

計 量 啓 発 標 語

平成20年度の最優秀作品及び優秀作品

優秀
作品

計量で 我が家に育った
科学の目

埼玉県 椎橋重雄さん

優秀
作品

育てよう 計る目量る手
管理の心

東京都 田邊秀一さん

最優秀作品

見た目より
遥かに重い
ひと目もり

神奈川県 池田裕介さん

計量啓発標語とは

経済産業省・独立行政法人・行政機関・中央計量団体で構成される計量記念日組織委員会（事務局：社団法人日本計量振興協会）が、多くの方々に正確な計量への意識を高めていただくことを目的に、計量啓発標語の募集を、平成13年度から毎年実施しています。8年目にあたる昨年（平成20年度）は、全国から404点の応募がありました。

募集から受賞作品決定までのスケジュール

毎年4月15日	地方計量行政機関、計量関係団体、企業を通じ作品を募集します。
9月10日	応募を締め切ります。
10月中旬	計量記念日実行委員会において応募作品を厳正に審査し、最優秀作品1点、優秀作品2点、佳作数点を選定します。
11月1日	計量記念日全国大会において、最優秀作品及び優秀作品を発表・表彰します。

平成21年度のポスターは、計量も、計測も、高精度な技術で測る正確さが大切であることを、ピンポイントな正確さでわずかなミスも許さない卓球選手の高度な技で表現することを試み、キャラクターには全日本卓球選手権大会女子ダブルス初優勝、女子ジュニア優勝（3連覇）の石川佳純さんを起用しました。



この印刷物は、オートレースの補助を受けて制作したものです。

<http://autorace.jp/>

発行日 平成21年9月15日

発行所 社団法人 日本計量振興協会

〒162-0837 東京都新宿区納戸町25-1

TEL.03-3268-4920(代表)

<http://www.nikkeishin.or.jp/>

計 量 の ひ ろ ば

No. 52

特集

長さの単位の国家標準の変遷と 新しい国家標準

—正確な光周波数のものさし(光周波数コム装置)—

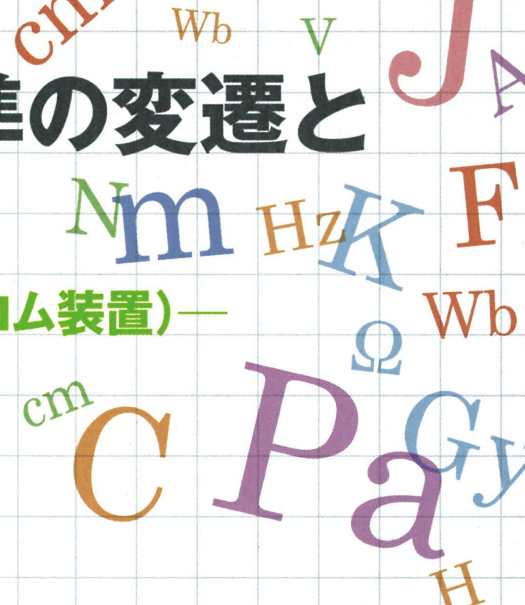


ピンポイントな正確さで
わずかなミスも許さない

11月1日は計量記念日

長さの単位の国家標準の変遷と新しい国家標準

— 正確な光周波数のものさし (光周波数コム装置) —

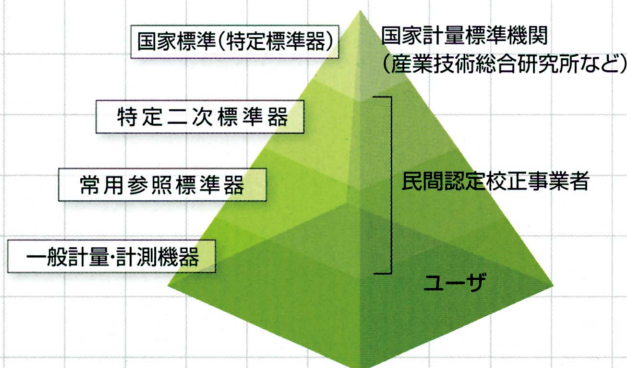


計量トレーサビリティと国家標準

わが国の計量法という法律では、産業界・社会で適正な計量・計測が実施できるよう計量トレーサビリティ制度が定められています。そこでは、私たちの毎日の生活や産業の現場等で使われるさまざまな計量・計測機器の最上位に国家標準(特定標準器)が指定されています。産業界・社会で使われる計量・計測機器はより精度の高い(不確かさの小さい)常用参照標準器と校正し、常用参照標準器はさらに精度の高い特定二次標準器と校正し、特定二次標準器は最高精度の特定標準器と校正するような仕組みになっています。この仕組みによって、産業界・社会で使われる計量・計測機器は、国家標準への計量トレーサビリティが確保できるようになり、それらの計量・計測値に対して信頼性が生まれます。

国家標準に関する最新の話題として、長さの国家標準が新たに変更されたことをご紹介します。2009年7月16日、長さの国家標準がいままでの「よう素安定化ヘリウムネオンレーザ」から新方式の「協定世界時に同期した光周波数コム装置」に指定され、26年ぶりの変更になりました。その結果、長さの国家標準として測られる「光の波長(真空中)」がいままでに比べて300倍も高精度(相対不確かさ 7×10^{-14})になりました。また、いままでの波長(633nm)に加えて、これまで難しかった光通信の光の波長(1.5 μm)も測れるようになり、高速光通信技術など関連する産業界への波及効果も大きく期待されます。

計量トレーサビリティ制度

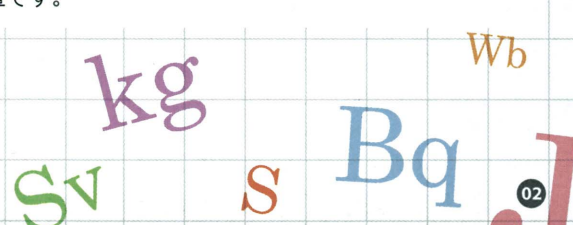


長さの単位「メートル」と国家標準のうつり変わり

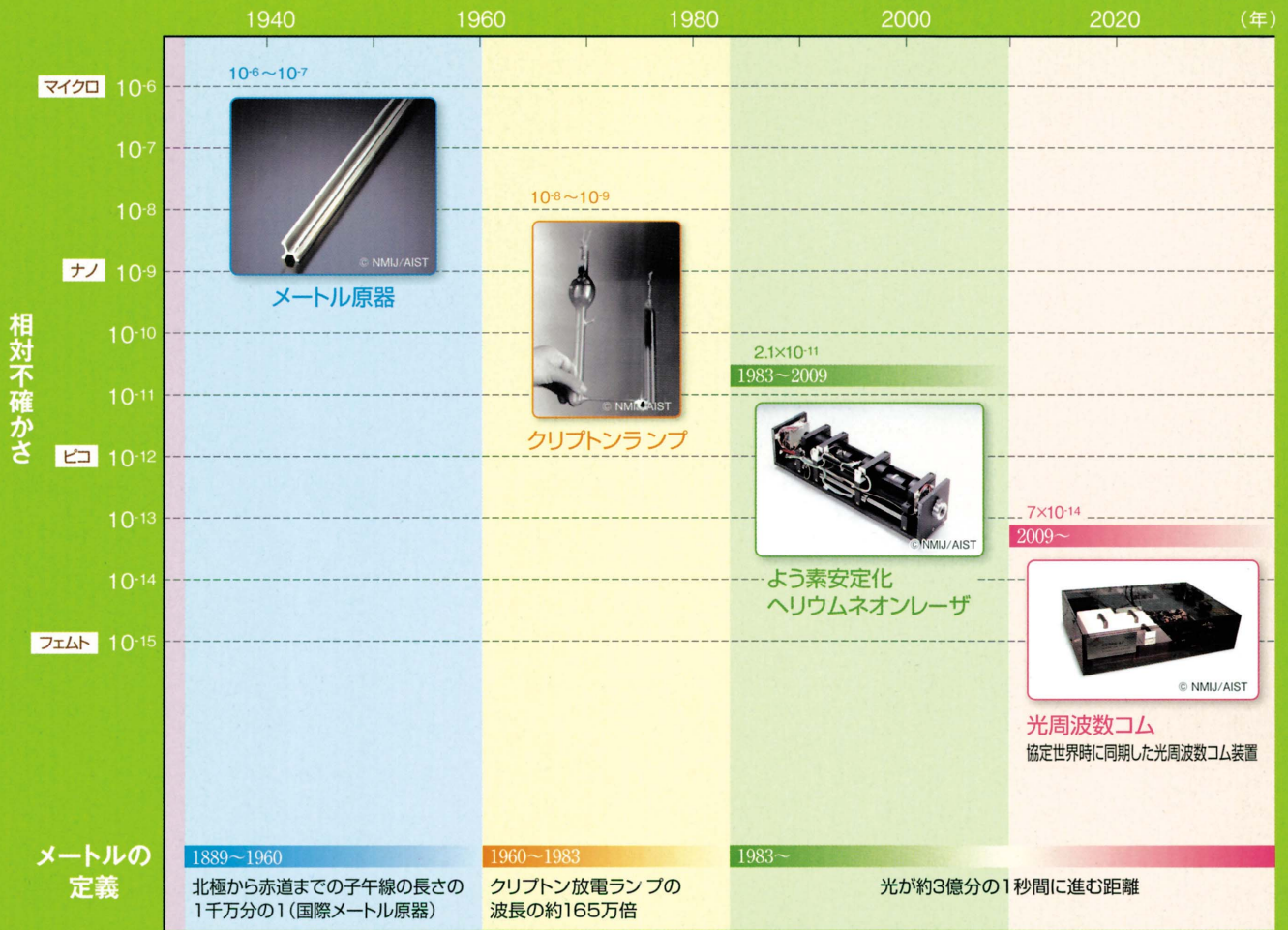
長さの単位「メートル」は、「地球の北極から赤道までの子午線の長さの1千万分の1を1メートルとする」に由来し、子午線の実測結果に基づいて作製された「国際メートル原器」が1889年に「メートル」を定義するものと定められました。その後、1960年に「クリプトン86の原子が出す赤橙色の光の真空中の1波長を165万763.73倍した長さを1メートル」という定義に変更され、さらに、1983年には光の速度という物理定数を用いた「2億9千979万2千458分の1秒間に光が真空中を伝わる距離」という現在の定義に変更されました。

「メートル」の定義の変更に沿うように、わが国の長さの国家標準も変更されてきました。「国際メートル原器」が定義の時代には、「国際メートル原器」により校正された「日本国メートル原器」が、わが国の国家標準でした。クリプトンの波長が定義として採用されていた時には「クリプトンランプ」が国家標準となっていました。その後、光の速度が定義として採用されてから2009年7月までは、「長さ用633ナノメートルよう素分子吸収線波長安定化ヘリウムネオンレーザ装置」(通称:よう素安定化ヘリウムネオンレーザ)が国家標準として用いられてきました。このレーザ装置が発生するレーザ光の真空中における波長は、632.991 212 58nm(ナノメートル)という国際度量衡委員会による勧告値が採用されており、その信頼性は国際比較により確認されていました。

2009年、よう素安定化ヘリウムネオンレーザに代わり、新しく国家標準として指定されたのは独立行政法人産業技術総合研究所計量標準総合センター(NMIJ/AIST)が保管する「協定世界時に同期した光周波数コム装置」です。この装置は、「光周波数コム」という最新技術を用いて、時間の標準器の発生する信号を用い、正確な周波数(すなわち正確な波長)の光を発生することができる装置です。



メートルの定義と国家標準のうつり変わり



光周波数コムとは



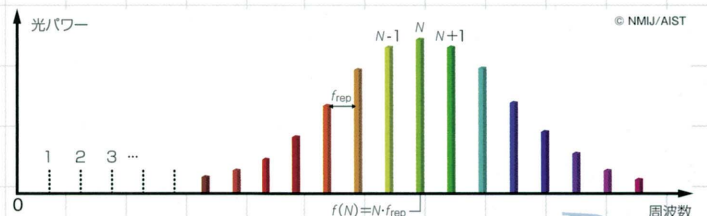
近年、フェムト秒(1千兆分の1秒)レーザと呼ばれる超短光パルスレーザが開発され、これが発生するいろいろな波長の光、つまりいろいろな色成分の光が櫛(くし、英語でComb(コム))の歯のように規則正しく等間隔に並んでいることから、光周波数コムと名付けられています。光の間隔を決めるために時間の「秒」の定義であるセシウム原子時計の周波数と比較すれば、光周波数コムは、正確な「光周波数のものさし」として利用できることになります。

ペクトル成分の列となります。ある条件を選ぶと、列の間隔、つまり櫛の目の間隔は極めて均一となり、各櫛の目の繰り返し周波数である f_{rep} の完全な整数倍の関係にすることができます。この状態では、模式図に記してあるように、整数値 N と f_{rep} から光周波数 $f(N)$ を決めることができます。 f_{rep} を協定世界時(世界各国の標準時の基準となる)とともに、時間・周波数標準における比較の基準値として用いられている)に同期すれば、正確な「光周波数のものさし」として利用できることになります。つまり、光の速度を導入したメートルの定義では、レーザ光の正確な波長(真空中)を決めるため(波長=光の速度÷周波数)、今回、特定標準器に指定された「協定世界時に同期した光周波数コム装置」が極めて重要な役割を果たすのです。

光周波数コムによるレーザ光の周波数の測定

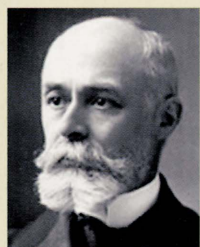
光周波数コムの模式図にあるように、超短光パルスレーザが発生する超短光パルス列は、繰り返し周波数 f_{rep} で決まる間隔を持った細いス

光周波数コムの模式図



単位名になった科学者

これまでの計量のひろば (No.48~No.51) では、SI単位系の単位名になった科学者を毎号4名ずつ紹介してきました。今年の計量のひろば (No.52) では、残る3名の科学者を紹介して、このシリーズを終えることにします。関連する3つの単位は、放射能、放射線に対する人間の健康保護のために、固有の名称が与えられています。



アンリ・ベクレル
(1852~1908)

フランスの物理学者でパリ工科大学教授。太陽光を当てると蛍光を出す蛍光物質の研究をしていたベクレルは、ある日、机の引き出しにしまっておいた黒い紙に包んだ写真乾板が、紙の上に置いてあったウラン化合物によって既に感光していることに気がつき、ウラン化合物からは蛍光とは異なる放射線(ベクレル線、後にα線・β線・γ線の3種類あることが分かった)が放出されていることを発見しました。その後も研究を続けたベクレルは、1903年ノーベル物理学賞を受賞。このベクレルの業績をたたえ、放射能の量の単位はベクレル(Bq)とされました。1秒(s)間に1つの原子核が自然崩壊して放射線を放つ放射能の量を1ベクレル(Bq)といいます。

http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/becquerel.jpg

【ベクレル】



ルイス・ハロルド・グレイ
(1905~1965)

イギリスの物理学者。放射線照射を受けている物質中に気体で満たされた微小空洞を考え、空洞内に生じた気体の電離から物質中の吸収線量を測定できる「ブラッグ・グレイの空洞原理(Bragg-Gray Cavity Principle)」を提案しました。放射線に照射された物質や人体がその単位質量当たりどの位のエネルギーを吸収したかを表すのが吸収線量で、線量測定の研究分野でのルイス・ハロルド・グレイの業績をたたえて、その単位はグレイ(Gy)とされました。放射線によって1キログラム(kg)の物質に1ジュール(J)のエネルギーの吸収があったときの吸収線量を1グレイ(Gy)といいます。

<http://www.graylab.ac.uk/lab/history/lhgray/graychron.html>

【グレイ】



ロルフ・シーベルト
(1896~1966)

ストックホルムのカロリンスカ医科大学放射線物理学教授でスウェーデン国立放射線防護研究所の初代所長を務めました。放射線の人体に与える影響を考慮して、放射線防護の目的に使われるのが線量当量といわれるもので、その単位は、放射線測定機器の開発や放射線防護法の制定に大きく貢献したロルフ・シーベルトをたたえ、シーベルト(Sv)とされました。線量当量は吸収線量(Gy)に放射線の種類とエネルギーによって決まる線質係数を乗じた量で、放射線の被ばくによって人体が受ける影響は放射線の種類やエネルギーの違いなどによって異なることとなります。

<http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?a=18510&d=9498&l=sv>

【シーベルト】

SI単位系の 単位名になった 科学者一覧

計量のひろばNo.	科学者名	量の名称	単位の名称	単位の記号
48	ブレーズ・パスカル	圧力、応力	パスカル	Pa
	ウィリアム・トムソン(ケルビン卿)	熱力学温度	ケルビン	K
	アイザック・ニュートン	力	ニュートン	N
	ハインリッヒ・ルドルフ・ヘルツ	周波数	ヘルツ	Hz
49	ゲオルク・ジーモン・オーム	電気抵抗	オーム	Ω
	アンドレ・マリー・アンペール	電流	アンペア	A
	マイケル・ファラデー	静電容量	ファラッド	F
	アレクサンドロ・ボルタ	電位差(電圧)、起電力	ボルト	V
50	アンダーシュ・セルシウス	セルシウス温度	セルシウス度	℃
	ジェームス・プレスコット・ジュール	エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J
	シャルル・オーギュスタン・ド・クーロン	電荷、電気量	クーロン	C
	ジェームズ・ワット	仕事率(工率)、放射束	ワット	W
51	ウィルヘルム・ウェーバー	磁束	ウェーバー	Wb
	ニコラ・テスラ	磁束密度	テスラ	T
	ウェルナー・フォン・シーメンス	コンダクタンス	ジーメンズ	S
	ジョセフ・ヘンリー	インダクタンス	ヘンリー	H
52	アンリ・ベクレル	放射能	ベクレル	Bq
	ルイス・ハロルド・グレイ	吸収線量、カーマ	グレイ	Gy
	ロルフ・シーベルト	線量当量	シーベルト	Sv