

現代結晶学100年にあたって

高良 和武*

マックス・フォン・ラウエが硫化亜鉛 (ZnS) の結晶にX線を照射し回折像を得てから100年になる。この間、X線からラジオ周波数にいたる電磁波、電子線、中性子線、陽子線などがそれ自身最先端の研究対象となり、次いで物理学や生物学を進歩させるための有効な手段ともなった。半導体・電子産業の誕生と成長は、それら実験手段と理論的研究の著しい発展により解明が進んだ固体物理学のたまものである。

筆者は、1955年秋から1957年秋まで、ラウエ先生が研究所長をして居られたマックス・プランク協会のフリッツ・ハーバー研究所で働くという、貴重な機会を持った。ここでは、当時の思い出を交えて、先生が結晶によるX線の回折現象を発見された当時の話を記してみよう。これからの難しい時代を乗り切っていく若い世代の方々の参考になれば幸いである。

ラウエ先生を結晶によるX線の回折現象の発見に導いた実験に立ち返ってみよう。当時、X線はスリットによる回折現象などから、単色のX線という考えが強かった。結晶の格子間隔に近い波長のX線を用いれば回折が起るという考えを、ラウエ先生が出された時、そのような回折条件を満足する実験は不可能に近いという否定的な意見が強かった。最初、線源に対し結晶の背後で、透過するX線の回折現象を測定しようとしたが、失敗に終わった。次に、線源と同じ側で、X線が結晶で背面に反射する方向で測定したら、回折像が得られた。成功の秘密は、X線が白色だったからと考えられる。白色のX線が、試料結晶の特定の格子面で回折を起こす波長を自然に選び、実験が成功したのである。先生はこの実験をするにあたり「とにかくやってみよう」と一言おっしゃったという。この言葉に込められた好奇心、探究心を私は今でも大切と思っている。ラウエは回折条件について込み入った解析をしたが、それが後にブラッグ父子の提案した単純で分かりやすい回折条件やエワルドの回折条件と等価であることはよく知られている。

ラウエ先生は研究所で、ラウエ・コロキウムと呼ばれた談話会を毎週午後5時から約2時間開かれた。月に1回ぐらい、西ドイツや外国からの学者が講演に招かれた。講演の後、先生の邸宅で晩餐会があったが、関係のある研究所のスタッフのほかに、若い研究者も呼ばれ、私もしばしば、その貴重な機会に恵まれた。先生は、自ら談笑の中心になり、刺激的で楽しい雰囲気を作ってくれた。

討論と言えば、1955年ごろ名古屋大学教授の榊米一郎先生（後に豊橋技術科学大学初代学長）と日立製作所の只野文哉先生にお供してシーメンスの研究所を訪問したことがある。只野先生が電子顕微鏡像の強励磁による分解能の高度化を説明したところ、シーメンスの研究者は、社外秘だが、と言って別の方式を持ち出し白熱した議論になった。その時は、論争は未解決に終わったが、翌年、電子顕微鏡製造の技術部門の責任者がベルリンに来られ、この時もシーメンスにお供したが、シーメンスの研究者は「ドクター・タダノの説が正しかった」と率直に認めた。大変、嬉しく、誇らしかったことを覚えている。当時は研究者自身が、開発した製品の宣伝を行っていたわけである。

私は中学生の頃、決められたコースを、決められたゴールに向かって走り、1番2番を競わせる学校教育が厭になった。1番2番を競わない、誰もやらないことをやろうと思うようになった。そうした志を支えてくれた恩人の一人は、理学電機の創業社長志村義博さんである。私が九州大学から東京大学の教養学部に移った時、志村さんは回転対陰極X線源や回折装置を貸して下さり、「会社が潰れそうになったら、取り返しに来ますから」と笑って言われたことを、今でも深い感謝の心で思い出す。その頃、ガイガー計数管で粉末結晶のX線回折の強度を測定する装置が、オランダのフィリップスで開発されたことを知り、理学電機でも造ろうということで相談を受けた。フィリップスでは、試料と計数管の回転軸が水平であるのに対し、我々は垂直にすることにした。その結果、試料の加熱炉の設置が容易になり、また測定装置の回転運動の精度も上がったと言われた。当時、日本では回転軸は円す

*東京大学名誉教授

い状のもので、軸と回転部分の摺り合わせは手作業で行われていたが、アメリカに行ったら、回転にはボールベアリングが採用されていた。始め、アメリカには、精密工作の職人がいないらしいと思ったが、ベアリングの方が精度がよいと言われ、驚いた。日本では、ボールベアリングは主に、自転車の車輪の回転軸に使用されていたが、アメリカでは人工衛星に使われていると聞いて、また驚いた。大枚を投じて、それを求め、日本に持ち帰ったが、まもなくアメリカでは輸出禁止になった。アメリカの製品に負けない精度の回転機構を求めて全国の大学や民間会社を周った。日本精工 (NSK) が既成品の中から最高のものを提供してくれたが、それはアメリカのものに負けないものだった。また、精密測定のためには恒温、無震動の環境が絶対必要だといって、理学電機では、それに耐える実験室を準備された。志村さんから、「贅沢過ぎるものを造りましたよ」と言われたが、まもなくアメリカのベル研究所を訪ねる機会があったが、その X 線回折の世界的権威のパッターマン教授が、「理学電機とフィリップスの回折装置を比べたら、理学の方が優れていた」と言われ、誇らしかった。

X 線領域の放射光を発生する日本初の放射光施設 フォトン・ファクトリーを建設するために、東大から高エネルギー物理学研究所に移籍した。当初から、ユニークな施設を作り、産学共同で利用し、世界中の人にも使ってもらう、という構想で進めた。当時、産学共同には一部の研究者、とくに若い研究者に反対者が多く、悪のように言われた。当時、学術会議の副会長、まもなく会長になられた伏見康治先生は、その意義を

認めて下さり、その実現に大きな力を貸して下さいました。所長の西川哲治さんたち、大蔵省にも理解者がいて大いに助けてもらった。日立、NTT、NEC、富士通、新日鉄、NKK が専用のビームラインを作った。この頃、シリコン単結晶の品質向上など重要な産業上の目的に X 線解析を活用することができた。試料をもらって測定してあげる、という単純な協力関係が出発点だった。産学共同には先鞭をつけたものと思っている。

20 世紀は植民地主義、狭量な愛国主義が科学技術を戦争の道具と化した。21 世紀に入っても宗教対立や文明の衝突が原因となる戦争が絶えることがないのは残念である。ラウエ先生は、ナチスドイツがアインシュタインたちユダヤ系学者を追放した凶行を、「真理には、民族や国家の区別はない」と、毅然として非難された。またウラニウム核分裂現象発見の理論的指導者であるユダヤ人女性科学者、マイトナーの海外逃亡を助けられた。このような勇気ある言動のために、先生には生命の危険があったが、「私がドイツを逃れ他国に職を求めれば、同じような境遇にある他の科学者が得られたかもしれないポジションを奪うことになる」と言われ、ドイツに踏み留まられた。先生の真理と友に対する愛に支えられた勇気には、ただただ頭が下がる。

今後の世界では、資源や食料の限界から、民族や国家間の争いなど深刻な事態が起こることが懸念されるが、このような困難な課題に対し、人類の生存、持続的発展のために地球規模で立ち向かうことを、若い世代に期待するものである。