

背景

積層造形

- ・光造形法
- ・紙積層法
- ・粒子堆積法
- ・樹脂押し出し法
- ・SLS (粉末焼結)

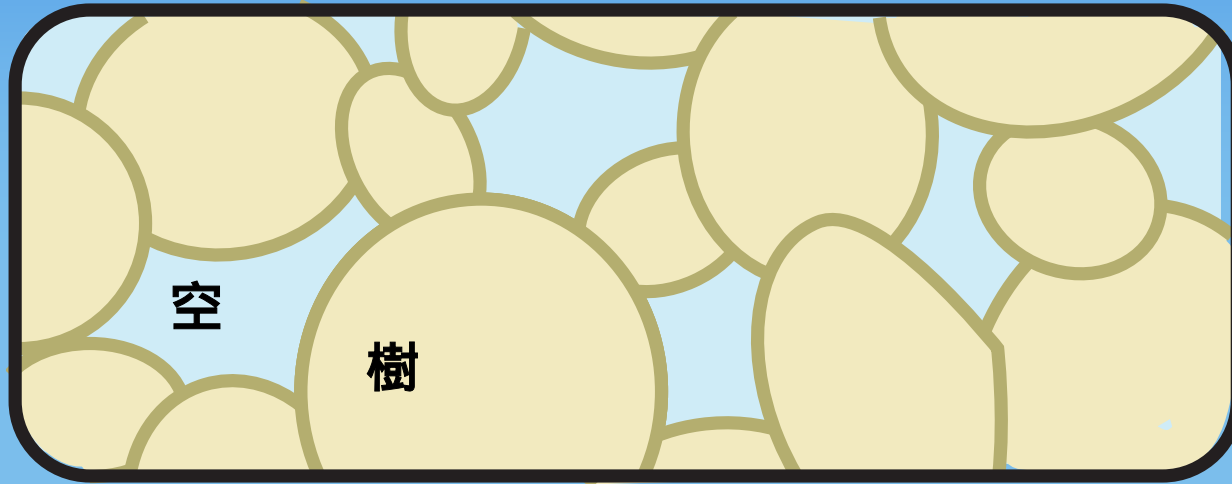
光造形法の弱

- 🍃 材料が光硬化性樹脂に限定
- 🍃 特殊な形状ではサポーターが必要
- 🍃 材料が高コスト

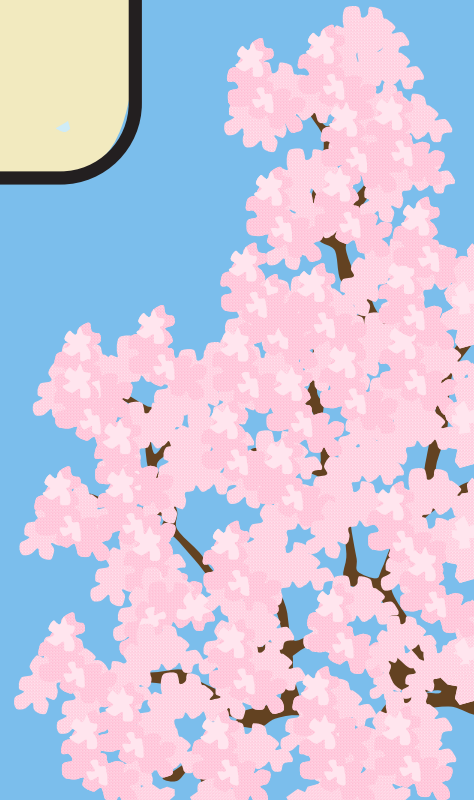
SLSの強

- 🍃 熱硬化性樹脂、金属、セラミックなど材料が多
- 🍃 サポート不要で自由に三次元形状造形
- 🍃 光造形に比べ低コスト、高速生産

SLS造形品の問題点



SLS造形品焼結状態模式



研究の目的

SLS造形品をその材料のまま高密度化する方法の提案・実践



樹脂による SLS造形品の高密度化方法の提案・実



これが実用化にこぎつけると

ラピッドプロトタイピングで実際の製品と材料・形状・構造すべ
同じ部品を製作可能

樹脂部品の用途



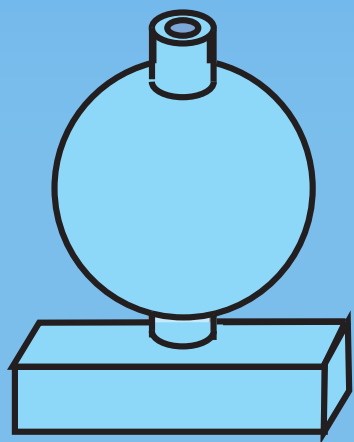
家電
OA機器



自動車
(エンジン周り
流体部品)

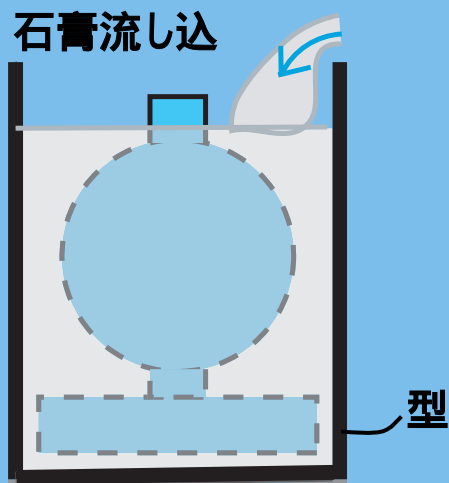
高密度化方法

1



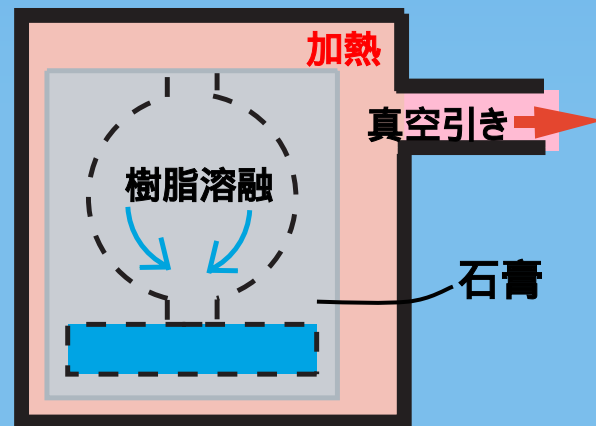
樹脂モデル
SLS造形

2



樹脂モデル
石膏に埋没

3



減圧下で石膏型加
樹脂溶融

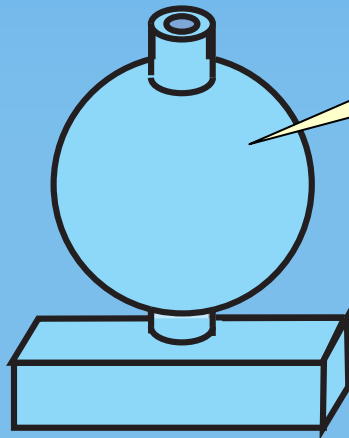
4



高密度化部
取り出し

実験1：高密度化の実践

1

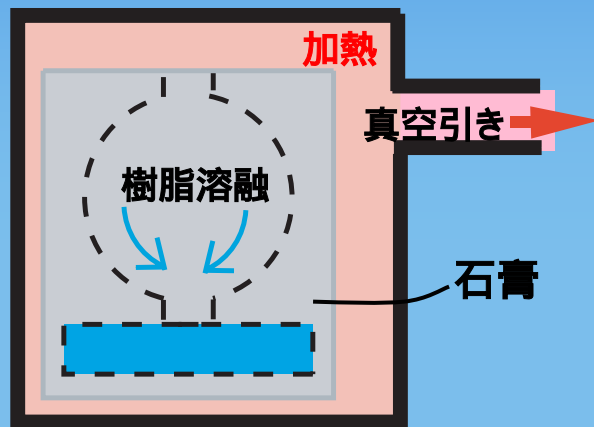


PS(Cast Form)樹脂粉
(融点約160)

樹脂モデル
SLS造形

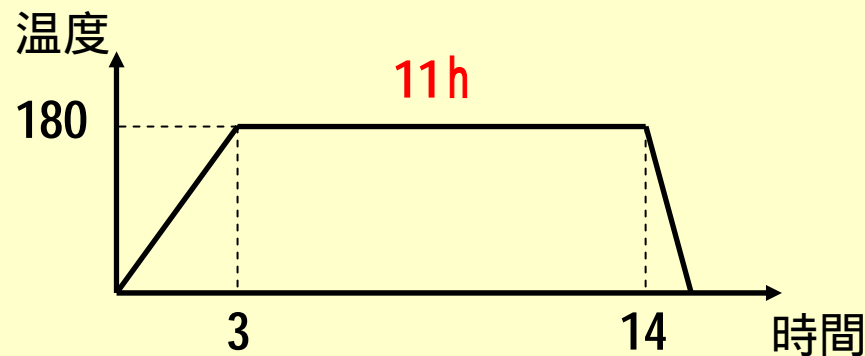
実験1: 高密度化の実践

3



減圧下で石膏型加
樹脂溶融

真空炉での加熱条





加熱終わり次第大気圧に戻して炉から
取り出し常温冷却
真空度: 0.1気圧

実験1：結果と考察



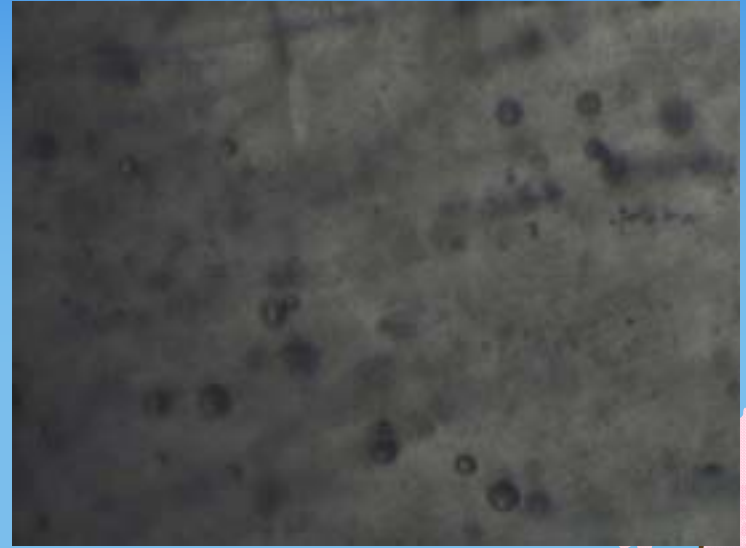
石膏をばらして取り出し
後の高密度化部品

-  白色の石膏がこびり付いている。
(原因)
溶けたPS樹脂が石膏にしみ込んで固まったため。
-  表面に丸い模様がある。
(原因)
冷却に伴い樹脂が収縮し、石膏型と樹脂との境界面で石膏が小さいひび割れを起こしたため。

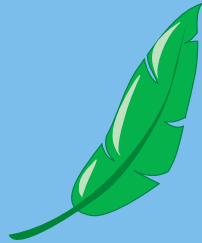
実験1：結果と考察



表面を磨いた後
高密度化部品



高密度化部品
顕微鏡拡大写



内部には小さいが多数の気
泡が存在
(原因)
真空引きが十分行えなかった
ため

実験1：結果と考察

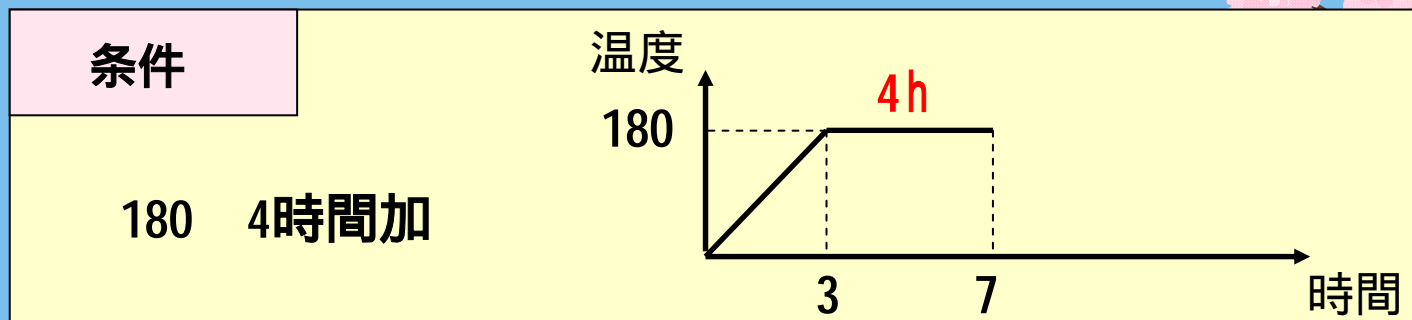
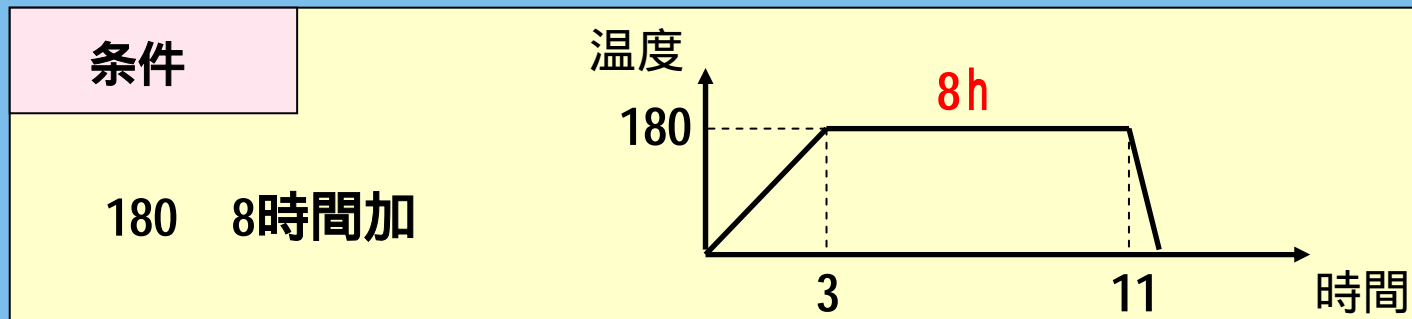
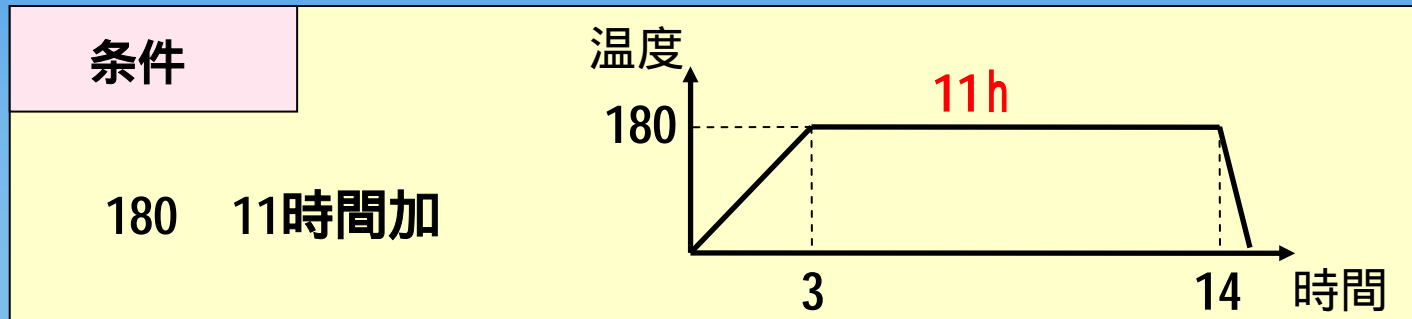
PS高密度化部品の密度とその比較

PS高密度化部品	PSによるSLS造形品	一般的なPSの真密度
1.051 g/cm ³	0.371 g/cm	1.04 ~ 1.06 g/cm ³

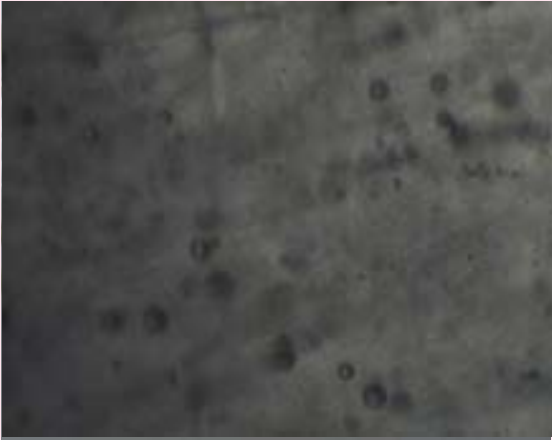

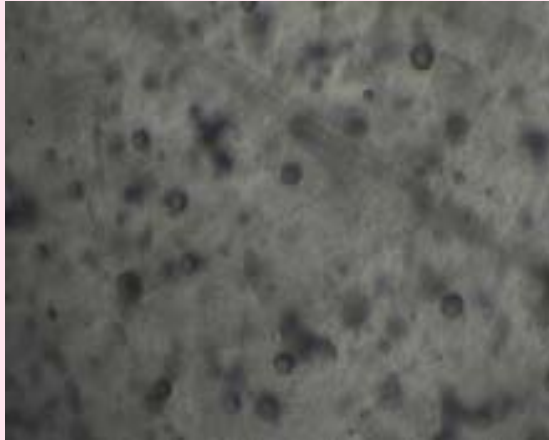
- ・ SLS造形品からの高密度化に成
- ・ PSの真密度に近い値

実験2：加熱時間を変えたときの 高密度化部品の比較

東京大学生産技術研究所
新野研究室



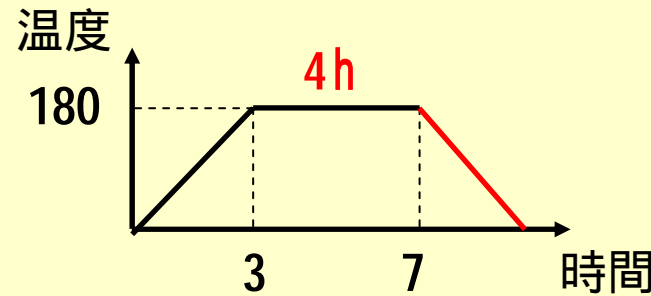
実験2：結果と考察

顕微鏡写	 180 11時間加	 180 7時間加	 180 4時間加
密	1.051 g/cm	1.055 g/cm	1.047 g/cm
光線透過	6	5	5
観	わずかに黄色がかっ		わずかに白濁し

実験2：結果と考察

冷却速度を低くした条

180 4時間加



冷却速度を低くしたことによ
P S樹脂に結晶化発生

東京大学生産技術研究
Institute of Industrial Scie
University of To

冷却速度を低くした時
高密度化部品

部品評価



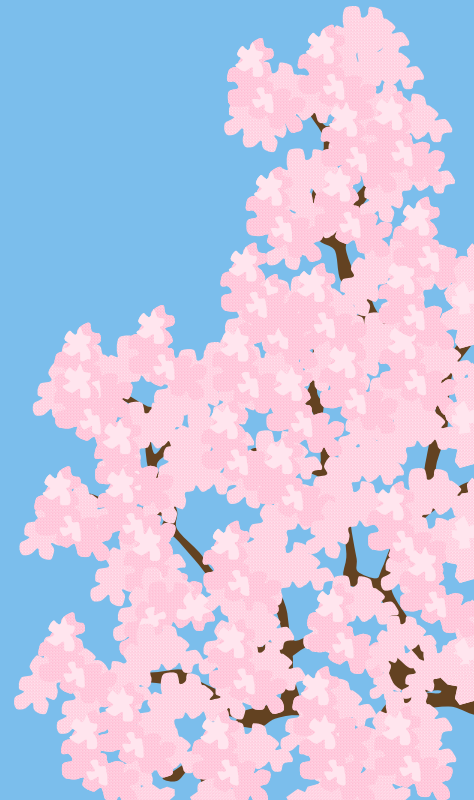
評価部品の作成条件

真空炉で180 4時間加熱



部品評価項目

- ・強度
- ・寸法精度



部品評価：強度



引張試験片形状

ISO 3167の規格に基づく

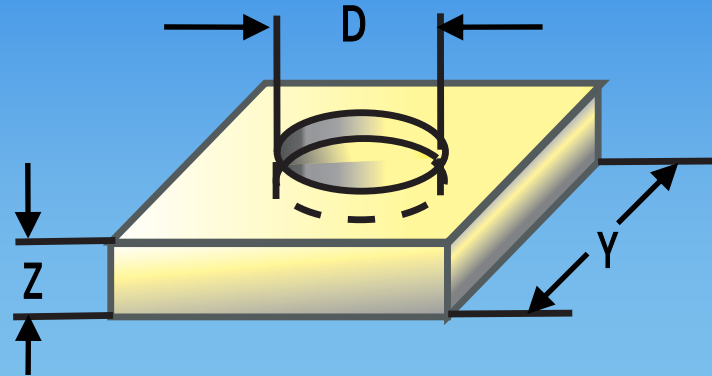
PS高密度化部品の引張強度とその比

PS高密度化部品	PSによるSLS造形品	一般的なPS
13 MPa	弱すぎて測定不	35 ~ 85 MPa

PS高密度化部品は一般的なPSの強度には遠く及ば
(原因)

- ・高密度化部品内部に存在する気泡
- ・引張試験の熟練不足

部品評価：精度



表II：寸法精度評価の結果

	Y				Z				D	
CAD設計値	55	55	55	55	10	10	10	10	15	15
SLS造形品	54.4	55	54.4	55.1	10	10	10.1	9.9	14.6	14.2
高密度化処理 後	54.4	55	54.4	55.1	10.5	10.3	10.5	10.5	13.8	13.6

Z寸法は高密度化により寸法広がる
(原因)上面と裏面にはいった石膏のひびによる模様のため

D寸法は高密度化により寸法狭まる
(原因)円の内側に入った石膏のひびによる模様のため

まとめ1:成果



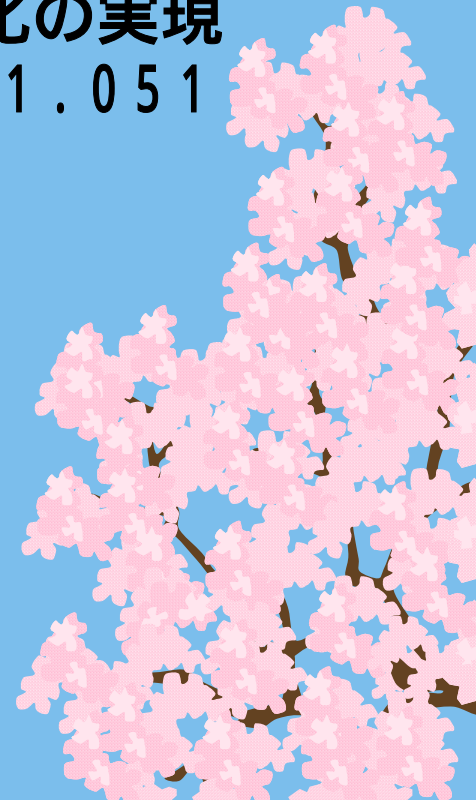
SLS法により造形された部品を石膏に埋没、減圧下加熱するによる高密度化する方法の提案



ポリスチレンによるSLS造形品の高密度化の実現
高密度化部品の密度はほぼPS真密度の1.051



高密度化部品を作成における本実験で
最短時間は180 4時間加熱



まとめ2：問題点



高密度化部品の表面への石膏の付着、石膏ひび割れによると思われる丸い模様



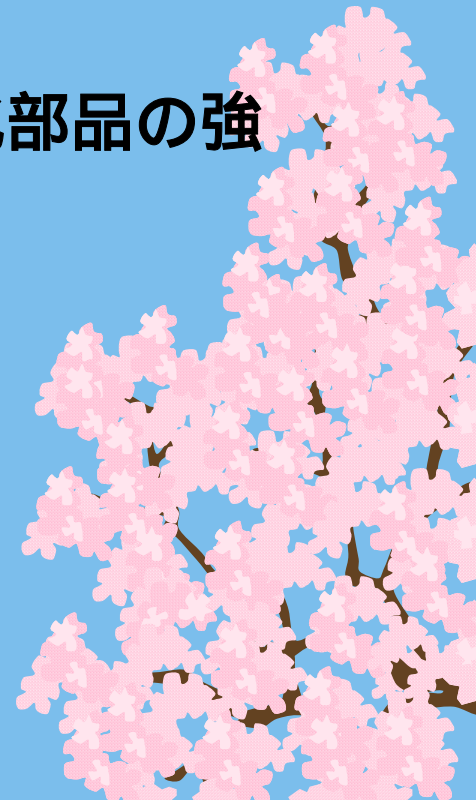
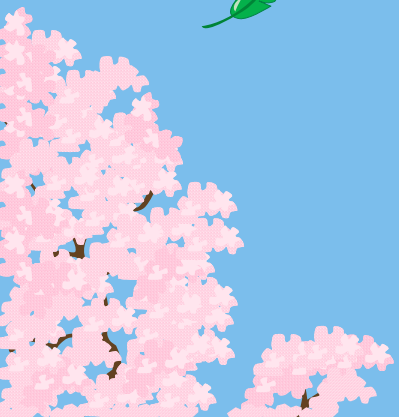
高密度化部品内に多数存在する小さな気



素材自体の性能に遠く及ばない高密度化部品の強



1mm程度と不十分な精



今後の展開



高密度化部品の表面状態改善のための
樹脂と石膏の離型に関する十分な検討。



ポリアミドなどすでにSLS造形されている材
における高密度化の検討

