（5）産業工学実習機材

対象校は3校あり、以下の機材の選定を行う。

- 経営管理・生産管理、統計工学実習機材（映写機、暗幕、スライド映写機など）
- 生産設計実習機材（ドラフター、透視用トレース台など）
- 工場計画実習機材（レイアウトモデル、機械モデル、テンプレートなど）
- 作業工学実習機材（マイクロ、クロノメーター、ストップウォッチなど）
- 生産人間工学実習機材（ビデオ、テープレコーダー、ストップウォッチなど）

（6）鉱山工学実験機材

対象校は2校あり、以下の機材の検討を行う。

- 岩石、鉱物観察及び分析機材（岩石切断機、トリマー標本グラインダー、顕微鏡など）
- 石油分析機材（粘度計、アニリン試験機、アスファルト貫入試験機など）
- 探鉱実験機材（電気探査装置）

3.3.5 維持管理計画

（1）維持管理体制

本計画実施後の機材の維持は、対象学科がすでにカリキュラム、実習科目を有している既存の学科であるから、現在の学科の学部長、学科長及び教官により行われる。対象大学の各学科はこの他、各実験室に室長及び平均4～5人の実験補助者を有しており、維持管理は人員的には現行制度の延長線上の組織で行われる。

又、教官数は対象大学に於いて、学生数の1/10～1/20であるが、本機材の選定方針がS－1グレードの基礎実験機材の選定であるので、実験遂行には現教官の定員増は必要ないと考えられる。

むしろ、先に述べた上位レベルの計画すなわち高等教育開発計画、さらには第五次5ケ年計画で約60%以上の教官拡充計画が実行されることになっており、この意味で人員の問題はまったくないといえる。

（２）維持管理費

従って、本計画による機材供与に対する対象11大学の維持の問題は本計画が実施に移された場合に追加される機材に対する予備品の購入を含めたメンテナンス費用、光熱費が対象11大学工学部の維持管理費の増分となる事である。
前にも述べたように、本計画で整備される機材はＳ－１グレードの学生実験用機材で、基礎実験機材、消耗品を含む共通的機材が多く、電子回路を含む高度な機材、分析計ではない為、メンテナンス費用増加は微々たるものであり、学生実験である故に過大の電力、エネルギー、用水を使用する機材は非常に少ない。具体的な値は第４章の基本設計で検討されるものとし、前提条件としては学生１名年間当りの増分を以下のように設定する。

土木工学実験機材：Rp 1,000-3,000
機械工学　〃　：RP 2,000-5,000
電気工学　〃　：RP 1,500-3,500
化学工学　〃　：RP 1,000-2,000
産業工学　〃　：Rp　200-　500
鉱山工学　〃　：RP　500-1,000

以上の値が同じ学科で範囲をもっている理由は、対象大学により現有機材並びに多国間、２国間援助計画による供与により機材保有量が異なるからである。
上記の値は、国立大学に於いて学生が支払っている教育・実習費が年間当り100,000ルピアであることを配慮しても、増分割合はせいぜい５％であるし、機材の不足している大学がバンドン工科大学で実習することによる費用100-150万ルピアを配慮すると大幅な便益となっている。
以上、ＤＧＨＥからの要請を基礎として、現地調査を通して固められた計画の概要を述べたが、以下に本計画の基本設計を行う。

表3－3（1）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
I．測量実習	1.1　距離測量	鋼巻尺を用いて、1/10000 程度の精度を要する平たん地の距離を測定する。	鋼巻尺、布巻尺、ポール、測標板（またはくい）、ハンマー、スプリングバランス、グリップハンドル、温度計
	1.2　精密距離測量	三角測量の基線など、高い精度を要する距離を測定するため。	基線測定用鋼巻尺、トランシット、ポール、標尺、布巻尺、くい（中間ぐい、支持ぐい）、ブリキ板、スプリングバランス、グリップハンドル、レベル、温度計、くぎ（大、小）、かけや、金づち
	1.3　角測量	トランシット（あるいはセオドライト）を正しく据えつけること、そして角度の測定の仕方を修得する。	トランシット（あるいはセオドライト）、三脚、測量くい、かけや、くぎおよび金づち、野帳、筆記具
	1.4　トラバース測量	距離ならびに水平角を測定して、測点の求めるトラバース測量の外業を修得する。	トランシット（あるいはセオドライト）、鋼巻尺、ポール、測量ピン、温度計、くい、かけや、マジックインク類、くぎおよび金づち、野帳、筆記具
	1.5　オフセット測量	地形図に目的物の位置と大きさを記述するため、基準となる線から直角に目的物までの距離の測定する必要がある。その測定の仕方を修得する。	布巻尺、ポール、チョーク、野帳と筆記具
	1.6　平板測量	平板を側転に正しく据えつけ、器具の使い方を修得する。	平板および三脚、アリダード、求心器、磁針箱、測量針、ポール、野帳、筆記用具
	1.7　水準測量	レベルの据えつけ方、調整の仕方、使い方を学び、ある地点までの高さを測定する。	レベル（チルチングレベルまたはオートレベル）、標尺（2）、標尺（2）、布巻尺、くい、かけや、ポール、野帳、筆記用具
	1.8　スタジア測量	トランシットや眼鏡アリダードなどの望遠鏡に張られたスタジアヘヤーを利用して、ある点に立てたスタッフの目盛りを読み、その点までの距離や高低差を求める。	トランシット、標尺、布巻尺、野帳、筆記具
	1.9　三角測量	距離測量、角測量などに実習した基本測量を適用して、三角測量の作業を総合的に修得する。	距離測量、角測量で使用した器具
	1.10　写真測量	反射実体鏡を用いて、航空写真を正しく実体視するための操作および写真上の各対応点を移写して、刺針する方法を修得する。	反射実体鏡、航空写真、スケールと定規、測撮針、文鎮、視差測定かん
II．土質実験	2.1　含水量試験	土の性質の基本となっている、土の中の含水量を求めるために行う。土に含まれる水分を定量的に知ることは、土の工学的な判断をするうえで重要である。	デシケータ（塩化カルシウム、シリカゲルなどの乾燥剤を入れること）、容器バサミ、容器（ヒョウ量ビン、シャーレ、時計ザラ等ふた付きのもの）、ハカリ（ヒョウ量 100 g、感量0.01 g（試料少量のとき）、ヒョウ量 100～1000 g、感量 0.1 g）、恒温乾燥炉（温度を 110 ℃に保ちうるもの）

表3－3（2）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	2.2　単位体積重量	土の単位体積重量（土の密度）を求めるために行う。単位体積重量は、地盤の締まり具合の推定あるいは土圧、支持力、斜面安定及び基礎地盤の沈下などの設計計算に必要な土の自重算定に用いられる。	トリマー、ワイヤーソー、マイターボックス、ストレートエッジ、厚板ガラス、ヘラ、ノギス（精度 1/20 ㎜）
	2.3　土粒子の比重試験	土塊の骨組みを作っている土粒子群の平均的な比重。土の基本的性質である間隙比、飽和や土の締め固めの程度を求めるのに必要。	比重ビン（３個）、ハカリ（ヒョウ量 200ｇ、感量 0.001ｇ）、温度計（単位目盛り 1℃）、電熱器、バット、蒸発ザラ、デシケータ、恒温乾燥炉、漏斗、蒸留水
	2.4　液性限界試験	土のコンシステンシーのうち、液性限界を求めるのに行う。液性限界は土が液状を示す最小の含水比である。細粒土の判別分類及び土の工学的性質を判断するのに重要である。	駅制限界測定器、ミジキリ、ヘラ、キッチンエイド（試料を黄銅ザラからすくい取るヘラ）、ガラス板（厚め）、噴霧器、布、含水量測定用具
	2.5　塑性限界試験	土のコンステンシーのうちで塑性限界を求めるために行う。塑性限界は、土の塑性状態と半固体状態の限界を示す含水比。細粒土の判別分類や土の工学的性質の推定に利用される。	スリ板ガラス、噴霧器、ヘラ、布、練り合わせようガラス板、容器（ふた付きヒョウ量ビン）直径３㎜棒、含水量測定用具
	2.6　粒度試験	土粒子の大きさの分布状態を重量百分率で表したもの。粒土は、粗粒土の判別分類、および土の工学的性質を判断するのに用いられる。	ハカリ、分散装置、比重浮標、メスシリンダー、フルイ、ビーカー、恒温水槽、過酸化水素６％溶液、ケイ酸ナトリウム溶液（比重1.023/15℃）、ハケ、時計およびストップウォッチ、注水ビン、温度計、含水量測定用具
	2.7　透水試験	土の透水性の指標である透水係数を求める。アースダム、河川堤防、干拓堤防等の堤体や基礎地盤中への水の浸透、あるいは地下水位以下に設けられた構造物におよぼす揚圧力を求め、堤体、排水溝その他構造物を設計、施工するために必要。	定水位透水試験容器（モールド）、上面越水口、水槽（底部の定水位を与える）、金網、試料水浸用水槽、試料入れ（バット）、突固め棒、メスシリンダー、ノギス、ストップウォッチ、スケール、温度計
	2.8　圧密試験	圧密定数を求めるために行う。圧密とは、水で飽和した粘性土に荷重を加えるとき、間隙水が排出されて起こる体積減少。粘性地盤上に荷重が作用したとき、地盤の沈下量沈下速度を解析するのに用いる。	圧密試験装置（圧密箱、載荷装置、重スイ、圧密箱支持台から構成）、供試体作成用具（デシケータ、トリミング用リング、押し込み用具、ワイヤーソースレートエッジ、ヘラ、ストップウォッチ、時計、ゴム手袋、ビニールシート、蒸発ザラ、時計ザラ、ロ紙）
	2.9　一面剪断試験	土の剪断強さより、強度定数（粘着力ｃ、内部摩擦角φ）を決定する。この結果を土圧計算、斜面安定計算、構造物基礎の支持力計算などに利用する。	ひずみ制御式一面剪断試験機（剪断箱（供試体寸法：直径６㎝、厚さ２㎝）、垂直力載荷装置、剪断力載荷装置、検力針（容量 100～ 300kg、感度はその 1/200 以下）、垂直変位用ダイヤルゲージ（働長 100㎜以上、1/100～ 1/200㎜読み）、ロ紙、（直径60㎜）、含水量測定用具および供試体作成用具

表3－3（3）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	2.10　一軸圧縮試験	粘性土の一軸圧縮強さと鋭敏比を求めるために行う。この結果より粘着力を求め、基礎地盤の支持力計算、斜面の安定計算に利用する。	ヒズミ制御方式一軸圧縮試験機（検力計、検力計用ダイヤルゲージ、圧縮版、圧縮用ハンドル、圧縮量測定用ダイヤルゲージ）、供試体作成用具（マイターボックス（大、小）、ストレートエッジ、ノギス、ヘラ、ワイヤーソー
	2.11　三軸圧縮試験	土の剪断強度定数（粘着力c、内部摩擦角φ）を求めるために行う。供試体を、実地盤に近い応力状態および排水状態で試験ができるため、他の剪断試験と比較して信頼できるデータが得られる。	三軸圧縮試験装置（検力計、圧縮量測定用ダイヤルゲージ、圧力室、供試体、ピストン、ビューレット、圧力計）供試体作成用具
	2.12　締固め試験	路床、路盤、築堤などの土構造物の安定を保つためには、締固めることが重要。そのため、一定の方法で締固め、もっとも良く締まる含水量（最適含水比）のときの土の密度（最大乾燥密度）を求める。	2.5kgランマー、4.5kgランマー、10cmモールド、15cmモールド、バット、噴霧器、標準フルイ（38.1cm、25.4mm、19.1mm、12.7mm、4760μ）、試料押し出し器、ハカリ、ストレートエッジ、含水量測定用具
	2.13　室内ＣＢＲ試験	ある貫入量に対する試験荷重強さを、その貫入量に対する標準荷重強さで割り、百分率で表示したものをＣＢＲと定義している。舗装厚の設計や地盤の支持力を判定するのに用いる。	モールド、カラーおよび有孔底版、スペイサーディスク、ランマー、貫入ピストン（φ50mm、長さ200mmの鋼製円柱）、載荷装置（能力5t、貫入早さ1mm/min）、検力計、軸付き有孔版、荷重版（重量：1.25kg、鉛性のもの4個以上）、膨脹量測定装置、試料押し出し器、カッター、ストレートエッジ、ハカリ（ヒョウ量20kg、感量10ｇ）、フルイ（19.1mm、4760μ）、含水量測定用具、混合用具（バット、噴霧器）、メスシリンダー（500mlないし1000ml）、水槽、スプーン、ロ紙、ストップウォッチ
	2.14　標準貫入試験	ボーリング孔を利用して、現位置で土の硬軟、締まり具合の指標であるN値を求めるために行う。最近では地盤の性状に関するほとんどの事項がN値から推定できるようになっており、土質調査のボーリングと併用して行われている。	標準貫入用サンプラー、ノッキングヘッド、ハンマー、トンビ、ボーリングロッド、パイプレンチ、折れ尺、野帳、チョーク、試料ビンおよび試料箱、ボーリング用やぐら
	2.15　静的コーン貫入試験	円錐形のコーンを地中に貫入させて、そのときの深度と貫入抵抗の関係を測定し、深さ方向の土層の性状を調べる。土層の硬軟、砂土の締まり具合、土層の配列、地盤改良の効果、圧密による強度増加の判定などに利用されている。	オランダ式二重管コーン貫入試験機（圧入、引き抜き装置、先端コーン、ロッド、計測装置（圧力計あるいは検力計）、固定装置（スクリューアンカー）
	2.16　現場ベーン試験	土中から土の試料を採取することなく、現位置で粘土の剪断強さを測定するために行う。粘土が特に軟弱なとき、サンプリングや供試体成形時に乱されたりして、現位置の強度が失われることがある。そのような問題を解決する良い方法である。	ベーンおよびベーンシャフト、ロッド、ケーシング、測定台（ハンドル、検力計、回転目盛り円盤）、ケーシング引抜機

表3－3（4）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	2.17 現場ＣＢＲ試験	現場で貫入試験を行い、ＣＢＲ値を求める。ＣＢＲ値は、ある貫入量に対する試験荷重強さの、その貫入量に対する標準荷重強さに対する比を百分率で表示したものである。舗装厚の設計や地盤の支持力判定に用いる。	荷重（トラック等）、球座、スクリュージャッキまたはオイルジャッキ、検力計、貫入ピストン、ダイヤルゲージ、ダイヤルゲージ取りつけ具、荷重版（半円形鉛板、重量1.25kg 4枚以上）、架台、乾燥砂
	2.18 平板載荷試験	現位置で、剛性の載荷板に荷重を作用させ、荷重と変位の関係を求める。その関係から、基礎地盤の支持力や地盤係数、または路床・路盤の地盤係数を求める。	載荷板（厚さ22mm以上の鋼製の円盤、直径は30cm、40cm、75cm）、圧力装置、載荷装置（5～40ｔの容量の油圧ジャッキ）、沈下量測定装置
	2.19 現場透水試験	帯水層の透水性を調査するために現場で行う。建設現場において地下水対策を考える場合重要な役割を果している。	揚水井、観測井、揚水ポンプ、水位測定器、揚水量測定器（容積の分かっている容器）、ストップウォッチ、温度計、レベル
	2.20 現場における土の単位体積重量	現場において土の単位体積重量を直接求めるために行う。その結果を路床、路盤、土構造物などの締まり具合を推定し、設計および施工管理などに利用する。	ジャー（容量役４ℓ）、アタッチメント、ベースプレート、厚板ガラス、ゴムリング、ピクノメータトップ、バルブガイド、漏斗、スレートエッジ、はけ、温度計、含水量測定用具
	2.21 ボーリング	(1)機械器具を用いて地中に孔をあけ、掘進の速度と掘削中の反応、掘りくずをできるだけ乱さない状態で採取した代表試料などから、地盤の成層を知るとともに、構成する土または岩を観察する。 (2)乱さない試料の連続採取や孔内現位置試験または地下水位測定などのために、適切な孔を掘る。	オーガボーリング、ロータリーボーリング、ウォッシュボーリング、パーカッションボーリング等種々のボーリング機が存在する
	2.22 シンウォールサンプリング	ボーリング孔底下の地盤に薄肉チューブを押し込んで、中に入ってくる土を試料として採取する。主に軟らかい粘土を対象とする。	サンプリングチューブ、サンプラーヘッド一式、ピストン一式、ピストンエキステンションロッド、ボーリングロッド、ピストン分解用スパナ、ピストン回収用ハンドル、ボールコーン、チェーン、ターンバクル、ピストン固定用カップリング
Ⅲ．コンクリート実験	3.1 セメントの比重試験	コンクリートの配合設計、その他の試験等でセメントの比重が必要。またセメントの比重から未知のセメントの種類をある程度推定可能、更にセメントの風化程度の目安になる。	ルシャテリエ比重びん（１目盛りの誤差が 0.025cc以下のもの）、はかり（ヒョウ量 200ｇ、感量 0.1ｇ）、恒温水槽（比重びんを入れて20±２℃以内の一定温度に調整可能）、完全に脱水した灯油あるいは軽油、温度計、蒸発皿、乾燥した布と針金等
	3.2 セメントの粉末度試験	セメントの程度を調べる。セメントの粉末度は、セメント、コンクリートの性質を左右する物理的な重要因子であり、モルタル、コンクリートの諸性質の予測を可能にする。	ブレーン空気投下装置一式、はかり（ヒョウ量 100ｇ、感量 1mg）、マノメータ液、ストップウォッチ、時計皿、篩、さじ、試料びん等
	3.3 セメントの凝結試験	セメントを水と練り混ぜたのち、凝結開始する始発時間と凝結終了の終結時間を測定。セメントの凝結過程が短すぎても、長すぎても、実際工事において不都合を生じる。	ビカー針一式、はかり（ヒョウ量 1kg、感量 1ｇ）、モルタルこね混ぜ用はちおよびさじ、メスシリンダー（容量 200cc、最小目盛り 1cc）、ガラス板、ナイフ、時計、湿布

表3－3（5）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	3.4 セメントの安定性試験	セメントが不安定であると、それを使用したコンクリートに膨張性ひび割れまたは反りを起こし、構造物の耐久性を害する原因となる。そのためセメントが安定であるかどうかを調べる。安定性の尺度は、セメントの硬化中の容積膨張の程度である。	煮沸試験装置一式、はかり（ヒョウ量 1kg、感量 1g）、メスシリンダー、こね混ぜ用はちおよびさじ、ガラス板、時計（秒針付き）、湿気箱（湿度20±3℃、湿度80%以上に保てるもの）
	3.5 セメントの強さ試験	結合材としてのセメントの結合力発現の程度を調べる。セメントの品質検査であり、そのセメントを用いたコンクリートの強度の目安を得る。	練り混ぜ用器具、フロー試験器具（フローテーブル、フローコーンおよびつき棒、ノギス、モルタル除去用ゴム製かき板）、供試体作成用具（モルタル供試体成形3連型枠、つき棒、鉱油塗付用はけ、木づち、ストレートエッジ、竹ベラ）、養生設備（湿気箱（湿度20℃、湿度80%以上）、水槽（20±3℃））、ミハエリス2重テコ型曲げ強さ試験機、自動はかり（ヒョウ量10kg、感量10g）、支点刻線定規、圧縮試験機（容量20t, 10t, 5t, 2t の4種の変更できるもの）、小型水槽（養生水槽から出した供試体を試験するまで浸水しておく容器）
	3.6 骨材のふるい分け試験	骨材の粒土、粗粒率、粗骨材の最大寸法などを求めるために行う。骨材の適否、各種の骨材の適当な割合の決定、コンクリートの配合設計、骨材の品質管理などに必要。	はかり（試料全重量の 0.1%以上の精度を持つもの）、試料分取器、標準ふるい（0.15, 0.3, 0.6, 1.2, 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100 mm）、ふるい機、乾燥器
	3.7 細骨材の比重および給水率試験	(1)細骨材の一般的性質を判断し、またコンクリートの配合設計における細骨材の絶対容積を知るために行う。 (2)細骨材の給水率試験は、細骨材粒内部の空隙の程度を示し、コンクリートの配合設計において、使用水量を調節するために行う。また骨材の良否の目安になる。	はかり（ヒョウ量 1kg、感量 0.1g）、 フラスコ（容量 500cc、20℃で）、 表面乾燥状態測定用フローコーンおよび突き棒（質量 340±15gで一端の直径25±3mmの円形断面のもの）、試料分取器、水槽、乾燥器、デシケータ、ピペット、漏斗
	3.8 粗骨材の比重および給水率試験	(1)粗骨材の一般的性質を判断し、またコンクリートの配合設計における粗骨材の絶対容積を知るために行う。 (2)粗骨材の給水率試験は、粗骨材粒の空隙を知ったり、コンクリートの配合設計において、使用水量を調整するために行う。また骨材の良否の目安になる。	はかり（ヒョウ量 5kg以上で、感量 0.5g以下のもので、水中における見かけの重量を量れるもの）、金網かご（3mm目以下の金網でできた直径20cm、高さ約20cmのもの）水槽、乾燥器、デシケータ
	3.9 単位容積質量および実績率試験	コンクリートの製造、配合の決定、現場における骨材計量などに必要なために行う。	はかり（試料全質量の 0.2%以上の精度を持つもの）、単位容積質量測定容器、突き棒、乾燥器
	3.10 細骨材の表面水率試験	細骨材の表面水がモルタルやコンクリートの混合用水に及ぼす影響を知り、これを調整するために行う。	はかり（ヒョウ量 2kg以上で感量が 0.5g以下のもの）、チャップマンフラスコ（容量は軽くもった場合の2～3場目なければならない。目盛りは 0.5ccまで読めるものとする）、ピペット
	3.11 コンクリートのスランプ試験	フレッシュコンクリートのコンシステンシーを測定する方法であって、コンクリートのワーカビリチーを判定する一手段として広く用いられている。	スランプコーン、突き棒（直径16mm、長さ50cmの丸鋼で先端を半球状にしたもの）、スランプ測定器、水密性平板、小スコップ、こて

表3－3（6）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	3.12　フレッシュコンクリートの空気量試験	コンクリートの空気量はコンクリートの諸性質（耐久性、強度、水密性、単位容積質量など）に大きな影響を及ぼす。そこでフレッシュコンクリートにおいて空気量を測るためにこの試験を行う。	ワシントン型エアーメータおよび付属品一式、突き棒（直径16mm、長さ50cmの丸鋼）、木づち、小スコップ
	3.13　コンクリートの圧縮強度試験	(1)任意の配合のコンクリートの圧縮強度を知り、かつ所要強度を得るのに適した配合を選定する。 (2)材料（セメント、骨材、水、混和剤など）が使用に適するかどうかを調べ、所要の諸性質を持つコンクリートを最も経済的に造りうる材料を選定する。 (3)圧縮強度を知り、他の諸性質（曲げ強度、引っ張り強度、弾性係数など）の概略を推定する。 (4)コンクリートの品質管理に用いる。 (5)実際の構造物に施工されたコンクリートの品質を知り、設計に仮定した圧縮強度その他の性質を有するかどうかを調べる。また、型枠の取りはずし時期、プレストレスの導入時期を決定する。	供試体製造用型枠（直径15cm、高さ30cm）、 突き棒（直径16mm、長さ50cmの丸鋼）、 キャッピングガラス、こて、ノギス、小スコップ、 コンクリート練り混ぜ装置一式、圧縮試験機、
	3.14　コンクリートの引っ張り強度試験	コンクリートの円柱供試体を横に据え、その直径の両端に集中荷重を作用させ引っ張り強度を求める方法である。引っ張り強度は、直接曲げを受けるコンクリート道路床版、水槽などにおいて極めて重要である。	供試体製造用型枠（直径15cm、高さ30cm）、 突き棒（直径16mm、長さ50cmの丸鋼）、 キャッピングガラス、こて、ノギス、小スコップ、 コンクリート練り混ぜ装置一式、圧縮試験機
	3.15　コンクリートの曲げ強度試験	コンクリートのはりに曲げモーメントを作用させて破壊し、その引張側に生じる曲げ引張応力を求める方法である。	供試体製造用型枠（直径15cm×15cm、高さ53cm以上）、 突き棒（直径16mm、長さ50cmの丸鋼）、 スケール、こて、ノギス、小スコップ、 コンクリート練り混ぜ装置一式、圧縮試験機
	3.16　コンクリートの配合設計	構造物に必要な強度、耐久性、水密性などを備え、かつ作業に適するワーカビリチーを持つ範囲内で単位水量をできるだけ少なくなるように定める。	ミキサ（容量が50～100ℓ程度の可傾式、またはかた練り用には強制練りミキサ）、はかり、材料容器、スコップ、練り板、スランプ試験器一式、 エアメーター一式、供試体製造用型枠、養生装置、強度試験装置
Ⅳ．舗装実験室	4.1　アスファルトの針入度試験	固体あるいは半固体のアスファルトのコンステンシーを測定するために行う。アスファルトのコンシステンシーは、その中に針が貫入する程度によって示し、針入度として表す。	針入度試験器（針入度計、標準針、試験容器、ガラス皿）恒温水槽、温度計、ストップウォッチ
	4.2　アスファルトの軟化点試験	アスファルトが高温に接した時、軟化し始める温度を確かめるために行う。軟化点はアスファルトの軟化する温度を表すもので、試料を規定条件のもとで加熱した時、試料が軟化し始め、規定距離垂れ下がった時の温度で表す。	軟化点試験器一式（環、球、球案内、環台、加熱浴、温度計、加熱器、金属板）、ストップウォッチ、恒温水槽、成形用黄銅板、成形用ナイフ、ピンセット

表3－3（7）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	4.3 アスファルトの伸度試験	アスファルトの延性を調べるために行う。アスファルト試料を一定の速さで引張ったとき、試料が切れるまでに伸びる長さ（cm）を伸度とし、これを延性の目安としている。	伸度試験器一式（伸度試験器、型枠、金属板、温度計等）恒温水槽、ナイフ
	4.4 アスファルトの引火点試験	アスファルトは、使用に適した流動性をうるために加熱して使用する。その際、引火の危険があるので、その限界の温度を求めるために行う。	引火点試験器一式（試料カップ、加熱板、加熱板支持器、加熱器、温度計、温度計保持器、試験炎ノズル）、風よけ、ストップウォッチ
	4.5 エングラー度試験	アスファルト乳剤が、散布または混合されるときに必要な粘性を有するかどうかを調べる。エングラー度は、乳剤の粘性を表すもので、規定温度において規定量（50cc）の試料が流出口から流出するのに要する時間と、同じく蒸留水が流出するに要する時間との比を持って表す。	エングラード試験器一式（エングラー計、温度計、木せん、加熱器、受器）、恒温水槽、ストップウォッチ、こし器（840μmふるい）
	4.6 マーシャル安定度試験	舗装用アスファルト混合物が荷重を受けたとき変形に対して抵抗する程度、すなわち安定度を求めるために行う。骨材の最大粒径が25mm以下の加熱混合式アスファルト化合物を締め固めて円柱形供試体をつくり、その密度、空隙率などを求め、さらに破壊時の荷重と変形量を求める）	供試体抜き取り器、マーシャル試験器（載荷試験機、載荷ヘッド、ひずみリング、フロー計）、型枠（内径101.6mm、内高76.2mmの円筒、底板、カラー）、締め固め用ハンマー、締め固め台、モールドホルダー、加熱装置一式（乾燥炉、加熱板、ガスこんろ、ガスバーナー）、恒温水槽、アスファルトミキサ、標準ふるい（0.074, 0.15, 0.3, 0.6, 2.5, 5.5, 13, 20, 25 mm）、温度計（200℃）、スコップ、手袋（ゴム、綿）、骨材加熱用容器、アスファルト加熱容器、はかり（容量 5kg以上、感量 1.0g以下）
	4.7 アスファルト混合物の抽出試験	アスファルトが設計どうり含まれているかどうかを調べるため、抽出試験によってアスファルト含有率を測定する。アスファルト混合物の品質管理および検査上重要試験である。	抽出試験器一式（はち、遠心分離器）、乾燥炉、はかり（ヒョウ量 5kg、感量 0.5g以下）、フィルターリングまはたろ紙、分析用はかり、灼熱ざら（容量125cc）、メスシリンダー（容量2000cc）、蒸気浴そう、ガスバーナー、デシケータ、バット、ビーカ、へら、ハンドスコップ、はけ等
	4.8 アスファルト混合物の配合設計	安定性、たわみ性、すりへり抵抗性、耐久性、施工性に優れたアスファルト混合物の配合設計を行う。通常配合設計は、マーシャル安定度試験法を用いる。また、アスファルト混合物は、アスファルトプラントで加熱混合式により、粗骨材、細骨材、フィラーおよびアスファルトを混合して作っている。	マーシャル試験装置一式
	4.9 すりへり試験	試料粗骨材がすりへり抵抗を要求されるコンクリートに使用可能か否かを判定するために行う。	はかり（ヒョウ量 5kg以上、感量 1g程度）、標準ふるい一式（1.7, 2.5, 5.10, 15, 20, 25, 40, 60, 80mm）、鋼球（直径約1.74cm、重量 390～445gの鋼球 6～12個）ロスアンゼルス試験機

表3－3（8）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	4.10　コンクリート引張り強度試験	コンクリートの円柱供試体を横に据え、その直径の両端に集中荷重を作用させ引っ張り強度を求める方法である。引っ張り強度は、直接曲げを受けるコンクリート道路床版、水槽などにおいて極めて重要である。	供試体製造用型枠（直径15cm、高さ30cm）、突き棒（直径16mm、長さ50cmの丸鋼）、キャッピングガラス、こて、ノギス、小スコップ、コンクリート練り混ぜ装置一式、圧縮試験機
	4.11　コンクリートの曲げ強度試験	コンクリートのはりに曲げモーメントを作用させて破壊し、その引張側に生じる曲げ引張応力を求める方法である。	供試体製造用型枠（直径15cm×15cm、高さ53cm以上）、突き棒（直径16mm、長さ50cmの丸鋼）、スケール、こて、ノギス、小スコップ、コンクリート練り混ぜ装置一式、圧縮試験機
	4.12　室内ＣＢＲ試験	ある貫入量に対する試験荷重強さを、その貫入量に対する標準荷重強さで割り、百分率で表示したものをＣＢＲと定義している。舗装厚の設計や地盤の支持力を判定するのに用いる。	モールド、カラーおよび有孔底版、スペイサーディスク、ランマー、貫入ピストン（φ50mm、長さ 200mmの鋼製円柱）、載荷装置（能力5t、貫入早さ 1mm/min）、検力計、軸付き有孔版、荷重版（重量：1.25kg、鉛性のもの4個以上）、膨張量測定装置、試料押し出し器、カッター、ストレートエッジ、ハカリ（ヒョウ量20kg、感量10ｇ）、フルイ（19.1mm、4760μ）、含水量測定用具、混合用具（バット、噴霧器）、メスシリンダー（500mlないし1000ml）、水槽、スプーン、ロ紙、ストップウォッチ
	4.13　現場ＣＢＲ試験	現場で貫入試験を行い、ＣＢＲ値を求める。ＣＢＲ値は、ある貫入量に対する試験荷重強さの、その貫入量に対する標準荷重強さに対する比を百分率で表示したものである。舗装厚の設計や地盤の支持力判定に用いる。	荷重（トラック等）、球座、スクリュージャッキまたはオイルジャッキ、検力計、貫入ピストン、ダイヤルゲージ、ダイヤルゲージ取りつけ具、荷重版（半円形鉛板、重量1.25kg 4枚以上）、架台、乾燥砂
	4.14　平板載荷試験	現位置で、剛性の載荷板に荷重を作用させ、荷重と変位の関係を求める。その関係から、基礎地盤の支持力や地盤係数、または路床・路盤の地盤係数を求める。	載荷板（厚さ22mm以上の鋼製の円盤、直径は30cm、40cm、75cm）、圧力装置、載荷装置（5～40ｔの容量の油圧ジャッキ）、沈下量測定装置
Ⅴ．水理実験室	5.1　浮体の安定	浮体の喫水を測定し、アルキメデスの原理と浮力の関係を理解する。浮体の重心、浮心を変化させ、浮体が安定である限界条件を理解する。	浮体（30×20×40cmくらい、ボルト挿入孔のあるもの）、可動おもり（円形の中心にねじ切りした 300grくらいの鉄塊）、固定おもり（浮体底面積より小さい長方形のもの）約 100gr, 200gr, 400gr, 800gr各1個、ものさし、はかり（感度 1grのもの）、ボルト（長さ 65～70cm、φ 9mm）、水槽（60×50×80cmくらい）、さげふり、温度計
	5.2　三角堰の検定	流をせき止めて流量を測定する構造物を堰という。堰には三角堰、台形堰、円形堰がある。ここで使用する三角堰は、比較的小流量に大しても精度良く測定できる。	ストップウォッチ、鋼尺、流量弁、ポイントゲージ、メスシリンダー、開水路
	5.3　ベンチュリメータの実験	ベンチュリメータの取り扱いを理解する。ベンチュリメータの実験結果をとうして、ベルヌーイの定理を理解する。	ベンチュリメータの装置、流量測定装置（三角堰、ます、はかりなどの量水器）、差動マノメータ、ストップウォッチ、温度計

表3－3（9）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	5.4　層流と乱流	流れには層流と乱流の状態があることを確認する。また両者を分離するのはレイノルズ数であることを知り、限界レオノルズ数を測定する。	レイノルズ数測定装置一式、着色液、ビーカー（2ℓ程度）メスシリンダー（2ℓ程度）、ストップウォッチ、温度計
	5.5　常流・射流と跳水	開水路の流れには常流、限界流及び射流の3種の流れの形態がある。それぞれの形態を観察するとともに、常流から射流および射流から常流への遷移の様子を観察する。	ポイントゲージ2本、鋼尺、ストップウォッチ、開水路、流量測定装置（三角堰など検定済のもの）、限界流発生ダム、下流堰板、温度計
	5.6　水門の流出実験	水門の流出流量はベルヌイの式の適用によって理論的に求まることを知る。また理論のための補正係数である流出係数を測定する。	スルースゲート、ポイントゲージ、流量測定装置
	5.7　管水路の摩擦損失	一様な管径の管路を水が定常状態で流れている場合でも、管の壁面との摩擦によりエネルギー損失が起こる。管路の各点をピエゾ水頭を測定し、圧力低下を確認するとともにその原因である管路壁面の摩擦損失係数を求める。	管水路実験装置、ストップウォッチ、メスシリンダー、鋼尺、温度計
	5.8　沈降の実験	沈降速度が一定となる区間で、粒子の沈降速度を測定し、粒子の抗力係数とレイノルズ数の関係を知る。	メスシリンダー、鋼球、グリセリン、ノギス、マイクロメータ、ストップウォッチ、鋼尺
	5.9　オリフィスの実験	ベルヌイの式の適用によってオリフィスの流出流量は理論的に定まることを知る。また理論のための補正係数である流量係数を測定する。	オリフィス実験装置、メスシリンダー、ストップウォッチ、ノギス、量水升
	5.10　管路の流速分布	円管内の各点の流速を測定し、流速分布が対数則もしくは指数則で表現されることを知る。また測定した流速および流量と理論式より求めた流速・流量が一致することを調べる。	管水路、動圧管（内径 1.5～ 2㎜の銅管に外形 5～ 6㎜の銅管をかぶせたもの）、差動マノメータ、傾斜台、ノギス、鋼尺、温度計、流量測定装置
	5.11　管路の急縮、急拡によるエネルギー損失	管水路の流れは、管断面積の変化にともないエネルギー損失が起こる。断面が途中で急縮または急拡する管路を用い、断面の急変する前後でピエゾ水頭を測定し、断面の急縮および急拡による流れのエネルギー損失の理解を深める。	ストップウォッチ、メスシリンダー、鋼尺
	5.12　開水路の流速分布の測定	開水路における流速を測定し、流速分布の状態を知り、等流速分布曲線、鉛直流速分布曲線を書く。測定した流速により、各断面の平均流速を算出し、流量を求める。それらの結果と開水路流速分布・流量の理論式とを比較検討する。	勾配可変開水路、流量測定装置、ピトー管、差動マノメータ、ポイントゲージ、鋼尺、温度計、ものさし

表3－3（10）　土木工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	5.13　開水路の等流・不等流の実験	定常の流には、場所により水深や流速の変化しない等流とそれらが変化する不等流がある。等流の実験では等流水深と粗度係数を求める。また不等流の一例として下流端をせき上げ、流れの場所による変化を観察する。その時の水面経常を測定して、その結果とせき上げ背水曲線の理論式とを比較する。	勾配可変開水路、流量測定装置（三角堰、ベンチュリメータなどの検定済のもの）、ポイントゲージ3本、鋼尺、巻尺
	5.14　波動実験	基礎的な波動実験を行うことにより、波の周期、水深と波長の関係を調べ、海や湖に生じる波動現象について理解を深める。	波動水槽、ストップウォッチ、鋼尺、巻尺
	5.15　河川流量測定	実河川断面において流速を測定し、その断面の流速分布と平均流量を求める。実河川における流量測定は、河川の改修、維持管理、洪水防止対策上極めて重要なものである。	流速計、巻尺、トランシット、ストップウォッチ

表3－4（1）　土木工学科実習科目

実験テーマ ＼ 大学名	UNSYAH	USU	UNOM	UMA	UDA	UISU	UNAND	UNSRI	UNILA	UNTAN	UNLAM
Ⅰ．測量実習											
1) 距離測量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2) 精密距離測量		○									
3) 角測量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4) トラバース測量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5) オフセット測量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6) 平板測量			○								
7) 水準測量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8) スタジオ測量		○									
9) 三角測量		○									
10) 写真測量		○									
Ⅱ．土質実験											
1) 含水量試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2) 単位体積重量試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3) 土粒子の比重試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4) 液性限界試験	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
5) 塑性限界試験	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
6) 粒度試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7) 透水試験	○	○	○		○		○	○		○	○
8) 圧密試験	○	○	○	○	○		○	○	○	○	
9) 一面せん断試験	○	○	○	○	○		○	○		○	
10) 一軸圧縮試験	○	○	○	○	○		○	○		○	○
11) 三軸圧縮試験	○	○						○			○
12) 締固め試験		○			○					○	
13) 室内ＣＢＲ試験		○			○		○	○	○	○	
14) 標準貫入試験		○								○	
15) 静的貫入試験		○		○	○		○	○	○		○
16) 現場ベーン試験											
17) 現場ＣＢＲ試験											
18) 開板載荷試験											
19) 現場透水試験											
20) 現場における土の単位体積重量試験											
21) ボーリング											
22) シンウォールサンプリング		○									
Ⅲ．コンクリート実験											
1) セメント比重試験	○	○	○	○		○	○				
2) セメント粉末度試験	○	○		○		○	○				
3) セメント凝結試験	○	○		○		○	○				
4) セメント安定性試験	○	○		○		○	○				
5) セメント強さ試験	○	○		○		○	○				
6 骨材のふるい分け試験	○	○		○		○	○			○	○

表3－4（2）　土木工学科実習科目

実験テーマ ＼ 大学名	UNSYAH	USU	UKOM	UNA	UDA	UISU	UNAND	UNSRI	UNILA	UNTAN	UNLAM
7) 細骨ふるい分け試験	○	○		○	○	○	○			○	○
8) 細骨材の比重および給水率試験	○	○		○	○		○			○	○
9) 単位容積質量および給水率試験		○		○						○	○
10) 細骨材の表面水率試験		○		○		○					
11) コンクリートのスラップ試験	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○
12) フレッシュコンクリートの空気量試験	○	○		○		○					
13) コンクリートの圧縮強度試験	○	○		○	○	○	○		○	○	○
14) コンクリートの引張り度試験	○	○				○					
15) コンクリートの曲げ強度試験	○	○				○					
16) コンクリートの配合設計	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○
17) 粗骨材のちりへり試験					○				○	○	○
Ⅳ. 水理実験											
1) 浮体安定											
2) 三角堰の検定		○							○	○	○
3) ベンチュリメータの実験		○									
4) 層流と乱流		○							○		
5) 常流・射流と跳水		○								○	○
6) 水門の流出実験											
7) 管水路の摩擦損失		○							○	○	○
8) 沈降の実験											
9) オリフィスの実験		○									
10) 管路の流速分布											○
11) 管路の急縮・急拡によるエネルギー損失		○									
12) 開水路の流速分布の測定										○	
13) 開水路の等流・不等流の実験										○	○
14) 波動実験		○									
15) 河川流量測定											
16) 噴流の抵抗への作用力実験									○	○	
17) ダムの越流実験										○	

表3－5（1）　機械工学実習科目の内容と機材モデル

実習科目	実験の目的、内容	主要実験機材
流体機械実験 オリフィスメータによる流量測定	オリフィスメータの構造を理解し、流量測定法を学び、さらに実験を通して実験式を求め理論式と比較する。	オリフィスメータ、水銀マノメータ、水槽、台ばかり、大型バケツ、ストップウォッチ、温度計、配管一式、スケール、ノギス、マイクロメータ
管壁摩擦損失の測定	流体が管中を流れる場合、直管内壁の摩擦による損失や、管付属　による頭損失を測定し、頭損失の意義を理解する。	管壁摩擦損失測定装置、四塩化炭素マノメータ、水槽、台ばかり、大型バケツ、ストップウォッチ、温度計、配管用具一式、スケール、エルボ（管曲り）損失測定装置
うず巻ポンプの性能試験	うず巻ポンプを運転し、揚水量を変えた時の各値に対するポンプの性能を試験する。ポンプの運転特性を調べる。	ポンプ、水路一式、三相誘導電動機、三角せき、水位計（フックゲージ）、圧力計、真空計、電圧計、電流計、電力計、回転計、必要量の水（循環）
フランシスタービンの性能試験	フランシスタービンの理論出力、正味出力、比較回転度を求め、水車の運転特性を理解する。	フランシス水車、送水用ポンプ（水槽）、流量測定装置、プロニー動力計、台ばかり、回転計
送風機（多翼ファン）の性能試験	多翼ファンを運転し、風量を変えた時の多翼ファンの性能の変化を試験して、その性能を検討する。あわせて多翼ファンの取扱いを習得する。	多翼ファン実験装置、マノメータ、傾斜マノメータ、ピトー管、回転計、乾湿温度計、フォルタン気圧計、電圧計、電流計、電力計
小型風洞実験	気流中に種々の形状の抵抗体が存在する場合の粘性抵抗を調べ、気流の乱れ（流線の乱れ）を調べる。	風洞実験装置一式、マノメータ、ピト一管、温度計、ストップウォッチ、スケール、各種模型、湿度計
内燃機関の性能実験 回転数一定の場合	一定の回転数で使用する場合の内燃機関の取扱いを習得するとともに、全負荷、過負荷、部分負荷、無負荷の状態における機関の性能を知る。	水冷式定速内燃機関、ユンカース式水動力計、動力計用台ばかり、回転計、燃料消費量測定装置、ストップウォッチ、温度計、水銀気圧計、湿度計、比重計、機関調整用工具、熱電対
負荷一定の場合	自動車用機関のように可変速で運転する内燃機関の取扱いを習得するとともに、種々の回転数における全負荷、部分負荷の状態について機関の性能を知る。	水冷式可変回転内燃機関、直流形電気動力具、回転計、熱電対温度計、機関調整用具、温度計、圧力計、燃料消費量測定装置、比重計、ストップウォッチ、真空計、湿度計
電気実験 オームの法則の応用とキルヒホッフの実験 あるいは RLC回路実験	電圧降下法により抵抗を測定する。キルヒホッフの法則を理解し、二つ以上の閉回路が一つになっている場合に適用し、実測値と計算値を比較する。同時に電流計、電圧計、すべり抵抗器などの使用法を習得する。	直流電圧計、直流電流計、すべり抵抗器、蓄電池、被測定抵抗、スイッチ（開閉器）
ホイストンブリッジを用いての抵抗測定	ホイストンブリッジの原理を理解する。ホイストンブリッジを用いて各種の抵抗を測定する。	ホイストンブリッジ、検流計、すべり抵抗器、被測定抵抗、乾電池、スイッチ

表3－5（2）　機械工学実習科目の内容と機材モデル

項目	実習科目	実験の目的、内容	主要実験機材
電気実験	三相誘導電動機の特性試験	三相誘導電動機に直流発電機を実負荷としてかけ、各測定値より損失分離法によって特性を算定し、三相誘導電動機の負荷特性、速度特性などの諸特性を理解する。	(1) 固定子巻線の抵抗測定 供試三相誘導電動機、直流電圧計、直流電流計、温度計、すべり抵抗器 (2) 無負荷試験 供試三相誘導電動機、交流電圧計２個、交流電流計３個、電力計２個、周波数計、電流計、電力計、短絡用スイッチ５個、三相誘導電圧調整器、電源スイッチ (3) 負荷試験 供試三相誘導電動機、交流電圧計、交流電流計、電力計２個、周波数計、三相誘導電圧調整器、直流分巻発電機、直流電圧計、直流電流計２個、界磁抵抗器、負荷抵抗器、電流計、電力計、短絡用スイッチ５個、スイッチ
	ブラウン管オシロスコープによる波形・ループの観測	ブラウン管オシロスコープの取扱いを理解し、いろいろな波形、ループを観測する。	ブラウン管オシロスコープ（シンクロスコープ）、低周波発振器（信号発生器）
空調及び冷凍実験室	熱伝導実験	被測定物質の両端を一方は加熱、一方は冷却して温度勾配を作り、その物質の熱分布を測定し、理論式よりの結果と比較する。熱伝達係数を決定する。	実験装置一式、熱電対５個、微小電位差計、冷接点、断熱材
	冷凍実験	空調、冷凍の基本原理を学ぶ。 空調システムの作動と原理	実験用冷凍機、熱電対５個、電位差計、冷接点、断熱材、モータ
	熱量測定	物体の比熱及び熱容量の測定	熱量計、熱電対用温度計（３ヶ）、断熱材、恒温槽
材料実験	硬さ測定実験 ブリネル硬さ ビッカース硬さ	ブリネル硬さ試験機及びビッカース硬さ試験機の原理、機能を理解するとともに、試料の製作法を学ぶ。	油圧式ブリネル硬さ試験機、計測顕微鏡、試料（炭素鋼材）、ビッカース硬さ試験機、各種金属試料、試料切削、研磨工具一式
	引張り試験、圧縮試験	機械材料の引張り強さ、降伏点、伸びまたは摩擦角せん断強さなどの材料の機械的性質を調べ、試験機の操作法を習得する。また試料の製作法を学ぶ。	万能材料試験機、Ｖブロック（チャック）、マイクロメータ、ノギス、けがき針、ハマン、ポンチ、試験片、自動記録用紙、ロードセル
	曲げ試験	機械材料の強さを知り、材料に対する加工の適否を試験する簡略法として工業上大切であることを理解する。	万能材料試験機、Ｖブロック（治具）、ノギス、けがき針、試験片、スケール、自動記録用紙、ロードセル
	シャルピー衝撃試験	衝撃試験機の原理と試験の意味を理解する。金属材料の脆性－延性転移の意味を知る。	シャルピー衝撃試験機、ゲージ、ノギス、マイクロメータ、試験片、温度（低温）槽、試料ばさみ

表3－5（3）　機械工学実習科目の内容と機材モデル

項目	実習科目	実験の目的、内容	主要実験機材
材料実験	金属微細組織の観察	金属顕微鏡と写真装置の構造、性能を理解し、取扱い方を学ぶ。 金属顕微鏡試料の作り方を習得する。 金属微細組織と機械的性質の関連を学ぶ。	金属顕微鏡、金属顕微鏡写真装置、各種試料、回転式研磨機、各種研磨材料、バス研磨機、各種腐食液、写真用材、その他
	金属材料の基本的加工実験	金属材料の圧延加工、鍛造加工について実習する。	小型圧延機、小型鍛造機、ノギス、マイクロメータ、小型加熱炉(800℃)、ヤットコ
工作機械実習	旋盤、ミーリング、ボール盤等の工作機械の操作実習	工作機械の操作を習作することを目的とする。	旋盤、ミーリング、ボール盤、セーパー、金鋸、グラーンダ、工具一式
計測	ブロックゲージによるマイクロメータの補正精度検査	ブロックゲージを用い、外側マイクロメータの目盛の補正・精度検査法について習得する。 ブロックゲージの正しい取扱い方を学ぶ。	外側マイクロメータ、マイクロメータ支持台、ブロックゲージ、揮発油、ベンゼン、ガソリン、ガーゼ、洗浄用バット
	工具顕微鏡によるねじのピッチ測定	工具顕微鏡の原理、構造を理解し、平行おねじのピッチを光学的に測定する。 ねじのピッチ　　及びその有効径当量について学習する。	工具顕微鏡、平行おねじ等
機械要素	機械要素、基礎一般設計	機械要素の作図、強度計算を行う。	製図機器、機械要素模型
溶接実習	ステンレス鋼の溶接実習	ステンレス鋼の鋼板、配管の溶接を行い、溶接材料の特性と溶接技術の相関を考察する。	直流電弧溶接機、コードリール、電圧計、電流計、トランス、鋼板、配管、アイグラス、ハンマ、酸洗い槽、溶接棒、乾燥器
	各種金属材料のスポット溶接の実習	各種金属薄板、針金のスポット溶接技術の習得	スポット溶接機、電圧機、電流機、トランス、試料板、組織検査用具一式

表3－6（1）　機械工学科実習科目

○：実施している
＊：他校で実施している

科　　目	シアクアラ大学	北スマトラ大学	メダンエリア大学	ダルマアダン大学	北スマトライスラム大学	アンダラス大学	スリヴィジャヤ大学	ノメンセン大学
Ⅰ．流体機械実験								
(1) 流量測定		○	○＊		○＊	○＊		○
(2) 摩擦損失		○	○＊		○＊	○＊		○
(3) ポンプの性能	○	○	○＊	○	○＊	○＊	○	○
(4) タービンの性能		○	○＊	○			○	○
(5) 送風機の性能		○						○
(6) 小型風洞実験		○	○＊					○
(7) 圧縮機の性能	○						○	○
Ⅱ．内燃機関実験								
(1) 分解組立	○		○				○	
(2) エンジンの材質検査						○＊		
(3) エンジンの性能一定回転数		○	○＊				○	○
(4) エンジンの性能負荷一定		○	○＊				○	○
(5) ガスタービン性能								○
Ⅲ．製図・機械要素								
(1) 設計・製図	○	○	○	○	○＊	○	○	○
(2) 機械要素	○	○	○	○	○＊	○	○	○
Ⅳ．材料実験								
(1) 引張り圧縮実験	○	○	○		○＊	○＊		○
(2) 曲げ実験	○	○	○	○	○＊			○
(3) バックリング実験	○	○				○＊		
(4) 硬度測定	○		○＊	○	○＊	○		
(5) 鋳造実験								
(a) 砂型製作								
(b) 熔解・鋳造								
(6) 微細組織検査		○	○＊	○	○＊	○		
(7) 靭性－脆性限界検査（シャルピーテスト）	○	○	○＊		○＊	○＊		
(8) 腐食試験						○＊		
Ⅴ．熱力学実験								
(1) 熱量測定				○		○＊		○

表3－6（2）　機械工学科実習科目

科　　目	シアクアラ大学	北スマトラ大学	メダンエリア大学	ダルマアグン大学	北スマトライスラム大学	アンダラス大学	スリヴィジャヤ大学	ノメンセン大学
Ⅵ. 熱伝達及び冷凍空調実験								
(1) Adiabatic Sahirator 実験		○		○		○*		
(2) 冷凍機の性能				○		○*	○	
Ⅶ. 溶接実験								
(1) ステンレス鋼の熔接							○	
(2) アセチレン熔接	○							○
(3) スポット熔接	○	○	○		○*		○	○
Ⅷ. 計測実験								
(1) マイクロメータの補正精度検査	○	○	○*		○*	○*		
(2) 工具顕微鏡検査								
(3) 振動の測定実験	○							
Ⅸ. 工作機械実習								
(1) 旋盤実習	○	○	○	○	○*	○*	○	○
(2) ボール盤・セーパ実習	○	○		○		○*	○	○
(3) やすりかけ、研磨実習	○	○	○	○	○*	○*	○	○

表3－7（1）　電気工学実習科目と機材モデル

項　　目	実習科目名称	実　験　の　目　的	主　要　実　験　機　材
1. 電磁気学基礎	1.1 電圧計の扱い方		直流電圧計（数個、多重目盛）、電池（1.5, 3, 9V数個）、交流電圧計（数個、多重目盛）、電球（30, 60, 100W、数個）開閉器、可変標準抵抗器
	1.2 電流計の取扱い方	電流計の使い方、直流用と交流用の違い	直流電流計（可動コイル形、数個） 交流電流計（可動鉄片形、数個）（ 固定抵抗器（皮膜形、巻線形、 100Ω～ 50KΩ数個） 分流器（電流最大値10mA（24Ω）、50mA（4.25Ω）） 電　池 負　荷
	1.3 抵抗器の取扱い方	各種抵抗器の使い方、構造の理解	直流電圧計、直流電流計、固定抵抗器（数 KΩ）、電池、開閉器、各種抵抗器（すべり抵抗器、プラグ形抵抗器、ダイヤル形抵抗器、標準抵抗器、固定抵抗器）
	1.4 回路計の取扱い方	回路計を用いて直流電圧、直流電流、交流電圧、抵抗などの測定	回路計（ロータリ式、押込み式）、電池各種、スライダック、抵抗器各種、ダイオード、電解コンデン
	1.5 オームの法則	オームの法則の確認	直流電流計、直流電圧計、すべり抵抗器、直流電源、開閉器、抵抗器（固定、可変標準）
	1.6 キルヒホッフの法則	キルヒホッフの法則の確認	直流電流計、可変抵抗器、電池、スイッチ、直流電圧計または回路計（内部抵抗の高いもの）
	1.7 乾電池の特性試験	乾電池の内部抵抗及びその特性の測定	直流電圧計、負荷抵抗（5Ω）、乾電池、開閉器、ストップウォッチ
	1.8 指針形検流計の取扱いと感度特性の測定	指針形検流計の感度の測定	検流計、直流電圧計、高抵抗器、電池、可変標準抵抗器、開閉器、ストップウォッチ
	1.9 電位降下法による中位抵抗の測定	電圧計、電流計を用いた電位降下法による中位抵抗の測定。計器の接続の仕方による誤差の違い	直流電源（0～20V）、直流電圧計、直流電流計（A, mA）、すべり抵抗器（2～3ヶ）、開閉器、抵抗
	1.10 置換法による中位抵抗の測定	既知抵抗と検流計を使用し、置換法によって未知抵抗を測定	指針形検流計、標準可変抵抗器、可変抵抗器、万能分流器、電池、開閉器、測定する抵抗
	1.11 等偏法による検流計の抵抗測定	検流計のふれが流れる電流に比例しない場合でも、等偏法によって抵抗を測定できるようにする。	検流計、標準可変抵抗器、すべり抵抗器、電池、開閉器
	1.12 ホイーストンブリッジによる中位抵抗の測定	ホイートストンブリッジによる中位抵抗の測定	ＰＯ箱、指針形検流計、万能分流器、電池、回路計、被測定抵抗（10Ω、 100Ω、 1 KΩ、10 KΩ、100KΩ）、低周波チョークコイル等）
	1.13 ケルビン法による検流計の抵抗測定	ホイートストンブリッジを使用し、ケルビン法によって検流計の内部抵抗を測定	検流計、すべり抵抗器、電池、開閉器、ホイートストンブリッジ
	1.14 ケルビンダブルブリッジによる定抵抗の測定	ケルビンダブルブリッジ法による導電材料の抵抗率の測定	直流電流計、可変抵抗器、蓄電池、開閉器、ケルビンダブルブリッジ、マイクロメータ、測定すべき材料
	1.15 コールラウシュブリッジによる電解液の抵抗測定	コールラウシュブリッジによる電解液の抵抗測定	コールラウシュブリッジ、U字管、水槽、温度計、電熱器または湯器、電解液
	1.16 コールラウシュブリッジによる接地抵抗の測定	接地抵抗の測定	接地板、補助接地棒、コールラウシュブリッジ
	1.17 メガによる絶縁抵抗の測定	メガによる電気機器や屋内配線などの絶縁抵抗の測定	メガ（100V, 500V）、小形柱上変圧器、屋内配線その他
	1.18 反照検流計による絶縁抵抗の測定	高感度の反照検流計を用いて、直偏法による絶縁電線の絶縁抵抗を測定	反照検流計、除震架台、直流電圧計、直流電源（数V、100～500V）、標準可変抵抗器、標準可変抵抗器、万能分流器、絶縁電線及び端子取由、開閉器

表3－7（2）　電気工学実習科目と機材モデル

項　　目	実習科目名称	実　験　の　目　的	主　要　実　験　機　材
I. 電磁気学基礎	I. 19 衝撃検流計の定数測定	衝撃検流計の定数測定	衝撃検流計、可変標準抵抗器、相互誘導器、直流電流計（mA）、すべり抵抗器、可変抵抗器、開閉器、電池、ストップウォッチ
	I. 20 標準指示計器による直流計器の目盛定め試験	上級の階級の指示計器を用いて、下級の指示計器の目盛定めを行う。	1.5級あるいは 2.5級の電流計、電圧計、標準直流計器（0.5級あるいは上記より上級の電流計、電圧計）、分流器、可変抵抗器、開閉器、直流電源
	I. 21 電位差計による電池の起電力の測定	電位差計による電池の起電力の精密測定	電池、標準電池、電源電池、指針形検流計、分流器、電源調整用抵抗器、標準電池保護用抵抗器、直流電流計、開閉器、直流電位差計、分圧箱
	I. 22 電位差計による電流計、電圧計の目盛定め試験	直流電位差計による電流計、電圧計の精密な目盛定め	電流計、電圧計、直流電源、標準電池、直流電流計、指針形検流計、標準抵抗器、可変抵抗器、分流器、直流電位差計、分圧箱、開閉器
	I. 23 熱電対の特性測定	熱電対の熱起電力の測定	熱電対、スライダック、電気炉、魔法びん、開閉器、直流電圧計（mV）、温度計、時計、氷
	I. 24 蓄電池の充放電特性の測定	鉛蓄電池の充電、放電特性の測定	蓄電池、直流電圧計、直流電流計、可変抵抗器、比重計、時計、温度計、開閉器
	I. 25 銅電量計による電気化学当量の測定	電気化学当量の測定	銅電量計、直流電流計、蓄電池、すべり抵抗器、開閉器、濃硫酸、アルコール、メートルグラス、ストップウォッチ、化学てんびん、蒸留水、結晶硫酸銅、ビーカ、サンドペーパ
	I. 26 交流ブリッジによるL、Cの測定	交流ブリッジの原理。L、Cの測定	インダクタンス、カパシター、可変標準インダクタンス、可変標準カパシター、低周波発振器、受話器、スイッチ、交流ブリッジ
	I. 27 オシロスコープの使い方	交流波形の観測	オシロスコープ、スライダック、信号発生器、テスタ、真空管電圧計、抵抗、コンデンサ
	I. 28 電位降下法によるL、Cの測定	電位降下法によるL、Cの測定。鉄心入りインダクタンスの性質	インダクタンス（鉄心入）、空心（0.1～20H）、コンデンサ（1～20μF）、可変標準抵抗器、交流電圧計、熱電形交流電流計、スライダック、開閉器
	I. 29 単相交流回路の電力測定	単相電力計、三電流計法及び三電圧計法の三つの方法による単相電力の測定	単相電力計、交流電流計、交流電圧計、可変標準抵抗器、可変リアクトル、ランプ負荷数個、開閉器
	I. 30 三相電力の測定	二電力計法による三相電力の測定	単相電力計、三相電力計または単相電力計（2個）、交流電圧計、交流電流計、平衡三相負荷、開閉器、誘導電圧調整器
	I. 31 積算電力計の特性測定	積算電力計の誤差の測定	単相積算電力計、単相電力計、交流電圧計、交流電流計、負荷抵抗器、可変リアクトル、スライダック、開閉器、ストップウォッチ
	I. 32 ヒステリシスループの測定	磁束計による環状鉄心のヒステリシスループ	材料鉄心、磁束計、直流電流計、交流電流計、スライダック、開閉器、すべり抵抗器、蓄電池、スケール
	I. 33 エプスタイン装置による鉄損の測定	エプスタイン装置による鉄損の測定と磁性材料の磁化曲線	交流電圧計（実効値、熱電形）、交流電圧計（磁束電圧、整流器形）、交流電流計（実効値、可動鉄片形）、電力計（低力率指示用）、周波数計（指針形）、相互誘導器、スライダック、開閉器、エプスタイン装置、重錘計、スケール、供試磁性材料
	I. 34 電熱器の効率試験		供試電熱器、ビーカ、温度計、交流電流計、交流電圧計、スライダック、開閉器、メートルグラス、ストップウォッチ、電力計、積算電力計
	I. 35 ヒューズの溶断特性測定	ヒューズの材料、位置、長さなどによる溶断電流と溶断時間との間の関係	ヒューズ（1、3、5A）、交流電流計、サイクルカウンタ、可変抵抗器、負荷ランプ、開閉器、マイクロメータ、スケール、てんびん、ストップウォッチ、ヒューズの支持台

表3－7（3）　電気工学実習科目と機材モデル

項　　目	実習科目名称	実　験　の　目　的	主　要　実　験　機　材
1. 電磁気学基礎	1.36 電磁オシログラフによる波形観測	電磁オシログラフの扱い方	電池、直流電流計（mA）、可変抵抗器、開閉器、オシログラフ、スライダック、交流電圧計、交流電流計、鉄心入りインダクタンス
	1.37 四端子定数の測定	回路網の四端子定数の測定	直流回路……電池、直流電圧計、直流電流計、四端子回路網抵抗素子、開閉器 交流回路……スライダック、交流電圧計、交流電流計、開閉器、変成器（1:3程度、1次、2次のインピーダンスの高いもの）、既知固定抵抗器（変成器の1次、2次インピーダンスと比べ極めて小さい値）、二現象オシロスコープ
2. 変圧器	2.1 単相変圧器の巻数比測定と極性試験		実験用単相変圧器、交流電圧計、ナイフスイッチ、ヒューズホルダ
	2.2 単相変圧器の無負荷試験	変圧器の無負荷損、励磁電流の測定、励磁アドミッタンスの計算	実験用単相変圧器、単相誘導電圧調整器、単相電力計（低力率用）、可変抵抗器、交流電圧計、交流電流計、直流電圧計、直流電流計、ナイフスイッチ、棒状温度計
	2.3 単相変圧器の短絡試験	変圧器の負荷損及びインピーダンス電圧の測定、パーセントインピーダンス、電圧変動率の計算、規約効率の算定	実験用単相変圧器、単相誘導電圧調整器、単相電力計、交流電流計、交流電圧計、ナイフスイッチ、棒状温度計
	2.4 単相変圧器の実負荷試験	変圧器に負荷を加えたときの入力、出力の測定。電圧変動率・効率の測定	実験用単相変圧器、単相電力計、交流電圧計、交流電流計、誘導電圧調整器、単相負荷装置
	2.5 単相変圧器の三相結線	単相変圧器を用いた各種の三相結線法。相電圧と線間電圧との関係	実験用単相変圧器3個、交流電圧計2個、電磁オシログラフ、ナイフスイッチ
	2.6 返還負荷法による変圧器の温度上昇試験	定格の同じ2個の変圧器を用い返還負荷法により鉄損及び銅損だけを供給して全負荷状態にし、温度上昇試験を行う。	単相変圧器2個、電圧調整器2個、交流電圧計2個、交流電流計4個、単相電力計2個、メガ1個、直流電圧計1個、直流電流計1個、棒状温度計
	2.7 単相変圧器の特殊結線	単相変圧器の各種の六相結線及びT結線。相電圧、線間電圧の関係	単相変圧器3個、交流電圧計1個、負荷装置、電磁オシログラフ
3. 電動機	3.1 三相誘導電動機の始動試験	指導特性	かご形誘導電動機1台（普通かご形）、かご形誘導電動機1台（Y－△始動式）、巻線形誘導電動機1台、シンクロスコープ、始動補償器、Y－△スイッチ、二次抵抗器、交流電圧計2個、交流電流計2個、分流器
	3.2 三相誘導電動機の円線図の作成	円線図を作成するための基本測定法、計算法。円線図のかき方、特性の算定法	三相誘導電動機、単相電力計2個、交流電圧計、交流電流計、周波数計、三相誘導電圧調整器、直流電圧計、直流電流計、抵抗器、棒状温度計
	3.3 電気動力計による三相誘導電動機の負荷試験	電気動力計による三相誘導電動機の負荷試験と効率の計算	三相誘導電動機、電気動力計、三相誘導電圧調整器、交流電圧計、交流電流計、三相電力計、直流電流計、回転計
	3.4 単相誘導電圧調整器の特性試験	単相誘導電圧調整器の無負荷試験及び短絡試験	単相誘導電圧調整器2台、単相電力計2個、交流電圧計4個、交流電流計2個、周波数計
	3.5 直流電動機の始動試験	始動特性、始動装置の構造	直流分巻電動機、始動器、界磁調整器、回転計、直流電圧計、直流電流計、シンクロスコープ
	3.6 直流電動機の速度制御	各種制御法の得失	直流電動機、直流発電機、三相誘導電動機、始動器、界磁調整器、電機子直列抵抗、直流電圧計、直流電流計、交流電圧計、交流電流計、回転計
	3.7 直流電動機の負荷特性試験	回転数、トルク、効率	直流電動発電機、始動器、界磁調整器2個、回転計、直流電圧計2個、直流電流計4個、負荷抵抗
4. 発電機	4.1 直流発電機の無負荷特性試験	直流発電機の界磁電流と誘導起電力との関係。回転速度と誘導起電力との関係。	直流電動発電機、界磁調整器2個、始動器、直流電圧計2個、直流電流計4個、回転計

表3－7（4）　電気工学実習科目と機材モデル

項　目	実習科目名称	実験の目的	主要実験機材
4. 発電機	4. 2 直流発電機の負荷特性	各種の直流発電機の負荷電流に対する端子電圧変化	直流電動発電機、界磁調整器２個、始動器、直流電圧計２個、直流電流計４個、回転計、負荷抵抗器
	4. 3 三相同期発電機の無負荷試験	三相同期発電機の無負荷試験及び短絡試験。同期インピーダンス、短絡比、電圧変動率	直流電動三相同期発電機、界磁調整器２個、始動器、直流電圧計２個、直流電流計３個、交流電圧計、交流電流計３個、周波数計、回転計
	4. 4 三相同期発電機の負荷試験	実負荷試験。効率、電圧変動率の計算	直流電動三相同期発電機、界磁調整器２個、始動器、三相負荷装置、直流電圧計２個、直流電流計３個、交流電圧計、交流電流計３個、三相電力計、三相力率計、周波数計
	4. 5 三相同期発電機の並行運転	同期発電機の並行運転の理論、同期化操作法、負荷分担法	電動三相同期発電機、始動器、界磁調整器２個、同期検定装置、交流電圧計、周波数計、三相電力計、三相力率計、交流電流計、直流電圧計、直流電流計２個、検相器
5. 三相電動機	5. 1 三相同期電動機の始動及び特性試験	三相同期電動機の取扱法、位相特性、負荷特性	三相同期発電機（直流発電機付）、始動補償器、界磁調整器２個、負荷装置、三相電力計、三相力率計、交流電圧計、交流電流計、周波数計、直流電圧計、直流電流計３個
	5. 2 三相分巻整流子電動機の特性試験		三相分巻整流子電動機、電気動力計、界磁調整器、交流電圧計、三相電力計、三相力率計、交流電流計、直流電流計２個、回転計、ばねばかり
6. 整流器	6. 1 サイリスタ整流装置の取扱い	サイリスタ（SCR）整流器の原理、構造、特性	サイリスタ整流装置、シンクロスコープ、三相電力計、交流電圧計２個、交流電流計２個、直流電圧計、直流電流計、負荷装置
7. 調整装置	7. 1 アンプリダインによる直流発電機の自動電圧調整	アンプリダインによる自動電圧調整、電圧調整能力、速応性	アンプリダイン、電動直流発電機、電圧整定比較装置、直流安定化電源２個、直流電圧計、直流電流計４個、回転計、電磁オシログラフ
	7. 2 サイリスタによる直流発電機の自動電圧調整	サイリスタ及び磁気増幅器などによる直流発電機の出力電圧の自動調整	直流電動発電機、サイリスタＡＶＲ装置、電磁オシログラフ、シンクロスコープ、直流電圧計、直流電流計、回転計
	7. 3 ＶＳモータの速度自動制御	ＶＳモータの構造及び特性、付属制御装置の速度自動制御の原理	ＶＳモータ、ＴＳモータ制御装置、電気動力計、三相電力計、交流電圧計、交流電流計、直流電流計２個、電磁オシログラフ
	7. 4 シーケンス制御による電動機の自動運転	シーケンス制御	三相誘導電動機、電磁接触器２個、押ボタンスイッチ３個、限時継電器、補助継電器
8. 高電圧	8. 1 高電圧試験	電気機器、電気工作物に対する高電圧試験	高電圧試験装置
	8. 2 火花ギャップによる放電試験	標準球ギャップによる電圧計の目盛定め、電極の形状によるギャップ長と放電電圧との関係	高電圧試験装置、標準球ギャップ、棒ギャップ、円板電極、静電電圧計、交流電圧計
	8. 3 絶縁材料の絶縁破壊試験	絶縁材料及び絶縁油の絶縁試験方法、材料の絶縁特性	高電圧発生装置、絶縁材料試験装置、絶縁油試験装置、交流電圧計、静電電圧計、交流電流計、試験用材料
	8. 4 インパルス電圧発生装置の取扱い法	インパルス電圧発生装置の操作法、始動特性、出力特性利用率の測定	交流高電圧発生装置、高電圧整流装置、インパルス電圧発生装置、制御盤、測定用標準球ギャップ、高速度単掃引ブラウン管オシログラフ、クリドノグラフ装置
	8. 5 がいしの試験	乾燥フラッシオーバ電圧試験50%、インパルスフラッシオーバ電圧試験	交流高電圧試験装置、インパルス電圧発生装置、高速度単掃引ブラウン管オシログラフ装置、試験用各種がいし
9. 継電器	9. 1 継電器の特性試験	誘導形過電流継電器の構造特性と試験方法	交流電流計、交流電圧計、周波数計、サイクルカウンタ、負荷抵抗、開閉器２個
10. 送　電	10. 1 模擬送電線による送電線路の特性測定	送電線路の回路定数、特性の測定	交流電圧計２個、電流計、単相電力計、スライダック、力率計、模擬送電線素子一式、スイッチ２個、力率調整負荷装置

表3－7（5）　電気工学実習科目と機材モデル

項　　目	実習科目名称	実　験　の　目　的	主　要　実　験　機　材
11. 照　明	11.1 白熱電球の電圧特性	白熱電球の光度、消費電力、電流、抵抗と電圧の関係	直流電圧計２個、直流電流計２個、すべり抵抗器、分圧器、長形光度計
	11.2 蛍光放電灯の特性		電力計、交流電圧計２個、交流電流計、スライダック、可変コンデンサ、蛍光放電管、安定器、点灯管、スイッチ、雑音防止用コンデンサ 0.006μF
	11.3 照度測定		照度計
	11.4 光度計による光度及び配光曲線の測定		光度計、光度計頭部、直流電圧計２個、直流電流計２個、すべり抵抗器、分圧器、標準電球、被測電球
	11.5 光束計による光束測定		直流電圧計２個、直流電流計２個、可変抵抗器２個、球形光束計、光度計頭部、標準電球、比較電球、被測電球
12. 電子冷却	12.1 電子冷却装置	電子冷却素子の特性と電源装置の特性	電源装置、熱電素子
13. 高周波加熱	13.1 高周波焼入（高周波誘導加熱）	誘導加熱の原理、高周波焼入装置の取扱い	高周波誘導加熱機、ショア硬度計、ビーカ、温度測定器具、材料
14. 超音波	14.1 超音波実験	超音波の性質	発振器（電流入力 400VA、出力 75W、発振周波数28±1.5kHz） 加工機（振動子、フェライト振動子、電気入力 75W、共振周波数28.5±0.2kHz） 洗浄機（振動子、フェライト振動子、電気入力 75W、共振周波数 28kHz）
15. 電子管及び固体素子の特性	15.1 真空管電圧計の特性測定	真空管電圧計の感度特性と周波数特性の測定	各種真空管電圧計３個、交流電圧計、スライダック、標準信号発生器、低周波発振器(600Ω)、開閉器、固定抵抗(600Ω)
	15.2 Qメータによる高周波における定数測定	Qメータの原理と取扱い、高周波における定数の測定	Qメータ、LCRメータ、試料－コイル(0.1μF ～100mH)、コンデンサ（1pF～1,000pF)数個
	15.3 二極管の静特性測定	二極管の静特性の測定、熱電子放出、飽和領域などの理解	供試真空管、直流電流計２個、直流電圧計２個、エリミネータ電源２個、すべり抵抗器２個、開閉器２個
	15.4 三極管の静特性測定	三極管の静特性の測定、三定数	供試真空管、直流電圧計３個、直流電流計３個、エリミネータ電源２組、すべり抵抗器３個、開閉器２個
	15.5 四極管、五極管の静特性測定	四極管、五極管の静特性を測定、スクリーングリッド及びサプレッサグリッドの作用	供試真空管、直流電圧計４個、直流電流計４個、エリミネータ電源３個、開閉器３個、すべり抵抗器４個
	15.6 放電管の特性測定	定電圧放電管とサイラトロンの特性の測定	定電圧放電管、サイラトロン、直流電圧計３個、直流電流計３個、すべり抵抗器５個、エリミネータ電源３個、開閉器３個、固定抵抗３個
	15.7 光電管の静特性測定	入射光束と光電子流の関係の測定、真空光電管とガス入光電管の比較	供試光電管、タングステン標準電球、直流電圧計、交流電圧計、直流電流計（5mA程度）、すべり抵抗器、エリミネータ電源、スライダック、開閉器、固定抵抗（100kΩ、1 MΩ、3 MΩ）
	15.8 ダイオードの特性測定	シリコン及びゲルマニウムの点接触形及び接合形のダイオードの特性測定	供試ダイオード及び整流素子、直流電圧計（多重範囲）、直流電流計（多重範囲）、直流電源、すべり抵抗器、開閉器３個
	15.9 サーミスタとバリスタの特性測定		供試サーミスタ、供試バリスタ、直流電圧計、直流電流計２個、電池２個、すべり抵抗器、検流計、電熱器、ホイートストンブリッジ、開閉器、スライダック、ビーカ、氷、温度計
	15.10 トランジスタの静特性測定		供試トランジスタ、直流電圧計２個、直流電流計２個、電池２個、すべり抵抗器、開閉器２個

表3－7（6）　電気工学実習科目と機材モデル

項　　目	実習科目名称	実　験　の　目　的	主　要　実　験　機　材
15. 電子管及び固体素子の特性	15.11 シンクロスコープによる測定	シンクロスコープの使い方	シンクロスコープ（プローブ付）、スライダック、信号発生器、パルス発生器、直流電圧計、交流電圧計、真空管電圧計、電池、固定抵抗器（500Ω、1 MΩ、2 MΩ）、コンデンサ（0.01μF、500pF）、すべり抵抗器
	15.12 真空管の定数測定	交流ブリッジ回路を利用し、動作状態で微小交流電圧を加えて真空管の定数を測定	供試真空管数種、低周波発振器（1,000C/S程度）、エリミネータ電源２個、分圧用すべり抵抗器２個、直流電圧計２個、直流電流計、検波器、相互誘導器、十進形抵抗器（100Ω）、十進形抵抗器（1,000Ω）、十進形抵抗器（10,000Ω）
	15.13 トランジスタのhパラメータの測定	微小交流を用いてトランジスタのhパラメータを測定し、静特性から求めた定数との差異を調べる。	低周波発振器（1,000C/S程度）、直流電圧計２個、直流電流計（mA）、真空管電圧計４個、エリミネータ電源２個、分圧用すべり抵抗器２個、十進形抵抗器２個、供試トランジスタ、トランジスタ試験器
	15.14 ＳＣＲの静特性の測定	シリコン制御整流素子（SCR）の静特性	供試ＳＣＲ、直流電源２個、低周波発振器、直流電圧計３個、直流電流計（mA）２個、分圧用すべり抵抗器２個、抵抗器（～50Ω）、可変抵抗器（100Ω）、シンクロスコープ（２現象）、回路計、切替開閉器
16. 増幅回路	16.1 真空管による低周波電圧増幅回路の特性測定	抵抗（ＲＣ）結合、チョーク（ＣＨ）結合、変成器（Ｔ）結合を用いた真空管による低周波電圧増幅回路の特性の測定	増幅器、エリミネータ電源、可変抵抗減衰器、低周波発振器、真空管電圧計、シンクロスコープ、固定抵抗（30, 50, 100kΩ）、コンデンサ（0.01, 0.05 0.1μF）、低周波チョーク（10H）、切替開閉器、回路計、固定抵抗（600Ω）、位相計
	16.2 トランジスタによる低周波電圧増幅回路の特性測定	抵抗（ＲＣ）結合、変成器（Ｔ）結合によるトランジスタを用いた低周波電圧増幅回路の特性の測定	増幅器、電池、可変抵抗減衰器、低周波発振器、真空管電圧計、シンクロスコープ、切替開閉器、回路計、固定抵抗（600Ω）
	16.3 負帰還増幅回路の特性測定		増幅器、低周波発振器、（100, 500）、可変抵抗減衰器、真空管電圧計、シンクロスコープ、回路計、固定抵抗（100, 300k Ω、1 MΩ）、固定抵抗（3、10 kΩ）、コンデンサ（10μF）、切替開閉器、固定抵抗（600Ω）
	16.4 真空管による低周波電力増幅回路の特性測定	真空管電力増幅回路の最適の諸条件の測定と効率の計算	増幅器、エリミネータ電源２個、真空管電圧計２個、直流電圧計２個、直流電流計、低周波発振器、出力変成器（ユニバーサル）、回路計、可変抵抗器（２～20Ω）、シンクロスコープ、出力計
	16.5 トランジスタによる電力増幅回路の特性測定	トランジスタによる電力増幅回路の最適の諸条件を測定して、その特性を求める。	増幅器、直流電圧計、真空管電圧計２個、直流電流計２個、可変抵抗器（１～20Ω）、低周波発振器、出力変成器（ユニバーサル）、電池、シンクロスコープ
	16.6 真空管による中間周波増幅回路の特性測定		増幅器、標準信号発生器、入力インピーダンス（250pF、1Mc）、負荷抵抗（５ kΩ）、シンクロスコープ、エリミネータ電源
	16.7 真空管による高周波増幅回路の特性測定		高周波増幅器、標準信号発生器、真空管電圧計、エリミネータ電源、コンデンサ（10, 20pF）、回路計
	16.8 広帯域増幅回路の測定		増幅器、エリミネータ電源、低周波発振器、標準信号発生器、パルス発振器、シンクロスコープ（0～15Mc以上）、可変抵抗減衰器、切替開閉器、高周波チョーク（230μH, 300μH）、コンデンサ（10μF）、固定抵抗（525Ω、75Ω、２ kΩ、15kΩ）
	16.9 トランジスタによる映像周波増幅回路の測定	トランジスタによる映像周波増幅回路の特性の測定及びエミッタフォロア増幅回路の理解	映像周波増幅器、標準信号発生器、真空管電圧計、シンクロスコープ、固定抵抗（120Ω）、コンデンサ（1,000pF）
	16.10 直流増幅回路の特性測定		増幅器、直流電圧計２個、電池２個、直流真空管電圧計、エリミネータ電源、直流電圧計、スライダック、ヒータ用交流電圧計、C電源用すべり抵抗器

表3－7（7）　電気工学実習科目と機材モデル

項　　目	実習科目名称	実　験　の　目　的	主　要　実　験　機　材
16. 増幅回路	16. 11 反結合発振回路の特性測定	ハートレー回路の特性の測定、変換回路	反結合発振器（中波用）、エリミネータ電源、直流電圧計３個、直流電流計、高周波電流計、可変タップコイル、固定抵抗（10, 20, 50kΩ）、電池、開閉器４個、標準信号発生器、検波器、シンクロスコープ、高周波トランス２個、低周波トラン
	16. 12 ＣＲ発振回路の特性測定	ＣＲ発振器の特性の測定と反結合発振器との比較	発振器、エリミネータ電源、直流電圧計、可変抵抗器２個、可変コンデンサ（100～1, 000pF）、２個、300Ωサーミスタ又は100V 3W のランプ、シンクロスコープ、低周波発振器、ヒータ用スライダック、ヒータ用交流電圧計
	16. 13 ＡＭ変調回路の特性測定	ＡＭ変調回路の搬送波、信号波及び変調率の測定	変調器（中波用）、直流電圧計２個、直流電流計、エリミネータ電源２個、標準信号発生器、低周波発振器、シンクロスコープ、切替開閉器、真空管電圧計２個
	16. 14 ＡＭ検波回路の特性測定	ＡＭ変調波の二極管検波、陽極検波及びバダリッド検波	検波器、エリミネータ電源２個、標準信号発生器、外部変調用低周波発振器、直流電圧計２個、コンデンサ（50, 250pF）、シンクロスコープ、真空管電圧計２個、高周波増幅器
	16. 15 ＦＭ変調回路の特性測定	リアクタンス管を用いた周波数変調回路の周波数変調特性の測定	変調器（ｆｏ＝10.7Mc）、エリミネータ電源２個、直流電圧計、ヘテロダイン周波数計及びシンクロスコー（15Mc）、コンデンサ（5, 10pF）、固定抵抗（300, 500 1, 000Ω）、コンデンサ（100pF）
	16. 16 ＦＭ復調回路の特性測定	ＦＭ検波のうち、フォスター・シーレ波とレシオ検波の特性の測定	ＦＭ放送用及びテレビジョン音声用の復調器、標準信号発生器、直流用真空管電圧計、マイクロアンペア計、エリミネータ電源、回路計、固定抵抗（50, 100, 200kΩ）
	16. 17 整流平滑回路の特性測定	整流平滑回路の電圧変動率、リプル百分率、整流効率の測定	整流器、交流電圧計、交流電力計、直流電圧計、直流電流計、真空管電圧計、すべり抵抗器、開閉器４個、スライダック、シンクロスコープ
	16. 18 ＣＲ回路の過渡特性の測定	ＣＲ回路の充電、放電特性の測定とパルス回路への利用	直流電源、直流電圧計、直流電流計２個（μA）、開閉器３個、固定抵抗（1 MΩ、2 MΩ）、コンデンサ（4, 10, 30, 50μF）、ストップウォッチ
	16. 19 波形操作回路の波形観測	整形回路及び波形変換回路の特性の観測。電子回路への利用	クリッパ、スライサ回路、クランプ回路、微分回路、積分回路、電池、直流電圧計３個、コンデンサ 100pF～1μF 程度までのもの数個、固定抵抗0.5kΩ～5 MΩ程のもの数個、信号発生器、非正弦波発生器、シンクロスコープ
	16. 20 マルチバイブレータの特性測定	マルチバイブレータの各電極の波形の測定と電子回路の応用	非安定マルチバイブレータ（真空管）、非安定マルバイブレータ（トランジスタ）、双安定マルチバイレータ、エリミネータ電源、電池、固定抵抗（1, 2MΩ）、コンデンサ（500, 1, 000pF）、直流電圧計２個、直流電流計３個、非正弦波発生器、増幅器、シンクロスコープ
	16. 21 のこぎり波状電圧発生回路の特性測定	放電管を利用したのこぎり波状電圧発生回路の特性の測定	二極放電管によるのこぎり波状電圧発生回路、サイラトロンによるのこぎり波状電圧発生回路、エリミネータ電源２個、直流電圧計２個、直流ミリアンペア計、非正弦波発生器、増幅器、コンデンサ（250pF, 0.01, 0.005, 0.1μF）、固定抵抗（100, 500kΩ、1, 2MΩ）、シンクロスコープ
	16. 22 抵抗減衰器の特性測定	ブリッジＴ形抵抗減衰器の特性の測定による四端子網回路の理解	低周波発振器（600Ω）、レベル計（600Ω）、切替開閉器、固定抵抗（600Ω、３個）、高周波可変抵抗器（十進形）
	16. 23 フィルタの特性測定	簡単な素子からフィルタ回路を作り、その特性の測定	可変誘導器４個、可変コンデンサ３個、低周波発振器、可変抵抗減衰器、真空管電圧計、切替開閉器２個、負荷抵抗（600Ω）、疑似線路（低周波）

表3－7（8）　電気工学実習科目と機材モデル

項　　目	実習科目名称	実　験　の　目　的	主　要　実　験　機　材
16. 増幅回路	16.24 非正弦波の分析	非正弦波の分析を行い、電子回路に用いられる非正弦波がどのような増幅器の特性を必要とするかを調べる。	非正弦波発生器（三角波、方形波、パルス波）、可変高域フィルタ、可変低域フィルタ、シンクロスコープ、負荷抵抗(600, 75, 50Ω)、ひずみ率計、切替開閉器、非正弦波回路
17. 通　信	17.1 空中線の固有周波数及び定数の測定	長、中波荷に用いられる接地アンテナの固有周波数及び定数の測定	供試中波空中線、標準信号発生器、ヘテロダイン周波数計、高周波電流計、高周波トランス（疎結合、L_1 = 2～31）可変高周波抵抗器（数Ω）、標準インダクタンス（数十μH）2個、開閉器
	17.2 レッヘル線の特性測定	レッヘル線の特性を測定し、定在波や特性インピーダンスを理解し、周波数を測定し、超短波の取扱いを修得	超短波標準信号発生器(250～700Mc, 50Ω)、疎結合高周波トランス、レッヘル線（2～3m）、高周波電流計、真空管電圧計、高周波可変抵抗器、豆ランプ(6.3～12V)
	17.3 拡声器の特性測定	コーン形ダイナミック・スピーカの特性の測定と増幅器との組合せ	低周波発振器、低周波増幅器2個、出力変成器、供試拡声器（コーン形ダイナミックスピーカ）、標準コンデンサマイクロフォン、抵抗減衰器、真空管電圧計2個、可変低抗器、固定抵抗(600Ω)、音響箱装置、切替開閉器、シンクロスコープ、音響実験装置（以上のセットのもの）
	17.4 受信機の総合特性	受信機の雑音制限感度特性及び選択度特性の測定。機能の総合的判断	供試受信機、負荷回路、疑似空中線、標準信号発生器、二極切替開閉器、高域フィルタ（300C/S）、帯域フィルタ（400C/S）、レベル計(600Ω)、真空管電圧計、シンクロスコープ
	17.5 送信機の取扱いと特性測定	水晶制御電力増巾無線送信機の調整法、特性の測定	水晶制御電力増巾無線送信機および付属品、ランプ、擬似空中線、照度計、直流電源、直流電流計、直流電圧計低周波発信器、低域フィルタ、抵抗減速器、真空管電圧計ピックアップコイル、シンクスコープ、切換開閉器、吸収形周波数計
	17.6 通信用継電気の特性測定と図基本回路の結線		各種継電器、キー、リレーキット等、直流電流計、直流電源、検流計、可変件標準抵抗器 4個、標準コンデンサ、回路計、度数計、ランプ、シンクロスコープ、エレクトロニックカウンター、ペン書きオシログラフ
	17.7 スーパヘテロダイン受信機の調整	スーパヘテロダイン受信機を制作したとき、その調整ができ、完全に動作差せることができるように、中間周波数増巾回路の調整および単一調整を修得	スーパヘテロダイン受信機、標準信号発生器、シンクロスコープ、回路計、真真空管電圧計、コンデンサ 100PF、0.1 μF、直流電流計、固定抵抗 500Ω、20、 30KΩ
	17.8 テレビジョン受信機の調整		供試テレビジョン受信機、掃引発信器、マーカゼネレータオシロスコープ、低周波発信器（20C/S ～20kC/S）、真空管電圧計、回路計、固定抵抗 50KΩコンデンサ、電源強度測定器
	17.9 マイクロ波の測定	反射形クライストコンの特性および立体回路の低財波の測定	マイクロ波実験装置、マイクロアンペア計、ブラウン管オシロスコープ、電波増巾器
18. アナログ計算機	18.1 アンログ電子計算機の実験	アナログ計算機の基本回路の理解と微分方程式を解くためのプログラミング	直流増巾器、シンクロスコープ（二現象）、方形波発信器、すべり抵抗器、固定抵抗器（0.1～5MΩ、各種の値の物数個ずつ、高角度）、コンデンサ（0.001～0.005μF、各種の値のもの数個ずつ、高確度）、アナログ計算機一色、ペン書きオシログラフ
19. 自動制御	19.1 温度検出器および電気炉のインディシアル応答の測定	温度検出器や電気炉など、自動制御に用いられる熱関係の各ブロックを電気的に置き換て、その特性を測定	熱電気。電気炉、交流電力計、交流電流計、交流電圧計、直流増巾器、ペン書きオシログラフ、X－Yレコーダ温度計、スライダック、断熱材料、ストップウォッチ
	19.2 差動度圧器とよる変位検出特性の測定	直線的変位、角度位の検出に用いられる差動変圧器の特性の測定と、自動制御計における応用	スライダック、差動変圧器、真空励電圧計 2個、シンクロスコープ、ノギス、マイクロメーター、可変抵抗器、可変コンデンサ

表3－7（9）　電気工学実習科目と機材モデル

項　　目	実習科目名称	実　験　の　目　的	主　要　実　験　機　材
19. 自動制御	19. 3 CR補償回路のボード線図の作成	自動制御器を安定に動作させるため、補償回路を用いて伝達関数を変更させる、この補償回路のボード線図を作成することにより、伝達関数および安定判別を理解する	超低周波発信器、ペン書きオシログラフ、固定抵抗（3.5.10.20KΩ数個組合わせる）、コンデンサ（2.4.6.40.80.120 μF）、電池、分圧用可変抵抗器
	19. 4 交流サボーモータの特性の測定	電子管式自動平行記録計の周波数応答およびインテァイアル応答を求め、サーボ機構を理解する	超低周波発信器、ペン書きオシログラフ、供試電子管式自動平衡記録計、電池および分圧用可変抵抗器、真空管電圧計（直流用）、X－Yレコーダー
20. FET トランジスター	20. 1 FETトランジスタの特性測定		エリモネータ電源（0～20V）、真空管電圧計、すべり抵抗器、（0.2A、3000Ω）、シンクロスコープ、低周波発信器（600Ω）、FET（2SJ12,3SK14）、トランジスタ（2SC32A）、ダイオード（1S73A）、固定抵抗（100Ω、20Ω）、開閉機、直流高増巾器
21. 論理回路	21. 1 論理回路の特性	論理回路の基本動作 サイリスタ及び磁気増幅器などによる直流発電機の出力電圧の自動調整	パルス発電器（100Hz～500Hz）、2現象シンクロスコープ、論理回路（OR、AND、NOT）、可変抵抗器、（600Ω）、開閉機 3個、電池（6V）
22. ＩＣ	22. 1 アンログＩＣの特性測定		補償増巾器、（80dB以上、入力電圧± 10V以上）、被測定増巾器、（TA75002M、μA709、電源電圧（0～20V可変）、可変電源電圧（0～6V）、開閉機 3個、入力抵抗（400kΩ）、負荷抵抗（150KΩ）、交直用バルボル、発信防止用コンデンサ（0.001 ～0.01μF）、直流特性試験回路、信号発生器、増巾地域幅測定回路、応答時間測定回路、パレス発振器、シンクロスコープ、ＩＣ
	22. 2 デジタルＩＣの特性測定		パルス発信器 3個、エリミネータ電源 3個、シンクロスコープ、交直用バルボル 3個、ミリアンメータ、直流電圧計、魔法ビンと温度計、20R-2AND（TM4005M、HD734M）、DRL 双 3極NANDケート（TD 1001M）

表3－8（1）　電気工学実習科目

大学名 / 実験名	北スマトラ大学	スリヴィジャヤ大学	タンジュンプラ大学	メダンエリア大学	ダルマアグン大学	北スマトライスラム大学
1. 電気回路			電気回路に関する実験在り。個々のテーマは不明であるが直流、交流回路の基礎実験は行っている。			?
－測定機器とR, L, C 素子の特性	○	○		○	○	○
－単一ビーム、オシロスコープ	○					○
－オームの法則	○			○		○
－キルヒホフの法則	○	○		○	○	○
－直流回路の解析	○	○		○		○
－テブナン・ノートンの定理	○	○		○	○	○
－四端子網	○			○	○	○
－電力、力率の改善	○			○	○	○
－R-L-C 回路	○	○		○		○
－R-L-C 回路の電流と電圧	○	○		○		○
－交流回路の解析	○	○		○		○
－R-L-C 回路における振動数の変化による電流・電圧の変化	○	○		○	○	○
－三相系	○					○
－相互誘導	○					○
－重ね合せの定理				○	○	
－ネットワーク				○		
－過渡現象					○	
－共　振					○	
2. 電気測定		現在、電気測定実習はあるが他の部分の実験での測定				
－測定機器の使用法と種々の電気量の測定	○			○	○	○
－ホイートストンブリッジ				○	○	
－熱電対					○	
－接地抵抗の測定	○			○	○	○
－電力消費の測定	○			○	○	○
－鉄心損測定	○				○	○
－単相電力の測定				○		
－三相電力の測定				○		
－照度計	○					○
3. 電　力						
－変圧器	○	○	○	○	○	○
－直流電動機	○	○	○		○	○
－誘導電動機	○	○		○	○	○
－三相電動機	○	○				○
－直流発電機	○	○	○	○		○
－単相同期発電機	○	○		○	○	○
－三相発電機	○		○	○	○	○
4. 高電圧		設備がないためバンドン工科大学で実習	設備がないためバンドン工科大学で実習			
－直流高電圧測定	○					
－交流高電圧測定	○					
－気体絶縁の絶縁破壊	○					
－油入変圧器の破壊電圧	○					
－コロナ特性とコロナ電圧	○					
－連続絶縁体上の電界分布	○					
5. 送配電		現在は基礎エレクトロニクスの回路のみ	基礎エレクトロニクスおよび電力エレクトロニクスの実習がある。			
－熱動継電器	○					○
－測定継電器	○					○
－過電流継電器	○					○
－反時限形過電流継電器	○					○
－差動継電器	○					○
－ケーブル欠陥検査	○			○		○
－負荷シミュレーション	○			○		

表3－8（2）　電気工学実習科目

大学名 / 実験名	北スマトラ大学	スリヴィジャヤ大学	タンジュンプラ大学	メダンエリア大学	ダルマアグン大学	北スマトライスラム大学
－三相システムにおける負荷バランス				○		
－光度の測定				○		
6．エレクトロニクス		現在は基礎エレクトロニクスの回路実習のみ	基礎エレクトロニクス及び電力エレクトロニクスの実習がある			
－ダイオード	○			○	○	○
－整流回路	○			○	○	○
－トランジスタとその利用	○			○		○
－トランジスタのパラメータと特性の測定					○	
－増幅回路	○			○	○	○
－サイリスタ	○			○	○	○
－オペレーショナル増幅器	○			○		○
－発振器	○			○		○
－マルチバイブレーター	○			○		○
－サーミスタとフォトセル						
7．電気通信システム						
－忠実度測定	○					
－感度測定	○					
－選択度特性	○					
－周波数フィルタ回路				○		
－同調回路と共振回路				○		
－ケーブルインピーダンス特性と通信効率				○		
－発振回路				○		
－変調と復調				○		
－振幅変調送信機				○		
－通信システム実験（ラジオ）		○				
8．コンピュータ						
－AND，OR，VOT，NOR ゲート回路の特性と操作	○			○		○
－順序回路（フリップ・フロップ）	○					○
－アナログコンピュータ	○					○
－マイクロプロセッサーの機能			○			
－ＩＣを用いたフリップ・フロップ回路の特性と操作				○		
－１ビット２進加減算回路の特性				○		
－比較計器回路の特性と操作				○		
－ＢＣＤデコードカウンタの特性と操作、７セグメントデューダ回路				○		
－ＢＣＤアップ・ダウンカウンの特性と操作				○		

1/ 各大学における実験テーマの名称が異なること、また現有機器による実験のみ可能であるため、個々のテーマについて比較する事は困難である。しかしながら、電気回路（直流・交流）と電気機械（変圧機、電動機、発電機）に関する実験はいずれもの大学においても一応行っている。但し、電動機、発電機については代表的な各種の型が揃っているわけではない。

2/ 北スマトライスラム大学は現在実験設備がないため、これら実験は北スマトラ大学で行っている。

表3－9（1）　化学工学実習科目の内容と機材モデル

1／

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
1. 化学分析	1.1 定性分析	定性分析用試薬を用いて、無機物、陽イオン、陰イオンの定性分析を行う。	コニカルビーカー、マグネティックスターラー、三角フラスコ、ホームピペット、メスシリンダー、各種試薬、ブンゼンバーナー、濾紙、ＰＨ試験紙、デシケーター、乾燥器、白金るつぼ、ロート、ビーカー
	1.2 重量分析	重量分析により金属元素、イオンの定量分析を行う。	コニカルビーカー、マグネティックスターラー、三角フラスコ、ホームピペット、メスシリンダー、ホットプレート、ブンゼンバーナー、洗浄液、純水装置、ガラスフィルター、濾紙、電気炉、デシケーター、各種試薬
	1.3 定量分析	中和滴定、酸化還元滴定、沈殿滴定を行う。	コニカルビーカー、ビーカー、三角フラスコ、結晶ザラ、漏斗、水流ポンプ、メスピペット、ホームピペット、メスフラスコ、メスシリンダー、マグネティックスターラー、バランス
	1.4 機器分析	屈折計、蛍光光度計、比色計、ガスクロマトグラフィーなどの機器分析計の取扱いを実習する。	屈折計、蛍光光度計、比色計
1. 物性測定実験	1.1 液体の密度の測定	純水で正確に求めた体積をもとにピクレメーカーにて純液体又は液体混合物の密度を測定する。	ピクレメーター、乾燥器、バランス、恒温槽、棒状温度計
	1.2 液体の粘度の測定	純液体又は液体混合物の粘度を測定する。	オストワルド粘度計、恒温槽、ゴム管、ストップウォッチ、乾燥器
	1.3 蒸気圧の測定	液体の蒸気圧を求める。	水流式アスピレーター、エブリオメーター(300cc)、温度計、水銀マノメーター、バリファタンク（耐圧）
	1.4 温度計の補正	所定の温度計を氷点法、沸点法により補正する。	棒状温度計、200cc 三角ロート、ガスバーナー、脚立、アスベストネット、500cc 丸底フラスコ、沸石、ジャケットシリンダー、ゴム栓、etc.
2. 流体実験	2.1 流量測定実験	特定サイズのオリフィス流量計による。流量とオリフィス前後の差圧を求め計算値と比較する。	供給タンク、温差ポンプ、ヘッドタンク、オリフィス流量計、差圧マノメーター、調節バルブ、受水槽、オリフィス各種、パイプサイズ 11/2B
	2.2 管内圧力損失測定	種々の管接手、弁類に対する圧力損失を測定する。	貯水層、温差ポンプ、１ｍ～３倍管路、バルブ６本、圧力測定タップ８ヶ所
	2.3 充填層における圧力損失の測定	ガラス球又は他の充填物を用いて充填層を形成し、これに空気を流して圧力損失を測定、充填粒子の物性を測定しコゼニー定数、粒子の形状係数を求める。	充填塔、ブロワー、流量調整器、フロート式流量計、ゴム栓、マノメーター、湿式ガスメーター、粒子：３種類
3. 熱伝導実験	3.1 伝導伝熱実験	高温、低温２槽における固体の温度の時間変化を求め、固体内の非定常熱伝導の理論解と定測値比較より、固体試料の熱拡散係数を求める。	高温・低温水槽、スターラー、棒状温度計、試料（プラスチック）、熱電対、ジュマビン、電圧ミリボルトメーター、ストップウォッチ

表3－9（2）　化学工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
	3.2 対流伝熱実験	二重管式熱交換器を用い外管に蒸気を流して内管を流れる水を加熱した場合の水側伝熱係数を実験的に求め、関連する種々の考察を行う。	二重管式熱交換器、温度計、出入口弁（液側）、スチーム出入口弁、電気式ボイラー、スチーム圧力計、流量計（液）、メスシリンダー（1ℓ、5ℓ）、ベント弁、ポンプ、オーバーフロー槽
4．蒸留実験	4.1 単蒸留	3成分系の単蒸留実験を行って、留出液組成の時間的変化を測定し、蒸留曲線を作成、理論値と比較、考察する。	三つ口フラスコ、棒状温度計、リービッヒ冷却管、メスフラスコ、マントルヒーター、スライダック
	4.2 充填塔による精留実験	充填塔を用いて2成分混合溶液の精留実験を行い、充填塔性能のH.T.U、HETPを求める。	真空ジャケット付充填塔（宝塔部付）、スチール、冷却器（3本）、マントルヒーター、温度計（5本）
	4.3 充填塔によるガス吸収実験	水による酸素ガスの吸収を充填塔にて行い、充填塔のH.T.Uを測定する。	ラシヒリング充填塔、酸素ボンベ、流量計（オリフィス）、オーバーフロー槽、オリフィス流量計、温度計、定圧装置、DOメーター
5．乾　燥	5.1 固体の乾燥速度の測定	粒径を揃えた砂、粘土を用い、熱風による乾燥実験を行い熱伝達係数を測定する。	天秤付乾燥炉、ブロワー、オリフィス流量計、予熱器、乾湿球温度計、温度記録計、おもり各種、タイマー、ストップウォッチ
6．吸　着	6.1 粉末活性炭による芳香族化合物水溶液の吸着実験	P－ニトロフェノール水溶液の粉末活性炭による吸着試験を行い、吸着等温式のパラメーターを決定する。	1ℓビーカー、1ℓメスフラスコ、メスピペット、共栓付三角フラスコ(100cc)、純水装置、紫外吸光光度計、振盪器
	6.2 固定層吸着破過曲線の測定と解析	粒状活性炭充填固定層による吸着破過曲線を解析し、総括移動単位数NOFを求める。	オーバーフロー槽、ジャケット付吸着塔、流量計、循環ポンプ、メスシリンダー、三方コック
7．晶　析	7.1 晶析実験	連続式完全混合槽型晶析装置による晶析実験を行い、成長速度G、核発生速度を求める。	500mlアクリル製ドラフト付晶析槽、攪拌翼、送液ポンプ、温度計、恒温槽、9～200メッシュ標準　、アスピレーター、乾燥器、ヌッチェ、濾過ビン、濾紙、秤量ビン10ヶ、注射器、硫酸アンモニウム、純水装置
8．反応動力学	8.1 攪拌槽の重力特性	トレーサーとしてアラニン染料を用いて、攪拌槽の混合特性並びに重力特性を明らかにする。	25ℓ透明アクリル製バックル付混合槽（4枚羽根攪拌翼）、ヘッドタンク、オリフィス流量計、給液タンク、循環ポンプ、U字管マノメーター、吸光光度計、回転計
9．粉体の取扱い	9.1 粉体の粒度分布の測定	沈降法の一種であるアンドレアゼンピペット法を用いて、粒度分布を測定する。	アンドレアゼンピペット、フライアッシュ、沈降性炭酸カルシウム粉末、ケイ砂、ヘキサメタリン酸ナトリウム、化学天秤、秤量ビン、デシケーター、マグネチックスターラー、乾燥器、ストップウォッチ、メスシリンダー
	9.2 濾過実験	ケイソウ土を用いた濾過実験を行い、濾過方式における濾過係数、濾過速度、水洗特性を求める。	スラリー混合槽、リーフフィルター、濾液計測用シリンダー、水洗水受けシリンダー、水銀閉管マノメーター、水流式ポンプ、圧力調整用ニードルバルブ、二方コック、三方コック

表3－10　化学工学実習科目

	シアクアラ大学	北スマトラ大学	スリヴィジャヤ大学	備　考
1．化学分析　1/				
1.1　定性分析	○	○	○	
1.2　定量分析				
1)　滴定分析	○	○	○	
2)　重量分析	○	○	○	
3)　機器分析				
2．化学工学実験				
2.1　単蒸留実験	－	○	○	
2.2　対流伝熱実験	○	○		
2.3　気流乾燥実験	－	○	○	
2.4　濡壁塔による物質移動実験	－	○	－	
2.5　濾過実験	○	○	－	
2.6　精密蒸留実験	－	○	－	
2.7　流動層実験	○	－	－	
2.8　固定層実験	○	－	○	
2.9　抽出実験	○	－	○	
2.10　熱伝導度測定	○	－		
2.11　吸収実験			○	
3．化学プロセス実験				
3.1　醗酵実験				
3.2　パルプ製造実験				
3.3　エステル化反応				
3.4　尿素ホルムアルデヒド合成実験				
4．微生物工学実験				
4.1　澱粉醗酵		希　望		

1/ 他の学科、学部で行われていることが多い。

表3－11　産業工学実習科目の内容と機材モデル

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
1．作業工学	1.1 時間測定	一連の特定作業における作業者の行動の時間測定を行い、表標準時間の設定と作業施設、との関連に於ける考察を行う。	ストップウォッチ、ビデオ、メモ・モーション装置、マイクロメーター
	1.2 ワークシステムの設計	ある特定の作業の作業測定を行って、ワークシステムの効率の検討を行い、運用法を検討し、ワークシステムの設計を行う	8m/m撮影機、映写機、メモ・モーション装置、ストウォッチ、ＶＴＲ、マイクロメータ、スライド映写
	1.3 ワークサンプリング実験	作業者や機械などの移動状態を効率よく測定する目的で対象作業を任意の時間間隔にて観測し、その活動内容の時間的構成比率を統計的に推測する。	タイムスウィッチ、ストップウォッチ、ランダム時表、乱数表、観測用紙、ＶＴＲ、パソコン
2．工場配置計画	2.1 レイアウトの検討実習	特定業種の工場のレイアウトを検討し実際の現状のレイアウトを比較検討しその理由を解明する。	設備縮尺模型、レイアウト板、カメラ、8m/m映写機、撮影機、ドラフター付堅型製図板、教示用製図用具、定期保管箱
	2.2 工場配置計画実習	特定業種の構成機械、作業者の役割を検討し特定業種の工場配置計画を作成る。	教育用スライド、ドラフター、テンプレート、T型定規、縮尺レイアウトモデル、透視用トレース台、コピー機、設備縮尺模型（各種）
3．統計工学	3.1 品質パラメータの解析	特定商品のサンプル結果と商品特性の解析を行う。	パソコン、サンプリング用具、8m/m撮影機、映写機
	3.2 出版物に於けるアルファベット文字の頻度数の統計的解析	種々の出版物に出てくるアルファベット文字の頻度数の輪廻合いをもとめる。	乱数表、パソコン、分布模型、20面ダイス
4．コンピュータ工学	4.1 コンピューターープログラム	パソコンの使用法、プログラム手法の取得を通じてパッケージソフトの使用方法をマスターする。	パソコン、ソフト、オートファイル
	4.2 コンピューターシミュレーション	数種の独立変数と従属変数を有する系に於ける系の特性をブラックボックスとして独立変数と従属変数の関係をシミュレートする。	パソコン
5．生産加工技術	5.1 機械要素の製作実習	機械部品の構成要素の製作実習を行い生産機械に於ける機材要素の品質の認識を行う。	小型旋盤、ボール盤、フライス盤、研削盤
6．環境工学	6.1 工場設計に於ける安全、衛生、環境に対する指針の実習	工場設計に於ける安全、労働衛生、危険物、毒物などの設計条件等を理解する。	8m/m撮影機、映写機、ＶＴＲ、スライド
	6.2 各種分析計の取扱い	振動計、ガス検出計、照度計、などの作業環境測定機器の取扱いの実習を行うとともに工場設計における環境設計を行う。	酸素計、振動計、炭化水素計、照度計、有害ガス検出装置、疲労測定装置、可変照明設備

表3－12　産業工学実習科目の現状

実習科目	北スマトラ大学	ダルマアグン大学	北スマトライスラム大学	メダンエリア大学
1. 作業工学				
1.1 時間測定	○	○	○	○
1.2 ワークシステム設計	○	○	○	○
1.3 ワークサンプリング実験	○	－	○	－
2. 工場配置計画				
2.1 レイアウトの検討	○	○	○	○
2.2 工場配置計画	○	○	○	○
3. 統計工学				
3.1 品質パラメータ解析	○	○	○	○
3.2 統計解析	○	－	○	－
4. コンピュータ工学				
4.1 コンピューター プログラミング	○	○	○	○
4.2 コンピューター シミュレーション	○	－	－	－
5. 生産加工技術				
5.1 機械要素制作実習	○	－	－	－
6. 環境工学				
6.1 環境設計	○	－	－	－
6.2 各種測定器具実習	○	－	－	－

表3－13（1）　鉱山学科実習講座名及び必要機材

(1/2)

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
1．地質学実習	1.1 地質学基礎	整合、不正合、断層、トラップ等地層構造の基礎をモデルをとおして学習する。	地層モデル
	1.2 岩石・鉱物学基礎	岩石・鉱物の結晶構造や組成をサンプルの検鏡や観察を通して学習する。	岩石・鉱物標本、岩石・鉱物薄片、結晶模型、反射顕微鏡、偏光顕微鏡
	1.3 地質調査	航空写真等を通して断層等の判断方法を学習すると共に、実際に屋外へ出て地質調査の方法を学ぶ	航空写真、衛星写真、ステレオスコープ、クリノメーター、ハンマー、拡大鏡
2．鉱物分析	鉱物分析	踏査中に収集した岩石サンプルの薄片を作製し、検鏡によって岩石・鉱物名を決定する。サンプルは不透明鉱物に分かれている。不透明鉱物は鉱石研磨装置を用いて鉱石表面を鏡面研磨し、反射顕微鏡を用いて観察する。透明鉱物は薄片作製装置を用いてプレパラートをつくり、偏光顕微鏡で観察する。また検鏡サンプルを作製しにくいものは、鉱物・鉱石を粉末にし、X線粉末解析装置におけ鉱物名を決定する。	反射顕微鏡、偏光顕微鏡、岩石切断機（ダイアモンドカッター、トリマー）、岩石薄片作製装置（ラッピングマシン、マウンティング溶剤；松ヤニ、バルサム等）、鉱石研磨装置（ポリッシャー・クラインダー）、X線粉末解析装置、乾燥機、ボールミル、クラッシャー、フルイ、ペトリ皿、モース硬度計、アッベ屈折計、比重天秤、熱天秤、ガイガー・カウンター
3．測量実習	測量実習	地形・地質図の作製に必要なトラバースやレベリング方法を学習する。	レベル、トランシット、三脚、ポール、箱尺、スチールテープ、メジャリングテープ
4．物理探鉱	物理探鉱	地層の電気抵抗特性、岩体圧による磁気特性、地層境界面での弾性波特性を理論値と検証しながら地下構造の決定や、埋設物の位置決定方法等を学習する。	
	4.1 電気探査実験	電流を地層に流し、抵抗値を測定することにより地下地質構造及び埋設物の状況を判断するための実験である。	電気式地層探査機、抵抗測定機、記録計等
	4.2 磁気探査実験	岩石種類によって帯磁率が異なる性質を利用して基盤の深度・起伏、概略の地下構造を決定する方法を実習する。 液体の蒸気圧を求める。	磁器式地層測定機（プロトン磁力系、その他）
	4.3 弾性波探査実験	基盤、堆積層を伝搬するP波、S波の読取状況から堆積層の厚さ、基盤までの深度を測定する実習である。	弾性波探査実験装置（発信器、ブラウン管オシロスコープ、電磁気オシロスコープ、その他）
	4.4 放射能探鉱実習	地層の対比、油、ガス層の厚さを決定するために天然の放射能を測定する（ガンマ線検層）実習。	放射能探鉱実験装置（放射能測定装置、記録計、計算機、その他）
5．採鉱	採鉱	炭鉱や金属鉱脈の具体的な掘削方法、湧水の回避・処理方法，坑道のグラウティング方法、安全設計及び坑井の掘削泥水有効利用方法などを実習により学習する。	
	5.1 空気圧縮機実験	軟弱地盤等の掘削において坑道崩壊や湧水防止の目的で坑道内を機密状態に保ちながら高圧を掛ける。本実験では、安全な掘削作業を進めるため実際に坑道やトンネル内で高圧を掛け、その際の坑道内の地質状態がどのように変化するかを観察する。	コンプレッサー、圧力ゲージ、エアーフローメーター、プローニーブレーキ及び加重計、回転計

表3－13（2）　鉱山学科実習講座名及び必要機材

(2/2)

項　　目	実験科目名称	実験の目的と内容	主要実験機材
5. 採鉱	5.2 削岩試験	削岩機やオーガー等を用いた削岩方法を実習する。	削岩機、削岩ビット、ロッド、ジャック、ドリフター、オーガー、歪計及びアンプ、シンクロスコープ、電磁オシログラフ、ボーリングマシーン（ビット、ロッド、グラウティングポンプ、トルクメーター、電力計、圧力計、その他）
	5.3 採井用泥水試験用具	坑内から還流した泥水中に含まれるガス又は油、同じく頁岩に含まれるショーイングを定量的に分析し、掘進率の変化、地質の変化を判定するための実習である。	ガスクロマトグラフ、比重計、粘度計、硫黄分析装置、窒素定量装置、エバポレーター、pH メーター等
	5.4 通気実験	石炭、金属鉱山の坑道における気流の性質を把握し、坑道の安全設計方法を学習する。	遠心軸流扇風機、軸流扇風機、気流測定装置（ピトー管オリフィス、アスカニア等）、回転計、電力計、電流計
	5.5 坑内保安実験	石炭、金属鉱山の坑道におけるガス発生滞留、温度の上昇程度等を把握し、安全な坑道とはいかなるものが、事故発生にいかに対処するかを学習する。	トランシット、レベル、オケットコンパス、酸素呼吸機
6. 鉱山機械実験	鉱山機械実験	石炭・金属鉱床の採鉱に必要な機材の設置方法、使用方法、設計方法を実習する。	
	6.1 切削抵抗実験	岩石供試体及び断層・節理などを含む不連続岩体について、一軸圧縮強度を測定し、応力伝搬特性、破壊特性などを測定する。	岩石押込抵抗試験装置、電磁オシログラフ、抵抗線歪計ダイナモメーター、ヤング率測定装置、ショアー硬度計シュミットハンマー、岩石せん断試験装置、マッフルファーニス、恒温乾燥機、台秤
	6.2 鉱山機械設計	石炭、金属鉱山の採鉱に必要な機材の設計方法を実習する。	製図版、卓上計算機
	6.3 鉱山運搬実験	石炭や鉱物の坑道よりの運搬方法を実習する。	ミニコンベアー、シュートフィーダー及び計器類、小型ホイスト、スクレーパー、モーター、油圧ポンプ
	6.4 ロープ実験	牽引材料の強度試験方法及び材料の強度を実際に測定する。	ワイヤー捻回試験機、ワイヤー撚解試験機、ワイヤー屈曲試験機、ワイヤー疲労試験機
	6.5 支保及び地圧実験	坑道内壁面の盤圧を測定し、坑道を支える支柱、構造物の強度を計算する。	鉄柱及びカッペ、盤圧計、抵抗線歪計、記録式オシログラフ及びアンプ、光弾性実験装置
7. 選鉱	7.1 ふるい分析	鉱物、鉱石の定量分析実験。	標準ふるい、リフルサンプラー、サンドバス、赤外線乾燥機、ジョークラッシャー、スタンプミル、ハンマーミルサンプルグラインダー、ロッドミル、ボールミル、ボットミル
	7.2 分離実験	鉱脈に含まれる希少金属の含有量及び分析及び実験方法の実習。	ミネラルジグ、振動テーブル、重液選鉱機、ハイドロサイクロンセパレーター、機械式浮選機、ガラス式浮選機、マグネチックセパレーター、静電セパレーター、濾過試験機、液体用定量ポンプ、スラリーポンプ、小型コンプレッサー、気体流量計、液体流量計、pH メーター、比重計、磁束計、台秤、上皿天秤、粒度測定装置、電導度測定装置、電流・電圧計、微弱電流計、マッフルファーニス、ストップウォッチ、計算機
	7.3 オイル分析	原油の品質を決定するAPI や蒸気圧、粘度、硫黄含有量、窒素含有量、水分含有量、塩分濃度、重金属含有量を測定する。	直式天秤、遠心分離機、ボーラログラフ、電位差滴定装置、光電比色計、分光光度計、赤外線分光光度計、キレート滴定分析装置、熱量計、サルファーアナライザー、純水製造装置、窒素定量分析装置計、比重計、ピクノメーター、塩分濃度計、水分計、炎光光度計

表３－１４　鉱山工学実習科目

大学名 実験・実習項目	スリヴィジャヤ大学	ダルマアグン大学
１．地質学実習		
基礎学習	○	○
岩石鉱物観察	○	○
地質調査	○	○
２．鉱物分析	○	○
３．測量実習	○	○
４．物理探鉱	－	－
電気探査	－	－
磁器探査	－	－
弾性波探査	－	－
放射能探鉱	－	－
５．採　　鉱		
空気圧縮実験	－	－
削岩試験	○	○
さく井泥水試験	－	－
通気実験	○	－
坑内保安実験	○	－
６．鉱山機械実験		
鉱山機械設計	－	－
鉱山運搬実験	○	－
ロープ実験	－	－
支保及び地圧試験	○	－
７．選　　鉱		
ふるい分析	○	○
分離実験	○	－
成分分析	○	○

第4章　基　本　設　計

第４章　基本設計

４．１　機材の設計方針

高等教育機材整備計画における工学部教育用機材設計にあたり、以下に示す設計方針を設定し検討を行った。

（１）地方工学系大学における教育水準の向上

インドネシア国における、高等教育開発プロジェクトの目標の一つであるＳ－１レベル（履修年限４－７年、履修単位数 140-160単位：学士教育に相当）の教育水準向上に資するための機材設計であること。

高等教育開発プロジェクト当該11大学実習内容と整合性のとれた機材設計であること。

（２）機材規模・汎用性

本計画は、工学系地方11大学の教育水準を向上させようとする計画のため、学生実験や訓練に適合した規模、レベルの機材を選定する。更に、各機材は、特殊なものを除き、複数の実験・訓練に対応できる汎用性機種であることを要件とし、今後教育水準の向上と、地域ニーズに即応し実験・訓練内容の拡充が可能となるようにする。

（３）対象地域におけるニーズとの整合性

各対象大学の位置する地域での雇用の拡大、地域開発に対し直接的または間接的に寄与する機材設計とする。

（４）他の援助機関による供与機材との重複を避ける

本機材整備計画と平行して他の援助機関に機材を要請しているタンジュンプラ大学、ランプンマンクラット大学及びシアクアラ大学、スリヴィジャヤ大学の四校については、整備機材の重複が無いよう配慮する。

（５）機材の設置計画

本計画により整備される工学機材は、各大学工学部内の実験・実習室内に設置される。但し、実験・実習室の移転計画があり、実際に新校舎着工中の、スリヴィジャヤ大学、ダルマアグン大学、メダンエリア大学、アンダラス大学、北スマトラ大学、シアクアラ大学の各大学については、移転後の実験・実習室を対象とし、現在の実験・実習室が手狭で機材の設置が困難と考えられる北スマトライスラム

大学については、大学側の申し入れ通り既存建物内の講義室を開放・転用し、設置計画を立てる。
機材の配置計画については、機材の重量、大きさ、用途、用役容量等を考慮し、配置する位置を決定する。

4.1.1　１１大学の教育用実習機材

各大学は現有機材状況から三つに分類することができる。

第一グループは、一部の学科もしくは実験室の機材の種類がある程度揃っているものの、全般的には、実習・実験機材が不足しており抜本的な基礎実験機材の整備をする必要のある国立大学。（Ａグループ）
特に、カリマンタン、バンダルランポン及びパダンの国立大学。

第二グループは、国内の教育文化省の機材整備計画あるいは外国からの機材援助によって機材の質、量共にほぼ十分であるが、大学教育の内容向上のために一部機材の拡充、強化が必要と考えられる国立大学。（Ｂグループ）

第三グループは、本機材整備計画の主旨に則り、大学の教育機材を整備することによって地域の産業振興に好影響をもたらすものとしてインドネシアの高等教育省側から特に推薦のあった私立大学である。（Ｃグループ）

第一グループにはアンダラス大学、ランポン大学、タンジュンプラ大学及びランブンマンクラット大学が挙げられる。
このグループに共通な点は、どの大学も実験に必要な基礎的機材までも数が不足しているため、学生をグループ分けし、実験の回数を分けて行っている。また、卒業に必須であっても高額な機材を必要とする一部の学生実験や実習については学生の自費によりバンドン工科大学で受けざるを得ないのが実情である。これらの大学のもう一つの共通点はタンジュンプラ大学の電気工学科を除き、過去外国からの機材援助の実績が殆どない点である。

第二グループは北スマトラ大学、スリヴィジャヤ大学及びシアクアラ大学が挙げられる。北スマトラ大学の土木学科では日本の国立大学の平均的機材量を上回る設備を有する実験室も見られた。ところが、維持・管理費用の不足、あるいはメンテナンスの不備から使用不能または使用されず実験室の片隅に放置されている機材も見受けられた。

スリヴィジャヤ大学でも特に鉱山学科は設立の歴史も古く、しかも近郊に大油田や精油所、鉱山等が存在する関係上、優秀な鉱山技術者に対する産業界からのニーズも大きい。事実、本学科内には産業界から譲り受けたと見られる中古の実験設備や実作業用機械が数多く存在したが、その内の多くは老朽化が激しく使用に耐えない状態であった。
シアクアラ大学は教育用機材に関し、一応の数量はみたしているものの、十分とは言えず、一部機材の補強が必要と考えられる。

第三のグループは、メダンエリア大学、北スマトライスラム大学、ダルマアグン大学及びノメンセン大学である。
ノメンセン大学は、私立大学であるが、オーストラリアのキリスト教関連財団からの援助による機材が設置され、ダルマアグン大学や、北スマトライスラム大学及びメダンエリア大学等他の私立大学と比較すると、機材に関しては恵まれている状態である。
他の３私立大学は、予算の都合上機材整備に力を入れることができず、基礎的機材が不足している。

4.1.2 施設の利用方針

本機材整備計画によって設置される機材が、対象11大学の慢性的な運営費不足に更に拍車を掛けることが無いように配慮することが最優先課題と考えられる。従って、施設の利用にあたっては、現状の十分な把握が必要と考えながら調査に努めた。現有施設に関する調査項目は、以下の通りである。

1) 現有施設の面積とキャンパス内の位置
2) 現有施設内の現状設備配置
3) 現有施設内のユーティリティー配置と容量

更に、現在新校舎を建設中または建設予定の大学については、これらの図面等を入手し検討を行った。

4.1.3 機材の選定方針

本計画機材の選定にあたり、次のような方針を設定し検討を行った。

（1）高等教育機材整備計画の主旨との整合性

本機材整備計画は、インドネシア国の地方大学の教育水準の向上を目的としている。従って、機材の選定にあたっては教育水準の向上に十分寄与する機材であることが最優先で配慮されねばならない。

（2）各大学のカリキュラムとの整合性

たとえ同じ名称の実験であっても、現有実験機材の内容、指導する教官のレベル及び地域産業界からのニーズ等の各要素が相まって各大学で行っている内容には若干の差異がある。

この傾向は専門性の高まる3年生以降の実験・実習で顕著となる。

機材の選定にあたっては、実験・実習のカリキュラムを調査することはもとより、時間の許す限り担当の教官と面談し、実験・実習の内容を調査した。

このように、具体的実験実習の内容に踏み込みながら、必要機材を選定することが各大学のニーズに最も適合した方法と考えた。

（3）機材の規模・汎用性

機材数量については、実験・実習を受講する学生の人数と、必要機材数及び現有機材数を基本データとして考察する。

更に、面談調査でも把握した実験・実習の担当教官の指導能力についても考慮に入れながら機種を選定することが理にかなうものと判断する。

選定機材は、教官の指導能力が不足していると判断される場合や、特殊な機材しか対応できない実験を除き、複数の実験・実習に応用が可能な汎用性機種であることを要件とし、教育水準の向上に即応して実験内容も拡充が可能となるように配慮する。

（4）機材の操作性、保守・管理の容易性

本機材整備計画で設置される機材はあくまで学生実験に使用されることを目的とするので、複雑な機能を有する必要はない。機材の操作において素人である学生が容易に操作し、実験をこなすことができるシンプルな機構の機材であることが

重要である。
更に、突然の停電でも保護開閉機能が働き、機械そのものの故障を未然に防止できる様な安全設計が施された機材が最良と考える。

保守に関しては、次の４点を満たす機材であることが重要と考える。

1) 各対象大学の位置する地域でのアフターサービスが容易に受けられる。
2) 部品調達が容易であり、英文の保守マニュアルが揃っている。
3) 修理不可能なブラックボックスが少ない。
4) 故障が少なく、維持費用が掛からず、また故障してもすぐに学科内の実験補助者により修復可能で、実験・実習の中断がないこと。

特に、上記 4) については、各大学とも少ない維持・管理費で運営されている状況であるので、特に重要と考えられる。

4.1.4 ユーティリティー

（1）電源

停電に関しては、スマトラ島、カリマンタン島ともに皆無とは言えないが、10年前に比べると事情はかなり改善されており、多いところで月３～５回程度、その他は月１回程度である。しかしながら、電子部品を多用した機器にとって突然の停電はハード部品の損壊につながるので、非常用電源又は、遅緩リレーの組み込みが必要である。

電圧の変動はスマトラ島、カリマンタン島の両島で約±10%程度と言われているが、精密機器の場合は電圧自動調整器を使用し、±５%の電圧変動に抑える必要がある。

（2）水質

大学内での使用水はアンダラス大学とシアクアラ大学が井戸水を使用している他は全て市水である。水質に関しては、北スマトラ大学を除き、比較的良好であり、飲用に供することが可能である。北スマトラ大学は、メダンエリア大学、ダルマアグン大学、北スマトライスラム大学と同じメダン市にありながら、市水の水源が異なっているため水質が悪く、飲用に適していない。
大学内で特に水質にこだわるのは化学分析の分野、ボイラーの供給水程度であり、化学分析に関しては蒸留水製造装置で対応しており特に問題はない。ボイラーに関しても、一般的に低圧ボイラーを使用しているところが殆どなので、懸念され

るシリカ、カルシウム、酸素等の高濃度による問題も発生しない。

（3）ガス

対象大学で都市ガスを使用しているところは存在しない。
バーナーやその他燃焼用ガスが必要な場合、ＬＰＧを使用している。

実験や実習に必要な酸素、窒素、二酸化炭素、水素等は市内で十分に供給が可能であり、特に輸入の必要はない。

4.1.5 排水処理

対象大学内で、重金属の分析、メッキ処理、食品加工、皮のなめし等特に排水に注意を払わねばならない実験・実習を行っているところはない。従って、総合的な排水処理施設を建設する必要はなく、実験毎に溶剤を回収し、中和剤を混入して処理する程度の対応で十分かと思われる。

鉱山工学科の石油分析実験で排水される水と石油の混合液に関しては、ＡＰＩ三連式升の供給を考慮する。

4．2 設計条件

4.2.1 自然条件

（1）気温及び湿度

カリマンタン島、スマトラ島ともに熱帯雨林気候帯に属しているため季節の変化はなく、雨期と乾期の２つに区別されている。
室外の気温は年間を通じて摂氏25～27度、湿度は80％である。
従って機材の設計に際しては温度30℃、湿度85％とする。

4.2.2 建屋・用役

（1）電源

シアクアラ大学は現在、単相 110VOLT、三相 200VOLTから単相 220VOLT、三相 380VOLTへ移行中である。
ランプンマンクラット大学及び北スマトライスラム大学が位置する地域での三相電源は 380VOLTとなっているが、これら両校では現在、三相電源は引き込まれて

いないので、主幹配線工事を行う必要がある。
三相電源を引き込むのに必要な期間は、申請から約２ケ月である。
その他の対象大学でも現在、単相 220VOLT、三相 380VOLTを使用しており、本機材整備計画で設置する機材の電源については、全て単相が 220VOLT、三相が 380VOLTと規定しても差し支えないものと考えられる。
電圧変動は対象各地域で±10%となっている。

（2）水質
各対象大学の水質については、前項４．１．４の（２）で記載した通りである。

（3）建屋
土木工学科の道路実験、コンクリート実験、水理実験または機械工学科の工作実習、材料試験等に使用される重量機材は各大学の一階に基礎を築きながら設置する予定であり、現状のこれら実験室も全て一階に位置しているので、機材設置の面では問題がない。

４．３　基本仕様の検討

（1）機材の仕様
前章、3.2.5 項には、対象大学、対象学科で現在、行われているカリキュラム、実験・実習科目、保有機材、多国間、二国間援助による機材整備計画をも考慮した上で、Ｓ－１グレード実習・実験機材の必要条件を提示し、本計画を含めた将来の拡充の方向を示した。
本項では、本計画を最も効果的に実施する為の対象大学・対象学科に対する基本方針及び、基本設計の経過を述べることとする。
対象11大学、35学科に対する機材拡充計画の立案に対して、基本設計調査団の現地調査時並びに、ドラフトファイナルレポート説明時に於けるＤＧＨＥとの協議の中で、以下の２ケースを検討することで合意された。

1) 前にも述べた様に、対象11大学の対象学科で行われている現状の実習・実験のテーマの解析、並びにＳ－１グレード学生実習・実験のモデルを考察し、対象大学の現有機材保有量、他の多国間、二国間援助により供与又は購入される機材を考慮した機材整備計画の提案（ケース１）

2) 国立大学と私立大学の政策的配慮を上記に加えるとともに、対象11大学、学科のＳ－１グレード学生実験に対する機材の整備の達成度並びに、ＤＧＨＥの実習実

験機材拡充に対する以下に示す施策を考慮した機材整備計画の提案（ケース２）

① 現在機材が極度に不足しており、学科数の少ない国立大学の機材整備度を上げる（すなわち、Ａグループの国立大学である、アンダラス大学の機械工学科、土木工学科、ランポン大学の土木学科、タンジュンプラ大学の電気工学科、ランプンマンクラット大学の土木工学科の計 4大学、 5学科）。

② 現在まで、数多くの多国間・２国間援助により、ある程度豊富な機材を有し、教官の数、質の面でも好環境にあって、本計画の実施に当り少ない機材の供給で満足出来る国立大学の機材整備度を上げる（すなわち、Ｂグループの国立大学であるシアクアラ大学の土木工学科、北スマトラ大学の電気工学科、産業工学科、スリヴィジャヤ大学の化学工学科、鉱山工学科の計 3大学 5学科）。

③ 私立大学の中では、実習・実験活動が活発であり、当該大学の中で最も拡充の必要性があると考えられる学科の機材整備度を上げる（ノメンセン大学の電気工学科、メダンエリア大学の機械工学科、ダルマアグン大学の産業工学科、北スマトライスラム大学の土木工学科の 4大学、 4学科）。

以上の２ケースにつき検討したところ、最終的に、上記ケース２で基本設計を行うこととなった。

（２）機材の数量と配置

４．１　機材の設計方針　及び、４．１．３　機材の選定方針に基づき整備する機材の基本仕様を検討した。機材の数量は以下に示す方針に準じた。

1) 本機材整備計画は、地方対象大学における教育水準の向上を目的として、教育用機材の充実を図ることが主体となっている。ところが一部の大学の実験室を除き、基礎的実験用機材にも事欠く状態である。従って、基礎的実験機材に関しては、現有機材の数量を検討しながら、学生数に見合った数量を確保する。

2) 各学科の必修実験科目となっているにも関わらず、機材の不足又は欠如のために自学内で実験を行えないものについては、各大学、高等教育総局及び本調査団の協議に基づいて決定した実験室のプライオリティーに従って１セットの機材配置を行う。

3) 消耗品に属する機材、例えば土木工学科における巻尺、ポール、温度計、ガラス器具類、電気工学科におけるターミナル、ワイヤー類、鉱山工学科におけるガラス器具類や標本作成セットなどは大学に於いても毎年破損による購入が当然であるので、本計画においては、各大学及び各学科の学生数を基に、 2～ 3年の使用に耐え得る数量を割り当てた。

また、各学科における実験小物または実験基礎機材は学生全員が実際に手にふれて実験を行えるよう、学生数に応じて出来るだけ設置数を増やすよう努力した。

4) パーソナルコンピュータについては、工学教育に於けるコンピュータ教育の重要性に鑑み、各学科とも数台づつの配置計画をたてる。

5) 本事業により整備される機材は、以下のように分類される。

① 上記(1),(2) に示すようなＳ－１グレード学生実験テーマの対象となる機材の主要部を占めるものであり、その多くは、システム機器となっているものを選定する必要がある。

② 次に、上記①の主要実験機材により実験を行い、この結果を計測、又は測定する機材であり、上記①に対し複数必要である。

③ 第三の分類としては、上記①の主要実験機材により実験を行う際に必要なサポート機材であり、ポンプ類、コンプレッサー類等であり、これらの機材は実験室に於いて、種々実験に使用される為、実験種類により数を決定する。

④ 第四の分類としては、上記①の実験準備に使用されるか、実験回数を重ねるにつれ、寿命となるもので、工具類や消耗品、予備品等が含まれる。
学生実験であることを考えると、この比率は、 3～4 %と考えられる。

以下に各大学、各学科に対する主要機材を示し、資料編 6に、詳細を示した。

4.3.1 シアクアラ大学：

土木工学科； 測量実習用機材、貫入試験装置、道路舗装塗材料実験用機材、水理実験装置

機械工学科； 排気ガス分析装置、硬度計、流体実験装置、基礎電気計測器、工具類

化学工学科； ガラス器具、化学工学基礎実験機材（ブンセンバーナー、温度計、スターラー、オートクレーブ、天秤、顕微鏡等）、流動実験装置、伝熱実験装置、蒸留実験装置等

大学管理用機材： パーソナルコンピューター

4.3.2 北スマトラ大学：

土木工学科； 測量実習用機材、標準貫入試験装置、すりへり試験機、CBR テストセット、スプリンクラーテストリグ等

機械工学科； ミリングマシン、硬度計、金属顕微鏡、電弧溶接機、排気ガス分析装置、工具類

電気工学科； 工具類、高電圧実験装置、高電圧試験装置等

化学工学科； ガラス器具、化学実験用小物（アングル、ブンゼンバーナー、三脚、温度計、電流計、顕微鏡、乾燥器、真空ポンプ等）、流動及び流動層実験装置、吸収実験装置等

産業工学科； 映写機、メモ・モーション装置、ドラフター、設備モデル、照度計等

4.3.3 ノメンセン大学：

土木工学科； パーソナルコンピューター

機械工学科； パーソナルコンピューター

電気工学科； アナログテスター、トランス、安定化電源、ニューマチック制御訓練装置、電子・通信実験装置等

4.3.4 メダンエリア大学：

土木工学科； パーソナルコンピューター

機械工学科； 金属切断機、グラインダー、衝撃試験機、硬度計、金属顕微鏡、マッフル炉、スポット溶接機、流体実験用水槽、工具類

電気工学科； パーソナルコンピューター

産業工学科； パーソナルコンピューター

4.3.5 ダルマアグン大学：

土木工学科； パーソナルコンピューター

機械工学科； パーソナルコンピューター

電気工学科； パーソナルコンピューター

産業工学科； 16mm・8mm 映写機、スライド映写機、コピー機、VTR 、ドラフター、製図用具等

鉱山工学科； パーソナルコンピューター

4.3.6 北スマトラ・イスラム大学：

土木工学科； セオドライト、レベル、せん断試験機、一軸圧縮試験機、CBR テストセット、液性限界テストセット、乾燥機、ガラス器具、セメント粉末試験装置、セメント凝結試験装置、セメント安定試験装置、骨材試験装置等

機械工学科； パーソナルコンピューター

電気工学科； パーソナルコンピューター

産業工学科； パーソナルコンピューター

4.3.7 アンダラス大学：

土木工学科； セオドライト、レベル、平板測量器具、三軸圧縮試験装置、マーシャル試験器、CBR テストセット、セメント・コンクリート実験機材、浮体の安定実験装置、常流・射流・跳水観察装置、水門流出実験装置、浮動実験装置、開水路の測定及び実験装置

機械工学科； ボール盤、ミリングマシン、金属カッター、グラインダー、万能試験機、衝撃試験機、アセチレン溶接機、流体実験水槽、電気計測器類、工具類等

4.3.8 スリヴィジャヤ大学：

土木工学科； 測量実習用機材、透水試験装置、粒度試験装置、浮体の安定実験装置、常流・射流・跳水の観察装置、水門の流出実験装置、管水路の摩擦損失測定装置、沈降の実験装置、オリフィスの実験測定装置、開水路実験装置等

機械工学科； 万能試験機、ねじり試験機、衝撃試験機、疲労試験機、ブリネル・ロックウェル・ビッカーズ硬度計、研磨盤、工具類

電気工学科； マルチテスター、トランス、三相電力計、オシロスコープ、工具類、高電圧実験装置、直流・交流高電圧測定装置、模擬送電実験装置、ガルバノメータ等

化学工学科； ガラス器具類、実験用器具類（温度計、ブンゼンバーナー、スターラー、乾燥器、バキュームポンプ、バランス等）、流動層実験装置、蒸溜実験装置、吸収実験装置、乾燥実験装置等

鉱山工学科； 粘度計、アニリン点試験機、アスファルト貫入試験機、引火点測定器、API 三連式升、電気探査装置等

4.3.9 ランポン大学：

土木工学科； 平板測量用機材、一面せん断試験機、三軸圧縮試験機、透水試験装置、液性限界試験装置、標準貫入試験装置、CBR テストセット、道路実験用機材、コンクリート実験用機材等

大学管理用機材： パーソナルコンピューター

4.3.10 タンジュンプラ大学：

土木工学科； 三軸圧縮試験装置、道路実験用機材、CBR テストセット、コンクリート実験用機材、水理実験用機材（浮体の安定実験、常流・射流と跳水の観察、水門の流出実験、オリフィスの実験等）

電気工学科； 電気計測器類、高電圧試験装置、直・交流高電圧測定装置、模擬送電実験装置、プロテクティブリレーテストセット、鉄芯損テストセット、マイクロコンピュータトレーナー、コンピュータ制御実験装置等

4.3.11 ランプンマンクラット大学：

土木工学科； 三軸圧縮試験装置、浮体の安定実験装置、常流・射流と跳水の観察装置、水門の流出実験装置、管水路の摩擦損失測定装置、沈降実験装置、オリフィスの実験測定装置、開水路実験装置、波動実験装置等

4．4 維持費の検討

（1）教育機材の年間使用電力量

大学によって多少の差はあるが、各学科の平均的な週間実験時間数を以下に示す。

学科名	土木	機械	電気	化学	産業	鉱山
時間数	13.3	16.2	10.4	13.0	7.1	8.5

上記の週間平均実験時間数に対し、年間を40週稼働、その内実験説明等で費やされるラグ時間を全体の20%と仮定する。

更に、学科別の平均的負荷容量、負荷率及び負荷電力は以下の通りである。

学 科 名	土木	機械	電気	化学	産業	鉱山
負 荷 容 量	60kW	80	60	40	40	60
負 荷 率	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
平均負荷電力	12kW	16	12	8	8	12

（2）電気料金

次に各学科の平均学生数を 250名とすると、学科毎の学生一人当り電気使用量は次の通りである。

土木工学科；
(12kW×13.3×40 Weeks× 0.8×Rp.86/kW)/250 = Rp.1,760/Year

機械工学科；
(16kW×16.2×40 Weeks× 0.8×Rp.86/kW)/250 = Rp.2,850/Year

電気工学科；

(12kW×10.4×40 Weeks× 0.8×Rp.86/kW)/250 = Rp.1,370/Year

化学工学科；
(8kW×13.0×40 Weeks× 0.8×Rp.86/kW)/250 = Rp.1,140/Year

産業工学科；
(8kW× 7.1×40 Weeks× 0.8×Rp.86/kW)/250 = Rp.630/Year

鉱山工学科；
(12kW× 8.5×40 Weeks× 0.8×Rp.86/kW)/250 = Rp.1,120/Year

（3）水道料金

本機材整備計画の結果最も水道の使用量が増加すると予想されるのは土木工学科の水理実験、コンクリート材料実験及び、化学工学科の濾過実験と醗酵実験等であるが、それぞれ年間約 150㎥程度の水道使用量の増加に留まると予想される。

(150㎥×Rp. 120／㎥) ／250 = Rp72/Year

従って、土木工学科および化学工学科の実験に伴う年間の水道料の増加は学生一人当り、72ルピアと予想される。

（4）材料及び薬品等

学科によって多少の差異はあるが、機材の増加に伴う学科全体の月当りの増加費用は12,000ルピアと見込まれる。
従って、学生一人当りの年間材料及び薬品使用に伴う増加費用は、約 600ルピアとなる。

（5）学科別の年間増加分光熱費

以上を積算すると、本機材整備計画に伴う学科別、光熱費の増加は次の通りとなる。

学科名	土木	機械	電気	化学	産業	鉱山
増加光熱費（ルピア）	602,000	874,500	504,500	447,000	175,500	442,000

4．5　配置計画

機材を設置するに際し基礎を必要とする機材及び大型の機材について、各学科の実験室及びワークショップに配置した計画図を資料編図7に示す。実験台上で扱う実験器具、測定器具類及び工具類等は、各実験室内の実験台上又は棚等に収容される。

4．6　事業実施計画

4.6.1　事業実施主体

本事業実施主体は、教育文化省の高等教育総局である。高等教育総局は各対象11大学工学部と協力して本事業を実施するが、機材計画、設備計画などの詳細設計、検査業務については、各対象大学工学部が担当し、コンサルタント契約、業務契約、銀行取り決め等の事務手続きなどの、業務の推進は高等教育総局の責任体制の下に進められる。

4.6.2　施工計画

施工計画については、高等教育総局と協議しつつ実施工程について、下記の点を検討し、適切な工程の設定を行う。

- 両国の工事負担範囲及びその着工時期
- 機材の現地搬入、据付
- 試運転、調整に対する対象各大学技官の選任

また、施工据付、試運転調整等に派遣する技術者の適切な派遣時期を考慮し、予定した期間内にスムーズに工事を完了する工程計画が必要である。

4.6.3　工事範囲

本整備計画で、日本側が行う工事範囲は学生実験機材の調達、それに伴なう現地への輸送、搬入、据付、室内の配線、据付後の調整運転等及び入札図書作成、入札施工監理にかかるコンサルティング業務であり、インドネシア側は次の事項について準備、施工しなければならない。

（1）全てのＳ１グレード実験機材に必要な電源装置及び照明装置を設置する。また、水、燃料等の用役の準備をする。

（2）機材仕様決定後、提出される基礎図に従って、機材の基礎を施工する。

（3）機材の設置に対し配置図を参照し、必要な実験台、棚、ロッカー等を手配し、配置計画に従ってこれらを設置する。

以上を項目毎に分類すると以下のようになる。

（1）日本政府側負担工事

1) 機材関係

- Ｓ１グレード学生実験基礎機材
- 分析並びに共通実験機材
- 工作機材

2) 関連手続並びに業務等

- 日本からインドネシアへの資機材輸送業務
- 陸揚げ港から各対象大学までのインドネシア内輸送業務
- 機材据付並びに試運転調整

（2）インドネシア政府側負担工事

1) 建屋・施設工事関係

a) 配管工事

- 給水配管の新設工事

b) 電　　気

- 既存スイッチギアーのオーバーホール
- 死蔵回路の撤去と配線の手直し

- 電気系統コンセントの取替・取付工事
- 照明器具、スウィッチの手直し工事

c) 木工工事

- パネル、ドアー、鍵、実験台の修復・取替工事

2) 機材関係

- 故障・不良・遊休機器の撤去
- 中央実験台・サイドテーブル引出し・棚の整理
- 不良器具の撤去・廃棄

3) 什器・備品関係

- 日本側工事負担範囲外の什器・備品

4) 手続業務・費用負担等

- 銀行手数料
- 輸入税の負担（輸入総額の10%）
- 現地調達品に対する付加価値税の負担（機材価格の10%）
- 通関及び内陸輸送に関わる迅速な措置
- 認証された契約に基づき、計画実施に携わる日本人に対して、インドシアで課せられる関税、国内税、その他の財政課徴金に対する免税手続
- 同上の日本人が業務を遂行するためのインドネシアへの入国滞在に必要な便宜
- 本機材整備計画実施に関連する事項の経済・財政・工業担当大臣の事前承認の入手
- 国内産品類似品輸入に関わる輸入許可の取得
- 綿密な人材配置計画のもとに本計画の運営・管理に必要とされるスタッフの配備

5) 対象大学が、ＡＤＢ、ドイツ等の援助計画に含まれている『イ』国側負担工事を除き、日本の無償資金協力に関わるインドネシア側の負担は以下のように見積もられる。

		（ｘ千ルピア）
①	ランポン大学土木工学実験室室内コンセント取付工事及び移転工事	1,250ルピア
②	タンジュンプラ大学実験室間取り工事	1,000ルピア
③	北スマトライスラム大学三相電源引込申請費用及び引込み工事費用	2,500ルピア
④	北スマトライスラム大学講義室から実験室への改装工事費	1,250ルピア
⑤	実験台及び備品棚購入据付費一式	6,000ルピア
⑥	対象学科重要機器用基礎工事一式	2,100ルピア
⑦	ランプンマンクラット大学三相電源、幹線引込工事一式	2,500ルピア
⑧	その他大学実験室模様替え工事	6,250ルピア
	計	22,950ルピア

4.6.4 施工監理計画

日本政府無償資金協力の方針に基づき、コンサルタントは基本設計の趣旨を踏まえ、実施設計及び監理業務について一貫したプロジェクト遂行チームを組み、円滑な計画の完成を期す必要がある。

施工監理実施段階においてコンサルタントは、機材製作の進捗度確認、必要に応じて完成テストの立会、現地据付時の立会等に専門技術者を適当な期間出張させ、施工を円滑に進める必要がある。

4.6.5　実施工程

本計画は、“3.2.3　多国間、２国間援助計画との関係”で述べた様に、対象大学の１部が建屋の建設を計画又は実施中であるので２段階に分けて実施することが妥当であると考える。

第２期については、現在、新実験棟建設中又は計画中の大学の建設が1992年に完了する予定であるのでその時期を考慮して実施するのが適当である。

第１期、第２期とも実施スケジュールは、日本政府の無償資金協力に関して両国間で交換公文締結後、概ね次の段階を踏みながら進行する。

Ⅰ　期：　実施設計 3ヶ月、機材調達 9ヶ月　計12ヶ月

Ⅱ　期：　実施設計 3ヶ月、機材調達 9ヶ月　計12ヶ月

なお、対象大学の期分けについては以下の通りである。

Ⅰ　期：　アンダラス大学、ランポン大学、タンジュンプラ大学、
ランプンマンクラット大学、メダンエリア大学、
ダルマアグン大学、北スマトライスラム大学

Ⅱ　期：　シアクアラ大学、北スマトラ大学、スリヴィジャヤ大学、
ノメンセン大学

（１）　実施設計

基本設計報告書をもとに実施設計を行い入札図書を作成し、関係機関の了解を得る。

（２）　入札

入札は入札公示、入札業者の資格審査、入札結果の評価、落札者との契約署名を行う。

（３）　工事の実施

契約業者は、コンサルタントを介し、基礎図等必要な図面の提出、製造時の立会い検査を受け、インドネシア国の各大学へ機材を出荷する。契約業者は陸揚げから、現地への運搬、据え付け、試運転までの総ての工事に対して責任を負うものである。

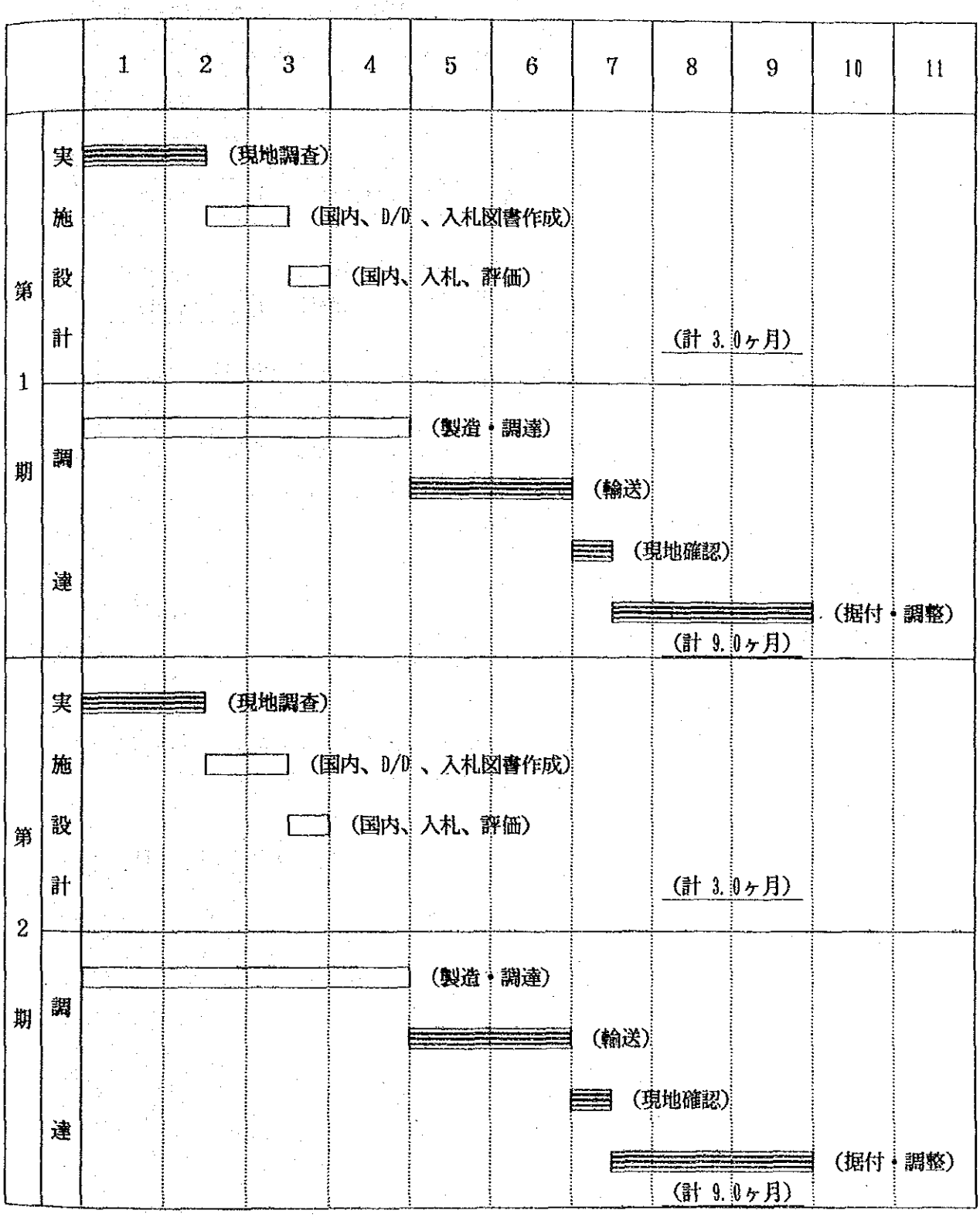
（4）　工事の完了

据え付け工事を完了した機器は、コンサルタントおよび対象各大学の関係者の立会いのもとに試験、検査、運転を実施し、機器仕様と合致することを確認し、工事の完了とする。

これらの実施スケジュールを図４－１に示す。

図4．1　インドネシア共和国高等教育機材整備計画

事業実施工程表



4.6.6 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要となる事業費総額は、約 14.71億円となり、先に述べた日本とインドネシア国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば次のとおりと見積られる。

（1）日本側負担経費

事業費区分	第1期	第2期	合　計
1) 機材費	7.12億円	6.83億円	13.95億円
2) 設計・監理費	0.38億円	0.37億円	0.75億円
合　　計	7.50億円	7.20億円	14.70億円

（2）相手国負担経費　　22.95百万ルピア（約 1.8百万円）

1) 機材基礎工事費　　2.10百万ルピア（約 0.163百万円）
2) 室内改装工事費　　20.85百万ルピア（約 1.6百万円）

（3）積算条件

1) 積算時点　　平成 2年 9月
2) 為替交換レート　　1US$　　＝143.90円
　　1Rupiah ＝ 0.078円
3) 施工期間　　2期による工事とし、各期に要する詳細設計の期間は、施工工程に示したとおり。
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。

第５章　事業の効果と結論

第5章　事業の効果と結論

5．1　事業の効果

本計画の目的はインドネシア国の地方開発政策の一環として策定されたものであり、スマトラ島及びカリマンタン島に於ける高等教育、特に工学系教育の水準向上を図ろうとするものである。

本計画の上位レベルの計画として現在行われている日米合同プロジェクトである『高等教育開発計画（ＨＥＤＳ）』が対象11大学の若手教官の水準向上を目的とするのに対し、本計画は工学系学科のＳ－１グレード学生実験機材の拡充を目標とする。

本計画のこのような目標に対しその効果を考察すると表５．１のようになる。

表5．1　計画実施による効果と現状改善の程度

現状と問題点	本計画での対策	計画の効果、改善程度
1. ジャワ島以外の島嶼での高等教育の水準は低く、第五次５ケ年計画に於いて重要な役割を果すべきスマトラ、カリマンタン島でも経済社会のニーズに合致していない。この原因は、両島の大学に於ける工学系の質が低く、特に学生実験に必要な機材が極度に不足しているためである。	対象11大学の土木、機械、電気、化学工学、産業工学、鉱山各学科の学生実験に必要な基礎実験機材を整備する。	これらの学科に必要な学生実験用基礎機材を整備すると、従来実験教育が出来ていなかった分野の実験が可能となり、対象地域が求める工学技術者の提供が可能となり、間接的に地方開発に貢献することとなる。 対象学生数12,000名、卒業生の数は1,500名／年と考えられる。
2. 学生実験機材には数種の構成要素から成り立つものがあり、これらの１部が故障した場合に予備品不足や地理的事情により早急な修復が出来ない場合が多く、カリキュラム履修上の障害となっている。	上記に加え、基礎実験機材のサポートを行う構成機材、小物機材を整備する。	これら機材の整備により、基礎実験機材のサポート、創意工夫が可能となり、機材の遊休機器化がなくなり機材を有効に活用出来ると同時に、教官、技術職員、学生のＯＲＴの訓練にもなる。
3. 『イ』国の産業界、特に民間企業の技術進歩は、公的研究所や大学の技術を凌駕しており、工学教育の中でもパソコン教育が重要となっており特にスマトラ、カリマンタン島などの諸島に於いてはその傾向が強い。	一部の大学の特定学科を除き、学生に対してカリキュラムの中で行われる科目用としてパソコンを一学科当り数台整備する。	現在、産業界ではパーソナルコンピューターが幅広く利用されており、パソコン技術者のニーズが強く、これに答える技術者を提供出来る。
4. 『イ』国の大学の問題点の一つとして、産学共同による地域資源の利用技術の開発力が不足しており地域に於ける技術サービス、技術支援が求められている。	基礎的実験機材に加え、学生実験用としても使用可能で、さらに産業界に魅力ある試験機材の整備を行う。	これら機材を導入することにより、大学の科学技術、工業技術開発に対する地域に於けるアンテナとして役割が発揮出来るとともに大学と産業界の日常的接点の確保により産学共同の工業技術開発が促進される。
5. 『イ』国の高等教育に於ける私立大学の役割は大きいにもかかわらず、私立大学の教育の質が低く、国立大学並に向上させることが求められている。	国立大学７校に加え、私立大学４校の機材を整備する。	私立大学は従来多国間、２国間援助の対象となることが少く、本計画で整備対象とすることにより、国立大学と私立大学との統一施策が醸成され、『イ』国の私立大学 872校に対するインセンティブとなる（学生数：国立大学70万人、私立大学：110万人）