

研究活動報告

システム評価研究分野 (1996. 1-1996.12)

教授：八木順一郎；助教授：小林三郎，高橋礼二郎
講師：秋山友宏；助手：埜上 洋
大学院生：佐藤弘孝，牛 明愷，張 興和，磯貝宏道，田中 剛
中村 茂，町田 智，高野英樹
研究留学生：A.M. Fudolig, P.R. Austin, 秦 悦

本研究分野では移動現象論に基づき、各種素材製造業における単位プロセスの流動、伝熱、反応の諸現象を数値シミュレーションとその実験的検証により明らかにする。さらに、エクセルギーの概念を導入してシステム全体の最適化を検討し、新プロセスを開発する。また、放出すると地球温暖化を促進させる炭酸ガスからの有用物質の製造や燃焼合成法による新素材の製造に関する研究も行う。それらの研究内容は次のようなキーワードで表せる；移動現象，反応速度，プロセス解析，生産効率，エネルギー効率，最適化，環境保全。

1996年の研究活動を課題ごとに総括すれば以下のようなようになる。

1. 水素吸蔵合金による蓄熱プロセスの研究

水素吸蔵合金を蓄熱物質として利用する観点から、単一ペレット Mg_2Ni 合金の水素放出および吸蔵速度を実験的に検討した。ペレット化に関しては、くり返しにより生じる合金の粉化を防止するために無電解めっき法を採用している。また、充填層型熱交換器を想定し半球を千鳥状に張り付け壁効果を除去する方法を開発した。これによりほぼ均一なガス流れが実現でき高密度な蓄熱装置の設計が期待できる。

2. 燃焼合成 (SHS) による機能性材料の創出

異種粉体を十分に混合し接触面積を増大させ固相発熱反応を集中的に生起させると、反応は自発的に進行し従来直接合成ができなかった物質を合成できる可能性がある。水素雰囲気下でマグネシウム (Mg) とニッケル (Ni) の混合圧粉成形体を加熱すると、高純度の水素吸蔵合金 (Mg_2NiH_4) を瞬時に合成することを見いだした。得られた合金は従来と異なる構造を持ち、優れた水素吸収能が期待できることから、その反応機構、反応速度、総合的な移動現象解析に着手している。

3. 工業排出ガスからのアルコール合成および炭素繊維の製造

金属および電力製造プロセスから多量に排出される CO_2/CO ガスは地球温暖化ガスまたは大気汚染物質となり、その排出削減および回収が地球規模での課題となっている。この研究では、これらガスを原料としてメタノール/ジメチルエーテルや炭素繊維を製造することによる排出抑制を目的として、触媒開発、反応器設計、反応機構の解明を行った。

4. 移動層型鉄屑溶解プロセスの数学的モデルの開発

リサイクル資源として鉄屑を再利用することは極めて意義深い。移動層による鉄屑溶解プロセスの高効率化を計る目的で浸炭反応、ガスと固体の流動、伝熱挙動を表す数学的モデルを作成している。本年は特に浸炭による融点の低下現象を明らかにした。また、鋳物鉄製造のための高周

波誘導によるコークス固定層型溶解炉の数学的モデルの開発も行っている。

5. 非接触温度測定法の適用条件

高温面の熱放射スペクトルから温度を求めるためには通常放射率は既知でなければならない。しかし放射率に対して簡単な仮定を置く二色法やスペクトル法はその適用条件が明らかにされていない。放射率の波数依存性が直線の場合について、放射率特性指数と温度を変数とする application diagram を作製した。実際、SiC や白金板の測温に利用しその有効性を確認した。

6. 4流体プロセスにおける流動、伝熱、反応の移動現象論的研究

省エネルギーおよび炭酸ガス排出抑制の観点から、製鉄用高炉などの移動層型反応器に微粉炭を吹き込む操業が近年行われている。このプロセスにおいては、粉体を一つの連続流体と見なし、気体、固体、液体に加えて4流体の流れと伝熱を同時に解明する四流体モデルを用いた移動現象解析法を開発中である。同様の手法を採用し、鉄浴型熔融還元炉内の現象にも着目し、キャビティ形状、すなわち自由表面を含む気体および液体流動の数値解析法の開発も行っている。

7. 炭材内装セメント結合ペレットの化学的物理的性質

熔融還元製鉄やスクラップ溶解炉への適用、省エネルギーおよび品質改善の観点から、ペレットの化学的および物理的性質に及ぼす内装炭材の影響について実験的に検討した。ペレット内では還元およびガス化等の反応が同時に進行するため相乗効果が期待できる。

8. 反応性アークプラズマによる超微粒子金属の製造

反応性アークプラズマ炉内の流動および熱と物質移動を解明するための基礎として、2次元冷間模型装置による実験と数値解析を行った。一方、高融点金属にアークプラズマを照射し超微粒子を製造するプロセスに、 $k-\epsilon$ 2方程式乱流モデルを適用し、金属液滴内の流動、プラズマガスから金属への熱移動、超微粒子の発生速度等について数値シミュレーションを行った。

以上の内容はいくつかの学協会、国内外のシンポジウム、国際会議等で発表された。