

100ジュールマシン 機械学会ロボットグランプリに参加して

神奈川県立産業技術短期大学校 生産技術科 谷口 大介

1. はじめに

1997年7月31日～8月2日東京国際フォーラムで「ロボットグランプリ」が行われた。「『モノづくり』そのものが持つ魅力を通して、青少年の工学に対する興味の喚起と工学技術の振興を図る」ことを目的とし開催された。主催者は日本機械学会で100周年を記念して、次の5種目の競技が行われた。

- ・100J（ジュール）マシン競技
- ・大道芸ロボット競技
- ・あやつりロボット競技
- ・ロボットランサー競技
- ・ロボコン競技

主に高校生・大学生で、170ロボット約300人の参加者があり、中には社会人の参加もみられた。当短期大学校生産技術科の学生も卒業研究で製作した100Jマシンで競技に参加した。

以下に、当校学生の卒業研究製作からロボットグランプリ参加までを報告する。

2. 100Jマシン競技とは

100Jとは質量10kgの物体が1.02mだけ落下するときに生成される位置エネルギーに相当される。この位置エネルギーをそのまま使用したり、昔の喜劇映画のごとく次々に機構連鎖をしたり、運動エネルギーや電

気エネルギーなどの他のエネルギーに変換して、何らかの作業やパフォーマンスを行うマシンを設計製作して、その動きやパフォーマンスの独創性、技術性、芸術性、娯楽性等を競う競技である。

3. 仕様

3.1 全体構成

今回作成したロボットは、図1に示すような装置である。ピアノの演奏が終わるとケーキにともしであるろうそくの炎を吹き消す装置であり、主に下記の5つの装置から構成されている。

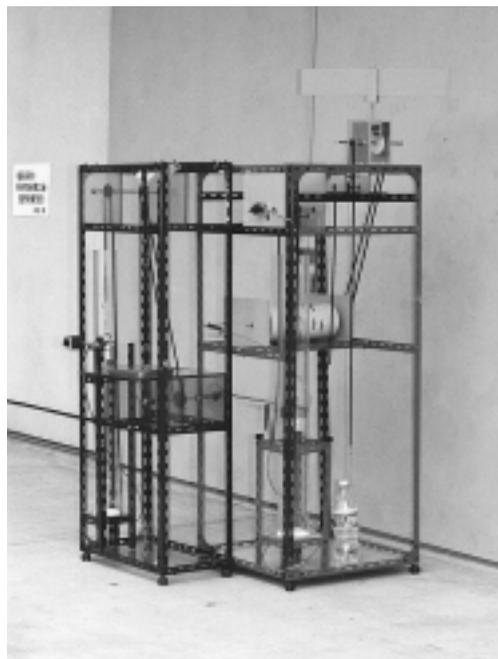


図1 全体図

- ・ 圧縮装置
- ・ 減速装置
- ・ 鍵押し装置
- ・ 圧縮装置
- ・ 回転装置

この5つの装置は、3つのおもりが動力源であり、連鎖的に動作する。図2に個々の装置の連鎖動作を表す。

(1) 圧縮装置

おもりの落下を動力源とした圧縮装置は、ピアノを演奏するために必要な空気を、圧力によって送り込む装置である。注射器のようにアクリル筒の内側におもりとなる円柱を落下させることによって、圧力が発生する。この圧縮空気をピアノへ送り込む。

(2) 減速装置

図3に示している減速装置は、鍵押し装置で使用

しているおもりの落下速度をコントロールしている。

装置の中は、傘歯車と平歯車で構成されている。おもりの落下で生じるエネルギーは回転力に変えられる。この回転は、歯車で回転を4倍にし上部の羽に伝わる。羽は空気抵抗を受け回転力の負荷となる。

すなわち、空気抵抗で抑制されている羽の回転数が1/4に減速され、おもりの落下速度をコントロールする。

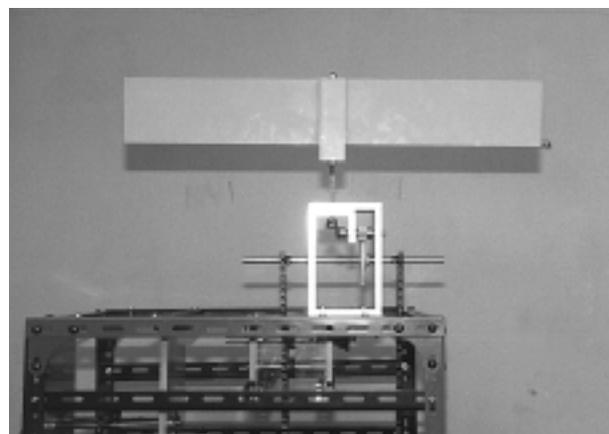


図3 減速装置

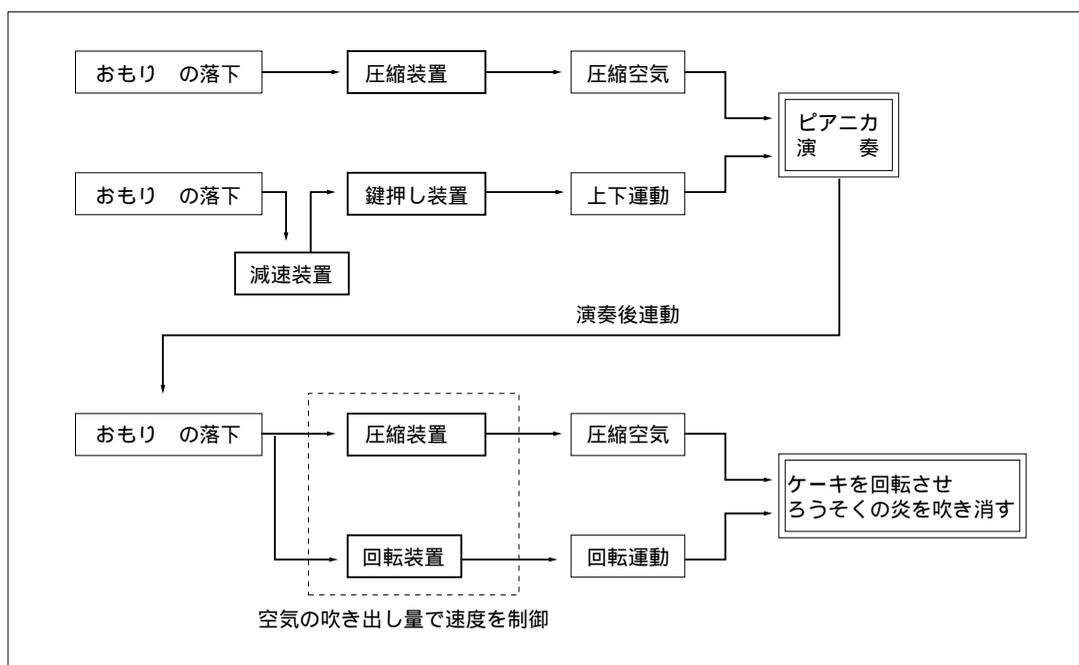


図2 動作図

(3) 鍵押し装置

図4に示している鍵押し装置は、ピアノの鍵盤をたたく装置である。減速装置で減速された回転速度は、チェーンによりさらに減速され、多数の突起部が設けられている筒状の部品の回転力となる。この突起物が、人間の指にあたる棒状の部品を「てこの原理」で上下運動に変換し、鍵盤をたたく。すでに圧縮装置でピアノに圧縮空気が送り込まれているため、ピアノは曲を奏でる。

(4) 圧縮装置 ・ 回転装置

ピアノ演奏が終了すると、それに連動しておもりが落下する。このおもりの動力は図5で示す圧縮装置と回転装置の2装置の動力源である。



図4 鍵押し装置

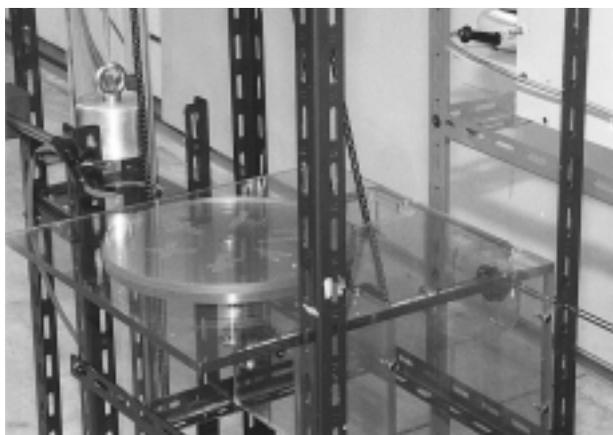


図5 圧縮装置 ・ 回転装置

圧縮装置と回転装置の2装置の動力源である。

圧縮装置は圧縮装置と同様、アクリル筒の内側におもりとなる円柱を落下させることによって圧縮空気を発生させる。

回転装置は歯車・チェーン等で構成され、回転運動によりテーブルを回す。回転の速度は圧縮装置の空気の排出量で変化する。そのため、吹き出し空気を筒に設けられたバルブを調節することで一定の速さで動作することが可能となる。

回転装置でテーブル上のケーキを回転させ、圧縮装置によって、ろうそくの炎を1本1本吹き消すことが可能となる。

3.2 ピアノの仕様

今回使用したピアノで演奏するための空気量を調べるため、図6に示すように風船を膨らませ、ピアノの空気吹き込み口に取り付ける。実際に一曲演奏し、演奏前と演奏後の風船の外径を測り、容積の計算を行った。

次に、音を出すための圧力を調べるために、上記と同じように風船を膨らませ、ピアノの空気吹き込み口に取り付ける。一番音の出にくい「ソ」の音を弾き続ける。時間とともに音が出なくなる風船の大きさがピアノを吹くための最低圧力となる。この最低圧力を調べるために、風船の口に注射器を取り付け圧力測定する。注射器は、シリンダ直径



図6 空気量の測定

表1 空気量・空気圧

	空気量〔cm ³ 〕	空気圧〔kPa〕
動作可能値	2422.03	1.2
設計値	7225.66	3.6

表2 設定エネルギー

	質量〔kg〕	落下高さ〔m〕	エネルギー〔J〕
おもり	2.95	0.92	26.6
おもり	0.84	0.97	8.0
おもり	0.88	1.00	8.6
装置の合計			43.2

2.26cm使用，消しゴム程度のおもりとつり合うことで圧力測定できる。

このような方法で求めた動作可能値を考慮し，設計値を決定，正確な音を奏するために空気量・空気圧ともに約3倍の値とした。表1にピアノカに使用する空気の値を示す。

3.3 エネルギーの設定

ピアノカを演奏するには，口で空気を送り込み，指で鍵盤をたたかなくてはならない。それを製作する装置に相当させると，空気の圧力と押す力の2つのエネルギーが必要になる。また，ケーキを回転させ，ろうそくの炎を吹き消すエネルギーも必要になり，これらを3つのおもりの位置エネルギーで合わせて100J以下にすることになる。

今回作成した装置は，表2に示すように合計43.2Jを使用する。100Jの1/2以下であるが，3つのおもりは十分に動力源となる。

4. 大会での発表

発表前日のエネルギー検定も無事に一度で合格し，当校学生は一番目の発表であった。3日間の大会で100Jマシン競技は全競技中最初であったため，正真正銘の一番目であった。開会式のすぐ後，休む間も

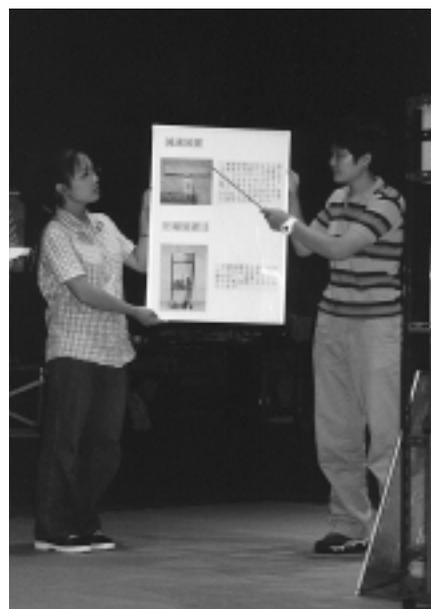


図7 競技の様子

なく始まったが，当の本人たちは緊張感もなくあっけらかんとした様子（図7 競技の様子），約5分間の発表を無事に終えた。動かないロボットが多くなか完璧に動いてくれた。

5. おわりに

1期生の卒業研究だけにテーマの決定を学生に一任したところ，100Jマシンを作成するとのことであった。内容は女子学生2人とあって，実用性がない奇抜なアイデアが多数でた。最終的には「ピアノカを演奏しケーキのろうそくの炎を吹き消すロボット」と決定された。当初，ふざけたおもちゃの作成と思えたが，いざ設計・製作していくと歯車，スプロケット等の機械要素的な設計が多く含まれた。また，加工面でも気密性を必要とする部品で機械加工で1/100の精度を要求されるなど，設計・加工両面でよいテーマだったと感じた。

今回，学生に遊び心を持たせることで自主的に行動してくれた。また，卒業研究を進めるにあたり，私自身教わるが多かった。