

チュニジア共和国クリブ-メジェズ・エルバブ地域 資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成 14 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資

JR

02-063

は し が き

日本国政府はチュニジア共和国政府の要請に応え、同国に位置するクリブ-メジェズ・エルバブ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、物理探査、ボーリング調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、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11年度から平成13年度までの3か年にわたって実施され、チュニジア共和国政府機関、チュニジア工業省、チュニジア鉱山公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は3年間の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたチュニジア共和国政府機関、並びに外務省、経済産業省、在チュニジア共和国日本国大使館及び関係機関に心より感謝の意を表するものである。

平成14年2月

国際協力事業団

総 裁 川 上 隆 朗

金属鉱業事業団

理事長 松 田 憲 和

要 約

本報告書はチュニジア共和国クリブ-メジェズ・エルバブ地域における資源開発協力基礎調査の平成11年度から平成13年度までの3か年にわたる調査結果をまとめたものである。

現地調査は第1年次が平成12年2月7日から平成12年3月17日の期間に、第2年次が平成12年9月12日から平成13年3月5日の期間に、第3年次が平成13年8月26日から平成14年1月25日の期間にチュニジア共和国工業省の協力のもとに、国際協力事業団及び金属鉱業事業団が派遣した調査団によって実施された。

第1年次の調査として、既存データ収集、衛星画像解析、写真地質解析、地質調査及び物理探査(重力法、IP法、磁気探査法)が実施された。既存データ収集及び衛星画像解析はクリブ-メジェズ・エルバブ地域(面積550km²)を対象として行われた。これらの調査の結果、要調査地区としてブキル(面積25km²)、ラクワット-アルグブ・アダマ(面積25km²)、バジナ・ケビラ(面積25km²)及びウェド・ジェブス(面積25km²)の4地区が選出された。写真地質解析及び地質調査は選出された4地区で実施され、鉱床・鉱徴地の確認が行われた。物理探査は選出されたブキル地区及びラクワット-アルグブ・アダマ地区で実施され、鉱化を示唆する物理探査異常が抽出された。

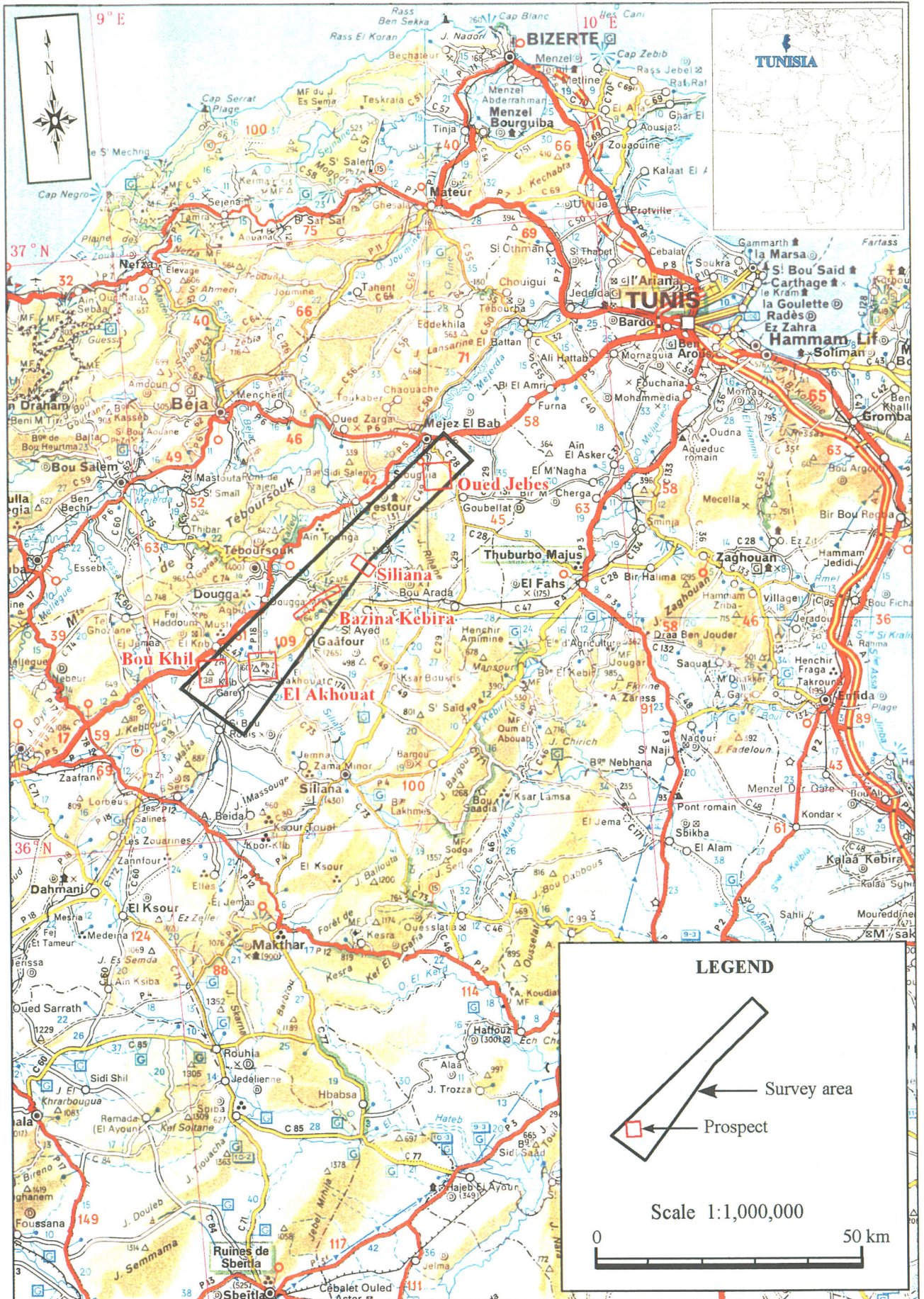
第2年次の調査として、物理探査(重力法、IP法)及びボーリング調査が実施された。物理探査はバジナ・ケビラ地区及びシリアナ地区を対象として、既知鉱徴地を含む11.25km²の範囲で実施され、鉱化を示唆する物理探査異常が抽出された。ボーリング調査は第1年次調査の結果に基づいて抽出されたブキル地区及びラクワット-アルグブ・アダマ地区で実施され、合計6孔、総掘削長1933.50mのボーリングが行われた。その結果、ラクワット-アルグブ・アダマ地区のMJTK-L2孔で、白亜紀の炭酸塩岩類中に掘進長16.0m(平均品位Pb+Zn4.27%)、掘進長11.8m(平均品位Pb+Zn6.30%)及び掘進長32.0m(平均品位Pb+Zn4.14%)の鉱化帯3層を捕捉した。

第3年次の調査として、物理探査(重力法、IP法)及びボーリング調査が実施された。物理探査はウェド・ジェブス地区及びラクワット-アルグブ・アダマ地区を対象として、既知鉱徴地を含む約8.0km²の範囲で実施され、鉱化を示唆する物理探査異常が抽出された。ボーリング調査は第2年次及び第3年次調査の結果に基づいて抽出されたシリアナ地区、バジナ・ケビラ地区、ラクワット-アルグブ・アダマ地区及びウェド・ジェブス地区で実施され、合計5孔、総掘削長1487.10mのボーリングが行われた。その結果、シリアナ地区のMJTK-A1、バジナ・ケビラ地区のMJTK-C1、ラクワット-アルグブ・アダマ地区のMJTK-L5及びウェド・ジェブス地区のMJTK-O1の計4孔で、白亜紀の炭酸塩岩類中に微弱ながら鉛亜鉛鉱化作用の存在を確認した。

本地域の鉱床は炭酸塩岩類を母岩とするミシシッピバレー型又はCarbonate-hosted Pb-Zn型である。調査の実施に当たっては、地質調査と複数の物理探査(重力法、IP法)を組み合わせた調査を実施した。調査結果に基づく地質及び地質構造データに、重力基盤と比抵抗構造とを組合せ、地下構造の推定を行い、重力基盤周辺の高～中比抵抗帯に高分極率異常が重複する箇所が鉱化帯であるという作業仮説を提案した。この作業仮説に基づき新鉱化帯として抽出されたラクワット-アルグブ・アダマ地区のボーリング調査で着鉱したことにより、地質調査と複数の物理探査の組み合わせが有効であることが確認され、本地域における潜頭鉱床を探る方法が理論的にも実際的にも確立されつつある。このことは本地域で今後の潜頭鉱床探査を展開するにあたり、極めて有力な武器となっていくことであろう。

また、要調査地区の全てで鉱化作用の存在が確認され、本地域の鉱化ポテンシャルが決して小さくないことが明らかとなってきた。本調査では、捕捉された全ての物理探査異常に対してボーリング調査が行われてはいないので、今後さらにボーリングを実施することにより、新鉱床が捕捉される可能性は残っている。例えば、ウェド・ジェブス地区のBou Mous 鉱徴地やRag el Bagrat 鉱徴地は、分極率異常が認められているが、ボーリング調査が行われていない。また、ボーリングを実施した同地区のDar Chebka 鉱徴地周辺にも探鉱の余地が残っている。

そのほか、ラクワット-アルグブ・アダマ地区で着鉱した新鉱化帯の追跡を行い、鉱化の具体的な形状を把握して、新鉱床の存在を明らかにすることも、今後の探査のひとつの方向である。



クリブ-メゼス・エルバブ地域位置図

目 次

はしがき

要 約

クリブ-メジェズ・エルバブ地域位置図

第1章 序 論	1
1.1 調査概要	1
1.1.1 調査の経緯及び目的	1
1.1.2 調査地域	1
1.1.3 調査内容及び調査量	2
1.1.4 調査期間及び調査員	3
1.2 調査地域の概要	3
1.2.1 位置及び交通	3
1.2.2 地形及び水系	4
1.2.3 気候及び植生	4
第2章 クリブ-メジェズ・エルバブ地域	6
2.1 調査地域の地質背景	6
2.1.1 テュニジア共和国の一般地質	6
2.1.2 クリブ-メジェズ・エルバブ地域の一般地質	10
2.2 衛星画像解析	12
2.2.1 目的及び解析対象範囲	12
2.2.2 LANDSAT-TM 画像解析	13
2.2.3 JERS-1 SAR 画像解析	21
第3章 ブキル地区	25
3.1 地 質	25
3.1.1 地質及び地質構造	25
3.1.2 鉱 徴 地	29
3.2 物理探査	30
3.2.1 調査方法	30
3.2.2 重 力 法	31
3.2.3 IP 法	36
3.2.4 室内試験	41
3.3 ボーリング調査	43
3.3.1 調査概要	43

3.3.2	調査結果	44
第4章	ラクワット-アルグブ-アダマ地区	47
4.1	地質	47
4.1.1	地質及び地質構造	47
4.1.2	鉱徴地	51
4.2	物理探査	52
4.2.1	調査方法	52
4.2.2	重力法	53
4.2.3	IP法	57
4.2.4	磁気法	63
4.2.5	室内試験	65
4.3	ボーリング調査	65
4.3.1	調査概要	65
4.3.2	調査結果	65
第5章	バジナ-ケピラ地区	73
5.1	地質	73
5.1.1	地質及び地質構造	73
5.1.2	鉱徴地	76
5.2	物理探査	78
5.2.1	調査方法	78
5.2.2	重力法	78
5.2.3	IP法	81
5.2.4	室内試験	88
5.3	ボーリング調査	90
5.3.1	調査概要	90
5.3.2	調査結果	92
第6章	シリアナ地区	95
6.1	地質概要	95
6.2	物理探査	95
6.2.1	調査方法	95
6.2.2	重力法	96
6.2.3	IP法	98
6.3	ボーリング調査	105
6.3.1	調査概要	105
6.3.2	調査結果	106

第7章 ウェド・ジェブス地区	108
7.1 地 質	108
7.1.1 地質及び地質構造	108
7.1.2 鉍化作用	111
7.2 物理探査	113
7.2.1 調査方法	113
7.2.2 重 力 法	114
7.2.3 IP 法	121
7.2.4 室内試験	140
7.3 ボーリング調査	140
7.3.1 調査概要	140
7.3.2 調査結果	140
第8章 調査結果の総合検討	143
8.1 品位-鉍量モデルとの比較	143
8.2 広域重力分布と地質及び鉍床	144
8.3 鉍化モデル	146
第9章 結論及び提言	147
9.1 結 論	147
9.2 提 言	152
文 献	153
附 図	153

図 表 一 覧

- 図 1 調査地域位置図
- 図 2 調査地域の地形
- 図 3 テュニジア共和国北部の地質図
- 図 4 テュニジア共和国北部の地質構造区分図
- 図 5 ダイアピル構造の模式的な断面
- 図 6 衛星画像位置及び解析範囲図
- 図 7 フォールスカラー画像 (RGB=3・2・1)
- 図 8 フォールスカラー画像 (RGB=7・4・1)
- 図 9 主成分圧縮画像 (RGB=PC2・PC3・PC4)
- 図 10 LANDSAT-TM 地質構造解析図
- 図 11 SAR 画像リニアメント解析図
- 図 12 SAR 画像地質単元区分図
- 図 13 ブキル地区地質概略図
- 図 14 ブキル地区地質模式層序図
- 図 15 ブキル地区のダイアピル構造と地質
- 図 16 ブキル鉱床北西-南東地質断面図
- 図 17 ブキル地区からシリアナ地区までの広域重力図
- 図 18 ブキル地区重力図・残差重力図・重力鉛直 1 次微分図
- 図 19 ブキル地区重力断面解析パネル図
- 図 20 ブキル地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図
- 図 21 ブキル地区 IP 法解析分極率断面パネル図
- 図 22 ブキル地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図
- 図 23 ブキル地区 IP 法解析分極率平面パネル図
- 図 24 ブキル地区物理探査総合解析図
- 図 25 ボーリング位置図 (ブキル地区)
- 図 26 ボーリング地質断面図 (MJTK-B1 孔)
- 図 27 ボーリング地質断面図 (MJTK-B2 孔)
- 図 28 ラクワット-アルグブ・アダマ地区地質概略図
- 図 29 ラクワット-アルグブ・アダマ地区地質模式層序図
- 図 30 Jebel ech Cheid ダイアピルの断面モデル
- 図 31 ラクワット-アルグブ・アダマ地区重力図・残差重力図・重力鉛直 1 次微分図
- 図 32 ラクワット-アルグブ・アダマ地区重磁力断面解析パネル図 (No.1)

- 図 33 ラクワット-アルグブ・アダマ地区重磁力断面解析パネル図 (No.2)
- 図 34 ラクワット-アルグブ・アダマ地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図
- 図 35 ラクワット-アルグブ・アダマ地区 IP 法解析分極率断面パネル図
- 図 36 ラクワット-アルグブ・アダマ地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図
- 図 37 ラクワット-アルグブ・アダマ地区 IP 法解析分極率平面パネル図
- 図 38 ラクワット-アルグブ・アダマ地区物理探査総合解析図
- 図 39 ラクワット-アルグブ・アダマ地区全磁力線図
- 図 40 ボーリング位置図 (ラクワット-アルグブ・アダマ地区)
- 図 41 ボーリング地質断面図 (MJTK-L1・L3 孔)
- 図 42 ボーリング地質断面図 (MJTK-L2 孔)
- 図 43 ボーリング地質断面図 (MJTK-L4 孔)
- 図 44 ボーリング地質断面図 (MJTK-L5 孔)
- 図 45 バジナ・ケビラ地区地質模式層序図
- 図 46 バジナ・ケビラ地区地質概略図
- 図 47 Koudiat Safra 鉱床北西-南東地質断面図
- 図 48 Koudiat Soda 鉱床北西-南東地質断面図
- 図 49 バジナ・ケビラ地区重力図・残差重力図・重力鉛直 1 次微分図
- 図 50 バジナ・ケビラ地区重力断面解析パネル図 (No.1)
- 図 51 バジナ・ケビラ地区重力断面解析パネル図 (No.2)
- 図 52 バジナ・ケビラ地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図
- 図 53 バジナ・ケビラ地区 IP 法解析分極率断面パネル図
- 図 54 バジナ・ケビラ地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図
- 図 55 バジナ・ケビラ地区 IP 法解析分極率平面パネル図
- 図 56 バジナ・ケビラ地区物理探査総合解析図
- 図 57 ボーリング位置図 (バジナ・ケビラ地区)
- 図 58 ボーリング地質断面図 (MJTK-C1 孔)
- 図 59 ボーリング地質断面図 (MJTK-C2 孔)
- 図 60 シリアナ地区重力図・残差重力図・重力鉛直 1 次微分図
- 図 61 シリアナ地区重力断面解析パネル図
- 図 62 シリアナ地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図
- 図 63 シリアナ地区 IP 法解析分極率断面パネル図
- 図 64 シリアナ地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図
- 図 65 シリアナ地区 IP 法解析分極率平面パネル図
- 図 66 シリアナ地区物理探査総合解析図

- 図 67 ボーリング位置図 (シリアナ地区)
- 図 68 ボーリング地質断面図 (MJTK-A1 孔)
- 図 69 ウェド・ジェブス地区地質模式層序図
- 図 70 ウェド・ジェブス地区地質概略図
- 図 71 Oued Jebes 鉍徴地北西-南東地質断面図
- 図 72 Kef Lasfra 鉍徴地北西-南東地質断面図
- 図 73 ウェド・ジェブス地区重力図・残差重力図・重力鉛直 1 次微分図
- 図 74 ウェド・ジェブス OA 地区重力断面解析パネル図
- 図 75 ウェド・ジェブス OB 地区重力断面解析パネル図
- 図 76 ウェド・ジェブス OC 地区重力断面解析パネル図
- 図 77 ウェド・ジェブス OD 地区重力断面解析パネル図
- 図 78 ウェド・ジェブス OA 地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図
- 図 79 ウェド・ジェブス OA 地区 IP 法解析分極率断面パネル図
- 図 80 ウェド・ジェブス OA 地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図
- 図 81 ウェド・ジェブス OA 地区 IP 法解析分極率平面パネル図
- 図 82 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図
- 図 83 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法解析分極率断面パネル図
- 図 84 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図
- 図 85 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法解析分極率平面パネル図
- 図 86 ウェド・ジェブス OC・OD 地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図
- 図 87 ウェド・ジェブス OC・OD 地区 IP 法解析分極率断面パネル図
- 図 88 ウェド・ジェブス OC・OD 地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図
- 図 89 ウェド・ジェブス OC・OD 地区 IP 法解析分極率平面パネル図
- 図 90 ウェド・ジェブス OA 地区物理探査総合解析図
- 図 91 ウェド・ジェブス OB 地区物理探査総合解析図
- 図 92 ウェド・ジェブス OC・OD 地区物理探査総合解析図
- 図 93 ボーリング位置図 (ウェド・ジェブス地区)
- 図 94 ボーリング地質断面図 (MJTK-O1 孔)
- 図 95 品位-鉍量モデル
- 図 96 既存データ解析結果図
- 図 97 鉍化モデル

- 表 1 調査内容及び調査量
表 2 調査期間
表 3 調査計画及び協定折衝参加者
表 4 現地調査員
表 5 テュニスの気象データ
表 6 衛星画像解析対象範囲の緯度・経度
表 7 LANDSAT-TM データ諸元
表 8 LANDSAT-TM の観測波長域及び地表分解能
表 9 LANDSAT-TM 地図投影パラメータ
表 10 各主成分の固有値及び寄与率
表 11 各主成分の固有ベクトル
表 12 LANDSAT-TM 判読チャート (RGB=7・4・1)
表 13 JERS-1 SAR データ諸元
表 14 JERS-1 SAR センサの仕様
表 15 ブキル地区 Chantier 2 鉱況一覧
表 16 MJTK-B1 孔鉱況一覧
表 17 年代層序区分 (MJTK-L1 孔)
表 18 岩石薄片観察結果 (MJTK-L2 孔)
表 19 鉱石研磨片観察結果 (MJTK-L2 孔)
表 20 MJTK-L2 孔鉱況一覧

- 附図 1 ボーリング柱状図 (MJTK-B1 孔)
附図 2 ボーリング柱状図 (MJTK-B2 孔)
附図 3 ボーリング柱状図 (MJTK-L1 孔)
附図 4 ボーリング柱状図 (MJTK-L2 孔)
附図 5 ボーリング柱状図 (MJTK-L3 孔)
附図 6 ボーリング柱状図 (MJTK-L4 孔)
附図 7 ボーリング柱状図 (MJTK-L5 孔)
附図 8 ボーリング柱状図 (MJTK-C1 孔)
附図 9 ボーリング柱状図 (MJTK-C2 孔)
附図 10 ボーリング柱状図 (MJTK-A1 孔)
附図 11 ボーリング柱状図 (MJTK-O1 孔)