

タイトル	ロボット・トライアスロン参加報告
著者	深谷，健一； FUKAYA, Ken-ichi
引用	北海学園大学工学部研究報告(38)： 173-182
発行日	2011-02-14

ロボット・トライアスロン参加報告

深 谷 健 一*

Report on Participating Robot Triathlon

Ken-ichi FUKAYA*

要 旨

ロボット・トライアスロンは2001年に室蘭工業大学の学内大会として始まった道内学生対象のロボコンである。他大学学生も参加する札幌、室蘭の2地区で開催するオープンな大会になった2002年から、深谷卒研では連続出場しており、何度か1位、総合優勝も果たしている。2010年は第10回記念大会の節目でもあり、競技の概要と変遷、卒研チームの参加状況、電子情報工学科の学生実験への活用、さらに機能拡張の試みなどについて報告する。

1. まえがき

深谷卒研ではロボット・トライアスロン（道内学生ロボコン）の第2回（1992年）から第10回（2010年）まで連続して出場しており、この間の参加活動について報告する。

2. ロボット・トライアスロン

2001年に室蘭工業大学の教員・学生有志が自律型移動ロボットによる3種目（スラローム走行、ライントレース走行、風船割り走行）達成時間を競うロボット・トライアスロンを大学祭の催しとして実施した。この第1回大会は室蘭工業大学の中だけの大会であったが、道内の工学系大学研究室に呼びかけ、2002年の第2回からは室蘭、札幌の2地域で開くオープンな道内学生参加ロボコンとなった。毎年、継続して開催されており、年々参加者、参加校も増え、第10回記念大会は札幌市の商業施設サッポロファクトリーで開かれた。参加するチーム、学生数も多く、一般市民の観戦者も多数で熱気あふれる大会となった（ポスターを図1に示す）。

* 北海学園大学工学部電子情報工学科

* Department of Electronics and Information Engineering, Faculty of Engineering, Hokkai-Gakuen University



図1 第10回（2010年）ポスター
（ロボット・トライアスロンHPより引用）

表1 ロボット・トライアスロン競技の変遷

大会回数 (開催年)	競技1	競技2	競技3	備考
第1回 (2001年)				室蘭工業大学 学内大会
第2回 (2002年)	スラローム： ボール3本の回避走行，ボ ールの位置は固定	ライントレース	風船割り： 風船3個の位置は固定	ロボット・カーリ ング競技も実施
第3回 (2003年)	スラローム： ボール4本の回避走行，2 本の位置は固定，2本の左 右位置は当日決定	ライントレース： 上り坂と下り坂あり	風船割り： 風船3個，2個は位置固定，1個の位置は当日決定	
第4回 (2004年)	ライントレース	スラローム： ボール4本の回避走行，2本の位置は固定，2本の 左右位置は当日決定	風船割り： 風船4個，3個は位置固定，1個の位置は当日決定	
第5回 (2005年)	ライントレース	迷路： 直径40cm円盤の通過可能形状	風船割り： 風船4個，3個は位置固定，1個の位置は当日決定	
第6回 (2006年)	ライントレース	迷路： 障害物3個設置，直径30cm円盤の通過可能形状	標的倒し： 標的2個，ガイドテープあり	ノーマル部門， オープン部門
第7回 (2007年)	ライントレース	迷宮： 障害物6個設置，直径30cm円盤の通過可能形状	標的倒し： 標的2個，ガイドテープあり	ノーマル部門， オープン部門
第8回 (2008年)	ライントレース	迷宮： 障害物6個設置，直径30cm円盤の通過可能形状	ブロック運び： ブロック2個，ガイドテープあり	ノーマル部門， オープン部門
第9回 (2009年)	ライントレース	迷いの森： 障害物10個設置，直径30cm円盤の通過可能形状	空き缶運び： 空き缶10個，空き缶置き場へ運搬	ノーマル部門， オープン部門
第10回 (2010年)	ライントレース	迷いの森： 障害物10個設置，直径30cm円盤の通過可能形状	空き缶運び： 空き缶10個，空き缶置き場へ運搬	ノーマル部門， オープン部門

競技内容は表1に示すように次第に高度なものとなってきた。競技の基本は競技1・ライントレース走行、競技2・障害物回避走行（スラローム、迷路、迷宮、迷いの森）と競技3・目標物への働きかけ走行（風船割り、標的倒し、ブロック運び、空き缶運び）の3種類の走行をいかに短時間でミスなく実現するかを競うものである。図2、図3に第2回と第10回のコースを示す。目標物への働きかけ走行では当初は測距センサで目標物を見つけ、ロボット本体を移動させて風船を割る、標的を倒す内容であった。2008年以降のブロック運び、空き缶運びではマイコンのIOポートを活用して、モータ、センサを組み込んだ独自の機構を考案して、物体を移動させるのが必須となり、ハード、ソフトの高度なアイデア実現が求められるようになった。

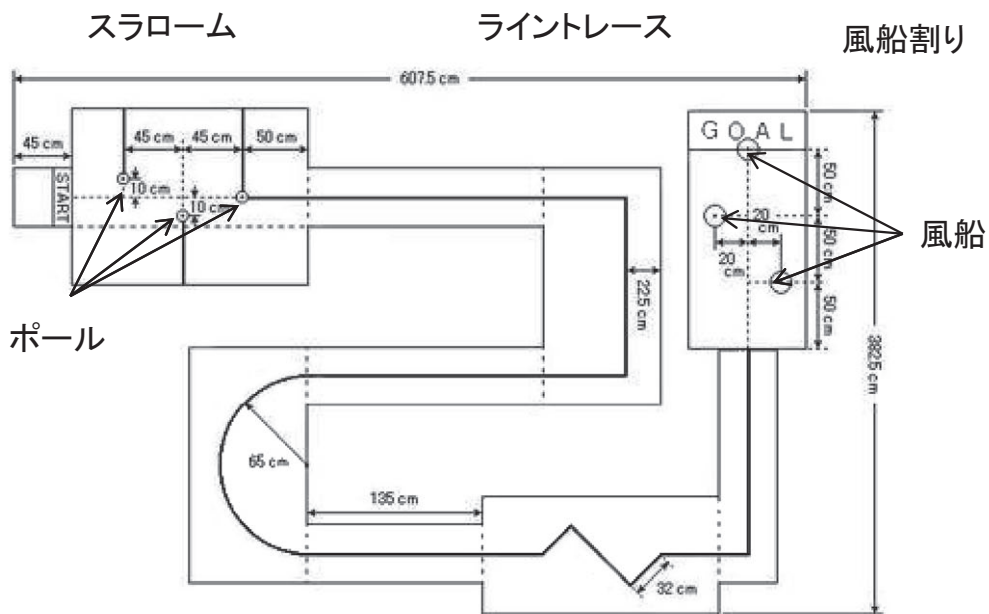


図2 第2回（2002年）コース
（ロボット・トライアスロンHPより引用加筆）

タイムレースとして1位、2位、3位の順位を競う。協力研究室教員と一般市民の観客が、競技者が実施するアピール走行を技術、アイデア、デザインの観点から評価するとともにロボット紹介のポスターも評価し、走行タイムとこれらを総合的に評価した総合優勝を決め表彰を実施してきた。

多くの参加者を集め、継続できた大きな理由として

- 1) 室蘭工業大学の教員・学生有志がロボット・トライアスロン用の標準ロボット・キットを開発し、これを参加者が購入可能とした。
- 2) 競技用標準ロボットの製作マニュアル、詳細な技術解説書およびミドルウェア（ロボット

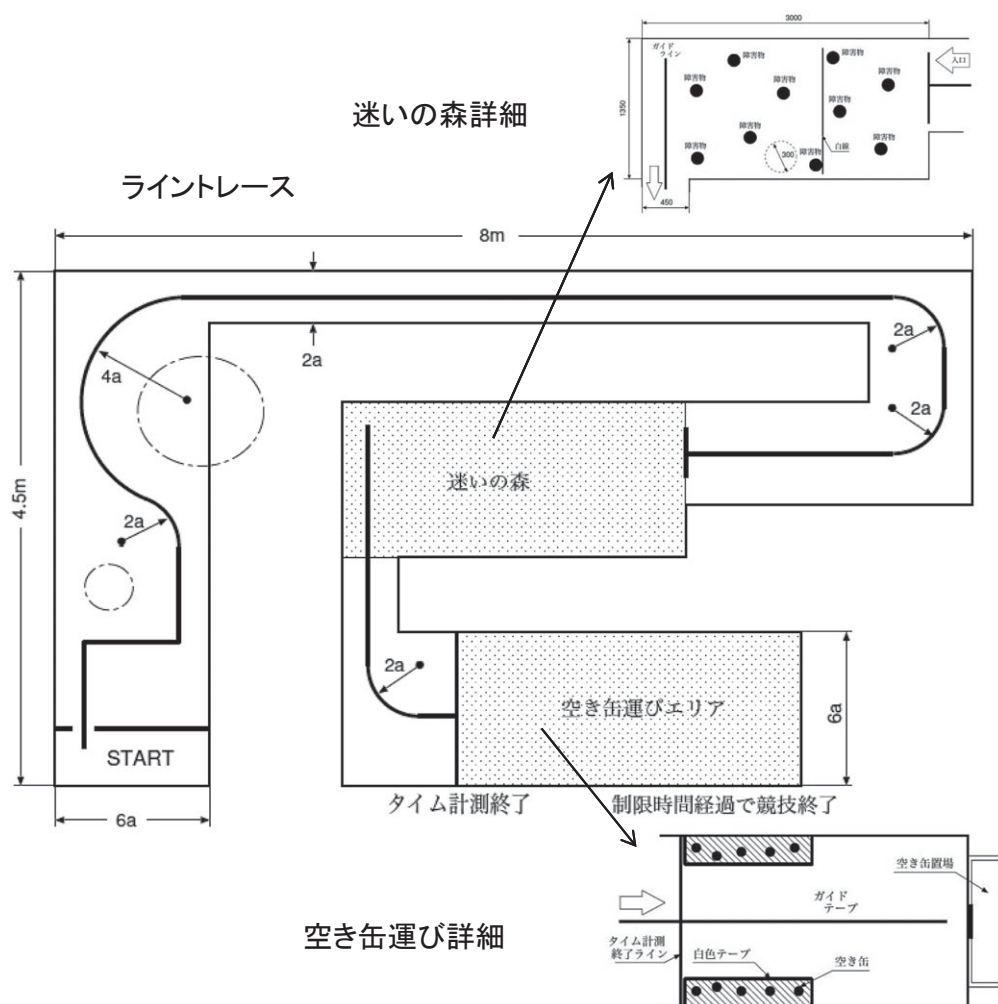


図3 第10回（2010年）コース
（ロボット・トライアスロンHPより引用加筆）

を動かすのに必要な最小限の基本プログラム）がホームページ上に開示された。があり、参加する学生にとって敷居が低い。2006年の第6回からは標準キットに基づくノーマル部門に加え、標準キットを使わない独自製作の移動ロボットを対象とするオープン部門を新設し、多様なロボットの登場を促してきた。

ロボット・トライアスロン実施により、次のような多くの効果が期待でき、日本機械学会機械工学振興事業資金と日本機械学会、計測自動制御学会、電子情報通信学会、精密工学会、情報処理学会の各北海道支部からの助成を受けることができた。

- 1) 工学系学生のハード、ソフト一体のものづくりへのインセンティブ
- 2) ロボット製作を通して、工学的専門知識の重要性やその応用方法を学ぶ

- 3) 複数の教育機関の学生が集い、競い合うことによる研鑽
- 4) ロボットを紹介するプレゼンテーションによる参加学生のコミュニケーション能力の向上
- 5) 独自製作ロボット継続参加チームのスキルアップ
- 6) 一般公開による一般市民に対するロボット技術の啓蒙
- 7) 協力研究室・委員間のネットワーク形成 (2010年は16研究室)
- 8) ロボット・キットの創生型教育や卒業研究での活用 (室蘭工業大学, 北海学園大学, 北海道工業大学, 北海道職業能力開発大学校)
- 9) ポスター, ホームページを介しての広報活動

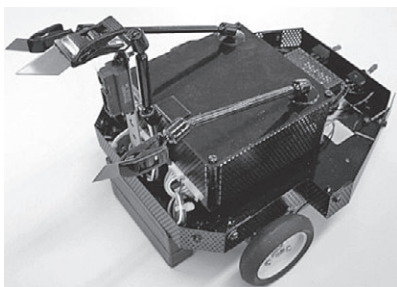
ロボットキットは初期のバージョンの短所を順次改良しており, DCモータのノイズによるマイコン暴走防止, ライントレースとライン検出センサの外光へのロバスト性向上, エンコーダの組み立て・配線の容易化, マイコンのユーザ開放端子増設など, 2008年開発のVer. 4 キットでは初期のキットに比べ格段に作りやすくなっている。

3. 深谷卒研チームのロボット・トライアスロン参加状況

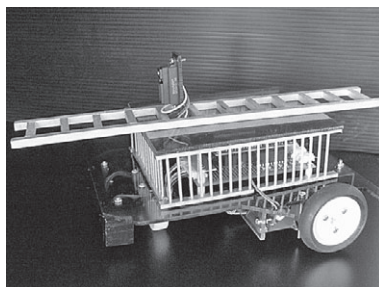
深谷卒研では第2回の道内大学対抗のオープンな競技となって以来, 途切れることなく参加し入賞も何度かしている。表2にその参加記録を示す。図4にタイムレース1位 (うち2回は総合優勝) と技術賞受賞の移動ロボットを示す。第4回の「ボタンA」は前輪駆動への改造により, すばやい動きを実現し, 参加40台の中でただ1台ペナルティーなしで1位, 総合優勝の快挙を果たした。第10回の「ひよこIH一号」は単純な缶運び機構による着実な空き缶運び走行をデモンストレーションできたことが評価され技術賞を受賞した。これは他チームの複雑で

表2 ロボット・トライアスロン参加記録

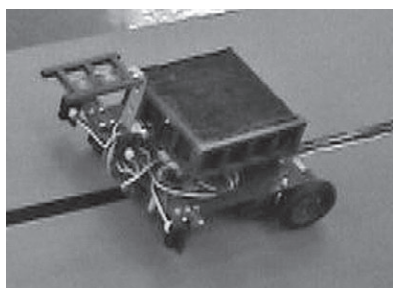
大会回数 (開催年)	札幌大会		室蘭大会		備考
	卒研参加台数 ／全参加台数	競技結果	卒研参加台数 ／全参加台数	競技結果	
第1回(2001年)					室工大学内大会
第2回(2002年)	0／21		1／19	9位	
第3回(2003年)	1／24		2／27	9位, 17位	
第4回(2004年)	2／40	1位&総合優勝 (ボタンA)	4／37	9位, 19位	
第5回(2005年)	8／34	11位	10／37	7位, 12位, 17位 プレゼン賞 (ROCKET HAND) ポスター賞 (乗ってカエル)	
第6回(2006年)	2／17	1位&総合優勝 (レッドデビル)	3／24	2位 (レッドデビル), 7位	ノーマル部門
第7回(2007年)	3／25	1位 (RED DEVIL Ver.2), 3位 (GNU)	4／30	3位 (GNU)	ノーマル部門
第8回(2008年)	3／32	13位	4／38	10位, 15位, 21位, 23位	ノーマル部門
第9回(2009年)	2／22	8位, 14位	2／20	9位	ノーマル部門
第10回(2010年)	3／36	5位, 10位 技術賞 (ひよこIH一号) ポスター賞 (△△)			ノーマル部門 札幌大会のみ実施



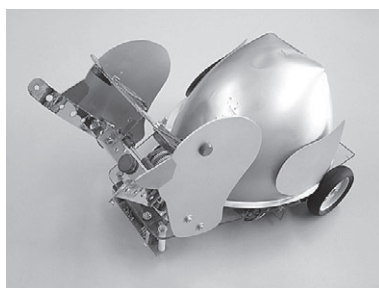
第4回1位&総合優勝 ボタンA
(成田秀樹)



第6回1位&総合優勝 レッドデビル
(永井聡, 生水明)



第7回1位 RED DEVIL Ver.2
(渡部敦)

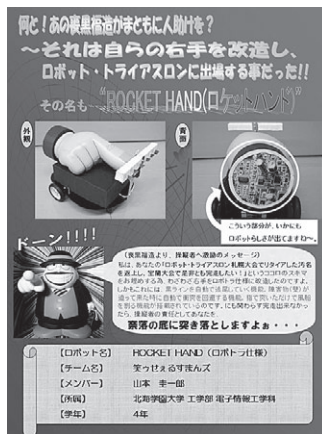


第10回技術賞 ひよこIH一号
(濱野健吾, 磯部純希)

図4 1位, 技術賞受賞移動ロボット



第5回ポスター賞
(菅原匡貴, 鎌田誠一)



第5回プレゼン賞
(山本圭一郎)



第10回ポスター賞
(石井香織, 佐々木理江子)

図5 ポスター賞, プレゼン賞受賞ポスター

凝った機構がアイデア倒れで動かなかったことと対照的であった。またポスター賞, プレゼン賞も受賞しており, 該当のポスター作品を図5に示す。

毎年参加することで、以下の独自ノウハウが継承されている。

- 1) ライントレースにおける感度係数を走行速度に応じて変えるプログラム手法
- 2) マイコンタイマーの精度に着目した再現性のある走行方法
- 3) センサ診断プログラムの開発によりライントレース、ライン検出、測距センサの測定結果を定量的に評価する方法
- 4) 増設するDCモータ、リミットスイッチのハード、ソフトの使用方法

標準キット組み立て時のトラブル解決のためのQ&Aも順次拡充している。さらに過年度に作成した移動ロボットと競技プログラムを参照できる利点もある。

本番に準じたコースを実験室に設置し（図6）、卒研の参加チームによる競技会を大会前に実施することで、本番での参加を効果あるべく努めてきた。トライアスロン会場へ作成したロボットとプログラムを持ち込み、他大学の学生に混じっての現場走行チューニングでは趣向を凝らしたロボットや走行方法に対抗意識を燃やすことになる。

卒研の課題として移動ロボットの自己位置認識、航法、人間とのインタフェースを取り上げている。自らの手で移動ロボットを作成し競技に参加することが移動ロボット走行の仕組みの理解、ものづくりのコツと目標に向かっての集中につながっており、卒業研究を進める上でも効果があった。

4. ロボット・トライアスロン参加の副産物

4.1 学生実験

2006年の電子情報工学実験カリキュラムの変更に合わせ、実験Ⅲ（選択）として標準ロボットキットを活用した「移動ロボットの作成と走行」実験を実施してきた。7回（3時間／回）の限られた時間数の中で、標準ロボットキットを組み立て、プログラムを作成し、ライントレース走行、フリー走行、標的倒し走行を実現可能とする必要があり、準備時間の多くを占める機械加工部品を支給している。詳細は参考文献^{1),2)}に示すが、ハード、ソフト一体の「ものづ

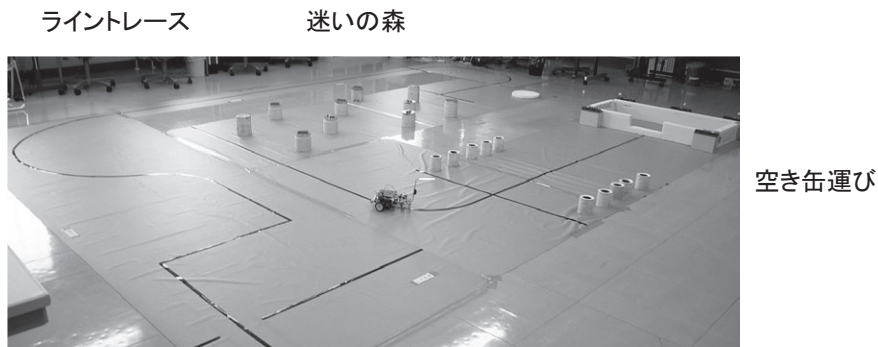


図6 実験室設置のロボット・トライアスロンコース

くり」を楽しみながら体験させることができ、受講学生の満足度も高いものであった。同様の試みは室蘭工業大学、北海道工業大学、北海道職業能力開発大学校でも行われている。

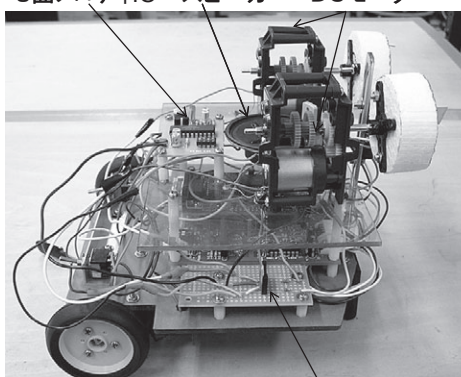
4.2 機能拡張

作成したロボット・トライアスロン用の移動ロボットに種々の機能拡張を施す課題を卒業研究として実施してきた^{3)~5)}。卒研での機能拡張例と目標物への働きかけ走行のための機能拡張を表3に示す。機能拡張1³⁾では測距センサと人体検知センサ、接触センサを用いてロボットが移動して人間を見つけると、DCモータを駆動して、搭載のあざらしのぬいぐるみ（たまちゃん）が体を回転させて愛嬌を振りまく。機能拡張2⁵⁾では図7に示す測距センサへの入力とDCモータ駆動IC（東芝TA7257P）、8曲メロディICへの出力を組み合わせ、複数のメロディ

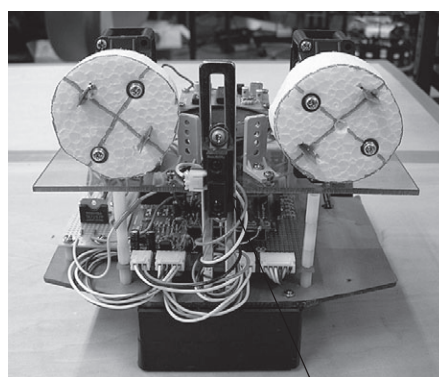
表3 IOポート利用の機能拡張

ユーザ開放ポート	端子名	設定内容		機能拡張1	機能拡張2	機能拡張3
		入出力	機能			
7	P76/TMOV	入力	汎用入力		メロディIC出力 (出力に変更)	リミットスイッチ 入力
8	P84/FTIOD	出力	PWM信号	DCモータPWM 駆動		DCモータPWM 駆動
	P85	出力	汎用出力		DCモータ駆動 IC出力	DCモータ回転 方向出力
	P86	出力	汎用出力		DCモータ駆動 IC出力	DCモータ回転 方向出力
	P87	入力	汎用入力	人体検知センサ 入力	メロディIC出力 (出力に変更)	リミットスイッチ 入力
B	PB3/AN3	入力	アナログ電 圧信号	接触センサ入力		
	P52, P53	出力			メロディIC出力 に転用	

8曲メロディIC スピーカ DCモータ



DCモータ駆動IC



測距センサ

図7 移動ロボット（機能拡張2）

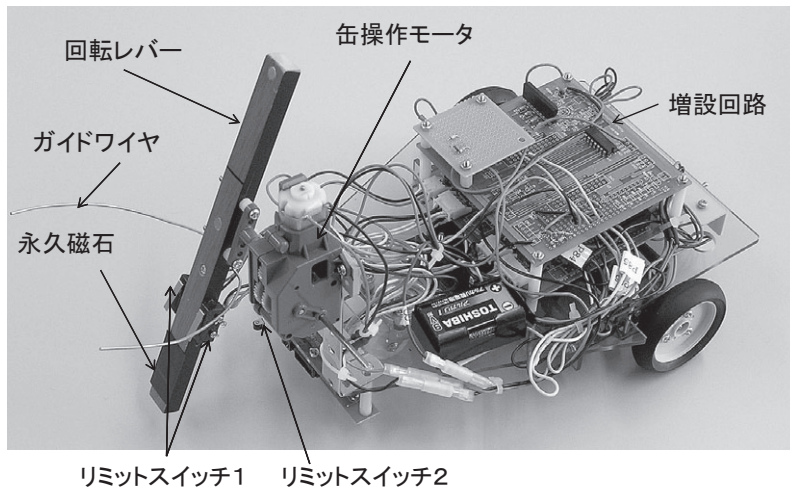


図8 移動ロボット（機能拡張3）

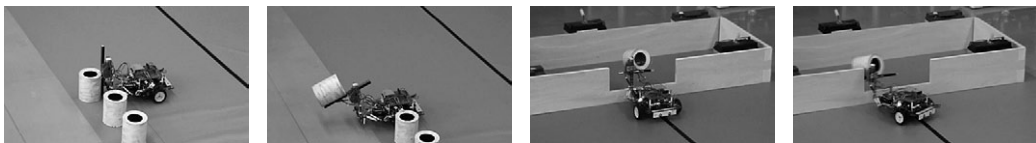


図9 空き缶運び走行

を鳴らしながら，2個のモータ先端のカッターナイフの刃を回転させて風船割りをするデモンストレーションを実現した．5個の出力ポートが必要なことから，汎用入力を出力へ変更し，さらに2個のLED出力ポートを利用している．

機能拡張3では空き缶運び機構として図8に示す機構を作成した．測距センサで空き缶を発見して，二つのリミットスイッチ1のどちらかがONになると空き缶に接触したと判断して永久磁石付きのレバーを持ち上げて空き缶を持ち上げ，空き缶置き場まで移動する．リミットスイッチ2を使って空き缶置き場の壁を検知して，壁に空き缶を衝突させて落下させる．ここではユーザ開放IOポートの入力2個をリミットスイッチ検出に，出力3個をDCモータ駆動に利用している．図9に空き缶運び走行の様子を示す．

5. あとがき

本報告は2002年から2010年の深谷卒研に所属した学生達がロボット・トライアスロンに参加した内容を中心に競技概要，副次的な発展などをまとめたものであり，卒研生の活躍を代表して報告した．ものづくりの優劣が競技結果で一目瞭然となり，また普段交流のない他大学の工学系学生との競いあいの経験を通して，競技結果のいかにかわかわらず，学生達にとって大きな刺激となってきた．指導する立場からは多くの労力を必要とし，思い通りに進まず，やきも

きすることも多いが、参加学生の競技終了時の晴々した顔を見ると報われる思いがしている。

謝辞

開発された「ロボット・トライアスロン標準ロボットお助けキット」を使用することをお認めいただき、貴重なコメントを下さった室蘭工業大学の橋本幸男，疋田弘光，花島直彦，山下光久の諸先生に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 深谷健一：2006年度電子情報工学実験Ⅲ実施報告—移動ロボットの製作と走行—，北海学園大学工学部研究報告，第35号，pp.173－182，2008. 2.
- 2) 深谷健一：「自律移動ロボットの製作と走行」学生実験報告，平成22年度電気情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集，No.24，2010.10.
- 3) 小西勝道，玉谷亮太：自律移動ロボットの製作と人体追尾走行，2002年度電子情報工学科卒業論文，2002. 3.
- 4) 広瀬裕太，藤田卓：自律移動ロボットの製作Ⅰ，2003年度電子情報工学科卒業論文，2003. 3.
- 5) 山本圭一郎，篠田淳一，佐藤公紀：“ロボット・トライアスロン”用移動ロボットの機能拡張，2005年度電子情報工学科卒業論文，2005. 3.
- 6) ロボット・トライアスロンのホームページ：<http://www.robot-triathlon.org/top.html>