

## 「3D-CAD 選定のために」

大阪大学大学院工学研究科技術部 設計製作部門

泉 太悟, 三宅 陽治

### 1. 3D-CAD

3D-CAD (CAD : Computer-Aided Design) はものづくりにおいて有用なコミュニケーションツールである。モデリングツールとしての自分にとって使いやすい 3D-CAD を選定するために必要な知識を述べる。

モデリングは製品の形状の視覚化においては CG と同じであるが、サイズや重量などを正確に表す情報も持ち合わせており、これらの情報は装置の組立てなどには最重要な情報である。

大学教職員や学生が入手しやすい以下の 3D-CAD 製品について述べる。

- Autodesk 社 : Tinkercad, Fusion360, Inventor, AutoCAD Mechanical
- PTC 社 : Creo Elements/Direct Modeling Express, Creo Parametric 学生版
- Dassault Systemes 社 : Solidworks 学生版 2016-2017
- Onshape 社 : Onshape
- Siemens 社 : Solid Edge
- CNC Software 社 : Mastercam
- Robert McNeel & Associates 社 : Rhinoceros
- FreeCAD

これらの CAD のモデリング機能について、その特徴を表す以下の概念を説明する。

1) ソリッド, サーフェス

2) ダイレクトモデリング, パラメトリックモデリング, フィーチャベースモデリング

1) について、モデリングはサイズを把握し製図などを元に行う。スキャナなどを用いずに立体物をモデリングする手順は一般的に次の通りである。まず、スケッチで断面図や断面を伸ばす経路を描く。次に、スケッチした図を引き伸ばして立体や面を作る。そして、ほぼ必要になることであるが、立体や面の形状を修正する操作を行う。

ソリッドは立体に、サーフェスは面に相当する。立体を幾つも重ねれば凹凸のある複雑な立体となり、面もつなぎあわせれば立体になるので、ソリッドとサーフェスのどちらか一方が作れば立体物をモデリングできる。実際に片方しかできない CAD があるが得手、不得手となる形状があるため、双方ができるものが望ましい。

2) について、製作過程には主にサイズの修正が幾度と起こり得るものである。その修正の内容は大きく 2 つに分けられる。後から修正の余地を残しておきたいか、今だけ必要であるかということである。前者はパラメトリックモデリング、後者はダイレクトモデリングに相当する。具体的に言うと、ダイレクトモデリングの修正は立体物を削除もしくはアンドゥしてスケッチから作り直しであるが、パラメトリックモデリングの修正はサイズの数値を変更するだけで立体物全体が無理のないように変更され、あたかも文書作成ソフトで文章を添削するがごとく便利であるが情報量が多い。モデリングが簡単であることや、些細な修正で

融通を利かそうとすればダイレクトモデリングが必要である。

また、フィーチャベースモデリングとはある操作系を一区切りの作業にして、あたかも付箋を組み立てて作文するがごとく、作業の組み立ての変更ができるものである。

ここまですべてを整理して、入門用の 3D-CAD として推奨したいのは、1) ソリッド、サーフェスのどちらか一方、2) ダイレクトモデリングのみで構成している 3D-CAD であり、Autodesk 社の Tinkercad が挙げられる。少し慣れてくれば、他の特徴を持った 3D-CAD でも同じようなモデリングができ、さらに研鑽すれば様々なアプリケーションに対応したり、特化した 3D-CAD も扱えるようになる 3D-CAD オペレータのキャリアができ、ものづくりの橋渡しができるようになる。

筆者のこれまでのモデリングの自己研鑽は 3D-CAD 利用技術者試験や技能五輪の機械加工の課題図を利用して実践した。3D-CAD はモデリングだけでなく、組立て（アセンブリ）や力学シミュレーション（CAE : Computer-Aided Engineering）といったエンジニアが必要とされる機能を持った 3D-CAD 製品もあり、使いこなせていければと考えている

## 2. デジタルファブリケーション

3D プリンタ・レーザーカッター・CNC フライスといったデジタルファブリケーション機器（図 1）の価格が低廉化し、大学内の、試作・実習工場に限らず導入が進んでいる。このような機器で加工を行う場合、従来からある工作機械である、旋盤・フライス盤といった加工・工作機械では難しかった加工も可能となっている。ただし、材質・サイズに制限がある場合も多く、まだまだ試作品といった用途での利用も多い。従来のものづくりと大きく異なる点は、複雑な立体構造物を、3D デジタル情報を用いることで、どこでも誰でも比較的簡便に作製することが可能になることである。とはいえ CAD の操作、CAM などを用いた元データの作成が必要で、3D デジタル化には、特殊なソフトウェアを使いこなすスキルが障壁となる。今回の研修では、3D-CAD とそれにつながる機器について検討することで、各自が考えたアイデアや複雑な構造をデジタル設計図化するために必要なスキルの獲得を目指し、「技術の継承」の一助とする。



図 1 デジタルファブリケーション機器等<sup>1)</sup>

### 3. 3Dプリンタ

ここ数年の間に基本特許の切れた、熱溶解積層方式（FDM）方式のものが低価格で出回るようになってきている。積層方式では、フィラメントと呼ばれる糸状の樹脂（ABS樹脂・PLA樹脂など）を加熱してノズルから出して成形をしていくので、積層の段が残る。金属加工と異なり異方性であり、このため成型する方向に注意を払う必要がある。積層には時間がかかるが、特殊な形状などもジグを要することなく、加工を機器に任せておけるので手間がかからない。ABS樹脂では熱収縮（機種にもよるが1%程度）が発生しがちである。PLA樹脂では使用温度による変形に注意したい。使用する加工データは、デジタルであるため、拡大・縮小、反転、複製など容易に行える。形状は、3D-CADで設計するか、3Dスキャナから原形状を入力するか、公開されているデータをダウンロードして利用（地図・古美術品などの用途が多い）の方法を介して.stlファイルと呼ばれるデジタルデータにして3Dプリンタでの出力が可能となる。

### 4. レーザーカッター

レーザーカッターはレーザーを加工対象に照射することで熱変形（焦げる・溶ける）ことを利用する。民生器の出力ではプラスチック加工が限界であろう。アクリル板を加工することで可視化教材などを容易に作ることができる。非接触で加工を進めているため、加工物の取り付けが容易である。ピントを気にしなければ曲面をもつ形状のものもそのまま加工が可能である。安価なプラスチック板であるが、塩化ビニル樹脂はダイオキシン等が発生するため加工してはならない。レーザー出力と移動速度の2つのパラメータを指令しておく必要があるため、テストカットをする必要がある。加工形状はおよそ2Dのため従来のCADもしくはIllustratorのようなベクトルデータを作成できるソフトからの入力となる。図2は市販のLEDライトに大学のキャラクターを彫刻しノベルティグッズとして利用したものである。本体の色によって熱の及ぶ範囲が異なる結果となり光を吸収する率のようなものも加工に影響すると知った例であった。



図2 レーザーカッター加工例

## 5. 3D スキャナ

高精度の機器はかなり高額であり、まだ普及しているとは言いがたいが、3D スキャナについて触れておきたい。図3は大阪大学大学院工学研究科創造工学センターに導入されている非接触・可視光学式の3D スキャナの利用例を説明したものである。実際に3D スキャンしたデータを図4に示す。現物合わせであれば、従来ノギス・マイクロメータで計測する作業が必要であったが、計測・作図の作業を経ることなく加工まで持ち込めるデジタルファブリケーションに大きな可能性と、いままでのものづくり教育に無かった要素を導入していく必要がある。



図3 3D スキャナの利用例

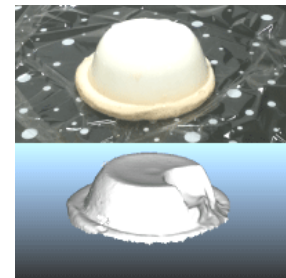


図4 現物のスキャン

## 参考文献

- 1) ファブ社会の基盤設計に関する検討会編：ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書， p.5