



愛研技術通信

掲 示 板

法令・告示・通知・最新記事・その他

○ 国際単位系(SI)の更新

～質量・温度・電流など4つの自然界の基本定数が更新される～

平成29年10月23日 アメリカ国立標準技術研究所
報道発表資料抜粋

アメリカ国立標準技術研究所(NIST)は、自然界の4つの基本的な定数について、更新値が決定されたことを発表しました。

変更される定数は国際単位系(SI)の定義に関するもので、新SIは2018年に国際機関による採択予定で、承認されれば、地球上のあらゆる場所で正確な測定が可能になるとしています。

変更される定数はボルツマン定数(状態数とエントロピーを関係付ける定数)、プランク定数(光子のもつエネルギーと振動数の比例関係をあらわす比例定数)、電気素量、アボガドロ定数(物質1モルを規定する量)の4つです。これにより、質量、温度、電流、物質量の定義が改正されます。

SI基本単位とは、秒(s、時間)、メートル(m、長さ)、キログラム(kg、質量)、ケルビン(K、温度)、アンペア(A、電流)、カンデラ(cd、光度)、モル(mol、物質質量)の7つの基本単位を指します。(株)愛研が測定・分析を行い発行している「計量証明書」は、これらSI単位を基準に証明書を発行しています。

この定義改定が日常生活や従来の計量計測に直ちに影響を与えることはありません。その一方で、決して変わらない物理定数を定義にすることで計量単位の長期的不変性が確保されます。また新しい定義による測定器が開発されることで、これまで正確に測定することが困難だった微小質量を直接測ることが可能となるなど、ナノテクノロジーなどへの寄与が期待されています。このように新しい定義は、計量計測におけるイノベーションを起こす可能性を秘めたものであり、計量計測分野の発展に寄与することが期待されています。

【 質量の単位 】

質量は現在、世界に一つしかない分銅「国際キログラム原器」の質量と定義されています。この「国際キログラム原器」と同じ重さの分銅が世界各国に保管され、日本では、国立研究開発法人産業技術総合研究所が保管しています。

最近、国際キログラム原器の質量は、長期的には表面の汚染などによって変動してしまうことがわかってきました。そのため、普遍的な基礎物理定数に基づいた定義に改定すべく各国で研究が進められてきました。その結果、プランク定数に基づく新たなキログラムの定義が提案されました。プランク定数は量子論における最も重要な基礎物理定数の一つであり、電子の質量と関連づけられます。このため、現行の1 kgをプランク定数によって表現することができます。

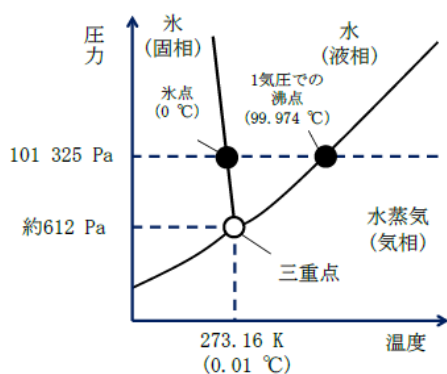


産総研で保管する日本国キログラム原器

「キログラムの大きさは、プランク定数の値を正確に $6.62607 \times 10^{-34} \text{ J s}$ と定めることによって設定される。」と定義されます。

【 温度の単位 】

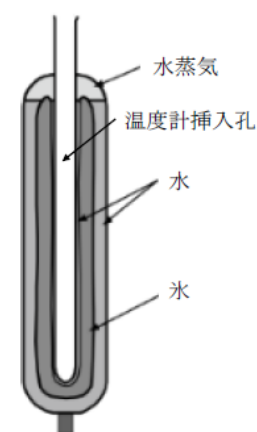
現在温度の単位のケルビン (K) は「水の三重点の熱力学温度の $1/273.16$ 」と定義され、さらにセルシウス温度 ($^{\circ}\text{C}$) は「ケルビン (K) で表記した値から 273.15 引いたもの」と定義されています。水の三重点とは図 1. の a) に示すように気相・液相・固相が共存する状態であり、温度、圧力ともに一意に決まるため再現性に優れます。また、水の三重点温度での温度計の校正に用いられるのが図 1. の b)、c) に示す三重点セルです。このセルにはガラスが使用されていることから、ガラスからの不純物が溶出して純水を汚染することが問題になっていました。さらに、現行の定義では、 20 K 以下と 1300 K 以上で十分な計測ができないことが指摘され、現行の水の三重点による定義よりも、ボルツマン定数を基準にした方がより良い温度の計量ができ、低温や高温での計測困難が克服できると考えられています。



a) 水の状態図



b) セル外観



c) セル構造

図 1 水の三重点セル(写真・図提供:産業技術総合研究所(産総研))

水の三重点は温度・圧力共に一意に決まるため再現性に優れ、ケルビンの定義に用いられる。温度計の校正に使用される水の三重点セルでは上部の気相との界面に三相が共存する三重点が実現される。

ケルビンは今後も熱力学温度の単位として使用されますが、その大きさは、SI 単位 $\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1}$ (それは J K^{-1} に等しい) で表したときのボルツマン定数 k の数値が正確に $1.3806X \times 10^{-23}$ に等しくなるように設定されます。

なお、産業界での温度測定においては、国際温度目盛り (ITS-90) を使用していることから SI 基本単位の定義が変わっても影響はありません。

【 物質量の単位 】

現在物質量の単位は「0.012 kg の¹²C の中に存在する原子の数に等しい要素粒子を含む系の物質
量であり、単位の記号はmol である」と定義されています。一般の人にはなじみが無い単位ですが、
愛研のような分析機関ではCODの滴定試薬などの濃度の単位はmol/Lで表示されており身近な単位
の一つです。モルは今後も、要素粒子 (原子、分子、イオン、電子その他の粒子またはそれらの粒
子の特定の集合がありうる) の物質量の単位として使用されますが、その大きさは、SI単位 mol^{-1}
で表したときのアボガドロ定数の値を正確に $6.02214 X \times 10^{23}$ ($=\text{mol}^{-1}$) と定めることによって設
定されます。

【 電流の単位 】

現在電流 (アンペア) の単位は「真空中に1 m の間隔で平行に置かれた、無限に小さい円形断
面積を有する、無限に長い2本の直線状導体のそれぞれを流れ、これらの導体の長さ1 m ごとに
 $2 \times 10^{-7} \text{N}$ の力を及ぼし合う一定の電流」と定義されています。アンペアは今後も電流の単位とし
て使用されますが、その大きさは、SI 単位 sA で表したときの電気素量の値を正確に $1.60217X \times$
 10^{-19} ($=\text{C}$) と定めることによって設定されます。

*各単位の式に用いられている記号「X」は、最新の科学技術データ委員会基礎物理定数タスクグ
ループによる調整(CODATA 調整)に基づいて数値に1 または2 以上の桁が加えられることを示す。

○ 粉状物質の有害性情報の伝達による健康障害防止のための取組について

平成29年10月24日 厚生労働省通達抜粋

これまで、粉じんの取扱い作業等については、粉じん障害防止規則 (昭和54 年労働省令第18 号。
以下「粉じん則」という。) において健康障害防止措置を規定し、その履行を求めてきました。

一方、有害性が低い粉状物質であっても、長期間にわたって多量に吸入すれば、肺障害の原因
となり得るものですが、このような粉状物質自体の吸入による肺障害に対する危険性の認識は十分
とはいえず、場合によってはばく露防止対策が不十分となるおそれがあります。

こうした状況を踏まえ、表示・通知義務の対象とならない物質であっても、譲渡提供の際にラ
ベル表示や安全データシート (以下「SDS」という。) の交付により粉状物質の有害性情報が事業場
の衛生管理者や労働者等に的確に伝達されるよう、「粉状物質の有害性情報の伝達による健康障害
防止のための取組」を定めました。

【趣旨】

化学物質のうち有害性が低いものであっても、粉状物質の微粒子を長期間にわたって多量に吸入すれば、肺障害の原因となり得るものであるため、このような粉状物質自体の吸入による肺障害に対する危険性の認識を徹底し、必要な対策が講じられるようにすることを目的とする。

【対象物質】

本取組は、法第57条及び第57条の2に基づく表示・通知義務の対象とならないもののうち、特筆すべき毒性（遺伝毒性、感作性、皮膚腐食性等）が認められず有害性が低いとされる化学物質の無機物、有機物であって、粉状で取り扱われるものを対象とする。これには、今回の表示・通知対象物質の追加等の検討が行われた酸化マグネシウム、滑石（タルク）、ポリ塩化ビニル、綿じん、非晶質シリカのほか、プラスチック微粉末、穀物粉、木材粉じん等が含まれる。

なお、粉じん則の対象となる鉱物性粉じんには人工物も含まれるとされている^{注1}ため、タルク、酸化マグネシウム、非晶質シリカについては、粉じん則に則って作業環境測定、ばく露防止措置、健康診断等を実施する必要があるので、関係事業者において措置状況について確認する必要があること。

注1：鉱物の定義について：鉱さい、活性白土、コンクリート、セメント、フライアッシュ、クリンカー、ガラス、人工研磨剤（アルミナ、炭化ケイ素等）、耐火物、重質炭酸カルシウム（石灰石の着色部分を除去し、微細粉末としたもの）、化学石こう等の人工物は、鉱物に該当する（昭和54年7月11日付基発第342号）。

【粉状物質の有害性】

粉状物質の一般的な有害性として、多量に吸入した場合に肺内に蓄積することによって、肺の繊維化及びこれによる咳、痰、息切れ、呼吸困難、肺機能の低下、間質性肺炎、気胸等の肺障害（じん肺の諸症状）を引き起こすことが知られている。

日本産業衛生学会や米国産業衛生専門家会議では、特定された化学物質に対する許容濃度とは別に、特定されていないある種の物質に対する許容濃度を定めている。具体的には次のとおりである。

① 日本産業衛生学会 許容濃度

	吸入性粉じん	総粉じん
その他の無機および有機粉じん (第3種粉じん)	2 mg/m ³	8 mg/m ³

② 米国産業衛生専門家会議 (ACGIH)

	レスピラブル粒子 ^{注2}	インハラブル粒子 ^{注3}
不溶性又は難溶性粒子状物質で他に特段の指定がないもの	3 mg/m ³	10 mg/m ³

注2. 肺胞まで到達する吸入性の粉じん。4 μm_{50%}カットの分粒特性を有するサンプラーで捕集された粉じんをいう。

注3. 気道に沈着して有害作用を発揮する吸引力の粉じん。100 μ m50%カットの分粒特性を有するサンプラーで捕集された粉じんをいう。

ガイドラインとして下記の粒子に適用される。

- ・適用されるTLV（Threshold Limit Value、許容ばく露限界値）がないこと。
- ・水に溶けない又はほとんど溶けないこと。
- ・毒性が低いこと。（細胞毒性、遺伝毒性その他肺組織に対する化学活性がない、電離放射性でない、免疫感作性でない、肺への過負荷による炎症や物理的な作用以外の毒性影響がない。）

このように、有害性が低い物質であっても粉状の異物を多量に吸入することで肺に異物が蓄積し、肺障害を起こすことは専門家には知られた事実であるが、一般には規制対象外の物質についてあたかも管理が不要であるかのように誤解されている可能性があり、改めて高濃度ばく露を防止することの必要性について、事業者及び労働者の理解を促進することが必要である。

【 粉状物質の危険有害性等の情報提供について 】

本取組の対象となる粉状物質は、各事業者が収集する危険有害性情報に基づき労働安全衛生規則第24条の14及び第24条の15の対象となり得るものであり、これらを譲渡し、又は提供する場合は、相手方にSDSの交付等を的確に行うよう努めること。なお、SDSの作成方法はJIS Z 7252及びJIS Z 7253によるが、当該粉状物質を多量に吸入した場合の肺障害等の健康影響について、予防原則に則り積極的にSDSに記載し、提供先の事業者の情報提供を行うとともに、ばく露防止等の取扱い上の注意事項を記載すること。

また、SDSの交付等を受けた事業者にあつては、化学物質等の危険性又は有害性等の表示又は通知等の促進に関する指針（平成24年厚生労働省告示第133号）第5条の規定に基づき、通知された事項を作業場に掲示する等により労働者に周知すること。

なお、タルク、酸化マグネシウム、非晶質シリカのSDSについては、「15 適用法令」の項目に、粉じん則の適用があることを確実に記載するほか、吸入した場合の肺障害等の健康影響について記載すること。

【 ばく露防止対策の推進について 】

粉状物質の取扱い作業における労働者の健康障害を防止するため、粉じん則の適用がある場合には当該措置を徹底するとともに、粉じん則の適用がない場合には事業者は次に掲げるばく露防止対策に取り組むこと。

(1) 作業環境中の粉状物質の濃度の測定等

粉状物質を取り扱う作業場においては、法令上の作業環境測定義務の対象外の物質であっても、事業場における化学物質管理の一環として、粉状物質の作業環境中の濃度を測定し、法第28条の2に基づくリスクアセスメントを行うこと。また、作業方法や取扱設備、換気設備等に変更があった時や長期にわたり測定を行っていない時にも測定するよう努めること。

空気中の粉状物質の濃度測定については、作業環境測定基準及び作業環境評価基準に準じて行うことが望ましいが、測定はリスクアセスメントの一環として行うものであり、パーティクルカウンター等の簡易測定法も利用可能であること。

(2) 測定結果に基づく措置

粉状物質の取扱い作業における当面の作業環境の改善の目標としての濃度基準（以下「目標濃度」という。）は、吸入性粉じんで 2 mg/m^3 とする。なお、目標濃度は自主管理のための目安であり、作業環境評価基準に基づく管理濃度とは性質が異なるので留意すること。

事業者は、目標濃度を超える測定濃度となった作業場については、速やかに(3)以降に示すばく露防止のための必要な措置を講じ、目標濃度以下になるよう努めること。

(3) 作業環境管理

発散防止措置

労働者が粉状物質にばく露することを防止するため、(1)の測定結果を踏まえ、次に掲げる各措置の必要性を調査し、必要と判断される場合には当該措置を講ずるよう努めること。

- ① 粉じんの発散源を密閉又は隔離する設備の設置
- ② 局所排気装置、プッシュプル型換気装置の設置
- ③ 湿潤な状態に保つ設備の設置
- ④ 集じん・排気装置の管理

(4) 作業管理

事業場において、粉状物質の取扱い作業を指揮する者に、以下の事項を実施させること。

- (ア) 労働者が当該物質にばく露されないような作業位置、作業姿勢又は作業方法の選択
- (イ) 作業手順書の作成と周知徹底
- (ウ) 当該物質にばく露される時間の短縮
- (エ) 保護具の使用の徹底（呼吸用保護具のほか、必要に応じて保護眼鏡を使用する）
- (オ) 日常的な清掃作業の実施

(5) 呼吸用保護具の使用等

作業環境中の粉状物質の濃度の測定の結果が目標濃度を超過している場合にあっては、粉状物質の取扱い作業に従事する労働者に、有効な呼吸用保護具（防じんマスク又は電動ファン付呼吸用保護具）を着用させるものとする。なお、これらについては型式検定に合格し標章の付されたものを使用すること。

【 健康管理について 】

粉状物質の取扱い作業に従事する労働者について、一般健康診断のうち胸部X線検査の結果を確認し、じん肺に関する異常所見が認められる場合には、医師の意見を聴き、必要に応じて作業転換を行うなど、健康管理を徹底すること。

【 労働衛生教育について 】

粉状物質を取り扱う作業に従事する労働者に対し、当該物質の危険有害性情報の伝達と、吸入等による健康障害防止のためのばく露防止措置について、当該作業に従事させる際及びその後定期的に労働衛生教育を行うこと。

【 行政への情報提供について 】

粉状物質の取扱い作業に従事する複数の労働者に肺障害が生じるなど、業務との関連が疑われる事案を把握した場合には、健康障害の拡大を防止する観点からも所轄の労働基準監督署等へ速やかに情報提供するよう努めること。

○小惑星衝突の「場所」が恐竜などの大量絶滅を招く -衝突場所により、すすが引き起こす気候変動の規模に変化-

平成29年11月9日 東北大学報道発表資料抜粋

【 概要 】

今から6600万年前、現在のメキシコのチクシュルーブという港町の近くの海に、直径10kmほどの小惑星が衝突しました。これにより恐竜の時代は唐突に終わりを告げ、ほとんどの恐竜を含む、地球上の全生物の約4分の3が絶滅しました。東北大学大学院理学研究科地学専攻の海保邦夫氏らがこのほど発表した論文によると、宇宙から飛んできた小惑星が炭化水素を豊富に含む堆積岩層に衝突し、大気中に膨大な量の煤をまき散らしました。その結果、地球が急激に寒冷化し、大量絶滅が起き、また、小惑星が衝突する場所としては、ユカタン半島はおそらく最悪の場所だったという説です。

【 詳細な説明 】

約6600万年前に地球に衝突した小惑星が、堆積岩中の有機物を熱し、それにより生成されたすすが成層圏中に放出され、地球全体を取り巻くことで、地上や海上に届く太陽光を遮り、地上気温と海水温の低下、低緯度での干ばつを引き起こし、恐竜やアンモナイトなどが絶滅したとする研究成果が、同グループにより2016年7月に発表しました。

その後、海保教授は、すすの元である堆積岩中の有機物量が絶滅の決め手になると考え、当時の堆積岩中の有機物量の地球上の分布を調べました。その結果、有機物量は場所によって3桁も異なり、少ない量の地域が大部分を占めることを突き止めました。堆積岩中の有機物量が少ない地域に小惑星が衝突した場合、放出されるすすの量も少ないので、気温低下も少ないこととなります。

大島主任研究官は、気象研究所の気候モデルによる計算を実施し、成層圏中のすす量に応じた気候変動を調べました。海保教授は、すす量と気温の関係を用いて、白亜紀末の場合、大量絶滅を起こすのは、図1のオレンジ色の範囲（地球表面の13%の範囲）に小惑星が衝突した場

合であると結論づけました。これらの地域は、海の縁辺域だったところです。

有機物量が多い場所に小惑星が衝突した場合は、衝突の熱により有機物の一部から大量のすずが生成されることにより、陸域と海上とを合わせた地球全体の月平均気温で最大8℃から11℃程度の低下が起きると推定されました。また、有機物量が少ない海洋などの地球表面の68%の地域に衝突した場合は、0℃から4℃の気温低下が起きると推定されました。

これは、6600万年前の小惑星の衝突した場所が少しずれていたら、恐竜などは絶滅せず、中生代の生物の世界が今も続いていたかもしれないということです。

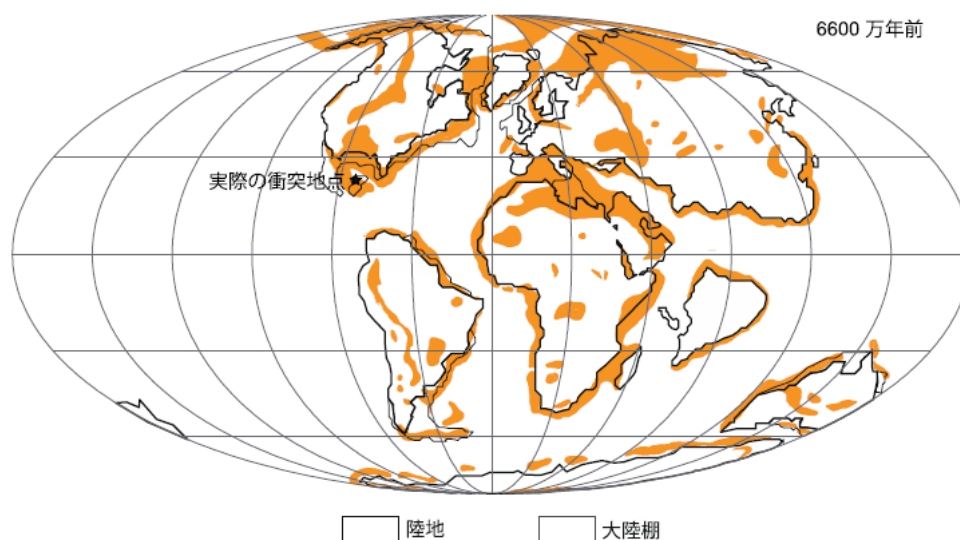


図1オレンジ色の部分に直径9 km の小惑星が衝突した場合に大量絶滅が起きたと推定される。実際は6600万年前に黒星印の地点（メキシコのユカタン半島）に小惑星が衝突した。

編集後記

10月12日直径30m位の小惑星が地球のすぐそばを通過しました。2013年2月にロシアに落下し、広範囲にわたって人的被害をもたらした隕石と同程度の大きさだそうです。直径10kmの天体衝突はどんな様子だったかは想像を絶することだったでしょう。6600万年前の大量絶滅はユカタン半島に豊富に含まれる硫酸塩岩から発生した硫酸エアロゾルによる影響とされる説もあります。いずれにしろ、衝突場所が別の地点なら我々人類は存在していなかったかもしれません。(A. K)



株式会社 愛 研

(<http://www.ai-ken.co.jp>)

本 社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田 2-710

電話(052)771-2717 FAX(052)771-2641

半田営業所 〒475-0088 半田市花田町 2-65

電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749