

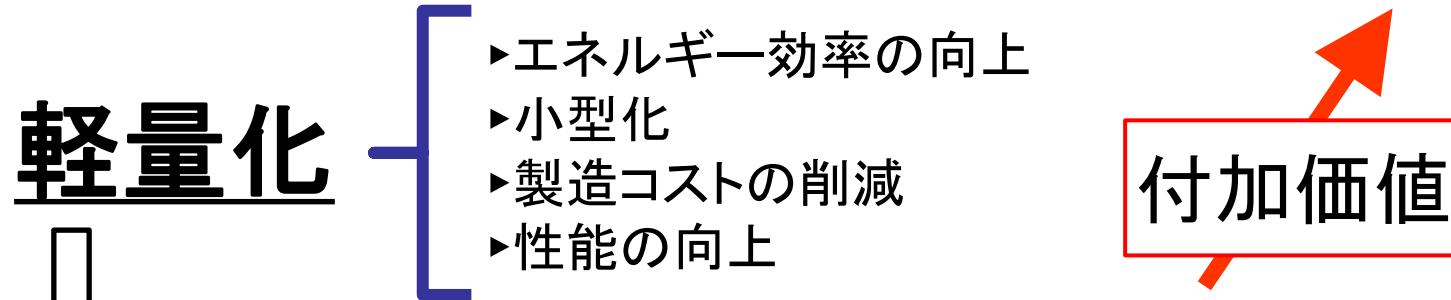


トポロジー最適化及び ジェネレーティブデザインを用いた 軽量化へのアプローチ

(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



- ・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



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

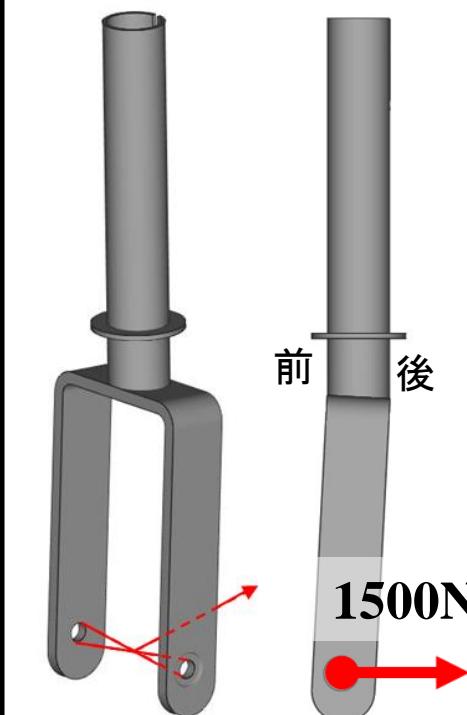
大きさ: 1500N (152kgf)

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

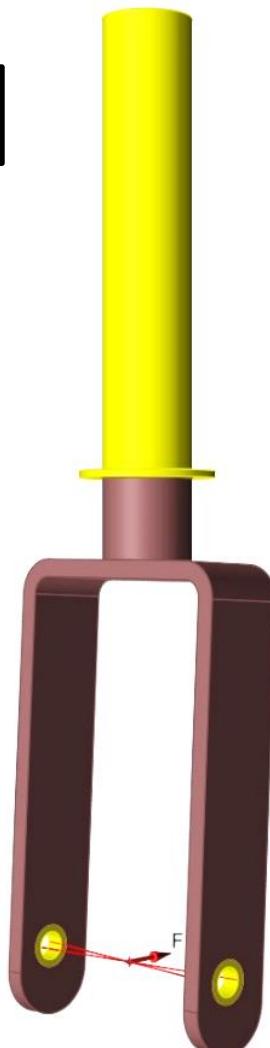
モデル設定

非設計領域

と

設計領域

に分割



トポロジー最適化

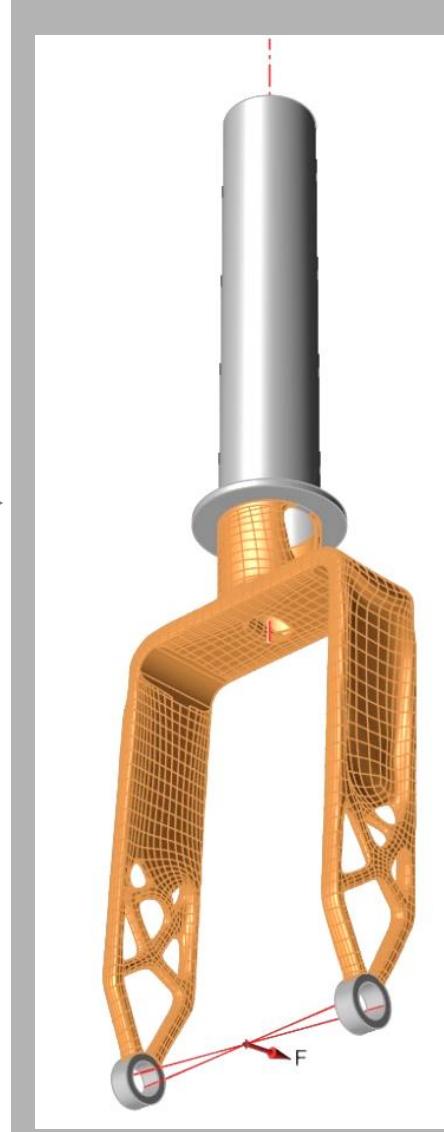
設計領域を肉抜き
→軽量化

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

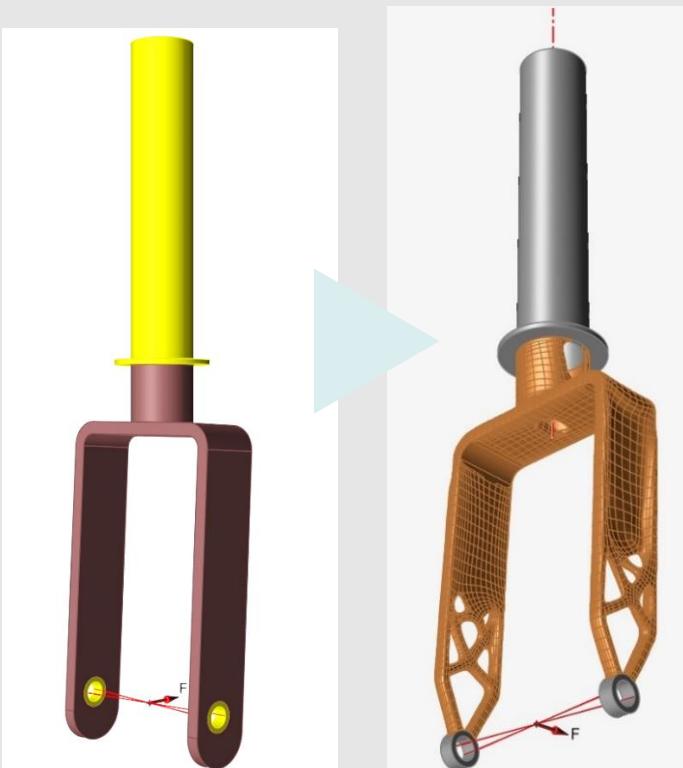
35%軽量化

※ 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

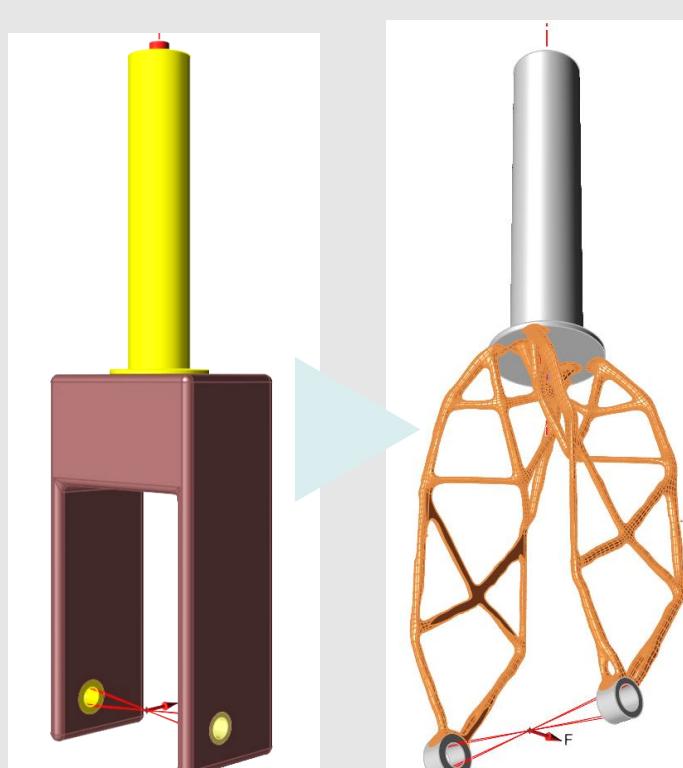
既存形状からの計算



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

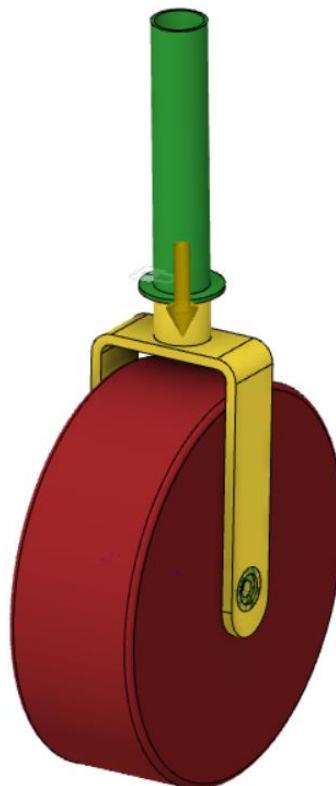
モデル設定

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

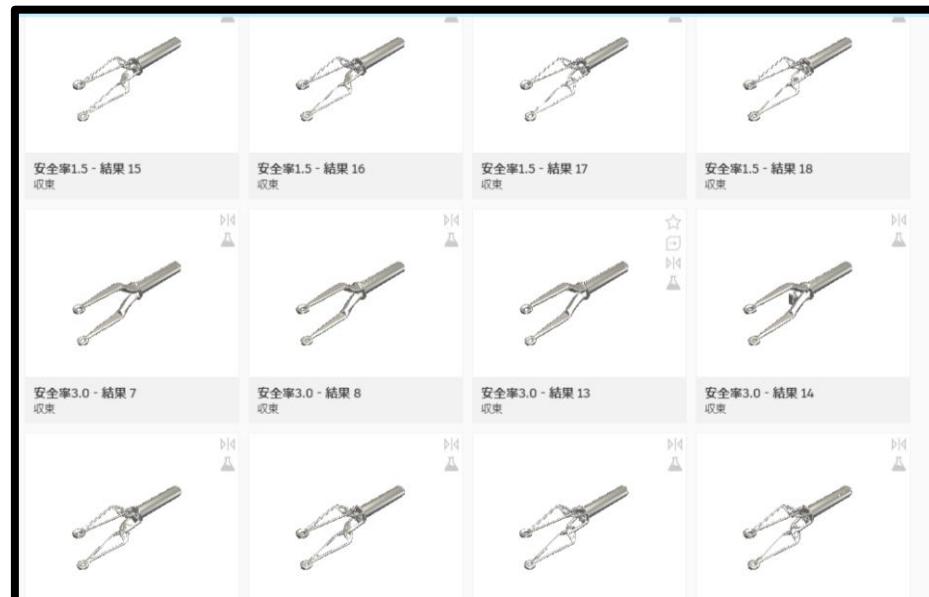
5軸加工

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

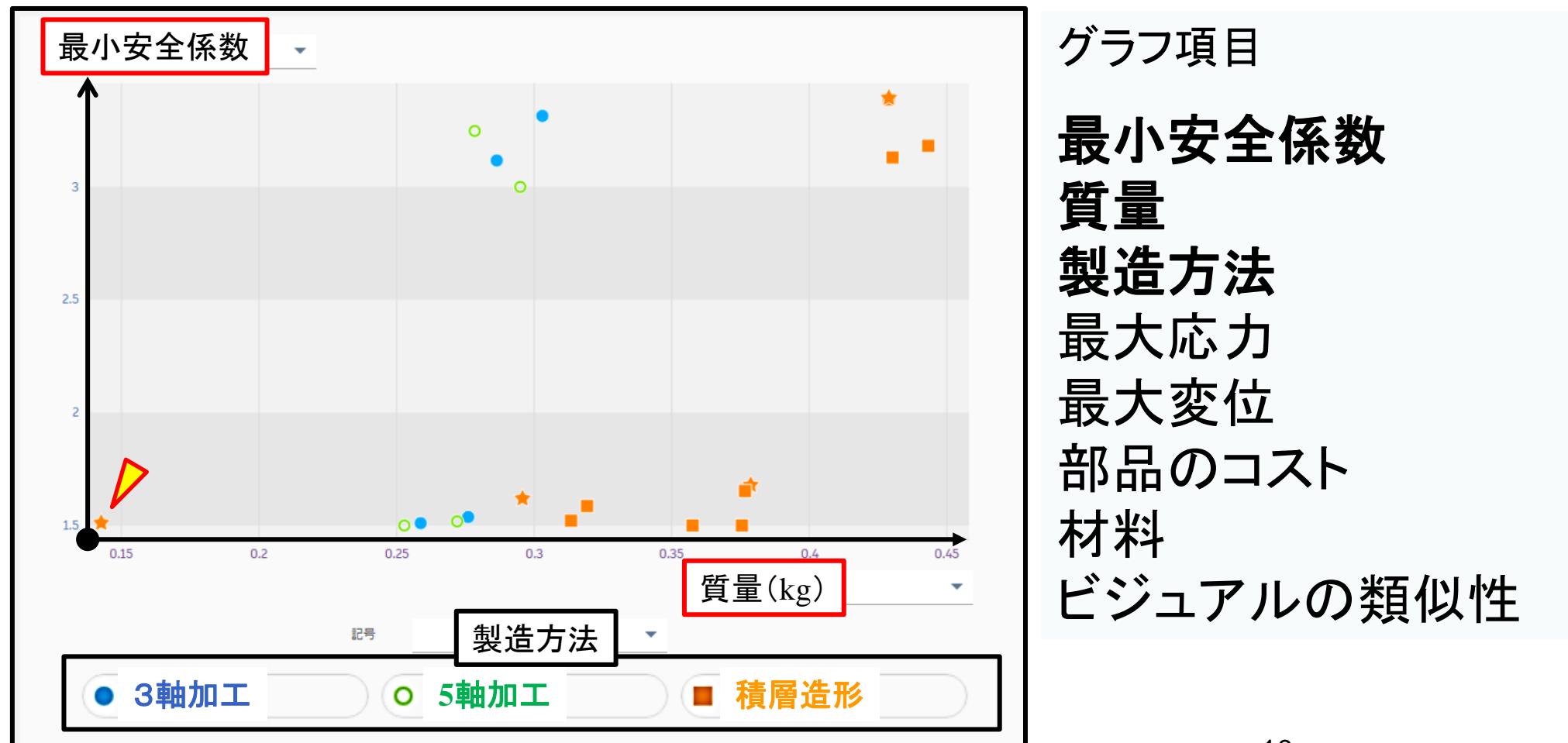
種々な製造方法の設定もあり

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

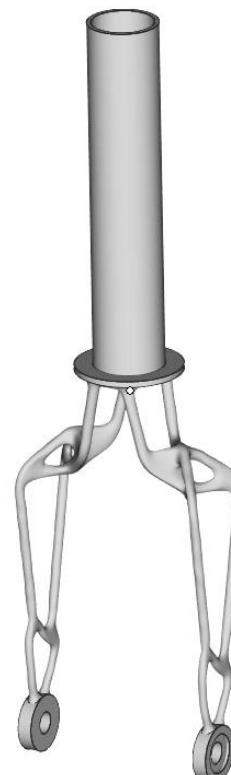
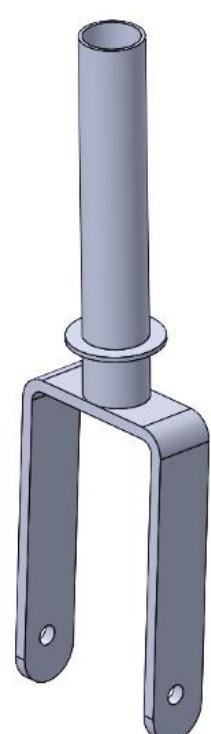
計算結果は、グラフにより様々な視点から比較可能



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

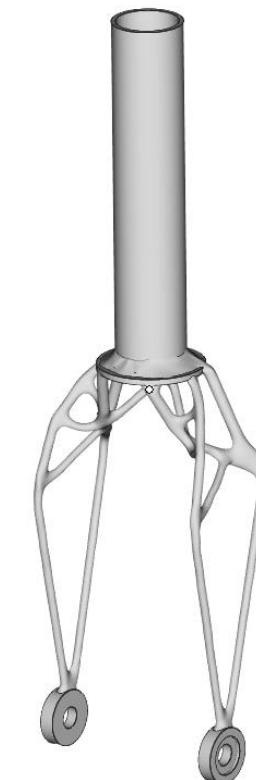
最軽量モデル



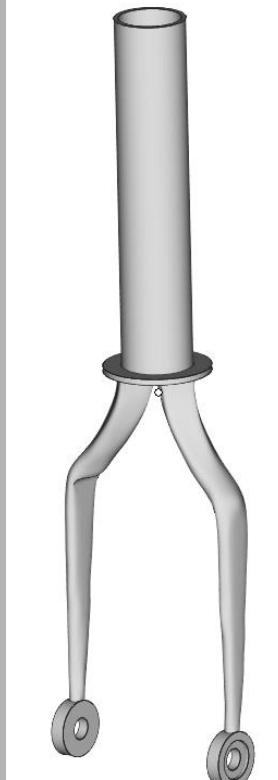
50%軽量化

※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

軽量化率	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	
基準	44%	60%	70%以上		
基準	35%	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