

# AIを用いた切込み入り平面からの 展開構造デザインの研究

2022年6月1日

デザイン学部AI分科会  
「デザインの実践とAI」グループ

# プロジェクトメンバー

研究代表者	松村誠一郎(デザイン学部)
デザイン教育担当	酒井正(デザイン学部)
プログラム担当	御幸朋寿(デザイン学部)

# 研究の目的

切り込み入り平面→立体の展開構造のデザイン

1. 切り込み線の設計をプログラムで推定する
2. デザイン教育への応用を試みる(STEAM教育)

# 切り込み入り平面からの展開構造とは

- 切り込みと折り目をつけた一枚の平面を展開すると立体造形が立ちあられる構造
- これを実現する折り紙・ペーパークラフトの手法
- 逆のプロセスで平面に収納できる  
事例：ポップアップカード、折り紙建築

※以下、「**切込展開構造**」と呼ぶ

# 切込展開構造の例

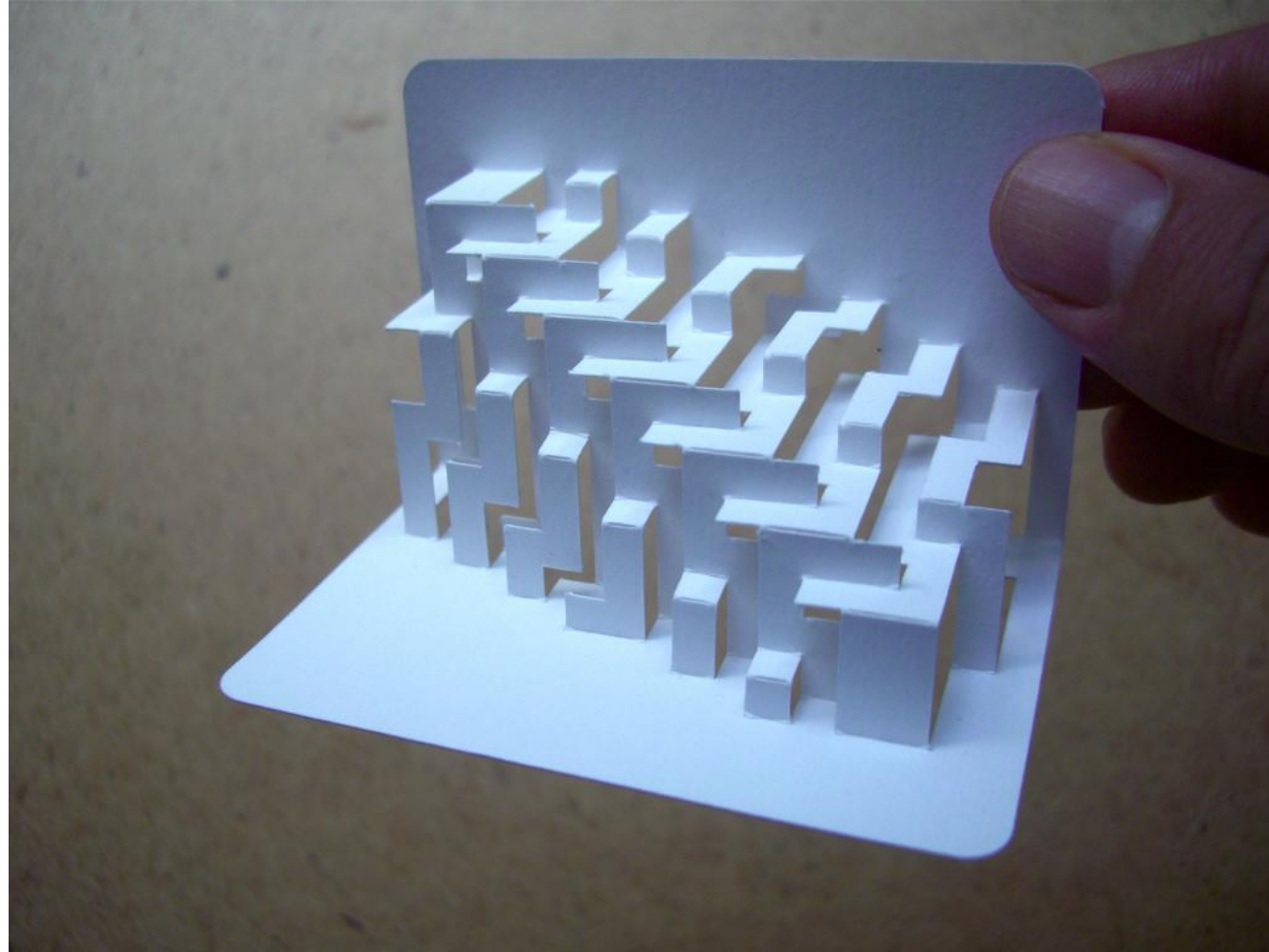


fig.1 ポップアップカード

# 切込展開構造の特徴

1枚の平面から多様な形状が造形できる。

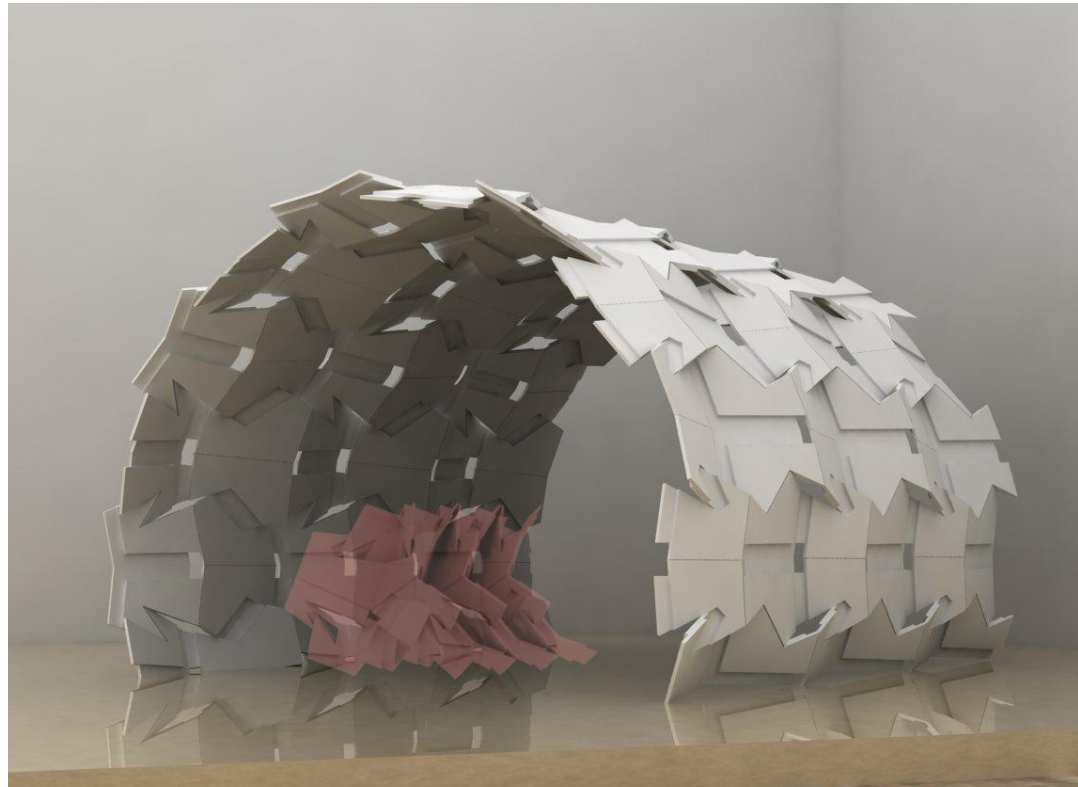
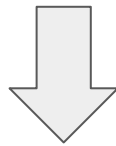


fig.2 シェルタのモデル

# 切込展開構造の問題点

- 切込展開構造は、平面への切れ込みを入れる自由度が高い。  
適切な折線や切れ込みを設計するには、  
人間の手による職人的な経験と試行錯誤が必要である



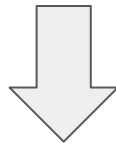
- 折線や切れ込みを推定するプログラムを制作

# 1. 切り込み線の設計プログラム



# 遺伝的アルゴリズムとパラメトリックモデリングを用いた切り込み入り 展開構造の自動生成

- 遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: 広義のAI)
- パラメトリックモデリング (Rhino+Grasshopperで実装)



最適な切込展開構造のデザインを推定する

# 立体物→切込展開構造の最適化

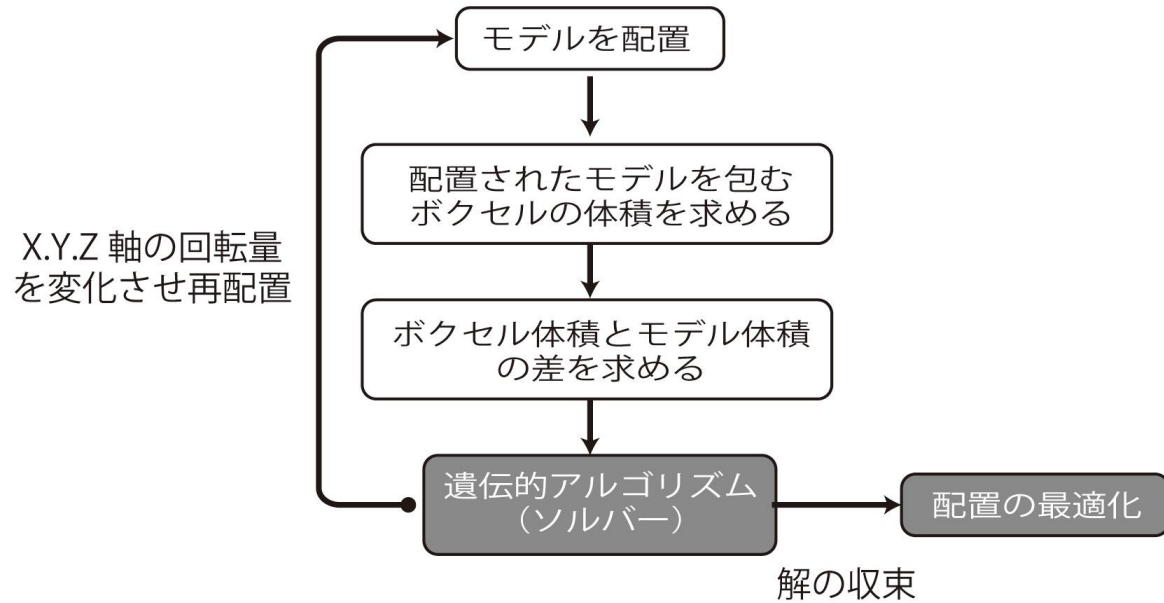


fig.3 最適化の流れ

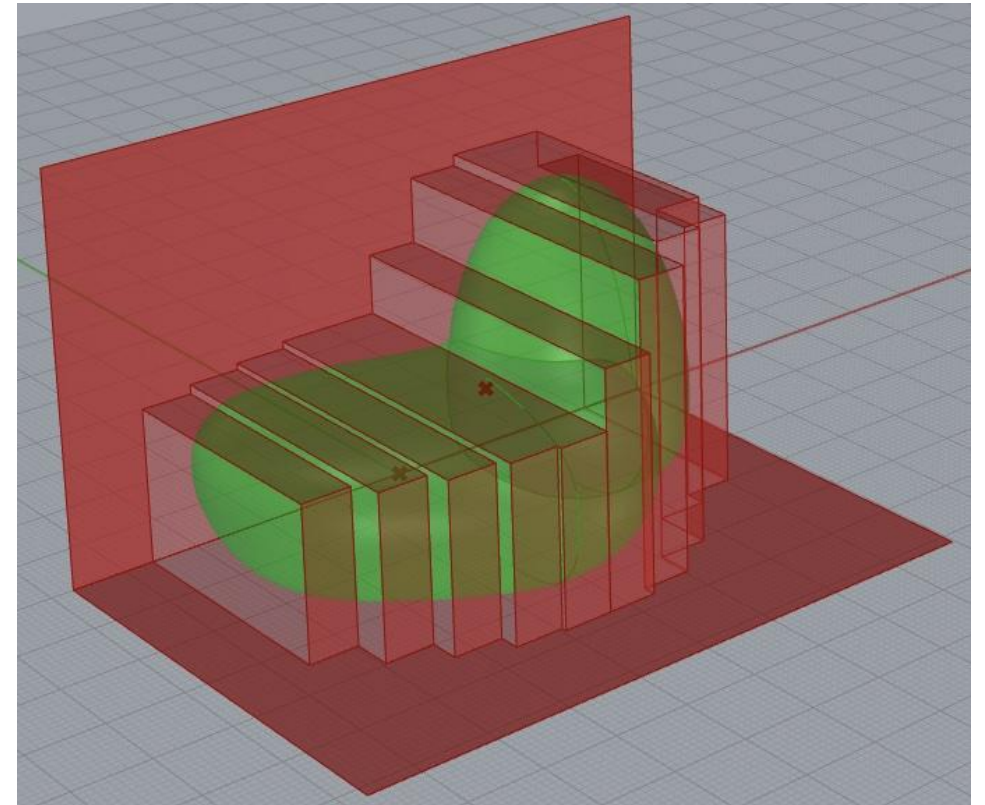


fig.4 3Dモデルの切込展開構造化

## 2. デザイン教育への応用

# デザイン教育への応用

- 「折り紙建築ワークショップ」
  - 2018年7月2～17日(計3日間)
  - デザイン学部学生(7名)
  
- 「折り畳めるプロダクトの提案ワークショップ」
  - 2021年7月12～20日(計4日間)
  - デザイン研究科大学院生(4名)

# 折り紙建築ワークショップ

## プロセス

1. 「折り紙建築」の知識なしに変形するプロダクトの提案を考える
2. 切込展開構造の基本的なレクチャーを受けてから立体物を試作する
3. 1.の提案に切込展開構造を組み込む。(材料は紙)
4. 木やプラ板などより強度の高い材料で、スケールモデル化して制作する
5. 実際に使えそうかを人間が判断

すべて人間が考えて制作する

# 折り紙建築ワークショップの成果物



fig.5 シェルフの提案

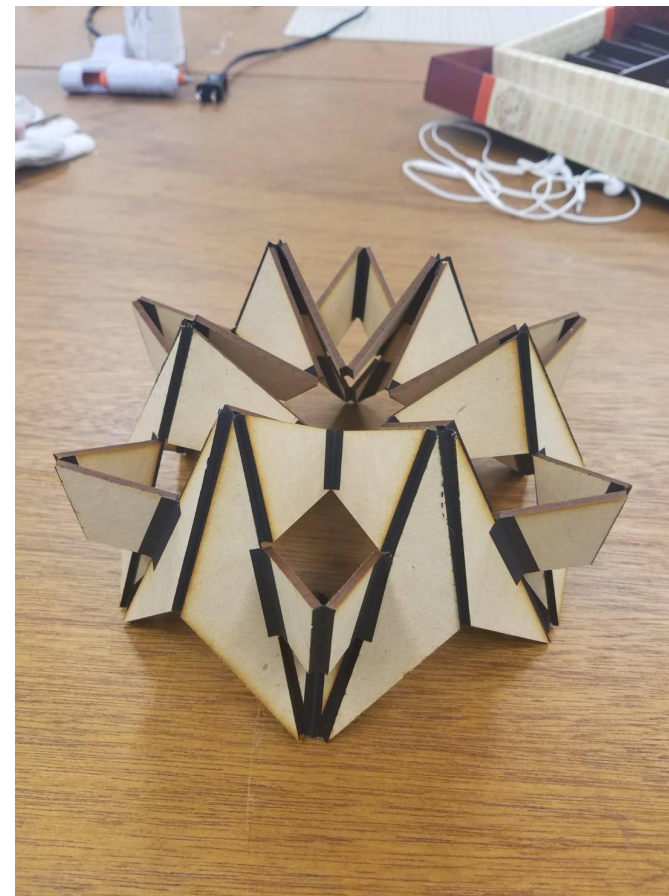


fig.6 傘立ての提案

# 「折り畳めるプロダクトの提案」ワークショップ

## プロセス

1. スケールや用途を限定せずにプロダクトの造形を自由に制作(スタイロフォーム)
2. AI (Google Teachable Machine)で造形が近似するプロダクトを推定
3. その推定を受け、修正を加えて3Dデータ化
4. 3DデータをGA+パラメトリックモデリングのプログラムで切込展開構造化
5. 切込展開構造をスケールモデル化して実際に使えそうかを人間が判断
6. Teachable Machineに再度分析させてプロダクトの可能性を提示

## AIの判定とプログラムの制作支援を織り込む

# 「折り畳めるプロダクトの提案」ワークショップの成果物



fig.7 作業風景

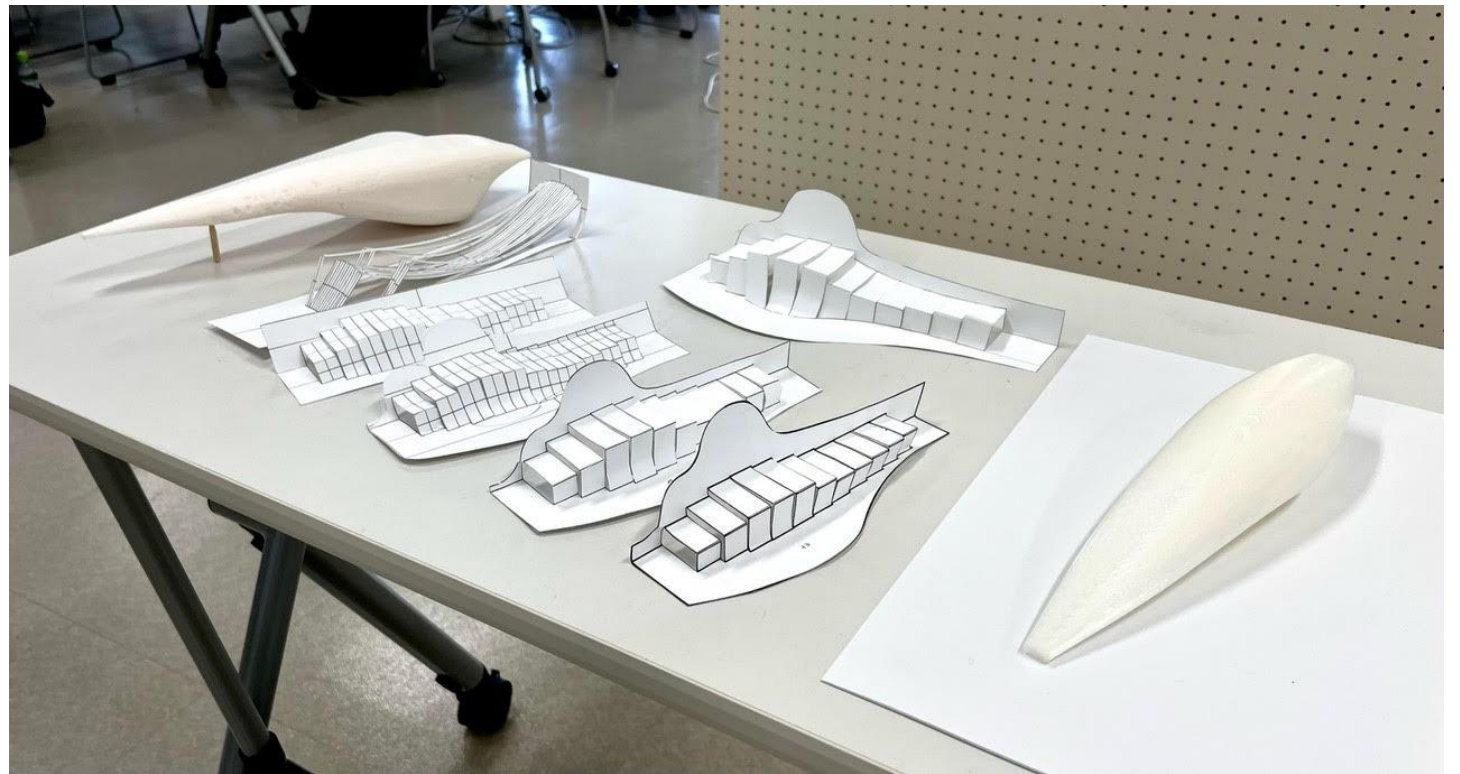


fig.8 流線形のプロダクト



# 考察

# デザインにおける人間とAIの住み分けの境界

- 人間の「見立て」の能力の優位性
  - 手作業と試行錯誤から用途に結びつける
  - 異なる要素の関連付け、「見立て」ができる
- AIによる切込み線の正確性
  - 単純な形状には適用できる
  - Teachable Machineによる異なる要素の関連付け、「見立て」が困難
    - 学習コストが高い
  - AIによる切込展開構造の組み立て支援の限界

# 学会発表

- Tomohisa Goko, Seiichiro Matsumura and Tadashi Sakai, The Proposal of Design Education to acquire Design Thinking using Origami Architecture and Digital Fabrication, Cumulus conference Wuxi 2018: Diffused Transition and Design Opportunities, 2018.
- 御幸朋寿, 酒井正, 松村誠一郎, 遺伝的アルゴリズムとパラメトリックモデリングを用いた切り込み入り展開構造の自動生成の研究, Asia Digital Art and Design Association (ADADA) Japan 2019, 2019年.
- Tomohisa Goko, Seiichiro Matsumura and Tadashi Sakai, Autonomous Design System of Origamic Architecture Converted from Building Objects, International Conference for Asia Digital Art and Design ADADA+CUMULUS 2020, 2020.
- 御幸朋寿, 酒井正, 松村誠一郎, AIを用いた折り畳めるプロダクト制作のワークショップとその教育的効果について, 第32回大会日本基礎造形学会東北大会(2021年8月21~22日), 2021年.