

随想

材料の進化と研究・技術者の責任 ～ Alloy718 との縁～

守田浩貴*



随想の執筆を依頼され、「随想」ってなんだろうと改めて調べると、「心に浮かんだことを思いつくままに綴る文章」とあり、執筆要領にも「研究者・技術者が各々思うことを表したもの」と記されていたので、大同特殊鋼に入社して30余年経つこの機会に、節目ごとに何を経験し、何を考えてきたのかを整理しながら、思いのまま文章にしてみることにした。

思えば、何故大同特殊鋼で働くことを選んだのだったか。かなり昔、健全な青春を送っていた高校2年生の頃である。「国産初のH-1ロケット1号機、打ち上げ成功！」のニュースがテレビや新聞を賑わせた。その時は「へえー」と思った程度だったが、友人が「やっぱり材料って大事だよな。H-1ロケットのような巨大で重い物体を宇宙まで飛ばすエンジンや軌道に乗せる高度な技術（誘導）は、材料あってこそ、まさにあらゆる技術の基盤だな」などと話してくれたことが強く印象に残っている。これが始まりだった気がする。時をさらに1年ほど遡ると、当時良く聴いていたMadonnaのMaterial Girlという楽曲で「私たちは物質社会に住んでいる」と何度も繰り返す少し奇妙に感じた歌詞が心に残っていた。当時の消費文化や物質主義を皮肉ったものだとも言われていたが、確かに人は精神や情報、ソフトウェアだけでは生きていけない。衣食住、交通、通信、医療など、社会のあらゆる基盤は材料によって支えられている、という思いを抱いていた背景もあり、友人の「材料は大事」が心にインプットされた、のかも知れない。

そんなきっかけで大学は材料研究に関する学科があるところを選んだが、専門科目は難解で、材料を学ぶには基本である熱力学や材料力学にも苦戦した。ちなみに実務に必要な平衡計算や三元状態図などは、入社後に優しく優秀な先輩のお陰で身に付けることができた。結果として、冶金の基礎は入社後に学んでも十分に対応できるものと感じている。学部4年生になって金属鉄鋼学科の電磁プロセス研究室に配属され、卒業研究のテーマはTiおよびTi化合物の粉末製造プロセス開発となった。ここで初めて「研究」を経験したのであるが、真空製粉装置の設計から実験、成果のまとめまでを約10か月で行うという非常に忙しくも濃密な時間を過ごした。この時に実験条件の合理的・効率的な組合せ、金属の挙動、電子顕微鏡やX線回折装置の扱いなど多くを学ぶことができ、改めて将来は材料研究やモノ造りに携わりたいと思うようになった。

入社以降のことを振り返ると、大きな出来事がいくつかあるが、その一つがAlloy718との出会いである。Alloy718とは、米国INCO（International Nickel Company）社が開発し、1965年から工業生産された高合金の一種である。高温

*大同特殊鋼(株) 執行役員

下において高強度・高耐食性を有し、加えて疲労特性、クリープ特性にも優れている。航空宇宙や発電の内燃機関、石油・ガスや化学業界の耐食環境など、他にも自動車、電気電子、産業機械など幅広い分野で使用されている。開発されてからたかだか60年程度であるにもかかわらず、その需要は全高合金の半分にも及ぶ。入社数年の頃、私はAlloy718の一次溶解を担うVIM（真空誘導溶解炉）プロセスを担当した。Ni、Cr、Feをベースに5%を超えるNbやMo、Al、Tiなど多くの元素を添加した複雑な合金設計であり、溶製・造塊において、適切な成分値を満たすことと、欠陥の少ない鋼塊を製造するために苦労の連続であった。この材料は、VIMで製造した鋼塊を消耗電極として再度VAR（真空アーク再溶解炉）で溶かして固めるという二次溶解プロセスで最終的な鋼塊が製造される。これはNbやTiを始めとした凝固中に偏析し易い元素の偏析を緩和し、組織を均一化するためであったが、当時の渋川工場ではFreckleと呼ばれるマクロ偏析欠陥が散発しており、ある時工場幹部から「仕損の記録更新や！」と叱責されているVAR担当の先輩社員を横目に、偏析が出にくい消耗電極を造るにはどうすればいいのか、とVIMでの成分や鑄造、消耗電極の熱処理など改善に取り組んだ。

転機となったのは入社7年目に得た米国留学の機会である。それまでVARの経験はなかったが、先輩から「Freckleの発生条件を明らかにしてほしい」と託され、当時技術交流のあったSMC（Special Metals Corporation）社と「Alloy718におけるFreckle発生挙動」共同研究を実施することになった。SMCはAlloy718を開発した旧INCO社であり、その道の権威や現地大学との繋がりも強く、いろいろな方から指導を受けながら凝固の解析を行った。VARでの凝固の状態をミクロ組織から判別し、ある凝固条件（冷却速度と凝固の成長方向）がFreckleの臨界発生条件である、という実験式を導出しプロセスウィンドウを明らかにすることができた。実際には材料を破壊して組織を確認し、Freckleが発生した時のVAR結果と付け合わせることで、VAR条件を適切な範囲で設定、また必要なモニタリング項目を明確化するなど、Alloy718再溶解に関しては一定の技術レベル向上に貢献できたものと考えている。この唯一と言っていい会社での研究を通じて、熱力学など原理原則をきちんと理解し、文献や議論で先人の知見をできるだけ多く吸収し、実際に起きている事象を注意深く観察し、といったある意味基本・土台的なことを改めて重要だと認識したことに加え、途中で諦めず・閃きを信じて、などの精神論的あるいは情熱といったものが研究の成果に結びつくこともある、という学びがあった。

しかしながら、これでAlloy718の製造技術は満点、ということは決してなく、その後四半世紀でAlloy718自体も、その成分や熱処理条件などプロセスを変化させることで強度や耐食性の向上など進化を続けており、最新の最高品質：PQ718（Premium Quality Alloy718）では、より特性を上げるために偏析助長成分をより多く含有し、製造難易度は格段に上がっている。現在、渋川工場ではPQ718の航空機エンジンメーカ認定取得を進めており、Freckleのない鋼塊を安定的に製造するために、技術者・研究者達が情熱を持って取り組んでいる。進化した材料には、当時導出した実験式はもはや通用せず、材料の進化に対応すべく新たなモデリング技術、評価技術の開発・確立にも果敢に挑戦している。この認定取得は、航空機エンジンの最重要部に使用されることから品質管理要求も世界で最も高いレベルとなっており、製造技術のみならず品質管理に関しても決して低いハードルではないが、当社が強く進めているポートフォリオ改革の要である。私自身もAlloy718（のFreckle欠陥）との最初の出会いから30年近く経ってから、またこの課題に直面するとは思ってもみなかったが、情熱と誠意を持って前に進めることに貢献したい。

近年、社会ではUX（User Experience）の重要性が高まっている。解釈としては、これまでの社会では満足できず、より便利に、より効率的に、より心地よく、より面白く、とますます高度で多様な要求に応えることが、企業価値向上の一つの解である、ということである。より高温・高圧・高腐食環境下で、より高強度・高耐食・高寿命、といった要求が我々素材メーカーに一層寄せられるであろう。社会の進化とともに、高合金をはじめとした高機能材料の適用範囲は拡大し続けるものと考えられる。様々な材料において更なる進化は止まらない、ということは想像に難しくなく、合金設計、製造プロセス、評価技術の研究、製造技術の追求はますます盛んになると思われる。現在、そして未来の技術者・研究者に寄せられる期待は、かつてないほど大きいものであると言っても大げさではない。

(March 25, 2026)