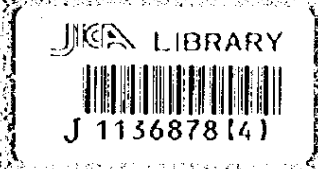


キルギス共和国タラス地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成9年3月



国際協力事業団
金属鉱業事業団

銘圖書
97-058

キルギス共和国タラス地域

資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成9年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1136878 [4]

はしがき

日本国政府はキルギス共和国政府の要請に応え、同国の北西部に位置するタラス地域の鉛物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査及びボーリング調査などの鉛床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉛物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉛業事業団に委託することとした。

本調査は、平成6年度から平成8年度までの3年間にわたって実施され、キルギス共和国政府機関、地質鉛物資源庁（旧国家地質地下資源管理委員会）の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、3年間の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたキルギス共和国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在ロシア連邦日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成9年2月

国際協力事業団

総裁 藤田 公 郎

金属鉛業事業団

理事長 清 瀧 昌 三 郎



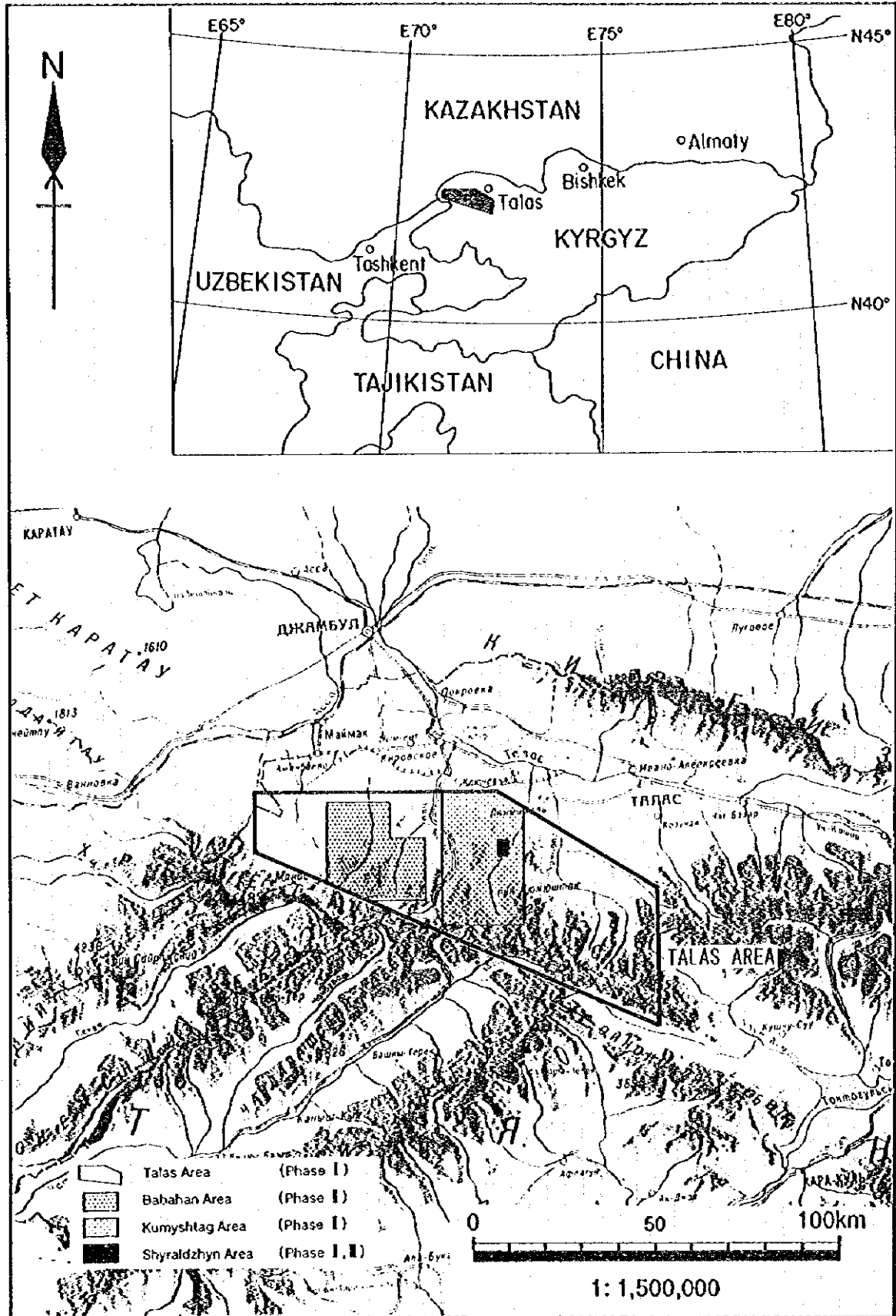


Fig. I -1 Location Map of the Survey Area

要 約

本報告書は、キルギス共和国タラス地域において、平成6年より平成8年に至る3年間にわたって実施した資源開発協力基礎調査の結果をとりまとめたものである。本調査の目的は、本地域の地質状況及び鉱床賦存状況を解明し、新鉱床を発見することにある。

各年次の調査内容は、次のとおりである。

第1年次：既存資料解析，衛星画像解析：面積 33,000km²

第2年次：シラルジン地区 地質精査：面積 12km²

クムイシュタッグ，ババハン地区 地質概査：面積 1,220km²

地化学探査：土壌768件

第3年次：シラルジン地区 ボーリング調査：12孔，2,560.4m

上記の調査結果及び提言を要約すると、次のとおりである。

調査結果

(1) 既存資料解析

地質構造及び鉱床の分布・タイプから、本地域の鉱化作用は、WNW-ESE系の断層や副次的断層に関連する鉱脈型及び塊状鉱化作用と、シルル紀末期～デボン紀初期のクムイシュタッグ花崗岩に関連する鉱脈型、グライゼン型及びスカルン型鉱化作用に大別された。

(2) 衛星画像

衛星画像解析の変質帯可能域についてランド・ツルースの結果、この変質帯可能域は原生代リーフェイ系の褐鉄鉱染片岩層であり、続成作用に伴う褐鉄鉱化変質帯を反映したもので、熱水変質に起因する鉱化変質帯ではないことが判明した。

(3) クムイシュタッグ地区

クムイシュタッグ銀鉱床からウチムチェック砒素鉱床が胚胎する広い範囲にかけて、銀・銅・砒素及びアンチモンの重複した地化学異常が認められた。クムイシュタッグ鉱床は規模の大きい銀優勢なマンガン菱鉄鉱脈であるが、金鉱化作用は乏しく、地化学探査結果でも金の異常は認められなかった。

(4) ババハン地区

クル・バカイル銀鉱床近傍の断層上に地化学銀異常を捉えたが、小規模な異常であり、周辺の銀鉱床の規模も小さいため、大規模鉱床賦存の可能性は小さいと推定された。

(5) シラルジン地区

本調査地域唯一の金鉱床であるシラルジン鉱床は、クムイシュタッグ花崗岩中に胚胎する含金石英・マンガン菱鉄鉱脈である。

キルギス共和国タラス地域
資源開発協力基礎調査報告書
(総括報告書)

目 次

は し が き

調査地域位置図

要 約

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査地域及び調査目的	1
1-2 調査方法及び調査量	1
1-3 調査期間及び調査員	1
第 2 章 従来 of 調査	7
第 3 章 地質概要	9
第 4 章 調査地域の状況	15
4-1 位置及び交通	15
4-2 地形及び水系	15
4-3 気候及び植生	15
第 5 章 結論及び提言	17
5-1 結 論	17
5-2 将来への提言	18

第II部 各 論

第1章 衛星画像解析	21
1-1 解析方法	21
1-2 リニアメント解析	21
1-3 地質単元区分	27
1-4 スペクトル解析	27
第2章 既存資料解析	33
2-1 鈹 床	33
2-2 地化学異常と鈹化作用	33
第3章 クムイシュタツグ及びババハン地区	37
3-1 地質調査	37
3-2 鈹化作用	45
3-3 地化学探査	45
第4章 シラルジン地区	53
4-1 地 質	53
4-2 鈹化作用	53
4-3 ボーリング調査	54
4-4 鈹山開発計画調査	72
第III部 結論及び将来への提言	
第1章 結 論	75
第2章 将来への提言	79
REFERENCES	81
COLLECTED DATA	83

LIST OF FIGURES

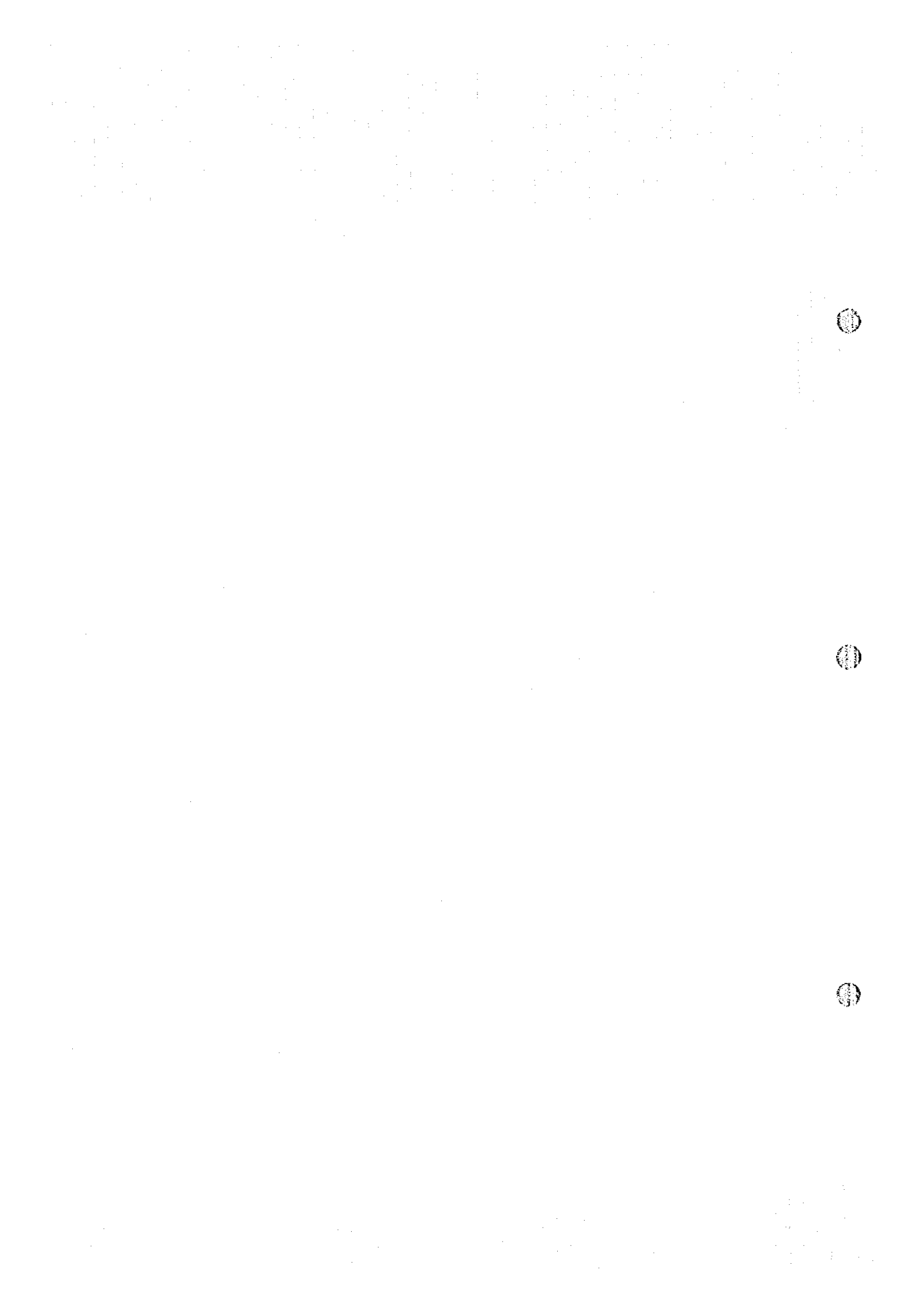
- Fig. I -1 Location Map of the Survey Area
- Fig. I -2 Flow Sheet of the Survey
- Fig. I -3 Flow Chart of Selection of the Promising Area
- Fig. I -4 Generalized Geological Map of the Survey Area
- Fig. I -5 Generalized Stratigraphic Column of the Survey Area
- Fig. II-1 Ground Coverage of Satellite Data
- Fig. II-2 LANDSAT TM False Color Digital Mosaic Image
- Fig. II-3 Lineament Map of LANDSAT TM Image
- Fig. II-4 Geologic Interpretation Map of LANDSAT TM False Color Image
- Fig. II-5 Distribution of Spectral Anomalies on LANDSAT TM Image
- Fig. II-6 Summary of the Compilation
- Fig. II-7 Geological Map and Distribution of Ore Deposit in the Kumyshtag Area
- Fig. II-8 Geological Map and Distribution of Ore Deposit in the Babahan Area
- Fig. II-9 Geochemical Anomaly Map in the Kumyshtag Area
- Fig. II-10 Geochemical Anomaly Map in the Babahan Area
- Fig. II-11 Geological Map in the Shyraldzhyn Area
- Fig. II-12 Location of Drillholes
- Fig. II-13 Geological Map of Main Orebody in the Shyraldzhyn Area
- Fig. II-14 Relation between Homogenization Temperature and Gold Grade
- Fig. II-15 Distribution of Homogenization Temperature of Fluid Inclusion
- Fig. II-16 Schematic Section of Ore Reserves
- Fig. III-1 Generalized Results of the Survey

LIST OF TABLES

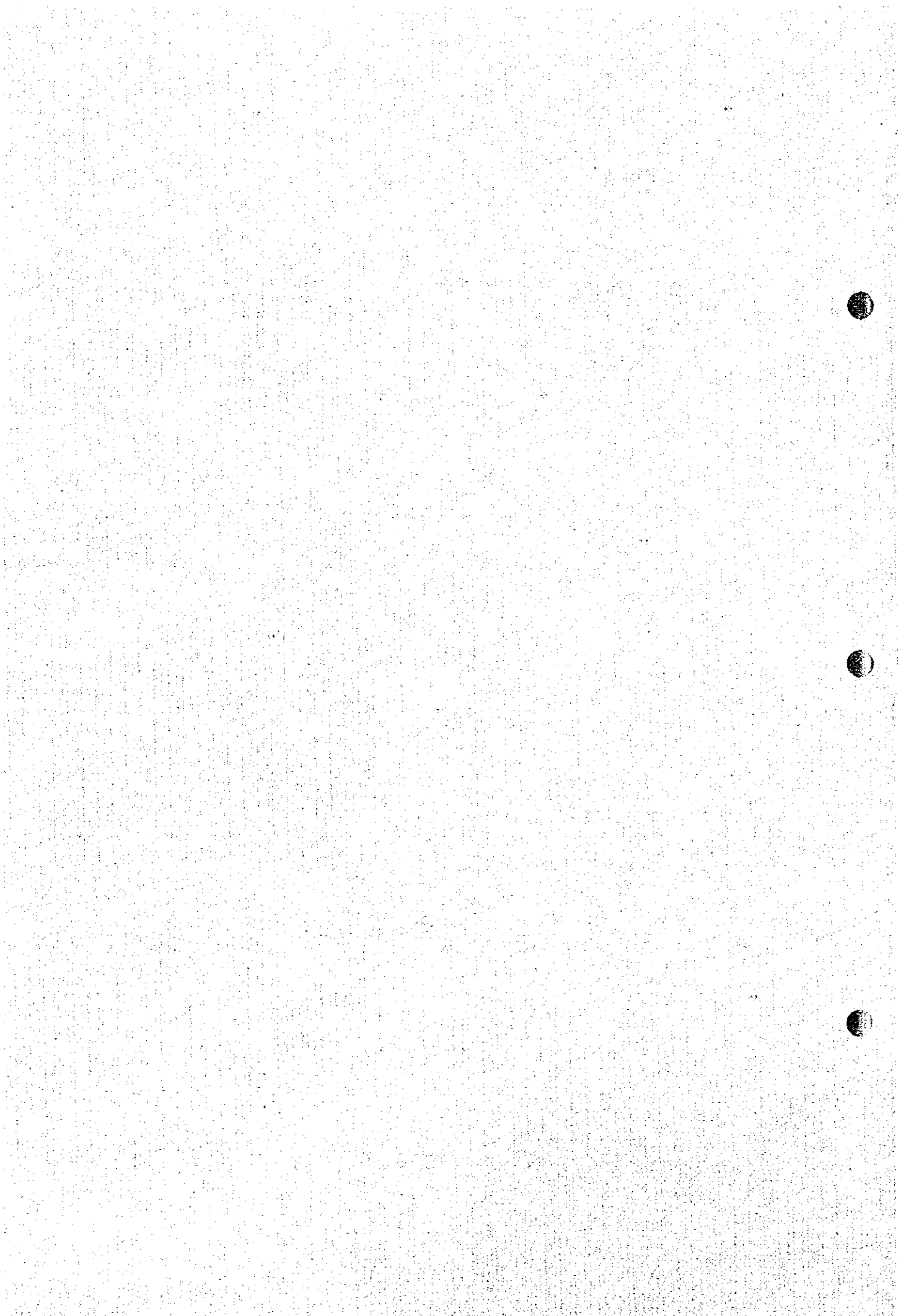
Table I-1	Methods and Contents of the Survey
Table I-2	Period of the Survey
Table I-3	Members of the Survey Team
Table II-1	Photogeologic Characteristics of Interpretation Units
Table II-2	List of Ore Deposit
Table II-3	Geochemical Threshold of Soil Samples
Table II-4	General Results of Drilling Works in the Shyraldzhyn Area
Table II-5	Major Mineralized Zones Confirmed by Drilling in the Shyraldzhyn Deposit
Table II-6	Calculation of Ore Reserves of Shyraldzhyn Deposit
Table II-7	Comparison of Production Cost and Profit at the Shyraldzhyn

LIST OF APPENDIXES

- Apx. 1 Geological Cross Sections along Drillings in Shyraldzhyn Area
- Apx. 2 Details of Mining Development Program



第 I 部 總 論



第 1 章 序 論

1-1 調査地域及び調査目的

調査地域は、キルギス共和国北西部タラス(Talas)州に位置し、標高4,000m級の天山山脈中にある。調査範囲は、次の緯度、経度で囲まれた面積約3,300km²である (Fig. I-1)。

(北緯42°30', 東経71°00'), (北緯42°30', 東経71°45'), (北緯42°17', 東経72°15'),
(北緯41°58', 東経72°15'), (北緯42°22', 東経71°00')

本調査は、キルギス共和国の要請を受け、日本国政府が鉱物資源調査を実施したものである。平成6年8月11日付けで調印された Scope of Work に基づき、調査を開始した。

本調査は、キルギス共和国タラス地域において地質状況及び鉱床賦存状況を解明し、新鉱床を発見すること、相手国機関に対し、調査・解析方法の技術移転を図ることを目的とする。

1-2 調査方法及び調査量

調査は、3年間にわたって実施した。各年次の調査方法をFig. I-2の調査フローシートに示す。調査方法別の調査量をTable I-1に示す。鉱床有望地区の抽出は、Fig. I-3のフローチャートにより実施した。

第1年次調査は、既存資料の解析と衛星画像の解析を実施した。第2年次は、クムイシュタッグ地区(Kumyshtag, 面積700km²)、ババハン地区(Babahan, 面積520km²)で、地質調査と地化学探査を実施し、シラルジン地区(Shyraldzhyn, 面積12km²)で地質精査を実施した。第3年次は、シラルジン地区でボーリング調査(12孔, 2,560.4m)を実施した。

1-3 調査期間及び調査員

3年間の現地調査と解析期間をTable I-2に示す。本調査に係わった調査員をTable I-3に示す。

Table I-2 Period of the Survey

Phase	Period of Field Survey	Period of Analysis
Phase I	Dec. 1, 1994 ~ Jan. 24, 1995	Jan. 25, 1995 ~ Feb. 28, 1995
Phase II	July 16, 1995 ~ Dec. 9, 1995	Dec. 10, 1995 ~ Feb. 28, 1996
Phase III	June 5, 1996 ~ Dec. 27, 1996	Dec. 28, 1996 ~ Feb. 28, 1997

[Phase I]

Talas area 3,300km²

Compilation of existing data
Interpretation and analysis
of satellite image

Selection of promising area (7 areas)

Recommendation for Phase II survey

[Phase II]

Kumyshtag area 700km²
Geological survey: 1/100,000
Geochemical survey: Soil 564 samples
(Indicated elements: Au,Ag,Cu,As,Sb)
Check survey of ore deposit (9 deposits)

Babahan area 520km²
Geological survey: 1/100,000
Geochemical survey: Soil 204 samples
(Indicated elements: Au,Ag,Cu,As,Sb)
Check survey of ore deposit (5 deposits)

Shyraldzhyn area 12km²
Geological detail survey: 1/10,000
Construction of transporting road for
drilling survey

Analysis of results of survey

Recommendation for Phase III survey

[Phase III]

Drilling survey
12 drill holes, 2,560.4m

Analysis of results of survey
Plan of mining development

Recommendation for the future

Fig. I-2 Flow Sheet of the Survey

Table I-1 Methods and Contents of the Survey

	Phase I (1994)	Phase II (1995)			Phase III (1996)	Total (1994-1996)
	Whole area	Kumyshtag	Babahan	Shyraldzhyn	Whole area	Shyraldzhyn
Satellite image analysis (km ²)	3,300					3,300
Geological survey (km ²)						
Length of route (km)		700	520	12		1,232
Geochemical soil (pcs)		175	60	26		261
		564	204			768
Drilling survey						
Road construction (km)				24.33		24.33
Dirt road construction (km)				10.11		10.11
Previous road clearing (km)				14.22		14.22
Number of drill holes (hole)					12	12
Length of drilling (m)					2,560.4	2,560.4
Laboratory studies						
Thin section (pcs)					11	31
Polished section (pcs)					20	46
Chemical analysis						
Soil (pcs)					768	768
Ore assay (pcs)					60	303
X-ray diffraction analysis (pcs)					20	49
Fluid inclusion (pcs)					11	26
Isotopic dating (K-Ar) (pcs)					2	2

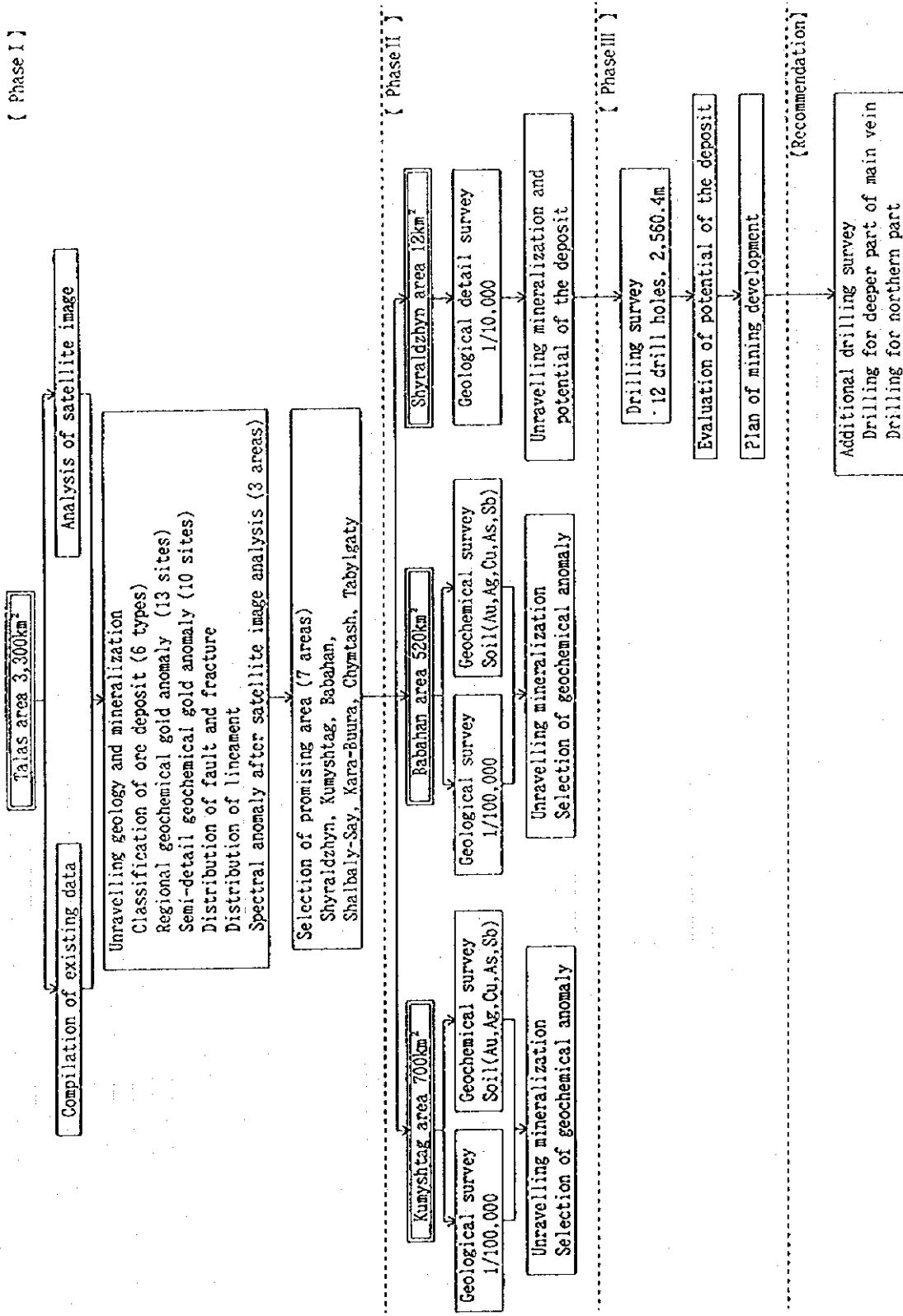


Fig. I-3 Flow Chart of Selection of the Promising Area

Table I -3 Members of the Survey Team (1)

(調査計画及び折衝)

日本側			キルギス共和国側		
(氏名)	(所属)		(氏名)	(所属)	
(1年次)			(1年次)		
大道 次郎	金属鉱業事業団		MURZAGAZIEV Sheyshenaly M.	GOSCOMGEOLOGY	
小野 裕章	通商産業省		KONYUKHOV Alexandar G.	GOSCOMGEOLOGY	
高橋 健一	国際協力事業団		KAREV A. V.	GOSCOMGEOLOGY	
			KAKITAEV Kadyrbek	GOSCOMGEOLOGY	
(2年次)			(2年次)		
富永 潤一	金属鉱業事業団		TURSUNGAZIEV Bayseit T.	GOSCOMGEOLOGY	
			MURZAGAZIEV Sheyshenaly M.	GOSCOMGEOLOGY	
			STAVINSKY Vitaly A.	GOSCOMGEOLOGY	
			KONYUKHOV Alexandar G.	GOSCOMGEOLOGY	
			ROGALSKY Victor P.	GOSCOMGEOLOGY	
			CLEMENTEV Lev F.	NKGE	
			ZUBKOV Vladimir P.	NKGE	
			JAKOVENKO Vichaclav P.	NKGE	
(3年次)			(3年次)		
富永 潤一	金属鉱業事業団		TURSUNGAZIEV Bayseit T.	SAG	
小野 裕章	金属鉱業事業団		MURZAGAZIEV Sheyshenaly M.	SAG	
縄田 透	国際協力事業団		ZUBKOV Vladimir P.	SAG	
			KONYUKHOV Alexandar G.	SAG	
			ROGALSKY Victor P.	SAG	
			KAKITAEV Kadyrbek	NKGE	
			CLEMENTEV Lev F.	NKGE	
			JAKOVENKO Vichaclav P.	NKGE	

GOSCOMGEOLOGY: State Committee on Geology, Usage and Protection of Natural Resources

SAG:: State Agency of Geology and Mineral Resources

NKGE: North Kyrgyz Geological Expedition

Table I-3 Members of the Survey Team (2)

(現地調査団)

日本側		キルギス共和国側	
(氏名)	(所属)	(氏名)	(所属)
(1年次)		(1年次)	
丸谷 雅治 (団長・地質)	MINDECO	KONYUKHOV Alexandar G. (総括)	GOSCOMGEOLOGY
柴田 精久 (地質)	MINDECO	PAKHOLUX Vasilii P. (地質)	GOSCOMGEOLOGY
藤井 昇 (地質)	MINDECO	RAZBOYNIKOV Anatolyi G (地質)	GOSCOMGEOLOGY
		APAYAROV Farid K. (地質)	NKGE
(2年次)		(2年次)	
丸谷 雅治 (団長・地質)	MINDECO	SHUBIN Vladimir M. (総括)	NKGE
山田 毅 (地質)	MINDECO	APAYAROV Farid K. (地質)	NKGE
波田 章司 (地質)	MINDECO	ANTSYFROV Vladimir M. (地質)	NKGE
		LOPIN Alexander F. (地質)	NKGE
		KOSTENKO Yury I. (地質)	NKGE
		KORSHUNOV Sergey I. (地質)	NKGE
		INABEKOV Ernek A. (地質)	NKGE
		ISMAILOV Tokonazar K. (ホーリング)	NKGE
		STESHENKO Valentina N. (ホーリング)	NKGE
(3年次)		(3年次)	
丸谷 雅治 (団長・地質)	MINDECO	YARUSHEVSKIY Georg A. (地質)	NKGE
		RYABKO Iliya I (地質)	NKGE
		ISMAILOV Tokonazar K. (ホーリング)	NKGE
		MALYUTIN Boris D. (ホーリング)	NKGE
		ALYMKULOV Bolot (ホーリング)	NKGE
		IMANALIEV Kamchibek (ホーリング)	NKGE
		MALABEKOV Torogeldi (ホーリング)	NKGE
		KULJIGITOV Sagynbek (地質)	NKGE
		BAYLDCHAEV Syrgak (地質)	NKGE

MINDECO: 三井金属資源開発株式会社

GOSCOMGEOLOGY: State Committee on Geology, Usage and Protection of Natural Resources

NKGE: North Kyrgyz Geological Expedition

第2章 従来の調査

本調査範囲の地質については、部分的または局所的地質調査はなされていたが、広域的地質調査は旧ソ連地質省の20万分の1図幅調査(Geological Map of USSR. Series of Northern Tien-Shan, K-42-XIII, K-42-XVIII, Ministry of Geology, 1963a, 1963b)をその嚆矢とする。

本調査地域の鉱床調査は、上記図幅調査と並行して実施されたパンニング重砂による地化学探査(Ministry of Geology, USSR, 1963c, 1963d)、並びに旧キルギス社会主義共和国地質部により実施されたタラス山脈中央部の既知鉱床調査(Ministry of Geology, USSR, 1987)及び河川堆積物による地化学探査(Geological Department Kyrgyz SSR, 1987c)があげられる。



第3章 地質概要

本調査地域は、キルギスの地質構造帯のうちタラス周縁地塊に含まれる。本地塊はニコラエフ(Nikolaev)構造線(タラス・フェルガノ(Talas-Fergansky)断層~ニコラエフ断層)と、イチケレタウ・スサミル断層(Eachkeletau-Susamyrsky Fault)に挟まれた北部天山地塊の西端に位置する小地塊である。タラス地塊はウズンアフマト・クムイシュタッグ断層(Uzunahmat-Kumyshtagsky Thrust)によって、ウズンアフマト・ブロックとカラガイン・ブロック(Karagainsky Block)に二分される。タラス地塊は炭酸塩岩を伴う堆積岩類の卓越と、これを買く酸性火成岩類で特徴づけられ、多くの断層と褶曲が発達した複雑な地質構造を呈する。また、タラス地塊には原生代~シルル紀にかけての火成活動が数多く認められ、多くの花崗岩バソリスが貫入している。金・銀・銅・鉛等の鉱床・鉱微地の多くは、シルル紀の優白質花崗岩類との成因的關係が認められている。

本調査地域の基盤岩は、バイカル期の褶曲を受けた原生代リーフェイ(Riphean)系で、原生代上部のベンド(Vendian)系、古生界及び新生界が不整合で被覆、分布する。本地塊は、調査地域南縁沿いのタラス・フェルガノ断層により中部天山地塊と接している。

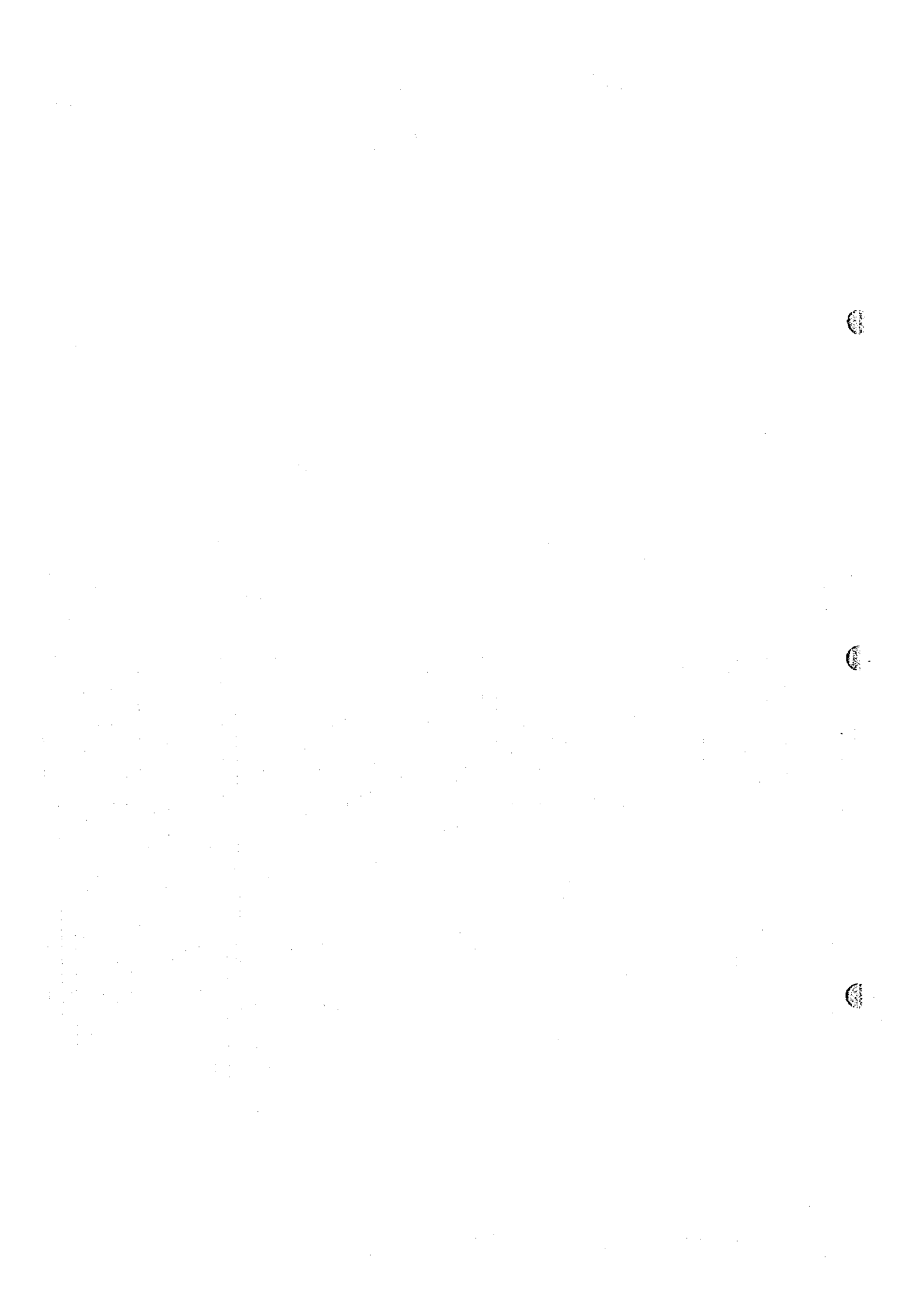
褶曲軸の方向及び地層の走向は、上記主要断層とほぼ平行に西北西-東南東方向のものが卓越する。

本調査地域の地質図をFig. I-4に、模式層序図をFig. I-5に示す。

本調査地域の層序関係と岩相の概略は次のとおりである。

年 代	主 岩 相
新生界 第三系-現世	: 礫・砂・シルト・粘土
古生界 カンブリア-オルドビス系	: 石灰岩・苦灰岩
原生界 ベンド系	: 礫岩・砂岩
	クズイルベル層 : シルト岩
リーフェイ系	チャトカラガイ層群 : 石灰岩・砂岩・頁岩
	サルジョン層群 : 砂岩・頁岩・シルト岩
	ウズンアフマト層群 : 石灰岩・千枚岩・砂岩

本調査地域の花崗岩バソリスとして、地域東部にはクムイシュタッグ岩体が、西部にはバハン岩体が、それぞれ貫入している。



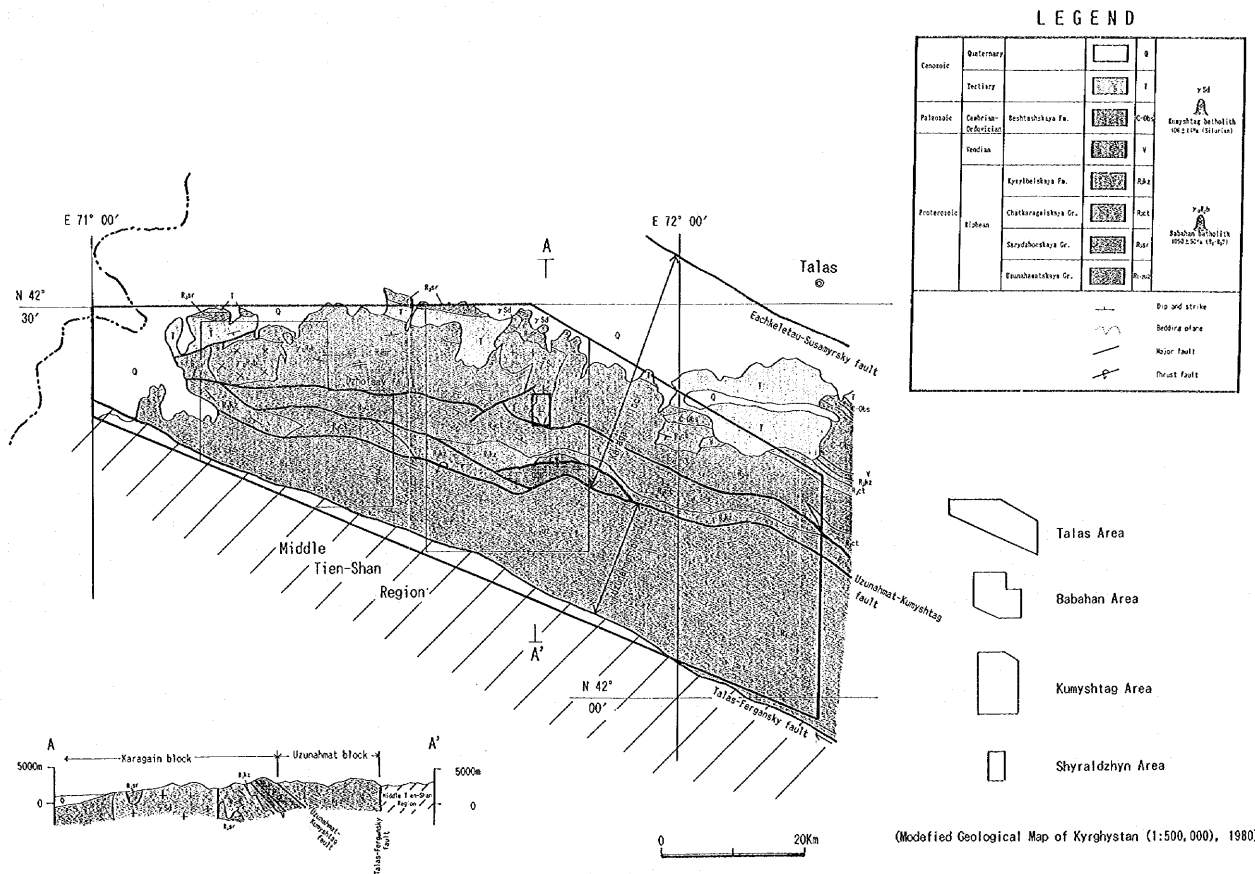


Fig. I-4 Generalized Geological Map of the Survey Area

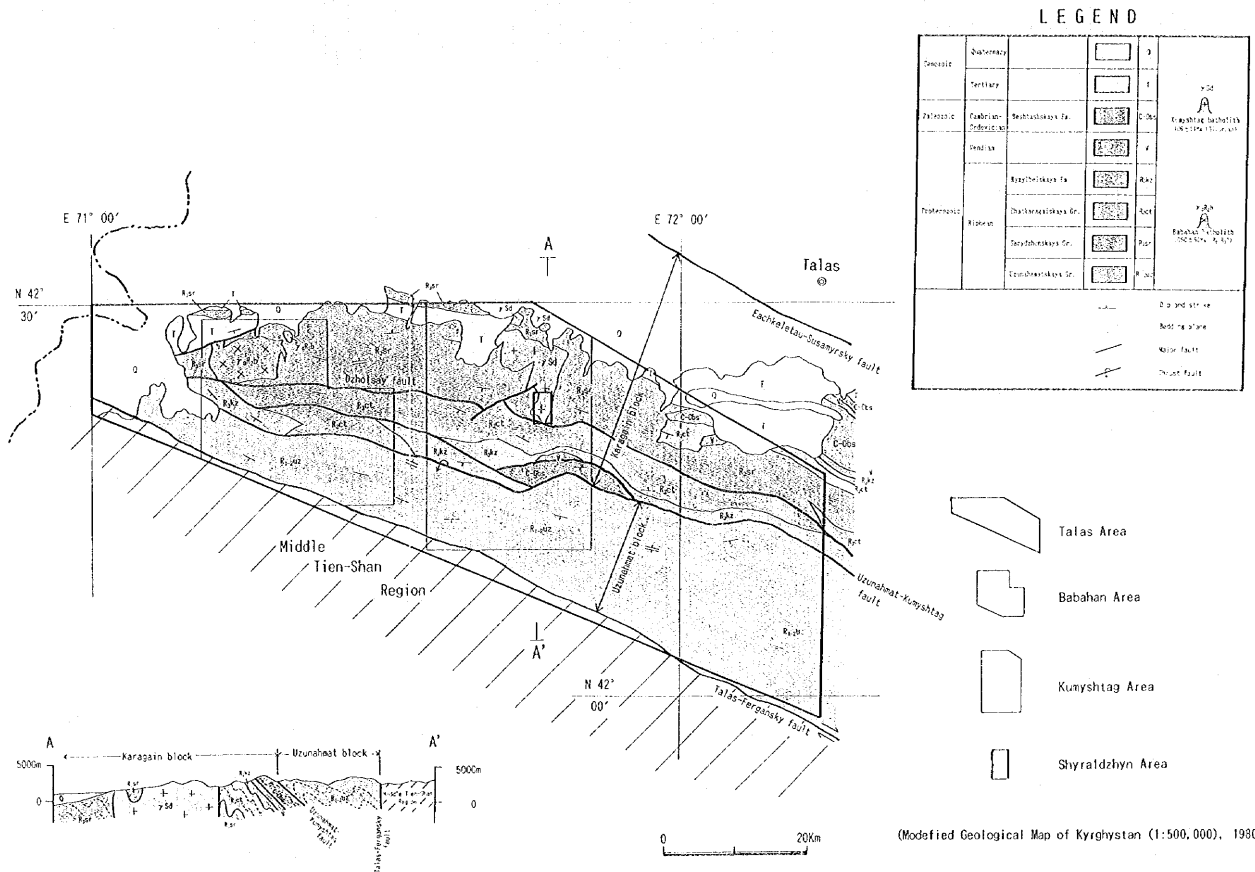


Fig. 1-4 Generalized Geological Map of the Survey Area

AGE		Sym- bol	Formation Name	Lithology and Stratigraphy	Thick- ness(m)		
CENOZOIC	QUATERNARY	Q		cgl, clay	>600		
	TERTIARY	Neogene	Eachkeletauskaya Fm.	cgl, clay	1150-1350		
		Paleogene	Pkh	Ulubashatskaya Fm.	clay, ss	600-700	
PALEOZOIC	CAMERIAN- ORDOVICIAN	C-Obs	Kokturnakskaya Fm.	clay, cgl	20		
			Beshtashskaya Fm.	upper ls, dol lower dol, ls	>1250 650-700		
UPPER PROTEROZOIC	VENDIAN	V	Konurtobinskaya Fm.	tillite, ss, cgl	55-145		
			Kurganskaya Fm.	acidic tuff with layer of rhy, clay, ss	90-300		
			Terekayskaya Fm.	cgl, ss, siltst	0-300		
			Chichikanskaya Fm.	siltst, ss, flint with occasional ls	50-140		
			Aktugayskaya Fm.	ss with basal cgl	0-150		
	RIPHEAN	Upper	R ₁ kz	Kyzylbalskaya Fm.	siltst and ss with occasional basal cgl	400	
			R ₂ ct	Chokutashskaya Fm.	layer2	ls with layer with siltst	360
					layer1	siltst and ss	300
				Urmaratskaya Fm.	upper	alt of ls and siltst	650
					lower	ls	600
				Birbulakskaya Fm.	upper	ss, siltst	390
				lower	alt of cgl, ss, siltst and ls	480	
			Chydygolotskaya Fm.	upper	alt of ls and siltst	200	
				middle	ss and siltst	530	
				lower	ls, ss, siltst	650	
			R ₃ sr	Sarydzhon- skaya Gr.	layer3	alt of siltst and ss	500
					layer2	ss	500
					layer1	siltst	300
				Chondzholskaya Fm.	layer2	siltst with thin ls	250
layer1	ss with thin siltst	450					
Middle	R ₄ uz	Uzunahmat- skaya Gr.	upper	layer3	phy	400	
				layer2	ss	350	
				layer1	phy, ss, ls	250	
			lower	layer3	ss	850	
				layer2	phy, ss	250	
				layer1	phy, ss, cgl	240	
Lower		Karaburinskaya Fm.	alt of ls and sh	550			
		Bakayskaya Fm.	crystalline ls	400			

phy:phyllite, sh:shale, siltst:siltstone, ss:sandstone, cgl:conglomerate, ls:limestone, dol:dolomite,
rhy:ryholite, alt:alternation, Fm:Formation, Gr:Group

r Sd
Kunyshtag batholi
405 ± 14 Ma (Sirtur) a

r, R, B
Babahan batholit
1050 ± 50 Ma (R₁ - R₂)

Karaga in block

Uzunahmat block

Fig. I -5 Generalized Stratigraphic Column of the Survey Area



第4章 調査地域の状況

4-1 位置及び交通

本調査地域はキルギス共和国の北西部に位置し、北部天山山脈の北斜面に位置する。

行政区分に従えば、ほぼ全域がタラス州に属し、東西約100km、南北約30kmの面積約3,300km²の地域である。調査基地のタラスは、首都ビシュケク(Bishkek)の西南西約200kmに位置し、標高は約1,250mである。タラスはタラス州の州都であり、人口約30,000人である。

ビシュケクからタラスに至るには、通常、ビシュケクから西方にカザフスタンのジャンプール(Dzhanbul)を経由し、そこから南東に転進する。距離は410kmで、車で約7時間を要する。

4-2 地形及び水系

天山山脈は北部天山、中部天山、南部天山山脈の3つに区分され、本調査地域はこのうち北部天山山脈の南西部に位置付けられる。本地域の南部には標高4,000m級のタラスーアラ・トゥ(Talas Ala-Too)山脈が北西-南東方向に聳え、最高峰はクムイシュタッグ峰(4,251m)である。本地域はタラスーアラ・トゥ山脈の北斜面に位置し、地形は非常に急峻である。

多くの峰々は氷河に覆われ、氷食谷より流出した河川は峡谷を形成して北流し、調査地域北方でタラス川に流入する。タラス川は西流し、カザフスタンに入ると北西に流れを変え、カザフステップに分流・消失する。本地域の主要河川沿いには遊牧民のために多くの未舗装道路があり、ジープの利用により上流域まで入山することができる。

4-3 気候及び植生

調査地域の気候及び植生は比高が2,500mにも達するため、標高による変化が特に顕著である。標高3,000m以上は一部に草類が生えているのみである。標高2,000~3,000m間は高山気候であり、灌木類が一部に生えている。標高2,000mまでの河川沿いには松・杉・岳樺等の針葉樹、広葉樹がみられる。また夏期には短期間に草類が山地を覆い、羊・牛・馬の放牧が多くみられる。

タラスの月平均気温は、1月で-5°~-9°C、7月で+15°~+20°Cである。年間平均降雨量は290mm、最高月降雨量は4月及び5月の48mm、最低月降雨量は9月に9mmであり、降雨は少ない。積雪量はタラス川流域西部で4cm、流域東部で16cmと少ないが、山岳部はかなりの降雪がある。



第5章 結論及び提言

5-1 結論

5-1-2 全域

- (1) 本調査地域は、原生代から新生代までの地質単元が分布し、花崗岩類はクムイシュタッグ岩体とババハン岩体が出現する。
- (2) 金・銀・鉛・亜鉛・砒素・ベリリウム・銅・タングステンなどの多種類の鉱床が分布している。鉱化作用は原生代上部リーフェイ系〜ペンド系の石灰岩、砂岩中、及びシルル紀末期〜デボン紀初期のクムイシュタッグ花崗岩中に生じている。
- (3) 地質構造及び鉱床の分布・タイプから、本地域の鉱化作用は、ウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層系の断層や副次的断裂に関連する鉱脈型及び塊状鉱化作用と、クムイシュタッグ花崗岩に関連する鉱脈型、グライゼン型及びスカルン型鉱化作用に大別される。
- (4) 衛星画像の変質帯可能域についてランド・ツルースの結果、この変質帯可能域はリーフェイ系の褐鉄鉱染片岩層であり、統成作用に伴う褐鉄鉱化変質帯を反映したもので、熱水変質に起因する鉱化変質帯ではないことが判明した。

5-1-2 クムイシュタッグ地区

- (1) クムイシュタッグ銀鉱床からウチムチェック(Uchimcheck)砒素鉱床が胚胎する広い範囲にかけて、銀・銅・砒素及びアンチモンの重複した地化学異常が認められた。
- (2) クムイシュタッグ鉱床は規模の大きい銀優勢なマンガン菱鉄鉱脈であるが、金鉱化作用は乏しく、地化学探査結果でも金の異常は認められなかった。

5-1-3 ババハン地区

クル・バカイル(Kuru-Bakair)銀鉱床近傍のジョルサイ(Dzholsay)断層上に地化学銀異常を捉えたが、小規模な異常であり、周辺の銀鉱床の規模も小さいため、大規模鉱床の可能性は小さいと推定された。

5-1-4 シラルジン地区

- (1) 本調査地域唯一の金鉱床であるシラルジン鉱床は、クムイシュタッグ花崗岩中に胚胎する含金石英・マンガン菱鉄鉱脈である。
- (2) 金鉱化作用に先立つグライゼン化作用で生成した白雲母の絶対年代の測定結果(K-Ar法)は、 $405 \pm 21\text{Ma}$ で、シルル紀末期〜デボン紀初期に相当し、クムイシュタッグ花崗岩の絶対年代(U-Pb法、 $406 \pm 14\text{Ma}$)と同時期であった。

- (3) 鉄脈下部のボーリング調査結果、鉄石部の賦存が北部では地表下約150mまで、中央部では地表下約80mまで、さらに南部では地表下約200mまで確認された。
- (4) 鉄脈の構造は、雁行配列を呈するが、概して走向NNE-SSW、傾斜約45°Wを示すことが確認された。脈の走向延長は約1,400mに達するが、このうち着鉄部は約900mであった。鉄脈の真幅は、地表部では平均2.1m、最大3.9mであったが、ボーリングでは平均2.6m、最大10.6mを確認した。
- (5) ボーリングで捕捉した着脈部のAu品位は2.5~11.3g/tであった。金の高品位部は、北部と南部地区にある。
- (6) 金は自然金として数 μm から70 μm の粒径で、針鉄鉄、石英の中や割れ目に伴って産出する。産状と共生関係から、本鉄床の鉄化作用は石英・マンガン菱鉄鉄脈の形成に引続く酸化環境下で生成されたと推定された。
- (7) 流体包有物の均質化温度と金品位の間には正の相関があることが判明した。また均質化温度分布から、北部と南部地区の深部に、より高温部が存在し、金高品位部が賦存する可能性が推定された。
- (8) 埋蔵鉄量の試算結果、予想鉄量（150mグリッドのボーリングと地表部のトレンチの調査結果に基づき予想した鉄量）は1,043千トン、平均Au品位5.2g/t、金量5.4トンである。またポテンシャル鉄量（予想鉄量鉄画の下部に鉄脈の延長を、地表下300mまで期待した鉄量）として、1,269千トン、平均Au品位5.0g/t、金量6.3トンが期待された。予想とポテンシャルの合計では鉄量、2,312千トン、平均Au品位5.1g/t、金量11.7トンとなる。
- (9) 予想鉄量を対象とした鉄山開発計画を検討した。操業費から決めたカットオフAu品位は4g/tとなった。その結果、可採粗鉄量は644千トン、金量3.3トンと少なく、現状では開発は困難である。

5-2 将来への提言

シラルジン鉄床の鉄山開発計画は数々の前提条件をもとに検討した。現状では開発は困難であるが、前提条件が改善されれば、本鉄床が開発できる可能性は出てくる。収支に影響のある条件として、カットオフAu品位の低下、操業費の削減、共同金製錬所の建設、金建値の上昇などが考えられる。

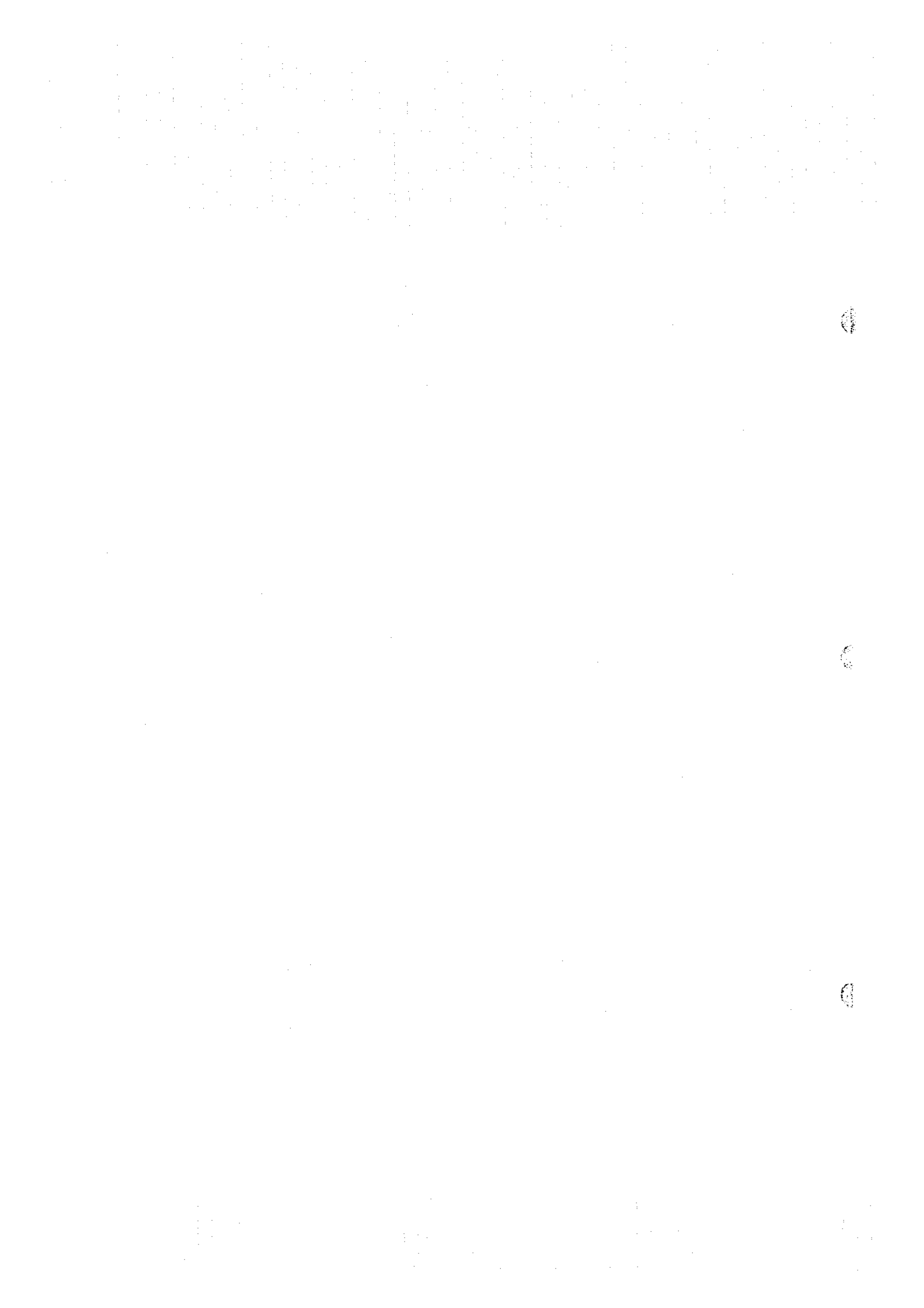
カットオフAu品位は採鉄と製錬操業費の合計から決められた。操業費が削減できれば、カットオフ品位は下がり、可採粗鉄量が増える。その結果、トンあたり起業費の削減につながる。

鉱石運搬費は採鉱操業費の約25%である。現在キルギスで操業中の金鉱山の運搬費を参考に本計画を検討した。このため操業鉱山の合理化に注意を払い、本計画の運搬費の削減見直しを図る。

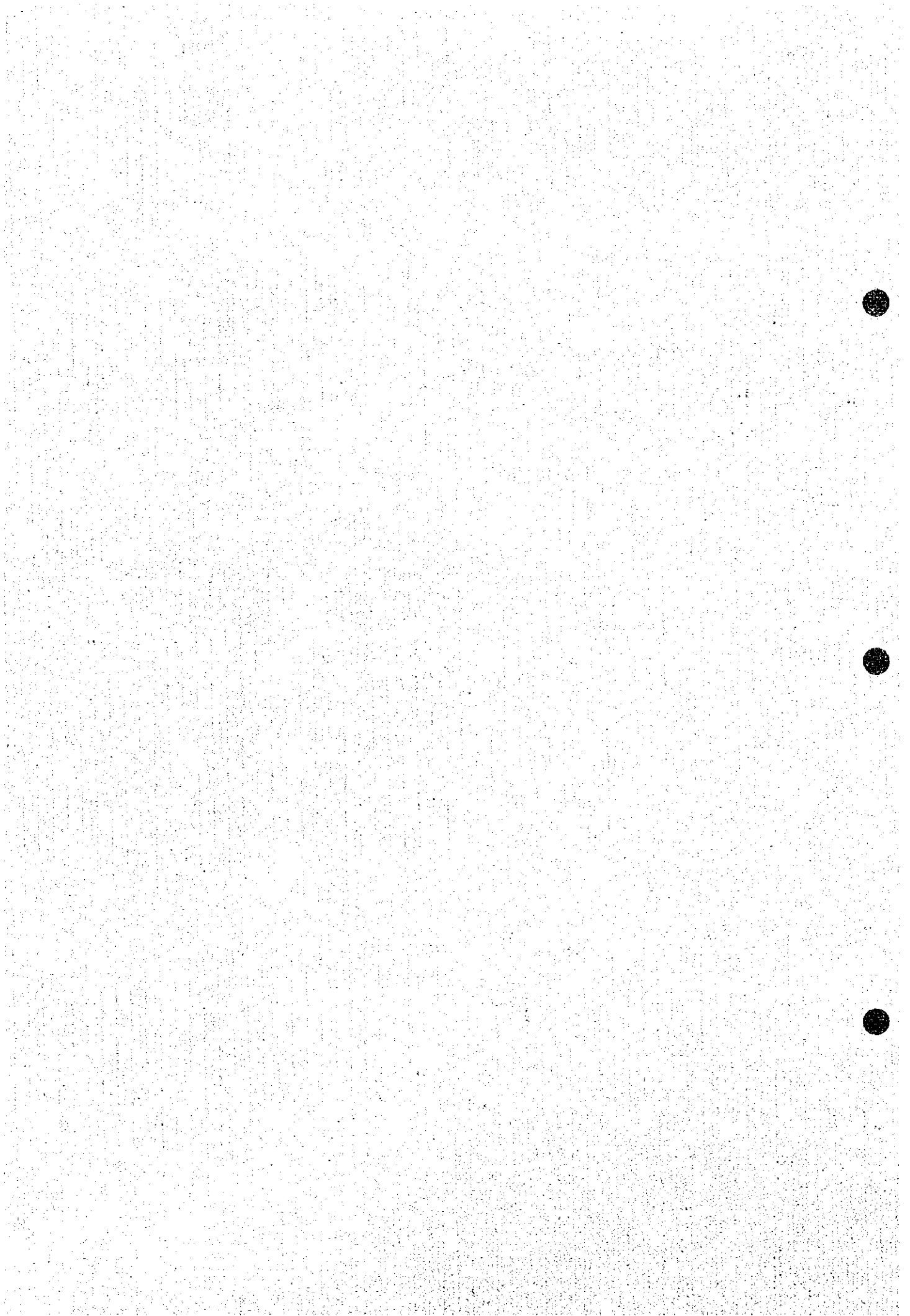
タラス周辺には、開発計画中のジェルイ(Au品位6g/t,金量83t), 採鉱中のアングシュ(Au品位2g/t,金量13t)などの金鉱床がある。これらの金鉱床の開発に関連し、金製錬所が建設されれば、本鉱床の金鉱石を売鉱したり、あるいは共同製錬所として利用できる可能性が出てくる。

本計画では金建値を360\$/TOZとしたが、金建値が454\$/TOZになれば日産100トンで収支が均衡する。

なお探鉱余地としては、高品位鉱の賦存が期待される北部と南部地区の深部があげられる。



第II部 各 論



第1章 衛星画像解析

1-1 解析方法

衛星データの持つテクスチャー情報及びスペクトル情報を利用したリニアメント解析，地質単元区分，さらに鈹化変質帯の可能性のあるスペクトル異常域の抽出を実施した。

本調査に使用した画像データは，Path 152~153 / Row 30~31の4シーンのLANDSAT TMデータである。各シーンの範囲をFig. II-1に示す。解析作業は以下の手順により実施した。

(1) デジタル・モザイクの作成

解析対象地域が4シーンの画像にまたがるため，前処理として対象地域全域をカバーするデジタル・モザイク・データを作成した。

(2) 疑似カラー合成画像作成

バンド組み合わせを検討した結果，バンド1，4，5をそれぞれ青，緑，赤に配色した疑似カラー合成画像が最も良く地形情報を反映し，かつ岩相の違いに起因する画像上での色調差も比較的良好に表現されていると判断された。

(3) 写真地質判読

疑似カラー合成画像を使用し，写真地質学的判読手法によりリニアメント抽出と地質単元区分を実施した。

(4) 変質帯抽出画像作成

変質帯抽出に有効とされる既存手法について検討した。その結果，抽出の対象が明瞭なバンド3/バンド1の比演算及びDPCA (Directed Principal Component Analysis)の第2主成分を用い，それぞれを赤及び緑に配色した画像を作成した。

(5) スペクトル異常域の抽出

バンド3/バンド1の比演算値及びDPCA第2主成分の両者が共に高いゾーンが，最も鈹化変質帯を示唆する可能性が高いゾーンであると考え，スペクトル異常域として抽出した。

1-2 リニアメント解析

疑似カラー合成画像 (Fig. II-2) から判読したリニアメント解析図をFig. II-3に示す。

判読されたリニアメントの分布を，対象地域の既存鈹床・鈹微地の分布等と対比し，次のことが判明した。

(1) 地域西部の銀鈹床・鈹微地分布地域

東西系断層沿い及びこれに派生すると推定される北東-南西系リニアメントに沿って，

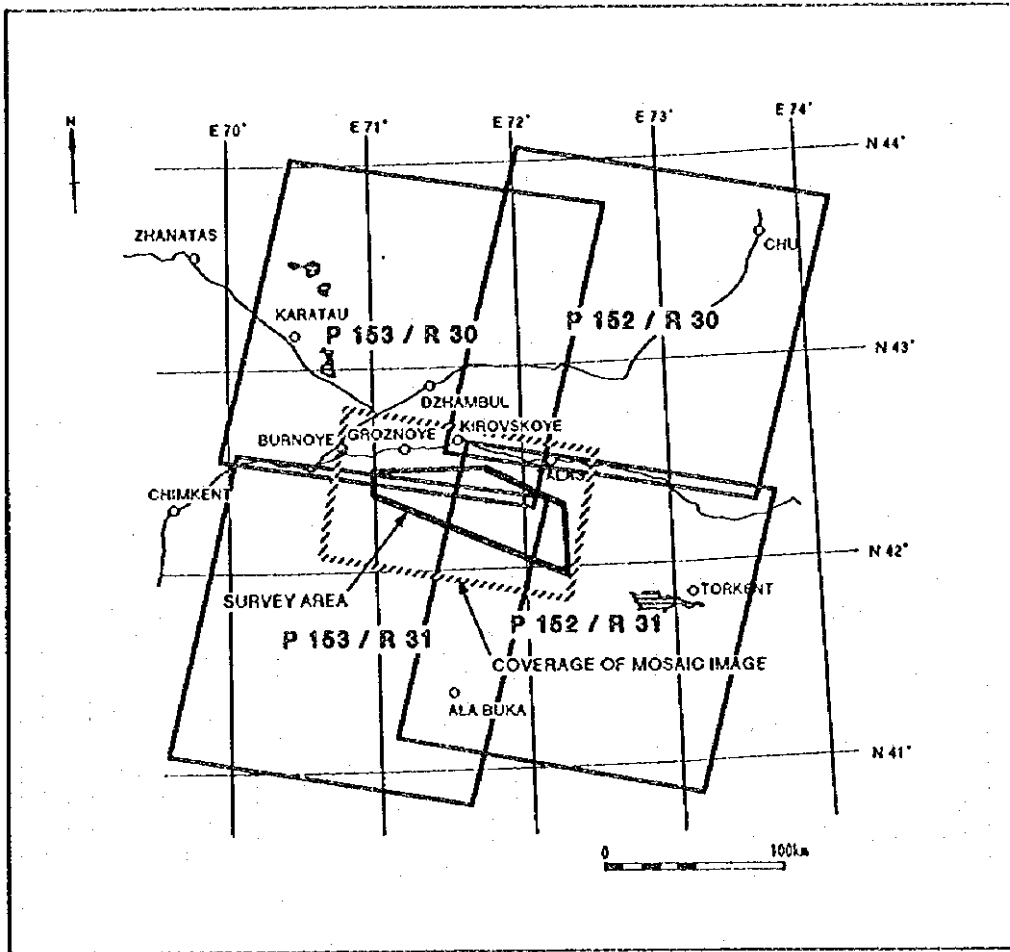
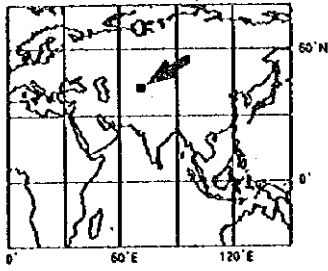
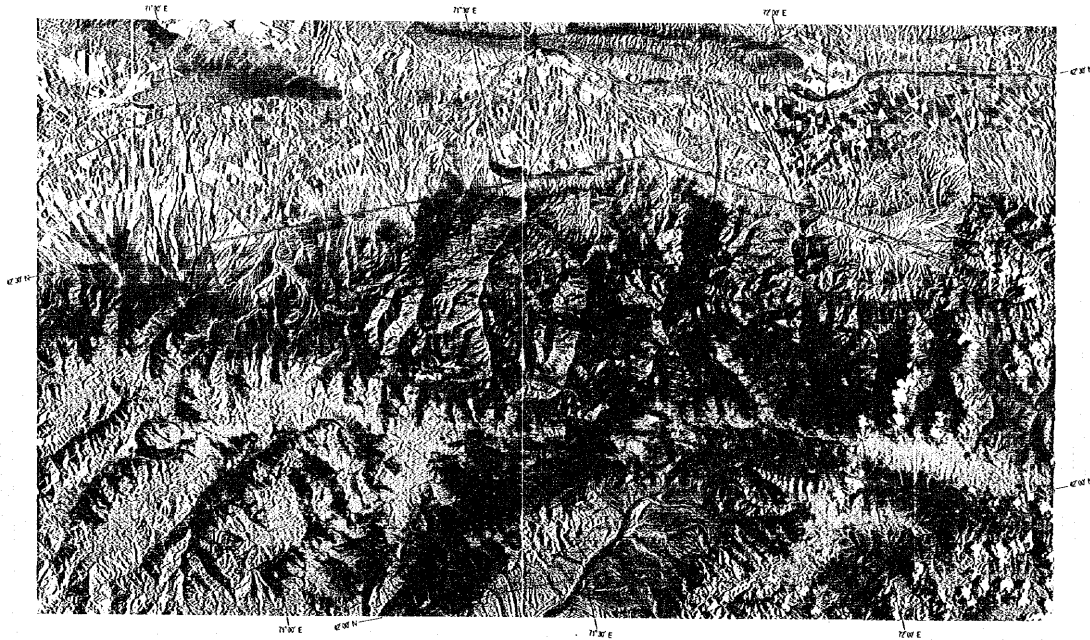


Fig. II-1 Ground Coverage of Satellite Data



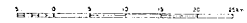
**THE MINERAL EXPLORATION
IN THE TALAS AREA,
THE KYRGYZ REPUBLIC
(PHASE I)**

LANDSAT TM DIGITAL MOSAIC IMAGE

THE JAPAN-INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE METAL MINING AGENCY OF JAPAN
1990.03.10

Date Acquisition Date:
 Path 152 Row 30 July 27, 1990
 Path 152 Row 31 July 03, 1990
 Path 153 Row 30 Sept. 04, 1990
 Path 153 Row 31 July 02, 1990

Color Combination:
 Band 1 = blue
 Band 4 = green
 Band 5 = red



Prepared by Nikkai Mineral Development
Engineering CO., LTD. (JPN/CCS)

Fig. II-2 LANDSAT TM False Color Digital Mosaic Image



**THE MINERAL EXPLORATION
IN THE TALAS AREA,
THE KYRGYZ REPUBLIC
(PHASE I)**

LINEAMENT MAP OF LANDSAT TM IMAGE

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY, 1992

LEGEND

	Fault (Strike or Normal)
	Fault (Oblique or Thrust)
	Fault (Unconformity)
	Major Stream
	Minor Stream
	Streamer Structure
	Anticline
	Syncline
	Salt Dome
	Sand Area
	Mud Sand
	Salt Bay

Fig. II-3 Lineament Map of LANDSAT TM Image

ジョルサイ銀鉛床を始めとする鉛床・鉛微地が分布する。鉛化作用は同系統の裂罫系により規制された可能性がある。

(2) 地域東部の銀・鉛・亜鉛・砒素・タングステン鉛床・鉛微地分布地域

東西系衝上断層，北東-南西系断層，北西-南東系リニアメントに囲まれた三角地域にクムイシュタッグ銀鉛床を始めとする多くの鉛床・鉛微地が分布する。鉛化作用は，東西系衝上断層を形成した南北方向の応力に対応する裂罫系に規制された可能性がある。

1-3 地質単元区分

疑似カラー合成画像の判読から，本調査地域は13の地質単元に区分された。Fig. II-4に地質単元区分図を示し，Table II-1に各地質単元の写真地質学的特徴及び50万分の1既存地質図との対比を示す。

疑似カラー合成画像による地質単元区分図を既存鉛床・鉛微地の分布等と対比し，次のことが判明した。

(1) 地域中北部Gr3単元周辺地域

本単元は既存地質図によるクムイシュタッグ花崗岩類に対比されるが，本単元の境界部近傍には，シラルジン金鉛床をはじめ，銅・鉛・タングステン・ベリリウム等の多くの鉛床・鉛微地が分布する。これらは，花崗岩の貫入に伴う接触変成作用あるいは，同岩を熱源とする熱水活動に関連して形成された可能性がある。

(2) 地域西部Gr1単元南東方

同単元の南方から南東方近傍にはジョルサイ鉛床をはじめとする銀鉛床・鉛微地が分布する。上述したように同地域では東-西ないし北東-南西系リニアメントが卓越することから，これらの鉛化作用は，同単元を構成するババハン花崗岩類が熱源となり，東-西ないし北東-南西系の裂罫に規制された可能性がある。

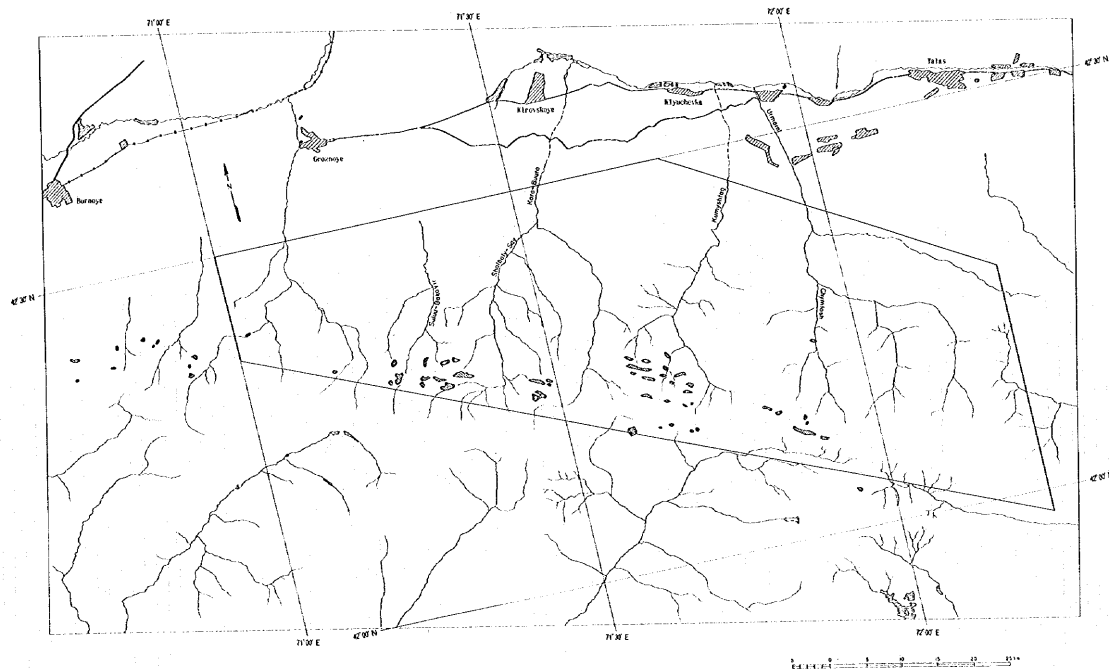
1-4 スペクトル解析

スペクトル解析による変質帯抽出画像から判読した変質帯抽出結果図をFig. II-5に示す。

抽出されたスペクトル異常域の多くは，本地域南部のR1及びR2単元中に分布し，特にR1単元を境する西北西-東南東方向の断層近傍に位置し，同断層の走向に平行な方向に伸長した形状を示している。従って，抽出されたスペクトル異常域は，西北西-東南東系の断層を通路とした熱水活動の存在を示唆する可能性があることが指摘された。

Table II-1 Photogeologic Characteristics of Interpretation Units

No.	Units	Color	Tone	Drainage			Geomorphological aspects						Vegetation Density	Landuse	Correlation	Rock Types
				Pattern	Density	Cross Profile	Resistance	Texture	Bedding Schistosity	Lineament Density	Landform					
1	a	green, red-brown	moderate	contorted	moderate	gentle U-shape	very low	smooth	none	very low	valley, basin	high	frequent	Q	gravel, loam	
2	Q	green, red-brown	light	radial	high	gentle V-shape	low	smooth	none	low	alluvial fan	low	sparse	Q	gravel, loam	
3	T	reddish brown	moderate	pisinate	high	sharp V-shape	moderate	rough	very poor	moderate	hilly	very low	none	N1-2, P3-N1	clay, sandstone	
4	C - Oa	purple, red brown	dark, light	parallel	high	shallow V-shape	moderate	rough	very well	low	hilly	low	none	C - O2 fs	limestone	
5	C - Ob	green	moderate	dendritic	moderate	gentle V-shape	moderate	smooth	poor	low	hilly	high	none	C - O2 fs	limestone	
6	R3c	reddish brown	light	dendritic	high	shallow V-shape	low	rough	very poor	moderate	hilly	sparse	none	R3sr	shale, siltstone, sandstone	
7	R3b	reddish brown	moderate	dendritic	high	V-shape	moderate	rough	poor	high	hilly	sparse	none	R3sr	shale, siltstone, sandstone	
8	R3a	purplish brown	dark	pisinate	moderate	deep V-shape	high	fine	well	high	mountainous	moderate	none	R3sr, R3ct	shale, siltstone, sandstone	
9	R2	grey-blue, brown	dark	dendritic	moderate	deep V-shape	high	smooth	fine	moderate	mountainous	high	none	R3ct, R1-2kb	sandstone, shale, phyllite, limestone	
10	R1	greyish blue	moderate	parallel	moderate	shallow V-shape	moderate	fine	well	low	mountain range	high	none	R1-2kb	phyllite, limestone	
11	Gf3	green	light	dendritic	moderate	gentle V-shape	moderate	smooth	none	low	hilly	very high	none	Y Sd	granite	
12	Gf2	greenish brown	moderate	parallel	high	shallow V-shape	moderate	fine	none	low	hilly	high	none	.	granite ?	
13	Gf1	reddish brown	light	dendritic	high	shallow V-shape	moderate	rough	none	moderate	hilly	low	none	Y Ov ?	granite	



**THE MINERAL EXPLORATION
 IN THE TAI AS AREA,
 THE KYRGYZ REPUBLIC
 (PHASE I)**

**DISTRIBUTION OF SPECTRAL ANOMALIES
 ON LANDSAT TM IMAGE**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 MINERAL MINING AGENCY OF JAPAN
 FEBRUARY, 1998

LEGEND

	Spectral Anomalies at Bands 3+4, 5+6, and 7+8
	Drainage
	Lake
	Urban Area
	Major Road
	Rail Way

Fig. II-5 Distribution of Spectral Anomalies on LANDSAT TM Image

第2章 既存資料解析

2-1 鉱床

タラス地域に分布する金・銀・鉛・亜鉛・砒素・ベリリウム・銅及びタングステン等の多
種類の鉱床は、鉱種と鉱床タイプから以下の6つのグループに分類された。

- ①クムイシュタッグ花崗岩岩体中の含金鉱脈型鉱床(シラルジン)
- ②上部リーフェイ系〜ベンド系の石灰岩、砂岩中の含銀・鉛鉱脈型鉱床(クムイシュタッグ)
- ③上部リーフェイ系石灰岩、砂岩中の塊状〜鉱染状砒素鉱床(ウチムチェック)
- ④クムイシュタッグ岩体中のグライゼン型〜網状ベリリウム鉱床(ウズンタシ)
- ⑤クムイシュタッグ岩体周辺の含金銅鉱脈型鉱床(サリムサック)
- ⑥クムイシュタッグ岩体周辺の鉱脈型・スカルン型タングステン鉱床(チェテン)

さらに本地域の鉱化作用は、鉱床の分布・タイプと地質構造から、次のように大別された。

- (1) ウズンアフマト〜クムイシュタッグ街上断層系の断層や副次的断裂に関連する、鉱脈
型及び塊状鉱化作用(上記②と③の鉱床タイプ)。
- (2) クムイシュタッグ花崗岩に関連する、鉱脈型、グライゼン及びスカルン型鉱化作用(上
記①, ④, ⑤, ⑥の鉱床タイプ)。

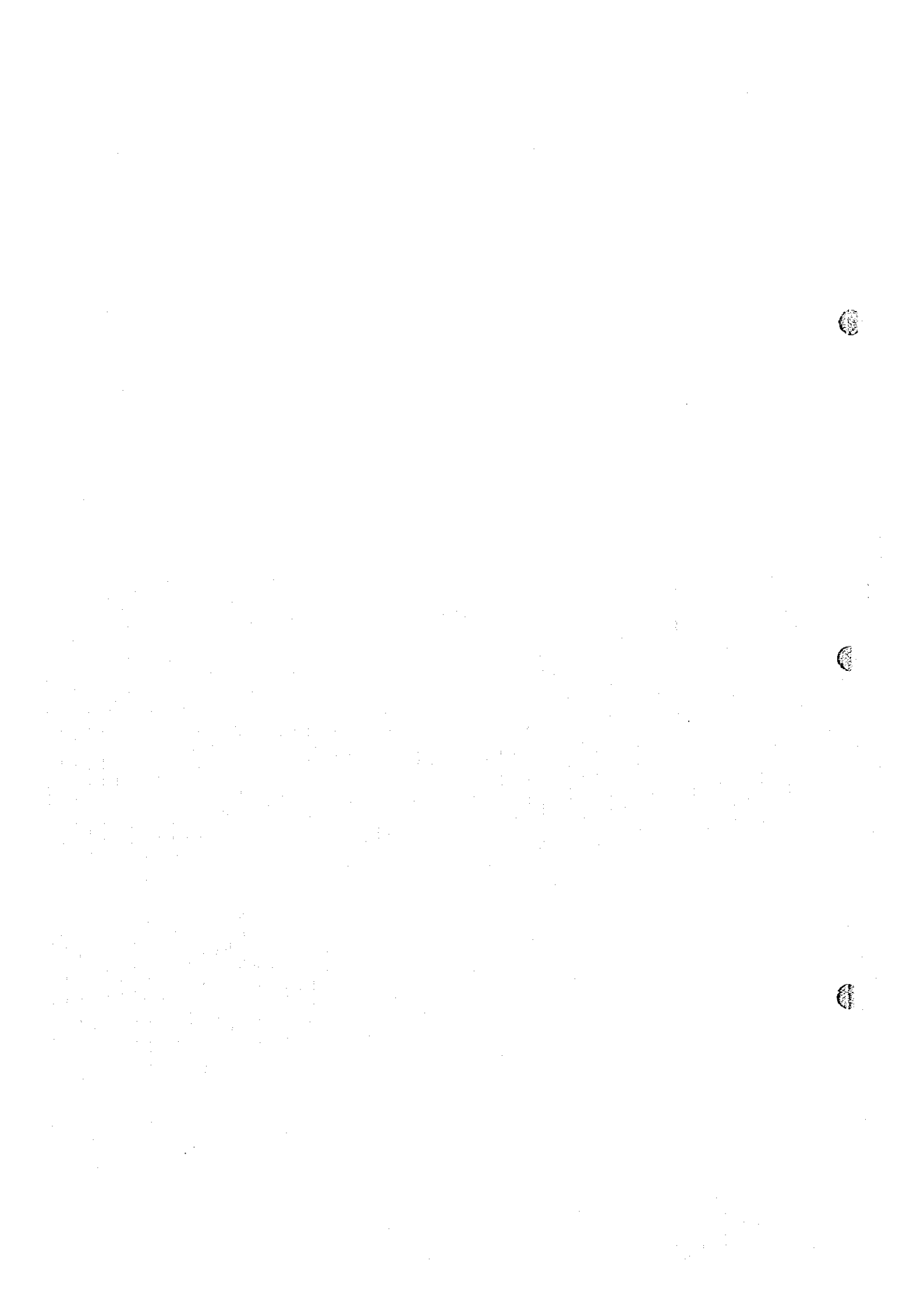
2-2 地化学異常と鉱化作用

本調査地域全域の河川で、ハンニグ重砂による地化学探査(概査)が、キルギス側によ
って実施されていた。この地化学探査を解析した結果、金の濃集域が13箇所抽出され、金の
鉱化作用がウズンアフマト・クムイシュタッグ街上断層近傍に分布していることが指摘された。

クムイシュタッグ周辺地区で、沢砂による地化学探査(準精査)が、キルギス側によ
って実施されていた。解析の結果、金・錫・タングステン・ベリリウム・レアメタルの鉱化作用
は、クムイシュタッグ岩体と関連していることが指摘された。

以上のように地化学異常は、前項2-1で述べた既知鉱床の鉱化作用と地質構造との関連
を裏付けている。

本調査地域の鉱化作用のうち、特に経済的に重要である金に着目した既存資料の解析結果
を、Fig. II-6に示す。既知鉱床の分布を加味して考慮すると次の6地区が金鉱床賦存の可能
性の高い地区であると抽出された。可能性の高い地区からクムイシュタッグ、カラ・ブラ(K
ara-Burra)、ババハン、シャルバル・サイ(Shalbaly-Say)、チムタッシュ(Chymtash)及びタ
ブルガティ(Tabylgaty)地区である。



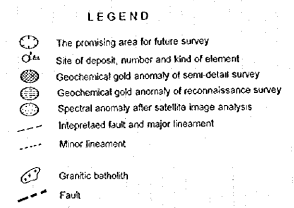
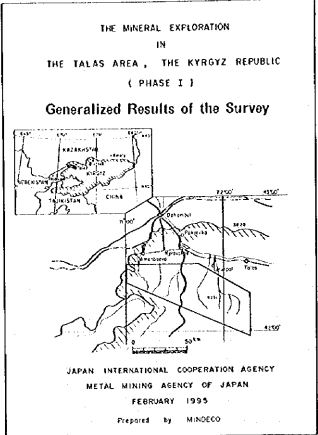
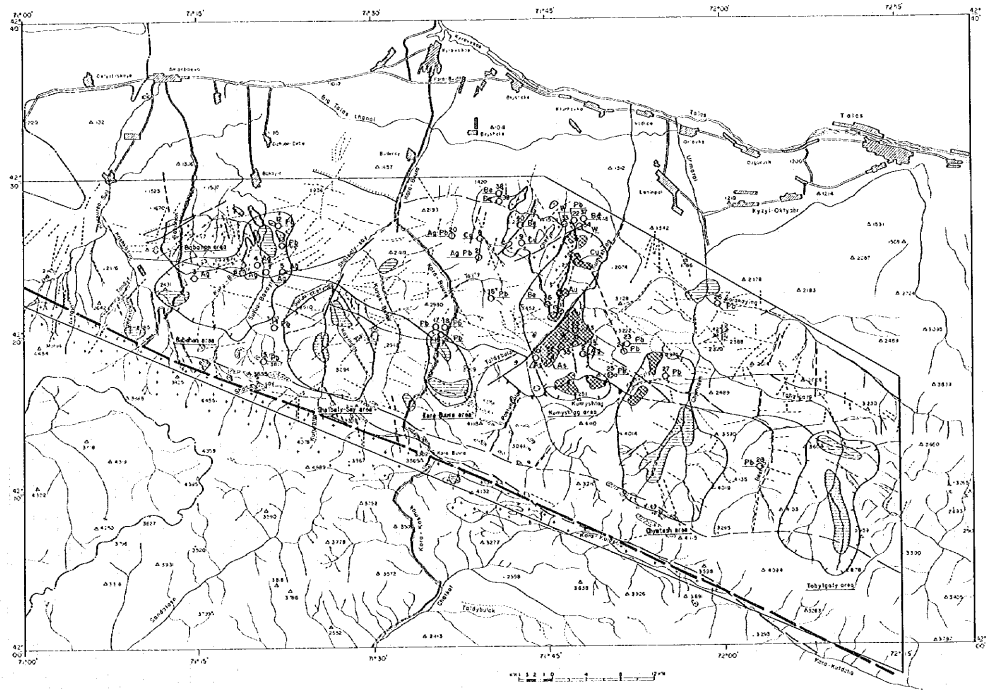


Fig. II-6 Summary of the Compilation

第3章 クムイシュタッグ及びババハン地区

クムイシュタッグ地区とババハン地区は、層序、地質構造がほぼ同じであるため、一括して述べる。

3-1 地質調査

3-1-1 地質概況

クムイシュタッグ及びババハン調査地区はリーフェイ系のウズンアフマト層群を基盤とし、その上に不整合にシルジョン層群(Sarydzhonskaya Group)、チャトカラガイ層群(Chatkara-gaiskaya Group)、クズイルベル層(Kyzylbelskaya Formation)が分布し、さらにベンド系、カンブリア-オルドビス系(Cambrian-Ordovician System)が分布している。

クムイシュタッグ地区北部にはクムイシュタッグ・バソリスが貫入し、その西部に第三系が分布している。ババハン地区北西部にはババハン・バソリスが貫入し、その北西部に第三系が分布している。

両調査地域では堆積岩類の地層は一般に西北西-東南東方向の走向を有し、複雑な褶曲構造を呈する。クムイシュタッグ地区とババハン地区の地質図をFig. II-7とII-8に示す。

3-1-2 層序

(1) ウズンアフマト層群

本層群は、ウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層以南のウズンアフマト・ブロックをなす。

【分布】クムイシュタッグ地区では、南部のクムイシュタッグ川上流からタラス-アラ-トウ山脈後線部にかけて広く分布する。ババハン地区では、南部のシャルバル・サイ川上流、スル・バカイル川上流及びババハン川上流に広範囲に分布する。

【岩相】晶質石灰岩、石灰岩などの炭酸塩岩と千枚岩、砂岩、頁岩などの碎屑岩からなる。

【層厚】3,290m

【構造】一般に西北西-東南東走向で、南または北に高角度の傾斜を呈し、激しい褶曲構造がみられる。

【周辺地層との関係】本層群の南縁はタラス・フェルガノ断層によって、中部天山地塊に属する花崗岩類と境し、北縁はウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層によって、リーフェイ系チャトカラガイ層群、クズイルベル層及びカンブリア-オルドビス系の地層と境する。

【時代】下部及び中部リーフェアン

本調査地域内のウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層以北のカラガイン・ブロックには、リーフェイ系（炭酸塩岩及び砕屑岩）、ベンド系（漂礫岩、凝灰岩）、及びカンブリアー・オールドビス系（炭酸塩岩）の地層が分布する。カラガイン・ブロックのリーフェイ系は下位よりサルジョン層群、チャトカラガイ層群及びクズイルベル層で構成される。

（2）サルジョン層群

【分布】クムイシュタッグ地区では、北部のクムイシュタッグ川下流域とカラ・ブラ川下流域に広く分布する。ババハン地区では、北部のスル・バカイル川中流域からババハン川中流にかけて分布する。

【岩相】主に砂岩、頁岩及びシルト岩の砕屑岩からなる。

【層厚】2,000m

【構造】一般に西北西—東南東系の走向で、南または北に急傾斜を示す。ババハン川西方では北西から北北西の走向で西に急傾斜を示す。

【下位との関係】下位のウズンアフマト層群との関係は不明である。

【時代】上部リーフェアン

（3）チャトカラガイ層群

【分布】クムイシュタッグ地区では、中部のクムイシュタッグ川中流域とカラ・ブラ川中流域に露出する。ババハン地区では、中部のシャルバル・サイ川中流域からスル・バカイル川中流域にかけて分布する。

【岩相】石灰岩、シルト質石灰岩などの炭酸塩岩が卓越し、砂岩、頁岩及びシルト岩の砕屑岩からなる。

【層厚】4,160m

【構造】一般に西北西—東南東系走向で、南または北に急傾斜を示す

【下位との関係】下位のサルジョン層群とは断層で接する。

【時代】上部リーフェアン

（4）クズイルベル層

【分布】クムイシュタッグ地区では、クムイシュタッグ川上流域とカラ・ブラ川上流域に分布する。ババハン地区では、スル・バカイル川中流からババハン川中流にかけて分布する。両地区とも、ウズンアフマト層群とチャトカラガイ層群分布域の間に露出している。

【岩相】本層は5m～20m間隔で互層する赤色、紫色及び緑色シルト岩で特徴づけられ、他の地

層とは明瞭に区別される。

【層厚】400m

【下位との関係】下位のチャトカラガイ層群とは断層で、一部は不整合で接する。

【時代】上部リーフェアン

(5) ベンド系

【分布】クムイシュタッグ峰北斜面に小規模に分布する。

【岩相】凝礫岩を上部に含む礫岩、砂岩、シルト岩などからなる。

【層厚】195m-1,035m

【下位との関係】下位のリーフェイ系を不整合に被覆する。

(6) カンプリアー・オールドビス系

【分布】クムイシュタッグ川上流域のウズンアフマト層群分布域とクズイルベル層分布域の間に、ベンド系を伴って露出する。

【岩相】石灰岩及びドロマイトが卓越する。

【層厚】2,000m以上

【下位との関係】ウズンアフマト層群、クズイルベル層と断層で接すが、地域外ではベンド系を不整合に被覆する。

(7) 古第三紀

【分布】カンプリアー・オールドビス系のベシュタッシ層中に極めて小規模に分布する。

【岩相】多色粘土、礫岩からなる。

【層厚】20m

(8) 新第三紀

【分布】クムイシュタッグ地区北西部のサリムサック(Sarymsak)川流域に分布する。

【岩相】砂岩、礫岩、粘土からなる。

【層厚】1,750m-2,050m

(9) クムイシュタッグ花崗岩類

【分布】本花崗岩類は、東西約9km、南北約10kmの広範囲に露出し、サルジョン層群中に分布している。

【岩相】肉眼ではカリ長石に富んだ桃色を呈する中粒花崗岩相が卓越する。

【周辺地層との関係】本岩類はサルジョン層群と貫入または断層関係で接している。

【時代】本花崗岩類の同位体年代測定が、キルギス科学アカデミー地質研究所によって実施された。U-Pb法による絶対年代の結果は、424～389Ma(平均406±14Ma)を示し、シルル紀末期(S₂)～デボン紀初期(D₁)に相当した。

(10) ババハン花崗岩類

【分布】本花崗岩類は、東西約10km、南北約6kmの広範囲にサルジョン層群中に露出している。

【岩相】肉眼では中粒明灰色～肌色を呈するトータル岩相が卓越する。

【周辺地層との関係】本岩類はサルジョン層群中に貫入する。

【時代】本花崗岩類は、キルギス科学アカデミー地質研究所によりU-Pb法による同位体年代測定が実施された。その結果、本花崗岩類は、1,050±50Maを示し、リーフェイ中期からリーフェイ後期(R₂-R₃)に相当した。

3-1-3 地質構造

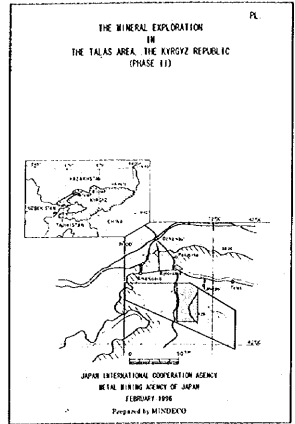
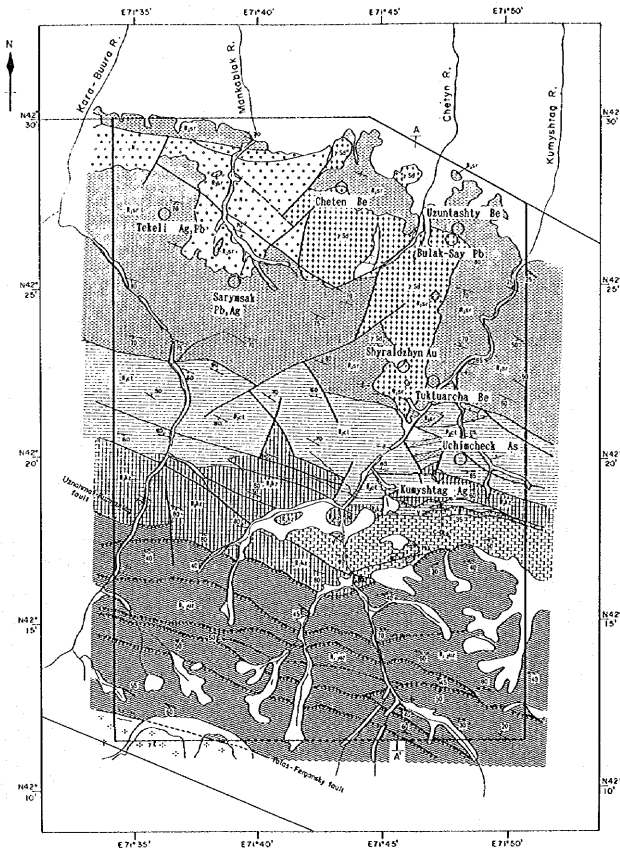
(1) 本調査地域の地層は、一般に西北西-東南東方向の走向を示し、南または北に高角度の傾斜を持つ複雑な褶曲構造を呈する。

(2) 本地域の断裂系は、タラス・フェルガノ断層及びウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層と同一方向の西北西-東南東系が卓越する。また、この方向に交差する北北東-南南西方向及び北北西-南南東方向も認められる。

(3) タラス・フェルガノ断層は、野外で断層破砕帯などの直接の証拠は確認できなかった。しかし、直線状の溪谷の存在などの構造地質的な不連続線が認められ、断層の存在が推定された。一方、衛星画像のリニアメント解析では、タラス・フェルガノ断層は明瞭に判読された。

(3) ウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層は、幅約100mの大規模な断層破砕帯の存在、断層上下盤の岩相の著しい相違、地層の走向傾斜の不連続から、その存在が認められた。

(4) 衛星画像の変質帯可能域についてグラント・ツルースの結果、この変質帯可能域はウズンアフマト層群の砂岩片岩層の中で、特に褐鉄鉱化した黄鉄鉱が卓越する地層であることが判明した。従って、抽出された変質帯は、続成作用に伴う褐鉄鉱化変質帯を反映したものであり、熱水作用に起因する鉄化変質帯ではないことが明らかになった。



LEGEND

Boundary	State		1	State boundary
	Regional		2	Regional boundary
	Local		3	Local boundary
Geological	Quaternary		Q	Quaternary
	Upper Pleistocene		U	Upper Pleistocene
	Lower Pleistocene		L	Lower Pleistocene
	Upper Pleistocene		U	Upper Pleistocene
Middle Pleistocene	Chelken		Ch	Chelken
	Uzumtashly		Uz	Uzumtashly
	Shyraldzhyn		Sh	Shyraldzhyn
	Uchiyeck		Uch	Uchiyeck
Lower Pleistocene	Shyraldzhyn		Sh	Shyraldzhyn
	Uchiyeck		Uch	Uchiyeck
	Uchiyeck		Uch	Uchiyeck
	Uchiyeck		Uch	Uchiyeck
Tertiary	Upper Tertiary		T	Upper Tertiary
	Lower Tertiary		T	Lower Tertiary
Quaternary	Upper Quaternary		Q	Upper Quaternary
	Lower Quaternary		Q	Lower Quaternary

Deposit name Kind of deposit

○ Shyraldzhyn Au

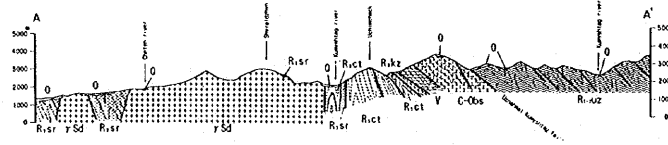
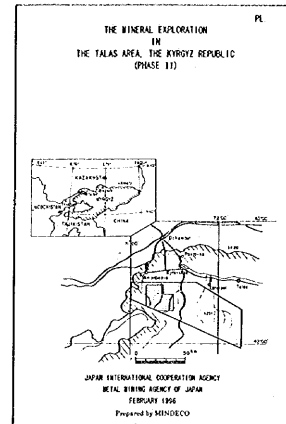
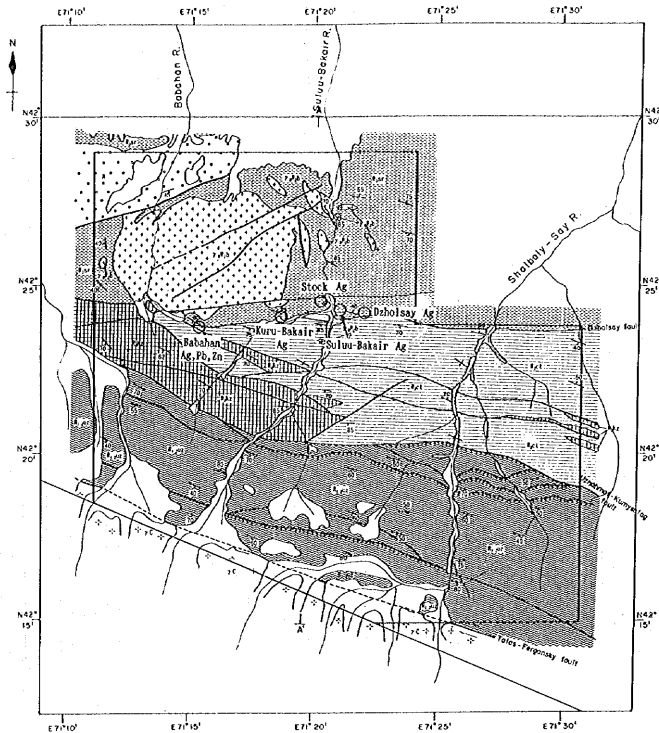


Fig. II-7 Geological Map and Distribution of Ore Deposit in the Kumyshtag Area



LEGEND

Tectonic	Subduction zone		Subduction zone
	Active		Active subduction zone
Stratigraphic	Quaternary		Quaternary
	Recent		Recent
	Modern alluvium		Modern alluvium
	Recent alluvium		Recent alluvium
Structural	Normal fault		Normal fault
	Strike-slip fault		Strike-slip fault
	Thrust fault		Thrust fault
	Oblique-slip fault		Oblique-slip fault

Deposit name Kind of element

○ Kuru-Bakair Ag

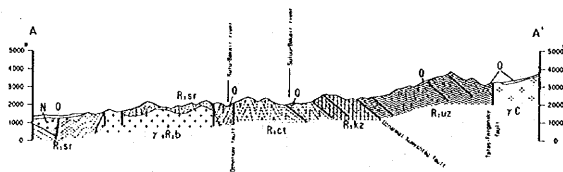


Fig. II-8 Geological Map and Distribution of Ore Deposit in the Babahan Area

3-2 鉍化作用

第2年次に現地調査を実施したクムイシュタッグとババハン地区の鉍床・鉍微地一覧表を、Table II-2に、鉍床・鉍微地分布図をFig. II-7, II-8に示す。

現地調査の結果、次のことが判明した。

- (1) 鉍化作用は、地質構造及び鉍床の分布・タイプから、ウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層系の断層や副次的断裂に関連する鉍脈型及び塊状鉍化作用と、クムイシュタッグ花崗岩に関連する鉍脈型、グライゼン型及びスカルン型鉍化作用に大別される。
- (2) クムイシュタッグ鉍床は、規模の大きい銀優勢なマンガン菱鉄鉍脈型鉍床であるが、金鉍化作用に乏しい。
- (3) シラルジン金鉍床は、鉍床規模及び品位の観点から、本調査地域において経済性がある鉍床と考えられる。

3-3 地化学探査

未確認で有望な金鉍床賦存の可能性を検討するため、地質調査と並行して土壌による地化学探査(金・銀・銅・砒素・アンチモン)を実施した。

クムイシュタッグ地区とババハン地区の後背地質は概して同一であることから、分析結果の解析は地区別に処理せず両地区を一括して統計処理した。全域に対するバックグラウンドと異常値とを区分するしきい値の決定は、分析成分毎に正規確率紙上に累積頻度分布曲線を描き、分布曲線の屈曲点をしきい値とした。さらに、このしきい値から地化学異常域分布図を作成した。平均値、標準偏差などの統計値と地化学異常のしきい値をTable II-3に示す。

クムイシュタッグ地区における地化学異常域分布図をFig. II-9に示す。概観すれば、次のことが言える。

- (1) 金の異常は、シラルジン鉍床東斜面、クムイシュタッグ鉍床付近、クムイシュタッグ川上流及びカラ・ブラ川中流に散在し、連続性に乏しい。
- (2) 銀・銅・砒素及びアンチモンの重複異常域が、クムイシュタッグ鉍床及びウチムチュック砒素鉍床を中心に東西約5Km、南北約5Kmの範囲に分布している。

一方、ババハン地区では、5元素のうち銀のみに1地点で地化学異常値が認められた(Fig. II-10)。この銀異常は、スル・バカイル鉍床近傍のジョルサイ断層上にはほぼ位置する。従って、銀鉍化作用がジョルサイ断層を中心として胚胎していることを、小規模な地化学異常ながら裏付けるものと判断された。

Table 11-2 List of Ore Deposits (1)

No.	Deposit Name	Geology	Formation		Kind of element	Description of occurrences	Present condition	Note
1	Shyrdzhyn	Granite	Kumyshtag batholith		Au	Vein type deposit in Kumyshtag batholith. Manganosiderite, quartz vein. Strike and dip of vein: N5°~20°E, 35°~82°W. Width of vein: 0.3~3.7m. Length of vein: 200~1,400m. Gold grade: 0.6~28.4 g/t.	About 90 trenches and 5 adits are present. 1 adit is possible to enter. Most trenches are burried by soil and pebbles.	P1 reserve: 8.1% of gold P2 reserve: 8t of gold with totally average gold grade of 5g/t
2	Kumyshtag	Sandstone/shale	Kyzylbelskaya Fm, Chatkaragaiskaya Gr		Ag	Vein type deposit in sandstone/shale near boundary of Kyzylbelskaya Fm and Chatkaragaiskaya Gr. Manganosiderite vein. Parallelled 5 main veins at main deposit. Strike and dip of vein: NE-SW, 30°~50°SE. Width of vein: 1cm~3m. Length of vein: 350~600m. Silver grade: 1.928g/t (ore from waste).	1 adit with waste and about 10 trenches are present. Adit is closed and trenches are burried by soil.	C2-C1 reserves: 1,523t of silver with average silver grade of 256 g/t. Chalcoite, bornite, tetrahedrite, tenanite, jamesonite and bismuthinite are observed in the ore from the waste.
3	Tekel	Sandstone/shale	Sarydzhonskaya Gr		Ag, Pb	Silver bearing manganosiderite veins.	1 adit with waste, some trenches and ruin of building are present. Adit is possible to enter up to about 100m from entrance. No vein at inside. Trenches are burried by soil and pebbles.	No ore is observed in trench and waste.
4	Sarymsak	Sandstone/shale	Sarydzhonskaya Gr		Pb, Ag	Silber bearing manganosiderite veins. Width of vein: 0.7m. Silver grade: 1.6~202.4 g/t. Average lead grade: 2.38%. Average zinc grade: 1.35%.	1 Trench with waste is present. Trench is burried by soil and pebbles.	No ore is observed in trench and waste.
5	Bulak-Say	Granite	Kumyshtag batholith		Pb	Quartz-carbonate veins with galena and chalcopyrite.	2 trenches are present. Trenches are burried by soil and pebbles.	Strong siliceous alteration is observed around the trenches. No ore is observed from trenches.
6	Uchinchek	Sandstone, limestone, shale	Chatkaragaiskaya Gr		As	Massive and disseminated arsenopyrite ore. Length on the strike: 60~180m. Width: 0.5~15m. Length on the dip: 40~350m.	1 adit, two open pit, mark of winch and ruin of many buildings is present.	Host rocks around the deposit have undergone limonitization. 2 white argillization zones are present in the open pit. Arsenopyrite, pyrite and native silver are observed in ore from the open pit.
7	Cheten	Granite, limestone/sandstone(shale)	Kumyshtag batholith Sarydzhonskaya Gr		Be	Pegmatite and granite porphyry veins. Strike and dip of vein: N15°E, vertical. Width of vein: 0.3~1m.	1 adit with waste and over 10 trenches are present. Trenches are burried by soil and pebbles.	No ore is observed in trenches and waste.
8	Uzuntashy	Limestone/shale	Sarydzhonskaya Gr		Be	Skarn type deposit. Diopside, epidote, amphibole, vesuvianite, fluorite and calcite bearing garnet skarn with magnetite ore in limestone/shale. Vein and veins: type deposit in hornfels. Quartz veins are present along host rock lamination. Strike and dip of vein: N80°W, 78°~80°W. Width of vein: 20cm.	1 small pit and over 50 trenches are present. Trenches are burried by soil and pebbles.	Especially strong of metasomatic garnet alteration is adjacent granite.
9	Tuktuarcha	Hornfels	Sarydzhonskaya Gr		Be		3 adits with wastes and over 50 trenches are present. 1 adit is possible to enter up to 100m from entrance. Trenches are burried by soil and pebbles.	Veins of epidote and garnet skarn are observed in the ore from the waste.

Table II-2 List of Ore Deposits (2)

No.	Deposit Name	Geology	Formation	Kind of element	Description of occurrences	Present condition	Note
10	Babahan	Limestone/shale	Chatkarapanskaya Gr	Ag, Pb, Zn	Vein type deposit in limestone/shale. Quartz vein between shale and limestone. Strike and dip of vein: N60°~70°W, vertical. Width of vein: 5~15cm	1 adit with waste, about 100 trenches and ruin of lodge and office are present. Adit is possible to enter up to about 100 from entrance. Trenches are burried by soil.	Sphalerite, chalcocopyrite, pyrite and tetrahedrite are observed in the ore from the waste.
11	Kuru-Bakar	Sandstone/shale	Sarydzhonskaya Gr	Ag	Vein and lens type deposit in limestone/shale. Quartz vein and manganosiderite vein. Silver grade: 14.5 g/t	About 20 trenches, 4 drilling hole and ruin of office are present. Trenches are burried by soil and pebbles.	Continuous manganese gossans are present around the deposit. Goethite, pyrolusite, chalcocopyrite and pyrite are observed in manganese gossan. No ore is observed from waste.
12	Stock	Sandstone/shale	Sarydzhonskaya Gr	Ag		1 adit with waste is present.	No ore is observed from waste.
13	Sulu-Bakan	Shale/sandstone	Sarydzhonskaya Gr	Ag		1 vertical shaft, some trenches and ruin of lodge are present.	No ore is observed from trenches.
14	Dzholey	Shale/sandstone	Sarydzhonskaya Gr	Ag	Vein type deposit in shale/sandstone. Manganosiderite and quartz-manganosiderite veins. Strike and dip: E-W, steeply. Width of vein: about 1.5m. Silver grade: 4.5~16.5 g/t	2 adits and over 100 trenches are present. Both adits are closed. Almost trenches are burried by soil.	Goethite and manganese are observed in the ore from the vein.

Table II-3 Geochemical Threshold of Soil Samples

Area	Statistical element	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)
Total area	Number of Sample	768	768	768	768	768
	Maximum	3.000	>100	10,000	>10,000	5,000
	Minimum	<0.005	<0.3	5	<70	<10
	Mean	0.010	1.4	91	126	24
	Standard Deviation	0.109	6.7	439	727	240
	Threshold	0.060	10	630	1,600	170
Kumyshtag	Number of Sample	564	564	564	564	564
	Maximum	3.000	>100	10,000	>10,000	5,000
	Minimum	<0.005	<0.3	5	<70	<10
	Mean	0.012	1.7	112	159	30
	Standard Deviation	0.127	7.7	510	845	280
	Threshold	0.060	10	630	1600	170
Babahan	Number of Sample	204	204	204	204	204
	Maximum	0.030	30	90	70	50
	Minimum	<0.005	<0.3	15	<70	<10
	Mean	0.004	0.5	34	36	5.2
	Standard Deviation	0.001	2.1	14	4.8	3.1
	Threshold	0.060	10	630	1600	170

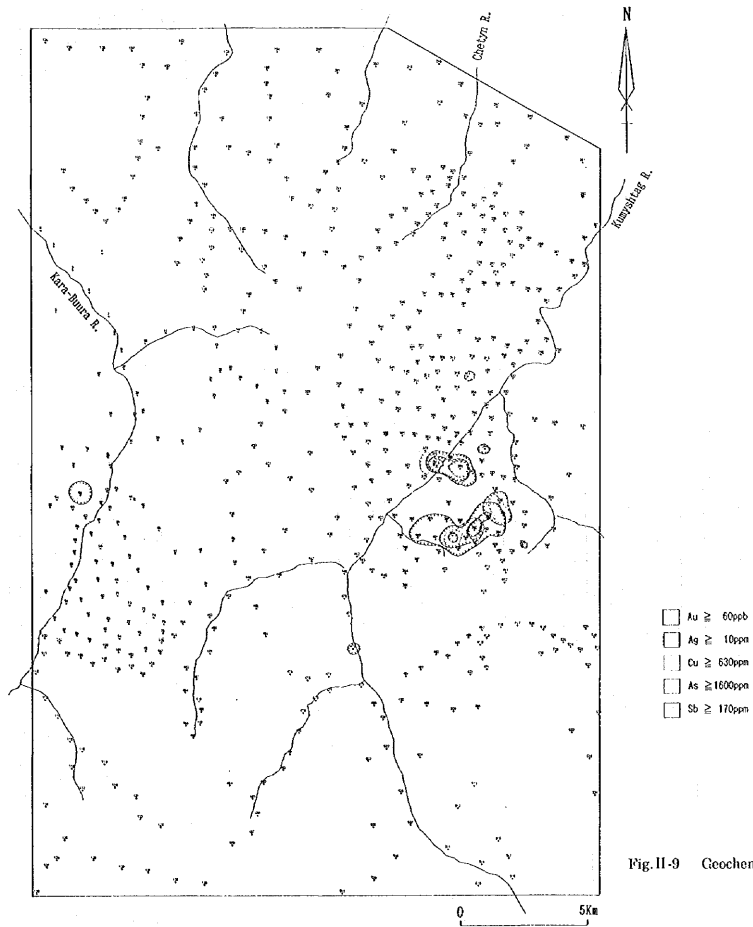


Fig. II-9 Geochemical Anomaly Map in the Kumyshtag Area

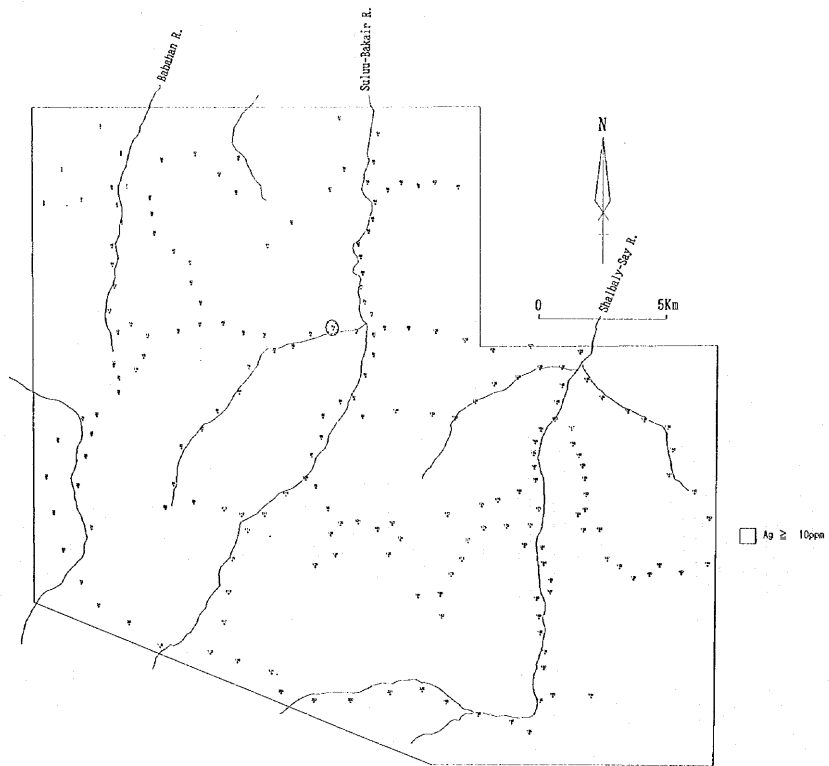


Fig. II-10 Geochemical Anomaly Map in the Babahan Area

第4章 シラルジン地区

4-1 地質

シラルジン地区を構成する主要地質単元は、リーフェイ系サルジョン層群、クムイシュタック花崗岩類、及びこれらを覆う第四紀堆積物からなる。本地区の地質図をFig. H-11に示す。

クムイシュタック花崗岩類は、地表では桃色中粒花崗岩と花崗斑岩に区分される。桃色中粒花崗岩はクムイシュタック花崗岩類の卓越岩相であり、本地区に広く露出する。花崗斑岩は地区中央部に露出し、東西500m、南北1,000mの変形した三日月形を呈する。肉眼では白色変質が著しい。その他の岩石として、アブライトがシラルジン頂上の地下深部50mから150m付近に小規模に分布していることを、第3年次のボーリング調査で確認した。

桃色中粒花崗岩は桃色を呈する明瞭なカリ長石で特徴づけられる。本岩は、鏡下では半自形粒状組織を示し、微斜長石、石英、斜長石、黒雲母を主とし、燐灰石、ジルコンが認められる。花崗斑岩は、斑状、集斑状、または半自形状組織を示し、斑晶は微斜長石、石英、斜長石からなり、白雲母、スフェーン、ジルコン、燐灰石、黒雲母が認められる。アブライトは、肉眼で鱗片状の白雲母、螢石が認められ、鏡下では、石英、カリ長石、斜長石、白雲母からなる。

サルジョン層群はホルンフェルス、珪化頁岩からなり、本地区南部と東方に分布する。

花崗岩類とサルジョン層群との関係は、大部分は貫入関係にあり、一部断層で接していると推定した。

4-2 鉱化作用

シラルジン地区はクムイシュタック花崗岩体の南東部に位置し、南北系から北北東-南南西系の断裂、節理が卓越する。鉱床は、これらの断裂系を充填する鉱脈型含金鉱床である。鉱脈は石英、マンガン菱鉄鉱からなり、400mから600m離れて並行する4鉱脈が賦存する。

主鉱体脈は地区最高峰の標高2,893mピークの東100m付近に露出し、走向はN10°Eを示す。走向延長は約1,400m、幅は0.6~3.7mである。脈の傾斜は尾根上の露頭で、35°~48°Wであるが、南部の斜面上で75°Wである。

最も優勢な主鉱体脈のトレンチから採取した試料の品位は、Au 1.0~19.6 g/t, Ag 1~6.6g/t, Cu 0.28~2.6%であり、本鉱床は金鉱化作用が卓越する鉱化帯である。北部地区は金品位が高い。

地表トレンチから採取した鉱石は、針鉄鉱、軟マンガン鉱、クリプトメレーン鉱を主とし、

サイロメレン、含水フランクリン石などのマンガン酸化物・マンガン水酸化物、黄鉄鉱、黄銅鉱並びに黄銅鉱の二次鉱物である孔雀石、藍銅鉱が観察される。金は自然金として石英・黄銅鉱中、時に針鉄鉱中に、0.003mmから0.015mmの粒径で、自結晶、または長伸状、点滴状粒子として観察される。

トレンチから採取された石英・マンガン菱鉄鉱脈の石英中の流体包有物の均質化温度は、310°~120°Cの範囲にあるが、210°~130°Cの間に集中する傾向が認められる。また個々の試料での均質化温度の平均値は、主鉱体脈では180°~150°Cの間に集中した。

本鉱床の特徴は、母岩である花崗岩類と石英・マンガン菱鉄鉱脈との間に、幅1~10mのグライゼンが普遍的に認められることである。時に鉱脈の上下盤は、幅数十cmの主にセリサイトからなる白色粘土帯をもってグライゼンと境する。さらにグライゼンは、弱グライゼン化花崗岩を経て非変質花崗岩に漸移する。グライゼンは肉眼では石英、白雲母を主体とし、源岩の等粒状組織をしぼしぼ残存する。グライゼン中に幅10cm以下の電気石細脈が時に認められる。

脈ぎわのグライゼンから採取された白雲母のK-Ar法による絶対年代は、 405 ± 21 Maであり、シルル紀末期(S₂)~デボン紀初期(D₁)に相当する。この年代は、クムイシュクツグ花崗岩類のU-Pb法による絶対年代(406 ± 14 Ma)とほぼ同時期である。このことは、シュラルジン鉱床におけるグライゼン化作用を含めた一連の鉱化作用が、母岩のクムイシュクツグ花崗岩類の形成末期に生成されたことを示している。

4-3 ボーリング調査

シュラルジン鉱床の地表下における石英・マンガン菱鉄鉱脈の規模・品位などの鉱化状況を確認することを目的とし、主鉱体脈下部にボーリング調査を実施した。

4-3-1 調査概要

ボーリング工事は、12孔、合計2,560.4mを実施した。各ボーリング孔の位置をFig. II-12に示す。

ボーリング機械は、旧ソ連製のSKB-4機2台とSKB-5機1台を使用した。掘進作業は普通工法で、ダブルコアチューブを使用してコア採取率の向上に努めた。ダイヤモンドビットは、径76mmまたは径59mmを使用した。各孔へのボーリング機材の移動、搬入道路の建設、試錐座の設置作業は、ブルドーザーを使用した。工事用水は5m³または1.8m³タンク給水車で運搬した。各孔の掘進実績をTable II-4に示す。

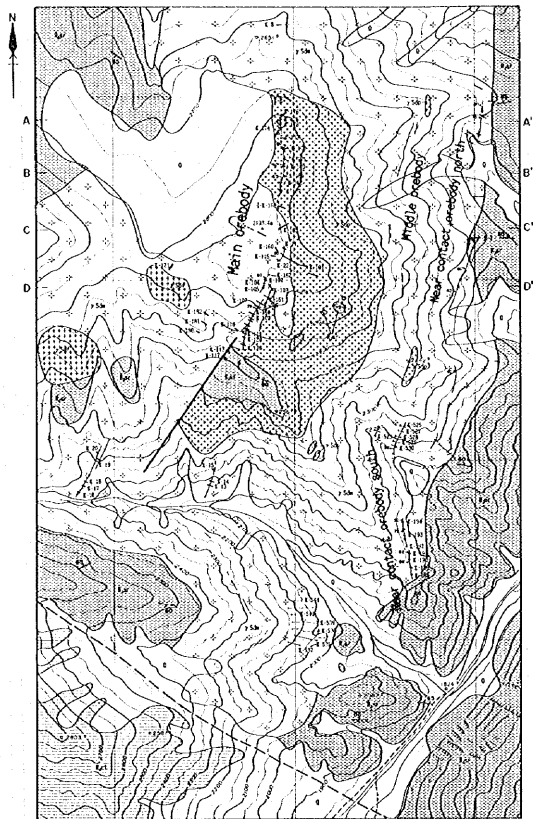
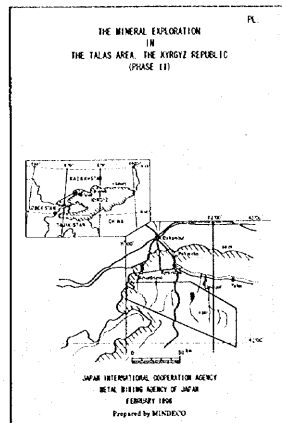


Fig. 11-11 Geological Map in the Shyraldzhyn Area



LEGEND

- | | | |
|-----------------------------|------------------------|--|
| Quaternary recent sediments | □ | Loam, detritus |
| Precambrian | { Dzhirgatal'skaya Gr. | { Rct. Limestone, calcareous shale, calcareous sandstone |
| | { Saraydzhokaya Gr. | { Rct. Shale, sandstone, limestone |
| Paleozoic | Intrusives | { 55b Granite porphyry |
| | | { 55f Fine medium grained granite |
| | | { 55m Medium grained granite |
| | | { Vein alteration known |
| | | { Fault (actual) bifurcated |
| | | { Strike and dip (bearing) |
| | | { Strike and dip (azim) |
| | | { Trench |
| | | { Adit |

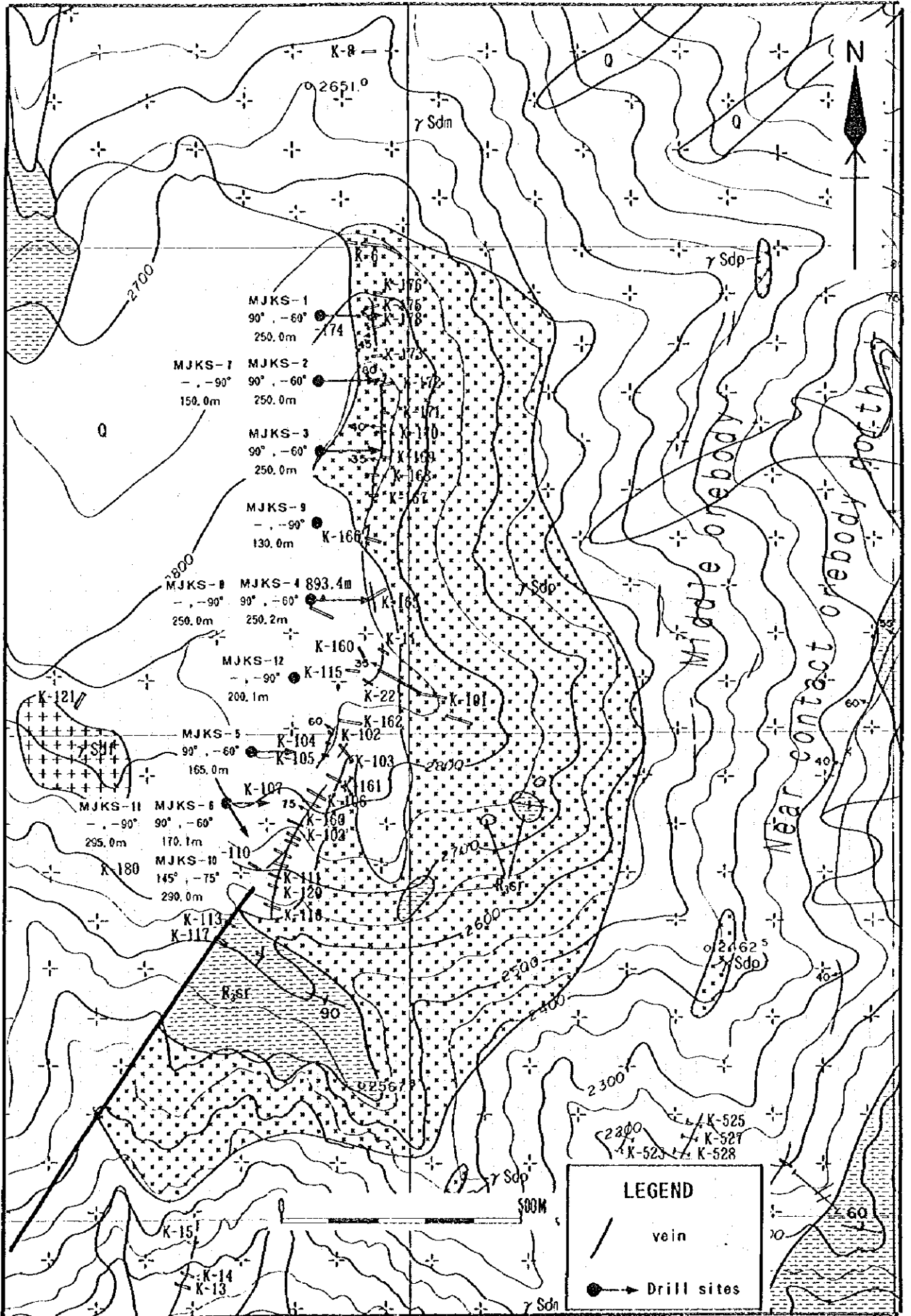


Fig. II-12 Location of Drillholes

Table II-4 General Results of Drilling Works (1)

Item	MJKS-1	MJKS-2	MJKS-3	MJKS-4	MJKS-5	MJKS-6	Sub total
Period of drilling							
Started date	15 June '96	9 Aug. '96	15 June '96	29 July '96	8 Sept. '96	9 Sept. '96	
Finished date	7 Aug. '96	6 Sept. '96	27 July '96	5 Sept. '96	24 Sept. '96	3 Oct. '96	
Total day	54	29	43	39	17	25	
Drilling machine	SKB-4	SKB-4	SKB-4	SKB-4	SKB-4	SKB-4	
Direction	90°	90°	90°	90°	90°	90°	
Inclination	-60°	-60°	-60°	-60°	-60°	-60°	
Drilled length (m)	250.0	250.0	250.0	250.2	165.0	170.1	1,335.3
Length of core (m)	215.7	209.4	208.45	204.9	134.8	144.4	1,117.7
Core recovery (%)	86.3	83.8	83.4	81.9	81.7	84.9	83.7
Bit	φ 132mm	—	2.6m	—	—	—	—
	φ 112mm	0.7m	5.4m	8.8m	14.4m	24.6m	3.6m
	φ 93mm	2.5m	0.5m	—	1.0m	0.5m	0.6m
	φ 76mm	134.2m	241.0m	204.7m	234.8m	139.9m	165.9m
	φ 59mm	112.6m	0.5m	0.5m	—	—	—
Casing	φ 127mm	—	2.6m	—	—	—	—
	φ 108mm	3.2m	8.0m	8.8m	14.9m	24.6m	9.4m
	φ 89mm	26.0m	—	—	—	—	28.9m
	φ 73mm	—	—	—	—	—	—
Drilling (day)*	43.5	23.5	37.0	35.5	17.0	19.5	176.0
Drilling (day)**	53.5	29.0	43.0	38.5	17.0	25.0	206.0
Efficiency (m/day)*	5.7	10.6	6.8	7.0	9.7	8.7	7.6
Efficiency (m/day)**	4.7	8.6	5.8	6.5	9.7	6.8	6.5

* working days

** including no-working days for regain of accident and others

Table II-4 General Results of Drilling Works (2)

Item	MJKS-7	MJKS-8	MJKS-9	MJKS-10	MJKS-11	MJKS-12	Sub total	Grand total
Period of drilling								
Started date	1 Oct. '96	4 Oct. '96	5 Oct. '96	27 Oct. '96	2 Nov. '96	24 Oct. '96		
Finished date	14 Oct. '96	29 Oct. '96	18 Oct. '96	7 Dec. '96	16 Dec. '96	12 Nov. '96		
Total day	14	26	14	41	45	20		
Drilling machine	SKB-4	SKB-5	SKB-4	SKB-4	SKB-5, 4	SKB-4		
Direction	-	-	-	145°	-	-		
Inclination	-90°	-90°	-90°	-75°	-90°	-90°		
Drilled length (m)	150.0	160.0	130.0	290.0	295.0	200.1	1,225.1	2,560.4
Length of core (m)	126.5	138.7	108.8	236.4	238.8	164.9	1,014.1	2,131.8
Core recovery (%)	84.3	86.7	83.7	81.5	80.9	82.4	82.8	83.3
Bit	φ 132mm	—	—	2.0m	—	—	—	
	φ 112mm	3.8m	—	12.0m	9.0m	4.2m	6.5m	
	φ 93mm	0.4m	5.8m	—	5.6m	3.2m	21.3m	
	φ 76mm	145.8m	154.2m	101.0m	275.4m	286.1m	172.3m	
	φ 59mm	—	—	15.0m	—	1.5m	—	
Casing	φ 127mm	—	—	—	—	—	—	
	φ 108mm	3.8m	—	—	9.3m	7.0m	6.5m	
	φ 89mm	—	31.0m	24.0m	15.0m	30.0m	31.4m	
	φ 73mm	—	—	—	—	—	—	
Drilling (day)*	14.0	25.5	13	32	33.5	19.5	137.5	313.5
Drilling (day)**	14.0	25.5	13	41	44.5	19.5	157.5	363.5
Efficiency (m/day)*	10.7	6.3	10.0	9.1	8.8	10.3	8.9	8.2
Efficiency (m/day)**	10.7	6.3	10.0	7.1	6.6	10.3	7.8	7.0

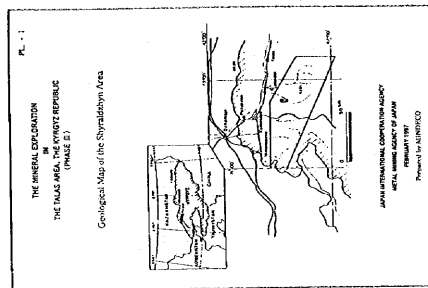
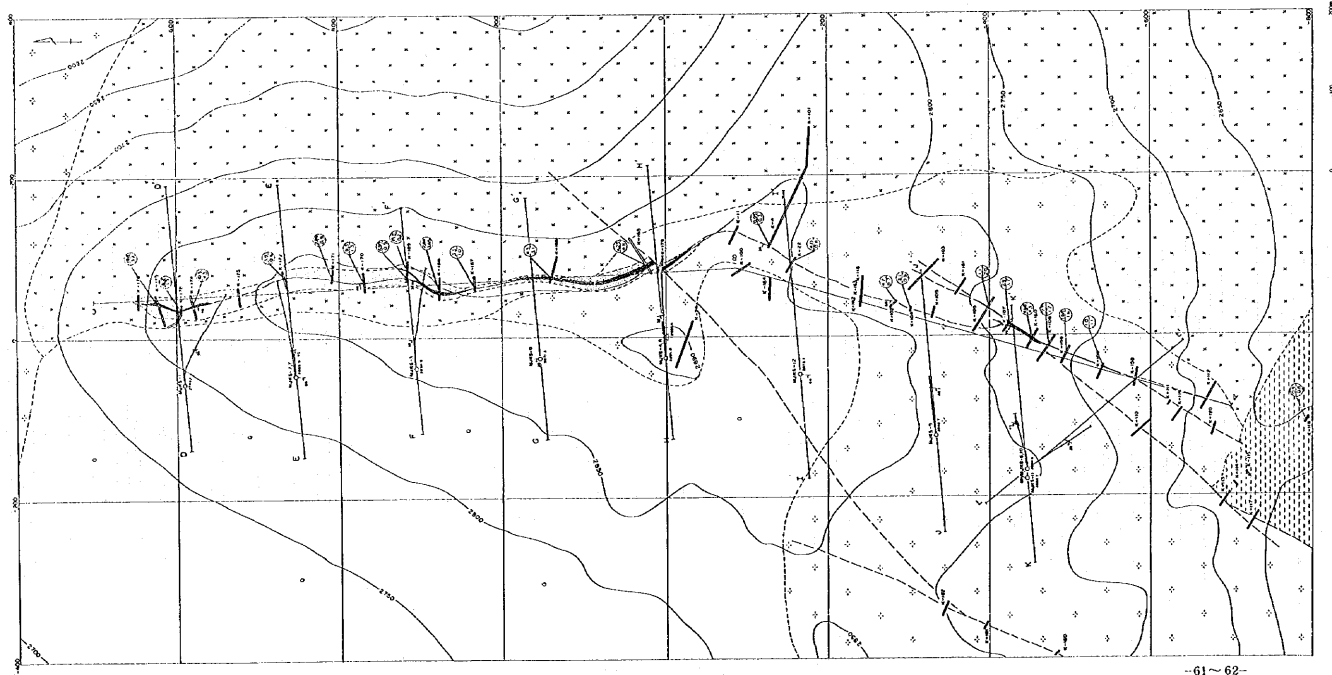
* working days

** including no-working days for regain of accident and others

4-3-2 調査結果

ボーリング調査の結果、MJKS-6孔で優勢な含金石英・マンガン菱鉄鈦脈を捕捉した。主鈦体脈付近の地質図をFig. II-13に示す。各ボーリング方向の地質断面図をApx. Iに示す。

- (1) 12本のボーリング調査結果、9本で金鈦化作用を確認した。北部では、MJKS-1孔、2孔、7孔により地表下約150mまで、含金鈦石部の賦存が確認された。中央部では、MJKS-3孔、9孔、4孔により地表下約80mまで、鈦石部の賦存が確認された。一方シラルジン頂上から南約120mまでの地表下では、鈦脈が劣化していることが確認された。さらに南部では、6孔、11孔により地表下約200mまで、鈦石部の賦存が確認された。
- (2) 鈦脈の構造は雁行配列を呈する。概して走向はNNE-SSWを示し、ボーリング調査の結果から傾斜は 35° ~ 55° Wで、平均 45° Wを示すことが確認された。鈦脈の真幅は、地表部では最大3.9m、平均は2.1mであった。ボーリングでは平均2.6m、南部で実施したMJKS-6孔で最大10.6mを確認した。
- (3) 主要鈦微部の分析結果をTable II-5に示す。捕捉した鈦脈のAu品位は、2.5~11.3g/tである。Ag品位は、0.3~1.4g/t、Cu品位は、0.24~4.54%である。金の高品位部は北部と南部地区にある。
- (4) 南部のトレンチK-107付近では、走向NNE-SSW系の鈦脈とN-S系の鈦脈が交差する落合直りがみられる。MJKS-6孔の深度135mから真幅10.6m、金品位6.4g/tの鈦微部は、この落合直りの地下深部を捕らえたものと推定される。
- (5) 石英・マンガン菱鉄鈦脈は、中央部から北部ではグライゼン中に産し、時に鈦脈の上下盤は幅数十cmの主にセリサイトからなる粘土帯でグライゼンと境する。さらにグライゼンは、グライゼン化花崗岩を経て非変質花崗岩に漸移する。このことは、地表部と同じ産状を示す。一方南部の深部では、グライゼンは認められないが、鈦脈はセリサイト化変質した花崗岩中に胚胎している。
- (6) 鈦脈の主要構成鈦物は、マンガン菱鉄鈦と石英である。鈦脈中にマンガン菱鉄鈦と石英は混在しているが、時に石英とマンガン菱鉄鈦からなる縞状構造が認められた。また石英は、鈦脈の中央部より外側に多く産出していることを認めた。
- (7) 鈦脈の鈦石鈦物として、肉眼で黄銅鈦、孔雀石、黄鉄鈦が識別された。また鏡下では、その他に輝銅鈦、コペリン、自然金、軟マンガン鈦、サイロメレン、針鉄鈦、鱗鉄鈦が確認された。軟マンガン鈦、サイロメレン、針鉄鈦、鱗鉄鈦などの水酸化マンガン鈦物や水酸化鉄鈦物は、マンガン菱鉄鈦の酸化作用により生成したことが、その仮像や虫食状組織から識別された。
- (8) Au品位1g/t以上の金鈦化作用は石英・マンガン菱鉄鈦脈に限られるが、一部には鈦脈付



LEGEND

- | | | | |
|------------------------------|--|-----------------------------|--|
| Quaternary sediments | | Derritus | |
| Proterozoic Saryatonskaya G. | | Shale, hornfels | |
| Paleozoic Intrusives | | Granite porphyry | |
| | | Granite | |
| | | Gneiss | |
| | | Vein | |
| | | Fault | |
| | | Strike and dip (vein) | |
| | | Drift-hole | |
| | | Tranch | |
| | | Average grade of gold (g/t) | |
| | | Width (m) | |

Fig. II-13 Geological Map of Main Orebody in the Shyrdzhyn Area

Table II-5 Major Mineralized Zones Confirmed by Drilling in the Shyraldzhyh Deposit

Hole No.	Depth (m)	Width(m)	True width(m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	As (%)	Mineralization
MJKS-1	90.1-91.15	1.05	0.9	2.6	0.45	1.30	<0.03	Manganosiderite vein
MJKS-2	65.8-68.1	2.3	2.2	11.3	0.4	2.98	<0.03	Quartz Manganosiderite vein
	70.45-74.95	4.5	4.3	3.3	0.3	0.68	<0.03	Quartz Manganosiderite vein
MJKS-3	71.1-72.1	1.0	1.0	9.0	0.6	0.76	<0.03	Quartz Manganosiderite vein
MJKS-4	105.0-106.8	1.8	1.8	2.5	<0.3	0.24	<0.03	Quartz Manganosiderite vein
MJKS-5	142.5-145.1	2.6	2.5	2.6	0.3	1.05	<0.03	Manganosiderite vein
MJKS-6	133.9-145.2	11.3	10.6	6.4	0.7	1.31	<0.03	Quartz Manganosiderite vein
MJKS-7	116.8-119.3	2.5	1.8	8.4	1.4	4.54	<0.03	Quartz Manganosiderite vein
MJKS-9	105.85-109.65	3.8	3.0	3.0	0.4	0.97	<0.03	Quartz Manganosiderite vein
MJKS-11	228.5-230.55	2.05	1.2	2.8	0.7	0.43	<0.03	Quartz Manganosiderite vein

近のグライゼン中にも金鉱化作用は認められた。金は、自然金として針鉄鉱、石英の中や割れ目に伴い、数 μm から70 μm の粒径で、自形結晶、または長伸状、点滴状粒子として観察された。産状と共生関係から、本鉱床の金鉱化作用は、石英・マンガン菱鉄鉱脈の形成に引続く酸化環境下で生成されたと推定される。

- (9) 流体包有物の均質化温度は、223°~124°Cの範囲にあるが、180°~150°Cの間に集中する傾向が認められた。均質化温度の平均値と、温度測定した試料（石英）を含む鉱脈の金品位の関係をFig. II-14に示す。グループごとにもみると、均質化温度と金品位の間には正の相関があることが判明した。高品位のグループは、北部と南部から採取された試料である。
- (10) 本鉱床の均質化温度は、一般の金鉱床胚胎の最適温度より低い温度を示している。鉱脈の走向方向透視断面図上の均質化温度分布（Fig. II-15）を概観すると、鉱化流体が北部と南部のそれぞれ深部から上昇した可能性がある。また、南部の下部（6孔と11孔）で200°C以上を示し、上部は低温である。これは、深部や中央部で温度が高くなる一般的な鉱脈鉱床での温度傾向に一致している。従って、本鉱脈の北部と南部の深部に、より高温部の存在が推定された。そして、上記(9)に示したように、温度と金品位の間には正の相関があることから、高温部の存在が推定される北部と南部地区の深部に、金高品位部が賦存する可能性が推定された。

4-3-3 埋蔵鉱量試算

本鉱床の鉱量評価を行うため、概略の埋蔵鉱量を試算した。カットオフAu品位は1g/tとし、鉱脈の立体的な連続性を考慮し、鉱画を設定した。本調査で実施されたボーリング間隔は約150mと粗く、ボーリング着脈部と地表調査のトレンチの間の鉱量は、予想鉱量（キルギス側の鉱量分類：C2）に相当する。また、予想鉱量の下部に鉱脈の延長を期待した鉱量は、ポテンシャル鉱量（P1）とした。予想鉱量の鉱画は、地表からボーリングの着脈部下部（脈の傾斜方向で）20mまでの範囲とし、各ボーリング断面毎に鉱画を設定した。ポテンシャル鉱量の鉱画の下底は、最も深部で着脈したMJXS-11孔の下部80mである標高2,500m準とした。鉱画断面図をFig. II-16に示す。ポテンシャル鉱量の算出では、鉱床賦存率を75%と仮定した。鉱量計算に先立ち鉱石の比重測定を行った結果、比重は2.86であり、従来キルギス側で用いられていた比重3.6と比べると20%の減少となった。

埋蔵鉱量の試算結果をTable II-6に示す。予想鉱量（C2）は、1,043千トン、平均Au品位5.2g/t、金量5.4トンである。またポテンシャル鉱量（P1）として、1,269千トン、平均Au品位5.0g/t、金量6.3トンが期待された。予想とポテンシャルの合計では鉱量、2,312千トン、平均Au品位5.1g/t、金量11.7トンとなる。

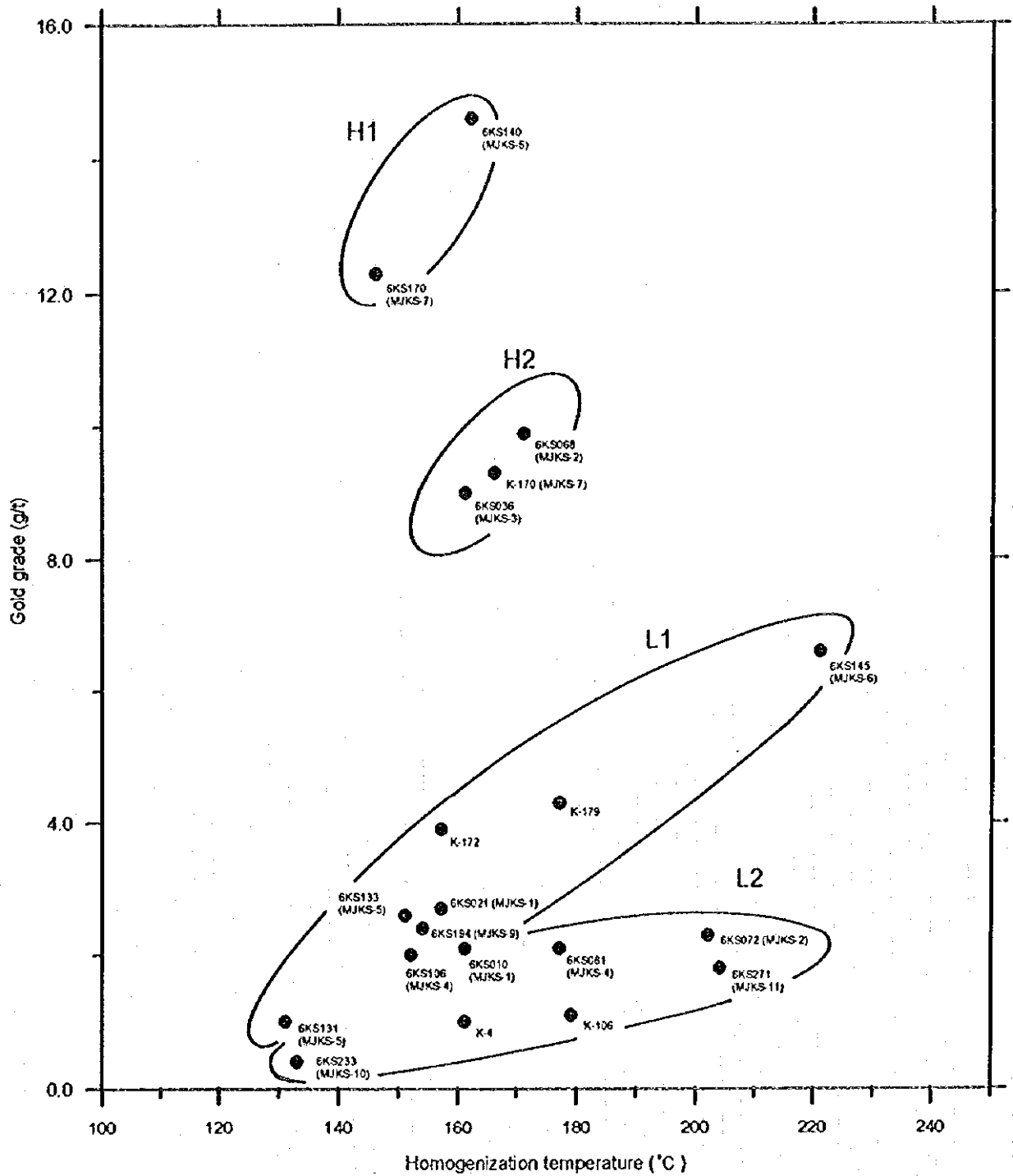


Fig. II-14 Relation between Homogenization Temperature and Gold Grade



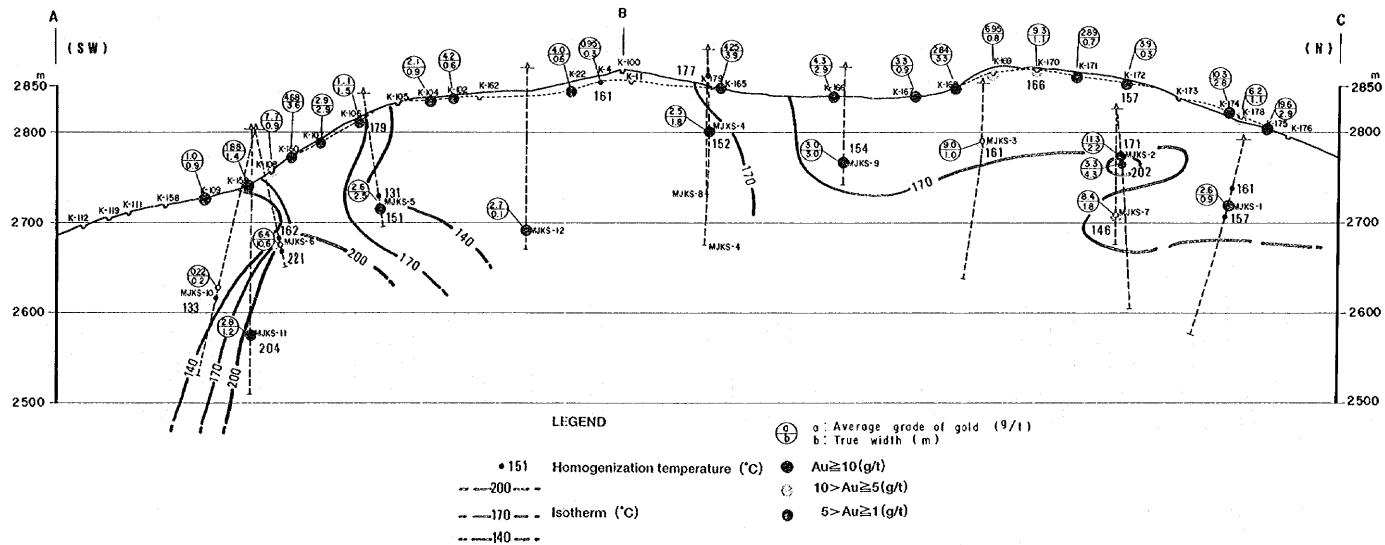


Fig. II-15 Distribution of Homogenization Temperature of Fluid Inclusion

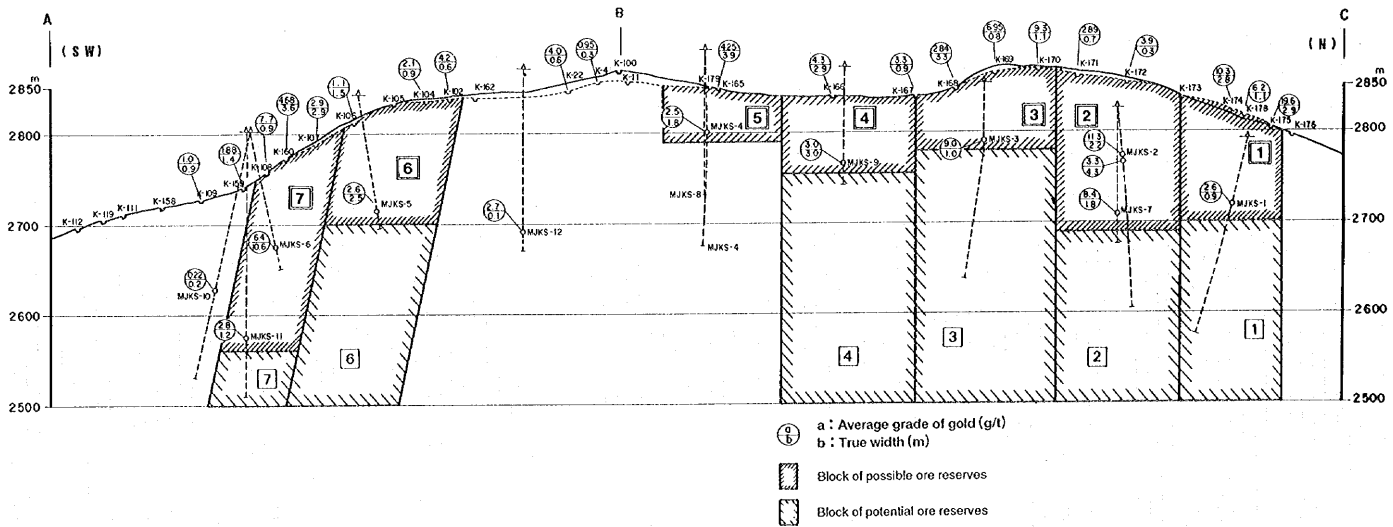


Fig. II-16 Schematic Section of Ore Reserves

Table II-6 Calculation of Ore Reserves of Shyraldzhyyn Deposit

(C2)

Block No.	Trench		Drill hole		Average		Volume of block			S.Gravity (t/m ³)	Possible ore reserve (t)	Metal of gold (Kg)
	True width (m)	Au (g/t)	True width (m)	Au (g/t)	True width (m)	Au (g/t)	True width (m)	Length (m)	Depth along dip (m)			
1	2.3	13.6	0.9	2.6	1.6	10.5	1.6	115	150	27,600	78,900	828
2	0.5	3.2	3.9	6.4	2.2	6.0	2.2	138	210	63,760	182,400	1,094
3	1.5	4.6	1.0	9.0	1.3	6.4	1.3	155	120	24,180	69,200	443
4	2.9	4.3	3.0	3.0	3	3.6	3.0	150	145	65,250	186,600	672
5	3.9	4.25	1.8	2.5	2.9	3.7	2.9	128	100	37,120	106,200	393
6	1.0	2.0	2.5	2.6	1.8	2.4	1.8	125	165	37,130	106,200	255
7	2.5	4.3	5.9	6.0	4.2	5.5	4.2	90	290	109,620	313,500	1,724
Total	2.1		2.6		2.4	5.2	2.4	901		364,660	1,043,000	5,409

(C2+P1)

Block No.	Au (g/t)	Total ore reserve (t)	Metal of gold (kg)
1	10.5	181,500	1,906
2	6.0	462,400	2,774
3	6.4	250,700	1,605
4	3.6	601,700	2,166
5	3.7	106,200	393
6	2.4	330,600	793
7	5.5	378,400	2,081
Total	5.1	2,311,500	11,718

(P1)

Block No.	Au (g/t)	Volume of block			Gravity (t/m ³)	Possibility of existence	Potential ore reserve (t)	Metal of gold (kg)
		True width (m)	Length (m)	Depth along dip (m)				
1	10.5	1.6	115	260	2.86	0.75	102,600	1,077
2	6.0	2.2	138	220	2.86	0.75	280,000	1,680
3	6.4	1.3	155	420	2.86	0.75	181,500	1,162
4	3.6	3.0	150	430	2.86	0.75	415,100	1,494
5	3.7	2.9	128	0	2.86	0.75	0	0
6	2.4	1.8	125	300	2.86	0.75	224,400	539
7	5.5	4.2	90	80	2.86	0.75	64,900	357
Total	5.0	2.4	901		2.86	0.75	1,268,500	6,309

4-4 鉱山開発計画調査

シラルジン鉱床の鉱山開発計画を検討した。検討内容の詳細を、Apx.2に示す。

開発対象としたのは予想鉱量であり、カットオフ品位を4g/tとすると、可採粗鉱量644千トン、粗鉱Au品位5.1g/t、金量3.3トンとなる。

開発計画の策定にあたり、生産性の高いトラックレス採鉱法とし、電解精製前の青金を生産する金製錬工場を建設することを前提とした。

収入の条件として、製錬採取率85%、電解採取率95%とした。金建値を360\$/TOZとすれば、トン当たりの収入は、47.7ドルとなる。

操業規模を日産100トンから600トンまでの6通りで試算した結果 (Table II-7) 、日産100トンが支出が最も少なかった。この場合、トン当たりの起業費は23.2ドル、操業費 (一般管理費を含む) は36.1ドル、確認探鉱費は0.9ドルである。トン当たりの支出の合計は、60.2ドルとなる。従って、最適の操業条件でもトン当たり12.5ドルの損失となる。

上述した条件で本鉱床の鉱山開発計画を検討した結果、現状では開発は困難である。しかし、以下のように条件が改善されれば、本鉱床の開発の可能性は出てくる。

1) カットオフAu品位の低下

採鉱と製錬操業費の合計を減らせば、カットオフ品位は下がり、可採粗鉱量は増える。その結果、トン当たり起業費が減少できる。例えば、操業費がトン当たり8ドル削減できれば、カットオフAu品位は3g/tとなり、可採粗鉱量は約1.4倍となる。この結果、トン当たり起業費は30%の削減となり、日産100トンの場合、トン当たり損失は3ドルとなる。

2) 運搬費の削減

採鉱操業費のうち、鉱石運搬費は約25%を占めている。運搬費の削減は操業費に大きく影響する。鉱石の運搬方法は、ダンプ・トラック、ベルトコンベアー、索道などがある。粗鉱650千トンの運搬には、ダンプ輸送が最も経済的である。本計画でもダンプ輸送とし、キルギス国内で現在操業中の金鉱山のデータを利用した。キルギスでは旧ソ連から独立後、燃料・油脂類が高騰し、価格は自由諸国並となった。このため、既存の鉱山では利益が圧迫されている。既存鉱山での鉱石運搬費を下げる合理化が進めば、本計画の運搬費の見直しが可能となり、操業費の削減につながる。

3) 共同金製錬所の建設

タラス周辺には、シラルジン鉱床の他に、開発計画中のジェルイ (Au品位6g/t、金量83t)、探鉱中のアンダシュ (Au品位2g/t、金量13t) などの金鉱床がある。将来、これらの鉱山開発

Table II-7

Comparison of Production Cost and Profit at the Shyraldzhyn

Crude Ore 644,000t, Au Grade 5.1g/t

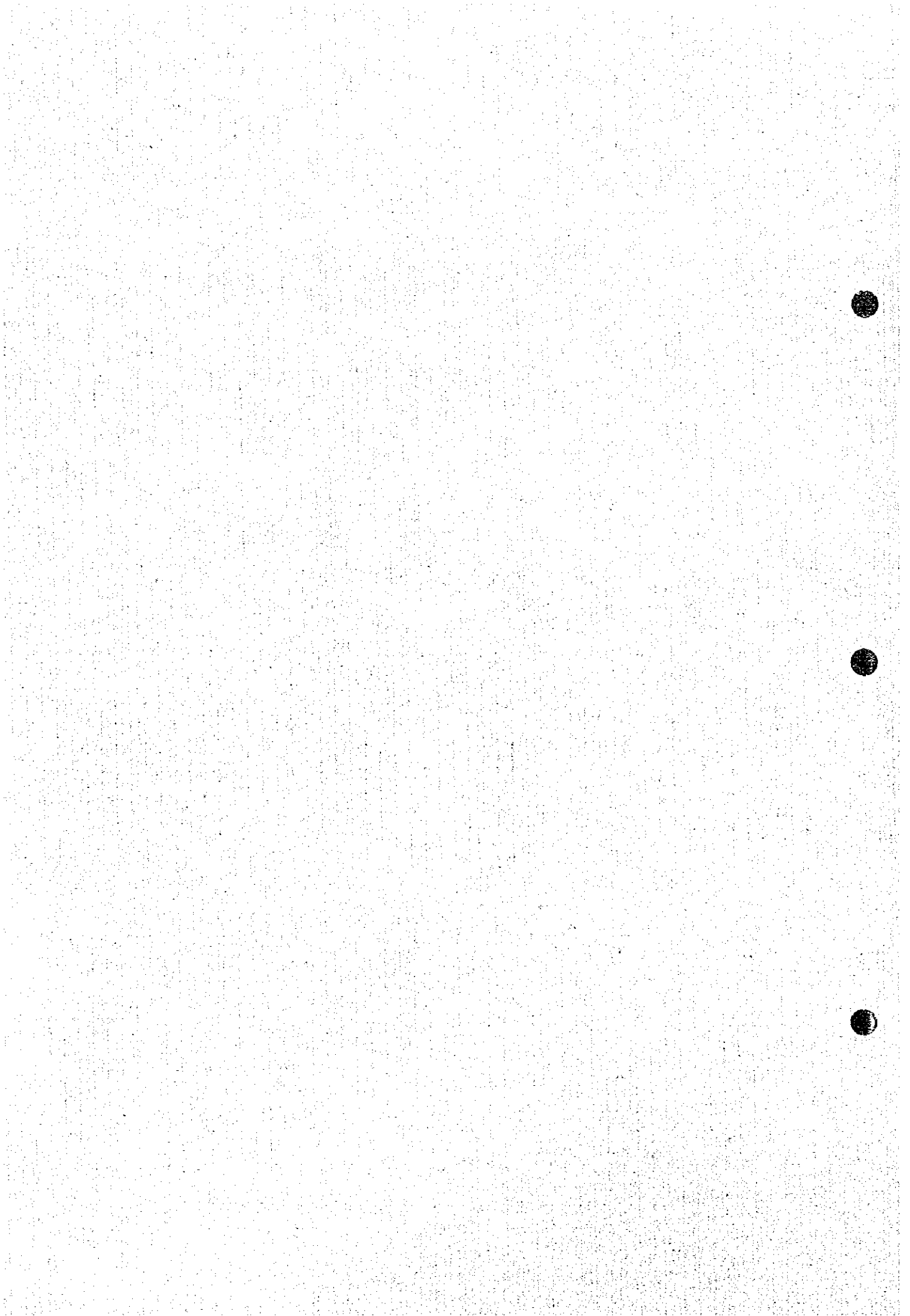
Production (t/day)	100		200		300		400		500		600	
Production (thou t/year)	39		60		90		120		150		180	
Mine life (years)	21.5		10.7		7.2		5.4		4.3		3.6	
Au Production (kg/year)	124		247		371		494		618		741	
	(\$)	(\$/t)	(\$)	(\$/t)	(\$)	(\$/t)	(\$)	(\$/t)	(\$)	(\$/t)	(\$)	(\$/t)
Income	1,435,370	47.7	2,859,164	47.7	4,294,534	47.7	5,718,328	47.7	7,153,698	47.7	8,577,432	47.7
Initial Investment	14,914,637	23.2	17,341,140	26.9	19,136,149	29.7	21,389,663	33.2	22,904,000	35.6	24,663,353	38.3
Infrastructure	5,712,000		5,712,000		5,712,000		5,712,000		5,712,000		5,712,000	
Drilling Equipment	328,000	1	656,000	2	656,000	2	984,000	3	984,000	3	1,312,000	4
Load Haul Dump	599,000	2	897,000	3	1,196,000	4	1,794,000	6	2,093,000	7	2,392,000	8
Others (Mining)	755,000		755,000		755,000		755,000		755,000		755,000	
Main Tunnel	4,360,000		4,360,000		4,360,000		4,360,000		4,360,000		4,360,000	
Refining Plant	3,161,637		4,961,140		6,457,149		7,784,863		9,000,000		10,132,353	
Mining Cost	618,772	20.6	1,097,155	18.1	1,467,539	16.3	1,990,924	16.6	2,371,308	15.8	2,839,690	15.8
Personnel (staff)	8		8		8		8		9		9	
(worker)	20		32		45		57		69		81	
Wages	71,632		97,839		124,045		150,252		176,459		202,665	
Explosives	41,635		83,269		124,904		166,539		208,173		249,808	
Rock Tool	14,112		28,224		42,336		56,447		70,561		84,673	
Fuel, Lubricant	24,646		43,330		62,014		80,698		99,382		118,065	
Tire	20,553		41,105		61,658		82,210		102,763		123,315	
Rock bolt	48,700		97,400		146,100		194,800		243,500		292,200	
Electricity	14,191		28,383		42,582		56,776		70,970		85,163	
Maintenance	242,000		385,000		440,000		638,000		693,000		836,000	
Ore Freight	141,300		282,600		423,900		565,200		706,500		847,800	
Refining Cost	365,000	12.2	732,000	12.2	1,098,000	12.2	1,464,000	12.2	1,830,000	12.2	2,196,000	12.2
Wages	78,000		156,000		234,000		312,000		390,000		468,000	
Materials	177,000		354,000		531,000		708,000		885,000		1,062,000	
Electricity, water	48,000		96,000		144,000		192,000		240,000		288,000	
Maintenance	63,000		126,000		189,000		252,000		315,000		378,000	
General Management	99,477	3.3	181,916	3.0	256,554	2.9	349,492	2.9	420,131	2.8	503,569	2.8
Annual Operating Cost	1,093,249	36.1	2,001,071	33.4	2,822,093	31.4	3,800,416	31.7	4,621,439	30.8	5,539,259	30.8
Prospecting Cost		0.9		0.9		0.9		0.9		0.9		0.9
Total Cost		60.2		61.1		62.0		65.8		67.3		70.0
Profit	-8,024,240	-12.5	-8,655,360	-13.4	-9,209,200	-14.3	-11,662,840	-18.1	-12,628,840	-19.6	-14,367,640	-22.3

に関し金製錬所が建設すれば、本鉱床の金鉱石を売鉱したり、共同製錬所として利用できる可能性が出て、青化製錬所起業費の削減が期待される。

4) 金建値の上昇

本開発計画での金建値は、360\$/TOZとした。金建値は変動するものであり、日産100トン採業時の収支均衡金建値は454\$/TOZである。

第Ⅲ部 結論及び提言



第1章 結 論

第1年次に既存資料の解析と衛星画像の解析を実施した。その結果、有望地区として抽出されたクムイシュタッグ地区、ババハン地区で地質調査と地化学探査を、シラルジン地区で地質精査を、それぞれ第2年次に実施した。第3年次はシラルジン地区でボーリング調査を実施した。調査結果解析図をFig. III-1に示す。3年間の調査の結果、次のことが判明した。

1-1 全域

- (1) 本調査地域は、原生代から新生代までの地質単元が分布し、花崗岩類はクムイシュタッグ岩体とババハン岩体が出現する。
- (2) 金・銀・鉛・亜鉛・砒素・ベリリウム・銅・タングステンなどの多種類の鉱床が分布している。鉱化作用は原生代上部リーフェイ系～ペンド系の石灰岩、砂岩中、及びシルル紀末期～デボン紀初期のクムイシュタッグ花崗岩中に生じている。
- (3) 地質構造及び鉱床の分布・タイプから、本地域の鉱化作用は、ウズンアフマト・クムイシュタッグ衝上断層系の断層や副次的断裂に関連する鉱脈型及び塊状鉱化作用と、クムイシュタッグ花崗岩に関連する鉱脈型、グライゼン型及びスカルン型鉱化作用に大別された。
- (4) 衛星画像解析の変質帯可能域についてランド・ツルースの結果、この変質帯可能域はリーフェイ系の褐鉄鉱染片岩層であり、統成作用に伴う褐鉄鉱化変質帯を反映したもので、熱水変質に起因する鉱化変質帯ではないことが判明した。

1-2 クムイシュタッグ地区

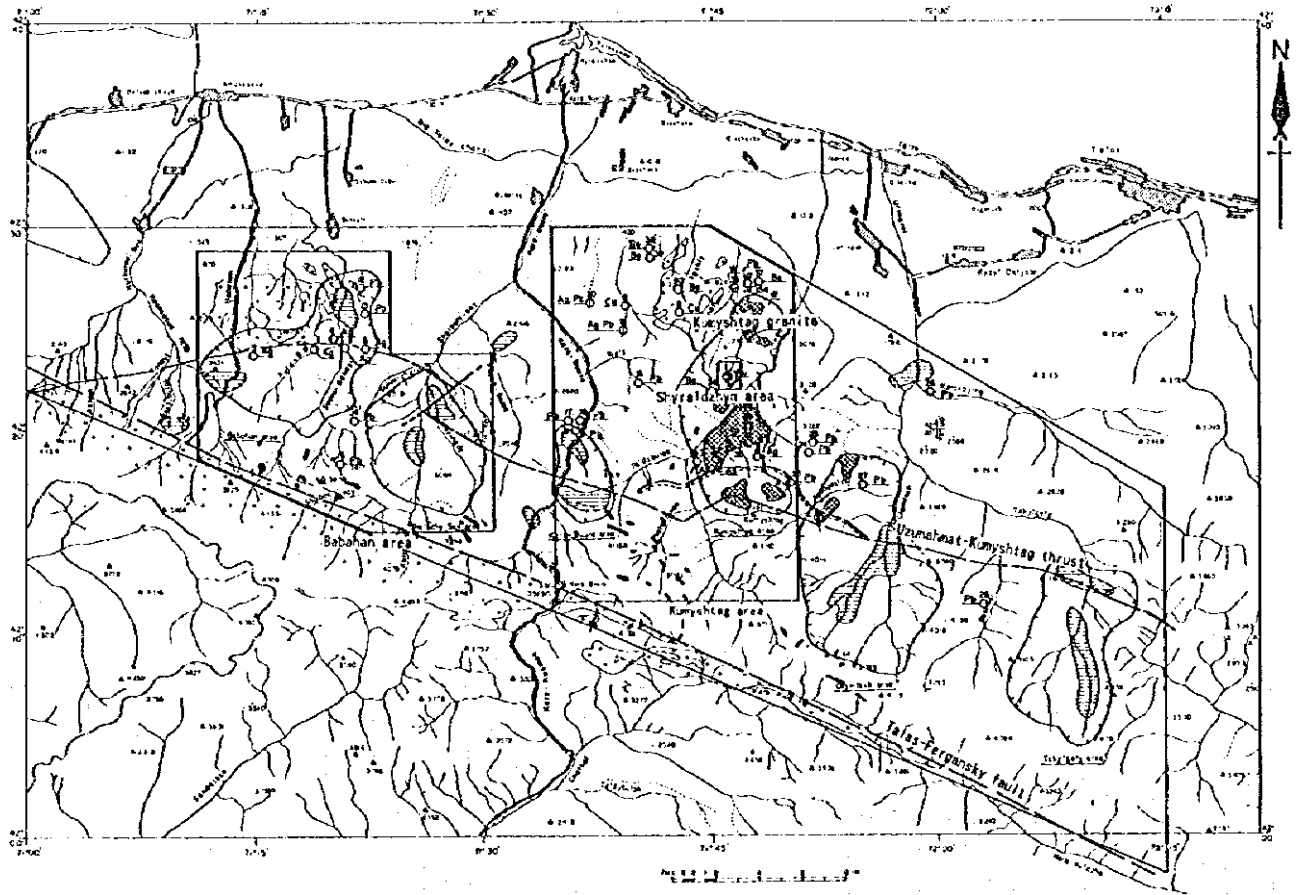
- (1) クムイシュタッグ銀鉱床からウチムチェック砒素鉱床が胚胎する広い範囲にかけて、銀・銅・砒素及びアンチモンの重複した地化学異常が認められた。
- (2) クムイシュタッグ鉱床は規模の大きい銀優勢なマンガニ菱鉄鉱脈であるが、金鉱化作用は乏しく、地化学探査結果でも金の異常は認められなかった。

1-3 ババハン地区

クル・バカイル銀鉱床近傍のジョルサイ断層上に地化学銀異常を捉えたが、小規模な異常であり、周辺の銀鉱床の規模も小さいため、大規模鉱床賦存の可能性は小さいと推定された。

1-4 シラルジン地区

- (1) 本調査地域唯一の金鉱床であるシラルジン鉱床は、クムイシュタック花崗岩中に胚胎する含金石英・マンガン菱鉄鉱脈である。
- (2) 金鉱化作用に先立つグライゼン化作用で生成した白雲母の絶対年代の測定結果(K-Ar法)は 405 ± 21 Maで、シルル紀末期～デボン紀初期に相当し、クムイシュタック花崗岩の絶対年代(U-Pb法, 406 ± 14 Ma)と同時期であった。
- (3) 主鉱体脈下部でのボーリング調査結果、北部では地表下約150mまで、中央部では地表下約80mまで、さらに南部では地表下約200mまで、鉱石部の賦存が確認された。
- (4) 鉱脈の構造は雁行配列を呈するが、概して走向NNE-SSW、傾斜約 45° Wを示すことが確認された。脈の走向延長は約1,400mに達するが、このうち着鉱部は約900mであった。鉱脈の真幅は、地表部では平均2.1m、最大3.9mであったが、ボーリングでは平均2.6m、最大10.6mを確認した。
- (5) ボーリングで捕捉した着脈部のAu品位は、2.5～11.3g/tであった。金の高品位部は北部と南部地区にある。金は自然金として数 μ mから70 μ mの粒径で、針鉄鉱、石英の中や割れ目に伴って産出する。
- (6) 流体包有物の均質化温度と金品位の間には正の相関があることが判明した。また均質化温度分布から、北部と南部地区の深部に、より高温部が存在し、金高品位部が賦存する可能性が推定された。
- (7) 埋蔵鉱量の試算結果、予想鉱量は1,043千トン、平均Au品位5.2g/t、金量5.4トンである。またポテンシャル鉱量として、1,269千トン、平均Au品位5.0g/t、金量6.3トンが期待された。予想とポテンシャルの合計では、鉱量2,312千トン、平均Au品位5.1g/t、金量11.7トンとなる。
- (8) 予想鉱量を対象とした鉱山開発を検討し、操業費から決めたカットオフ品位は4g/tとなった。その結果、可採粗鉱量は644千トン、金量3.3トンと少なく、開発は困難である。



LEGEND

- The promising area for future survey
- Site of deposit, number and kind of element
- Geochemical gold anomaly of semi-detai survey
- Geochemical gold anomaly of reconnaissance survey
- Spectral anomaly after satellite image analysis
- Granitic batholith
- Fault
- Phase I survey
- Phase II survey
- Phase II, III survey

Fig.III-1 Generalized Results of the Survey



第2章 将来への提言

本調査地域のシラルジン金鉱床の鉱山開発計画を数々の前提条件をもとに検討した。その結果、可採粗鉱量が少なく、起業費の負担が大きいため、現状では開発は困難である。しかし、前提条件が改善されれば、シラルジン鉱床が開発できる可能性は出てくる。収支に影響のある条件として、カットオフAu品位の低下、採業費の削減、共同金製錬所の建設、金建値の上昇などが考えられる。

カットオフAu品位は採鉱と製錬採業費の合計から決められた。採業費が削減できれば、カットオフ品位は下がり、可採粗鉱量が増える。その結果、トンあたり起業費の削減につながる。

鉱石運搬費は採鉱採業費の約25%である。現在キルギスで操業中の金鉱山の運搬費を参考に本計画を検討した。このため採業鉱山の合理化に注意を払い、本計画の運搬費の削減見直しを図る。

タラス周辺には、開発計画中のジェルイ、採鉱中のアンダシュなどの金鉱床がある。これらの金鉱床の開発に関連し、金製錬所が建設されれば、本鉱床の金鉱石を売鉱したり、あるいは共同製錬所として利用できる可能性が出てくる。

本計画では金建値を360\$/TOZとしたが、金建値が454\$/TOZになれば日産100トンで収支が均衡する。

なお探鉱余地としては、高品位鉱の賦存が期待される北部と南部地区の深部があげられる



REFERENCES

1. Bakirov A. B. and Kiselev V. V. ed (1998) : Precambrian and Lower Paleozoic of Tien-Shan. Ilim press. Furunze. 155p. (in Russian)
2. Bakirov A. B. and Kotov V. V. (1988) : Eclogite-bearing metamorphic formation - Indicators of joining zones of ancient continents. in "Precambrian and Lower Paleozoic of Tien Shan." p.4-24 (in Russian)
3. Bekker A. U., Makarov B. A. and Razboynikov A. G. (1988) : New data on the stratigraphy of Karagainskaya formation in Talas Ala-Too (Northern Tien-Shan). in "Precambrian and Lower Paleozoic of Tien Shan." p.100-126 (in Russian)
4. Geological Department, Kyrgyz SSR (1987) : Schematic geological map of Shyraldzhyn gold deposit. 1:10,000.
5. Hayashi M. (1979) : Quantitative Descriptions of Cores and Cuttings from Geothermal Wells. J. Geothermal Research Soc. of Japan. vol.1 no.2 p.103-116 (in Japanese)
6. Hedenquist J. W. and Henley R. W. (1984) : Effect of CO₂ on freezing point measurements of fluid inclusions-evidence from active geothermal systems and application to epithermal ore deposits. Econ. Geol.
7. Kiselev V. V., Bekker A. U. and Apayarov F. II. (1988) : Epibaikalsky Precambrian of Tien-Shan. in "Precambrian and Lower Paleozoic of Tien Shan." p.127-144 (in Russian)
8. Levingson A. A. (1973) : Introduction to exploration geochemistry. Applied Publishing Ltd. Calgary. 612p.
9. Magakyan I. G. (1979) : Metallogeny. Gendaikougakusha Press 394p. (in Japanese)
10. Mining Encyclopedia (1984) : Sovetskaya Encyclopedia Press (in Russian)
11. Ministry of Geology, USSR (1980) : Geological map of Kyrgyzstan of USSR. 1:500,000.
12. MMAJ (1994) : Circumstance on mineral exploration in the Kyrgyz Republic. 80p. (in Japanese)
13. Ryabko I. I. (1992) : Brief summary of mineral resources in Talas ore area of the Republic of Kyrgyzstan. Northern-Kyrgyzskaya geological expedition. (in Russian)
14. Roedder E. (1984) : Fluid inclusions. Reviews in Mineralogy vol.12, 644p. Min. Soc. Amer., Washington

15. Rossiter A. G. (1980) : Jubilee Plunger Au deposit, Georgetown Inlier, QLD. Jour. Geochemi. Explor. vol.12, no.2/3, p.324-327.
16. Sokolov B. S. (1979) : Vend. Principle of isolation, boundary and time-scale. "Stratigraphy of upper Proterozoic in USSR". Nauka, p.43-61. (in Russian)
17. Sokolov B. S. (1984) : Vendian system, Position on stratigraphic scale. "27th Stratigraphy". Nauka, p.111-127. (in Russian)
18. Togashi Y. (1988) : On visit to gold deposits in the Western America. Chishitsu News (Geological News). vol.411, p.44-59. (in Japanese)

COLLECTED DATA

1. Geological department, Kyrgyz, SSR (1984) : Geological map of Kumyshtagsky ore field 1:10,000.
2. Geological department, Kyrgyz, SSR (1987a) : Schematic geological map of Shyraldzhyn gold deposit. 1:10,000.
3. Geological department, Kyrgyz, SSR (1987b) : Sampling plane of Sterzhnevoyl orebody at Shyraldzhyn gold deposit. 1:1,000.
4. Geological department, Kyrgyz, SSR (1987c) : Lithochemical results map of the Central part of Talas mountain range. 1:50,000.
5. Kyrgyz State Department of Map Making (1977) : Topographic maps. "Talas", "Kirovskoe". 1:200,000.
6. Ministry of Geology, USSR (1963a) : Geological map of USSR. Series of Northern Tien-Shan. "K-42-XVIII". 1:200,000. Explanation 105p. (in Russian)
7. Ministry of Geology, USSR (1963b) : Geological map of USSR. Series of Northern Tien-Shan. "K-42-XIII". 1:200,000. Explanation 85p. (in Russian)
8. Ministry of Geology, USSR (1963c) : Mineral resources map of USSR. Series of Northern Tien-Shan. "K-42-XVIII". 1:200,000.
9. Ministry of Geology, USSR (1963d) : Mineral resources map of USSR. Series of Northern Tien-Shan. "K-42-XIII". 1:200,000.
10. Ministry of Geology, USSR (1980) : Geological map of Kyrgyzstan of USSR. 1:500,000.
11. Ministry of Geology, USSR (1987) : Geological map and mineral resources map of the Central part of Talas mountain range. 1:50,000.
12. Ministry of Geology, USSR (1988) : Tectonic map of Kyrgyzstan of USSR. 1:500,000.

