

# Stratasys Origin One デザインガイド

## 概要

Origin OneのProgrammable PhotoPolymerization (P3) プロセスは、サポート材を使用せずに複雑な形状、精巧な形状、大きな断面を造形するとともに、射出成型に匹敵する優れた表面品質を実現できます。

ただし、従来型の製造プロセスと同様、最高の生産性、最適な品質、労力の削減につながるガイドラインがあります。幸いなことに、フィレット処理や、リブ追加、方向設定など、よく知られている従来型の工法は、必要なサクリフィシャルサポート構造の数を減らし、造形スループットを向上させるうえで大いに役立ちます。

このデザインガイドは、読者がStratasys Origin Oneの機能を理解し、アディティブ・マニュファクチャリングに適した部品を選択できるようになることを目的としています。また、Origin Oneが最高のスループットと品質を実現するためのアディティブ部品のデザイン方法についても説明しています。

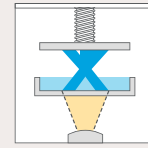


## 一般的な 3D プリンティング技術のタイプ

各種の造形プロセスは、それぞれ異なるアディティブテクノロジーを使用しており、それに応じて、それぞれ固有のデザイン上の考慮事項があります。Origin Oneのプロセスは、液槽光重合法のカテゴリーに含まれます。光造形法 (SLA) やデジタルライトプロセッシング (DLP) 3D プリントの場合に適用されるデザイン原則の多くが、Origin OneのProgrammable PhotoPolymerization (P3) プロセスにも適用されます。

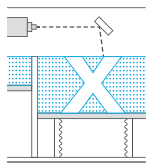


Stratasys Origin OneのP3プロセスは、液槽光重合法の一つであるDLPから進化したものです。



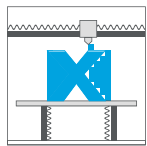
### テクノロジー

### 説明



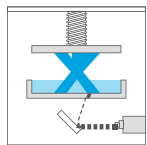
#### 粉末材

いくつかのタイプの 3D プリンティングは、熱可塑性粉末材を利用します。SLSは、レーザーエネルギーを使用して粉末材を固体部品に焼結します。MJFは、3D プリントしたバインダーを使用して、粉末材を一時的に溶融し、その後、完成部品に焼結します。



#### フィラメント

熱溶解積層造形法 (FDM) または熱溶解フィラメント造形法 (FFF) として知られるこの技術は、熱可塑性フィラメントのスプールから開始し、各スライスの形状によって決定されるツールパスに沿って選択的に噴射を行います。



#### レジン (液槽光重合法)

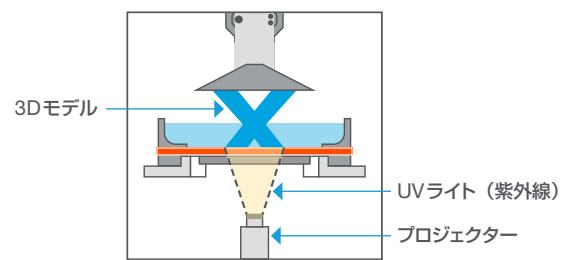
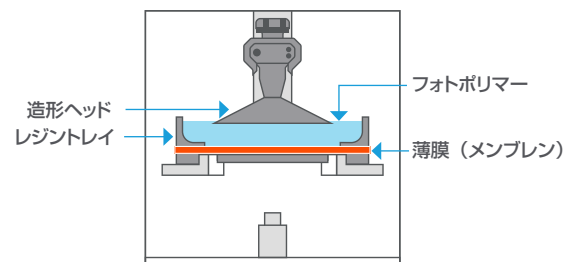
レジン 3D プリンティングの主要カテゴリーとして、SLAとDLPがあります。どちらも、光を使用してフォトポリマーレジンを重ねることにより、液体を固体に変換します。SLAは、レーザーを使用して各スライスを追跡します。DLPは、プロジェクターを使用してスライス全体を同時に露光します。

## 仕組み

Stratasys Origin OneのP3 プロセスは、光や温度、その他各種条件を正確に調整し、可能な限り最高の成果を実現するよう、リアルタイムで自動的に造形を最適化します。

3Dモデルをプリンタに送信すると、フォトポリマーの液槽がUVプロジェクターの光にさらされます。UVプロジェクターは、造形ヘッド領域に光のパターンを表示します。露光された液体ポリマーが硬化すると、造形プレートが移動して、硬化したレイヤーの下にレジンが流れ込みます。そして、液体ポリマーが再び光にさらされます。3Dモデルが完成するまで、このプロセスが繰り返されます。

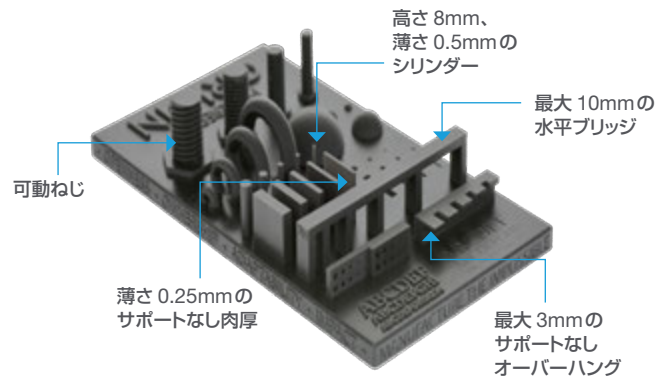
P3は、レジンに、高度に架橋された熱硬化性部品に変換します。部品は、造形プロセス中にほぼ完全に重合されます。後処理では、サポート材をすべて取り外し、部品を溶剤で数分間洗浄した後、別のUV硬化システムを使用して部品を数分間硬化させます。



## Stratasys Origin Oneの形状造形能力

Stratasys Origin Oneのプロセスで、非常に精巧な形状を優れた表面品質で造形することができます。材料や全体の形状によって幅がありますが、造形された形状の例については、右側のモデルをご覧ください。

最小形状サイズやプロセス限界は、全体の形状に大きく依存します。また、形状サイズやプロセス限界、造形設定は、材料にも依存します。



## 他のアディティブテクノロジーに対するStratasys Origin Oneのメリット

### 造形

**最小限のサポート材**：高グリーン強度の材料は、造形プロセス中にほぼ完全に硬化し、他の液槽光重合技術よりも必要なサポート材が少ないため、全体的な労力と材料使用量が削減されます。

**射出成型と同等の表面品質**：二次処理なしで、造形プロセス中に滑らかな表面や精巧なテクスチャを実現します。

**数分で終わる後処理**：高いグリーン強度とP3の組み合わせにより、造形中にピーク機械的特性を持つ等方性部品が生成されます。迅速な洗浄とUV硬化により、最終製品部品が得られます。

### 設計

**比類のない精度**：Stratasys Origin Oneのプロセスでは、造形パラメータを微調整することで、業界トップクラスの精度を実現できます。50 $\mu$ m未満の形状を備えた材料造形が可能になります。

**複雑な形状の処理**：精巧な形状やサポートなしのガスケットを備えたモデル、そして金型のような大きな断面のアプリケーションなど、他のアディティブテクノロジーでは難しい部品を造形できます。

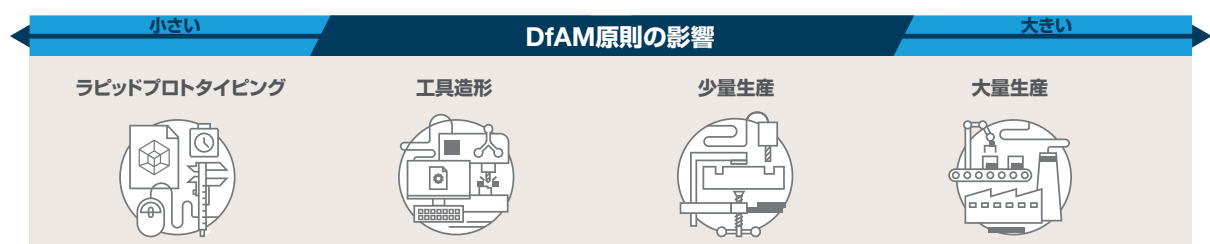
### 材料

**幅広い材料**：弾力性のあるエラストマーや、耐熱性ポリマー、生体適合材料配合、エコシステム材料パートナー（BASF、Henkel、DSMなど）が提供する各種高性能材料を使用して造形を行うことができます。

**サプライチェーンの管理**：材料パートナーと直接連携して、特定用途向けに材料を最適化できます。サプライチェーンの多様化で、供給の中断を回避できます。

## なぜアディティブテクノロジー向けにデザインするのか？

最終製品部品向けにアディティブ・マニュファクチャリングを使用する場合、技術に合わせてデザインすることが、品質、機能性、スループットにとって極めて重要になります。その結果、全体的なコストが削減され、アディティブ・マニュファクチャリングで実現可能なアプリケーションの数が増加します。

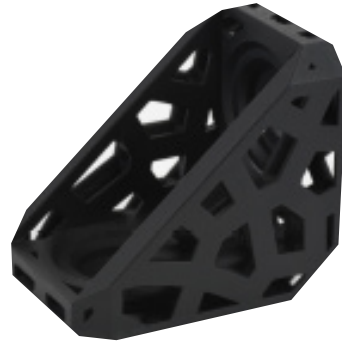


## AMに適した部品を選択する方法

アディティブ・マニュファクチャリング向けの最終製品部品を検討する際は、既存の製品部品を調査して、低コストかつ効率的に部品を造形できる使用例であるかを確認することをおすすめします。

### 一般的な考慮事項：

- カスタマイズとSKUバリエーション：ユーザーや、企業、特定顧客セグメント（自動車用コネクタ、フットウェア、歯科用製品など）向けに、カスタム部品やカスタム製品を造形できます。
- 軽量化：格子構造やトポロジー最適化により、製品の寿命を延ばし、材料使用量や燃料、メンテナンスコストを削減できます。GEの燃料ノズルが良い例です。
- 厳格な公差と精巧な形状：一般的な射出成型部品やCNC部品では実現できない公差により、フィット感や機能性を高めることができます。小型の高精度ポリマー部品は通常、サブトラクティブテクノロジーよりもアディティブテクノロジーが適しています。
- 少量生産：部品の直接造形または耐熱金型の造形により、射出成型に伴う高い固定費を永続的または一時的に回避できます。
- 市場投入時間：製品を迅速に市場に投入し、フィードバックを素早く取り入れてイノベーションを加速できます。



### 造形前のチェックリスト

アディティブ・マニュファクチャリングを活用できる部品またはデザインであるかを確認する際は、最初に以下の質問を考慮することをおすすめします。

### 考慮すべき質問：

- そのアプリケーションに適した材料はありますか？
- 造形容量内に収まりますか？
- 200 $\mu$ m (0.2mm) 未満の形状/壁はありますか？
- オーバーハングはありますか？
- 重要な表面にサポート構造が必要ですか？
- レジンが逃げられない領域はありますか？





## 材料を選択する

造形に適した部品を特定したら、つぎのステップは、部品に適した材料の選択です。Stratasys Origin Oneの材料ポートフォリオと、各材料の物理的特性を確認して、アプリケーションに最適なものを選択してください。

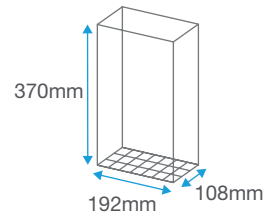
各材料は、それぞれ特定のプリンタ設定を要求します。一般に、硬質材料は軟質材料よりも薄い壁を扱うことができ、必要なサポート材も少なくなります。

Stratasys Origin Oneは、柔軟な構成が可能であり、さまざまな設定項目を変更できます。たとえば、長くて薄い部品を軟質材料で造形する場合、状況によっては、露光間隔を長くする必要があります。ユーザーは、そのような要件に応じて、プリンタの設定を簡単に変更できます。

材料カテゴリー	説明	特性	造形に関する固有の考慮事項
<b>硬質材料</b>	硬質材料は通常、グリーン強度が最も高いため、造形プロセス中に機械的強度が高まり、高速造形も可能になります。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 剛性</li> <li>● 強度</li> <li>● 靱性</li> <li>● 耐熱性</li> </ul>	硬質材料は、最小限のサポート材で、最小の形状サイズ、最大のオーバーハング、最大限のディテールを実現します。
<b>高靱性材料</b>	高靱性材料は、硬質材料とエラストマーの中間に位置します。適度な弾性率と優れた伸度により、高靱性材料は優れた衝撃強度を備えています。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 強度</li> <li>● 靱性</li> <li>● 適度な柔軟性</li> <li>● 適度な伸度</li> </ul>	高靱性材料の場合、オーバーハングに対して適度なサポート材が必要になりますが、精巧なディテールを実現できます。
<b>エラストマー</b>	エラストマーは、伸縮性と柔軟性に優れています。エラストマー材料は柔軟性が高いため、大量のサポート材が必要となり、造形速度も遅くなります。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 優れた伸度</li> <li>● 優れた柔軟性</li> <li>● 優れた弾力性</li> </ul>	エラストマーの場合、形状精度と部品品質を確保するため、オーバーハングや背の高い部品に対して最大限のサポート材が必要になります。

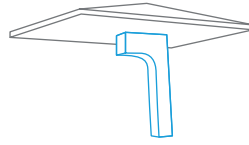
## 造形容量

1つの部品として造形するには、部品が造形サイズ内に収まっている必要があります。Stratasys Origin Oneの造形容量は、192 x 108 x 370mmです。Stratasys Origin One上で造形するには、選択した部品方向のバウンディングボックスがこの造形容量内に収まっている必要があります。

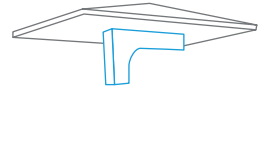


## 方向と造形時間

Stratasys Origin Oneを使用した場合の造形時間は、おもに材料とZ方向の部品高さによって決まります。他のアディティブテクノロジーと比べて、形状は、造形時間にそれほど大きな影響を与えません。



この方向の場合、部品はZ次元の背が高いため、造形に時間がかかります。

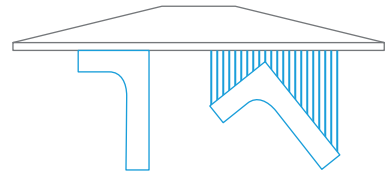


この方向の場合、部品はZ次元の背が低くなるため、造形速度が約2倍速くなります。

## 部品の方向

部品の方向は、いくつかの点で完成部品に直接影響します。そのため、部品をデザインし造形を準備する際に、方向について考慮することをおすすめします。

- 安定した方向になるように部品の方向を調整します。
- 部品を造形ヘッドにできる限り密着するようにします。造形ヘッドに密着できる平らな表面はありませんか？ ない場合は、造形ヘッドに接する適切な表面領域はありませんか？
- サポート構造の使用が許可されない表面はありませんか？
- 必要なサポート材を削減できる方向はありませんか（材料の無駄と労力を削減できます）？



左側の部品は造形ヘッドに対して密着するように方向が設定されており、重心が安定しているため、この方向の場合、サポート構造は必要ありません。右側の部品の方向の場合、サポート構造が必要です。

## 方向と表面品質

Stratasys Origin Oneは、高精度で精巧な形状や美しい表面仕上げを備えた部品を造形できます。表面の方向は表面仕上げに影響を与える可能性があります。違いはわずかですが、使用例によっては問題になる場合があります。

最適な表面は、造形ヘッドに対して平行に造形する平らな表面です。この場合、デザインが自由になる余地はあまり残されていません。2番目に優れた表面品質は、造形ヘッドに対して角度を付けた湾曲部品や平らな部品です（垂直な平らな表面ではありません）。ほとんどの部品のほとんどの表面がこのカテゴリーに分類されます。

最も適していない表面の方向は、造形ヘッドに対して垂直な平らな表面です。Z方向に視認可能な細かいレイヤーラインが残ります。



## 表面仕上げに合わせたデザイン

表面を最大限に滑らかにする必要がある場合、滑らかな表面を得る最良の方法は、造形ヘッドに対して表面を水平（平行）に保つことです。もう1つの選択肢は、積層ピッチを小さくすることです。レイヤーが薄いほど表面仕上げの品質が良くなります。ただし、造形時間は長くなります。角度を付けて部品を造形すると、視認可能な細かいレイヤーラインが残ります。また、造形ヘッドに向かう方向の表面は、造形ヘッドから離れる方向の表面よりも滑らかになります。

## サポート構造に関する考慮事項

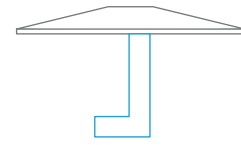
ボトムアップフォトポリマーシステムの性質上、オーバーハング、アイランド、アンダーカットなど、一部の形状ではサポート構造を使用する必要があります。

サポート構造は、オーバーハングなどの形状や、部品形状自体でサポートされていない形状を安定させるための取り外し可能な使い捨ての構造です。エンジニアやデザイナーは、造形プレートに密着できる平らな面を作成するか、自立型の形状を作成することで、必要なサポート材の量を減らすことができます。

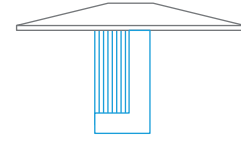
造形する部品のすべての形状を造形ヘッドに接するようにし、造形プロセス中に各部分が壊れたり変形したりしないようにするため、部品形状によっては、どのレジンプリンタでもサポート構造が必要になります。

### 主要な問い

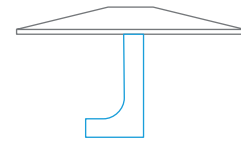
- その部品にサポート構造は必要ですか？
- どのようにサポートしますか？
- 重要な表面にサポート構造が必要ですか？
- サポート構造の高さはどれくらいになりますか？ 背の高いサポート構造は厚くする必要があります。
- 材料は何ですか？ グリーン強度が低い材料の場合、多くのサポート材が必要になります。



形状は造形中に  
変形します



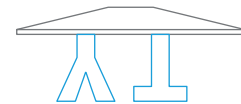
サポート構造を付ける  
ことで、形状を正しく  
造形できます。ただし、  
サポート構造は小さな  
跡を残します。



形状は  
自立できます

### オーバーハングとは？

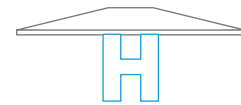
オーバーハングとは、片側だけ部品自体によって支えられている部品内形状です。水平オーバーハングは造形ヘッドに対して垂直であり、Tの水平部分のように、それを保持する部品内形状が存在しません。傾斜オーバーハングも同様ですが、Yのアームのように、部分的に自立しています。



傾斜/水平  
オーバーハング

### ブリッジとは？

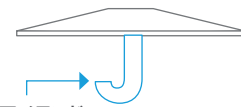
ブリッジとは、その両端が支えられているが、中央は支えられていない形状です。ブリッジは、水平オーバーハングよりも長くできますが、スパンが大きすぎると垂れ下がるおそれがあります。



ブリッジ

### アイランドとは？

アイランドとは、まったく支えられていない形状です。造形プロセスがアイランドの最初のレイヤーに到達したとき、新しく登場したアイランド領域は、分離している間、それを支えるものが存在しないため、ガラスに付着して造形が失敗します。



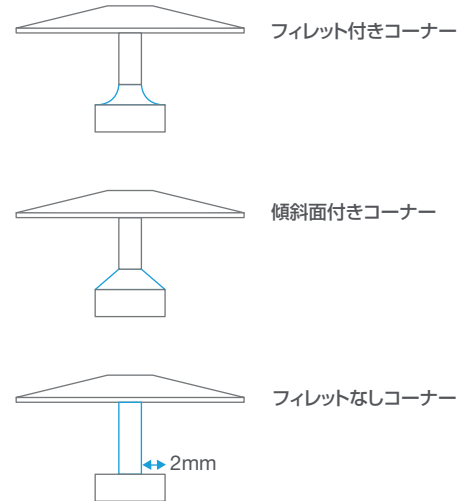
アイランド

### その部品にサポート構造は必要ですか？

- 選択した方向の場合に、大きなオーバーハングやアイランドが存在していませんか？
  - » 存在する場合、その形状を支える必要があります。
- 造形ヘッドに密着できる平らな表面はありませんか？
  - » 存在しない場合、部品全体を支える必要があります。

### サポート構造はどのようなものになりますか？

- 水平オーバーハング形状が約 3mm より長い場合は、おそらくその水平オーバーハング形状を支える必要があります。
- 傾斜オーバーハングの場合、角度と長さによっては、支える必要があります。
  - » 角度が浅いと、サポート構造が必要になる可能性が高くなります。
    - 約 30 度よりも急な角度の形状の場合、通常は自立できます。
  - » オーバーハングが長くなると、サポート構造が必要になる可能性が高くなります。
- アイランド形状は、必ず支える必要があります。
- スパンが約 10mm を超えるブリッジの場合、支える必要があります。
- 上記のガイドラインはすべて材料に依存します。



### サポート材を減らしたり、不要にしたりするには、どのようにデザインを修正すればよいですか？

- フィレットや傾斜面、リブを追加して、形状を自立させます。
- 水平表面/水平形状の長さを最小化するか、角度の付いたデザインにします。
- 不要な形状を削除します。

## 精巧な形状

### 造形に関する考慮事項

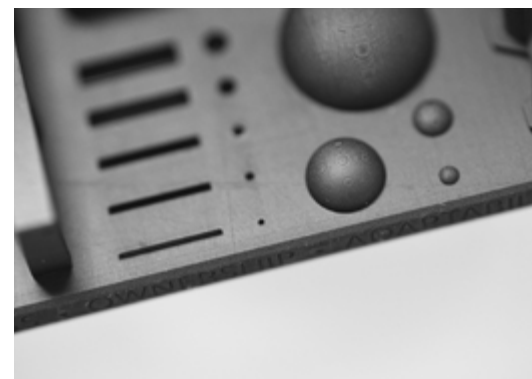
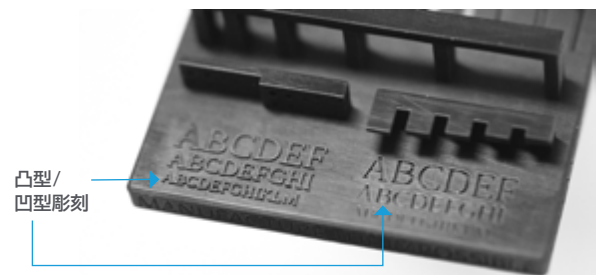
すでに説明したように、小さな形状が含まれる部品を造形する能力は、部品の材料、方向、全体的形状に大きく依存します。当社が試みた部品上の構造を示すこの写真も参照してください。なお、Stratasys Origin OneのXY解像度は50 $\mu$ mであり、Z解像度はユーザーが構成できます。

### 最小貫通穴サイズ：0.2mm

ほとんどのアディティブテクノロジーは、小さな穴を造形するのが困難です。液槽光重合プロセスの場合、過硬化が発生して、穴が部分的に埋まってしまう可能性があるため、とくに考慮が必要です。造形ヘッドに対して垂直に穴を造形した場合に、最も正確な最小の穴を得ることができます。

### 形状サイズ

形状サイズは、材料のタイプやアスペクト比に大きく依存します。通常、凹型の形状サイズは0.4mmまで問題ありません。凸型の形状サイズは最大0.2mmです。





## サポートなし肉厚

サポートなし肉厚は、壁の高さや、アスペクト比、造形方向、材料のタイプに依存します。

**最小：0.25mm**

**推奨：0.5mm**

## 水平オーバーハング

水平オーバーハングは通常、ほとんどの硬質材料で、長さが3mmを超え、約30度よりも浅い角度の場合にサポート構造が必要になります。これは材料に大きく依存します。たとえば、エラストマーを使用して造形を行う場合、限界の長さは短くなり、限界の角度は大きくなります。

## オーバーハング

- 材料と露光時間に依存します。
- 通常は1～2mmが安全とされ、2～3mmが許容範囲です。
- 傾斜オーバーハングはもう少し長くできます。

## 密閉型立体

密閉型立体は、造形プロセス中にレジンが逃げることができず、未硬化レジンが完成部品内に閉じ込められるため、有用な部品にはなりません。密閉型立体を含む部品の場合は、必ずレジン排出穴を確保するようにしてください。

## 傾斜オーバーハング

オーバーハングが20度を超えるように部品をデザインすることをおすすめします。それよりも浅い形状の場合、サポート構造を使用する必要があります。20度よりも小さい角度で造形すると、レイヤーが付着せず、剥離効果が発生します。

## 傾斜オーバーハングに影響する要素：

- |          |      |
|----------|------|
| • 厚さ     | • 角度 |
| • アスペクト比 | • 材料 |

## 分離力と造形ヘッド密着性

多くのアディティブテクノロジーに共通する問題として、分離力があります。分離力は、造形プレートが移動し、露光対象の造形領域に新しいレジンが流れ込むときに、レイヤー間で発生します。

部品が造形プレートに適切に付着していないと、造形中に部品が損傷したり脱落したりする可能性があります。そのため、造形中に部品を支えられる分の材料を造形ヘッドに密着させる必要があります。

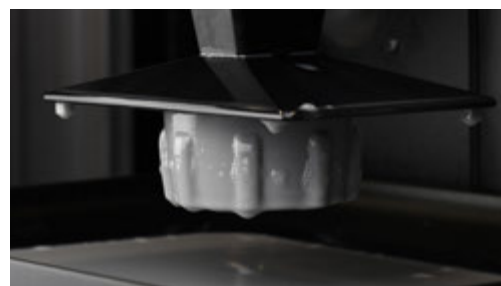
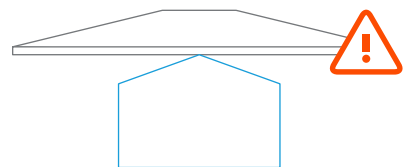
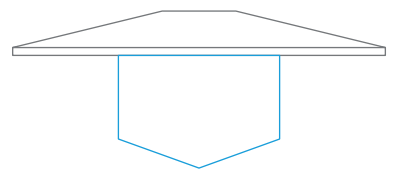
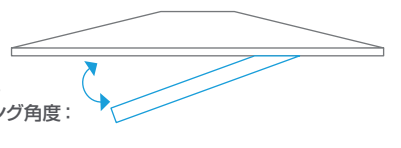
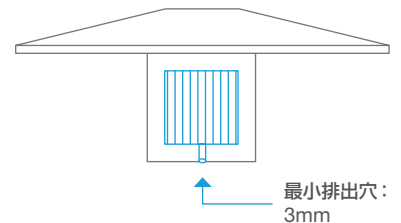
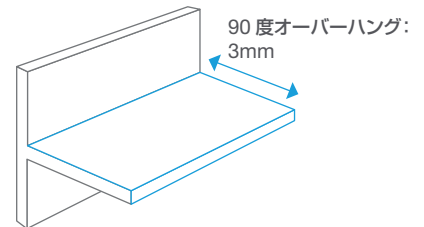
Stratasys Origin Oneは、独自の分離メカニズムを採用しており、ガasketライク形状や金型などの大きな断面領域を簡単に造形できる同様の技術と比較して、分離力を大幅に低減しています。

## 洗浄と後硬化

部品をデザインする際は、洗浄プロセスを考慮することが重要です。

エラストマーのような粘性の高いレジンや、硬質材料のような粘度の低いレジンと比べて、洗浄が困難です。

非常に密度の高い格子構造も洗浄が困難です。格子の内部からレジンを除去するのは難しい（時間がかかる）場合があります。





## まとめ

- Stratasys Origin Oneは、アディティブ・マニュファクチャリングのデザイン能力を活用して、CNC加工や射出成型に匹敵する形状や表面品質を備えた最終製品部品を造形することができます。
- アディティブ・マニュファクチャリング向けにデザインすることで、造形プロセスに対するアディティブテクノロジーの導入を加速できます。成功するための秘訣は、1歩戻って、システムレベルから部品を再検討し、軽量化や性能、スループットといった目的に合わせて部品を最適化することです。これにより、費用対効果に優れた魅力的なビジネスケースを推進できます。

### 株式会社 ストラタシス・ジャパン 東京本社 / ショールーム

〒104-0033  
東京都中央区新川 1-16-3  
住友不動産茅場町ビル 3F  
TEL. 03-5542-0042  
FAX. 03-5566-6360

[www.stratasys.co.jp](http://www.stratasys.co.jp)

ISO 9001:2015 認証取得済

### 大阪支店 / ショールーム

〒540-6319  
大阪府大阪市中央区城見 1-3-7  
松下IMPビル 19F  
TEL. 06-6943-7090  
FAX. 06-6943-7091



お問い合わせ

<https://www.stratasys.co.jp/contact-us>

