

# LEGO マインドストーム NXT による「ものづくり入門実習」(第2報)

山口 倫<sup>A)</sup>, 久我 守弘<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup>熊本大学工学部技術部

<sup>B)</sup>熊本大学工学部情報電気電子工学科

## 1. はじめに

情報電気電子工学科に入学した1年次生に対し、入学時の早い段階から「ものづくり」を通じて、工学の楽しさを体験させるとともに学習に対する動機付けを行うことを狙い、「ものづくり入門実習」科目の教材開発を行った。学科の学習・教育目標である情報・電気・電子工学の知識や技術の修得および基礎的なプログラミング手法の修得の足掛かりとなる実習を実施することで、学生の学習に対する意欲向上を図る。学科の学生実験検討委員会で検討を行った結果、LEGO マインドストーム NXT を用いたプログラム制御によるロボットの設計・製作を実習課題に採択した。マインドストームは教育用として開発されたプログラム制御によるロボット開発実習教材である<sup>1)</sup>。マインドストームを利用した実習は初等中等教育向けのみならず高専・大学のカリキュラムにおいても実施されている。また、国内外でロボットコンテスト<sup>2)</sup>等も活発に開催されている。マインドストームを用いることで、限られた時間内でもブロックの組合せにより、ロボットを作成することが可能である。また、GUI プログラミングによりソフトウェア開発を行うことから、C 言語などのプログラミング言語を知らない学生であってもロボット制御のためのプログラムを開発することができる。このように、マインドストームを用いることにより、ロボット制御実習を容易に設計することが可能である。

平成 24 年度は「ライントレースマシン」の設計・開発を課題として実習を行った。実習の狙い通り、ものづくりの基本的な考え方と工学の楽しさを体験させることができ、学習に対する意欲向上が見受けられた。また、開発プロセスの体験、グループワークの大切さなど学ばせることができた。しかしながら「ライントレースマシン」はセンサのデータ処理やマシンの構築が比較的容易な課題であるため、多少複雑なデータ処理やマシン設計を行うことができる課題について今後準備を行うことが必要である。そこで平成 25 年度からの実施に向けて、採用可能な新課題の検討を行った。本稿では平成 24 年度後期に行った新課題による試行実習および試行を経て実施した平成 25 年度前期の実習について報告する。

## 2. 学習目標

「ものづくり入門実習」においては単に与えられた課題をこなすだけではなく、「ものづくり」に関する以下の項目について理解を深めることを目標としている。

- (ア) 企画、構想、設計、試作、評価、生産、販売の各ステップを経ることでものづくりが進むことを理解させる。このうち実習では、構想、設計、試作、評価のステップを体験する。
- (イ) 製品の目標を必要な機能に具体化し、その機能をどのように実現するかを考える「品質機能展開」が重要であることを理解させる。

(ウ) 製品をさらにより良いものとするために、PDCAサイクルの実施が重要であることを理解させる。

(エ) プレゼンテーションを実施することで、その実施方法や重要性を理解させる。

(オ) 課題を達成するためにはグループワークが重要であることを理解させる。

### 3. 実習計画

#### 3.1 試行実習の実施

マインドストームを用いた世界的なコンテストとしてWROサッカー競技がある<sup>2)</sup>。赤外線センサを用いてボールの距離および向きを検出すると共に、地磁気センサを用いて方角を検出することで相手ゴールの方向を知ることができるため、サッカー競技を行うことが可能である。センサのデータ処理やマシンの構築に関しライントレースよりも多少複雑であると共に、サッカーの試合で勝つという目的が明確なため、競技を楽しみながらも実習の学習目標を達成できると判断した。

「ものづくり入門実習」の2コマ15週に当たる半期の時間内でサッカー競技を行うことが可能かについて確認するために、平成24年度後期「情報電気電子工学実験第二」の一選択テーマとして試行実習を行った。本試行には本学科3年生4名が取り組んだ。単に学生の立場で実習を試行するだけでなく、実習の際に考慮すべき課題についても検討した。次節以降、試行実習の結果および担当教員との意見交換を通して決定し実施した実習について紹介する。

#### 3.2 実習スケジュール

1週2コマ（180分）13週で実施した実習のスケジュールを図1に示す。LEGOブロックによるマシン作成およびGUIプログラミングに慣れてもらうため雛形となるマシンを組み立てる週を設けた後、サッカーを行うために不可欠な基本機能の実現に取り組む。基本機能は以下の5項目とした。

(A)→(E)になるほど難易度が高い。

- (A) ボールを追いかけることができる（赤外線センサと車輪モータとの連携）
- (B) ゴールの方向にマシンを向けることができる（地磁気センサと車輪モータとの連携）
- (C) ボールをドリブルできる（ドリブル機構の実現）
- (D) ゴールの方向に走ることができる（地磁気センサ、光センサと車輪モータとの連携）
- (E) ボールを持ってゴールに辿りつける（(C) および (D) との連携）

その後、基本機能の実現状況についてプレゼンテーションを行う。基本機能を実現した後に、サッカー競技に勝つことを

週	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
月	4				5			6			7		
日	8	15	22	13	27	3	10	17	24	1	8	22	29
内容	ガイダンス	雛形マシン試作	1回目				初回プレゼン	2回目				マシン解体・部品点数確認	最終プレゼン
			基本機能開発					応用機能開発					
											試合		

図1：実習スケジュール

目標とした「応用機能開発」を経て試合、最終プレゼンテーションに臨むスケジュールとした。これにより、2章に掲げた学習目標が達成できるよう考慮している。

実習の際の班構成は、1班3～4名の20班（計79人）であり、各班毎週リーダーと書記を決め作業日誌および品質機能展開を提出させた。基本機能開発における課題を実現するために必要な機能を具体的に分解しどのように実現するかを検討する手法として品質機能展開を取り入れた。図2に実際に学生が提出した品質機能展開図を示す。

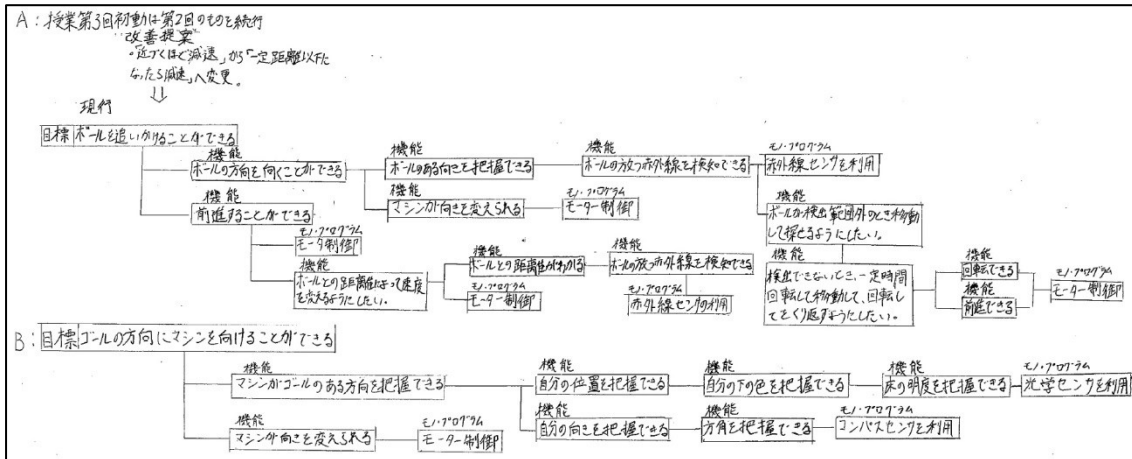


図 2: 品質機能展開図

### 3.3 競技場および競技ルール検討

サッカーの競技場はWROサッカー競技で使用するTuzzles社製の練習用マット（サイズは122×183cm）および、B0サイズに印刷をしたコートを使用した。図3、図4に示すようにエリアによって白、薄緑～濃緑および黒となっており光センサにより位置の把握が可能である。ゴールは、幅45cm、高さ15cmである。使用するボールは赤外線を発する直径7.5cmのものである。

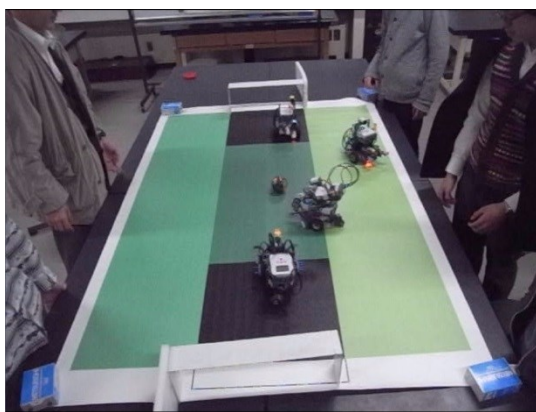


図 3: 競技場および試合の様子 (試行実習)

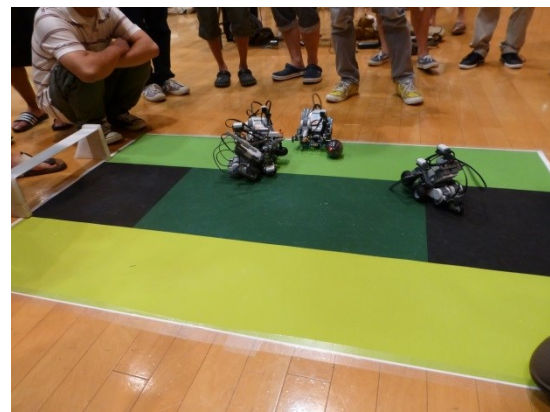


図 4: 競技場および試合の様子 (H25 年前期)

競技ルールは基本的に文献3) を踏襲するが、表 1 に示す変更を行っている。車体の大きさについては形状に自由度を持たせると共に、設計・開発を容易にするためである。また、「押されたゴール」とはボールが車体から離れることなくゴールにボールを押し込んだことを意味するが、

これはゴールと認めることとした。これらの変更はいずれも限られた実習期間内で車体および制御プログラムの開発を容易に行えるようにするために、制限を緩和する方針としたためである。

表 1: 競技ルールの主要変更項目

項目	WRO公式ルール	改訂ルール
車体のサイズ	半径11cm、高さ22cmの円柱以内	25cm×25cm以内、高さ制限なし
押されたゴール	ゴールと認めない	ゴールと認める

### 3.4 試合

2つの班によりオフェンスとディフェンスを組みとしたチームを構成し、10チームで試合を行った。まず5チームずつでのリーグ戦(前半・後半各3分、勝ち点形式)を行い、各リーグ1位同士で決勝戦(前半・後半各5分)を行った。試合結果を図5に示す。

<b>優勝チーム 5 &amp; 6</b>													
<b>A7°ロック 代表 5 &amp; 6</b>							<b>B7°ロック 代表 1 1 &amp; 1 2</b>						
9&10	○3-2	○2-1	×0-3	△2-2		7	19&20	×0-2	△2-2	×0-1	×1-2	1	
7&8	△1-1	○4-1	△2-2		△2-2	6	17&18	×1-2	○1-0	×2-3		○2-1	6
5&6	△0-0	○3-0		△2-2	○3-0	8	15&16	×0-3	×0-2		○3-2	○1-0	6
3&4	×1-2		×0-3	×1-4	×1-2	0	13&14	△0-0		○2-0	×0-1	△2-2	5
1&2		○2-1	△0-0	△1-1	×2-3	5	11&12		△0-0	○3-0	○2-1	○2-0	10
チーム	1&2	3&4	5&6	7&8	9&10	勝点	チーム	11&12	13&14	15&16	17&18	19&20	勝点

図 5: 試合結果

### 3.5 評価

評価については、サッカー試合における順位だけではなく、実習の各週において記録している作業日誌およびプレゼンテーションのまとめ方、開発したマシンに採用した工夫点等を総合して判断する。

## 4. まとめ

学生の実習状況およびアンケート結果から、「2. 実習目標」で掲げた目標および JABEE が掲げるデザイン教育を概ね達成できた。以下、学生の感想を原文のまま紹介する。

- ・ PDCA サイクルを繰り返すことが大切であると思った。
- ・ 品質機能展開をしっかりと書いていくことにより、マシン機能の見落としを防ぐことができる。

- ・ 品質機能展開図を書く事によって、完成させたい機能を実現するためには、具体的にどのような作業から着手すれば良いかが分かった。
- ・ 他メンバーとの認識の共有によって、自分が行き詰っていたことへ別視点の意見を得ることができた。
- ・ 自分たちのサッカーマシンやほかのチームのマシンを見比べて、同じ部品、同じ時間がかかっているのに、できあがったものが全然違うのはすごくおもしろく、新鮮な発見だった。

以上、入学早々の1年生を対象とした「ものづくり入門実習」の新課題としてロボットサッカーを取り上げ、その実習について報告した。なお実習の試行にあたり、果敢に挑戦して下さった4名の本学科3年生ならびに実習の実施方法等について助言を頂いた本学科「ものづくり入門実習」担当教員各位に感謝します。

#### 参考文献

- 1) The LEGO Group, “レゴマインドストーム公式サイト,”  
<http://www.legoeducation.jp/mindstorms/>.
- 2) WRO Japan 事務局, “WRO2012 公式サイト,”  
<http://www.wroj.org/2012/>.
- 3) WRO Japan 事務局, “WRO Japan 2012 サッカー競技ルール,”  
<http://www.wroj.org/2012/2012info/wroj/images/doc/WROJ2012SoccerRule.pdf>,  
2012/07/13.