

## 「製鉄プロセスにおける現象とモデル化」特集号によせて

渋谷 悌 二\*

わが国において現在、高炉は 32 基が稼働しており、高炉-転炉方式により年間の鉄鋼生産約 1 億トンの約 7 割をまかなっています。この少ない基数の高炉での高効率な生産をもたらしたのは、世界をリードする操業・設備技術であり、研究開発と操業技術および設備技術が相互に連携して、たゆみない進展を維持し続けてきた結果と考えられます。しかしながら、巨大化した現在の製鉄プロセスは生産弾力性にやや欠け、その改善が強く要求されてきています。さらに、一層グローバル化してきた資源・環境・労働問題に的確に対応することも不可欠となりつつあります。このような状況のもとで、今後の製鉄プロセスの進展を考えると、いうまでもなくプロセスの現象の解明は重要であり、またその知見に基づいた現象のモデル化を通じて、新たなプロセス改良および革新へと進むことがますます重要となってきました。すなわち、プロセスの現象に基づいた操業の柔軟性・限界の追求とともに、限界を打破する新たな製鉄プロセスの開発にも大きな期待が寄せられています。

このたび約 5 年ぶりに「製鉄プロセスにおける現象とモデル化」と題しての製鉄特集号が刊行されることになりました。本特集号では、原料、石炭・コークス、高炉の各分野、および次世代製鉄プロセスとして開発が進められている熔融還元法を含めた各種製鉄プロセスの現象の解析とそのモデル化について、最新の基礎および応用研究の成果が報告されています。

振り返ってみますと、本誌の製鉄関連の特集号として約 20 年前に「高炉の複合送風技術」と題して、当時の原料炭不足を背景としてコークス比の大幅な低減を目指した燃料および還元ガス吹込みの技術開発、理論検討について報告がなされています。また、その 4 年後には、高炉のリプレースの機会を利用して高炉を通常操業のまま急冷して解体する、いわゆる解体調査研究が「高炉の炉内状況」特集として報告されました。この高炉内をつぶさに観察して炉内現象の理解を深めた研究報告は、鉄鋼基礎共同研究会・高炉内反応部会報告書「高炉内現象とその解析」としても刊行され、その後の製鉄プロセスの研究開発、操業技術の改善に大きな貢献をしております。さらに、原料、コークス、高炉を含めた 2 回の製鉄特集を経て、1987 年に「製鉄技術の拡大と高度化」と題しての製鉄特集がなされました。この特集号では、原料、コークス、高炉に加えて「新プロセス技術」が独立した目次構成として登場しています。いずれの特集号においても、その時々の製鉄プロセスの置かれた状況と、それに対する研究開発・技術開発の対応が明確に報告されていると感じとれます。現在においても、コークス比の低減という一見 20 年前と同じ目的で、高炉への微粉炭の多量吹込みが指向されています。しかし、それはコークス炉の寿命への対応を主な目的としたものであり、したがって、20 年前とは対応する研究内容にも差異があらわれています。同様のことが原料、石炭・コークスの分野でもいえます。一方、現行プロセスにとらわれずに、抜本的なプロセスの革新を目指した熔融還元法の開発研究も精力的に行われています。これら各プロセスの操業対応可能範囲のより一層の拡大と高機能化を図るためには、何よりもその現象の詳細な解明、それらのプロセス制御への的確な応用、および設備技術の開発が不可欠と考えられます。

\* NKK 取締役

事実、その研究動向の歴史を見てみますと、約 30 年前までの総括あるいは部分物質熱収支を主体とする解析から、その後のセンサー、計算機の発達および現象の解明の進展につれて、製鉄プロセスにおける現象の解析およびモデル化の一層の高度化・高精度化が図られてきています。すなわち、総括から微分収支モデル、1 次元から 2・3 次元、定常から非定常への展開がはかられ、さらには、ガス流れだけでなく固体・液体・粉体の流動現象のモデル化が進められています。また、同じ理由から、人工知能を利用したシステムの操業管理への応用も積極的に行われるようになってきています。鉄鋼協会・製鉄部会あるいは特定基礎研究会においても、製鉄プロセスにおける各種の現象の解明とモデル化を研究主体として、活発な研究活動が展開されています。

製鉄所の位置づけが、従来の大量生産型から環境調和型・都市共生型製鉄所の位置づけに変化しつつあることに示されるように、製鉄所の社会的な位置づけが地球環境・労働環境問題などの社会的ニーズに対応して変化してきており、これに伴って、鉄鋼製造プロセスに対しても、より一層の変革と高度化が求められるようになってきています。このため、研究者、技術者は今後とも一層の努力を重ねて、これらの要求に対応する技術開発を続けて行かなければなりません。高炉法を主体とする現在の製鉄プロセスのこれまでの発展は、原燃料・プロセス制御・設備面における高炉法の宿命に対するその限界への挑戦の積み重ねの結果と考えています。製鉄特集号の歴史が示すように、製鉄プロセスを取りまく環境の変遷の中で、その時々々の製鉄プロセスに期待されている問題に対して、研究、操業、設備の各々での確かな対応がとられてきたと感じられます。現在は、いうまでもなく CO<sub>2</sub> 問題を主体とする地球環境問題と労働環境問題が大きくクローズアップされてきています。これらへの対応は、当面、エネルギー面での効率化・多様化、設備の自動化および柔軟な操業技術の開発が主体となりましょうが、さらには新プロセス技術の開発にも期待が寄せられます。いずれもプロセス特性の高度な解明と最適化がキーポイントであり、そのためには現象の解明とそれに基づくプロセスの制御と設備技術の進歩が必要です。

このような製鉄プロセスの研究の流れの中で、今回の特集号では、鉱石・石炭原料の動向、塊成化技術とその基礎解析、コークス化技術と成品の品質、高炉内における反応・流動・移動現象、微粉炭吹込み技術、そして熔融還元法と、現在製鉄プロセスに最も強く求められている技術開発に関する基礎と応用研究の成果が報告されています。また、プロセス制御、設備技術開発についても、解説も加えて報告されています。これらの成果が更なる現象の解明とモデル化の進展につながり、製鉄プロセスの一層の高度化と新製鉄プロセス技術の開発に結びつくことを心から期待しつつ、本特集号の巻頭言と致します。