

SI 基本 7 単位：長さ、質量、時間、温度、光度、物質質量（モル）、電流のうち人間の五感で感じられる量には、長さ、質量、時間がすぐ思い浮かびます（質量は通常、引力による重量としてですが）。光度は Vol.33（感覚量である基本単位・カンデラ）で示したとおり、光子というエネルギーを人間の視感度というフィルタを通して評価した、感覚量そのものです。物質質量（モル）も質量に換算すれば重量として実感できますし、塩や酸なら計測器の代わりに舐めて濃度の違い程度は見分けることも可能です（真似しないように）。しかし、この時期静電気でびりっと痛みが走ることはあっても、電流だけはどうやっても人間の感覚では測定不能です。

物体が帯びる静電気は、古くからものを引きつける不思議な現象として知られていました。古代ギリシャでは琥珀をこするとものを引きつける作用が生じることが記録されています。その後電気（電子）を初めて定量的に評価したのは、フランス人のシャルル・クーロンです。電気を帯びた物体の間に働く力が、物体間の距離の 2 乗に逆比例すること、また + と + や、- と - では斥力、+ と - では引力が働くという「クーロンの法則」を発見し、電気の定量的な研究に道を拓きました。ちなみに「クーロン」は電気量の単位としてその名を今日に残しています。

電気を安定的に供給する電池を発明し、今日のエレクトロニクス社会への扉を開けたのは、イタリアのアレッサンドロ・ボルタ（1745 - 1827 年）です。ボルタは食塩水（電解液）に浸した紙を 2 種類の金属で挟むことで電気の流れが生じることを発見しました。そして電極には銅と亜鉛を、電解液には希硫酸を用いた、化学電池を発明しました。亜鉛は負の電荷を持つ硫酸塩（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）と反応する一方、銅は正の電荷を持つ水素イオン（陽子）から電子をもらい、水素ガス  $\text{H}_2$  を発生します。このように電流は、当初電極と電解液との間で生じる化学反応（この場合は  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ 、 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ）として実現されました。その後電流の標準も化学的な現象として、「1 アンペアは硝酸銀水溶液中を通過する電気が 1 秒間あたり 0.001118000 g の銀を析出させる電流」として定義されました（1908 年の万国電気単位会議において採択）。いわば、電気メッキとして電流値を定量化したのです。なお、この時の定義を後の定義と区別するために「国際アンペア」と呼びます。

その後 1921 年の第 6 回度量衡総会（メートル条約総会）において、メートル法に電気単位を包含すること、それに必要な電気量の原器の保管も国際度量衡局(BIPM)の事業に加える方針が決議されました。

電流は、前述したような電気化学的現象であると共に、電磁石のように力学的現象としても認識されていました。そこで、単位長さあたりの導線を通る電流によって生じる力を精密に測定すれば、メートル法で定められた長さや質量の単位と整合化する事が出来るだろう、というアイデアが生まれました。そこで第 6 回度量衡総会では、上記の決議と共にメートル法の各単位と電流を関係づけるために必要な、電流測定法と標準器の研究開発の必要性が各国に勧告されました。そして日本もこのために研究体制を整え、来たるべき電流標準に備えました。

この時の各国で用いられた実験装置は、一般に「電流天秤」と呼ばれます。その原理は図1に示すようなものです。

天秤の一端には既知の質量、もう一端にはコイルが巻かれ、対向して固定コイルが巻かれます。それぞれに電流が流れたときに、電磁力と質量（重力）が釣り合うことで、電流値を定量化することが出来ます（ところでこれは Vol. 72 で

紹介した、ワットバランスそのものでもあります）。日本でも産業技術総合研究所の前身である、電気試験所が1930年代から電流天秤による電流精密測定に取り組みました。

図2はその外観および可動コイル・固定コイルの詳細です[1]。

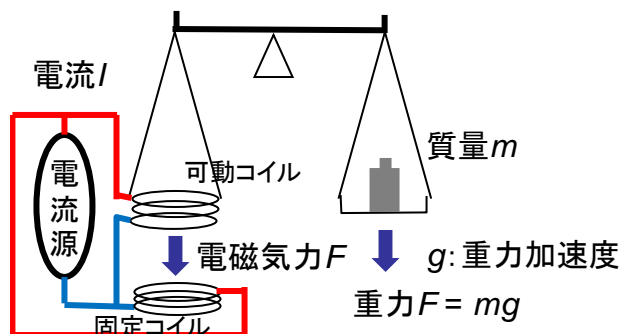


図1. 電流天秤の原理

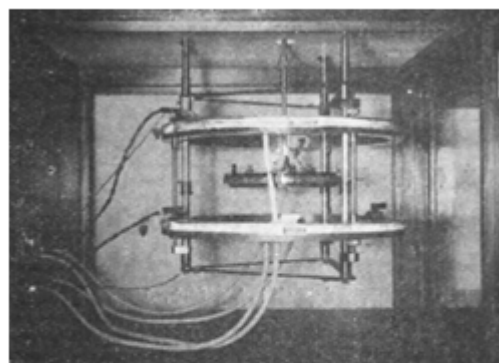
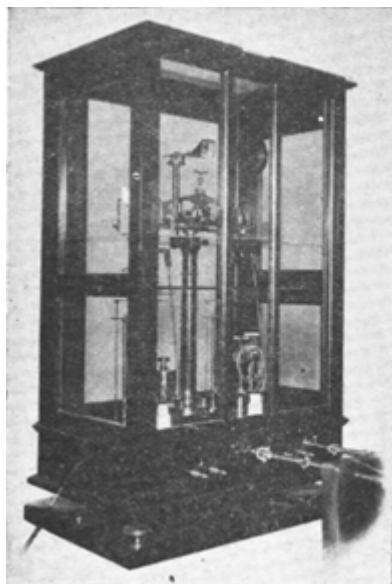


図2. 電気試験所で開発された電流天秤の全景（左）とコイル部分詳細（右）

当時各国で取り組まれた結果から、電流（アンペア）の定義は1948年の第9回国際度量衡総会で「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上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  $2 \times 10^{-7}$  ニュートンの力を及ぼし合う一定の電流」と定められました。定義の中には長さとか ( $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ ) しか現れず、メートル法に定めた他の単位と整合していることが判ります。各国の協力によりこのように設定された電流の定義ですが、その実現精度（現示の不確かさ）は、どんなに頑張っても6桁が限界でした。

ところがその後、この精度を一気に3桁も向上させる、革命的な技術が現れます。そしてその技術によって、電気量は再びメートル法とは（厳密な意味では）別立てで歩むことになります。 (本項続く)

[1] 米国麟吉、石橋勇一：電流の絶対測定、電気試験所業報第1巻第6号（1937年）から

文責：臼田孝 本文章は個人の見解であり筆者が属する如何なる組織を代弁するものでもありません。引用明記のない写真・図版は筆者または産業技術総合研究所に帰属します。