

# マインドストームを利用した技術科の教育方法に関する研究

森岡 弘・上村 梨紗\*・秋本 泰宏\*\*・岡 正人\*\*\*

A Study of the Technology Education Method with Using a LEGO Mindstorms

MORIOKA Hiroshi, KAMIMURA Risa, AKIMOTO Yasuhiro, and OKA Masato

(Received December 17, 2003)

キーワード：技術科教育、学習指導要領、評価規準、マインドストーム、ロボットコンテスト

## 1. はじめに

今日生徒を取り巻く環境の中で、受験競争、いじめや不登校、生活体験の不足等のさまざまな課題が生じている。また、社会は国際化、情報化、科学技術の発展、環境問題、高齢化・少子化等の面で大きく変化していくことが見込まれる。これらの問題を踏まえた新しい時代の教育の在り方が問われている<sup>1)</sup>。

このことを踏まえて、中学校学習指導要領<sup>1)</sup>は、ゆとりの中で生徒に豊かな人間性や自ら学び自ら考える力などの生きる力の育成を基本的なねらいとして平成10年に改訂された。

全面実施される平成14年度までの移行措置が平成11年6月3日に告示され、技術・家庭科については平成12年度から、「全部又は一部についてはこの新しい中学校学習指導要領(以下「新学習指導要領」という。)によることができる」こととされた。これに伴い技術・家庭科の技術分野(以下「技術分野」という。)では科学技術や情報化の進展等を考慮した題材を通して、生徒の問題解決能力を育成することが求められている<sup>2), 3)</sup>。

この新学習指導要領は平成12年度からの移行期間を経て平成14年度より完全実施された。各学校の技術科においては、この移行期間に「木材と金属を利用した題材」、「ロボットコンテスト」、「ホームページ製作」等、さまざまな題材の開発や授業研究が行われた。

その中でも「ロボットコンテスト」は問題解決型の題材として非常に注目を集めている。ロボット製作では主体的・体験的な活動ができ、創意・工夫する場面もたくさんあることから、問題解決能力の育成につながることが期待される。これらのことから、ロボットコンテストを題材とした授業を行う学校が増えている<sup>4), 5)</sup>。

しかし、実際にロボットの部品から製作するとなると、創意・工夫よりも工具の使用法の学習や加工に時間をとられてしまい、生徒が自分のアイデアを練ることや、製作品を何度も手直ししたり、初めから作り直したりするところまでは到達しにくい。このことから、教材会社が販売しているロボコンキットを安易に導入しがちになってしまうが、画一的な

\* 山口大学大学院教育学研究科

\*\* 山口大学教育学部附属光中学校

\*\*\* 宇部工業高等専門学校

ロボコンキットの導入は生徒の創意・工夫への関心を奪ってしまう恐れがあることも考慮しておかなければならない。

本研究では、ロボット製作に期待されている問題解決型学習の充実のために、LEGO MindStorms<sup>6)~10)</sup>の利用を検討する。

LEGO MindStorms Robotics Invention System (以下「マインドストーム」という。)はレゴ社から販売されているレゴブロックをもとにしたロボットを作ることができるブロックのセットである。マインドストームはレゴ社とMITメディア研究所との15年におよぶ共同研究により開発されており<sup>6), 7)</sup>、ロボットの形を作るブロックはもちろん、機構の部品となる歯車やプーリー、ロボットの頭脳となるコンピュータ (RCX)、モーター、センサーまでもが備わっている。これらのすべての部品はブロックであるため、容易に付けはずしができる。

このマインドストームを利用したロボット製作では部品を加工する必要がないため、ロボット製作のほとんどの時間を設計や創意・工夫のために費やすことが可能である。レゴ社は対象年齢を12歳以上に想定しているが、マインドストームは単なるおもちゃではなく、現在では世界中で多くの大人が熱中しており、さまざまな催し物を開催したり、RCX用OSを開発したりと、ユーザーの裾野は広がっている<sup>6)</sup>。また、大学や高等専門学校の工科系の学科において、工学実験やものづくり教育の導入教材としても使用されている<sup>11)~13)</sup>。

本研究では、このマインドストームを技術分野の学習題材として用いた場合の新学習指導要領における位置づけや教育方法について検討を行った<sup>14)</sup>。さらに、題材としての利用方法や授業に導入した際の評価方法等の一例を示した。

## 2. マインドストームの技術教育への導入

平成10年に改訂された新学習指導要領により、技術・家庭科は今まであった11領域を集約・統合し、「技術」と「家庭」との2分野構成に改められた。この改訂は、完全学校週5日制と授業時間数の縮減の下、各学校が「ゆとり」のある教育活動を展開する中で、生徒に豊かな人間性や自ら学び自ら考える力等の「生きる力」の育成を図ることを基本とし、教育内容の厳選と基礎・基本の確実な定着を図り、個性を生かす教育の充実をねらいとして行われた<sup>1)</sup>。

このことから、技術・家庭科の目標は、「生活に必要な基礎的な知識と技術の習得を通して、生活と技術とのかかわりについて理解を深め、進んで生活を工夫し創造する能力と実践的な態度を育てる」となった<sup>2)</sup>。

今までの技術・家庭科の技術領域は「木材加工」「電気」等といった6領域で構成されており、各領域にはそれぞれの目標や配当授業時間数や履修学年までもが示されていた。そのため、単なる作品製作や領域内だけの学習になりがちで学習したことを生活の場で生かすことができにくいなどの状況がみられた。また、最近では物質的・経済的豊かさの中で、子どもたちの生活体験の乏しさや不器用さ、ものを作る喜びやものの価値に対する認識の欠如、労働に対する価値観の欠落、受験学力重視思考などが指摘されている。これらのことを改善し、教科の目標の実現を目指すことや、自ら学び自ら考える力の育成を図ること、ゆとりのある教育活動を展開することを可能にするために領域の整理統合が行われ、図1のように改訂された<sup>3)</sup>。

## 技術分野の改訂

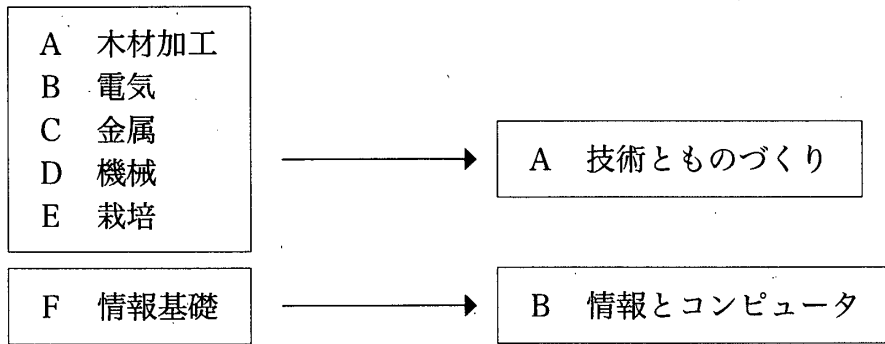


図1 技術分野の改訂

この改訂により、領域にとらわれない弾力的な指導や題材の選択が可能になるが、それと同時に、目標を達成するためには従来の題材では不十分になると考えられる。ただ知識を詰め込んだり、決められた作品を製作したりするだけの授業ではなく、生徒が実践的・体験的活動を通して、ものを作る喜びや自ら学習する能力を身につけられるよう、問題解決型学習の充実が求められる。そのためには、生徒が興味・関心を持って主体的に取り組み、自ら問題を発見・解決できるような題材が必要となる。

そこで技術分野の学習題材としてマインドストームの利用を検討する<sup>15)</sup>。本章では、マインドストームの概要を初めに述べた後、このマインドストームを題材とした授業の学習効果について考え、新学習指導要領ではどこに位置づけられるかについて検討する。

### 2.1. マインドストームの概要

マインドストームはロボットを作ることができるブロックのセットである。このセットの中には、本体の部品となるブロックやタイヤ、動力機構を作るための部品の他に、ロボットの頭脳となるコンピュータ (RCX) やモーター、センサーまでもが備わっている。そして、モーターの動きを付属のパソコンソフトウェアを用いてプログラムして、そのプログラムをパソコンに接続したプログラム転送用の装置 (IR タワー) によりパソコンから RCX に転送することによってロボットの動きを制御することができる。

機構の部品となる歯車やプーリー等の種類・数とも豊富にあるため、製作者のアイデア次第で簡単な四輪自動車から、二足歩行ロボットまで作ることができる。マインドストームでロボットを作る流れを大きく分けると以下の3つの工程になる。

- 1: ブロックでロボットの体を作る。
- 2: ロボットの頭脳となるプログラムを作る。
- 3: 作ったプログラムをパソコンから、ロボットに転送する。

転送後 RCX に付いている RUN ボタンを押すと、転送したプログラム通りにロボットが動く。図2にマインドストームを利用するために必要となるシステム構成を示す。

### 2.2. マインドストームに期待される学習効果

マインドストームはロボット製作が比較的簡単に行えるため、問題解決型学習の題材として適している。ロボット製作は設計や製作過程を通して主体的で体験的な活動ができ、創意・工夫する場面も多くあるが、実際に部品から製作するとなると、設計や創意・工夫よりも道具の使用法の修得や部品の加工に時間がかかる。そのため、生徒が自分のアイデ

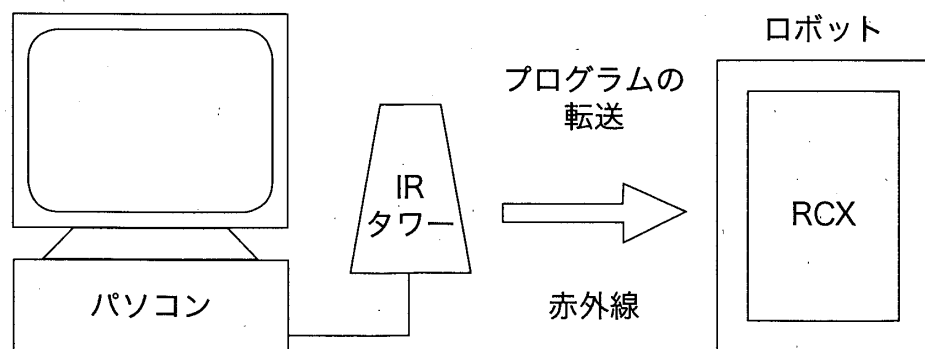


図2 システム構成

アで独自のものを作ることや、製作品の作り直しや手直しをするところまでは到達しにくい。

一方、マインドストームを使用したロボット製作であれば、材料がブロックであるため加工する必要がなく、部品の取り外しや細かな手直しが容易にできる。そのため、授業時間のほとんどを設計や創意・工夫のために費やすことが可能である。つまり、知識を身に付けるだけでなく、問題解決能力を養うことに重点を置いた授業を展開することができる。

マインドストームには700以上もの部品があり、機構の組み立てまでも可能であるため、同じ課題であっても製作者によってできる作品の形も内容もさまざまである。このことから個々にあった学習と個性を生かした授業を行うことが可能である。

生活に必要な基礎的な知識と技術の習得としては、以下の2つの項目がある。

1つ目は、従来の機械領域における機構<sup>16)</sup>の学習である。マインドストームでは、ブロックの部品を組み合わせるだけで容易に精度の高い機構が何種類も製作できる。これらの機構を実際に作り、他の機構と見比べたり、使用したりすることにより、そのしくみや動きを理解することができる。

2つ目は、プログラムの計測と制御の学習である<sup>17),18)</sup>。マインドストームではRCXコードを用いてロボットの動作プログラムを作成できる。RCXコードを使用するとモーター制御やセンサーからの情報取得のためのプログラムを、パソコン画面上でブロックの形状をしたコマンドを付けたり外したりして並べることにより作成することができる。このため、ブロックを組み立てるのと同じ感覚でプログラミングすることが可能である。

マインドストームではロボットの作り直しや部品の入れ替え、プログラムの変更が容易にできるため、失敗を恐れることなくいろいろなことを試してみることができる。何度も失敗を重ね、ロボットを組み立て直したり、動作プログラムを設計し直したりしながらロボットを製作していくことを通して、そのしくみや働きを徐々に理解し確実に自分のものにしていくことができる。さらには、思考力・判断力・行動力・問題解決力等といった学び方そのものを学ぶことができる。

### 2. 3. マインドストームを利用した授業の位置づけ

マインドストームを利用した授業は新学習指導要領では、生徒の興味・関心等に応じて選択的に履修させる発展的な内容を含む選択科目に位置づけられると考える。新学習指導要領の技術分野の内容は以下のとおりである。

## A技術とものづくり

- (1) 技術の果たしている役割
- (2) 製作品の設計
- (3) 工具や機器の使用方法及び加工技術
- (4) 機器のしくみ及び保守
- (5) エネルギーの変換を利用した製作品の設計・製作
- (6) 作物の栽培

## B情報とコンピュータ

- (1) 生活や産業と情報手段の役割
- (2) コンピュータの基本的な構成と機能及び操作
- (3) コンピュータの利用
- (4) 情報通信ネットワーク
- (5) マルチメディアの活用
- (6) プログラムと計測・制御

技術分野の内容は「A技術とものづくり」、「B情報とコンピュータ」の2構成になっており、それぞれに指導項目(1)～(6)がある。内容A、Bとも指導項目(1)～(4)はすべての生徒に履修させる基礎的・基本的な内容であり、指導項目(5)、(6)は生徒の興味・関心等に応じて選択的に履修させる発展的な内容とされている。また、各指導項目には指導事項(ア)～(ウ)がある。これ以降は、対象としている学習内容が技術分野の新学習指導要領のどこに属するかを示す場合、分野の内容AまたはB、指導項目(1)～(6)、指導事項(ア)～(ウ)の記号を並べてA-(3)-アのように表記する。

マインドストームを利用した授業はA-(1)、(2)、(4)、(5)とB-(1)、(2)、(3)、(6)の内容を含む。しかし、それぞれの内容の一部やその発展的な内容であるため、選択科目のA-(5)「エネルギーの変換を利用した製作品の設計・製作」の題材とすることがよいと思われる。さらに、B-(6)「プログラムと計測・制御」と関連を図ることにより、より発展的な題材となる。

これまでの学習指導要領では、選択科目の内容は必修教科の範囲を超える課題や研究はできないという制約があった。しかし、新学習指導要領では、教科の目標の実現を目指しという制約はあるものの、学習指導要領に示す内容やその他の必要と考えられるものについて、課題学習、補充的な学習、発展的な学習などの学習活動を適切に工夫して取り扱うこととされており、内容の限定はなく、学習活動の幅がかなり広がられている<sup>1)、3)</sup>。マインドストームを利用した授業はロボットコンテスト形式にすると、典型的な課題学習として扱うことができる。

また、技術分野の授業としてではなく総合的な学習の時間として設定することも可能である。総合的な学習の時間とは「自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てること」、「学び方やものの考え方を身に付け、問題の解決や探求活動に主体的、創造的に取り組む態度を育て、自己の生き方を考えるようにすること」をねらいとした横断的・総合的な学習や生徒の興味・関心等に基づく学習などの創意工夫を生かした教育活動のことである<sup>1)</sup>。

さらに、マインドストームを使用すると、特別な知識や技能は必要としないため、学年

の枠を超えた授業を行うことも可能である。ロボットコンテストのような形にすれば、グループ学習や異年齢集団による学習もスムーズにでき、コンテストの計画・運営やロボット発表の場も生まれるため横断的・総合的な学習になるといえる。

### 3. 授業実践の一例

マインドストームを利用したロボットコンテスト形式の授業実践を平成14年10月～平成15年3月にかけて、山口大学教育学部附属光中学校の技術を選択した3年生の選択授業において行った。以下にマインドストームを題材として利用する授業実践（レゴブロックでロボットを作ろう）の方法や目標、およびロボット製作に至るまでの事前学習について説明する。具体的な競技内容や授業の展開については別途文献(19) に示す予定にしている。

#### 3.1. 方法

対象は技術分野を選択した3年生の男子生徒16名であり、1班2名の8グループに分けて授業を行った。各班にはマインドストームとパソコンをそれぞれ1台ずつ用意した。授業時数は2校時連続の授業を16回の32校時と予備時間3時間とのトータル35校時で計画した。授業は授業最終日に設定した共通の競技に参加するために、各班がロボットを試行錯誤しながら製作していくロボットコンテスト形式である。

学習内容は技術分野の新学習指導要領におけるA-(5)およびB-(6)の内容を含む表1のような構成にした。

表1 学習内容

時	学 習 内 容	指 導 内 容
1・2 3・4	* 機械について * 動力伝達の仕組み	歯車、巻き掛け、リンク、カム機構について、機構をブロックで作りながら動きを確認。
5・6	* 模型の組み立て	機構や、部品（ブロック）の使い方に注意しながら模型を組み立てる
7・8	* プログラミングの基礎	模型のプログラミング
9・10 11・12 13・14 15・16 17・18   27・28	* ロボットの構想・組み立てとプログラミング * 中間発表	ファイル等にアイデアや構想の変化、わからないところなどを記録していく。 製作途中のロボットもデジカメ等で記録する。
29・30	* 競技	
31・32	* まとめ	
予備時間(3)		

### 3.2. 指導目標

指導目標を以下に示す。

- \* 動力伝達の基本的な仕組みを知り目的に応じた仕組みを考え、模型を組み立てることができる。
- \* プログラムの機能を知り、目的に応じたプログラム手順を考え、簡単なプログラムを作成することができる。
- \* 作成したプログラムと模型を用いて、簡単な計測・制御ができる。

具体的には、新学習指導要領のA-(5) (A-(2)製作品の設計と関連させたものづくりの発展的な学習)、およびB-(6)(A-(5)と関連付けて、自分で製作した動く模型を制御する。)に対応している。

### 3.3. ロボット製作の事前学習

競技ロボットの設計・製作に入る前の事前準備の時間として8校時を使用した。その内6校時を機械に関する学習に、残りの2校時はプログラミングの基礎に関する学習にそれぞれ当てた。機械に関する学習とプログラミングの基礎に関する学習で用いた代表的な資料をそれぞれ資料1、資料2と資料3に示す。

マインドストームでは、歯車、巻き掛け、リンク、カムの各機構<sup>16)</sup>を利用することができる。各機構の作成は、ブロックの加工精度が高く、部品も豊富にあることことから、市販の機構学習用の模型などよりむしろ簡単である。さらに提供されているモーターと作成した機構を結合させて動作を確認することができる。機構の学習とロボットの製作が同じマインドストームの部品を用いてできるため、機構の学習を行いながらロボットの構想を練ることも可能となる。

ロボットの動作を記述するプログラムはブロックの形をしたコマンド (RCX コード) をパソコン画面上で組み合わせて並べることにより作成できる。直感的に理解し易い表現方法であるにもかかわらず、C 言語等の記述型言語と同様に、くり返し、判断文等も使用することができる。プログラミングの基礎知識を習得できるばかりでなく、センサーからの情報を得てロボット動作を制御するプログラムも容易に作成できる。

上記の機械に関する学習とプログラミングの基礎に関する学習により新学習指導要領のA-(5)とB-(6)の大部分を修得できるとともに、創造力豊かなロボット製作が可能になる。

## 4. 評価<sup>20), 21)</sup>

平成10年に告示された新学習指導要領 (平成14年度から実施) のねらいは、完全週5日制の下、自ら学び自ら考える力などの「生きる力」の育成を基本とし、教育内容の厳選と基礎的・基本的な内容の確実な習得を図ることである。このねらいを実現するために、児童生徒の学習の評価を、従来の集団に準拠した評価 (いわゆる相対評価) から目標に準拠した評価 (いわゆる絶対評価) に完全移行することになった。

本章では、初めに国立教育政策研究所教育課程研究センターが中心となった目標に準拠した評価に関する研究の経過をまとめる。次にマインドストームを使用した題材“レゴブロックでロボットを作ろう”を例にとり、観点別学習状況の評価規準の一例と評価方法を示す。

#### 4.1. 評価に関する研究経過

平成10年に告示された新学習指導要領の基本的なねらいを実現するため、生徒の学習の評価の在り方について、平成12年12月に教育課程審議会から答申が出された。

この答申においては、観点別学習状況の評価を基本とする現行の評価方法を発展させ、目標に準拠した評価を一層重視するとの基本的な考え方に立ち、指導要録における各教科の取扱いについて、観点別学習状況の評価の基本とすることを維持するとともに、評定についても目標に準拠した評価に改めることとされている。

この提言を受けて、国立教育政策研究所教育課程研究センターでは、児童生徒の学習状況を客観的に評価するために参考となる評価規準、評価方法等の研究に関するプロジェクトチームが平成13年1月に設置され、研究開発の基本方針等についての検討が着手された。

同年5月17日には、同センターにより中間整理が公表され、それを受けて平成13年度の第1学期に研究指定校において、実際に単元（題材）等の評価規準を作成したり、評価方法の工夫改善を行ったりするなどの実践的な研究が行われた。同年9月以降には、これらの研究成果に検討が加えられ、平成14年2月28日、同センターにより、資料「評価規準の作成、評価方法の工夫改善のための参考資料-評価規準、評価方法等の研究開発(報告)」<sup>21)</sup>がとりまとめられ公開された。

この報告書はよく検討された資料であり、各教科について、新学習指導要領に示されている内容のまとめりごとの評価規準および単元（題材）の評価規準が具体例として示されている。このことから、多くの学校における実際の評価の指標として参考にされていると思われる。

以上が目標に準拠した評価に関する研究の概要である。上述したように、従来から観点別学習状況の評価に関してはいわゆる絶対評価が行われてきているが、一般には、絶対評価の導入は平成14年度に新たに始まったと認識されている。しかし、今回の指導要録の大きな改訂は、指導に関する記録における「評定」欄の記入も「観点別学習状況」欄と同様に目標準拠評価によって行うことになったことである。

これに伴い、「評定」欄の客観性を高めるために、「観点別学習状況」欄の評価を今まで以上に客観的に言い、その結果を適切に総括して評価することが重要であると言われている。

#### 4.2. 観点別学習状況の評価規準の一例

マインドストームを使用した題材“レゴブロックでロボットを作ろう”を例にとり、観点別学習状況の評価規準表を作成した。この題材は2.3で示したように新学習指導要領では技術分野のA-(5)とB-(6)に分類される。そこで、国立教育政策研究所教育課程研究センターが公表しているA-(5)とB-(6)に対応する評価規準を参考にして本題材に対する具体的な観点別学習状況の評価規準表の一例を作成し、それぞれ表2、表3に示した。

#### 4.3. 評価方法

授業を担当した3名（秋本、上村、森岡）の内、上村、森岡が各生徒についての観点別学習状況の評価を行った。評価は、各生徒の提出物の内容、授業への参加状況、中間発表の状況、および競技の内容を総括して行った。生徒数が16名と少人数であるにもかかわらず、教師が3名と多く、教師間および教師と生徒とのコミュニケーションも十分にとられたため、表2、表3に示した観点別学習状況の評価規準表を記入した2名の教師間における評価に関する不整合はなかった。また、最終的な評定は、附属光中学校の秋本が担当した。



表2 技術とものづくりA-(5)の評価規準表の例

レゴブロックでロボットを作ろう			A	B
技術とものづくり評価			A	B
生活や技術への関心・意欲・態度	製作したいものを意欲的に考え、目的とするものを製作しようとしている。	プリントのロボットを作ろうの“今日やること”を意欲的に考え、どのようなロボットを作りますか?に基づいてロボットを製作しようとしている。		
		プリントのロボットを作ろうの“今日やること”を考え、どのようなロボットを作りますか?に基づいてロボットを製作しようとしている。		
		目的とするものを製作しようという意欲がない。		
エネルギーの変換を利用した製作品を考えようとしている。	ロボットが何らかの動作をするように検討されている。			
	ロボットはいかなる運動も行わない。			
生活を工夫し創造する能力	製作品の競技内容にあわせて機能を工夫している。	センサーを使ってフィールドの白黒を判別してフィルムケースを置くことができる。		
		フィールドの白黒を判別してフィルムケースを置くことができる。		
		フィールドの白黒を判別してフィルムケースを置くことができない。		
	製作品の競技内容にあわせて構造を工夫している。	フィルムケースを運ぶ構造を工夫してかつ動作する。		
		フィルムケースを運ぶ構造を工夫しているが、うまく動作しない。		
		フィルムケースを運ぶ構造に工夫が見られない。		
	目的の仕事や動作をさせるために製作品の設計や製作活動などを工夫し創造している。	用意したVTRやプリントまたは独自にHPなどを利用して製作品について自分なりに工夫している。		
		用意したVTRやプリントなどを利用して製作品について自分なりに工夫している。		
		用意したVTRやプリントなどを利用して製作品について自分なりに工夫する努力が見られない。		
	目的の仕事や動作をさせるために力の伝達の仕組みを工夫している。	ロボット動作にあったスピードを選択している。		
		ロボット動作にあったスピードをほぼ選択している。		
		ロボット動作にあったスピードを選択していない。		
製作品が目的の動きをしない場合にその原因を追究し、製作品の検討および修正をしている。	プリントのロボットの問題点の記述が的確で、次回やることが明確になっている。			
	プリントのロボットの問題点の記述がほぼ的確で、次回やることをおおまかに考えている。			
	ロボットの問題点の把握が出来ていない。			
生活の技能	目的の仕事や動作をさせる機構を選択して、ロボットの設計・製作ができる。	競技においてプリントのどのようなロボットを作りますか?に基づいてロボットを製作しようとしている。		
		プリントのどのようなロボットを作りますか?に基づいてロボットを製作しようとしている。		
		プリントのどのようなロボットを作りますか?をほとんど参考にしていない。		
目的とする動作や動きを想定して、ロボットの構想をまとめることができる。	センサーまたはソフト的に競技において相手型の動作に対応した動作をすることができる。			
	相手型の動作に対応した動作をすることができる。			
	相手型の動作に対応した動作をすることができない。			
技術についての知識・理解	製作品の構造をじょうぶにする接合方法に関する知識を身に付けている。	相手のロボットとの衝突を考慮してブロックの結合をロボットが頑丈になるようによく検討している。		
		相手のロボットとの衝突を考慮してブロックの結合をロボットが頑丈になるように検討している。		
		相手のロボットとの衝突を考慮してブロックの結合をロボットが頑丈になるように検討されていない。		
	製作品の力の伝達の仕組みについて理解している。	歯車機構、ベルト伝達機構についてよく理解している。		
		歯車機構、ベルト伝達機構について理解している。		
		歯車機構、ベルト伝達機構について理解していない。		
カムやリンクなどを利用した力の伝達の仕組みについて理解している。	カムやリンクなどを利用した力の伝達の仕組みについて理解している。(製作品に応用している)			
	カムやリンクなどを利用した力の伝達の仕組みについて理解している。			
	カムやリンクなどを利用した力の伝達の仕組みについて理解できていない。			

表3 情報とコンピュータ B-(6)の評価規準表の例

レゴブロックでロボットを作ろう			A	B
情報とコンピュータ評価			A	B
生活や技術への関心・意欲・態度	コンピュータを働かせるプログラムに興味を持ち、その役割とその機能について考えようとしている。	コンピュータを働かせるプログラムに興味を持ち、それらが生活のなかでどのように使われているか、それらの利点はなにかなどについて考えようとしている。		
		コンピュータを働かせるプログラムに興味を持っている。		
	簡単なプログラムの作成に取り組んでみようとしている	コンピュータを働かせるプログラムに興味がない。		
		簡単なプログラムの作成に積極的に取り組んでみようとしている。		
生活を工夫し創造する能力	サンプルプログラムを用いて、課題を解決するために、情報処理の手順を工夫している。	簡単なプログラムの作成に取り組んでみようとしている。		
		簡単なプログラムの作成に取り組んでみようとしている。		
		プログラムの作成に取り組んでみようとしていない。		
	コンピュータを用いて目的に応じた制御の方法を工夫している。	“目的の動きをさせるために、リピートや、はいまたはいいえ、センサー等のコマンドを用いるなどして仕事の流れを工夫している。”		
		目的の動きをさせるために、リピート等のコマンドを用いるなどして仕事の流れを工夫している。		
		目的の動きに応じた仕事の流れを工夫していない。		
	製作品が目的の動作をしない場合にその原因を追究し、プログラムの検討および修正をしている。	目的の動きに応じた制御の方法をライトセンサーを用いるなどして工夫している。		
		目的の動きに応じた制御の方法をセンサーを用いるなどして工夫している。		
目的の動きに応じた制御の方法を工夫している。				
生活の技能	簡単なプログラムの作成ができる。	製作品が目的の動きをしない場合にその原因を追究し、プログラムの検討および修正をしている。		
		製作品が目的の動きをしない場合に、プログラムの修正を試みている。		
		製作品が目的の動きをしない場合、思い通りのプログラム作成をあきらめている。		
	サンプルプログラムをもとに、簡単なプログラムの編集・作成ができる。	競技においてプリントのどのようなロボットを作りますか?に基づいてロボットを製作しようとしている。		
		プリントのどのようなロボットを作りますか?に基づいてロボットを製作しようとしている。		
		プリントのどのようなロボットを作りますか?をほとんど参考にしていない。		
	コンピュータを用いて動く模型の制御をすることができる。	センサーまたはソフト的に競技において相手型の動作に対応した動作をすることができる。		
		相手型の動作に対応した動作をすることができる。		
相手型の動作に対応した動作をすることができない。				
技術についての知識・理解	簡単なプログラムの作成に関する知識を身につけている。	コンピュータを用いてセンサーを含んだロボットの制御をすることができる。		
		コンピュータを用いてロボットの制御をすることができる。		
		コンピュータを用いてロボットの制御をすることができない。		
	コンピュータを用いた制御の仕組みについて理解している。	センサーやリピート、はいまたはいいえなどのコマンドの動きを理解しそれらを利用してプログラムを作成することができる。		
リピートなどのコマンドの動きを理解しそれらを利用してプログラムを作成することができる。				
プログラムの作成に関する知識を身につけていない。				
コンピュータを用いた制御の仕組みについて理解している。	センサーの有効な利用方法や、プログラムの作成方法、制御方法の仕組みについて理解しロボットを制御することができる。			
	プログラムの作成方法や制御方法の仕組みについて理解しロボットを制御することができる。			
	コンピュータを用いた制御について理解していない。			

## 5. おわりに

本研究によりマインドストームを題材とした授業の新学習指導要領における位置づけ、および教育方法の一例を示すことができた。また、ロボコン形式の授業における目標評価の客観性を高めるために、本題材についての観点別学習状況の評価規準の一例を示した。

マインドストームを題材とした授業では、生徒一人一人がそれぞれの視点で自分の課題を見つけ、自ら解決していくことが主な学習活動となる。生徒によって課題の内容やレベルもさまざまであり、生徒の視点が偏ってしまうことも考えられる。特にその場面にあった適切な指導・支援をするためには、教師自身がマインドストームに親しんでおくことが求められる。以下にマインドストームを利用した授業を行う際に必要となる事項を列記する。

設計に時間をかけると製作の時間が少なくなり、設計したことだけに頼ってしまいがちになるので、思考力・判断力・行動力・問題解決力の育成のためには、設計は大まかな構想程度にとどめ、実際の組み立てに時間を多く配分する方がよい。

生徒はロボット製作を行うための基礎となる機構やプログラム制御に関する知識がほとんどないため、課題のロボット製作に入る前に、機構やプログラミングに関する指導を十分に行う必要がある。

製作にかかる時間は、課題の難易度によって大きく異なる。課題の中に作品に対する細かな制限があると、課題の難度が高くなるうえ、できる作品が画一化してしまう恐れがある。創意・工夫の場を増やし、生徒の個性を生かすためには、難しすぎず、融通のきく課題を設けることが必要である。

ロボットの製作はその過程が重要である。生徒達は製作に無我夢中になるにつれ無計画になりがちである。また、失敗や問題点の克服方法の記録も重要なことから、それぞれの生徒が毎回の授業において製作計画をたてること、および失敗や問題点を記録することの手だてを準備する必要がある。

完成品は、持ち帰ることができず、次に新たなものを作るときには分解しなければならない。誰もが、作ったものを分解することに抵抗を感じ、作品がなくなることを残念に思うであろう。製作前には分解しなければならないことを説明しておき、製作の過程と完成作品は記録してあげることが望ましい。今回の実践授業ではすべての生徒に自分達で作ったロボットの写真（製作過程、完成品）をCD-ROMに焼き配布した。

以上のことを要約すると以下ようになる。

1. 組み立て、やり直しの時間を十分取っておくこと。
2. ロボット製作に必要な基礎事項の指導を実際の製作に入る前に十分行うこと。
3. 難しすぎず、融通のきく課題を設定すること。
4. 生徒が毎回の授業で、製作計画をたて、問題点を記録できる手だてを準備すること。
5. 製作過程と完成作品を記録すること。

さらに、ロボットコンテスト形式の授業では生徒達が競技の勝敗にとらわれがちになることを十分に考慮しておく必要がある。勝利するために努力することはもちろん大切なことではあるが、勝敗にこだわり過ぎると機能的に画一的なロボットが並んでしまうことになる。勝敗よりも創造力豊かなアイデアを高く評価することが重要である。そのため、今

回の実践授業では中間発表会を実施した。生徒達が自分で製作したロボットに関するアイデアやポイントを積極的に公開することにより、それぞれの班の発想を共有してあまり勝敗にこだわらない雰囲気を作ることができた。また、授業最終の競技日では、トーナメント競技の前に、すべてのロボットの基本性能を公表するために単独試走を実施した。実際の競技では2台のロボットが混戦して実力を発揮できずにくやしい思いをする場合もあると思われるが、単独試走を事前に実施しておくことにより、そのようなことも回避できた。

ロボコン形式の授業では、自己評価や相互評価の観点からも中間発表や単独試走の導入を是非検討して頂きたいと思う。

最後に本研究を進めるにあたり平成14年度山口大学教育学部、学部・附属共同研究として支援を得たことに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 文部省：中学校学習指導要領（平成10年12月）解説—総則編—、1999
- 2) 文部省：中学校学習指導要領（平成10年12月）解説—技術・家庭編—、1999
- 3) 河野公子、渡邊康夫、安東茂樹：改訂中学校学習指導要領の展開 技術・家庭〈技術分野〉編、明治図書出版株式会社
- 4) 鈴木隆司：中学校「ロボットコンテスト」にみる技術科の授業について、日本産業技術教育学会誌第44巻第3号、pp.145-151, 2002
- 5) 宮川秀俊・久保田裕之：「創造アイデアロボコン全国中学生大会」に関する一考察、日本産業技術教育学会誌第44巻第4号、pp.207-213, 2002
- 6) Paul Wallich：Mindstorms not just a Kid's Toy、IEEE Spectrum September、pp.52-57, 2001
- 7) S・パパート（奥村 喜世子訳）、マインドストーム、未来社、1982
- 8) ROBOCON Magazine NO. 3、株式会社オーム社、1999
- 9) Jin Sato、白川裕記、牧瀬哲郎、倉林大輔、衛藤仁郎：LEGO MindStorms パーフェクトガイド、翔泳社、1999
- 10) ROBOCON Magazine NO. 4、株式会社オーム社、1999
- 11) 佐々木 晋五、伊藤 大輔、鎌田 祐介、後藤 芳宏：マインドストームの学生実験への利用、一関工業高等専門学校研究紀要、36巻、pp.23-30, 2001
- 12) 吉住 圭市：実験教材としてのLEGO MindStormsの評価、舞鶴工業高等専門学校研究紀要、36巻、pp.75-81, 2001
- 13) 藤澤 正一郎、伊井 健太郎 他：マインドストームを用いた学習材の一考察、日本産業技術教育学会中国支部第31回大会講演要旨集、p.11, 2002
- 14) 大倉 宏之、木村 誠、須見 尚文：ものづくり学習としてのロボコンの位置づけと教材研究・開発、日本産業技術教育学会誌第43巻第4号、pp.209-217, 2001
- 15) 森岡 弘、上村 梨紗、秋本 泰宏：マインドストームを利用した技術科教育方法に関する研究、日本産業技術教育学会第46回全国大会講演要旨集、p.57, 2003
- 16) 草間秀俊、佐藤和郎、一色尚次、阿武芳郎：機械工学概論（第三版）、理工学社、1967
- 17) 小川 智司、森 慎之助 他：ロボット技術を題材としたプログラミング・制御学習—マインドストームの活用とその効果—、日本産業技術教育学会第44回全国大会講演

要旨集、p.13, 2001

- 18) 今田 信芳：コンピュータ制御の授業展開の検討、日本産業技術教育学会中国支部第31回大会講演要旨集、p. 9、2002
- 19) 森岡 弘、上村 梨紗、秋本 泰宏、岡 正人：マインドストームを使用した技術科の授業実践報告、山口大学教育学部 学部・附属教育実践研究紀要、第3号、2004(掲載予定)
- 20) 北尾倫彦、向平 快、橋本由愛子：新観点別学習状況の評価基準表 中学校・技術・家庭、図書文化社、2002
- 21) 国立教育政策研究所教育課程研究センター研究開発部研究開発課企画係・指導係：評価規準、評価方法等の研究開発、<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/index.htm>、2001

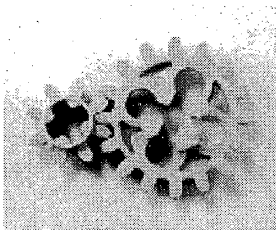
## ロボットを作ろう・プリント①

## 歯車機構

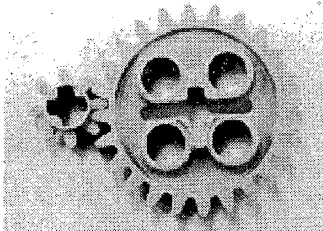
### 歯車機構

#### ①平歯車

- 平行な2軸に取り付けられて噛み合う歯車
- 隣り合わせた歯車の回転方向は( )になる。



原動車 \_\_\_ 回転で従動車 \_\_\_ 回転



原動車 \_\_\_ 回転で従動車 \_\_\_ 回転

回転運動を伝えるもとになっている原動車と伝えられる従動車との単位時間における回転数の比を速度伝達比という。

速度伝達比 = \_\_\_\_\_

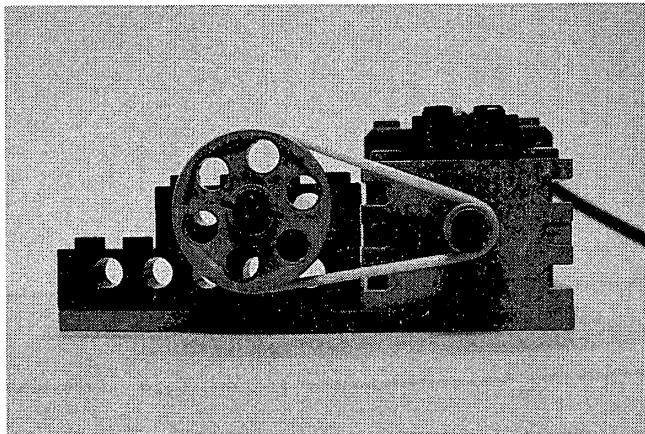
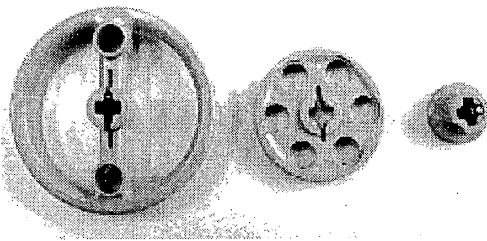
- ※ 原動車の回転数に比べ従動者の回転数が大きければ、軸を回そうとする力(トルク)は \_\_\_\_\_  
原動車の回転数に比べ従動者の回転数が小さければ、軸を回そうとする力(トルク)は \_\_\_\_\_

## ロボットを作ろう・プリント③

名前 \_\_\_\_\_

### ベルト伝動機構

- ベルトとプーリーとの組み合わせを利用した機構である。
- 2軸が離れているので、2軸の間の距離が大きいときも利用できる。

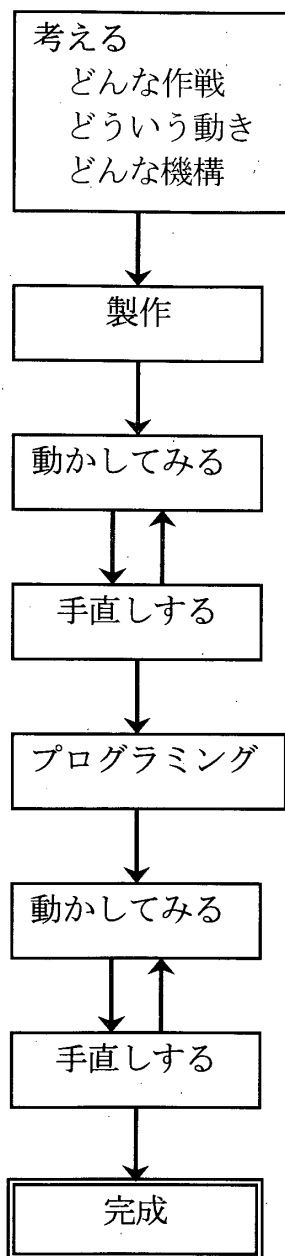


速度伝達比 = \_\_\_\_\_

# ロボットを作ろう・プリント⑨

名前 \_\_\_\_\_

## ロボット製作の手順例



まず、どのようなロボットを作るのか考え、アイデアを練る。後でプログラムを作ることも考えて、作戦を練ろう!

●ロボットの機構……プリント①～④

実際にロボットを製作する。

ロボットが思い通りの動きをするかこまめに確認する。

プログラムを作ってロボットにダウンロードする。

●プログラム作成の流れ……プリント⑥  
●プログラムの命令(コマンド)……プリント⑥～⑧

動かしてみて、思い通りの動きをするか確かめる。

完成

毎回の製作状況や、次回に持ち越す課題は、自分たちがわかりやすいようにしっかり記録しておこう。