

## 研究事業評価調書(平成19年度)

|          |               |
|----------|---------------|
| 作成年月日    | 平成19年11月8日    |
| 主管の機関・科名 | 窯業技術センター 陶磁器科 |

|        |            |
|--------|------------|
| 研究区分   | 経常研究(事前評価) |
| 研究テーマ名 | 可塑性制御技術の開発 |

## 研究の県長期構想等研究との位置づけ

| 長期構想名                                     | 構想の中の番号・該当項目等  |
|---|--|
| ながさき夢・元気づくりプラン<br>(長崎県長期総合計画 後期5か<br>年計画) | 重点目標: 競争力のあるたくましい産業の育成<br>重点プロジェクト: 5 明日を拓く産業育成プロジェクト<br>主要事業: 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: 県全体の構想・分野関連の構想の順に書く。

## 研究の概要

## 1. 研究開発の概要

製品の製造工程において、製品を形作る成形工程は最も重要な工程の一つである。陶磁器や無機材料の成形方法として、従来、可塑成形が多用されてきた。陶磁器、無機材料ともに可塑性をうまく調整することによって製品が形作られるが、その制御は、熟練技術者の勘と経験によるところが大きく、現在そういった技術が後継者に十分に伝承されていない。

また、原料組成の配合計算を行う方法はあるが、可塑性を予測計算する方法は大手企業のノウハウであり、中小企業は保有していない。

本研究では、個々の材料の可塑性を測定し、データベース化する。配合原料について、配合割合、水分量と可塑性の関連性を調査し、加成性の成立しない組み合わせについては、その因子(粒子形態、粒度分布等)を検討する。それらの検討結果を反映して可塑性予測法を確立する。さらに可塑性予測法を活用して製品を試作する。

以上の結果、以下の効果が期待できる。

- ・ 陶土を配合する前に可塑性が予測できる。
- ・ 成形方法に応じて可塑性の調整が迅速にできる。
- ・ 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。

## 研究の必要性

### 1. 背景・目的

#### 【社会的、経済的情勢から見た必要度】

陶磁器や無機材料を製品化するには、機械ろくろ、ローラマシン、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が、例えば陶磁器用原料の場合、鉱物の種類によって可塑性が異なるのはもちろん、同種の鉱物でも産出した地域によって異なる。

したがって、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。

ナノ微粒子など無機材料においても、その製品化のためには球形、棒状、管状、ハニカム構造等の形態を与える必要があり、それぞれに適した成形技術が採用される。

無機材料は非可塑性であるものがほとんどであり、可塑性剤を配合することで可塑性を付与する必要がある。可塑性剤の種類、添加量及び組合せは、無機材料によって異なるため、可塑性を制御するには陶磁器同様、経験に基づく原料配合が行われてきた。

以上のように、陶磁器、無機材料ともに可塑性の制御は、作業者の経験と勘によるところが大きい。近年、熟練技術者の減少や分散などにより、技術の伝承がうまくいかないケースが増加している。

また、原料組成の配合計算を行う方法はあるが、可塑性を予測計算する方法は大手企業のノウハウであり、中小企業は保有していない。

こうした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必要である。

#### 【研究開発成果の想定利用者】

- ・ 陶土製造業者
- ・ 機能性材料製品メーカー
- ・ 窯業技術センター職員

#### 【どのような場所で使われることをも想定しているか】

- ・ 新製品の研究開発時
- ・ ユーザーからの受注時
- ・ 技術支援時

#### 【どのような目的で使われることを想定しているか】

- ・ 配合陶土の可塑性予測
- ・ 機能性製品の成形
- ・ 配合陶土の開発・機能性材料の製品化

#### 【緊急性・独自性】

飲食器製品出荷額の低迷により新たな市場の開拓が求められ、新製品の開発が切望されている。本研究の成果は、そのような業界の要望に迅速に対応できる基盤技術となる。

組成計算と同時に可塑性を事前に予測できることで、研究開発、新製品開発、技術支援が迅速に行える。

### 2. ニーズについて

#### 【今利用されている技術・商品には、何が足りないのか】

目的の組成を得るための原料の配合計算はできるが、成形性をも考慮した原料の選定には長年の経験に基づく豊富な知識が必要である。

【想定利用者は、現在どのようなニーズを抱えているか】

- ・ 陶磁器メーカーの要望する機能、成形方法に対応した陶土を迅速に配合し、出荷する。
- ・ 機能性材料を用いた製品を迅速に製品化したい。

3. 県の研究機関で実施する理由

成形技術を高度化するための基盤技術であるため。

## 効率性

### 1. 研究手法の合理性・妥当性について

- (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、データを蓄積する。
- (2) 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調査する。
- (3) 加成性の成立しない原料の組み合わせについて、その影響因子（粒子形態、粒度分布、水分量等）をニューラルネットワーク解析手法により検討する。
- (4) 上記検討結果を反映し、理論解析もふまえて可塑性予測法を確立する。
- (5) 計算結果を成形工程にフィードバックし可塑性を確認する。
- (6) 可塑性予測法を活用して製品を試作する。

主要な研究段階と期間、各段階での目標値（定性的、定量的目標値）とその意義

| 研究項目        | 活動指標名  | 期間(年度<br>~年度) | 目標値 | 実績値 | 目標値の意義                     |
|-------------|--------|---------------|-----|-----|----------------------------|
| 可塑性スペクトルの構築 | データの収集 | 20            | 50  |     | 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 |
| 可塑性予測法の確立   | 予測法    | 21            | 1   |     |                            |
|             |        |               |     |     |                            |

### 2. 従来技術・競合技術との比較について

陶磁器用粘土の可塑性を評価する方法として、Pfefferkorn法、Atterberg法、針入法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。

天然原料を配合して目的の組成を得る計算手法を有するが、この際可塑性は熟練者の経験に基づき調整する。

#### 【研究の実施上、想定される主要なリスクとその対策】

可塑性の定義はまちまちである。できるだけ多くの原料について可塑性を測定し、データを蓄積することで、可塑性予測法の精度を向上させる。

### 3. 研究実施体制について

可塑性予測に関して、実測と合わせて理論解析を行い、予測方法を補完する。  
そのためレオロジー解析、モデル化に実績のある九州大学と連携する。

#### 構成機関と主たる役割

- (1) 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手法による影響因子の検討、可塑性予測法の検討
- (2) 九州大学：可塑性予測に関わる理論解析

| 4. 予算        |       |       |       |      |        |        |       |
|--------------|-------|-------|-------|------|--------|--------|-------|
| 研究予算<br>(千円) | 計     | 人件費   | 研究費   | 財源   |        |        |       |
|              |       |       |       | 国庫   | 県債     | その他    | 一財    |
|              |       |       |       | 全体予算 | 16,860 | 12,160 | 4,700 |
| 20年度         | 9,280 | 6,080 | 3,200 |      |        |        | 3,200 |
| 21年度         | 7,580 | 6,080 | 1,500 |      |        |        | 1,500 |
| 年度           |       |       |       |      |        |        |       |
| 年度           |       |       |       |      |        |        |       |
| 年度           |       |       |       |      |        |        |       |

: 過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案

## 有効性

- 期待される成果の得られる見通しについて
  - 陶土を配合する前に可塑性が予測できる。
  - 成形方法に応じて可塑性の調整が迅速にできる。
  - 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。
- 成果の普及、又は実用化の見通しについて  
平成22年度～ 技術相談、新製品開発への活用

### 【将来の経済的・社会的効果】

- 成形技術を駆使した新製品開発
- 新製品開発の効率化、スピードアップ化
- 技術相談への迅速な対応

| 成果項目        | 成果指標名   | 期間(年度～年度) | 目標数値 | 実績値 | 目標値の意義              |
|-------------|---------|-----------|------|-----|---------------------|
| 予測法実証のための試作 | 試作アイテム数 | 21        | 3種   |     | 押出、造粒、ロクロ成形で各1種ずつ試作 |
|             |         |           |      |     |                     |
|             |         |           |      |     |                     |

### 【研究開発の途中で見直した内容】

年度と研究環境上の変化、途中評価等々からの計画の見直し等の内容

## 研究評価の概要

| 種類 | 自己評価   | 研究評価委員会   |
|----|--|---|
| 事前 | <p>(19年度)</p> <p>評価結果<br/>(総合評価段階： S )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 必要性： 陶磁器、無機材料の製品化には可塑性制御が重要かつ難解な技術であり、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： センターの可塑性に関する知見の整理と、素材の基礎物性（粒度分布等）及び可塑性データの集積を行い、熟練者の感覚に合致するよう可塑性予測に最適な可塑指数を可塑性データからどのように定義するか、可塑性に熟知したセンターOBを交えて検討する。その結果を九州大学と連携して実施するレオロジーのシミュレーションモデル構築にも反映させて、予測精度を向上させる。</li> <li>・ 有効性： 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： 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)</p> <p>評価結果<br/>(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： 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。<br/>データの取り方を工夫する必要あり。<br/>予測手法、研究費用は大丈夫だろうか。<br/>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> |
|    | 対応   | <p>対応</p> <p>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。</p> <p>事前に予測に必要な影響因子を十分検討した上で、研究を開始する。</p> <p>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</p>  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | 困で購入可能であり、十分である。   |
| 途中 | ( 年度 )<br>評価結果<br>(評価段階： 数値で)<br>・必要性<br><br>・効率性<br><br>・有効性<br><br>・総合評価 | ( 年度 )<br>評価結果<br>(評価段階： 数値で)<br>・必要性<br><br>・効率性<br><br>・有効性<br><br>・総合評価 |
|    | 対応   |  |
| 事後 | ( 年度 )<br>評価結果<br>(評価段階： 数値で)<br>・必要性<br><br>・効率性<br><br>・有効性<br><br>・総合評価 | ( 年度 )<br>評価結果<br>(評価段階： 数値で)<br>・必要性<br><br>・効率性<br><br>・有効性<br><br>・総合評価 |
|    | 対応   | 対応   |

総合評価の段階

平成19年度以降

(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が求められる研究

C = 不適當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當である

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當である

(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。