

# レゴマインドストームNXT を利用した教材の開発

山下 進<sup>\*1</sup>, 花岡宏行<sup>\*2</sup>

## Development of Teaching Materials Using Legomindstorms NXT

Susumu YAMASHITA, Hiroyuki HANAOKA

In this study, it is an object of the present invention to develop teaching materials using the Lego Mindstorms NXT. This teaching materials, have been devised learning of mechanical engineering as enjoyable learning. We have developed a teaching material of 10 types, including the prototype. Finally, we open lecture to junior high school for, took the questionnaire for the teaching materials. As a result, the assessment of the satisfaction and the contents of the lecture was particularly high.

KEYWORDS : teaching materials, legomindstorms NXT, mechanical engineering, lecture

### 1. はじめに

「レゴ」という言葉を聞いて多くの人が最初に思い浮かべることは、子供向けの玩具であるということであろう。しかし、実際には子供から大人まで幅広い世代の人に支持され続けている玩具である。その理由として挙げられるのは、創造力によって様々なものを作れるということである。

その中でも特にレゴマインドストーム NXT というシリーズは、通常のブロックに加えて、以下のような部品が含まれている。

- ・動力となるモータ
- ・歯車やプーリ、軸、ベルトなどのような動力伝達要素
- ・光センサや超音波センサ、音センサ、タッチ

センサなどの各種センサ類

- ・レゴ独自のプログラム言語によりモータやセンサと接続できるハードウェア

このようなことから、このレゴマインドストーム NXT を使用することにより、機械要素やプログラミングについて学ぶことができる。

そこで、本研究では高専生や中学生を対象に、このレゴマインドストームNXTを利用して、機械工学を興味深く学習できる教材を開発することを目的とする。

また、実際に開発した教材を使用した公開講座を開催し、中学生に使用してもらい、アンケート調査により教材の改善を図る。

\*1 機械工学科(Dept. of Mechanical Engineering), E-mail: syama@oyama-ct.ac.jp

\*2 機械工学科 2013 年度卒業生(現 株式会社ホンダテクノフォート勤務)

## 2. 教材のコンセプト

本研究では高専生や中学生に、機械工学を興味深く学習してもらうことを目的としているため、組み立てる過程や実際に動かしたときに面白く感じてもらえるような教材を目指して開発する。そのため以下の3つの条件を設定することにした。

- (1) 動物をモチーフにする、もしくは動きに特徴がある
- (2) 機械要素をできるだけ多く含む
- (3) 誰でも簡単に組み立てられるものにする

まず、条件(1)については、面白く感じてもらうためには、やはりある種の動物に見えるのが良いと考えた。また、それが難しい場合は動きに強烈なインパクトがあると、教材に興味を持ってもらえると考えた。次に、条件(2)については、機械工学を学ぶための教材であるため、機械要素を多く含んだ教材を開発するのが当然だと考えた。最後に、条件(3)については、誰でも作れるようなものでないと教材とは呼べないと考えた。

## 3. 開発した教材の紹介

ここでは、試作を含めた10種類の教材を紹介する。

### 3.1 「しゃくとり」

「しゃくとり」は、尺取り虫の特徴的な動きを3つのモータで再現したものである。前側には1つ、後ろ側には2つのモータがあり、その間に自由に動く関節がある。前後のモータを交互に動かすことにより前進する。NXT本体はロボットの後方で牽引する。「しゃくとり」の全体図を図1に示す。

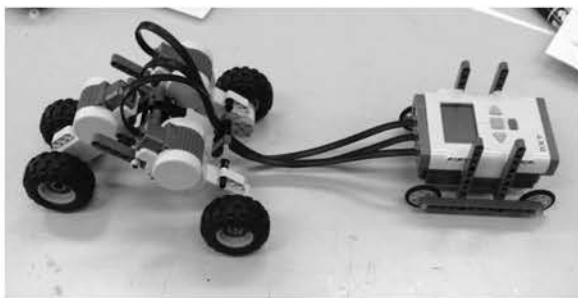


図1 「しゃくとり」の全体図

### 3.2 「振り子」

振り子の周期は、振り子の長さに比例するということを学習するために開発した教材である。これは、ハンドルを回すことにより振り子の長さを調節することができる。しかし、理論式との誤差が大きく、実用化には至らなかった。「振り子」の全体図を図2に、ハンドル部の拡大図を図3に示す。

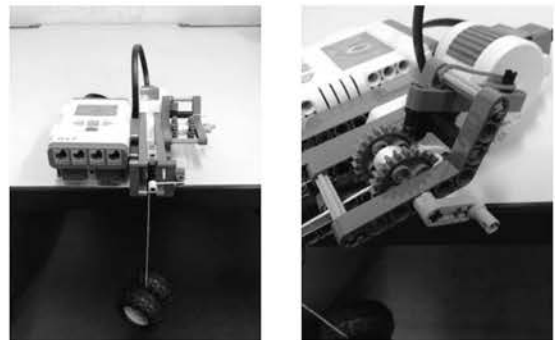


図2 「振り子」の全体図 図3 ハンドル部

### 3.3 「クレーン」

プログラムにしたがい、クレーンの前進・後退、回転、荷物の上下を繰り返す教材である。モータを3つ使い、クレーンの各部分の制御を行っている。「クレーン」の全体図を図4に示す。

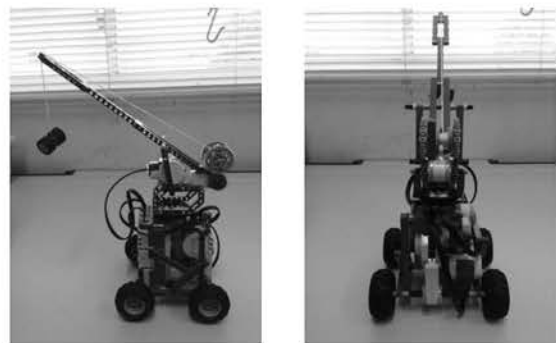


図4 「クレーン」の全体図

### 3.4 「慣性」

中学校や高専の物理の教科書には、等速直線運動をする車から鉛直上向きに物体を打ち上げ、その物体が放物運動をし、車に落下する写真が掲載されているが、実際、授業ではこういった実験は行わない。今回はそこに注目して慣性の法則についての実験ができる教材を開発した。開発した教

材を実際に動かして実験したところ、放物線を描いて再び車に落下した。教材としては完成度が高かったが、機械工学というよりは物理学の教材になったので、実用化はしなかった。「慣性」の全体図を図5に、打ち出し部の拡大図を図6に示す。



図5 「慣性」の全体図

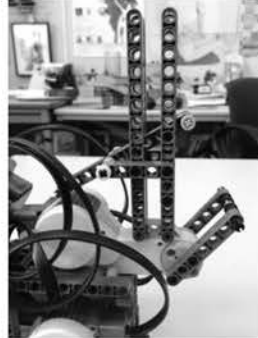


図6 打ち出し部

### 3.5 「二足歩行」

動きの面白さを求めて、二足歩行をするロボットを開発した。二足歩行をする動物は、片足をもち上げたとき、地面に接地している方の足に体の重心をずらす。いわゆる「動歩行」というものであるが、このロボットは足首の部分にモータで可動する関節があり、この動歩行を行うように開発した。しかし、NXT本体が重くバランスを取ることができず、歩行することはできなかった。「二足歩行」の全体図を図7に示す。

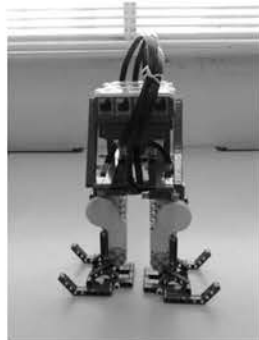


図7 「二足歩行」の全体図

### 3.6 「四足歩行 type01」

二足歩行を再現することに失敗したので、難易度を下げて、四足歩行をするロボットを開発した。足の動きはリンク機構により与えられる。前足は左右で別のモータで動かし、前方の超音波センサが障害物を感知すると、モータの回転差により進

路を曲げて障害物を回避するはずだったが、そのギミックでは進路を変えられないということが分かり、実際には直進しかできない。「四足歩行 type01」の全体図を図8に示す。

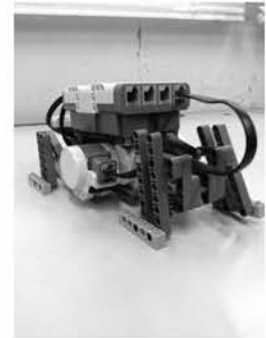


図8 「四足歩行 type01」の全体図

### 3.7 「人力車」

「二足歩行」を作ったときは、NXT本体が重いためバランスがとれず失敗したが、その重い本体をタイヤによって引きずり、ロボット本体と切り離すことにより、その問題点を解決した。さらに、前方に超音波センサが付いており、障害物を感知すると後ろのタイヤを曲げ、回避することができる。また、タイヤの曲がる角度は歯車を交換することにより変えられ、ギア比の概念が学習できる。足の動きはリンク機構により与えられる。「人力車」の全体図を図9に、足とタイヤ部分の拡大図を図10に示す。

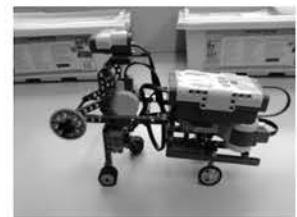
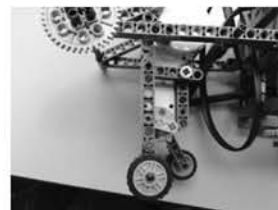


図9 「人力車」の全体図



(a) 足部分



(b) タイヤ部分

図10 拡大図

### 3. 8 「四足歩行 type02」

以前開発した「四足歩行 type01」を改良したものがこの「四足歩行 type02」である。「四足歩行 type01」は前足の回転差により進路を変えようとしたが失敗したので、今回は胴体にモータで動かす関節を設けて、進路を変えられるように試みた。しかし、モータの配置の問題により、関節は実装できなかった。「四足歩行 type02」の全体図を図11に示す。

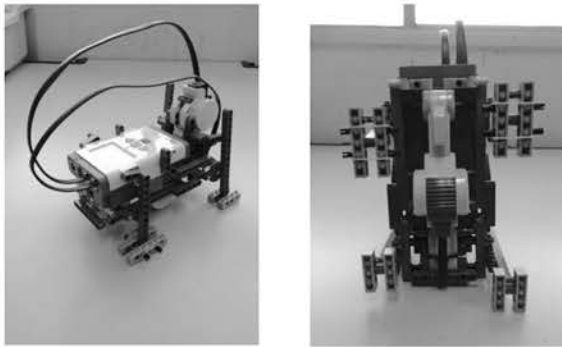


図11 「四足歩行 type02」の全体図

### 3. 9 「からくり装置」

高専で行われる公開講座のために、機械要素を寄せ集めたものを作った。小さい装置にも関わらず、歯車、プーリ、ベルト、リンク機構、カム機構が含まれている。また、この装置を組み立てるのに必要な説明書も作成した。「からくり装置」の全体図を図12に示す。

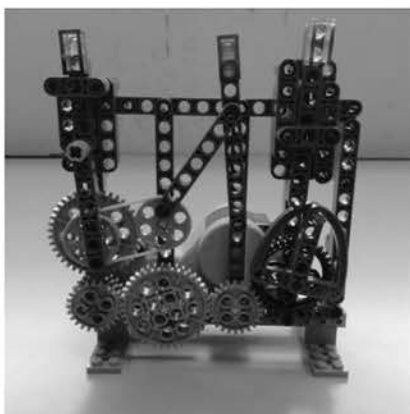


図12 「からくり装置」の全体図

この教材は、実際に公開講座で使用するので、組み立て説明書を作成した。その一部を図13に示す。

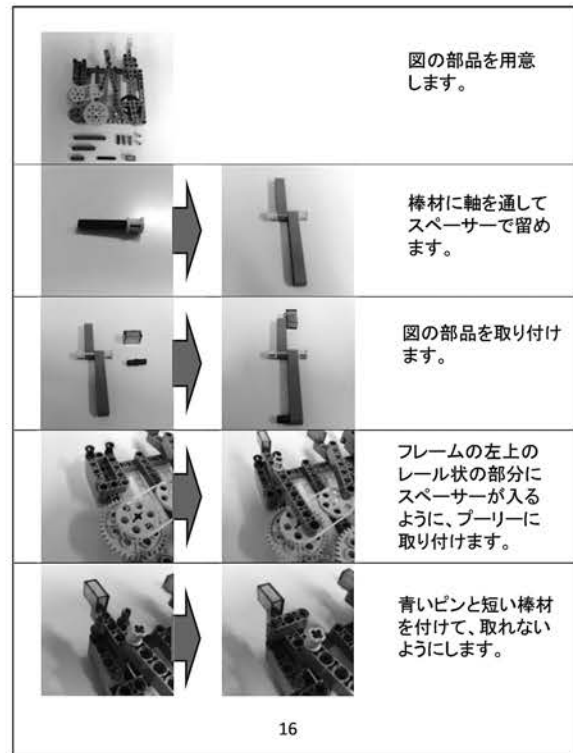


図13 「からくり装置」の組み立て説明書

### 3. 10 「一人二役」

この教材も実際に公開講座で使用するために開発した。この教材は組み換えずに、自動で動くライトレースロボットにも、コントローラを付ければボタンで動くラジコンにもなる。また、各所にいくつかの機械要素が組み込まれており、視覚的な楽しさもある。また、この装置を組み立てるために必要な説明書も作成した。「一人二役」のライトレースモードを図14に、ラジコンモードを図15に、組み立て説明書を図16に示す。



図14 ライトレースモード



図15 ラジコンモード

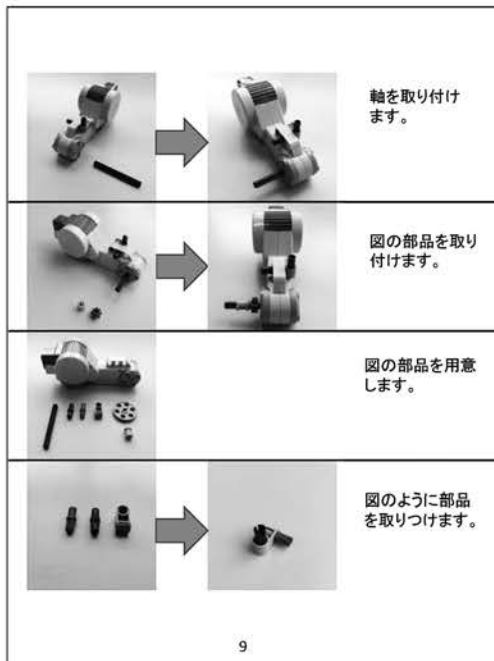


図16 「一人二役」の組み立て説明書

#### 4. 公開講座の開催

公開講座は、中学生を対象に行った。参加した中学生は7人で、指導員（本校学生）1名が、中学生を1～2名を指導する形を取った。講座では、開発した「からくり装置」を教材として使用した。受講者にはレゴマインドストームNXTのセットと、「からくり装置」の組み立て説明書を1人1セットずつ渡し、説明書に沿って各自のペースで作ってもらった。また、レゴマインドストームNXTのセットに付属している説明書にしたがって、ライトレースロボットも作ってもらった。指導員は受講者の様子を見ながら、適宜指導をした。受講者全員が教材を作り終えたのを確認し、プロジェクターを用いてプログラムの作成方法を指導し、各自プログラムを作成してもらい、実際に教材を

動かしてもらった。図17に、公開講座の風景を示す。



図17 公開講座の様子

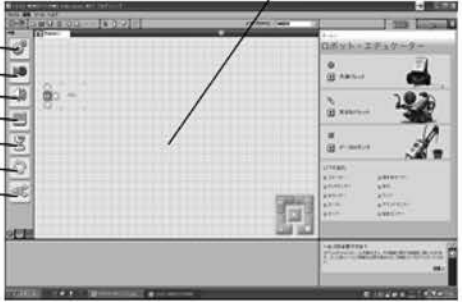
また、図18に講座で使用したスライドの例を示す。

### 4. プログラム画面の説明

プログラムのアイコン

①移動ブロック	モーターを動かす
②録画/再生ブロック	ロボットの動きを記録/再生する
③サウンドブロック	NXT本体から音を出す
④表示ブロック	NXT本体の画面に画像を表示する
⑤待機ブロック	条件に応じて動きを停止させる
⑥ループブロック	プログラムに繰り返し条件を与える
⑦スイッチブロック	センサーの出力に応じて動きを指定する

ここにプログラムを組み立てます



実際の画面

19

図18 スライドの例

講座終了後に今回の講座に関するアンケート調査を行った。その集計結果を表1に、グラフにしたものを図19に示す。

アンケート調査の結果、公開講座に参加した理由は、将来の夢がロボットエンジニアだから、小山高専に進学を希望しているため、ロボットが好きだからなどであった。また受講者を見ていると、説明書を見て組み立てているときに指導を必要とした人はほとんどおらず、多くの人が自分の力で組み立てていた。参加した人の中には、レゴマインドストームNXTのセットを所有している人がおり、講義の難易度はもう少し難しくても良いとアンケートに回答していた。これらのことから、このような講座に参加する「技術者の卵」は説明書に使われている写真や図形を理解する能力が高く、より高度な内容の講義も理解できそうだということが分かった。

これらのことから、次回の公開講座の内容や説明書の構成をさらに見直す必要があると考える。

表1 アンケート調査の集計結果(表)

アンケートの項目	平均の評価(5段階中)
講義の内容	4.8
講義の難易度	4.0
講義時間の長さ	4.7
講義の満足度	4.7
受講の理由	将来の夢がロボットエンジニアだから、小山高専に進学を希望しているため、ロボットが好きだから など

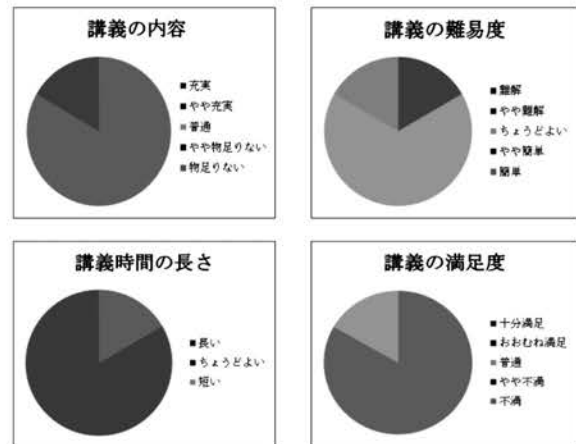


図19 アンケート調査の集計結果(グラフ)

## 5. おわりに

最初に設定した教材のコンセプトを全て満たすのは、部品の数、組み立ての難易度などの点から、実現するのは難しかった。どれか1つを満たせば、他の項目が満たせなくなることが多々あった。アンケート結果により浮き上がった改善点と、特に、これまでの経験により開発された教材「一人二役」が、次回の講座で十分な成果を残せることに期待したい。また、今回開発した教材によって、一人でも多くの人が機械工学に興味を持ち、いずれ日本の未来を担う技術者になることを望んでいる。

最後に、本研究を行うにあたり、アドバイスをしてくれた同研究室の学生、講座に参加してくれた中学生の皆さんに感謝の意を表す。

なお、本研究は平成25年度卒業研究の内容を一部修正、加筆したものである。

【受理年月日 2014年 9月30日】