

# 製品開発プロセスへの3Dプリンターの活用 ～デザイン、設計から量産工程立上げまでの トータルコスト低減と開発期間短縮～

松葉 健志 松原 忍 伊藤 真弥  
笹島 正夫 藤原 雄彦

3Dプリンターとは、3D CAD (Three-Dimensional Computer Aided Design) にてモデリングした仮想的なイメージデータを実物として立体的に出力 (造形) するものである。近年、その低価格化と高機能化が急速に進んだことにより、ものづくりを大きく変革するツールとして頻りにマスメディアで取り上げられ、一般コンシューマーから各種産業まで多様な活用が期待されている。OKIでは2008年から通信機器開発において3Dプリンターを社内導入し、筐体 (きょうたい) デザイン・設計から量産製造に至る一連の開発及び製造プロセスにて様々な用途に活用してきた。さらに2014年には、造形精度の高い最新の3Dプリンター (写真1) を導入し、これまで造形が困難であった小型部品の微細形状や大型部品も造形できるようになった。本稿ではこれまでの3Dプリンターの活用の事例及び、今後の展望について紹介する。

可塑性樹脂の線材をノズル先端部の熱で溶解しながら形状に合わせ積層していくFDM方式 (Fused Deposition Molding 熱溶解積層方式) である。

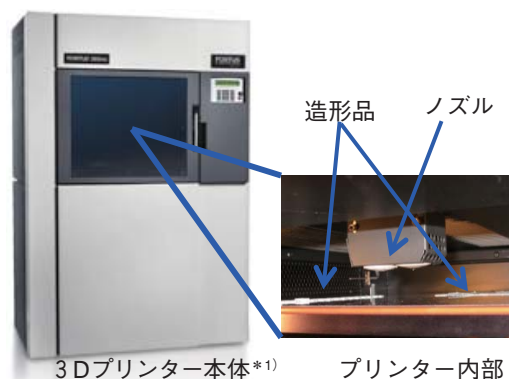


写真1 3Dプリンター紹介

## 3Dプリンター導入の背景

3Dプリンターの最大の特徴は、「設計した筐体データを短時間で実物として造形できる」ことである。3Dプリンターを社内導入した2008年以前は、筐体の金型製造前の試作として3D CADにて設計した筐体データを基に光造形 (液状の紫外線硬化樹脂に紫外線を照射して硬化させ、積層する造形方法) を社外に発注していた。設計した筐体データは光造形品にて形状確認及び設計評価を行っていたが、社外へ発注のため、外部費用の発生と入手までの期間が約1週間必要であった。また、当時の光造形品は、湿度に弱く数週間で変形してしまうこともあり、評価用途は限定されていた。このため、試作の内製化による開発費の削減と手配期間の短縮を図り設計評価にも使用することを目的とし、3Dプリンターを社内導入した。

## 選定した3Dプリンター方式

3Dプリンターによる造形方式は用途に応じて数種類ある。OKIが選定導入した3Dプリンターの方式は、熱

この方式を選定した大きな理由は、実製品の筐体材料として主に使用しているABS樹脂 (Acrylonitrile Butadiene, Styrene) やPC樹脂 (Polycarbonate) など耐久性や耐熱性に優れた材料にて造形でき、金型製造前に実製品と同等の材料による筐体の設計評価ができるためである。FDM方式は積層ピッチによっては、造形できる穴や突起物の形状等の微細形状に制約があり、曲面は積層による段差が発生する。2008年に社内導入した3Dプリンターの積層ピッチが0.254mmに対し2014年に、より精度の細かな積層ピッチ0.127mmまで造形可能な3Dプリンターを導入したことで、従来困難であった精密部品の微細形状の設計評価が可能となった。また、FDM方式以外にもインクジェット造形方式と呼ばれる液状の光硬化性樹脂を射出し紫外線照射して硬化させ造形する方式 (最小積層ピッチ0.016mm) や粉末焼結方式と呼ばれる金属や石膏を薄く層状に敷き詰めレーザー光線で焼き固めて造形する方式 (最小積層ピッチ0.02mm) 等があるが、実製品との素材の相違や強度不足などの理由により通信端末の設計評価用としてFDM方式を選定した。

\*1) FORTUS360mc-S は Stratasys 社の登録商標です。

## 3Dプリンターを活用した製品開発の取組み

### (1) デザイン決定期間の短縮

製品デザインを検討する際、デザインスケッチや3Dデータだけでは製品全体の大きさや感触、操作性（ボタン形状や充電台収納性等）などの官能性は伝わりにくい。これらを検討、確認するには実物でのイメージの共有が効果的である。3Dプリンターであれば、デザインスケッチを元に複数のモックアップを安価に短期間で造形が可能のため、客先や社内関連部門との整合や提案に活用している。ある製品では外形デザインが把握できるモデルを3日で作成し競合他社より先行して提案を行った結果、弊社提案が採用されるなどの成果もあげている。このようにデザイン検討へ活用した結果、デザイン決定までの期間は約1週間程度短縮され、また金型作製後に外形デザインを変更するような大掛かりな修正もなくなった。

### (2) 設計評価への活用による試作費用の大幅削減と設計評価期間の大幅な短縮

3Dプリンターを導入後は、小型部品であれば数時間、通信製品としては大型部品（A4サイズ程度）でも3日程度で造形が可能となった。これにより従来、設計評価に用いていた光造形は不要となった。この結果、試作費用の大幅な削減と設計評価期間の大幅な短縮を実現した。



・機種：コードレス電話機  
・検証項目：本体デザイン、操作性  
充電台収納性確認  
温度上昇試験、静電試験

写真2 コードレス電話機  
筐体の試作検証例

主な活用事例をコードレス電話機（写真2）やルーター製品の開発を中心に紹介する。

- ・試作費用：上下ケース合計 約90%低減
- ・試作期間：上下ケース合計 約80%短縮  
光造形：約1週間⇒3Dプリンター：約1日  
（費用、期間いずれもコードレス電話機実績）
- ・3Dデータの確認：作成した筐体データの不備、製品内部構造、部品構成、各部品の形状及び嵌合（かんごう）性の確認や筐体の部分試作による設計評価を実施している。ケーブルのような形状が安定しない部品の操作性や組立て性の確認などは、実機によるレビューを行わないと筐体データだけでは判断しにくい。このため、数種類のケーブル固定形状を部分造形し検証を行った（写真3）。



・機種：ルーター製品（後部の部分試作）  
・検証項目：ケーブル固定部の形状検証

写真3 ルーター製品のケーブル固定部形状の検証例

また可動部は、拡大した部分モデルを造形して検証することで実物大では発見しにくい動きの確認も可能である。

- ・評価：湿度による変形がないため、評価に時間を要することが多い製品温度上昇、静電気対策、音響評価なども開発の早い段階から実施している。2014年に社内導入した3Dプリンターは直径0.7mmのスピーカー音用の微細穴の造形も可能なため、穴の数、配置や数量など複数案を造形し、デザイン性も加味した音響に最適な形状の検討が可能となった。更には、アンテナ特性評価専用筐体の一部をカスタマイズしたモデルやカットモデルの作成なども行っている。
- ・組立性レビュー：回路基板自体もインターフェースコネクタなど主要部品を実装した状態で造形し、基板設計を開始する前から操作性や組立性を確認している。

このように筐体データの確認や設計評価に用いることで設計品質の向上、量産組立性の早期検証による後工程での手戻りの減少や、試作の内製化を行ったことにより約2週間程度の期間短縮を実現した。また、試作評価用に筐体がすぐ必要な場合は3Dプリンター造形、十数台程度の筐体が必要な場合には、簡易成形（シリコンゴムによる簡易型を作成し硬質ウレタン樹脂にて成形）にて対応という具合に、使い分けを行い設計検証・評価の効率化も図っている。

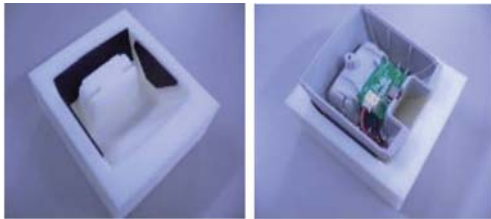
### (3) 金型立上げに活用し金型改修回数の低減による金型改修費の削減

金型ベンダーとの金型構造の打ち合わせは、これまで設計がある程度完了してから実施しておりしかも筐体データを用いてCAD画面上で行っていたため、時間を要していた。3Dプリンター造形品を用いて設計の早い段階から金型構造上の要求事項をあらかじめ整合し

設計に織り込んだ結果、金型の改修回数は、以前に比べ少なくとも1~2回程度の削減効果をあげており、金型改修費用の削減と2週間程度の期間短縮を実現している。また金型変更が生じた場合も、型を改修する前に3Dプリンターにて改修部分の造形を行い、その効果を確認した上で、金型改修を実施している。

#### (4) 量産立上げ時の製造支援

これまでは3Dプリンターによる造形は、製品の筐体データを用いての活用が主であったが、製品設計以外に、量産立上げ時の製造支援への活用も行っている。例えば、外形が曲面形状の充電台の内部の組立やネジ締め時に筐体を安定して保持するための作業台の試作として、充電台筐体データを反転させて造形を行った(写真4)。



- ・機種：コードレス電話機 充電台
- ・検証項目：充電台組立治具検討  
(ネジ締め時のガタ防止治具試作)

写真4 組み立て作業用治具形状の検証例

作業台などの製造治具は少数手配のため、切削や接着によるカスタム品となるが、切削加工では加工工具の

制約で実現できない複雑な形状や、仮に金型で製造しても極端に肉厚となり実現できない形状も造形が可能である。切削加工による治具類は高価で時間もかかり、色々な形状を試作することは難しかったが、3Dプリンターによる試作にて数種類の形状を造形し作業性を検証した上で、量産用の製造治具を手配することで、量産立上げを低コストにて効率よく短期間で行った。

また、評価や検査を行う際の器具を固定する受け台や検査治具など、評価や検査を効率よく実施するための専用治具への活用も可能である。他にも新たに導入した3Dプリンターの造形精度が向上したことを活用し社外ベンダーへ製造支援を行った例として成形品のシルク印刷治具がある。従来、金型による成形品完成後に成形品に合わせシルク印刷治具を成形ベンダーにて作製しており3週間程度必要としていた。従って金型完成後の1回目の成形時にはシルク印刷はできなかった。これを金型製造中に、3Dプリンターによる造形品を成形ベンダーへ提供し、金型完成までにシルク印刷治具を完成させた。この結果1回目の成形品にてシルク印刷まで実施し顧客の評価機への適用や、シルク評価の前倒しを図った。このように、量産工程の立上げの製造支援としても社内外で効果を発揮している。

#### (5) 3Dプリンター導入による効果のまとめ

各開発・製造プロセスにおける主な効果を整理すると以下ようになる(図1)。これまで紹介してきたように、筐体設計、開発において、デザイン検討、設計、試作、検証評価、金型立上げ、量産立上げなど一連の

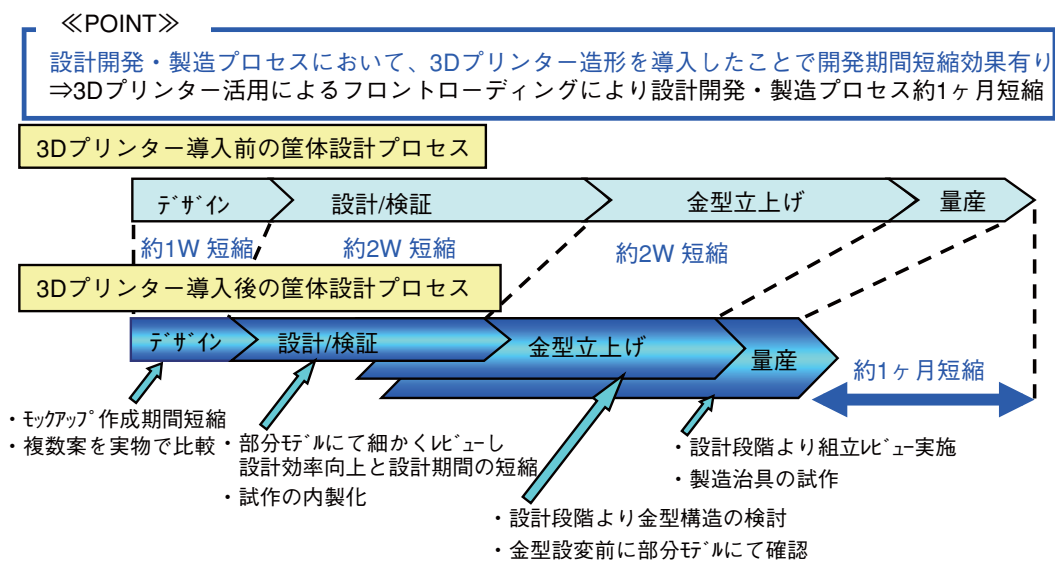


図1 開発期間短縮効果イメージ

開発・製造プロセスにおいて、3Dプリンターは必要不可欠なツールとなっている。実際に3Dプリンター導入後は開発・製造の各プロセスにおいて、工程前倒して検討・検証を行ういわゆる『フロントローディング』によりデザイン検討や設計、評価期間が短縮され、金型や量産立上げなどは開発の早い段階から検討を行うことにより開発全体としては約1ヶ月程度の開発期間短縮を実現している<sup>1)</sup>。

## 今後の展望

### (1) 金型レスによる製品への適用

これまでの3Dプリンターの活用範囲は、製品開発段階にとどまっている。これは大量生産、寸法精度が必要な工業用製品の量産には金型が必要なためである。今後は、金型レスによる設備投資なしで多品種少量生産に向けた活用が求められると考えるが、現時点ではOKI通信機器製品の筐体に活用するには造形後のモデル強度と外観の仕上がりに課題が残り、これを満足する3Dプリンターは存在しない。現在所有する3Dプリンターは、ABS材を積層して造形するため、リブなどの微細部分は積層した層間の引きはがし方向に対して強度が成形品より劣り、曲面には積層による段差ができる。インクジェット方式や粉末焼結方式は、外観仕上がりはきれいだが、強度は弱い。このように3Dプリンターの各造形方法には一長一短があるが、顧客評価用、展示会／プレゼン用など限定的に取り扱われる筐体などには既に現在所有する3Dプリンターにて適用を開始している。

### (2) 金型では実現不可能な製品形状への活用

3Dプリンターを社内導入して約6年が経過した。導入当初は光造形の置き換えによる筐体試作の内製化により開発費の削減と開発期間短縮を目的としていた。しかし活用をはじめると導入当初は想定していなかった3Dプリンターならではの使い方が広がってきた。今後、量産品への3Dプリンターの適用が可能となれば金型では実現困難な筐体外壁を二重構造で一体造形することで、断熱対策や結露対策を実現することが考えられる。このように、これまでの概念にとらわれず3Dプリンターならではの様々な使い方を引き続き検討していく。

ターの活用事例を紹介した。「アイデアを短時間で実物にて確認できる」という3Dプリンターの特徴の効果は非常に大きく、例えばその日に設計した形状を帰宅時に3Dプリンター造形開始すると、小型部品であれば、翌朝には完成し確認できるため、開発担当者は数多くの造形を行っている。この結果、自分の担当以外の製品の部品を目にする機会も増え、お互いに様々な意見交換や指摘を行える環境にもなってきた。今後も更なる活用により、筐体設計開発の上流工程から量産立上げに至る様々なプロセスで開発全体の品質向上、開発費の削減、開発期間短縮を図っていく。

## 参考文献

1) 経済産業省 新ものづくり研究会報告書 3Dプリンターが生み出す付加価値と2つのものづくり, 2014年2月 [http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/seisan/new\\_mono/pdf/report01\\_02.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/seisan/new_mono/pdf/report01_02.pdf)

## 筆者紹介

松葉健志：Takeshi Matsuba. 通信システム事業本部 共通技術センタ 実装技術部

松原忍：Shinobu Matsubara. 通信システム事業本部 共通技術センタ 実装技術部

伊藤真弥：Shinya Itou. 通信システム事業本部 共通技術センタ 共通技術部

笹島正夫：Masao Sasajima. 通信システム事業本部 共通技術センタ 共通技術部

藤原雄彦：Yuhiko Fujiwara. 通信システム事業本部 共通技術センタ

## おわりに

本稿ではOKIでの通信機器開発における3Dプリン