

総論

国際計量体制の歴史と将来像 (2)*

— 国際度量衡委員在任 15 年を顧みて —

飯塚 幸三**

3. 3 グローバル化と相互承認取り決め

第 20 回国際度量衡総会（以下総会と略称）が決議した世界的なトレーサビリティ確立のための基幹比較等の推進は、1999 年に開催された第 21 回総会の場における相互承認取り決め（MRA）の決議と署名で結実した。この取り決めはその後日々発展しつつあり、すでに過去の話となったことも多いが、成立までの経緯については歴史的な流れとして興味深いと思われるので、講演内容より詳しく記述しておきたい。

3. 3. 1 相互承認取り決めの背景

メートル条約締結の原点は、世界的に共通な単位が使用されることであつたと思われるが、それは単に単位の名称と定義を定めることにとどまらず、世界のどこでも共通の標準に基づいて同一の単位が実現され、それに基づいて同等の計量が実施されることを究極の目的とするものである。「世界共通の単位と標準」の実現は、元来公正な商取引や公平な課税の基盤として不可欠であつたが、その必要性は近代の科学技術の進歩と世界経済の発展に伴いすべての分野の量の計量・計測に拡大してきた。とくに過去 20—30 年の間に貿易の自由化が進展し、人、物の国境を越えた移動が頻繁になるに従って、輸出入される製品の品質保証がグローバルな視点から求められ、そのための試験や測定についても世界的に同等性を保証するシステムの構築が要求されるようになってきた。前述の 1995 年にお

ける第 20 回総会でのトレーサビリティに関わる決議はその反映であるが、それには先行して品質管理システムの国際化があつたことが指摘される。その背景は、上述のようにまず第 1 に

(a) 社会・経済（人、もの、金）のグローバル化の進展

である。今日の世界各国は国際貿易を通じて密接な相互依存関係にあり、円滑な貿易のためのルール作りは戦後の国際社会の課題であつた。1947 年に締結された関税と貿易に関する一般協定（ガット）の下で、

(b) 公平な自由競争のなかでの自由貿易体制の維持

が図られてきたが、ガットを発展させた念願の世界貿易機構（WTO）が 1995 年 1 月 1 日に発足した。すでにガット体制の下で、貿易の技術的障害（TBT）に関する協定（TBT 協定）が合意されており、WTO の発足に伴ってその下に TBT 委員会が置かれたが、その狙いは技術的な基準や認証についての

(c) 内外無差別と手続きの透明性の確保

である。規格（標準）と認証方法が国際的に統一され、当事者間で相互に承認が取れれば、国境を越えて移動する製品の試験・検査は発送・受け取りの途上のどこかで 1 回実施すれば済む。これが

(d) ワン・ストップ・テストング

で、最近はその実現が強く求められており、そのための基準と認証の相互承認制度の確立が進

* 原稿受付 2003 年 8 月 12 日 本稿は計量史学会 25 周年記念講演会（2002 年 2 月 23 日 ホテル フロラシオン青山）での講演を基に補足・再編集したものの後編である。

** 会員 前国際度量衡委員会副委員長 〒173-0021 東京都板橋区彌生町 61-6-503

められてきたのである。

以上のような動きに対応した国際組織は以下のとおりで、それぞれは戦後の早い時期から活動していたものの、グローバル化に対応した活動が活発化したのは 1990 年代の特徴と云ってよいであろう。

① 品質マネジメントシステム規格

国際標準化機構 (ISO ; 加盟国数 135) が品質保証システムの国際規格策定のための技術委員会 TC176 を発足させたのは 1979 年のことである。その作業の成果としていわゆる ISO9000 シリーズの一連の規格が発行されたのは 1987 年であった。良く知られているように、この規格に対するわが国の対応は、品質管理の先進国であるという自負と、マネジメントシステム規格に対する理解が不十分であったため欧米各国から大きく遅れたが、現在は先進国としての経験を生かした積極的な取り組みに転じている。

② 適合性評価規格

品質保証のための規格の制定と平行して、この規格を使用する各企業や団体がその規格に適合しているかどうかを判定するための基準と方法を取り決める必要が生じ、ISO はそれまでの認証委員会を 1985 年に適合性評価委員会 (ISO/CASCO) に改組した。当初、この委員会は適合性評価に関する指針 (ガイド) を国際電気標準会議 (IEC ; 加盟国数 60) と共同で作成していたが、近年になってマネジメント規格や製品規格の要求事項への適合性を評価する機関について適格性を審査し、登録するための手続きを指針あるいは規格として制定している。すなわち適合性を評価する認証機関、それらを認定するための審査機関やそれら業務を担当する専門家の資格要件、さらにはそれら人材の教育を行う機関の資格要件などが決められている。これらの審査登録のための認定業務の同等・公平な運用を図るため、認定に関わる機関をメンバーとする国際認定フォーラム (IAF ; 加盟国 36、加盟機関 39) も 1993 年に発足している。

③ 試験所認定

前記のような適合性の審査には、さまざまな試験、測定が必要となるが、それらの同等性を担保するためには、試験機関、校正機関の能力が均一でなければならない。そのためにオーストラリアは戦後いち早く国家認定協会 (NATA) を 1947 年に発足させ、米国でも国家任意試験所認定プログラム (NVLAP) が設立された。これら各国の動きを反映して ISO では試験所の満たすべき基準と試験所の能力を認定する機関が満たすべき基準についての指針 (ガイド 25、58) を用意したが、その制定の直接のきっかけは 1977 年に開催された第 1 回試験所認定国際会議 (ILAC) であった。その後、この会議は回を重ねて試験結果の相互認証のための規約作りを検討してきたが、試験所認定の国際的な統一への趨勢に応じて 1996 年に国際試験所認定協力機構 (ILAC) として恒久的な組織に生まれ変わり (41 国 49 機関が加盟)、2000 年 11 月には試験所の適格性を認め合うための相互承認取り決めに 28 国 37 機関が署名した。表 5 には、マネジメントシステム規格と、試験所認定関係機構の発展の年代記を、後述する計量のトレーサビリティシステムの確立への背景としてまとめた。

3. 3. 2 相互承認取り決め署名への道

上記のような試験所 (試験には当然測定、分析も含まれる) の認定制度が国際的な広がりで見直し、さらに検査機関と標準物質製造者の認定についての国際的な取り決めも整備されるに及んで、測定、試験、分析の基礎となる各国の計量標準とそれに基づく測定・分析機器の校正の同等性を保証する制度の確立が、認定・認証に関係する国際機関すべてから求められたのは必然であった。国際度量衡委員会 (CIPM ; 以下委員会と略称) はそれまでは世界的なトレーサビリティを確立するための役目として、各国標準研究所の 1 次標準の整合性を技術的に確保することで十分と考えていた。事実、1993 年になって ISO9000 シリーズの品質保証システムの校

正試験所への適用の問題が EUROMET (欧州計量研究所会議) で議論されたことから、委員会は同年の会合でこの問題を始めて議論し、翌 1994 年の委員会で、その翌年に予定されていた第 20 回総会に提案する国際的なトレーサビリティ体系の確立についての決議案をまとめたのであるが、その内容は、「世界的なトレーサビリティ確立へ向けて各国計量研究所が国際比較を実施し、かつ委員会が主催する国際比較と関係付けるとともに、地域計量組織 (後述) が主催する国際比較結果を含めて世界的なトレーサビリティの確立を図ることを勧告する」という内容に留まっていた。

この決議案は可決され、それを受けて委員会は国家計量標準の同等性に関する作業部会を設置したが、当時の委員会の感覚は、傘下の各諮問委員会が実施している国際比較がトレーサビリティの基礎として利用されるべきであり、関係機関がその結果を活用して欲しいという受身の姿勢であった。そのため Quinn 局長は 1996 年 1 月に ILAC の関係者を招き、国際比較結果の活用を要請し、了解を取り付けた。ちょうど前年の総会終了後の委員会会合で、筆者は委員会の副委員長に選出されていたので、1996 年の 2 月

から年 3 回の国際度量衡委員会事務局会合 (Bureau Meeting) に出席することになった。初めて出席した事務局会合は、総会の後始末が主たる議題であり、このとき委員会は「計量の長期的ニーズと BIPM の役割の調査」と「国際法定計量機構 (OIML) との合併問題の提案の検討」(後述) という二つの大きな課題を抱えていたため、標準の同等性の問題への取り組みはやや後回しにしていた。Quinn 局長は ILAC との対話の結果、(1) CIPM の諮問委員会の国際比較 (この頃すでに電気諮問委員会では基幹比較 [key comparison] の選定が始まっていた) に参加していない国を含め、世界全体の標準の同等性をどうやって確保するか、(2) 諮問委員会の比較が行われていない (が、しばしば地域組織では先行して比較が行われている) 標準の同等性をどう確保するかという問題を提起した簡潔な文書を用意し、関係者に回送したが、具体的な方策については触れなかった。しかし周辺の国際情勢は国際度量衡委員会が象牙の塔に安住することを許さなかった。

その年、すなわち 1996 年の 5 月下旬に英国国立物理研究所 (NPL) で開催された EUROMET の会議で、地域の計量組織が他の地域との間で国際

表 5 マネージメントシステム、認定関係機構およびトレーサビリティ確立の年代記

西暦年	マネージメント・システムの発展	適合性・認定に関わる機関・規格	トレーサビリティに関する活動
1975		ISO ガイド 25 制定	
1977		ILAC 第 1 回会議	
1979	ISO/TC176 (品質) 発足		
1985		ISO/CASCO 発足	
1987	ISO9000 シリーズ制定		
1990			CIPM 化学測定 WG 発足
1993	ISO/TC207 (環境) 発足	IAF 発足	不確かさ指針発行
1994	ISO9000 シリーズ改定		
1995		WTO 発足	CGPM 標準同等性決議 ; CCQM 第 1 回会合
1996	ISO14001 制定	ILAC 法人化	
1997			第 1 回所長会議
1998			MRA 仮署名
1999		ISO17025 制定	MRA 正式発足

比較を行うべきであるという提案が出された。この提案は在席したBIPMのQuinn局長はじめ他のメンバーの反対で否決されたが、代わりにそのような役割はBIPMこそが担うべきという結論となり、標準の同等性問題は一挙にBIPMの、そして委員会の緊急課題となった。その後のQuinn局長の行動は素早かった。グローバルな相互承認協定の締結について国際度量衡局が手をこまぬいていることはその死を意味することを、彼が誰よりも強く感じていたためと思われる。すなわち、同年6月の事務局会合での検討をもとに、Quinn局長は基幹比較の早急な拡大を提案する7月12日付けの文書を用意し、関係者に配布した。同年9月のCIPMでの討議を経て10月1日付けでその改訂版が用意されたが、その骨子は諮問委員会が基幹比較を拡大するとともに、同等性の評価をも担うという点にあった。この案はAPMP, EUROMET, NORMAMETの会合で検討され大方の賛同を得たものの、まだトレーサビリティ体制の具体的な枠組みを提案するものではなかった。

計量標準の同等性確保のための新たな協定が検討されたのは、この年の委員会直後の10月1日に、マニラで開催されたアジア太平洋計量計画(APMP)の第12回総会の際であった。この会議に出席したQuinn局長は、APMPが独自に計量標準と校正の相互承認協定(MRA)の案文を検討していることに衝撃を受け、直ちにEUROMET, NORMAMETのメンバーとも相談したうえで、計量標準の同等性だけでなく校正成績書の同等性も含めた協定案を1997年2月6日付けで案文化した。この文書は1997年2月17-18日に開催された初めての計量研究所長会議に、「計量の長期的ニーズ」の文書とともに諮られ(写真7は案文を説明するQuinn局長)、その場での意見を考慮して4月2日付けの改訂版が作られ、各国計量研究所長にコメントを求めた。その結果を勘案した改定案は翌1998年2月23-25日の第2回計量研究所長会議でさらに修正された上、2月25日版として合意され、36国の代表により

仮署名されて現在の相互承認取り決め文書の骨格が出来上がった。この会議では、協定の実施のために国際度量衡局長を議長とする国際度量衡局(BIPM)・地域計量組織(RMO)合同委員会(JCRB)を設置することも合意され、第1回の会合が同時に開催された。

その後、同年5月18日付けの改訂版が各国研究所に配布され、1999年の第21回総会場で協定を正式に成立させることを目標に、仮署名を拒否した米国等との折衝を、各地域の計量組織の総会や多くの関係者が集まる学会の機会などを利用して進め、条文の妥協点を探った。それらの詳細をここで述べる余裕はないが、主な論点をまとめれば、

- (1) この協定は誰の権限で締結し、その効力(拘束力)がどこまで及ぶのか、
- (2) ISO9000シリーズとの関係、とくに1次標準を維持する国立計量研究所がISOの品質システムへの適合性を求められるかどうか?
- (3) もしそれが必要なら適合性を誰が、どのようにチェックするのか?

などであった。これらの論点をめぐる折衝の途上で、真の理由は不明であるが米国国立標準技術研究所(NIST)の主張が二転三転して、委員会事務局としては正直のところ「振り回された」との感を抱かざるを得なかった。米国の身勝手

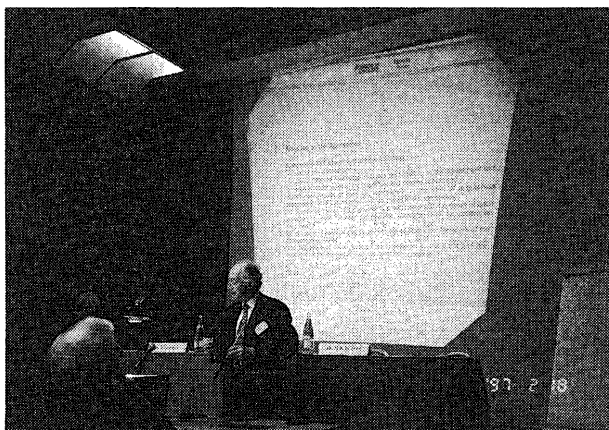


写真7 第1回計量研究所長会議で標準の同等性協定案を説明するQuinn BIPM局長(1997年2月)

な面を非難することもできたが、底流には欧州との主導権争いがあったと思われ、また米国内の関係者の間で意見の不統一があったことも事実と思われる。しかし「国益第 1」はどの国でも同じであり、筆者としては多くの関係者がそれぞれの立場で取り決めの内容を検討した結果ではなかったかと思っている。結局、最後の土壇場で米国の主張どおりに、当初「協定 (Agreement)」として考えていたものが、「取り決め (Arrangement)」となり、また付属書の一つであった基幹比較の指針が本体から取り外されたが、第 21 回総会会期中の 1999 年 10 月 14 日に、39 国と 2 国際機関の署名により、この取り決めが正式に発効した (現在の署名国・地域は 50 に達している。写真 8 は日本を代表して署名する今井秀孝元計量研所長)。

取り決めの内容は表 6 に示すように本文と技術的補遺および付属書からなっており、諮問委員会が実施する基幹比較と、地域計量組織が実施する基幹比較あるいは補足比較を結び付けて各研究所の標準あるいは校正結果の差と不確かさにより同等性を呈示することになっている。なお加盟国には第 21 回総会で認められるようになった協力国あるいは地域 (Associates) も含まれ、付属書 B の基幹比較等の結果と、付属書 C の承認された校正証明書とその不確かさについては日々新たな登録が加えられて改訂追補

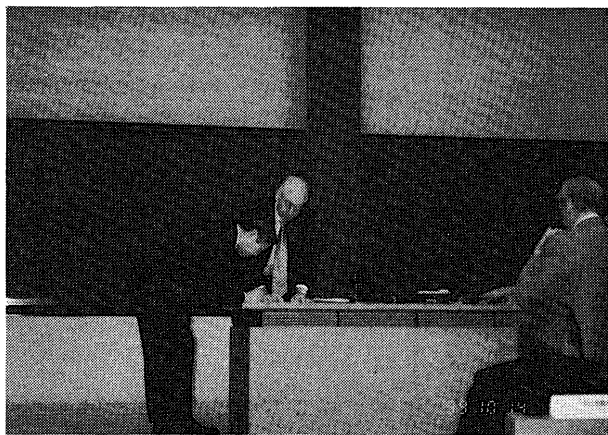


写真 8 相互承認の決めに署名する今井元計量研所長 (1999 年 10 月第 21 回国際度量衡総会会期中)

されている。それらの現況は BIPM のホームページで見ることができる (<http://www.bipm.fr>)。また取り決めの詳しい内容については、解説 1) を参照されたい。

3. 4 関連国際組織との協力

メートル条約に基づく活動は、他の多くの国際組織と密接に関連しているが、過去約 15 年の間にそれらとの協力関係にも変化があった。そこで以下ではそれらのうち主なものを紹介する。

3. 4. 1 地域計量組織 (RMO)

全世界の国家 200 弱のうちメートル条約の加盟国は 51 でしかなく、現在のメートル条約加盟国だけで、世界的なトレーサビリティを確保することは不可能である。また近隣国間の協力には経済的な利点もある。そのため各地域ごとに、非加盟国も含めた地域計量組織を設立する動きがかねてから始まっている。とくに欧州では先進国間の協力と役割分担の意味もあったと考えられる。それぞれの地域組織は以下のとおりである (以下の括弧内の数字は、2001 年現在の加盟国数+準加盟国数を示す)。

- ① アジア太平洋地域：アジア太平洋計量計画 (APMP ; 17+3)、
- ② 西欧地域：欧州計量協力機構 (EUROMET ; 25+17)、

表 6 国家計量標準と国立計量研究所の校正・測定証明書の相互承認取り決め (MRA) の構成

本文	前文と 15 条
技術的補遺	10 項
付録 A	加盟国立計量研究所とそのロゴ
付録 B	基幹比較と補足比較結果
付録 C	参加研究所の校正・測定能力 (校正・測定成績書の不確かさ)
付録 D	基幹比較のリスト
付録 E	JCRB の任務

注：図表の中では付属書のことを付録と記している。

- ③ アメリカ大陸：汎アメリカ計量システム (SIM)：以下の地域組織の集合体である。
 NORAMET (北アメリカ、4)、
 CARIMET (カリブ海地域、14)、
 CAMET (中央アメリカ、7)、
 ANDIMET (北ラテンアメリカ、5)、
 SURAMET (南ラテンアメリカ、5)、
- ④ 東欧地域：欧亜国立計量研究所協力機構 (COOMET；12+1)、
- ⑤ 中近東・北アフリカ地域：中東・北アフリカ計量協力機構 (MENAMET；6、現在休止中)、
- ⑥ 南アフリカ地域：南アフリカ計量トレーサビリティ開発協力機構 (SADCMET；12)。

これらの6組織はそれぞれの地域内で、計量標準や測定・分析の相互比較を行ってきており、量別の技術委員会も有している。前項で述べたとおり、グローバルな相互承認取り決めの締結に伴って、これらの地域組織が実施する相互比較結果は諮問委員会が実施する基幹比較の結果と結び付けられることになり、地域ごとの比較の重要性が著しく高まっている。相互承認取り決めにより各国計量研究所が発行する校正・測定成績書の同等性を承認するための手続きは、図2のとおりである。ある地域内の相互比較結果を基に、参加研究所が申請した校正・測定能

力 (CMC) は、他の地域の代表の評価を経て、すでに述べた JCRB で承認されれば、校正・測定成績書の同等性として相互承認取り決めの付属書 C に正式に登録され、データベースに加えられる。このように多種多量の CMC データの取り扱いが地域計量組織により支えられており、その重要性は増大しつつある。

なお、相互承認取り決め (MRA) の付属書のデータベースは、発足当初には米国 NIST と BIPM の両方で維持されていたが、現在は後者に統一されている。このデータベースへの登録手続きの基本は取り決めの技術的補遺に、詳細は別に定める基幹比較の指針などに規定されている。付属書 B は基幹比較結果から参加研究所の1次標準の同等性の程度を示し、付属書 C は成績書の不確かさにより国際的に認知された校正能力を示す。しかし現在のところ、わが国は基本的な量について最高水準にあるものの、付属書 C に関しては限られた量の登録しかされておらず、一次標準の精度が低い国の登録の方が多いという矛盾を抱えている。

3. 4. 2 国際法定計量機関 (OIML)

計量に関する強制法規に関わる諸問題の国際的な調整のため 1955 年に締結された国際法定

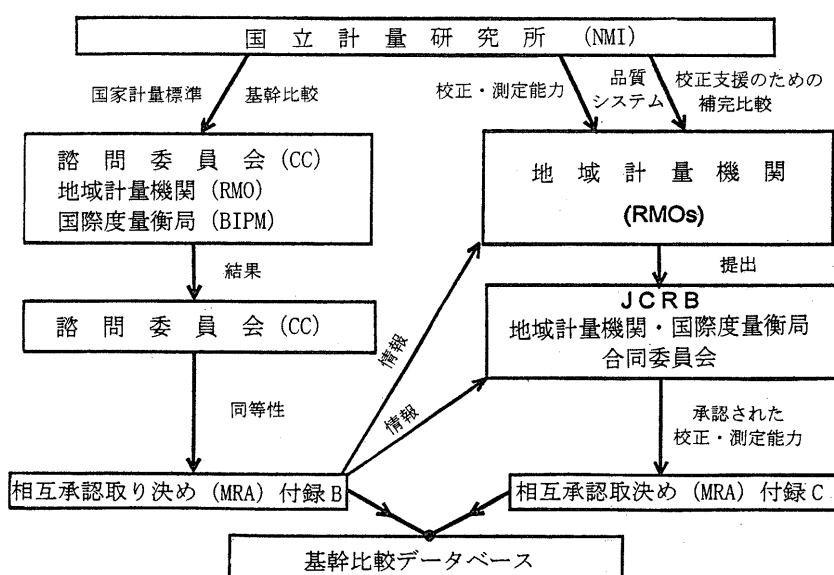


図2 相互承認取り決めの枠組み (同等性の承認手続き)

計量機関を設立する条約（OIML条約）には、現在57国が加盟し、ほかに準加盟国が57ある。計量を専門とする組織としてメートル条約と最も密接な関係を持つべき組織ではあるが、BIPMあるいはCIPMとの日常的な協力関係は、1995年までは意外なほど希薄であった。すなわち「基本計量用語」と、「不確かさの表現の指針」の作成のための7組織合同委員会での協力と、質量関連量諮問委員会への参加が主なものであった。しかし第20回総会を前にしたメートル条約との統合問題を契機に、現在は定期協議などを通じて以前よりは密接な協力関係にある。

以下では、すでに歴史的な事件となりつつあるメートル条約とOIML条約の統合問題の経緯をこの機会に紹介しておきたい。

BIPMのQuinn局長は1995年3月に突然フランス外務省から二つの条約の統合の可能性について口頭で問い合わせを受け、早速OIML事務局とも連絡をとりながら検討を進めるとともにCIPM委員にも検討を依頼した。外交文書による正式な検討依頼は6月になってフランス外務省からメンバー国の在パリ大使館に伝えられた。その背景は、国際組織の分担金負担の軽減を図りたい米国政府が、統合の可能性を非公式にフランス外務省に打診したためとされている。CIPM委員への正式検討依頼は7月17日付けのQuinn局長書簡、OIML委員へ依頼は7月19日付けのAthane局長書簡であった。CIPM事務局の見解は、統合するならメートル条約を残し、OIMLの勧告作成を担当する委員会をCIPMの下に設置するというものであった。各国の意見はかなり分散したが、委員会は概ね事務局の見解を支持し、とりあえず迫っている第20回総会には、この問題を検討するための、OIMLとの合同作業部会の設置を勧告する決議案を提案することとした。

この提案は同年10月に開催された第20回総会で承認され、CIPMとOIMLそれぞれから数名づつを委員とする合同作業部会が発足した。CIPM側は委員長、副委員長、幹事および局長か

らなる委員会事務局の5名、OIML側は委員長、副委員長、局長等からなる運営委員会の5名である。第1回の作業部会は1996年2月にBIPMで開催され、筆者もCIPM副委員長として出席した。双方とも長期的な視点が重要との認識に立っていたが、統合についての論調はCIPM側が消極的であったのに対して、OIML側はやや積極的であった。CIPM側からは折りしも検討を開始した「長期的な計量のニーズ」の作業を紹介して検討を求め、またOIML側の提案に沿って、両組織のシナジー効果を発揮できる事例を探索することを合意した。

続く第2回の合同作業部会は1996年9月の第85回国際度量衡委員会直後にOIML事務局で開催されたが、このとき委員会では、「2条約の活動に重複はないので統合はせず、ILACも含めた3機関の協力関係の強化を図るべき」との結論をまとめており、これをOIML側に伝えた。OIML側もこの結論に沿い、その後はむしろ両者が協力できる案件を探索する方向で議論が進められた。唯一の具体的な合意事項は次回からの作業部会にILAC代表を招き、合同部会を3者協議の場とすることであった。

こうして第3回の作業部会はILACの議長、副議長を加えて1997年2月に再びBIPMで開催された。この会議では、OIML側から、前委員長のBirkeland氏がまとめた将来計画が紹介されたが、この文書はCIPMの幹事Blevin氏がまとめつつあった「計量に関する長期的ニーズ」の草稿と重複する部分が多く、CIPM側ではあまり評価されなかった。またこのころより、両条約局長の協力関係にかげりが見え、たとえば、OIML事務局をBIPMの中に置くという当初の前向きな案もBIPMが明確に拒否してしまった。続く1998年2月の第4回会合では、CIPM側から直前の計量研究所所長会議で仮署名が済んだばかりの相互承認協定案を説明し、OIML、ILAC側に一石を投じた形になった。協力案件についてはいくつかの案が話し合われただけで終わり、同年秋に共催を予定した途上国のための計量セミナ

一だけが当面の案件として承認された。こうして1999年10月に開催された第21回国際度量衡総会では、OIMLとの統合問題について、「将来の可能性は否定しないが、現在は統合せずに協力関係を密接にする」というCIPMの当面の結論が報告され（翌年のOIML総会でも報告された）、以後、合同会議として（2000年より毎年2月開催）協力可能案件の協議が続いている。

3. 4. 3 国際試験所認定協力機構 (ILAC)

この組織とCIPMとの関係が密接になったのは前述のように1995年の総会以降のことである。その後ILACは前記のように1997年からOIMLとの合同作業部会に参加しており、その場での対話からCIPMは相互承認取り決めの運用のために一層の協力関係が必要との認識に立って、2者間で覚書を交換することをILAC側に提案し、最終的には2002年に合意された。

3. 4. 4 国際標準化機構 (ISO)・国際電気標準会議 (IEC)

ISO, IECとはかつてOIMLも含めた4者で計量の基本用語を出版したことがあったが、その後は後述のIFCC, IUPAP, IUPACも加えた7団体により、ISOのTAG4の下で用語と不確かさの表し方の指針が編纂された。現在これら7団体は計量に関する指針合同委員会(JCGM)を構成しており、その下に二つの作業部会(WG)を置いて前記文書の改訂作業を行っている。すなわちWG1(計量一般用語)とWG2(不確かさの表し方)である。

それ以外ではISO/TC12が単位諮問委員会(CCU)のメンバーとしてSIに関して密接な協力関係にある。また標準物質についての指針を編纂してきた委員会ISO/REMCO(標準物質委員会)は1998年から物質諮問委員会(CCQM)の正式メンバーとなっている。さらに最近になって、国際的な認証制度がCIPMにとっても大きな関心事であり、かつISO17025(試験所および校正機関の能力に関する一般要求事項)など、試

験所の適合性や認定に関わる国際規格を考慮する必要が生じているため、適合性についてのルール作りを担当するISO/CASCO(適合性評価委員会)との接触が必要となってきた。委員会事務局では正式な協力関係が必要と考えたため、ISOに申し入れて、現在はそのオブザーバーメンバーとなっている。

3. 4. 5 世界気象機関 (WMO)

国際度量衡総会は環境分野等でSI以外の単位が使用されている実態があることから、1995年と1999年の2回の総会でSIの使用の促進を決議した。またBIPMでの化学標準の最初の仕事として、オゾン濃度をとり上げたこともあって、WMOとの協力を密にするための覚書を検討し、2002年には両組織の承認が済んでいる。

3. 4. 6 国際臨床化学連合 (IFCC)

IFCCはかねてから計量の指針編纂で協力関係にあったが、CCQMの仕事が発展し、1999年の第21回総会で、バイオテクノロジーの分野のトレーサビリティまでも活動範囲に含めることになったため、医学分野とのさらなる協力が不可欠となった。この組織との覚書の締結を考慮したこともあったが、2000年からCCQMの正式メンバーとなっており、その傘下の作業部会から派生した臨床化学トレーサビリティ合同委員会(JCTLM)の主要メンバーにもなっている。

3. 4. 7 世界保健機関 (WHO)

医薬分野のトレーサビリティはWHOの研究所の協力なしには考えられない。2001年の初めころにロンドンにあるWHOの研究所にWallard次期局長が初めて接触し、CCQMへの参加を要請した。その後協力関係が進展し、2002年10月には覚書が締結された。前記のJCTLMでもWHO代表は有力メンバーとなっている。

3. 4. 8 その他の国際組織

国際天文連合(IAU)は時間標準、相対論の効

果の検討などで、国際測地学地球物理学連合 (IUGG) は重力の絶対測定で、国際計測連合 (IMEKO) は計量標準全般と途上国協力で、国際純粋・応用物理学/化学連合 (IUPAP/IUPAC) は SI と単位の定義で、後者はさらに CCQM の発足以来のメンバーとして、それぞれ CIPM (実際は主に諮問委員会) あるいは BIPM と密接な協力関係を保っている。また最近になって、食品安全性の分野のトレーサビリティを取り込むため、WHO と国連食糧農業機関 (FAO) の Codex 共同委員会とも協力関係の構築が検討されている。

3. 5 国際度量衡組織の変革

前述のとおり国際度量衡委員会 (CIPM) の委員数は条約により 18 名に限られているが、一方で、加盟国は現在 50 を数え、このうち活動的な計量研究所を持ち、グローバルな活動をする国が増えたため、委員の席を維持するため各国は必死である。CIPM 委員は計量の専門家であって、必ずしも国を代表して発言することが求められるわけではないが、実際には委員を出していた方がすべての点で有利である。そのため委員の定数と選出方法の妥当性の検討が過去に何度か提案されてきた。その度ごとに委員会は条約の効率的な運営には現在の定数が適当であり、選出国の分布も妥当であると主張してきた。表 7 はその根拠として 1999 年の状況について局長が提出した地域別の分担金と委員数の表の一部である。

たまたま 1990 年代におけるメートル条約の活動の大きな変化として、グローバルなトレーサビリティの確立という課題がハイライトとな

り、条約加盟国以外までそのネットワークを広げる必要が生じたことから、非加盟国は地域計量組織に任せるとしても、加盟国についてはそのすべての計量標準関係機関と常に密接な連携と協力を図る必要が生じてきた。そのためには 4 年ごとの総会と限られた国からの委員会だけでは不十分であり、BIPM と各国計量研究所を直接結ぶ機会が必要との認識に達し、CIPM 事務局は計量研究所長会議を開催することを提案した。前述のように計量の長期的ニーズ報告書と相互承認協定の可能性の検討という二つの大きなテーマがあったため、1997 年 2 月に BIPM で開催された第 1 回の会合は成功裡に終了し、その後の所長会議が定例化する基礎となった。

一方、相互承認協定の中身の議論の過程で、メートル条約非加盟国の扱いが問題となり、この協定をそれらの国に対しても開くべきという現実的な配慮から、加盟による分担金を低く抑えた準加盟国制度の導入が検討された。結果的には、「協力メンバー」という制度ならば条約の改正なしで導入が可能というフランス外務省の見解を受けて、最低分担金が総額の 0.5% でよく、総会にもオブザーバー参加が認められ、かつ相互承認取り決めに参加できるという条件の制度が 1999 年の第 21 回総会で提案され可決された。2003 年 7 月現在では 11 の国または地域が協力メンバーに加盟しており、その大部分が相互承認取り決めに署名している。

こうして 1875 年に締結されたメートル条約は、ここ 10 年の間に活動範囲からも、また参加国・地域の広がりも点でも格段に発展することになった。

表 7 CIPM 委員の分布 (1999 年 3 月現在 ; 欠員 1 名)

地域計量組織	加盟国数	分担金の割合 (%)	委員数	委員数の割合 (%)
EUROMET	19	54	7	39
COOMET	3	3.2	1	6
SIM	8	20	3	18
APMP	10	18	5	28
SADCMET	1	0.6	0	0
MENAMET	3	1.7	1	6

4. 国際度量衡局 (BIPM) の現状とその役割

2. で述べたように、メートル条約による組織は、最高の意思決定機関である国際度量衡総会 (CGPM) と、そこから選出された国際度量衡委員会 (CIPM)、この委員会から諮問される技術問題を検討する諮問委員会 (CC) から成っている。この組織のなかで、国際度量衡局 (BIPM) は、一言でいえば、CIPM の監督下にある事務局かつ研究所ということになる。BIPM はパリ市外のサンクルー公園の一角にあり、本館の Pavillon de Breteuil という館 (前号写真1) は、1672年にルイ (Louis) 14世の弟君が建て、当時は「サンクルーのトリアノン」と呼ばれた。そのあとブルトユ公爵が一時住むが、それはメートル条約の締結より200年も前の話である。ちなみに以前はトリアノンそのものは壊されたと言われていたが、1991年に調査したところ、それが一部そのまま残っているということが分かった。そのあとナポレオンがジョセフィーヌのために、あるいは狩猟の休憩所として使ったこともある。何度かの戦争を経て、1870年にはナポレオン三世がここを天文台にすることに決めたが、3か月後に失脚し、その後の普仏戦争で破壊され廃墟となった。1870年に戦争が終わり、その廃墟のままで1875年に国際度量衡局としてCIPMに引き渡された。修復後のその建物で、

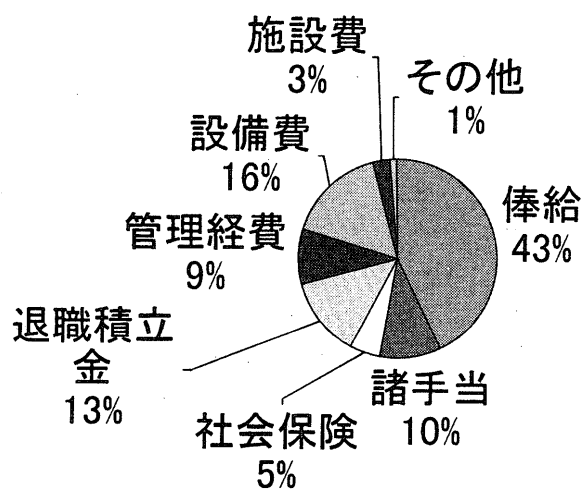


図3 国際度量衡局の年間予算の費目別割合 (2001年)

1889年9月26日に第1回の国際度量衡総会が開催され、メートル原器とキログラム原器が公式に承認されて収納された。100年後の1989年の同月同日がたまたま第78回のCIPMの初日にあたり、委員長のKind氏からこの歴史的な日取りのことが改めて紹介されたことを思い出す。

BIPMの年間予算総額は4年ごとに総会で決められるが、最近の状況は表8のとおりである。その費目別の内訳を円グラフで示すと図3のとおりで、6割弱が人件費である。組織と人員はBIPM局長の裁量で決められ、総人数はフェローや短期滞在者なども居て流動的であるが、正規職員でいえば表9に示すようにこのところ70人余りで推移している (85年以後の増加は、3.1で述べた国際報時局 (BIH) 業務の引き取りによるものである)。

全体としてはかつてに比べると技能職が減少し、研究者が増えている。なお現在は2003年秋の第22回CGPMに向けて、化学・バイオ標準関連部門の強化のための予算・人員増と、それを実現するための思い切ったテーマの整理の提案が準備されつつあるので、将来を予断できないが、これまでは長さ、質量とその関連量、時間、電気、測光放射、電離性放射線、それに2000年に新設された化学の7部門からなり、それぞれの部門長の下に科学者たち、それをサポートす

表8 国際度量衡局の年間予算の推移

西暦年	年間予算 (100万金フラン)	年間予算 (億円; 概算)
1985	13.14	6.0
1990	18.86	9.0
1995	24.45	8.3
2001	31.44	9.7

表9 国際度量衡局の人員の推移

西暦年	研究者・ 技術者	技能者	事務 部門	合計
1985	38	11	13	62
1995	44	10	18	72
2001	46	10	18	74

る技能者たち、という構成であった。さらにサポート部門として工場、図書室があるが、2001年にかつての中性子実験棟を新たな工場兼会議室棟に建替えた。写真は旧中性子棟の取壊しのためのセレモニー（2000年2月；写真9）と完成後の状況（2002年6月；写真10）を示す。

ここで、職員の採用と処遇について述べておく。まず採用と昇格は一般職員については局長の専管事項であるが、部門長の採用と主任研究者への昇格については伝統的に CIPM で承認を経て決定している。これは局長補佐の選任が条約付則第 17 条により CIPM 委員の無記名投票によることとなっていることを準用したものである。部門長はもとより、研究員についても所内に適任者が居ない場合には公募している。現在の俸給（税込み）の代表例では 30 歳から 55 歳くらいまで約 3500 ユーロから約 7000 ユーロへ直線的に昇給するようであるが、これは若い時期には他の国際機関より安く、50 歳近くになっ



写真 9 BIPM の旧中性子実験棟の取壊し開始を記念する Kovalevesky 国際度量衡委員会委員長（2000年2月）

てやっと上回る仕組みで、優秀な研究者を確保するためには改善の余地があると主張されている。

局長の選任は CIPM が決定する。現局長の Quinn氏が2003年3月で定年を迎えることから、CIPMは、その任期を第22回総会後の2003年末まで延長すること、また直ちに後任者を公募することを1999年の第21回総会時の会合で決め、その総会場で応募要領を発表した。選定には現局長を除く CIPM 事務局メンバーが推薦委員会となって複数の候補者に絞り、CIPM でそれぞれを検討した上で投票により選ぶこととなった。実際には 16 名の応募があり、うち 8 名の面接を 2000 年 9 月に行った上で、2 名を翌月の第 89 回 CIPM に推薦し、最終的には無記名投票により当時英国の NPL の副所長であった Andrew Wallard 氏が選出された。参考までに推薦委員会が行った面接での共通質問事項を表 10 に示す。かつてはラテン系とアングロサクソン系の争いなどと言われたこともあったが、今回は世界的なトレーサビリティの確立という課題を負っている現在の BIPM にふさわしい選出であったと考えている。

ちなみに CIPM 委員の選考はどのように行われるかということ、加盟国の研究者で諮問委員会や、その他の場での活動状況から、これはと思

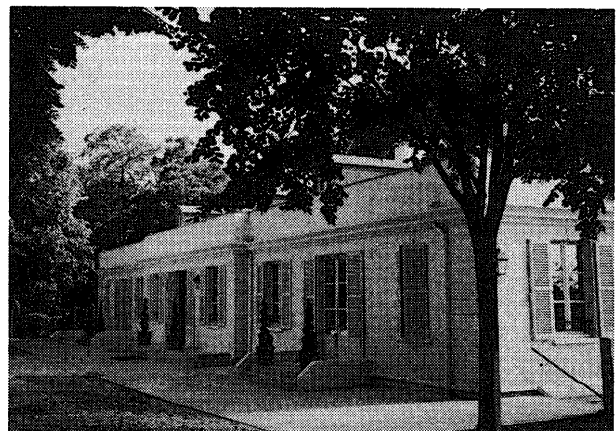


写真 10 完成後の新棟 (Pavillon du Mail, 2002年6月)

われる候補者を CIPM 事務局が CIPM に推薦し、投票にかけて決定する。候補者は各国政府から推薦されることもある。最近では事務局会合で随時将来の候補者を検討しており、欠員が生じたら、出身国の大きさ（分担金の程度）、活動分野、地理的分布などを勘案して、委員会に推薦する候補を決めている。

ここで BIPM の業務内容について触れておきたい。かつては条約加盟国の標準器（例えばブロックゲージや測地用基準尺）の校正業務を相当程度行っていたが、1980 年代から 90 年代の前半まではより高度の標準の開発や国際比較業務が主流となっていた。研究者にとっては良き時代であった。しかし第 21 回 CGPM（1999 年）で相互承認取り決めが成立する前後からは、職員の多くが基幹比較の実施や整理に追われ、新たな標準の開発などの研究に専念することが困難になってきた。しかし BIPM が生きながらえるためには、これらの業務が避けて通れないものであることを CIPM も承認し、1998 年 2 月の CIPM 事務局会合の折に、職員全員を集めて Kovalevsky 委員長から委員会の方針を説明した（写真 11 はその折の委員会事務局メンバー）。年配の職員ほど不満があったように感じられるが、一方では国際比較の事務だけに専念すればよいという極論もあるので、現状は程よいバランスを保っているというべきであろう。

表 10 次期局長の選考における共通質問事項

1. なぜ応募したか？語学の経験は？
2. 現在の計量において Key となる事項は何か
3. BIPM はそれに対してどのような役割を果たすべきか？
4. 地域組織、他の国際組織との関係はどうあるべきか？
5. マネージメントの考え方は？
6. 管理あるいはリーダーの経験は？
7. 貴殿は BIPM にどのような貢献ができるか？

5. 国際計量体制の将来と日本の役割

5. 1 今後の国際計量体制

一次標準の研究は一層の高度化により、今後ますます多額の資金が必要になると考えられる。そのために標準研究の国際協力・国際分担が必要になっていくであろう。すでにアボガドロ定数の再決定の研究では委員会自身の管理の下で国際的な研究チームが編成されている。一方では 1 研究所の開発した標準をそのまま国際標準にすることは危険であり、複数の研究所が実現した標準の相互比較は不可欠である。連続的に稼動しているセシウム周波数 1 次標準器が一時ドイツ物理工学研究所 (PTB) のものだけになった時期があり、1991 年の第 19 回 CGPM で、周波数 1 次標準器の設定・維持を各国に要請する決議をしたことがあった。現在開発が進んでいるキログラム実現のためのいわゆるワット・バランスについても、米国 NIST が得た結果だけでは不十分で、少なくとも 2 ヶ所での成果が比較されるべきであろう。これらの研究では学際的な協力の必要も高まっており、内外ともに大学・産業界の協力の重要性が増すであろう。

BIPM の役割にも大きな変革が必要とされる。前記のように研究のウエートは低下し、相互承

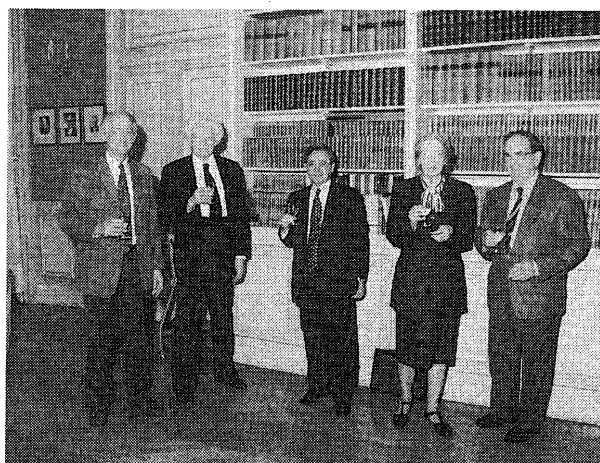


写真 11 職員への説明会における CIPM 事務局メンバー (1998 年 2 月): 左から Quinn BIPM 局長、Kovalevsky 委員長、筆者、Gebbie 副委員長、Blevin 幹事)

認取り決めの運営のような管理的業務が増加する。そのため、自前の研究テーマにはこれまで以上の選択と集中が求められよう。そのために生じる研究活動の低下を補完するためには、国際共同研究の促進が考えられる。BIPMはこのような研究の推進の事務局となるほか、研究場所を提供する組織として活用されるべきである。

世界的なトレーサビリティ体系は質・量とも充実していくであろう。特に医薬と食品の成分に関わる標準の確立と校正体系の整備が完成すれば、メートル条約の役割は飛躍的に拡大する。しかし計量標準の存在意義を政治家や行政官、さらには一般大衆に理解してもらうためには、計量標準のトレーサビリティが果たしている役割が分かりやすい形で説明できなければならない。そのために説明責任を重視する英国 NPL、米国 NIST などが先鞭をつけて計量の経済効果の研究が始まっているが、わが国でも同様な努力が必要であろう。

一方では地域的な協力関係がますます深まり、トレーサビリティの実用部分を担う傾向が強まると考えられる。産業のグローバル化はますます進展すると思われるので、地域でのトレーサビリティ活動については産業界にももっと関心を持ってもらい、その成果を活用してもらう努力が必要であろう。もちろん地域活動に限らず、計量標準に対する産業界のニーズを掘りおこし、協力関係を密接化する努力が必要である。

5. 2 日本の役割

計量標準に関わる国際的な活動におけるわが国の役割について、過去の経緯も含めて触れておきたい。良く知られているようにわが国はメートル条約に 10 年遅れて加盟したが、表 11 に見るように 1907 年からはほとんど常時 CIPM の席を確保してきた。これは当時の国力から見れば真に驚くべきことで、明治政府の見識と当時の科学技術の先駆者の能力に敬意を表さざるを得ない。

次にわが国からのメートル条約への貢献について簡単に触れておく。すでに述べたように歳費の分担は加盟国の義務であるから特別な貢献とは言えないが、わが国は 1970 年代から米国、ドイツ、ソ連（1989 年まで）と並んで最大拠出国である。そのため国際度量衡委員会、各諮問委員会およびその下にある作業部会の活動では常に主要な役割を果たしてきた。肝心の計量標準の定義や現示方法についての国際的な取り決めにおける科学的な貢献という面では、戦前は中央度量衡検定所長の渡辺襄氏らによるカドミウム光源の波長測定、戦前戦中の東京工業大学大石二郎教授による氷点の熱力学的絶対温度測定、戦後になってからは増井敏郎らによるクリプトン同位元素光源の波長測定などがあったものの²⁾、その後は必ずしも十分であったとは言えない。東京大学霜田光一名誉教授がかつてメタン吸収による安定化レーザを提唱されたり、筑波大学安藤恒也教授、学習院大学川路紳治教授らによる量子化ホール効果についての先駆的

表 11 我が国からの国際度量衡委員（出席総会；国際度量衡委員長；国際度量衡局長）

在任期間 (年)	氏名	出席した総会	在任時の委員長	在任時の局長
1907-1931	田中館愛橘	第 4-7 回	Foerster-Volterra	Benoit-Guillaume
1931-1948	長岡半太郎	第 8 回	Volterra-Sears	Guillaume-Perard
1952-1966	山内 二郎	第 10, 12 回	Sears-Danjon-Vieweg-Howlet	Volet-Terrien
1967-1973	朝永 良夫	第 13-14 回	Howlet-Otero	Terrien
1974-1980	櫻井 好正	第 15-16 回	Otero-Dunworth	Terrien-Giacomo
1981-1985	川田 裕郎	第 17 回	Dunworth-Kind	Giacomo
1986-2001	飯塚 幸三	第 18-21 回	Kind-Kovalevsky	Giacomo-Quinn
2001-	田中 充		Kovalevsky	Quinn

研究があったものの、それらを他の国に先駆けて計量標準として現実化できなかったことが惜しまれる。

国際度量衡局における日本人研究者の活躍も多々あったが、これまで1年間以上の長期に滞在した研究者は表12のとおりで、僅か6人である。また長期にBIPMの正規職員になったのはよく知られているように表10の中の佐久間晃彦氏だけであった。同氏は重力加速度の絶対測定で世界で初めて 10^{-9} の精度を実現して日本人研究者の地位を高め、フランス科学アカデミーから功績賞を受賞した(写真12は同氏の可搬型絶対測定装置)。また電総研から出向した遠藤忠氏が量子化ホール抵抗標準について行った研究もBIPMでは高く評価されていた。通信総合研究所(通総研)の今江理人氏が行ったGPSの受信アンテナに関する貢献も同様である。

次に物的な貢献としては、わが国の優れた製品(干渉計や天秤など)が採算を度外視した協

力により納入されている。筆者が在任中の完全な寄贈品としては、元計量研の秋元義明氏が開発し、筆者自身が運搬したレーザー波長安定化制御機器(写真13)、(財)機械振興協会技術研究所の上野滋氏が開発した原器加工用NC旋盤、株式会社ミットヨのご好意による原器加工ひずみ評価用のアカシ微小硬度計の3点がある。そのほか研究用ではないが、2000年10月にはメートル条約締結125周年記念として、工業技術院から名古屋工業技術研究所の協力により作成した直径60cmの九谷焼の「官窯」の大皿が寄贈され(写真14は在パリ日本大使公邸における贈呈式の模様)、現在BIPMの新館右手に飾られている。

6. 結び

過去15年の在任期間を振り返ってみると、最初にも述べたようにBIPMを中心とするメートル条約の活動に大きな変革があった。その要点

表12 国際度量衡局に長期滞在したわが国研究者

氏名	出身研究所	滞在期間	研究課題
吉江 清	電総研	1953-1955	度量衡の維持ならびに改善
増井 敏郎	計量研	1955-1957	基礎測定技術
平山 宏之	電総研	1957-1959	電気単位および電気標準器
佐久間晃彦	計量研	1959-1996	地球重力の国際標準値決定
今江 理人	通総研	1990-1991	衛星通信による周波数標準
遠藤 忠	電総研	1984-1986	量子化ホール素子抵抗標準

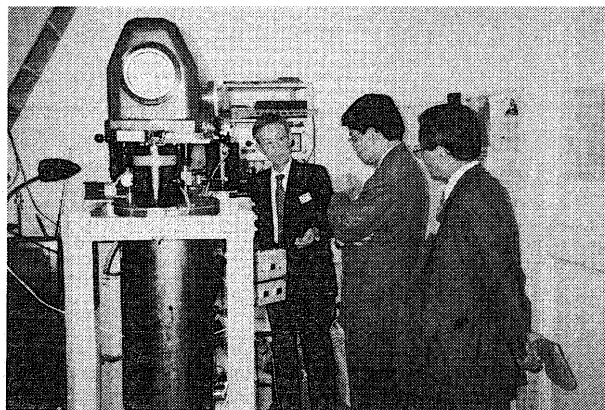


写真12 可搬型絶対測定装置を説明する佐久間晃彦氏(左端; 1995年10月)

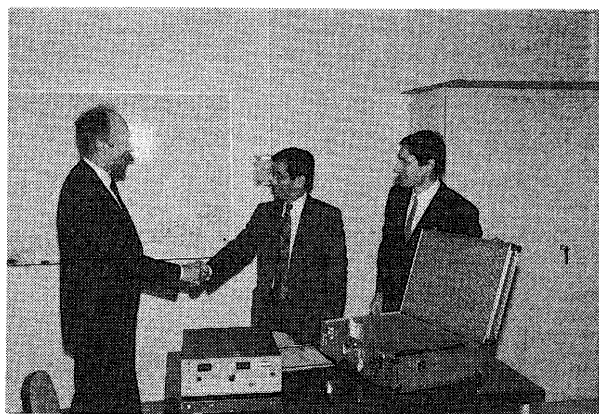


写真13 レーザー波長安定化制御器の贈呈(1998年10月; 左端はQuinn局長)

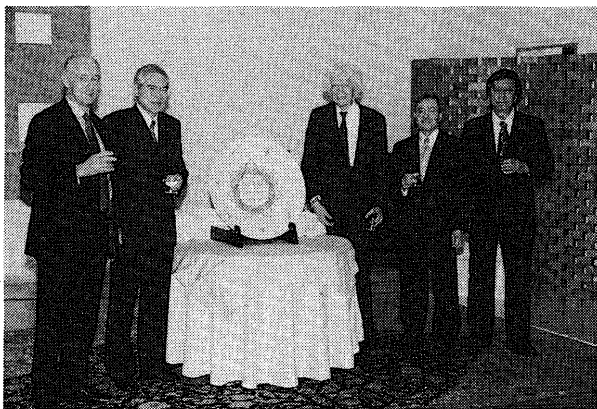


写真 14 メートル法 125 周年記念大皿の贈呈式
(2000 年 10 月、パリ日本大使館にて) : 左から Quinn 局長、小倉在佛大使、Kovalevsky 委員長、筆者、榎本名古屋工業技術研究所長

は次の 3 点である。

- (a) 活動対象が基礎標準から実用標準まで大きく拡大したこと、
 - (b) 科学技術的な業務だけでなく相互承認等の行政的な業務が入ってきたこと、
 - (c) 地域の活動が非常に活発になってきたこと (リージョナリズムがグローバルズムを凌駕し、地域が先行する事例が生じている。そのためそれらを的確かつ統一的に管理、監督しなければならないという問題が生じている)。
- 以上のような背景から内外ともに一層密接かつ直接的な人的交流が必要であり、今後この分野で活動するためには多国間協議の場での一層の (英語での) 交渉力も必要となろう。それとともに BIPM のあり方とも関連して、我が国からの人的、物的協力について改めて検討する必要がある。併せて各種国際組織間の役割分担を見直し、相互協力 (場合によっては統合まで) を積極的に展開するよう主張していくべきではないかと考える。また地域活動の重要性の増大から、近隣の計量大国である中、韓両国との協力関係に注意を払いつつ、アジアにおけるわが国のリーダーシップを維持していくべきである。

終わりにあたって、筆者が委員会に在任した間を振り返って反省している点を列挙しておく

たい。

1. 計量標準をめぐる環境の 90 年代における急激な変革 (具体的にはグローバル化と認証制度) に対する対応に遅れがあった。実は実用標準、特に化学分野の活動には常時消極的な対応をとってきたが、それはわが国の状況が積極的な対応を許す状況に至っていなかったからでもある。
2. 地域及び途上国向けの活動についても出遅れの感が否めない。これもわが国の国情によるが、最近になって巻き返しが成功しつつある。関係者の努力を評価したい。
3. 1996 年に退職された佐久間晃彦氏は唯一の職員であったが、その後、正規職員が採用されていない。広く人材を発掘する努力が不十分であったと反省している。

以上 CIPM の在任期間に見聞したことを中心に国際的な計量標準の発展動向を紹介した。講演の機会を与えていただいた本学会理事で北海道大学名誉教授高田誠二氏、ならびに講演のための資料を多々提供頂いた独立行政法人産業技術総合研究所の関係者の方々にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。終わりになったが、本稿をまとめるに当たって、講演内容の記録をとって頂き、かつ貴重な意見を頂戴した元計量研究所長の栗田良春氏に深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 秋元義明 : 計量標準の国際相互認証フレームワーク、計測と制御 v. 40, No. 7 (2001) 489/493
- 2) 飯塚幸三 : 計量の 1 世紀を振り返って、計量管理 v. 53, No. 2 (2003) 152/160

付表 1985年から2000年までの間のCIPMでの重要な話題

-
- 1985年： von Klitzing氏へのお祝い状贈呈；佐久間晃彦氏のフランス科学アカデミーの賞受賞
- 1986年： 次期局長として Quinn氏選出
- 1987年： 第18回総会；キログラム原器の第3回校正決定、電気標準にジョゼフソン電圧と量子化ホール抵抗採用へ向けての決議、新温度目盛への移行期日決定
- 1988年： 局長 Quinn氏に交替、ジョゼフソン係数と量子化ホール係数の値の決定、ITS-90決定、総会・委員会文書の英語化決定
- 1989年： 幹事 Kovalevsky氏に交代
- 1990年： 化学におけるトレーサビリティ臨時作業部会設置
- 1991年： 第19回総会；倍量・分量の接頭語追加
- 1992年： 国際比較、長期的研究に関する勧告、メートルの定義の現示方法勧告
- 1993年： ISO認定制度の問題初めて討議、CCQM設置決定
- 1994年： 初めての女性委員（Gebbie氏）出席、Crovini氏を幹事補佐に選任
- 1995年： 20回総会；世界的トレーサビリティ確立、化学測定への取組決議、OIMLとの統合問題検討要請、計量の長期的ニーズ検討を指示
- 1996年： Kind委員長の後任に Kovalevsky氏を選任、Crovini氏死去、幹事を Blevin氏に決定、音響超音波振動臨時作業部会設置
- 1997年： 計量の長期的ニーズ報告書承認、諮問委員会の名称変更、相互承認協定原案審議、地域組織との合同委員会（JCRB）設置承認
- 1998年： 化学部門新設承認、CCAUV設置決定、硬さ作業部会設置承認、流量と粘度も検討開始
- 1999年： 21回総会；相互承認取り決め決定、協力国制度決定、バイオテクノロジー分野の標準の検討決定、世界計量記念日制定、幹事に Kaarls氏を選任
- 2000年： 次期局長に Wallard氏を選任、計量の長期的ニーズに関する報告書の改訂決定
-

Historical Review of the International
Activity in Metrology and its Future
—15 years as a Member of the CIPM—

Kozuo IIZUKA

Summary:

A historical review of the achievements of the CIPM (Comite International des Poids et Mesures) during the period of 1989 to 2001, when the author was in the Committee, is presented. After introducing the framework and the structure of the Metre Convention, recent changes of the activity and the role of the CIPM and its Consultative Committees are explained together with their background. The movement towards the establishment of the global traceability of measurement standards,

especially the agreement for Mutual Recognition Arrangement of Metrological Standards and of Calibration and Measurement Certificates, is looked back in detail, referring to the cooperation of the CIPM with other International Organizations including the regional metrology organizations. The past and present management (the structure, budget, personnel etc.) of the BIPM (Bureau International des poids et Mesures) is presented. In the end, the role of Japan in the activity of the Metre Convention for the development of the metrological standards and its global traceability in future is suggested.