

インド国
プネ工科大学機材整備計画
基本設計調査報告書

平成3年9月

国際協力事業団

無調二

91-112

JICA LIBRARY



1093678(9)

22895

インド国
プネ工科大学機材整備計画
基本設計調査報告書

平成3年9月

国際協力事業団

国際協力事業団

22895

序 文

日本国政府は、インド国政府の要請に基づき、同国のブネ工科大学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3年4月4日から4月24日まで電気通信大学情報工学科教授の有山正孝氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣しました。

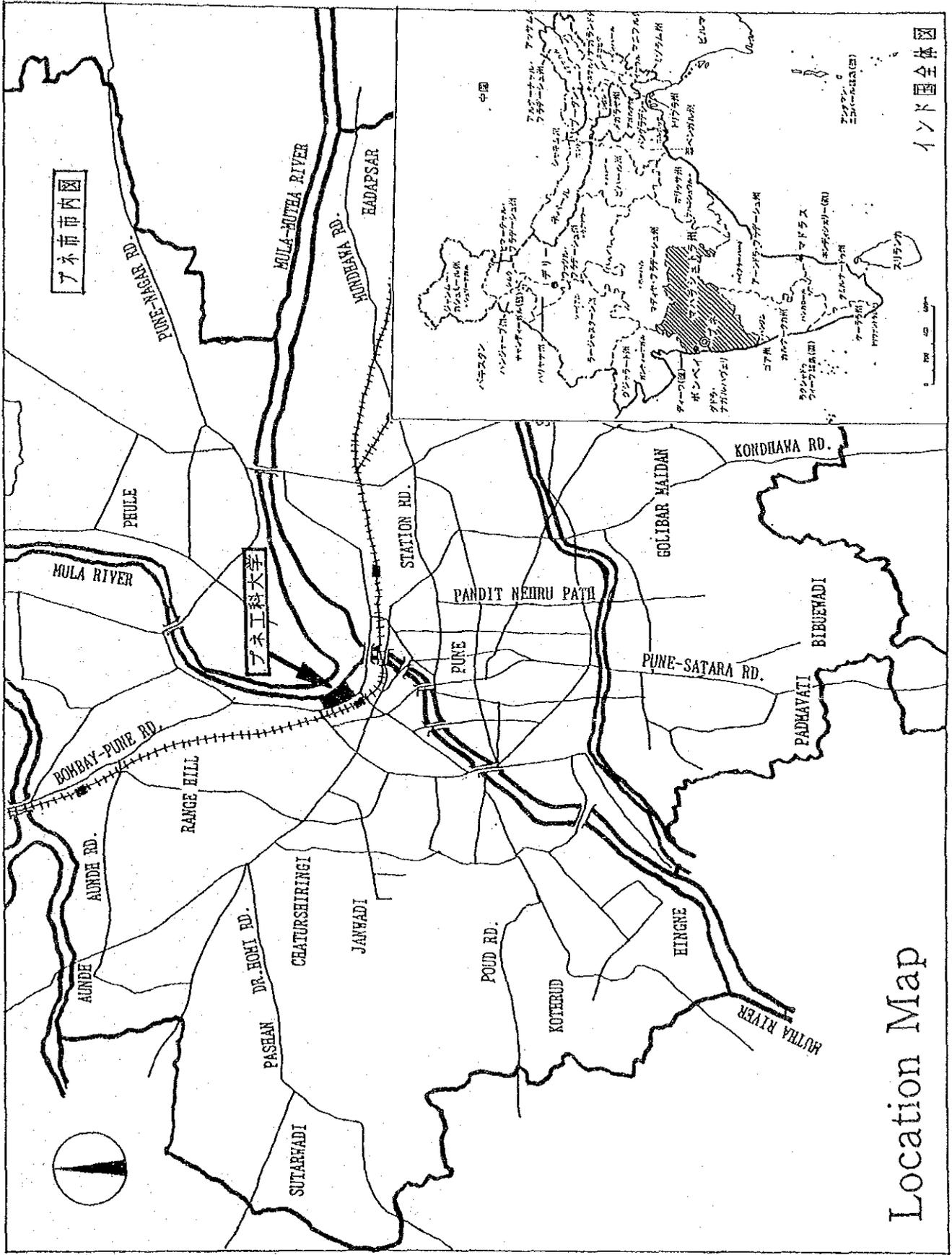
調査団はインド国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成3年7月8日から7月17日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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。

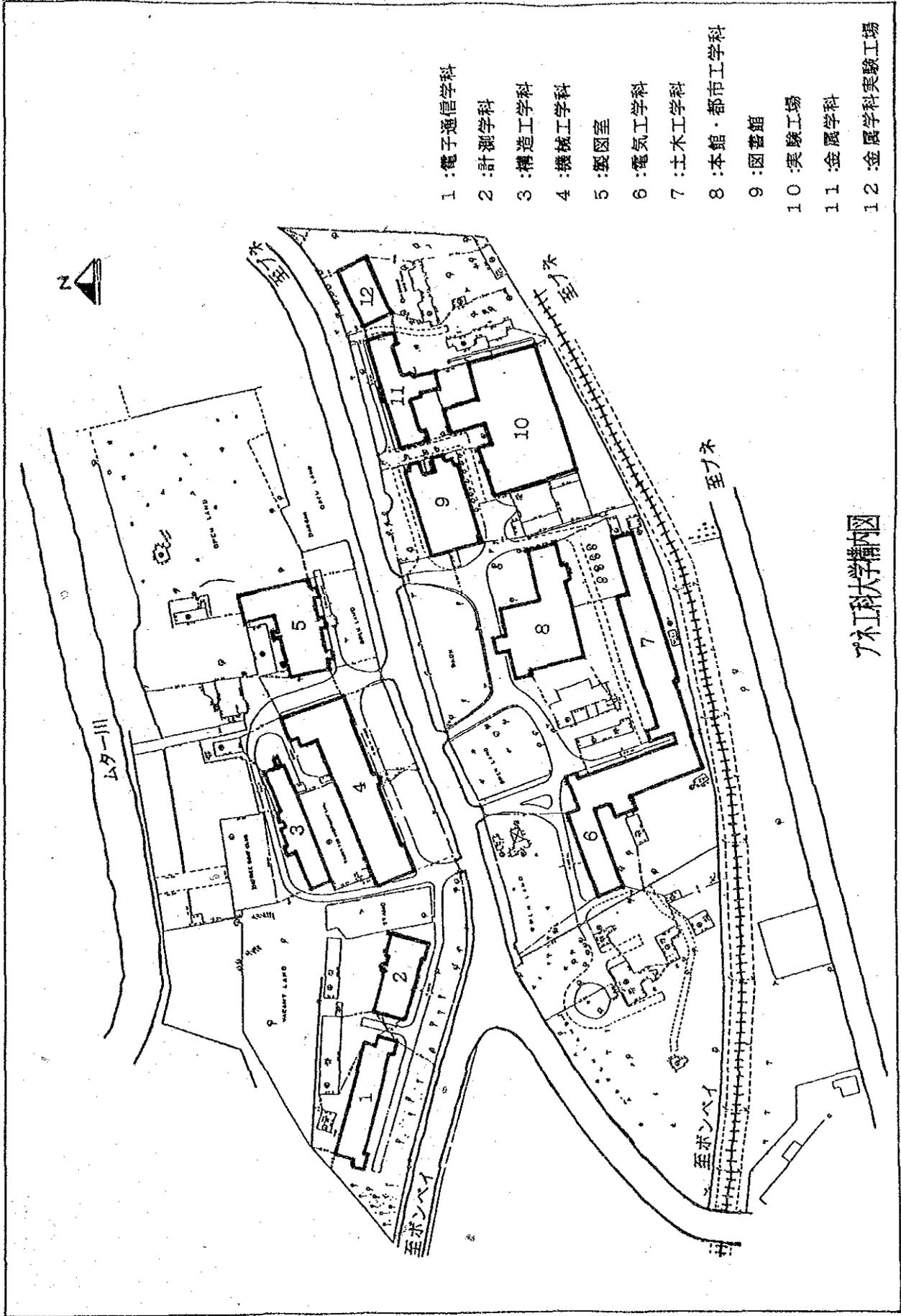
最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成3年9月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介



Location Map



- 1: 電子通信学科
- 2: 計測学科
- 3: 構造工学科
- 4: 機械工学科
- 5: 製図室
- 6: 電気工学科
- 7: 土木工学科
- 8: 本館・都市工学科
- 9: 図書館
- 10: 実験工場
- 11: 金属学科
- 12: 金属学科実験工場

アネ工科大学構内図

要 約

要 約

インド国において教育を総括している人的資源開発省（1986年教育省より名称変更された）は1951年以降教育の拡充に注力してきている。同省の管轄下の技術教育総局が総括している技術教育部門の学生数でみると、1951/52年度就学生数20万名、このうちの工科大学学生数、25,000名であったものがそれぞれ1989年/90年度には、約4百万名、207,200名となり数量的には急速な伸びを示している。

しかしながら、工科大学、ポリテクニクス（工科専門学校）、各種の職業訓練学校よりなる技術教育セクターは、教育・研究のみならず、優秀な技術者の育成、地域開発のための研究成果、技術情報の提供等ニーズがあるにもかかわらず、実際には先端技術の研究が遅れているため、先端技術の利用により急速に進歩した生産技術を有する先進諸国とインド国との間の技術格差の是正に対する貢献、並びに国家、地方の開発に対して工業技術教育、研究開発を通じた貢献が不足していると言われている。

以上のような状況下、技術教育総局は、1986/87年度に承認された新国家教育政策に基づき、1987/88年度より上記の技術教育セクターにおける課題に対する緊急技術プログラム、技術格差是正プログラム、新コース設立を制度化し、実施中である。プネ工科大学はインド国においては最も古い工科大学であり、1854年の設立以来、インド国の産業界、官界に多くの俊英の工学技術者を提供しており現在、学生数約2,350名、教官数130名、15学科を抱えている。同大学は国民総生産の約3割を占めインド国の中で工業開発の進んでいるマハラシュトラ州の中心的工学教育機関であるが、教育研究機材の陳腐化により、工業分野で求められている先端技術に対応出来ない現状にある。

こうしたことから、インド国政府はプネ工科大学の教育・研究機材の拡充を目的とする無償資金協力を日本国政府に要請しこの要請に対し、日本国政府は上記プロジェクトに関する基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団は、1991年4月4日から4月24日まで基本設計調査団を派遣した。

今回、インド国側より機材整備の要請のある学科は、上記15学科のうちの電子通信学科、金属学科、電気工学科、計測学科、土木工学科、機械工学科の6学科である。

プネ工科大学の改善計画は第8次五ヶ年計画期間中に、工学教育の整備を行い、先端技術分野において卒業後、インド国の経済・社会に貢献出来る工学技術者を育成し、本分野に関する研究体制の整備を行い、大学全体として将来へ向けての自主体制を確立することにより、以下の如き内容を含むものである。

1) カリキュラムの拡充

現行 6 学科における学部学生に対するカリキュラムをインド国における技術教育セクターの強化プログラムに従い、特に実験科目の拡充により学部教育の質的向上を計る。

2) 修士コースの新設

先端技術分野のニーズに対応して、コンピューター工学、材料科学、生体医用工学、電子工学、C I M (Computer Integrated Manufacturing)、エネルギー管理の講座を開設する。

3) 研究センターの設立

技術教育セクターのインド国、経済・社会、特にマハラシュトラ州における地域産業に貢献する体制を整備する為に、1987/88 年度にインド国緊急技術強化プログラムにより規定された分野のうち本大学の延長線上の技術を基礎として、以下の三つのセンターを設立する。

①通信データ処理センター

現在の通信工学実験室を近代化することにより、大学全体の情報システムを開発し、デジタル通信、集約デジタルネットワークサービスを拡充させる。

②材料科学センター

材料に関する研究はどの学科においても開発の主要な対象となっているので、特にマイクロエレクトロニクス、光デバイス、化合物半導体、フェライト、セラミックス、超電導、複合材料等の先端材料研究を拡充する。

③産業支援センター

本センターは本大学の周辺地域に対する産業支援を強化するため、同地域で得られる固有資源の利用開発研究の実施並びにこれに附随する技術上の問題点に関する技術支援サービスを拡充するものである。

すなわち、プネ工科大学の上記改善計画は、第 1フェーズとして 1)カリキュラムの拡充 2)修士コースの新設の準備が進んでおり、このための必要な機材について日本へ無償資金協力要請を行ったものである。機材を受入れる教室については既に改修済みであり、教官・技術職員の拡充についてもインド側で予算を手当済みである。また、第 2フェーズとして上記の 3センターの新設計画があり、本無償協力を前提に計画が進行中である。

現地調査結果によると、プネ工科大学の教官・技術職員の技術水準は高く、学生実験および教官の研究等の実施・運営に対する予算的な手当も充分であり、本計画の実施・運営体制のレベルは非常に高いと判断される。

以上の実情を踏まえて、上記 6学科の学部学生、修士学生の実験・実習並びに研究に必要な機材で、主要実験機材、測定及び試験機材並びに実験・研究に必要な共通機材を別紙の通り選定した。

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な総事業費は、総額7.23億円（日本側負担事業費 7.2億円、インド側負担事業費0.03億円）と考えられる。本計画に必要な工期は入札・契約 3ヶ月、機材の製作及び輸送 7ヶ月、据付け期間 2ヶ月、合計12ヶ月が必要である。

本計画の実施主体は州立プネ工科大学であるが、マハラシュトラ州政府技術教育局が本大学の上位レベルの政府機関として本大学に対して諸施策の立案、評価、維持管理を行なっている。インド国政府、人的資源開発省、技術教育総局がさらにこれら両機関を総括するとともに、本プロジェクト実施に当たりインド国中央政府の大蔵省、工業省、商務省などの関連機関をコーディネートすることになっている。

なお、本計画が日本の無償資金協力により実施された場合、以下の効果が予測される。すなわち、直接的には、

- マハラシュトラ州、特にボンベイ、プネを中心とする地域の経済・社会に対し、従来より質が高く経済・社会のニーズに合致した工学技術者を提供することが可能になりその数は、毎年 658名と考えられる。
- 現在、先端技術分野に関する実験・研究機材、図書類、技術資料が逼迫しており、これら機材を整備することによりプネ工科大学の約 130名の教官の研究活動の充実に寄与し、工学教育の質的向上に貢献する。
- 本計画機材整備により現在大学が行っている分析・試験サービス、診断、一部の共同研究の数が増加するとともにその質が向上し、大学自身並びに地域産業の技術レベル向上に寄与する。

総括表 プネ工科大学の機材整備計画の概要

学科名	床面積 (㎡)	拡充内容と目的	主要機材
1. 電子通信学科	1797	拡充計画の重点学科であり通信工学に関するカリキュラムを拡充する為、通信方式、マイクロ波、光通信などに関する実験・研究を強化する。	電界強度測定器：1基 標準ダイポールアンテナセット：1式 周波数カウンタ：3個 変調解析装置：1基 無線通信解析装置：1式 マイクロ波信号発生器：1基 スペクトラム解析装置：1基 ネットワーク解析装置：1基 スカラーネットワーク解析装置：1基 光ファイバー通信試験セット：1式 ロジック解析装置：1基 電磁干渉試験装置：1基 信号波分析合成機類：1式 ビデオ信号処理装置：1式
2. 金属学科	1822	本学科は学部学生用の実験はある程度のレベルに達しているので、修士学生の研究を拡充する。また、特に材料試験解析機能を強化し、材料に対する総合的研究開発力を拡充する。	疲労試験装置：1基 測定顕微鏡：1基 微小硬度計：1基 真空放射スペクトルメーター：1基 超音波硬度計：1基 X線応力測定：1基 真空高周波誘導電気炉：1基 炭素硫黄分析装置：1基
3. 電気工学科	2215	本学科も学部学生用の実験は一部の分野を残し整備されているので、高電圧実験、パワーエレクトロニクスやローコストオートメーション研究機材を拡充する。	自己学習ロボット訓練装置：1基 マルチチャンネル電圧・電流発生装置：1基 絶縁型プローブシステム：1個 デジタル式電力計：1個 デジタルメモリー：1基 アナログオシロスコープ：1基 高速過減現象デジタル変換器：1基 高圧直流送電シュミュレーター：1式
4. 計測学科	1017	産業界でニーズが増大しつつある工業自動計測技術を拡充するとともに、本学科で蓄積されつつあるセンサーを始めとする生体医用技術研究機能を強化する。	任意波形発生装置：1基 解析型記録計：1基 データ集積処理装置：1基 センサー付超音波解析計：1基 センサー付筋電計：1基 FFT回路網解析装置：1基
5. 土木工学科	3642	最も古い学科であり、学生実験は一通り行われているので、環境工学の中で大気汚染に関する実験の強化を計り、都市工学実習並びに、構造工学科の構造試験機能を拡充する。	コンピューター制御万能材料試験機：1基 デジタルセオドライト：1基 光波距離計：1基 携帯用ガス検知計：1式
6. 機械工学科	120	CAD/CAM機械設計、機械工作・マシーニング設計機能を拡充する。	X-Yプロッター：1式 自動冷凍能力試験装置：1基 3次元測定装置：1基 歯車測定機：1基

間接的な裨益効果としては、

ープネ工科大学に対する機材整備により、大学が行なっている社会教育活動の充実、さらに地域企業に対する大学のアンテナとしての役割増大を通じて大学の位置するマハラシュトラ州における産業の振興に寄与し、本地域の経済・社会の発展がはかられる。

以上を総合的に判断し、本事業はマハラシュトラ州における学生に対する工学技術教育の質的向上に寄与するものであり、ひいてはインド国における工学技術者の育成に貢献するものと期待され、我が国の無償資金協力によって実施する意義は極めて高く、本計画を無償資金協力により実施することは妥当であると判断される。

目次

	頁
序文	
地図	
要約	
略語表	
第1章 緒論	1- 1
第2章 計画の背景	2- 1
2.1 インド国における技術教育の現状	2- 1
2.1.1 技術教育セクターの概要	2- 1
2.1.2 技術教育セクターの問題点	2- 5
2.2 技術教育セクター開発の施策	2- 7
2.2.1 第8次五ヶ年計画における技術教育セクターに 対する政府のポリシー	2- 7
2.2.2 技術教育セクターの施策	2- 8
2.3 大学の概要	2-12
2.3.1 全般概要	2-12
2.3.2 運営体制と各工学科の概要	2-13
2.3.3 維持管理	2-18
2.4 要請の経緯と内容	2-19
2.4.1 要請の経緯	2-19
2.4.2 要請の内容	2-20

第3章	ブネ工科大学機材整備計画の内容	3-1
3.1	目的	3-1
3.2	要請内容の検討	3-2
3.2.1	計画の必要性と妥当性の検討	3-2
3.2.2	実施・運営計画の検討	3-4
3.2.3	国家計画との関係	3-5
3.2.4	要請機材内容の検討	3-6
3.2.5	技術協力の必要性	3-34
3.2.6	協力実施の基本方針	3-35
3.3	計画の概要	3-36
3.3.1	実施機関及び運営体制	3-36
3.3.2	計画地の位置及び状況	3-37
3.3.3	機材の概要	3-44
第4章	基本設計	4-1
4.1	機材の設計方針	4-1
4.2	設計条件	4-2
4.2.1	自然条件	4-2
4.2.2	建屋・用役	4-2
4.3	基本計画	4-3
4.3.1	基本計画	4-3
4.3.2	維持費の検討	4-9
4.4	配置計画	4-13

4.5	事業実施計画	4-14
4.5.1	事業実施主体	4-14
4.5.2	施工計画	4-14
4.5.3	事業負担区分	4-14
4.5.4	機材調達計画	4-15
4.5.5	実施工程	4-16
4.5.6	概算事業費	4-18
第5章	事業の効果と結論	5-1

資料編

1. 調査団の構成
2. 調査日程
3. 協議議事録
4. 現地調査における面談者リスト
5. プロジェクトサイト位置図
6. 要請機材リスト
7. 機材配置計画
8. プネ工科大学カリキュラム
9. 主要関連現有機材
10. 大学関連資料リスト
11. 関連データ

略 語 表

- A I : 人工知能 (Artificial Intelligence)
- A I C T E : 全インド技術教育諮問委員会 (The All Indian Council for Technical Education)
- C A D : コンピューター支援設計 (Computer Aided Design)
- C A M : コンピューター支援生産 (Computer Aided Manufacturing)
- C C I E : 輸出入管理者 (Chief Controller of Import and Export)
- C I M : コンピューター統合生産システム (Computer Integrated Manufacturing)
- C N C : コンピューター数値制御 (Computer Numerical Control)
- C S I R : 科学・工業研究委員会 (Council of Scientific and Industrial Research)
- D G T D : 技術開発総局 (Directorate General of Technical Development)
- E M G : 筋電計 (Electromyogram)
- G S - M S : ガスクロマトグラフ質量分析計 (Gas Chromatograph Mass Spectrometer)
- H V D C : 高圧直流 (High Voltage Direct Current)
- I C A R : インド農業研究委員会 (Indian Council of Agricultural Research)
- I C M R : インド医学研究委員会 (Indian Council of Medical Research)
- I C S S R : インド社会科学研究委員会 (Indian Council of Social Science Research)
- I I M s : インド経営学院 (Indian Institutes of Management)
- IIT, Bombay : インド工科大学、ボンベイ (Indian Institute of Technology, Bombay)
- L C A : ローコストオートメーション (Low Cost Automation)
- M H R D : インド国人的資源開発省 (Ministry of Human Resource Development)
- M T B F : 平均故障間隔 (Mean Time Between Failure)
- N C E R T : 教育研究訓練国家委員会 (The National Council of Educational Research and Training, 1975)
- N I E P A : 国家教育計画管理研究所 (The National Institute of Educational Planning and Administration)

- N P E : 教育に関する国家政策 (National Policy on Education, 1986)
- O A : コンピューター支援事務処理 (Office Automation)
- P C M : パルス符号変換 (Pulse Code Modulation)
- P O A : 行動計画 (Programme of Action)
- U G C : 大学援助委員会 (University Grants Commission)
- U T M : 万能試験機 (Universal Testing Machine)

(注) Crore : 1千万ルピー

Lakhs : 10万ルピー

第 1 章

第1章 緒 論

インド国人的資源開発省・技術教育総局 (Department of Education、Ministry of Human Resource Development、Government of India) は、新国家教育政策の実施に伴い、1987/88年以来、インド国の科学技術、工業技術分野における国際水準の先端技術に対するインド国の立ち遅れを認識し、大学における技術教育の質的向上を目的として、工学教育カリキュラムの改変、実験実習機材・施設の近代化、先端技術分野に関する学士・修士向の新設コースの設立及び、インド国、大学の周辺地域に対する貢献を目的とする種々のセンターの設立など多くのプロジェクトを実施中である。このような状況下、インド国政府は現在インド国における産業界の中心として位置づけられているマハラシュトラ州におけるプネ工科大学の工学教育の質的向上並びに産業界の技術支援のニーズに応えるために、学部及び修士課程の教育に必要な機材について、同国政府を通じ日本国政府に対し、無償資金協力を要請してきた。

これを受けて日本国政府はプネ工科大学の機材整備に関する無償資金協力に関する基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は1991年 4月 4日より 4月24日まで電気通信大学情報工学科 有山正孝教授を団長とする基本設計調査団をインド国へ派遣した。

基本設計調査団はインド側関係者と要請内容の協議を行うとともに、プネ工科大学並びに関連施設の調査及び資料の収集を実施し、協力の対象範囲、要請機材の内容、インド側の負担措置等についての確認を行った。調査団は帰国後、現地調査の結果を踏まえ、最適な機材の選定、実施計画の策定等を行った。その後、国際協力事業団は基本設計調査の内容を最終的に協議、確認するため、1991年 7月 8日より 7月17日までドラフト報告書説明調査団を同国に派遣した。

本報告書は、上述の現地調査結果を踏まえ、国内解析に基づいて、『インド国プネ工科大学機材整備計画』に関する基本設計調査の結果をとりまとめたものである。

第 2 章

第2章 計画の背景

2.1 インド国における技術教育の現状

2.1.1 技術教育セクターの概要

インドでは、1976年に国と州の協同管轄事項となるまで教育は州の専管事項とされていたため、学校制度は州ごとに異なっていた。インド国政府の教育省に設けられた、教育諮問委員会は1964年－1966年の間作業を行い、初等教育と前期中等教育に10年、後期中等教育に2年、高等教育に3年の10・2・3制に全国の制度を統一することを勧告し、現在では図2-1に示すようにほとんどの州、直轄地で実現されている。

また、同諮問委員会は学校教育を生涯教育の1プロセスとしてとらえ、フルタイム、パートタイム、自己学習という3つの教育形態を有機的に統合し、仕事と密着した学校教育制度の構築を提案しており、現在この方針に沿った計画が推進されつつある。

図2-1に示される高等教育部門をみると、1989年現在高等教育機関として179の大学、10校の国家重要大学、6,040校の単科大学がある。

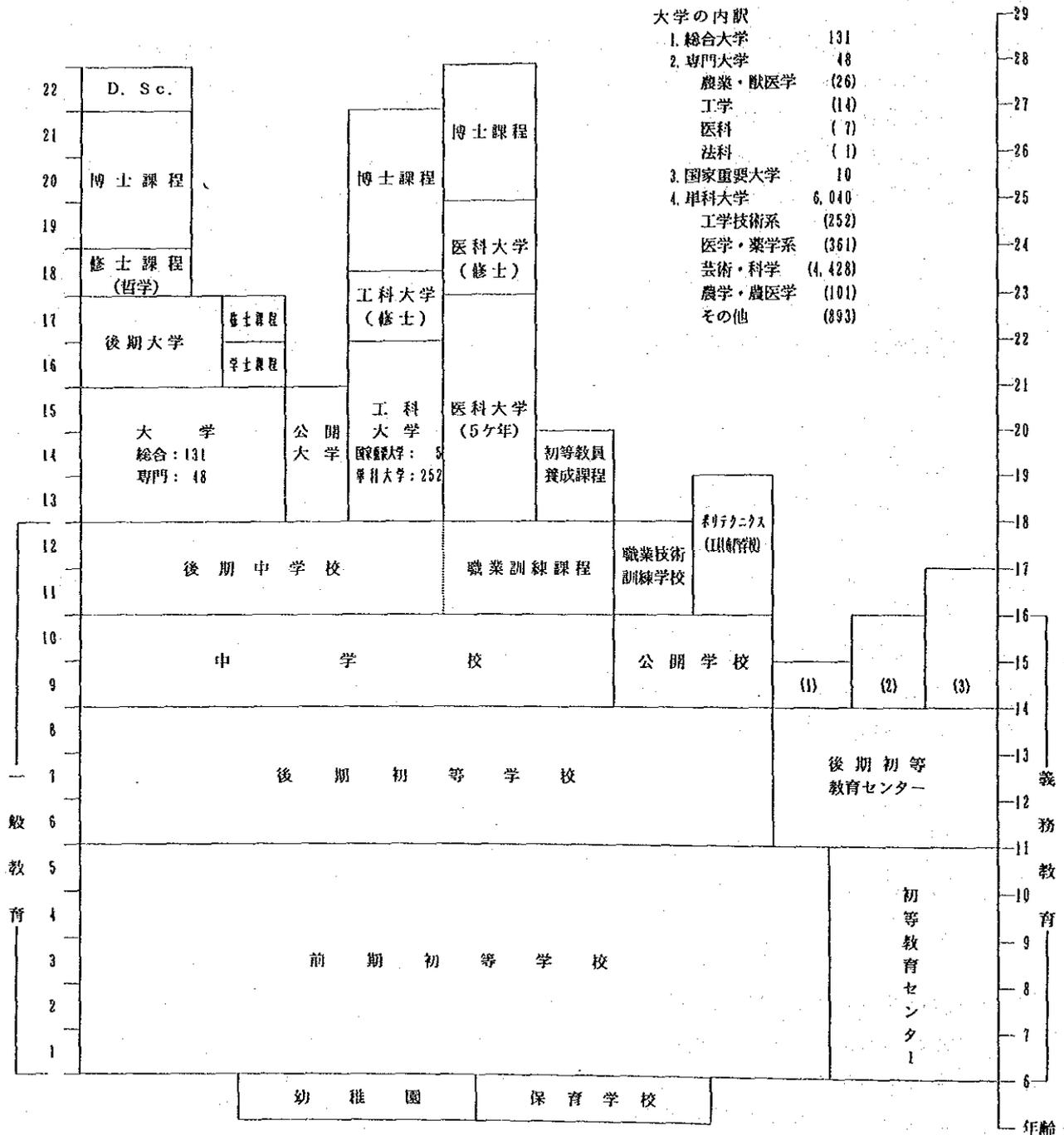
179校の大学は、131校の総合大学と48校の専門大学がある。総合大学は、その大学の傘下にある加盟カレッジが学部教育を行い、もっぱらそのカレッジの水準維持と大学院教育、研究を任務とするものと、加盟カレッジは持たず学部段階から教育を行うもの、更にこの両者が混在しているものがある。

10の国家重要大学は、高度レベルの科学・技術を教育しており、5校のインド工科大学（ボンベイ、デリー、カンプール、カランプール、マドラス）、統計学の1校、医科学の3校、ヒンズー語の1校より成っている。

今回の調査対象であるプネ工科大学が属する単科大学はインド国全体で6,040校もあり、この中の252校が工学・技術系、361校の医学・薬学系、101校の農学・農医学系、4,428校の芸術・科学系、その他893校の単科大学より成っている。

以上、4つの種類より成る高等教育機関は、大学院まで含め358万人の学生が在席し、教員数は23万4,000人である。学年度は州によって異なり6～7月に始まり、3～4月に終る制度となっている。学部の入学資格は12年の学校教育終了とされ、一定の全国基準に沿って、各大学の委員会によって中等学校の成績、入学試験の成績を考慮して選考が行われる。修業年限はディプロマコースが3年で、工学及び建築学は4～5年、医

図2-1 インド国における教育システム (1986年)



(1)、(2)、(3) : 職業学校及び工業訓練学院

学が4年半と1年のインターン、農業大学は3～4年である。大学院は修士課程が通常2年、博士課程が2年であり、学部に比べて競争率は低くなっている。

現在、教育用語のインド言語化が進行しつつあるが、主流は依然として英語である。1962年にデリー大学で通信教育課程が開設されたのを皮切りに、大学教育の一般への公開が進行し、1980年代にはインディラ・ガンディー国立公開大学が開校された。

大学運営にかかわる財政的基盤をみると、国立総合大学はインド国大学援助委員会(UGC, University Grant Commission)から、開発費と運営費の形でうけ、インド工科大学などは直接的資源開発省の管轄で、大蔵省から直接開発費、運営費を受けている。州立大学は開発費と一括運営費を州政府から受けると同時に、UGCからも州支援と同額の開発費の支援を受けている。

一方、国立及び私立の単科大学は、運営・開発費としての援助費として政府から資金を大学内部の学術上または研究上の必要性及び、学生の受入れ人数の増減にかかわらず前年度予算に対して規定された額を受けている。

次に、インド国全体における単科大学の歴年の変化をみると表2-1のとおり急速に増加していることが判る。

表2-1 インド国における単科大学数の変遷

種別	1950-51	1960-61	1984-85	1986-87	1987-88
工学・技術大学					
大学数	33	81	587*	968*	1,044*
学生数	13,268	47,838	292,303*	380,963*	434,168*
工学・技術学校					
学校数	109	283	2,285	3,386	3,720
学生数	21,148	86,302	182,223	308,279	314,104
医科大学					
大学数	28	60	116	125	125
学生数	2,675	5,874	11,817	13,287	14,166
歯科大学					
大学数	4	11	25	36	40
学生数	18	333	881	1,461	1,715

出典：CSO、インド経済基礎統計、1989

*：数学院修士を除く

これをブネ工科大学の位置するマハラシュトラ州でみると表2-2 のようになっている。

表2-2 マハラシュトラ州技術教育機関の数と学生数

		私 立	援 助	国 立	合 計
単科大学	大学数	54	13	5	72
	標準入学者数	11,415	1,655	1,180	14,250
	在学生数	26,453	5,247	4,852	36,552
ポリテクニクス ¹⁾	大学数	98	11	27	136
	標準入学者数	18,900	1,700	3,810	24,410
	在学生数	28,448	6,235	10,201	44,884
工業訓練学校	数	78	102	180	360
	標準入学者数	7,032	34,704	41,736	83,472
	在学正数	5,236	33,441	38,677	77,354
職業訓練学校	数	183	163	49	395
	標準入学者数	8,625	8,102	1,624	18,351
	在学生数	—	—	—	—
技術学院	数	206	58	111	375
	標準入学者数	11,805	6,720	13,670	32,195
	在学生数	—	—	—	67,347

出典：マハラシュトラ州技術教育局（1988年）

¹⁾ ポリテクニクスは技術、工学教育機関のみ

2.1.2 技術教育セクターの問題点

工科大学、ポリテクニクス (Polytechnics)、特定のサブセクターの技術者教育を行なっている工業訓練学校、職業訓練学校、技術学院などを含む技術教育セクターは前節で述べたように数の上では急速に増加しつつあるものの現在、人的資源開発省、技術教育総局を始め関連するUGC などの間で以下の如き種々の問題点が提起されている。

(1) 重点技術分野の強化¹⁾

現在、インド国政府は、コンピューター利用技術、エレクトロニクス関連技術、新材料技術、バイオテクノロジーなどの先端技術分野において、他の先進国よりも大幅に遅れているとの認識の下、これら分野に関する大学における学部、修士課程の工学教育を拡充・強化する方針となっているものの、これらを行う為の教育・研究施設の不足、教育実験・研究機材の老朽化と最新機材の不足並びに、これらを学生に教授する教官の数の不足とともに質的な問題を依然抱えている。

このような状況下、MHRD (Ministry of Human Resource Development) 及びその傘下にある技術教育総局は、第 7 次五ヶ年計画以降、緊急技術分野、技術格差是正を必要とする分野、新プログラムに関する 872 のプロジェクトを実施し、これらプロジェクトに対する総支援資金、約 108 百万ルピーに達しているがインド国全体では数多くの対象機関があるために依然として成果を生むまでには至っていない。

¹⁾ 大学別先端技術研究センター、資格別研究開発従事者、中央政府の省庁別研究開発費、州政府別研究開発費、サブセクター別研究開発費、国営企業、民間企業セクターにおける研究開発費に関しては資料編 11 参照

(2) 経済・社会のニーズ

インド国の経済の特徴は基本的にはほとんどのセクターにおいて、自給体制が整っているが 1988/89 年度の対外貿易をみると輸出の主要五品目は、手工芸品 (519.4 億ルピー)、機械及び自動車類 (232 億ルピー)、化学品、皮革製品、及び綿製品 (113.1 億ルピー) であり、輸入は機械・自動車類 (531.6 億ルピー)、石油類、有機化学品、及び鉄鋼製品 (437.4 億ルピー)、非鉄金属類 (78 億ルピー) となっている。すなわち、製造業においては、依然として機械・電気製品の精密部品が輸入の状況となっており、特にエレクトロニクス、計測制御機器、ロボティクスなどの分野において、遅れをとっていると考えられている。

また、民間企業、公営企業にかかわらず、現状では大学卒業生のレベルが上記の如き産業界のニーズに合致しておらず、技術セクターに属する工学系教育機関のカリキュラム、実験実習科目の見直しが必要であると考えられている。

(3) 工学教育施設・実習実験機材

前にも述べたように、インド国政府、人的資源省が直接統括している国立の中央大学やインド工科大学は財政的支援も豊富で、海外の二国間援助により教育・研究施設、実験・研究機材も充実しているが、プネ工科大学を始めとする単科大学などは工学系学生用の実験機材は比較的整備されているものの、多くは基礎的な実験機材であり、機材の用途が限定されており、また数十年前の老朽化したものが多いことから、補修費がかかるとともに、旧式である為に大型の機材が多く、かえって光熱費の負担増となり、実験研究予算を圧迫する結果を招いている。

工科大学に対しては、実務教育に必要な、設備・実験機材リストが、規定されているものの、工学系教育のニーズに応じた改変がスムーズに行われておらず、現在、人的資源開発省、技術教育セクターの研究施設拡充プログラムの重点的实施が望まれている。

(4) 維持管理

大学運営に関する維持管理に関しては、インド国においては、工学教育に係わる年間経費は平均的にみると学部学生、修士課程学生 1人当たりそれぞれ10,000ルピー、15,000ルピー、建屋を除く教育・研究施設・機材など固定資産に類するものが、それぞれ10,000ルピー、15,000ルピーとされているが、それでも工科大学では、機材、予備品、材料購入費にあてる経費が不足しており、前記、重点分野における実験・研究活動の障害となっている。

また、インド国においては国産が可能な製品は、原則として輸入禁止となっており、輸入禁止製品のうち価格が5万ルピー以上のものは工業省傘下にある技術開発総局に対する申請・許可が必要となっている。但し教育機関に対しては5万ルピー未満のものは、この権限を学長に委託しており、各大学は年毎に規定される額までは申請・許可制の免除、輸入税の免除などの減免措置があるものの、現実には金額の多少にかかわらず上記の維持管理費不足もあって実験・研究機材並びに部品の手入が困難な状況にある。プネ工科大学の維持管理に対しては、以上の如き輸入手続きが若干複雑で、タイムリーな実験・研究機材の手入が困難な状況にある。

2. 2 技術教育セクター開発の施策

2. 2. 1 第 8次五ヶ年計画における技術教育セクターに対する政府のポリシー

インド国は本年 4月より第 8次五ヶ年計画（1990/91-1995/96）に入っているが、本年 3月に終了した第 7次五ヶ年計画（1985/86-1990/91）は第 6次五ヶ年計画に引き続き、製造業セクター、サービスセクターの寄与により従来になく経済成長が達成され、第 7次五ヶ年計画期間中の平均成長率で5. 3%が見込まれている。

第 8次五ヶ年計画の政策の詳細は依然として発表されていないが、1990年 6月18日から19日に開かれた国家開発委員会において議論された『第 8次五ヶ年計画へのアプローチ』によると、第 8次五ヶ年計画の平均経済成長率は年5. 5%と設定される見込みである。

人的資源開発セクターに関する現在進行中の施策は、1968年に採択された『国家教育政策決議』に基づき種々の討論を経て、1986年国会で承認された『新国家教育政策（NPE）』 156条の中に読みとれるが高等教育セクターの重要部分を抽出すると以下のよう内容となっている。

- 1) 教育セクターに関する施策を国家、地域開発にリンクさせるとともに、国家の統一と有機的発展に貢献させる。
- 2) 工学教育の教育体系を国家のニーズに合致させるとともに、特に、地方開発のニーズに合致した核となるカリキュラムを提供する必要がある。
- 3) 職業教育も含めた教育のあらゆる段階で、最低限の国家基準を確立する。
- 4) 特に職業教育に対するニーズが大きいためこの分野を重点分野とする。
- 5) 教育期間中における職業実務教育の実務経験を重視し教育における経済・社会との計画的連携を構築する。
- 6) 産業界の教育機関の卒業生に対する学位資格偏重主義の是正及び卒業生への技能・資格要求の明確化を計る。

2.2.2 技術教育セクターの施策

以上の高等・技術教育セクターのポリシーに従い具体的施策の立案、運営は1945年に設立された中央及び州における技術教育の開発に関する提言を行う国家専門家委員会である全インド技術教育諮問委員会 (AICTE, The All India Council For Technical Education.)が行っているが、この機関は、全国に亘る技術教育セクターの適切な計画と開発の推進、技術教育に関する計画目標に関する具体的改善プログラムの推進、全体システムに関する運営と規格と標準の適切な推進を主たる業務としており、以下の施策を計画実施中である。

(1) 老朽化施設の撤去と近代化

あらゆる分野における老朽化教育施設の撤去を行い、近代化を進め、これらの施設の効率の向上を図る。これには以下のものを対象とする。

- 実験室及び工作室における機械及び設備の老朽化施設の撤去を進める。
- 効果的な開発が予測される分野に対する必要技術に係わるカリキュラムに応じた新規機材の導入を計る。
- コンピューターの整備を計り、教官及び補助スタッフの訓練及び再訓練を行う。

(2) 技術教育における緊急分野

前節で述べた技術教育セクターの現状に鑑み、インド国政府は、技術教育の重点分野として以下の政策を実行中である。

1) インド国において比較的遅れている技術分野に対する施設の強化策。

インド国政府は世界的な技術革新の潮流の中で技術的に遅れを取っていると考えている科学技術、工業技術分野は以下の10分野であると指摘している。

- ① コンピューター科学並びに利用技術
- ② 電子工学並びに利用技術
- ③ 制御工学
- ④ 材料科学及び材料利用技術
- ⑤ 保全技術
- ⑥ 製品開発及び設計技術
- ⑦ バイオテクノロジー利用技術
- ⑧ 人間工学
- ⑨ 印刷技術
- ⑩ 経営科学

インド国政府は以上の分野に対し①実験・研究施設、所要スペース、教官並びに技術スタッフなどの拡充、②所要の履習コースの多様化、③大学卒業後のプログラムに対する準備段階の質的向上を計る政策をとっている。

2) 最重点技術分野における基盤整備

第6次五ヵ年計画で実験的に実施されたスキームを拡充し、表2-3に示す16分野の最重点技術分野に対し、技術教育開発計画の中で以下の如き施策を実施中である。

- ① 近代的実験施設の基盤整備を計る。
- ② 必要なプログラム及びコースの設置により最新技術レベル確立の為の強固な基礎を作る。
- ③ 新分野における研究・開発活動に対して、国家レベルでの施設の提供と支援を行い先進諸国との技術格差を是正する。
- ④ これら重点分野における研究者、教育者などの人的資源の拡充を計る。
- ⑤ 同上の人的資源のトレーニングを行う為の施設の拡充を計る。
- ⑥ 技術教育機関以外の関連する研究開発機関やこれら技術のユーザーの協議会を含む諸機関との連携を進める。
- ⑦ 開発された技術分野に関する情報を広く分配する。

表2-3 インフラストラクチャの整備が必要な緊急技術分野

エネルギー科学	光通信並びに光ファイバー
輸送工学	レーザー技術
マイクロエレクトロニクス	情報処理技術
リモートセンシング	通信データ処理
宇宙科学	教育学
信頼性工学	CAD/CAM
環境工学	ロボティクス及びAI (人工知能)
水資源管理技術	マイクロプロセッサ

表2-4 特殊分野における新/改良技術

1. エネルギー技術
 - エネルギー貯蔵技術
 - 原子力技術
 - 超高压直線変換
 - 高効率内燃機関
 - 太陽エネルギー空調システム
 - 海底鉱床開発
2. コンピューター関連技術
 - 自動化・ロボティクス
 - コンピューター利用通信システム
 - CIM
 - コンピューター利用工業プロセス制御技術
 - OA (Office Automation) 技術
 - エキスパートシステム
3. エレクトロニクス・通信技術
 - 衛生通信システム
 - デジタル通信システム
 - 光エレクトロニクス
 - 分子エレクトロニクス技術
 - 超半導体
 - レーザー技術
4. 生物学
 - 分子生物学
 - バイオエレクトロニクス
 - 生物化学工学
 - 細胞融合
5. 宇宙技術 (軍事技術)
 - 遠隔測定技術
 - プラズマ工学技術
 - ロケット技術
6. 環境技術
 - 水資源開発技術
 - リサイクル・廃棄物利用技術
7. 工業化技術
 - 膜技術
 - 超音波利用技術
 - 低温技術
8. 材料技術
 - 包装技術
 - 石油化学
 - 複合材料
 - 低コスト住宅材料
9. 資源開発技術
 - 海洋工学
 - 水産技術
10. その他
 - 都市開発計画
 - 地域固有資源開発技術
 - 小規模セクター経営者教育

3) 個別分野の改良または新技術開発に対する育成プログラム及びコースの設置

本計画は、インド国の新国家教育政策の実施に当たり 1987/88に制度化されたものであり、産業界の技術的転換及び世界的な周辺技術革新に合わせて、表2-4に示す分野の新しいプログラム、コースの設立を行う計画となっている。

以上の3分野に対するインド国政府の諸施策は総括すると表2-5 のようになっている。

表2-5 技術プログラム拡充計画 (1985/86-1989/90)

	プロジェクト数	投入資金 (Rs Lakhs)
1. 緊急技術プログラム	458	5,733.51
2. 技術格差是正プログラム	347	3,930.00
3. 新プログラム	67	1,122.15

上記の技術教育分野における緊急分野の対象74分野の緊急テーマに対し、以下の教育研究環境の整備を行う。

- 支援分野に対して近代の実験室を整備する
- ハイテクノロジー分野の研究に対する基礎を確立する。
- 国家的レベルで先端分野における施設整備並びに研究開発活動に対する支援を行い先進国との技術格差の是正を計る。
- 教官・技術補助スタッフの訓練を強化する。
- 技術のユーザーの協議会、産業界、並びに研究開発機関との連携を強化する。
- 開発された技術分野で得られた情報の配分に努める。

2. 3 大学の概要

2. 3. 1 全般概要

プネ工科大学の前身は1854年イギリス-インド政府により若いインド人土木・建設技術者の養成学校として、プネ市のパワニ・ペス (Bhawani Peth) 南東部に設立された。これはインドで設立された最も古い学校の1つになり、現在まで136年に至る歴史の始まりとなった。1865年現在の国道4号線沿いの敷地へ移動した。

1911年にはプネ工科大学となり、1912年のボンベイ大学や1949年のプネ大学との提携を通じて大学のレベルアップを図る一方、創設期の土木工学科から、機械工学科、電子通信学科等の開講を経て、1965年の計測学科の新設へと至り、同年には修士課程の開講となった。

現在の大学は、3章 図 3-1に示されるとおり、プネ市北部のムタ川と鉄道に挟まれ、中央を国道によって分断された15ヘクタールの敷地に、主要建物11を有する。敷地は平坦で多くの樹木によって囲まれており、ムタ川の対岸及び隣接する2ヶ所には、将来の拡張用の敷地が用意されている。建物は、本館、電子通信学科棟、電気工学科棟、計測学科棟から図書館（蔵書数45,000冊、定期購読誌200誌）等の主要建物11棟、建物の延べ床面積は23,000㎡以上を有している。

さらに、近隣の敷地には、275室を有する寄宿舎があり、655名の男子学生、18名の女子学生が生活している。

2.3.2 運営体制と各工学科の概要

大学は州立大学であり、マハラシュトラ州の技術教育局の管轄下にある。大学内の組織は学長を中心に教育部と管理部にわかれ（図2-2）教育部は電子通信学科、金属学科等の学士課程、修士課程を合わせもつ学科と修士課程のみの都市工学科及びその他の関連学科の12学科（教授あるいは、助教授が主任となる講座）と一般学科（講師のみの講座）より構成されている。（表2-6）

募集人員、教官数とその地位、学位及び学生数は表2-7のとおりである。

プネ工科大学は1949年にプナ大学（University of Poona）大学が設立されて以来、プナ大学の加盟カレッジ校^{1/}としてその管轄下に入っている。

また、15,000名を越える卒業生はインド全土に亘る官庁、民間企業で活躍しており、高い評価をえている。主な就職先は次のとおりである。

・機械製造	27%
・電 力	17%
・電子機器	13%
・鉄鋼、建設資材	11%
・建 設	7%
・進 学	13%

1/加盟カレッジについて

インド国内にある179の大学は学内に学士課程・大学院及び研究部門をもち直接管理するタイプと学士課程・研究部門、一部には大学院を加盟カレッジに任せ、自らは数ある加盟カレッジのカリキュラムの内容や学術レベルを監理するタイプあるいは、2つのタイプを併せ持つタイプとがある。

プナ大学ではマハラシュトラ州の5つの地域（プネ、アーメダナガル、ナシック、デュール及びジャルガオン）に所在する205校の工科大学を加盟カレッジとしてもつ。

プネ工科大学はその加盟カレッジの1つである。

プナ大学を本部として、カレッジを各学部として考えるのが適切であろう。

1) 電子通信学科

拡充計画の重点配分学科である。電子、通信、情報、制御コンピューター等の広範囲な分野の教育または研究を行っている。コンピューターはインド国産品があるが他の分野では旧式（例えば真空管）の機材による原理（理論）教育が主である。新しい機材の導入による技術の進展に適合した最新技術教育研究を指向している。

2) 金属学科

カリキュラムの内容は我が国の冶金（金属）学科と同様であるが、修士学生の研究はプラスチック系材料も含め材料研究が主である。

3) 電気工学科

発送配変電を基礎とする電気技術系の最も古い学科である。高圧直流送電、パワーエレクトロニクス、LCA（ローコストオートメーション）等の新技術に挑戦を開始しているが、オートメーション分野の研究として教官の手作りの装置が（ロボットのマニピュレーター等のように）使用されている。機材が旧式のものがほとんどなため原理／理論教育に止まっている。

4) 計測学科

電子通信学科の一部が発展して枝分かれした最初の学科である。計装装置、プラント等の計測制御技術の教育・研究を一つの柱としている。同分野は最近インド国内でも急速に需要が増大しつつある。医用生体電子装置の研究開発が盛んでプネ工科大学近代化計画での重要基盤整備学科のひとつの柱となっており、特に、センサー類の学内開発が強く要望されている。

5) 土木工学科

最も古い学科であり学生数も多い。土木、建築、都市計画、構造、水理、地質、環境及び交通を含む幅広い学科である。構造工学科及び構造土質学科は学科の一部を構成している。

6) 機械工学科

内燃機関、流体実験、材料実験の機材は極めて古いですが、修士学生を中核とする研究活動が盛んであり、学生の研究発表のための機関誌の発行も20年以上続いている。実験工場は学科の一部を構成し、精密測定、工作機械、マシニング及びロボットの研究を行なっている。

図 2-2 ブネ工科大学組織図

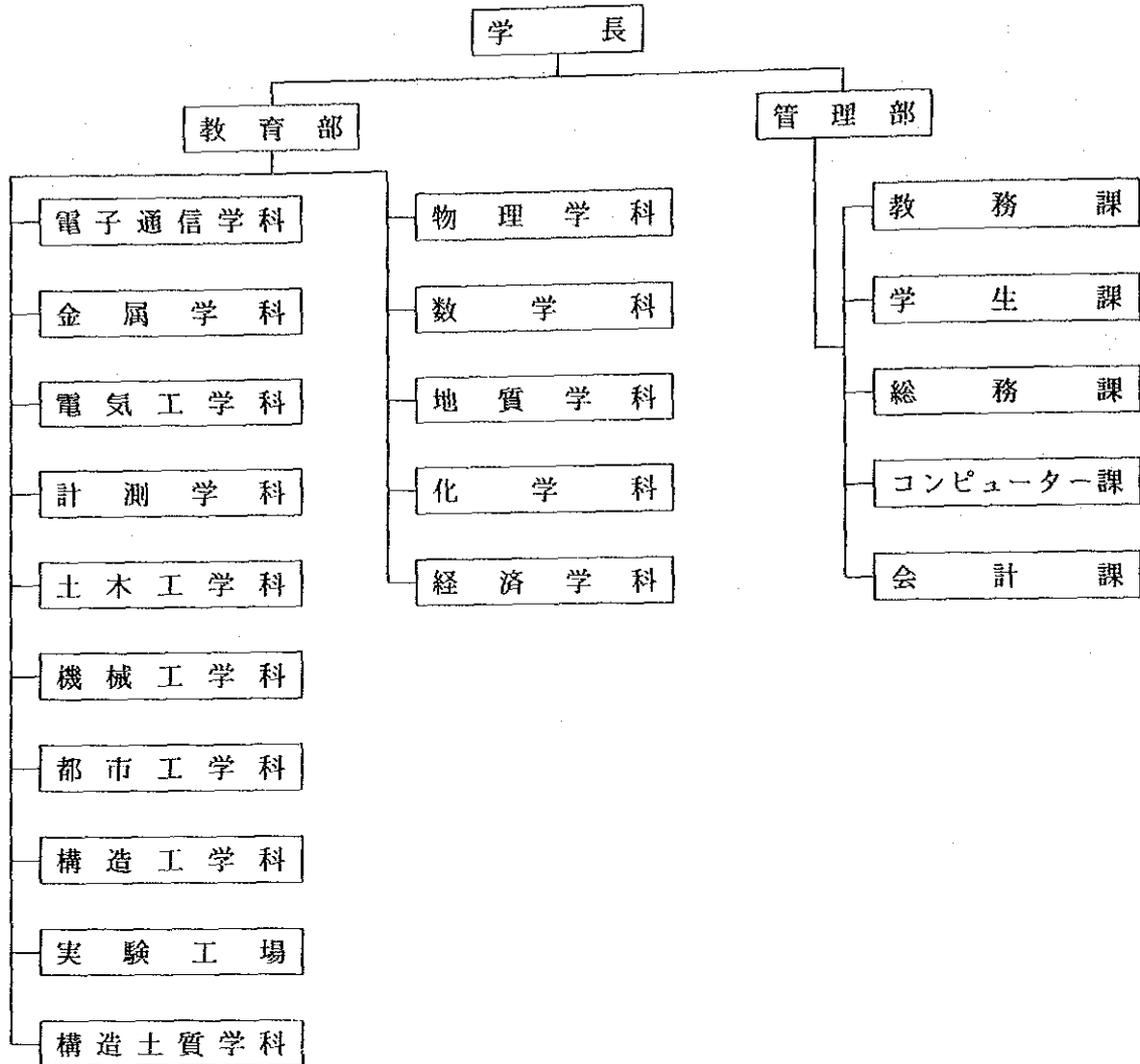


表 2-6 ブネ工科大学の履修コースの内容

	学 科	専 攻	備 考
電子通信学科	○	○	
金属学科	○	○	
電気工学科	○	○	
計測学科	○	○	
土木工学科	○	○	
機械工学科	○	○	
都市工学科		○	土木工学科の修士課程の内、単独で学科を構成している。
構造工学科			土木工学科の講座を構成している。
実験工場			1学年共通学科及び機械工学科の講座を構成している。
構造土質学科			構造工学科が兼任している。
地質工学科			一般共通学科
物理学科			"
数学科			"
化学科			"
経済学科			"

表 2-7 募集人員、教官数とその地位、学位及び学生数

		募集学生数		在 校 生 数				教 官 数						教官数 合 計	主要建物 床 面 積
								地 位			学 位				
		学 士 課 員	准 士 課 員	1 学 年	2 学 年	3 学 年	4 学 年	教 授	助 教 授	講 師	博 士	修 士	学 士		
電子通信学科	電子通信学科	60	24		70	74	69	3	4	9	1	7	8	16	4,304
金属学科	金属学科	60	12		68	63	77	2	4	3	3	3	3	9	2,215
電気工学科	電気工学科	60	12		76	70	70	4	5	18	2	18	7	27	1,009
計測学科	計測学科	30	-	479	40	36	38	1	1	4	-	3	3	6	1,000
土木工学科	土木工学科	120	44	479	113	138	136	1	4	10	3	8	2	13	3,119
	都市工学科							1	1	1	-	3	-	3	300
	構造工学科							4	2	7	3	8	2	13	1,017
機械工学科	機械工学科	120	12	479	151	152	134	4	7	9	3	9	8	20	1,000
	実験工場							1	-	3	1	1	2	4	1,896
そ の 他		-	-		-	-	-	2	3	11	3	10	3	32	7,376
小 計		450	104	479	519	533	524	23	31	75	19	70	40		
合 計					2,237				129						

2.3.3 維持管理

年間予算はマハラシュトラ州より支出されており、現在及び過去 2年間の実績は表 2-8に示す。

ただし、建物の維持管理は州の公共事業省によってなされているため年間予算の中には組込まれていない。州政府の州立工科大学 4校への増改築費用、機材・図書購入費、研究所の新設費等は第 8次五ヶ年計画で 424百万ルピーが見込まれている。また、州立工科大学 4校への機材・図書購入費の過去 6年間の推移は次のとおりである。(表 2-9)

表2-8 過去 2年及び1991年度のプネ工科大学予算¹⁾

単位：百万ルピー

項 目	1989	1990	1991
給与・賃金	18.8	19.6	27.5
事務費(水道・電気代を含む)	1.2	1.8	1.8
外注費	0.45	0.6	0.6
税金	0.4	0.4	0.4
資材・機材費	0.9	1.1	1.2
設備費(図書購入費を含む)	6.0	8.8	17.3
定期出版図書費	0.35	0.45	0.45
移動費	0.07	0.08	0.09
合 計	28.17	31.83	49.34

¹⁾ 建物維持管理はマハラシュトラ州の公共事業費によって行われているため、年間予算には含まれていない。

表2-9 過去 6年間の工科大学予算実績

単位：百万ルピー

	85	86	87	88	89	90
州立工科大学 4校 への機材・図書購入費	20	20	23.5	34	36.4	42

2. 4 要請の経緯と内容

2. 4. 1 要請の経緯

インド国は1947年独立後、第1次五ヶ年計画（1951/52-1956/57）を開始して以来、教育部門に注力した結果、教育セクターのすべての部門で教育機関数、就学生数ともに増加し、質・量ともに成果がみられている。

前節で述べたように、1968年の『国家教育開発決議』、1986年の『新国家教育政策』の二つの大きな教育政策の実施以来逐次、教育政策とその評価を行い、五ヶ年計画の見直しを行っているが、技術教育セクターに関しては、特に、国家経済発展への寄与、中でも地方開発に対する貢献とともに、工業生産技術における世界的な先端的技術革新に対する格差是正についての一層の役割が求められ、1991年4月に開始された第8次五ヶ年計画では特に、この傾向が強くなっている。

かかる状況下、人的資源開発省、技術教育総局は、技術教育セクターの中でも規模的にも実質的にも主要な役割が期待されている工科大学における前節の分野の施策すなわち、①緊急技術拡充プログラム ②技術格差是正プログラム ③新プログラムを1987/88年に制度化し実施している。

しかしながら、前節のプログラム実施に充当された資金は、インド国に広範囲に存在し、数多い工科大学に対しては依然として不十分であり、地域産業に対する貢献、並びに先進的生産技術部門に対する人材教育に資する工学教育拡充に要する機材整備は十分ではない。

かかる状況下、インド国政府、人的資源開発省技術教育総局は、インド国の国民総生産の約3割を占め、産業界の中心と位置付けられるマハラシュトラ州の中でも最も早く創設され、教官・学生ともに質の高いプネ工科大学を工学教育拡充のためのモデルとして選定し、その教育・研究機材の整備計画につき日本国政府に対し無償資金協力を要請したものである。

2.4.2 要請の内容

(1) 要請の目的

ブネ工科大学は前節で述べたような政府の『技術教育拡充計画』を背景として教育研究機材の整備、建屋の改修・拡張、新築、学士・修士課程の新設、研究センターの設立、教官・技術職員の拡充などの計画より成る『ブネ工科大学近代化計画』を策定・実施中であり全体として、今次、第8次五ヶ年計画期間中に計画を達成し、インド国の中でも数少ない¹自主大学 (Deemed University) を目標とするものである。

これらは図2-3に示すような構成要素となっているが、このうち、先端技術教育・研究機材整備部門について日本政府へ無償資金協力を要請したものである。

1自主大学

大学自身が、カリキュラムの制定、入学試験の実施、学位の授与などを実行できる大学を自主大学といい、豊富な予算、学術研究の自主性を確保できる大学で、総合大学の一部とIITなど、現在22校ある。

図 2-3 プネ工科大学近代化計画の概要

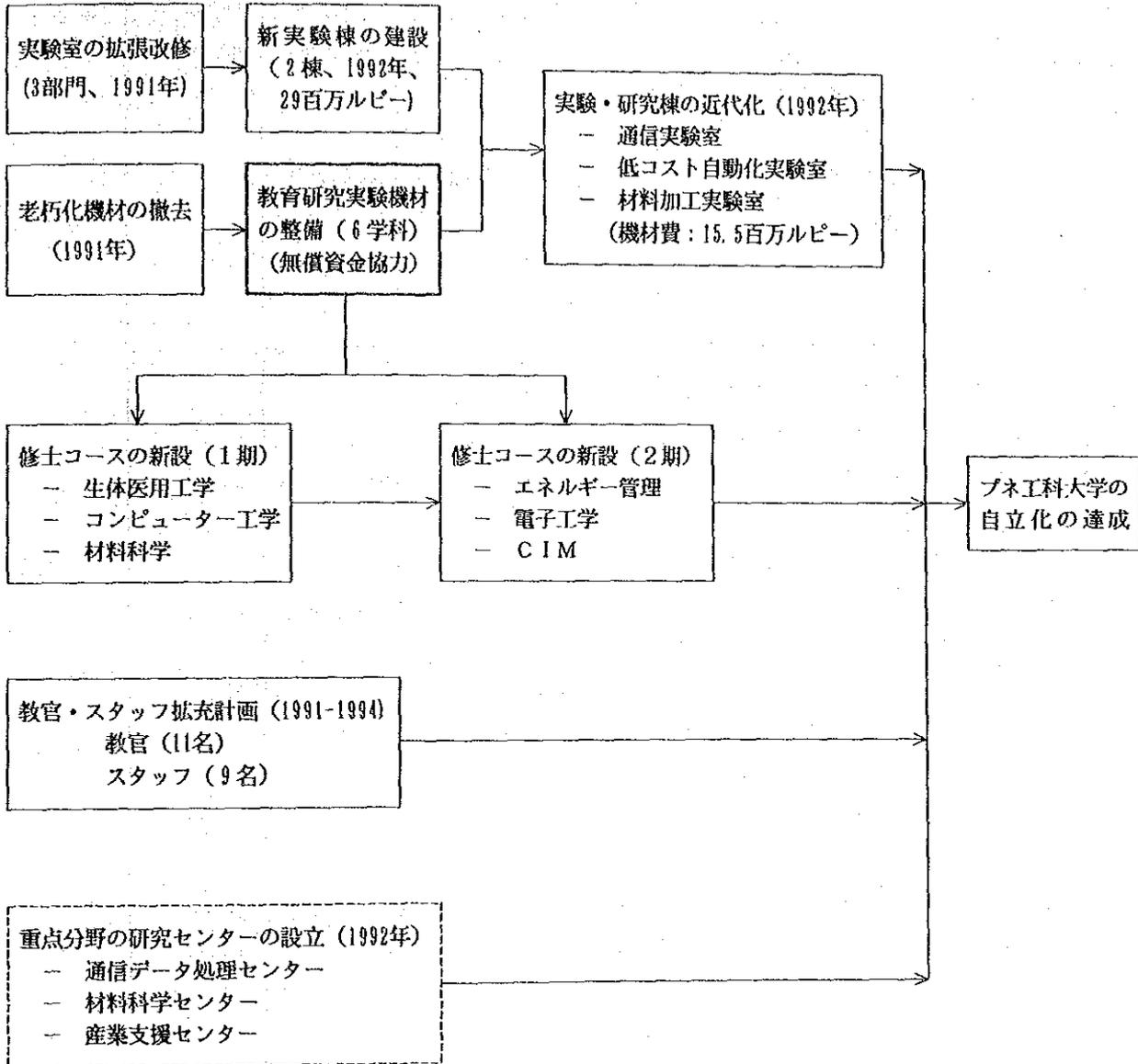


表 2-10 ブネ工科大学近代化計画人員拡充計画 (1991-1995)

	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95
I. 修士課程教官拡充計画				
1. 教授	1	2	-	
2. 助教授	1	3	2	
3. 講師	2	-	-	
合 計	4	5	2	
II. 学士課程教官拡充計画				
1. 教官	1	1	-	-
2. 助教授	1	1	1	1
3. 講師	2	2	2	2
合 計	4	4	3	3
III. 職員拡充計画				
1. プログラマー	-	1	1	-
2. 作業員	1	-	-	-
3. 技術補助員	-	-	1	1
4. 電気技師	-	1	-	-
5. 事務員・タイピスト	1	-	1	-
6. 補助員	3	1	2	1
合 計	5	3	5	2

(2) 要請の内容

ブネ工科大学は歴史も古く、過去にインド政府の開発プロジェクトの実績もなかったため、学部学生の実験機材、修士学生・教官が行う研究機材が老朽化している。要請機材は産業界から特にニーズの高い学科に対するものであり、電子通信学科、金属学科、電気工学科、計測学科、土木工学科（都市工学科、及び構造工学科を含む）、機械工学科（実験工場を含む）の6学科向けの学部学生の実習実験機材、修士課程学生の研究機材によりなっている。

要請機材を上記6学科別にみると以下のようになっている。

1) 電子通信工学科

通信工学の学生実験、研究機材が主であり以下の機材より成っている。

- 電界強度測定機器（測定用受信機、電界強度測定器、各種アンテナなど）
- 通信方式研究機材（変調解析装置、FM直線検波器、無線通信解析装置など）
- マイクロ波研究機材（周波数カウンター、マイクロ波電力計、定在波測定器など）
- 通信技術解析機材（スペクトラム解析装置、ネットワーク解析装置、スカラーネットワーク解析装置など）
- 光通信機材（光ファイバー通信試験セット）
- コンピューター関連通信機材（インターフェイスモニター、ロジック解析装置、プロトコル解析装置など）
- 信号波分析合成機材（波形合成装置、アナライジング記録計、デジタルオシロスコープなど）
- 映像信号加工処理機材（ビデオ信号処理装置など）
- 電磁干渉測定機材（電磁干渉試験装置など）

2) 金属学科

修士課程学生の研究用機材が主であり、以下の機材より成っている。

- 材料試験機材（疲労試験機、超音波光度計、万能材料試験機など）
- 金属組織、結晶構造解析機材（X線解析装置、熱分析装置、X線応力測定装置など）
- 金属元素分析試験機材（真空発光分析計、X線発光分析装置、炭素・硫黄分析装置など）
- 材料処理技術実習機材（真空高周波誘導電気炉など）
- 金属精練、鑄造実験機材（超音波探傷機など）

3) 電気工学科

学部学生、及び修士学生の实習・研究機材が主となっている。

- 高電圧技術実験機材（電力線多機能変換器、高電圧インパルス発生装置、高電圧直流送電シュミレーターなど）
- パワーエレクトロニクス実験・研究機材（デジタル電子計、デジタルオシロスコープ、コンデンサー容量損失試験ブリッジなど）
- ロボットオートメーション技術実習研究機材（自己学習ロボット訓練装置、アナログオシロスコープ、デジタルメモリーなど）

4) 計測学科

学部学生、修士学生の实验・研究機材が中心となっている。

- 工業計測技術実験・研究機材（単一閉ループプログラマブル制御器、高機能フィールド通信機など）
- 生体医用技術実験研究機材（任意波形発生装置、携帯式デジタル転正機、センサー付筋電計など）

5) 土木工学科

都市工学科、構造工学科を含む土木工学科学部の学士・修士学生の実験研究用機材が主となっている。

- 大気汚染工学実習・実験機材（ガスクロマトグラフィー、紫外吸収スペクトロメーター、携帯用ガス検知計など）
- 都市工学実験・実習機材（交通量測定カウンター、音声スライドプロジェクター、など）
- 構造実験・実習機材（コンピューター制御万能材料試験機）

6) 機械工学科

主として学士学生・修士学生用の実習・実験機材、及び産業支援機材となっている。

- CAD機械設計実習機材（X-Yプロッター、コンピューターデータロガー、携帯式FFTアナライザーなど）
- 機械工作マシニング実習機材（3次元測定機、CNC 2スピンドル多軸旋盤、簡易ロボット付自動供給装置など）
- 制御実験・実習機材（振動試験機、油圧サーボ変換理論実験装置、各種フィードバック制御実験装置など）

第 3 章

第3章 プネ工科大学機材整備計画の内容

3.1 目的

インド国政府は独立以来、人的資源の開発がインド国の経済発展にとって重要課題であるとの認識に立ち、教育セクターには十分の国家予算を充当してきており、それともなって公的教育機関の数も急速に増大してきた。

しかしながら、近年の産業界の技術進歩に対しては、インド国の一部の大学を除いて、工科大学で行われている履修科目並びに実験・実習科目が実情にそぐわない状況が生じているとともに、大学の施設の老朽化並びに最新技術分野における工学実験機材の逼迫が問題となってきている。

プネ工科大学は、自動車・電子・電気産業の成長が著しいボンベイ・プネ市に位置していることもあって、工学技術者の需要が多く、また、周辺産業界のニーズも旧来の産業技術から先端技術指向の質的変換を示している。このような状況から、プネ工科大学は近代化計画の策定を行い大学の工学教育・研究に関する独自性の確立に尽力している。

本計画は以上の如きニーズに対処するために特にニーズの高いエレクトロニクス、材料工学、計測学、電気工学に対する機材の拡充、整備を行うものである。

3. 2 要請内容の検討

3. 2. 1 計画の必要性と妥当性の検討

本計画はインド国の『国家教育政策決議』に基づき、第 7 次五ヶ年計画より実施されている技術教育重点分野振興プログラムの一環を成しているプネ工科大学近代計画の主要構成要素として実施されようとしているものである。

プネ工科大学近代化計画は前章 2. 4. 2 に述べたように実験室の老朽化機材の撤去と拡張・整備を行い学部学生の教育実習・実験機材の整備、修士学生・教官の研究機材の整備を行って実験室の近代化を計り工学教育の質的向上、先端技術分野における研究活動を拡充し、プネ市周辺地域に質の高い工学技術者の提供、並びに研究成果の普及を通じて、広く経済・社会に貢献しようとするものである。

具体的には表 3-1 に示すように本計画によって、

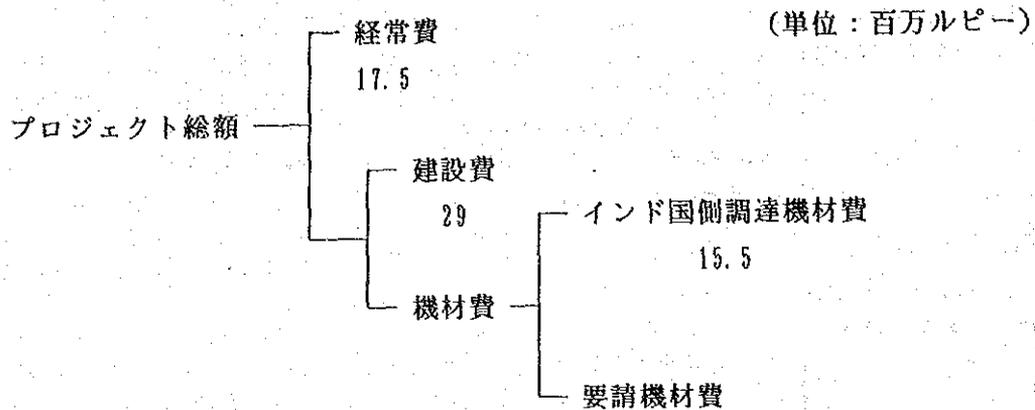
- ① プネ工科大学の対象 6 学科の約 130 名の教官、並びに 2, 250 名の在学生在が直接的に裨益し、毎年ボンベイ、プネを中心とするマハラシュトラ州産業界に約 450 名（学士）、約 100 名（修士）を送ることができる。
- ② また、対象大学の卒業生は、そのほとんどが、マハラシュトラ州における民間企業、公的機関に就職するので、同地域における産業の振興に間接的に貢献する。

表 3-1 計画の必要性と妥当性

計画の必要性	計画の具体的内容	効果と妥当性
1. 教育・実験・実習機材の整備	現在、大学側が保有している機材は極めて古い機材（例、40年前の購入機材）が多い上に、機能が低い ため、近代的工業技術教育には不適となっており、 これらを解消するために、実験・実習機材の整備・ 拡張を計る。	これら機材の整備により、従来行われてきた理論教育、 と工場実習間の実務教育の質的向上が計られ、現在 大学が実施中のサンドイッチ教育（学士課程の中に 3-6 月の国営・民間企業における工場実習をはさむ） が一層効果的となり、卒業生の将来の上級コース並び に産業界へのスムーズな移行が可能となる。 (対象学生：約 2,250名、修士在学学生：約 100名)
2. 試験・研究機材の整備	現在、大学側が保有している試験・研究機材は上記 機材同様、種類が少なく、性能が悪いため、経済社 会のニーズや研究を行う学生・教官の研究意欲に応 えきれず、研究活動の遂行上の障害となっているの で現在あるいは中期的な研究テーマにしばり対象機 材を整備する。	これら機材の整備により、現在、大学における学部 学生の卒業製作・研究、修士学生の研究、並びに教官 の研究活動を活発にするとともに、これら成果の質的 向上が計られ、学生・教官の士気の向上に寄与する。 (対象学生：約 2,250名、教官：130名) また、これらの研究成果は、ブネ周辺地域の産業界に 対し魅力あるものとなって、産学共同研究の遂進につ ながり、ひいては、周辺地域の経済・社会に寄与する。
3. 先端的研究機材の整備	現在、人的資源開発省の技術教育総局が実施してい る技術教育開発計画は先端分野の研究開発を一つの 重点分野としており、この観点から当大学の電子通 信工学科、電気工学科、金属学科に対して一部先 端的研究にも使用可能な機材が計画されている。	現在、インド国における産業界は、コンピューター 制御、メカトロニクス、先端材料利用は、日常的な生 産技術の一つとなっている。このような状況下、当大 学にこれら技術に関する附帯研究の実施体制を確立す ることにより、大学自身の研究活動の質的向上が計ら れると同時に大学周辺地域の産業界が求める共同研究、 診断業務などの技術支援サービスが計られ、特にブネ 周辺地域の中小企業への貢献が期待される。
4. 教官・技術職員の拡充	現在当大学は在学生数約 2,250名、教官 130名であ るが、機材整備に伴う教育・研究活動の拡大並びに 大学の新コースの設立計画もあって約25名 (教授 5名、助教授10名、講師10名)の教官を拡充 する。	以上の機材整備は、現有の教官陣で有効活用されるが 大学側の全体計画は、学部、修士課程における新 コースの設立、通信データ処理センター、材料科学セ ンター、産業支援センターなどの研究センターが設立 される予定であり、これらに対する教官拡充計画によ り、整備される機材が間接的に有効利用される。

3.2.2 実施・運営計画の検討

本計画は、フネ工科大学の近代化計画の中に位置し、インド国側予算総額は62百万ルピーであり、その内訳は次のとおりである。



この予算には、実験室の拡張改修、研究センターの設立、コンピューター工学や材料科学課程の新設等を含んでいる。従って本計画に直接関係する金額は不明であるが、要請機材は、既存の実験室に設置され、現在の教官によって利用されることを考えると電気代、資材費の増加が見込まれる。1991年現在の総事務費（水道・電気代を含む）と資材・機材費の合計 3百万ルピーに比して経常費17.5百万ルピーは増加分を補う十分な資金的裏づけである。

また、教官129名は博士19名（15%）修士70名（54%）、学士（31%）より構成されており、さらに、実験室の技術員の多くも学士取得者であり、要請機材が設置された場合にも十分対応できる体制である。

さらに、学長を委員長、金属学科の主任教授を副委員長、各学科の主任教授、教授を中心とした委員会も組織され、資金及び組織上の問題はないと判断される。

3. 2. 3 国家計画との関係

プネ工科大学近代化計画は前章で述べた人的資源開発省の技術教育開発計画に則しており、本開発計画で規定されている重点分野の思想に従って計画が実施されることとなるのでこの各重点分野とプネ工科大学の対象学科の関連を示すと以下のようになる。

(1) インド国において国際水準の技術に比して比較的遅れている技術分野 (10分野)

重点分野	関連学科	重点分野	関連学科
1) コンピューター科学並びに利用技術*	電子通信学科	6) 製品開発及び設計技術	設計開発センター
2) 電子工学並びに利用技術*	電子通信学科	7) バイオテクノロジー 利用技術	計測学科
3) 制御工学	計測学科	8) 人間工学 (Ergonomics)	計測学科
4) 材料科学及び材料利用技術*	金属学科	9) 印刷技術	
5) メンテナンス工学*	実験工場	10) 経営科学、起業家精神	

(2) インフラストラクチャの整備が必要な緊急技術分野 (16分野)

重点分野	関連学科	重点分野	関連学科
1) エネルギー科学	機械工学科	9) 光通信並びに光ファイバー	電子通信学科
2) 輸送工学	土木工学科	10) レーザー技術	電子通信学科
3) マイクロエレクトロニクス*	電子通信学科	11) 情報処理技術*	電子通信学科
4) リモートセンシング		12) 通信データ処理*	電子通信学科
5) 宇宙科学		13) 教育工学	
6) 信頼性工学		14) CAD/CAM *	機械工学科
7) 環境工学	土木工学科		電子通信学科
8) 水資源管理技術	土木工学科		電気工学科
		15) ロボティクス及びAI*	機械工学科
			電子通信学科
			電気工学科
		16) マイクロプロセッサ*	電子通信学科

(3) 特殊分野の改良または新技術に対するプログラムまたは新コースの設置

重点分野	関連学科	重点分野	関連学科
1) エネルギー技術	機械工学科	6) 環境技術	土木工学科
2) コンピューター 関連技術*	電子通信学科	7) 工業化技術*	計測・機械工学科
3) エレクトロニクス・通信技術*	電子通信学科	8) 材料技術*	金属学科
4) 生物工学		9) 資源開発技術	
5) 宇宙技術		10) その他	

注) *印は、特にプネ工科大学で、本機材整備により充実される分野である。

3.2.4 要請機材内容の検討

3.2.3 節で述べたように、インド国の国家レベルの計画は、先端技術分野における工学教育の質的向上、研究開発の整備、拡充を計ろうとするものであるが、現状のプネ工科大学はただちにインド国側から提出された要請内容のような数多くの先端技術分野を含む多くの分野の研究が出来る状態とはいえない。すなわち、現在、プネ工科大学の実験・研究機材は旧型で老朽化したものがほとんどで機能的にも劣り、また、研究に十分な量・種類が不足しており先端技術研究の機材は支援機材としてのコンピューター以外は非常に少ない状況であり、第1段階としては、将来、マハラシュトラ州の工科大学として、これら先端技術分野における中核的教育研究機関とし確立されるための準備あるいは、先進国において確立されている技術の追跡研究を主とする実験研究を物理的にも人的にも行う段階と考えられる。現地調査において要請された機材は下記の如くプネ工科大学の目的に合致したものであり、以下のような特徴となっている。

- 1) 学部学生の実験実習用として
 - 従来のもので代りに置きかえる。
 - 従来不足していた機能を補充する。
 - 先端的工業生産技術教育に必要な実験実習機材を導入する。
- 2) 研究用としては
 - 従来では実施できなかった研究を可能にする。
 - 大学としても新しいテーマに取り組むことを可能にするもの。
- 3) 産業支援用としては
 - より確度の高い標準器を整備する。
 - 新製品の開発への支援を可能にするものである。

以下、各学科の要請機材について個別に検討する。

(1) 電子通信学科

背景

今日の先進諸国にあつては、いわゆるエレクトロニクス技術分野の進展が目ざましく各方面に浸透し、その各分野の基盤技術となつてきている。従つて一口にエレクトロニクスとは言え、それぞれの利用分野ごとに特徴ある分化を遂げている。現今においては、通信工学科、電子工学科、計算機制御工学科、画像工学科、電磁環境工学科などに分化

している。これらのエレクトロニクス技術の進展はインド国の産業振興にとっても当然必須とされるところであり、大学の教育研究においても重点指向される。

インド内においては末分化であるため当学科に荷せられた責務は広範なものとなっている。

実習・実験活動

当電子通信学科の活動状況を総括すると表3-2 のようになっている。学部教育用実験科目に関しては基礎的な教育は一通り行われている。使用機材が古く例え30年前の真空管式のもの（例えばクライマトロン発振器）であろうとも電波が発射されることには変わりはなく、この意味においては原理や理論の考察に差しつかえる訳ではない。しかしながらこれら古い機材を製作していたメーカーも既に製造を中止してより永く、保守部品も在庫し難くなっている。また、旧式の機材の機能では現在の先端的技術教育には不適なものもある。（例えばクライマトロンでは位相安定度が悪くPCM(Pulse code modulation) 通信には適さない）

また、光通信技術のような最新の技術分野に属するものは古い機材とてなく、全くの理論教育に終始するという状況になっている。

研究活動

次に研究活動に注目してみると、そのレベルは学生実験の域を脱していない点が多い。例えば高電力マイクロ波を農作物に照射し、その利害を観察するテーマにおいて強力な発振器がないため小電力のものを狭いビームのアンテナを用いて局部的に照射している。大電力の信号源を能率よく対象に照射できるよう、また、周波数的にも様々のものが利用できればそれらの差異は学問的にも貴重なデータとなると考えられる。

このように限られた機能しか有していない機材では、その研究活動もおのずと先進国の二番煎じを免れず、研究者達の好奇心を刺激するには程遠い。また、機材が皆目ないテーマでは（例、音声合成）単に理論解析やコンピュータシミュレーションを行うのみである。なおコンピュータについては旧タイプのミニコン迄国産化しておりこの点潜在的な能力の高さが感じられる。

産業支援

また、産業支援の分野は過去の実績としては数的には結構多い（20テーマ以上）。それらは一応の成果を収めたものであるが、当時の技術レベル（保有機材の機能が支配的）で限界でありそれ以上の支援要請には応えられないでいる。産業界からの支援要請はこれらプロジェクトのアップグレーディングであり、本学科はそれらプロジェクトを現在の技術レベルに迄再構築することを目指している。これらプロジェクトが前進すれば更に様々な支援要請が提出されることとなる。

なお当学科においては産業界からの“校正”の要求は多いにもかかわらず標準器となるものが少い。エレクトロニクス分野においても“標準器”を保有して定期的にこれを校正することは大切なことである。

従って、当学科に対しては、ネットワーク解析装置、電磁干渉試験装置、信号波分析合成機、光ファイバー通信試験セットなどの機材を整備する。

維持管理

一般に電子機器のランニングコストは低く電気料金のみと考えてよい。これを10時間使用で3～4ルピー程度であり問題にならない。消耗品としてのフロッピーディスク、用紙、インク代も無視できる。

現在、故障時の修理は自分達研究室内で行っている。しかし要請機材のように高度化されたものは故障時は代理店経由で外部への修理依頼となる。

但し電子機器はMTBF (Mean Time Between Failure) 20,000時間は通常容易に得られるので修理代金がかさむほどのことはない。

以上、電子通信学科の現状及び拡充計画のレビューの下に、要請機材を検討すると、フネ工科大学より提出された機材のうち、電界強度測定装置に必要な各種アンテナは標準ダイポールアンテナでの代替、マイクロ波研究機材のうちマイクロ波コンポーネントは不必要、また、F.M直線検波器は、現有機材及び他の整備機材での代替等を考慮し、表3-2のように選定することとする。

なお、今回整備される機材は、実験・研究において数多くの電子部品、材料が必要となるのでこれらを加え、さらに、共通機材として使用される電源、校正装置、標準キャパシタンスを整備することとした。

表 3-2 電子通信学科の活動状況

活動内容	具体的内容	主要機材
1. 学部学生の実験・実習	1. マイクロ波工学 学部学生のマイクロ波工学全般に対する初歩的な基礎知識を習得させる 要請機材により広範囲な周波数において精度の高い計測が可能になるのでより正確な知識を習得させる事ができる。 真空管式機材を廃却する。	現有機材 ・ Xバンド信号発生器 ・ Xバンド導波管伝送ライン ・ Xバンド周波数計 ・ Xバンド電力計 ・ 電圧定在波計 等 要請機材 ・ 周波数カウンタ ・ マイクロ波電力計 ・ 定在波測定器 ・ マイクロ波信号発生器 ・ マイクロ波コンポーネント 等
	2. パワーエレクトロニクス 学部学生に対しエレクトロニクスをモータやアクチュエータ制御に用いるに際し必要となる基礎的な知識を習得させる 要請機材により観測、測定、シミュレーション等を行い理解を助け正確な知識の習得を可能にする。	現有機材 ・ 整流器、SCR 等 ・ マルチメータ ・ オシロスコープ 要請機材 ・ 波型合成器 ・ 分析記録計 ・ デジタルオシロスコープ
	3. TV工学 学部学生に対しTV信号の性質及び受像機の動作原理を理解させる 要請機材によりTV信号の作成、記録、編集などを行い、広範な基礎知識の習得を可能にする。	現有機材 ・ CCIR標準TVモニター ・ TV同期づれ試験器 ・ 複合信号発生器 要請機材 ・ ビデオ信号処理装置
	4. コンピュータ工学 パソコン(PC-XT) を教材としてソフトウェアを主として学習している。 要請機材のうち主としてロジックアナライザを用いハードウェア上の動作一般について知見を広める。	現有機材 ・ PC-XT ・ EPROM エミュレータ ・ ダウロード書込器 要請機材 ・ インターフェースモニタ ・ ロジック解析装置 ・ プロトコル解析装置
	5. 光通信工学(新設) 光ファイバーを用いて行う光通信に関する基礎的な知識を習得させる。	現有機材 なし 要請機材 ・ 光ファイバー通信試験セット
2. 修士学生 教官の研究活動	1. マイクロ波オープン(電子レンジ) 工業用としてのマイクロ波照射によるプラズマ生成や農業用としての乾燥、焙煎技術の研究、更には植物へのマイクロ波照射による成育の違い等の研究を行うため強力なマイクロ波発生器を開発	現有機材 ・ マグネトロン ・ Xバンド電力計 等 要請機材 ・ 周波数カウンタ ・ マイクロ波電力計 ・ マイクロ波信号発生器 ・ 電磁干渉測定装置
	2. 電波天文(電離層観測) 天体が発する電磁エネルギーの観測及び電離層の観測を行う。 現在の機材では定量的な観測に無理がある。 又、スペクトラムを広域に計測するにはスペクトラム解析装置などが必要になる。	現有機材 ・ 受信機 ・ ノイズ発生器 ・ アンテナ 等 要請機材 ・ 測定用受信機・電解強度測定機 ・ アンテナ類 ・ スペクトラム解析装置 ・ 電磁干渉測定装置
	3. EMI(電磁干渉)計測、対策 電子機器が放射する電磁エネルギーは外部の機械に妨害を与え、その動作に異常を与える。これを許容レベル以下におさえる必要があり計測設備が必要、現状は100KHZ~1GHZ迄が可能で国際規格に満足しない	現有機材 ・ スペクトラムアナライザ(1GHZ) ・ シグナルゼネレータ(1GHZ) 要請機材 ・ 電磁干渉測定装置
	4. 電子走査形アンテナ 電子的に高速でアンテナ群を切りかえる事により方向探知その他に利用する。電気通信技術の高周波技術の研究	現有機材 ・ アンテナアレイ ・ 位相回路網 ・ 受信機(30MHZ) 要請機材 ・ 無線通信解析装置 ・ マイクロ波電力計 ・ 電磁干渉試験装置 ・ 信号分析合成機類
	5. 変調及びコーディング ビデオ信号の変調波調及びコード化(デジタル信号への変換)の技術を研究して高解像度TVなどの基礎研究を行う。	現有機材 ・ CCIR TV モニタ 要請機材 ・ ビデオ信号処理装置 ・ 変調解析装置
	6. 音声合成 オーディオ信号をデジタル的に合成して音声を人工的につくる。	現有機材 なし 要請機材 ・ 信号波分析合成機類
	7. 映像信号加工処理 ビデオ信号の連続的な縮伸張及びデジタル化手法による処理技術の研究	現有機材 ・ 複合信号発生機 ・ 高速AD変換機 要請機材 ・ ビデオ信号処理装置 ・ スペクトラム解析装置 ・ 信号波分析合成機

活動内容	具 体 的 内 容	主 要 機 材
3. 産業支援サービス	<p>1. デジタル通信技術支援</p> <p>デジタル信号処理、データベース、PLC の作成などをコンピューターソフトメーカー、医療機関、電子メーカーと共同で研究又は開発活動を行っている。</p>	<p>現有機材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・波形発生器 ・EPRON エミュレータ ・ダウンロード書込器 ・PC-XT <p>要請機材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロジック解析装置 ・インファースモタ ・ネットワーク解析装置 ・デジタルオシロスコープ ・プロトコル解析装置 ・スペクトル解析装置 ・スカーネットワーク解析装置
	<p>2. マイクロ波特性・利用技術支援</p> <p>マイクロ波の特性解析指導を始め、信号発生源、バンドパスフィルタ・方向性結合器、パワーアンプ、アップダウンコンバーターなど単位操作機器に関する技術および、照射システムなど開発研究を企業と共同で実施している。</p>	<p>現有機材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空胴共振周波数計 ・カウンター ・オシロスコープ ・マグネトロン ・Xバンド信号発生源 ・Xバンド導波管伝送ライン ・Xバンド周波数計 ・電圧定在波計 <p>要請機材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電力計 ・電磁干渉試験装置 ・スペクトル解析装置 ・パワー計 ・マイクロ波コンポーネント ・マイクロ波電力計 ・定在波測定器 ・スカーネットワーク解析装置 ・マイクロ波信号源 ・VSWRメータ
	<p>3. 無線通信技術支援</p> <p>FMトランシーバー、VHF送・受信機などに関する特性測定サービスを中心として中小メーカーに対して技術支援を行っている。</p>	<p>現有機材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・信号発生源 ・オシロスコープ ・測定用受信機 ・アンテナ ・変調度計 ・電磁干渉試験装置 ・マイクロ波信号源 ・ノイズ発生器 ・電界強度測定機 ・変調解析装置 ・無線通信解析装置
	<p>4. 画像処理技術支援</p> <p>デジタル通信、マイクロ波、電子制御技術（ロボットなどの）、およびエレクトロニクス技術全般に関する教育・トレーニング用のビデオテープの作成、およびビデオ信号処理、画像処理に関する技術相談を行っている。</p>	<p>現有機材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高速AD変換機 ・TV同期づれ試験器 ・CCIR標準TVモニター ・複合信号発生源 <p>要請機材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ビデオ信号処理装置
	<p>5. 電子制御技術・測定サービス活動</p> <p>自律式PID制御システム、各種制御ロボット、流通調節計などの共同開発研究、および各種電子部品の測定サービスなど。</p>	<p>現有機材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・波形発生器 ・EPRON エミュレータ ・オシロスコープ <p>要請機材</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロジック解析装置 ・デジタルオシロスコープ

(2) 金属学科機材の検討

提出された要請機材は、学部学生の実験用機材として、カリキュラムの実習科目に配慮された基礎的な機材であり、また修士課程以上の学生を対象とした試験研究用機材である。さらに企業からの委託試験、共同研究に使用する試験用であることが確認された。金属学科の学部学生の実験科目、修士学生及び教官の試験研究課題、産業支援活動をまとめると次のように大別することができる。

- (イ) 材料試験法実験
- (ロ) 金属組織及び結晶構造分析実験
- (ハ) 金属元素分析実験
- (ニ) 原料処理法実習
- (ホ) 金属製錬法、鑄造法実験
- (ヘ) 熱処理法実験
- (ト) コンピューター応用研究
- (チ) 機能性金属材料試験研究（耐熱鋼、超合金鋼、磁石鋼、超延性合金等）

本学科は、大学近代化計画を推進するにあたって、国の技術振興計画重点項目としての材料科学分野で、新コース設立の準備を進めている。また更に、材料科学センター設立の母体となる部門としての役割りの遂行に努力している。

このような状況下で、上記実験科目、試験研究項目について、老朽機材を更新し、試験研究用機材の充実をはかる必要がある。特に本部門は、耐熱鋼、超合金鋼等の特種鋼、その他複合材料の研究開発を積極的に進めており、新コースの設置、材料センター設立の準備等を併せて考慮すると、各種材料試験機、X線定性定量分析装置、真空誘導電気炉、熱処理関係試験機等の要請機材を充実するのが妥当である。

本学科に現在設置されている実験機材の維持管理は担当の教官および各実験教室数名の技術スタッフが担当して、技術面、運営面で円滑に行われている。要請機材のメンテナンスは現行組織の延長線で行われるが、技術面では十分な能力をもっており、また経費面でも、これら機材は、実験用機材であり、消費電力も少なく特別に配慮する必要はないと考えられる。

金属学科の要請機材は範囲も広く、プネ工科大学としては、高度すぎる機材も含まれている。従って、今回のプネ工科大学の近代化計画の主旨から、重点部門は大学における学部学生用にも頻繁に利用され、研究にも利用される金属元素分析試験機材、材料試験用機材、と考えられるので、これらを選定機材の中心とする。

表 3-3 金属学科の活動状況

活動内容	具 体 的 内 容	主 要 機 材
1. 学部学生の実験、実習	1. 材料試験 金属及びゴムプラスチック材料の機械的強度試験に使用する。	現有機材 ・引張試験機 要請機材 ・コンピュータ制御万能材料試験機 ・疲労試験装置
	2. 金属組織、結晶構造分析実験、金属元素分析試験、金属材料の顕微鏡組織試験、結晶粒子格子構造の解析及び成分元素の定性分析定量分析を行う。	現有機材 ・金属顕微鏡 ・試験用圧延機 要請機材 ・X線解析装置 ・重量式熱分析装置 ・真空放射スペクトルメーター ・走査型電子顕微鏡 X線分析装置
	3. 原料処理技術実習 鉄鋼石その他の原料の製錬のための事前処理技術の実験実習	現有機材 ・中周波誘導炉 ・熱処理炉 要請機材 ・粒度測定機 ・真空高周波誘導電気炉 ・測定顕微鏡
	4. 金属精練法、鑄造法、熱処理実験 鉄鋼、鉄合金、非鉄金属等の精練及びこれらの鑄造法の実験に使用する。また、金属材料の焼入れ、焼戻し、焼鈍し等の熱処理実験を行う。	現有機材 ・中周波誘導炉 ・熱処理炉 ・熱電対温度計 要請機材 ・炭素硫黄分析装置 ・超音波探傷機 ・超音波硬度計 ・微小硬度計 ・測定用顕微鏡
	5. コンピュータ応用研究実習 試験測定データのコンピュータ処理解析を行う。	要請機材 ・コンピュータ制御万能材料試験機
2. 修士学生、教官の研究活動	1. 機能性金属材料試験研究	現有機材 ・金属顕微鏡 ・熱処理炉 要請機材 ・真空放射スペクトルメーター ・X線応力測定機
	2. 繰返し動荷重下での材料強度の研究 超硬合金鋼、耐熱特殊鋼、強磁石鋼、超延性合金等についての性能試験研究に使用する。	要請機材 ・捜査型電子顕微鏡 X線分析装置 ・炭素硫黄分析装置
	3. 冷間圧延薄板の表面組織の研究 圧延薄板の表面金属組織、平滑度、疵、等品質改善のための試験研究を行う。	現有機材 ・試験用圧延機 ・油圧プレス機 要請機材 ・コンピュータ制御万能材料試験機
3. 産業支援サービス	1. 委託試験、ゴム、プラスチック品質検査、他共同研究、金属材料の強度、硬度、試験、鉄鋼の熱処理試験、ゴム、プラスチック品の品質検査に使用する。	現有機材 ・ゴム・プラスチック用単能試験機 ・引張試験機 ・試験用圧延機 要請機材 ・小荷重万能試験機 ・磨耗試験機

(3) 電気工学科

背景

本学科は電気工学が物理学から発展分化以来、最も古典的な分野であることに特徴がある。発電機、電動機、送電線といった基本的機材がその基礎となっている。これらは現在一般に発送配変電技術と呼ばれ、給電計画といったソフトウェア的技術も含め、いわゆるインフラストラクチャーとして重要な位置づけがされている。インド国内においては電力供給が充分にかつまた安定してなされている訳ではなく停電も多い。また、例えば業種別休日を異なる日に設定して電力消費量の均等化を計っている。このような社会的背景から電力供給に関する技術は重要な基本技術として位置づけられる。また、これら電力工学分野では超高圧技術（500KV 以上）と共に直流送電も新しい注目技術として登場してきている。

最近の半導体技術の進展は、古典的な電力工学にも序々に変革を求めつつあり、その1例が直流送電である。（直流を交流に変換するのに半導体が常用されるのは効率が良いため。）またパルスモータ（スラップモータとも呼ばれるデジタル的に精密に駆動できるモータ）などのアクチュエータやインバータ（直流を交流に変換）が産業用基本機材として使用されるようになった。これら電気を“力”（パワーまたはエネルギー）として用いる技術をその制御まで含めてパワーエレクトロニクスと呼ぶ。インド国内においては、人力を用いる方が安易であるために産業用機械の導入のニーズが少なく今までのところこの技術分野の進展はわずかである。今後、人力では及ばない精密高効率のパワー制御のため、このパワーエレクトロニクス方面の進歩が期待されている。

ローコストオートメーション（LCA と略記）は現在のロボット技術の一步手前の基礎技術であり人力が有利なところは人力を、電力を用いるのが良い場合は電気をといったように適切な組み合わせによって最大投資効果を得ようとするオートメーション技術である。インド国内においては空力や油圧を多用しているが、今後、電気エネルギーによる加工技術の確立が必須となってくるであろう。この点からLCA 技術の進歩が期待される。

当学科における活動状況をまとめると表3-4 のようになっている。

実習・実験活動

学部学生への教育は、基礎的な実験による電気工学科の基本を中心としている。即ちコンバータ、インバータといった交直変換の基礎技術やモータ、アクチュエータの特性を中心としたそれらの扱い方である。これら基礎技術の習得に関しては電流計、電圧計（いわゆるメータ）あるいは波形観測用のオシロスコープといった従来機器でも足りる。メータ類や若干の計測器が古くて取り扱いがめんどうなものであっても原理を学習する上では差しさわりのない。ただし、これら旧式の機材はその昔においては精密機器であったため不用意により過負荷にすると故障、損傷といった事故となり教官による修理が必要となる。

今後は新しい教材によって、より正確な知識の取得を可能にし、かつまた、最新技術の一端にふれることによって古典的学問を現代的活用へと転換してゆく必要がある。

研究活動

研究活動に関しては、背景でも述べたように最近の半導体技術の進展の影響の下、これを利用するテーマが多い。

HVDC送電とは、電力送電が計画された初期（19世紀末）に議論され、一部使用された方式であるが直流を交流に変換する技術が幼稚であった為、発展しなかったのである。最近この変換効率が著しく向上してきた（半導体を利用して）ため見直され出した技術である。このような状況から当学科においても、これを研究したいとして種々のテーマを上げている。現在のところ、オシロスコープ程度の機材保有である為、見るべき進展はないようであるがデジタルメモリ、レコーダといった機材が導入されれば解析設計方面の進歩も大きく期待される。

このほかパワーエレクトロニクス関連やLCA 関連での進展を期待している。

産業支援

産業支援に関しては当学科は余り期待された形跡がない。発電所の運用スタッフの養成とか電気の運用保守といった面での人材提供が産業界のニーズにできていたということであろう。

最近のLCA 関連は今後需要が増大すると見込まれる分野でマイコンを利用して安価なロボットシステムを提供する方向に進むものと考えられるが、ロボット関連は現在のところ、2 関節のロボットアームの試作に止まっており、今後の進展が期待される。

一方、テストサービスに関してはかなり需要があり地域産業界への貢献は大きい。サービスチャージは州政府の認可になるもので定価表がある。

維持管理

電力工学、パワーエレクトロニクスで用いられる実験・研究機材は電気定格容量は大きいですが、電子機器のそれに比較すれば大きくなるが使用時間が少ないので計測器の電気料金は一般に低い。また、消耗品代としては記録紙、インク代といったところで無視できる。

現在までのところ、故障修理は研究室内で教官がスタッフを指揮して行っている。要請機材の一部には若干高度なものがあり研究室内での保守では間に合わないものがある。メーカーまたは代理店への修理依頼となるが、これに対しては十分な予算措置がされている。但しこれら高度な計測器材はMTBFが長く（20,000時間程度以上）修理代金がかさむことはない。

以上、電気工学科からの要請機材は学部学科の実験・実習機材の拡充を中心とし一部産業支援用のLCAラボの強化を目的とし、高電圧実験機材、パワーエレクトロニクス機材、ローコストオートメーション機材、照明工学機材より成っている。

本学科は基礎的実験機材もある程度揃っているので、中心を研究・産業支援特に、中小工業の診断業務に重点をおきパワーエレクトロニクス、ローコストオートメーション機材を拡充することとし、特に、自動化の実験・研究開発トレーニングに使用される自己学習ロボット、デジタルメモリー更に、学生実験用として発・変・送・受電シミュレーターを整備することとする。

表 3-4 電気工学科の活動状況

活動内容	具 体 的 内 容	主 要 機 材
1. 学部学生の 実験・実習	<p>1. 電力工学 電気機械、電力用機器送配電などの技術に関し基礎的知識を習得させる。 要請機材により定量的測定、高精度の計測が可能となり、より正確な知識の取得を可能とする。 シュミレータの導入により電力線系統の運転訓練が可能となる。</p>	<p>現有機材 ・モータ類 ・電圧電流計 ・タコメータ ・回転機類 一式 要請機材 ・電力線多機能変換機 ・マルチチャンネル電圧・電流発生装置 等</p>
	<p>2. パワーエレクトロニクス モータアクチュエータ制御に用いる半導体回路の基礎的知識の習得をさせる。 要請機材により、より広範囲の技術を定量的高精度に計測し最新のデジタル機器により視覚的に理解させる。</p>	<p>現有機材 ・サイリスタ ・インバータ ・汎用オシロスコープ ・デジタル電子計 要請機材 ・カラープロッター付分析記録計 ・デジタルマルチメータ ・デジタル電力計 ・高速過減現象デジタル変換器 ・パワースコープ ・電子式ハイブリッドメーター ・高感度・高精度デジタルマルチメーター</p>
	<p>3. 制御工学 ロボット制御のための基礎理論の習得をさせる。 要請機材によりデジタル制御に必要な原理の習得を視覚的に理解させる。自己学習ロボット訓練装置で学生に学習させながら理論の習得を可能にさせる。</p>	<p>現有機材 ・アナログコンピュータ ・オシロスコープ 要請機材 ・自己学習ロボット訓練装置 ・デジタルオシロスコープ 等</p>
2. 修士学生 教官の 研究活動	<p>1. HVDC等電力工学 直流交流変換に関する様々の問題（安定性、故障、分析、過度現象など）を比較的低電圧（4000AC）で研究している。 今後更に高電圧にしデジタル式計測機も用い、より広範囲の技術問題に対処する。 過渡現象の解明は特に期待される。</p>	<p>現有機材 ・サイリスタ類 ・メータ類 ・オシロスコープ 要請機材 ・シュミレーター ・電力線多機能変換器 ・マルチチャンネル電圧電流発生機 ・絶縁型プローブシステム ・デジタル式電力計 ・電子式ハイブリッドメーター ・高電圧DC電圧計 ・高電圧AC/DC 電圧計</p>
	<p>2. パワーエレクトロニクス モータ等の電力機器コンデンサ、トランス、ケーブル等の部品の試験等単体性能の分析に主として当たってきたが、今後これらをシステムとして制御を含めて研究していき、特にインバータの研究をすすめる。</p>	<p>現有機材 ・サイリスタ駆動器 ・コンバータ ・高圧整流器 要請機材 ・分析記録計 ・デジタルマルチメータ 等</p>
	<p>3. ローコストオートメーション(LCA) ロボットのアーム制御などを第一歩として行っていく。 今後コンピュータ制御も含め積極的に産業設備、製造機械の開発改良に取り組んでいく。</p>	<p>現有機材 ・ステップモータ型ロボットアーム ・オシロスコープ 要請機材 ・自己学習ロボット訓練装置 等 ・デジタルメモリー ・アナログオシロスコープ ・デジタルオシロスコープ ・デジタル指示型制御器</p>
3. 産業支援	<p>・現在迄の所ほとんどは TESTING サービスである。 今後照明工学方面のサービスも可能となる。 ・産業プロジェクトとしては避雷管、X線管用の高圧発生器の開発自動車制御へのマイコン利用溶接機のマネジュラータ開発等がある。 今後はLCA 関連として産業機械、製造設備の開発に取り組んでいく。</p>	<p>現有機材 ・高圧DC整流器 ・マイクロコンピューター 要請機材 ・電力線多機能変換器 ・カラープロッター付分析記録計 ・自己学習ロボット訓練装置 ・携帯式光度計 等</p>

(4) 計測学科

背景

本科は電子通信工学科の一部が発展して分科した最初の学科である。エレクトロニクス技術の最近の進歩は激しく、ほとんどの物理量の計測は電氣的に行われるようになった。このため産業機械、製造装置の多くは電氣的計測により状態の情報を計測し電子式に処理し電氣的に制御することになってきた。当科はこの電氣的（あるいは電子的）計測に関する技術一般を守備範囲とする。したがって電子通信工学科とは基礎課程のうち通信を除く教育科目と同じ科目を履修している。

今後インド国内では各種の産業機械、製造装置が改修または代替が行われ当学科の守備範囲の技術が大幅に取り入れられることとなろう。

この科のもうひとつの特徴は、生体医用電子に関するものでIIT（インド工科大学…インドにおける最高レベルの技術系大学）において優秀な業績を残した若手教授（博士）が中心になって地域大学病院等と協力して進めている。生体の発する様々の情報（心臓、筋肉、脳波など）を電氣的に計測し生体の観測を行うものであり、医療の発展と相まってその進展が期待されている。

当学科における活動状況をまとめると表 3-5 のようになっている。

実習・実験活動

学部学生に対する教育は、電子通信工学科とほぼ共通なので電子通信工学科の機材が共用される。当科独特なものとしては単一閉ループプログラマブル制御器と高機能フィールド通信器である。

研究活動

研究活動に関しては本年から修士課程がスタートしたこともあり、いくつかの研究テーマが用意されている。研究活動の力点は生体医用電子関連の計測技術とマイコン利用のデジタル計測システムである。

前者は人間の体の発する生体情報を電氣的に計測しようとするものである。対象としては、心臓、胸、筋肉などである。問題はセンサーの開発にあり、サンプル（お手本）と校正器が必要であり要請機材はここに焦点を絞っている。

また、生体情報を得るにはアクティブな方法（測定側が何らかの信号を発し、その反射を計測する）もあり超音波技術はこの一例である。

産業支援

産業支援としては分散型デジタルコントローラの整備を当面の目標としている。これにより中小企業でも安易に生産現場の状態量（温度、圧力、回転数、流量、加速度、等々）を計測し把握することにより生産プロセスの制御を容易にしようとするものである。

医療機関への技術支援としては生体の諸量の計測に関し今迄ほとんど機械的手段（例えば体温計は水銀の熱膨脹を利用）によってきたが電気的手段が精度も高く後の処理が容易なので最近さかんに利用されてきているのでこれを積極的に行おうとするものでセンサーの開発とこれに必要な校正機材が要請されている。

本学科の拡充計画は電子通信工学科と基本的に教材が共用できるので電子通信工学科の拡充計画により大部分を実現できる。

計測工学科独自の拡充は産業用計測分野としてパソコンを利用したデジタル分散型、計測及びコントロールに関するものと生体医用電子関係に集約される。これらは学科として重点拡充を計るものであり誕生して未だ日が浅い当学科の根幹をなすものである。

修士課程は本年よりスタートしたもので、これから本格的な研究開発が期待されるどころである。

維持管理

計測用機材の運用に要する費用は電気代のみで、これは無視できる程度である。記録紙、ペン、インク、フロッピーディスクも微々たるもので無視できる。

保守及び故障修理は研究室で独自に行うほか重度のものは代理店またはメーカーへ依頼することとなり予算措置が必要である。一般的に機材のMTBFは長く（20,000時間以上）修理代金はかさまない。

従って本学科への整備機材は、インド国の重点工業技術分野であり、本学科の教官・学生の質も高く成果が最も期待出来る。工業用計測実験装置並びに生体医用分野の応用電子機材を中心として、生体医用分野に使用される諸々のセンサー類とともに、電子部品、小モノ測定器具を追加した。

表 3-5 計測学科の活動状況

活動内容	具 体 的 内 容	主 要 機 材
1. 学部学生の実験・実習	<p>1. トランスジューサと信号改善 温度、湿度、変位、水位、圧力、回転数、流量、速度、加速度、振動、応力、超音波反射などのセンサーとしてのトランスジューサを学習している。 新しい機材を得てより広範囲のセンサーについてより正確な知識の習得が可能である。</p>	<p>現有機材 ・トランスジューサ類 ・電流計 ・電圧計 ・信号発生機 ・オシロスコープ 要請機材 ・解析型記録計 ・携帯式デジタル校正器 ・データ集積処理装置 ・デジタル圧力計 ・センサー付超音波解析計 ・センサー付筋電計 ・FFT 解析装置</p>
	<p>2. 制御コンポーネントとシステム専攻 PID 制御、シーケンス制御、油空圧技術などを学習している。 新しい機材を得てインテリジェント（高性能）な制御についても学習できるようになる。</p>	<p>現有機材 ・PID 制御器 ・シーケンサー ・油空圧計器類 要請機材 ・解析装置 ・任意波形発生装置 ・単一閉ループプログラマブル制御器 ・高性能フィールド通信機</p>
	<p>3. 電子計測一般 オシロスコープ、アナライザ、RIG メータ等により電子部品の特性、信号波の解析等を中心に学習している。計測器の GPIB もテーマのひとつ。 新しい機材を得てより広範囲な計測技術について学習可能。</p>	<p>現有機材 ・残光形オシロスコープ ・デジタルメータ等 ・ファンクションゼネレータ 要請機材 ・任意波形発生装置 ・解析型記録計 ・データ集積処理装置 ・デジタル圧力計 ・FFT 解析装置 等</p>
2. 修士学生教官の研究	<p>1. 超音波エコー分析技術 超音波エコーの波形分析により媒体特性を特定する技術の確立。 現在は超音波トランスジューサを有しオシロスコープで観測している。</p>	<p>現有機材 ・超音波トランスジューサ ・オシロスコープ 要請機材 ・センサー付超音波解析計 ・FFT 解析装置 ・解析型記録計 等</p>
	<p>2. 生体医用情報の抽出 心臓、胸、筋肉等から発生させる電気信号を分析することにより様々の生体の情報が得られる。 現在は脈拍の測定、皮膚抵抗の測定など</p>	<p>現有機材 ・手作りの抵抗計 ・オシロスコープ 等 要請機材 ・バイオメディカル用電子工学機材 一式</p>
	<p>3. 分散型デジタルコントローラ コンピューター (IBM-PC) を利用して生産設備の制御器を開発する 現在基礎的な研究がスタートしたところ</p>	<p>現有機材 ・IBM-PC 要請機材 ・データ集積処理装置</p>
	<p>4. マイコン応用計測システム 計測と制御をデジタル式にネットワーク化できればマイコンを利用して高度化が計れる。 現在概念設計の段階</p>	<p>現有機材 ・IBM-PC 要請機材 ・単一閉ループプログラマブル制御器 ・高性能フィールド通信機 ・FFT 解析装置</p>
3. 産業支援サービス	<p>1. 分散型デジタルコントローラ パソコンにアドオンカードを付加し、若干は専用ソフトを追加する程度で分散処理（各計測制御点にパソコンがあるような方式、集中中央処理と対比）が可能標準器の産業界への提供</p>	<p>現有機材 ・PC-AT 要請機材 ・単一閉ループプログラマブル制御器 ・解析型記録計 ・データ集積処理装置 ・解析装置 等</p>
	<p>2. 医学系研究機関との協力 ゼラチンタイマー、血液分子計測システム、尿流メータ、鼓膜メータ（インピーダンス音量付）、ハイパーサーミア（温熱局部焼切装置）、パッチタイプ透析器、高性能濃度計、などのテーマが目下検討中 問題はセンサーの開発にありサンプル（お手本）の入手と校正のための機材がないことであり要請機材はこれらを解決するためのものである。</p>	<p>現有機材 ・若干のセンサー（IIT においては実績あり） 要請機材 ・任意波計発生装置 ・解析型記録計 ・携帯式デジタル校正器 ・データ集積処理装置 ・デジタル圧力計 ・センサー付超音波解析計 ・センサー付筋電計 ・FFT 解析装置</p>

(5) 土木工学科

電子・電気・エネルギーが研究・開発の中心となっている国家計画では、土木の比重は相対的に低くなっている。その中においてプネ及びボンベイだけでなく、全インドで問題となっているのは、自動車及び工場からの排出物による環境への影響である。

これらは、大気汚染、騒音から、水質汚濁、土壌汚染まで幅広く含んでおり、そのすべての分野について社会的要求がプネ工科大学に対して多いにもかかわらず、対応できる機材はほとんどなく、大気汚染に関しては、ガス採取器があるのみである。自動車交通量・騒音の実態調査をする機材も全くない状況である。

また、ハイテク技術は、国家計画の重点開発、強化分野であるにもかかわらず、その応用面では、土木工学科は遅れをとっている。測量、製図及び都市計画の分野の既存機材はすべて旧式のアナログタイプであり、学生用の原理実習用としては問題ないが、応用及び研究用としては、性能不足である。

しかし、コンピューターを応用したデジタルドラフター、測量用・都市計画用ソフトウェア及びその関連機材であるフォトプロッター等は、先端技術であるが、既存の学科のレベルや大学としての教育内容から考えて過度に先端すぎる機材もある。

こうした重点内容に含まれないコンクリート実験、土質実験等は既存機材で十分に対応できる状態である。

土木工学科の要請機材は実験室により次のように分類される。

測量実験室	—————	自動レベル、距離計、プランニメーター等
環境実験室	—————	ガスクロマトグラフィー、騒音計、全炭素測定装置
製図室	—————	デジタルドラフター、プロッター等
都市計画室	—————	カメラセット、都市計画用ソフト等
構造工学実験室	—————	万能試験機

また、当学科における活動状況をまとめると表 3-6 のようになっている。

本学科は歴史も古く、学生用実験の基礎機材は舗装実験機材以外一応揃っているので大学側が拡充しようと考えている環境機材については要請のあった定量分析用質量・ガスクロマトグラフィーは大気汚染測定用としてレベルが高く汎用のガスクロマトグラフィーが一台もない現状では有効的に活用されるとはいいがたい。さらに、汎用のガス分析用のガスクロマトグラフィーは大学独自に整備することで合意されたので、インド国では入手困難な一酸化炭素、硫化水素、亜硫酸ガスの分析計を選定することにした。

以上に加え、学生のトレーニング用として携帯用ガス検知計を整備の対象とする。

なお、土木工学科に含まれる構造工学科からは万能材料試験機 (UTM) の要請があるので、プラスチック、複合材料用を主目的とする機種を選定する。

表 3-6 土木工学科の活動状況

活動内容	具 体 的 内 容	主 要 機 材
1. 学部学生の実験・実習	1. 測量実習 先進のデジタル式機材の利用だけでなく、総合的に機材相互を結びつけ、測量のひとつのまとまった技術として理解する。	現有機材 ・トランシット ・レベル 要請機材 ・都市計画用ソフトウェア ・自動レベル ・光波距離計 ・反射実体鏡 ・デジタルセオドライト ・デジタルプランメーター ・デジタルキルビメーター ・フォトプロッター
	2. 環境工学 環境汚染物質の分析を中心としながら、その発生源である自動車の実体調査をする。	現有機材 ・ガス採取器 ・旧式カメラ 要請機材 ・ガスクロマトグラフィー ・携帯用ガス検知計 ・紫外・可視分光光度計 ・粒度計 ・全炭素測定装置 ・騒音計 ・ビデオ付車輪速度解析装置 ・35mmカメラセット ・音声スライドプロジェクター
	3. 製 図 製図の応用分野への利用を拡大する。	現有機材 ・ドラフター 要請機材 ・デジタイザー付ドラフター ・10色付プロッター
	4. 材料実験 建築構造力学から材料力学までの応力実験を行う	現有機材 ・引張・圧縮試験機 ・衝撃試験機 要請機材 ・コンピューター万能材料試験機
2. 修士学生 教官の 研究活動	1. プネ市での環状鉄道整備計画予定のための路線選定の測量	現有機材 ・トランシット ・プランメーター 要請機材 ・光波距離計 ・セオドライト ・デジタルキルビメーター ・自動レベル ・反射実体鏡 ・デジタルプランメーター
	2. 自動車や工場からの排出ガスによる大気汚染の監視	現有機材 ・ガス採取器 要請機材 ・携帯用ガス検知計 ・全炭素測定装置 ・粒度計 ・ガスクロマトグラフィー ・紫外・可視分光光度計
3. 産業支援 サービス	1. 州の灌漑局とプネ市のためのダム・河川及び貯水槽設置計画用の測量	現有機材 ・トランシット ・レベル 要請機材 ・距離計 ・デジタルセオドライト ・デジタルキルビメーター ・自動レベル ・デジタルプランメーター ・反射実体鏡 ・光波距離計
	2. 自動車排気ガスによる大気汚染監視	現有機材 ・ガス採取器 要請機材 ・ガスクロマトグラフィー ・携帯用ガス検知計 ・紫外・可視分光光度計 ・粒度計 ・全炭素測定装置 ・騒音計 ・ビデオ付車輪速度解析装置 ・35mmカメラセット ・音声スライドプロジェクター
	3. 地域産業で製造される新素材への開発協力	現有機材 ・引張・圧縮試験機 ・衝撃試験機 要請機材 ・コンピューター万能材料試験機
	4. プネ市との協力による交通システムや土地利用計画への参加	現有機材 ・旧式カメラ 要請機材 ・都市工学解析装置 ・音声スライドプロジェクター

(6) 機械工学科機材の検討

1) 機械工学科

提出された要請機材は、学部学生の実験用機材としてカリキュラムの実習科目に配慮された基礎的な機材であり、また修士課程以上の学生を対象とした試験研究用機材である。さらに企業からの委託試験、共同研究に使用する試験用機材であることが確認された。

機械工学科の実験科目、試験研究項目、産業支援項目をまとめると次のように大別することができる。

- (イ) 流体工学実験
- (ロ) 応用熱力学実験
- (ハ) 内燃機関、自動車工学実験
- (ニ) 機構学及び機械要素実験
- (ホ) CAD 機械設計及び製図実習
- (ヘ) 機械測定と制御実験
- (ト) 冷凍、空気調和実験
- (チ) 機械の分析組立
- (リ) トライボロジ（摩擦及び潤滑）研究
- (ヌ) 伝熱工学研究実験
- (ル) ジャーナル軸受動特性解析実験

また、当学科における活動状況をまとめると表 3-7 のようになっている。

以上の実験科目および試験研究項目についてみると、現在保有している実験機器は大部分が基礎的なもので古いものが多く、更新の必要のあるものも相当数見受けられる。本学科は大学近代化計画を推進するにあたって、国の技術振興計画重点項目としての自動化／メカトロニクス分野での新コース設立について、ワークショップ部門と共同して準備を進めている。

このような状況下で、今後教科の充実、試験研究内容を拡充して、本学科の近代化を進めるためには、自動制御実験装置および CAD/CAM 関連の要請機材の充実が要望される。

本学科の現在設置されている実験機材の維持管理は、担当の教官および各実験室数名の技術スタッフが担当して、技術面、運営面で、円滑に行なわれている。要請機材のメンテナンスは現行組織の延長で行われるが、技術面では十分な能力を持っており、また経費面でも、これら機材は実験用機材であり、消費電力も少なく、特別に配慮する必要はないと考えられる。

本学科は、学科の歴史も古く機材も一通り揃っており、学生実験や卒業製作も活発で試験サービスを通じて地場・中小工業への貢献も満足出来る状況であり、特に、現在、学生実験用として、かつまた、地域における技術相談の件数が増加している冷凍機用コンプレッサー試験装置を目玉機材として整備することとし、これにCAD/CAMに是非とも必要なX-Yプロッター、コンピューターデータロガー、歯車測定機を整備することとする。大学側から要望が強く出されていた磨耗試験機は実験工場に有する代替機材の共同利用や既存の設備でも工夫すれば対応可能であり、他の学科とのバランスもあり、除外することとした。

表 3-7 機械工学科の活動状況

活動内容	具体的内容	主要機材
1. 学部学生の実験・実習	<p>1. 流体工学実験 流体力学及びポンプ、圧縮機等の流体機械での流体の動特性実験 また、空中音響騒音についての実験に使用する。</p>	<p>現有機材 ・圧力計 ・流量計 要請機材 ・流量フィードバック制御実験装置 ・空圧-変位変換理論実験装置 ・自動冷凍能力試験装置</p>
	<p>2. 内燃機関・自動車工学実験 燃料噴射ポンプ性能試験に使用する。</p>	<p>要請機材 ・燃料噴射ポンプ試験装置</p>
	<p>3. 機構学及び機械要素実験</p>	<p>要請機材 ・サーボ制御機構トレーニングシステム ・X-Y プロッター</p>
	<p>4. CAD 機械設計及び製図実習</p>	<p>要請機材 ・コンピューター付データロガー ・付属接続装置 ・X-Y プロッター</p>
	<p>5. 機械測定と制御実験 ひずみ、振動、摩擦、熱膨脹等の測定とその制御に関する実験</p>	<p>要請機材 ・風速計 ・ポータブル振動計</p>
	<p>6. 冷凍空気調和実験 冷凍機の圧縮、凝固、膨脹、蒸発に関する実験、空気調和における温度、湿度の試験に使用する</p>	<p>現有機材 ・熱交換器 ・ガスクーラ 要請機材 ・繰返し振り及び曲げ疲労試験機 ・デジタル式温度/湿度計 ・自動冷凍能力試験装置</p>
	<p>7. 機械の分解組立実習 メカトロ機構の構成要素と制御機器との組合せ実習</p>	<p>要請機材 ・油圧サーボ機構実験装置 ・液位フィードバック制御実験装置</p>
	<p>8. 電熱実験 熱交換器、断熱材等における熱伝導性、熱伝達性等の実験</p>	<p>要請機材 ・風速計 ・コンピューター付データロガー</p>
2. 修士学生 教官の 研究活動	<p>1. トライボロジ（磨耗・潤滑）試験研究 摩擦面のころがり疲れ破壊、凝着磨耗、腐食磨耗、焼付き、等の損傷についての試験、及び潤滑油、潤滑方法の試験を行う。</p>	<p>現有機材 ・ブレイクライニング ・磨耗試験機 要請機材 ・ポータブル振動計</p>
	<p>2. ジャーナル軸受特性解析研究 ジャーナルすべり軸受の摩擦係数、油膜厚さ等の特性試験研究</p>	<p>現有機材 ・流量計 ・圧力計 要請機材 ・ジャーナル軸受実験装置</p>
3. 産業支援 サービス	<p>1. 委託試験 エンジン試験、ポンプ性能試験、メータキャリブレーション等の委託試験</p>	<p>要請機材 ・オクターブバンド分析器騒音計 ・ポータブル振動計 ・自動冷凍能力試験装置</p>

2) 実験工場機材の検討

提出された要請機材は、学部学生の実験用機材としてカリキュラムの実習科目に配慮された基礎的な機材であり、また、修士課程以上の学生を対象とした試験研究用機材である。さらに企業からの委託試験、共同研究に使用する試験用であることが確認された。

実験工場の実験科目、試験研究項目、産業支援項目をまとめると、次のように大別することができる。

- (イ) 計測実習
- (ロ) 生産技術実習
- (ハ) 製造プロセス技術実習
- (ニ) 治工具機械工作実習
- (ホ) 治工具設計実習
- (ヘ) 溶接実験
- (ト) 切削法実験
- (チ) 工具用材料及び工具設計研究
- (リ) 工具用複合材料の研究
- (ヌ) CNC 工作機械精度向上、びびり現象のコンピューター援用研究
- (ル) プレス金型設計、CAD/CAM ソフトウェア開発研究

また、当学科における活動状況をまとめると表 3-8 のようになっている。

本部門は現状では、特に機械工作法のマシーニングに重点を置いて、実験研究を進めており、上記の実験項目および試験研究項目も、切削加工、治工具、工作機械に関連したものが大半である。しかし、NC旋盤、NCフライス盤等は使用されてはいるものの、あまり高水準のものではなく、CNC化はされていない。また、CAD/CAM の推進状況もまだレベルは極めて低い。

しかし、本学科は、大学近代化計画を推進するにあたって、国の技術振興計画重点項目としての自動化/メカトロニクス分野での新コース設立の担当部門として、その推進にあっている。今後の計画として、MCマシーニングセンタ等の高度な CNC工作機械の導入および CAD/CAMさらに CAEの高度化をはかり、ロボットの研究を進めこれらを統合した FMC、FMS、CIM コンピュータ統括生産システムの研究を指向して、意欲的、段階的に計画を推進している。

本学科からの要請機材は大別すると 3次元測定装置、CNC2スピンドル多軸旋盤、および、精密測定機、ロボット、FFT アナライザーとなっているが、本学科で現在、最も緊急に整備すべきものは、工作機械の精度向上に用いられる 3次元測定装置であるのでこれを整備することとし、その他の精密測定機、ロボット、FFT アナライザーは除外し、他の学科の機材借用で十分対応可能と考えられる。

なお、以上の 6学科への整備対象機材は、我が国のココム規制に障害となっているものはないので機材整備は問題ないものと考えられる。

表 3-8 実験工場の活動状況

活動内容	具体的内容	主要機材
1. 学部学生の実験・実習	1. 計測実習 各種測定工具、器具を使用して機械工作物部品の精密測定実習	現有機材 ・工具顕微鏡 ・デジタルマイクロメーター ・表面粗サ測定器 要請機材 ・真円度測定機 ・デジタル穴径測定ゲージ
	2. 生産技術実習 生産管理、品質管理技術の実習に使用する。	要請機材 ・3次元測定装置 ・デジタルハイトゲージ
	3. 製造プロセス技術実習 マシニングセンター等CNC（コンピューター数値制御）工作機械を核としたCAM（コンピューター援用生産）製造プロセスの実習	現有機材 ・NCフライス盤 ・CAD/CAM ワークステーション 要請機材 ・3次元測定装置 ・真円度測定機
	4. 治工具・機械工作実習 NC（数値制御）工作機械等を使用したマシニング実習	現有機材 ・NCフライス盤 ・CAD/CAM ワークステーション 要請機材 ・CNC2スピンドル多軸旋盤 ・自動荷役簡易ロボット
	5. 治工具設計実習 切削工具、バイトホルダー、穴あけ工具、フライス盤用切削工具 チャック等の設計実習	要請機材 ・デジタルマイクロメーター ・3次元測定機 ・歯車測定機
	6. 溶接実験 アーク溶接法について、溶接設計、溶接棒、溶接機等に関する 実験研究	要請機材 ・デジタルデプスゲージ ・デジタルハイトゲージ
	7. 切削法実験 切削速度、送り速度、切込み、切削油等切削条件の選び方、 切削工具、切削抵抗と仕上げ精度との関係等、切削法に関する 試験研究	現有機材 ・NCフライス盤 要請機材 ・ねじ測定機 ・CNC2スピンドル多軸旋盤
2. 修士学生 教官の	1. 工具材料及び治工具設計研究 加工能率を上げるための超硬合金（炭化タングステンW.C等）を 切削工具、耐摩耗工具に使用する研究。	現有機材 表面粗サ測定器 要請機材 ・CNC2スピンドル多軸旋盤 ・ねじ測定機
	2. 工具用複合材料研究 母機となる工具材料の表面に、硬く耐熱性にすぐれた物質を薄く 被覆し、母機の靱性と被覆層による高い耐摩耗性、耐熱性を兼ね 備えた複合工具等の研究により加工能率、加工精度の向上をは かる。	現有機材 ・デジタルマイクロメーター ・表面粗サ測定器 ・工具顕微鏡 要請機材 ・3次元測定機 ・CNC2スピンドル多軸旋盤 ・歯車測定機
	3. 工作機械精度向上のためのCNC コンピュータ援用研究 工作機械のCNC化により加工精度の向上、加工能率の向上をはか ると同時に、多品種少量生産を完全自動化で行うFMS 生産機械加 工システム研究への研究を進める。	現有機材 ・NCフライス盤 ・CAD/CAM ワークステーション 要請機材 ・3次元測定機 ・CNC2スピンドル多軸旋盤
	4. プレス金型設計CAD/CAM の研究 高精度の金型を効能率で生産するためのコンピュータ応用設計・ 製造CAD/CAM 技術の研究を進める。	現有機材 ・CAD/CAM ワークステーション ・NCフライス盤 要請機材 ・3次元測定機 ・CNC2スピンドル多軸旋盤
3. 産業支援 サービス	1. 委託試験、委託機械加工、燃料噴射ノズル等の設計	要請機材 ・信号波合折装置 ・ねじ測定機

以上の検討より選定された結果を以下に示す。

表 3-9 選定機材リスト

1. 電子通信学科	経		経
A. 電界強度測定装置		E. 電子技術分析機材	
(1. 1) 測定用受信機	×	(1. 16) スペクトラム解析装置	○
(1. 2) 電界強度測定器	○	(1. 17) ネットワーク解析装置	○
(1. 3) ダイポールアンテナ	×	(1. 18) スカラーネットワーク解析装置	○
(1. 4) 対数アンテナ	×		
(1. 5) ループアンテナ	×	F. 光通信機材	
(1. 6) 標準ダイポールアンテナ	○	(1. 19) 光ファイバ-通信試験セット	○
B. 通信方式研究機材		G. コンピュータ-技術及び通信機材	
(1. 8) 変調解析装置	○	(1. 20) インターフェースモニター	×
(1. 9) FM直線検波器	×	(1. 21) ロジック解析装置	○
(1. 10) 無線通信解析装置	○	(1. 22) プロトコル解析装置	×
C. マイクロ波研究機材		H. 映像信号加工処理機材	
(1. 7) 周波数カウンタ	○	(1. 25) ビデオ信号処理装置	○
(1. 11) マイクロ波電力計	○		
(1. 12) 定在波測定器	×	I. 電磁干渉測定機材	
(1. 13) マイクロ波信号発生器	○	(1. 23) 電磁干渉試験装置	○
(1. 14) マイクロ波コンポーネント	×		
(1. 15) 同軸コンポーネント	×	J. その他	
D. 信号波分析合成機類		(1. 26) 電子部品及びデバイス	○
(1. 24-1) 波形合成機	○	(1. 27) 標準器	○
(1. 24-2) 分析記録計	○		
(1. 24-3) デジタルオシロスコープ	○		

2. 金属学科	履		履
A. 材料試験用機材		D. 金属元素分析試験用機材	
(2. 2) 疲労試験装置	○	(2. 5) 真空放射スペクトルメーター	○
(2. 4) 微小硬度計	○	(2. 6) 走査型電子顕微鏡用X線分析装置	×
(2. 14) 小荷重万能試験機	×		
(2. 15) 磨耗試験機	×	E. 原料処理技術実習機材	
(2. 16) ゴム硬度測定機	×	(2. 3) 測定顕微鏡	○
(2. 17) 試片打抜機	×	(2. 11) 粒度測定機	×
(2. 18) 自動振り試験機	×		
(2. 19) クリープ試験機	×	F. 金属精練鑄造実験用機材	
(2. 20) 脆性温度測定機	×	(2. 10) 炭素硫黄分析装置	○
(2. 21) 熱安定性試験装置	×	(2. 13) 超音波探傷機	×
(2. 22) コンピューター制御万能材料試験機	×		
		G. 熱処理実験用機材	
B. 金属組織・結晶構造解析実験用機材		(2. 7) 超音波硬度計	○
(2. 1) X線回折装置	×	(2. 9) X線応力測定機	○
(2. 8) 重量式熱分析装置	×		
C. 機能性金属材料試験用機材			
(2. 12) 真空高周波誘導電気炉	○		

3. 電気工学科	経		経
A. 高電圧技術機材		D. パワーエレクトロニクス機材	
(3. 2) 電力線多機能変換器	○	(3. 7) カラープロッター付分析記録計	○
(3. 3) マルチチャンネル電圧・電流発生装置	○	(3. 8) デジタルマルチメーター	○
(3. 4) 絶縁型プローブシステム	○	(3. 13) コンデンサー容量損失試験ブリッジ	×
(3. 5) デジタル式電力計	○	(3. 14) 高速加減現象デジタル変換器	○
(3. 6) 電子式ハイブリッドメーター	○	(3. 15) 高感度・高精密デジタルマルチメーター	○
(3. 20) 高電圧DC電圧計	○	(3. 16) デジタル電子計	○
(3. 21) 高電圧AC/DC電計 (10KV)	○	(3. 17) パワースコープ	○
(3. 22) 高圧直流送電シミュレーター	○	(3. 26) 高電圧インパルス発生装置	×
(3. 23) 電力線搬送システム	×		
(3. 24) 発電所シミュレーター	○	E. ローコストオートメーション機材	
(3. 25) 変電所シミュレーター	○	(3. 1) 自己学習ロボット訓練装置	○
		(3. 9) デジタルオシロスコープ	○
B. 照明工学機材		(3. 10) デジタル指示型制御器	○
(3. 18) 携帯式光度計	○	(3. 11) アナログオシロスコープ	○
(3. 19) 遮光量計測チャンバー	×	(3. 12) デジタルメモリー	○
C. その他			
(3. 27) 電気部品及びデバイス	○		

4. 計測学科	経		経
A. バイオメディカル (生体医用)		B. 計装機材	
電子工学機材		(5. 6) 単一閉ループアナログ制御器	○
(5. 1) 任意波計発生装置	○	(5. 7) 高機能フィールド通信機	○
(5. 2) 解析型記録計	○	(5. 10) 光スペクトラム解析装置	×
(5. 3) 携帯式デジタル較正器	○		
(5. 4) データ集積処理装置	○	C. その他	
(5. 5) デジタル圧力計	○	(5. 12) 計測部品及びデバイス	○
(5. 8) センサー付超音波解析計	○	(5. 13) センサー	○
(5. 9) センサー付筋電計	○		
(5. 11) FFT回路網解析装置	○		

5. 土木工学科	採否		採否
A. 測量機材 (7. 1) デジタルセオドライト (7. 6) 自動レベル (7. 7) 光波距離計 (7. 9) デジタルキルビメーター (7. 10) 反射実体鏡 (7. 14) デジタルプラニメーター (7. 20) 都市計画用ソフトウェアセット (7. 21) フォトプロッター		C. 環境調査機材 (7. 2) ガスクロマトグラフィー分析装置 (7. 3) 紫外・可視分光光度計 (7. 11) 粒度測定機 (7. 12) 全炭素測定装置 (7. 16) 携帯用ガス検知計 (7. 5) ビデオ付き車輦速度解析装置 (7. 15) 騒音計 (7. 18) 交通量測定カウンター	
B. 都市計画用機材 (7. 4) 都市工学解析装置 (7. 17) 35mmカメラセット (7. 19) 音声スライドプロジェクター		D. 製図機材 (7. 8) デジタイザ付ドラフター (7. 13) 10色付プロッター	
		E. 構造解析機材 (6. 1) コンピューター制御万能材料試験機	

6. 機械工学科	様否		様否
A. 流体力学実験用機材		G. 冷凍、空気調和実験用機材	
(8. 4) 積分平均形騒音計	×	(8. 3) デジタル温度計	○
(8. 5) オクターブバンド分析器騒音計	×	(8. 8) 風速計	×
(8. 18) 液位フィードバック制御実験装置	×	(8. 22) 自動冷凍能力試験装置	○
B. 内燃機関・自動車工学実験用機材		H. トライボロジ実験機材	
(8. 13) 燃料噴射ポンプ試験装置	×	(8. 9) ポータブル振動計	×
		(8. 24) 磨耗試験機	×
C. 機構学及び機械要素実験用機材		(8. 26) ポータブルFFTアナライザ	×
(8. 12) 危険速度実験装置	×	I. ジャーナル軸受動特性解析実験用機材	
(8. 14) カム運動解析実験装置	×	(8. 10) ジャーナル軸受特性試験装置	×
(8. 23) 繰返し戻り及び曲げ疲労試験機	×		
(8. 11) 調速機実験装置	×	J. 測定実習用機材	
D. CAD 機械設計及び製図実習用機材		(4. 4) 真円度測定機	×
(8. 1) X-Y プロッター	○	(4. 6) デジタルハイトゲージ	×
(8. 2) X-Y プロッター	×	(4. 7) デジタルデプスゲージ	×
(8. 6) X-Y プロッター	×	(4. 8) デジタル穴径測定ゲージ	×
		(4. 9) デジタルマイクロメーター	×
E. 機械測定と制御実験用機材		K. 生産技術実習用機材	
(8. 7) コンピューターデータロガー	○	(4. 11) 自動荷役簡易ロボット	×
(8. 15) サーボ制御機構トレーニングシステム	×		
(8. 16) 空圧-変位変換理論実験装置	×	L. 治工具、機械工作実習用機材	
(8. 17) 油圧サーボ機構実験装置	×	(4. 1) 3次元測定装置	○
(8. 19) 流量フィードバック制御実験装置	×	(4. 2) CNC2スピンドル多軸旋盤	×
(8. 20) 圧力フィードバック制御実験装置	×		
(8. 21) 温度フィードバック制御実験装置	×	M. 治工具設計実習用機材	
(8. 25) 相対運動実験用ターンテーブル	×	(4. 3) ねじ測定機	×
(8. 27) ターンテーブル用付属接続装置	×	(4. 5) 歯車測定機	○
(8. 28) 振動試験機	×	(4. 10) 非破壊塗膜厚み測定機	×
F. 切削法実験機材			
(4. 12) 信号波分析装置	×		

3.2.5 技術協力の必要性

本プロジェクトは先端技術分野に接点を有する実験・研究機材の整備に係わるものであるが、3.2.4節でも考察されたように、その内容は高度のものではなく、プネ工科大学の教官・技術職員の技術レベルの延長線上にあるもので、サイトでのトレーニングで十分対処可能と考えられる。

また、プネ工科大学には近くにインド工科大学という優秀な国立大学があり、プネにも技術力のある公私の企業があり、むしろこれら官民の諸機関がプネ工科大学との共同研究を求めている状況にあるので、これら官民との協同研究や、学内における共同研究チームの組織などにより、十分効果的な機材運用が可能であり日本政府からの特別の技術協力は必要ないものと推定される。

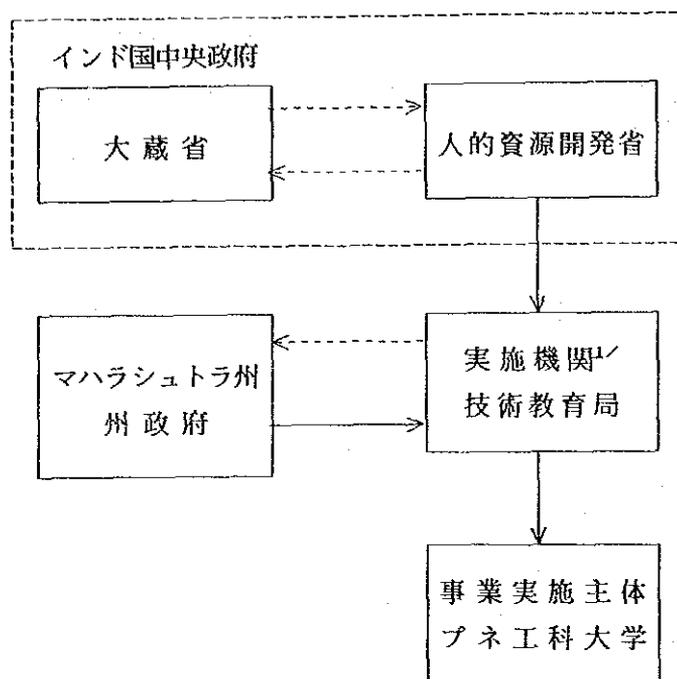
3.2.6 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその効果、現実性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。ただし、計画の内容については、整備機材を現状に合わせ、一部調整することが適当であることは、要請機材内容の検討において述べたとおりである。

3. 3 計画の概要

3. 3. 1 実施機関及び運営体制

今回機材の整備対象となるプネ工科大学の上位レベルの政府機関はマハラシュトラ州政府の技術教育総局であり、同局並びにインド国中央政府人的資源開発省事業実施主体はプネ工科大学、実施機関は同州技術教育総局である。



また同時に、事業の実施に当たっては、本プロジェクトが日本政府の無償資金協力で実施される場合においてもインド国の国産品がないことを証明し輸入許可を与える機関の技術開発総局 (DGTD)、輸入許可後輸入許可証を発行する輸出入管理者 (CCIE, Chief Controller of Import/Export) を統括している商務省、A/P 発行や、本無償資金協力事業におけるインド国側負担役務に係わる大蔵省などとの連絡を緊密に行う必要がある。

ノ：マハラシュトラ州技術教育総局は州レベルで工科大学、ポリテクニクス、職業訓練学校、試験（入学）、教官養成を統括する各部門に分れており職員数85名、総予算 2, 880Lakhsの規模を持っている。

3.3.2 計画地の位置及び状況

(1) 位置及び周辺状況

プネ工科大学はマハラシュトラ州の州都ボンベイより南東約 200kmのプネ市に所在する。プネ市は標高 600m の台地に位置し、ムター川とムラー川の合流点から南へ市街地が広がっている。

プネ工科大学はプネ市街地の中心に位置している。

敷地は、ムター川と鉄道によって制限されている上に中央を国道 4号によって分断されるという状況にある。この国道 4号線は現状では交通量も多く学内の交流をさまたげている上、騒音、排気ガスのため勉学・研究をする上での若干の障害となっているので将来他へ移設することが提案されているが、まだ具体的計画は未定である。(資料-5)
敷地面積は15ヘクタール、その中に延べ面積23,000㎡の校舎を有する。(表 3-1)

(2) 機材設置スペース

各学科に、本計画用実験室のスペースが準備されている。(図 3-1) 各スペースは現在、空室かあるいは机があるだけの状態で利用上の問題はない。

学 科	実 験 室 名	床面積 (㎡)
A 電子通信学科	1 信号処理実験室	64
	2 応用電子実験室	50
B 金属学科	1 スペクトル分析実験室	34
	2 X線分析実験室	74
	3 材料実験室	56
C 電気工学科	1 電力実験室	75
D 計測学科	1 生体医用実験室	111
E 土木工学科	1 環境実験室	39
	2 構造解析実験室	43
F 機械工学科	1 内燃機関実験室	26
	2 コンピューター実験室	40
	3 機械工具実験室	118
	4 C. I. M 実験室	108
	5 3次元測定実験室	95
		933

表3-10 主要建物構造及び床面積

学 科 名	構 造	階数	床面積 (㎡)
1. 電子通信学科	鉄筋コンクリート造	地上 3階	4,304
2. 金属学科	"	地上 3階	2,215
3. 電気工学科	"	地上 2階	1,009
4. 実験工場	"	地上 1階 地下 1階	1,896
5. 計測学科	"	地上 2階	1,000
6. 構造工学科	"	地上 1階 地下 1階	1,017
7. 土木工学科	"	地上 2階	1,797
8. 土木工学科、数学科、地質学科	"	地上 2階	1,822
9. 機械工学科	"	地上 1階 地下 1階	1,000
10. 図書館	"	地上 2階	4,653
11. 本館・都市工学科	"	地上 3階	2,523
合計			23,236

(3) インフラストラクチャー

1) 電源

フネ工科大学では、11KVで受電し、学内にある変電設備で440Vに降下させ、給電している。(図 3-2)

停電に関しては、約月 3回、各回 3分間程度発生している。よって現在も精密電子機器を使用している研究室では無停電電源装置を使用しており、電圧の変動巾も 5%を越えており、機器によっては定電圧電源装置を使用している。

また、本プロジェクトで整備される機材の一部もこれら無停電電源装置、定電圧電源装置が必要であるが、これらは大学側で整備されることになっている。

(a) 電源方式は次のとおりである。

単相	230V±6% 50HZ
3相	440V±5% 50HZ

(b) コンセント

歴史の古い建物であるため、多様なコンセント型式が採用されている。旧式の丸形 3ピン方式が主流となっているが、最近設置されたコンセントでは、5ピンのスイッチ内蔵、通電ランプ表示付きが採用されている。

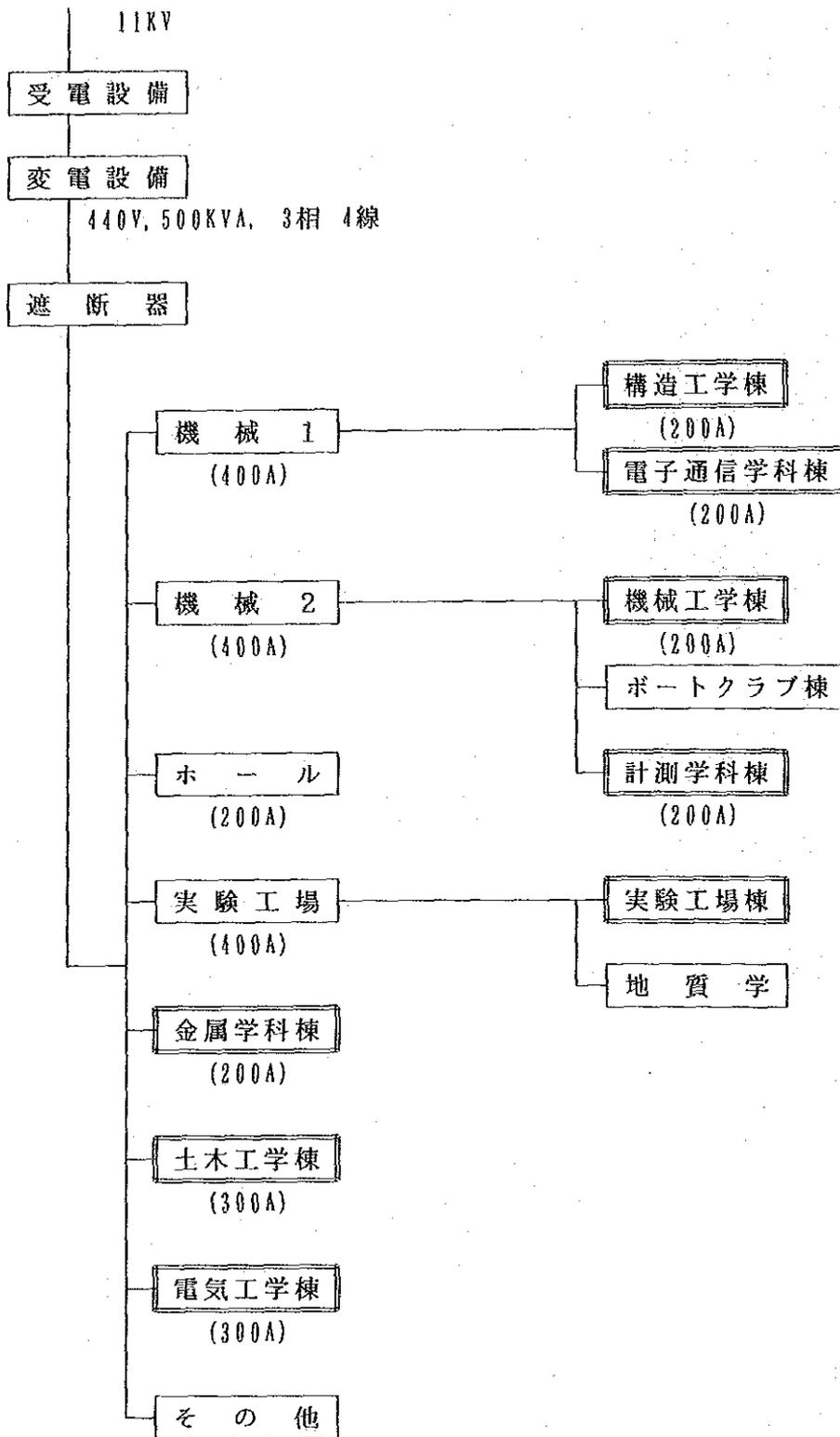
2) 給水

大学内は公共水道によって給水されており、飲用には適するが、化学分析用には適していない。現在も土木工学科の環境実験室ではイオン交換樹脂による純粋製造器を使用している。

3) ガス

都市ガスがないために、熱源が必要な場合は、LPG が使用されている。

図 3-2 電力系統図



注) 括弧内の数字は既設ケーブルの定格容量 (アンペア) を示す。

(4) 自然条件 (ブネ市)

ブネ市は標高600 mの高原にあるため沿岸部のボンベイよりは生活しやすくなっているが排気ガスや砂埃が多いため、精密機材を設置する実験室には、大学側が空調機を必要に応じて準備する。

	気 温 (°C)		月平均相対湿度 (%)	月平均降水量 (mm)	備 考	
	月平均最高気温	月平均最低気温				
1月	30.7	12.0	74	1.9		
2月	32.9	13.3	64	0.3		
3月	36.1	16.8	52	3.1	冬 期	
4月	37.9	20.6	50	17.6	夏 期	
5月	37.2	22.6	58	34.7		
6月	31.9	23.0	74	102.8	夏 期 雨 期	
7月	27.8	22.0	83	186.8		
8月	27.7	21.5	85	106.4		
9月	29.2	20.8	82	127.3	雨 期	
10月	31.8	19.3	79	91.9	冬 期	
11月	30.8	15.0	73	37.0		
12月	30.1	12.0	75	4.9		
平 均	32.0	18.2	71	714.7		
過去最高気温		過去最低気温	過去最高1日 降 水 量			
43.3°C		1.7°C	149.1mm			