

ROBOCON2000 出場用マシン「トキワ」の開発

日高良和* 横山正春** 田中護**
 金子真也* 黒岩崇* 瀧本正和* 友永智彦*
 福原暁* 西崎和美* 植田和宏* 猪俣情*
 村岡勝次** 森下泰雄** 藤重誠**

Development of a contest machine “ToKiWa” for ROBOCON2000

Yoshikazu HITAKA* Masaharu YOKOYAMA** Mamoru TANAKA**
 Shinya KANEKO* Takashi KUROIWA* Masakazu TAKIMOTO* Tomohiko TOMONAGA*
 Akira FUKUHARA* Kazumi NISHIZAKI* Kazuhiro UEDA* Makoto INOMATA*
 Katsuji MURAOKA** Yasuo MORISHITA** and Makoto FUJISHIGE**

Abstract

The thirteenth KOSEN robot contest (ROBOCON) was held by 62 colleges and 124 participating teams this year. The theme of this ROBOCON is “MILLENNIUM MESSAGE” which shows KOSEN students’ dreams for the new century. Therefore, future engineers had to make their own machines to perform “MILLENNIUM MESSAGE” with their unique ideas. The outline of the contest is to place “ZOUKEIBUTUs” prepared by each teams on four “Spots” to compete for the score. Each “Spot” is fixed at the top of the “Poles” whose height are 1500mm, 1800mm, 2100mm and 2400mm respectively. “ZOUKEIBUTUs” are man-made objects which show messages of each teams and one of four “ZOUKEIBUTUs” must perform “MILLENNIUM MESSAGE” for the new 21st century. Our team’s machine, which called “ToKiWa”, consists of the moving system by DC motors with wheels, the holding system for mounting the “ZOUKEIBUTUs” and the lift system which carries the holding system to the “Spot”. Although our team participated in ROBOCON for the first time, “ToKiWa” could advance to the semifinal round.

Keywords : Kosen, National College of Technology, robot contest, ROBOCON 2000

1. はじめに

今年も、全国62高専124チームが参加するアイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト2000¹⁾(ロボコン2000)が実施された。中国地区大会は、平成12年10月15日(日)に岡山県苫田郡鏡野町の鏡野町文化スポーツセンターにおいて地区大会の皮切りとして開催された。今年度の競技テーマは「ミレニアムメッセージ」²⁾で、来る21世紀へ向けて高

専生のメッセージを披露するものである。このメッセージは、「造形物」と呼ばれる直径100mm以上、高さ200mm以上の物体を4個用いて披露される。またメッセージ披露の際、造形物は高さの異なる4本の「ポール」上に設けてある各「スポット」に置かれなければならない。この競技テーマの発表は5月12日に行われ、その後学内での募集がなされ、学内最終選考は6月15日に実施された。

選考に残った電気工学科チームは、電気工学科1年、2年、3年、および5年生からなり、最大時の参加者数は12名でロボコンに挑戦した。マシンの製作は、作業スペースと快適な環境を考え、エアコン設備のある教室で行い、夏休み中に完成することが

(2000年12月22日 受理)

* 宇部工業高等専門学校電気工学科

** 宇部工業高等専門学校技術室

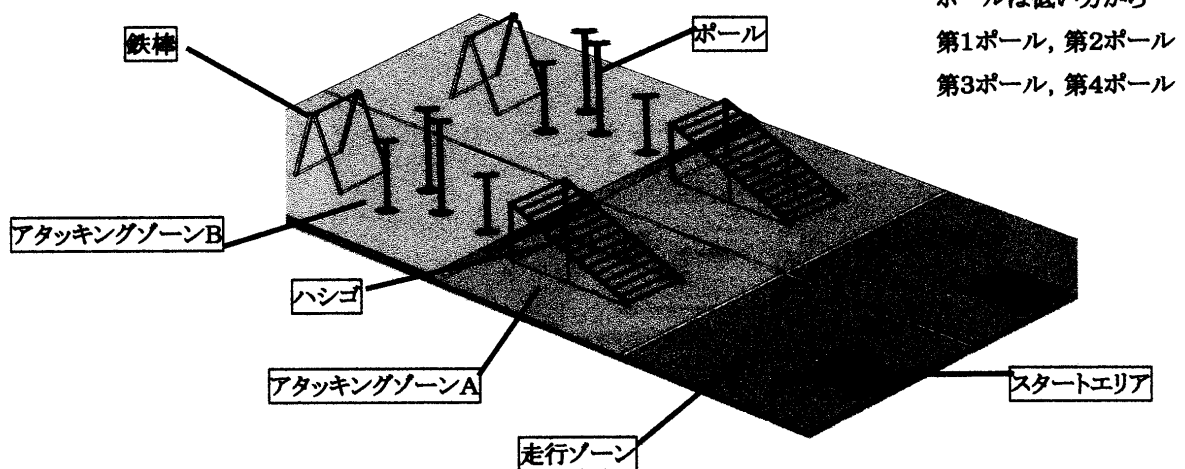


図1 競技フィールド

できた。また、マシンの名前は、この活動が地域の発展に少しでも貢献できればとの思いから、「トキワ」とした。

2. 競技内容

競技は、図1に示すようなフィールドで行われ、高さの異なる4本の「ポール」の最上部に設けてある「スポット」に「造形物」を置き、得点を競うものである²⁾。得点は、3分の競技時間内に、一番低いスポットに造形物を置くと1点、スポットが高くなるにしたがって2点、3点、4点を獲得できる。また、全てのスポットに造形物を置き、最も高い位置にあるパフォーマンスする造形物が10秒以上「21世紀へ向けてのメッセージ」を披露できた場合、そのチームは「パーフェクト・パフォーマンス」完成としてその時点で勝者となる。各スポットに置かれる造形物は、2000年を象徴するデザインを施した変形しないタイプAと、スポットに置かれた後パフォーマンスを行うタイプBの2種類が必要である。特に、タイプBの造形物はパーフェクト・パフォーマンスによる勝利に不可欠であり、メッセージを音や文字などを用いて会場の人達に伝えなければならない。

競技場は、図1に示されているように、各チームそれぞれ「スタートゾーン」、「走行ゾーン」、「アタッキングゾーンA」、および「アタッキングゾーンB」からなり、床には厚さ2mmのビニルシートが貼られている。また、アタッキングゾーンAとアタッキングゾーンBの間には段差100mmのスロープが設けられている。得点獲得は、走行ゾーンから行う方法とアタッキン

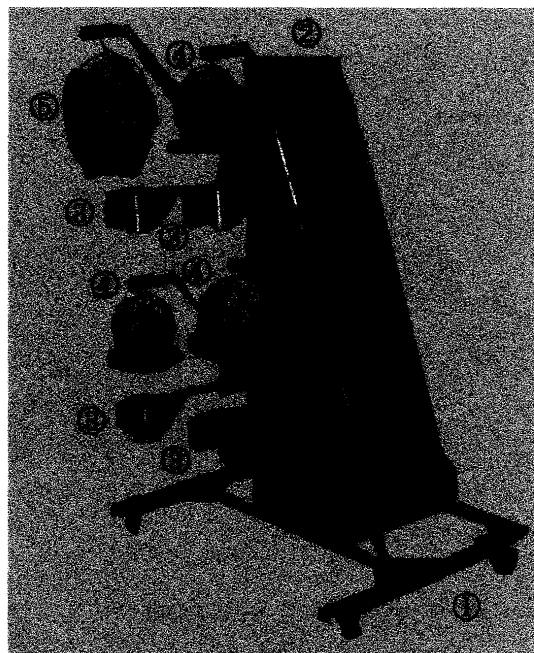
グゾーンからの方法がある。まず、走行ゾーンからの得点は、このゾーンにあるマシンはアタッキングゾーン上空に進入できないため、マシンが走行ゾーンから造形物を投げ出す方法が考えられる。次に、アタッキングゾーンからの得点は、造形物を搭載したマシンが基準となるアタッキングゾーンAの床面から1000mm以上の高さに上がって行く必要がある。そのため、アタッキングゾーンに設置されているハシゴやポール、および鉄棒を利用した得点方法が考えられる。ハシゴと鉄棒はクライミンググッズと呼ばれ、その寸法は、ハシゴが幅1200mm、最大高1500mm、傾斜30度、鉄棒が幅2100mm、高さ1900mmである。また、ポールは高さ1500mm、1800mm、2100mm、および2400mmの4種類であり、それぞれの直径は100mmである。

参加チームは、この競技を行うために、創造力を働かせマシンを作り上げなければならない。

3. ROBOCON2000用マシン「トキワ」

競技用マシンは、総重量25Kg以下、スタート時のサイズが縦1200mm、横1200mm、高さ1500mm以内と言う条件がある。またその操縦は、ケーブルを經由してマシンとつながれたコントロールボックスを使って1名の操縦者が行う。そして、マシンは構成部品代金8万円を越えない金額で製作する必要がある。

電気工学科チームは、リフトによって造形物をスポットまで持ち上げると言うアイデアのもとに設計を行った。また、マシンは基準面から1000mm以上の高



①走行部 ②リフト ③子機
④タイプA造形物 ⑤タイプB造形物

図2 マシン「トキワ」の外観

さでなければ造形物をスポットに置けない。そのため、マシンは造形物を搭載したサブ・マシン（以下「子機」と呼ぶ）とそれを運ぶメイン・マシン（以下「親機」と呼ぶ）によって構成することとした。図2は製作したマシン「トキワ」の外観であり、造形物を搭載した子機と四輪の走行部、および子機を持ち上げるリフトから成る親機が示されている。マシン寸法は、スタート時に縦850mm、横1100mm、高さ1490mmであり、競技中はリフトを上昇させ高さ2750mmとなる。マシンの全重量は、主な材料に厚さ1.5mmのアルミを使用することで、コントロールボックスや造形物を含み16.65kgとすることができた。

リフトは、アルミ製の厚さ2.5mmのL型アングルを組み合わせた機構であり、左右のリフトにそれぞれ2台の子機を取り付けられるようにしている。リフトの駆動は日本サーボ製DCモータ・ギアヘッドセット DME60S8HP&8DG300（定格電圧12V、定格トルク39Nm×10⁻¹、定格回転速度15.1rpm、減速比1/300、重量1850g）に直径1mmのスチールワイヤを取り付けて行った。次に走行部は、前輪に2個のキャスターを後輪に独立駆動できるDCモータを取り付けた直径80mmの車輪2個を用いている。後輪駆動用のDCモータは、減速比1/18のギア付きの

日本サーボ製DCモータ DME38B50G18A（定格電圧12V、定格トルク2.2Nm×10⁻¹、定格回転速度261rpm、重量450g）を使用した。また、車輪の速度を2段階に制御するために東芝製のDCモータドライバIC TA7257Pに供給する電圧を可変三端子レギュレータLM338Tによって制御する車輪駆動回路を製作した。これらの電源は、電子回路用に6P型9Vアルカリ乾電池を、モータ駆動用に田宮模型製ラジコン用Ni-Cd電池RC1700SP（7.2V、1700mAh）を2個直列接続したものを使用した。

子機は、ポールを掴む部分と造形物を吊る「アーム」とで構成されている。ポールを掴む部分は、ポールの側面に沿うような曲面となっており、その内側にマグネットシートを張り付けてある。子機の取り付けは、親機によってポールに押し付けることで行われる。また、アームは造形物を釣り糸で吊るようになっており、釣り糸の周囲にニクロム線が巻き付けてある。造形物は、ニクロム線を発熱させ釣り糸を焼き切ることで、スポットに置かれる。ニクロム線は、6P型9Vアルカリ乾電池がつながれており、吊り下げ型スイッチを用いて通電させることができる。

4. 造形物

造形物は、変形しないタイプAと、パフォーマンスを行うタイプBがある。それらの表すメッセージは、新世紀への誕生をイメージし、形も卵形を基本とした。

4.1 タイプAの造形物

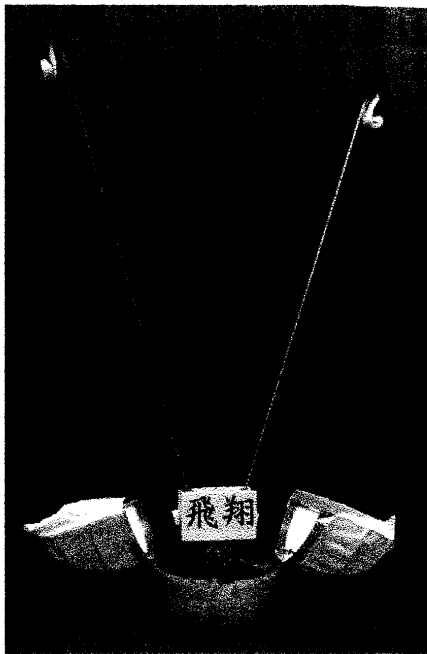
タイプAの造形物は、巣の上に置かれた卵の形であり、その側面に「2000」と「millennium」の文字を彫刻した。主な材料は発泡スチロール板であり、これを専用接着剤を用いて張り合わせ、サンドペーパーで卵形になるよう削り出した。巣は、シュレーダで細長く裁断した紙を円形の段ボール紙に張り付け、彩色し製作した。造形物は、ルールにより直径100mmの円を覆い隠し、高さ200mm以上でなければならぬので²⁾、高さ210mm、最大直径200mmの大きさとした。

4.2 タイプBの造形物

タイプBの造形物は、図3(a)に示すような卵形をしている。造形物は、パフォーマンス時には図3(b)の



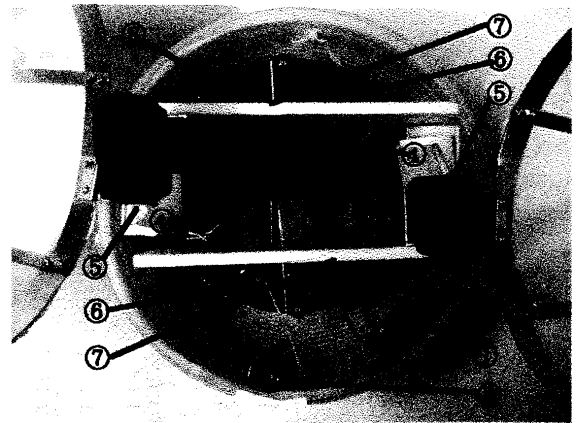
(a)パフォーマンス開始前の状態



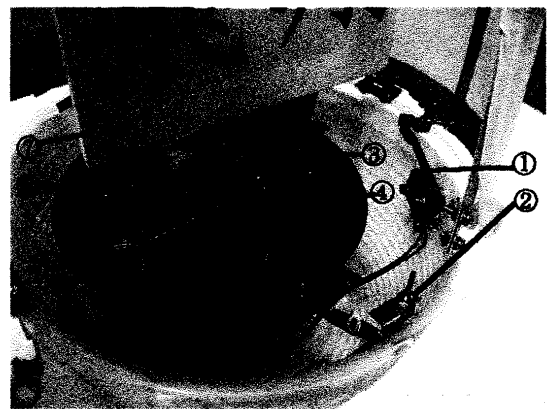
(b)パフォーマンス完成時の状態

図3 タイプB造形物の外観

ように、その上半分が側面に取り付けられたバネの弾性力によって割れ、中から二つの誕生物が飛び出し、回転するようになっている。また、10秒以上のメッセージ披露は、回転部に取り付けられた新世紀への旅立ちを表す「飛翔」と記したメッセージ板によって行われる。造形物の側面は、上部には幅の狭いアルミ板で、下部にはプラスチック製のザルで卵形の骨組みを作り、半紙を張り付けている。造形物の寸法は、パフォーマンス開始前の状態で幅 260mm、高さ 370mm、パフォーマンス完成の状態



(a)上面図



(b)側面図

- ①リミットスイッチ ②主電源スイッチ
- ③ボビン ④化繊の糸
- ⑤角 ⑥ナイフ
- ⑦メッセージ板 ⑧円形の土台

図4 タイプB造形物の機構部

は幅 750mm、高さ 1150mm であり、総重量は 1kg となった。

4.2.1 タイプB造形物の機構部

図4は、タイプB造形物の機構部であり、誕生物を先端に取り付けた2本の「角」とそれを固定する円形の土台から成っている。土台は、パフォーマンス時に、その中心に取り付けられたマブチモータ製DCモータ FA-130RA によって回転する。「角」の部分には、コンベックス巻尺のスチール製定規を利用して

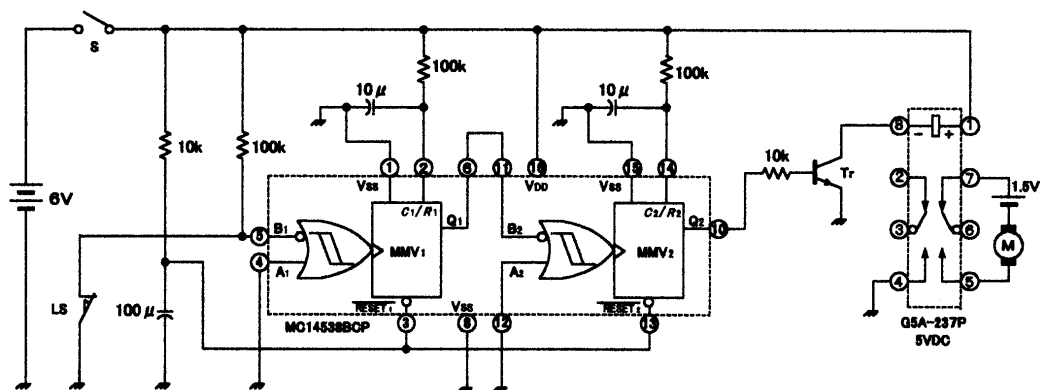


図5 タイプB造形物の制御回路図

おり、1000mmの長さの定規をボビンに巻き付けたものを2個用意してある。各「角」は、パフォーマンス開始前に動作しないよう、図4(b)のように糸をボビンに通して固定してある。そして、造形物の上部が開くと糸が土台の回転とともに動くナイフによって切られ、ボビンに巻かれた「角」は凸型スチール板のもつ弾性力によって図3(b)のように伸びパフォーマンスを行う。

4.2.2 タイプB造形物の制御部

タイプB造形物の「角」は、造形物の上部が十分に開いてから動作しなければ開口部に接触する恐れがある。そのため、造形物の上部が開いたことを検出し、一定時間経った後にDCモータを動作させ、10秒以上パフォーマンスするよう制御する³⁾⁴⁾⁵⁾。

制御部は、造形物上部開閉検出用のリミットスイッチ、単安定マルチバイブレータ(MMV: Monostable Multivibrator)を用いた遅延回路部、およびモータ駆動部からなる。図5はこの制御回路図で、左端部は単3型1.5V乾電池を用いた6Vの回路主電源とそのON/OFF用スイッチS、および造形物上部の開閉検出用ブレーク接点型リミットスイッチLSからなっている。次に回路の中央部は遅延回路であり、MMVとしてモトローラ製のMC14538BCPを用いている。この回路は、造形物の上部が開いたことをリミットスイッチLSが検出するとMMVにトリガ信号を与え約2秒後にモータ駆動信号を出力する。最後に回路の右端部はモータ駆動部であり、モータ駆動信号を与えられたトランジスタを経由してモータ駆動用リレーG5A-237Pを動作させDCモータを回転させることができる。

5. むすび

高専ロボコン2000に出場したマシン「トキワ」について述べた。今年のテーマは、造形物を高い位置にあるスポットまでいかに速く移動させて置くか、「21世紀へのメッセージ」をどのように表現するかが問題であった。各高専のマシンは、ハシゴやポールを使うものなど、いろいろなアイデアが出されていた。その中で「トキワ」は、単純な機構でトラブルが少なかったため、準決勝進出と言う成績を収めることができた。経験のない学生達がこのような結果を出せたのも、複数学年・多人数による組織形態で、多くのアイデアが出せ、楽しい製作ができたからだと思われる。また、学年の異なる学生が集まることで、今後の活動で必要となる技術の継承が期待でき、全学年生へ活躍の場を提供することが可能である。

最後に、本活動を実施するにあたり、三分一校長、山岡学生主事、堀事務部長、徳丸学生課長をはじめとする学生課の方々の協力を得ました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト2000公式ホームページ:
<http://www.nhk-grp.co.jp/nep/robocon/>
- 2) アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト2000課題:ロボコン実行委員会, 2000. 5.
- 3) 白土義男: 図解 デジタルICのすべて, 東京電機大学出版局, 1994.
- 4) 特集 実験で学ぶモータ制御回路の設計, トランジスタ技術, CQ出版社, 2000. 2.
- 5) 谷腰欣司: モータをまわすための回路技術, 日刊工業新聞社, 1997.