

事業区分	経常研究(基礎)	研究期間	平成20年度～平成21年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	可塑性制御技術の開発				
(副題)	陶磁器やセラミックス原料の粘りを制御する技術の開発				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	窯業技術センター・陶磁器科 吉田英樹			

### <県長期構想等での位置づけ>

ながさき夢・元気づくりプラン (長崎県長期総合計画後期5か年計画)	重点目標: II 競争力のあるたくましい産業の育成 重点プロジェクト: 5 明日を拓く産業育成プロジェクト 主要事業: ① 産業の多様化・高度化の推進
長崎県科学技術振興ビジョン	(2) 活力ある産業社会の実現のための科学技術振興
窯業技術センターアクションプラン	4-3. 新素材部門と陶磁器部門の融合による支援

### 1 研究の概要(100文字)

陶磁器や無機材料の成形時に重要な原料の可塑性(粘り)を制御する技術を確立するため、可塑性データベースを構築し、配合原料において可塑性に影響を及ぼす要因を検討する。確立した技術に基づく試作も行う。	
研究項目	①可塑性※1スペクトル※2の構築 ②可塑性予測法の確立 ③予測法に基づく製品試作

### 2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ	<p>陶磁器や無機材料を製品化するには、機械ろくろ、ローラーマシン、押出、造粒等、用いる成形方法に対応した材料の可塑性制御が大変重要である。可塑性を制御するためには、用いられる原料の可塑性を把握しておく必要があるため、可塑性を考慮しながら複数の原料を配合するには長年の経験に基づく豊富な知識を必要とする。しかし、近年、熟練技術者の減少により、技術の伝承がうまくいかないケースが増加している。</p> <p>経験蓄積型の技術を継承するために、可塑性データの集積と予測の手段、並びにそのマニュアル化が求められている。</p>
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性	<p>窯業原料や成形に特化した基盤技術のため、他所で研究していない。今後研究される見込みもない。</p>

### 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		H 20	H 21	単位
①	センター所有の可塑性測定装置により、個々の陶磁器原料や増粘剤を添加した機能性材料の可塑性を測定し、複数の原料を配合し、配合割合、水分量と可塑性変化の関連性を確認する。	現在入手可能な原料数と無機材料の可塑性添加効果確認数	目標	50	/	個
			実績	63		
②	加成性の成立しない原料の組み合わせについて、その因子(粒子形態、粒度分布、水分量等)を検討し、その結果を反映し、理論解析もふまえて可塑性予測法を検討する。	予測法の検討	目標		1	種
			実績		1	
③	予測法に基づく計算結果を成形工程にフィードバックして可塑性を確認する。	各種成形法における可塑性の確認	目標		3	種
			実績		3	

1) 参加研究機関等の役割分担

窯業技術センター: 可塑性の評価、データベース化、ニューラルネットワーク解析<sup>※3</sup>手法による影響因子の検討、可塑性予測法の検討

九州大学: 可塑性予測に関わる理論解析

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	12,068	7,368	4,700				4,700
20年度	6,873	3,673	3,200				3,200
21年度	5,195	3,695	1,500				1,500

※ 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

(研究開発の途中で見直した事項)

・③各種成形法における可塑性の確認(21年度の調書様式の変更に伴い、活動指標に本事項を追加した)

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	H 20	H 21	得られる成果の補足説明等
②	可塑性データベースの構築	1	1	/	○	原料ごとの可塑性データ、粒度分布、増粘剤添加量などについてのデータベースを構築する
②	可塑性予測法を活用した製品試作	3	3	/	○	押出、造粒、ロクロ成形で各1種ずつ試作

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

陶磁器用粘土の可塑性を評価する方法として、Pfefferkorn法<sup>※4</sup>、Atterberg法<sup>※5</sup>、針入法<sup>※6</sup>等が提案されているが、可塑性を事前に予測する手段ではない。

本研究で開発する技術は、組成計算の段階で可塑性が予測できる。

2) 成果の普及

■ 研究成果の社会・経済への還元シナリオ

既存の陶土配合計算システムに本研究で開発した可塑性予測法を組み込み、原料成分に基づく配合計算と同時に可塑性指数を計算するシステムの構築を図る。本システムを用いることで、新機能陶土の開発や成形方法に応じた可塑性の制御が可能となり、企業からの技術相談や共同研究に迅速に対応することができる。

■ 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 : 新陶土の開発コストが75%削減できる。

○従来の新陶土開発コスト(開発期間:2ヶ月、試作回数20回)

人件費 30万円×2ヶ月+資材費5万円×20回=160万円

○本開発技術を用いた新陶土開発コスト(開発期間:0.5ヶ月、試作回数5回)

人件費 30万円×0.5ヶ月+資材費5万円×5回=40万円

(研究開発の途中で見直した事項)

・可塑性データベースの構築(21年度の調書様式の変更に伴い、成果指標に本事項を追加した)

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(19年度) 評価結果 (総合評価段階: )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S 陶磁器、無機材料ともに製品化には可塑性制御技術が重要であり、その技術を後継者に継承するために、可塑性データの集積と予測手段の確立、並びにそのマニュアル化が必要</li> <li>・効率性 A センター所有の可塑性測定装置を利用した可塑性実測値の集積に加え、九州大学との連携による理論解析で予測方法を補完し、予測精度を向上させる。</li> <li>・有効性 S 組成計算と同時に可塑性が予測できることで、製品開発、技術支援の迅速化、効率化が図れる。また経験の少ない技術者でも比較的容易に可塑性を制御できる。</li> <li>・総合評価 S 熟練技術者の経験や勘によるところが大きい可塑性制御技術について、その予測方法を確立することは、陶磁器産業をはじめ無機材料製品産業に大きく貢献できる。</li> </ul>	<p>(19年度) 評価結果 (総合評価段階: A )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 熟練工に依存度の高い可塑性に係る研究は、陶土の歩留まり向上、技術の伝承への解決等業界に役立つものであり必要性は認められる。</li> <li>・効率性 ①研究をスピードアップすべきであり、既存研究の結果を踏まえ単年度でできないか。 ②データの取り方を工夫する必要あり。 ③予測手法、研究費用は大丈夫だろうか。 実験データと予測手法の連携がとられており効率的である。</li> <li>・有効性 開発スピードを短縮してほしい。 是非、予測手法の開発まで持って行ってほしい。データベース化に期待する。</li> <li>・総合評価: 製品開発の短工期化は重要であり、ぜひ開発してほしい。後継者育成には必要な研究、研究成果を出してほしい。</li> </ul>
	<p>対応 集積したデータベースに基づくニューラルネットワーク手法による解析結果も予測精度向上のために活用する。</p>	<p>対応 ①既存研究結果を含め、可塑性予測の精度向上のために必要な評価データの蓄積がまだ十分でない。したがって初年度は可塑性データベースの構築を重点的に行い、その結果をもとに2年度目に予測方法を検討したい。 ②予測に必要な影響因子を事前に十分検討した上で、研究を開始する。 ③様々な分野で特性予測に活用されているニューラルネットワーク手法や流動性を予測するレオロジー解析を活用することで、高精度の予測手法が確立できると考えている。解析ソフトウェア等備品を含め研究に必要な物品は、研究費用の範囲で購入可能であり、十分である。</p>

途 中	<p>(21年度) 評価結果 (総合評価段階: A )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S</li> </ul> <p>陶磁器、無機材料ともに製品化には可塑性制御技術が重要であり、その技術を後継者に継承するために、可塑性データの集積と予測手段の確立、並びにそのマニュアル化が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性 A</li> </ul> <p>蓄積したデータに基づくニューラルネットワーク解析により、可塑性に及ぼす因子の影響度合いを推定できた。これらの因子を考慮した理論解析を九州大学と連携して実施し、より精度の高い可塑性予測法を確立する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性 A</li> </ul> <p>目標以上のデータを蓄積することができ、予測法の精度向上が期待できることから、技術支援や新製品開発の迅速化への波及効果も大きい。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・総合評価 A</li> </ul> <p>熟練技術者の経験や勘によるところが大きい可塑性制御技術について、その予測方法を確立することは、陶磁器産業をはじめ無機材料製品産業に大きく貢献できる。</p>	<p>(21年度) 評価結果 (総合評価段階: A )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S</li> </ul> <p>技能の伝承という観点とデータベース化は、今日的課題であり、熟練技術者の勘と経験に頼る部分をデータ化することは、産業振興の面からも重要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性 A</li> </ul> <p>今年度で終了するスケジュールで進行中ではあるが、可塑性に影響する因子は、数多くあり、別の視点からの計測や解析手段に改善の余地が残る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性 A</li> </ul> <p>一般的な理論の把握に努めており、無機系原料への適用について検証できれば研究成果は上がるが、実用化にあたっての妥当性が課題になるのではないかと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・総合評価 A</li> </ul> <p>本研究による予測方法の確立は、県産品の陶磁器製造にとって有効な研究であり、他製品産業への展開も期待できる。データの蓄積を急いで、今後の新製品開発に役立てて欲しい。</p>
後	<p>対応</p>	<p>対応</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性</li> </ul> <p>分科会で指摘のあった水分量の影響について明らかにするため、ラボプラストミルによる練土のトルク測定を行って粒子と水の充填状態を評価し、粘性率と水分量との関係についても検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性</li> </ul> <p>今後、陶磁器原料を中心にデータの蓄積を行い、より実用的な可塑性予測法の構築に努める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・総合評価</li> </ul> <p>研究補助員を活用して、迅速的なデータ収集に努める。</p>
事	<p>(22年度) 評価結果 (総合評価段階: A )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S</li> </ul> <p>陶磁器、無機材料ともに製品化には可塑性制御技術が重要であり、その技術を後継者に継承するために、可塑性データの集積と予測手段の確立、並びにそのマニュアル化が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性 A</li> </ul> <p>原料の可塑性への影響因子を検討するため、粒度分布、粘性率、水分量等のデータを蓄積し、可塑性に及</p>	<p>(22年度) 評価結果 (総合評価段階: A )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 S</li> </ul> <p>同左</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率性 A</li> </ul> <p>同左</p>

<p>ぼす因子の影響度合いを推定できた。これらの因子を考慮した解析を実施した結果、配合計算に適用可能な可塑性予測法を確立できた。</p> <p>・有効性 A 目標どおりのデータを蓄積し、可塑性データベースの構築および可塑性予測法を確立できた。予測法に基づいて3種の成形方法に対応した可塑性になるよう配合計算を行い、陶土を作製した結果、いずれも問題なく成形できた。</p> <p>・総合評価 A 本県陶磁器業界において取り扱う原料について可塑性データベースを構築し、陶土の配合計算時に可塑性を予測する方法を確立できた。今後新たな原料を取り入れる場合も、本方法によりデータ化することで配合計算への迅速な対応が可能となり、新製品開発や歩留まりの向上等に寄与できる。</p>	<p>・有効性 A 同左</p> <p>・総合評価 A 同左</p>
<p>対応</p>	<p>対応 付加価値の高い陶土開発のため、これまで肥前地区では取り扱われることが少なかった原料についても可塑性データを測定し、可塑性データベースを拡充するとともに可塑性指数の精度向上に努めます。 地元企業の新陶土開発支援のため、本データベースの実用化を図ります。</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: 不適當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: 概ね適當であり採択してよい。
- 5: 適當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。