

中華人民共和國 阿勒泰地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年次

平成 15 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

はしがき

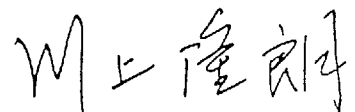
日本国政府は中華人民共和国政府の要請に応え、同国新疆ウイグル自治区北部に位置する阿勒泰地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、既存データ解析、地質調査、物理探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は平成12年度を第1年次とする最終年次にあたり、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して平成14年7月22日から平成14年10月18日まで現地に派遣した。現地調査は、中華人民共和国新疆ウイグル自治区人民政府国家305項目弁公室並びに新疆有色地質勘查局の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、第3年次の調査結果をまとめたもので、総括報告書の一部となるものである。

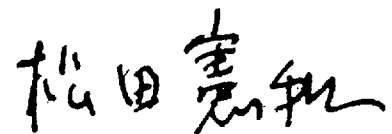
おわりに、本調査の実施にあたって御協力をいただいた中華人民共和国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、在中華人民共和国日本大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成15年1月



国際協力事業団

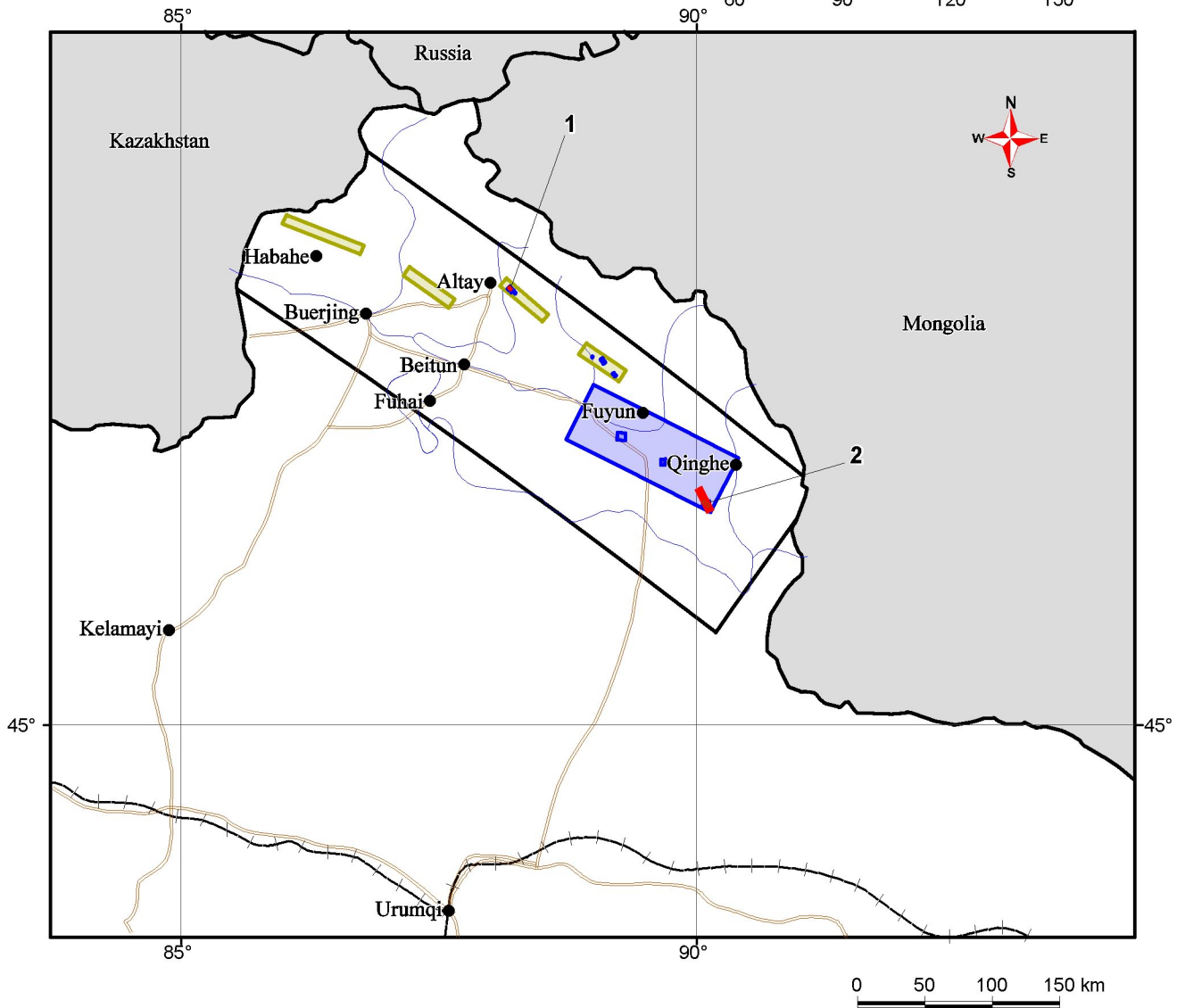
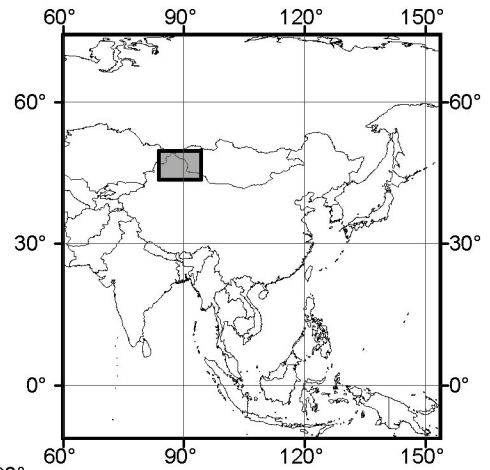
総裁 川上隆明



金属鉱業事業団

理事長 松田憲和

平成 14 年度資源開発協力基礎調査
 資源開発調査
 中華人民共和国 阿勒泰地域



- 2002年度 調査地区
- 2001年度 調査地区
- 2000年度 調査地区

- 2002年度 調査地区
- 1 アルタイ地区ウラスコ鉱徴地
- 2 カラトング地区およびラオシャンコウ鉱徴地

図 1-1-1 調査地域位置図

要 約

調査内容

これまでの調査成果を踏まえ、第3年次に当たる平成14年度は、下記3調査地において地質調査、地化学探査、物理探査およびボーリング調査を実施した。調査地域の総面積は124km²、ボーリングの総掘進長は550mである。各調査地ごとに以下のとおり調査目的を設定した。

- (1) **ウラスコ鉱徴地**：地質精査およびTEMデータ解析により、鉱床賦存状況、地質構造および地下の比抵抗構造を把握する。それらの結果に基づきボーリング調査を実施して地下の鉱化状況を確認し、鉱床ポテンシャルを評価する。
- (2) **カラトング地区**：土壌地化学探査を実施し、抽出される異常域についての地表地質情報を取得し、鉱床ポテンシャルを有する地域を抽出する。
- (3) **ラオシャンコウ鉱徴地**：岩石地化学探査、磁気探査およびTEMデータ解析を実施し、同鉱徴地で正マグマ鉱床および熱水性鉱床胚胎の有望性確認を行う。

現地調査は、日本側4名（地質・地化探3名、物理探査1名）、中国側5名（地質・地化探3名、物理探査2名）の計9名の技術者の協力により実施された。現地調査期間は、地質・地化学調査が2002年7月22日～同年10月18日の89日間、物理探査は2002年8月11日～同年9月27日の47日間である。

調査結果

(1) ウラスコ鉱徴地

同鉱徴地には、黒雲母石英片岩、変石灰砂岩・晶質石灰岩、変砂岩、変酸性凝灰岩・凝灰角礫岩、段丘堆積物、崖錐堆積物、沖積層が分布し、ホルンブレンダイト、花崗閃緑岩が貫入する。ほぼ全域にわたり黄鉄鉱化変質作用が認められるが、特に中央部から北東部に延びる複背斜構造内部の変石灰砂岩・晶質石灰岩、変酸性凝灰岩・凝灰角礫岩で黄鉄鉱化が著しい。鉱化作用は、鉛・亜鉛鉱体、銅二次富化帯および多数の磁鉄鉱体、上記の変石灰砂岩・晶質石灰岩、変酸性凝灰岩・凝灰角礫岩の境界近傍に露出する。鉱石はスカルン鉱物を含み、鉱化作用はスカルン型と考えられる。また、昨年度までの物理探査（IP法）およびTEMデータ解析により、鉛・亜鉛鉱体の周囲に磁気異常域、その地下に低比抵抗異常域が抽出され、同鉱化帯の深部連続性が推定されたことから、同異常域に対しボーリング調査を実施した結果、変石灰岩～石灰砂岩・スカルン中に黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱などを含有する鉛・亜鉛鉱染帯および金銅鉱染帯を数条捕捉した。地表試料およびボーリングコア試料の分析結果値から算出される平均品位は、鉛・亜鉛鉱染帯でPb=0.65%、Zn=5.31%、金銅鉱染帯でAu=0.47g/t、Ag=10.94g/t、Cu=0.77%である。

当鉱徴地の鉱化作用は複背斜構造に規制されており、地表鉱況が地下構造を概ね反映していると考えられ、大規模な鉱床胚胎は期待できないと見られる。

(2) カラトング地区

カラトング地区にはデボン系中部から上部とされる火山岩類および火砕岩類、碎屑岩類および石灰岩と石炭系下部の火山岩類が分布し、石炭紀末から二畳紀始めの閃緑岩～斑糲岩および閃長岩が貫入している。

地域北部において、石炭系下部の凝灰質砂岩中に貫入したドレライト・花崗閃緑岩およびその周囲に、黄銅鉱・黄鉄鉱の鉱染帯を確認した。鉱染帯の幅は100m以上あり、採取試料（花崗閃緑岩）の品位は、 $Au=0.09g/t$ 、 $Cu=0.54\%$ であった。同鉱徴地の他、花崗閃緑岩近傍やリニアメント沿いに抽出された地化学異常が鉱床ポテンシャルを有す地域と考えられる。

(3) ラオシャンコウ鉱徴地

ラオシャンコウ地区には、デボン系中部および上部の火山岩類、石炭紀末から二畳紀始めに貫入したと考えられる中～塩基性岩類および閃長岩、花崗閃緑岩などが分布する。

当鉱徴地には、成因的には正マグマ型と熱水型鉱化作用の複合鉱化作用が存在し、形態的には鉱染状～脈状鉱体を形成している。

南部に位置する Au11-4 鉱徴地では、デボン系上部安山岩の基底部にホルンブレンダイトが岩床状に侵入している。このホルンブレンダイトは初生クロム鉄鉱および磁鉄鉱を多量に含有しており、正マグマ型鉱化作用と考えられる。ホルンブレンダイトおよび安山岩中には鉱染状～網状に黄鉄鉱・黄銅鉱・磁鉄鉱などの沈澱が認められる。また、ホルンブレンダイトと安山岩との境界には、平均幅 0.34m の含金銅コバルト硫化鉄鉱脈が形成されている。鉱石の平均品位は、安山岩中の鉱染状帯で $Au=0.58g/t$ 、 $Cu=0.68\%$ 、 $Fe=44.34\%$ 、ホルンブレンダイト中の鉱染状帯で $Au=0.50g/t$ 、 $Cu=0.97\%$ 、 $Fe=34.31\%$ 、硫化鉄鉱脈で $Au=0.36g/t$ 、 $Cu=0.73\%$ 、 $Fe=30.54\%$ 、 $Ni=0.04\%$ 、 $Co=0.12\%$ であった。

地化学異常域は、中～塩基性貫入岩体の縁辺部、あるいは断層近傍に抽出される傾向が認められた。これは岩体の下底付近に金属元素の濃集があることを示している。磁気異常域は、Au11-4 鉱徴地の北東側と地域中央部の中～塩基性貫入岩体の中心付近に抽出された。前者は Au11-4 鉱徴地の磁鉄鉱を含む鉱化帯の広がりを表すものと考えられる。後者では、地下に低比抵抗異常域が合わせて抽出され、同地点に鉱化作用が潜在する可能性が示唆された。

従って、Au11-4 鉱徴地から北東側の地域、および地区中央部の磁気異常域が、正マグマ鉱床および脈型鉱床の胚胎ポテンシャルを有していると考えられる。

中華人民共和国阿勒泰地域
資源開発協力基礎調査
(第3年次)

目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

第 I 部 総 論

第 I-1 章 序 論	1
I-1-1 調査の経緯及び目的	1
I-1-2 第2年次調査の概要及び結論	1
I-1-2-1 調査地域および調査内容	1
I-1-2-2 第2年次調査の結論と提言	2
I-1-3 第3年次調査の概要	3
I-1-3-1 調査地域	3
I-1-3-2 調査目的	3
I-1-3-3 調査方法	4
I-1-3-4 調査団の編成	5
I-1-3-5 調査期間	6
第 I-2 章 調査地域の地理	13
I-2-1 位置及び交通	13
I-2-2 地形及び水系	14
I-2-3 気候及び植生	14
第 I-3 章 調査地域の一般地質	19
I-3-1 調査地域の一般地質及び地質構造	19

I-3-2	調査地域における鉍化作用の特徴	20
I-3-3	調査地域の鉍業略史	21
第 I-4 章	調査結果の総合検討	27
I-4-1	アルタイ地区ウラスコ鉍徴地	27
I-4-2	カラトング地区	29
I-4-3	ラオシャンコウ鉍徴地	32
第 I-5 章	結論及び提言	47
I-5-1	結 論	47
I-5-2	提 言	48

第 II 部 各 論

第 II-1 章	地質・地化学調査	49
II-1-1	調査方法	49
II-1-1-1	調査目的	49
II-1-1-2	調査地域	49
II-1-1-3	調査方法	50
II-1-2	調査結果	52
II-1-2-1	アルタイ地区ウラスコ鉍徴地地質調査	52
II-1-2-2	カラトング地区地質・地化学調査	56
II-1-2-3	ラオシャンコウ鉍徴地地質・地化学調査	63
II-1-3	考 察	72
第 II-2 章	物理探査	157
II-2-1	調査目的	157
II-2-2	調査方法	157
II-2-2-1	ラオシャンコウ鉍徴地	157
II-2-2-2	ウラスコ鉍徴地	157

II-2-2-3	TEM 法調査データ	158
II-2-2-4	調査機器	158
II-2-3	調査結果	158
II-2-3-1	ラオシャンコウ鉍徴地	158
II-2-3-2	ウラスコ鉍徴地	159
II-2-4	解析結果	159
II-2-4-1	解析方法	159
II-2-4-2	ラオシャンコウ鉍徴地解析結果	160
II-2-4-3	ウラスコ鉍徴地解析結果	161
II-2-5	考察	163
II-2-5-1	ラオシャンコウ鉍徴地	163
II-2-5-2	ウラスコ鉍徴地	163
第 II-3 章	ボーリング調査	201
II-3-1	調査方法	201
II-3-1-1	調査目的	201
II-3-1-2	調査方法	201
II-3-2	調査結果	202
II-3-2-1	MJCA-A2 孔	202
II-3-2-2	MJCA-A3 孔	203

第 III 部 結論及び提言

第 III-1 章	結論	215
第 III-2 章	提言	217
参考文献		219
巻末資料		

図表一覧

図 I-1-1	調査地域位置図
図 I-1-2	アルタイ地域広域総合解析図
図 I-1-3	3年間の調査の流れ
図 I-2-1	調査地域周辺の地勢図
図 I-3-1	広域地質構造図
図 I-3-2	模式柱状図
図 I-4-1	アルタイ地区ウラスコ鉍徴地 総合解析平面図
図 I-4-2	アルタイ地区ウラスコ鉍徴地 総合解析断面図
図 I-4-3	カラトング地区 総合解析平面図
図 I-4-4	ラオシャンコウ鉍徴地 総合解析平面図
図 I-4-5	ラオシャンコウ鉍徴地 鉍床モデル図
図 II-1-1	アルタイ地区ウラスコ鉍徴地位置図
図 II-1-2	カラトング地区およびラオシャンコウ鉍徴地位置図
図 II-1-3	アルタイ地区 鉍床・鉍徴地分布図
図 II-1-4	ウラスコ鉍徴地 地質平面図
図 II-1-5	ウラスコ鉍徴地 亜鉛鉍体露頭周辺写真
図 II-1-6	ウラスコ鉍徴地 亜鉛鉍体露頭スケッチ
図 II-1-7	ウラスコ鉍徴地 銅二次富化帯採掘跡スケッチ
図 II-1-8	ウラスコ鉍徴地 脈状スカルン露頭スケッチ
図 II-1-9	ウラスコ鉍徴地 MJCA-A2 孔地質断面図
図 II-1-10	ウラスコ鉍徴地 MJCA-A3 孔地質断面図
図 II-1-11	カラトング地区 ASTER カラー合成画像
図 II-1-12	カラトング地区リニアメント図
図 II-1-13	カラトング地区 ASTER データによる変質鉍物分布図
図 II-1-14	カラトング地区 地質平面図
図 II-1-15	カラトング地区 地質断面図
図 II-1-16	カラトング地区北部 銅鉍徴地
図 II-1-17	北部の珪化変質帯

- 図 II-1-18 南部銅鉍徴地付近のかんらん石玄武岩と塩基性貫入岩
- 図 II-1-19 カラトング地区土壤地化探 試料採取位置図
- 図 II-1-20 (1) カラトング地区土壤地化学探査 Au 異常点分布図
- 図 II-1-20 (2) カラトング地区土壤地化学探査 Cu 異常点分布図
- 図 II-1-20 (3) カラトング地区土壤地化学探査 Ni 異常点分布図
- 図 II-1-20 (4) カラトング地区土壤地化学探査 地化学異常域分布図
- 図 II-1-21 ラオシャンコウ鉍徴地 地質平面図
- 図 II-1-22 ラオシャンコウ鉍徴地 地質断面図
- 図 II-1-23 ラオシャンコウ鉍徴地 Au11-4 鉍床スケッチ
- 図 II-1-24 ラオシャンコウ鉍徴地 Au11-4 鉍床
- 図 II-1-25 Au11-4 鉍床 硫化鉍脈側壁スケッチ
- 図 II-1-26 ラオシャンコウ鉍徴地 地化学試料採取位置図
- 図 II-1-27 貫入岩類の岩相別地化学パターン
- 図 II-1-28 (1) ラオシャンコウ鉍徴地 Au 異常分布図
- 図 II-1-28 (2) ラオシャンコウ鉍徴地 Cu 異常分布図
- 図 II-1-28 (3) ラオシャンコウ鉍徴地 Ni 異常分布図
- 図 II-1-28 (4) ラオシャンコウ鉍徴地 地化学異常域分布図
- 図 II-1-29 アルカリーシリカ ダイアグラム
- 図 II-1-30 カラトング鉍山一号鉍床 28 側線断面図
- 図 II-1-31 貫入岩類の微量成分比較
- 図 II-1-32 中～塩基性貫入岩類の La-Sm 含有量
- 図 II-1-33 カラトング鉍山 REE 含有量の相対深度変化
- 図 II-1-34 玄武岩類形成場のテクトニクスによる分類
- 図 II-1-35 N-MORB 標準化微量元素パターン
- 図 II-1-36 ラオシャンコウ産玄武岩類の微量元素パターン
- 図 II-1-37 $2\text{Nb-Zr}/4\text{-Y}$ 分類ダイアグラム

- 図 II-2-1 ラオシャンコウ地域調査範囲および測線位置図
- 図 II-2-2 ウラスコ地域調査範囲および測線位置図
- 図 II-2-3 ラオシャンコウ地域全磁力図
- 図 II-2-4 ウラスコ地域全磁力図

図 II-2-5	磁気データの解析フロー
図 II-2-6	ラオシャンコウ地域磁気異常図
図 II-2-7	オイラー3次元デコンボリューション解析による磁気構造
図 II-2-8-1	比抵抗構造断面（測線 L21）
図 II-2-8-2	比抵抗構造断面（測線 L25）
図 II-2-8-3	比抵抗構造断面（測線 L29）
図 II-2-8-4	比抵抗構造断面（測線 L33）
図 II-2-9	標高 1200m 準における比抵抗構造平面図
図 II-2-10	標高 1000m 準における比抵抗構造平面図
図 II-2-11	ウラスコ地域磁気異常図
図 II-2-12	オイラー3次元デコンボリューション解析による磁気構造
図 II-2-13-1	比抵抗構造断面（測線 L17）
図 II-2-13-2	比抵抗構造断面（測線 L19）
図 II-2-13-3	比抵抗構造断面（測線 L21）
図 II-2-13-4	比抵抗構造断面（測線 L22）
図 II-2-13-5	比抵抗構造断面（測線 L23）
図 II-2-13-6	比抵抗構造断面（測線 L25）
図 II-2-14	標高 1000m 準における比抵抗構造平面図
図 II-2-15	標高 1000m 準における比抵抗構造平面図
図 II-3-1	アルタイ地区ウラスコ鉱徴地ボーリング位置図
図 II-3-2	MJCA-A2 孔 成果図および概略柱状図
図 II-3-3	MJCA-A3 孔 成果図および概略柱状図
表 I-1-1	調査内容および調査量
表 I-1-2	室内試験項目および数量
表 I-1-3	調査工程表
表 II-1-1	カラトング地区土壌地化探 元素寄与率
表 II-1-2	ラオシャンコウ鉱徴地岩石地化探 元素寄与率
表 II-1-3	岩石化学検討試料一覧

表 II-2-1	ラオシャンコウ地域物理探査（磁気）調査量一覧
表 II-2-2	ウラスコ地域物理探査（磁気）調査量一覧
表 II-2-3	TEM 法調査データ詳細
表 II-2-4	調査機材一覧
表 II-2-5	ラオシャンコウ地域の全磁力値概要
表 II-2-6	ウラスコ地域の全磁力値概要
表 II-2-7	ラオシャンコウ地域の解析比抵抗値概要
表 II-2-8	ウラスコ地域の比抵抗値概要

表 II-3-1	消耗品使用明細書
表 II-3-2	ダイヤモンドビット・シュール成績表
表 II-3-3	主要機材・設備表
表 II-3-4	掘進作業所要日数内訳書
表 II-3-5	掘進実績表（MJCA A-1 孔）
表 II-3-6	掘進実績表（MJCA M-1 孔）
表 II-3-7	孔曲り測定結果

巻末資料一覧

巻末資料 1	採取試料一覧表
巻末資料 2	薄片鑑定結果一覧表
巻末資料 3	粉末 X 線回折結果一覧表
巻末資料 4	研磨薄片鑑定結果一覧表
巻末資料 5	鉱石化学分析結果一覧表
巻末資料 6	流体包有物の均質化温度および塩濃度測定結果一覧表
巻末資料 7	流体包有物均質化温度分布図
巻末資料 8	全岩分析結果一覧表
巻末資料 9	微量成分分析結果
巻末資料 10	カラトング地区土地化学調査 分析結果一覧表
巻末資料 11	カラトング地区土地化学探査 分析値度数分布図
巻末資料 12	ラオシャンコウ鉱徴地岩石地化学探査 分析結果一覧表

巻末資料 13	ラオシャンコウ鉍徴地岩石地化学探査 分析値度数分布図
巻末資料 14	年代測定結果一覧表
巻末資料 15	アルタイ地域の放射年代対比表
巻末資料 16	MJCA-A2 孔 柱状図
巻末資料 17	MJCA-A3 孔 柱状図
巻末資料 18	地質凡例と略号表
巻末資料 19	地名表記対比表
巻末資料 20	ウラスコ鉍徴地 TEM 法測定データ
巻末資料 21	ラオシャンコウ鉍徴地 TEM 法測定データ
巻末資料 22	磁気断面図

別添図一覧

別添図 1	アルタイ地区ウラスコ鉍徴地 地質図・地質断面図（縮尺 2 千分の 1）
別添図 2	アルタイ地区ウラスコ鉍徴地 試料採取位置図（縮尺 2 千分の 1）
別添図 3	カラトング地区 地質図・地質断面図（縮尺 2 万 5 千分の 1）
別添図 4	カラトング地区 試料採取位置図（縮尺 2 万 5 千分の 1）
別添図 5	ラオシャンコウ鉍徴地 地質図・地質断面図（縮尺 5 千分の 1）
別添図 6	ラオシャンコウ鉍徴地 試料採取位置図（縮尺 5 千分の 1）

第 I 部 総 論

第 1-1 章 序 論

1-1-1 調査の経緯及び目的

本調査は、中華人民共和国政府の要請を受けて 2000 年 6 月 2 日付で締結された Scope of Work に基づき、日本国政府が中華人民共和国新疆ウイグル自治区阿勒泰地域（以下、アルタイ地域）において鉱物資源調査を実施するものである。

中国政府は、第 9 次国家 5 ヶ年計画（1996 年～2000 年）重点課題として「西部大開発計画」を打ち出し、新疆ウイグル自治区においては経済発展のための一環として、1985 年から国家重要プロジェクト「305 プロジェクト」が組織され、鉱物資源探査の加速度的進展を目指している。アルタイ地域は、シベリアプレート内のアルタイ大陸縁辺変動帯上に位置し、地質構造が複雑で活発な火成活動のあった本地域では、様々なタイプの貴金属・非鉄金属鉱物の鉱化作用が認められ、ベースメタルと金等を産出している鉱山が多く存在する鉱床胚胎有望地域である。しかし、技術の立ち後れ、組織的な探鉱不足などから鉱業活動が停滞している。このような背景のもと中国側は日本側の協力を要請してきた。

これに対し日本側は、平成 10 年度及び平成 11 年度のプロジェクト選定調査団の派遣等により対応し、これらの結果、ポテンシャルが高いと判断されたアルタイ地域を対象に、今回の協力調査実施に至った。調査地域の位置を図 I-1-1 に示す。

本調査の目的は、調査対象地域の地質状況および鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床を発見すること、調査期間を通じて、中華人民共和国新疆ウイグル自治区人民政府国家 305 項目弁公室に対し、技術移転を図ることである。

1-1-2 第 2 年次調査の概要及び結論

1-1-2-1 調査地域及び調査内容

図 I-1-2 はアルタイ地域の広域総合解析図である。第 1 年次の調査の結果、アルタイ地域全域で鉱床ポテンシャルを有する地域は以下の各地域であると判断された。

- ①デボン系の分布するマイズ盆地、アルタイ盆地、カインブラク鉱床のあるチュンホル盆地及びアシュレ盆地（銅・鉛・亜鉛鉱床）
- ②ラオシャンコウ～カラトング鉱床～サルブラク鉱床間の地化学異常帯（銅・ニッケル鉱床）
- ③銅・鉛・亜鉛鉱床及び銅・ニッケル鉱床のポテンシャル地域に重複する地域および NW-SE 系構造線の近傍（金鉱床）
- ④カカトーハイ鉱床～クルムート鉱床を結ぶ線上及びターカラス鉱床～シャオカラス鉱床を結ぶ線上（レアアース鉱床）

第 1 年次の調査結果に基づき、第 2 年次には上記の地域から、アルタイ盆地、マイズ盆地お

よびカラトング北西地区を調査地域として選定し、図 I-1-2 に示す 6 地区 73.4km² を対象に地質調査（6 地区）、IP 法物理探査（3 地区）及びボーリング調査（2 地区）を実施した。

1-1-2-2 第 2 年次調査の結論と提言

第 2 年次調査の結論は調査地区毎に以下の様にまとめられる。

(1) カラトング北西地区

ラオシャンコウ地化学異常帯には中～塩基性貫入岩体に伴う金銅鉍徴が存在し、鉍石の化学的性質及び胚胎母岩の性状がカラトング鉍山と類似している。このことから、カラトング鉍山と同じ正マグマ鉍床賦存の可能性があると考えられる。

岩石の微量成分分析結果と地質概査結果との比較から、岩石地化探が有望地抽出に有効であると考えられる。また、主要鉍石鉍物に磁性鉍物が含まれることから、帯磁率測定が有望地抽出に有効であると考えられる。

(2) アルタイ地区ホンリン・ウラスコ鉍徴地

ウラスコ鉍徴地で期待できる鉍床タイプは脈状磁鉄鉍スカルンに伴う金、銅、鉛、亜鉛のポリメタル型鉍床である。鉍床は黄鉄鉍染帯縁辺の石灰岩層下盤に形成されていると考えられる。

(3) マイズ地区 88-15 異常帯

88-15 異常帯の銅鉍徴は石英斑岩を熱源とした小規模な裂罅規制型の熱水鉍化作用と推定される。地表で確認された銅鉍化作用は規模が小さく、地下の IP 異常も微弱であることから、当異常帯の鉍床ポテンシャルは低いと考えられる。

(4) マイズ地区 B-7 異常帯

B-7 異常帯の銅・鉛鉍化作用は、貫入花崗岩体を熱源とした小規模な裂罅規制型の熱水性鉍化作用と推定される。地表で確認できる鉍化作用が微弱であり、地下延長部に IP 異常が存在しないことから、鉍床ポテンシャルは低いと考えられる。

(5) アルタイ地区チャシャ鉍徴地

チャシャ鉍徴地の鉍染状銅鉍化作用は、石英斑岩に関連した熱水作用により、スカルン帯及びその周辺に形成されたと推定される。昨年度の物理探査により捕捉された IP 異常帯は、スカルン帯を中心に形成された黄鉄鉍化帯の分布を反映したものであると考えられる。ボーリング結果から判断すると、銅鉍徴地では顕著な銅の濃集部が形成されるには至っていない。精密物探の実施により硫化物濃集部を捕捉することが可能かもしれないが、大規模鉍床に発展する可能性は低いと考えられる。

(6) マイズ地区ターチョウ鉱徴地

銅・亜鉛鉱化を伴う脈状磁鉄鉱スカルンは、石英斑岩あるいは花崗岩に関連した熱水活動により、石灰岩～石灰質砂岩中に形成されたと考えられる。昨年度物理探査により捕捉された IP 異常帯は、脈状磁鉄鉱スカルンの周囲に形成された黄鉄鉱化帯の存在を反映したものであると考えられる。ボーリング調査の結果、地表で確認された黄鉄鉱化帯は、地下深部まで連続することが確認されたが、銅亜鉛を含む脈状磁鉄鉱スカルン鉱体は連続性に乏しく、深部で急速に減衰することが判明した。これは、鉱体が水平方向同様、垂直方向にも連続性に乏しいことを示しており、当鉱徴地で調査を続行する積極的理由は存在しないと考えられる。

1-1-3 第3年次調査の概要

1-1-3-1 調査地域

本年度は昨年度までの調査結果を踏まえ、図 I-1-1、I-1-2 に示すアルタイ地区ウラスコ鉱徴地、カラトング地区、カラトング地区ラオシャンコウ鉱徴地において地質調査、地化学探査、物理探査およびボーリング調査を実施した。調査地域の総面積は 124km²、ボーリングの総掘進長は 550m である。各地区における調査内容および調査量を表 I-1-1 に示す。図 I-1-3 には本年度調査に至る初年度からの経緯を図示した。

1-1-3-2 調査目的

本年度調査の目的は地区・鉱徴地ごとに以下のとおりである。

ウラスコ鉱徴地

- (1) ボーリング予定地点周辺において地質精査を実施し、鉱床賦存状況と地質構造の詳細を把握する。
- (2) 中国側が実施した TEM データの 2 次元解析を行い、地下の比抵抗構造を把握する。
- (3) 物理探査異常域においてボーリング調査を実施し、深部方向の地質状況、鉱化状況、鉱化帯の規模および品位を確認し、ポテンシャルを評価する。

カラトング地区

- (1) 金銅鉱徴が分布するカラトング地区において土壌地化学探査を実施し、抽出される金銅鉱化作用に関連する異常域についての地表地質情報を取得し、鉱床ポテンシャルを有する地域を抽出する。

ラオシャンコウ鉱徴地

- (1) 正マグマ鉱床の賦存が期待される同鉱徴地において岩石地化学探査を実施し、正マグマ鉱床の母岩把握並びに熱水性鉱床の変質・硫化鉄脈等の分布を把握する。
- (2) 物理探査（磁気探査）を実施し、鉱化作用に関連する磁気異常域の抽出を行う。

- (3) 中国側が実施した TEM データの 2 次元解析を行い、磁気異常域における地下の比抵抗構造を把握する。
- (4) 調査データを解析し、鉍床ポテンシャルを評価する。

1-1-3-3 調査方法

調査地区ごとの調査方法を以下に示す。

ウラスコ鉍徴地

- (1) ボーリング予定地点周辺において、縮尺 2 千分の 1 の地質精査を実施した。調査には差分 GPS 測量により作成した地形図を用い、地形測量点を位置確認のための基準点とした。
- (2) 主要露頭では縮尺 200 分の 1 の詳細スケッチを実施し、合わせて写真撮影を行った。
- (3) 鉍石露頭では分析用試料を採取し、重要なものは研磨薄片、X線回折等の室内試験を実施した。
- (4) 主要な岩石について岩石薄片を作成し、鉍物組成および岩石組織を観察した。
- (5) 中国側が実施した TEM データおよび磁気探査データの解析を行い、比抵抗異常域および磁気異常域を抽出した。
- (6) 地質調査・物理探査データに基づきボーリング調査の詳細を決定した。
- (7) 上記計画に基づき 2 孔のボーリングを行い地下の地質・鉍化状況を把握した。
- (8) 調査結果を総合的に解釈して地域の有望性を評価し、将来の探査指針を提示した。

カラトング地区

- (1) ASTER データを用いてカラー合成画像を作成した（縮尺 5 万分の 1）。
- (2) ASTER 画像を用いた地質判読を実施し、岩相区分図およびリニアメント図を作成した。
- (3) 上記岩相区分図に基づき、確認調査を実施し縮尺 2 万 5 千分の 1 の地質図を作成した。
- (4) 先第四系分布地域を対象に、6~7 サンプル/km² 程度の密度で土壌地化学調査を実施し、鉍化作用に関連する異常域の抽出を行った。
- (5) 主要露頭では詳細地質スケッチおよびカラー写真撮影を実施した。
- (6) 鉍石露頭では分析用試料を採取し、重要なものは研磨薄片、X線回折等の室内試験を実施した。
- (7) 主要な岩石について岩石薄片を作成し、鉍物組成および岩石組織を観察した。
- (8) 玄武岩類および中～塩基性貫入岩類の主成分および微量成分分析を実施し、各岩石の成因について検討した。
- (9) 調査結果を総合的に解釈して地域の有望性を評価し、将来の探査指針を提示した。

ラオシャンコウ鉍徴地

- (1) 差分 GPS 測量により縮尺 2 千 5 百分の 1 の地形図を作成した。
- (2) 上記地形図を用いて詳細地質調査を実施し、調査結果を 5 千分の 1 地質図にまとめた。
- (3) 重要な露頭では詳細地質スケッチおよび写真撮影を実施した。
- (4) 鉍石露頭では分析用試料を採取し、重要なものは研磨薄片、X線回折等の室内試験を実施した。
- (5) 主要な岩石について岩石薄片を作成し、鉍物組成および岩石組織を観察した。
- (6) 正マグマ鉍床の胚胎母岩となる可能性のある中～塩基性貫入岩体を対象に岩石地化学探査を実施し、異常域の分布を把握した。
- (7) 50m グリッドで、可搬型プロトン磁力計を用いた地上磁気探査を実施し、磁気異常域の分布を把握した。
- (8) 中国側が実施した TEM 法調査データを解析し、磁気異常域周辺の比抵抗構造平面図および断面図を作成した。
- (9) 調査結果を総合的に解釈して地域の有望性を評価し、将来の探査指針を提示した。

室内試験項目及び数量を表 I-1-2 に示す。

I-1-3-4 調査団の編成

(1) 調査計画及び折衝（平成 12 年度）

S/W 署 名： 2000 年 6 月 2 日

S/W 署名者： 日本側 中村研治

中国側 馬 映軍

日 本 側		中華人民共和国	
氏 名	所 属	氏 名	所 属
(団長) 中村研治	金属鉍業事業団	馬 映軍	国家 305 項目弁公室
梅津 径	国際協力事業団	王 宝林	国家 305 項目弁公室
鈴木哲夫	金属鉍業事業団	候 啓堯	国家 305 項目弁公室
本庄鉄弥	金属鉍業事業団	王 隆平	国家 305 項目弁公室
狩野一憲	金属鉍業事業団	申 茂徳	新疆有色地質勘查局
		趙 昌尤	阿勒泰地区行署鉍産管理所
		趙 杰	新疆有色地質勘查局

(2) 現地調査団

調査期間：

地質調査，地化学探査：7月22日（月）～10月18日（金）

物理探査：8月11日（日）～9月27日（金）

日 本 側		中華人民共和国	
氏 名	所 属	氏 名	所 属
阿達 一宏 (調査責任者，地質調査， 地化学探査)	三井金属資源 開発（株）	王 隆平 (調査班長，物理探査)	国家 305 項 目弁公室
内野 浩一郎 (地質調査，地化学調査)	”	張 銳 (副調査班長，地質調査， 地化学調査)	新疆有色地 質勘査局
高見 明 (地質調査，地化学探査)	”	甄 中堯 (地質調査，地化学探査)	国家 305 項 目弁公室
石川 秀浩 (物理探査)	”	邵 行来 (物理探査)	”
		姜 俊 (地質調査，地化学探査)	地質 706 隊

(3) 調査監督員

氏 名	所 属
久保田博志	金属鉱業事業団
本庄 鉄弥	金属鉱業事業団
石川 信明	金属鉱業事業団
狩野 一憲	金属鉱業事業団

I-1-3-5 調査期間

調査工程表を表 I-1-3 に示す。

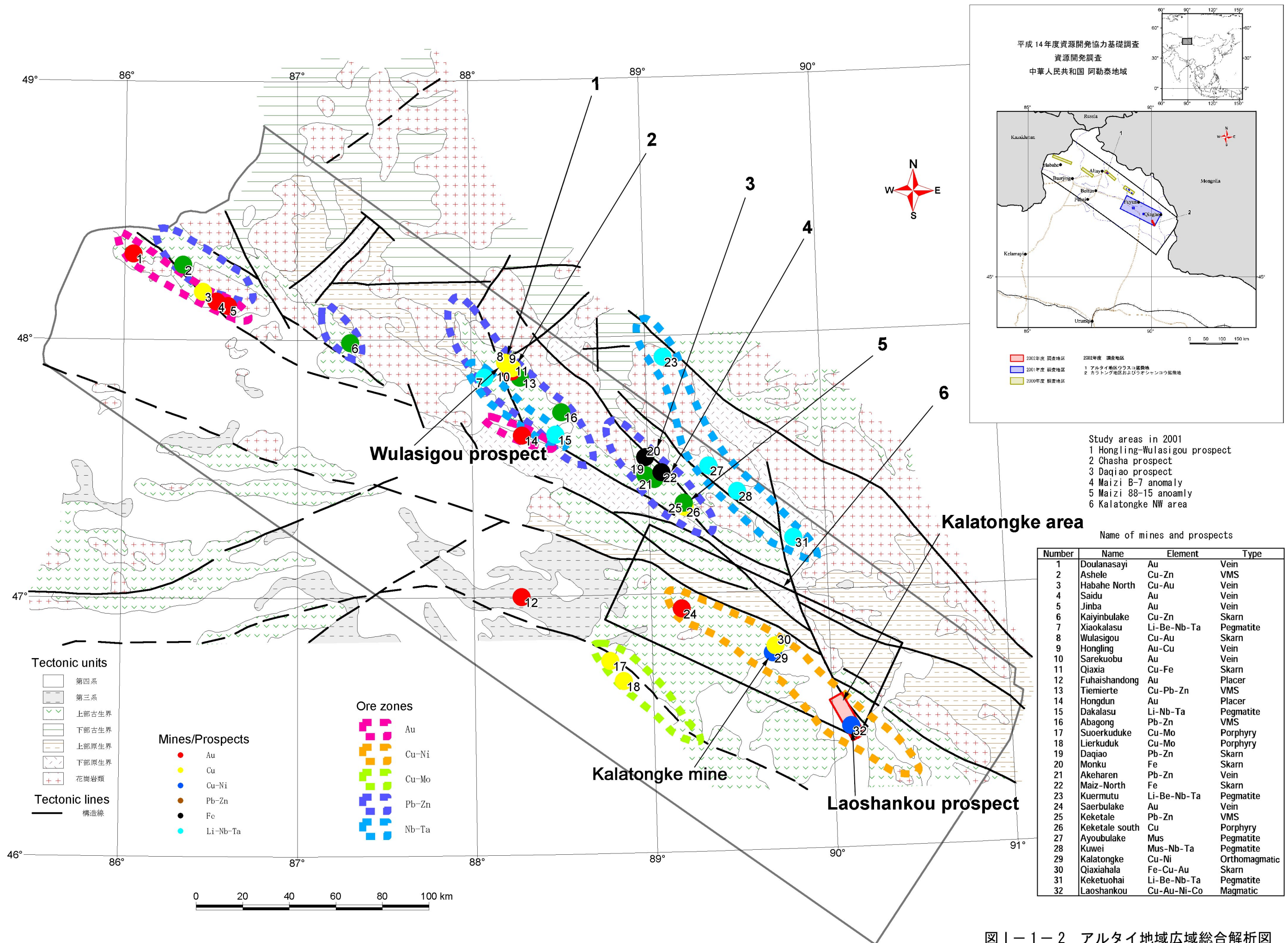


図 1-1-2 アルタイ地域広域総合解析図

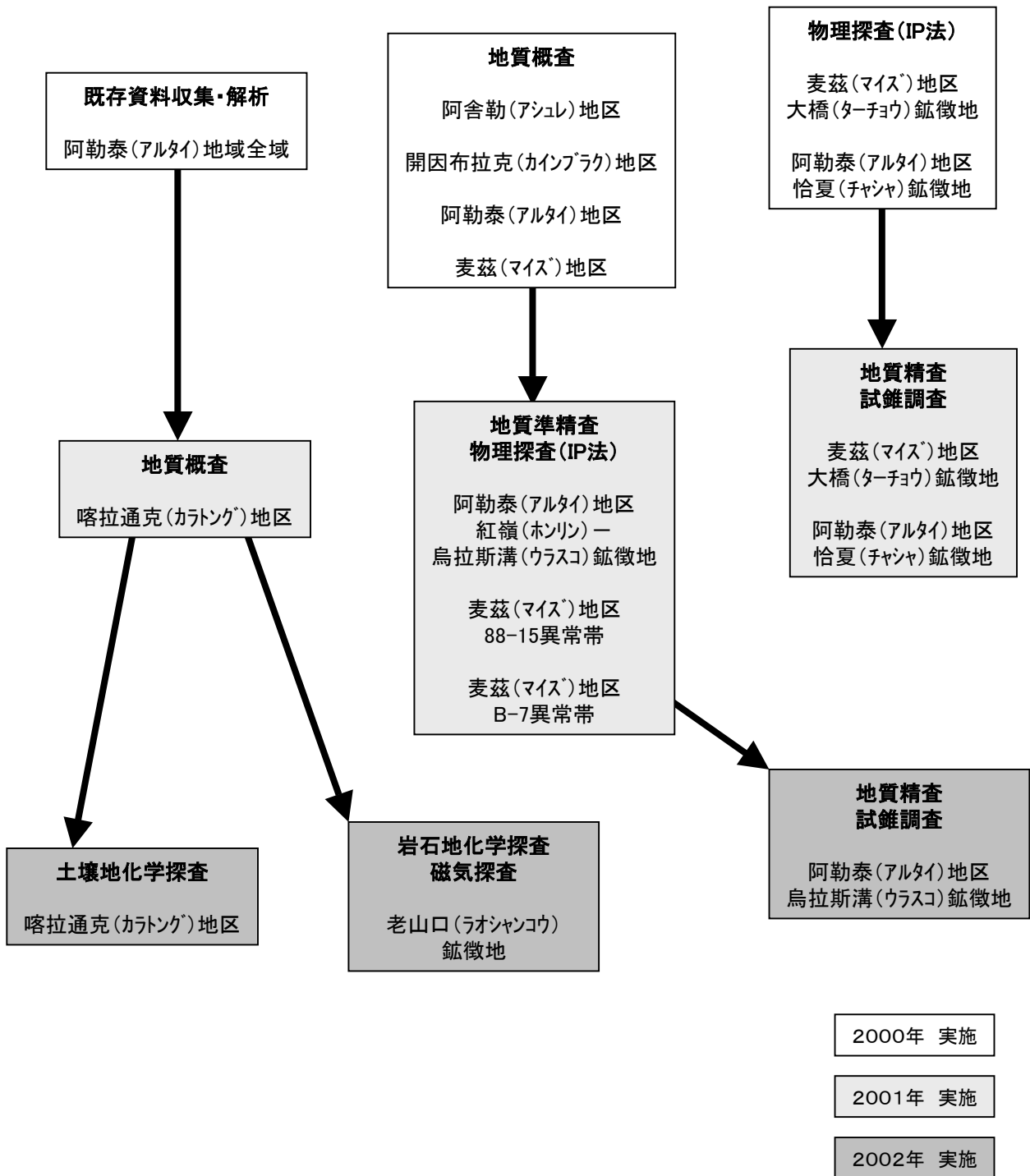


図 1-1-3 3年間の調査の流れ

表 1-1-1 調査内容および調査量

(地質調査、地化学探査、物理探査)

調査内容	調査量
地質調査 アルタイ地区ウラスコ鉍徴地	調査面積 1.0km ² 踏査長 23.5km 縮尺 1/2,000
地質・地化学探査 カラトング地区（土壌地化学探査）	調査面積 120km ² 縮尺 1/25,000 試料数 750 個
カラトング地区ラオシャンコウ鉍徴地（岩石地化学探査）	調査面積 3km ² 縮尺 1/5,000 試料数 500 個
物理探査（磁気） カラトング地区ラオシャンコウ鉍徴地	調査面積 3km ² グリッド 50× 測点数 50m 1,200 点
物理探査（TEM 法、データ解析） アルタイ地区ウラスコ鉍徴地 カラトング地区ラオシャンコウ鉍徴地	測点数 176 点 測点数 84 点

(ボーリング調査)

調査名	地区名	孔井番号	方向	傾斜	掘進長
ボーリング調査	アルタイ地区 ウラスコ鉍徴地	MJCA-A2	N 28° E	-25°	250m
	アルタイ地区 ウラスコ鉍徴地	MJCA-A3	S 55° W	-35°	300m

表 1-1-2 室内試験項目及び数量

調査内容	試験項目	数量
地質調査	岩石薄片作成	29 件
	鉍石研磨薄片作成	21 件
	X線回折（鉍物同定+不定方位）	51 件
	放射年代測定（Nd-Sm 法）	6 件
	鉍物分離	6 件
	流体包有物均質化温度測定	4 件
	化学分析（土壤） Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ni,Co,Cr,As,Sr,Sb,Hg,W,Tl, TFe,Mg,V	605 件
	化学分析（鉍石） Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ni,Co,Cr,TFe	67 件
	化学分析（岩石） Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ni,Co,Cr,As,Sr,Sb,Hg,W,Tl, TFe,Mg,V	502 件
	全岩分析（主要元素+Fe） SiO ₂ ,Al ₂ O ₃ ,Cr ₂ O ₃ ,TiO ₂ ,Fe ₂ O ₃ ,MgO,CaO,SrO,BaO, Na ₂ O,K ₂ O,P ₂ O ₅ ,MnO,LOI,FeO	13 件
ボーリング調査	化学分析（鉍石） Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ni,Co,Cr,TFe,Ga,In	69 件
	化学分析（白金族） Au,Pt,Pd	5 件
	鉍石研磨薄片作成	20 件
	X線回折（鉍物同定+不定方位）	20 件
	流体包有物均質化温度測定	20 件

表 I - 1 - 3 調査工程表

年 月	2000年											
	7月	8月	9月	10月	11月	12月						
項目												
動員・表敬 (東京-北京-ウルムチ)	22(月) 23(火)	23(金)										
調査準備・打合せ (ウルムチ)	24(水)	26(金) 24(土)										
地質・地化学調査 (ウラスコ鉱徴地・カラトング地区・ ラオジャンコウ鉱徴地)	27(土)	25(日)	8(日) 29(日)	2(火)								
物理探査 (ラオジャンコウ鉱徴地)			9(月)									
調査データ整理・現地解析 (ウルムチ)				3(木)								
撤収・表敬・調査結果報告 (ウルムチ-北京-東京)				7(月)								
ポーリング調査 (ウラスコ鉱徴地)		11(日) 29(木) MJCA-A3	17(火) 24(火) MJCA-A2									
解析報告書作成 報告書提出												
調査成果報告会(予定) (ウルムチ)												

第 1-2 章 調査地域の地理

1-2-1 位置及び交通

図 I-2-1 にアルタイ地域および周辺地域の地勢図を示す。アルタイ地域は中華人民共和国新疆ウイグル自治区の北部に位置し、以下の各点を結ぶ線及び、カザフ共和国及びモンゴル国との国境により囲まれる範囲で面積は 53,000km²である。

北緯 48 度 40 分、東経 86 度 42 分

北緯 47 度 18 分、東経 90 度 33 分

北緯 46 度 27 分、東経 89 度 51 分

北緯 47 度 56 分、東経 85 度 33 分

西辺をカザフスタンとの国境に、東辺をカラシニングガルとカカトーハイに、北辺をドラナサイとクーウェイ地域に、南辺をフハイとサルクドク地域にそれぞれ接している。調査地域内の主要な都市はハバホ、ブルジン、アルタイ、フハイ及びフユンである。

アルタイ地域の主要都市とウルムチ市は舗装道路により結ばれている。ウルムチ市からフユン及びアルタイ市へは国道 216 号線が、ブルジン及びハバホへは国道 217 号線がカラマイ市を経由し通じ、更にアルタイ市で国道 216 号線に連結している。これらの都市と調査地域内の鉱床との間は、未舗装道路により連絡している。

ウルムチ市とアルタイ市間で週数便の定期航空路線が 2000 年 10 月から再開された。ウルムチ市と中国国内主要都市及び近隣国間の航空路線は、北京・上海などへ毎日、アルマアタ、タシケント、イスラマバード及びモスクワへそれぞれ週数便がある。

本年度の調査地域 6 地区はアルタイ地域の中央から南東部に位置する。

カラトング北西地区は国道 216 号線が通過しており、地区中心からウルムチ市までは乗用車で約 6 時間、アルタイ市までは約 2 時間を要する。地区中央やや北西よりにフユン市が位置する。

アルタイ地区ホンリン・ウラスコ鉱徴地、チャシャ鉱徴地はともにアルタイ市の北東に位置している。アルタイ市からホンリン・ウラスコ鉱徴地の南東端または南西端までは未舗装道路があり、四輪駆動車により約 1 時間を要する。そこから調査地区中心までは徒歩により約 1 時間を要する。

マイズ地区 88 - 15 異常帯、B-7 異常帯及びターチョウ鉱徴地はいずれもマイズ盆地を経由してアルタイ市とフユン市とを結ぶ未舗装道路の近傍に位置している。フユン市から四輪駆動車にて 88-15 異常帯までは約 2 時間、B-7 異常帯までは約 2 時間 30 分、ターチョウ鉱徴地までは約 3 時間を要する。また、ターチョウ鉱徴地からアルタイ市までは四輪駆動車で約 3 時間で到達するが、雨天時または融雪期には通行が困難である。いずれの地区も積雪期（概ね 11 月初旬～4 月中旬）は未舗装道路の通行は不可能である。

1-2-2 地形及び水系

アルタイ地域は、ジュンガル砂漠が砂漠北縁を画するアルタイ山脈に移行する場所に位置する。アルタイ山脈は北西-南東方向に延び、中国、モンゴル、カザフスタン及びロシアにまたがっている。中国でのアルタイ山脈は山脈全体の中では南西部に当たり、中国アルタイと呼ばれる。山脈の北西部はカザフスタンとロシアに属しゴルニアルタイ及びルドニアルタイと呼ばれ、南東部はモンゴルに属しゴビアルタイと呼ばれる。最高峰は友誼峰(4373m)である。

調査地域の地形は、イルティシ川により北部の山岳部と南部の平原部に分けることができる。北部はアルタイ山脈南面の低・中山域に相当し、標高 900~1,700m 間にあるが、ほとんどの範囲は標高 1,000m 前後で高低差 200~400m 以内におさまっている。南部は、ジュンガル盆地北縁部の丘陵及び平原部に相当し、標高 800~1,200m 間にある、ほとんどの範囲が標高 900m 以下の高低差 50~100m 以内におさまる。

イルティシ川は調査地域内最大の河川で歯状の水系を持つ。イルティシ川は調査地域内を西流し、カザフスタンのザイサン湖に流れ込む。ザイサル湖からは北流し、オビ川と合流して北極海に注ぐ。イルティシ川の河床幅は 500~1,000m と広く傾斜は均等であり、メアンダーと河岸段丘が発達する。川は冬季に凍結する。イルティシ川からカラマイ市及びウルムチ市へ用水路が敷かれている。

調査地域南部に位置するウルング川は、河床幅 30~70m で蛇行しながら西流しウルング湖に注ぐ。流速は小さいが水量が豊富である。

本年度調査地区のうちカラトング北西地区はイルティシ川の最上流部、ジュンガル盆地の北西端に位置している。緩やかな起伏を伴う平原ないし丘陵地形が多くを占めている。標高は概ね 800~1,000m であるが、北部から東部にかけては標高 2,000m 程度の山脈が北西-南東方向に連なっている。

アルタイ地区ホンリン・ウラスコ鉞徴地及びチャシャ鉞徴地はアルタイ山脈南縁の山岳域に位置し、地形は比較的急峻である。標高はウラスコ川の 1,060m が最低で、ホンリン鉞徴地付近の 1,540m 山頂が最高である。

マイズ地区 88-15 異常帯、B-7 異常帯及びターチョウ鉞徴地はアルタイ地区同様アルタイ山脈南縁の山岳域に位置し、地形は比較的急峻である。標高は 950~1,400m である。

1-2-3 気候及び植生

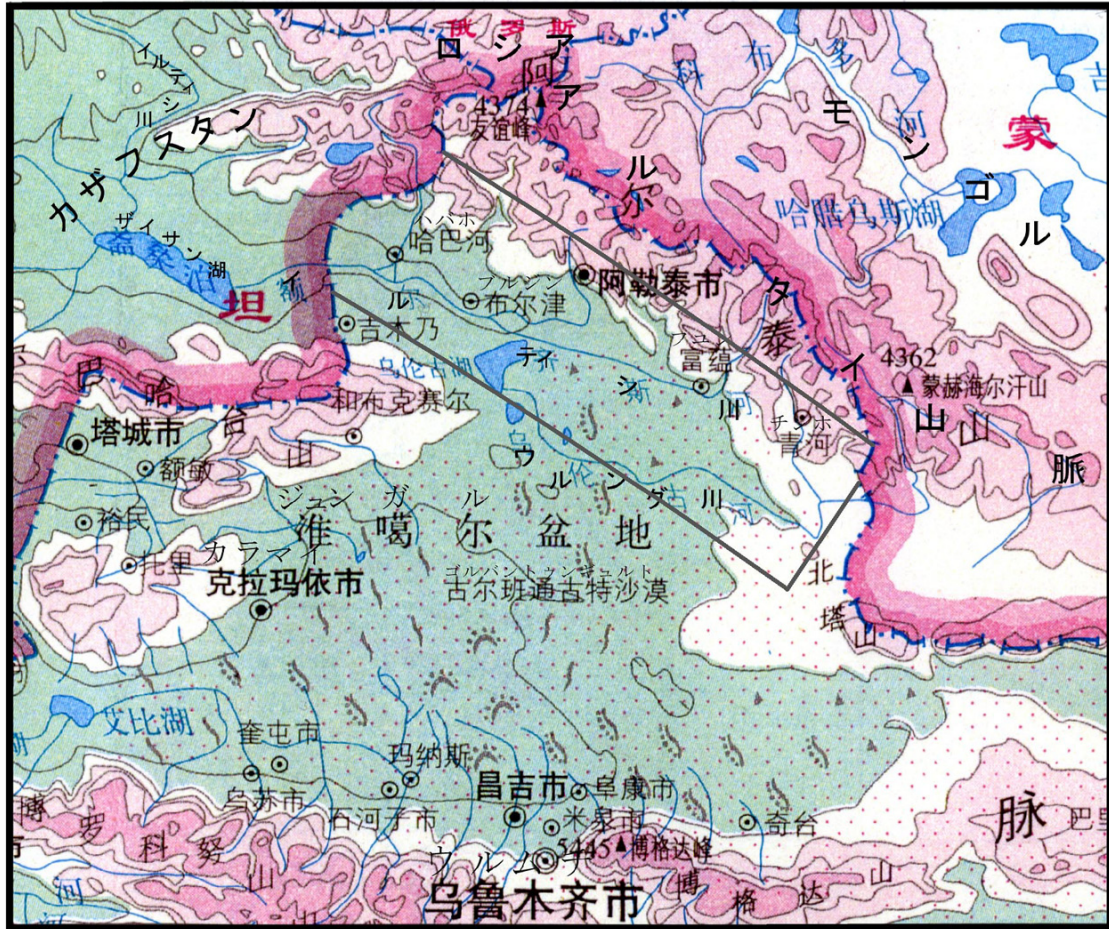
新疆ウイグル自治区はユーラシア大陸中央部に位置し、典型的な内陸性乾燥ないし半乾燥気候帯に属する。

ジュンガル盆地の平均気温は、夏期日中が+30℃、冬季(1月)が-16℃である。また、年間降水量は 100~200mm である。また、調査地域内のカカトーハイは、年間最低気温が-52℃に達する中国の最寒地区である。アルタイ市は、平均気温が夏期(7・8月)で+18~23℃、

冬季で-35℃、年間最高気温は+35℃、年間降水量は300～400mmである。アルタイ市の積雪は9月から翌年の4月まで、年間のフィールドシーズンは4月から9月までの6ヶ月間となる。累積積雪量は30～100cmである。

調査地域には希少動物の生息する森林と草原が分布する。森林や疎林は、山地稜線の北斜面及び定常河川のある谷沿いに分布する。一方、稜線の南斜面の植生としては、草や背の低い藪が認められるのみである。アルタイ山脈の中・低山域には、松・白樺・ポプラなどの高木が生育し、ジュンガル盆地北辺の平原では、河川沿いに高木が認められる以外、草のみが生育している。

野生動物としては特にほ乳類が多く、ウサギ、リス、ネズミ、キツネ、クマ、オオカミ、ロバ、シカなどが生息する。遊牧民の家畜としてヒツジ、ウシ、ウマ、ロバ及びラクダが多数飼われている。



高度表 (m)

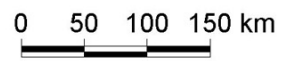
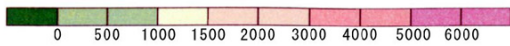


図1-2-1 調査地域周辺の地勢図

第 1-3 章 調査地域の一般地質

1-3-1 調査地域の一般地質及び地質構造 (図 1-3-1)

一般地質

アルタイ山脈はシベリアプレートの南西縁に位置し、古生代の大陸縁辺変動帯であった。アルタイ地域の基盤地質は、古生代を通じ当時の大陸に南西方から付加された島弧、陸源堆積物及び炭酸塩岩と貫入岩類などから成る。

調査地域は、アルタイ山脈を含むシベリアプレートと、その南側にあるカザフスタン地塊との接合部に位置する。両プレートの接合地帯は、チルスクーマインガボーブルゴンプレート縫合構造体と呼ばれ、南東から北西へフユン、ブルジン及びハバホを含む地帯に位置する。

調査地域でのシベリアプレートは、2つの地質構造帯に大別することができる。それらは北東側のハルシーリンーアルタイ構造帯と南西側の南アルタイ背弧盆帯である。また、カザフスタン地塊も幾つかの地質構造帯に分帯されるが、調査地域にはチンギスー北ジュンガル構造区が分布する。ハルシーリンーアルタイ構造帯には、カカトーハイレアアース鉱床 (リチウム・ベリリウム・ニオブ・タンタル) などのペグマタイト鉱床が多数分布する。ハルシーリンーアルタイ構造帯と南アルタイ背弧盆帯の境界部には、カカタレ鉛・亜鉛鉱床、モンク鉄鉱床、テミルト銅・鉛・亜鉛鉱床、サルコブ金鉱床、チャシャ及びウラスコ銅・鉄鉱床などが分布する。南アルタイ背弧盆帯には、カインブラク銅・亜鉛鉱床、サイド金鉱床、ドラナサイ金鉱床及びアシュレ銅・亜鉛鉱床などが分布する。チンギスー北ジュンガル構造区にはカラトング銅・ニッケル鉱床、チョウシャハラ金・銅・鉄鉱床及びサルブラク金鉱床などが分布する。

地質構造の発達

アルタイ山脈には古生代から新生代までの地層が分布するが、最も優勢なのは古生界である。これらの地層の内、インフラカンブリア系 (シニアン) から石炭系が海成、二畳系以降新生代までが陸成である。

インフラカンブリア系からカンブリア系の堆積岩は、アルタイ山脈北部に分布する。非常に厚い粘板岩と千枚岩からなり、安定した大陸縁辺のフリッシュを形成している。

後期オルドビス系は安山岩～デイサイト系列の島弧火山岩からなるモラッセからなる。

カレドニア造山運動後期にはトータル岩と石英閃緑岩の貫入があった。

シルル紀初期に、ジュンガル海洋地殻はアルタイの大陸地殻下へ沈み込み、当時の島弧は大陸縁に付加された。

シルル紀中期には海進があり、浅海性の陸源碎屑岩が堆積した。

デボン紀初期に、大陸南縁部であるアルタイの浅海盆において珪長質の火山岩及び火山碎屑岩が石灰岩の挟みを伴って堆積した (カンブティボ層群)。本層群は、本年度調査地区で

あるアルタイ地区における鉱床胚胎母岩である。

デボン紀中～後期には海成の砕屑岩と珪岩が酸性～中性の火山砕屑岩と共に堆積し(アルタイ層群)、リフトーベーズン型の堆積盆を形成した。本層群は、本年度調査地区であるカラトング地区に広く分布する。

バリスカン造山運動の中期に、大規模な花崗岩類の貫入があった。

石炭紀には、浅海性砕屑岩類、珪岩、泥岩及び不純物の多い炭酸塩岩が堆積し、一部に中～塩基性火山活動があった。

二畳紀には大陸性のアルカリ火山活動があり、その一部にカラトング鉱山に代表される正マグマ鉱床が形成された。

新生代のアルタイは、隆起の場(ヒマラヤ期)にあり鉱化作用を伴う火成活動は認められず、山脈の形成や大規模な横ずれ断層(図 1-3-1 の新期断裂)が生じた。

深成岩類

アルタイ山脈には、カレドニア造山期及びバリスカン造山期の貫入岩類が分布する。

カレドニア期の貫入岩類は斑糲岩、トータル岩及び石英閃緑岩である。これらの深成岩類は、バリスカン造山期の変成作用及びミグマタイト化作用を母岩と共に被っている。バリスカン造山期の深成岩類は片麻状花崗岩類からなり、カカトーハイ地域に広く分布する。

1-3-2 調査地域における鉱化作用の特徴

ハルシーリンーアルタイ構造帯には、花崗岩に伴う多くのペグマタイト鉱床が分布し、レアアース・白雲母・宝石を産する。これらの鉱床の内、カカトーハイ(リチウム・ベリリウム・ニオブ・タンタル)とクルムト(リチウム・ニオブ・タンタル)の規模が大きく有名である。クーウェイ、ターカラス及びショウカラスなどの鉱床はリチウム、ベリリウム、ニオブ及びタンタルの他に白雲母、宝石のアクアマリンと電気石も産する。ペグマタイト鉱床の主な鉱化作用は二畳紀にあり、一部の白雲母はシルル紀に生成した。

ハルシーリンーアルタイ構造帯と南アルタイ背弧盆帯の境界部には、多数のベースメタル、鉄、貴金属鉱床が胚胎する。既存文献(王京彬他、1998)などによれば、それらの内、カカタレ鉛・亜鉛鉱床、モンク鉄鉱床、テミルト銅・鉛・亜鉛鉱床、チャシャ及びウラスコ銅・鉄鉱徴地、及び南アルタイ背弧盆帯のアシュレ銅・亜鉛鉱床などは、火山岩及び火山性堆積岩を母岩とする塊状硫化物鉱床(VMS)であり、アルタイ地域が大陸縁辺の変動帯であった時期の古生代のうち、火山性堆積物に富むデボン系下部のカンプティボ層などに胚胎する海底噴気堆積性鉱床であるとされている。また、サルコブ金鉱床も海底噴気堆積性鉱床であるとされている。しかし、本調査の結果からは、アシュレ鉱床を除くこれらの鉱床は、いずれもスカルン型鉱床であると考えられる。

南アルタイ背弧盆帯のサイド金鉱床、ドラナサイ金鉱床、及びチンギスー北ジュンガル構造区のサルブラク金鉱床は、破碎帯中に胚胎する熱水性の鉱床である。これらの鉱床は、

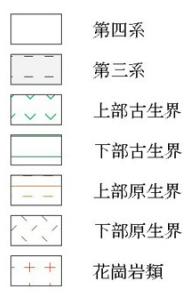
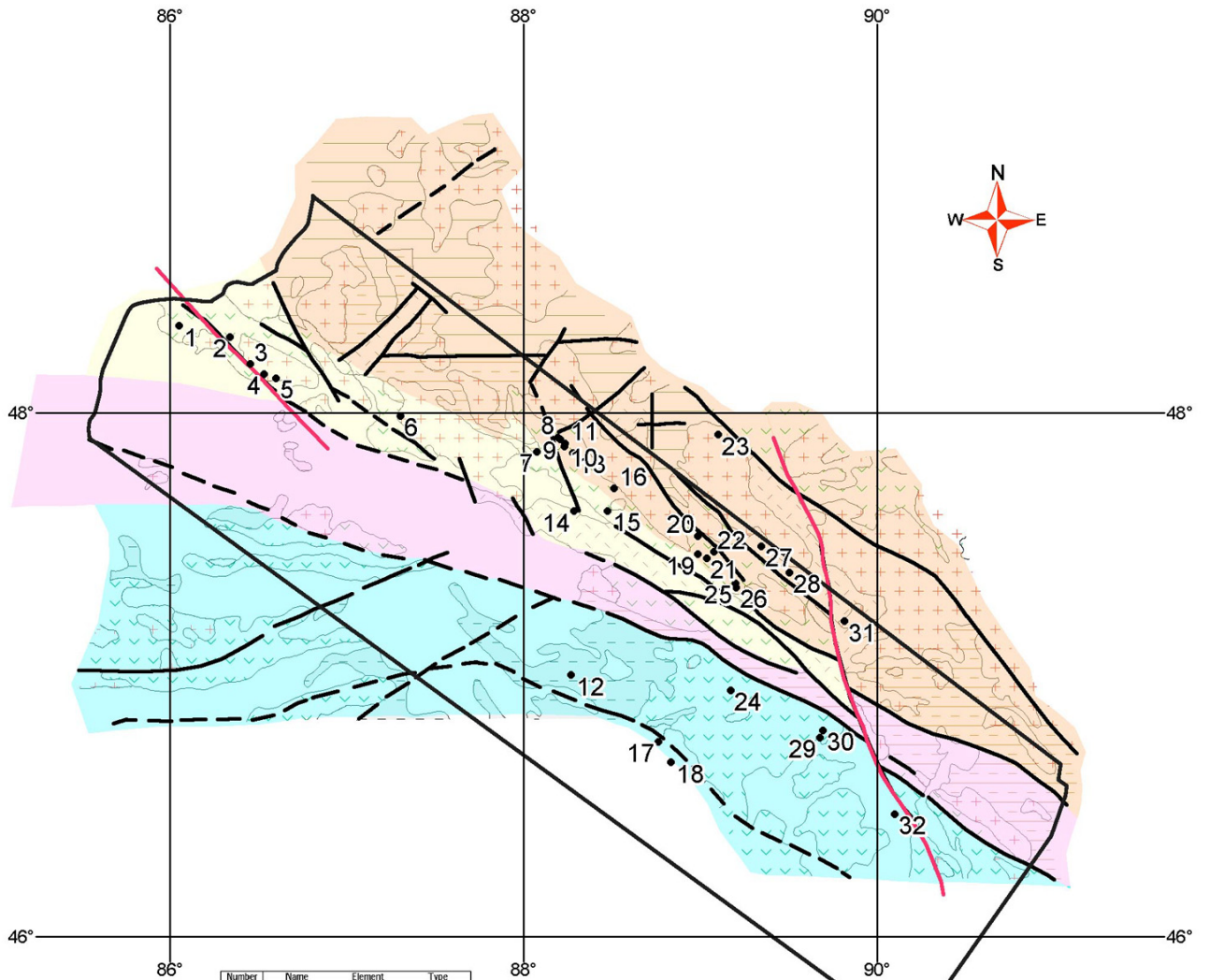
いずれも大規模低品位（長さ数キロメートル、金品位 1～10g/t）である。熱水性の金の鉱化作用は、デボン紀後期から二畳紀にかけて繰り返し行われた。サイド金鉱床においては、鉱石の年代測定により、複数の時代の鉱化作用が重複して行われたことが推定されている。金鉱床以外にも、アシュレ銅・亜鉛塊状硫化物鉱床において、後の時代の熱水による鉱化作用の存在が鉱石の年代測定により推定されている。この様に、アルタイ地域に分布する鉱床には、複合鉱化作用が認められるのが一般的である。

チンギスー北ジュンガル構造区のカラトング銅・ニッケル鉱床は正マグマ鉱床、またチョウシャハラ金・銅・鉄鉱床はスカルン型鉱床である。カラトング正マグマ鉱床は石炭紀後期～二畳紀の中～塩基性貫入岩体に伴うもので、鉱床中心部において塊状高品位鉱体（銅 4.5%，ニッケル 3.5%）を形成している。チョウシャハラスカルン型鉱床はカラトング鉱床に隣接して位置するが、関係火成岩は不明である。

1-3-3 調査地域の鉱業略史

調査地域の鉱業活動を下の表に示す。

年代	鉱業活動
1941 - 1950	ソ連によるロシア輝石（リチウム）の採掘
1950 - 1954	中ソ合同のアルタイ山脈鉱山経営部による非鉄金属及び希少金属の組織的な採掘
1956 - 1997	新疆有色金属公司によるアルタイ山脈でのロシア輝石（リチウム）、緑柱石（ベリリウム）、ポルクス石（セシウム）及びタンタル-ニオブの採掘
1970 - 1985	新疆有色金属公司による白雲母の採掘
1985 - 1996	地方自治体及び民採による金漂砂鉱床の採掘
1988 - 1998	地方自治体と第4地質隊の合弁会社によるサルブラク金鉱床の採掘
1989 -	サイド及びドラナサイ金鉱床の採掘
1992 -	新疆有色金属公司によるカラトング銅ニッケル鉱床の採掘
1995 -	第706地質隊及び新疆有色金属公司によるサルコブ金鉱床の採掘
1998 -	新疆鉄鋼集団によるモンク鉄山の採掘
1998 -	広西壮族自治区の民間会社によるカカタレ鉛-亜鉛鉱床の採掘
1999 8月	アシュレ鉱床の開発会社（新疆阿舍勒銅業株式会社）設立
2000 4月	アシュレ鉱床のF/S完了、開発への投資募集中
2000 -	中日共同資源開発協力基礎調査（本調査）

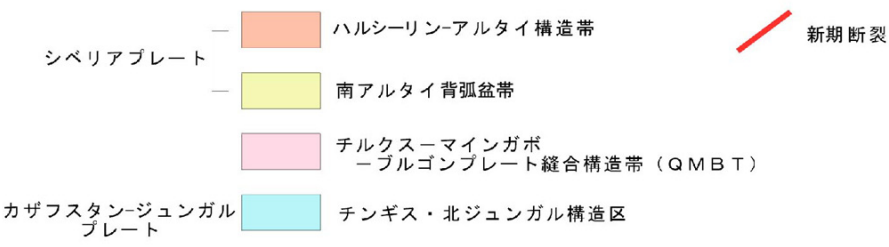


Number	Name	Element	Type
1	Doulanasayi	Au	Vein
2	Achele	Cu-Zn	VMS
3	Hababe North	Cu-Au	Vein
4	Saidu	Au	Vein
5	Jinba	Au	Vein
6	Kangjialake	Cu-Zn	Skarn
7	Xinokilasu	Li-Be-Nb-Ta	Pegmatite
8	Wulasigou	Cu-Au	Skarn
9	Hongling	Au-Cu	Vein
10	Sarikuoba	Au	Vein
11	Qixia	Cu-Fe	Skarn
12	Fulhaishandong	Au	Placer
13	Tieshete	Cu-Pb-Zn	VMS
14	Hongfun	Au	Placer
15	Dakalasu	Li-Nb-Ta	Pegmatite
16	Abagang	Pb-Zn	VMS
17	Suocakudake	Cu-Mo	Porphyry
18	Lierkaduk	Cu-Mo	Porphyry
19	Daqiao	Pb-Zn	Skarn
20	Moku	Fe	Skarn
21	Akelaren	Pb-Zn	Vein
22	Maiz-North	Fe	Skarn
23	Kuermatu	Li-Be-Nb-Ta	Pegmatite
24	Saorbulake	Au	Vein
25	Keketale	Pb-Zn	VMS
26	Keketale south	Cu	Porphyry
27	Ayubulake	Mus	Pegmatite
28	Kurei	Mus-Nb-Ta	Pegmatite
29	Kalitongke	Cu-Ni	Orthomagna
30	Qisaoxia	Fe-Cu-Au	Skarn
31	Keketuohai	Li-Be-Nb-Ta	Pegmatite
32	Laoshankou	Cu-Au-Ni-Co	Magmatic



(鉱床、鉱徴地番号は図I-1-2参照)

地質構造 :



三〇五項目(1995)中国新疆北部及隣区構造-建造図から引用

図 I - 3 - 1 広域地質構造図

主要構造運動		地質時代	層序		
			アルタイ地域	鉱化作用	
				シハラ・プレート	ガフスタン地塊
シエン(西城)変動 ウチヤ(烏恰)変動	ヤ ハ マ ヒ	第四紀	沖積層、洪積層		
			ジヤン(新疆)層群		
			ウスウ(烏蘇)層群		
			シエン(西城)層群		
ジエンガル(准葛爾)変動 ホヤエンシャン(火焰山)変動 カラマリ(喀拉麦里)変動	燕山	白亜紀	[ストライプパターン]		
		ジュラ紀			
シユアソ(新源)変動	三畳紀	三畳紀	[ストライプパターン]	スカルン型多金属 熱水型金	
		二畳紀	不詳		
インニカラ(因尼嫩拉)変動 ホクダ(博格達)上昇	ア ニ	二畳紀	カトロカイ(喀拉託洛蓋)層 カゾオ(喀尔交)層	ヘクマタイ型レアース 熱水型金	正マグマ型 銅・ニッケル スカルン型多金属 熱水型金
		石炭紀	カエルトシ(喀喇額爾齊斯)層群	熱水型金	
クミシ(庫米什)変動	シ ル		チャチハイ(恰其海)層		
		ジムナイ(及木乃)層/アレンカラ(那仁喀拉)層/ジヤンバスタオ(姜巴斯套)層/ナンミンスイ(南明水)層/ハトジャン(黒山頭)層/ホクケ(和布克河)層	熱水型金		
ホロヌ(博羅科努)変動	デボン紀	マンダイチヤ(忙代恰)層群 トクサレ(託克薩雷)層/ユンドカラ(温都喀拉)層/ アルタイ(阿勒泰)層/カンブテイホ(康布鉄堡)層	熱水型多金属 海底噴気堆積型 多金属	熱水型多金属?	
ケピン(柯坪)上昇 タリム(塔里木)変動 アルジンシャン(阿尔金山)変動	ア ニ シ カ 眼 子	シルル紀	クカルシャン(克科賽尔克山)層 ホリユウシャ(紅柳峡)層	ヘクマタイ型レアース	
		オルビス紀	バイハ(白哈巴)層 ドンシルク(東錫勒克)層 チンハ(青河)層群		
		カンブリア紀	[ストライプパターン]		
		後期 原生代	[ストライプパターン]		
	中期 原生代	ジシェン(蘄県)系			

図1-3-2 模式柱状図

第 1-4 章 調査結果の総合検討

1-4-1 アルタイ地区ウラスコ鉱徴地

地質および地質構造

ウラスコ鉱徴地の地質は以下の各岩相から構成される。

黒雲母石英片岩 (sh)、変石灰砂岩および晶質石灰岩 (ls)、変砂岩 (ss)、変酸性凝灰岩および凝灰角礫岩 (tf)、段丘堆積物 (te)、崖錐堆積物 (ta)、沖積層 (a)。これらのうち sh、ls、ss、tf の各岩相は整合関係にあると推定される。

貫入岩はホルンブレンダイト (am)、花崗閃緑岩 (gd) が分布する。

ウラスコ鉱徴地の地質構造は $N40^{\circ}W$ の一般走向を示す折畳み褶曲構造により特徴づけられる。地域中央部から北東部に NW-SE 方向の軸を持つ複背斜構造が存在し、数 10~100m 程度の波長で背斜および向斜が繰り返しているが、傾斜は概ね $80^{\circ}NE$ であり、ほぼ等斜褶曲構造を示している。南西部には NW-SE 方向の向斜軸が存在し、一般傾斜は北東翼で $85\sim 90^{\circ}NE$ 、南西翼で $80^{\circ}NE$ である。

変質作用

ほぼ全域にわたり黄鉄鉱化変質作用が認められる。特に黄鉄鉱化の強いゾーンは地域中央部から北東部の複背斜構造内側に分布する tf、およびその上位に分布する ls の分布域である。珪化作用は複背斜構造の内部に局所的に認められ、脈状～さや状の形状を示し、黄鉄鉱化を伴っている。低度の絹雲母化作用が局部的に tf 中に認められる。

変成作用

全域が広域変成作用を受けており、黒雲母石英片岩 (sh) のほか、変砂岩、変凝灰岩などに、黒雲母-石英-角閃石-緑泥石-白雲母-斜長石-緑簾石の生成が認められる。

石灰岩層 (ls) の一部にスカルン化が認められる。確認されたスカルン鉱物は、緑泥石、緑簾石、角閃石、柘榴石、単斜輝石である。

鉱化作用

スカルン中及び石灰岩層 (ls) 中に亜鉛および銅の鉱化作用が認められる。鉱石鉱物は閃亜鉛鉱および黄銅鉱で、黄鉄鉱および磁鉄鉱を多く伴う。脈石鉱物は石英、方解石および前述のスカルン鉱物である。

調査範囲中央西よりに位置する亜鉛鉱体露頭 (図 I-4-1 の①) における最高品位は $Zn=11.31\%$ (採取幅 1.8m) である。同露頭は幅 6.6m、延長 10m の規模で、周囲の地質状況から背斜軸の中心に形成されたと推定できる。全幅 (6.6m) の平均品位は $Pb=0.66\%$ 、 $Zn=5.38\%$ である。

調査範囲南東部に銅二次富化鉱体が分布しており (図 I-4-1 の②)、過去に試験採掘が実

施されている。採掘対象とされた鉱体は向斜構造の軸部に位置し、採掘跡の形状から幅 30m、延長 50m 程度の規模を有していたと推定される。鉱体はスカルン、石灰岩、変砂岩中に形成された鉱染状鉱体である。鉱石鉱物は孔雀石および藍銅鉱で、多量の磁鉄鉱を伴う。中国側資料によれば、採掘時の平均品位は、Cu=1.5~2.5%程度。出鉱量は 2 万 t で 1994 年夏季の 7 ヶ月間で採掘を終了した。残鉱の分析値は Au=4.55g/t、Cu=16.3%であった。詳細スケッチの結果、同鉱体は背斜構造が浸透水の受け皿となる形で銅が二次富化して形成されたと推定され、深部への連続性は期待できないと判断される。

地表地質精査の結果、上記の亜鉛鉱体と銅二次富化帯は層準的にほぼ同じ位置にあることが判明し、両者の間の同一層準に位置する石灰岩露頭において、脈状のリモナイト焼けの存在が確認された(図 I-4-1 の③)。分析の結果、この焼けには亜鉛の含有が認められた(最大 Zn=2.68%、採取幅=3.0m)。

地化学異常域

中国側が過去に実施した土壌地化学データの再解析により銅、鉛、亜鉛の地化学異常域が抽出された。これらの地化学異常域は、石灰岩層およびスカルンの分布に規制されて形成されていると判断される。

低比抵抗異常域

本年度中国側が実施した TEM 調査のデータを解析した結果、地域中央南寄りの 2 箇所と、同じく北東寄りの 1 箇所で低比抵抗異常域が抽出された。

磁気異常

同じく中国側が実施した磁気調査データに基づく垂直成分磁気異常域 (>-200nT) は、調査地域中央南西寄りに、亜鉛鉱体露頭をカバーして広く分布する。

調査データの地質的解釈 (図 I-4-1)

黄鉄鉱化変質が、複背斜構造内部の変凝灰岩 (tf) 及びその上位の石灰岩 (1s) に顕著であることから、鉱化作用はこの複背斜構造に規制されていると考えられる。

地表で確認された鉱体および焼けは、大部分が上記 tf と 1s との境界近傍に形成されており、鉱石中にはスカルン鉱物の生成が顕著であることから、当鉱徴地の鉱化作用のタイプは熱水型スカルン鉱床であると考えられる。

TEM 調査により抽出された低比抵抗異常域のうち、最も南西に位置する異常域 (図 I-4-1 の④) は、亜鉛鉱体を形成した鉱化帯を反映したものと推定されるが、その規模は小さく、鉱化帯の水平連続性は高くはないことが示唆される。磁気異常域は、ほぼ亜鉛鉱体を中心として抽出されており、同鉱体を含む鉱化帯に対応した異常が抽出されたと解釈できる。

以上の解釈に基づき、亜鉛鉱体露頭と銅二次富化帯との中間地点付近で、両者の走向延長お

よび石灰岩（1s）中の向斜軸を探索対象としたボーリング調査（MJCA-A3）、および調査地域中央部北東寄りに抽出された低比抵抗異常域を探索対象としたボーリング調査（MJCA-A2）を実施した。

ボーリング調査結果

①MJCA-A2 孔

深度 120.25～122.60m に石灰岩およびスカルン薄層が存在する他は、片理の発達した酸性凝灰岩～凝灰角礫岩から構成され、砂質薄層が挟みとして出現する。コア全体が顕著な黄鉄鉱化変質を受けており、細粒黄鉄鉱が片理面沿いに配列して生成している。深度 121.85～122.60 のスカルン中には黄鉄鉱・磁鉄鉱の鉱染が認められ、黄銅鉱の含有も鏡下で確認された。

TEM 調査により捕捉された低比抵抗異常域では、本ボーリングにより多数の黄鉄鉱・石英脈が捕捉され、これらの断裂では多量の湧水が確認された。低比抵抗異常域は裂隙の集中するゾーンに形成された帯水層の存在を反映したものと解釈される。

②MJCA-A3 孔（図 I-4-2）

深度 11.80～13.00m が変凝灰岩である他は、石灰岩・石灰砂岩およびスカルンを主とし、変砂岩薄層を挟む。深度 11.80m から孔底まで全コアで黄鉄鉱化変質が認められる。鉱化作用は、石灰岩、石灰砂岩およびスカルン中に黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱の鉱染帯鉱化部が概ね 6 帯確認された。

鉛亜鉛鉱体周辺の地下で TEM 調査により把握された低比抵抗異常域は、同鉱体を含む鉱化帯の存在を捉えたものであると解釈される。低比抵抗異常域は、ボーリングで捕捉した鉱化部よりさらに深部にも出現しており（図 I-4-2 の⑤）、鉱化部の深部への連続性を示唆している。

MJCA-A3 孔で捕捉した鉛亜鉛鉱体および金銅鉱体の平均品位は、地表試料およびボーリングコア試料の分析結果から、鉛亜鉛鉱体で $Pb=0.65\%$ 、 $Zn=5.31\%$ 、金銅鉱体で $Au=0.47g/t$ 、 $Ag=10.94g/t$ 、 $Cu=0.77\%$ と計算される。

I-4-2 カラトング地区

地質および地質構造

カラトング地区にはデボン系中部から上部とされる火山岩類および火砕岩類、碎屑岩類および石灰岩と石炭系下部の火山岩類が分布し、石炭紀末から二疊紀始めの閃緑岩～斑禰岩および閃長岩が貫入している。

デボン系中部および石炭系下部の地層は、調査地域を北北西－南南東に横切る活断層の東側に分布する。デボン系中部は、下位より石灰砂岩層 1（D21s）、安山岩および同質火砕岩層（D2a）、玄武岩および同質火砕岩層（D2b）、碎屑岩層 1（D2c）から構成される。石炭系

下部は、安山質火砕岩層 (C1) から構成される。

デボン系上部の地層は上記活断層の西側に分布し、下位より碎屑岩層 2 (D3a)、凝灰質砂岩層 (D3b)、含化石石灰岩層 (D31s1)、玄武岩～安山岩 (玄武岩優勢) および同質火砕岩層 (D3c)、石灰砂岩 2 (D31s2)、石灰砂岩層 3 (D31s3)、安山岩～玄武岩 (安山岩優勢) および同質火砕岩層 (D3d)、流紋岩層 (D3e) から構成される。調査地域の西部は広く第四紀沖積層に覆われる。

カラトング地区の玄武岩類は、その化学組成から非アルカリ岩に分類され、微量成分の含有パターンからは島弧玄武岩の可能性が高い。

当地域の鉱床形成に関連したと考えられる閃緑岩～斑糲岩体 (Dg) は、調査地域中央南寄りのラオシャンコウ地区 (精査地区) から地域南南東にかけて広く分布する。岩体は、概ね N30° W 方向に伸長しており、総延長は約 6km、幅は最大で 1km 程度である。同岩体は閃緑岩、閃緑斑岩、斑糲岩、ホルンブレンダイト、輝岩、モンゾナイトなどから構成される複合岩体である。これらの中～塩基性貫入岩類は、その化学組成からアルカリ岩に分類される。その他に、花崗閃緑岩 (Gd)、閃長岩 (Sy) などの貫入岩が分布する。

調査地域の地質構造は前述活断層を境として大きく異なる。東側に分布するデボン系中部の一般走向は NNW-SSE で、傾斜は 60～85° NE と急傾斜で、概ね同斜 (homocline) 構造を示す。一方、西側に分布するデボン系上部は一般に 40～50° NE の傾斜を示す。しかし、局部的には著しい変形により、折畳み褶曲や等斜褶曲構造も認められる。

断層は、地域北部で前記活断層から派生する N-S 系断層、同じく南部で派生する N-S 系横ずれ断層などが存在する。ASTER 画像から判読したリニアメントは、各断層に平行なもの、他、ENE-WSW 系がやや顕著である。

変成作用

当地区は一般に低度の広域変成作用を受けている。デボン系中部の碎屑岩層 (D2c) に千枚岩～粘板岩が含まれるほか、デボン系中部の玄武岩中に黒雲母、ホルンブレンドの二次的な生成が確認された。花崗閃緑岩の周辺の D2b 層ではホルンフェルス化が確認された。D31s2 中にスカルン化作用が認められ、磁鉄鉱-緑簾石が生成している。

変質作用

珪化、絹雲母化、緑簾石化、緑泥石化、方解石化が認められる。火山岩類および中～塩基性貫入岩類は、全て緑泥石化および緑簾石化の広域的な変質作用を蒙っており、いわゆる緑色岩である。

鉱化作用

ラオシャンコウ鉱徴地 (図 I-4-3 の③) に分布する金・銅・コバルト鉱化作用については後述する。

地域北端部に分布する銅鉍化作用が比較的優勢である（図 I-4-3 の①）。石炭系下部の安山岩類（C1）中に貫入したドレライトおよび花崗閃緑岩およびその周囲の凝灰質砂岩中に、鉍染状に黄銅鉍および黄鉄鉍が含まれる。鉍染帯の幅は 100m 以上、延長は不明である。採取試料（花崗閃緑岩）の品位は、Au=0.09g/t、Cu=0.54%であった。

その他、珪化－絹雲母化変質帯（図 I-4-3 の②）、ラオシャンコウ南東の閃緑岩～斑糲岩中に銅鉍化作用（同④）が確認されたが、いずれも孔雀石の小規模な鉍染が存在するのみである。

地化学異常

土壌地化学調査データを用いた主成分分析を行い異常域を抽出した。

PC1 異常域（因子得点>2）は、活断層北西に分布する D2b と D2a 中、および地域南部に分布する花崗閃緑岩（Gd）の周囲に多数断続的に抽出された。

PC2 異常域（因子得点>1）は、調査地域北部においては、銅鉍徴地周辺からその南南東方の C1 分布域、および珪化－絹雲母化変質帯周辺に抽出され、地表調査で確認された鉍化作用に対応した異常域であると考えられる。調査地域南部においてはラオシャンコウ鉍徴地およびその南東に広い異常域が抽出された。

鉍床ポテンシャル

本調査地域の中央南寄りには、ラオシャンコウ鉍徴地が存在し、これは正マグマ型および熱水型の複合鉍化作用により形成されたと考えられるが、同鉍徴地については後述する。

その他に発展が期待できる鉍化作用としては、地域北部で確認された鉍染状銅鉍化作用があげられる（図 I-4-3 の①）。同鉍化作用は、花崗閃緑岩とドレライトに関連して形成されたと推定されるものの、今回の調査ではその詳細を明らかにすることは出来なかった。今後の調査により鉍化帯の規模、タイプなどを解明する必要があると考えられる。

PC2（Au-Ag-Cu）因子得点による異常域は、同鉍徴地やラオシャンコウ鉍徴地周辺のほか、石炭系下部（C1）分布域で抽出されており、今後これらの異常域で地質精査を実施することにより、新たな金銅鉍徴地が発見される可能性があると考えられる。

同じく PC1（Ni-Co-Cr）因子得点による異常域は、主にデボン系中部の安山岩類（D2a）および玄武岩類（D2b）分布域で抽出されている。これらの火山岩類は広域的に緑泥石化－緑簾石化を蒙った島弧火山岩であると推定され、優良な鉍床胚胎母岩となりうる。

1-4-3 ラオシャンコウ鉍徴地

地質および地質構造

ラオシャンコウ地区には、デボン系中部および上部の火山岩類、石炭紀末から二疊紀始めに貫入したと考えられる中～塩基性岩類および閃長岩、花崗閃緑岩などが分布する。

デボン系中部の地層は調査地区西部の NNW-SSE 系活断層（図 I-4-4 の F1）の東に露出する。岩相は石灰岩および石灰砂岩（D2l）、安山岩質凝灰岩（D2t）、安山岩および同質凝灰角礫岩（D2a）から構成される。

デボン系上部の地層は活断層東側に露出し、石灰砂岩および砂岩（D3s）、玄武岩および同質凝灰岩（D3b）、安山岩質凝灰岩類（D3t）および安山岩（D3a）から構成される。

中～塩基性岩類は、調査地区の北部から南東部にかけて広く露出し、複合岩体を形成し岩相変化に富む。同岩体は、閃緑斑岩～モンゾニ斑岩相（Dp）、閃緑岩～モンゾナイト相（Di）、閃緑岩・モンゾナイト・斑礫岩混在相（Dg）、斑礫岩・ホルンブレンダイト・輝岩相（Gb）に区分される。これらの中～塩基性岩類は、その化学組成からアルカリ岩に分類され、深部起源の貫入岩であると推定される。Au11-4 鉍徴地（図 I-4-4 の①）では、鉍体下盤に細粒ホルンブレンダイトが層理面沿いに進入しているのが確認された。このホルンブレンダイト中には初生のクロム鉄鉍・磁鉄鉍が含まれており、当地区に正マグマ型鉍化作用が存在することを示している。

その他、閃長岩（Sy）、花崗閃緑岩（Gd）、安山岩（Ad）、ヒン岩（Po）、細粒閃緑岩（Md）が貫入している。

活断層東部のデボン系中部は、WNW-ESE の一般走向と 70～80° N 程度の概ね同斜構造を示す。活断層西側のデボン系上部の各地層は、調査地区南西側で、概ね走向 NW-SE、40～50° NE の同斜構造を示すが局所的に 70～80° NE の急傾斜も認められる。調査地区北東側の構造は乱れているが、全体構造は水平に近いと推定される。

断層は調査地区東部と西部を画する走向 NNE-SSW、西傾斜、右横ずれ西落ちの活断層（F1）と地区中央部東寄りでこれから派生する N-S 系断層（F2）が大きなものである。この他、NW-SE 系の平行断層が 3 本存在し、これらは NNW-SSE 系活断層により切られる。この NW-SE 系断層沿いに花崗閃緑岩の貫入が認められるほか、地区中央北西寄りの地点では孔雀石を伴う磁鉄鉍鉍化作用（図 I-4-4 の②）が認められる。

変成作用

当地区では肉眼的には顕著な変成作用は認められないが、鏡下では玄武岩類およびモンゾナイト中に黒雲母、ホルンブレンドが一般に認められ、一部に透角閃石の生成が確認されており、広域的に低温・低圧の変成作用を蒙っていると判断される。

変質作用

デボン系の火岩類および火砕岩類、中～塩基性貫入岩類は著しい緑泥石化－緑簾石化変質

を受けており、初生の有色鉱物が残存することはまれである。特に地区南部に位置する金銅コバルト鉱徴地（Au11-4 鉱徴地）では、鉱体上盤の安山岩が石基部分まで完全に緑簾石に置換されているのが観察される。また、同鉱徴地周辺では、絹雲母化－方解石化－黄鉄鉱化の局所の変質作用が認められる。

鉱化作用

①含金銅－磁鉄鉱鉱化作用（正マグマ型～鉱染型）

Au11-4 鉱徴地周辺や地区中央北西寄りの NE-SW 断層沿いなどに認められる磁鉄鉱鉱化作用が優勢である。Au11-4 鉱徴地では後に述べる含金銅ニッケル黄鉄鉱脈上盤の安山岩、下盤のホルンブレンダイト、玄武岩などに著しい磁鉄鉱の濃集が認められ、Fe 含有量は高品位部で 51%に達する。磁鉄鉱鉱化部には金・銅鉱化作用が重複して認められる。

鉱化帯の規模は、走向延長（N50°W）600m、水平幅 50m（傾斜 50°NE）の広がりを持ち、延長 50～100m の 5 つの鉱体が存在する。

Au11-4 鉱徴地の上盤をなす安山岩中には、二次的に生成した緑簾石・緑泥石・ホルンブレンド・単斜輝石の粒間を埋め、鉱染状～細脈状に、磁鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱が共生して産出することが確認された。

下盤をなすホルンブレンダイト中で、クロム鉄鉱の周囲を磁鉄鉱が取り囲み累帯構造を示して晶出しているのが観察された。これらのクロム鉄鉱および磁鉄鉱はその産状から初生鉱物であると推定され、正マグマ型鉱化作用と考えられる。ホルンブレンダイト中にも多くの場合、鉱染状～細脈状に磁鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱が生成している。

以上の様に、単一の磁鉄鉱鉱体において、ホルンブレンダイト中の磁鉄鉱・クロム鉄鉱が母岩と同時生成であるのに対して、鉱染状～細脈状の磁鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱は二次生成であることから、同鉱体を形成した鉱化作用が複合的なものであることは明らかである。

鉱石品位は、上盤側の平均（8 試料、採取延長 16.0m）が Au=0.58g/t, Cu=0.68%, Fe=44.34%、下盤側の平均（9 試料、採取延長 16.9m）が Au=0.50g/t, Cu=0.97%, Fe=34.31%であった。

その他、地区中央北西寄りに位置する断層沿いの磁鉄鉱鉱化作用は、走向（N60°W）延長 250m、幅 50m 程度の規模を持ち、高品位部鉱石は Au=0.81g/t, Cu=0.18%, Fe=53.6%（採取幅 0.9m）を示した。

②金銅コバルト鉱化作用（鉱脈型）

Au11-4 鉱徴地において、磁鉄鉱鉱化作用上盤側をなす変質安山岩と下盤をなすホルンブレンダイトとの間に、金銅コバルトを含有する黄鉄鉱－白鉄鉱脈が形成されている。鉱脈は一般走向 N50°W、傾斜 50°NE を示し、走向延長 50m+、水平幅 0.15～0.46m（平均 0.34m）の規模である。鉱石は細粒緻密塊状で灰色を呈す。主要鉱石鉱物として、黄鉄鉱、黄銅鉱、白鉄鉱、磁鉄鉱が含まれる。副鉱石鉱物として、微量の銅藍、閃亜鉛鉱、ペントランド鉱、クロム鉄鉱、針鉄鉱の含有が確認された。脈石は柘榴石を主とし、微量の緑簾石、緑泥石、

極微量のホルンブレンド、石英から構成され、スカルン様の鉱物組成を示す。黄鉄鉱－白鉄鉱脈はリモナイトを含む方解石－石膏細脈に切られる。

鉱石は比較的高いコバルトの含有を示す。8 試料の分析値平均は、平均脈幅=0.34m で、Au=0.36g/t, Cu=0.73%, Fe=30.54%, Ni=0.04%, Co=0.12%であった。

地化学異常

中～塩基性貫入岩類の分布域を対象に、実施した岩石地化学探査データを用いて主成分分析を実施し異常域を抽出した。各元素の寄与率は、第 1 主成分 (PC1) で Co-Fe-Mg-V が、第 2 主成分 (PC2) で Au-Ag-Cu が、第 3 主成分 (PC3) で Ni-Cr が高い値を示した。各主成分について因子得点 1 以上を異常域として抽出した。

貫入岩体の中心よりも周縁部、あるいは断層近傍に異常域が抽出される傾向が認められる。特に顕著な異常域は、Au11-4 鉱徴地北から西にかけての Dp 及び Dg 中に抽出され、PC1～PC3 の異常域が重複しておよそ 3 個の異常域が抽出された。調査地区中央北寄りに位置する WNW-ESE 系断層 (F3) 沿いに 4 つの PC1 異常域が抽出され、1 つは PC2 異常域が、1 つは PC3 異常域が重複している。その北西では Di 中に 2 つの PC1 および PC3 異常域、1 つの PC2 異常域が重複して抽出された。地区南東の活断層に挟まれた Di 中にもいくつかの異常域が抽出されている。南東部では Gb の分布と PC1 異常域の分布に相関が認められる。

岩相ごとの平均分析値について検討した結果、Au-Ag-Cu は閃緑斑岩 (Dp) 中で高く、Ni-Cr は斑糲岩・ホルンブレンドイト・輝岩 (Gb) 中に濃集する傾向が明らかになった。

磁気異常

垂直成分磁気異常域 (>1000nT) は、Au11-4 鉱徴地の磁鉄鉱化帯から北西に、約 500×300m の規模で抽出された (図 I-4-4 の A)。この磁気異常帯の範囲は Au11-4 磁鉄鉱化帯の規模にほぼ一致するものと推定される。

その他、やや規模の大きな磁気異常域は、地区北西端付近と地区中央の Dg 岩体中に抽出された (図 I-4-4 の B)。これらのうち後者については、初生のクロム鉄鉱－磁鉄鉱を含むホルンブレンドイト～斑糲岩が、深部においてある程度のまとまりを持って存在する可能性を示していると考えられる。

低比抵抗異常

調査地中央部に分布する Dg 岩相は、地表付近において高比抵抗を示すのに対し、標高 1,000m 準には大規模な低比抵抗異常域が出現することが判明した。比抵抗断面を見ると低比抵抗域は、貫入岩体の北東および南東端付近で地表部 (標高約 1,300m) に出現し、全体として船底状の形状を呈することが判明した。

鉱床ポテンシャル

当地区の鉱床ポテンシャルに関して、Au11-4 鉱徴地の鉱化帯の規模は磁気異常域の広がりから推定することが可能であると考えられる。地質・地化学データおよび物理探査データに基づき当調査地で賦存が期待される鉱床モデルについて検討した。

①Au11-4 鉱徴地

Au11-4 鉱徴地では、ホルンブレンダイト中の磁鉄鉱-クロム鉄鉱を主体とする初生鉱化作用、ホルンブレンダイトおよび安山岩中の鉱染状金銅鉄鉱化作用、および、それらを切る鉱脈型の金銅コバルト鉱化作用が複合して現在の鉱化帯を形成している。各ゾーンの鉱石の平均品位は以下のとおりである。

初生+鉱染状鉱体（下盤）：Au=0.58g/t, Cu=0.68%, Fe=44.34%, Ni=0.02%, Co=0.01%

鉱脈型鉱体：Au=0.36g/t, Cu=0.73%, Fe=30.54%, Ni=0.04%, Co=0.12%

鉱染状鉱体（上盤）：Au=0.50g/t, Cu=0.97%, Fe=34.31%, Ni=0.04%, Co=0.03%

鉱床スケッチから各鉱体の平面積は以下のとおり算出される。

下盤鉱体：2,189m²、鉱脈型鉱体：623m²、上盤鉱体：3,597m²、合計 6,409m²

面積比から加重平均することにより、鉱徴地全体の平均品位は、Au=0.51g/t, Cu=0.85%, Fe=37.37%, Ni=0.03%, Co=0.03%と計算される。

磁気探査により抽出された磁気異常域Aが、当鉱化帯の広がりを表しているものと推定される。

②地質・地化学データおよび物理探査データから推定される鉱床モデル（図 I-4-5）

中～塩基性岩類の微量元素含有量をカラトング正マグマ鉱床のそれと比較検討した結果、ラオシャンコウ地区の中～塩基性岩類の La, Ce, Nd, Sm 含有量は、カラトング鉱床の岩体中心から下部の岩石（主に輝緑斑輝岩から構成される）に近い値を示していることが判明した。

地化学異常域は、中～塩基性岩体の周縁部に分布する傾向が認められ、岩体の下底付近に金属元素の濃集があることを示している。地質的には岩体下底にはホルンブレンダイトの進入が確認された。また、岩相別の元素の濃集傾向を見ると、Ni-Cr は斑輝岩中に濃集し、Au-Ag-Cu は閃緑斑岩中に濃集する傾向が認められる。地質状況から斑輝岩は中～塩基性複合岩体の最末期に進入しており、Ni-Cr の濃集は斑輝岩進入時の正マグマ型鉱化作用によるものであると推定される。一方 Au-Ag-Cu は、後からの熱水活動による鉱染状鉱化作用によるものと考えられる。熱水活動の末期には Au11-4 鉱徴地に見られるような、Au-Cu-Co を伴う黄鉄鉱-白鉄鉱脈が形成されている。

調査地区中心部の閃緑岩・斑輝岩混在相（Dg）中に抽出された磁気異常域Bは、直径約 300m の規模を有し、異常域の地下に磁性鉱物を伴う鉱化作用が存在する可能性を示唆している。また、TEM 法調査によりこの磁気異常域を中心として、標高 1,000m 付近

に大規模な低比抵抗異常域が抽出された。この低比抵抗異常域は NE-SW 断面において船底状の形状を示していることが判明した。前述したように当地区の中～塩基性岩体の底は地表からそれほど深い位置にはないと推定され、この低比抵抗異常域が岩体底面を表している可能性がある。この岩体下底付近に斑糲岩～ホルンブレンダイトが侵入し、ここに Ni-Cr の正マグマ型鉱化作用が形成され、後にその周囲に熱水型の Au-Cu 鉱化作用が形成されている可能性があると考えられる。

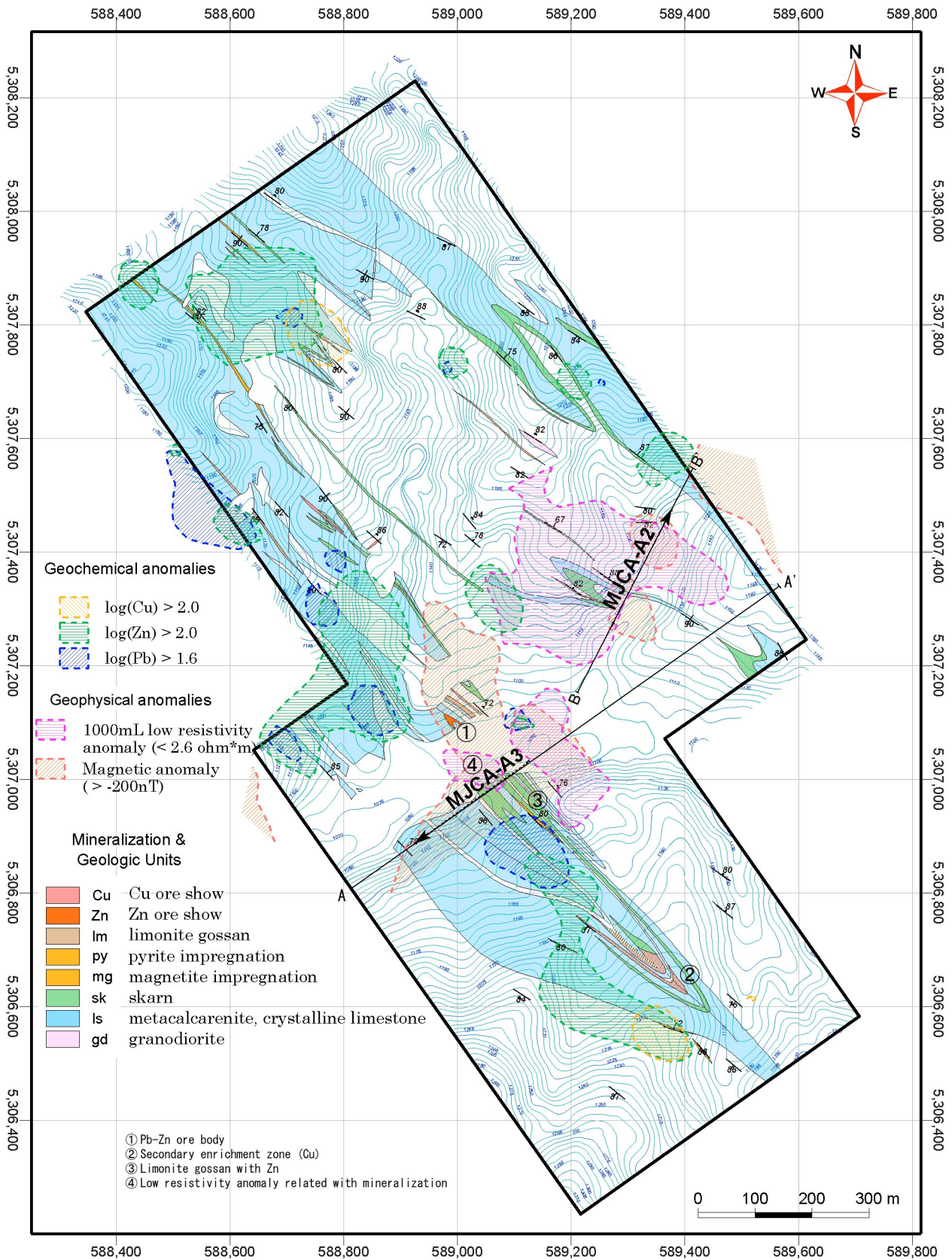


図 1-4-1 アルタイ地区ウラスコ鉱徴地 総合解析平面図

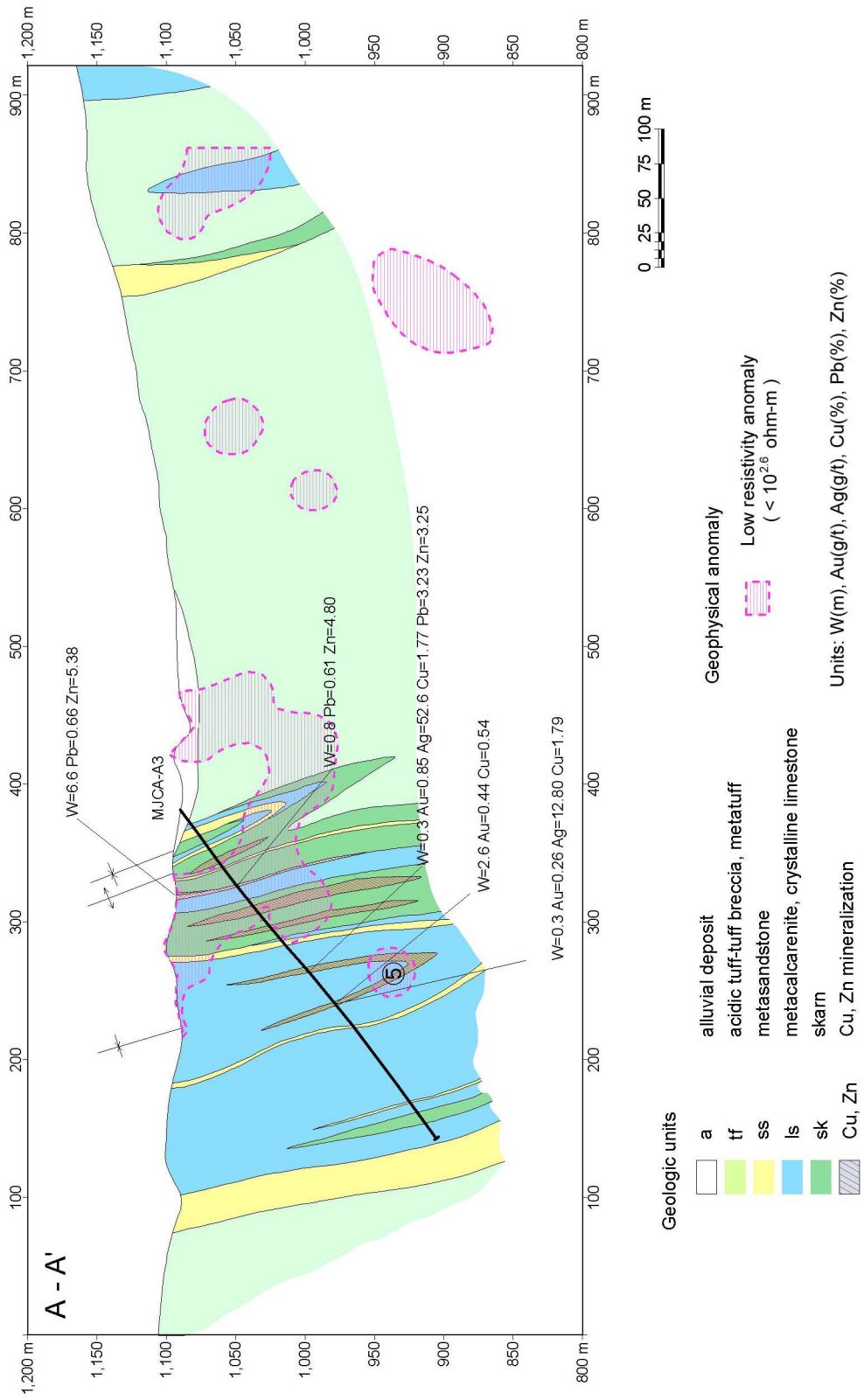


図 1 - 4 - 2 アルタイ地区ウラスコ鉱徴地 解析断面図

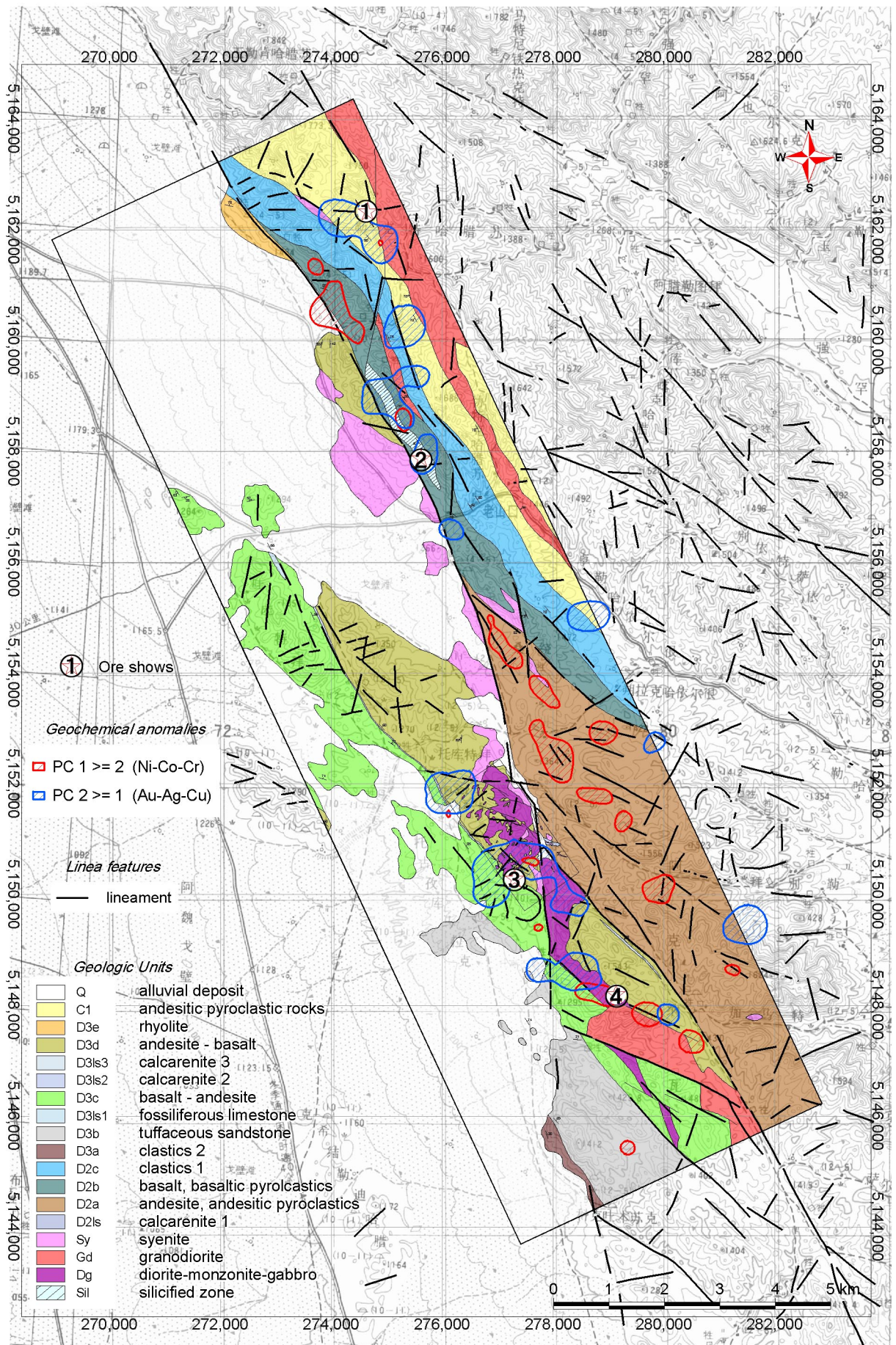


図1-4-3 カラトング地区 総合解析平面図

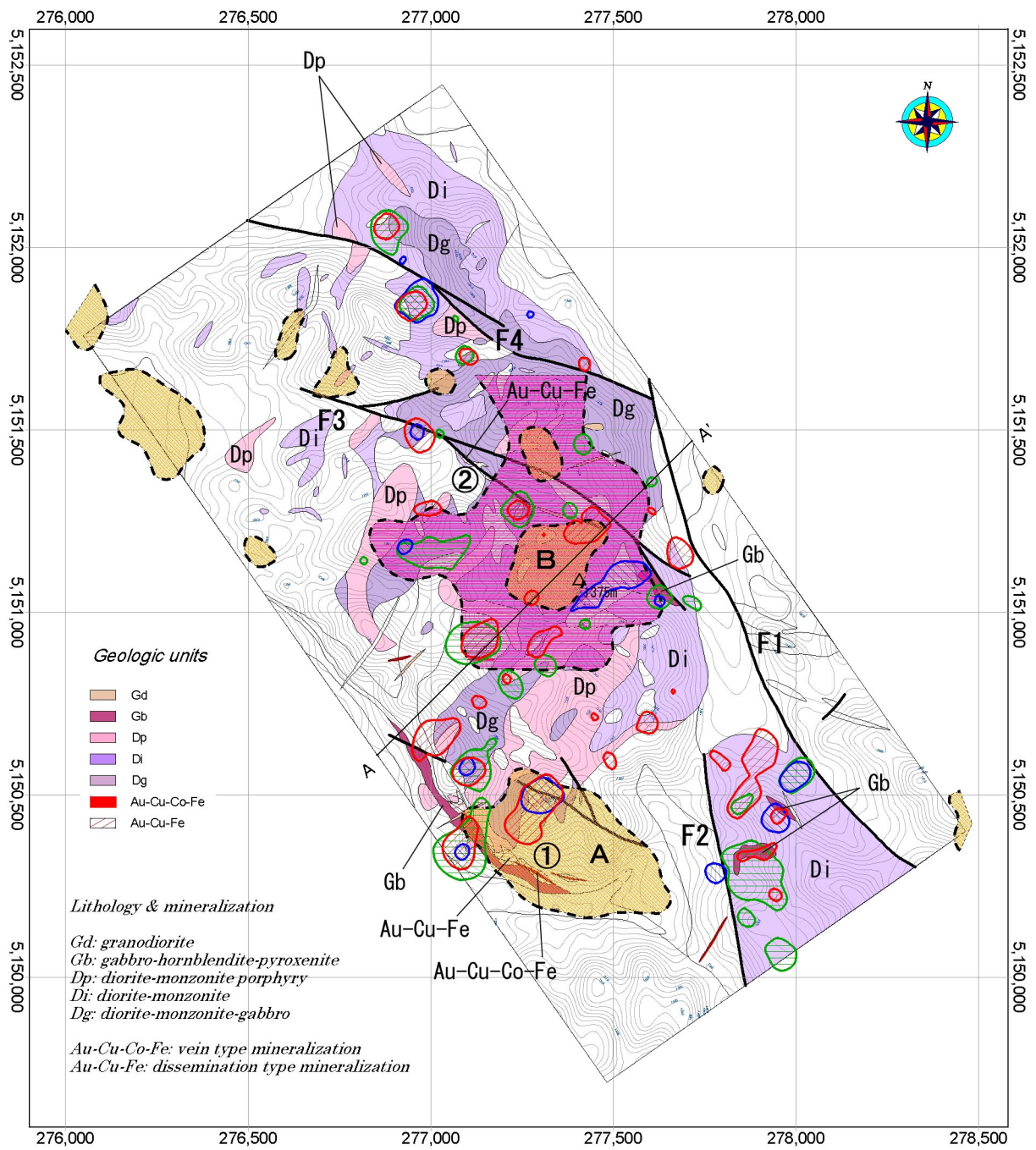


図1-4-4 カラトング地区ラオシャンコウ鉱微地 総合解析平面図

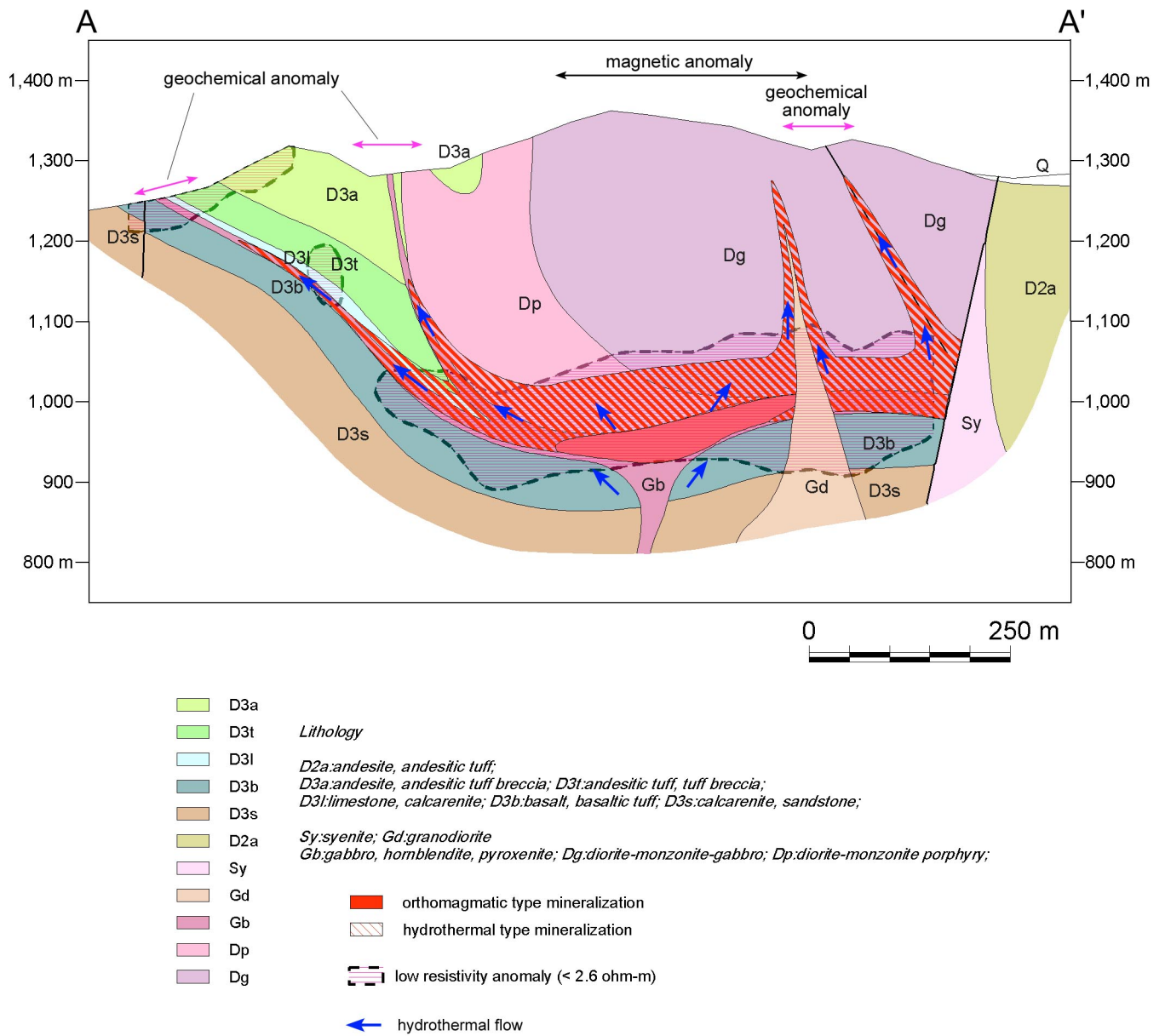


図1-4-5 ラオシャンコウ鉬徴地 鉬床モデル図

第 1-5 章 結論及び提言

1-5-1 結 論

第 3 年次調査の結論は、以下のとおりまとめられる。

①アルタイ地区ウラスコ鉱徴地

地表地質調査、物理探査データの解析と解釈により、同鉱徴地の鉱化作用は、複背斜構造を形成する石灰岩層下盤近傍に形成された熱水性スカルン鉱床であると推定した。

上記鉱床生成モデルに基き、2 本のボーリング調査を実施した結果、うち 1 本 (MJCA-A3 孔) で小規模ながら鉛亜鉛鉱石および銅鉱石を捕捉した。地表データとボーリングデータから算出される平均品位は、鉛亜鉛鉱床 : Pb=0.65%, Zn=5.31%、金銅鉱床 : Au=0.56g/t, Cu=1.78%である。

当鉱徴地では、胚胎条件から大規模鉱床の発見は期待できないが、中～小規模鉱床は発見の可能性があると考えられる。

②カラトング地区

カラトング地区では、ラオシャンコウ鉱徴地で比較的優勢な金銅コバルト鉱化作用が確認されている他、地域北部で花崗閃緑岩とドレライトに関連して形成されたと推定される鉱染状銅鉱化作用を確認した。これらの鉱化作用は、土壤地化学探査によっても強い異常域として抽出され、鉱床ポテンシャルを有すると考えられる。

③ラオシャンコウ鉱徴地

同鉱徴地の鉱化作用は、(1) 正マグマ型鉄クロム鉱化作用、(2) 鉱染状金銅鉄鉱化作用、(3) 鉱脈型金銅コバルト鉱化作用が順次生じた複合鉱化作用であると推定される。

中～塩基性複合岩体の下底付近には最末期に進入した斑糲岩～ホルンブレンダイトが存在し、Ni-Cr の地化学異常域を形成する。複合岩体中心部に抽出された磁気異常および低比抵抗異常域は、斑糲岩～ホルンブレンダイトに伴う正マグマ型鉱化作用とその周囲に後から形成された Au-Cu 鉱染状鉱化作用の存在を示唆している可能性がある。

1-5-2 提言

将来の探鉱活動のための指針として以下を提言する。

①アルタイ地区ウラスコ鉱徴地

MJCA-A3 孔により捕捉した、鉛亜鉛鉱体および金銅鉱体の深部延長および水平延長を対象としたボーリング調査を実施し、鉱量を確認することが望ましい。金銅鉱体の深部延長には TEM 調査により低比抵抗異常域が推定されており、鉱床の富化が期待できる。

②カラトング地区

地域北部で確認された鉱染状銅鉱化作用の規模および鉱床タイプを明らかにするための地質精査、物理探査の実施が期待される。また、地化学異常域が抽出された地点における鉱化作用の存在の有無を確認するための地質調査の実施が望まれる。

③ラオシャンコウ鉱徴地

Au11-4 鉱徴地の鉱化帯の深部への連続性を確認するために、TEM 法物理探査を実施した上で、鉱量・品位を確認するためのボーリング調査を実施することが望ましい。鉱化帯の深部への連続は 250m 程度と推定されるため、100～200m 程度のボーリングを鉱化帯の上盤側（北東側）から実施するのが効果的であると考えられる。

地区中央部に抽出された高磁気・低比抵抗異常域を対象に、鉱化作用存在の有無を確認するためのボーリング調査の実施が望ましい。

第Ⅱ部 各論

第 II-1 章 地質・地化学調査

II-1-1 調査方法

II-1-1-1 調査目的

本年度の地質・地化学調査の目的は地区ごとに以下のとおりである。

ウラスコ鉍徴地

- (1) ボーリング予定地点周辺において地質精査を実施し、鉍床賦存状況と地質構造の詳細を把握する。
- (2) ボーリングコアの鑑定を行い、深部方向の地質状況、鉍化状況、鉍化帯の規模および品位を確認し、鉍床ポテンシャルを評価する。

カラトング地区

- (1) 土壤地化学探査を実施し、抽出される金銅鉍化作用に関連する異常域についての地表地質情報を取得し、衛星画像データなども参考に鉍床ポテンシャルを有する地域を抽出する。

ラオシャンコウ鉍徴地

- (1) 岩石地化学探査および地質調査を実施し、正マグマ鉍床の母岩把握並びに熱水性鉍床の変質・硫化鉍脈等の分布を把握する。
- (2) 地質・地化学調査データを物探データと合わせて解析し、鉍床ポテンシャルを評価する。

II-1-1-2 調査地域

地質・地化学調査地域のうち、アルタイ地区ウラスコ鉍徴地(地質調査)の位置を図 II-1-1 に、カラトング地区(土壤地化学調査)およびラオシャンコウ鉍徴地(岩石地化学調査)の位置を図 II-1-2 に示す。

ウラスコ(Wulasigou)鉍徴地は、アルタイ市の北東約7.5kmに位置する。アルタイ市から調査地へは、アルタイ(阿勒泰)市の中心部を流れる克蘭(克蘭)川沿いの舗装道路を北上し、セメント工場横からウラスコ川沿いに分岐する本調査のために整備した既存の未舗装道路をたどり、車で約1時間を要する。ウラスコ川は年間を通じて水量が豊富である。夏季の最高気温は30℃程度、比較的乾燥しているが、谷の内部には灌木が繁茂する。冬季の積雪は2m程度である。調査地内に民家はないが、ウラスコ川沿いの平地には冬期に遊牧民が居住する。調査地内に送電線および電話線の設備はないが、アルタイ市が見通せる山頂からは携帯電話による通信が可能である。

カラトング(Kalatongke)地区は、フユン(Fuyun)県の南東約70km、チンハ(Qinghe)県の南西約30kmに位置する。フユン県からカラトング地区へは、ウルムチ市へと続く国道を南下した後、チンハ県へ向かう舗装道路を東進し、車で1時間弱を要する。なお、現

地調査時には国道の分岐からチンハ県までの道路が改修工事のため通行不能であった。そのため、カラトング鉱山を経由する未舗装道路を使用し、フユンから調査地への所要時間は約1時間半であった。

ラオシャンコウ (Laoshankou) 鉱徴地はカラトング地区の中心から約5km南南東に位置する。鉱徴地には既存の探鉱道路が通じており、車両での通行が可能である。鉱徴地内の2箇所で湧水を確認したが、水量は多くない。夏季の最高気温は35℃程度に達する。非常に乾燥しており植生は一般に疎らである。湧水地に民家が一軒あるが、夏期の定住者はない。送電線はカラトング鉱山からチンハ県へ通じる旧道沿いに設置されている。電話はカラトング鉱山あるいはチンハ県に通じる道路の途中の集落で使用可能である。

II-1-1-3 調査方法

ウラスコ鉱徴地

- (1) ボーリング予定地点周辺において、縮尺 2 千分の 1 の地質精査を実施した。調査には差分 GPS 測量により作成した地形図を用い、地形測量点を位置確認のための基準点とした。
- (2) 主要露頭では縮尺 200 分の 1 の詳細スケッチを実施し、合わせて写真撮影を行った。
- (3) 鉱石露頭では分析用試料を採取し、重要なものは研磨薄片、X線回折等の室内試験を実施した。
- (4) 主要な岩石について岩石薄片を作成し、鉱物組成および岩石組織を観察した。

カラトング地区

- (1) ASTER データを用いてカラー合成画像を作成した (縮尺 5 万分の 1)。
- (2) ASTER 画像を用いた地質判読を実施し、岩相区分図およびリニアメント図を作成した。
- (3) ASTER データによる複合ファジーパターン認識法による鉱物分類を行い、スメクタイト、緑泥石、緑簾石の分布域を抽出した。
- (4) 上記岩相区分図に基き、確認調査を実施し縮尺 2 万 5 千分の 1 の地質図を作成した。
- (5) 先第四系分布地域を対象に、6~7 サンプル/km²程度の密度で土壌地化学調査を実施し、鉱化作用に関連する異常域の抽出を行った。
- (6) 主要露頭では詳細地質スケッチおよびカラー写真撮影を実施した。
- (7) 鉱石露頭では分析用試料を採取し、重要なものは研磨薄片、X線回折等の室内試験を実施した。
- (8) 主要な岩石について岩石薄片を作成し、鉱物組成および岩石組織を観察した。
- (9) 玄武岩類および中~塩基性貫入岩類の主成分および微量成分分析を実施し、各岩石の成因について検討した。

ラオシャンコウ鉍徴地

- (1) 差分 GPS 測量により縮尺 2 千 5 百分の 1 の地形図を作成した。
- (2) 上記地形図を用いて詳細地質調査を実施し、調査結果を 5 千分の 1 地質図にまとめた。
- (3) 重要な露頭では詳細地質スケッチおよび写真撮影を実施した。
- (4) 鉍石露頭では分析用試料を採取し、重要なものは研磨薄片、X 線回折等の室内試験を実施した。
- (5) 主要な岩石について岩石薄片を作成し、鉍物組成および岩石組織を観察した。
- (6) 正マグマ鉍床の胚胎母岩となる可能性のある中～塩基性貫入岩体を対象に岩石地化学探査を実施し、異常域の分布を把握した。

各調査地における調査内容・調査量、室内試験数量は下表のとおりである。

地質調査・地化学探査 調査量

調査内容	調査量
地質調査	
アルタイ地区ウラスコ鉍徴地	調査面積 1.0km ² 踏査長 23.5km 縮尺 1/2,000
地質・地化学探査	
カラトング地区（土壌地化学探査）	調査面積 120km ² 縮尺 1/25,000 試料数 605 個
カラトング地区ラオシャンコウ鉍徴地（岩石地化学探査）	調査面積 3km ² 縮尺 1/5,000 試料数 502 個

室内試験項目及び数量

調査内容	試験項目	数 量
地質調査	岩石薄片作成	29 件
	鉱石研磨薄片作成	21 件
	X線回折（鉱物同定+不定方位）	51 件
	放射年代測定（K-Ar 法）	4 件
	鉱物分離	4 件
	流体包有物均質化温度測定	4 件
	化学分析（土壌） Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, As, Sr, Sb, Hg, W, Tl, TFe, Mg, V	605 件
	化学分析（鉱石） Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, TFe	67 件
	化学分析（岩石） Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, As, Sr, Sb, Hg, W, Tl, TFe, Mg, V	502 件
	全岩分析（主要元素+Fe） SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , TiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , MgO, CaO, SrO, BaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , MnO, LOI, FeO	13 件
微量成分分析（38 成分） Ag, Ba, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Ho, La, Lu, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Rb, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Th, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr	13 件	

II-1-2 調査結果

II-1-2-1 アルタイ地区ウラスコ鉱微地地質調査

アルタイ地区の鉱化作用（図 II-1-3）

図 II-1-3 に平成 12～13 年度に地質調査を実施したアルタイ地区およびホンリンーウラスコ地区の総合解析図を示す。

アルタイ地区には N40° W 方向に平行して連続する 2 つの鉱化帯が存在する。一方はテミルト（Tiemierte）銅-鉛-亜鉛鉱床からサルコブ（Sarekuobu）金鉱山へと連続する鉱化帯であり、他方はチャシャ（Chasha）銅鉱微地を含む鉱化帯である。地化学異常域の分布は、石灰岩-石灰質砂岩層およびスカルンの分布と良い相関を示す。また、各鉱床・鉱微地産の鉱石は脈石鉱物として、透閃石、柘榴石、アクチノ閃石、緑泥石、緑簾石、角閃石

などのスカルン鉱物を含有しており、各鉱床がスカルン化作用に関連して形成されたことは明かである。

ホンリン-ウラスコ地区にはチャシャ鉱徴地から続く石灰岩およびスカルンが分布し、褶曲による屈曲をへて地区北西へと連続する。地化学異常域はアルタイ地区におけるほど顕著ではないが、石灰岩-スカルン分布域に散在している。また、テミルト鉱床-サルコブ鉱山の鉱化帯の地化学異常域はホンリン (Hongling) 金-銅鉱徴地を経てウラスコ (Wulasigou) 金-銅-鉛-亜鉛鉱徴地へと断続的に分布している。ウラスコ鉱徴地は、これら 2 つの異常域の連りの延長部に位置しており、ここで 2 つの鉱化帯が収斂するものと予想される。

IP 法物理探査による高充電率-低比抵抗異常域 (以下、IP 異常域) は、アルタイ地区において、上記鉱化帯に重なる位置に抽出され、同様にホンリン-ウラスコ地区において収斂する。地質的には、ホンリン-ウラスコ地区の IP 異常域は、背斜構造内部の石灰岩層から下位に形成されていると見る事が出来る。

ウラスコ鉱徴地の地質 (図 II-1-4)

図 II-1-4 にウラスコ鉱徴地の地質図を示す。

地質および地質構造

ウラスコ鉱徴地には、黒雲母石英片岩 (sh)、変石灰砂岩および晶質石灰岩 (1s)、変砂岩 (ss)、変酸性凝灰岩および凝灰角礫岩 (tf)、段丘堆積物 (te)、崖錐堆積物 (ta)、沖積層 (a) が分布する。

黒雲母石英片岩 (sh) は調査地中央部から北～北西寄りの複背斜構造中心付近から北側に分布する。肉眼的には暗灰色～黒色細粒で、明瞭な片理を示す。鏡下では粒径 0.5～1mm 程度の葉片状の黒雲母および緑泥石の粒間を埋めて等粒状の石英および斜長石が晶出している。副構成鉱物として、緑簾石、柘榴石、針鉄鉱、燐灰石、電気石を含む。

変石灰砂岩および晶質石灰岩 (1s) は調査地の北～北西～南東に褶曲構造に沿って屈曲した分布を示す。岩相は中～粗粒で砕屑性のもの (石灰砂岩) と粗粒で結晶質なもの (晶質石灰岩) とに分類できる。未変質部の石灰砂岩は灰色を呈し、晶質石灰岩は明灰色～白色を呈すが、調査地の大部分の露岩は黄鉄鉱化変質と風化作用のため褐色を呈し、ザラメ状の粗く軟質な岩相を呈す。鏡下では方解石、石英のほか黒雲母がしばしば含まれる。副構成鉱物として斜長石、二次鉱物として沸石の晶出が認められた。

変砂岩 (ss) は調査地北部で 1s の上位と下位にやや広く分布するほか、中央から南部の向斜構造で、1s 中の挟在層または下位層として分布する。肉眼的には淡灰色～灰色を呈し、明瞭な片理を示す。石英、黒雲母、緑泥石を主要構成鉱物とした変成岩である。

変酸性凝灰岩および凝灰角礫岩 (tf) は調査地中央から南部にかけて、1s および ss の下位に広く分布する。変成度の高い部分は、淡灰色～灰色粗粒で明瞭な片理を示す。鏡下では初生鉱物として、粗粒 (1～2mm ϕ) の石英、斜長石、アルカリ長石、黒雲母が確認さ

れた。また、変成鉱物として、細粒の石英、黒雲母、白雲母、緑泥石が初生鉱物の粒間を埋めて晶出している。凝灰各礫岩は主に調査地西部に分布する。全体に灰色を呈し、角礫の径は 1×3cm 程度で一般走向 (N50° W) 方向に伸びた形状を示す。また、同サイズの白色パッチを多数含有する。鏡下では残斑状組織を呈する流紋岩起源の変成岩と鑑定される。初生鉱物として、石英、斜長石の斑晶を多数含む。変成鉱物は基質中に石英、黒雲母、斜長石、白雲母、緑泥石および微量の緑簾石、電気石が晶出している。

段丘堆積物 (te) はウラスコ川の両岸に分布し、河床からの比高は 20~40m ほどである。直径 20~50cm 程度の花崗岩、片麻岩等の円礫を含む砂礫から構成される。

崖錐堆積物 (ta) はウラスコ川支流沿いの斜面に発達する。

沖積層 (a) はウラスコ川河床部に分布する。

貫入岩はホルンブレンダイト (am)、花崗閃緑岩 (gd) が分布する。

ホルンブレンダイト (am) は黒色、中~粗粒、緻密な岩石で、産状は岩脈状である。構成鉱物として、粗粒 (<2mm ϕ) のホルンブレンド、黒雲母、斜長石、石英、チタン石、チタン鉄鉱が確認された。

花崗閃緑岩 (gd) は調査地中央北寄りに小規模な岩脈が分布する。細粒で珪化・黄鉄鉱化が著しく源岩組織は不明瞭である。同岩体周囲の変酸性凝灰岩も同様に著しい珪化・黄鉄鉱化を受けており、同岩が熱水変質作用の熱源となった可能性が示唆される。

ウラスコ鉱徴地の地質構造は N40° W の一般走向を示す折畳み褶曲構造により特徴づけられる。地域中央部から北東部に NW-SE 方向に伸長した複背斜構造が存在し、10~100m 程度の波長で背斜および向斜が繰り返しているが、傾斜は概ね 80° NE であり、ほぼ等斜褶曲構造を示している。南西部には NW-SE 方向の向斜軸が存在し、一般傾斜は北東翼で 85~90° NE、南西翼で 80° NE である。

調査地中央北寄りに、見掛け左横ずれ変位を示す NNE-SSW 断層があり、sh は見掛け上 80m 程度の水平変位を示している。N-S 系断層が調査地北西部に数本分布し、その一つに沿ってホルンブレンダイトが貫入している。

変質作用

ほぼ全域にわたり黄鉄鉱化変質作用が認められる。特に黄鉄鉱化の強いゾーンは地域中央部から北東部の複背斜構造内側に分布する tf、およびその上位に分布する 1s の分布域である。珪化作用は複背斜構造の内部に局所的に認められ、脈状~さや状の形状を示し、黄鉄鉱化を伴っている。低度の絹雲母化作用が局部的に tf 中に認められる。

変成作用

全域が広域変成作用を受けて片岩化しており、黒雲母石英片岩 (sh) のほか、変砂岩、

変凝灰岩、石灰岩中に、黒雲母－石英－角閃石－緑泥石－白雲母－斜長石－緑簾石の生成が認められる。

石灰岩層（1s）の一部にスカルン化が認められる。確認されたスカルン鉱物は、緑泥石、緑簾石、角閃石、柘榴石、単斜輝石である。

ウラスコ鉱徴地の鉱化作用（図 II-1-5, 6, 7, 8）

スカルン中及び石灰岩層（1s）中に亜鉛および銅の鉱化作用が認められる。鉱石鉱物は閃亜鉛鉱および黄銅鉱で、黄鉄鉱および磁鉄鉱を多く伴う。脈石鉱物は石英、方解石および前述のスカルン鉱物である。図 II-1-5 に亜鉛鉱体露頭および銅二次富化帯の現場状況を示す。

調査範囲中央西よりに位置する亜鉛鉱体露頭（図 II-1-6）における最高品位は Zn=11.31%（採取幅 1.8m）である。同露頭は幅 6.6m、延長 10m の規模で、周囲の地質状況から背斜軸の中心に形成されたと推定される。走向 N50° W 傾斜 85° NE で、褐鉄鉱焼けた磁鉄鉱スカルン（幅 1.8m の最高品位部）の両盤に黄鉄鉱が鉱染した石灰岩が露出する。全幅（6.6m）の平均品位は Pb=0.66%、Zn=5.38% である。鉱石鉱物は多量の磁鉄鉱、微量の方鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、磁硫鉄鉱が確認されたが亜鉛鉱物は確認できなかった。二次鉱物として中量の針鉄鉱、赤鉄鉱を含有する。脈石鉱物は石英、緑簾石、柘榴石、ホルンブレンド、方解石などである。

調査範囲南東部に銅二次富化鉱体が分布しており、過去に試験採掘が実施されている（図 II-1-7）。採掘対象とされた鉱体は向斜構造の軸部に位置し、採掘跡の形状から幅 30m、延長 50m 程度の規模を有していたと推定される。鉱体はスカルン、石灰岩、変砂岩中に形成された鉱染状鉱体である。鉱石鉱物は孔雀石および藍銅鉱で、多量の磁鉄鉱を伴う。中国側資料によれば、採掘時の平均品位は、Cu=1.5～2.5% 程度。出鉱量は 2 万 t で 1994 年夏季の 7 ヶ月間で採掘を終了した。残鉱の分析値は Au=4.55g/t、Cu=16.3% であった。詳細スケッチの結果、同鉱体は背斜構造が浸透水の受け皿となる形で銅が二次富化して形成されたと推定され、深部への連続性は期待できないと判断される。

地表地質精査の結果、上記の亜鉛鉱体と銅二次富化帯は層準的にはほぼ同じ位置にあることが判明し、両者の間の同一層準に位置する石灰岩露頭において、脈状のリモナイト焼けの存在が確認された（図 II-1-8）。焼けは黄鉄鉱化した石灰質片岩中に形成されており、走向 N40° W 傾斜 85° NE～84° SW を示し、石灰岩の層理面に平行である。幅は 1.3～3.0m、分析最高品位は Zn=2.68%（採取幅=3.0m）である。

ウラスコ鉱徴地の地表試料 4 個、岩芯試料 20 個について流体包有物均質化温度測定を行った結果を巻末試料 6 および 7 に示す。

流体包有物均質化温度は、試料ごとの測定件数に偏りがあり、測定値にもばらつきが大きいが、概ね 200～400℃ の範囲に収まるものがほとんどである。宮沢(1977)は、日本及び

韓国のスカルンについて、流体包有物均質化温度及びデクレピテーション温度の他、過去におけるスカルン鉱物の合成実験及び硫黄同位体による生成温度の研究結果などから、生成温度はおよそ 200~430℃であるとしている。当鉱徴地の測定結果は、ほぼこれと一致し、スカルン鉱床としての特徴を示していると考えられる。

MJCA-A3 孔では、深度が深くなるほど高温側の頻度が高くなる傾向が認められるが、最深部（試料 A3-55-2、深度 298.84-298.90m、垂直深度約 180m）で再び低温（平均 308℃）に転じている。スカルン鉱床の生成温度の幅を考えると、更に深部に鉱床が存在する可能性は否定できない。

図 II-1-9 および図 II-1-10 に当鉱徴地で実施した MJCA-A2 および MJCA-A3 孔のボーリング結果に基づく地質断面をそれぞれ示す。これらの結果については考察（II-1-3-1）の項にて後述する。

II-1-2-2 カラトング地区地質・地化学調査

ASTER 画像解析（図 II-1-11, 12, 13）

NASA（米国航空宇宙局）が 1999 年に打ち上げた EOS-AM1（Terra）に搭載された ASTER センサーにより取得された衛星データを用いた画像解析を実施した。ASTER は通商産業省により開発された資源探査用センサーで、可視～近赤外域（VNIR）に 3 バンド（および立体視用の後方視バンド）、短波長赤外域（SWIR）に 6 バンド、熱赤外域（TIR）に 5 バンドの計 14 バンドを有する。空間分解能は VNIR が 15m、SWIR が 30m、TIR が 60m である。

解析には 2001 年 8 月 5 日に観測されたレベル 1B（幾何補正済み）データ（グラニューール ID：ASTL1A 0108050508250108160345）を使用した。解析内容は、カラー合成画像の作成、地質判読、リニアメント判読、鉱物分布図の作成である。解析手順の概要は以下のとおりである。

ASTER の HDF 形式ファイルから各バンドのデータおよび画像の位置情報を読み込んだ後、画素サイズを 15m に統一して SWIR および TIR バンドをリサンプリングした。カラトング地区をカバーする範囲の画像を切り出し解析範囲とした。解析範囲の画像データサイズは、1061 画素×1616 ラインである。

作成した画像データからバンド 1, 3, 6 を BGR に配色したカラー合成画像を作成した。火山岩地帯と沖積層分布域との輝度差が大きかったため、LAC（Local Adaptive Contrast Stretch）を適用してコントラストを強調した。

立体視用にバンド 3N（直下視）および 3B（後方視）のモノクロ画像を作成した。これらの画像を縮尺 5 万分の 1 で出力し判読に供した。

鉱物分布図の作成には、渡辺（1999）による「ファジィ推論に基づく鉱物存在量の推定」手法を適用した。同手法は ASTER の特殊プロダクト作成用に開発された手法で、ASTER の全バンドのデータを使用すること、ノイズ成分に対するロバスト性が高いことなどを特徴

とする。カラトング地区に分布する変質鉱物のうち、スメクタイト、緑泥石、緑簾石の分布図を作成し、各鉱物の分布を赤、緑、青に配色したカラー画像を作成した。

図 II-1-11 に ASTER カラー合成画像を示す。同画像では、火山岩類は褐色～暗青色、堆積岩類は淡褐色、酸性貫入岩類は白～明青色など、岩相の違いによる色調差が明瞭に表現されている。これらのスペクトル情報および立体視による地形情報に基づき、地質図の原図とな地質単元区分図およびリニアメント図を作成した。

図 II-1-12 にリニアメント図を示す。NNW-SSE 系の活断層が明瞭なりニアメントとして抽出された。活断層の東側では同断層に平行する NNW-SSE～NW-SE 系リニアメントの頻度が高いのに対して、西側では WNW-ESE～E-W 系の頻度が高い傾向がある。

図 II-1-13 にスメクタイト、緑泥石、緑簾石の分布図を示した。スメクタイトは主に地域北東部および南部の花崗閃緑岩分布域、中央部の閃長岩分布域の一部に分布する。緑泥石は主に中～塩基性火山岩類中に分布しており、これらの火山岩が広域的な変成作用（緑色岩化）を受けていることを反映している。同画像で緑簾石と緑泥石が重なる画素はシアンに発色しているが、北部の碎屑岩類中、中央部の玄武岩類中、南部の安山岩類中に主に同色の画素が抽出され、緑泥石－緑簾石帯の存在を示していると考えられる。ラオシャンコウ鉱徴地の西端部付近にも緑泥石－緑簾石が分布するが、これは現場状況と良く一致する。

図 II-1-14 には地質判読図に基づく現地検証により作成した地質図を示す。

カラトング地区の地質（図 II-1-14, 15）

地質および地質構造

カラトング地区にはデボン系中部から上部とされる火山岩類および火砕岩類、碎屑岩類および石灰岩と石炭系下部の火山岩類が分布し、石炭紀末から二畳紀始めの閃緑岩～斑糲岩および閃長岩が貫入している。

デボン系中部および石炭系下部の地層は、調査地域を北北西－南南東に横切る活断層の東側に分布する。デボン系中部は、下位より石灰砂岩層 1（D21s）、安山岩および同質火砕岩層（D2a）、玄武岩および同質火砕岩層（D2b）、碎屑岩層 1（D2c）から構成される。

石炭系下部は、安山岩質火砕岩層（C1）から構成される。D2c と C1 は平行不整合あるいは層理に平行な断層により接すると推定されるが、詳細は不明である。

デボン系上部の地層は上記活断層の西側に分布し、下位より碎屑岩層 2（D3a）、凝灰質砂岩層（D3b）、含化石石灰岩層（D31s1）、玄武岩～安山岩（玄武岩優勢）および同質火砕岩層（D3c）、石灰砂岩層 2（D31s2）、石灰砂岩層 3（D31s3）、安山岩～玄武岩（安山岩優勢）および同質火砕岩層（D3d）、流紋岩層（D3e）から構成される。調査地域の西部は広く第四紀沖積層に覆われる。

デボン系中部

石灰砂岩層 1 (D21s) はラオシャンコウ鉱地内に分布する。一般走向 $N75^{\circ}W$ 傾斜 85° N で、明灰色～白色を呈し、中～粗粒の炭酸塩砕屑岩である。

安山岩および同質火砕岩類層 (D2a) は地区東部から南東部に広く分布する。暗緑灰色～灰色、細～中粒の安山岩、同質凝灰岩、同質凝灰角礫岩から構成される。

玄武岩および同質火砕岩類層 (D2b) は地区北部から西部にかけて、一般走向 $N35^{\circ}W$ 傾斜 $70^{\circ}E$ の細長い分布を示す。一般に暗緑灰色を呈し、中粒塊状の玄武岩、同質凝灰角礫岩から構成される。玄武岩は斑状組織を呈し、普通輝石および橄欖石仮像の斑晶と細粒斜長石の石基から構成される。他に、初生鉱物として磁鉄鉱、二次鉱物として緑泥石、チタン石、赤鉄鉱、針鉄鉱が含有される。花崗閃緑岩近傍の玄武岩は、接触変成によりホルンフェルス化し、黒雲母、斜長石、石英、ホルンブレンドが生成している。また、同岩には孔雀石の含有も認められた。

砕屑岩層 1 (D2c) は地区北部から西部に細長く分布し、一般走向 $N35^{\circ}W$ 傾斜 $60\sim78^{\circ}$ NE である。主に暗灰色頁岩～千枚岩～粘板岩の岩相を示す。

デボン系上部

砕屑岩層 2 (D3a) は地区南端に一般走向 $N35^{\circ}W$ 傾斜 $36^{\circ}NE$ で分布する。緑灰色を呈する細粒砂岩／頁岩の互層で、石英分結脈が多数形成されている。

凝灰質砂岩層 (D3b) は地区南部にやや広く分布する。走向 $N40\sim85^{\circ}W$ 傾斜 $70^{\circ}SW\sim21N$ と変化に富み、細かな褶曲を繰り返している。緑灰色細粒の変安山岩質凝灰岩、淡灰色粗粒の凝灰質砂岩、淡灰色の石灰砂岩／頁岩などから構成される。全体に $N30^{\circ}W80^{\circ}NE$ 方向の片理が発達しする。

玄武岩～安山岩 (玄武岩優勢) および同質火砕岩層 (D3c) は地区東部から南部へ一般走向 $40^{\circ}W$ で広く分布する。傾斜は、 $55^{\circ}NE$ (東部) ～ $70^{\circ}NE$ (南部) である。玄武岩および質凝灰岩、安山岩および同質凝灰角礫岩、凝灰質砂岩から構成される。南部の玄武岩には変成作用により透閃石、ホルンブレンド、黒雲母が生成している。また、中量の磁鉄鉱を含有する。玄武岩質凝灰岩は径 0.5mm 以下の普通輝石、ホルンブレンド、斜長石の結晶片と細粒玄武岩岩片から構成される。変成作用によるホルンブレンド、黒雲母が生成している。

含化石石灰岩層 (D31s1) は、地区北西寄りに走向 $N24^{\circ}W$ 傾斜 $55^{\circ}E$ を示して、D3c 中にレンズ状に分布する。厚さは 50m 程度である。灰色～紫色を呈す細粒緻密な岩石で、ウミユリ化石を多数含有する。

石灰砂岩層 2 (D31s2) は D3c と D3b の間の薄層で厚さは $10\sim20\text{m}$ 程度である。一般走向 $N35^{\circ}W$ 傾斜 $35\sim60^{\circ}NE$ 。一般に淡灰色～灰色を呈する。細～粗粒の砕屑岩で、一部生物化石を含む。地区中央部のラオシャンコウ鉱地から北西 1km 付近では、淡青灰色細粒石灰岩が一部スカン化し、磁鉄鉱－緑簾石が生成している。同スカンには微量の孔雀石

の付着が認められた。

安山岩～玄武岩層（安山岩優勢）および同質火砕岩類（D3d）は地区中央部から南部にかけて NNW-SSE 方向に伸張して広く分布する。一般に暗緑灰色～灰色を呈し、安山岩、同質凝灰岩、同質凝灰角礫岩、凝灰質砂岩、玄武岩、同質凝灰岩から構成される。玄武岩は斑状組織を示し、径 1～5mm 程度の普通輝石仮像（ホルンブレンドに置換）を多量に含有する岩相や橄欖石および斜長石の仮像を含有する岩相が認められた。初生鉱物は、普通輝石、斜長石、橄欖石、ホルンブレンド、二次鉱物は緑簾石、ホルンブレンド、緑泥石、チタン石などである。普通輝石仮像中に多量の磁鉄鉱が含有されており、岩石全体がやや強い磁性を示す。

石灰砂岩層 3（D31s3）は D3d の最上部に挟在する薄層である。走向 N48° W 傾斜 56° NE を示す。

流紋岩層（D3e）は地区北部に分布し、淡褐～白色を呈する粗粒岩である。N73° W78° N の層状構造を示す。珪化作用が認められ、石英、アルカリ長石、斜長石を初生鉱物とし、脈状の石英、方解石、緑泥石および針鉄鉱が二次的に晶出している。また、多数の細粒流紋岩岩片を含有する。

石炭系

安山岩質火砕岩層（C1）は調査地区北部から東部に一般走向 N32° W 傾斜 70～80° SW で細長く分布する。灰緑色を呈し、細～中粒の凝灰岩および凝灰質頁岩から構成される。東側に花崗閃緑岩が貫入しており、接触部は破碎されている。

D2b、D3b、D3c、D3d の各層に含まれる玄武岩類は、その化学組成から非アルカリ岩に分類される。また、微量成分の含有パターンから島弧玄武岩である可能性が示唆された（II-1-3 参照）。

貫入岩類

閃緑岩～斑糲岩体（Dg）は調査地域中央南寄りのラオシャンコウ地区（精査地区）から地域南南東にかけて広く分布する。岩体は後の断層活動および貫入岩により切られ、その分布は断続的ではあるが、概ね N30° W 方向に伸長しており、総延長は約 6km、幅は最大で 1km 程度である。同岩体は岩相変化に富み、閃緑岩、閃緑斑岩、斑糲岩、ホルンブレンダイト、輝岩、モンズナイトなどから構成される複合岩体である。これらの中～塩基性貫入岩類は、その化学組成からアルカリ岩に分類され、周囲のデボン系玄武岩類に比較して、より深部で形成されたマグマの活動により形成されたと考えられる。岩相の詳細は次節（ラオシャンコウ鉍徴地）に記載する。

花崗閃緑岩（Gd）は調査地域北東部で、一般走向に平行な NNW-SSE 方向に伸長して分布する。走向延長は 8km 以上、幅は 1km 以上である。また、調査地域南東部でも NW-SE 方向

の断層に規制されて、広い分布が認められる。その他ラオシャンコウ地区およびその周辺に小規模岩体の分布が確認された。一般に明灰色中粒で、斜長石、石英、アルカリ長石、ホルンブレンド、磁鉄鉱を主要構成鉱物とする。微量の普通輝石、チタン石、燐灰石を含有する。二次鉱物は緑泥石、絹雲母が認められた。

閃長岩 (Sy) はラオシャンコウ地区から北北西の活断層西側に広く分布する。沖積層に覆われるため露出は断続的であるが、総延長 7km、幅 2km 程度の規模の分布を示す。また、各所に小規模岩体が分布することから、当地域におけるバソリスとなっている可能性がある。アルカリ長石を多量に含有し、全体に赤桃色を呈する粗粒の岩石である。主要構成鉱物はアルカリ長石、石英、斜長石、副構成鉱物はホルンブレンド、黒雲母、チタン鉄鉱である。ホルンブレンドおよび黒雲母は緑泥石に完全に置換されている。他に二次鉱物として、方解石、絹雲母、チタン石、ルチル、針鉄鉱が晶出している。

調査地域の地質構造は前述活断層を境として大きく異なる。活断層の東では石炭系下部を除き、デボン系中部の一般走向は NNW-SSE で、傾斜は 60~85° NE と概ね急傾斜で、同斜 (homocline) 構造を示す。一方、活断層西側のデボン系上部層分布域では、緩い褶曲構造が認められ、調査地域南端付近に背斜軸が存在すると推定される。すなわち、調査地域のデボン系中部層の大部分はこの背斜構造の北東翼に位置しており、一般に 40~50° NE の傾斜を持つと考えられる。しかし、局部的には D3c 層に顕著なように著しい変形により、折畳み褶曲や等斜褶曲構造が認められる。

断層は、地域北部で前記活断層から派生する N-S 系断層、同じく南部で派生する N-S 系横ずれ断層などが存在する。ラオシャンコウ地区には活断層により切られる WNW-ESE 系の断層が存在し、この断層に伴い含金銅-磁鉄鉱鉱化作用が認められる。

ASTER 画像から判読したリニアメントは、各断層に平行なもの他、ENE-WSW 系がやや顕著である。

変成作用

当地区の岩石は一般に低度の広域変成作用を受けている。デボン系中部の碎屑岩層 (D2c) に千枚岩~粘板岩が含まれるほか、デボン系中部の玄武岩中に黒雲母、ホルンブレンドの二次的な生成が確認された。

花崗閃緑岩の周辺の D2b 層ではホルンフェルス化が確認された。D31s2 中にスカルン化作用が認められ、磁鉄鉱-緑簾石が生成している。

変質作用

珪化、絹雲母化、緑簾石化、緑泥石化、方解石化が認められる。顕著な珪化-絹雲母化帯は調査地域北部で活断層近傍の玄武岩類 (D2b) 中に形成されており、一般走向方向に伸長した延長 2km、幅 400m 程度の脈状の形状を示す。この珪化-絹雲母化帯には、微弱な

銅鉍化が伴われており、露頭において孔雀石の鉍染が確認できる。

流紋岩層 (D3e) は珪化作用を受けており、脈状の石英-方解石が晶出している。

当地域で最も顕著な変質は、緑泥石化および緑簾石化作用である。各地層を構成する火山岩類および中～塩基性貫入岩類は、全て緑泥石化および緑簾石化の広域的な変質作用を蒙っており、いわゆる緑色岩と考えられる。このことから、これらの火山岩類および貫入岩類は、海底火山活動により形成されたと考えられる。しかし、既に述べたとおり、中～塩基性貫入岩はアルカリ岩に分類され、そのマグマは深部起源であると解釈される。

カラトング地区の鉍化作用 (図 II-1-16, 17, 18)

本調査地区で最も顕著な鉍化作用は、ラオシャンコウ鉍徴地の金・銅・コバルト鉍化作用であるが、これについては後述する。

その他に本調査により確認できた比較的優勢な鉍化作用は、地域北端部に分布する銅鉍化作用である (図 II-1-14 の①、図 II-1-16)。これは、石炭系下部の安山岩類 (C1) 中に貫入したドレライト、花崗閃緑岩およびその周囲の凝灰質砂岩中に形成された鉍染状黄銅鉍-黄鉄鉍鉍化作用である。黄銅鉍の大部分は孔雀石に置換されている。花崗閃緑岩には、珪化および緑泥石化変質が認められる。鉍染帯の走向は N13~32° W 傾斜は 76~83° W、幅は 100m 以上、延長は不明である。鉍染帯を切って閃長岩が N70~75° W71~90° S 方向に貫入している。閃長岩中に黄鉄鉍の鉍染が認められないことから、鉍化作用は閃長岩貫入以前のものである。採取試料は、Au=0.05~0.12g/t、Cu=0.11~0.54%の品位であった。なお、当鉍徴地では、現地調査時に地質第四大隊によるボーリング調査の準備が進められていた他、数本のトレンチ調査が実施された形跡が確認された。

調査地域北部で活断層近傍の玄武岩類 (D2b) 中に形成された珪化-絹雲母化変質帯 (図 II-1-14 の②、図 II-1-17) では、微量の孔雀石の鉍染が確認されたが、鉍化の程度は微弱である。トレンチ調査の形跡があるが、現在は探鉍活動は行われていない。

ラオシャンコウ鉍徴地南東では D3c 玄武岩の北に閃緑岩～斑糲岩が貫入し、その近傍で孔雀石の鉍染が確認された (図 II-1-14 の④、図 II-1-18)。しかし鉍化作用は微弱である。同様にトレンチ調査が実施された模様だが現在探鉍活動は行われていない。

土壌地化学調査 (図 II-1-19, 図 II-1-20 (1)~(4), 表 II-1-1)

カラトング地区における鉍床ポテンシャル評価を目的として土壌試料による地化学探査を実施した。試料の採取密度は概ね 400m 間隔とし、沖積層分布域は除外し、精度確認のための重複試料を含めて合計 605 試料を採取した。試料採取地点の位置を図 II-1-19 に示す。

土壌地化学試料採取は中国地質鉍産業界基準である「地化学探査測量規範 DZ/T0145-94」に準拠して以下の方法で実施した。

調査対象地は降雨量の少ない乾燥地域であり、沖積層以外のところでは、土壌層が数十

cm と薄く、土壌分化が発達していないところが多い。従って、殆どの採取地点では地表の風成砂土層を取り除けば、C 層に相当する基盤岩石の残留土壌が採取できる。採取計画点付近の地質・地形等を確認し、最適な場所を選んで、GPS による位置確認を行ってから、1～3 箇所においてスコップを用いて地表から 20～50cm 下の土壌を約 1kg 採取した。厚い沖積層に覆われている箇所や、土壌のない露岩など採取に不適切な場所については、計画測点間隔の 1/2 以内の範囲の中で移動するか欠番とした。採取試料は全量を分析所に送付した。

採取した土壌試料の分析は、新疆有色金属勘查局分析所にて実施した。分析成分は Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, As, Sr, Sb, Hg, W, Tl, TFe, Mg, V の 17 成分である。巻末資料 10 に分析値の一覧を示す。

当地区で賦存が期待される Au, Cu, Ni の 3 元素について、その分布状況を把握するため異常点分布図を作成した (図 II-1-20 (1)～(3))。異常点の閾値は巻末資料 11 に示す各元素の累積度数分布図から求めた。これらの結果、以下の分布傾向が判明した。

- Au および Cu 異常点は、北部の銅鉍徴地、同じく珪化帯、ラオシャンコウ鉍徴地周辺、南部銅鉍徴地周辺に集中している。
- Ni 異常点は北部のデボン系中部玄武岩類 (D2b)、東部から南東部の同安山岩類 (D2a)、南部銅鉍徴地周辺に集中している。
- 異常点は、地層の走向方向に配列する傾向がある。

特に Cu 異常点はラオシャンコウ鉍徴地の閃緑岩ーモンヅナイトー斑糲岩 (Dg) 中に集中する傾向が強く、同鉍徴地の銅鉍床胚胎ポテンシャルの高さを示唆すると考えられる。

全ての元素の分析データを用いて主成分分析を行い異常域を抽出した。表 II-1-1 に各主成分における元素の寄与率を示した。このマトリックスにおいて第 1 主成分 (PC1) に Ni-Co-Cr の寄与率が高く、第 2 主成分 (PC2) に Au-Ag-Cu の寄与率が高く現れたことから、これら 2 つの主成分により地化学異常域を抽出した (図 II-1-20 (4))。

PC1 異常域 (因子得点 > 2) は、活断層北西に分布する D2b と D2a 中、および地域南部に分布する花崗閃緑岩 (Gd) の周囲に多数断続的に抽出された。これらの異常域では地表調査により、対応する鉍化・変質作用は認められていない。しかし、異常域の配列が北部では断層・リニアメントに平行なこと、南部では花崗閃緑岩の近傍に異常域が抽出されたことを考えると、熱水活動を反映したものである可能性があると考えられる。

PC2 異常域 (因子得点 > 1) は、調査地域北部においては、銅鉍徴地周辺からその南南東方の C1 分布域、および珪化ー絹雲母化変質帯周辺に抽出され、地表調査で確認された鉍化作用に対応した異常域であると考えられる。調査地域南部においてはラオシャンコウ地区 (精査地区) およびその南東に 3 つの広い異常域が抽出された。ラオシャンコウ地区の異常域は、既知の金・銅・コバルト鉍徴地に対応する異常である。また、南東の異常域は、閃緑岩ー斑糲岩中で確認した銅鉍徴地に対応すると考えられる。

II-1-2-3 ラオシャンコウ鉱徴地地質・地化学調査

ラオシャンコウ鉱徴地の地質 (図 II-1-21, 22)

地質および地質構造

図 II-1-21 にラオシャンコウ鉱徴地の地質図を、図 II-1-22 に同じく地質断面図を示す。

ラオシャンコウ地区には、デボン系中部および上部の火山岩類、石炭紀末から二畳紀始めに貫入したと考えられる中～塩基性岩類および閃長岩、花崗閃緑岩などが分布する。

デボン系中部の地層は調査地区西部の NNW-SSE 系活断層の東に露出する。岩相は石灰岩および石灰砂岩 (D21)、安山岩質凝灰岩 (D2t)、安山岩および同質凝灰角礫岩 (D2a) から構成される。

石灰岩および石灰砂岩 (D21) は、調査地東部の NNW-SSE 系活断層の東側に分布する。一般走向 N75° W 傾斜 85° で周囲を D2a に取り囲まれ、閃長岩 (Sy) の貫入を受けている。明灰色～白色を呈し、中～粗粒で一部は碎屑性である。

安山岩質凝灰岩 (D2t) は、D2a 中に挟在する。暗緑色を呈し、径 1～3cm の安山岩角礫を含有する。

安山岩および同質凝灰角礫岩 (D2a) は、NNW-SSE 系活断層の東側に広く分布する。灰色～暗灰色を呈し、一般に細粒、緻密であるが、北部では角礫を含有する。全般に緑簾石化・緑泥石化が認められ、一部に磁鉄鉱が含有される。活断層近傍は角礫化している。

デボン系上部の地層は活断層東側に露出し、石灰砂岩および砂岩 (D3s)、玄武岩および同質凝灰岩 (D3b)、石灰岩および石灰砂岩 (D31)、安山岩質凝灰岩類 (D3t) および安山岩 (D3a) から構成される。

石灰砂岩および砂岩 (D3s) は、調査地南西端にわずかに分布する。淡灰色を呈し、石灰砂岩と細粒砂岩の細かな互層からなる。一般走向 N60° W 傾斜 78° NE を示す。なお、調査地外であるが、D3s 層の南西側の下位層準には暗灰色細粒緻密な玄武岩が分布するが、同岩は一般に磁鉄鉱を含有し強い磁性を示す。

玄武岩および同質凝灰岩 (D3b) は、調査地南西部から南部にかけてやや広い分布を示す。暗灰色細粒で、節理が発達する。南部で N74° W 方向の裂罅沿いに緑簾石-方解石網状脈が認められた。

石灰岩および石灰砂岩 (D31) は、調査地南西端部に細長い分布を示す。淡灰色～灰色粗粒の碎屑性の岩相で、一部に生物化石を含有する。一般走向 N40° W、傾斜は 20～78° NE と変化に富む。層厚は 10～20m 程度と見積られる。WNW-ESE 系断層に切られ、断層付近では特に構造が乱れている。一部に褐鉄鉱焼けが認められた。D31 層の下盤側には、黒色細粒で偽礫を含有するホルンブレンダイト (Gb 層) が、層理面に沿って岩床状に進入している。上位の D3t 層に整合で接する。

安山岩質凝灰岩類 (D3t) は、調査地南西部から中央部および北部に不定形の分布を示す。

緑灰色～灰色を呈し、南西部では角礫を含有する。しばしば凝灰質砂岩が挟在する。

安山岩 (D3a) は、調査地北西部から南部にかけて広く分布するが、分布域は貫入岩類により寸断された形状を示す。一般に暗灰色～灰色を呈し、細～中粒である。低度の変成作用が認められ、初生鉱物の普通輝石および斜長石仮像の斑晶を有し、二次鉱物としてホルンブレンド、黒雲母、緑泥石、チタン石などが晶出している。一般に緑泥石化、緑簾石化が顕著であるが、南部の Au11-4 鉱床付近では特に緑簾石化が著しく、ほぼ全体が緑簾石に置換された明緑色の岩石が分布する。一部に磁鉄鉱の含有が認められる。

中～塩基性岩類は、調査地区の北部から南東部にかけて広く露出し、複合岩体を形成し岩相変化に富む。同岩体は、閃緑斑岩～モンゾニ斑岩相 (Dp)、閃緑岩～モンゾナイト相 (Di)、閃緑岩・モンゾナイト・斑糲岩混在相 (Dg)、斑糲岩-ホルンブレンド-輝岩相 (Gb) に区分される。

閃緑斑岩～モンゾニ斑岩相 (Dp) は、主に調査地中央南寄りから複合岩体の西部に分布する。一般に灰色粗粒で斑状組織を呈す。閃緑斑岩は粒径 1～2mm の斜長石、ホルンブレンドの斑晶と斜長石主体の石基部から構成される。主要構成鉱物として斜長石、ホルンブレンド、アルカリ長石、普通輝石、チタン鉄鉱が、副構成鉱物として黒雲母、チタン石、燐灰石が含有される。二次鉱物は、緑簾石、緑泥石、絹雲母、針鉄鉱が生成している。

閃緑岩～モンゾナイト相 (Di) は、調査地南東の活断層に挟まれたゾーン、中央東寄りおよび北部に分布する。一般に灰色中～粗粒で、節理が発達している。モンゾナイトの主要構成鉱物はホルンブレンド、斜長石、アルカリ長石、普通輝石、チタン鉄鉱、副構成鉱物はチタン石、燐灰石である。低度の変成作用が認められ、黒雲母、透閃石が生成している。二次鉱物は絹雲母、緑簾石、緑泥石が認められた。

閃緑岩・モンゾナイト・斑糲岩混在相 (Dg) は、調査地中心部付近に分布し、不定形の分布形状を示す。灰色中粒の閃緑岩、モンゾナイト、斑糲岩が細かく混在し、岩相分帯は困難である。斑糲岩の主要構成鉱物は、ホルンブレンド、普通輝石、斜長石、黒雲母、チタン鉄鉱、副構成鉱物はチタン石、燐灰石である。普通輝石の大部分は、結晶の周囲からホルンブレンドに置換され、中心部に普通輝石が残存している。二次鉱物は絹雲母、緑簾石が認められた。

斑糲岩・ホルンブレンド-輝岩相 (Gb) は、中央部および南東部の Di 岩相中、南西部の上部デボン系中に中～塩基性マグマ活動の最末期に進入している。黒色塊状の細～粗粒岩で、一般に強い磁性を示し、粗粒部では肉眼で磁鉄鉱結晶が確認できる。ホルンブレンドの主要構成鉱物は、ホルンブレンド、黒雲母、斜長石、チタン鉄鉱、副構成鉱物は、チタン石、燐灰石である。低度の変成作用が認められ、変成鉱物として黒雲母、透閃石が晶出している。変質鉱物は、緑泥石、緑簾石が確認された。

調査地南西部のデボン系の層理面沿いに進入したホルンブレンドは、黒色塊状緻密な部分と、円礫状の「偽礫」を多数含有する部分からなる。「偽礫」は風化作用により形

成されたと推定され、「礫」部と「基質」部の岩相は同一である。岩石の大部分が微粒長柱状の角閃石から構成され、多量の磁鉄鉱-クロム鉄鉱を含有する。クロム鉄鉱の周囲を磁鉄鉱が取り巻く累帯構造が認められ、結晶は自形で初生鉱物と判断される。微量のルチルを含有する。二次鉱物として、緑泥石、滑石、セピオライトが生成している。SiO₂=41.23~43.20%、Na₂O=0.24~0.44%、K₂O=0.09~0.15%、MgO=23.05~25.29%、TiO₂=0.34~0.43%で化学組成上はコマチアイトに類似した岩石である。

中～塩基性岩類の各岩相の前後関係は不明瞭だが、分布形状から Dg → Di → Dp → Gb の順で貫入したと推定される。化学組成からはアルカリ岩系に分類され、深部起源の貫入岩であることが示唆される。

その他の貫入岩は、閃長岩 (Sy)、花崗閃緑岩 (Gd)、安山岩 (Ad)、閃緑斑岩 (Po)、モンゾナイト (Md) が分布する。

閃長岩 (Sy) は調査地区北部、中央部、南部にまとまった露出を示すほか、東部の D2a 中に小規模岩体が 4 つ分布する。閃長岩は、岩体の形状から中～塩基性岩の後の貫入と考えられる。アルカリ長石を多量に含有し、全体に赤桃色を呈する粗粒の岩石である。主要構成鉱物はアルカリ長石、石英、斜長石、副構成鉱物はホルンブレンド、黒雲母、チタン鉄鉱である。ホルンブレンドおよび黒雲母は緑泥石に完全に置換されている。他に二次鉱物として、方解石、絹雲母、チタン石、ルチル、針鉄鉱が晶出している。

花崗閃緑岩 (Gd) は調査地中央北寄り、WNW-ESE 系断層沿いなどに貫入している。明灰色中粒で、斜長石、石英、アルカリ長石、ホルンブレンド、磁鉄鉱を主要構成鉱物とする。微量の普通輝石、チタン石、燐灰石を含有する。二次鉱物は緑泥石、絹雲母が認められた。

安山岩 (Ad) は北部の Di 中に岩脈状に産する。暗緑色を呈し、緑泥石化および珪化作用が認められる。

閃緑斑岩 (Po) は西部および北西部で NE-SW 方向の岩脈として産する。岩脈の延長は両者とも 300m 程度、幅は約 10m である。灰色粗粒で、径 1~10mm の長石を多数含有する。斑晶は斜長石および黒雲母、角閃石、普通輝石の仮像からなる。石基は石英、斜長石、アルカリ長石、チタン鉄鉱、燐灰石からなる。二次鉱物として、中量の緑泥石、方解石、黄鉄鉱、微量の絹雲母、緑簾石、チタン石が晶出している。

モンゾナイト (Md) は地域南西部で中～塩基性貫入岩や、後に述べる磁鉄鉱鉱体を切り NW-SE 方向の岩脈として産する。細粒緻密で灰色を呈し、一部方解石の網状脈を伴って角礫化している。鏡下では比較的新鮮で斑状組織を示し、斜長石、ホルンブレンドの斑晶と、斜長石、アルカリ長石、燐灰石の石基から構成される。橄欖石の仮像が認められた。二次鉱物は、絹雲母、透閃石、方解石、緑簾石、蛇紋石が晶出している。

活断層東部のデボン系中部は、WNW-ESE の一般走向と 70~80 ° N 程度の概ね同斜構造を

示す。活断層西側のデボン系上部の各地層は、調査地区南西側で、概ね走向 NW-SE、 $40\sim 50^\circ$ NE の同斜構造を示すが局所的に $70\sim 80^\circ$ NE の急傾斜も認められる。調査地区北東側の構造は乱れているが、全体構造は水平に近いと推定される。

断層は調査地区東部と西部を画する走向 NNE-SSW、西傾斜、右横ずれ西落ちの活断層と地区中央部東寄りこれから派生する N-S 系断層が大きなものである。この他、NW-SE 系の平行断層が 3 本存在し、これらは NNW-SSE 系活断層により切られる。この NW-SE 系断層沿いに花崗閃緑岩の貫入が認められるほか、地区中央北西寄りの地点では孔雀石を伴う磁鉄鉱化作用が認められる。

変成作用

当地区では肉眼的には顕著な変成作用は認められないが、鏡下では玄武岩類およびモンズナイト中に黒雲母、ホルンブレンドが一般に認められ、一部に透角閃石の生成が確認されており、広域的に低温・低圧の変成作用を蒙っていると判断される。

変質作用

デボン系の火岩類および火砕岩類、中～塩基性貫入岩類は著しい緑泥石化－緑簾石化変質を受けており、初生の有色鉱物が残存することはまれである。特に地区南部に位置する金銅コバルト鉱徴地（以下、Au11-4 鉱徴地）では、鉱体上盤の安山岩が石基部分まで完全に緑簾石に置換されているのが観察される。また、同鉱徴地周辺では、絹雲母化－方解石化－黄鉄鉱化の局所変質作用が認められる。

ラオシャンコウ鉱徴地の鉱化作用（図 II-1-23, 24, 25）

①含金銅－磁鉄鉱化作用（正マグマ型～鉱染型）

当地区で最も優性な鉱化作用は、Au11-4 鉱徴地周辺や地区中央北西寄りの NE-SW 断層沿いなどに認められる磁鉄鉱化作用である。Au11-4 鉱徴地では後に述べる含金銅ニッケル黄鉄鉱脈上盤の安山岩、下盤のホルンブレンダイト、玄武岩などに著しい磁鉄鉱の濃集が認められ、Fe 含有量は高品位部で 51%に達する。磁鉄鉱化部には金・銅鉱化作用が重複して認められる。

図 II-1-23 に Au11-4 鉱化帯の地質スケッチを示す。鉱化帯の規模は、走向延長 ($N50^\circ W$) 600m、水平幅 50m (傾斜 $50^\circ NE$) の広がりを持つ。この鉱化帯の中に、延長 50～100m の 5 つの鉱体が存在する。鉱体の形状は不規則で、ポディフォーム状とも呼ぶべき産状を示す。最も優勢な鉱体は延長 100m、幅 30m の規模で、デボン系上部の安山岩層 (D3a) とその下位の層理面沿いに進入したホルンブレンダイトとの境界部周辺に形成されている。そのため鉱体は層理面に平行な $50^\circ NE$ の傾斜を示す。

Au11-4 鉱徴地で硫化鉄脈上盤をなす安山岩中には、二次的に生成した緑簾石・緑泥石・ホルンブレンド・単斜輝石の粒間を埋め、鉱染状～細脈状に、磁鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱が

共生して産出することが確認された。

同じく下盤をなすホルンブレンダイトは、黒色塊状緻密な部分と、円礫状の「偽礫」を多数含有する部分からなる。大部分角閃石および緑泥石からなるが、同岩中でクロム鉄鉱の周囲を磁鉄鉱が取り囲み累帯構造を示して晶出しているのが観察された。これらのクロム鉄鉱および磁鉄鉱はその産状から初生鉱物であると推定され、正マグマ型鉱化作用であると考えられる。ホルンブレンダイト中にも上盤側と同様、鉱染状～細脈状に磁鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱が生成している。

以上の様に、単一の磁鉄鉱鉱体において、ホルンブレンダイト中の磁鉄鉱・クロム鉄鉱が母岩と同時生成であるのに対して、鉱染状～細脈状の磁鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱は二次生成であることから、同鉱体を形成した鉱化作用が複合的なものであることは明らかである。

鉱石品位は、上盤側の平均（8 試料、採取延長 16.0m）が Au=0.58g/t, Cu=0.68%, Fe=44.34%、下盤側の平均（9 試料、採取延長 16.9m）が Au=0.50g/t, Cu=0.97%, Fe=34.31%であった。

地区中央北西寄りに位置する断層沿いの磁鉄鉱鉱化作用は、閃緑岩～斑糲岩体（Dg）と安山岩質凝灰岩（D3t）との境界部に形成されている。鉱化帯は、走向（N60°W）延長 250m、幅 50m 程度の規模を持ち、2～3 鉱体が存在する。単位鉱体は走向延長 20～50m、幅 2～15m のレンズ状で、50～70°NE の傾斜を示す。高品位鉱石は黒色緻密塊状で、主に磁鉄鉱・鏡鉄鉱・赤鉄鉱から構成され、微量の孔雀石が鉱染する。高品位部鉱石は Au=0.81g/t, Cu=0.18%, Fe=53.6%（採取幅 0.9m）を示した。

②金銅コバルト鉱化作用（鉱脈型）

Au11-4 鉱徴地において、磁鉄鉱鉱化作用上盤側をなす変質安山岩と下盤をなすホルンブレンダイトとの間に、金銅コバルトを含有する黄鉄鉱－白鉄鉱脈が形成されている（図 II-1-24）。鉱脈は一般走向 N50°W、傾斜 50°NE を示し、走向延長 50m+、水平幅 0.15～0.46m（平均 0.34m）の規模である。鉱石は細粒緻密塊状で灰色を呈す。主要鉱石鉱物として、黄鉄鉱、黄銅鉱、白鉄鉱、磁鉄鉱が含まれる。副鉱石鉱物として、微量の銅藍、閃亜鉛鉱、ペントランド鉱、クロム鉄鉱、針鉄鉱の含有が確認された。脈石は柘榴石を主とし、微量の緑簾石、緑泥石、極微量のホルンブレンド、石英から構成され、スカルン様の鉱物組成を示す。黄鉄鉱－白鉄鉱脈はリモナイトを含む方解石－石膏細脈に切られる。

図 II-1-25 に鉱脈の露出する側壁のスケッチを示す。硫化鉱脈は若干膨縮し、見掛け幅は 0.15～0.46m の間で変化する。また、多数の変位をともなう割れ目により切られている。この割れ目は褐鉄鉱を含む方解石－石膏脈により充填されている。鉱石は比較的高いコバルトの含有を示し、8 試料の分析値平均は、平均脈幅=0.34m で、Au=0.36g/t, Cu=0.73%, Fe=30.54%, Ni=0.04%, Co=0.12%であった。

岩石地化学調査 (図 II-1-26, 27, 28 (1)~(4), 表 II-1-2)

地化学異常

正マグマ鉍床の母岩の把握を目的として、中～塩基性貫入岩体を対象に岩石地化学探査を実施した。採取試料数は、精度確認のための重複試料を含めて合計 502 試料である。岩石地化学試料採取は、中国地質鉍産業界基準に準拠して以下の方法で実施した。

採取計画地点の地質を確認し、できるだけ新鮮な岩石試料を採取した。採取地点周辺数 m 範囲内で、同一岩種の大きさ 30mm 以下岩片を約 1kg を採取し全量を分析所に送付した。図 II-1-26 に土壌試料の採取地点を示す。

分析は、新疆有色金属勘查局分析所にて実施した。分析成分は Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, As, Sr, Sb, Hg, W, Tl, TFe, Mg, V の 17 成分である。巻末資料 12 に分析値の一覧を示す。

図 II-1-27 は、中～塩基性岩類の岩相ごとの元素濃集度を比較したグラフである。各岩相ごとの平均値を全試料の平均値で割ることで標準化して比較した。その結果、閃緑岩～モンゾナイト相 (Di) の Au, Ag, Cu, Sb の含有量は、全試料の平均の 1.5~2.1 倍程度あることが判明した。同様に斑縞岩・ホルンブレンダイト・輝岩相 (Gb) の Ni, Cr 含有量は、平均値の 1.6~1.8 倍である。これにより、Au, Ag, Cu, Sb は Di 中で、Ni, Cr は Gb 中で元素濃集度が高いことが示された。

巻末資料 13 に元素ごとの累積度数分布を示した。このうち、巻末資料 13 (3/3) は、中～塩基性貫入岩類の岩相別の Au, Cu, Ni の累積度数分布図である。岩相は地質記載に従い、Di 相、Dp 相、Dg 相に 3 区分し、Gb 相は、Dg 相に含めた。同図より、各元素・岩相ごとに閾値を設定し、異常点分布図を作成した (図 II-1-28(1)~(3))。これらの図から、異常点の分布が以下の傾向を示すことが判明した。

- Au および Cu 異常点の分布傾向は類似している。
- Au および Cu 異常点は、Dg 相、Di 相に多く抽出された。
- Au および Cu 異常点は、南東部の Di 相中で Gb 相の周囲に集中する。
- Au および Cu 異常点は、WNW-ESE 系断層に規制されて配列する。
- Ni 異常点は、Dp 相、Di 相に多く抽出された。
- Ni 異常点は、貫入岩体の周縁部および WNW-ESE 系断層近傍に集中する。
- Ni 異常点は、南東部の Di 相中で Gb 相の周囲に集中する。

以上の分布傾向は、同鉍徴地に Au-Cu と Ni の 2 種類の鉍化作用が存在すること、鉍化作用が裂罅規制されていること、中～塩基性岩の貫入により周囲の岩石に元素の濃集が起きたことを示唆すると考えられる。

次に、全ての元素の主成分分析により異常域の抽出を行った。表 II-1-2 に各主成分における元素の寄与率を示した。各元素の寄与率は、第 1 主成分 (PC1) で Co-Fe-Mg-V が、第 2 主成分 (PC2) で Au-Ag-Cu が、第 3 主成分 (PC3) で Ni-Cr が高い値を示した。これ

ら 3 つの主成分を用いて異常域を抽出することとし、各主成分の因子得点 1 以上を異常値とした。

図 II-1-28 (4) に地化学異常域の分布を示した。異常域は貫入岩体の中心よりも周縁部、あるいは断層近傍に集中する傾向が認められる。特に顕著な異常域は、Au11-4 鉍徴地北から西にかけての Dp 及び Dg 中に抽出され、PC1~PC3 の異常域が重複しておよそ 3 個の異常域が抽出された。調査地区中央北寄りに位置する WNW-ESE 系断層沿いに 4 つの PC1 異常域が抽出され、1 つは PC2 異常域が、1 つは PC3 異常域が重複している。その北西では Di 中に 2 つの PC1 および PC3 異常域、1 つの PC2 異常域が重複して抽出された。地区南東の活断層に挟まれた Di 中にもいくつかの異常域が抽出されている。南東部では Gb の分布と PC1 異常域の分布に相関が認められる。

中～塩基性岩類の岩石化学的性質 (図 II-1-29～33)

当調査地における鉍床賦存の可能性を検討することを目的として、カラトング地区およびラオシャンコウ鉍徴地 (以下、KL 地区) に分布する中～塩基性貫入岩類の岩石化学的をカラトング鉍山 (以下、KT 鉍山) のそれと比較検討した。表 II-1-3 に検討に使用した試料、および比較のために使用した王他 (1991) からのデータ一覧を示した。それぞれの分析値は巻末資料に示す。

表 II-1-3 で記号 1~8 が中～塩基性貫入岩、9~14 が玄武岩および同質火砕岩である。カラトング鉍山中～塩基性岩は記号 a~1 で示した。

まず、貫入岩類と火山岩類の岩系の違いについて検討した。図 II-1-29 は全試料をアルカリ-シリカ図上にプロットした図である。岩系の区分境界は Macdonald and Katsura (1964) を参照した。KT 鉍山の 1 試料を除き、残りの貫入岩は全てアルカリ岩領域にプロットされた。一方 KL 地区の玄武岩類は、概ね境界近傍から非アルカリ岩領域にプロットされた。このことは、KL 地区に分布する中～塩基性貫入岩類が KT 鉍山のそれと同様に深部起源のマグマから分化した可能性を示している。一方、火山岩類のマグマの起源はより浅所である可能性が示された。

図 II-1-30 にボーリングデータを基に画かれた KT 鉍山一号鉍床断面図を示す。KT 鉍山中～塩基性貫入岩体は上部周縁に黒雲母閃緑岩、上部中心に黒雲母ホルンブレンドノーライト、中心部に黒雲母ホルンブレンド橄欖石ノーライト、中央部周縁から下部に輝緑斑糲岩という累帯構造を持つ。鉍床は中心部に塊状超高位鉍、その周囲の黒雲母ホルンブレンド橄欖石ノーライトおよび輝緑斑糲岩などに鉍染状低品位鉍が形成されている。

図 II-1-31 は KT 鉍山 (上図) および KL 地区 (下図) の貫入岩中の REE (希土類元素) 含有量の始源マントル (primitive mantle) 標準化プロットである。始源マントルの値は Sun and MacDonourg (1989) を使用した。KL 地区の貫入岩は KT 鉍山の J, K, L などと似たパターンを示している。これらの試料は KT 鉍山の鉍体中心レベルから下部で採取された輝緑斑糲岩である。

図 II-1-32 は同じく KT 鉦山と KL 地区の貫入岩の La, Sm 含有量によるプロットである。図中の岩相領域は、KT 鉦山の岩相区分に基づいた区分である。KT 鉦山では閃緑岩、ノーライトなど鉦体中心よりも上部で採取された岩石は La, Sm とともに比較的高い含有量を示すのに対し、下部から採取された輝緑斑糲岩は両者ともに低い値である。KL 地区の貫入岩類はやはり KT 鉦山下部の岩相に近い領域にプロットされる。

図 II-1-33 は KT 鉦山における鉦体中心からの相対深度による主な REE 含有量の変化を示している。これら REE は結晶分化の過程において、主成分元素の置換元素とはなりにくいため、分化が進むと相対的に濃度が高くなると考えられる。KT 鉦山における REE 濃度は鉦体中心レベルまではほとんど変化がないが、それより上部で増加する傾向が明らかである。図中破線で示した領域は KL 地区貫入岩の REE 含有量の範囲を示している。REE 濃度から見ると、KL 地区の貫入岩類は KT 鉦山の鉦体中心レベルから下部の岩相に類似する。

まとめ

KL 地区に分布する中～塩基性貫入岩類はアルカリ岩系の岩石であり、被貫入岩のデボン紀玄武岩とは異なる深部起源マグマから分化した岩石と考えられる。

KL 地区貫入岩類の REE 含有量は、KT 鉦山の鉦体中心から下部に存在する輝緑斑糲岩に類似したパターンを示している。KL 地区の中～塩基性貫入岩類と KT 鉦山のそれをもたらしたマグマが同時代の類似した火成活動により形成されたと仮定すれば、KL 地区では形成時の岩体上部が既に削剥され、現在地表に露出している部分は形成時岩体の中心から下部に相当する部分である可能性を示唆する。

玄武岩類の岩石化学的性質 (図 II-1-34～37)

カラトング地区 (以下、KT 地区) に分布する玄武岩類の形成場について検討した。

図 II-1-34 は Pearce (1996) による玄武岩類の形成場のテクトニクスによる分類を表現した図である。同図に示されるように、玄武岩類は中央海嶺玄武岩 (MORB)、火山弧玄武岩 (VAB)、プレート内玄武岩 (WPB) に大きく 3 区分される。

図 II-1-35 には、同じく Pearce (1996) による玄武岩類の標準 MORB (N-MORB) で規格化した微量元素パターンを示した。左上は MORB、右上は WPB、左下は VAB、右下は MORB/WPB および MORB/VAB の漸移帯の玄武岩のパターンである。これらの微量元素は、イオン半径が大きいもの、また原子番号が小さいものほど、よりインコンパティブル (incompatible) であるため、その順に左から右に並べると、元素存在度比が左上がりのものほど部分熔融の程度が小さく、より深所での熔融を示すと考えられている (小川他 1989)。

図 II-1-36 は KL 地区玄武岩類の N-MORB 規格化微量元素パターンである。N-MORB の値は Sun and MacDonourg (1989) を使用した。大部分の試料が、Nb の低下、Ce の上昇というパターンを示しており、図 II-1-36 と比較すると VAB に類似のパターンを示していることがわかる。

図 II-1-37 には Meshede (1986) による $2\text{Nb-Zr}/4\text{-Y}$ 分類ダイアグラム上へのプロットを

示した。一般に、玄武岩の Nb 値が非常に小さいものは島弧の起源を示唆するとされている（小川他，1989）。KL 地区の玄武岩は 6 試料中 4 試料が N-MORB+IAB（島弧玄武岩）領域にプロットされ、1 試料が WPB+IAB 領域にプロットされた。

まとめ

KT 地区の火山岩類は、これまでの地質研究の成果から、デボン紀中～後期の海底火山噴火により形成されたと考えられている（第 I-3 章）。微量成分に基づく分類結果は、KT 地区の玄武岩類が島弧玄武岩であるという考えを支持しており、これまでの地質的知見を検証するものと思われる。

ラオシャンコウ鉍徴地における閃緑岩と安山岩溶岩との接触部写真を図 II-1-38 に示す。閃緑岩は接触部に細粒相を形成しており、接触面は不規則に安山岩溶岩の一般走向を切っている。このことから閃緑岩がメルト状態で貫入したことは確実である。化学組成的にも前述したとおり、デボン系上部玄武岩は島弧火山岩と考えられ、貫入岩は深部起源のアルカリ岩であることから、いわゆるオフィオライトの可能性は低い。

年代測定結果（巻末資料 14 および 15）

KL 地区に分布するデボン系上部玄武岩類および中～塩基性貫入岩類の絶対年代を K-Ar 法により測定した。使用した試料は、Au11-4 鉍徴地（図 II-1-14 中の③）と、その南東方の鉍徴地（同じく④）との中間地点で採取した。上部デボン系 D3c 中の玄武岩（T02091811, T02091901）および斑糲岩周縁の細粒相（T02091902）である。

薄片鑑定の結果、いずれの試料にも変質が認められた。そのため、鉍物分離を行い T02091811 中の普通輝石、T02091901 中の普通輝石および角閃石、T02091902 中の角閃石および斜長石の計 5 つ鉍物について測定を実施した。しかし、分離鉍物は T02091902 中の角閃石が比較的新鮮であった他は、いずれも二次鉍物を多く含み、測定結果は変質年代を示すと解釈される。

巻末試料 15 に既存データと今回の測定データとの対比表を示した。KL 地区の斑糲岩（T02091902）は角閃石が石炭紀前期の年代を示しており、当地区の中～塩基性岩がカラトング鉍山（石炭期末～二畳紀始め）よりもかなり古い時代のものである可能性を示唆している。一方、T02091901 中の普通輝石はアシュレ、サルブラクなどの鉍化年代に近い値を示している。T02091901 中の角閃石および T02091811 中の普通輝石はマイズ盆地の花崗岩・ペグマタイトに近い年代である。T02091902 中の斜長石は、既存データに比較して極めて新しい年代を示している。

年代測定の結果から見ると、アルタイ地区には、デボン紀中期～末期、石炭紀末期～二畳紀始め、二畳紀末期～三畳紀始めの少なくとも大きく 3 つの火成活動の活発な時期があり、それに伴う熱水の活動があったものと推定できる。T02091902 中の斜長石のデータは、ジュラ紀中期にも熱水活動があった可能性を示しているが、今後の検証が必要と思われる。

II-1-3 考察

第 II-2 章の物理探査結果および第 II-3 章のボーリング調査結果を合わせて調査地域の地質・鉱床について考察する。

II-1-3-1 アルタイ地区ウラスコ鉱徴地

地化学異常域

中国側が過去に実施した土壌地化学データの再解析（平成 13 年度実施）により銅、鉛、亜鉛の地化学異常域が抽出された。銅の異常域（Cu>100ppm）は二次富化帯採掘跡の南近傍と地域北西部の複背斜構造中心付近の 2 箇所から抽出された。亜鉛の異常域（Zn>100ppm）は、二次富化帯近傍の銅異常域から北西方向に 1s の向斜軸に重なる形で断続する。地域北西部の複背斜構造中心付近の 1s 分布域まで亜鉛異常域は広い分布を示す。そこから 1s の分布に沿って南東方向へは、異常域は断続するがその分布域は小さい。鉛の異常域（Pb>39.8ppm）は調査地域南部から西部にかけての 1s の向斜軸に沿って断続し、5 つの異常域が抽出された。以上見たように、地化学異常域は、石灰岩層およびスカルの分布に規制されて形成されていることが明らかである。

低比抵抗異常域

本年度中国側が実施した TEM 調査のデータを解析し、標高 1,000m 準における低比抵抗異常域（ $<2.6\Omega\cdot m$ ）を抽出した。低比抵抗異常域は地域中央南寄りの 2 箇所と、同じく北東寄りの 1 箇所から抽出され、前の 2 箇所は比較的小規模であるのに対し、後の 1 箇所は比較的大規模である。

磁気異常域

同じく中国側が実施した磁気調査データに基づく垂直成分磁気異常域（ $>-200nT$ ）は、調査地域中央南西寄りに、亜鉛鉱体露頭をカバーして広く分布する。

調査データの地質的解釈

黄鉄鉱化変質が、複背斜構造内部の変凝灰岩（tf）及びその上位の石灰岩（1s）に顕著であることから、鉱化作用はこの複背斜構造に規制されていると考えられる。すなわち、鉱化作用をもたらした熱水の上昇経路は、褶曲構造の形成に伴いその軸に平行に発達した割れ目であると推定される。

地表で確認された鉱体および焼けは、大部分が上記 tf と 1s との境界近傍に形成されている。また、鉱石中にはスカルン鉱物の生成が顕著である。このことから当鉱徴地の鉱化作用は、複背斜軸を中心として形成された開放割れ目を通路として上昇した鉱液が、石灰岩と反応することで鉱石鉱物を沈殿させた熱水型スカルン鉱床であると考えられる。

地表で観察される亜鉛鉱体露頭と銅二次富化帯がほぼ同一層準に位置し、両者の間の同

じ層準に亜鉛鉱化した焼けが認められることにより、鉱化帯としての両者の連続性が推定される。

地化学異常域のうち、特に亜鉛、鉛の異常域は銅二次富化帯が位置する石灰岩（1s）の向斜軸に沿って分布しており、この向斜軸の存在が鉱床形成に関与していることを示唆している。

TEM 調査により抽出された低比抵抗異常域のうち、最も南西に位置する異常域は、亜鉛鉱体を形成した鉱化帯を反映したものと推定されるが、規模は小さく、走向方向の延長は100m 程度である。このことから地下における同鉱化帯の水平連続性は高くないと推定せざるを得ない。その他の低比抵抗異常域は、地質的には tf 中の黄鉄鉱化の顕著なゾーンに対応すると解釈される。

顕著な磁気異常域は、ほぼ亜鉛鉱体を中心として抽出されており、同鉱体を含む鉱化帯に対応した異常が抽出されたと解釈できる。

以上の解釈に基づき、亜鉛鉱体露頭と銅二次富化帯との中間地点付近で、両者の走向延長および石灰岩（1s）中の向斜軸を探査対象としたボーリング調査（MJCA-A3）を計画した。また、地質的解釈は否定的なものの、TEM 調査により抽出された調査地域中央部北東寄りの規模の大きな低比抵抗異常域の性格を明らかにするためのボーリング調査（MJCA-A2）を計画した。

ボーリング結果および鉱床ポテンシャル

①MJCA-A2 孔（図 II-1-9）

深度 120.25～122.60m に石灰岩およびスカルン薄層が存在する他は、片理の発達した酸性凝灰岩～凝灰角礫岩から構成され、砂質薄層が挟みとして出現する。コア全体が顕著な黄鉄鉱化変質を受けており、細粒黄鉄鉱が片理面沿いに配列して生成している。深度 121.85～122.60 のスカルン中には黄鉄鉱・磁鉄鉱の鉱染が認められ、黄銅鉱の含有も鏡下で確認された。

TEM 調査により捕捉された低比抵抗異常域では、本ボーリングにより多数の黄鉄鉱・石英脈が捕捉され、これらの断裂では多量の湧水が確認された。低比抵抗異常域は裂罅の集中するゾーンに形成された帯水層の存在を反映したものと解釈される。

②MJCA-A3 孔（図 II-1-10）

深度 11.80～13.00m が変凝灰岩である他は、石灰岩・石灰砂岩およびスカルンを主とし、変砂岩薄層を挟む。深度 11.80m から孔底まで全コアで黄鉄鉱化変質が認められる。鉱化作用は、石灰岩、石灰砂岩およびスカルン中に黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱の鉱染帯鉱化部が概ね 6 帯確認された。主な鉱化部は、II-3-2 節に示すとおりである。

鉛亜鉛鉱体周辺の地下で TEM 調査により把握された低比抵抗異常域は、同鉱体を含む鉱化帯の存在を捉えたものであると解釈される。低比抵抗異常域は、ボーリングで捕捉した

鉍化部よりさらに深部にも出現しており、鉍化部の深部への連続性を示唆している。

鉍石品位の試算

MJCA-A3 孔で捕捉した鉛亜鉛鉍体および金銅鉍体について、地表データおよびボーリング断面から、賦存する鉍石の品位は以下のとおり試算される。

- ①鉛亜鉛鉍床：Pb=0.65%，Zn=5.31%
- ②金銅鉍床：Au=0.56g/t，Cu=1.78%

II-1-3-2 カラトング地区

鉍床ポテンシャル

本調査地域の中央南寄りには、ラオシャンコウ鉍徴地が存在し、これは正マグマ型および熱水型の複合鉍化作用により形成されたと考えられる。土壌地化学探査の結果、同鉍徴地に分布する中～塩基性岩は明瞭な Cu 異常域を形成しており、鉍床賦存ポテンシャルが高いと判断される。同鉍徴地の詳細については後述する。

その他に開発の可能性が期待できる鉍化作用としては、地域北部で確認された鉍染状銅鉍化作用があげられる。同鉍化作用は、花崗閃緑岩とドレライトに関連して形成されたと推定されるものの、今回の調査ではその詳細を明らかにすることは出来なかった。今後の調査により鉍化帯の規模、タイプなどを解明する必要があると考えられる。また、地化学探査による PC2 (Au-Ag-Cu) 因子得点によれば、同鉍徴地やラオシャンコウ鉍徴地周辺の他、石炭系下部 (C1) 分布域でいくつかの異常域が形成されており、今後これらの異常域で地質精査を実施することにより、新たな金銅鉍徴地が発見される可能性がある。

地化学調査による PC1 (Ni-Co-Cr) 因子得点による異常域は、主にデボン系中部の安山岩類 (D2a) および玄武岩類 (D2b) 分布域で抽出されている。これらの火山岩類は ASTER データの解析結果からも明らかなように、広域的な緑泥石化－緑簾石化を蒙った島弧火山岩であると推定され、墳気堆積性あるいは熱水性鉍床の優良な胚胎母岩となる可能性を有する。

II-1-3-3 ラオシャンコウ鉍徴地

磁気異常域

垂直成分磁気異常域 (>1000nT) は、Au11-4 鉍徴地の磁鉄鉍鉍化帯から北西に、約 500×300m の規模で抽出された。これは、同鉍化帯の地表で観察される走向方向の延長に一致し、鉍化帯が NE 傾斜である事実と調和的である。従って、この磁気異常帯の範囲は Au11-4 磁鉄鉍鉍化帯の規模にほぼ一致するものと推定される。

その他、やや規模の大きな磁気異常域は、地区北西端付近と地区中央の Dg 岩体中に抽出された。前者は磁鉄鉍に富む玄武岩が地区外西方に分布しており、同岩相が地区内に潜在

することに起因する異常と解釈される。後者については、初生のクロム鉄鉱—磁鉄鉱を含むホルンブレンダイト～斑糲岩が、深部においてある程度のまとまりを持って存在する可能性を示していると考えられる。

低比抵抗異常域

磁気探査により抽出された磁気異常域のうち、調査地区中央の Dg 岩相分布域の 1,375m 峰付近に抽出された異常域周辺において中国側が実施した TEM データを解析し、比抵抗分布について検討した。

地表付近において、Dg 岩相は高比抵抗を示すのに対し、標高 1,000m 準には大規模な低比抵抗異常域が出現することが判明した。比抵抗断面を見ると低比抵抗域は、貫入岩体の北東および南東端付近で地表部（標高約 1,300m）に出現し、全体として船底状の形状を呈することが判明した。

鉱床ポテンシャル

当地区の鉱床ポテンシャルに関して、Au11-4 鉱徴地の埋蔵品位の試算を行った。また、地質・地化学データおよび物理探査データから推定される鉱床モデルについて検討した。

①Au11-4 鉱徴地

鉱床スケッチを基に、Au11-4 鉱徴地の埋蔵品位を試算する。

Au11-4 鉱徴地では、ホルンブレンダイト中の磁鉄鉱—クロム鉄鉱を主体とする初生鉱化作用、ホルンブレンダイトおよび安山岩中の鉱染状金銅鉄鉱化作用、および、それらを切る鉱脈型の金銅コバルト鉱化作用が複合して現在の鉱化帯を形成している。各ゾーンの鉱石の平均品位は以下のとおりである。

初生＋鉱染状鉱体（下盤）：Au=0.58g/t, Cu=0.68%, Fe=44.34%, Ni=0.02%, Co=0.01%

鉱脈型鉱体：Au=0.36g/t, Cu=0.73%, Fe=30.54%, Ni=0.04%, Co=0.12%

鉱染状鉱体（上盤）：Au=0.50g/t, Cu=0.97%, Fe=34.31%, Ni=0.04%, Co=0.03%

鉱床スケッチから各鉱体の平面積は以下のとおり算出される。

下盤鉱体：2,189m²、鉱脈型鉱体：623m²、上盤鉱体：3,597m²、合計 6,409m²

従って、平均品位は、Au=0.51g/t, Cu=0.85%, Fe=37.37%, Ni=0.03%, Co=0.03%と計算される。

②地質・地化学データおよび物理探査データから推定される鉱床モデル

カラトング鉱床と類似の正マグマ型鉱化作用の存在を想定して各種調査を実施した結果、当鉱徴地とカラトング鉱床との間には以下のような類似点、相違点が存在することが明らかとなった。

類似点

- 中～塩基性マグマの結晶分化に伴う鉍石鉍物の沈殿（正マグマ鉍化作用）が認められる。
- 中～塩基性マグマ活動は数次に渡り、複合岩体を形成している。
- 複合岩体周縁部には最も苦鉄質の岩相が分布し、これは最末期の貫入である。
- 複合岩体の中心部に正の磁気異常および低比抵抗異常域が存在する。

相違点

- ラオシャンコウ鉍徴地には熱水性金・銅鉍化作用が存在するが、カラトング鉍床における熱水活動は顕著ではない。
- 貫入岩の年代は、カラトングで約 298Ma、ラオシャンコウで約 344Ma と隔たりがある。
- カラトングでは Cu-Ni が濃集し鉍床を形成しているのに対し、ラオシャンコウでは Co-Cr の濃集度が高い。
- ラオシャンコウの複合岩体は上部が既に削剥され、地表に露出しているのは形成時岩体の中部から下部である可能性が高い。

更に、ラオシャンコウ鉍徴地の鉍化作用には以下のような特徴がある。

地化学異常域は、中～塩基性岩体の周縁部に分布する傾向が認められ、岩体の下底付近に金属元素の濃集があることを示している。地質的には岩体下底にはホルンブレンダイトの進入が確認された。また、岩相別の元素の濃集傾向を見ると、Ni-Cr は斑糲岩中に濃集し、Au-Ag-Cu は閃緑斑岩中に濃集する傾向が認められる。地質状況から斑糲岩は中～塩基性複合岩体の最末期に進入しており、Ni-Cr の濃集は斑糲岩進入時の正マグマ型鉍化作用によるものであると推定される。一方 Au-Ag-Cu は、後からの熱水活動による鉍染状鉍化作用によるものと考えられる。熱水活動の末期には Au11-4 鉍徴地に見られるような、Au-Cu-Co を伴う黄鉄鉍－白鉄鉍脈が形成されている。

調査地区中心部の閃緑岩・斑糲岩混在相（Dg）中に抽出された磁気異常域は、直径約 300m の規模を有しており、地下における磁性鉍物を伴う鉍化作用の存在を示唆している可能性がある。また、TEM 法調査によりこの磁気異常域を中心として、標高 1,000m 付近に大規模な低比抵抗異常域が抽出された。この低比抵抗異常域は NE-SW 断面において船底状の形状を示していることが判明した。前述したように当地区の中～塩基性岩体の底は地表からそれほど深い位置にはないと推定され、この低比抵抗異常域が岩体底面を表している可能性がある。この岩体下底付近に斑糲岩～ホルンブレンダイトが進入し、ここに Ni-Cr の正マグマ型鉍化作用が形成され、その後その周囲に熱水型の Au-Cu 鉍化作用が形成されている可能性は否定できない。図 I-4-5 に想定される鉍床の概念図を示す。

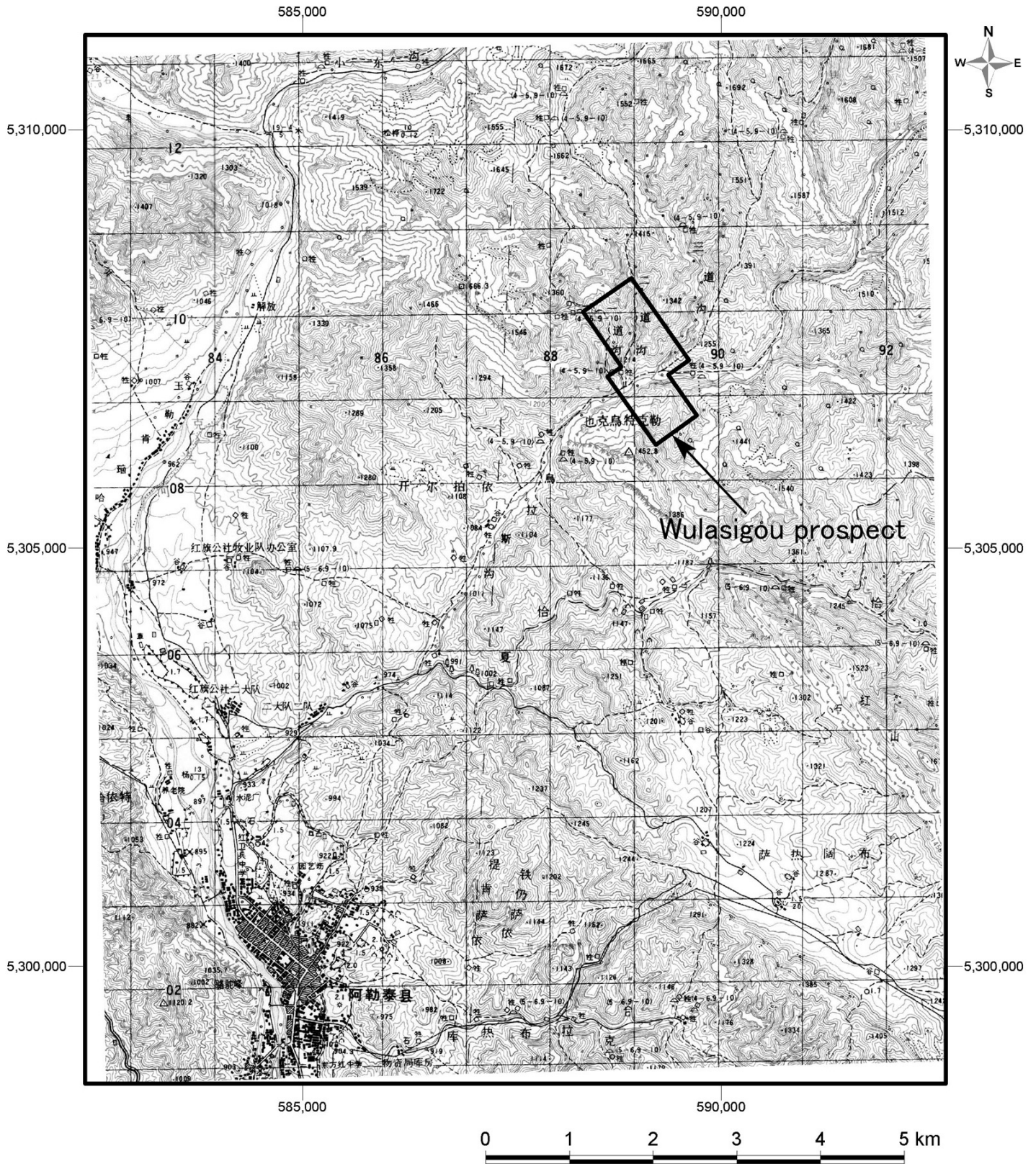


図 11-1-1 アルタイ地区ウラスコ鉱微地位置図

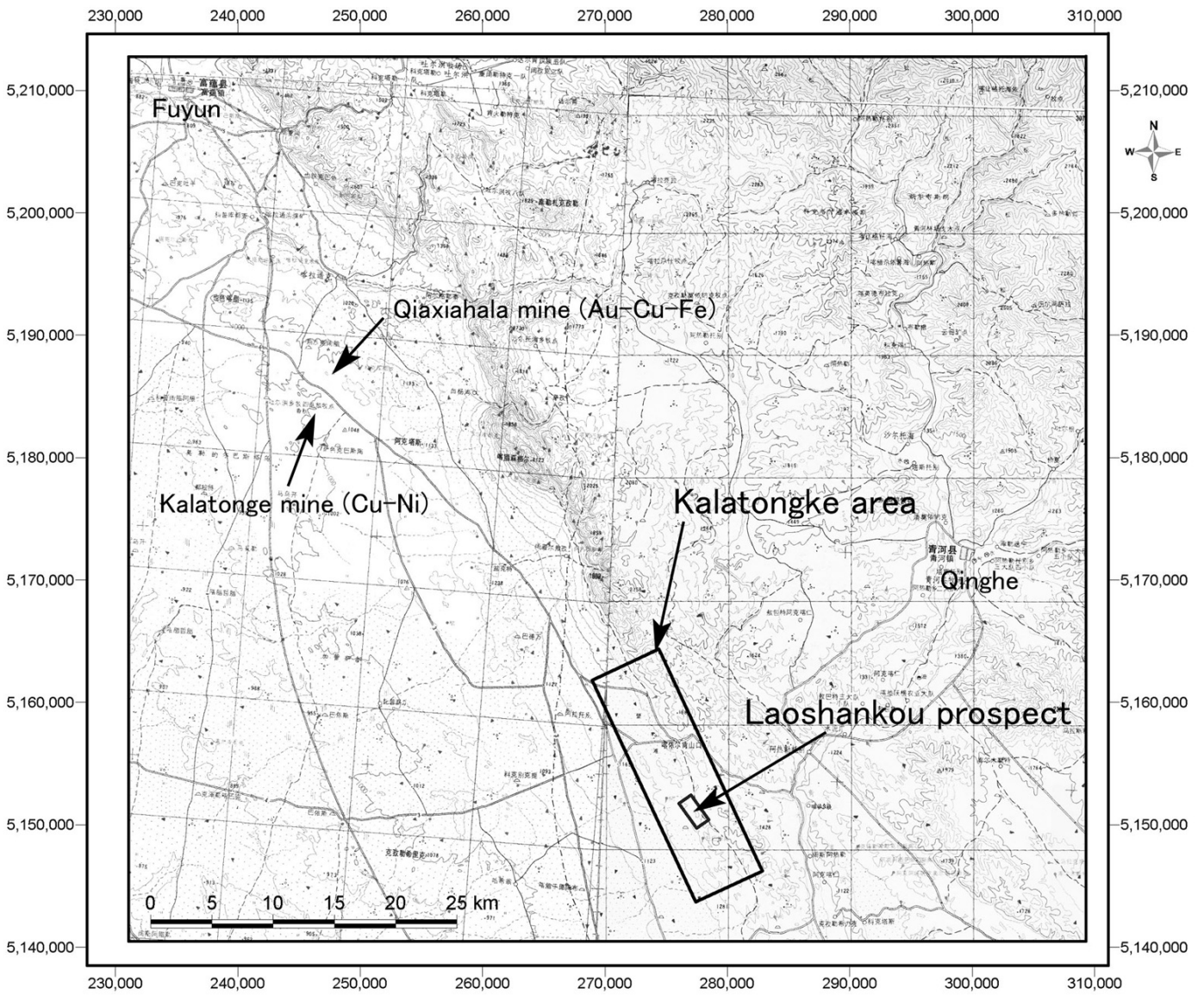
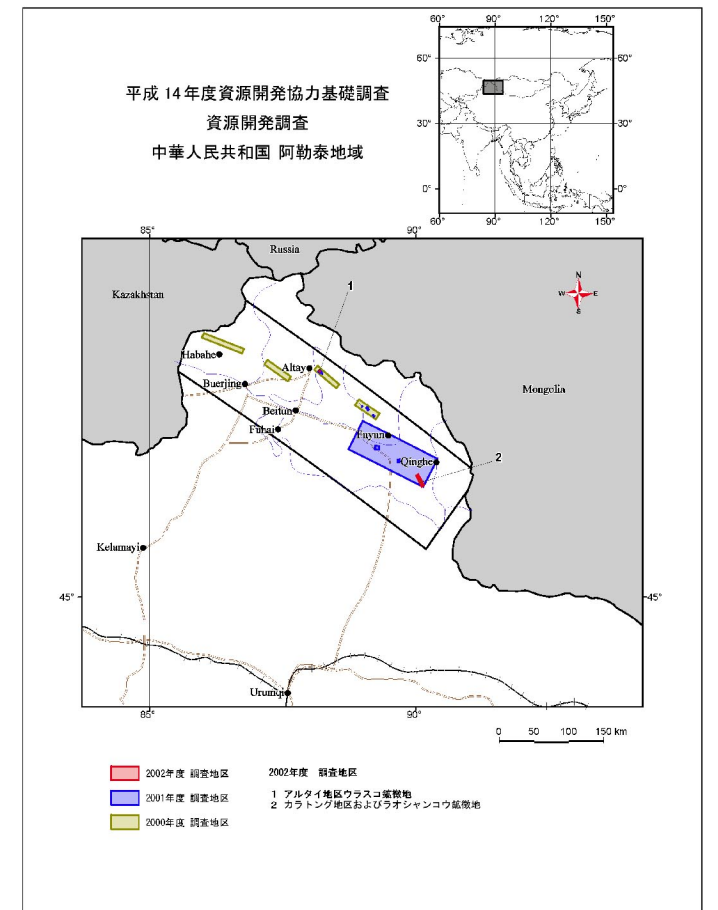
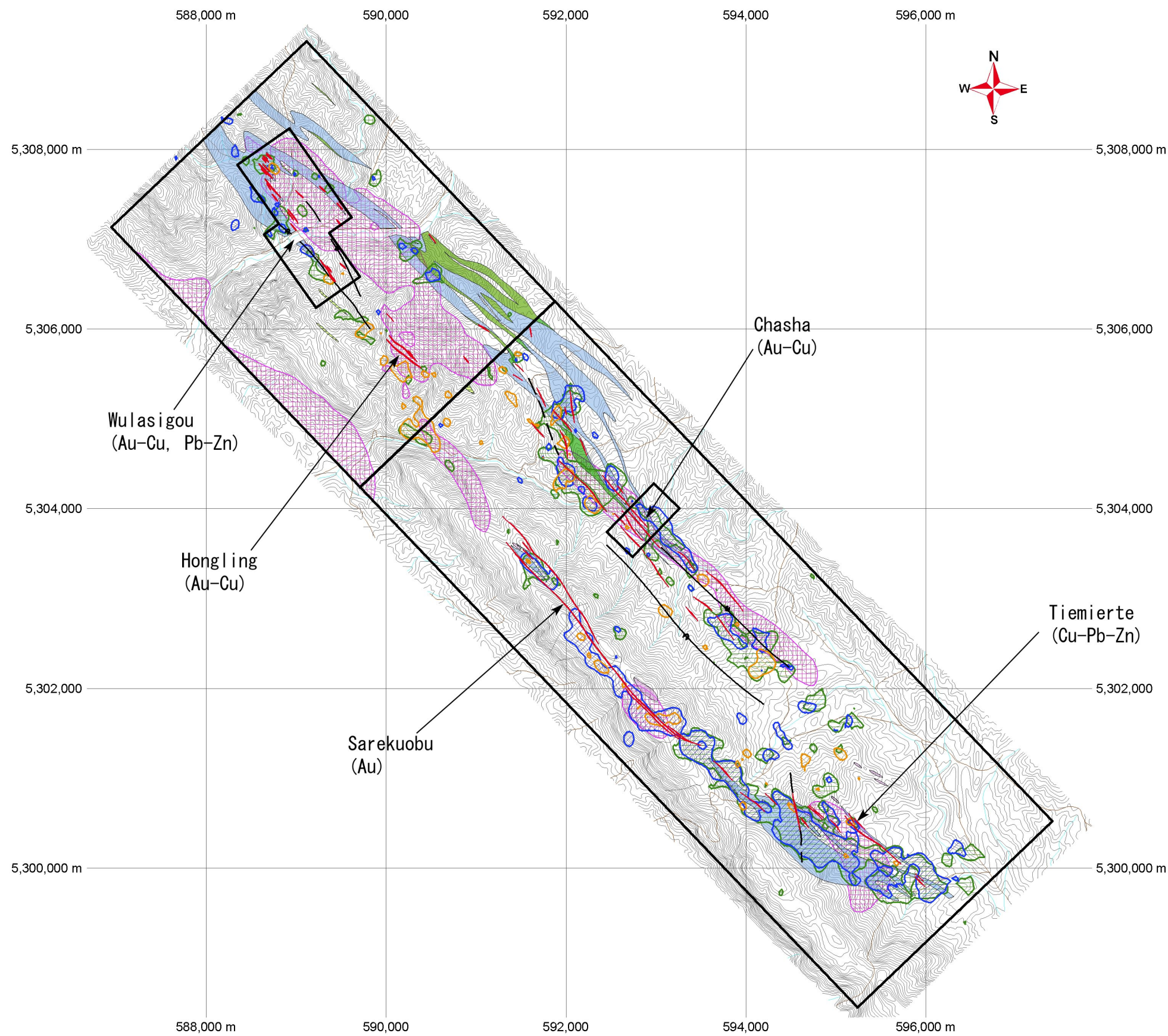


図 11-1-2 カラトング地区およびラオシャンコウ鉱徴地位置図



凡例

- 石灰岩-石灰質砂岩
- スカルン
- 脈状磁鉄鉱スカルン
- 高充電率-低比抵抗帯
- 地化学異常域
- $\log(\text{Cu}) \geq 2.0$
- $\log(\text{Pb}) \geq 1.6$
- $\log(\text{Zn}) \geq 2.0$

0 500 1000 1500 m

図 11-1-3 アルタイ地区 鉱床・鉱徴地分布図

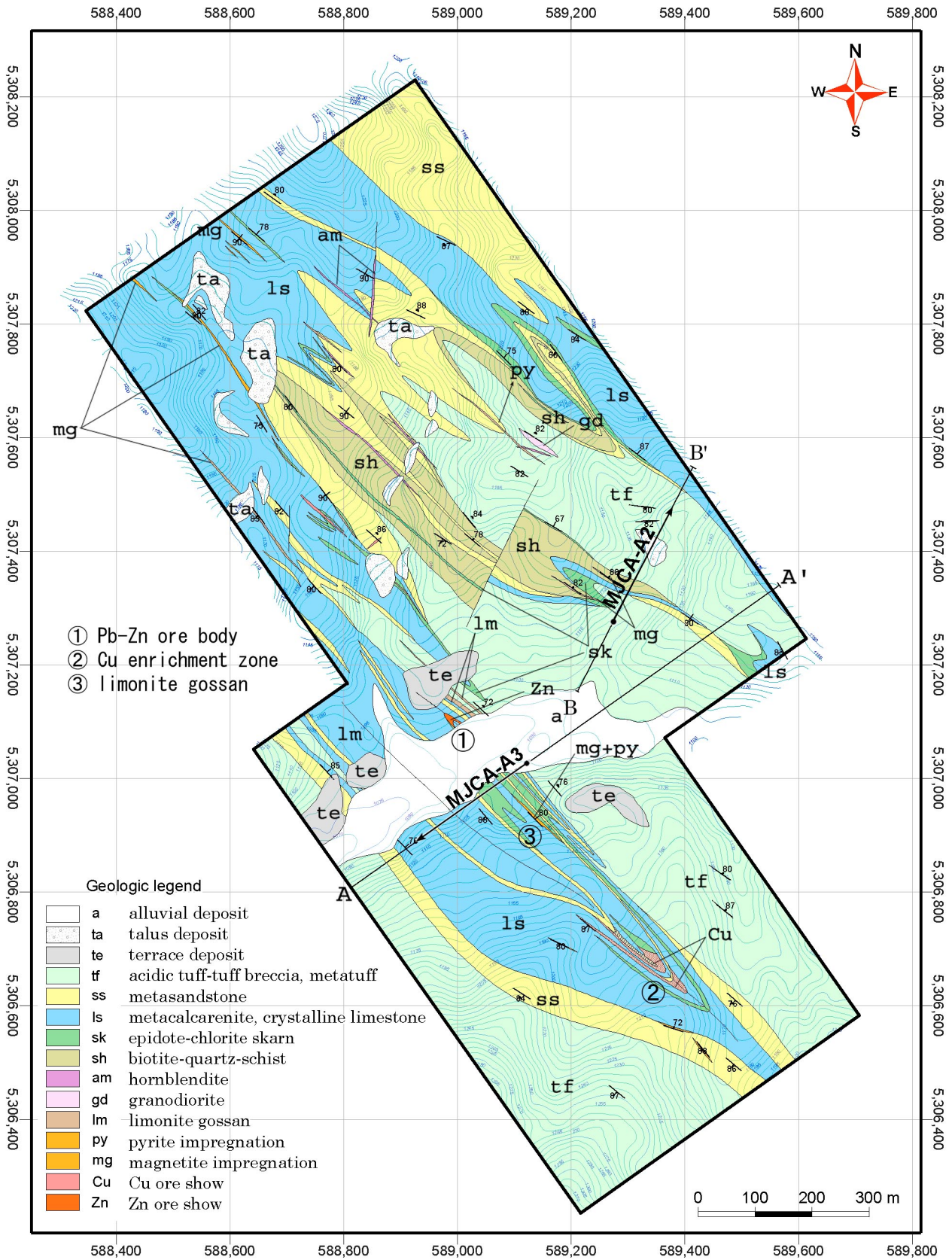


図 11-1-4 ウラスコ鉱徴地 地質平面図



①ウラスコ川下流方面から亜鉛鉱体露頭及び銅二次富化帯を望む



撮影方向

②ウラスコ川左岸から見た亜鉛鉱体露頭

図 11-1-5 ウラスコ鉱徴地 亜鉛鉱体露頭周辺写真

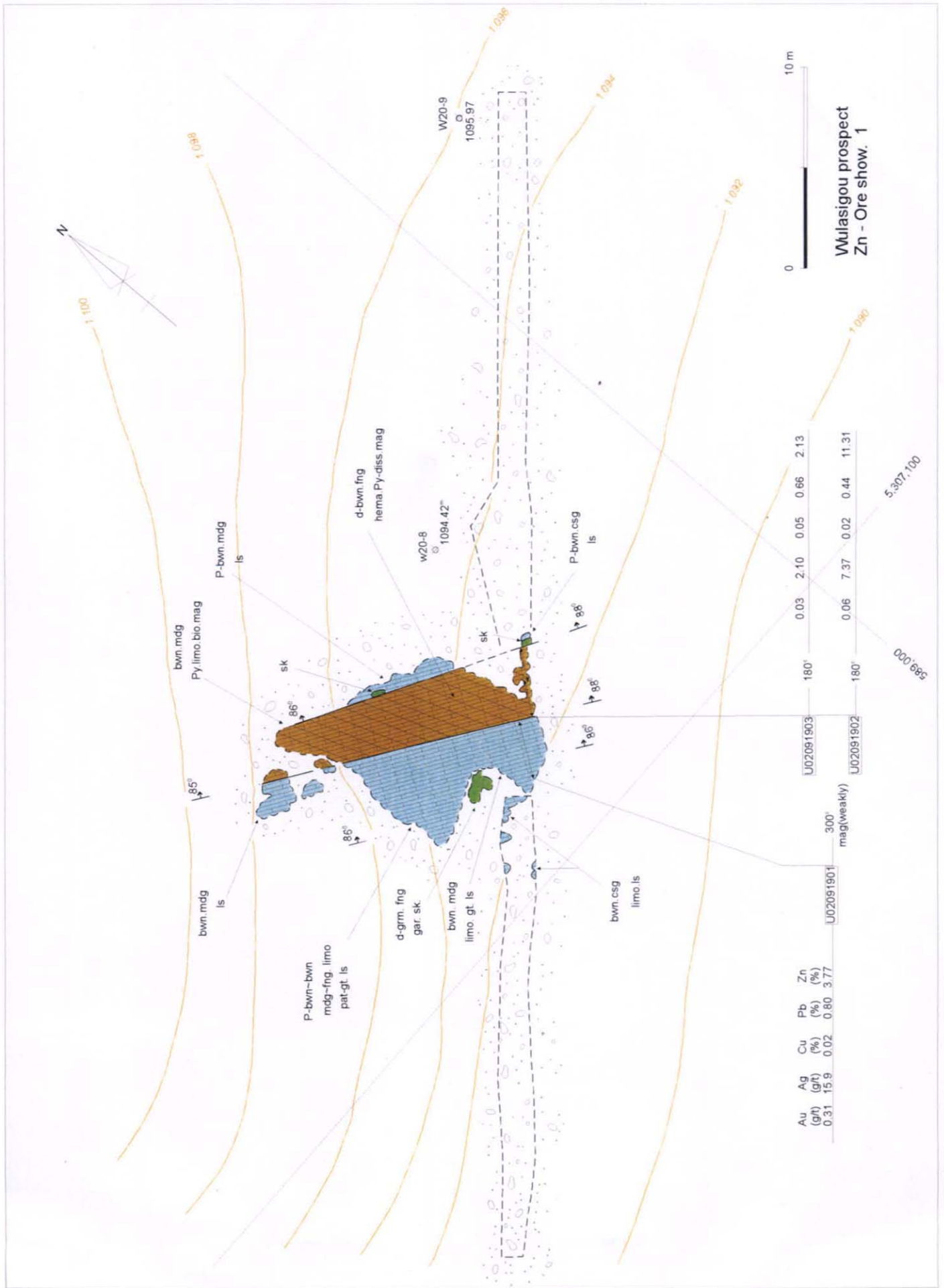
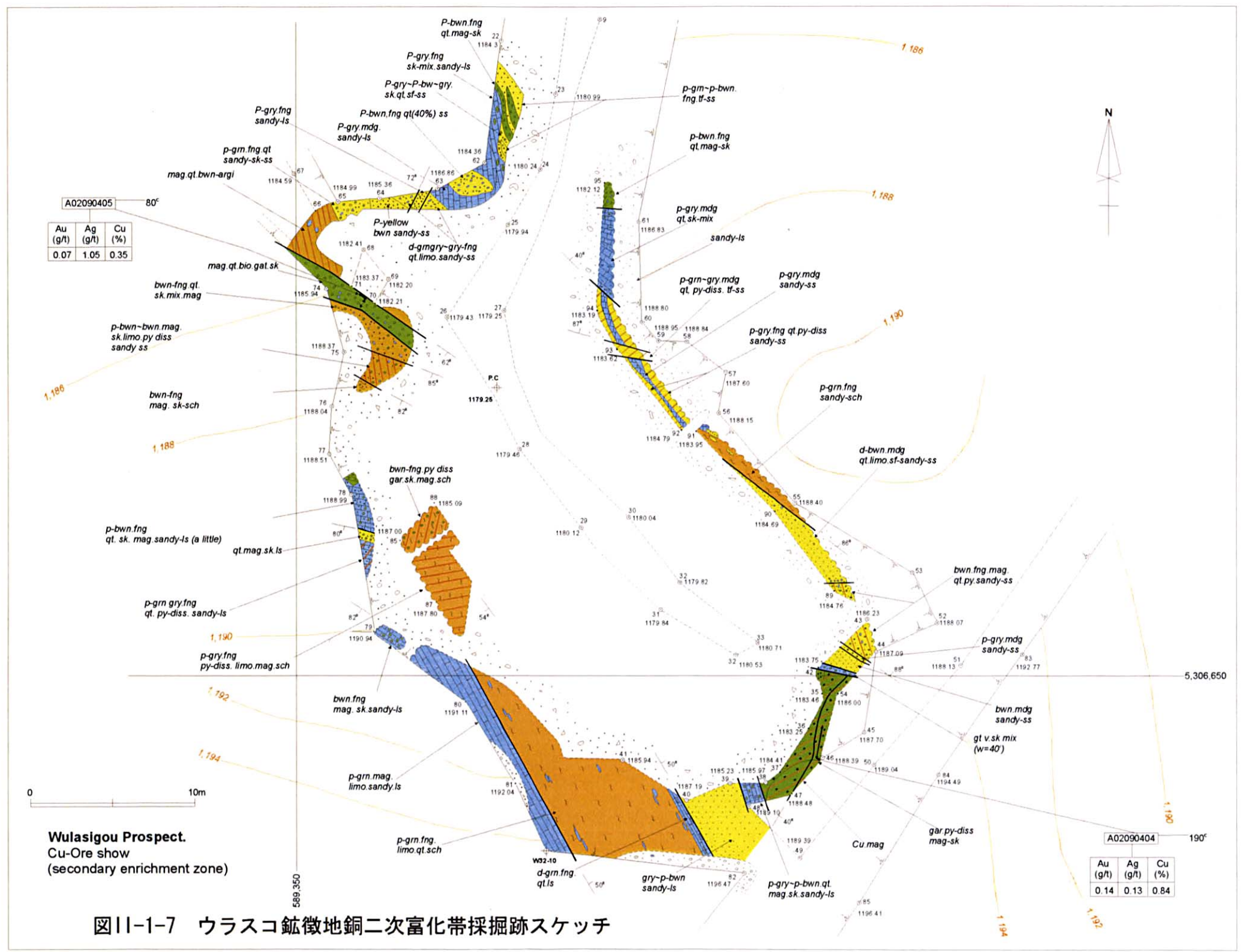


図 11-1-6 ウラスコ鉱徴地 亜鉛鉱体露頭スケッチ



図II-1-7 ウラスコ鉱徴地銅二次富化帯採掘跡スケッチ

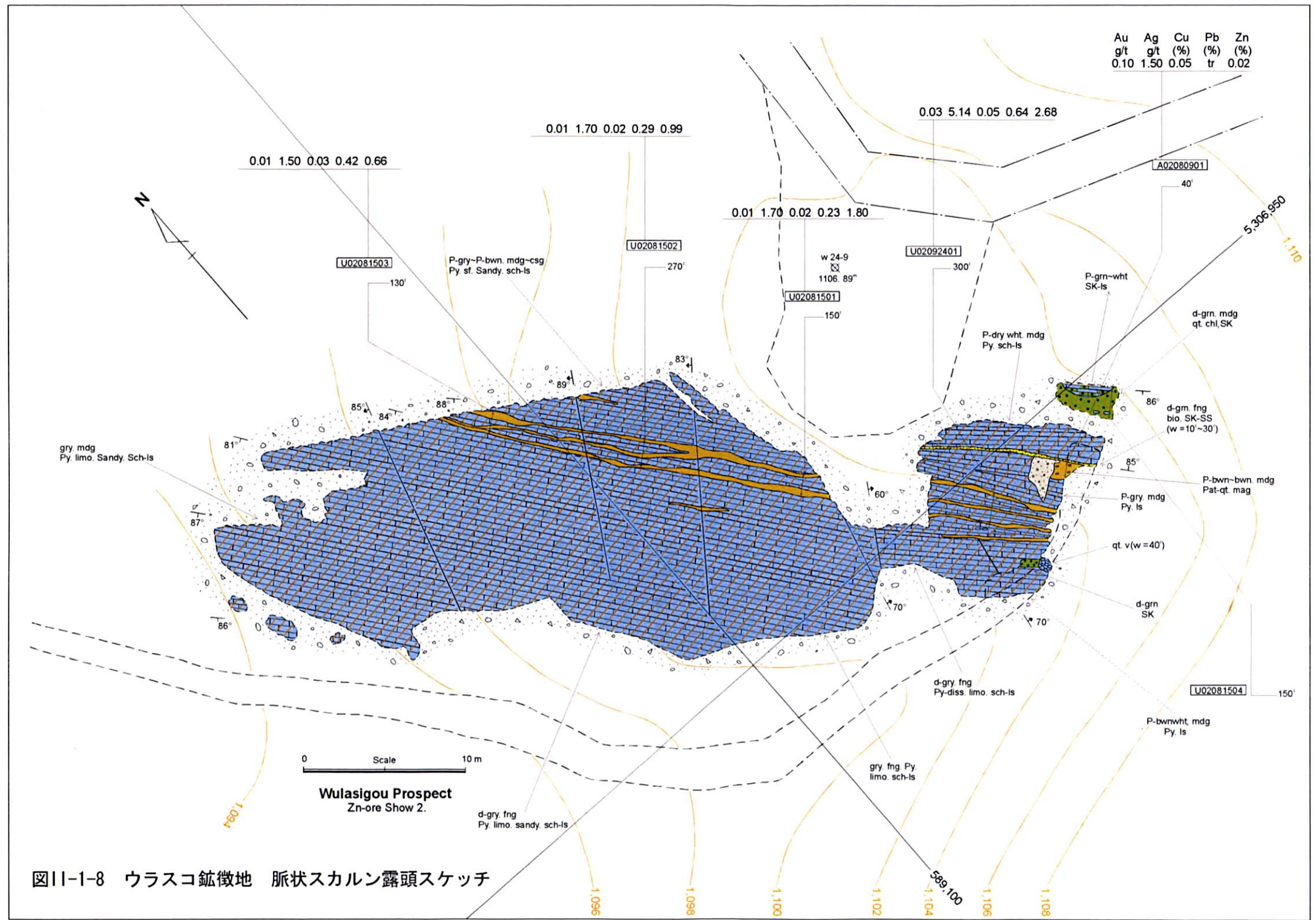


図11-1-8 ウラスコ鉱徴地 脈状スカルン露頭スケッチ

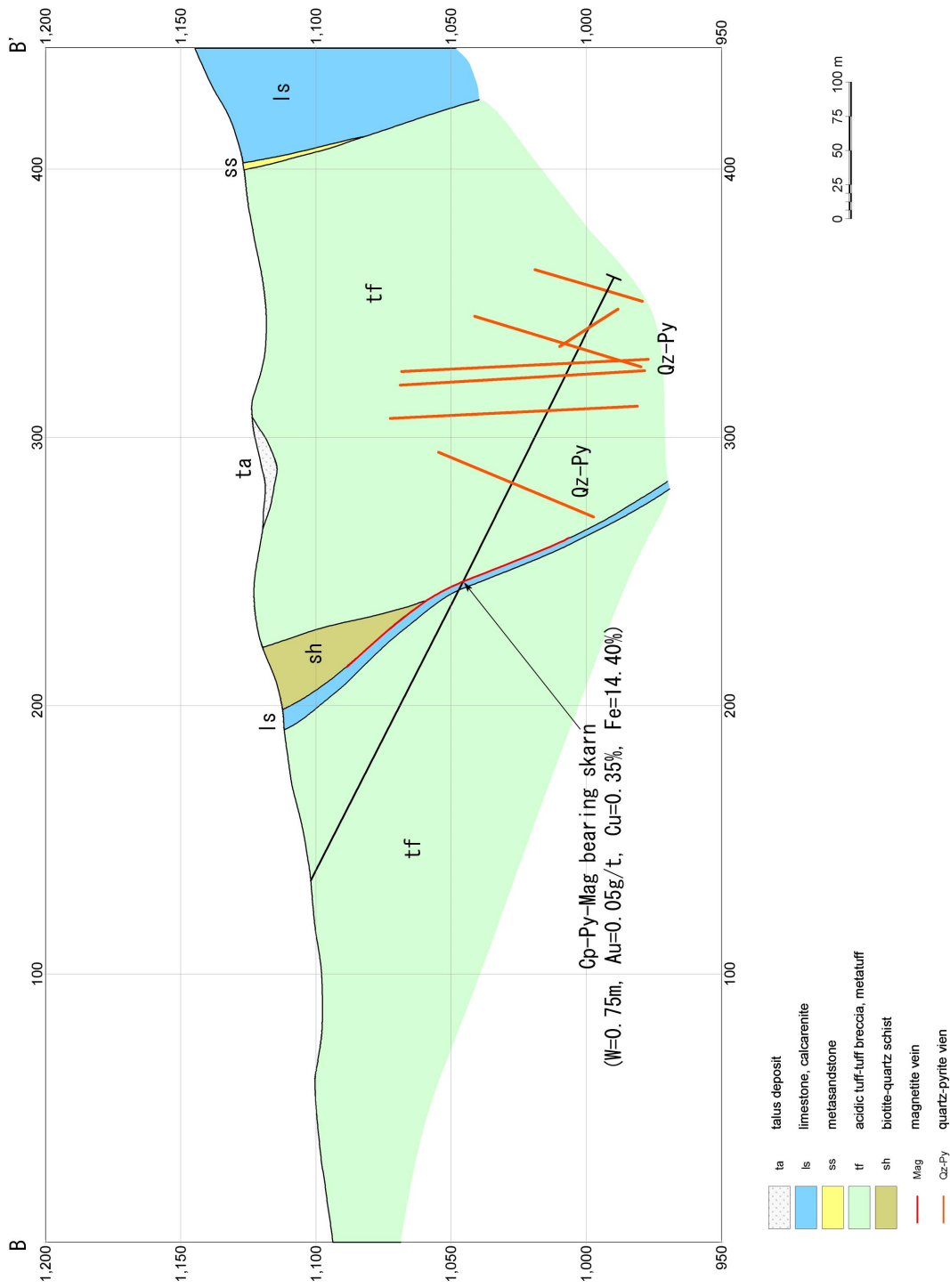


図11-1-9 ウラスコ鉱徴地 MJCA-A2孔 地質断面図

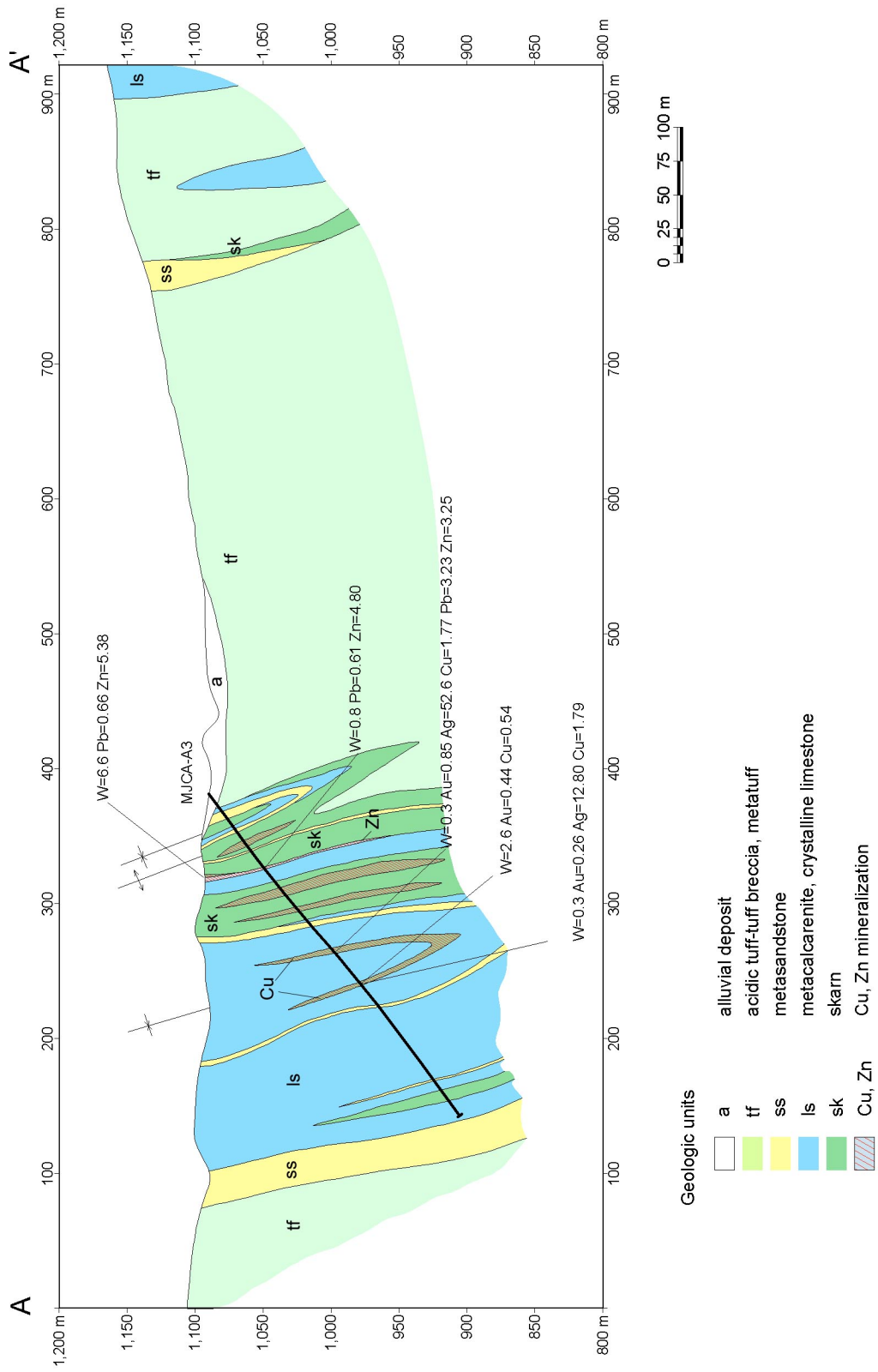
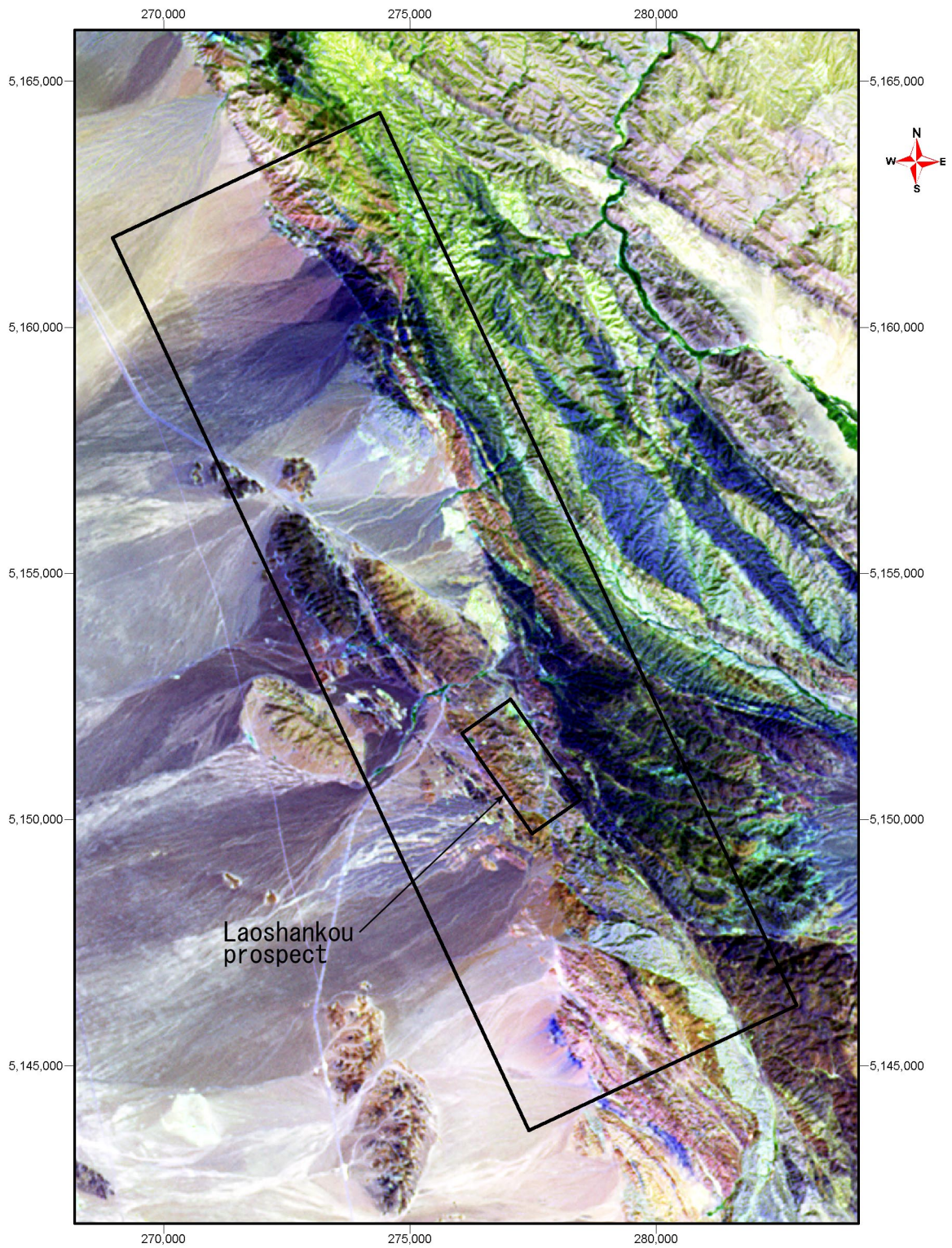


図 11-1-10 ウラスコ鉱徴地 MJCA-A3 孔 地質断面図



TERRA ASTER CCI (RGB=6.3.1)
 Coordinate system: Universal Transverse Mercator
 Zone: 46 (E 90 to E 96)
 Actual projection: Transverse Mercator
 Datum: World Geodetic System 1984
 Ellipsoid: WGS 1984
 Units: meters

0 1 2 3 4 5 km

図 II-1-11 カラトング地区 ASTER カラー合成画像

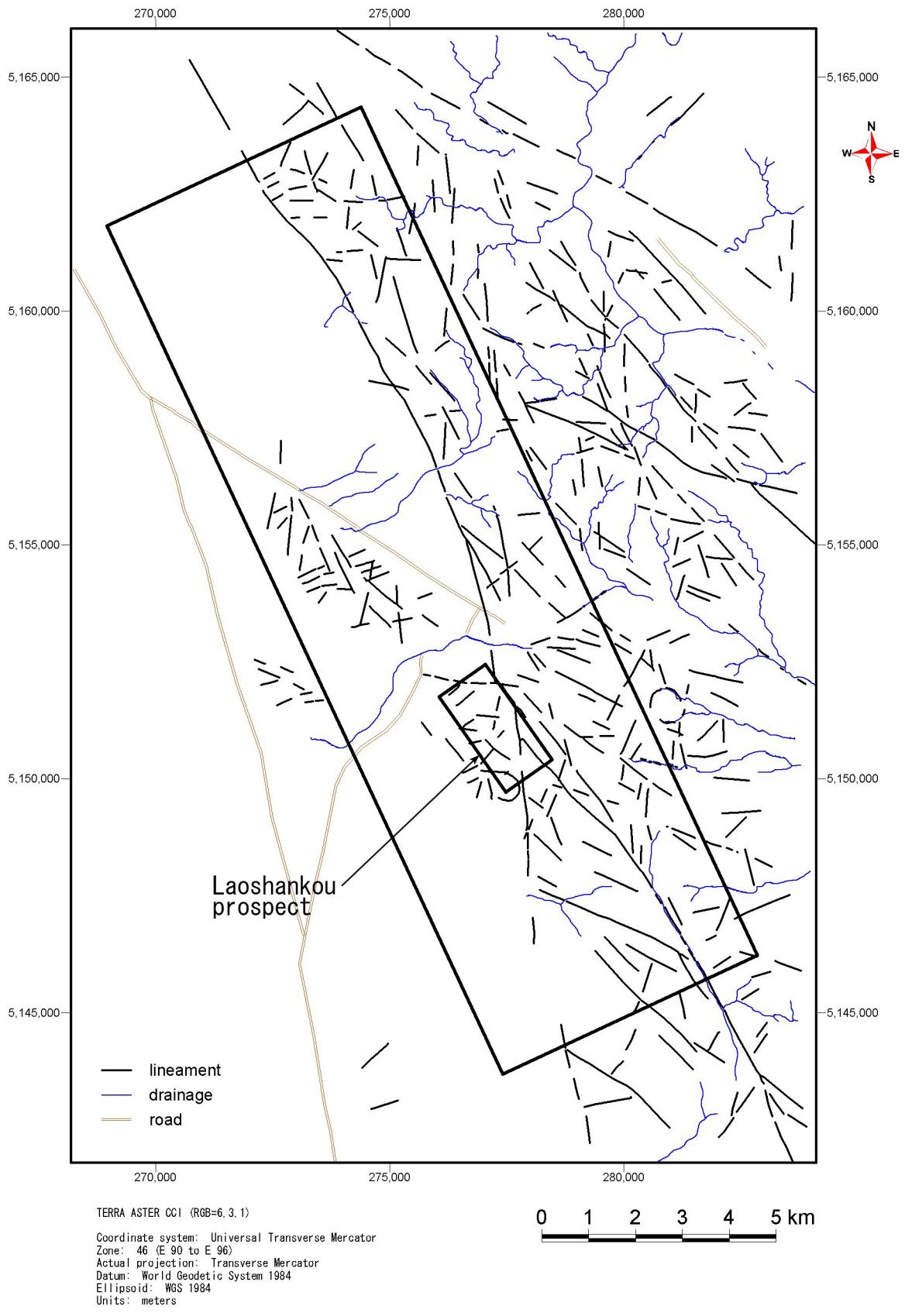


図 II-1-12 カラトング地区リニアメント図

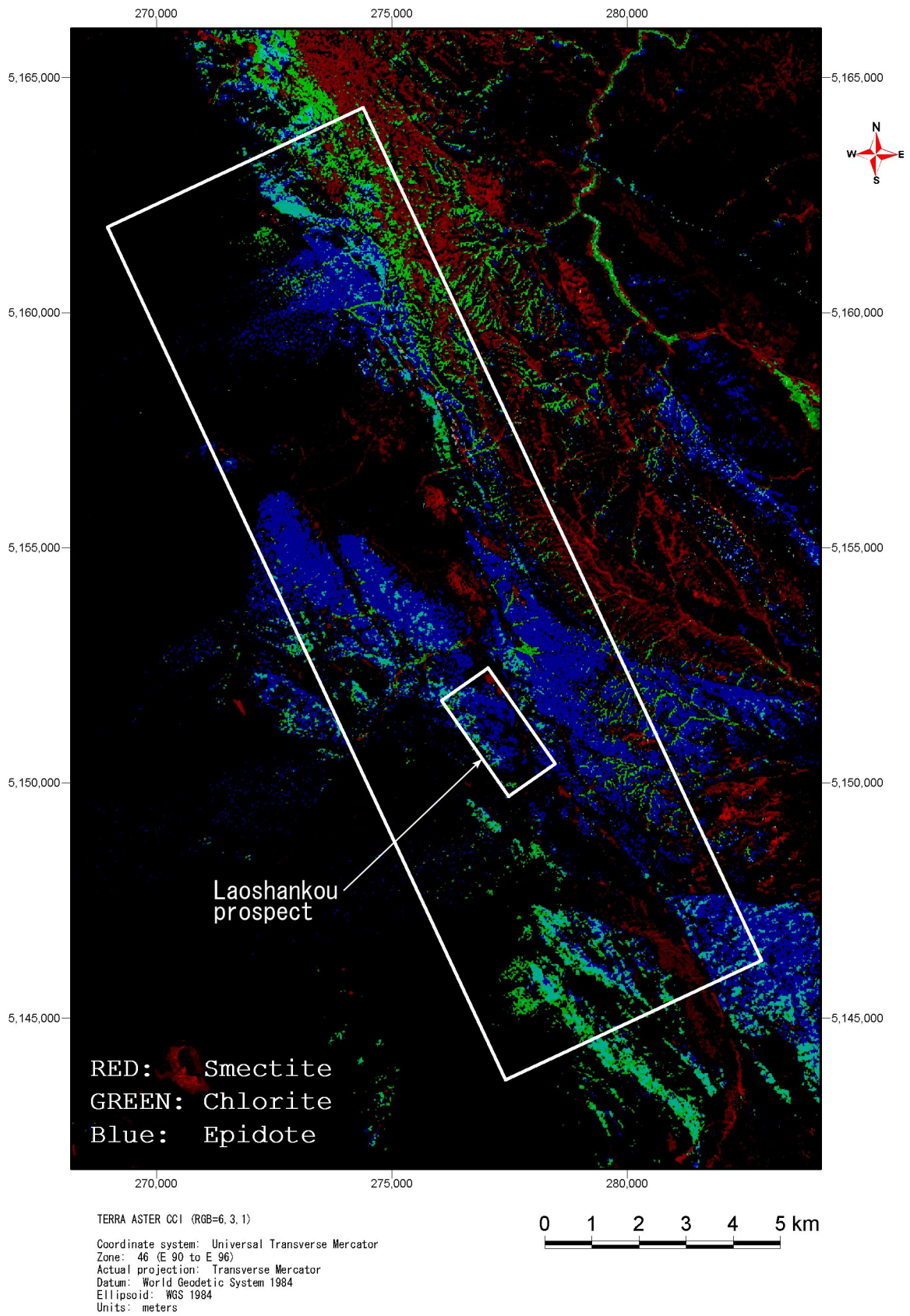


図 II - 1 - 13 カラトング地区 ASTER データによる変質鉱物分布図

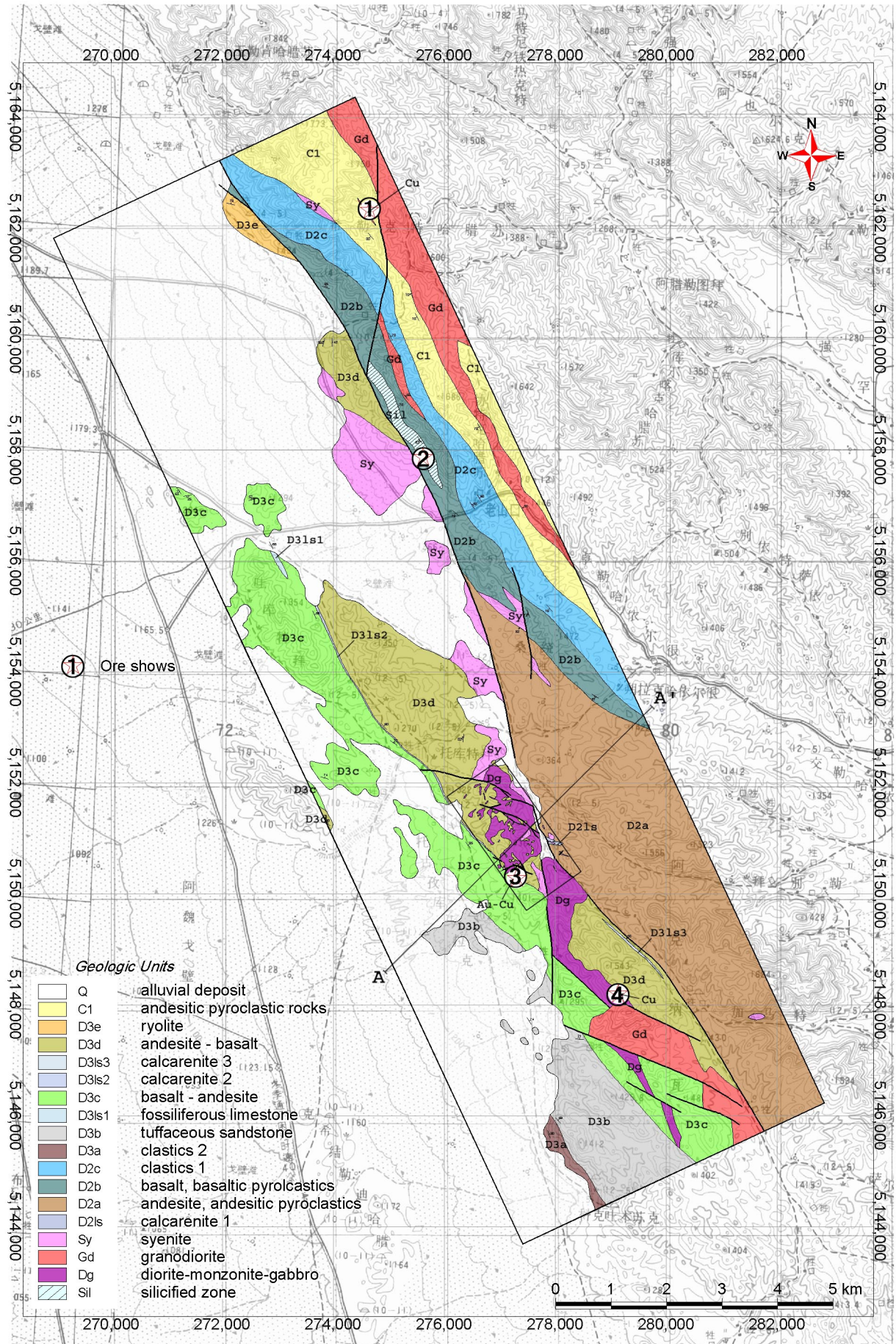
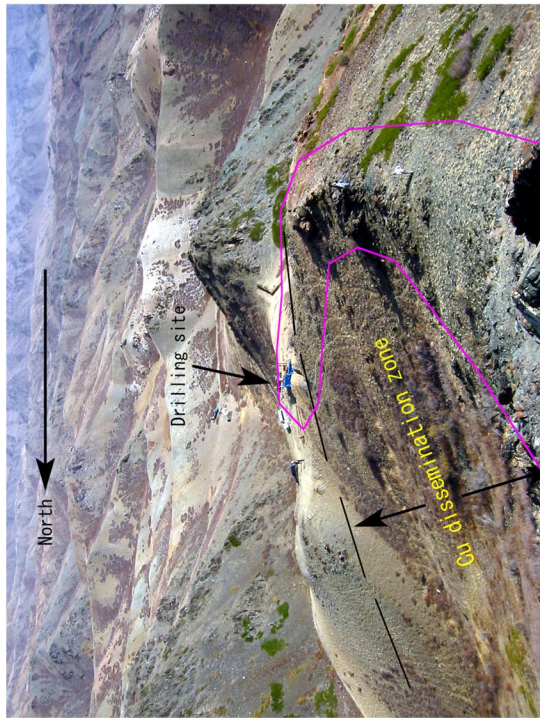


図 II-1-14 カラトング地区地質平面図



図 11-1-15 カラトング地区 地質断面図



スケッチ範囲

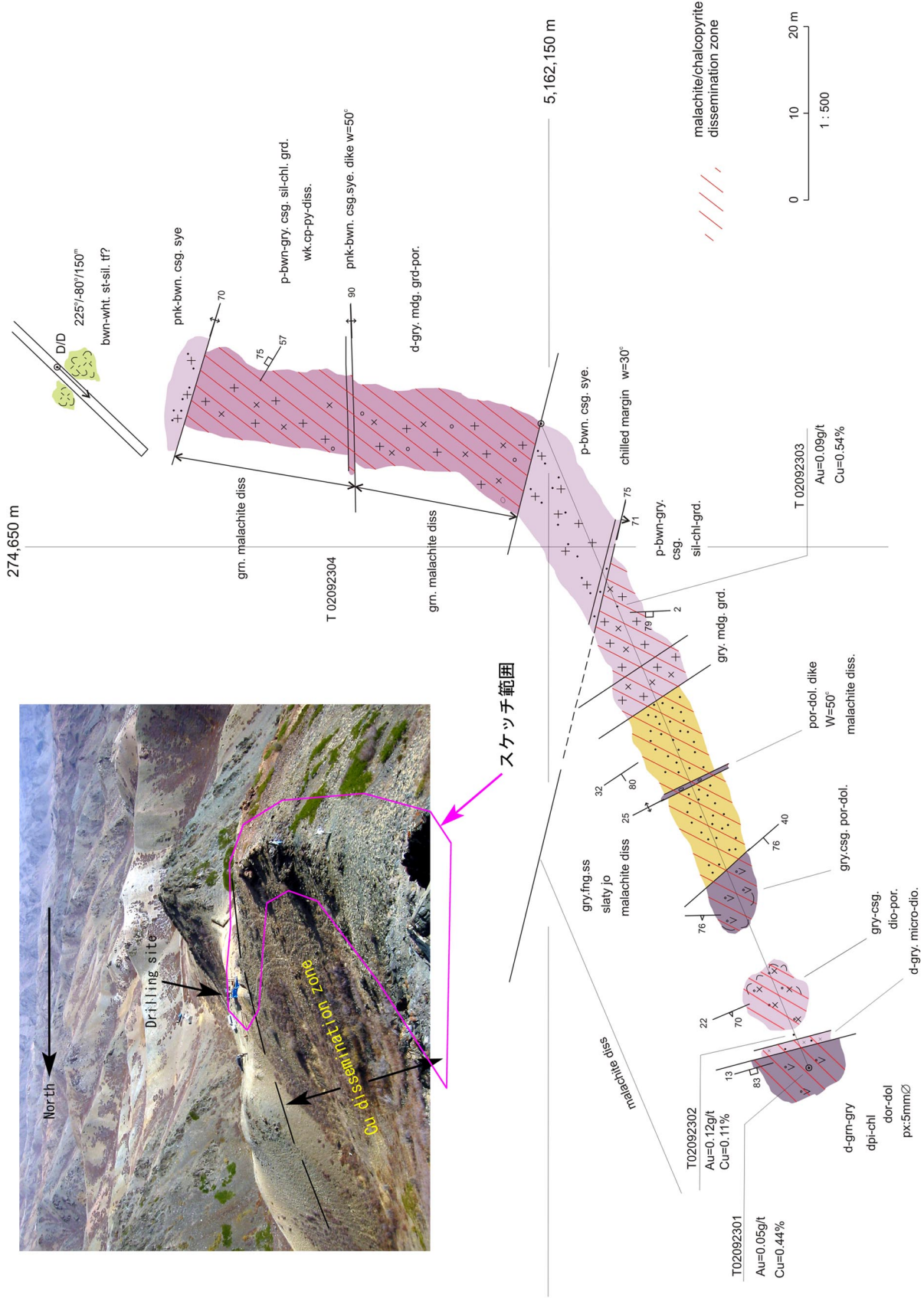


図 11-1-16 カラトング地区北部 銅鉱徴地

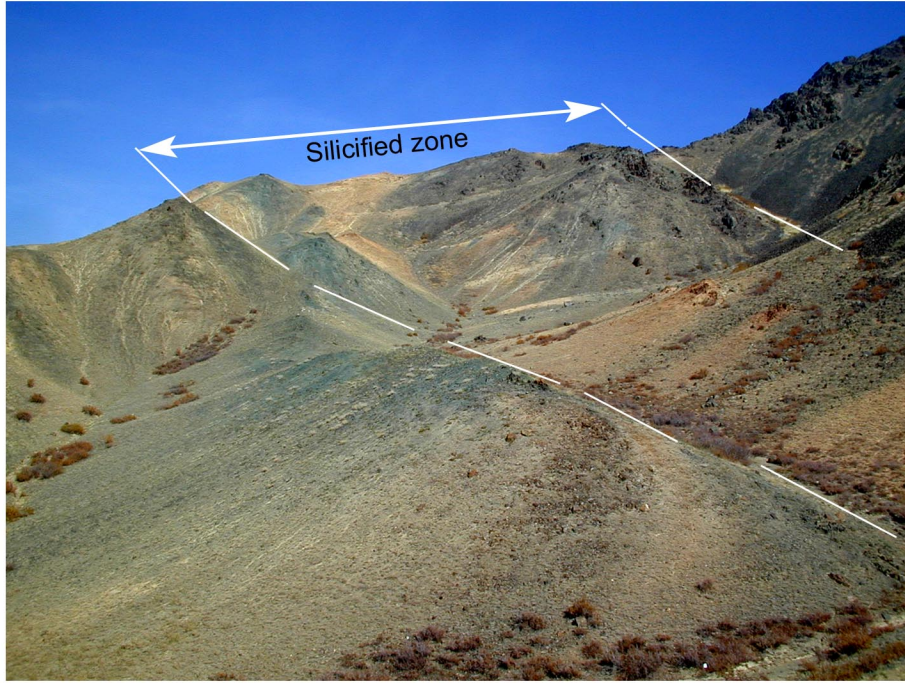


図 11-1-17 北部の珪化変質帯

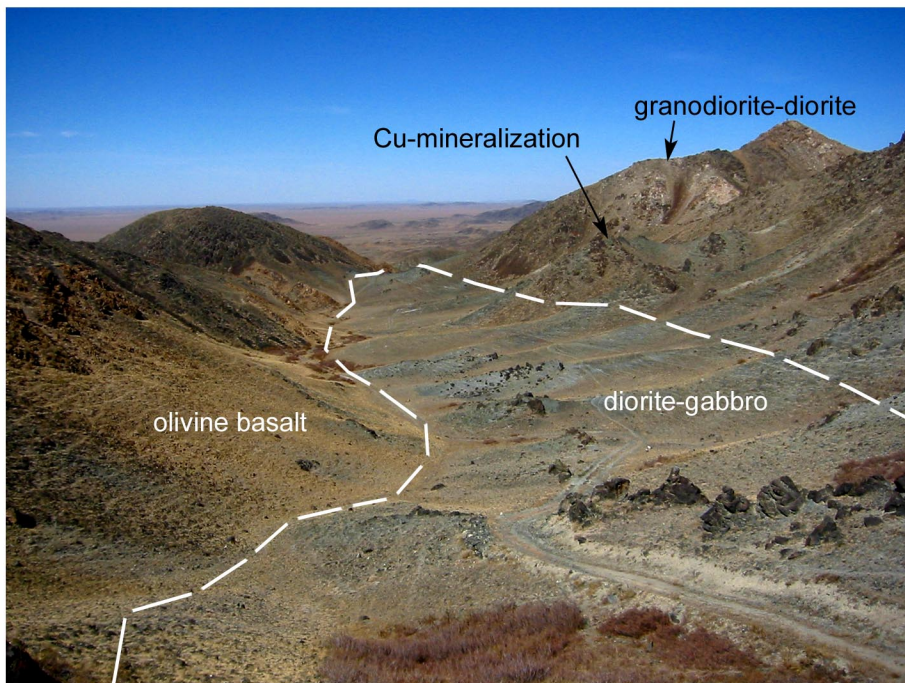


図 11-1-18 南部銅鉱徴地付近のかんらん石玄武岩と塩基性貫入岩

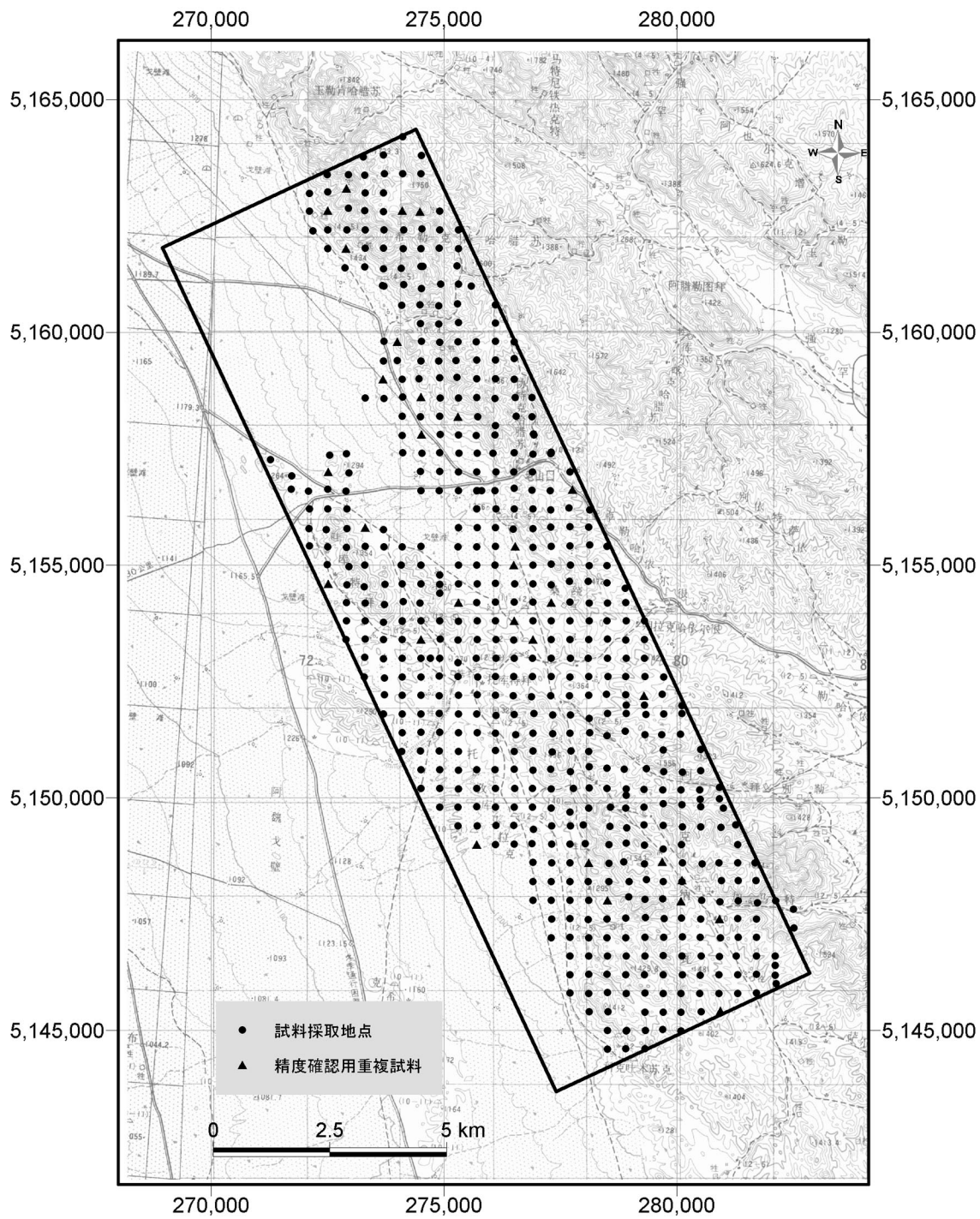


図 II-1-19 カラトング地区土壤地化探 試料採取位置図

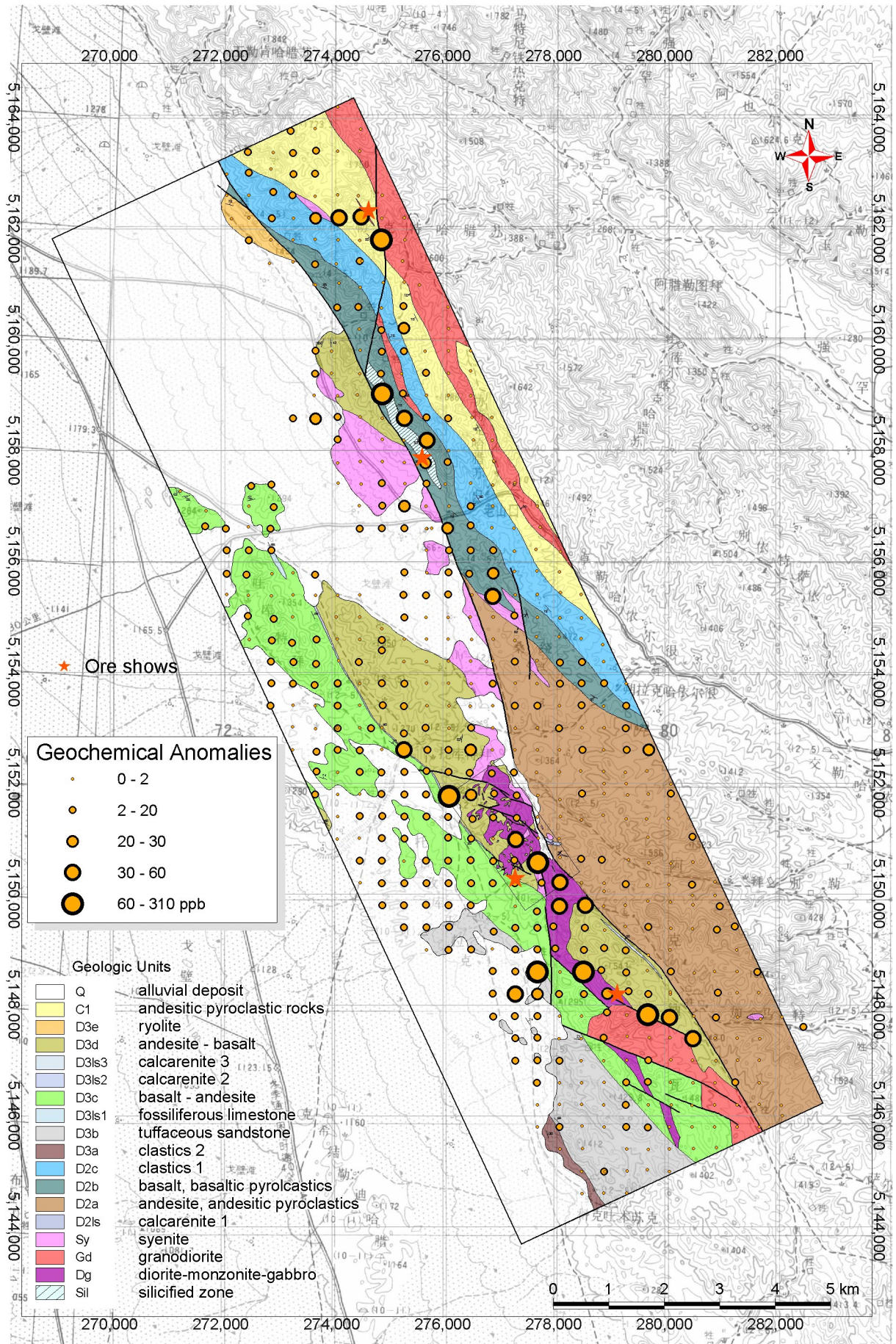


図 II - 1 - 20 (1) カラトング地区土壤地化学探査 Au異常点分布図

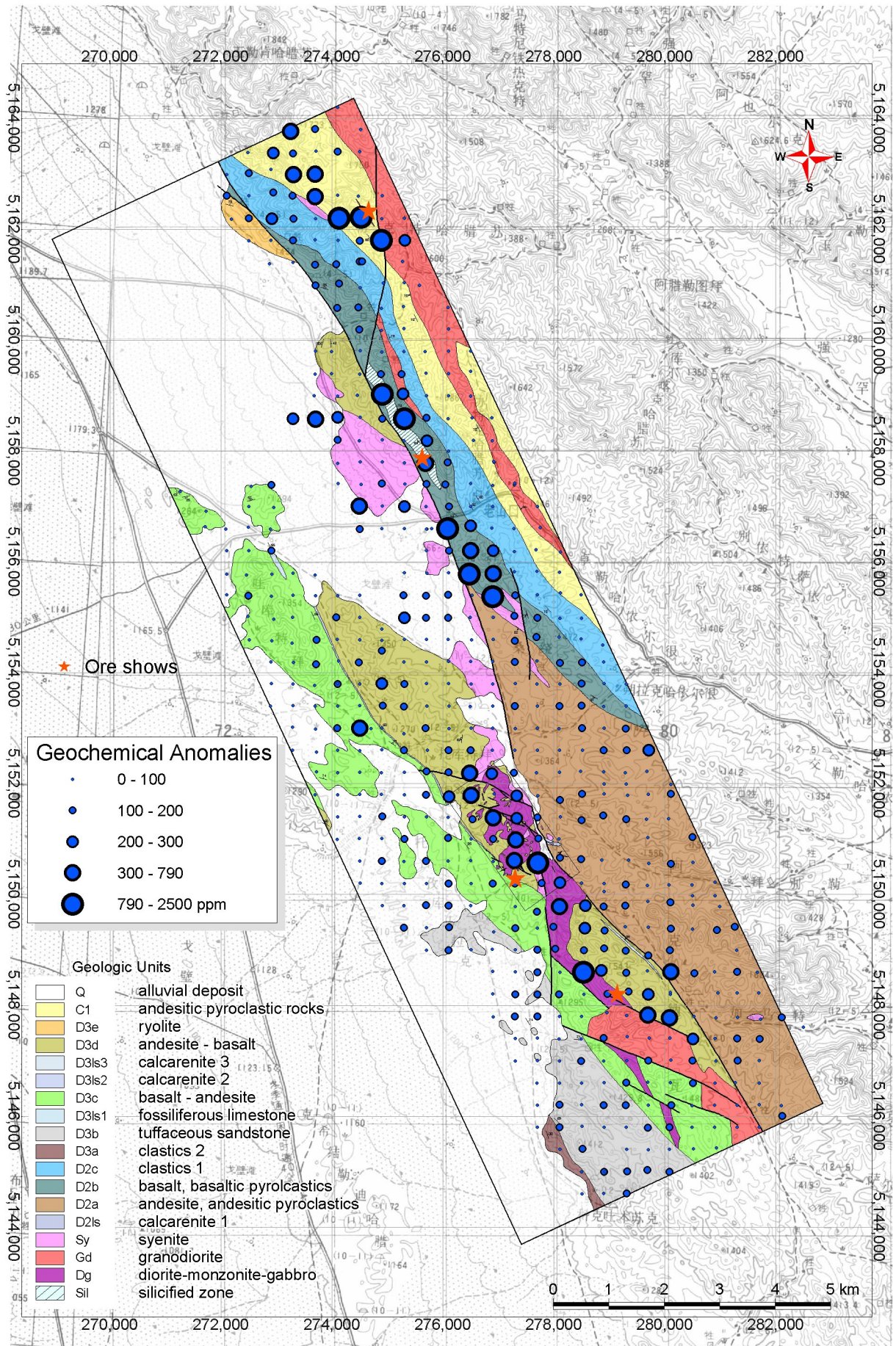


図 II-1-20 (2) カラトング地区土地化学探査 Cu異常点分布図

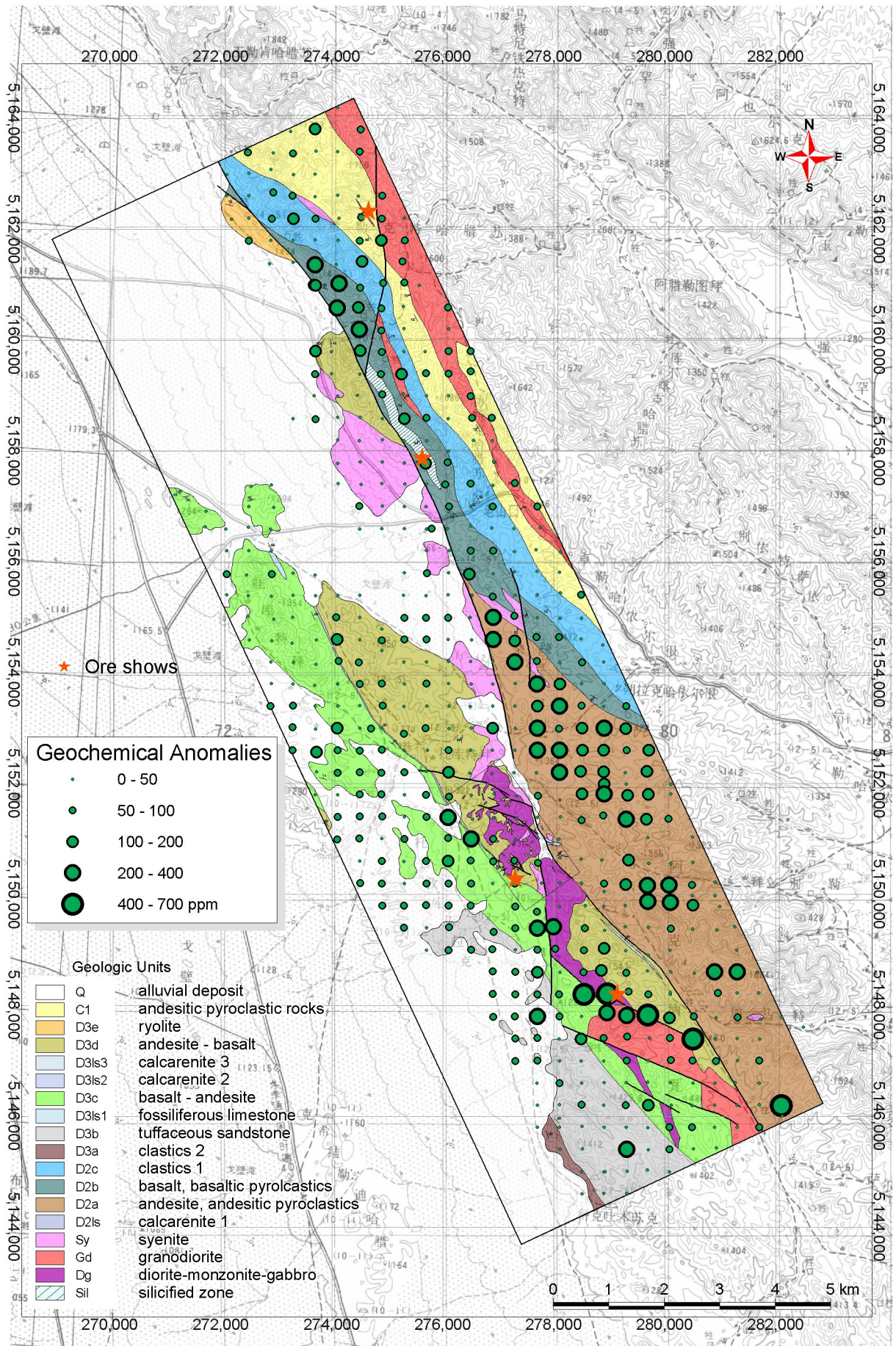


図 II-1-20 (3) カラトング地区土壤地化学探査 Ni異常点分布図

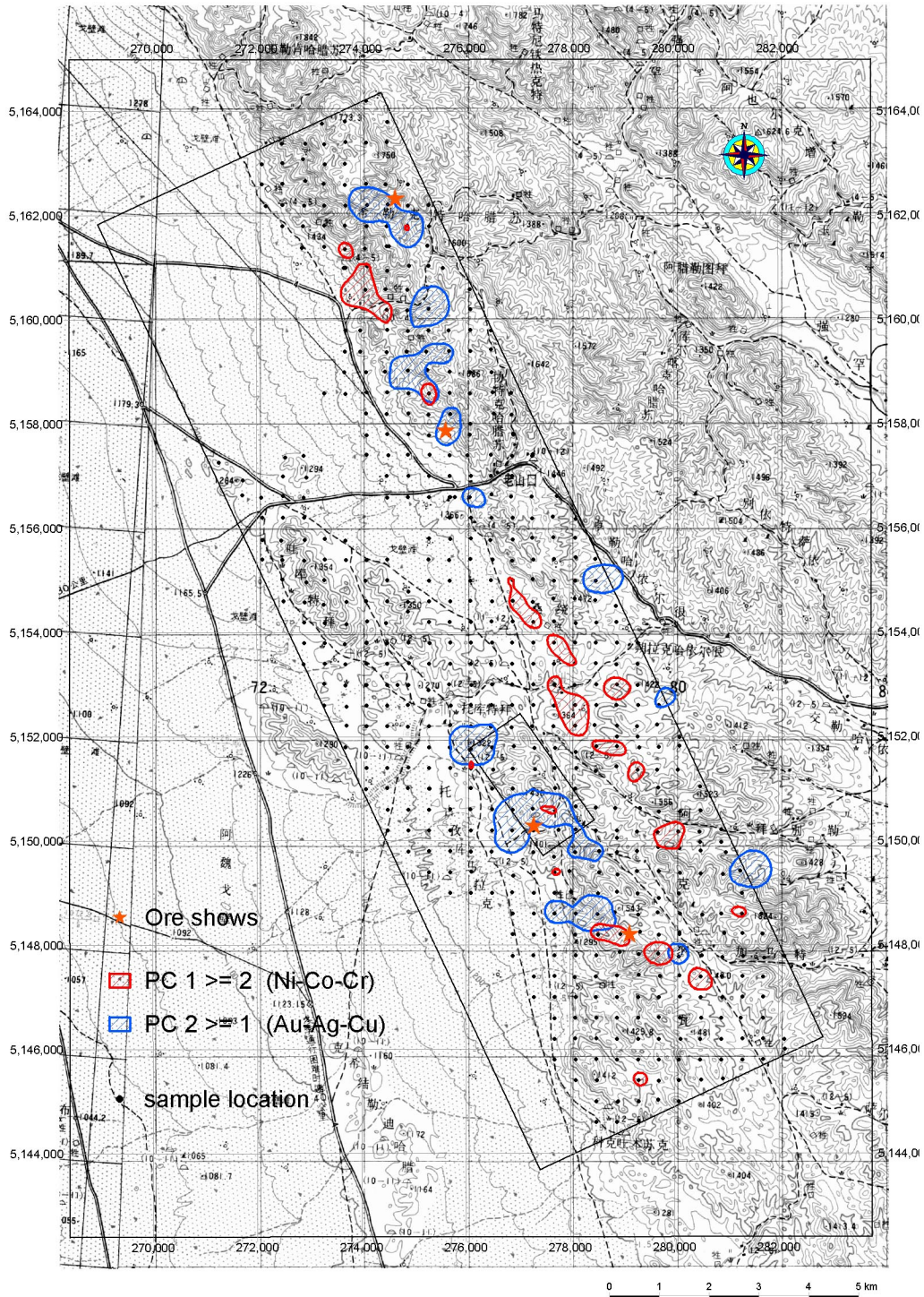


図 II-1-20 (4) カラトング地区土壤地化学探査 地化学異常域分布図

表 11-1-1 カラトング地区土壤地化探 元素寄与率

Component Matrix ^a

	Component									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Au	.259	.776	-1.262E-03	-.151	-.345	2.565E-02	.130	-.199	-3.984E-02	7.279E-02
Ag	4.497E-02	.720	-3.562E-02	-.426	9.225E-02	1.365E-02	-.364	-8.994E-02	6.009E-02	1.083E-02
Cu	.245	.610	-.137	-.527	.261	.125	-.208	-.108	-3.910E-02	5.846E-02
Pb	-.485	.185	.269	-.143	-.286	-.299	-.225	.475	.409	-3.411E-02
Zn	.115	.596	4.792E-02	.235	-.662	-5.069E-02	.213	-2.074E-02	-9.314E-02	-6.980E-02
Ni	.776	-.196	.470	-.132	-2.244E-02	1.037E-02	.117	-9.822E-02	.142	3.599E-02
Co	.861	.105	7.586E-02	4.128E-02	3.250E-02	7.861E-02	-5.602E-02	.183	.136	1.766E-02
Cr	.839	-.225	.397	-.111	-1.849E-02	-4.240E-02	3.341E-02	-7.418E-02	9.380E-02	3.898E-02
As	-5.807E-02	.547	.396	.584	8.654E-02	-.235	-1.476E-02	-.110	-6.067E-02	7.859E-02
Sr	5.785E-02	.121	-.701	.212	.104	-.111	.245	-.241	.531	.139
Sb	-.130	.349	.409	.585	.441	-.113	-.182	-5.744E-02	4.028E-02	.109
Hg	-.164	-1.517E-02	.107	.396	-.182	.773	-.266	-.137	.213	-.183
Tl	-.539	.160	.277	-.158	4.754E-02	.454	.313	.260	1.153E-02	.449
W	-.232	.489	.255	-.174	.421	8.943E-02	.490	9.578E-02	9.449E-02	-.408
TFe	.751	.232	-.297	.200	6.198E-02	.105	-4.883E-02	.387	-4.949E-02	-7.090E-02
Mg	.914	-.186	.270	-6.902E-02	-1.080E-02	2.637E-02	5.196E-02	-4.109E-02	8.648E-02	3.706E-02
V	.606	.252	-.469	.332	.127	8.228E-02	3.152E-02	.300	-.145	4.861E-02

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 10 components extracted.

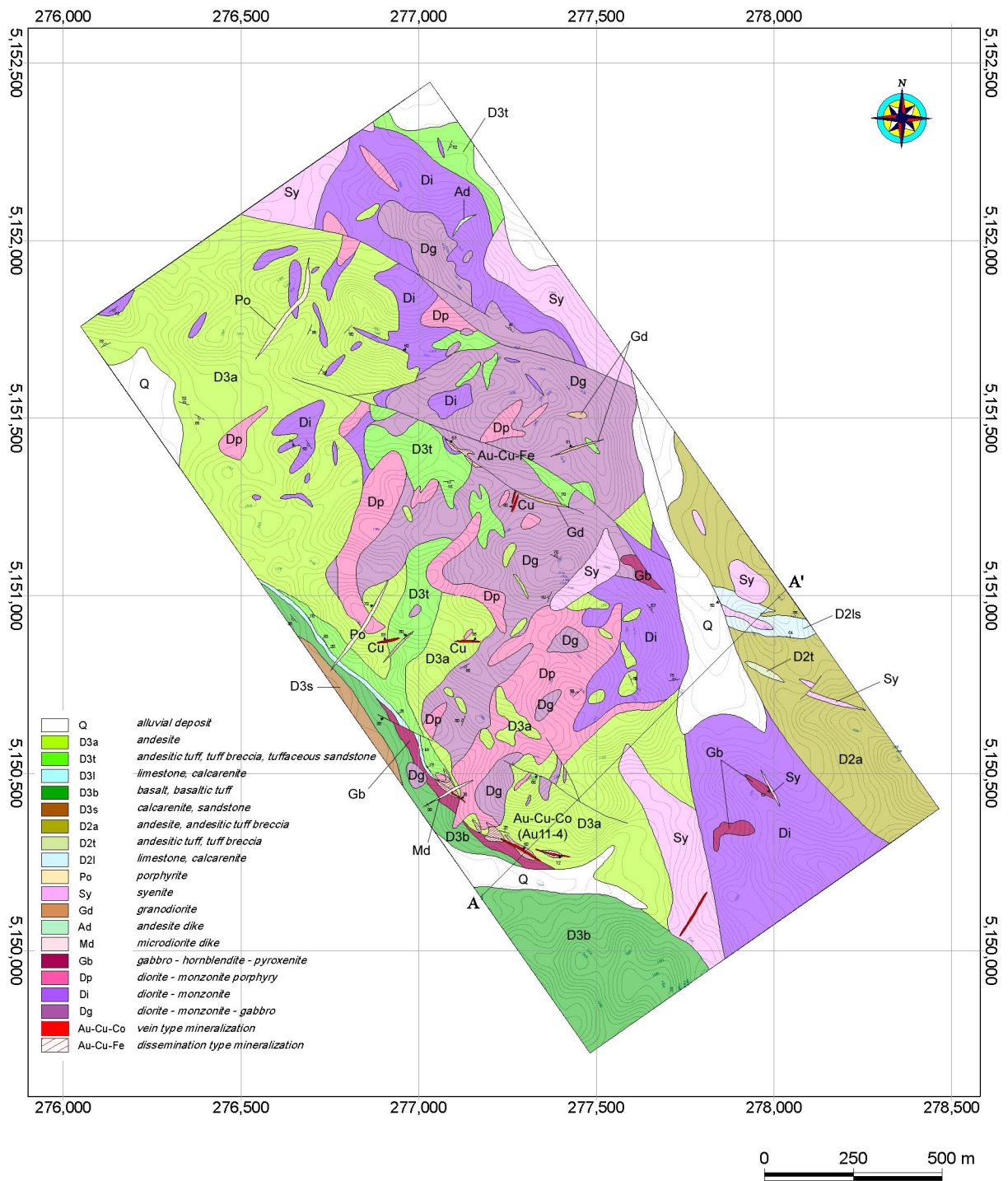


図 11-1-21 ラオシャンコウ鉱徴地 地質平面図

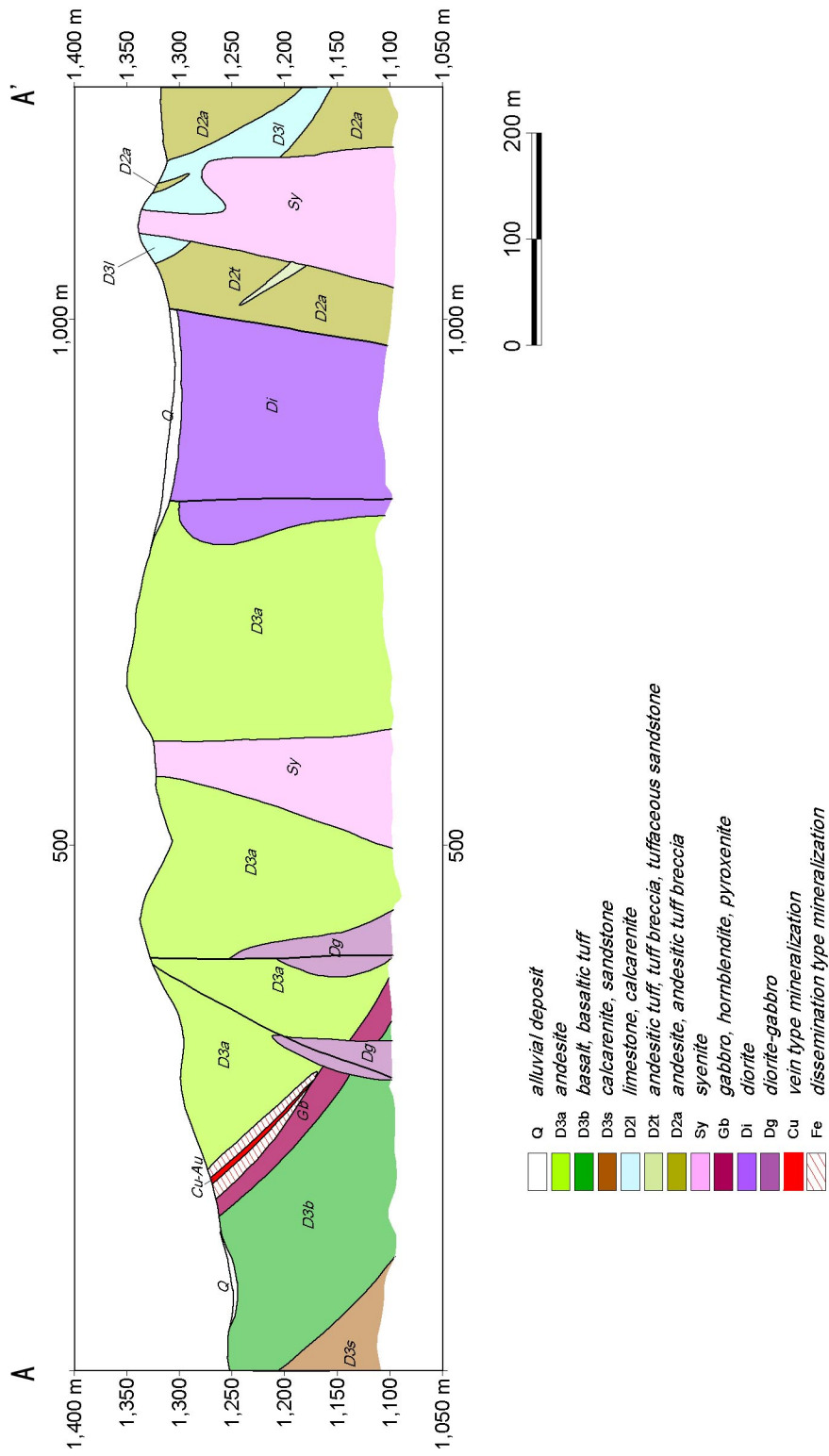


図 11-1-22 ラオシャンコウ鋳徴地 地質断面図



図 11-1 - 23 ラオシャンコンウ鉱徴地 Au11-4 鉱床スケッチ



①磁鉄鉱採掘を目的とした設備（休止中）



②黄銅鉱－黄鉄鉱－白鉄鉱 鉱脈

図 II-1-24 ラオシャンコウ鉱徴地 Au11-4 鉱床

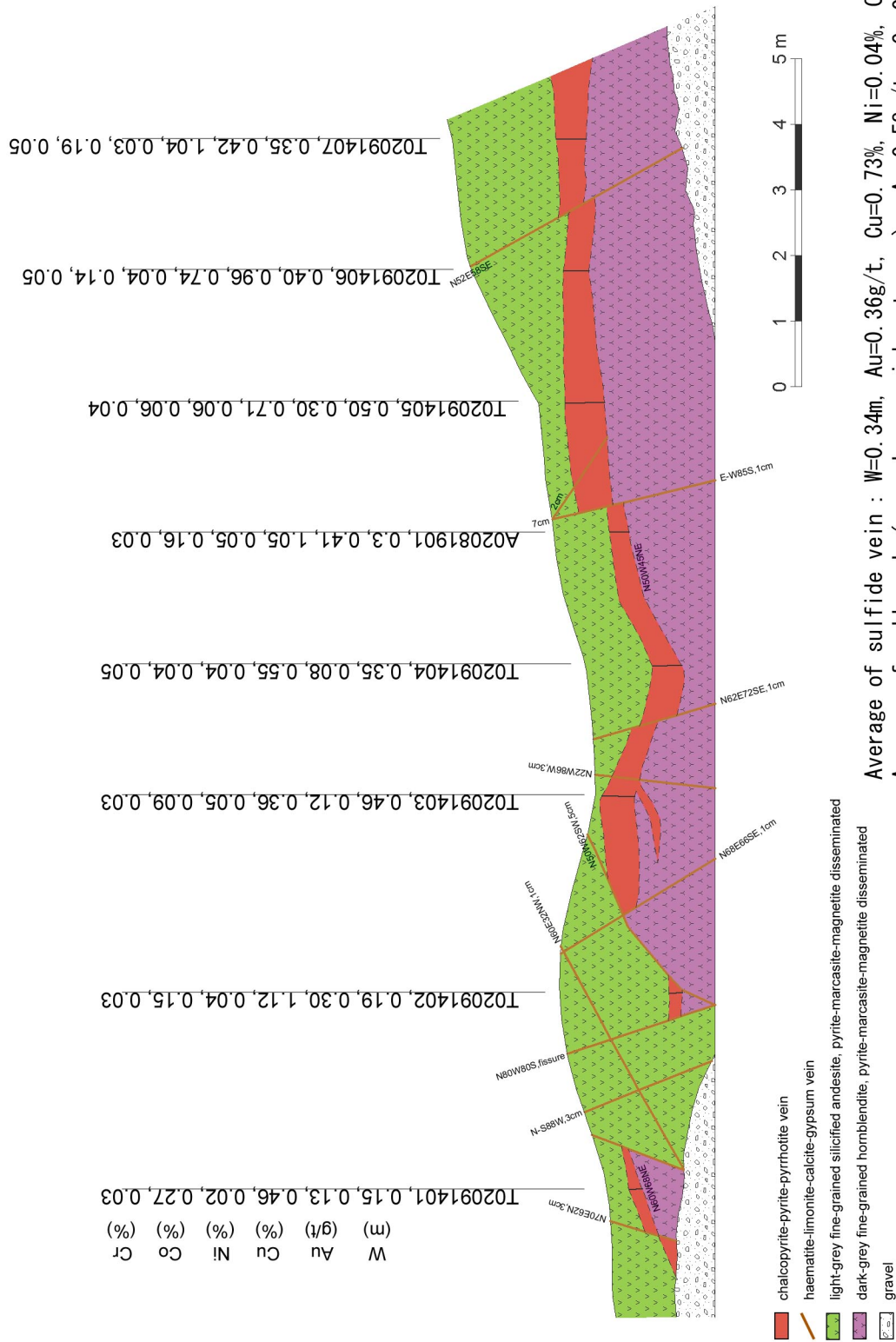


図 11-1-25 Au11-4 鉱床 硫化鉱脈側壁スケッチ

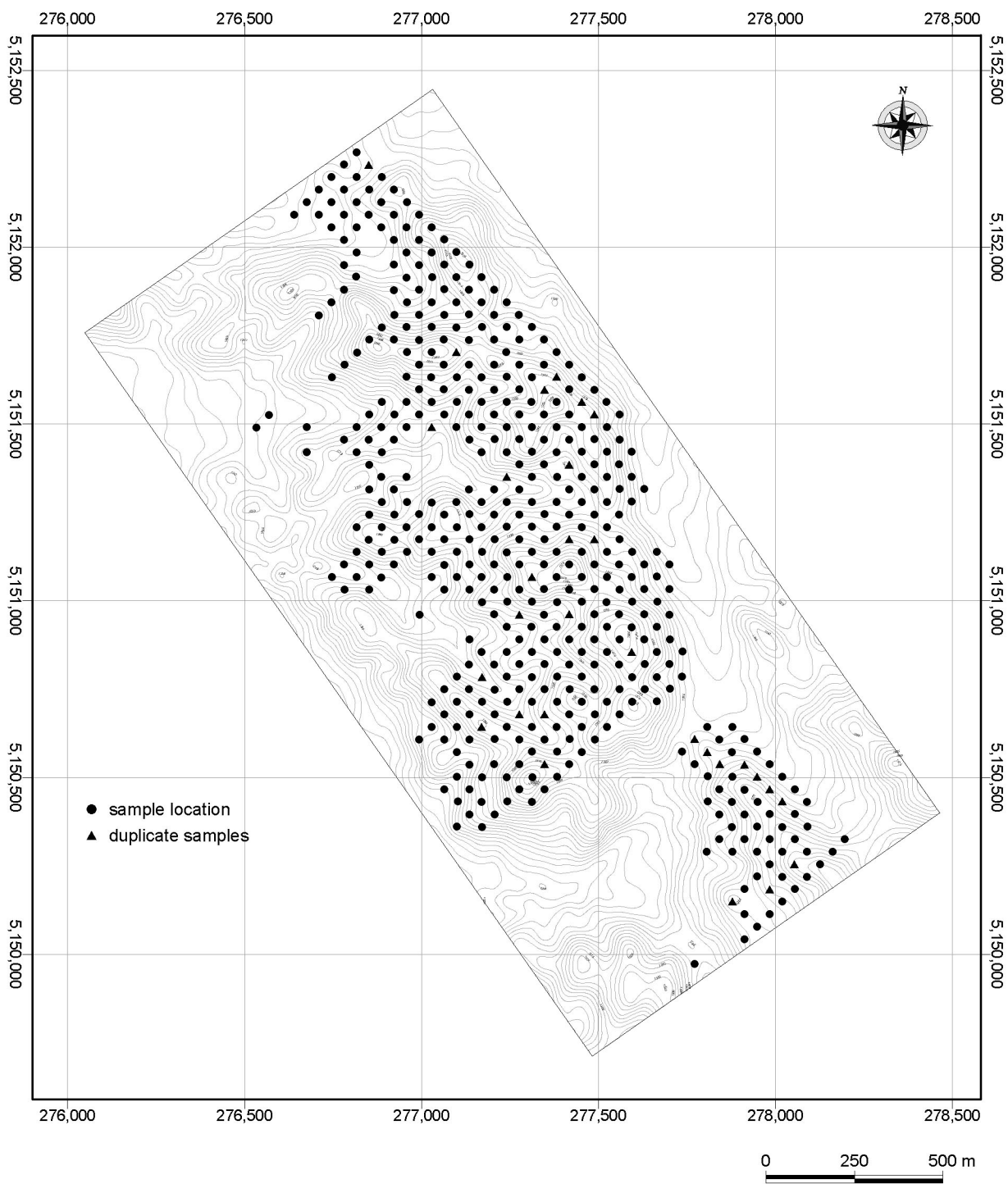


図 II - 1 - 26 ラオシャンコウ鉛徴地 地化学試料採取位置図

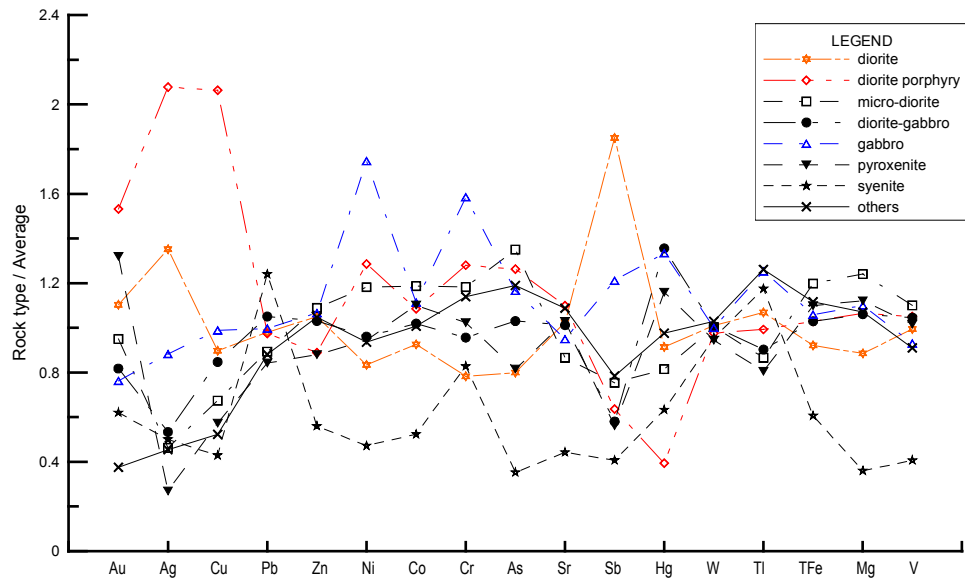


図 11-1-27 貫入岩類の岩相別地化学パターン

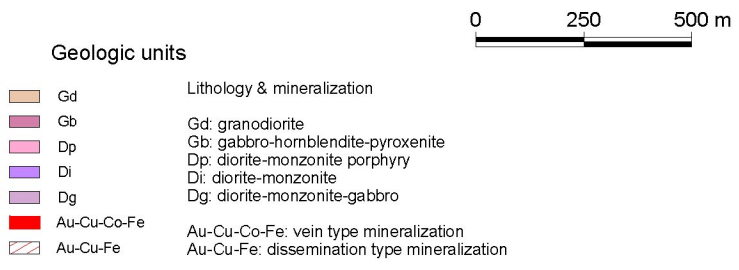
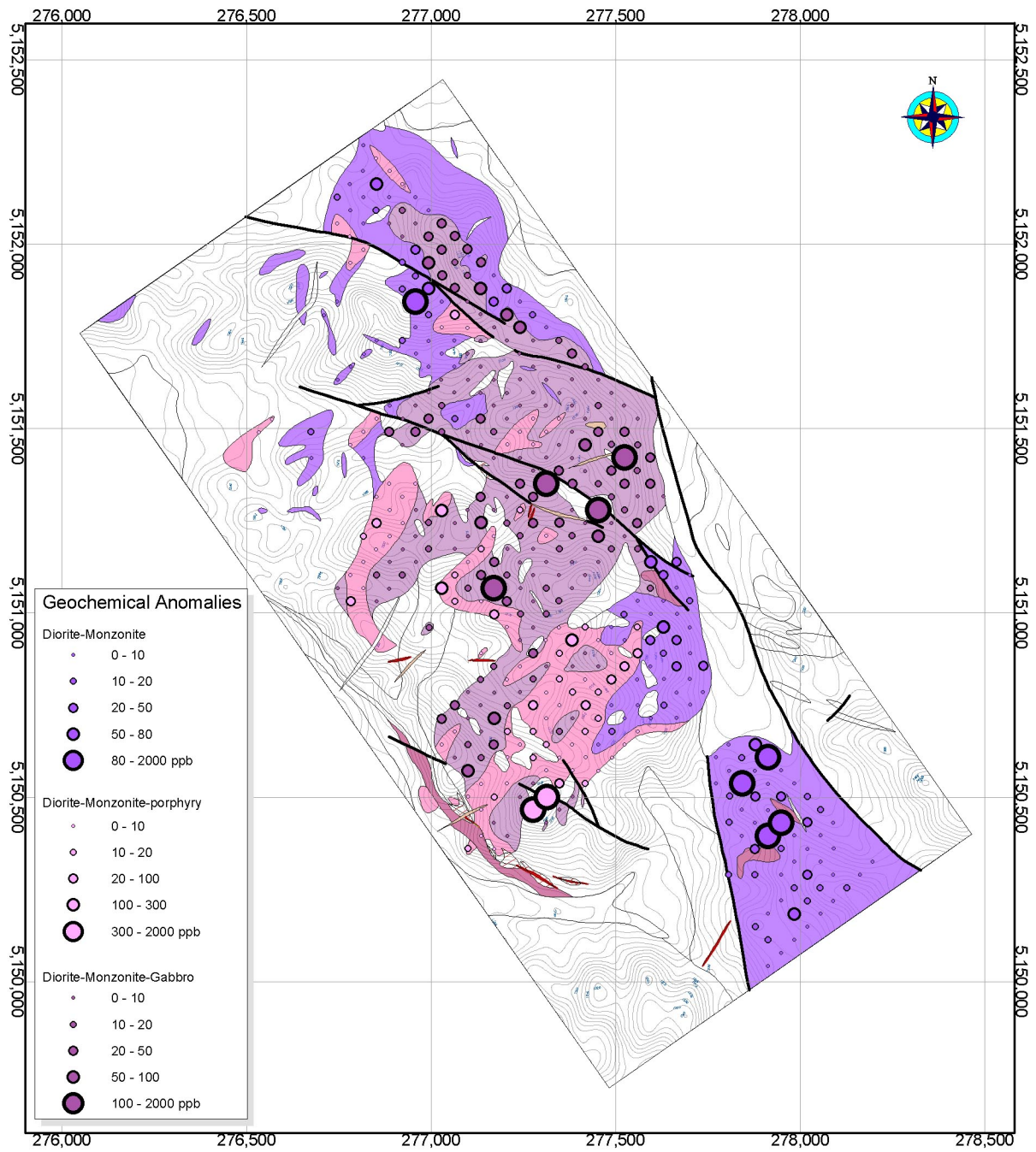


図 II-1-28 (1) ラオシャンコウ鉱徴地 Au異常分布図

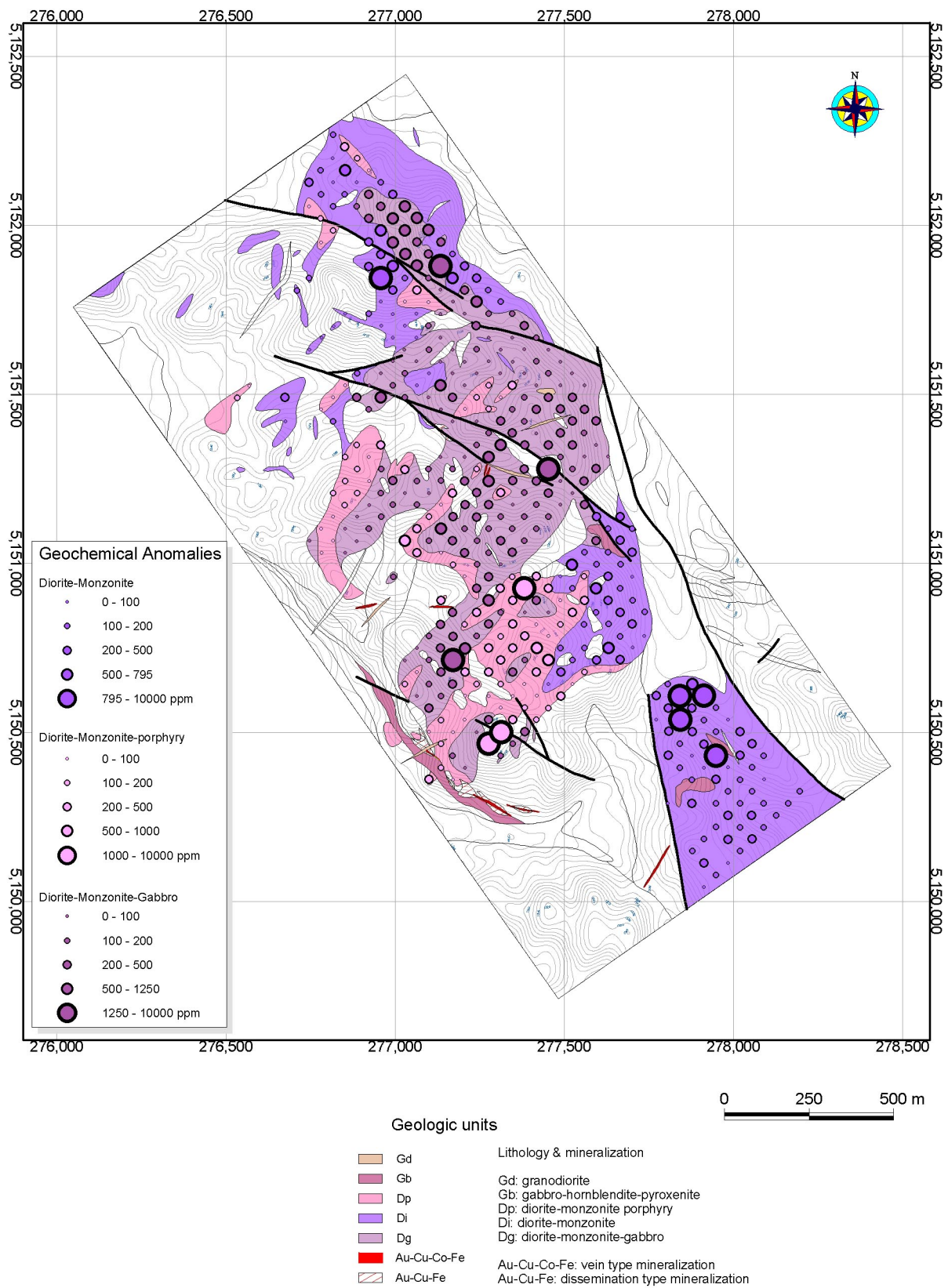


図 II-1-28 (2) ラオシャンコウ鉱徴地 Cu異常分布図

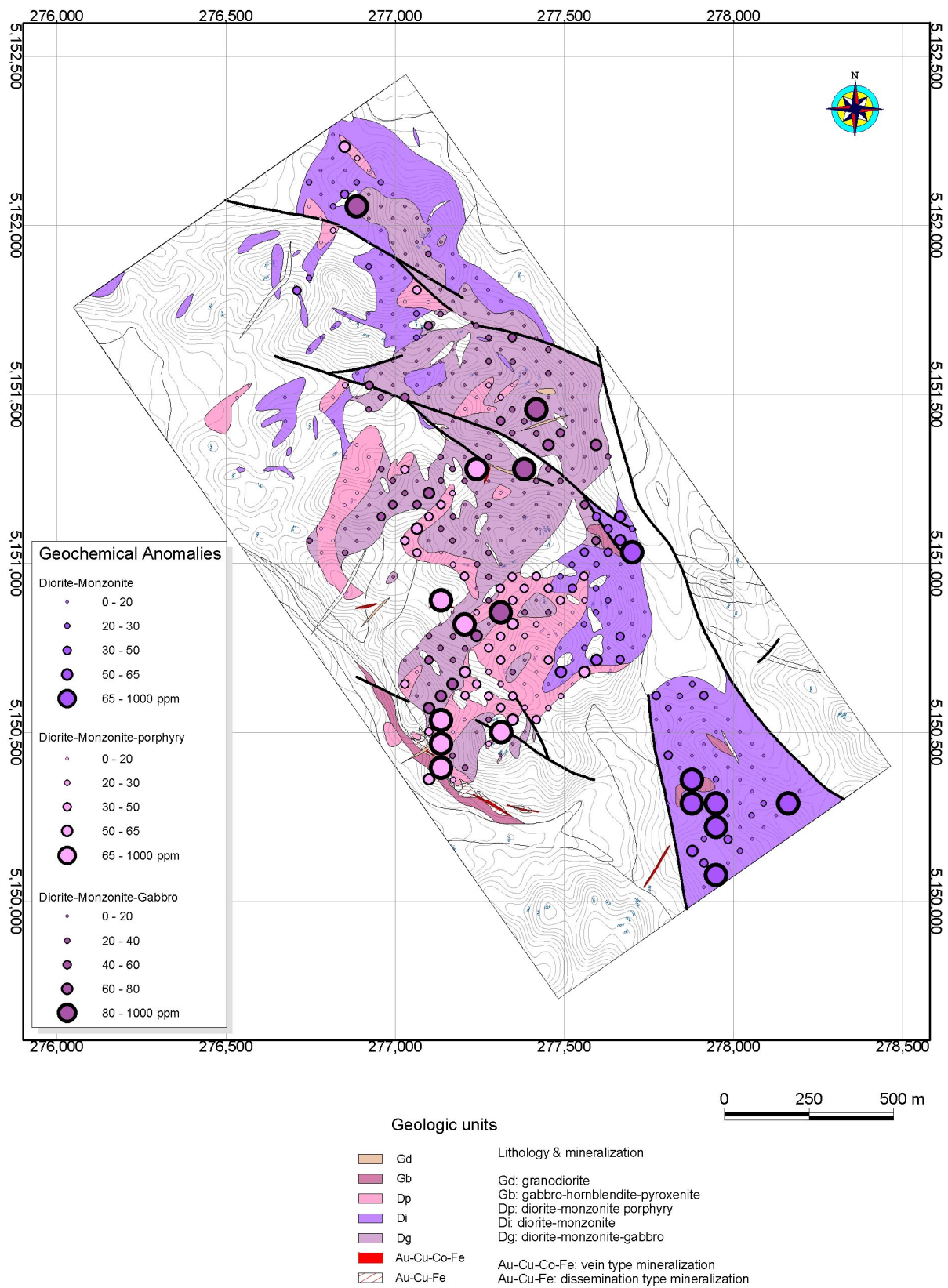


図 II-1-28 (3) ラオシャンコウ鉱徴地 Ni 異常分布図

表 11-1-2 ラオシャンコンウ鉱微地岩石地化探 元素寄与率

Component Matrix ^a

	Component									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Au	.438	.647	-.221	.347	-.190	5.977E-03	.135	-5.514E-02	.141	3.487E-02
Ag	.491	.819	-3.489E-04	1.812E-02	-9.957E-02	-3.973E-02	8.514E-03	-.104	.148	2.580E-02
Cu	.506	.602	-.239	.444	-.182	-7.078E-02	-2.290E-02	9.870E-03	2.480E-02	3.281E-02
Pb	-3.574E-03	6.512E-02	.185	.172	.642	-.543	.282	-.126	-.131	.329
Zn	.299	-6.120E-02	.128	.303	.664	-3.220E-03	-.225	-.338	.113	-.420
Ni	.486	-.267	.621	.231	-.267	-.109	.201	8.124E-02	6.091E-02	-5.254E-02
Co	.826	-.284	1.486E-02	5.321E-02	3.338E-02	.169	-.110	-1.482E-02	-7.809E-02	7.915E-02
Cr	.534	-.387	.597	.115	-.182	-6.733E-02	.135	8.376E-02	.131	9.208E-03
As	.598	.399	4.436E-02	-8.606E-02	1.379E-02	-.216	-.152	.314	-.460	-.199
Sr	.333	-.146	-.467	-.322	.224	-.287	.327	.401	.247	-.238
Sb	.172	.565	.320	-.545	.156	.219	.148	-.152	.181	2.546E-02
Hg	-.115	3.215E-02	-7.882E-02	.418	.362	.610	.482	.199	-.134	-2.141E-02
Tl	.177	.490	.409	-.556	.169	.166	6.919E-02	8.937E-03	-.157	-1.290E-02
W	-.259	.280	.351	.201	.370	8.959E-02	-.444	.506	.251	.164
TFe	.759	-.217	-.288	-4.427E-02	.185	.197	-.173	-2.950E-02	-.144	.190
Mg	.731	-.479	.136	-6.084E-02	-3.277E-02	.112	-9.777E-03	-1.659E-02	3.782E-02	1.989E-02
V	.607	-.300	-.413	-.271	.179	3.331E-02	-6.389E-02	-1.510E-02	.172	.189

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 10 components extracted.

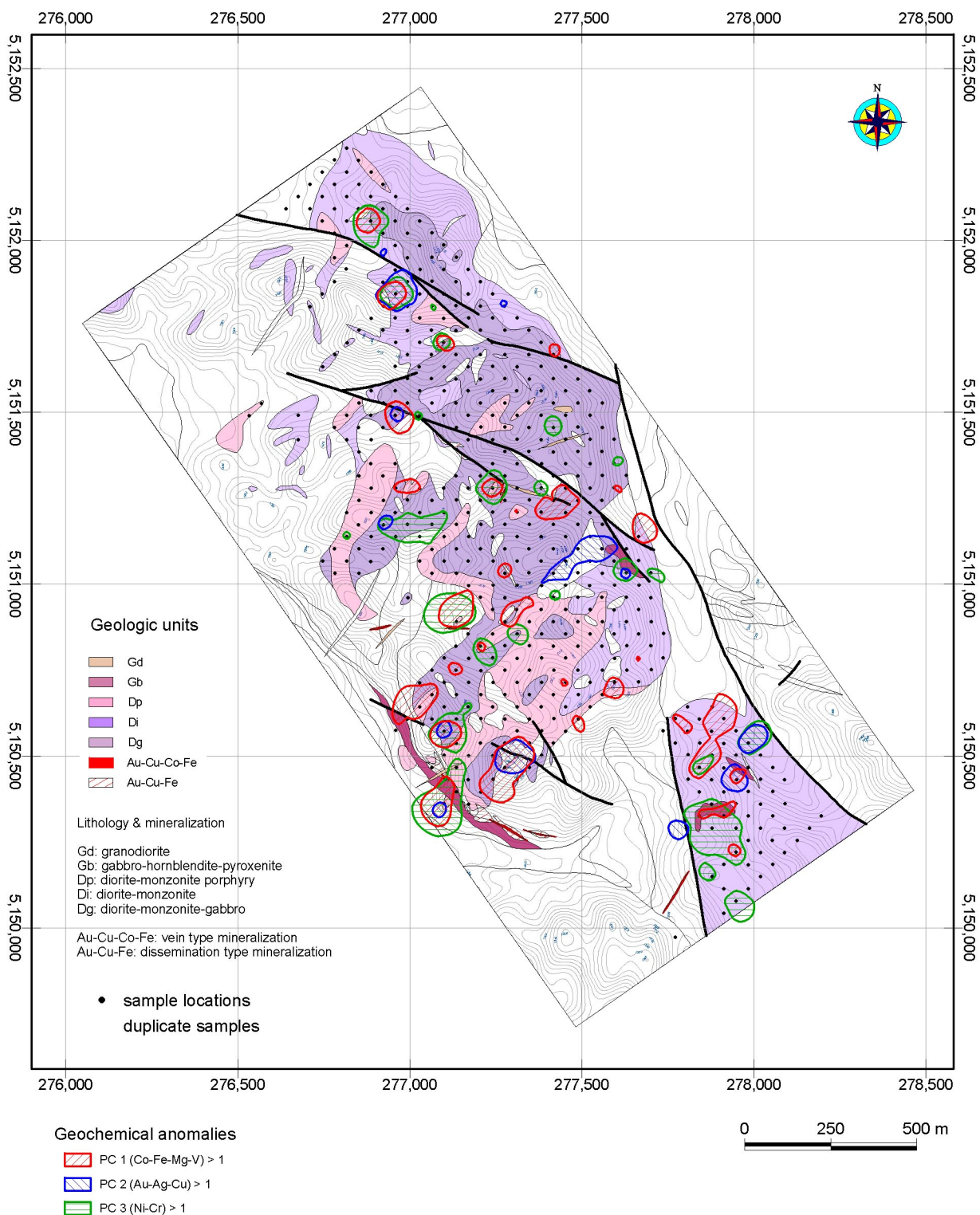


図 II - 1 - 28 (4) ラオシャンコウ鉱徴地 地化学異常域分布図

表 II-1-3 岩石化学検討試料一覧

Rock samples analyzed

Symbol	Number	Rock type	Units	Area	Occurrence
1	A02041404-1	bio-ho. diorite	Dg	LSK	intrusive
2	A02041404-2	bio-cpx-ho. gabbro	Gb	LSK	intrusive
3	T02090102	d-gry-fng bi-ep. hornblendite	Gb	LSK	intrusive
4	T02090602	augite-ho. diorite-porphyry	Dp	LSK	intrusive
5	T02090604	meta-(ol)-augite monzonite	Dg	LSK	intrusive
6	T02090801	meta-bt-ho. gabbro (hornblendite)	Gb	LSK	intrusive
7	T02092901	meta-ho. monzonite	Di	LSK	intrusive
8	T02092902	augite-ho. monzonite	Md	LSK	intrusive
9	A02041406	augite-ho. basaltic breccia	D3b	LSK	layered
10	A02091602	grn. vcsg. ch-ep-bt-ho. schist (ho-basalt)	D2c	KTG	layered
11	A02091614	gry-grn. csg. meta-ho. basalt	D3d	KTG	layered
12	A02091616	l-gry-grn. csg. (ol)-augite basalt	D3d	KTG	layered
13	T02091710	d-gry. mdg. (ol)-augite basalt	D2b	KTG	layered
14	T02091811	gry. fng-mdg. meta-augite basaltic tuff	D3c	KTG	layered

Intrusive units

Dg: diorite-gabbro
 Gb: Gabbro, amphibolite, pyroxenite
 Dp: diorite porphyry
 Di: diorite
 Md: micro-diorite

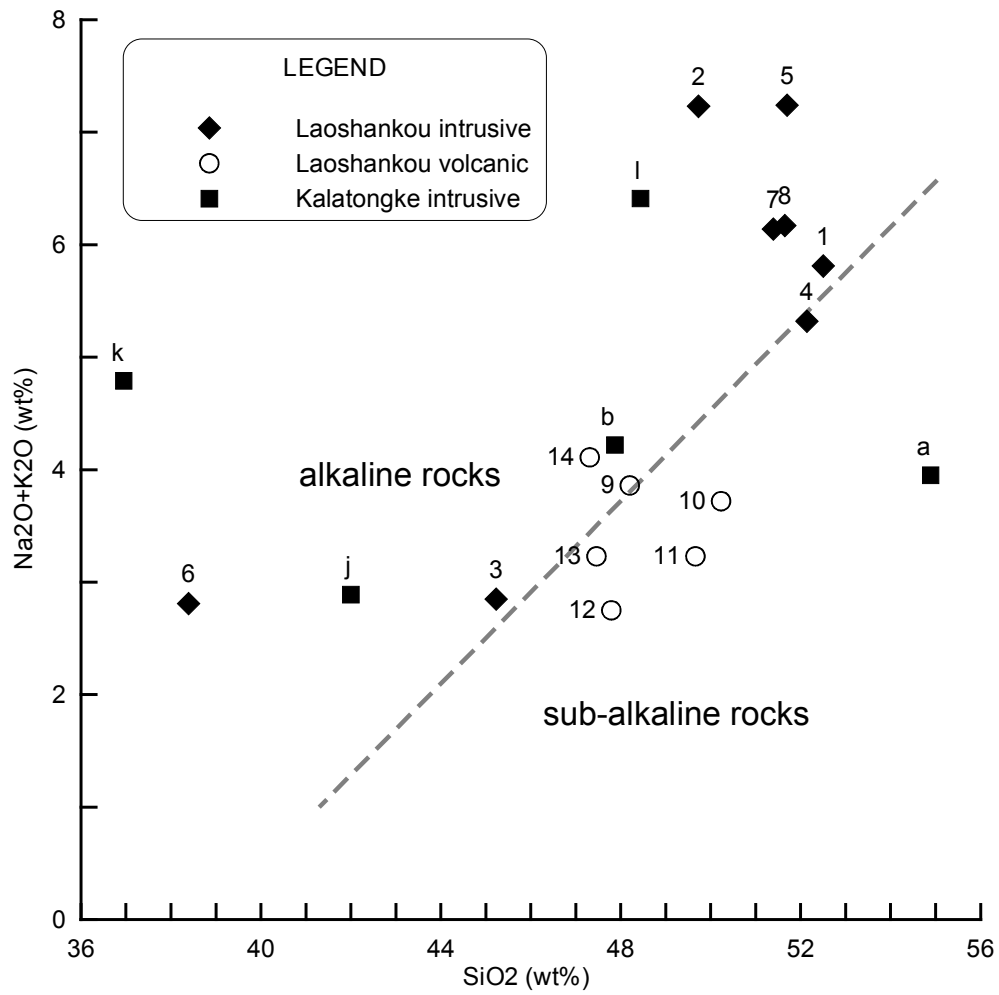
Volcano-sedimentary units

D3b, D3d, D3c: U.Devonian basalt
 D2b, D2c: M.Devonian basalt

LSK: Laoshankou prospect
 KTG: Kalatongke area

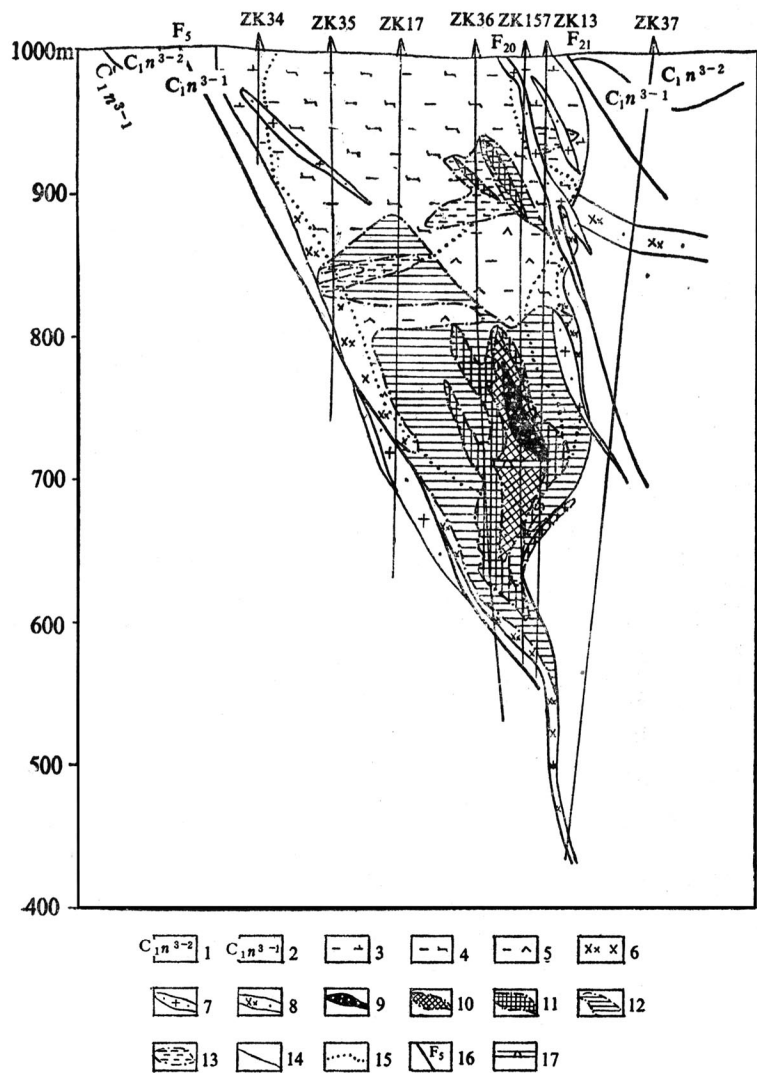
Samples of Kalatongke mine (after Wang et al., 1991)

Symbol	Drill hole	Depth (m)	Rock type
a	ZK13/28	45.0	diorite
b	ZK13/28	63.5	diorite
c	ZK13/28	218.0	bi-ho-norite
d	ZK51/36	65.0	diorite
e	ZK157/28	57.5	bi-dio-norite
f	ZK157/28	66.0	bi-ho-norite
g	ZK157/28	102.0	bi-ho-norite
h	ZK159/28	190.0	diabase-gabbro
i	ZK168/32	95.5	bi-ho-ol-norite
j	ZK168/32	131.0	diabase-gabbro
k	ZK168/32	203.0	diabase-gabbro
l	ZK168/32	253.0	diabase-gabbro



Total alkali-silica diagram of mafic rocks
occurred in the Kalatongke-Laoshankou area

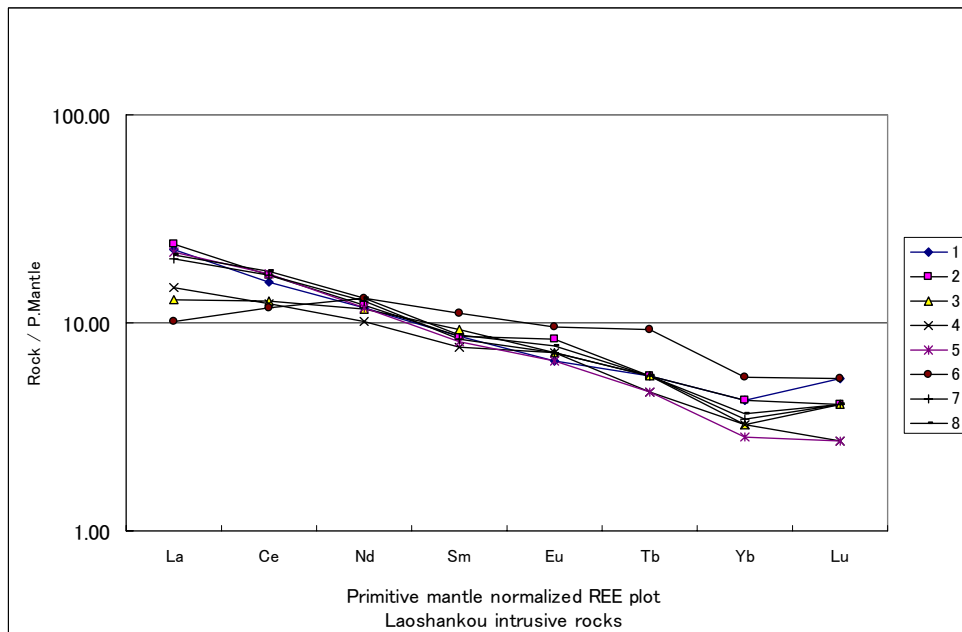
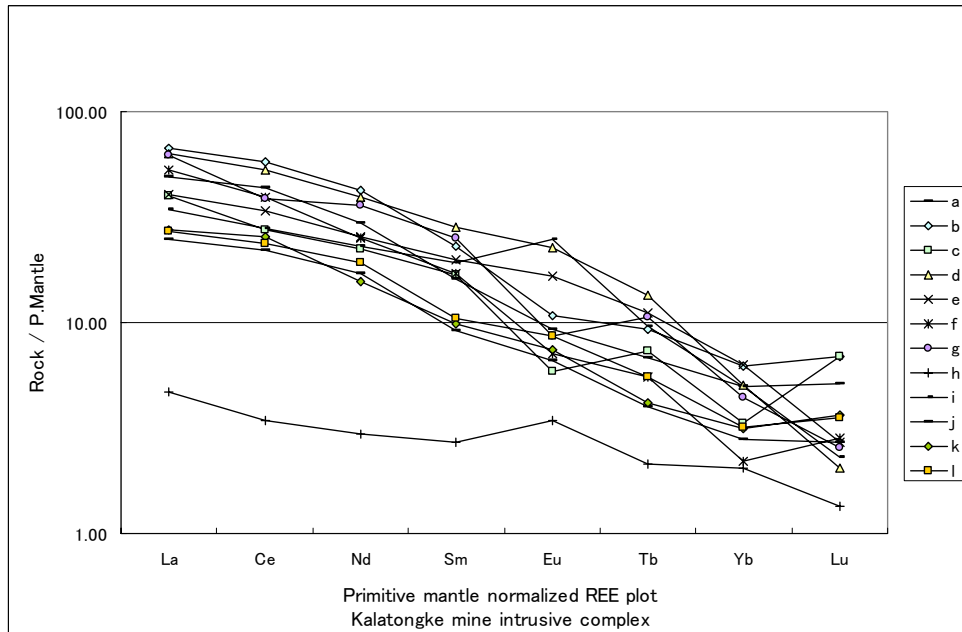
図 11-1-29 アルカリ-シリカ ダイアグラム



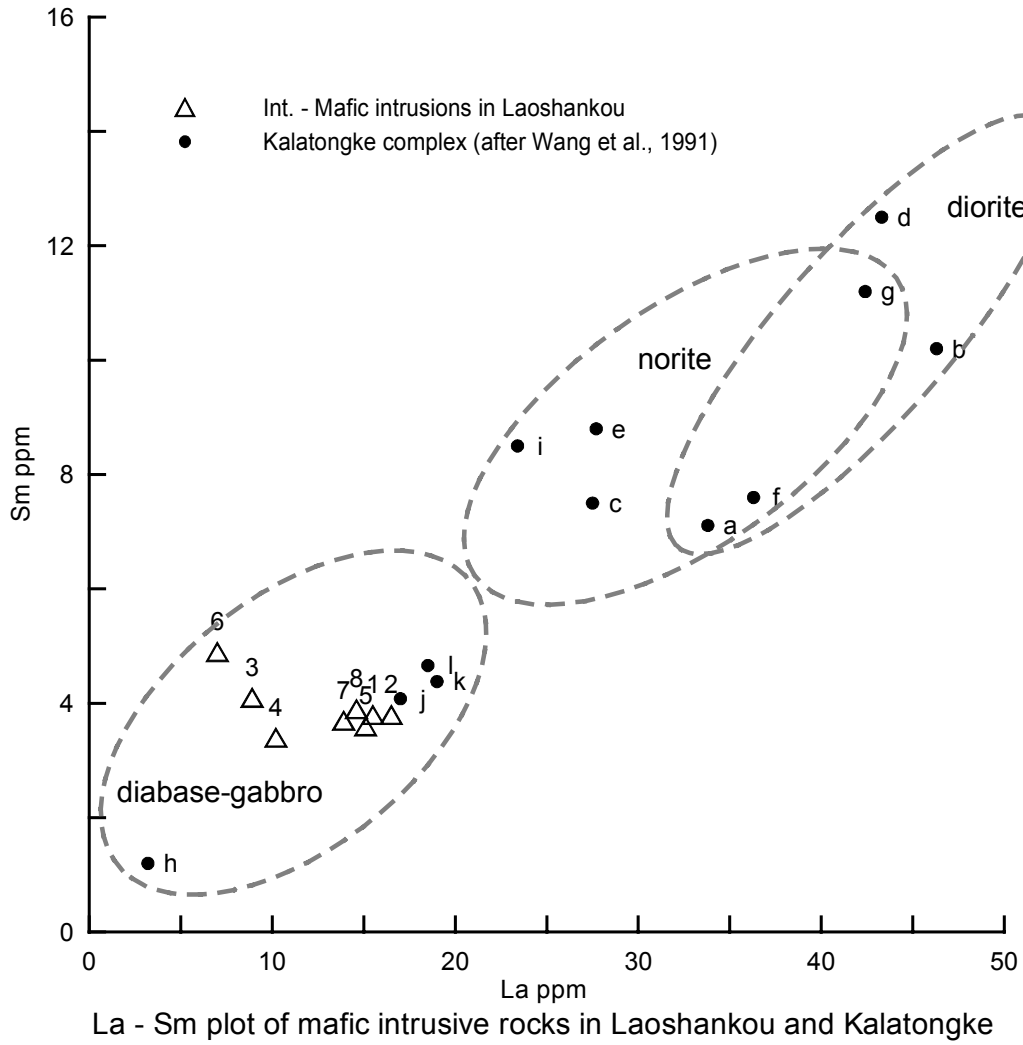
1. grey shale, medium to coarse grained lapilli tuff, fine grained tuff;
2. medium grained lapilli tuff, carbonaceous-tuffaceous shale;
3. biotite diorite;
4. biotite-hornblende norite;
5. biotite-hornblende-olivine norite;
6. biotite-hornblende diabasic gabbro;
7. quartz porphyry;
8. diabasic porphyrite;
9. compact-massive super high grade nickel high grade copper ore body;
10. compact-massive ultra high grade copper-nickel ore body;
11. medium to dense dissemination super high grade copper low grade nickel ore body;
12. sparse dissemination low grade copper-nickel ore body;
13. sparse dissemination to vein form low grade copper ore body;
14. geologic boundary;
15. lithologic boundary;
16. fault location and number;
17. 110m horizontal tunnel and working place;

after Wang et al. (1991)

図 11-1-30 カラトング鉱山一号鉱床 28 測線断面図



図II-1-31 貫入岩中の微量成分比較



図II-1-32 中～塩基性貫入岩類のLa-Sm含有量

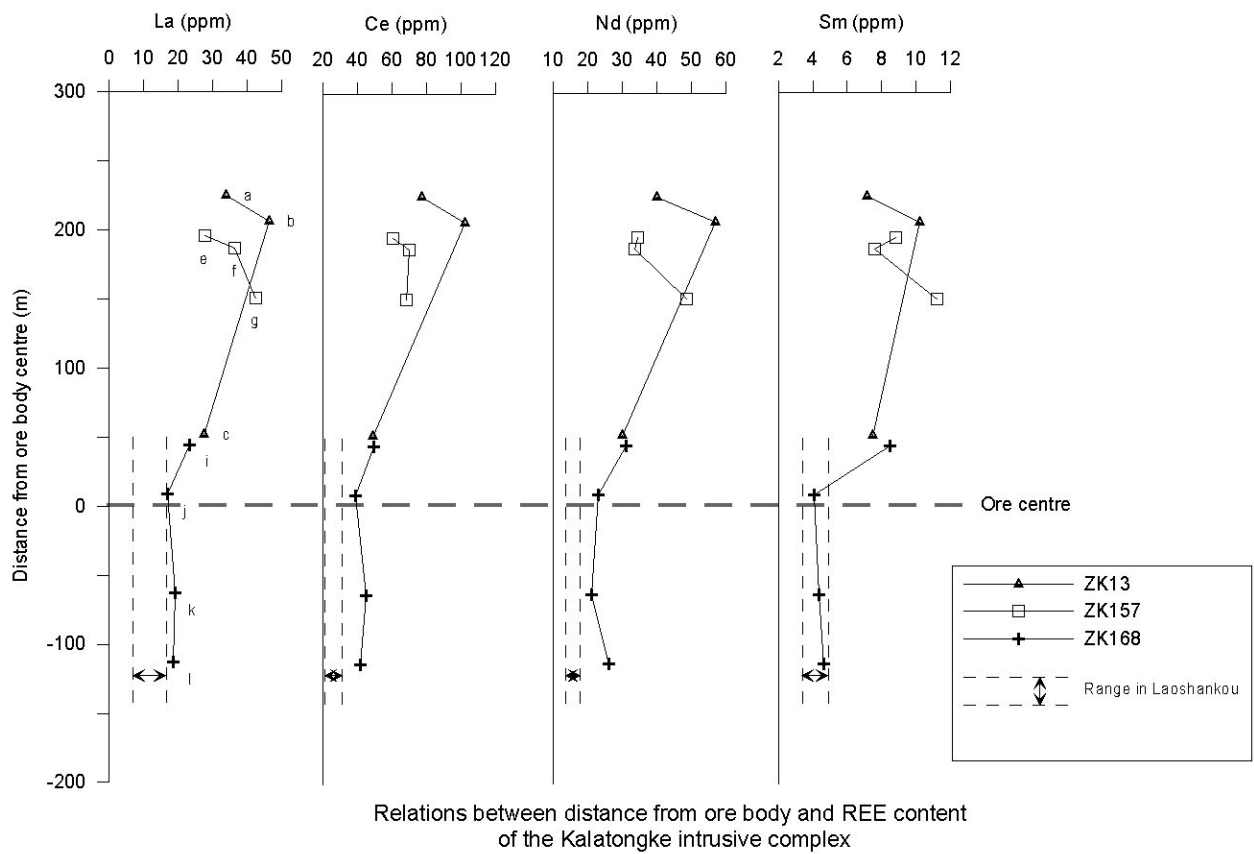
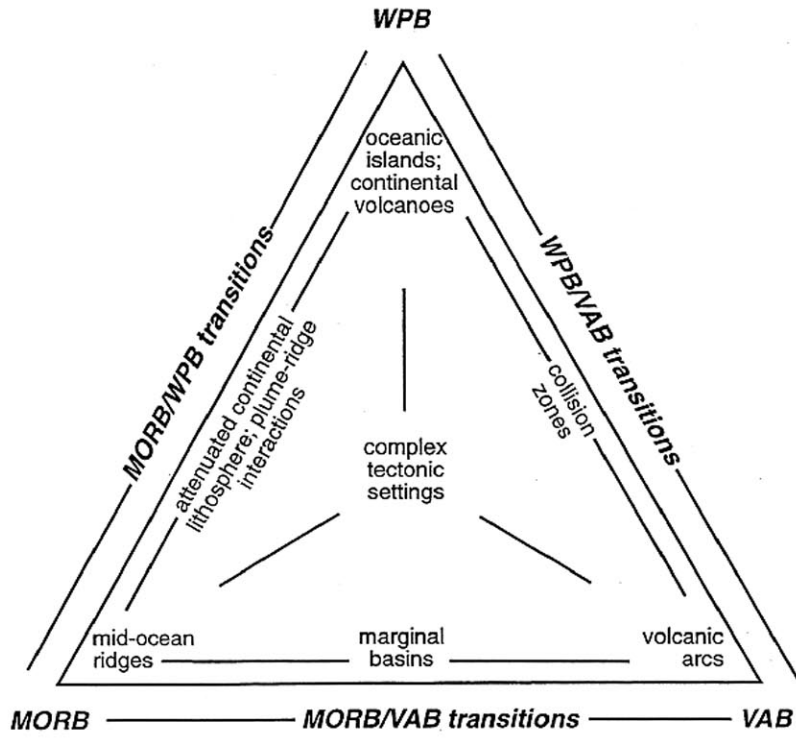


図 11-1-33 カラトング鉱山 REE 含有量の相対深度変化



MORB: Mid-ocean ridge basalt, VAB: Volcanic arc basalt, WPB: Within plate basalt

図 11-1-34 玄武岩類形成場のテクトニクスによる分類 (Pearce, 1996)

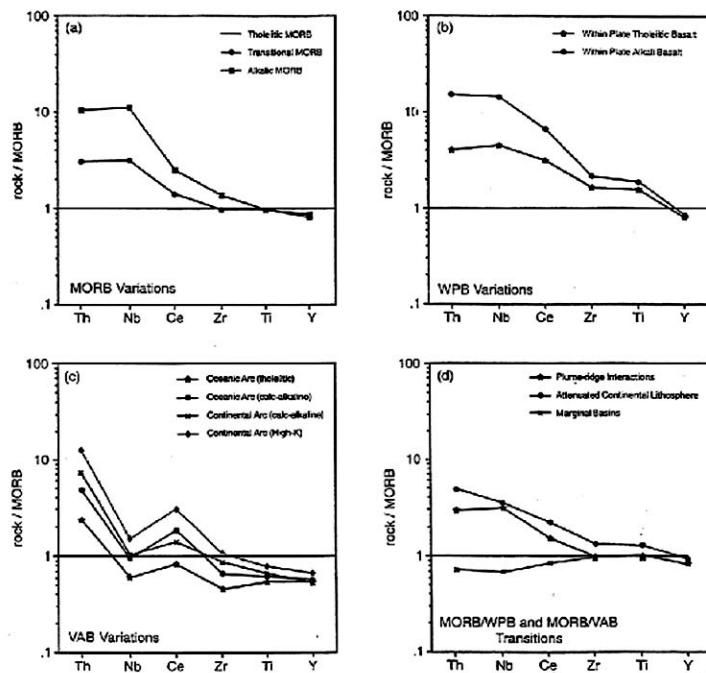


図 11-1-35 N-MORB 標準化微量元素パターン (Pearce, 1996)

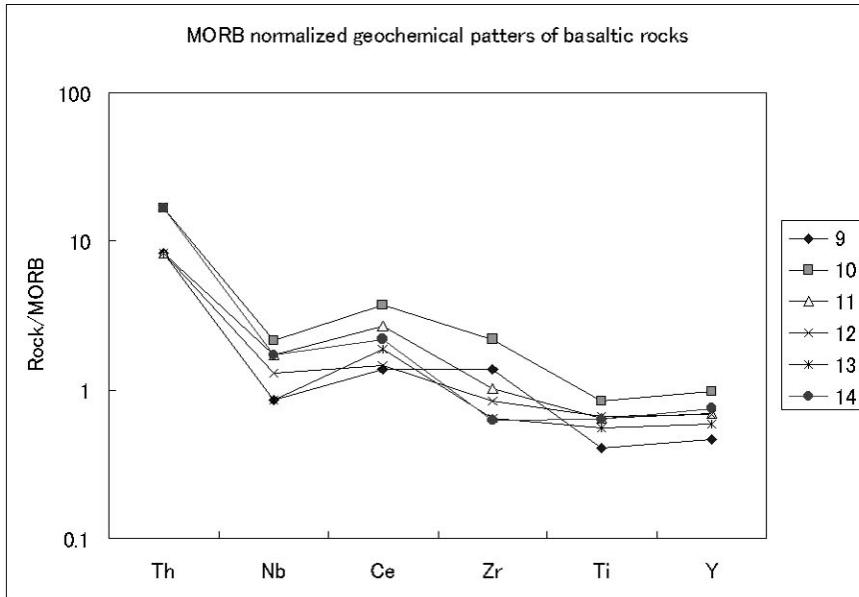
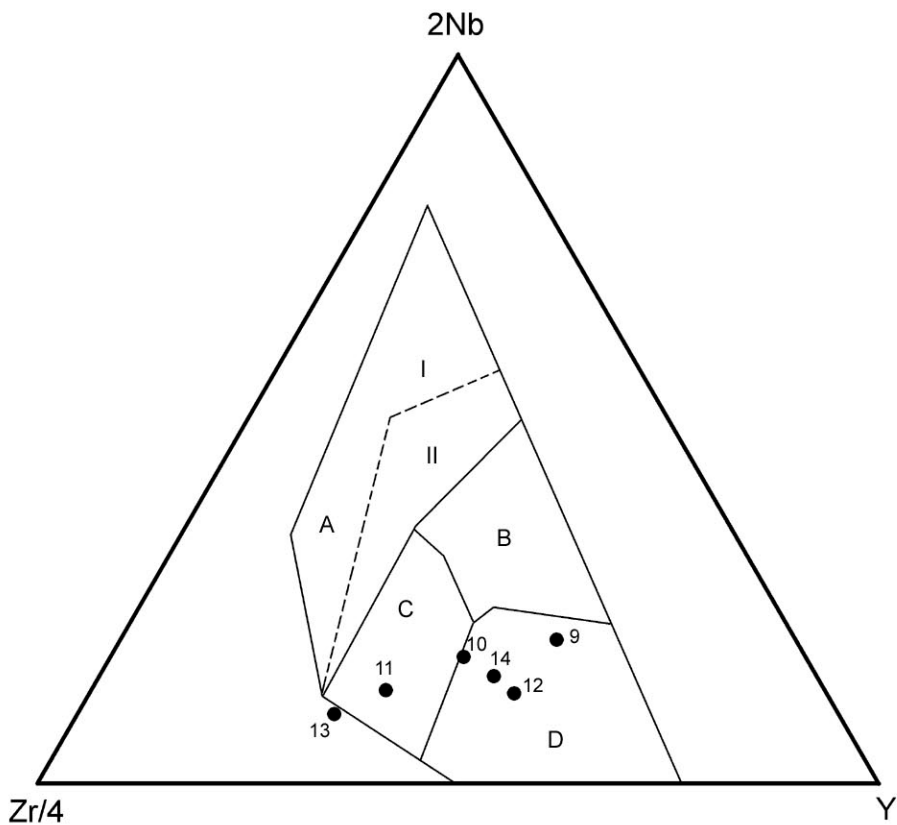


図 11-1-36 カラトング地区玄武岩の微量元素パターン



Nb-Zr/4-Y discriminant diagram for basalts after Meshede (1986).

- A: WPB (I, alkaline, II, alkaline and tholeiitic)
- B: P-MORB
- C: WPB (tholeiitic) and IAB
- D: N-MORB and IAB

WPB: within-plate basalt, P-MORB: plume-type MORB, IAB: island arc basalt

図 11-1-37 2Nb-Zr/4-Y分類ダイアグラム

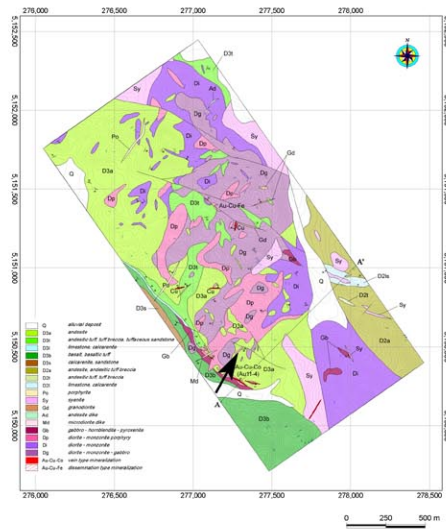


図 II-1-38 貫入岩と被貫入岩との接触部

第 11-2 章 物理探査

11-2-1 調査目的

ラオシャンコウ地域およびウラスコ地域において物理探査（磁気）を実施し、鉱化作用に関連する磁気異常域の抽出を行う。また、同地域で実施された TEM 法調査データに関して解析を行う。

11-2-2 調査方法

調査測線は GPS により測定された地化学探査測定点を用いて、東西方向の測線を設定した。

11-2-2-1 ラオシャンコウ鉱徴地

物理探査（磁気）はラオシャンコウ地区の銅・金鉱徴地の多く分布する中～塩基性岩体分布域を対象にを実施し、深部に賦存が期待される正マグマ鉱床に係る貫入岩体に関連する磁気異常域の抽出を行った。調査範囲および測線図を図 II-2-1 に示す。

調査は L1～L55 測線の 1333 測点において実施した。また、L12、L16、L20、L24 の 4 測線では 132 測点で 3 成分磁力計による測定も行った。調査量を表 II-2-1 にまとめて示す。

表 11-2-1 ラオシャンコウ地域物理探査（磁気）調査量一覧

調査内容	調査量
物理探査（磁気）	調査面積 3km ²
調査面積	グリッド 50×50m
磁気探査（全磁力）	測点数 1,200 点
磁気探査（3 成分）	測点数 132 点

11-2-2-2 ウラスコ鉱徴地

ウラスコ地域では 3 成分磁力計による測定を 4 測線で実施した。調査範囲および測線図を図 II-2-2 に示す。3 成分測定は L17～L23 測線の 329 測定点で実施した。調査量を表 II-2-2 にまとめて示す。

表 11-2-2 ウラスコ地域物理探査（磁気）調査量一覧

調査内容	調査量
物理探査（磁気）	調査面積 0.6km ²
調査面積	グリッド 20×50m
磁気探査（3 成分）	測点数 329 点

II-2-2-3 TEM 法調査データ

本調査と同時期に中国側の 305 項目による TEM 法調査が上記 2 地域において実施された。ラオシャンコウ地域では 4 測線、ウラスコ地域では 11 測線のデータが取得されている。TEM 法のデータに関する詳細を表 II-2-3 に示す。

表 II-2-3 TEM 法調査データ詳細

地域	測線数	測定点数	本調査測線との対応
ラオシャンコウ	4	84	L21,L25,L29,L33
ウラスコ	11	176	L13,L15,L17,L19,L21,L22 L23,L25,L27,L29,L31

II-2-2-4 調査機器

調査機器の一覧を表 II-2-4 に示す。

表 II-2-4 調査機材一覧

測定機器名	製造元	詳細
可搬型プロトン磁力計 G-856 型	GEOMETRICS	精度 0.1nT 測定範囲 20,000~90,000nT
フラックスゲート 3 成分磁力計 APS520A 型	Applied Physics Systems	Noise level: $3 \times 10^{-7} \text{Oe}$ ($3 \times 10^{-2} \text{nT}$)
GPS 測量器 4600SL	Trimble	水平精度 1cm 垂直精度 2cm

II-2-3 調査結果

調査期間中、地球磁場は定点観測を行い日変化を測定した。調査実施時間帯の磁場の変動幅は 20nT 以下と安定していた。したがって磁気擾乱による急激な磁場変動は測定値に混入していないことを確認した。

II-2-3-1 ラオシャンコウ鉱徴地

測定データは 25×25m のグリッド値に変換し全磁力図として図 II-2-3 にまとめた。図中、全磁力の大きい値を暖色系色、小さい値を寒色系色で地形コンターの上に表した。本地域の全磁力値の概要を表 II-2-5 にまとめた。

表 II-2-5 ラオシャンコウ地域の全磁力値概要

測定点数	1339
全磁力最小値	56957.2 nT
全磁力最大値	65222.3 nT
全磁力平均値	57990.5 nT
標準偏差値	638.5

本地域の全磁力値の特徴としては、平均値 57990nT と比較して大きい値が卓越している。特に調査地南側ではマグネタイト鉱床に対応する場所で非常に大きい値が広範囲に測定されている。

II-2-3-2 ウラスコ鉱徴地

測定データは 10×10m のグリッド値に変換し全磁力図として図 II-2-4 にまとめた。図中、全磁力の大きい値を暖色系色、小さい値を寒色系色で地形コンターの上に表した。本地域の全磁力値の概要を表 II-2-6 にまとめた。

表 II-2-6 ウラスコ地域の全磁力値概要

測定点数	329
全磁力最小値	54357.0 nT
全磁力最大値	60253.0 nT
全磁力平均値	57576.8 nT
標準偏差値	640.3

本地域の全磁力値は、平均値 57577nT を中心に高い値、低い値がほぼ同じ振幅を持っていることが分かる。全磁力の分布はウラスコ鉱徴地付近および測線東側で全磁力値が大きくなっている。

II-2-4 解析結果

磁気異常値は国際標準磁場 IGRF2000 を用いて各測定点について計算した。また、極磁気変換を行った磁気異常値を用いて磁気構造解析を行った。

TEM 法データはインバージョン解析により比抵抗構造を求めた。

II-2-4-1 解析方法

II-2-4-1-1 磁気解析

磁気データは、地表付近で測定していることから短波長のノイズを除去するために、ローパスフィルターとして上方接続を適用した。次に極磁気変換を行い、磁化方向を鉛直下向きにすることにより、磁気異常分布図の解釈を容易に行うことができるようにした。また、磁気構造を推定するため鉱床タイプに合わせた構造指標値 (SI) を与え、3次元オイラーデコンボリューションを行うことにより、磁気構造の深度方向の分布を求めた。解析ソフトには GEOSOFT 社の OASIS montaj を使用した。

磁気構造解析のフローチャートを図 II-2-5 に示す。

II-2-4-1-2 TEM 法データ解析

TEM 法データは GEONICS 社の EM37 で取得されていることから、データ品質チェックと解析ソフトには INTERPEX 社の TEMIXXL を用いた。比抵抗構造解析では平滑化拘束条件付 1 次元インバージョンを各測定点で行い、時間-見掛比抵抗データより深度-比抵抗データを求めた。

解析比抵抗断面はこれらの解析データを測線ごとにまとめ、コンター表示したものである。また、比抵抗構造平面図は測定点の標高を考慮した基準面での比抵抗値をコンター表示したものである。

II-2-4-2 ラオシャンコウ鉱微地解析結果

II-2-4-2-1 磁気解析結果

磁気異常図は磁気異常のトレンドを見るために以下のように空間フィルター処理を行い図化した。まず、全磁力測定データより国際標準磁場 IGRF2000 を用いて磁気異常を算出し、10m の上方接続を行った。その後、極磁気変換(伏角 Inc.66.20°、偏角 Dec.3.25°)を行い磁気異常図とした(図 II-2-6)。

磁気異常のトレンドは北西-南東方向であり、調査地中央付近では正、東側では負の磁気異常がトレンド方向に連続しているのが分かる。また、負の異常の最大振幅が-300nT 程度であるのに対して、正の異常の振幅は 1000nT を超える値を示している。特に卓越した正の磁気異常を示しているのが、1. 測線 L34~L47 の西側に分布する長径約 650m 短径約 370m の異常帯、2. 測線 L1~L12 の西側に分布する長径約 550m 短径約 300m の異常帯、3. 測線 L7~L31 の測線中央より東側に約 1250m の距離に渡って点在する異常帯の 3ヶ所である。

本地域の鉱床を形成しているのは貫入岩体としていることから、上記 3ヶ所の異常帯について、dyke モデルを想定した解析を行った。3次元オイラーデコンボリューションは構造指標値(SI)を Dyke モデルの 1.0 として処理をし、磁気構造図として表した(図 II-2-7)。

プロットした点は Dyke モデルの縁辺部の位置を示している。プロット点が連続して描画されている場所は構造の連続性を示している。プロット点の色は縁辺部の深度を表しており、寒色系から暖色系に向かうにしたがって深度が深くなっている。上記の 3 地域の解析結果を以下にまとめる。

- 1) 1. の異常帯では解析された点が異常帯の中心付近で円形状に連続してプロットされており、浅部から深部までほぼ同じ場所に解析されていることから、貫入岩の可能性が示唆される。
- 2) 2. の異常帯では東側にプロットが集中し、北西-南東方向に並んでおり、深度は北東に向かって深くなっている傾向が見られる。したがって貫入岩ではなく、構造線などの地質境界を表していると推定される。

- 3) 3.の異常帯の中央および北西部で環状のプロットが見られるが、浅部のみで深部までの連続性は見られない。南東部はプロットが集中している部分が見られるが、面的に広がっているため貫入岩以外の構造である可能性が高い。

II-2-4-2-2 TEM 法データ解析結果

TEM 法調査測線は前述の磁気異常帯 1.と 3.の間で実施されており、磁気構造の違いを比抵抗構造から考察する資料として期待できる。

磁気探査測線 L21,L25,L29,L33 と同一測線上における TEM 法データの解析結果を比抵抗構造断面図として図 II-2-8-1～図 II-2-8-4 に示した。表 II-2-7 にまとめたように、解析した比抵抗は全体の傾向として、地表付近では数 1000ohm-m 以上の高比抵抗を示し、標高 900m 準程度までは比抵抗値が徐々に低くなり、数 100ohm-m の低比抵抗となっている。さらに深さが増すと比抵抗値は数 1000ohm-m 以上と高くなっている。

表 II-2-7 ラオシャンコウ地域の解析比抵抗値概要

比抵抗値 (Ohm-m)	All	L12	L16	L20	L24
最大値	16262	6034	10970	16262	10051
最小値	108	167	225	185	108
平均値	1165	1031	1035	1358	1236
標準偏差	1405	865	1148	1924	1409

比抵抗構造としては測線中央付近で高比抵抗層の層厚が最も厚く 200m 程度であるが、測線両端に向かうに従って層厚が薄くなっている。それに対し、下部の低比抵抗層はほぼ同じ 100m 程度の層厚で解析されており、測線両端で地表に現れている。この低比抵抗層と上部の高比抵抗層とが合わさり、盆状の比抵抗構造を表している。そして、盆状の比抵抗構造下部の高比抵抗層は測線東側から西側に向かって比抵抗値が高くなり、測線 L25、L29、L33 では西端から 300m の範囲で深部から浅部まで連続する、5000ohm-m 以上の高比抵抗帯を形成している。

これらの特徴を面的に把握するために、4 測線の解析結果から標高 1200m 準と 1000m 準の比抵抗構造平面図を作成し図 II-2-9 と図 II-2-10 に示した。標高 1200m 準の平面図では、測線中央付近の高比抵抗部とその周囲の低比抵抗部が明瞭に示されている。また、標高 1000m 準の平面図では測線西側で高比抵抗部が卓越していることが分かる。

II-2-4-3 ウラスコ鉱徴地解析結果

II-2-4-3-1 磁気解析結果

磁気異常図はラオシャンコウ地域と同様に、磁気異常のトレンドを見るために以下のように空間フィルター処理を行い図化した。まず、全磁力測定データより国際標準磁場 IGRF2000 を用いて磁気異常を算出し、10m の上方接続を行った。その後、極磁気変換(伏

角 Inc.67.78°、偏角 Dec.4.32°)を行い磁気異常図とした(図 II-2-11)。

磁気異常のトレンドは北西-南東方向であるが、測線の中央より東側では負の異常帯の中に正の異常が東西方向に連続している個所が測線 L17~L21 の間に見られる(1.)。本地域では負の異常の最大振幅が-1400nT と正の異常の最大振幅 800nT のほぼ 2 倍程度と負の異常が卓越しているが、その範囲は狭く、全体的には正の異常が広く分布している。正の異常が卓越している個所は測線中央より西側で、北西-南東方向に 700nT 以上の値が連続している(2.)。また、ピークの値は測線外のため外挿した値であるものの、測線東端にも正の異常帯が北西-南東方向に連続している(3.)。

本地域では構造線に規制された断裂系に鉱床が胚胎しているモデルが想定されるため、磁気異常の連続性が見られる上記 3 個所に注目して構造解析を行った。3 次元オイラーデコンボリューションは構造指標値(SI)を Contact モデルの 0.0 として処理をし、磁気構造図として表した(図 II-2-12)。

プロットした点は Contact モデルであることから異なる磁気構造が接合している位置を示している。プロット点が連続して描画されている場所は構造の連続性を示している。プロット点の色は接合部の深度を表しており、寒色系から暖色系に向かうにしたがって深度が深くなっている。上記の 3 地域の解析結果を以下にまとめる。

- 1) 1.の正の異常帯では連続した構造は解析されなかった。ここでは磁性鉱物の分布を表している可能性がある。
- 2) 2.の正の異常帯ではほぼ南北方向に 250m 以上連続する接合部が解析されている。これは、磁気異常のトレンドとはやや異なる方向となっている。地形上では谷部に沿ってプロットされていることから、断裂系との関係を示すものと考えられる。
- 3) 3.の正の異常帯では北西-南東方向に連続する接合部が解析されている。接合部の長さは 150m 程度まで連続性が確認できる。

II-2-4-3-2 TEM 法データ解析結果

本地域 TEM 法データ中に鉱床を起因する異常が測定されているという情報が提供されたため、解析を行いボーリング地点決めるための構造を求めた。TEM 法データは磁気探査測線 L17,L19,L21,L22,L23 と同じ測線上で取得されている。また磁気探査は実施していない L25 測線でも TEM 法データが取得されている。測線 L17~L25 の 6 測線の解析結果を比抵抗構造断面図として測線ごとに図 II-2-13-1~図 II-2-13-6 に示した。解析した比抵抗値から本地域の平均的な構造として 1000~2000ohm-m、のものが広く分布し、その中に数 100ohm-m の低比抵抗帯が、褶曲しているような形状で連続して分布していることが示された。

MMAJ-A3 孔は測線 L23 の測定点 W23-12 より測線沿いに南西方向に掘削され、W23-04 から W23-07 付近の低比抵抗帯下側が鉱化帯となっている。同様の構造が測線 L22~L19 まで解析されており、鉱化帯が北西方向に伸びている可能性がある。

MMAJ-A2 孔は測線 L19 の北東端の低比抵抗帯下部を狙って掘削を行っている。この付近は本地域の中でも特に低比抵抗帯が地表付近から広く分している。掘削結果では低比抵抗帯下部付近には石英脈がありパイライトが広く分布しており、昨年度のマイズ地域と同様な低比抵抗帯であることが分かった。

表 11-2-8 ウラスコ地域の比抵抗値概要

比抵抗値 (Ohm-m)	All	L17	L19	L21	L22	L23	L25
最大値	19008	3664	8915	14908	15761	7113	19008
最小値	101	102	109	127	108	101	127
平均値	1661	886	1244	2214	1616	1301	2611
標準偏差	2349	618	1552	2784	2196	1312	3757

11-2-5 考察

11-2-5-1 ラオシャンコウ鉱徴地

貫入岩を構造指標とした磁気解析結果から貫入岩体と見られる有望な地域（1.磁気異常帯）が調査地域南西部に抽出された。TEM 法データの解析結果からはこの地域に深部から浅部に達する高比抵抗帯が得られている。したがって両者の解析結果からこの地域に深部より連続する貫入岩体の存在を示唆することができる。

3.磁気異常帯は比抵抗構造より低比抵抗層上部の高比抵抗層に起因するものであり、1.磁気異常帯とは成因が異なるものと考えられる。

11-2-5-2 ウラスコ鉱徴地

磁性体の接合部を構造指標とした磁気解析結果から、MMAJ-A3 孔と MMAJ-A2 孔の掘削目標地点付近に連続した構造線が抽出された。TEM 法データの解析結果では両構造線の位置から南西方向に傾斜した低比抵抗帯が地表付近から連続して解析されている。結果としては構造線の規模が大きい MMAJ-A3 孔で鉱化体が得られている。したがって、ウラスコ地域では測線 L19～L22 の南西部が有望であると考えられる。

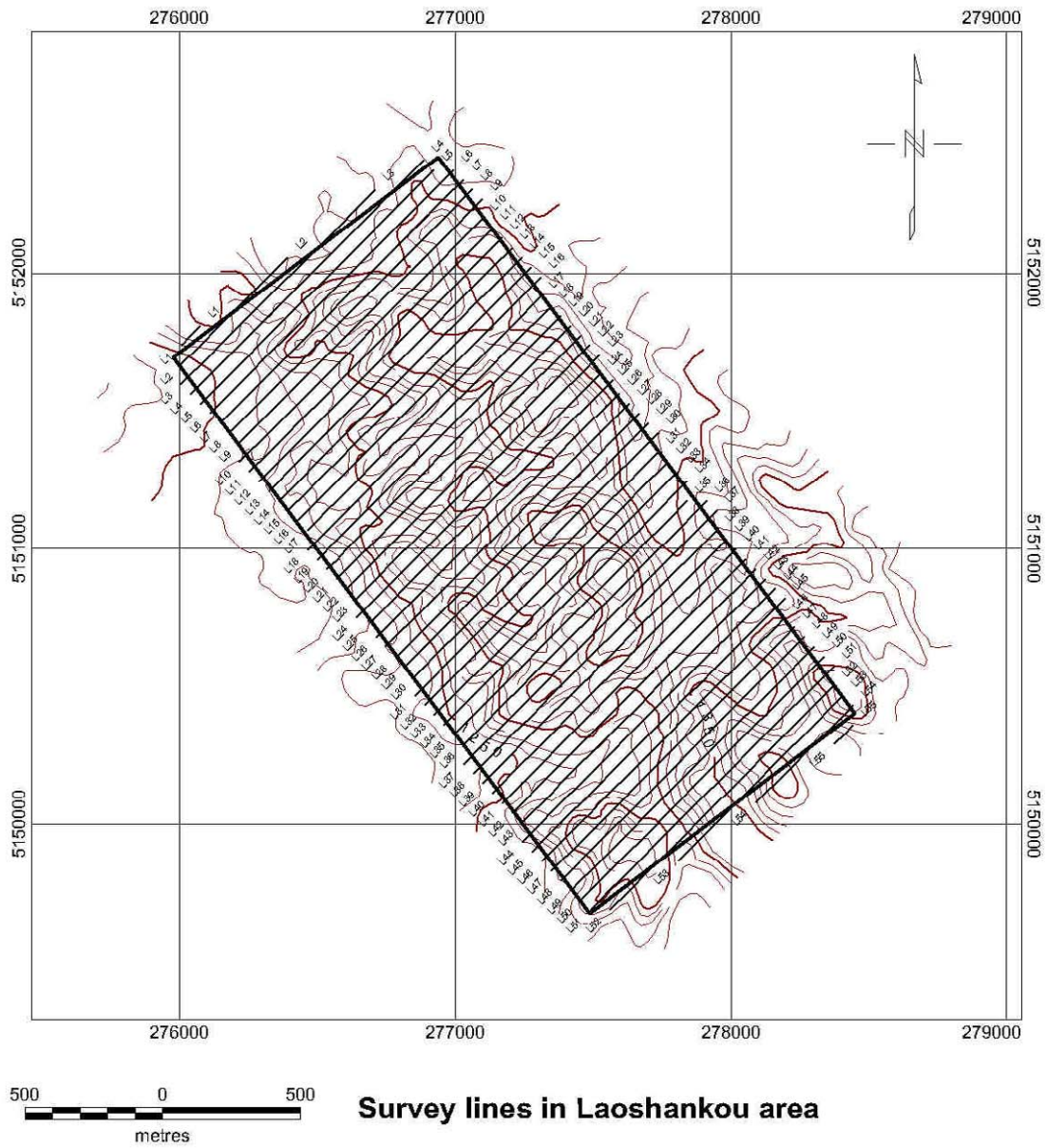


図 11-2-1 ラオシャンコウ地域調査範囲および測線位置図

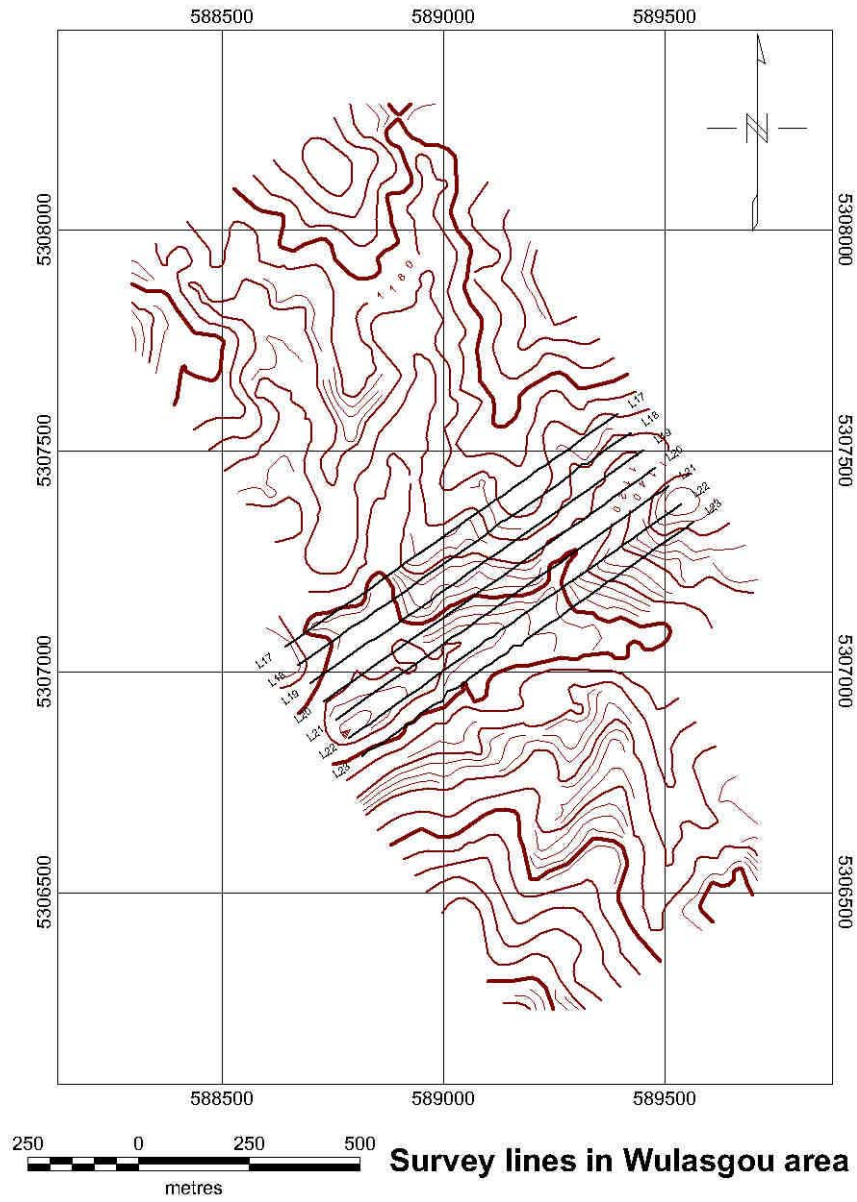
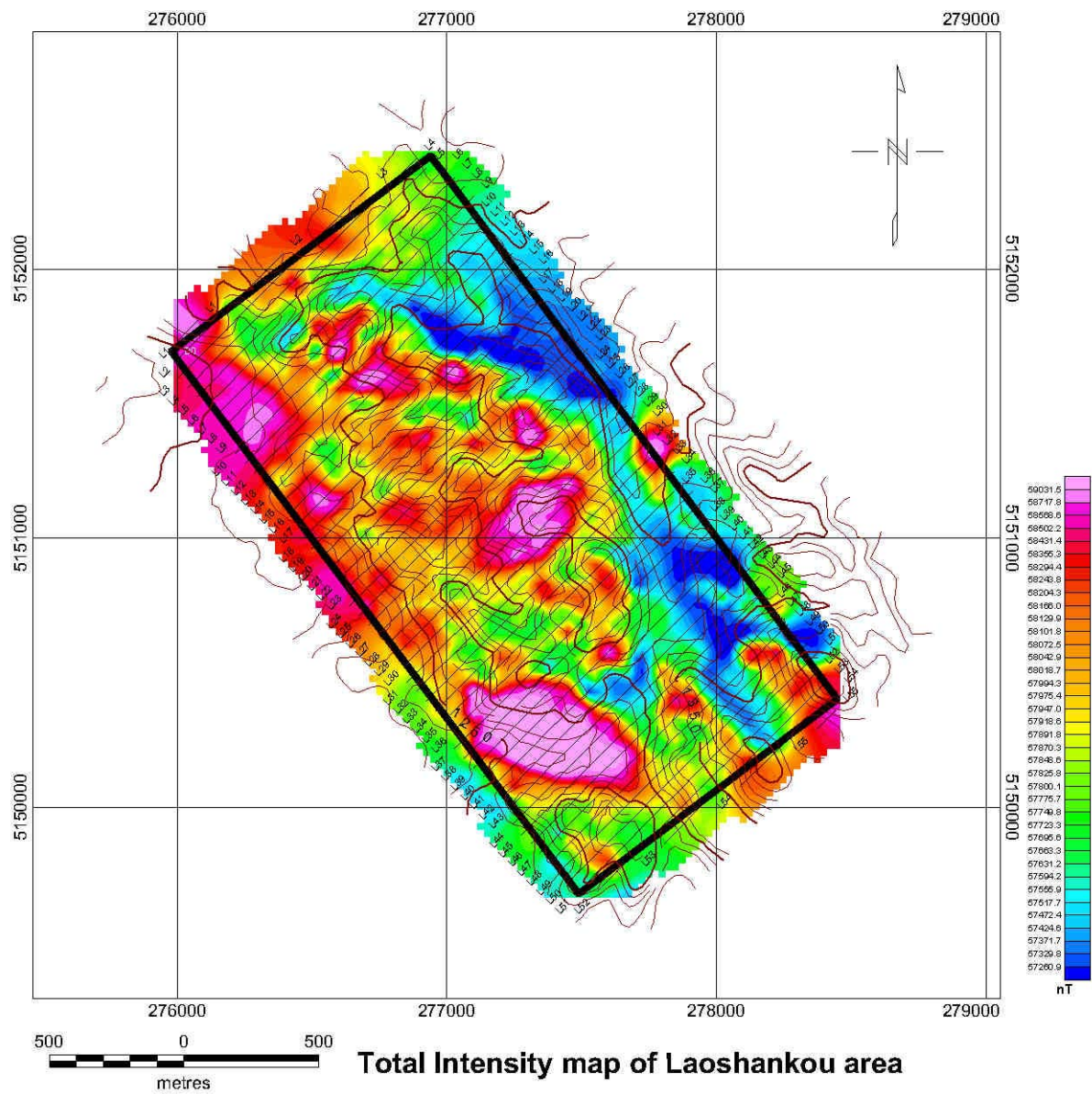


図 11-2-2 ウラスコ地域調査範囲および測線位置図



Total Intensity map of Laoshankou area

図 II-2-3 ラオシャンコウ地域全磁力図

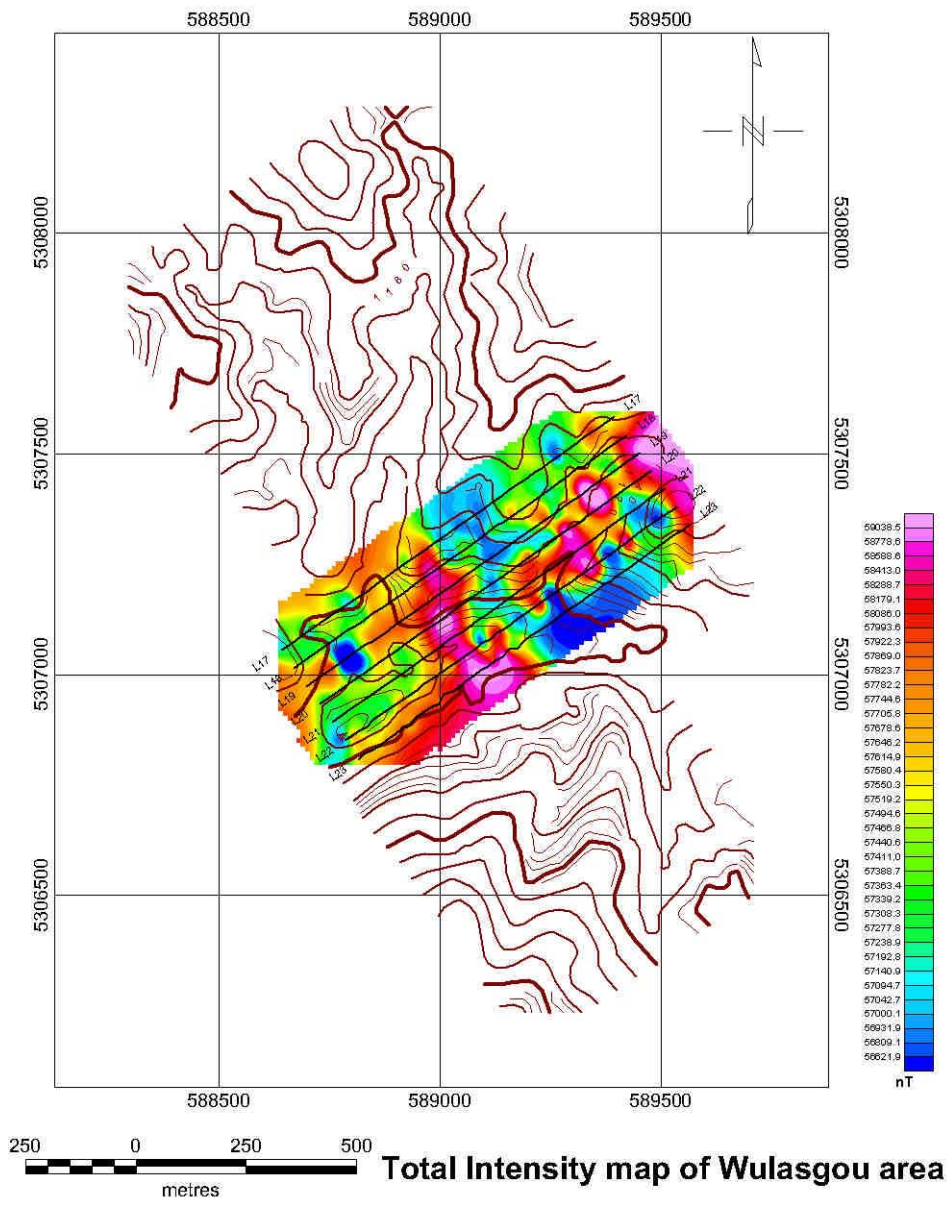


図 11-2-4 ウラスコ地域全磁力図

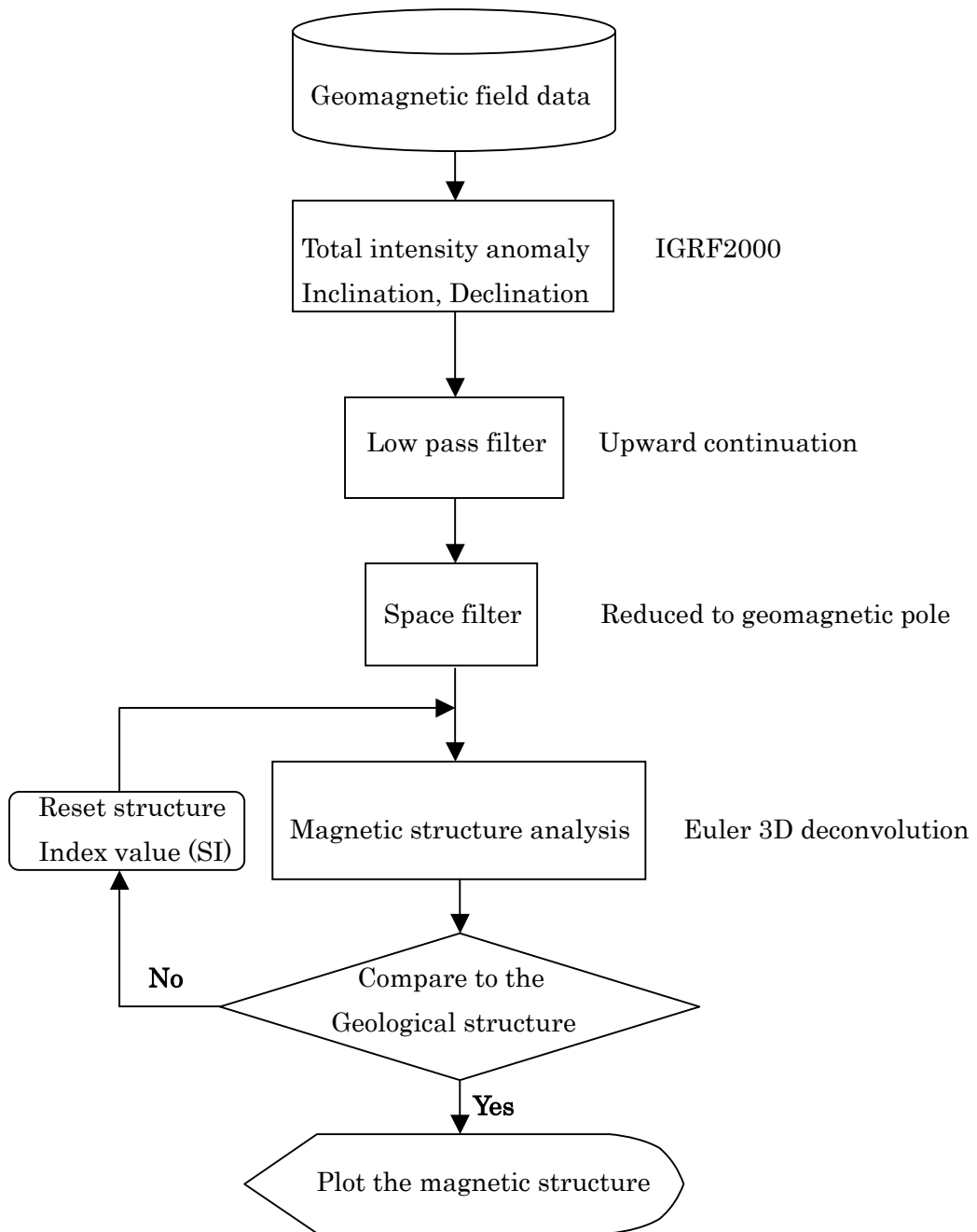


図 11-2-5 磁気データの解析フロー

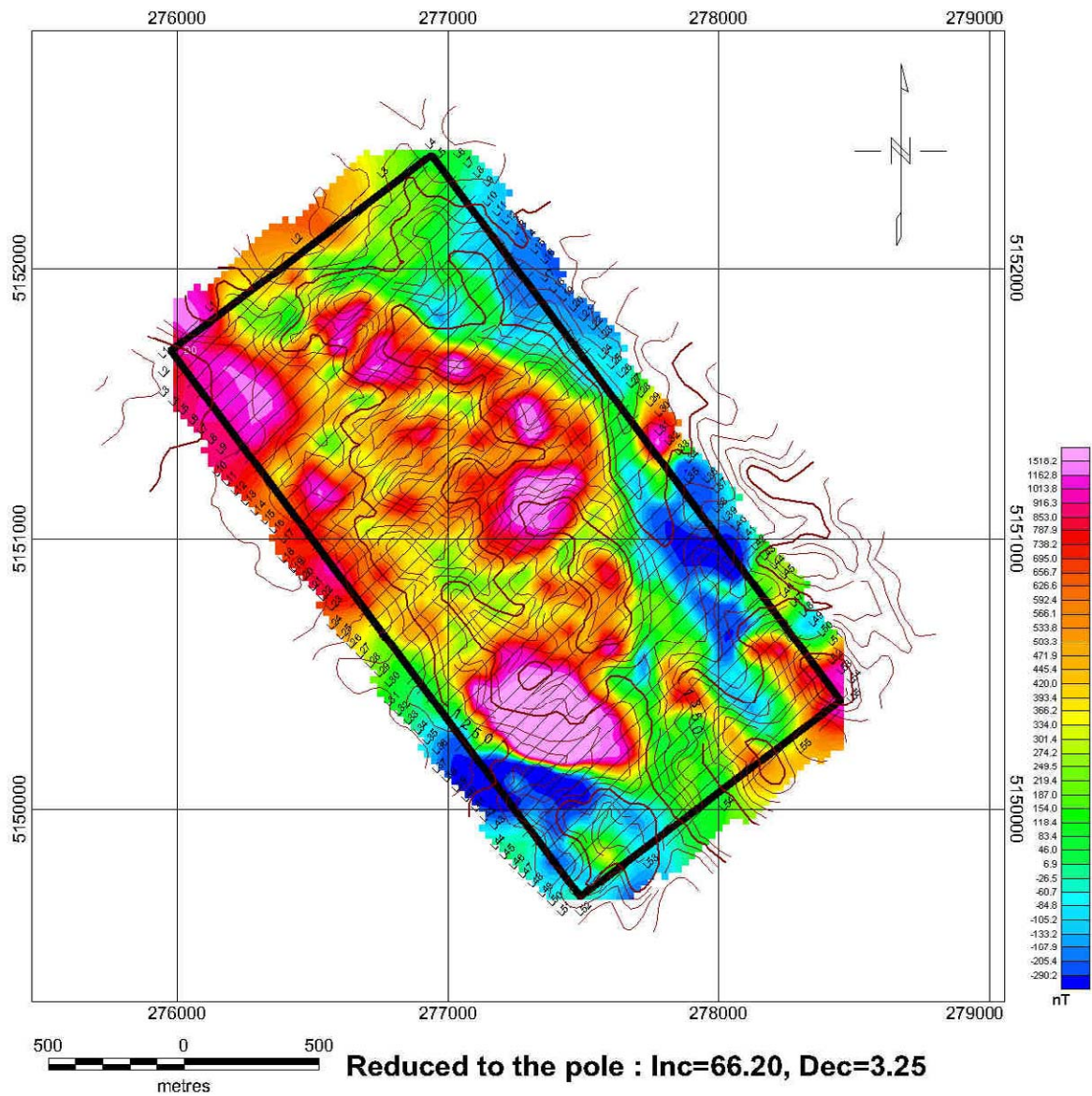


図 11-2-6 ラオシャンコウ地域磁気異常図

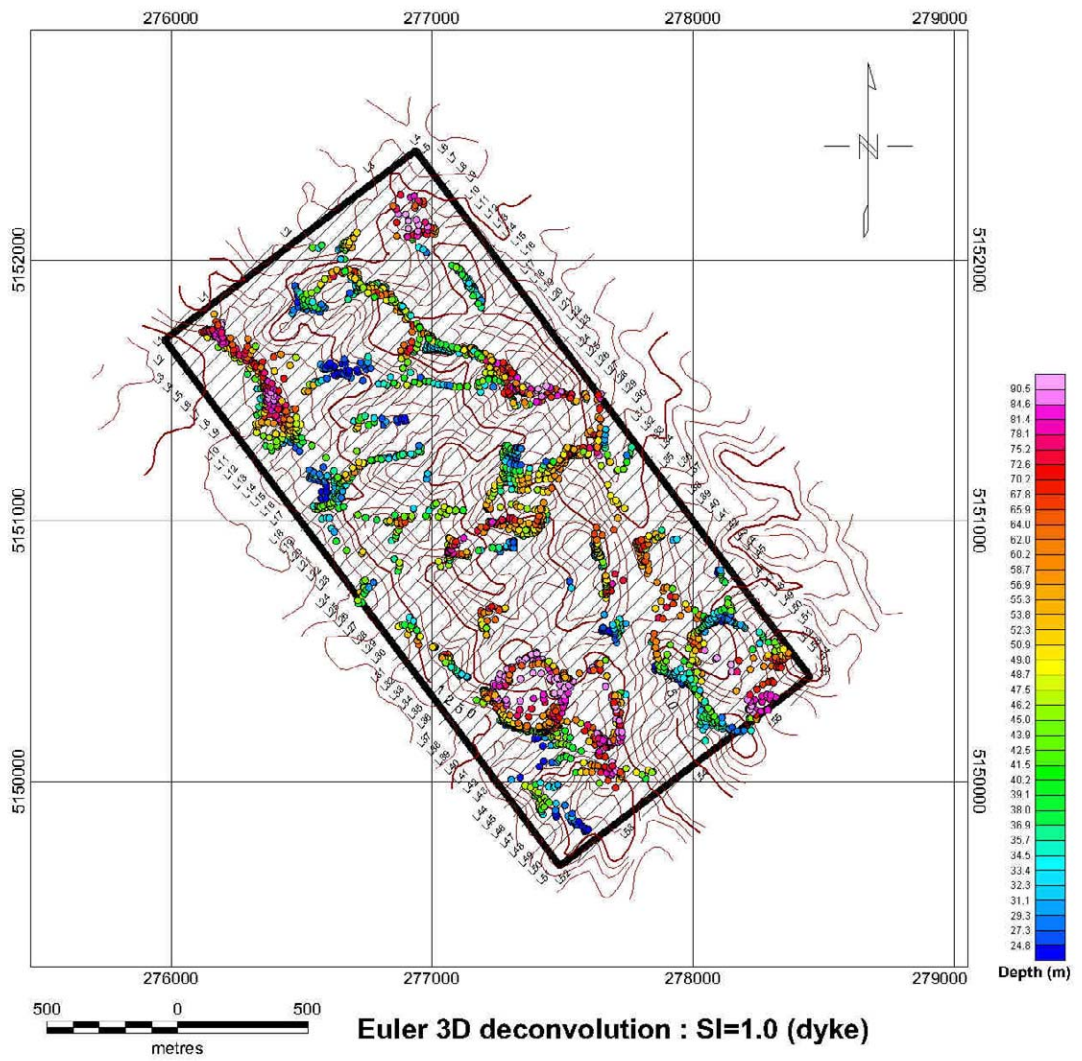


図 11-2-7 オイラー3次元デコンボリューション解析による磁気構造

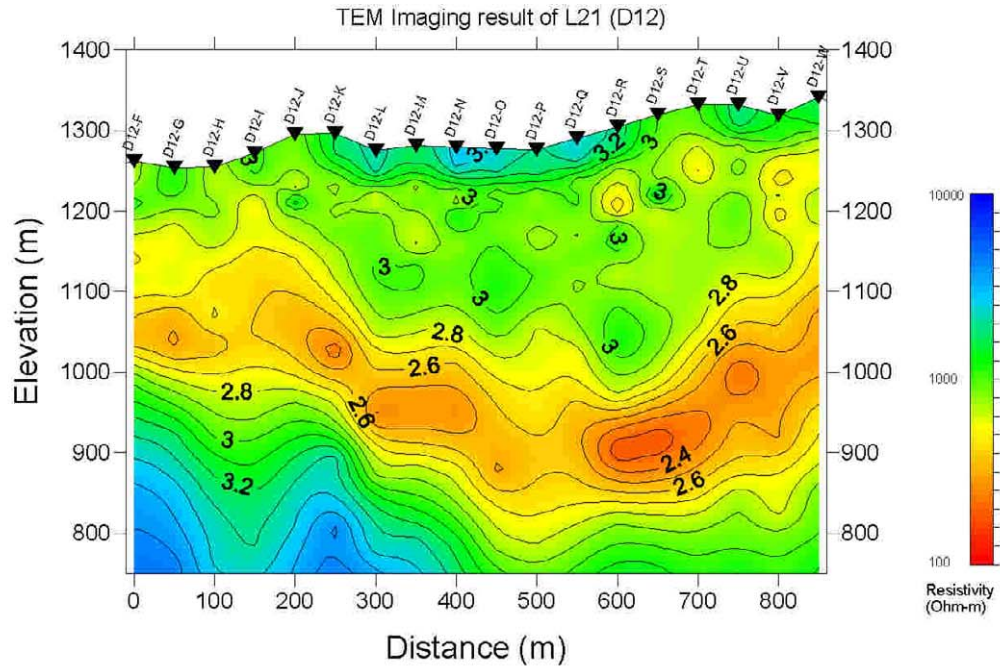


圖 II-2-8-1 比抵抗構造断面 (測線 L21)

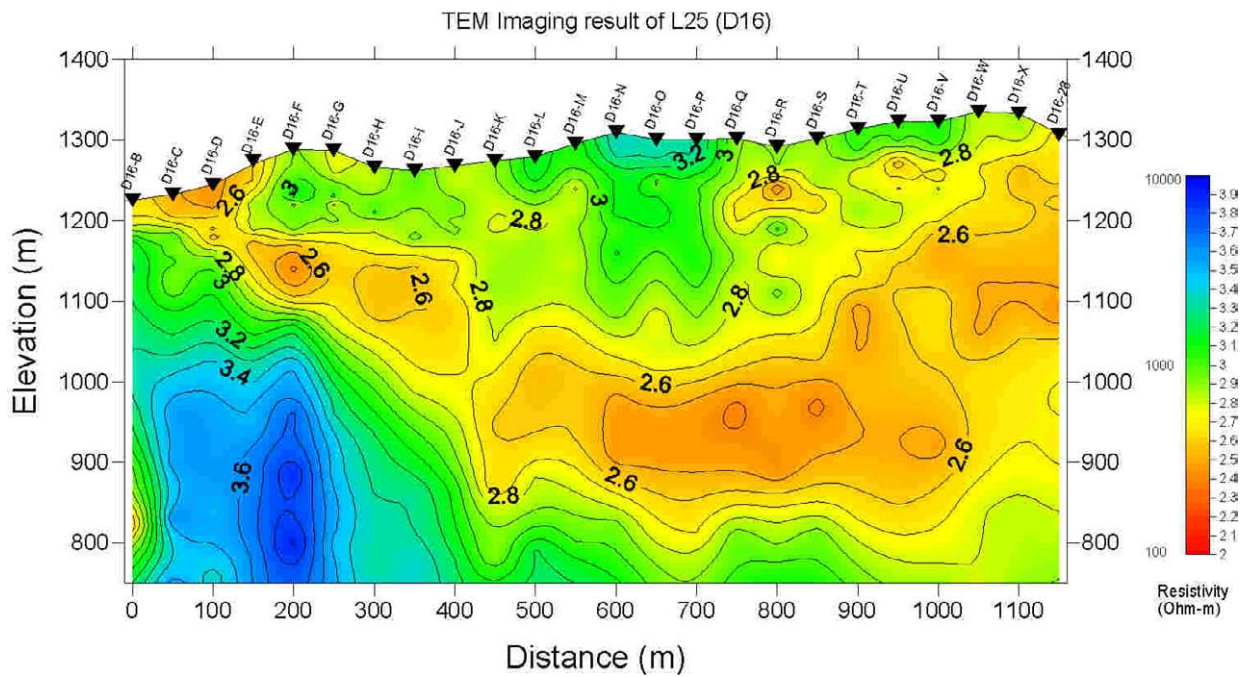


圖 II-2-8-2 比抵抗構造断面 (測線 L25)

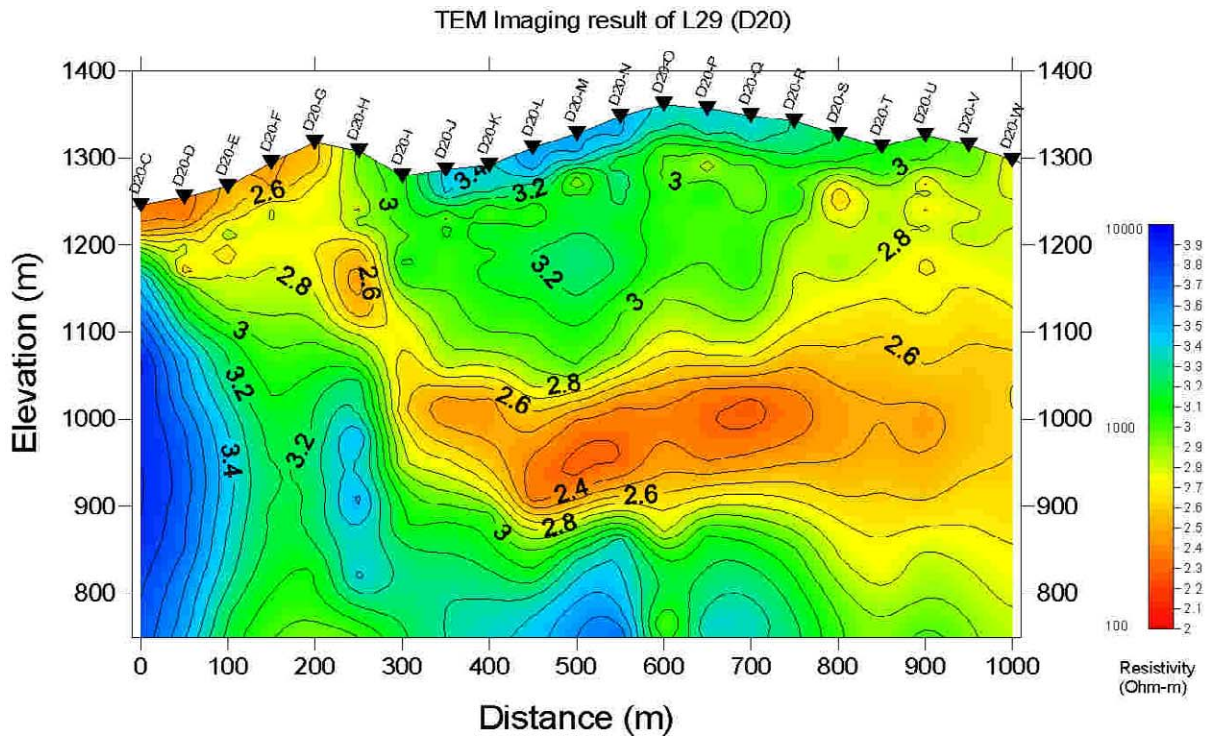


圖 11-2-8-3 比抵抗構造断面 (測線 L29)

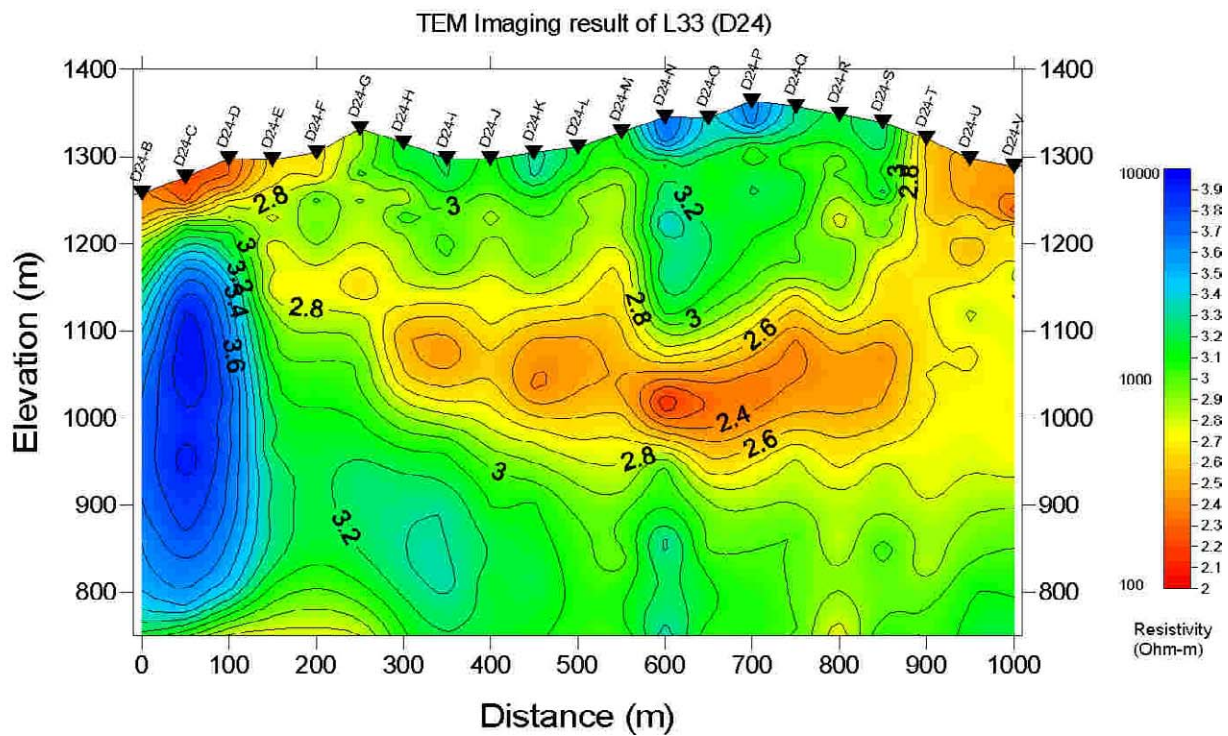


圖 11-2-8-4 比抵抗構造断面 (測線 L33)

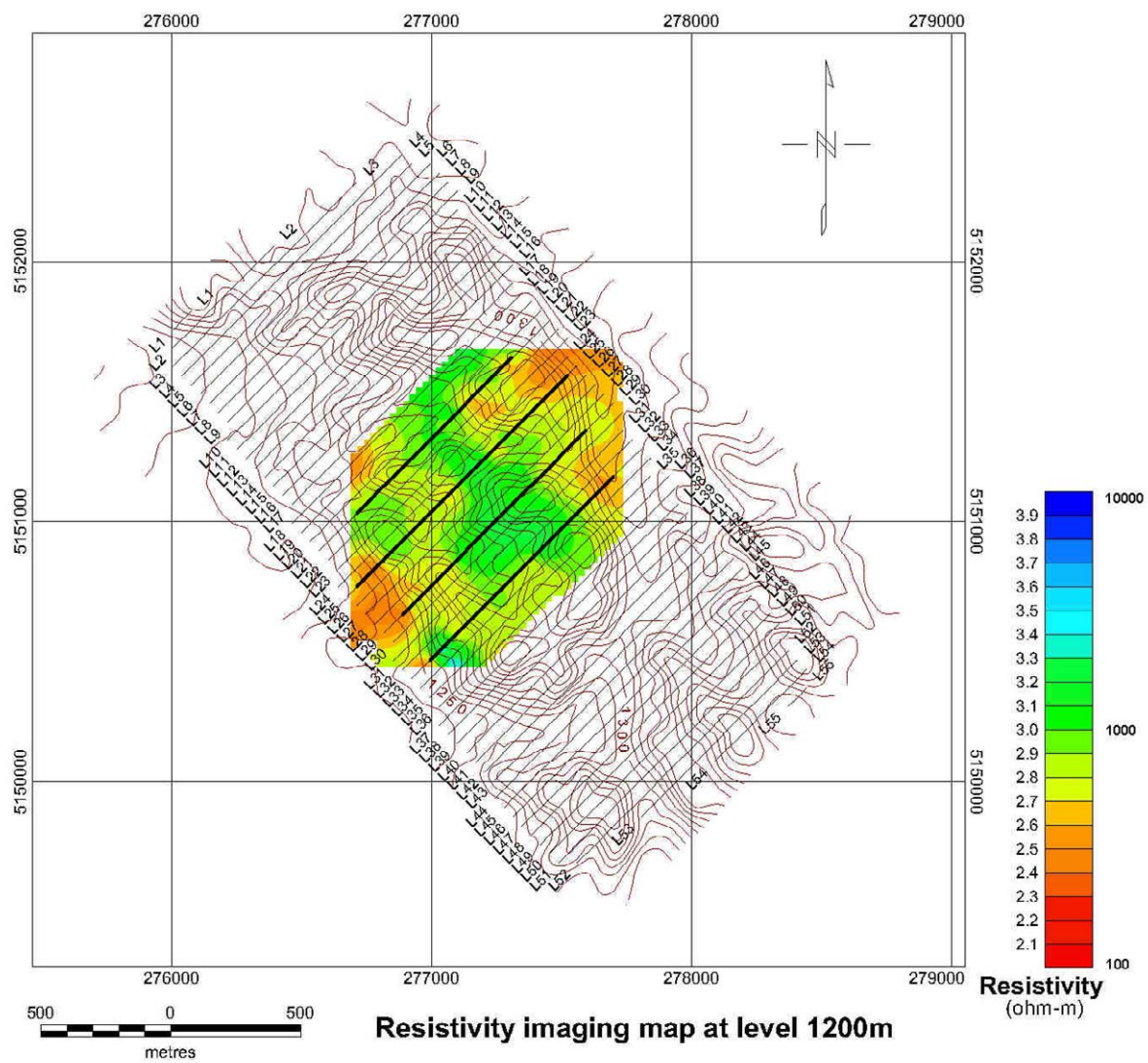


図 11-2-9

標高 1200m 準における比抵抗構造平面図

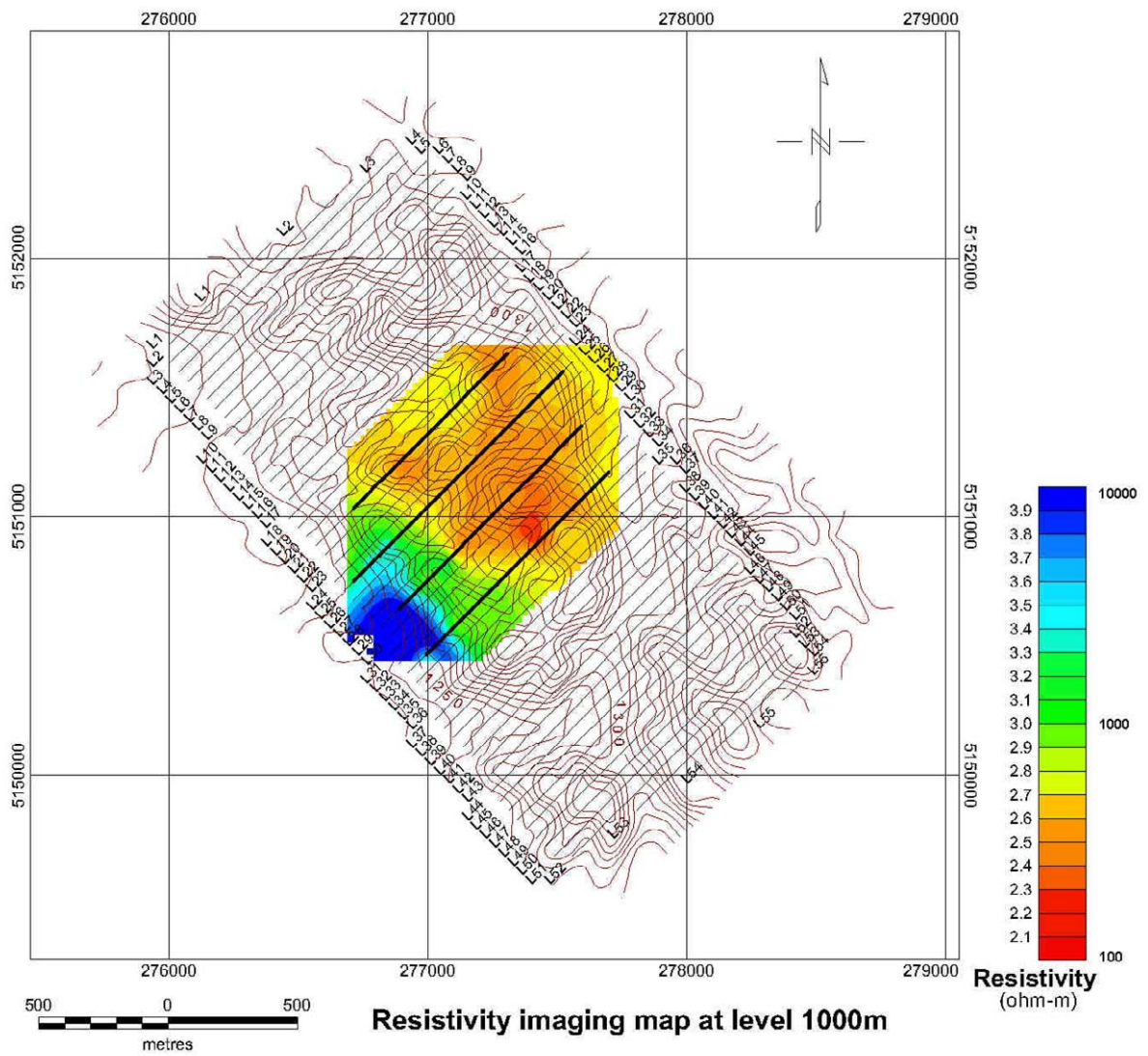
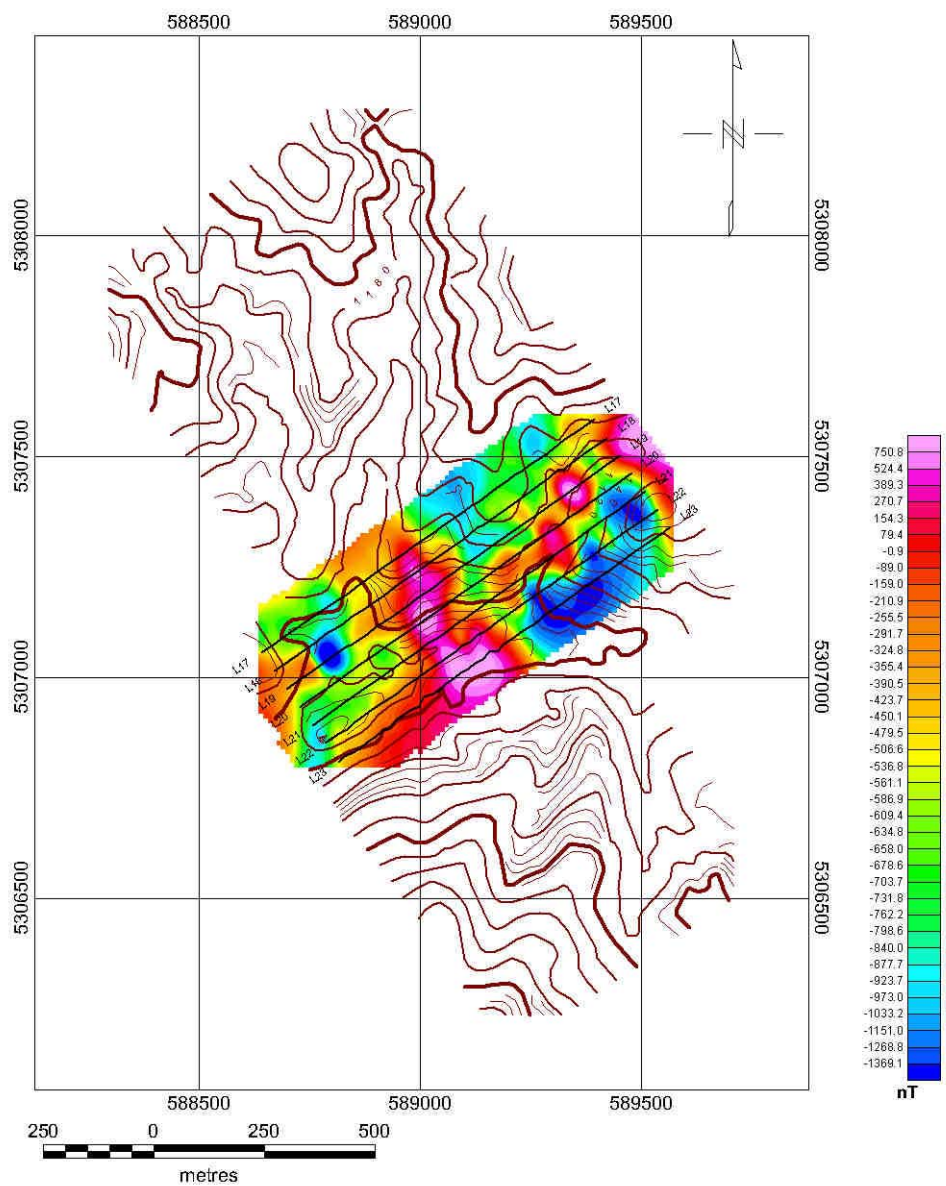


図 11-2-10

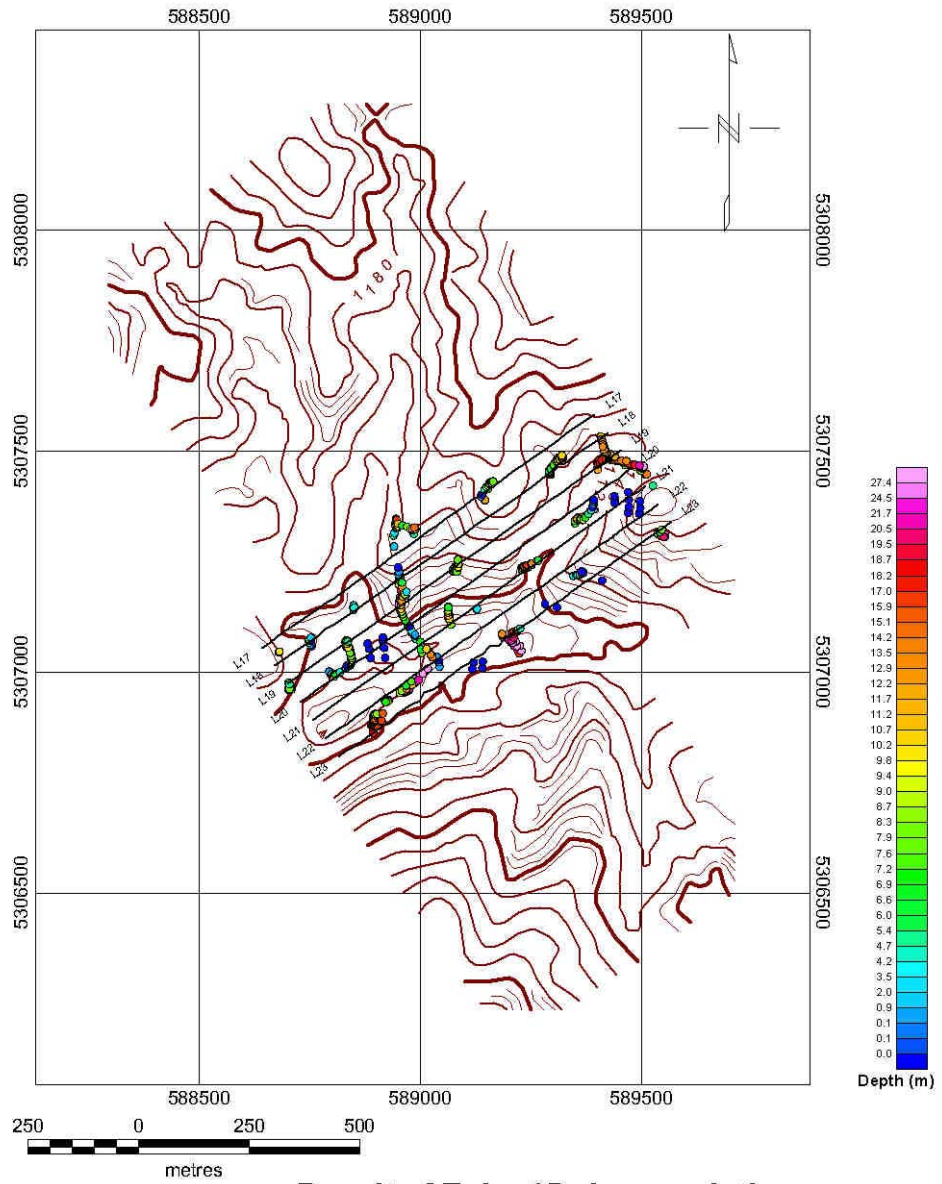
標高 1000m 準における比抵抗構造平面図



Reduced to the pole : Inc=67.78, Dec=4.32

図 11-2-11

ウラスコ地域磁気異常図



Result of Euler 3D deconvolution

図 11-2-12 オイラー3次元デコンボリューション解析による磁気構造

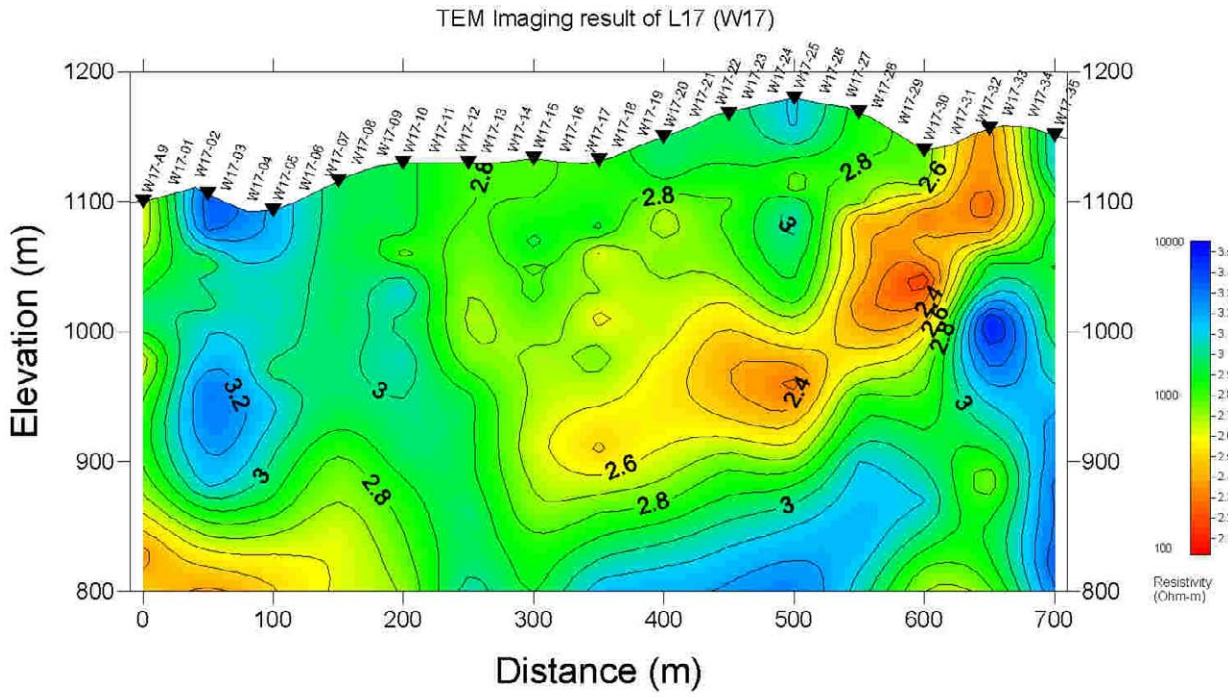


圖 II-2-13-1 比抵抗構造断面 (測線 L17)

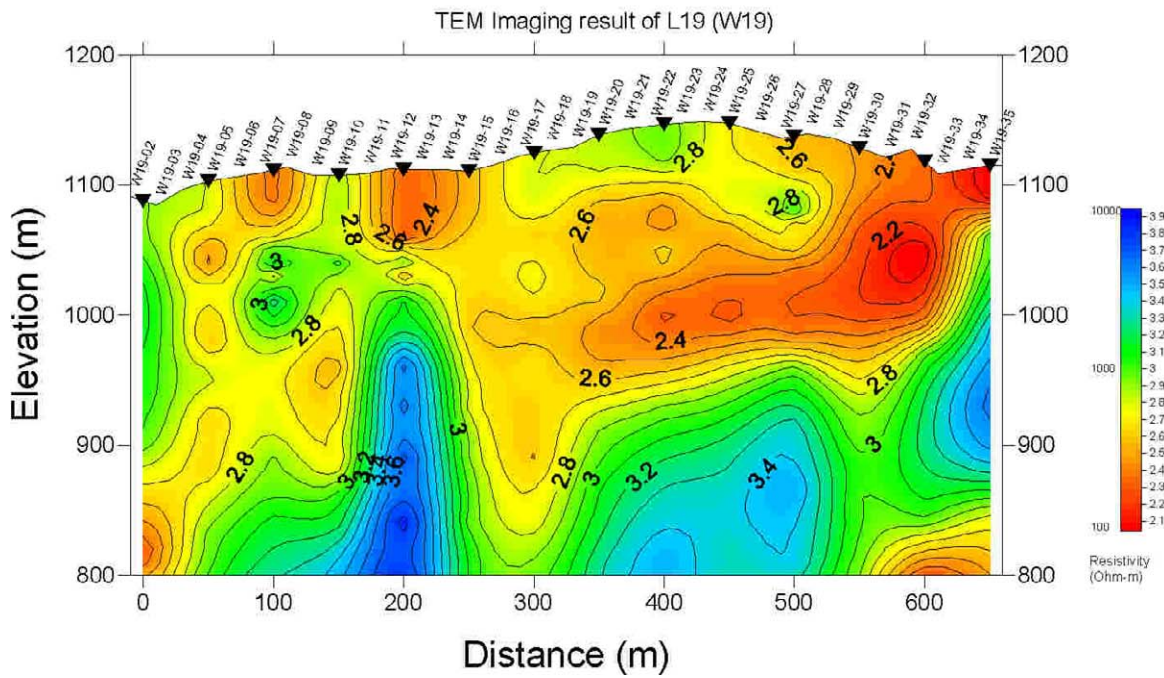


圖 II-2-13-2 比抵抗構造断面 (測線 L19)

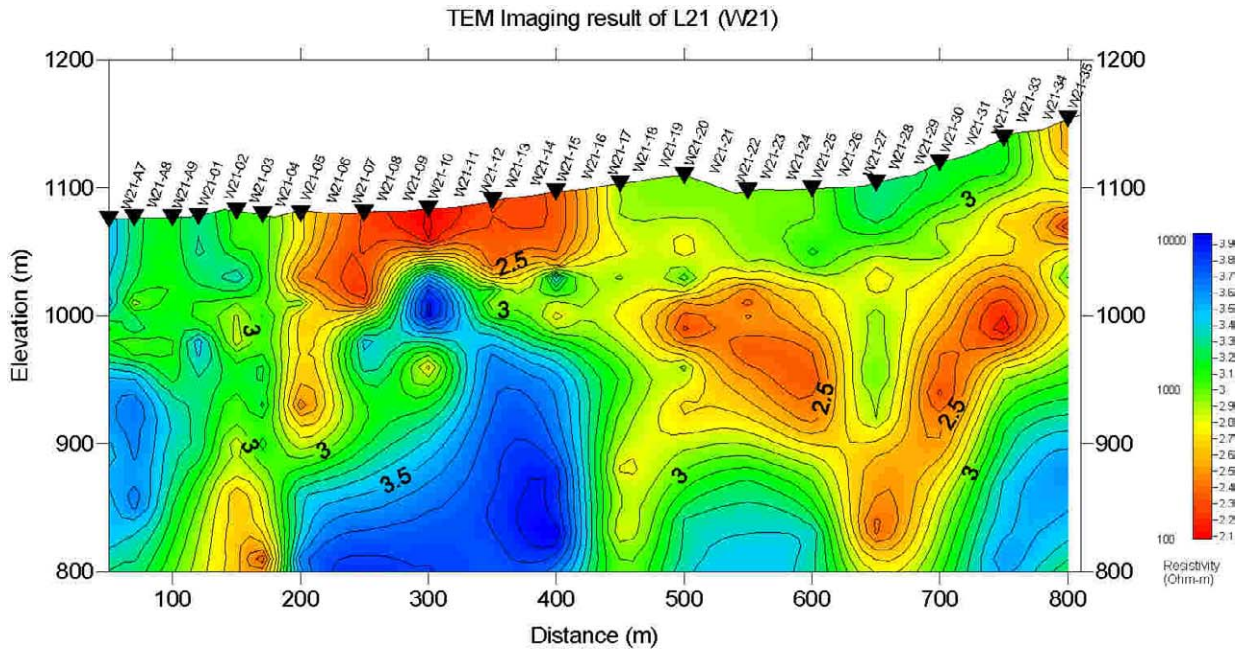


图 11-2-13-3 比抵抗構造断面 (測線 L21)

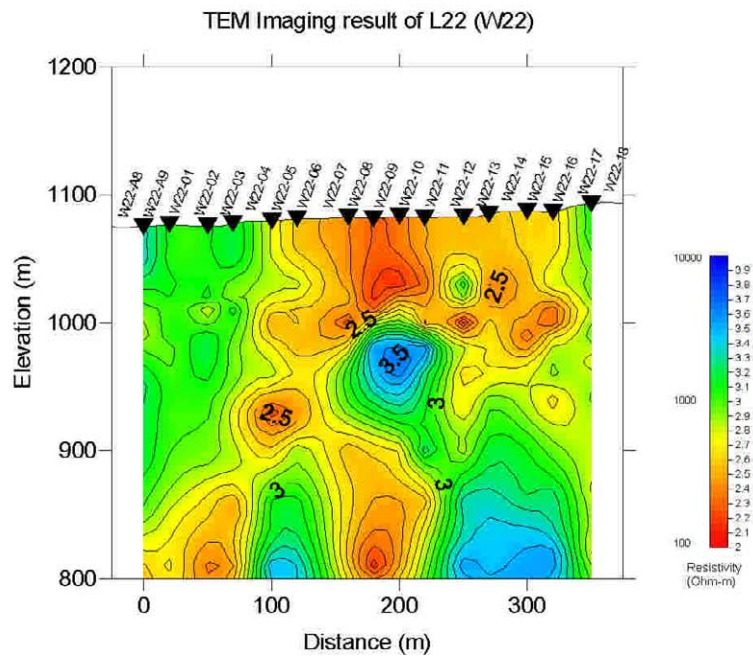


图 11-2-13-4 比抵抗構造断面 (測線 L22)

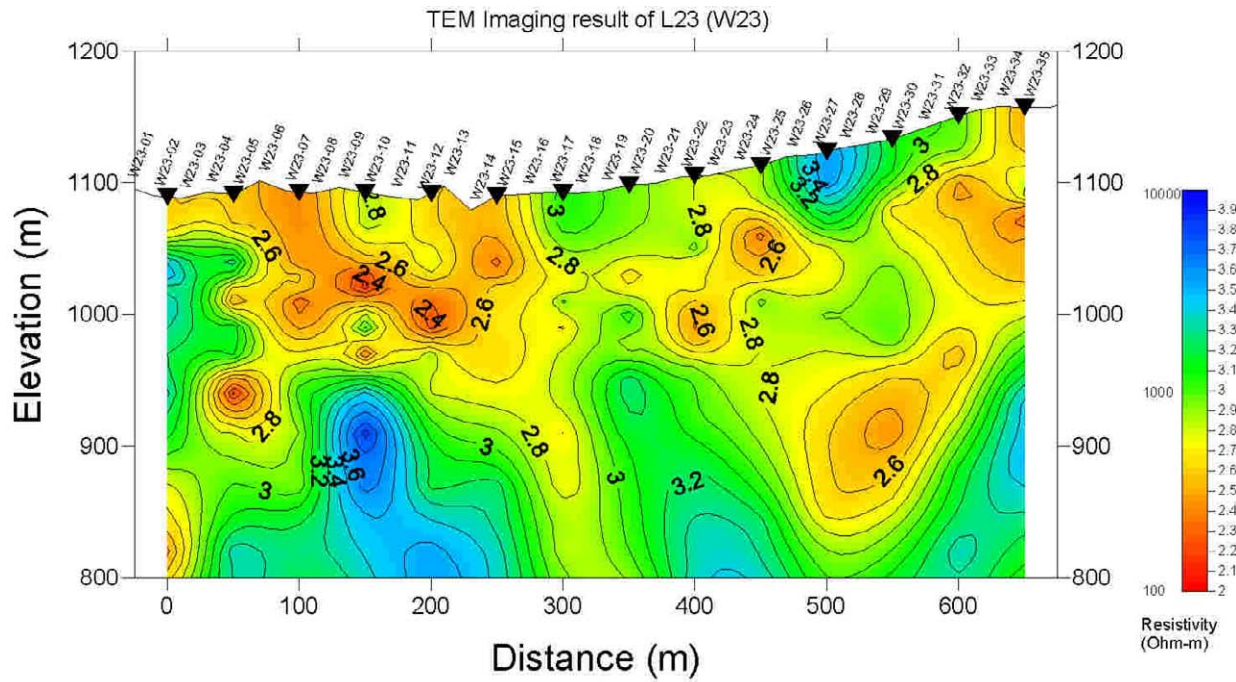


图 11-2-13-5 比抵抗構造断面 (測線 L23)

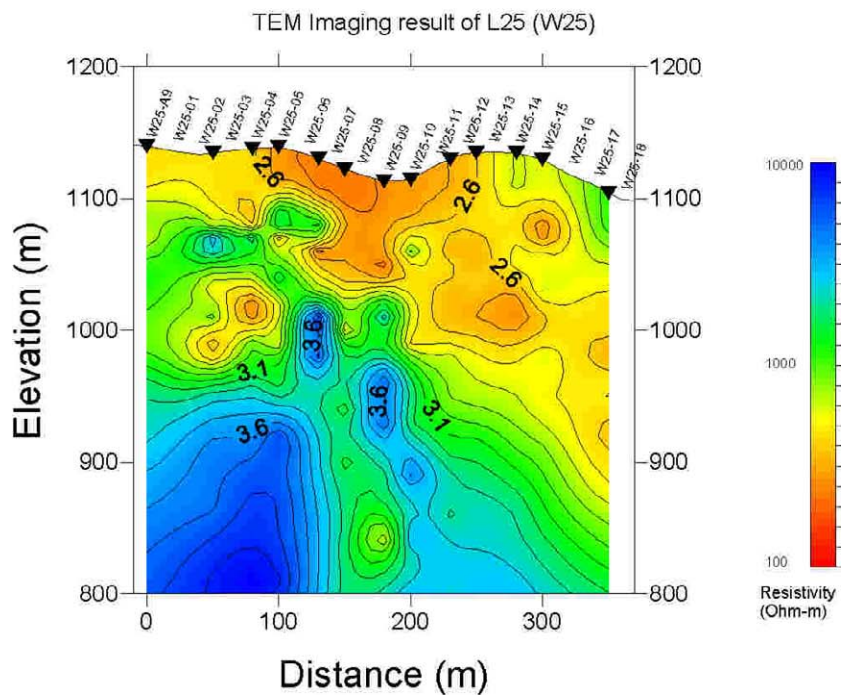


图 11-2-13-6 比抵抗構造断面 (測線 L25)

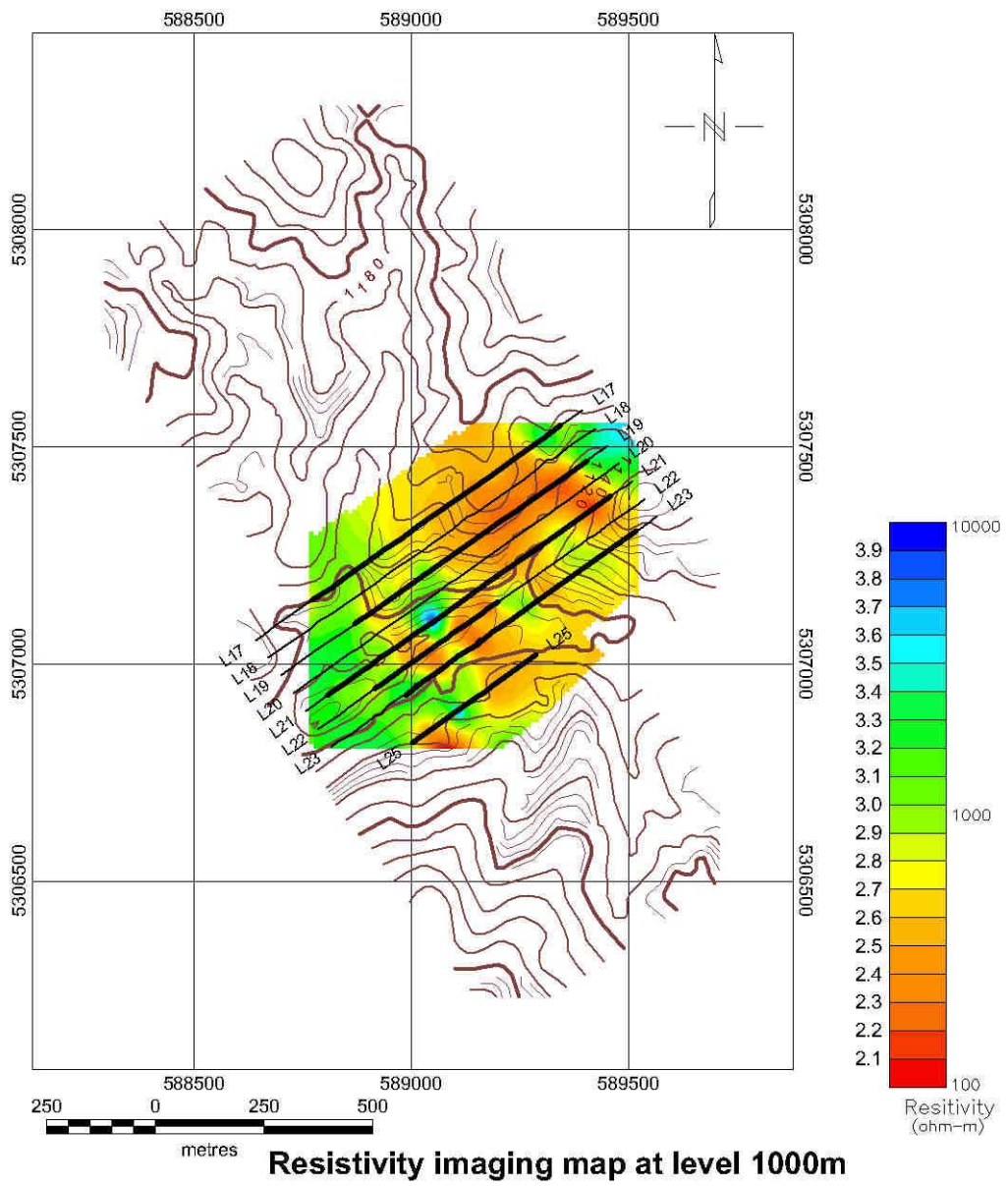


図 11-2-14

標高 1000m 準における比抵抗構造平面図

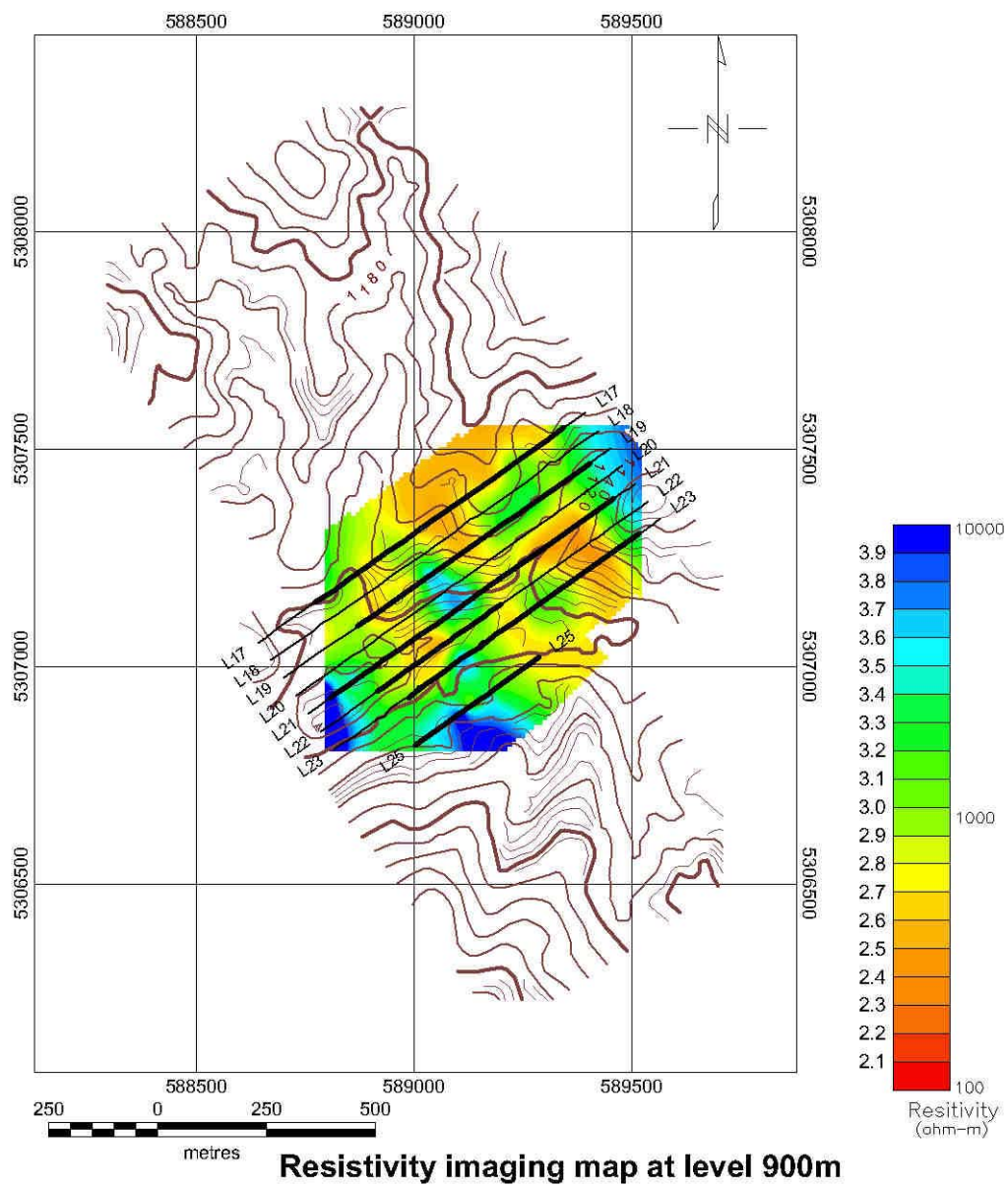


図 11-2-15

標高 1000m 準における比抵抗構造平面図

第 II-3 章 ボーリング調査

II-3-1 調査方法

II-3-1-1 調査目的

アルタイ地区ウラスコ鉍微地において、昨年度と今年度実施した物理探査及び地質精査により抽出された異常域において深部方向の地質状況を把握し、鉍化状況、鉍化帯の規模及び品位を確認する目的でボーリング調査 2 孔を実施した。(図 II-3-1、図 II-3-3)。

II-3-1-2 調査方法

ロングイヤー社製 NL-55 試錐機を用い、2 孔、合計 550m のボーリング工事を実施した。

工事形態体制は、1 方 8 時間の 3 交替制とし、中国側技術責任者 1 名、技術者 3 名、助手 10 名、電気機械技術者 1 名、炊事夫 1 名、運転手 2 名の編成とした。

道路開削、補修およびボーリング座の開削整地作業の一部は発破により開削し、ブルトナーザーを使用し実施した。

掘進作業は、ワイヤーライン工法を採用し、コア採集率および工程の向上に努めた。

表土の掘進は 116mm で掘進し、着岩後は HQ-WL、NQ-WL とした。掘進した 2 孔の孔別工事量およびコア採集率は下表のとおりである。

孔別工事量およびコア採集率

孔名	掘進長(m)	コア長(m)	コア採集率(%)
MJCA-A3	300.43	280.81	93.5
MJCA-A2	250.00	245.27	98.1
計	550.43	526.08	95.6

ボーリング工事の消耗品使用状況、ダイヤモンドビット使用状況、主要機械・設備、作業工程および孔曲がり測定結果をそれぞれ表 II-3-1 から表 II-3-7 に示す。

以下、各孔の掘進状況について述べる。

(2) MJCA-A2 方位(真北) 28° 傾斜-25° 掘進長 250.00m

0m~4.93m: HW ダイヤモンドビットにて掘進し、3.00m まで HW ケーシングを挿入した。

4.93m~33.84m: HQ-WL ダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用して掘進し、33.80m まで NW ケーシングを挿入した。

33.84m~250.00m: NQ-WL ダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用して掘進した。

- (1) MJCA-A3 方位 (真北) 235° 傾斜-35° 掘進長 300.43m
0m～13.0m : ウラスコ川の河床沖積層であり、116mm ダイヤモンドビットにて掘進し、
13.0m で着岩し HW ケーシングを挿入した。
13.0m～69.05m : HQ-WL ダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用して掘進し、
56.05m まで NW ケーシングを挿入した
69.05m ～300.43m : NQ-WL ダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用して掘進
した。計画深度の 200.00m 付近で Cu の鉱化が認められたため、300.43m まで追加
掘削を実施した。

11-3-2 調査結果

11-3-2-1 MJCA-A2 孔

地質状況：

深度 120.25～122.60m に石灰岩およびスカルン薄層が存在する他は、片理の発達した酸性凝灰岩～凝灰角礫岩から構成され、砂質薄層が挟みとして出現する。地質の概用は下記のとおりである。

深度	0.0	～	4.75m	沖積層
	4.75	～	76.65m	変凝灰岩
	76.65	～	85.25m	変凝灰岩／変砂岩互層
	85.25	～	120.25m	変凝灰岩 (変砂岩薄層挟在)
	120.25	～	121.85m	石灰岩
	121.85	～	122.60m	細粒角閃石－緑簾石－緑泥石スカルン
	122.60	～	250.00m	変凝灰角礫岩および変凝灰岩

鉱化状況：

コア全体が顕著な黄鉄鉱化変質を受けており、細粒黄鉄鉱が片理面沿いに配列して生成している。深度 121.85～122.60 のスカルン中には黄鉄鉱・磁鉄鉱の鉱染が認められ、黄銅鉱の含有も鏡下で確認された。幅 1～数 cm の黄鉄鉱－石英脈が多数確認され、特に 150m 以深で頻度が高くなる。黄鉄鉱－石英脈はほとんどのものが片理面に平行である。分析品位はいずれも低い。確認された鉱化部は以下のとおりである。

深度	121.85～122.60m	含黄鉄鉱・黄銅鉱・磁鉄鉱スカルン
		(幅 0.75m Au=0.05g/t Cu=0.35% Fe=14.40%)

TEM 調査により捕捉された低比抵抗異常域では、本ボーリングにより多数の黄鉄鉱・石英脈が捕捉され、これらの断裂では多量の湧水が確認された。低比抵抗異常域は裂隙の集中するゾーンに形成された帯水層の存在を反映したものと解釈される。

11-3-2-2 MJCA-A3 孔

地質状況：

11.80～13.00m が変凝灰岩である他は、石灰岩・石灰砂岩およびスカルンを主とし、変砂岩薄層を挟む。地質の概要は以下のとおりである。

深度	0.0 ～ 11.80m	沖積層
	11.80 ～ 13.00m	変凝灰岩
	13.00 ～ 15.85m	変石灰砂岩
	15.85 ～ 23.55m	変砂岩
	23.55 ～ 66.55m	緑泥石スカルン（石灰砂岩、変砂岩挟在）
	66.55 ～ 81.20m	変石灰砂岩
	81.20 ～116.10m	スカルン化石灰砂岩
	116.10 ～123.70m	変砂岩
	123.70 ～177.25m	晶質石灰岩
	177.25 ～179.85m	角閃石スカルン
	179.85 ～277.15m	晶質石灰岩（変砂岩挟在）
	277.15 ～300.00m	晶質石灰岩／細粒スカルン互層

鉱化状況：

深度 11.80m から孔底まで全コアで黄鉄鉱化変質が認められる。鉱化作用は、石灰岩、石灰砂岩およびスカルン中に黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱の鉱染状鉱化部が概ね 6 帯確認された。主な鉱化部は以下のとおりである。

深度	67.85 ～68.65m	含閃亜鉛鉱・磁鉄鉱・クトナホライト 金雲母－緑泥石－角閃石スカルン（0.8m, Pb=0.61%, Zn=4.80%）
	146.95 ～147.25m	含黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄鉄鉱・磁硫鉄鉱 石英－方解石 脈状鉱石（0.3m, Au=0.85g/t, Ag=52.6g/t, Cu=1.77%, Pb=3.23%, Zn=3.25%）
	177.25 ～179.85m	含黄銅鉱・磁鉄鉱・黄鉄鉱 角閃石－緑簾石スカルン（2.6m, Au=0.44g/t, Cu=0.54%）
	180.10 ～180.40m	同上（0.3m, Au=0.26g/t, Cu=1.79%）
	231.10 ～231.40m	含閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄銅鉱・黄鉄鉱 石英－方解石－角閃石－金雲母 脈状鉱石（0.3m, Cu=0.57%, Pb=1.46%, Zn=1.47%）
	241.70 ～242.00m	含黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱 石英－方解石－金雲母 脈状鉱石（0.3m, Cu=1.22%, Pb=0.37%, Zn=0.15%）

主な鉱化部を下表に示す。

MJCA-A3 孔の主な鉱化部

深度 (m)	コア長 (m)	鉱 質	品位				
			Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %
67.85 ~ 68.65	0.8	角閃石スカルン	0.02	11.20	0.02	0.61	4.80
146.95 ~ 147.25	0.3	石英方解石脈	0.85	52.60	1.77	3.23	3.25
177.25 ~ 179.85	2.6	緑簾石スカルン	0.44	5.92	0.54	0.01	0.06
180.10 ~ 180.40	0.3	緑簾石スカルン	0.26	12.80	1.79	tr	0.14
231.10 ~ 231.40	0.3	石英方解石脈	0.02	16.30	0.57	1.46	1.47
241.70 ~ 242.00	0.3	石英方解石脈	0.03	15.90	1.22	0.37	0.15

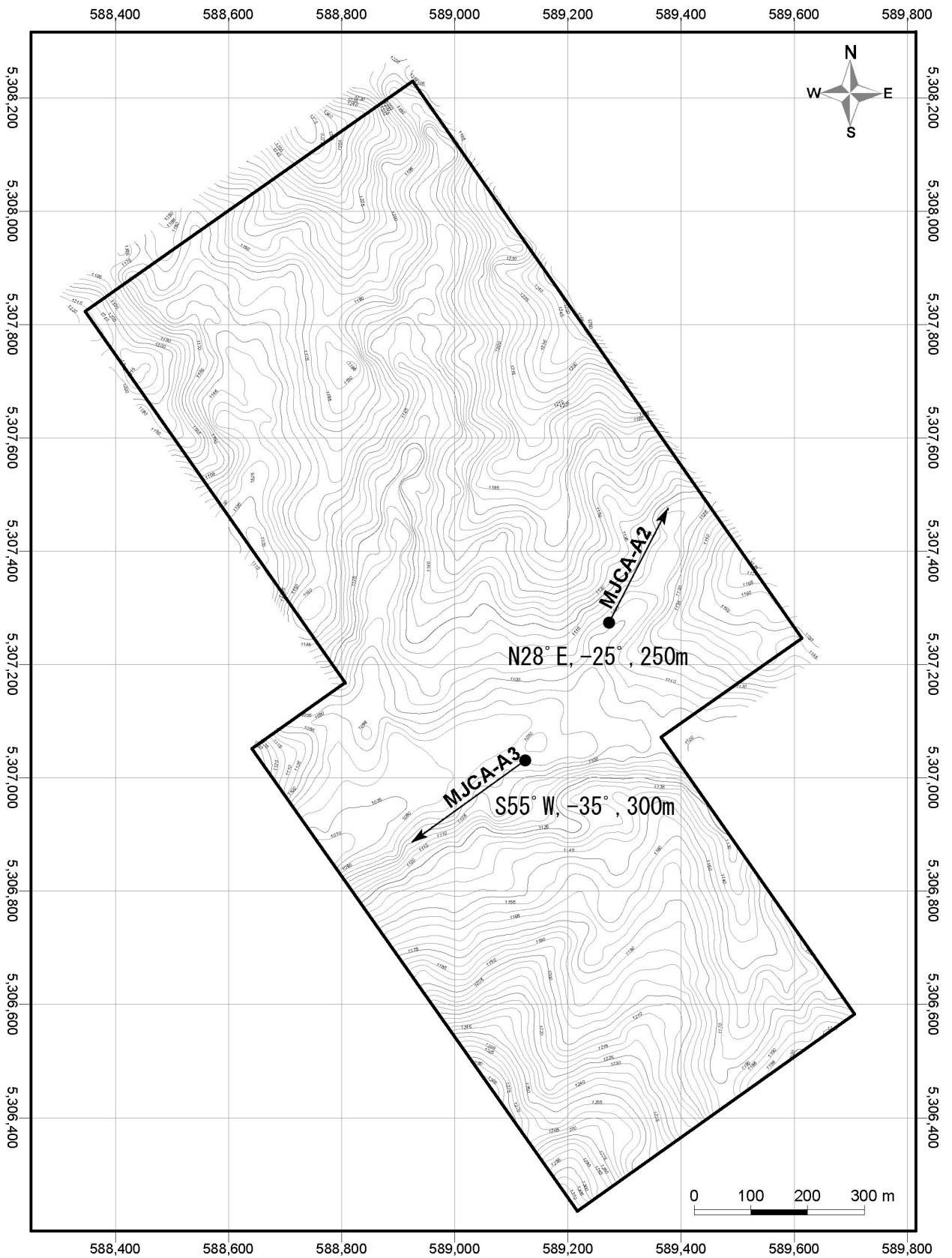
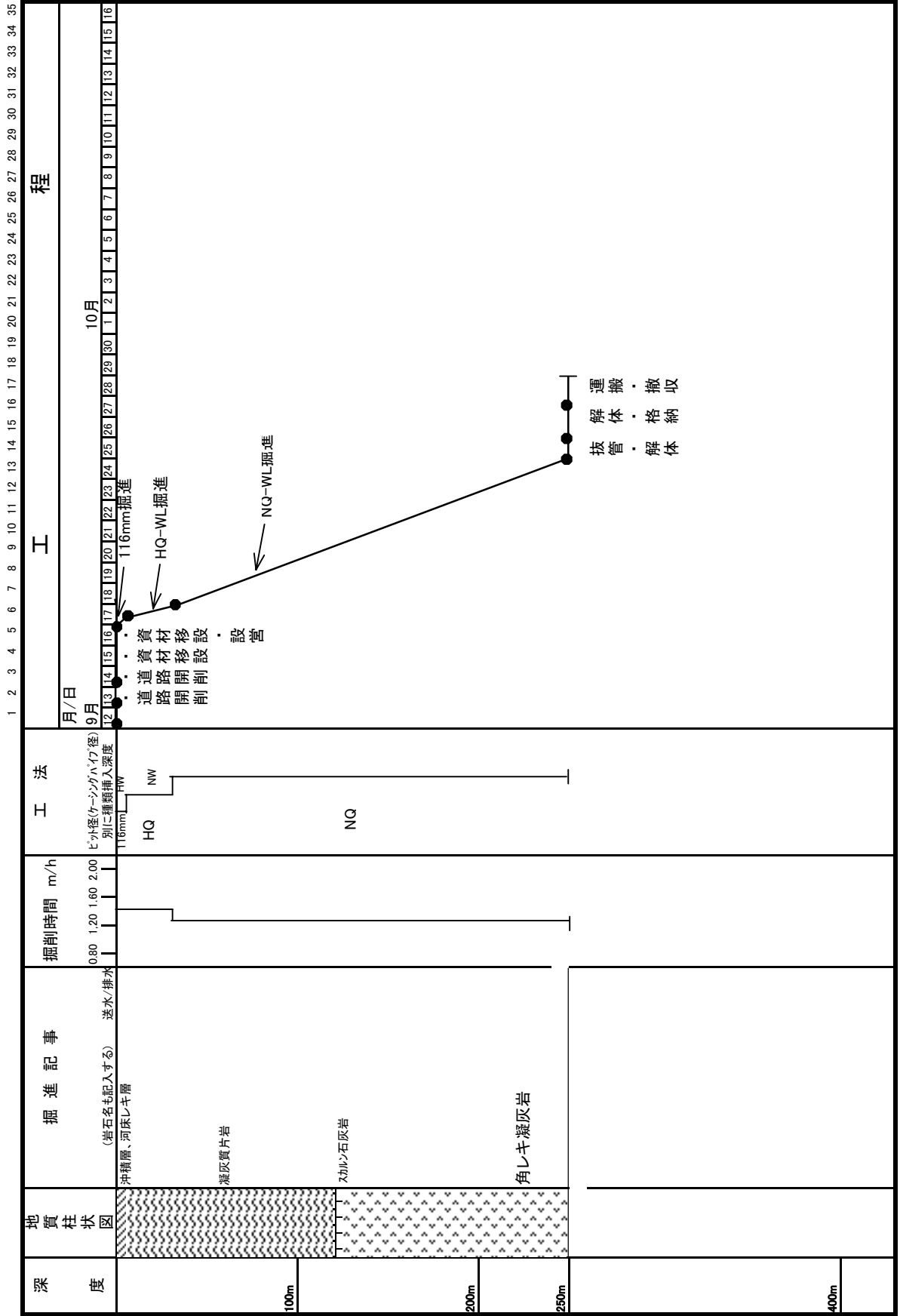
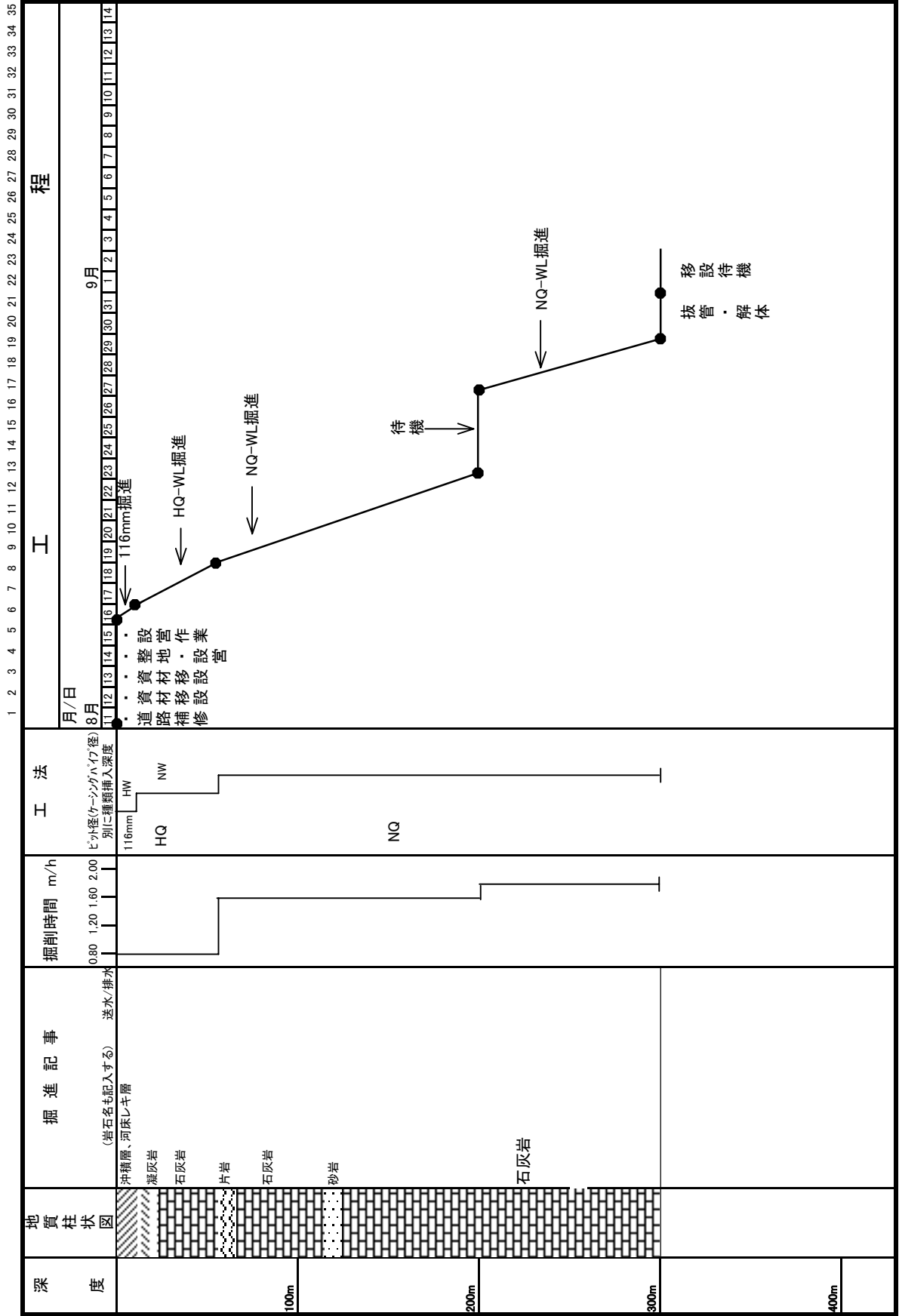


図 II-3-1 アルタイ地区ウラスコ鉱微地ボーリング位置図

図11-3-2 MJCA-A2孔 成果図および概略柱状図



図II-3-3 MJCA-A3孔 成果図および概略柱状図



表Ⅱ-3-1 消耗品使用明細書

品名	仕様	単位	数量		備考
			MJCA-A3	MJCA-A2	
ベントナイト	現地	袋	30		
リボナイト		kg	90		
CMC		kg	290	100	
軽油		リットル	3,400	4,400	
ガソリン		リットル	1,700	1,600	
潤滑油		リットル	60	30	
油圧油		リットル	70		
グリス		kg	17	35	
ダイヤモンドビット	HQ-WL	本	3	2	
	NQ-WL	本	5	7	
ダイヤモンドリマー	HQ-WL	本	1	1	
	NQ-WL	本	1	2	
メタルシュー	HW	本	1	1	
	NW	本	1	1	
コア箱	HQ-WL	箱	15	9	
	NQ-WL	箱	46	41	

表II-3-2 ダイヤモンドビット・シュール成績表

品名	径	タイプ	番号	孔別掘進長		計
				MJCA-A3	MJCA-A2	
116mm	116mm	サフエス	No. 1		4.93	4.93
HWシュール	114mm	〃	No. 1	12.00		12.00
			No. 2	1.00		1.00
		〃	No. 3		5.00	5.00
HQ-WL	98mm	インプリ	No. 1	24.55		24.55
		インプリ	No. 2	20.30		20.30
		インプリ	No. 3	11.20		11.20
		インプリ	No. 4		28.91	28.91
NWシュール	88.9mm		No. 1	57.00		57.00
			No. 2		30.00	30.00
NQ-WL		インプリ	No. 1	17.25		17.25
		インプリ	No. 2	17.10		17.10
		インプリ	No. 3	97.03		97.03
		インプリ	No. 4	78.55		78.55
		インプリ	No. 5	21.45	14.84	36.29
		インプリ	No. 6		108.90	108.90
		インプリ	No. 7		92.42	92.42

表II-3-3 主要機材・設備表

品名	型式	単位	数量	備考
試錐機	NL-55	台	1	掘進能力 HQ 1, 000m
同上原動機	BE6L-913	台	1	
試錐櫓	傾斜櫓	台	1	
試錐ポンプ	MG-15	台	1	
同上原動機	3TN84L-RUS	台	1	
揚水ポンプ	L-33	台	1	
同上原動機	NFD-150	台	1	
ミキサー	MCA-200E	台	1	
同上原動機	NA4B	台	1	
ロッド	HQ-WL	本	20	3m/本
	NQ-WL	本	120	3m/本
ケーシングパイプ	HW	本	6	3m/本
	NW	本	35	3m/本
コアチューブ	HQ-WL	本	2	3m/本
	NQ-WL	本	2	3m/本
ウオタースイベル		式	1	
ロッドホルダー	HQ,NQ、BQ	式	1	
ホイストリングスイベル		式	1	
オーバーショット		式	1	

表II-3-4 掘進作業所要日数内訳書

孔名	準備 撤収	掘進期間						掘進に対する主要付帯工事				付帯工事 期間内訳					
		設 営	日 数	掘 進	日 数	抜 管・解 体 移 設	日 数	計 日 数	実 働 日 数	待 機 日 数	道 路 開 削・補 修	日 数	資 機 材 搬 入	資 機 材 搬 出	日 数	実 働 日 数	休 業 日 数
MJCA-A3		H14.8.15	1	H14.8.16	14	H14.8.29	2	17	11	3	H14.8.7 ∩ H14.8.14	8	H14.8.15 ∩ H14.8.16		1	9	0
		H14.8.16		H14.8.29		H14.8.31											
MJCA-A2		H14.9.16	1	H14.9.17	8	H14.9.25	1	10	10	4	H14.9.12 ∩ H14.9.15	4	H14.9.15 ∩ H14.9.16	H14.9.26 ∩ H14.9.27	2	7	0
		H14.9.16		H14.9.24		H14.9.25											
計		2		22		3	27	21	3		12	0			3	16	0

表II-3-5 掘進実績表(MJCA A-2孔)

区 分	工 事 期 間		工 事 期 間 内 訳		延工数				
	期 間	延日数	実動日数	休業日数					
工 事 期 間	移 設 営	平成14年9月16日 ～ 平成14年9月16日	1.0 日	1 日	日	20 工			
	掘 進	平成14年9月17日 ～ 平成14年9月24日	8.0 日	掘進 8 日 事故	日	143 工			
	撤 去	平成14年9月25日 ～ 平成14年9月25日	1.0 日	1 日	日	20 工			
	計	平成14年9月16日 ～ 平成14年9月25日	10.0 日	10 日	日	183 工			
掘進深度等			100m区間毎のコア採取率						
当 初	m	表土・砂礫	m	深 度	区間	累計	深 度	区間	累計
予定深度	250.00	第四紀層深度	4.93	(m)	(%)	(%)	(m)	(%)	(%)
増減掘長	0.00	コア長(m)	245.27	0.0～100.0	95.3	95.3			
検尺深度	250.00	コア採取率(%)	98.1	100.0～200.0	100.0	97.6			
作 業 時 間		時間	%	%	200.0～250.0	50.0	98.1		
	掘 進	116	58.0	44.1					
	掘進外	78	39.0	29.7					
	事故回復	6	3.0	2.3	能 率				
	小 計	200	100.0	76.0	延m/掘進期間延日数		31.25 m/日		
	設 営	16		6.1	延m/掘進期間実動方数		10.42 m/方		
	撤 去	32		12.2	孔径別掘進長				
	孔内測定	15		5.7	ビット径	116mm	HQ-WL	NQ-WL	計(m)
	その他	20(方数に含まず)			掘進長	4.93	28.91	216.16	250.00
	計	263		100.0	コア長	0.20	28.91	216.16	245.27
挿 入 ケ ー シ ン グ バ イ プ	孔径別挿入 深 度(m)	(挿入深度/ 掘進長)×100%	回収率 (%)	備 考：					
	HW								
	4.93	2.0	100.0						
	NW								
	33.80	13.5	100.0						

表II-3-6 掘進実績表(MJCA -A3孔)

区 分		工 事 期 間		工 事 期 間 内 訳		延工数			
		期 間	延日数	実動日数	待機日数				
工 事 期 間	搬 入 設 営	平成14年8月15日 ～ 平成14年8月16日		1.0 日	1 日	20 工			
	掘 進	平成14年8月16日 ～ 平成14年8月29日		14.0 日	掘進 11.0 日 事故	3 日 160 工			
	撤 去	平成14年8月29日 ～ 平成14年8月31日		2.0 日	2 日	30 工			
	計	平成14年8月15日 ～ 平成14年8月31日		17.0 日		210 工			
掘進深度等				100m区間毎のコア採取率					
当 初	m	表土・砂礫	m	深 度	区間	累計	深 度	区間	累計
予定深度	200.00	第四紀層深度	13.00	(m)	(%)	(%)	(m)	(%)	(%)
増減掘長	100.43	コア長(m)	280.81	0.0～103.40	84.6	84.6			
検尺深度	300.43	コア採取率(%)	93.5	100.0～200.43	95.9	90.2			
作 業 時 間		時間	%	%	200.43～300.43	100.0	93.5		
	掘 進	111	49.6	38.7					
	掘進外	101	45.1	35.2					
	事故回復	12	5.4	4.2	能 率				
	小 計	224	100.0	78.0	延m/掘進期間延日数		21.46 m/日		
	設 営	24		8.4	延m/掘進期間実動方数		11.13 m/方		
	撤 去	24		8.4	孔径別掘進長				
	孔内測定	15		5.2	ビット径	116m/m	HQ-WL	NQ-WL	計(m)
	その他				掘進長	13.00	56.05	231.38	300.43
計	287		100	コア長	0.00	51.05	229.76	280.81	
挿 入 ケー シング パイ プ	孔径別挿入 深 度(m)	(挿入深度/ 掘進長)×100%	回収率 (%)	備 考：					
	HW								
	13.00	4.3	100.0						
	NW								
	69.05	23.0	100.0						

表II-3-7 孔曲り測定結果

MJCA-A2

測定深度(m)	区間(m)	傾斜(°)
50	50	-27
100	50	-28
150	50	-26
200	50	-26
250	50	-24

MJCA-A3

測定深度(m)	区間(m)	傾斜(°)
50	50	-37
100	50	-40
150	50	-40
200	50	-38
250	50	-36
300	50	-35

第Ⅲ部 結論及び提言

第 III-1 章 結 論

第 3 年次調査の結論は、調査地区毎に以下のとおりまとめられる。

1) アルタイ地区ウラスコ鉱徴地

地表地質調査、物理探査データの解析と解釈により、同鉱徴地の鉱化作用は、複背斜構造を形成する石灰岩層下盤近傍に形成された熱水性スカルン鉱床であると推定した。

上記鉱床生成モデルに基き、2 本のボーリング調査を実施した結果、うち 1 本 (MJCA-A3 孔) で小規模ながら鉛亜鉛鉱石および銅鉱石を捕捉した。地表データとボーリングデータから算出される平均品位は、鉛亜鉛鉱床 : Pb=0.65%, Zn=5.31%、金銅鉱床 : Au=0.56g/t, Cu=1.78%である。

当鉱徴地では、胚胎条件から大規模鉱床の発見は期待できないが、中～小規模鉱床は発見の可能性があると考えられる。

2) カラトング地区

カラトング地区では、ラオシャンコウ鉱徴地で比較的優勢な金銅コバルト鉱化作用が確認されている他、地域北部で花崗閃緑岩とドレライトに関連して形成されたと推定される鉱染状銅鉱化作用を確認した。これらの鉱化作用は、土壤地化学探査により強い異常域として抽出され、鉱床ポテンシャルは高いと考えられる。北部の鉱化帯については今回の調査では、その規模、鉱化タイプなどを明らかにするには至らなかった。

3) カラトング地区ラオシャンコウ鉱徴地

地質精査により、同鉱徴地の鉱化作用は、(1) 正マグマ型鉄クロム鉱化作用、(2) 鉱染状金銅鉄鉱化作用、(3) 鉱脈型金銅コバルト鉱化作用が順次生じた複合鉱化作用であると推定される。

Au11-4 鉱徴地の平均品位は、Au=0.51g/t, Cu=0.85%, Fe=37.37%, Ni=0.03%, Co=0.03%と計算される。

中～塩基性複合岩体の下底付近には最末期に進入した斑糲岩～ホルンブレンダイトが存在し、Ni-Cr の地化学異常域を形成する。複合岩体中心部に抽出された磁気異常および低比抵抗異常域は、斑糲岩～ホルンブレンダイトに伴う正マグマ型鉱化作用とその周囲に後から形成された Au-Cu 鉱染状鉱化作用の存在を示唆している可能性がある。

第 III-2 章 将来への提言

第 3 年次の調査結果を踏まえ、将来の探査指針として以下を提言する。

1) アルタイ地区ウラスコ鉱徴地

MJCA-A3 孔により捕捉した、鉛亜鉛鉱体および金銅鉱体の深部延長および水平延長を対象としたボーリング調査を実施し、鉱量を確認することが望ましい。金銅鉱体の深部延長には TEM 調査により低比抵抗異常域が推定されており、鉱床の富化が期待できる。

2) カラトング地区

地域北部で確認された鉱染状銅鉱化作用の規模および鉱床タイプを明らかにするための地質精査、物理探査の実施が期待される。また、地化学異常域が抽出された地点における鉱化作用の存在の有無を確認するための地質調査の実施が望まれる。

3) カラトング地区ラオシャンコウ鉱徴地

Au11-4 鉱徴地の鉱化帯の深部への連続性を確認するために、TEM 法物理探査を実施した上で、鉱量・品位を確認するためのボーリング調査を実施することが望ましい。鉱化帯の深部への連続は 250m 程度と推定されるため、100～200m 程度のボーリングを鉱化帯の上盤側（北東側）から実施するのが効果的であると考えられる。

地区中央部に抽出された高磁気・低比抵抗異常域を対象に、鉱化作用存在の有無を確認するためのボーリング調査の実施が望ましい。

参考文献

- 中国地質科学院, 1995, 阿勒泰地区地質図 (1/50 万) 阿勒泰黄金・有色金属開發区成鉱地質条件及鉱産資源評価研究.
- 円城寺守, 1977, 接触交代鉱床産鉱物中の流体包有物, 宮沢退官記念論文集「接触交代鉱床の研究」, B48-64.
- 鹿野新平, 孫国雄, 北村強, 1988, 中国金川鉱床産ニッケル・銅鉱石の構成鉱物とその組織, 東北大学選鉱製錬研究所彙報, 44, 1, p.15-38.
- Kerrick, R. and Wyman, D. A., 1996, The trace element systematics of igneous rocks in mineral exploration: an overview, in Wyman, D. A., ed., Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration: Geological Association of Canada, Short Course Notes, vol.12, p.1-50.
- Killick, A. M., 1986, The Damba sulphide nickel deposits, Zimbabwe, Mineral deposits of Southern Africa, p.263-273., Geol. Soc. S. Afr., Johannesburg.
- 岸本文男, 1983, 金川銅・ニッケル鉱床ー中国最大のサドベリー型鉱床, 地質ニュース, no. 344, p. 52-55.
- 金属鉱業事業団, 2000, ユーラシア変動帯地域中華人民共和国新疆ウイグル自治区, 平成11年度海外衛星画像解析調査報告書, 147p.
- 金属鉱業事業団資源情報センター, 1989, 中国の非鉄金属鉱物資源ー平成元年度 地質解析委員会報告書, 481p.
- Lambert, D. D., Foster, J. G., Frick, L. R., Ripley, E. M. and Zientek, M. L., 1998, Geodynamics of magmatic Cu-Ni-PGE sulfide deposits; new insights from the Re-Os isotope system, Economic Geology, vol.93, no.2, p.121-136.
- Lightfoot, P. C., Keays, R. K., Morrison, G. G., Bite, A. and Farrell, K. P., 1997, Geochemical Relationships in the Sudbury Igneous Complex: Origin of the Main Mass and Offset Dikes, Economic Geology, vol.92, p.289-307.
- Macdonald, G. A. and Katsura, T., 1969, Chemical composition of Hawaiian lavas, J. Petrol., vol.5, p.82-133.
- 松本一郎, TOMURTOG00 Onongin, 中嶋輝允, 高橋裕平, 高橋敏夫, 佐藤庸一, 1998, モンゴル国アルタイ地域ハンタイシャーオフィオライトとクロミタイト, 地質学雑誌, vol.104, no.3, vii-viii.
- 馬天林, 王建平, 孫立倩, 王小風, 李中堅, 楊玉東, 王連慶, 王磊, 1993, 新疆喀拉通克成鉱帯控鉱構造, 地質出版社, 北京 (中国語).
- Meshede, M., 1986, A method of discriminating between different types of Mid-Ocean Ridge Basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram., Chemical Geology, vol.56, p.207-224.

- 宮沢俊弥, 1977, 日本ならびに韓国における接触鉍体鉍床の研究, 宮沢退官記念論文集「接触交代鉍床の研究」, A3-149.
- 中沢広, 小泉政己, 佐藤敏人, 1992, 金川鉍山産 銅ニッケル鉍石のバクテリアリーチングについて, 資源と素材, vol. 108, no. 10, p. 731-735.
- 小川勇二郎, 谷口英嗣, 1989, 微量元素組成と産状からみた本邦の付加体および構造帯中の玄武岩類の起源とエンプレイスメントのプロセス, 地学雑誌, vol. 98, no. 3, p. 118-132.
- Pearce, J. A., 1996, A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams, in Wyman, D. A., ed., Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration: Geological Association of Canada, Short Course Notes, vol. 12, p. 79-113.
- 李華芹, 謝才富, 常海亮, 1998, 新疆北部有色貴金属鉍床成鉍作用年代学, 地質出版社, p. 264.
- 志賀美英, 1983, 釜石鉍床区におけるニッケル・コバルトの起源, 鉍山地質, vol. 33, no. 6, p. 385-398.
- 新疆ウイグル自治区人民政府国家 305 項目弁公室, 1995, 中国新疆北部及隣区構造一建造図 (図幅).
- 新疆有色金属地質勘探公司物探隊, 1988, 305 項目 (VI6-1-7) 新疆フユン県マイズ地区地化探異常評価報告 (中国語).
- 新疆有色金属地質勘探公司物探隊, 1987, 新疆アルタイ県チャシャ〜テミルト地区 1985 年〜1986 年物探・地化探調査報告 (中国語).
- 新疆有色金属地質勘探公司物探隊, 1986, 新疆アルタイ県アバゴン〜ホンドン地区 1985 年物探・地化探調査報告 (中国語).
- 正路徹也, 1995, CIS 諸国の地質と鉍物資源ーアルタイ・天山・カフカス地域, 平成 6 年度地質解析委員会報告書, p. 95-290, 金属鉍業事業団資源情報センター.
- 財団法人国際鉍物資源開発協力協会, 1999, 平成 11 年度資源開発協力基礎調査プロジェクト選定調査報告書ー中華人民共和国, p223.
- 高橋照之, 佐々木昭, 1983, 音調津斑れい岩類および含ニッケル磁硫鉄鉍鉍石の硫黄同位体比ーマグマ性硫化物鉍床の形成と外来硫黄, 鉍山地質, vol. 33, no. 6, p. 399-409.
- Ueda, H., Kawamura, M. and Niida, K., 2000, Accretion and tectonic erosion processes revealed by the mode of occurrence and geochemistry of greenstones in the Cretaceous accretionary complexes of the Idonnap Zone, southern central Hokkaido, Japan, The Island Arc, no. 9, p. 237-257.
- WANG, D., CHEN, Y. and MAO J., 1998, The Ashele Deposit - A Recently Discovered Volcanogenic Massive Sulfide Cu-Zn Deposit in Xinjiang, China, Resource Geology, vol. 48, no. 1, p. 31-42.

- 王潤民, 趙昌龍, 1991, 新疆喀拉通克一号銅ニッケル硫化物鉍床, 中華人民共和國地質鉍產部地質專報, vol. 4, no. 19, 319p., 地質出版社, 北京.
- Zhu, B. and Zhu J., 1996, Rare metals and gem minerals-bearing pegmatites in Koptokay area, Altay, Xinjiang, Field trip Guide, 30th international geological congress, Geological publishing house, p21.