

研究結果報告書

1. 研究題目名

ケミカルウッドFDM方式3Dプリンターの開発に関する調査研究

2. 担当者

機械技術担当 担当課長 森本 巖

3. 結果報告

目的：

安価なFDM方式の3Dプリンターがブームとなり大量に販売されている。しかし、現在のものは射出ノズル径が0.4mm、積層ピッチが0.1mmのものが主流で、造形サイズは最大150mm角程度のものが多い。従って利用目的は小型で精密さの高い部品の成形に限定され、パーソナルユース以外では、開発段階での試作あるいは極小ロット生産装置の部品などに限定される。高価な商用機では、造形サイズが1m³を超える大型装置が存在するが、装置価格は1億円を超え、またこれも高精細さを重視し高速造形ができないので、造形コストは非常に高く、量産製品の部品製造に用いられることは無い。

もし、低価格機のテーブルが大形化し、木質系のフィラメント材料が利用でき、更に現在の「ヒーター溶融方式」から「ペレットのスクリュウ溶融」に変えることで吐出量を大幅に増加させることができれば、その3Dプリンターは閉じた曲面を用いるモノコック構造で高剛性椅子の直接製造に用いられるようになるはずである。このような装置は、脚物家具メーカーの多い徳島県で特に望まれている。

本研究ではまず、ケミカルウッド（木粉を混練した熱可塑性樹脂）をフィラメント材料とするFDM方式の積層造形装置が実現可能であるかを、市販の木質系材料フィラメントや、押出メーカーに委託して試作したABSマトリックスのものを用いて検証する。同時に、40cm³を超える大形造形物のプリントにはどのような課題があるか確認する。

研究内容：

市販される低価格機の中で最も造形サイズの大きい 40cm³FDM プリンター(L-DEVO M4040)を購入した。この装置を用いて、押出成形メーカーに依頼して開発したものと、最近 amazon で市販されるようになったケミカルウッドフィラメントを用いて、引張試験片を成形し、これの強度評価を行った。また、一辺長さ 70mmの正四面体を成形し、その研磨仕上げ性と研磨面の木質感を評価した。

委託開発した ABS ケミカルウッドフィラメント（木粉 20%）は、木粉サイズの最大径指定を行わなかったため、φ0.4mm ノズル径を超えるものが混入しており、これが詰ま

って熔融ヒーターの熱で炭化し、吐出しなくなることが分かった。また、詰まらない場合も吐出量の時間変動が大きく、成形が安定しないことが分かった。木粉を入れる場合にはその最大サイズを 0.1mm 程度に制限し、かつ寸法分布も狭い範囲に正規分布させる必要がある。Amazon の市販品の 1 つは樹脂に気泡を混入しかつ炭化させて木質調としたもので木粉は入っていない。もう一つは、木粉 40%と説明されているがマトリックス樹脂の材質表記が無い。吐出温度が 200℃と指定されているため PLA であると推定される。この市販品 2 種類は、熱収縮によるそり量は PLA 材料よりも大きい、詰まりは起こらず L-DEVO での使用に問題はなかった。

次に 1 辺 40cm の”コ”字断面で全面が t10mm 厚の曲面で構成されるスツール（背もたれと肘掛けが無く座面と足だけで構成される椅子）の成形を行った。充填率 20%の中空構造を指定したが、成形時間は 170 時間を超える。造形途中でテーブル温度制御基板が破損して、その交換修理後に、残り部分を成形した。

PLA や ABS などプリンターで使う熱可塑性樹脂材料は熱収縮量が大きく、大形造形物ではこれによる造形テーブルからの剥離が発生し、造形失敗につながる。通常、PLA の造形ではガラスに紙テープを貼った造形テーブルを用いるが、大形造形では全剥離してしまうため、成形物固着力の強い buildTAK と呼ばれるエンボスフィルムが用いられる。40cm スツールではこれでも剥離が起こったため、瞬間接着剤メーカーから提供を受けた粘着層形成ゲルをガラスに塗布した造形テーブルを用いた。その結果 40cm 角のコ字断面造形では 2 つの端面共に 1cm 程度のそり（テーブルからの浮き上がり）が発生したが、そりはそれ以上進行せず造形は完了した。

チャンバーの温度制御をしない開放型の FDM 大形プリンターでは、材料収縮による成形物の反りによる精度低下と、造形テーブルからの剥離による造形失敗が大きな課題であることを確認した。

成果等：

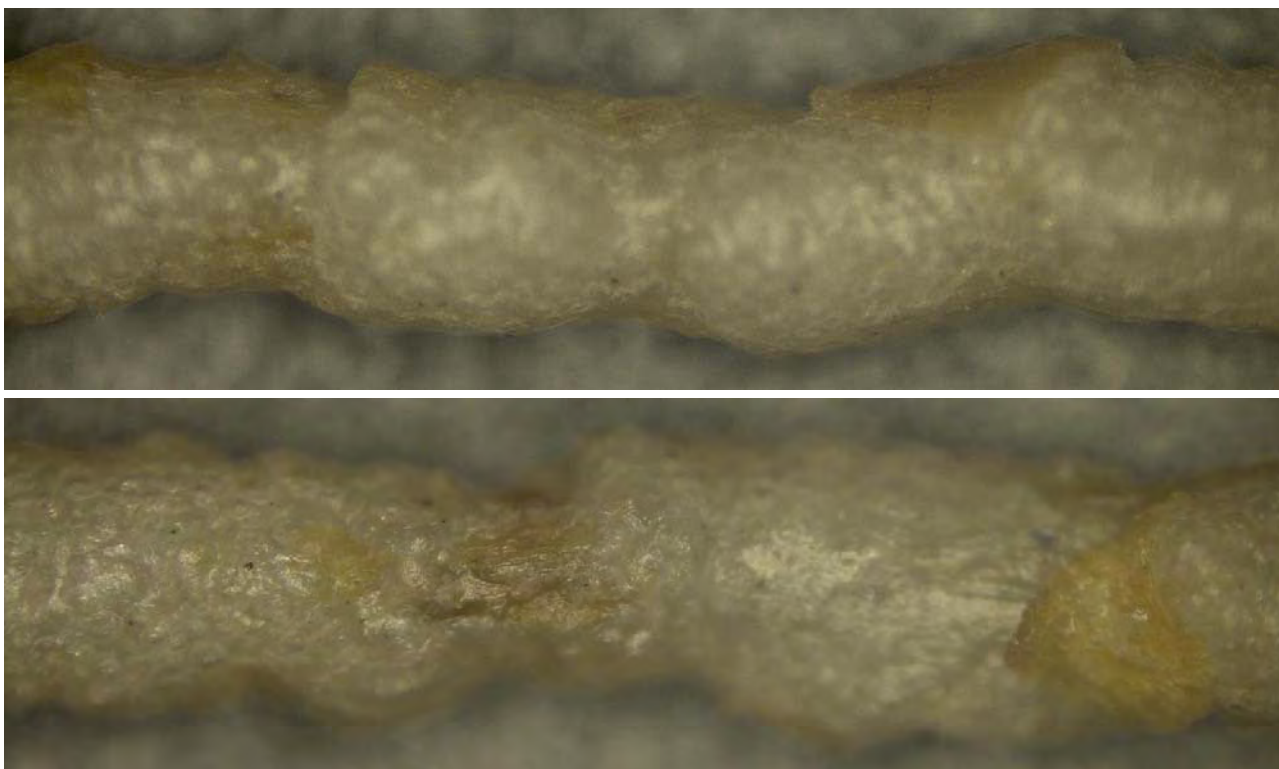
1. JIS K7139 A1 引張尾試験片（t4mm、ABS のみ 2.7mm）造形品の引張試験結果（3 本平均）

引張速度 2mm/min 平行部幅 10mm 平行部間隔 80mm

フィラメント材質	最大応力 [MPa]	最大応力時の伸び量 [mm]	弾性率 [MPa]
H-PLA（白色・ヒュージョンテクノロジー社販売 3kg）	49.6	3.0	2458
ABS（stratsys 社、fortus 用）	33.3	3.0	1693
ポリメーカー社製疑似木粉（材質不明）	23.4	15.0	1627
サインスマート木質（木粉 40%）	28.0	2.5	2078

ABS 材は、そりが大きく造形中に完全剥離したために t2.7mm で造形を中止した。

2. ABSマトリックスケミカルウッドフィラメントのパージ物外観



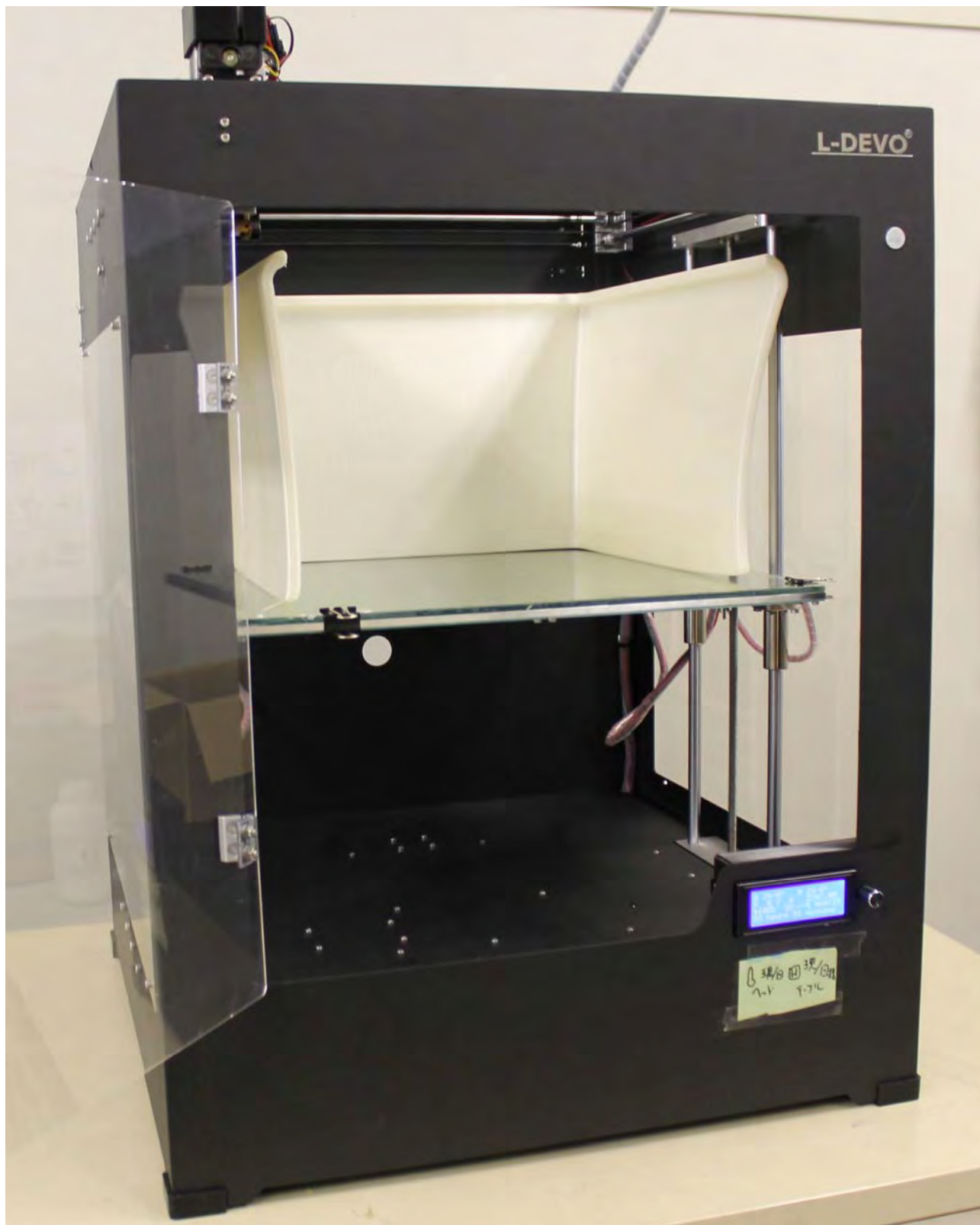
0.4mm ノズルから吐出されたものは、木粉により吐出量の変動し、径が安定しない

3. 7cm 正 4 面体成形物の木質感



左より H-PLA（白色）、ポリメーカ-疑似木質材、サインスマート木粉入り
（成形後にベルトサンダーで研磨したもの）

4. 40-40-40cm スツールの造形



L-DEVO M4040 で造形中のツール（H-PLA 材料）

※コ字のコーナーと端部が熱収縮そりで剥離しているが造形は最後まで完了