

計量行政審議会計量標準部会（平成30年度第1回）議事録

日時：平成31年3月12日（火） 13時00分～14時15分

場所：経済産業省別館3階310各省庁共用会議室

出席者：

高増部会長、上野委員、臼田委員、岡本委員、勝田委員、金澤委員、黒田委員、
野口委員、花土委員、本多委員、松村委員、村田委員

議題：

○審議事項

（1）特定標準器等の指定及び指定の取消し並びに当該特定標準器等による校正等の実施及び取りやめ

・質量

（2）特定標準器による校正等の実施

・分光応答度

配付資料：

資料1 計量行政審議会に対する諮問について

参考資料1 質量：特定標準器等の指定及び指定の取消し並びに当該特定標準器等による校正等の実施及び取りやめ

参考資料2 分光応答度：特定標準器による校正等の実施

参考資料3 諮問事項に係る新旧対照表

参考資料4 計量標準供給体制の整備状況

参考資料5 計量行政審議会計量標準部会委員名簿

議事内容：

1. 審議事項の説明と質疑

（1）特定標準器等の指定及び指定の取消し並びに当該特定標準器等による校正等の実施及び取りやめ

①質量

参考資料1に基づき、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、「産総研」という。）工学計測標準部門 質量標準研究グループ 倉本 研究グループ長から説明があった。

主な質疑は以下のとおり。

高増部会長：プランク定数により値付けを行うシリコン球体は、複数あるうちのどれを使ってもよいのか。

倉本グループ長：現在はアボガドロ国際プロジェクトで製作したシリコン球体を使っているが、新しいシリコン球体があればそれを使ってもよい。

高増部会長：将来は様々な国がシリコン球体を保有していくことになるのか。

倉本グループ長：シリコン球体は一つあたり 1 億円と高価ではあるが、購入することはできる。しかし、この球体の質量を絶対測定できるのは、現時点では産総研とドイツの機関のみである。

高増部会長：少数の機関しか測定できないとすると、国際的なトレーサビリティに問題は生じないか。

倉本グループ長：質量測定には他の方法もあり、国際比較による整合性確認を行う。

本多委員：現行のキログラム原器と特定副標準器は、今後も特定標準器として使われるということか。

倉本グループ長：そのとおり。

本多委員：特定二次標準器の校正の拡張不確かさに変更はないとしても、特定標準器の不確かさには影響はないのか。

倉本グループ長：プランク定数によるシリコン球体の値付けで $24 \mu\text{g}$ の不確かさがあり、一方、国際キログラム原器に対する日本国キログラム原器の校正不確かさは $6 \mu\text{g}$ であるため、不確かさは大きくなるようにみえるが、そもそも国際キログラム原器が $50 \mu\text{g}$ の不安定性を持っており、これを加味すればシリコン球体による校正の方が不確かさは小さい。

特定副標準器の標準分銅の不確かさは実際より大きく設定しているが、これは OIML（国際法定計量機関）で分銅の校正の不確かさを大きめに規定しているのに合わせたものである。こうした大きめの不確かさ設定がなされているので、今回の変更による不確かさへの影響はない。

本多委員：値付けにはこれまでどおり天びん等を使って行うのか。

倉本グループ長：そのとおり。

臼田委員：私は国際度量衡委員として定義改定に関わってきており、国際的なトレーサビリティについて補足したい。

新たな定義による測定が可能な機関は現在 4 機関あり、まもなく 6 機関に増えるが、これらの機関が合議制で特定の分銅に値付けを行って

いくことになるだろう。測定能力を持つ機関が増えれば、それぞれの機関が不確かさをつけて測定を行っていくことになるだろう。かつてメートルの定義がメートル原器からクリプトンの波長による定義に変わったときにも同様に進んだ。

国際キログラム原器の質量がムービング・ターゲットだったので、定義改定が認められる条件として $50 \mu\text{g}$ の不確かさが決められ、これを上回る不確かさの追及は不要だった。このため、不確かさに関し定義改定による実質的な齟齬は生じていない。

花土委員：シリコン球体は2つあって、それは日本とドイツにあるということか。産総研に今後も恒に置いてあるわけではないのか。

倉本グループ長：現在は日本とドイツにあるが、アボガドロ国際プロジェクトに参加した5つの国はこのシリコン球体を使う権利があり、産総研に常に置いてあるわけではない。現在は2つともドイツにある。

花土委員：少数の機関しか測定できないとすると、国際的なトレーサビリティに問題は生じないかと感じていたが、先程の臼田委員の説明で納得した。

高増部会長：定義改定により、シリコン球体を使うことなく、 $1 \mu\text{g}$ の校正もできるようになるのか。

倉本グループ長：現在は 1kg の実現に力を入れているが、産総研では μg 、 ng を天びんを使わずにプランク定数で直接測定する技術を研究している。こうした技術が開発されると、特定二次標準器の校正範囲もいずれは変更することになると考えられる。

本多委員：質量以外の定義変更に関して、何等かの改正等が行われるのか。

事務局：7つの基本単位のうち、質量を含む4つ、すなわち質量、温度、電流、アボガドロ定数の定義が変更になった。計量法では単位の定義が政令で規定されており、その改正作業を行っているところである。
特定標準器については質量だけが変更となり、温度と電流は変更されない。産総研から補足していただきたい。

小畠 産総研計量標準普及センター長：温度は水の三重点で定義されているため、高温側では不確かさが拡大する。SI の定義で測定する場合には長時間を要するので、どの温度帯でも測定に用いていない。実用的には1989年に合意され1990年から施行された国際協約である国際温度目盛ITS-90が用いられ、これに従って標準供給が行われているが、これは変更されないので特定標準器も変更しない。

電気標準については、ジョセフソン効果による電圧標準と量子ホール効果による抵抗標準が利用されてきている。これは、かつての電流標準では産業界のニーズが満たせなかったからである。現行の電気標準は、SI 単位から離れて運用されていることになるが、今回の定義改定により、プランク定数と電気素量が決定されたので、これによりジョセフソン素子等の量子標準が SI に結びつくこととなった。このため、特定標準器の変更は不要である。

高増部会長： SI の定義による測定では、現行の ITS-90 と温度によってけっこう違うと聞いているが、どうなのか。

小島センター長：水の三重点から離れた点では、SI の定義による測定により不確かさが小さくなる。世界的に SI の定義による測定は研究されており、将来、超高温や極低温では熱力学温度による測定で不確かさが小さくなるだろう。実際、そうした国際的な潮流がみられる。産総研は金属・炭素共晶点による高温標準を開発してきており、熱力学温度による値付けを進めていく考えである。

(2) 特定標準器による校正等の実施

①分光応答度

参考資料 2 に基づき、産総研物理計測標準研究部門光放射標準研究グループ 薮 グループ長から説明があった。

主な質疑は以下のとおり。

高増部会長：シリコンフォトダイオードは従来どおりの校正方法だが、インジウムガリウムひ素フォトダイオードの場合、ワーキングスタンダードで熱型検出器を使うなど異なる方法をとっている。詳細に説明されたい。

薮グループ長：レーザ波長点で値付けされた分光応答度に基づき、波長範囲を拡張する必要があるが、その際に、感度の波長依存性が小さいことが分かっている熱型検出器を用いる。インジウムガリウムひ素フォトダイオードに対しては、シリコンフォトダイオードの分光応答度を基準として、波長が両フォトダイオードでオーバーラップする範囲を校正し、さらに熱型検出器との比較測定で、他の波長範囲を校正していく。

高増部会長：波長範囲をつなぐところで単色平行光発生装置を使うのか。

薮グループ長：そのとおり。

高増部会長：同じ装置なのに、波長範囲により不確かさが変わるのはなぜか。

木下 産総研光放射標準研究グループ主任研究員：器物によって波長により不確かさが変わる。例えば、シリコンフォトダイオードやインジウムガリウムヒ素フォトダイオードには温度依存性があり、これがさらに波長に依存する。シリコンフォトダイオードは 1000 nm を超える波長域では温度依存が大きい。また、フォトダイオードの受光面には感度にむらがあり、同じ場所で受光すれば同じ出力となるが、場所がずれると出力が変わり、さらに波長依存性もある。250 nm 以下ではむらも大きいため不確かさが大きい。

本多委員：単色平行光発生装置が波長域ごとに出力が変わることはないともてよいか。

木下主任研究員：分光器の分散からくる波長依存性があり、不確かさに積んでいる。

2. 議決

諮問事項の全てについて、異議なく承認された。

その他：

事務局から、本日決議いただいた諮問事項について、大臣への答申を経て、告示を行う予定であることを説明した。

また、次回の計量標準部会については、概ね1年後の開催を予定している旨説明があった。

お問合せ先

産業技術環境局 計量行政室

電話：03-3501-1688 FAX：03-3501-7851