
光造形 3D プリンターのビジネス戦略

熊澤 英明(Hideaki Kumazawa)

1 光造形から始まった3D プリンター

3D プリンターの起源である光造形法は、1980年初頭に日本、米国でほぼ同時に発明され誕生した。光造形法とは、まず造形したい立体モデルの3次元CADデータを元にして水平にスライスした輪切りデータを作成し、この輪切りデータに従ってバスタブ状の容器に満たした液状の光硬化樹脂表面のモデルとなる部分にレーザーを走査させ、表層の一層分だけ硬化させる。次にその固化した厚み分だけ液中に沈め、表層を二層目として同様に硬化させる。このように次々と積層固着させながら立体モデルを造形する方法である。

光造形法による3Dプリンターは、複雑な形状の工業製品の試作モデルが迅速に造形できる方法として1990年頃から普及を始め、2000年代前半には導入のピークを迎えた。試作品を造形する方法として定着し活用されたが、その間に光造形法とは異なるさまざまな積層造形法も開発、製品化され、近年の3Dプリンターブームを迎えるに至った。

現在は、光造形法以外にも、熔融押出(FDM)、粉末焼結、粉末固着、インジェットなど樹脂に限らず金属も造形できる方法が開発・上市されている。

2 見直されてきた光造形

当初は光造形法が唯一の3Dプリンターであったが、その後上記の様々な造形法が開発され3Dプリンターとして普及してき

た。それぞれの方法には一長一短があり、出来上がる造形物の特性やコストパフォーマンスを考慮して使い分けがなされているようである。表1には代表的な光造形、FDM、粉末焼結により試験片を造形し特性を測定した結果を示した。

初期の特許が消滅するなど特許の制約が無くなってきたことをきっかけとして、産業用の普及価格帯や家庭用に安価なFDM法の3Dプリンターが多くの企業から発売され活況を呈している。FDM法は装置が安価に製造できるため広く普及し始めているが、表面外観が劣り寸法精度も甘いことから、嵌合が必要となる工業製品や人の目に触れる部分への適用は難しいとみられる。

樹脂や金属の粉末をレーザーで溶かしながら焼結し、積層していく粉末焼結法は、耐熱性があるナイロン12で造形できることから自動車向けの試作品製造で普及してきた。装置が高価で、出来上がる造形物外観の滑らかさが不足し、やや柔らかすぎる事等が課題である。実際には造形品中に空気を含んでしまうため、充填率を十分上げることが難しく、樹脂本来の物性には及ばないことも多いようであり、透明品を得ることも困難である。

また、粉末焼結法、FDM法ともに積層(Z)方向の強度や伸びが大きく落ちる*1問題も指摘されている。

一方、光造形法は寸法精度に最も優れ、拡大鏡が無いと見えない微細な形状から1

mを超える大型製品までカバーできる唯一の方法として重宝され、様々な業種で試作品製造に使用されてきた。樹脂の液中で固化するため空気を含む心配はなく充填率は100%であり、美しい透明品を得ることが可能である。ただ、光造形法で使用できる材料は光硬化性樹脂に限られ、初期に開発されたアクリル系の光硬化性樹脂が脆い特性を持っていたため、光造形品は割れやすいというイメージを持たれていた。

ところが、2000年代に入りエポキシ

系光硬化樹脂が開発され、さらには近年大幅に靱性を改良したグレード*2 や、無色透明で透過度が高い光硬化性樹脂等も次々と開発に成功した。様々な方法が出てきた3Dプリンターが注目される中、光造形法の3Dプリンターは材料開発の進歩により、他の方法の3Dプリンターと比べ、最も物性バランスが優れ、外観が良く、寸法精度が格段に高い方法として生まれ変わり、改めてその良さが見直されてきている。

表1 3Dプリンター各種造形法による物性比較*

造形法		光造形	FDM	粉末焼結
樹脂種		SCR®712X	ABS樹脂	ナイロン樹脂
引張強度	MPa	35	15	36
引張弾性率	MPa	1800	1100	1200
曲げ強度	MPa	70	28	43
曲げ弾性率	MPa	2140	970	1040
Izod 衝撃強度	J/m	61	93	31
Izod 強度 (積層方向)	J/m	52	35	30

*すべて弊社測定による実測値

SCR®はJSR株式会社の登録商標です。

3 光造形事業の戦略

光造形法は、硬化に使用するレーザースポット径の大きさと走査速度を制御することにより、マイクロのサイズからメートルサイズまで様々に対応できる方法である。しかし、実際に多く使用されるのは数ミリ角サイズの微小電子部品や医療部品等から、数百ミリ長の自動車部品や家電筐体に至るものが多い。

そこで、様々なサイズと必要精度に対応するため、当社では光造形3Dプリンターとしては、微細造形ができる300×300m

mの小型装置から、国産装置として最大である850×650mmのサイズまで造形できる大型装置までラインアップを取り揃えた。

これらの光造形機で使用できる光硬化性樹脂としては、用途に応じて様々なグレードを開発し用意している。従来からある硬さ・寸法精度・靱性のバランスが取れたグレードを中心に、100℃を超える高耐熱グレード、透過性の良い透明グレード、タック性に優れ簡単には割れない高靱性グレードなどJSR(株)が開発した独自の特長あ

る光造形用樹脂が、今後さらに幅広い用途のニーズに応じて用いられていくと考えている。

バランスが取れた特性の樹脂で微細なものから自動車部品・家電製品・家具などにも対応できる大きなサイズの試作品まで、高精度で迅速に造形できる産業用3Dプリンターとして今後さらに光造形事業を拡大して行くつもりである。

4 世界初のマイクロ波成形がもたらす世界

実際の製品では、樹脂の種類、製造メーカー、色に至るまで様々な理由で適正な樹脂が選択され、成形した上で製品として使用される。ところが、3Dプリンターで作られる造形物は、基本的にすべてメーカー側が用意した材料でしか作ることができない。

設計した形状を3Dプリンターで試作することが開発段階で行われているが、このように不本意ながら本来使いたい樹脂とは異なるメーカー側が用意した樹脂で試作品は作られる。意匠確認、形状確認程度であればそれでも十分であるが、本来使用する材料とは特性も色も異なる代用品でしか

いため、試作品を部品として実装する試験を行っても意味を為さず、実際の製品外観を確認することもできない。本来使用したい樹脂で試作品を得るとなると、実際に高価な金型を起こして成形せざるを得ないため、長い期間と多大なコストを要するのが一般的である。

また少量ロットしかない製品に関しては、金型代や成形コストを製品に転嫁せねばならないことから一つの製品あたりの単価が非常に高くなる要因となっていた。

これらの問題を解決できる新しい手段として、マイクロ波を用いて樹脂の成形を行う方法が提案されている。^{*3}

マイクロ波成形はこれまでなかった全く新しい原理の成形法で、特殊なゴム型の中に微粒状に細かくした熱可塑性樹脂ペレットを充填し、マイクロ波成形機(図1)の中にこのゴム型を置いてマイクロ波でゴム型内の樹脂を溶かす。樹脂はゴム型内のキャビティ形状を転写するので、ゴム型を冷却すれば固化した樹脂成形品を取り出せるという成形法である。図2にマイクロ波成形プロセスを示す。



図1 写真；マイクロ波成形機 (Amolsys ®M150)

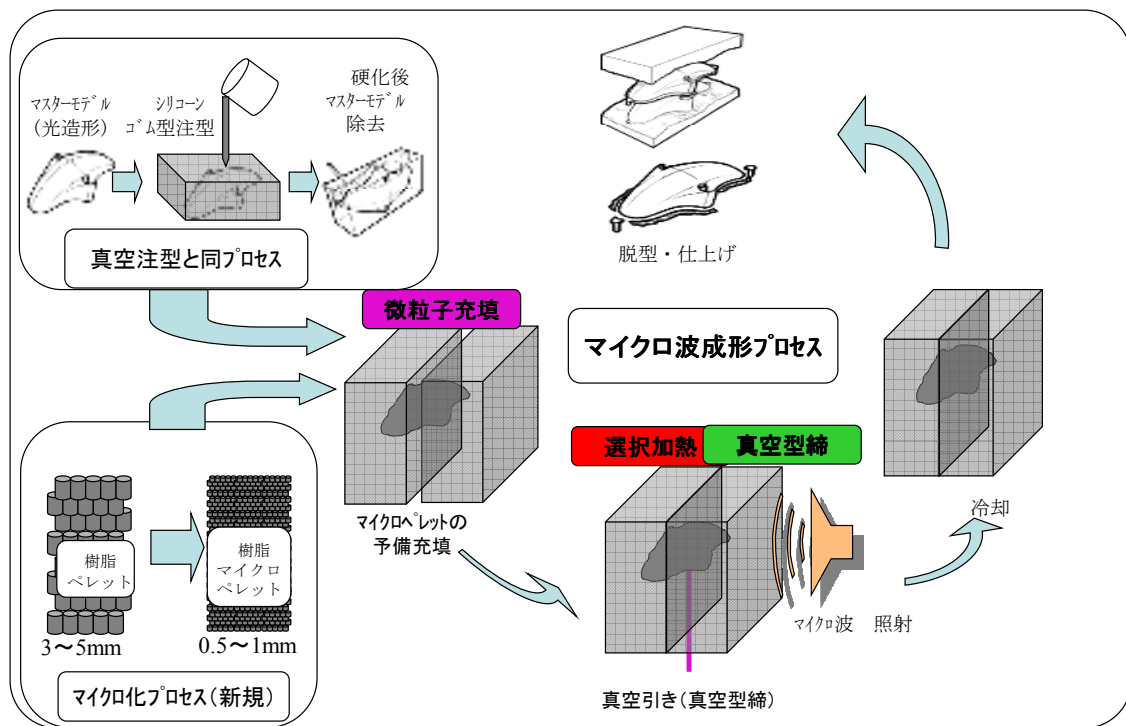


図2 マイクロ波成形プロセス

最初にマスターモデルを用意することは必要となるが、このマスターモデルから一旦ゴム型を作製すれば、数十個単位の製品を製造することが可能である。

マイクロ波成形のメリットは、何と言っても実際使用する樹脂そのものを用いて成形するため、製品に使用する本来の樹脂グレードの製品を安価で迅速に手にすることができる点である。

金型—射出成形を使用する通常の成形と比べてみると、マイクロ波成形の場合はコストと時間の面で大きなメリットがある。通常1か月程度かかる高価な金型を作る代わりに、マイクロ波成形の場合は、わずか数日間の内にマスターモデルからゴム型作製、成形まで行うことができるため大幅な時間とコストの節約になる。

また、製品の特性上でも多くのメリットがある。マイクロ波成形の特長は、射出成形のように型内で樹脂を流して成形する訳ではないので、ウエルドと呼ばれる線状の欠陥は生じず、成形圧もほとんどかからない無歪み成形であり、3Dプリンターや射出成形でしばしば問題となる、ひけやそりが発生しにくい(図3)。光学製品であれば、透明で複屈折のない無歪み成形品を得ることも可能である(図4)。

また、マイクロ波成形は樹脂だけでなく、金属やセラミックスにも広がりを見せようとしている。^{*4} 金属やセラミックスを射出成形で製造する方法として、PIM (Powder Injection Molding) という方法があるが、全く同じことがマイクロ波成形でも可能である。



図3 写真；ひけ・反り無しの光成形品
(PP樹脂：肉厚12mm)

金属やセラミックスをバインダーと絡めてペレット状にしたフィードストックを細かくした微粒状のペレットにしてゴム型中に充填し、マイクロ波成形を行うとグリーンパーツが作製できる。このグリーンパーツを脱脂・焼結することによって、金属部品やセラミックスの部品を製造することができる(図5)。やはり、いちいち金型を起こす必要が無いためコストと時間を節約することができ、今後複雑な形状の金属部品やセラミックス部品で少量の量産が必要な用途に適用が広がっていくものと期待している。



図5 写真；マイクロ波成形で作製した携帯電話カバー（ステンレス製）

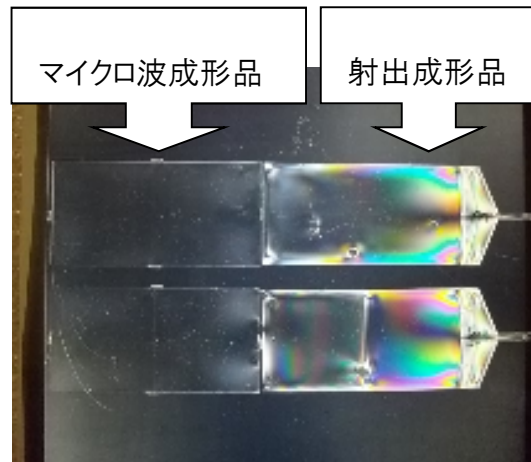


図4 写真；マイクロ波成形の無歪成形品
(PMMA樹脂)

5 今後の事業展開

当社では、オリジナルの光造形3Dプリンター、マイクロ波成形機に加えて、スリーディー・システムズ社の各種3Dプリンターを販売している。顧客の様々な用途に即して、最適な装置と材料を提案し、要望にお応えすることができる。加えて装置の保守やモデルの有償受託事業も行い、様々なノウハウを蓄積している。

3Dプリンターはあくまで試作品を作るための装置に留まっているが、当社のマイクロ波成形機 Amolsys®を使えば、実際の製品まで容易に製造が可能となる。試作品から製品まで、装置販売だけでなくその保守点検、モデル作製サービスや成形ノウハウの技術支援までトータルにサポートし、顧客の幅広いニーズにお応えする事業を展開していくつもりである。

発表誌

化学経済 2015年1月号

参考文献

*1 京都府中小企業技術センター 技報
No.41

*2 JSR TECHNICAL REVIEW No.113/2006

*3 プラスチックス 2014年9月号

*4 第26回射出成形技術評価委員会

【「Amolsys」は株式会社ディーメックの登録商標です。】