

講演 6

3Dプリンティング技術の パナソニックでの活用と今後の展望



特集 2

パナソニック株式会社 生産技術本部 生産技術研究所 開発試作・実証部 部長
寺西 正俊 氏

1. はじめに

工業製品のグローバル競争の激化により、コモディティ化が進み、低価格化への歯止めがかからない状況である。一方、先進国を中心に今後個人個人の価値観に合わせた高付加価値商品の需要の高まりが予想される。新たな価値創造と新しいものづくりの実現を目指し、カスタム最適化設計生産システム開発への期待が高まっている。3Dプリンティング技術は、カスタム形状かつ複雑形状・材質を具現化する手段として注目されており、近年著しい技術進歩がみられる(図1)。

本稿では、パナソニックにおいてこれまで取り組んできた金属光造形技術開発の取り組み概要と、3Dプリンター活用事例を紹介する。また、現在参画中の国家プロジェクト SIP 革新的設計生産技術の研究テーマである「三次元異方性カスタマイズ化設計・付加製造拠点の構築と地域実証」の概要と、取

り組みテーマの一つである「カスタム設計・価値分析システムの研究」について述べる。

2. パナソニックにおける生産技術本部の役割

私の所属する生産技術本部は、パナソニックの事業部門を支えるイノベーション推進部門の組織の一つであり、主として新たな生産技術・生産方式開発、グローバルに展開する工場部門に対する継続したエンジニアリング活動、生産技術人材育成を担っている。中央研究所機械部門という位置づけで1963年

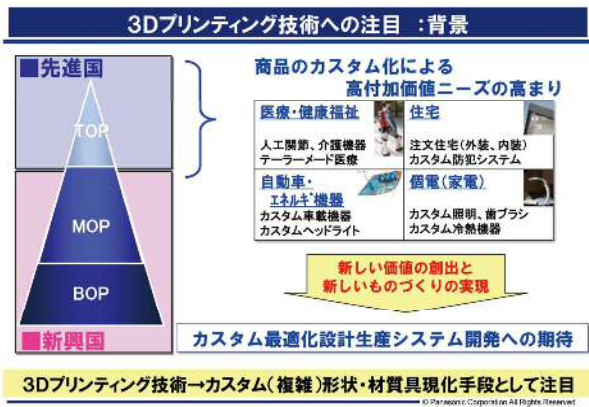


図1 3Dプリンティング技術への注目



図2 グローバル製造拠点と商品



講師 寺西 正俊 氏

車谷 和道 氏
パナソニック株式会社 Staff Engineer

大西 当正 氏
パナソニック株式会社 Manager

川口 亜紀 氏
パナソニック株式会社
プロダクト解析センター Staff Engineer

に発足し、現在はモノづくりイノベーションをリードし、パナソニックの事業を通じて社会に貢献するというミッションを掲げている。

パナソニックはグローバル 311 拠点（国内 131 拠点、海外 180 拠点：2016 年 4 月時点）に製造拠点を展開し、大量生産から少量生産、大物から小型デバイス、長 L/T から短 L/T 商品、受注案件物から即納商品、BtoB から BtoC、など多様な市場・お客様、商品に対するモノづくりを実践している。

3. 3D プリンターとは

3D プリンティング技術は、材料を付着することによって物体を 3 次元形状の数値表現から作成するプロセス技術を指す。紙に出力する 2 次元 (2D) プリンターとの対比で直感的にわかりやすいことから、日本では「3D プリンター」という用語が広く普及している。一方、世界最大級の工業規格に関する民間機関 ASTM インターナショナルにおける、ASTM F2792 - 12a に Additive Manufacturing (付加製造) と定義されていて、国際的には「付加製造技術 = AM 技術」が普及している。造形方式は液槽光重合方式、材料押出方式、粉末床溶融結合方式、結合剤噴射方式、シート積層方式、材料噴射方式、指向性エネルギー堆積方式等に大別される (図 3, 1)。

方式	概要	原料	主なメーカー
液槽光重合 (vat photopolymerization)	タンクにためられた液状の光硬化性樹脂のモノマーを光によって選択的に硬化させる	光硬化性樹脂モノマー	(米) 3D システムズ (日) シーメット
材料押出 (material extrusion)	流動性のある材料をノズルから押し出し、堆積させる	熱可塑性樹脂	(米) ストラタシス (米) 3D システムズ
粉末床溶融結合 (powder bed fusion)	粉末を敷いた領域を熱によって選択的に溶融結合させる	金属 (銅、チタン、ニッケル合金、コバルトクロム合金) 樹脂 (ナイロン、アミド)、セフミック	(独) SLM ソリューションズ (独) EOS (米) 3D システムズ (日) 佐藤機械 (日) アスベクト
結合剤噴射 (binder jetting)	液状の結合剤を粉末に噴射して選択的に硬化させる	石膏、プラスチック	(米) 3D システムズ
シート積層 (sheet lamination)	シート状の材料を接着させる	紙、樹脂、金属箔	(アイルランド) エムコアテクノロジ (米) ソリディオ
材料噴射 (material jetting)	材料の液滴を噴射し選択的に堆積し立体化する	光硬化性樹脂、ワックス	(米) ストラタシス (米) 3D システムズ (日) キーエンス
指向性エネルギー堆積 (directed energy deposition)	材料を供給しつつ、熱の発生位置を制御することによって、材料を選択的に溶融・結合する	金属	(米) オプトメック

図 3 3D プリンティング技術の 7 つの方式

3D プリンティング技術 (AM 技術: Additive Manufacturing 技術) に期待される効果は、大きく 4 つあると言われている。

1 つ目は、設計自由度の拡大であり、構造軽量化や構造内部への 3 次元中空構造形成につながる。2 つ目は、コストアドバンテージの獲得であり、金型レスでの少量生産や機能部品の一体化につながる

こと。3 つ目は、オーダーメイドの実現であり、個人に合わせた製品の生産につながる。さらに 4 つ目は、開発から製品リリースまでのリードタイムの短縮であり、必要なタイミングでの商品入手につながる。まさに、カスタム設計生産の実現に寄与する可能性が高い。現在市販されている主要な 3D プリンターでは、FDM 方式、インクジェット方式、粉末焼結方式、樹脂光造形方式があり、金属では金属光造形方式があるが、樹脂造形方法では、造形精度・材料強度・材料の種類が必ずしも製品適合する方式には至っていないため、今後の開発が大いに期待される。一方、現状の装置特性を正確に把握した上で、実力に合わせた用途開発や、用途に合わせた適切な後処理を行うことで、デザイン検証や機能評価さらには実製品への応用が十分可能であると考えられる。

4. パナソニックにおける 3D プリンターの活用

パナソニックでは、高機能な金型、金属部品や RP (Rapid Prototyping) 用途に様々な方式の 3D プリンティング技術を活用している。樹脂造形では FDM 方式、インクジェット方式、光造形方式を中心に、デザイン検証や機能評価を行っており、設計部門、デザイン部門での活用が多い。また、金属光造形を高機能金型加工に適用し、量産型として実用化している。3D プリンティング技術の活用の基本は、図 4 のフローチャートで示される。具体検討の前に、予め最新装置の造形精度、造形速度、適用可能材料、造形サイズと主な活用事例を把握しておくことが望ましい。その上で、活用ニーズ・目的を明確化させる。次に 3D プリンターで実現したい新しい機能、構造の設計考案を行う。その次に、製造方法の検討に入るが、その際に 3D プリンターをあくまでも製造方法の候補の一つとして考え、従来工法も同時に実現手段として加えて検討し、必要に応じて試作する。QCD での見極めをした上で 3D プリンターの採用となる。ここで重要なポイントは、例えば射出成形等での製造コストと 3D プリンターでの製造コストの単純比較に終始するのではなく、3D プリンターで付与される新しい機能の適正な顧客価値を考えることであり、今後のものづくりの大きな考え方の転換が強く望まれる。

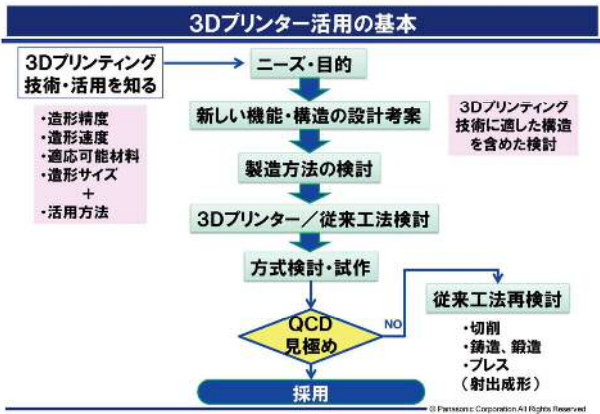


図4 3Dプリンター活用の基本

パナソニック国内での3Dプリンターの活用実績は、2005年頃からデジカメ、ムービー等のAV家電製品の設計試作用途として本格的に開始され、現在は国内10拠点以上で家電、住宅関連、車載関連、産業分野において設計試作中心に活用が拡大している。一方、装置メーカーによる量産適用可能な材料、造形方法の開発が活発ではあるが、まだまだ材料特性、材料コストには高いハードルがあり、今後の装置メーカー、材料メーカーの開発に大きく期待するところである。

ものづくりには大きく2つの軸があり、一つは商品企画から生産までのプロセスである商品化軸、もう一つは、材料調達から生産、物流販売までのプロセスであるSCM (Supply Chain Management) 軸である。2つの軸の交点付近にあり、商品開発の重要なポイントの一つである高速試作の機能に3Dプリンターを活用している。さらに、パナソニック生産技術本部では、造形だけでなく、設計・解析・検証ができる“トータル個電(※) 試作工房”を狙いとして、新規事業・商品を早く生み出す高速試作実現に向けて取り組んでいる。社内試作部門、社外試作ネットとの連携、内部保有技術の有効活用を特徴に、製造メーカーでしかできない個電試作工房を目指している。(※個電：少量多品種のカスタム仕様家電)

5. 金属光造形の取り組み

パナソニック内での3次元金属光造形の取り組みについて説明する。従来、金型内部に水管構造を有する高機能金型を製作する場合は、フライス加工、

ワイヤーカット加工、放電加工など複数の工程を経て完成させるため、段取り・待ち時間ロス、寸法バラツキが生じやすく、さらに冷却水管については、加工制約のため直線形状となっていたため、冷却性能が十分ではないという課題があった。このような課題に対して、金属粉末を必要な部分を選択的にレーザー焼結し、積層を繰り返すことで所望の中空形状を一体加工する、レーザー焼結積層法に着目し、取り組んできたが、積層端面の輪郭形状が粉末が溶融凝固する状態で決まるため、表面精度、表面粗さに限界があった。そこで、従来のレーザー焼結積層工法で実現可能である3次元中空構造を有効活用し、技術的課題である表面精度向上に対しては、従来の切削加工を組み合わせることで複合加工とすることで金型分野に実用展開している。具体的には、金属粉末を選択的にレーザー焼結し、逐次輪郭切削を繰り返すことで従来の課題を解決している。本技術はパナソニックエコシステム(株)にて、2008年に1号機を導入し、継続取り組み中である(図5)。



図5 金型分野での展開

3次元金属光造形による金型加工のメリットは、金型製品部の入子が金属光造形複合加工の1プロセスで完了することで、金型製作期間が従来の3分の2になること、3次元水管の実現により、金型冷却性能が飛躍的に向上し、成形サイクル短縮につながることで生産性向上につながることで、さらには、3次元水管の型温均一効果でソリ・変形低減につながることで、量産の立ち上げ期間短縮につながることで、日本のものづくりのグローバル競争力を高める技術の一つであると考えている(図6)。



図6 金型加工への適用のメリット

6. 国家プロジェクト (SIP: 戦略的イノベーション創造プログラム) の取り組み

パナソニックとして、平成26年より内閣府推進、NEDO管理の国家プロジェクトSIP戦略的イノベーション創造プログラム革新的設計生産技術に参画している²⁾。プロジェクト体制は、大阪大学、大阪産業技術研究所との共同参画であり、異方性カスタマイズ化設計・付加製造拠点の構築と地域実証というテーマで推進している。

パナソニックは主に、カスタム設計・価値分析システムの開発に従事している。本稿では、その概要について説明する。

6-1. カスタム設計・価値分析システムの研究

本研究のねらいは、ユーザーとメーカーの共創により、新たなアイデア創出を支援するシステム構築とシステム効果の検証である。本システムを使用する対象ユーザーは、3DCADや3Dプリンター等のものづくり手段に興味のある「エクストリームユーザー」を想定しており、自ら思い通りに設計した商品が入手できる喜びを得ることを狙いの一つとしている。もう一つの対象は、3DCADや3Dプリンターを使用することにはそれほど興味がないが、「人とは違う商品を手入れしたいユーザー」を想定しており、自分の好みにマッチした商品が入手できる喜びを得ることを狙いとしている(図7)。

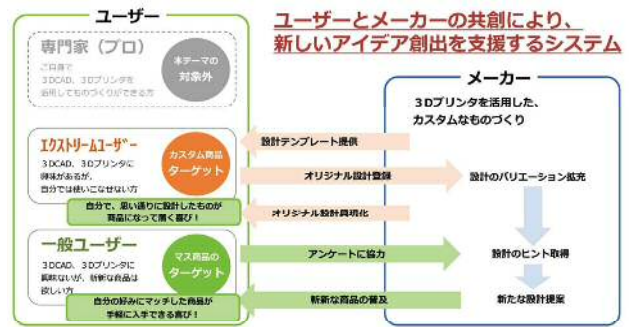


図7 システムコンセプト

7-1. システム概要

システムの概要について説明する。3D-CADに不慣れなユーザーでも好みに合った設計を簡単に構成できる「カスタム設計システム」と、設計データを蓄積した「カスタム設計DB」、さらには一般ユーザーの好みを分析して、感性価値と相関の強い設計要素を抽出することで、新しい設計のヒントにする「価値分析システム」から構成される。国家プロジェクトでは本システムの有効性検証のため、カスタム照明セード設計を事例にシステム構築した。

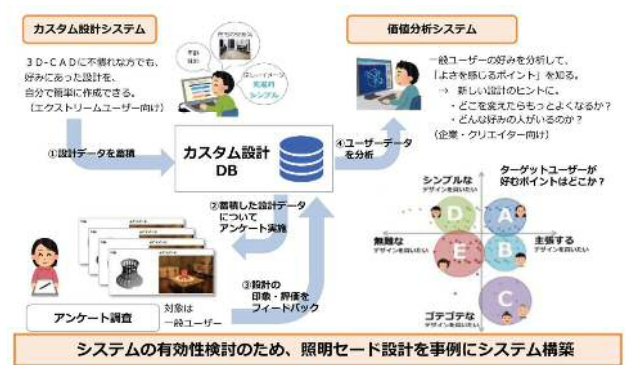


図8 システム概要

7-2. カスタム設計システム

カスタム設計システムは、以下の4つのステップから構成される。カスタム照明セード設計を事例とし、システムの4つのステップについて以下に説明する。ステップ1: 個人属性、プロフィールとほしいう照明イメージを表現する8つの感性価値(先進的、ゴージャス、シンプル、ベーシック、個性的、エレガント、落ち着いた、クール)の中から選択する。ステップ2: カスタム設計データベースの中には、予め一定数(本システムでは30個)の既定形状(以

降テンプレート) が登録されており、システム利用者が入力したほしい照明の感性価値と相関性の高い照明セード形状が“おすすめテンプレート”として複数提示される。システム利用者は提示された複数の“おすすめテンプレート”から好みに近い形状を選択する。ステップ3: 好みや置き場所にあわせて、“おすすめテンプレート”の寸法を調整し、自分の好みの形状を設計する。ステップ4: 設計した形状に関して、8つの感性価値を5段階で評価する。

7-3. 価値分析システム

価値分析システムは、ユーザーがカスタム設計システムを用いて設計した照明セード形状データとその際に選択した感性価値との相関関係が格納されたカスタム設計データベースを統計的に分析するシステムである。本システムは、好む形状でユーザーを数種類にタイプ分けし、ユーザーのタイプ別にもっと好まれそうな形状(仕様)を提案するという特徴を有する。さらに、本システムは定義された入力パラメータを変更することで、形状だけでなく、色・柄や機能・性能の分析にも展開可能である。感性価値の因子分析を行い、抽出された2因子を2軸とする平面にユーザーをマッピングする。図9に示す事例では、(個性的、先進的、エレガント、ゴージャス、クール)を主張するデザインを好む人の軸、(ベーシック、シンプル、落ち着いた)をシンプルなデザインを好む人の軸として、全ユーザーをそれぞれの軸に対する相関の強さによりマッピングする。

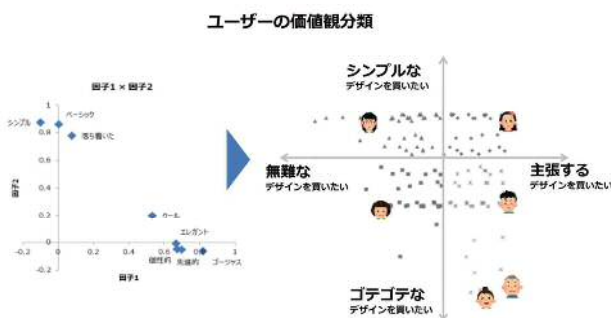


図9 価値分析システムの開発

次に、ユーザーの分布に応じて、分類するクラスター数を決定(この事例ではA-Eの5種類)し、クラスター化された価値観毎のユーザー数を明確化する(図10)。

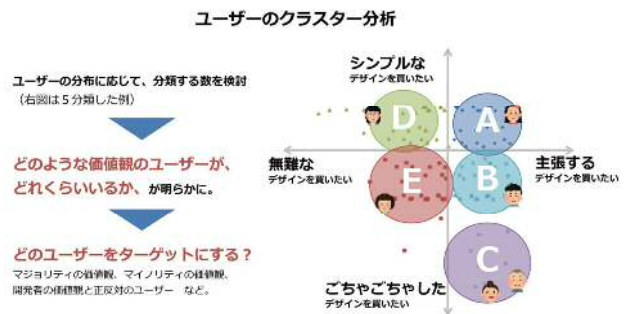


図10 ユーザーのクラスター化

そして、ターゲットとするクラスターを選択する。ユーザー分類毎(クラスター毎)の好まれる形状の特徴量を把握する。具体的には数量化。類分析により、設計要素グループ毎に好まれる度合いを棒グラフ表示する。中央より右側がより好まれることを表し、左側があまり好まれないことを表す(図11)。

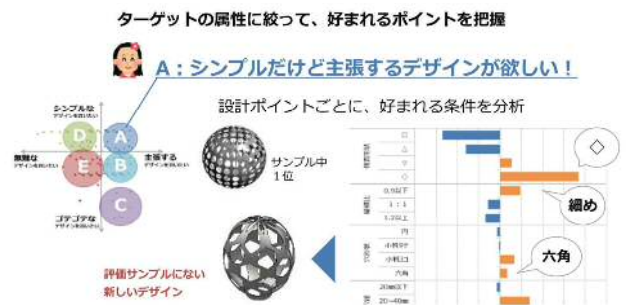


図11 クラスター毎のサンプル仕様分析

今回開発したシステムは、主にメーカーのデザイン部門、設計部門が特定の価値観をもつユーザーに好まれるデザインを検討する際に、蓄積されたデータベースに基づく統計的かつシステムティックな手順に従って導出、提示された設計案が図面として可視化されることから、これまで以上に汎用的かつ直観的に新たなヒントや気づきを与える効果が期待できると考える。今後、本システムを活用することで、例えば特定の感性価値との相関性の強い設計パラメータをより強調する側への設計変更をすることで個性的な方向に商品性を高めたり、一部に相関性の高くない設計パラメータ選択を強調する側に変更することにより、誰もが気づかなかった新たなデザインに対するヒントを得ることにつながるシステムに発展可能であると期待する(図12)。

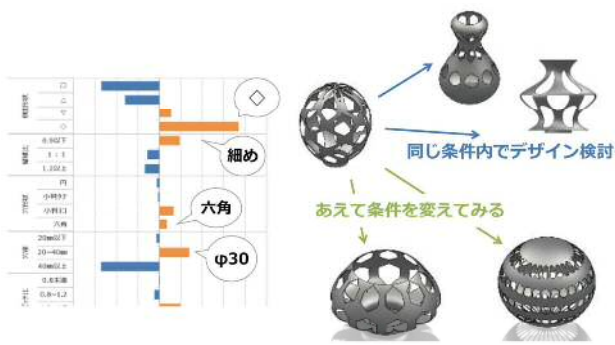


図12 デザイン検討のヒントの獲得

は、顧客価値の追求と、それを実現する革新的な設計生産技術の開発の両方が必要である。本稿では上記を実現するための取り組みの事例をカスタム照明セードデザインシステム、価値分析システムとして紹介した。今後は本研究を発展させ、さらに有効なカスタム設計生産システムの構築に向けて取り組んでいきたい。

1) 辻早季子：「3D プリンタ（付加製造技術）の展望」、三菱総合研究所 技術レポート (2104)

8. おわりに

より顧客満足度の高い新たな商品づくりのために

2) SIP ホームページ：

<http://www.sip-monozukuri.jp/>

