

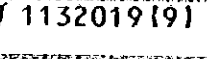
No. 4

カザフスタン共和国  
ジャマンアイバト，サマルスキー地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第1年次

平成7年3月

JICA LIBRARY



J 1132019 (9)

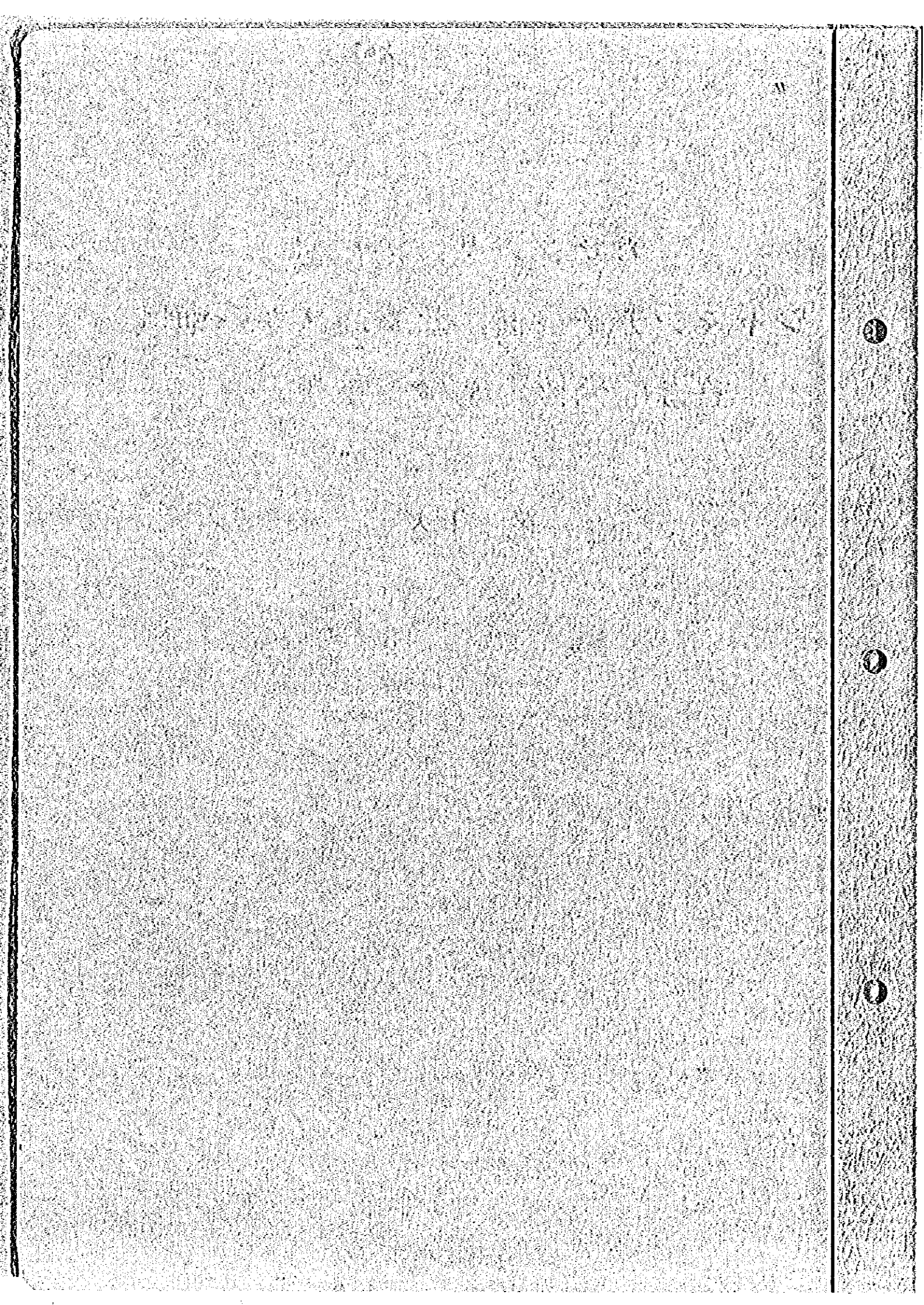
国際協力事業団

金属鉱業事業団

鉱調資

CR (4)

95-066





カザフスタン共和国

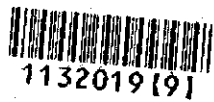
ジャマンアイバト，サマルスキー地域

資源開発協力基礎調査報告書

第1年次

平成7年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1132019[9]

## はしがき

日本国政府はカザフスタン共和国の要請に応え、同国のジャマンアイバト、サマルスキ一両地域の地質状況および鉱物資源賦存の可能性を確認するため、既存資料解析、衛星画像解析などの鉱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および鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成6年度を第1年次とする初年次にあたり、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して平成6年11月30日から平成7年2月18日まで現地に派遣した。

現地調査は、カザフスタン共和国政府関係諸機関、地質省、Karagandageologiya社、Zhezkazgangeologiya社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたカザフスタン共和国政府関係機関ならびに外務省、通産省、在カザフスタン日本国大使館およ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7年3月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団

理事長 石川 丘

Dear Mr. [Name],

I have received your letter of the 15th and am glad to hear from you.

The information you have provided is being reviewed.

We will contact you again once a decision has been reached.

Thank you for your patience.

Sincerely,  
[Name]

[Title]

[Organization]

[Address]

[City, State, Zip]

[Phone Number]

[Fax Number]

[E-mail Address]

[Website]

[Social Media]

[Additional Information]

[Closing Remarks]

[Signature]

[Name]

[Title]

[Organization]

[Address]

[City, State, Zip]

[Phone Number]

[Fax Number]

[E-mail Address]

[Website]

[Social Media]

[Additional Information]

[Closing Remarks]

[Signature]

[Name]

[Title]

[Organization]

[Address]

[City, State, Zip]

[Phone Number]

[Fax Number]

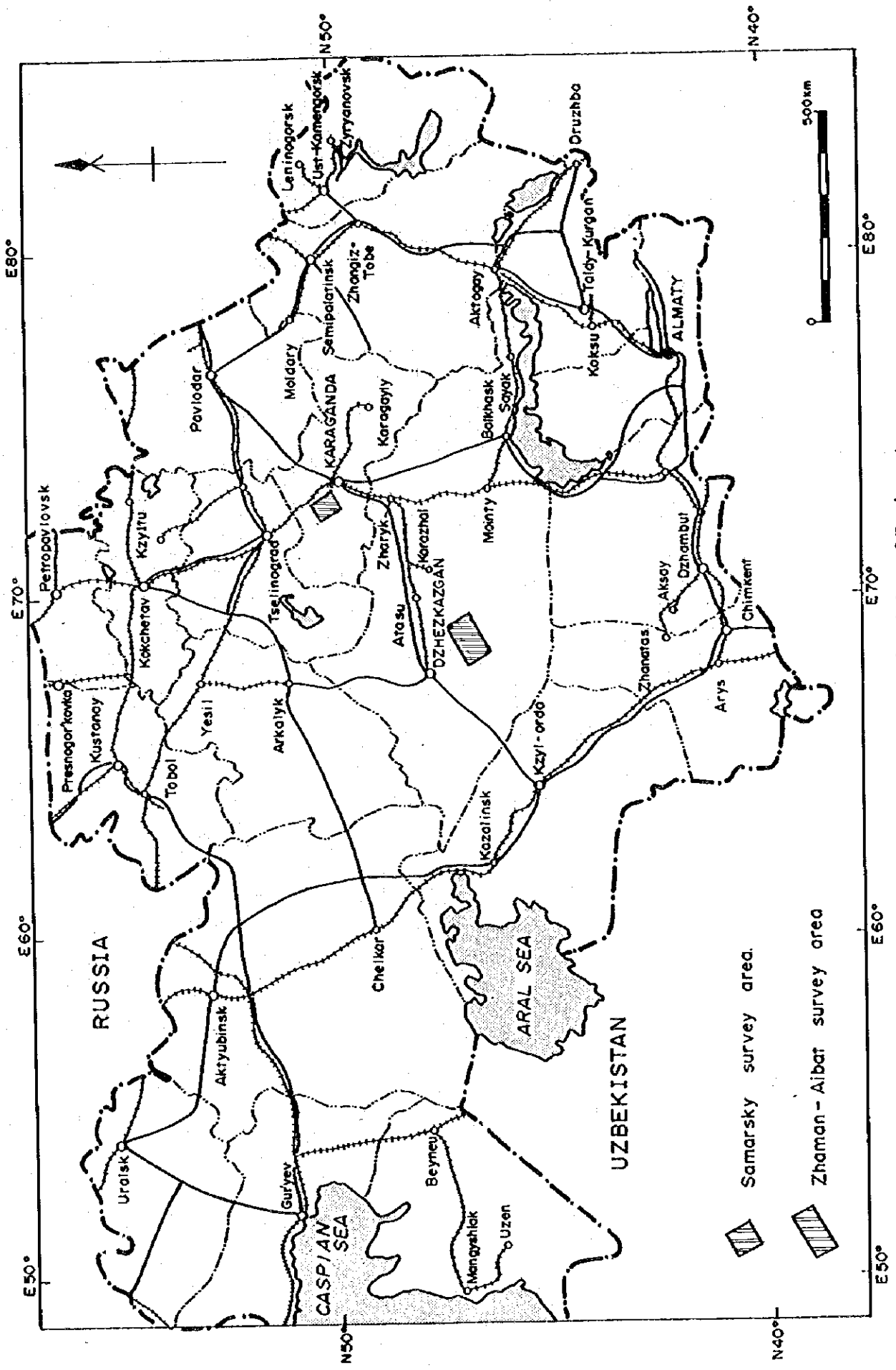
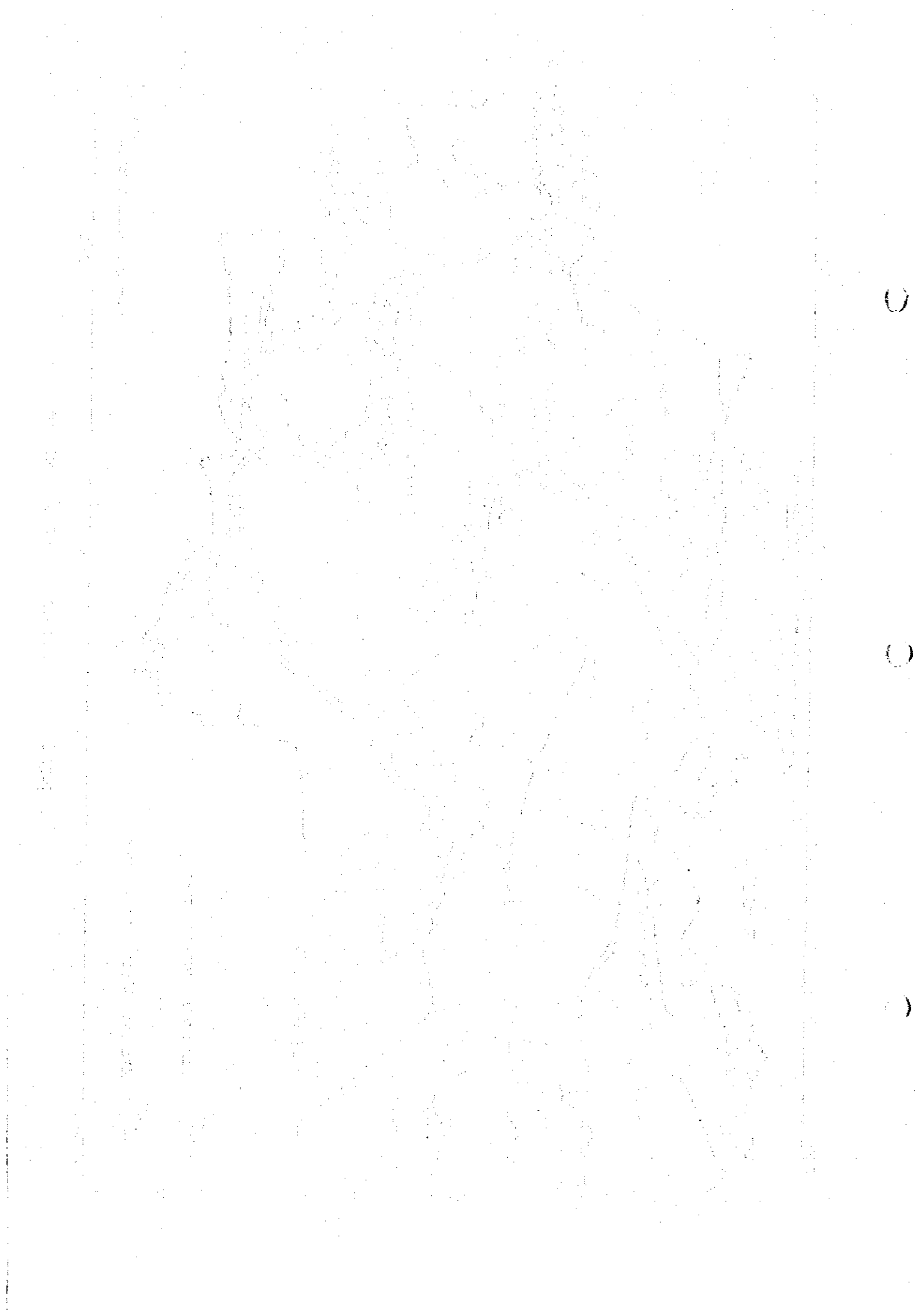


Figure 1 Location Map of Project Areas





U

O

)

## 要 旨

カザフスタン共和国ジャマンアイバト、サマルスキー地域の資源開発協力調査は、本地域の鉱物資源の探査と資源評価を目的として平成6年度を初年度として開始された3年プロジェクトである。本年度の調査目的は、現地において探査資料を調査・解析し、地質状況および鉱床賦存状況を解明し、既存鉱床の再評価を行うことである。またこの調査期間を通しカザフスタン共和国のスタッフと意見交換を行い、必要な技術の移転を図ることを目的とした。既存資料調査に関する解析作業は、ジャマンアイバト地域の資料については Zhezkazgangeologiya社で、またサマルスキー地域の資料については Karaganda-geologiya社でそれぞれ実施した。この調査・解析により、1)調査資料のレビュー、2)鉱床評価に必要な資料の抽出、3)資料のコンパイル、4)調査資料のリスト作成等を行った。これらの調査・解析の結果をもとに、鉱量計算の概算に必要な試錐、分析データの入力、図表類の整備、等を実施した。ジャマンアイバトCu鉱床については東部鉱体の一部である“Block-A”について、またサマルスキーCu-Mo鉱床についてそれぞれ地質学的埋蔵鉱量を概算し、カウンターパートのそれと比較・検討した。これらの調査・解析の結果は次のとおりである。

- 1) ジャマンアイバトCu鉱床については、多数の試錐（200m x 200mグリッド）により鉱床の分布範囲が判明している。探査は新しい段階に移行しつつあるが現行試錐間隔の妥当性、将来の採鉱法、化学分析値等の検討が残されている。
- 2) サマルスキー地域のCu-Mo鉱床については、既知鉱床が極めて深部に分布するため、将来の探鉱開発には困難を伴うことが予想される。今後は、より浅所に分布するCu-Mo鉱化に重点を置き探鉱を実施すべきであろう。既知鉱床周辺には探鉱全地が十分残されており新規発見の可能性が高い。

以上の諸事項を踏まえ、本地域の今後の調査として次の調査を提案する。

- (1)サマルスキー地域を対象としたリモートセンシング調査。
- (2)ジャマンアイバトCu鉱床およびサマルスキー鉱床に関する既存資料の調査解析。
- (3)サマルスキーCu-Mo鉱床および周辺部に対する電気探査（流電電位法）およびAu-多金属鉱床に対する地震探査（屈折法）。
- (4)サマルスキーCu-Mo鉱床、同Au-多金属鉱床およびジャマンアイバトCu鉱床に対する試錐。
- (5)サマルスキーCu-Mo鉱床、同Au-多金属鉱床およびジャマンアイバトCu鉱床の東部鉱体および中央鉱体について地質学的埋蔵鉱量計算概算。
- (6)上記鉱量計算の事前検討として、地質統計学的手法による最適試錐間隔の検討、化学分析値の検討、採鉱法の検討等。

# 目次

はしがき

要旨

## 第I部 総論

第1章 序論	1
1-1 調査目的	1
1-2 第1フェーズの調査の内容、調査数量	1
1-3 調査期間	5
1-4 調査団の編成	6
第2章 調査地域の地理	8
2-1 位置および交通	8
2-2 地形および水系	8
2-3 気候および植生	8
第3章 調査地域の既往調査情報	11
3-1 既往の地質調査、地化学探査および物理探査の要約	11
3-2 地質概要	13
3-3 鉱業活動	19
第4章 調査結果と結果の検討	20
4-1 調査結果	20
4-2 結果の検討	30
第5章 結論および提言	32

## 第II部 衛星画像解析

第1章 リモートセンシングデータ	35
第2章 衛星画像解析方法	35
2-1 衛星写真地質解析	35
2-2 衛星画像処理	37
第3章 衛星画像解析結果	38
3-1 衛星写真地質解析結果	38
3-2 衛星画像処理結果	43

## 第III部 既往調査資料の検討および解析

第1章 ジャマンアイバト地域	57
1-1 位置、交通および地形	57
1-2 既往調査	57
1-3 地質および鉍化作用	64
1-4 鉍量計算結果	74
第2章 サマルスキー地域	82
2-1 位置、交通および地形	82
2-2 既往調査	82
2-3 地質および鉍化作用	92
2-4 鉍量計算結果	100

参考文献

巻末資料

< FIGURES >

**PART I GENERAL**

- Figure 1 Location Map of Project Areas
- Figure I-2-1-1 Location Map of the Zhaman-Aibat Area (Scale 1:500,000)
- Figure I-2-1-2 Location Map of the Samarsky Area (Scale 1:200,000)
- Figure I-3-2-1 Regional Geological Map of the Zhezkazgan Area (Scale 1:1,500,000)
- Figure I-3-2-2 Regional Geological Map of the Samarsky Area (Scale 1:500,000)
- Figure I-3-2-3 Distribution Map of Stratiform Copper Deposits  
in the Zhezkazgan-Sarysu Depression Area
- Figure I-4-1-1 Location Map of Satellite Image Analysis  
in the Zhaman-Aibat Area

**PART II REMOTE SENSING**

- Figure II-3-1-1 False Color Composite of Landsat TM, RGB:541
- Figure II-3-2-1 Alteration Zones Extracted from the Satellite Image in the Zhaman-Aibat  
Area; Color Ratio Composite of Landsat TMRGB:5/7,5/4,3/1
- Figure II-3-2-2 False Color Composite of Landsat TM, RGB:432
- Figure II-3-2-3 False Color Composite of Landsat TM, RGB:571
- Figure II-3-2-4 Ratio 5/7 Image with Density Slice
- Figure II-3-2-5 Ratio 4/3 Image with Density Slice

**PART III ANALYSIS OF PREVIOUS SURVEY DATA**

( The Zhaman-Aibat Area )

- Figure III-1-3-1 Generalized Geological Columnar Section of the Zhaman-Aibat Area
- Figure III-1-3-2 Structure and Distribution of Mineralized Sediments  
of the Zhaman-Aibat Deposit Area
- Figure III-1-3-3 Schematic Geological Cross-Section  
of the Zhaman-Aibat Ore Deposit Area
- Figure III-1-3-4 Generalized Stratigraphic Column of Cupriferous Sediments  
of the Zhaman-Aibat Deposit Area

( The Samarsky Area )

- Figure III-2-2-1 Compiled Index Map of Previous Geological Surveys  
in the Samarsky Area (Scale 1:500,000)
- Figure III-2-2-2 Compiled Index Map of Previous Geochemical Surveys  
in the Samarsky Area (Scale 1:200,000)
- Figure III-2-2-3 Compiled Index Map of Previous Geophysical Surveys  
in the Samarsky Area (Scale 1:200,000)
- Figure III-2-3-1 Schematic Cross-Section  
of the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit Area
- Figure III-2-3-2 Generalized Alteration Map  
of the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit Area

< TABLES >

**PART I GENERAL**

- Table 1 List of Previous Survey Data
- Table I-2-3-1 Climatological Data of the Zhezkazgan and the Zhaman-Aibat Areas
- Table I-2-3-2 Climatological Data of the Karaganda and the Samarsky Areas
- Table I-3-3-1 List of Ore Deposits and Ore Showings in the Zhaman-Aibat Area
- Table I-3-3-2 List of Ore Deposits and Ore Showings in the Samarsky Area

**PART II REMOTE SENSING**

- Table II-1-1 List of Remote-Sensing Data used in the Analysis
- Table II-3-1-1 List of Interpretation for the Satellite Image Analysis  
in the Zhaman-Aibat Area

**PART III ANALYSIS OF PREVIOUS SURVEY DATA**

( The Zhaman-Aibat Area )

- Table III-1-2-1 Drilling Statistics in the Zhaman-Aibat Area
- Table III-1-2-2 Previous Magnetic Survey in the Zhaman-Aibat Area
- Table III-1-2-3 List of the Previous Gravity Surveys in the Zhaman-Aibat Area
- Table III-1-2-4 List of the Previous Electrical Surveys in the Zhaman-Aibat Area
- Table III-1-2-5 List of the Previous Seismic Surveys in the Zhaman-Aibat Area
- Table III-1-2-6 List of the Previous Geochemical Surveys in the Zhaman-Aibat Area
- Table III-1-4-1 Summary Table of Ore Reserve Estimation on Block-A Orebody of the  
Zhaman-Aibat Copper Deposit

**Table III-1-4-2 Samples for Check Analysis of Ore from the Zhaman-Aibat Copper Deposit**

**Table III-1-4-3 Result of Check Analysis of Ore Samples from the Zhaman-Aibat Copper Deposit**

**( The Samarsky Area )**

**Table III-2-2-1 Drilling Statistics in the Samarsky Area**

**Table III-2-2-2 List of the Previous Geophysical Surveys in the Samarsky Area**

**Table III-2-4-1 Summary Table of Ore Reserve Estimation on the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit**

## < ILLUSTRATIONS >

### PART I GENERAL

- Plate I-3-2-1 Tectonic Map of the Zhaman-Aibat Area (Scale 1:100,000)
- Plate I-3-2-2 Tectonic Map of the Samarsky Area (Scale 1:100,000)
- Plate I-3-3-1 Distribution Map of Ore Deposits in the Samarsky Area  
(Scale 1:50,000)
- Plate I-4-1-1 Interpretation Map of Satellite Image Analysis in the Zhaman-Aibat Area  
(Scale 1:100,000)

### PPART II REMOTE SENSING

- Plate II-3-1-1 Lineament Analysis of Satellite Image in the Zhaman-Aibat Area  
(Scale 1:100,000)
- Plate II-3-1-2 Geological Classification of Satellite Image in the Zhaman-Aibat Area  
(Scale 1:100,000)

### PART III ANALYSIS OF PREVIOUS SURVEY DATA

( The Zhaman-Aibat Area )

- Plate III-1-2-1 Compiled Index Map of the Previous Geological Surveys  
in the Zhaman-Aibat Area (Scale 1:200,000)
- Plate III-1-2-2 Compiled Index Map of the Previous Geochemical  
and Geophysical Surveys in the Zhman-Aibat Area (Scale 1:200,000)
- Plate III-1-2-3 The Result of Seismic Survey in the Zhaman-Aibat Area  
(Scale 1:100,000)
- Plate III-1-2-4 The Result of Electric Survey in the Zhaman-Aibat Area  
(Scale 1:50,000)
- Plate III-1-3-1 Geological Map and Cross-Section of the Zhaman-Aibat Area (1)  
(Scale 1:50,000)
- Plate III-1-3-2 Geological Map and Cross-Section of the Zhaman-Aibat Area (2)  
(Scale 1:50,000)
- Plate III-1-3-3 Geological Cross-Section along the N-S Line 195 and E-W Line 29  
(Scale 1:5,000)
- Plate III-1-3-4 Contour Map of the Depth to the Base of Taskuduk Formation  
(Scale 1:25,000)
- Plate III-1-4-1 Drilling Location Map of the Zhaman-Aibat Area (Scale 1:25,000)
- Plate III-1-4-2 Block-A Orebody and its Polygonal Sub-Blocks (Scale 1:10,000)
- Plate III-1-4-3 Cross-Section of Block-A Orebody along the N-S Line 195  
and the E-W Line 29 (Scale 1:10,000)



- Plate III-1-4-4 Interpretation Map for the Result of Ore Reserve Estimation of Block-A Orebody (Scale 1:5,000)
- Plate III-1-4-5 Compiled Map of the Previous Data in the Zhaman-Aibat Area (Scale 1:25,000)  
( The Samarsky Area )
- Plate III-2-2-1 Magnetic Map in the Samarsky Area (Scale 1:50,000)
- Plate III-2-2-2 Magnetic Map in the Samarsky Deposit Area (Scale 1:10,000)
- Plate III-2-2-3 The Result of Electric Surveys in the Samarsky Area (Scale 1:10,000)
- Plate III-2-3-1 Geological Map in the Samarsky Area (Scale 1:50,000)
- Plate III-2-3-2 Geological Map in the Samarsky Area (Scale 1:10,000)
- Plate III-2-3-3 Geological Cross-Section of the Samarsky Area (Scale 1:10,000)
- Plate III-2-3-4 Geological Cross-Section along N-S and E-W lines (Scale 1:5,000)
- Plate III-2-3-5 Distribution of Geochemical Anomalies in the Samarsky Area (Scale 1:25,000)
- Plate III-2-3-6 Interpretation of Geochemical Survey Results in the Samarsky Area (Scale 1:20,000)
- Plate III-2-4-1 Ore Blocks in the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit ( plan ) (Scale 1:2,000)
- Plate III-2-4-2 Ore Blocks in the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit (cross-section) (Scale 1:2,000)
- Plate III-2-4-3 Geological Map of the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit with Drilling Location (Scale 1:2,000)
- Plate III-2-4-4 Plan View of the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit ( +100m Level Sliced Map ) (Scale 1:2,000)
- Plate III-2-4-5 Cross-Section of the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit along the E-W Line 34 (Scale 1:2,000)
- Plate III-2-4-6 Cross-Section of Samarsky Copper-Molybdenum Deposit along the N-S Line C-80 to C-84 (Scale 1:2,000)
- Plate III-2-4-7 Interpretation Map for Result of Ore Reserve Calculation of the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit (Scale 1:2,000)
- Plate III-2-4-8 Compiled Map of the Previous Data in the Samarsky Area (Scale 1:10,000)
- Legend for Plates I-3-3-1 and III-2-3-1
- Legend for Plates III-2-3-2 and III-2-3-3
- Legend for Plates III-2-3-4, III-2-4-3, III-2-4-4, III-2-4-5 and III-2-4-6

< APPENDICES >

**Appendix 1. Microscopic Observation of Rocks in Thin Section**

**Photomicrographs of Rocks in Thin Section**

**Appendix 2. Microscopic Observation of Ore Minerals in Polished Section (1),(2)**

**Photomicrographs of Ore Minerals in Polished Section**

**Appendix 3. Whole Rock Analysis of Samples from the Zhaman-Aibat Deposit Area**

**Appendix 4. Chemical Analysis of Ore Samples and Rock Samples (1), (2)**

**Appendix 5. Data List of Analyzed Samples in the Zhaman-Aibat Copper Deposit  
(Block-A)**

**Appendix 6. Data List of Analyzed Samples in the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit**

**Appendix 7. Landsat TM Data Images of the Zhaman-Aibat Area( 5 sets )**

**Appendix 8. Magnetic Tape of Remote Sensing Data of Zhaman-Aibat Area**

**Appendix 9. False Color Satellite Image RGB:541 in the Zhaman-Aibat Area**

**(Scale 1:100,000)**

**Appendix10. False Color Satellite Image RGB:754 in the Zhaman-Aibat Area**

**(Scale 1:100,000)**



第 I 部

總論



# 第 I 部 総 論

## 第 I 章 序論

### 1-1 調査目的

本調査の目的は、カザフスタン共和国のジャマンアイバト地域およびサマルスキー地域の鉱物のポテンシャルの評価と鉱山開発を行うことを目的とする。第1フェーズの本年度の目的は、両地域の地質状況および鉱床賦存状況を解明し、有望地域を選定し、また第2フェーズの詳細な計画を策定することを目的とする。

### 1-2 第1フェーズの調査の内容、調査数量

全調査期間は、本年度(1994)を初年度として3年間である。調査範囲は、Figure 1に示す1,800km<sup>2</sup>のジャマンアイバト地域および250km<sup>2</sup>のサマルスキー地域である。調査項目は、地質調査、地化学探査、物理探査および試錐調査である。これらの調査は、日本およびまたはカザフスタン共和国において行うものである。

第1フェーズ(1994年度)の調査方法は、衛星画像解析、既存データ収集・解析および地質調査である。各調査内容および数量は次のとおりである。

#### 1) 衛星画像解析

目的： リニアメント、地質構造および変質帯の抽出、  
調査範囲： Figure 1-2-1-1に示す範囲、  
衛星データ： Landsat TM5、  
解析場所： 日本（データ処理）。

#### 2) データ収集

目的： 既知鉱徴の再評価のための既存データの評価および  
ジャマンアイバト鉱床ならびにサマルスキーCu鉱床の予備評価、  
調査範囲： Figure 1-1-1-1および-2に示す範囲、  
収集データ： 収集データをTable-1に示す。  
収集場所： 地質鉱物資源保護省（MFG）アルマティ事務所、Zhezkazganおよび  
Karaganda事務所、Zhezkazgangeologiya社、Karagandageologiya社。

#### 3) 地質調査

目的： 衛星画像解析の結果のグランドトランス、地質データの編集、  
調査範囲： Figure 1-2-1-1および-2に示す範囲。

#### 4) 室内試験（日本）

岩石薄片作成： 10  
鉱石研磨片作成： 10

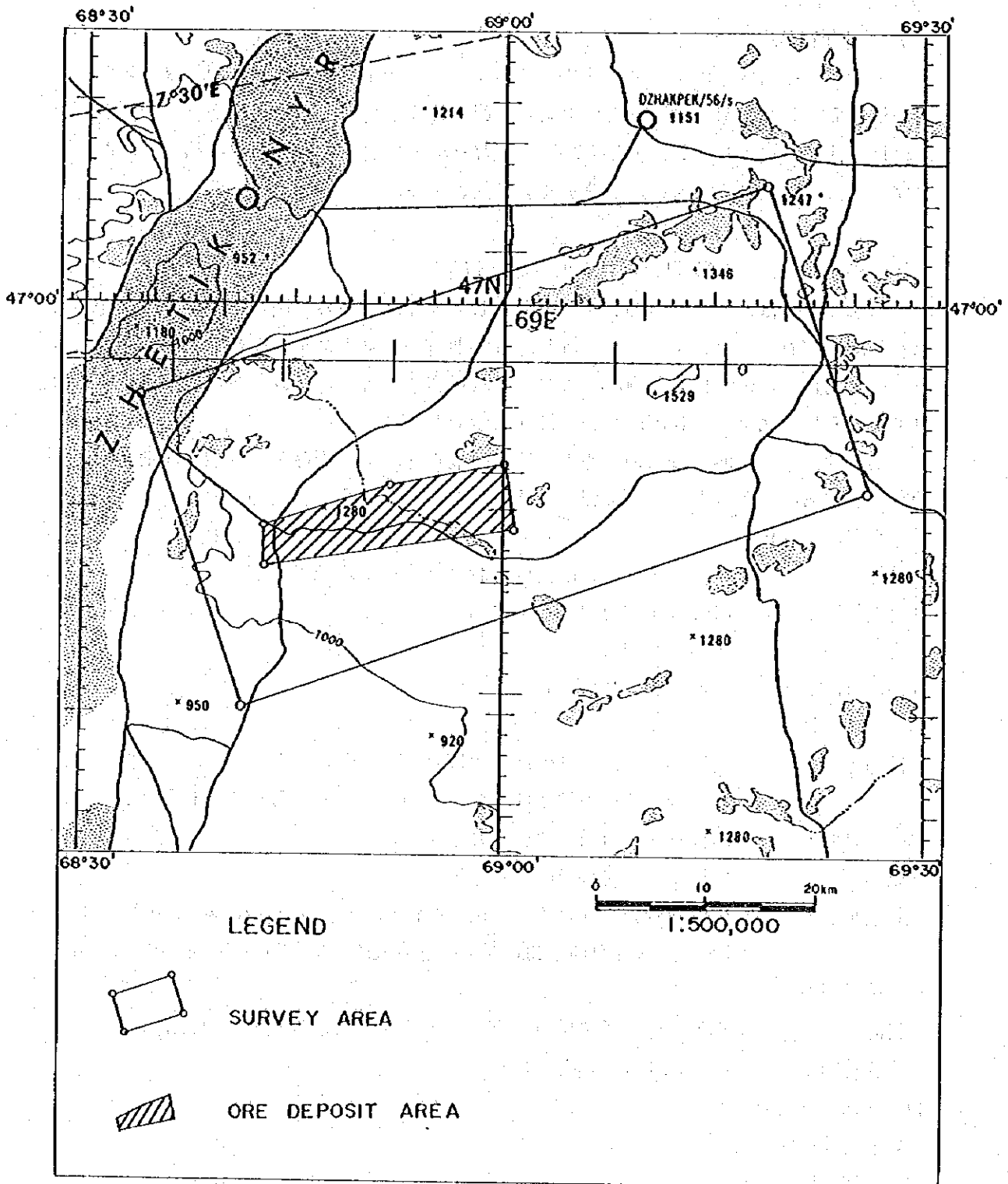


Figure I-2-1-1 Location Map of the Zhaman-Aibat Area

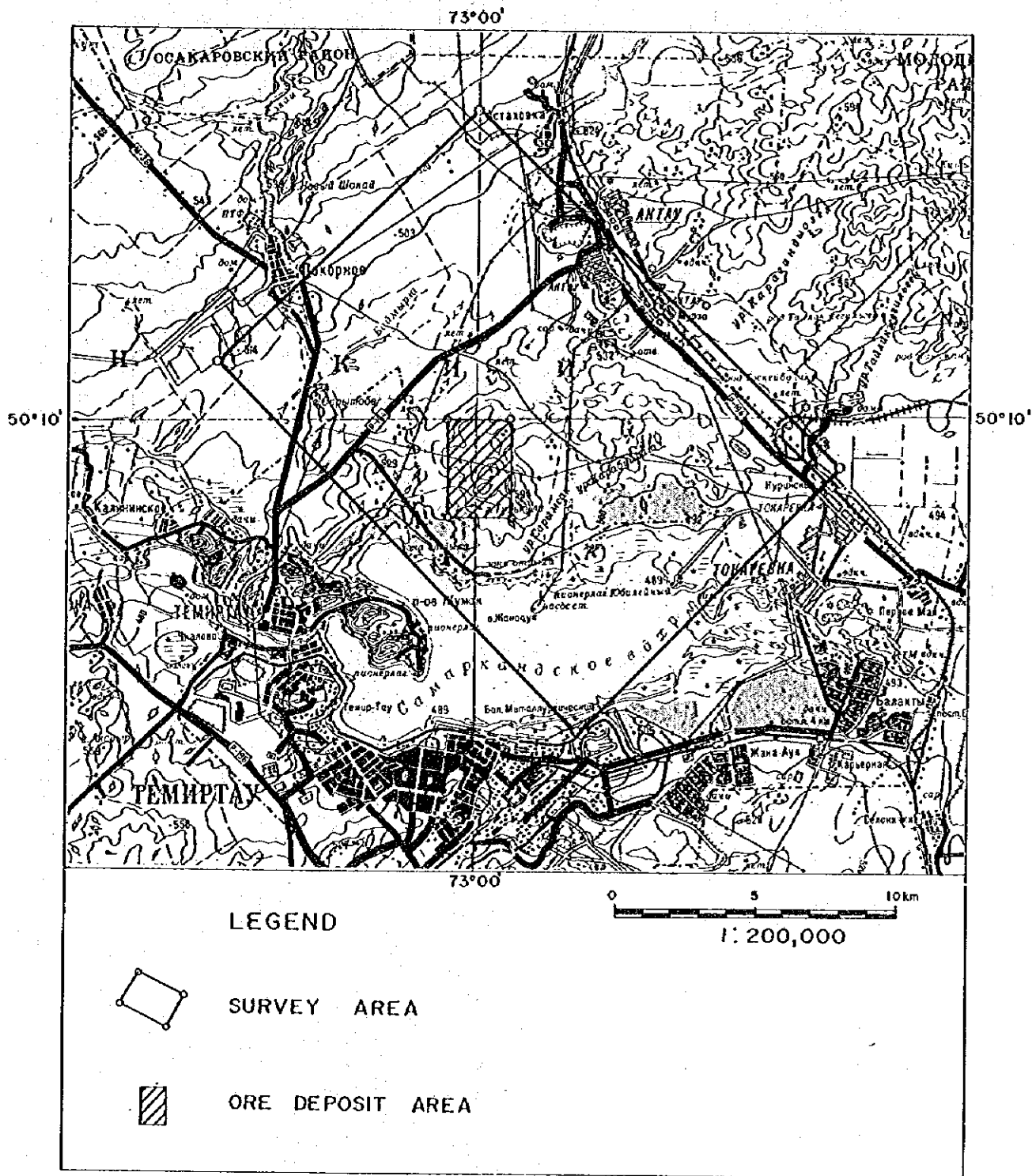


Figure I-2-1-2 Location Map of the Samarsky Area



Table 1 List of Previous Survey Data

Zhannan--Aibat Area		Samarsky Area	
Title	Scale	Title	Scale
Geological Map	1:500,000	Geological Map	1:500,000
	1:100,000		1:50,000
	1:50,000		1:10,000
	1:25,000		1:2,000
Geological Cross--Section	1:5,000	Geological Cross--Section	1:10,000
	1:2,000		1:2,000
Relief Map	1:200,000	Relief Map	1:200,000
	1:50,000		1:50,000
	1:10,000		1:25,000
Geomorphology Map	1:100,000		1:10,000
Drill Location Map	1:25,000	Level Sliced Map	1:2,000
Ore Block Map of Deposit 4--I	1:10,000	Drill Location Map	1:10,000
	1:5,000		1:2,000
Magnetic Anomaly Map	1:100,000	Ore Block Map	1:2,000
Gravity Anomaly Map	1:100,000	Core Logging	1:200
Electrical Exploration Map	1:100,000	Magnetic Anomaly Map	1:50,000
Geochemical Map	1:100,000		1:25,000
Tectonic Map	1:100,000		1:10,000
		Bouger Anomaly Map	1:2,000
			1:50,000
		Electrical Exploration Map	1:25,000
		Geochemical Map	1:10,000
			1:25,000
		Tectonic Map	1:10,000
			1:100,000

全岩分析:	10
-SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, CaO, MnO, Na <sub>2</sub> O, MgO, K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , LOI	
化学分析(岩石):	20
-Au, Ag, Cu, Pb, Zn	
化学分析(鉍石):	30
-Au, Ag, Cu, Pb, Zn	

5) 鉍量計算のためのデータベース

本年度入力したデータは、次のとおりである。

ジャマンアイバトCu鉍床(1981年以降) サマルスキーCu-Mo鉍床(1989年以降)

総試錐本数(孔):	808+126 (technical drill)	46
総試錐掘進長(m):	619,466.3	27,976
(データ入力)		
試錐本数(孔):	305	30
データ量(点):	2,862	2,197
入力成分:	Cu, Pb, Zn, Ag (他に微量元素8成分)	Cu, Mo, Au, Ag
(鉍量計算)		
使用試錐数(孔):	217	12
使用データ数(点):	1996	937
対象成分:	Cu, Pb, Zn, Ag	Cu, Mo, Au, Ag

1-3 調査期間

1) 現地調査: 平成6年12月3日~平成7年2月15日

ジェズカズガン(ジャマンアイバト地域):

平成6年12月11日~平成7年1月10日

平成7年1月30日~平成7年2月1日

カラガンダ(サマルスキー地域):

平成6年12月8日~平成6年12月9日

平成7年1月12日~平成7年1月31日

アルマティ(情報収集、データ整理):

平成6年12月4日~平成6年12月6日

平成7年2月2日~平成7年12月14日

2) 室内整理・解析: 平成7年2月20日~平成7年2月28日

#### 1-4 調査団の編成

調査団の人員構成は次のとおりである。

( 日本側 )	( カザフスタン共和国側 )
神門政雄 (通商産業省資源エネルギー庁 鉱業課)	Mr. Bitimbaev Zh. M. ( Deputy Minister, MFG )
小野裕章 (通商産業省資源エネルギー庁 鉱業課)	Mr. Tjugai M. O. ( Head of Mineral Resources Department, MFG )
高橋健一 (国際協力事業団 鉱工業開発調査部)	Mr. Mokohov V. A. ( Deputy Head of Solid Minerals Department, MFG )
大迫次郎 (金属鉱業事業団 海外部)	Mr. Schelchkov E. M. ( Deputy Head of Geological Information Department, MFG )
山本恭久 (金属鉱業事業団 海外部)	Mr. Sadchikov B. Y. ( Deputy General Director of the Department of the Mining and Smelting Complex, Ministry of Trade and Industry )
久保田喜裕 (金属鉱業事業団 海外部)	

MFG: Ministry for Geology and Conservation of Mineral Resources of  
the Republic of Kazakhstan

現地調査団

日本側

尾西 明生 住鉱コンサルタント(株)

(団長・総括)

佐野 一夫 住鉱コンサルタント(株)

(副団長)

武田 尚雄 住鉱コンサルタント(株)

窪田 亮 住鉱コンサルタント(株)

カザフスタン共和国側

[ The Samarsky area ]

Mr. Userov Z. S.

( President of Karagandageologiya )

Mr. Brown V. V.

( Vice President of Karagandageologiya )

Mr. Gabay M. L.

( Chief Geologist )

Mr. Gusev N. M.

( Chief of Samarsky party )

Mr. Medvedev V. K. , Mr. Kovalev A. V.

( Chief Geologist ), ( Chief geologist )

Mr. Esshenko A. V.

( Drilling Manager )

[ The Zhaman-Aibat area ]

Mr. Khseinov Zh.

( President of Zhezkazgangeologiya )

Mr. Ospanov O.

( Chief Deputy )

Mr. Kasimovski P.

( Chief Engineer )

Mr. Suleimenov K. Mr. Uzhuva V.

( Chief Geologist )( Chief Geologist of  
Zhaman-Aibat project )

Mr. Kazimir V.

( Chief Geophysicist )

Mr. Ospanov K

( Manager of Production )

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置および交通

ジャマンアイバト地域はジェズカズガン地方のジャナ・アルキン地区に位置しており、ジェズカズガンの街から南東に180kmの距離にある。地理的な位置は北緯46°50'、東経68°54'である。

ジャマンアイバト地域はジェズカズガン-クズイル-オルダを結ぶ幹線道路と陸路で連絡されている。鉄道駅としては、鉦床の180km北西にジェズカズガン駅がある。

サマルスキー地域はカラガンダ地方のテルマンスキー地域に位置し、カラガンダの街から北に30km、テミルタウの北方10kmの距離にある。地理的な位置は北緯50°09'、東経73°00'である。

サマルスキー地域はカラガンダ-テミルタウ-ポコルノイエ-ツェリノグラッド幹線道路と連絡されている。鉄道駅としては地域の北東10kmにアクタウ駅があり、また、東方15kmにはトカレフカ駅がある。

### 2-2 地形および水系

両調査地域は共に地形学的輪廻による分類では老年期ないし準平原期に属し、低い丘陵地形で特徴付けられている。これらの地域には水系としては常時水をたたえた河川、小川、沢とも見られず、ただ、濁れ沢だけが低い丘陵地形を縫って分布する。

ジャマンアイバト地域の海拔高度は約320-380mで、地域内の最高地点の標高は376.7mで最低地点の標高は318.0mである。

サマルスキー地域の海拔高度は約490-590mで地域内の最高地点の標高は594.2m、最低地点の標高は489.3mである。

### 2-3 気候および植生

両調査地域共に気候は典型的で厳しい大陸性気候を示し、羽根茅を主とした乾燥ステップ域に分類される。両地域とも非常に乾燥した地域で、夏季の降雨量は非常に僅かで、冬季に数十センチの積雪がある程度である。

ジャマンアイバト地域では年平均気温は+5.5°Cで、夏季の月間平均気温は+33°Cまで高くなり、また冬季には気温は-33°Cまで下がる。当地域の年間降雨量は140-150mmである。

(Table 1-2-3-1)

サマルスキー地域では年平均気温は+3.1°Cで、夏季の月間平均気温は+23°Cまで高くなり、また冬季には平均気温は-18°Cまで下がる。一般に当地域の年間降雨量は当地域では250mmを越えない。しかし、1992年と1993年には異常に雨が多かったとの報告がある (Table 1-2-3-2)。

Table I-2-3-1 Climatological Data of the Zhezkazgan and the Zhaman-Aibat Areas

(Zhezkazgan City)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave. /Total
Average Temperature (°C)	-16.0	-14.6	7.2	6.2	15.5	21.6	24.0	21.4	14.4	4.8	-5.1	-12.8	5.5
Precipitation (mm)	13	12	14	14	11	17	16	11	8	12	10	12	150

Maximum Temperature 43.0 °C

Minimum Temperature -50.0 °C

(Zhaman-Aibat Exploration Camp)

Monthly average temperature in June - July 33.0 °C

Average annual precipitation : 150 mm

Precipitation occur during summer months (June-August)

Total snow covered days are 120 - 150 days

Table I-2-3-2 Climatological Data of the Karaganda and the Samarsky Areas

Year	Item	Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave./Total
1991	Ave. Monthly Temp. (°C)		-12.5	-15.4	-9.0	5.9	14.2	21.6	21.3	16.5	14.1	8.4	-1.7	-10.4	4.4
	Precipitation (mm)		44	4	14	7	42	3	26	19	18	14	22	35	248
1992	Ave. Monthly Temp. (°C)		-8.7	-11.4	-9.2	5.1	11.9	15.7	19.9	16.3	7.7	3.8	-3.2	-9.7	3.2
	Precipitation (mm)		30	10	11	38	43	39	16	64	35	19	3	36	344
1993	Ave. Monthly Temp. (°C)		-11.4	-13.5	-7.0	3.2	10.8	18.1	18.9	18.1	8.3	4.0	-13.7	-13.8	1.8
	Precipitation (mm)		29	33	48	46	32	47	77	19	10	9	16	10	376
1991-1993	Ave. Monthly Temp. (°C)		-10.9	-13.4	-8.4	4.7	12.3	18.5	20.0	17.0	10.0	5.4	-6.2	-11.3	3.1
	Precipitation (mm)		34.3	15.7	24.3	30.3	39.0	29.7	39.7	34.0	21.0	14.0	13.7	27.0	322.6

これらの地域の植生は非常に疎である。気候が厳しい大陸性気候で非常に乾燥しているため両地域の地表は夏季に数種類の耐乾燥性植物で疎らに覆われるだけである。両調査地域に卓越する植物としては、イネ科の羽根茅類と西洋蓬類が主である。

この様に地表が植物であまり覆われていないため、リモートセンシング調査には好都合の地域といえる。

### 第3章 調査地域の既往調査情報

#### 3-1 既往の地質調査、地化学探査、物理探査の要約

##### 3-1-1 ジャマンアイバト地域

###### 地質

システムティックな地質調査は1920年代から開始された。Zhezkazgan-Ulsan地域の最初の地質図が完成し、Zhaman-Aibat地域の西5kmにTaskura鉱床が発見された。1953年には、Taskura鉱床が試錐探鉱され、浅部に高品位の鉱化があることが確認された。1959年から1964年にかけては、Zhaman-Aibat地域で試錐が実施され、地表下400m~700mの深度に厚さ0.4~1.0m、銅品位1.16~1.30%の銅鉱化を確認した。1981年から極めて重要な探鉱が Zhezkazgan Expedition Party により Zhezkazgan-Sarysu depression の東縁部で実施され、深度600m~700mに賦存する高品位の銅と銅-鉛の鉱化が確認された。

###### 地化学探査

1981-1984年および1987-1990年に実施された地化学探査の結果、次の4地域において単一元素のハローあるいは複数元素の重複したハローなどが抽出された：Taskura、Zhaman-Aibat、AzatおよびZhatykta。Azat anticlineの中央部に位置するAzatハロー（最高値、Ba: 5%, Sr: 0.02%, Pb: 0.01%）は、鉱体に起因するものと考えられる。また、異常を構成する元素類がTaskuraやZhaman-Aibatと異なっており、チェックボーリングが望まれるいる。

###### 物理探査

ジャマンアイバト地域では、広域の物理探査や精密調査の物理探査が計画的に行われた。広域調査は、1950年代に 1:200,000で実施し、精密調査は、1970年代から1:50,000の で実施した。調査方法は、空中磁気、地上磁気、重力、地震（反射法）、電気（SP, VES, IP, TEM）である。TEM法を最後に、現在は物理探査は行われていない。調査法の順序として、金属鉱床を対象とした探鉱では、地震、重力、電気（TEM）の順序で実施されている。過去、本地域で平行して実施された石油探鉱を含めると、かならずしもこの探査順序が確立されているわけではない。本地域で有効な探査法は反射法である。鉱床層準である石炭紀系にいくつかの反射面があり、これらが有効な探鉱指標になっている。IP法は鉱床胚胎深度が



深いことから、直接探鉱として有効な手法となっていない。ジャマンアイバト鉱床についての探査は、鉱床分布がすでに判明し新しい段階に移行しつつあることから、次年度の本地域における物理探査の必要はない。

### 3-1-2 サマルスキー地域

#### 地質

サマルスキー地域を含む当地方の隣接地域“Sarynsak”地区で最初の探鉱の記録があるのは1935年である。当時はホウ素原料として電気石化した二次珪岩が対象であった。金の鉱化が最初に確認されたのは1953年で、それと共に小規模な銅の鉱化(孔雀石、藍銅鉱)も珪岩の中に発見された。1954年から1959年までの間に金と銅を対象にした探査がなされ、4孔の試錐が実施されたが、金属鉱物の顕著なハロの広がりを除いては鉱床は発見されなかった。

この地域での地質調査は1959年までに1:50,000の地質図が完成し、地域の層序、構造発達史と金属元素の累帯分布に関する知見が得られた。1966年から1972年までの間にサマルスキーCu鉱床地域が系統的に探査され、金と銅に関して有望であるとの結論を得た。

旧Karaganda Geological Expedition(現Karagandageologiya社)はそれまでの調査データを総合検討した後、先ず1989年にはサマルスキー地域を中心として1:20,000の地質図を完成させるために mapping drillingを実施した。さらに1990年からは exploration drillingでサマルスキー中央鉱床(ポーフィリー-Cu-Mo鉱床)とサマルスキー西部鉱床(Au-多金属鉱床)の鉱体を明らかにする探査を開始した。1994年末までに合計76孔、総掘進長33,056.2mの探鉱試錐が実施された。

さらに1994年秋からは深部の地質構造と鉱化の確認を目指してサマルスキー中央銅鉱床の東部でより深い試錐3孔が開始されている。

#### 地化学探査

サマルスキー地域の探鉱では、1950年代の系統的な探査の初めから地化学探査が採用され対象地域の特定などで重要な役割を果たしてきた。1957年以来、当地域で二次ハロによる地化学探査がなされ、3万点以上のサンプルが採取されてきた。サンプリングは100m×20mもしくは100m×25mで行われた。

スペクトル分析の利用で13元素については鉱化の指標として有効なことが分かった。その二次ハロの分布図には当地域の地質構造と地化学的特性が反映されており、その結果探鉱地区の絞り込みが可能となった。それらの元素は、Cu, Mo, Sn, W, Ag, Bi, Au, Ba, B, Ge, Pb, Zn および Asである。

当地域の中央と北部でCuハロが認められるがこれはCu-Mo鉱床の母岩となっている貫入岩を指示しており、小規模の線状に伸びたCuハロは金多金属鉱床に関係した鉱化帯を示し

ている。B のハロは電気石化作用の地域を示し、それは金の鉱化と関係する。

また、垂直的な鉱化の分布について探鉱試錐の岩石コアを利用して一次ハロの分布で調べられている。それによると鉱化帯の断面形状はアーチ状で、西側が東側よりも急角度であると推測されている。

#### 物理探査

サマルスキー地域での物理探査は、調査地域内の地化探の異常をチェックすることから始まっており、広域調査から精密調査への過程を経していない。おもな探査法は、地上磁気、重力、電気 (SP, IP, TEM) である。これらの探査は、1:50,000 および 1:10,000 であり、現在も 1:10,000 の調査結果についてのとりまとめが続いている。サマルスキー-Cu-Mo 鉱床は、貫入岩の活動に伴う鉱床であることから、もっとも有効な探査法としては磁気探査である。すなわち、磁気探査により鉱床生成と深く関係している貫入岩の分布を把握した。一方、重力探査は、貫入岩と母岩との密度差が小さいことから、精密調査として有効な探査法ではない。IP法は、北西部のAu-多金属鉱床に関連する異常を捕捉した。サマルスキー地域のCu-Mo 鉱床は、潜頭性鉱床であり、その地下分布を把握する必要がある、北西部Au-多金属鉱床については、浅部の地質構造を明らかにする必要がある。したがって、サマルスキー地域では、鉱床の周辺部のみならず新規地域において物理探査を行う必要がある。

### 3-2 地質概要

概略地質図 (Figure 1-3-2-1 および Figure 1-3-2-2) にジャマンアイバト地域およびサマルスキー地域、その周辺地域の地質と構造のトレンドを示す。

#### 3-2-1 ジャマンアイバト地域

本地域は中央カザフスタンの南西部、Zhezkazgan-Sarysu depressionの東縁部に位置する。当地域の地質は、カンブリア紀から第四紀までの堆積岩、火成岩、深成岩、変成岩と若い時代の堆積物で構成される。カンブリア紀の岩石は、北西部のUltau Anticlinorium中に分布し、片麻岩および花崗岩より成る。オルドビス紀の岩石は、調査地域の北部から東部に分布し、主として砂岩および頁岩で、石灰岩のレンズを挟在する。デボン紀の地質は、調査地域の北部から東部にかけて比較的広範囲に分布する。基底部には厚い礫岩層が分布するが、上部では砂岩、シルト岩に石灰岩を挟在する。石炭紀の岩石は、調査地域に広く分布する。石灰質でかつ陸源の海底堆積物は下部中部層に対比される。またエバポライト生成環境下で堆積したものは上部石炭紀に対比される。ジェズカズガン鉱床やジャマンアイバト鉱床の銅鉱化は、陸上の沖積～三角州で堆積した赤色砂岩層中の灰色砂岩に伴うものである (中部～上部石炭紀、Figure 1-3-2-3)。二畳紀の堆積物は、主として陸源で石灰質から成り、調査地域に広範囲に分布するが、赤色砂岩やエバポライトは下部層に、



### LEGEND

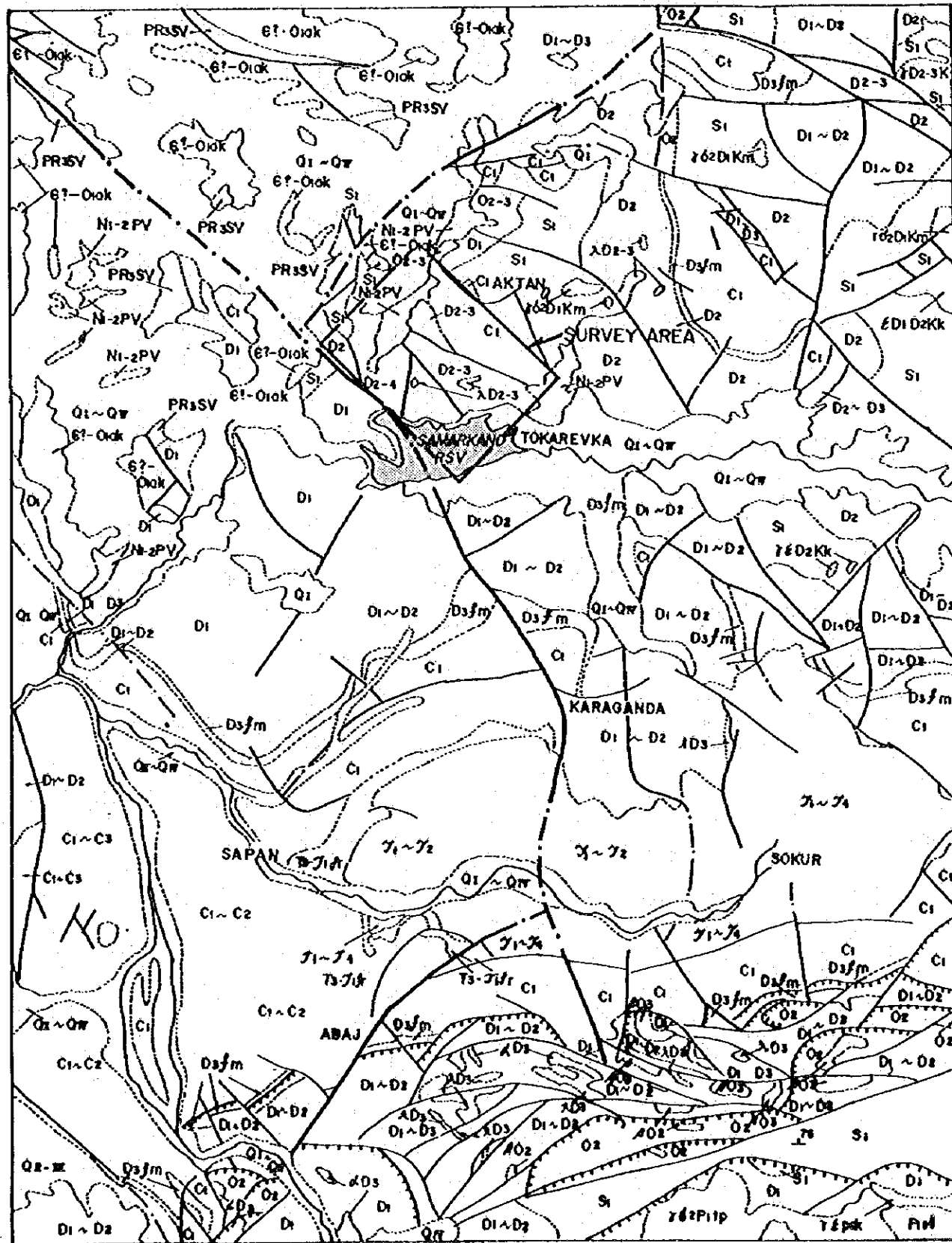


Q <sub>1-4</sub>	Quaternary		Boundary of formation
N <sub>1-2</sub>	Neogene		Boundary of contemporaneous meteropic facies
P <sub>1-3</sub>	Paleogene		Boundary of tectonic zone
K	Cretaceous		Thrust fault
P <sub>1-2</sub>	Permian		Equi-contour line of base of blanket layer
C <sub>3</sub>	Upper Carboniferous		Tectonic zone
C <sub>2</sub>	Middle Carboniferous		Gabbro
C <sub>1-3</sub>	Lower Carboniferous; Serpukhov Stage		Serpentinite, dunite
D	Devonian		Diabase, diabase-porphry
S	Silurian		Acidic efusive rocks
O	Ordovician		Intermediate efusive rocks
e	Cambrian		Zhaman-Aibat Area

Figure I-3-2-1 Regional Geological Map of the Zhezkazgan Area

Ministry of Geology (1982)





Ministry of Geology (1981) 1:500,000

- Q1~Qw Upper-Lower Pleistocene
- N1-2PV Miocene - Pliocene, Pavlodar Formation
- T1~T3 Middle-Lower division
- T3~T3r Triassic system, upper division - Retsky stage - Jurassic system. Lower division - Saramskaya Formation.
- PrCb Lower Division. Chubaraygirskaia Formation
- C1~C3 Upper-Lower division - Shakhamskaya Formation, Dolinskaya Formation, Karagamskaya Formation, Ashlyarikskaya Formation
- D3fm Non-articulated sediments
- D1~D2 Middle-Upper-Lower division - Salkintauskaya Formation, Zhandarskaya Formation, Kurotozskaya Formation, Byotarskaya Formation, Semizbuginskaya Formation, Zharsorskaya Formation
- S1~S2 Non-articulated sediments - Yesemskaya Formation, Yermekskaya Formation
- O2-3 Middle-Upper division - Baydayletskaia Formation
- E?-Oibr Cambrian system ?
- PR1~PR3 Upper-Lower Proterozoic
  
- γ<sub>2</sub>Pzk Late Permian, Kokdombaksky Complex: granosienite
- γ<sub>1</sub>Pitp Early Permian, Toparsky Complex: granite of normal type and associated potassium feldspar-rich type
- γ<sub>2</sub>Pitp Early Permian, Toparsky Complex: granodiorite
- γ<sub>2</sub>-sk Middle-Late Devonian, Korneevsky Complex: granite of normal type and associated potassium feldspar-rich type
- AD<sub>1</sub>, AD<sub>2</sub>, AD<sub>3</sub> Liparite
- AD<sub>3</sub> Andesite
- βD<sub>3</sub> Basalt and diabase
- γ<sub>2</sub>D<sub>2</sub>kk Middle Devonian, Kokduktubirsky Complex: quartzmonzonite, non-articulated
- γ<sub>2</sub>D<sub>2</sub>kk Granosienite
- αD<sub>2</sub> Middle Devonian, Sub-volcanic bodies: andesite
- γ<sub>2</sub>D<sub>2</sub>km Early Devonian, Karameldimsky Complex: granodiorite
- δ<sub>1</sub>D<sub>1</sub>km Quartz diorite, tonalite
- βO<sub>3</sub> Late Ordovician, sub-volcanic bodies: basalt and diabase
- Main faults (developed regionally)
- Secondary faults (within folded structures)
- Overlap, upthrusts and faults (dashes indicate direction of dislocation)
- Fault in the basement covered by mantle

Figure I-3-2-2 Regional Geological Map of the Samarsky Area

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that proper record-keeping is essential for the integrity of the financial system and for the ability to detect and prevent fraud. The text notes that without reliable records, it would be difficult to verify the accuracy of financial statements and to identify any discrepancies or irregularities.

2. The second part of the document focuses on the role of internal controls in ensuring the accuracy and reliability of financial information. It describes how internal controls are designed to prevent errors and fraud by establishing a system of checks and balances. The text highlights that internal controls should be tailored to the specific needs of the organization and should be regularly reviewed and updated to reflect changes in the business environment.

3. The third part of the document discusses the importance of transparency and accountability in financial reporting. It states that organizations should provide clear and concise information about their financial performance and should be open to external scrutiny. The text notes that transparency is not only a requirement of law but also a key factor in building trust and confidence among investors and other stakeholders.

4. The fourth part of the document addresses the challenges of financial reporting in a complex and rapidly changing world. It identifies several key challenges, including the increasing volume and complexity of financial data, the need for more sophisticated analytical tools, and the growing emphasis on sustainability and environmental factors in financial reporting. The text suggests that organizations should invest in technology and training to overcome these challenges and ensure the accuracy and reliability of their financial reporting.

5. The fifth part of the document discusses the role of external auditors in providing independent assurance on the accuracy and reliability of financial statements. It notes that external auditors are an essential part of the financial reporting process and that their work is critical to the confidence of investors and other stakeholders. The text emphasizes that external auditors should maintain their independence and objectivity and should be held accountable for their work.

6. The sixth part of the document discusses the importance of ethical behavior in financial reporting. It states that organizations should adhere to high ethical standards and should be transparent about any conflicts of interest. The text notes that ethical behavior is not only a requirement of law but also a key factor in building trust and confidence among investors and other stakeholders.

7. The seventh part of the document discusses the role of government and regulatory bodies in overseeing the financial reporting process. It notes that government and regulatory bodies are responsible for setting the rules and standards for financial reporting and for enforcing these rules and standards. The text emphasizes that government and regulatory bodies should work closely with the private sector to ensure that the financial reporting process is effective and efficient.

8. The eighth part of the document discusses the importance of ongoing education and training for financial reporting professionals. It states that financial reporting professionals should stay up-to-date on the latest developments in the field and should receive ongoing education and training. The text notes that ongoing education and training are essential for ensuring the accuracy and reliability of financial reporting.

9. The ninth part of the document discusses the role of technology in financial reporting. It notes that technology is playing an increasingly important role in financial reporting, from the collection and processing of data to the presentation of financial statements. The text emphasizes that organizations should invest in technology to improve the accuracy and reliability of their financial reporting.

10. The tenth part of the document discusses the importance of collaboration and communication in financial reporting. It states that financial reporting professionals should work together and communicate effectively to ensure the accuracy and reliability of financial reporting. The text notes that collaboration and communication are essential for identifying and resolving any issues that may arise during the financial reporting process.

11. The eleventh part of the document discusses the importance of risk management in financial reporting. It states that organizations should identify and assess the risks associated with financial reporting and should implement measures to mitigate these risks. The text notes that risk management is essential for ensuring the accuracy and reliability of financial reporting.

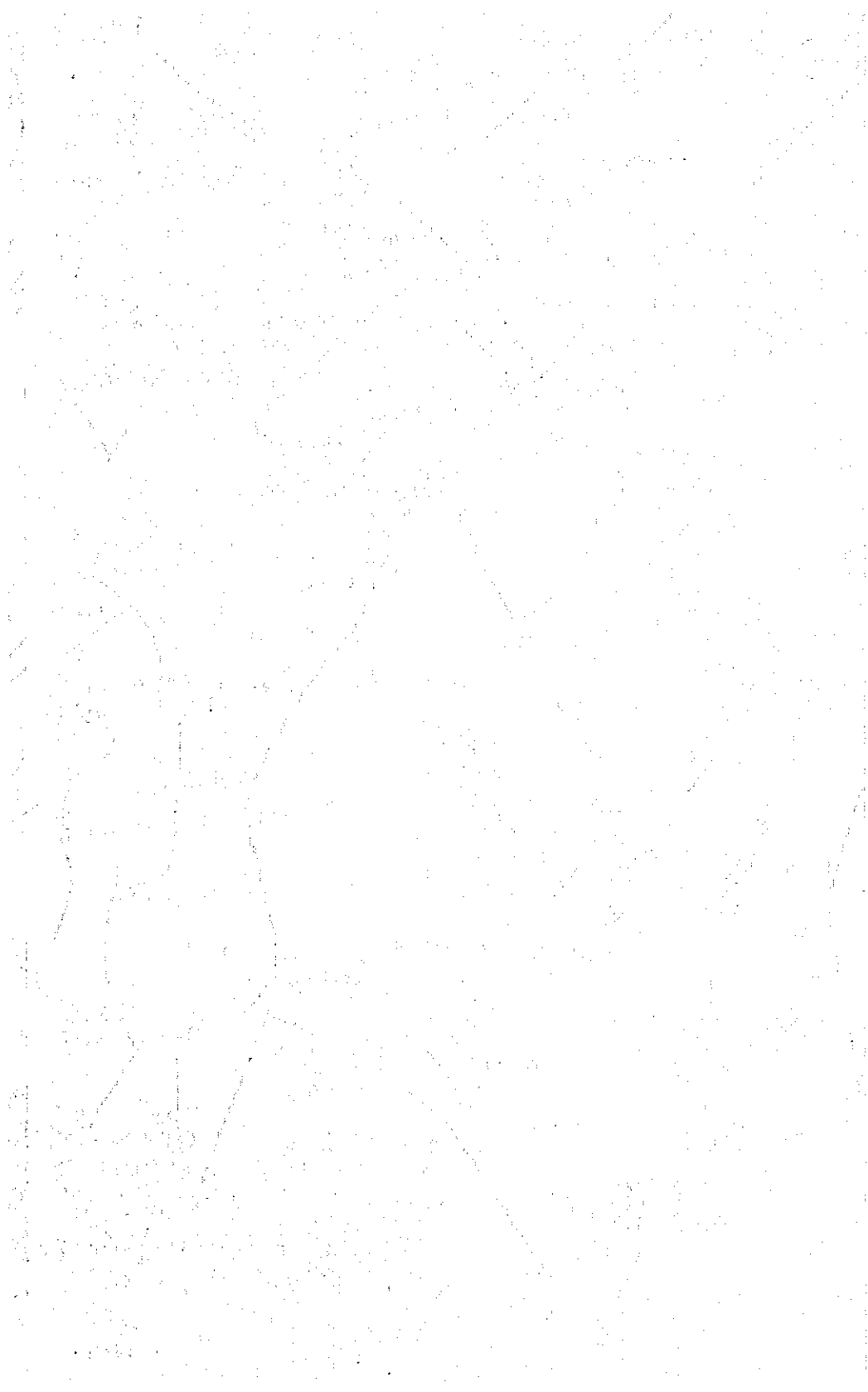
12. The twelfth part of the document discusses the role of the public in financial reporting. It notes that the public has a right to know about the financial performance of organizations and that organizations should be transparent about their financial reporting. The text emphasizes that the public's trust and confidence are essential for the integrity of the financial system.

13. The thirteenth part of the document discusses the importance of international harmonization of financial reporting standards. It states that international harmonization is essential for the global financial system and for the ability to compare and contrast financial performance across different countries. The text notes that international harmonization is a key goal of the International Accounting Standards Board (IASB) and that organizations should work to adopt these standards.

14. The fourteenth part of the document discusses the role of the private sector in financial reporting. It notes that the private sector is a key player in the financial reporting process and that organizations should work to improve the accuracy and reliability of their financial reporting. The text emphasizes that the private sector has a responsibility to provide accurate and reliable financial information to investors and other stakeholders.

15. The fifteenth part of the document discusses the importance of continuous improvement in financial reporting. It states that organizations should regularly review and update their financial reporting processes to ensure that they are effective and efficient. The text notes that continuous improvement is essential for ensuring the accuracy and reliability of financial reporting.

16. The sixteenth part of the document discusses the role of the future in financial reporting. It notes that the future of financial reporting is bright and that organizations should continue to invest in technology and training to improve the accuracy and reliability of their financial reporting. The text emphasizes that the future of financial reporting is a key goal of the International Accounting Standards Board (IASB) and that organizations should work to achieve this goal.



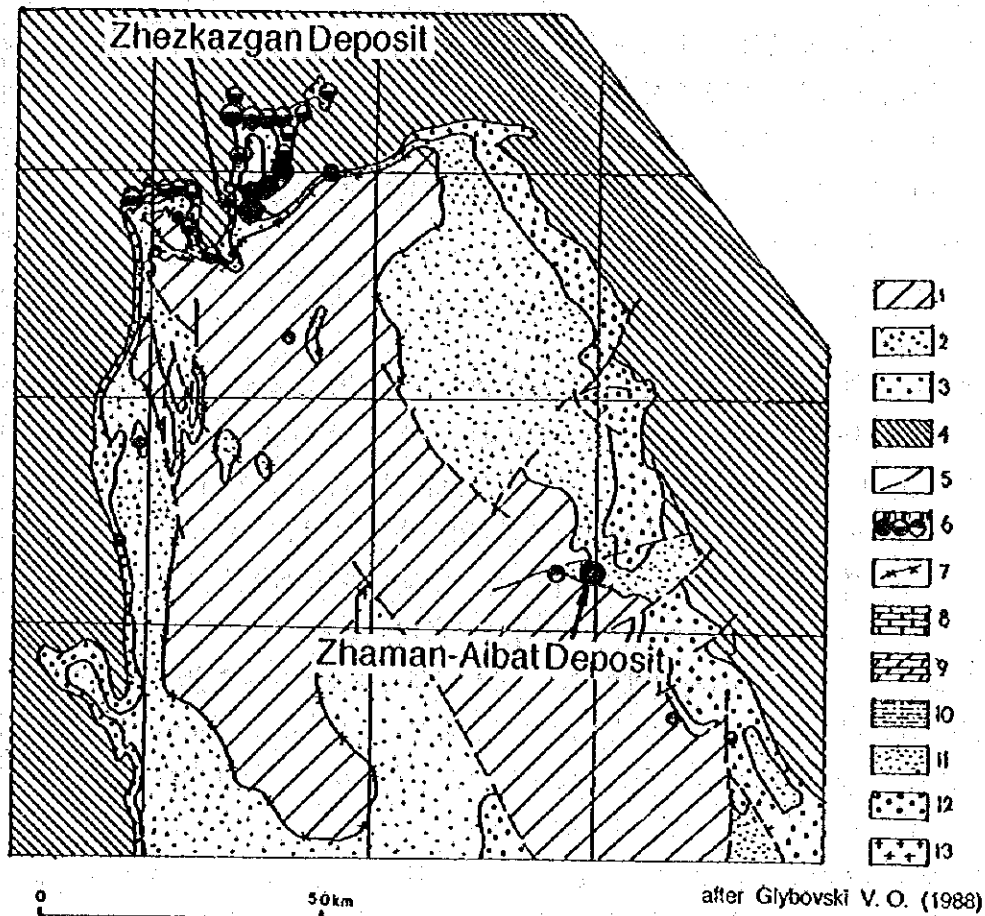
)

)

)







- 1 Grey marl deposition of Permian
- 2 Red rhodusite-gypsum-salt-bearing formation of evaporite type of lower Permian
- 3 Cuprous red formation of middle and upper Carboniferous
- 4 Grey terrigenous-Carboniferous depositions of lower Carboniferous
- 5 Tectonic dislocation
- 6 Types of mineralization of cuprous sandstone (a-Dzhezkazgan type, b-Dzhilandin type, c-Mansfeld type)
- 7 Cuprous stratum of Mansfeld type
- 8 Limestone including flints
- 9 Marl
- 10 Ateurolite and argillite
- 11 Sandstone
- 12 Conglomerate
- 13 Gypsum and salt

Figure I-3-2-3 Distribution Map of Stratiform Copper Deposits  
in the Zhezkazgan-Sarysu Depression Area

マールをもつ石灰質の砂岩相は上部層に対比される。中世代と新世代の堆積物、すなわちシルト岩、砂岩、粘土などが広く分布する。

カンブリア紀、オルドビス紀の貫入岩類が認められるが、それらは主として深成岩類であり、Kengir brachi-fold zone中に分布する。デボン紀の火成岩や貫入岩は、北部～北東部に分布し、種々の岩相変化が認められる。

### 3-2-2 サマルスキー地域

サマルスキー地域は、大きなカレドニアン構造、すなわち Erementay-Nyaz anticlinorium、Semizbuginおよび Shokshan synclinoriaの分岐点のデボン紀の火山帯の縁辺部に位置する(Plate 1-3-2-2)。このためデボン紀の火山岩、貫入岩や火山性堆積岩などが広く分布する。広域的な地質層序によれば、当地域内の地質層序区分は下記のとおりである。

デボン紀の地層は、初期デボン紀の Lokhkov-Em階の Zharsor層の凝灰岩質火山岩類と中期デボン紀の Zhivet階の Konyr層の火山性堆積岩類である。

新生代は、中部～上部中新世の Kalkaman層および上部中新世～下部鮮新世の Pavlodar層より成る。Kalkaman層は湖底堆積物、沖積～湖底および diluvial～proluvialの堆積物で構成されている。Pavlodar層は、主として赤色～赤褐色の湖底、湖底～沖積に堆積した砂質粘土質の堆積物から成る。

第四紀のうち下部層は、湖底～沖積性堆積物、中部～上部層は proluvial-deluvial堆積物および proluvial、さらに湖底堆積物に分類される。

貫入岩は、中部デボン紀の造山活動による Karamendin complex、初期二疊紀の Vishnev complex および 後期二疊紀の Manybai complex、さらに後カレドニアン期の活動には Koitas complexなどがある。

Karamendin complexは、初期に貫入した石英閃緑岩とその後貫入した花崗閃緑斑岩より成り、これらは火山岩や深成岩の構造の中心部の地表の露出で観察される。

Vishnev complexは、主として石英モンゾニ閃緑岩から成るが少量のモンゾニ閃緑岩と花崗閃緑岩などの貫入岩や脈岩などで構成される。これらは Tulkulyn火山岩-深成岩の環状構造や断層帯の縁辺部に位置する。

Manybai complexは、サブアルカリ ドレライト、斑レイ岩、斑レイ岩-閃緑岩および脈岩類、小規模貫入岩類から成り Tulkulin火山岩-深成岩の構造帯の軸部近くに分布する。

Koitas complexは、流紋石岩～英安山岩-斑岩、流紋岩-斑岩および花崗岩-斑岩などから成る。この complexは脈岩類として また稀に小規模な貫入岩として主として Tulkulin火山岩-深成岩環状構造帯の周辺部に分布する。

### 3-3 鉱業活動

#### 3-3-1 Zhezkazgan地域

ジェズカズガン地域は、古くから銅鉱石の採掘と銅の生産で知られている。ジェズカズガン鉱山と銅製錬プラントの操業の歴史について以下に概説する。

- 1771：ロシアの地理学者Captain Richkovが彼の著書 'Notes on Antiquites' にジェズカズガン鉱床について記載。
- 1847：ジェズカズガン銅鉱床、バイコヌール石炭鉱山はロシアの商人と起業家の所有となる。
- 1928：アトバサル非鉄金属トラストを設立。カルサクパイ コンビナートを吸収。同コンビナートはカルサクパイ製錬所、バイコヌール石炭鉱山、ジェズカズガン銅鉱山およびクルガス鉱山を経営。
- 1929-41：Kanysh Satpaev ジェズカズガン銅鉱山の探鉱を指揮。
- 1936：ジェズカズガン銅製錬プラントの建設を決定。
- 1937：全国鉄道網に接続。
- 1943：17鉱山、3露天掘採掘、カルサクパイ銅製錬プラント、バイコヌール石炭鉱山をジェズカズガン・コンビナートに編入。
- 1945-55：新鉱山開発および新プラント操業開始：ペトレセンター、ポクロ、No. 3、No. 42、No. 44、No. 45、No. 51、カルピエフ、ニコル、クレストフ、モリズラトウスト等の露天掘鉱山および選鉱場。
- 1958：No. 45鉱山でエクスカベーター、電動ダンプトラック、4連ボーリング機を坑内で使用開始。
- 1963-65：No. 2選鉱場の運転開始
- 1965-67：No. 55およびNo. 57鉱山の操業開始。
- 1975：No. 65鉱山の操業開始
- 1977：銅製錬プラントのフル生産開始
- 1985：No. 67鉱山の操業開始。サトパエフ・ジェズカズガン鉱山・製錬コンビナートをサトパエフ科学・生産管理会社ジェズカズガンツベスメットに改組。
- 1995：4鉱山（1露天掘鉱山および3坑内掘鉱山）を操業中で1鉱山を開発中である。また2選鉱場と1銅精錬所を操業中である。年間採鉱量約2,400万トン、年間電気銅生産量は約200,000トンと言われている。

#### 3-3-2 Karaganda地域

サマルスキー地域を含むKaraganda地方には採掘されている金属鉱山は皆無である。しかしながら当地方は石炭産地として有名であり、またいくつかの採石場があり地元の需要に供している。

石炭鉱床は1833年に始めて発見され、1857年以降継続的に採掘されてきている。石炭の産出量は、1930年代にソビエト連邦が当地方へ近代的な鉱山技術を導入して以来着実に伸びている。1962年までにKaraganda地方は日産11,720トンの石炭を生産し、ソビエト連邦で最大の石炭産地になった。

1962年以降、およそ3億5千万ルーブルを投じて数多くの旧式設備を更新、再建するとともに、新たな鉱山の開発も行われてきている。これらの石炭鉱山が産するのは主として凝灰炭で、発電所やその他の工場など主要工業関係を含めて3万以上の顧客に供給されている。

## 第4章 調査結果と結果の検討

### 4-1 調査結果

#### 4-1-1 ランドサット画像解析

ジャマンアイバト地域の衛星画像(Figure 1-4-1-1)を用いて、写真地質学的手法による各種判読およびスペクトル解析を行った。

#### 衛星写真地質解析

ジャマンアイバト鉱床地域の衛星画像(RGB:541)を使用した写真地質学的解析の結果、地形的、地質層序、地質構造について多くの情報を得ることができた。地形判読では、対象地域を、砂漠地域、低地部および丘陵地部の3つに区分した。これらの地形判読結果は現地状況を的確に反映しており、現地調査に非常に有効であることを確認した。また地質判読では、色調テクスチャにより下位から上位に向かって10の地質ユニットおよびサブユニットに区分した。ただし、既存地質図に分布する石炭系に相当する地質ユニットは写真地質解析では単独には区分されなかった。したがって、解析結果についてはグランドトールースで各地質ユニットに相当する地質の確認が必要である。地質構造の判読では、同地域中央部に東北東-西南西の背斜軸で西南西方向へプランジした背斜構造などを抽出した。断層は、南北系のものを抽出し、リニアメントでは北東-南西方向および環状構造などを抽出した。これらの地質構造は、既存の地質図と対比されているが、詳細については現地でのグランドトールースが必要である。

#### 衛星処理画像解析

解析に用いたデータは、ランドサット5号 TMデータの2シーン(Path; 155、Row; 027および Path; 155、Row; 028)である。画像処理および解析は、住友金属鉱山株式会社所有のYAX6310;DEC社製 および DeAnza IP9527画像処理システム;GOULD社製を使用した。各バンドを組み合わせたフォールスカラー並びに比演算画像を作成した。

Zhaman-Aibat horst anticlineを中心に特徴的な3色を抽出することができた。それらの色は、horst anticlineの西域に広がる青色部、horst anticlineを半円状に取り巻く

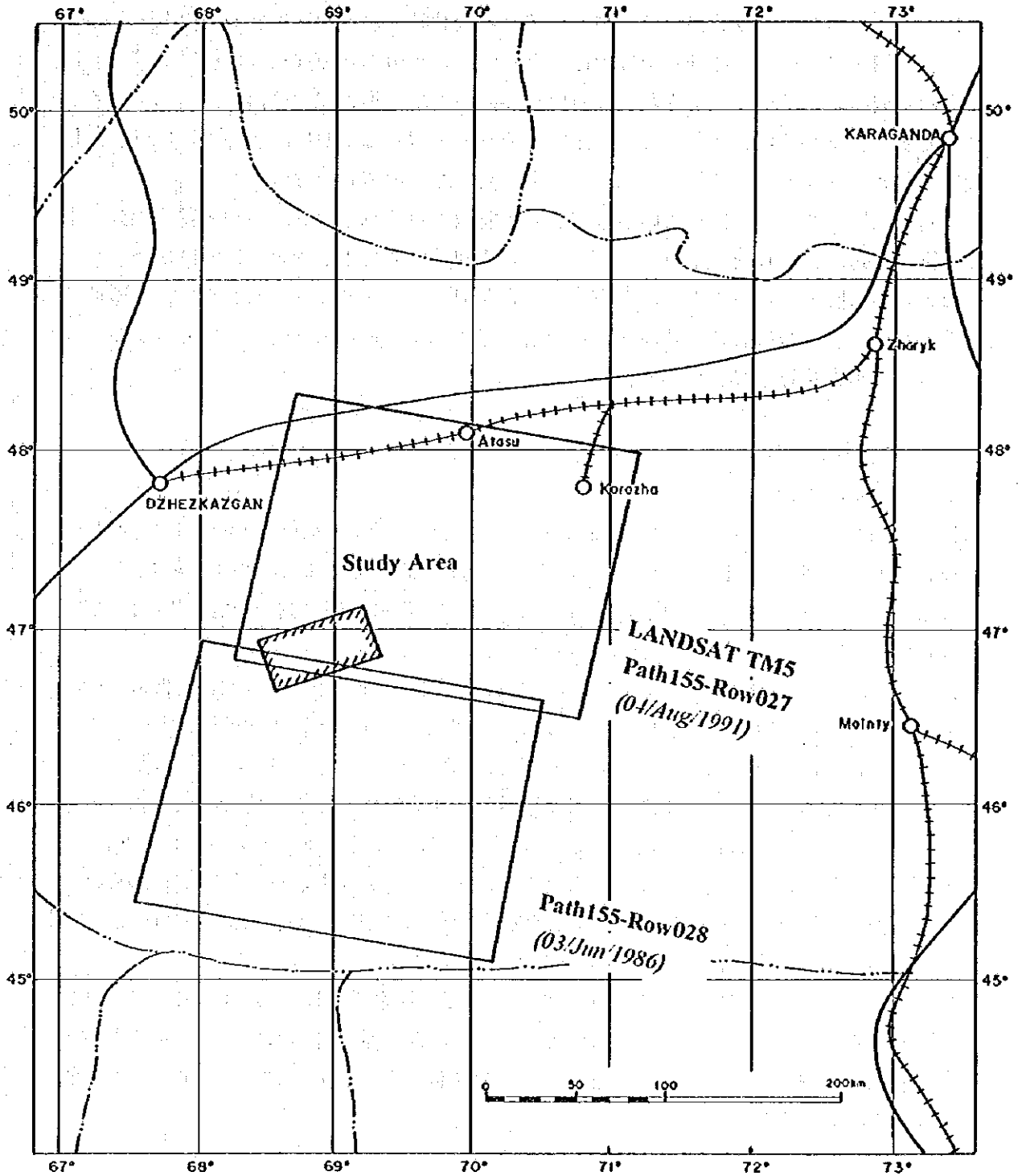


Figure I-4-1-1 Location Map of Satellite Image Analysis  
in the Zhaman-Aibat Area

赤紫部の配列およびこれらに広くひろがる黄緑部である。青色の範囲は、石炭紀の赤色砂岩層に対応しており、赤色砂岩層に含まれる酸化鉄・水酸化鉄鉱物を抽出している。赤色砂岩層が本地域の鉱床胚胎層準であることから、周辺地域の同様な堆積岩層準の追跡に有効な資料を得ることができた。赤紫の範囲の多くは、第四紀の地層に対応している。今回の現地調査からは、赤色系での粘土鉱物の有無の判断は難しい。黄緑の範囲は、本地域に広範囲に分布する風化層に対応しており、変質帯との関連はない。

対象地域の変質は、鉄鉱物の存在によって特徴づけられている。この変質帯の分布を比演算画像処理により抽出することができた。今回の調査でも、青色の範囲は鉱床胚胎層準の赤色砂岩層であることを一部確認することができた。次年度は、写真判読による地質単元のスペクトル分析および比演算画像の青、赤紫および黄緑の範囲についてのグラウンドトランス調査を行う必要がある。

#### 4-1-2 地質および鉱床

##### ジャマンアイバト地域

- (1) ジャマンアイバトCu鉱床は、Zhezkazgan - Sarysu depression の東縁部に分布し (Figure 1-3-2-3)、中期～後期石炭紀さらに初期二畳紀の沖積～デルタ (alluvial～deltaic)等の堆積環境下で生成した、いわゆる“赤色砂岩層”内の灰色砂岩中に胚胎するストラティフォーム型銅鉱床である (Table 1-3-3-1)。
- (2) ジャマンアイバトCu鉱床については、これまでに約800孔の試錐 (200m×200mグリッド)が実施され、東部鉱体、中央鉱体および北部鉱体の3つの鉱体が確認されている。これらの鉱体は、東西12.5km、南北5kmの範囲に分布する。鉱床胚胎深度は東部で地表下400～500mであるが、西部に向って深度を増し、中央鉱体の西端で約700～750mである。
- (3) 鉱床を構成する鉱石鉱物は、輝銅鉱、斑銅鉱が最も多く、少量の黄銅鉱を伴う。また極めて少量の方鉛鉱、閃亜鉛鉱、砒四面銅鉱、ダイジェナイト、自然銀等が認められる。これらの鉱石鉱物の組合せにより、銅鉱 (Cu)、複雑鉱 (Pb+Zn+Cu)、鉛亜鉛鉱 (Pb+Zn)、銀鉱 (Ag+Cu)の4種の鉱石タイプに分類されている。
- (4) これまでの調査でジャマンアイバトCu鉱床の鉱床胚胎層準は、石炭紀の砂岩層中に10層準認められているが、これらのうち2、3層準が鉱量計算の対象となり得るものと推定される。特に4-1層準は、鉱層の厚さ、銅品位とも優勢で、ジャマンアイバトCu鉱床の主要部を構成している。

##### サマルスキー地域

- (1) 本地域には、ポーフィリータイプのCu-Mo鉱床とAu-多金属タイプの二種類の鉱床が認められる。これらはCu-Mo鉱化帯を中心とし、その外周 (縁) にAu-多金属帯が分布する累帯分布を示す (Table 1-3-3-2)。

**Table I-3-3-1 List of Ore Deposits and Ore Showings  
in the Zhaman-Aibat Area**

Name of Deposit	Zhamaan-Aibat	Taskura
Type of Deposit	Stratiform-Cu	Stratiform-Cu
Ore Type	Cu, Pb, Zn, Ag	Cu
Dimension	12.5km(EW)x 5km(NS)	0.3km(EW)x 0.3km(NS)
Depth	-400 m ~ -700m	0 m ~ -30m
Ore Grade	1.8 % Cu 9.2 g/t Ag	1.0 - 1.3 % Cu
(million t.) Ore Reserve	200 million tons (cut-off 0.4%Cu)	7 - 9 million tons
Ore minerals	chalcocite bornite chalcopyrite galena sphalerite	chalcocite bornite chalcopyrite malachite

Table I-3-3-2 List of Ore Deposits and Ore Showings  
in the Samarsky Area

Name of Deposit	Samarsky Central	Samarsky North	Samarsky West
Type of Deposit	Porphyry-Cu	Porphyry-Cu	Au-polymetallic
Ore Type	Cu, Mo	Cu, Mo	Au, Pb, Zn
Dimension	500(NE)m x 400m(NW) 2000m x 1500m(Max.)	400m x 250m	700m(NS) x 250m(EW) Ave. thick. 8.6m
Depth	-50 m ~ -600m+	~ -600m(?)	0 m ~ -350m
Ore Grade	1.28 % Cu	not calculated	3.8 g/t Au 20.0 g/t Ag
Ore Reserve (million t.)	200 million tons (cut-off 0.4%Cu)	not calculated	5.6 million tons
Ore minerals	chalcopryite chalcocite molybdenite malachite	chalcopryite chalcocite molybdenite malachite	galena sphalerite native Au



## (2) ポーフィリータイプCu-Mo鉱床

- ① ポーフィリータイプCu-Mo鉱床は、初期デボン紀の安山岩～玄武岩溶岩、それらの砕屑岩類および堆積岩類を貫くほぼ同時期の石英閃緑岩とその後に貫入した石英閃緑斑岩の活動により生成した角礫パイプのマトリックスを交代したものと、貫入岩体およびその周辺部に主として鉱染状に分布するものがある。
- ② 鉱石鉱物のうち、主な初生鉱物は黄銅鉱で、極めて少量の輝銅鉱と斑銅鉱を伴う。また二次鉱物として孔雀石と極めて少量の珪孔雀石、藍銅鉱が認められている。
- ③ 酸化帯は地表下30m～50mまで認められるが、これより深部は初生硫化鉱物帯となっている。なお二次富化帯は認められていない。初生硫化鉱物帯のうち1.0%Cu以上の高品位部は、上記角礫パイプ中にのみ分布し、角礫間のマトリックを黄銅鉱-石英が交代したもので、従って鉱体の形状は角礫パイプのそれを反映し、地表下300m以深から更に深部に向かって広がった形状を示している。この鉱化は、地表下750m以深まで連続することが一部の試錐で確かめられている。
- ④ 熱水変質は、カリ変質帯と石英-絹雲母帯を中心としその外縁部にプロピライト化帯が、さらにその外に粘土化帯が分布する。特にカリ変質帯と石英-絹雲母帯は、地表下500～600m以深で認められる。また地表部では、プロピライト化帯と粘土化帯が広く分布する。

## (3) Au-多金属鉱床

- ① Au-多金属タイプの鉱床は、上記ポーフィリータイプCu-Mo鉱化帯の外縁部、すなわち調査地域の北西部～西部をほぼ南北方向に分布する複数の衝上断層の上盤側に発達する破碎帯中に分布する。これまでに主脈と分岐脈3本が探鉱されている。
- ② これまでの試錐探鉱の結果、上記のAu-多金属硫化物-石英脈/網状細脈の走行はほぼN-S、傾斜35°～50°W、平均脈幅5.6m、平均金品位3.82g/tAu、同銀品位20g/tAgと推定され(Karagandageologiya社計算)、走行方向に約800m、傾斜方向に約1,000m、地表下350mまで鉱化が確認されている。
- ③ 鉱脈を構成する鉱物は、石英を主とし、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱を伴う。金は石英脈中に自然金として、また方鉛鉱、黄銅鉱および黄鉄鉱中に認められている。
- ④ 熱水変質は、絹雲母化、炭酸塩化、粘土化、珪化等が報告されている。

### 4-1-3 鉱量計算結果

#### ジャマンアイバト地域

ジャマンアイバト地域で実施された808孔の試錐で得られたコア試料は、全量が半定量分析され、そのうち銅含有量が高い部分に分取されて湿式分析で定量分析される。スプリットコアサンプルの分析対象元素はCu、Pb、Zn、Agが主要元素である。コンポジット試料を用いてRe、Os、Cd、P、Sb、V、Hg、Seの微量元素並びにS(トータルおよび硫化物)の

定量分析も行われている。

この試錐データから同鉱床のデータベースを構築するため、日本側調査団はカウンターパートの協力を得てこれらのデータの入力作業を行なった。今年度は現地調査の期間が非常に限定されていたため、データ入力の対象を最も優勢な東部鉱体のブロックAに限定して実施した。入力されたデータはブロックAとその周辺を中心に試錐305孔、データ数2,862個である。

試錐の結果、ジャマンアイバトCu鉱床の鉱石は、その鉱物組成により次の4種類に分類されている。それらは銅鉱、複雑鉱、鉛亜鉛鉱および銀鉱である。

各鉱石のカットオフ品位はそれぞれ、0.4% Cu(銅鉱)、0.8% (Pb/Zn) & 0.3% Cu(複雑鉱)、1.10% (Pb/Zn)(鉛亜鉛鉱)そして 5g/t Ag(銀鉱)である。

ジャマンアイバト銅鉱床では、銅鉱が最も卓越する。データベース用に入力したデータに基づき、鉱量的にも品位的にも最も優勢な鉱体である東部鉱体のブロックA(4-I層準)について地質学的埋蔵鉱量の計算を実施した。

#### Zhezkazgangeologiya社の地質学的埋蔵鉱量計算方法

- (1) 鉱体範囲の決定は、原則として試錐による地質、鉱床の状況や、化学分析結果からなされる。
- (2) Zhaman-Aibat鉱床の特性に基づき、カットオフ銅品位は0.4%Cuとしている。
- (3) 各試錐孔での鉱床層準の対比は基本的には層序学的になされている。東部鉱体では鉱床胚胎層準のZhezkazgan層の4-I層準を中心にカットオフ銅品位0.4%Cuから鉱石区間として抽出している。
- (4) 試錐コアで鉱石の間に母岩を挟む場合は、母岩の累計が4mまでは、挟在層とその上下盤の鉱石との加重平均銅品位がカットオフ銅品位以上であれば全体を鉱床としてカウントしている。
- (5) 鉱体の平面的な外郭は原則として着鉱・非着鉱各試錐孔点間の垂直二等分線を採用し、着鉱試錐の外側に試錐がない場合は最外縁の試錐孔口から100mの点を境界としている。

Zhezkazgangeologiya社の地質学的埋蔵鉱量の計算は簡易面積法によっている。その計算手順は次のとおりである。

- (1) 対象金属元素の各試錐孔における平均品位は分析区間の長さ(厚さ)による加重平均で計算し、鉱石区間の長さ(厚さ)は単純合計による。
- (2) 各金属元素のブロック全体の平均品位は、各試錐孔の鉱石厚さによる加重平均で計算し、ブロック全体の平均厚さは、各試錐孔の鉱石厚さの単純平均から求めている。
- (3) ブロックの容積は鉱体平面積と平均厚さの積としている。なお、ブロック平面積はプランニメータを使用して計測している。

- (4) 鉍石重量はブロックの容積と鉍石平均密度(2.60t/m<sup>3</sup>:測定値平均)の積としている。
- (5) 各金属量は鉍石重量と平均品位の積から求めている。

#### 日本側調査団の地質学的埋蔵鉍量計算方法

これに対して日本側調査団も独自に地質学的埋蔵鉍量の計算を実施して彼らの鉍量計算のチェックを実施した。その計算方法にはポリゴン法を採用し、以下の手順で実施した。

- (1) 鉍画の設定にはポリゴンを用いて、その外形には試錐間の垂直二等分線を用いた。
- (2) 鉍石厚さ、品位などの基本データについては日本側調査団が入力し、修正済みの東部鉍体・ブロックAのデータをもとに4-1層準を基本にして独自に抽出、計算した。
- (3) 鉍量計算結果を相互に比較するために鉍体外形はZhezkazgangeologiya社の輪郭を採用した。
- (4) 鉍量、金属量の計算は各ポリゴン毎に計算した。平均鉍石密度はZhezkazgangeologiya社と同じく2.60(t/m<sup>3</sup>)を採用した。

双方の鉍量計算結果をTable III-4-1に示す。双方の計算結果は同様の傾向を示し、基本的には大差はない。

日本側調査団による計算結果ではブロックAの全面積は3,365,326m<sup>2</sup>(Zhezkazgangeologiya(以下ZJSC)社の値3,447,426m<sup>2</sup>に対して97.6%、以下同じ)鉍床の平均厚さは5.45m(5.18mに対して105.2%)。従ってブロックAの地質学的埋蔵鉍量は47,699,892t(46,429,900tに対して102.7%)となった。銅金属量は日本側調査団は876,883t(ZJSCの835,700tに対して104.9%)となり、鉍量の差と併せて平均銅品位は日本側調査団が1.84%Cuに対してZJSCの計算結果は1.80%Cuで日本側調査団がやや高く102.2%の値となった。

これらの鉍量計算過程で最も重要な問題は鉍石の平均密度である。実測値から当面の値として2.60t/m<sup>3</sup>が与えられているが、黄鉄鉍の分析値が欠けているため、黄鉄鉍を多量に含有する銅鉍石に対する密度推定には大きな問題を抱えたままになっており、今後の検討課題である。

また、控え試料をもとにして日本側調査団で独自にチェック分析が実施された(Table III-1-4-2、Table III-1-4-3)。その結果、双方の分析値に異常に大きな乖離があることが明らかになった。つまり、日本側調査団の化学分析値に比べてZhezkazgangeologiya社の値は50試料の平均で+7.6%も高く、+100%以上高い2試料の異常値を除いても16個(32%)の試料が+10%以上高く、更に5個(10%)の試料は+20%以上高い値を示す。

これらの値は余りにも違いすぎるので、今後早急に双方の試料調整方法、分析方法等を検証していく必要がある。

## サマルスキー地域

サマルスキー地域にはポーフィリー-Cu-Mo鉱床とAu-多金属脈状鉱床が知られている。今年度は時間的な制約が非常に大きかったため、この内で地域の中心に分布するポーフィリー-Cu-Mo鉱床について日本側調査団がデータベース構築のために入力したデータをもとに地質学的埋蔵鉱量の計算を実施した。

サマルスキー地域ではこれまでになされた試錐のうち、12孔の試錐でポーフィリー-Cu-Mo鉱床が捕捉されている。試錐で得られたコア試料のうちで銅含有量の高い部分が2m毎に分取されて湿式分析でCu、Mo、Ag、Au、Znが定量分析されている。鉱床のデータベースを構築するため、日本側調査団はこれらのデータの入力作業を行なった。今年度はデータ入力の対象をポーフィリー-Cu-Mo鉱体とその周辺に限定して実施し、そのデータ数は試錐30孔、データ数2,197個である。

このデータに基づき、日本側調査団の鉱量計算が実施され、Karagandageologiya社の鉱量計算結果と対比された。

## Karagandageologiya社の地質学的埋蔵鉱量計算の方法

鉱体範囲の決定と鉱量計算には、Karagandageologiya社は断面法を採用しており、その手順は次の通りである。

- (1) Samarsky鉱床の特性に基づきカットオフ銅品位は0.5%Cuとされている。
- (2) 各試錐孔での鉱床区間の抽出はカットオフ品位をもとにスプリット長(最低長さ)2m以上の条件でなされる。
- (3) その際、試錐コアで鉱石の間に母岩を挟んでいる場合は、母岩の累計が15mまでは、挟在層とその両盤の鉱石の加重平均品位がカットオフ品位以上であれば鉱床としている。
- (4) 鉱体の外形は東西断面沿いに100m毎に設定された垂直断面(パネル)上で複数の試錐の着鉱区間の配列と岩相分布等をもとにして描かれている。  
それらのパネル断面は3次元的に配置され、それをもとにして鉱体の立体形状が推定されている。
- (5) 試錐の孔底が鉱体の中で終わっている場合は、孔底の深度からさらに-100mまでの深度を鉱体として推定し、鉱量計算対象鉱量に計上している。
- (6) 未だ試錐が実施されていない鉱体の南北両側については最終パネルから100m先で鉱体が尖滅するものと仮定してその点までの鉱体の存在を推測している。

Karagandageologiya社は平行断面法による地質学的埋蔵鉱量の計算を実施しているが、その計算手順は次のとおりである。

- (1) 対象金属元素の各試錐孔における平均品位は分析区間の長さ(厚さ)による加重平均で計算し、鉱石区間の累計長は単純合計で算出している。

- (2) 各金属元素のパネル平面内の鉍石断面における平均品位は、各試錐孔の鉍石長さによる加重平均で計算される。各ブロックの平均品位は、南北両パネル断面の鉍体断面面積による加重平均から求められている。
- (3) ブロックの容積は南北両パネルでの鉍体断面面積とパネル間距離(厚さ)から計算している。容積計算には条件毎に角柱近似計算、角錐台近似計算、くさび型近似計算の3種類の近似計算方法が用いられている。
- (4) 鉍石重量はブロックの容積と鉍石の平均密度( $2.76\text{t/m}^3$ ; 測定値平均)の積としている。
- (5) 各金属量は鉍石重量と平均品位の積から求め、それらを各ブロック毎に集計して、全鉍体について累積している。全体の平均品位は全鉍量と各金属量から割り戻して算出している。

#### 日本側調査団の地質学的埋蔵鉍量計算の方法

これに対して日本側調査団も独自にポーフィリーCu-Mo鉍床の地質学的埋蔵鉍量の計算を実施して彼らの鉍量計算のチェックを実施した。その計算方法にはKaragandageologiya(以下KJSC)と同じく平行断面法を採用した。計測、計算手順は基本的にKJSCと同じであるが鉍体の外形決定を除いては独自に実施した。その概要は次の通りである。

- (1) 鉍体の外形はKaragandageologiya社のものをそのまま用いて面積計算を実施した。
- (2) 鉍石区間は、同じカットオフ銅品位並びに上記鉍石の抽出基準に基づき独自に抽出した。
- (3) 各試錐孔毎の平均品位算出以降の計算はKJSCと同じ方法を踏襲し、鉍石の平均密度にも $2.76(\text{t/m}^3)$ を採用して計算した。実際の処理はパソコン上で表計算ソフトウェアを用いて実施した。

双方の鉍量計算結果をTable III-1-4-1に示す。双方の計算結果は同様の傾向を示し、基本的には大差はない。

日本側調査団による計算結果では地質学的埋蔵鉍量は114,395,015t(KJSCの112,414,616tに対して101.8%)となった。銅金属量は日本側調査団は1,458,777t(KJSCの1,397,806tに対して104.4%)となり、鉍量の差と併せて平均銅品位は日本側調査団が1.28%Cuに対して先方の計算結果は1.24%Cuで日本側調査団がやや高く102.8%の値となった。

これらの鉍量計算過程で最も重要な問題点は試錐本数の少なさにある。鉍体の形状を僅か12孔の試錐から推定したため、その形態はかなり恣意的であり、今後試錐本数が増せば鉍体が分断される可能性もある。より確度の高い鉍量計算のためには追加試錐が不可欠であろう。

次の問題は鉍石平均密度である。当面の値として $2.76(\text{t/m}^3)$ が実測値に基づき与えられているが、鉍石中の黄鉄鉍の分析を欠くため、今後の鉍石密度の見積もり計算には密度デ

ータの計測試料に関して銅、モリブデン、銀、金、亜鉛の有用金属だけでなく黄鉄鉱の分析も必須であろう。

また、大きな乖離が認められるジャマンアイバトCu鉱床の化学分析結果(Zhezkazgan-geologiya社)の問題(前述)もあるため、早急にチェック分析でKaragandageologiya社の化学分析の信頼性を確認する必要がある。

現在、Zhezkazgan-geologiya社、Karagandageologiya社共データ管理にはパソコンを含むコンピュータシステムを使用していない。そのため、データの欠落、重複、転記ミス等のトラブルも多い。また同一の台帳内でも時期により書式や記載方法の不統一が多く、様々な問題を生じている。日本側調査団で入力したデータにも多くの間違いその他が認められたために全数の見直しを実施して必要な訂正を掛けた。今後のデータ入力作業でも十分な注意が必要とされる。

また将来鉱床評価作業の迅速化、正確な処理、転記、計算等の雑作業の軽減とデータ信頼性のアップを図るには極力早い段階でまずパソコンの導入とデータベースの構築を通じて全データの一元管理を進める事が必要であろう。

## 4-2 結果の検討

### 4-2-1. ジャマンアイバト地域

- (1) 衛星画像の写真地質学的な判読により、本地域で最も重要な背斜構造を広域的に解析することができた。また、衛星画像のデータ解析では、比演算処理により黄鉄鉱などの酸化鉄・水酸化鉄鉱物による変質帯を抽出した。この範囲は、赤色砂岩層の地表分布に対応し、本層が鉱床胚胎層準であることから、リモートセンシングによる探査が、変質帯の抽出のみならず、周辺地域の同種の堆積岩層準に追跡に極めて有効であることが判明した。
- (2) 本年度は、東部鉱体のうちで鉱化層準4-1の高品位部である“Block-A”について試錐本数217孔、分析データ数1,996点を使用し、ポリゴン法により鉱量計算を実施した。その結果、地質学的埋蔵鉱量(可採鉱量ではない)84百万トン、平均銅品位 1.8%Cu (但し、カットオフ銅品位0.4%Cu)、鉱体平均厚さ5.45mとなり ほぼ予想通りの結果を得た。
- (3) 本年度の調査で実施した鉱量概算は、あくまでも“地質学的埋蔵鉱量”であるが、今後採鉱条件、等を加味した“可採鉱量計算”を実施した場合(1996年度で実施予定)、鉱量の減少と品位の低下が予想される。
- (4) これまでの試錐は、200m×200mのグリッド間隔で実施されているが、今後の鉱床評価を考えるうえで200m×200mの試錐間隔の妥当性を地質統計学的手法を用いて検証する必要がある。

- (5) カウンターパートの分析サンプル(50個)のチェック分析を実施したところ、カウンターパートの銅の分析値が全体で約7.6%高いことが判明した。これらの双方の分析値の差は、修正式を設定することにより修正可能であるが余りにも双方の差が大きいため、今後更にチェック分析を行い、その結果を検討して適正な値に修正する必要がある。
- (6) 現在、分析結果台帳の記入から鉱量計算結果集計台帳の作成に至る一連の作業は、多数の職員、スペシャリストを動員し、全て手作業により実施されている。この間に数冊の台帳(データシート)が作成されている。この過程で必然的に転記ミス、データの重複、データの欠落、書式の不統一による混乱等が生じ、台帳そのものの信頼性が低下している。従ってこれらのミス(誤り)や混乱を減少するため電算機によるデータの一元管理システムを導入する必要がある。

#### 4-2-2 サルマスキー地域

- (1) ジャマンアイバト地域の成果を踏まえ、本地域での衛星画像解析の適用は、本地域がポーフイリーCu-Mo鉱床であることを考慮すると、より有効な変質帯抽出となる得ると考えられる。したがって、次年度は、サルマスキーCu鉱床地域を中心に広範囲なりモートセンシングの解析が必須である。
- (2) これまでに実施した試錐46孔、総掘進長27,976mのうち、サルマスキー中央地域(Samarsky Central Area)で着鉱の認められた試錐12孔、分析データ937点を使用して、鉱量計算概算を実施した。その結果、地質学的埋蔵鉱量(可採鉱量ではない)114百万トン、推定平均銅品位1.2%Cu(ただしカットオフ銅品位0.5%Cu)となり、これらに加えて推定平均金品位0.48g/tAu、同モリブデン品位0.01%Moが見込まれる。
- (3) 本年度の鉱量計算概算は、従来から用いられている断面法により計算を実施したが、試錐本数の絶対数、特に着鉱試錐数が極めて少いため鉱床断面(図)の精度、すなわち鉱床の断面積そのものに問題がある。このため鉱量計算の精度はかなり低いものと推定される。
- (4) 既知鉱床は、地表下300m以深の深部に分布するため、将来鉱床開発には困難を伴うことが予想される。現在、既知鉱床の東部では、第2の角礫パイプに伴うポーフイリーCu-Moタイプの鉱化を採鉱中である。今後は更に浅所に分布する貫入岩体と角礫パイプの分布と帯の探査を推進する必要がある。具体的には、既知鉱床の北東部~東部の石英閃緑岩岩体の東縁部、既知鉱床の東南約1kmに分布する角礫パイプとその周辺部、既知鉱床とTulkulin断層の間、等が探鉱候補地として考えられる。

## 第5章 結論および提言

本年度の調査結果の結論として次の諸点があげられる。

- (1) ジャマンアイバトCu鉱床とサマルスキーCu-Mo鉱床およびAu-多金属鉱床は、この種の資源としてはカザフスタン共和国にとって極めて重要である。今後は新規鉱床の探鉱のみならず、既知未開発鉱床の評価を行う必要がある。
- (2) ジャマンアイバトCu鉱床は、ストラティフォーム型Cu鉱床で、現在稼行中のジェズカズガン鉱床と酷似しており、採鉱、選鉱等の技術は応用可能である。従って今回明らかになった現行試錐間隔の妥当性の検討、将来の採鉱法の検討、分析値の検討、等を早急に実施し、鉱床評価を行う必要がある。
- (3) サマルスキー地域のポーフイリーCu-Mo鉱床については、既知鉱床(体)がかなり深部に分布し、将来の採鉱を考えると、周辺部の浅所に分布するCu-Mo鉱化を採鉱する必要がある。また、未探鉱地に対するAu-多金属鉱床の探鉱も実施する必要がある。
- (4) 現在、ジャマンアイバトCu鉱床の探鉱では、分析結果の台帳作成から鉱量計算結果台帳の作成に至る諸作業は、全て手作業により実施され数冊のデータシートが作成されている。この間に多くのミスが生じデータの信頼性を低下させている。これらの問題を解決するため電算機によるデータの一元管理システムを導入する必要がある。
- (5) ジャマンアイバトCu鉱床については、鉱床分布範囲がすでに判明しており、探査(段階)は新しい段階に移行しつつある。従って今後は当該地域においては物理探査の必要性はない。いっぽうサマルスキーCu-Mo鉱床およびAu-多金属鉱床については、既知鉱床の周辺部のみならず新規地域において物理探査や試錐などを駆使して新鉱床探査を行う必要がある。

1995年の具体的な探鉱作業として次の諸点を提案したい。

### (1) リモートセンシング

サマルスキー地域のリモートセンシングデータ解析およびグラントルース(現地地表調査)

### (2) 既往データのレビュー、評価・解析

特に下記の諸データについての評価・解析が必要である。

- ① ジャマンアイバトCu鉱床のうち東部鉱体および中央鉱体の諸データ、
- ② サマルスキーCu-Mo鉱床、Au-多金属鉱床および周辺部の探査データ。

### (3) 物理探査

- ① 貫入岩体に規制されているポーフイリーCu-Mo鉱化の3次元的な地下分布の把握のための電気探査(流電電位法)、
- ② Au-多金属鉱床を規制する地質構造を把握するための地震探査(屈折法)。



(4) 試錐

- ① ジャマンアイバトCu鉱床において基礎データ採取のための試錐。
- ② サマルスキーCu-Mo鉱床において浅所に分布する貫入岩体の分布と角礫パイプの探査、および既知Au-多金属鉱床の南部延長部および深部における鉱化の確認のための試錐、

(5) 鉱量計算

将来の鉱床評価に備えてデータベース構築の準備

①データ入力

ジャマンアイバト地域： 東部鉱体および中央鉱体のデータ、約300孔の試錐データ

サマルスキー地域： ポーフイリーCu-Mo鉱床およびAu-多金属鉱床のデータ、約80孔の試錐データ。

②鉱量計算

ジャマンアイバト地域： 東部鉱体および中央鉱体

サマルスキー地域： ポーフイリーCu-Mo鉱床、Au-多金属鉱床



## 第 II 部

# 衛星画像解析



## 第Ⅱ部 衛星画像解析

対象地域はカザフスタンのほぼ中央部に位置するジャマンアイバト地域(面積1,800km<sup>2</sup>)の範囲である。Figure 1-2-1-1に対象地域の位置を示す。

対象地域は大陸性の気候区で、夏季は短く、冬季は非常に寒冷となるため、植生は疎らである。地形は準平原からなり、全般に非常にゆるやかな地形を示す。対象地域の大半は丘陵地に属し、低地部の砂漠地域は対象地域の北西部に限られる。

### 第1章 リモートセンシングデータ

使用した画像データは、Figure 1-4-1-1 に示すLANDSAT TM 2シーンである。衛星画像の写真地質判読に用いた画像データは、縮尺1:100,000 のフォールスカラー画像である。バンドの組み合わせは、本地域の解析に使用したバンドは1(青)、4(緑)、5(赤)およびバンド4(青)、5(緑)、7(赤)である。変質帯の抽出を目的として衛星画像デジタルデータ処理に用いたバンドは1、2、3、4、5、7の6バンドである。

Table II-1-1 List of Remote-Sensing Data used in the Analysis

Path No.	Low No.	Date
155	28	03/Jun./1986
155	27	04/Aug./1991

### 第2章 衛星画像解析方法

#### 2-1 衛星写真地質解析

衛星写真からの地質判読(geologic interpretation)には写真地質学的な観察、判読と解釈のプロセスが必要である。ただし、本調査で使用した衛星画像では立体視は出来ないため垂直誇張情報による地形判読を除き、地形、水系、地質、地質構造、変質などの観察が可能である。

具体的には以下の項目の判読、抽出と解析が実施された。

##### (1) 写真地質学的特徴

① 色調区分

② 肌合(極細粒、細粒、中粒、粗粒)

## (2)地形情報の解析

- ①水系（パターン、密度など）
- ②地形パターン
- ③組織地形（層理の発達など）

## (3)地質構造解析としては、

- ①層理および褶曲（傾斜、方向）
- ②断層およびリニアメント（交点での新旧関係、センス等）
- ③環形（環状）構造、盆状構造、その他。

## (4)地質解析

- ①表面テクスチャ分類（地質岩相）
- ②表面分布範囲（岩相分布）
- ③地質単元
- ④変質帯

これらの観察、判読に当たっては写真地質学的手法として以下の情報を手がかりに衛星画像の処理が進められた。なお、植生の影響は当調査地域の衛星画像では写真地質学的観察に関する限り小さかった。

写真の観察に当たって得られる情報の識別要素としては、写真の色相、明度階調、陰影、テクスチャ（肌理）、パターン（模様）、形態、サイズ等があり、実際の観察はこれらの要素単独またはそれらの組み合わせでなされる。

この内、色相は同一の対象を抽出するに当たって明度階調と並んで非常に重要な観察要素であり、実際の判読に当たっては色相、明度、彩度の組み合わせで作業がなされる。衛星写真の場合には色相に関してはfalse colorであるが、その各バンドの組み合わせ方により特定の対象を極めて明瞭に抽出し得る。

又、明度階調は色相に劣らず同一の対象を識別出来る最も基本的な要素である。モノクローム画像であっても明度階調から観察、判読出来る情報の量は極めて多く、地形傾斜の判読にも有用である。

テクスチャは基本的には明度階調の微小な変化を反映したもので観察者の視認限界以下の変化頻度であっても写真の肌理として「粗い」～「細かい」等の階級で観察される。又、変化頻度により「凹凸」、「滑らか」、「粒状」等と変化頻度のパターンも反映して判読され得る。ただし、衛星写真の場合にはベースがデジタル画像であるため、そのピクセル分解能以下の変化頻度のテクスチャは隠ぺいされて判読不能となる。

パターンはテクスチャよりも大きなスケールでの地表面における規則的な配列の繰り返しを反映して写真上に現れる模様である。最も頻度の大きいものは地表面に刻まれた線

状の模様でその性質により、直線、曲線、蛇行、不規則線あるいは長短、又配列、組み合わせにより平行、放射状、交差（直交、斜交、矩形、格子、網状）、円環（年輪）状、樹枝状、不規則などとなる。特に水系パターン等地表に刻まれた侵食地形の判読には最も重要な要素である。又、植生模様や人工構築物（建物、道路などの他田畑、植林等も含む）の模様も判読に当たっては無視出来ない要素である。

陰影効果による垂直誇張は地形判読の重要な要素である。これは地表の凹凸だけでなく植生の差、同一植生をも規制する含水率や地下の地質構造、岩相などの地下条件の差をも反映している事もあり、立体視が出来ない当画像でも重要であった。

サイズは上記の各要素の大きさであるが、この計測により、多くの情報が得られる。一例として、写真から得られた水系密度の場合、対象地域の岩石、土壌の透水性～構成粒度の推測の指標ともなり得る。

これらの要素の観察、計測を組み合わせる事によって地形、水系、地質構造、地質・層序その他の情報が判読され解析された。

## 2-2 衛星画像処理

解析に用いたデータは、ランドサット5号 TMデータ Path155Row027 および Path155Row028 （2シーン）である。

解析範囲は、これらシーンからジャマンアイバト鉱床を含む範囲を切り出したサブシーンである。画像処理および解析は、住友金属鉱山株式会社所有のVAX6310;DEC社製 および DeAnza IP9527画像処理システム;GOULD社製を使用した。

多バンドの光学センサを用いた資源探査では、写真地質学的な解析方法の他に、鉱物の反射率の波長を直接利用した解析方法がある。今回は、各種バンドを組み合わせたフォールスカラー並びに比演算画像を作成し解析を実施した。

### (1) フォールスカラー。

フォールスカラーは、各種のバンド組み合わせが考えられるが、本調査では写真判読に使用したバンド組み合わせ以外の RGB;432のフォールスカラー、および RGB;571の画像を作成した。

### (2) RGB;5/7, 5/4, 3/1比画像。

マルチ・スペクトル・データに対する比演算処理は、スペクトル特性の違いを強調し、同時に地形の影響などによる反射強度の変動をある程度除去するので、岩石分類に有効である。

ランドサットTMの波長域においては、各種粘土鉱物、炭酸塩鉱物は、バンド7に吸収特徴を有し、酸化鉄鉱物はバンド4およびバンド1～2に吸収特徴を有することが知られている。したがって、バンドのそれぞれの比; 5/7, 5/4, 3/1を用いて比画像から、粘土鉱物

および酸化鉄鉱物を含む変質帯を抽出することができる。今回は、比；5/7, 5/4, 3/1を赤、緑、青にそれぞれ割り当てた画像を作成した。

### (3) シュードカラー画像。

バンド比 5/7は、変質鉱物によるスペクトル吸収のみならず、植生がある場合もこの比は一般に高くなる。そのため、変質鉱物と植物が混在する場合、上記の比画像から両者を識別することは困難となる。一般に、植物の反射スペクトルの強度は、バンド3からバンド4にかけて急激に増加する。5/7および4/3の値の高い部分が暖色系、低い部分が寒色系にした画像を作成した。

比 5/7の画像において赤系色の部分は、粘土鉱物もしくは植生の分布を反映し、比 4/3の画像において赤系色の部分は、植生の分布を反映する。すなわち、この両者のシュードカラー画像を比較することから、比 5/7の値の高い部分が、変質鉱物によるものなのかあるいは植生によるものかを評価することができる。

## 第3章 衛星画像解析結果

### 3-1 衛星写真地質解析結果

衛星画像の写真地質判読に用いた画像データは、縮尺1:100,000のフォーニールカラー画像である(Figure II-3-1-1)。

#### 3-1-1 地形および水系特徴

対象地域は地形判読により、砂漠地域、低地部および丘陵地部の3つに区分される。

判読にあたってはT.P.C.(1:500,000)を適宜参照して実施した。以下にその結果を示す(Plate I-4-1-1)。

#### (1) 砂漠(Du)

対象地域北西部に分布し、画像上では黄褐色の色調を呈する(バンド組み合わせ1、4、5画像データ上での色調)。

風の影響による砂丘が発達しており、特に南北方向で顕著である。一部には植生も認められるが、水系の発達に乏しい。

#### (2) 低地(LP)

低地は対象地域西部の砂漠を取り囲むように分布する。地形的特徴は砂漠に類似し、砂丘の発達も認められる。

しかしながら、植生が顕著に認められること、プラヤが発達していることから、砂漠とは区別することができる。

プラヤの発達が示すように、低地は丘陵地から流れ込む水系が集水する地域にあたる。

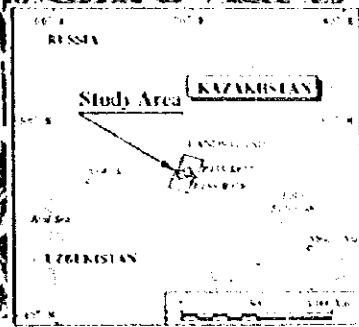
#### (3) 平坦な丘陵地(SH)

対象地域一帯に広く分布し、砂漠や低地に比べて地形的に高い部分に相当する。





Zhaman - Aibat , Kazakhstan  
False Color Composite of Landsat TM RGB: 541



- Satellite images used:
- 1. LANDSAT TM5 Path 155 - Row 027  
Data acquisition: 01/Aug/91
  - 2. LANDSAT TM5 Path 155 - Row 025  
Data acquisition: 03/Jul/86

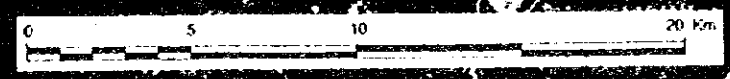
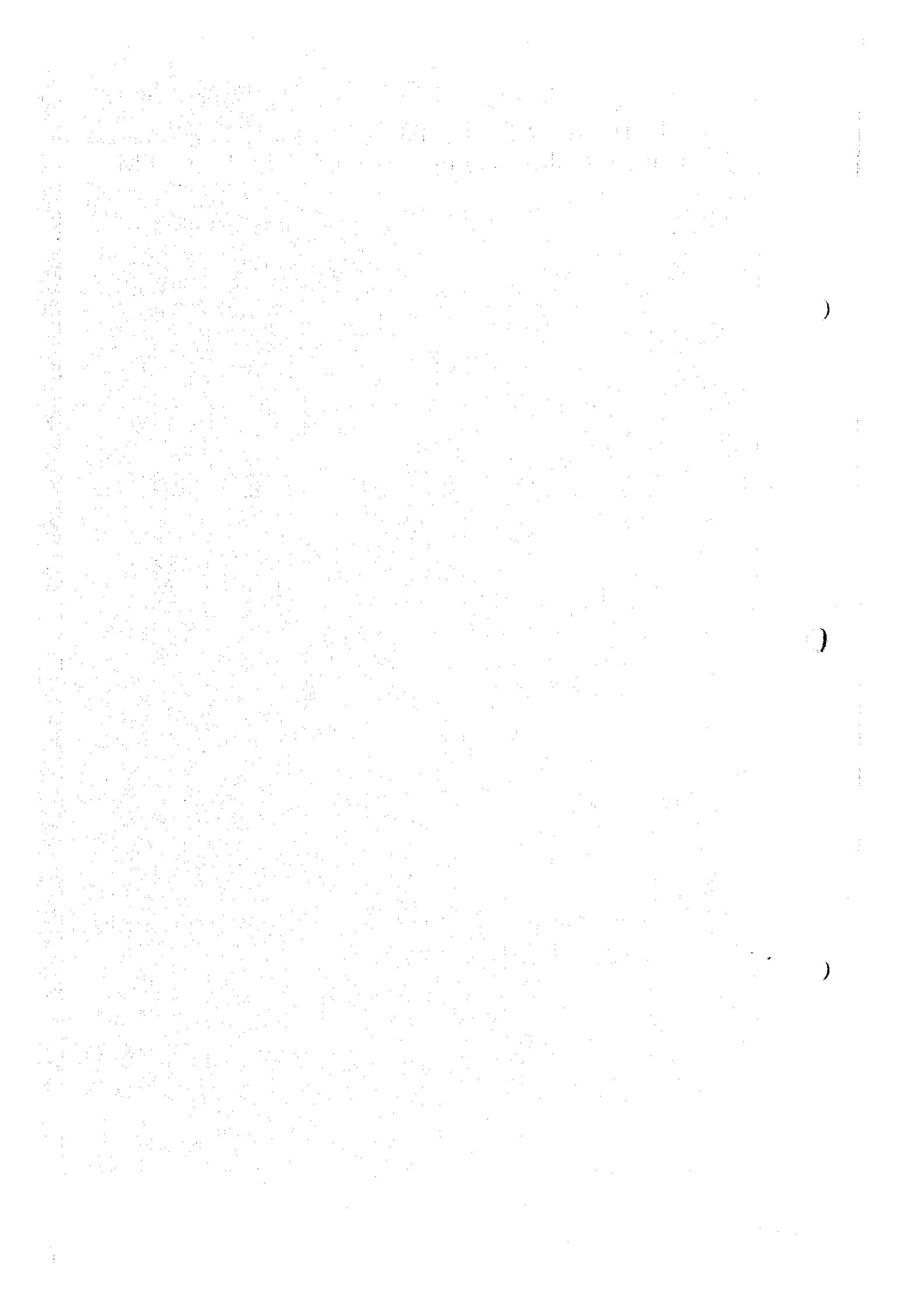


Figure II-3-1-1 False Color Composite of Landsat TM, RGB,541







水系は丘陵地内で発達するものの、丘陵の末端部では消滅し、プラヤが発達する低地部へと流れ込む。非常に滑らかなテクスチャを示す。

#### (4) 中間丘陵地 (MH)

平坦な丘陵地と粗い丘陵地の中間に位置する。標高は平坦な丘陵地よりも高く、分布する地層の高い抵抗性および層理の発達状況により比較的粗いテクスチャを示す。

地質的には、地質ユニットC、地質ユニットDおよび地質ユニットEの一部に相当する。

#### (5) 粗い丘陵地 (RH)

対象地域のほぼ中央部に位置し、中間丘陵地と同じく、分布する地層の高い抵抗性により粗いテクスチャを示す。丘陵地のなかで標高的に高い部分に相当するために、北側に向かう水系と南側に向かう水系との分岐にあたる。

地質的には、背斜構造の軸部に相当する地質ユニットに対応する。

### 3-1-2 地質

#### 3-1-2-1 層序 (Plate II-3-1-2)

本地質判読では、対象地域の地質は下位より上位に向かってアルファベット順に10の地質ユニットおよびサブユニットに区分された。

既存地質図（カザフソビエト社会主義共和国の地質、縮尺1:500,000.等）を参照すると、これらの地質ユニットは石炭紀、二疊系、白亜系および第四系に相当すると考えられる。Table II-3-1-1に地質判読層序表を示す。以下に各地質ユニットの特徴を記す。

##### (1) 地質ユニットA

本地質ユニットは暗青色（バンド組合わせ1、4、5画像データ上での色調、以下同様）、亜平行状の水系パターン、粗いテクスチャ、高い抵抗度および良く発達した層理によって特徴づけられる。

対象地域最下位の地質ユニットと考えられる。

##### (2) 地質ユニットB

地質ユニットAに類似する地質特徴を示すが、低い水系密度、滑らかなテクスチャ、中程度の抵抗度および層理の発達状況が異なる。

地質ユニットAに累重し、同ユニットのサブユニットとも解釈できる。

本地質ユニットは、対象地域中央部に広く分布するユニットAの周辺およびその北東方にフェンスター状に分布する。

##### (3) 地質ユニットC

本地質ユニットは白色、樹枝状の水系パターン、粗いテクスチャ、中程度の抵抗度および非常に良く発達した層理によって特徴づけられる。

色調は白色の他、橙色、青灰色を示し、モザイク状のテクスチャを示す部分もある。

本地質ユニットはユニットBを不整合に覆っている。

Table II-3-1-1 List of Interpretation for the Satellite Image Analysis  
in the Zhaman-Aibat Area

Geologic Units	Photo Characteristics		Drainage		Rock			Cover		Remarks
	Color	Texture	Pattern	Density	Texture	Resistance	Bedding	Vegetation	Land Use	
Q	Q3	white	-	-	-	very low	-	no	-	
	Q2	light grey	aerial dune	-	aerial dune	very low	-	little	-	
	Q1	grey	aerial dune	-	aerial dune	very low	-	very little	-	
F	F2	dark grey	smooth	low	smooth	moderate	poorly	no	-	
	F1	bluish grey	even, smooth	low	even, smooth	low	poorly	no	-	
E	dark blue (partially white)	rough	sub-parallel	moderate (partially high)	rough	moderate	partially very well	no	-	
D	yellow	cuesta	sub-dendritic	moderate	cuesta	low	poorly	no	no	
C	white (partially orange)	rough	dendritic	moderate	rough	moderate	very well	no	no	
B	blue	smooth	sub-parallel	low	smooth	moderate	commonly	no	no	
A	dark blue	rough	sub-parallel	high	rough	high	well	no	no	