

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト  
＜2023年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：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

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

キーワード：AIによる設計提案 ジェネレーティブデザイン 足回り部品 産学連携

## 1. 背景と目的

近年、AIを活用した設計提案技術が発達し、様々なソフトウェアが開発されている。これらはものづくりのプロセスを変革する画期的なツールであり、これから普及・発展していくことが期待される技術である。例えばクルマづくりの業界には「いかに軽くて丈夫な部品を作るか」という永遠に正解にたどり着かない課題が存在する。このような命題に対して、「より正解に近い解決策」を実現するために生まれた新技術がAIを活用した設計提案である。AIを活用した設計ソフトの一つに、Autodesk社が開発販売しているGenerative Design(以下GD)がある。設計目標とともに機能、空間条件、材料、製造方法などのパラメータを入力すると、ソフトウェアが実現可能性のある設計案をすばやく複数提案してくれる。

このように、AIを活用した設計提案という技術は部品設計において有用であるが、その運用の際には特に留意しなければならない問題が最低でも二つ発生すると考えられる。一つ目は、AIが提出した設計案を吟味するのはあくまで人間であるという点である。AIの提案を評価できるだけの知識が人間にないと、AIの誤った提案をそのまま採用してしまう危険がある。二つ目は、AIというエンジニアの能力限界を正確に使用者が把握する必要がある点である。例えばGDでは入力できる条件・情報が限られている。入力されていない条件・情報についてGDは検討できず、そこがGDというエンジニアの能力限界となる。その線引きを正確に把握しておくことは必須となる。また、この二点以外にも実際に使用していると新たな課題が明らかになる可能性がある。

AIにできることはとても多く、演算内容も複雑であるため、AIは完璧なエンジニアであると錯覚してしまうことがある。しかし先述のように、その利活用においては使用者が確実に回避しなければいけない課題がある。そこで本ミッションではGDに習熟することを通して、AIを活用する際の課題の検討やAIソフトの有効性の把握、すなわちAIによる設計提案ソフトウェアの有効利活用について明らかにすることを目的とする。

## 2. 活動内容

### 2.1 GD勉強会の実施

本ミッションでは、GDという新技術を取り入れるにあたって、GDを取り扱う応用技術株式会社様(大阪)をはじめとした、これからGDを取り入れようとしている株式会社吉松工機様(和歌山)や西原精工株式会社様(和歌山)、金剛ダイス工業株式会社様(大阪)と共に、オンラインで意見交換会を計4回、和歌山大学と応用技術株式会社様本社でのGD合同勉強会を実施した。

### 2.2 足回り部品をGD部品に変換

GD合同勉強会で学んだことをもとに、GD技術の習熟を目的に、キャリパーステー(図1)・Aアーム(図2)・サスペンション固定(図3)をGDを用いて設計を行った。図4がAIを用いずに設計・製作した足回り部品である。本ミッション経費をこれらの部品の製作に使用した。



図1 キャリパーパステー

図2 Aアーム

図3 サス固定

図4 自作部品

### 2.3 自作部品とGD部品の比較・評価

本ミッションでは、2.2においてデータ上で変換したGDのうち、金属3Dプリンタで製作し、オーストラリアの公道約1000キロを走行したソーラーカーに搭載することができた、キャリパーパステー（図1）とサスペンション固定（図3）について比較・評価を行った。



①キャリパーパステー自作

②キャリパーパステーGD

③サス固定自作

④サス固定GD

製作方法	切削（フライス盤）	積層（金属3Dプリンタ）	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	アルミニウム A7N01	アルミニウム ALSi10Mg
質量	239.3g	124g	69.35g	40.1g
コスト	約 3,000 円	約 49,000 円	約 1,000 円	約 16,000 円
製作時間	約 10 時間	約 12 時間	約 7 時間	約 9 時間
製作精度	±0.1~0.2mm	±0.1mm	±0.1~0.2mm	±0.1mm

①・③が自作部品で、②・④がGD部品である。特に着目したい点が、質量とコストである。質量は、自作部品からGDを用いて製作したことで、キャリパーパステーは48.1%軽量化、サス固定は42.1%軽量化に成功した。しかし、製作費として、キャリパーパステーは16.3倍、サス固定は16倍のコストがかかってしまった。

評価として、白浜旧滑走路やノーリツプレジジョン株式会社様の駐車場をお借りした試走行ったり、オーストラリアの公道約1000キロを走行したりしても、外見の損傷は確認されなかったことから、GD部品は自作部品より軽くて丈夫な部品であると考えられる。ただし、内部に損傷があるかもしれないことや、見た目ではわからない範囲での歪みがあるかもしれないことを明らかにするため、今後CTスキャンを行って評価を行っていく予定である。

### 2.4 報告書作成

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た。

#### 2.4.1 特性

AIによる設計提案ソフトウェアの特性は主に3つあると考える。

1つ目は、コストがかかるということである。金属3Dプリンタでの造形は2.3より自作部

品より15倍以上のコストがかかってしまう。また、本ミッションでは教育版ライセンスを使用した。教育版ライセンス以外はGDで設計してデータ上で出力する段階で、つまりAIに設計をさせる段階でコストがかかってしまう。

2つ目は、加工時の熱変形により1mmほどの精度誤差ができることがあるということだ。加工時に高熱のレーザーを用いることによって熱膨張がおこる。また、縦方向に積層するため、円形部分が楕円になる可能性もある。図5において赤丸で示すような、平らな面の造形部分で熱歪みにより反る可能性がある。

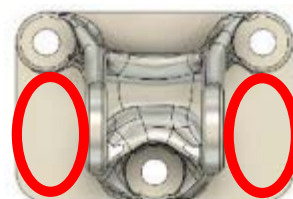


図5 歪み部分(赤丸)

3つ目は、後加工が必要ということである。積層によってできた表面には凹凸があり、ボルトで固定する面はその凹凸をなくす必要があったり、GD部品にネジをきるためにタップ加工が必要になったりすることがある。

#### 2.4.2 限界

AIによる設計提案ソフトウェアの限界は主に2つあると考える。

1つ目は、完成部品に修正が効かないということである。自作部品は後から切削や溶接といった修正・加工ができるが、GD部品は切削すると、AIが設計した必要最低限の強度を落としてしまうことになる。そのため、後加工する場合は、再度強度解析を行う必要がある。

2つ目は、パーツによってはそれほど軽量化できないということである。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。

#### 2.4.3 使用の際の注意点

AIによる設計提案ソフトウェアの使用の際の注意点は主に2つあると考える。

1つ目は、荷重定義が難しいということである。足回り部品には、路面状況や操舵状況の変化により想定外の力がかかる可能性がある。そのため条件設定の段階で、安全率を高く設定する必要がある。その結果、強度を重視し、それほど軽量化できずに生成される場合がある。

2つ目は、条件設定の段階でGD部品だけを考慮すると危険ということである。オーストラリアを走ったことで、サスペンション固定のGD部品を取り付ける土台となるカーボンサンドイッチで作られた車体側が剥離してしまった。原因は固定される土台部分は動かないものとして解析を行っていたことにある。このようなことを防ぐために、取り付ける側の強度解析も必要である。



図6 剥離部分(赤丸)

#### 2.4.4 活用可能性

AIによる設計提案ソフトウェアの活用可能性として、2.4.1~2.4.3で述べた7つの特性や限界、使用の際の注意点を考慮した上で、AIが提示してくれ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できると考える。

### 3. 活動の成果や学んだこと

活動の結果得ることができた成果は主に3つである。

1つ目は、GD部品を金属3Dプリンタで製作しソーラーカーに搭載できたということである。応用技術株式会社様と密に連携することで、本ミッションで明らかにできたAIによる設計提案ソフトウェアのデメリットを克服し、実際に製作したGD部品をソーラーカーに搭載し評価できたことはGD部品の

実現可能性を高め、当プロジェクトのものづくりレベルの向上に繋がったと考える。

2つ目は、部品に想定される荷重を明らかにできたということである。オーストラリアの公道を約1000キロ走ったことで、足回り部品が破損したり、カーボンが剥離したりするなど新たな問題を見つけることができた。A アームと呼ばれる足回り部品が100キロ走行した時点で破損した。このことから解析をした結果、部品にかかった力は4500N~5000Nであったと考えられる。GD 部品を設計するにあたって、荷重の条件定義が難しいという注意点があげられるが、一つの知見が得られたことで、今後のGD設計や解析段階における荷重定義がより正確なものとなると考える。

3つ目は、GD部品の実現にあたって産学連携を強化することができたということである。合計8つのGD部品の設計・製作を大阪と和歌山の企業4社と合同で進め、オンラインでの意見交換だけでなく、企業様を和歌山大学に招き、和歌山でGDの合同勉強会を実施することができたのも地域貢献や産学連携の強化に繋がったと考える。

#### 4. 今後の展開

今後の展開は主に3つである。

1つ目は、報告書を共有するということである。本ミッションで作成した報告書は、クリエの他のものづくりプロジェクトや本学学生がAIを用いた設計を行う際に一読する価値のあるものとなる。

2つ目は、さらに軽くて丈夫な車体の製作を行っていくということである。今回ソーラーカーに搭載したGD部品を、応用技術株式会社様のご協力のもとCTスキャンする。内部の破損や歪み等の確認を行うことで、GDの有用性についてさらに評価を行い、軽くて丈夫な車体づくりに貢献していきたい。

3つ目は、産学連携の強化を計るということである。今回ご協力いただいた大阪や和歌山といった企業様と共に、GDやGD以外の技術の研究を行うことで、当プロジェクトのものづくりレベル向上だけでなく、わかやまのものづくり業界を発展させることもできると考える。

#### 5. まとめ

本ミッションを通して、実際に2つの足回り部品を、AIを用いて設計・製作を行った。2つの部品は共に、AIを用いずに設計・製作した部品よりも強度を保ったまま40%~50%軽量化することができた。また、2D設計・3D設計・強度解析を人間の手で行っていた時間をAIに任せることで短縮し、条件設定を考えたり、設計案を選別したりする時間にあてることができた。さらに、GD部品を金属3Dプリンタで製作することで、数時間危険が伴う機械加工の作業を省くことができ、製作の負担も減らすことができた。これらのことから、「いかに軽くて丈夫な部品をつくるか」という永遠に正解にたどり着かない課題に対して、「より近い解決策の実現」としてAIによる設計提案ソフトウェアの活用が有効だと考える。しかし、以下の7つの注意点に留意する必要があると考える。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

また、今回製作したGD部品については、応用技術株式会社様のご協力のもと、歪みや内部に破損がないか評価するためにCTスキャンを行う予定である。しかし、1つの部品をCTスキャンするだけで10万円以上かかるため、CTスキャンの結果も踏まえてGD部品の有用性について吟味していきたい。

#### 6. 発表実績

- ・「3DPrinting 部品を実装して挑む！世界最高峰のソーラーカーレース ~Fusion360 で実現した3DPrinting 技術で目指す「脱・流用設計」~」応用技術株式会社オンラインセミナー（2023.7.28）
- ・「2023年度活動成果報告、2024年度活動計画報告」協賛企業向け活動報告会（2024.1.25）