

中学校技術・家庭科におけるオートマタ教材の開発

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-06-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松永, 泰弘, 中田, 康太郎 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00007352

中学校技術・家庭科におけるオートマタ教材の開発

Development of Automata as Teaching Materials for Technology and Home Economics
Classes in Junior High School

松永泰弘*・中田康太郎**
Yasuhiro MATSUNAGA・Kotaro NAKADA

（2012年10月4日受理）

This paper deals with the development of automata as teaching materials for technology and home economics classes in junior high school. The power transmission mechanism that textbooks of junior high school include is developed in the 18th century and is the technique that continues being used without changing in the present when electronic control is mainly used. We examine mechanism in automata and suggest a class plan, and develop automata teaching materials, so that the students learn power transmission mechanism and design the mechanism. Furthermore, the choice of the student is increased by showing springs and wind, magnetic force, gravity, heat as power sources. Then, we denote the automata become effective as the energy conversion teaching materials.

1. 緒言

平成24年度より完全実施となる新学習指導要領¹⁾より、技術・家庭科技術分野ではエネルギー変換に関する技術の学習が必修となった。また、技術分野の目標に新たに「評価」という文言が入り、技術を適切に評価できる能力を身につけることが求められるようになった。くわえて、機器の使用方法は理解しているが動作原理は理解できない、いわゆるブラックボックス化の問題が取り上げられている。

そこで、本研究では動力伝達機構を利用したオートマタ教材の製作を取り上げる。教科書等に挙げられる動力伝達機構は、18世紀頃が開発され、電子制御が主流となった現代も変わらずに使用され続ける技術である。オートマタの教材で使用される機構の検討、授業計画を提案するとともに、子どもたちが製作を通じて動力伝達機構を学び、自分が考える動きを追求・試行錯誤することができるオートマタ教材の開発を行う。さらに、動力源としてゼンマイや風力、磁力、重力、熱を用いた教材を提示することで、生徒の選択肢を広げ、自ら設計・試行錯誤するエネルギー変換教材としての有効性を高める。

2. オートマタ

オートマタとは、いわゆる西洋からくり人形であり、18世紀後半のルネサンス期から19世紀

* 技術教育講座

** 技術教育専攻

の産業革命までを中心に欧米で盛んに製作された娯楽用の玩具である。当時は、時計の技術を応用した精密な金属部品によって動作しており、動力源としてはゼンマイが用いられた(図1)。現在、オートマタとして作られているものの主流は、当時とは異なり、ほぼすべての部品を木材で製作しており、内部の機構の動作を観察できることも含め、1つの作品として楽しまれている。



図1 オートマタ²⁾

3. 授業計画

提案する授業計画を表1に示す。「② おもちゃの仕組みを調べよう」は、動作伝達機構を利用したおもちゃを分解し、動作原理を調べ、動作伝達機構を体験的に学習する。「③補助教材の製作+ My オートマタの構想」は補助教材の製作を通じて、機構に対する理解を深めるとともに本教材であるMy オートマタの構想を練る。その後、「④ My オートマタの製作」において、複数の機構を組み合わせたMy オートマタを製作する。ここでは、『子どもたちに作品で遊んでもらおう』というテーマで、設計・製作の目的を明確化する。最後に「⑥ オートマタ観賞会」で、用いた複数の機構、工夫した点について発表し、お互いに評価しあう。また、授業とは別に科学館などでの展示の場を設ける。

表1 授業計画

	授業内容	時間数
①	オートマタについて (導入)	1
②	おもちゃの仕組みを調べよう	2
③	補助教材の製作+ My オートマタの構想	8
④	My オートマタの製作	12
⑤	製作のまとめ	1
⑥	オートマタ鑑賞会	1

4. 補助教材

本研究では、事前に機構を学習するために、補助教材の製作を取り入れた。平成18年度静岡大学付属静岡中学校での実践事例では、本教材の製作のみを行い、生徒が疑問や悩みを抱いた際には、生徒同士で議論し合う機会「お悩み相談会」を設けた³⁾。提示した授業計画では、本教材の製作前に生徒が数種類の補助教材を分担して製作することで、動作伝達機構に関する知識の定着を図るとともに、得た知識を互いに共有し合いながらMy オートマタ (本教材) の製

作活動を行う。製作する教材は、カム・歯車・4節リンク機構のいずれかを用いた補助教材とし、外箱・人形等については設計図を配布し、3種類の内1つを製作する。なお、各補助教材には本教材製作に向けた追求点を設け、必ず生徒が課題点と解決方法を考え、発表することで知識の共有化を行う。

4-1 カムを用いた補助教材

図2にカムを用いた補助教材を示す。カムは、特殊な輪郭を持った原動節を回転させることによって、従動節に周期的な運動をさせる伝達機構である。

この教材はカム機構を使用し、用途に応じて変位量を生徒自身が決定し、カム変位線図に基づいてカムを設計する。加えて、従動節が設計通りに正確かつスムーズに動くためにはどのような手立てを打てばいいのかを追及する。製作の際、カム変位線図と基礎円をワークシートを用いて作図を行う。

カムを正確かつスムーズに動作させるために以下のように設計・製作する。

【生徒の追求】 カムがスムーズに動作するためには

- ・糸のこ盤で切り出したカムの形状が緩やかな曲線ではなく、傾きに不連続点があると従動節の先が引っかかりスムーズに動作しないため、紙やすりを用いて接触面を滑らかに仕上げる。
- ・各点を結ぶ際には、なめらかな曲線を描く。

【生徒の追求】 カムが正確に動作するためには

- ・変位線図どおりに従動節を動かすためには、従動節の先を面取りして滑らかな球状に仕上げる。

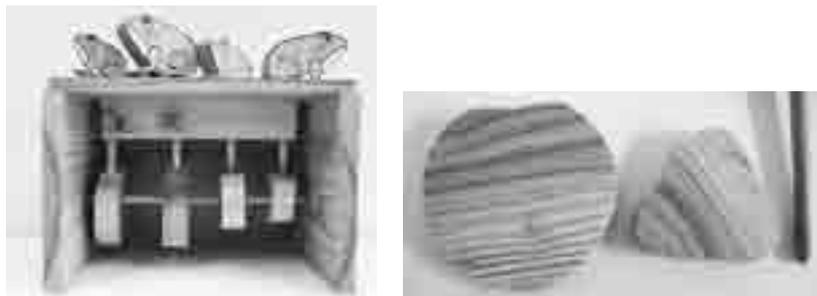


図2 カムを用いた補助教材例

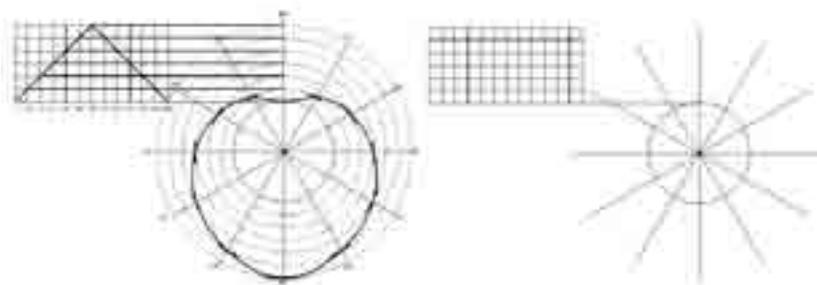


図3 カム変位線図

4-2 歯車を用いた補助教材

図4に歯車を用いた補助教材を示す。この教材は、生徒が歯車の設計方法を理解し、自ら設計することができ、歯数の違いによる速度伝達比について理解できることを目的とする。歯車はピンを用いたかさ歯車を使用する。

本教材では全員が同じ歯数で設計を行い、歯車の設計方法について理解した後、もう1つの歯車は各自設計する。生徒が2つの歯車が滑らかに動く位置関係について考える。

【生徒の追求】傘歯車を動作させるためには

- ・ 2つの歯車の2軸が同一平面上にあること。
- ・ ピンを用いた傘歯車の位置関係については、ピン接触時に片方のピンの歯先が、もう片方のピンのピッチ円より内側に入ると動作しなくなる。このため、接触時には歯先とピッチ円の高さが一致している状態にする必要がある。



図4 かさ歯車を用いた補助教材例



(a) 製作物



(b) 組み立て図 (JW-CAD)

図5 てこ・クランク機構を用いた補助教材例

4-3 4節リンク機構を用いた補助教材

図5に4節リンク機構を使用した補助教材を示す。この教材は、生徒自身が各リンクの長さを決定し、てこ・クランク機構を動作させること、生徒自身が設計を通じて、てこ・クランク機構を設計する際の法則性を発見できることを目標とする。

4節リンク機構では、それぞれの動作が法則性を満足するように成り立っている。てこ・クランク機構は最短リンクの隣のリンクを固定し、最短リンクをクランクとすることで動作する。なお、上の条件を満たし、最短リンクを固定している場合には両クランク機構、最短リンクと対面するリンクをなくした場合、往復スライダ・クランク機構となる。

設計の際には、最初に上死点・下死点について生徒に説明し、ユニバーサルプレート、ユニバーサルアーム（田宮模型）等を用いて、各リンクの長さを変化させ、てこ・クランク機構として動作する長さの条件を確かめる。

【生徒の追求】てこ・クランク機構の設計

- ・ 三角形の性質、上死点、下死点から、条件を定式化することができる。
- ・ クランクを最短リンクとする。

5. 動力源を追求する提示用教材と本教材

本教材は前述したようにエネルギー変換教材としての役割を担っている。そこで、動力源としてゼンマイや風力、磁力（図6、7）、重力を利用した木製機械式時計に組み込む（図8）、温度差による形状記憶合金の形状回復力を利用する（図9）ことにより、エネルギー変換教材としての有効性を高める。なお、動力源については本教材製作の際に生徒が自由に選択する。

本教材では、補助教材に利用されている機構などを利用して製作を行う。なお、自分が製作して気づいた点のみならず、他の生徒が気づいた点も共有して理解した上で、製作を進めていく。



図6 風力を動力源としたオートマタ



図7 磁力を利用したオートマタ



図8 重力を動力源としたオートマタ



図9 形状記憶合金の形状回復力を動力源としたオートマタ



図10 筆者の製作した手動のオートマタ

6. 製作した教材に対する子どもたちの反応

中学生が『子どもたちに作品で遊んでもらおう』というテーマでMyオートマタを設計・製作することで、設計・製作の目的を明確にする。

2011年10月29日・30日にツインメッセ静岡で開催されたWAZA フェスタのものづくり教室

の会場において、製作した教材の展示を行い、子どもたちの反応を調査した。小学生以下の子ども達が、「中の仕組みが面白い」「少し回したのに、人形がたくさん回った（歯車の速度伝達比の気づき）」「カムの形状によって、上の人形の動きが違う」「このおもちゃを作ってみたい」などの感想が聞かれ、遊びながら内部の機構について学んでいるとともに、創作意欲をかきたてる作品であることがわかった。また、図7の磁力を利用したオートマタでは、箱の上で台とつながりのない魚が動いている様子に親子で驚く様子がうかがえた。

子どもたちが驚き、喜ぶ姿に、製作した大学生もよろこびを感じ、もっと驚くものを、喜ぶものをつくりたいという製作意欲に駆られる姿がうかがえた。中学校技術のオートマタ製作においても、製作物で遊ぶ子どもたちと製作者である中学生の間に、新たな関係をつくる場を提供できる可能性がある。



図11 展示の様子

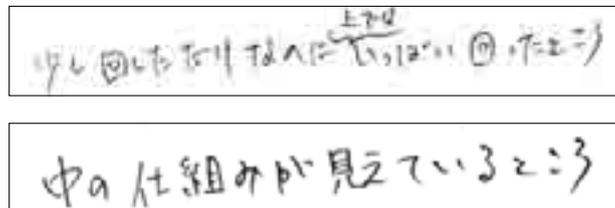


図12 遊んでみた子どもたちの感想（おもしろかったこと）

7. 結言

本研究では、中学校技術家庭科技術分野の教材としてオートマタを取り上げ、製作過程での学習内容を検討したうえで、必要となる教材の開発、および授業計画の提案を行った。

補助教材の開発においては、生徒が自分で設計する箇所を設けることで、体験的に動作伝達機構（カム・歯車・リンク機構）について学べるようにした。提案する授業計画では、生徒たちが補助教材を製作しながら本教材（My オートマタ）の構想を早い段階から練ることで、構想に十分な時間を設けることが可能となった。開発した3つの補助教材については、中学生にとっては“作りながら学ぶことができる作品”であるが、小学生以下の子どもたちにとっても“遊びながら学べる作品”であることが、作品の展示を通じてわかった。中学生が『子どもたちに作品で遊んでもらう』というテーマでMy オートマタを設計・製作することで、設計・製作の目的が明確となり、製作物で遊ぶ子どもたちと製作者の間に、新たな関係をつくる場を提供できる可能性があり、価値ある教材となる。今後も、“つくりながら学ぶ”“遊びながら学ぶ”の両方を意識した教材開発・実践、補助教材の改良などを行う必要がある。

本研究は、平成24年度科学研究費補助金（課題番号:21500869）、日教公助成金の援助による。

参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領解説（2008）
- 2) 開隆堂：技術・家庭（技術分野）（2008）
- 3) 技術・家庭科のまとめ

<http://www.shizuchu.ed.shizuoka.ac.jp/kenkyu/kenkyu/jirei18/gika18.PDF>（参照：2011.11.2）