

研究活動報告

機械精製研究分野 (1998.1~1998.12)

教 授：齋藤文良
助 手：加納純也, 張 其 武
研究留学生：米 国 民, Kim Wan Tae
受託研究生：宮崎 幸
研 究 生：盧 金 鳳, 横田耕三, Lee Jae-Ryeong
大 学 院 生：広田晃一, William Tongamp, 北島貴哉, 水野郁夫,
佐伯 周, 藪根秀明, 鷺見直香
学 部 学 生：青柳岳史, 杉山静一, 三尾 浩, 中川貴雄, 山元一生,
吉川祥平

本研究分野では、機械的手法を利用した材料開発、廃棄物処理、有価物分離を図る新しい原理やプロセス開発の研究を中心にして、アークプラズマ法による超微粉体の生成とファインセラミックスへの応用、ヘマタイトを浸出助剤とする新しい黄銅鉱の湿式製錬法の開発等に関する研究を実施している。1998年に実施した研究活動の概略は以下の通りである。

1. 機械的手法を利用した材料開発

(1) チタン酸カルシウムのメカノケミカル (MC) 合成

CaTiO₃の簡便な合成法としてMC法を提案した。ここでは、CaOに対するanataseとrutile(TiO₂)の固相反応性の相違を明らかにし、MC処理における混合粉体中での組織の高分解能透過電子顕微鏡観察から、CaTiO₃micro grainが生成・成長する過程を明らかにした。また、CaTiO₃結晶のgrain sizeがはじめは5nm程度と小さいが、やがては20nm程度まで成長することを明らかにした。更に、短時間のMC処理後、比較的低温度で加熱することにより、CaTiO₃が容易に結晶化することを明確にした。

(2) 磨耗粉や種を利用したアルミナセラミックスの低温焼結

構造用アルミナセラミックスの特性向上には、原料粉の α 化温度の低減が不可欠である。本研究グループではすでにギブサイトを原料とした場合の磨耗粉添加とその均一混合によって α 化温度が大幅に低減できることを明らかにしている。本年は、4種類の結晶構造の異なる擬ベーマイトを原料とし、これに α アルミナ粉末を種として添加し、粉砕法を併用することによる α 化温度が900℃程度まで低減できることを明らかにした。

(3) 混合粉砕法による粉体のナノ複合化と焼結体特性向上

2種以上の原料を同時に粉砕し、原料の微細化と組成の均一化を達成し、それを加熱処理することによって高性能なファインセラミックスを製造する研究や、高機能性複合粒子の製造を行う研究を実施している。本年は、ムライトやフォルステライトの製造において、原料粉体混合物への乾式、湿式粉砕処理の相違が焼結体とした場合の強度特性に及ぼす影響を明らかにした。なお、本研究は、一関高専との共同研究である。

(4) メカニカルアロイングによる水素吸蔵合金 (Mg₂Ni) の合成

金属MgとNiを出発物質として、Arガス雰囲気下で遊星ミルによる乾式粉砕(メカニカルアロイング)を行い、Mg₂Niを直接合成できることを明らかにし、その水素吸蔵能を評価した。本法は熔融法に比較して単純で経済的な方法であり、かつ、熔融法で製造した物質と同等の水素吸蔵特性を有することを明確にした。

(5) カオリナイトからのゼオライトの常圧合成

カオリナイトや石炭灰にアルカリを添加し、湿式MC処理することにより、室温下、常圧でゼオライトを合成する新しい手法を開発した。本手法を石炭灰にも適用し、ゼオライト合成の可能性を探索している。

2. メカノケミカル処理による人口・都市資源処理

(1) 廃蛍光管からのレアメタルの非加熱抽出

機械的手法による結晶質物質を粉碎すると構造が乱れ、その後に溶媒抽出操作を行うと特定成分が容易に抽出されることがある。この手法を三波長型蛍光材に適用し、室温では抽出不可能であった含有レアメタル（Y,La,Ce など）を容易に高収率で抽出できることを示した。なお、本研究は、平成9年度のNEDOプロジェクト（新規産業創造型提案公募事業（3年間）、（協）仙台清掃公社との共同研究）である。

(2) ITO スクラップからの In の非加熱回収

物質中の特定成分と反応する物質を添加し、強力に粉碎すると非加熱でも、特定成分を容易に溶媒抽出できることがある。この手法を利用してITO スクラップから In を非加熱で回収することを試み、これを高収率で回収できる指針を得た。

(3) リチウムイオン2次電池スクラップからの Co の非加熱回収

リチウムイオン2次電池材料をMC処理し、その後、弱酸にて室温下でCoの浸出を試みた。その結果、従来法（加熱法）では不十分であったCo回収率が、本法によって向上することが判明した。

(4) PVCからの非加熱脱塩素

PVCにCaOなどの脱塩素材を添加し、MC処理することによって固相反応が促進し、その後水洗ろ過操作を行うだけで簡単に脱塩素が達成できることを明らかにした。脱塩素材として、鉄鋼製造プロセスで生成するスラグも十分役割を果たす結果を得た。これより、廃棄物同士を混合し、MC処理すると、全て有用な物質へと変えられる夢の廃棄物処理プロセスが実現できる指針を得た。

(5) 難燃性ポリマーの非加熱処理

難燃性ポリマーは炭化水素中に官能基としてFやBrを含むが、(4)と類似のMC処理（但し、脱ハロゲン材は異なる）を施すことにより、非加熱で脱ハロゲン化を達成できることを示した。これより、将来の廃棄物処理法としてMC法が有望である見通しを示した。

3. 粒子要素法によるシミュレーション

媒体粉碎機・混合機を対象として、粉体共存下での媒体の運動の3次元解析を進めている。本年度は、内部形状が複雑な装置内媒体運動をシミュレーションできる手法を開発した。また、粉碎・メカノケミカル現象とシミュレーションから得られる情報との相関性を明らかにした。また、シミュレーションが、ミルスケールアップに対しても有効な手段になりうることを示した。更に、回転ロータ型複合化・混合装置での媒体運動をも明らかにした。その他、本学理学部との共同研究も進めている。

4. アークプラズマ法による超微粒子の製造とセラミックス特性向上

金属Tiをターゲットとして各種ガス雰囲気下でアークプラズマを照射してナノスケールの非酸化系超微粒子を作製し、それを成形・焼結することによって緻密で、焼結性に優れ、かつ、機械的特性に優れたファインセラミックスが製造できることを示した。なお、本研究は、名工研との共同研究である。

5. ヘマタイトを浸出助剤とする新しい黄銅鉱の湿式処理法

ヘマタイトを浸出助剤とする黄銅鉱からの新しい銅浸出法を開発し、浸出率向上因子について検討しているが、本年は、浸出時の酸素ポテンシャル、pH、温度を監視し、どの因子が銅浸出に影響しているのかを明確にした。また、原料に対するMC処理の効果についても検討した。なお、本研究は、汚染防御研究分野との共同研究である。