

## 4.2.2 鉱床概要

補足的現地地質調査を実施した 13 鉱床の概要を以下に述べる(巻末資料 I の 2.1)。

### (1) Tiris 鉄鉱層群と Koedia-Idjill 縞状鉄鉱層群

Tiris 鉄鉱層群と Koedia-Idjill 縞状鉄鉱層(BIF)群が分布する Zouerate 地域は、Nouakchott の北東約 700km に位置し、車で約 12 時間を要す。本地域は Reguibat 楯状地の中央部に位置している。これらの鉄鉱層は 1955 年から開発されており、2003 年は 19.6 百万 t の鉄鉱石を産出した。

本地域は始生界 Tiris 層群、原生界と考えられる Idjill 層群 およびこれらを被覆する第四紀層からなる(図 4.2.5, 図 4.2.6, 図 4.2.7)。

Tiris 層群は、始生界起源の砕屑物を原岩とする変成岩(変鉄質珪岩・レプチナイト)、角閃岩などからなる(BRGM, 1975))。Tiris 層群の鉄鉱床は変鉄質珪岩中の粗粒磁鉄鉱体である。鉱石は粗粒磁鉄鉱からなり、Fe 品位は 35-42%である。鉄鉱石としては低品位であるため、磁力選鉱によって Fe 品位を 65-66%まで向上させている。

一方、Idjill 層群は Tiris 層群上にナップでのし上がっている。ナップには El Hadej ユニット、La breche ユニット、L'Achouil ユニット、Tazadit ユニット、Zouerate ユニット、Hamariat ユニットおよび M'Haoudat ユニットの 7 ユニットが認められる(Bronner et al., 1992)。Idjill 層群のナップの一つである Tazadit ユニットはイタビライト層が卓越し、片岩、非鉄質珪岩を伴う(BRGM, 1975))。Koedia-Idjill 縞状鉄鉱層群の鉱床は、Tazadit ユニット中に分布するイタビライト層(縞状含赤鉄鉱珪岩)である。イタビライト層は層厚 300-2,000m、延長 30km で、下位から珪質千枚岩、珪質イタビライト(35-45% Fe)、赤鉄鉱イタビライト(63-64% Fe)からなる(BRGM, 1975)。鉱床は赤鉄鉱イタビライトであり、層厚は約 150m で、厚さ数 mm の縞状構造が発達している。高品位鉱体は鱗片状赤鉄鉱が濃集した部分で、Fe 品位は 67-68%になる。これらの鉱床は採掘されており、最大のピット(Tazadit T01)の大きさは長径 700m、短径 500m、深さ 500m の規模を有している。

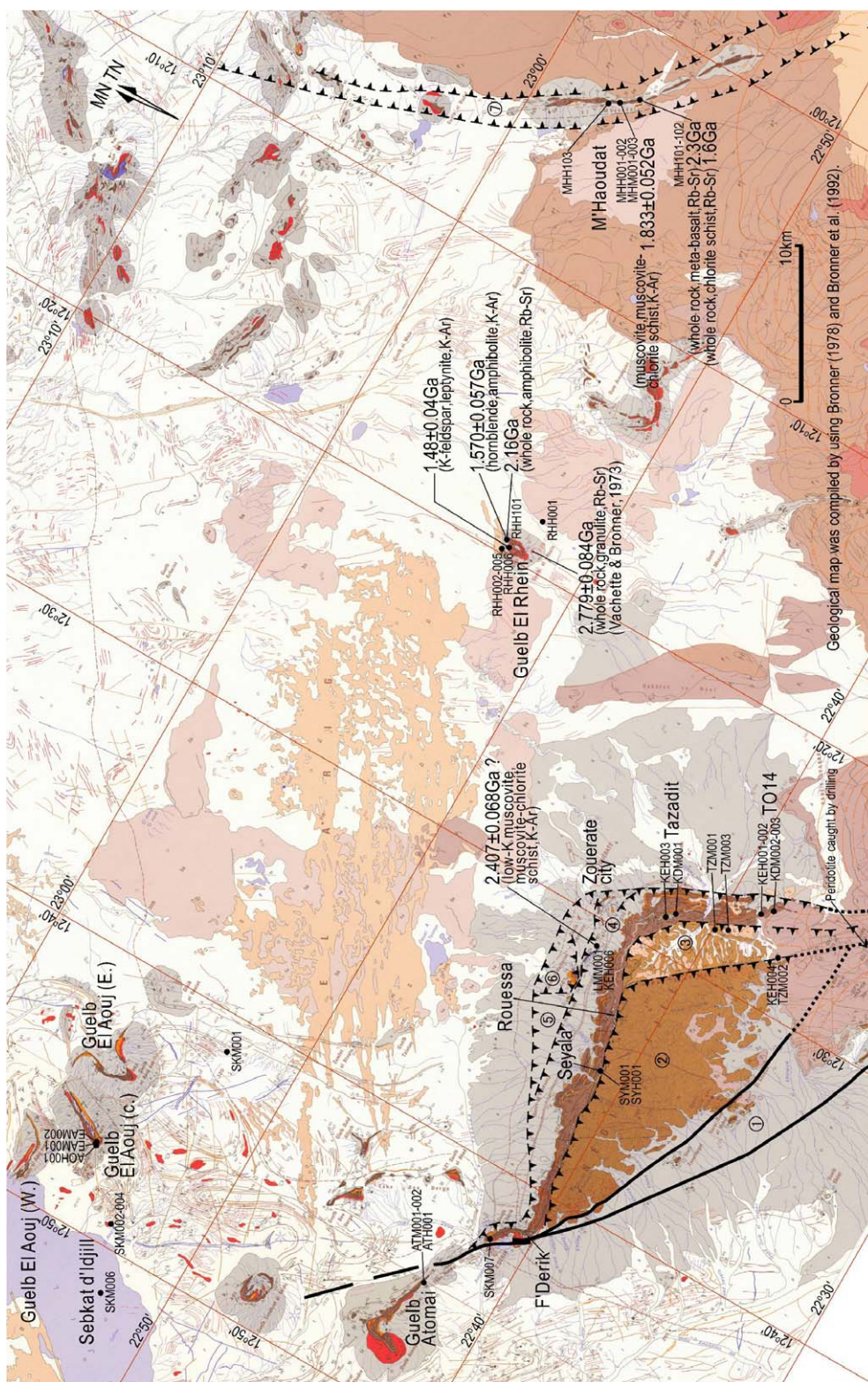
Tiris 鉄鉱層群と Koedia-Idjill 縞状鉄鉱層群については、4.3. で詳述する。

現在稼行中の鉱床は、Koedia-Idjill 縞状鉄鉱層群の Tazadit T014 鉱体、Seyala 鉱床および M'Haoudat 鉱床であり、Tiris 鉄鉱層群の El Rhein 鉱床である。2002 年現在の埋蔵鉱量を表 4.2.1 に示す。

表 4.2.1 鉄鉱石埋蔵鉱量 (2002 年現在)

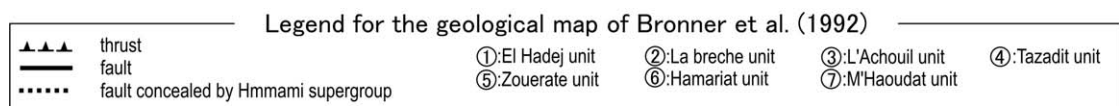
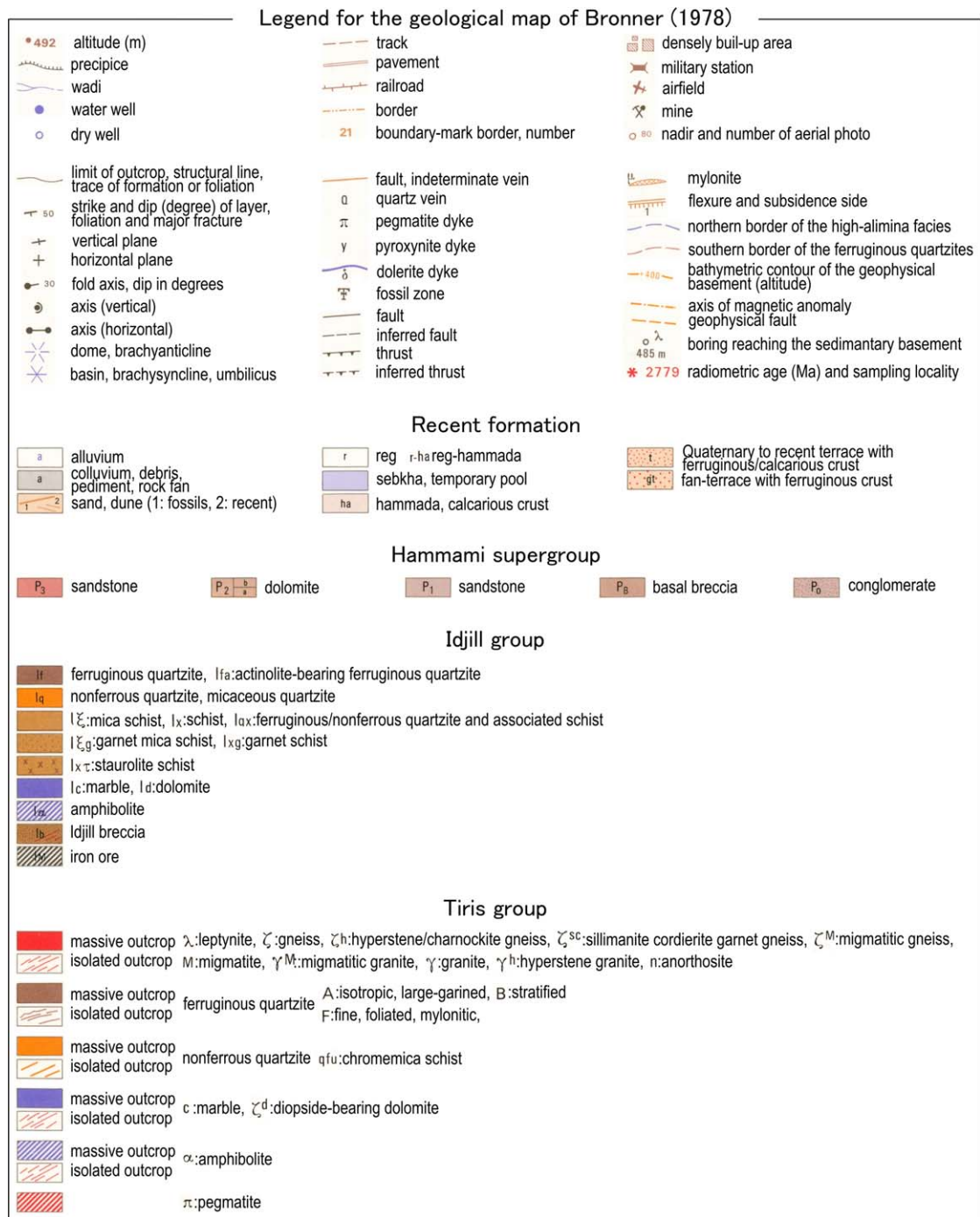
Deposit	Reserves (Mt)	Grade (% Fe)	Remarks
Tazadit T014	170	67	hematite ore
M' Haoudat	(not available)	66	hematite ore
El Rhein	342	37	magnetite ore
El Aouj	287	40	magnetite ore
Atomai	616	36	magnetite ore

(Source: SNIM unpublished data)



(compiled by using Bronner, 1974 and Bronner et al., 1992)

图 4.2.5 Zouerate 地域広域地質平面図

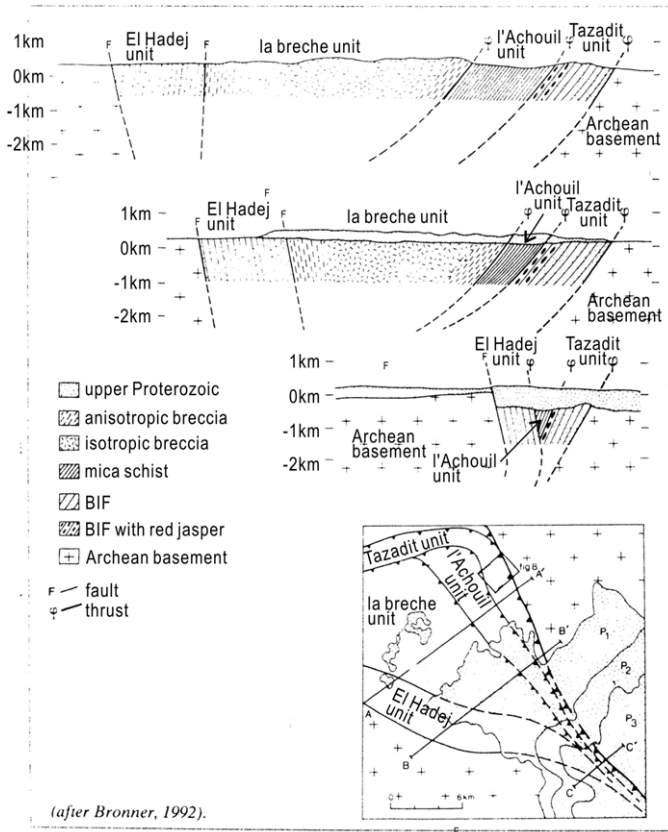
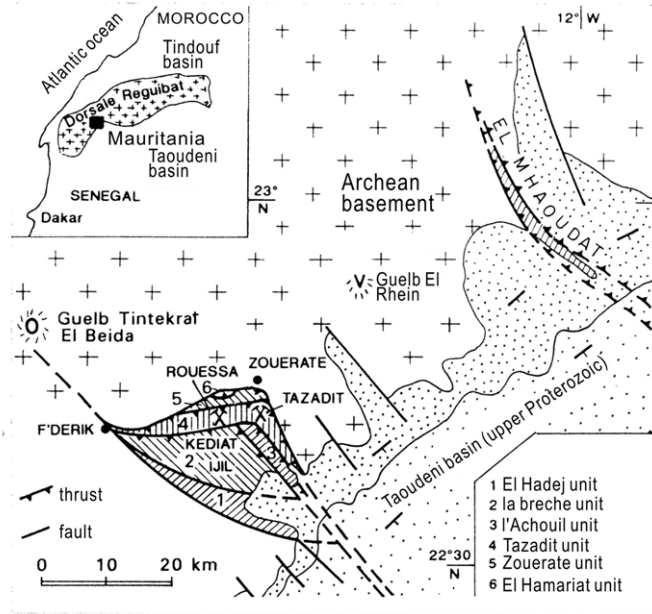


•RHH001 sample locality and sample name (this study)

1.48 ± 0.04 Ga ..... Isotopic ages by this study

图 4.2.6 Zouerate 地域広域地質凡例





(after Bronner et al., 1992)

图 4.2.7 Zouerate 地域地質断面图

## (2) Sfariat-Zednes

Sfariat-Zednes 地域は Zouerate 市の北東約 200km に位置し、車で約 3 時間を要す。本地域は OMRG が EU の支援によって金を対象に調査を実施した。本地域は Reguibat 楯状地の中央部に位置する。始生代の片麻岩、石灰岩、花崗岩類、ミグマタイト、角閃岩等で構成される(図 4.2.8)。NW-SE ないし WEW-ESE 系の断層が発達する構造帯をなし、岩石は著しく破断される。BIF は全体として 3 列が発達し、層厚 10-30m、延長は 70km 以上である。走向は N40-70° W、傾斜 30-50° N を呈す。本地域には緑色岩の分布が少なく、また殆ど鉱化変質が見られないが、西部に分布する BIF の極一部に、層厚 10m、延長約 1km にわたり弱珪化、赤鉄鉱化、褐鉄鉱化している。しかし、マラカイトなどの銅鉱化や金鉱化は確認できない。

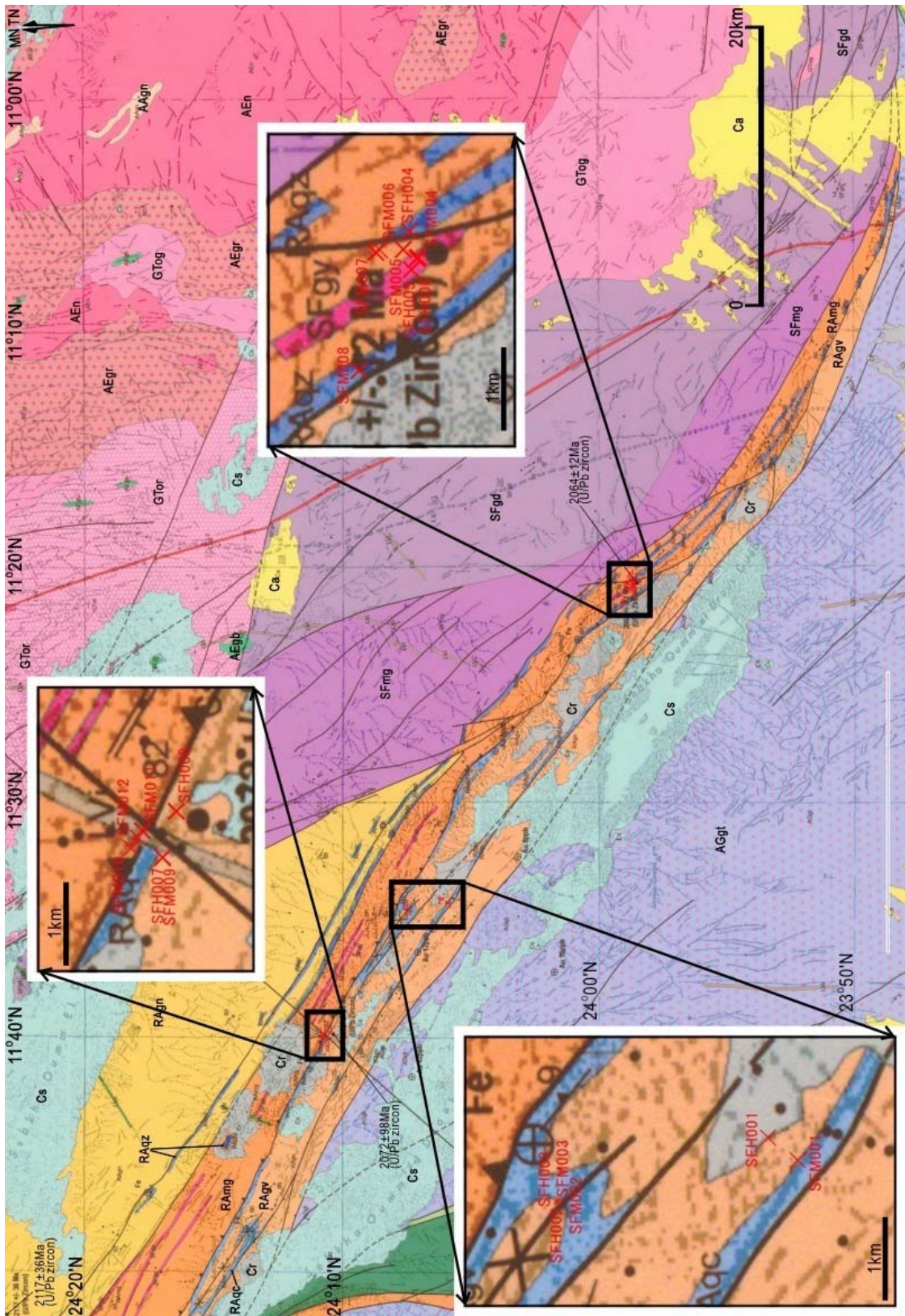


图 4.2.8 Sfariat 地域地質平面図

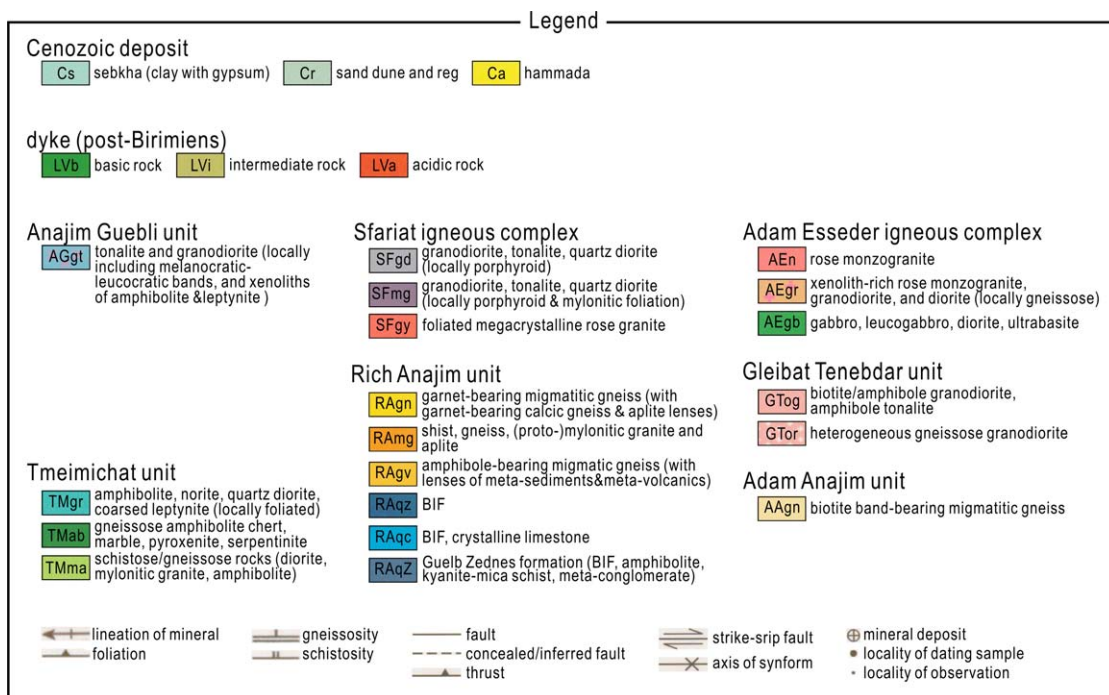


図 4.2.9 Sfariat 地域地質凡例

### (3) Tasiast 地域

Tasiast 地域は Nouakchott の北約 300km に位置し、車で約 5 時間を要す。本地域は Reguibat 楯状地の南西部に位置する。本地域には始生代 Amsaga 基盤層中の片麻岩、花崗岩および N-S 系のグリーンストーン帯が分布している。本地域は 1990 年代初めまで BIF を対象とした鉄鉱床地域として位置付けられていた。BRGM(1975)は、低品位鉄で  $Fe_2O_3$  44-48%、高品位鉄で  $Fe_2O_3$  72-80%の合計鉄量 30 百万 t を計上した。

近年、世界的規模で始生代グリーンストーン帯に orogenic gold 鉄床の賦存が判明し、このタイプの鉄床を対象に探査活動が活発になった。本地域も BIF を含む始生代のグリーンストーン帯であり、orogenic gold 鉄床の賦存の可能性が考えられたため、1993 年から 1996 年に OMRG は BRGM の協力を得て金を対象に地化学探査を実施した。土壌中の金の地化学異常(50-200ppb)地域は、150km x 50km の範囲と広域に及び、金の鉄化作用はグリーンストーンベルト中の BIF に伴われていることが判明した。さらに金の地化学異常地のトレンチ調査結果、延長 14m、平均 Au 品位 9.81g/t、8m で 6.31g/t、および 13m で 3.92g/t の 3 箇所の金鉄化帯を発見した(Artignan et al., 2000)。

その後、本地域でボーリング、トレンチ調査が OMRG の技術支援の下、外国企業によって追加実施され、ボーリング総延長は約 62,835m に達した。鉄床は BIF 中の石英細脈、石英網状および鉄染状金鉄床である。本鉄床の鉄量・品位は 2004 年 4 月に、確定・推定鉄量 12.07 百万 t、平均品位 Au 3.06g/t、金量 118.5 万 oz(36.8t)、資源量 12.4 百万 t、Au 2.25g/t、金量 89.9 万 oz(27.9t)が公表された。現在、Tasiast 金鉄床は 2006 年の生産開始



を目指して Tasiast Mauritania Ltd.(カナダ)によって開発中である。

Tasiast 地域の Piment 地区を中心に調査した。Piment 地区は露頭が少なく、トレンチ調査で残されたズリを中心に観察、サンプリングを行った。Tasiast Piment 鉱床の鉱化作用の特徴は 4.3.で述べる。

#### (4) Tijirit

Tijirit 地域は Nouakchott の北東約 410km に位置し、車で約 7 時間を要す。本地域は Reguibat 楯状地の南西部、Tasiast 鉱床の東北東約 120km に位置する。本地域には始生代とされる塩基性火山岩、角閃岩、蛇紋岩、片岩類が分布する(PRISM, 2004)。NNE-SSW 系の構造が顕著で、同方向の斑糲岩および安山岩岩脈が発達する。Tijirit 地域には Ator 金鉱脈など幾つかの鉱脈が確認されている。Ator 鉱脈は、玄武岩、蛇灰岩中の断裂帯に沿う含金石英脈であり、2001 年に OMRG の広域調査で発見された。NNE 系とこれに斜行する NNW 系の走向からなる石英脈が雁行配列をなし、石英脈の規模は幅 0.4-3m、最大延長 200m である。600 x 400m の範囲に 7 脈が確認されている。本調査では Ator 金鉱脈を調査し、Au 15g/t の高品位を確認している。鉱化作用、鉱床の特徴は 4.3.で述べる。

#### (5) Guelb Moghrein

Guelb Moghrein 鉱床を含む Akjoujt 地域は、Nouakchott の北東約 250km に位置し、車で約 3 時間を要す。本地域はモーリタニア変動帯の北部に位置する。Guelb Moghrein 鉱床は Akjoujt 市の西約 5km に位置する。鉱床周辺は標高約 130m の準平原であるが、本鉱床頂部が珪質ゴッサンからなるため、高さ約 80m と 90m の二つの急傾斜な小丘を形成している。Guelb Moghrein 鉱床は 1967-1978 年にモ国で稼働していた唯一の銅・金鉱山(Akjoujt 鉱山)である。本鉱床は炭酸塩岩を交代した熱水性の含磁鉄銅金鉱床であるが、IOCG(iron-oxide copper gold deposit, (インテリムレポート巻末資料 I 参照)タイプの可能性が考えられている。1994-1995 年、鉱量評価のために地表から合計 8,000m のボーリング調査が General Gold International 社(豪州)によって実施された。その結果、確定埋蔵鉱量 23.6 百万 t、平均品位 Cu 1.88%、Au 1.41g/t、Co 143ppm が公表されている(Stickland and Martyn, 2001)。鉱床の特徴は 4.3.で述べる。

#### (6) Tabrinkout

Tabrinkout 銅・金鉱徴地は Akjoujt 市の東約 35 km に位置する。本調査では Tabrinkout の Jean-Marie 地区を調査した。本鉱徴地はタングステンの鉱徴地として当初選定されたが、調査の結果は銅・金の鉱徴地として捕らえるべきとの結論になった。

本鉱徴地には Guelb Moghrein 鉱床と同様に緑泥石片岩と炭酸塩岩の小ブロックが分布する。緑泥石片岩中に形成した含金・孔雀石(Cu)石英脈と孔雀石(Cu)鉱染が認められる。

本鉱徴地周辺の緑泥石片岩は NNE 方向に軸を持つ背斜構造を構成し、鉱徴地の緑泥石



片岩の片理は西側で走向 NNE-SSW、傾斜 30-75° W で、東側で傾斜 30-50° E を示す。  
 炭酸塩岩ブロックは幅 10-30m、長さ 50-100m で、全体として NNE 方向の伸長性を示す  
 (図 4.2.10)。

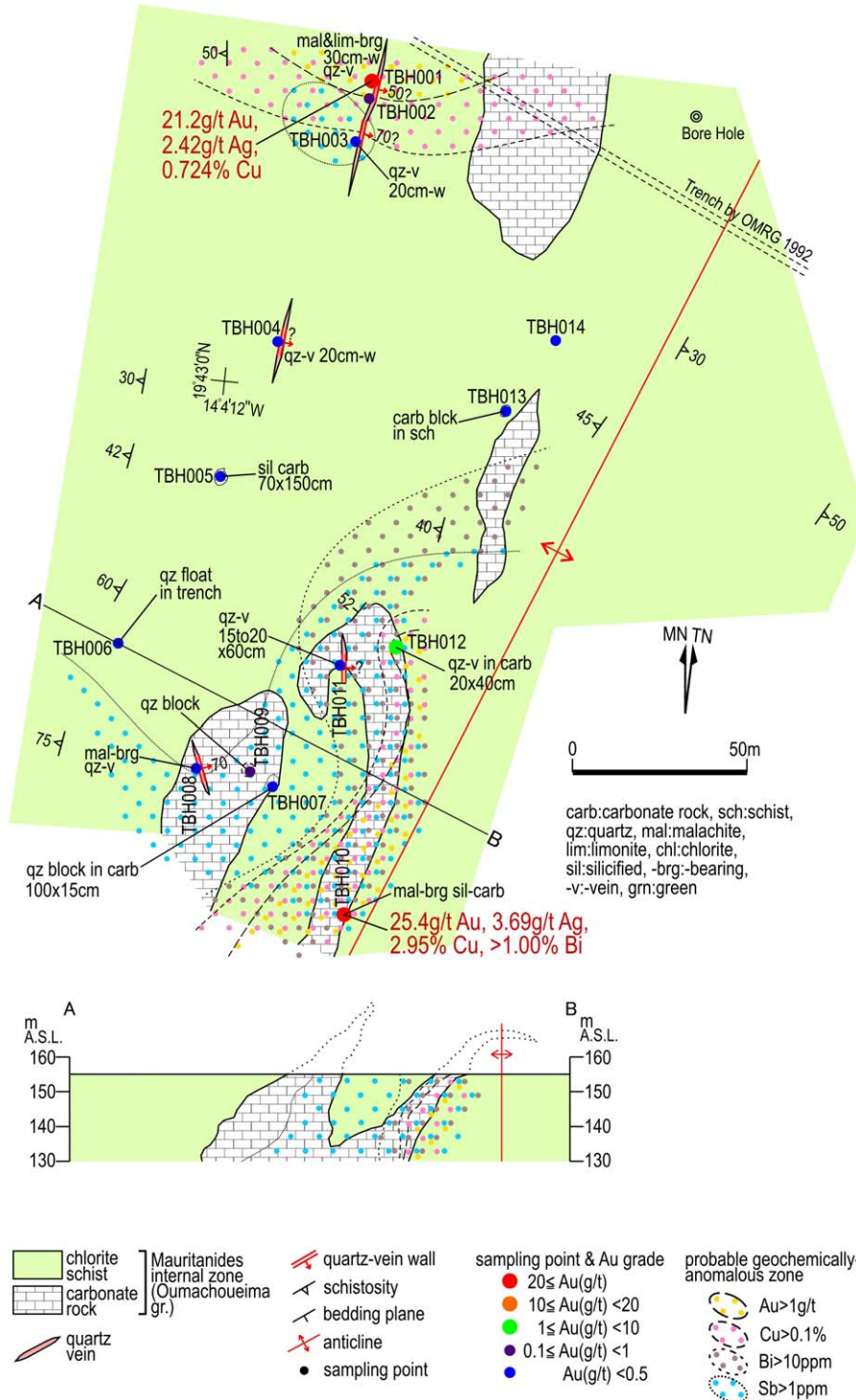


図 4.2.10 Tabrinkout 地質図および地化学異常図

本鉱徴地の石英脈は、緑泥石片岩中に走向 N-S、傾斜 50-70° E、脈幅 20-30cm、走向

延長 20-50m であり、条数は少なく、脈際の変質は弱い。1990 年代、BRGM が金をターゲットとしてトレンチ、ボーリング探鉱を実施した(Marenthier, 1997)。部分的に数 g/t の金を捕らえたが、地域全体(0.5km x 1km)としての金鉱化作用が弱いことも判明した。

地区西部の石英脈(TBH005)からは、鏡下で電気石が認められたが、タングステン鉱物はなかった(巻末資料 I の 2.3)。またこの電気石を含む石英脈の石英中の流体包有物は、大きさ 10-30  $\mu\text{m}$  で、NaCl の結晶を含む多相包有物に富み、均質化温度は 230-250°C の範囲にあり、塩濃度は 32-34wt%NaCl eq.である(インテリムレポート巻末資料 I)。電気石の高温での生成を裏付けている。

地区南東部の炭酸塩岩中には、細脈状あるいはレンズ状に産する石英・方解石集合体に部分的に孔雀石が認められる。ここでは、Au 25g/t, Cu 2.95%を示す鉱徴(THH010)が得られている。元素濃度の主成分分析による第 2 主成分中に、Au と強い正の相関を持つ元素として Bi, Cu, Pb, Sb, Se, Sn, Te が抽出された(インテリムレポート巻末資料 I)。

地化学異常図(図 4.2.4)には、Au >1g/t, Cu >0.1%, Bi>10ppm, Sb>1ppm の異常域(40m x 120m)が示される。銅・ビスマス・アンチモンの異常域は炭酸塩岩の分布域に相当する。また金 20g/t 以上の分析値が含孔雀石石英脈と孔雀石を伴う珪化を受けた炭酸塩岩の 2 試料に認められる。この地区南東部の炭酸塩岩は NNE 方向の背斜軸から 50m 以内にあり、褶曲構造による軸部に近傍に形成される開口割れ目が発達し、その割れ目を通じて鉱化が地表部まで及んだことが考察される。

Tabrinkout は、当初タングステン鉱徴地として調査されたが、本調査では、灰重石、鉄マンガン重石などのタングステン鉱物は地表部では認められない。また、本調査の地化学探査でもタングステンの最高値は 30.3 ppm である。過去の調査でタングステン鉱物は、ボーリングで採取された試料の顕微鏡によって少量認められたものである(BRGM, 1975)。ただし、Mineral Plan には、漂砂鉱床として品位 30-35%WO<sub>3</sub>のタングステン 9.4t を産出したとの記載がある。

Tabrinkout 鉱徴地での化学分析値の主成分分析では、Au と強い正の相関を持つ元素として Bi, Cu, Pb, Sb, Se, Sn, Te が抽出された。これらは、Guelb Moghrein 鉱床において明らかになった Au と強い正の相関を持つ元素(Ag, Bi, Cu, Pb, Sb, Se, Sn, Te)と組み合わせが類似しており、両者の鉱化作用が同様な環境・メカニズムで形成されたことを示している。このことは、石英脈中の流体包有物試験結果からも裏づけられる。すなわち、Tabrinkout 鉱徴地の石英脈中の流体包有物には、Guelb Moghrein 鉱床同様に NaCl の結晶を含む多相包有物、気相包有物が普遍的に観察され、それらの均質化温度、塩濃度の範囲も Guelb Moghrein 鉱床の石英脈とほぼ同一の範囲であった。このことは、両地区の鉱化が同様な高塩濃度下で進んだことを示している。従って、Tabrinkout 鉱徴地の炭酸塩岩下部には Guelb Moghrein 鉱床のような優良な鉱床が胚胎する可能性が高い。

## (7) Kadiar

Kadiar 銅・金鉱徴地は Nouakchott の東南約 500km に位置し、車で 11 時間を要す。本

鉍徴地にはモーリタニア変動帯の緑泥石-絹雲母片岩、変塩基性火山岩、蛇紋岩が分布する。鉍徴は主に緑泥石-絹雲母片岩中に形成されたレンズ状ないし塊状の珪化ゴッサンで、この珪化ゴッサン中に孔雀石の鉍染が認められる。珪化ゴッサンは片岩の片理面(平均走向 N31° W、傾斜 50° SW)に平行して NNW-SSE 方向に延長し、褐鉄鉍化は南北方向に数 km+の範囲に及んでいる。主要なゴッサンの規模は東西幅約 60m、南北延長 500m で、比高 10-30m の小丘を形成する(図 4.2.11)。

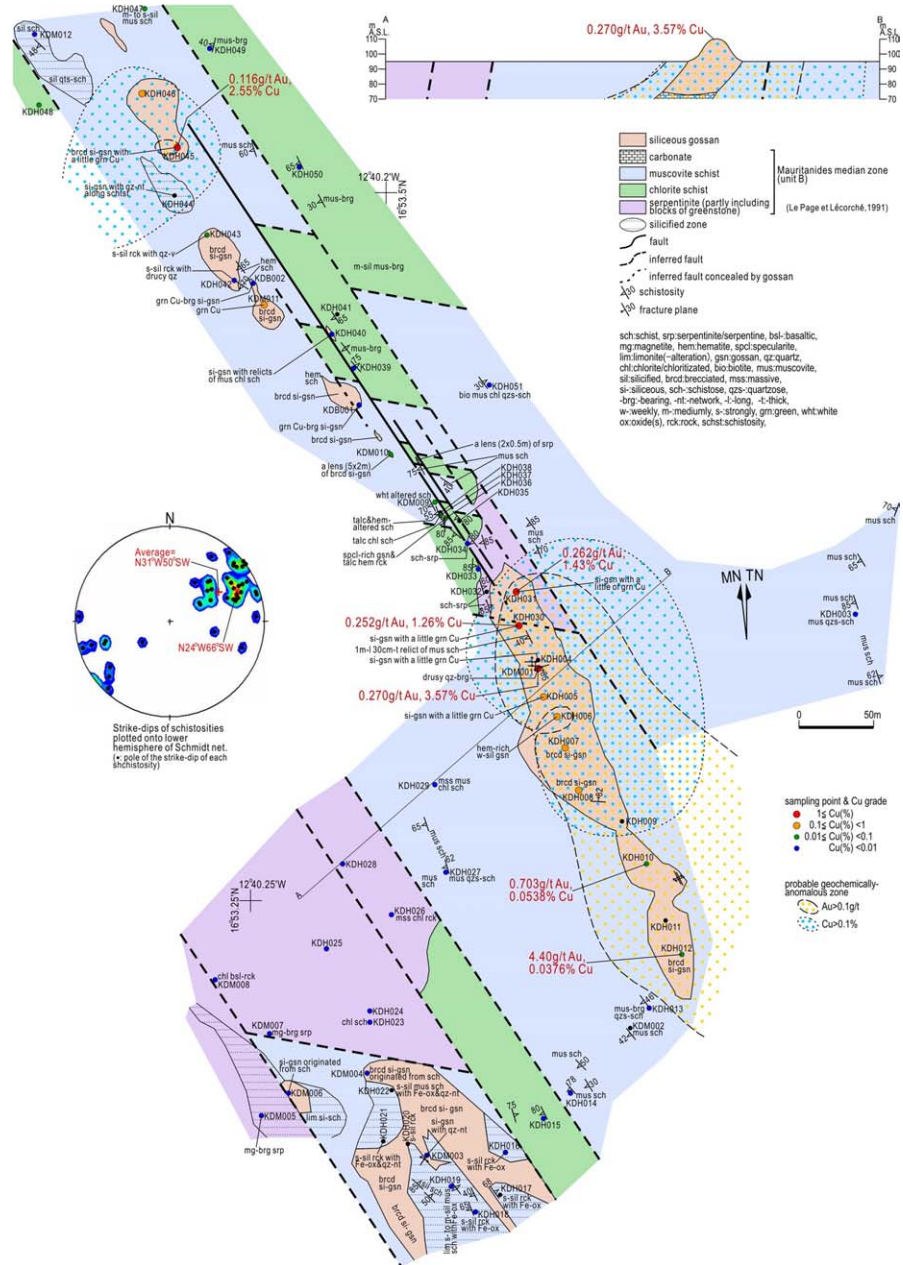


図 4.2.11 Kadiar 鉍徴地地質図

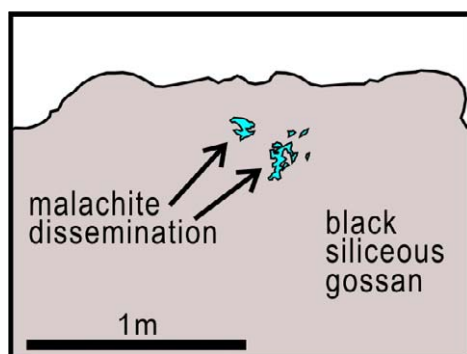
珪化ゴッサンは片岩中の炭酸塩岩を交代して形成された(BRGM, 1975)と見られ、孔雀石を主とする銅鉍化が珪化ゴッサンの割れ目に沿って鉍染状に認められる(図 4.2.12)。地



表下 20m までの酸化帯は Cu 1%を含有し、さらに深部 60m の硫化帯まで Cu 1%の鉱化作用が確認され、またボーリングによって Au 0.5-1.3g/t を確認されている(OMRG, 1995)。

本調査では孔雀石を伴う珪化ゴッサンで最高 Cu 3.6%、Au 4.4g/t の品位を把握した(巻末資料 I の 2.8)。鏡下では鉱石鉱物として孔雀石、珪孔雀石、針鉄鉱を確認した(巻末資料 I の 2.5)。

珪化ゴッサンを切る石英細脈中の石英の流体包有物は、大きさ 4-10 $\mu$ m で液体包有物に富む。液体包有物の均質化温度は 140-170 $^{\circ}$ C、と 270-370 $^{\circ}$ C に 2 区分されるが、150-160 $^{\circ}$ C に集中している。塩濃度は 0.4-11wt% NaCl eq. の低濃度である(巻末資料 I の 2.3)。



Kadiar  
location: 16 $^{\circ}$ 53.333'N, 12 $^{\circ}$ 40.144'W

図 4.2.12 Kadiar 銅徴地での孔雀石鉱染露头スケッチ

## (8) Indice 78

Indice 78 銅徴地は Kadiar 銅徴地の南南西約 30km に位置する。本銅徴地はモーリタニア変動帯の緑泥石片岩、緑泥石化安山岩中に形成された石英脈および孔雀石レンズである。緑泥石化安山岩岩体は 5m x 10m から 100m x 200m+の規模で、NNW-SSE の方向に連なって分布する。緑泥石片岩の片理は走向 N5-20 $^{\circ}$  W、傾斜 25-40 $^{\circ}$  W を示す(図 4.2.13)。

石英脈の走向は N5-20 $^{\circ}$  W、傾斜 25-70 $^{\circ}$  W、規模は脈幅 4-10m、延長 40-60m であり、主要な 6 脈が雁行状に露出している。石英脈のシュミットネットによる解析では、その平均は走向 N11 $^{\circ}$  W、傾斜 44 $^{\circ}$  SW を示した。緑泥石片岩中で石英脈は肥大する。脈の石英は白色、等糖状粒子を示す。本地域での銅と金の鉱化部は NNW-SSE の方向性を示す。この方向は石英脈の走向と共に、緑泥石片岩の片理方向と一致する。

石英脈中には孔雀石等の二次酸化銅鉱、黄銅鉱、輝銅鉱、自然金が見られる(巻末資料 I の 2.3)。緑泥石片岩、緑泥石化安山岩中には、広範囲にわたり小規模な孔雀石からなる銅鉱化が細脈状、鉱染状に産する。南部の孔雀石-輝銅鉱石英脈で最高 Cu 9.7%、Au 19.3g/t の品位を確認している(巻末資料 I の 2.5)。

石英脈中の石英の流体包有物は、大きさ 4-25 $\mu$ m で液体包有物、多相包有物からなる。液体包有物の均質化温度は 200-350 $^{\circ}$ C に集中し、塩濃度は 6-22wt% NaCl eq. であり、多相包有物の均質化温度は 120-170 $^{\circ}$ C に集中し、塩濃度は 27-30wt% NaCl eq. である(インテリム

レポート巻末資料 I)。これは塩濃度の高い流体が鉱化に関与したとみられる。

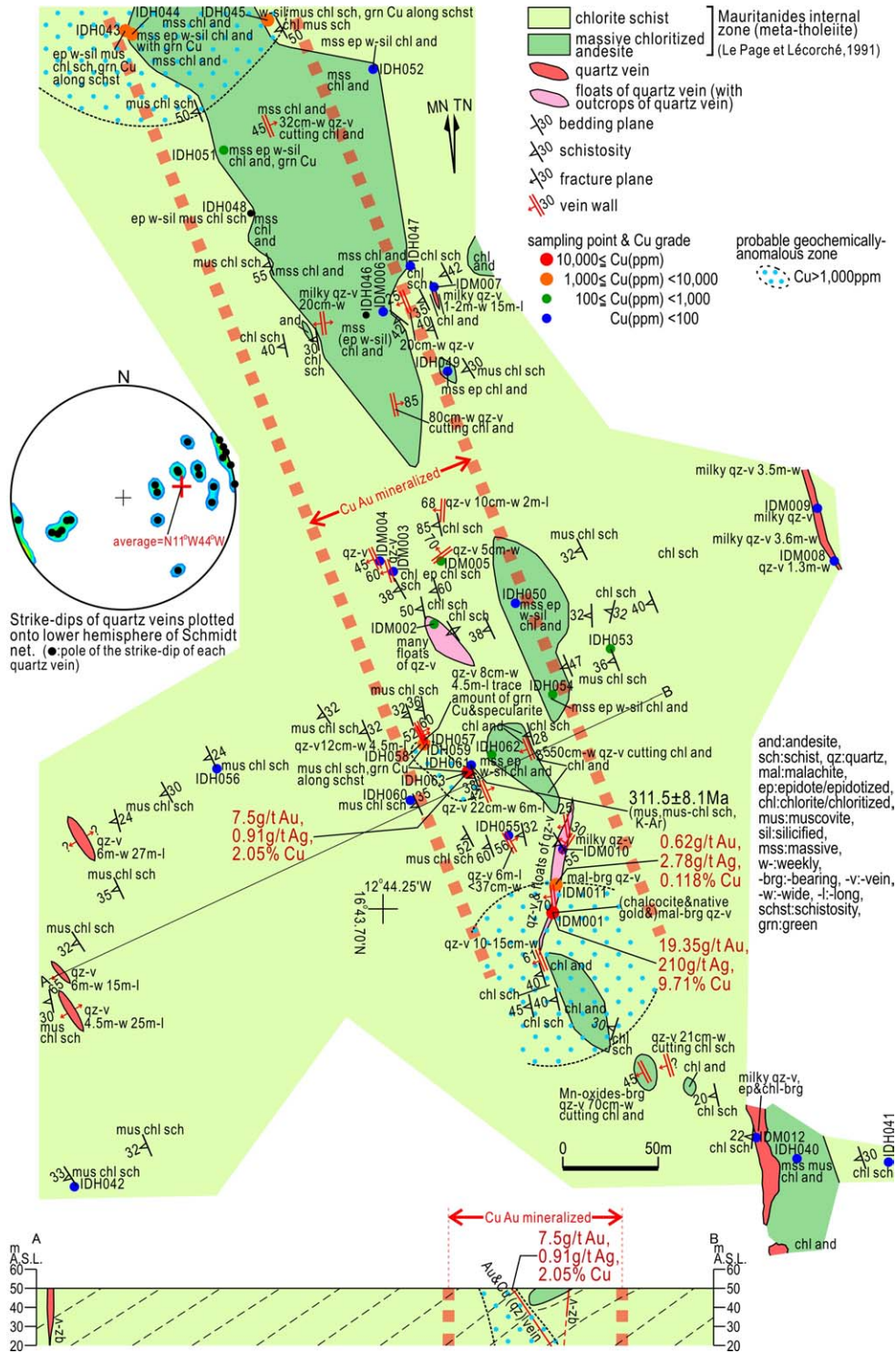


図 4.2.13 Indice 78 地質図および地化学図

## (9) Oudelemguil

Oudelemguil 鉱床は Nouakchott の東南約 600km に位置し、車で 10 時間を要す。本鉱床はモーリタニア変動帯のピクライト質玄武岩中に発達す含銀-孔雀石脈である(図 4.2.14)。

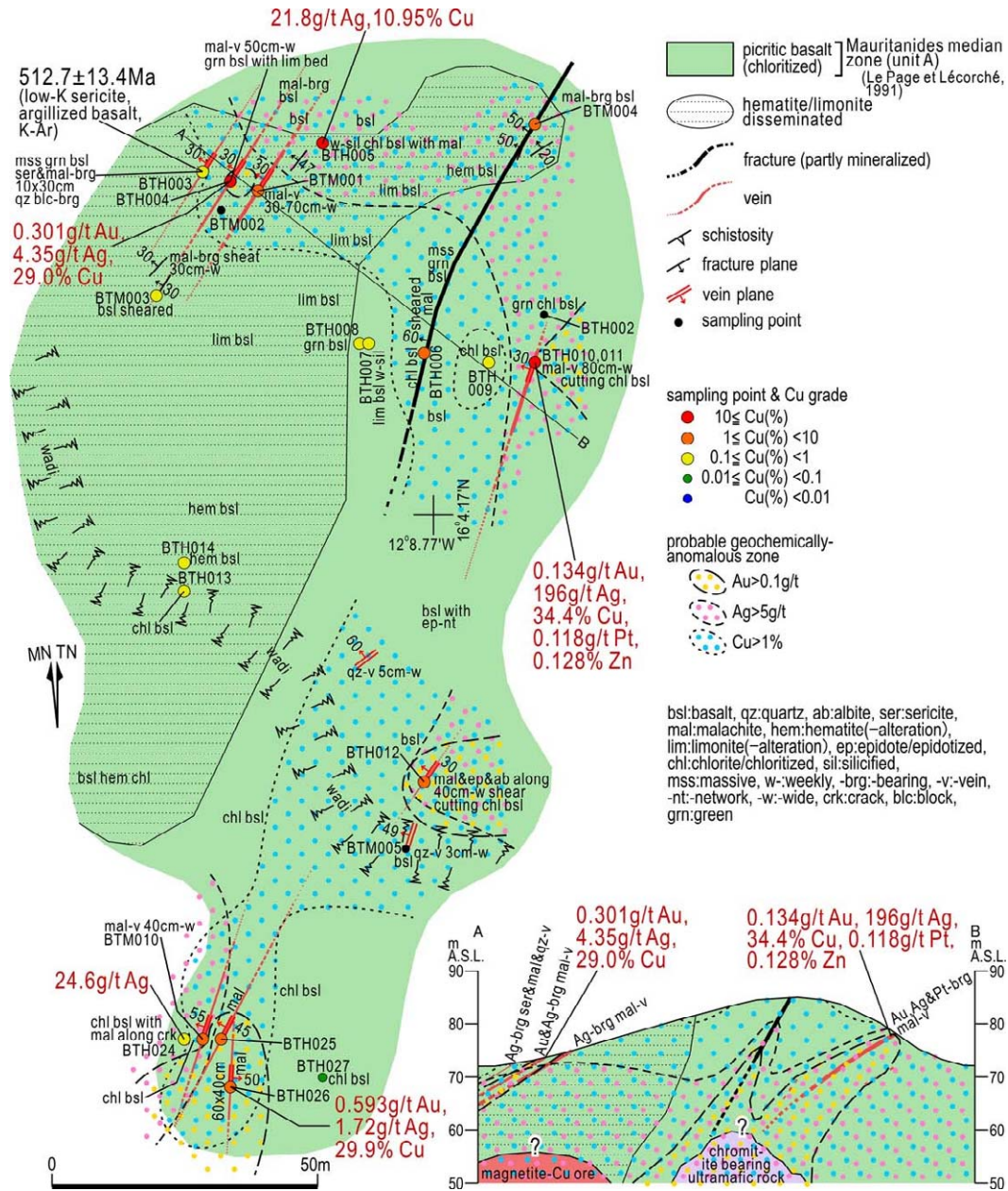


図 4.2.14 Oudelemguil 地質図および地化学図 (Principal 地区)

調査地域は北部の Principal 地区と約 1km 離れた南部の Ragel 地区(5m x 10m)からなる。Principal 地区は南北約 200m、東西約 100m の範囲に比高約 15m の小丘をなす。小



丘は玄武岩からなる(図 4.2.14)。丘の西半分は赤鉄鉱化、褐鉄鉱化している。

鉱脈は走向 N25-40° E、傾斜 30-55° W で、平行する 5 脈を確認した。脈幅 0.4-0.8m、最大延長 300m の規模を示す。本調査で最高 Cu 34.4%、Au 0.59g/t、Ag 196g/t の品位を確認した(巻末資料 I の 2.5)。また 1 箇所ではあるが、金銀鉱化を伴う孔雀石脈で Pt 品位 0.1ppm が確認された。孔雀石鉱化部の露頭の状況を図 4.2.15 に示す。

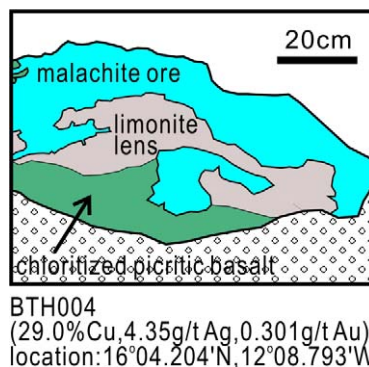


図 4.2.15 Oudelemguil 鉱床鉱化部の露頭

孔雀石脈の顕微鏡観察で、鉱石鉱物として孔雀石、珪孔雀石、コベリン、輝銅鉱、輝蒼鉛鉱、赤鉄鉱、針鉄鉱を確認した(巻末資料 I の 2.3)。脈石鉱物は緑泥石、緑簾石および少量の石英からなる。

孔雀石脈の石英の流体包有物は、大きさ 4-15  $\mu\text{m}$  で液体包有物、気体包有物および多相包有物からなる。液体包有物の均質化温度は 120-130°C に集中し、塩濃度は 8-14wt% NaCl eq. である。多相包有物の均質化温度は 210-230°C、塩濃度は 26-33wt% NaCl eq. に集中している(インテリムレポート巻末資料 I)。

Oudelemguil 地区北西の粘土化した玄武岩から採取した K 溶脱を示すセリサイトの K-Ar 年代を測定した(図 4.2.14)。年代値は  $512.7 \pm 13.4\text{Ma}$  を得た(巻末資料 I の 2.6)。K 溶脱セリサイトの K-Ar 年代は本当の閉鎖年代よりも約 30% 古い年代を示す可能性がある(Higashihara et al., 2004)。この指摘に従えば、セリサイトの閉鎖年代は 390Ma となり、モーリタニア変動帯の変成作用終了時期(400-300Ma)に相当する。従って、鉱化作用で生成したセリサイトは生成後、緑色片岩相の環境下に置かれ、生成時期が確定できない可能性が考えられる。

## (10) Diaguili

Diaguili 鉱徴地は Nouakchott の東南約 840km、Selibaby の南南西約 30km に位置し、車で 16 時間を要す。鉱徴地は北東-南西方向に並ぶ比高約 10m の 3 つの小丘からなり、丘の延長は約 1km である。本地域は珪岩、礫岩、白雲母片岩、黒色片岩からなる(図 4.2.16)。片岩類は南丘と中央丘の間の西に分布する。南丘は主として珪岩、北丘は礫岩からなり、

中央丘は珪岩と礫岩からなる。礫岩にはしばしば走向 NE-SW、傾斜 45-85° W の片状構造が見られる。

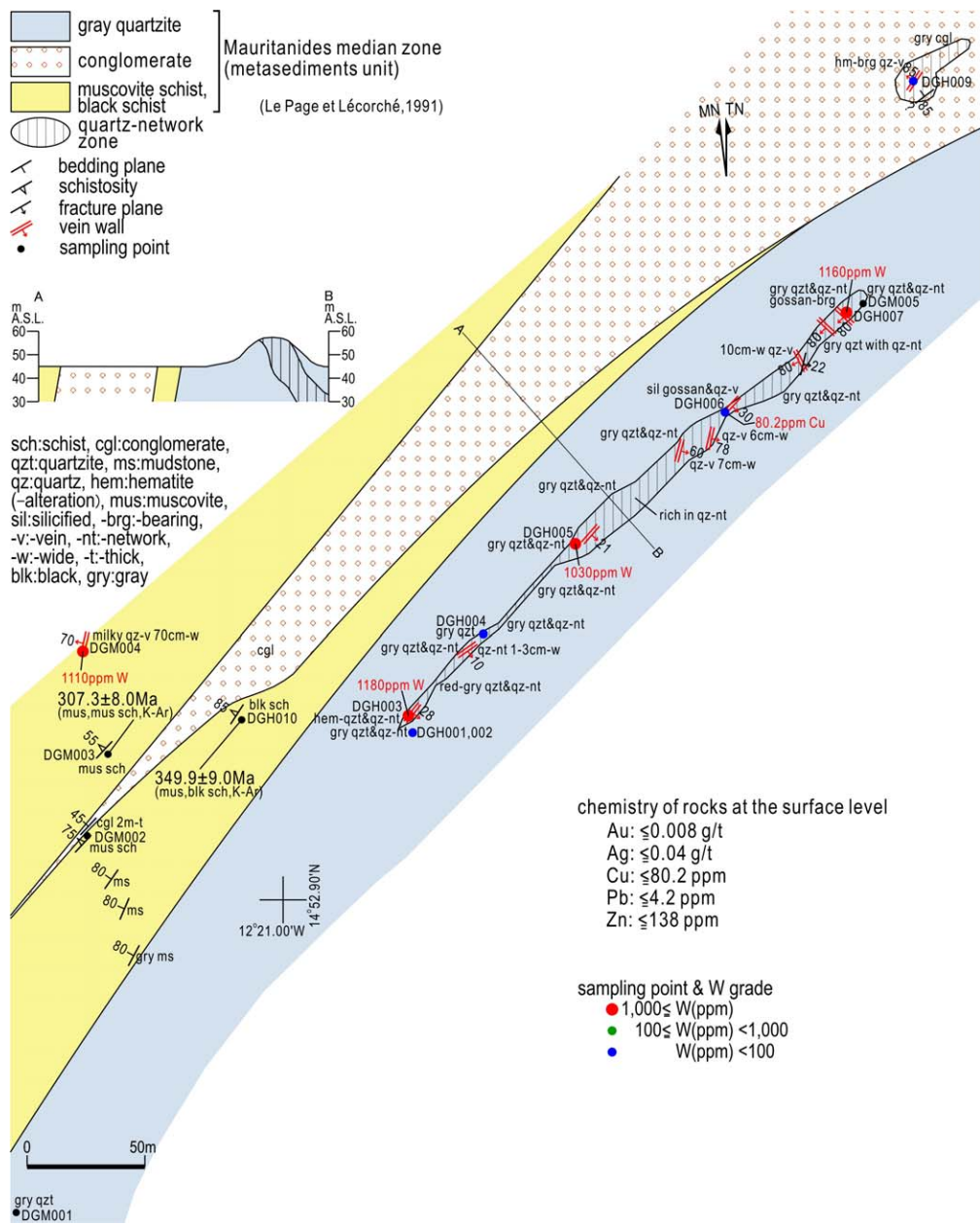


図 4.2.16 Diaguili 地質図および地化学図

本地域には石英ネットワーク、石英脈が主として珪岩中に、まれに片岩中、片状礫岩中に発達する。石英脈の幅は平均 10cm 以下の規模であるが、最大は 70cm である。石英脈の走向は NE 系と NW 系である。本調査で石英脈中に鏡鉄鉱を確認したが、銅鉱化作用は確認できなかった。なお、石英脈の分析ではタングステン 1,000ppm 以上が 4 箇所を確認されたが、金は検出限界(0.001 g/t)以下、銅は最高 80ppm であった(巻末資料 I の 2.5)。

BRGM は本地域で地質調査、ボーリング調査を 1975 年に実施した。この調査では、中央丘のチャンネルサンプリング 5m で最大銅品位 12.7%の銅鉱化を確認している。露頭部では孔雀石、珪孔雀石を主とし、初成帯では黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱および輝銅鉱の硫化鉱物を認めている(BRGM, 1975)。しかしながら本調査では、本地域にこのような銅酸化鉱物を認められなかった。本調査結果からは、銅鉱徴地とは見なしがたい。

### (11) Guidimaka

Guidimaka のクロム鉱床は大きく 2 地域、すなわち Selibaby 市の東約 8-12km と、Diaguili 村の東約 4-8km に散在している(BRGM, 1975)。本調査では Diaguili 村の東方の三つの鉱床を調査した。

Guidimaka 鉱床は、既に述べた Diaguili 鉱徴地の南東約 3km に位置する。Guidimaka 鉱床はモーリタニア変動帯の蛇紋岩体中に胚胎するポディフォーム型クロム鉄鉱床である。鉱床の規模は長さ 10-40m, 厚さ数 m-15m で、8 鉱体を確認している。クロム品位は  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  22-33%と低品位である。しかし、本調査でクロム鉄鉱中に Pt 品位 0.07-0.1g/t を示す白金族鉱化作用が確認した。これはモ国における白金族鉱化の最初の報告である。本鉱床の鉱化作用の特徴については 4.3 で述べる。

### (12) Jreida-Lemsid

Jreida-Lemsid 地域は Nouakchott の北約 15km から 100km の大西洋岸沿いの地域であるが、本調査では本地域中央部の Tanit-Lemsid 地区を調査した。Tanit-Lemsid 地区は Nouakchott の北約 60-70km に位置し、車で約 1 時間を要す。本地域は第四紀の海岸砂と砂丘堆積物が広く分布する。

南北 8km の Tanit-Lemsid 間に分布する砂丘堆積物は、南部で 250m、中央部で 1,200m、北部で 800m の幅を持って、海岸線に平行に分布するが、砂丘堆積物全てにチタンの濃集が見られない(BRGM, 1975)。Allon(1959)は、長さ 3km、幅 500m の範囲として 1,900,000m<sup>3</sup>、品位  $\text{TiO}_2$  3%として、160,000t のイルメナイトの埋蔵量を試算した(BRGM, 1975)。

本調査では、海岸砂と砂丘堆積物に深度約 5m のピットを、Tanit 地区で一辺 500m の正方形の頂部毎に 1 本(計 4 本)、Lemsid 地区で同じく 500m 間隔に 4 本、合計 8 本を掘削した。化学分析のために砂を採取し、採取の厚さは原則 1m 毎とした。ただし、砂の堆積状況に変化ある時は、砂相毎に採取した。採取した砂はパンニング処理を行い、重砂を分析した。

ピットの観察では赤褐色を呈す陸成砂層は、貝殻の破片を含む白色海成砂層よりもチタン鉄鉱を含む黒色の重砂に富んでいる(インテリムレポート巻末資料 I)。ピット全般、地表直下に厚さ数 cm のチタン鉄鉱濃集部( $\text{TiO}_2$  2.8-5.1%)が存在するが、メータ単位での濃集層は認められない(インテリムレポート巻末資料 I)。ただし、Lemsid のピット LMD4



のみで、地表から深度 5m までチタン含有量  $\text{TiO}_2$  2.7-6.0%を示し、その加重平均含有量は  $\text{TiO}_2$  4.5%となる。なお、重砂は鏡下では、チタン鉄鉱に富み、石英、ジルコン、さらに少量の赤鉄鉱、ベスピアナイト、モナズ石、ルチル、コランダムで構成されている(巻末資料 I の 2.3)。

以上の 13 鉱床・鉱徴地での調査結果を、表 4.2.2 にまとめる。

表 4.2.2 各鉱床の調査結果

	地域	鉱種	調査結果
4	Koedia Idjill	Fe	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鉱床は後期原生代のイタビライト層(縞状鉄質珪岩)中に賦存するスペリオル型 BIF。</li> <li>● 鉱体は塊状、葉片状の細粒赤鉄鉱鉄石。Fe 品位は 67-68%。</li> </ul>
5	Tiris	Fe	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鉱床は始生代の変鉄質珪岩、レプチナイト、角閃岩中の粗粒磁鉄鉱鉄体。Fe 品位は 35-42%。</li> <li>● BIF 起源の碎屑物の変成作用による産物とみられる。</li> </ul>
8	Sfariat	Fe	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 始生代の片岩、片麻岩、石灰岩、花崗岩類等で構成され、構造帯をなし、岩石は著しく破断される。</li> <li>● 片岩中に BIF が発達。走向 <math>\text{N}40-70^\circ \text{W}</math>、傾斜 <math>30-50^\circ \text{N}</math> を呈す。</li> </ul>
11	Tasiast	Au	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鉱床は始生代緑色岩体中の磁鉄鉱-BIF を母岩とした熱水性金鉱床(金鉱化は原生代)。</li> <li>● 絹雲母-緑泥石片岩、角閃石片岩および BIF は白雲母化を受け、更に白雲母はカオリナイト、ディカイトに変質</li> <li>● 角閃石片岩は磁鉄鉱に富み、しばしば粗粒ザクロ石を産す。磁硫鉄鉱の細脈、レンズが緑泥石片岩中に発達。自然金は磁硫鉄鉱と共存</li> <li>● 地表では浅成富化作用により、BIF は赤鉄鉱化、褐鉄鉱化、ノントロナイト化、カオリナイト化を受け石英細脈を伴い、金品位が高い BIF は、ノントロナイト化が著しい。</li> </ul>
	Tijirit	Au	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 始生代の塩基性岩(玄武岩・斑禰岩)、炭酸塩岩が分布。<math>\text{N}10^\circ-20^\circ \text{E}</math> 方向の断裂帯を形成。</li> <li>● 鉱床はこれら断裂帯沿いに熱水が上昇して胚胎した含金石英脈鉱床。</li> <li>● 石英脈は走向 <math>\text{N}10^\circ-20^\circ \text{E}</math>、これに斜行する <math>\text{N}20^\circ \text{W}</math> 方向の雁行配列(最大延長 200m)を形成。</li> <li>● 鉱化部は赤鉄鉱化ないし褐鉄鉱化を呈し、孔雀石、自然金を確認。</li> </ul>
14	Tabrinkout	Au, Cu	<ul style="list-style-type: none"> <li>● モーリタニア変動帯の緑泥石片岩と炭酸塩岩が分布。</li> <li>● 炭酸塩岩中に孔雀石が鉱染し、片岩中に含金孔雀石石英脈を確認。</li> <li>● 化学分析値の主成分分析と流体包有物の温度・塩濃度の類似性から、Guelb Moghrein 鉱床タイプの胚胎可能性が有る。</li> </ul>
17	Guelb Moghrein	Cu, Au	<ul style="list-style-type: none"> <li>● モーリタニア変動帯中の緑色片岩中に層状、レンズ状に存在する含磁鉄鉱-マグネシウム鉄質炭酸塩岩を交代した熱水性の酸化鉄-銅・金鉱床(IOCG)</li> <li>● 黄銅鉱、磁硫鉄鉱などの硫化鉱物は、炭酸塩岩レンズ中の磁鉄鉱粒子周辺に鉱染状、細脈状に晶出し、また炭酸塩岩と緑泥石片岩の境界に細脈状に産す。</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地表では浅成富化作用を受け酸化帯となり、マラカイトが磁鉄鉱-炭酸塩岩鉱石中に鉱染する。銅品位は初成の硫化帯では 0.4% Cu で酸化帯では 2.7% Cu。</li> <li>● 高塩濃度流体が磁鉄鉱-炭酸塩岩鉱体中の破砕帯を上昇して、熱水変質と銅・金鉱化をもたらしたと考えられる。</li> </ul>
18	Kadiar	Cu, Au	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 緑泥石片岩・蛇紋岩体中に狭在するレンズ状ないし塊状の炭酸塩岩を交代した含銅金珪化酸化鉄鉱体で、鉱体の方向は片岩の片理面にほぼ平行し、N-S 方向を呈す。</li> <li>● 地表の鉱化作用として、孔雀石を主とする二次酸化銅鉱が珪化酸化鉄鉱体の裂隙沿いに認められる</li> </ul>
19	Indice 78	Cu, Au	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 緑泥石片岩、緑泥石化安山岩中に形成された石英脈および孔雀石レンズ</li> <li>● 含銅石英脈として、幅 4-10m、長さ 40-60m、6 脈が存在し、孔雀石、黄銅鉱、輝銅鉱、自然金を確認。</li> </ul>
20	Oudelemguil	Cu	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ピクライト質玄部岩(褐鉄鉱化・弱珪化)に発達する孔雀石脈で、走向 N25°-40° E、傾斜 30°-55° W、幅 0.4-0.8m、最大延長 300m。</li> <li>● 本調査の地質調査で地磁気異常を確認</li> </ul>
22	Diaguili	Cu	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 珪岩中に発達した石英ネットワーク、石英脈。脈の方向は NE 系と NW 系</li> <li>● 石英脈中に赤鉄鉱を確認するが、銅鉱化作用は認められない</li> </ul>
23	Guidimaka	Cr	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 蛇紋岩中に胚胎する塊状クロム鉄鉱床で、長さ 10m~40m、厚さ数 m~15m で、8 鉱体を確認</li> <li>● マグネシオクロマイトが主体であるため、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 22-33%と低い。</li> <li>● クロム鉄鉱中に Pt 品位 0.07-0.1g/t を示す白金族鉱化を把握し、EPMA にて PGM(主として硫化物)を確認。</li> </ul>
26	Jreida-Lemsid	Ti	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 赤褐色陸成砂層にチタン鉄鉱を含む重砂が発達</li> <li>● チタン鉄鉱濃集部は厚さ数cmで認められる</li> </ul>

#### 4.3. 主要鉱床と鉱化作用の特徴

ここでは 13 鉱床のうち、モ国の経済にとって重要な現在生産されている Koedia-Idjill 縞状鉄鉱層群、Tiris 鉄鉱層群、開発準備中の Tasiast、Guelb Moghreïn 鉱床、および有望な鉱床と見られる Tijirit、Guidimaka 鉱床、の 6 つの主要な鉱床の鉱化作用について以下に述べる。

##### (1) Koedia-Idjill

(a) F'Derik, Seyala, Rouessa および Tazadit 鉱床

Zouerate 市の南 5-30km に位置する鉱床周辺は、始生界 Tiris 層群からなる標高約 300m の準平原からなり、鉱床は原生界と考えられる Idjill 層群のナップが形成する標高 500-600m(最高 915m)の Koedia-Idjill 山地中に位置する。

F'Derik, Seyala, Rouessa および Tazadit 鉱床は赤鉄鉱からなる鉄鉱床で、Idjill 層群のナップの一つである Tazadit ユニット中に分布する(図 4.2.5)。Tazadit ユニットはイタビライト層(縞状含赤鉄鉱珪岩)が卓越し、片岩、非鉄質珪岩を伴う。イタビライト層は層厚 300-2,000m で、下位から珪質千枚岩層、珪質イタビライト(厚さ約 60m、35-45% Fe)、赤鉄鉱イタビライト(厚さ約 150m、63-64% Fe)からなる(BRGM, 1975)。イタビライト層は

概ね東西走向で、褶曲を繰り返して折り畳まれ、南に中一急傾斜している。鉱床を構成する鉱体は最大規模 700m x 500m を示し、Tazadit ユニット中の地層と調和的な構造を呈す。鉱体はイタビライト層中の鱗片状赤鉄鉱(針鉄鉱を伴う)のレンズ状濃集部(65% Fe)、あるいはポケット状を呈する塊状赤鉄鉱(68% Fe)である。鉱体は赤鉄鉱と石英が層厚 1-2mm で細互層をなす縞状構造が発達している。品位 Fe 67%以上の高品位部は特徴的な淡青色を呈する。鏡下では、赤鉄鉱が初成の磁鉄鉱を交代している組織が認められる(巻末資料 I の 2.3)。

Rouessa 鉱床 4km 北東に位置する Guelb Hamariat から採取した、弱風化白雲母片岩中の白雲母の K-Ar 年代測定値は、 $2407 \pm 67.7\text{Ma}$  であった(巻末資料 I の 2.12)。この試料は K 溶脱が認められた。Bronner(1992)が白雲母および黒雲母から得た年代  $1754 \pm 38\text{Ma}$ 、 $1850 \pm 50\text{Ma}$  より古い時代を示し、スペリオール型 BIF 生成の末期に相当する。

#### (b) M'Haoudat 鉱床

本鉱床は赤鉄鉱からなる鉄鉱床で、Zouerate 市の北東 55km に位置し、鉱床は Idjill 層群のナップの一つである M'Haoudat ユニット中に分布する(Bronner et al., 1992)。M'Haoudat ユニットは鉄質珪岩、非鉄質珪岩および片岩からなる(BRGM, 1975)。鉄質珪岩は走向 NW-SE、北東に急傾斜し、延長 15km、幅 0.2km の範囲に分布している。非鉄質珪岩および片岩も鉄質珪岩と共に分布し、構造も調和的である。鉄鉱体は鉄質珪岩中の葉片状、塊状を呈し、赤鉄鉱のレンズ状あるいはポケット状の濃集部(>60% Fe)から構成され、規模は延長約 1200m、幅約 100m である。

鏡下では、赤鉄鉱は石英ラミナと赤鉄鉱ラミナからなる縞状組織を呈し、赤鉄鉱が磁鉄鉱を交代している組織が認められる(巻末資料 I の 2.3)。

本鉱床を構成する Tazadit ユニット中の変玄武岩から採取した全岩の Rb-Sr モデル年代測定値は、 $2363\text{Ma}$ - $2255\text{Ma}$  であった(巻末資料 I の 2.6)。これは原生代 Huronian に相当する。

#### 【リモートセンシング解析】

Koedia-Idjill 縞状鉄鉱層群と Tiris 鉄鉱層群を含めた Zouerate 地域の LANDSAT 衛星画像と、Koedia-Idjill の ASTER 画像を図 4.3.1 に示す。解析の結果、以下のことが判明した。

- Koedia-Idjill と Tiris の鉄鉱層群は LANDSAT を使って検出することは困難であったが、ASTER 画像は LANDSAT よりも明瞭な画像が得られた。
- Koedia-Idjill では ASTER フォールス画像より HIS 画像(図 4.3.1 の左下)が地形を鮮明に写し出している。
- 比演算としてバンド比 4/8, 4/9, 1/3 を RGB 処理した画像を図 4.3.1 の右下に示す。バンド比 4/8 は方解石と雲母を、4/9 は粘土鉱物を、1/3 は酸化鉄を反映させるものとして、バンド比を選定した。Koedia-Idjill 山は全体が酸化鉄を示す青色で示されているが、鉄鉱床の胚胎層である Tazadit ユニットのイタビライト層のみの抽出は

困難であった。これは、Koedia-Idjill 山地が Idjill 層群からなるが、鉄質珪岩が標高の高い位置に卓越し、その崖錐が山地地表面を広く覆っているため、酸化鉄のスペクトルを強く抽出したものと考えられる。

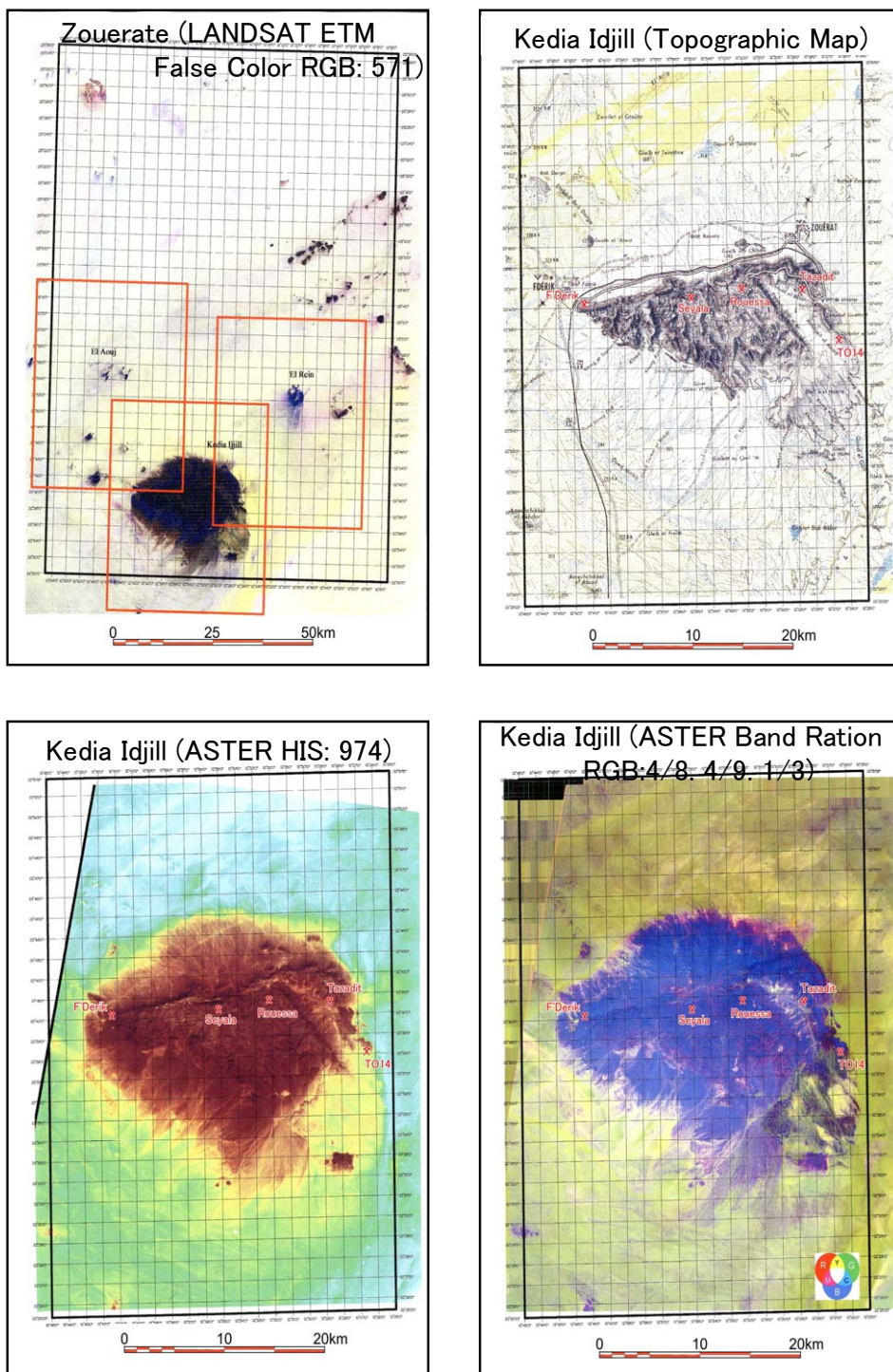


図 4.3.1 Zouerate 地域および Koedia-Idjill の衛星画像