

# 卒業論文研究計画書

## 3D 印刷に対するさまざまな 3D プリンターノズル材料の影響 ポリ乳酸(PLA)とその研磨剤誘導体

アンディカ ブラマンティオ ウィカクソノ (11201902005)

### 紹介

3D 印刷は、3D モデルまたはオブジェクトを現実に変換するプロセスであり、1981 年日本発の研究者児玉秀夫によってレイヤーごとの技術で最初に開発されました。これは後に最も一般的には溶融堆積モデリング(FDM)として知られています。これは、材料を追加/融合して PR オダクトを作成することを含むため、積層造形法として知られるより広い技術の一部です。

今日では、さらに多くの 3D プリンターが市場に参入しており、3D プリンターの価格は家庭用消費者グレードでも購入できるようになっています。これはまた、多くのタイプの顧客による 3D 印刷の要件を満たすためにますます多くの材料が開発されているという事実とともに来ました。

溶融堆積モデリングによる 3D 印刷に使用される材料は、フィラメントと呼ばれます。フィラメントは、印刷サイクル中に加熱、押し出し、および冷却プロセスに従わなければならない熱可塑性プラスチックです。このプロセスは、フィラメントがホットエンドとして知られているチャンバー内のガラス転移温度をわずかに上回るように加熱されることから始まりました。次に、Hotend によって平らな面に押し出され、そこで冷却されます。このプロセスは、完成したモデルを作成するためにレイヤーごとに継続しています。

市場で入手可能なフィラメントにはいくつかの種類があります。3D 印刷に最も使用されるのは、ポリ乳酸(PLA)、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、ポリエチレンテレフタレートグリコール(PETG)です。3D 印刷に使用できるユニークでエキゾチックなタイプのフィラメントもありますが、それらから最も最適化された結果を得るには、マシンまたは印刷環境に特別な変更を加える必要がある場合があります。

エキゾチック/ユニークな素材の種類の 1 つは、研磨タイプのフィラメントです。これらの種類のフィラメントは、3D プリンター用の真ちゅう製の純正ノズルの摩耗損傷を加速させる可能性があります。プリンター自体に大きな損傷を与えることなく効果的に印刷するには、研磨タイプのフィラメントを効果的に使用するためにいくつかの変更が必要です。たとえば、基本的な PLA といくつかの木質繊維をブレンドして、独特の木のような感触を作るウッドフィラメント。

### 3D 印刷に使用するいくつかの一般的なノズル材料:

- 真鍮ノズル
- ステンレス鋼ノズル
- 硬化鋼ノズル
- 銅メッキノズル
- ルビーチップノズル

### 文献レビュー

アディティブマニュファクチャリングとして知られている 3D 印刷プロセスまたはそれ以上は、事前定義された 3D モデルを作成し、モデルをレイヤーごとに「スライス」するソフトウェアに送信するために、フィラメントと呼ばれる溶融プラスチックをレイヤーごとに追加するプロセスであり、アディティブマニュファクチャリングマシンが Gcode を理解できる一連のコマンドを作成しました。最も一般的なソフトウェアのいくつかは、結果のより良い品質を達成するために、Ultimaker Cura、Prusa Slicer、SuperSlicer、およびより多くのソフトウェアです。

アディティブマニュファクチャリングプロセスは、可能な限り低いコストでモデル部品を作成する効率的な手法を提供し、追加の後処理/ツーリング/製造は必要ありません。また、複雑な幾何学的部品を安全に作成でき、家庭やオフィス環境で安全に使用できることが証明されています。

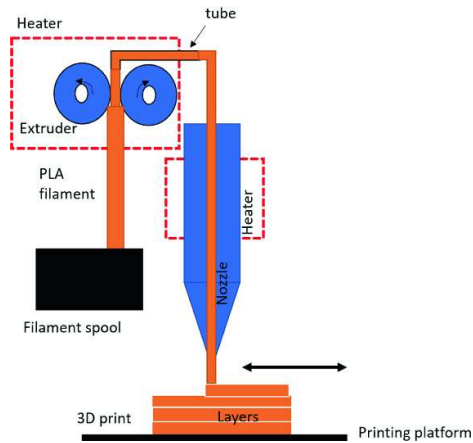


図 1.溶融堆積モデルの原理

積層造形のすべてのプロセスは、研究して日常の目的で使用するのには非常に興味深いものですが、作業スペースが限られている、細部を印刷する際の解像度が低いなどの独自の欠点もあり、レイヤーに平行に力が加えられると壊れやすい場合があります。

そして、今日のほとんどの 3D プリンターで一般的に見られる標準の真ちゅう製ノズルを変更する必要があることになると、いくつかの特定の時間があります。通常、標準の真ちゅう製ノズルを損傷する可能性のあるエキゾチックな印刷材料を印刷するためです。それらは研磨材と呼ばれています。

研磨材には、さまざまな品質、目的、そして最も重要な価格帯があります。ただし、市場で見つけることができる最も一般的なのは、通常、独自の特性を作成するために追加の添加剤を追加し、積層造形のプロセス全体を管理するポリ乳酸(PLA)の誘導体です。品質、精度、およびより長いノズル使用寿命を維持するために、3D 印刷ノズルを変更する添加剤が追加されることがあります。

## 論文の目的

- 日常および特定の目的のためのどのタイプの 3D プリンターノズルに関して、市場のすべてのオプションから最良のものを評価および選択します

## 論文の経験的方法と構造

論文の最初の部分は、既存の 3D 印刷技術、特に FDM 法を読者に紹介するべきでした。この部分の特別な関心は、FDM 3D 印刷の背景と、しばらくの間 3D プリンターを使用した個人的な経験に関するものです。

論文の主要部分は、さまざまなタイプの 3D 印刷ノズル材料がポリ乳酸(PLA)とその誘導体の 3D 印刷の全プロセスにどのように影響するかをカバーする必要があります。メーカーが提供する標準の真ちゅう製ノズルではなく、3D プリントに別のタイプのノズルを使用したい理由の 1 つ。いくつかのノズルは、独自の目的で異なる材料で作られました。ノズル材料が異なれば熱伝達率と熱伝導率も異なるため、印刷設定と温度に違いがあるはずです。

論文の最後の部分は、ノズル材料の種類と論文中の調査結果の関連性に関するより一般的に知られている研究にこの論文を統合することをカバーする必要があります。また、今後の研究で明らかにする必要があることや、この研究が自然だけなのか、それとも実際のアプリケーションに適用できるのかについても説明します。

## 調査手法

- 熱電対タイプ K を使用して、3D プリンターがスクリーンに表示する温度と比較してノズル内の実際の温度を測定します  
(注:熱電対タイプ K は、1260°C までの熱に耐え、精度が $\pm 0.75\%$ または $\pm 2.2^\circ\text{C}$ 、感度が約  $41\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  であるため使用されます)
- 3D プリントされるオブジェクトは、3D プリンターのベンチポートです。これは、寸法精度、印刷設定、公差、およびノズルタイプの変更に関する偏差に関するエラーを示すことができる 3D プリンターの一般的な標準ベンチマークです。
- プロセス全体を開始する前にすべてのテストフィラメントを乾燥させることで、印刷中の乾燥を確保し、最適な結果を得ることができます。

## 参照

アレクサンドラ。(2022年9月13日)。3D印刷はいつ発明されましたか?  
3D印刷の歴史。BCN3Dテクノロジーズ。 <https://www.bcn3d.com/the-history-of-3d-printing-when-was-3d-printing-invented/>

カロロ、L.(2022年9月29日)。  
最高の3Dプリンターノズルの種類、サイズ、素材。すべて3DP。 <https://all3dp.com/2/3d-printer-nozzle-size-material-what-to-know-which-to-buy/>

ムウェマ、FM、アキンラビ、ET(2020)。溶融堆積モデリング(FDM)の基礎。で:溶融堆積モデリング。応用科学技術におけるシュプリンガーブリーフ()。スプリンガー、チャム。 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-48259-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48259-6_1)

Mohamed, O.A., Masood, S.H. & Bhowmik, J.L. 溶融堆積モデリングプロセスパラメータの最適化:現在の研究と将来の展望のレビュー。マヌフ提督。 **3**, 42–53 (2015).  
<https://doi.org/10.1007/s40436-014-0097-7>

半径、F.(2022年8月25日)。溶融堆積モデリングの長所と短所。高速半径。  
<https://www.fastradius.com/resources/fused-deposition-modeling-advantages-and-disadvantages/>