

結論

国際計量体制の歴史と将来像 (1)* — 国際度量衡委員在任 15 年を顧みて —

飯塚 幸三**

1. はじめに

筆者は 1986 年から 2001 年までの 15 年間、国際度量衡委員会の委員に在任した。以下ではこの間の国際度量衡委員会と国際度量衡局の活動の概要を紹介する。つい最近までの状況を紹介することが本学会の会員の方々にどれほどのお役にたつか筆者には判断がつかないが、今日現在も明日には過去となるので、筆者の見聞した事実を計量の現代史の 1 断面として読んでいただければ幸である。そのためには出来るだけ客観的な記述が望ましいが、現在進展中であつたり、不確定のまま推移している事項もあり、若干の個人的な見解が加味されていることはご容赦をお願いする次第である。

思い起こせば、筆者が在任したこの 15 年は国際度量衡委員会にとってまさに激動の時代であつた。言いかえれば国際的な度量衡標準の組織としての国際度量衡委員会を位置付けている「メートル条約」そのものの運用が、近年になって大きな変革を遂げたのである。国際度量衡委員会は条約の役割を、よくいえば大きく発展させ、悪く言えば変質させたとも言える。その評価は後世に待たねばならないが、「度量衡」という古めかしい語感の分野を現代社会と最先端科学技術分野の要求に対応するように拡大・発展させたことは歴史的な流れの必然として理解されて良いものと筆者は考えている。

2. メートル条約とその実行組織

最初にメートル条約とそれに基づいて設置されている組織としての国際度量衡委員会と国際度量衡局について簡単に説明しておきたい。計量標準に関わったことのある会員の方々にとって、これらはなじみ深いものであり、いまさらその生い立ちについて述べる必要も無いはずであるが、本稿が会員外の一般の人びとの目に触れる可能性も想定して、基本的な事項について、若干の解説をしておきたい。ご存知の方は読み飛ばしていただいて構わない。

良く知られているように、18 世紀後半からフランスの科学者達は自然現象に基づく不変の計量単位の実現に努力し、その成果を背景としたフランス政府の提唱によって世界共通の計量単位系を確立・普及するためのメートル条約が 1875 年に締結された。当初の加盟国は 17 国であつたが、第 1 回の国際度量衡総会が開催された 1891 年までには 23 国(わが国は 1885 年に加盟を決定)、第 2 次世界大戦後の 1950 年では 34 国、そして現在は 51 国が加盟している(2002 年 10 月現在、分担金を長期にわたり滞納している 2 国が除名されようとしている)。

現在のメートル条約は、本文 14 条と付則 21 条からなり、一見、国際度量衡局の設置法のごとくであつて、メートル法による単位の統一は同局の任務あるいは国際度量衡総会の使命として間接的に謳われている。1921 年に電気量と物理定数に関する業務を追加するとともに、規定

* 原稿受付 2002 年 10 月 15 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

された組織の運営や分担金の算出方法などを明確化するための条約改正が行われたが、その後は一切の改訂なしで今日に至っている。図1はこの条約の規定に従って設置されている組織の構成を示す。

この条約の第1条は「条約締結国は、共同の資金により国際度量衡局を設立維持し、パリにこれを常置し、学術上の諸問題を扱わせることとする」となっており、これが条約が設置法のごとく感じられる所以であるが、実際の所在地はよく知られているように、パリ周辺の町セーヴル市に属するサン・クルー公園の一角である（写真1は同局の入り口と本館）。

第3条では、国際度量衡局は国際度量衡委員会の指導と監督により業務を行うこと、そして同委員会は国際度量衡総会の権限の下にあることが規定されている。つまり国際度量衡総会は加盟国政府の代表がそれぞれ1票の投票権を持つ最高の議決機関で、少なくとも6年に1回パリで開催され（最近では4年に1回開催）、計量学の基礎に関する新たな決定や、国際度量衡委員の承認（毎回半数改選；再任は可）などの権限を持つ（付則第7条）。

国際度量衡委員会は国籍の異なる18名の委員により構成され（付則第8条）、欠員が生じた場合、投票（無記名）で次回の総会までの暫定的な委員が選出される（付則第14条）。委員会は少なくとも2年に1回開催され（付則第11条；最近では毎年開催）、国際度量衡局の組織と業務、定員を定める（付則第15条、17条）と共

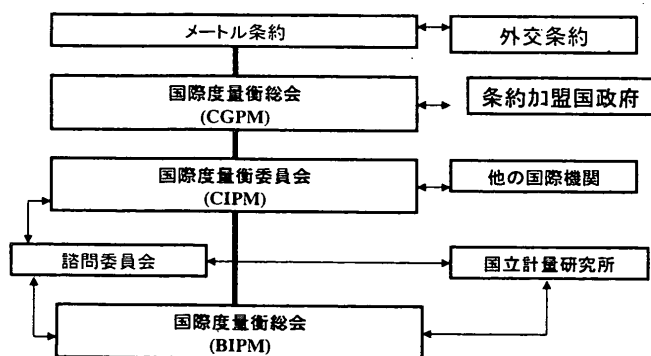


図1 メートル条約に基づく組織

に、国際度量衡局長からの提案による年間予算案、会計状況、決算及び業務報告を審議、承認すると共に、加盟国政府への年次報告などを行う（付則第19条）。また国際度量衡局長と次長の選任は国際度量衡委員会の無記名投票で決める（付則第17条）。

国際度量衡委員会は付則第10条により、上記のような国際度量衡局の運営に関わるほか、

- ・加盟各国が共同して行うことを決定した計量学に関するすべての仕事の指揮、
- ・国際原器と国際標準器の保管の監督および
- ・計量学の問題に対する専門家の共同作業グループの設置と、その結果の調整

を任務としている。この第3項が各課題（量の種類等）ごとに諮問委員会が設置されている根拠である。表1には条約締結後の重要な事項を一覧表にまとめてあるが、その1927年の欄にあるように、最初の諮問委員会は電気量の単位と標準を決めるために設置された電気諮問委員会で、以後第2次世界大戦までにはほとんどの基本量の標準についての業務が国際度量衡委員会と国際度量衡局に取り込まれた。さらに戦後になると放射線標準に関わる業務が加えられたほか、各物理量の標準の高度化に対応するため、基本量ごとの諮問委員会が設けられてきた。特に従来のメートル法による単位系を拡張したいわゆる国際単位系（SI）の中に、化学分野での量の表示に便利な基本単位として物質量の単位モル

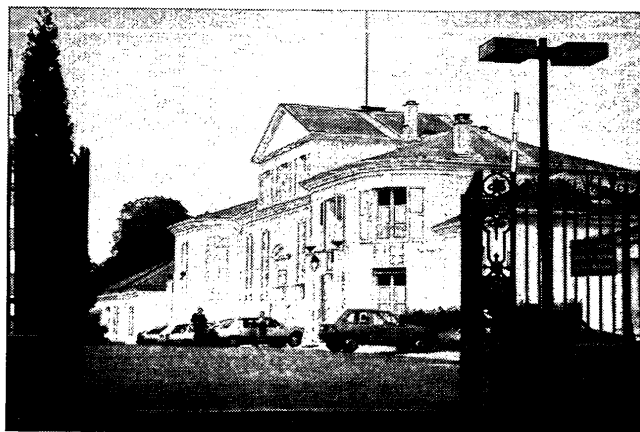


写真1 国際度量衡局の正門と本館

表1 メートル条約の節目

西暦年	出来事
1875年	条約調印
1889年	第1回国際度量衡総会
1921年	条約改定(電気単位と物理定数の業務追加)
1927年	電気諮問委員会創設(現電磁気諮問委員会)
1933年	測光・放射測定諮問委員会創設 (現測光・放射諮問委員会)
1937年	測温諮問委員会創設
1958年	電離性放射線測定諮問委員会創設 (現放射線諮問委員会)
1960年	国際単位系(SI)決定(第11回総会) 分担金を人口比例から国連係数比例に改定
1983年	「メートル」を光の速さに基づく定義に変更
1985年	国際報時局の業務引取り
1993年	物質質量諮問委員会創設
1995年	世界的トレーサビリティ確立および 計量の将来のニーズについての検討開始 (第20回総会)
1997年	第1回計量研究所長会議
1998年	音響・超音波・振動諮問委員会創設
1999年	総会協力国制度の新設と相互承認取り決めの 調印(第21回総会)

を取り込み、化学標準を扱うための物質質量諮問委員会が発足したことは、その後の拡張・発展への転機として重要である。

こうして現在までに、国際度量衡の各組織が条約を改正することなしにすべての分野の単位の問題を扱うようになってきたのであるが、その根拠は前記の条約付則第10条にあると考えられる。事実メートル条約による活動の範囲がどこまで拡張できるかについては、物質質量諮問委員会の設置を決めた1993年前後の国際度量衡委員会でしばしば議論したことであるが、最近では測定のための基準を活動の対象にできるとの合意ができあがっていると言ってよいであろう。

3. 国際度量衡総会と国際度量衡委員会の今昔

最初に述べたように、筆者が在任した15年間は国際度量衡委員会(以下委員会と略称する)にとって激動の時代であった。この間の主な変化は大別すれば、(1)新たな標準の確立、(2)活動範囲の拡大、(3)グローバル化、(4)関連国際組織との新たな協力、(5)度量衡組織自身

の変革の5点に集約される。以下ではそれぞれについて詳しく述べる。

3. 1 新たな標準の確立

筆者がはじめて出席した1985年の第74回委員会(この時は川田裕郎委員の辞任後の招待者として出席)直前に、量子化ホール効果の発見に関わる業績により von Klitzing 博士へのノーベル物理学賞の受賞が発表された。すでに1970年代から多くの研究成果が積み重ねられ暫定的に標準値の決められていたジョゼフソン素子による電圧標準と並んで、この受賞を契機に電気抵抗の量子標準の実用化が急速に進められ、翌1986年の委員会では、早くも1987年の第18回国際度量衡総会(以下総会と略称する)に懸ける決議案として、これらの量子効果を利用した電気標準の採用と、長い研究の積み重ねの結果を集約した新しい温度目盛の採用を提案することが決定された。併せて1950年代に行われたキログラム原器の第3回校正を行うことも決議された。これらの決定の具体化は委員会に任せられ、新しい電気標準および改訂された国際温度目盛ITS-1990は1990年1月1日から正式に採用された。

一方原器の再校正は周到な準備の末、1989年から1992年にかけて実施され、各国原器は概ね数10ngの不確かさで校正されたが、反面、白金イリジウム合金製の国際キログラム原器により現示される質量標準の恒久性についての疑問を増大させることになった。その結果、量子効果による電気標準によりキログラム原器の質量を監視する方法や、シリコン単結晶を利用して決定したアボガドロ定数と原子の質量からキログラムを定義する可能性などの研究に拍車がかかりつつある。

このほかメートルの定義を実現するためのレーザー光源の波長と周波数の見直しも進捗し、1992年の委員会で決定されたメートルの現示方法の改訂版では、1983年の定義の変更当時と比べて2桁以上の精度の向上が図られた。

3. 2 活動範囲の拡大と諮問委員会の変容

筆者が委員会委員に選任される直前の 1985 年と、退任直前における国際度量衡委員会の構成はそれぞれ表 2、表 3 に示すとおりである（写真 2、3 はそれぞれ委員会恒例の出席者写真、また写真 4 は委員会の会議の様相である）。

表 2 国際度量衡委員会の構成 (1986 年 9 月現在)

氏名	国籍	就任年
1. J.de Boer	オランダ	1953
2. k.Siegbahn	スウェーデン	1964
3. H.Preston-Thomas	カナダ	1969
4. E.Ambler	米国	1972
5. D.Kind	西ドイツ	1976
6. H.H.Jensen	デンマーク	1978
7. R.Steinberg	アルゼンチン	1978
8. Wang Ta-Heng	中国	1979
9. J.Skákala	チェコスロバキア	1980
10. A.Bray	イタリヤ	1981
11. W.R.Blevin	オーストラリア	1982
12. T.Plebanski	ポーランド	1983
13. J.Kovalevsky	フランス	1984
14. P.Dean	英国	1985
15. A.P.Mitra	インド	1985
16. K.Iizuka	日本	1986
17. O.Sara	ブラジル	1986
18. A.I.Mekhannikov	ソ連	1986

筆者の着任前後の委員会での主たる議題は、長さ標準としてのレーザ波長の活用・改善についての研究、キログラム原器の再校正の準備、前記したとおりの量子効果による電気標準の導入、国際温度目盛の改訂などであり、国際度量衡局については伝統的な長さ、質量、電気の標

表 3 国際度量衡委員会の構成 (2001 年 6 月現在)
(欠員 1 名)

氏名	国籍	就任年
J.Kovalevsky ¹⁾	フランス	1984
K.Iizuka ²⁾	日本	1986
P.pâquet ³⁾	ベルギー	1992
Gao Jie	中国	1993
E.S.R.Gopal	インド	1993
R.Kaarls ⁴⁾	オランダ	1994
G.Moscati ⁵⁾	ブラジル	1995
M.S.Chung	韓国	1996
A.J.Wallard ⁶⁾	イギリス	1996
E.O.Göbel	ドイツ	1997
A.L.VanKoughnett ⁷⁾	カナダ	1997
S.Leschiutta	イタリア	1997
L.K.Issaev	ロシア	1999
H.Ugur	トルコ	1999
J.Valdés	アルゼンチン	1999
K.H.Brown	米国	2000
S.D.Inglis ⁸⁾	オーストラリア	2000

- 1) 委員長
- 2) 副委員長；2001 年 6 月退任
- 3) 2001 年 10 月退任
- 4) 幹事
- 5) 2001 年 10 月より副委員長
- 6) 次期局長に就任のため 2002 年 3 月退任
- 7) 副委員長；2002 年 6 月退任
- 8) 2002 年 10 月より副委員長

準のほか、時間に関する業務についても拡充の方向を容認する一方、放射線部門については縮小の議論が出始めていた。このような方針の下で国際度量衡局は 1985 年の第 74 回委員会において、それまでパリの天文台において国際標準時の維持の任に当たっていた国際報時局 (BIH) の業務を、国際度量衡局の時間部門が引き取ることを決定し、1986 年 1 月 1 日以降、国際標準

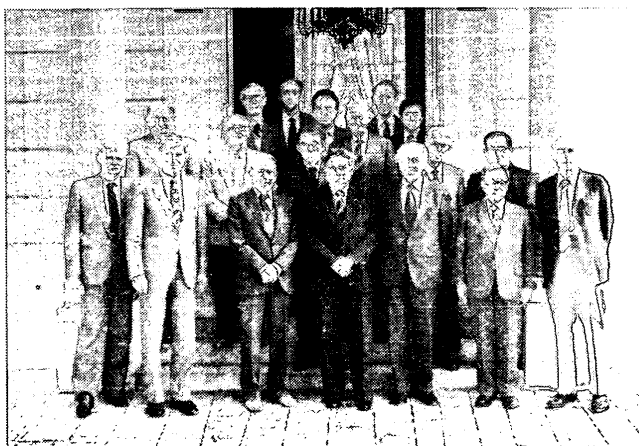


写真 2 1985 年の国際度量衡委員会

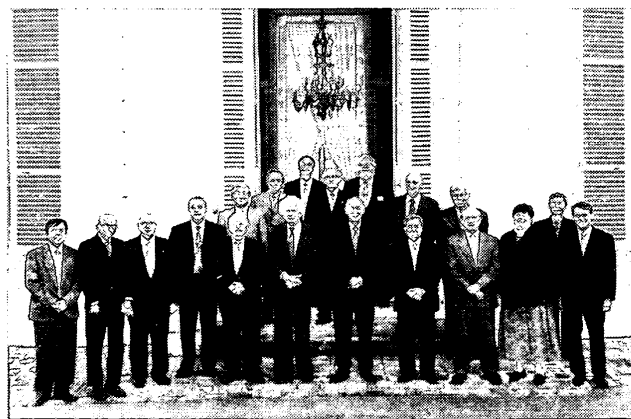


写真 3 2000 年の国際度量衡委員会



写真4 国際度量衡委員会での会議の様相(1993年)

時、原子時の維持が同局の重要なルーティン業務の一つとなっている。また局内の建物の長期建設計画に従って、図書室を含む新管理棟の建設計画が1986年の第75回委員会に提案され、その承認を得て新しい建物が1988年に完成した(写真5)。この棟内には現在、図書室のほか局長室、管理部門、研究室の一部、小会議室などが配置され、屋根裏の部屋は委員会等の会合の際の昼食(サンドイッチとワイン、果物の立食)の場となっている(写真6)。

1971年の第14回国際度量衡総会において、化学分野に国際単位系(SI)を普及する意図も兼ねて、新たな基本単位として物質の単位モルの導入を決定したが、その後長い間、化学標準はメートル条約の活動の域外におかれていた。



写真5 国際度量衡局管理棟(右)

しかし1990年になって国際分析化学会での討議を契機として、化学測定の標準について何ができるか、何をなすべきかと言う検討が委員会では始まった。委員の中では、ひとたび化学標準に踏み込むと無制限に業務が増えて、委員会あるいは度量衡局が支えきれないという慎重な意見と、なにかはやらねばならないという積極的な意見が交錯したが、結局1990年の第79回委員会で化学分野のトレーサビリティを調査するための臨時作業部会を発足させることになった。主査には当時米国のNIST所長であったLion氏が物理化学の専門家であったために指名され、1991年6月に同所においてはじめての会合が開催された。この作業部会は代表的な標準物質の成分濃度測定についての国際比較を試行するとともに、化学測定に関する諮問委員会の設立の要否について答申することを求められ、2年後の1993年、第82回委員会において遂に化学測定を扱う物質諮問委員会の設置が決定した。当初は最高精度の測定・分析(SI単位で表示され得る1次標準)のみを対象とするように限定的な活動範囲を想定していた。その後、後述するような相互承認取り決めの発展とともに、この諮問委員会の活動対象は極めて多岐に拡大しつつある。

この前後から音響・振動・超音波についての標準についても委員会が取り組むべきであるという提案があり、1996年の第85回委員会で活



写真6 国際度量衡委員会の昼食

動の方向を検討する臨時作業部会が設置され、その報告を受けて2年後の1998年、第87回委員会で正式な諮問委員会としての発足が認知された。前にも述べたようにこのような活動領域の拡大は標準等の相互承認取り決めの計画と同時並行で進んできたのであるが、全体としての方向付けは1995年に開催された第20回総会の決議を受けて、委員会がまとめた「計量に関する長期的ニーズ」についての報告書で示されたと考えられる。事実、この報告書で言及しているように、その後の委員会は工業的な量の標準も活動範囲に取り込むようになった。すなわち1997年には硬さと流量測定という実用計測分野についての検討を開始し、前者については翌1998年に筆者を主査とした臨時作業部会を発足させ、ついで1999年の委員会では上記2分野をいずれも質量関連量諮問委員会の下で常設作業部会として設置することを合意した。以上のような活動範囲の拡大に伴い、現在の諮問委員会は表4に示すとおり、10となっている。

なお同時に、上記第20回総会では、資源・環境・健康福祉分野での国際単位系の使用促進、相互認証を視野に入れて、世界的な（地球規模の）トレーサビリティ確立の必要性、化学測定の世界的トレーサビリティ確立へむけての協力

表4 諮問委員会 (2002年10月現在)

諮問委員会	創設年	委員長
電磁気 [CCEM]	1927	E.O.Göbel
測光・放射測定 [CCPR]	1933	F.Hengstberger ¹⁾
測温 [CCT]	1937	H.Ugur
長さ [CCL]	1952	Chung Myung Sai
時間・周波数 [CCTF]	1956	S.Leschiutta
放射線 [CCRI]	1958	G.Moscati
単位 [CCU]	1964	I.M.Mills ²⁾
質量関連量 [CCM]	1980	M.Tanaka ³⁾
物質質量 [CCQM]	1993	R.Kaarlis
音響・超音波・振動 [CCAUV]	1998	J.Valdés

1) 2001年10月まではA.J.Wallard

2) 国際度量衡委員外の専門家

3) 2001年6月まではK.lizuka

要請など、極めて重要な決議がなされた。その意味で、振り返って見れば、この総会は一時代を画した重要な総会であったと考えられる。

(次号に続く)