

歴史

SEMの開発は、Ruskaによる1931年のTEMの発明に遅れること数年で始まりましたが、実用化には数十年を費やしました。図54にこの間の歴史を示します。

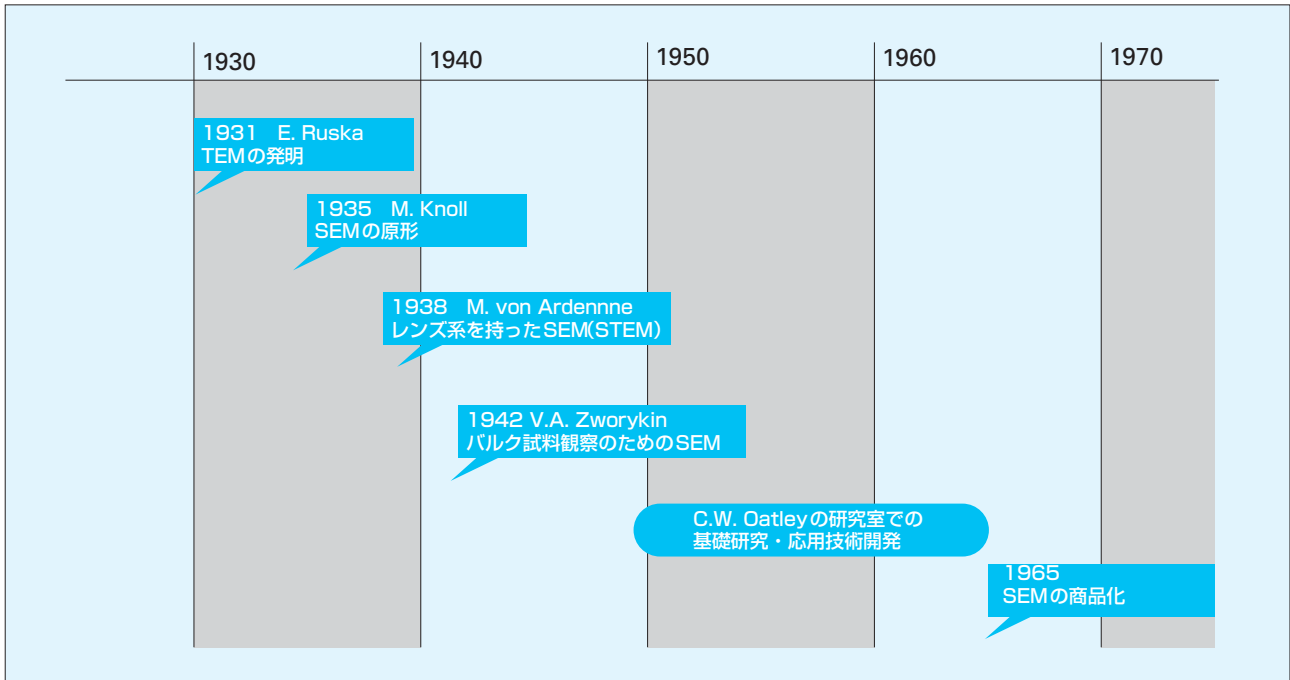


図54 SEMの黎明期における歴史

電子線を走査して像を得るというSEMの原形は、1935年にドイツのKnollによって作られました。Knollは、Ruskaが作った最初のTEMの開発にも関与していますが、テレビカメラの撮像管のターゲット材料を研究するためこの装置を開発しました。真空封じされたガラス管の中に電子銃と試料を収め、約100 μ m径の電子線を試料に照射して、試料吸収電流を像にしました。

縮小レンズ系を使ったSEMを作ったのは同じくドイツの von Ardenne で、1938年のことです。この装置の鏡筒は2m近い高さを持っており、2段の静電レンズを用いた縮小レンズ系で4nmのプロブ径を得ていたとのことでした。実際には、薄膜状の試料を観察するのを目的とした走査透過電子顕微鏡（Scanning Transmission Electron Microscope：STEM）専用機で、試料の下に置いた写真フィルムに像を直接描かせるものでした。ブラウン管で像を観察するといった手段は無く、フィルムを現像して初めて結果が得られるものでした。von Ardenne はバルク試料の観察は行っていませんが、電子増幅を使った二次電子検出器のアイデアを論文に発表しています。

1942年にアメリカRCAの Zworykin はバルク試料を観察するためのSEMを作りましたが、この装置は、電界放出電子銃と4段の縮小レンズ系を組み合わせたもので、二次電子の検出にシンチレータを使っています。画像の記録にはFAXが使われました。得られた二次電子像は、TEMのレプリカ法で得られたものに比べてかなり劣っていたので、RCAでのSEMの開発は打ち切られました。また、多くの研究者の関心はテレビの開発研究に移ったため、この後しばらくはSEMの開発研究は途絶えることになり、イギリス Cambridge大学の Oatley の研究室での再開を待たなければなりません。

Oatley の研究室では、SEMに関する多くの基礎研究が行われました。1953年にはMcMullan が加速電圧15～20kVで、解像力50nmを持つSEMを完成させ、1965年までに5台のSEMが作られました。この間に現在の二次電子検出器の原形となるE-T検出器、種々の観察手法、その他の応用技術が開発されました。また、1961年には、この研究室で作られたSEMがカナダのパルプ会社に設置されています。

実際の商品化は、1965年に、イギリスの Cambridge Scientific Instrument 社、および日本電子株式会社で行われました。その後の40年間に数万台に及ぶSEMが生産されましたが、この間に、装置の性能・機能とも大きな進歩を遂げて現在に至っています。