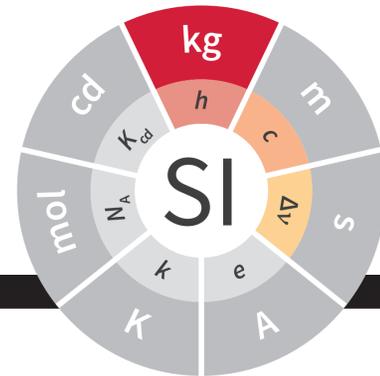


質量 (kg)



現行のキログラムの定義は、プランク定数を基準としています。このため、プランク定数と質量を結びつけることのできる技術であれば、どのような技術でも、キログラムを実現する、つまり、キログラムの定義にもとづき質量の基準をつくりだすことができます。

NMIJでは、X線結晶密度法によってキログラムを実現します。この方法では、質量が約1 kgのシリコン単結晶球体を用います(図1)。球体中には単位格子とよばれる構成単位が規則正しく並んでいます(図2)。一つの単位格子には8個のシリコン原子が含まれています。この単位格子の体積は、X線を使って測定することができます。さらに、レーザー干渉計を用いて、球体の体積を測定することができます(図3)。球体体積を格子定数体積で割り、8を掛ければ、球体中のシリコン原子を数えることができます。シリコン原子の1個の質量は、プランク定数にもとづき算出することができます。したがって、シリコン原子の質量に球体中のシリコン原子数を掛けることで、球体の質量をプランク定数にもとづき求めることができます。球体中にはおよそ20兆の1兆倍個ものシリコン原子が含まれていますが、NMIJは独自に開発したレーザー干渉計などを用いることで、その個数を正確に数える技術を確認しており、世界トップレベルの精度で1 kgの質量の基準をつくりだすことができます。



図1 シリコン単結晶球体

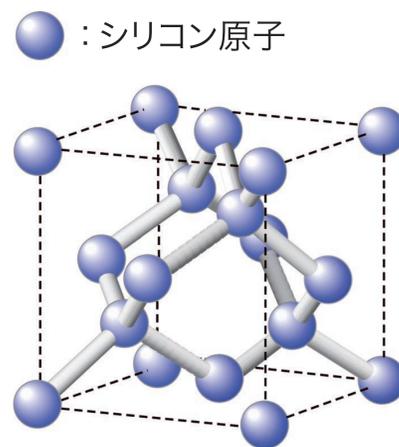


図2 シリコン結晶単位格子

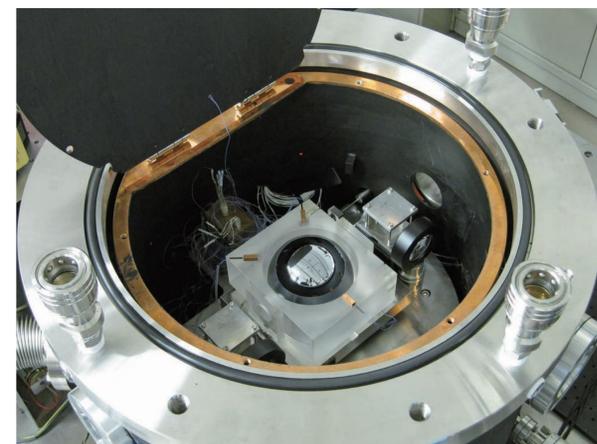


図3 シリコン単結晶球体体積測定用レーザー干渉計

原理的には、各国の研究機関が、独自の方法でキログラムを実現し、質量の国家標準を構築することができます。ただし、2022年6月の時点で、各国独自のキログラム実現にもとづく質量標準供給は、国際的にまだ認められていません。実質的な質量標準供給の国際的な基準の役割を担っているのが、NMIJなどの高精度にキログラムを実現する能力を有する研究機関によって決定されているキログラムの合意値です(図4)。この合意値を基準として、国際キログラム原器の質量が決定されています。日本国キログラム原器など各国のキログラム原器の質量は、この国際キログラム原器を基準にして測定されています。現在の日本の質量の国家標準は、日本国キログラム原器およびそれを基準にして質量が測定された様々な分銅からなる「標準分銅群」です。この標準分銅群を基準として、校正事業者の持つ最上位の標準「標準分銅」が校正されています。一般のユーザーには、様々なはかりや分銅のかたちで質量標準が供給されています。



図4 質量のトレーサビリティ体系