

国際協力事業団

ジンバブエ共和国

高等教育省

ジンバブエ共和国

ジンバブエ大学化学科機材整備計画

基本設計調査報告書

平成5年11月

財団法人 化学品検査協会

無調三

CR(1)

93-208

JICA LIBRARY



1111277(8)

25949

国際協力事業団

25947

国際協力事業団

ジンバブエ共和国
高等教育省

ジンバブエ共和国

ジンバブエ大学化学科機材整備計画

基本設計調査報告書

平成5年11月

財団法人 化学品検査協会

序 文

日本国政府は、ジンバブエ共和国政府の要請に基づき、同国のジンバブエ大学化学科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、国際協力事業団が調査団を派遣しこの調査を実施しました。

当事業団は、平成5年8月14日から9月7日まで、東京工業大学理学部教授疋田巧博士を団長とし、財団法人化学品検査協会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、ジンバブエ共和国政府関係者並びにジンバブエ大学のスタッフと協議を行うとともに、ジンバブエ大学計画対象地域における調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成5年11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、ジンバブエ共和国におけるジンバブエ大学化学科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。

本調査報告書は、貴事業団との契約により、当協会が現地調査を踏まえ平成5年8月9日から平成5年11月15日までの3ヶ月にわたり作成致しました。今回、機材整備計画調査に関しましては、要請機材の機種及びその数量の選定並びに配置について、ジンバブエ大学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。

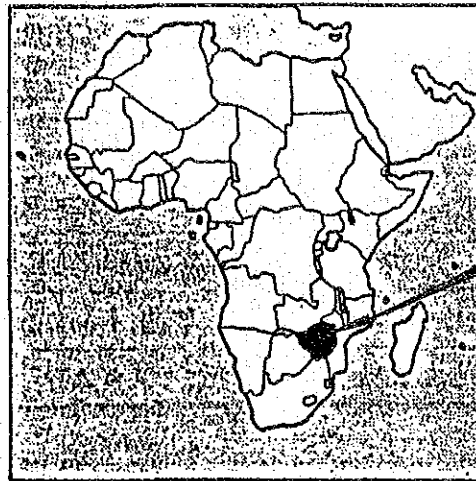
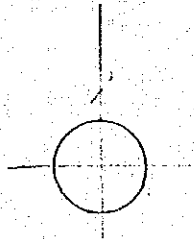
尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、文部省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、ジンバブエ共和国においては、高等教育省、大統領府技術局、大蔵省、在ジンバブエ日本大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

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5年11月
財団法人 化学品検査協会
ジンバブエ大学化学科
機材整備計画基本設計調査団
業務主任 栗原 力

ジンバブエ共和国 位置図

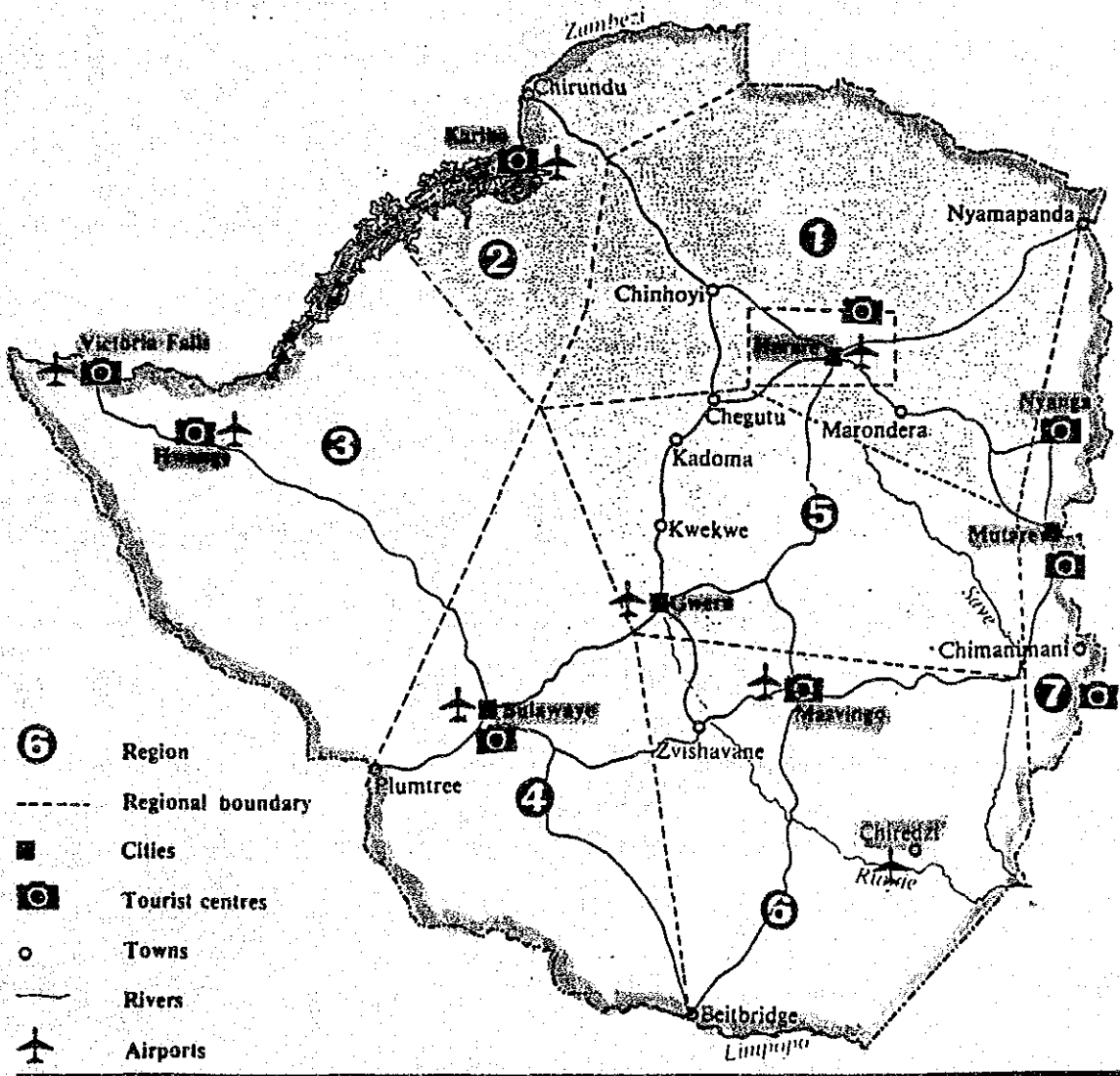
(1)地域内位置図

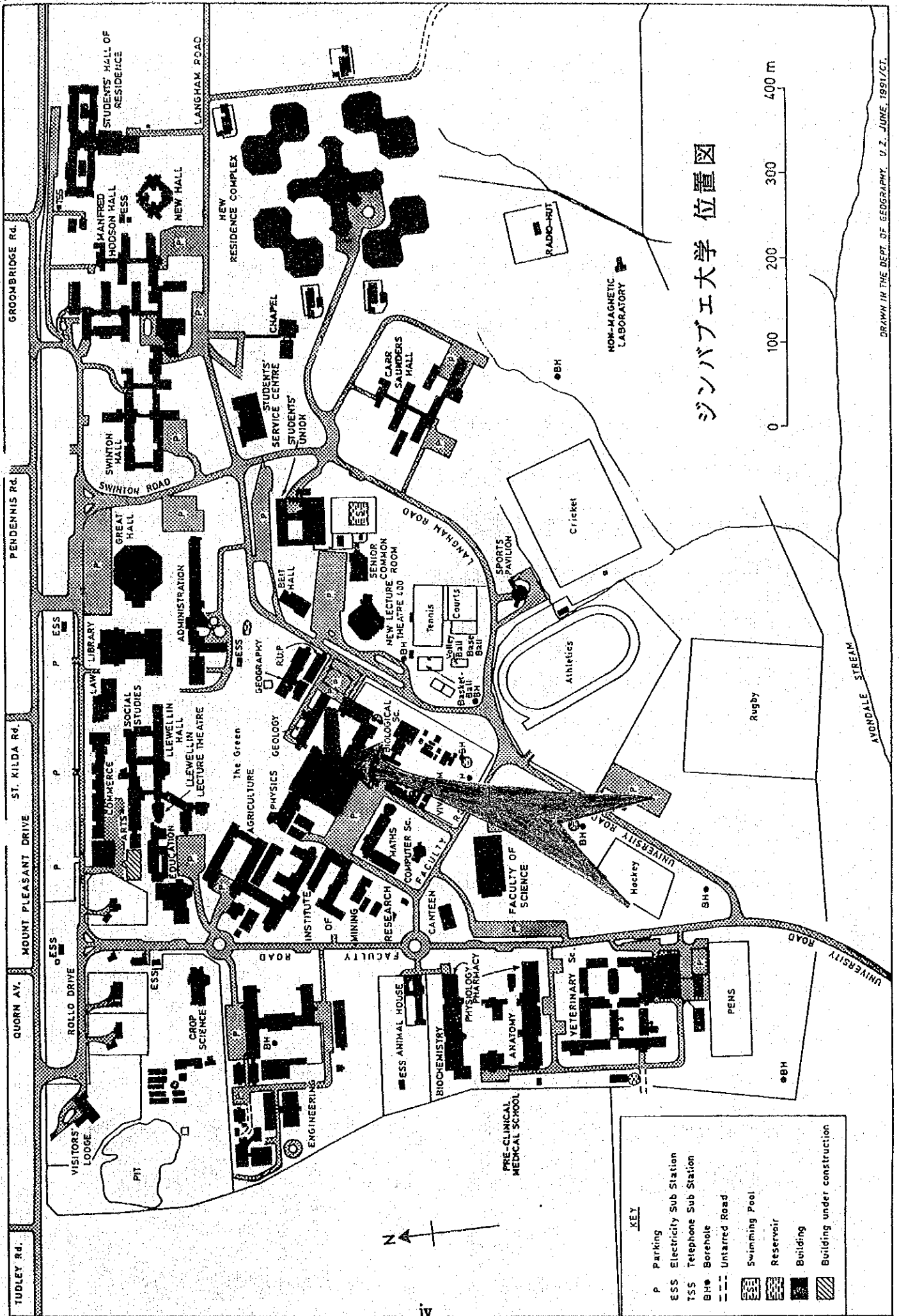


THE REPUBLIC of ZIMBABWE

(2)国内のサイトの位置

Zimbabwe





ジンバブエ大学 位置図

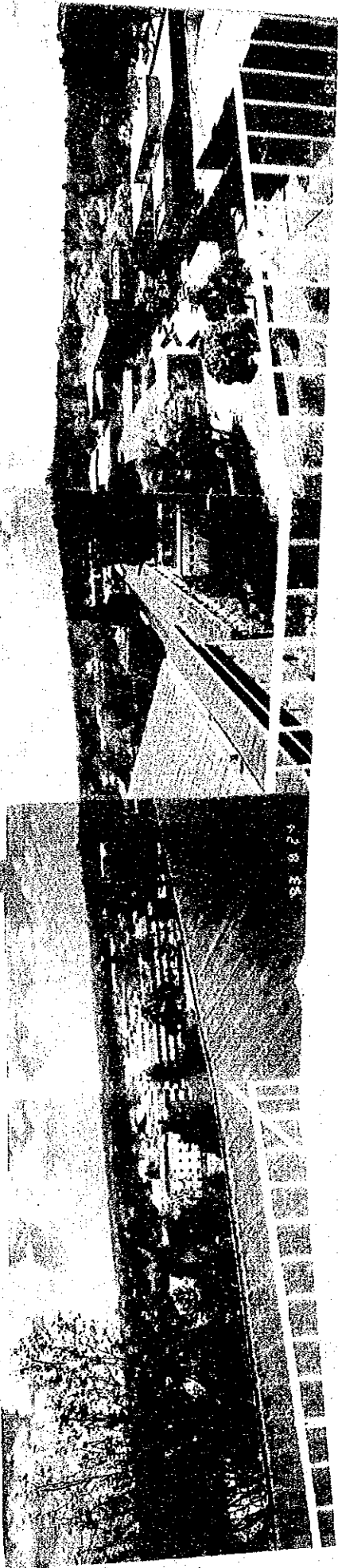
0 100 200 300 400 m

- KEY**
- P Parking
 - ESS Electricity Sub Station
 - TSS Telephone Sub Station
 - BH Borehole
 - Untraced Road
 - [Swimming Pool Symbol] Swimming Pool
 - [Reservoir Symbol] Reservoir
 - [Building Symbol] Building
 - [Building under construction Symbol] Building under construction

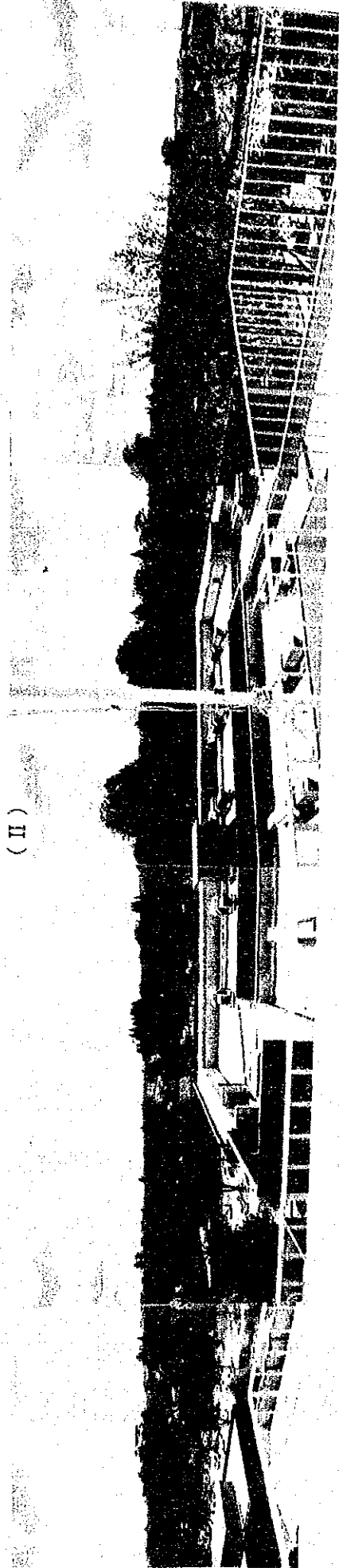
DRAWN IN THE DEPT. OF GEOGRAPHY, U.Z., JUNE, 1991/CT.

ジンバブエ大学内 全景

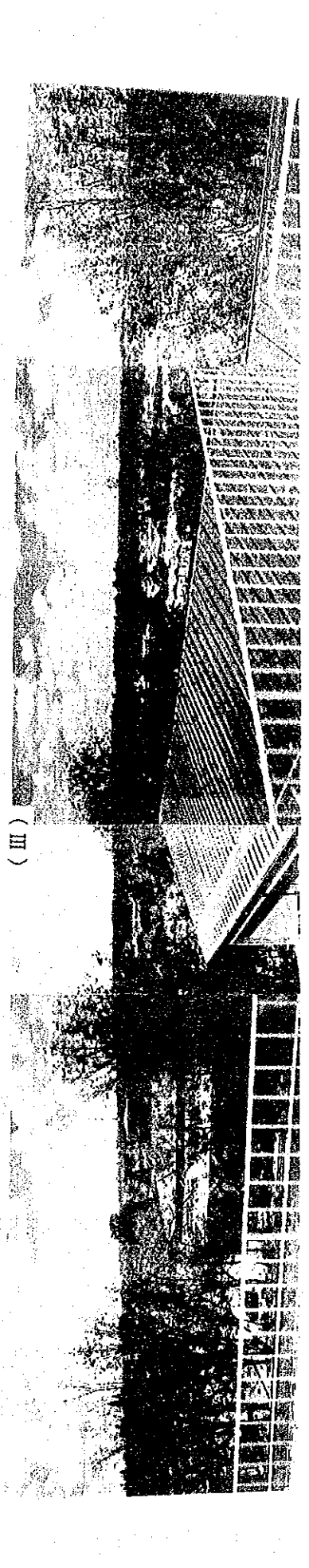
(I)



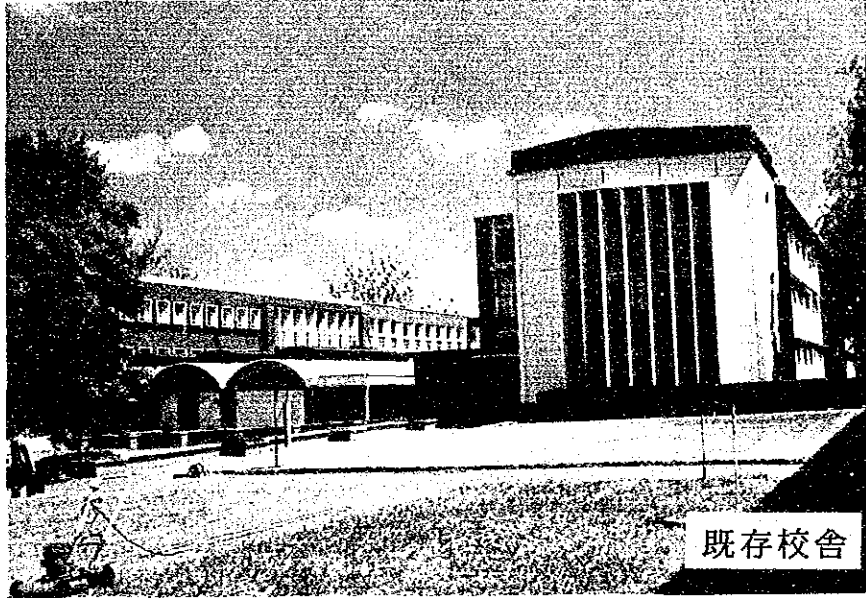
(II)



(III)



ジンバブエ大学 新・既存校舎



既存校舎



新校舎

目 次

	頁
序 文	i
伝 達 状	ii
ジンバブエ共和国位置図	iii
ジンバブエ大学位置図	iv
ジンバブエ大学内全景	v
ジンバブエ大学化学科新旧校舎	vi
附表一覧表	xi
付図一覧表	xii
要 約	1
第 1 章 緒 論	5
第 2 章 計 画 の 背 景	
2.1 ジンバブエ共和国の概要	7
2.2 関連計画の概要	
2.2.1 5カ年国家開発計画	10
2.3 ジンバブエ大学の概要	
2.3.1 ジンバブエ大学	14
(1) ジンバブエ大学の位置付け	
(2) ジンバブエ大学の現状	
(3) 運営内容	
(4) 対外的な関係	
2.3.2 ジンバブエ大学化学科の現状	18
(1) 理学部の概要	
(2) 化学科の現状	
(3) 運営内容	
(4) 教育・研究分野と内容	

2.3.3	化学科の新校舎建設計画	21
2.4	要請の経緯と内容	
2.4.1	要請の経緯	22
2.4.2	要請書の内容	22

第3章 計画の内容

3.1	計画の目的	25
3.2	要請内容の検討	
3.2.1	計画の位置付け	26
	(1) 計画の実施効果	
	(2) 第2次5カ年国家開発計画との関連	
	(3) 化学工業界との関連	
3.2.2	実施・運営計画の検討	27
	(1) 計画実施に際しての化学科の対応	
	(2) 授業、研究内容に与える効果と教員	
	(3) 機材技術者の配置計画等	
	(4) 維持管理組織	
	(5) 維持管理技術者の質・人数	
	(6) 機材運転に伴う施設・機器の部品・消耗品等の検討	
	(7) 代理店など	
3.2.3	要請分野の妥当性	29
3.2.4	要請機材内容の検討	29
	(1) 機材内容	
	(2) 機材配置	
	(3) 要請機材の妥当性	
	(4) 設置位置の妥当性	
	(5) 機材数量の妥当性	
	(6) 運転能力	
3.3	計画の概要	
3.3.1	実施機関と運営体制	35
	(1) 機材使用に関する責任体制	

(2) 予算措置	
3.3.2 事業計画	35
(1) 活動内容	
(2) 研究内容	
3.3.3 機材の概要	36
3.3.4 維持管理計画	37
3.3.5 有害物質の保管・処理方法	37
3.4 技術協力	38

第4章 基本設計

4.1 基本設計の方針	39
4.2 基本設計の条件	
4.2.1 機材選定の条件	39
4.2.2 機材規模設定条件	40
(1) 機材規模検討フロー図	
(2) 化学科の教授方法	
(3) 代替案の検討	
(4) 機材数量設定の条件	
4.3 基本設計	
4.3.1 機材の必要性	47
4.3.2 計画機材リスト及び用途並びに主な機材の仕様	47
(1) 計画機材リスト及び用途	
(2) 主な機材の仕様	
4.3.3 機材配置計画	51
4.4 実施計画	
4.4.1 事業実施体制	51
4.4.2 事業負担区分	51
4.4.3 施工計画	53
(1) 施工上の留意点	
(2) 施行管理上の留意点	
4.4.4 実施工程	54

4.4.5 概算事業費	54
(1) 日本国側負担事業費	
(2) ジンバブエ共和国側負担事業費	
(3) 積算条件	

第5章 事業の効果と提言

5.1 事業実施効果	57
5.2 結論と提言	58
(1) 結論	
(2) 提言	

資料編

資料-1 調査団氏名	59
資料-2 調査日程	61
資料-3 相手国関係者リスト	65
資料-4 討議議事録	69
資料-5 ジ大化学科卒業生の就職先	77
資料-6 ジ大化学科のスタッフ	87
資料-7 ジ大化学科の各分野の活動内容と必要主要機器	89
資料-8 ジ大化学科の教育カリキュラム	95
資料-9 機材がなくて履修出来ない講座	103
資料-10 ジ大化学科の優先度を基にした要請機材リスト	117
資料-11 主な要請機材の用途	129
資料-12 ジ大化学科の主要研究論文抜粋	133
資料-13 ジ国の環境保護法	141
資料-14 機材配置	143
(1) 計画機材の各分野の配置表	
(2) 計画機材の配置図	
資料-15 ジ国で収集した資料一覧表	161

付 表 一 覧 表

表-1	主な計画機材	3
表-2	国内総生産の推移	7
表-3	初等・中等学校の生徒数/教員数	8
表-4	ジ大学部別学生の定員	11
表-5	ジ大実験技術者を含めた卒業生	11
表-6	初等・中等学校の生徒数定員	12
表-7	初等・中等学校の教員の訓練大学の定員	13
表-8	ジ大学部別学生数	15
表-9	ジ大の収支状況	17
表-10	ジ大化学科卒業生の主な就職先	19
表-11	ジ大化学科の学生数	19
表-12	ジ大化学科の通常運営予算	20
表-13	ジ大化学科各分野の主な要請機材一覧表	23
表-14	ジ大化学科・授業課目と受講学生数	42
表-15	代替案の比較	46
表-16	計画機材リスト	48
表-17	主な機材の仕様	50
表-18	事業業務負担区分表	52
表-19	事業実施工程表	54

付 図 一 覧 表

図-1	ジ大化学科の教授方法	3
図-2	高等教育省とジ大との関係	16
図-3	高等教育省の組織	17
図-4	ジ大の化学科コース	18
図-5	ジ大化学科の維持管理組織	28
図-6	機材規模検討フロー	40
図-7	ジ大化学科の授業・実験の時間表	43

要 約

要 約

ジンバブエ共和国（以下ジ国という）は1980年4月18日に英国から独立した南部アフリカ中央部に位置する内陸国で、独立前から整備された産業基盤とインフラストラクチャーにより、発展した工業部門と農・鉱業部門がバランスし多角化した経済構造がジ国の特徴である。総人口は約1,040万人（1992年現在）で、黒人が全体の約95%を占める。ジンバブエ大学（以下ジ大という）が存在するハラレ市の人口は102万人、ブラワヨ市が約61万人でその他の中小都市を含めた都市人口は、ジ国人口の約20%を占めている。

ジ国は英国式の二院制を採用した共和国国家で穏健な社会主義を基盤としていたが、従来の政策の行き詰まりから近年自由主義市場経済に移行させ、国家財政・経済の改善を図っている。独立以来、1982年に暫定国家開発計画（1982-85年）、86年には第1次5カ年国家開発計画（1986-90年）が策定され、現行の計画として90年に第2次5カ年国家開発計画（1991-95年）が実施され、社会経済の改善に取り組んできた。

経済目標としては1980-90年の10年間の国内総生産の平均成長率を4.3%としていたが、実績は3.0%に留まり、農業・鉱業・製造業の生産高の伸びは平均3.1%で特に最近5年間では年平均1.7%に過ぎなかった。ジ国経済を取り巻く厳しい状況のもとで、外貨不足による投資・生産の停滞、インフレの暴進や失業率の増大等の諸問題が山積し、目標達成は極めて厳しいのが現状である。

ジンバブエ共和国の教育システムは英国式で、7年間（6-13歳）の初等学校の義務教育の後、5年間の中等教育を経て大学教育が行われる。初等・中等教育は各地に公立・私立の学校があり教育環境は整備されている。ジ国は基礎教育を重視し初等教育の無償化を推進したが、国家財政の窮乏から最低限の有償化を余儀なくされている。

高等教育は大学の学部によって異なるが、3年から4年で卒業する。ジ大はジ国唯一の総合大学で、この他にはブラワヨ市の国立科学技術大学と私立のアフリカ大学があるが、いずれも設立後の日が浅く未だ卒業生を出していない。

ジンバブエ大学の卒業生は各分野の指導的な立場でジ国の社会・経済を担っている。ジ大の教育レベルを高め施設の充実を図ることは、ジ国教育分野全体のレベル向上につながり、直接・間接的にジ国の発展に寄与するとされている。本計画の対象であるジ大化学科は、ジ国の基幹産業である科学・医療・食品工業、鉱業、農業等の分野の基礎をなす学科として、理学部の他学科や工学部・医学部などとの関連の下に、ジ国産業分野の発展

に貢献している。

しかし、ジ国唯一の総合大学であるジ大も学部卒業後の修士・博士教育課程のない学科も多く、本計画対象の理学部化学科も博士課程がない。本計画の実施により化学科の教育施設機材が整備されることによって、近い将来同学科の博士課程が設けられることも可能となると思われる。

化学科の教授システムは十分整備されたもので、学生実験や機材・薬品倉庫も良く整理されておりジ大の管理能力の高さを示している。一方教育スタッフは全員が海外の大学で博士号を取得しており、教育研究活動は活発で、レベルはかなり高い。しかし、教育施設機材の老朽化と不足が顕著となり、現在の産業界各分野の技術水準に則したより近代的・高度な教育研究には、大きな支障を来しているのが現状である。そのため産業界の技術進歩に合わせた教育施設機材の整備が急がれている。

このような背景の下に、ジ国政府はジ大化学科の教育研究機材の整備計画について、無償資金協力を我が国政府に要請した。要請内容は化学科の分析化学・有機化学・無機化学・物理化学の4分野の、分析機材を中心とした教育・研究用機材である。

本要請を受けて日本国政府はジ大化学科の機材整備計画に係る調査の実施を決定し、国際協力事業団は基本設計調査団を平成5年8月14日から9月7日迄の間、ジ国に派遣した。調査団は要請内容について、本計画責任機関である高等教育省人材開発計画局と協議を行い、実施機関であるジ大化学科の施設機材の整備状況、ジ国産業界・研究機関の水準等の状況を調査し、計画実施の意義と妥当性について検討した上で本計画の基本設計を実施した。

ジンバブエ大学化学科は本計画実施に合わせて、既存校舎の部分改修と新校舎建設を実施中であり、1993年中には完了する予定である。本計画は隣接する物理学科校舎建設と合わせて、総工費1,236万9千ジンバブエドル（以下Z\$と記す。約2.07億円）の予算で計画された。

新校舎は既存の校舎に接続する形で建設され、約2,150㎡の鉄筋3階建ての建物である。既存校舎とつながる各階の廊下の片側部分には教員・スタッフのオフィス、主棟の1階はワークショップ・セミナー室・図書館・コンピュータ室が設けられる。2階は分析化学・無機化学の実験室・機材室、3階は物理化学の実験室・機材室で、それぞれ既存校舎から移転する計画である。また既存校舎の1階の一部を改修し、フーリエ変換核磁気共鳴装置・ガスクロマトグラフ質量分析装置・フーリエ変換赤外分光光度計等の共通機材専用の機材室となる。新校舎完成後は、既存校舎部分は有機化学実験室・大学院用実験室・一般研究室の他、管理部門・一般講義室等の共通施設として使われることとなる。

ジンバブエ大学化学科は3学年に分かれ授業は2学期制となっており、各学年毎のカリキュラムと時間表によって授業と実験を行う。教授方法は1年間を各12週ずつの前期と後期に分けて授業を行い、実験については各期をさらに前半・後半に分けて4分野全てを各学年毎に実施する。また各期の最後には試験が行われる。化学科の教授方法を次に示す。

図-1 ジ大化学科の教授方法

	前 期				後 期			
(授業)	1 2 週 間		試 験	休 暇	1 2 週 間		試 験	休 暇
(実験)	6 週 間	6 週 間			6 週 間	6 週 間		
	前半		後半		前半		後半	

本計画では、上に述べた既存4分野について検討し、新たな計画分野は対象としないこととする。本計画機材は教育用機材を主体に、各分野の用途・使用方法によってその必要性と必要数量を検討し、既存機材との重複を出来る限り避け、現地側の既存・新規の実験室をもとに配置計画を行った。また機材数量は設置される各分野の研究室・機材室に、教育・研究上の利便性を考慮した上で、必要最少限の数量となるよう計画した。

本計画の主な機材を次に示す。

表-1 主な計画機材

主な機材名称	数量	用 途
フーリエ変換核磁気共鳴装置	1	天然物質の立体構造等の解析
ガスクロマトグラフ質量分析装置	1	物質の分離と構造解析
フーリエ変換赤外分光光度計	1	物質の結合状態と構造解析
紫外・可視分光光度計	1	物質の定性・定量及び構造解析
ガスクロマトグラフ	2	ガス・液状物質の分離・分析
高速液体クロマトグラフ	1	溶液の組成分析
原子吸光光度計	2	金属物質の定性・定量分析
熱分析装置	1	物質の組成分析
液体窒素製造装置	1	前処理・分析装置用の液体窒素製造
イオンクロマトグラフ	1	溶液中の陰イオンの定性・定量分析
ストップフロー装置	1	溶液中の無機物質の定量分析
円偏光二色性旋光分散計	1	光学活性物質の同定・定性・定量分析

機材の維持管理については化学科の機材管理部門が責任をもって行う。学科長の下に主任機材管理者を置き、各分野毎に合わせて18人の技術者を配置し、機材の維持管理・点検・修理を行う体制を採っている。主任機材管理者の権限は大きく、スタッフ・学生は機材の使用に関してはその許可を得て使用しなくてはならない。

本計画の年間運転・維持管理費用は、約50万Z\$（約811万円）程度が見込まれる。これに対しジ大は各学科の活動計画に見合う予算措置をとっており、93-94年度では77万Z\$（約1,249万円）を計上している。さらに本計画が実施されると、化学科のスタッフが海外に出張研究に費やしていた出張費（93年実績で約50万Z\$）が実質的に不要となり、同学科の機材の維持管理費に充当することができる。ジ国の高等教育省は本計画を最優先と位置付け、必要な予算措置の便宜を図ることを約束している。

本計画実施に要する概算総事業費は約6.99億円と見込まれる。

本計画の工期は詳細設計に約3.0ヶ月、機材の調達・輸送・据付・引渡しに約9.5ヶ月を予定している。計画の現地側の責任機関は高等教育省人材計画局、実施機関はジンバブエ大学理学部化学科である。

現在ジ国は、十分な能力を持った教育者・研究者・技術者が、ジ大や他の教育機関、各産業分野においても不足しており、ジ国の自立発展の大きな阻害要因となっている。本計画の実施により、必要な教育・研究機材が供与されれば、授業・実験の効率化が図られ、より質の高い教育活動が可能となり、学部学生のみならず大学院教育の拡充にもつながる。

ジンバブエ大学化学科の改善により、質の高い技術者・研究者が多く輩出されることは、ジ国各分野の要求にも応えることとなり、社会・経済の発展と安定により国民の民生改善に大きく寄与するものである。

第 1 章 緒 論

第1章 緒 論

化学産業分野の育成は現在、ジンバブエ共和国（以下ジ国という）政府が、推進している経済構造調整計画の中で、これからのジ国の経済を支えて行く重要な柱の一つとされている。ジンバブエ大学化学科（以下ジ大化学科という）は、化学産業界に対する人材の育成と研究・開発という側面から化学分野を支援し得る唯一の機関といえる。このことから、政府としてもジ大化学科の人材教育を強化していくことを決定し、ジ大の敷地内に化学科のための新しい校舎を建設した。しかし、化学産業界が求める人材を育て、産業界を指導・支援していくための教育・研究・開発を実施していくためには、ジ大化学科の教育レベルと研究・開発の質をより一層高める必要がある。現在、ジ大化学科の設備機材は、旧式でその数量も不足している。また、必要とする適切な教育・研究開発用設備機材の調達には、大部分を海外からの輸入に頼らねばならないため、多額の外貨を準備しなければならない。これは、ジ国内の事情から外貨不足を来しており、整備できない状況にある。

このような背景のもとに、ジ国政府は、我が国に無償資金協力を要請してきたものである。要請内容は、化学科の分析化学・有機化学・無機化学・物理化学分野にわたり、教育用・研究開発用分析機器及び設備・機材である。

日本国政府は、本要請に対して、基本設計調査の実施を決定し、協力の妥当性及び最適規模・内容を検討すべく、国際協力事業団（JICA）が調査団を派遣した。東京工業大学理学部教授 足田巧博士を団長とする基本設計調査団は、平成5年8月14日（土）から9月7日（火）までの25日間にわたり、ジ大において現地調査を実施した。

調査団は要請内容について、本プロジェクトの責任者である高等教育省人材開発計画局と協議するとともに、ジ大化学科及び計画対象域の既存機材設備の状況、機材配置の策定、関連資料の収集を行った。

帰国後の国内作業において、現地調査結果を踏まえ、要請機材の選定、事業実施の検討、事業費の積算、維持管理の妥当性について検討し、ここに基本設計調査報告書を取りまとめた。

調査団氏名、調査日程、相手国関係者リスト及び討議議事録等は資料編として巻末に添付した。（資料-1、2、3、4）

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 ジンバブエ共和国の概要

ジンバブエ共和国は総面積約39万Km²（日本の約1.03倍）、南緯15.5°から22.5°、東経25.5°から33°の南部アフリカ中央部に位置する内陸国である。国土の約65%は標高1,000から1,800m以上の高原地帯で、西部・南部の国境地帯が標高900m以下の低地帯となっている。

亜熱帯性気候帯に属するが、西・南部の低地帯を除き、年間平均気温は約22℃以下で湿度も低く全般的に穏やかな気候に恵まれている。季節は11月から3月までの雨期と4月から10月までの乾期に分かれ、年間雨量は東部で約1,400mm、南部地域で約400mm、全国の平均雨量は約700mmである。

国土の約70%は肥沃さに欠けた花崗岩質の砂質土壌であるが、伝統的農業は主としてこの地域で営まれている。国土の約7%に過ぎない比較的肥沃な農地は、大農経営のプランテーション農業が行われている。

ジンバブエ共和国は1980年4月18日に英国から独立して社会主義を基盤とし、大統領を元首とする共和制国家であり、議会は英国式の二院制を採用している。政府は20の省からなり、黒人の2大部族と少数の白人（人口の約5%）との間で穏健な融和政策が採られ、政権はこれまでのところ安定している。近年、これまでの社会主義政策の行詰まりから、自由主義市場経済に移行させて国家財政・経済の改善を図っている。

ジンバブエ共和国の総人口は約1,040万人（1992年現在）で、1982-92年の年平均人口増加率は3.1%である。黒人人口は2大部族に分かれており、首都ハラレを中心とした北・東部地域に分布するショナ族が約75%、南・西部のンデベレ族が約25%となっており、黒人人口が全体の95%を占める。ハラレ市の人口は約102万人、ブラワヨ市が約61万人でその他の中小都市を含めた都市人口はジ国人口の約20%を占めている。

ジンバブエ共和国は独立前から整備された産業基盤とインフラストラクチャーに支えられた多角化した経済構造を持っており、発達した製造工業部門が農・鉱業部門と連携

し、各部門がバランスよく発達して来た。しかし内陸国で自国の海港を持たないため、輸出入品の輸送コストがかかることから、投資の停滞とも相まって原材料・資機材の不足と価格高を産み、慢性的な外貨不足を来している。そのため同国経済は近年停滞傾向にあり、1992年の国内総生産高（1980年を基準価格とする）は前年より7.7%減少し、93年も前年比で依然停滞している。また1990年を100とした消費者価格は、92年の年平均で約175、93年3月現在では約213へと上昇し、インフレ傾向が益々昂進している。

1970-1992年までの国内総生産の推移を次に示す。

表-2 国内総生産の推移

単位：百万ジンバブエドル（1980年価格基準）

年次	1970	1980	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
GDP	3,134	3,224	3,540	3,803	3,881	3,861	4,143	4,332	4,426	4,641	4,284
対前年比	-	-	-	1.085	1.021	0.995	1.073	1.046	1.022	1.049	0.923

GDP : Gross Domestic Product, 国内総生産

出典 : Quarterly Digest of Statistics, March 1993

Central Statistical Office

教育についてみると、ジ国の教育制度は英国式のシステムを採用しており、7年間（6-13歳）の初等学校における義務教育、5年間の中高等教育を経て大学教育が行われる。初等・中高等教育は各地域に公立・私立の学校があり、教育環境は整備されている。

ジンバブエ共和国政府は基礎教育を重視し初等教育の無償化を推進したが、国家財政の窮乏から最低限の有償化を余儀なくされている。次に、公立・私立を併せた1993年の初等・中等学校の現状を表に示す。90年時点の将来見通しに比べ、初等教育生徒数は約7.6%多く、中高等教育生徒数では逆に約8%少ない。

表-3 初等・中等学校の生徒数/教員数 (1993年)

単位:人

地 区	初 等 学 校			中 等 学 校		
	学校数	生徒数	教員数	学校数	生徒数	教員数
Harare	224	228,595	5,785	74	88,761	3,613
Manicaland	769	387,289	9,884	250	100,004	3,767
Mashonaland Central	382	184,275	4,637	107	35,270	1,243
Mashonaland East	550	271,909	5,785	235	79,680	2,494
Mashonaland West	429	231,670	5,953	152	58,700	2,074
Masvingo	666	350,326	8,867	231	88,330	3,245
Matabeleland North	556	266,741	6,926	130	67,641	2,679
Matabeleland South	432	154,099	3,847	115	34,860	1,603
Midlands	624	325,109	8,194	224	85,415	3,340
合 計	4,632	2,400,013	59,878	1,518	638,661	24,058

出典: Primary and secondary schools: enrolments and staffing statistics

First term 1993

Policy Planning Section, Ministry of Education and Culture

大学教育は学部により3年から4年で卒業するが、現在総合大学としてはジ大があるだけで、学部卒業以降の修士・博士教育課程のない学科もある。理学部の化学科も博士課程のない学科の一つで、各種工業の基幹分野である化学科の博士課程の整備も望まれている。これは今回の機材供与で化学科の学部の基盤を整備することによって、近い将来、化学科の博士課程の整備が可能になると思われる。

ジンバブエ大学以外は、ブラワヨ市の国立科学技術大学 (National University of Science & Technology) と、私立のアフリカ大学 (Africa University) があるが、いずれも設立後日が浅く、まだ卒業生を出すまでには至っていない。

2. 2 関連計画の概要

2. 2. 1 5ヵ年国家開発計画

ジンバブエ共和国は1980年の独立後、5ヵ年国家開発計画として暫定的国家開発計画（1982-85年、Transitional National Development Plan）を1982年に策定し、86年には第1次5ヵ年国家開発計画（1986-90年、First Five-Year National Development Plan）を策定した。現行開発計画は1990年5月に策定された第2次5ヵ年国家開発計画（1991-95年、Second Five-Year National Development Plan）である。

しかしながら、独立後の10年間は社会インフラストラクチャーの整備や、南アフリカ共和国に対抗した防衛予算支出のため、これらの計画は目標に対して十分な成果を上げ得なかった。例えば、国内総生産の成長率は1980-90年の10年間で平均3.0%に留まり、計画成長率目標の4.3%は達成できなかった。また、農業・鉱業・製造業の生産高の伸びは平均3.1%で、特に最近5年間では僅かに年平均で1.7%に過ぎなかった。

こうした状況を打開するため、ジ国政府は1988年に国家計画局を大蔵省内に設置し、同局は「投資振興政策と規則」を同年に策定した。また1991年には投資・雇用・輸出促進のための経済政策改善計画による見直しを行った。

一方、成人教育として、政府は1985年約250万人の無教育者をなくすため成人教育キャンペーンを始めた。その計画の構成は初等学校教育と同じようなジンバブエ成人基本教育コースである。

大学教育については、高レベル技術者の人材育成のため、各業種にわたる高レベル技術者の人材育成のための要求事項に対処して、ジ大が新しい部門の設置を通じて、学科修業の枠を広げた。

ジ大における学部別学生の定員を示す。

表-4 ジ大学部別学生の定員 (1991-1995年)

単位：人

学 部	1991	1992	1993	1994	1995
農学部	380	405	465	505	510
教養学部	1,670	1,720	1,720	1,720	1,720
教育学部	1,400	1,450	1,460	1,500	1,550
商学部	1,280	1,230	1,170	1,130	1,080
工学部	691	722	789	856	930
法学部	375	382	389	397	405
医学部	1,243	1,296	1,342	1,370	1,394
理学部	1,430	1,660	1,660	1,660	1,660
社会科学部	1,660	1,620	1,650	1,650	1,650
獣医学部	176	181	186	191	196
技術修士コース	915	610	305	-	-
合 計	11,220	11,276	11,136	10,979	11,095

出典：第2次5カ年国家開発計画

この年度計画に加えてジ大は実験技術者の育成を行った。次にジ大の実験技術者を含めた卒業生を示す。

表-5 ジ大実験技術者を含めた卒業生 (1980-1989年)

単位：人

学 部	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
農学部	12	31	36	41	64	62	97	101
工学部	18	9	29	42	53	73	82	92
医学部	56	62	15	62	77	69	84	86
理学部	35	42	68	58	80	87	122	200
獣医学部	0	0	0	0	11	9	18	13
合 計	121	144	148	203	285	300	403	492

出典：第2次5カ年国家開発計画

ジンバブエ大学や他の技術大学における講師不足は、教員改善計画策定以前から継続している問題であった。ジ大理学部の卒業生が、教育分野でわずかに活躍しているに過ぎない。

人材育成について将来の改善対策としては、

- ① 全ての経済界の要求に合致する熟練した技術者を育成すること
- ② 質の良い、教育と訓練を行うこと
- ③ 経済的に恵まれない階層に教育のための助成を行うこと
- ④ 地方の条件に適応した教育システムを助長すること
- ⑤ 中央政府の財政欠損を解消すること

を挙げている。

初等・中等教育については、その学生数を1995年までに約310万人にする。これは、1991-1995年までの5年間に、初等教育では1.08倍、中等教育では1.09倍に増やすことである。

表-6 初等・中等学校の生徒数定員（1991-1995年）

単位：人					
学 校	1991	1992	1993	1994	1995
初等学校	2,145,107	2,180,495	2,229,933	2,274,750	2,317,156
中等学校	678,763	680,116	693,827	719,226	742,231
合 計	2,823,870	2,860,611	2,923,760	2,993,976	3,059,387

出典：第2次5カ年国家開発計画

ジンバブエ共和国政府は財政収入不足から予算措置は、無料であった初等学校の授業料 (Tuition fee) の徴収を再導入することとした。その代わりに政府は技術の育成を目的として、効果的な促進を図るため理科実験室と技術ワークショップを設置することとしている。

教員の再教育については、科学技術に関して特別のトレーニングを行う。その取り組み方としては、中等学校における理科教育の質を改善することである。科学教育は、地方の学校にある基本的教材を供給することで改善される。ジ国の経済的な成長と発展を維持していくため、必要とする技術の進歩に対応するには、緊急に科学技術の強化を図ることが教育訓練として重要である。1991-1995年までの初等・中等学校の教員の訓練大学の定員を次に示す。初等学校教員の入学定員は減少しているにもかかわらず、中等学校教員の入学定数のうち技術系以外は1.09倍、技術系は1.6倍と顕著な伸びを見込んでいる。

表-7 初等・中等学校の教員の訓練大学の定員 (1991-1995年)

単位：人

学 校	1991	1992	1993	1994	1995
初等学校	9,118	8,657	7,877	7,365	7,617
中等学校／技術系	2,003	2,469	2,939	3,133	3,233
中等学校／その他	3,341	3,254	3,254	3,507	3,636
定員合計	14,462	14,380	14,070	14,005	14,486

出典：第2次5カ年国家開発計画

このような観点で、全ての教員育成のため、大学のカリキュラムは、常に国の現在・未来を見つめながら、再吟味していかなければならないとしている。

大学の教育訓練の主な課題は、高レベルの技術を持った人材を育成しなければならないということである。そのためには、すでに科学技術を持った人材を再訓練する場を増やすことである。その計画としては、ジ大の改善を行うことで、そのために2,500万ジンバブエドル（以下Z\$と記す。約4.05億円）以上の資金を必要としている。

第2次5カ年国家開発計画はこの様な状況下を考慮し策定されたもので、ジ国経済の厳しい状況を反映したものであったが、前述の様に外貨不足による投資・生産の停滞、インフレの昂進と失業率の増大が目標達成を危ういものとしている。

2. 3 ジンバブエ大学の概要

2. 3. 1 ジンバブエ大学

(1) ジンバブエ大学の位置付け

ジンバブエ大学は1955年にロンドン大学の系列として設立され、ジ国唯一の総合大学として人材の育成を行ってきた。一部の修士・博士課程や未設置の学科に関しては、海外で学ぶ学生も多かったが、各分野の人材の必要性に応じて、学部や学科の拡充を図り次第に充実させてきている。

ジンバブエ大学の卒業生は各分野の指導的な立場で、ジ国の社会・経済を担っている。従って、ジ大のレベルを高め施設の充実を図ることは、ジ国の他の教育機関のレベルアップにつながり、ジ国の発展に寄与するものと位置付けられている。

(2) ジンバブエ大学の現状

学生数の合計は1989年をピークに減少傾向にあるが、これは主に教育学部・商学部・社会科学部など文系の学部の学生数の減少が原因である。一方、工学部・理学部・医学部等の理系学部の学生数は1993年では1989年に比べ約13～30%の増加傾向を示している。ジ国の経済状況は1988年頃より停滞し始めたため、社会・経済的に、より必要性の高い分野が学生数を増加させた結果と見られる。

1993年のジ大の学生総数は7,276人であるが、このうち修士課程の学生数は1,187人である。修士課程の学生のうち414人は学業専業(Full-time)の学生で、773人は企業等に所属しながら研究生として学ぶ学生(Part-time students)である。また、433人が4年生の学士コースに所属している。

次にジ大の学生数の推移を示す。

表-8 ジ大学部別学生数(1980-1993年)

単位：人

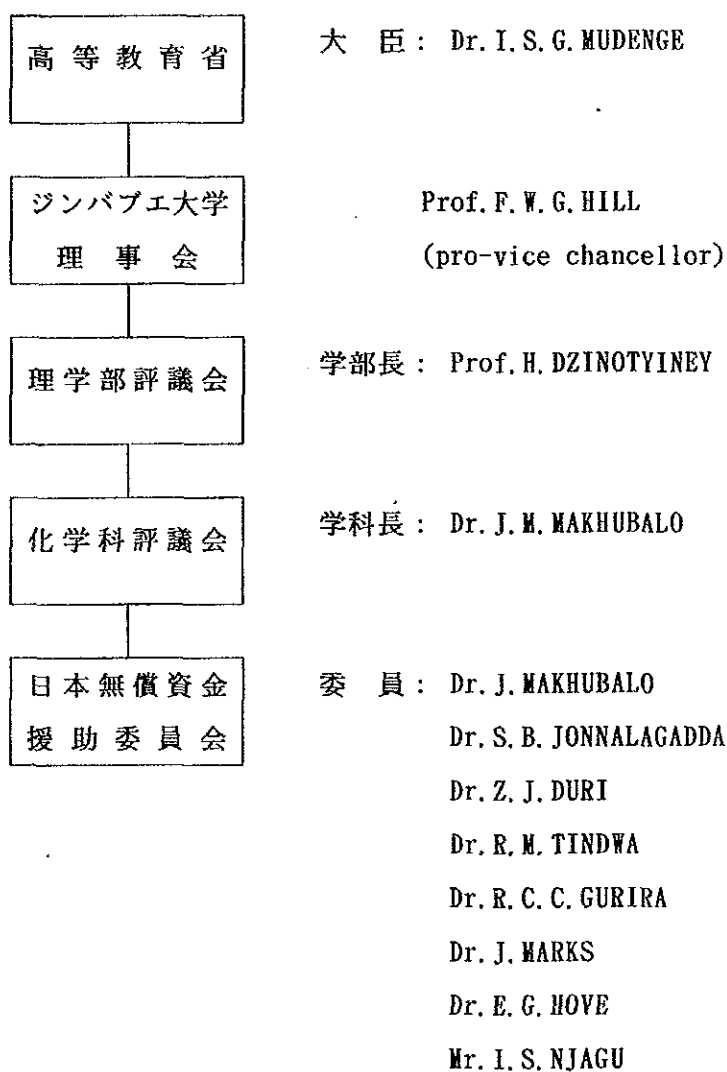
学 部	年 度										
	1980	1983	1985	1956	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
農学部	102	151	255	290	297	340	361	352	339	388	302
教養学部	307	478	898	1,016	1,096	1,190	1,234	1,305	1,380	1,331	1,181
教育学部	316	566	705	672	926	835	1,006	714	688	783	680
商学部	512	871	1,136	1,348	1,120	1,187	1,027	831	762	676	774
工学部	126	232	335	392	483	578	635	677	674	656	837
法学部	-	-	-	-	290	329	330	339	357	316	275
医学部	300	419	569	557	606	618	641	719	752	842	832
理学部	205	250	392	471	595	709	723	748	723	757	821
社会科学部	372	627	807	1,008	1,207	1,479	1,792	1,844	1,772	1,714	1,436
獣医学部	-	26	65	89	102	120	123	135	144	138	129
合 計	2,240	3,620	5,162	5,843	6,722	7,385	7,872	7,664	7,591	7,601	7,276

出典：Zimbabwe University Report, 1993

(3) 運営内容

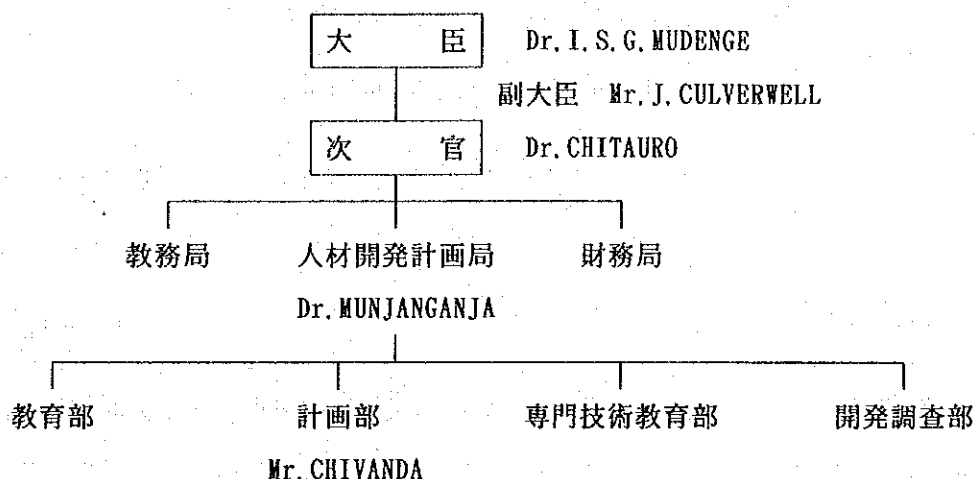
本プロジェクトの組織・構成に関する高等教育省とジ大との関係は、次の通りである。なお、高等教育省は本プロジェクトの実施をジ大に委任しており、ジ大では理学部学部長のもので化学科学科長 Dr. J. M. MAKHUBALO が責任者となり、本プロジェクトの推進・対応及び機材についての選定・配置計画等を行っている。

図-2 高等教育省とジ大との関係



高等教育省の組織は次の通りである。

図-3 高等教育省の組織



高等教育省は、次官の下に教務局、人材開発計画局、財務局の3局から構成されており、本プロジェクトに関するジ大担当局は、人材開発計画局である。さらに高等教育省は、本プロジェクトの実施にあたっては、ジ国大蔵省を經由して日本国政府との公式窓口機能を果たすことになる。

なお、ジ大の予算として1991~1992年の収支状況は次の通りである。

表-9 ジ大の収支状況(1991~1992年)

収 入 (Z\$)		支 出 (Z\$)	
政府補助金 (人件費)	76,071,000	人 件 費	91,582,000
” (物件費)	14,893,000	物 件 費	9,116,000
委 託 費	9,505,000	委 託 外 注 費	9,098,000
授 業 料	5,846,000	備 品 費	352,000
そ の 他	3,884,000		
	110,199,000		110,148,000

出典：Zimbabwe University Report, 1993

(4) 対外的な関係

ジンバブエ大学の対外的な関係を姉妹校関係で見ると、元宗主国の英国（14校）を中心に、北米（アメリカ 6校、カナダ 4校）、欧州（9校）に集中していることが特徴である。南アフリカ共和国の主要大学とは日常の生活では、緊密な関係を持っているが、姉妹関係は結ばれていない。

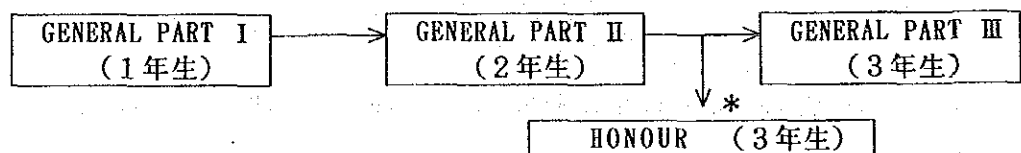
2. 3. 2 ジンバブエ大学化学科の現状

(1) 理学部の概要

ジンバブエ大学の理学部は10学部の中の一つで、化学科の他に地質学科・数学科・地理学科・物理学科・生化学科・生物学科・コンピュータ学科の8学科からなる。各学科はそれぞれ独立または、区分された校舎で、独自の実験研究室・教室を持っている。現在理学部の建屋は、1991-1993年の特別プロジェクトとして、化学科と物理学科の校舎の新築と改修が行われている。

修業年限は基本的には3カ年で、1学年は2学期で構成されており、普通科と選択科の2コースがある。普通科と選択科の違いは次の通りである。

図-4 ジ大の化学科コース



* 12教科の平均点が60点以上で、且つ指定の8教科が60点以上のものが進める。

(2) 化学科の現状

化学科は、ジ国の基幹産業である化学品・医薬品・食品工業、鉱業、農業等の分野の基礎学科として、理学部の他学科や工学部・医学部との関連のもとにジ国工業分野の発展に寄与している。化学科の卒業生はこれらの鉱工業分野の企業や政府傘下の研究所に就職し、指導的な地位に就いているものが多い。1990年卒業生の主な就職先は次の通りである。なお、詳細な卒業生の就職先は資料編として巻末に添付した。

(資料-5)

表-10 ジ大化学科卒業生の主な就職先(1990年)

	選択科	普通科
教職以外の政府関係	33.3 %	24.1 %
民間会社	18.2 %	16.7 %
ジ大教員	12.1 %	6.5 %
学校教員	10.6 %	16.7 %

またジ国内の企業との共同研究・技術協力を通じて、自国の産業界に大きく貢献している。

しかし近年、教育施設・機材の老朽化と学生数の増加による機材数量の不足が顕著となり、より近代的・高度な教育・研究に大きく支障を来してきており、化学・工業分野の技術進歩に合わせた教育・研究機材の設置が必要となっている。

化学科の学生のうち大部分は学部でその教育を修了しており、大学院への進学は少なく、大学院修士課程の学生数は毎年20人前後と少ない。これは現在化学科の大学院には博士課程の教育コースが無いためである。しかし、特例的に数名の修士課程修了者が研究者を目指して、大学の研究室に残っている。さらに、これは現在の設備・機材の多くが学部学生の授業を目的とし、しかも数量は少なく老朽化しているため、十分な大学院教育が出来ないことにも起因している。

大学院で博士課程までの教育を行うことができれば、ジ大以外の化学関係の大学・技術専門学校の教育への波及効果と、産業界へのより高いレベルの研究者・技術者の供給に大きく寄与することが出来る。次表に化学科の学生の近年の推移を示す。

表-11 ジ大化学科の学生数

単位：人

学 年	1991年	1992年	1993年
1 年	120	200	160
2 年	66	30	68
3 年	52	47	50
小 計	238	277	278
修士課程	20	18	22
合 計	258	295	300

出典：Zimbabwe University Report, 1993

(3) 運営内容

化学科の教育スタッフ（教授・助教授・講師等に相当）は16名、助手が6名、施設・機材の技術者18名が在籍している。化学科には博士課程が整備されていないため、教育スタッフの全ては海外の大学で博士号を取得した者のみで構成されている。これらの教育スタッフと助手との間の能力的な差は大きく、助手の人数も少ないため、教育・研究の実施には問題が大きく、後継者の育成に苦労しているのが現状である。

従って教育スタッフの育成の面からも、ジ大の化学科内で学生が必要な学位を取得できる体制が必要とされている。化学科のスタッフ表は資料編として巻末に添付した。（資料-6） また、1991～1994年の化学科の通常運営予算を次に示す。

表-1-2 ジ大化学科の通常運営予算

年	通常運営予算 (Z\$)	備考
1991	1,861,370	実績
1992	2,393,590	実績
1993	3,309,430	予算
1994	4,464,520	予算

注記：大学のResearch Board で承認された研究プロジェクトは、上記通常運営予算の他に供与される。

(4) 教育・研究分野と内容

化学科の授業として、講義及び実験は2学期制を取っている。7月から11月迄の12週間を第1学期、3月末から7月迄の12週間が第2学期として、それぞれ各学期末の2週間に期末試験を行っている。また各学期中の6月と9月に短期の休み、及び12月から3月の間に長期の休みがある。

学生は各学年毎にそれぞれの段階の、分析化学・有機化学・無機化学・物理化学の講義を受けて単位を取得する。実験については、これら4科目の実験を各学期の前半・後半に分けて、毎週約6時間ずつ実施する。また1・2年生は他学科・学部の選択科目を履修しなくてはならない。従って、2年生迄は化学科でも他学科・学部の学生が受講するシステムとなっている。

化学科における研究活動は極めて活発で、我が国の化学会の主力論文雑誌の一つであるBulletin of Chemical Society of Japanを始めとして、米国・英国等の化学会誌・物理学会誌等に積極的な発表活動を行っている。しかし、ジ大化学科には主要機材が乏しく、海外の研究施設を利用せざるを得ないという状況から、その多くは海外との共同研究が主体となっている。こうした共同研究は研究能力の維持・向上の面では有効であるが、教育・研究の立場からは効率が悪いということで問題になっている。化学科の各分野の活動内容と教育カリキュラムの内容は、資料編として巻末に添付した。(資料-7、8)

2. 3. 3 化学科の新校舎建設計画

化学科の新校舎建設計画は同時期に建設を始めた物理学科校舎建設と併せて、総予算1,236万9千Z\$ (約2.07億円) で計画され、1991年に着工し1993年中には内装も含め完成する予定である。この予算は特別プロジェクト費用として計上され施行されている。新校舎は既存の校舎に接続する形で建築され、約2,150㎡の3階建の建物である。既存校舎とつながる各階の廊下の片側部分には、教員・スタッフのオフィス、新校舎の1階はコンピュータ室・図書室・セミナー室・ワークショップ・ガラス器具類倉庫・事務室等を設ける。2階は分析化学実験室・機材室、3階は物理化学実験室・機材室で、一部既存機材が既存校舎から移転する。また既存校舎の1階の一部を改修しており、そこにフーリエ変換核磁気共鳴装置 (FT-NMR)、ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC-MS)、フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR)、紫外・可視分光光度計 (UV/VIS分光光度計)、ガスクロマトグラフ (GC) を設置し共通機材専用の機材室とする計画となっている。新校舎完成後、既存校舎は有機化学実験室・大学院用実験室・研究室等の他、管理部門・一般講義室等の共通施設として使われる。

2. 4 要請の経緯と内容

2. 4. 1 要請の経緯

第2次5カ年国家開発計画に基づき、ジ国化学工業界発展のため、ジ大化学科の人材育成の強化を目指し、化学科の教育・実験施設の拡充整備を図るために、本計画を推進することになった。

2. 4. 2 要請書の内容

ジンバブエ共和国の要請書による機材要請の内容は、ジ大化学科の8分野（一般化学・分析化学・有機化学・無機化学・物理化学・プロセス化学・繊維化学・重合体化学）の教育・研究、実験・実習用機材であり、機材リストとしては481項目にも及ぶものであった。そのうち320項目は、分析化学・有機化学・無機化学・物理化学の4分野からのものであった。その主な要請機材一覧表は次の通りである。なお、主な要請機器の用途は資料編として巻末に添付した。（資料-11）

表-13 ジ大化学科各分野の主な要請機材一覧表

◎ 分析化学

機材名	数	優先度	機材名	数	優先度
誘導結合プラズマ発光分析装置	1	A	熱分析装置	2	C
原子吸光光度計	3	B	高感度天秤	2	A
自動車	1	B	ポーラログラフ	1	C
ガスクロマトグラフ	3	B	旋光計	2	A
ガスクロマト質量分析装置	1	C	クーロメータ	1	B
高速液体クロマトグラフ	3	B	デンストメータ	1	A
イオンクロマトグラフ	2	A			

◎ 有機化学

機材名	数	優先度	機材名	数	優先度
フーリエ変換赤外分光光度計	1	A	遠心分離機	2	A
フラクションコレクタ	1	A	クロマトグラフ	2	A
融点測定器	1	A	超音波洗浄器	1	A
核磁気共鳴装置 (200 MHz)	1	A	高速液体クロマトグラフ	1	A
ガスクロマト質量分析装置	1	A	ガスクロマトグラフ	1	A
熱分析装置	2	A	真空デシケータ	4	A
元素分析装置	1	A	核磁気共鳴装置 (60 MHz)	1	C
デンストメータ (薄層クロマト)	1	C	屈折率計	2	A
ビスコグラフ	1	C	アッペ屈折率計	2	A
偏光走査顕微鏡	1	C	赤外分光光度計	1	C
旋光計	1	A	紫外可視分光光度計	1	B
			蒸留水製造装置	1	A

表-13 ジ大化学科各分野の主な要請機材一覧表 (続き)

◎ 無機化学

機材名	数	優先度	機材名	数	優先度
紫外可視分光光度計	2	A	発光分光分析装置	1	C
赤外分光光度計	1	B	ガスクロマトグラフ	3	A
化学天秤	4	A	蛍光X線分析装置	1	C
pH計	4	A	高速液体クロマトグラフ	1	C
真空ポンプ	2	B	原子吸光光度計	1	C
融点測定器	2	A	液体クロマトグラフ用カラム	15	A
旋光計	1	B	化学天秤(セミマイクロ)	2	A
遠心分離機	1	A	キップ装置	2	A
真空乾燥機	1	B	電気炉	1	A
ロータリエバポレータ	2	A	高周波洗浄器	1	A
冷凍冷蔵庫	2	B	ロータリエバポレータ	2	A
電導度装置	1	A	ガスクロマトグラフ	10	B
X線回折装置	1	A	コンピュータ	1	B
蛍光分光分析計	1	A			

◎ 物理化学

機材名	数	優先度	機材名	数	優先度
ポーラログラフ	1	A	フローメータ	9	A
光学フィルタ	2	B	カロリメータ	1	B
ガスクロマトグラフ	1	A	レーザ	2	B
窒素酸化物測定装置	1	A	顕微鏡	2	A
オゾン測定器	1	B	粘度計	1	A
浮遊粒子測定器	1	B	テンシトメータ	2	A
炭化水素測定装置	1	C	示差熱分析	1	C
硫黄化合物測定装置	1	C	旋光計	1	B
コンピュータ	1	C	アッペ屈折率計	2	A
pH計	4	C	オゾナイザー	2	A
紫外可視分光光度計	4	A	ガイガーミュラー計数計	1	B
定電流装置	2	A	X線回折装置	1	C
圧力調整器	4	B			

第3章 計画の内容

第3章 計画の内容

ジンバブエ大学はジ国唯一の総合大学で、ジ国の教育・研究分野のみでなく産業・技術開発分野に大きな影響力を持っている。ジ大の教育研究レベルがジ国の産業・技術をリードするとの視点から、これまでのジ国の政策にもジ大各学部等の教育・研究施設の拡充は、積極的に行われてきた。またジ大の教授スタッフ・研究者の多くは海外で修士・博士号を取得しており、そのレベルは高く国内外での評価も高い。しかし国内に於ける社会・経済的な諸事情から教育制度は必ずしも十分とは言えず、国全体として見た場合でも、教育・研究者の層が薄いことは今後の大きな問題となっている。

現在、ジ国の抱える社会・経済問題の中・長期的に改善するためには、化学・技術分野の教育改善により、この分野の十分な高等教育を受けた人材を、産業・教育・研究分野にできるだけ多く供給することが最優先で実施されるべき課題である。今回のプロジェクトでなされたジ大化学科からの機材要請は、ジ国の基幹産業である科学・医療・食品工業・鉱業・農業等の分野の基盤となる学科として、理学部の他の関連学科や工学部・医学部・農学部との関連のもとに、ジ国産業分野の発展に直接貢献する。

3. 1 計画の目的

ジンバブエ共和国の主要産業である化学工業部門の発展並びに人材育成は、第2次5カ年国家開発計画（1991～1995年）の中に唱われている施策の一つである。

本計画は、ジ国の化学工業界における基礎部門のリーダーシップをとるべきジ大化学科の人材育成と技術向上を目指して、化学科の教育・研究施設の充実を図ることを目的としている。

既に、ジ国政府は、1,236万9千Z\$（約2.07億円）の予算を計上し、ジ大化学科の校舎の増設を1993年中に完成させる予定である。

しかし、そこに設置する教育・研究用機材は、既存のものは旧式で、その数量も不足している。そこで最新の機材を調達する必要があるが、機材については大部分が海外からの輸入に頼らねばならない。しかしながら、ジ国の経済状態の悪化のため外貨不足に悩む状況であり、独自の機材調達も現在の大学の財政上、その対応は難しく、苦慮している。

このような状況から、教育・研究用機材を日本の無償資金協力により調達するものである。

3. 2 要請内容の検討

当初、ジ大化学科から要請があった機材は、8分野481項目に及んでいる。現地調査と協議を行い、化学科の学生数、カリキュラムなどを考え合せ検討した。

3. 2. 1 計画の位置付け

ジンバブエ共和国の高等教育省は、ジ大化学科における本計画の位置付けを最優先とみなしており、本計画実施に必要な全ての措置をとることを約束している。

(1) 計画の実施効果

ジ大の本計画への期待は大変大きく、新校舎の建設もほぼ完了し、受入れ準備は完了している。本計画に対して、ジ大の十分な対応が得られれば、次のような効果が期待できる。

短期：共同研究等による化学工業界への貢献及び能力の高い人材の供給

長期：現在、化学科では後継者育成に苦慮しているが、本計画によって優秀な後継者育成が可能

従って、長期的に見た場合化学工業界への貢献・人材育成について最大限に効果を上げることができる。

(2) 第2次5カ年国家開発計画との関連

第2次5カ年国家開発計画で、ジ大は具体的に

- ① 新しい部門の設置を通じて、学科修業の枠を広げた
- ② 実験技術者の育成を行う
- ③ 教員改善計画を行う

ことになった。いずれも解決に緊急を要する課題であったが、これらも本計画の実施により格段の改善がなされる。

(3) 化学工業界との関連

ジンバブエ大学化学科は、ジ国の化学工業界の団体であるINCHEM (Industrial Chemical Association of Zimbabwe) の正式会員である。大学の会員としては、ジ大だけである。この団体はジ国の有力な化学会社42社から成り、工業化学の発展に寄与することを目的に1989年に設立された。活動としては、ジ大を中心として共同研究、化学界の最新情報の入手及び企業への技術指導を行っており、我が国の大学との差異もここにある。従って、常にジ大化学科は化学工業界をリードすることになる。これらの関連からも、本計画の意義が見出せる。

3. 2. 2 実施・運営計画の検討

(1) 計画実施に際しての化学科の対応

化学科の教授システムは十分整備されたものであり、学生実験室や機材・薬品倉庫も良く整理されており、ジ大の管理能力の高さを示している。

(2) 授業、研究内容に与える効果と教員

教育スタッフは全員が海外の大学で博士号を取得した者ばかりで、教育・研究活動は活発でそのレベルはかなり高いといえる。しかし、実験・研究用の施設・機材は老朽化し数量も不足しているため、基礎実験を除いては学部・大学院とも効果的な教育に支障を生じているため、今回の要請機材が供与されれば、大幅に改善される。

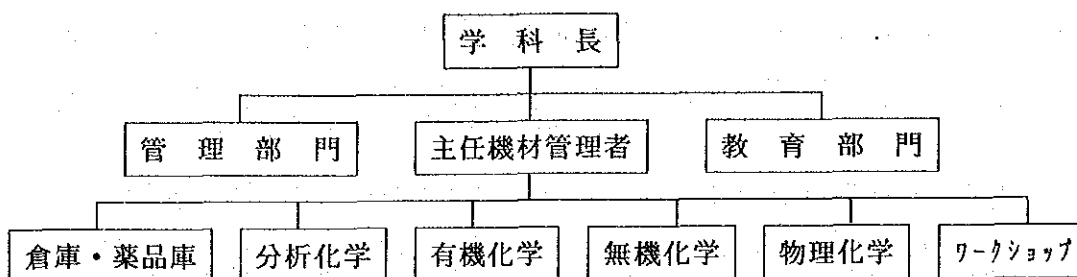
(3) 機材技術者の配置計画等

要請機材のFT-NMR、GC-MS、FTIRは3人の教授 Dr. DURI、Dr. TINDWA、Dr. HOVE らが、専任で担当する。それ以外に6人のアシスタントがそれぞれの教授に専属し、それぞれの専属の機器に補佐として管理する。さらに技術者は、Mr. UNJAGU を中心に17名の技術者が、それぞれの機器に配置される。

(4) 維持管理組織

化学科の実験研究施設機材は、機材管理技術者が責任を持って維持管理する組織となっている。学科長の下での主任機材管理者が、各科目及び倉庫・薬品庫の責任者を管理する。維持管理組織は次の通りである。

図-5 ジ大化学科の維持管理組織



※ 各学科・分野の管理責任者の下に3～10人、合わせて18人の技術者が、機材の維持管理、修理にあたる。

(5) 維持管理技術者の質・人数

旧式の機材を大切に使用しており、故障時には18人の技術者が部品を調達し、修理し維持管理している。

現在使用不能となっている機材（例えば27年前に購入した化学天秤）は、古すぎて、メーカーに部品がなく（化学天秤メーカー代理店談では、25年間までは、部品を供給すること）修理できないためである。

施設は、使用者の使い勝手を考えて良く工夫され作られている。また、消耗品・部品なども行きわたっているので使用上特に支障をきたすことはない。

(6) 機材運転に伴う施設・機器の部品・消耗品等の検討

電気・水道などその供給能力は問題ない。停電に対しては、獣医学部にかなり容量の大きい非常時用ディーゼル発電機（容量：57KVA, 84.3AMP, 50Hz, 220V 1φ及び380V 3φ）が設置されており、この供給を受けることになっている。機器の部品、消耗品、ガラス器具・薬品などは、化学科全体の保管部屋のほかに分野別の管理室があり、その出納については詳細にコンピュータによる管理を行っている。

(7) 代理店など

分析機器維持管理のため、ジ国にある分析機器の代理店は、世界の代表的メーカーの代理店が6店ある。しかし全ての代理店が必ずしも十分なアフターセールスサービス体制にあるとはいえなかった。この他ガラス器具作製・修理に関しては、工場長をはじめ6人の熟練工を有するガラス細工会社があり、複雑なガラス器具の作製と修理を行っている。

3. 2. 3 要請分野の妥当性

要請書に記載された8分野のうち、プロセス化学・繊維化学・重合体化学は将来予定している分野で、現状ではスタッフ・実験室などの具体的な計画はまだ作られていない。

また、一般化学は各分野の基礎となるもので、独立した具体的な講座としては存在していない。従って、本計画では分析化学・有機化学・無機化学・物理化学の4分野を対象とし、他は含めないこととした。また各学科で共通して使われる機材を、共通機材として別カテゴリーで考慮した。

3. 2. 4 要請機材内容の検討

(1) 機材内容

当初機材は、8分野から481項目の機材が要請されていた。基本設計調査でジ大化学科と協議した結果、要請分野を8分野から4分野に絞り込んだので、化学科は改めてそれに応じた機材リストを提出した。しかしそれは、分野別で、かつ優先度をもとに作成したもので、機材の重複及び全体としての優先度が極めて分かりにくいものであった。化学科とさらに協議の上、優先度をもとにした機材リストと主な要請機材の用途を考慮に入れて、1本化したリストを作成した。なお、ジ大の優先度を基にした要請機材リストと主な要請機材の用途は資料編として巻末に添付した。(資料-10、11)

(2) 機材配置

化学科は新校舎を建設中で、既存校舎の一部も本計画実施に合わせて改修を行っている。機材設置が見込まれる1994年度時点の化学科の新校舎及び既存校舎の実験室配置をもとに、各機材がどの実験室に設置されるかについて具体的に検討した。

(3) 要請機材の妥当性

要請機材は当初、8分野481項目であったが、極力既存機材との重複を避け、必要最少限の4分野55項目に絞り込んだ。その各々の機材の妥当性について調べたが、ここでは特に次の3点の主要機材の妥当性を述べる。

化学科の現在の技術レベルは、主要研究論文抜粋(資料-12)でも判るように国際的に高い評価を得ている。また、これらの機材の供与によりカリキュラムの拡大

が図られる。化学科の卒業生は日本の民間会社の研究開発部門でリーダーシップをとる必要があり、これらの機材を供与することで、それも可能となる。

① フーリエ変換核磁気共鳴装置 (FT-NMR, 400 MHz)

有機化学の分野ではFT-NMRを使用して、天然産物についての構造解析を行っている。それは1984年からすでに外国との共同研究として、植物の開花促進・成長調整・発芽促進などに用いられるギベレリンの誘導体の反応及び構造式の解明の報告を行っている。無機化学の分野では、Layered-水素りん酸、例えばZr (HPO₄)₂などの合成と反応解明で既に使用経験済みである。カリキュラムにおいても物理化学の Bsc、無機化学 Honours、有機化学 Bsc、分析化学で採り入れており、教育・研究内容からも考えて必要の大きい機器であると判断出来る。その他、化学科内あるいは化学科以外の各分野で共用するため、(a) 1台で固体・液体試料を測定することが出来ること (b) 植物中に混在する成分等、成分の測定が可能なこと (c) コンフォメーション等の詳細な構造解析を行うためケミカルシフトの広がり大きいこと (d) 迅速なデータ処理が可能であること (200 MHzと比較し、(b) については5~7倍、(c) については、2倍以上) である。

なお現在では、天然産物の分野での構造解析や植物中に微量に存在し、潜在性のある多種類の化学物質に関する構造解析には、500 MHz が主流となっている。

② ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC-MS)

未知試料の分離分析並びに分離された個々の物質の分子量決定には欠かせない機材で、ある程度グレードの高い機材が必要と思われる。日本でも増え始めた農業による被害の分析、FT-NMR と相呼応して天然産物の分野での構造解析、分子量の決定にも用いられる。現在化学科の講義の中にも組み込まれているが、実験が出来ない状況にある。

③ フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR)

化学科には現在この種の高分解能 FTIR はない。固体・液体・気体の未知試料の構造式解明並びに大気汚染源の有害ガス分析のガス鑑識に必要である。大気汚染源の有害ガスの分析では、多種類の有害ガスが混在するので、分解能の高い FTIR が必要である。前出の NMR、GC-MS と共に新規化合物の構造決定には欠かせない機器の一つであり、化学科のカリキュラムにも組み込まれており、教

育用・研究用としては欠かすことは出来ない。

④ 紫外・可視分光光度計

吸収スペクトルとその強度は、原子団によって特徴を示し、化合物の定性、構造解析に有用な情報を与えてくれる。吸収を持たない試料については、特定の試薬を加えて呈色させ、特定の波長の光を吸収させて測定する。ほとんどの陽イオン、陰イオンの定量分析に用いられる。環境汚染物質特に水質汚濁物質の測定に用いられる。通常の透過方法では、光散乱して測定困難な懸濁物質の測定に対しては、積分球測定装置を附属させて使用する。

化学科カリキュラムでは、ランバート・ベールの法則、分光光度の理論、さらに近隣諸国との共同実験で河川の水質調査を行っており、必要不可欠の分析機器である。

⑤ ガスクロマトグラフ

現在の化学分析では、未知試料、特に多成分混合物試料の分離分析機器として不可欠の分析機器である。最近、ジ国の大気・河川の水質汚染物質の測定を行っており、有害物質の測定に必要である。

⑥ 高速液体クロマトグラフ

前処理なしでは測定が不可能な熱不安定、不揮発性化合物の分離分析が可能である。現在、この種の機器で除草剤の水溶液中での分解性について研究しており、ガスクロマトグラフとともに水質汚染物質の測定に必要である。

⑦ 蛍光分光光度計

蛍光物質に対して紫外・可視分光光度法の千倍以上の感度をもつ機器で、蛍光物質特にビタミンの測定に有効である。

⑧ 原子吸光光度計

近年、金属元素の定性・定量分析に欠かすことの出来ない分析機器である。現在、フレイム中での励起原子とイオン化の度合の評価に関する研究を行っている。

⑨ ポーラログラフ

金属イオン、陰イオン、有機化合物などの検出定量するため、また、酸化還元電位、電極反応の可逆度の測定に使用される。有機化学分野で、葉酸の電気化学的還元性に関する研究を行っており必要な機器である。

⑩ 熱分析装置

無機物・有機物の分解機構の解明、その結果から物質の材質の鑑別、定量が可能である。機器がないため、分析化学コースでカリキュラムに組み込めないでいる機器の一つとなっている。

⑪ 液体窒素製造装置

化学科の全分野にわたり試料の低温・凍結保存用、実験の際の冷媒用、さらに FT-NMR、GC-MS の補助的な冷却用としても用いる。

⑫ イオンクロマトグラフ

現在、微量の無機イオン類、アルカリ金属・アルカリ土類金属、アンモニウムイオンの分析にきわめて有効な分離分析機器である。

⑬ クーロメータ

近年、化学物質による環境汚染が問題になっている。化学科としても土壌汚染防止対策の一環として、化学物質・環境汚染物質の微生物による分解性試験用機器として必要である。

⑭ 液滴向流法分配クロマトグラフ 及び

⑮ 回転式多段向流法分配クロマトグラフ

固定相担体を必要としない分離分析器の一つで、活性物質などの分離に有効である。現在、化学科が行っている生理活性物質、抗生物質の分離精製用として必要である。

⑯ ガラス加工用機材

化学科では、ガラス器具を用いた手分析による分析がおこなわれている。化学科にとってガラス器具は貴重品であり、一部分破損したガラス器具を修理して再度使用するため、自ら修理する必要がある。

⑰ ストップフロー装置

速い反応を研究する方法の一種。2種以上の反応溶液を急速に混合して反応を開始させ、その溶液を細い測定管に流し込み混合点からの距離による溶液の成分や濃度の変化を吸光度測定などによって求め、その結果を反応速度論的に解析するもので、金属における錯体形成、酵素反応などの速度測定に用いられる。

⑱ 円偏光二色性旋光分散計

金属錯化合物の立体配置、立体配位、配位子間の隣接効果の解析、光学活性物質の同定、定性定量に必要である。

さらに機材の維持管理については、高等教育省の全面的なバックアップの約束が得られている。

(4) 設置位置の妥当性

新校舎が完成した時点で、新校舎と既存校舎（Ⅰ）・（Ⅱ）・（Ⅲ）との使用区分は次のようになる。

新校舎 1階：コンピュータ室、図書室、ガラス器具倉庫、ワークショップ、事務室

2階：分析化学実験室、前処理室、天秤室、暗室、技術者室、事務室

3階：物理化学実験室、前処理室、天秤室、熱制御室、暗室、技術者室、事務室

既存校舎（Ⅰ）1階：有機化学実験室（2、3年用）

2階：有機化学実験室（大学院用）、有機化学研究室、化学科長室、教務室

3階：有機化学大学院研究室

既存校舎（Ⅱ）1階：有機化学倉庫

2階：分析／無機大学院研究実験室

3階：分析／無機研究実験室、物理化学大学院研究実験室

既存校舎（Ⅲ）1階：有機化学実験室（1、2年用）

以上から判るように、今まで化学科の各分野が入り交じって使用していた教室は、明確に区分されるようになる。また大型機材について、各分野で共用が可能となると共に、各既存分野の持っている機材の有効利用も可能となる。さらに学生実験の時間割りを決める上でも、カリキュラムを大幅に消化でき、非常に効率的になる。

(5) 機材数量の妥当性

化学科の4つのコース（分析・無機・有機・物理化学）のそれぞれの実験室を対象とすることで、化学科の要請数量を持ち帰った。化学科の授業形態・学生数及び各実験室・機材室の使い方等を検討した上で、上記で述べたように既存機材との関係及びカリキュラムを検討の上、1分野1台を基本として必要最少限にとどめるようにした。

小型機器の数量が複数以上あるのは、分析機器の性能上の問題並びにカリキュラム上必要と認めざるを得ないものである。例えば、ガスクロマトグラフでは、検出器の種類は、熱電導度型（TCD）、水素炎イオン化型（FID）、電子捕獲型（ECD）、炎光光度型（FPD）、窒素・りん型（NPD）、原子発光型（AED）、熱イオン型

（FTD）、光イオン型（PID）など多種あり、通常8台必要とするが既存機器と重複しないように数量を定めた。

(6) 運転能力

既存機材（例えば原子吸光光度計、紫外・可視分光光度計、化学天秤など）の大部分が低性能で型式も古い。しかし、極力修理して良く使いこなしている。従って、その運転能力には問題ないといえる。

通常機材の原理・構造は低性能と高性能との差は大きく変わるものではなく、恒温・昇温装置、検出器の種類及びその出力の電氣的処理（増幅）、データのコンピュータ処理などによることが多い。

ジンバブエ大学の場合には他大学・研究所と共同研究を行っている。従ってデータ作成時の機材の取扱には、十分な経験を踏んでいるとみなして良い。そこで、要請機材については、使用機器マニュアルの指導を行えば、十分運転能力を身につけることが出来ると推測できる。しかし、要請機材の中には、より高度の技術を必要とするものがあり、それらについては、短期専門家を派遣することが望ましい。

3. 3 計画の概要

3. 3. 1 実施機関と運営体制

(1) 機材使用に関する責任体制

ジンバブエ大学は大学の創立以来、イギリス式の教育内容を取り入れており、教授陣は講義と実験を行い、機材管理者が機材の維持管理と修理を行っている。両者の関係は非常にうまく機能しており、教授陣も機材管理者の説明を良く聞き、意見を取り入れている。ジ大での機材の打合せにも機材管理者は出席し、教授陣と対等の発言を行っており説得力があった。

機材使用に関する責任は、使用時はその機材を担当している教授が持ち、維持管理と修理の責任はその機材を担当している機材管理者と機材管理者を管理している主任機材管理者が持っている。化学科での最終責任者は、前記 3. 2. 2 (4) 維持管理組織でも述べたように、学科長となる。

(2) 予算措置

化学科の維持管理予算は1993-94年予算で約24万2千Z\$ (約392万6千円) であり、1992-93年実績に比べ約22%の増加となっている。この予算の内、機材の直接維持管理に使われる費用は約21万7千Z\$ (約352万1千円) である。これは化学科の一般教育に関する維持管理コストとして算定されたものである。

これ以外に、大学院・研究者の年間の教育・研究活動計画に合わせた研究費は、別途ジ大あるいは共同研究機関から支給される。その総額は1993-94年で約550万Z\$ (約8,924万円) として予算化されている。

3. 3. 2 事業計画

本計画が実施されると、今まで実験機材がなくて出来なかった活動内容と研究内容が改善され、機材供与の効果はより高められる。

(1) 活動内容

化学科の各分野の活動内容と必要とする主要機材 (資料-7) で判るように、約12項目の活動内容がある。このうち特に

- 1) 環境化学関係
- 2) 天然物質関係
- 9) 新しい化学物質の合成と構造関係

では大幅に活動範囲が広がり、レベルの高い活動が可能となる。また、化学科の教育カリキュラムの内容（資料-8）からも判るように、FT-NMR、GC-MS、FTIR等の機材が使えるようになり、理論の学習から一歩進んだ実験が可能となり、カリキュラムの幅が広がる。

(2) 研究内容

ジンバブエ大学の主要研究論文抜粋（資料-12）からも判るように、今まで近隣諸国や欧米諸国（英・米・独・スイス・カナダ等）に行きデータを採っていたことが、ジ大内で独自に研究が行え、データを採ることができる。これは、研究が継続的に行うことができると共に今後の教育に対する良い影響を与えることができ、さらに研究についての後継者育成という、大切な人材育成強化につながる。

3. 3. 3 機材の概要

既存機材との重複は出来る限り避け、教育用の機材を主体に選択した。特に、大型の機材としては、フーリエ変換核磁気共鳴装置（FT-NMR）、ガスクロマトグラフ質量分析装置（GC-MS）、フーリエ変換赤外分光光度計（FTIR）の要請があった。FT-NMRは、当初の要請は協議時では、60 MHzと 200 MHzの 2 台であったが、次の理由により 400 MHz 1台の導入が妥当であるとした。それは、長時間にわたる聞き取り調査及びカリキュラムの解析並びに研究論文の結果から、学部での実験にも使用でき、かつ現在ジ大化学科が共同実験等で抱えている非常に複雑な構造式をもつ試料について、その構造をかなり明確に解明することができるからである。

GC-MS、FTIRの導入については、FT-NMRと同様に学部の実験に使用すると同時に、農薬の分析・分解機構の解明、ビタミンBの複合体のような生化学化合物の分離・構造解析の解明をすることができるからである。

3. 3. 4 維持管理計画

ジンバブエ大学の研究費の10% (約55万Z\$, 約892万円) が、機材の運転・維持管理費用として見込まれる。従って、3. 3. 1 (2) 予算措置の機材の直接維持管理費と合わせた約77万Z\$ (約1,249万円) が、今年度の化学科の機材の運転・維持管理費として利用される。

本計画の機材の運転・維持管理に必要な費用としては、約50-70万Z\$程度が見込まれる。ジ大は各学科の活動計画に見合う予算措置を行っており、計画実施に際しては必要な維持管理費は予算化することを約束している。さらに、3. 3. 1 (2) 予算措置の研究費総額から支出される費用のうち、各研究者が海外でFT-NMR、GC-MS、FTIRを利用するための出張費 (93年実績で約50万Z\$) がこれに充当されることになる。

ジンバブエ共和国の高等教育省は、ジ大における本計画の位置づけを最優先と見なししており、高等教育省も本計画実施に必要な全ての予算措置をとることを約束している。

3. 3. 5 有害物質の保管・処理方法

化学科では、実験に使用する薬品類は薬品保管室に伝票とコンピュータ管理のもとに保管されている。教授以下学生が薬品を必要とする場合、保管室の担当者にその旨を申し出て借り受け、使用后返納するシステムをとっている。その際、日時、セクション、カリキュラム、氏名は勿論のこと、貸し出した時点の重量 (容量)、返納した時点の重量 (容量) を記録し保管している。

また、実験で廃棄する有害薬品、例えば有機溶剤、重金属、酸、アルカリは実験指導者の指示に従って、一時的に保管瓶に貯める。その後、酸、アルカリについては、中和した後、一般下水道に排水している。有機溶剤は、大型の抽出装置により溶剤を回収し、再利用している。重金属は、処理業者が回収し、環境汚染を引き起こさないよう処分している。この方法は、学校規則として、指導者がその規則を十分に理解・把握し、生徒に指導するシステムをとっている。大学実験の場合は、薬品の使用量も少なく、これらの処理で十分機能する。従って、特別に各学部での廃水処理施設は整備されていない。

なお、ジ国の環境保護法については資料編として巻末に添付した。(資料-13)

3. 4 技術協力

技術協力の必要性については、要請機材の中には非常に高性能の機材があり、それらについては、現在、オペレーション指導及びメンテナンスの指導のための短期専門家（化学機器類の運用、保守及び訓練のための専門家）2名が要請されており、日本側で対応できる人材がいれば、その分野の専門家を派遣することが望ましい。

第4章 基本設計

第4章 基本設計

4. 1 基本設計の方針

ジンバブエ大学はジ国唯一の総合大学で、教育研究分野のみならず経済・産業分野にも大きな影響力を持っている。ジ大の教育研究レベルが、ジ国の産業・技術開発を主導しているという。本計画の実施によりジ大化学科の施設・機材内容を改善することで、より実践的かつ広範な教育を受けた有能な人材が産業・教育・研究等の分野に多く供給されることの意義は大きい。

こうした認識のもとに、基本設計は、

- ① ジ大化学科の建物・施設の改善計画に合わる
- ② 現状の教授スタッフの教育・研究活動に合致した内容の機材とする
- ③ 必要かつ最少限の利便性を考慮した配置計画に基づく

を基本方針とする。

4. 2 基本設計の条件

本計画では、ジ大化学科の既存4分野（分析化学・有機化学・無機化学・物理化学）を対象とし、新たな計画分野は対象としないこととする。またジ大化学科は既存校舎の改修と新校舎建設を実施中であり、各分野の施設の拡充を進めている。

計画機材はこれらの条件を基に各分野の用途・使用方法によってその必要性と必要数量を検討し、ジ大化学科現地側の既存・新規の実験室・機材室等の施設計画をもとに配置を検討する。

4. 2. 1 機材選定の条件

基本方針に基づく各分野の機材選定の条件は以下の通り。

- ① ジ国の現状を考慮した上で技術・教育内容に合致したレベルのものとする
- ② ジ国で入手の難しい特殊な消耗品・薬品などが必要な機材は極力対象外とする

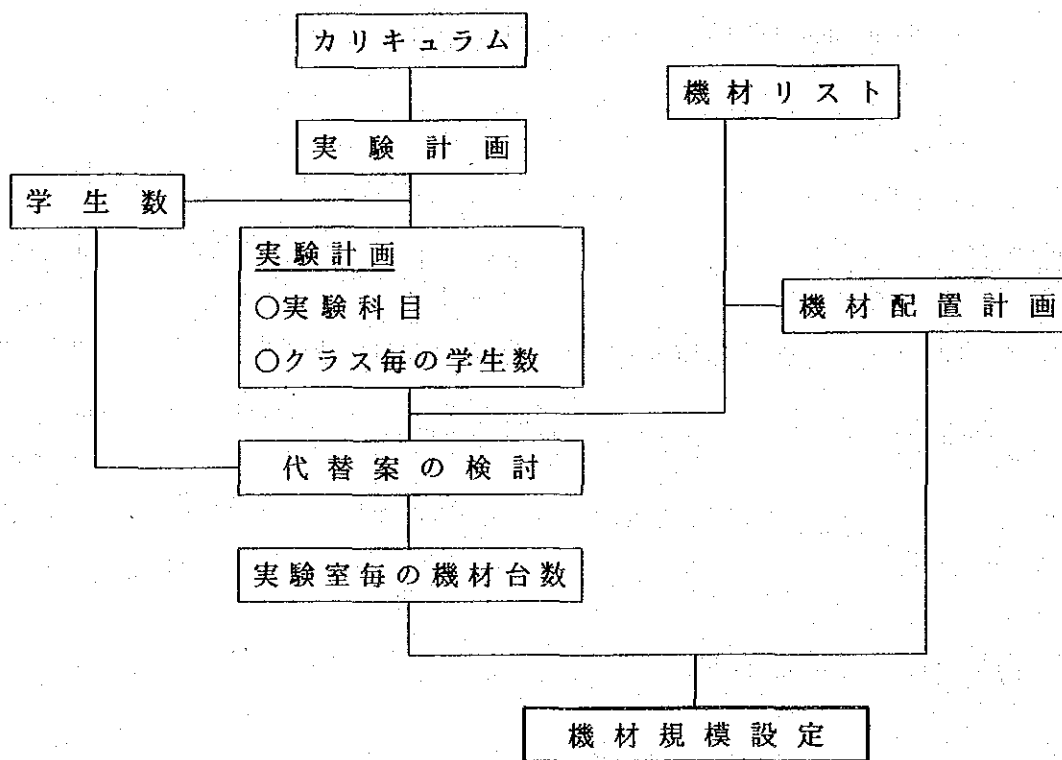
- ③ できるだけ運転経費の少ない機材を選定する
- ④ 保守点検が容易で、極力本国での修理サービス体制が整ったメーカー機材を選定する
- ⑤ 危険かつ国内で処理できない廃棄物が出る機材は対象外とする
- ⑥ 設置上で建築計画に大幅な変更が必要な機材は対象外とする

4. 2. 2 機材規模設定条件

(1) 機材規模検討フロー図

フロー図は次の通りである。

図-6 機材規模検討フロー



(2) 化学科の教授方法

化学科は3学年に分かれており、各学年毎のカリキュラムと時間表により授業と実験を行う。教授方法は1年間を各12週ずつの前期と後期に分けて授業を実施し、実験は各期をさらに前半・後半に分けて4分野全てを各学年毎に実施する。また各期の最後には試験が行われる。これらは次の図のようになる。(図-1を引用)

図-1 ジ大化学科の教授方法

	前 期				後 期			
(授業)	1 2 週 間		試 験	休 暇	1 2 週 間		試 験	休 暇
(実験)	6 週 間	6 週 間			6 週 間	6 週 間		
	前半				前半		後半	

授業は各学年毎に全学生が1つのクラスで同時に受ける。1年生の場合は他学科の学生も含めた授業のため、多人数となるので理学部共通の大教室を使用するが、2・3年生の授業は化学科の教室で行う。

1年生の実験は全体を4クラスに分けて、1年生用の化学科共通大実験室で行われる。1年生の1人の履修時間は、1週1回4時間で1分野6週間(計24時間)である。前期・後期にわたって4分野を6週間ずつ履修する。2年生は全体を3クラスに、3年生は2クラスに分け、各分野毎に専用の実験室で実験を行う。2・3年生の1人の履修時間は、1週1回6時間で、1分野6週間(計36時間)である。1年生同様、前期・後期にわたって4分野を6週間ずつ履修する。化学科の授業科目と受講学生数及び授業・実験時間割を次に示す。

表-14 ジ大化学科・授業科目と受講学生数(1993年)

学年	課目CODE	課目名称	学生数	
1年生	CH 101	基礎物理化学	160	
	CH 102	基礎無機・分析化学	160	
	CH 103	基礎有機化学	144	
	CH 105	一般基礎化学	160	
2年生	CH 201	物理化学	61	
	CH 202	無機化学	61	
	CH 203	有機化学	65	
	CH 204	分析化学	68	
	CH 211	上級物理化学 1	60	
	CH 212	上級無機化学 1	59	
	CH 213	上級有機化学 1	65	
	CH 214	上級分析化学 1	67	
3年生	CH 301	上級物理化学 2	37	
	CH 302	上級無機化学 2	37	
	CH 303	上級有機化学 2	37	
	CH 304	上級分析化学 2	37	
	CH 321	大気化学	10	
	CH 351	工業化学	26	
	CH 361	重合体化学	26	
	CH 322	生物無機化学	26	
	CH 332	無機光化学	5	
	CH 342	上級固体化学	8	
	CH 323	医療化学	22	
	CH 333	合成法及び有機分光学	15	
	CH 353	独立基及び周期反応学	5	
	CH 324	環境分析学	24	
	CH 334	記録分析及び動的分析	17	
	CH 344	基礎アナログ回路・機器	3	
		HCH 311	上級物理化学 3	11
		HCH 312	上級無機化学 3	11
		HCH 313	上級有機化学 3	11
		HCH 314	上級分析化学 3	11
	HCH 315	研究プロジェクト	11	
4年生	MSC 1	分析化学	10	
	MSC 2	分析化学	13	

図-7 ジ大化学科の授業・実験の時間表

1年生

前 期

	月 曜 日	火 曜 日	水 曜 日	木 曜 日	金 曜 日	土 曜 日
9:00	CH 102		CH 105	CH 102	CH 105	
10:00						
14:00		<u>I.C.</u> <u>A.C.</u>	<u>I.C.</u> <u>A.C.</u>	<u>I.C.</u> <u>A.C.</u>	<u>I.C.</u> <u>A.C.</u>	
18:00						

後 期

	月 曜 日	火 曜 日	水 曜 日	木 曜 日	金 曜 日	土 曜 日
9:00	CH 108		CH 101	CH 108	CH 101	
10:00						
14:00		<u>P.C.</u> <u>O.C.</u>	<u>P.C.</u> <u>O.C.</u>	<u>P.C.</u> <u>O.C.</u>	<u>P.C.</u> <u>O.C.</u>	
18:00						

- 注記) 1. 表中の記号は課目コード。 下線を引いたものは実験を示す。
 2. 各時間欄の縦仕切り線は、各学期を前半・後半に分けて実施する講義・実験。
 3. 同一講義が複数の曜日にある場合、全て連続した講義である。
 4. 講義については全学生が同時に受講する。 1年生の場合は理学部の大講義室を使用。
 5. 実験についてはクラス分けで、各学生が週に1回履修する。
 6. 略語説明

I.C : 無機化学実験 O.C : 有機化学実験
 A.C : 分析化学実験 OPT : 特別講座
 P.C : 物理化学実験

図-7 ジ大化学科の授業・実験の時間表 (続き)

2年生

前 期

	月 曜 日	火 曜 日	水 曜 日	木 曜 日	金 曜 日	土 曜 日
8:00	CH 202		CH 203	CH 203		
9:00			CH 202	CH 213 CH 212		CH 218 CH 212
10:00						
12:00	CH 213 CH 212					
13:00		<u>I.C.</u> <u>O.C.</u>	<u>I.C.</u> <u>O.C.</u>	<u>(I.C.)</u> <u>(O.C.)</u>		
18:00						

後 期

	月 曜 日	火 曜 日	水 曜 日	木 曜 日	金 曜 日	土 曜 日
8:00	CH 201		CH 204	CH 204		
9:00			CH 201	CH 214 CH 211		CH 214 CH 211
10:00						
12:00	CH 214 CH 211					
13:00		<u>A.C.</u> <u>P.C.</u>	<u>A.C.</u> <u>P.C.</u>	<u>(A.C.)</u> <u>(P.C.)</u>		
18:00						

図-7 ジ大化学科の授業・実験の時間表 (続き)

3年生

前 期

	月 曜 日	火 曜 日	水 曜 日	木 曜 日	金 曜 日	土 曜 日		
8:00	HCH 311	HCH 314	HCH 311	OPT-B O.C.	OPT-B I.C.	HCH 314		
9:00	HCH 314	OPT-B O.C.	OPT-B I.C.		OPT-C O.C.	OPT-C I.C.	OPT-A I.C.	OPT-A O.C.
10:00	CH 301	CH 304	CH 301		OPT-A I.C.	OPT-A O.C.		
11:00			OPT-C O.C.	OPT-C I.C.	CH 304	OPT-B O.C.	OPT-B I.C.	
12:00			OPT-A I.C.	OPT-A O.C.	OPT-C O.C.	OPT-C I.C.		
13:00	<u>P.C.</u>	<u>A.C.</u>				<u>P.C.</u>	<u>A.C.</u>	
18:00								

後 期

	月 曜 日	火 曜 日	水 曜 日	木 曜 日	金 曜 日	土 曜 日		
8:00	HCH 313	HCH 314	HCH 813	OPT-B A.C.	OPT-B P.C.	HCH 312		
9:00	HCH 312	OPT-B A.C.	OPT-B P.C.		OPT-C A.C.	OPT-C P.C.	OPT-A P.C.	OPT-A P.C.
10:00	CH 303	CH 302	CH 803		OPT-A P.C.	OPT-A P.C.		
11:00			OPT-C A.C.	OPT-C P.C.	CH 802	OPT-B A.C.	OPT-B P.C.	
12:00			OPT-A P.C.	OPT-A P.C.	OPT-C A.C.	OPT-C P.C.		
13:00	<u>O.C.</u>	<u>I.C.</u>				<u>O.C.</u>	<u>I.C.</u>	
18:00								

(3) 代替案の検討

計画機材は各分野の実験室と関連の機材室に配置される。また、高度な機材については各分野が共通で使用することが出来るよう、既存校舎の一部を改修した共通機材室に配置する計画とする。比較的高度な機材は各分野の実験室に附属する機材室に設置され、基本的には当該分野の専用用途に使用することとする。

機材規模を検討するにあたり、上記各機材を各部屋に複数台設置し、使用上の利便性を重視した代替案A及び、各部屋の機材数を最少台数の1台とする場合を代替案Bとして検討する。両代替案の比較は、次表の通りである。

表-15 代替案の比較

コード 番号	機材名称	機材数量		機材室 (室)
		代替案A	代替案B	
06-2	高速液体クロマトグラフ	2	1	1
08-2	原子吸光光度計	2	1	1
10-1	ポーラログラフ	2	1	1
10-2	ポーラログラフ	2	0	0
14	フーリエ変換赤外分光光度計	6	1	1
15	イオンクロマトグラフ	2	1	1
17	クーロメータ	2	1	1
45	融点測定器	6	3	3

代替案Aの場合は比較的自由的な実験計画が組め、一般研究や大学院等の研究課題が随時実験できるなどの利点がある。代替案Bでは機材室毎の機材数を全て1台としたものなので、この場合は各実験室での当該機材を用いた実験が1組は出来るが、他のグループはその実験を順番待ちするか、他の実験スケジュールを入れるなどの調整が必要となり、実験計画の自由度が損なわれることになる。

しかし、表-15に示す比較的高度な機材を用いての実験は、2・3年生が行うカリキュラムとなっている。1993年の学生数は2年生が68人、3年生が37人であり、それぞれの実験は2年生が3クラス、3年生が2クラスに分かれて行うので、1回の実験クラスの人数は19~23人程度である。各実験は各実験クラスをさらに2~3グループに分け、各グループの計画に添って行うようにすれば、実験計画上の大きな不都合はなくなる。

本計画では、以上の検討結果と機材の使用効率を併せて考慮して、代替案Bを採用することとする。

(4) 機材数量設定の条件

機材数量は (3) 代替案の検討により、以下の方針に基づいてその必要数量を計画した。

- ① 高額かつ高度な機材で各分野が共有して使用するものは、共通の機材室に設置するものとし、必要最少限の数量(1台)とした
- ② 汎用機材のうち比較的高度な機材については、各分野の実験室に付属する機材室に設置するものとし、室毎に必要最少限の数量(1台)とした
- ③ 汎用機材のうち分野毎の実験室内で共通で使用する機材は、実験室内に必要最少限の数量(1台)を設置するものとした
- ④ 汎用機材は各実験室毎の用途による必要数量とした

4. 3 基本設計

4. 3. 1 機材の必要性

化学科の拡充整備は第2次5カ年国家開発計画の一環として把らえられており、化学科及び卒業生がリーダーシップをとり化学工業界のレベルアップに寄与することが望まれている。そのためには一部先端的な分析機器が必要であり、その機器を熟知していなければならない。

資料編にあるジ大化学科の各分野の活動内容と必要とする主要機器(資料-7)、教育カリキュラム(資料-8)、主要研究論文抜粋(資料-12)から、ジ大化学科との協議で絞り込んだ55項目の機器はいずれも必要なものであるといえる。またこれは、化学科が作成した、機材が無くて実験できない講座(資料-9)からもうかがえる。

4. 3. 2 計画機材リスト及び用途並びに主な機材の仕様

(1) 計画機材リスト及び用途

計画機材リスト及び用途を次に示す。

表-16 計画機材リスト及び用途

コード番号	機材名称	数量	用途
01	フーリエ変換核磁気共鳴装置	1	物質（特に天然産物）の立体構造の解析
02	ガスクロマトグラフ質量分析装置	1	物質の分離と構造解析
03	フーリエ変換赤外分光光度計	1	物質の結合状態と構造解析
04-1	紫外・可視分光光度計	1	物質の定性、定量
04-2	紫外・可視分光光度計	1	同上
05-1	ガスクロマトグラフ	2	ガス・液状物質の分離、分析（鑑識）
05-2	ガスクロマトグラフ	3	同上
06-1	高速液体クロマトグラフ	1	溶液の組織分析
06-2	高速液体クロマトグラフ	1	同上
07	蛍光分光光度計	1	医薬品、各種ビタミン食品中の添加物等の分析
08-1	原子吸光光度計	1	金属の定性、定量分析
08-2	原子吸光光度計	1	同上
09	パーソナルコンピュータ	12	計測データの処理、計測情報の蓄積
10	ポーラログラフ	1	金属イオン、陰イオンの定性、定量分析
11	熱分析装置	1	物質の組成分析
12	液体窒素製造装置	1	前処理及び分析装置用
13	液滴向流法分配クロマトグラフ	1	アミノ酸等の分離精製
14	フーリエ変換赤外分光光度計	1	物質の結合状態と構造解析
15	イオンクロマトグラフ	1	溶液中の陰イオンの定性、定量
16	旋光計	1	炭化水素化合物の性質解析
17	クーロメータ	1	化学物質の微生物による生分解性の測定
18	pH計/イオン計	12	溶液の水素イオン濃度の測定（酸性、アルカリ性）
19	X-Y記録計	1	測定値の記録
20	記録計	1	測定値の記録
21	コピー機	1	資料等の作成用
22-1	電気炉	1	重量分析、物質の灰分測定
22-2	電気炉	3	同上
22-3	電気炉	1	同上
22-4	電気炉	1	同上
23	冷凍乾燥機	1	試料等の調製
24	圧搾抽出機	1	植物の根等の物理的な抽出による試料作成
25	表面積測定器	1	活性炭、セラミック等の物質の表面積測定
26	微量定量ポンプ	4	液状試料測定用ポンプ
27	回転式多段向流法分配クロマトグラフ	1	生理活性物質等の分離精製
28	遠心分離機	1	溶液中の物質の濃縮、分離
29-1	化学天秤	6	物質の質量測定
29-2	化学天秤	18	同上

表-16 計画機材リスト及び用途(続き)

コード番号	機材名称	数量	用途
30-1	ロータリーエバポレータ	6	試料の濃縮
30-2	ロータリーエバポレータ	1	同上
30-3	ロータリーエバポレータ	1	同上
31	ガラス加工用機材	1	ガラス器具類の作製、修理
32	熱量計	1	物質の熱量測定
33	ストップフロー装置	1	溶液中の無機物質の定量
34	窒素酸化物測定装置	1	環境保全のための大気中の窒素酸化物測定
35	円偏光二色性旋光分散計	1	光学活性物質の同定、定性・定量
36	電導度計	5	溶液の導電率の測定
37-1	マントルヒータ	4	試料濃縮等のための受け器の加熱用
37-2	マントルヒータ	4	同上
37-3	マントルヒータ	4	同上
37-4	マントルヒータ	4	同上
38-1	真空ポンプ	3	真空状態保持用、試料の常温乾燥用
38-2	真空ポンプ	3	同上
38-3	真空ポンプ	4	同上
39	オートクレーブ	1	試料、器具等の加熱殺菌用
40-1	電子上皿天秤	7	試料の質量測定用
40-2	電子上皿天秤	6	同上
40-3	電子上皿天秤	6	同上
41	教育用ビデオセット	1	分析手法等学生への視覚教育用
42	電圧計	12	電圧の測定
43-1	粘度計(ブルックフィールド型)	1	物質資の粘度測定
43-2	粘度計(セイボルト型)	1	同上
44	アッベ屈折率計	1	物質の屈折の測定
45	融点測定器	3	物質の融点測定用
46	偏光顕微鏡	1	鉱物、岩石の薄片の観測
47	製氷機	1	有機合成、化学分析等の実験用
48	オーバヘッドプロジェクト	4	講義用
49	スライドプロジェクト	2	講義用
50	ウェインカーブリッジ	1	物理化学実験用
51	マルチメータ	2	電気測定
52-1	抽出機(ソックスレー式)	3	試料中の添加物質の分離用
52-2	抽出機(ソックスレー式)	3	同上
53	ホットプレートスターラ	10	化学分析実験における加熱用
54	ホイートン微量昇華ガラス器具	1	昇華物質等の精製など
55	磁気天秤(ガイ式)	1	物質中の鉄等の磁性体の測定

(2) 主な機材の仕様

主な機材についての仕様を次に示す。

表-17 主な機材の仕様

機材名称	仕様
フーリエ変換核磁気共鳴装置	400MHz, 5mm- ¹ H/ ¹⁹ F/ ¹³ C/P 4 核検出器, 5mm-インダクト検出器
ガスクロマトグラフ質量分析装置	GC-MS(インターフェイスユニット, イオンソース), ガスクロマトグラフ, データシステム, 冷却水装置
フーリエ変換赤外分光光度計	分解能: 0.0026cm ⁻¹ , ラマン散乱光装置, 顕微分光装置, 検出器
紫外・可視分光光度計	波長: 190-3200nm, 分解能: 0.1nm, 150mm積分球
紫外・可視分光光度計	波長: 190-900nm, 分解能: 0.1nm
ガスクロマトグラフ	GC本体(カラム, 試料気化器, FPD, ECD検出器), GCワークステーション
ガスクロマトグラフ	GC本体(カラム, 試料気化器), GCワークステーション, インテグレータ
高速液体クロマトグラフ	HPLC本体(紫外可視分光・蛍光光度計検出器, カラムオーブン), データシステム
高速液体クロマトグラフ	HPLC本体(紫外可視分光光度計検出器, カラムオーブン), データシステム
蛍光分光光度計	波長: 200-1200nm ±2nm, カラ-CTR, 150Wキセノンランプ
原子吸光光度計	AA本体(光源, 操作コントロール部), アトマイザー, 冷却水送水装置
原子吸光光度計	AA本体, C ₂ H ₂ , H ₂ O 用減圧器, 冷却水送水装置
ポーラログラフ	電圧幅0-±3900mV, 速度 0.5-2000mV/sec, パルス間隔 0.1-9.9sec
熱分析装置	DSC(-140-550°C, 検出感度15μW), TGA(室温-1,750°C), DTA
液体窒素製造装置	吸着ベツト 2基, バッファタンク100L, 冷却装置, 受タンク
液滴向流方分配クロマトグラフ	流量0.05-3.4ml/分, 圧力3MPa, 温度調節: 室温 -50°C
フーリエ変換赤外分光光度計	波数範囲 4600-400 cm ⁻¹ , ミラー走査速度 2-9mm/sec
イオンクロマトグラフ	サーマルスタビライザ, オートオフセット, 検出器
電気炉	最高温度: 1450°C, 炉内容積: 361cm ³
回転式多段向流法クロマトグラフ	流量: 0.25-2.5l/sec, 使用圧: 5Kg/cm ² , カラム回転数: 0-100rpm
ガラス加工用機材	ガラス旋盤, 電気炉, 歪み検査器
ストップフロー装置	シリカミクロセル: 22.5μl, 温度範囲: 0-60°C, タングステン, キセノン等光源
窒素酸化物測定装置	測定範囲: 0-1000ppm, 採取量: 1l/min, 再現性: ±1%
円偏光二色性旋光分散計	波長範囲: 170-800nm, バンド幅: 0.2-2nm, スキャニング幅: 1-5000nm/min
オートクレーブ	圧力: 2kg/cm ² , 容量: 5l, 温度: 300°C
磁気天秤(グイ式)	測定範囲: 50g, 読取精度: 0.1μg

4. 3. 3 機材配置計画

新校舎、既存校舎に設置する計画機材の各分野の配置表及び計画機材の配置図は、資料編として巻末に添付した。(資料-14)

4. 4 実施計画

4. 4. 1 事業実施体制

本計画の機材整備に係る事業実施はジ大化学科が担当する。

日本国政府とジンバブエ国政府の間で交換公文が締結された後、本計画の詳細設計及び施工監理は日本のコンサルタントが、機材の供給及び据付工事は日本の商社がそれぞれジ国政府と契約し実施する。

4. 4. 2 事業負担区分

本計画はジ大化学科の既存校舎の改修と接続する新校舎建設に対応した、教育・研究機材の整備計画である。本計画の事業実施範囲を、日本国側負担事業とジ国側負担事業に分けて次に示す。

表-18 事業業務負担区分表

業 務 内 容	日 本 国 側	シ 国 側
① 機材		
1) 機材調達	○	
2) 機材据付工事	○	
3) 試運転調整	○	
4) 使用方法の指導	○	
② 設備工事		
1) 一次側電気配線工事		○
2) 機材への電源接続工事	○	
3) 給排水整備工事		○
4) 空調・換気設備工事		○
③ 機材保管場所の確保		○
④ 輸送・通関業務		
1) シ国までの機材輸送	○	
2) 通関業務	○	
3) 免税措置		○
⑤ B/A手続きと手数料の支払い		○
⑥ 本業務に係わる日本人の出入国・ 滞在に必要な手続き上の便宜		○
⑦ 供与機材の適切効果的な運用管理		○
⑧ 無償資金に含まれない関連業務に 係る全ての費用負担		○
⑨ 本業務実施に必要な認可手続き		○

4. 4. 3 施工計画

(1) 施工上の留意点

本計画が我が国の無償資金協力によって実施されることを考慮し、本計画の施工にあたっては以下の点に留意する。

- ① ジ国側の工事による建物・設備と据付機材との間の整合性に留意する
- ② ユーティリティの内容と設備工事における責任分担を明確にし、効率かつ円滑な施工に留意する
- ③ 機材の輸送・搬入・据付工事にあって、機材・人員の事故防止に留意する
- ④ 施工の各過程において、ジ国側・コンサルタント・機材納入業者の間の意思疎通を図り、それぞれの良好な関係を維持する

(2) 施工管理上の留意点

本計画の施工監理にあたっては、ジ国政府関係者及びジ大化学科と十分な協議を行い、綿密な設計管理計画を策定する。 施工管理上の留意点は以下の通りである。

- ① 機材の据付工事を円滑に進めるために、実施計画段階からジ大化学科との間で具体的な施工内容について綿密な調整を図る。 特にジ国側工事である建物・設備が機材の設置条件を満たすよう情報交換を行い、設備状況・施工内容・工程等について十分な現地調査を行う。
- ② 機材納入・据付工事に関して納入業者との間で実施計画を十分に検討し、調達計画・機材使用・工程計画の妥当性を判断する。
- ③ 調達機材の輸送に先立ち、十分な機材の事前検査を行う。
- ④ 機材引渡しに際しては機材仕様が設計要件を満たし、設置内容が適切で試運転結果が良好であり、ジ国側への使用法指導が適切に行われたことを確認する。

4. 4. 4 実施工程

本計画の実施工程は次の通りである。

表-19 事業実施工程表

月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
実施設計	— (現地調査)											
 (国内作業・詳細設計・入札図書)											
	— (現地確認)							(計 3.0ヶ月)				

月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
機材調達 輸送 据付・引渡し (調達・製造・梱包・検査)											
 (据付・試運転調整・						)				
 (計 9.5ヶ月)										

4. 4. 5 概算事業費

本計画を我が国の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、約6.99億円となり、先に述べた日本国側とジ国側との負担区分に基づく双方の事業費内訳は(3)積算条件を基に次の通り見積られる。

(1) 日本国側負担事業費

事業費区分	金額
機材費	6.40 億円
設計管理費	0.59 億円
合計	6.99 億円

(2) ジンバブエ共和国側負担事業費

なし。

(3) 積算条件

- | | |
|-----------|---------------------------------------|
| ① 積算時点 | 平成5年10月 |
| ② 為替交換レート | 1 US\$ = 106.00 円
1 Z\$ = 16.225 円 |
| ③ 施工期間 | 事業実施工程表に示す通り |
| ④ その他 | 本計画は日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施されるものとする |

