



# これからの Metallurgy

## Metallurgy in the next generation

東北大学大学院工学研究科 金属フロンティア工学専攻 教授

及川 勝成

Katsunari Oikawa, Professor, Department of Metallurgy,  
Graduate School of Engineering, Tohoku University

9月の初旬に、本誌への巻頭言の執筆を依頼され、熟考もせずに引き受けてしまった。例年研究室に本誌を1冊頂いており、企業における研究の動向などを参考にしているのだが、なかなか巻頭言から読み出すということはしていなかった。実際執筆するにあたり、過去にどのような人が巻頭言を担当しているかを読み直したところ、気安く引き受けたことを後悔した。冶金学、今で言えば材料科学分野の重鎮が担当し、重みのある言葉が書いてあり、小生のような若輩者では物足りなさすぎるような気がしてきた。そうかといって、今さら変更をお願いするわけにもいかないので、これまでのような格式高い巻頭言にはならないかもしれないが、若輩者らしく書く覚悟を決めた。

この種の文章は、普段書いている研究論文や研究費の申請書とは勝手が異なり、非常に書きにくい。何か参考になることはないかと考えていたところ、新聞等ではIoT (Internet of Things), Industry 4.0, Society 5.0などの言葉をよく耳にする。これらの言葉は、どれも異なる意味合いを持つのであろうが、小生の中では、インターネットでコンピュータシステム、機械、人が繋がって、相互に情報を伝達し、制御することではないかと理解している。この時、キーワードになるのが、ビッグデータ、データマイニング、人工知能、クラウドコンピューティングな

どである。快適に暮らすためには、巷にあふれている情報をどう利用するかにかかっているようであるが、あまりに多い情報を処理できずに、インターネットとの繋がりを切りたくなることもある。大学における学問においても、こういう風潮を無視するわけにはいかない。研究費獲得のための申請書を書くときなどは、研究内容とSociety5.0との関わりを記述せよなどと無理難題が書いてある。この手の材料分野におけるキーワードは、マテリアルゲノム (アメリカ)、マテリアルズインテグレーション、マテリアルズインフォマティクス (日本) などであろう。これらは、材料に関するビッグデータとコンピュータ解析やデータ管理技術を駆使することで、新しい材料革命をもたらそうというものと理解している。このようなトレンドの中で、冶金学 (金属工学, Metallurgy) について考えてみた。

日本の大学教育では、冶金学、金属工学は教員の数が増え絶滅危惧学科と言われている。その他にも、化学工学、電気工学、土木工学といった分野が絶滅危惧学科らしい。いずれも、日本の産業を支える重要な分野であり、以前は、工学部において主流をなす学科であった。この中で、冶金学あるいは金属工学は、既に多くの大学で学科の名前からなくなっている。かくいう私も、大学卒業時 (1991年、東北大学) には、材料物性学科であり、既に金属の

冠は外れていた。当時の東北大学では、金属系3学科とっていたが、金属工学科以外の2学科は、金属の冠を外していた。現在では、学部は材料科学総合学科といい、大学院では、金属フロンティア工学専攻という名称で、かろうじて金属の名前が残っているが、名前からだけでは、何を教えているのか想像できない。国際的にも、Metallurgyを学科の名前にしているところは稀で、Materials Science (材料科学) あるいはMaterials Engineering (材料工学) という学科がほとんどである。個人的にはMetallurgyの方が好きである。Materials Scienceというのは、金属工学も含め、セラミックス、プラスチックなどあらゆる材料を研究対象とする分野の総称で、私には広すぎると感じるからである。

Metallurgyと言っても幅が広い。精・製錬に関する研究から、強度、物理的性質などの物性に関する研究、加工プロセスなどに関する研究なども含まれる。この中でも、小職の分野は、Physical Metallurgy (金属物性学) である。状態図やミクロ組織の形成メカニズムと特性の関連を調べている。恩師である西澤泰二先生、石田清仁先生から教授いただいたスタイルである。以前所属していた研究所で、上司から研究の手法を尋ねられたことがある。その時は、金属の状態図や組織の話を説明したのだが、その上司が後から「君の研究のやり方は、まるで本多光太郎だな」と言われたことがある。恐らく、その上司がどこかで金属研究の歴史などを調べた際に本多光太郎先生のご業績を見ての発言だと思う。上司は、研究のやり方がクラシカルだと揶揄していたのだとは思いますが、東北大学で金属を学んだ小生としては、誇らしくもあった。しかし、確かに大きくは変わっていない。装置は大きく変わり、分析精度が上がっている。また、状態図もコンピュータを使いながら計算するようになったが、相変わらず、ナノ・ミクロ組織を観察し、特性との関連を議論している。

「材料設計」という言葉がある。目的の特性を持った材料を作るために、どのような合金組成とミク

ロ組織とし、どのようなプロセスで作ったら良いかをデザインすることと理解している。しかし、機械や電気回路、建築物のように設計図ができ、思い通りのものができているだろうか？そういう意味では、材料設計は発展途上であると思える。他分野の研究者から見れば、どうしてそのようなことが予測できないのかとお叱りを受けるかもしれないが、金属材料を扱っていると予想もつかないことがよく起こる。いわゆるセレンディピティーというもので、それがあから楽しく、また、やり甲斐もある。では、なぜ設計できないのであろうか？転位論で材料強度の話はそれなりにできる。化学反応、状態図、原子拡散なども理論はある。個々のパーツは出揃っているように思える。しかし、構造材料のようなものは、多結晶、多相組織となっており、個々の理論を結びつける十分なツールがないということであろう。マテリアルズインテグレーションやマテリアルズインフォマティクスは、まさにこのような分野をデータベースの蓄積と人工知能を活用しながら進めることで、ハイスループットな材料開発を実現しようとしている。こういう場面で、Metallurgyは必要ないのかというと、そうではないであろう。蓄積されるべきデータとは、特性を含めて、状態図、相安定性、ミクロ組織が重要であることは変わらないであろう。また、データマイニングなどの時には金属学がこれまで発見してきた種々の法則も必要であろう。しかし、材料開発の組合せは複雑である。それを最適化していくためには、データや個々の理論の利用の仕方に転換点がきているのであろう。将棋や囲碁などでも棋譜の解析・研究にAIが活躍しているように、我々も充実したデータベース構築をすることで、新しい材料開発の時代が到来するかもしれない。金属学を教える大学においてもデータベースの構築と利用の仕方について、どう教えていくか考える時がきていると感じている。