



## 金属の特性を追い続ける

「欠陥」というと、だめなもの、なくすべきものという印象を受けないだろうか。しかし、橋本先生が研究している「金属の欠陥」は、必ずしもそうとは限らない。かたい、加工しやすい、熱に強いなど、金属が持つさまざまな特性を決める大切なものなのだという。



エンジンの部品のひとつであるブレード。部品はどれも高温になるため、材料の開発も重要になる。

橋本 敬三 はしもと けいぞう

1979年、大阪大学大学院修士課程修了。  
1983年、ボリテクニク大学博士課程修了Ph.D。  
ノースウエスタン大学職員、新日本製鐵(株)先端技術研究所勤務を経て、1998年に帝京大学理工学部にて助教授として赴任。2010年より現職。

研究テーマ：軽量耐熱材料として注目されているチタンアルミ金属間化合物およびその複合材料の開発  
キーワード：チタンアルミ金属間化合物、金属基複合材料、高比強度耐熱材料

### 金属は欠陥だらけ

金属を含めて、物質は原子が集まってできている。電子顕微鏡を使って、その物質の内部の原子の並びを観察する。それが、橋本先生が長年行ってきた研究だ。原理的には結晶格子という規則正しい配列で並んでいるはずの原子だが、実際に観察してみると、そうでもない。原子がひとつ分けた空孔と呼ばれる穴があったり、部分的に配列がずれていたりと乱れている。これが金属の欠陥だ。この欠陥の量や種類によって、その金属の持つ特性が変わってくるという。「自然界で生まれるもの、まして人のつくるものに、パーフェクトなものはありません。物質には、必ず欠陥が入っていると思ってください」。実際に、大学時代に観察したサンプルには、合計で $10^{10}$ cm/cm<sup>3</sup>もの欠陥が入っていたというから驚きだ。

製鉄所などで、金属を加工しているシーンを思い出してほしい。高温で熱せられ、赤く溶けた金属が延ばされたりたたかれたり、さまざまな加工を受けている。これもすべて、欠陥を制御するために行っているのだ。欠陥をできるだけ多く入れると、丈夫な金属ができる。たとえば、橋に使われているワイヤー。あれも最大限に欠陥を入れたからこそ、あそこまで強度を出せるのだそうだ。逆に、欠陥をなくしていくことで強度を上げられる。それを理想強度というが、「理想」という言葉通り現実的には厳しい。膨大なエネルギーとコストがかかってしまうのだ。その一例が半導体に使われるシリコン単結晶。膨大なエネルギーとコストをかけて、限りなく純粋なシリコンの結晶をつくっている。こんな話を聞くと欠陥の印象が変わったのではないだろうか。

### 熱に強いチタンアルミナイド

学生時代に金属の欠陥と特性の研究を行っていた橋本先生は、企業に就職してからも金属の特性を追い続けた。新日本製鐵株式会社では、チタンアルミナイドという耐熱性の金属間化合物の研究・開発を行った。高温において強くなる性質を持ち、優れた耐熱性を示す。また、チタンとアルミからなり非常に軽量なので、航空機のエンジンなどへの応用が進められている。

研究は、合金開発の段階、その特性を調べる段階、そして実用化を検討する段階と3つの段階に分かれて進められるという。会社では、主に最初の合金の研究を20年くらい続けてきた。加える金属の種類や配合を変え、耐熱性と強度を上げる研究を続けてきたのだ。

帝京大学に移ってからは、1200℃という高温条件下ではどう変化するのか?そのときの特性は?など第2段階の特性を調べる研究を行ってきた。そして、ボーイング787に搭載されるジェットエンジンのタービンへの利用など、第3段階の研究が進められ、応用される製品が出始めた。実際に橋本先生の部屋にあった鉄とチタンアルミナイドの円盤を持たせてもらったが、重さの違いは明らかだった。飛行機などの大型エンジンの材料として、チタンアルミナイドを使えば、大幅に重量を軽減し、低燃費、高効率のエンジンができることは間違いない。

### 学生と一緒に学ぶ

2001年、材料科学工学科から航空宇宙工学科に改称したことを受け、研究テーマの中に少しずつ航空宇宙のテーマを加えてきた。2008年には、「流星の

2点同時観測」や「人工衛星追尾装置の製作および運用」を行った。8月に出現するペルセウス流星群の観察も今年で12年目となる。学生とともに、中禅寺湖のキャンプ場と戦場ヶ原に分かれて同じ方向を観察する。10分に1回程度の割合でシャッターを切りながら長時間露光をくり返す。離れた場所で観察しているので、そのずれから三平方の定理を使えば流星の高度が計算できる。さらに、カメラには回転シャッターが付いていて、高速でレンズの前を横切る。その間隔から流星の速度を求めることができる。これらを併せて、流星の軌道まで求められるようになることを目指している。

もともと天体が好きで趣味で流星観測をしていた橋本先生だが、専門は材料工学。研究テーマの選び方を聞くと「学生が興味のあるテーマを引き出してあげることが私の仕事だと思うんです」。いくつかあるテーマの中から選んでもらうことはもちろんだが、ディスカッションをする中で学生に最適な研究テーマをつくっていく。もちろん、知識としては持っていますが、実際にはやったことのない実験の場合もある。そのときには、一緒になって勉強しながら進めていくという。「こちらの手探りですから、私も勉強になっていてですね」。先生とディスカッションしながらテーマを選び、一緒に研究を進められるなんて、とても幸せな研究生生活が送れそうだ。