

研究活動報告

システム評価研究分野 (1993. 1~1993.12)

教授：八木順一郎；助教授：高橋礼二郎；助手：秋山友宏
：埜上 洋

大学院生：有海幸徳，伊藤彰宏，佐藤弘孝，牛明愷，張興和
新聞健司，杜 奕 奕，田崎智晶

研究留学生：陳 紀 忠，A. M. Fudolig, S. B. Villanueva

本研究分野では各種素材製造プロセスについて，生産性，エネルギー効率および新プロセスの開発などの観点から，環境問題もふくめてプロセス評価に関する研究を行なった。それらの研究内容は次のようなキーワードで表わせる；移動現象，反応速度，プロセス解析，省エネルギー，環境保全，エネルギー評価

1993年の研究活動をテーマごとに概略すれば以下のようになる。

1. 工業排出ガスからのアルコール合成および炭素材の製造

金属および電力工業プロセスから多量に排出される CO_2 および CO ガスはグリーンハウスガスの一つであり，その削減，回収が地球的規模での課題となっている。この研究では銅-亜鉛系触媒を使うことにより高炉排出ガスからメタノール合成が可能であることを示し，注目を集めている。現在はメタノール収率の向上について検討を進めている。一方，高付加価値をもつ炭素繊維の製造については超微粉鉄触媒を用いて実験を行ない，その生成機構を調べ，生成速度を測定した。

2. イルメナイトおよびラテライト鉱石の高品位化

イルメナイトおよびラテライト鉱石はそれぞれ金属チタンまたはルチルおよび金属ニッケルの原料となり，その高品位化技術の開発が期待されている。この研究ではイルメナイト鉱石の事前処理技術の一つである酸化・還元処理について速度論的に検討し，その反応モデルを提出した。また，実用的見地から，流動層による還元反応の研究も行なった。次の製錬工程であるイルメナイトの硫酸浸出処理の実験では還元したイルメナイト中の鉄成分の浸出速度が著しく大きかった。結果として，極めて短時間のうちに残渣中にルチル (TiO_2) が濃縮することを見出した。このことは新しいプロセスに展開できる可能性を示唆している。

3. 水素吸蔵合金蓄熱充填層の流動と伝熱

水素吸蔵合金の基礎的特性を調べるため粒状 Mg_2Ni 合金の水素放出・吸蔵特性を調べた。また，実用化における問題として重要な，吸蔵・放出の繰り返しによって生じる合金の微粉化を防止するために，銅メッキした合金を加圧成型した試料を作成し，その特性を実験的に検討した。

一方，充填層内粒子周りの熱流動の数値解析を行ない，対流伝熱係数について詳細に検討した。

4. コークス充填層型高周波熱誘導加熱炉の数学的モデリング

高周波誘導加熱炉は電磁誘導によりコークスを加熱して金属を溶解するプロセスで，炉内は液の流れを伴った複雑な現象を示す。この炉内現象を記述する数学的モデルを開発する前段階とし

て、炉内に設置した球形炭材試料（黒鉛，コークス）の誘導加熱に関して数値解析ならびに加熱実験を行なった。現在、充填層内液流れ挙動の実験と数学的モデリングを進めている。

5. キュポラ炉による鉄スクラップ溶解の数学的モデリング

近年リサイクル資源としての鉄スクラップが増加している。キュポラ炉による鉄スクラップ溶解の高効率化を図る目的で数学的モデリングを試みた。ガスと固体の流動および伝熱挙動を記述する数学的モデルを作成した。現在、還元およびガス化などの化学反応，溶解現象，液の流動を考慮した数学的モデルに展開している。また，計算に必要な諸物性値を測定した。

6. 鉄浴型溶融還元炉の気液流動特性

本研究は鉄浴型溶融還元炉内に酸素を吹き込んだ時の炉内の気液流動現象を Navier-Stokes 式の数値解によって解明することを目的とした。キャビティの形状および気液流動の挙動は2次元コールドモデル実験と対比されて検討された。

7. 微粉体を含む気固液3相共存充填層の流動および熱と物質移動現象の数値解析

気固液3相が共存する充填層内のガス，液体，固体の流動，伝熱，物質移動現象の数学的モデリングを試み数値計算を行なった。モデルの妥当性は2次元および3次元の冷間および熱間模型実験によって検証された。このモデルは微粉炭を含む高炉下部の炉内現象の推定に適用されているが，このモデルの応用範囲は極めて広い。

一方，充填層内への微粉の吹き込みに伴う諸現象についての実験的検討とモデル化が試みられた。

8. 各種製造システムのエネルギー評価

各種製造システムの性能を評価する手段としてエクセルギーの概念をいくつかの製錬プロセスに適用して比較検討した。結果として，この方法が素材製造プロセスの評価にも有効であることが判明した。

以上の研究内容はいくつかの学協会，国内外のシンポジウムおよび国際会議等で発表された。