３Ｄプリンタとものづくり教育
～コマ製作による教材開発～

山梨大学附中　○山主公彦，山梨大学　佐藤　博

１．はじめに

コマは６世紀頃から大陸から日本に伝わり現在様々なコマが存在する。その中には「竹製の鳴り独楽」や「木製の江戸鳴り独楽」のように，日本独自の発展したコマも数多くある。事前調査ではコマをつくった経験のある生徒は皆無であり，コマ自体を回した経験が無い生徒も30％以上いることがわかった。コマを製作する場合に多くは旋盤を利用して製作することが一般的である。それは，回転するコマは中心軸が重要であり，旋盤を利用することで製作する精度が高くなるからである。中学校技術分野でも昭和30年頃まで旋盤を使った授業が行われたこともあった。しかし現在，中学校では旋盤を設置している学校は少なく，精度の高いコマを製作することは難しい。

本研究では自由に構想したコマを３Ｄプリンタで製作し，授業で回して改善していくこととする。その過程で，３Ｄプリンタがどのような技術であるのか学び，長く回るコマを製作するためにはどのようなコマをつくればよいのか授業の事前と事後にアンケート調査を行い，その結果を検討した。

２．実験授業

２－１　研究対象

対象とした生徒は，山梨県甲府市内のF中学校の第２学年39名であった。男子19名，女子20名であった。

２－２　調査時期

平成27年10月に行った。

２－３　研究方法

事前・事後調査問題を図２に記す。５題で構成されている。

２－４　実験授業の内容

３Ｄプリンタの基本的な仕組みを学習させ，３Ｄプリンタとは現在普及しているインクジェットプリンタの延長線上にあることを理解させた。また，３Ｄプリンタで製作するためにはソフトウェアで設計をする必要があり，ソフトウェアの簡単な使い方も習得させた。

材料と加工に関する技術７時間の中で，単元の目標として「３Ｄプリンタを活用して自分でつくったコマを回そう」の授業を行った。

実験授業の内容として，まず回り続けるコマを技術室にある工具でつくるとどのようなコマができるか知らせた。より回り続けるコマをつくるためには，旋盤を使用したりする必要があること。製作方法の一つとして３Ｄプリンタをあげて３Ｄプリンタでどのようにして製作するのか知らせた。

生徒にはコンピュータ上のソフトを使って自由にコマを構想させ３Ｄプリンタで印刷をさせた。できあがったコマを回して，コマが回っている時間や，様子を観察させた。

次に，コマが長く回り続けるために必要な簡単な要素を生徒に提示し，自分がつくっているコマがより長時間回り続けるにはどのように改善していく必要があるのか考えさせた。その中で，長く回り続けるための要素と，すぐコマが倒れてしまう要素を比較しながら説明をした。（図２）

事前・事後アンケート問題

組　番　氏名

問題１　より安定に回るコマを製作するには重い部分がより（①　低く　）なるコマを製作する。重さが（②　高い　）位置にあると、それだけコマを倒そうとする（③　トルク　）が大きくなりすぐ倒れてしまう。コマの形が円盤状であれば、その（④　中心　）に、形が不規則であればその（⑤　重心　）に回転する軸が近づけば近づくほどより長く回る。

問題２　勢いよく回転をしているコマは回り続けようとする（⑥　慣性力　）がある。コマの中心より外側に重さがあるほどコマは、回り続けようとする（⑦　慣性モーメント）が大きい。

問題３　軸の先端の接地している部分は、摩擦がおこるので、できるだけ接地（⑧　面積　）が少ない形にする。回り続けるときには（⑨　空気　）の影響も受けるので（⑩　空気　）抵抗の（⑪　少ない　）形にする。

問題４　授業を通して一番興味があったところはどこでしょうか。

問題５　授業の中で理解しにくかったところはどこですか。

図1　事前・事後調査問題

図2　コマの比較を授業中

３．結果および考察

問題１の調査結果を図３に示す。前段が事前調査，後段が事後調査結果となっている。長く回るコマの形状を問う結果である。コマの重心について問う問題１の①では，事前は50％，事後では98％の正答率であった。重心が高いとコマを倒そうとするトルクが大きくなるという問いである問題１の③では，事前では０％，事後では98％の正答率となった。軸の位置を問う問題１の④は事前では58％，事後では100％の正答率であった。重心を問う問題１の⑤では，事前では50％，事後では98％となった。

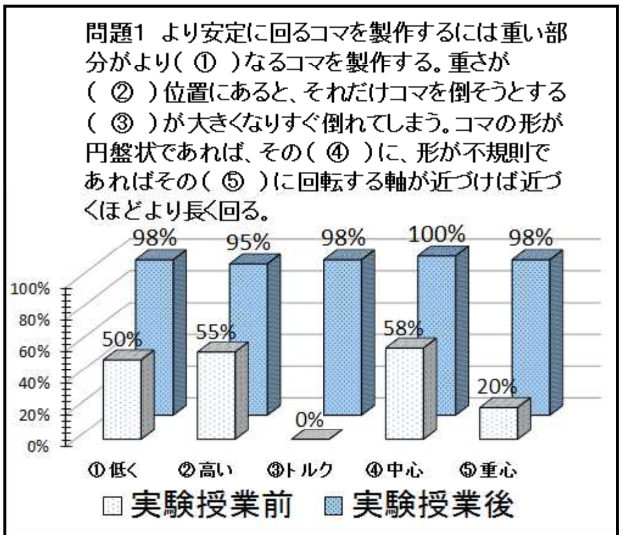

図3　問題1調査結果

問題２の調査結果を図４示す。慣性について問う問題２の⑥では事前が０％，事後では100％となった。慣性モーメントを問う問題２の⑦では，同じく事前では０％，事後では100％となった。このことから慣性について，この授業を元に学ぶことができたと考えられた。

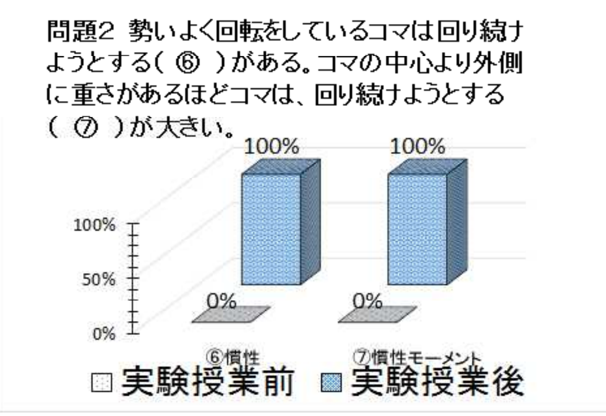

図4　問題2調査結果

問題４の授業を通して一番興味があったところについては

・「3Dプリンタでコマをつくるところ。」
・「コマの形や重さひとつで回る時間が大きく変化すること。」

などが意見として記述されていた。

問題５の授業の中で理解しにくかったところについては

・「慣性と慣性モーメント」
・「ＣＡＤソフトウェアの機能」

などが意見として記述されていた。

実験授業では全ての項目において回答率が大きく上昇しているが，理解しにくかったところの意見として慣性を説明する教材の提示方法や授業の進め方も改善が必要と考えられた

４．おわりに

本研究では，中学生に「３Ｄプリンタを活用して自分でつくったコマを回そう」の実験授業を行った。３Ｄプリンタという新しい技術をコマづくりを行う過程で学習すると同時に，長く回るコマをつくるためにはどのようなコマをつくればよいのか考えさせた結果，正しく理解していることがわかった。

文献

1)技術・家庭，技術分野，開隆堂，2012
2)板倉　聖宣「コマの力学―回転運動と慣性 」，仮説社，2005
3)戸田　盛和「コマの科学」，岩波新書，1980
4)佐藤 博、山主 公彦、教育実践学研究 、附属教育実践総合センター、３Ｄプリンターとものづくり教育、 No.19（2014）pp.13-25