

パキスタン・イスラム共和国  
ラホール工科大学教育機材整備計画  
基本設計調査報告書

平成10年2月

JICA LIBRARY



J 1141750(8)

国際協力事業団  
ユニコ インターナショナル株式会社

調無二  
CR(2)  
98-033

パキスタン・イスラム共和国  
ラホール工科大学教育機材整備計画基本設計調査報告書

平成10年2月

117  
247  
LIBRARY







1141750(8)

パキスタン・イスラム共和国

ラホール工科大学教育機材整備計画

基本設計調査報告書

平成10年2月

国際協力事業団

ユニコ インターナショナル株式会社

## 序 文

日本国政府はパキスタン・イスラム共和国政府の要請に基づき、同国のラホール工科大学教育機材整備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いたしました。

当事業団は、平成9年10月20日から11月13日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、パキスタン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年2月

国 際 協 力 事 業 団  
総 裁 藤 田 公 郎

## 伝 達 状

今般、パキスタン・イスラム共和国におけるラホール工科大学教育機材整備計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成9年10月14日より平成10年2月10日までの4.0カ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、パキスタンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成10年2月

ユニコ インターナショナル株式会社

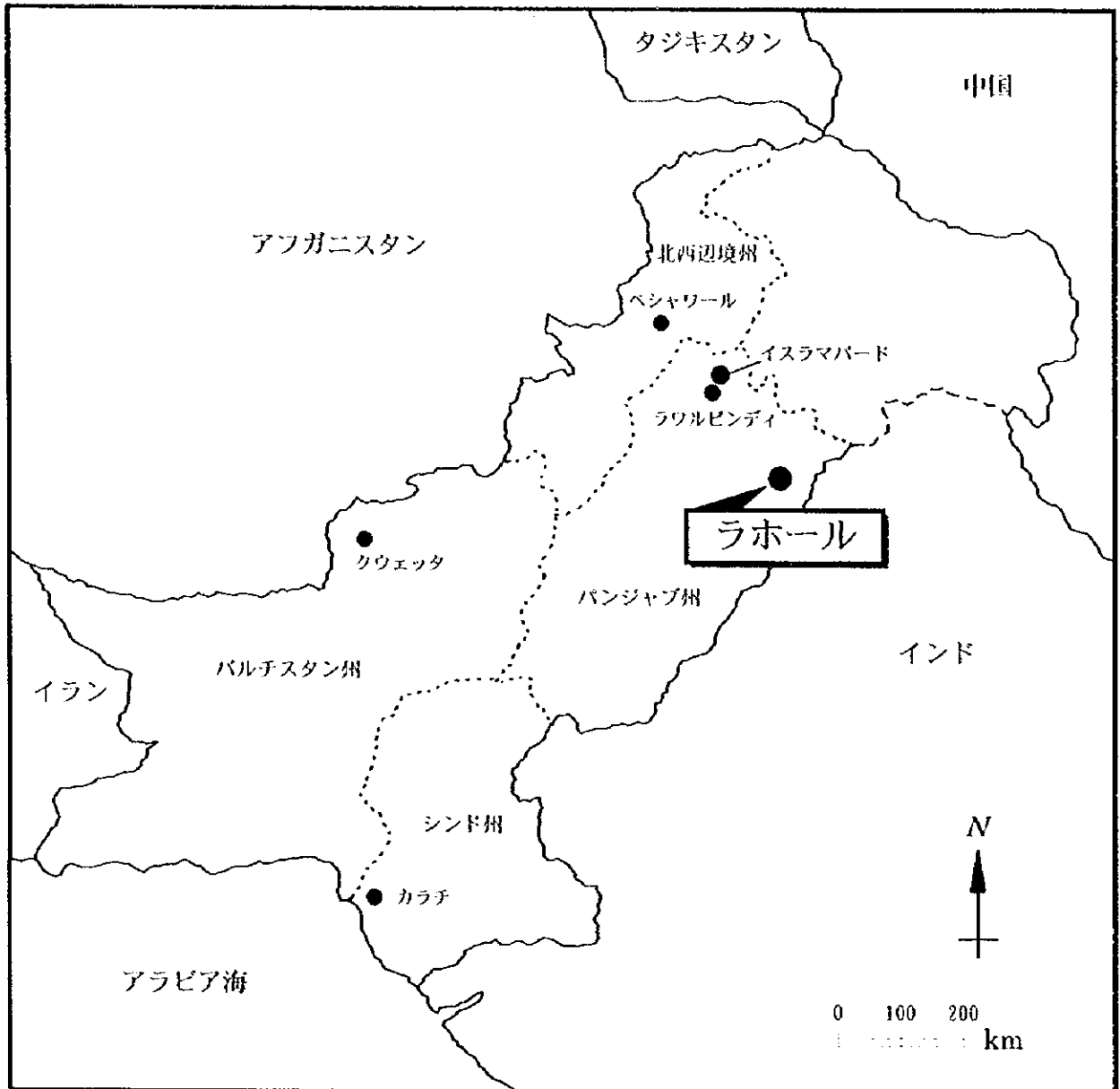
パキスタン・イスラム共和国

ラホール工科大学教育機材整備計画

基本設計調査団

業務主任 志賀 渉

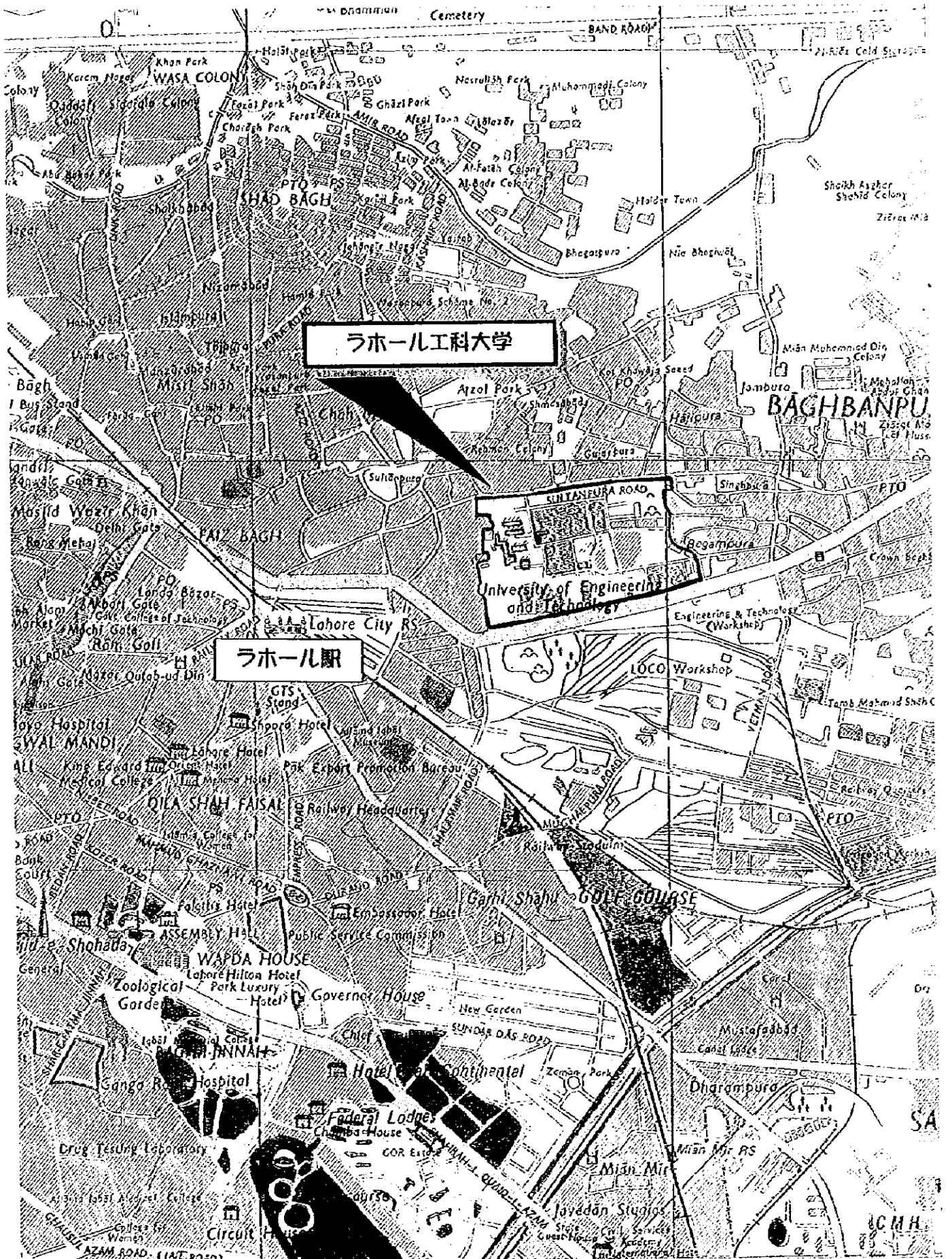
# パキスタン・イスラム共和国全図





# 計画地の位置図

(ラホール工科大学)



ラホール工科大学

ラホール駅

University of Engineering  
and Technology

## 要 約

## 要約

1990年代前半のパキスタンの実質経済成長率は、年ごとの変動はあるものの概ねGDPベースで平均5%前後と比較的安定した成長を遂げてきている。しかし、一方でインフレによる物価上昇傾向（1990年代の平均物価上昇率は10%前後）と脆弱な徴税基盤・経常支出の硬直化による構造的な財政赤字、輸出可能商品の種類の限定と海外労働者送金の減少に伴う国際収支の赤字が顕在化し、同国経済の圧迫要因となっている。また、年3%程度の高い人口増加率と実質的に10%以上といわれる失業率の増大から同国経済は大きな制約を受けている。このため、同国経済は外国の援助に依存した体質となっており、1990年代前半から本格的にIMFの構造調整融資を受けている。パキスタンの第8次五カ年計画(1993-98年)では、経済成長の促進と人口増加の抑制を通じて国民の社会的・経済的福利を向上させることが大きな目標とされ、期間中の年平均GDP成長率の達成目標を7.0%、財政赤字の半減、インフレ率の6%への抑制等が主要課題とされている。その一環として同国政府は特に工業部門の開発に重点を置き、民間活力の導入を積極的に図りながら国内各地での工業部門の分散開発と生産の拡大を計画している。

パキスタンの産業構造は農業部門がGDPの24.2%を占め、次いで製造業が17.9%、商業が16.3%となっている。製造業に鉱業、建設業、電気・ガスを加えた工業部門全体のシェアは26.4%で、同国経済の重要な位置を占めている。就業者構成を見た場合、工業部門は全就業人口の17.7%を占めている。パキスタンでは繊維（紡績、織布、ニット、衣料、ジュート）、食品加工（食用油、砂糖、飲料）、皮革加工、たばこ等の製造業が大きな役割を担っており、近年は肥料、セメント、鉄鋼、自動車、家電、紙、苛性ソーダ、ソーダ灰等の大規模製造業も徐々に発展してきている。また、パキスタンではより労働集約的な家内工業が伝統的に発達している。これらは小規模製造業部門として一括されているが、軽機械、金属加工、皮革製品、カーペット、製陶、スポーツ用品、木工、食卓用金物、医療器具、農機具等の地場産業が含まれる。パキスタンの国際収支改善のためには製造業部門における製品の高付加価値化、及び国際市場での競争力の強化による輸出の拡大が課題となっており、これまでの地場産業を中心とした農業関連産業、半加工業から、より資本集約的な産業へと生産構造転換の必要性が唱えられているのが現状である。

高等教育部門を見ると、パキスタン教育省の管理下に国立・私立大学が27校あり、約10万人の在籍学生に対して学士コースから博士コースまで幅広い教育が行われている。教育省は同国の教育セクターを牽引すべき高等教育分野に関し、学部レベル教育の不十分（機材不足、教員

の不適切な配置、等)、新しい科学技術を応用した教育の欠如、専門教育(工学、農学、獣医学、医学)分野での産業応用研究の取り組みの遅延等の問題点を指摘し、その改善策を推進中である。特に現在教育省の管轄下にある工科系大学7校(在学学生数は2万人強)では、農業から工業への産業構造の転換と大規模資本集約型産業への生産構造の転換という国家上位計画の政策的ニーズに呼応する技術系人材の質の改善、具体的には工業部門の様々なサブ・セクターにおいてリーダーシップを発揮できる技術系の高等教育を受けた人材の養成が緊急の課題となっている。

ラホール工科大学は、パンジャブ州の州都ラホール市に位置するパキスタンで最も伝統ある工科大学である。同校は1921年に技術カレッジとして設立され、1961年に工科大学として改組されて現在に至っている。現在15学科(工学系7学科、建築系2学科、基礎科学系4学科、人文系2学科)及び1研究所で約5,500人の学生に対し工学教育が行われている。工学部門の最高学府として同大学が輩出する人材は、全国の民間企業、教育・研究機関、政府機関に進路を開拓しており、これらの人材がパキスタンの産業振興に果たす役割は極めて大きい。しかしながら、同大学のほとんどの機材が英国政府や国際機関により20年以上前に整備されたもので老朽化・旧式化が著しく、技術革新のすすむ産業界に期待される実践的かつ先進的な人材の育成は十分に行えない状況にある。このため、パキスタン政府は、ラホール工科大学の教育機材を整備することにより、高等教育レベルでのより実践的な工学教育を可能とするため、我が国に無償資金協力を要請してきた。

これに対し、日本国政府は本計画にかかる基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は基本設計調査団を1997年10月20日より11月13日までパキスタンに派遣、パキスタン側政府関係者ならびにラホール工科大学関係者との協議を通じて協力の対象範囲、要請機材の内容、パキスタン側の実施体制、維持管理計画、負担措置等について調査を行った。また、調査団は国立ファイサラバード繊維工科大学、ファイサラバード農業大学等、関連施設の調査ならびに資料収集を行った。調査結果の概要は以下のとおりである。

- 1) 本計画の対象はラホール工科大学の土木工学科、電気工学科、機械工学科、鉱山工学科、金属工学・材料科学科、化学工学科、石油工学科、環境工学研究所、建築学科、都市工学科、コンピューター科学科、数学科、化学科、物理学科の各学科と、全学共用のワークショップ及び図書館である。これらの学科・部署では活発に教育活動、関連業務が行われているが、教育用機材等の多くは技術的に陳腐化ないし老朽化し、更新が必要、あるいは数量が不足していることが判明した。同大学に対しては、これまで英国政府、ユネスコ等による援助の他、旧東欧諸国とのバーター取引による教育機材も一部整備され

たが、いずれも技術的な陳腐化・老朽化により使用できなくなっている。主要な援助は1972年英国政府によるもので、10学科を対象に教育機材が整備されたが、1970年代の後半以降は同大学に対する援助はなされていない。

- 2) ラホール工科大学には約300名の教官がおり、このうち29%が博士、36%が修士である。計画機材を使用するのはこれらの教官陣と5,500名近い在學生で、実験・実習にあたっては各学科に所属する約400名の技官・職員が機材運営・管理の補助を行う体制となっており、十分な要員を保有している。また、本計画で整備される機材の維持管理に係わる経常予算は計画機材の導入後毎年10%の増額が見込まれており、これに加えて計画機材の受け入れに係わるパキスタン側負担費用についても予算措置がとられている。従って、計画機材の運転・維持管理上の人的、財政的問題はない。
- 3) プロジェクト・サイトは、ラホール駅の東側に隣接するラホール工科大学のキャンパスで、75haの敷地に校舎、管理棟、学生寮、教員宿舎等30棟の建物が配置されている。校舎は2階建てが中心で、各学科それぞれ独立した占有の建物ないし区画を有しており、実験室スペースは十分にある。従って、今回の計画機材の設置については設置場所確保の問題はない。また、電気、水、ガス等の用役も実験室内に引かれており、機材操作上の問題はない。

以上の調査結果に基づき更に要請内容を検討した。X線回折装置、誘導結合プラズマ発光分析装置、ガスクロマトグラフ質量分析装置等、主として研究目的に使用されると判断される高額機材、貿易管理令等の法規制の対象となる可能性のある機材等、本計画に含めるべき妥当性の低い機材については、現地調査の当初協議において計画の対象から除外することを調査団側が提示し、パキスタン側もこれを了解した。要請各学科との詳細打ち合わせにおいては、要請が重複していた機材、保守管理費用の面で困難が予想される機材、機能が重複して他の機材で兼用できる機材、緊急性の低い機材等を可能な限り除外し、要請機材の絞り込みを行った。機材の仕様については不要不急な機能はできる限り避けるように指導し、維持管理面で持続可能な機材内容となるよう配慮した。

以上の検討結果に基づき、ラホール工科大学機材整備計画の基本設計を策定した。計画の概要は以下のとおりである。

実施機関はラホール工科大学である。プロジェクトに含まれる機材は同大学構内で使用される教育用機材で、各学科での専門教育に使用される実習機器、理化学実験機器、分析機器、計

量・測定機器、コンピューター、その他補助機材等が含まれる。計画機材の概要は次ページの表のとおりである。

本計画を日本国政府の無償資金協力で実施する場合に必要な総事業費は約11.48億円（日本側負担分10.72億円、パキスタン側負担分約0.76億円）と見込まれる。また本計画実施に必要な工期は実施設計に4.5カ月、機材調達・据付に7.0カ月と見込まれる。

本計画が日本国政府の無償資金協力により実施された場合、以下のような効果が期待される。

### （1）教育効果の向上

パキスタン教育省はその国家教育政策において、特に高等技術教育分野に携わる人材の育成、教育カリキュラムの改訂、産学間の連携の強化等を強く求めている。しかし、ラホール工科大学での実際の実験は老朽化した機材、技術的に陳腐化した機材を用いて、しかも数量不足から多くの学生が実際に機材に手をふれる実習が出来にくい状況にあり、実験内容は観念的な把握にとどまることが多い。このため、実社会の生産現場等で問題解決型のより実践的な教育を求める国家上位計画の方針に沿わないのが現状である。これに対し、本計画機材が整備されることにより、学生自身が意欲的に実証的・科学的探究法を身につけ、技術と知識を向上させることができ、卒業後それぞれの職場でより実践的な活動を行うことができる。

### （2）教育環境の改善

本計画機材が整備されれば、教員自身も意欲的に機材を活用する機会ができ、技術力の向上と更新を通じてこれまで以上に産業界との技術交流を深めることが可能となる。また、このような活動を通して、産業界のニーズに対応した教材の作成も可能となり、学生の教育効果を高めることができるものと期待される。

### （3）産業界への経済効果

本計画の対象学科は広範に及び、経済活動の側面からみれば、同大学の教育は各種製造業の他に鉱業、建設業、運輸・通信、電気・ガス・水道、等のサブ・セクター全てに実務的に関連している。同大学からは毎年900名前後が卒業するが、卒業生の多くは全国の公的機関及び民間企業で指導的な職務に就いており、これらの職場での活動をとおして将来的にパキスタン経済の安定成長に対する貢献が期待でき、その教育効果は同国人口の56%を擁するパンジャブ州内のみならずパキスタン全国に波及することが期待される。

計画機材の概要

土木工学科	
機材名	数量
<b>コンクリート実験室</b>	
圧縮試験機	1
サンプリング取柄ドリル	1
石材用大型のこぎり	1
具原図表尺計	1
超音波計	1
マイクロカバレーメーター	1
コンクリート腐食分析計	1
ウインザーブローブシステム	1
多気式ストレーンゲージ	1
ヒメント試験機	1
その他8品目	
<b>地質工学実験室</b>	
増幅地質計	1
サイミックデジタルタイマー	1
サーボ加速機	5
力能試験機	1
電子天秤	2
ろみ計	1
ロックウェル硬度計	1
ブリンネル硬度計	1
積算試験機	1
構造実験用万能フレームキット	1
<b>土質力学・基礎工学実験室</b>	
前圧ジャッキ(100t)	1
携帯型コンペネトローメーター	1
電動式・面析試験機	1
迅速水分計	1
電子天秤(各種)	6
コータックふるい振とう機	1
突込み装置(機械式)	1
ロードセル	1
その他10品目	
<b>道路工学・輸送工学実験室</b>	
マニキュール試験機	1
アスファルトミキサー	1
計入度試験機	1
セイボルト積度計	1
ベンケルマンピーム	1
踏面凹凸測定装置	1
軟化点試験機	1
伸度試験機	1
クリーブランド引火点試験機	1
乾燥器	1
その他10品目	
<b>水力学・灌漑実験室</b>	
フランシス タービン	1
ハンドロック ベンチ	1
液体学際測定装置	1
パイプワークベンチマシナリ装置	1
ポンプ特性試験装置	1
多目的水理実験装置	1
電子天秤	2
線形可変水路(ガラス壁)	1
可変式水路実験装置	1
薄板流実験装置	1
その他5品目	
<b>測量実験室</b>	
トータルステーション	1
距離計(500m)	1
デジタル セオドライト(6)	1
オートレベル	3
デジタルプラニメーター	3
その他12品目	
<b>コンピューター実習室</b>	
パーソナルコンピューター	10
ドットマトリックスプリンター	2
プロッター	1
レーザープリンター	1
その他2品目	

電気工学科	
機材名	数量
<b>基礎教育機材</b>	
閉路発生器	10
パワーサプライ	20
オシロスコープ	16
ロジックアナライザー	1
デジタルオシロスコープ	3
メガオームメーター	1
デケード変換器	1
可変自己誘導器	6
精密ホイーストンプリッジ	1
デジタル圧力計	1
その他6品目	
<b>実習トレーナー</b>	
シーケンス制御トレーナー	1
サイリスタ逆システムトレーナー	1
カラーテレビトレーナー	1
V/D/A変換トレーナー	1
同波数変調/復調実験装置	2
<b>測定実験室</b>	
オシロスコープ	10
直流安定化電源装置	10
閉路発生器	10
自動変圧器	3
アーステスター	1
LCRブリッジ	2
ゲルブリッジ	2
オーム抵抗器	7
ポータブル交流電圧計	3
その他27品目	
<b>電子工学実験室</b>	
オシロスコープ	10
デジタルトレーナー	10
アナログトレーナー	10
電源装置	10
電子回路トレーナー	2
演算増幅器トレーナー	2
パルス回路実験装置	2
V/D/A変換トレーナー	2
論理回路装置	2
その他14品目	
<b>制御システム実験室</b>	
DC速度制御訓練装置	2
ACサーボ/シンクロ装置	2
液量/温度制御装置	2
線形可変差動変圧器訓練装置	2
線形差動キャパシタ訓練装置	2
0V分計訓練装置	2
磁気浮揚装置	1
自動振り子制御装置	2
その他6品目	
<b>通信工学実験室</b>	
スペクトル分析器	1
サンプリングオシロスコープ	1
万能計数器	2
パルス回路実験装置	1
デジタルRF終端パワーメータ	2
VHF信号発生器	2
その他13品目	
<b>マイクロ波実験室</b>	
マイクロ波教育装置	2
マイクロリア訓練システム	1
<b>電気機械実験室</b>	
電験装置	1
測定モジュール	1
DC用加減抵抗器	1
AC/DC用加減抵抗器	1
スキヤンドドライブシステム電気機器	1
基礎電力実験ユニット	1
その他9品目	

<b>電力系統実験室</b>	
電力システム実習装置	1
発電所シミュレーション用エネルギー装置	1
1相-4相電力研習装置	1
<b>高電圧実験室</b>	
鉄損アスター	1
マイクロオームメーター	2
オートシェービングブリッジ	1
変圧器テストセット	1
接地抵抗計	1
高電圧発生器	1
リーダースコープ	1
引張り試験器	1
その他13品目	
<b>コンピューター実習室</b>	
パーソナルコンピューター	70
オーバーヘッド投影機	1

機械工学科	
機材名	数量
<b>伝熱・熱力学実験室</b>	
熱気発生装置	1
エンジン試験台	1
燃焼ガス分析計	1
太陽光発電装置	1
湿度測定装置	1
卓上冷却塔	1
液体/気体熱伝導測定装置	1
流體熱伝導実験装置	1
その他3品目	
<b>流体力学実験室</b>	
基礎流体力学実験装置	1
流体機械学習装置	1
圧縮機実験装置	1
教育用風洞学習装置	1
ノズル特性学習装置	1
<b>冷蔵・空調実験室</b>	
機械式ヒートポンプ	1
蒸気式空調実験装置	1
湿度測定装置	1
<b>機械力学実験室</b>	
動平衡装置	1
回転軸実験装置	1
角加速度実験装置	1
ねじり振動実験装置	1
振動装置	1
<b>材料試験室</b>	
万能試験機	1
金属顕微鏡	1
シャルピエー衝撃試験機	1
<b>CNC/CAD/CAM 実験室</b>	
教師用ワークステーション	1
学生用ワークステーション	10
CNCフライス盤	1
CNC旋盤	1
その他2品目	
<b>コンピューター実習室</b>	
パーソナルコンピューター	10
ドットマトリックスプリンター	2
プロッター	1
レーザープリンター	1
その他2品目	

鉱山学科	
機材名	数量
<b>鉱山通気実験室</b>	
放射能測定器	1
ラドン検出器	1
気質成分分析器	1
ディーゼル排ガス検出器	1
乾燥球湿度計	1
熱線式風速形	1
恒流式熱線型風速計	1
デジタル式湿度計	1
デジタル式圧力計	1
アネロイド気圧計	1
その他12品目	
<b>鉱山保安実験室</b>	
小型 酸化炭素測定器	1
小型可燃ガス検出器	1
パーソナルコンピューター	1
有酸素測定器	1
聴音器具	1
救命呼吸器具	1
聴音訓練器具	1
エクスプローンメーター	1
酸素呼吸器	1
H2Sメーター	1
その他1品目	
<b>鉱山測量実験室</b>	
平面図形器	1
全自動測距機	1
デジタルセオドライト	1
光学式セオドライト	2
反射板	2
傾斜計	2
距離測定器	2
距離/高度測定器	2
自動縮図図形器	1
デジタル水準器	1
<b>鉱物学・岩石学実験室</b>	
岩石標本	2
岩石/鉱物標本	2
希少岩石/鉱物標本	1
硬度計	10
岩石切面/スリミング機	1
その他2品目	
<b>選鉱実験室</b>	
実験室用振動型粉砕機	1
デジタルガウスメーター	1
鉱物用風干治具	1
平板型静電式分離機	1
ふるい型静電式分離機	1
大型ふるいセツト	1
粉砕性試験機	1
浮游選別装置	1
型式磁気選別機	1
紫外線分析装置	1
その他7品目	
<b>岩石力学実験室</b>	
小型透明箱	1
岩石標本製造機	1
デクター	2
3軸圧縮試験機	1
<b>コンピューター実習室</b>	
パーソナルコンピューター	5
ドットマトリックスプリンター	1
プロッター	1
レーザープリンター	1
デジタルタイマー	1
その他2品目	

金属工学科

機材名	数量
キャストメタル研究室	
電気炉	1
気流記録計	2
通気度試験機	2
砂流機	2
砂うす	2
鑄物砂万能試験機	1
腐食工学実験室	
膜厚測定器	4
腐食実習キット	1
分析実験室	
電子天秤	3
分光分析器	1
炭素/硫黄分析器	1
検査・試験室	
マイクロ硬度計	1
ロックウェル硬度計	1
ブリネル硬度計	1
シャルピー式衝撃試験機	1
光弾性試験装置	1
熱処理実験室	
電気炉	1
マッフル炉	1
高温計	2

機材名	数量
分析実験室	
光度分析器	1
転倒平衡器	1
デジタル屈折率計	1
分光光度分析装置	1
示差熱分析装置	1
ガスカロリメーター	1
管状電気炉	1
原子吸光分光光度計	1
その他5品目	1
コンピューター実習室	
パーソナルコンピューター	5
レーザプリンター	1

石油工学科

機材名	数量
岩心煎	1
ソックスレー抽出装置	1
窒素ボンベ	1
水銀気圧計	1
微小透視率計	1
水冷型流動蒸留器	1
万能粘度計	1
分析天秤	2
引火点測定装置	1
硫黄分析装置	1
その他28品目	1

機材名	数量
コンピューター実習室	
パーソナルコンピューター	5
ドットマトリックスプリンター	1
レーザプリンター	1
カラープロッター	1

都市工学科

機材名	数量
複写機	1
デジタル平面図測器	5
図画器	5
パーソナルコンピューター	5
ドットマトリックスプリンター	1
レーザプリンター	1
カラープロッター	1
スクリーン	1
オーバーヘッド投影機	1
液晶パネル	2
その他5品目	1

コンピューター科学科

機材名	数量
コンピューター	20
ファイルサーバー	2
ワークステーション	20
LANシステム	2
その他6品目	1

ワークショップ

機材名	数量
かんかん盤	1
卓上ボール盤	1
縫入断機	1
加圧鍛造機	1
測定器具類	6
光学式高圧計	1
ルックスメータ	1
顕微鏡	1
アーステスター	1
ガソリンエンジン模型	1
その他13品目	1

図書館

機材名	数量
オーバーヘッド投影機	1
スライド投影機	1
壁掛型スクリーン	1
壁掛型スクリーン	2
ビデオカセットレコーダー	1
カラーテレビ	1
複写機	3
スチールカメラ	2
スライドビデオ変換器	1
オーバーヘッドカメラ	1
その他6品目	1

化学工学科

機材名	数量
流体・粒子技術実験室	
水理実習装置	1
圧縮流量実習装置	1
固定/流動水柱実習装置	1
流降速度実習装置	1
オゾン/ハイパス係数実習装置	1
多相ポンプ試験装置	1
過心圧力実習装置	1
粒子引力実習装置	1
粉砕機	1
球体粉砕機	1
その他4品目	1
計装・制御実験室	
処理制御モジュール	1
基本制御卓	1
実験実用記録計	1
データ収録装置	1
水準制御装置	1
温度制御装置	1
圧力制御装置	1
プログラム制御装置	1
PI制御装置	1
遠隔設定点制御装置	1
その他3品目	1
反応工学・熱力学実験室	
連続攪拌反応装置	1
管状流量反応器	1
攪拌流量反応器	1
定量反応器	1
ジュールトンブシ効果実習装置	3
その他2品目	1
伝熱・質量輸送実験室	
熱放射実習装置	1
熱移動実習装置	1
交叉流量熱交換実習装置	1
冷却実習装置	1
交換熱係数実習装置	1
液体抽出実習装置	1
液体減縮乾燥装置	1
蒸留装置	1
分別実験装置	1
連続熱交換実習装置	1
その他5品目	1

環境工学研究所

機材名	数量
PI/温度/伝導率計	2
常解熱素変換器	2
溶解固形物測定器	1
濁度計	2
小型流量計	1
懸濁液セット	1
塩素化試験セット	1
水質試験セット	1
河川水、水質試験キット	1
抽出装置用架台	2
その他30品目	1

数学科

機材名	数量
薄板子	2
スクロージャッキ	2
傾斜面	2
注ぎみち	2
逃げモーメント測定器	2
履帯ドラム	2
ジブクレーン	2
送り荷重装置	2
落下式重力加速度測定装置	2
圧縮バネセット	2
その他13品目	1

建築学科

機材名	数量
グラフィクス・プレゼンテーション実習室	
反斜式投影機	1
複写機	1
スプレー砲	5
オーバーヘッド投影機	4
スライド投影機	3
その他2品目	1
自然環境研究室	
デジタルルックスメータ	2
精密騒音計	2
音圧計	1
スピーカー	2
風速計	5
天秤	2
温度/湿度計	5
湿度/露点記録計	2
赤外線温度計	5
写真現像・焼付実験室	
アンモニア式複写機	1
複写機	1
カメラ	1
ビデオカメラ	2
ビデオモニター	2
測量実験室	
平面図測器	1
オートレベル	5
等圧線記入器	1
距離計	1
製図器	5

化学実験室

機材名	数量
蒸留装置	1
単純天秤	1
導電率計	1
デジタルpHメーター	1
酸素メータ	1
ホトプレート	1
ケルダール式窒素抽出装置	1
バスケト型遠心分離器	1
電位差方式自動滴定装置	1
ガスクロマトグラフ	1
その他11品目	1

物理実験室

機材名	数量
E-Y記録器	1
デジタル記憶式オシロ	1
三現象オシロスコープ	1
デジタルマルチメーター	2
ヘリウムネオン光線装置	1
高圧直流電源装置	1
ロックイン増幅器	1
分光光度計	1
脈散ポンプ	1
その他6品目	1



本計画は以上のような効果が期待されること、また本計画を実施することによる環境面での悪影響もないことから、本計画を我が国の無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。また、本計画の運営・管理についても、パキスタン側の体制は人員、資金ともに十分であり、問題ないと考えられる。しかし、以下の諸点が改善・整備されれば、本計画はより円滑かつ効果的に実施し得るであろう。

#### (1) 機材操作・保守技術に係わる研修

ラホール工科大学には教員、技官等、機材の日常的な運転・維持・管理に係わる要員は十分に存在し、その技術レベルは概して高い。しかし、出来るだけ早く機材の操作に慣れ、かつそれを長期的に有効活用してもらうため、特に日常的な保守・管理が必要な機材に関しては、機材据え付け後のサイトでの操作指導を充分に行うと共に、大学側が独自に機材担当要員に対し研修の機会を設けることが望ましい。

#### (2) 予算措置のモニタリング

ラホール工科大学では機材の保守・維持管理費用として例年大学の全体予算の3%程度が確保されている。大学側は本計画が実施に移された場合のローカル・コスト（電気設備・照明・空調・換気工事、什器備品調達等に充当）として2,400万ルピー（約7,600万円）を要請計画書に含め同国政府に提出、承認を得た。また、本計画による機材が大学に設置される1998-99年度以降の予算に、機材の保守・維持管理費用として毎年10%増の予算編成が計画されている。計画機材は比較的維持管理費用が少なく済むものが多いことを考慮すれば、予算措置としては十分であると判断される。しかし、機材が計画通りに使用されるかどうかはこの予算が実行されるか否かにかかるため、予算執行状況のモニタリングが必要であろう。

#### (3) 産学間の連携・教育研究交流の強化

ラホール工科大学には在學生を対象とした企業での実地研修制度があり、現場重視の実践的な教育を行っている。また、同大学の大学院修士課程の定時制コースの学生の多くは企業に所属する技術者で、講義や技術更新セミナーをとおして大学の保有する技術ノウハウを提供している。こうした大学と産業界の連携の場を通して、最新の生産技術や生産機械に関する技術交流を行い、お互いの能力向上を図ることが重要である。また、同大学では学科やテーマにより海外の大学・研究機関との教育交流・研究交流が進められているが、こうした活動を更に奨励し、共通の教育・研究テーマを国際的に推進することにより同大学の技術レベルの向上を図ることが出来れば、計画機材の長期的有効活用にも資することとなる。



## 目次

序文  
伝達状  
位置図  
要約  
目次

第1章 要請の背景	1-1
第2章 プロジェクトの周辺状況	2-1
2-1 当該セクターの開発計画	2-1
2-1-1 上位計画	2-1
2-1-2 財政事情	2-6
2-2 他の援助国、国際機関等の計画	2-8
2-3 我が国の援助実施状況	2-9
2-4 プロジェクト・サイトの状況	2-9
2-4-1 自然条件	2-9
2-4-2 社会基盤整備状況	2-10
2-4-3 既存施設・機材の現状	2-10
2-5 環境への影響	2-11
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの目的	3-1
3-2 プロジェクトの基本構想	3-1
3-3 基本設計	3-23
3-3-1 設計方針	3-23
3-3-2 基本計画	3-25
3-4 プロジェクトの実施体制	3-35
3-4-1 組織	3-35
3-4-2 予算	3-36
3-4-3 要員・技術レベル	3-37

第4章 事業計画	4-1
4-1 施工計画	4-1
4-1-1 施工方針	4-1
4-1-2 施工上の留意事項	4-1
4-1-3 施工区分	4-2
4-1-4 施工監理計画	4-3
4-1-5 資機材調達計画	4-3
4-1-6 実施工程	4-4
4-1-7 相手国側負担事項	4-5
4-2 概算事業費	4-6
4-2-1 概算事業費	4-6
4-2-2 維持・管理計画	4-7
第5章 プロジェクトの評価と提言	5-1
5-1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果	5-1
5-2 技術協力・他ドナーとの連携	5-3
5-3 課題	5-3
資料	
1. 調査団員氏名、所属	付1-1
2. 調査日程	付2-1
3. 相手国関係者リスト	付3-1
4. 当該国の社会・経済事情	付4-1
5. 参考資料リスト	付5-1
6. 計画機材リスト	付6-1
7. 配置図	付7-1
8. 教育コース明細	付8-1

## 第1章 要請の背景



## 第1章 要請の背景

### (1) 概況

パキスタン国は北緯23度から37度、東経61度から76度に位置し、総面積は796,095平方キロメートルと、日本の2.1倍の広さを有する。西にイラン、北西にアフガニスタン、北に中国、東にインドと国境を接する。北方にはヒマラヤ山系、ヒンドークシュ山系の高い山並を抱え、国土の中央を流れるインダス川が南のアラビア海に注いでいる。インダス川の西側は概ね山岳地帯でイラン、アフガニスタンまで不毛な土地が続き、一方東側はインダス支流により作られた肥沃な沖積平野が同国の穀倉地帯を形成している。気候は一般に乾燥し、雨量は少ない。しかし、インダスの豊富な水量と灌漑網は同国経済に大きく貢献している。パキスタンの1994年の推定人口は1億3,270万人で、人口増加率は2.9%である（出所：UNDP人間開発報告書1997）。

パキスタン政府は1947年8月英領インドからの分離独立以来、同国の工業化を前提とした開発計画を数次にわたり実施してきた。特に、1980年代には民間部門の育成が強化されたことから民間外資の積極的導入、輸出産業の振興、国産資源利用型工業と基幹産業の充実化が図られ、パキスタンの工業化は加速された。これに伴い、1990年代の前半は年ごとの変動はあるもののGDPベースで概ね5%前後の成長を遂げている。しかし、その一方でインフレによる物価上昇傾向（1980年代の平均物価上昇率は6.7%、90年代は10%前後）と脆弱な徴税基盤・経常支出の硬直化による構造的な財政赤字、輸出可能商品の種類の限定と海外労働者送金の減少に伴う国際収支の赤字が顕著であり、同国経済の圧迫要因となっている。

パキスタンの経済はこれまで農業及び農産物の加工業を基盤として成長してきた。綿花、米等の農産物とその加工品（綿糸、綿織物、衣類等）は国際市場で高い競争力を有しており、これらの商品が同国の輸出総額に占める比率は70%以上に及ぶ。しかし、農業を基盤とする経済は気象変動の影響を受けやすく脆弱である。このため、農業部門を補完する工業部門（製造業、鉱業、電気・ガス、建設業等を含む）の強化が同国経済の安定成長には欠かせない。工業部門で最大の製造業部門は繊維、食品加工、農畜産物加工処理等が中心であるが、近年は鉄鋼、肥料、セメント、家電、自動車組立等の大型産業も徐々に発展してきており、製造業部門はGDPの約18%、全就業人口の約13%を占め、農業部門に次ぐ重要な経済セクターとなっている。こうした中で、国際収支改善のため製造業部門に

における製品の高付加価値化、及び国際市場での競争力の強化による輸出の拡大が求められるのに伴い、パキスタンの製造業部門に対してはこれまでの農業関連産業、半加工業から、より資本集約的な産業へと生産構造転換の必要性が唱えられているのが現状である。

また、1996-97年度のパキスタン経済が、政治的不安定に加えて気象条件の悪化によりGDPベースで3.1%の成長にとどまったのを契機に、同国政府は経済再建のため安定したマクロ経済の達成と工業部門-特に製造業部門-の活性化を2大目標とし、1997年3月に製造業部門の優遇税制策として経済復興計画(Economic Revival Programme)を打ち出した。同計画では特に製造業部門における生産拡大のため、金融・投資・輸出振興等の面で各種のインセンティブ（通貨切り下げ、関税障壁削減、輸入原料免税措置、輸入生産設備の関税率引き下げ等）が提案されている。

こうした背景から、パキスタン経済の自立と持続的な成長の達成のためには、農業から工業への産業構造の転換と大規模資本集約型産業への生産構造の転換という国家上位計画の政策的ニーズに呼応する技術系人材の質の改善、具体的には工業部門の様々なサブ・セクターにおいてリーダーシップを発揮できる技術系の高等教育を受けた人材の養成が緊急の課題となっている。

## (2) 計画の背景

ラホール工科大学はパンジャブ州の州都ラホール市に位置する。パンジャブ州はパキスタンの全人口の約56%を占める同国最大の州である。州都ラホール市の都市部人口は約300万人、商都カラチに次ぐパキスタン第2の都市で、同市内外には食品加工業、皮革工業、繊維工業、機械加工業、化学工業等の製造業が多数存在しており、行政、経済、教育、研究、文化の中心地である。またラホール市を中心とするパンジャブ州東部地域にはファイサラバード市、グジュランワラ市等の規模の大きな工業都市が位置しており、一大工業生産地帯となっている。

ラホール工科大学は、1921年にムガールプラ技術カレッジとして設立されたのに端を発し、その後1932年から学士号の授与を開始し、1961年に国立技術カレッジから工科大学に改組されて現在に至っている。設立当初は電気工学と機械工学のみの教育が行われていたが、その後土木工学、鉱山工学が加えられ、更に1961年以降化学工学、石油工学、金属工学、建築学、都市工学の各学科が設立された。同校は現在パキスタンに7校ある国立の



工科大学の中ではもっとも古く設立された伝統校で、現在土木工学部、電気工学部、機械工学部、化学・鉱物・金属工学部、建築・計画学部、基礎科学・人文学・イスラーム学部の6学部から構成され、その傘下にある15学科（工学系7学科、建築系2学科、基礎科学系4学科、人文系2学科）及び1研究所で約5,500人の学生に対し学部、大学院レベルの工学教育が行われている（表1-1）。

表1-1 教育コース一覧

学科名等	学士課程	入学定員*	修士課程	入学生/年	備考
土木工学科	土木工学士/4年	197	土木工学修士/2年	30-40	博士課程あり
電気工学科	電気工学士/4年	201	電気工学修士/2年	40-50	博士課程あり
機械工学科	機械工学士/4年	195	機械工学修士/2年	40-50	博士課程あり
鉱山工学科	鉱山工学士/4年	52	鉱山工学修士/2年	0-5	博士課程あり
金属工学・材料科学科	金属工学士/4年	48	金属工学修士/2年	5-10	博士課程あり
化学工学科	化学工学士/4年	56	化学工学修士/2年	5-10	博士課程あり
石油工学科	石油工学士/4年	19	-	-	修士課程新設計画中
環境工学研究所	-	-	環境工学修士/2年	10-20	博士課程あり
建築学科	建築学士/5年	44	建築学修士/2年	0-10	博士課程あり
都市工学科	都市工学士/4年	50	都市工学修士/2年	5-10	博士課程あり
コンピューター科学科	-	-	コンピューター科学修士/2年	20	
数学科	-	-	数学修士/2年	5-20	博士課程あり
化学科	-	-	応用化学修士/2年	10-20	博士課程あり
物理学科	-	-	-	-	教養コースのみ**
人文社会科学科	-	-	-	-	教養コースのみ**
イスラーム学科	-	-	-	-	教養コースのみ**
ワークショップ	-	-	-	-	教養コースのみ**

\* この他に学科不特定の定員枠(35名)があるため、入学定員は合計900名。

\*\*教養コースは他学科所属学生に提供する共通科目。

出所：ラホール工科大学“Prospectus 1997”から作成

本計画による機材の整備対象学科の概要は以下の通りである。

### ①土木工学科

1939年に設立された伝統ある学科で、入学定員は約200名、現在約1,000名の学部学生、大学院生が在籍している。教員数は46名。構造工学、土質力学・基礎工学、水力学・灌漑工学の3系統の学士課程及び修士課程の授業が行われ、また土木工学博士課程も実施されている。同学科では対外的に測量機器の校正、コンサルティング等のサービスも行っている。

### ②電気工学科

ラホール工科大学で最も古い学科で、同大学の前身の技術カレッジ設立時以来75年の伝統を有している。入学定員は約200名で、在籍学生数は現在約1,100名にのぼる。教員数は40名。電気工学士課程は電力専攻と電子・通信専攻の2コースに分かれ、また修士課程は電気工学、電子工学、コンピューター工学、制御システム工学の各専攻に分かれる。電気工学

博士課程も実施されている。同学科では電気・電子部門の製造業に対しコンサルティング業務、委託試験業務も提供している。

### ③機械工学科

電気工学科と共に設立以来75年の歴史を有する最も古い学科である。入学定員は約200名、在籍学生数は約1,200名で、教員数は43名。学士課程で機械工学、修士課程では生産工学、動力工学、応力解析の各専攻コースの教育が行われ、また機械工学博士課程も実施されている。傘下のエネルギー・リソース・センターでは各種エネルギー源の開発研究が進められている。また、大学内外の専門家を招いて、民間企業の技術者に対し技術更新・新技術導入に関する講習会を実施したり、外部機関に対するコンサルティング・サービスを行っている。

なお、上記3学科は学部学生数及び学士卒業生数で全学の約7割、教職員数で約45%、大学予算の5割弱を占める同大学の中心的な学科群である。

### ④鉱山工学科

パキスタン初の鉱山工学科として1954年に設立された。先年我が国の無償資金協力で機材が整備されたペシャワール工科大学鉱山工学科の教官の多くがこの学科の出身者である。入学定員は約50名、在籍学生数は約200名、教員数は15名。鉱山工学の学士課程、修士課程、博士課程をそれぞれ実施している。大学院教育は社会人（定時制）も受け入れている。

### ⑤金属工学・材料科学科

1965年に設立された比較的新しい学科である。入学定員は約50名、在籍学生数は約200名、教員数は15名。入学生数は漸増傾向にある。金属工学、材料科学の各専攻で学士課程を、また金属工学の修士課程、博士課程を実施している。特に産業界とのつながりを重視したカリキュラム編成で授業が行われ、企業に対するコンサルティング、試験・検査等のサービスも提供されている。

### ⑥化学工学科

パキスタン初の化学工学科として1962年に設立された。入学定員は約60名だが、ここ3年ほどは毎年20%程度入学生数が増加している人気学科である。在籍学生数は約350名、教員数は19名。化学工学の学士課程、修士課程、博士課程をそれぞれ実施しているが、修士課程では高等化学工学、環境工学、生化学工学、CAD/プロセス工学等の専攻に分かれる。大学院教育は社会人（定時制）も受け入れている。同学科では国営・民間の企業と人材交流・

設備提供等の技術交流を積極的に行っており、一部の企業から奨学金も提供されている。

#### ⑦石油工学科

1969年に設立された新しい学科で、当初は鉱山工学科の傘下にあったが、国家経済に占める石油産業の重要性に鑑み1975年に独立した学科となった。入学定員は約20名だが、入学生数は多い年で32名に及び、現在の在籍学生数は約100名、教員数は9名である。石油工学の学士課程を実施している。国内外の石油・ガス関連企業との緊密な連携が確立されており、一部企業からは奨学金が提供されている。学科内に掘削工学実験室、油層岩石物理学実験室、貯留流体特性実験室、防食実験室、コンピューター実習室がある。

#### ⑧環境工学研究所

環境工学・衛生工学の必要性から1972年に衛生工学研究所として設立され、1996年に現在の名称となった。衛生工学、環境工学の学士課程（土木工学科の学部学生を対象とする教養コース）、及び専属の学生を対象とする修士課程及び衛生工学の博士課程が実施され、修士課程の全日制コースの学生に対しては世界保健機構(WHO)からフェローシップ給費の道が開かれている。修士課程の入学生数は概ね10-20人/年、教員数は16名。学外の技術者に対する現職者研修、企業に対するコンサルティング等のサービスも実施している。研究所内には水質試験、ユニット・プロセス、大気汚染モニタリング、水質汚染コントロール、衛生微生物の各実験室がある。

#### ⑨建築学科

パキスタン初の建築の学位を授与する学科として1962年に設立された。5年間の学士課程は、パキスタン建築家・都市計画家評議会(PCATP)及びパキスタン建築家協会(IAP)から資格認定されている。1990年からは修士課程及び博士課程も開設された。学士課程の入学定員は約45名、約200名の在籍学生がおり、その半数が女子学生である。教員数は16名。建築材料、建築、構造設計、測量、建築物環境コントロール、プレゼンテーション・モデル作成、CAD/製図、写真DPE等の実験・実習室がある。

#### ⑩都市工学科

パキスタン初の都市工学の学位を授与する学科として1962年に設立され、都市工学の学士課程、修士課程、博士課程を実施している。入学定員は約50名だが、入学生数は定員に満たず30-40名/年で、在籍学生数は約170名、教員数は12名である。学外の機関に対する研修、コンサルティング等のサービスも行っている。

#### ⑪コンピュータ科学科

数学科から分離した学科で、上記各学科の学生に対しコンピュータ科学、数値解析等の教養コースを提供すると共に、専属の学生に対するコンピュータ科学の修士課程も実施している。修士課程の入学生数は約20名で、教員数は9名。同センターではパーソナル・コンピュータ実習室及び学内のLANシステムを管理しており、大学のコンピュータ教育の核となっている。

#### ⑫数学科

基礎科学系統の学科として数学科、化学科、物理学科がある。1921年の創立時に理学科として設立されたのが始まりで、各工学コースの学生に対し基礎科目の教養コースとして数学、化学、物理の授業を行う。数学科では、数学、統計学、高等数学等の教養コースを実施するほか、専属学生に対する修士課程(M.Phil.)、博士課程も実施している。修士課程の入学生数は年度により異なるが5-25名、教員数は12名である。傘下のコンピュータ・センターでは学外の人間を対象にプログラミングの短期研修コースも実施している。

#### ⑬化学科

化学科では全学の各工学士課程の学生に対し応用化学、物理化学、有機化学等の教養コースを実施するほか、専属の学生に対する修士課程、博士課程も実施している。修士課程の入学生数は10-20名、教員数は12名である。学生の工場実習も行われている。また、対外的な委託試験、標準化等のサービスも実施されている。

#### ⑭物理学科

全学の学士課程の学生に対し応用物理学の教養コースを実施している。現在専属の学生はいないが、近々大学院課程を開設する計画である。教員数は9名。

#### ⑮ワークショップ

1937年に設立されて以来、工学士課程の学生に対し、カリキュラム上の共通科目として各種工作機械を利用して加工・製作実習の場を提供している。教授1名が所長として管理し、10名の技官が学生の指導に当たっている。

#### ⑯図書館

3階建てで座席数400、書籍蔵書数は約125,000冊、定期購読誌等76,500冊で、読書室には空調設備がある。講習会や発表会等の公的な行事に使用されるセミナー・ホールには簡単な放送設備がある。学生に教科書を貸し出すBook Bank設備もある。

ラホール工科大学は毎年1,000名前後の学士課程新入生を受け入れている。大学院課程も含めると現在全学に約5,500名の学生が在籍しており、このうち320名が女子学生、225名が海外からの留学生である。同大学での教育は、それぞれの学科長の下で教授、准教授、助教授、講師等の教官が担当し、実験・実習に当たっては技官が学生の指導に当たる。

本計画の直接裨益対象となるラホール工科大学の入学生数の推移は表1-2の通りである。

表1-2 学士課程入学生数の推移

学科名/年	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
土木工学科	163	137	211	179	241	241	215	225	234	218
電気工学科	198	181	206	221	266	266	222	255	266	266
機械工学科	193	172	180	175	256	256	215	228	247	233
鉱山学科	27	26	37	22	52	52	62	48	42	37
金属工学・材料科学科	37	33	35	22	48	48	58	63	58	41
化学工学科	43	42	47	44	56	56	66	76	91	95
石油工学科	13	10	16	12	19	19	29	32	24	26
建築学科	48	47	27	22	36	34	41	51	44	42
都市工学科	56	53	25	24	31	32	30	18	38	34
合計	778	701	784	721	1,005	1,004	911	996	1,014	995

出所：ラホール工科大学資料

また、同大学の卒業生数の推移は表1-3の通りである。

表1-3 学士課程卒業生数の推移

学科名/年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
土木工学科	231	-	216	194	195	181	173	153	147	144
電気工学科	-	207	247	177	447	250	209	205	171	190
機械工学科	-	196	206	362	203	201	198	187	184	159
鉱山学科	43	-	19	26	20	28	27	26	27	15
金属工学・材料科学科	18	18	-	44	27	40	38	34	24	22
化学工学科	53	44	-	59	45	51	43	46	35	39
石油工学科	23	13	-	20	20	15	13	11	15	8
建築学科	29	23	-	32	-	36	26	28	28	22
都市工学科	23	-	31	31	32	26	32	30	22	21
合計	420	501	719	945	989	828	759	720	653	620

出所：ラホール工科大学資料

なお、ラホール工科大学の卒業生の進路としては民間の各種製造業、建築業、鉱業関連産業（鉱山、石油、天然ガス等）、大学、技術カレッジ、職業訓練学校、高校等の教育機

関の他に、表1-4に示すような研究・研修機関、政府・公的機関がある。

表1-4 卒業生の進路

政府機関・公社	研究機関等
水電力開発庁(WAPDA)	宇宙研究機構(SUPARCO)
各州政府灌漑局	幹部公務員研修所(STI)
パキスタン・エネルギー・公社(NESPAK)	技術教員研修センター(TTTC)
国家道路庁(NHA)	ガス技術試験所(SOILCON)
民間航空庁(CAA)	乾燥地研究所(AZRI)
重機械廠(IMC)	国立輸送研究センター(NTRC)
パキスタン製鉄(PSM)	国立教育機器センター(NEEC)
ワワ重電気廠(HECI)	パキスタン炭化水素研究所(HDIP)
石油ガス開発公社(OGDC)	国立電気研究所(NIE)
カラチ配電公社(KESC)	国立シリコン技術研究所(NIST)
環境保護庁(EPA)	ラホール国立電力研究所(NIPL)
都市開発公社(LDA, CDA, KDA, 他)	灌漑・水利研究所(IWRI)
国営精油所	国際浸水害・塩害研究所(IWLSRI)
パキスタン鉄道(PR)	綿花研究所(CRI)
工業省	パキスタン工業技術院(PCSIR)
教育省	国立建築研究所(NBRI)
労働・人的資源訓練省	国立農業研究センター(NARC)
公共事業省	パキスタン地質調査所(GSP)
計画省	その他多数

出所：ラホール工科大学資料

また、ラホール工科大学は表1-5に示す高等教育機関を提携校として持ち、それらの教育計画、試験を監理し、学位を認定・授与している。1991年に日本政府の無償資金協力で機材整備がなされた国立ファイサラバード繊維工科大学は提携校の一つである。

表1-5 ラホール工科大学の提携校

学校名	所在地
国立ファイサラバード繊維工科大学	ファイサラバード
電気・機械工科カレッジ	ラワルピンディ
ラホール技術カレッジ	ラホール
ムルタン技術カレッジ	ムルタン
ラスール技術カレッジ	ラスール
バハワルプール技術カレッジ	バハワルプール
ファイサラバード技術カレッジ	ファイサラバード

1921年に建築された本校舎を始めとする学科棟の各実験室には基本的な教育機材が一応整備されている。しかし、古いものでは当時の英領インド政府によって調達された70年以上経つ英国製の試験機等が未だに使用されており、殆どの機材がコロombo・プランや国際機関により20年以上前に整備されたもので、老朽化・旧式化が著しい状況にある。ま

た、大学としてスタートした1961年当時と比較して学生数が12倍、教員数は7倍に増加した現在、教育・研究用の機材はその絶対数が不足している。このため、学生に対する講座は座学を中心として行われ、故障ないし精度が劣化した機材を利用して演示実習が行われているのが現状である。学生が実際に機材に手を触れる実験・実習を行うという同大学の教育理念に対し、現状は観念的な技術理論の把握に止まることが多いため、技術革新の著しい産業界が期待する実践的かつ先進的な人材の育成を十分に行えない状況にある。このため、パキスタン政府は、ラホール工科大学の教育機材を整備することにより、高等教育レベルでのより実践的な工学教育を可能とするため、我が国に無償資金協力を要請してきた。要請機材の概要は次表の通りである。

要請機材の概要

学科 / 実験室	要請機材	数量
<b>土木工学科</b>		
コンクリート実験室	圧縮試験機、試料採取ロボット、コンクリート硬度分析計、歪み計、ポアラス比測定装置、他	1式
地質工学実験室	油圧地盤計、タイマ、分光計、土壌加速度計、振動計、万能試験機、硬度計、他	1式
土質力学・基礎工学実験室	油圧プレス、一面剪断試験機、水分計、電子天秤、ふるい振とう機、切断機、他	1式
道路工学・輸送工学実験室	集塵分離器、アーク試験機、ミラー、針入度試験機、モーター粘度計、伸度試験機、他	1式
水力学・灌漑実験室	バルブ・トリック、フラスコ・タービン、流体実験装置、水路実験装置、輸流実習装置、他	1式
測量実験室	トータルステーション、セトフライト、距離計、オートレベル、レベルメーター、実体鏡、GPS差動受信機、他	1式
コンピューター実習室	パーソナルコンピュータ、プリンター、プロッター、他	1式
<b>電気工学科</b>		
基礎教育機材	オシロスコープ、ファンクションジェネレーター、電源装置、インコローブ、電圧計、電圧計、電流計、他	1式
実習トレーナー	ブレーキ制御ユニット、応答ユニット、SCR回路ブレーキ、モーターブレーキ、電気回路ブレーキ、他	1式
測定実験室	インコローブ、変圧器、アークスコープ、ブリッジ、オプティカル抵抗器、電圧計、電力計、検流計、他	1式
電子工学実験室	電子回路開発装置、PCB開発システム、オシロスコープ、電源装置、パルス回路実験装置、他	1式
制御システム実験室	DC速度制御装置、ACサーボモーター装置、歪み計制御装置、自動旋回制御装置、他	1式
通信工学実験室	パルス分析器、インテグレーションオシロスコープ、フットロッキング合成機、デジタルライブラリー、電圧計、他	1式
マイクロ波実験室	マイクロ波教育装置、マイクロ波減衰器、指向性アンテナ、導波管検知機、可変位相器、他	1式
電気機械実験室	測定ベンチ、負荷台、各種モーター、過電流ブレーキ、モーター、速度計用発電器、他	1式
電力系統実験室	電力システム実習装置、発電所シミュレーション用ベンチ装置、シミュレーション型電力研修装置、他	1式
高電圧実験室	鉄損試験機、銅板アークフェーシング装置、変圧器テスト、絶縁試験器、接地抵抗計、他	1式
コンピューター実習室	パーソナルコンピュータ、プリンター、プロッター、OHP、複写機、製図器、他	1式
<b>機械工学科</b>		
伝熱・熱力学実験室	蒸気発電装置、エンジン試験台、燃焼ガス分析計、太陽光発電装置、温度測定装置、他	1式
流体力学実験室	流体力学実験装置、流体機械学習装置、タービン演習ユニット、軸流ファン実験装置、他	1式
冷凍・空調実験室	機械式冷凍ポンプ、空調実験装置、湿度測定装置	1式
機械力学実験室	動パルス装置、回転軸実験装置、角加速度実験装置、透過光偏光器、振動装置、他	1式
材料試験室	万能試験機、金属顕微鏡、シビエ衝撃試験機、ロッカス硬度計、ブリネル硬度計、他	1式
CNC/CAD/CAM実験室	教師用・学生用ワークステーション、CNCフライス盤、CNC旋盤、3Dプリンター、プロッター、他	1式
コンピューター実習室	パーソナルコンピュータ、プリンター、プロッター、他	1式
<b>鉱山工学科</b>		
鉱山通気実験室	エアフロー、放射能測定器、集塵機、ポンプ検出器、硫黄成分分析器、高度計、他	1式
鉱山保安実験室	一酸化炭素測定器、可燃ガス検出器、避難器具、救命呼吸器具、発破装置、他	1式
鉱山測量実験室	高度計、レベル、トータルステーション、セトフライト、反射板、傾斜計、水準器、他	1式
鉱物学・岩石学実験室	岩石標本、鉱物標本、稀少岩石・鉱物標本、硬度計、岩石切断機、硬透率計、他	1式
通気実験室	振動型粉砕機、ダスター、偏心ジグ、静電分離機、ふるいセト、遠心分離器、他	1式
岩石力学実験室	小型切断機、岩石標本製造器、テークオフ、三軸試験機	1式
コンピューター実習室	パーソナルコンピュータ、プリンター、プロッター、デジタルカメラ、デジタル投影機、OHP、他	1式
<b>金属工学・材料科学科</b>		
キヤスト・メタル研究室	電気炉、気温記録計、通気度試験機、誘導電気炉、音差式膨張計、砂洗機、他	1式
熱処理実験室	電気炉、マuffle炉、焼入試験機、高温計、誘導焼入装置、熱分析計	1式
腐食工学実験室	腐食監視装置、膜厚測定器、腐食実習キット	1式
分析実験室	電子天秤、モーター粘度計、原子吸光分光光度計、発光分析計、炭素/硫黄分析計	1式
検査・試験室	万能試験機、パルス硬度計、深絞り試験機、各種硬度計、シビエ衝撃試験機、他	1式
コンピューター実習室	パーソナルコンピュータ、プリンター、プロッター、他	1式
<b>化学工学科</b>		
流体・粒子技術実験室	水理実習装置、圧縮流量実習装置、逆流/流速計、沈降速度実習装置、粉砕機、他	1式
計装・制御実験室	処理制御システム、基本制御室、データ収録装置、温度制御装置、圧力制御装置、他	1式
反応工学・熱力学実験室	連続攪拌反応装置、管状流量反応器、攪拌流量反応器、水素発生装置、他	1式
依熱・質熱輸送実験室	熱放射実習装置、熱移動実習装置、熱伝導率実習装置、冷却実習装置、他	1式
分析実験室	光度分析器、倒立顕微鏡、屈折率計、蛍光光度分析装置、示差熱分析装置、他	1式
コンピューター実習室	パーソナルコンピュータ、プリンター、プロッター	1式
<b>石油工学科</b>		
環境工学研究所	割岩機、相対透過率測定装置、水銀気圧計、コア抵抗計、分析天秤、重力計、他	1式
建築学科	pH計、高度計、懸濁液セト、水質試験セト、採水器、流量計、集塵機、天秤、他	1式
<b>都市工学科</b>		
グラフィック・プレゼンテーション実習室	ワープロプリンター、複写機、スプレッドシート、OHP、スライド投影機、スライド、他	1式
自然環境研究室	オシロスコープ、精密顕微鏡、音圧計、スケール、湿度計、天秤、温度計、他	1式
写真画像・検出実験室	ビデオ式複写機、複写機、カラービデオカメラ、ビデオ	1式
測量実験室	デジタルレベル、レベルメーター、オートレベル、コンクリート拡大器、距離計、製図器、他	1式
コンピューター実習室	パーソナルコンピュータ、プリンター、プロッター	1式
<b>都市工学科</b>		
複写機、プリンター、図面器、パーソナルコンピュータ、プリンター、プロッター、スキャナー、OHP、他	1式	
コンピューター科学科	パーソナルコンピュータ、ワープロ、データベース、LANシステム、プリンター、UPS、他	1式
数学科	複写機、傾斜面、積り車、曲線測定器、屋根傾斜、梁過重装置、他	1式
化学科	窒素装置、引火点測定装置、単相天秤、導電率計、セトアライト、遠心分離器、他	1式
物理学科	VTR記録器、オシロスコープ、オシロスコープ、電源装置、分光光度計、パルス分析器、他	1式
ワークショップ	CNC旋盤、CNCフライス盤、卓上加工機、溶接機、加圧鋸造機、測定器具、工具、他	1式
図書館	OHP、スライド投影機、スライド、VTR、複写機、カラー、音声/画像選択器、増幅器、他	1式



## 第2章 プロジェクトの周辺状況



## 第2章 プロジェクトの周辺状況

### 2-1 当該セクターの開発計画

#### 2-1-1 上位計画

##### (1) 関連産業の現状

パキスタンの産業構造は農業部門がGDPの24.2%を占め、次いで製造業が17.9%、商業が16.3%となっている。製造業に鉱業、建設業、電気・ガスを加えた工業部門全体のGDPにおけるシェアは26.4%で、同国経済の重要な位置を占めている。しかし、就業者構成を見た場合、工業部門は全就業人口の17.7%を占めるに過ぎず、農業部門の46.8%と比較すると雇用吸収率は低い(1996-97推定値、Economic Survey)。パキスタンの主要な製造業としては繊維(紡績、織布、ニット、衣料、ジュート)、食品加工(食用油、砂糖、飲料)、皮革加工、たばこ等が大きな役割を担っており、近年は肥料、セメント、鉄鋼、自動車、家電、紙、苛性ソーダ、ソーダ灰等の大規模製造業も徐々に発展してきている。また、パキスタンではより労働集約的な家内工業が伝統的に発達している。これらは小規模製造業部門として一括されているが、軽機械、金属加工、皮革製品、カーペット、製陶、スポーツ用品、木工、食卓用金物、医療器具、農機具等の地場産業が含まれる。大規模製造業は製造業部門全体の付加価値生産額の7割を占め、一方小規模製造業部門は製造業部門全体の就業者の8割を吸収しているのが特徴である。

表2-1 GDPのセクター別シェア (%)

セクター	1969-70	1980-85	1995-96	1996-97
農業	38.9	28.9	24.8	24.2
鉱業	0.5	0.4	0.5	0.5
製造業	16.0	16.0	18.1	17.9
大規模	12.5	11.9	12.2	11.7
小規模	3.5	4.2	5.9	6.2
建設業	4.2	4.3	3.9	3.9
電気・ガス	2.0	2.4	3.8	4.1
運輸・倉庫・通信	6.3	9.9	9.7	9.9
商業	13.8	15.6	16.4	16.3
金融・保険	1.8	2.6	2.6	2.6
住宅	3.4	5.0	5.6	5.7
行政・国防	6.4	7.6	6.3	6.4
その他サービス	6.7	7.3	8.3	8.5
GDP	100.0	100.0	100.0	100.0

注) 1995-96は改定値、1996-97は暫定値を示す  
出所: ECONOMIC SURVEY 1996-97

過去25年のGDPの占有比率では農業部門は38.9%から24.2%へと徐々に低下してきているものの、工業部門に大きな伸びは見られず、わずかに小規模製造業が成長を続けている。食糧・繊維システム(Food & Fibre System)という言葉に表されるように、パキスタンの基幹産業は農業及び農産物の加工（綿花を含む）を基盤としているが、このことは一方でパキスタンの製造業が気象変動や国際市場での価格変動の影響を受け易いという脆弱性を有していることを表している。部門別の成長率でも、大規模製造業は綿花の生産量の変動による影響等で年度ごとにその経済貢献度が変わっている。

表2-2 経済成長の推移 (%)

セクター	1994-95	1995-96	1996-97
農業	6.57	5.27	0.70
鉱業	-4.30	7.07	2.05
製造業	3.60	4.40	1.78
大規模	1.53	2.57	-1.43
小規模	8.40	8.40	8.40
建設業	1.01	3.25	2.42
電気・ガス	16.83	0.13	11.57
運輸・倉庫・通信	4.14	0.63	5.03
商業	4.64	6.15	2.66
金融・保険	6.31	9.37	1.55
住宅	5.28	5.28	5.28
行政・国防	3.13	3.17	3.56
その他サービス	6.53	6.53	6.53
GDP 要素費用)	5.24	4.58	3.07
GNP 要素費用)	5.75	3.47	2.37

注) 1995-96は改定値、1996-97は暫定値を示す  
出所: ECONOMIC SURVEY 1996-97

パキスタンは北西辺境州やバロチスタン州の山岳地帯を中心に各種の鉱物資源が比較的多く存在していると言われている。これまでの小規模な鉱山開発から、近年は商業ベースの大規模鉱山開発も始まっており、資源の探査・探鉱から採鉱・選鉱、生産へとすすむなかで、地域特性に基づいた独自の採鉱技術や選鉱技術の確立が求められている。エネルギー部門では、石油資源を輸入に頼っているため過去の石油危機の際同国経済が大きな打撃を受けたことから、パキスタン政府は国内でのエネルギー資源の開発に注力し、特に石油、天然ガス、水力発電等は多額の公的資金による開発支援を受けている。こうしたことから、工業部門における技術系人材に対する需要は徐々に増大してきており、特に工学系大学で実践的・実証的な能力を身につけた人材の育成が緊急の課題となっている。

## (2) 国家上位計画

パキスタンの第8次五カ年計画(1993-98年)では、経済成長の促進と人口増加の抑制を

通じて国民の社会的・経済的福利を向上させることが目標とされ、期間中の年平均 GDP 成長率7.0%の達成、財政赤字の半減、インフレ率の6%への抑制等が主要課題とされている。また、同計画でも謳われている新たな雇用機会の創出と経済の地域間不均衡の是正は過去の五カ年計画の一貫した重点課題であり、この点で国内各地に分散された工業部門の開発と工業生産の拡大に大きな期待が寄せられている。

第8次五カ年計画の工業部門に関する主要政策目標、生産目標は表2-3の通りである。

表2-3 第8次五カ年計画抜粋（工業部門）

主要目標			
1) 小規模製造業部門の強化による幅広い裾野産業の育成			
2) 高品質・高付加価値化、マーケティングの重視			
各部門の生産目標			
窒素肥料	: 60%増	(1.23 →	2.00 百万トン)
セメント	: 66%増	(8.56 →	13.00 百万トン)
砂糖	: 54%増	(2.4 →	3.7 百万トン)
石油製品	: 50%増	(7.6 →	11.4 億リットル)
鋼材(ピレット)	: 124%増	(246.0 →	546.0 千トン)
トラクター	: 137%増	(712.0 →	1,686.0 千台)
自転車	: 61%増	(5.8 →	9.3 百万台)
トラック/バス	: 100%増	(4.0 →	8.0 万台)
★インダック鋼鉱山	: 銅	(0.0 →	15,850.0 トン)
	: 金	(0.0 →	1.5 トン)
	: 銀	(0.0 →	2.8 トン)

出所: EIGHTH FIVE YEAR PLAN (1993-98)

こうした目標を達成するため、パキスタン政府は農業部門への依存の軽減化を図り工業部門をベースとする経済の安定した持続的な成長を達成し、更に工業部門での雇用機会を確保するため民間活力の導入、規制緩和策の一環として種々の税制・金融上のインセンティブを設けている。これに伴い、パキスタンの産業をリードする優秀な技術者の育成が急が

れているのが現状である。

### (3) 教育部門の上位計画

パキスタンの基本的な教育体系（正規教育）は、初等学校5年、中等学校3年、高等学校2年、インターミディエート（大学予科）校2年の教育を経て大学・学位カレッジに進学し、2年から4年の大学教育を終えて学士号、更に修士号、博士号を取得するか、中等学校または高等学校卒業後それぞれ職業訓練学校（2年制）、専門学校（4年制）に進学するシステムになっている（図2-1参照）。

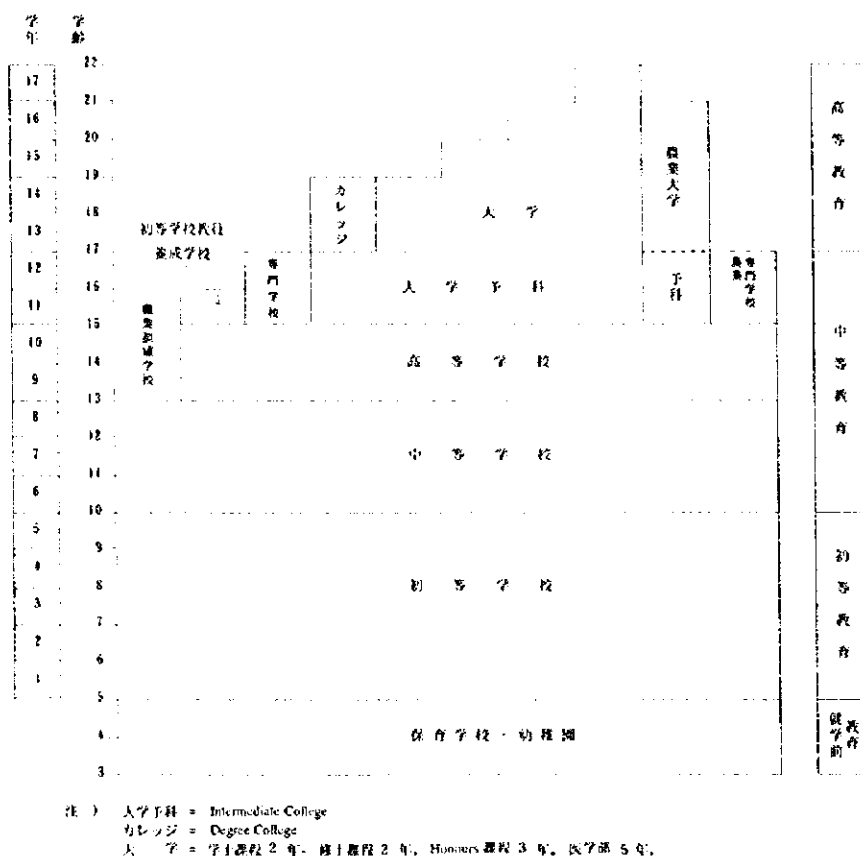


図2-1 パキスタンの学校教育系統図

パキスタンには教育省の管轄下に下記7校の工科大学(University)があり、工学分野での高等教育が行われている。また、下記7校とは別に、工業省の管轄下で過去我が国の無償資金協力により機材が整備されたファイサラバード繊維工科大学（ファイサラバード市）がある。

表2-4 工科系大学一覧

学校名	所在地
ラホール工科大学	ラホール
メヘラン工科大学	ハイデラバード
NED工科大学	カラチ
ペシャワール工科大学	ペシャワール
クズダール工科大学	クズダール
タクシラ工科大学	タクシラ
カイデアワム科学工業大学	ナワブシャー

出所：パキスタン教育省

工科系大学への入学資格としては大学予科にあたるインターミディエート校でPre-engineeringまたは同等の資格を有していることが求められる。パキスタンにおけるこれらの工科系大学の中で、ラホール工科大学はその頂点に立つ教育・研究機関である。

パキスタン教育省の管理下に現在国立24大学（総合大学13校、工科大学7校、農業大学4校）及び私立3大学（総合大学1校、医科大学1校、経営管理大学1校）があり、約10万人の在籍学生に対して学士コースから博士コースまで、幅広い教育が行われている。パキスタン教育省は、同国の教育セクターを牽引すべき高等教育分野に関し、学部レベル教育の不十分（機材不足、教員の不適切な配置等）、将来の科学技術発展を見据えた新しい科学分野での教育の欠如、専門教育（工学、農学、獣医学、医学）分野での産業応用研究の遅延等の問題点を指摘し、その改善策を推進中である。特に教育省の管轄下にある工科系大学7校では、農業から工業への産業構造の転換と大規模資本集約型産業への生産構造の転換という国家上位計画の政策的ニーズに呼応する技術系人材の質的改善が急務となっている。

こうした問題認識に立ち、職業現場で求められるより実践的で質の高い人材を養成し、新しい知識・研究の振興により同国の経済活動に貢献すべく、パキスタン教育省は長期国家教育政策として“NATIONAL EDUCATION POLICY 1992-2002”を1992年12月に発表し、新領域の科学技術に立脚したカリキュラムの改訂と人材の育成、地域社会の開発に貢献する機関の設立、産学官の連携の強化等を骨子とする教育改革を進めつつあるが、主として教育部門における予算的制約により産業界の期待する人材の育成は順調に進展しているとは言えない状況にある。また、現行の第8次五カ年計画に引き続く第9次五カ年計画の草案として、パキスタン計画省の教育班は1997年7月、「教育・訓練-2010年のビジョン」を発表した。同草案では、第8次五カ年計画での実績をレビューすると共に、教育現

場での改革の遅れを認識し、各レベルにおける教育の普及と改善なくしてパキスタンの発展はないことを強調、このため教育予算の増大、教育の質的向上、高等教育機関の研究能力の拡充等が今後更に必要であるとしている。同ビジョンでは特に高等教育・技術教育に関し、2010年までの達成目標として高等教育の在学学生数を現行の約10万人（うち工学系は約24,000人）から2003年に16万人に、更に2010年には20万人に増加させること、また技術教育・職業教育では産業界のニーズにマッチした近代的な専門分野の選定を行い、量的拡大と質的改善を図ることを求めている。しかし、以下に見るようにパキスタンの教育部門の予算は同国のGNP比2%強であり、また大学教育部門に対する予算配分は1996-97年実績で経常予算が全教育部門の4.5%、開発予算が同2.5%であることから、高等工学教育の改善は困難な状況にある。

## 2-1-2 財政事情

### (1) 教育予算

1997-98年度におけるパキスタンの国家教育予算は約660億ルピーで、これは同国GNPの2.32%に当たる。表2-5に示すとおり、最近数年間、GNPに占める教育費は2%台で推移してきているが、開発途上国に対してUNESCOが推奨する4%にはほど遠い状況で、教育分野の開発を国外からの資金援助に頼らざるを得ない状態にある。

表2-5 教育予算の推移 (単位：千ルピー)

項目 / 年度	1993-94	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98
GNP	1,569,373,000	1,869,800,000	2,158,400,000	2,461,700,000	2,841,800,000
教育部門全体	34,872,034	44,096,396	52,643,585	64,425,616	65,877,439
開発予算	4,278,035	6,297,208	7,517,884	12,621,715	8,441,205
経常費	30,593,999	37,799,188	45,125,701	51,803,901	57,436,234
対GNP比	2.22%	2.36%	2.44%	2.62%	2.32%

\* 1997-98年度の数値は暫定。 \*\* 1ルピー = 3.16円

\*\*\*開発予算は設備投資を示す。

出所：パキスタン教育省

なお、長期国家教育政策では、2002年までの教育予算の対GNP比予測を2.21%から2.73%の範囲と見込んでいる。

### (2) 教育部門の開発予算

一方、最近の公共部門開発計画 (PSDP) に含まれる年次毎開発予算は以下のとおりで



ある。年度毎の伸び率は変動があるが、開発支出全体に占める教育・訓練部門（連邦政府所管分）の比率は概ね1%前後と極めて少ない。但し、各州政府開発計画分の予算の40%程度は初等教育・保健・福祉分野の拡充計画を含む社会行動計画（SAP）予算であり、同国の教育部門に対しては主に基礎教育に重点を置いた予算措置がとられている。

表2-6 年次開発支出の推移（単位：百万ルピー）

支出部門	1994-95	1995-96*	1996-97**
連邦政府機関/部門			
教育・訓練	610	1,740	1,130
水	11,290	11,360	11,020
電力	4,420	6,500	4,020
工業	660	490	370
運輸・通信	3,210	5,060	2,660
計画・住宅	2,020	3,080	2,060
保健・栄養	1,460	2,370	3,250
農村開発	650	1,430	1,060
各州政府開発計画分	25,000	26,500	25,500
公社投資分	24,800	20,030	22,080
その他	15,880	16,170	12,000
合計	90,000	94,730	85,150

\* 暫定値 \*\* 推定値 (1ルピー = 3.16円)

出所 : Economic Survey 1996-97

### (3) 財政支援

パキスタンの貿易は、軽工業を中心とする輸出、重工業を中心とする輸入という構造で、貿易収支は恒常的に赤字である。これと共に、対外債務の利払い等により貿易外収支も赤字であるため、海外出稼ぎ労働者からの本国送金による移転収支が黒字ではあるものの、国際経常収支上は慢性的な赤字となっている。また、同国の財政収支もまた恒常的な赤字であり、国際経常収支の赤字と共に双子の赤字を形成し、パキスタン経済の重大な問題となっている。

このため、他の非産油開発途上国と同様、海外からの援助、借款、投資により経常収支の赤字をカバーしているのが現状である。デットサービスレシオ (DSR) はここ数年25%周辺で推移しており、外貨獲得額に占める債務返済比率も14%前後で推移していることから、パキスタン政府は新たな資金獲得源として外国企業からの直接投資の誘致策を推めている。しかし、基本的にはインフラストラクチャーの未整備、労働生産性の低さ、周辺・裾野産業の未発達、カントリー・リスクの不透明性、経済に対する政治の優先等により、外国からの投資は低い水準にとどまっている。このため、パキスタンの対外債務残高は増

加の一途を辿り、これまで数度にわたり債務返済繰り延べ措置（リスケジューリング）の要請がなされ、また債務返済のための無償資金協力が行われた。こうしたことから、パキスタン政府は構造的な赤字体質の改善をはかるべく、1988年にIMFから構造調整ファシリティー(SAF)による融資を受けたのを皮切りに、世銀・IMFの指導の下で構造調整プログラムを実行している。パキスタン経済は、双子の赤字こそ解消されていないものの、概ね堅調に推移しているといえる。

なお、パキスタン国の社会・経済事情は巻末資料4に示すとおりである。

## 2-2 他の援助国、国際機関等の計画

パキスタンの教育部門に対しては過去、世界銀行、アジア開発銀行、英国ODA、米国USAID、ドイツGTZ、カナダCIDA等が各種援助を実施してきているが、その多くは制度改革、人的資源育成等に関わる技術協力である。現在実施中の案件は下表に示すとおりである。

表2-7 教育部門に対する援助案件

援助機関	プロジェクト名	実施機関	計画概要	期間	援助形態	金額
世界銀行 (IBRD)	シンド州初等教育開発計画(SFEDP)	シンド州政府	校舎建設、教室増築、教師再教育、奨学金提供等	1996-98	ローン	71.8億\$
	パキスタン州初等教育開発計画(BPEDP)	パキスタン州政府	校舎建設、教室増築、教師再教育、奨学金提供等	1994-99	ローン	1.06億\$
	北西辺境州初等教育開発計画(NWFP-PEDP)	北西辺境州政府	校舎建設、教室増築、教師再教育、奨学金提供等	1996-99	ローン	90億\$
	パンジャブ州中等教育計画(PMSP)	パンジャブ州政府	校舎建設、教室増築、教師再教育、奨学金提供等	1994-2000	ローン	1.15億\$
アジア開発銀行 (ADB)	科学教育プロジェクト	パンジャブ、北西辺境、パキスタン州	科学教育拡充	1997-2003	ローン	0.75億\$
	技術教育プロジェクト	全州政府	建設、機材、人材育成、教材開発等	1996-2002	ローン	23.95億\$
	中等教育計画	シンド、北西辺境、パキスタン州	小学校900校の中学校格上げ、奨学金提供、教科書改訂、人材育成等	1994-99	ローン	39.96億\$
ノルウェー開発庁 (NORAD)	小学校教師リトレーニング	教育省	小学校教師42,000名の再教育	1991-98	グラント	0.97億\$
	北西辺境州教科書委員会拡充計画	教育省	教科書印刷用紙、他資材供給	1994-97	グラント	0.19億\$
	制度開発・研究協力	教育省	パンジャブ大学環境計画管理学科に対するノルウェー農業研究所、農業大学の研究協力等	1996-98	グラント	0.23億\$

出所：パキスタン教育省

(1\$ = 3.16円)

## 2-3 我が国の援助実施状況

パキスタン国に対する高等教育分野の無償資金協力案件としては、以下のものがある。

表2-8 我が国からの援助実施状況

年度	計画名	内容	金額 (億円)
81	センター・オブ・エクセレンス機材整備計画	UGCに対する教育・研究機材の整備	10.00
85	カイデアザム大学機材整備計画	理科学教育・研究機材の整備	13.40
85/91	パンジャブ医大病院機材整備計画	医科教育機材、付属病院用機材の整備	16.70/12.50
86	カラチ大学化学研究所機材整備計画	化学教育・研究機材の整備	12.40
86/87	メヘラン工科大学教育機材整備計画(I,II期)	工学教育機材の整備	12.82/8.81
86/87	クズダール工科大学教育機材整備計画(I,II期)	工学教育機材の整備	6.49/3.57
91	国立ファイバード繊維工科大学教育機材改善計画	繊維工学教育機材の整備	6.50
92	ペンジャワール工科大学機材整備計画	工学教育機材の整備	5.20
94	アラマ・イクバル公開大学機材整備計画	放送教育用機材の整備	9.70
95	ポラン医科総合大学医療機材整備計画	医科教育機材の整備	4.90
96	ファイサラバード農業大学教育機材整備計画	農学教育機材の整備	9.02

出所：我が国の政府開発援助（各年版）より作成

なお、高等教育分野での技術協力はこれまでのところ無い。

## 2-4 プロジェクト・サイトの状況

### 2-4-1 自然条件

ラホール市は海拔213m、パンジャブ平原の北東端に位置し、年平均最高気温は30.4℃、年間降雨量は年により変動が大きい600mm前後である（表2-9）。公式統計（1981年人口センサス）では同市の都市部人口は299万人で、商都カラチに次ぐパキスタン第2の都市である。

表2-9 ラホール市の気象条件

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	通年
平年気温(℃)	12.4	15.7	20.7	26.8	31.3	33.9	31.7	30.8	29.6	25.6	19.1	14.0	24.3
平年相対湿度(%)	65.0	59.0	52.0	46.0	38.0	42.0	65.0	73.0	68.0	60.0	67.0	70.0	58.8
平年降水量(mm)	25.2	17.6	32.3	12.3	14.2	34.5	176.9	148.2	88.9	10.6	4.6	15.4	566.9

\* 理科年表より

(統計期間：平年気温1951-1980、平年相対湿度1961-1967、平年降水量1951-1980)

#### 2-4-2 社会基盤整備状況

ラホール市はパキスタン最大の港があるカラチ市から陸路で1,292km、舗装道路で結ばれており、陸路による内陸輸送上の問題はない。また、ラホール市内の道路は比較的良く整備されている。ラホール工科大学構内の道路は舗装されており、駐車スペースはさほど大きくないが、貨物の仮置きに使用可能な空き地は十分にある。従って、機材搬入上の問題はない。

大学には水電力開発公社(WAPDA)から電気が供給されている。定格は50Hzで単相240V、三相415Vであるが、実際に供給されている電圧は時によって定格より上下10%程度の差がある。上水は大学構内の深井戸から水中ポンプで汲み上げられ、各教室、実験室、宿舎等に給水されている。実験室では蒸留水を用いている。教室、実験室内には天然ガスが供給されており、主に冬季の暖房用に使用されている。ガスの供給は安定している。各実験室は換気用のダクト取り付けは可能である。冷房設備は学科により設置されていたり無かったりとまちまちであるが、建物の構造が高い断熱効果を有していることから、特に精密な機材を除いては空調は設備されていない。

#### 2-4-3 既存施設・機材の現状

プロジェクト・サイトはラホール市の中心、ラホール駅の東側にほぼ隣接するラホール工科大学のキャンパスで、75haの敷地に校舎、管理棟、学生寮等30棟の建物が配置されている。校舎は2階建てが中心で、各学科それぞれ独立した占有の建物ないし区画を有しており、実験室スペースは十分にある。従って、今回の計画機材の設置については設置場所確保の問題はない。また、電気、水、ガス等の用役も実験室内に引かれており、機材操作上の問題はない。計画機材の搬入路、据付工事期間中の機材の仮置場用スペースも充分ある。

また、同大学で機材が設置されている実験室は授業時間以外は施錠されており、それぞれ

Lab. Attendantと呼ばれるスタッフが配置され、鍵、及び機材を管理している。実験台上で使用する移動可能な機材は、使用していないときは実験室内の準備室に保管されているが、大型の機材（卓上型、床置き型とも）はそのまま実験室の所定の場所に保管される。また、コンピューター等、比較的盗難に遭いやすい機材はテーブルに固定され、ディスプレイ正面等の目立つ場所に所属学科名が刻印されている。従って、機材管理とセキュリティ確保の面で特に問題はない。

## 2-5 環境への影響

金属工学・材料科学科、化学工学科、及び化学科等の実験では少量の試薬品を使用するが、使用後の排水については、使用頻度から見て総量として問題ない。その他の学科については、特に問題はない。

### 第3章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの目的

本計画はパキスタンの工学教育の質的、量的拡充と技術更新を図り、同国の主要な経済基盤である工業部門の産業及び公共機関、教育・研究機関等で幅広く活躍する指導的な人材を育成し、経済活動の活性化を図ることを目標としており、このため同国で最も伝統あるラホール工科大学の陳腐化・老朽化した教育機材を更新し、不足している機材を追加、あるいは新規に調達することにより、同大学の教育活動の質的向上を図ることを目的とする。

### 3-2 プロジェクトの基本構想

#### (1) 全体構想

本計画は、教育用機材の老朽化・旧式化により実践的な技術教育を行えない状況にあるラホール工科大学に対し、既存の実験室及び関連施設で使用する教育機材を整備し、同大学の教育活動の充実と技術の向上を図ることにより、同国の上位計画である第8次五カ年計画及び国家教育政策において求められている高等教育を受けた優秀な技術者を養成し、同国の経済基盤としての工業部門の発展に貢献することを基本的な目標とする。従って、本計画における機材整備の基本構想は以下のとおりである。

- ・老朽化・旧式化による故障、精度劣化等で使用不可能となっている既存の教育機材の更新を第一に優先する
- ・既存の機材はあるが使用する学生数から判断して台数が不足している教育機材、及び他の学科で使用している機材を借用ないし共用しているが、実験頻度から見て学科専用の機材が必要と判断される教育機材については第二の優先度により整備することとする
- ・新規導入となる機材ではあるが、現行の教育カリキュラムと実験内容から不可欠と判断される教育機材については、維持管理上問題のない水準の機材のみを整備対象とする

以上の全体構想に基づき、パキスタン側より要請のあった機材に関し、現地調査での確

認と国内解析作業を通して要請内容を検討した結果を踏まえ、本プロジェクトの考え方を以下に取りまとめる。

## (2) 要請内容の検討

ラホール工科大学は老朽化・旧式化した教育機材の更新により工学教育の整備拡充を計ることを目的として、当初米国国際開発庁（USAID）からの援助を受けるべく、1988年から電気工学科、化学工学科、石油工学科等を中心に教育機材の拡充計画を進めてきたが、この計画は実現されなかった。このため教育機材の老朽化による同大学の工学教育の立ち後れを憂慮したパキスタン国教育省が、我が国に対し教育機材の整備を主とする無償資金協力を求めてきたのが本計画の発端である。我が国無償資金協力に対する要請計画の内容は、USAIDに対する要請内容をベースに1993年よりラホール工科大学全学科を対象として再検討され、1994年4月に正式に要請書が我が国政府に提出された。

しかし、当初要請から時間が経過し、講座の改編とカリキュラム内容の変更、既存機材の故障、技術進歩による機材仕様の見直し、通貨切り下げによる機材見積価格の変更等の理由で大学側の要請内容に変更が生じ、現地調査段階で大学側より調査団に対し要請書（PC-1）の修正版が手交された。更に、調査団が対象各学科での詳細打ち合わせに入った段階で、一部の学科から更に機材内容を見直す修正案が提出された。これらは、1994年以降現在までに要請機材リストを見直した結果、現行の教育カリキュラムに則って要請品目の変更が必要となったもの、あるいはこの間に機材のモデル変更や技術更新等があったために、それぞれの担当学科において修正されたものである。なお、上記修正PC-1は1997年10月27日パキスタン大蔵省計画委員会（Planning Commission）が主催する中央開発作業部会（CDWP）において承認され、更にその後1998年1月22日、同国政府の国家経済評議会執行委員会（ECNEC）の承認を得た。

ラホール工科大学での機材内容の協議にあたっては、本計画の調査団側の対処方針に従い詳細な打ち合わせを行った。すなわち、詳細打ち合わせにおいては、要請が重複していた機材、保守管理費用の面で困難が予想される機材、機能が重複していて他の機材で兼用できるもの、緊急性の低い機材等を可能な限り除外し、また要請数量が複数の機材に関してはその実験内容と方法を確認の上必要最小限の数量を設定する等、要請機材の絞り込みを行った。機材の仕様については不要不急な機能はできる限り避けるように指導し、維持管理面で持続可能な機材内容となるよう配慮した。また、各学科との詳細打ち合わせの際に更に追加要請された機材に関しては、基本的にはその必要性、緊急性を確認した上で、妥当性の認められるもののみを検討



した結果、必要であると判断された機材を一部追加することとした。

以上の基本方針に基づき、国内解析作業において更に要請内容を精査した上で、妥当性の低い機材を計画対象から除外し、最終的に本プロジェクトに含まれるべき機材が選定された。選定された機材はラホール工科大学で使用される教育用機材で、各学科での専門教育に使用される理化学実験機器、分析機器、計測機器、コンピューター、その他補助機材等が含まれる。

以下に各学科と選定された機材の概要を述べる。

## 1) 土木工学科

学士課程の一学年の学生数は約250人、全体で1,000人程度の学生が所属する。これらの学生の教育は、教授10人、准教授12人、助教授14人、講師10人が行い、技官その他職員65名がその補助に当たる。若手の教官の多くは本学科で修士号を得ている。教育は各分野の基礎理論・原理を十分に理解させると共に、実際面での応用力を養成することに重点を置いている。そのため教室での学習と共に下記の各実験室での実験を重視している。卒業生は道路・橋梁、公共建築物、灌漑・排水路、発電所、鉄道などの建設と維持管理などの重要な役割を果たし、ほぼ40%が公的機関、60%は民間企業に就職している。既存機材は70年以上前に設置されたものを始め老朽化が著しく、故障ないし精度劣化により十分に機能していないものが多い。各実験室からの要請機材とその検討結果は以下のとおりである。

### a) コンクリート実験室

要請機材は、試験用試料を準備するための機材（サンプル採取用ドリル、石材用大型のこぎり、恒温養生箱、コンクリートミキサー）、材料を破壊してその強度を測定する破壊試験機材（圧縮試験機、クリープ試験装置）、超音波等により材料を破壊しないで内部を推定する非破壊試験機材（共振用波数計、超音波計、マイクロカバメータ、コンクリート腐食分析計、ウィンザープローブシステム）、その他の材料試験機（VBコンシストメータ、セメント試験機、柱座屈測定装置）等からなる。要請機材のうち、VBコンシストメータは既存機材が使用可能であること、コンクリートミキサー、柱座屈測定装置等は優先度が低いことなどのため計画機材から除外された。選定された機材はいずれも基礎的な教育に利用されるものであるが、既存機材の故障等により使用でき

ず教育に支障をきたしていたために更新の必要があったものである。

#### b) 地震工学実験室

衝撃波の伝播の仕方を調べて構造物の強度を調べる機材（増幅地震計、サイスミックデジタルタイマー、分光計、サーボ加速時計、加速度記録計）、基本的な一般計測器（データロガー、歪み計一式）、基礎的な材料試験機（万能試験機、ロックウェル硬度計、ブルネル硬度計、疲労試験機、トーションメーター）、及び構造解析実験用万能フレーム等が要請された。これらの中で使用頻度上優先度が低い分光計、加速度記録計、データロガー、また既存機の修理により再利用可能と思われるトーションメーターは計画から除外された。

#### c) 土質力学・基礎工学実験室

実験準備のために必要な機材（油圧ジャッキ - 300t、100t及び50t -）、自動突固め装置、可搬式コア採取機、チューブサンプラ、動力オーガー、試料切断機、定温乾燥機）、土壌実験用機材（三軸圧縮試験機、電動式一面せん断試験機、デジタル式一面せん断試験機、膨張係数測定試験機、変水位透水試験機、定水位透水試験機、CBR試験機、相対密度測定装置、CBR・三軸・せん断試験用データ解析装置）、基礎の構造を調べる機材（地震計測装置）等が要請された。これらのうち、油圧ジャッキの300t型は100t型で代用可能なこと、地震計測装置、コア採取機は学科内で共用が可能なこと、自動突固め装置、電動式一面せん断試験機、ローア式圧密試験機は既存機材ないし他の計画機材の活用で代用できるため計画から除外された。

#### d) 道路工学・輸送工学実験室

道路建設用材料の試験機（マーシャル試験機、針入度試験機、セイボルト粘度計、ロスアンゼルス試験機、骨材衝撃試験機）、試験準備のために必要な機材（恒温水槽、マッフル炉、熱風循環式乾燥器、コア採取機、アスファルトミキサー、純水装置）、道路の性能評価のための試験機材（路面凹凸測定装置、ベンケルマンビーム、スベリ抵抗測定器）等の機材が要請された。これらのうちロスアンゼルス試験機は既存機材が使用可能なこと、恒温水槽、マッフル炉、コア採取機、純水装置は学科内で共用できることから計画から除外された。

#### e) 水力学・灌漑実験室

要請機材はほとんどが流体力学の基礎と流体機械の性能を調べるための実験用機材で

あり、主要なものは以下のとおりである。ペルトンタービン、フランシスタービン、ハイドロリックベンチと付属装置、流体摩擦測定装置、パイプサージ・ウォーターハンマ実験装置、多目的水理実験装置、粒子抗力係数実験装置、傾斜可変水路（ガラス壁）、可変式水路実験装置、層流実験装置、流体機械実習装置。これらのうちペルトンタービンは既存機材は古くてもまだ使用できること、可動式水路実験装置、多目的水理実験装置、粒子抗力係数実験装置、流体機械実習装置は他の要請機材との部分的な機能重複、また既存機との併用によって緊急の必要性は高くないことが判明したので計画から除外した。

#### f) 測量実験室

標準的測量機材としてトータルステーション、各種セオドライト、距離計（900m、5,000m）、デジタルセオドライト、オートレベル、オプティカルスケアー、また4学年で使用する精度の高い測量機材としてジャイロスコピックセオドライト、GPS差動受信器が要請された。一般に卒業生は就職後早々に戦力として期待されるパキスタンでは、比較的精度の高い測量機材での実習経験は不可欠とされている。そのためトータルステーション、ジャイロスコピックセオドライト、GPS差動受信器は、実習グループが交代で使用することを前提として必要最小限の各1台を計画する。なお自己予算で購入可能なオプティカルスケアーは計画から除外した。また、トータルステーションは2つの類似機種につき各1台の要請があったが、機能的な重複を避けるため1機種を計画対象から除外した。

#### g) コンピューター実習室

工学教育におけるコンピューターの使用は、パキスタン教育省及び大学教育助成委員会からの指導でその推進が図られており、ラホール工科大学でも今後教育現場でのコンピューター化を推進する計画である。その一環として当学科のみならず大学各学科から必要最小限のコンピューター及び周辺機器に対する要請が出されている。当学科からの要請機材はパーソナルコンピューター、ドットマトリクスプリンター、プロッター、レーザープリンターである。土木工学科では1グループ60人が実験・実習の基本構成であるが、これを20人の小グループに分け、二人で1台使用することを前提にパーソナルコンピューターを必要最小限の10台計画する。なお、今後コンピューター増設の必要性が高まると思われるが、これについては大学の自助努力で対応すべきものとする。

## 2) 電気工学科

学士課程の学生数は1学年約260名、全体で1,000名強を擁する。教官陣は教授10人、准教授10人、助教授12人、講師8人、また技官を含む職員数65人である。教育実験は基本的に70名前後の学生のグループ構成で行われ、さらに既存機材の数量に見合った小グループ編成がとられている。実験装置、測定器類は20年以上前に供与されたものがほとんどで、老朽化が著しい。特に、東欧諸国とのパーティー取引で導入された機材は、そのほとんどがスペアパーツが入手困難であったり、メーカーの所在が不明で修理不可能となって機能していない。従って、各実験室の実験装置、計測器類は全体に不足している。なお、電気工学科では敷地内に実験棟を増築中で、完成すれば新たに4実験室が増設される予定である。

### a) 基礎教育機材及び実習トレーナー

電子工学実験室-1で使用される実験用機材が要請されている。主に電子工学基礎、電子工学系の電気計測論の実験が主である。実験台台数は17台(1実験台6名編成)で、実験台には、ファンクションジェネレーター、電源装置、オシロスコープが常設される。現在、ファンクションジェネレーター13台、電源12台、オシロスコープ8台が稼働している。実験室スペースの都合上、工業電子の実験に使用する各種トレーナーもこの実験室に設置されるが、上記増築が完了すれば移動する予定である。計画機材としては、実験台常設用機材のうち故障したもの、精度劣化により実質的に使用不可能なものの更新と、必要に応じ教室に移動して使用するための機材を含め各10台とした。その他の機材については、同一実験を2実験台で同時進行するローテーションを想定し、基本数量を2として計画した。計画機材は、上記基本3機種のほかロジックアナライザー、メガオームメーター、ホイーストブリッジ、周波数計等の各種測定器と、シーケンシャル制御、カラーテレビ実習用訓練装置等である。なお、要請機材のうち各種マルチメーター、電流計、電圧計、電力計、デケード抵抗器、電圧安定化装置、温度計、湿度計等、要請が重複していたり、あるいは自己資金での調達が可能機材、ガウスメーター、ワウフラッタメーター等使用頻度の低い機材、真空遮断器トレーナー、各種回路実験装置等特殊性が高かつ緊急性の低い機材に関しては計画機材から除外した。

### b) 測定実験室

本実験室では、主として電気工学系電気計測論の実験が行われる。実験台台数は8台(1実験台8～9名編成)、また本実験室ではすべて同一実験が行われるため機材の基本台数

を8とし、既存機材で使用可能なものを勘案して計画台数を調整した。実験台に常設されるファンクションジェネレーター、電源装置、オシロスコープは使用頻度が高く、また実験項目によっては増設を必要とするため移動用として2台を加え、計10台を計画した。上記機材の他、計画機材に含まれるのはLCRブリッジ、変流計、力率計、標準抵抗器、可変コンデンサー、変圧器等、いずれも電気計測実習に不可欠な機材である。なお、要請機材のうち各種トランスフォーマー、電流計、電圧計、力率計等緊急性の低い機材、大学教育用には適さない電圧電流計校正装置、トラブルシューティング試験装置等は計画機材から除外した。

#### c) 電子工学実験室

3学年、4学年の学生を対象とする電子工学、応用電子工学の実験を主とした実験室で、要請機材は回路理論を中心とした装置、計測機器類である。実験台台数は10台(1実験台7名編成)で、各実験台には、ファンクションジェネレーター、電源装置、オシロスコープが常設されている。これらの機材は、老朽化による精度劣化が非常に進んでおり、現状では実験レベルを維持できないため全て更新することとする。計画機材数については、ローテーション方式による実験での交代使用を前提とし、基本台数を1または2として調整した。要請機材のうちアナログトレーナー、デジタルトレーナーについては、回路理論実習上重要度が高く、全ての学生に対し同じ機種での実習を行う必要があることから、実験台数に合わせ計画数を10台とした。上記以外の主な計画機材は、演算増幅トレーナー、論理回路トレーナー、AD/DA変換トレーナー、SCRサーキットトレーナー、電源回路実習装置等の実習装置類と、これに伴うロジックアナライザー、スイープ発信機、デジタル蓄積型オシロスコープ、ひずみ率計等の計測器類である。なお、要請機材のうちコンピューターによる回路設計支援システム、プリント基盤設計用コンピューターCADシステム及び制作装置など生産工場の実機レベルの機材は削除すると共に、一部ファンクションジェネレーター、ロジックアナライザー等、重複要請された機材を計画対象外とした。

#### d) 制御システム実験室

3学年、4学年の学生を対象とするフィードバック制御理論を中心とした制御理論の実験室で、個々の実験台はない。室内に各制御装置が2～4台配置され、10名程度のグループ編成でそれぞれ実験を行う。既存機材は老朽化が著しく、半数以上は機能していない。計画機材数については、ローテーション方式による実験での交代使用を前提し、基本台数を1または2として調整した。特に、DC速度制御、ACサーボ、流量/温度、の

各制御装置、線形可変作動変圧器等基礎的な制御装置に付いては使用頻度の高さを勘案して計画数を2台とし、デジタルサーボ、磁気浮揚システム、ツインローターミモ、水圧サーボ実験等多少応用技術的な分野の実習装置に付いては計画数を1台とした。なお、液面/温度制御学習装置については、流量/温度制御学習装置で機能的に代用できるため計画から除外した。

#### e) 通信工学実験室

主に4学年の学生を対象とする通信システム理論、電気通信工学の実験室で、高周波回路、電波伝播、光ファイバー通信、電話回線等、幅広い分野の実験が行われている。実験台数10台(1実験台10名編成)である。2グループ同一実験のローテーションを想定して基本台数を2とし、既存機材の使用可能性を勘案し1台または2台を計画した。選定された主な機材は、パルス回路実験装置、音声テストセット、アナログ・デジタル通信実習装置、アンテナシステム実演装置、デジタル電話訓練装置、光ファイバー訓練装置等の実験装置とこれに伴うオシロスコープ、電源装置、高周波発生器、スペクトル分析器等の計測器類である。要請機材にはスペクトル分析器、LCRメーター、サンプリングオシロスコープ等要請が重複しているもの、カラーテレビ実習装置のように他の実験室と要請内容が重複する機材が含まれていたため、これらの機材を削除した。また、コンピューターによる音声、あるいは映像認識用ソフトウェア、機材等、高度な研究用と考えられる機材類についても計画機材から除外した。

#### f) マイクロ波実験室

主に4学年の学生を対象とするマイクロ波理論の実験室で実験台数は3台(1実験台20～25名編成)である。基本的には、演示実験により教育されている。当初要請機材はマイクロ波実験を行うための発信機、他計測器類、導波管等伝送用部品がそれぞれ単独に約40品目で計3式であったが、実験の簡便性、保守の容易性の観点からより妥当性の高い教育訓練装置として一括されマニュアルが整備されている大学教育用セットを計画した。選定された訓練装置は、基礎理論用のマイクロ波教育装置2式と、応用実験用マイクロストリップ訓練装置1式である。

#### g) 電気機械実験室

1学年から4学年までの学生に対して電気機械工学、一般機械理論等の実習を行っている。この実験室は大学開設以来の機材を保有しており、各機材の製造年代は極めて古いが一部は稼動状態に有り実験に寄与している。しかし、産業界における現行の電動機類

と比較した場合その性能面、形態においてあまりにもかけ離れており、教育効果が低いことから、全面的な更新が必要と考えられる。実験台数は10台（1実験台7名編成）であり、実験台に設置される負荷台、結線台はそれぞれ10台必要である。その他機材の基本数量は1として計画機材数を設定した。計画機材は各種モーター、発電機類（10種類）と産業界の現状に対応するためスキンドライブシステムによる駆動実験装置およびこれに必要なユニット類である。なお、エディカレントブレーキ、回転計等既存機材で充分用をなすもの、及び駆動制御、計測データ解析用ソフトウェア、インターフェース等は緊急性が低いことから計画機材から除外した。

#### h) 電力系統実験室

本実験室では、1学年から4学年までの学生を対象に電力設備に関わる実験ならびに設計手法を実習する。電力部門はパキスタンの重要な社会基盤を構成しており、またラホール市には水電力開発公社(WAPDA)の本社が位置するなど、電気工学科の卒業生にとって大きな雇用吸収力を持つ分野で、3学年目以降の学生のほぼ60%が専攻する科目である。また、電力システム実験は、1、2学年の必修科目となっているため使用頻度は高く、電気工学科の実験室の中では最も重要度の高い実験室である。しかし、既存機材は以前卒業実習で学生が材料を集めて製作したものがあるのみで、しかも老朽化が著しい。回路や素子がユニット化され、組み合わせによりシステム構成が可能となる様工夫がなされているが、レベルは低く座学の補助程度に止まり本格的な実験は出来ない。特に電力関係では後述の高電圧実験と共に取り扱いの誤りによる危険性が高いため、安全な装置による実験、実習が極めて重要である。従って、機材更新の緊急性は高い。要請機材はシステム化された実習装置の特殊性から比較的高額であるが、直接便益を受ける学生は電気工学科のみでも1,000名以上であり、その教育効果は非常に高いと期待される。演習実験を主とする実験装置である事から計画数量は1とした。選定された機材は、近年の設計手法のコンピュータ化に促した電力システムの設計実習装置及び、発電システムでの統合監視シミュレーションを加味した電力制御システム設計装置、更に電力系統構成するモジュール型の受配電ユニットである。

#### i) 高電圧実験室

電力系統実験室と並び本学科の重要な実験室である。既存機材は1960年代に設置されており30数年を経過し老朽化が著しい。危険を伴う高圧電流を扱うことから安全性確保のため全面更新が必要である。計画機材数は一連のシステムを構成する機材であるため、それぞれ1台とするが、一部使用頻度の高い測定器類は必要に応じて2台を計画し

た。主な計画機材は高圧電圧の発生源である衝撃電圧発生装置、マイクロオームメーター、絶縁試験機、サージスコープ、電線試験用引張り試験機、シェーリングブリッジ零検出器、記録計付デジタルオシロスコープ等である。要請機材のうち変圧器テストセット、高電圧AC/DC発電機、サージテスター、衝撃電流発生器等は緊急性が低いため計画機材から削除した。なお、高電圧実験設備を設置する場合には、部屋全体に高電圧に対するシールド設備が必要となるが、当実験室にはすでに施されており新たな設備工事の必要はない。

#### j) コンピューター実習室

当初要請ではコンピューターは必要最小限の10台となっていたが、現地調査時大学当局側より旧式化した既存コンピューター70台の全面更新の要請が出された。しかし、工学教育にコンピューターを応用する必要性は認められるものの、3か月から6か月のうちに頻繁なモデル変更が行われるというパーソナルコンピューターの市場実勢を考慮すれば、実質的な償却期間は極めて短いと判断される。従って、本計画では既存の機材を活用したプログラミング学習を前提とし、新しいモデルを利用したコンピューター実習は必要最小限にとどめることとする。学生20人の小グループに分け、二人で1台使用することを前提にパーソナルコンピューターを必要最小限の10台計画する。なお、今後コンピューター増設の必要性が高まると思われるが、これについては大学の自助努力で対応すべきものとする。なお、要請機材のうち各種プリンター、プロッター、複写機、フィルム現像セット、製図機等は緊急性が低く、将来的に自己調達も可能なことから計画機材から除外した。

### 3) 機械工学科

4年制の学士課程、大学院修士課程、博士課程がある。学士課程の一学年の学生は250人程度で土木工学科、電気工学科と同程度の規模であり、現在1,000人強の学生が在籍している。学科には6つの実験室があり、教授10名、准教授10名、助教授14名、講師9名の教員がそれぞれの分野で教育・研究を行っている。また総数53名の技官・職員がおり、授業の補佐と機材の保守管理を担当している。教員の多くが本学科で修士号を得ていることは土木工学科と同様である。機械工学の知識は多くの産業現場に欠かせないのであり、本学科の卒業生の就職率は100%近い。就職先としては製鉄所、自動車及び自動車部品工場、鉄道、紡績・織物工場、工作機械メーカー、セメント工場、砂糖工場、食品工場等広範囲の企業に及び、公的機関では灌漑・排水、電力、輸送等の分野公



共事業体で政策立案、あるいは設備運営・管理において重要な役割を果たしている。

#### a) 伝熱・熱力学実験室

主な要請機材は、蒸気発生器、発電用タービン、エンジン、バーナーの性能を調べる装置（蒸気発電装置、エンジン試験台、実習モジュール、燃焼試験装置、燃焼ガス分析計、太陽光発電装置、2軸ガスタービンユニット、ボイラー実験装置）、電熱実験機材（同心管熱交換器、卓上冷却塔、液体／気体熱伝達測定装置、沸騰熱伝達測定装置、乱流熱交換実験装置、流動層伝熱システム、直交流形熱交換器）、基本的計測装置（温度測定装置）等である。いずれも電気・機械・熱エネルギーの有効利用にとって必要な知識を得るための基本的な機材であるが、これらのうち実習モジュール、燃焼試験装置、2軸ガスタービンユニット、流動層伝熱システム等は他の要請機材との部分的な機能的重複があり、これら他機材を有効に活用することで、実験内容を充実できることから計画機材から除外された。

#### b) 流体力学実験室

流体力学の基礎理論の理解のための実験用機材（基礎流体力学実験装置、教育用風洞実習装置、流体力学実習装置）、流体機械の性能を調べるための機材（流体機械学習装置、衝撃タービン演習装置、反動タービン演習装置、軸流ファン演習装置）等が要請された。このうち、衝撃タービン演習装置、反動タービン演習装置、軸流ファン演習装置、コンプレッサ試験機、マルチポンプ試験機、流体力学実習装置等はこれら以外の機材を活用することで実験項目をほぼ実施できるため、計画機材から除外された。

#### c) 冷蔵・空調実験室

要請機材は機械式ヒートポンプ、再循環式空調実験装置、湿度測定装置の3点で、老朽化した既存機材の更新を目的とする。いずれもこの分野における基本的な測定装置、実験装置であり、他の既存の実習機材と共に使用する実験に欠かせないため各1台ずつ計画した。

#### d) 機械力学実験室

要請機材は、回転軸の動バランス、危険回転数、ねじり振動の試験、再加速度の測定装置（動バランス装置、回転軸実験装置、再加速度実験装置、ねじり振動実験装置）、物体の平面運動における振動試験装置、応力の分布を光弾性体の光によって調べる装置（光弾性試験装置）等を含む。これらのうち、光弾性試験装置は既存の機材が古くて性

能が劣化してきているが、まだ学部レベルの実験には十分使用可能と判断されたため、計画機材より除外された。

#### e) 材料試験室

要請機材は金属材料の引張り・圧縮・曲げ試験を行う万能試験機、金属材料の構造を拡大観察するための金属顕微鏡、金属の衝撃に対する強さを測定するシャルピー衝撃試験機、材料の硬度を測定するマイクロ硬度計、ロックウェル硬度計、ブリネル硬度計である。いずれも材料の性質を調べるための基礎的な機材であるが、これらのうちマイクロ硬度計、ロックウェル硬度計、ブリネル硬度計は機械力学実験室の既存機材が共用できるので計画機材から除外された。

#### f) CNC/CAD/CAM実験室

要請機材はフライス盤と旋盤による加工をCNC工作機械を用いて自動化するために必要なコンピュータプログラミング実習用装置のセットであり、教師用ワークステーション、学生用ワークステーション、CNCフライス盤、CNC旋盤、ソフトウェア、ドットマトリックスプリンター、6ペンプロッターからなる。CNC工作機械はパキスタンでも普及してきているが、既存機種は老朽化・陳腐化し、生産現場に求められる生産機械、加工機械等の自動化技術に係わる教育に十分対応できなくなっている。産学間の連携強化というパキスタンの国家目標の観点から不可欠の機材であるため、学生10人グループが実習できる装置1式を計画した。しかし、ドットマトリックスプリンターはこのシステムに必ずしも必要ではなく、また必要であっても自己予算で調達可能なため計画機材から除外された。

#### g) コンピューター実習室

当学科からの要請機材はパーソナルコンピューター、ドットマトリックスプリンター、カラープロッター、レーザープリンターである。1グループ60-70人が実験・実習の基本構成であるが、これを20人の小グループに分け、二人で1台使用することを前提にパーソナルコンピューターを必要最小限の10台計画する。なお、今後コンピューター増設の必要性がある場合は大学の自助努力で対応すべきものとする。

### 4) 鉱山工学科

4年制の学士課程、大学院修士課程、博士課程がある。本学科の学士課程専攻学生は

一学年約50名で、合計200名程度であるが、以下のように他学科にサービスコースも設けている。

土木工学科 ー 工業地質学

石油工学科 ー 測量、応用地質学、構造地質学、層位学

金属工学科 ー 鉱石処理学

学科には6つの実験室があり、教授9名、准教授1名、助教授4名、講師1名の教育と28名の技官・職員が教育・研究を行っている。パキスタンは未開発の地下資源に恵まれているといわれている。石灰石は広く分布し、また宝石、石膏、シリカサンド、石炭などはある程度採掘されている。北西辺境州やバロチスタン州では地下資源の調査が進行中であり、国際協力事業団の派遣による開発調査が実施された経緯がある。学生の就職先はセメント会社、宝石会社等をはじめ、鉱山開発公社など広範囲にわたっており、鉱業部門の開発に重要な役割を担っている。

#### a) 鉱山通気実験室

要請機材の主要なものは、鉱山内の空気の流れ・換気についての学習装置（エアフロー実験装置、坑道換気実習装置、表層ガス学習装置）、坑道の空気の流速、圧力の測定器（熱線式風速計、デジタル式小型圧力計、アネロイド気圧計等）、坑道内の粉塵、空気の化学分析用機材（ポータブル集塵機、硫黄成分分析器、酸素測定器、一酸化炭素測定器）等である。これらの機材は坑内の空気を化学分析し、流れの状態を測定することにより坑内をいかに通気するかという総合的な学習をするための基礎的なものである。しかし、エアフロー実験装置は類似性能を持つ既存機材によって代用可能なこと、ポータブル集塵機は既存機を修理して使用できること、デジタル式小型圧力計、圧力検出器等は緊急性が低いことから計画機材から除外された。

#### b) 鉱山保安実験室

要請機材は、有毒ガス類の検出・測定器（一酸化炭素測定器、有毒ガス測定器）、緊急時の避難に使用する器具類（避難器具、救命呼吸器具、酸素呼吸器）、坑内の地盤の状態を人工的な地震をおこして振動波形を測定することによって推定する一連の機材（小型地震計、爆発速度記録計、連続式発破装置、電気式発破装置）等である。坑内の空気と地盤の状態に基づいて安全性を考察するためには、これらの機材は基本的なものである。しかし、一酸化炭素測定器、小型地震計、爆発速度記録計、連続式発破装置は他学科との共用が可能であるので計画機材から除外された。

c) 鉱山測量実験室

要請機材は、トータルステーション、デジタルセオドライト、光学式セオドライト、距離測定器、自動縮図図形器、デジタル水準器等である。これらのうち、トータルステーションは産業界における普及の現実を考察して土木工学科の場合と同様に選定したが、精密小型高度計、自動平面板、図形器については優先度が低いことから計画機材から除外された。

d) 鉱物学・岩石学実験室

要請機材は、岩石や鉱物の標本と標本箱、岩石と鉱物の標本作製に用いられる岩石切断／トリミング機、固有抵抗を測定することによって鉱物の種類を指定する固有抵抗メーター等である。いずれも基本的な教育用機材であるが、標本箱は学科予算で購入すべき性質のものなので計画機材から除外された。

e) 選鉱実験室

要請機材は各種の鉱石選別機や化学分析装置等である。主要なものは実験室用振動型粉砕機、平板型静電式分離機、ふるい型静電式分離機、湿式磁気選別機、空気式選別機、実験室用サイクロン、選鉱テーブル、万能重力選別装置、誘導結合プラズマ発光分析装置、蛍光X線分析装置等である。これらのうち、実験室用サイクロンは既存機材でも間に合うこと、誘導結合プラズマ発光装置、蛍光X線分析装置は岩石中に含まれる他元素の分析には有力な機材ではあるが、その運転保守の難度が高いこと、また沈降濃縮装置、粉砕機、水冷式循環ポンプ、鉱物遠心分離器等は優先度が低いことから計画機材から除外された。

f) 岩石力学実験室

要請機材は小型切断箱、岩石標本製造機、データロガー、三軸圧縮試験機である。岩石力学は鉱山の開発、採鉱、選鉱等を合理的に行うために応用される。岩石サンプルを切断し、形状を整え圧縮試験機にかけ、試験データはデータロガーで記録し、岩石の力学特性を解析する一連の実験に使用される機材で、いずれも基礎理論の学習に不可欠であるため計画機材に含めた。

g) コンピューター実習室

当学科からの要請機材はパーソナルコンピューター、ドットマトリクスプリンター、プロッター、レーザープリンター、デジタイザー、データ投影機、オーバーヘッド投影

機である。一学年の学生を10人の小グループに分け、二人で1台使用することを前提にパーソナルコンピュータを必要最小限の5台計画する。なお、今後コンピューター増設の必要性がある場合は大学の自助努力で対応すべきものとする。

## 5) 金属工学・材料科学科

4年制の学士課程、大学院修士課程、博士課程がある。学士課程の一学年の学生は約50名で、総数は約200人である。学科には5つの実験室があり、5人の教授、4人の准教授、4人の助教授、2人の講師と21人の技官・職員から構成されている。学生の就職先は80%は民間企業、20%は公的機関となっており、製鉄所、鋳造工場、精錬工場、パイプ工場、トラクター、自動車メーカー等広い範囲にわたっている。

### a) キャスト・メタル研究室

要請機材は電気炉等をはじめとする鋳造技術の学習上基本的な機材である。主要なものは電気炉、溶解炉、ロックウェル硬度計、通気度試験機、砂うす、鋳物砂万能試験機等である。これらのうち、溶解炉は他の要請機材の電気炉でもほぼ同様な機能を有すること、ロックウェル硬度計、ブリネル硬度計は他学科のものが共用可能なことから計画機材から除外された。

### b) 腐食工学実験室

要請機材は腐食の状態の変化を長時間にわたって記録する腐食監視装置、金属の被覆の厚さを測定する膜厚測定器、各種の腐食について学習することのできる腐食実習キットである。このうち腐食監視装置は学部レベルの機材としてはレベルの高いもので優先度は低いことから計画機材から除外された。

### c) 分析実験室

要請機材は金属の成分を化学的に分析するための機材が主である。主たるものは原子吸光分光光度計、発光分析器、炭素／硫黄分析器である。このうち原子吸光分光光度計は金属内の各種成分元素を精密に分析するための機材であるが運転と維持管理が難しすぎることに、他学科の整備機材を共用できること、またセイボルト粘度計は緊急度が低いことから計画機材から除外された。

#### d) 検査・試験室

要請機材は金属の強度、硬度、内部組織を調べるための基本的機材である。主たるものは深絞り試験機、マイクロ硬度計、ロックウェル硬度計、ブリネル硬度計、シャルピー式衝撃試験機、金属顕微鏡、クリープ試験機、応力の分布を調べる光弾性試験機、プロフィール投影機、万能試験機である。これらのうち、深絞り試験機は板材を絞り加工するための加工限度を調べる機材であり、クリープ試験機は一定温度・一定負荷の条件で材料の強度を試験する機材であるが、いずれも緊急度は高くないので計画機材から除外された。また、万能試験機、金属顕微鏡、プロフィール投影機は他学科の整備機材を共用できることから計画機材から除外された。

#### e) 熱処理実験室

要請機材は、金属に強度などの点で望ましい性質を具備させるための熱処理をするための基本的機材である。主要なものは電気炉、マッフル炉、ジョミニ焼入試験機、高周波焼入装置、高温計、材料温度の上昇時体積膨張率を測定して相変化を推定する熱分析装置である。これらのうちジョミニ焼入試験機は既存機材で間に合うこと、高周波焼入装置、熱分析装置は他の測定法によってもほぼ同様な実験が可能のために優先度が高くないことから計画機材から除外された。

#### f) コンピューター実習室

当学科からの要請機材はパーソナルコンピューター、ドットマトリクスプリンター、プロッター、レーザープリンターであるが、学科からの要請の重点が実験機材にあり、コンピューター及び周辺機器は既存の機材が古いもののまだ使用可能であり、優先度が低いことから計画機材から除外された。

#### 6) 化学工学科

4年制の学士課程、及び大学院修士課程、博士課程がある。学士課程の学生数は近年大幅な増加傾向にあり、一学年90人程度、合計で約350人である。教官陣は教授5人、准教授5人、助教授7人、講師2人で、技官を含む職員23人が実験・実習の補助に当たっている。当学科の教育内容は化学工業における精製プロセス、計装設備、および分析を主体としており、要請内容は実験装置類が中心である。既存の機材は1960年代に設置されたもので、30年以上経過していることから予備品調達不可能等の理由により約半数は稼働せず、残りの機材も故障がちである。機材検討においては、現行カリキュラムに基づ

き緊急性ならびに実験の重要度の観点から要請機材を見直し、要請機材の約半数を削減した。装置類には一部広い設置面積を必要とする機材もふくまれるが、各実験室面積には十分ゆとりがあり、スペース確保上の問題はない。

a) 流体・粒子技術実験室

流体、粒子の運動性、分類あるいは、実験素材の作成を目的とした基礎工学実験を主としており、演示実験あるいはグループ編成によるローテーション方式をとっている。従って、計画機材の基本台数は1台とした。実験の重要度、既存機材の現状を加味し選定された主な機材は、水理実習装置、圧縮流量実習装置、固定/流動水柱実習装置、多ポンプ試験装置他、粒子製造のための粉砕機、ふるい装置、顕微鏡等である。なお、流動特性/流体静力実習装置、各種圧力計、流量計、粉砕機等は要請が重複していたり他の機材で機能的に代用できることから、緊急性が低いものと判断し計画対象から除外した。

b) 計装・制御実験室

精製プロセスにおける各種条件設定制御方法論の実験を主体とする。実験はローテーション方式が取られており計画機材の基本台数は1とする。選定された主な機材は、水準、温度、圧力、PH、流量、遠隔の各制御装置、および総合プロセス制御の実習装置である。要請機材のうち熱電対、精密圧力ゲージ検定器は緊急性が低いため計画機材から除外した。

c) 反応工学・熱力学実験装置

精製装置内の化学反応理論の基礎実験を主体とする。基本台数は1台として調整をした。選定された機材は連続攪拌、管状流量、攪拌流量、定量の各反応装置および熱力学基礎実験用ジュールトムソン効果、ボイルシャルル法則の実習機である。なお、ジュールトムソン効果は熱力学の重要な基礎理論であり、実験の重要度はきわめて高く使用頻度も高いことから、既存機と共に小グループで使用できるよう計画台数を3台とした。

d) 伝熱・質量輸送実験室

各種熱交換、質量変換理論を主体とした実験室であるため、要請機材は全て装置類である。基本台数は、実験が演示実験、およびローテーション方式が取られていること、更に価格面においても相対的に高額であることから1台として調整した。選定された機材は、熱放射実習装置、交差流量熱交換実習装置、冷却実習装置、液体抽出実習装置、

蒸留装置、分別装置、イオン交換装置、ガス吸収柱実習装置、他盆型、ドラム型乾燥装置等である。なお、要請機材のうち液体/ガス熱伝導率実習装置、固体/液体抽出実習装置、万能型蒸発・蒸留装置、薄層粘性流量熱交換実習装置、真空式冷凍乾燥機等はいずれも緊急性が低いため、本計画の対象からは除外した。

#### e) 分析実験室

応用化学分野、特にプロセス装置により精製された物質の分析実習を主体とする実験室である。要請機材には、原子吸光分光光度計をはじめ、X線回折装置、蛍光X線装置、ガスクロマトグラフ、高速液体クロマトグラフ等、高性能な分析機器が含まれていたが、高度な操作技術が必要なこと、高額な維持管理費を必要とすることから、計画対象から除外した。ただし、原子吸光分光光度計については更に強い要請があり、老朽化し現在は使用できないが過去に使用経験を有すること、また、環境工学研究所、石油化学科、金属工学科より同様の要請が出されていることから、これらの要請を統合し各科共用が可能であるとの確認が得られたことにより、当実験室に1台設置することとした。これに伴い、要請機材のうち同種の分析能力を持つ紫外線分光光度計、および、フーリエ変換赤外線分光光度計を計画機材から削除した。また、緊急性、あるいは使用頻度の低いイオン交換用樹脂、ベータ線測定器、正磁気分析器、自動元素分析機、油分分析器等を削除した。計画された機材は、上記、原子吸光分光光度計他、転倒型顕微鏡、示差熱分析装置、ガスカロリーメーター、光度分析器等である。

#### f) コンピューター実習室

当学科からの要請機材はパーソナルコンピューター、ドットマトリクスプリンター、プロッター、レーザープリンターである。一学年の学生を10人程度の小グループに分け、二人で1台使用することを前提にパーソナルコンピューターを必要最小限の5台、及び共用のレーザープリンターを1台計画する。なお、要請機材のうちドットマトリクスプリンター、プロッター等は緊急性が低く、将来的に自己調達も可能なことから計画機材から除外した。

#### 7) 石油工学科

現在、4年制の学士課程のみ教育を実施しているが、大学院修士課程の新設を計画中である。一学年約30人、合計120人強の学生が在籍している。教官陣は教授1人、准教授3人、助教授2人、講師3人で、技官を含む職員12人が実験・実習の補助に当たっている。



る。本学科は設立年代が新しいため、英国政府、その他国際機関等から機材供与等の支援を過去受けていないため、一部民間企業から寄贈された実験機器を除きほとんど機材を所有していない。現在は、化学工学科、鉱山工学科から機材を借用して基礎実験が行われている。所属学生数は少ないが、石油公社等への就職率は100%近い。研究、教育対象が石油、天然ガスに限定されている特殊分野であり、実験、実習による教育効果を高めるためには専門性の高い機材の導入が不可欠である。また、本学科の要請機材は上述の理由により全て新規機材の要請となっている。本案件の趣旨は老朽化した機材の更新、あるいは不足機材の補充であるが、石油、天然ガスの生産は直接国家経済に深く関与する分野であり、既に商業ベースでの供給がなされている天然ガスに加え、今後大規模開発が見込まれるパキスタンのエネルギー産業の現状を勘案すれば、本学科に対する機材整備は極めて緊急性が高い。しかし、要請機材には大学教育用としては高額すぎる機材、生産実機レベルのものしかなく妥当性に欠ける機材も含まれていたため、こうした妥当性の低い機材を中心に削減調整を行った。特に自動削岩機、相対透過率測定装置、極小透磁率計、コアー冠水システム、コアー抵抗計、混和装置等掘削関連機材およびこれに準ずるフィールド作業に関わる機材は別途学外研修・現場実習等で行うべきものと考え、主として実験室内での分析機材を中心に機材を計画した。

選定された主な機材は水冷型流動蒸留機、コアー抵抗計、粘度測定装置、界面張力計、硫黄成分測定器、泥分含有率計等である。また、要請機材に原子吸光分光光度計、ガスクロマトグラフが含まれていたが、原子吸光分光光度計については上記化学工学科と共用することができるため削除し、ガスクロマトグラフは環境工学研究所、化学工学科との共用を前提として本学科に設置することとした。

#### 8) 環境工学研究所

当研究所では専属の学部学生はいないが、元々土木工学科の衛生工学実験室が独立して出来た組織であるため、土木工学科の学生に対し環境工学、衛生工学に関する学士課程の講座が実施されている。実験室は水質試験実験室、ユニット・プロセス実験室、大気汚染モニタリング実験室、水質汚染コントロール実験室、衛生微生物実験室の5つである。

実験は2グループ制で行われるため、計画基本台数は2台とした。選定された主な機材は、小型流量計、水質衛生試験装置、煙探知器、硫黄成分測定器、CO<sub>2</sub>/CO分析器、凝集試験装置、油分分析器等である。原子吸光分光光度計は化学工学科のものを共用、ガスクロマトグラフについては石油工学科のものを共用することとし、また赤外線ガス分

析器、イオン変換機、オゾン測定器、燃焼式カロリメーター等の分析機材は緊急性が低く、かつ他学科の機材を借用できるため本計画機材から除外した。

## 9) 建築学科

この学科では5年制の学士課程、及び大学院修士課程、博士課程を実施している。学士課程の一学年の学生数は45人程度で、合計200人程度の学生が所属している。なお、当学科の学生のほぼ半数が女子である。教官陣は教授3人、准教授5人、助教授8人で、技官を含む職員16人が実験・実習の補助に当たっている。当学科には、機材の要請対象となるグラフィックス・プレゼンテーション実習室、自然環境実験室、写真現像・焼付実験室、測量実験室、コンピューター実習室等がある。

本学科は、工学的な分野より意匠に重点を置いたデザイン科の性格が強い。従って、要請機材は2～3の計測器を除き製図関連機材と視聴覚機材である。実習は5グループ制をとっているため、計画機材の基本台数は5台とした。選定された主な機材はアンモニア式複写機（A1サイズ）、ゼロックスタイプ複写機（A1サイズ）、製図機、測量用距離計等である。

## 10) 都市工学科

4年制の学士課程、及び大学院修士課程、博士課程がある。学士課程の一学年学生数は定員ベースで50名だが、1990年以降35名前後に減少しており、全学年合計で170人程度である。教官陣は教授5人、准教授2人、助教授3人、講師2人で、技官を含む職員16人が実験・実習の補助に当たっている。

要請内容は製図関連機材と視聴覚機材が中心で品目数は少ない。要請機材にオフセット印刷機が含まれていたが、維持管理の観点から通常の複写機に変更した。選定された機材は、都市公害の測定用としてCO<sub>2</sub>/COガス分析器、複写機、他製図用具、若干の視聴覚機材である。要請機材のうち使用頻度の低い排気ガス分析器を計画対象から除外した。

## 11) コンピューター科学科

コンピュータ科学科に所属する学生は大学院修士課程のみで、専属の学部学生はいない。しかし、本学科は、全学の学生を対象としてコンピュータ科学、数値解析等の講座

を開設している。教官陣は教授3人、准教授2人、助教授3人、講師1人で、技官を含む職員7人が実験・実習の補助に当たっている。年々増加する学生数に対応するため、2部屋の実習室増設をすすめている。増設する実習室スペースは現在の建屋内2階部に確保されており、新たな建築的増設、設備工事は必要としない。既存機材としては現在も2部屋の実習室を有しているが、内1部屋にはCPU世代にして5世代前の80386のコンピュータが25台設置されおり、最近のアプリケーションに対応できていない。もう一室には、メインフレームと25台の端末が設置されているが納入業者との維持管理契約が期限切れとなり、予算不足から保守できず現在使用不可能な状況にある。将来的には保守をし、計4室の実習室で教育を行う計画である。1実習室あたりの学生数は、対象学科によりことなるが30～60名で、機材台数に合わせてグループ分け実習を行っている。

要請では、1室当たりのコンピュータ台数を25台としていたが、台数設定に当たっては学生2名に1台を標準とし1部屋当たり20台を計画した。また、高額なアプリケーションを有効利用するためネットワーク化の要請があったが、妥当性も有りかつ今後のコンピュータ技術としてネットワーク上でのコンピューター管理技術は教材としての効果も有していることから、維持管理上問題のないものを計画する事とした。選定された機材は2実習室用コンピュータ計40台、サーバーコンピューター2台（各室1台）、イーサー系ネットワーク2式、及び若干のプリンターである。なお、要請コンピューターはDOS/V系であるため、1室のコンピューターにはオペレーションソフトとしてWindows95を、他方にはOS上でのワークステーション機能をもたせるためWindowsNTまたは、UNIXを計画した。

## 12) 数学科

本学科では土木工学科、鉱山工学科、化学工学科、建築学科の1学年生に応用数学と工業数学を教授している。学部課程の所属学生はいないが、大学院修士課程、博士課程には10人弱の専属学生がいる。教授4名、准教授2名、助教授4名、講師2名、技官・職員8名という構成である。応用数学の中の基礎力学を教えるために応用数学実験室がある。

要請機材はこの応用数学実験室用で、主たるものは加速度を測定するのに必要なフレッチャー式台車やその他の力学モデル及びストップウォッチやノギスなどの基本的な計測器である。これらのうち学科予算で購入可能なストップウォッチや既存機材で間に合う機材数品目が計画機材から除外された。

### 13) 化学科

本学科は電気工学科、鉱山工学科、金属工学・材料科学科の1年生と化学工学科の1、2年生に応用化学を教えている。学士課程の所属学生はいないが、大学院修士課程と博士課程があり修士課程では1学年20名弱の学生が学んでいる。本学科には教授5名、准教授4名、助教授2名、講師1名、技官・職員13名がいて教育・研究を行っている。実験室は5つあり、物理化学実験室、有機化学実験室、無機・分析化学実験室、地球化学実験室、生命化学実験室である。現在は特に生命化学や電気化学に重点を置いた教育・研究が活発である。

要請機材は学部学生用で、主なものは引火点測定装置、軟化点測定装置、セイボルト粘度計、ボンベ式熱量計、ケルダール式窒素分析器、バスケット型遠心器、ガスクロマトグラフ、ポテンシオスタット、可視紫外線分光光度計、電気炉、その他基本的化学実験機材である。これらのうち、引火点測定装置と軟化点測定装置は既存機材でも間に合うこと、セイボルト粘度計、ボンベ式熱量計は近い将来にシラバスが改訂されると優先度が低くなることにより計画機材より除外された。

### 14) 物理学科

全学の学士課程の学生に対し応用物理学の教育を行っている。学士課程の所属学生はいない。また、大学院課程を近々開設する予定である。教官陣は教授2人、准教授3人、助教授2人、講師2人で、技官を含む職員7人が実験・実習の補助に当たっている。本実験室での教育内容は、電気部門の応用物理学に限定されているため要請機材点数は極端に少ない。現状では、所有する測定器類が少なく電気工学科よりの借用に頼っている。一方、実験素材については手作り装置でまかなわれているが、基礎実験であるため十分に活用されている。使用頻度の低い各種真空計等を削除対象とし、主な計画機材は、X-Y記録器、ロックイン増幅器、スペクトル分析器、デジタルマルチメータ、磁場測定装置、電場測定装置等の測定装置他各種実験に使用される電源装置類である。

### 15) ワークショップ

ワークショップは機械工学科に属し、学科長の下に運営されている。ここでは機械工学科はもちろん、電気工学科、化学工学科、金属工学・材料科学科、鉱山学科の一年生が工作実習の課目を勉強する場所として位置付けられ、その指導は機械工学科の教官及

び専属のインストラクターによって行われる。

要請機材はコンピュータ、木工用器具・機械、機械工作用器具・機械、電気点検・測定器具、エンジン等のカットモデルなどである。主たる機材はCNC旋盤、CNCフライス盤、TIG溶接機、MIG溶接機、ダイキャスト機、せん断機、絶縁油試験器、ワンケルエンジン模型、ガソリンエンジン模型等である。これらのうちCNC旋盤、CNCフライス盤は機械科の機材を共用すればよいこと、ダイキャスト機は大学1年用の工作実習にはやや不適で運転が困難であること、各種鍛造機、電気計測器の一部等は優先度が低いことから計画機材より除外された。

## 16) 図書館

要請内容は全学の教員、学生が利用する図書館用共用機材と館内にある講堂用機材であるが、要請内容が古く現状に合致しないため、基本的な見直しを行った。共用視聴覚機材の数量は削減、使用頻度の低いタイプライター、マイクロフィッシュ機材は削除することとし、またオフセット印刷機は通常のコピー複写機に変更した。講堂用視聴覚機材は、構成を見直すことによりごく基礎的なシステム化を図った。主な計画機材は、映像提示用に新たに計画したビデオ投影機、複写機他若干の共用視聴覚機材等である。

## 3-3 基本設計

### 3-3-1 設計方針

#### (1) 基本方針

現地調査における協議内容を踏まえてパキスタン側の要請内容を検討した結果、本計画の設計にあたっての基本方針は以下のとおりとする。

##### 1) 高い優先順位の機材

- ① 現在使用されている機材のうち技術的に陳腐化した機材、経年劣化等により機能・精度が低下した機材、もしくは破損等により使用できない機材の更新
- ② 実験や講義を行う上で数量が不足している機材の追加補充
- ③ 現行カリキュラム上必須の機材で未整備の機材の新規購入

## 2) 低い優先順位の機材

- ① 研究のみに使用される極めて高度な機材
- ② 社会基盤整備状況から設置や使用が難しい機材
- ③ 使用頻度が低い高額機材
- ④ 消耗品、交換部品の入手が財務的または地理的に困難な機材

以上の基本方針に基づき、計画機材のレベル及び仕様内容について下記の方針で設計を行った。

- ① 大学における工学教育用として適切なレベルであること。
- ② 大学構内で使用する教育機材であること。
- ③ 運転、保守、管理に要する費用を極力抑えること。
- ④ 現地の法規、規格にあったものであること。
- ⑤ 現地代理店によるアフター・セールスのサポートがあること。
- ⑥ 特定のメーカーに限定されない仕様であること。
- ⑦ 周辺環境を汚染しないこと、または環境対策が講じられていること。

## (2) 設計上の留意点

プロジェクト・サイトのインフラ整備状況を勘案し、機材計画に際しては以下の点に配慮した。

- 1) 比較的高額機材でメモリー保持機構を有し、運転時間（実験時間）が比較的長いものに対し、適切な容量の無停電電源装置（UPS）を付属させる。
- 2) 電動式機材で電圧変動（±10%程度）により機材が容易に損傷を受けるもので、かつパキスタン国内で短期間で故障修理が不可能なものに関し、適切な容量の電圧安定装置（AVR）を付属させる。
- 3) 主要機材のうち予備品の供給が必要なものに対し、必要最小限の予備品を計画に含める。
- 4) 消耗品の供給が必要な機材に関しては、試運転期間中の供給を対象とし必要分を計画に含める。

### (3) 機材調達先に関する方針

機材の調達先に関しては、機材の有効活用と維持管理上の便宜を考慮して決めることとする。具体的には、以下のような調達方式となる。

- 1) プリンター、複写機等定期的なメンテナンスと頻繁な消耗品調達が不可欠な機材、及びパーソナル・コンピューターのように使用するソフトウェアの言語上の問題とバージョン・アップのフォローのため現地での調達が望ましい機材等に関しては、原産国を問わず現地製品ないし現地で最もよく使用されている機種を現地代理店を通して調達する。
- 2) 実験室で使用する基礎的な計測機器、分析機器、教育実験キット等で、日本メーカーが製造していない教育用に特化したもの、マニュアルが充実しているもの、使い勝手や計測基準等を考慮する必要があるものに関しては、パキスタン、日本以外の第3国から調達する。

### 3-3-2 基本計画

#### (1) プロジェクト・サイト

プロジェクト・サイトは、パンジャブ州の州都でパキスタン第2の都市ラホール市の中心、ラホール駅の東側にほぼ隣接するラホール工科大学のキャンパスで、75haの敷地に校舎、管理棟、学生寮等30棟の建物が配置されている。校舎は2階建てが中心で、各学科それぞれ独立した占有の建物ないし区画を有しており、実験室スペースは十分にある。従って、今回の計画機材の設置については設置場所確保の問題はない。また、電気、水、ガス等の用役も実験室内に引かれており、機材操作上の問題はない。計画機材の搬入路、据付工事期間中の機材の仮置場用スペースも充分ある。また、同大学で機材が設置されている実験室は授業時間以外は施錠されており、それぞれLab. Attendantと呼ばれるスタッフが配置され、鍵、及び機材を管理している。実験台上で使用する移動可能な機材は、使用していないときは実験室内の準備室に保管されているが、大型の機材（卓上型、床置き型とも）はそのまま実験室の所定の場所に保管される。また、コンピューター等、比較的盗難に遭いやすい機材はテーブルに固定され、ディスプレイ正面等の目立つ場所に所属学科名が刻印されている。従って、

機材管理とセキュリティー確保の面で特に問題はない。以上から、同大学の既存学科棟を本計画のプロジェクト・サイトとする。

上記各キャンパスの敷地図は図3-1のとおりである。

## (2) 機材計画

計画機材を使用するのは300名程度の教官陣と5,500名近い学生であり、実験・実習にあたっては各学科に所属する約400名の技官・職員が機材運営・管理の補助を行う。学生の実験・実習は、学科・講座により差はあるが50-70名（主要学科の場合）及び20名程度（その他の学科）の学生によるクラス編成を行い、利用できる機材の数に合わせて更に小グループに分けて実験・実習が行われる。同大学では、学生実習に当たって直接手をふれる実践的な教育を基本的な理念としており、高額な機材を除いて出来るだけ学生数に見合った機材数を確保するべく留意している。従って、計画機材の規模設定に当たっては、同大学で使用可能な既存機材を考慮した上で、大学の実験理念に配慮し出来るだけ多くの学生が一定の時間機材を使用できるよう実験グループの学生数を勘案した上で機材数量を設定した。

主要機材の概要は表3-1のとおりである。全計画機材のリストは巻末の資料6、その配置図は資料7に示すとおりである。また、ラホール工科大学の各教育コースのカリキュラムを同じく巻末の資料8に示した。



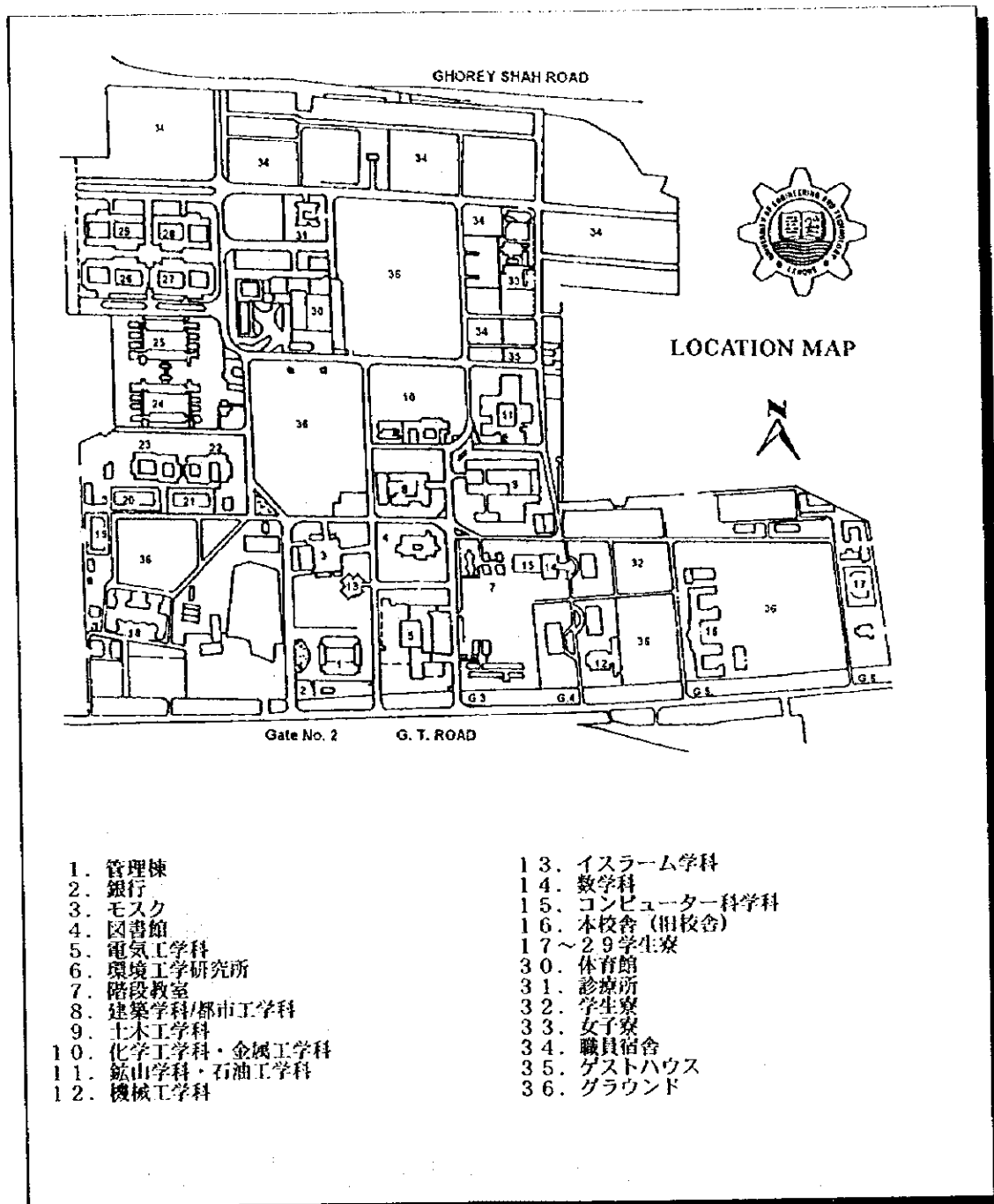


図3-1 ラホール工科大学敷地図