

パキスタン回教共和国地質科学研究所建設計画基本設計調査報告書

パキスタン回教共和国
地質科学研究所建設計画
基本設計調査報告書

平成元年 8 月

国際協力事業団

無計二
89-115

平成元年 8 月

国際

1175

20202

JICA LIBRARY



1077716(7)

パキスタン回教共和国
地質科学研究所建設計画
基本設計調査報告書

平成元年 8 月

国際協力事業団



序 文

日本国政府は、パキスタン回教共和国政府の要請に基づき、同国の地質科学研究所建設計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、平成元年4月3日より4月23日まで、通商産業省工業技術院地質調査所地質情報センター長 白波瀬輝夫氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、パキスタン回教共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業、ドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

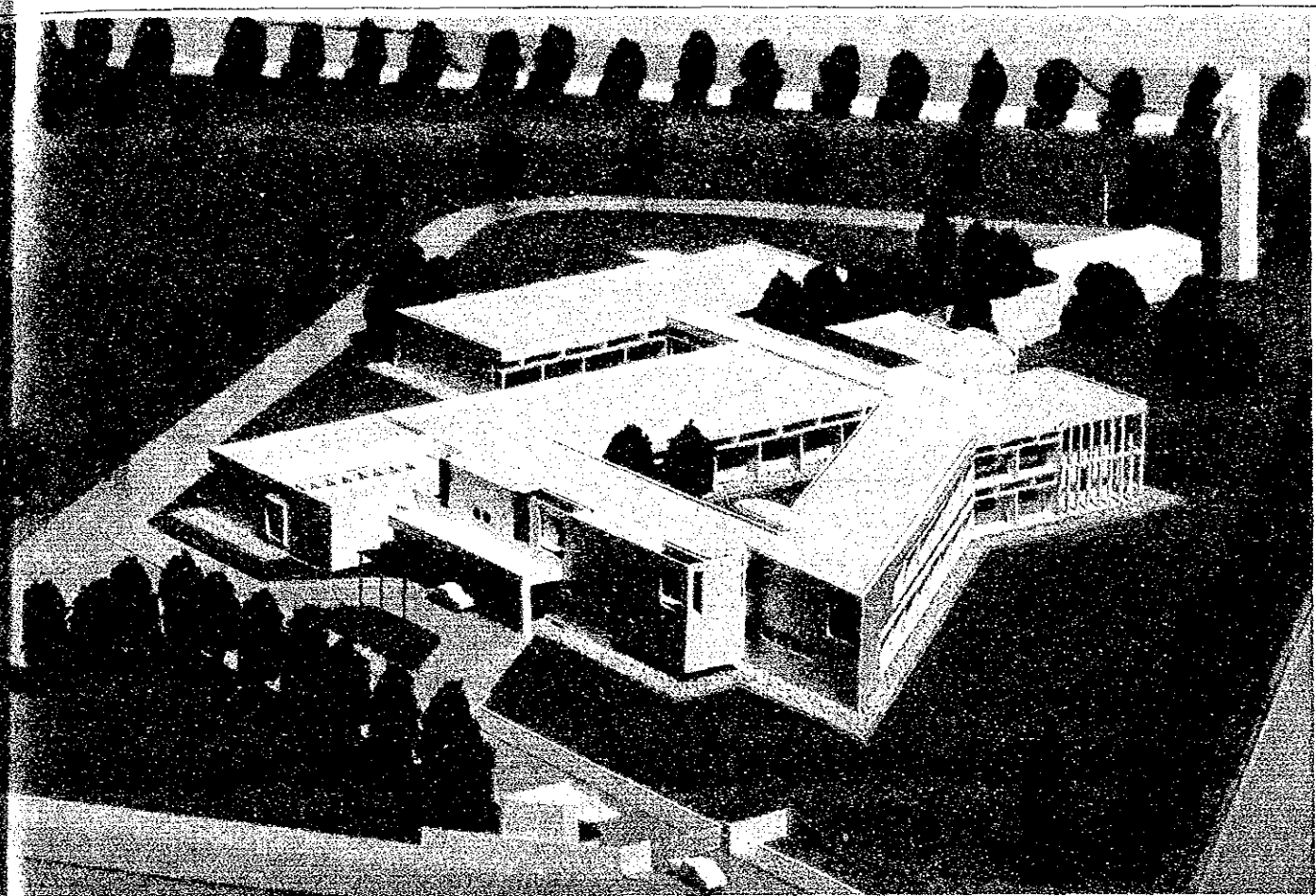
本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

平成元年8月

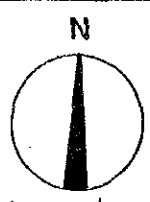
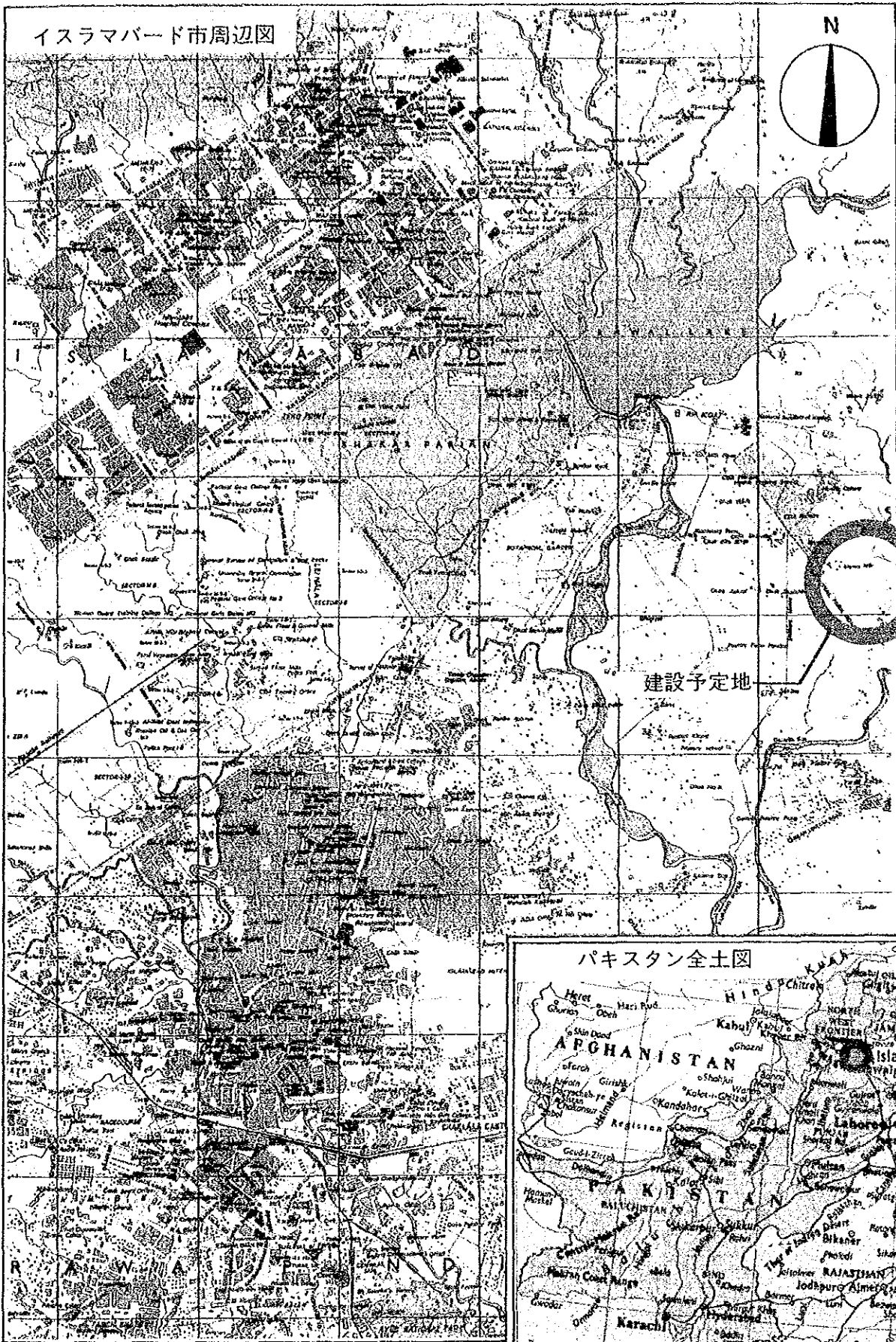
国際協力事業団

総裁 柳谷謙介



パキスタン回教共和国地質科学研究所

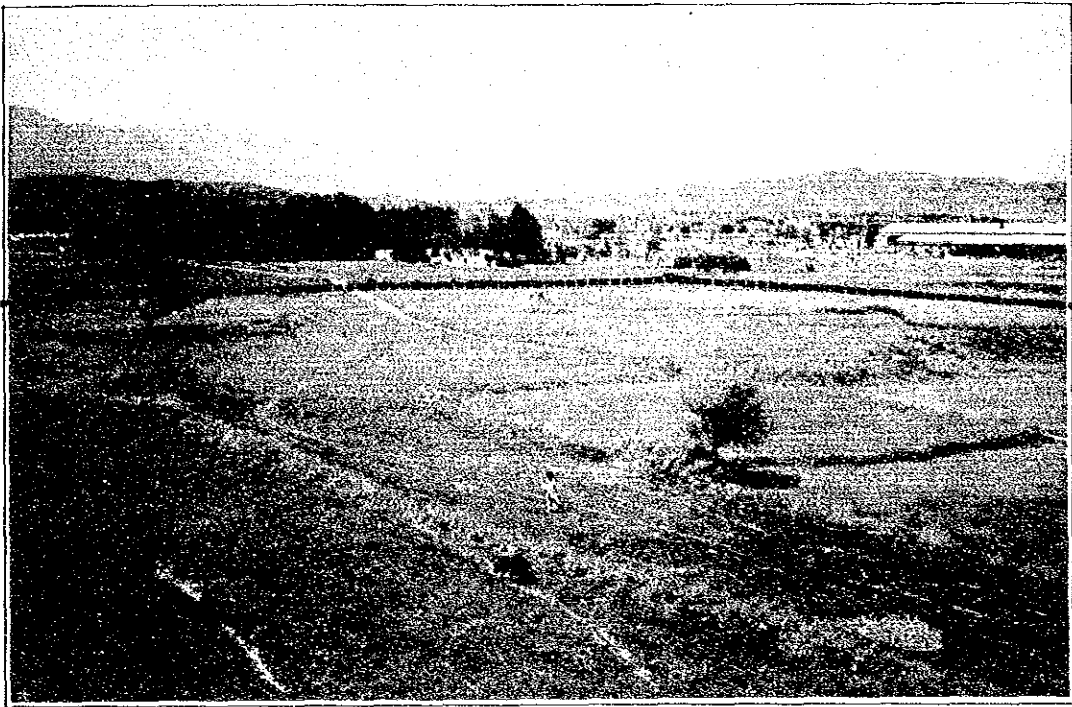
イスラマバード市周辺図



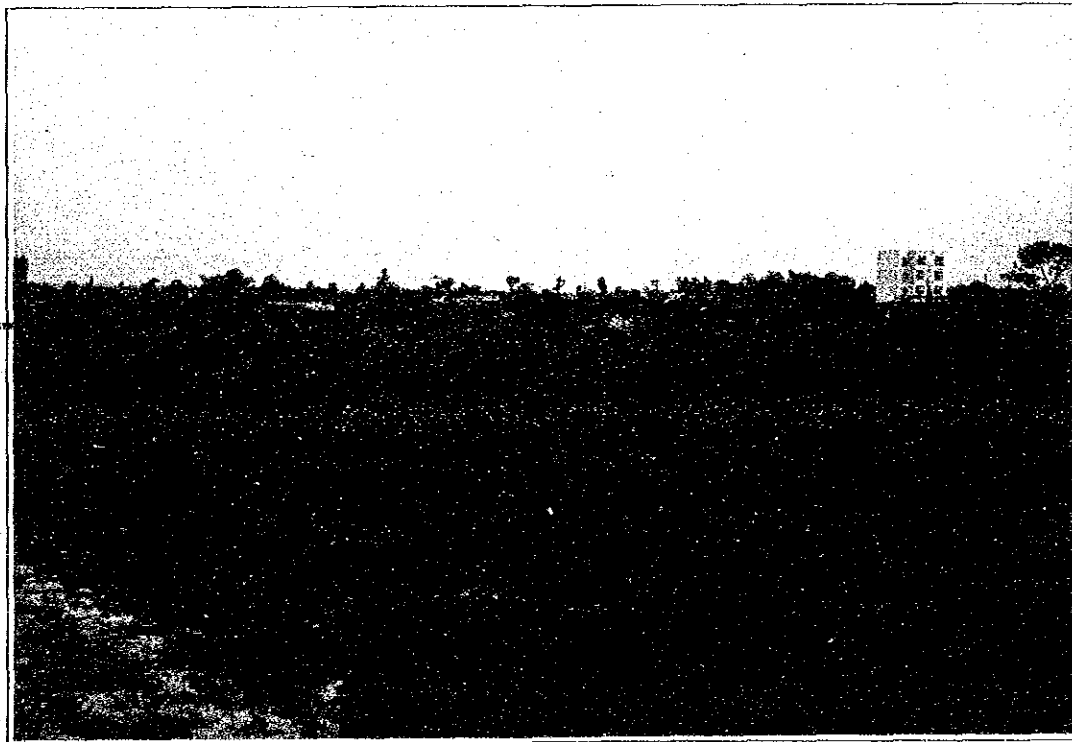
建設予定地

パキスタン全土図





敷地境界線



敷地境界線

建設予定地

要 約

要 約

パキスタン国では1987年現在約40種類の鉱物を生産している。鉱物資源のうち燃料資源については1970年代を通して重点的に開発され、その結果現在の需要量に対して原油は35%、天然ガスは100%、石炭は75%まで国内自給可能となった。一方、金属・非金属鉱物資源の開発は遅れがちで、輸入にたよる部分が多いことから同国政府は第6次5ヶ年計画(1983~1988)以降、国内鉱物資源の自給率を高めることにより鉱物輸入量を抑え外貨の流出を低減しうるとし、燃料資源のみならず金属・非金属鉱物資源開発にも力を注ぐようになった。しかし燃料資源を除く鉱物部門の国内総生産への寄与率は1986/87年度においても2.3%に留まっているため、さらに1988年から開始された第7次5ヶ年計画において地質研究・鉱床探査計画の拡充を図っている。

一方、パキスタン国の鉱物資源にかかわる最近の地質学的知見としてプレートテクトニクス理論がある。プレートテクトニクス理論とは地球の表面が十数枚の厚さ70km程度のプレートに覆われており、これらのプレートが長年月の間に水平に移動し、互いに接するところに多様な地殻的变化が生ずるという1960年後半以後発展してきた学説をさす。現在のところ地球科学的諸現象を説明するためには最も整合性のある理論である。この理論によればインド大陸がユーラシア大陸に衝突・変形したと考えられる部分に位置するパキスタン国の北部・西部の山岳地域において鉱物資源賦存の可能性は高いものと考えられる。

鉱物資源開発の成果をあげるためには野外での調査・探査活動の拡充と共に研究室における岩石・鉱物試料の分析能力を高め、その結果を基礎的地質情報として野外活動に反映させる必要がある。しかしながら同国地質科学研究の中心であるパキスタン地質調査所は同国独立(1947年)直後の創設期以後1960年代前半までは活発な調査・研究を行っていたものの、その後の1965年及び1971年の印度・パキスタン戦争、1973年から1974年へかけての石油危機等の影響から同調査所への研究予算配分が削減される状態が続いた。このため同調査所の施設・機材は老朽化し、従って職員の技術力も一般に不足していることから同国政府の期待に応え難く、例えば収集した岩石・鉱物試料の高度な分析は殆ど海外に依存せざるを得ない状況にある。

このためパキスタン国政府はイスラマバード市にパキスタン地質調査所所属の地質科学研究所を建設し、収集した岩石・鉱物試料の分析を自国内で行い、その結果を探査活動に反映させることにより有用鉱物資源の開発を促進することを計画した。パキスタン国政府は本計画を第7次5ヶ年計画(1988~1993)に組み込むと共に、昭和63年10月に至り日本国政府に対し本研究所

● 施設内容

1. 実験棟

古地磁気測定室、顕微鏡室、X線マイクロアナライザー室、X線回折室、熱分析室、蛍光X線分析室、原子吸光分析室、化学分析室、鉱物分離室等

2. 試料調製・倉庫棟

粗粉碎室、微粉碎室、鉱物粉碎室、研磨室、琢磨室、試料倉庫等

3. 研究・事務棟

上級研究員室、研究員室、図化室、地図室、図書室、書庫、地質標本保管室、研修室、事務室、管理事務室等

4. 機械棟、車庫棟、守衛棟、受電棟、中和槽ポンプ室、高架水槽

● 機材内容

1. 古地磁気地質年代学部門

交流消磁装置、熱消磁装置、帯磁率計、磁気天秤等

2. 岩石・鉱物学部門

X線マイクロアナライザー、X線回折装置、示差熱・重量同時測定装置、顕微鏡等

3. 分析化学部門

蛍光X線分析装置、フレイム型原子吸光分析装置、フレイムレス型原子吸光分析装置、分光光度計、天秤類、蒸留水製造装置等

4. 地化学探査部門

地化学用データ処理装置等

5. アイソトープ地質年代学部門

アイソダイナミックセパレーター、ホットプレート等

6. 地質学部門

製図台、透写台等

7. 試料調製部門

ジョークラッシャー、振動ミル、自動乳鉢、岩石切断機、研磨機、岩石薄片研磨機等

その他に作業台、実験台、流し台、戸棚等、研究活動に不可欠な機材・家具・備品を必要個所に配置する。

日本国政府は本計画を第1期工事(建物工事:工期約12ヶ月)と第2期工事(建物工事:工期約9ヶ月、機材工事:工期約11ヶ月)の2期に分けて実施する。総概算事業費は15.60億円であり、このうち日本国政府負担事業費は14.24億円である。

本研究所維持管理のための人件費、施設・機材維持管理費はパキスタン国側で策定した5ヶ年にわたる本計画の実施計画に基づき、パキスタン国政府からパキスタン地質調査所を通して本研究所に配分される。年間維持管理費試算結果である約4,044,000Rsは同実施計画の内貨予算枠内で対応可能である。また、この金額は石油天然資源省の1988/89年度予算(約1,527,948,000Rs)の約0.26%に相当するのみであることから、同実施計画の終了後も本研究所の維持管理費の将来的確保は可能であると推定される。

本計画にあわせて、日本国政府によりプロジェクト方式技術協力が実施され、本研究所が円滑に運営された場合、まず同国の地質科学研究分野の物的研究能力が強化され、鉱物資源研究・開発関連研究者の能力が向上する。これにより鉱物資源開発の基礎的情報となる地質図・報告書等の内容・精度が向上し、これまでパキスタン地質調査所の保有していた機材では作成できなかった鉱徴地分布図・地化学図・古地磁気分布図・鉱床区図・総合解析図等の作成が新しく可能になる。本研究所の活動に基づいたこのような情報を提供することにより、従来より質の高い探査活動が国内・国外を含めたより広い範囲で行われるようになることから、パキスタン国の地質構造に特有な鉱物資源の発見される可能性が本研究所を建設することにより一層高くなる。将来的に本研究所の活動が新鉱床の発見に結実すれば、外貨の獲得・雇用創出・地方振興等の観点から本計画はパキスタン国の国家経済に大いに貢献することが期待できる。このように本計画は極めて有意義であると判断され、日本国政府の地質科学研究所建設計画への無償資金協力は十分な妥当性を持つと考えられる。

なお、本計画の実施にあたっては日本国政府によるプロジェクト方式技術協力が本計画と組合せて実施されることが是非とも必要である。パキスタン国側としては同技術協力の実施計画に対応した分野の人員配置、優秀な職員の選定、維持管理予算の確保に努めると共に、本計画の実施効果をさらに高めるため本研究所の稼働率を高くし、また分析・試験結果の精度・信頼性を高水準に維持してゆくことが必要である。

目 次

	序文	
	鳥瞰図	
	地図	
	写真	
	要約	
	目次	
第1章	緒論	1
第2章	計画の背景	3
2-1	鉱物資源の現状及び展望	3
2-2	国家開発5ヶ年計画の概要	7
2-3	地下資源研究開発行政の現状	8
2-4	パキスタン地質調査所の現状	13
2-4-1	パキスタン地質調査所の沿革	13
2-4-2	業務内容	13
2-4-3	運営組織・要員及び予算	15
2-4-4	施設・機材の現状	17
2-5	地質科学調査・研究及び鉱物資源探査の現状	19
2-5-1	地質科学調査・研究の現状	19
2-5-2	鉱物資源探査の現状	23
2-6	要請の経緯と内容	25
2-6-1	要請の経緯	25
2-6-2	要請の内容	25
第3章	計画の内容	28
3-1	計画の目的	28
3-2	要請内容の検討	28
3-2-1	計画内容の検討	28
3-2-2	要請施設・機材の検討	30

3-3	計画の内容	31
3-3-1	実施機関	31
3-3-2	運営計画	31
3-3-3	活動計画	33
3-3-4	建設予定地概況	36
3-3-5	施設・機材の概要	40
3-3-6	技術協力	42
第4章	基本設計	45
4-1	基本方針	45
4-2	基本設計条件の検討	46
4-3	施設・機材の基本計画	49
4-3-1	配置計画	49
4-3-2	建築計画	51
4-3-3	構造計画	62
4-3-4	設備計画	64
4-3-5	材料計画	69
4-3-6	機材計画	71
4-3-7	機材リスト	73
4-3-8	施設規模	82
4-3-9	基本設計図	82
第5章	事業実施計画	95
5-1	事業実施体制	95
5-2	工事区分	96
5-2-1	日本国政府側負担工事	96
5-2-2	パキスタン国政府側負担工事	97
5-3	施工計画	99
5-3-1	施工方針	99
5-3-2	施工監理計画	99
5-3-3	資機材調達計画	101

5-4	実施スケジュール	102
5-5	概算事業費	104
5-5-1	積算条件	104
5-5-2	日本国政府側負担工事の概算事業費	104
5-5-3	パキスタン国政府側負担工事の概算事業費	104
第6章	維持管理計画	106
第7章	事業評価	114
第8章	結論・提言	118

附属資料

1	調査団の構成
2	現地調査日程
3	面会者リスト
4	協議議事録
5	建設予定地権利移転条件に関する文書
6	地盤調査データ
7	水質分析表

第1章 緒論

第1章 緒 論

パキスタン国の地下資源開発は1970年代を通して原油・天然ガス・石炭等の燃料資源開発に重点が置かれてきた。その結果現在の需要量に対しては原油は35%、天然ガスは100%、石炭は75%まで国内自給可能となった。一方、金属・非金属鉱物資源の開発は遅れがちで、輸入にたよる部分が多いことから、同国政府は国内鉱物資源の自給率を高めることにより、外貨の流出を低減しうる可能性があるとし、第6次5ヶ年計画(1983~1988)以降金属・非金属鉱物資源開発にも力を注ぐようになった。さらに1988年から開始された第7次5ヶ年計画でも地質研究・鉱床探査計画の拡充を図っている。

この分野で成果をあげるためには野外での調査・探査活動の拡充と共に研究室における岩石・鉱物試料の分析能力を高め、その結果を野外活動に反映させる必要がある。しかしながら同国地質科学研究の中心であるパキスタン地質調査所は同国独立(1947年)直後の創設期以後1960年代前半までは活発な調査・研究を行っていたものの、その後の1965年及び1971年の印度・パキスタン戦争、1973年から1974年へかけての石油危機等の影響から同調査所への研究予算配分も削減され、人材の流出が続いた。このため同調査所の施設・機材は老朽化し、従って職員の技術力も一般に不足していることから同国政府の期待に応え難く、例えば収集した岩石・鉱物試料の高度な分析も殆ど海外に依存せざるを得ない状況にある。

また1960年代後半から以後、地質学ではプレートテクトニクス理論の展開がみられ、それまで鉱物資源に乏しいとされてきた地域にも有用鉱物資源の存在が想定されるようになった。この理論によれば、パキスタン国においても北部及び西南部の山岳地帯における鉱物資源賦存の可能性は高いものと考えられ、外貨流出を抑えるという消極的な意義のみではなく、新鉱床が開発されてゆけば長期的には鉱物資源開発が同国の輸出競争力向上に資する可能性もでてきている。

このためパキスタン国政府はイスラマバード市にパキスタン地質調査所所属の地質科学研究所を建設し、収集した岩石・鉱物試料の分析を自国内で行い、その結果を探査活動に反映させることにより有用鉱物資源の開発を促進することを計画した。パキスタン国政府は本計画を第7次5ヶ年計画(1988~1993)に組み込むと共に、昭和63年10月に至り日本国政府に対し本研究所建設についての無償資金協力にあわせ岩石、鉱物の研究・鉱物資源探査のための人材養成に対する技術協力を要請した。

これに応え日本国政府は本件調査の実施を決定し、国際協力事業団は昭和63年12月9日から12月21日までプロジェクト方式技術協力及び無償資金協力合同の事前調査団を派遣し本件要請の背景・要請内容の詳細について協議及び確認を行った。この結果プロジェクト方式技術協力実施の妥当性が確認され、無償資金協力にかかる基本設計調査の実施が必要であると判断されたため、国際協力事業団は平成元年4月3日から23日まで基本設計調査団を現地に派遣した。調査団は事前調査内容を踏まえた上で、プロジェクト方式技術協力実施を前提とする本件無償資金協力の可能性に関して下記の調査を行った。なお本調査団にはプロジェクト方式技術協力に関する長期調査員が同行した。

- (1) 計画の背景及び妥当性についての分析
- (2) パキスタン地質調査所及び関連機関の現状
- (3) 本研究所の活動内容・活動計画について協議
- (4) 要請されている施設・機材の必要性検討
- (5) 事業実施体制・運営管理体制及び予算・相手国側負担工事予算措置の確認
- (6) 建設予定地調査
- (7) 既存類似施設調査
- (8) 建設事情調査

本報告書は上記調査を踏まえた国内解析及び平成元年6月のドラフトファイナルレポート現地説明の結果をとりまとめたものである。なお、調査団の構成・現地調査日程・面会者リスト・協議議事録(写)は巻末に添付した。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2-1 鉱物資源の現状及び展望

パキスタン国の鉱物生産は独立当時の1947年にはクロマイト・耐火粘土・石膏・石灰石・岩塩・珪砂のわずか6種類の鉱物が小規模に採掘され、市場に出されていたのみであり、原油・石炭等の燃料鉱物はその存在は知られていたものの未だ商品化されるに至っていなかった。その後、緩やかにではあるが新鉱床の開発が進み、独立40年後の1987年までには40種類の鉱物を生産するようになった。

表2-1 パキスタン国内産出鉱物

年	1947	1987
鉱物資源	クロマイト・耐火粘土・石膏 ・石灰石・岩塩・珪砂	アンチモニー・アルゴナイト(大理石)・重晶石・ ボーキサイト・セlestait・陶土・クロマイ ト・石炭・エプリストーン・耐火粘土・螢石・白 土 砂利・石膏・石灰石・マグネサイト・マンガ ン・黄土・岩塩・珪砂・ソープストーン・硫黄・ 原油・天然ガス 粘土・ベントナイト・白亜・ドロマイト・長石・ 火燄石・貴石鉱物・黒鉛・鉄鉱石・雲母・ミルス トーン・リン鉱岩・石英・蛇紋石・粘板岩・トロ ナ(天然ソーダ)

(出所: パキスタン地質調査所)

上表に示すように産出品目の多くは国際市場性を持ち難い内需工業原料鉱物が占めている。主要鉱物の過去10年間の産出量変化を次に示す。一般的に産出量は漸増している。

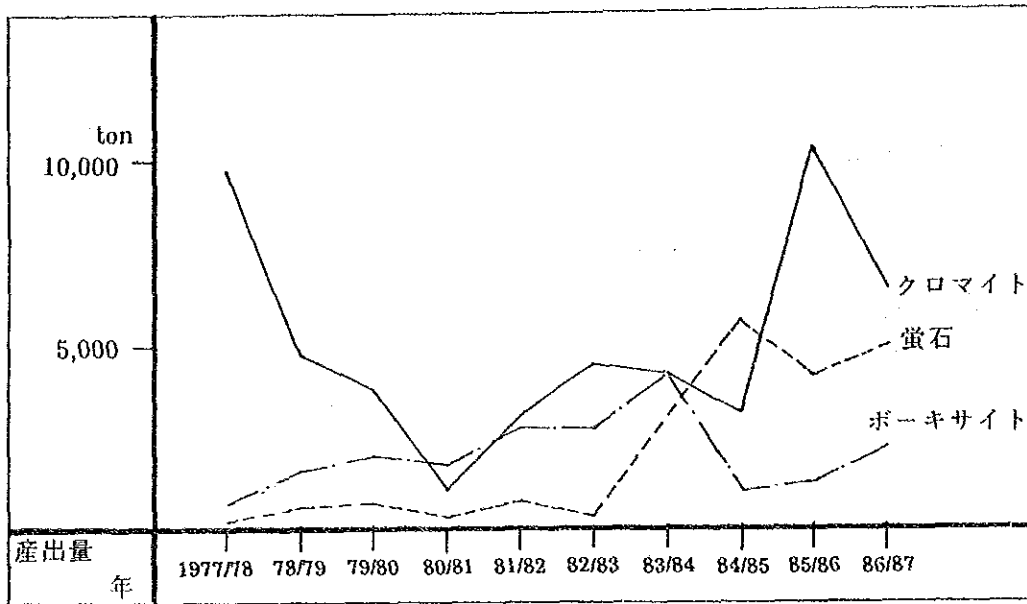


図2-1 主要鉱物産出量の変化-1 (出所: Pakistan Statistical Yearbook, 1988)

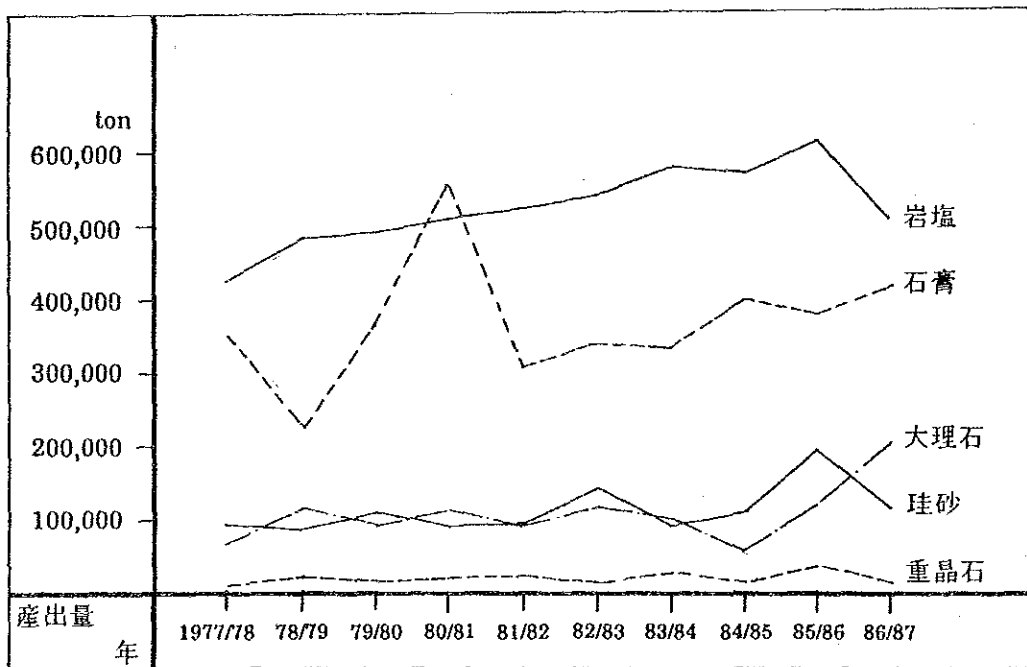


図2-2 主要鉱物産出量の変化-2 (出所: Pakistan Statistical Yearbook, 1988)

これらの金属・非金属資源とは別に、燃料資源については1986/87年度において、年間に原油は15,005,000バレル、天然ガスは11,161,365m³、石炭は2,158,904トンを生産している。これらは国内需要量の各々35%、100%、75%にあたるため、原油・石炭は不足分を輸入している。天然ガス・石炭の年間生産量は近年ほぼ一定であるが、原油年間生産量は1982/83年の生産量を100とすると、毎年103→201→303→317のように大きく増加してきている。原油・天然ガス

は主としてシンド州・パンジャブ州で生産されており、石炭は主としてシンド州・バルチスタン州で生産されている。

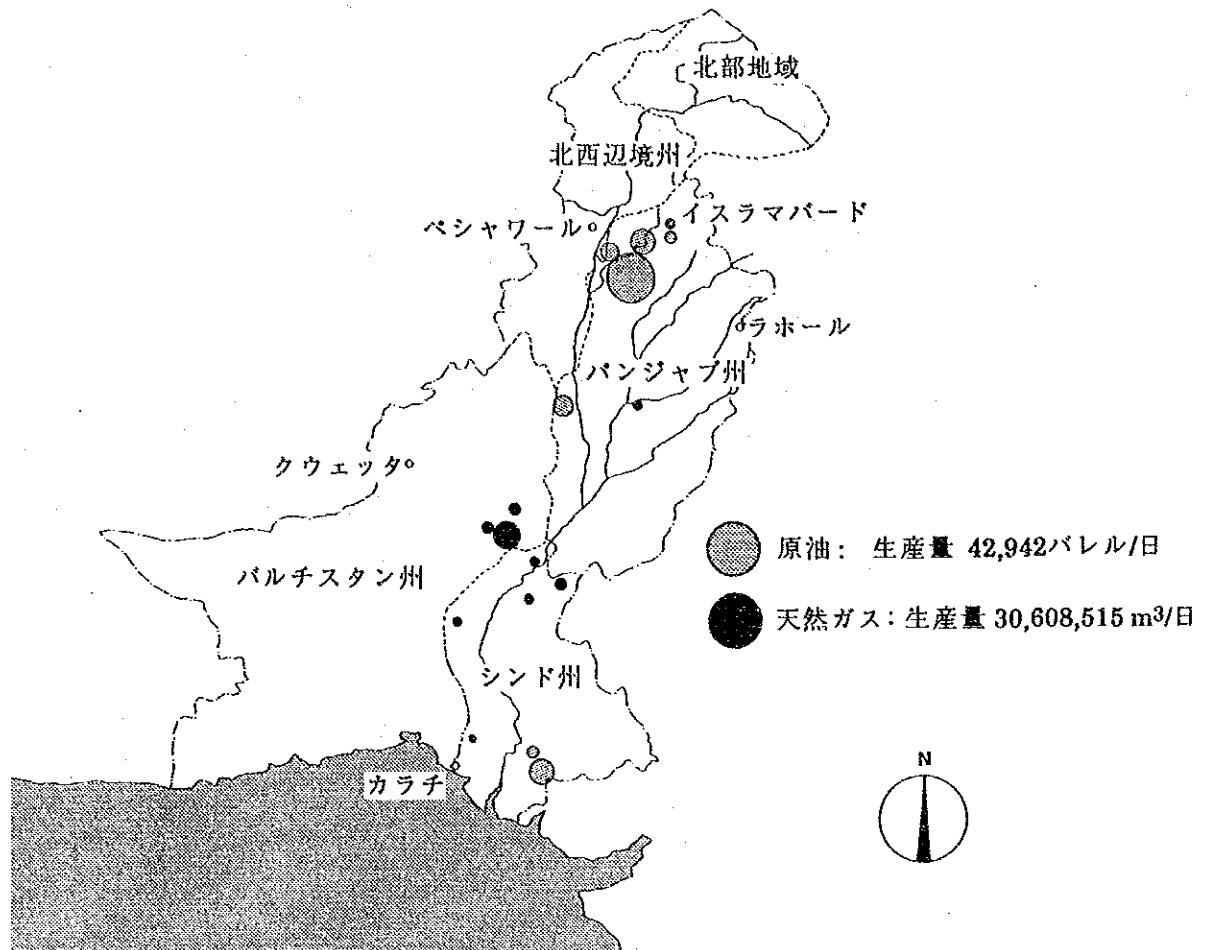


図2-3 原油・天然ガスの生産地

しかしながら、これらの燃料鉱物を含まない、鉱物部門の国内総生産への寄与率は1986/87年度において2.3%にすぎない。これは希少性の高い鉱物が少ない上に、鉱物の種類が多く、採鉱地も遠隔地に散在しており、また精度の高い鉱床探査が未だ実施されていない地域が多いためである。国家経済上有用な鉱物、例えば銅・金・鉛・ニッケル・タングステン・亜鉛等の鉱床開発が急がれている。

一方、パキスタンの地質及び鉱物資源にかかわる最近の地質学的知見としてプレートテクトニクス理論がある。プレートテクトニクス理論とは地球の表面が十数枚の厚さ70km程度のプレートに覆われており、これらのプレートが水平に移動し、互いに接するところで様々な地殻構造的変化が生ずるという1960年代以後発展してきた学説をさす。現在のところ地球科学的諸現象を説明するためには最も整合性のある理論である。この理論によれば、インド・パキスタンを中心とする地球の歴史は大略次のように考えられる。2億年程前の地球の陸地は一つにま

とまっていたが、海洋底の拡大により先ずユーラシア大陸と Gondwana 大陸に分裂し、その後、北アメリカ・南アメリカ・アフリカ・南極・オーストラリア・インド大陸に順次分裂を進めていった。

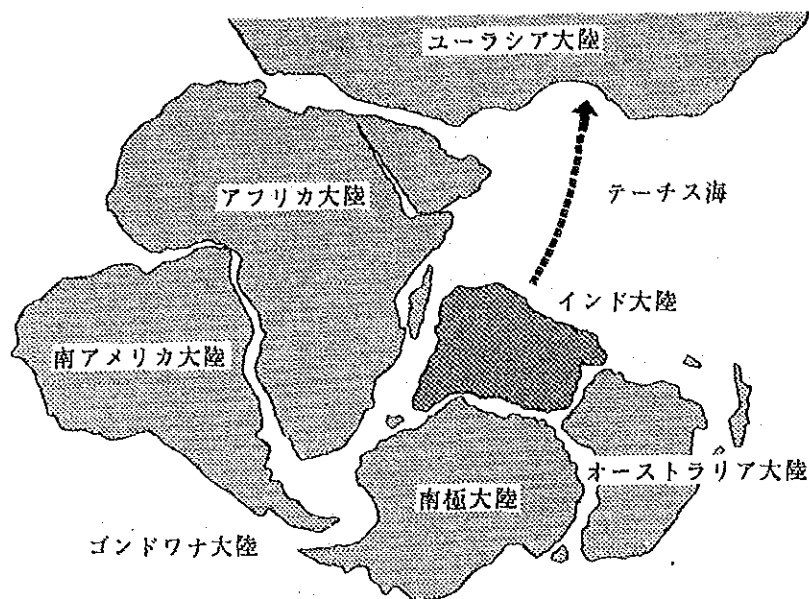


図2-4 大陸の移動

6500万年程前になってインド大陸の北にあったテーチス海とインド大陸をのせたインドプレートは北上をはじめ、2000万年程前にはテーチス海は消滅した。引続きインド大陸はユーラシア大陸に衝突し、その部分には大規模な断層及びヒマラヤ・カラコルム・ヒンドークシュなどの大山脈が形成された。テーチス海がなくなりインドプレートがユーラシア大陸の下に沈み込む際に地下深部からマグマが上昇し、そのマグマが地殻中に貫入する時にクロム・マンガン・ニッケル等の鉱床が形成され、さらにインド大陸が直接ユーラシア大陸に衝突し変形する際に改めて銅・金・鉛・タングステン・亜鉛等のマグマが発生し、新しい鉱床が形成されたものと考えられている。このようにプレートテクトニクス理論によればパキスタンの北部・西部の山岳地域における鉱床賦存の可能性は高いものと考えられ、また理論の発展にともない試料分析方法・探査技術も新しくなっているため、ますますパキスタンにおける新鉱床開発が有望視されるに至っている。

2-2 国家開発5ヶ年計画の概要

1988/89年度から始まった第7次5ヶ年計画では基本目標として次の8項目を掲げている。

- 1) 完全雇用への移行(特に教育を受けた層について)
- 2) 食物・住宅・保健・教育・交通手段その他公共サービスの確保
- 3) 教育・訓練に重点を置いた人的資源の開発
- 4) 全分野における自力開発の推進(外国の借款・技術依存の漸進的縮小を含めて)
- 5) 政府財政負担軽減を図るための経済規制緩和による民間活動振興
- 6) 歳入と歳出の不均衡是正による公共財政の健全化
- 7) 工業・商業・外国為替交換政策及び輸出入バランスの改善を通じた対外債務支払条件の緩和
- 8) 物価安定を持続するための通貨抑制政策の追求

鉱業部門の目標については、鉱物資源開発の拡大がパキスタンの産業構造の多角化にとって必要であり、各種鉱物開発のため地質調査及び探査に力を注ぐべきこと、有望な鉱床地帯のインフラストラクチャーの強化等に加えて地質分析研究所の近代化・強化計画があげられている。鉱業生産計画の項においては、国家経済における鉱業部門の比率を拡大するよう努める方針であるとし、その戦略の中で地質科学研究に関連しては次の項目を優先すると述べている。

- 1) パキスタン地質調査所は国内外の投資を惹起するように、適切な鉱化帯図を作成し、開発有望地域を選定し、その地域の可能性について十分説明しうる体制とする。
- 2) 鉱業分野の公共機関編成の見直しを図り、乏しい人材と財源を最大に活用する。
- 3) 公共機関の管轄下において民間企業のため低廉・迅速な鉱物分析・鉱石処理試験サービスを行う。

公共投資には限界があることから、国外民間企業の投資・国内民間企業活用の必要性を認識していることがわかる。一方、第6次計画を通しての金属・非金属鉱物資源開発については、次のような問題点があったと指摘されている。

- 1) 地質学的知識・ノウハウの不足
- 2) 研究・開発用施設の欠如
- 3) 訓練を受け経験を積んだ人材の不足
- 4) 機材及び開発に必要なインフラストラクチャー

このように国家開発計画においても飲物資源を自力で開発できるようにするための研究施設の拡充が重要であると考えられていることは明確である。

2-3 地下資源研究開発行政の現状

(1) 政府組織

パキスタン国の地下資源研究開発は石油天然資源省の管轄下で実施されている。パキスタン国の連邦政府組織は現在以下の通りである。

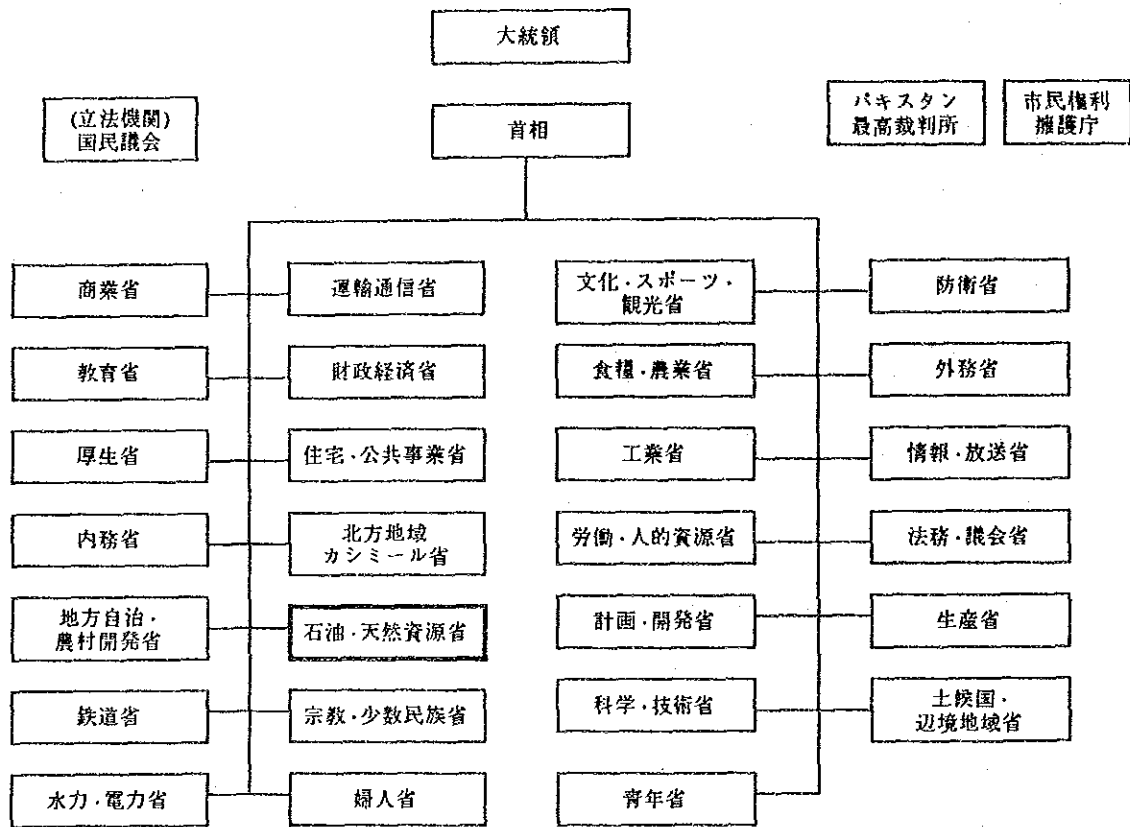


図2-5 パキスタン国連邦政府組織

(2) 石油天然資源省の組織

石油天然資源省は次図のような本省・附属機関・公団及び公社から構成されている。地下資源の研究・開発に関しては調査・研究及び鉱床探査の基本的部分をパキスタン地質調査所が担当し、原油・天然ガスの調査研究については特にパキスタン炭化水素研究所が設置されている。鉱床探査の実際的部分及び鉱山開発は各公団・公社が担当している。民間鉱業部門は原油関連外国企業は別として現在までのところ資本・技術・人材が不足しており、その活動は高度な技術を要さず、また投下資本の早期回収を図りうる非金属の露頭鉱床、例えば石炭・石膏・石灰岩・粘土・大理石等の採掘に限定されている。

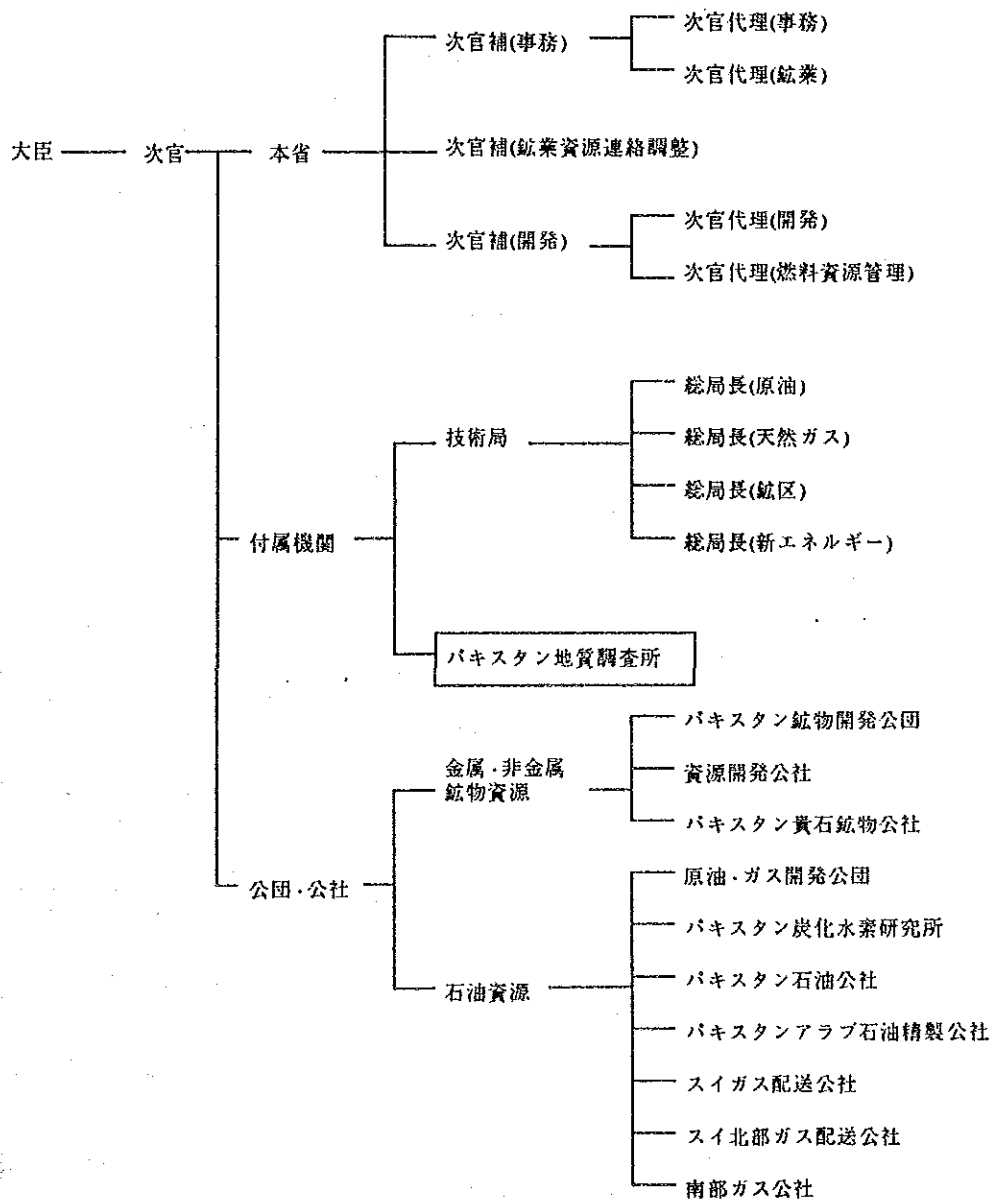


図2-6 石油天然資源省の組織

(3) 石油天然資源省の全体予算

全ての附属機関及び公団・公社を含む石油天然資源省の予算の最近4年間の推移は以下の通りである。

表2-2 石油天然資源省の予算

(単位: 1,000ルピー)

年度	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
經常予算	519,382	250,000	222,842	210,249
開発予算	3,329,616	2,700,100	2,960,588	1,317,699
合計	3,848,998	2,950,100	3,183,430	1,527,948

(出所: パキスタン地質調査所)

年度により増減があるのは經常活動及び鉱床探査・開発案件の開始及び終了時点が必ずしも、7月1日開始され6月末日に終了するパキスタン国政府の会計年度に整合していないためである。石油天然資源省の最近4年間の予算は全体として横ばいの状態にあるといえる。

(4) 附属機関及び公団・公社の概要

附属機関及び公団・公社の主要機能は以下の通りである。

表2-3 各組織の主要機能

組織名	主要機能
技術局	燃料資源の統制・取引・開発の管理
パキスタン地質調査所	国土の地下資源が十分に探査・活用されるようにするための基本的地質情報の収集・提供
パキスタン鉱物開発公団	石炭・岩塩・クロマイト・珪砂等非石油系鉱物資源の探査・採掘・販売
資源開発公社	バルチスタン州サインダック地区の銅資源の探査・開発
パキスタン貴石鉱物公社	北部で産出する宝石の採掘・統制・販売
原油・ガス開発公団	原油・天然ガスの探査・開発

(次頁に続く)

組織名	主要機能
パキスタン 炭化水素研究所	原油・天然ガスの調査・研究及び石油資源開発への技術的基礎情報 の収集・提供
パキスタン石油公社	石油・天然ガスの貯蔵・流通・販売
パキスタン-アラブ 石油精製公社	原油精製・パイプライン輸送を行うパキスタン国政府とアラブ 産石油との合弁公社
スイガス配送公社	スイ地区天然ガスの精製・配送
スイ北部ガス配送公社	スイ地区天然ガスのパンジャブ州・北西辺境州への配送・販売
南部ガス公社	スイ地区天然ガスのシンド州・バルチスタン州への配送

このように数多い組織間の業務の重複を避け効率化を図るため、本省には鉱物資源連絡調整局が設置されている。地下資源の調査・研究・探査・開発を担当する技術系主要組織の技術系を主とする上級職員及び総職員数は以下の通りである。

表2-4 各組織の職員数

所属機関	技術局	上級職員数 (主として技術系)		総職員数
		原油	天然ガス	
附属機関		原油	5	68
		天然ガス	8	50
		石炭	8	50
		鉱区	10	50
		新エネルギー	8	36
	パキスタン地質調査所		303	1,543
公団・公社	パキスタン鉱物開発 公団		67	7,500
	原油・ガス開発公団		750	4,240
	パキスタン炭化水素 研究所		70	325
合 計			1,229	13,862

(出所: パキスタン地質調査所)

パキスタン地質調査所の上級職員303名のうち292名は科学者・技術者であり、パキスタンの地下資源特に金属・非金属鉱物資源の調査・研究・探査に関し同調査所は技術的に重要な組織であることがわかる。

(5) 地質学教育の現状

一方、現在のところ地下資源についての純粋学問的研究は国立大学が行っている。パキスタン国内で地質学科を有し、毎年卒業生を出している大学は以下の通りである。

表2-5 地質学教育の現状

大学	教育期間	入学者数(1987年)	卒業生数(1987年)
1. バルチスタン大学	4年	9	8
2. カラチ大学	4年	50	20
3. バンジャブ大学	4年	44	35
4. ペシャワール大学	準博士課程	16	7
	修士課程	35	2
5. カイディアザム大学	4年	30	10
合計		184	82

(出所: パキスタン地質調査所)

このように地質学に関する高等教育は比較的充実しており、カイディアザム大学等では新鋭実験機材も順調に稼働している。卒業生数は年間82名であり、このうち毎年4名前後がパキスタン地質調査所に就職し、他は前述の石油天然資源省の附属機関、公団・公社あるいは民間企業、大学院、海外留学等の道を選んでいる。

2-4 パキスタン地質調査所の現状

2-4-1 パキスタン地質調査所の沿革

パキスタン地質調査所は独立直後の1947年8月にインド地質調査所から分離し、6名の地質学者と2名の科学者をもって発足した。

創設当初は地質図の作成に重点が置かれ、先ず全国土の露頭面積のほぼ90%にあたる537,970 km²について縮尺25万分の1の踏査図が作成された。この踏査資料の蓄積をもとに、国土を一定の間隔で区画した縮尺5万分の1の地質図幅の作成を開始し、現在も継続されている。1960年代初めまでには同調査所は国土の地質状況全般について野外調査資料を収集し、縮尺5万分の1の地質図とは別に国土全体の地質状況を把握するための縮尺200万分の1の地質図を1964年に発行した。1964年以降原油・天然ガス・石炭・アンチモン・ドロマイト・マグネサイト等が本格的に探査・採掘し始められたのは、この地質図によるところが大きかった。

このように同調査所の事業が順調に進展しようとしていた矢先、1965年及び1971年の印度・パキスタン戦争及び東パキスタンの独立、また1973年から1974年へかけての世界的石油危機の影響を深刻に受けた。このため職員の難散・予算の削減が続き野外活動・研究活動共停止に近い状況に置かれた。一方、1960年代後半からは先進諸国において地球科学上プレートテクトニクス理論等新学説が提唱され、世界の造山帯における鉱床について再検討が開始されるとともに、分析機材・データ処理技術の高度化が急速に進展していた。このためパキスタンにおける鉱物資源賦存の可能性が高くなったものの、前述の事情によりパキスタン地質調査所と先進諸国地質調査機関との技術較差は著しく拡大してしまった。このため、パキスタン国政府は第6次5ヶ年計画(1983~1988)以後研究室・職員住宅・出版部門施設等の更新・国内外の研修等による人材養成、空席職員の補充等を開始し、パキスタン地質調査所の地質調査・鉱床探査能力の向上に努めてきている。

2-4-2 業務内容

パキスタン地質調査所は石油天然資源省の附属機関であり、国民が同国の地下資源を十分に開発・利用しうるように基本的な地質情報を収集・提供することが同調査所の使命である。同調査所は経常的活動として地質図の作成・発行等の基本地質調査及び地下資源の基礎的研究を行う一方、開発調査活動として国内関連機関・国際機関・外国政府と協力し、石炭・金属鉱物等の地下資源探査を行うことにより、両活動の成果を各々の活動内容水準向上に反映させるように努めている。なお、原油・天然ガスについては同調査所の基本地質調査の対象には含まれるもの

の、研究・探査に関しては主として石油天然資源省傘下のパキスタン炭化水素研究所、原油・ガス開発公団及び民間企業が担当している。

パキスタン地質調査所の主要業務内容は以下の通りである。

- (1) 国土の地質を系統的に調査し、必要に応じた縮尺の地質図を作成する。
- (2) 地質図上で有用岩石・鉱物、燃料、地下水及び他の地下資源の存在の徴候が認められる地域を詳細に調査する。
- (3) 既知鉱徴地の評価を行うため、鉱徴地及びその周辺の地化学探査、物理探査及び試錐探査を行う。
- (4) 層序学的研究により岩石・鉱物の同定を行い、地質図作成及び地下資源探査を支援する。
- (5) 公共土木工事計画に際して建設予定地を地質学的に検討する。
- (6) 鉱物資源、燃料、地下水試料を系統的に採取し、鉱物学的・化学的に分析する。
- (7) 海洋地質に関する地質学・地球物理的研究を行う。
- (8) 地質学全般の研究を行う。
- (9) 地質及び地下資源に関する全ての問題について政府に助言する。
- (10) 関連政府機関及び公団・公社に対し、地質関連業務について情報を提供し助言する。
- (11) 調査・研究活動の結果を各種地質図・報告書として公開する。

このようにパキスタン地質調査所は同国地下資源開発の基礎となる調査・研究及び鉱床探査の基本的部分とその活動内容としている。

2-4-3 運営組織・要員及び予算

(1) 運営組織

パキスタン地質調査所の本所はクウェッタに置かれ、クウェッタ・カラチ・ラホールに支所、ベシャワール・イスラマバード・ムザファラバードに支部、クウェッタに地球物理部・分析化学部が配置されている。

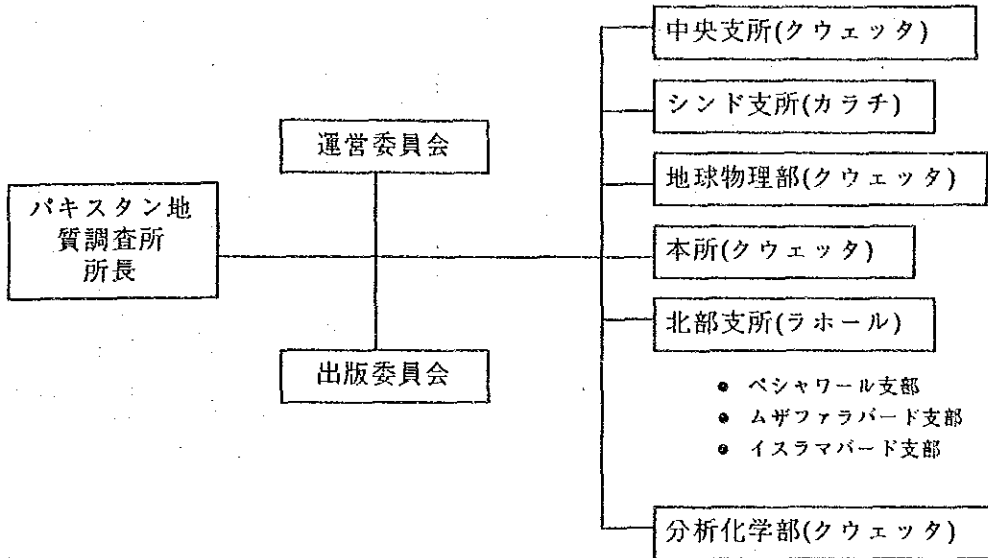


図2-7 パキスタン地質調査所の運営組織

独立以前から鉱物資源調査はバルチスタン州で多く行われていたため、野外調査の便宜上から同調査所の本所はバルチスタン州のクウェッタに設置され、その後各地に支所・支部が設立された。

(2) 要員

現在、パキスタン地質調査所の職員は総数1,543名である。このうち303名が上級職にあたる。本所・支所別及び専門分野別の配置は次の通りである。

表2-6 人員配置の現状

勤務地	分野	地質学	地球物理学	化学	写真測量	試錐	その他専門職	事務	合計
中央支所 (クウェッタ)		24	—	—	5	—	—	—	29
シンド支所 (カラチ)		31	5	5	—	10	1	1	53
地球物理部 (クウェッタ)		—	16	—	—	—	—	—	16
本所 (クウェッタ)		39	—	—	—	20	14	7	80
北部支所 (ラホール、ペシヤ ワール、イスラマ バード、ムザファ ラバード)		83	6	9	—	9	3	3	113
分析化学部 (クウェッタ)		—	—	12	—	—	—	—	12
合計		177	27	26	5	39	18	11	303

(出所: パキスタン地質調査所)

本所があるため、中央支所・地球物理部・本所・分析化学部を合わせ上級職全体の45.2%にあたる137名がクウェッタに勤務している。開発された鉱床は各州に帰属することになっており、また野外調査活動の効率性の面からも全国的にバランスのとれた配置を図ることは重要である。国土全体の既存鉱床分布状況からは概ね妥当な人員配置となっている。ただし、北部支所職員113名のうちイスラマバード・ムザファラバード支部勤務者は合計約30名にしかすぎない。北部山岳地帯における今後の鉱床探査活動を強化するためには、この方面の人員配置を見直す必要がある。

(3) 予算

石油天然資源省からパキスタン地質調査所へ配分される予算の過去6年間の推移は以下の通りである。

表2-7 パキスタン地質調査所の予算

(単位: 1,000ルピー)

項目	年度	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
経常予算							
● 内貨		33,290	34,387	38,334	53,331	41,196	44,392
● 外貨		100	100	100	120	150	150
小計		33,390	34,489	38,434	53,451	41,346	44,542
開発予算							
● 内貨		13,182	18,500	11,639	22,516	27,100	36,336
● 外貨		12,818	6,700	35,960	32,110	53,000	39,386
小計		26,000	25,200	47,599	54,626	80,100	75,722
経常予算+開発予算							
● 内貨		46,472	52,889	49,973	75,847	68,296	80,728
● 外貨		12,918	6,800	36,060	32,230	53,150	39,536
合計		59,390	59,689	86,033	108,077	121,446	120,264
(1983/84を100とした指数)		(100)	(101)	(145)	(182)	(204)	(202)
石油天然資源省の 総予算に占める割合		-	-	2.24%	3.66%	3.81%	7.87%

(出所: パキスタン地質調査所)

石油天然資源省全体の予算がこのところ横ばい状態であるのに比較し、パキスタン地質調査所の予算は順調に伸びてきており、地質科学研究重視の方針が反映されてきているといえる。

2-4-4 施設・機材の現状

(1) 施設

パキスタン地質調査所の本所内施設は調査・研究が活発に行われていた1960年代の初めまでに建設された。その後同調査所の予算は削減された状態が続き、施設の維持管理・改修予算も十分でなかったため、全体として本所の施設は老朽化が進んでいる。また新しく設置された支所・支部は当該施設新築のための予算が配分されなかったため、やむを得ず他の政府機関建物あるいは民間建物の一部を賃借している。第6次5ヶ年計画(1983年~1988年)に入りようやく施設拡充計画が開始されたものの、進展ははかばかしくなく、竣工しかつ稼働に至っている新規施設は未だ殆どない。

表2-8 施設の現状

	施設面積 (m ²)	建設年次 (年)	備考
本所(クウェッタ) (中央支所・地球物理部・分析化学部を含む)	<ul style="list-style-type: none"> ● 1号棟 5,410 ● 2号棟 1,709 ● 3~10号棟 各 677 ● 11号棟 1,393 ● 12号棟 1,393 ● 倉庫棟 668 ● その他 111 	1962	
小計	16,100		
シンド支所(カラチ)	1,115	-	賃借
北部支所(ラホール)	1,672	-	〃
● ベシャワール支部	557	-	〃
● イスラマバード支部	1,115	-	〃
● ムザファラバード支部	372	-	〃
総合計	20,931		

(出所: パキスタン地質調査所)

(2) 機材

機材についても、1960年代以降は自主財源による新鋭機材の導入は進んでいないが、第6次5ヶ年計画以後は米国等からの援助により小規模な機材強化が個別的に図られてはいる。本所・シンド支所・北部支所には原子吸光分析装置が設置されており稼働している。またシンド支所には蛍光X線分析装置・熱分析装置、本所にはX線回折装置が設置されている。これら以外の機材は灰分量分析器等の石灰分析用機材、天秤等の附属機材、試料粉碎機等の試料調整用機材等である。何れも機能・構造が単純で維持管理費用が低廉な機材であるが、必ずしも精度の高い分析・同定が可能となる機材ではない。

2-5 地質科学調査・研究及び鉱物資源探査の現状

2-5-1 地質科学調査・研究の現状

パキスタン地質調査所は調査・研究活動の一環として地質図の作成・地球物理学的調査・化学分析・地化学的調査・探鉱試錐調査・出版を行っている。

(1) 地質図の作成

地質図の作成はどの国の地質調査所においても重要な活動項目であり、パキスタン地質調査所においても最も優先順位の高い業務である。社会的に要請される情報の質・岩石等の地表での露出状態と精度との関係・作成作業の能率等を勘案し、5万分の1を基本地質図の縮尺としている。創設以後の5万分の1縮尺地質図が作成された地域面積は以下の通りである。

表2-9 地域別5万分の1地質図作成状況

地域	面積 (km ²)	1947年~1988年の間に地質図が 作成された面積(km ²)	備考
バルチスタン州	347,190	80,080	
パンジャブ州	205,345	43,520	
シンド州	140,914	49,280	
北西辺境州 (土候国地域)	101,741 (27,220)	62,000 (-)	
イスラマバード特別区	906	800	
小計 (このうち露頭地域)	796,096 (658,000)	236,950	29.8% (露頭地域の36.0%)
北方地域	72,496	8,610	
アザドジャム・カシミール	13,296.778	5,120	
合計	881,888.778	250,680	

(出所: パキスタン地質調査所)

一般的に、野外調査採取試料の研究室における分析精度及び研究者の判断能力の差により、同じ地域を対象とした地質図でも盛り込まれる情報量に大きな差が生じる。このためその地質図に基づいた鉱床探査活動の結果も当然異なってくる。パキスタン地質調査所としても今後は未踏査地域を少なくしてゆく一方、地質図に盛り込む情報の質を向上させてゆくことが必要である。

(2) 地球物理学的調査

地表面下の地質構造を推定し潜頭鉱床探査の作業効率を向上させるために、また大型土木工事の計画立案のためにも地球物理学的調査は重要である。このため、重力探査・磁力探査等種々の物理探査方法により調査を行っている。

(3) 地化学的調査

岩石・鉱物に含まれる各種元素の含有量・移動様式・分布状態等を明らかにすることにより、直接鉱床に触れなくとも、その周辺から鉱床の存在を予測できる地化学的調査は地下資源探査上有効である。このため、パキスタン地質調査所では地化学的調査を実施している。微量元素の含有量を知るためには感度の良い分析機材が必要である。

(4) 探鉱試錐調査

試錐調査は最も費用がかかることもあり、各種調査活動の結果、最も有望と考えられる個所において実施されている。地表面下の試料を実際に採取でき、また層位学的・地質構造学的検討が行いうる点等から地下鉱物資源探査上効果的な調査である。パキスタン地質調査所は自力で試錐を行う一方、他の政府機関例えばパキスタン鉱物開発公社、パキスタン原子力委員会、パキスタンセメント公団、水・電力開発公社等から依頼される試錐調査も行っている。

(5) 化学分析

化学分析は野外で収集した試料の主要成分・微量成分の含有量を定量する。分析結果は岩石・鉱物の同定及び各種元素の存在度・分布状態を知るための基礎データとして活用される。パキスタン地質調査所ではクウェッタ、カラチ、ラホールの実験室で化学分析を行っている。

(6) 出版

パキスタン地質調査所はその活動成果を広く国民に普及するために報告書及び地質図の出版を行っている。印刷に至るまで全て調査所内で行う場合もあるが、地質図類については原版製作までを所内作業とし、印刷工程は全量の90%をカラチ等の民間印刷会社に委託している。

以上の活動分野についての第5次5ヶ年計画・第6次5ヶ年計画における成果及び第7次5ヶ年計画の予定は以下の通りである。

表2-10 地質科学調査・研究の実績

分野	第5次5ヶ年計画 (1978~1983)	第6次5ヶ年計画 (1983~1988)	第7次5ヶ年計画(予定) (1988~1993)
(1) 地質図の作成	51,600 km ²	57,591 km ²	60,000 km ²
(2) 地球物理学的調査	30,000 km ²	30,275 km ²	30,000 km ²
(3) 地化学的調査	640 km ²	1,280 km ²	5,000 km ²
(4) 探鉱試験調査	9,612 m	12,866 m	15,000 m
(5) 化学分析 ● 試料数 ● 成分数	9,788 (33,035)	13,711 (54,312)	20,000 (120,000)
(6) 出版 ● 報告書 ● 地質図類	133 43	125 66	50 60

(出所: パキスタン地質調査所)

地質科学調査・研究の一環として過去5年間(1983年~1988年)に実施された国内他機関及び海外機関との協力調査は次の通りである。プレートテクトニクス理論の展開以後パキスタン国の地質構造の特異性について世界の関心が高まり、近年諸外国・国際機関との協力が増加している。しかし国内に野外調査採取試料を精度良く分析するための施設・機材がなく、試料は先進国に送られて分析されてしまうことから、パキスタン国の科学者の技術水準向上には必ずしも有効ではない面があった。

表2-11 国内他機関との協力調査

案件名	協力機関	備考
A-1 ゾブ地域 カン・メタルザイ地区地質調査	バルチスタン州政府	調査終了
A-2 ジアラット地区 電気抵抗率調査	◇	◇
A-3 マラムジャバ地区 地滑り調査	文化省	◇
A-4 マラムジャバ地区 スキー場開発調査	◇	◇
A-5 バルチスタン地域 スカルドゥー地区パイプライン調査	北方地域・カシミール省	調査継続中
A-6 ブーンク・カフタ地域 地質調査	◇	◇
A-7 オラクザイ地域 石炭調査	土候国・辺境地域省	◇
A-8 ガジガット地区 地磁気調査	ラホール市高速道路局	調査終了

(出所: パキスタン地質調査所)

表2-12 海外機関との協力調査

案件名	協力機関	備考
B-1 シワリク・グループ及びボトワール・プラ トーの生物層位学的及び堆積学的研究	英国考古学調査団	調査終了
B-2 インドーユーラシア衝突プレート境界域 の構造地質学及び堆積学的研究並びにそ の鉱物資源開発への影響	日本・広島大学	調査継続中
B-3 パキスタンにおける衝突地帯の地質及び 鉱物資源に関する研究	日本・工業技術院地質調査所	◇
B-4 ギルギット及びアザドジャムカシミール 地域アストル及びルバル渓谷における氷 河の研究	西独・レーゲンスブルク大学	調査方針検討中
B-5 ギルギット地域 ミスガールーチャプルサン地区 地質図作成調査	イタリア	◇
B-6 北方地域の構造地質学的研究	米国オレゴン州立大学	調査終了
B-7 新生代哺乳動物化石及び生物層位学の 研究	米国ハーワード大学及び ハーバード大学	◇

(出所: パキスタン地質調査所)

2-5-2 鉱物資源探査の現状

パキスタン地質調査所は開発予算により自力であるいは他機関と協同し、地下鉱物資源開発を促進するための探査活動を行っている。第6次5ヶ年計画期間中(1983年~1988年)に実施された主要探査活動及びこれらに参加した同調査所の上級職科学者の人数は以下の通りである。

表2-13 過去5年間の主要探査活動

案件名	参加人員数(名)	備考
C-1 空中及び地上磁気測定による金属鉱物・地下水資源探査(バルチスタン州西南部)	地球物理 : 6 地質 : 4	カナダ国際協力機関との協力探査である。終了したが、引続き詳細探査が必要とされている。
C-2 バンジャブ州深砂鉱床探査	地質 : 3	探査は終了した。
C-3 北西辺境州における金属鉱物総合探査	地質 : 3	有望地区が20ヶ所発見された。
C-4 シンド州ソングタータ地域石炭探査	地質 : 2	終了したが、引続き詳細探査が必要とされている。
C-5 バルチスタン州硫化物・金属鉱物探査	地質 : 3	UNDPとの協力探査である。鉛・亜鉛鉱床が発見された。

(出所: パキスタン地質調査所)

また、第6次5ヶ年計画中に開始され、現在継続中の主要探査活動は以下の通りである。

表2-14 継続中の主要探査活動

案件名	参加人員数(名)	備考
D-1 ソングタータ地域石炭鉱床評価	地質 : 4 地球物理 : 3 化学 : 3	米国援助局との協力活動である。収集試料の分析中であり、1993年に終了の予定。
D-2 ソルト山脈石炭鉱床探査	地質 : 2	収集試料分析中。1989年に終了の予定。
D-3 バルチスタン州、コスト・シャリグ、ハルナイ石炭鉱床評価	地質 : 2	石炭層2ヶ所が発見された。
D-4 バルチスタン州クスダール地区スルマイ鉛・亜鉛鉱床探査	地質 : 4	日本との協力探査である。収集試料を分析中。1989年に終了の予定
D-5 アザドジャム・カシミール地域の鉱物資源評価	地質 : 12 化学 : 1	アザド・カシミール鉱物開発会社との協力探査である。1989年に終了の予定。
D-6 北方地域鉱物資源探査	地質 : 1 地球物理 : 2	米国オレゴン州立大学との協力探査である。本格的に開始されるのは1990年からの予定。
D-7 バルチスタン州ディガリ及びマクアベガム石炭鉱床探査及び評価	地質 : 7 地球物理 : 5 化学 : 3	収集試料を分析中。1992年に終了の予定。
D-8 バルチスタン州クスダール地区ラスベラ鉛・亜鉛鉱床探査	地質 : 4	収集試料を分析中。1989年に終了の予定。

前述のように、国内には野外調査採取試料を精度良く分析するための施設・機材がないため、分析は殆ど海外に依存している。これは研究室での分析結果を野外探査の活動方針決定に敏速に反映し難いという点からも不利である。2-5-1、2-5-2にあげた協力調査、探査活動のうち地域を特定できる案件の位置を次の図に示す。北方地域の案件が近年増加している。

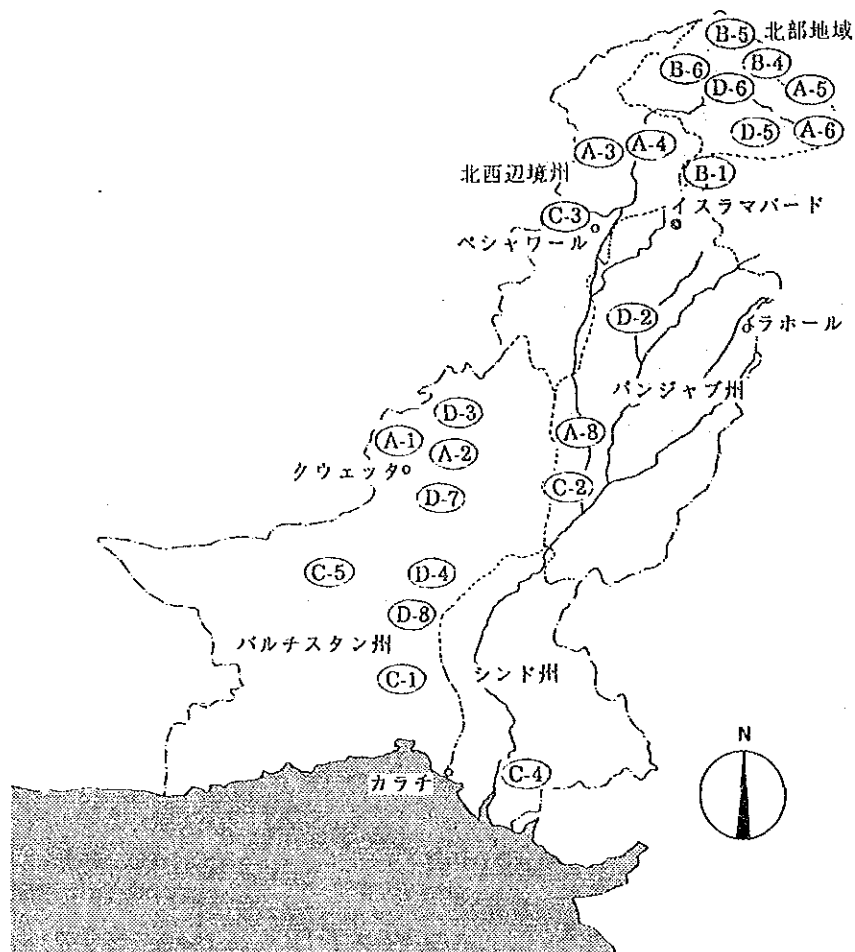


図2-8 協力調査・探査活動位置図(表中の記号にて示す)

2-6 要請の経緯と内容

2-6-1 要請の経緯

最近の地質学的知見によると、パキスタン国は鉱物資源発見への期待が大きく、長期的には鉱業が同国経済に大きく寄与してゆく可能性がある。このため同国の第7次5ヶ年計画(1988年~1993年)でも鉱物資源の調査・開発が重要政策の一つとなっている。鉱物資源の探査活動で成果をあげるためには、野外調査の拡充と共に研究室における分析能力を高める必要がある。

しかしながら、同国地質科学研究の中心である石油天然資源省所属のパキスタン地質調査所は施設・機材の老朽化が著しく、従って技術力も一般に不足していることから、同国政府の期待に応え難い状況にあり、野外調査で採取した試料の分析も殆ど海外に依存している。

このためパキスタン国政府は試料分析を自国で行い地質科学研究水準を向上させることにより有用鉱物資源開発を推進することを目的とし、パキスタン地質調査所所属の地質科学研究所の建設を計画した。インフラストラクチャーの整備水準・北方地域への近接性・他機関及び大学からの支援・日本からの技術協力専門家の受入事情(政府他省庁との業務調整、通信・医療水準等を含む)等を考慮した場合、他都市より条件が格段に優れていることから建設地はイスラマバード市とした。パキスタン国政府は本計画を第7次5ヶ年計画に組み込むと共に昭和63年10月に至り地質科学分野において先進技術を有する日本国に対し本研究建設への無償資金協力及び関連人材要請のための技術協力を要請した。

これに応え日本国政府は本件調査の実施を決定し、国際協力事業団は昭和63年12月に事前調査団を現地に派遣し、要請の背景・内容等について協議及び確認を行った。この結果プロジェクト方式技術協力実施の妥当性が確認され、無償資金協力にかかる基本設計調査の実施が必要であると判断されたため、国際協力事業団は平成元年4月に基本設計調査団を現地に派遣した。

2-6-2 要請の内容

基本設計調査時現地協議の結果相手国側から最終的に確認した無償資金協力に関する要請内容は概略以下の通りであった。

(1) 施設

- 1) 古地磁気地質年代学部門
- 2) 岩石・鉱物学部門
- 3) 分析化学部門

- 4) 地化学探査部門
- 5) アイソトープ地質年代学部門
- 6) 地質学部門
- 7) 試料調製部門
- 8) 事務部門
- 9) サービス部門

以上各部門に必要な施設

(2) 機材

- 古地磁気地質年代学実験室
 - a. デジタルスピナー磁力計
 - b. 帯磁率計
 - c. ダイヤモンドドリル
 - d. 古地磁気分析に必要なその他の機材

- 岩石・鉱物学実験室
 - a. 蛍光X線分析装置
 - b. X線回折装置
 - c. X線マイクロアナライザー(EPMA)
 - d. 熱分析装置
 - e. スペクトロメーター
 - f. 岩石学・鉱物学実験に必要なその他の機材

- 分析化学実験室
 - a. 原子吸光分析装置(フレイム型)
 - b. 原子吸光分析装置(フレイムレス型)
 - c. 化学分析に必要なその他の機材・試薬

- 地化学探査部門
 - a. データ処理装置
 - b. 野外調査用車輛
 - c. 地化学探査試料収集に必要なその他の機材

- 試料調製部門

試料調製に必要な機材及び機械

- 事務部門

事務及び会計業務等に必要な機材

なお基本設計調査現地協議の際、事前調査時点での要請内容から変更された主要項目は以下の通りである。

- (1) 本研究所の部門構成 : 具体的業務の流れに即して、当初の部門構成を見直し、前出2-6-2要請の内容の(1)のように再編成した。
- (2) 機材 : 当初要請機材のうち走査型電子顕微鏡は、示準化石の同定による地層年代測定等有機系地下資源の探査には有効であるが、無機系鉱物資源探査の実務上は必ずしも必須の機材ではないため除外した。またクロマトグラフ分析装置も本研究所の分析対象は有機系でないとしたため除外した。ICPスペクトロメーターは消耗品のガス購入費が高額となり本研究所の運営予算を圧迫する恐れがあり、一方原子吸光分析装置にフレームレス装置を付加すれば分析速度は落ちるものの機能上代替できるため除外した。

第3章 計画の内容

第3章 計画の内容

3-1 計画の目的

本計画の目的はパキスタン国の地質調査分野において岩石・鉱物の分析・同定技術並びに鉱物資源探査技術の向上を図ることにより、同国地下鉱物資源開発の促進に寄与することであり、日本国政府はこのために必要となる施設・機材を備えた地質科学研究所を建設する。

3-2 要請内容の検討

3-2-1 計画内容の検討

第2章で述べたように、パキスタン国において地質科学研究の強化は急務となっていることから、本研究所設立の必要性は高い。一般的に鉱物資源の調査・研究手法は次のように表わせる。

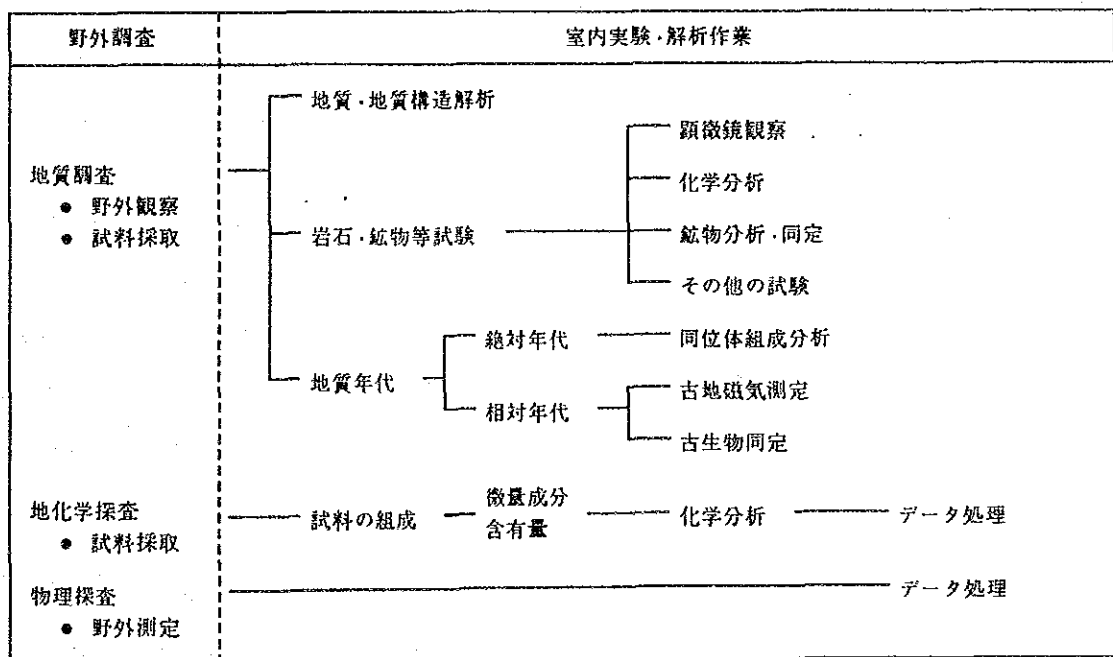


図3-1 鉱物資源調査・研究手法

このように、要請されている研究分野である古地磁気地質年代学、岩石・鉱物学、分析化学、地化学探査、アイソトープ(同位体)地質年代学及び地質学は鉱物資源調査・研究上基本的な分野である。本研究所では主として分析機材を用いた実験室的作業を行うため、物理探査の部門及び機材は本計画には含めない。但しパキスタン地質調査所としては本所及び他の支所で物理探査を実施している。また古生物の同定はイスラマバード市に同調査所が古生物堆積学専門の施設を建設中であることから、本計画には含める必要はない。以上の検討の他、本研究所の運営管理事情等考慮した結果、要請されている研究分野は本研究所の研究対象分野として妥当であると考えられる。

さらにパキスタン地質調査所の果たすべき機能のうち海洋地質の研究については、本研究所が内陸部のイスラマバード市に建設されるという立地条件を考慮して対象分野から除外した。また燃料資源の研究は原油・天然ガスについては石油天然資源省管轄のパキスタン炭化水素研究所が主体に研究を進めており、石炭についても石炭鉱床はバルチスタン州・パンジャブ州・シンド州を中心に分布していることからパキスタン地質調査所の他の支所が担当することとして除外するものとした。第2章の2-4-2に述べられているパキスタン地質調査所の主要業務内容のうち上記の物理探査・海洋地質・燃料資源以外の分野については全て要請されている本研究所の研究分野が重要な役割を果たすことになる。

本研究所の研究分野に関しパキスタン地質調査所は既にこれらの古地磁気地質年代学、岩石・鉱物学、分析化学、地化学探査、アイソトープ(同位体)地質年代学及び地質学を研究対象とはしていたものの同調査所はこれまでのところ感度の良い分析機材を殆ど有していなかったため、その技術水準は座学による知識のみの範囲にとどまり、分析化学の一部を除き実際に実験し、データを得るという段階までは現在のところ至っていない。このため本研究所の活動内容を実際の鉱物資源開発に結実させるためには、本研究所に関わる同調査所職員等に対し技術移転が図られなければならない。本研究所開設後の運営は概ねパキスタン側が提示している要員計画に従って行われる。但し研究分野の見直しの結果、総職員数に変更はないものの、一部職員専門分野の調整が必要となり、結果として3-3-2運営計画の表3-1(後出)のように修正した。

本件建設予定地はイスラマバード市の南方約7kmに位置する。敷地面積は約4haであり本研究所の建設用地として十分な面積である。敷地は首都開発局の所有であるがパキスタン地質調査所に33ヶ年長期貸与される。またその後も2期分の66ヶ年間継続される予定であり、合計99ヶ

年間はパキスタン地質調査所がこの敷地を使用可能であることから、無償資金協力案件の建設予定地として権利関係の面で支障はない。

3-2-2 要請施設・機材の検討

(1) 施設

本研究所では前述の研究分野に対応する実験室及び研究職員の研究室の他に野外調査で採取した試料を実験用に加工するための試料調製部門及び事務部門・サービス部門用の諸室が必要である。実験室は機材の維持・運転に必要とされる温湿度条件に対応するため空調設備が必要である。このため将来の維持管理費用を考慮し、実験室部分は中廊下型のやや閉鎖的な構成として夏期の外気受熱を低減することが望ましい。他の研究室・事務室等は逆に冷房設備によらずに自然換気を行い易い開放的な構成にすべきである。

(2) 機材

基本設計調査現地協議において最終的に確認された主要要請機材は第2章2-6-2に記したように蛍光X線分析装置・X線回折装置・X線 マイクロアナライザー・熱分析装置・原子吸光分析装置等である。地質図等の基本的地質情報の高度化・鉱物資源探査技術の向上を図ることにより、本研究所の活動を地下鉱物資源開発の促進に寄与させようとするならば、収集試料の分析・同定作業の精度を高めるためにこれらの機材は不可欠である。

3-3 計画の内容

3-3-1 実施機関

本計画の実施機関は石油天然資源省に所属するパキスタン地質調査所である。同調査所は第2章2-4-3の図2-7に示すようにクウェッタに置かれている本所と、クウェッタ、カラチ、ラホールの支所等により運営されている。本研究所が設立された後は、各支所と同格に位置づけられて全体の組織に組み込まれる

3-3-2 運営計画

本研究所開所後の運営はパキスタン地質調査所所長から任命される本研究所所長の下で行われる。

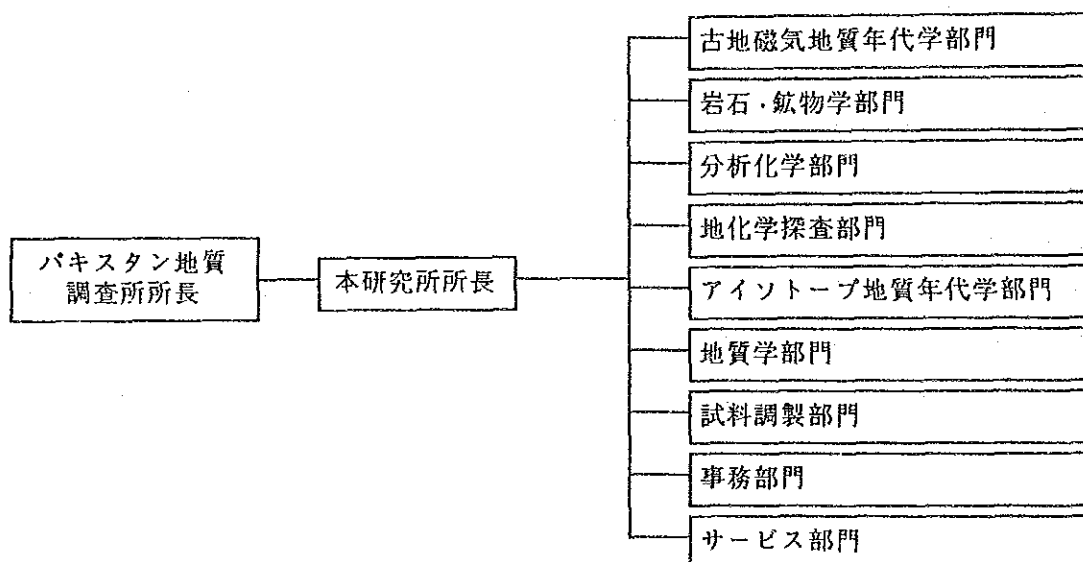


図3-2 地質科学研究所の運営組織

パキスタン地質調査所は本計画に関し5年間にわたる実施計画を立案している。この実施計画によれば、パキスタン地質調査所の毎年の経常予算・開発予算とは別に本研究所に対し設立及び人件費・維持管理費等を含む運営のための内貨予算が配分される。この実施計画が終了した後はそれまでの運営支出実績を勘案して、石油天然資源省からパキスタン地質調査所への年度予算が増額される予定である。

本研究所は64名の職員により運営される。各職員は年次計画により順次配置されてゆき、上記実施計画が終了するまでに全員の配置が完了することになる。但し、上級科学者22名のうち20名まで、また全員64名のうち50名までが1991/92年度までには配置されている予定なので、本建設計画が終了し、本研究所の稼働が開始されるまでには十分な要員が配置される計画となっている。職員64名のうち6名は他の支所・支部から配置転換させるが、他の58名は本研究所のため所定の経験・能力を有する人材を新規に採用する。人件費は前記のパキスタン側実施計画の内貨予算の中で確保される予定である。

表3-1 要員計画

(BPS: 職種別給与号数)

部門別職種	BPS	職員数	部門別職種	BPS	職員数
1. 古地磁気地質年代学部門 地質年代学者補 地質物理学技術者 実験助手	17 17 7	2 1 1	7. 試料調製部門 実験助手 実験助手	3 2	2 4
2. 岩石・鉱物学部門 岩石学部長 岩石学者 岩石学者補	19 18 17	1 2 3	8. 事務部門 所長(地質科学者) 副所長(図書) 文書事務 経理事務 事務員 タイピスト 経理事務補佐 経理事務補佐	20 18 17 17 16 15 9 7	1 1 1 1 1 2 1 1
3. 分析化学部門 化学部長 化学者 化学者 実験助手	19 18 17 7	1 1 3 3			
4. 地化学探査部門 地化学者 コンピュータープログラマー	19 18	1 1			
5. アイソトープ地質年代学部門 地質年代学者 地質年代学者補 実験助手	18 17 7	1 1 1	9. サービス部門 機材保守技術者 建物保守員 機材管理員 倉庫係 庶務係員 雑用係員 運転手 雇員(掃除、庭師、警備、 コック、雑務)	18 16 16 7 7 5 4 1	1 1 1 1 1 2 4 10
6. 地質学部門 副位学者 構造地質学者 鉱床学者 野外活動助手 実験助手	19 18 18 11 7	1 1 1 1 1			

3-3-3 活動計画

本研究所はパキスタン国地下鉱物資源開発の促進に寄与することを目的として、前出の図3-2に示した運営組織により以下の研究活動を進める。

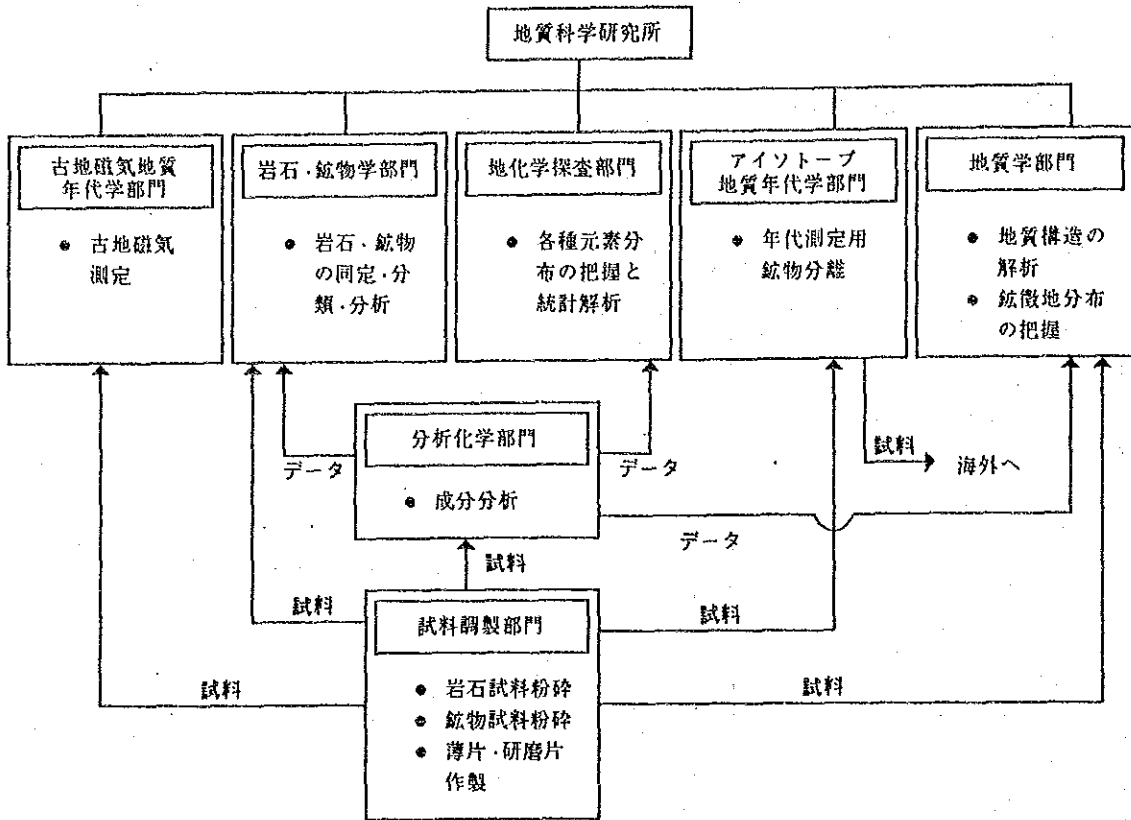


図3-3 各部門の相互関係

(1) 古地磁気地質年代学部門

野外調査で採取した定方位岩石試料につき、古地磁気の磁化方位・熱的変遷を残留磁気測定装置・消磁装置・磁気天秤等の機材を用いて測定することにより、インド大陸が Gondwana 大陸から分離・漂移し始め、ユーラシア大陸に衝突するまでの位置的变化を明らかにする(古地磁気分布図の作成)。その結果インドプレートのユーラシア大陸への沈み込み部分・島弧・大陸の時代的位置を推定し、プレートテクトニクス理論の見地から各時代の地質的背景に応じた鉱物資源濃集の場に関する情報を得る。

(2) 岩石・鉱物学部門

野外調査で採取した岩石・鉱物試料につき、顕微鏡・X線マイクロアナライザー等の機材による岩石同定・分類、X線回折装置等の機材による鉱物分析を行う。さらに分析化学部門の分析結果

を受け岩石の鉱物組成・化学組成、鉱物の化学的特徴を把握すると共に岩石・鉱物の生成条件・成因を考察する。この結果を総合的に検討し、収集対象地域の地質構造解析及び鉱微地分布と対比し鉱物資源賦存の可能性が高い地域を岩石・鉱物学的見地から特定する。

(3) 分析化学部門

野外調査で採取した岩石・鉱物・土壌・沢砂・植物・水等の試料につきその成分の存在量・分布状態を明らかにする。試薬等による湿式分析法に加え、蛍光X線分析装置・原子吸光分析装置・スペクトロメーター等の機材を用いた試料の主要成分及び微量成分の分析を行う。化学分析の結果は岩石・鉱物学部門、地化学探査部門、地質学部門において活用される。

(4) 地化学探査部門

野外調査で採取した岩石・鉱物・土壌・沢砂等の試料中の、主として分析化学部門における分析結果に基づいて、元素の一次的分布(各種微量成分含有量)と二次的分散(風化・侵食・移動)の関係を地質構造・鉱微地分布と対比する。元素の分布をコンピュータにより統計的に解析(単一変量解析・多変量解析)し、地化学分布図を作成することにより、岩石露頭の少ない地域や地表の鉱微が乏しい地域の地表下の鉱床の存在も予測できる。

(5) アイソトープ地質年代学部門

野外調査で採取した岩石試料につき、放射性元素同位体の崩壊現象を利用して試料が形成された絶対年代を測定する分野である。但し、本研究所においては試料の調製段階までを行い、質量分析装置等を用いた年代測定作業は日本等海外に依頼する。岩石試料の年代測定結果により地質構造、岩石・鉱物の生成年代を明らかにし、さらには他部門の研究成果とあわせて鉱床の生成機構を解明することにより、鉱物資源賦存の可能性を評価できる。

(6) 地質学部門

野外調査で採取した岩石試料につき肉眼・顕微鏡観察に分析化学部門での分析結果を加えて考察し、地表及び地表付近に分布する岩石を区分し、地質構造を解析することにより地質構造図を作成する。また、各種鉱物資源の鉱微地において試料を採取し、同じく肉眼・顕微鏡観察及び化学分析結果により鉱微地の特徴を明らかにすると共に、鉱微地分布図・鉱床区図を作成する。地質学部門では上記地質構造図・鉱微地分布図・鉱床区図を対比・検討することにより鉱物資源賦存の可能性が高い地域を特定する。

(7) 試料調製部門

野外調査で採取した試料は概ね塊状の物体であり、そのままの状態では精密機材による観察・測定あるいは化学分析の対象とすることはできない。このためこの部門では岩石・鉱物の薄片・研磨片及び粉碎試料を各機材が必要とする仕様に従って作製し上記各部門へ供給する。

以上に述べた研究活動の結果として具体的には次のような鉱物資源開発のための基礎的情報となる地質図類及び関連報告書が成果として得られることが期待される。感度の良い機材の導入及び技術水準の向上によりこれらの地質図類は従来パキスタン国内で作成されていたものに比べ、精度が大巾に向上するため、新鉱床開発の機会も増加すると考えられる。さらに研究が進化した段階では、縮尺1/10,000~1/25,000の詳細な地質図・地質構造図・地化学探査異常図・探鉱活動計画図等が作成される。

表3-2 地質図類の種別

種別	想定縮尺	内容
地質図	1/50,000~1/100,000	各種岩石の分布・層序・断層・褶曲構造等
地質構造図	〃	断層・褶曲軸等構造要素の平面分布
鉱徴地分布図	〃	各種鉱床の徴候平面分布・地質・地質構造上の特徴、母岩及び鉱化の年代、岩石・鉱物学的特徴等
地化学図	〃	元素別・岩石種別・平面分布及び有用元素との関連
古地磁気分布図	1/100,000	時代別・岩石種別の古地磁気方位の平面分布
鉱床区図	〃	各種鉱床の平面分布区分・時代区分及び岩石区との関連等
総合解析図	〃	上記地質図類の総合的検討による有用元素賦存可能地域の分布

本研究所で行うこのような研究活動には本研究所職員以外にも必要に応じパキスタン地質調査所の本所・各支所の研究者が参加し、また研究内容・探査種別によっては石油天然資源省管轄下の諸組織の研究者も参加しうるものとする。さらには要請に応じ民間企業等外部から委託される試料分析を行うことも可能である。

3-3-4 建設予定地概況

(1) 位置

建設予定地はイスラマバード市南東郊外のチャク・シャダド地区に位置し、市の中心部から約7km、またラワル湖から約3kmの距離にある。周辺には国立医療研究所・国立農業研究所等の研究機関が立地している。予定地は幹線道路であるナショナルパーク道路から約300m、ナーサリー道路からは約200m離れており、現在のところ予定地への取付道路は巾約3mの既存農道である。ナショナルパーク道路には市中心部へ至るバス路線がある。

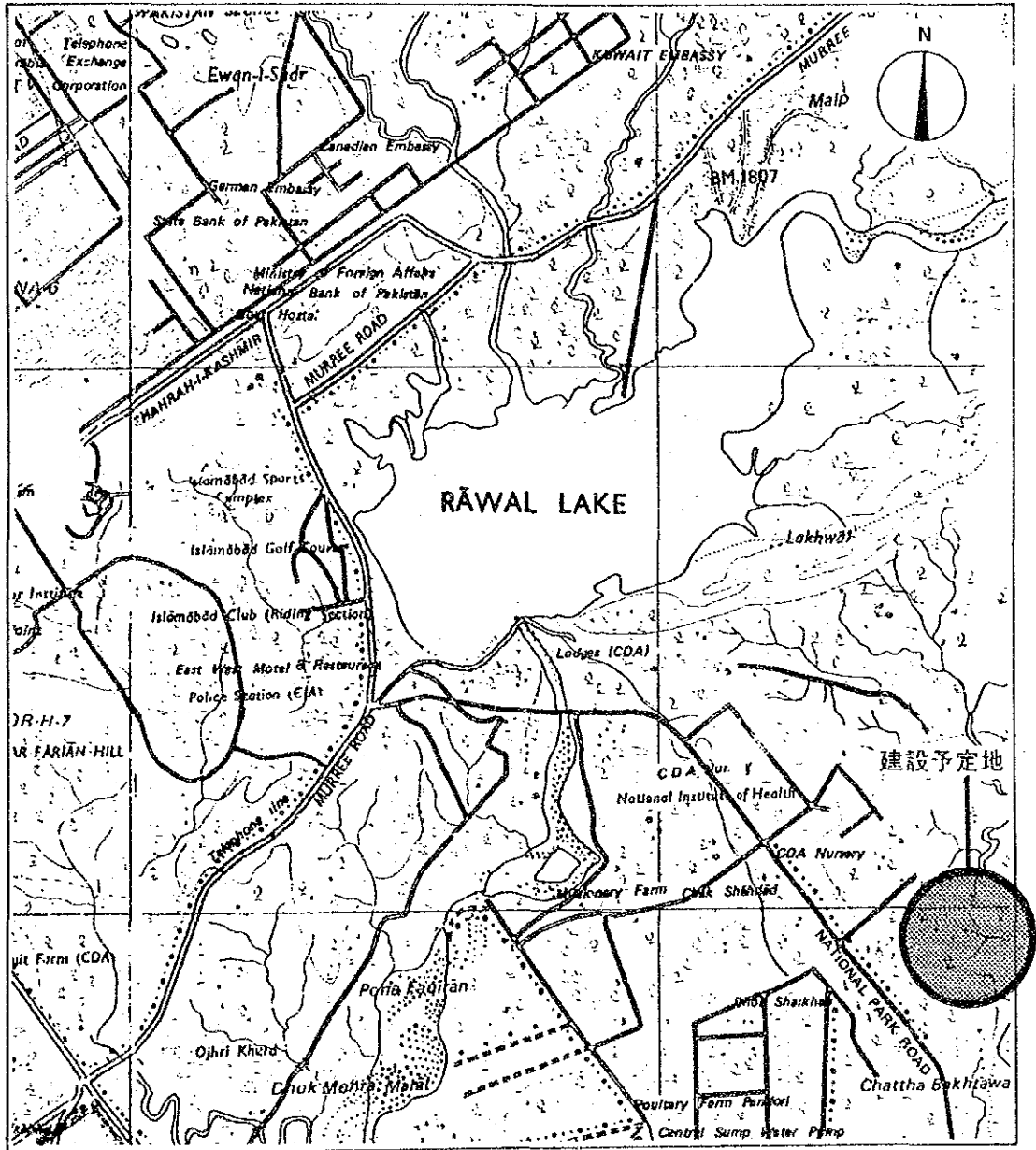


図3-4 建設予定地位置図

(出所: ISLAMABAD AND SURROUNDINGS, SURVEY OF PAKISTAN)

(2) 土地権利関係

建設予定地の所有権は首都開発局にあるが、パキスタン地質調査所に長期貸与される。予定地内の既存農家は貸与開始前に首都開発局により除去される。

(3) 地形

建設予定地の形状は長辺220m、短辺183mの矩形である。敷地は西南西側から東北東側に向かって段々畑状に下がっており、敷地内に最大約5mの高低差がある。

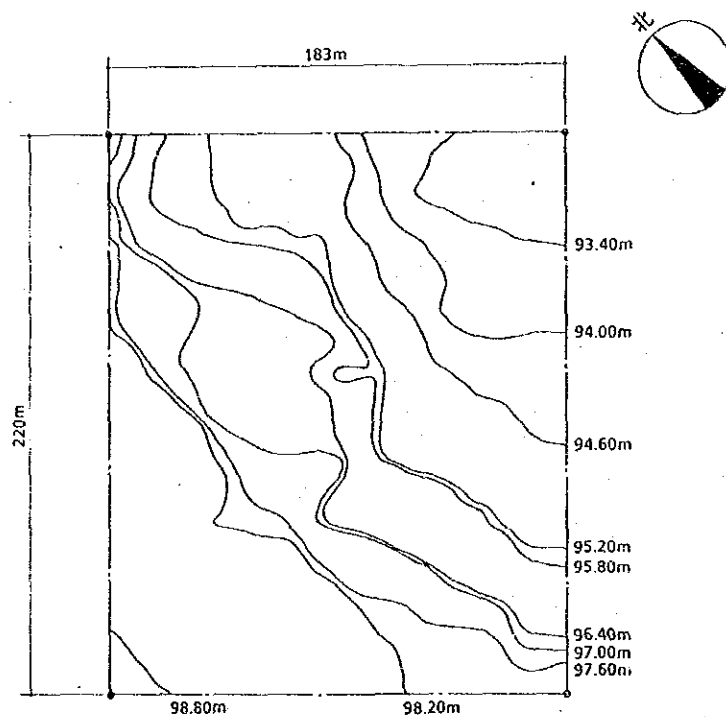


図3-5 建設予定地高低図

(4) 地盤状況

パキスタン地質調査所から入手した建設予定地の地質資料によれば、敷地はほぼ一様な地盤性状を示している。地表面下2m近辺まではN値10以内の柔らかい粘土及びシルト質粘土層であり、それ以深6mまではN値10~15の堅い粘土及びシルト質粘土層が続く。地下水位は孔内水位

で地表面下約6mである。シルト質粘土層は一般に水の作用によりその強度が低減する性質があり、その影響で常水位近辺のN値にも低下の傾向が見られる。

(5) 自然環境

建設予定地の南側に国立地域開発センターがある他、周辺は麦畑であり、日照・通風・騒音・大気汚染等に関し特に阻害要因はない。

(6) インフラストラクチャー

1) 電力

ラワル湖北部のユニバーサルグリッド変電所から11kV架空電線が建設予定地南西側のナショナルパーク道路に沿って敷設されている。本計画建物にはこの11kV架空送電線から引込が可能である。また停電は雨季において多発し、停電頻度は年間約80回である。停電は主として電源容量の不足に起因するが、停電時間は20分間以下が多い。また電圧変動については±5%以上になると予測される。

2) 電話

建設予定地南西側に国立地域開発センターがあり、この南側門付近にパキスタン電信電話局(PTTD)の電話局線端子盤(DC-25A)が設置されている。この電話局線端子盤の容量は50回線で、既に48回線が使用されていることから、パキスタン地質調査所はPTTDに対し端子盤の容量増設要求を行う予定である。

3) 上水道

イスラマバード市内はほぼ完全に市水の供給が行われているが、建設予定地周辺では国立地域開発センター及びナショナルパーク道路のさらに南西に位置するモデルビレッジに対してのみ市水の供給が行われている。市水管轄局である首都開発局(CDA)は、現在のところ本計画建設予定地に対する市水供給の計画を有していないため、パキスタン地質調査所はCDAに対し市水供給を要求する予定である。

4) 下水道

建設予定地周辺には下水道は布設されておらず、建設予定地周辺建物の生活用排水処理は腐敗槽にて腐敗処理の後、浸透井により地下浸透を行っている。また雨水は低地に自然放流されている。

5) 天然ガス

- ・ スイ北部ガス配送公社が管理する中圧ガス本管がナショナルパーク道路に沿って敷設されている。ガス供給圧力 5.6kg/cm^2 、ガス本管々径は 150mm 、またガス発熱量は約 $8,900\text{kcal/m}^3$ である。中圧ガス本管より本計画建物への分岐使用は可能である。

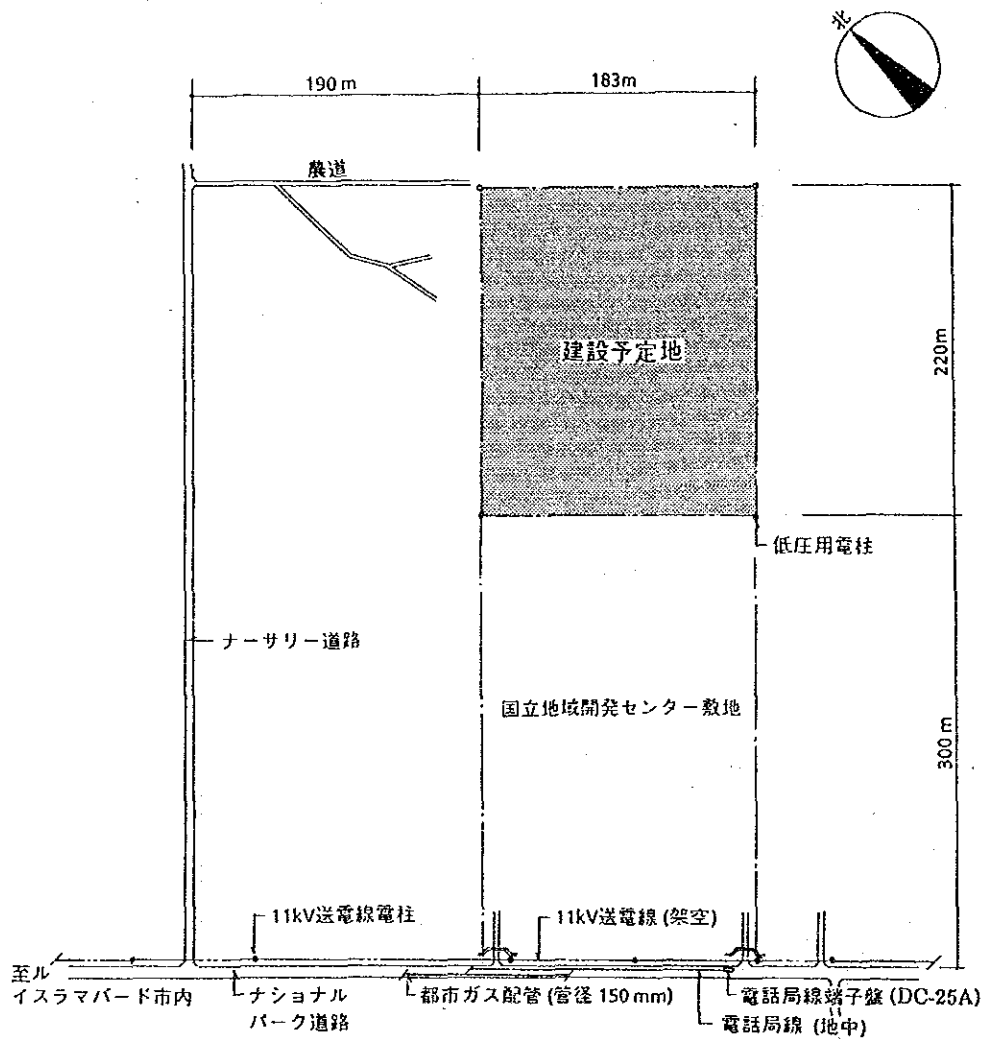


図3-6 建設予定地周辺インフラストラクチャー現況図

3-3-5 施設・機材の概要

本研究所はパキスタン国地下鉱物資源開発の促進に寄与することを目的として建設される。前述の研究活動を行うための研究機材が必要となり、これらの機材の中には室内温湿度条件を調整する必要があるものもある。建築施設は研究活動が機能的に行え、さらにイスラマバード市の自然条件に適合し、運営管理の容易性も考慮したものでなくてはならない。

(1) 施設概要

1) 実験棟

古地磁気測定室、顕微鏡室、標準試料室、X線マイクロアナライザー室、X線回折室、熱分析室、蛍光X線分析室、原子吸光分析室、化学分析室、天秤室、データ処理室、鉱物分離室、複写室、暗室等

2) 試料調製・倉庫棟

粗粉碎室、微粉碎室、鉱物粉碎室、研磨室、切断室、仕上室、琢磨室、荷解室、試料倉庫等

3) 研究・事務棟

上級研究員室、研究員室、会議室、図化室、地図室、図書室、書庫、地質標本保管室、研修室、事務室、管理事務室、所長室、応接室等

4) 食堂棟

食堂、厨房、食品庫等

5) 機械棟

6) その他

車庫棟、守衛棟、受電棟、中和槽ポンプ室、高架水槽

(2) 機材概要

1) 古地磁気地質年代学部門

交流消磁装置、熱消磁装置、帯磁率計、磁気天秤、スピナー磁力計等

2) 岩石・鉱物学部門

X線マイクロアナライザー、真空蒸着装置、X線回折装置、示差熱・重量同時測定装置、偏光顕微鏡、冷却水送水装置、その他基本周辺装置等

3) 分析化学部門

蛍光X線分析装置、ガラスビード作成機、手動式試料成形機、フレイム型原子吸光分析装置、フレイムレス型原子吸光分析装置、分光光度計、冷却水送水装置、天秤類、蒸留水製造装置等

4) 地化学探査部門

地化学用データ処理装置等

5) アイソトープ地質年代学部門

アイソダイナミックセパレーター、ホットプレート等

6) 地質学部門

製図台、透写台等

7) 試料調製部門

ジョークラッシャー、振動ミル、自動乳鉢、岩石切断機、研磨機、岩石薄片研磨機、薄片2次切断機、集塵器、試料収納棚等

8) 事務部門

コピー機、タイプライター等

3-3-6 技術協力

パキスタン国政府は本研究所開設後その機能を効果的に発揮させ同国鉱物資源開発を促進するため、日本国政府に対し昭和63年10月、本計画についての無償資金協力にあわせ技術協力を要請した。これに応え日本国政府は本件調査の実施を決定し、国際協力事業団は昭和63年12月にプロジェクト方式技術協力及び無償資金協力合同の事前調査団を派遣し、要請の背景・内容について協議を行った。この結果プロジェクト方式技術協力実施の妥当性が確認された。さらに平成元年4月に派遣された本計画無償資金協力にかかる基本設計調査団にもプロジェクト方式技術協力に関する長期調査員が同行し協力内容について詳細な協議を行った。現在のところ予定されているプロジェクト方式技術協力の概要は以下の通りである。

(1) 技術協力の目的

パキスタン国鉱物資源開発の促進に寄与するための人材養成及び鉱物資源探査技術移転を行う。

(2) 技術協力の目標

- 1) 本研究所の施設・機材を活用し、鉱物及び岩石の岩石学的及び鉱物学的同定並びに分類技術、地質年代決定のための同位体地質学的及び古生物学的測定並びに分類技術、地化学的分析技術の分野で人材を養成する。
- 2) 火成岩・変成岩に伴う鉱床地域と堆積岩に伴う鉱床地域との2地域において、野外地質調査と本研究所における研究活動を通じての訓練により地質図・地質構造図、鉱微地分布図・鉱床区図及び地化学図を作成し、鉱物資源探査技術の分野で人材を養成する。

(3) 技術協力の期間

本技術協力に関する協議議事録(レコードオブディスカッション)に基づく技術協力開始後必要な期間(最長5年間)

(4) 技術協力の内容

パキスタン国の地質構造の特徴を代表している火成岩・変成岩の分布地帯及び堆積岩の分布地帯に各々モデル野外調査対象地域を設定し、本研究所を活用してパキスタン地質調査所及び関連機関に対し以下の技術移転を実施する予定である。

1) 火成岩・変成岩に伴う鉱床探査技術

対象地域において花崗岩及び変成岩の分布地帯を中心として、主要河川及び道路沿いに地質概査を行い、地質調査精査地を設定する。縮尺5万分の1の踏査地質図を作成し、鉱床・鉱徴地を抽出し、岩石学・鉱床学・鉱物学並びに構造地質学の見地により精査を行う。各種試料を採取し、化学分析・鉱物分析及び年代測定を行い、各種データについて岩石化学的・鉱物学的・地化学的並びに同位体年代学的見地からデータ解析を行い、地質図・鉱徴地分布図・鉱床区図及び地化学図を作成し、鉱物資源賦存予測技術の技術移転を実施する。

2) 堆積岩に伴う鉱床探査技術

対象地域において、オフィオライトの分布地帯を中心として、南方の大陸地域及び北方のタービダイト分布地帯を含む南北にのびる調査地を設定する。縮尺5万分の1の地質図及び地質構造図を作成し、鉱床・鉱徴地を抽出し、鉱床学・層位学・岩石学・古生物学・構造地質学並びに物理探査の見地より精査を行う。各種試料を採取し、化学分析・鉱物分析及び年代測定等を行い、各種データについて岩石化学的・地化学的・古生物学的・構造地質学的並びに地球物理学的見地からデータ解析を行い、地質図・鉱徴地分布図・鉱床区図・地化学図・地質構造図を作成し、鉱物資源賦存予測技術の技術移転を実施する。

3) 地化学探査技術

X線マイクロアナライザー・X線回折装置・熱分析装置等の機材を用いた岩石・鉱物の同定・分類技術、同位体年代測定により地質年代を決定する技術、蛍光X線分析装置・原子吸光分析装置等の機材を用いた化学分析技術の技術移転を実施する。

(5) 実施計画

以上の技術移転を行うために、日本人専門家の派遣・カウンターパートの日本における研修及び現地での研修・セミナーを実施する。技術協力実施スケジュールは現在のところ次の表3-3のように予定している。蛍光X線分析装置・X線マイクロアナライザー等高度研究機材の操作・解析について日本で研修を受けるパキスタン側カウンターパートは単に機材を操作するだけのテクニシャンではなく、自主的研究を行いうる高学歴の科学者とする予定である。

また、実施期間中、補足的に必要な機材・スペアパーツ等を供与する予定である。

表3-3 技術協力実施スケジュール

	第1年次	第2年次	第3年次	第4年次	第5年次	専門家派遣予定人員		カウンターパート日本人員
						長期	短期	
無償資金協力 プロジェクト方式技術協力	施設、機材							
	(A) 機材設置	調整・試運転	モデル探査地機材の分析	一般試料の分析				
	(B) 調査計画立案・概査	野外調査・試料採取	試料の検針	総合解析・評価	地質図等完成			
1. 火成岩・変成岩に伴う鉱床の探査技術	岩石学	鉱物学 岩石学 鉱物学 岩石学	岩石学 鉱物学 岩石学	岩石学 鉱物学 岩石学	鉱床学 鉱床学	1 1	7	2
		鉱物学	層位学	層位学	構造地質学	1		
		層位学	層位学	層位学	層位学	1		
		層位学	古生物学 古生物学	古生物学 古生物学	層位学	6		
2. 堆積岩に伴う鉱床の探査技術								
3. 地化学探査技術								
● 長期専門家派遣								
● 短期専門家派遣								
● カウンターパートの研修(日本)								
● 研修・セミナー(現地)								
合計						7	17	8

第4章 基本設計

第4章 基本設計

4-1 基本設計方針

基本設計にあたり、第3章で検討を加えた計画内容に対して下記の事項を建設計画の基本方針とする。

- (1) 本研究所の活動内容及び機材内容に適合した施設とする。

本研究所の活動内容に必要とされる機材には、室内環境を一定範囲内に保つ必要のある機材、また振動・騒音を発生する機材があり、それら機材の性状に合致した施設配置・施設計画を行う。

- (2) 施設・機材維持管理費の低減を図る。

建築材料は長期にわたり性能を維持できる耐久性の高いものを基準に選定する。これにより、施設の補修頻度を下げ、維持管理費の低減を図る。また、高度な計測・分析機材の選定にあたっては本件に予定されている保守要員の能力と共に機材製造会社のパキスタン国内代理店等の修理能力と消耗品・補修部品の供給体制を考慮に入れ行う。

- (3) プロジェクト方式技術協力の方針に即した施設内容とする。

無償資金協力による本計画に組合せて日本国政府によるプロジェクト方式技術協力の実施が予定されている。本技術協力の円滑な実施を目的として、施設・機材の規模・配置・グレードを設定する。

- (4) 建設予定地の特性に適応した施設とする。

当該敷地は南東側に向かって緩やかに傾斜しており、粘土及びシルト質粘土層の地盤は比較的脆弱である。また敷地周辺の季節風の風向は南西及び北東である。これらの自然条件に加え、敷地は建築規制のある国立公園にあり、土地価格も相当高いこと等の事情も考慮して施設計画を行う。

4-2 基本設計条件の検討

基本設計を行うにあたり、特に以下の項目を設計条件として検討する。

(1) 必要機能

本施設の機能は岩石・鉱物の同定並びに分類技術・分析技術の向上を図り、よって鉱物資源開発促進に寄与することにある。このため第3章3-3-3の活動計画で述べた各部門の諸機能の充足を設計条件として捉え、施設・機材内容を設定する。

1. 実験機能

古地磁気地質年代学部門、岩石鉱物学部門、分析化学部門、地化学探査部門、アイソトープ地質年代学部門、地質学部門、試料調製部門の各部門における実験・研究を実施する。

2. 人材の養成

上記各部門における実験・研究を通して岩石・鉱物の同定・分類・分析技術並びに鉱物資源探査技術の修得を図り、パキスタン国地質科学研究者の分析・研究能力を向上させる。

3. 分析情報の提供

鉱物資源に関連する他の機関からの受託実験を行い、分析結果に関する情報を提供する。

(2) 自然条件の検討

現地の自然条件に適合した施設とすることにより、施設の耐久性を高め、維持管理費の低減も図ることができる。本計画では特に以下の自然条件に留意した設計を行う。

1) 日射・気温

イスラマバード市は北緯34°に位置し、日本の福岡県福岡市とほぼ同緯度にあたる。しかし5月から8月にかけて、夏季の日中の日射は強く気温も摂氏40度を超えるため、深い庇と屋上・一部外壁の断熱等の対策が必要である。

2) 雨

イスラマバード市は気候分類上ステップ気候に属している。年間を通じて雨量は少ないが7月・8月は雨期にあたり、短時間に集中した降雨があるため、強雨時を前提とした建物の雨水排水・雨の吹き込み対策等が必要となる。また敷地及び敷地周辺は東側へ緩やかに傾斜しているため、敷地上方からの雨水の流入防止・排水等を考慮した外構計画が必要である。

3) 通風

建設予定地では7月・8月には南東から、1月・2月は北西から風が吹く。特に雨期前の風は砂塵を伴うため、精密な計測・分析機材を設置する実験棟では砂・風の侵入を防ぐ対策が必要であり、建物周囲の外構にも砂塵の舞い上がらないような対処が不可欠である。

4) 地震

パキスタン国は、その中央から北部にかけては欧亜地震帯に属している。建設予定地のイスラマバード市においても施設への地震の影響について配慮する必要がある。

(3) 建設事情

1) 建設資機材

パキスタン国の建設工事は年々増加傾向にあるものの、建設資機材についてはセメント・鉄筋・骨材等を除いては外国からの輸入に依存している。

2) 建築法規

パキスタン国全体に共通する建築法規は未だ制定されていない。但し首都開発局がイスラマバード首都圏を対象とした法規を規定しており、本計画はこれに準拠する必要がある。さらに建設予定地は国立公園内に位置しているため、同じく首都開発局による国立公園内の建物に対する指導要綱に従う設計とする必要がある。この指導要綱によれば、本国立公園内の建物は原則的に平屋建とすることになっているが、申請すれば2階建までは建設可能である。また、建設工事の確認申請手続もイスラマバード首都圏内では確立されている。

(4) 機材調達条件

本研究所に必要とされる機材のうち測定・分析機材の大部分は、現地では製造されていない。但しこれらを日本製品とした場合、竣工後必要となってくる消耗品・補修部品類は概ねパキスタン国内で、あるいは製造会社現地代理店等を通して調達可能である。

4-3 施設・機材の基本計画

4-3-1 配置計画

(1) 敷地全体利用計画

敷地の全体計画を策定するにあたり、以下に示す事項を考慮し、効果的な敷地利用を図る。

- 1) 建物を東西軸に配置することにより、日照による受熱面積を低減すると共に、7・8月の季節風の通風が十分に得られる配置とする。一方、敷地の長辺・短辺軸は磁北から50°ほどふれており、単に建物を東西軸に配置した場合、パキスタン国側で将来予定しているモスク・宿舎等の施設用地が十分に確保できない。このため建物一部を敷地長辺方向に沿わせ、十分な将来拡張用地を敷地南側に残す配置計画とする。(図4-1)

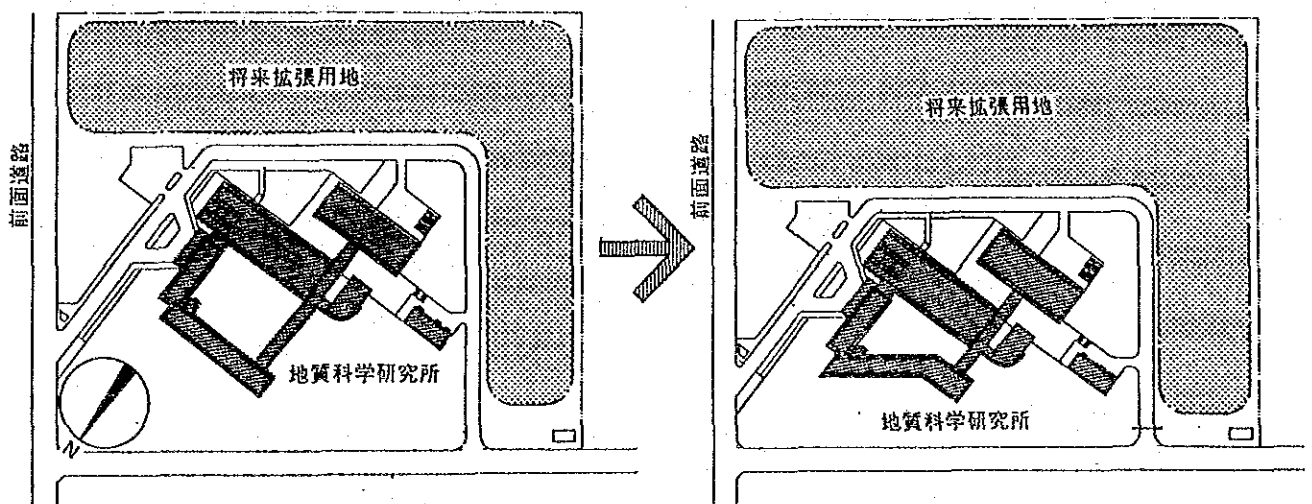


図4-1 配置計画

- 2) 敷地は東方向に傾斜しているが、建物内床面に高低差が生じるのは例えば岩石・鉱物等の実験試料の移動を考慮しても研究施設としては好ましくないことから、建物の1階床面高さは一定とする。このために生じる敷地の切土・盛土量を概ね等しくし、敷地外へ土砂の搬出あるいは敷地外からの土砂の搬入を生じない地盤面の高さを選択する。
- 3) 首都開発局の道路計画によれば、敷地北東側と北西側に道路が建設され、このうち北東側の道路が主要道路となる予定である。本計画では首都開発局の計画に従い、北東側道路を主要前面道路とし敷地入口を配置し、一方北西側道路に対しては構内道路で結ぶこととし必要に応じて出入ができるようにする。

- 4) 実験機能を重視した場合、建物は平屋建とするのが理想的であるが、建ぺい率が高くなり将来計画に対する敷地利用に制約が生じる。また基礎構造部分が増え、建設費が割高になることから実験棟は1階建、研究・事務棟は2階建として計画する。

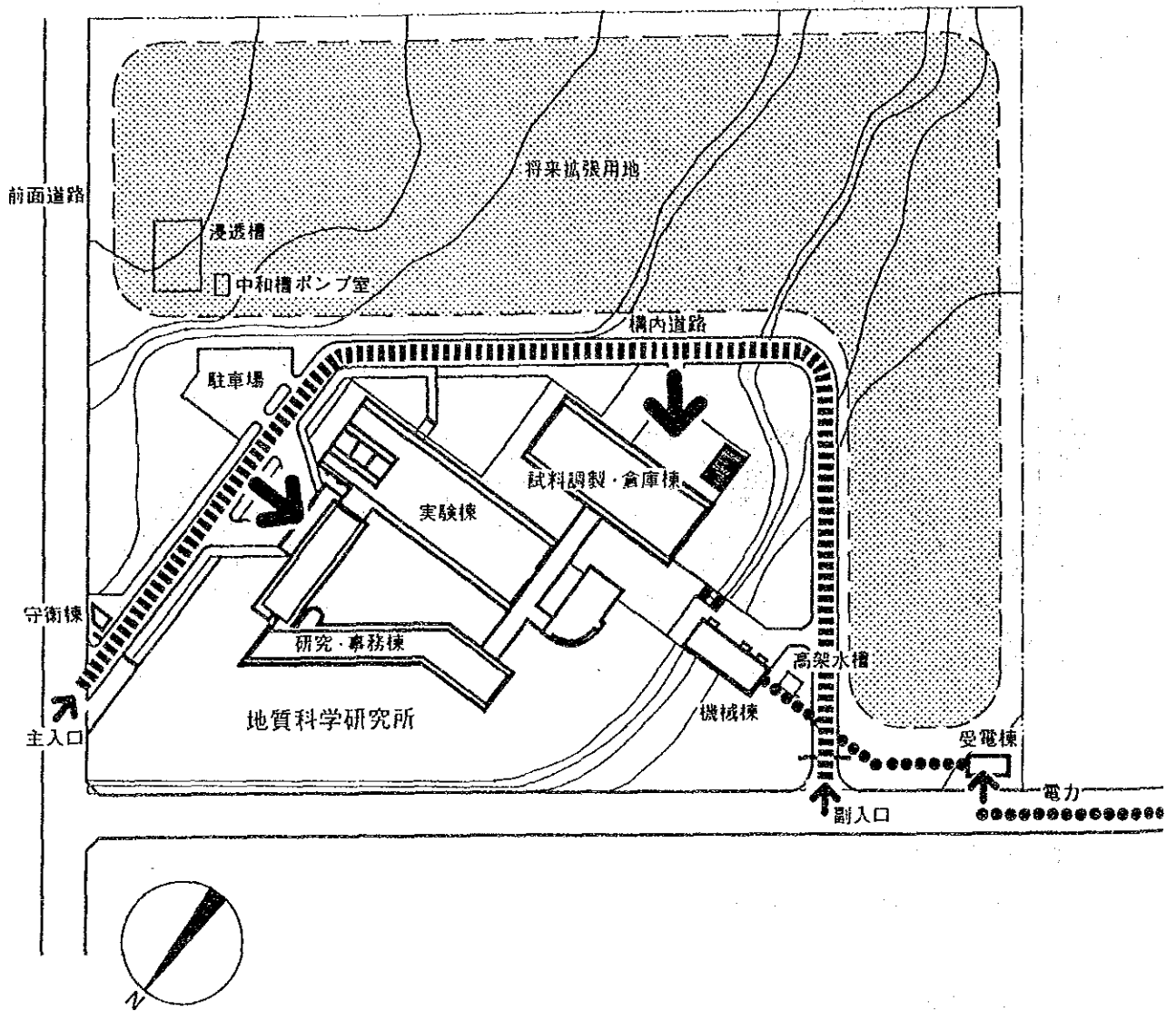


図4-2 敷地全体利用計画図

4-3-2 建築計画

(1) 平面計画

1) 各部門の配置計画

本施設を必要機能の種別によって大別すると以下のブロックが必要となる。

- a. 実験施設ブロック 実験棟(各部門の実験室を含む)
試料調製・倉庫棟(各部門の実験に必要な試料の
準備作製及び試料の保管)

方針 ● 温湿度変化・振動・塵埃を嫌う精密な機材類を用いる実験棟と、実験に必要な薄片・研磨片等を作製するために岩石・鉱物を粉碎しその際に騒音・振動・粉塵を発生する機材類を設置する試料調製・倉庫棟を別棟とし、分離して配置する。

● 実験棟は機材を正常に維持し、また効率的に実験を行うために冷・暖房を行う。

● 実験棟は冷・暖房効率を上げるため中廊下型の閉鎖的な平面型とし、一方試料調製・倉庫棟は騒音等の発生源となる諸室を実験棟の反対側に面するように配置し、実験棟への影響が少ないようにする。

● 両棟は1階建てとし、渡り廊下で接続し容易に連絡できるようにする。

- b. 研究・事務施設ブロック 研究・事務棟(研究者の研究室及び研修室、事務部門を含む)

方針 ● 自然採光、自然通風を旨とし、片廊下に面して諸室を配置する。

● 研究・事務棟は2階建てとし建ぺい率を低減して敷地に余裕を残す。

● 実験施設ブロックと研究・事務施設ブロックは渡り廊下等で連絡する。

c. サービス施設ブロック 機械棟、車庫、守衛棟、中和槽ポンプ室(浄化槽、浸透槽を含む)、高架水槽等

方針 ● 機械棟・高架水槽等は電力、市水の引込みが予定されている敷地西側の隅部に近い位置に配置する。井水の汲み上げ個所も高架水槽に近接させる。

● 浄化槽・浸透槽等の施設は傾斜して低くなっている敷地の南東部分に配置し、汚水等の井水への混入を避けると共に敷地の勾配を利用した排水配管を行う。

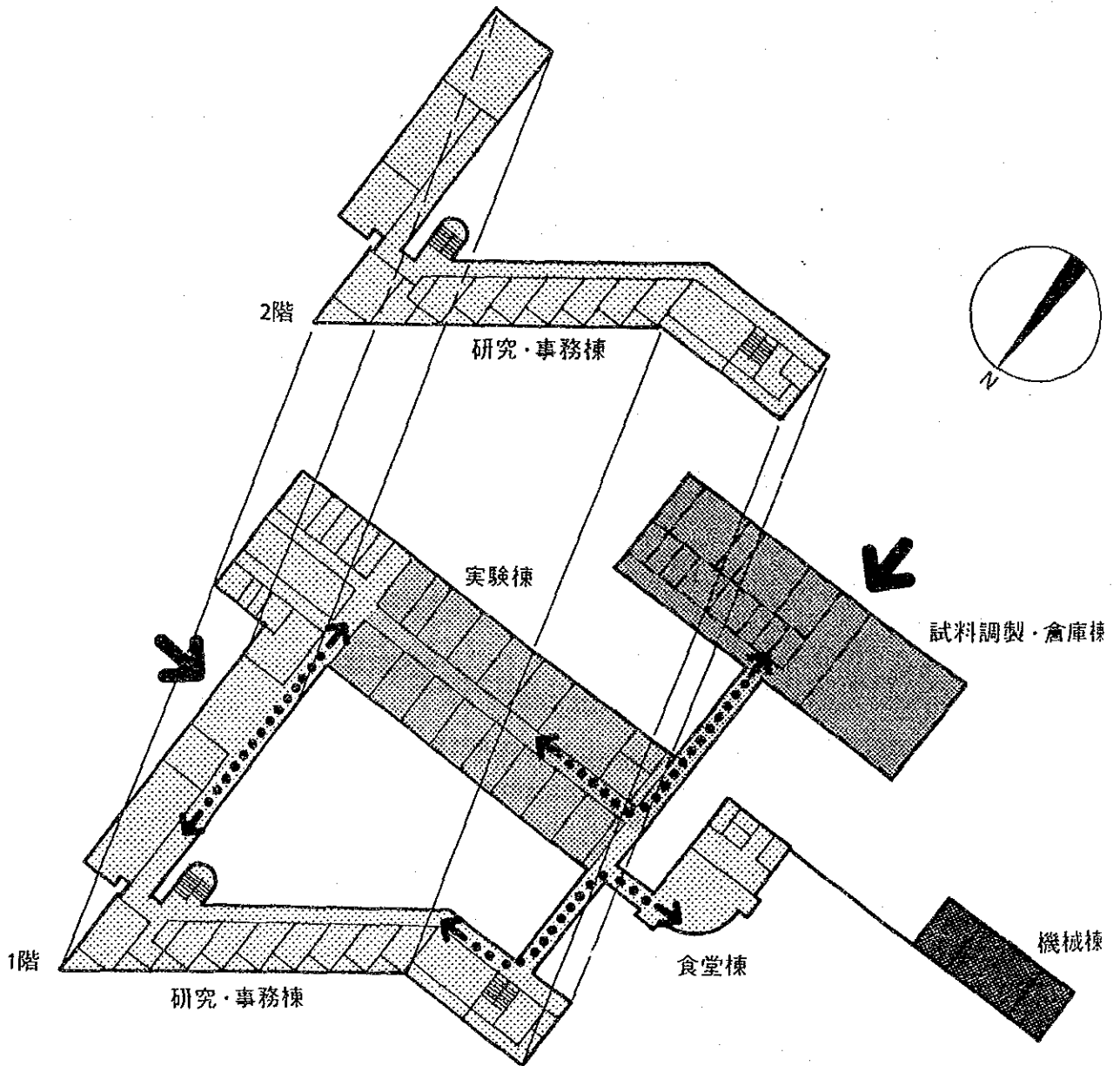


図4-3 施設配置計画

2) 主要諸室の機能・規模等

必要各室の設定及び規模のうち実験室については、研究活動内容と必要機材の配置計画に合致した室の規模設定が必要である。研究員室・事務室については、要員計画に基づいた人員配置から、それぞれの職種に応じて日本の基準、現地の実例を参考に居室規模を確定する。以下に主要室についての設定根拠と規模根拠を示す。

a. 実験施設ブロック

実験棟

実験棟では実験に用いる機材に応じて室内環境の必要条件や実験要領が異なるので、主要な実験について実験室を分けて設置する。実験室は、中廊下を境にして日射の影響の少ない北側部分に精密な分析・実験機器を必要とする実験室を設置する。さらに北側・南側共試料調製部門からの試料の搬入頻度の高い順に実験室の配置を行う。

<1> 古地磁気測定室

古地磁気地質年代学部門の実験室として岩石の磁化方向の履歴・磁性鉱物の特性等を知るために設置する。岩石試料の磁化方向の測定、熱的・電氣的要因による2次的磁化方向の消去、磁性鉱物のキュリー点温度の測定を行うための残留磁気測定装置・熱消磁装置・交流消磁装置・磁気天秤等(レイアウト図1参照)を配置するため、実験室規模を46m²とする。

<2> 顕微鏡室

地質学部門、岩石・鉱物学部門共用の実験室として、岩石・鉱物の生成条件等を知るために設置する。岩石試料の薄片・研磨片につき構成鉱物の同定・組織の観察及び重鉱物と宝石の鑑定を行うための偏光顕微鏡・鉱石顕微鏡及び実体顕微鏡等(レイアウト図2参照)を配置するため、実験室規模を35m²とする。

<3> 標準試料室

顕微鏡室に附属し、岩石・鉱物、重鉱物・宝石の同定・鑑定の際に比較・参考にするための標準試料を収納する。岩石・鉱石種、鉱物種の標準試料と各調

査研究と探査活動による採取試料及びそれらの薄片・研磨片試料を収納する。(レイアウト図2参照)

<4> X線マイクロアナライザー室

岩石・鉱物学部門の実験室として、岩石・鉱物の生成条件、結晶分化過程等を知るための情報を得る目的で設置する。研磨片または研磨薄片試料に電子線を照射し、2次的に発生するX線を測定して微小部分の元素組成を明らかにするためのX線マイクロアナライザー等(レイアウト図3参照)を配置するため、実験室規模を35m²とする。

<5> 試料準備室

X線マイクロアナライザー及び蛍光X線分析装置用試料作製のために設置する。本室には予め試料調製部門で準備された研磨片・研磨薄片や粉碎試料に炭素蒸着・成形・加工等の前処理を行う機材として真空蒸着装置・手動式試料成形機・ガラスビード作製機等(レイアウト図3参照)を配置するため、実験室規模を35m²とする。

<6> X線回折室

岩石・鉱物学部門の実験室として結晶構造の情報を得て鉱物の同定をするために設置する。粉末試料にX線を照射し、結晶面により回折されたX線の角度と強度を測定するためのX線回折装置等(レイアウト図5参照)を配置するため、実験室規模を35m²とする。本装置は特に粘土鉱物の同定に有効である。

<7> 熱分析室

岩石・鉱物学部門の実験室として、熱的性質を用いて同定を行うために設置する。試料を加熱し、吸発熱温度・重量転移点温度を測定するための示差熱・熱量分析装置等(レイアウト図6参照)を配置するため、実験室規模を35m²とする。本装置は特に非晶質・低結晶度鉱物の同定に有効である。

<8> 蛍光X線分析室

分析化学部門の実験室として主要化学成分の含有率を求めるために設置する。各種試料中の比較的濃度の高い元素を迅速に精度良く分析するために蛍光X線分析装置等(レイアウト図3参照)を配置するため、実験室規模を35m²とする。

<9> 化学分析室

分析化学部門の実験室として、主として化学分析用の粉碎試料に前処理を施すために設置する。粉碎試料を試薬等を用いて熔融または溶解して測定試料とするために高温電気炉・蒸留水製造装置・ウォーターバス・サンドバス・自動滴定装置を配置する。なお紫外・可視吸光光度分析では測定試料の前処理後、経時変化が測定結果に影響を及ぼす恐れがあるため、紫外・可視吸光光度計は本室内に配置する。これらの機材を配置し、効率的な実験を行うために、実験室規模を70m²とする。(レイアウト図4参照)

本室に附属して、分析用及びX線管球の冷却用に必要な純水を製造するための純水製造装置等を配置する準備室(20m²)、試料の秤量を行うための天秤などを備えた天秤室(15m²)を設置する。(レイアウト図4参照)

<10> 原子吸光分析室

分析化学部門の実験室として岩石・鉱石・土壌・沢砂・水等の試料につき、多元素の成分分析を行うために設置する。極微量成分の分析を精度良く行うためにフレイム型及びフレイムレス型の原子吸光分析装置等(レイアウト図4参照)を配置するため実験室規模を35m²とする。

<11> データ処理室

コンピューター・プロッター等(レイアウト図6参照)を配置し、地化学探査部門等の各種データ処理・統計解析を行うと共に解析結果をまとめる。このため居室規模を35m²とする。

<12> 鉱物分離室

アイソトープ地質年代学部門の実験室として、岩石・鉱物の絶対年代を知る目的で設置する。放射性同位体分析用の鉱物を分離・濃縮するためのアイソダイナミックセパレーター等の鉱物分離装置等(レイアウト図5参照)を配置するため、実験室規模を35m²とする。

<13> 技術者・実験助手室

機材保守技術者(BPS18、基準面積10m²/人)及び実験助手6人(BPS7、基準面積4m²/人×6人)の控室とし、居室規模を35m²とする。

<14> 消耗品倉庫

設置された機材の消耗品及び補修部品類を保管する。原則として2年分の消耗品及び補修部品類を収納する。

試料調製・倉庫棟

試料調製部門として野外調査で採取した岩石・鉱物等の試料を実験棟の各実験室で使用可能なように試料を加工する。また採取した試料の一部及び実験に使用した試料を保管する。

X線マイクロアナライザー・蛍光X線分析装置を利用する実験以外にも岩石・鉱物等の微量成分を試料とする実験が多いことから、試料作製の際に異物質の相互混濁を避けなければならない。一方、試料作製時には粉碎・研磨等を行うので騒音・振動・粉塵が発生する。このため試料作製の機能に応じ、各作業室を分ける必要がある。

<1> 粗粉碎室

野外で採取した塊状の試料を粉碎するために設置する。試料を5mm大程度に粉碎するロックトリマー、ジョークラッシャー、必要に応じ0.25mm大の大きさとするブラウクラッシャー等(レイアウト図7参照)を配置するため実験室規模を52m²とする。粉塵を発生する機材に対しては飛散防止のためアクリル製のカバーを設け、集塵器で粉塵を回収する。

<2> 微粉碎室

粗粉碎した試料を必要に応じてさらに細かく粉末状にするために設置する。振動ミル・自動乳鉢等(レイアウト図7参照)を配置するため、実験室規模を35m²とする。

<3> 鉱物粉碎室

特に鉱物の微粉碎を行うために設置する。ジョークラッシャー・自動乳鉢等(レイアウト図7参照)を配置するため、実験室規模を18m²とする。

<4> 切断室・研磨室

岩石塊を切断室に設置された岩石切断機により整形し、さらに研磨室に配置された研磨機により薄片・研磨片を作製するために設置する。これらに必要な機材(レイアウト図8参照)を配置するため、実験室規模を切断室18m²、研磨室52m²とする。

<5> 仕上室・琢磨室

研磨片を仕上げるために設置する。ホットプレート・琢磨機等(レイアウト図8参照)を配置するため、仕上室12m²、琢磨室24m²とする。

<6> 試料倉庫

本研究所開設後8~9年間の活動で採取する試料数に鑑み17,000個の保管が可能な岩石収納棚(レイアウト図9参照)を配置する。このため居室規模を212m²とする。

b. 研究事務ブロック

研究・事務棟

研究・事務棟は片廊下式の2階建てとし、各職員の居室については要員計画における各職種のBPS(職種別給与号数)に応じた居室規模を設定する。

<1> 上級研究員室・研究員室・講師室・会議室・所長室

日本及びパキスタン国の研究施設1人当たりの面積算定規準あるいは標準を参考に、上級研究員室20m²・研究員室20m²(2人共用)・所長室20m²を規準に設定する。パキスタン国の社会慣習に従い、研究員室は大部屋方式とはしない。長期専門家に対しては講師室を、短期専門家に対しては会議室をあてる。

<2> 図化室・地図室

各実験データをもとに地質図、地質構造図、鉱徴地分布図、地化学図等を作成するために設置する。透写台、製図台、地図庫等(レイアウト図10参照)を配置するため、図化室41m²、地図室16m²とする。

<3> 図書室・書庫

日本の研究施設における研究員1人当たりの面積算定規準(2m²/人)に、パキスタン国の既存施設の規模を参考に図書室45m²、書庫71m²(8,000~9,000冊収蔵)(レイアウト図11参照)を設置する。

<4> 地質標本保管室

採取した岩石・鉱物等のうちからパキスタン国において標準的・代表的あるいは

は希少価値があるものを選択し、保管・展示を行うために設置する。居室規模はパキスタン国の既存施設の規模を参考に133m²とする。。また他機関との交流において国内外の研究者に本研究所の活動内容を示し理解を得る機能を持つ。

<5> 研修室

地質科学関連研修・セミナー等の座学に使用する。また本研究所の所内会議にも利用する。研究員29人全員が集合することを考慮し、37m²(=29人×1.2m²/人~1.3m²/人)とする。

<6> 事務室・管理事務室・事務員室

日本及びパキスタン国の研究施設1人当たりの面積算定規準あるいは標準を参考に、各室に所属する職員のBPSに基づき居室規模を設定する。

食堂棟

本研究所は郊外の畑の中にあり周辺には食事ができる施設がないため、職員用の食堂を設置する。全職員(64名)と専門家(10名)の合計74名の3/4が2回転で食事をとるという前提で席数を24席とする。食事は簡単な現地風料理を想定し、これに必要な厨房・食品庫・厨房職員用便所を設定する。

c. サービス施設ブロック

実験施設ブロック、研究・事務施設ブロックを機能させるため必要となる機械棟、車庫棟、守衛棟、受電棟、中和槽ポンプ室、高架水槽等を設置する。

室名	設定内容及び規模根拠等	面積(m ²)
a. 実験施設ブロック		
実験棟		
古地磁気測定室	レイアウト図1(P.88)参照	46
顕微鏡室	レイアウト図2(P.88)参照	35
標準試料室	レイアウト図2(P.88)参照	18
X線マイクロアナライザー室	レイアウト図3(P.89)参照(前室を含む)	35
試料準備室	レイアウト図3(P.89)参照	35
X線回折室	レイアウト図5(P.91)参照(前室を含む)	35
熱分析室	レイアウト図6(P.91)参照	35
蛍光X線分析室	レイアウト図3(P.89)参照(前室を含む)	35
化学分析室	レイアウト図4(P.90)参照	70
天秤室	レイアウト図4(P.90)参照	15
準備室	レイアウト図4(P.90)参照	20
原子吸光分析室	レイアウト図4(P.90)参照	35
鉱物分離室	レイアウト図5(P.91)参照	35
データ処理室	レイアウト図6(P.91)参照	35
技術者・実験助手室	1人(BPS18)×10m ² /人、6人(BPS7)×4m ² /人	35
消耗品倉庫	消耗品、スベアパーツ2年分	35
複写室	-	16
暗室	-	12
廊下・その他	-	227
合計		809
試料調製・倉庫棟		
粗粉碎室	レイアウト図7(P.92)参照	52
微粉碎室	レイアウト図7(P.92)参照	35
鉱物粉碎室	レイアウト図7(P.92)参照	18
研磨室	レイアウト図8(P.93)参照	52
切断室	レイアウト図8(P.93)参照	18
仕上室	レイアウト図8(P.93)参照	12
琢磨室	レイアウト図8(P.93)参照	24
仮置倉庫	粉碎用、研磨用	24
倉庫	野外調査用機材を収納する。	12
荷解室	-	56
実験助手室	6人(BPS2, 3)×4m ² /人	23
試料倉庫	レイアウト図9(P.93)参照	212
廊下・その他		98
合計		636
b. 研究・事務施設ブロック		
研究・事務棟		
上級研究員室-1, 2, 3, 4	14人(BPS19)×20m ² /人	20×4

室名	設定内容及び規模根拠等	面積(m ²)
研究員室-1, 2, 3, 4, 5, 6	17人(BPS17, 18)×10m ² /人	20×6
講師室-1, 2, 3	-	20×3
会議室	29人(研究者総数)×1.8m ² /人	53
図化室	レイアウト図10(P.94)参照	41
地図室	レイアウト図10(P.94)参照	16
図書室	レイアウト図11(P.94)参照	53
書庫	レイアウト図11(P.94)参照	79
地質標本保管室	-	133
研修室	-	37
倉庫	-	15
印刷室	1人(BPS15)×7m ² /人、2人(BPS7)×4m ² /人、コピー機等	10
エントランスホール	-	97
所長室	1人(BPS20)×20m ² /人	24
応接室	-	16
事務室	2人(BPS17)×10m ² /人、3人(BPS15, 16)×7m ² /人 2人(BPS7, 9)×4m ² /人、コピー機等	48
管理事務室	2人(BPS16)×7m ² /人	13
電話交換機室	-	13
湯沸室	-	6×3
仮眠室	ベッド台、便所、シャワー付	19×2
便所	-	72
廊下、その他	-	757
合計		1793
食堂棟		
食堂	24人×2回転	80
厨房	-	35
控室	-	6
食品庫	-	9
廊下、その他		28
合計		158
c. サービス施設ブロック		
機械棟	自家発電機室・電気室・受水槽ポンプ室を含む	142
車庫棟	4台分	52
守衛棟	守衛1人・事務スペース・便所	15
受電棟		35
中和槽ポンプ室、高架水槽		24
合計		268
総合計		3064 m ²

(2) 立・断面計画

1) 立面計画

本研究所は平面計画で述べたように、実験棟、試料調製・倉庫棟、研究・事務棟及び附属棟で構成されている。それぞれ異なる機能・建物高さ・柱間隔を持つとはいえ、施設全体に統一的表現を与えることが研究施設に相応しい秩序ある環境を生むと考えられることから、本計画では外壁材料・使用する色・詳細部分の表現等を統一して計画する。

2) 断面計画

断面計画にあたっては、自然換気・通風の確保、降雨時の雨水侵入防止、直射日光の遮蔽への対応の3点を考慮する。実験棟と試料調製・倉庫棟の階高は、天井部の設備配管スペース・機能上必要な天井高等を考慮して3.8mとする。研究・事務棟の階高は自然換気・通風及び天井扇が効果的に働くため必要となる高さ等を考慮して1、2階共3.8mとする。建物にはバルコニーを原則的に設け、直射日光の遮蔽と雨水の吹き込みを防止すると共に降雨中でも窓を開け、通風が得られる計画とする。屋根はアスファルト防水断熱工法とし、さらにレンガによる断熱層を設け、夏期の強い日射に対し十分な断熱効果が得られるようにする。

3) 外構計画

4-3-1の(1)敷地全体利用計画の項で述べたように、建物の床面に高低差をつけず一定とする。敷地及び敷地周辺は東側に傾斜しているため、建物の西側地盤面は建物床面よりも高いことになる。このため建物周囲及び必要箇所には十分な巾の側溝を設け、西側の敷地内外からの雨水の流入を防止する計画とする。また本研究所には埃・塵等を嫌う精密な機材が設置されるため、建物外周には玉砂利敷等の砂塵防止対策を施す。