

Studies on the Innovative Iron and Steelmaking Processes Harmonized with Environment 環境調和型新製鉄プロセスに関する研究

プロジェクトリーダー 森 田 一 樹

東京大学 大学院工学系研究科 助教授



1. 研究の目的

21 世紀の地球環境対策は重大な課題となっていますが、なかでも製造業による環境汚染、資源の有効利用は早急に取り組むべき問題です。近年多くの新素材が開発され、各種の用途に使用されていますが、大量に使用される構造用材料として材質、資源、価格の面で鉄を凌駕する物質はありません。この意味で 21 世紀も依然として鉄器時代に変わりありません。しかし、我が国の鋼消費量の大部分を自国で製造する限り、より環境調和した新しい製鉄プロセスを構築する必要があります。すなわち、そのプロセスは炭酸ガス発生量の削減とエネルギー効率の向上のために鉄スクラップを大量に利用し、省資源、環境保全のためにスラグの発生量を十分削減したものでなければなりません。

これまで、スクラップの大量リサイクルに伴う鋼中に混入するトランブエレメントの除去技術は産学をあげて研究され、多くの元素については除去方法が確立しつつありますが、配線などから混入する銅等の元素の除去方法には未だにブレイクスルーがない上、スクラップの品質、回収方法は社会工学的見地からも改善の必要があります。

一方、主として酸化物から構成されているスラグはセメント、路盤材などに有効利用されてきましたが、鉄等の重金属類、カルシウム、シリコン等の有価物質も多量に含まれているため、それらを効率よく分離抽出できれば、より貴重な資源として考えることができます。また、現行のゴミ処理プロセスではダイオキシン発生を始め種々の解決すべき環境問題がありますが、製鉄という非常に高温の大量生産プロセスを利用することにより、問題解決への道が開かれるものと期待できます。

本研究では、『鉄鋼業に起因する問題を解決して環境調和型にする』という従来のアプローチを一步進めて、『鉄鋼業が有する技術およびのポテンシャルを、社会が直面している環境の問題の解決に活かし環境調和型にする』という視点から、新しい製鉄プロセスを構築することを目標としています。

2. 研究の内容

環境調和性、持続可能性を確立するためには、図 1 に示すような直線的物質の流れから図 2 に示すような『循環型』に移行し、社会全体として廃棄物の発生量を低減しゼロに近づけること、また、地球から採取する資源を極力少なくしていくこと、が重要であると考え、主に 1. スクラップ精製・溶解法に関する研究・開発、2. スラグ・ダストの資源化、都市ゴミの製鉄所内処理に関する研究・開発、を念頭においてそれぞれ以下のようなテーマで研究を進めています。

1(a). 鉄と銅の溶融分離プロセスの開発

従来の技術では鉄スクラップを電気炉等で溶解し、圧延加工時の加工割れが生じない濃度まで鋼中の銅濃度を薄めています。このために、銅を含有しない鉄源を必要とし、また混入した銅の回収も不可能となります。本研究では鉄と銅を溶融状態で溶け合わせずに二層液に分離し、それぞれを回収利用することを目的とし、鉄 - 銅 - 炭素系の相平衡を明かにするとともに分離抽出プロセスを開発しています。

1(b). 溶解炉におけるスラグフォーミングの推定

スクラップ溶解精錬炉において、スラグ・ダスト等からの資源回収の目的で種々の酸化物が添加された場合、スラグを生成しフォーミングが起こります。この挙動は操作性に大きく影響を及ぼすので、種々の条件におけるフォーミング挙動を明らかにする必要があります。本研究ではフォーミング測定装置を作製し、泡立ち高さの測定を行っており、スクラップ溶解精錬炉においてフォーミングが生成しない条件の検討を進める予定です。

1(c). 製鉄プロセスにおける廃木材の炭化とその排ガス浄化への適用

従来有効利用されていなかった廃木材を、排ガス浄化設備の整った製鉄プロセスで製鉄炉の廃熱を利用して木炭化する基礎研究を行っています。これにより、少ないエネルギーで環境汚染を起こさず木炭を製造することが可能になると考えられます。また、安価に得られた木炭によるスクラップ溶解精錬炉から発生する排ガスの浄化が期待できるため、排ガス中に含まれるダイオキシンや重金属が木炭に吸着除去される機構の解明を行っています。

2(a). 製鋼スラグの資源化

製鋼プロセスで発生するスラグは高炉に戻される一部を除いて、多くは路盤材や埋め立てなど鉄を未回収のまま投棄されています。また、スラグ中に不純物として除去されるリンは有効に利用されておらず、リン資源としての活用の可能性も重要な検討課題です。本研究では熱炭素還元によりスラグ中の鉄およびリンの回収を試みており、それぞれ資源として十分回収できることを明らかにしています。

2(b). 都市ゴミ焼却飛灰中の重金属の安定化

可燃性ゴミの製鉄プロセスにおける処理法開発の基礎的知見として、現行の焼却炉で発生する飛灰中に含まれる鉛、亜鉛、カドミウム、クロム、銅などが溶出しにくいような条件を知る必要があります。本研究では、飛灰中の重金属の安定化に優れた固化剤を見出すことを目的として、固化剤による重金属の安定化機構を解明しています。

2(c). フッ化カルシウムを用いない製鋼精錬法の研究

現行の精錬プロセスでは、フッ化カルシウムはスラグの融点を下げ流動性を高めるなど、操業上欠くことのできない物質ですが、精錬後のスラグ処理においてフッ素が環境に与える問題を早急に解決する必要があります。本研究では固体石灰による脱リンの可能性の検討など、フッ素を用いない精錬プロセスの開発を目標としています。

2(d). 廃棄物・ゴミの溶融還元炉における処理の検討

製鉄プロセスにおける各種廃棄物処理の可能性を検討する目的で、物質・エネルギー収支のモデルを確立し調査を行っています。プロセスから系外に排出される物質についても考察中であり、排ガス組成については、熱力学計算プログラムにダイオキシンのデータを組み込み、各成分平衡濃度の見積もりを行っています。アルカリ金属、鉛、亜鉛などの揮発性金属についても実験と平衡計算を行う予定です。

3. 研究の体制

期 間：1996年10月～2001年3月

構 成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー6名、研究協力者（日本学術振興会研究員）1名で構成されています。この他、各メンバーの所属する研究室の大学院学生が多数参加しています。

実施場所：東京大学を主拠点、京都大学と島根大学を副拠点とし、プロジェクトを進めています。東北大学、大阪大学、早稲田大学ならびに新日本製鐵（株）、住友金属（株）とも緊密な研究協力を行っています。

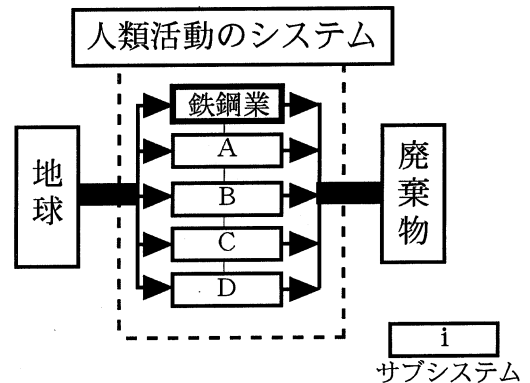


図1. 従来の産業システムでの物質の流れの概念図

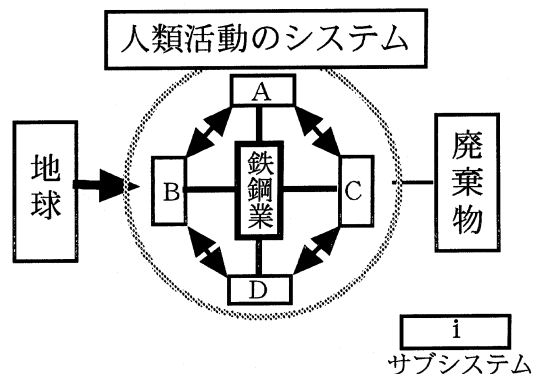


図2. 循環型産業システムでの物質の流れの概念図

