



地方独立行政法人

岩手県工業技術センター

IWATE INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE

# トポロジー最適化及び ジェネレーティブデザインを用いた 軽量化へのアプローチ

(地独) 岩手県工業技術センター

素形材プロセス技術部

主査専門研究員 黒須信吾

令和7年11月12日

# 研究背景

## 軽量化

- ▶エネルギー効率の向上
- ▶小型化
- ▶製造コストの削減
- ▶性能の向上

付加価値

- ・材料を変える(軽くて強い材料に変更)
- ・形状を変える(肉抜、中空構造、一体化)

設計支援してくれるツール

トポロジー最適化

ジェネレーティブデザイン

×

3Dプリンタ

範囲  
拡大

切削加工  
板金加工  
鋳造

先入観にとらわれない革新的なデザイン  
より高付加価値な製品の創造

次世代ものづくりの手法として注目

# 目的

---

実製品に対してトポロジー最適化およびジェネレーティブデザインを用いた軽量化へのアプローチを行いました。

また、得られたモデルを金属3Dプリンタにより試作し検証を行いました。

# 対象モデルおよび計算条件

## ● 対象モデル

子供用自転車

フロントフォーク



材質

機械構造用クロムモリブデン鋼

## ● 計算条件

使用ソフト

○トポロジー最適化(Altair社 Inspire)

○ジェネレーティブデザイン

(Autodesk Fusion Simulation Extension)

材料

Ti-6Al-4V

※金属3Dプリンタで試作

荷重条件

方向: 前から後

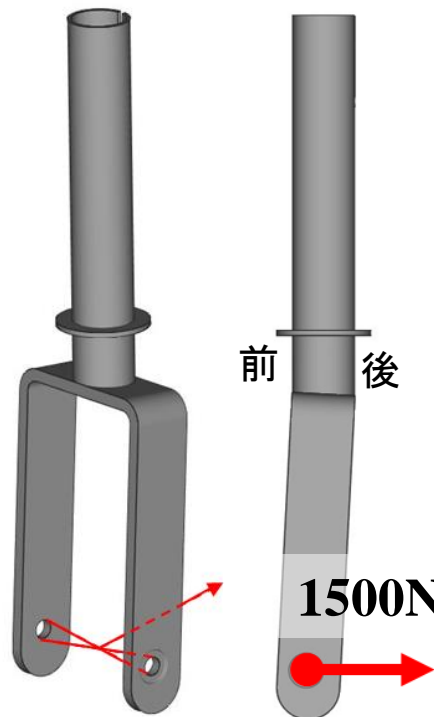
大きさ: 1500N (152kgf)

目標

質量の最小化

(最小安全率を1.5)

vs. 降伏応力



材料変更(鉄からチタン合金)

※形状そのまま



**44%軽量化**

※vs. 鉄モデル

# 紹介① トポロジー最適化を用いた設計

## モデル設定

非設計領域

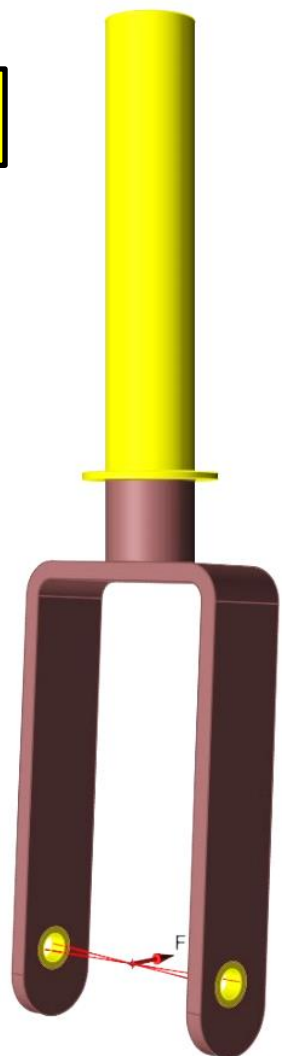
と

設計領域

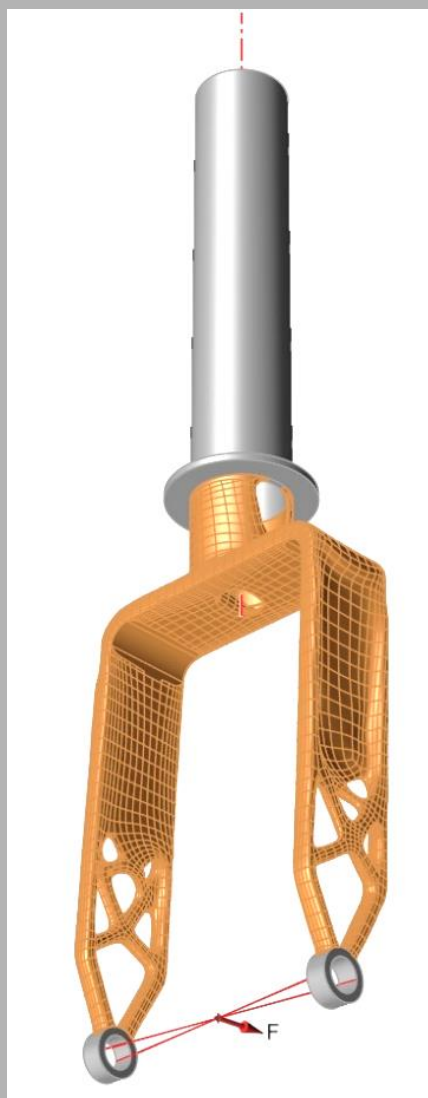
に分割

■ : 非設計領域

■ : 設計領域



## トポロジー最適化



設計領域を肉抜き  
→軽量化

1つの計算で  
1つのモデル

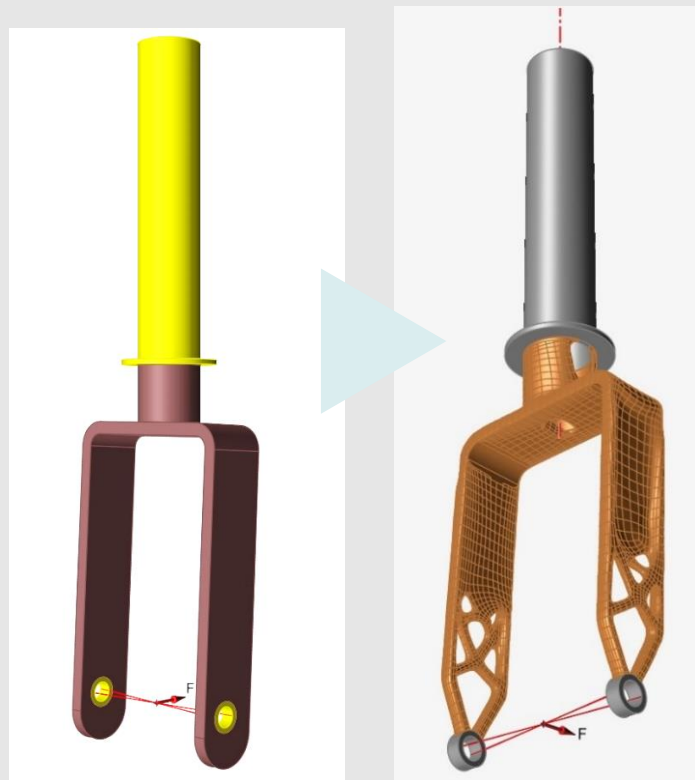
原形モデルが  
存在する段階で  
利用するツール

**35%軽量化**

※ vs. チタン合金モデル

# 紹介① トポロジー最適化を用いた設計

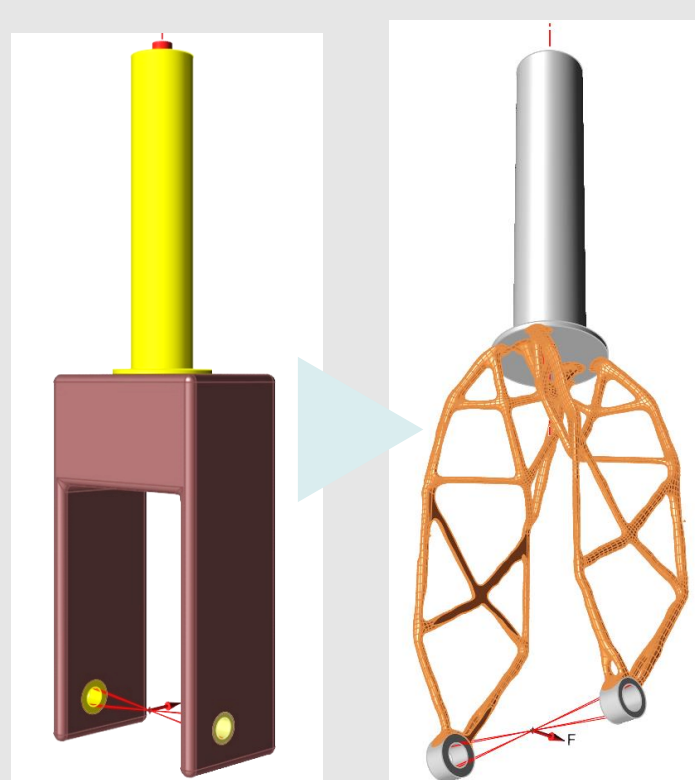
## 既存形状からの計算



35%軽量化

※vs.チタン合金モデル

## 大形状からの計算



50%軽量化

※vs.チタン合金モデル

設計領域を広げることで設計の自由度が上がり、  
得られる**軽量化効果**も大きくすることも可能

# 紹介② ジェネレーティブデザインを用いた設計

## モデル設定

**非設計領域**  
(保持部に相当)

と

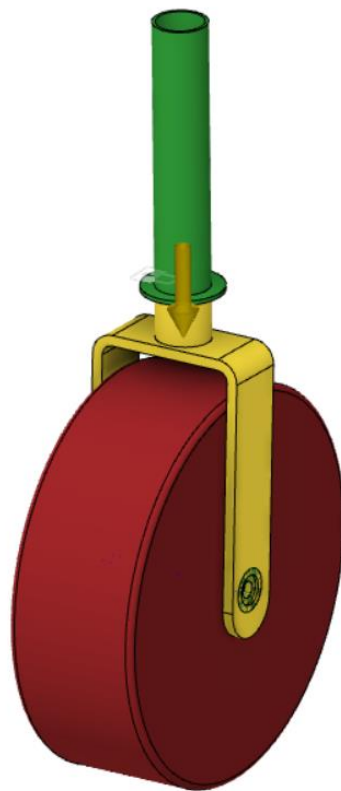
**設計禁止領域**  
(タイヤに相当)

を指定

この領域以外が  
**設計領域**となる

モデルが決まってない段階でも  
利用できるツール

※本研究では**開始形状**も追加



## 製造制約の設定

制限なし

積層造形

3軸加工

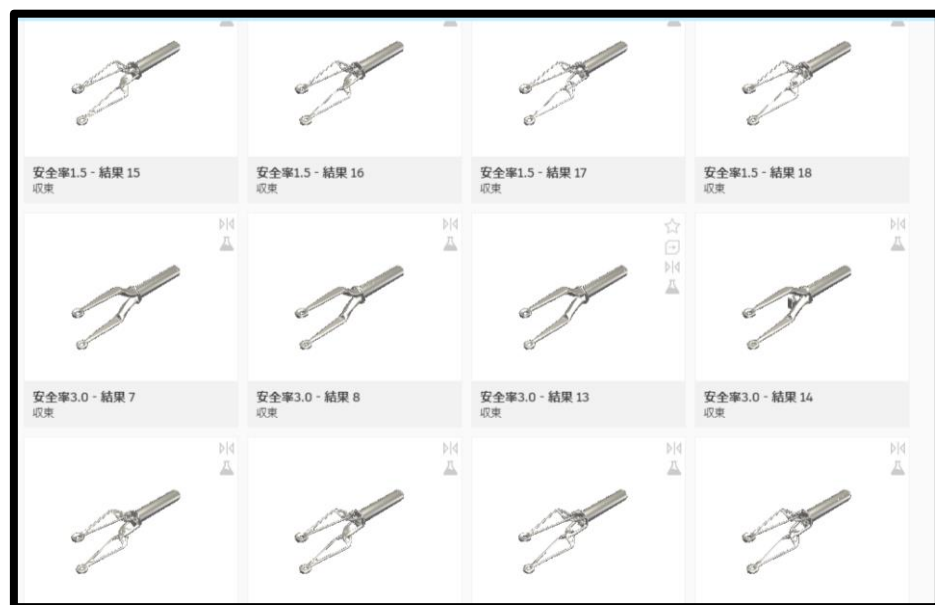
5軸加工

を設定



従来製法も設定可能

# 紹介② ジェネレーティブデザインを用いた設計



1つの計算モデルから  
複数のモデル

種々な製造方法の設定もあり

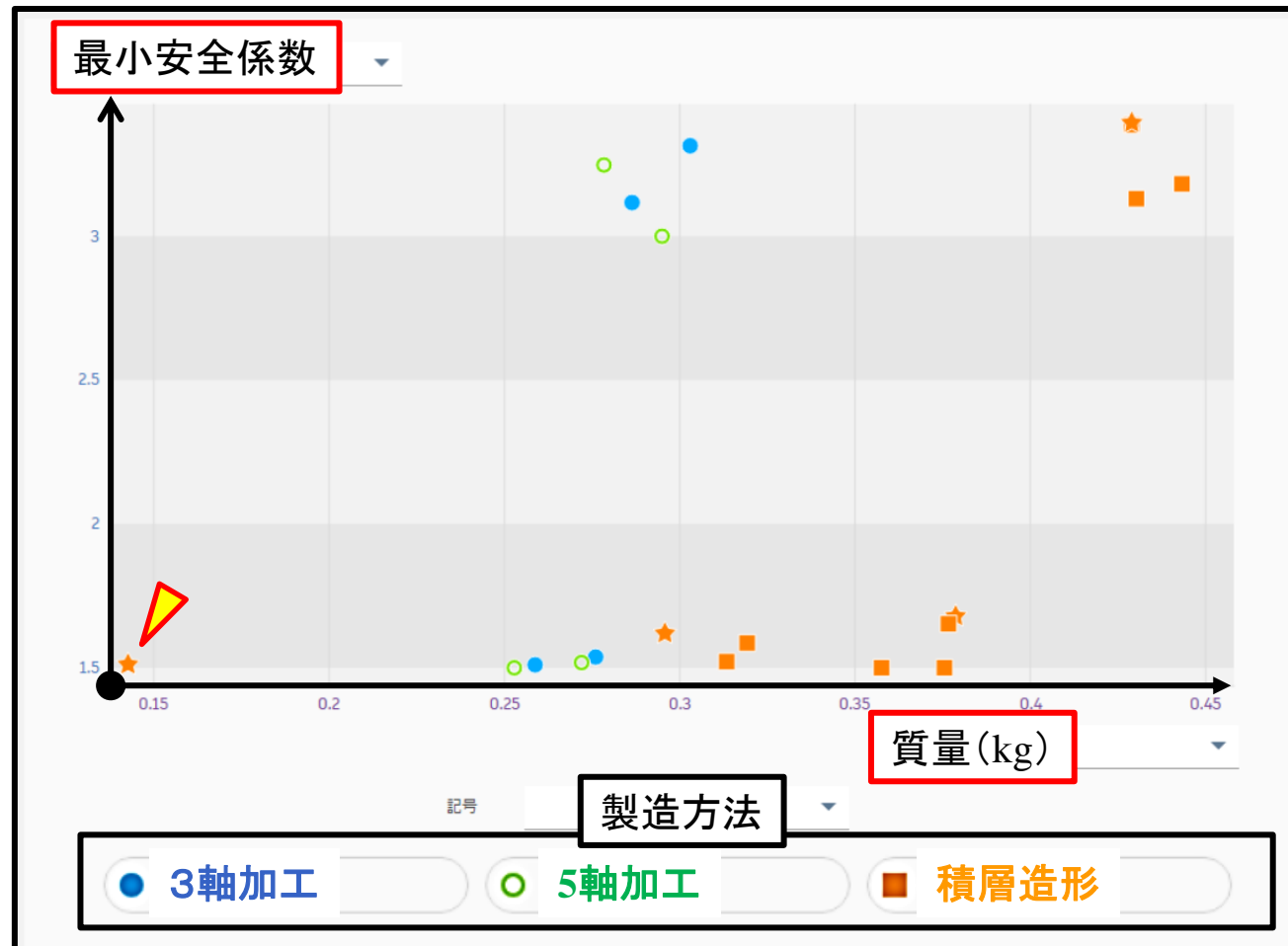
**97**通りの計算結果

これらの結果を人間が選択



# 紹介② ジェネレーティブデザインを用いた設計

計算結果は、グラフにより様々な視点から比較可能



グラフ項目

最小安全係数

質量

製造方法

最大応力

最大変位

部品のコスト

材料

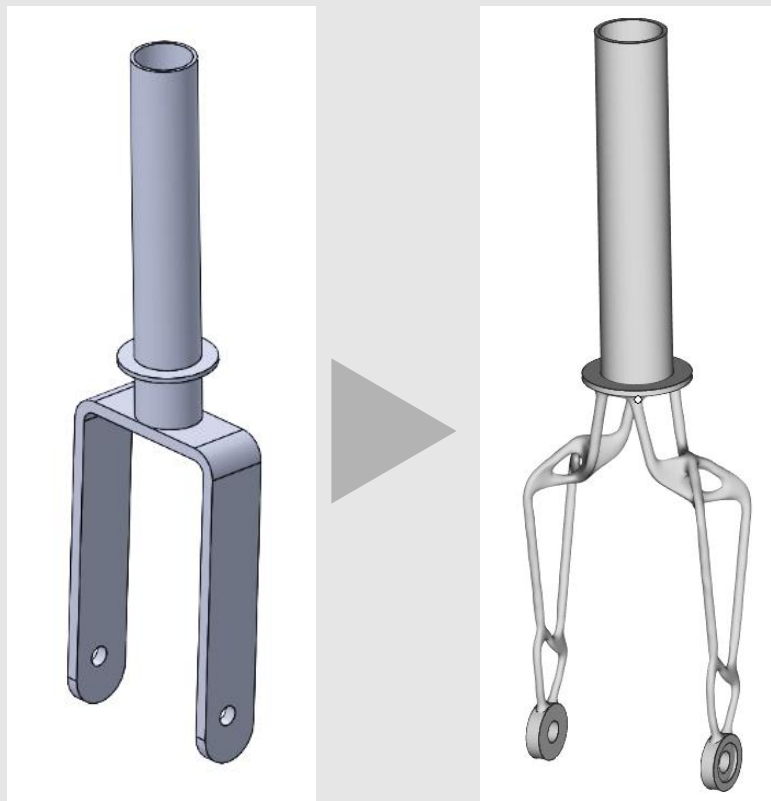
ビジュアルの類似性

10

本研究では、**軽量化を重視**しモデルを選択

# 紹介② ジェネレーティブデザインを用いた設計

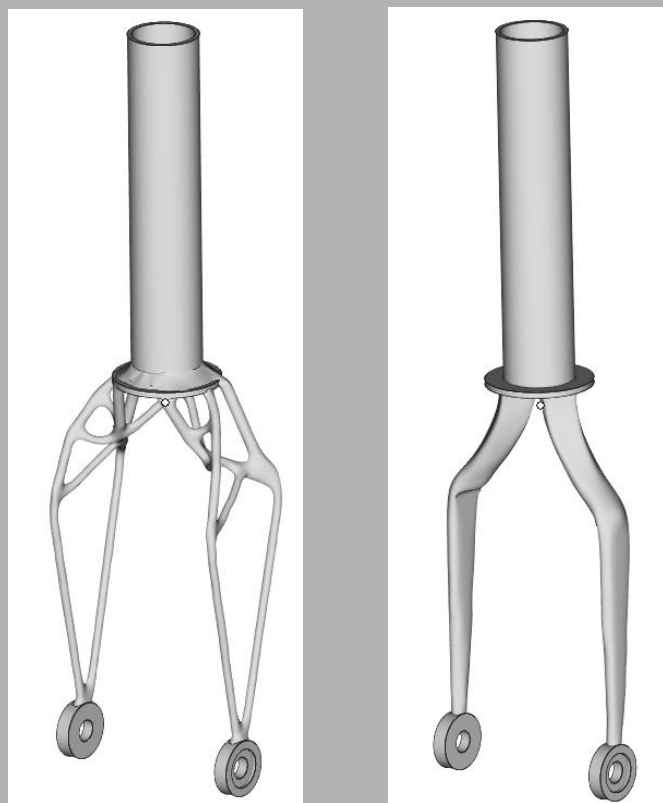
最軽量モデル



**50%軽量化**

※vs.チタン合金モデル




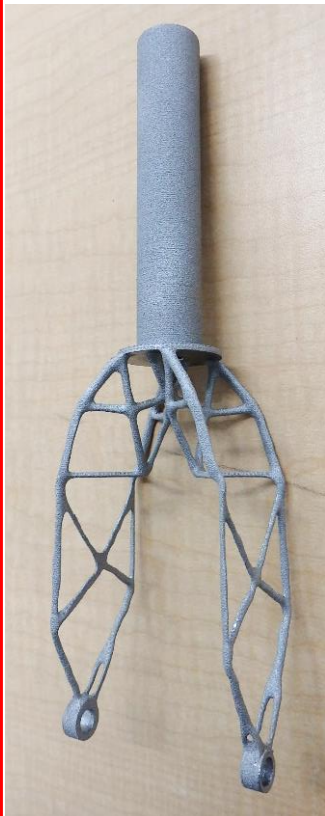

その他には



有機的な  
モデル

既存形状に  
近いモデル

# 各モデルの軽量化率比較

	製品 鉄製品	材料変更 チタン合金	トポロジー最適化		ジェネレーティブ デザイン
			既存形状から	大形状から	
軽量 化率	基準	44%	60%	70%以上	
		基準	35%	50%	
造形物写真					

# まとめ

---

本研究は、子供用自転車部品フロントフォークを対象に、トポロジー最適化やジェネレーティブデザインを用いた軽量化へのアプローチを行いました。得られた知見を以下に示します

## ○トポロジー最適化

- モデル形状(原形)が必要。モデルから肉抜きしていくイメージ。
- 1計算から1モデル。
- 設計領域を大きくすることで設計自由度も上がり、特徴的なモデルが得られる。より大きい軽量化効果を得ることもできる。

## ○ジェネレーティブデザイン

- 非設計領域(保持部)と設計禁止領域(障害物)を設定。それ以外が設計領域になる。そのため、モデルが決まっていない構想段階でも検討可能。
- 1計算から複数のモデルが出力。それらはグラフにより比較可能。
- 複数の制限を設定することで、ユーザーの好みや製品コンセプトに沿ったモデルを提供することができる。

# お問合せ先

**地方独立行政法人岩手県工業技術センター  
連携推進室 阿部 貴志**

**TEL 019 - 635 - 1115**

**FAX 019 - 635 - 0311**

**e-mail [CD0002@pref.iwate.jp](mailto:CD0002@pref.iwate.jp)**