

に薄く切った試料（超薄切片という）に電子線を当て、試料中を透過して得られた情報を記録する装置である。光はガラスレンズを使って進行方向を曲げることができるが、電子の方向を変えるためには磁石が必要であることがわかり、電子レンズとよばれる本格的な収束作用を持つレンズがベルリン工科大学のルスカによって発明された。1931年にルスカとクノールの研究グループが透過型電子顕微鏡の第1号機を完成させた。日本国内における開発は日本学

術会議に置かれた専門部会によって終戦直後に本格的に開始された。

5 走査電子顕微鏡の登場

透過型電子顕微鏡とは異なった方式の走査電子顕微鏡の開発も進められた。電子線が物質の表面に入射した時に発生する2次電子（あるいは反射電子）を利用して情報を得る走査電子顕微鏡である（図2）。このタイプの電子顕微鏡を用いると実体顕微鏡のように物の表面の構造を高分解能で観察することができる。走査電子顕微鏡開発の歴史は透過型電子顕微鏡に比べてやや遅く、1965年にイギリスのCambridge Scientific Instrument社が商品化した。日本においては1965年ころから開発が始まった。

6 電子顕微鏡の種類と構造

光学顕微鏡と電子顕微鏡の違いを表1にまとめた。先に述べたように電子顕微鏡は走査電子顕微鏡と透過型電子顕微鏡に大別される（図3）。透過型電子顕微鏡の場合は、試料に照射する電子線のパワー（加速電圧）を大きくすることによって、得られる情報の質的な向上を図ることができ、超高電圧電子顕微鏡（加速電圧 1,000KeV）が誕生した。一般的には加速電圧が 100KeV から 300KeV の装置が使用される。図4はラットの肝臓を透過型電子顕微鏡で観察した画像である。観察する試料は電子線が透過できるように非常に薄くなければならない（約0.05 μm 前後）。また、試料を直接支持膜に載せて観察する場合もある（図5）。

走査電子顕微鏡は、試料に照射する電子線の太さをいかに小さくかつ明るくするのかによって観察する像の解像度が決まるので、電子の発生方法によって、電界放射型と熱電子型とに大別される。前者の方が高分解能である。走査電子顕微鏡で観察するための試料作りは、透過型電子顕微鏡のそれよりもやや簡単である。昆虫のように体の外に骨格を持ったものはそのまま観察することも可能である（図6）。

近年、半導体にレーザーを照射して電子ビームを生み出す技術が注目されており、空間分解能、時間分解能ともに優れた新しい電子顕微鏡の誕生が期待されている。また、小型の走査電子顕微鏡も販売されており、「デスクトップSEM」としてその地位を確立してきている。国内では、日立製作所、日本電子、FEI社、カールツァイス社などが電

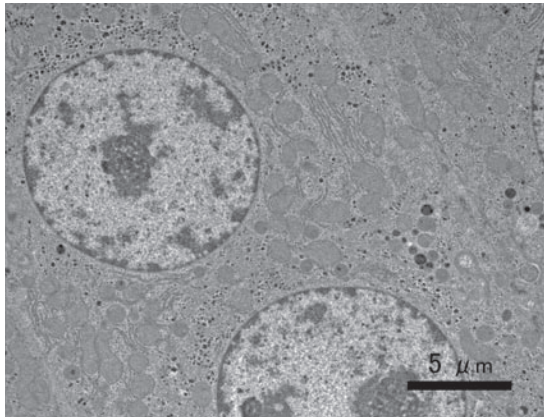


図4 ラット肝臓の透過型電子顕微鏡像

ラットから抽出した肝臓組織を化学処理後エポキシ樹脂に包埋し、約0.05 μm の厚さに切り、透過型電子顕微鏡で観察した画像。

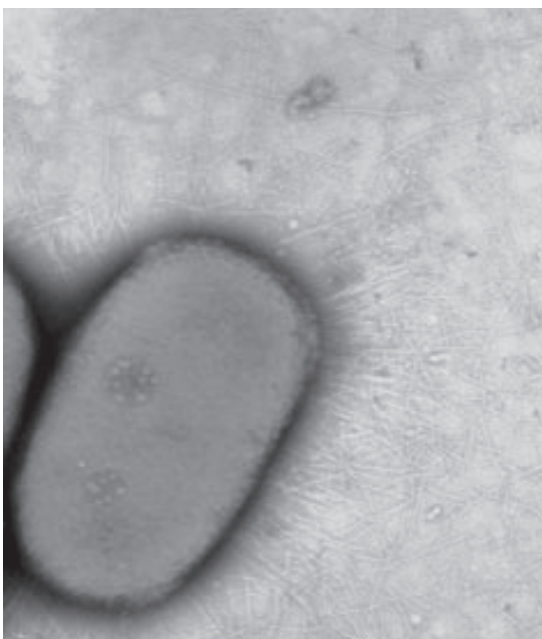


図5 細菌の透過型電子顕微鏡像

細菌やウイルスを支持膜の上に直接載せて、特殊な染色後に直接観察することができる（ネガティブ染色法）。