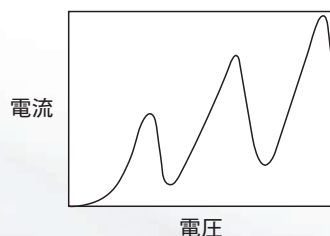


水銀が科学の発展の礎となる場合

近代物理学の双璧ともされるアインシュタインとボーアが相次いで斬新な理論を発表するなど、20世紀は、科学が目覚ましい発展を遂げた時代である。1905年にアインシュタインが、「特殊相対性理論」における光速速度一定の原理を提唱すれば、ボーアは、1913年に量子論的な原子模型を提案するとともに、電子の「エネルギー準位」（とびとびのエネルギー状態）の仮説を提示した。今日、相対性理論と量子力学は、物理学の2大理論とされており、現在もそれらを統一する試みが続けられている。

●量子力学の理論を証明する水銀

ボーアの仮説によれば、通常の原子では、電子は最もエネルギーの低い状態（基底状態）にあり、外部からエネルギーが与えられた場合に、一つ上のエネルギー状態（励起状態）へと持ち上げられる。フランクとヘルツは、水銀蒸気を封入した電子管の陰極を加熱して熱電子を発生させ、それを電極間に電圧をかけることにより加速させ、水銀原子に衝突させる実験を試みた。衝突のエネルギーが小さいうちは、水銀原子に跳ね返されてしまうため（弾性反射）、熱電子はほとんどエネルギーを失わない。しかし、印加電圧を上げていくと、熱電子はより加速され衝突エネルギーも増加していき、ある一定のレベルに達すると、熱電子はエネルギーを失う。このとき、水銀原子が熱電子のエネルギーを吸収し励起状態になったと考えられ、この現象がある特定の電圧の時に起きることから、水銀原子のエネルギー吸収は、連続的ではなくとびとびに起こることが明らかになった（イラスト参照）。ボーアのエネルギー準位の仮説は、こうしてフランクとヘルツによる実験と、水銀によって証明されたのである。



フランクとヘルツの実験結果

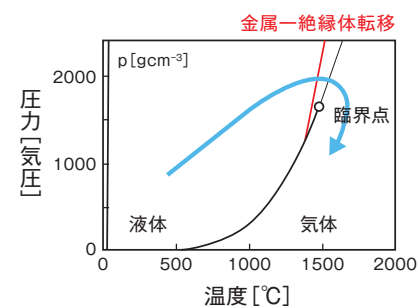
●超電導現象の発見と未来に水銀の影

同じ頃、物性物理学においても、大きな発見があった。1911年にオランダの物理学者オンネスは、4.2K（氷点下269℃）という極低温で水銀の電気抵抗が突然消滅す

ることを報告した。「超電導」の発見である。物質が超電導相に転移すると、水が氷になるのと同じように、その物性は大きく変化する。そして、その移り変わる温度（「転移温度」と呼ばれる。）は、物質によって決まっている。物理学的には大変興味深い発見であったが、液体ヘリウムで冷やさなければ観察できない超電導現象は、実用性が限定的であるとされてきた。しかし、より高温で超電導現象を起こす物質が次々と発見され、今後はその応用も期待されている。例えば、銅酸化物高温超伝導体の中で、水銀が使われているHg-1223と呼ばれる物質は、134K（約-140℃）での超伝導転移が確認されている。

●科学者達の探求に水銀という道標

極低温とは反対に、高温高压での物理現象にも、科学者達の探求の手は伸びている。物質には、「臨界点」という液体と気体が相変化する限界がある。この臨界点を超えたところでの流体（超臨界流体）の物性については、実のところまだよくわかってはいない。特に金属の場合は、液体であれば電気が流れ（導体）、気体になると流れなく（絶縁体）なるため、超臨界流体が電氣的にどのような挙動をするかは謎であった。



水銀の相図

実験では水色の線に沿って温度・圧力の状態を変化させた

この謎を解明するための実験が、兵庫県にある「SPring-8」という大型の加速器を有する実験施設で行われた。金属の超臨界流体の実験には、常温常圧ですでに液体である水銀を用いるのが最も容易であろうと考えられた。実験では、まず水銀を液体状態から加熱加圧し、臨界点を迂回する形で状態を気体側に変化させる。その際に、X線のビームを打ち込む「X線回折」によって原子間距離を計測して、水銀原子の状態が観察された。実験の結果、金属が絶縁体に遷移する過程では、局所的な密度のゆらぎや不均質な原子分布が生じており、金属的な部分と絶縁体的な部分が揺れ動いていることが明らかになった。

物理学の基礎となる現象を、実験によって証明するためには、それに適した物性の物質を選ぶ必要がある。その物性が際立っている水銀は、科学が新たな道を切り引くための道標を、科学者達に提供し続けている。