

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 — 「Katalyst」ものづくり自在化のための触媒 —

1. 背景

型成形技術とは、作りたい形状を写した型を用意し、材料を流し込み、固め、取り出すことで所望する成形品を得る技術のことである。現代では、型成形技術を用いプラスチックで日常的に使う様々な製品、シリコンで調理器具やスマートフォンケース、金属で車の部品などが製造されており、我々が普段何気なく使っているものには、型成形技術が利用されている。この型成形技術は現代を支えるほどに熟成した技術であるが、成形品を型から取り外さないといけないという非常に強い制約が存在し、型成形で制作可能な形状は限定される(図 1)。そのため、実際の製造工程では、型成形できない形状は設計変更が余儀なくされ、形状を多少犠牲にした製造が行われてきた。

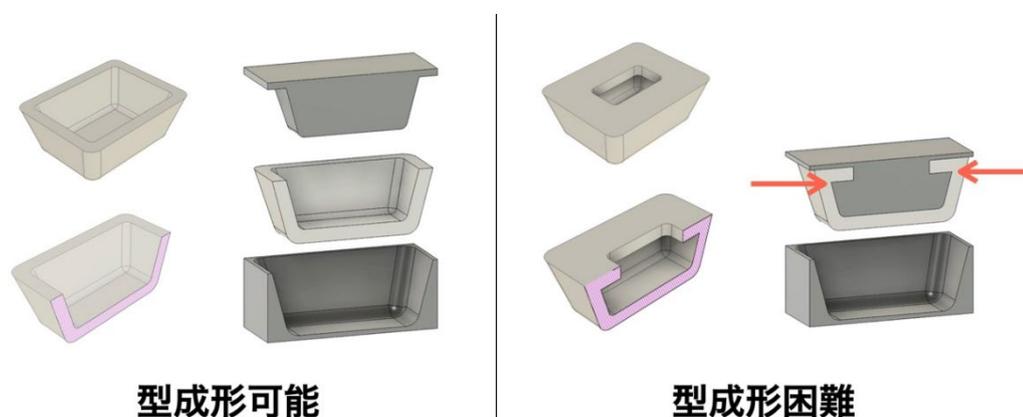


図 1:(左)型成形可能な形状 (右)矢印の箇所が引っかかり型成形困難な形状

近年、3D プリンティングに代表されるデジタルファブリケーション技術の台頭により、ものづくりのプロセス及び製品製造方法に変化が現れ始めてきた。3D プリンティングに着目すると、型成形に比べて成形品に対する自由度が高いため、設計した形状を成形することが容易である。そのため、3D プリンタでのみ造形可能とされる形状も多く存在すると言われており、機能性や意匠性の高い製品が登場している。しかし、3D プリンタには材料のバリエーションに限りがあり、いくら設計した自由な形状を容易に実現できたとしても、限られた材料での造形になってしまう。

今まで型成形技術を用い、制約こそあるがあらゆる材料で成形が可能であった。そして、今では 3D プリンティングを用い、誰でも設計どおりの形状を作ることが可能である。もし、所望の材料を使い、設計した形状を制約なく成形できる技術が存在すれば、優れた材料で機能性や意匠性の高い製品や作品を成形することができる。型成形と 3D プリンティングの良い点の融合により、個人では 3D プリンタで使えない材料を使い、今までに作ることができなかった自由な形状を作り、企業では 3D プリンタでしか作れない構造を、既存の量産工程に組み込んで製造することが可能となる、ものづくりの自在化を実現できるのではないかと考える。

2. 目的

本プロジェクトでは、設計した形状を成形する型成形技術を実現するために「抜かない型(中子)」という仕組みを従来の型成形技術に導入した。抜かない型とは、成形品から型を取り外すときには抜かず、最後に溶かして成形品から除去する型である(図 2)。しかし、この抜かない型の導入だけでは型成形技術を通じて CAD ソフトウェアで設計した形状を実現できない。



図 2: 抜かない型のイメージ図、赤い箇所が抜かない型である

これは、型成形技術において作りたい形状から「最終的な完成物を作る型」を設計する必要があり、加えて、「抜かない型」の設計も必要である。この成形品を作るための設計を追加でしなくてはならないため、設計者には負担を強いられる。そこで本プロジェクトでは、ソフトウェアによって抜かない型を前提とした型設計を容易にする支援をすること、そして、従来の型成形できない形状の型を設計可能にすることを目的とした。

3. 開発の内容

3.1. 型設計支援ツール「Katalyst」の開発

型成形したい形状の 3D モデルから型の 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 は、主に次の 3 つの機能を持つ(図 3)。

- 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

Katalyst により、型設計の一部自動化をすることで、設計の負担の軽減を目指した。



図 3: Katalyst による型設計の概要

3.2. 抜かない型を用いた型成形

作りたい形状を設計し、Katalyst で型を設計、実際に型成形を行った(図 4)。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ー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。

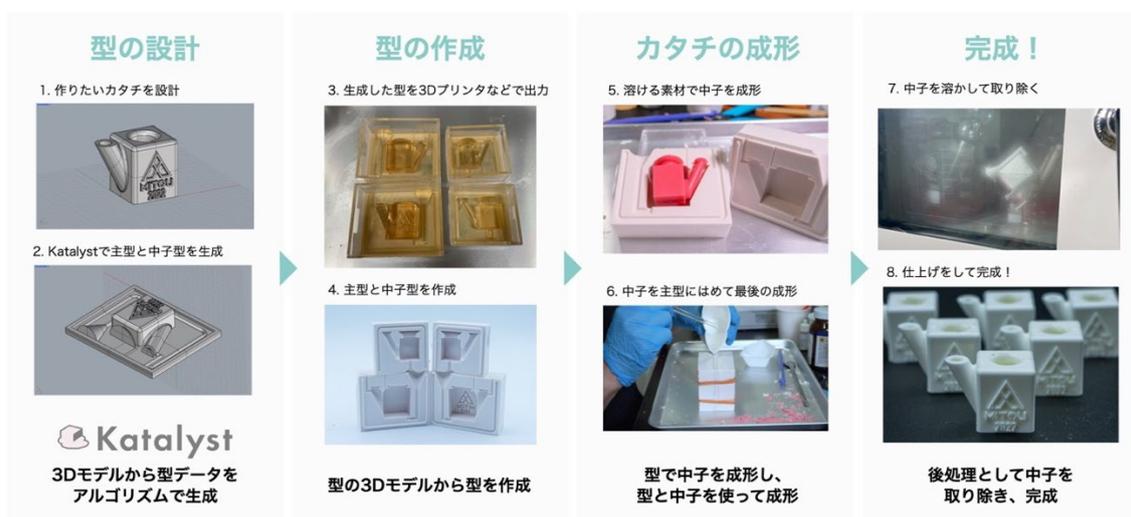


図 4: 抜かない型を用いた型成形の一連の流れ

3.3. Katalyst を使った制作物の成形

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を選択して、設計・制作を行った。入り口と出口のある空洞として醤油差し、入り口の狭い空洞の形状としてうさぎが入ったフラスコ、パイプが自己交差する形状としてクラインの壺、複数の要素が繋がった構造として鎖を選び、抜かない型と Katalyst を駆使し型成形を行った(図 5)。



図 5: 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

4. 従来の技術(または機能)との相違

既存の CAD ソフトウェアにも、型から形状を取り外すことができる前提の型設計を支援するものは存在する。また、型成形技術のためのソフトウェアも存在し、型設計の後工程である解析も可能である。型成形や切削などの受託で有名なサービスには、型成形に対する問題点を自動で列挙してくれるシステムも存在する。しかし、この抜かない型を前提とした型設計を行えるソフトウェアは、Katalyst を除いて現状存在しない。また、図 5 に挙げられた制作物は、従来の型成形においては、型成形できる形状に分解して最後に組み立てることで完成していた。しかし、本プロジェクトでの型成形においては、中子の除去を要するが組み立てが不要で、型から直に完成した状態の形状を得ることができる。

5. 期待される効果

抜かない型の強度、精度が向上すれば、将来的に、実際の製造業における量産工程に組み込むことができ、3D プリンタでしか作ることができない構造をわずか数分足らずで作り上げることも不可能ではない。また、これまでパーツを分解し最終工程で組み立てを行っていた複雑な構造の形状も、抜かない型によって自在に空洞や隙間を作ることで、組み立てなしの一発での成形ができるようになる。二色成形やインサート成形を応用し、形状を設計してから製品の完成までの完全な自動化の実現、それによるコストの削減も期待できる。

6. 普及(または活用)の見通し

今後、Katalyst を公開し、コミュニティへの働きかけによって開発した型成形を浸透させることを考えている。FabLab の利用者を始め、ワンダーフェスティバル、デザインフェスタ、Maker Faire などの出展者など、ものづくりに従事する人々は多く、ものづくりを行うコミュニティは活発である。そのようなコミュニティへの働きかけにより、ユーザを獲得できると考え

ている。また、Katalyst の対応する CAD ソフトウェアを充実させることで、実際の製造業へアプローチすることができ、抜かない型による製品の製造も見込める。

7. クリエータ名(所属)

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)

(参考)関連 URL

Katalyst のポータルサイト: <https://sites.google.com/view/katalyst-fab>
プロジェクトでの制作物などを掲載している。