

# SolidWorks によるシミュレーション技術の習得 - SolidWorks FloXpress の使い方 -

細井 健司<sup>1\*</sup>、川原 藤樹<sup>2\*</sup>、高橋 一成<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>機械建設系、<sup>2</sup>電気電子情報系

## 1. はじめに

我々のグループ研修は、理工系実験装置図のプレゼンテーション制作のため、平成 20 年度から CG ソフトウェア Shade の習得から始め、平成 22 年度からは SolidWorks の習得を目的とした研修<sup>1), 2), 3)</sup>を行ってきた。さらに平成 23 年度からは、この研修と並行して新たにメンバーを迎え、全学向け 3D 画像制作支援を目的とした「3D-Design プロジェクト<sup>4)</sup>」を立ち上げた。

SolidWorks は、機械向け 3 次元 CAD であるが、設計検証、製品データ管理、テクニカルコミュニケーション、電気設計なども増え多岐にわたる利用が可能である。この SolidWorks は、これまで主に機械工学科で使用され、実験装置の設計や数値計算用流れのモデル制作にも利用されている。

3D-Design プロジェクトをリードし推し進めるためにも、SolidWorks の操作技術の向上が本グループにとって不可欠となる。

昨年度は、機械工学科 3 年生向けの機械工作実習「周動ステージ」を三次元モデルとして作製し、三次元モデルに動きを持たせることができるモーションスタディ機能を使ってアニメーション技術の習得を行った。

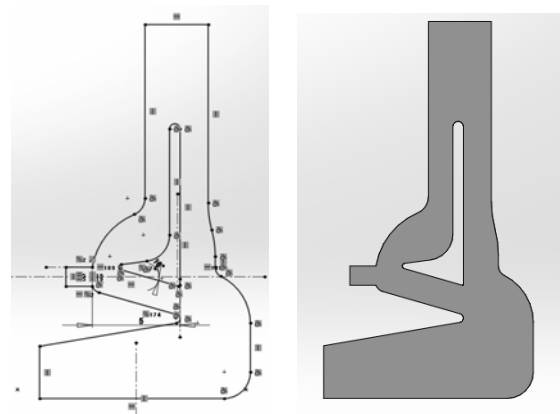
本年度は、流体の流れをシミュレーションできる SolidWorks FloXpress 機能の習得を目的として、「CPAP 素子<sup>5)</sup>」と「フルブリッジ・FET インバータ」を題材とした流れの解析を行った。

## 2. CPAP 素子モデルの制作

流体力学の研究において、数値計算により流れのシミュレーションは、流れの状態

を把握する上で有効な手段である。その際、計算モデルの作製には、3DCAD を用いることで簡単な制作・モデルの変更が可能である。本章では CPAP 素子計算モデルを例にとって、モデルの制作方法について説明する。

最初に CPAP 素子の流路の作り方から説明する。SolidWorks の正面に CPAP 素子流路形状を作製する。作図のポイントは、図 1(a)のように正接を利用して滑らかに線同士をつなげることである。押し出しは、流路中心が正面図上になるよう前後に 1mm ずつ押し出すと、図 1(b)に示すように完成する。

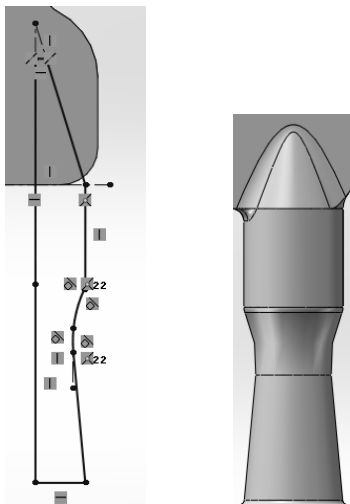


(a)図面

(b)完成

図 1. CPAP 素子流路部分

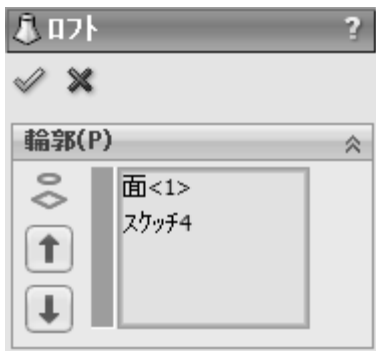
次に、鼻に繋がる流路部分は、回転ボス／ベースを使用して左右 2 カ所の流路を作製する。図 2 に示すように作図を行って、回転させると完成する。その後流路と鼻部の接続部分は、流れがはくりを少なくするためにフィレットを使用して丸くした。くびれの部分は、患者と CPAP 素子を繋ぐシリコン製のブロングに相当する。



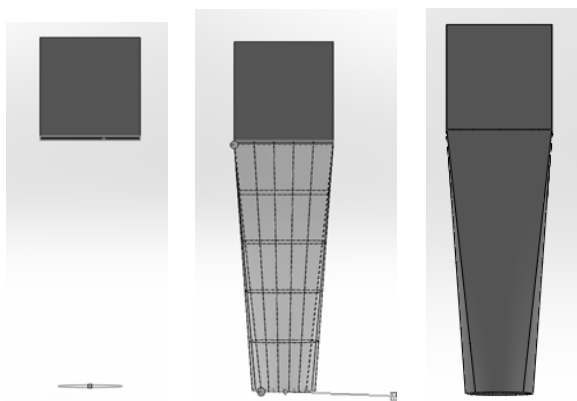
(a)作図面 (b)完成

図 2. 鼻部へ通じる接続部

次に、ロフトとスイープを使って入り口部の流路を作製する。ロフトの使い方は、図 3(a)の設定画面にあるように、面<1>とスケッチ 4 を選択すると(図 3(c))プレビューで確認できる。



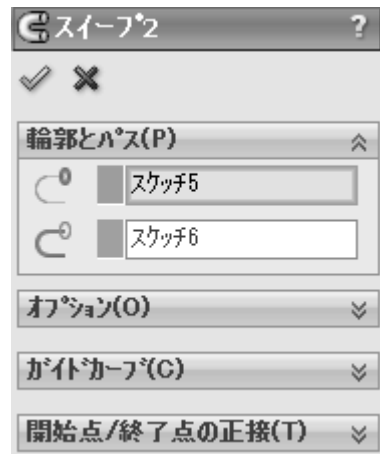
(a) 設定画面



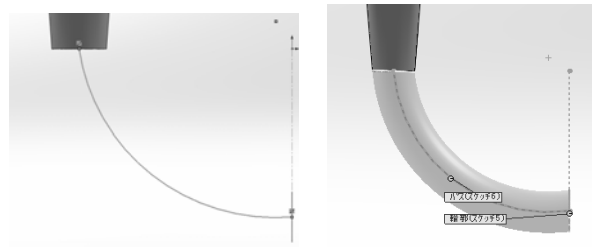
(b)輪郭位置 (c)プレビュー (d)完成

図 3. 入り口部分

曲がり流路部分は、スイープを使用する。図 4 に示すように輪郭とパスを描いた後で、設定画面でそれらを選択すると、プレビューで確認できる。



(a)設定画面



(b)輪郭位置 (c)プレビュー

図 4. 流路曲がり部分

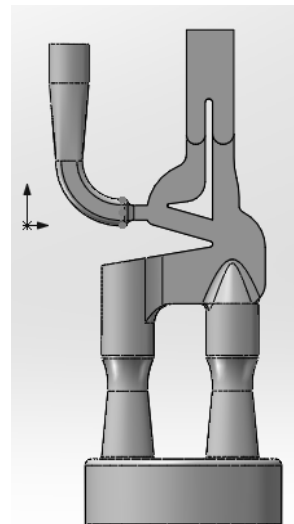


図 5. 完成した計算モデル

できあがった CPAP 素子(図 5)に、計算する前に前加工を行う。最初にシェルを適用する。流路形状を維持するために外側に 0.01mm ほどシェル化する。次に入口部と出口部を下図のように一度穴を開ける。穴の開け方は、スケッチモードにして開けたい面を選択してエンティティ変換を行ってから、フィーチャーモードで 0.02mm 切り取って図 6 のように入口部と出口部に穴を開ける。その後蓋を作製し、それぞれ蓋をする。それらの蓋の部分が、SolidWorks FloXpress で流入口と流出口となる。



(a)入口部 (b)出口部  
図 6. 流入部と出口部処理

### 3. SolidWorks FloXpress

次に流れを評価する流体解析ツール SolidWorks FloXpress を適用する。計算する際の条件は、

(定常流れ・強制対流のみ)

- 有限体積法・・・矩形メッシュ (平行 6 面体)
- k-ε 乱流モデル

である。



図 7. ようこそ画面

矢印に従って、流量表示→空気→入口条件設定画面 (圧力が低く、非圧縮性と考えられるので体積流量を選択)、流入口の面は取り付けた蓋の内側を選択する。入口温度は変えないのでそのままとする。入口体積流量は、 $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$  を入力する。



(a)設定画面

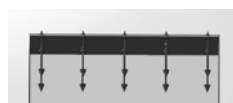


(b)面<1>選択

図 8. 流入口面の設定



(a)設定画面



(b)面<2>選択

図 9. 流出口面の設定

次に流出口の面の設定は、大気圧状態に流出するので圧力はそのままとし、流出口面を

蓋の内側を選択する。以上の設定が終了すると、計算可能となる。

計算実行、そして数分後に計算が終了する。ボールを選択し、そのボールの数を設定し、得られた結果を図 10 に示す。速度プロット軌跡でアニメーションをみることもできる。ボールの色は、右のカラーバー速度を表している。これによって基本的な定常流れを理解することができる。

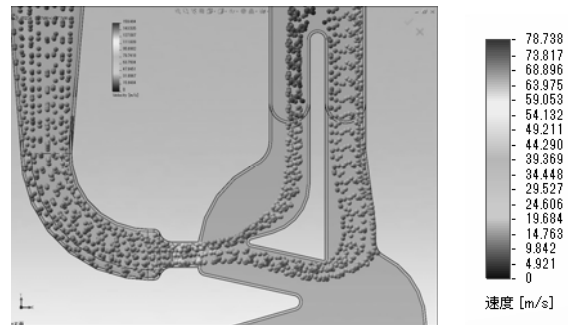


図 10. カラーボール表示による CPAP 素子内流れの速度

### 4. フルブリッジ・FET インバータ回路の設計

我々をとりまく電源には時間的に電圧の変化する交流電源と変化しない直流電源がある。一般的に交流→直流に変換する装置をコンバータ (順変換装置)、直流→交流に変換する装置をインバータ (逆変換装置) と呼んでいる。インバータは、主にパルス電源用途のハーフブリッジ・インバータ、電流方向制御などが可能なフルブリッジ・インバータ (図 11) などがあ

る。FETは電界効果トランジスタといわれるもの

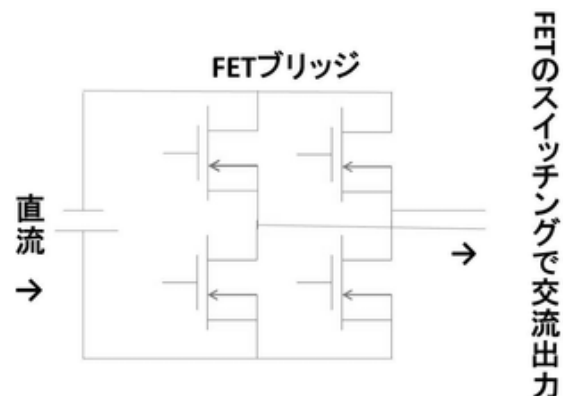


図 11 (単相) フルブリッジ・FET インバータ回路

で、通常のトランジスタ（バイポーラ・トランジスタ）より動作速度が速く構造が単純で小型化が可能である。主に小電力のスイッチングに使用されていたがパワー-FETと呼ばれる大電流型の出現により今日インバータ回路の主流となっている。

FETは前述のとおり小型であるため装置スペースを小さくできる。しかし、同時に放熱が問題となる。設計において十分な大きさのヒートシンク（放熱器）が必要なことに加え、ヒートシンク周辺に十分な空気の流れが必要である。そこで、今回は、FloXpressによりFETを配置したフルブリッジ・FETインバータ回路のケース内にどのような空気の流れが起こるかをシミュレーションし、実際の回路設計の参考にすることを考えた。SolidWorksで回路に使用する実寸大のFET、回路基板、収納するケースを描画し(図12)、FloXpressで空気の流れを計算した。

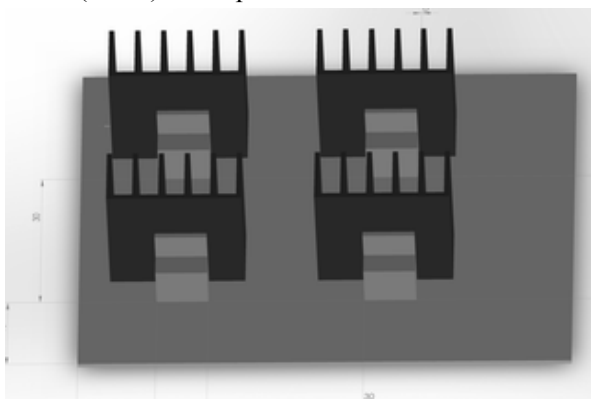


図12. SolidWorksで描画したインバータ計算条件は、以下の通りである。

流入口：体積流量： $1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

流出口：大気圧

入口と出口は、 $\phi 40$ の穴が開けてある。最初 $\phi 20$ の通気口を設けたが、基盤全体に流れが当たらず $\phi 40$ に拡大して得られた流れの状態を図13に示す。そこで実際に試作した回路ではさらに冷却効果を上げるために片方の列のFETを逆向きにして、基板中心部分の空気の通り道にヒートシンクを配置するようにした。

## 5. おわりに

今回は、SolidWorks FloXpressを使って流れのシミュレーションを行った。今後はさらにスキルあげる予定である。

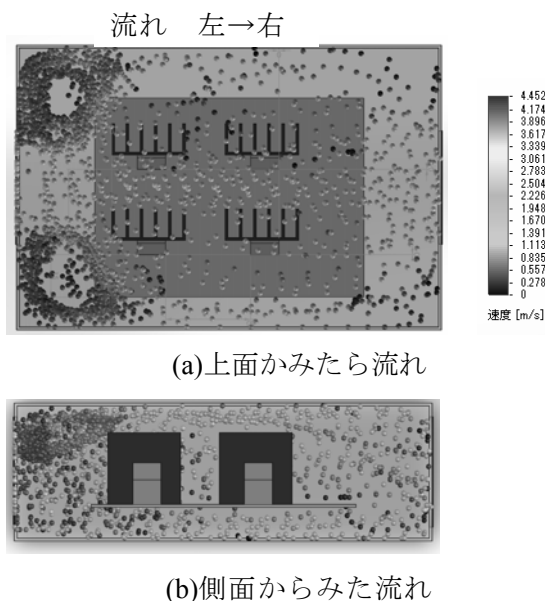


図13. 収納ケース内流れ



図14. 試作した回路

## 参考文献

- 1) 「3DCADの使い方」第21回 技術部技術発表会発表報告集 総合研究機構技術部 (2011), 43-46.
- 2) 「SolidWorksによる各種実験装置の設計・製作」第22回 技術部技術発表会発表報告集 総合研究機構技術部(2012), 16-19
- 3) 「SolidWorksによるアニメーション技術の習得-回転する周動ステージの制作-」研究機総合技術支援センター第23回技術発表会発表報告集(2013), 31-34
- 4) [http:// www.tsd.saitama-u.ac.jp/3dpro/](http://www.tsd.saitama-u.ac.jp/3dpro/)
- 5) 細井、平原、中村「プロング付縦型バイパスネーザル CPAP 素子」日本機械学会 2013 年次大会(2013)