

# 3Dプリンタの機構及び制御の学習と業務応用技術の習得

○鴨下哲、土井富雄、栗本和也、増田俊雄、澤木弘二

工学系技術支援室 装置開発技術系

## 概要

近年、3Dプリンタは手頃な価格で購入できる製品も現れ、家庭でも導入できるようになった。我々装置開発技術系第4班は、6万円弱の3Dプリンタの自作キット(MICROFACTORY PRN3D、図1)の製作を行うことで、構成要素から機構及び制御についての学習を行った。そして、3次元造形の有効で不可欠な技術力を身に付け、廉価版における業務応用技術への道を模索した。

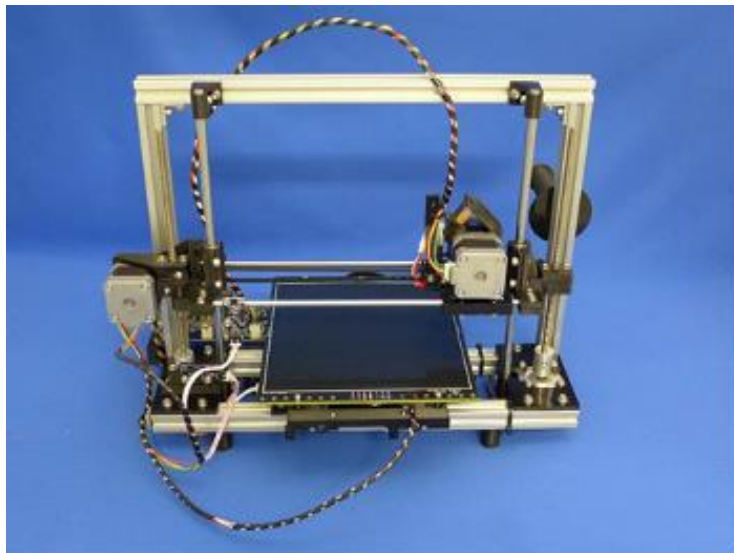


図 1.3D プリンタキット (MICROFACTORY PRN3D)

## 1. 研修のながれ

研修のスケジュールを、下記の表1に示す。

表1.研修のスケジュール

平成 27 年 5～6 月	3D プリンタキット製作
平成 27 年 7～8 月	3D プリンタキット製作、動作確認、カップ・ネームプレート印刷
平成 27 年 9 月	電気系技術室の 3D プリンタ(BRULÉ Cube3)立ち上げ
平成 27 年 10～11 月	ネームプレート印刷時の条件出し

## 2. 3D プリンタキットの組み立て

最初に 3D プリンタキット (図 1) の組み立てを実施した。X、Y、Z の 3 軸の動作と材料の送り出しにモーターが使われていて、キット上部にある材料をノズルからヒートドベッドに積層して、印刷する仕組みだと学習した。動作を制御する基板の回路には、モーターの動作を制御するステッピング・モータードライバ IC (TEXAS DRV8818) が 4 個、使用されていることが分かった。

### 3. 3D プリンタキットの仕様

3D プリンタキットの仕様を下記の表 2 に示す。

表 2.3D プリンタキットの仕様

主な仕様	
造形サイズ(mm)	X170×Y170×Z160
フィラメント	1.75mm ABS,PLA
最小積層ピッチ(mm)	0.05
ノズル径(mm)	0.4
ヒートベッド	標準装備
インターフェイス	RepRap gen6 準拠
電源(AC アダプター付属)	DC12V/120W
本体大きさ(mm)	W420×D250×H320

### 4. 3D プリンタ制御ソフト「Cura」

3D プリンタキットの動作を制御するのに「Cura-15.04.2」を使用した。英語でパラメータが設定されていて、印刷物 1 層当たりの厚さを表す積層ピッチ(Layer height)、印刷物の充填率(Fill Density)、プリンタ上部のノズルが移動する速度(Print speed)等の値を設定できる。

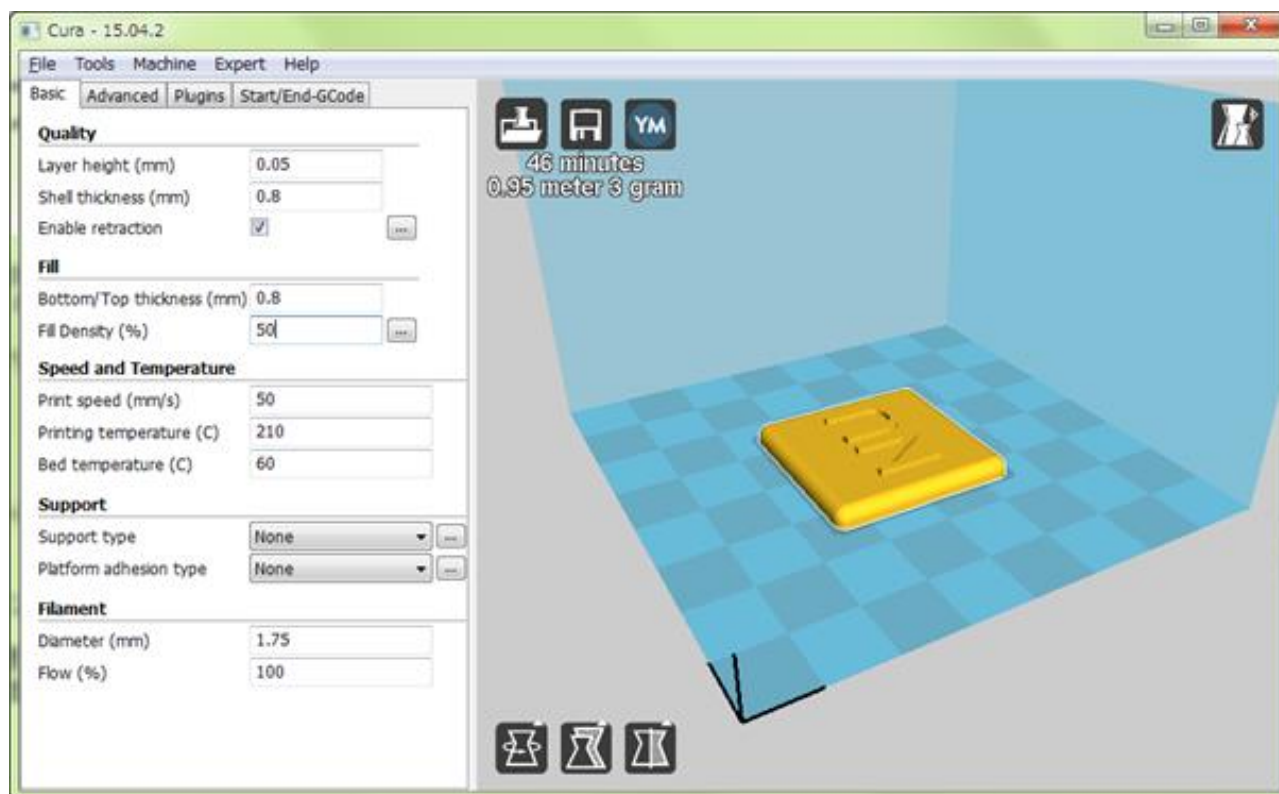




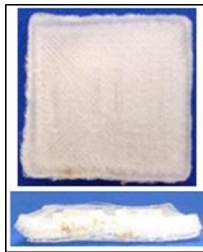
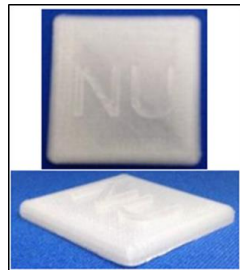
図 2. 「Cura-15.04.2」 の設定画面

## 5. ネームプレート印刷時の条件出し

PC より専用の制御ソフト「Cura」で動作を制御し正常動作を確認後、印刷物の品質を向上するために、薄い板状のネームプレートのデータ条件を、表 3 のように変更して印刷を行った。

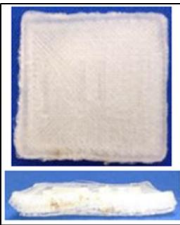
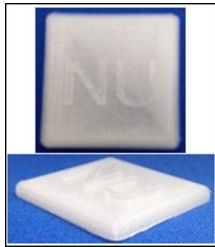
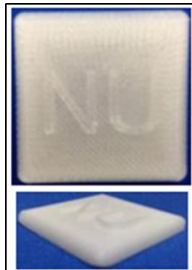

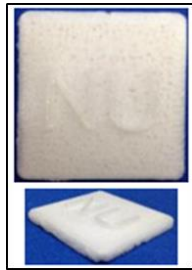
最終的に、積層ピッチ 0.05mm、充填率 100%、印刷速度 50mm/s、ノズル温度 210℃、ヒートベッド温度 60℃、押出量の補正係数(Flow)=90%等の条件を設定することで、十分に強度があり、底面に反りが無い印刷物を印刷できることを確認した。

表 3.印刷時の条件と印刷物の写真

条件	初期条件 (Fill Density=20%)	充填率修正後 (Fill Density=100%)	積層ピッチ修正後 (Layer height=0.05mm)	補正係数修正後 (Flow=90%)
時間(分)	10	12	51	51
長さ(m)	0.73	1.00	1.13	1.02
質量(g)	1.95	2.84	3.19	2.95
写真				

次に、押出量の補正係数(Flow)の妥当な値を導出するために、押出量の補正係数(Flow)を 80、70、51 に設定して印刷を実施した。押出量の補正係数(Flow)を変更した時の印刷物の状態を以下の表 4 に示す。Flow の値は、80~90%が妥当であることを印刷物の状態から確認した。

表 4.印刷時の条件と印刷物の写真

Flow(%)	100	90	80	70	51
時間(分)	51	51	51	51	51
長さ(m)	1.13	1.02	0.91	0.79	0.58
質量(g)	3.19	2.95	2.68	2.31	1.67
成否	×	○	○	×	×
写真					

最終的に導出した、妥当な印刷物を印刷する時の条件を、以下の表 5 に示す。

表 5. 妥当な印刷物を印刷する時の条件

変数の種類	値
積層ピッチ(mm)	0.05
壁面の厚さ(mm)	0.8
底面、上面の厚さ(mm)	0.8
充填率(%)	100
印刷速度(mm/s)	50
ノズル温度(°C)	210
サポート材	無し
フィラメントの直径(mm)	1.75
押出量の補正係数(%)	80~90

## 6. 絶縁球電極製作用金型の印刷

工業用 3D プリンタ(FORTUS 250mc)を使って、絶縁球電極製作用の金型を印刷し、耐雷試験に使用する絶縁球電極(図 3)を製作した。絶縁球電極について、耐雷試験で正常に使用したことを確認した。同じ金型のデータを使用して、3D プリンタキットで 1/8 サイズの金型を印刷した(図 4)。印刷物について、底面の角に反りがあったことを除いて、妥当な印刷物を 4 時間で印刷できることが分かった。

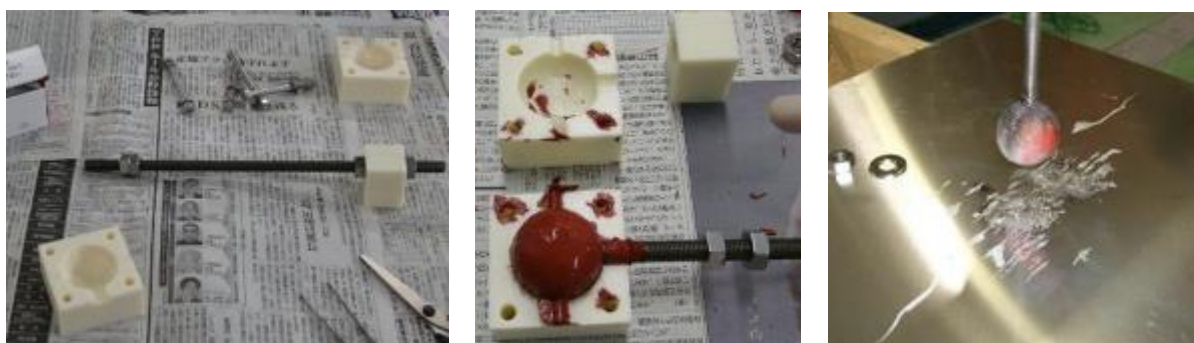


図 3.耐雷試験で使用した絶縁球電極用金型製作時の写真

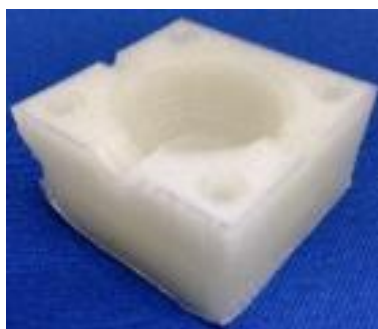


図 4.3D プリンタキットで印刷した 1/8 サイズの金型

## 7. 総括

系研修を通して、3D プリンタキットを使用したネームプレートの基礎的な造形を行うことで一連の技術を習得した。温度等の条件で、パラメータが変わるので、今後も精度を安定させるための条件出しが必要である。今後は、工業用 3D プリンタで印刷したゴム球作製用金型と同程度の印刷ができる条件の抽出が課題である。