

生徒発表

エアロボットの開発

群馬県太田工業高等学校
ものづくり愛好会
大道芸ロボット班

はじめに

近年のコンピュータ制御の発達により、2足歩行ロボットのASHIMOやSDR11が登場するようになってきた。平成12年夏、東京ビックサイトで20cm程の紙ロボットが踊っている光景に出会った。それは、透明の糸で操られて、あたかも1人で動いているように見えた。また、別のところでは、ピンクパンサーのぬいぐるみが、吊り下がって風に揺れている。この二つの光景がエアロボット開発のヒントにつながったのである。それから3年余りにわたって開発してきたエアロボットについて、開発の経緯や工程、特許申請、発表等について述べる。

I ロボットの製作

1 エアロボットPOTA-I-1の制作 (平成12・13年度)

ロボットはできるだけ軽くしてヘリウムで浮かすことにした。駆動には圧縮空気を、関節を伸縮させるアクチュエータはビニール製、そして、2本の足を地面に付けるために重りを使用する。これらを念頭において作業を始めた。

平成13年1月、タイヤのチューブを取り出して、自転車のパンク修理用として置いてあるコンプレッサーで膨らませた。このチュー



平成14年度第9回群馬県産業教育フェア
(平成14年11月16・17日群馬県庁)
エアロボットPOTA-I-2型

ブを参考にして人型ロボットを制作し、圧縮空気注入用にコンプレッサーを、空気排出用に真空ポンプを使用した。

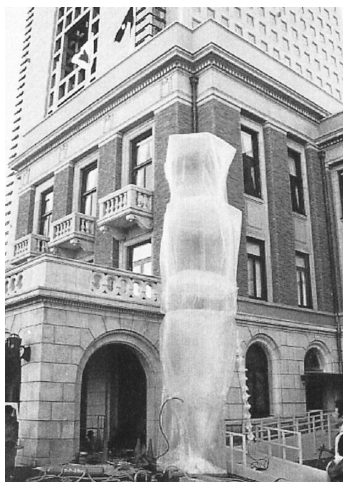
厚さ500mm幅1000mm長さ2000mmの発泡スチロールでロボットの型を作り、厚さ0.3mm、幅2000mm、長さ10mのゴムシートでロボットの脛、股、胴体頭部を作り、駆動装置として使うことができることを確認し、8月下旬、大道芸ロボット競技に参加した。

9月になり、ゴム製のロボットにヘリウムを入れたが浮上しないので、材質を0.05mmの塩化ビニールに、接着方法を熱溶着法に変更した。この変更により、ヘリウムで浮上することが確認でき、アクチュエータに圧縮空気を注入、真空排気することにより関節を曲げることができた。

ところが、関節に使った蛇腹に圧縮空気を入れたり真空ポンプで排気したりして、人形の形をしたアドバルーンの腕を動かすという手法の特許が、すでに1998年に取得されてい

ることが10月になって判明したのである。この為に、蛇腹を使用した駆動装置を破棄し、特許に抵触しない手段を考えることを余儀なくされてしまった。苦慮を重ねる中で、次は、ビニールで四辺形を作り、重ねられた座布団のようなアクチュエータを考えた。排気するとアクチュエータは伸張し、圧縮空気を入ると収縮し、作動させると膝が曲がるようになった。そして、ヘリウムガスを注入してロボットを直立させ、ビニール製駆動装置（アクチュエータ）にて関節を動かし、重りとして足に入れた水を左足右足に移動させる事によりロボットの重心を移動させロボットを歩行させることができたのである。

この方法を、10月22日に特許申請し審査請求をした。続いて、同月23日にはロボットを撮影し、ビデオ予選に参加した。さらに、11月18日、群馬県庁で開催された第8回産業教育フェアにおいて、ロボットに足踏みをさせることができた。



平成13年度第8回群馬県産業教育フェア
(平成13年11月17・18日群馬県庁)
エアロボットPOTAI-1型

2 POTAI-1-2 (ロボット名:金剛 [まさお]) 制作(平成14年度)

(1) アクチュエータの改良

POTAI-1-1では関節を動かすのにアコーディオンカーテン状のアクチュエータ(筋肉、Aタイプ)を使用した。これは動作が緩慢なので、動きを速めるために改良を加えた。PタイプのアクチュエータとGタイプのものを製作し、PタイプもGタイプも動作は速くなったが、Pタイプではロボット本体の状態が影響し動作が変化してしまい、Gタイプに変更した。しかし、Gタイプでは関節を最後まで曲げさせることはできなかった。この為、Tタイプのアクチュエータを作ることにした(平成14年度特許申請中)。ロボット本体の関節部分の形状も変更した結果、動作は速くなり、初期の目的が達成できたと考える。

(2) 足の重石について

POTAI-1-1では重石として水を使用していたが、普通の重石への変更により水の制御はしなくて済むようになり、床を濡らす心配もなくなり屋内での使用が可能となった。

(3) 身長の変更

平成13年度のエアロボットPOTAI-1-1は身長が約8mあり、展示会場は屋外であり動作も遅いものであった。だが、平成14年度のエアロボットPOTAI-1-2は身長を約2.5mに変更したので、屋内展示が可能となり、展示の準備に要する時間も少なく、その上動きも速くなって、遂に、階段を下りることができるようになり、演技はとても好評であった。

3 エアロボットPOTAI-1-3 (ロボット名:ロボテリアン) の制作(平成15年度)

2足歩行させるために、各関節部分にガイドとアクチュエータを取り付け、両脚についている様々なアクチュエータへ、圧縮空気の

注入と排出をおこなった。アクチュエータの伸縮により、脚を前方に動かし接地させ、ガイドにより脚を後方に引き付ける。ロボット本体は前進し、この結果、エアーロボットは平坦地を歩くことができ、階段を上ることまでできるようになった。各所にアクチュエータやガイドを取り付けた結果、あたかもゴリラが袴をはいている様な形（猩猩袴）になった。

さらに、エアーロボットPOTA-I-1～3の開発を通して得られた知識、ノウハウ等を「工業所有権標準テキスト（特許編）」を用いて特許申請書にまとめ特許申請をした。

4 エアーロボットPOTA-Ⅲの制作（平成16年度）

平成16年度は、別タイプのロボットPOTA-Ⅲを制作する予定である。

謝辞

エアーロボット製作にあたり、特許庁、（社）発明協会、関東経済産業省、群馬県教育委員会より援助をしていただきました。大変ありがとうございました。

Ⅱ エアーロボットの開発・特許申請・発表

平成12年度

11月 ロボットのアイディア着想

12月 （社）発明協会知的財産権研修センター申し込み

12月21日 生徒募集

平成13年度

6月10日 「工業所有権標準テキスト（特許編）の有効活用に関する実験協力校」説明会出席

9月26日 中間発表

10月3日 「風船状構造体駆動装置及び該風船状構造体駆動装置に用いられる吐吸切替

弁装置」の特許が取得されていることが判明
10月9日 （社）発明協会群馬県支部にて特許調査

10月22日 特許申請、審査請求

10月23日 ロボフェスタ2001神奈川大会大道芸ロボット競技予選申込

11月17・18日 作品出展（第8回群馬県産業教育フェア、群馬県庁）

12月17日 校内発表会

平成14年 2月15日年次報告会（初年度）

平成14年度

5月10日 「工業所有権標準テキスト（特許編）の有効活用に関する実験協力校」説明会出席

9月26日 特許調査

10月2日 中間発表

10月15日 特許申請

10月24～27日 群馬県立太田工業高等学校工業祭（特許権の説明とロボット展示）

10月30日 群馬県工業系生徒研究発表会（テクノフェア）予行

（群馬県総合教育センター、伊勢崎市）

10月31日 群馬県工業系生徒研究発表会（テクノフェア）発表

（群馬県総合教育センター、伊勢崎市）ロボット班司会担当。

11月1・2日 第6回ロボットグランプリ大道芸ロボット競技算機制御部門出場（東京工業大学）

11月15・16日 第9回群馬県産業教育フェア（特許権の説明と作品展示、群馬県庁）

平成15年 2月18日 年次報告会（最終年度、東京虎ノ門）

平成15年度

9月 特許申請 特願2003-358506

10月10日 第25回太田発明くふう展太田市議会議長賞受賞

10月10日 日本機械学会主催第7回ロボット

グランプリ大道芸ロボット競技計算機制御の
部予選参加

11月8日 平成15年群馬県産業教育フェア
展示作品制作 優秀賞受賞

11月19～21日 特許流通フェア（東京ビッグ
サイト）出展

12月12日 第74回群馬県創意くふう作品展
群馬県知事賞受賞

平成16年1月 第62回 全日本学生児童発明
くふう展 入選

全国工業高等学校長協会主催

第1回技術・アイデアコンテスト参加

1月30日 太田工業高等学校平成15年度
課題研究発表会出場

Ⅲ 生徒の感想

ロボットグランプリに参加して

平成14年度情報技術科3年B組
近藤 力

ロボット作りの大変さは去年のエアーロボット班を見てよく分かっていました。でもロボット作りをやってみたいという気持ちのほうが大変そうだという気持ちを上回り、標準テキスト(特許編)の学習を始めました。

最初は去年のロボットの小型機を何度か作ってみましたが、これでは歩く事は無理だと思いました。そこで自分たちでここをこうしよう、など決めてちょっとづつ改良を加えていきました。これなら確実に行けると思ったものを先生に見せたところ、「これはもう特許を取られているからだめだよ」と言われたときは15秒くらい落ち込みました。でも先生の「研究者は1日で天国と地獄を見る」という話を聞き、立ち直ることができました。

そんな事をしているうちに1学期が終わってしまいました。夏休みも毎日のように学校に来てはロボットを作ってはいるものの、なかなか良い結果が出ない事には少し落ち込み

ましたが、こんなところで私が落ち込んでいては頑張っている皆に申し訳がないと思いました。

結果が出ないまま、最初の発表の場である工業祭がおこなわれる2学期になり、特許申請書の作成を皆で始めました。10月15日には特許申請を行いました。

なんとか今のロボットの原型に近いものもできましたが、まっすぐ歩いてくれないまま工業祭を迎えてしまいました。皆は「工業祭は大成功だ」と言っていたのですが、自分の中では結果は散々と思っています。

テクノフェアも研究に夢中で散々な発表になってしまい、次の日はロボットグランプリです。

ロボットグランプリ前日は用意を済ませると色々なところをいじりました。今のロボットはロボットグランプリ前日に完成したと言ってもいいでしょう。ですがロボットは出来たものの今度は制御回路が動かなくなってしまいました。これにはさすがに参りましたが、吉野君がなんとか直してくれて助かったと思っていたところ、今度は先生がひと言、「プログラムで全て動かせ」。しかしこれも吉野君がやってくれました！

そして自分たちの演技の時間がやってきました。「演技開始」、ロボットが動くと思ったら、…動きません。終わったなと思いました。実況を聞きながら、これだけ頑張ってきたのにと思っていると、また吉野君がやってくれました！電磁弁を手動で押してロボットを動かしています。その手があったと思ひ会場の袖で喜びました。目の前でまっすぐ階段を一段づつ降りてきて最後に「コマネチ」も決まり演技終了。審査員の方の質問にもちゃんと答えられ、もう思いのこすことは何もないと思いました。そして結果は準優勝でした。自分たちの今までやってきた事が認められたと

いうことで、これほどうれしい事はありません。知的所有権の威力を実感しました。

来年もこの課題研究があるということです
が、自分はもう卒業なので在校生の方にぜひ
この研究をしてもらい、研究の楽しさ悔しさ
を知ってもらいたいです。この研究で学んだ
事を大学でも生かして生きたいと思いました。

Ⅳ 人型2足歩行ロボットの分類

1 直立用ソフトウェア（ZMP法：Zero Moment Point法等）を持つもの

- ・本田技研工業 ASHIMO
- ・SONY SDR11等

2 直立用ハードウェアを持つもの

- ・吸着型
京都大学高橋智隆氏 ガンウオーカ・・・
足の裏に電磁石を取付
- ・浮上型
- ・群馬県立太田工業高等学校 エアーロボ
ットPOTA-I・・・ヘリウム利用

3 直立用の制御装置を持たないもの

- ・キューブ CAM-80等

V 開発者

平成12・13年度

情報技術科2年A組 野村健剛, 澤井康敏,

情報技術科2年B組 田部井俊幸

機械科2年A組 野村佑大, 山崎正亮

平成14年度

情報技術科3年A組 川田仁, 小林宰,

野村健剛（3年連続）, 吉野祐亮,

情報技術科3年B組 河内芳明, 近藤力

平成15年度

情報技術科3年B組 石井秀典 久保田恭平

小林和樹 瀬廻木健一 原島友和 矢島卓弥

平成16年度

情報技術科2年 金子卓也 長谷見達也

電気科2年 松崎大介

機械系1組 星野茂 松井優和

指導者 山洞一正

Ⅵ 参考文献

- 1 工業所有権標準テキスト特許編(特許庁)
- 2 書いてみよう特許明細書出してみよう特
許出願(特許庁)
- 3 研究開発活かそう社会に(特許庁)
- 4 工業所有権入門(特許庁)
- 5 特許電子図書館検索マニュアル((社)
発明協会)
- 6 パソコン電子出願の概要(特許庁)
- 7 パソコン電子出願デモンストレーション
資料(特許庁)
- 8 日本機械学会のホームページ掲載
- 9 (株)バンダイロボット研究所のホーム
ページ
- 10 オーム社のロボコンマガジンNo.25

Ⅶ 類似特許

有限会社マイクラより平成11年8月27日に
出願されている。

発明の名称 風船状構造体駆動装置及び該風
船状構造体駆動装置に用いられる吐吸切替弁
装置,

広報の種類 公開特許公報(A),
特開2001-67033(P2001-67033A),

公開日 平成13年3月16日,

発明者 秋山今生氏