

大学－企業間融合によるインプロセス技術の開発

熊本大学大学院 自然科学研究科 小塚敏之、橋本祐一
協力：新日本製鐵株式会社大分製鐵所 金子敏行

プロジェクトの背景と目的

マテリアル工学科の学習・教育目標

- (H) 最先端のマテリアル工学によって人類の発展・幸福に寄与する技術を想定できる。
- (J) 開発された素材やプロセッシングが人類の持続的な発展を妨げないことを確認できる。

この目標は、マテリアル工学科の重要な基盤であるにもかかわらず、卒業研究までに開講されている科目の中では、「マテリアル工学入門セミナー」、「マテリアルの世界」、など数科目が対応するのみであり、学習・教育目標を達成するために、卒業研究までに「インターンシップ」や教員指導に頼っていたのが現状である。

一方、「マテリアル工学実験（創造編）」では研究室配属前に先端的な研究の一部を行い、上記の目標の確認とそれを達成するための自己の知識の有機的な発動を体験することになっている。

そこで、上記の目標を早期に認識させるために実際の企業で問題となっている現実的で具体的なテーマを「マテリアル工学実験（創造編）」に盛り込み、学生自身の意識の向上と成果との関連性を調査する。

具体的なテーマ

○現在、地球規模で問題となっているダスト処理に着目

○不完全人工ゼオライトの石炭灰（フライアッシュ）からの合成

フライアッシュからのゼオライトの合成は水熱合成法が提案されているが、コストが問題で、実用化には至っていない。そこで、フライアッシュの焼成によってゼオライトが合成できるのではないかと考え、そのプロセス技術を確立する。その際のゼオライトのパフォーマンスは50%程度でも十分とする。

企業との協調関係

- 企業側：試料（フライアッシュ）の提供
企業見学会（3月に予定）
進捗状況のチェック
成果発表会への参加（今回は実施せず）
- 大学側：実験計画、実験実施
進捗状況のチェック
成果発表会での発表
- 9月：北海道イトムカ鉱業所において、見学会と進捗状況のチェック
- 1月：茨城鹿島 中央電気工業において、見学会と結果の整理と今後の方針の打合せ

実験の概要

提供されたフライアッシュと市販試薬の2種類を原料として、従来からの水熱合成法と焼成法を比較して実験を進めた。実験は修士学生1名と3年次学生3名のチームで行った。

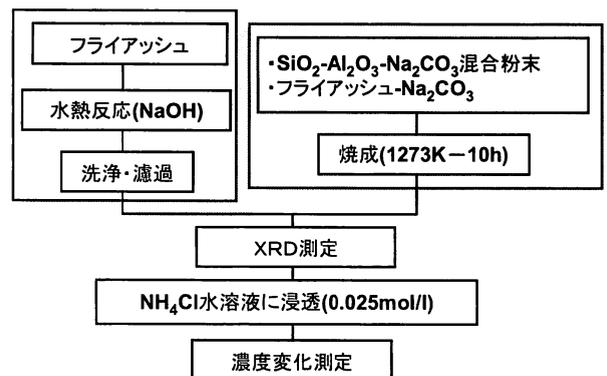
表1 フライアッシュ定量結果(wt%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
48.37	26.28	13.59	2.26	2.52	3.30	1.80	1.19

表2 SiO₂-Al₂O₃-Na₂CO₃混合粉末組成(wt%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ CO ₃	モル比
22.42	38.04	39.54	SiO ₂ :Al ₂ O ₃ :Na ₂ CO ₃ =1:1:1

実験手順



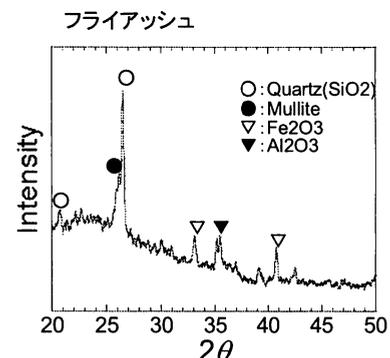
水熱反応条件

試料 5g : NaOH 水溶液 300ml
NaOH 水溶液 (3.5mol/l)
加熱保持 (100°C・24h)

浸透条件

NH₄Cl 水溶液 (50ml) : 試料 (0.1g)
3時間強振

実験結果及び考察



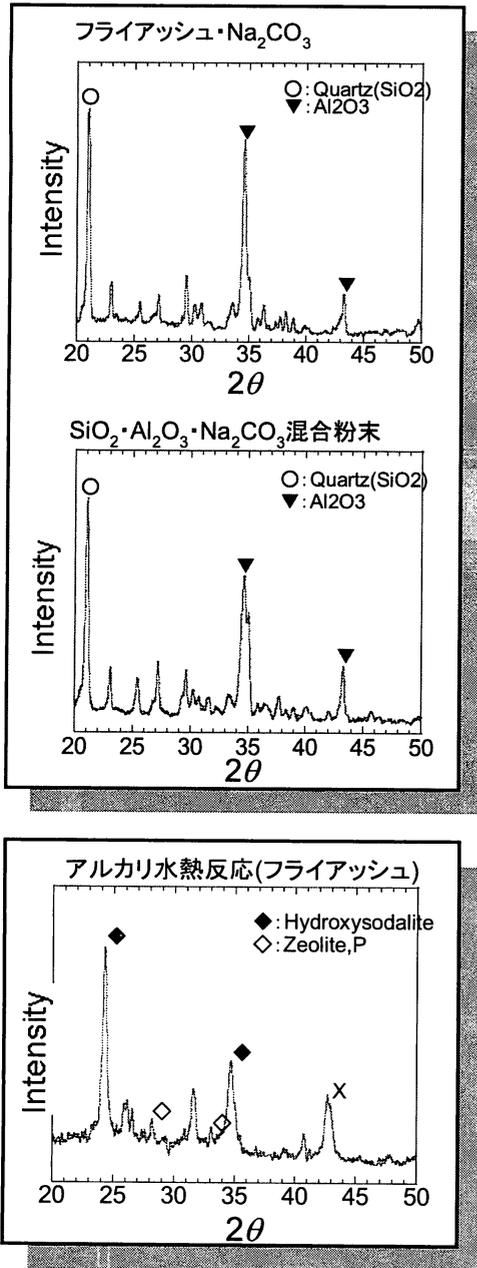


図1 XRD測定結果

フライアッシュから焼成した生成物の回折結果は、混合粉末とほぼ同様であり、フライアッシュ中の不純物による影響は少ないと考えられる。

水熱反応で作製したフライアッシュと比較して、焼成では、ゼオライトに変化しないと考えられる。

同定できていない小さな回折ピークが多く存在していることから、水熱反応とは異なる反応による生成物が存在すると考えられる。

表3 イオンクロマトグラフによる陽イオン量測定結果(mg/l)

	NH ₄ Cl水溶液	フライアッシュ	SiO ₂ ·Al ₂ O ₃	アルカリ処理
Na	0.0	63.8	82.0	28.1
NH ₄	8.2	0.0	0.0	0.0
Ca	0.0	0.0	0.0	0.6

アルカリ水熱処理

Na及びCa増加、NH₄減少

→ゼオライトによるイオン交換

焼結によるフライアッシュ、SiO₂·Al₂O₃

Na増加、NH₄減少→Na₂CO₃によるNa増加が考えられる。NH₄減少の理由は不明

学生への教育効果

実験の結果自体は、今回の実験条件では焼成法での合成は実現できなかった。しかし、3年生の段階で企業での問題課題へのアプローチと方法論を体験できたことは有意義であったと考えられる。今回の「マテリアル工学実験(創造編)」で3年生が到達した今後の問題点を以下に示す。

1. 混合粉末のモル比を変更しての実験を実施する
2. 焼結の温度、時間、雰囲気を変更し、磁場や電場等様々な条件下での実験を実施する
3. NH₄イオンが減少した理由の解析する。

最終的なポスター発表の採点結果は

内容理解 4 (平均3.7)、ポスター体裁 3.5 (平均3.8)、質疑応答 4 (平均3.7) であり、実プロセスに近いテーマが学生の理解をある程度深めたと考えることができる。

学生の意見：地球環境問題や最先端の技術についてこれまでよりいっそう深く自己の考えを掘り下げることができ有意義であった。