

電流 アンペア 単位記号 A

電流の基本単位アンペアは、「定められた力を及ぼし合う 2 本の直線導体を流れる電流」として定義されていましたが、今回の改定で電気素量を用いて再定義されました。これにより、単一電子ポンプを用いた新たな量子電流標準の実現など新技術分野の開拓が期待されます。

電流:アンペア(単位記号A)の国際度量衡総会(CGPM)での承認・改定決議の履歴

1921年
(大正10)
第6回CGPM

電気単位を事業に追加

「電流(銀分離器)と抵抗(水銀抵抗器)による国際電気単位が定められる」

銀分離器(1908~1948)

万国電気単本位会議(1908)にて、電流の標準として「硝酸銀溶液に電流を通した場合、1秒間に1.118mgの銀を析出する不変電流」が1Aとして定義され、定義を実現する一次標準として用いられた銀分離器。



水銀抵抗器(1908~1948)

万国電気単本位会議(1908)にて、抵抗に標準として「断面積1mm²、長さ1063mm、摂氏0度における水銀柱の抵抗」が1オームとして定義され、定義を実現する一次標準として用いられた水銀抵抗器。



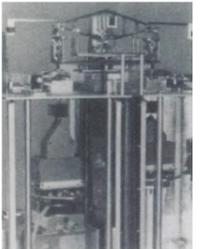
1948年
(昭和23)
第9回CGPM

力学単位によるアンペアの定義を承認

「アンペアは、真空中に1メートルの間隔で平行に配置された無限に小さい円形断面積を有する無限に長い二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メートルにつき 2×10^{-7} ニュートンの力を及ぼし合う一定の電流である。」

電圧天びん(1972)

力測定から電圧を高精度絶対測定する装置。天びんに向かって右腕の分銅による力と左腕の電圧印可された縦型平行平板コンデンサに生ずる力を比較測定する。



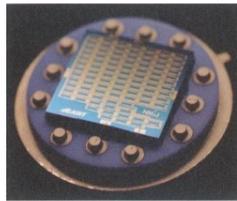
ボルトとオームの表現に対する修正を承認

「ジョセフソン定数及びフォン・クリツィング定数は不確かさを0とする協定値を用いることを決議。

$$K_{J-90} \equiv 483\,597.9 \times 10^9 \text{ HzV}^{-1}, R_{K-90} \equiv 25\,812.807 \text{ } \Omega$$

量子ホール効果抵抗標準(1990~)

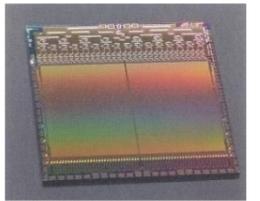
1990年より、フォン・クリツィング定数の協定値を用いて抵抗標準が実現されてきた。今回の改定により新たな定義値が用いられるが、その相対差は 2×10^{-8} である。写真は、集積量子化ホール抵抗素子。従来の量子化ホール抵抗素子では特定の抵抗値のみ測定可能であった。そこで、複数の量子化ホール抵抗素子を直列的に組み合わせることで、任意の量子化抵抗値を得る研究を進めている。



ジョセフソン効果電圧標準(1977~)

1977年より、ジョセフソン効果を用いて電圧標準が実現されている。1990年より、ジョセフソン定数の協定値が用いられてきたが、今回の改定により新たな定義値が用いられ、其相対差は 1×10^{-7} である。ジョセフソン効果に基づく電圧標準の国際的整合性は、11桁の制度で確認されている。

写真は、約50万個の接合が集積されたプログラマブル型ジョセフソン接合アレー素子であり、10Vまでの任意の量子化電圧値を実現している。



2018年
(平成30)
第26回CGPM

電気素量 e によるアンペアの再定義

◆ 電流の新しい定義(2019年5月20日施行)

アンペア(記号はA)は電流のSI単位であり、電気素量 e を単位C(A sに等しい)で表したときに、その数値を $1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$ と定めることによって定義される。ここで、秒は $\Delta \nu_{Cs}$ によって定義される。

この定義は、 $e = 1.602\,176\,634 \times 10^{-19} \text{ A s}$ という厳密な関係を示している。この式から定義定数、 e 及び $\Delta \nu_{Cs}$ を用いてアンペアを以下のように厳密に表現することができる。

$$1 \text{ A} = \left(\frac{e}{1.602\,176\,634 \times 10^{-19}} \right) \text{ s}^{-1} = \frac{\Delta \nu_{Cs} e}{(9\,192\,631\,770)(1.602\,176\,634 \times 10^{-19})} \approx 6.789\,687 \times 10^8 \Delta \nu_{Cs} e$$

この定義は、1アンペアとは、1秒間に電気素量の $1/(1.602\,176\,634 \times 10^{-19})$ 倍の電荷が流れる電流であることを意味している。

※ 計量法計量単位令での定義(令和元年5月20日施行)

電気素量を10の19乗分の1.602176634クーロンとすることによって決まる電流

★ 今後の定義改正の取り組み

単電子素子による電流標準(将来)

2019年より、電気素量を用いた定義へと、アンペアの定義が改定された。この改定された定義に基づいて、一秒間に通過する電子の数を正確に制御して、不確かさの小さな電流標準の実現が可能となる。ずは、次世代の電流標準を目指して、微細加工技術により作成したSINIS(超電導-絶縁体-常伝導-絶縁体-超電導)ターンタイルの単電子ポンプ素子である。

