

### 1. 担当 PM

五十嵐 悠紀（お茶の水女子大学 理学部 情報科学科 准教授）

### 2. クリエータ氏名

皆川 達也（筑波大学大学院人間総合科学学術院 人間総合科学研究群情報学学位プログラム博士前期課程）

### 3. 委託金支払額

2,736,000 円

### 4. テーマ名

抜かない型を前提とした型設計支援ツールによる物作りの自在化

### 5. 関連 Web サイト

Katalyst のポータルサイト：<https://sites.google.com/view/katalyst-fab>

### 6. テーマ概要

型成型技術は大量・安価に成形品の生産が可能であり、材料選択の自由度も高いため、日常的に使うプラスチックや金属、シリコンなどでできた数多くの製品の製造に用いられている。しかし、成形品は型から抜けなければならないという強い製造上の制約を持つ。本プロジェクトでは、抜く以外の方法で型自体を除去する仕組み「抜かない型」を、型から抜くこれまでの型成型技術に導入することを行った。具体的には、まず、目的の成形物を「抜く型で造形する部分」と「抜いた後に除去をする部分（抜かない型）」に分け、「抜かない型」自体を型成型で造形する。そして、それと「抜く型で造形する部分」の型と組み合わせて造形したもののから「抜かない型」を除去することで、従来の型では製造不可能な形状の造形を可能にした。これにより、型成型における製造上の形状に対する制約を緩和し、従来、3D プリンタでのみしか製造できないとされてきた構造や機械機構などといった構造物を、安価に量産可能にすることができた。

## 7. 採択理由

従来の型成形では抜くことができる形状でなければいけないという制約があったが、本プロジェクトでは、入力された成形品の形状に対する型を「抜かない型」としてデザインする設計支援ツールを開発する。

また、成形品の作成の際には、熟練者が利用している暗黙知を利用した支援をすることで、初心者でも成形不良を起こさないようなデザインを可能にする。

ものづくりが好きな提案者は、これにより型成形における従来の制約を緩和し、従来職人芸とされていた型成形技術における技術革新を起こすことを目指したいと言う。その情熱に期待して採択とした。

## 8. 開発目標

本プロジェクトでの開発目標は、この「抜かない型」を前提とした型成型技術を誰しもが簡単に利用できるようにするために、

- 入力された成形品の形状に対する型を生成するための設計支援機能
- 成形品の作成の際に熟練の技術者の暗黙知をユーザが利用できるような機能

を開発することを目指した。

## 9. 進捗概要

型成形したい形状の 3D モデルを入力として、型の 3D データを得ることできる型設計支援ツール「Katalyst」を開発した。Katalyst は、CAD ソフトウェアの一つである Rhinoceros 3D 上で動作する。Katalyst を用いた型設計の一連の流れを図 1 に示す。Katalyst には、

- 入力した形状が抜けるか、抜けないか、表示できる離型判定機能
- 入力した形状から、中子のカタチを自動でつくる中子自動生成機能
- 入力した形状と生成した中子を踏まえ、型に必要な要素を追加できる設計支援機能

の 3 つの機能を実装した。Katalyst により型設計の一部自動化をすることで、設計の負担を軽減することができた。

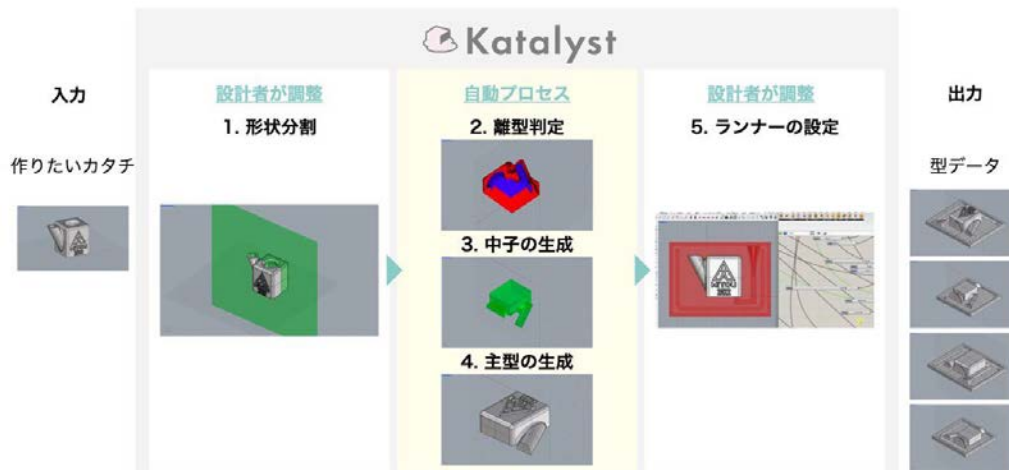


図 1 : Katalyst による型設計の流れ

作りた形状を設計し、Katalyst で型を設計、実際に型成形を行った様子を図 2 に示す。本プロジェクトでは、模型やアクセサリに用いられるシリコンを使用して型を取りそれを樹脂で複製するレジンキャストを参考にした型成形に対して、抜かない型を導入した。レジンキャストと異なる点は、抜かない型を作る点、成形時に抜かない型を型に挿入する点、成形後に熱によって抜かない型を除去する点である。本プロジェクトでは、抜かない型に使用する素材として、熱で溶かすことができるワックスを用いた。

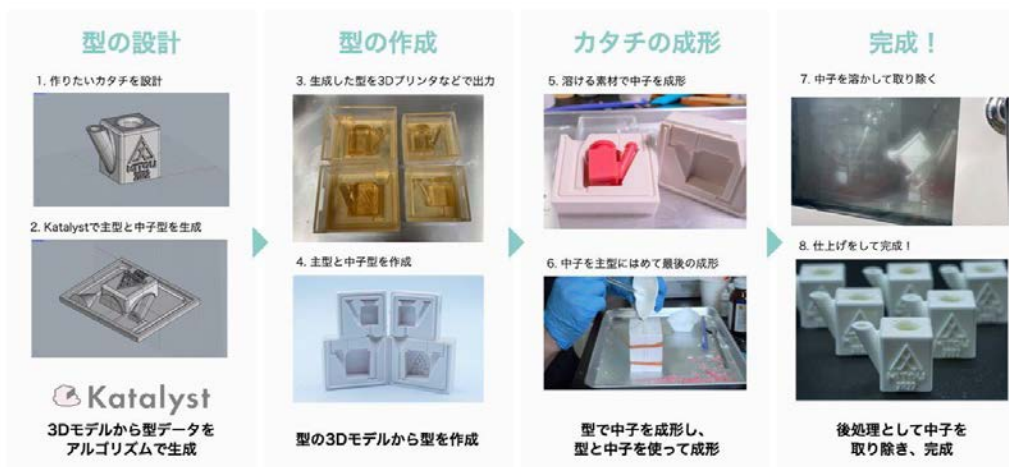


図 2 : 抜かない型を用いた型整形の一連の流れ

従来の型成形では困難・不可能な構造上の特徴を持つ代表的な形状として、以下の 4 つの形状の設計を Katalyst で行い、実際に制作を行った (図 3)。

- 入り口と出口のある空洞：醤油差し
- 入り口の狭い空洞の形状：うさぎが入ったフラスコ
- 自己交差する形状：クラインの壺
- 複数の要素が繋がった構造：鎖

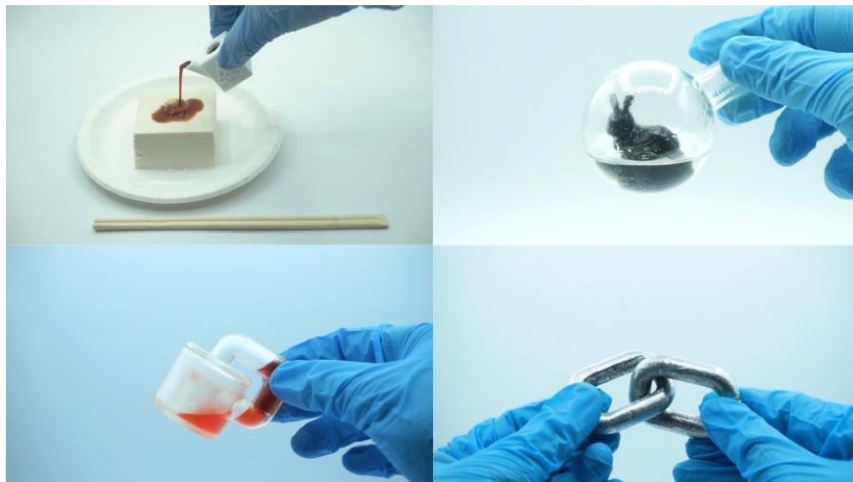


図 3 : 抜かない型と Katalyst を使った制作物 :

(左上) 醤油差し (右上) うさぎの入ったフラスコ (左下) クラインの壺 (右下) 鎖

## 10. プロジェクト評価

本プロジェクトでは、これまでの型成形では難しいとされていた形を型成形で実現するための設計支援ツールを開発した。制作物を「入り口と出口のある空洞」「入り口の狭い空洞の形状」「パイプが自己交差する形状」「複数の要素が繋がった構造」にわけてそれぞれを代表する形状を作成して示した。また、材料も型成形の利点を生かし、チョコレート、アクリル、エポキシ、ポリウレタンなど、複数の材料を使い今後の可能性を示した点を評価する。形状も完成している物体にさらに中子を取り付け、型成形を行うなど、斬新なアイデアで次々と成果物を増やしていった。Katalyst を利用することで型成形の敷居を下げることで、これまで型成形では難しいとされていた形を型成形で実現できる未来を見せたことは評価に値する。

## 11. 今後の課題

プロジェクト期間中は、クリエイター自身での使用にとどまっていた。今後は、Katalyst を第三者にも積極的に使ってもらい、フィードバックをもらうことで、想定ユーザにとってより使いやすいシステムに仕上げたい。また、ものづくりコミュニティに Katalyst を持ち込むことで、ユーザ数を増やし、ものづくりの現場を多様にすることに貢献することを期待する。