

前報で述べた化学電池に見られるとおり、電気は当初化学的な現象として捉えられ、長くメートル法とは別立てで扱われていました。電流が力学と結びつけられることを見いだしたのは、アンドレ・マリ・アンペール（仏：1775-1836年）、いうまでもなく電流の単位にその名を残した人物です。アンペールは2本の並行に置かれた導線に電流を流すと、電流の方向によって導線が引き合ったり反発しあったりする事を発見し、1820年公開実験を行いました。一方、ゲオルク・ジーモン・オーム（独：1789-1854）は抵抗、電圧、電流は2つが判れば残りのひとつが導ける、いわゆるオームの法則を見いだします。このころの電気に関わる主な発見・発明には表1のようなものがあげられます。

表 1. 19世紀の電磁気における発見発明

1800年	ボルタの電池の発明
1820年	アンペールによる電気力学的現象の発見
1826年	オームの法則の発表
1840年	モールスが電信の特許取得
1851年	ドーバー海峡海底ケーブルによる電信通信成功
1876年	ベルが電話の特許取得
1879年	エジソンが白熱電灯の連続点灯に成功
1887年	ドイツ物理工学研究所（後のPTB）設立
1888年	テスラが交流電動機の特許取得



図 1. 1930年代の標準電池（硫酸カドミウム型）

電池が発明されてから、50年余り後には国境を越えた電信網が広がっていたことになり、そして長距離を伝播する電信信号の波形がなまることなどから、絶縁体と導体による静電容量の関係などが知られることとなります。そしてこのような電磁気的な物性を明らかにすることを目的のひとつとしてドイツ物理工学研究所が設立されたのは [Vol.23](#) で紹介したとおりです。通信や照明、やがて動力へと、急速に電気の利用が広がる中、その計測方法や標準のニーズも急激に高まりました。そして国境を越えて敷設される電信線など、その国際整合性の確立は急務でした。そのような背景からメートル条約とは別に国際会議がもたれ、当時としては安定であった電池や抵抗を標準とし、オームの法則から電流を測定する体系が確立されました。メートル法と整合した学術的に導かれた計量標準では無く、実用を優先したのです。その後1921年、第6回国際度量衡総会において電気単位のメートル条約への統合を決議し、各国に電磁力学的な原理による電流の絶対測定が呼びかけられました。日本でもそれに呼応し研究が進められ、各国の成果を踏まえて現在の定義が1948年に決められたのは前報に示したとおりです。こうしてメートル法と別立てで歩んできた電流量は、名目上メートル法に統合され、いわゆる MKSA 単位系の時代を迎えます。

ところで現在の定義は「・・・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「・・・」という理想的な構造を示しており、電流てんびんはその近似的な実現でしかありません。

その後もメートル法との絶対的な整合性確立に向けた研究は進められたものの、電気標準同士の比較測定

のほうが測定精度や再現度に優れていたため、実用上は電池（電圧源）と抵抗による標準の管理が続きました。そしてツェナー（定電圧）ダイオードのような優れた電圧標準の出現や、安定した抵抗の開発及び温度管理技術の向上から、6桁程度の精度で安定的に国際的な同等性を維持出来るに至っていました。

このようななか、1962年にトンネル効果の一種である、ジョセフソン効果が発見され、ジョセフソン効果に基づいてトンネルデバイスに電磁波を照射すると正確に電圧を決定出来ることから電圧標準への応用が検討されました。さらに1980年に、以前から知られていたホール効果と呼ばれる磁場が半導体に及ぼす影響に、さらに量子的効果が表れることが見いだされ、抵抗標準への応用が検討されました。ちなみにジョセフソン効果を発見したブライアン・ジョセフソン（英）は1973年ノーベル物理学賞（江崎玲於奈らと共同受賞）、量子ホール効果を発見したクラウス・フォン・クリッツィング（独）は1985年にノーベル物理学賞を単独受賞しています。そして現在、ジョセフソン効果に関わる周波数・電圧変換係数に相当する、ジョセフソン定数と、量子ホール効果に関わる磁場・伝導度変換係数に相当するフォン・クリッツィング定数を協定値として定め、得られる電圧、抵抗からオームの法則により電流が与えられているのです。定数は共に9桁以上の精度が得られているため、これら電気量の標準は9桁程度の同等性が得られるところとなりました。一方、結果としてSIとの関係は、1948年に採択された当時の定義（事実上真空の誘電率に相当）のまま手つかずになっています。例えて言うなら、国際単位系（SI）という途切れない大陸から、電気量どうしの再現性・整合性を優先した出島に移転してしまったようなものです。そしてその出島と、SI大陸との位置関係は、50年以上手つかずに置かれたままの真空の誘電率によって危うくも関係づけられているのが現状なのです。

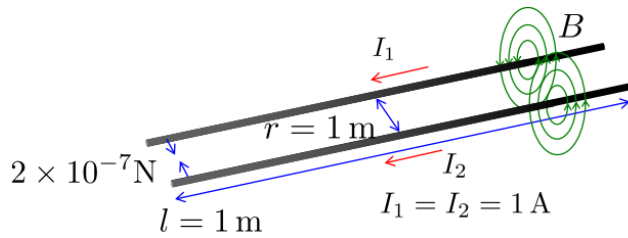
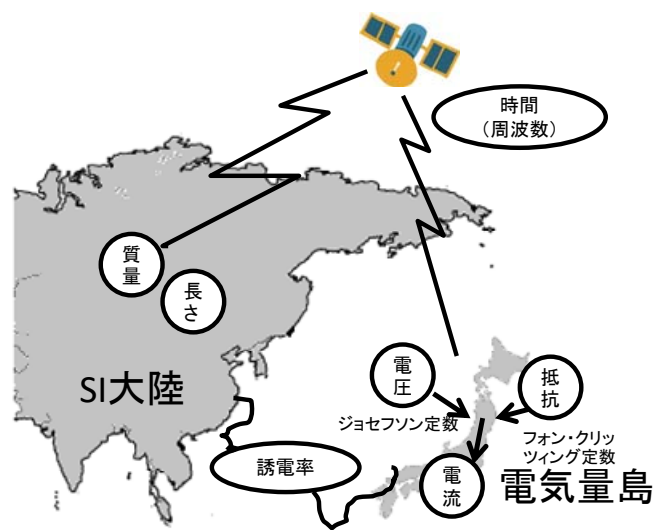


図2. 現行の電流定義の概念



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。