

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

嶋下哲、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

はじめに

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。

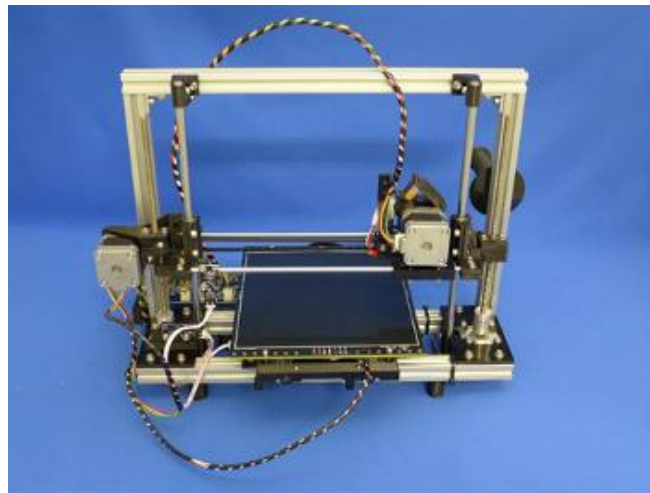


図 1.3Dプリンタキット (MICROFACTORY PRN3D)

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タッ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」(図 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。

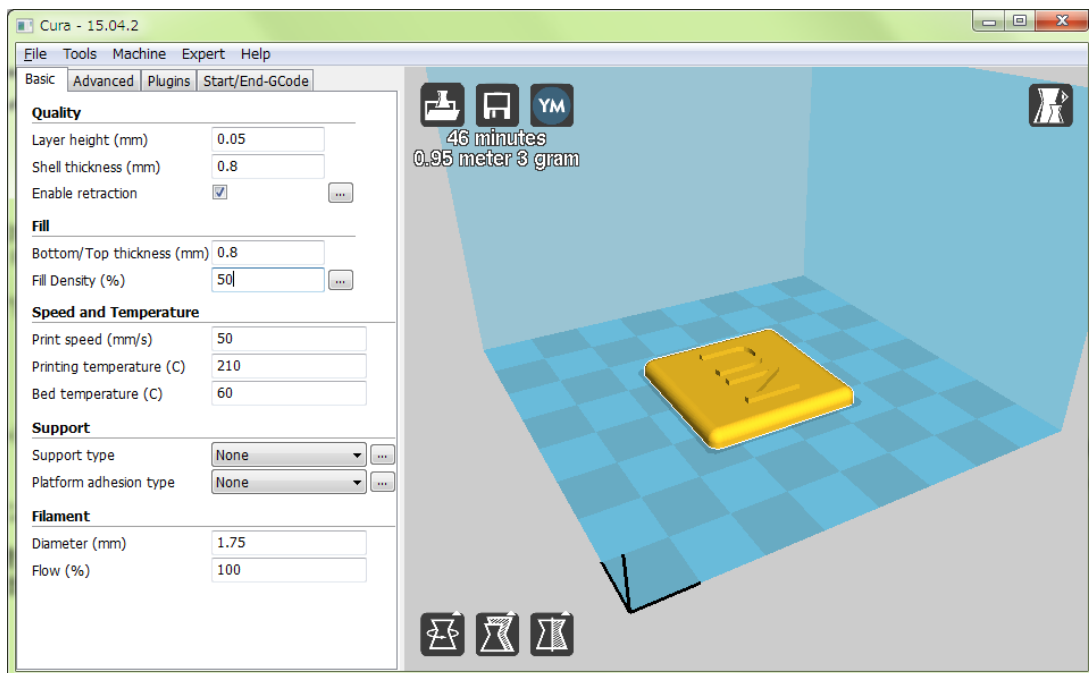




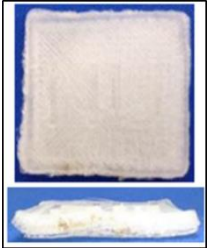
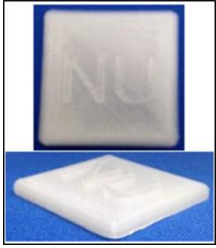
図 2. 「Cura-15.04.2」の設定画面

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。


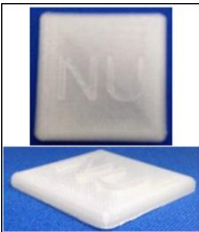
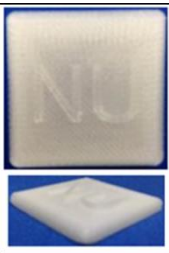

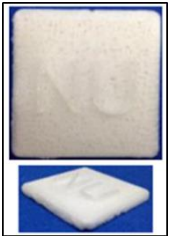
最終的に、積層ピッチ 0.05mm、充填率 100%、印刷速度 50mm/s、ノズル温度 210℃、ヒートベッド温度 60℃、押出量の補正係数(Flow)=80~90%等の条件を設定することで、十分に強度があり、底面に反りが無い印刷物を印刷できることを確認した。

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=70,51%時の印刷物表面の状態が粗かったことから、Flowの値は、80~90%が妥当であることを確認した。

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
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えたことを確認した。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。

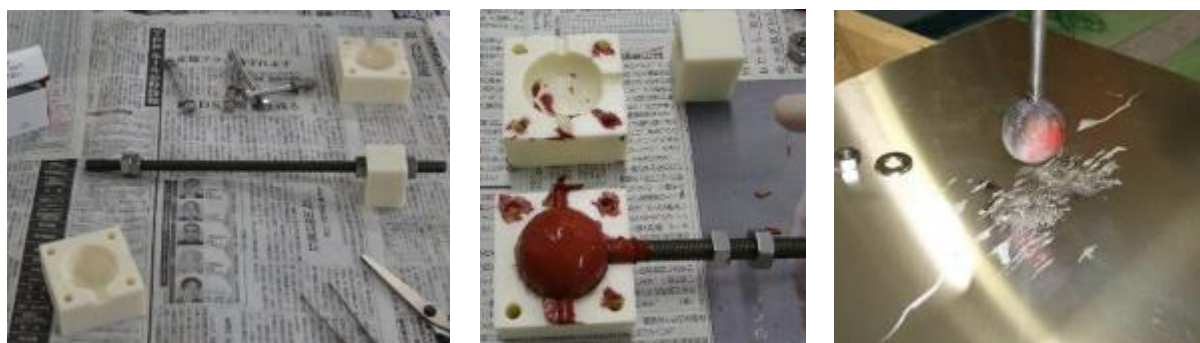


図 3.耐雷試験で使用した絶縁球電極用金型製作時の写真

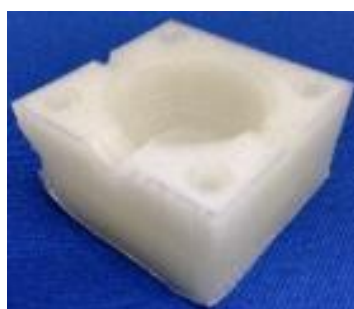


図 4.3D プリンタキットで印刷した 1/8 サイズの金型

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絶縁球電極製作用金型と、同程度の印刷ができる条件の抽出が課題である。