

## 分子研における 3Dプリンタの活用

機器開発技術班 主任 近藤 聖彦

1996年11月入所。分子研装置開発室で機械加工、機械設計に携わる。  
2002～2003年人事交流にて名古屋大学理学部 装置開発室勤務。  
2004年分子研技術課に異動、現在に至る。

### 1. はじめに

筆者が3Dプリンタ造形技術に興味を持つようになったのは、機械設計時に3Dプリンタを使用して、設計中の機械部品を試作し、その試作部品を組み立てることができれば、ディスプレイ上ではわからない動作などについて簡単に理解でき、設計に役立つと思うようになってからである。このような気持ちを持ちながらも実行に移すことができずにいた際に、技術課において3Dプリンタ造形技術を育成するプロジェクトが立ち上がった。技術課の三部署から3Dプリンタに興味のある五人が集まり、私もメンバーの一人として参加することになった。

技術育成の教材として、機械部品の造形をテーマにすることもできたが、メンバーそれぞれの専門、得意分野が異なるため、共通のテーマとして、所内で要望が高いタンパク質模型を造形することに決めた。ただし、集まったメンバーは、タンパク質模型の製作について深い知識と経験がなかったため、オリジナルのタンパク質構造データを作成することから開始した。

### 2. FDM方式と造形条件

我々が使用した3Dプリンタはノズルから射出される溶けた樹脂を積み重ねて造形物をつくる熱溶解積層(Fused Deposition Modeling: FDM)方式である。この方式の3Dプリンタの広告などでは簡単に欲しい造形物が得られる

かのように宣伝されていることもあり、当初はすぐに造形できるであろうと思いきや、実際に使用してみると想像をはるかに超え、難しいことがわかった。これは、工作機械の操作の仕方を熟知していても、適切な加工条件を用いないと欲しい加工物ができないことと同じで、造形条件がわからないと全く形にならないことを痛感した。

造形条件には、3Dプリンタのヘッド速度、ヘッド温度、造形物の充填率、サポート形状など多く存在する。その中でも重要なのはサポート形状に関する条件である。3D模型を造形する場合、高さ方向にも空間が存在することになる。例えば、アーチ形状の橋を造形することを考えてみると、アーチ下部分に空間が存在することは理解していただけだと思う。この形状を忠実に積層していくと、橋となる筐体部分は、溶けた樹脂で積層するため、アーチ下部分に空間があることから重力の影響で垂れ下がってしまう。これを防ぐためにサポートと呼ばれる支柱のような構造体をこの空間部分に、橋の筐体部分と一緒に積層する。ただし、このサポートは積層時には重要な役割を担うが、終了すると不必要になり、除去することになる。このとき、サポートを頑丈に造形していると除去時に造形物も破壊してしまうなどハブニングが起これば模型製作に失敗することがある。そのため、サポートをどのような形状にするか、どの程度の充填率で積層するか

などの設定は造形条件のキーポイントとなる。

特に我々が製作したいタンパク質模型は曲線と曲線が入り組んだ形状となっているので、サポートの設定を十分に考慮しないと造形がうまくいかない。この適切な条件設定を知るには、色々と試作して経験を積む必要がある。我々はいくつもの壁にぶちあたるたびに、造形条件のノウハウを積み上げ、オリジナルの模型を手始めに、比較的入り組んだ形状のタンパク質模型の造形条件を確立することができるようになった。

### 3. 造形データ作成技術の重要性

タンパク質模型の造形が一通りできるようになると、様々な造形要望が増えるようになった。例えば、カラー造形、さらに複雑な構造、タンパク質以外の分子模型、実験装置に使用する機械部品の試作模型などである。このような模型製作に応えるには我々が所有しているFDM方式の3Dプリンタだけでは、造形が困難である。これらの多種多様化する要望に応えるには、石膏粉末造形、インクジェット方式造形、光学方式造形などの3Dプリンタが向いているが、それぞれ一長一短があり万能でないため、要望に適した3Dプリンタを使い分けるとよいだろう。しかし、これらの機種を全て導入することは、購入費、設置場所、維持費など課題が多い。また、3Dプリンタの技術動向は年々変

化しているため、たとえこれらの機種を導入したとしても、おそらく数年で時代遅れになると思う。

そこで、「受託造形出力サービス」を利用する方法がある。様々な最新の機種を用意したサービス会社が多く存在し、費用は多少かかるが望む模型製作は可能となる。ただし、現在は成熟していない会社が多く、出力サービスを依頼する場合は、注意が必要となる。言うまでもないが、最終製品を想定した3次元物体データのみを渡して、出力サービスを依頼すると、完成した造形物がイメージしていた形と違うなどトラブルが発生し、再び造形依頼を行うことになる。そういった事例を体験した。つまり3Dプリンタの業界もまだ過渡期であるといえる。なるべく依頼先とは密な事前打ち合わせを行うとよいが、経験をもとに部分的なリモデリングなど修正を加え、サポート位置なども細かく設定したような最終版データを渡すほうが有効である。このようにFDM方式を使いこなすにしても、受託出力サービスを利用するにしても、エラーが発生しない造形データ作成技術は重要な位置づけである。まして研究者からの多くの要望に応えるためには、3Dプリンタに関する技術的ノウハウ

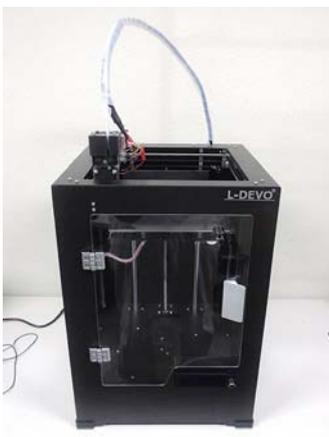
を積み上げて、技能を高めていくことが3D造形で研究支援を行う技術職員には必要だと思う。

#### 4. 分子研における3Dプリンタの活用に向けて

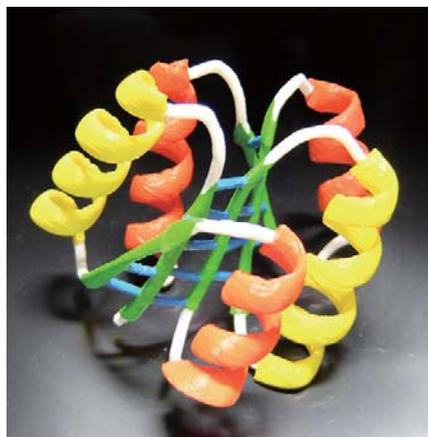
3D造形技術に関わって一年程度であるが、研究を推進する際に、問題解決手段のツールの一つとして、3Dプリンタを活用して頂きたいと思うようになった。このためには、分子研の3Dプリンタでは何ができるか、携わっている技術職員はどんな技術を持ち合わせているかを、多くの人々に知ってもらうことが先決と考える。このとき、分子研の3Dプリンタ技術はこれといって特徴がない、という評価にならないよう日々技術向上に努めていきたい。もう一つの活用促進として、我々技術職員は研究者の研究内容にも多少深く入りこんで、研究者と協働する気持ちを持つことも重要ではないかと思う。今でもタンパク質など生体分子の模型製作に多く取り組んでいるが、筆者のように機械加工を主体に仕事をしていると、化学や生命科学の分野はなかなか馴染めない。ところが、今回3Dプリンタのプロジェクトのメンバーに化学しかも生体分子に少し詳しい人物がいた

のでタンパク質造形は比較的スムーズに進められ、依頼した側もイメージ通りの物が短時間で得られたと思う。さらに、製作を依頼する側も、話が通じると、我々を頼もしい技術職員とってくれるのではないだろうか。このように、技術職員は研究者と距離を縮める意識で技術支援を行うことで、前述した外部の出力サービスでは得ることが難しい「分子研ならではの3D造形技術」として備えるべき技術の差別化ができ、単なる受託製作にとどまらない深みのあるコンサルタントとしても活用してもらえるとと思う。

最後に、筆者が3Dプリンタと関わるようになった技術課のプロジェクトは、3Dプリンタの技術蓄積のみならず、技術者間や研究者とのコミュニケーションも活発にした。これによって、今後3Dプリンタのニーズが多方面から増えれば技術者の経験値も上がり、「共同利用」としても発展するという好循環が生み出される。さらに、これらが分子科学コミュニティへの貢献となれば、技術課で立ち上げたプロジェクトの意義は大きいと感じたため、今後も継続していければよいと考えている。



使用したFDM方式の3Dプリンタ



3D造形したタンパク質模型



3D造形した部品を組立て製作した曲げ機構