

## 3Dプリンタを活用した水車の設計と製作

埼玉大 ○弘中一誠・山本利一， 神奈川工大 佐藤智明・小山翔太

【要旨】本稿は、3Dプリンタおよび3DCADを活用した水車の設計・製作と、その過指導過程の提案を行うものである。指導過程は、3DCADや3Dプリンタ、サポート材の除去装置の基本的な操作・使用方法を学習するだけでなく、製作した水車の性能試験、3Dプリンタや3DCADの産業における活用場面の紹介も実施するものとした。これにより、3Dプリンタや3DCADの操作・使用方法が身に付くとともに、設計から製造までの一連の工程を理解し、技術に対する興味・関心を高めることを目的としている。

キーワード：3Dプリンタ，製図学習，3DCAD，データのデジタル化

### 1 緒言

文部科学省は、平成22年度から一部先行実施される新高等学校学習指導要領の中で、工業高校における製図において、従来「自動設計装置の基礎」としていたものを、明確に「CADの基礎」とした。さらに、「3DCAD」も追加され、手書き製図を基本として、CADを使用した設計製図、さらに3DCADを使用したカリキュラム導入が示された。これらを受けて、工業高等学校においては、2D / 3DCAD ソフトウェアを活用した取り組みがスタートした。また、学習指導要領には、「ここでは、具体的事例を通して3DCADを理解させるとともに、設計から製造までのすべての工程をデジタルデータ化するなどの具体的事例を通して3DCADの活用方法についても理解させる」ことが示されており、単に図面を仕上げるだけでなく、設計から製造までの一連の工程を学習することにも趣を置くことが示されている。これまでの製図の学習は、図面を描くための知識や技能の習得が目的とされ、その後の作品の製作までを想定した学習が展開されておらず学習意欲に関する課題も指摘されていた。

一方、平成25年6月14日に閣議決定された世界最先端IT国家創造宣言では、「新しいモノづくりであるデジタル・ファブリック（3Dプリンタ等）やロボティクス、プ

ログラミング、情報セキュリティ、コンテンツ作成等、学生等が将来を展望した技術を習得できる環境整備を教育環境のIT化とともに進める。」ことが示された。また、経済産業省は3Dプリンタを導入する教育機関に対し、購入費の3分の2程度を補助することを発表した。これら国策により、3Dプリンタの教育現場への導入は、一層加速すると予想される。

そこで本研究は、3DCADを用いて製図の知識と技能の習得を目指した指導過程に、水車の設計と、3Dプリンタによる作品の製作までを総合的に学習するカリキュラムを提案するものである。さらに、3Dプリンタで仕上げた作品の性能試験についても指導過程に組み入れた。

### 2 カリキュラムの提案

#### 2.1 3Dプリンタを活用するメリット

水車の設計は、「SOLIDWORKS」や「CATIA V5」などの3DCADを活用して描き表す。これまでは、設計した図面を各種工作機械を利用して製作するために、多くの時間と手間が必要であった。しかし、3DのデータをSTLデータ（Standard Triangulated Language；三次元形状を表現するデータファイルフォーマット）に変換することで、容易に製品として仕上げ、また修正もすることができる。

\*1 HIRONAKA Kazuaki 埼玉大学教育学部 e-mail = s14ac704@mail.saitama-u.ac.jp

\*2 YAMAMOTO Toshikazu：埼玉大学教育学部 e-mail = tyammaot@tech.edu.saitama-u.ac.jp

\*3 SATOU Tomoaki：神奈川工科大学 e-mail = satotomo@gen.kanagawa-it.ac.jp

\*4 KOYAMA Syota：神奈川工科大学 e-mail = k.spilot@docomo.ne.jp

## 2.2 配時計画

1 時間目は、3DCAD、3D プリンタの概要や、使用されている産業などについて学習する。これらは近年注目されている技術であることを解説し、実生活でも使われていることを認識させることで、3DCAD、3D プリンタへの興味・関心を高めることを目的としている。

2～6 時間目は、生徒自身が設定した条件（落差、水量、など）に応じた水車の選択（ペルトン水車、カプラン水車、バルブ水車、ここでは設計が難しいフランシス水車は除外した）および設計を行う。設計に関しては、流体力学に応じた細かな設計をする時間の確保が難しいため、基本的なことに学習内容を限定して実施することとした。ここでは、探求的な活動を取り入れ、生徒自身が設計したい水車を選択してからは、それらをどのように設計するかについてレポートをまとめる形で課題に取り組ませる。

7～12 時間目は、3DCAD の基本的な使用方法について学習する。3DCAD の基本的な機能や座標軸、操作方法を学習する。

13～24 時間目は、水車の設計に基づき図面を作成する。出力軸の直径は、 $\phi 5$  と設定し、水車直径や肉厚を設計する。試作実験では、実習室での実験を可能にするため、水道の蛇口から出てくる水を 10cm、20cm、30cm の落差で受けることとし、安定した出力を得られることも目標の1つとして設定する。

3DCAD では、羽根の形状や水車の直径、出力軸の大きさや羽根の枚数などを設計する。今回は、水車の円形部と、羽を別のファイルで作成し、その後それらのパーツを組み合わせることとした。これにより、設計の変更が容易になると共に、友人が作成したデータの活用も可能となる。

25 時間目は、設計内容の確認と、3DCAD のデータを STL データ化する。

26 時間目には、3D プリンタの使用方法について解説を行う。出力する際に用いる、主剤とサポート剤の関係や、主剤の硬化方法（本実践では、光硬化性樹脂を活用）、サポート剤の除去方法などを示す。

27 時間目には、3D プリンタへの出力のため、ステージへの材料の配列、材料の見積も

りをさせて、印刷を実施する。作品のサイズにもよるが、約 12 時間で、8 台の水車が完成する。

28 時間目は、サポート剤の手加工による除去を行う。除去装置を使用する前に、大方のサポート剤を手加工により除去しておくことで、その後の作業の効率化を図る。

29 時間目は、ウォータージェット装置による除去を行う。除去装置の使用方法を解説し、生徒の作品に残っているサポート材を除去させる。

30～31 時間目は、製作した水車の性能試験を行う。LEGO マインドストームで作成した性能試験装置を用いて、生徒の作品の性能試験を行う。性能試験の結果を記録し、より高い出力を得られる方法を考えさせる。

32～33 時間目は、設計の修正を行う。性能試験の結果に基づき、より高い出力を得られるように作品を修正する。

34～35 時間目は、学習のまとめを行う。産業での活用事例や、今後の 3D プリンタの動向の予測、これまでのものづくりとの比較、作品のプレゼンなどを行い、学習のまとめとする。

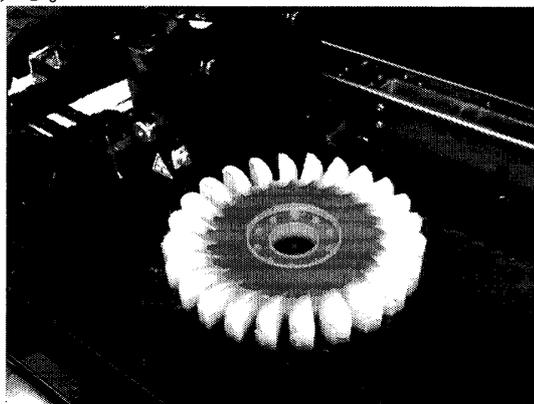


図1 3D プリンタによる製作の様子

## 3 結言

以上、本研究では、工業高等学校で基本的な製図学習を終えた生徒を対象に 3DCAD および 3D プリンタを用いた水車の設計を行うカリキュラムを提案した。設計、製図、製作、修正の一連の作業工程を学習する総合的な学習であるため、生徒の興味・関心が持続するものと想定される。今後は、これらのカリキュラムを基に授業実践でその効果を検証してきたい。そのためには 3D プリンタが導入されることが条件であることも追記する。