

国際協力事業団  
中華人民共和国  
機械電子工業部

No. 2

中華人民共和国  
北京理工大学メカトロニクス人材養成センター機材整備計画  
基本設計調査報告書

平成 4 年 9 月

ユニコ インターナショナル株式会社

無調二
C R (I)
92-123



JICA LIBRARY



1112556(4)

26216



マイクロ  
フィルム作成

国際協力事業団  
中華人民共和国  
機械電子工業部

中華人民共和国  
北京理工大学メカトロニクス人材養成センター機材整備計画  
基本設計調査報告書

平成 4 年 9 月

ユニコ インターナショナル株式会社



## 序 文

日本国政府は中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の北京理工大学メカトロニクス人材養成センター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4年3月30日から4月18日まで東京工業大学工学部制御工学科教授の北川能氏を団長とし、ユニコ インターナショナル株式会社の団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は中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4年6月24日から7月3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。

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4年9月

国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介





## 伝 達 状

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介 殿

今般、中華人民共和国における北京理工大学メカトロニクス人材養成センター機材整備計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は貴事業団との契約により、弊社が平成4年3月25日より平成4年9月18日までの6ヵ月に亘り実施してまいりました。今回の調査に際しましては、中華人民共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、文部省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、中華人民共和国においては、北京理工大学関係者、国際協力事業団中華人民共和国事務所、在中華人民共和国日本大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

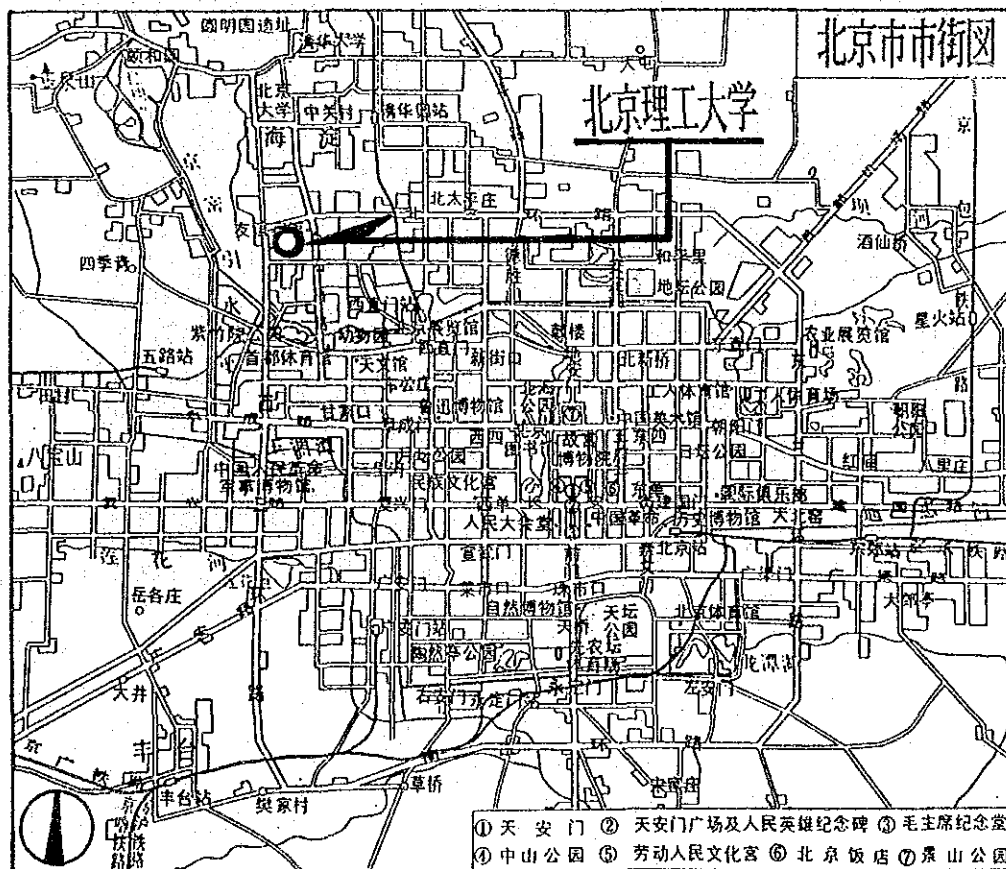
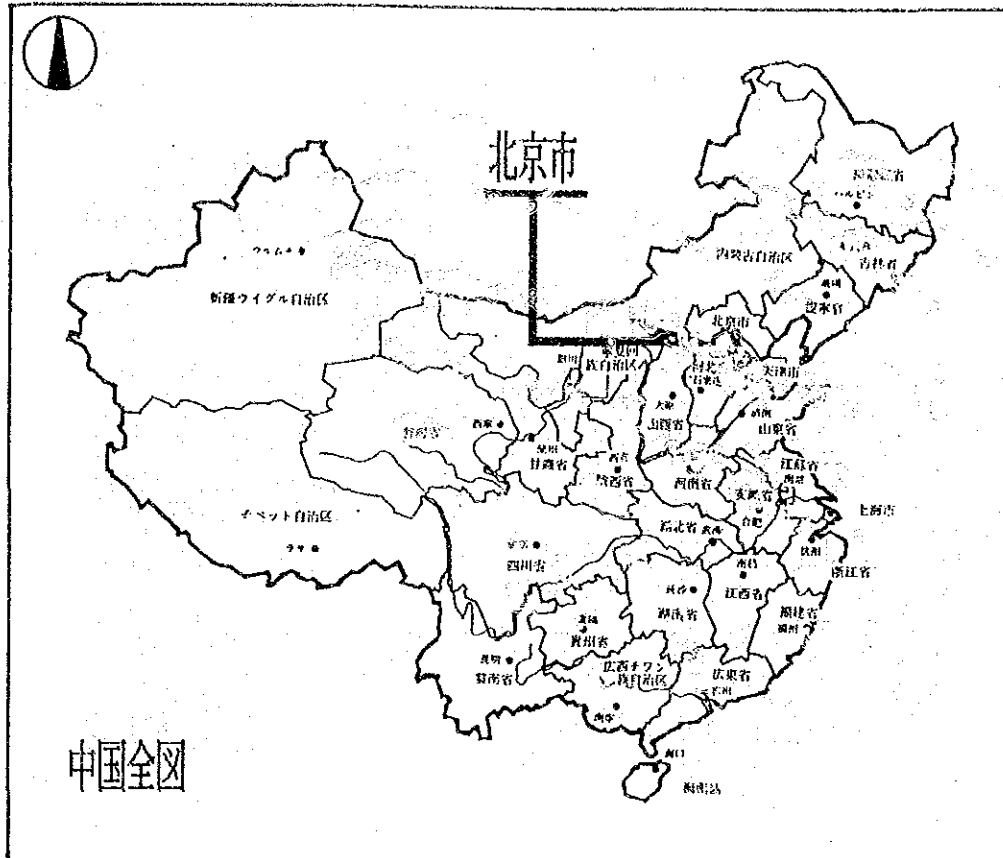
貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成4年9月18日

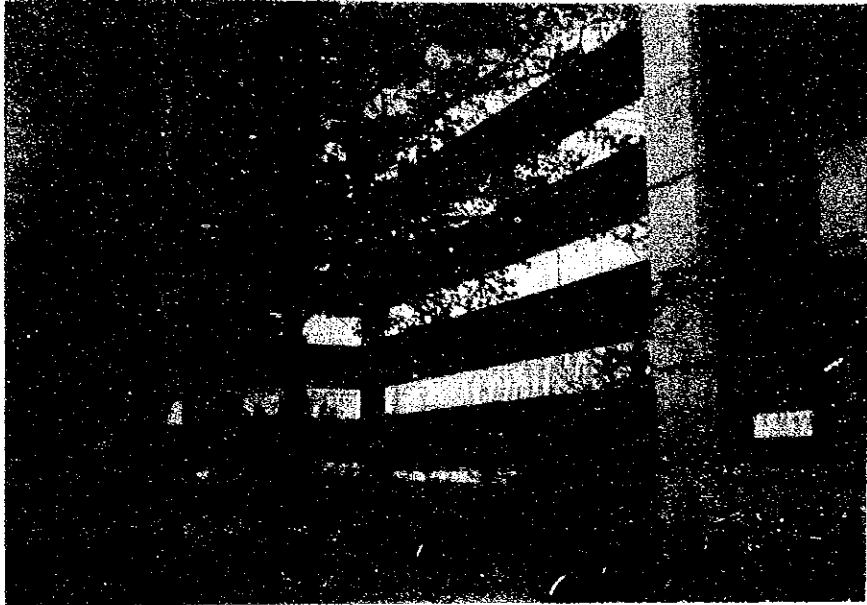
ユニコ インターナショナル株式会社  
北京理工大学メカトロニクス人材養成センター  
機材整備計画基本設計調査団  
業務主任 吳 信 二



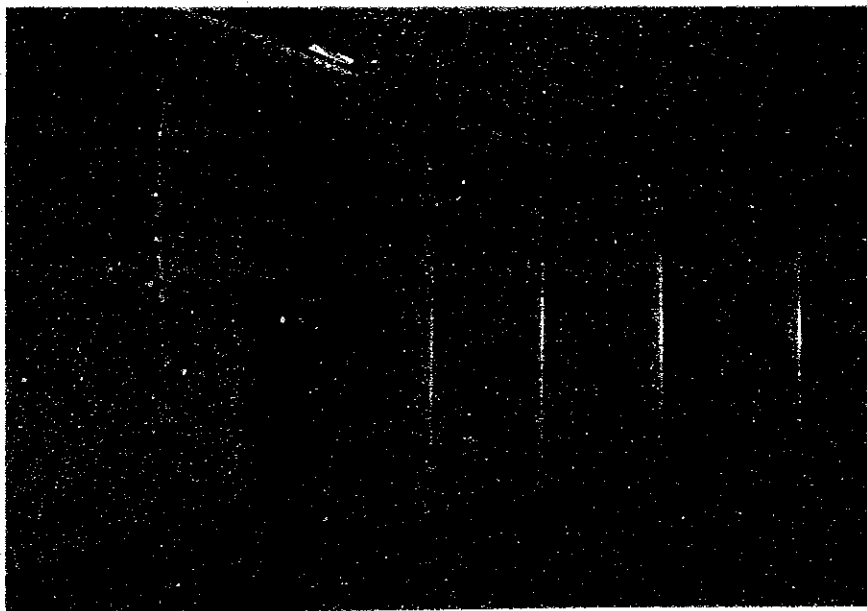
# 計画地の位置







求是楼（全景）



实验室（403号）



# 要 約





## 要 約

中華人民共和国は1978年以来、工業、農業、国防、科学技術の「4つの現代化」を国家目標に掲げ、経済建設を中心とした近代国家建設を最優先課題として位置づけ、「改革と開放」路線を打出し中央集権的な計画経済からの脱皮を図った。この為、1981～1990年の第6次五ヶ年計画と第7次五ヶ年計画期間中は安定的な高度成長を達成した。

しかし、他方では過大投資による「経済過熱」現象を引き起し、物価の上昇、輸入の過大伸長、それに伴う経常収支の大幅な赤字をもたらし、更には工業生産の急激な伸展に原材料、エネルギー、交通運輸等のサブセクタの強化、整備が追いつかず、また耐久消費財の生産が量的にも質的にも消費者の要求を満足するに至らなかったこと等の問題点が浮きぼりになった。このため1988年の中国共産党第13期中央委員会第3回総会において「経済環境の整備と経済秩序の整頓」が重点政策として採用され、中国経済は調整期に入った。ひき続き1991年春の全国人民代表大会においては、経済の持続的安定成長を図るべく、需要と供給の均衡の堅持、インフレの抑制、経済効率の向上等を基本原則とした国民経済社会発展10ヶ年計画と第8次五ヶ年計画（8・五計画）要綱を採択した。而して、これに伴う一連の政策の中で、特に産業構造の調整を積極的に進めるとともに、「科学技術と教育事業の発展を重要な戦略的地位に置き、主として科学技術の進歩と、労働者の資質向上に依拠した経済成長へと軌道を修正する」こととなった。

8・五計画の産業政策面では、「既存企業の技術改良を積極的に、重点を決めて促進し、一群の大中小型基幹企業と一群の重点製品を国際的先進水準に近づけるか、到達させることに努める」こと、更に「国営大中小型企業の活力増強、企業の合理的経営メカニズムの整備を中心に、各方面の体制改革を総合的に進める」ことが定められ、機械・電子、農業、並びに交通・通信分野が優先部門として取り上げられている。

また、教育政策面では「4つの現代化の鍵は科学技術の現代化であり、科学技術の現代化なしには農業、工業、国防の現代化はあり得ない。科学技術人材の養成は国家の重要課題であり、人材養成の基礎は教育にある」と同国の近代化建設における教育の役割の重要性を謳っている。

一般に、中国の工場企業は、新しい技術、設備を導入し消化するだけの力が不足しており、また、生産技術を担う中堅技術者の再教育を自社で行う体制も整っていない。一方、現在の工場技術者の大部分は極言すれば機械技術者は機械工学だけ、電気技術者は電気工学だけの技術しか有しておらず、両分野にまたがった技術を理解し得る人材が不足しており、これ等が工場の近代化の大きな阻害要因となっている。

北京理工大学は中国における最初の理工系高等教育機関であり、国家重点建設大学の1つに指定されており、多くの人材を育成してきた実績を有する重要校である。同校は上記のような国家的な問題に鑑み、機械・電気・電子工学にまたがるいわゆるメカトロニクス分野に精通する人材を養成し、国家計画の中の一指針である「産学協同体制」を実現しつつ、工場の近代化に資するため、生産工場の管理者及び中堅技術者の再教育を行うことを目的としてメカトロニクス人材養成センターの設立計画を策定し、同センターの教育内容に必要な実習機材、コンピュータソフト等の整備につき、中国政府を通じ、日本政府に無償資金協力を要請してきた。

この要請に基づき、日本政府は調査の実施を決定し、国際協力事業団が平成4年3月30日から同年4月18日まで、基本設計調査団を同国に派遣し、北京市における北京理工大学関係者との協議を通じて、要請の背景、内容を確認するとともに、中国における同分野の技術水準、中国側計画実施体制を調査し、また北京市周辺の関連企業、研究所及び関連事項の調査を行った。

調査結果の概要は次のとおりである。

- (1) 北京理工大学は工学を主として、理学、経営管理、文学の各分野にわたって教育、研究を行っている大学であり、1940年に設立された中国最初の理工系高等教育機関である。同大学は全国に指定されている52校の工科系重点大学の1つであり、また14の国家重点建設大学の1つに指定されている重要校である。多くの修士及び博士の大学院コースを備え、日本、米国、ロシア、ドイツ、スイスの大学と提携、活発な交流を行っている。現在は16の学科と2学院に約5,000名の学生と900名の大学院生（修士、博士コース）がおり、分校生、夜間学校生、通信教育学生も合わせると総計約8,600名が学んでいる大学である。教授陣は約1,700名おり、学科の他に21の研究所及びセンターが設置されている。
- (2) メカトロニクス人材養成センターは学長直轄の組織として設立され、生産工場の管理者及び大学卒の高級技術者、中堅技術者を対象として設計、製造、計測制御、生産管理へのコンピュータの応用、メカトロニクスとオートメーション、及びNC（数値制御）加工技術に重点を置いて教育、訓練し、工場近代化の推進役となるメカトロニクス人材を養成することを目的にしている。このため5つの実験室に本計画の要請機材（メカトロニクス関係機材）を設置し、延べ14の研修コースで年間420名のメカトロニクス技術者を育成するものである。本センターには専任19名、北京理工大学関連学科との兼務教職員22名、計41名を同大学の現有教職員から配置する予定であり、既設の4階建ての建物「求是楼」の一部、約1,600㎡をセンターの研修の場とする計画である。

以上の実情を踏まえ、メカトロニクス人材養成センターの教育内容に必要な機材の整備計画を作成した。計画の概要は次のとおりである。

(1) 実施機関 : 北京理工大学

(2) 活動計画 : 本計画に関わる対象技術は設計、製造、計測制御、生産管理へのコンピュータの応用技術、メカトロニクス及びオートメーション関連技術、NC加工技術であり、次の研修コースを実施する計画である。

- 1) CAD/CAM 技術コース (コンピュータ援用設計/製造技術コース)
- 2) NC加工技術コース
- 3) 計測制御技術コース
- 4) 生産管理コース

(3) 機材の概略 : 計画機材はメカトロニクス人材養成センター設立の目的であるメカトロニクス技術分野の技術者養成に必要な機材である。機材選定に当たっては、各実験室の基盤となる利用度の高い機材、実験実習のための機材、応用範囲が広く、操作、維持保全の容易な機材を優先的に選定した。要請機材の中には日本政府の事前輸出承認が必要なものがあり、また、承認に要する期間が長くかかるものもあり、これ等については仕様を変更して対処した。なお、小型NCフライス盤が要請機材の中に含まれているが、PMS演習システムの中に含まれているマシニングセンターはフライス盤の機能をも有しているため、小型NCフライス盤を削除した。

(4) 本計画により整備される機材は「求是楼」の1階、3階、4階の一部に設置される。求是楼の建物は既に完成して、使用されており、本計画の為の機材基礎、室内配線等、機材据付に必要な工事を残すのみである。

計画した機材の内容は次表のとおりである。

実験室別計画機材一覧表

分野	項目	CAD/CAM 実験室	NC加工技術 実験室	計測制御 実験室	共用情報 管理室	共用電子計測 実験室	その他
A. コンピュータ システム	1. エンジニアリング・ワーク・ステーション	○	○	○	○		
	2. パーソナルコンピュータ	○	○	○	○		
	3. 周辺装置	○		○	○		
	4. ソフトウェア	○			○		
B. 計測制御装置	1. 油圧・空圧・電気サーボ演習装置			○			
	2. 計測制御練習用システム			○			
	3. プログラマブルコントローラ装置			○			
C. NC装置	1. 教育用FMS演習システム		○				
	2. 小型NC旋盤		○				
	3. NC制御装置		○				
D. 電子計測装置	1. 電子回路演習装置					○	
	2. 電子計測システム					○	
	3. データ収録・解析システム			○		○	
	4. 各種センサ					○	
E. 運営支援装置	1. 周辺装置	○		○	○		
	2. 共用機材及び事務処理用機材						○

本計画を日本政府の無償資金協力により実施する場合に、必要な総事業費は約5.22億円（日本側負担分約5.20億円、中国側負担分約0.02億円）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3ヶ月、機材調達・据付に9ヶ月と見込まれる。

本計画が日本政府の無償資金協力により実施された場合、次の効果が期待される。

- (1) 企業管理者の新技术、生産管理に対する理解が深まり、工場の近代化が促進されることが期待できる。
- (2) 中国の中堅技術者がメカトロニクス技術を修得することにより、工場近代化の実践的役割を果たすことが期待できる。
- (3) 中国の工場の設備改善、新技术の導入を促し、工場の近代化に貢献し、国際市場における競争力を高める。
- (4) 中国の生産技術水準とメカトロニクス分野における教育・研究水準の向上をもたらす。

また、本計画の運営維持管理体制は次のように評価できる。

- (1) メカトロニクス人材養成センターは北京理工大学学長直属の機関であり、その組織計画は北京理工大学の教職員により策定されており、また本センターの要員はすべて同大学現有の教職員により充足、構成されるので、組織、配員上の問題はない。
- (2) 機材の最終管理責任は大学の管理部門が負い、資産管理台帳を整備し、各実験室に財産管理員を任命して員数管理を行う。日常の保全管理は各実験室の教授と技術者がこれに当り、修理は大学の保全修理専門部署が行うので、計画の実施に当たり、機材に関する適切な訓練を行えば機材維持管理上の問題は生じない。
- (3) 機材の運用、維持管理の費用は大学の経常予算に加え機械電子工業部からの補助金と研修生の学費等の収入から充当するので財務上の問題はないと考えられる。

以上を総合的に考察し、本計画が実施された場合に、前述のような効果が期待され、本計画が中国のメカトロニクス技術と生産管理分野における教育・研究水準の向上に役立ち、ひいては中国の工場の近代化に貢献することが予測されることから、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。



中国北京理工大学メカトロニクス人材養成センター  
機材整備計画基本設計調査  
報告書

目次

序文	
伝達状	
計画地の位置（地図）	
写真	
要約	1
第1章 緒論	1 - 1
第2章 計画の背景	2 - 1
2. 1 経済概況	2 - 1
2. 2 産業政策と産業界の現状	2 - 3
2. 3 企業と科学技術人員	2 - 4
2. 4 中国の高等教育	2 - 5
2. 5 北京理工大学の概要	2 - 8
2. 6 要請の経緯と内容	2 - 13
2. 6. 1 要請の経緯	2 - 13
2. 6. 2 要請内容の要約	2 - 13
第3章 計画の内容	3 - 1
3. 1 計画の目的	3 - 1
3. 2 要請内容の検討	3 - 2
3. 2. 1 計画の妥当性、必要性の検討	3 - 2
3. 2. 2 実施運営計画の検討	3 - 3
3. 2. 3 計画の構成要素の検討	3 - 4
3. 2. 4 要請機材の内容の検討	3 - 10
3. 2. 5 協力実施の基本方針	3 - 22

3. 3	計画の概要	3 - 23
3. 3. 1	実施機関及び運営体制	3 - 23
3. 3. 2	事業計画	3 - 25
3. 3. 3	計画地の位置及び状況	3 - 38
3. 3. 4	機材の概要	3 - 47
3. 3. 5	維持管理計画	3 - 53
3. 4	技術協力	3 - 57
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	建物、用役	4 - 2
4. 3	基本計画	4 - 3
4. 3. 1	機材計画	4 - 3
4. 3. 2	機材配置計画	4 - 11
4. 4	施工計画	4 - 21
4. 4. 1	施工方針	4 - 21
4. 4. 2	施工上の留意事項	4 - 22
4. 4. 3	施工監理計画	4 - 22
4. 4. 4	事業負担区分	4 - 22
4. 4. 5	機材調達計画	4 - 23
4. 4. 6	実施工程	4 - 24
4. 4. 7	概算事業費	4 - 26
第5章 事業の効果と結論		5 - 1
5. 1	事業の効果	5 - 1
5. 2	結論	5 - 3



## 資料編

資料- 1	調査団の構成	
1. 1	基本設計調査（本格調査）	A- 1
1. 2	ドラフトレポート説明	A- 2
資料- 2	調査日程	
2. 1	基本設計調査（本格調査）	A- 3
2. 2	ドラフトレポート説明	A- 5
資料- 3	面談者名簿	A- 6
資料- 4	協議議事録	
4. 1	基本設計調査（本格調査）	A- 9
4. 2	ドラフトレポート説明	A-17
資料- 5	要請機材リスト	A-21
資料- 6	北京理工大学関係資料	
6. 1	メカトロニクス人材養成センターと関係のある学科と専攻	A-35
6. 2	メカトロニクス人材養成センターと関係のある 各学科の保有する主要機材一覧表	A-36
6. 3	北京理工大学教職員数一覧	A-38
6. 4	北京理工大学在学生数一覧	A-39
6. 5	北京理工大学と提携交流している外国大学一覧	A-40
6. 6	北京理工大学最近5年間の学部及び大学院卒業生の就職状況一覧	A-41
6. 7	北京理工大学の日本留学教師名簿	A-42
資料- 7	メカトロニクス人材養成センター準備委員会名簿	A-44
資料- 8	コンピュータシステム構成	A-45
資料- 9	メカトロニクス人材養成センター人件費	A-49
資料-10	センター設立に係る中国側負担事業費	A-49
資料-11	中国の概要	A-50
資料-12	略語集	A-51



# 第 1 章 緒 論



## 第1章 緒論

全国工科重点建設大学の一つである北京理工大学は、今般、国家第8次五ヶ年計画（1991～1995）に沿う形で生産工場の管理者及び中堅技術者の再教育を行うことを目的として、メカトロニクス人材養成センターの設立を計画し、同センターの教育内容に必要な実習機材、コンピュータ・ソフト等の整備につき、中国政府を通じ、日本政府に無償資金協力を要請してきた。

この要請に基づき、日本政府は調査の実施を決定し、国際協力事業団が、東京工業大学工学部制御工学科教授北川 能氏を団長とする基本設計調査団を平成4年3月30日から4月18日まで現地に派遣した。

基本設計調査団は、中国側関係者と一連の協議を行うとともに、北京理工大学並びに、関連企業・研究所の調査及び資料の収集を行い、協力の対象範囲、養成センターの教育内容、要請機材の内容、中国側の実施体制、維持管理計画、負担措置等について確認を行った。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、事業費の積算、実施計画の策定等を行った。

その後、基本設計調査の内容につき中国側と協議、確認するため、平成4年6月24日より7月3日まで報告書案説明調査団を同国に派遣した。

本報告書は、以上に基づき本計画の実施にあたり、最適と判断される教育機材の選定、基本設計、事業実施計画、維持管理計画、事業評価、提言等を取りまとめたものである。なお、協議議事録、調査団の構成、調査日程、面談者名簿等は巻末の付属資料（資料1～4）に記載した。



## 第 2 章 計画の背景





## 第2章 計画の背景

### 2.1 経済概況

中華人民共和国は、1949年の共和国成立以来、社会主義体制下で独自の国家建設を進めてきているが、1976年の文化大革命の終結後、同国の経済建設は大きくその方針が転換されて今日に至っている。中国指導部は1978年の中国共産党第11期中央委員会第3回総会（第11期三中全会）において、近代国家建設を最優先課題として位置付け、対外開放政策と経済体制の改革を推進する画期的方針を打ち出した。この「改革と開放」路線の採択に伴い、農業部門では生産責任制が導入され農村の活性化が図られるとともに、企業部門においては工場長責任制や労働契約制等の経営方法や財務管理を対象とした改革が進められ、生産・販売に関する決定権が地方当局や個別の経済主体に徐々に委譲され、中央集権的な計画経済からの脱皮が図られた。また、価格決定や生産物の種類・数量の決定に市場メカニズムの導入が図られる一方、対外開放政策により貿易と直接投資が積極的に活用されたため、経済の実質成長率はGNPベースで第6次五ヶ年計画期間（1981-1985年）中が年率10.1%、第7次五ヶ年計画期間（1986-1990年）中が7.8%と、安定的な高度成長を達成した。

しかし、一方では国家資産過大投資による「経済過熱」現象を引起し、物価の上昇、輸入の大幅な拡大、及びそれに伴う経常収支の大幅な赤字をもたらし、また、工業生産の過大な伸長により懸案であった原材料工業、エネルギー、交通運輸等のサブセクタの強化がそのニーズに追いつかず不十分のままで終ったこと、耐久消費財の生産が量的にも質的にも消費者の要求を満足するに至らなかったこと、等の問題点が浮きぼりになった。このため、1988年9月の第13期三中全会においては「経済環境の整備と経済秩序の整頓」が重点政策として採用され、中国経済は調整期に入った。

こうした課題をうけて、中国指導部は1991年春の全国人民代表大会において、経済の持続的安定成長を図るべく需要と供給の基本的均衡の堅持、インフレの抑制、経済効率の向上等を基本原則とした国民経済社会発展10ヶ年計画と第8次五ヶ年計画（8・五計画）要綱を採択した。ここで定められた1991年から2000年までの五大奮闘目標は以下のとおりである。

- 今世紀末までにGNPを1980年の4倍にする
- 人民生活を温飽（ぎりぎりのレベル）から小康（まずまずのレベル）に到達させる

- 21世紀初頭に中国の経済・社会が持続的に発展する物質的技術的基礎を築く
- 公有制を基礎として、計画経済と市場調節を結びつけた経済体制と運行メカニズムを確立する
- 社会主義精神文明建設を新たな水準に到達させ社会主義民主と法制を整備する

この目標達成のため、中国政府は西暦2000年までに達成すべき「7つの任務」を規定し、特に同国の産業構造の調整を積極的に進めるとともに、「科学技術と教育事業の発展を重要な戦略的地位に置き、主として科学技術の進歩と労働者の資質向上に依拠した経済成長へと軌道を修正する」ことを求めている。

一方、8・五計画期の前半2～3年は、前述した経済調整期間にあり、特にインフレの抑制と財政赤字の削減が重点目標とされている。それに伴う経済構造の調整策として、①製品の品種、品質、数量を内外市場の需要の変化に即応させる、②農業と工業、並びに基幹産業・基盤施設と加工産業とのアンバランスを是正する、③企業組織構造の不合理さを徐々に改善する、④地域経済構造の同質化の傾向を抑制することが求められており、こうした改革を通して対外貿易をより効果的に繰り広げるとともに国家の財政収支の不均衡を徐々に改善していくことが謳われている。

## 2. 2 産業政策と産業界の現状

8・五計画の産業政策面では、「既存企業の技術改良を積極的に、重点を決めて促進し、一群の大中型基幹企業と一群の重点製品を国際的先進水準に近づけるか、到達させることに努める」こと、更に「国営大中型企業の活力増強、企業の合理的経営メカニズムの整備を中心に、各面の体制改革を総合的に進める」ことが求められ、産業政策の重点がこれまでの地区別傾斜生産方式から産業別傾斜生産方式に移された。これに伴い、機械・電子、農業、並びに交通・通信分野が優先部門として取り上げられている。機械・電子部門では、特に自動車、大型プラント、マイクロエレクトロニクス、VTR、通信・交換機、航空宇宙産業、家電等が重点業種として競争力の強化が求められ、これらの分野では内資・外資の導入を積極的に進めていく方針がとられている。

今回の要請対象である北京理工大学を所轄する機械電子工業部は、1988年4月の国務院機構改革によりそれまでの機械工業委員会と電子工業部が合併して再編されたもので、国務院の各部・委員会の中では最大級の組織を有している。機械電子工業部傘下には、加工産業・電子工業部門を中心とした公的所有制下の企業、工場、研究所等が中国全土に約2,450単位存在している。

これらの工場企業群の中には、大企業から地方の中小規模の企業まで含まれているが、国家産業政策の優先分野にありながら、一部の大企業を除いて殆どの工場企業では、生産設備の老朽化と生産技術の旧弊化により、十分な生産能力を発揮できない状況にある。すなわち、現在の中国には、先進工業国で行われているコンピュータ援用設計(CAD)、製作(CAM)、更にはコンピュータ利用による総合生産管理等を行っている企業はほとんど皆無に等しく、依然として旧式の設備と経験に頼って多大な労力と時間を費して設計、製作を行っているのが実状である。この為、製品の精度は工業先進国のそれと比較して劣り、品質も良くなく、多くの不良品が発生し、莫大なエネルギー、資材、労力及び時間の浪費を来し、生産量も少く、生産性の悪い状況にある。このような生産体制ではエレクトロニクス、メカトロニクス技術を駆使し、オートメーションが発達、普及し、高度情報化社会を形成している先進工業国と肩を並べて競争することは困難であり、工場近代化の必要性が唱えられる所以である。

## 2. 3 企業と科学技術人員

現在、中国には工業生産に従事する企業が約796万単位存在し、約1億1,600万人の従業員が雇用されている。(表 2.1参照)。

表 2.1 中国の工業企業 (1990年)

企業分類	企業数	被雇用者数(千人)	工業生産額(億元)
国営企業	104,400 (1.31%)	43,904.7 (37.71%)	13,063.75 (54.60%)
集団所有制企業	1,668,500 (20.97%)	53,873.2 (46.27%)	8,522.73 (35.62%)
個人経営企業	6,176,000 (77.61%)	16,853.7 (14.47%)	1,290.30 (5.39%)
その他類型企業	8,800 (0.11%)	1,806.9 (1.55%)	1,047.56 (4.38%)
合計	7,957,700 (100%)	116,438.5 (100%)	23,924.36 (100%)

機械・電子工業部傘下の企業群は、表 2.1の国営企業、集団所有制企業、その他類型企業(合併、合作、外資等を含む)に含まれるが、これら企業数は全体の約22%を占めるに過ぎないにも拘らず、被雇用者数では全体の約85%、工業生産額では全体の約95%を占めている。工業生産額の占める割合から判断して個人経営企業を除く上記3形態の企業における生産管理技術の向上が、工業部門の企業全体の生産能力の向上に結びつくことは明白である。

また、別の統計によると、中国の技術者、科学研究者を含む自然科学技術要員の数は国営企業全体で約1,100万人(うち工業部門約290万人)で、このうち技術者の数は全体で510万人(うち工業部門約253万人)、また県・市レベル以上の國務院各部系統所轄の集団所有制企業の自然科学技術要員は約64万人(うち工業部門約30万人)で、このうち技術者は全体で約29万人(うち工業部門約26万人)となっている。

これらの自然科学技術要員には、前述した機械電子工業部傘下の企業の被雇用者も含まれており、これらの人々に対し生産管理技術の再教育・研修を実施することにより、各工場企業単位での生産能力を改善することが可能と考えられる。

## 2. 4 中国の高等教育

中国は現在、工業、農業、国防、科学技術の「4つの現代化」を国家目標に掲げ、経済建設を中心とした近代国家建設に総力をあげて取り組んでいるが、中国指導部は、「4つの現代化の鍵は科学技術の現代化であり、科学技術の現代化なしには農業、工業、国防の現代化はあり得ない。科学技術人材の養成は国家の重要課題であり人材養成の基礎は教育にある」と同国の現代化建設における教育の役割の重要性を謳っている。このため、同国の教育予算の国家財政総支出に占める割合は、1980年以降毎年10%以上が確保されている。

中国における高等教育機関（大学、専科学校、短期職業大学）は、1990年現在で全国に1,075校（うち理工系286校）あり、教職員数約101万人（専任教官数約39万人）、在学生数約206万人、同年における入学生数約61万人、また卒業生数も約61万人となっている。1949年から1990年までの高等教育機関卒業生数は累計で約738万人おり、このうち33%に当たる約246万人は工科系の卒業生となっている。

中国の大学を、それ等を管理する行政機関別に分類すると、(i) 中央の国家教育委員会直属、(ii) 中央の国務院各部・委員会所属、(iii) 地方の省・市・自治区所属の3種類の系統に分けられ、(i) に属するものは北京大学、清華大学、上海交通大学等の総合大学ないしは規模の大きい大学で、全体の約5%、(ii) に属するものは今回の調査対象である北京理工大学をはじめ、ハルビン工業大学、北京航空学院、北京農業大学等の専門化された大学で、全体の約32%、(iii) に属するものは師範系大学を中心に全体の63%を占めている。現在、中国全国に96の重点大学が指定されており、教育のレベルアップを図るため、国家は重点大学の予算、設備、教員を優先的に確保し、重点大学に優秀学生を集中させている。これにより重点大学は教育の中核的な役割を果たしているが、北京理工大学もこの中に含まれている。

なお、国家の人材養成計画を補完するものとして、1983年より、政府機関・企業等の雇用者から人材養成の委託を受けて、大学が定員外で学生を入学させ、卒業後、もとの雇用者の下に配属する制度も推進されており、こうした養成委託学生数は年々増加する傾向にある。

従来、一部大手企業では、自社内に訓練センターを設けて自社の技術者、技能者の教育をしてきているが、これは自社に必要な技術、技能を修得させる為と、学歴または資格を取得させるのが目的であった。

機械電子工業部は、これ等工場技術者または技能者の技能訓練の為、今迄国家的なレベルで各種技能訓練センター10ヶ所を、外国の援助（ドイツ8件、イタリア2件）を得て設立してきている。（表 2.2参照）

しかし、本件のように大学卒の中堅技術者以上を対象として新技術を修得させる人材養成センターを設立するのは初めてである。現在、機械電子工業部が計画しているセンターは本人材養成センターの他、技能訓練センターとして、大連鑄造技術訓練センターがあり、これ等も表 2.1に併わせて示されている。

表 2.2 機械電子工業部に所属する訓練センター

1. ハルビン溶接技術訓練センター	(ドイツ無償援助)	1984年)
2. 北京精密機械技術訓練センター	(ドイツ無償援助)	1987年)
3. 北京電器金型訓練センター	(ドイツ援助)	1985年)
4. 北京縮微技術訓練センター	(ドイツ援助)	1988年)
5. 風能太陽能開発技術訓練センター	(ドイツ援助)	1988年)
6. 密雲NC工作機械訓練センター	(イタリア援助)	1985年)
7. 農業機械訓練センター	(イタリア援助)	1986年)
8. NC技術訓練センター(南京)	(ドイツ援助)	1987年)
9. 中独現代化工業技術訓練センター(天津)	(ドイツ援助)	1990年)
10. 北京理工大学ドイツ語訓練センター	(ドイツ援助)	1990年)

計画中のセンター

1. 北京理工大学メカトロニクス人材養成センター(日本)
2. 大連鑄造技術訓練センター

## 2. 5 北京理工大学の概況

北京理工大学は、中国のシリコンバレーとも言われる北京市中関村電子街に通じる白石橋路に面して広大な面積を有する総合大学であり、工学を主として理学、経営管理、文学の各分野における教育・研究が行われている。殊に、機械、光学、電気、化学、情報技術を主とした各学科を揃え、総合的なシステム研究が行える体制を整えている。同大学は、中国における最初の理工系高等教育機関であり、1940年、延安自然科学研究院として延安の地に設立された伝統校である。その後、幾つかの教育機関を吸収しつつ北京市に移り、1952年から北京工業学院として約32年間活動し、1984年5月に現在の北京理工大学として改組された。同大学は、全国に52校指定されている工科系重点大学に含まれており、また先の第1次五ヶ年計画期間中に、ハルビン工業大学等と共に14の国家重点建設大学の1つに指定された重要校である。

現在、同大学では16学科・2学院において本科生（学士課程）の授業が実施されているほか、大学院レベルで修士課程及び博士課程（博士後課程を含む）、短大レベルの専科生を対象とした授業も実施されている。更に、成人教育課程においては、社会人を対象とした通信教育及び夜間コースによる本科生・専科生レベルの教育も行われている。また、北京理工大学には上記の教育部門の他に研究部門も整備されており、現在21の研究所が活動している。

メカトロニクス人材養成センターをも含めた北京理工大学組織図を図 2.1に示す。

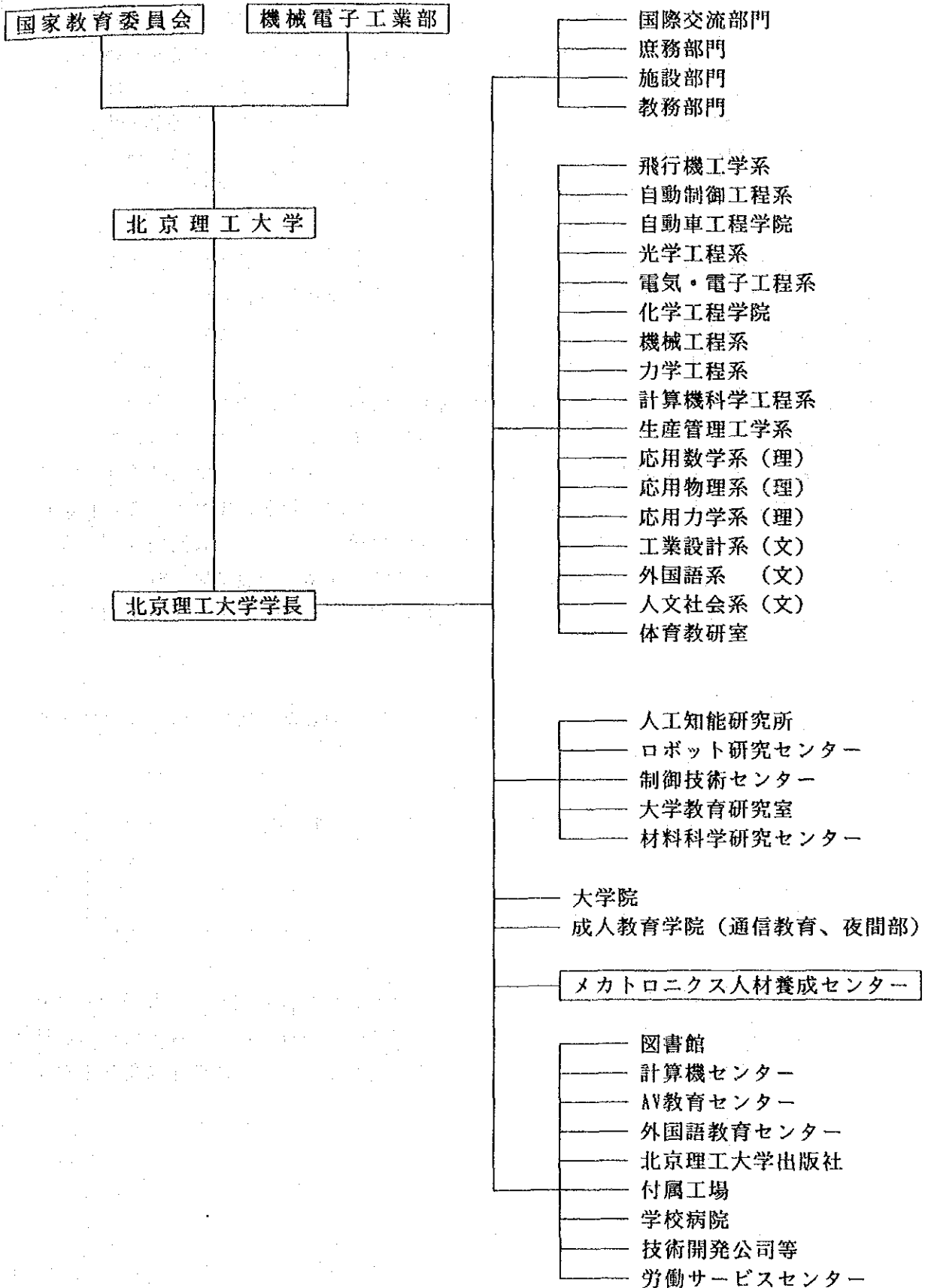
なお、人材養成センターと関係のある大学側の学科と専攻の一覧を添付資料 6.1に示す。

また、これ等の学科が保有するメカトロニクス関連主要機材の一覧を資料 6.2として添付した。

1992年度の在学生数は全体で8,573名、このうち本科生4,951名、大学院生763名、博士課程及びポストドクター計145名、秦皇島及び房山両分校生計245名、夜間学校生866名、通信教育受講生1,603名である。また1992年3月末現在の教授陣は全体で1,731名、このうち、教授142名、助教授463名、講師、助手計610名、技術者（高級技術者、技術者、技術者助手、その他）計516名である。1992年現在の学科別教職員数と在学生数一覧を夫々末尾に資料 6.3と資料 6.4として添付した。



图 2.1 北京理工大学組織図



北京理工大学は、國務院の機械電子工業部に直屬する教育機関であり、このため機械電子工業部系統の企業、工場等と密接な産学協同体制を有している。同大学の過去の卒業生は1990年までの累計で合計38,000名いるが、1987年から1991年までの5年間では学部卒4,475名、大学院卒が1,153名おり、卒業生は中国独自の人員配置制度に基づき、原則的には上記機械電子工業部関連企業・機関に就職している。付屬資料 6.6に最近5年間の学部卒業生と大学院卒業生の就職状況を示した。

機械電子産業との密接な関連を更に強化するため、北京理工大学自身も、メカトロニクス、コンピュータソフトウェアを含む技術分野で技術開発公司、連合ソフトウェア公司、現代機電技術公司等を初めとして現在10社の企業を自ら保有している。

また、北京理工大学は教育・研究レベルの向上を図るべく1981年以降外国の大学との提携・交流を進めている。この中には、日本の東京工業大学、東京農工大学、東京工科大学、福井工業大学、千葉工業大学、東洋大学等のほかカリフォルニア州立大学を初めとする米国の大学6校、ドイツ2校、スイス1校、旧ソ連2校が含まれている。特に日本の大学との学術交流は活発で、毎年北京理工大学の教官が訪日し、共同研究等を進めている。北京理工大学と提携・交流を進めている外国の大学の一覧を付屬資料 6.5に記載した。また、付屬資料 6.7に北京理工大学より日本に留学した教師の名簿を示した。

1987年から1991年迄に北京理工大学から外国に留学派遣した人数は次のとおりである。

年次	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年
留学生数	54	31	23	40	31

なお、北京理工大学は1991年2月に初めて国際復興開発銀行 (IBRD) よりUS\$3,750,000の大学教育援助の貸付けを受け、下記5つの実験室の拡張を行うことになっている。貸付け金の実行期間は1991年から1995年までであり、利息なしで20年間の返済条件となっている。

実 験 室	貸付け金額 (US\$1,000)
1. 爆発災害予防と制御実験室	1,250
2. 自動車動力性能と排ガス測定実験室	650
3. 色彩科学と工学実験室	550
4. 信号探知と処理実験室	650
5. 火焰抑制材料研究室	650
計	3,750

因みに、北京理工大学の過去4年間の収支実績と本年（1992年）の予算を表2.3に示す。1991年度の収入は約26百万元、支出は約24百万元であり、1992年度予算は収入約27百万元、支出約26百万元である。今後年率約15%の増加が見込まれている。

表 2.3 北京理工大学收支実績と予算 (単位: 千元)

区 分		年 次				
		1988年	1989年	1990年	1991年	1992年
支 出 費 用	給 料	8,412.0	8,542.6	9,638.7	11,233.7	11,417.0
	水、電気	1,254.0	1,628.5	1,296.6	1,879.4	1,980.0
	設備保全	1,749.5	1,830.9	2,420.2	2,394.4	2,600.0
	建屋保修	1,227.0	1,442.2	1,507.6	1,651.1	1,700.0
	業 務 費	2,971.2	2,993.4	3,288.1	3,612.2	4,145.0
	奨 学 金	1,360.0	1,313.1	1,323.5	1,470.9	1,640.0
	対外交流	336.4	192.5	413.9	435.2	466.0
	そ の 他	1,853.9	2,043.7	2,975.1	1,746.4	1,954.0
	計	19,164.0	19,986.9	22,863.7	24,423.3	25,902.0
資 金 源	政府資金	18,054.6	18,155.0	20,711.0	21,194.0	22,000.0
	学校収入	2,992.8	3,691.2	4,295.5	4,890.0	5,000.0
	計	21,047.4	21,846.2	25,006.5	26,084.0	27,000.0

(注) 1991年以前の収支は実績、1992年は予算を示す。1993年以降年率15%の増加が見込まれている。

## 2. 6 要請の経緯と内容

### 2. 6. 1 要請の経緯

北京理工大学は、今般、前述の国家第 8 次五ヶ年計画に沿う形で、生産工場の管理者、高級技術者並びに中堅技術者の再教育を目的として、メカトロニクス人材養成センターの設立を計画し、機械電子工業部に申請した。機械電子工業部は同大学が同部傘下の主要工場が多数集っている首都北京に在るという地理的条件と、同大学の教授陣並びに設備の技術的条件を勘案して同大学に養成センターを設立することを決定し、同センターの教育内容に必要な実習機材、コンピュータ・ソフト等の整備につき、中国政府を通じ、日本政府に無償資金協力を要請してきた。

### 2. 6. 2 要請内容の要約

中国側の要請内容は概略次のとおりである。

#### (1) 目的

要請の目的は、北京理工大学が策定したメカトロニクス人材養成センター設立計画に沿って、生産工場の管理者及び中堅技術者の再教育に必要な機材を整備することである。

#### (2) 実施機関

本計画の実施機関は北京理工大学である。

#### (3) 活動内容

メカトロニクス人材養成センターで行う教育、実習は設計、製造、計測制御、生産管理等へのコンピュータの応用、メカトロニクスとオートメーション、及び NC (数値制御) 機械の使用、メンテナンスに重点を置く。

教育対象は企業の社長、高級技術者及び中堅技術者であり、夫々に対する研修コースは次のとおり。

- 1) 社長向きコース
  - ①生産管理コース
  - ②新技術応用コース
  
- 2) 高級技術者向きコース
  - ①新技術応用コース
  - ②計測制御技術コース
  
- 3) 中堅技術者向きコース
  - ①CAD/CAM技術コース
  - ②NC加工技術コース
  - ③計測制御技術コース
  - ④工場生産管理コース

(4) 要請機材の内容

要請機材は次の5分野の機材であり、詳細を添付資料5に示す。

- 1) コンピュータシステム
- 2) 計測制御装置（油圧・空圧・電気サーボ）
- 3) NC装置（NC工作機械と制御装置）
- 4) 電子・計測装置
- 5) センター運営支援装置（事務処理機、車等）

これらの機材はメカトロニクス人材養成センターを構成する5つの実験室に設置される。各実験室要請機材構成要素の分野別、項目別一覧を表2.4に示す。

表 2.4 実験室別要請機材構成要素分類

分野	項目	CAD/CAM 実験室	NC加工技術 実験室	計測制御 実験室	共用情報 管理室	共用電子計測 実験室	その他
A. コンピュータ システム	1. エンジニアリング・ワーク・ステーション	○	○	○	○		
	2. パーソナルコンピュータ	○	○	○	○		
	3. 周辺装置	○		○	○		
	4. ソフトウェア	○			○		
B. 計測制御装置	1. 油圧・空圧・電気サーボ演習装置			○			
	2. 計測制御練習用システム			○			
	3. プログラマブルコントローラ装置			○			
C. NC装置	1. 教育用FMS演習システム		○				
	2. 小型NCフライス盤		○				
	3. 小型NC旋盤		○				
	4. NC制御装置		○				
D. 電子計測装置	1. 電子回路演習装置					○	
	2. 電子計測システム					○	
	3. データ収録・解析システム			○		○	
	4. 各種センサ					○	
E. 運営支援装置	1. 周辺装置	○			○		○
	2. 共用機材及び事務処理用機材						





### 第 3 章 計画の内容



## 第3章 計画の内容

### 3.1 計画の目的

前述の如く、中国は現在、経済の持続的安定成長を目指した近代国家建設に取り組んでおり、各企業も新技術、新設備の導入による生産技術、生産管理の近代化を心がけているものの、新しい技術、設備を導入し消化するだけの力が不足しており、また、生産技術を担う中堅技術者の再教育を自社で行う体制も整っていない。一方、現在の工場技術者の大部分は極言すれば機械技術者は機械工学だけ、電気技術者は電気工学だけの技術しか有しておらず、両分野にまたがった技術を理解し得る人材が不足しており、これ等が工場の近代化の大きな阻害要因となっている。北京理工大学は上記のような国家的な問題に鑑み、機械・電気・電子工学にまたがるいわゆるメカトロニクス分野に精通する人材を養成し、国家計画の中の一指針である「産学協同体制」を実現しつつ、工場の近代化に資するため、生産工場の管理者及び中堅技術者の再教育を行うことを目的としてメカトロニクス人材養成センターの設立計画を策定した。本計画の目的はこのメカトロニクス人材養成センターの教育内容に必要な機材を整備することである。

## 3. 2 要請内容の検討

### 3. 2. 1 計画の妥当性、必要性の検討

本件調査を通じて当調査団が理解、把握した中国の生産現場の技術水準と特徴を挙げると次のようになる。

- (1) 旧式の生産設備を使っているため、生産性が上がりず非効率的である。CAD/CAM技術とNC/CNC工作機械を導入し、生産ラインの自動化を図りたいが、その前提となるコンピュータの基礎技術、メカトロニクス技術、計測制御に係る基礎技術を吸収することから始めなければならない。
- (2) 中国の工科系高等教育機関では、近年特に理論に重点を置いた教育を行っており、大卒者が生産企業で即座に自らの技術を応用、利用できるようなシステムにはなっていない。
- (3) ごく一部の大手企業には、専門学校レベルの社内教育機関があるが、これは学歴取得が目的であり、大卒技術者の再教育を行うシステムはない。
- (4) 同様に、一部の大企業には技術者を対象とする新技術講座を実施しているところもあるが、教育用の設備がないため実習は行えず、教育効果は不十分である。
- (5) 会社によっては、新技術の導入に目の向いていない責任者もあり、生産性向上に係る意識改革のためには企業の管理者向けの新技術研修が必要である。
- (6) コンピュータ、新技術に詳しい技術者が企業内に不足しており、せっかく導入したパーソナルコンピュータやNC工作機械が本来の目的で十分に使用されていない。
- (7) 多くの企業が新技術、新設備の導入と、CAD/CAM技術のトレーニングを希望している。

これ等諸問題の根源は工場管理者及び技術者の新技術に対する理解、修得が欠如しているためであり、コンピュータ基礎技術をはじめメカトロニクス技術、計測制御技術、更にはCAD/CAM技術、NC/CNC工作技術を教育するメカトロニクス人材養成センターを設立することにより同センターで教育された工場管理者、技術者をして自工場近代化の中心的推進役たらしめる必要がある。

以上より、本計画は直接的には、中国の工業界に不足しているメカトロニクス人材の養成、充実に役立ち、間接的には、中国の国家方針に適合した近代化に貢献する妥当かつ必要性の高い計画であると判断される。

### 3.2.2 実施運営計画の検討

メカトロニクス人材養成センターは北京理工大学学長に直属し生産工場の管理者、高級技術者及び中堅技術者に新技術を教育する機関である。本人材養成センター設立計画を推進し、運営して行く大学内の体制は学長の任命した副学長とそれを補佐する教授、講師、助手、計12名の準備委員会であり、この委員会が事業計画、機材計画、その他の準備作業を進めている。

本計画完成後の運営については、学長が任命したセンター主任が中心となり、主任の下には教育委員会が設けられ、センターの教育計画と教育課目、内容の最終決定機関となる。また、センターには行政管理部と技術部が設置され、技術部の下には5つの専門技術部門と5つの専門技術実験室が置かれることになっており、組織、陣容、活動の各面において確立されている。

センター要員には、専任の教職員19名の他、北京理工大学関連学科の兼務教職員22名、総計41名が予定されており、すべて北京理工大学現有の教職員より充足されそれ等の人件費は大学全体の計画に含まれ、大学が負担することになっている。

また、人材養成センターのための建屋は既に「求是楼」として建設が完了し、使用されている4階建の建物の一部が予定されており、機材設置のための中国側の費用も確保されている。更に本センターの運営に必要な経費のうち、上記人件費とユーティリティーズ費用（電気代金、水道料金等）、施設修理費、その他経費（出張費、通信費等）はすべて北京理工大学通常予算内で負担することになっており、機材維持管理費（機材修繕費と消耗品費）は受講生よりの学費と北京理工大学及び機械電子工業部よりの補助金から賄うことになっており、それ等、収入の総額は機材維持管理費を賄うに十分である。

以上より、本計画の実施運営上の問題はないと判断される。

### 3.2.3 計画の構成要素の検討

#### (1) 物理的・人的要素

本センターは工場管理者及び技術者の再教育が目的であり、大学の学部教育から独立している。本計画の物理的・人的要素は建屋、教職員、機材、受講生である。建屋は既に大学の設備の一部をそのセンターに当てることが決っている。教育にたずさわるセンター要員は大学の教職員で構成され既にセンター要員として予定されている。また受講生については企業から受け入れることが決っており、本調査の過程にても企業の従業員に対する教育意識は高いものがあつた。従つて本計画による機材の整備によりセンターとしての要素が整うことになる。図 3.1 に物理的・人的要素の関連図を示す。

#### (2) 技術的要素

製造工場の生産活動は 企画計画 → 基本設計 → 詳細設計 → 生産設計 → 加工組立 の工程をたどる。近代的な工場はこれらの工程にコンピュータを利用することにより、特に生産効率、品質管理の面で飛躍的な進歩を遂げた。一方半導体やLSI技術等エレクトロニクスの著しい発展にともなつてマイクロコンピュータやその周辺素子の供給も容易になり多機能、高性能化した機電一体化製品が作られるようになった。このような製品をメカトロニクス機器と呼び総合電気、工作機械、産業機械、事務機械等がメカトロニクス技術を利用した機器として作られている。またFA(Factory Automation)においては産業ロボットやNC工作機械(NC:数値制御)に代表される一連の機械がこれに相当する。すなわちメカトロニクス技術が製品のみならず工場近代化の最も重要な技術の一つとなっている。

従つて計画の技術的要素はコンピュータ援用生産技術教育とメカトロニクス技術教育である。これら技術的要素、大学の学科教育、企業の生産活動の関連図を図 3.2 に示す。

図 3.1 物理的、人的要素の関連図

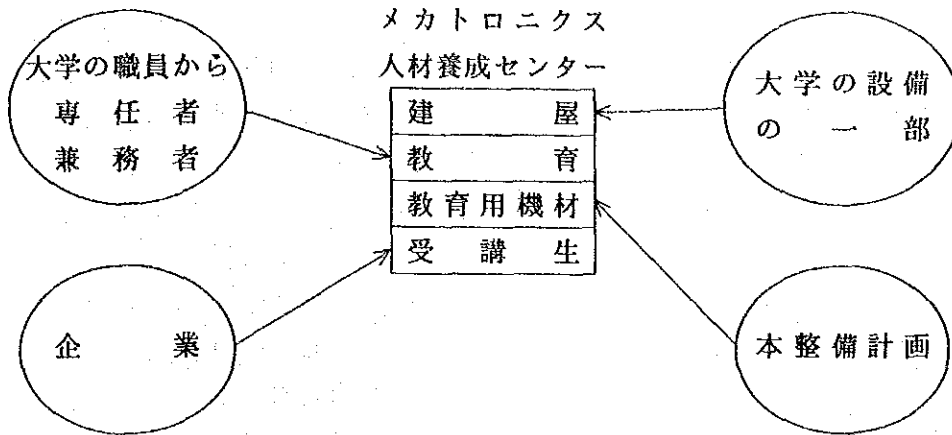
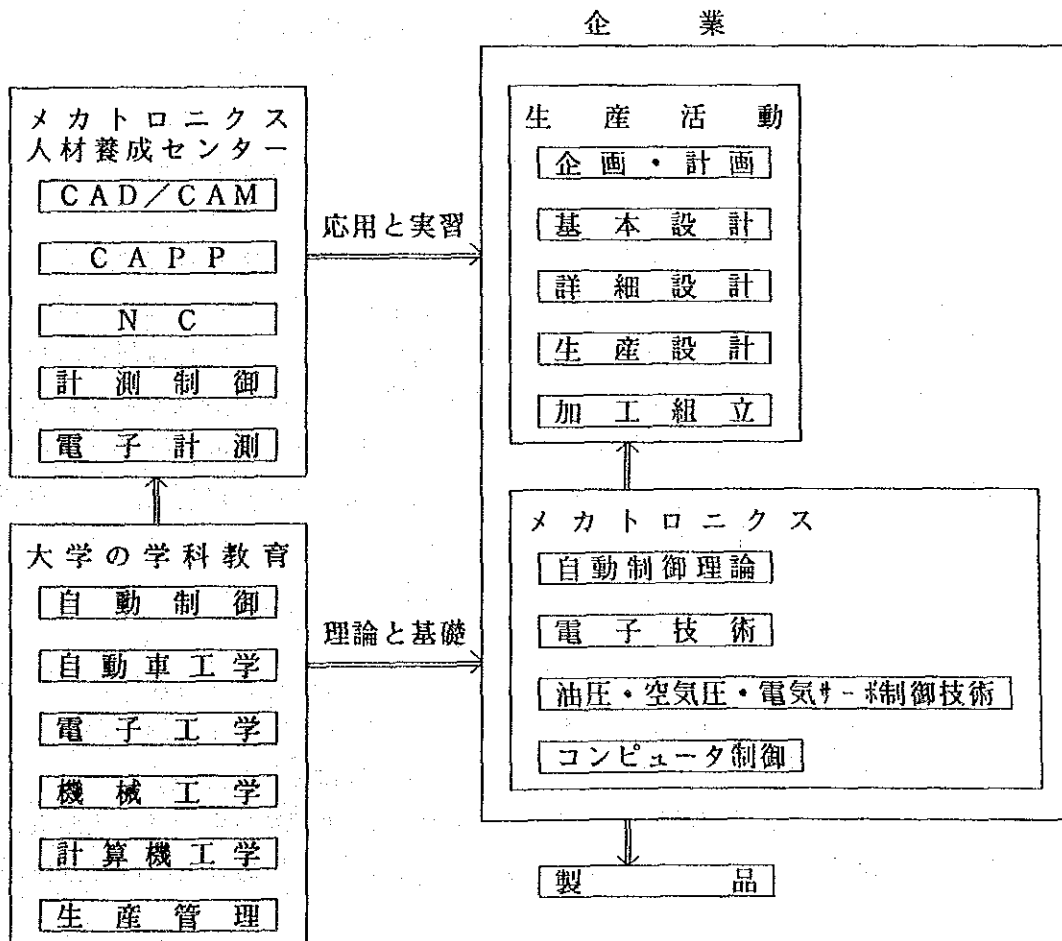


図 3.2 技術的要素の関連図



(3) 要素と機材の関連性

1) コンピュータ援用生産技術

コンピュータ援用生産技術を製造工場の生産活動の各工程にあてはめ、更に、両者の関係に歴史的発展過程を加えて表示すると表 3.1のごとくなる。

表 3.1 生産工程とコンピュータ援用技術

工 程		コンピュータ 援用技術	
流 れ	工 程	コンピュータ 援用技術	年 代
↓	企画・計画	AI	↑ 新    古
	基本設計	CAE	
	詳細設計	CAD	
	生産設計	CAM, CAPP	
	加工・組立	NC, FMS, FMC	

NC加工からFMS

工作機械をNCによって動かすことを考えたのはパーソンズであり実際の開発が始まったのは1949年パーソンズ社と米空軍の開発契約からであるといえる。以来NC技術の発達とともに工作機械とコンピュータの結合の仕方にいろいろな組合わせが出現した。現在では単体としてのNC化の他にDNC（直接数値制御方式であり、群管理に用いる）、CNC（コンピュータNC）等の方式がとられている。DNCはNC工作機械群の集中管理であり、CNCはNC工作機械の分散化使用と考えてよい。DNCの発展がFMS（フレキシブル生産システム）である。

①生産システムのモジュール化

FMSは生産システムのモジュール化である。自動倉庫とNC工作機が多機能化であるMC（マシニングセンター）及び自動化された搬送系を組合わせることにより少量のロット生産を可能にしたシステムである。FMC（フレキシブル生産セル）はさらに小さなロットにも対応できるシステムになっている。これらは加工単位



がパレット、ユニット、セルの形となっていて、近代的な工場の通常設備として定着しつつある。

## ②生産設計

NCを動かすためにはNCプログラミングが必要である。従来、現場ノウハウであった工作機械の動作方法をNCプログラミング言語を利用することにより記述文として定着させることができた。これによって設計の内容も記述できる可能性が開かれた。この言語はAPT（自動プログラミング言語）と呼ばれており、その文法の中核は「形状定義文」と「工具動作文」である。この2つの記述文を出発点としてCADとCAMの技術が開拓された。

「工具動作文」は加工技術の表現方法の一般化として技術内容の精密化と適用範囲拡大の研究となって現在のCAM技術に生かされている。CAMはNC機械の発展に伴って生産設計にとってなくてはならない技術になっている。

一方CAMは加工技術の分析の細分化とは別に工程計画を含むCAMシステムとしてのアプローチがなされてきた。それを汎用的なテーマとして確立したのがCAPP（Computer Aided Process Planning）である。生産工程設計はFMS、FMC導入のためにはなくてはならない技術となってきた。

## ③詳細設計

詳細設計工程におけるCADシステムは特に全体と部分の形状の整合性が問題になる。部分図と全体図の取り合いを保証するために形状データがデジタル化された。詳細設計にて設計された形状データは品質向上、設計効率向上からも自動的に生産設計に移転されるようになり、それがCAD/CAM一貫システムあるいはコンピュータのネットワーク化と共通データベース化として実現された。形状確認のためグラフィックス技術が重要となってきている。

## ④基本設計

基本設計工程の問題の多くは解析計算問題である。基本設計では設計諸計算と呼ばれるモジュールを順次利用しながら、または問題が起るたびに利用しながら設計を修正して行き、目的物を得るという過程を取る。設計諸計算はただ一度利

用されるだけでなく何回も利用される。従って基本設計で利用されるCADシステムすなわちCAB(Computer Aided Engineering)システムは基本のモジュールの組み合わせになっていることが必要である。

また、この工程での利用方法として実物の試作品を作って各種の性能テストを行うよりも、それをソフトウェアでプロトタイプとして作って性能テストを行えば開発費用や開発期間が少なくなるという考え方がある。これらは既に実用化されてきており基本設計の重要な道具の一つとなってきた。

## ⑤企画・設計

企画・設計段階において良く言われることは「良い設計」を行えということである。良い設計は一般的には多くの設計上の考慮すべき制約条件、前提条件、環境条件等が設計の中に盛り込まれている。しかし設計図上ではこのような考慮は潜在的なものとなっているものが多い。

複合的に入り組んだ条件の網の中から結論を導き出すという推論プロセスはAI分野でエキスパートシステムとしてまとめられてきている。

しかしながら、これらは最先端の非常に狭い範囲の技術の中では実現されつつあるが、現状ではこれら推論システム、エキスパートシステムを構築するための言語及びモジュール群等が提案されてきつつあるにすぎない。

コンピュータ援用生産技術はこのように製造工場の生産活動の中核をなすものでありNC, CAD, CAM, CAEの教育には工場で利用される、あるいは応用できる機材が望ましい。

## 2) メカトロニクス技術

メカトロニクス技術はエレクトロニクスを利用して機械を制御し目的とする動作を行わせる技術である。メカトロニクス技術を実際の機器に応用するための技術として自動制御理論、電子技術と計測技術、油圧・空気圧・電気サーボ制御技術、コンピュータ制御が考えられる。

### ①自動制御理論

自動制御を行うための基礎理論であり、位置制御や速度制御にはフィードバック制御理論がよく利用され、FMS等ではシーケンス制御が利用される。また最近現代制御理論を利用した制御も行われるようになってきた。

### ②電子技術と計測技術

アナログ回路とデジタル回路及びセンサの組合わせにより物体の移動量、位置等を検出し、それを例えばコンピュータ入力用信号に変換したり、コンピュータからの数値データをアナログ量（例えば連続的に変化する電圧値）やデジタル量（例えば時間単位のパルス数）に変換し制御対象物に移動量として与える技術である。

### ③油圧・空気圧、電気サーボ制御技術

エネルギー伝達的手段として油・空気・電気を利用するもので、その性質により用途が異なる。油圧は比較的大きなエネルギーを要する機械に用いられるが応答時間が長くかかる欠点がある。油圧プレス機械、建設機械等に利用されている。空気圧制御技術は比較的小さなエネルギーを要する機械に用いられ、特に半導体等、電気により発生する磁気や油もれを極度にきらう装置には不可欠な制御技術である。電気サーボ制御技術は工作機械等、広範囲に利用されている。

### ④コンピュータ制御

単体の機械の制御にはマイクロコンピュータが利用される。通常、単体の機械に利用されるマイクロコンピュータはCPU、メモリ、入出力インターフェースが一体となったものが利用される。マイクロコンピュータと電源装置、入出力ドライバーを組合わせて制御用のハードウェアを構成する。ハードウェアの設計には回路設計用CADが利用される。コンピュータ制御はデジタル制御が利用されるため連続信号のサンプリング処理等の信号処理ソフトウェア、制御用ソフトウェア組込みが必要となる。

メカトロニクス技術は自動制御理論、電子技術と計測、油圧・空気圧・電気サーボ制御、コンピュータ制御の組合わせ技術で実現される技術であると考えられ、これらの技術を網羅して教育できる設備が望ましい。

### 3.2.4 要請機材の内容の検討

#### (1) 要請機材の概要

北京理工大学と要請機材の内容につき詳細に打合わせた結果を添付資料 5 に示す。本計画の機材はコンピュータ、周辺装置、ソフトウェア、計測装置、油圧・空圧・電気サーボ制御装置、NC 工作機械及び事務処理用機器等から構成される。

しかし、コンピュータ、周辺装置及びソフトウェアは一体となった形でコンピュータシステムを形成して初めて機材としての役目を果たす。また油圧・空圧・電気サーボ制御装置等にもコンピュータがコントローラとして利用されている。従って要請機材を次の 5 つの分野に分類して検討する。

- 1) コンピュータシステム
- 2) 計測制御装置 (油圧・空圧・電気サーボ)
- 3) NC 装置
- 4) 電子・計測装置
- 5) センター運営支援装置

要請機材を上記 5 分野別にした項目別の一覧を前出の表 2.4 に示す。

上記 5 つの分野のうちコンピュータシステムは 4 つの研究室に設置される計画となっているのでそのコンピュータの種類について全体的に検討を加える。

コンピュータシステムはシステムの中心となるコンピュータにより汎用コンピュータ、スーパーコンピュータ、ミニ (オフィス) コンピュータ、エンジニアリングワークステーション (EWS)、パーソナルコンピュータ (PC) の各システムが考えられる。

工場管理者または技術者の再教育をすることが本計画の目的であるので企業にて最も良く利用されているコンピュータシステムとすることが望ましい。企業においては汎用またはミニコンピュータシステムが総務、経理関係で利用され、設計、製造では EWS、

PCのシステムが一般的である。またスーパーコンピュータは高速のシミュレーション等特定用途のコンピュータとして利用される。

従って、本計画に適したコンピュータシステムはEWS、PCのシステムである。EWSシステムの特徴はアニメーション等のグラフィック処理をすることと、演算処理速度が速いことであり、科学技術計算及びそれらの結果をグラフィック表示することに適している。またEWSは各々のコンピュータを独立したシステムとして稼働させることも可能であり複数台をネットワークで結合させて運用することも可能で高度な教育システムを構築できる。

また、PCシステムの特徴は何といても価格の安さであり企業においては個人使用のコンピュータとして利用されている。しかしグラフィック処理、演算処理速度はEWSに劣り複雑な科学技術計算、アニメーション表示には適さない。

以下に各実験室ごとの機材の概要を示す。

#### 1) CAD/CAM実験室

CAD/CAMシステムを教育するための機材が要請されている。本実験室はCAD/CAMを教育するコンピュータシステムと講義の効率を上げるための教育用テレビとワードプロセッサからなっている。

#### 2) NC加工技術実験室

NC加工技術及びFMSを教育するための機材が要請されている。本実験室はコンピュータシステムとNC装置（FMS装置、NC工作機械、NC制御装置、NC自動プログラミング装置）からなっている。

#### 3) 計測制御技術実験室

計測制御を教育するための機材が要請されている。本実験室は計測制御装置（油圧・空気圧・電気サーボ制御ユニット、プログラマブルコントローラ装置、データ収録解析システム）とコンピュータシステムからなっている。

#### 4) 共用情報管理室

CAD、CAPP、NC加工技術等を教育するための機材が要請されている。本実験室は電気回路、品質管理、生産システム、データベース、カッターパス計算、制御設計用のコンピュータシステムと講義の効率を上げるための教育用ビデオとワードプロセッサからなっている。

#### 5) 共用電子計測実験室

電子計測及び電子回路技術を教育するための機材が要請されている。本実験室は電子計測装置（電子回路演習装置、電子計測システム、データ収録システム、各種センサ）からなっている。

#### 6) その他

上記5つの実験室で共通的に利用される機材が要請されている。ワードプロセッサ、コピー機、PC、ビデオシステム、OHP等である。その他工場見学用のバス及び計測器運搬用バンからなっている。

### (2) 要請機材の検討と選定

要請機材の選定に当たっては本計画の目標である次の2点を満足するよう考慮する必要がある。

- ・製造工場生産活動全般にわたってコンピュータ援用生産技術の教育ができること
- ・メカトロニクス技術についても全般的な教育ができること。

表 3.2は教育内容と実験室の関係を示す。以下に教育内容と機材の関係について述べる。

表 3.2 教育内容と実験室の関係

実験室 教育内容	CAD/CAM 実験室	NC加工技術 実験室	計測制御 技術実験室	共用情報 管理室	共用電子 計測実験室
CAD/CAM 技術	○			○	
NC加工技術		○		○	○
計測制御技術			○		○
工場生産管理				○	

1) CAD/CAM技術

製造工場設計部門技術者の再教育のため、CAD/CAM技術の教育を実施する。教育は理論及び実例応用練習である。具体的な教育訓練内容を以下に示す。なおCAD/CAM技術教育にはCAD/CAM実験室と共用情報管理室の機材を使用する。

①教育訓練内容

(a) CAD/CAMシステム基礎

CAD/CAMの歴史、ハードウェアとソフトウェアシステム、利用実態・効果と将来構想

(b) CAD/CAMを支える基礎技術

OS、データベース、LAN、エキスパートシステム

(c) 機構設計とシミュレーション

会話型製図、幾何設計、構造解析、運動シミュレーション

(d) CAD/CAM一体化と加工

モジュラー技術、加工プロセス設計、データプログラミング、加工プロセスシミュレーション、CAD/CAM技術の導入の対策

(e) 実例応用練習

製図システムと部品設計システム及び電気設計システムを利用して、練習用の図面を元にモデリングからNC加工までの中の問題を解決し、NC工作機械による加工確認までのCAD/CAM技術の総合練習

## ②必要機材

CAD/CAMを利用した設計手法の習得及び訓練に重点をおいた機材とする。特にメカトロニクス機器の製造を意識し、機械系の部品設計、構造解析、機構解析が可能なソフトウェアと電気系の回路設計が可能なソフトウェア及びそれらソフトウェアを中国の国情に合致した教育システムにするための開発道具を考慮する。教育効率を上げるため教育用テレビ及びワードプロセッサを設置する。

### (a) コンピュータシステム

#### a) ハードウェア

エンジニアリングワークステーション

パーソナルコンピュータ

周辺装置 (プリンタ、プロッタ、3次元プロッタ、スキャナ、UPS)

#### b) ソフトウェア

開発用言語

図形ソフトウェア

2次元汎用CADソフトウェア (機械設計用)

3次元汎用CADソフトウェア (機械設計用)

有限要素法解析プログラム

電子回路設計用ソフトウェア

カッターパス計算ソフトウェア (工作機械シミュレーション用)

データベース管理ソフトウェア

### (b) 運営支援装置

教育用テレビ

ワードプロセッサ

## 2) NC加工技術

製造工場加工組立部門技術者の再教育のため、NC技術、NC加工技術及びFMS構築技術の教育を実施する。教育は理論及び実例練習である。具体的な教育訓練内容を以下に示す。NC加工技術教育には、NC加工技術実験室、共用情報管理室、共用電子計測実験室の機材を使用する。



## ①教育訓練内容

### (a) コンピュータと電子技術基礎

### (b) 数値制御基礎

発展の歴史、NC技術の構成、NCサーボ機構及び方式、センサ、計測とフィードバック制御

### (c) NC (MC) 工作機械と加工技術

数値制御プログラミング作成とシミュレーション、NC機械の適正な導入方法と手順

### (d) FMSシステム基礎

FMS全般の概要と導入技術、FMS応用技術、FMSシステム制御技術、FMS技術導入の対策

### (e) 実例応用練習

NC旋盤、フライス盤の加工プログラミングの作成練習

NC技術を利用する現有工作機械の改造の練習

FMS教育演習装置による実習

## ②必要機材

数値制御の原理と応用、NC工作機械のプログラミング技術とシミュレーション、FMS構築技術、NC機械の操作及びCNCの構築訓練が出来るようにコンピュータ、工作機械、及び関連装置を整える。

### (a) コンピュータシステム

#### a) ハードウェア

エンジニアリングワークステーション

パーソナルコンピュータ

周辺装置 (プリンタ、UPS)

b) ソフトウェア

開発用言語

カッターパス計算ソフトウェア

(b) NC装置

教育用FMS演習システム

小型NC旋盤

NC制御装置

NCプログラミング装置

(c) 電子計測装置

a) 電子計測システム

(オシロスコープ、波形アナライザ、ロジックアナライザ、デジタルマルチメータ、X-Yレコーダ)

b) データ収録システム

(FFTアナライザ、データレコーダ、信号処理、振動計、ウェーブフォームアナライザ、メモリスコープ、3次元測定ユニット、信号処理ユニット)

c) 各種センサ

(加速度計、インパルスハンマーキット、変位計、デジタルマイクロメータ、変位センサ、直線変位計、ロータリーエンコーダ、ホール電流センサ、トルク測定器、トルク演算変換器、電磁気回転数測定器、デジタル回転速度計、角度センサ)

なお、要請機材の中には、小型NCフライス盤が含まれているが、FMS演習システムの中に含まれているマシニングセンターはフライス盤の機能をも有しているので小型NCフライス盤を削除するのが適当と判断される。

3) 計測制御技術

メカトロニクス機器構築のための制御技術の教育を実施する。教育は理論及び実例応用練習である。具体的な教育訓練内容を以下に示す。なお計測制御技術教育には計測制御技術実験室と共用電子計測実験室の機材を使用する。

## ①教育訓練内容

### (a) 自動制御理論

論理回路とシーケンス制御基礎、フィードバック制御基礎、PID

### (b) 電子技術と計測

トランジスタ素子、基本電子回路、電気計測、センサ基礎

### (c) コンピュータ基礎及びコンピュータ制御技術

コンピュータの構成と働き（CPU、I/O、記憶装置）、演算回路、インターフェース回路（含AD/DAコンバータ）、機械語とC言語

### (d) 油圧・空気圧・電気サーボ制御技術

（コースにより3種類の制御技術から一つを選択する）

### (e) 実例応用練習

油圧技術（或いは空気圧または電気サーボ技術）を利用する現有設備の改造練習

油圧（或いは空気圧または電気）PWM制御で工作テーブルの位置、速度の制御練習

分散制御と集中管理の練習

プログラマブルコントローラを使って2軸工作テーブルの位置の分散制御と集中管理の総合練習

## ②必要機材

油圧・空気圧・電気サーボの制御技術を習得し実機に応用するために油圧・空気圧・電気サーボシステムの訓練用機材を整える。訓練用機材は技術者の能力により初級、中級、上級に分け訓練を行えるようにする。

また、教育資料作成のためワードプロセッサを設置する。

(a) コンピュータシステム

a) ハードウェア

エンジニアリングワークステーション

パーソナルコンピュータ

周辺装置 (ドットプリンタ、プロッタ、UPS)

b) ソフトウェア

開発用言語

制御設計ソフトウェア

(b) 計測制御装置

a) 油圧・空圧・電気サーボ演習装置 (初級)

油圧・空圧基礎演習装置

油圧比例制御演習装置

電気サーボ演習装置

b) 計測制御練習用システム (中級)

小型油圧制御練習ユニット

空気圧制御練習ユニット

電気サーボ制御練習ユニット

c) プログラマブルコントローラ装置 (上級)

プログラマブルコントローラ

油圧プログラム・サーボ制御ユニット

(c) 電子・計測装置

a) データ収録・解析システム

(FFTアナライザ、レコーダ、信号発生機、X-Yレコーダ直流安定化電源、周波数カウンタ、メモリスコープ、デジタルマルチメータ)

(d) 電子回路演習装置

a) 電子計測システム

(オシロスコープ、波形アナライザ、ロジックアナライザ、デジタルマルチメータ、X-Yレコーダ)

b) データ収録システム

(FFTアナライザ、データレコーダ、信号処理、振動計、ウェーブフォームアナライザ、メモリスコープ、3次元測定ユニット、信号処理ユニット)

c) 各種センサ

(加速度計、インパルスハンマーキット、変位計、デジタルマイクロメータ、変位センサ、直線変位計、ロータリーエンコーダ、ホール電流センサ、トルク測定器、トルク演算変換器、電磁気回転数測定器、デジタル回転速度計、角度センサ)

(e) 運営支援装置

ワードプロセッサ

4) 工場生産管理

工場における生産管理技術者の教育を実施する。教育は理論及び実例応用練習である。具体的な教育訓練内容を以下に示す。工場生産管理教育には共用情報管理室の機材を使用する。

①教育訓練内容

(a) コンピュータ基礎

(b) コンピュータ援用生産管理(CAP)

生産管理システムの構成、生産活動中の物流と情報流、コンピュータ援用生産管理情報システム、コンピュータ援用生産計画(MRP-IIシステム)、コンピュータ援用作業計画(含FMS作業計画)

- (c) 品質管理  
生産プロセスの中の品質制御、全社的品質管理、品質管理の組織、運営、導入、推進。開発段階・生産段階・販売サービス段階のQC。ツールとしてパソコン操作。
- (d) 特別講座： 生産技術（IE）、価値工学（VE）、新技術導入の対策、物質とコスト管理等（コースにより選択する）
- (e) 実例応用練習  
品質管理シミュレーション練習（中堅技術者向き）  
架空の工場における品質改善問題を、パソコンの中に設定して受講者自身が改善の方法を模索して実験計画法を体験し、企業内の改善活動の進め方を習得することができる。統計学を単なる理論として学ぶのではなく、品質改善・不良低減のテクノロジーとして体験して学ぶ。
- (f) 生産管理の総合練習（GRME）
- (g) 企業訪問フォーラム（社長向き）  
先進企業を訪問し、参加者の抱えている問題の解決を図る。また、参加者相互の情報交換とヒューマンネットワークを築く。
- (h) FMS演習システムの作業計画実習

## ②必要機材

生産管理、品質管理手法を習得するためにコンピュータによるモデルの構築とシミュレーションの利用を考える。また一般的な生産管理、品質管理手法のソフトウェアを利用するだけでなく、受講者の工場に合致した生産管理ソフトの構築が図れるように考慮する。教材作成のためワードプロセッサを設置する。

- (a) コンピュータシステム
  - a) ハードウェア
    - エンジニアリングワークステーション
    - パーソナルコンピュータ
    - 周辺装置（プロッタ、プリンタ、スキャナ、デジタイザ、UPS）

b) ソフトウェア

開発用言語

品質管理シミュレーション用ソフトウェア

生産システムシミュレーション用ソフトウェア

(b) 運営支援装置

ワードプロセッサ

5) その他

センター運営に必要な機材を以下に示す。

①必要機材

ファックス

ワードプロセッサ

コピー機

簡易印刷機

パーソナルコンピュータ

スライド映写機

ビデオ取材と編集システム

ビデオレセプタ

液晶ビジョン

マイクロバス（工場見学用）

バン（計測器運搬用）

本人材養成センターでは3.2.3にて述べた各種技術の教育の場として5つの実験室を設け、これ等の技術の基礎の教育は勿論、関連技術から応用実習迄の研修コースを計画しており、要請機材はこれ等の教育内容に必要な機材の構成となっている。なお、各実験室の機材は各々独立した教育と実習をするのに使用されるものの、各実験室は相互に密接な連携を保つ必要があり、機材の構成配置については、各実験室が独自性を保持しつつ相互に関連を保ち、しかもセンター全体が一つの工場のあり方を示すように考慮する必要がある。

### 3.2.5 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、中国側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る。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、要請の一部を変更することが適当であることは、要請機材の内容の検討において述べた通りである。



### 3. 3 計画の概要

#### 3. 3. 1 実施機関及び運営体制

##### (1) 実施機関

本計画の実施機関は北京理工大学である。

##### (2) 運営体制

北京理工大学は学長直属のメカトロニクス人材養成センターを設立し、本計画により整備される機材を5つの実験室に設置する。

本人材養成センターの運営については次の諸項を計画している。

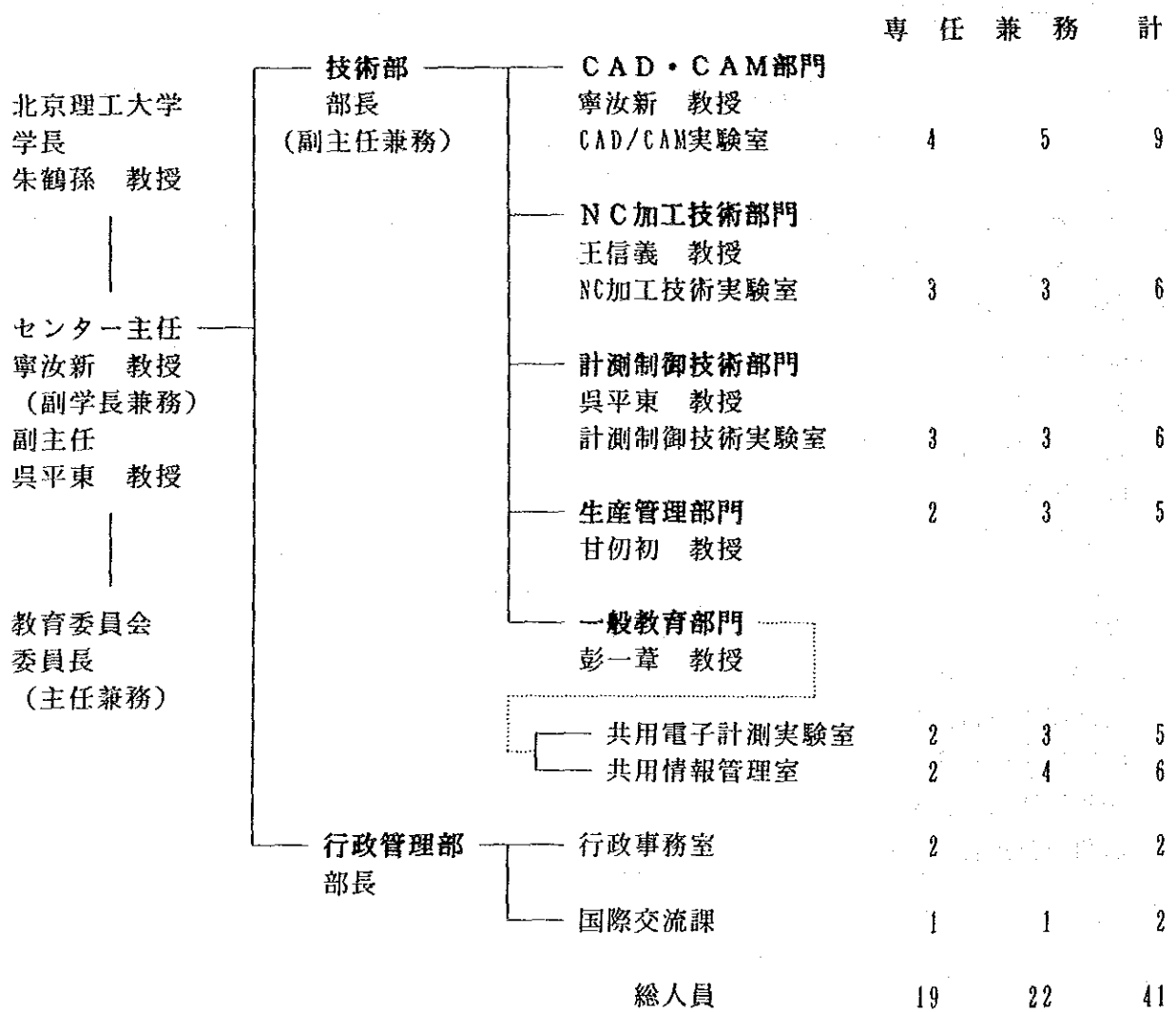
- 1) センターには、センター主任の下に教育委員会を設け、センターの教育計画と教育課目、内容の最終決定機関とする。委員長はセンター主任が兼務する。
- 2) センターには技術部と行政管理部を設け、技術部には教育管理のため、次の5つの部門を置く。すなわち、
  - ①CAD/CAM技術部門
  - ②NC加工技術部門
  - ③計測制御技術部門
  - ④工場生産管理技術部門
  - ⑤一般教育部門である。
- 3) センターには次の5つの実験室を設ける。
  - ①CAD/CAM実験室
  - ②NC加工技術実験室
  - ③計測制御技術実験室
  - ④共用情報管理室
  - ⑤共用電子計測実験室

- 4) センターの設備並びに機材等の管理は、大学の管理部門が担当する。
- 5) センター要員には専任の教職員19名の他、北京理工大学関連学科の兼務教職員22名、総計41名を予定している。

なお、現在副学長を長とするメカトロニクス人材養成センター準備委員会が設けられ、計12名の委員が事業計画、機材計画、その他の準備作業を進めている。準備委員会名簿を付属資料 7に記載した。

図 3.3にメカトロニクス人材養成センターの組織図を示す。

図 3.3 メカトロニクス人材養成センター組織図



### 3.3.2 事業計画

(1) メカトロニクス人材養成センターは、生産会社の社長、高級技術者及び中堅技術者の技術再教育、殊にコンピュータ援用技術の新規教育に重点を置き、工場設備の改善、工場生産技術の向上を図り、以て、中国生産工場の近代化推進に寄与することを目的とするものである。

#### (2) 研修コース

上述の如く、教育対象は企業の社長、大学卒業以上の学歴を持つ高級技術者及び中堅技術者であり、夫々に対する研修コース、期間、定員、年間回数は次のとおりである。

##### 1) 社長向きコース

コース	期間(日)	定員(人)	年間回数
生産管理コース	7～14	30	2
新技術応用コース	7～14	30	2

##### 2) 高級技術者向きコース

コース	期間(月)	定員(人)	年間回数
新技術応用コース	2	30	1
計測制御技術コース	2	30	1

##### 3) 中堅技術者向きコース

コース	期間(月)	定員(人)	年間回数
CAD/CAM コース	2～3	30	2
NC加工技術コース	2～3	30	2
計測制御技術コース	2～3	30	2
工場生産管理コース	2～3	30	2

上記3種のコースの年間延べ研修人員は420人となる。

(3) 受講参加費と宿泊施設

1) 受講参加費

受講に要する費用は企業が負担するものとする。

社長コース : 150元/1コース

その他コース : 400元/1コース

これによる年間収入は138,000元/年となる。

2) 宿泊施設

北京理工大学はセンターの受講研修生に対し同大学の有する下記宿泊並びに給食施設利用の便宜を供与する。研修生は各自の予算により、北京理工大学招待所、廠長公寓あるいは学生公寓を選択、利用することができる。各施設の収容能力は次のとおり。

施設名称	収容能力
1. 北京理工大学招待所	280名
2. 北京理工大学廠長公寓	80名
3. 北京理工大学学生公寓	6,000名

なお、廠長公寓は通常、社長クラスの宿泊施設として使用されている。

(4) 研修コース別授業計画

コース別授業内容と授業時限数は次のとおり。

1) CAD/CAM技術 総授業時限数: 160時限

①コンピュータ基礎	20時限
②オペレーティング・システム	20時限
③コンピュータのインターフェイスと情報通信	20時限

④ソフトウェア設計基礎	20時限
－プログラム構造及び設計	(4時限)
－データ構造	(6時限)
－数学モデル及び方法	(6時限)
－図形ソフトウェア	(4時限)
⑤計算機図形学	20時限
－発展と応用	(2時限)
－直線図形	(4時限)
－自由曲線及び曲面	(4時限)
－図形変換	(4時限)
－マン・マシン交互図形処理	(2時限)
－実際図形の表示	(4時限)
⑥CAD/CAM技術	20時限
－応用と発展	(2時限)
－システム構成及びソフトウェアとハードウェア	(4時限)
－設計プロセス解析	(4時限)
－幾何学的モデリング及び内部表示	(6時限)
－図形処理技術	(4時限)
－工学解析と計算 (CAE)	(8時限)
－CAPP (コンピュータ援用自動工程設計)	(8時限)
－CAD/CAMの統合	(4時限)
⑦機械設計エキスパートシステム	10時限
－エキスパート知識の表示と獲得	(4時限)
－CADにおけるエキスパートシステムの応用	(3時限)
－CAPPにおけるエキスパートシステムの応用	(3時限)

⑧ CAD/CAMシステムの選択と評価

10時限

- 典型的な 3次元ソリッド・モデリングシステムの紹介 (6時限)
- 工場への導入条件 (2時限)
- システムの選択と評価 (2時限)

⑨ 実例応用練習

80時限

製図システムと部品設計システム及び電気設計システムを利用して、練習用の図面を元にモデリングからNC加工までの中の問題を解決し、NC工作機械による加工確認までのCAD/CAMシステムの実習をする。

2) NC加工技術 総授業時限数：160時限

① コンピュータと電子回路の基礎

40時限

(a) デジタル回路

(6時限)

- デジタル回路の種類と特徴
- TTL集積回路
- CMOS集積回路
- その他の集積回路

(b) 論理ゲート及び論理回路の組合せ

(10時限)

- 基本論理ゲート回路
- 演算回路
- エンコーダ回路
- コンパレータ回路

(c) フリップ・フロップ及びシーケンス・論理回路

(10時限)

- フリップ・フロップ
- カウンタ
- レジスタ

- (d) インターフェイス回路 (6時限)
- 電圧変換回路
  - 周辺駆動回路
  - A/D C (A/D変換) 回路
  - D/A C (D/A変換) 回路

- (e) マイコン処理の原則 (8時限)
- ワンチップ・マイコンの原理
  - ワンボード・マイコンの原理
  - P L C原理

②数値制御技術基礎 20時限

- (a) 数値制御の方式 (12時限)
- 位置決め制御の2方式
  - 直線切削制御
  - 連続切削制御

- (b) サーボ機構概説 (8時限)
- 閉ループ制御
  - セミ閉ループ制御
  - 開ループ制御

- (c) NCサーボの要素 (12時限)
- 測定系 (各種測定機の原理)
  - 増幅制御系
  - 駆動モータ (ACモータ、DCモータ)
  - ボールねじ

- (d) サーボ機構の基礎 (8時限)
- 自動制御とサーボ機構
  - シーケンス制御
  - 動的特性
  - 伝達関数
  - サーボ性能が機械に及ぼす影響

③NC工作機械とNC加工技術	60時限
(a) NC工作機械	(20時限)
- NC工作機械の概要	
- NCボール盤	
- NCフライス盤	
- マシニングセンタ	
(b) NC機械系とサーボ系とのマッチング	(10時限)
- NC工作機械の位置決め精度	
- 制御系の位置決め誤差の特性	
- 制御系と機械系とのマッチング	
- 最大速度と最大加速度	
(c) NCプログラミング	(18時限)
- 手動プログラミング	
- 自動プログラミング	
(d) 従来の工作機械からNC工作機械への改造	(10時限)
- 経済型NCシステム	
- ワンチップ・マイコンNCシステム	
- NCシステムの標準的バス構造	
(e) NC工作機械の導入	(2時限)
- NC工作機械の導入における問題点	
- NC工作機械の経済性	
- NC工作機械経済性の評価方法	
④FMS技術基礎	20時限
(a) FMS概要	(2時限)
(b) FMS物流システム	(4時限)
(c) FMSツールチェンジャーシステム	(4時限)
(d) FMS情報フローシステム	(4時限)
(e) FMS測定検査システム	(4時限)
(f) FMS導入の対策と経済性の評価方法	(2時限)



⑤NC加工技術応用練習

80時限

- (a) NC工作機械加工プログラミングの作成練習
- (b) NC技術を利用する現有工作機械の改造練習
- (c) FMS実動演習とFMS動作制御プログラミング作成練習

3) 計測制御技術 総授業時限数：160時限

①自動制御理論

40時限

(a) 機械と制御

(1時限)

(b) 制御系の基本構成

(1時限)

- －制御系の信号のながれ
- －制御装置の構成要素

(c) 機械制御のキーワード

(6時限)

- －モデリング
- －伝達関数
- －特性方程式と特性根
- －根軌跡法
- －状態変数と状態方程式
- －可制御性と可観測性
- －状態フィードバック
- －行列固有値と極配置法

(d) フィードバック制御の基礎

(10時限)

- －フィードバック制御系の特性
- －周波数応答の表示法

(e) シーケンス制御の基礎

(10時限)

- －シーケンス制御用機器
- －リレーシーケンスと無接点シーケンス
- －論理回路の基礎
- －ブール代数
- －シーケンス制御の実際

- (f) 制御システム設計の練習 (12時限)
- 位置制御システム設計の練習
  - 速度制御システム設計の練習
  - シーケンス制御システム設計の練習

②電子技術と計測 30時限

- (a) アナログ電子回路の基準 (5時限)
- トランジスタ増幅回路
  - オペアンプ (演算増幅器)
  - 直流電源回路

- (b) パルス・デジタル回路 (5時限)
- パルス回路の基礎
  - 組合せ論理回路
  - 順序論理回路
  - デジタルIC使用上の注意

- (c) ドライブ用素子 (5時限)
- パワートランジスタとパワーFET
  - サイリスタ
  - 電磁リレー
  - SSR

- (d) センサ基礎 (5時限)
- 温度センサ
  - 力と圧力センサ
  - 流量センサ
  - 変位センサ
  - 光センサ
  - 速度、加速度センサ

- (e) 電気計測 (5 時限)
  - 電気計器
  - 基本量の測定
  - 測定量の取扱い
  - 波形記録計器
- (f) 電子計測演習 (5 時限)
- ③ コンピュータ基礎とコンピュータ制御 50 時限
  - (a) マイクロコンピュータの構成と働き (2 時限)
    - 概要
    - ハードウェア
    - ソフトウェア
    - 周辺装置
  - (b) 信号変換器 (2 時限)
    - 量子化
    - 標本化
    - A/D、D/A変換器
  - (c) 入出力制御方式 (2 時限)
    - 汎用インターフェイス
    - インターフェイスの分類と標準化
  - (d) 機械語と C 言語 (15 時限)
  - (e) デジタル制御基礎 (15 時限)
    - 連続信号のサンプリングと連続システムの表現
    - 線形離散システムの構造
    - 制御系の設計
  - (f) 工業システムの集中管理と分散制御 (4 時限)
  - (g) メカトロニクス制御技術練習 (10 時限)

④油圧・空気圧・電気サーボ制御技術

40時限

(a) 電気アクチュエータ基礎

(10時限)

－ステッピングモータ

－サーボモータ

DCサーボモータ、ACサーボモータ、DCモータの駆動方法

－ソレノイド

－他の電気アクチュエータ

(b) 油圧ポンプと油圧アクチュエータ

(2時限)

－分類

－各種ポンプの性能

－補器（アキュムレータ、フィルタ、熱交換器、油タンク、管、管継手等）

(c) 油圧制御弁とサーボ機構

(8時限)

－流量、圧力、方向制御弁

－電気－油圧制御弁

高速切換え弁、比例制御弁

－アナログ式電気－油圧サーボ機構

－デジタル式電気－油圧サーボ機構

(d) 圧縮機と空気圧アクチュエータ

(2時限)

(e) 空気圧制御弁とサーボ機構

(8時限)

－流量、圧力、方向制御弁

－電空比例制御弁と電空高速切換え弁

－電空サーボ機構

(f) システムの静特性と動特性のシミュレーション

(10時限)

⑤計測制御技術実例応用練習

80時限

(a) 油圧技術（或いは空気圧技術、または電気サーボ技術）を利用する現有設備の改造練習

- (b) 工業システムの集中管理と分散制御の練習  
プログラマブルコントローラを使って直交工作テーブルの位置の分散制御と集中管理の総合練習

4) 生産管理（中堅技術者コース） 総授業時限数：240時限

①コンピュータ基礎 40時限

- (a) マイクロコンピュータの基礎知識
- (b) データファイル
- (c) データベース
- (d) コンピュータネットワーク基礎

②コンピュータ援用生産管理 60時限

- (a) 生産管理情報システムの構造と機能
- (b) コンピュータ援用生産計画と制御
- (c) 生産管理情報システムの開発と運営
- (d) コンピュータ援用生産管理
- (e) 実例解析（MRP-IIを含む）

③生産管理システムのコンピュータシミュレーション 30時限

- (a) コンピュータシミュレーション基礎知識
- (b) 生産システム・シミュレーション解析
- (c) アニメーション・シミュレーションのアレンジと結果の解析

④品質管理 30時限

- (a) 製品品質と品質管理の発展
- (b) TQC
- (c) 品質管理手法
- (d) 品質体系と品質標準
- (e) 実例解析

⑤工場生産管理実例応用練習

68～42時限

(a) 先進企業の見学

(b) 生産管理の改善方法と対策セミナー  
(各受講生が詳しいレジメを用意する)

(c) 特別講座 (以下の内容から選択する)

12～38時限

－生産技術 (IE)

－コスト管理

－設備管理

－定刻生産方式 (JIT)

－MRP-ⅡからCIMまで

－国内と外国の進んだコンピュータ援用生産管理システムの紹介

－コンピュータ援用設計と製作の紹介

－企業の生産戦略と製品企画

－価値工学 (VE)

5) 生産管理 (社長コース) 総授業時限数: 40時限

(対象: 社長・工場長、期間: 2週間、テーマ: コンピュータ援用生産管理)

①コンピュータ基礎

4時限

②工業企業生産の組織と管理総論

4時限

③コンピュータ援用生産管理

24時限

(a) 工業企業中の物の流れと情報の流れ

(1時限)

(b) 生産管理情報システムの構造と機能

(5時限)

(c) コンピュータ援用生産計画と制御の方法及び技術

(6時限)

(d) 生産管理システムのコンピュータシミュレーション

(6時限)

(e) コンピュータ援用生産管理実例解析

(6時限)

④実習と宿題

8 時限

- (a) 生産管理情報システム実習（実験室内） (4 時限)
- (b) 生産管理の改善方法と対策セミナー  
（各受講生が詳しいレジメを用意する） (4 時限)

⑤特別講座（以下の内容から選択する）

- (a) 生産技術 (IE)
- (b) 価値工学 (VE)
- (c) コスト管理
- (d) 設備管理
- (e) 品質管理
- (f) 定刻生産方式 (JIT)
- (g) MRP- II から CIM まで
- (h) 国内と外国の進んだコンピュータ援用生産管理システムの紹介
- (i) コンピュータ援用設計と製作の紹介
- (j) 企業の生産戦略と製品企画

### 3.3.3 計画地の位置及び状況

#### (1) 位置及び周辺状況

北京理工大学は北京市市街地の北西に位置する。この地域には清華大学、北京大学、航空航天大学等の大学が多数設置されており文教地区となっている。白石橋路と西三環路に挟まれた広大な敷地には、本館、図書館、講義棟、実験室から宿舎まで配置されている。構内図を図 3.4に示す。

メカトロニクス人材養成センター新設計画に伴う機材設置予定場所は敷地の中央部に位置する求是楼である。外部道路から求是楼に至る道路は舗装され幅員6m以上あり、機材搬入経路の問題はない。

#### (2) 建屋

求是楼は1989年竣工の鉄筋コンクリート造4階建の建物である。この建物は最近まで主として化学実験用教室として利用されていたが人材養成センターの計画に伴い一部を移動させ本計画に使用することとなった。使用可能部分の配置を図 3.5に示す。現在、既に使用されているため、受配電、給排水、暖房（一部の教室は冷暖房可能）も使用できる状態であり、本計画実施上の問題はない。

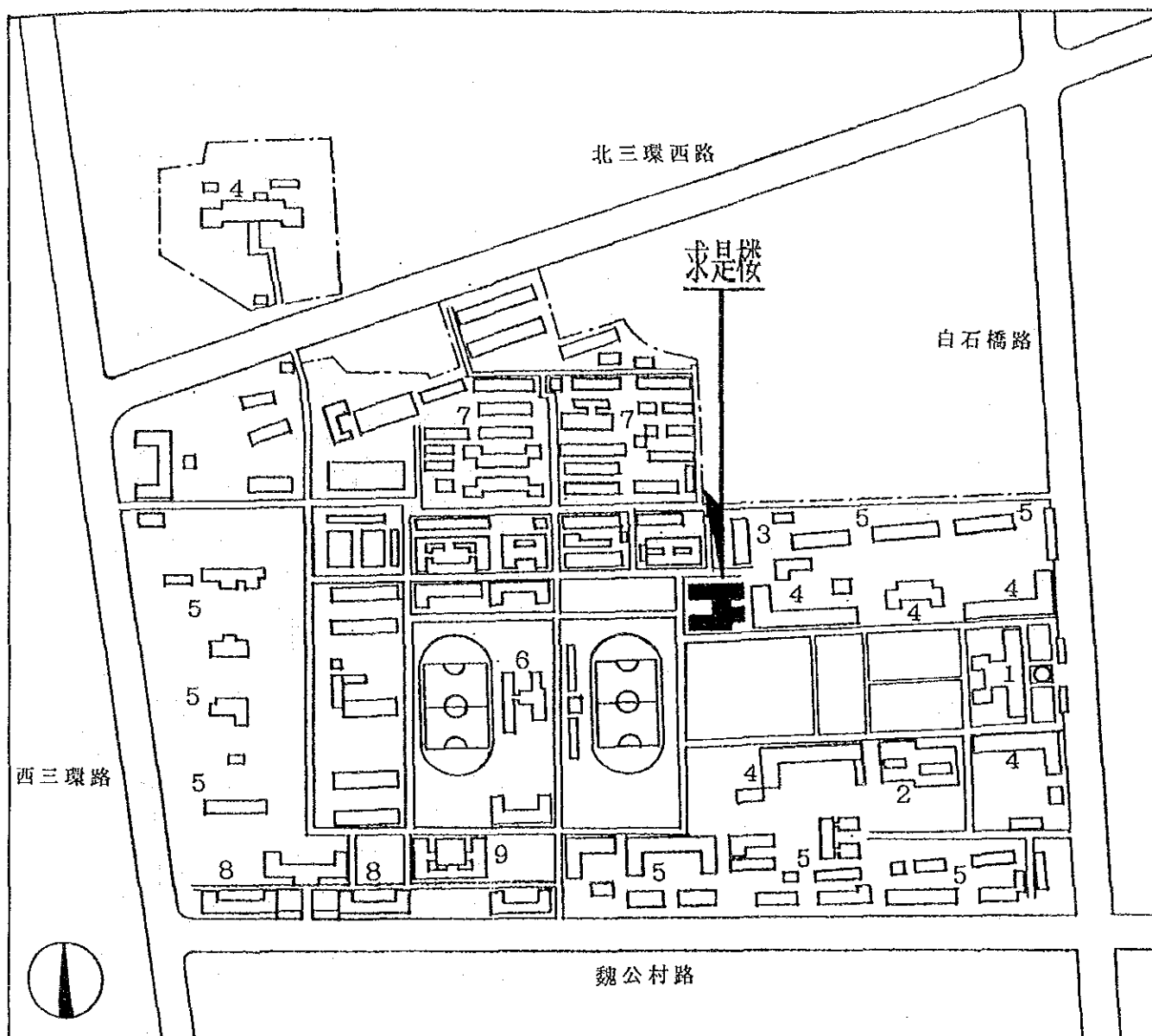
##### 1) 床面積

延べ面積は7,454㎡であるが人材養成センターとして使用可能な部分は1,606㎡（廊下部分を含む）である。各階の床面積は次のとおりである。

1階	419 ㎡
3階	813 ㎡
4階	374 ㎡
合計	1,606 ㎡



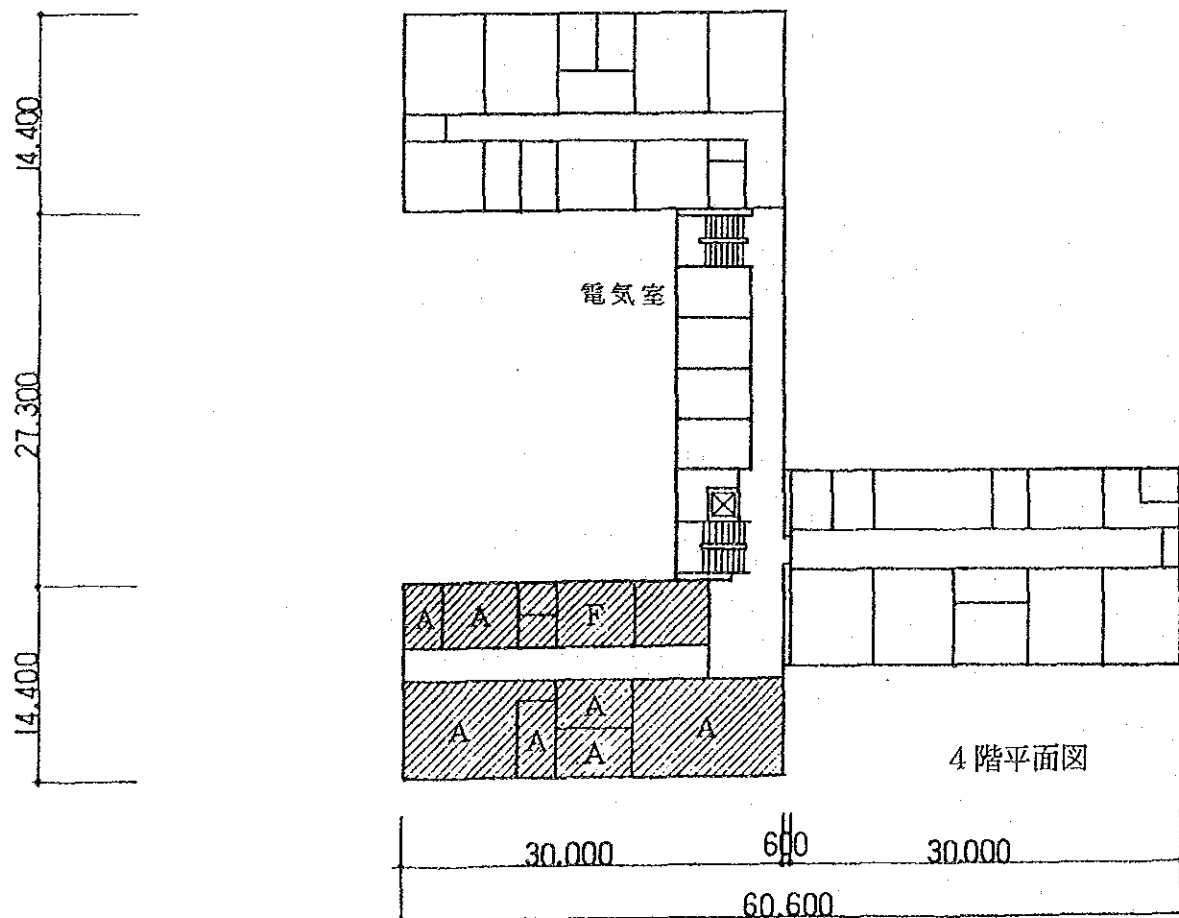
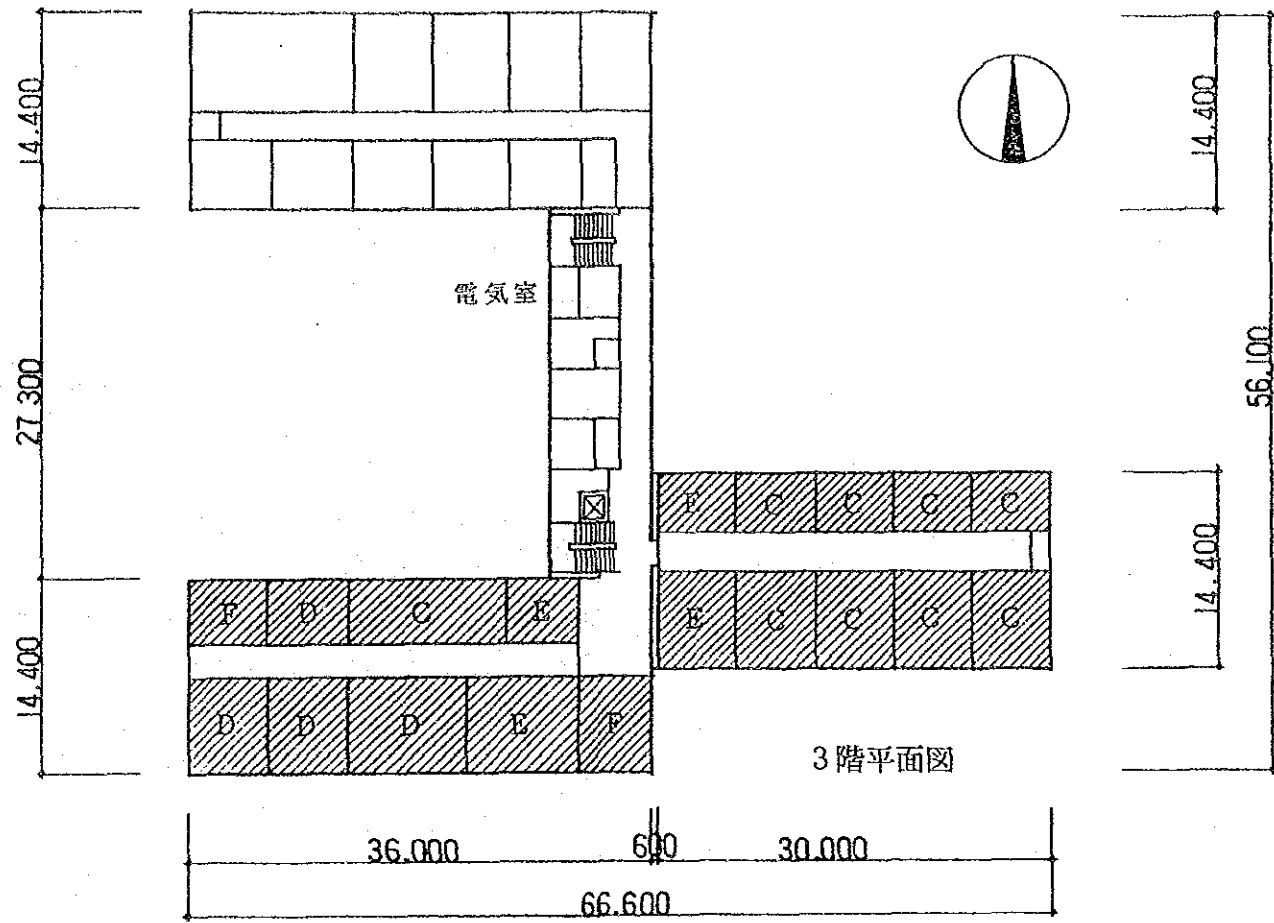
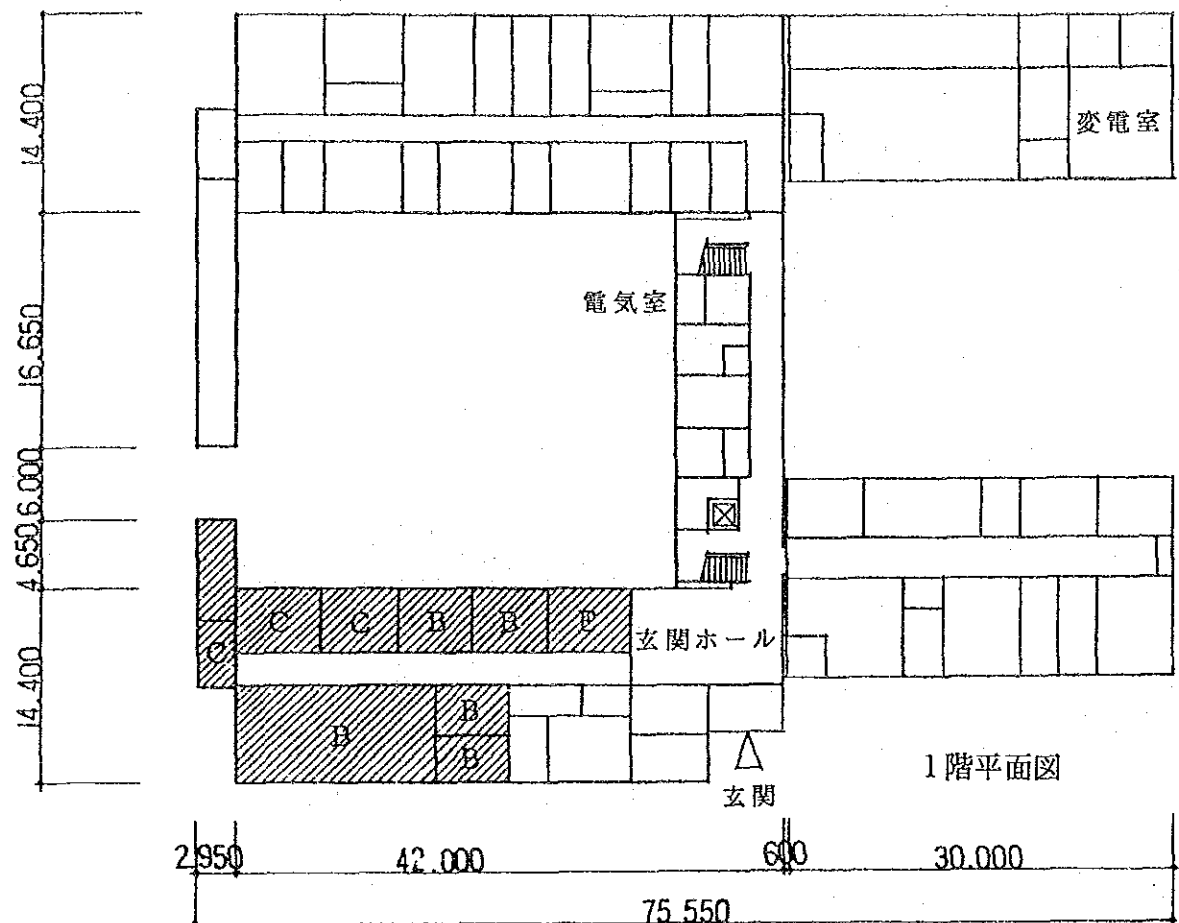
图 3.4 北京理工大学 構内図



- 1 : 本館
- 2 : 図書館
- 3 : コンピュータセンター
- 4 : 講義棟
- 5 : 実験室
- 6 : 体育館
- 7 : 教職員宿舎
- 8 : 学生宿舎
- 9 : 講堂



図 3.5 実験室配置図 (求是楼平面図)



- A : CAD/CAM実験室
- B : NC加工技術実験室
- C : 計測制御実験室
- D : 共用情報管理室
- E : 共用電子計測実験室
- F : センター運営支援装置



2) 階高及び天井高

	階高	天井高
1階	4.10m	2.95m
3階	4.10m	2.95m
4階	4.10m	3.00m

3) 開口部寸法

	(巾)	(高さ)
外部開口部	1.66m	2.19m
内部開口部 (片開戸)	0.87m	2.10m
” (両開戸)	1.37m	2.10m

但し1階103号室への外部開口部のみ2.70m×2.19m

4) 許容積載荷重

各階の床の許容積載荷重は400kg/m<sup>2</sup>で設計してある。(但し、1階103号室のみは800kg/m<sup>2</sup>)

5) 冷暖房設備

全室スチーム暖房が設置してあり電気式冷暖房機が追加設置してある教室もある。それぞれの室温は次のとおりである。

①スチーム暖房のみ

最高 24℃ (8月)      最低 18℃ (1月)

②スチーム暖房+冷暖房

最高 22℃ (8月)      最低 20℃ (1月)

冬期は全日暖房のため、室温は18℃以下にはならない。

(3) インフラストラクチャー

1) 道路

北京から天津に至る道路は京津塘高速道路が開通しており全面舗装の昼夜走行可能な状態である。行程距離は約240kmである。

2) 電気

求是楼全体の電気容量は800KVAあり、その内、人材養成センター用スペースには320KVAが使用できる。電気系統図及び各室の容量を図 3.6に示す。

①電気方式は次のとおりである。

三相	380V±10%
单相	220V±10%
周波数	50Hz ± 5%

②コンセントの形状は標準として次のとおりである。

单相用	3極型
三相用	接地形3極型

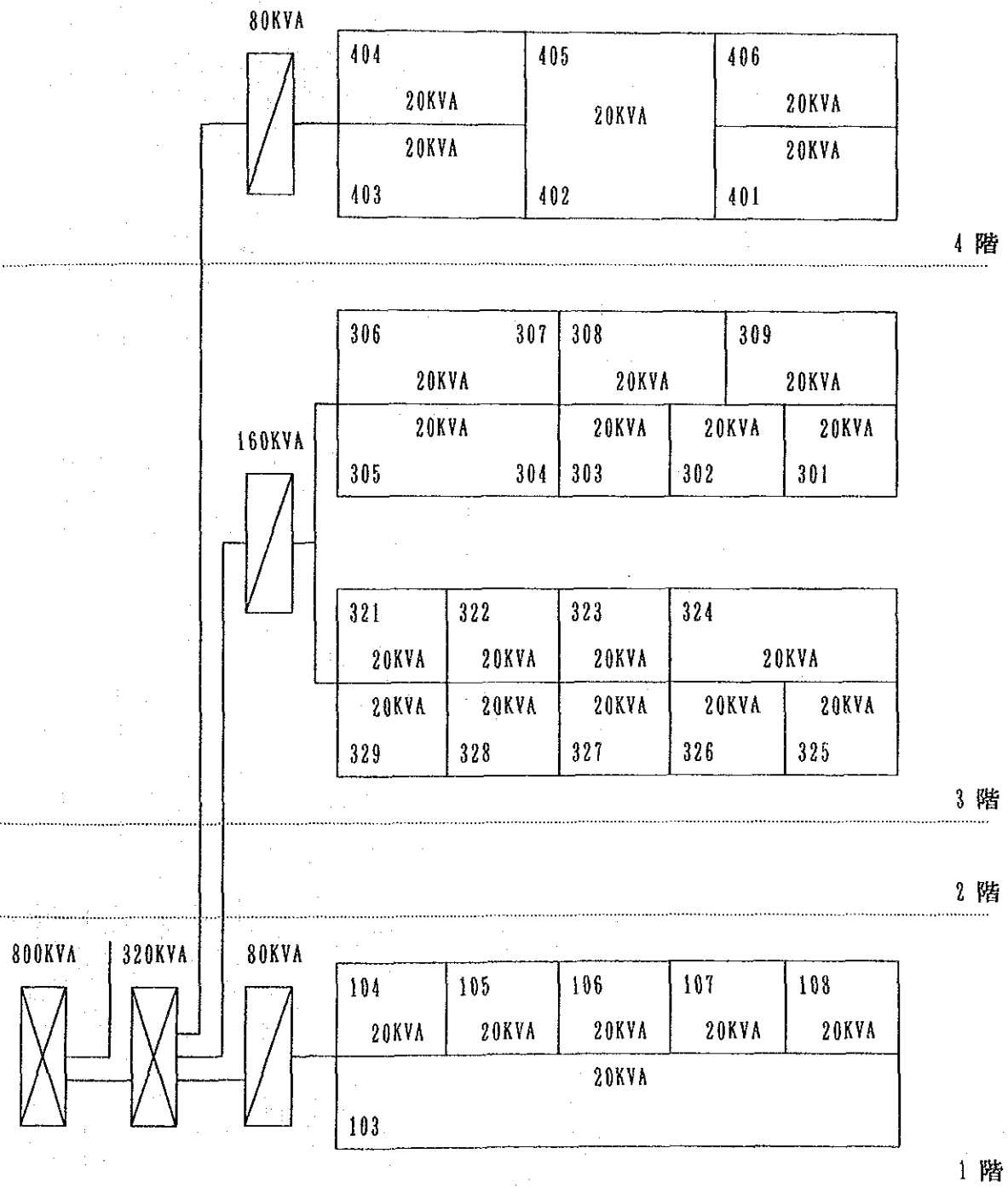
③電気設備に関する法規、標準は国際標準に準じる。

④火曜日午後は北京市の規定により動力源の使用ができない。制限時間は4時間を越えない。

3) 給水

給水圧力	: 2 kg/cm <sup>2</sup>
水 温	: 午後最高 12℃
水 質	: 飲用には適さない。

图 3.6 电气干线系统图



(4) 自然条件 (北京地区)

1) 气温 (°C)

1991年

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气温 (°C)	-2.3	0.1	4.4	13.9	19.9	24.1	25.9	27.1	20.4	13.8	4.6	-1.8
年間最高气温			35.7°C			年間最低气温			-12.6 °C			

1990年

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气温 (°C)	-4.9	-0.6	7.6	13.7	19.6	24.8	25.6	25.4	20.2	15.3	6.4	-0.8
年間最高气温			37.5°C			年間最低气温			-14.8 °C			

2) 湿度 (%)

1991年

1月平均相对湿度	45 %	8月平均相对湿度	73 %
年間平均相对湿度	57 %	年間最大相对湿度	99 %

1990年

1月平均相对湿度	43 %	8月平均相对湿度	76 %
年間平均相对湿度	60 %	年間最大相对湿度	100 %

3) 降水量 (mm)

1991年

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降水量 (mm)	0.3	0.8	25.1	17.1	55.7	236.3	198.0	124.7	72.0	12.2	1.0	4.7	747.9
年間1日最大降水量			69.5mm										

1990年

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降水量 (mm)	4.7	21.6	40.5	59.7	119.6	4.0	223.0	157.0	63.1	0.3	3.6	0.2	697.3
年間1日最大降水量			61.0mm										



### 3.3.4 機材の概要

本計画で選定した機材の概要は次のとおりである。

#### (1) コンピュータシステム

メカトロニクス人材養成センターの5つの実験室のうち下記4つの実験室にコンピュータシステムを設置する。これ等実験室は独自でLANを形成し、更に各実験室はLANで結合され、センター全体としては階層構造のLANを構成する。

- CAD/CAM 実験室
- NC加工技術実験室
- 計測制御技術実験室
- 共用情報管理室

各システムはコンピュータ及び周辺装置よりなるハードウェアと各実験室での教育に必要なソフトウェアで構成される。センター全体及び各実験室のコンピュータシステムの概念図を資料 8に添付する。

#### 1) ハードウェア

ハードウェアは演算処理を行うCPU（中央演算装置）、データやプログラムの記憶装置、グラフィック表示装置としてのCRT（陰極線管）、入力装置としてのキーボード、デジタイザ、スキャナ、出力装置としてのプリンタ、プロッタ、ネットワークを形成するLAN結合装置、安定した電源を供給するUPS（無停電電源装置）からなる。CAD/CAM実験室、計測制御技術実験室、共用情報管理室にはサーバ用コンピュータを配置し、しかも各実験室のサーバが故障した時には代替運転が可能となる構造になっている。各実験室ごとの機材の一覧表を表 3.3に示す。

表 3.3 各実験室のコンピュータのハードウェア一覧表

機 材	実 験 室			
	CAD/CAM 実 験 室	N C 加 工 技術実験室	計測制御 技術実験室	共用情報 管 理 室
エンジニアリングワークステーション (EWS、サーバー)	1		1	1
エンジニアリングワークステーション (EWS)	15	1		1
パーソナルコンピュータ (PC)	5	1	3	32
プロッタA1 (PL)	1			1
プロッタA0 (PL)	1			
プロッタA3 (PL)			2	1
レーザープリンタ A4 (LBPR)	2			1
レーザービームプロッタ A4 (LBPL)	1			
カラープリンタ A4 (CP)				1
イメージスキャナ A4 (IS)	1			1
A1デジタルイザ (DG)				1
カラーハードコピー (CHC)	1			
ラインプリンタ (LP)	1			1
ドットプリンタ (DP)	6	1	1	5
3次元プロッタ (3DP)	1			
無停電電源装置 (UPS)	1	1	1	1

2) ソフトウェア

各実験室の教育内容に合わせ次のソフトウェアを用意する。基本ソフトウェアつまりオペレーティングシステム及びネットワークソフトは各コンピュータにインストールされる。応用ソフトウェアは各実験室のコンピュータにインストールするがネットワークシステムを利用して他の実験室のソフトウェアの利用が可能になる。

①基本ソフトウェア

- (a) EWS用      オペレーティングシステム    UNIX・X-WINDOW  
 開発用言語    :    各種  
 図形ソフトウェア

- (b) P C 用      オペレーティングシステム MS-DOS  
                         X-WINDOW端末用ソフトウェア

②応用ソフトウェア

(a) CAD/CAM

- 2次元汎用CADソフトウェア
- 3次元汎用CADソフトウェア
- 有限要素法解析プログラム
- データベース管理ソフトウェア

(b) 共有情報管理

- 電子回路設計ソフトウェア
- 品質管理シミュレーションソフトウェア
- 生産システムシミュレーションソフトウェア
- データベース管理ソフトウェア
- カッターパス計算ソフトウェア
- 制御設計ソフトウェア

(2) 計測制御装置

本装置は全て計測制御実験室に設置する。油圧・空圧・電気サーボの原理、構成要素、制御方法、制御システム構築方法に関する教育訓練に必要な油圧・空圧・電気サーボの構成機器を設置する。

1) 油圧・空圧・電気サーボ演習装置

①油圧・空圧基礎演習装置      1セット

油圧・空圧の演習用に作成された装置で、構成技術の物理的な要項の基礎の教育に使用する。

②油圧比例制御演習装置      1セット

油圧制御の代表的な比例制御の技術訓練をする装置で比較的簡単な応用例に用いる制御装置である。

③電気サーボ演習装置 1セット

電気サーボ技術の基本である位置決めセンサ、DCサーボモータ、ステッピングモータ、サーボフィードバック機構等、構成要素技術の基礎教育に使用する。

2) 計測制御練習用システム

①小型油圧制御ユニット 5セット

②空気圧制御練習ユニット 5セット

油圧・空気圧の制御において実際に利用される構成部品すなわち駆動源、駆動素子、弁等の制御素子、センサ、コントローラを自由に組合わせて目的とする制御方法を習得させる教育に使用する。

③電気サーボ制御練習ユニット 5セット

工作機械等に実際に利用されているサーボモータ、制御装置、直交テーブルを用い、その動作原理、機能を習得させる教育に使用する。

3) プログラマブルコントローラ装置

①プログラマブルコントローラ 1セット

②油圧プログラムサーボ制御ユニット 1セット

代表的な制御方法の1つであるシーケンス制御をプログラマブルコントローラで制御する手法の教育に使用する。制御は油圧制御としている。

(3) NC装置

NC工作機械の原理、構成要素、NC加工方法、加工プログラミング技術、NC機械の操作技術及びFMSの構築技術に関する教育訓練に必要なNC工作機械及び関連設備を設置する。

1) FA演習システム

①教育用FMS演習システム

小型マシニングセンター、自動倉庫、多関節ロボット、無人搬送車、結合コントローラを組合わせてFMSシステムを構築する時の要素技術、制御方法の教育に使用する。

## ②NC工作機械

小型NC旋盤 1セット

基本のNC工作機械で数値制御による機械加工法、加工プログラミング技術に関する基礎教育、実技訓練に使用する。

## ③NC制御装置

(a) NC制御装置 1セット

(b) NC自動プログラミング装置 1セット

既存の工作機械をNC工作機械に改造する技術を習得させる教育に使用する。

## (4) 電子計測装置

共用電子計測実験室と計測制御実験室に設置される装置である。データ収録システム、電子計測システム、電子回路演習システム、各種センサに大別できる。

### 1) データ収録システム

#### ①データ収録・解析システム（計測制御実験室）

計測制御実験室にて利用される装置のデータ入力装置、電源、出力装置、解析装置から構成され教育の内容によって各種の装置を組合わせて利用する。

FFTサーボアナライザ	:	データのフーリエ変換装置
アナライジングレコーダ	:	データの収録
多機能信号発生機	:	外部からの特殊な信号の入力
X-Yレコーダ	:	出力データの記録
直流安定化電源	:	各種ユニットの電源
周波数カウンタ	:	入出力周波数の計数器
メモリスコープ	:	入出力波形の形状の表示
デジタルマルチメータ	:	入出力の電圧、電流、抵抗計

#### ②データ収録システム（共用電子計測実験室）

NC加工技術実験室及び共用電子計測実験室での教育に用いられる。

FFTアナライザ	:	データのフーリエ変換装置
データレコーダ	:	データの収録

フレキシブル信号処理システム	:	有効信号の抽出
振動計	:	振動
ウェーブフォームアナライザ	:	信号波形の処理
メモリスコープ	:	信号波形の表示
3次元測定ユニット	:	立体物の測定
信号処理ユニット	:	マイクロコンピュータによる演算処理

2) 電子回路演習装置 (共用電子計測実験室)

電気回路の基本素子を利用して各種演算回路の基礎を教え、その設計方法を習得させる教育に使用する。装置は以下のとおりである。

電子回路、論理回路、パルス回路、シンクロスコープ実習、半導体実習、電子計数回路、四則演算回路、AD・DA変換回路、静電容量方式変位測定、渦電流方式変位測定の実習装置を設置する。

3) 電子計測システム (共用電子計測実験室)

電子回路の波形をチェックする装置である。これらはセンターに設置されている電子回路の故障診断に用いる。装置は以下のとおりである。

オシロスコープ	:	波形表示装置
波形アナライザ	:	波形解析装置
ロジックアナライザ	:	ロジック解析装置
X-Yレコーダ	:	データ記録装置

4) 各種センサ (共用電子計測実験室)

センサ (NC工作機械等の制御のため物体の加速度、変位、その他の物理量の動的な変化を感知、計測するために使用される) の基本原理、センサ利用による測定方法を教育するために使用する。センサ (計器を含む) は以下のとおり。

加速度計	:	物体の加速度 (振動) の測定
各種変位計	:	物体の変位の測定
トルク測定器	:	トルクの測定
回転計	:	物体の回転の測定
角度センサ	:	角度の変位の測定

(5) センターの運営支援装置

センターの運営の円滑化を計るため以下の装置を設置する。

・中国語ワードプロセッサ	6セット
・日本語ワードプロセッサ	6セット
・教育用ビデオ	2セット
・ファクシミリ	2セット
・コピー機	2セット
・簡易印刷機械	1セット
・パーソナルコンピュータ	1セット
・スライド映写機	2セット
・ビデオ教育システム	1セット
・ビデオ編集システム	1セット
・OHP	4セット
・マイクロバス	1台
・バン	2台

注：マイクロバスは工場見学用、バンは計測装置運搬用

3.3.5 維持管理計画

(1) 運営経費と資金源

メカトロニクス人材養成センターの運営に必要な経費としては、

- 1) 人件費
- 2) 機材維持管理費（消耗品費と機材修繕費）
- 3) ユーティリティーズ費用（電気代、水道料金等）
- 4) 施設修理費
- 5) その他経費（出張費、通信費等）

があるが、2) 機材維持管理費以外はすべて北京理工大学全体の通常予算で負担することになっている。前述のように北京理工大学の1991年度の収入は約26百万元、支出は約24.4百万元であり、1992年度予算の収入は約27百万元、支出約26百万元である。1993年度以降は年率約15%の増加が見込まれている。

なお、前述の如く本養成センターの要員はすべて北京理工大学の現有要員より充足され、それ等要員の人件費は大学全体の予算計画の中に含まれ、大学側が負担することになっている。従って本センター実施による大学側の人件費の増加もない。因みに予定している養成センター職員41名の年間人件費は総計約7万元である。付属資料9にメカトロニクス人材養成センターの人件費を示した。

機材維持管理費用とその資金源については3.3.5(4)で述べる。

## (2) 研修生の確保

中国の生産設備と技術が古く、多くの企業が新設備と新技術の導入を切望していることは前に述べた。

一方、機械電子工業部は第8次五ヶ年計画の中でメカトロニクス技術の導入による既存工場の改造計画を策定し、その推進に注力している。すなわち、機械電子工業部は同部傘下の工作機械、重機、建機、自動車、農業機械、鉱山機械、電気機器、電子機器、計算機、計器、通信機器等11業界の中から600の重点企業を選定し、これ等企业に5年以内に旧設備をある規定割合(各企業類別に設定)改造し、新設備、CAD/CAM技術、コンピュータ援用管理技術等を導入することを義務づけている。その反面コンピュータ購入費や人材訓練費用の生産コストへの算入を認める等の奨励策を制定する傍ら、各種のメカトロニクス技術の養成訓練を実施し、企業の技術改造と新技術の導入にサービスを提供することを打ち出している。この技術養成訓練は機械電子工業部の命令により行われるものであり、上記重点企業600社から1企業2名を選出すると仮定しても1,200名に上り、本人材養成センターの訓練能力年間420名を考えると3年の時日を要することとなる。

本人材養成センターは言うまでもなく、機械電子工業部傘下の中国全国の企業を対象としているものの、当面は北京、天津、無錫の3工業都市の工場技術者の養成訓練を主体に計画している。これ等工業都市にある大手企業は本センターの設立を待望しており、例えば天津市電子儀表工業管理局は全従業員10.5万人中、技術者が1.4万人いるが、1982年以降の大卒と専門学校卒、約7,000人の再教育を必要としており、無錫市政府は8・五計画中に同市にCADの人材1,200人を養成する必要があるとしている。

以上のとおり、本人材養成センターの設立は全く時宜に適うものであり、その研修生確保の問題はないと言える。



(3) 機材維持管理体制と要員

前出3.3.1で述べたように機材等の最終管理責任は大学の管理部門にあり、資産管理台帳を整備して管理する。各実験室には1名の財産管理員が任命され養成センター主任の指導の下で員数管理を行う。日常の保全管理は各実験室の教授と技術者が大学機械設備系の管理の下で行う。大学には工作機械、電気機器、コンピュータの保全修理専門の部署があり、養成センター機材の保全修理をも担当する。

機材の操作要員は機材の日常保全をも担当するが1993年から1994年迄に17乃至19名充当する予定であり、その内訳は、博士3名、修士8~10名、学士4名、技能者2名である。

(4) 機材維持管理費用と資金源

機材維持管理に必要な費用は

- 1) コンピュータ関係消耗品費（印刷用紙、インク、トナー、リボン等）
- 2) 機材の外注修繕費と取換部品費（大学内部での修理人件費は無料）
- 3) NC工作機械用消耗品費、その他（被切削材料、切削油等）

であるが、日本における経験と実績から1)項と2)項の合計は消耗する用紙に換算して1枚当たり約10日本円必要である。（上質用紙：1.45日本円/枚）

年間の最大延べ実習日数は全コース計900日/年であり延べ実習人員は27,000人・日である。1人1日10枚用紙を使うとすると年間使用枚数は270,000枚となり、2,700,000日本円/年を要することとなる。

3)項のNC工作機械用消耗品費、その他は実習日1日当たり、10,000日本円/日とすると年間延べ180日/年の実習期間中に要する費用は1,800,000日本円/年となる。

従って全所用費用は、 $2,700,000 + 1,800,000 = 4,500,000$ 日本円/年、すなわち約18万円/年となる。

この機材維持管理費用を賄う資金源としては

1) センター受講生の学費	約13.8万元/年
2) 機械電子工業部よりの補助金	約15 万元/年
3) 北京理工大学よりの補助金	約18 万元/年
計	約46.8万元/年

があり、上記費用を十分に賄うことが出来る。

### 3. 4 技術協力

中国政府は本メカトロニクス人材養成センターの教育内容に必要な実習機材とコンピュータ・ソフト等の整備につき、日本政府に無償資金協力を要請してきたが、同政府は更に、この無償資金協力を前提として、同分野の専門家派遣と研修員受入れの技術協力の要請をも予定している。同技術協力要請の概要は以下のとおり。

#### (1) 専門家派遣

分 野	期 間	時 期
①CAD/CAM技術	約1ヶ月	本計画センター開設後、 順次派遣する。
②NC加工技術	約1ヶ月	
③計測制御技術	約1ヶ月	
④経営管理/生産管理	約1ヶ月	

#### (2) 研修員受入れ

上記専門家のカウンターパート研修員として、北京理工大学の教員、技術者の各分野の研修を日本で行う。

上記技術協力の内容、分野、期間、時期等は、無償資金協力による本計画の進捗状況を踏まえつつ、今後も引続き検討される必要がある。



## 第 4 章 基本設計



## 第4章 基本設計

### 4.1 機材の設計方針

3.3.4 機材の概要で計画した機材の設計に当り、次の設計方針を設定し検討を行った。

(1) メカトロニクス人材養成センター設立目的の達成

工場管理者、技術者に対する工場近代化のための教育訓練に役立つ内容とする。

(2) 教育訓練に対する適合性

本計画は ①メカトロニクス技術の習得 ②コンピュータ援用生産活動技術の習得のための計画である。特に工場の技術者レベルの高低にも対応できる機械を整備する。

(3) 機材の規模・汎用性

養成センターの事業内容は工場管理者、技術者の教育・訓練であるので実習、訓練に適した規模（数量）の機材を選定する。技術水準については中国の既存の工場設備と同等かそれ以上の機材とする。

また、各実験室の教育訓練内容及びセンターの運営方針によれば各実験室が密接に関連を保つことが望まれるので、できるだけ汎用性のある機材を選定する。

(4) 取扱い維持管理の容易な機材

中国において維持管理が容易で、現地でのバックアップ体制が確立されている機材を選定する。また設置後の運転管理ができるだけ容易にできるような内容とする。

## 4. 2 設計条件の検討

### 4.2.1 自然条件

#### (1) 気温及び湿度

北京市では近年、最低気温  $-14.8^{\circ}\text{C}$ 、最高気温  $37.5^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度  $100\%$  を記録しているが過去の統計資料により設計条件は次のとおりとする。

気温  $-10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$       最大相対湿度  $90\%$

### 4.2.2 建屋・用役

#### (1) 建屋

求是楼の1階、3階及び4階を利用する。機材配置計画上、考慮を必要とする内容は次のとおりである。

- 1) 重量が許容積載荷重を越える。
- 2) 機材固定用基礎が必要である。
- 3) 振動が発生する。

以上の内容に該当する可能性のあるNC工作機械は1階に設置する。また、これらに対応する対策が必要となった場合は、北京理工大学側で工事を行う。

#### (2) 電源

各分電盤での最大電力は  $20\text{KVA}$  であるため、電力不足が生じる場合には、増設工事の必要がある。また、单相  $220\text{V}$  のコンセント数が不足する場合には増設の必要があるが、以上の工事は中国国内の電気設備技術基準等に準じて北京理工大学が行う。

電気方式	三	相	$380\text{V} \pm 10\%$
	単	相	$220\text{V} \pm 10\%$
	周	波	数 $50\text{Hz} \pm 5\%$



## 4. 3 基本計画

### 4.3.1 機材計画

計画した機材リストは以下のとおりである。

A : CAD/CAM実験室

No.	機材名	数量	備考
1. コンピュータ			
A-1-1	エンジニアリング・ワークステーション (EWS サーバ機)	1台	19インチカラーCRT、48-64MB、30~40MIPS、 キーボード、磁気テープ
A-1-2	エンジニアリング・ワークステーション	15台	19インチカラーCRT、32MB/800MB、20~30MIPS、 キーボード、(但し、5台:24MB)
A-1-3	パーソナルコンピュータ (386/486)	5台	14インチカラーCRT、8~12MB/100MB、 3.5インチFDD×2、キーボード
2. 周辺装置			
A-2-1	カラーハードコピー機	1台	A3、フルカラー、CRTより直接コピーする
A-2-2	レーザービームプロッタ (LBP)	1台	A4
A-2-3	プロッタ (A1)	1台	A1、ペーパーグリップ方式、ペン
A-2-4	プロッタ (A0)	1台	A0、ロール紙セット、鉛筆
A-2-5	ドットプリンタ	6台	24ドット、マトリックスプリンタ
A-2-6	三次元プロッタ	1台	フライス加工をベースにした装置
A-2-7	イメージスキャナ	1台	A4、300DPI
A-2-8	レーザープリンタ	2台	A4、300DPI
A-2-9	ネットワーク装置	1セット	
A-2-10	無停電電源装置 (UPS)	1セット	
3. CAD/CAM用ソフトウェア			
A-3-1	開発用言語及び道具	1セット	CADシステム開発用
A-3-2	図形ソフトウェア	1セット	2次元、3次元CADシステム開発用
A-3-3	2次元汎用CADソフトウェア	1セット	機械CAD演習用
A-3-4	3次元汎用CADソフトウェア	1セット	機械CAD演習用
A-3-5	有限要素法解析プログラム	1セット	機械構造等解析用
A-3-6	データベース管理ソフトウェア	1セット	データベース演習用
4. 運営支援装置			
A-4-1	ワードプロセッサ (中国語)	2台	
A-4-2	テレビ	2台	EWS画面表示用

B : NC加工技術実験室

No.	機 材 名	数 量	備 考
1. コンピュータ			
B-1-1	エンジニアリング・ワークステーション	1 台	19インチカラーCRT、32MB/800MB、20~30MIPS キーボード、
B-1-2	パーソナルコンピュータ (386/486)	1 台	14インチカラーCRT、12MB/100MB、FDD×2 キーボード、
2. 周辺装置			
B-2-1	ドットプリンタ	1 台	24ピン
B-2-2	ネットワーク装置	1 セット	
3. 工作機械			
B-3-1	教育用FMS実習システム	1 セット	小型マシニングセンタを中心とした実習システム
B-3-2	小型NC旋盤	1 台	標準加工直径 : 100 mm 軸移動量 (x, y) : 165・285 mm 主軸駆動モータ : 5.5/3.7 KW 制御装置
B-3-3	NC制御装置	1 セット	モータ : 1.5 KW×3 同時制御軸数 : 2~3、操作パネル付き 制御装置
B-3-4	NC自動プログラミング装置	1 セット	ハード : 386/486 ソフト : 旋削加工用・フライス加工用・穴開 け加工用・金型曲面加工用、シンボ リック旋削加工用自動プログラミン グ、簡易対話形プログラミング、対 話形図形入力、等

## C : 計測制御技術実験室

No.	機 材 名	数 量	備 考
1. コンピュータ			
C-1-1	エンジニアリング・ワークステーション	1 台	19インチカラーCRT、キーボード、磁気テープ 32MB/2GB、30~40MIPS
C-1-2	パーソナルコンピュータ	3 台	14インチカラーCRT、キーボード、 12MB/100MB、5' FDD×2、3.5' FDD×2 増設
2. 周辺装置			
C-2-1	ドットプリンタ	1 台	24ピン
C-2-2	X-Yプロッタ	2 台	A3 卓上型
C-2-3	無停電電源装置 (UPS)	1 台	
C-2-4	ネットワーク装置	1 セット	
3. 油圧・空圧・電気サーボ実習装置			
C-3-1	油圧・空圧基礎実習装置	1 式	
C-3-2	油圧比例制御実習装置	1 式	
C-3-3	電気サーボ実習装置	1 式	位置決めセンサ、DCサーボモータ、ステッピング モータ、サーボフィードバック
4. 計測制御練習用システム (油・空・電)			
C-4-1	小型油圧制御練習ユニット	4 式	油圧源ユニット 各種アクチュエータ、油圧弁、センサ、 コントローラ
C-4-2	空気圧制御練習ユニット	4 式	空気圧源ユニット (これのみ一式) 各種アクチュエータ、空圧弁、センサ、 コントローラ
C-4-3	電気サーボ制御練習ユニット	4 式	コントローラ、モータ 2.2KW (2台) 直交テーブル付き
5. プログラマブルコントローラ			
C-5-1	プログラマブルコントローラ	1 台	I/O点数が100点程度
C-5-2	油圧プログラム・サーボ制御ユニット	1 式	油圧源ユニット 各種アクチュエータ、油圧弁、センサ、 コントローラ

No.	機 材 名	数 量	備 考
6.	データ収録・解析システム		
C-6-1	FFT サーボ・アナライザ	1 台	
C-6-2	アナライジングレコーダ	1 台	8チャンネル、ひずみアンプ付属
C-6-3	多機能信号発生機	5 台	0.1~100kHz, DUTY可変
C-6-4	X-Y レコーダ	5 台	
C-6-5	デジタルマルチメータ	5 台	最大表示409999, 最高サンプルレート100 回/s
C-6-6	直流安定化電源 (0 - 5A)	2 台	0~60 (V), 0~5 (A)
C-6-7	周波数カウンタ	5 台	5 Hz~120MHz
C-6-8	メモリスコープ	5 台	DC~50MHz
7.	運営支援装置		
C-7-1	ワードプロセッサ (日本語)	2 台	
C-7-2	ワードプロセッサ (中国語)	1 台	

## D : 共用情報管理室

No.	機 材 名	数 量	備 考
1. コンピュータ			
D-1-1	エンジニアリング・ワークステーション (EWSサーバ機)	1 台	19インチカラーCRT、32MB/2~3GB、 30~40MIPS、キーボード、
D-1-2	エンジニアリング・ワークステーション	1 台	19インチカラーCRT、キーボード
D-1-3	パーソナルコンピュータ (386/486)	30台	14インチカラーCRT、8~12MB/100MB、 3.5' FDD×1, 5' FDD×1
2. 周辺装置			
D-2-1	プロッタ	1 台	A1、ペーパークリップ
D-2-2	ドットプリンタ	5 台	24ドットマトリックスプリンタ
D-2-3	ネットワーク装置	1 セット	
D-2-4	レーザプリンタ	1 台	A4、300 DPI
D-2-5	X-Y プロッタ	1 台	A3、卓上型
D-2-6	イメージスキャナ	1 台	A4、300 DPI
D-2-7	デジタイザ (A1)	1 台	
D-2-8	無停電電源装置 (UPS)	1 台	
3. 応用ソフトウェア			
D-3-1	開発用言語ソフトウェア	1 セット	C++, ASSEMBLE, LISP 等
D-3-2	パソコン用電子回路設計ソフトウェア	1 セット	電子CAD 演習用
D-3-3	品質管理シミュレーションソフトウェア	1 セット	品質管理演習用
D-3-4	生産システムシミュレーション ソフトウェア	1 セット	生産システムシミュレーション演習用
D-3-5	データベース管理ソフトウェア	1 セット	データベース演習用
D-3-6	カッターパス計算ソフトウェア	1 セット	NC工作機械シミュレーション演習用
D-3-7	制御設計ソフトウェア	1 セット	線形代数から信号処理、システム同定自動制御設 計、最適計算、シミュレーション、線形化、時間 ・周波数応答解析等
4. 運営支援装置			
D-4-1	ワードプロセッサ (日本語)	2 台	
D-4-2	ワードプロセッサ (中国語)	2 台	

## E : 共用電子計測実験室

No.	機 材 名	数 量	備 考
1. 電子回路演習装置			
E-1-1	電子回路実習装置	1 セット	
E-1-2	論理回路実習装置	1 セット	
E-1-3	パルス回路実習装置	1 セット	
E-1-4	シンクロスコープ実習装置	1 セット	
E-1-5	半導体実習装置	1 セット	
E-1-6	電子計数回路実習装置	1 セット	
E-1-7	四則演算回路実習装置	1 セット	
E-1-8	AD/DA 変換回路実習装置	1 セット	
E-1-9	静電容量方式変位測定実習装置	1 セット	
E-1-10	レーザー方式変位測定実習装置	1 セット	
2. 電子計測システム			
E-2-1	オシロスコープ	5 台	40MHz
E-2-2	波形アナライザ	1 台	オシロスコープ、 インクジェットプリンタ
E-2-3	ロジックアナライザ	1 台	80CH, 解析用ソフトウェア付属、 インクジェットプリンタ
E-2-4	デジタルマルチメータ	5 台	最大表示30000, 4.5桁
E-2-5	X-Y レコーダ	5 台	
3. データ収録システム			
E-3-1	FFT アナライザ	1 台	2CH, 100KHz
E-3-2	データレコーダ	1 台	8CH
E-3-3	フレキシブル信号処理システム	1 セット	
E-3-4	振動計	1 台	(非接触型)
E-3-5	波形アナライザ	1 台	100KHz
E-3-6	メモリスコープ	5 台	50MHz
E-3-7	3次元測定ユニット	1 セット	CNC 精度 : 3~5 $\mu$ m, X:Y:Z 400 × 300 × 300
E-3-8	信号処理ユニット	2 セット	(PC386・387/486) GP・1B

No.	機 材 名	数 量	備 考
4.	各種センサ		
E-4-1	加速度計+インパルスハンマキット	2 セット	増幅機 (5Hz ~50KHz) 電源フレーム (6チャンネル)
E-4-2	非接触変位計 (静電容量式)	5 セット	測定範囲0 ~0.2 mm、アナログ変換器0-2.7KHz
E-4-3	非接触変位計 (渦電流方式)	5 セット	0.05~5 mm、変換器DC~20KHz
E-4-4	デジタルマイクロメータ+センサ	3 セット	表示5桁 測定範囲 : 10mm、 分解能 : 1 μm 20mm 10 μm 50mm 10 μm
E-4-5	変位センサ (差動変圧器)	3 セット	直線範囲 : ±3mm 感度 : 0.29 (V/mm) ±6mm 0.27 ±12mm 0.31 ±25mm 0.13 ±50mm 0.07
E-4-6	直線変位計	1 セット	有効ストローク : 10mm、20mm、50mm、500 mm
E-4-7	変位センサ+電子マイクロメータ	5 台	直線範囲 : 0~1 mm、 分解能 : 0.1 μm
E-4-8	磁式ロータリエンコーダ	5 台	分解度 : 100, 200P/R 応答周波数 : 100KHz 回転速度 : 5000 rpm
E-4-9	光学式ロータリエンコーダ	5 台	分解度 : 100, 200, 300, 600 P/R 応答周波数 : 50KHz 回転速度 : 5000 rpm
E-4-10	角度センサ+表示器	5 台	有効電気角度 300° 出力感度 Min 0.5%Vin/10°
E-4-11	デジタルトルク測定器 +トルク演算変換器	1 セット	測定範囲 : (Kg-m) 標準回転速度 (rpm) 1 100-6000 2 100-6000 5 100-6000 10 100-6000
E-4-12	電磁式回転数測定器 +デジタル回転速度計	5 セット	測定範囲 : 50~10000 rpm

F : センター運営支援装置 (共用品)

No.	機 材 名	数 量	備 考
F-1	ファクシミリ	2 台	
F-2	ワードプロセッサ (日本語)	2 台	
F-3	ワードプロセッサ (中国語)	2 台	
F-4	コピー機	2 台	A3
F-5	簡易印刷機システム	1 セット	A3 (講義教材用)
F-6	パーソナルコンピュータ (事務用)	1 台	14' カラー、1MB/100MB 3.5' FDD ×1 5' FDD ×1
F-7	スライド映写機	2 台	スライドフィルム制作機1 セット付き
F-8	ビデオ編集システム	1 セット	工場現場の実例の取材と編集用
F-9	ビデオ教育システム	1 セット	講義用
F-10	OHP	4 台	
F-11	マイクロバス	1 台	工場見学用 (29人)
F-12	バン	2 台	現場教育用



#### 4.3.2 機材配置計画

本計画により設置される工学機材は次の点を考慮し配置計画を行う。

- (1) 各機材は機材相互の関連性を考慮し実験室毎に集中するように配置する。
- (2) 重量や振動がある機材は1階に配置する。
- (3) 使用目的が似ている機材は同室とする。
- (4) 既存のガラス間仕切壁はできるだけ再利用する。
- (5) 電気容量を考慮し、1ヶ所に大容量が必要な機材を集中させない。

主要な計画機材の配置を次の配置図に示す。

- 図 4.1 1階南西部機材配置図
- 図 4.2 3階南東部機材配置図
- 図 4.3 3階南西部機材配置図
- 図 4.4 4階南西部機材配置図



図 4.1 1階南西部機材配置図

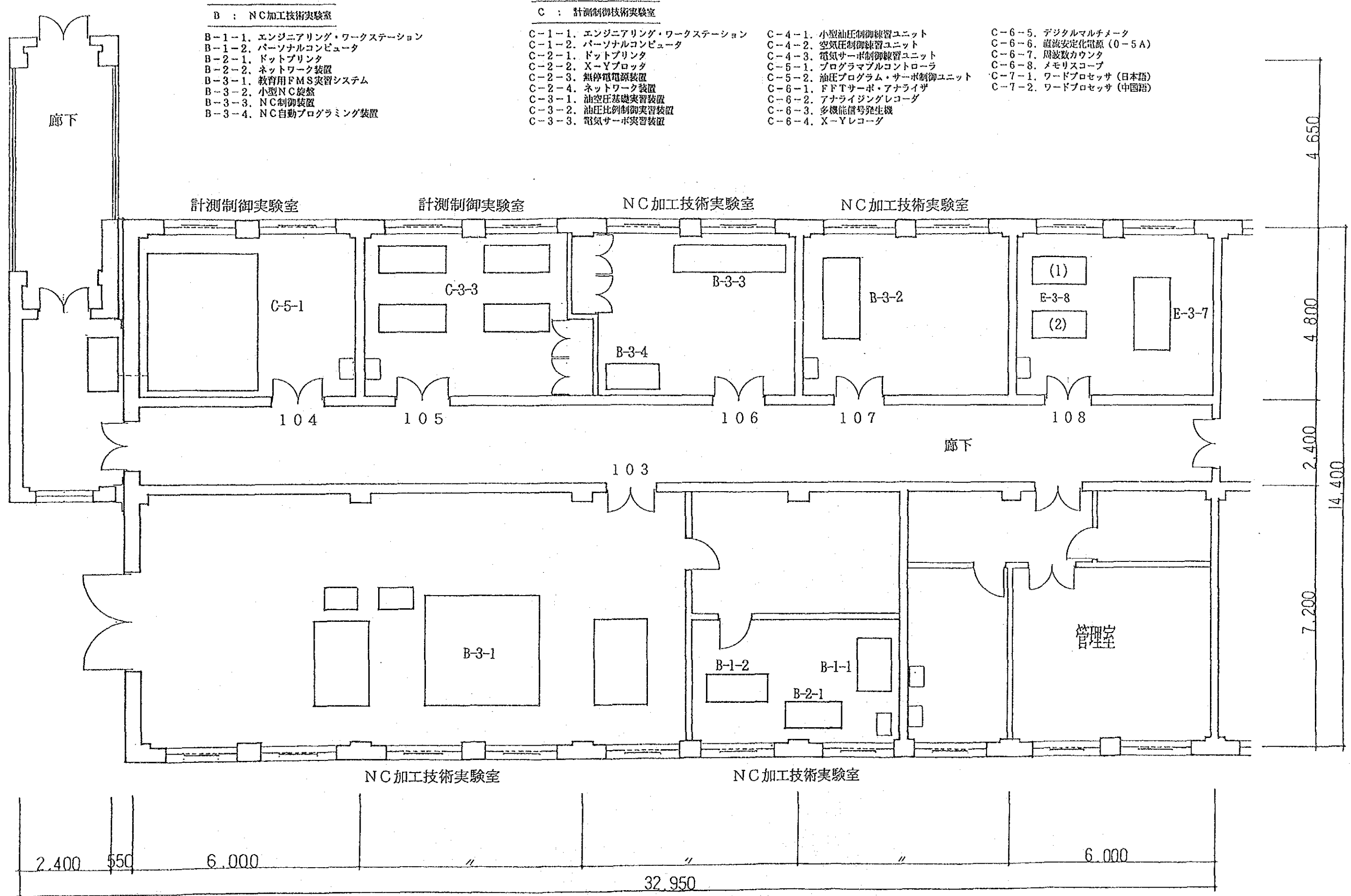
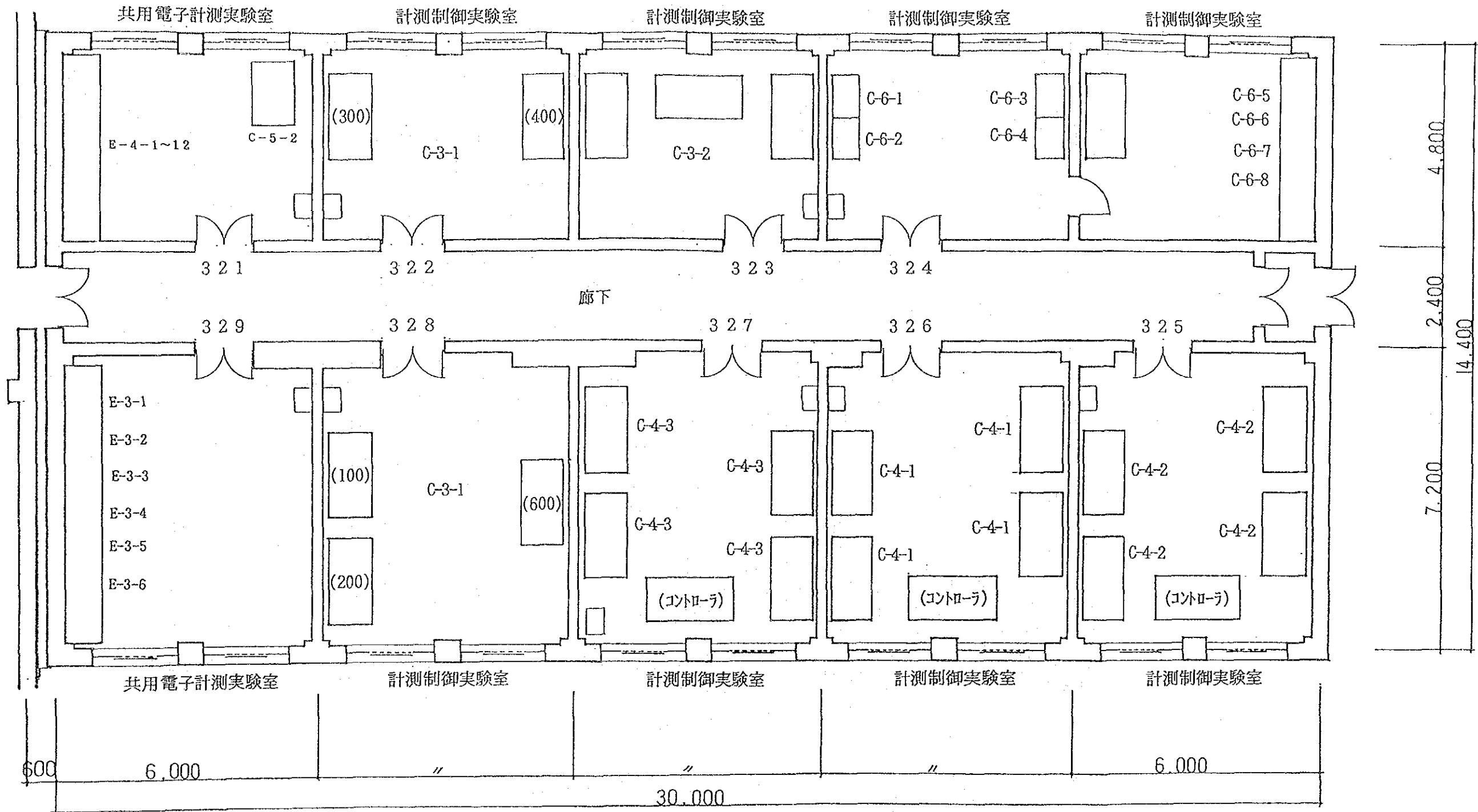




図 4.2 3階南東部機材配置図



C : 計測制御技術実験室

- C-1-1. エンジニアリング・ワークステーション
- C-1-2. パーソナルコンピュータ
- C-2-1. ドットプリンク
- C-2-2. X-Yブロック
- C-2-3. 無停電電源装置
- C-2-4. ネットワーク装置
- C-3-1. 油空圧基礎実習装置
- C-3-2. 油圧比例制御実習装置
- C-3-3. 電気サーボ実習装置

- C-4-1. 小型油圧制御練習ユニット
- C-4-2. 空気圧制御練習ユニット
- C-4-3. 電気サーボ制御練習ユニット
- C-5-1. プログラマブルコントローラ
- C-5-2. 油圧プログラム・サーボ制御ユニット
- C-6-1. FFTサーボ・アナライザ
- C-6-2. アナライジングレコーダ
- C-6-3. 多機能信号発生機
- C-6-4. X-Yレコーダ

- C-6-5. デジタルマルチメータ
- C-6-6. 直流安定化電源 (0-5A)
- C-6-7. 周波数カウンタ
- C-6-8. メモリスコープ
- C-7-1. ワードプロセッサ (日本語)
- C-7-2. ワードプロセッサ (中国語)

E : 共用電子計測実験室

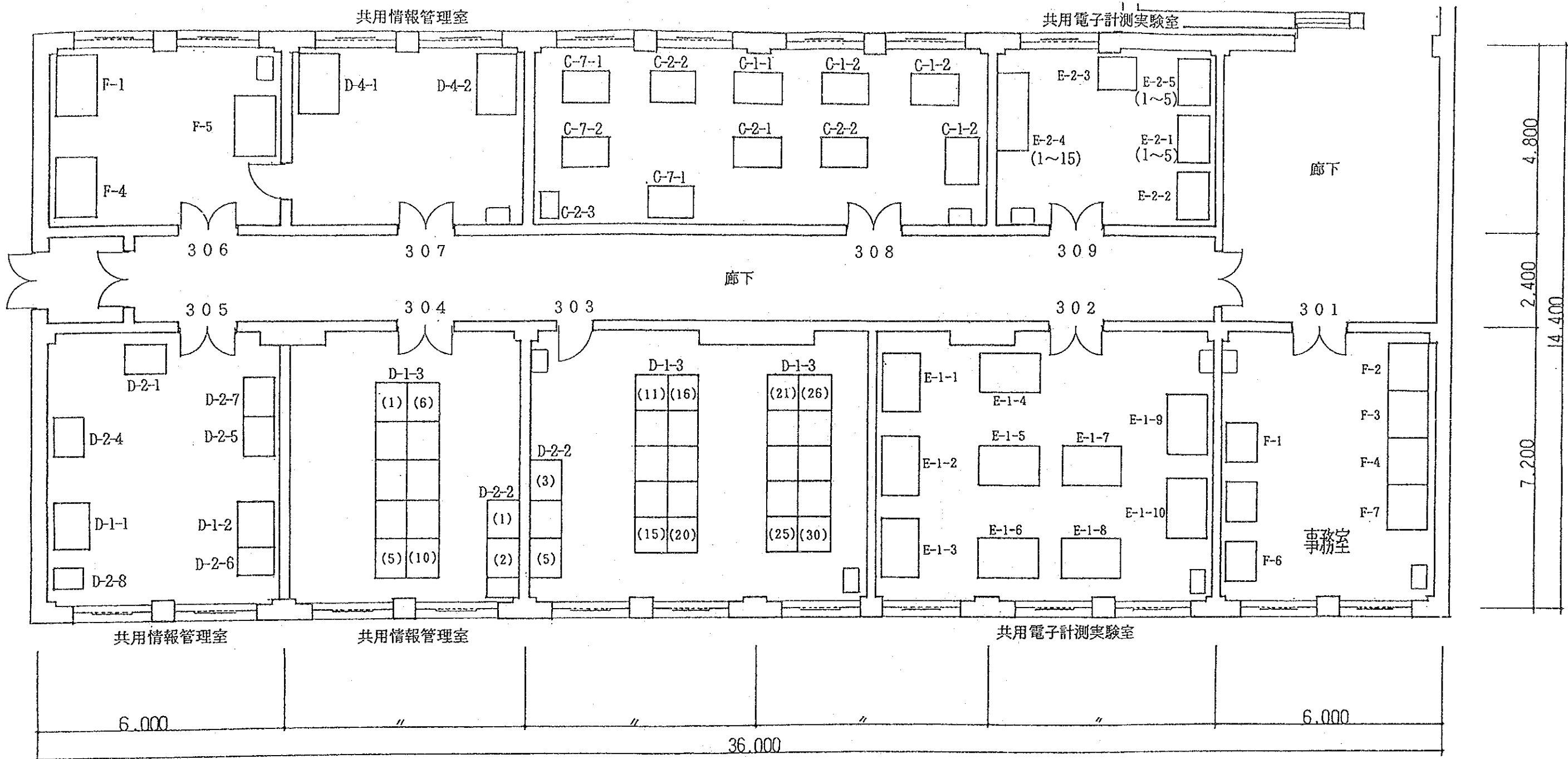
- E-1-1. 電子回路実習装置
- E-1-2. 論理回路実習装置
- E-1-3. パルス回路実習装置
- E-1-4. シンクロスコープ実習装置
- E-1-5. 半導体実習装置
- E-1-6. 電子計数回路実習装置
- E-1-7. 四測演算回路実習装置
- E-1-8. AD/DA変換回路装置実習装置

- E-1-9. 静電容量方式変位測定実習装置
- E-1-10. レーザ方式変位測定実習装置
- E-2-1. オシロスコープ
- E-2-2. 波形アナライザ
- E-2-3. ロジックアナライザ
- E-2-4. デジタルマルチメータ
- E-2-5. X-Yレコーダ
- E-3-1. FFTアナライザ

- E-3-2. データレコーダ
- E-3-3. フレキシブル信号処理システム
- E-3-4. 振動計
- E-3-5. 波形アナライザ
- E-3-6. メモリスコープ
- E-3-7. 3次元測定ユニット
- E-3-8. 信号処理ユニット
- E-4-1~12. 各種センサ



図 4.3 3階南西部機材配置図



D : 共用情報管理室

- D-1-1. エンジニアリング・ワークステーション (EWSサーバ機)
- D-1-2. エンジニアリング・ワークステーション
- D-1-3. パーソナルコンピュータ
- D-2-1. ブロック
- D-2-2. ドットプリンタ
- D-2-3. ネットワーク装置
- D-2-4. レーザプリンタ
- D-2-5. X-Yブロック
- D-2-6. イメージスキャナ
- D-2-7. デジタイザ (A. 1)
- D-2-8. 無停電電源装置
- D-3-1~7. 応用ソフトウェア
- D-4-1. ワードプロセッサ (日本語)
- D-4-2. ワードプロセッサ (中国語)

E : 共用電子計測実験室

- E-1-1. 電子回路実習装置
- E-1-2. 論理回路実習装置
- E-1-3. パルス回路実習装置
- E-1-4. シンクロスコープ実習装置
- E-1-5. 半導体実習装置
- E-1-6. 電子計数回路実習装置
- E-1-7. 四演算回路実習装置
- E-1-8. AD/D/A変換回路装置実習装置
- E-1-9. 静電容量方式変位測定実習装置
- E-1-10. レーザ方式変位測定実習装置
- E-2-1. オシロスコープ
- E-2-2. 波形アナライザ
- E-2-3. ロジックアナライザ
- E-2-4. デジタルマルチメータ
- E-2-5. X-Yレコーダ
- E-3-1. FFTアナライザ
- E-3-2. データレコーダ
- E-3-3. フレキシブル信号処理システム
- E-3-4. 振動計
- E-3-5. 波形アナライザ
- E-3-6. メモリスコープ
- E-3-7. 3次元測定ユニット
- E-3-8. 信号処理ユニット
- E-4-1~12. 各種センサ

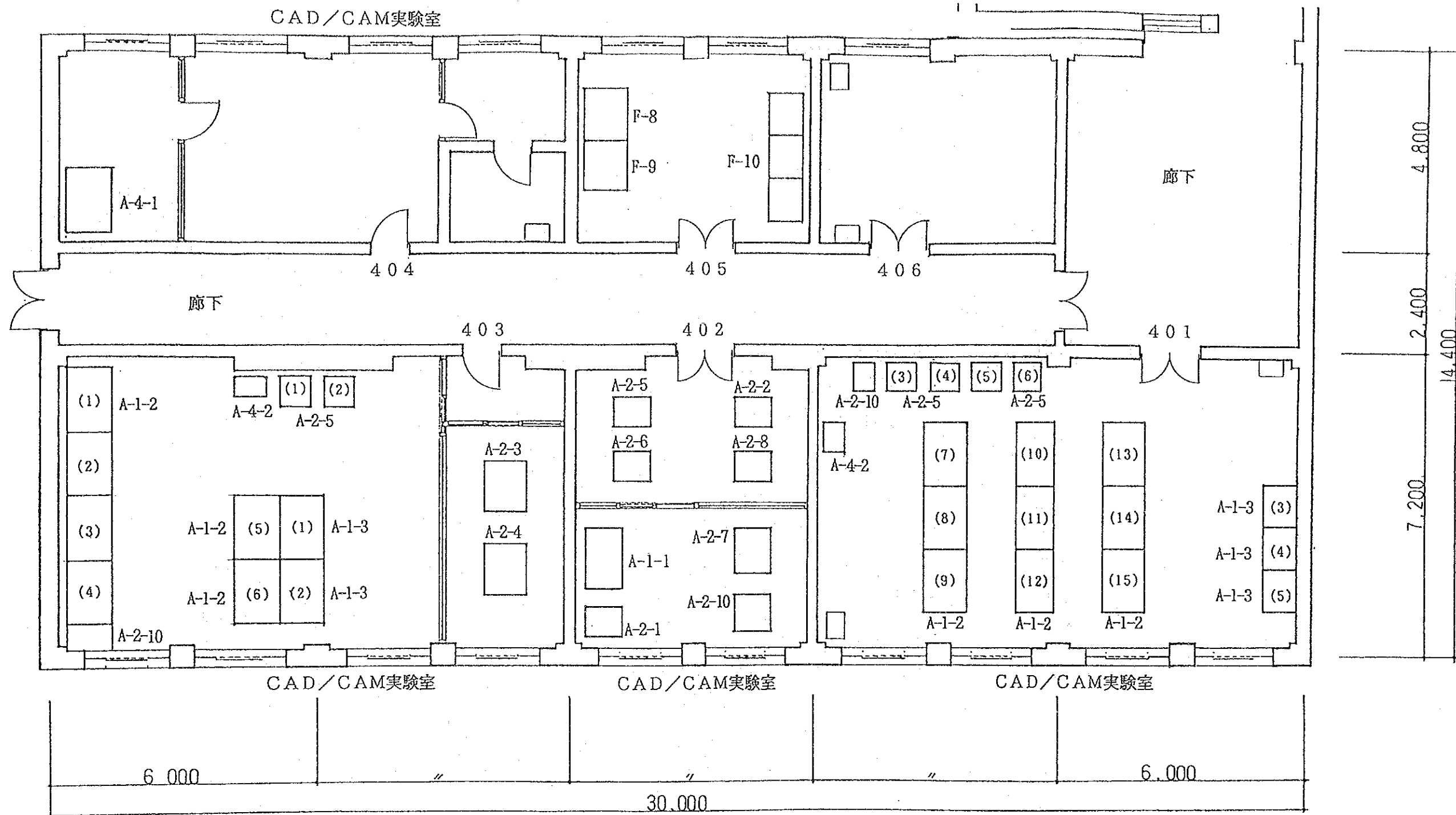
F : センター運営支援装置 (共用品)

- F-1. ファクシミリ
- F-2. ワードプロセッサ (日本語)
- F-3. ワードプロセッサ (中国語)
- F-4. コピー機
- F-5. 簡易印刷機
- F-6. パーソナルコンピュータ (事務用)
- 7. スライド映写機
- 8. ビデオ編集システム
- 9. ビデオ教育システム
- 10. OHP
- 11. マイクロバス
- 12. パン





図 4.4 4 階南西部機材配置図



A : CAD/CAM実験室

- A-1-1. エンジニアリング・ワークステーション (EWSサーバ機)
- A-1-2. エンジニアリング・ワークステーション
- A-1-3. パーソナルコンピュータ
- A-2-1. カラーハードコピー
- A-2-2. レーザビームプロッタ
- A-2-3. プロッタ (A1)
- A-2-4. プロッタ (A0)

- A-2-5. ドットプリンタ
- A-2-6. 3次元プロッタ
- A-2-7. イメージナキャナ
- A-2-8. レーザプリンタ
- A-2-9. ネットワーク装置
- A-2-10. 無停電電源装置
- A-3-1~6. CAD/CAM用ソフトウェア
- A-4-1. ワードプロセッサ (中国語)
- A-4-2. テレビ

C : 計測制御技術実験室

- C-1-1. エンジニアリング・ワークステーション
- C-1-2. パーソナルコンピュータ
- C-2-1. ドットプリンタ
- C-2-2. X-Yプロッタ
- C-2-3. 無停電電源装置
- C-2-4. ネットワーク装置
- C-3-1. 油圧基礎実習装置
- C-3-2. 油圧比例制御実習装置
- C-3-3. 電気サーボ実習装置

- C-4-1. 小型油圧制御練習ユニット
- C-4-2. 空気圧制御練習ユニット
- C-4-3. 電気サーボ制御練習ユニット
- C-5-1. プログラマブルコントローラ
- C-5-2. 油圧プログラム・サーボ制御ユニット
- C-6-1. FFTサーボ・アナライザ
- C-6-2. アナライジングレコーダ
- C-6-3. 多機能信号発生機
- C-6-4. X-Yレコーダ

- C-6-5. デジタルマルチメータ
- C-6-6. 直流安定化電源 (0-5A)
- C-6-7. 周波数カウンタ
- C-6-8. メモリスコープ
- C-7-1. ワードプロセッサ (日本語)
- C-7-2. ワードプロセッサ (中国語)

