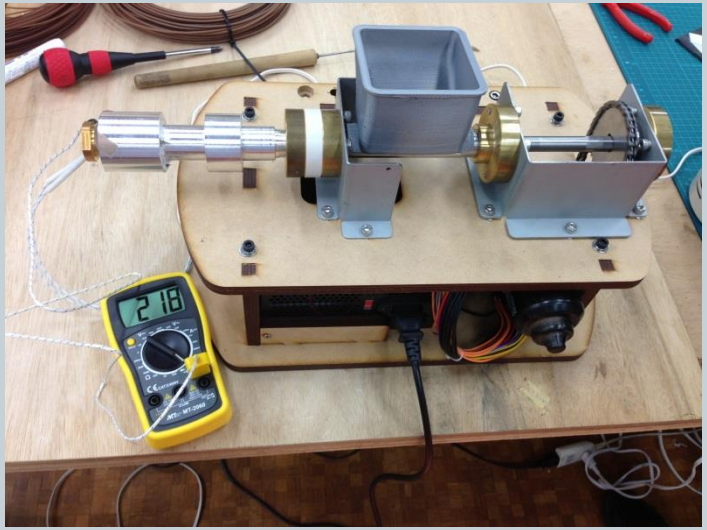
設計者から見た3Dプリンター（希望・失望・辛抱）

《産業革命より意識改革を》

2013/10/16



SHC 合同会社SHC設計
代表社員　増田　恒夫
http://www.shcsekkei.net/
masuda@shcsekkei.net

会社案内

合同会社SHC設計

人間中心設計

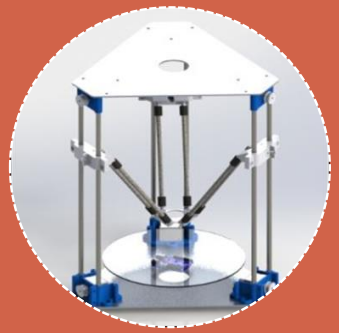
- ユーザビリティ評価
- 製品企画

協創・協業

- 大学、研究機関との共同研究
- 地域での各種プロジェクトへの参画

設計・解析

- Solid-Works
- GW3Dfeatures
- Illustrator



3Dプリンター

- 最適な設計手法の開発
- 低価格機の導入
- 量産対応

SolidWorks有効活用で、製品設計を強力にサポート

当社の業務内容

- ユーザビリティ評価・製品企画
- 3次元CAD・CAEを用いた機械設計請負
- 3次元CAD教育・技術指導
- 2次元図面⇔3次元モデル作成
- 大規模案件、及び電気・ソフト設計には、協業のネットワークにて対応します

いいアイデアがあるけど、どうしたら製品にできるかわからない・・
こんな技術があるけど、何かに使えないかなぁ・・

「アイデアと技術を製品にする」が当社の仕事です

自分にタグを付けると①

- 職人気質
  - 横浜出身、さる年のB型
  - 実家は和菓子屋
  - 和菓子職人の仕事を見て育つ
  - 餡子と食紅から上生ができる不思議
  - すべてジャストインタイム
- 草サッカー
  - 神奈川シニアサッカー

（40～70まで　92チーム　2361名）

  - 4級審判員
  - 少年サッカーコーチ
  - 平日フットサル

仕事は全て段取りだ！

自分にタグを付けると②

- 歩き遍路
  - 四国88ヶ所、1400km
  - 徳島6日間（2011/10）
  - 高知9日間（2012/3）
  - ピンチとチャンスは、平等に交代に現れる
  - 夢はスペイン巡礼

（サンティアゴ・デ・コンポステーラへの1500km）

荷物は最低限、まずは出発しよう

- CAD・特許・3Dプリンター
  - ドラフタ→2次元CAD→3次元CAD・CAE
  - SWユーザークラブリーダー
  - 現有特許10件

FACEBOOK

低価格の3Dプリンターの出現、夢が実現できるかも・・

行動指針

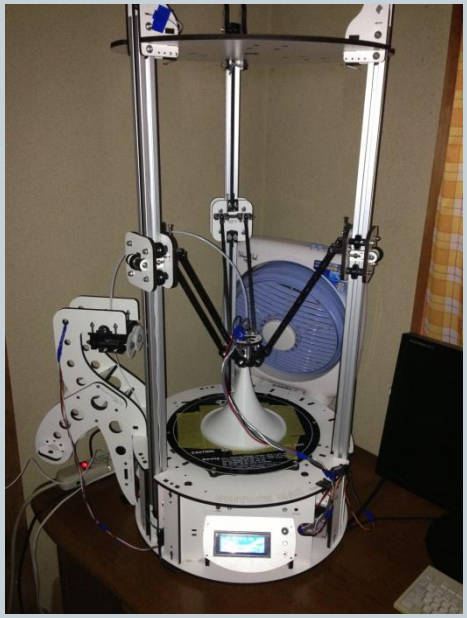
- 究極は一人の満足のために機械を作る
  - 医療機器・福祉機器の開発
  - デジタルデータを使い倒す
- やりたいことをとことんやってみる
  - エンジニアとして、創りたいものを作る
- 社会貢献
  - テクノロジーで社会に奉仕する

FabLab Kannai

まずは3Dプリンターを使ってみよう！！

3Dプリンター購入

- Cube購入(3DSystems)
  - 2012/10/10　Webで発注、10/17到着
  - 本体　1299ドル、材料3本　139ドル、
    送料　108.3ドル、合計　1546.3ドル
- Rostock Max購入（SeeMeCNC）
  - 2013/3/31 Webで発注、4/10到着
  - Kit本体　999.99ドル、送料　160.65ドル



意外に安く、簡単に短時間で輸入できる

3Dプリンターを組立てる

- Rostock Max

大量のネジ

入らない

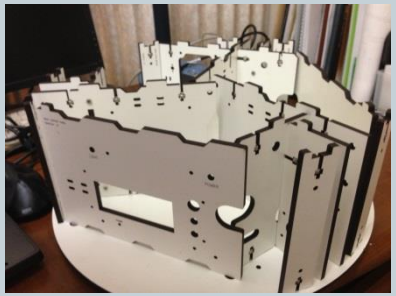
削りが必要

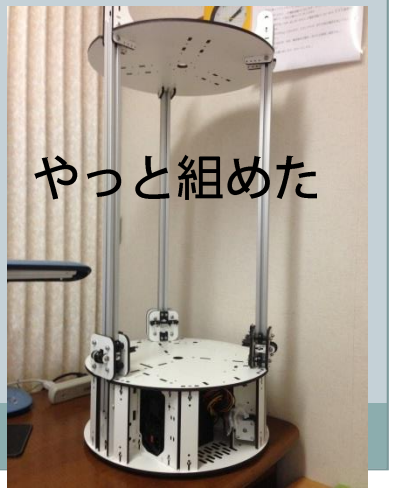
削りが必要

入らない

削りが必要

組めない

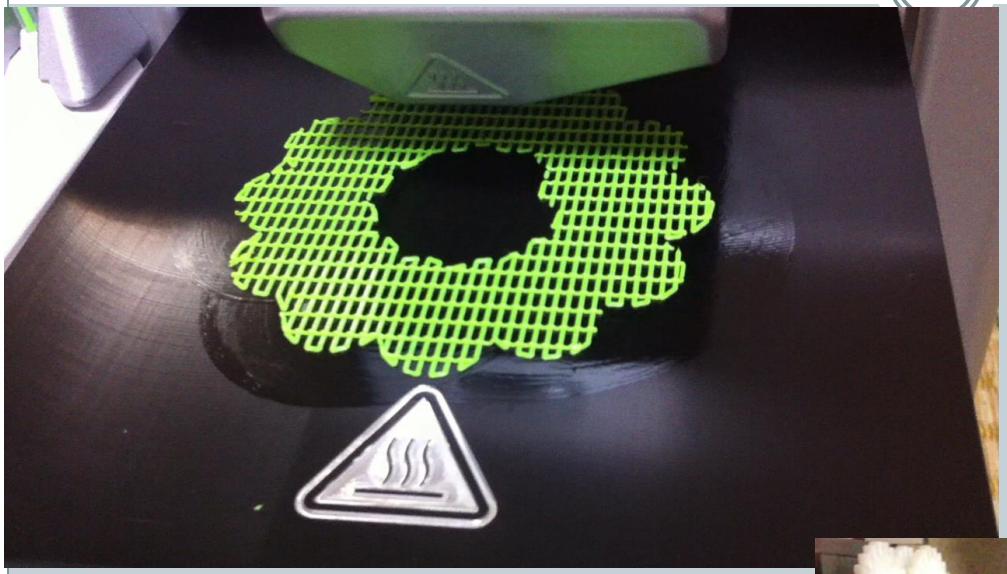




やっと組めた

設計ミスが多く、重要な部品に2次加工が必要

3Dプリンターを使う



- Cube

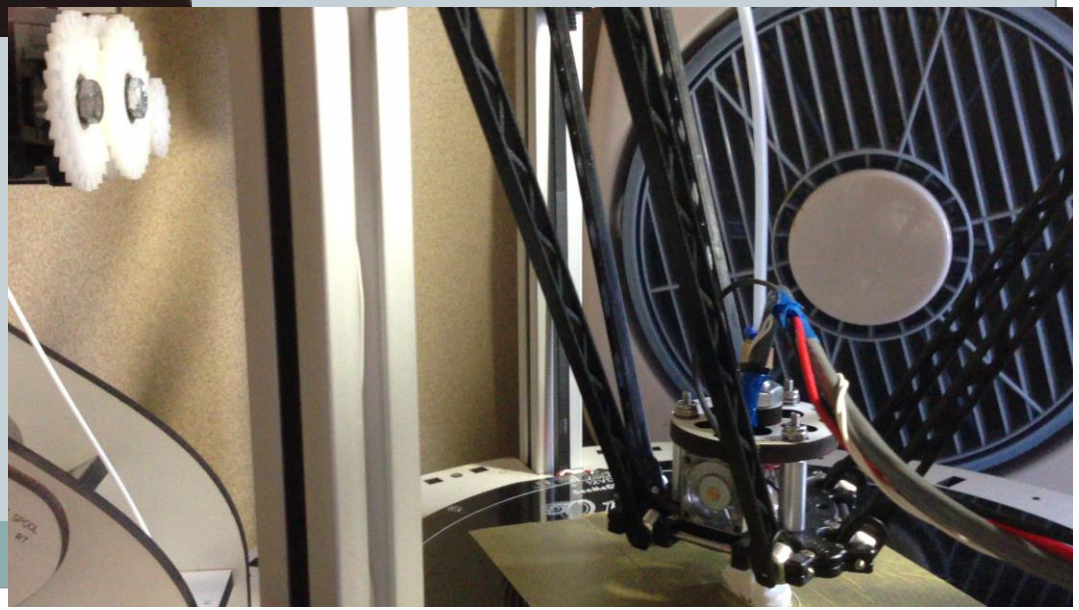
（プリントサイズ：120mm×120mm×120mm）

- Rostock Max

（プリントサイズ：直径280mm×350mm）

デルタロボット

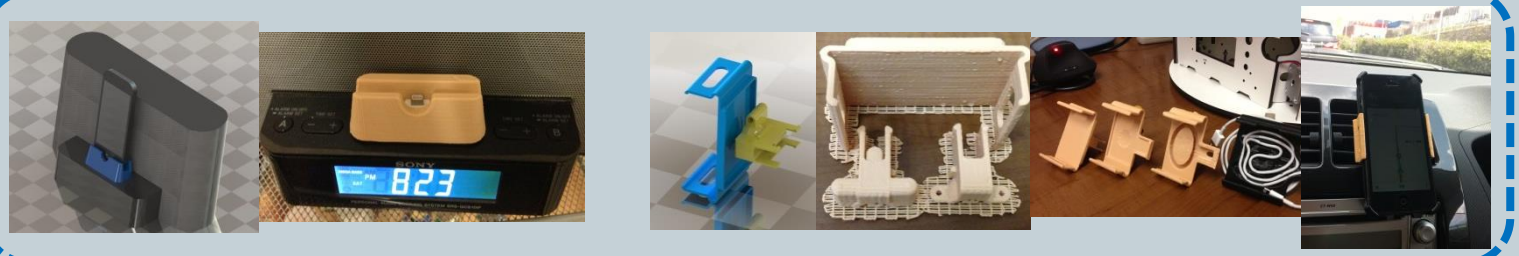
設計・製造ソリューション展



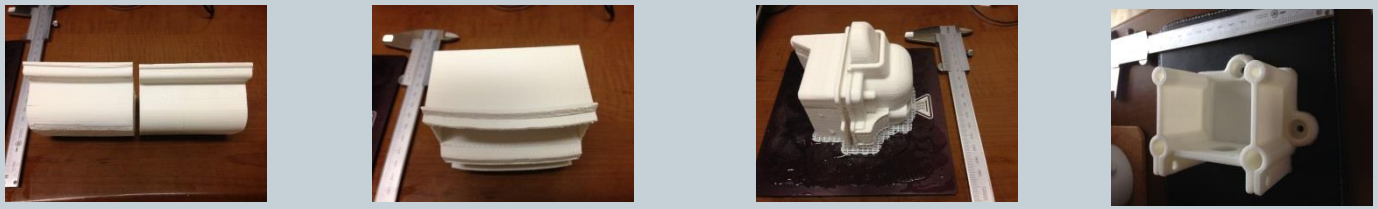
出力サンプル

購入初期

1ヶ月後

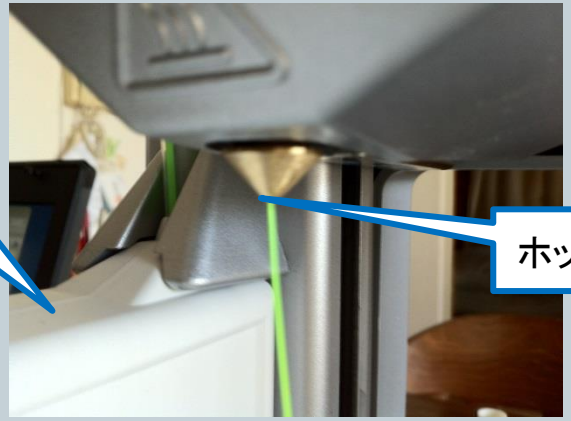


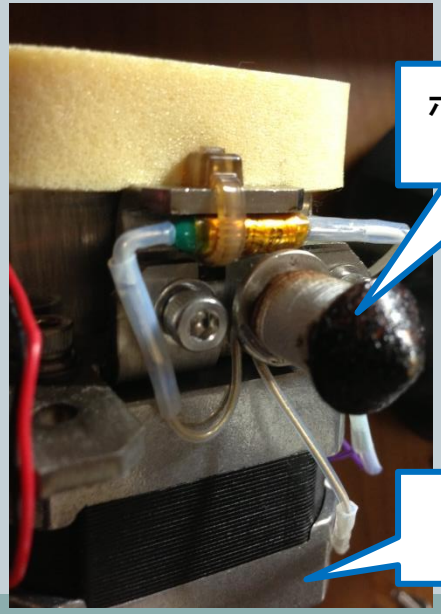
業務に使用



業務に使用時は、寸法精度・反りを考慮し分割出力

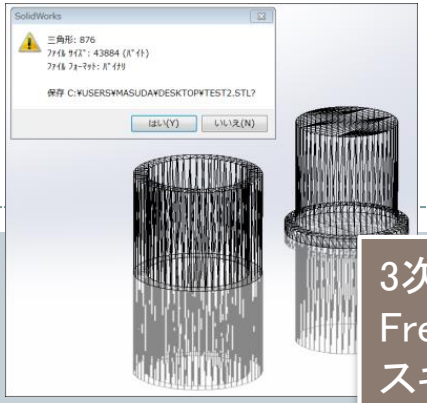
3Dプリンタの構造



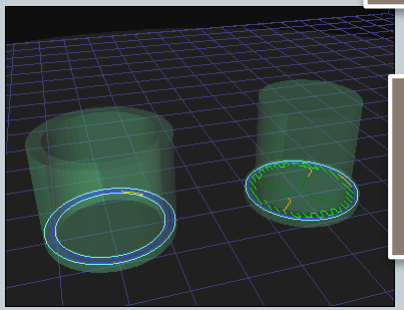


ベッドが前後・上下に移動、ホットエンド部が左右に移動

3Dプリンタの構成

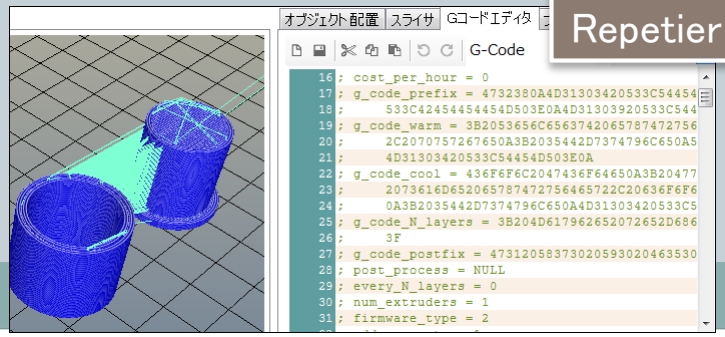


3次元CAD
Free Data
スキャナー



Kisslicer
Slic3r
Skeinforge

Marlin
Repetier



Replicator
Repetier

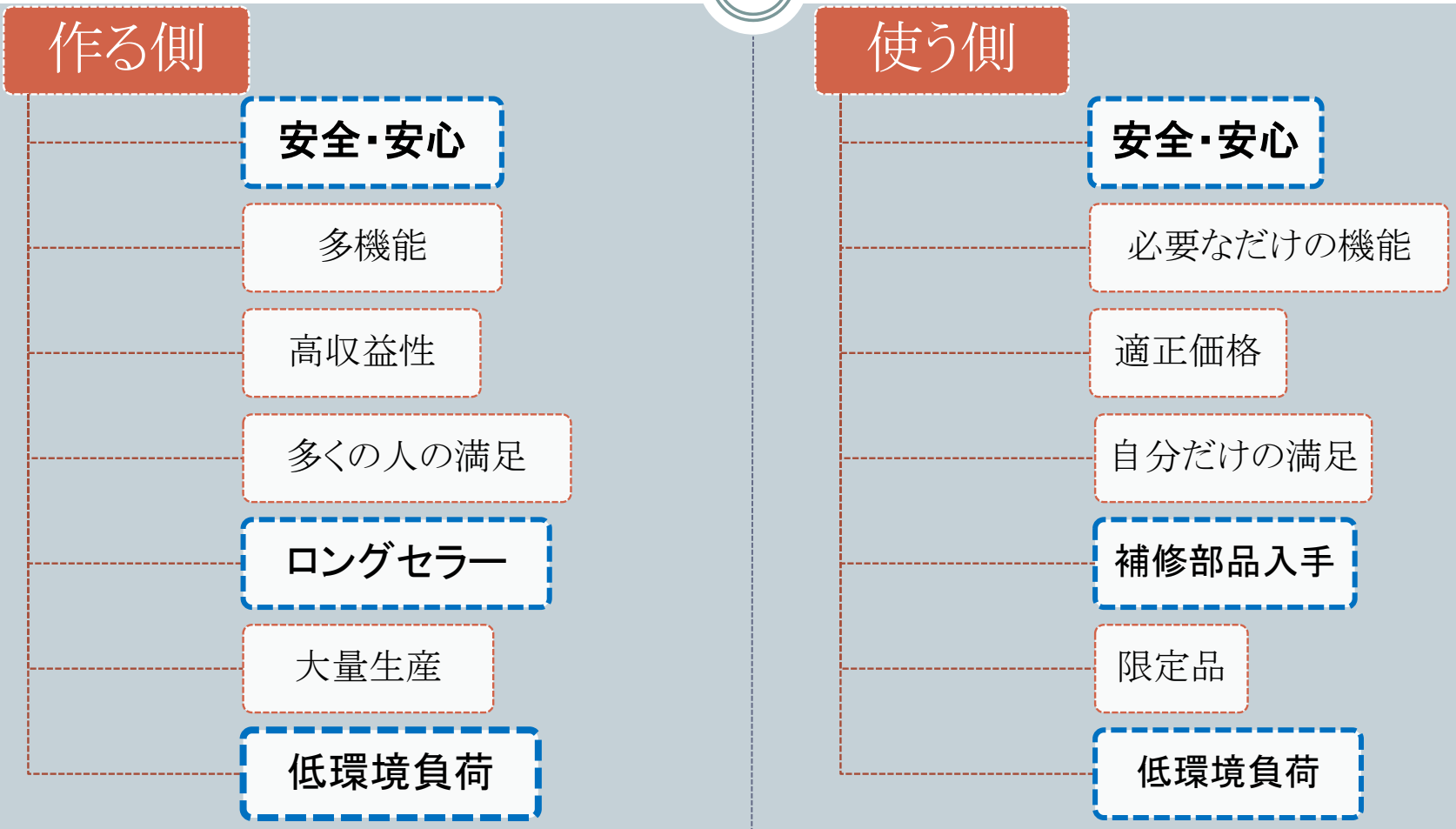
ソフト

- STLデータ
- スライスデータ
- ファームウェア
- フロントエンド

ハード

- ステッピングモーター
- 制御基板
- ノズルヒーター
- ベッドヒーター
- マイクロSW
- 電源
- フィラメント

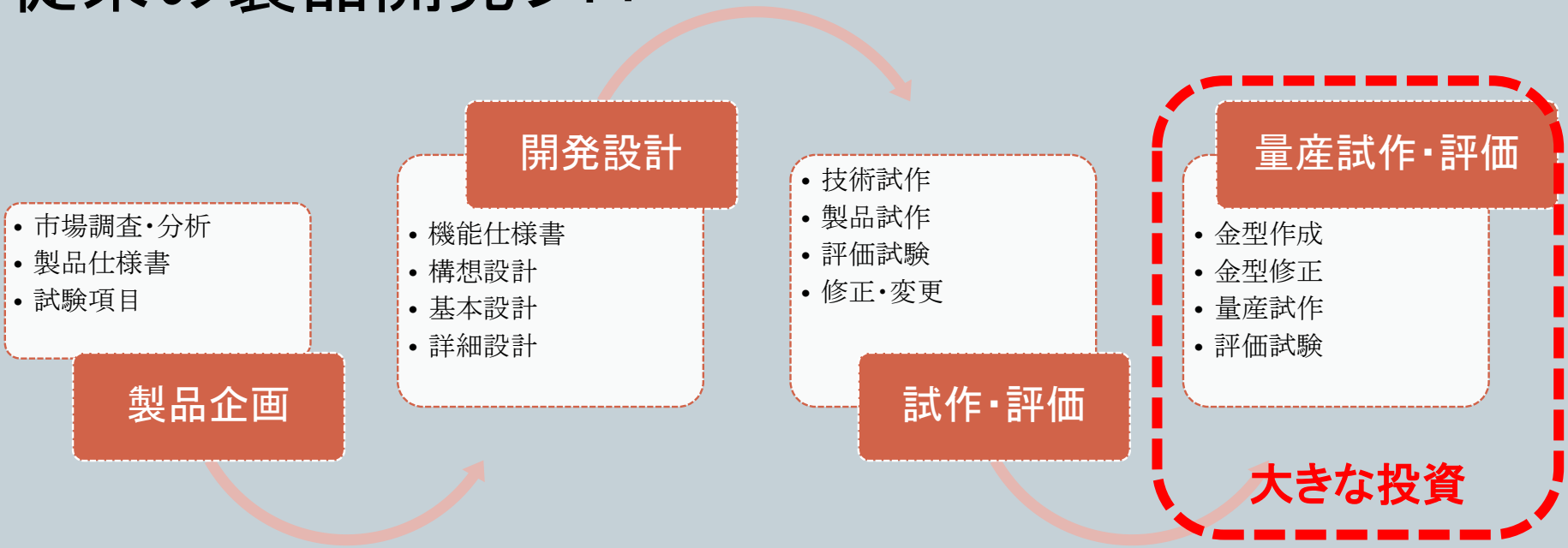
現実のギャップ



大量生産モデルでは、多様化したニーズへの対応が難しい

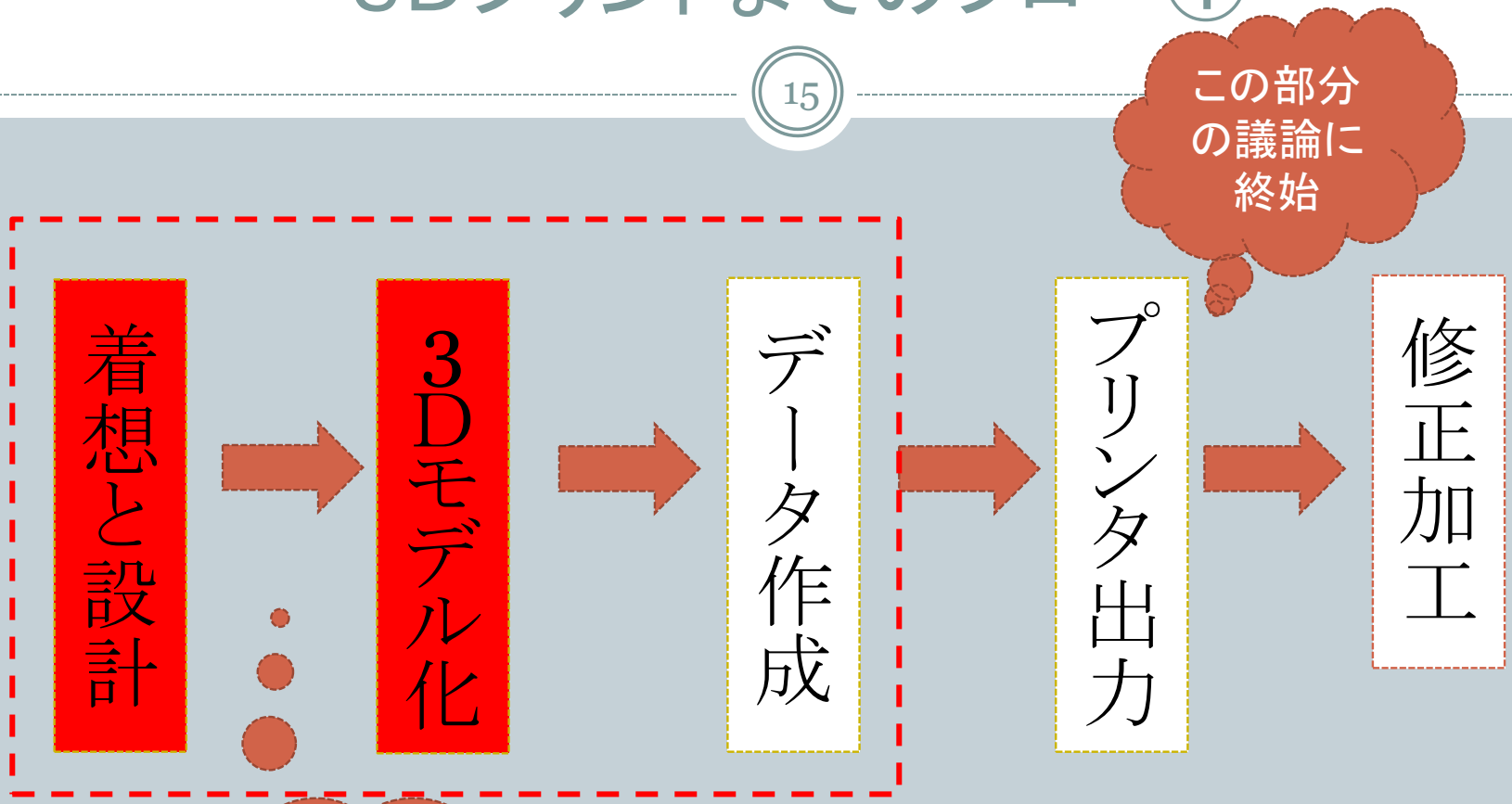
意識改革

従来の製品開発フロー

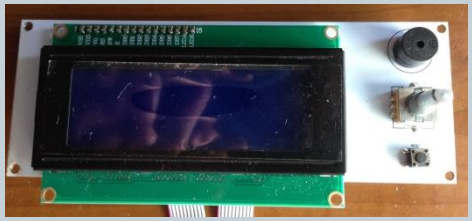


- 大量生産モデル⇒中・小量生産モデル（最大1000ヶ）への転換により、中小メーカーによる製品開発が可能になった
- 3Dプリンターは、有効な新しい製造方法の1つ

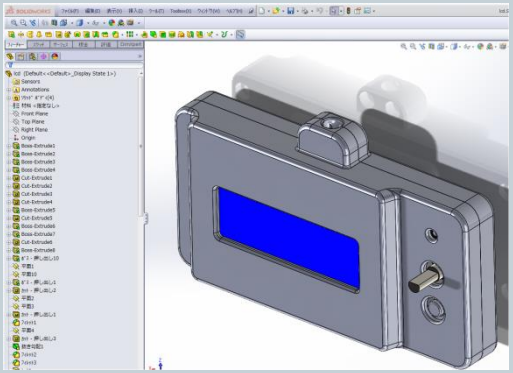
3Dプリントまでのフロー①



3Dプリントまでのフロー②

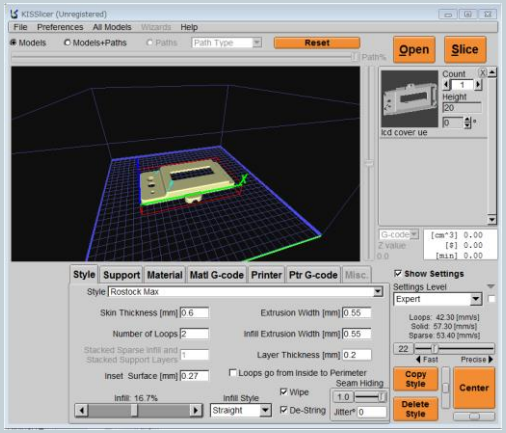


LCDケースを作りたい

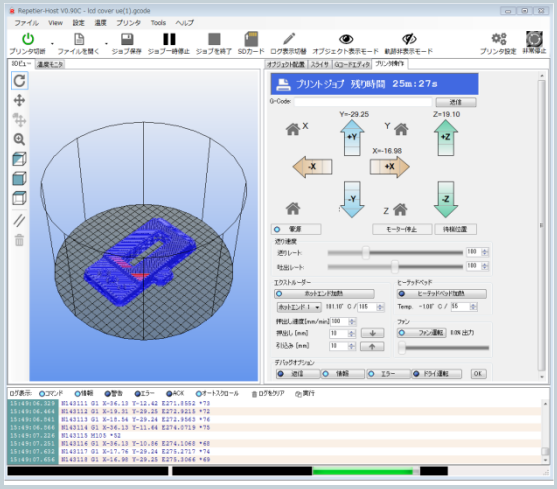


3D-CADで設計

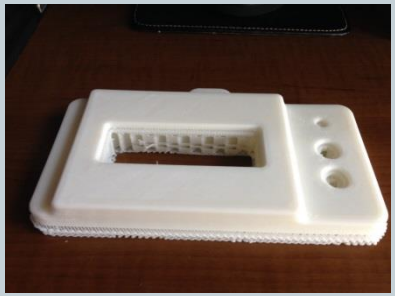
STLで出力



モデルの積層化



加工時間4時間52分



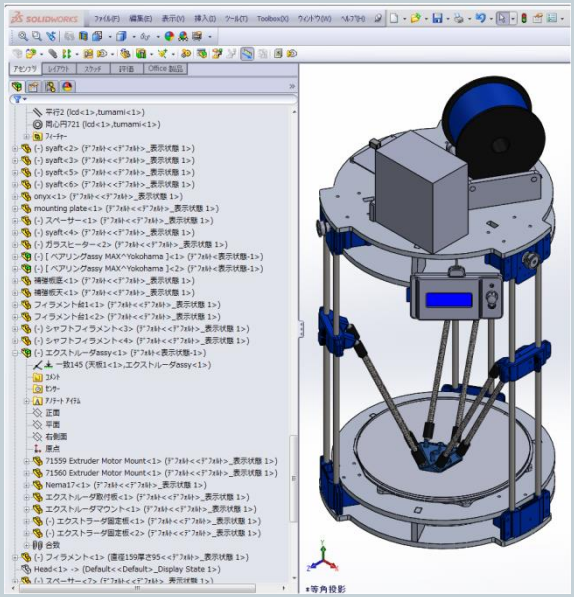
プリント終了

3Dプリンターを作る①

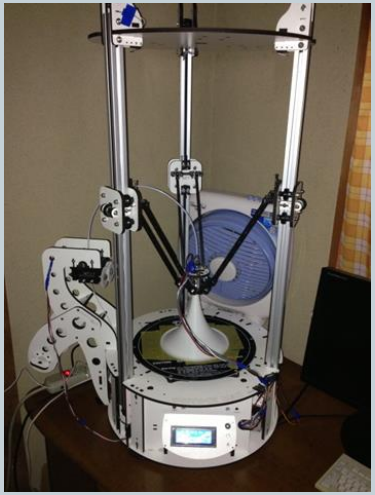
- Rostock Maxの電気部品を使う
（モーター・基板・エクストルーダー・ホットエンド・プーリー・ベルト・Mスイッチを流用）
- 3D-CAD（Solid-Works）で設計
- レーザーカッター・3Dプリンターで部品製作
- リニアシャフト、マグネットジョイント方式採用
- ガラスプレート採用、PLA専用とする
- 追加費用は5万円以下を目標
- 他用途（ペン描き、カッティング、スキャン）を考慮する

設計仕様

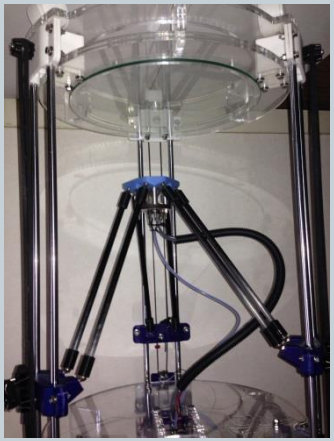
3Dプリンターを作る②



設計

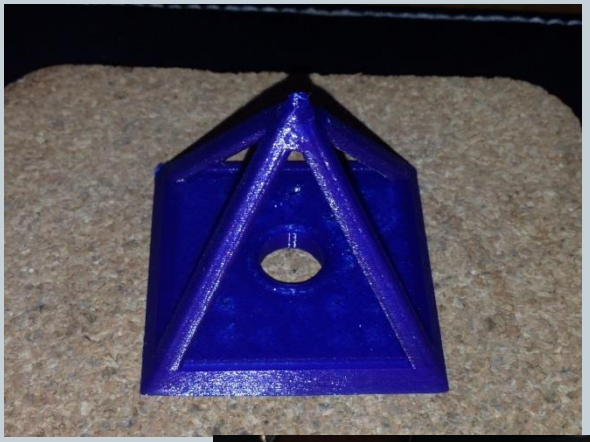


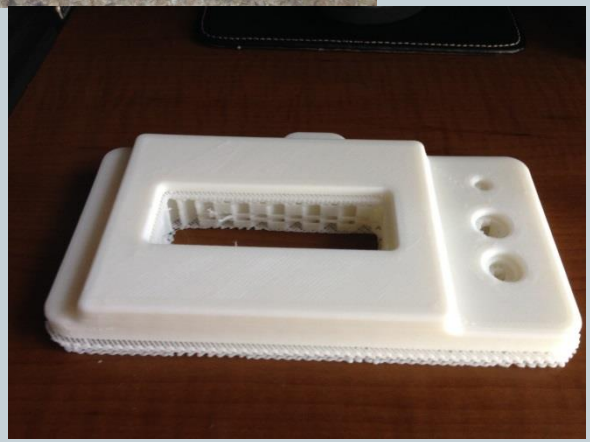
製造



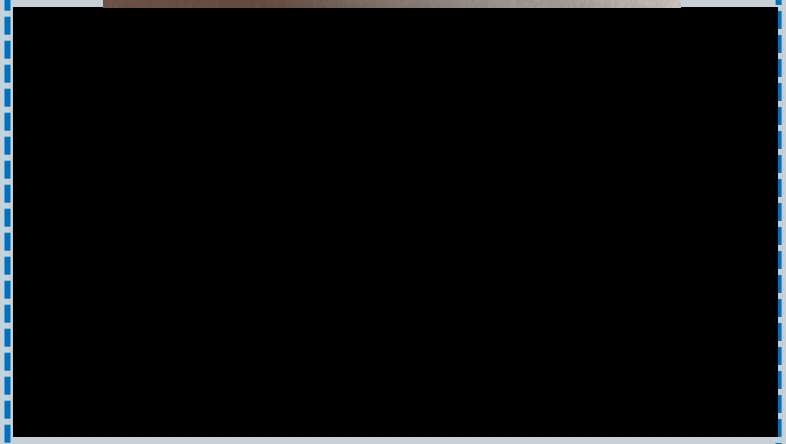
完成

3Dプリンターを作る③





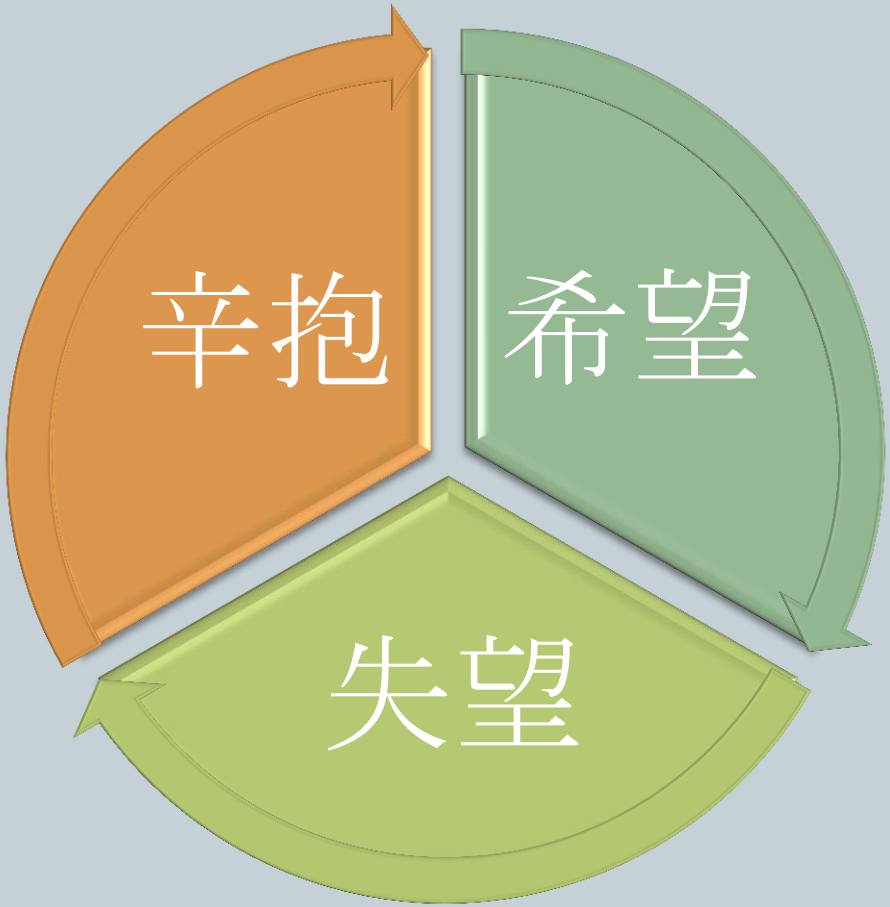
出力サンプル



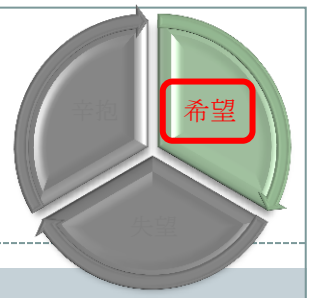
文字サンプル

改造費用　￥42,655−

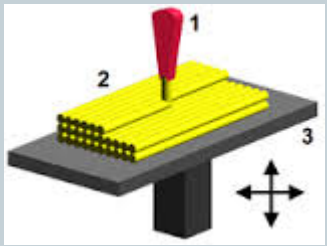
3Dプリンターの3つのボウ



設計者の視点から（当初の印象）



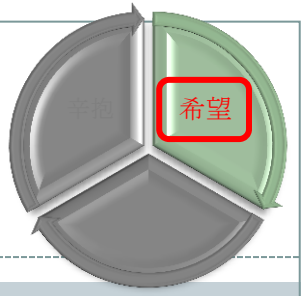
- **熱溶解積層法**
- 紫外線硬化方式
- 粉末固着方式



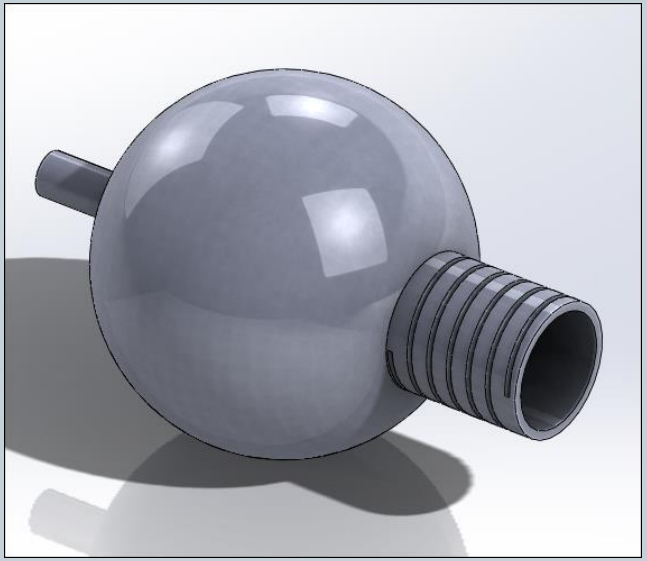
- 新しい製造方法で、選択肢が増えた
- 低価格3Dプリンターが市場にでた
- 本当に部品を作れるかもしれない

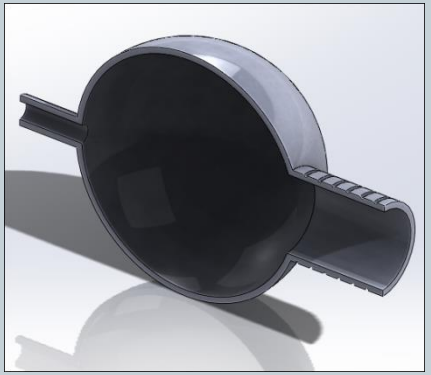
新しい設計手法が必要

設計者の視点から（利点）



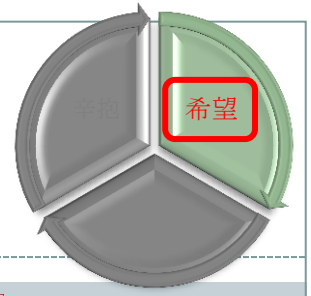
- **改良が容易**
  - P.L.もアンダーカットも関係ない
  - 閉じられた形状もできる
  - 低コストで何度も実験できる
  - 試作品で量産評価ができる → 低コスト → USER
  - 最小在庫
  - 旧Ver.の補修部品供給可能 → USER
  - 抜き勾配が不要
  - 厚肉部もOK
  - デジタルデータで時間と距離を超える（流星号）
  - 開発期間・費用の大幅な短縮 → 低コスト → USER
  - 部品点数の削減
  - 図面レス

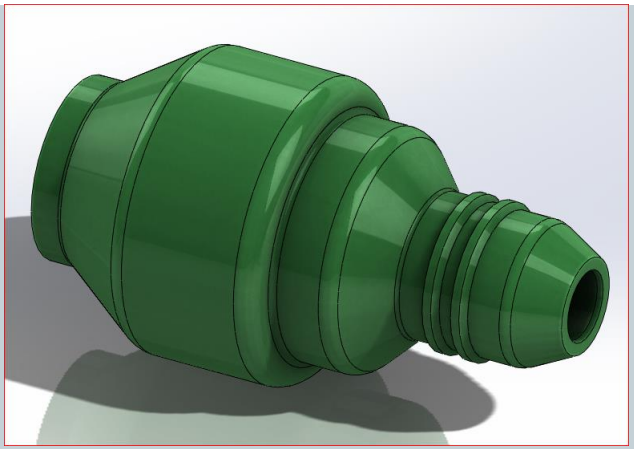


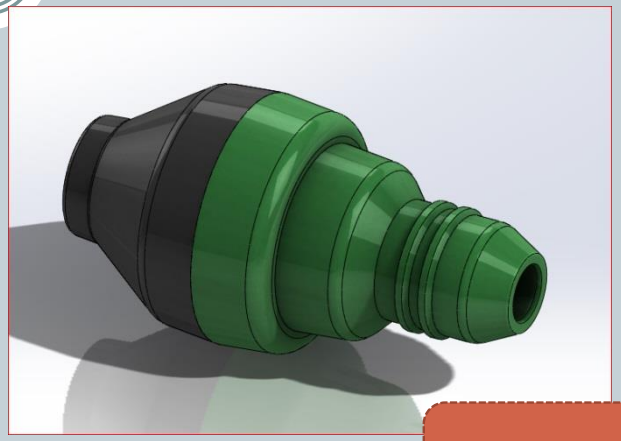


→ **意識改革のツール**
（2次元CADから3次元CADへ）

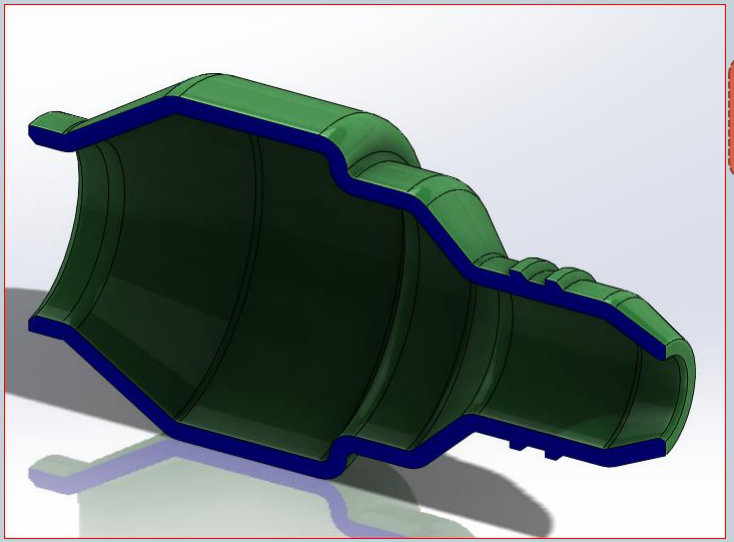
部品分割と抜き勾配





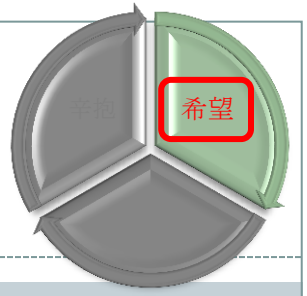


成形品
（2分割）



3Dプリンター
（要求形状）

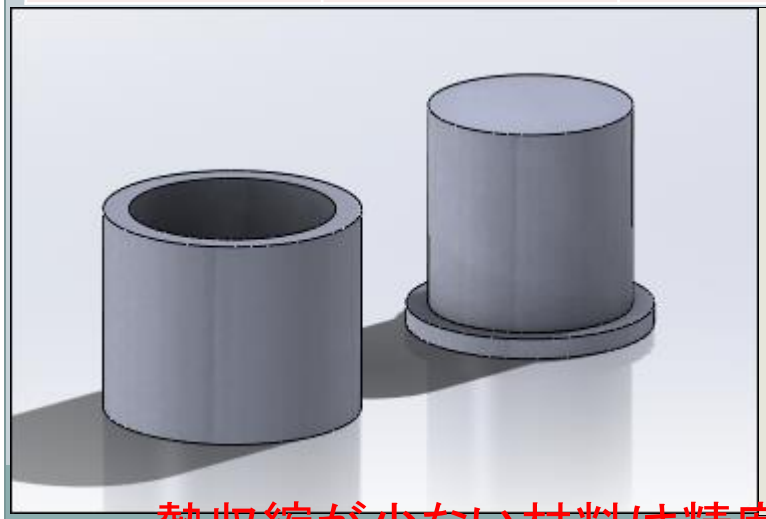
寸法精度

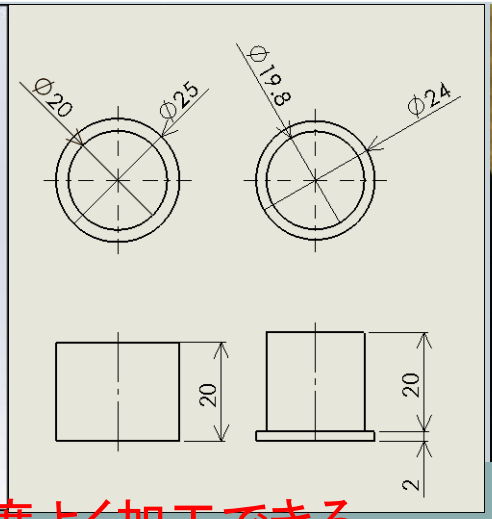


パイプ	外径	内径	高さ
設計値	25	20	20
3Dプリント	24.8	20	20.6

材料：PLA
プリント時間：38分
ノズル温度：185℃

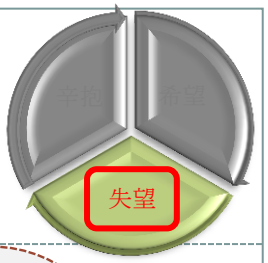
円柱	外径（大）	外形（小）	高さ	フランジ高さ
設計値	24	19.8	20	2
3Dプリント	24.5	19.4	20	2.6





熱収縮が少ない材料は精度よく加工できる

設計者の視点から(問題点)

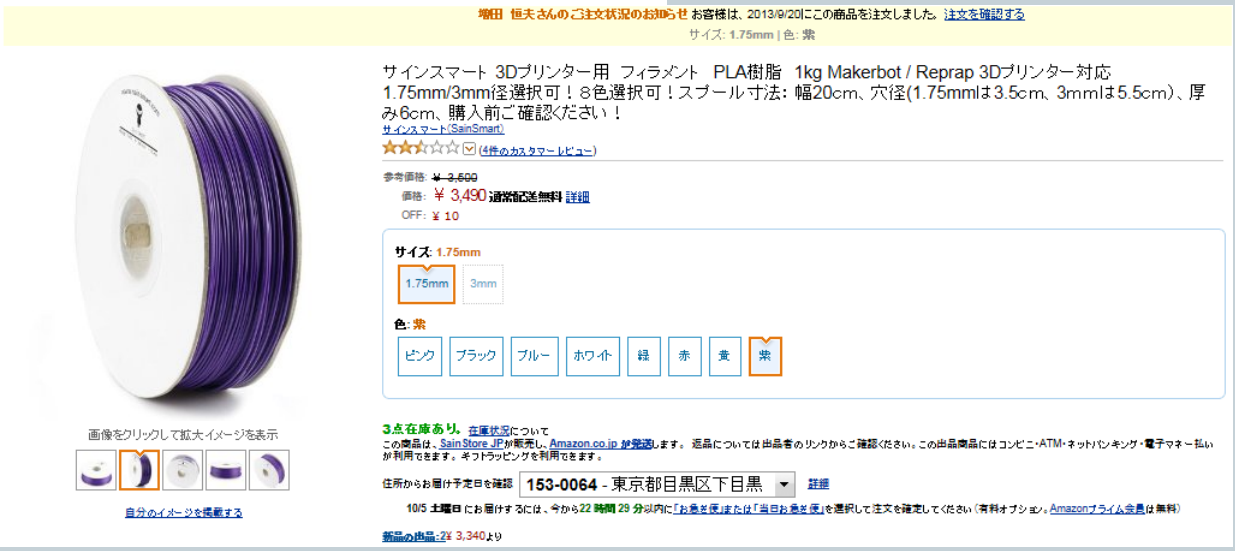


- 材料 *改良必要*
- サポート除去 *改良必要*
- 加工時間
- 寸法精度
- 強度 *改良必要*
- スライス設定

- 配合不明
- 困難
- 長い
- ±0.5程度
- 積層部強度弱い
- 操作が難しい

材料の問題

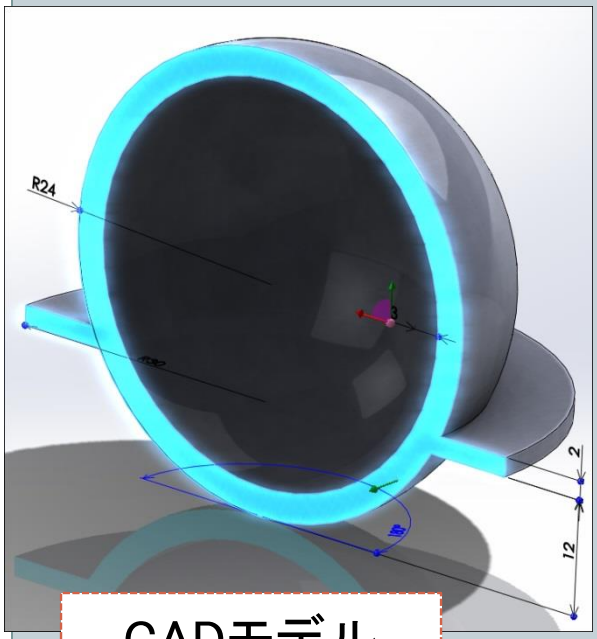
- フィラメントは中国製？ ➡ 材料の詳細不明（3,000～5,000円/kg）



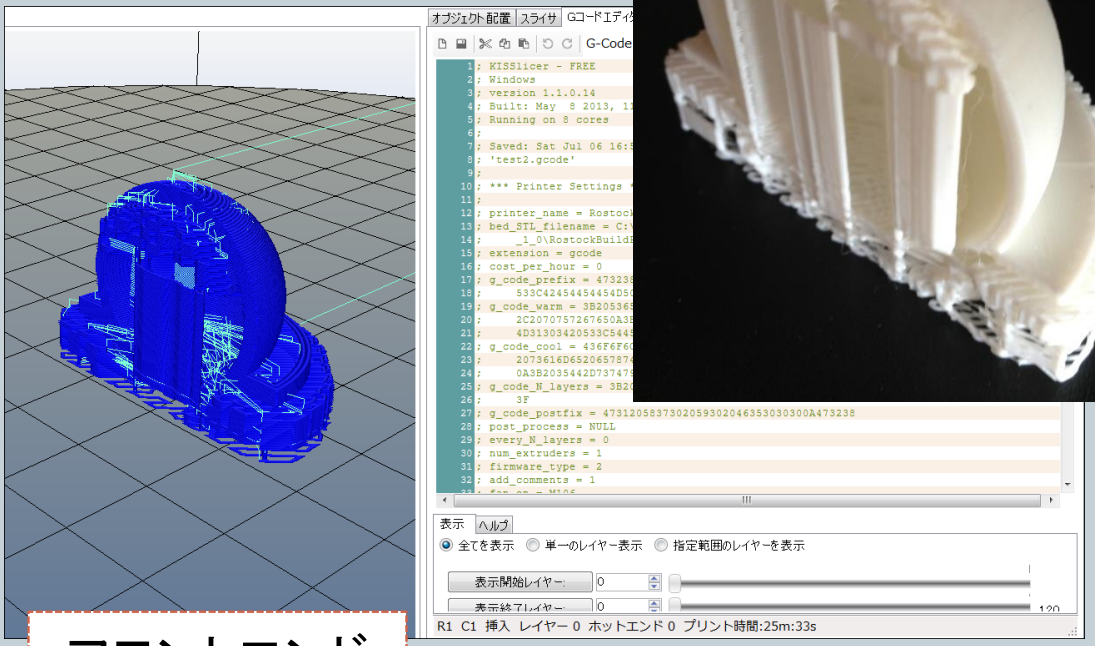
材料表示は、ABSと色、PLAと色のみで、詳細は不明で何が入っているかわからない・・

サポートの問題(1)

- 球を半分に割った形状にフランジを付けた状態でプリントすると・・



CADモデル

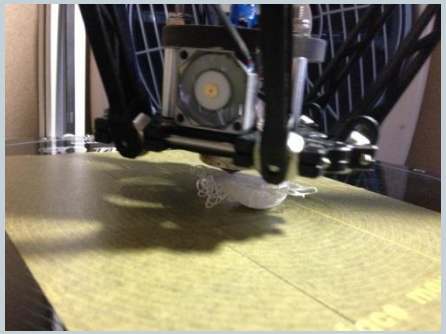


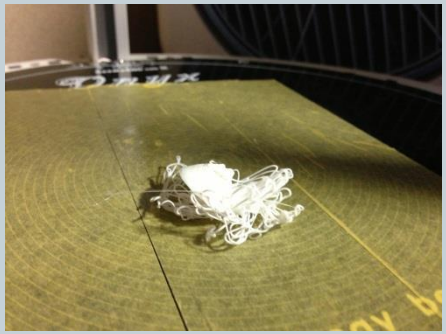
フロントエンド

プリント品

サポートの問題(2)

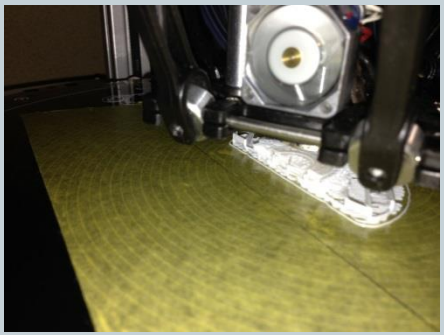
- 球を半分に割った形状(サポート無、プリント予定時間63分)

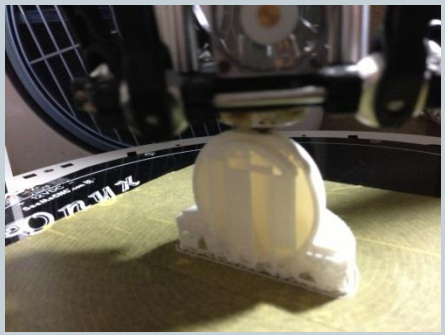


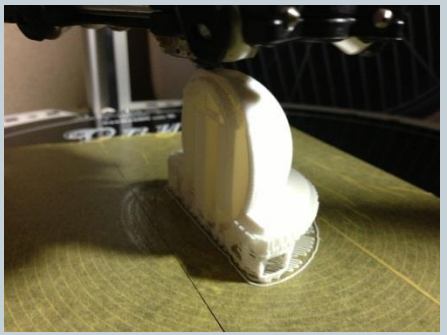


プリント中に倒れた

- 球を半分に割った形状(サポート有、プリント予定時間85分)



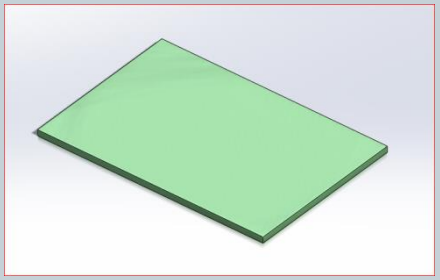




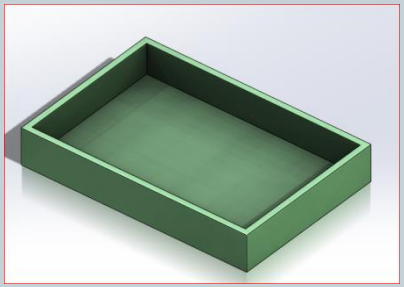
サポート作成時間、材料、除去コストが無駄

サポートの問題(3)

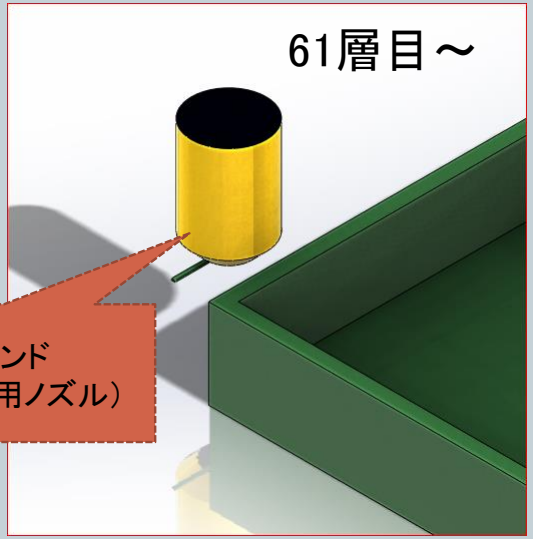
- 下図の様な単純な箱を3Dプリンタで出力すると、フランジ部でプリントできなくなる。
  （ 0.2mmの厚さでスライス）

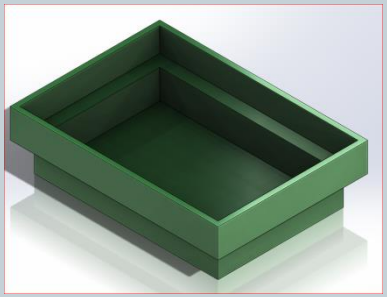


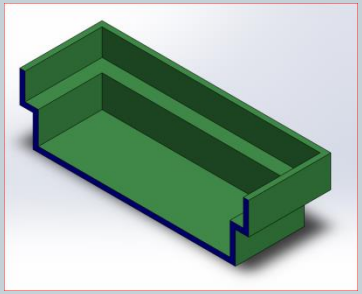
1～10の層
（2mm厚）



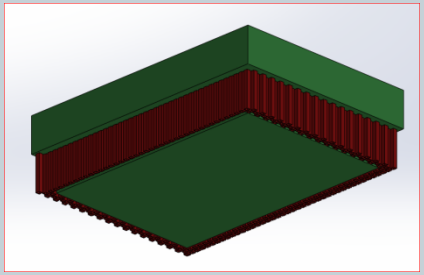
11～60層
（10mm厚）



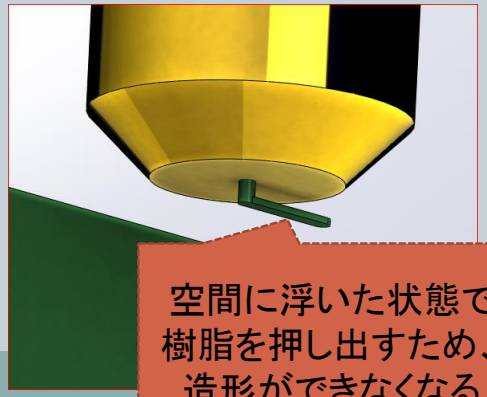




完成形状

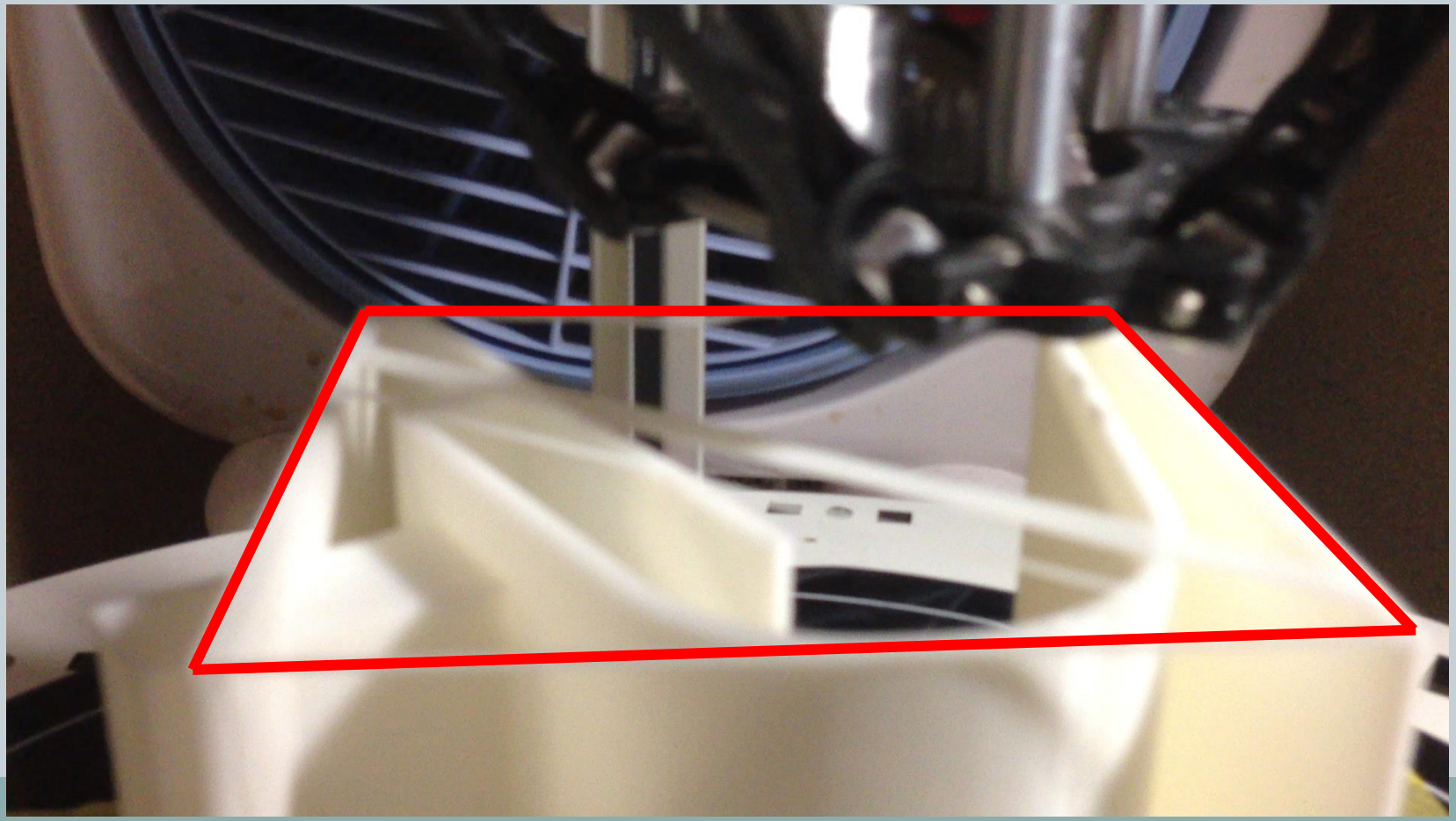


サポート形状



サポートの問題(4)

- 各層を塗りつぶすロジックは、外枠と内枠を太い径で押し出して、2つの線間をパターンで塗りつぶす、サポートが無いとそのまま落ちてしまう



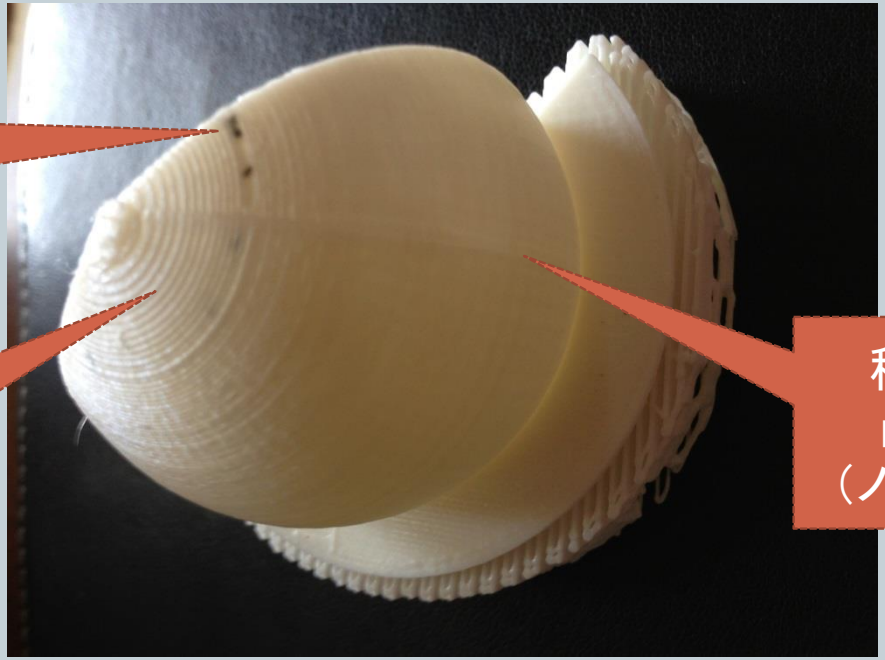
強度

- 積層時に圧力を掛けておらず、一部分しか溶着していない。

強度が安定せず、表面に積層痕が残るため、
構造材や外観部品に使いにくい。

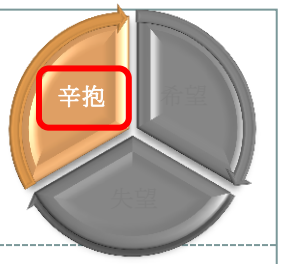
ノズルに付いたゴミ
が表面に付着

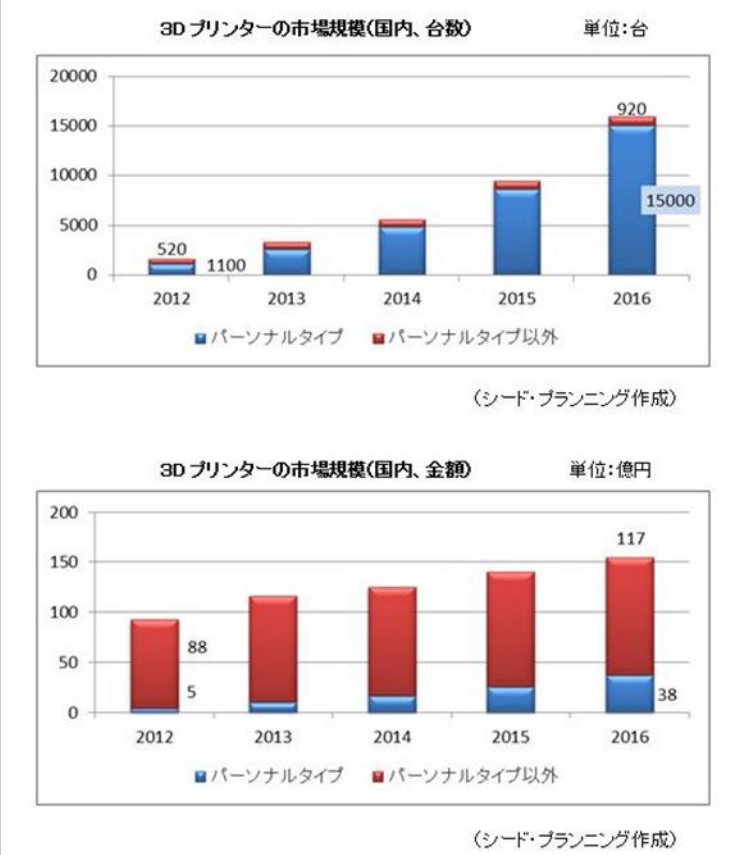
積層痕
（ピッチ0.2mm）



積層開始位置
凸部ができる
（ノズル径0.5mm）

3Dプリンター市場





国内もパーソナルタイプの普及が進み
2016 年には約 16,000 台、155 億円の市場となる

Stratasys

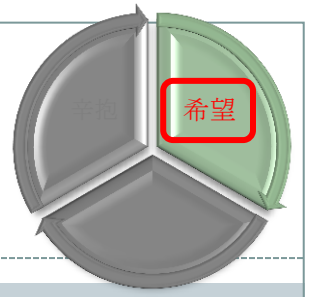
3D Systems

2社でハイエンドからパーソナル市場まで独占

米国メーカーが独占する市場

メンテ・消耗品が売上の7割

新規3Dプリンターの開発



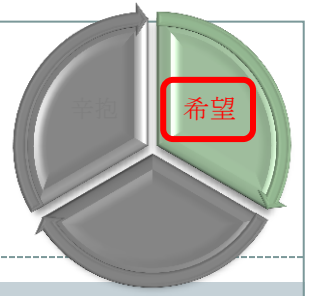
- 材料
- サポート除去
- 加工時間
- 寸法精度
- 強度
- スライス設定

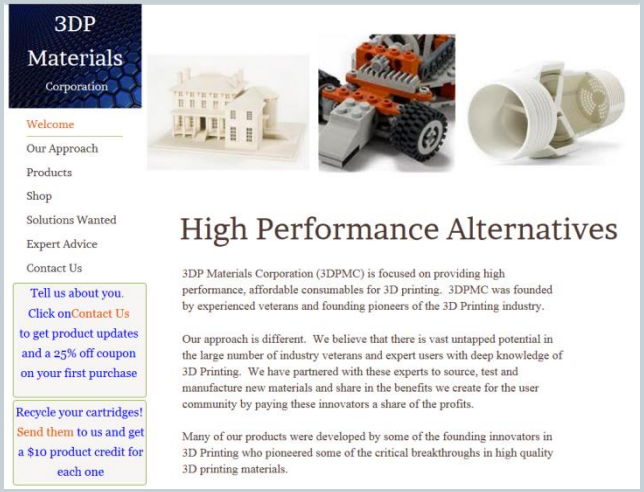
改良・発明

- フィラメント製造機開発
- 新規樹脂複合材料開発
- サポート不要機構開発
- 高速動作のデルタ機構採用
- ±0.3目標
- 安全な後処理工程開発
- フロントエンドとスライサー開発

製品に使用できる部品製作ができる安価な3Dプリンターを開発したい

3Dプリンタ素材のオープン開発コミュニティー





新しい素材をクラウドソーシングで開発

ユーザー
- 新素材の提案、開発

3DPMC
- その材料の安全性などを審査・評価します。

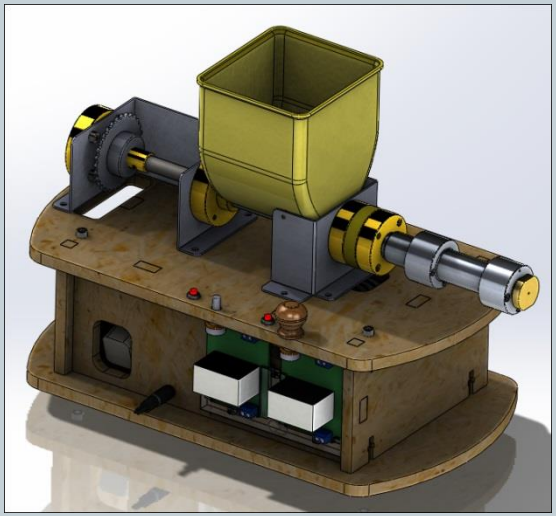
コミュニティ
- 実際に使ってもらい、フィードバック

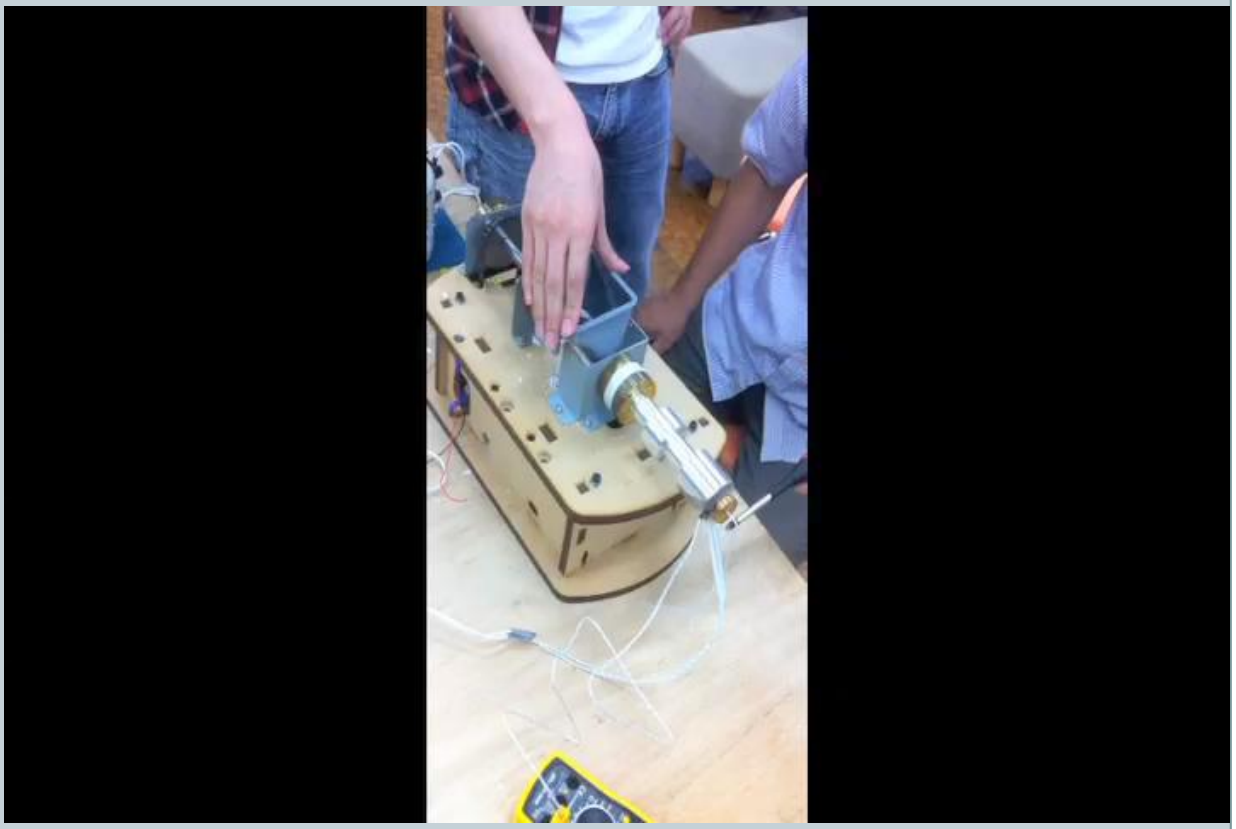
製品化後には、提案・開発者にロイヤリティーを払う

安心・安全・安定した材料の供給ができる

材料を自分で作る

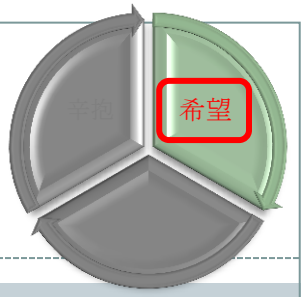
- 新材料、複合材料のフィラメントを作る
- 廃プラスチックからフィラメントを作る

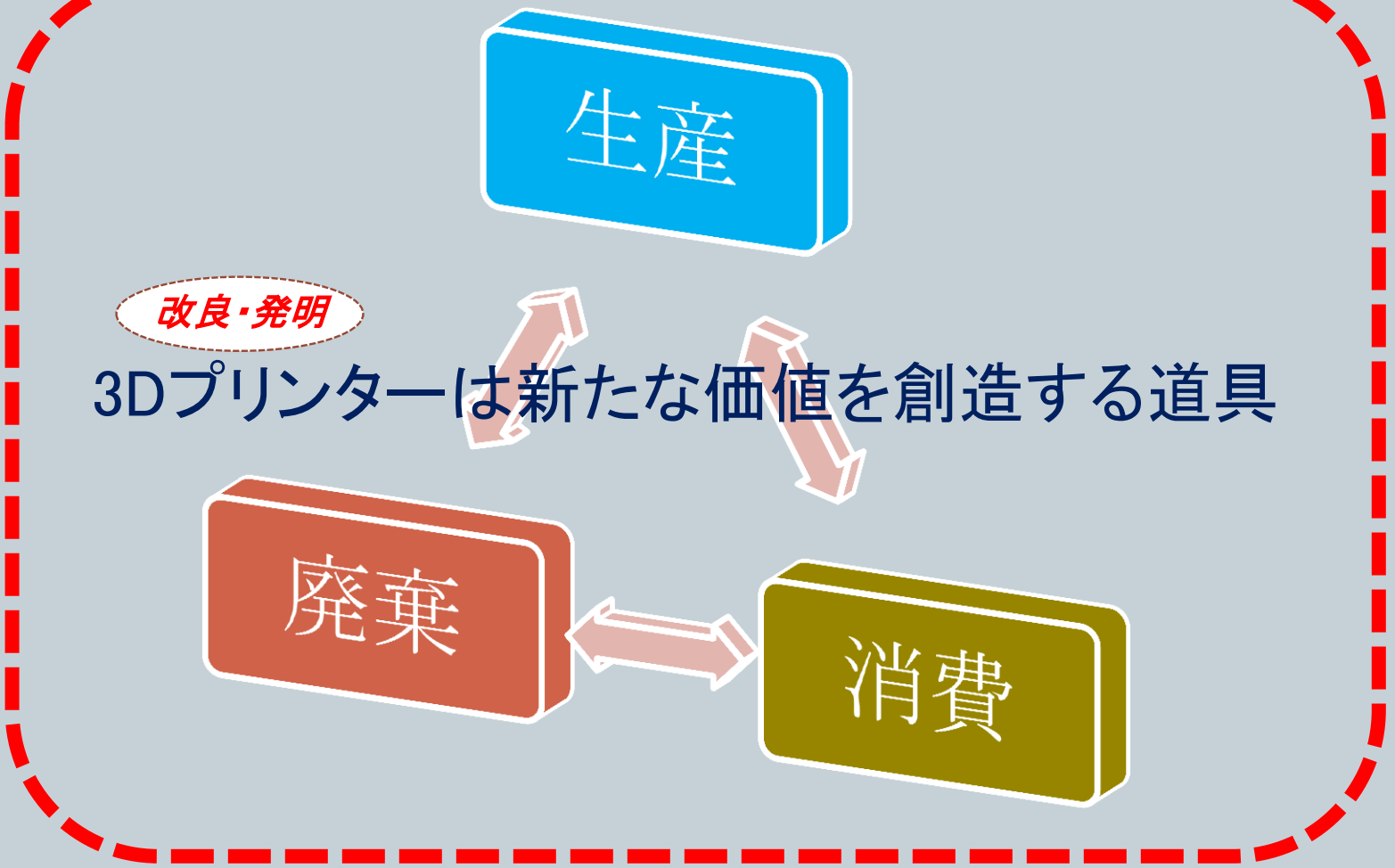




廃プラスチックを捨てずに再利用する

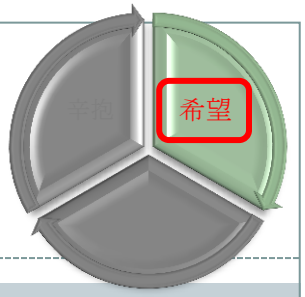
循環型社会



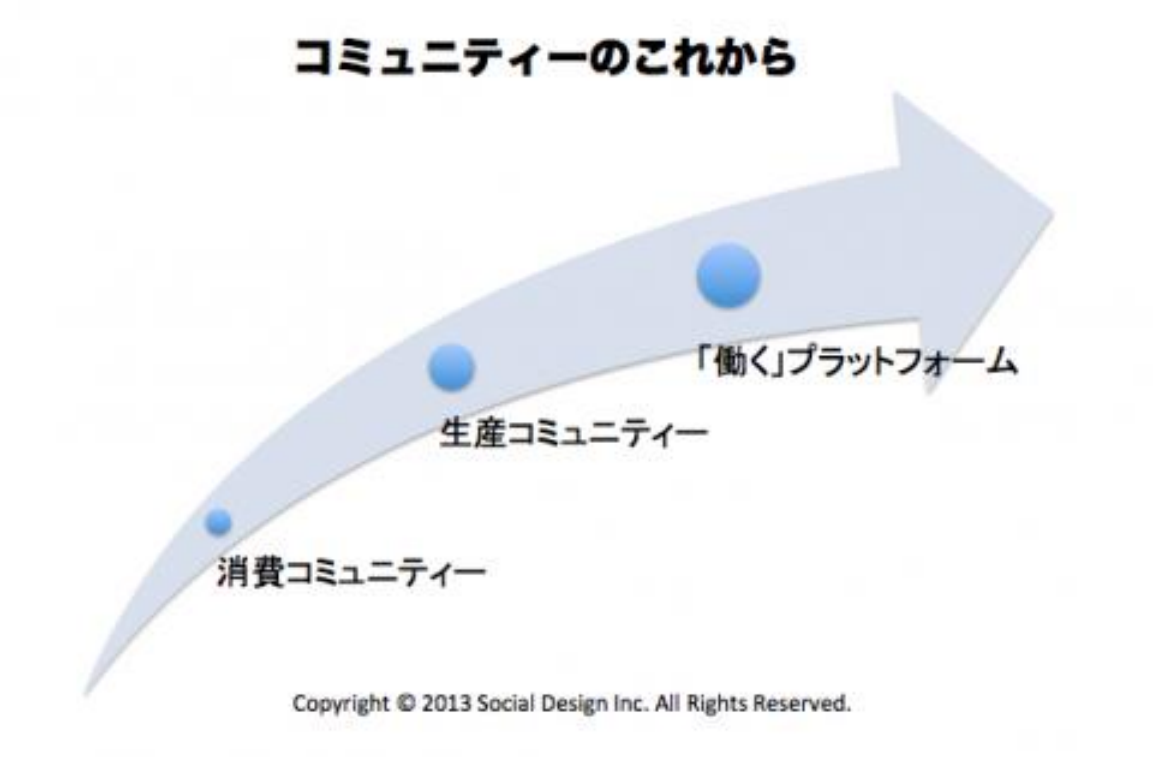


製品における使用材料のオープンデータ化が進む

生産のコミュニティー



消費コミュニティーは、徐々に生産のコミュニティーへとシフトする。



Social Design News
~社会をより良くする近未来インスピレーション情報~
より抜粋

FabLabは生産のコミュニティ、中小企業は？

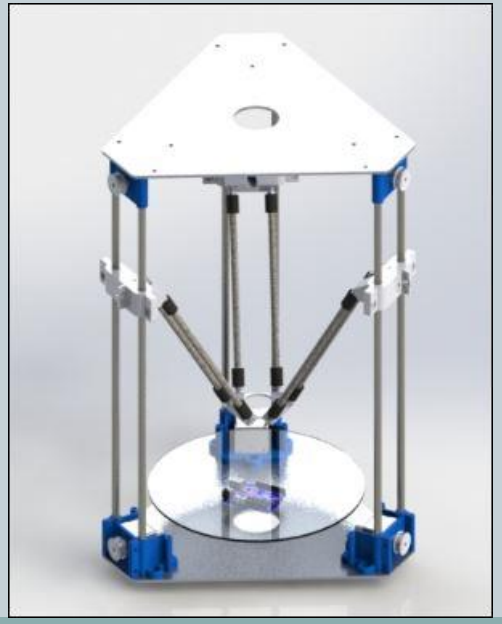
最後に

デルタプリンターは、
(ドイツの都市、Rostock)の名前が付けられています

地域の技術を集め、
Yokohamaプリンターを作りましょう

問題解決し新機能を追加した

御静聴、有難うございました



3Dモデル(参考)