

## 幾何設計に基づく しなやかなプラスチックの量産製造技術を確立 —整形外科などで使われるプレート状医療機器の社会実装へ前進—

医療用途においては、整形外科をはじめとするさまざまな分野で広く活用可能なプレート状医療機器の開発が求められています。中でも、伸縮性と軽量性を両立するしなやかなプラスチック素材の開発が注目されています。

名城大学 理工学部 交通機械工学科 航空宇宙機構造研究室（研究代表者：仙場淳彦准教授）は、知の拠点あいち重点研究プロジェクトV期<sup>注1</sup>の研究テーマ「伸縮性と形状記憶性を有する多機能複合素材の医療機器への応用研究開発」において、独自に開発した構造幾何<sup>注2</sup>を熱可塑性樹脂<sup>注3</sup>および繊維強化樹脂に適用し、しなやかなプラスチック素材を射出成形<sup>注4</sup>で量産可能にする技術を確立しました。これにより、これまで試作段階にとどまっていた幾何構造ベースの機能材料を、実際の製造プロセスに応用する道筋が示されました。本成果は、幾何に基づく機能構造の社会実装に向けた重要なマイルストーンであり、医療機器分野における新たな多機能素材の実用化を加速させるものと期待されます。

### 【ポイント】

- ・樹脂材料に独自の構造幾何による伸縮性などの特異な変形特性を実現する技術を開発。
- ・従来の3D印刷による試作検証で成型に時間がかかる問題を、射出成形への適用により大幅に改善。
- ・複雑形状においても金型製作が可能となり、射出成形での量産製造できる技術を確立。

### 【詳細な説明】

#### 1. 背景

本研究は、「幾何設計によって機能を創出する構造技術」の確立を目的とし、知の拠点あいち重点研究プロジェクトV期に採択されたヘルスケア関連テーマ（H1）の一環として進められています。研究開発対象は、形状記憶合金<sup>注5</sup>などの金属材料と繊維強化樹脂など樹脂系材料であり、今回の射出成形は、後者の樹脂系多機能素材を実現する上で大変重要な製造プロセスです。

伸縮性と形状記憶性を有する多機能複合素材では、材料そのものではなく構造幾何によって特異な変形特性を実現します。しかし、これまでは主に試作加工や3D印刷による積層造形による検証にとどまっており、産業応用に不可欠な量産製造技術の確立が課題でした。特に、熱可塑性樹脂量産技術に適した射出成形による構造幾何設計の実証が必要となっていました。

#### 2. 研究内容及び本成果の意義

本研究では、独自幾何を射出成形プロセスへ適合させるため、製品設計および金型設計が重要であり、成形流動を考慮した形状再設計することで、微細部の形状制御と成形安定化を図りました。さらに

は、離型性および耐久性を考慮した構造設計を検討し、成形条件の最適化と検証を実施しました。

その結果、高い形状再現性および一体成形による構造安定性が向上しました。さらには、既存の量産設備での製造可能性を実証しました。

#### 【用語解説】

注1 知の拠点あいち重点研究プロジェクト：付加価値の高いモノづくりを支援する研究開発拠点「知の拠点あいち」を中核に大学等の研究シーズを活用したオープンイノベーションにより、県内主要産業が有する課題を解決し、新技術の開発-実用化や新たなサービスの提供を目指す産学行政の共同研究開発プロジェクト。2011年度から2024年度まで4期にわたり実施され、現在は2025年度6月から「重点研究プロジェクトV期」を実施している。

「知の拠点あいち重点研究プロジェクト」Webサイト：<https://www.astf-kha.jp/project/>

注2 構造幾何：材料に特定のパターン（穴や切り込み）を施し、力学的特性を制御する設計手法のこと。図1のように、ひし形の開口部を連続させることで、本来は硬い樹脂材料にも「しなやかな伸縮性」を与えることができる。素材の成分を変えず、形状の工夫だけで機能を生み出す、次世代のものづくりにおける重要なアプローチとされる。

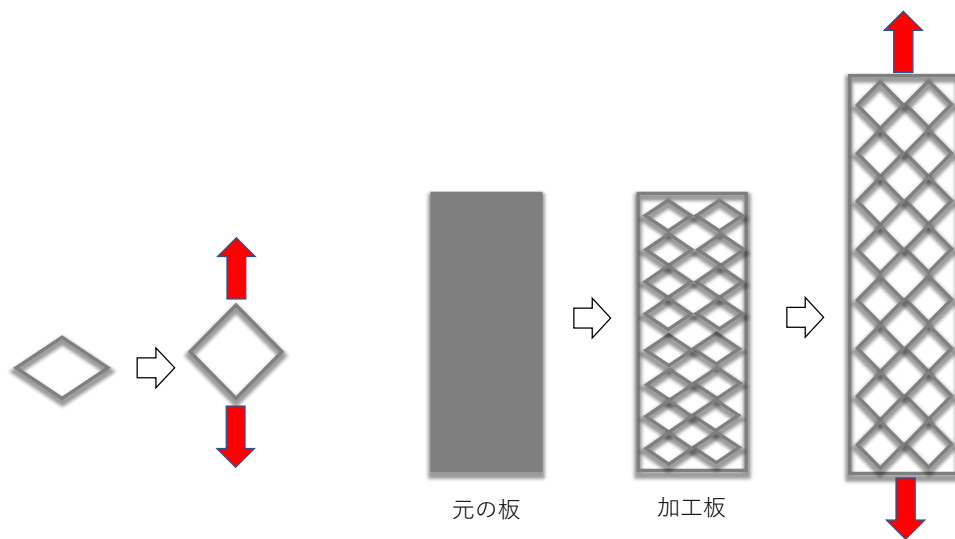


図1：弾性メタマテリアルの変形原理の概念図

左) ひし形ユニットの角度変化による伸長のイメージ。中央) 板材に幾何パターンを加工した構造の模式図。右) 多数のユニットが並んだ構造が伸びる様子。※図は原理を説明するためのイメージ。実際の構造は用途に応じて最適化された独自の幾何学構造を採用している（特許出願中）。

注3 熱可塑性樹脂：チョコレートのように、熱を加えるとドロドロに溶け、冷やすと固まる性質を持つプラスチック。代表的なものに、光沢があり丈夫な「ABS樹脂（下敷きや家電の筐体など）」がある。また、この樹脂に炭素繊維を混ぜた「CFRP（炭素繊維強化樹脂）」なども、同じように熱で溶かして複雑な形に成形（射出成形）することが可能。

注4 射出成形：射出成形機のホッパーにプラスチックのペレット（粒）を入れ、加熱シリンダー内でプラスチックを熱で溶かし、スクリーンで金型（かながた）の中に流し込んで固めることで、複雑な形の部品を大量に作る技術。本プロジェクトでは、名城大学が独自に設計した「構造幾何」を、樹脂で精密に再現するための特殊な金型を新たに開発した。

注5 形状記憶合金：大きく変形させても、一定の温度まで熱すると元の形状に「自ら戻る」性質を持つ金属。その復元力を活かし、医療機器から航空宇宙分野まで幅広く活用されている。

**【関連特許出願】**

特開 2026-042710

**【研究体制】**

本研究は、重点研究プロジェクト V 期(H1)のテーマとして、以下の研究体制で推進しています。

研究リーダー：名城大学理工学部 准教授 仙場 淳彦

事業化リーダー：豊光産業株式会社(愛知県日進市岩藤町夏焼 37 代表取締役 番 靖博)

研究参画機関：

- ・株式会社吉見製作所(愛知県大府市森岡町 8-127 代表取締役 坂 一宏)
- ・株式会社豊栄工業(愛知県新城市川田字新聞平 1-369 代表取締役社長 美和 敬二)
- ・あいち産業科学技術総合センター(愛知県豊田市八草町秋合 1267-1 所長 片岡 泰弘)
- ・藤田医科大学(愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1-98 教授 佐谷 秀行)

**【本件に関するお問い合わせ先】**

- ・研究内容に関すること

名城大学 理工学部 准教授 仙場 淳彦

Tel: 052-838-2629

Email: senba@meijo-u.ac.jp

- ・広報担当

名城大学渉外部広報課

Tel: 052-838-2006

Email: koho@ccml.meijo-u.ac.jp