目次

編者のまえがき

国際単位系（SI）基本単位の定義改定と計量標準（総論） 1
臼田 孝

国際単位系における長さの単位「メートル」の定義と実現 3
稲場 肇、平井 亜紀子、阿部 誠

プランク定数にもとづくキログラムの新しい定義とその実現方法 13
藤井 賢一

時間の単位「秒」についての基礎解説と最新動向 25
洪 鋒雷、安田 正美

改定国際単位系における電気標準 35
金子 晋久

熱力学温度の単位「ケルビン」の定義改定 43
山田 善郎、中野 享

物質量の単位「モル」の基礎解説とアボガドロ定数にもとづく新たな定義を導いた計測技術 55
倉本 直樹

光度の単位「カンデラ」および測光・放射標準 67
蓜 洋司

編者のまえがき

計測は科学の基本であり、私たち人類は様々な計測技術を開発することで、この世界の現象を解き明かそうとしている。世界各国の研究者と手を取り合って未知の深淵をのぞきこむためには、共通の測定の基準が必要である。現在、その役割を担っているのが「国際単位系（SI）」であり、その基盤となる基本単位の定義には、その時代の最先端技術が結集されてきた。つまり、単位の定義は永劫不変ではなく、科学技術の発展とともに進化し続けているのである。

2019 年 5 月 20 日、SI にかかる大きな改定が実施された。七つの基本単位のうち、質量の単位「キログラム」、電流の単位「アンペア」、熱力学温度の単位「ケルビン」、物質量の単位「モル」の定義が改定されたのである。特に、キログラムに関しては、130 年ぶりの改定であった。この改定によって、SI の基本単位は全て人工物から解放され、自然界の法則にもとづく定義へと進化したことになる。

定義の改定は、定義にもとづき様々な測定の基準を作りだす取り組みのみに影響を与えるのではない。中・長期的には、SI 全体の整合性が向上する、様々な測定の精度が向上する、という産業界、社会への寄与が期待される。本冊子は、それらの定義改定にかかる情報を、学術界、産業界に向けて広く発信することを目的に、国立研究開発法人産業技術総合研究所 計量標準総合センター（NMIJ）で企画・執筆された。包括的な情報発信のために、定義の改定された四つの単位だけでなく、七つの基本単位のそれぞれについての解説記事を本冊子に収録した。各記事では、各単位の概要、NMIJ およびその前身である各研究所における計量標準に関する技術開発の歴史、定義改定がもたらす影響、定義の実現方法と計量標準などについて解説している。さらに、国際度量衡局（BIPM）が 2019 年に発行した「The International System of Units, 9th edition」の日本語版「SI 文書第 9 版（2019）日本語版」を、付録として収録した。本文書には、基本単位の新たな定義の詳細が掲載されており、各基本単位とそれらを定義する「定義定数」との厳密な関係を知ることができる。

なお、SI 文書第 9 版（2019）日本語版は、著作権を保持している BIPM から許可を得た後に作成された。BIPM は、翻訳で提供される情報および資料の関連性、正確性、完全性、または品質について一切の責任を負わない。また、SI 文書第 9 版（2019）の唯一の公式版は、BIPM によって発行された文書のオリジナル版である。

2019 年 5 月 20 日に実施された改定の結果、全ての基本単位が、人工物を使った標準および測定方法のいずれにも関連づけられないかたちで定義されている。これによって、定義定数を単位に結びつける物理式であれば、いかなるものでも、その単位の実現に使うことができる。つまり、今回の定義改定は、今後の科学技術の進展に伴って、単位の実現の精度が飛躍的に高められていく素地を整える大きな意義を持つ。本冊子が、この歴史的な定義改定にかかる情報を収集する際の包括的なリファレンスとなれば幸いである。

2019 年 2 月
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
計量標準総合センター
「国際単位系（SI）基本単位の定義改定と計量標準」出版委員会
委員長 藤井 賢一、幹事 倉本 直樹、事務局 越智 信昭、委員 稲場 肇、臼田 孝、金子 晋久、蔀 洋司、高津 章子、中野 享、平井 亜紀子、堀内 竜三、安田 正美、山田 善郎、柚木 彰

国際単位系（SI）基本単位の定義改定と計量標準

2020 年 3 月

国立研究開発法人産業技術総合研究所 計量標準総合センター

〒 305-8563 茨城県つくば市梅園 1-1-1

電子メール：nmij-info-ml@aist.go.jp

本冊子掲載記事の無断転載を禁じます。