

X線 CT スキャナーと 3D プリンターを用いた デジタルものづくり

キーワード：X線 CT スキャナー、3D プリンター、粉末床溶融結合法、リバースエンジニアリング、RP

はじめに

近年、3D プリンターが広く普及しつつあり、家電量販店などでも販売される時代になりました。3D プリンターで造形する場合、3D-CAD で立体形状を作図するか、あるいは、造形対象（試料）を非接触の 3D スキャナー等で計測し、三次元データを作成する必要があります。昆虫や化石、(デザイン重視の) クレイモデルなど 3D-CAD では作図困難な試料の場合、非接触 3D スキャナーで三次元データの取得を試みますが、形状が複雑なため計測できない領域（欠落）が生まれてしまいます。そこで、内部を含めた三次元構造を取得できる装置として、X線 CT スキャナーの活用が期待されています。X線 CT スキャナーを用いると、複雑形状の試料でも 3D プリンターに入力可能な欠落のない三次元データとして取得可能です。ここでは、保健所等で注意喚起されている

セアカゴケグモ(図 1)のレプリカ作りを事例として、X線 CT スキャナーと 3D プリンターを用いたデジタルものづくりについて紹介します。



図 1 セアカゴケグモの外観

装置の概要

X線 CT スキャナーとしては、マイクロフォーカス X線 CT スキャナー（東芝 IT コントロールシステム TOSCANER32300 μ FD）を用いました。X線 CT スキャナーによる計測は、装置内のテーブルに試料を載せ、X線を照射しながらテーブルを 360° 回転させて行います。次に、画像再構成と呼ばれる数学的な逆解析手法を用いてそれぞれの角度で撮影した X線画像を複数の断層画像に変換する

ことにより、試料の三次元立体構造（任意断面）を表示します。さらに、画像から試料表面を指定することで三次元データ（STL 形式）を取得できます。詳しい装置仕様は参考文献 1)を参照下さい。

3D プリンターとしては、プラスチック粉末積層造形装置（ドイツ）イオス社 FORMIGA P110）を用いました。本装置は、粉末状のプラスチック材料（ナイロン 12）を装置内の造形領域に敷きならし、あらかじめ作られた断面データに従ってレーザーを照射し、選択的に溶融・凝固を行います（粉末床溶融結合法）。凝固後に、上層に粉末材料を再度敷きならし、レーザー照射による溶融・凝固を繰り返すことで、三次元形状を造形します。多くの 3D プリンターでは、図 2(a)に示すように、角度の浅いオーバーハング部分にサポートと呼ばれる柱を造形して造形部分を支持します。これに対して、プラスチック粉末床溶融結合法(図 2(b))の 3D プリンターでは、未凝固の粉末材料がサポートの役割をするため、形状に制限が無く、昆虫のような複雑な形状でも製作が可能です。詳しい装置仕様については参考文献 2)を参照下さい。

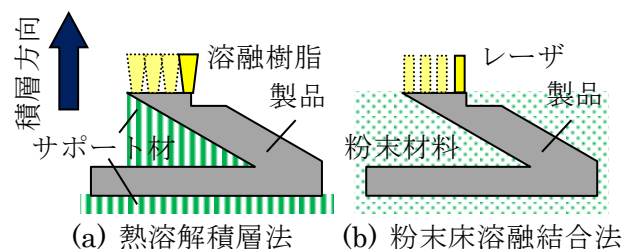


図 2 積層方式の違いによるサポートの有無

セアカゴケグモの X線 CT 撮影

X線 CT による撮影画像の明度の差（コントラスト）は、X線が透過した物質の比重に概ね相関があります。昆虫類やクモ類といっ

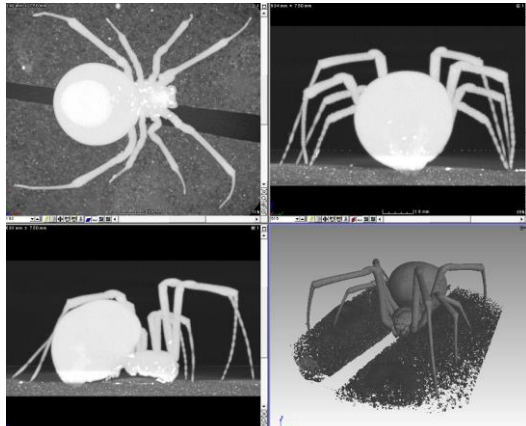


図4 X線CT撮影画像

た比重の小さい生物試料の撮影では、空気層とのコントラストが小さく、両者の境界を判別できないことがあります。また、試料の固定のために使用した両面テープなどとのコントラストが小さい場合も、同様に境界判別が難しい原因となります。高いコントラストを得るためには、X線照射条件の選定が非常に重要です。今回の撮影では、X線照射条件として、管電圧45kV、管電流250 μ Aと低い管電圧を設定することで高いコントラストが得られました。図4に、X線CT撮影画像を示します。

X線CT撮影画像から三次元データの取得

X線CT撮影画像から三次元データを取得するためには、試料表面と空気層との境界を濃淡値（しきい値）で指定する必要があります。しきい値の大きさによっては、両面テープなどの固定治具や、試料表面に付着する埃や異物なども、三次元データとして出力される場合があります。これらのデータ除去や、それによる面欠落の修復は、三次元データの編集可能なソフトウェアを用いて人の目で確認しながら行います。図5にデータ処理と完成したデータを示します。

粉末床溶融結合法によるレプリカの造形

図6に造形品の外観を示します。今回は、実寸大と5倍に拡大したものを各8体、一度に造形しました。この場合、造形高さは35mmになり、造形時間は、造形開始までの材料の昇温（170 $^{\circ}$ C）に150分、積層ピッチ0.1mm



図5 三次元データ処理と完成したデータ



図6 造形品の外観

の条件で造形に210分、造形後の徐冷（70 $^{\circ}$ C以下）に半日～1日を要しました。材料の昇温は、造形時のレーザーパワーの低減に寄与し、造形後の徐冷は、材料のアニーリングとして、変形や残留応力の低減に効果があります。

おわりに

X線CTや3Dプリンターを用いたデジタルものづくりは、これからも発展を続け、多くの業界での活用が期待されています。皆様のご利用をお待ちしております。

参考文献

- 1) 四宮徳章：ORISTテクニカルシート，No.11009，“X線CTスキャナ”。
- 2) 吉川忠作，大川裕蔵：大阪府立産業技術総合研究所，“プラスチック粉末RP装置によるデジタルものづくりの可能性”，http://tri-osaka.jp/fields/kakouseikei/ki_ki_sheet/RP2_CT.pdf