

名誉会員からのメッセージ

研究技法のライフサイクル

Life Cycle of Research Methodology

東京大学
名誉教授

鈴木俊夫



1 はじめに

先日、製鋼分野出身で、JFEスチールの関連企業の社長をしている方と食事をする機会があった。鉄鋼プロセスの動向などの話が一段落した頃、「ところで、製鉄所のライフサイクルについてどう思われますか？」との質問があった。「100年を超えて第一線の製鉄所があり得るか？」という疑問だ。普段考えたこともなく、答に窮した。日本の一貫製鉄所の多くは、1950年代以降に建設された。官営八幡製鉄所が生産を開始したのが1901年。優に100年を数える歴史の八幡製鉄所は今も現役であるが、規模からすればさすがに見劣りする。

製鉄所と言えば高炉、転炉などの製鉄設備が思い浮かぶ。しかし、原料やコークス、焼結鉱を運ぶベルトコンベアライン、各工場への電力線、冷却水や排水、原料ガスや排気ガスのパイプラインなどの基盤設備も忘れてはならない。これら膨大な基盤設備を維持管理し、新鋭設備導入に合わせ改修するのは大変なことであろう。これら製鉄所の基盤設備やレイアウトは当初に想定した製品・生産量に基づいて設計され、大幅な変更は難しい。道路や橋梁などの社会インフラと同様、建設からの時間経過とともに製鉄所劣化に対する危惧も当然に思える。そろそろ今後の製鉄所を真剣に考える時期に来ているのかもしれない。“製鉄所のライフサイクル”というキーワードに触発され、その後いろいろと考え込んでしまった。

2 正しさと確からしさ

最近、高温プロセスの数値解析論議に触れることが多くなった。数値解析と言っても自分の大学院生時代とは雲泥の差である。昔なら1000要素の計算でもすれば大威張りだったが、最近は数十万要素で当たり前、3次元解析となれば数千万要素位でないと驚きもしない。こうなると解析結果を検

証することも大変だ。流体解析結果のアニメーションを見ても、どこまで正しいのか、よくわからない。大まかにパターンが合っていれば良いとした昔はともかく、解析が大規模で精緻になればなるほど、解析の正しさを証明するのは難しくなる。流体解析などでは水モデル実験との対照が行われる。直接観察画像と解析結果の画像を見比べる限り、良く合っているように思える。流速や表面・界面形状なども参照されるが、実験で測定できるのは時間平均値あるいは空間平均値である。何をどのように比較したら解析が正しいと言えるのだろうか？

粒子法やDEM法 (Distinct Element Method) などの離散解析手法は、なかなか魅力的だ。流体表面の解析などは“粒子法ならではの”だが、難点もある。粒子法解析の結果は、用いる粒子径に依存する。粒子径が小さければ表面エネルギーなども正しく作用するが、どこまで小さくするべきかの判断が難しい。高炉関連の解析にも用いられるDEM法は、さらに面倒だ。もともと等方的でもなく、サイズに分布のある鉱石やコークスを均質な球体として扱うのだから、無理が生じる。異なる粒子径の系を設定したり、粒子合体を想定したりもするが、今ひとつである。また、初期粒子配置にも依存するので、得られた結果が常に正しいと限らない。

そもそも対象とする製鉄製鋼の高温プロセスは多相系で、均一でも一様でもない。確かに、種々の反応や相互作用のモデルなどを組み込んだ大規模な数値解析も、今や可能だ。現象の理解には大いに役立つだろうが、限界もある。第一に解析結果の正しさをどう保証すればよいのか。モデル実験がどこまで比較可能なのか。我々が対象にするのは本質的に不均一系なのだ。正しさに固執すれば前に進めない。“正しさ”にこだわらず、“確からしさ”を、“確率論的な手法”を求める時が来ているのかもしれない。

3 YOU世界とTHEY世界

人材育成も、いつも話題になる。「何を考えているかわからない」「何か指摘しても反応がない」といった嘆きを、しばしば聞く。そんな時は、コミュニケーションの世代間ギャップだ、と説明することになっている。若い世代はインターネットやSNSが当たり前の環境で育っている。職場や研究室の外にも、仲間にはこと欠かない。同級生を除けば上司、同僚、部下がほぼ全ての世界で育った管理職世代と、簡単にコミュニケーションできるはずがない。上司の意見は意見として聞くが、本音は仲間には打ち明けない。そのギャップは大きい。

そんなことを考えている時に、「YOU世界とTHEY世界」という言葉に出会った。認知心理学者の佐伯教授による「学びのドーナツ論」¹⁾を構成する主要な概念である。学び手はYOU世界を経由して、外界であるTHEY世界への認識を広げていく。YOU世界は二人称的関係を持つ共同体で、共感や相互理解が成立している。これに対しTHEY世界は批判や論理性が優先する外界である。そこで、THEY世界からの批判や他の可能性の指摘に対する防御力としての論理的思考が必要となる。これを高めるには自身の中に“批判的YOU”を持ち、それとの対話が必要となるという²⁾。なかなか説得力がある。

そもそも“認識を広げること”“理解すること”とは何なのだろう。一昔前なら、わからないことがあると、「そんなことも知らないのか」と馬鹿にされるのを我慢して同僚や身近な先輩に聞いて回った。それでも埒が明かなければ、覚悟を決めて外部の人に聞く。時間もかかるし、心理的負担も大きい。それが当たり前だと思っていたし、その間に頭の中を整理し、本当に知りたいことは何なのかを自覚した。今では、数時間もインターネット検索すれば大抵の情報は手に入る。これまで単に便利な道具と思っていたが、我々の思考もインターネットに大きく影響されてきているようだ。目の前にあったYOU世界は現実世界から仮想世界へと広がり、THEY世界との境界は昔ほど明確でなくなってきた。古い世代でさえこうなのだ。若い世代はどのように思考しているのだろうか。

そもそも我々に必要な思考とは、新たな情報と既習の知識に連関を見出し、採択すべき方法や行動を決定するためのものではないか。しかし、思考の過程で仮想世界から得られる情報は膨大であり、知識と情報の境界はますます曖昧になる。仮想世界に対する距離感が違えば、思考の意味も異なる。

“理解すること”や“考えること”を人間にとっての普遍的な行為として捉えるだけでなく、変化する環境の中でのその意味を再確認していかないと、コミュニケーションの世代間ギャップは埋まらない。

4 おわりに

“製鉄所のライフサイクル”という言葉に触発され、思いつくままに筆を進めてきた。この間強く感じたことは、現実世界が仮想世界と交錯しつつある現状だ。現実世界を観察し、測定することによりさまざまな現象を理解できると信じ、研究生活を送ってきた。しかし冷静に考えれば、そのような手法も、我々の思いこみによって定めた窓から事象を観察し、現実の一断面を切り取っていたのに過ぎなかったのではないだろうか。計測技術や情報処理技術の飛躍的進歩の結果、我々は膨大なデータを獲得できるようになった。しかし、それを総合し、現象の真の意味を解明するために、相変わらず“原理に基づいて考える”ことに固執している。それが間違いとは思わないが、新たな情報と既知の情報の連関を見出すことならば、AIやデータサイエンスの手法がはるかに勝っている。

鉄鋼プロセスは現実世界の中にあり、社会に求められるものは現実の鋼材・鋼板である。仮想世界に広がった研究対象も最後には現実世界に戻らなければならない。とは言え、現実世界にだけ目を向けていては進歩がない。ますます広がる仮想世界の中で、いかに意味ある手法や技法を見いだせるのか。研究技法にも“ライフサイクル”はある。19世紀に発展した研究技法は20世紀に大きく花開き、さまざまな成果を生んだ。その技法は今後も継承されるべきものである。その一方、現実世界と仮想世界を統合した新たな研究技法が生まれつつあることも実感する。それがどのようなものか、どのような成果を生むのかわからないが、ぜひ見てみたい。それを切り拓く読者諸氏のご活躍を祈念して、本稿を終える。

参考文献

- 1) 佐伯胖：「学ぶ」ということの意味，岩波書店，(1995)，209.
- 2) 道田泰司：琉球大学教育学部紀要，63 (2003)，141.

(2019年6月28日受付)