

# 機能形状のモデリングと3D入出力環境を利用したモデリング演習

竹之内 和樹 Kazuki TAKENOUCHI 九州大学芸術工学研究院  
(CAD・CADD、3Dモデリング、設計・製図教育)

3D入出力システムの導入から運営までのお世話をする事になり、導入した以上はシステムの使用実績を作らなくてはとの強迫観念から、対象を探しては、あれやこれやとモデリング。そのおかげで、3D入出力システムのユーザとして、いくらかの経験をする事ができました。それをもとに、3Dスキャンからデータ編集、モデリングを経て3D出力までを一貫して行う演習を行っています。また、3Dモデリングのサークルの世話もする事になりました。その活動の一部を紹介します。

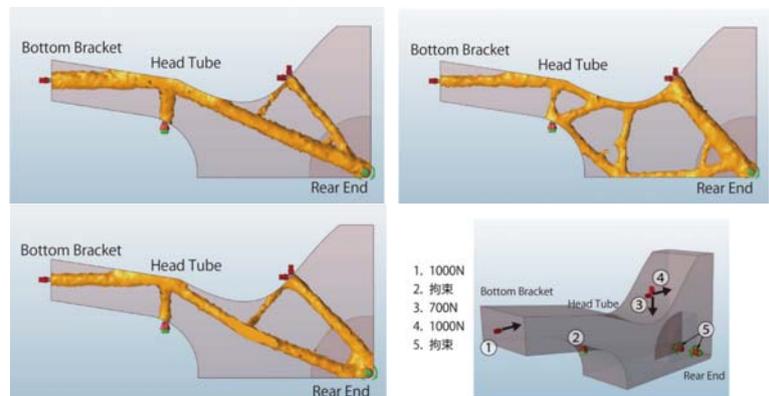
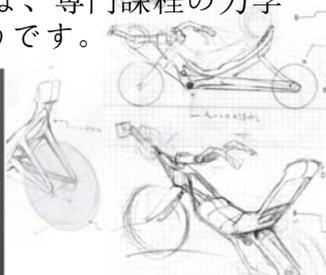
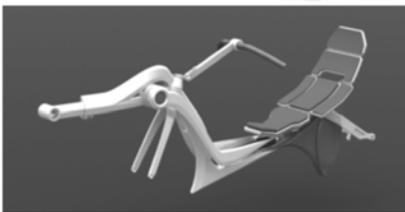
## メカニズムモデル制作「Leonardo da Vinciのアイデアスケッチに基づく羽ばたき機械」

機械デザインとモデリングを兼ねた演習によい課題はないかと CODICE ATLANTICO から羽ばたき機械を選んでモデル化しました。このとき、機構解析をしたところ、自由度が不足していることがわかり、不足自由度の解消を利用して、簡単な翼のあおり運動を追加したりが、右下のモデルです。そっけない機能モデルに、鳥の特徴の丸い胸、風切り羽も追加して、鳥らしい外観を与えています。機械系の3D CADで部品をつくり、アセンブリをしました。左のフィーチャーツリーを見ればわかる通り、ピンやEリングまで作り込んでいて、CADによる機械設計そのものです。



## Generative Design「リカンベントサイクルのフレームデザイン 起点としての位相最適化の利用」

詳細デザインの起点のアイデア作成  
位相幾何学最適化ツール Altair solidThinking Inspire を使用して、Generative Designを体験。  
基本原理は「応力が小さい部分を段階的に削除して、体積を減らす」。ここではCAE解析が目的ではないので、境界条件は単純に設定しています。このような使い方では、専門課程の力学は必ずしも要求されないようです。

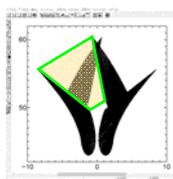


- 位相最適化の形状をもとに、プロダクトラしくデザイン修正。実現可能な形状で、試行錯誤ができた！
- 試されたのは、己れの発想力。思い切った発想がないと、面白くなりませんね。



## 機械の機能面のモデリング「円弧歯すじ歯車歯面のSTLモデル」

歯形を創生するプロセスをモデリング。ハイエンドCADを利用せずに精度を確保するために、STLの直接生成を行いました。デジタルモデルをもとに、粉末積層式3Dプリンタ、3Dモデラで円弧歯すじの遊星歯車、円弧歯すじラック・ピニオン（サイコウッド、ポリアセタール）を製作しました。



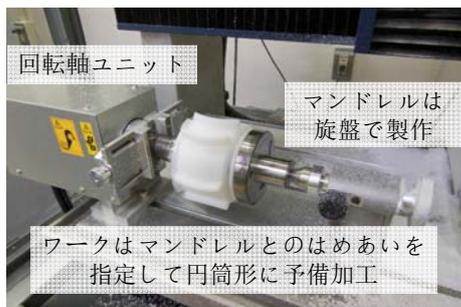
切れ刃の動き



歯溝のSTLモデル



粉末積層



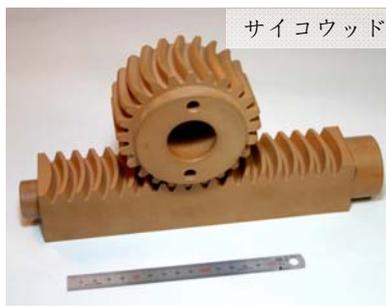
回転軸ユニット

マンドレルは旋盤で製作

ワークはマンドレルとのめあいを指定して円筒形に予備加工



ポリアセタール



サイコウッド



## 医療画像からの3Dモデル制作「胆管、骨の3Dモデル制作と出力」

ZedEditを使用して、医療スライス画像からモデリング対象の輪郭を抽出して積層することで、3Dモデルを生成しました。骨は輪郭が明瞭なので素人でも扱いやすいけれど、臓器は輪郭が不明瞭で多臓器との重なりを正しく判断して輪郭抽出する必要があり、時間と手間がかかってコスト大でした。



粉末積層

FDM (ABS)



## デジタルモデルの利用「頭蓋骨ハンズオンモデルのスタンド」



修正前

修正後

頭蓋骨モデルのスタンドデザインにおいて、スタンドで支える頭蓋骨の下部、側部の形状を使用アプリケーション間で受け渡しに工夫をして、モデルを作成しました。最近では、ソリッド、サーフェス、ポリゴン、STLを同じ空間で編集できる環境が出現しつつあるので、当時の工夫は不要になってしまいそうです。モデルを3Dプリンタで出力し、使用アンケートを含むデザインレビューを行って、デザイン修正を行って、ラピッドプロトタイプングの効果を実感できた対象です。

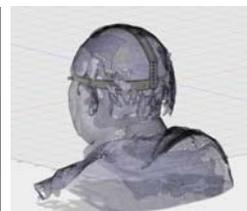
## スキャンデータを利用したパーソナルフィッティング「脳波測定用ヘッドセットのモデリング」

ハンディスキャナ Sense で簡易測定した頭部形状に沿わせて形状を設定するだけでは、少しゆるくて落ち着かない、ちょっと狭くて窮屈だ、が生じます。丁度良い装着状態を得るために、次のモデル作成では力学シミュレーションを導入の予定です。

九州大学医学研究院 脳神経病研究施設臨床神経生理学教室  
教授 飛松省三先生



FDM (PLA)



## 3D入出力環境を利用したモデリング演習

### 3D Design 入出力室

デジタルモデリング環境を入力と出力をセットにして整備しています。



3Dスキャナと3Dプリンタ  
およびPCからなる3DD入出力演習システムが5セット

### アナログモデルの制作

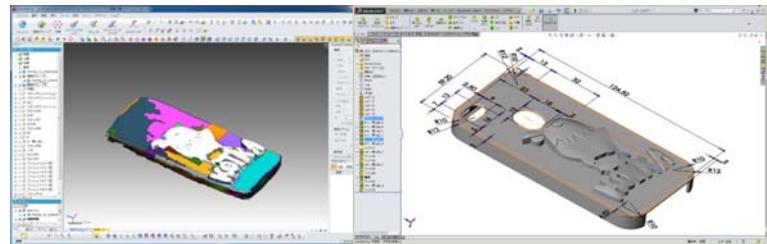
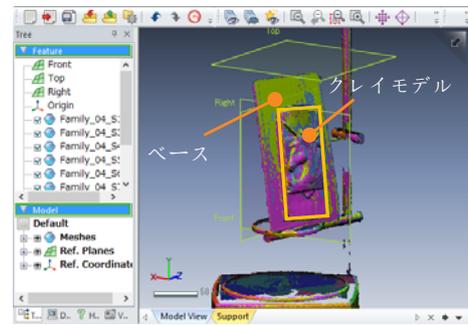
### 3Dスキャンーデジタルモデリングの総合演習

個別要素を学んだ後に、アナログ造形、デジタル入力ー編集（モデリング）ー出力までを一貫して行う演習でまとめます。



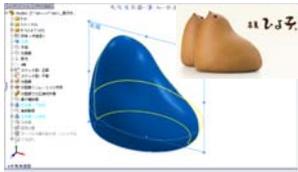
### スキャンからソリッドモデル作成までのデータ処理

スキャンデータからCADモデル作成まで、標準的な処理手順で、スキャンデータ位置合わせーメッシュ調整ー領域分割ーメッシュスケッチでソリッド化、の一連の過程を体験します。



領域分割の結果を検討することで、自分が作成したクレイモデルがどのようなフィーチャーで構成されているかを確認  
精度を要する部分は、スケッチによるCAD操作で作成

### 曲面を主にしたモデリング・出力演習



解説・演習は

- ・サーフェスによるカット
  - ・サーフェスで造形して厚み付け
  - ・サーフェス編合せからソリッド化
- これらに、オーバーレイでのスケッチ作成を追加

サーフェスの一通りの操作を学んで、最終課題は根付。サイズは1辺が25mmの立方体に収まること。粉末積層式3Dプリンタで出力してデパウダ、含侵の後処理まで。スカルプト系フリー編集環境も多様になっているので、わざわざパラメトリックに生成することもなさそうだけれども、曲面の品質と接続の指定について学ぶには、よい課題であろうかと考えています。

学生が作成した  
根付



### 演習の成果？ 学生サークル「3DD入出力室」の活動

#### FAB 3D CONTEST 2016



#### 第3回ソレノイドコンテスト

