第4章

計量体系の現状と問題点

第４章　計量体系の現状と問題点

４．１　マレイシアにおける計量体系の概要

４．１．１　計量標準

計量標準とは、測定の基準として使うために、定められた量の単位の大きさ、あるいはそれに準拠したある特定の大きさを実現する方法又は器具・装置などを意味し、計測の分野では単に「標準」と呼ぶことが多い。狭義の意味では各量ごとの基礎的な標準（これを「一次標準」という）だけを示すが、広義には、さらにそれらを実用上の測定と結びつけるための二次標準及びそれ以下の基準も含めた総称として用いられる。また、現実には、ある一つの量に関して特定の大きさの標準があるだけでは不便であり、例えば１００ｇの標準分銅や１ｇの標準分銅というように、必要な量の大きさの範囲にわたって二次標準が用意されるので、広義の標準には多種多様な方法、器具・装置が含まれることとなる。

このように、計量標準は基準となる量の大きさを表すものであるが、その内容としては、キログラム原器や標準分銅のように、量の大きさそのものを具体的に器物で表すものもあれば、熱力学温度目盛りの場合のように、実現の方法が指定されており、定められた手続きを実行してはじめて量の大きさが決定されるものもある。前者のように、量の大きさを具体的に表すもので、測定の基準として用いられるものをＪＩＳの計測用語では標準器という。したがって、後者の場合に用いられる温度定点装置、白金抵抗温度計等は、標準の一部ではあるが、それら自身だけでは計測用語上では標準器とは言えないわけである。しかし実際上は、二次標準以下に用いられる標準圧力計、標準温度計等も標準器として総称している例が多いので、本報告書においても上記のような標準に用いる器具・装置を総称して標準器と呼ぶこととする。

上述したように、単位の大きさを表し、測定の基準となる一次標準は、使用しやすい大きさ又は使用しやすい形に移しかえられて、実用の測定に役立てられる。そのためには、一次標準によって決まる大きさを実用測定の場に伝えるための媒体が必要である。その役割を果たすものが二次標準、三次標準等のトランスファ（伝達）標準である。

例えば質量の測定に関していえば、キログラム原器が一次標準であるが、実用分銅に至るまでには、さまざまなレベルでの中間的な標準がある。各段階における標準は、それよ

り上位の標準から基準となる値を受け取ってそれを下位の標準に渡してゆくが、標準となる値の受渡し（これを校正という）のたびに精度は低下し、一次標準から実用測定に至るまで、精度により階級付けされた体系ができあがる。図４－１はこれを図式化したものである。この図に示されるように、ただ一つの一次標準を多数の実用測定と結びつけるための合理的な形態として、高位標準から順次枝分かれした標準の受渡し体系が形成される。これは一次標準の側から見れば、その値を順次低位の標準に与えてゆくという意味で「標準供給体系」と呼ばれ、逆に実用測定の側から見れば、その基準を逆にたどってゆくと一次標準に到達するという意味で「トレーサビリティ体系」と呼ばれている。

すべての測定は、同一の基準に基づいて行われるのでなければ混乱を生じることとなるので、一次標準の値を写し取っているという意味での一次標準に対してトレーサブルな測定が保証されるべきであり、そのために中間に置かれるトランスファ標準が大きな役割を果たしていることに注意すべきである。また、一次標準は国内的にはもとより世界的に共通のものである必要がある。

正確な計量の確保のためには計測機器の正しい管理が不可欠であるが、計量標準の管理はその基礎となる重要な事項である。図４－１に示されたトレーサビリティ体系において最高位にある一次標準は、計量研究所等の国立標準研究機関において維持されるのが通常であり、二次標準以下の標準は各量ごとのトレーサビリティ体系の形態に従って、中間のトランスファ機関や企業内の標準室等で維持・管理される。したがって、二次標準以下の標準は、一次標準のようにある特定の研究室で管理されるものではなく、複数の場所で並行して維持・管理されることなる。このためこれらの二次標準以下の標準が同一の結果をもたらすように一定の方式・手順で管理が進められる必要がある。

上述したように、計量標準には標準器というハードウェアに頼るものと、標準の値を実現する方法の仕様というソフトウェアに頼るものとがある。しかし、前者の場合であっても、標準器の値を次のレベルの標準器等に移しかえるにはさまざまなノウハウ、つまりソフトウェアが必要であり、また、後者の場合でもしかるべき性能を有する器具や装置が必要となる。つまり、計量標準は標準器とその使い方に依存するものであり、それら両方の管理が精度の確保に不可欠であるということとなる。とくに高位、すなわち高精度の標準ほど技術的に高度の管理が必要となる。したがって、標準の維持・管理を行う技術者には十分な教育・訓練が必要となる。

４．１．２　マレイシアにおける計量体系の概要

マレイシアにおいて計量標準の維持・管理を担当する最も高位の研究所は、ＳＩＲＩＭ(Standards and Industrial Research Institute of Malaysia) の計量センター（Measurement Centre）であり、いわば日本における計量研究所、電子技術総合研究所及び通信総合研究所に相当する。ＳＩＲＩＭはマレイシアの一次標準（国家標準）の維持・管理を行うほか、産業界や公的機関への校正サービスをも実施している。

二次標準以下の標準を維持・管理している機関としては、ＳＩＲＩＭ計量センターの他に、ＳＡＭＭ試験所認定制度（Skim Akreditasi Makmal Malaysia）の下で認定された以下に示す８機関がある（１９９３年７月現在）。これらの機関のほとんどが一般需要者向けの校正サービスを行っている。

- Nusantara Technologies
- Pyrometro Services
- Mecomb Malaysia
- Naval Dockyard
- Matsushita Industrial Corporation
- Singapore Electronic Engineering Ltd.
- ITS Calibration Laboratory
- Institut Voltan dan Arus Tinggi, Universiti Teknologi Malaysia

ＳＩＲＩＭ計量センターが維持・管理している国家標準の分野は次のとおりである。

- 長さ
- 質量
- 温度
- 電気量（直流、低周波）
- 体積／流量
- 時間／周波数
- 力／圧力

ＳＩＲＩＭは１９７１年に制定された度量衡法（Weights and Measures Act）に基づき、

１９８１年に当時の貿易省によって計量管理機関に指定されている。この指定に基づき、法定計量制度における地方検定所が所有し、計量器の検定等に使用している標準器の校正をＳＩＲＩＭが実施している。さらにＳＩＲＩＭは、一般の研究所、試験機関、工場等が保有する測定器、試験機等の依頼校正を実施している。

４．２　ＳＩＲＩＭ

４．２．１　ＳＩＲＩＭ

前述したように、マレイシアにおける計量体系の中心にあるのはＳＩＲＩＭ計量センターである。ここでは計量センターも含めＳＩＲＩＭの役割と機能について述べることとする。

ＳＩＲＩＭは、科学技術環境省（Ministry of Science, Technology and Environment: ＭＯＳＴＥ）の公益法人で、１９７５年のＡＣＴ１５７、ＳＩＲＩＭ設立法（Standards and Industrial Research Institute of Malaysia Incorporation Act）に基づき、マレイシア規格協会（Standards Institution of Malaysia:ＳＩＭ）と国立科学工業研究所（National Institute for Scientific and Industrial Research:ＮＩＳＩＲ）とが合併して設立されたものである。同設立法において、ＳＩＲＩＭの機能と権限は次のように規定されている。また、先に述べたように１９８１年に度量衡法における計量管理機関に指定されている。

１）ＳＩＲＩＭの機能

ａ）商業及び工業並びにマレイシアで生産される商品又はマレイシアに輸入される商品についての規格を制定し、これを普及させること。これらの商品は、マレイシア国内で消費されるものであっても、輸出あるいは再輸出されるものであっても対象となる。

ｂ）工業の効率化及び発展を促進すること。

ｃ）公共及び産業の福祉、健康及び安全を促進すること。

ｄ）以下の目的に応じ、工業開発を促進すること。

1.　技術の革新

2. 新技術の発見

3. マレイシア製品の活用の促進

4. 他国で開発された技術のマレイシアにおける適用

e）規格に適合できるように産業を援助するため、産業教育及びコンサルティングを行うこと。

f）生産工程及び技術を改善すること。

2）ＳＩＲＩＭの権限

a）規格の準備、枠組み、修正・改訂を行うとともに規格仕様を公表すること。

b）仕様に関連した開発を促進するとともに、適切な試験所及び設備を設置して、製品、工程等についての試験・検査を行うこと。

c）標準規格マークを登録するための規定を作成し、そのマークの管理を行うこと。

d）標準化に関連した教育を奨励及び実施すること。

e）標準化関連事項に関し、各種の情報を収集し、使いやすい方法で普及すること。

f）標準化関連事項に関連した図書館を開設し、運営すること。

g）連邦政府、州政府、州機関及び公共機関を援助して、それらが必要とする仕様を準備すること。

h）規格を確実に使用するために、産業界、連邦政府、州政府、州機関及び公共機関に協力すること。

i）ＳＩＲＩＭと同様の機能を持つ海外の組織、機関等との協力を推進すること。

j）ＳＩＲＩＭの機能拡充に有効と思われる賛助金、土地その他の財産を、無償、補助、寄付その他の方法により受け取ること。

k）標準化関連事項に関し、国際機関の会員となること。

l）マレイシアにおいて適切な場合は、国際規格及び外国規格を修正して又は無修正で採用すること。

m）ＳＩＲＩＭの目的のために、国内及び海外に代理人を置くこと。

n）支所を開設すること。

o）技術の革新や新技術の発見によって、現産業の拡大、新産業の開発又は廃棄製品の有効活用が推進されるように、試験、調査及び研究を実施すること。

p）天然資源の有効活用並びに生産企業及び関連サービスの開発に関連し、科学的、

技術的及び技術経済的な助言を行うこと。

q）工業界における研究者の教育を促進すること。

r）有効な技術情報の準備、公表及び普及を実施すること。

s）政府機関、研究機関、大学、専門学校等と協力して工業開発及び科学、技術、工芸等における教育を実施すること。

t）その他工業開発及び技術教育の援助を行うこと。

ＳＩＲＩＭはこのような機能と権限を実施するために、図４－２に示す組織と約１０００名の職員を有し、活発に活動を行っている。

ＳＩＲＩＭの主要な活動内容の概要を以下に示す。

a）マレイシア国家規格（Malaysia Standard:ＭＳ）の開発、作成。

規格制定の事務局として産業界、政府機関、大学、学識経験者等とともに原案を審議し、１９９３年現在、約１８００のＭＳ規格を制定している。

b）ＭＳ規格に基づく、ＭＳマーク認証制度の実施、運営。

電気・電子、機械及び化学の分野において、製品試験及び工場審査を行い、１９９２年現在、約８５０社にライセンスを発行している。

c）ＩＳＯ９０００規格に基づく品質システム審査登録制度の実施、運営。

一定の資格を有する審査員によって工場審査を実施し、１９９３年現在、約１５０社を登録している。

d）ＩＳＯ／ＩＥＣガイド２５に基づくＳＡＭＭ試験所認定制度の実施、運営。

一定の資格を有する審査員によって試験所審査を実施し、１９９３年現在、１７試験所及び８校正機関を認定している。

e）民間との共同研究開発プロジェクトの実施。

ＳＩＲＩＭの各研究開発センターにおいて、民間企業との共同研究開発が進められている。

f）情報サービスの提供。

図書館を完備して、諸外国の規格や文献を収集、公開している他、コンピュータを利用し、いつでもアクセスできるＳＩＲＩＭＬＩＮＫサービスも１９９３年に開設した。

g）技術サービスの提供。

企業からの依頼に応え、製品、部品、材料等の試験サービスを実施している。

h）計量標準の研究・開発

マレイシアの国家標準の維持・管理及び研究・開発を行っている。

i）計量校正サービスの提供。

計量管理機関として、マレイシア計量体系の最高位に位置し、計量標準の維持・管理を行うとともに、政府機関、企業等からの依頼に応え、測定器、計測器、試験機等の校正サービスを実施している（詳細は後述する）。

１９９１年度におけるＳＩＲＩＭの運営予算は約２８００万マレイシア・ドル、開発予算は約１８００万マレイシア・ドル、研究予算は約５００万マレイシア・ドルである。

ＳＩＲＩＭの本部はマレイシアの首都クアラルンプール近郊のシャーラムに位置し、上記機能は全てＳＩＲＩＭ本部で実施しているが、この他、ペナンにある北部支所、ジョホールバルにある南部支所、テレンガヌにある東海岸支所、サバ支所及びサラワク支所の５支所を有している。

４．２．２　ＳＩＲＩＭ計量センター

ＳＩＲＩＭ計量センターは、１９７９年に国立計量研究所（National Metology Laboratory）という名称で、ＳＩＲＩＭ内組織として発足した。その後１９８１年から４年間、日本のプロジェクト方式技術協力が行われ、総額約３億円の機材供与、２５名の専門家派遣及び１２名の研修生受入れが実施された。その後ＳＩＲＩＭ内の組織改定が行われ、図４－２に示すように、現在はＳＩＲＩＭ標準・品質部（Standards and Quality Division）の下にある。

ＳＩＲＩＭ計量センターの組織図を図４－３に示す。

この計量センターには、計量標準の研究・開発を担当する計量標準研究ユニット（Measurement Standards Research Unit）と計量校正サービスを担当する計量サービスユニット（Measurement Services Unit）とがあり、職員数は４９名である。

計量センターが持つ機能は、大きく分けて計量標準の研究・開発と計量校正サービスの

実施である。

計量標準の研究・開発とは、世界的な計量標準にトレーサブルとなるように自国の計量標準を研究することであり、精度の維持・向上の方法、技術等を研究し、自国の計量標準体系に最適の標準器を開発することである。また、必要に応じて、各国の計量研究機関が行っている国際比較に参加することによって、自国の計量標準の維持・管理技術の向上と精度の確認を行う。世界的にはこのような研究・開発は、国立の計量研究機関が実施しており、多額の予算が必要となることから国家が直接運営している。

計量校正サービスとは、研究・開発され、維持・管理された計量標準を、他の機関に供給することであり、多くの場合は産業界に供給することをいう。既に述べたように、計量は工業発展のための技術インフラの一つであり、正しい計測に基づいた製造管理は製品の品質向上に結びつくものであるので、産業界に対する計量校正サービスは非常に重要な意味を持っている。世界的には、計量研究機関が自ら計量校正サービスを実施している他に、その計量研究機関から供給を受けた標準をもって、各種の公的な機関が産業界に標準を供給していることが多い。このような公的機関は、一般には校正サービスの手数料を主な収入として運営されている。

ＳＩＲＭ計量センターの計量標準研究ユニットには１３名の技術系職員が配属され、機械計量研究室、電気量研究室、熱力学研究室及び流量研究室がある。計量サービスユニットには２９名の技術系職員が配属され、電気量研究室、流量／体積研究室、温度研究室、力／圧力研究室、質量研究室、音響／時間／周波数研究室及び長さ研究室がある。この両ユニットの機能及び目的は異なるものの、計量技術的には共通の目的を有しており、相互に交流が図られている。

計量センターの技術系職員はいずれも所定の基準以上の学歴を有しており、また経験が豊富な技術者も多数含まれている。また、上記した技術協力において教育・訓練を受けた職員の殆どは、引き続いて計量センターにおいて業務に従事している。しかしながら、現職員について見ると、配置転換により最近新たな分野の業務に従事するようになった職員が多数を占め、したがってその分野における経験不足は否めない。

この計量センターで維持・管理している一次標準（国家標準）の分野、範囲及び精度は表４－１に示すとおりであるが、分野のみを示せば、長さ、質量、力、圧力、温度、電気

量、周波数／時間及び音響となる。表４－１において各分野ごとに示した精度については範囲の中での最高精度を意味し、範囲全体に対してこの精度を維持していることを意味していない。

計量センターの現在の建屋は図４－４に示すように、約２，５００平方メートルの床面積をもっている。この建物は上記したプロジェクト方式技術協力を実施するにあたり、マレイシア政府が自前の予算によって建設したものである。その費用は約３００万マレイシア・ドルであり、これを含めこの技術協力に対しマレイシア側は総額約５９５万マレイシア・ドルを支出した。

この建屋については、上記の技術協力の実施時にも既に指摘されていたが、次のような問題点がある。

ａ）空調設備が不十分である。

研究室の取り扱う分野によっては、非常に高精度の温度及び湿度管理が要求されるが、この建屋は基本的に全館冷房方式とし、一部の研究室の中には追加の冷房装置が設置してあるものの、国際規格に定められた測定環境基準を満たすことは難しい。また、除湿機能が不十分であり、結露による設備・機器の劣化のおそれがある。

ｂ）停電対策が講じられていない。

この建屋の停電対策が講じられておらず、一度停電となった場合に、保有する設備・機器に悪影響を与えるのみならず、それらの精度維持上でも問題を生じる。特に、安定した精度を保つ必要のある標準器類は、停電によって生じた変化を検証し、必要な調整を行って再び所定の精度を保つようにするには数ヵ月を要することもあり、大きな問題と言わざるをえない。さらにコンピュータに記憶させたデータ消失の危険、校正業務の事務処理の阻害等も考えられる。

ｃ）依頼先から預かった測定器等の保管場所が確立していない。

この計量センターでは、不特定の依頼者に対して校正サービスを実施しており、年間を通じて数多くの測定器、標準器等が持ち込まれる。通常これらの機器は各研究室に直接持ち込まれ保管されており、校正業務を行うまでの期間まとめて安全に

保管しておく場所が設けられていない。このため、現在でも狭隘である研究室において、作業を行うための有効スペースがさらに少なくなっており、またこれら持ち込まれた測定器、標準器等の管理上の問題を生じる恐れがある。さらに、依頼者は研究室に直接入り込むことができ、機密保持の観点からも問題がある。

d）荷物の運搬設備がない。

この建屋は3階建てであるが、重量物を安全に運搬し、持ち上げるための設備、例えばホイスト等が準備されていない。校正用の機器設備は、一般にデリケートであることに加えてかなりの重量物もあり、これらを移設する場合には分解して運搬しなければならないと考えられるが、作業の安全上からも、また設備の精度維持の上からも問題がある。さらに校正を依頼される測定器、標準器類の安全な運搬、持ち上げにも支障があろう。

計量センターが過去3年間に実施した計量校正サービスの件数及びその手数料収入を、表4－2に示す。この表に示されるように、最近3年間で校正サービスの件数は約2．5倍に増加している。

この理由としては、次の3点が考えられる。

a）工業の発展に伴い、計量校正の重要さが徐々に認識されてきたこと。

第2章において述べたように、マレイシアの工業、特に製造業はこの１０年間で飛躍的な伸びを示している。製造業はマレイシアの輸出を支えており、製品の品質向上が国際競争力を増している。製品の品質を上げるための基礎となるのは、正しい計測技術である。従来は外資系企業や大企業が、この認識から計測技術確立のために計量校正を受けてきたが、工業化の進展とともにこの認識が徐々に高まり、かつ、広まってきている。

b）品質システム登録を受ける企業が増加してきたこと。

ＩＳＯ９０００に基づく品質システムの評価・登録は、現在急速な勢いで世界的に普及している。これは、その企業で実施している品質保証体系を、品質保証に関する国際規格であるＩＳＯ９０００に基づいて、客観的に評価するものであり、１９８０年代中期から主にヨーロッパ諸国で始められたものである。従来から企業が

製造する製品の規格適合性を評価することは行われていたが、これに加えて企業の実施している品質保証体系を評価することによって、製品の製造工程からの品質改善が図れることとなる。また、この登録が商取引の条件として使用されるようになってから、ＩＳＯ９０００に基づいて登録されていない企業はヨーロッパ市場への参入が期待できないという事情もあって、急速に普及しはじめた。マレイシアでは、１９８７年にＳＩＲＩＭがいち早くこの制度を導入し、１９９３年現在で約１５０社が登録を受け、さらに申請中の企業や準備中の企業も非常に多い。

ＩＳＯ９０００においては、企業の計測管理が非常に厳しく要求されており、企業内で行われる検査に使用される計測器、試験機等は国家標準にトレーサブルであることが求められている。したがって、ＳＩＲＩＭ又は校正機関による校正が必要となっている。なお、ＩＳＯ９０００の要求事項については、付属資料を参照されたい。

ｃ）認定された試験所が増加してきたこと。

企業が行う検査は、いわば自己検査であるために、その客観性について問題が生じる場合もある。したがって、取引の条件として第三者による客観的な試験・検査を購入者側が求める場合も多い。しかしながら、このようにして行われる第三者による試験・検査が本当に正確で、かつ客観性のあるものであるかどうかは、その試験・検査を行った試験所が一定以上の能力を有していることの検証にかかっている。このため、企業に対するものと同様に、試験所における品質保証体系が所定の基準を満足しているかどうかにより評価を行うことが必要となってきた。これが試験所認定制度である。試験所を認定する際に基準となるのがＩＳＯ／ＩＥＣガイド２５で、その基本的なコンセプトはＩＳＯ９０００と同様であるが、業務内容の品質に加えて第三者としての公正・中立性が要求される。なお、この試験所認定制度でいう試験所には、校正サービスを行う校正機関も認定の対象に含まれている。現在、世界各国で試験所認定制度が実施されており、公共機関のみならず、民間の試験・検査会社、製造企業内の試験室等も対象としている。マレイシアにおいては、分野ごとにさまざまな試験所認定制度があったが、国としての統一した制度とする必要性から１９９１年にＳＡＭＭとして新制度が発足し、現在１７試験所と８校正機関が認定されている。従来他の認定制度で認定された試験所及び校正機関も、ＳＡＭ

Mの下で新たに認定を受けることとなるので、今後さらに多くの機関が認定されることとなろう。

ＩＳＯ／ＩＥＣガイド２５においては、ＩＳＯ９０００と同様に、試験所及び校正機関の計測管理が非常に厳しく要求されており、試験所で行われる試験・検査に使用される計測器、試験機等、校正機関で校正サービスのために使用される標準器、計測器等は国家標準にトレーサブルであることが求められている。したがって、ＳＩＲＩＭ又は校正機関による校正が必要となっている。なお、ＩＳＯ／ＩＥＣガイド２５の要求事項については、付属資料を参照されたい。

このようにＳＩＲＩＭ計量センターが実施する校正サービスは年々増加の傾向にあるが、一方で校正サービスを依頼する企業、機関から、校正分野の拡大、校正精度の向上、校正に要する期間の短縮といった要望が出されている。これはＳＩＲＩＭ計量センターの校正実施能力（保有する設備・機器及び職員の技術レベル）に関わる問題であり、後に詳細に分析することとするが、上記した職員の経験不足に加え、職員の絶対数も不足していることを指摘しておく。

４．２．３　認定校正機関

マレイシアでは従来から各産業分野ごとに試験所認定制度が実施されていた。ＳＩＲＩＭはＳＩＲＩＭ試験所認定制度（SIRIM Laboratory Accreditation Scheme:ＳＩＬＡＳ）を１９８７年に発足させており、ゴム分野ではマレイシアゴム研究所（Rubber Research Institute of Malaysia:ＲＲＩＭ）が１９６５年から実施しており、既に４８社の認定を行っている。また化学分野においてもマレイシア化学協会（Institut Kimia Malaysia:ＩＫＭ）が４６社の認定を行っている。このように各分野の権威機関が個別に実施していた試験所認定制度を、国家的に統一し合理化を図る必要性からＳＡＭＭが１９９１年に発足した。その目的は次のとおりである。

ａ）従来の試験所認定制度を統一すること。

ｂ）特定の試験又は計量校正分野における試験所の能力を公式に承認すること。

ｃ）試験所の評価に関する実務負担を軽減すること。

ｄ）試験所の地位と水準を向上させること。

ｅ）認定試験所が実施した試験又は計量校正の結果が、マレイシア国内及び海外にお

いて受け入れられるようにすること。

f）国内及び海外において、マレイシア製の製品の品質と名声を上げること。

ＳＡＭＭの認定基準にはＩＳＯ／ＩＥＣガイド２５が用いられており、ＳＩＲＩＭがＳＡＭＭの実施機関として、試験所の適合審査を行っている。参考資料として、ＩＳＯ／ＩＥＣガイド２５を付属資料に掲げる。

認定の分野は次のとおりであるが、将来は拡大する予定である。

試験分野：化学、生化学、機械、電気、消火及び非破壊試験の６分野

校正分野：温度、電気量、機械量・質量・力、流量・圧力・粘度・密度及び長さの５分野

ＳＡＭＭの認定を受けているのは、１９９３年７月現在で、１７試験所及び８校正機関である。ここでは、校正機関についてのみ記述する。なお、詳細については後述する。

認定された８校正機関の名称と認定分野は次のとおりである。

- Nusantara Technologies Sdn. Bhd.（圧力、機械）
- Pyrometro Services（温度）
- Mecomb Malaysia Sdn. Bhd.(電気量)
- Naval Dockyard Sdn. Bhd.（圧力）
- Matsushita Industrial Corporation Sdn. Bhd. 電気量、機械、圧力）
- Singapore Electronic Engineering Ltd. （電気量）
- ITS Calibration Laboratory Sdn. Bhd.（光学）
- Institut Voltan dan Arus Tinggi, Universiti Teknologi Malaysia（電気量）

この他にＡＩＲＯＤ、防衛科学技術センター（Defence Science and Technology Centre:ＤＳＴＣ）、ミツトヨ等が認定を受けるべく準備中である。

これらの認定校正機関（準備中の機関も含む）の地域分布を見ると、次のようになる。ただし、Matsushita（ＭＡＩＣＯ）は社外への校正サービスを実施していないので除外し

ている。

シャーラム　2機関

クアラルンプール　3機関

ペタリングジャヤ　3機関

ペラク　1機関

これから明らかなように、これらの認定校正機関はほとんどがクアラルンプール近傍にあり、他の工業地域には存在していない。認定校正機関のサービスエリアは当然、全国ということにになるが、これら機関の近郊にある企業からの依頼を別とすれば、計測器等の依頼品の輸送のためかなりの時間が必要となり、ＳＩＲＩＭ計量センターの校正実施能力を十分に補っているとは言いがたい。

次に認定された計量分野を見ると、次のようになる。この場合もＭＡＩＣＯを除外しているおり、準備中の機関は将来対応できると考えられる分野とした。

電気量　5機関

機械　4機関

圧力　4機関

光学　1機関

温度　1機関

長さ　1機関

分野的には、産業界が必要とする基本的なものである電気量、機械量、圧力等をカバーしており、ある程度はＳＩＲＩＭ計量センターの校正実施能力の補完として考えられよう。ただし、精度的にはやや低いレベルにあるものが多い。

４．３　ＳＡＭＭ認定校正機関

上述したように、ＳＡＭＭの下で認定された校正機関は８社である。これらの校正機関

はＳＩＲＩＭの校正実施能力を支援するものと位置付けることができるが、先に述べたように現段階では多くを期待することはできない。以下に各機関の現状を紹介し、また現在認定を受けようとしている機関についても紹介する。

４．３．１　各機関の現状

１）　ＮＵＳＡＮＴＡＲＡ

Nusantara Technologies sdn. bhd.（ＮＵＳＡＮＴＡＲＡ）はシャーラムにあり、１９８９年に設立されたシンガポール企業との合弁会社である。認定された分野は表４－３に示すように、圧力及び長さである。校正業務に従事する職員は数名で、温度及び湿度の調整された校正室において校正作業を行っている。保有する主な計量機器は以下のとおりである。

- ショップゲージ測定器(Shop Gauge Measuring Machine)
- ３次元測定器(Co-ordinate Measuring Machine)
- 圧力校正機(Hydraulic Pressure Calibrator)
- ミューチェッカー(Mu-Checker)
- 表面粗さ計(Planekator)
- 校正試験機(Calibrator Tester)
- プロファイルプロジェクター(Profile Projector)
- デジマチックヘッド(Digimatic Head)
- 試験ゲージ(Test Gauge)

ＮＵＳＡＮＴＡＲＡでは年間数１００件の校正を実施しており、徐々に増加しているとのことであるが、校正室が狭隘であり、また校正技術者の数も少ないため、現段階ではＳＩＲＩＭを十分に補佐しているとは言えない。

２）　ＰＹＲＯＭＥＴＲＯ

Pyrometro Services（ＰＹＲＯＭＥＴＲＯ）はクアラルンプールにあり、１９９１年に兄弟２人によって設立された。認定された分野は表４－４に示すように温度である。校正業務に従事している職員は２名であり、社内で行う校正業務よりは依頼者の工場で行う出

張校正が主な業務であり、工場に設備されている電気炉の温度値校正が業務のほとんどである。

設立当初は校正依頼は多くなかったが、ＳＡＭＭの認定を受けてからは顧客の信用を得て順調に校正件数が伸びている。認証を受けてからの５か月間（１９９２年）には３６０件の校正を行っており、１９９３年は６か月間で２８０件を実施し、年間７００件の校正を行う見込みである。顧客は主に試験研究所や製造企業である。

校正には依頼内容に応じて１日から２週間程度を要しており、測定後１週間程度で証明書を発行している。

校正料金は次のようになっている。

オーブン、炉	１個あたり（３点）	３００マレイシア・ドル
温度指示計	５００℃以下	１００マレイシア・ドル
	５００℃以上	１１０マレイシア・ドル
	（最小５点で校正する）	
温度記録計	３チャンネルまで	１２０マレイシア・ドル
	追加１チャンネルごとに	１０マレイシア・ドル

ＰＹＲＯＭＥＴＲＯは顧客の要望に対して素早く対応しており、顧客の事情を考慮して、例えば製造ラインの止まる深夜に校正を行う等の小回りの効く対応を行っている。

現在、温度の分野で認定されているのはこのＰＹＲＯＭＥＴＲＯだけであり、職員２名で最大限の努力を払っていると思われる。現段階では、顧客企業が求めているレベルには対応しているとは考えられるが、校正の技術レベルは高くなく、職員数の不足による校正実施能力の不足は否めない。

３）　ＭＥＣＯＭＢ

Mecomb Malaysia Sdn. Bhd.（ＭＥＣＯＭＢ）は Sime Darby Berhadの子会社で、シンポール企業との合弁会社である。ＭＥＣＯＭＢはクアラルンプール近郊のペタリングジャヤ

にあり、コンサルタント業務、商品の開発、機器の修理、測定器の校正、工場用のファンの製造等を行っている。また、電子計測器のメーカーである Fluke社及び Tektronics 社の代理店でもある。従業員数は約１５０名で、うち１０名が校正業務に従事している（うち７名が電気量担当、３名が機械量担当である）。認定されているのは表４－５に示すように電気量のみであるが、将来は機械量についても申請する予定である。

校正件数は年間約１，０００件程度である。校正室は、温度２３±１℃、湿度５５％以下に調整されており、国際基準に適合している。

校正の手順は、Fluke 社及び Tektronics 社の測定器のマニュアルに基づいて実施され、調整の必要のあるものについては、調整後に校正を行っている。ＭＥＣＯＭＢの校正業務は両社の代理店としての活動内容の一部と考えることができよう。
つまり、Fluke 社及び Tektronics 社の代理店としての顧客サービスと考えられ、校正業務の対象は特定の分野に限定されている。

校正技術者のトレーニングは両社において２～４週間行われるほか、社内研修やセミナー等も実施しており、非常に積極的に取り組んでいる。

ＭＥＣＯＭＢが保有する標準器の校正は、ＳＩＲＩＭに依頼するほか、ＳＩＳＩＲ（シンガポール）、ＮＩＳＴ（米国）及び Tektronics 社に年１回定期的に依頼している。さらに高精度のものについては年２回の校正を依頼している。社内校正は、これらの標準器を使用して年１回定期的に実施されている。

４）　ＮＡＶＡＬ

Naval Dockyard Sdn. Bhd.（ＮＡＶＡＬ）はペラクにある企業で、表４－６に示すように圧力の分野で認定されている。詳細は入手できなかったが、認定分野とその精度を見るかぎり、ＳＩＲＩＭの補佐となりうるほどのレベルではない。

５）　ＭＡＩＣＯ

Matsushita Industrial Corporation Sdn. Bhd.（ＭＡＩＣＯ）は、ペタリングジャヤにあるエアコン、扇風機等の電気製品の製造メーカーであり、その社内校正ラボが、表４

－７に示すとおり電気量、機械量、質量及び力の分野で認定を受けている。校正に従事している従業員は数名であるが、これらの技術者は日本の松下において数か月の教育・訓練を受け、松下の社内資格を有している。

ＭＡＩＣＯは認定を受けているものの、当面は校正サービスを一般に提供する計画はなく、ＭＡＩＣＯ関連会社や協力工場に対する指導及びそれらが保有する標準器の校正のみを行っている。

校正室は、電気量校正室は温度２３±１℃、湿度５５％以下に、長さ校正室は温度２０±０．５℃、湿度５５％以下に調整されている。

６）ＳＥＥＬ

Singapore Electronic and Engineering Ltd.（ＳＥＥＬ）は、従来 Concode Sdn. Bhd.で認定を受けていたが、１９９２年１２月にシンガポールのＳＥＥＬが統合したものである。クアラルンプールにあるＫＬ工業団地内に位置している。認定された分野は、表４－８に示すとおり電気量である。従業員は１１名で、うち４名が校正業務に従事している。これらの校正技術者の教育・訓練はシンガポールにある親会社で行っている。

ＳＥＥＬは１９９２年期において約２５０件の校正実績があり、校正を行った測定器の種類としては、オシロスコープ、デジタルマルチメータ、パネルメータ、電圧計、電流計、抵抗計等がある。

ＳＥＥＬの校正室は、温度２３±２℃、湿度７０％以下に調整されている。

校正を依頼された測定器が調整を必要とする場合には調整したのちに校正を行うが、修理は行わない。校正に要する期間は２週間程度であり、校正の手順は依頼品のマニュアルに従って行っている。

ＳＥＥＬが保有する標準器は、従来からＳＩＲＩＭに依頼してきており、校正料金が安価であるので引き続きＳＩＲＩＭに依頼したいとの要望であるが、校正に時間がかかりすぎるため、年に１回は親会社に送り校正を依頼している。

７）ＩＴＳ

ITS Calibration Laboratory Sdn. Bhd.（ＩＴＳ）は、ＩＴＳ企業グループに属する会

社で、親会社では医用機器や理化学機器を販売している。グループ内には、排水中の含有物の成分分析を行う Envilab Sdn. Bhd.があり、ここは試験所としてＳＡＭＭの認定を受けている。

ＩＴＳラボはペタリングジャヤにあり、校正技術者は３名である。認定された分野は表４－９に示すように光学測定で、比色分析機器の色測定の校正、紫外線及び可視光線の波長の校正を行っている。基本的には販売した商品のアフターサービスとしての校正業務であるが、同等の分析装置であれば他の依頼にも対応している。校正対象品が分析機器であるため、顧客は試験所が多い。さらに、電子天秤と温度計の校正も行っており、ＳＡＭＭの追加認証を受ける予定である。

ＵＶ分光分析計の校正は、標準試料を使用して実施しており、この標準試料はメーカーの指示により２年に１回再確認を行うこととしている。

１９９２年１０月に認定を受けてから昨年中に約２００件の校正依頼があった。校正に要する期間は４時間で、翌日にはレポートを作成し、３日目には機材とともに返送している。

この分野における習熟した校正技術者がおらず、また新規に採用しても教育・訓練における問題があり、一般ニーズへの対応は難しいとのことである。

ＩＴＳは光学計測の分野においては唯一の認定機関であるが、校正技術者の数が不足していること及び基本的に関連会社が販売した製品のアフターサービスの一環として校正を行っているため、現状ではＳＩＲＩＭを十分に支援しているとは言いがたい。

8）　ＩＶＡＴ

Institut Voltan dan Arus Tinggi, Universiti Teknologi Malaysia（ＩＶＡＴ）はクアラルンプールにあるマレーシア技術大学の研究室である。認定された分野は、表４－１０に示すとおり電気量であり、ブッシング、ケーブル、コネクタ、静電電圧計等の電気インパルス試験を行うことができる。しかしながら、他の認定校正機関とは異なり、試験や校正の依頼はほとんどなく、技術相談に応じている程度である。

保有している標準器は、標準コンデンサ、分圧器、オシロスコープ、ノギス等であるが、

実施している試験の内容から見てそれほど高精度の測定器を必要としていない。

ＩＶＡＴに限らず、大学の研究室はある程度の試験機や測定器を保有しており、試験や校正のサービスを行うことも可能と推測されるが、大学の研究室は研究を行うことが本務であり、このようなサービスを日常的に提供することを期待するのは無理であろう。

４．３．２　その他の校正機関

上記のＳＡＭＭ認定校正機関のほかに、まだ認定されてはいないが、今後認定を受ける予定の校正機関がいくつかあるので以下に紹介する。

１）　ＡＩＲＯＤ

ＡＩＲＯＤは、１９８５年にロッキード社とマレイシア航空業界との合弁企業として設立されたもので、スバン国際空港の近くに位置している。ＡＩＲＯＤには約１，０００名の従業員がおり、航空機の修理、オーバーホール、組み立て及び各種の試験、計測器・標準器の校正並びに関連製品の開発・製造等の業務を行っている。

校正の業務は、２０名の従業員が電気量、質量、長さ、圧力等の分野において実施しており、そのうち電気量が約半数を占めている。

ＡＩＲＯＤは、既に米国、インドネシア、タイ、中国、フィリピン、英国の認定制度における認定及びロッキード社からの認定等全部で１１の認定を受けている。現在、ＳＡＭＭの認定を受けるべく準備中である。

校正室の環境条件は良好で、すべて二重ドアシステムを採用し、温度２０±３℃、湿度７０％以下に調整されたクリーンルームとなっている。特に質量・長さの校正室は、温度２０±０．５℃、湿度５５％以下に２４時間を通じて調整されており、入退室の影響にも注意を払っている。

校正室のスペースは広く、保有している標準器、測定器等も多く、高精度の測定器も保有している。これらの標準器の校正は、主に米国、日本、オーストラリア、シンガポール等の海外の校正機関に依頼しており、ＳＩＲＩＭに依頼しているものは極めて少ない。社内の校正は社内基準に基づいて定期的に実施している。

校正技術者の教育・訓練は、主に米国及びオーストラリアで実施している。

ＡＩＲＯＤの校正実施能力は、他の認定校正機関と比較すれば高く、ＳＡＭＭの認定を受けた後にはＳＩＲＩＭをある程度補佐することが期待できよう。

２）　ＤＳＴＣ

Defence Science and Technology Centre （ＤＳＴＣ）は、１９６８年に国防省内のDefence Technical Centre として、マレイシア軍への防衛に関する科学技術支援の目的で設立された。その後、１９７２年に防衛に関する研究をさらに明確な目的としてDefence Research Centre と改称し、１９８５年にさらに防衛技術の受入れと伝承という機能を加えるとともに現在の名称に変更された。クアラルンプールに位置している。

軍は非常に多くの測定器類を保有しているので、ＤＳＴＣでは三軍の基地で使用されている機器の校正を行うほか、事故原因の解析も行っている。

ＤＳＴＣは、軍関係の長さ、質量、力、圧力、電気量（電圧、抵抗、容量、インダクタンス、周波数）、温度の標準を維持管理しており、三軍及び軍事関連企業に標準を供給している。三軍ではさらに各基地に標準供給を行っている。

ＤＳＴＣが保有している機材は、１９７０年にオーストラリアから供与されたものであるが、その後のメンテナンスが不十分である。オーストラリア軍ではＤＳＴＣのような標準器類は扱っていないために協力は期待できないとのことである。

ＤＳＴＣが保有する標準器類は次のとおりである。

ａ）長さ：ゲージブロックのみ

ｂ）質量：標準分銅（２００ｇまで）

ｃ）圧力：重錘型標準圧力計（１６００ｐｓｉまで）

ｄ）力：

標準力計－精度０．０２％、範囲２５０～１０，０００kgf

環状型標準力計－精度０．０５％、範囲２５０～５０，０００kgf

ｅ）電気量：

標準抵抗、標準キャパシタンス、標準インダクタンス、マイクロ波電力計、セ

シウム周波数標準器

ＤＳＴＣの保有する標準器は、ＳＩＲＩＭ及び海外の機関において校正されている。

ＤＳＴＣは将来ＳＡＭＭの認定を受ける計画をもっている。ここは軍の標準管理の機能を有しているため高度の技術力があり、認定された後にはＳＩＲＩＭを補佐することが期待できるが、軍の保有する機器を校正する業務量が多いため、一般の依頼を受けるには業務量の調整を図ることが必要になると推測される。

３）　ＭＩＴＵＴＯＹＯ

Mitutoyo (Malaysia) Sdn. Bhd. （ＭＩＴＵＴＯＹＯ）は計測機器の製造メーカーであるミツトヨの現地法人であり、販売及び校正サービスを行っている。ＭＩＴＵＴＯＹＯの詳細は第　章において述べる。

ＭＩＴＵＴＯＹＯはペタリングジャヤにあり、従業員は２３名でうち技術系職員数名が校正を行っている。基本的にここで行う校正は販売した製品のアフターサービスの一環として行われるのであるが、余裕があればその他の依頼にも対応している。

現在は校正室として独立したものはなく、温度調整を行っているショールームの一角で校正を実施しているが、近々専用の校正室を建設する予定である。

１９９３年期７月までの校正件数は約５０件で、受注に当たってＳＩＲＩＭとの連絡を常時行い、ＭＩＴＵＴＯＹＯでの校正が不適当と思われるものはＳＩＲＩＭの校正を受けるよう依頼者に奨めている。ＭＩＴＵＴＯＹＯは将来ＳＡＭＭの認定を受けることを計画している。

ＳＡＭＭの認定を受けた後には、長さ等の分野においてＳＩＲＩＭの補佐となることが期待できるが、そのためには業務量に対応して技術職員を増員することが必要となろう。

４）　ＹＯＫＯＧＡＷＡ

Yokogawa Electric (Malaysia) Sdn. Bhd. （ＹＯＫＯＧＡＷＡ）は電気計測器のメーカーである横河電機の現地法人であり、販売及びサービス業務を行っている。ＹＯＫＯＧＡＷＡの詳細は第６章において述べる。

ＹＯＫＯＧＡＷＡはクアラルンプールにあり、従業員は約１００名で、うち２５名が校正業務を担当し、４名が標準の維持管理を担当している。校正業務を行うために保有している主な標準器は次のとおりである。

・デジタルサーモメータ

・電圧電流標準（交流及び直流）

・標準抵抗

・デジタルマルチメーター

これらの標準器類のほとんどはＳＩＲＩＭにおいて校正を受けており、その他のものはシンガポールの自社工場において校正を受けている。

４、４　ＳＩＳＩＲ

シンガポールにある Singapore Institute of Standards and Industrial Research（ＳＩＳＩＲ）は、マレイシアの隣国にあるということと、ＳＩＲＩＭでは取り扱っていない分野の標準を維持しているということから、マレイシア国内の企業、研究所等がしばしば校正を依頼している。また、United Nations Development Programme（ＵＮＤＰ）のプロジェクトによって、ＡＳＥＡＮ諸国における電圧標準の一致を図るために地域標準としてジョセフソン接合アレイ電圧標準の供給を受け、ここからＡＳＥＡＮ諸国へ電圧標準を供給することとしており、１９９３年半ばの完成を目指している。したがって、将来のＳＩＲＩＭにおける電圧標準の維持管理とも関連するので、国外の機関ではあるが今回特に訪問調査を実施した。以下にＳＩＳＩＲの計量部門の現状を紹介する。

４．４．１　組織

ＳＩＳＩＲは１９９１年に現在の場所（サイエンス・パーク）に移転した。その計量部門は、標準・品質部（Standards and Quality Division）に属し、計量標準センター（National Metrology Centre:ＮＭＣ）と校正センター（Calibration Measurement Centre：ＣＭＣ）とに分けられている。

4．4．2　NMC

1）NMCの機能

NMCは以下の機能を有している。

a）国家標準の維持並びにCMC及び認定校正機関へ標準を供給すること

b）国家物理標準のレベルアップを図ること

c）SI単位からのトレーサビリティを確保するための標準の維持とSI単位の普及活動を行うこと

d）計測技術の研究開発を行うこと

e）産業界に貢献すること

さらに国際的な活動として、以下の事項を積極的に推進している。

a）アジア太平洋計量プログラム（Asia/Pasific Metrology Programme：APMP）への参加

b）SIRIM、NIM（中国）等、近隣諸国の計量標準研究所との相互協力

c）ASEAN諸国との標準比較

2）標準

NMCが保有する標準器はBIPM（International Bureau of Weights and Measures）にトレーサブルであり、NIST（米国）、NPL（英国）、NML（オーストラリア）、PTB（ドイツ）、BNM（フランス）、ETL（日本）の各国の国家標準との一致が確認されている。

NISTの指導によって製作された1V及び10Vデバイスを用いたジョセフソン電圧標準システムは現在良好な運転状態にあり、4か月に1回の周期で内部校正を行っている。さらに、トランスファー標準VS4を用いて、±0.1 ppmの精度でASEAN地域の直流電圧標準の比較を行っている。

また、1995年までに量子化ホール抵抗標準（Quantum Hall Resistance Standard）の開発を計画している。

NMCには電気量、温度、長さ、機械量の各標準室があり、それぞれ以下の環境条件に

調整されている。

・電気量標準室：温度２３±１℃、湿度５５±５％

・温度標準室　：温度２３±１℃、湿度５５±５％

・機械量標準室：温度２０±１℃、湿度５５±５％

・長さ標準室　：温度２０±０．３℃、湿度５５±５％

３）技術者

ＮＭＣに配属されている職員は２７名で、補助員４名を除き、分野別校正は次のとおりである。

・電気量　：７名（直流及び抵抗－３名、交流及び高電圧－１名、時間及び周波数－３名）

・温度　　：４名

・光学　　：３名

・長さ　　：４名

・機械量　：５名

４）直流電圧標準の供給

ＮＭＣの技術力を総合的に判断すれば、ＳＩＳＩＲからＳＩＲＩＭへの直流電圧標準の供給は十分な精度で実施可能であり、さらに将来における量子化ホール抵抗標準システムの整備により、抵抗の標準供給も可能となろう。またＳＩＳＩＲは、この分野のみならず、要請があればいつでもＳＩＲＩＭに協力すると言明していた。

４．４．３　ＣＭＣ

ＣＭＣは、電気量、温度、機械量及び長さの分野において計量校正を実施しており、１９９２年期の実績では約１，０００社に対し約９，５００件の校正を行っている。

なお、ＳＩＳＩＲは独自に試験所認定制度（Singapore Laboratory Accreditation Scheme:ＳＩＮＧＬＡＳ）を実施しており、２６試験所及び７校正機関を認定している。

表4－1　　ＳＩＲＩＭ計量センターの計量標準の現状

単　　位	範　　囲	精　　度
長　　さ	0.1 μm ～ 10 m	± 2 ppm
質　　量	1 mg ～ 1 トン	± 0.002 mg
力	0 ～ 220 トン	± 0.025 %
圧　　力	0 ～ 8000 psi	± 0.01 %
温　　度	−50 ～ 1400 ℃	± 0.01 ℃
電　　圧	0 ～ 1.5 kV	± 1 ppm
抵　　抗	0 ～ 10^{16} Ω	± 1 ppm
電　　流	0 ～ 100 A	± 10 ppm
インダクタンス	0 ～ 1000 H	± 0.02 %
容　　量	0 ～ 1000 F	± 0.002 %
周波数／時間	0 ～ 10 GHz	± 10^{-11}
音　　響	70 ～ 140 dB	± 0.1 dB

Source : SIRIM

表4－2　計量センターが実施した計量校正サービス件数と手数料収入

	1990年	1991年	1992年
質　　量	4,416	7,258	7,950
長　　さ	350	2,260	7,664
体　　積	–	–	313
流　　量	1,425	296	560
力／圧力	518	704	1,206
温　　度	583	1,378	1,697
電　気　量	924	1,100	1,400
時間／周波数	0	151	180
合　　計	8,216	13,147	20,970
手数料合計（ﾏﾚｲｼｱ・ﾄﾞﾙ）	495,165	640,000	1,098,000

Source : SIRIM

表4－3　　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＮＵＳＡＮＴＡＲＡ）

機関名称：Nusantara Technologies Sdn. Bhd.

所在地　：Shah Alam, Selangor Darul Ehsan

認定分野：Pressure and Mechanical Calibrations

分　　野	範　囲	精　度
1. PRESSURE MEASURING DEVICE		
A. Pressure Measuring Devices		
Test Fluid Oil	25 - 8,000 psi	0.2%
2. DIMENSIONAL METROLOGY		
A. Limit Gauges		
1. Plain Plug Gauges	1 mm to 10 mm	2 μm
	10 mm to 50 mm	3 μm
	50 mm to 150 mm	4 μm
2. Plain Ring Gauges	1.5 mm to 25 mm	2 μm
	25 mm to 150 mm	3 μm
3. Plain Gap Gauges	0.5 mm to 50 mm	2 μm
	50 mm to 150 mm	3 μm
	150 mm to 300 mm	5 μm
4. Profile Gauges		25 μm
5. Other limit gauges including length, height and depth involving Plane Co-ordinate position of Holes and Spigots	Up to 300 mm	(2+10xlength in m) μm
B. Jigs, Fixtures and Cutting Tools and Components		
1. Jigs, Fixtures and Cutting Tools	Maximum dimensions 700 mm x 500 mm x 400 mm	(5+10xlength in m) μm per coordinate
2. Components	Maximum dimensions 700 mm x 500 mm x 400 mm	(6+10xlength in m) μm per coordinate
C. Measuring Instruments and Tools		
1. Surface Plates	150 mm to 1219 mm or 6" to 48"	0.002 mm
2. Bevel Protractors	Blade - 6" to 12" Angle attachments 0 to 360 deg.	Angle:0.1 deg.
3. External Micrometers	0 to 50 mm	0.002 mm
4. Internal Micrometers	5 to 300 mm	0.002 mm
5. Depth Micrometers	0 to 300 mm	0.002 mm
6. Dial Gauges	Dial gauges reading in 0.01 mm and 0.001 mm	0.0015 mm
7. Electronic and Mechanical Calipers	0 to 300 mm	0.004 mm
8. Electronic and Mechanical Height Gauges	0 to 300 mm	0.004 mm
9. Feeler Gauges	0.01 mm to 1.0 mm	0.002 mm
10. Dial Test Indicator	Dial Test Indicators reading in 0.001 mm, 0.002 mm and 0.01 mm	0.0015 mm

表４－４　　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＰＹＲＯＭＥＴＲＯ）

機関名称：Pyrometro Services

所在地　：Kuala Lumpur

認定分野：Heat and Temperature Measurement

分　　野	範　囲	精　度
1. PERMANENT LABORATORY		
Rare Metal Thermocouples	0 to 500 ℃	1 ℃
	500 to 1000 ℃	2 ℃
	1000 to 1300 ℃	0.3% of Reading
Base Metal Thermocouples	0 to 500 ℃	1 ℃
	500 to 1000 ℃	2 ℃
	1000 to 1300 ℃	0.3% of Reading
Heat Enclosures	0 to 500 ℃	3 ℃
	500 to 1000 ℃	4 ℃
	1000 to 1300 ℃	5 ℃
Temperature	-200 to 1760 ℃	0.1% of Reading
Recorders/Indicators		+0.5 ℃
2. SITE CALIBRATION		
Heat Enclosures	0 to 500 ℃	3 ℃
	500 to 1000 ℃	4 ℃
	1000 to 1300 ℃	5 ℃
Temperature	-200 to 1760 ℃	0.1% of Reading
Recorders/Indicators		+0.5 ℃

表4－5　　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＭＥＣＯＭＢ）

機関名称：Mecomb Malaysia Sdn. Bhd.

所在地　：Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan

認定分野：Electrical Measurement

分　　野	範　囲	精　度
DC Voltmeter	0 to 1100 V	±0.02 %
AC Voltmeter	0 to 1100 V	±0.2 %
	50 Hz to 1 kHz	
	0 to 110 V	±0.2 %
	1 kHz to 20 kHz	
	0 to 19.9999 V	±0.32 %
	20 kHz to 50 kHz	
DC Ammeter	0 to 2 A	±0.1 %
AC Ammeter	0 to 2 A	±0.28 %
	50 Hz to 1 kHz	
Ohmmeter	Four terminal	
	1 Ω	±0.08 %
	10 Ω	±0.04 %
	100 Ω to 10 kΩ	±0.02 %
	Two terminal	
	100 kΩ	±0.02 %
	1 MΩ	±0.04 %
	10 MΩ	±0.2 %
Oscilloscope/	Amplitude	
Curve Tracer	0.2 mV to 100 VDC	±1 %
	Timing	
	1 ns to 5 s	±0.004 %
	Bandwidth	
	0 to 500 MHz	±0.04 %
Frequency/Period	Frequency	
	0.001 MHz to 1050 MHz	±20 ppm
	Period	
	1 ns to 5 s	±40 ppm

表４－６　　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＮＡＶＡＬ）

機関名称：Naval Dockyard Sdn. Bhd.

所在地　：Lumut, Perak Darul Ridzuan

認定分野：Pressure Measurement

分　　野	範　囲	精　度
Pressure Measuring Devices	1 bar - 600 bar	±0.12 %
	0 - 30 inHg	±0.4 %

表４－７　　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＭＡＩＣＯ）

機関名称：Matsushita Industrial Corporation Sdn. Bhd.

所在地　：Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan

認定分野：Electrical, Mechanical and Pressure

分　　野	範　囲	精　度
1. ELECTRICAL MEASUREMAENT		
AC Voltage	1 mV - 19.9999 mV	±(0.05 % of reading)
	20 mV - 199.999 mV	do
	0.2 V - 1.99999 V	do
	2 V - 19.9999 V	do
	20 V - 199.99 V	do
	200 V - 1,100 V	±(0.1 % of reading)
DC Voltage	0 - 19.9999 mV	±(0.05 % of reading)
	20 mV - 199.999 mV	do
	0.2 V - 1.99999 V	do
	2 V - 19.9999 V	do
	20 V - 199.99 V	do
	200 V - 1,100 V	do
AC Current	10 μA - 199.999 μA	±(0.1 % of reading)
	0.2 mA - 1.99999 mA	do
	2 mA - 19.9999 mA	do
	20 mA - 199.999 mA	do
	0.2 A - 1.99999 A	do
	2 A - 50.00 A	do
DC Current	10 μA - 199.999 μA	±(0.01 % of reading)
	0.2 mA - 1.99999 mA	do
	2 mA - 19.9999 mA	do
	20 mA - 199.999 mA	do
	0.2 A - 1.99999 A	do
	2 A - 30.000 A	±(0.2 % of reading)
Resistance	1 Ω	±(0.04 % of reading)
	10 Ω	do
	100 Ω	do
	1 kΩ	±(0.01% of reading)
	10 kΩ	do
	100 kΩ	do
	1 MΩ	±(0.1 % of reading)
	10 MΩ	do
	0.001Ωx(0-10)+ 0.01Ωx(0-10)+ 0.1Ωx(1-11)+ 1Ωx(0-10)+ 10Ωx(0-10)+ 100Ωx(0-10)	±(0.03% of reading)
	[100Ωx 10 + 1kΩx 10 + 10KΩx 10 + 100KΩx 10 + 1MΩx 10 + 10MΩx 10]	±(0.1% of reading) ±(1.0 % of reading) for step 1 MΩ, 10 MΩ

表４－７　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＭＡＩＣＯ）　（続き）

機関名称：Matsushita Industrial Corporation Sdn. Bhd.

所在地　：Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan

認定分野：Electrical, Mechanical and Pressure

分　　野	範　囲	精　度
2. MECHANICAL, MASS AND FORCE		
Dial Gauge		
Pick Test	0 - 25 mm	±2 μm
Dial Thickness Gauge	0 - 5 mm	±0.8 μm
	1.005 mm - 100 mm	Grade 0 (Refer JIS B 7506)
Outside Micrometer	0.991 mm - 1.009 mm	Grade 0 (Refer JIS B 7506)
	125 mm	do
Two Point Inside Micrometer	150 mm	Grade 0 (Refer JIS B 7506)
	175 mm	do
	200 mm	do
	250 mm	do
	300 mm	do
Optical Parallel	12.00 mm - 25.37 mm	±0.01 mm
Optical Flat	Diameter 60 mm	±0.1 μm
Vernier Depth Gauge	0 - 150 mm	± 2 μm
Caliper	0 - 300 mm	± 5 μm
Height Gauge	0 - 600 mm	± 5 μm
Steel Rule	0 - 1000 mm	± 10 μm
Electronic Balance	10 mg - 20 kg	Class 2 (Refer MIS K 2013)
Beam Balance	10 mg - 20 kg	Class 2 (Refer MIS K 2013)
Spring Balance	10 mg - 20 kg	Class 2 (Refer MIS K 2013)
Tension Gauge	10 mg - 20 kg	Class 2 (Refer MIS K 2013)
Torque Wrench	0 - 180 kgf·cm	±1 % + 1 digit
	0 - 900 kgf·cm	±1 % + 1 digit
Torque Driver	0.1 kgf·cm- 100 kgf·cm	±0.5 % of f.s.
3. PRESSURE		
Pressure Gauge	0.5 kgf/cm²-50 kgf/cm²	± 0.2 gf/cm²

表４－８　　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＳＥＥＬ）

機関名称：Singapore Electronic and Engineering Ltd.

所在地　：Kuala Lumpur

認定分野：Electrical

分　　野	範　囲	精　度
DC Voltmeter	100.00 μV - 1000.0000 mV	±0.01 %
AC Voltmeter	1.00 mV - 100.0000 mV	
	10 Hz - 31 kHz	±0.25 %
	32 Hz - 33 kHz	±0.20 %
	30 kHz - 100 kHz	±0.40 %
	100 kHz - 330 kHz	±1.5 %
	320 kHz - 1 MHz	±4.5 %
	1.000000 V and 10.00000 V	
	10 Hz - 31 kHz	±0.20 %
	32 Hz - 33 kHz	±0.15 %
	30 kHz - 100 kHz	±0.20 %
	100 kHz - 330 kHz	±0.60 %
	320 kHz - 1 MHz	±3.2 %
	100.0000 V	
	10 Hz - 31 kHz	±0.20 %
	32 Hz - 33 kHz	±0.15 %
	30 kHz - 100 kHz	±0.20 %
	1000.000 V	
	45 Hz - 330 Hz	±0.20 %
	300 Hz - 10 kHz	±0.20 %
	10 kHz - 33 kHz	±0.20 %
DC Ammeter	100.0000 μA - 100.0000 mA	±0.050 %
	1.000000 A	±0.10 %
AC Ammeter	100.0000 μA	
	10 Hz - 1 kHz	±0.30 %
	1 kHz - 5 kHz	±0.30 %
	1.000000 mA	
	10 Hz - 1 kHz	±0.25 %
	1 kHz - 5 kHz	±0.30 %
	10.00000 mA	
	10 Hz - 1 kHz	±0.25 %
	1 kHz - 5 kHz	±0.30 %
	100.0000 mA	
	10 Hz - 1 kHz	±0.25 %
	1 kHz - 5 kHz	±0.30 %
	1.000000 A	
	10 Hz - 1 kHz	±0.30 %
	1 kHz - 5 kHz	±0.40 %
DC Ohmmeter	10 Ω	±0.03 %
	100 Ω	±0.012 %
	1 kΩ	±0.012 %
	10 kΩ	±0.012 %
	100 kΩ	±0.018 %
	1 MΩ	±0.036 %
	10 MΩ	±0.066 %
	100 MΩ	±0.24 %

表4－8　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＳＥＥＬ）　（続き）

機関名称：Singapore Electronic and Engineering Ltd.

所在地　：Kuala Lumpur

認定分野：Electrical

分　　野	範　囲	精　度
Oscilloscope	Vertical Deflection:	
	10 mV_{pp} - 100 V_{pp}	±(1.0 %+ 4 μV)
	Time base:	
	1 ns - 5 s	±0.0002 %
	Bandwidth:	
	250 kHz - 250 MHz	±0.28 %
	250 MHz - 1050 MHz	±2 %

表４－９　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＩＴＳ）

機関名称：ITS Calibration Laboratory Sdn. Bhd.

所在地　：Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan

認定分野：Optical Measurement

分　　野	範　囲	精　度
LOVIBOND COLOUR	RED:	
MEASUREMENT AND	0.1R - 0.9R	±0.2R
GRADING SYSTEM	1R - 9R	±0.2R
	10R - 70R	±0.5R
MODEL:AF900	YELLOW:	
AF905	0.1Y - 0.9Y	±0.2Y
	1Y - 9Y	±0.2Y
	10Y - 70Y	±0.5Y
	BLUE:	
	0.1B - 0.9B	±0.2B
	1B - 9B	±0.2B
	10B - 70B	±0.5B
	NATURAL:	
	0.1N - 0.9N	±0.2N
	1N - 3N	±0.2N
SPECTROPHOTOMETER	WAVELENGTH ACCURACY	
(UV and VISIBLE)	220 nm - 1000 nm	±2 nm
	PHOTOMETRIC ACCURACY	
	AT 590 nm (0 % - 100 %)	±1.0 %T

表４－１０　ＳＡＭＭ認定校正機関の認定分野（ＩＶＡＴ）

機関名称：Institut Voltan Dan Arus Tinggi, Universiti Teknologi Malaysia

所在地　：Kuala Lumpur

認定分野：Electrical

分　　野	範　囲	精　度
Impulse High Voltage Meters	up to 200 kV peak	±3.3 %
AC Meters	up to 200 kV rms	±3.3 %
DC Meters	up to 200 kV	±3.3 %

図４－１　　標準供給、トレーサビリティ体系図

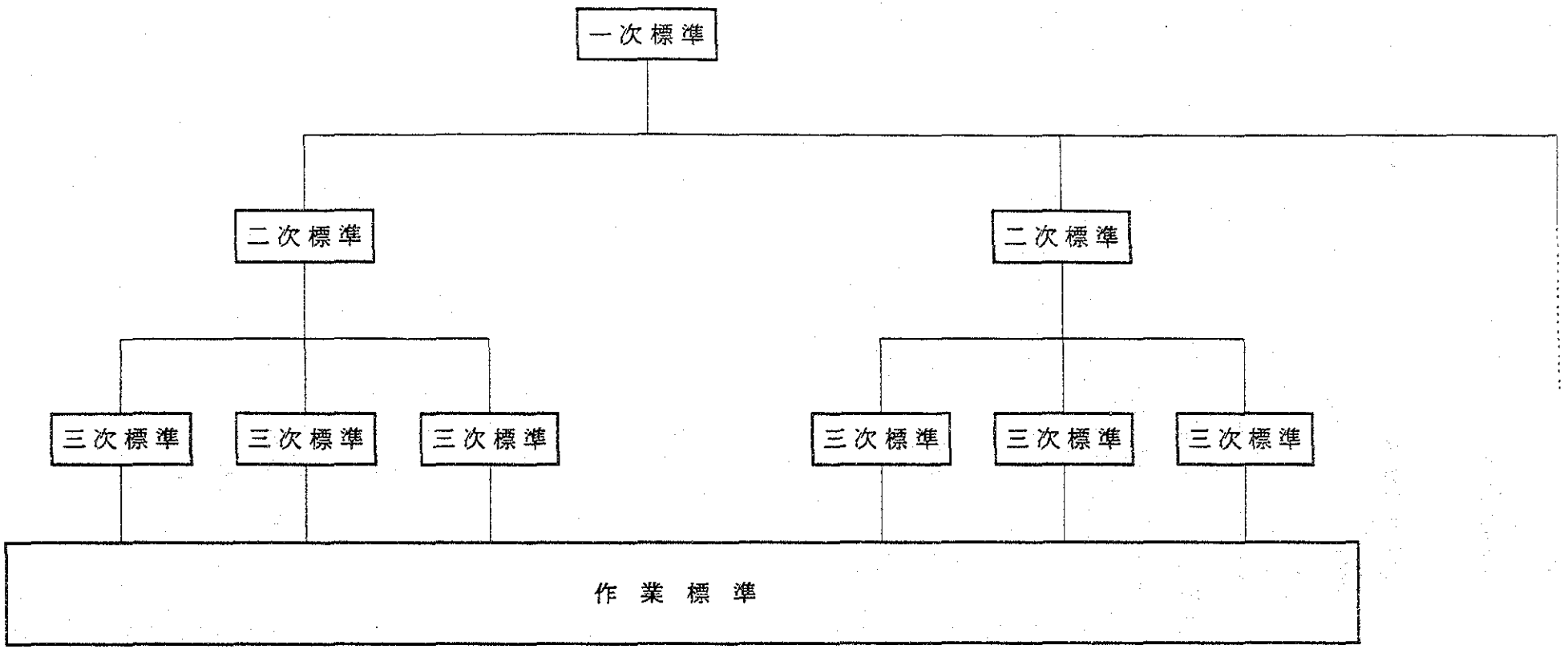


図4－2　ＳＩＲＩＭ組織図（１９９３年１月現在）

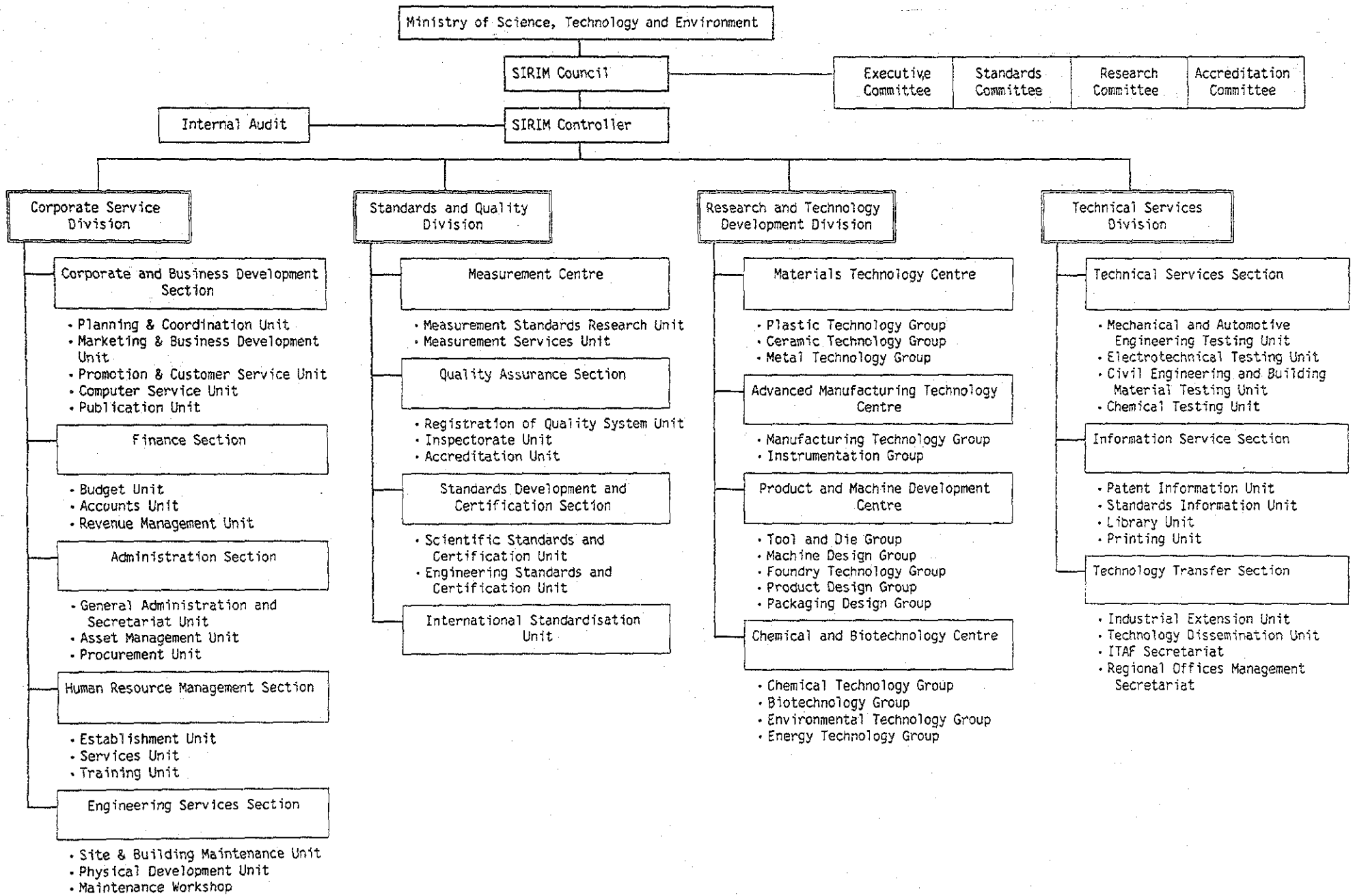


図4－3　ＳＩＲＩＭ計量センター組織図（１９９３年１月）

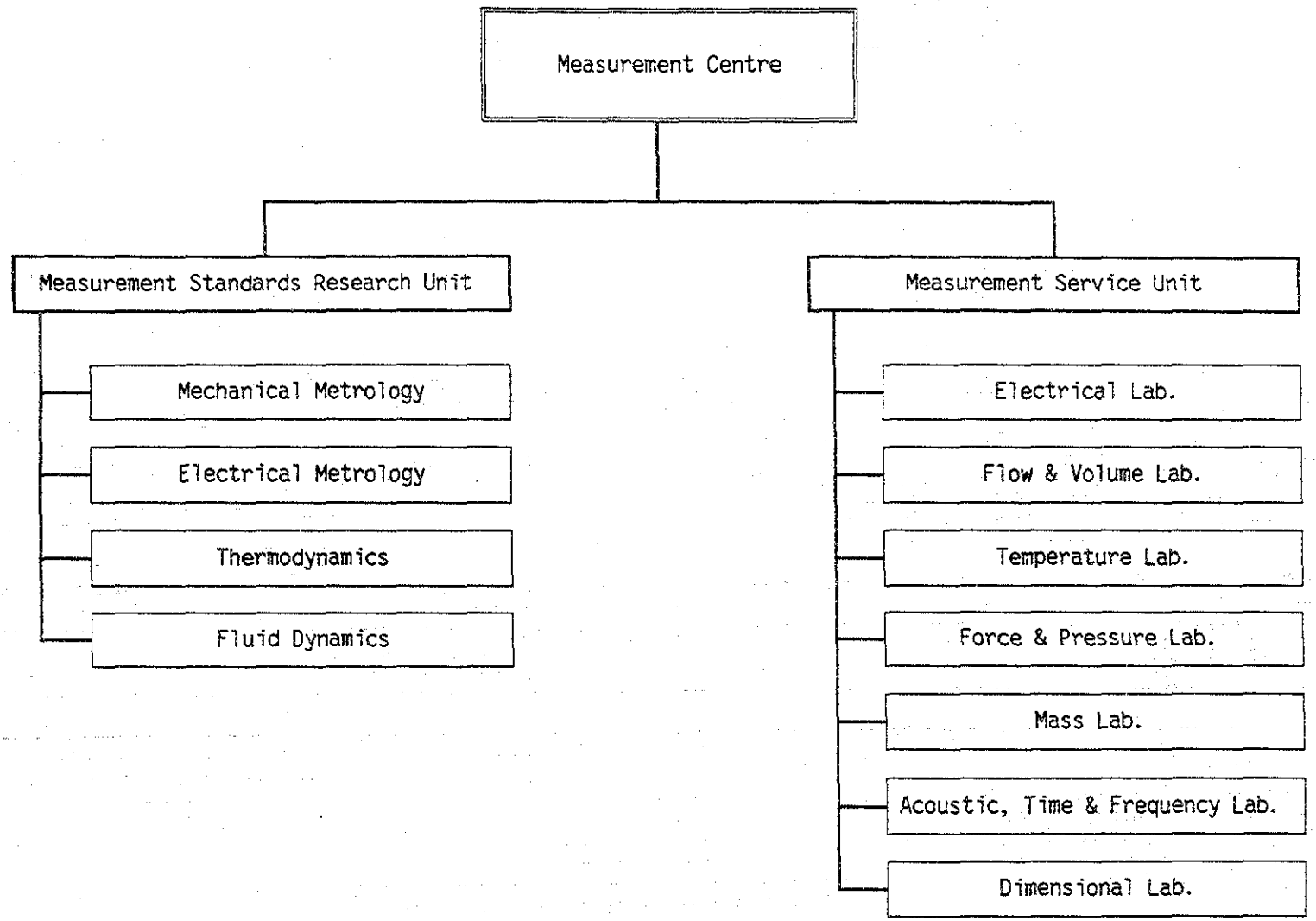
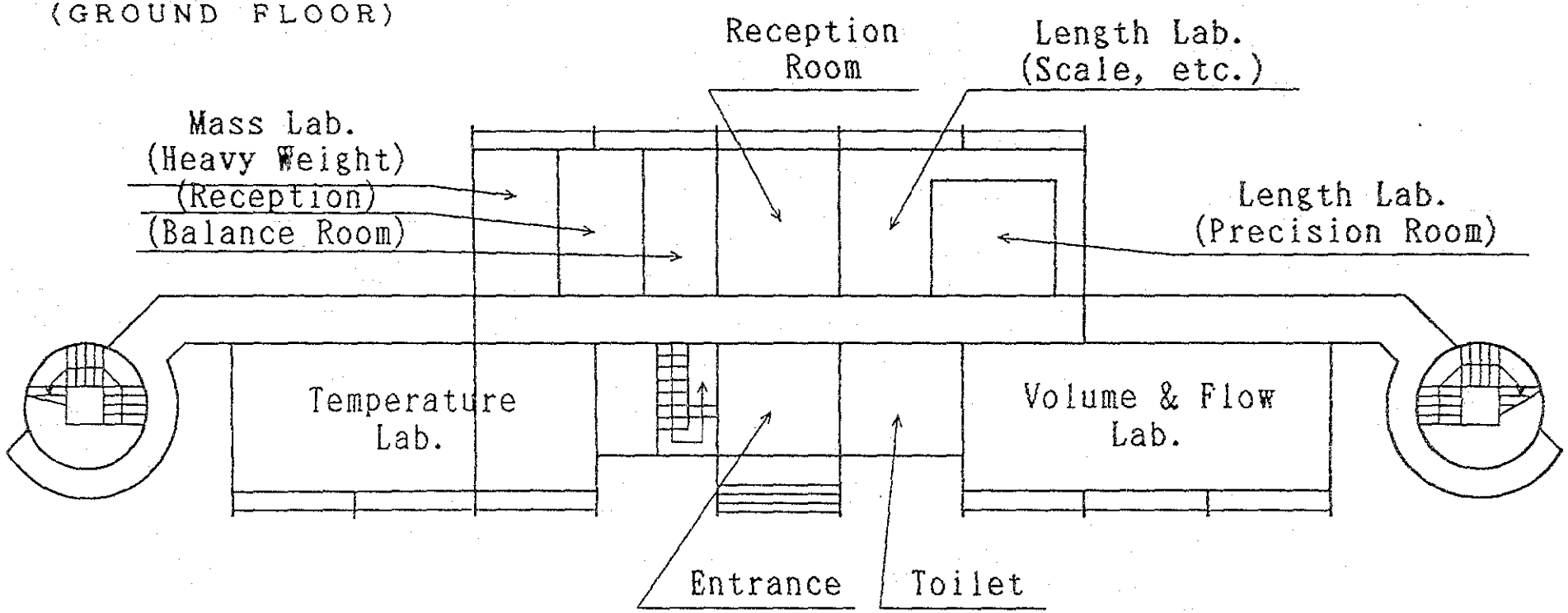
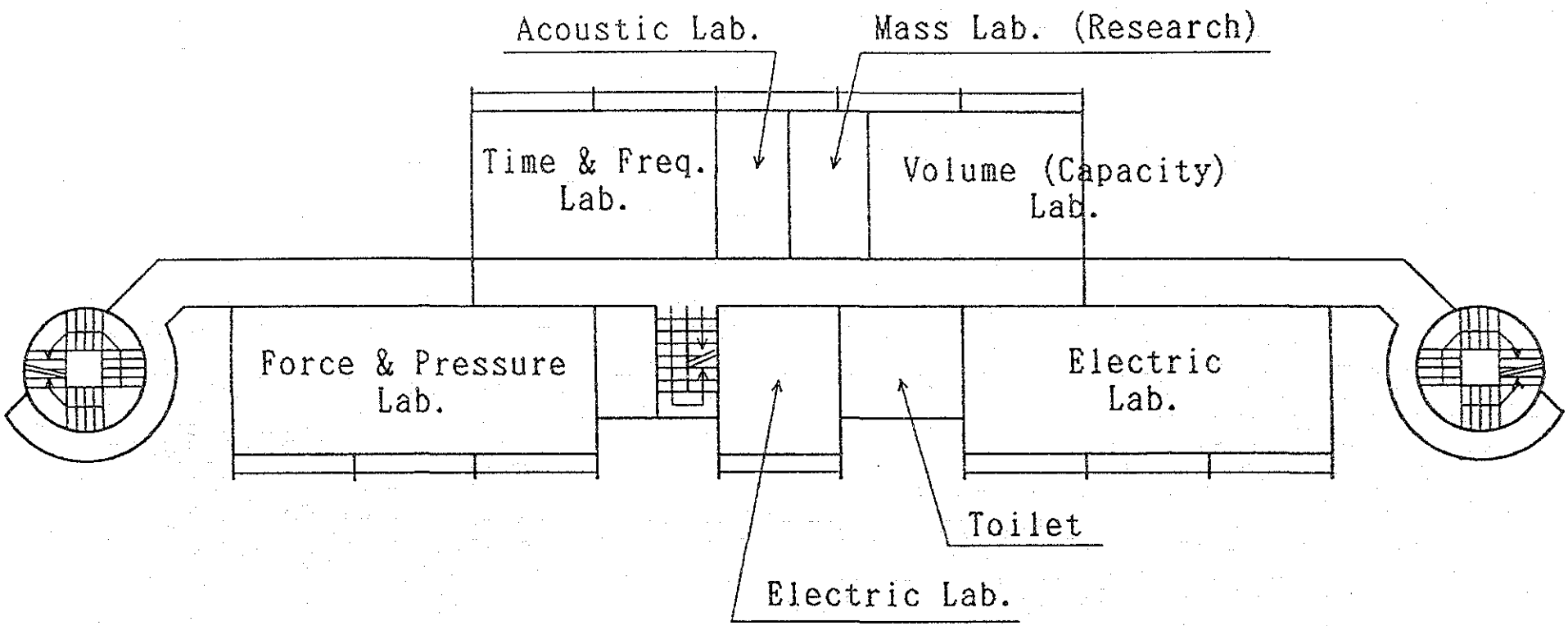


図4－4　：SIRIM計量センターのレイアウト図

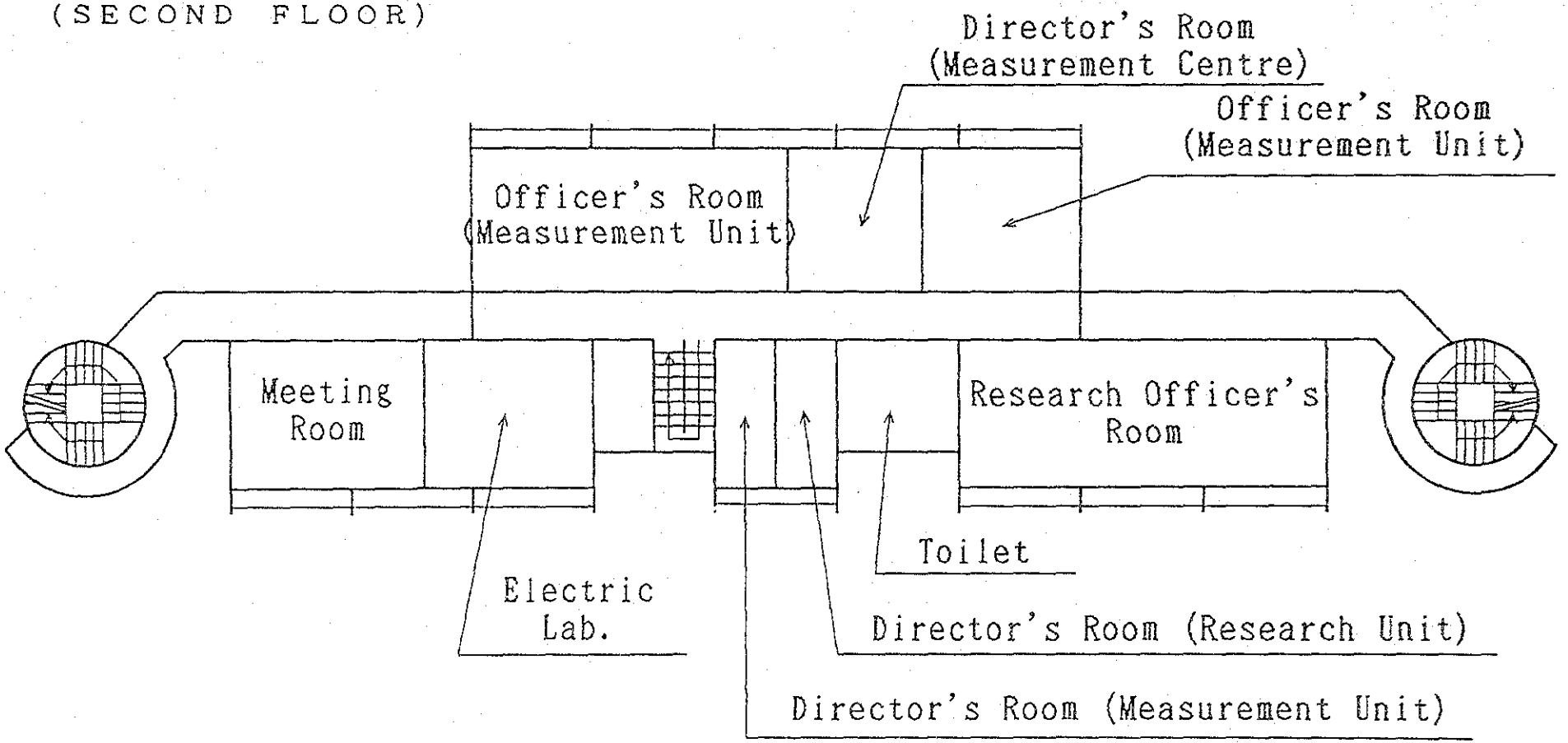
SIRIM MEASUREMENT CENTRE LAYOUT
(GROUND FLOOR)



SIRIM MEASUREMENT CENTRE LAYOUT
(FIRST FLOOR)



SIRIM MEASUREMENT CENTRE LAYOUT
(SECOND FLOOR)



第５章

量別に見たＳＩＲＩＭ計量センターの現状と問題点

第５章　量別に見たＳＩＲＩＭ計量センターの現状と問題点

５．１　ＳＩＲＩＭ計量センターの現状

今まで述べたように、ＳＩＲＩＭ計量センターはマレイシアにおける計量体系の頂点に位置しており、マレイシア国家標準の維持管理の任にあたるとともに産業界等への校正サービスの提供を行っている。したがって、ＳＩＲＩＭ計量センターの機能は、「計量標準の維持管理」即ち計量の研究開発と、「計量標準の供給」即ち計量校正サービスとに大きく分けられる。

１）計量の研究開発

計量標準を維持管理することは、マレイシアの国家標準を管理することであり、国際的に認められる水準に維持するために国際的な比較を行いうるための研究開発を行うことである。この計量の研究開発は、マレイシアではＳＩＲＩＭ計量センターのみが担当している。

２）計量校正サービス

計量の研究開発により確立された国家標準を、産業界や各種機関に供給することによって計測の正しさが確保される。したがって、計量校正サービスは産業育成及び向上のために必要不可欠なものである。

ＳＩＲＩＭ計量センターは計量校正サービスを実施しているが、この他にもＳＡＭＭ認定校正機関が校正サービスを実施している。しかしながら、実施している分野、精度及びサービスエリアの３点から見て、先に分析したように現状においてＳＩＲＩＭ計量センターの校正サービスを十分に補佐しているとは言い難い。

近年、産業界からの校正ニーズが質・量ともに急速に高まったことを受けて、ＳＩＲＩＭ計量センターの機構が１９９２年１月に改正され、組織の上では国家標準の維持管理と高度な計測技術の研究・開発等を行う Measurement Standard Research Unit と、産業界への標準供給を効率よく行うことを任務とする Measurement Service Unit とに分割された。組織変更からまだ日が浅いため、計量センター全体としては新組織に即した業務分担

や機器の再配置等はあまり進んでいないようであるが、電気量の分野では新組織に対応した体制整備がかなり進んでいる。

ＳＩＲＩＭ計量センターには、大きく分けて次に掲げる量毎に研究室があり、それぞれ計量の研究開発と計量校正サービスを実施している。

・長さ研究室

・質量研究室

・体積／流量研究室

・力／圧力研究室

・温度研究室

・電気量研究室（時間／周波数研究室と音響研究室を含む）

これらの研究室においては、上記した「計量の研究開発」及び「計量校正サービス」のどちらも実施しているものの、所属の技術者は基本的に双方の業務を行っており、どちらか一方のみを担当するということはない。ＳＩＲＩＭ計量センターの組織図については、第４章に図４－３として、レイアウトについては、第４章に図４－５としてそれぞれ掲げてある。

ＳＩＲＩＭ計量センター全体としての概要は次のとおりである。なお、各研究室については５．２項以下に記載する。

１）計量設備・機器について

計量センターが保有する計量設備・機器は、１９８２年から実施された技術協力において供与されたものを中心に、その後ＳＩＲＩＭが自前の予算にて購入したものを加え、量ごとにトレーサビリティ体系を形成している。

これらの設備・機器は、購入以来年月を経ているために若干古くなっており、故障時の修理等の問題はあるものの、計量の研究開発及び計量校正サービスの実施のために活用されている。これらの設備・機器は基本的に工業の発展の基礎となる分野をカバーしているが、現段階において高周波における電気量の分野が欠けており、現在整備するべく準備中である。

これらの設備・機器のうちには、定期的な校正が行われていないものがあり、また、研究開発の目的のためには、校正の履歴を取っておく必要のあるものがあるが、これらが十分になされていないものがある。

2）技術者について

各研究室には、それぞれ数名程度の計量技術者が配属されている。これらの技術者は、一定程度の知識と技術力を有しているものと認められるものの、経験不足は否めない。一般に、計量技術者は少なくとも5年程度の経験を積むことによって、その分野における技術者として認められるものと言われているが、計量センターの技術者にはこのような経験を十分に有しているものが少ない。このため、計量設備・機器の一部は十分に利用されていないという状況が生じている。

3）校正業務について

各研究室においては、産業界や各種機関からの依頼に基づいて校正サービスを実施し、近年は非常に多くの実績を残しており、しかも校正依頼件数は増加の傾向が著しい。

しかしながら、上記した技術者の数の不足及び経験の不足により、校正に要する期間（校正の申請を受けてから、校正業務を行い、校正成績書を発行・送付するまでの期間）が長くなっている。

校正機関が提供することのできる校正サービスの内容は、保有する設備・機器と技術者の技術力とによって最高精度が決まるものである。ＳＩＲＩＭ計量センターの場合は、技術者の数の不足と経験不足のため、高い精度での校正サービスの提供に支障を生じるおそれがある。

4）研究室の環境について

1. 広さ

各研究室には計量設備・機器を配置し、また、計量センターには校正依頼物件を収納する倉庫が無いためにこれらは各研究室に収納せざるを得ず、したがって、作業スペースが狭くなっている。

2. 温湿度コントロール

計量センターは全館冷房を行っており、特殊な温湿度コントロールを要する分野では小研究室を設けて対応している。しかしながら、容量の関係で２４時間空調が実施されておらず、また、停電対策や除湿対策が不十分であり、機器管理上影響を与えるおそれがある。

3. 倉庫とクリーン度

計量研究室は精密機器を取扱い、精密測定を行う所であるので、部屋の内部はクリーンに保つ必要がある。このため、一定のクリーン度を保つことが必要となるが、クリーン度を上げるような構造にできなくとも、少なくとも、校正依頼品は外部から直接持ち込まれないように、また、外部の人が直接研究室に入らないようにすることが必要である。しかしながら、上記したように計量センターには倉庫がないために、校正依頼品の持込み、外部の人の入室が行われている。これは容易に対処できるものと思われるので、早急に対処すべきであろう。

５．２　量別に見たＳＩＲＩＭ計量センター研究室の現状と問題点

５．２．１　長さ研究室

５．２．１．１　現状

１）　保有する標準器等

長さ研究室が現在保有する一次標準及び校正用機器を、表５－１に掲げる。これらの大部分は、１９８２年から実施された技術協力の際に供与されたものである。本研究室のトレーサビリティ体系図を図５－１に掲げる。これらの機材は現在も校正業務等に使用されており、主要な機材について以下に述べる。

１９８３年に供与された００級ゲージブロックはその後校正されていないが、１９９２年に英国の校正機関認定制度であるＮＡＭＡＳの認定校正機関の証明書付きで購入した００級ゲージブロックとの比較によって校正値を確認し、実際の校正業務の標準として使用されている。こうした方法をとっているのは、海外で校正を依頼するのに要する費用と、

新規に購入する費用とがあまり違わないためである。

１９９１年にセラミック製ゲージブロックの校正を依頼されたため、その標準用のセラミック製ゲージブロック（００級）を、同じくＮＡＭＡＳの認定校正機関の証明書付きで購入している。

標準直尺（１ｍ）は１９８４年に供与されたもので、１９９３年４月に日本の計量研究所において再校正されている。

巻尺（１０ｍ及び２０ｍ）は１９８３年に供与されたもので、その後は校正されていない。件数はわずかであるが、校正作業に使用している。

角度ゲージ（９個組）は１９９０年に購入したもので、その後は校正されていない。

リングゲージは１９９２年に購入したものである。これは、パイプ、チューブ、ボールベアリング等の製造会社からの要望が多かったことに対応したものである。

定盤は１９８５年に供与されたが、その後は校正されていない。

ゲージブロックの校正に用いているコンパレーター（０－１００ｍｍ）は、データ処理装置も組み込まれたもので、作業の効率化に有効に使用されている。測定モードは３種類（ＩＳＯ　３６５０、ＮＦ　Ｅ１０－０１０、ＯＩＭＬ　Ｎｒ．３０）の中から選べるものであるが、依頼元からの指定がなければ、ＩＳＯ　３６５０（１９７９）に従って校正を実施している。

三次元測定機は、前回の技術協力期間の終了間際からたびたび故障が発生し、修理を繰り返してきたが、これらの修理のおりにデータ処理装置を最新型に変えている。

ネジゲージ、定盤の平坦度、角度ゲージ等の校正は、現状では対応できないとの説明を受けたが、技術協力期間中にこれらについても機材が供与され、技術移転もなされていることから、現在対応できないのは当時の担当者が配置転換されたために、内部での技術移転が十分に行われていなかったのではないかと考えられる。

機器リストにもあるように、形状測定用の機器も技術協力期間に供与されているが、２階にある力・圧力研究室に置かれており、あまり使用されていない。

このように保有している標準器や測定器については、定期的に校正されていないものがあり、校正の履歴も明確となっていないものがあるという問題点が指摘される。

2） 校正業務

長さ研究室では、次の標準器並びに計測器について校正を実施している。

1. ゲージブロック
2. スケール（直尺）
3. その他のもの

ピンゲージ

隙間ゲージ

リングゲージ

巻尺

マイクロメーター

ノギス

ダイヤルゲージなど

本研究室における計量校正の過去３年間の申請件数の推移は、表５－２に示すとおりで、１９９２年には前年の３倍以上となっており、１９９３年は８，０００件を超えるものと推測される。この中で、特にゲージブロックの校正依頼が著しい伸びを示している。これらは社内標準の基本となるゲージ類の校正依頼が多数を占め、一般にＳＩＲＩＭで校正されたゲージ類を基準器として、それぞれの依頼元で現場用の計測器の校正が行われている。

近年の特徴的な傾向として、１９９１年には３件であったセラミック製ゲージブロックの校正依頼が、１９９２年には８件に増加している。これは、新規にゲージブロックを購入する際に、セラミック製を選ぶ使用者が多いことを示している。

校正手数料は、表５－３に示すように、ゲージブロック、リニアスケール、巻尺、ピンゲージなど、校正対象機器ごとに定められている。また、脱磁等の校正サービスに付帯する業務の料金も別途定められている。校正手数料の額は、政府の認可体系の下にあることから一般に安く設定されており、この点について顧客からの不満はないようである。ちなみに、長さ関係のＳＡＭＭの認証校正機関では、短時間で業務を処理しているが、校正料金はＳＩＲＩＭの倍以上の額となっている。

職員の説明によれば、校正依頼を受けた計測器の中には使用方法さえ分からないものが

あり、依頼者側における使用方法・管理方法についての問題が多いため、依頼者に対する指導を行っている。また、定期校正を受けているものの、測定現場ではノギスやマイクロメーターの読みが違っていた事例もあり、一般に依頼者側の技術レベルはまだ低いものと本研究室では認識している。

校正依頼品に故障や精度不良が見つかった際には、まず依頼者にこの旨を連絡し、計測器メーカー等で修理を行った後、再校正して証明書を発行することとしている。また、本研究室が保有する校正用機器が故障した場合は、まず内部で原因を調査し、スペアパーツの入手だけで修理できる場合には自ら修理を行っている。しかし、修理ができない場合は機器のメーカー（サプライヤー）に依頼しているが、海外での修理を必要とすることが多く、日数がかかることが問題である。

ゲージブロックを校正する際、受け付けたゲージブロックをきれいに拭いてから測定しているが、測定直前の試料を見ると、表面に目視で分かるほどの傷が残っており、精度上で問題があると思われる。傷を取り除くラッピング処理を行うべきであるが、現在の技術者にはその技術がないため、実行されていない。

００級（最高精度）のゲージブロックの校正を行うには、本来は光波干渉計を用いた絶対測定で行うべきであるが、本研究室では絶対測定ではなく、保有している００級ゲージブロックとの比較校正によっている。００級の校正依頼は現在は１か月に１～２件であるが、申請件数の推移が示すとおりゲージブロックの校正へのニーズが質・量ともに急速に伸びている状況から見て、絶対校正のための設備と技術を整備することは緊急の課題と考えられる。

１組のゲージブロックを校正する場合、受付から証明書発行まで３～４週間を要している。１組の構成個数にもよるが、実際の校正作業に要するのは２日程度であり、待ち時間が長い。技術者は時間外にも作業を行い処理に当たっているが、校正にかかる日数については依頼元からのクレームが多い。ゲージブロックに限ったことではないが、企業訪問調査においても、校正日数を短縮して欲しいという要望が多く聞かれた（第６章参照）。ただし、ＩＳＯ　９０００に基づく品質システム審査の直前など、急を要する場合には、な

るべく依頼者の希望に沿えるように対応しているとのことである。

3）　技術者

長さ研究室の技術者は、現在３名である。高精度を要する機器の校正にはリサーチオフィサーが当たり、アシスタントがゲージブロックの校正、テクニシャンがマイクロメーターやノギスの校正に当たっている。主任担当者は、以前は温度部門を担当しており、また、ＩＳＯ　９０００品質登録の審査員も務めていて多忙である。

先に述べたように非常に多くの校正業務を実施しているが、技術者数の不足により校正業務に長期間を要しているものと考えられ、また、技術伝承の不十分による経験不足もまた影響していると考えられよう。

本研究室は高度な専門性を必要とする職場でありながら、知識と技術を保存・蓄積するシステムの重要性が十分に認識されていないように思われる。例えば、前回の技術協力の際に専門技術のトレーニングを受けた技術者はジョホール・バルの支所へ配置転換されており、現在の主任担当者のリサーチオフィサーは、３年前に温度部門から異動しているが、長さの担当となってから専門のトレーニングは受けておらず、知識・技術の修得は文献のみによっているのが現状である。したがって、経験不足は否めない。なお、現在の技術者の中には十分な専門技術をもつ者がいないので、他の専門機関でのトレーニングを受けることが必要と思われる。

4）　研究室

１階に位置する長さ研究室は、外室と精密測定室とに分かれている。

精密測定室は、温度２０±１℃、湿度５５±５％に設定されており、独立した２つのエアコン装置と除湿機のセットを昼夜交代で運転している。空気は完全循環方式で、外気は混ぜていない。問題点として指摘せざるを得ないのは、夜間運転中に除湿機に水が溜まって止まってしまい、朝までに湿度が上がってしまうことである。職員の出勤後、直ちに水を取り除き再起動をかけるが、１時間は作業ができない状況となっている。

また、停電は以前より回数は減ったと言われているものの、電源が回復してからおよそ１日経たないと校正作業を行える温湿度環境にならない。

入室の際には履き物を替えているが、クリーン度に対してはそれ以上の注意は払われて

いない。

外室は、他の部屋と同一仕様のセントラル冷房で、温度２４±２℃、湿度６５±５％に設定されている。

精密測定室には、巻尺校正用の長尺コンパレーター及び万能測長機以外の校正機器が配置されており、３次元測定機、１m直尺比較測定機及び２つの石定盤が大きな面積を占めて設置されている。石定盤の上には、ゲージブロック校正用のコンパレーターなど数多くの機材が置かれており、さらに、依頼されたゲージブロックや計測器類が、室温への温度慣らしのために所狭しと置かれている状況である。残されたスペースは人がやっと通れる程度で、事務処理やゲージブロックの清掃は精密測定室以外の部屋を利用することにならざるを得ない状況である。上記したようにゲージブロックの校正需要が増加している現状から見て、専用の校正室が必要となるものと思われる。

なお、精密測定室の中には、古くなった機器で、既に生産中止となっているためにスペアパーツが入手できないため使用不能となっているものも置かれている。

５．２．１．２　現状における問題点

１）技術者数の不足と経験不足

現在の校正業務の主な対象は、ゲージブロック、マイクロメーターなど、企業内の標準器又は作業用計測器の校正であるが、これらの業務には、前回の技術協力期間に供与された機材と技術の一部分しか利用されていない。特に形状測定用の機器は十分に機能しておらず、現状では、本研究室で校正できる対象物でありながら依頼を断るという事態が生じている。この原因としては、スタッフの不足が最大の要素として挙げられるが、さらに、前任者からの知識・技術の引き継ぎが十分に行われていないこと、日常業務に追われて部内でのトレーニングが不足していることも大きな要素であろう。

２）狭隘な研究室

この計量センター全体の問題として、校正対象機器を収納する倉庫に相当するものが無いということがあげられる。このため、校正対象機器を各研究室に収納せざるを得ず、したがって研究室のスペースの一部が倉庫のようになっており、結果的に研究室の狭隘化を招いている。

本研究室においても同様の問題があり、特に校正対象機器を室温に慣らす必要があるため、この問題がより顕著に感ぜられる。今後技術者を増員した場合には、研究室のスペースを増やす必要があろう。

3）　研究開発と校正業務の独立

拡充計画の策定に当たっては、スタッフの増員と技術力の向上を最も重視すべきであるが、その際に標準の研究開発と校正業務とを独立して行う体制が必要であろう。現状では、研究部門が校正部門と同じ部屋で標準器等の維持管理を行っており、標準維持の仕事が手薄になりがちである。研究部門の担当者はリサーチオフィサー１名、テクニシャン１名であり、質量、力／圧力分野を兼ねて標準維持に当たっている。

5．2．2　質量研究室

5．2．2．1　現状

1）　保有する標準器等

質量研究室が現在保有している標準器及び校正用機器は表５－４に示すとおりであり、当面のニーズに応えるために最小限必要な標準器及び校正用機器が揃っている。この一部は技術協力により供与されたものである。

本研究室のトレーサビリティ体系図を、図５－２に示す。

本研究室で維持管理している標準分銅は、５年に１回内部校正を受けている。質量研究室は同じ建物の２階に研究開発用の部屋をもっており、国家標準を維持するための分銅と校正用の機器を維持管理している。

マレイシアの国家標準に当たる分銅は、公称Ｅ１クラスの１kg 分銅である。７年ごとに校正するよう規定されており、１９７８年に購入して以来、１９８４年にオーストラリアで、１９９１年４月にはニュージーランドの科学工業研究所（New Zealand Department of Scientific and Industrial Research）で校正されている。現在の校正値は、わずかではあるがＥ１クラスの許容誤差範囲を外れている。

2） 校正業務

質量研究室では、次の標準器及び計測器に対して校正サービスを行っている。

1. 標準分銅(Standard Weight)

   標準鋼分銅(Standard Steel Weight)

   標準黄銅分銅(Standard Brass Weight)

2. 標準鋳鋼分銅(Standard Cast Iron Weight)

3. 天秤

4. 標準タンク等の容積測定(Volumetric Measurement)（衡量法による）

5. プッシュ・プルゲージ(Push-Pull Gauge)

6. 重錘型標準試験機(Dead Weight Standard Tester)（分銅のみ）

１９９２年度には本研究室全体で約８，０００件の校正依頼があったが、このうち約６，０００件が標準分銅の校正であり、次いで標準鋳鋼分銅の校正が約１，０００件となっている。質量の校正依頼は１９９３年度も約５０％増の伸びを示しており、増加傾向は今後も続くものと予測している。

現在、校正依頼が多いのは、国内貿易・消費者問題省の計量検定所及び支所が、度量衡法に基づいて実施する検定等に用いる、標準分銅及び天秤の校正業務である。これらは定期校正を義務付けられているため、各地方支所から校正が依頼される他に、毎年３～６か所の支所が新設されていることから、そこに新たに配備する分銅や天秤の校正が依頼されている。また、以前に配備された分銅のクラス（精度等級）を上げることも同時に行われており、これらの校正件数が非常に多いために、本研究室は業務に追われている感がある。

校正を依頼される標準分銅は、ＯＩＭＬ（国際法定計量機関）の精度等級でＦ１クラス以下のものがほとんどであり、上位の標準分銅に当たるＥ２クラスのものは少ない。標準分銅の場合には校正に際して質量の調整は行わないが、鋳鋼分銅（Ｍ１クラス）については微調整を実施している。ただし、微調整用の穴の蓋が開けられることが条件で、開けられなかった場合はその旨をレポートに記述し、受理したままの状態で校正を行い、値を付けている。

ほとんどの校正業務は計量センターの施設内で実施するが、鋳鋼分銅の場合だけは重量があるために出張校正にも応じている。現状では、校正成績書を発行するまでに１か月か

ら１か月半を要している。

上記の業務に加えて、質量校正部門では度量衡法に基づく業務として、２０リットル以下の標準タンクの容積の校正を、水の質量を測る衡量法によって実施している。

校正手数料は表５－５に示すように、標準分銅のクラス及び質量ごとに定められている。天秤の校正手数料についても、同様に秤量と感量（最小読み取り量）ごとに定められている。重錘型標準圧力計に使用する分銅については、別途、個数と範囲によって定められている。標準タンクの校正については、容積法と衡量法のそれぞれに対してタンクの容量ごとに料金が定められている。なお、計量検定所用の分銅とタンクに関しては、一般の依頼校正とは別に割安の料金体系が定められている。

３）　技術者

質量の分野では、現在はまだＳＡＭＭ認定校正機関が存在しないため、本研究室が国内の校正需要をすべて引き受けざるを得ない状況である。年間に多数の校正業務を実施しているが、現在この業務を担当する職員は５名のみである。

４）　研究室

研究室の配置は、分銅類の校正室が１階にあり、入口側で大形分銅の校正、奥の天秤室で標準分銅と小形タンクの容積の校正を行い、２階の大部屋で大形タンクの校正を行っている。前に述べたように、計量センターに倉庫がないため、本研究室においてもどの部屋にも、校正依頼を受け付けた機器が所狭しと置かれている。このため研究室の作業スペースが狭くなり、作業性や作業効率の低下を招いている。

５．２．２．２　現状における問題点

１）　技術者数の不足

業務量に比べて技術者数が不足している。技術レベルは一定の水準にあるものと考えられるので、校正内容や校正精度に応じた業務の体系化を図ることによって、一定程度の効率化が推進されると考えられる。したがって、本研究室では上位の高精度標準のみを扱い、次段階の校正業務を分業化するなどの対策が必要と思われる。

2）　研究室のスペース不足

上記したように校正対象機器の収納場所がないために、結果的に研究室の有効面積が不足している。質量の分野の校正対象機器は重量物が多いので、運搬等の手段も講じる必要があろう。

3）　国家標準の維持管理体制の整備

国家標準の維持管理を、自らが行える体制を整備することが急務である。計量センターでは、原器級の１kg分銅を複数個保有し、それらの相互比較及び国際比較、並びに分量・倍量校正による標準伝達技術を保有することが必要であり、そのためには、設備の整備に加えてスタッフの技術トレーニングが必要である。

5．2．3　体積・流量研究室

5．2．3．1　現状

1）　保有する標準器等

体積・流量研究室が現在所有している体積・流量関係の機器材は、表５－６に示すとおりである。これらの多くは技術協力において供与されたものであり、このうち、大型の液体メーター用基準タンクと液化石油ガス体積標準である５０リットルのピストンプルーバーは、ポートクランにあるペトロナス社にて管理されている。

なお、体積・流量のトレーサビリティ対系図を図５－３に示す。

ガス流量測定用機器は家庭用ガスメーターを対象とした、使用圧力１気圧程度の低圧力仕様のものであり、校正件数の実績は少ない。

液体用標準タンク、フラスコ等の校正は、蒸留水を用いた衡量法（質量測定）によって行っている。以前に技術協力で供与されたガス流量測定用機器は、質量標準（キログラム）に準拠した基本的な検定システム(Basic Verification System) が確立されていないため、その後、校正業務には全く使用されていない。

2） 校正業務

体積・流量研究室では、表５－７に示すとおり、タンク、圧力容器、ガスメーター、流量計等、さまざまな種類の校正業務を行っている。１９９２年の実績では、体積で３１３件、流量で５６０件の校正サービスを実施している。このうち、現在の校正業務の中で最も件数の多いのは、認定事業者が行った校正の承認業務で、全体の約７０％を占めている。これは、ＳＩＲＩＭの所内で行うのではなく、依頼元の現地で行う校正に立ち会う業務である。校正の対象となるものは、主に石油工業、パーム油工業、その他化学工業等で使用されているバルクストレージタンク、流量計、マスターメーター等であり、税金の徴収に関係するものである。実際の校正作業は、認定されたサーベイヤーが実施しており、ＳＩＲＩＭの職員はその校正作業に立ち会い、その結果の信頼性を承認するものである。登録されているサーベイヤーは現在次の９機関である。

1. PETROTECHNICAL INSPECTION (M) SDN. BHD.
2. RITCHIE & BISSECT (M) SDN. BHD.
3. CALEB BRETT (M) SDN. BHD.
4. OGA SISTEM SDN. BHD.
5. MOGAS (M) SDN. BHD.
6. NIPPON KAIJI KENTEI (NKK) SDN. BHD.
7. DAMAI TEKNIK (M) SDN. BHD.
8. RANACO MARINE (M) SDN. BHD.
9. SHIN NIHON KENTEI KYOKAI (M) SDN. BHD.

この業務の対象はマレイシア全土にわたっており、東マレイシア地方にも出張して実施している。これは南シナ海沿岸で石油及び天然ガスが産出されるためである。なお、バルクストレージタンクの校正に使用する大型のプルーバータンク（３，０００～１０，０００リットル）やマスターメーターは、石油会社や化学会社が所有しているものを標準として使用する場合もある。サーベイヤーが所有するプルーバータンク（５０～２，０００リットル）、マスターメーター及びその他の校正用機器は、年１回ＳＩＲＩＭにおいて校正している。

この業務の手順は、まずサーベイヤーから校正要領が提出され、ＳＩＲＩＭがその内容

を精査し、一定の基準を満たしていればこれを承認する。次に実際に校正を行うサーベイヤーの職員を一定の基準にしたがって承認する。さらに校正された標準器等を使用していることを確認してから、依頼者のバルクストレージタンク等のの校正作業を行うこととなる。

本業務は度量衡法に基づいて副主任検査官に任命されたＳＩＲＩＭ職員が監督することとなっており、業務開始当初は、当該職員が自ら出張し監督に当たることが多かったが、現在ではサーベイヤーの校正業務の品質や技術が良くなっており、他のＳＩＲＩＭ職員が出張した場合でも特に問題は発生してはいないということである。しかしながら、依頼件数が多いために本研究室の技術者だけでは対応できず、他の研究室からの応援を受けて対応せざるを得なくなっている。校正依頼者の地域的分布を見ると、マレイシア半島部と東マレイシアが半々程度である。

校正業務のうち次に多いのが、ＳＩＲＩＭ所内で実施するメーター、タンク等の校正であるが、その対象は比較的小形の機器に限られている。商取引に使用されている大容量のメーターは、使用圧力も高く、保有する設備では校正できないので、アムステルダムの検査機関に校正を依頼している。

業務の対象にはガスメーターも含まれるが、いまのところ家庭用ガスメーターの校正を義務づけた法律はなく、また、料金徴収用メーターの使用は、サラワク、テレンガヌー、ジョホール、クアラルンプールなどの一部の地域に限られている。現在、推定で約１０，０００台のガスメーターが使用されているが、月当たりの使用料が１０マレイシア・ドル程度と安いこともあって、家庭用に関しては校正に関する問題は起きていない。

燃料用ガスは、ペトロナス社から５０気圧の圧力でマレイシアガス社のサブステーションに送られ、サブステーションからは８気圧の圧力で工場などに供給されている。工場に供給されてからは、１気圧前後の圧力で端末まで供給されている。この間のガスの流量測定の校正、すなわち事業所間の取引において高圧条件下で用いる流量計の校正が必要とされている。ＳＡＭＭ認定校正機関を訪問した際にも、この種の流量計の校正依頼があったが、体積・流量研究室では標準器等を保有していないため、これには対応できない。

工場に設置されている流量計等のうち、設備の一部となっているため等の理由により、

ＳＩＲＩＭへ送ることが不可能な場合には、依頼者のところへＳＩＲＩＭ職員が出張して校正しなければならないのであるが、現在のところ本研究室には出張校正用の車両と車載用機器を保有していないために、先に述べた認定サーベイヤーに校正を依頼している。しかしながら、ＳＩＲＩＭで規定した校正手数料が安いために、なかなか対応してもらえない状況となっている。

なお、シンガポールやブルネイからも体積・流量の校正を依頼されることがある。シンガポールの標準機関であるＳＩＳＩＲは、電気量の校正設備はよく整っているが、他の物理量の設備は不十分であるためである。

本研究室に対する校正申請件数は他の部門と比べてそれほど多くはないが、手数料収入の上では最高位である。校正手数料については、表５－８に示す。

３）　技術者

この分野の主な担当技術者は、技術協力期間に教育を受けた職員であり、引き続きこの分野を担当している。

５．２．３．２　現状における問題点

１）　技術者数の不足

立ち会いによる承認業務は、他の部門のスタッフに応援を頼んで行っている状況であり、業務量に比べて技術者の数が不足しているのが明らかである。将来の校正需要の増加に対応するためにも、技術者の増員が必要であろう。

２）　校正需要への対応

大形流量計の校正、ガスメーターの校正など、社会的要請が生じているが、設備がないために対応できていない分野がある。拡充計画において、必要性の高いものから設備の整備を行い、専門スタッフの養成計画を立てることが望まれる。

5．2．4　力・圧力研究室

5．2．4．1　現状

1）　保有する標準器等

力・圧力研究室が保有している校正用機器は、表５－９に示すとおりである。この分野では、前回の技術協力において、質量の分野において環状ばね力計、スタンダーダイジングボックス及び重錘型標準圧力計が供与されたものであるが、残りの大部分はＳＩＲＩＭの予算によって購入したものである。これら標準機器の校正の状況については、購入時の校正証明書があるだけで、その後の校正は行われておらず、校正記録や校正の履歴の無いものが多い。

本研究室のトレーサビリティ体系図を図５－４に示す。

2）　校正業務

本研究室が実施している主な校正業務の対象は次のとおりであり、１９９２年の実績で、約１２００件の校正を実施している。

1.　力関係　：ロードセル、ロードコラム、プルービングリング、油圧式ジャッキ等
2.　圧力関係：圧力計、圧力変換器、真空計、デジタル圧力計、圧力計校正器等

この部門の校正業務の中では、圧力計、真空計の校正が約６５％を占めている。ただし、圧力単位としてヤード・ポンド系のｐｓｉ（pounds per square inch）を用いたものがいまだに８０％を占めている状況であり、メートル単位系へ移行しているものの産業界においては十分に普及していない示している。

残りの校正業務は力の分野におけるものであり、そのうちプルービングリングの校正が５％、残りがロードセルやロードコラムの校正となっている。また、力分野の校正業務には、工場等に設備されている万能試験機や引張試験機の校正業務が含まれており、工場に出向いての出張校正を行うことも多い。

なお、圧力計については、重錘型標準圧力計の校正依頼も含まれるが、重錘（分銅）の質量の校正については質量研究室に依頼して校正を行っている。

この分野には、産業界から校正を要望されているものの、本研究室には設備がないために対応できない校正業務が数多くある。その例を以下に列記する。

1. 力計を校正できる範囲は現在は２００tfまでであるが、これを５００tfまで広げて実施してほしいとの要望が多く寄せられている。
2. トルクレンチの校正に対する要望が、自動車メーカーのプロトン社から寄せられているが、プロトン社に限らず、様々な工場の製造工程で相当数のトルクレンチやトルクドライバーが使用されており、これらの正確さが品質上重要な要素であることから、早期に校正需要に対応することが必要である。
3. 硬さ計の校正要望も寄せられている。硬さ試験は機械試験の中でもよく利用されているものであるが、工場において標準試験片を用いて自ら確認するか、又は全く校正されてないのが現状であろう。
4. 気圧計については、今までのところ大学等から校正可能かどうかの照会があった程度であるが、気圧計は各種の試験室をはじめ様々なところで使われているので、校正の必要性は広く認識されており、本研究室で校正できることになれば、かなりの依頼があると考えられる。
5. 真空圧力については、現在は水銀柱マノメーターを使って校正している。高真空の標準に対する要望は、今のところ工場訪問の際にも特に寄せられなかったが、工業の発展に応じ検討しなければならないものと考えられる。

現在保有している機器のほとんどは、精度の上では顧客のニーズに対応できているが、それらが多少古いモデルであるために、顧客には良い印象を与えていないようである。

校正手数料の体系は表５－１０に示すとおりであるが、圧力計などの所内校正と、試験機関係の出張校正では異なった算出方法を採用している。出張校正の場合は、基本的には見積書を提出し依頼者の確認をとった上で、実際の校正業務を行う方法としている。なお、出張校正の手数料体系については体積・流量研究室でも同じ方法を採用している。

３）　技術者

本研究室に配属されているのは、３名の技術者で、この技術者がすべての校正業務を処理している。その内訳は、リサーチオフィサー２名とテクニシャン１名であり、１９９２

年に長らく勤務していた主任担当者が退職し、当時アシスタントであったスタッフが、現在の主任担当者である。

なお、このテクニシャンは体積・流量研究室の立ち会い業務の応援も実施しており、また、リサーチオフィサーは出張校正の機会が多いことから、研究室において校正業務を実施する時間が不足しており、研究室内で実施する圧力計の校正には2～3週間を要している。

5．2．4．2　現状における問題点

1）　技術者の数の不足

現在のマレイシアにおいて、本研究室は力分野の校正を行う唯一の機関であることから、校正依頼が多く業務は多忙をきわめている。依頼者の中には、ＡＩＲＯＤ社を利用している例もあるが、ＡＩＲＯＤ社は現在ＳＡＭＭの認定を申請中であり、正式のトレーサビリティをもった校正機関とは言えない。

本研究室は引張試験機の校正用にプルービングリングを保有しているが、現在は各レンジに1セットしか揃っていない。引張試験機の校正は出張で行い、校正範囲に応じて適当なレンジのプルービングリングを持参することになるが、1セットしかないため、同じレンジの標準力計を使用する申請が重なった場合に1箇所ずつしか対応できず、校正作業能率が低くなっている。したがって、複数のセットを保有することが必要となろう。また、本研究室の技術者3名でマレイシア全域を担当しているため、移動に時間をとられて処理能率の低下を招いている。ジョホールやペナンに出張する場合には、実作業1日に対し前後の移動日を含めて3日を必要とする。依頼元の現地での校正作業が多いが、作業には試験機を操作する人と標準器の指示を読み取る人が必要である。ＳＩＲＩＭの技術者は標準器の読み取りを担当することとなるが、試験機の操作を行う他の作業者が緩やかに荷重をかけていく校正作業に慣れていないことが多く、操作を教えながら校正作業を行うことになる。

さらに、本研究室では出張校正業務が多いことから、担当技術者は研究室内で報告書を作成する時間を取りにくくなっている。このため、受付から証明書発行までにかなりの時間を要しており、依頼者からのクレームも多くなっている。主任担当者は、この事態に対応するため携帯用パソコンを現地に持参して、その場で成績書を発行する方法を検討している。

2）　技術者の経験不足

これまでこの分野の主任担当者であり、様々な技術協力を通じて海外で研修を受けた技術者は既に退職している。現在の技術者は、十分な意欲をもって仕事に臨んでいるが、経験不足が校正業務の効率よい実施のうえで障害となっている。５か月前に交代した主任担当者は、電気工学出身で測定の半自動化を進めたり、校正業務の効率化の方法を考え出すなど、非常に熱心に仕事を進めている。

3）　設備の不足

上記したように、産業界から具体的に校正を要望されているにもかかわらず、設備を保有していないためにその要望に応じられていない分野が多い。これに対応するためには、ただ単に計量器等を設備するだけでなく、技術者の増員及びその養成を行わなければならず、全体的な計画を立案し、段階的に実施するが必要となろう。

５．２．５　温度研究室

５．２．５．１　現状

1）　保有する標準器等

温度研究室が現在保有している標準器等は、表５－１１に示すとおりである。これらの校正用機器の大部分は、前回の技術協力において１９８５年に供与されたものである。その後１９８８年から１９９１年にかけて、標準温度計、比較温槽その他の数点の機器がＳＩＲＩＭの予算によって補充されている。全体で約９０点に及ぶ機器設備はおおむね良好な状態で保管されており、所要の性能を保持していると思われるが、機器の種類や数に比べて職員数は３名という不足状態にあることから、現在、定常的に使用されているのはこれらの一部分、すなわち、ガラス製温度計、熱電対などの接触温度計の校正に用いる温槽、電気炉、標準温度計及び電気計測器・記録器等のみである。

温度研究室のトレーサビリティ対系図を図５－５に示す。

2）　校正業務

温度研究室が現在行っている校正サービスは、温槽又は電気炉中で標準温度計と被検温

度計とを比較して行う比較校正であり、温度範囲は全体として－８０～＋１４００℃である。主な対象機器と温度範囲を表５－１２に示す。

本研究室では、１９９１年以降、温度計及び関連の電気計測機器等を含め、１年間に千数百件の校正業務を実施しており、１９９２年の実績では校正件数は約１７００件にのぼっている。しかしながら、温度研究室の技術者は現在３名であり、日常の業務に追われて標準の維持管理までは手が回らない状況である。産業界からの校正依頼は今後も増加する傾向にあり、内容的にも高度化すると予測されることから、設備及び人員の強化は緊急の課題と思われる。

本研究室では、国際温度目盛（ＩＴＳ－９０）の実現、及びこれに基づく標準温度計の校正（目盛定め）は行われていない。温度の国家標準を維持するには、ＩＴＳ－９０に定められた温度定点を自ら実現することが望ましいが、本研究室の現状では、設備及び技術の両面でその実施は困難な状況にある。その場合には、ＩＴＳ－９０の実現を行っている外国の標準機関等に標準温度計の校正を依頼するなどの方法で、国際標準へのトレーサビリティを確保することが必要であるが、これも経費等の点で定期的に実施することは困難な状況にある。

ＩＴＳ－９０の実現に必要な温度定点装置のうち、現在温度研究室が保有しているのは、水の三重点、錫の凝固点及び亜鉛の凝固点であるが、実際の校正業務に用いられているのは水の三重点のみで、他の温度定点（金属の凝固点）は未だ実現されていない。他の校正機関との比較測定等のデータが不足しているため、現在の校正サービスにおける精度（絶対値の正確さ）を客観的な数値で示すことはできないが、本研究室が代表的な値として掲げている校正精度の数値は、以下のとおりである。

・精密級のガラス製温度計に対しては　±０．１～２℃
・精密級のタイプＳ熱電対に対しては　±０．５～５℃
・精密級の白金抵抗温度計に対しては　±０．０１～５℃

現在の校正業務の標準には、日本の計量研究所等で校正された標準白金抵抗温度計（ＳＰＲＴ）及び精密級の水銀温度計（８本組、温度範囲：各５０～６０℃）に基づいて行わ

れているが、上記の目標精度の最高値を達成するには、標準温度計の特性変動をチェックするために、少なくとも主要な温度定点を自ら実現して校正値を確認することが不可欠と考えられる。これが実行できない現状では、ＳＩＲＩＭでの温度校正の精度は一般に産業界から要求される水準に比べて不十分と思われ、その解決には、機器設備の補充と共に定点校正に関する技術習得が必要である。

現在の校正サービスに関するもう一つの問題は、放射温度計又は光高温計の校正依頼に十分な対応ができないことで、この課題を解決するには、標準放射温度計、定点黒体炉及び比較用黒体炉など一連の設備を新たに整備することが必要である。

温度計の比較校正の精度を確保するには、比較に用いる温槽又は電気炉の温度均一性及び温度安定性に関する特性が所要の基準を満たしていなければならないが、現在使用している温槽や電気炉については、これらの特性はくわしく調べられていないという問題がある。今後、要求精度の水準が高まるであろうことを考えれば、これらの温槽・電気炉の特性を実測し、必要な場合には改良又は更新を行うことが望まれる。

3）　技術者

温度研究室には３名の技術者が配属されている。上記したように、現状の校正需要に応ずるには不足であるとともに、本研究室の設備を十分に機能させ、産業界からの要望に応えるためにも増員する必要がある。

最近、ＳＩＲＩＭ計量センター内部において大幅な職員再配置が行われたため、現在の本研究室の担当者は未だ十分な専門知識と技術を備えていないと思われるが、その原因として前任者からの技術伝承の不足が挙げられる。温度計の校正は複雑な技術内容を含み、かつ危険でデリケートな仕事であることから、５年以上の経験者が少なくとも１名は必要であろう。また、新人に対して適切な教育・訓練を行わなければならないが、実行が難しいのが現状である。

4）　研究室

現在の温度関係の主な実験室は１階に配置されており、２室に分かれている。大きい方の約１００m^2の実験室には、水温槽、油温槽、硝石槽、電気炉及びそれらの制御装置等の大形機器が置かれており、固定壁で仕切られた約３０m^2の隣室には、白金抵抗温度計及び

抵抗測定用の精密計測機器等が置かれている。発熱や振動を伴う大形機器とデリケートな精密機器とを分離して配置することは空調システムの上で合理的な対策であるが、測定用導線を含めて両室間を直接結ぶ配線・配管路や連絡通路がないことは、業務遂行上の大きな障害と思われる。また、大形機器が多いこと、危険物の移動や臨時の配線・配管のスペースが必要なことなどを考えれば、両室を合わせても現在の実験室面積は不十分であり、さしあたって必要な業務の充実を実現するにも、約１．５倍の面積拡大と機器の再配置が必要であろう。

５．２．５．２　現状における問題点

１）　技術者の数と経験の不足

現在の温度研究室の最大の問題は、職員の絶対数の不足及びこの分野での経験不足であると言える。温度標準の仕事には多方面の知識と技術が必要なため、専門家の養成と技術の保存・伝承には特別の配慮が必要である。この分野については、前回の技術協力の際には全くの新規分野であったので、比較的初歩の段階の研修を中心として実施したとのことである。一応の技術移転は行われたものの、その経験者は現在本研究室にはいない。今後の拡充計画では、専門職員の養成、特に技術研修に力点を置き、他機関との比較測定を定期的に実施する体制の確立を目指す配慮が肝要であろう。

２）　保有設備の有効活用

現在保有している標準器等を十分に使用する必要があるとともに、国の計量センターとしては、少なくとも常温付近の温度領域について国際温度目盛ＩＴＳ－９０に基づく定点校正を定期的に行うことが望ましいが、本研究室では設備と技術の両面からの制約でその実施が困難な状況にある。しかし、現在既に保有している水の三重点、錫の凝固点、亜鉛の凝固点を用いれば、０～ 419.527℃の範囲でＩＴＳ－９０を実現することが可能であり、温槽・電気炉の整備とそれらの性能の確認、及び各定点を確実に再現する技術の習得によって当面の課題は解決できるはずである。

産業界からの要望等を見れば、次の段階として、高温側では銀の凝固点（ 961.78℃）、低温側ではアルゴンの三重点（-189.3442 ℃）及び水銀の三重点（ -38.8344 ℃）を整備することが必要と考えられ、そのための設備の拡充が課題である。

現在の校正サービスの温度範囲－８０～＋１４００℃のうち、６００℃以上の温度領域

で校正を行うのは熱電対のみであるが、高温領域で標準熱電対の校正値の変動をチェックするために、簡易実現法（wire method など）によってパラジウム点（1552℃）での起電力を確認することが望ましく、また、温度範囲を１６００℃付近まで拡大することが必要であろう。

５．２．６　電気量研究室

５．２．６．１　現状

電気量研究室では直流・低周波、時間・周波数及び音響の小研究室に分かれるが、ここではパラメーターごとに現状を紹介することとする。

１）　直流電圧標準

直流電圧標準の維持管理には、国家標準器としてエアバス入りの標準電池を３セット保有し、国家標準の伝達用標準器としてツェナー電圧標準を用いている。

標準電圧は、これらの標準電池群の平均値によって維持されており、標準器との直接比較によって標準伝達が行われている。この作業には自動計測システムが取り入れられ、データ処理も自動化されている。図５－６にその例を示す。しかし、このような校正が定期的に行われていないこと、標準器の履歴が整理されていないこと、データ中に必要な日付や温度等が示されていないこと等管理上不十分な点があり、標準器の校正値の推移はよく分からない状態となっている。

前回の技術協力によって設備された標準電池は、現在は校正作業用の電圧標準器として用いられており、国家標準器と共に管理されている。ここでの問題は、比較的頻繁に発生する停電に対し、無停電電源装置で数分程度の停電への対策は行われているが、根本的な対策が講じられていないことである。そのため長時間に及ぶ停電があった場合にはエアバスの温度が規定値から外れ、標準電池の維持に少なからぬ影響を及ぼしているものと思われる。

研究開発の部門では、ジョセフソン電圧標準システムの構築計画が進められており、極低温用の液体ヘリウムデュワー、極低温コントロール装置などの装置をＳＩＲＩＭの予算で既に購入している。量子標準をもつことは、精度向上の点だけでなく、研究所のステイタスと信頼性を高める意味からも重要であろう。図５－７に現在の直流電圧標準のトレー

サビリティ体系、表５－１３に電気量研究室の主な保有設備を示す。ただし、時間・周波数分野及び音響分野については後述する。

２）抵抗標準

抵抗標準の維持は、恒温オイルバス（５００リットル）の中に設置された、トーマスタイプの１Ω標準抵抗器５個のグループ管理によって行われている。これらは伝達用標準器も兼ねており、これを基にして高抵抗・低抵抗の標準を導くため、ビルトアップ用にHamon Device、測定装置としてＤＣＣＰ、ＤＣＣＢ等の最高級の計測器類が備えられている。現在、自動測定装置を製作中で、近い将来に実用化される予定である。

このように、機器設備の水準は国家標準の維持管理に十分なものであるが、その運用状況にはいくつかの問題がある。まず、恒温オイルバスが常時運転されておらず、しかも一次標準である標準抵抗器はオイルバスの外に置かれていた。これは空調設備の容量不足のためにオイルバスを２４時間運転すると、オイル撹拌用モータの発熱によって室温を２３℃に保てなくなるため、校正作業の度ごとにオイルバスを運転しているとのことであり、また、パラフィンオイルが高価なためオイル交換が十分な頻度で行われていない。そのほか、一部の測定装置類に故障しているものがあり、機器の保守が十分に行われているとは言い難い。

また、抵抗標準についても、標準器の定期的な校正と履歴の管理が励行されていないという問題が指摘される。

現在、抵抗標準の分野では、国際間の比較は量子化ホール抵抗標準を用いて行われている。量子化ホール抵抗の標準値は約１０ｋΩであるため、１０ｋΩを基準として標準抵抗のビルトアップ及びビルトダウンを行うことが通例になっている。

ＳＩＲＩＭの抵抗標準の体系は、現在は１Ωを基準として確立されているが、将来は１０ｋΩを基準とする方式に変えることの検討を始めており、この目的で新しい標準抵抗ＳＲ１０４（１０ｋΩ）を購入したところである。ちなみに日本では、国家標準は量子化ホール抵抗に基づいて確立されているが、校正サービスの分野では従来からの１Ωを基準とする方式が用いられており、標準の維持管理の一環としてＳＲ１０４（１０ｋΩ）の経年変化等を調査中である。また、シンガポールのＳＩＳＩＲでは１Ωと１０ｋΩの両方を用いて標準体系を構築しており、現在、両者の一致の程度を検討中である。

図５－８に現在の抵抗標準のトレーサビリティ体系を示す。

３）ＬＣ標準

静電容量の標準は、標準コンデンサ（１０pF、１００pF及び１０００pF標準器）によって維持されており、標準器の校正は、Capacitance Bridgeを用いて行っている。インダクタンスの標準には標準インダクタ、ＡＣ抵抗の標準には標準ＡＣ抵抗器を用い、校正用の計測器としてＬＣＲメータを保有している。

この分野は、国際的にも手作りの機器システムによって標準を維持しており、標準器類も１４０４タイプ標準コンデンサ以外には適当なものが見当たらない状況であり、設備よりも管理技術の水準が重視されている。

電気量研究室のＬＣ標準の担当者は、ＬＣ標準を担当するようになってからまだ日が浅く、校正業務の経験も少ないようで、標準器や装置の履歴の管理状況について十分に把握していないようである。

図５－９に現在の容量標準のトレーサビリティ体系を示す。

４）交流電圧標準

交流電圧の標準は、直流電圧標準器及び伝達用標準器を用いて「交直差標準」を供給し、この値に基づきＡＣ Calibrator 、AC / DC Thermal Transfer Standard 等を用いてＡＣ電圧標準及び交直差標準を供給している。

ここで用いている標準器、計測器等は最高級の装置であり、定期校正等を確実に行い、データの解析・評価を適切に行えば、十分な高精度で交流標準の確立と維持管理ができるものと思われる。

図５－１０に現在のＡＣ電圧標準のトレーサビリティ体系を示す。

５）時間・周波数標準

時間・周波数の国家標準は、３台のセシウム原子周波数標準器によって維持されており、10^{-12} の精度が確保されていると考えられる。この標準の維持・伝達には２次標準器としてルビジウム周波数標準器を用い、また、校正作業用の標準器として標準水晶時計を用いており、設備はかなり充実していると言える。

１９９２年の実績として約２００件の校正を実施しているが、その大半はストップウォ

ッチやデジタルタイマーであった。

校正の依頼件数は増加の傾向にあり、また精度も高くなっており、このような校正ニーズに応えるには、設備面ではある程度の機器を補充すれば十分と思われるが、担当者の技術水準の向上と精度管理システムを確立することが今後の課題であろう。

図５－１１に現在の時間・周波数標準のトレーサビリティ体系を、主な保有機材を表５－１４に示す。

６）高周波・マイクロ波標準

ＳＩＲＩＭ計量センターでは、従来この分野の標準は取り扱われていなかった。しかし、近年、校正ニーズが高まってきていることから、新たに業務範囲に取り入れる検討が進められているが、設備の導入はまだ始まっていない。

今回の調査計画の一環として行った民間のニーズ調査においても、ＳＩＲＩＭでマイクロ波領域の標準器の校正ができないため、多くの経費と日数をかけてシンガポールのＳＩＳＩＲや、オーストラリア、アメリカ、日本の校正機関に依頼している事例が見受けられた（第６章に詳述する）。ＳＩＲＩＭの体制整備は急を要すると思われるが、最大の問題は十分な技術力を備えた担当者を養成することであろう。このため、近々この分野でＵＮＩＤＯ専門家による技術指導が予定されているとのことである。

７）音響標準

基準音源としてピストンフォンを設備し、標準のマイクロフォンで標準の場を設定することにより、騒音計の比較校正を行っている。比較測定を行うための設備はそろっているが、基準となるべき標準マイクロフォンの校正が行われていない。現在のところ、この分野における校正業務を行うことができるのは、マレイシアにおいて本研究室のみであるが、校正依頼件数はあまり多くない。しかしながら、環境・公害対策の一環としての騒音測定という観点から、今後、校正の需要が増加するものと考えられる。

図５－１２に現在の音響標準のトレーサビリティ体系を、主な保有機材を表５－１５に示す。

８）技術者

現在、電気量研究室に配属されている技術者は１５名であり、組織的には研究開発部門

で６名、校正サービス部門で５名及び時間／周波数部門で４名に分かれているが、内容的には各技術者とも研究開発と校正サービスの双方を兼ねて担当している。

これらの技術者のうち電気量の分野の経験を有する者は全体の１／３であり、残りは数か月程度の経験しかなく、実務上の戦力として多くは期待できないと思われる。

一般的に、計測標準の分野では少なくとも５年の経験をもつ技術者が必要であり、また、指導者には１０～１５年の経験者が望ましいと言われている。設立から日が浅いＳＩＲＩＭ計量センターでこの要件を満たすことは難しいが、根気よく技術の普及と継承を行い、多くの技術者を育成することが最大の課題であろう。

９）保有する標準器等

現在、電気量研究室が保有している標準器、計測器等の機器設備の多くは、１９８１年から４年間にわたって行われた技術協力計画の際に整備されたものであるが、これらの機器のほとんどは研究開発部門に属している。他方、校正サービス部門に属する機器は、上記の技術協力の終了後に行われたアフターケアによって整備されたものと、ＳＩＲＩＭが独自の予算で少しずつ購入したものであり、高精度の最新式標準器・計測器の一式が設置されている。マレイシア側の現状認識として、「ＳＩＲＩＭの設備は産業界の技術水準に比べて１０年遅れている」と述べられているが、これは電気量に関する設備に関する限り当たらないと言える。ただ、組織の上では研究開発部門と校正部門に分かれて保有しているものの、設備が数量的に不足しているため両部門で共用している部分がかなりある。維持管理の責任の所在がはっきりしない面もあるが、二重投資を避ける意味ではこれは有効な活用方策であり、当面のニーズに対しては現有の設備で十分に対応できると考えられる。

しかし、産業界からのニーズが増加しつつあり、しかも、より質の高い標準供給が求められている状況を考えれば、今後もこうした有効利用を図りながら設備の整備・充実を更に進めることが必要であろう。

１０）研究室

現在の研究開発部門の研究室には、直流電圧標準、抵抗標準、交流電圧標準の設備が１つの室内に配置されており、ＬＣ標準の設備が時間・周波数標準と同じ実験室を仕切った中に配置されている。いずれの部屋も必要な計測器等を設置するのがやっとの広さであり、臨時の作業のためのスペースがない。業務をスムーズに行うには研究室の面積拡大が必要

である。

現在の建物は、構造や設備の上で実験室に適していない点があり、国家標準の維持管理を行うにはいくつかの改善が必要である。例えば、温度・湿度を制御する特殊空調システム、恒温槽等に用いている大量にオイルに備えた特殊消火設備（不活性ガスタイプ）、ノイズを遮蔽するシールドルーム、停電対策としての非常用電源等を整備する必要がある。

こうした事情は校正サービス部門の研究室も同様である。建物の２階に直流・低周波実験室（直流電圧・電流、抵抗、ＬＣ、交流電圧・電流、電力標準を担当）と、ＲＦ実験室（時間・周波数、音響、マイクロ波標準を担当）とが配置されているが、いずれも業務内容に比べて面積が狭く、作業性に乏しい。直流・低周波実験室の内部は３つに仕切られ、その１つは受付兼事務室として使われているが、依頼品の保管場所がないため、実験室の床や机の上に山積みされており、狭い室がなおさら狭くなっている。また、これらの依頼品や計測器等を安全に運搬するリフト等の設備がないことも問題点の一つである。

上記の研究室の温度・湿度は一般的なオン・オフ制御の冷房設備で制御されており、精密実験室用の特殊空調設備は施されていない。温度・湿度の設定は２３℃、６０％程度と思われるが、空調設備の能力や室の断熱性能などの問題を残したまま運転されている状況であり、また、２４時間連続運転の体制もとられていない。

国家標準を維持管理するためには、温度・湿度の制御は欠くことのできない条件であり、重要な標準室には冷凍機と再熱機を同時に運転する特殊空調設備が必要である。エネルギー需要の大きいこの設備の連続運転には多大な経費が伴うことから、建物全体に一般空調を施し、その中に特殊空調を必要とする精密実験室を置くような再配置が望ましい。

電源やアースからのノイズが精密測定に及ぼす影響とその現われ方は千差万別であるが、それらの特性を見きわめておくことは、測定の不確かさを見積る上で欠くことのできない要件である。今後、校正精度の向上を図るには、電源とアースの性能を確認し、その結果によっては改善処置が必要であろう。例えば、一般電源ラインと計測器用の電源ラインを分離し、各々のラインが相互に影響を及ぼさないようシールドしたり、計測器専用の接地抵抗の小さいアースを設けることが必要であろう。

電気量標準を維持管理する業務には、良質の電力が持続して供給されるという条件が必要である。精密測定用の機器に対してだけでなく、精密な温度制御を行うためにも、電源電圧の変動、波形のひずみ、瞬間停電などを避ける必要がある。特に、長時間停電は標準器に著しい影響を与える場合があり、標準電池は一度温度によるストレスを受けると正常に戻るまで数か月を要すると言われている。

現状では、ほぼ１月に１回の割合で半日から二日程度の長時間停電があるとのことで、訪問調査の際にもまる１日の停電を含め２回ほど停電があった。この地区の送電系統は１系統しかなく、停電の際に他のラインに自動的に切り替わるようにはなっていない。すなわち、国の重要施設、総合病院等に必要な送電系統のネットワークによる無停電化が行われていない現状では、研究所が独自に非常用電源設備を設けることは欠くことのできない条件であろう。

研究開発はもちろんのこと、校正業務を行う上でも、臨機応変の工夫や試作、あるいは機器の修理・改造等が必要である。こうした作業を円滑に行うには、工作台、電気・電子部品、各種の工具・工作機械等を備え、また、必要な参考書やマニュアルを備えた部屋を設けておくことが望ましい。こうした施設はできるだけ身近な所に設け、日常、職員が自由に利用できることが重要である。

１１）校正業務

電気量研究室における校正サービスの実績は１９９１年以降年に１，０００件を超えるようになり、１９９２年の実績では１，５３８件に達しており、引き続き増加傾向にある。これを表５－１６、図５－１３及び表５－１７に示す。また、校正手数料の例を表５－１８に掲げる。

校正業務全般として、近年は校正依頼が急増する一方で、技術者・経験者が不足し、また、校正用設備が不足しているため、依頼受付から校正証明書の発行までに２～３か月を要する状況が続いている。このことは訪問調査の際にもほとんどの訪問先で指摘を受け、改善を要望されており、担当者もこれを十分に認識している。校正研究室は一部屋を３つに区切る形で使われており、そのうちの１つは受付事務室に当てられている。しかし、校正依頼品は校正作業室の作業台の上や床に山積みされており、一目で依頼業務の渋滞ぶりが分かるような状況である。校正サービス部門全体として、業務量に比べて人員が不足し

ていることが最大の問題と思われる。

5．2．6．2　現状における問題点

1）　標準器等の管理

研究開発部門と校正サービス部門に組織的に分割される以前の体制では、標準器の維持管理よりも産業界への校正サービスを優先して行わなければならない状況であったため、標準器の定期的な校正や維持管理は十分に行われておらず、校正サービス部門での標準供給の精度も確認できなかった。一部の国家標準器については時々海外で校正を行っており、そのデータは保管されているが、それを用いてＳＩＲＩＭで行った校正業務のデータが不十分なため、校正精度の評価は困難である。現在では、ＡＰＭＰ(Asia Pacific Metrology Programme)、ＵＮＤＰ(United Nations Development Programme)等による標準器の国際比較（中国、フィリピン、シンガポール、マレイシア、タイ、オーストラリア等を巡回）に参加し、標準器の校正値を確認しているが、国家標準器の維持管理としてはこれだけでは不十分である。通常、標準器又はそれに準ずる計測器については、その使用場所において定期的に校正を行ってデータを分析・評価し、その結果の値を履歴簿に記載して、標準器がどのような状態にあるかを担当者が常に把握しておくことが必要である。こうした履歴簿が作られていない標準器は、実際の精度を問題とするユーザーにとっては何の意味ももたないと言っても過言ではない。履歴の管理が不十分な点は、校正業務に使用されている標準器についても同様である。研究開発と校正サービスとに分割された新体制の下でも、標準器の維持管理業務はまだ軌道に乗っているとは言い難い状態である。

2）　技術者数と経験の不足

世界的なトレンドとして産業界に浸透してきている品質規格ＩＳＯ９０００は、現在多くの外資系企業が進出しているマレイシアにも少なからぬ影響を与えている。ＩＳＯ９０００では、製造に用いる計測器等が国家標準に対してトレーサビリティをもっていることが要求され、審査の重要な項目となることから、標準器・計測器の校正に関する産業界からの要請が急激に増加しており、校正部門ではこの要請に応じ切れてないのが実情である。その原因としては、こうした校正ニーズの急激な増加に加えて、本研究室における技術者の不足、設備の不足、また、技術者の経験不足等が挙げられるが、これらの問題点のいくつかは、ＳＩＲＩＭ内部での運営体制の合理化によって、ある程度改善できると考えられ

る。例えば、依頼品の受付について予約制を導入する、校正業務の標準化とデータ集計・処理の標準化を図る、設備の不足を応用・工夫によって補うなどが挙げられる。実際に、担当者に対する面談調査の段階においても、現有設備の応用・工夫で解決可能と思われる問題点もいくつか発見された。

3） 研究室の狭隘

上記したように、本研究室の有効床面積が少ない上に、校正対象物件の保管場所となっており、一段と狭隘となっている。

校正業務を行う研究室には、業務の種類別に校正システムが配置されているが、全体としてのまとまりを欠いており、効率的な校正業務の実施に支障を来している。例えば、応用的な測定・試験を行う上で必要な各種のリード線、コネクター等が十分に用意されていないし、また、現場での校正データの整理や成績書の記入にはワードプロセッサ等のＯＡ機器が利用されていないため、現場でデータの妥当性をチェックすることが難しい。これらは作業の効率を大きく左右するばかりでなく、特に適切なリード線が利用できない場合には校正精度にも影響を及ぼす恐れがある。今後の拡充整備に当たっては、設備等のハードウェア面での充実もさることながら、依頼品の流れ、校正作業の流れ、データ処理の流れ等のソフトウェア面での改善が先決問題であろう。

また、ＳＩＲＩＭ計量センター全体として、校正依頼品の受付を行う部屋がなく、統一的な取扱いが行われていないことが問題点として指摘される。現状では、依頼品の受付は玄関のフロアーで校正担当者が直接応対している状況である。依頼される計測器の状態は千差万別で、ユーザーの計測器に対する考え方や扱い方次第であるが、ていねいに管理されているものもあれば、ほこりをかぶったり、泥がついているのもある。それらの依頼品がそのまま研究室に持ち込まれてくるため、クリーンルームであるべき校正室がほこりだらけとなることもある。これを解決するには、依頼品受付の窓口を設け、受付担当者が責任をもって依頼品を適切に管理する体制が必要である。また、受け付ける前に、依頼品のほこり・汚れ等を点検し、必要に応じて依頼者に計測器の取扱方を指導したり、附属の部品、リード線、マニュアル等の確認をする必要がある。こうした業務は、今後ＳＩＲＩＭ計量センターが産業界を指導していく上でも極めて重要なことの一つであろう。

表５－１　長さ研究室の主な保有設備

NAME OF EQUIPMENT	MAKER	YEAR
1. Micrometer Stand	Mitutoyo	1976
2. Gauge Block Set	Mitutoyo	1976
3. Micrometer	Mitutoyo	1976
4. Dial Gauge	Mitutoyo	1976
5. Sine Bar (100 mm)	Tsugami	1982
6. Gauge Block (Wedge)	Tsugami	1982
7. Inside Micrometer	Mitutoyo	1976
8. Micrometer Head	Mitutoyo	1976
9. Dial Indicator (0.1, 1, 10, 20, 50 mm)	Mitutoyo	1982
10. Vernier Caliper	Tokyo	1976
11. Coordinate Measuring Machine	Mitutoyo	1985
12. Standard Scale (1 m, H-shaped)	Tsugami	1984
13. Gauge Block Set	Tesa	1993
14. Microscope	Tsugami	1985
15. Surface Plate (2x1.5 m)	Mitutoyo	1985
16. Testing Machine (Dial Indicator)	Carl Mahr	1980
17. Standard Tape (10, 20 m)	Yamayo	1983
18. Length Comparator (10 m)	Kansai	1985
19. Length Comparotor (1 m)	Kansai	1983
20. Height Gauge (500 mm)	Tesa	1991
21. Gauge Block (Ceramic)	Tesaramic	1991
22. Measuring Machine (UMM)	Carl Mahr	1981
23. Gauge Block Comparator (0-250 mm)	Tsugami	1982
24. Calibration Tester (Dial Gauge)	Mitutoyo	1983
25. Laser Micrometer	Zygo	1992
26. Calibration Tester (Dial Indicator)	Sylvac	
27. Gauge Block Comparator (0-100 mm)	Tesa	
28. Dial Gauge Calibrator	Mahr	1982
29. Angle Gauge Block	Tsugami	1982
30. Sine Bar	Tsugami	1982
31. Autocollimator	Nikon	1985
32. Autocollimator	Nikon	1982
33. Micrometer (0-300 mm) 1 set	NSK	1982
34. Calibration Tester	Mitutoyo	1983
35. Bore Gauge (50-100 mm) 1 set	Mitutoyo	1983

表５－１　長さ研究室の主な保有設備（続き）

NAME OF EQUIPMENT	MAKER	YEAR
36. Profile Projector	Mitutoyo	1984
37. 12 Sided Mirror	Nikon	1985
38. Indexing Table	Baldex	1984
39. Roundness Measuring Machine	Tokyo Seimitsu	1985
40. Toolmakers Microscope	Mitutoyo	1985
41. Mu-Checker	Mitutoyo	1985
42. Surface Table (0.3x0.3 m)	Fujita	1985
43. Rotary Table	Tsugami	1985
44. Roughness Measuring Machine	Mitutoyo	1985
45. Offset Unit	Anritsu	1985
46. Displacement Meter	Anritsu	1985
47. Precision Level	Asahi	1982
48. Universal Measuring Machine	Mahr	1982
49. Granite Surface Plate	Mitutoyo	1982
50. Inside Micrometer (50-300 mm) 1 set	NSK	1982
51. Dial Test Indicator	Mitutoyo	1983
52. Height Master	Mitutoyo	1983
53. Bore Gauge (20-50 mm) 1 set	Mitutoyo	1983
54. Dial Caliper (150 mm)	Mitutoyo	1976
55. Digital Micrometer (0-100 mm)	NSK	1983
56. Precision Level (0.1 mm/m)	Riken	1985
57. Precision Level (0.02 mm/m)	Fujita	1985
58. V-Block (60 deg.)	Fujita	1985
59. V-Block (90 deg.)	Fujita	1985
60. V-Block (120 deg.)	Fujita	1985
61. Magnetic V-Block	Kanetsu	1985
62. 3 Wire Thread Measuring Machine	Tsugami	1985
63. Cylindrical Measuring Machine	-	1985

(Source : SIRIM)

表５－２　長さ研究室の校正サービスの実績

	No. of Units received		
	1991	1992	*1993
1. Gauge Block Units	1396	4024	3043
2. Micrometers	79	91	36
3. Calipers	121	193	140
4. Pin Gauges	362	2312	703
5. Ring Gauges	13	31	30
6. Tapes	132	210	160
7. Others (Rulers, Dial Indicators, etc.)	26	100	47
Total No. of Units	2129	6961	4159
No. of Companies	129	262	250
Total Income (M$)	47,680	109,539	70,445

* From January to June 23 in 1993

(SOURCE : SIRIM)

表５－３　長さ研究室の校正手数料

1. Linear Scale	
* Ruler (up to 500mm)	M$ 40 per unit
* Ruler (500 to 1000mm)	M$ 50 per unit
* Ruler (1000 to 2000mm)	M$ 60 per unit
* 1m Working Standard	M$ 80 per unit
* 1m Tertiary Standard	M$ 90 per unit
2. Measuring Steel Tape	
* Up to 10m	M$ 80 per unit
* 10 to 30m	M$ 100 per unit
* 30 to 50m	M$ 130 per unit
* 50 to 100m	M$ 150 per unit
* 100m and above	M$ 170 per unit
3. Pin Gauges (in sets)	
* Not more than 3 units	M$ 40 per set
* Not more than 10 units	M$ 100 per set
* Not more than 50 units	M$ 200 per set
* Not more than 100 units	M$ 300 per set
* 101 units or more	M$ 350 per set
4. Micrometer	M$ 70 per unit
(additional standard rods)	(M$ 40 per unit)
5. Vernier Caliper	M$ 60 per unit
6. Dial Thickness Indicator	M$ 70 per unit
7. Ultrasonic Thickness Measuring Unit	M$ 70 per unit
8. Feeler Gauge	M$ 60 per unit
9. Height Gauge	M$ 150 per unit
10. Angle / Bevel Protractor	M$ 80 per unit
11. Caliper Checker	M$ 200 per unit
12. Depth Micro-Checker	M$ 200 per unit
13. Calibration Tester	M$ 250 per unit
14. Miscellaneous Standard Block or Plate	M$ 70 per unit
15. Straight Edges	M$ 80 per unit
16. Ring Gauges	M$ 70 per unit
17. Glass Scale	M$ 100 per unit
18. Square Master or Block / Try Square	M$ 90 per unit

(SOURCE : SIRIM)

表５－３　長さ研究室の校正手数料（続き）

GAUGE BLOCK CALIBRATION FEES

Nominal Values (mm)	No. of pieces	Calibration Cost (M$) w.r.t grades			
		00 (AA)	0 (A)	1 (B)	2 (C)
1 - 100	112	600	540	490	430
1 - 100	103	550	500	450	400
0.5 - 100	87 - 88	480	440	400	350
0.5 - 100	76	440	400	370	320
0.5 - 100	56	370	340	300	270
0.5 - 100	46 - 47	320	290	260	240
1 - 100	32 - 33	260	240	220	200
1 - 60	32 - 33	260	240	220	200
1 - 50	16	220	200	180	160
1 - 25	10	200	180	160	140
25 - 200	8	180	160	140	120
0.991-1.009	18	230	210	190	170
0.991-1.000	9	190	170	150	130
1.001-1.009	9	190	170	150	130
Loose units	1	70	60	50	40

DEMAGNETISATION COSTS :

Set consist of	Cost per Set
87 - 112 pieces	M$ 80.00
32 - 86 pieces	M$ 50.00
8 - 31 pieces	M$ 40.00

(SOURCE : SIRIM)

表５－４　質量研究室の主な保有設備

NAME OF EQUIPMENT	MAKER	YEAR
1. Equal Arm Balance (5 g/0.05mg)	Chyo	1980
2. Direct Reading Balance (20 g/ 0.001 mg)	Chyo	1982
3. Direct Reading Balance (200 g/0.1 mg)	Chyo	1985
4. Direct Reading Balance (1 kg/0.1 mg)	Chyo	1985
5. Stainless Steel Weights (1 mg - 1 kg)	Chyo	1982
6. Stainless Steel Weights (1 mg - 20 kg)	Kansai	1980
7. Electronic Mass Comparator (200 g)	Mettler	1989
8. Electronic Mass Comparator (2 kg)	Satorius	1989
9. Stainless Steel Weights (1 mg - 1 kg)	-	1990

(Source : SIRIM)

表５－４　質量研究室の主な保有設備（続き）

(Service Unit)

NAME OF EQUIPMENT	MAKER	YEAR
1. Stainless Steel Weights	Kansai	1982
2. Stainless Steel Weights	Chyo	1975
3. 20 kg Cast Iron Weights	-	1975
4. 2 kg Stainless Steel Weights	Chyo	1975
5. Stainless Steel Weights (1 mg - 200 g)	Chyo	1975
6. 10 kg Stainless Steel Weights	Chyo	1975
7. Direct Reading Balance (3 kg/ 10 mg)	Jupiter	1975
8. Direct Reading Balance (160 g/1 mg)	Stanton	1975
9. Top Pan Balance (1200 g/1 g)	Shimadzu	1977
10. Top Pan Balance	Satorious	1977
11. Equal Arm Balance (20 kg/200 mg)	-	1975
12. Equal Arm Balance (50 kg/10 mg)	-	1983
13. Platform Scale (1000 kg)	Kamacho	1975
14. Platform Scale (100 kg/5 g)	Murayama	1984
15. Platform Scale (30 kg/1 g)	Chyo	1985
16. Direct Reading Balance (3 kg/10 mg)	Chyo	1975
17. Direct Reading Balance (200 g/1 mg)	Chyo	1980
18. Equal Arm Balance (200 g/ 0.1 mg)	Chyo	1985
19. Direct Reading S.G. Balance (1 kg/0.1 mg)	Chyo	1984
20. Stainless Steel Weights (1 mg - 20 kg) Secondary Standard	Chyo	1985
21. Stainless Steel Weights (1 mg - 20 kg) Tertiary Standard	Chyo	1980
22. Stainless Steel Weights (1 mg - 500 mg) Working Standard	Chyo	1975
23. Muliti-Range Platform Weighing Scale (1500 kg)	Mettler	1989

(Source :SIRIM)