Bulletin of Aichi Univ. of Education, 65（Art, Health and Physical Education, Home Economics, Technology and Creative Arts）, pp. 53 − 55, March, 2016

3Dプリンタを用いた歯車教材の開発

北村 一浩

技術教育講座

Application for Gear Teaching Material Applying 3D Printer

Kazuhiro KITAMURA

Department of Technology Education, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

1. 緒言

近年、3Dプリンタが注目されている。その理由は、3Dプリンタの特許切れることにより、商品の価格が劇的に下がったことにより、急激に普及しはじめたからである。3Dプリンタの中学校･技術科教材への応用に関しては、本学で行われた現役教員の10年経験者研修（中学校 技術科）の中で北村が取りあげ、アンケートにより全員の教員が、3Dプリンタについての理解が深まったと回答するなど、現場教員にも興味を持たれている。

本論文では、3Dプリンタの中学校・技術科教材への応用の一例として、エネルギー変換（機械分野）の歯車教材への応用について提案を行うことを目的としている。この内容は、本学・技術専攻専門科目の講義「機構学」、「機械要素力学」の内容と対応している。

2. 3Dプリンタの教材活用について

3Dプリンタの中学校・技術科での実践応用は、山梨大学附属中学校での例があり、「3Dプリンタのしくみ」と、「ものづくりへの適応」の研究授業が行なわれている(1)。

3. 3Dプリンタの概要

技術教育講座・北村研究室では、研究室所有の「ダヴィンチ1.0」（XYZプリンティングジャパン製）を用いて中学校･技術科教材の開発を行っている。この3Dプリンタは、FDM方式と呼ばれる方式で、プリンタヘッドが動き、繊維状のABSなどの樹脂を押し出しながら積層する。この方式のプリンタは安価で購入可能であるため、教育現場へ普及がはじまっている。本研究では、白色の専用ABS樹脂フィラメントを用いた。1層あたりの積層間隔は、0.3mmである。図1に3Dプリンタの概要を示す。

4. 3Dプリンタ用データの作成

3Dプリンタでは、STLファイルと呼ばれるファイルが標準的に用いられている。STLファイルはCubeやCube Xなどを手がける3Dプリンタメーカーの3D Systems社により開発された。ほとんどの3Dプリンタがこの形式に対応していて、最も標準化されたファイル形式である。「.STL」という3Dデータの拡張子で保存すれば、3Dプリンタだけでなく切削加工機などにも出力が可能である。STLファイルは、三角形の頂点の座標と垂直方向（法線ベクトル）によって定義されたファセットと呼ばれる小さい三角形のポリゴン（パッチ）の集合により立体を表現したデータを保存するためのファイル形式である。つまり、3Dの形状を表したデータのファイル形式 である。ファセットの設定を変えると、ポリゴンの数が変化するなどSTLファイルの解像度に影響が生じ、曲面の滑らかさや細かさを左右する。質の高い造形物を得るには、正しいSTLファイルの作成が不可欠である。STLファイルは、一般に3Dモデリングソフトで作製するが、本研究ではSTLファイルを生成するWebサイトを利用して作製する（http://www.knowhave.com/gear/indexjp.php）。このWebページは、歯車のピッチ円直径、歯数、モジュール、ピッチ、歯車の厚さ、中心穴直径、圧力角、頂げき、ねじれ角の設定が可能である。パラメータは、ピッチ円直径、歯数、モジュール、歯車の厚さ、中心穴直径のみの入力で、他のパラメータは自動的に最適な値が計算される。最後に、「CREATE STL」ボタンを押すと、STLファイルが作成され、ダウンロード可能である。図2と図3に、歯車のSTLファイル作製手順を示す。本研究では、歯数10枚ピッチ円径40mm、

歯数15枚ピッチ円径60mm、歯数20枚、ピッチ円径80mmの3個の歯車データを作製した。いずれの歯車もモジュール4で作成した。作製したSTLファイルをスライサソフトに読み込ませた画像を図4と図5に示す。ここで、3個の歯車は作製しやすいように1つのSTLファイルにまとめられている。

3DプリンタによりABS樹脂で作製された3個の歯車の概要を図6に示す。歯車は、上下3段に重ねて作製されている。作製した歯車の密度は10％となっている。



図1. 3Dプリンタ ダヴィンチ1.0

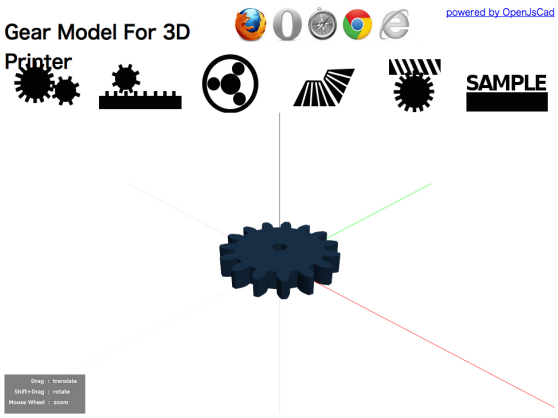


図2. 歯車データが作製可能なWebページ
（http://www.knowhave.com/gear/indexjp.php）

図7に作成した歯車教材を示す。木板に3種類の歯車（左から駆動歯車・歯数10枚、被動歯車1・歯数15枚、被動歯車2・歯数20枚）を並べて配置し、それぞれの歯車の中心を、ゆるくネジ止めすることにより、歯車が滑らかに回転するように配置している。3つの歯車の速度伝達比は、それぞれ「駆動歯車の歯数割る被動歯車1の歯数」、「被動歯車1の歯数割る被動歯車2の歯数」となり、駆動歯車と被動歯車2の速度伝達比は、被動歯車1の歯数に関係なく、「駆動歯車の歯数割る被動歯車2の歯数」となる。その結果、本教材の速度伝達比は0.5となる。

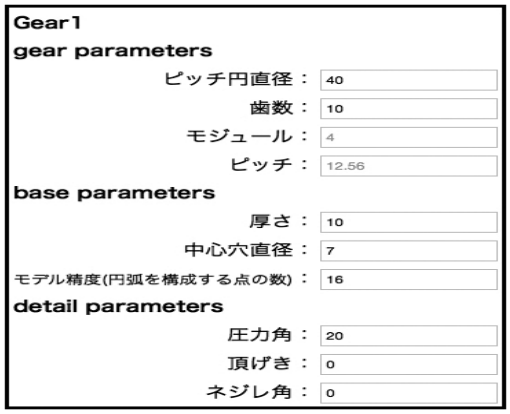


図3. 歯車パラメータの入力画面
（http://www.knowhave.com/gear/indexjp.php）

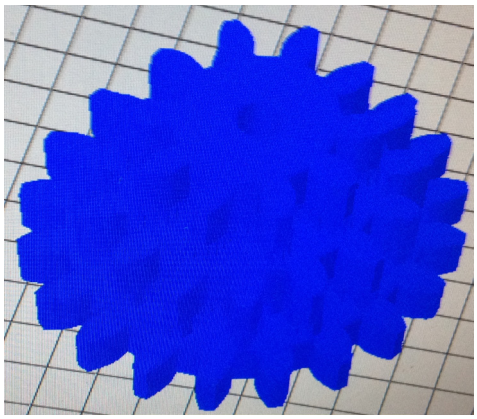


図4. スライサに読み込ませた歯車の概要

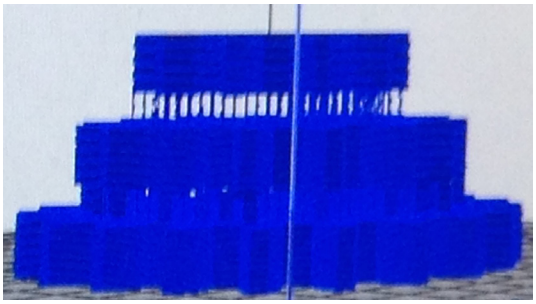


図5. スライサに読み込ませた歯車の概要



図6. ABS樹脂で作製した歯車の概要

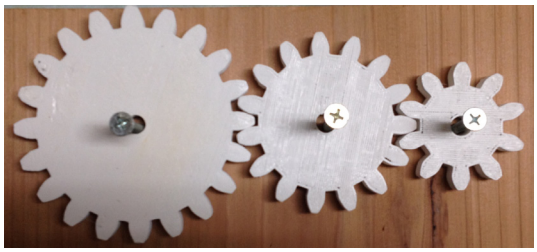


図7. 歯車教材の概要

5. 作成した歯車の利用

本研究では、3Dプリンタを用いて3個の歯車を作製し、中学校技術科、エネルギー変換（機械分野）の教材として、3個の歯車を用いた教材を3Dプリンタで作製した。作製した教材は、主に教師が教壇で説明する場合やグループ学習で生徒が実際に動きを確認する場合に用いることを想定している。また、本教材により、速度伝達比が中間の歯車の歯数に関係なく、駆動歯車と最終被動歯車の歯数の比で求められることを、実習により確認することができる。

6. 結論

本研究では、3Dプリンタを用いて3個の歯車を作製し、中学校技術科、エネルギー変換（機械分野）の教材として、主に教師が教壇で説明する場合やグループ学習で生徒が実際に動きを確認する場合に用いることを想定している。3個の歯車を用いた教材は、2015年度10年研修において現職教員に提案し、教師が生徒に示す教材として有用であると評価をいただいた。

7. 参考文献

(1) 佐藤博，山主公彦，教育実践学研究，Vol 57，No. 20(2015)，pp. 13-25

(2015年9月24日受理)