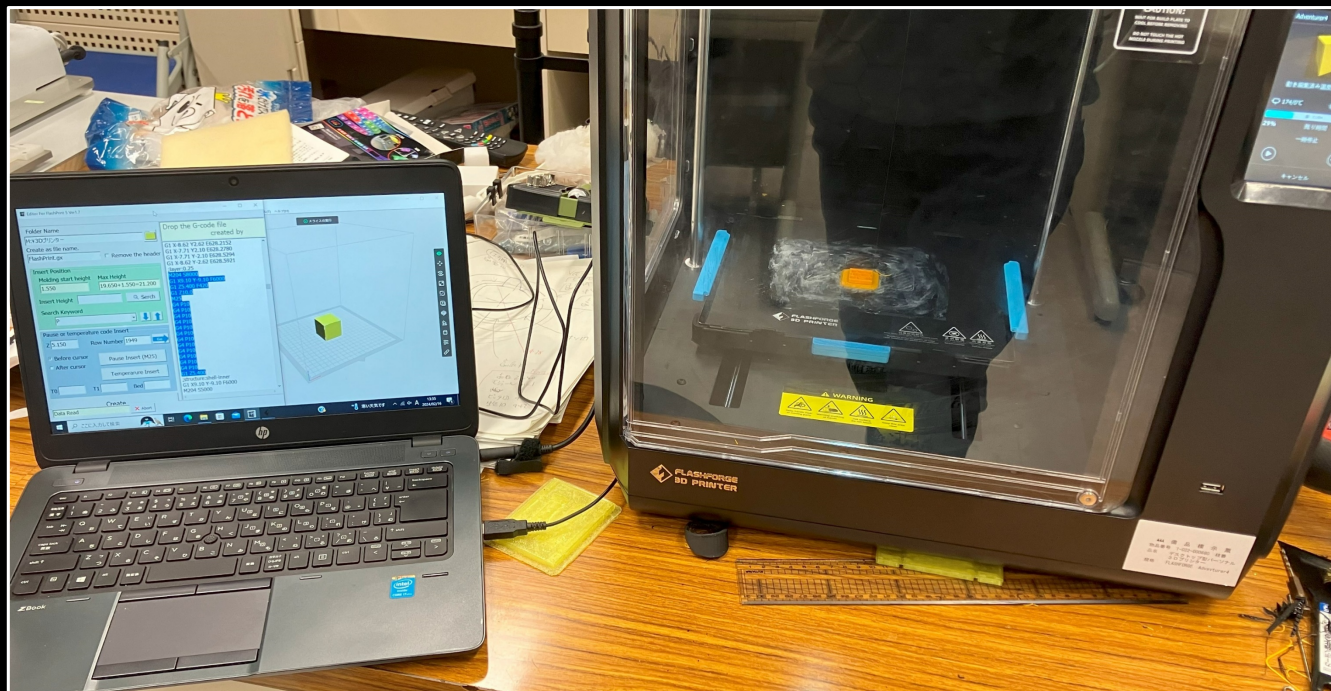


3Dプリンタによる複雑な 部品の製作

生産エンジニアリング科

報告者：亀井 陽路

指導教官：新居 徹哉



最近では家などの大型の物を印刷したなどの事例もあり、試作ではない用途で使われる事が増えている。

3Dプリンタとは、CADなどで作成された3Dデータを変換し、溶かしたプラスチック(フィラメント)で印刷する装置である。今までは作成したい部品の試作として利用されることが多かったが、近年では技術が向上し製品の印刷が行われることが増えた。



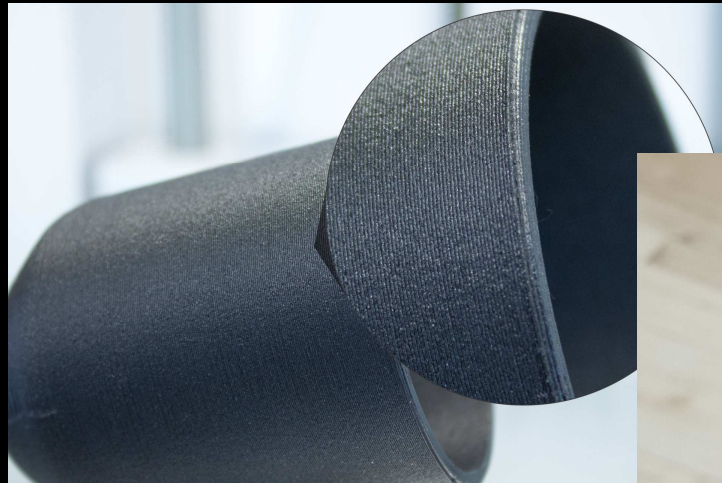
3Dプリンタに利用される素材にも様々な種類があり、それぞれに利点がある。

そこで、今回の研究の目的は、3Dプリンタを用いた部品製作をより実用的にするために、各種素材との組み合わせや、既製品と一体化する部品などの製作を試み、その手法を確立することである。



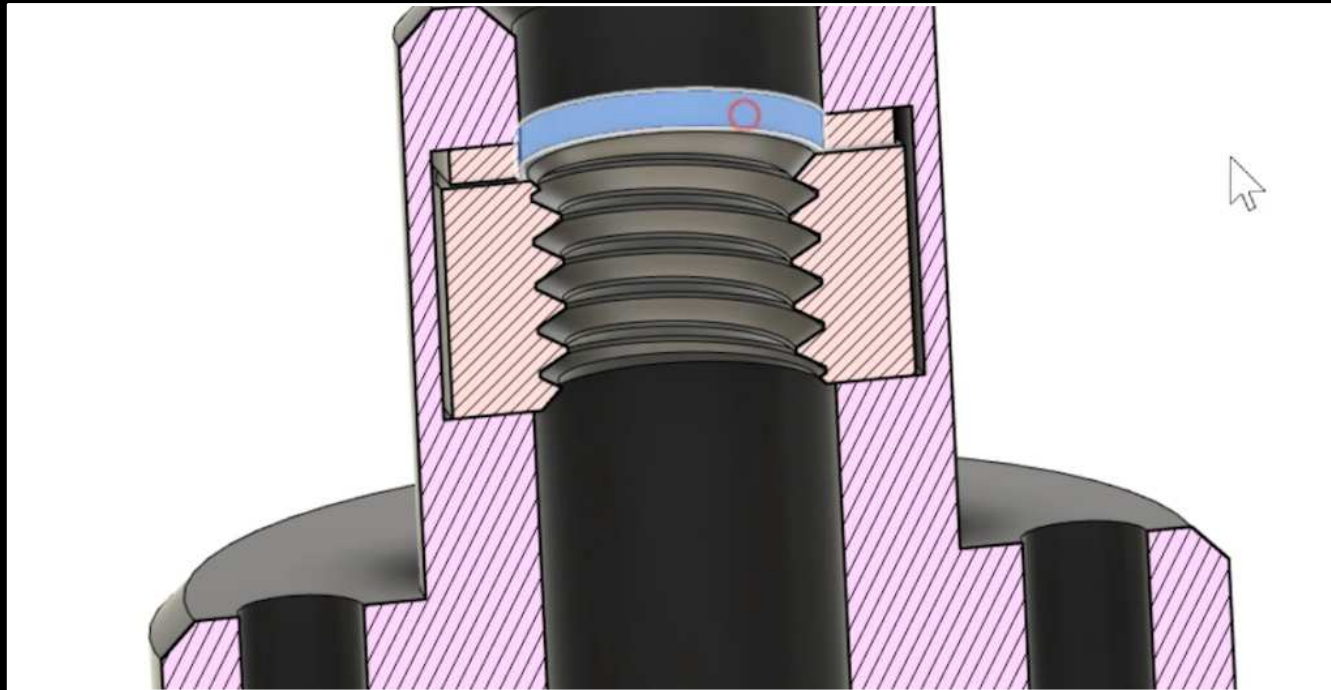
一部分のみを金属にし、
使いまわすことでコスト
を下げ、造形の変更に手
間のかからない3Dプリ
ンタと組み合わせる事で
試行回数を増やす

まず計画として、どのように素材と組み合わせるかを考える。理想としては金属や特殊な素材である必要のある部分のみを既製品などで補い、そのほかの部分で通常の素材でプリントすることによってコストを下げ、施行回数を増やせるようにしたい。



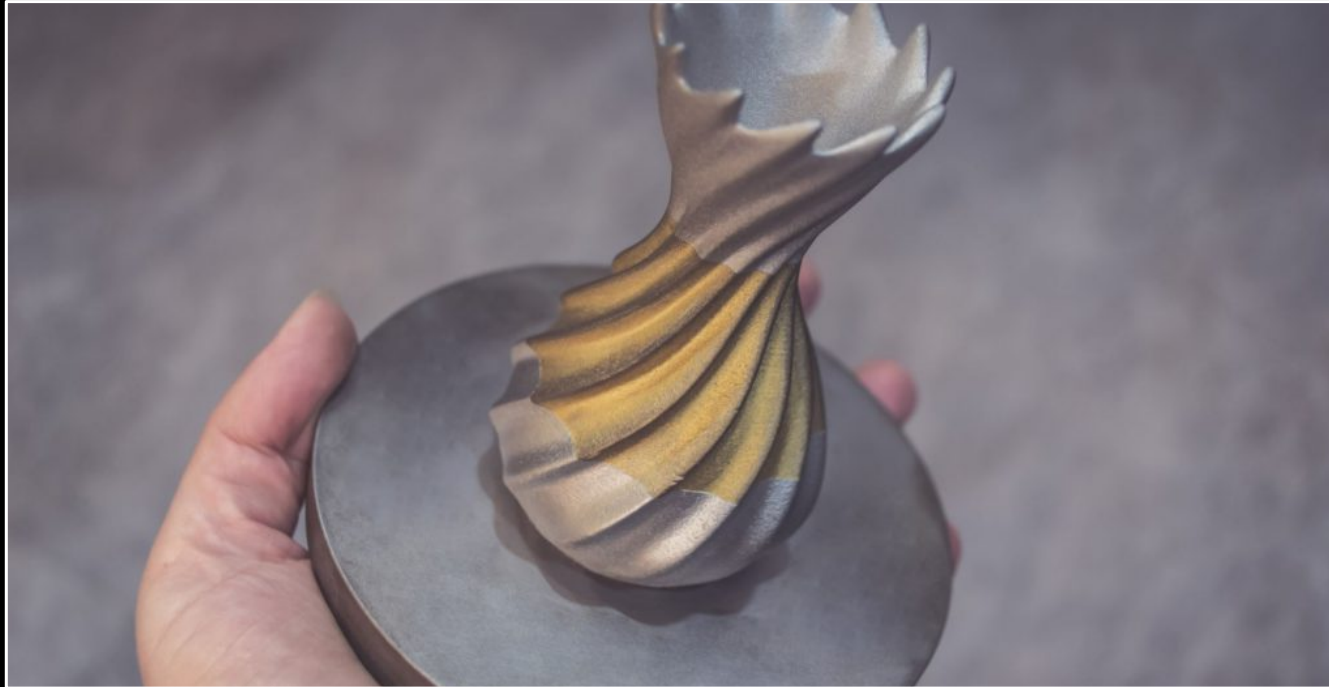
素材の中にカーボンを含んだ硬い素材もあり、この素材でも試そうと思ったが、印刷の設定自体は通常の素材と変わらないため、今回は印刷の実験として印刷温度、設定が違うエラスティックフィラメントを優先した。

まず1つめに、二種類の素材を組み合わせた印刷を試す。これは前年度の研究で、食品等の柔らかいものを潰さずに握むために3Dプリンタで製作した型にシリコンを流して製作していたシリコンは食品衛生法で食品に使用できるが全体がシリコンできているため力が加わると爪先が曲がり握みにくくなっていた。そこで、柔らかい素材を組み合わせて印刷することでその欠点を解決したい。



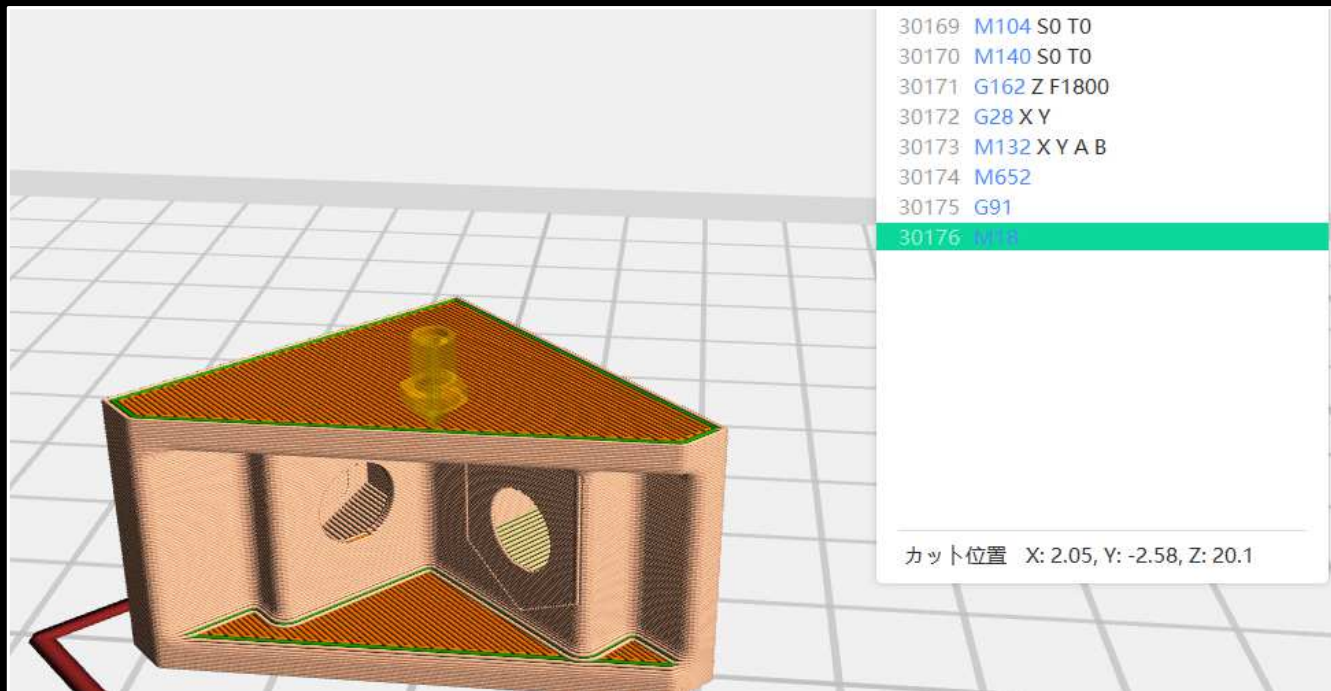
特にねじ穴は滑り対偶であり寸法もじゅうようになっているため、今回はねじ穴を市販のナットを組み込むことで実現したい。

2つ目は既製品と組み合わせた印刷。3Dプリンタで印刷すると基本的にどんな素材でも印刷後に熱収縮によって寸法が合わなくなる。また滑りが必要な部分はどうしても金属である必要がでてくるため、必要な部分のみを既製品で補いたい。



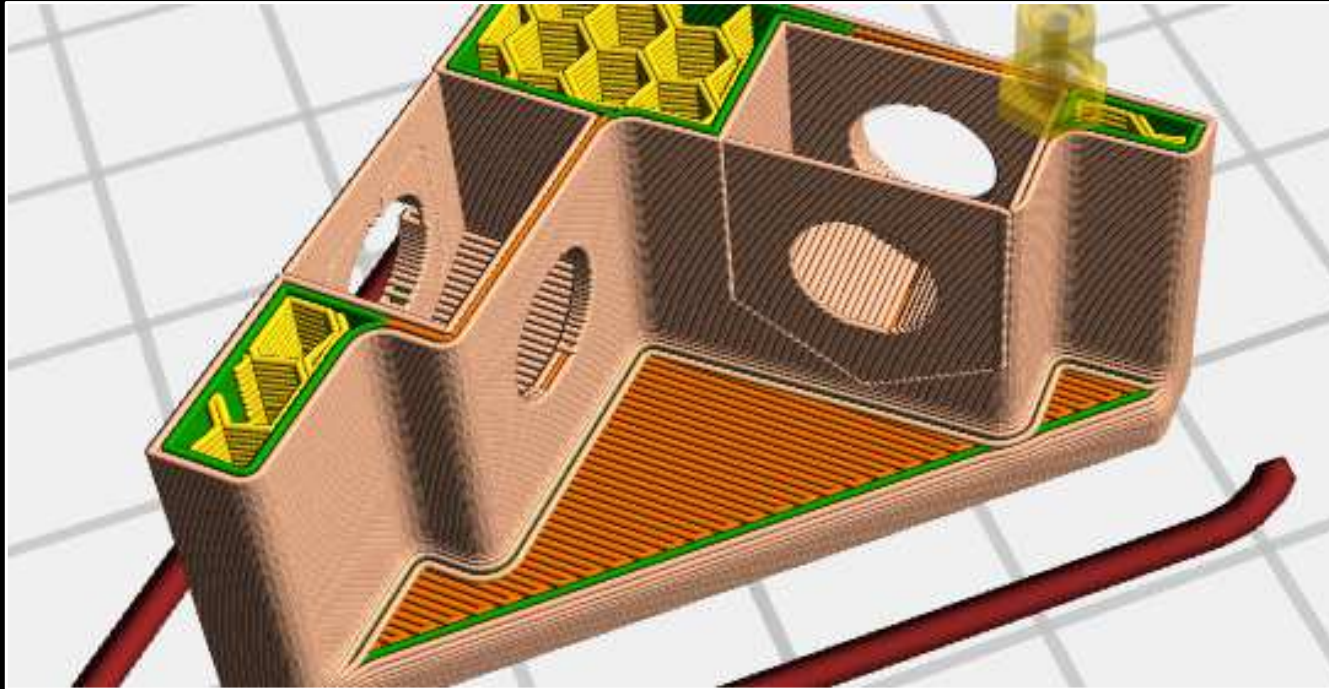
金属部品に組み込んだ
場合き先に3Dプリンタ
で印刷した部分が壊れる
ことになるため、組み込
んだ部品を取り外しもう
一度印刷しなおす事で
繰り返し使える。
画像は金属印刷

3つ目に金属等の表面への印刷。印刷する板の温度を上げる事が重要になるため、平面が取れている金属であれば印刷する面の条件が満たせると思い、金属面へ直接印刷し活用したい。



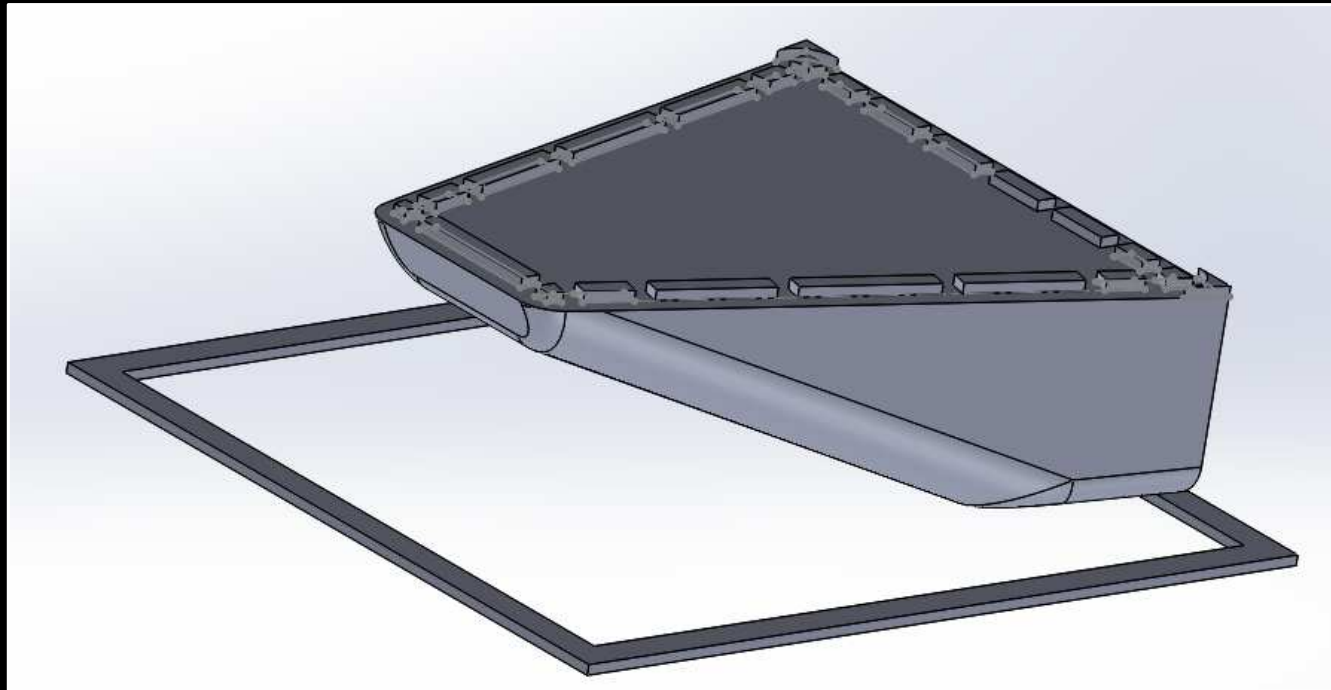
データを組み合わせる方式では、最初は2つに分けたデータをアセンブリして確認していたが、合体した状態のデータを削って2つに分ける方法に変更した。

まずは2種類の素材を組み合わせた印刷に取り組む。初めに複数の素材を切り替えるための方法を探り、印刷の途中で一時停止命令を組み込む方法と2つのデータに分けて印刷する方法を考えた。この2つの手法はそれぞれ利点と欠点がある。



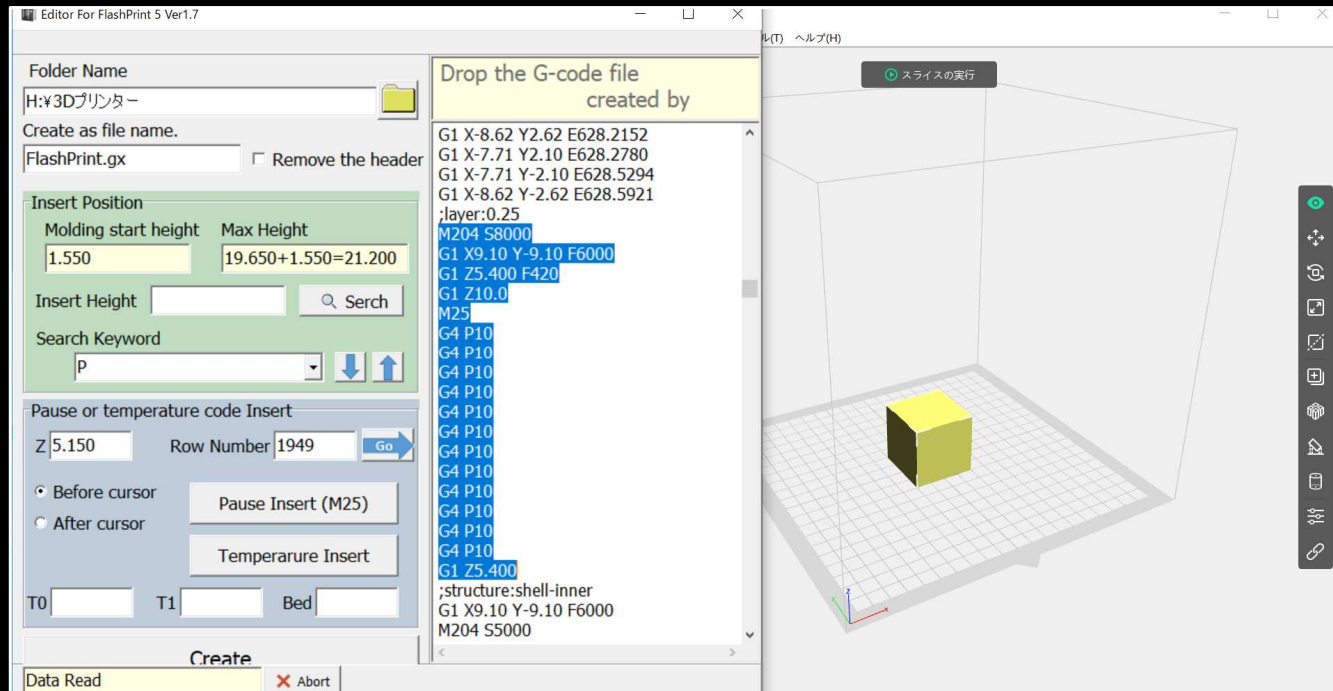
Gコードの編集によって対応できるがその場合Gコードの編集難易度があがる。(編集画面では実際の動きの線が確認できず、ノズルから出てくるPLCの太さ等を考慮できない。そして移動範囲の上限が分かりづらいため上限を超えた動きを入力しモータ等に負荷がかかる可能性がある)

一時停止をする手法は編集が簡単であり、細かな調整をしなくてもよいが途中で素材が切り替わるため基本的に境界面が平行になると、接地面積が少ないため分離しやすくなる。



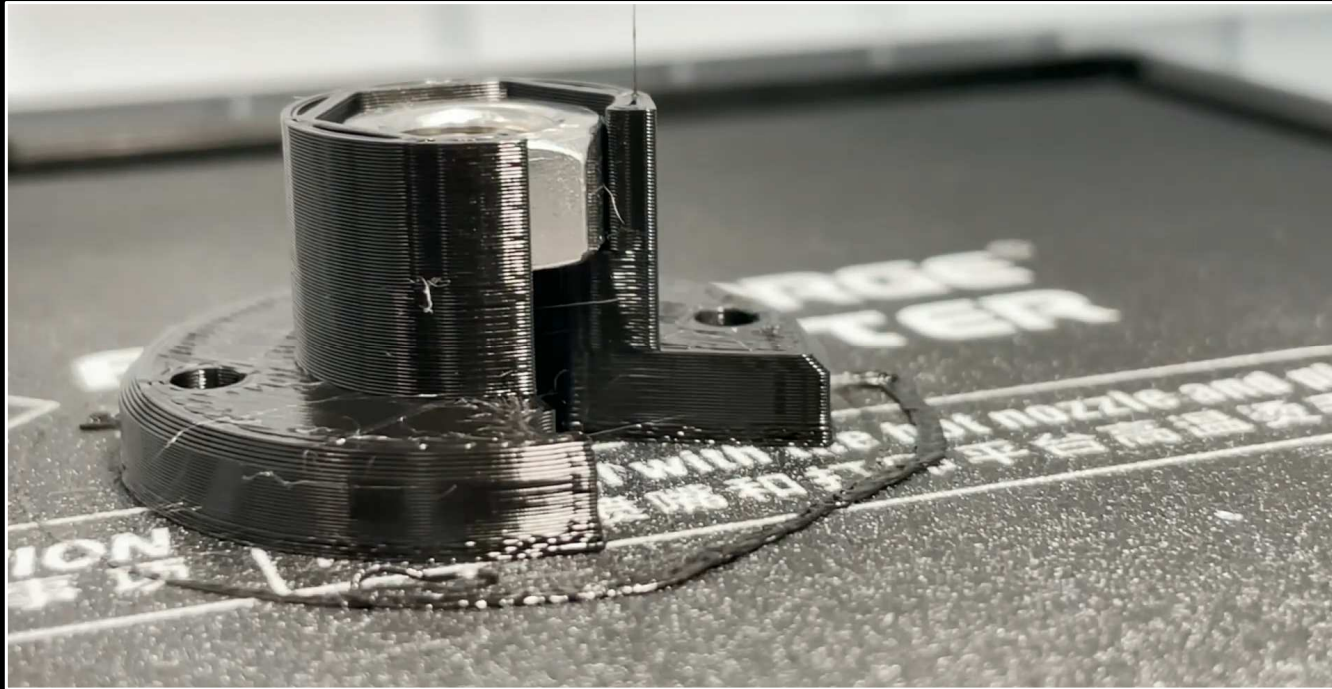
印刷しない際は最短距離を通ろうとするためぶつかり易い。Gコードの編集でノズルの移動経路を多少変更できる

2つのデータを組み合わせる方法では印刷する際に先に印刷した物にノズル等がぶつからないように注意する必要があるのと、上にかぶせるデータはサポート(支え)が着けれないため作成できる形に制限がかかる。



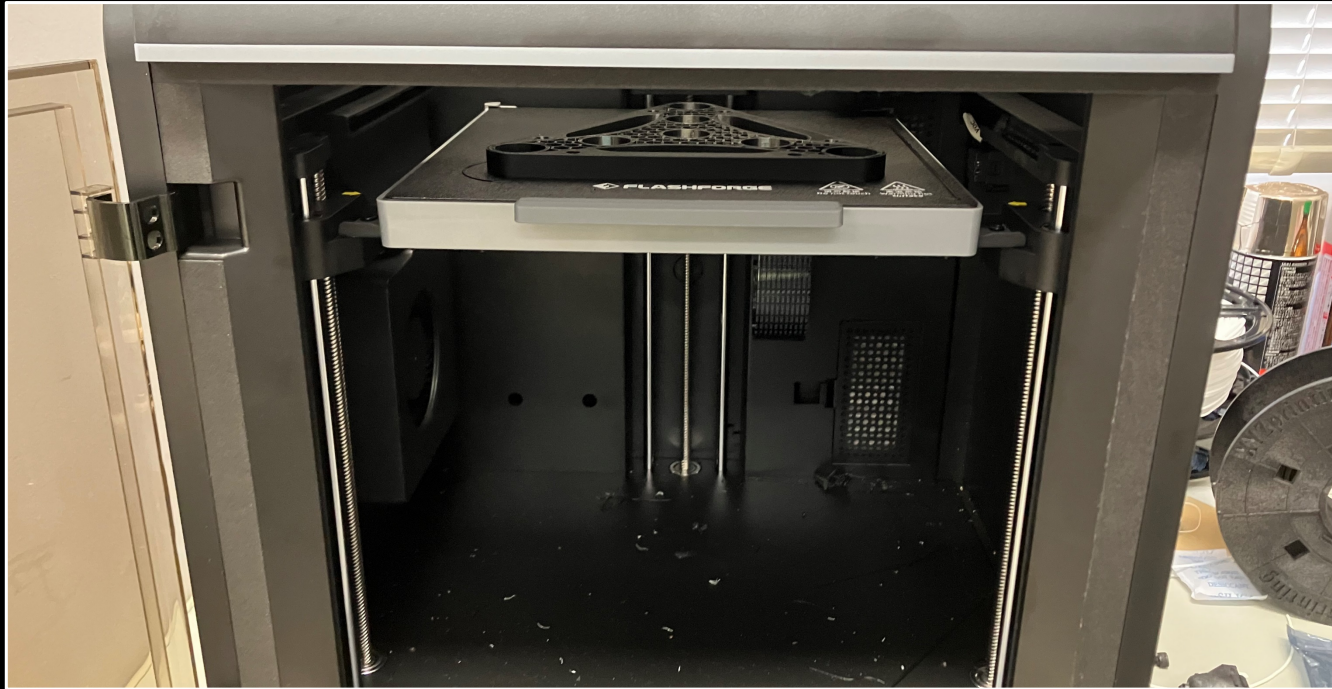
2つのデータを組み合わせる方法は接続面に凹凸を付け熱収縮でめくれ上がるのを防ごうとしたがあまり結果は得られなかった。しかし接続面が水平でない物を簡単に作れるため使い道はある。

2つのデータを組み合わせる方式はデータの調整やノズルに当たらない様に調整するのが難しいためGコードも編集を重点的に研究した。Gコードの編集は温度の調整等まだ手を付けられる箇所があるため研究を続ける必要がある。



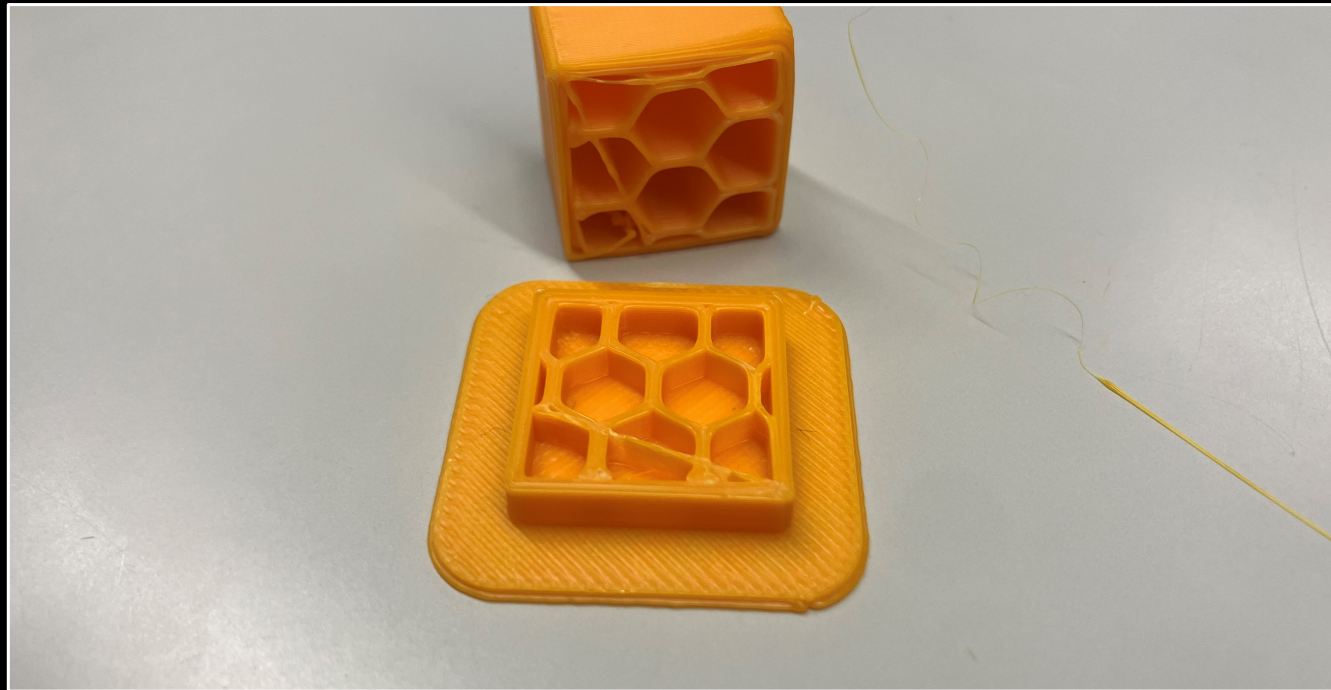
一時停止ではなく停止命令で止める方式も考えた。こちらはヒータの電源が落ちずに温度が保てるのが利点だがノズルを逃すのが難しい点と事前に設定した時間しか待機できず組み込む際の余裕があまりないため断念した。

次に既成品と組み合わせた印刷に取り組む。寸法が重要で形の関係で作るのが難しいねじ穴をボルトを組み込むことで実現する。方法としては二種類の素材を組み合わせた際と同じように途中で停止させ、その間にパーツを組み込む方式にした。



先に治具として設置個所を固定するものをプリントすることで印刷対象の位置を固定する方法などは考えていた。

3つめの金属に直接印刷する方式は、どの金属が印刷に向いているか、実験を試すごとに高さの原点調整が必要になる、プレートだけでは金属が温まりきらない、台を動かすタイプのプリンタではモータに負荷がかかる、等の要因が解決できなかったためあまり研究ができなかった。



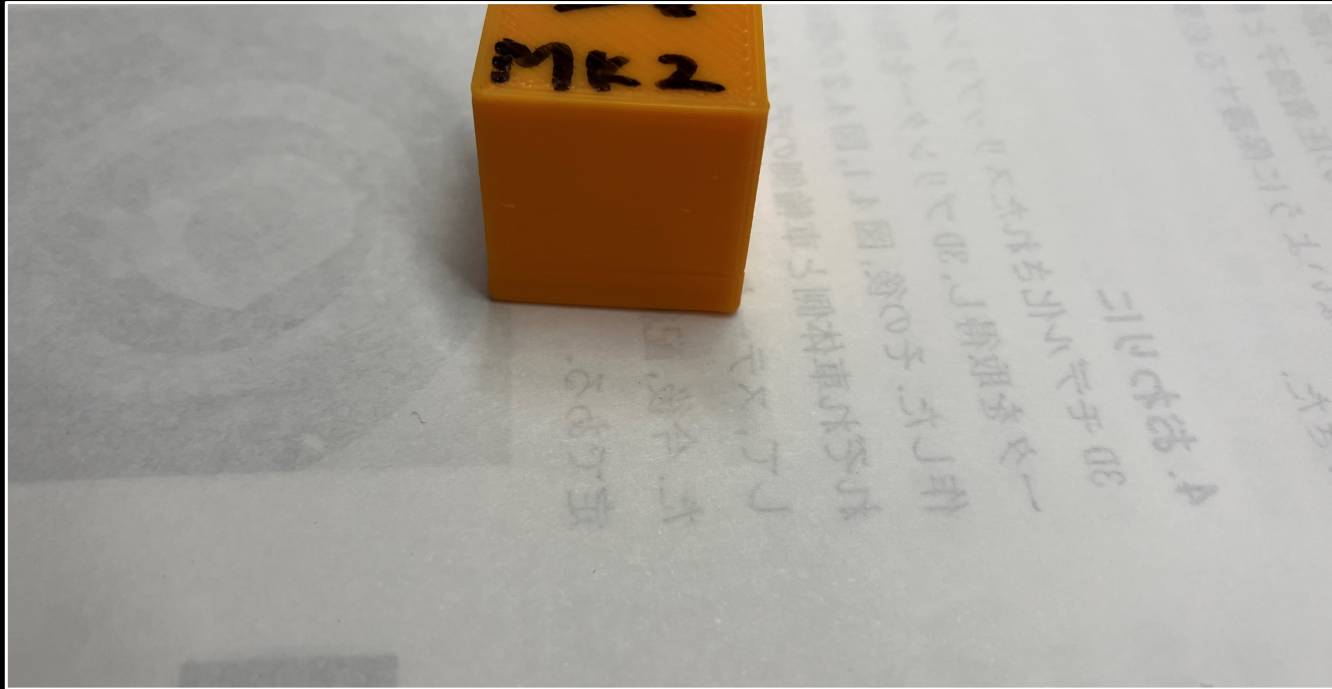
印刷を一時停止した後に既成品を組み込んで印刷を再開するまでの時間でノズルや先に印刷した物が冷めてしまうのと、中止した際に糸を引いたPLCが邪魔をしてしまう。

以上の3つの研究から、特に重要な改善点はGコードを編集して印刷した場合に起こる印刷ミスであると考え、これを解決するために2つの手法をためた。



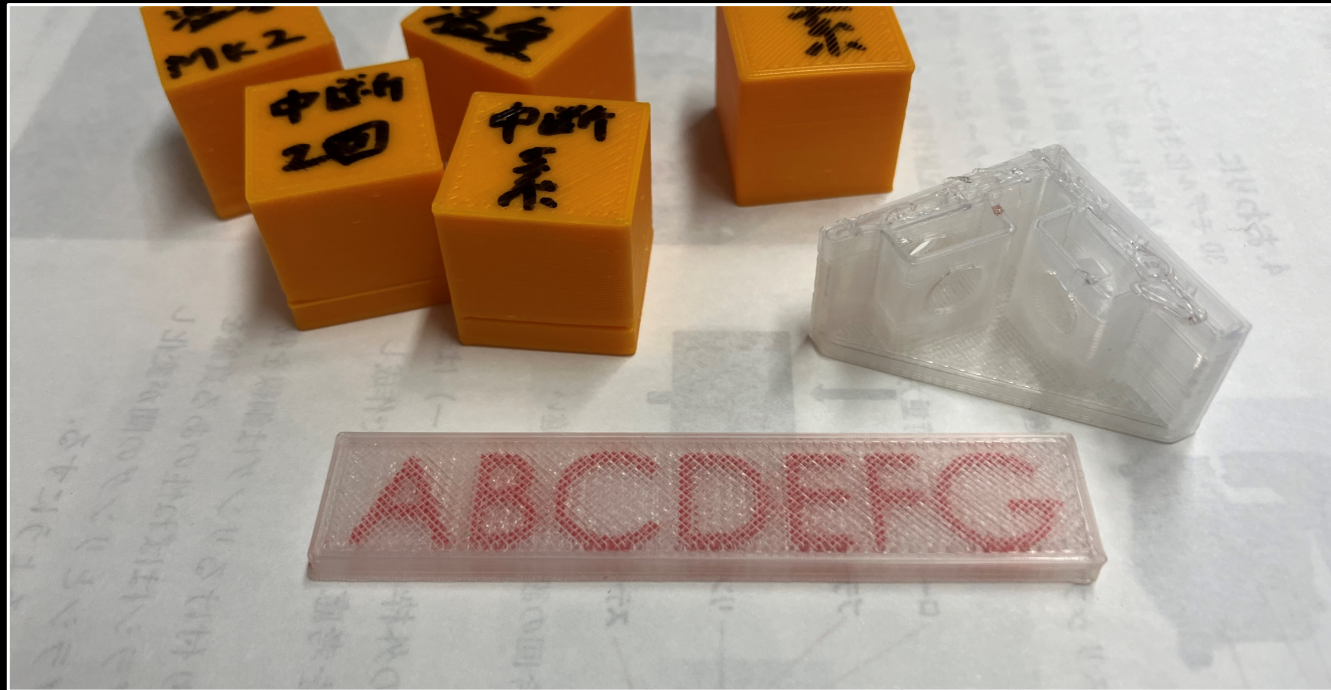
再開前に温める方法は、再開地点に移動するまでの間にまた冷めてしまっていたため、もう少しGコードに工夫が必要だと感じた。

- 1:印刷再開前の段から印刷し、ノズルが温まるまでの時間を稼ぎつつ、出した部分を接着剤代わりにする方法。
 - 2:印刷再開前に待機時間を作りノズルを温めてから動かす方法。
- 2つの方法を試したがあまり効果がなかった。



特に、先に印刷した部分が冷めて曲がってしまう影響が大きくなるため、そちらの対策も必要になってくる。

そこで、2つの手法を組み合わせる事にした。現在も研究中で、劇的に改善したわけではないがそれぞれの手法よりも印刷ミスが少なく、改善の兆しが見える結果となった。



特に今回の手法の特徴とし、CADデータを複数用意する。プリント出力用Gコードプログラムに手を加えるなど、3Dプリンタのハードウェアや制御ソフトウェアの改造を行わずに実現できるため、取り組みやすく、応用範囲も広いとい大きな利点がある。

まとめとして、目標の「3Dプリンタを用いた部品製作をより実用的にするために、各種素材との組み合わせや、既成品と一体化する部品などの製作を試み、その手法を確立すること」は2種類以上の素材を使った印刷と既成部品(今回はナット)を組み込んだ印刷によって達成できたと言える。しかしまだGコードの調整や作成した品数や種類等が少ないため、さらに研究を進める必要がある。

**以上で発表を終わります。
ご清聴ありがとうございました。**