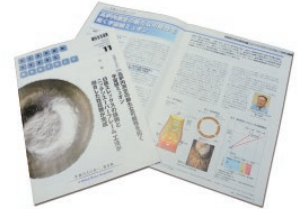




## モデルとシミュレーションで、 見えない現象を「再現」する

目には見えない現象について考えるとき、  
私たちは頭の中でさまざまな想像をめぐらせる。  
しかし、篠竹先生は想像でものを語らない。  
目には見えない現象を、目の前に「再現」する方法を選ぶのだ。



前職で篠竹先生の携わった仕事が掲載された社内冊子。

### 篠竹 昭彦 しのたけ あきひこ

1985年、東京大学大学院工学研究科反応化学専攻、修士課程修了。  
1985年、新日本製鐵(株)(現・新日鐵住金(株))に入社、製鉄プロセスの研究開発に従事。  
2003年、東北大学にて博士(工学)を取得。2013年4月より現職。

研究テーマ：燃焼・伝熱プロセスにおける燃料転換と効率化に関する研究  
キーワード：燃焼、伝熱、環境、エネルギー、資源、製鉄、高炉、熱流体

### 宇宙線で、高炉内部を透かして見る

篠竹先生は製鉄の現場で長年、「高炉」の内部観察の研究に携わってきた。高炉とは、鉄の材料を高温で溶かして「銑鉄」を取り出す設備のこと。大きなものでは直径15～20m、炉本体の高さが30mもある、巨大な入れ物である。筒状の高炉の上部から、鉄の原料である鉄鉱石と還元材としてのコークスを入れ、下部では高温の空気を送り込んでコークスを燃焼させる。一番下の層では1500℃もの高温でドロドロに溶けた銑鉄がたまる。大きな高炉では、1日1万吨以上もの銑鉄が生成されている。

高炉は、一度操業を始めると、24時間運転でおおよそ15～20年間、連続操業される。その間、熱などにより、炭素レンガでできた高炉内部は傷み、すり減っていくため、操業を停止したときは、高炉そのものを取り替えるときだ。高炉の寿命を延ばし、安定した操業を行うことを考えたとき、高炉内部の状態を理解することは極めて重要である。しかしながら、非常に高温で鉄の原料が反応している高炉内部にはセンサーを入れることもままならず、中の様子を直接測定したり観察したりすることは困難だ。そこで、篠竹先生が得意とするモデル実験と計算機シミュレーションが有用となる。

高温になった鉄の代わりに、水モデルを用いて高炉内部の気体、液体、固体の流れ、温度分布や熱の移動を調べる実験を行う。これに、銑鉄の物性や高炉のスケールにポイントを合わせた計算機シミュレーションを行うことで、高炉内部の様子を再現することができるのだ。

篠竹先生がこれまで取り組んできた高炉内部を観察する手法のひとつとして、宇宙線「ミュオン」を用

いた内部透視観察がある。素粒子の一種であるミュオンの高い物質透過性を利用して、高炉内部の様子をレントゲンのように撮影、透視観察するというものだ。物質の密度と長さによってミュオンの透過率が異なるため、内部の構成物質やその量、構造的配置を推定・算出することができる。実際に、この手法による解析結果をもとに、現場では高炉操業の改善が図られた。

### 目に見えないものを、見えるかたちに

「高校時代は数学が好きだった」と話す篠竹先生。理工系に進学しようとは考えていたが、化学の道に進むことを決めたのは大学の研究室配属のときになってからだ。大学で学ぶ数学は、高校で習う数学と比べて抽象的。それよりも、現実世界に近い実学の計算に興味を向き、卒業研究には「燃焼」をテーマにした研究を選び、物体が燃えるときに起こる、液体の蒸発や連続的な燃焼、伝熱シミュレーションの研究に取り組んだ。研究対象をモデル化し、実験で得た測定値を検証に用いてシミュレーションすることで、直接調べることでできないさまざまな現象を目の前に「再現」することが可能となる。見えないものを目に見えるかたちに置き換えて理解を深める、という現在の研究でも基盤となっている視点は学生時代に培われていた。

ある先輩の紹介で製鉄工場に見学に行ったとき、化学反応の知識が役立つ分野が多くて、おもしろそうだったと思い、就職先を決めた。その時点ではどんな仕事をする部署に配属されるか、まったくわからなかったが、たまたま最初に研究所に配属された。それから製鉄プロセスの研究一筋。現場に寄り添いながら、

そこで起こる事象の原理・原則を解明していく。企業での基礎研究のスタンスは自分に向いていたようだと言先生は振り返る。

### マクロな視点で、未来のエネルギーフローを考える

今後は、「環境・エネルギー問題の解決に取り組んでいきたい」と篠竹先生は語る。CO<sub>2</sub>排出量の問題や地球温暖化が叫ばれるなか、原発でも火力発電でもない、新たなエネルギー生産体制の確立が急務となる。「製鉄企業では、ある過程で排出された熱を別の過程で使用するなど、すべてのエネルギーをうまく使い回しています。発電・燃料のエネルギー循環にまったく無駄がない。このしほみを社会全体に転用すれば、より効率的なエネルギー循環のしほみをつくることのできるのでは」。そのためにまずは、現代社会でエネルギー源として何がどれだけ買われ、どのように消費され、どんなふうに移動していくのかをモデル化する。そして、エネルギーの流れをどのように変化させることが社会全体での省エネ、CO<sub>2</sub>削減につながるのか、シミュレーションにより最適なたちを見出していく。得意のモデルとシミュレーションを駆使し、現在のエネルギー循環を可視化することで、これからの社会を支える新たなエネルギーフローの構築を目指す。