

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

和歌山大学ソーラーカープロジェクト

AIによる設計提案ソフトウェアの有効利活用 に関する研究

<2023年度ミッション成果発表会>

ミッションメンバー：システム工学部2年 大倉啓輔
 システム工学部3年 岡崎翔太
 システム工学部2年 赤井晴輝
 システム工学部2年 溝口楽仁

1

1

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

目次

1. 背景と目的
2. 活動報告
3. 活動の成果
4. 今後の展開
5. まとめ

2

2

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. ミッションの背景

乗り物をつくる上で追求している課題
||
いかに軽くて丈夫な部品を作るか

これまでの製作の流れ

```

  企画 → 2D設計 → 3D設計 → 強度解析 → 設計見直し → 製作
  
```

問題点

- ・設計技術の不足から軽い部品が作れない

3

3

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. ミッション提案

AIによる設計提案ソフトウェア
||
ものづくりプロセスを変革する画期的なツール

```

  企画 → 2D設計 → 3D設計 → 強度解析 → 設計見直し → 製作
  
```

↓

```

  企画 → 条件入力 → AIによる設計提案 → 人間による設計選抜 → 製作
  
```

4

4

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. 新製作プロセスの課題

```

  企画 → 条件入力 → AIによる設計提案 → 人間による設計選抜 → 製作
  
```

この流れでものづくりする際に予想される問題点

- ① 設計案を吟味するのは人間である点
- ② AIの能力限界を把握する必要がある点

実際に使用することで新たな問題点が、

5

5

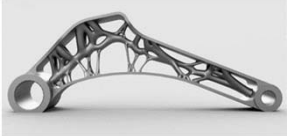
Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. 研究目的

ミッションの最終目的

AIによる設計提案ソフトウェアの有効利活用法を明らかにすること

ジェネレーティブ デザイン (通称GD)



Fusion360 ジェネレーティブデザイン※1

※1 <https://www.autodesk.co.jp/campaigns/generative-design/education>

6

6

2.到達目標

ミッションの到達目標

AIによる設計提案ソフトウェアの

- ・特性
 - ・限界
 - ・使用の際の注意点
 - ・活用可能性
- を明らかにすること

7

7

2.実施手段

目標達成のための手段

- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

8

8

2.実施手段

目標達成のための手段

- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

9

9

2.GD勉強会の実施

応用技術株式会社（大阪）
(株)吉松工機（和歌山）
西原精工株式会社（和歌山）
金剛ダイス工業株式会社（大阪）

令和5年4月 ・意見交換会（オンライン）

令和5年5月中旬 ・GD合同勉強会（和歌山大学）

令和5年5月下旬 ・GD合同勉強会（応用技術本社）

令和5年6月 ・意見交換会（オンライン）

令和6年1月 ・意見交換会（オンライン）

令和6年2月 ・意見交換会（オンライン）

10

10

2.実施手段

目標達成のための手段

- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

11

11

2.GD技術の習熟



※ミッション経費使用



キャリバーステーGD部品



AアームGD部品



サス固定GD部品

12

12

2.実施手段

目標達成のための手段

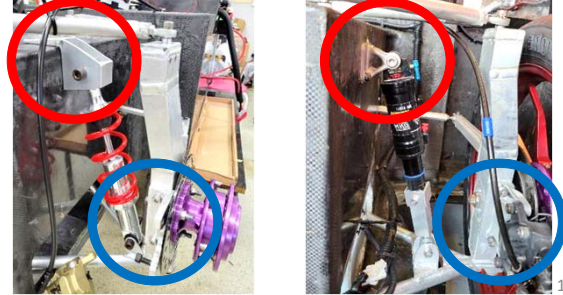
- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

13

13

2.比較対象部品

- ①サスペンション上固定
- ②キャリパーステー



14

14

2.比較対象部品①

- ①サスペンション上固定

3か所ボルト固定



サスペンション固定



従来製法	切削（フライス盤）
従来材料	アルミニウムA7N01
質量	69.35g
GD目的	軽量化 作業性向上

15

15

2.比較・評価



製作方法	切削（フライス盤）	積層（金属3Dプリンタ）
従来材料	アルミニウムA7N01	アルミニウムALSi10Mg
質量	69.35g	40.1g
コスト	約1,000円	約16,000円
製作時間	約7時間	約9時間
製作精度	±0.1~0.2mm	±0.1mm

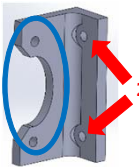
16

16

2.比較対象部品②

- ②キャリパーステー

キャリパー固定



2か所ボルト固定

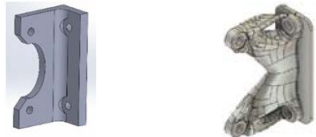


従来製法	切削（フライス盤）
従来材料	アルミニウムA7N01
質量	239.3g
GD目的	軽量化

17

17

2.比較・評価



製作方法	切削（フライス盤）	積層（金属3Dプリンタ）
従来材料	アルミニウムA7N01	アルミニウムALSi10Mg
質量	239.3g	124g
コスト	約3,000円	約49,000円
製作時間	約10時間	約12時間
製作精度	±0.1~0.2mm	±0.1mm

18

18

2.実施手段

目標達成のための手段

- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

19

19

2.目標達成手段Ⅳ

AIによる設計提案ソフトウェアの

- ・特性
- ・限界
- ・使用の際の注意点
- ・活用可能性

を考察し、報告書をまとめた

20

20

2.特性 (メリット)

・強度を保ちつつ軽量化できる

金属3Dプリンタで製作し、安全率2で製作した場合、40～50%ほど軽量化できる

・設計時間を短縮できる

2D設計・3D設計・強度解析の時間を、AIに任せることで、条件を考えたり設計案を選別する時間にあてられる

・製作の負担を削減できる

金属3Dプリンタで製作できることで、数時間危険が伴う機械加工の作業を省くことができる

21

21

2.特性 (デメリット)

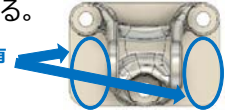
・コストがかかる

金属3Dプリンタでの造形は自作より10倍以上コストがかかる。教育版ライセンス以外は設計するだけでコストがかかる。

・熱変形により1mmほどの精度誤差がでる

熱ひずみにより反りの可能性や、縦方向に積層するため、円形部分が楕円になる可能性がある。

熱歪みによる反りの可能性有



・後加工が必要

積層によってできたボルト面の凹凸をなくしたり、タップ加工をしたりする必要がある。

22

22

2.限界

・完成部品に修正が効かない

自作部品は後から切削や溶接で加工できるが、GD部品は切削すると強度が落ちる可能性がある。設計ミスが許されない。

・パーツによってはそれほど軽量化できない

そもそもアルミではなくカーボンで製作したほうが軽くて丈夫な部品をつくることのできる場合もある。



アルミ製パーツ



カーボン製パーツ

23

23

2.使用の際の注意点

・荷重定義が難しい

部品に想定外の力がかかる可能性がある。そのため安全率を高く設定する。結果的にそれほど軽量化できずに生成される。

・GD部品だけを考慮すると危険

サスペンション固定を取り付ける土台となる、カーボンサンドイッチパネルで作られた車体側が剥離してしまった。取り付ける側の強度解析も必要。

剥離部分



24

24

2.活用可能性

- ①コストがかかる
- ②熱変形により1mmほどの精度誤差がでる
- ③後加工が必要
- ④完成部品に修正が効かない
- ⑤パーツによってはそれほど軽量化できない
- ⑥荷重定義が難しい
- ⑦GD部品だけを考慮すると危険

以上の特性や限界、注意点を考慮した上で、AIが提示した最適解を人間が判断することで、より軽くて丈夫な部品をつくることができる。

25

25

3.活動の成果

- **GD部品を車体に搭載できた**
GDで軽量化した部品をソーラーカーに搭載し、オーストラリアの地を約1000km走らせることができた。
- **部品に想定される荷重を明らかにできた**
部品にかかる力は4500N~5000Nであり、安全率3以上で耐えれないと3000km完走できない。
- **企業と協力してGD部品を実現化できた**
合計8つのGD部品の設計・製作を、大阪と和歌山の企業と合同で進め、産学連携を強化できた。

26

26

4.今後の展開

• 報告書の共有

クリエの他のものづくりプロジェクトや本学学生がAIを用いた研究を行う際に有効。

• 軽くて丈夫な車体の製作

今回車体に搭載したGD部品をCTスキャンし、内部に傷がないか等を確認し、ものづくりレベルを向上する。

• 産学連携強化

大阪・和歌山の企業と共に、GD技術等を研究することで、わかやまのものづくり業界を発展させる。

27

27

5.まとめ

軽くて丈夫な部品を作るには、

AIによる設計提案ソフトウェアが有効

ただし！以下の注意点到留意する必要がある。

- ①コストがかかる
- ②熱変形により1mmほどの精度誤差がでる
- ③後加工が必要
- ④完成部品に修正が効かない
- ⑤パーツによってはそれほど軽量化できない
- ⑥荷重定義が難しい
- ⑦GD部品だけを考慮すると危険

28

28

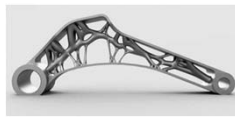
2.勉強会で学んだこと

【GDの技術】

AIを用いた設計提案ソフトウェアであり、**より素早く最適解を探るための技術**

【GDの使用方法】

- ①GDで軽量化したいパーツを選ぶ
- ②必ず必要になる部分を定義する
- ③不可侵領域を定義する
- ④荷重と拘束を定義する
- ⑤製造条件を定義する
- ⑥設計目標を定義する



※1 <https://www.autodesk.co.jp/campaigns/generative-design/education>

29

29

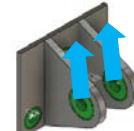
2.条件設定

①サスペンション上固定

拘束条件



荷重条件



設計領域



緑色：保持ジオメトリ
(形状をそのまま保つ領域)

荷重値：3062.5N

赤色：障害物ジオメトリ
(形状作成不可領域)

ボルト頭が固定できる
ようにφ12mm保持

車体重量250kg
1輪あたり62.5kg
走行時5Gかかる想定

6角レンチの通過エリア
サスペンション領域定義

30

30

2.条件設定

②キャリパーステー

拘束条件



荷重条件



設計領域



緑色：保持ジオメトリ
(形状をそのまま保つ領域)

荷重値：3116N

赤色：障害物ジオメトリ
(形状作成不可領域)

ボルト頭が固定できる
ようにφ16mm保持

M8ボルトの許容荷重を六角レンチの通過エリア
各ボルト穴に負荷

キャリパー部品領域定義

31

31

2.使用の際の注意点

・荷重定義が難しい

部品に想定外の力がかかる可能性がある。そのため安全率を高く設定する。結果的にそれほど軽量化できずに生成される。



・GD部品だけを考慮すると危険

サスペンション固定を取り付ける土台となる、カーボンサンドイッチパネルで作られた車体側が剥離してしまった。取り付ける側の強度解析も必要。

32

32