

## 電子顕微鏡で知る世界

人間の目で微小な2点を見分けることのできる最小の距離(分解能)は髪の毛の太さの0.1～0.2mmとされています。これより細いものは顕微鏡などを使って調べます。中学時代に顕微鏡でミジンコなどを観察した記憶があると思います。この顕微鏡は光学顕微鏡と言って対物レンズと接眼レンズを使って試料の拡大像を見る仕組みで、可視光線の波長(400～800nm)や肉眼の分解能から0.2ミクロンの大きさが限界とされています。最近テレビでよく見る新型コロナウイルス(約0.1ミクロン)は電子顕微鏡で捉えた映像です。電子顕微鏡は可視光線よりはるかに波長が短い電子線を使うため0.2ナノメートルまで見分けることが可能です。おぼせキャンパスには走査型と呼ばれる電子顕微鏡があります。走査型電子顕微鏡は、真空中で細く絞った電子線で試料表面を走査(スキャン)しその試料から出てくる2次電子の信号を検出してモニター上に試料表面の拡大像を映し出します。また、電子線を照射した際に出るエックス線を調べる装置をつければ試料の元素分析も行うことができます。

現在、工学部の機械系では金属の破断面を走査型電子顕微鏡で調べて、その破断状況や不純物の混入割合などを明らかにし、どのような原因で破断したのかを推測する授業を行っています。破断原因を推測できると、どうすれば破断を防げるかを考えられるからです。また、対象とする構造物が大きく電子顕微鏡とは無縁と思われる建築・土木分野でも、例えばコンクリート表面に付着した物質を調べて劣化要因のアルカリシリカゲルを見つけることなどに利用されています。昨今ICTやAIの普及で需要が急増している半導体はナノレベルの精度が求められています。本学が目指している半導体デバイス分野の研究や教育においても走査型電子顕微鏡の出番が増えると考えています。皆さんも本学の走査型電子顕微鏡を使ってミクロなメカニズムを解明し新たな発見をしてみませんか。

1mm(ミリ)は1,000μm(ミクロン)、1ミクロンは1,000nm(ナノメートル)、1ナノメートルは百万分の1ミリです。

## 工学で「問いを立てる」

豊かさの源泉であった「成長」の前に地球の限界という壁が立ちふさがり、インターネットの普及や日進月歩の技術革新も相まって、勝ち組が一夜で負け組になるなど正解が無い時代になっています。このような予測困難な時代には、自ら問いを立てて新たな課題や独自の解を見出す能力が重要になっています。

この「問いを立てる」とはどういうことかを理解する絶好の書を見つけました。播田安弘著「日本史サイエンス」(ブルーバックス)です。著者は歴史の専門家ではなく造船一筋のエンジニアです。この本には3つのエピソードがありますが、最初の「蒙古軍はなぜ一夜で撤退したのか」という話から筆者が得意とする造船技術を活かして仮説を立てて必要なデータを自ら揃えて検証し、筆者が納得できる解を得るプロセスが語られていきます。

蒙古軍は1274年の10月20日(旧暦)の朝、約900隻の軍船と約3万の兵力で博多湾に押し寄せたのですが、そもそも900隻の船を半年で作るのに木材をどのように調達したのかという問いをたてます。まず、流れの速い対馬海峡を渡海した船の大きさや形を仮定し必要とする材木量から森林面積を推理します。次に半年で900隻を作り上げるには毎日6万人の労力が必要なことを割り出し、マンパワーの観点からもこの数字は不可能と結論付けます。また、博多湾における船団の停泊地や上陸地はどこかなどについても得意とする船の技術から問いを立て科学的データをもとに検証します。こうして、蒙古軍の上陸地は百道浜で、小舟での上陸に手間取り兵力の逐次投入となった。そこで日本騎馬軍団の奇襲を受けて想定外の被害を被ったため大宰府攻略を断念した。天候急変を警戒して撤退を始めたが、その夜の強い北風で遭難したという結論を得ます。続編の「日本史サイエンス式」も出ていますので、興味あるエピソードを見つけてください。どの項目を読んでも「問いを立てる」意味と自分なりの答えを出すプロセスを理解できると思います。