかえる困難な時期を迎えながらも異常な努力をもって鉱業の再建にあたった。すなわち 連合軍の占領下におかれたわが国は 総司令部天然資源局(NRS)の勸告を受けて 徐々に空白状態から脱け出し 堅実な経営に入っていた。

この NRS の勸告は技術面にもおよび 当時アメリカ国内において行なわれている探鉱法が紹介され これがわが国にも積極的に導入される結果になった。当時アメリカでは鉱床の探査業務は地質技術者が担当するところであり 各鉱山には常に数人の地質専門家が配置され現地の詳細な調査に基づいて探査計画を立て 探鉱部門に指示する方法がとられていた。

わが国でもこの推進方法の必要性が関係業界の識者の間に認められ 大規模鉱山をはじめとして 中小鉱山に至るまで地質技術者を採用し 現在では配置されない鉱

山はほとんどないほどになり その間地質技術者の果たした役割りはめざましいものがあった。

内容的にこれをみれば それぞれの鉱床について付近地域の地質調査を行なう鉱床と地質構造の関係を求めさらに坑内では鉱床の生成に伴って起こる母岩の変質作用の変化を鉱床の上 下盤に求めて研究する方法などである。また坑内の詳細なスケッチ および採取した試料から鉱床の生成環境と鉱床の成因の推定を行ない これから帰納して鉱床探査の基礎資料を導くことなどである。これらと併行して物理探鉱 地化学探鉱 試錐などを必要に応じて行ない その結果を総括し 総合判断して探鉱方針を立てることである。

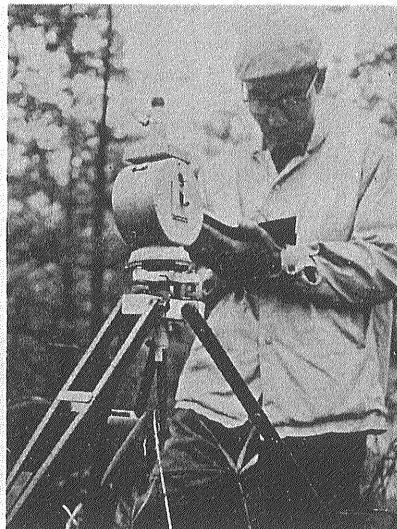
このようにして各事業所ともに地質関係の専門技術者が組織の中に独立して一つの部門を形成し その業務として探鉱計画を立て これを実施することが斯界の常識となった。これによる結論は事業部の最高責任者に進言され 実際の探鉱に活用されているのが現状である。終戦後各鉱山では既存の鉱床の延長部が確認されて 埋蔵鉱量が確保されただけでなく また新しい鉱床の発見が枚挙にいとまがないのも これら新しい探鉱法の成果と見なしてよい。ここに至ってわが国の鉱床探査の任務は公然と地質専門家の手に移り ようやく長年月にわたり果たせなかつた使命が本来の姿になったのである。

この間にあって選鉱 製錬技術の進歩とこれに伴って可能となった低品位鉱石 未利用鉱物資源の利用が従来開発の対象になつていなかった鉱床を再検討させまた新たに開発の道を開く端緒をつくり 大きく業界発展につくしたことは特筆すべきことであろう。国内のこのような新しい雰囲気の中に業界 官界 学界にもこれに応ずる態勢が現われた。

業 界



比抵抗法(直流による)の野外測定の例
器械は地質調査所で試作したもの



磁 気 探 鉱



重 力 探 鉱

まず業界においては前記のように各鉱業会社または現地事業所において探査計画の立案 実施を行なっているだけでなく 1948年には金属鉱業界の集まりとして日本鉱業協会が新設された。本協会は鉱業の発展のために技術の交流 開発技術の合理化を目的としたものと思われるが その中に探鉱に関する部門として探査部会が設けられ 定例会の会合をもつと同時に 年1回全国鉱山現場担当者会議を行なって 各事業所における探査現況の照会と探査技術の討論が行なわれ 多大の成果を収めている。

このころになると重要な調査項目の一つとして正確な記録をとることが始められた。すなわち坑内では100分の1 または50分の1 坑外においても1,000分の1または2,000分の1程度の精密な地質鉱床図を作成して 鉱床の存在状態を追究し つぎの探査計画を立てる重要なより所をつかむことに努力した。また戦前は特殊な場合を除いて業界では自ら物理探査を行なっているものは少なかったが このころからまず電気探鉱(自然電位法)が行なわれ ついで比抵抗法も行なわれるようになった。さらに降って磁鉄鉱 または磁硫鉄鉱などのように磁性を示す鉱石を対象として磁気探鉱を行ない また近年は質量の差異を利用して行なわれる重力探査 電磁波速度を利用して地下の構造を知ろうとする地震探査なども行なわれるようになってきた。地化学探鉱としては 戦時中にも一部川水の分析によって探鉱の手がかりを得ようと試みられたことがあるが 戦後には逐次利用され 亜鉛 銅 硫酸根などをデチゾン法により微量の定量分析を行なう新しい方法が現われ さらに鉱床地帯の地表の土壌にも適用されるようになってきた。

しかし各事業所にあつて 探鉱の直接の方法として鉱体を確認し 鉱量の増加に著しく貢献したものは試錐探

鉱法であろう。戦前 戦後におけるわが国の金属鉱業界の試錐機は はなはだ能率がわるく しかも試錐技術のレベルも低かった。しかし各方面からの試錐に対する期待は技術の向上を誘い さらに掘さく能率を上げるために 当時使用していたメタルビット 手植えダイヤモンドビット から高速度回転による新型小口径試錐機と 機械植付けダイヤモンドビット使用へと移り 国内でもこの目的に沿う試錐機が各メーカーによって試作されるに至った。1951年になって外国から種々の優良な試錐機が輸入されるとともに 進歩した掘さく技術が導入され 各現地の地質に応じて それぞれに特色のある機種を使用し またそれに対応する技術が育成されていった。このことはまた1つの刺激になって 国産機にも新鋭機作製の機運が生じ 1953年には新製品ができて 現在では外国製試錐機の性能に遜色のないものも現われるに至っている。このように回転速度と 掘進深度の高度化の要望により ついに700m~1000mの性能を有するものが現われ 油圧給進 ダブルコアチューブの使用 さらにその能率を上げるためにワイヤーライン コアボーリング法なども行なわれるようになっていく。

(第7表)

学 界

一方これらの趨勢は関係学界にも影響を及ぼし 1950年には日本地質学会に鉱床部会がおかれ 積極的に鉱床探査の問題が取り上げられ つづいて翌1951年3月には関係者の強い要望によって 同学会の部会として日本鉱山地質学会が創立されて 鉱物資源に関する探査技術者と科学研究者との密接なつながりの場が作られ 機関紙『鉱山地質』の発行と 講演会その他の会合を通じて 直接開発に当る現地の技術と学術研究による理論とが平行して進展するに至った。



直 流 電 探 車 (ソ 連 製)



電 探 車 の 内 部

第7表 ① 1955 年における方法別探鉱実績

Table showing exploration results by method for 1955. Columns include ore name, location, and various exploration metrics like electrical, geological, and chemical methods, along with shaft and tunnel lengths.

Table showing exploration results by method for 1960. Columns include ore name, location, and various exploration metrics, along with shaft and tunnel lengths.

② 1960 年における方法別探鉱実績

Table showing exploration results by method for 1961. Columns include ore name, location, and various exploration metrics, along with shaft and tunnel lengths.

③ 1961 年における方法別探鉱実績

特別な場合を除いて広い鉱床地域を選び 調査研究の目標として地質学的な生成環境を知り これを通してその地域の鉱床胚胎の特性をとらえることに重点を置いた。これらの調査研究の結果から得られた成果の一部は1954年に「構造支配 (Structural control) の実例」として鉱床と地質構造の関係を集録しているほか 機関紙を通して随時公表している。これに併行して戦前 戦時中の資料を基礎とし これに戦後の新しい資料を加え さらに外部の協力を得て日本鉱産誌の編さんをはじめた (1950~1959年の間に総論篇を含んで12冊)。

1948年頃には国内の硫酸原料の不足から硫化鉄鉱 硫黄鉱の貧鉱などの資源調査がはじめられると同時に 他方関係業界の一部には磁硫鉄鉱の貧鉱処理の研究が進められた。その後同和鉱業株式会社において ドル式流動層焙焼炉を設置し 黒鉱式鉱床に見られる雑鉱の完全利用が また不二越鉱業株式会社においてはバジッシュ式旋風焙焼炉を完成して 磁硫鉄鉱の処理ができるようになる。いずれも有用金属鉱物成分の分離のうち 硫酸を回収し さらに残った焼鉱を脱銅技術の成功によって 鉄原料として活用するようになった。

もともとわが国は鉄資源に乏しく、1961年には 原鉱石の80%を海外から輸入しているが 1953年当時においても65%の数値を示していた。この問題は砂鉄鉱業界の奮起を促し 採鉱 選鉱に改良を加え また金属チタン利用研究と相まって 砂鉄が有力な鉄資源として注目を浴びるようになってきた。このような事情の下に地質調査所は1953年より磁硫鉄鉱と含チタン砂鉄の国内調査研究をはじめ さらにこの事業は翌1954年より 「含チタン砂鉄 および磁硫鉄鉱調査」 のテーマの下に特別研究として その後5カ年間継続し これにつづいて1959年からは 同じく特別研究として低品位鉄鉱の調査を3カ年継続して実施している。

他方1955年にはマンガンの製錬技術の進歩により珪素マンガン鉄の原料として マンガン分30% 以上の珪酸マンガンの利用が注目されるようになり 翌1956年より3カ年計画として 特別研究 「珪酸マンガン鉱調査」 を行なっている。この間に経常研究としては地域的な鉱床調査として 黒鉱鉱床 キースラーガー 第三紀火成活動に関係のある金属鉱床などのほか 鉱山単位に調査するものとしては水銀 アンチモン タングステン その他のものがあつた。また1956年頃には陸上の砂鉄資源だけでなく 海底砂鉄問題の検討が各方面から要望されるようになり 当時未利用鉄資源開発調査分科会でも議題になった。しかし海底砂鉄は賦存状況の調査において研究方法に多くの難点があつて すぐに着手できず 地質調査所に調査研究の推進を依頼してきた。そ

の後地質調査所において検討を重ね まず調査研究方法の確認を目標としながら 千葉県飯岡地区海域 鹿児島県指宿海域 青森県八戸海域のほか 北海道開発庁の委嘱によって 北海道噴火湾海域の一部などを対象として核磁力計を使用して調査研究を続け さらにそれらの結果の内容を再検討しつつ 目下東京湾海域の1部を対象として 海底における砂鉄の堆積環境に重点を置きながら調査研究を続けている。

官 界

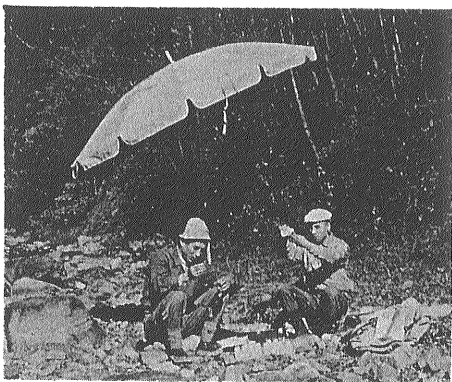
1948年政府は地下資源 その他関係資料の整理 資源調査の標準化 鉱山における資源の合理的な開発を促進させるために経済安定本部に地下資源部会を設け ついで1950年には通商産業省の新鉱床探査奨励金に関する諮問機関として鉱床探査審議会が設立された。これと相前後して鉱床調査標準専門委員会を設けて 同年JISによる鉱量計算基準 (日本工業規格 M1001) の制定を行なった (さらに1957年には実情に即するために 改訂を行なっている)。1953年には ECARE (国連アジア極東経済委員会) に鉱物資源委員会ができて アジア諸国と提携して地下資源の開発に協力する態度がとられた。1954年には地下資源開発審議会の下部機構として未利用鉄資源開発調査分科会を設けて官界 地方自治団体 鉱山界 製鉄業界などの協力の下に砂鉄 磁硫鉄鉱の調査計画を立て 全国的に 品位 鉱量の調査を行なう中核の役を果たした。また 昭和38年度から 貿易の自由化に対する措置の1つとして 金属鉱物探査融資事業団が設立され 一方地質調査所では 「金属鉱床密集地域の広域調査研究」 のテーマの下に 特別研究が始められた。

(筆者は鉱床部 金属課長)

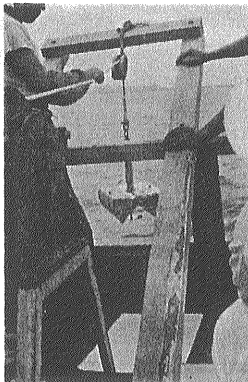
(付表 統計資料は 「本邦鉱業の趨勢」 より)



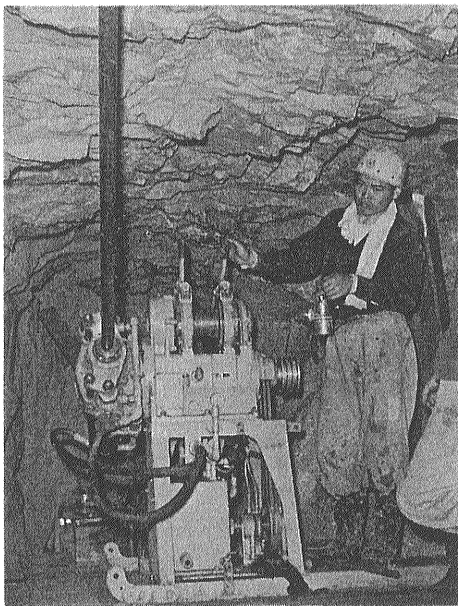
地 化 学 探 査 (土 壤 の 採 取)



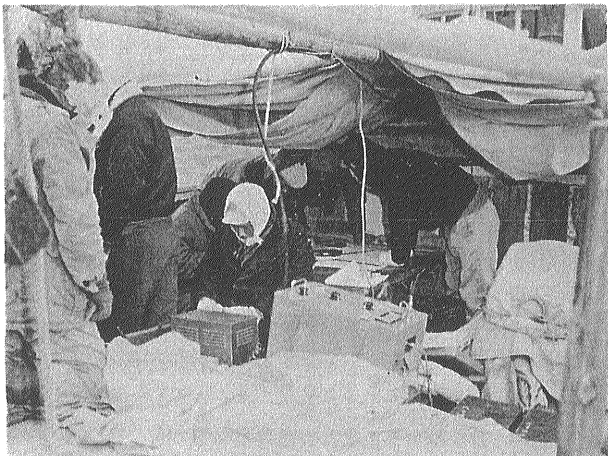
地化学探査現地分析



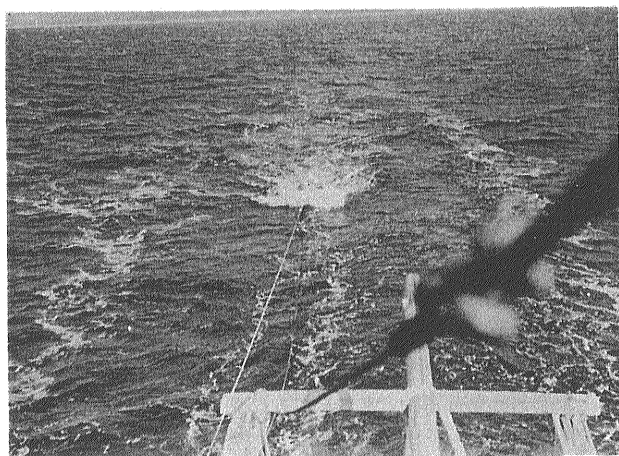
坑内ボーリング



海底砂鉄調査における採泥



海上磁気探査(プロトンマグネットメーター)



海上磁気探査(ケーブルの長さ50 m)



ヘリコプターによるエアボーン調査



ジープによるカーボン調査