

3.3.3 今後の課題

PRISM のプログラムの実施状況を見ると、予定されている鉱業活動の促進に導いていくためには、まだ多くの課題が挙げられる(表 3.4.2)。鉱業管理能力強化にとって次期(PRISM 終了後)鉱業政策が必要となる。また資源開発に関係して、環境保護のための中長期プログラムの作成は不可欠である。PRISM で構築しているデータベース(SIGM)の利用はまだ具体的に検討されていない。今後いかに情報を追加し、データベースとしての機能を充実させていくかが、利用方法にも直接関係し、且つ投資家への情報提供方法・システムにも結びついていく。地方経済開発については、PRISM の視点は、現在活動している国営による鉱業地域の経済的多様化の支援である。資源開発されている地域で鉱業を中心とした地域経済の構築方法を資源事業に関連した事業創出(運輸、機材メンテナンス、火薬製造、調査、物資販売他)を含めて検討することは、民間企業活動の促進に繋がる。PRISM プログラムの実施による鉱業促進のための効果と貢献は多大である。

表 3.3.2 今後の課題

分野		課題
鉱業 管理 能力	能力構築	<ul style="list-style-type: none"> ● 鉱業政策立案 ● 情報提供方法・システム ● 専門技術の保有
	環境管理システム	<ul style="list-style-type: none"> ● データベース(SIGE)の追加情報と利用方法 ● 資源開発と保護プログラム ● モニタリング体制
地質インフラ・整備開発		<ul style="list-style-type: none"> ● データベース(SIGE)の利用方法 ● 追加資源情報 ● 資源ポテンシャル地域 1/10 万地質図
地方経済開発		<ul style="list-style-type: none"> ● 資源ポテンシャル地域のインフラ計画 ● 資源ポテンシャル地域の水資源データ整備 ● 資源開発地域での事業創出

3.4 鉱物資源データ管理 ・ 情報公開

3.4.1 鉱物資源データの保管状況及び管理システム・方法

モ国の鉱物資源に関連する調査報告書・地質図等のオリジナル・データは、OMRG の資料室に保管されている。その中の一部の報告書は PDF 化され、50 万分の 1 地質図等は DMG に設置された地質鉱物資源データベース SIGM に格納されている。また、多くの報告書は保管されているだけでデジタル化は進んでおらず、一部の調査報告書については、整理もされずに放置された状況下にある。

BGS 及び IMC との共同プロジェクト(2000～2003 年)で導入された GIS システムが OMRG 内に設置されているが、データの利用は停滞しており、効率的な利用形態となっていない。OMRG 所内に保管されている鉱物資源データは、デジタル化の遅れ、コンピュータシステム(ハード及びソフト)の整備の遅れ、所内コンピュータネットワークの未整備等により従来の調査データの多くは埋没している状況にある。OMRG 保管のデータの中で未整理のものは、地質図・各種分布図等の空間情報については本調査で OMRG に導入した

ArcViewGIS システムを中心として、整理が必要である。尚、GIS システムや衛星画像データの利用能力は初歩的な段階に止まっており、十分な運用が行われていない状況にあった。本調査期間中での継続的技術移転により、利用も行われるようになってきた。また、本プロジェクトの他にも OMRG 職員 1 名をモロッコ BRPM へ派遣し、GIS の研修を受けさせるなど、自主的な利用促進の動きも出てきている。

3.4.2 情報公開と整備の現状

モ国の鉱物資源データの情報は、世銀の PRISM プロジェクト以前の報告書やデータについては一部が、また PRISM の調査データ(地質・地球化学調査・地球物理調査データ等)については全てが、DMG に整備された SIGM データベースに順次格納された。

MMI のウェブサイト(<http://www.mmi.mr/>)では DMG、OMRG の概要紹介から PRISM プロジェクト、SIGM、環境管理情報データベース SIGE 等が紹介され、鉱業法等も PDF ファイルでダウンロード可能になっている。更に、地図・データ販売リスト等が仏語・英語によって提示され、ウェブサイトから注文することも可能となっており、鉱物資源データの情報公開は徐々に進みつつある状況にある。

世銀のプロジェクト PRISM によって構築されつつある地質鉱物資源データベース (Geological and Mining Information System ; 以下、SIGM)は DMG に設置され、管理・運営されている。データとしては、地形図、行政区(Wilaya, Moumata)、都市名、河川、インフラストラクチャー(道路・鉄道)、地質、鉱徴地、衛星写真データ、空中物理探査結果、鉱区、標高(点データ・等高線)等が GIS(地理情報システム)ソフトである ArcView3.2(米国、ESRI 社)内に格納されている。このシステムは、PRISM2 では、ArcView8.3 または 9(最新版)に更新予定である。空中物理探査データについては、地球科学データ処理ソフトウェア OasisMontaj に全データが格納されている。2005 年 6 月現在、20 万分の 1 地質図(29 葉)、50 万分の 1 地質図及び地質鉱床図(各 1 葉)用データの入力が完了し、SIGM データベースにその GIS データ、PDF ファイル(最終版ではない)、インデックスマップなどが格納されている。また、モ国南部地域の物理探査(空中磁気及び空中放射能)データも格納された。

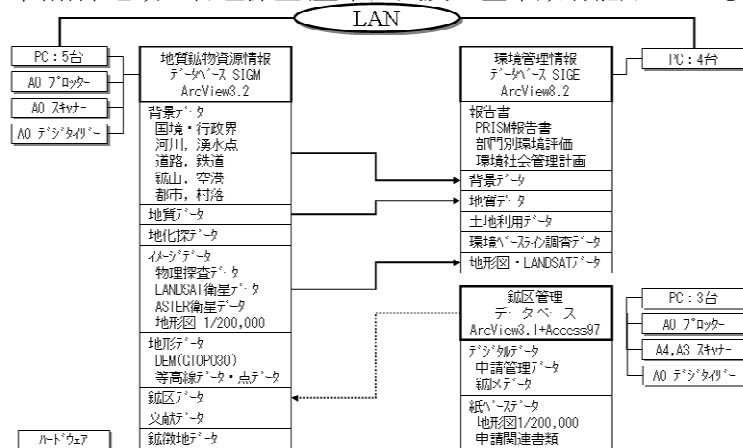


図 3.4.1 PRISM データベースの概要

一方、PRISM では環境管理情報データベース(Environmental Management Information System ; 以下、SIGE)と鉱区管理システムの構築も実施されている。SIGE は DMG 内に設置され、基本的に Web ベースで構築されており、文書(これまでの PRISM の報告書中心)と ArcView のアイコンにリンクされている。SIGE については、前述のように環境関連情報の絶対的不足から利用できる状況には達していない。

3.4.3 ウェブサイトの現状と利用状況

ウェブサイトの利用は、政府機関や企業(プロバイダー等のインターネット関連企業)等で急速に拡大しつつある。しかし、インターネット接続は殆どアナログ電話回線であり、実際の電話回線接続の速度は数 kb/s 程度である。こうした国内アナログ電話回線では、ウェブサイトの閲覧等は実質的に不可能な状態にある。一方、サイバーカフェ等のパソコンは高速回線に接続されている。Nouakchott 大学のコンピュータラボでは、カナダ政府の協力により 24 台のパソコンがネットワーク接続され、衛星回線でインターネットにリンクしている。モ国関連ウェブサイトは、増加しつつある。モ国内のサイトはフランス語中心であり、英語表記は一般化していない。また、全体としてどのサイトも十分な情報を提供していない。

3.4.4 データベースの内容及びウェブサイトのデザイン骨格

(1) データベースの内容

本調査で構築した鉱物資源データベース(OMRG/JICA)は、SIGM から提供された ArcView3.2 の GIS データを基本とし、これを ArcView9.0 のファイルに変換した。現在、本調査で収集した関連資料や調査データ、衛星データ処理画像等を追加しつつある。2005 年 6 月には、SIGM との連携を深めて相互利用を促進させるために、新たに 20 万分の 1 地質図、50 万分の 1 地質鉱床図の GIS データ、インデックスマップ及び PDF ファイル、さらに南部地域物理探査データ(空中磁気・放射能)を入手し、追加格納した。これに対して、OMRG データベースからは、ASTER データ、Landsat データの提供を行った。収集・格納データを巻末資料 10 に示し、データベース概要を図 3.4.2 に示す。

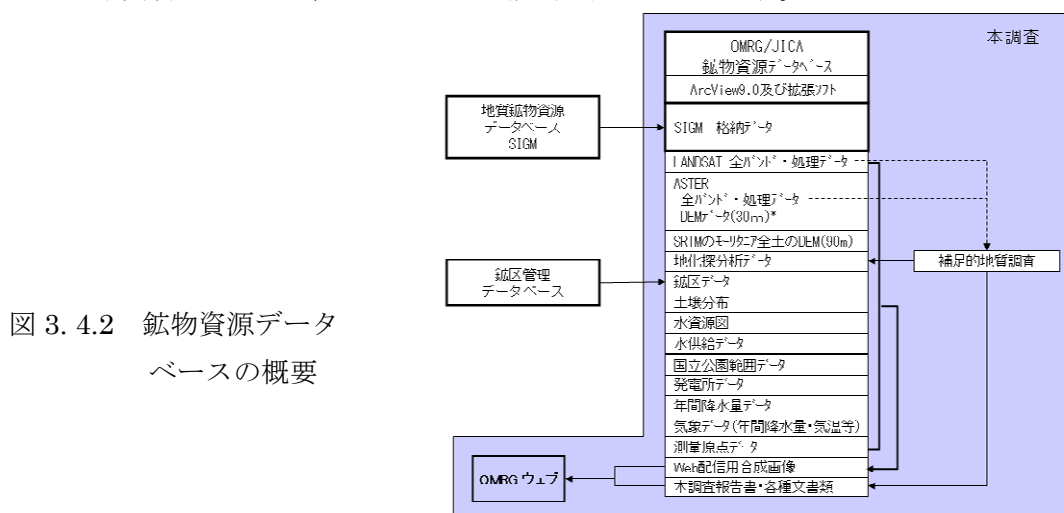


図 3.4.2 鉱物資源データベースの概要

上述の鉱物資源データベース(OMRG/JICA)は、モ国の鉱物資源情報として海外投資家に対してウェブサイトを紹介して情報公開が開始された。OMRG/JICA ウェブサイト構築の基本概念は、以下の通りである。

表 3.4.1 OMRG/JICA ウェブサイト構築の概要

項目	仕様
内容	探査・開発のための資源情報 ・ 本調査報告書・捕捉的地質調査データ ・ OMRG/JICA 鉱物資源データベースからのデータ
アドレス	http://www.omrg-mining.mr/
ウェブサーバー	メインサーバー: Nouakchott 市内 TopTechnology 本社内 ミラーサイト: TopTechnology 社米国 Virginia 州支店
ウェブ状況	ASP を用いたダイナミック形式
仕様言語	英語版、仏語版
容量	最大 100M バイト
ウェブに格納したデータベース	内容は探査・開発のための資源情報を基本とし、地質・鉱徴地・鉱山・インフラ情報などが GIS データベースから作成した地図・画像・文書・写真・表など
ダウンロードサービス	本調査報告書、セミナー、ワークショップ文書、パンフレット(OMRG,AIST)が PDF でダウンロード可能
ニュースなど	政府発表のアナウンス、実施中プロジェクトなど随時更新
送信メール	自動送信用メール(あて先: info@omrg-mining.mr)機能を設置
検索ツール	サイト内の全てのデータについて Access を用いてデータベースに格納し、検索ツールを作成して設置
カウンター	サイト訪問者カウント用ツール付加
維持管理	・サーバーは現地開発委託業者
リンク	・MMI サイト、PRISM サイトへ相互リンク(Web 担当者との協議実施) ・モーリタニア政府サイト・国際機関等

本ウェブサイトのトップページとサイトマップを巻末資料に示す(巻末資料)。

3.4.5 技術移転

(1) ハードウェア

本調査で導入された鉱物資源データベース構築用のハードウェアを表 3.4.2 に示す。現在これらの機材は、OMRG 内のコンピュータ室に設置された(図 3.4.3)。これにより、地図情報やリモートセンシング・データ等 GIS データベース構築のための基本的システムが整備された。

表 3.4.2 導入されたコンピュータ及び周辺機器

	装置名	数量	会社	モデル	仕様
1	Desktop PC	1	DELL	GX270	Pentium4, 2GHz, 100Gb HD, 1Gb Memory, CD-RW, LG Monitor 17"
2	Laptop PC	2	HP	Latitude D600	Pentium4, 1.4GHz, 512Mb Memory 40Gb HD
3	Hard disk	1			120GB
4	Printer	1	HP	LaserJet5100tn	A4 Black&White
5	Printer	1	HP	DeskJet1220C	A3 Color
6	Scanner	1	HP	Design Jet Scanner 4200, Model Q1280A	A0-size

7	Digitizer	1	CalComp	DrawingBoard IV	A0-size
8	XY plotter	1	HP	Plotter 500 Color A0	A0-size

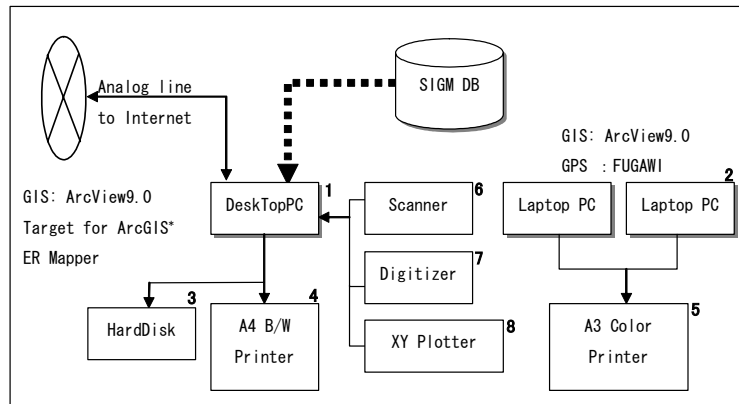


図 3.4.3 導入機材の接続状況

(2) ソフトウェア

本調査において、鉱物資源情報のデータベース構築用のソフトウェアとして ESRI 社製 ArcView9.0、衛星データ処理用のソフト ER Mapper(Earth Resources Mapping 社)、GPS ナビゲーション用ソフト Fugawi(Northport System 社)、ArcView 上にボーリングデータの表示を可能にするソフト Target for ArcGIS(Geosoft 社)を OMRG に導入した(表 3.4.3)。

表 3.4.3 GIS 及び関連ソフトの指導結果

システム名	開発会社	モジュール	基本機能
ArcView v.9.0	米国 ESRI 社	Basic module 8.3	GIS 基本モジュール ArcView 本体:英語版 マニュアル:英語版 ハードウェアキー:パラレルポート
		Spatial Analyst 8.3	ラスデータの作成、条件検索、マッピング及び解析機能等。空間解析含む。
		Geostatistical Analyst 8.3	地球統計学に基づき、空間データの補間機能。地表モデル、空間解析、確率解析、しきい値解析等。
		3D Analyst 8.3	地表データを効果的に視覚化。見通し解析や地形モデリング等の機能。ArcView3 専用、3次元解析、TIN GRID、鳥瞰図、VRML。
		Target for ArcGIS Geosoft 社	ArcView 上でボーリングデータの管理・可視化。
Fugawi	カナダ Northport Systems 社		GPS と PC を連結したナビゲーション・マーキング、データ転送が可能。
ER Mapper	オーストラリア Earth Resources Mapping 社		ASTER、LANDSAT 等主要な衛星画像データを処理。

(3) 技術移転

GIS 関連の技術移転については、OMRG では GIS や衛星画像データの取り扱い経験者(ArcView3.2)に対して GIS データベース及び ASTER と LANDSAT データの利用方法の指導が実施された。また、ArcView を利用したワークショップを OMRG、MMI 等を対象に、Nouackchott 大学で開催した。さらに、OMRG ウェブサイト管理トレーニングについても実施した。その結果、技術的にも概ね GIS システムの利用に関して基本的な理解がなされた。しかし、GIS データベースの生成・格納・加工・更新等の根幹部についての理解・技術は今後の課題である。

3.5 インフラ

3.5.1 インフラの現状

モ国は、その膨大な面積に対して、人口は 280 万人程度と少ない。国土の大半を占める砂漠性乾燥地帯の不毛の地のために、国土の殆どが未開発の状況にある。未整備のインフラの現状は、資源開発の促進に対し、外資導入の一つのネックになる。

(1) 道路、鉄道

道路建設は国際機関やドナー国等の資金で行われている。既存の基幹道路として 3 本の国道、即ち Nouakchott から北部の Atar までの国道 1 号線、南部の Rosso までの国道 2 号線、東部の Nema までの国道 3 号線がある。またこの基幹国道から延長された部分舗装の連絡国道と未舗装道路が小規模の町を結んでいる。2004 年 6 月の時点で、道路総延長は合計で 2,300km である。膨大な国土と少ない人口に起因して、現状では道路網は未整備である(図 3.5.1)。

Atar-Zouerat 間は資源ポテンシャル地域であり、探査開発のための重要な根幹道路となる。しかし工事を遂行するための水の確保が困難な地域であり、地下水の探査が必要とされる。鉱物ポテンシャルの高い北部は、人口も少なく大きな産業もないため、まだ道路建設の構想はない。しかし、鉱業活動が具体化して行けば道路建設の可能性はあるものの、資源開発への投資企業への全面的道路建設負担は投資への障害要因になりかねない。

鉄道は、全長 677km で Zouerat と Nouadhibou を結んでおり、鉄鉱石の運搬用である。鉄鉱石は Nouadhibou の Point Central 港から輸出される。鉄道は SNIM 自身が運営し、必要物資と共に乗客も運ぶ。砂漠地帯に敷設された鉄道であるため、常時砂を排除する必要があり、更に軌条の過剰磨耗等の砂問題があり、これらが SNIM に追加的な出費を強要する。鉄道新設については、Kaedi 近郊の Bofal Louboira のリン鉱石山開発において、リン鉱石を Nouakchott まで運搬するのに鉄道を利用する構想がある。

(2) 水管理と給水の現状

水管理はそれぞれ相違する機関が行っている。各管理機関(表 3.5.1)は、給水、セネガル河水利用、地表水管理、調査研究等の役割を持ち運営されている。

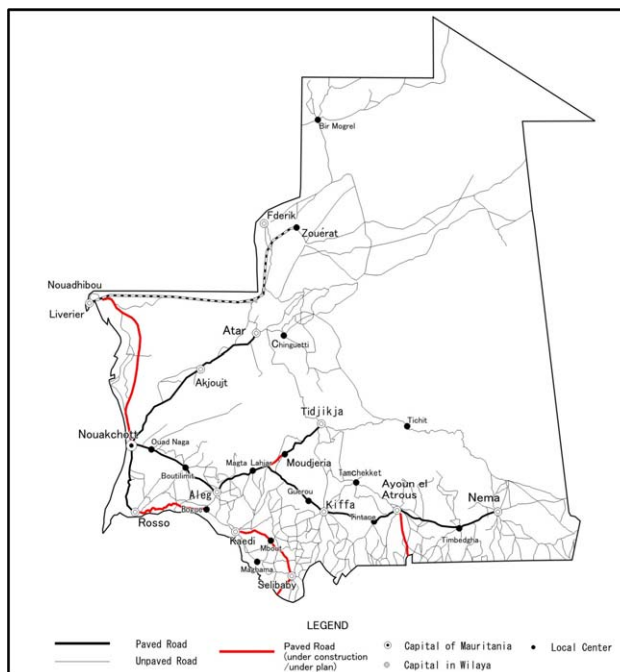


図 3.5.1 モ国における道路

表 3.5.1 モ国における水管理機関

機関名	業務内容
水エネルギー省 DHA(水利局)	飲料水の責任機関で給水計画や政策を立案。
OMVS(セネガル河渓谷利用組織)	セネガル河流域の水利用の 3 カ国の国際機関。目的は①灌漑の開発、②エネルギー開発、③船の運航強化。
DEAR(環境地方管理総局)	セネガル河以外の地表水管理。
ANEPA(上下水道局)	大規模村落、準都市の飲料水網の管理と維持修理の責任機関。
SNDE(水道局)	主要都市の飲料水の供給。Aftout プロジェクト管理。
CNRE(国家水資源センター)	水関連の科学的研究機関で給水に関する各種のデータを保有。

これらの中で CNRE は 2001 年に創設された機関で、モ国全土の水ポテンシャル評価を行い各種の情報を提供している。モ国全土の 12,000 揚水井(推定)のうち、8,700 井の井戸のデータを有しており、これらのデータは PRISM でも利用されている。SNIM は北部の鉄鉱業地帯から Nouadhibou に対し、給水管理を行っている。モ国全体として見ると、現状の給水には限界があり、資源開発や地域開発にとって重要な課題である。給水は現在セネガル河と地下水で賄われている。都市部での給水は一応必要量が確保されているものの、今後の都市部への人口増加や鉱工業の促進により不足する事態への対応が必要になる。

(3) 給電

現在、必要な電力は確保されている。全国 22 都市(Nuakchott、Nouachibou、Zouérate、Sélibaby、Néma、Timbédra、Aioun、Kiffa、Gérou 他)で火力発電所が設置され給電されている(図 3.5.3)。SNIM に関係する地域(Nouadhibou-Zouerate)では発電所を所有する SNIM が地域内を給電している。セネガル河渓谷開発組織(OMVS)の水力発電所(最大 800MW)の Manantali ダム(マリ)から、モ国へは南部の Rosso 地方を通る高圧電線を通じて発電量の 15%の電力が供給されている(最大 120MW)。尚、22 都市の火力発電所の能力は 400kW ~ 28,000kW であり、電力需要は毎年 10%ずつ増加している。

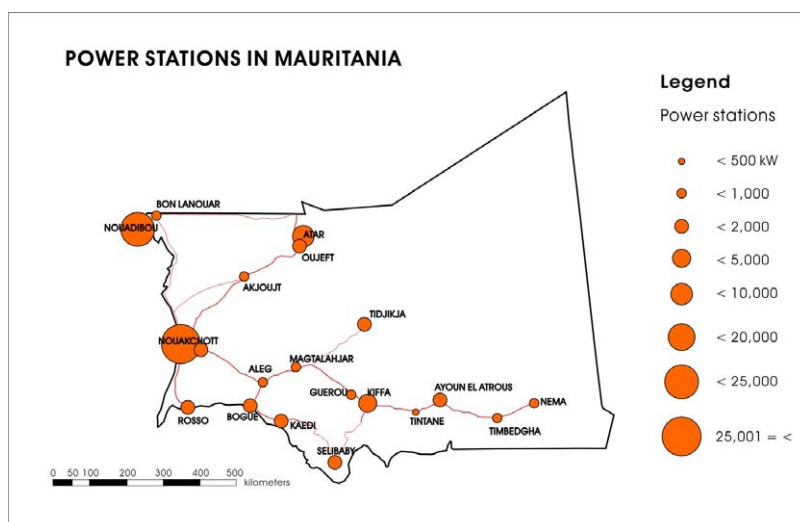


図 3.5.3 モ国における発電量

今後不足が見込まれるため 2007 年までに Nouakchott と Nouadhibou で発電所を建設する計画がある。鉱物資源ポテンシャル地域での探鉱、開発への電力は、現状では主としてジーゼルによる自己発電となる。

(4) 通信

モ国では 1998 年に、全土の通信システムを改善し、国土開発に寄与する目的で、通信機関の民営化が実施され、国有機関から Mauritel が設立された(モ国政府 46%、モロッコと

仏の民間会社 51%、従業員 3%)。携帯電話の会社としては Mauritel の子会社の Mauritel Mobil と 100%民間の Mattel の 2 社がある。定置電話は、全土で 3 万台が普及しており、全国の県庁所在地を連絡している。首都と Rosso 間には光ケーブルも設置されている。他方、携帯電話は 2000 年 11 月に導入された後、わずか 3 年間で 34 万台に急激に普及し、首都及び地方都市での連絡はもっぱら携帯電話が利用されているが、首都と地方都市間にはまだ携帯電話の中継アンテナが設置されていない。

(5) 空港

国際空港は Nouakchott、Nouadhibou 及び Atar の 3 ヶ所にある。前者 2 空港は国際定期便で、Atar 空港はチャーター機に使用されている。空港は全土で 24 港が稼働している。

また、航空会社はエアー・モ国(Air Mauritania)とモ国空輸(CMTA)の 2 社あり、大型機が離着陸可能な空港は殆どの県庁所在地にある。小型飛行機の離着陸可能な草原、砂漠が数多くある。Nouakchott では市内から北方約 20km の距離に新国際空港を新設する計画がある。探鉱段階で Tasiast 鉱床では実際に小型飛行機の空港を建設し、現在でも使用可能である。金のドーレやダイヤモンドは空輸で運搬されることになるが、現状の空港施設で特に問題はない。

(6) 港湾施設

モ国には、大型埠頭は Nouadhibou と Nouakchott の 2 箇所にある。Nouadhibou の港は遠浅のため大型船に対する水深の問題がある。Nouakchott は海が荒れることと、砂が埠頭に飛ばされ港の深度が浅くなること、逆に波頭による海岸線の侵食で削られること等の問題がある。現在の処、新港建設は Nouakchott の埠頭増設の計画がある。Nouakchott では 3 つの埠頭を有する港があり、150 万 t/年の荷物が取扱われているが、ほぼ許容量一杯の限界に近い。そのため、中国政府の支援により、4 つ目の埠頭工事が予定されている(8,000 万 US\$)。しかし、鉱物資源の輸出のための精鉱バルク積みは対象にはなっておらず、コンテナか袋詰めが条件となる。そのため、中型～大型のベースメタル鉱床の探査開発のためには、鉱物資源専用の船積み設備または埠頭の建設が必要となる。モ国の海岸は多くは遠浅であり、港湾建設の制約は大きい。石油や鉄鉱石以外の鉱産物の輸出のためには、今後大型船舶が停泊可能な港湾建設が必要となる。これは鉱業促進にとり重要なポイントである。

(7) 国際支援

モ国は、慢性的な財政問題を抱えている。従って、巨大投資を要するインフラ建設ではどうしても国際支援に頼らざるを得ない状況である。殆ど総てのインフラ建設について国際機関やドナー国が財政的に援助している。国際機関は、世銀、BAD(アフリカ開発銀行)、EU、BID(イスラム開発銀行)、OPEC(石油輸出国機構)、FADES(アラブ経済開発基金)、GAFD(仏協力事業団)、GTZ(独協力事業団)、CE(西協力事業団)、JICA 等である。ドナー国は日本、フランス、ドイツ、中国等である。なかんずく、EU は運輸のインフラ、特に道路建設と維持修繕において、重要な地位を占めている。

(8) インフラの将来計画と課題

モ国政府は、道路、鉄道、電気、水、港湾等の各項目について短期的インフラの構想・計画を持つが、財政難のため、自力での建設は困難であり、国際機関やドナー国、基金を見つけるのが、インフラ建設における最大の課題となっている。現状でのインフラが不十分な状況において資源開発の促進は、その投資家への利益の確保を困難にする可能性が十分高い。資源ポテンシャルをよく見極め、その開発対象地域全体での経済性調査による優先度に従って、国家としてインフラを整備していく必要があると考えられる。こうしたインフラへの配慮が外国企業からの投資を促進させる近道となる。

3.6 環境配慮

3.6.1 環境行政の現状

農村開発環境省(MDRE)の環境関連組織は、地方の環境管理、都市環境、公害、自然資源保護、自然インフラ、農業、畜産等から成り、環境管理全体をカバーしている。環境管理の技術的な基盤もデータも不足しており、十分な管理体制になっていない。環境問題に関する省間の連絡や各省の権限限界が明確でないために、緻密な環境管理となっていない。農村開発環境省(MDRE)の環境地方管理総局(DEAR)が過去に取り組んできた具体的な環境保護策は、主に植林である。国際機関との協力で、農村開発環境省(MDRE)が現在実施しているプロジェクトは世銀の PGRNP(降雨地域における自然資源の管理、農業促進、森林保護、村落への産業開発の融資)と同じく世銀の PDIAIM(セネガル河流域での灌漑開発、環境保護、病気対策)があるが、実施担当者は農村開発関連部である。

3.6.2 モニタリングの現状と環境問題

モ国では本格的な環境モニタリングを実施したことはない。また、環境保全計画もない。世銀と UNDP の支援で国家環境戦略アクションプランを実施することを計画され、現在そのドラフトを作成中である。これは全土の総ての分野について網羅した総合環境計画である。なお、MDRE の環境に関する具体的な主な問題は以下の通りである。

- 現在、モ国には鉱業部門の開発企業が行う廃水、地表面水、地下水、土壌、大気等の分析データを確認するための分析所がない。
- 環境について詳細を明確に定めた規則・基準がなく、等級分類森林等特別な植生地帯の保護法もない。
- 環境保護は農業及び畜産業に関する側面に限られている。
- 政府機関の環境に関する強い意識が不足している。

モ国は経済活動もまだ活発でない。従って、人間の経済活動に起因する環境汚染度は相対的に低いレベルにある。モ国での主な環境問題は以下の通りである。

- 砂漠化の進行による一連の環境問題(砂の粉塵問題、植生の減少等)。
- 井戸の管理が不十分で家畜の糞尿等で地下水汚染。
- Nouadhibou では鉄鉱石の船積みに伴う粉鉱による海洋汚染。

- Zouerate での鉱山操業に伴い、大量の廃油が発生。
- 大都市の生活廃棄物の管理が不十分。

3.6.3 鉱業環境行政

モ国における鉱業に係る環境管理は MMI の SAE(環境部)と SM(鉱山部)の DCE(環境管理課)が農村開発環境省(MDRE)の DEAR(環境地方管理総局)と協力して実施する形態となっている。SAE は PRISM の枠内で PRISM の業務を行っている。PRISM で実施した各種調査の主にベースライン調査結果のデータベースを一括管理している。また、民間から出される環境影響調査(EIA)の評価審査を行う。更に、環境に係る法律や規定の草案の作成を行っている。鉱山部は国内の鉱山サイトで土壌、水質、大気等のサンプリング、分析を行い、サイトの環境影響を調査することを業務とする。しかし、各種の環境調査や影響評価を詳細に規定する政令が定められていないため具体的な活動は実施されていない。

3.6.4 鉱業分野への環境保全対策

鉱業に係る環境保全に関しては政令が発布されていなかったため、具体的な措置は取られていない。2004年6月に鉱山環境に関する政令が作成され、鉱業分野における環境保全対策の法的根拠ができた。この発布後、2年間の期間を設けて環境管理計画を作成する予定となっている。SNIM の Zouerate での鉄鉱山と過去に操業をしていた Akjoujt 銅鉱山で PRISM2 のプログラムにより、環境のベースライン調査を実施する予定である。この調査結果から問題点を抽出して、その問題点に対する環境保全対策を立案する。Zouerate 鉄鉱山、Akjoujt 銅鉱山での環境保全対策及び環境管理計画は今後のモ国の鉱業分野におけるモデルとなり、指針となるものと考えられる。

3.6.5 環境影響評価(EIA)

環境基本法では環境影響調査の実施を義務付けている。従って、総ての大型プロジェクトに対してその実施が必要であるが具体的な実施例はあまりない。現在、Tasiast の金鉱山開発で、EIA は実施されている。また、石油では沖合の Chingetti 井からの石油生産(豪 Woodside 社)が 2005年12月に開始されることが決定しており、現在 EIA のドラフトが提出されている。

EIA が会社から MMI に提出されると、会社が用意したその要約版で EIA の委員会が MMI と農村開発環境省(MDRE)の主導の下で開催される。委員会の構成メンバーは、MMI(SAE)、農村開発環境省(MDRE)、水利エネルギー省、内務省及び厚生省である。これは環境基本法の関係省庁による委員会編成によるものである。審査は約 3 ヶ月間実施された後、鉱山サイト周辺の住民のアンケート調査が 3 ヶ月かけて実施される。これは関係住民に鉱山開発の事実の周知と意見を聞くものである。モ国の場合、サイトに定住しなくても雨季等に定期的に住む遊牧民族がいるためアンケート調査の形を取る。

鉱業はその自然への影響が大きいため、開発に当たり十分な環境保全への配慮を必要とする。今から法的整備、制度的整備を充実させる必要がある。経費のかからぬ形での環境管理、例えばリモートセンシング技術を導入してのマクロ的な管理から出発することが考えられる。鉱物資源開発に当たり、その影響を評価するのに、環境基準が評価の基礎となる。モ国では EIA 法や鉱業環境の指令はあるが、法的根拠となる環境基準がない。資源開発企業は、国際機関やさまざまな国の規定で、必ずしもモ国の現状に合っているとは云えない規定を利用せざるを得ない現状である。至急に設定すべきである。住民の密集度、自然保護の重要度、水資源保護の観点等の影響配慮要素から、基準を設けるべきと考えられる。

3.7 鉱業活動の状況

3.7.1 国営・民間企業の鉱業活動

(1) SNIM

SNIM は本社を Nouadhibou に置き、事業所は Zouerate(ドラフトファイナルレポートの巻末資料参照)にあり、年産約 1,100 万 t の鉄鉱石は Nouadhibou まで 650km 鉄道輸送し全量輸出され(図 3.7.1、表 3.7.1)、年間売上は約 2 億ドルである。

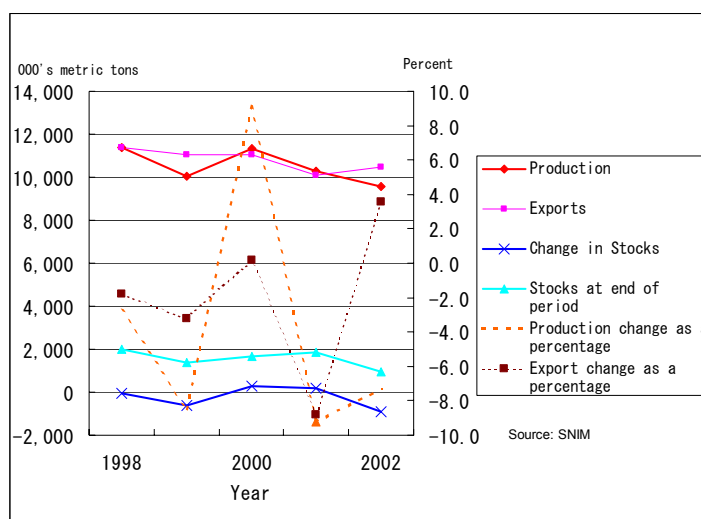


図 3.7.1 SNIM の主な生産指標

表 3.7.1 SNIM 鉄鉱石の主要輸出国(2002 年)

国別	販売量(千 t)	シェア(%)
フランス	3,026	28.9
イタリア	2,653	25.3
ベルギー	1,932	18.5
ドイツ	1,480	14.1
スペイン	686	6.5
パキスタン	264	2.5
その他	439	4.2
合計	10,480	100.0

SNIM の資本構成は、Islamic Republic of Mauritania 78.35%、Kuwait Real Estate Investment Syndicate 7.17%、Arab Mining Company 5.66%等から成る。社員数は 2003 年現在、3,782 名(Nouadhibou 1,341 名、Zouerate 2,441 名)である。SNIM は EU の支援を受け、輸出増のため選鉱プラントを増強し、港のバース更新・増強も予定している。これは、経営体質の改善のための競争力強化であり、この他 IT 化、人材育成、品質向上を進

めている。尚、SNIM は仏英の資本によって 1955 年に設立され、その後国有化され、1980 年代よりモ国人化して運営されている。

(2) SNIM 鉄鉱山の現状と Nouadhibou の関連施設

1) Zoerate の鉱山

Zouerate は、鉄石積出港 Nouadhibou から約 700km 東方内陸の岩山地帯に位置する。開山前はインフラが全くない厳しい自然環境にあった。鉄山開発にと共に道路、鉄道、電気、給水等のインフラを整備し鉄山操業に至った。Zouerate 市は現在人口 3 万人で、その内 SNIM 関係者は 20%程度で他は商業等に従事している。

Zouerate の鉄鉱層は、始生代の変成岩中の粗粒磁鉄鉱(0.2-3mm)である Tiris グループと先カンブリアンの弱変成岩中の細粒赤鉄鉱の Idjill グループの 2 種類から成る。

Zouerate は合計 8 鉱山(17 ピット)から成り、その内 6 ピットが閉山、6 ピットが休山か、断続的操業の状態、正常なフル操業をしているのは TO14、El Rhein、M'Haoudat の主要 3 鉱山(5 ピット)である。

表 3.7.2 Zouerate の鉄床概要

鉄床名	概要
Kedia	この鉄床に属するピットは西から東に、F' derik、Azouazil、Seyal、Rouessa、Tazadit と続く。F' derik は終掘し、その他は小規模に(40 万 t/年)断続的に採掘されている。現在の主力ピットは Tazadit の TO14。細粒赤鉄鉱、埋蔵鉄量 170 百万 t。
Guelb El Rhein	粗粒磁鉄鉱からなり、埋蔵鉄量 342 百万 t。品位 37%Fe。
M' Haoudat	細粒赤鉄鉱、年間採掘量 14 百万 t。
El Aouj	粗粒磁鉄鉱、埋蔵鉄量 287 百万 t。品位 40%Fe。
Atomai	粗粒磁鉄鉱、埋蔵鉄量 616 百万 t。品位 36%Fe。

生産ピットは総て 3 交代で 365 日 /年の操業体制である。生産は必ずしも安定していない(図 3.7.2)。

これは、市況好転に伴う急速採掘の結果であり、今後の安定出鉄を維持するには、剥土を計画的に強化して行く必要がある。選鉄は、採鉄から送られた粗鉄の選別作業である。赤鉄鉱の高品位鉄の品位は約 60～65%、低品位鉄の品位は 55～58%で、採鉄された鉄石をそのまま破碎して Nouadhibou に出荷する。磁鉄鉱は 35～40%の粗鉄を磁選処理して精鉄 65%で Nouadhibou へ出荷する。El Rhein 選鉄場の選鉄法(巻末資料 11)は磁選法で、破碎、磨鉄して細かくしたマグネタイトの磁性を利用して磁石で選別する。磁選の採取率は 78.1～

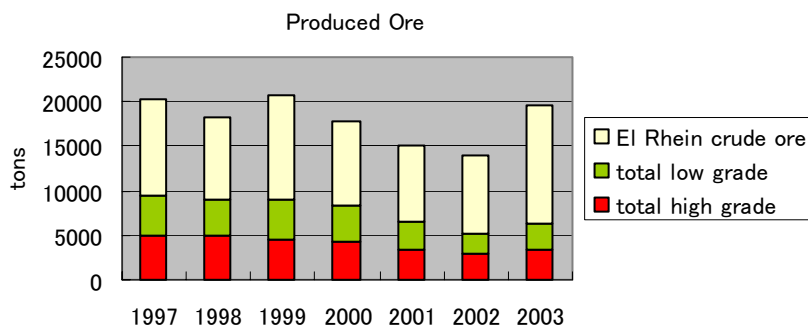


図 3.7.2 Zouerate 出鉄量

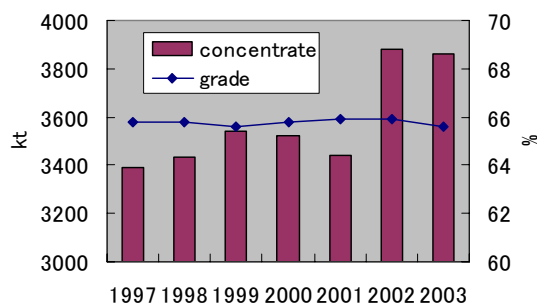


図 3.7.3 Magnetite 精鉄生産量と品位

84.0%と安定していないため、ピット内における鉱質の分布、給鉱の鉱質に応じた選鉱フローの対応が必要である。また稼働率も良くなく、最低でも 70%位迄上げる必要がある。Hematite(TO14 と M'Haoudat)での高品位鉱は 1997 年以降減少して、2002 年には対 1997 年 40%まで減産となっている(図 3.7.2)。廃滓堆積場は選鉱場から約 5km 離れた工場敷地端にベルコンで運ばれている。環境管理体制は事業所では整備されておらず、Nouadhibou 本社の定期的な巡視による現場訪問で運営されている。従って環境のための具体的なアクション(管理体制、管理設備、計測機器、モニタリング他)は何も取られていないのが現状である。

環境問題として、まず粉塵である。最も近い TO14 ピットでも町まで 15km の距離があるため、住民に影響が出ている懸念はない。また、大型重機を多数使用しているため、膨大な廃油量が発生しており、廃油による地下水汚染につながる。

Nouakchott から Zouerate までの道路距離は、約 650km である。この内、Nouakchott からは国道 1 号線の Atar 手前まで約 450km 間は舗装道路である。Atar の手前から国道 1 号線を外れると、舗装道路はなくなる。Atar-F'derik 間は水の供給の井戸がなく、工事に使用する給水が懸念されている。F'derik 市からは再び道路は舗装され、Zouerate 市まで約 30km 間続き、SNIM の操業域は舗装されている。給水は El Rhein に貯水場があり、当地から約 80km 離れた Srey から 300mm 導水管にて 473m³/月をポンプ送水している。尚、TO14 と M'haoudat では自力で給水しているが、El Rhein は自山の水は塩分を含んでおり、Srey の給水を受けている。発電設備は Zouerate 全体で 2 箇所あり、1 つは El Rhein(発電実績 192.06GWh)、もう 1 つは Zouerate(同 1.94GWh)にある。発電所の問題は夏季(6~9 月)の高温による故障である。

鉄鉱石生産の最大の課題は計画的生産を可能とする体制の構築である。また、援助的ピットの生産能率が生産量にも影響し、増産にも関係する。選鉱では採取率と稼働率の安定化が重要な課題である。

- 剥土を強化した計画的生産、増産対策
- 機械と人の集約による生産能率の向上
- 精鉱の品位向上と採取率・稼働率の向上(El Rhein 鉱山)
- 電力供給安定化
- 水供給源の複数化

2) Nouadhibou の関連施設

Nouadhibou には鉄道管理施設と港湾施設がある。

鉄道管理の主要施設は機関車定期点検ショップ、鉱車修理ショップ等である。Nouadhibou での鉄道設備に関連して、機関車には対砂塵防止装置が必要であり、維持費等が割高になる他、軌条の磨耗が早いいため常時軌条点検や軌条の変形修正を必要とする。これらの問題は、将来の鉄鉱山存続に直結する生産コストにも影響する可能性がある。

港湾における主要施設は、鉱車の受入装置(チップラー)、貯鉱ヤード(破碎用貯鉱 100 万 t

及び船積用 100 万 t)、分級機 6 台(0~200mm)、破碎機 4 台(1.6mm 以下まで可能)、鉍石積込機 3 台(分級・破碎用、船積用、予備)、サンプラー2 台、船積用バース 1 式(15 万 t 鉍石船用)から構成される。港湾では、付近の水深が浅いため、海洋の条件で積込時間が掛かる場合がある。また、現在使用中の 15 万 t バースは老朽化している。現在、能率向上のため 24 万 t のバースに更新する FS を完了した。環境管理については上述の通り、具体的なモニタリング等は実施していない。

(3) 民間企業の鉍業活動

民間企業の鉍業活動は、殆どが外国企業によるものである。国内の民間企業は SOPHMA で FS 段階のリン鉍石の開発プロジェクトを保有している。この他は、国営企業の SNIM の子会社で SAMIA が石膏の開発を Nuoakchott 近郊で行っている。

外国企業の鉍業活動は、英国、カナダ、豪州、スペインの企業であり、ダイヤモンドか金をターゲットとし、12 企業が探鉍・開発活動を実施している。銅・金鉍山の再開プロジェクトが 1 件、金の開発段階プロジェクトが 1 件の他は、踏査、概査段階の活動である。活動中の企業は、モ国での探査開発に対し、インフラの不足、水供給、地質等情報不十分、少ない探査開発業務経験者等の問題点を指摘している。

Guelb Moghrein 鉍山が 2005 年から再開段階にある。Akjoujt に位置する再開地域には、銅品位 1.88%、金品位 1.41g/t の鉍石が 2,370 万トンと推定されている。ダイヤモンドは Rex Diamond と Rio Tinto が活動を行っている。Rex Diamond は、1999 年 11 月 Rex Diamond は Tenoumer と Touajil 近くでダイヤモンドを胚胎するキンバーライトを最初に発見した。Touajil では微小ダイヤモンドや微小ダイヤモンドの密集した鉍床を発見している。1995 年にモ国でダイヤモンド探鉍を開始した Ashton は 1998 年ダイヤモンドの指標鉍物を含むキンバーライトを発見し、現在買収した Rio Tinto がオーナー兼オペレーターとして探鉍を継続して進めている。

3.7.2 探査開発の現状

(1) ライセンスの発給状況

探査権(ライセンス)は、金、ダイヤモンドが主体である。2003 年 8 月現在 92 鉍区の探査権と 5 鉍区の開発権(ライセンス)が交付されているが、鉍業権保有の企業は合計 18 社と少ない。92 の探査権のうちダイヤモンドを対象とする探査権が 37、金が 52 を占める(表 3.7.3)。

表 3.7.3 モ国のライセンス発給状況

区分	鉍種	探査権	開発権
1	鉄、マンガン、チタン(岩)、クロム、バナジウム	3	1
2	非鉄金属、貴金属	52	3
3	石炭、燃性化石	0	0
4	ウラン、放射性物質	0	0
5	工業原料、建材	0	1
6	宝石類(除ダイヤモンド)	0	0
7	ダイヤモンド	37	0
合計		92	5

(2) 探査の状況

探査活動を行っている外国企業(巻末資料 12)は 5 社程度である。探査ステージも初期的段階にある。探査を実施しているのは Rio Tinto(ダイヤモンド)、BRICK Capital(金、ダイヤモンド)、BHP Billiton(金)等である。しかし、具体的な成果が未だ得られておらず、最近では探査活動が停滞してきている。地質情報が少なく、インフラが乏しく、探査を行う地域の自然環境が厳しい状況では、探査リスクが大きく、外国企業の探査活動の活発化は困難である。モ国の最近の探査ターゲットは金とダイヤモンドである。モ国の国家探査実施機関であるモ国地質調査所(OMRG)による基礎調査が実施された地域等が探査ターゲット地域となっており、Tasiast-Tijirit 地域、Ouassates-Sfariate 地域及びモ国南部地域等である。

OMRG の調査をベースに Tasiast-Tijirit 地域では外資による探査が行われ、数社の鉱山会社が探査許可を得て、金調査を続行している。この他、Tasiast は Tasiast Gold 社(加)によって開発工事が着手されている。GGI 社による Akjoujt 市周辺の Inchiri 地域で金をターゲットとして探査が 1991 年に開始された。

SNIM は独自の探査活動を行っており、鉄鉱石外の鉱物資源、特にダイヤモンド・金をターゲットにしている。Kedia-Tiris 周辺の金、ダイヤモンド、プラチナ(Kedia 南方)等である。探査地域は OMRG、フランス地質鉱山研究所(BRGM)によって調査探査データが存在し、データ量が多いところが対象となっている。鉱種、地域とも拡大していかない理由の一つは、国土全体にわたり調査探査データが少なく、整備されていないことに起因する。

表 3.7.4 探査ターゲットと地域

探査ターゲット	探査地域		ターゲット鉱床
	地質ゾーン	地域	
金	Regueibat 楕状地	Tasiast-Tijirit	BIF 中の脈状、ネットワーク状鉱床
	Regueibat 楕状地	Ouassates-Sfariate	BIF 中の脈状、ネットワーク状鉱床
	モ国変動帯	Akjoujt	IOCG 型鉱床
ダイヤモンド	Regueibat 楕状地	北部 Regueibat 地域	キンバーライト

現在 OMRG は地化学探査を中心に探鉱調査を実施している。以前は BRGM や旧ソ連の地質技術者の指導の元で、各種の調査探査を進めていた。現在、指導者がおらず、調査機材のメンテナンスへの資金不足で、継続的調査への支障となっている。探鉱機械類として、ボーリング機械、調査用車両等を有している。いずれの機械・部品、車両も老朽化が激しく、物理探査は過去に電気探査の経験はあるが、現在は技術者が不在で、機械も使用不能である。なお SNIM は、500m 級のボーリング機械を保有している。

OMRG には化学分析所があり、ジョー・クラッシャー、タングステン製振動ミル、原子吸光器、偏光顕微鏡、岩石ダイヤモンドカッター等を有している。OMRG の分析技術は設備の老朽化、消耗品の補充の少なさもあり、金のみの原子吸光分析に特化している。外資の一部は探鉱試料の金分析を OMRG 分析室に依頼し、試料調整から原子吸光分析を実施させている。Zouerate の SNIM には化学分析所があり、鉄鉱石の分析を行っている。

外国企業にとって探査資金の調達は、自国または第 3 国である。従って資金の調達につ

いての問題はない。モ国は金融自由化政策を導入しているため、持ち込み金額の制限はない。しかし、国内での外貨支払いが禁止されているため、為替リスクをもつことになる。

国内企業にとっては、資金調達の場合が国内銀行しかなく、ローンが唯一の資金調達方法となる。現状の銀行ローンは短期融資方法となるが、最大1年ローンで金利13%と高く、探査資金のためのローンとしては、適当ではない。

(3) OMRG の活動

OMRG は、これまで鉱業ポテンシャルを有する地域での地化学探査・物理探査の実施を行ってきた他、鉱徴地のトレンチ、ボーリング等による評価を実施している。OMRG 業務の目標は、「探鉱と鉱業部門への最新且つ完全な地質データの提供」することである。国際機関等の支援による調査以外に、1999年の新鉱業法に基づき、OMRG は投資家とのサービス契約で投資家に代わって野外調査を実施する役割を行ってきている。

OMRG は20年以上の探査経験を有し、EU等の国際機関、BGSやBRGM等の海外研究機関、Rio Tinto等の国際鉱業企業と共同で資源調査を実施してきた。近年の活動としては前述の通り、Tasiast-Tijirit地域の金探査、Ouassates-Sfariate地域の金探査、モ国南部での銅・金調査、Nouakchott北部での硫黄調査及びモ国南西部での泥炭調査がある。

OMRG は中長期計画を持ち、金、白金族、ニッケル、クロム等の金属の他、粘土、カオリン、パライト、フローライト等の工業原料鉱物が対象となっている(表3.7.5)。

表 3.7.5 OMRG の中長期探査計画

鉱物	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
金(ベースメタル)	■	■	■	■	■		■	■	■	■
プラチナ	■	■	■	■	■					
ニッケル				■	■	■				
クロム						■	■	■		
粘土、カオリン				■	■					
黒砂					■	■	■			
セメント材料	■	■								
パライト							■	■		
フローライト							■	■		
岩塩	■	■	■	■	■					
地質図作成	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

3.7.3 開発の状況

Zouerate 地域での SNIM による鉄鉱石生産以外では、Guelb Moghrein 鉱山の銅生産の実績がある。Guelb Moghrein は、先カンブリアのモ国変動帯の Akjoujt に位置し、銅が新石器時代に発見された歴史を持つ。

Guelb Moghrein は現在再開発が、MCM 社によって進められている。再開発に当り、旧鉱山時代の機械設備のリハビリのための点検とエンジニアリングが行われた。また、周辺探鉱により鉱量獲得を図っている。2006年に生産が開始となる予定である。銅精鉱1.2万t/年の生産計画で初期投資額5,000万USドルとしている。

OMRG によって発見された Tasiast 金鉱床は加の Rio Naricea Gold Mines 社の資本に

よる Tasiast Gold 社によって開発工事(約 70km の給水パイプライン、井戸工事、アクセス道路建設、飛行機の滑走路、選鉱設備、キャブ場等)が進められている。初期投資は 6,000 万 US\$ 程度で 2006 年 9 月頃に操業開始を予定している。年間 12 万オンスの金生産を計画しており、現地での生産物はドーレ(Au 品位 85~90%)で、欧州での精製が検討されている。エンジニアリングは外国人(加、西)の雇用を検討している。

鉄鉱石と同様に、約 30 年の生産実績がある鉱物資源は、石膏である。石膏は 1975 年にモ国政府 60%の出資で設立された SAMIA が生産している。現在は SNIM50%、Koeit(投資会社)50%の資本構成である。石膏の鉱床は Nouakchott の北 50km の砂丘地帯に数億 t の Tweila 鉱床、1,000 万 t 及び高品位結晶質 300 万 t の 3 箇所である。年産 2 万 t で、国内需要が 1.6 万 t、輸出が 4,000t である。

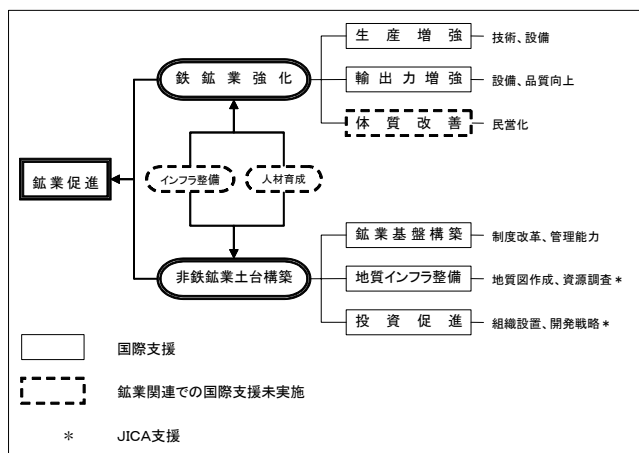
3.7.4 国際支援

鉱業活動に対する国際支援は、EU による SNIM の鉄鉱業強化及び世銀による鉱工業省に対する PRISM プロジェクトの鉱業基盤整備・投資促進がある。これらはローンプロジェクトである。技術協力としては、EU による金の調査の OMRG への支援及びスペイン国際協力機関による OMRG への資料整理及び建材調査が挙げられる。その他 JICA による本調査(技術協力)がある(表 3.7.6)。

表 3.7.6 鉱業分野の最近の国際支援

機関・国	区分	対象組織	プロジェクト
EU	ローン	SNIM	● 選鉱プラント ● 鉄鉱石輸出港の増強
	技術協力	OMRG	● Tasiast 地域金調査(1993/1996) ● Ouassates 地域金調査(2001/2004)
世銀	ローン	鉱工業省	● PRISM(1999/2008)
ド ナ ー 国	スペイン	技術協力	● 資料データベース(2004) ● 建材調査(2003)
	日本 (JICA)	技術協力	● 鉱物資源開発戦略作成(2003/2006)

モ国の鉱業の土台となっている鉄鉱業の強化と資源ポテンシャルを活かした非鉄の鉱業の基礎を築いていくことが、国際支援の柱となっている。現在の支援状況は、鉱業促進に対して、上記 2 大柱のもとに着実に基盤が築かれている。モ国にとって鉱業が経済の基盤であることを鑑み、鉱業発展との結びつきをもった支援が必要である(図 3.7.4)。



進に対して、上記 2 大柱のもとに着実に基盤が築かれている。モ国にとって鉱業が経済の基盤であることを鑑み、鉱業発展との結びつきをもった支援が必要である(図 3.7.4)。

図 3.7.4 鉱業促進への国際支援

3.7.5 探査開発への課題

現状からモ国での探査開発を促進していくため課題は多い。現状は外国企業の活動が活発化しておらず、国内企業が殆ど育成されていない。探査開発を促進していくには、外国企業を誘致することがまず必要である。将来的には国内企業による探査開発の促進である。探査開発促進への阻害要因を取り除いていく必要がある。

- インフラ計画を示し、インフラへの政府支援を具体的にすること。
- 資金調査、環境保全に対する情報提供を拡充すること。
- 外国企業へのサポートのための人材育成を行うこと。

表 3.7.7 外国企業による活動促進への課題

項目	探査	開発
インフラ	<ul style="list-style-type: none"> ● 水供給への政府支援 ● インフラ中長期計画 	<ul style="list-style-type: none"> ● インフラ中長期計画 ● 輸出港の建設 ● 水供給の政府支援・補助制度 ● 道路建設への政府補助制度
情報提供	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報の拡充、増加 ● 1/10 万地質図の作成 ● データベースの利用 ● 探査権を喪失した場合の探査データの政府への提供 ● 情報公開 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境管理データベースの拡充 ● ベースライン調査、モニタリングデータ
人材	<ul style="list-style-type: none"> ● 地質鉱床、資源評価等の専門家、鉱山技術者の育成 ● 英語力強化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 鉱山開発、操業管理に関わる技術者の育成 ● 英語力強化 ● エンジニアリング技術者の育成
資金	<ul style="list-style-type: none"> ● 為替リスク ● 国内資金調達 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運転資金等国内資金調達 ● 為替リスク ● 投資資金の政府保証
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 鉱物試験及び分析センター ● 探査促進政策 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境モニタリング体制 ● 分析センター ● 技術開発センター

国内企業に関しては、企業が育っておらず、下記のような課題が挙げられる。

- 鉱業全般及び専門技術の習得
- OMRG の調査機能の発揮と民間企業への指導
- SNIM の民営化による技術の民間への移転と技術者の流動化(民間への移籍)

第4章 補足的地質調査結果総括

4.1. 概要

本調査の開発戦略プランの重要な目的である国内外の民間企業による鉱物資源探査投資、特に外資誘致を促進するために、鉱物資源ポテンシャル地域への補足的な現地地質調査を、実施した。M/Mにリストアップされた28鉱床からモ国の主要4地質区上の位置、既存地質鉱床資料、リモートセンシング解析、PRISM データベースおよびインフラなどを考慮して、調査対象地域を選定した(図4.1.1)。その結果、下記の13調査対象鉱床(鉱種)が選定された。

- Koedia-Idjill (Fe), Tiris (Fe), Sfariat-Zednes(Fe), Tasiast (Fe, Au), Tijirit(Au)
- Tabrinkout (W), Inchiri (Guelb Moghreïn, Cu, Au, Co), Kadiar (Cu), Indice 78 (Cu, Au), Oudelemguil (Cu, Au), Diaguili (Cu), Guidimaka (Cr), Jreida-Lemsid (Ti)

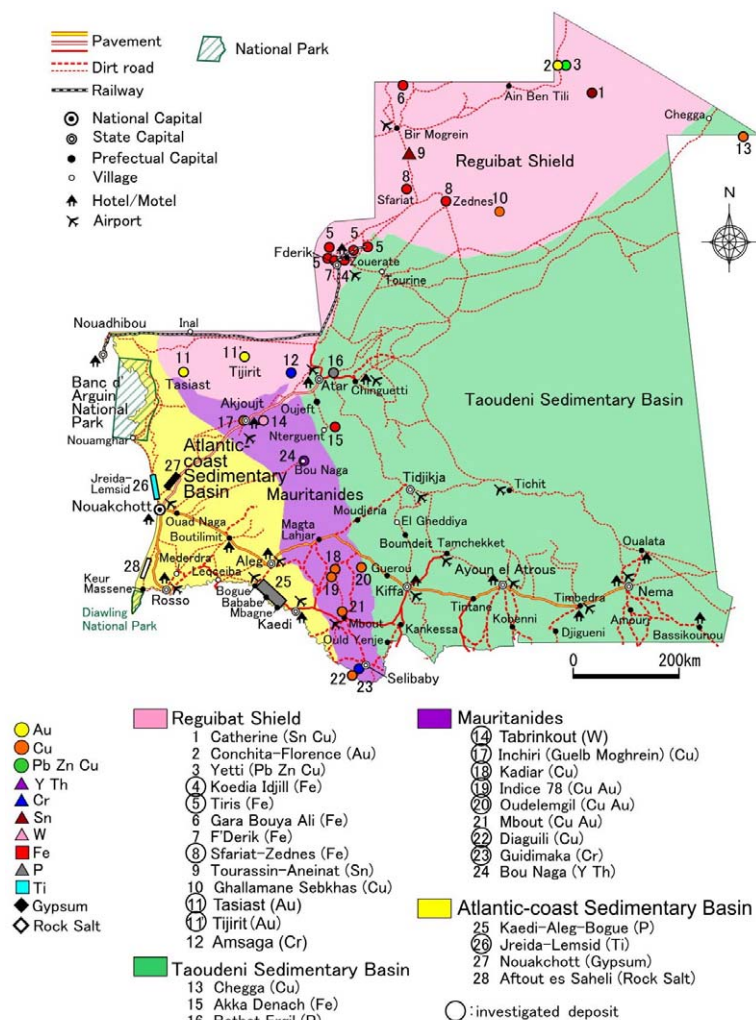


図 4.1.1 補足的現地地質調査対象鉱床の位置図

3 次にわたる補足的現地地質調査の位置付けは次の通りである（表 4.1.1）。

表 4.1.1 各次補足的現地地質調査の位置付け

各次調査	位置付け	調査目的
第 1 次補足的現地地質調査 (2004 年 1 月～3 月)	・選定地域に対する踏査・概査	・グラントルースなどでの画像解析の精度アップ
第 2 次補足的現地地質調査 (2004 年 10 月～12 月)	・鉱床モデルを配慮した調査 ・鉱床・鉱徴地に対する重点的調査	・リモートセンシング解析結果の地表踏査での検証 ・変質ゾーン・鉱化作用の特徴の把握
第 3 次補足的現地地質調査 (2005 年 1 月～3 月)	・1 次、2 次調査の補完 ・鉱床モデルのイメージの具体化	・鉱化作用の具体化 ・ポテンシャル地域の抽出
フォローアップ地質調査 (2005 年 6 月)	・第 3 次地質調査のフォロー	・白金族鉱化作用の把握

本調査における補足的地質調査の位置付けを図 4.1.2 に示す。

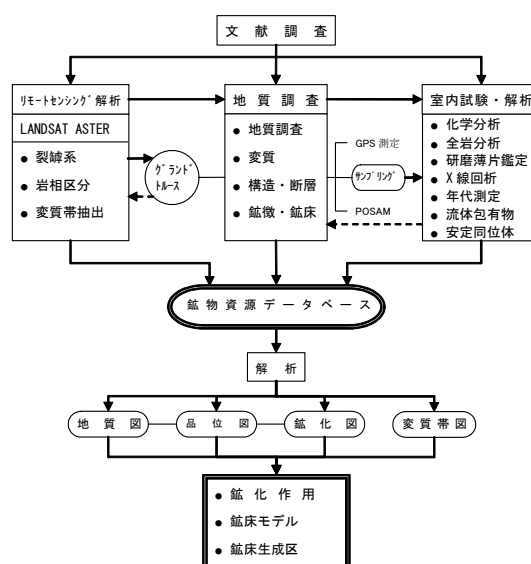


図 4.1.2 補足的現地地質調査の方法と位置付け

4.2. 調査結果概要

4.2.1 モ国の地質概略

モ国の地質は、5 つの地質区から構成される。これらは、始生界、下部原生界および花崗岩類からなる Reguibat 楯状地、上部原生界、古生代堆積岩類からなる Taoudeni 堆積盆、上部原生界、古生代堆積岩類からなる Tindouf 堆積盆、古生代造山運動によるモーリタニア変動帯(Mauritanides)並びに新生代堆積岩類からなる大西洋岸堆積盆である。

(1) Reguibat 楯状地

本楯状地はモ国北部に位置し、西アフリカ地塊の北西縁を形成している。始生界および下部原生界からなる。始生界は変成岩類と花崗岩類からなる。変成岩類は鉄質珪岩、雲母片岩、片麻岩(レプチナイトを含む)および角閃岩等で構成される。下部原生界は堆積岩、火

山岩類および花崗岩類からなる。Reguibat 楯状地南西部の始生界は Amsaga 層群とよばれ、ミグマタイトと花崗岩からなる。

(2) Taoudeni 堆積盆

Taoudeni 堆積盆は西アフリカ地塊の 3 分の 2 を占める大規模な堆積盆である。本堆積盆は Reguibat 楯状地の南東方に位置し、モ国の東部を占めている。本堆積盆は上部原生界、古生代カンブリアーオールドビス系、シルルー石炭系の堆積岩類からなる。これらの古生層の構造は構造変形を僅かに受けているだけで、その構造は平坦で断層の発達に乏しい。

(3) Tindouf 堆積盆

Tindouf 堆積盆の一部が、モ国北東縁、西サハラやアルジェリアとの国境付近に Reguibat 楯状地を覆って小規模に分布する。本堆積盆は上部原生界のドロマイトと、オールドビスーデボン紀の砂岩、頁岩および石灰岩から構成される。

(4) モーリタニア変動帯

本変動帯は古生代ヘルシニアン造山運動によって形成された褶曲・衝上断層で特徴づけられ、西アフリカ地塊の西縁に位置し、いわゆるグリーンストーン帯である。本変動帯はセネガルからモ国を縦断し、モロッコまで 2,500km にわたって延長する。本変動帯は先カンブリア紀ー古生代の堆積岩類、火成岩類、変成岩類から構成される。

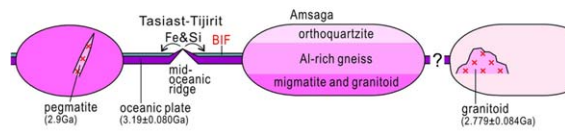
(5) 大西洋岸堆積盆

大西洋岸堆積盆はモーリタニア変動帯の西方に位置する。本堆積盆は、下部白亜系から第四紀の堆積岩、堆積物で構成されている。

以上の地質構造、補足的地質調査、文献調査をベースにプレートテクトニクスの視点から、北部モーリタニア地域の構造発達史を図 4.2.1 に示す。

app. 2.8Ga (late Archean)

Deposition of Algoma-type BIF and felsic igneous activities



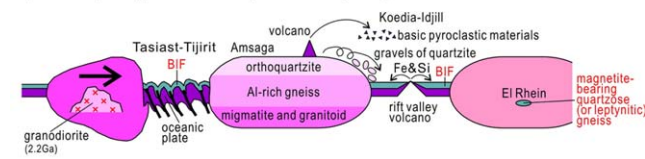
2.5Ga? (late Archean)

Sedimentation of ferruginous quartzite



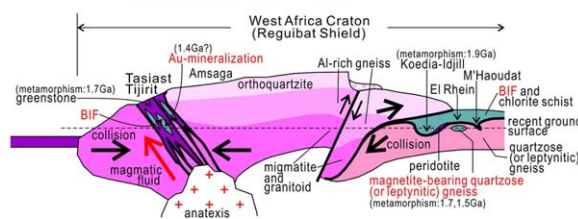
app. 2.0Ga (early Proterozoic)

Deposition of Superior-type BIF and metamorphism of the ferruginous quartzite



app. 1.7Ga (middle Proterozoic)

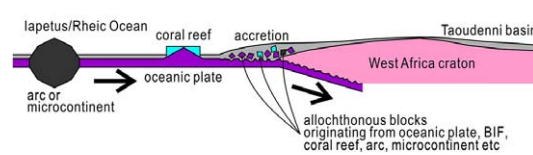
Collisions of continental crusts → Formation of suture zone and Au-mineralization in Tasiast and Tijirit
Obduction of Idjill group over Tiris group



700?-400Ma (late Proterozoic to the beginning of Devonian)

<Pan-African and Caledonian orogenies>

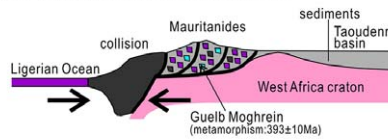
Accretion for Mauritanides construction and sedimentation in Taoudenni basin



400Ma (the beginning of Devonian)

<The end of Caledonian orogeny>

Collision of continental crusts → Completion of Mauritanides construction



app. 300Ma (about late Carboniferous)

Subduction of Ligerian-oceanic plate below West Africa craton → Mineralization at Guelb Moghrein deposit

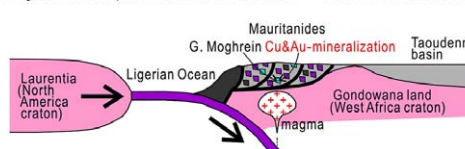


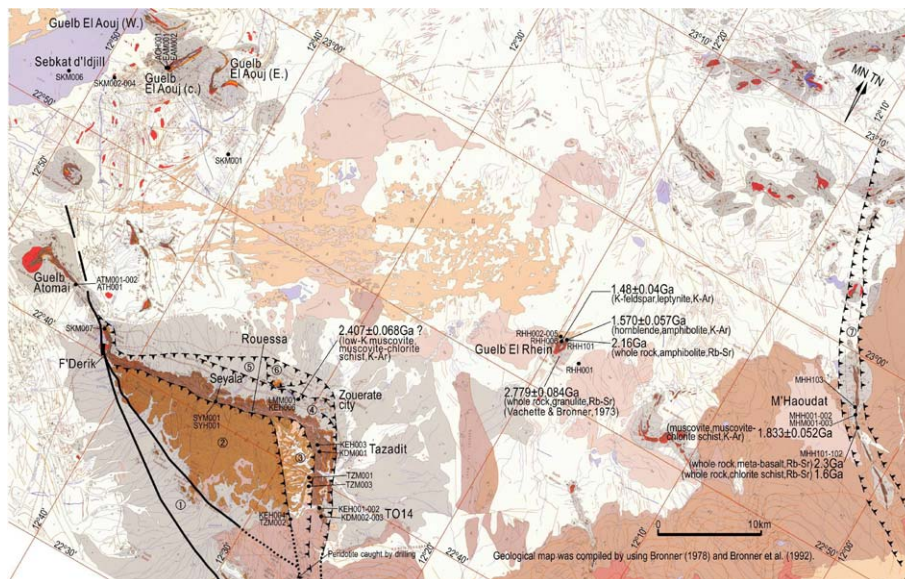
図 4.2.1 北部モーリタニア構造発達史図

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。

(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、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 4.2.2)。



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

図 4.2.2 Zouerate 地域広域地質図

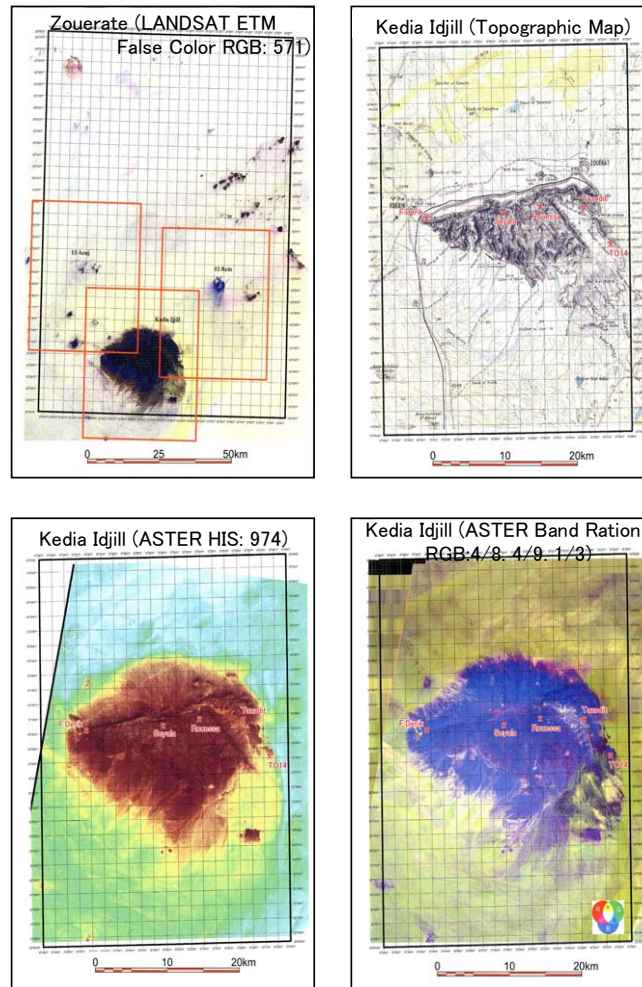
Tiris 層群は、始生界起源の碎屑物を原岩とする変成岩(変鉄質珪岩・レプチナイト)、角閃岩などからなる。Tiris 層群の鉄鉱床は変鉄質珪岩中の粗粒磁鉄鉱体である。鉱石は粗粒磁鉄鉱からなり、Fe 品位は 35-42%である。鉄鉱石としては低品位であるため、磁力選鉱によって Fe 品位を 65-66%まで向上させている。一方、Idjill 層群は Tiris 層群上にナップでのし上がっている。Idjill 層群のナップの一つである Tazadit ユニットはイタビライト層が卓越し、片岩、非鉄質珪岩を伴う。Koedia-Idjill 縞状鉄鉱層群の鉱床は、Tazadit ユニット中に分布するイタビライト層(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。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。

Zouerate 地域の LANDSAT 衛星画像と、Koedia-Idjill の ASTER 画像を図 4.2.3 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。

- 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 4.2.3 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。



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

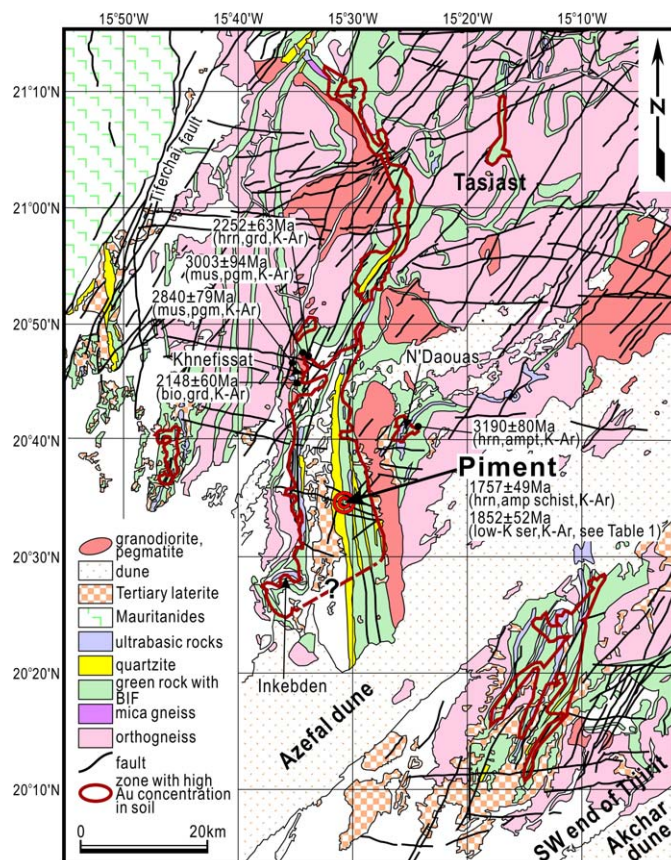
(2) Sfariat-Zednes

Sfariat-Zednes 地域は Reguibat 楕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。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。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。

(3) Tasiast 地域

Tasiast 地域は Reguibat 楕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。近年、世界的規模で始生代グリーンストーン帯に **orogenic gold** 鉱床の賦存が判明し、このタイプの鉱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** 鉱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。



(modified Artignan et al., 2000)

図 4.2.4 Tasiast 地域広域地質図

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。鉱床は BIF 中の石英細脈、石英網状および鉱染状金鉱床である。本鉱床の鉱量・品位は 2004 年 4 月に、確定・推定鉱量 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 金鉱床は 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。

本地域は始生界から構成され、花崗岩-片麻岩帯とグリーンストーン帯からなる。花崗岩-片麻岩帯はトータル岩-花崗閃緑岩系岩石などから構成される。グリーンストーン帯は橄欖岩、蛇紋岩、角閃岩などのグリーンストーンと、珪岩、苦鉄質片岩で構成される(図 4.2.4)。

本地域の金鉱床は、グリーンストーンに伴われる縞状磁鉄鉱層中に賦存している。セリ

サイト、カオリナイトで特徴づけられる熱水変質を伴って発達する(図 4.2.5)。熱水変質は少なくとも東西 200m、南北約 1km の広い範囲にわたり認められる。金鉱化作用は熱水変質ゾーンに様々な産状で認められる。その産状は含金石英細脈(脈幅 0.3-0.5cm)、含金石英網状および鉱染状であり、希に金粒として認められる。現在確認されている金高品位部は、Piment 地区に発達する。

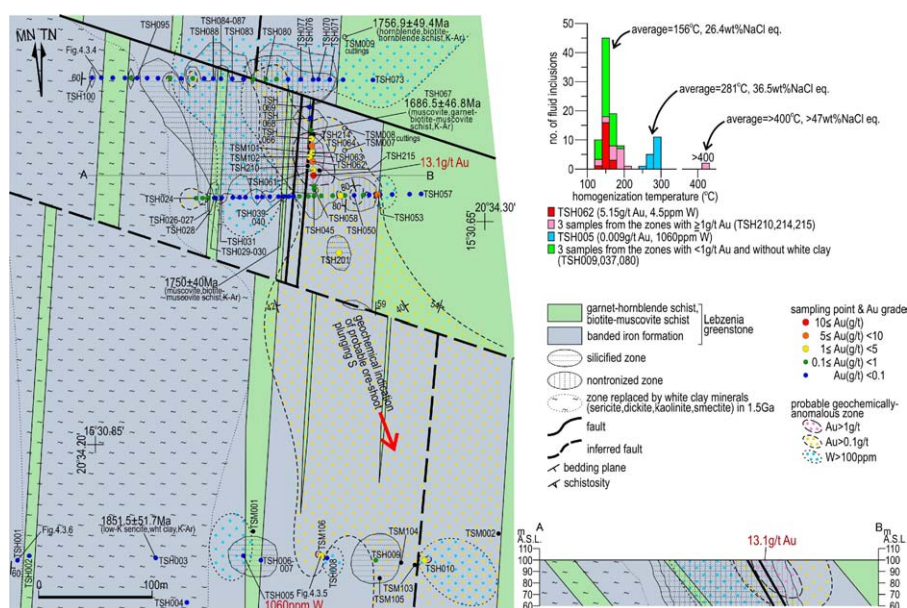


図 4.2.8 Tasiast Piment 鉱床地質図および地化学異常図

Tasiast 鉱床の鉱化作用の特徴は、母岩、構造地質、変質などとの関係から次のように考察される。

- 磁鉄鉱層中に磁硫鉄鉱からなる硫化鉄物が鉱染状、細脈状に生成している。
- 金の鉱化はザクロ石を生成する高い変成度を示す岩相周辺に磁硫鉄鉱と共に認められる。
- 金鉱化は、磁鉄鉱層の層理面やクラック、断裂や割れ目に沿って認められる。
- 金鉱化は珪化、粘土化などの変質作用を伴う。
- 地表では浅成富化作用によりノントロナイト化、赤鉄鉱化、褐鉄鉱化を受け、これらは主として浅部の磁鉄鉱層中に細脈状、鉱染状に認められる。
- 磁鉄鉱層形成は始生代(30 億年前頃)、金鉱化は原生代(17 億年前)以降である。
- 金鉱化に関与した流体の均質化温度は 120-190°C で、塩濃度は 28-30wt% NaCl eq. である。

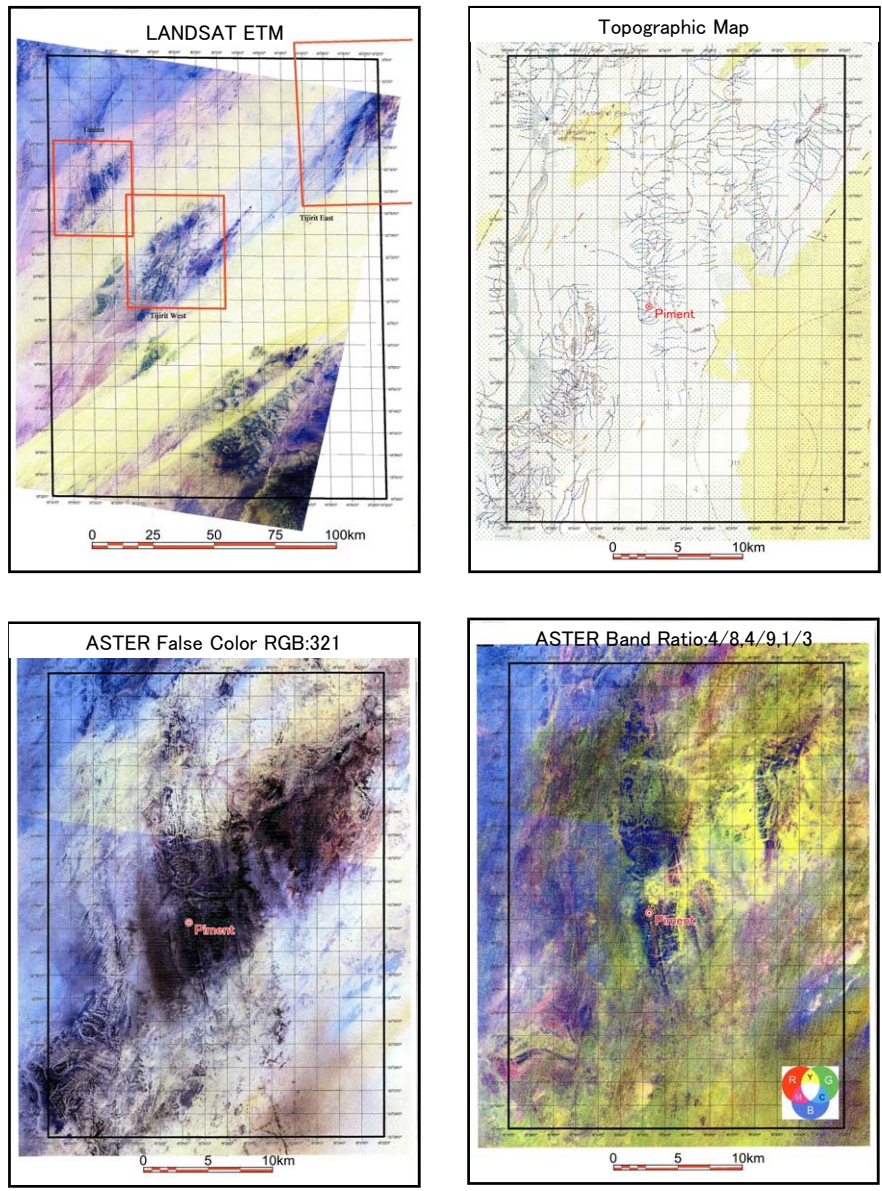


図 4.2.6 Tasiast-Tijirit 地域および Tasiast 地域の衛星画像

Tasiast と Tijirit を含む地域の LANDSAT 画像と、Tasiast 地域の ASTER 画像を図 4.2.6 に示す。Tasiast 地域の ASTER フォールス画像(図 4.2.6 の左下)と比演算処理画像(図 4.2.6 の右下)および Tasiast 地域の広域地質図(図 4.2.7)とを対比すると以下のことが判った。

- BIF を含むグリーンストーン帯は、ASTER 画像の比演算処理(RGB: 4/8, 4/9, 1/3) で濃い青(酸化鉄)で識別され、この比演算は有効である。
- Piment 地区の金鉱化に伴う変質帯は、比演算処理画像で赤(雲母)、緑(粘土鉱物)または黄(雲母および粘土鉱物)で抽出されず、この比演算では良い結果は得られなかった。

Tasiast 地域のような岩石砂漠では、BIF の識別は上記の比演算処理によって可能であることが判明した。

(4) Tijirit

Tijirit 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。Tijirit 地域の南西部は Tasiast 地域と同様な地質ユニットであり、始生代の花崗岩一片麻岩帯、ならびに珪岩、苦鉄質片岩、縞状磁鉄鉱層、橄欖岩、蛇紋岩、角閃岩などからなるグリーンストーン帯で構成される。

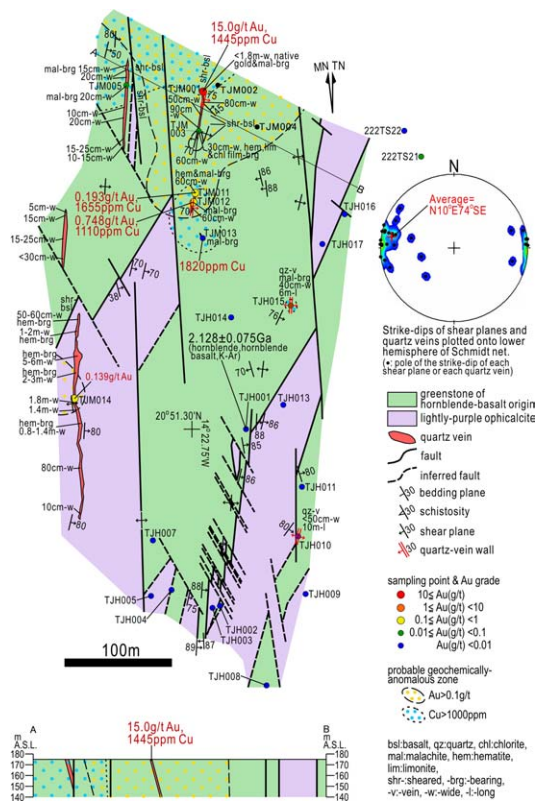


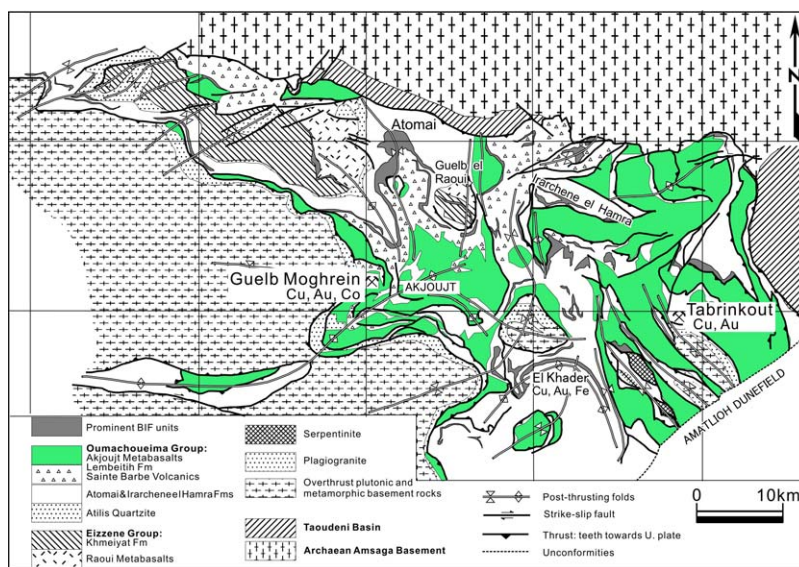
図 4.2.7 Tijirit 鉱床地質図および地化学図

一方、本調査で調査した Tijirit 地域の Ator 地区は、始生代とされる塩基性火山岩、角閃岩、蛇紋岩、片岩類が分布するが、縞状磁鉄鉱層は見られない。Tasiast 地域と比べると NNE-SSW 系の構造が顕著で、同方向の岩脈、断裂帯が発達している(図 4.2.7)。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。地質調査の結果、Tijirit 鉱床は原生代のグリーンストーン帯中に生成した鉱脈鉱床で、造山活動に伴う広域変成・変形作用によって NNE-SSW 系の断裂が生成し、これらの断裂沿いに塩濃度に富む熱水が上昇して胚胎した含金石英脈鉱床であると考えられる。

(5) Guelb Moghrein

Guelb Moghrein 鉱床を含む Akjoujt 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 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鉱銅金鉱床であるが、IOCG(iron-oxide copper gold deposit)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。



(after Stickland and Martyn, 2001)

図 4.2.8 Akjoujt 地域広域地質図

Akjoujt 地域の北部には始生代の Amsaga 基盤岩、東方には Taoudeni 堆積盆の地層が分布している。本地域の地質単位は Oumachouima 層群の Akjoujt 変玄武岩(変ドレライト、変玄武岩質火山岩類)を主とし、炭酸塩質片岩、鉄質珪岩、蛇紋岩などで構成されている(図 4.2.8)。Guelb Moghrein 鉱床付近には(安山岩質-)玄武岩質火山岩類起源の緑泥石片岩が広く分布し、ブロック状ないしレンズ状の炭酸塩岩体を含む。片理は走向 WNW-ESE あるいは NW-SE で、傾斜 25-40° SW を示し、全体の構造と調和している。

Guelb Moghrein 鉱床は西部鉱体と東部鉱体から成る。このうち西部鉱体が採掘対象となり、その上部が 1970 年代に露天堀で採掘された。鉱体は最大幅 60m、厚さ約 20m、延長 300m 強で、炭酸塩岩を交代した磁鉄鉱-孔雀石鉱体がレンズ状に胚胎している(図 4.2.9)。

本鉱床の銅・金鉱化作用が、緑泥石片岩中の Mg に富んだマグネサイト、ドロマイト炭酸塩岩中とその周辺の片岩中に限られることは、鉱液が炭酸塩岩を交代して、鉱床が生成したことを示唆する。このため原岩の産状によって鉱体が原石の形態を反映して、レンズ状の形態を呈すると考えられる。炭酸塩岩鉱体下部には磁鉄鉱とともに黄鉄鉱、黄銅鉱やコペリンなど硫化鉱物が生成されている。一方、鉱体上部は、褐鉄鉱の鉄酸化物、孔雀石、藍銅鉱、珪孔雀石、アントラー鉱、ボナタイトおよび胆礬などの銅炭酸塩鉱物および銅硫酸塩鉱物など酸化帯が発達している。これは、鉱体上部が天水起源の浅部地下水中に溶存した酸素によって銅が酸化されたことを示す。金の濃集部は、肉眼では孔雀石、藍銅鉱および珪孔雀石など酸化帯の銅鉱物に伴って認められた。また金の地化学異常域と銅の異常域が重なっていることも判明した。これらのことは、金と銅が鉱液からの沈澱までの過