

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	平成21年度～平成22年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	低温反応プロセスを用いた無機系廃棄物からの機能性材料の開発 (エネルギー消費の少ない製造技術を用いた廃棄物からの機能性材料の開発)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	窯業技術センター 環境・機能材料科 永石 雅基			

## &lt;県総合計画等での位置づけ&gt;

長崎県総合計画	2.産業が輝く長崎県 政策5.次代を担う産業と働く場を生み育てる (1)地場企業の育成・支援
科学技術振興ビジョン	第3章.長崎県の科学技術振興の基本的な考え方と推進方策 2-1.産業の基盤を支える施策 (2)次代を担う産業と働く場を生み育てるための、地場産業が持つものづくり技術の高度化
各部署ビジョン(産業振興ビジョン等)	(基本方針1)本県の強みを活かした地場企業の育成 重点プロジェクト1.地域資源活用型産業振興プロジェクト 1.高度加工技術を活かした製造業の振興

## 1 研究の概要(100文字)

溶融スラグやフライアッシュなどの無機系廃棄物の活用促進を目的に、ジオポリマー技術や水熱合成技術により、無機系廃棄物を焼成せずに固化させ、製品化する技術を開発する。	
研究項目	無機系廃棄物の組成、物性等の分析とデータ整備 ジオポリマー技術を活用した機能性素材の検討(基礎的検討) ジオポリマー技術を活用した機能性素材の検討(試作) 水熱合成技術を活用した表面修飾技術と機能性の検討(基礎的検討) 水熱合成技術を活用した表面修飾技術と機能性の検討

## 2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ 長崎県内で排出される溶融スラグやフライアッシュの利活用が進んでおらず、各事業所などから新たな用途開発の要望が寄せられている。さらに、近年の廃棄物排出量や発電所における石炭使用量などの増加から活用されない無機系廃棄物は年々増えていく傾向である。このような状況から、環境への負荷が少ない低温、省エネ、低コスト等のプロセスを用い、これら無機系廃棄物の有効活用できる技術開発が求められている。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性 無機系廃棄物の活用は、県や市町村等の自治体では、製品の優先的使用(グリーン購入法など)や購入に際しての助成制度を設けているところも多く、優れた製品開発ができれば利用される可能性は高い。また、産廃税収の大口納入先である電力事業者も、優れた技術であれば自社で生産したいといった意向もある。

## 3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標		H21	H22	単位
	無機系廃棄物の組成、物性等の分析とデータ整備	性質評価	目標	7		種類
			実績	9		
	ジオポリマー技術を活用した機能性素材の検討(基礎的検討)	硬化評価を行う溶融スラグの数	目標	3	2	種類
			実績	5	5	
	ジオポリマー技術を活用した機能性素材の検討(試作)	製品化イメージ	目標		2	種類
			実績		2	
	水熱合成技術を活用した表面修飾技術と機能性の検討(基礎的検討)	水熱合成の試験数	目標	10	5	件
			実績	12	10	
	水熱合成技術を活用した表面修飾技術と機能性の検討	機能性素材の吸着特性試験	目標		5	件
			実績		5	

1) 参加研究機関等の役割分担

窯業技術センター 役割: 溶融スラグ、フライアッシュの基礎試験とジオポリマー技術及び水熱合成技術を活用した機能性素材の検討

山口大学 役割: ジオポリマー技術の基礎的解明など

県内企業等 役割: 無機系廃棄物の市場性や需要の情報収集、原料提供などを通じた製品提案、及びコスト指標の提示など

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	14,078	8,312	5,766				5,766
21年度	6,856	4,156	2,700				2,700
22年度	7,222	4,156	3,066				3,066

過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案  
人件費は職員人件費の見積額

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	H 21	H 22	得られる成果の補足説明等
	データの蓄積	1件	1件	1件		溶融スラグ、フライアッシュの基礎データ整備
	溶融スラグ 固化条件及び性能評価	1件	1件		1件	溶融スラグにジオポリマー技術を適用できることを明らかにした
	ジオポリマー技術の製品展開への提案	1件	1件		2件	緻密体製品、多孔体製品の試作
	水熱合成条件及び性能評価	3件	3件	2件	1件	3種類のゼオライトを合成し、Pb、Cd、アンモニアの吸着特性を評価
	水熱合成技術の製品展開への提案	1件	1件		1件	ジオポリマー固化体を表面改質した試作品の作製

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

研究項目 : 溶融スラグ等の無機系廃棄物のデータ整備が行われていない。

研究項目 : ジオポリマー技術による溶融スラグなどの処理は行われていない。また、ジオポリマーは、珪酸アルカリ水溶液と活性フィラーを混ぜ合わせるだけで硬化するまったく新しい技術であり、従来のセメントの製造に比べ低エネルギーで低CO<sub>2</sub>排出など環境負荷が少ないというメリットがある。

研究項目 : フライアッシュのゼオライト化は、以前に一部の電力会社で検討されたが事業化には至らなかった。本研究は成形・固化した成形体を水熱処理し、成形体の表面にゼオライト等の鉱物を合成する技術であり、ガス及び溶液の浄化にそのまま利用できるため、実用性が高い。

2) 成果の普及

研究成果の社会・経済への還元シナリオ

県内企業の有する設備を用いた低コストで実現可能な無機系廃棄物リサイクル技術を確立し、建材、魚礁、吸着材等への利用を図る。技術移転先としては、県内建設業関係、中間処理業関係等の企業に成果普及を図りながら、社会・経済への還元を行っていく予定である。

研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

・経済効果 :

天然石の市場は約1000億円あり、県内の需要は1%の10億円程度あると見込まれる。この内約5%をスラグジオポリマー人造石におきかえるとすると約5000万円と見込まれる。(積算資料: Support, 2004, 7より参照)

ゼオライト吸着材を陸上養殖用装置に使用した場合、陸上養殖装置の市場予測50億円程度で濾過材の割合が販売額の8%と仮定して、本開発品の占める割合を2割と想定すると販売額は、8,000万円と見込まれる。(積算資料: 松下電工のネット情報より掲載)

長崎県の活魚運搬車約1000台のうち1割がゼオライト吸着材を組み込んだ40万円の浄化槽を付けたと仮定して販売額は、4,000万円と見込まれる。(積算資料: (株)キョーワの聞き取り調査結果から推定)

(研究開発の途中で見直した事項)

なし

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(20年度) 評価結果 (総合評価段階: S )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>必要性 県内での溶融スラグやフライアッシュの利活用が不十分であり、県内事業所から対策の要望があることから、無機系廃棄物の有効利用を目的とした機能性材料の開発の必要性は高い。</li> <li>効率性 大学や企業との連携も図っており、効率的な研究の遂行が可能である。</li> <li>有効性 無機系廃棄物のデータ整備が進むと利用促進が図れると考える。また、ジオポリマー技術による溶融スラグの処理は行われておらず、新規性が高いと考える。さらに、フライアッシュのゼオライト合成の実用化はまだであり、他の無機廃棄物やプロセスを組み合わせた研究は少ないことから優位性があると考える。</li> </ul> <p>総合評価 県内事業所からの要望も高いにもかかわらず、民間企業が取り組みにくい課題であり、公的機関が取り組むことに意義がある。他機関との連携も図り、新規性や優位性も認められていることから、長崎県として総合的にも取り組むべき研究であると考え。</p>	<p>(20年度) 評価結果 (総合評価段階: S )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>必要性 焼却灰や石炭灰等の廃棄物処理は埋め立て量の減少や廃棄物リサイクルを完成する為に急ぐべき課題である。公設試の研究テーマとして妥当である。</li> <li>効率性 研究段階から実用化への課題も多々考えられるが、是非、解決して欲しい。研究目標は明確なので、開発期間の短縮を図るようにして欲しい。研究体制も妥当と思われる。</li> <li>有効性 資源再利用の観点から重要である。各地方自治体との連携、情報交換を綿密に行い、実用化して欲しい。対象とする無機系廃棄物が多岐に亘るので、絞り込みも必要である。</li> </ul> <p>総合評価 独自性、優位性など検討し、特徴を出して研究を進めると良い。実用化に向けて詳細な調査をお願いする。必要な開発であり、新規産業として期待できる。</p>
対応		<p>対応</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>必要性については、特に対応を設けていません。</li> <li>効率性の開発期間の短縮については、比較的簡単に成果が上がるものは試作に留まらず、研究期間内に製品化までの検討を行います。また、複雑で技術的に難しいものは目標を解決しながら、早期に達成できるよう努力して行きます。</li> <li>有効性の各地方自治体との関係・情報交換については、現在も佐世保市環境部下水処理場や北松浦郡の環境事業者等と溶融スラグの活用について情報交換を実施しており、今後も密接に対応してゆきます。また、対象とする無機廃棄物の絞り込みについては、県内の排出・処理状況を踏まえ、溶融スラグとフライアッシュに絞り込んで研究開発を行います。</li> <li>総合評価の実用化への詳細調査については、コンサルの調査レポートや研究機関のFS 事業を活用して実用化に向けた調査を行います</li> </ul>

途中	<p>(21年度) 評価結果 (総合評価段階: )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性</li> <li>・効率性</li> <li>・有効性</li> <li>・総合評価</li> </ul>	<p>(21年度) 評価結果 (総合評価段階: )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性</li> <li>・効率性</li> <li>・有効性</li> <li>・総合評価</li> </ul>
	対応	対応
事後	<p>(23年度) 評価結果 (総合評価段階: S )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S 県内の環境センターや電力事業所からの無機系廃棄物の有効活用の要望が高い。また、環境問題に対処すべき公的機関の役割から鑑みても窯業技術センターの取り組むべき研究としての必要性は高い。</li> <li>・効率性 A 山口大学との連携や県内企業との共同研究の実施など効率的な体制で研究が行われており、活動指標以上の実績も得られていることから、本研究は効率的に実施された。</li> <li>・有効性 S 溶融スラグのデータ整備、ジオポリマー技術の適用可能性、各種形状固化体の試作、ゼオライトの合成法と吸着機能評価、ジオポリマー固化体を表面処理した試作品など目標以上の成果を得ることができた。また、佐世保市西部クリーンセンターとの溶融スラグの継続的データ収集や新上五島町環境センターへの溶融スラグの活用提案など各地方自治体との連携や情報交換も綿密に行われ、溶融スラグの今後の活用にも有効であった。今後は、継続研究でのさらなる製品開発も期待でき、本研究の有効性は高いと考える。</li> <li>・総合評価 本研究は、計画以上の研究成果が得られており、23年度開始の継続研究テーマで水質浄化資材としての実用化を検討している。さらに、速やかな実用化を図るため、他研究機関や企業等との共同研究も積極的に進めていきたい。</li> </ul>	<p>(23年度) 評価結果 (総合評価段階: S )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S 無機系廃棄物の有効利用は、これからの環境問題において重要なテーマであり、エコ関連産業において必要性が高い。</li> <li>・効率性 A ジオポリマー固化体の作製は、実証できており、効率性については特に問題はない。用途については更に検討して進めてほしい。</li> <li>・有効性 S 本研究の技術は他の用途にも利用が可能であり、技術の裾野が広く、有望な成果が期待される。早々にビジネススペースの展開を図ってほしい。</li> <li>・総合評価 S 環境の観点から優先順位の高い課題でエコ社会の実現のために必要なテーマである。技術は確立できており、製品化を急いで行ってほしい。</li> </ul>
	対応	<p>対応</p> <p>企業と連携しながら様々な用途についての製品化を早急に進めていく。</p>

## 総合評価の段階

### 平成20年度以降

#### (事前評価)

- S = 積極的に推進すべきである
- A = 概ね妥当である
- B = 計画の再検討が必要である
- C = 不相当であり採択すべきでない

#### (途中評価)

- S = 計画以上の成果をあげており、継続すべきである
- A = 計画どおり進捗しており、継続することは妥当である
- B = 研究費の減額も含め、研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C = 研究を中止すべきである

#### (事後評価)

- S = 計画以上の成果をあげた
- A = 概ね計画を達成した
- B = 一部に成果があった
- C = 成果が認められなかった

### 平成19年度

#### (事前評価)

- S = 着実に実施すべき研究
- A = 問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B = 研究内容、計画、推進体制等の見直し求められる研究
- C = 不相当であり採択すべきでない

#### (途中評価)

- S = 計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A = 計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B = 研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C = 研究費の減額又は停止が適当である

#### (事後評価)

- S = 計画以上の研究の進展があった
- A = 計画どおり研究が進展した
- B = 計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C = 十分な進展があったとは言い難い

### 平成18年度

#### (事前評価)

- 1: 不相当であり採択すべきでない。
- 2: 大幅な見直しが必要である。
- 3: 一部見直しが必要である。
- 4: 概ね適当であり採択してよい。
- 5: 適当であり是非採択すべきである。

#### (途中評価)

- 1: 全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2: 一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3: 一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4: 概ね計画どおりであり、このまま推進
- 5: 計画以上の進捗状況であり、このまま推進

#### (事後評価)

- 1: 計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2: 計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3: 計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4: 概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的な課題の検討も可。
- 5: 計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。