

# 本当にそうか？ 何故そうなるのか？

国立研究開発法人 産業技術総合研究所；研究員  
権藤詩織

## 1. 伸線加工との出会い

私は2019年3月に早稲田大学大学院 基幹理工学研究科 機械科学専攻にて博士学位を取得し、現在は産業技術総合研究所にて塑性加工の研究に従事しています。この度は「はばたく」への寄稿との大変貴重な機会を賜りましたので、僭越ながら研究活動で直面した壁をどのように乗り越えたか、一部の事例を紹介致します。

学部3年次に塑性加工の研究室であった浅川研究室に希望し配属されました。この研究室では学部3年生の夏季休業期間中に、卒業論文の簡易版を体験する“夏期実験”がありました。ここで出会ったのが、その後博士論文まで続く“伸線加工”です。夏期実験では公表済みの論文の内容を実証しました。卒業論文研究では、高精度な張力・速度制御が可能な伸線機を用いて、後方張力(伸線時に伸線方向と反対方向に負荷する張力)が伸線材の機械的性質に及ぼす影響の解明に取り組みました。「後方張力の低減により伸線に伴う延性の低下を抑制できる」との結果が得られ、もっと知りたいとの純粋な探求心が芽生えるとともに、国際水準で活躍できる研究者になりたいと思うようになりました。

## 2. 難航したマイクロ組織の評価

浅川教授の退職にあわせ、大学院では鈴木研究室に入りました。鈴木教授には無理を申し、卒業論文研究で得られた結果のメカニズム解明との観点で、伸線加工の研究を続けさせていただきました。論文から得た知見を踏まえ、透過型電子顕微鏡(TEM)による組織観察、電子線後方散乱回折法(EBSD)による結晶方位解析などのマイクロ組織の評価に挑みました。しかしながら、TEM像が示す情報は局所的で、機械的性質と観察結果を結びつけられませんでした。また、学内のEBSD装置では試料形態に制約があり、図1に示すような非常に細い鋼線の分析ができず、研究が行き詰りました。そこで、改めて論文を読みあさり、何をどのように評価すべきかを再度検討しました。TEM像は取得済のデータで十分であるとの判断に至り、EBSD解析については現所属先の装置を利用させてもらうことになりました。また、鈴木教授より「何故そうなるのか？のみならず、本当にそうか？(延性低下の抑制を示すデータの信頼性を示すように)」との助言をいただき、引張試験や延性評価法の誤差を生じうる要

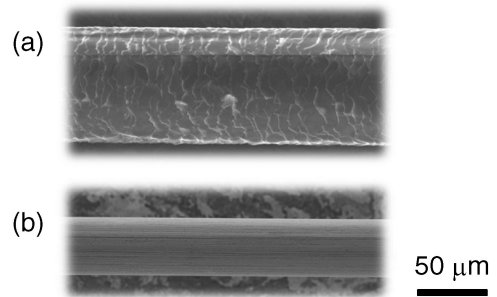


図1 髪の毛(a)と本研究で取り扱った鋼線(b)の走査型電子顕微鏡(SEM)像。

因を検証しました。ダイヤルゲージやハイトゲージなどを使用したローテクな評価でしたが、評価方法の妥当性を明らかにできました<sup>(1)</sup>。

鈴木教授は普段から「折り返し」という言葉をよく仰います。これは、論文を書き上げるにあたり、「実験ばかりやっている」とまとめる時間が不足し、十分な考察ができなくなる」との忠告の意です。この言葉により、博士後期課程2年の夏には論文に必要なデータの大方を揃えられ、この頃から研究に携わる先生方や後輩達と議論する機会を定期的に設け、博士論文の考察を深めていきました。しかしながら、議論が進まるにつれ、再び大きな課題が浮上しました。EBSD解析においてほとんどの試料で中心軸からずれた面を解析しており、データの信頼性を指摘されたのです。議論の末、地道な研磨を基本とした作業ではあるものの、不可能と考えていた極細線の中心を通る断面が解析面となる研磨方法を考案し、再度実験を行いました。解析ソフト上で細かく解析し、極点図を取得し、結晶方位を読み取る作業は非常に手間がかかりましたが、得られたデータを咀嚼し、次のような貴重な知見を得ました。鋼線の伸線初期、内部の構造は一層ですが、その後中心軸側に新たな層が出現し、外側が中心軸側を包み込む二層構造となり、さらに伸線すると外側の層が線全体を占めるようになります。高ひずみ域での表層が薄いほど、格子欠陥量とセメントイト分解(セメントイトから炭素原子が消滅した状態)量が少なくなると考えられ、伸線に伴う延性低下を抑制できます<sup>(2)</sup>。

## 3. 研究活動を振り返って

本稿で執筆した内容はほんの一部にすぎず、沢山のことを学びました。これから「本当にそうか？何故そうなるのか？」の疑問を常に抱き、材料組織制御をキーワードとした研究を通じて、産業の基盤となる素形材加工分野に貢献できるように努めて参ります。最後にこの場を借りて、研究活動における大変重要な基本姿勢をご教授賜りました鈴木教授、退職されてからも修士論文、博士論文にご助言を賜りました浅川名誉教授に、深く御礼申し上げます。

## 文 献

- (1) S. Gondo, S. Suzuki, M. Asakawa, K. Takemoto, K. Tashima and S. Kajino: Int. J. Mech. Mater. Eng., **13** (2018), 5.
- (2) S. Gondo, R. Tanemura, S. Suzuki, S. Kajino, M. Asakawa, K. Takemoto and K. Tashima: Mater. Sci. Eng. A, **747** (2019), 255-264.

(2019年5月27日受理) [doi:10.2320/materia.58.466]  
(連絡先: 〒305-8564 つくば市並木 1-2-1 つくば東事業所)