

ものづくり（自立型ロボットの製作を通して）教育を工業高校から地域社会
（小学校高学年、中学校、高校、社会人）に発信する取り組みについて

研究代表者 朝田 秋雄

研究者

津馬 節	青森県立弘前工業高等学校	教諭	青森県立むつ工業高等学校	教諭
瀬川 浩	青森県立弘前工業高等学校	教諭	青森県立むつ工業高等学校	教諭
藤田 松博	青森県立弘前工業高等学校	教諭		
大槌 康弘	青森県立弘前工業高等学校	教諭		
相馬 武富士	青森県立弘前工業高等学校	教諭	青森県立五所ヶ原工業高等学校	教諭
杉谷 浩	青森県立弘前工業高等学校	教諭		
中畑 信	青森県立弘前工業高等学校	実習講師		
佐々木 直輝	青森県立弘前工業高等学校	実習講師		
古川 和英	青森県立弘前工業高等学校	実習講師		

要 約

本校は、「ものづくり」を教育目標の一つに掲げている。部品作りの基礎・基本は勿論であり、それらを機能ごとに組立て、さらに有機的に機能させ、総合的・統合的に活かせるような課題に取り組んでいる。そういう意味で「ロボット」は、ハードウェアとソフトウェアの融合教材として優れており、生徒の興味・関心も高い。その「ものづくり」は単独な部品作りではなく、ひとつの完成されたシステムでなければならない。目標を絞り、生徒に達成感・成就感を味わって貰いたい。その具体的目標として「自立型ロボット」の製作を行なった実践例を紹介する。

情報活用の実践力：ものづくりの基礎・基本のシステムを確実に身につけるために手作りを原則とする。「ロボット」づくりを通して実践的知識を得ると共に技術を習得する。また「ロボット」を制御するためのシステム環境の構築、プログラミング環境の構築、プレゼンテーションを含めた仕様環境を構築する。

情報の科学的な理解：情報技術科・マイコン研究部が中心となり、全校で取り組む体制が大事である1・2年生前半までの基礎・基本を確実に身につけさせることが、その後アイデアを生み出していくために不可欠である。これらの基礎・基本を基に、「ロボット」の各機能ごとの製作を実習を通して確実に身につけていく必要がある。「ロボット」を制御するプログラムは「C」言語で座学でのプログラミングとの統一をはかる。最終的に課題研究で総合的・統合的なシステムを構築することによって実践的知識と技術を確実に身につけることができる。

情報社会に参画する態度：工業高校の設備・技術を地域社会に解放する必要がある。対象は小学生高学年、中学生、社会人等である。工業高校生が確実に身につけた知識や技術を、地域社会に還元する取り組みを実践することも、大切な使命だと考えている。現在はソフトウェアの学校公開講座が中心であるが、ハードウェアとソフトウェアが一体となった手作りシステム教材を提供し、「夢」を地域社会に与えたい。

1. 研究動機

昨今高校・大学等による小・中学生に対する「ロボット」等のものづくり教室が盛んに行われているが、その大半は時間や経費の制約でキットによるものづくりである。しかし、それが必ずしも理科離れをはじめものづくり離れの解消につながってはいない。市販されているキットによるものづくりではなく、市販の部品は最低限に抑えて、本格的な自立型ロボットを製作し、広く浸透を図ることも併せて研究したい。小・中学校を回り、生徒に「ロボット」を操作させながら講演会等も実施したい。工業高校の設備を生かし、解放することによって工業高校の良さや特徴を理解してもらうことにもつながる。

ロボットの個々の機能を作り、それを1つのシステムに作り上げていく過程を学ばせることによって、ものづくりの楽しさ面白さが生じ、個々にアイデアを工夫することによって、同じ部品を使用したとしても、それぞれ特徴が出てくる。将来何かシステムをつくる場合、その基本的な方法・手法が身につくような考え方ができることを目標にする。

本校情報技術科にあってもソフトウェアの比重が増え、ものづくりが疎かにされる嫌いがあり、その傾向は年々顕著になってきている。ハードウェアとして何が必要なのか、その基礎・基本は何かをしっかりと教える必要がある。

情報技術科に置ける教材はハードウェアとソフトウェアが一体となっていることが理想である。ハードウェアを製作し、それをソフトウェアであるプログラムでコントロールすることが総合教材・統合教材として、また1つのシステム作りとして実践的教育となる。

自立型「ロボット」は、情報処理機能、移動機能、給電機能、認識機能等で構成されており、あらゆる分野の知識を糾合した教材である。情報技術科では、2年生後半から実習のローテーションに組み入れる。ワンボードマイコンの製作実習、ROM書き込み実習、駆動回路製作実習、パルスモータの制御実習、更に課題研究ではこれらの実習を生かしてセンサ（赤外線、トレースセンサ、超音波センサ）を製作し、応用力を身につけさせる。工業高校生で十分実践し、問題点を洗い出し、それを解決して仕様書を作成する。

ただ単に工業高校生に実践するだけでなく、小学生高学年、中学生への啓蒙をはかる。また地域社会への公開講座として社会人、中学校技術家庭担当者への講座も今後も併せて行いたい。

2. 研究目的

情報教育における教材は、ハードウェアを製作し、それをソフトウェアであるプログラムでコントロールすることによって両者が一体化され、総合教材・統合教材として、また1つのシステム作りとして実践的教育となる。自立型「ロボット」は、情報処理機能、移動機能、給電機能、認識機能等で構成されており、あらゆる分野の知識を糾合した教材である。ただ単に工業高校生に実践するだけでなく、小学生高学年、中学生への啓蒙をはかり、また地域社会へ積極的に情報を発信する。

情報技術科に置ける教材はハードウェアとソフトウェアが一体となっていることが理想である。ハードウェアを製作し、それをソフトウェアであるプログラムでコントロールすることが総合教材・統合教材として、また1つのシステム作りとして実践的教育となる。

情報技術科にあってもソフトウェアの比重が増え、ものづくりが疎かにされる嫌いがあり、その傾向は年々顕著になってきている。ハードウェアとして何が必要なのか、その基礎・基本は何かをしっかりと教える必要がある。

自立型「ロボット」は、情報処理機能、移動機能、給電機能、認識機能等で構成されており、あらゆる分野の知識を糾合した教材である。2年生後半から実習のローテーションに組み入れる。ワンボードマイコンの製作実習、ROM書き込み実習、駆動回路製作実習、パルスモータの制御実習、更に課題研究ではこれらの実習を生かしてセンサ（赤外線、トレースセンサ、超音波センサ）を製作し、応用力を身につけさせる。工業高校生で十分実践し、問題点を洗い出し、それを解決して仕様書を作成する。

(八) 小中高校生に“ロボット”を情報発信するために出張講座を開設する。

- ・ 平成20年10月30日(青森県高教研工業部会主催：生徒研究発表会で「ものづくり教育を活かした学校教育の活性化と地域社会への情報発信」と題して発表優秀賞受賞した。
- ・ 平成20年11月9日(日)弘前市立城西小学校でデモンストレーション実施
- ・ 平成20年10月22日(水)：定時制のETA・PTA合同研修会で「自立型トレースロボット」の製作と題して発表
- ・ 平成21年2月17日平成平成21年2月17日(第1学年年集会でロボットの実演)



(3) 定時制教育の活性化について

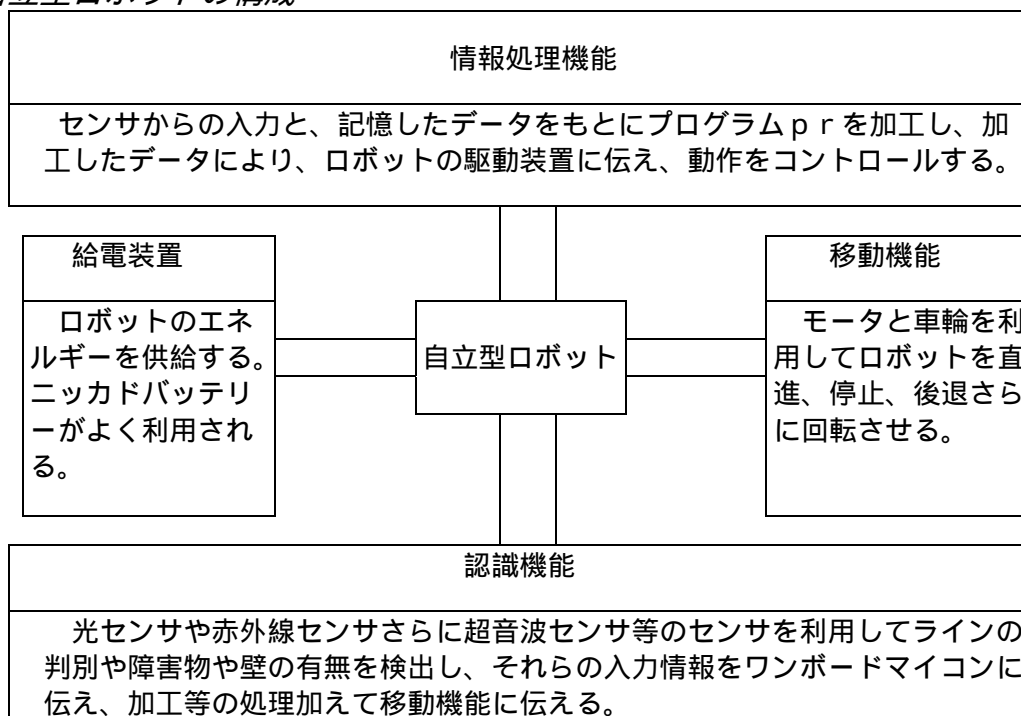
工業高校は、現在少子化による生徒減少に伴い学校再編成、学科再編成が行われております。「ものづくり」をはじめとする特色ある定時制教育が求められている。定時制の工業技術科の機械・電気コースの目標は、これまでの機械科・電気科の特徴を活かしながら、1つのまとめる教材として、また統合的・総合的教材として「自立型ロボット」を最終的な目標として実施している。定時制から「ロボット」という情報を発信することによって、入学者の増加を計ろうとするものである。

(イ) 教育課程の位置付け

科目「電力技術」：2単位、科目「課題研究」：3単位、科目「実習」：3単位



* 自立型ロボットの構成



ハードウェアとして、ワンボードマイコン（スーパーAKI80）を製作し、パルスモータの駆動回路、センサー回路等のインターフェース回路を製作し、さらに低電圧電源（5V）回路をはじめバッテリー周りを製作し、車輪や台車の加工・組立て等、ソフトウェアとして、C言語でプログラミングし、そのプログラムをROMの書き込み、それをワンボードマイコンに装着して走行させる自立型ロボットである。

ハードウェアとソフトウェアの調整を行ない総合的・統合的教材として、また関心・興味ある教材である。

* ハードウェア

- 台車（パルスモータの取付けとタイヤの取付け）
- ワンボードマイコン スーパーAKI80（又はAKI80）
- パルスモータ駆動回路
- センサー回路
- 電源回路（三端子レギュレータで12V、5V）
- バッテリー（1.2V、7.2V、8.4V、9.6V、12V、24V）

* ソフトウェア

- LSI C
- ROM ライタ、ROM イレサー

* スーパーAKI80 について

1. スーパーAKI80ワンボードマイコンは、TMP Z84c015 10MHZを核にI/Oポートを強化したZ80最強のワンボードマイコンである。
2. TMP Z84c015-10はZ80シリーズのCPU,PIO,SIO,CGCを収めたもので、Z80ソフトウェアコンパチである。9.804MHZを採用している。
3. 平行I/OにZ80PIO相当の16ポート及び82C266(8255*2ヶ相当)の8*3*2=48ポートの計64ポートがある。
4. 232C用のレベルコンバータICを標準搭載し、1ch又は2chのシリアル通信が可能である。
5. RAMにはバッテリーバックアップ可能な256K(32kbyte)SRAMを使用している。
6. 安価である。

* 電源

電源には低ドロップ三端子レギュレータによる安定化回路が入っているので、6(v)以上で

100(mA)以上供給する必要がある。リセット回路により、瞬間的にでも 4.5(v)を下回るとリセットされる。

* ROM

ROMには、2764,27128,27256 タイプが使える。スピードは 100nSec 以下のものを用意する。メモリ容量に合わせ、RAM,ROM 共に指定に穴をジャンパーショートする必要がある。

名前	機能	ピン数	内容
CN1	Z80 I/O コネクタ	50	Z84C015内臓 PIO,SIO,CTCの端子
CN2	Z80 BUS コネクタ	40	Z84C015 D0~D7,A0~A7、制御端子
CN3	82C265 PPIコネクタ	50	82C265 I/O,CTC の端子
CN4	RS232C コネクタ	5	RS232Cの入出力端子

* システムクロック

スーパーAKI-80 に付属している XTAL は 19.6608MHZ であり、この周波数を CGC で二分され、システムクロックである 9.8304MHZ になる。

* TLCS-Z80 マイクロプロセッサ

TMPZ84X015 B は、TLCS - Z80MPU を核としてカウンタキット (CTC)、シリアル I/O ポート (SIO)、パラレル I/O ポート (PIO)、クロックエレクタコントローラ (CGC)、ウォッチドッグタイマー (WDT) 等周辺機能を内蔵した高機能 CMOS 8ビットマイクロプロセッサである。

TMPZ84X015 B は、高機能なシリアル I/O ポート (SIO) やポートジェネレータとして使用できるカウンタキット、また制御用の応用には欠かせないウォッチドッグタイマー (WDT) 等を内蔵しているので、通信アダプタ等の通信制御機器や小型化を要する各種制御機器等幅広い分野のシステムに活用できる。その特徴は

- ・動作電圧 5(v)
- ・二組の独立した 8 ビット入出力ポートを内蔵している。
- ・TTL/CMOS コンパチブル

* ピン名称と機能

D0 ~ D7	8	82 ~ 89	8ビット双方向データバスであり、メモリや I/O と命令やデータの送受を行なう。
A0 ~ A15	16	91 ~ 100	16ビットのアドレスバスであり、メモリや入出力ポートのアドレス指定を行なう。
RD	1	14	リード信号であり、MPU がメモリ又は I/O からデータを受け入れ可能な状態にする。
WR	1	13	ライト信号であり、指定したメモリあるいは、I/O に格納すべきデータがデータバス上にある場合出力される。
MREQ	1	17	メモリリクエスト信号であり、メモリアクセスのための実行アドレスがアドレスバス上にある場合"0"が出力される。
IORQ	1	15	入出力リクエスト信号であり、入出力動作で入出力のためのアドレスがアドレスバスの下位 8ビット上にある場合"0"が出力される。
XTAL1,2	2	65,66	水晶発振子端子であり、このパルスでシステム全体の動作をコントロールする。
RESET	1	9	リセット信号入力端子であり、CPU を初期状態にする。
INT	1	19	JOB の割り込みを受け付ける。INT が L になると CPU が実行中の JOB を一時中断して、別な JOB を実行し、済んだらまた元の JOB を続行する。
WAIT	1	11	ウェイト要求信号。
HALT	1	18	ハルト信号。
RFS	1	7	リフレッシュ信号。
VCC	2	41,90	電源電圧端子 (5v)。
VSS	2	16,64	GND 端子 (0v)。

* CMOS プログラマブルリフレクタインターフェイス TMP82C265AF-10 (TMP82C265AF-2)

TMP82C265A は、TMP82C55A 2 個分相当の機能を備えた汎用中規模 I/O ポートである。また、

TMP82C265A は、モータコントロールに便利のように、RESET 直後にポートで出力をレベルにすることが可能である。

- ・ 48 本(8ビット*6ポート)の入出力端子
- ・ 3種の動作モード
- ・ デリットトランジスタを直接駆動可能である。
- ・ パッケージ種類 80PIN
- ・ 低消費電力 動作時 3mA

PPI のチップ外は I/O 空間にアドレスを 74HC138 によりマルチコードされ、マップされている。

PPI の占有アドレスは 30H~37H で、その内の 30H~33H をチップ 0 (82C265 の CE0)、34H~37H をチップ 1(82C265 の CE1)が使用する。

82C265 は、ブロック 0、ブロック 1 のそれぞれに 3 組、合計 6 組の 8ビットポート(PA0,PB0,PC0), (PA1,PB1,PC1)を持ち、それぞれに 2 個ずつのコントロールジスタを内蔵したプログラム可能な周辺インターフェースである。ブロック 0、ブロック 1 の各 2 4 本のポート入出力端子は、それぞれ 12ビットのグループ A グループに分けられる。グループ A は、ポート A とポート C の上位 4ビット、グループ B は、ポート B とポート C の下位 4ビットから構成されている。各グループは MPU からのコントロールポートにより独立にプログラムができる。動作モードで、8ビットの入出力ポート 2 個がそれぞれ独立に入力あるいは出力ポートとして使用できるようプログラムできる。

* 入出力インターフェース用周辺 LSI 8255

並列伝送方式の入出力インターフェース用周辺 LSI 8255 は、24 本の入出力端子を持っている入力端子、出力端子のどちらにも使用できるものもあるが、24 本とも自由に入出力端子にできるわけではない。8 本を 1 単位として 1 ポートという。各ポートは、それぞれポート A、ポート B、ポート C と名付けられている。各ポートの端子 1 本ずつに名前が振り付けられており、ポート A の端子には、それぞれ PA7~ PA0,PB7~ PB,PC7~ PC0 となっている。ポート A,B は 1 ポート単位で入出力が決定はされる。、ポート C だけは、4ビットを単位として入出力を決定できる。8255 のモードとポートの入出力が決定は、制御レジスタの各ビットに 1,0 を書き込んで決定する。8255 は、3つのポートを持っている。この3つのポートはポート単位で入力にも出力にもなる。この設定はインシャイスと呼ばれる初期設定で行う。さらに 3 つあるポートの選択は、メモリの選択と同じように CPU から出力するアドレスで決まる。

ピン名称と機能

D0~D7 8 82~89 CPU とデータのやりとりを行なう。CPU がデータを入力するときは外部から入ったデータがここから CPU に出力される。

A0~A1 16 91~100 8255 内部のアドレスを決める信号であり、3 組あるポートと初期設定するレジスタのどれかを選択する。CPU のアドレスバスの下位 2ビットに接続する。

RD 1 14 データを入力するときに 8255 を働かせる信号である。CPU のリード信号に接続する。

WR 1 13 データを出力するときに 8255 を働かせる信号である。CPU のライト信号に接続する。

RESET 1 9 8255 をリセットする信号であり、8255 は電源が加えられた後、このリセット信号が入らないと動作しない。CPU のリセット信号を加えればよいが、論理が反対になっているので反転して加える。

R/W リード/ライト信号

VCC 2 41,90 電源電圧端子(5v)。

GND 2 16,64 GND 端子(0v)。

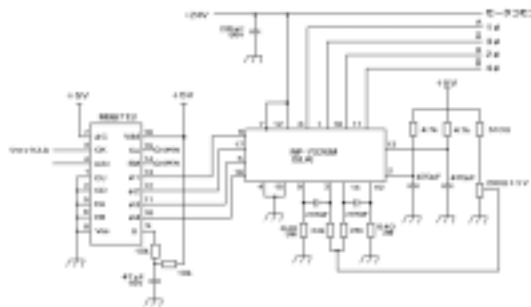
* パルスモータと駆動回路（パルスモータの構造については省略する）

DCモータに比較してパルスモータは、コントロールしやすいところが特徴である。電源とともにパルスをハードウェアかソフトウェアで与える必要がある。ソフトウェアで与える方が簡単である。パルスモータのコントロール角度は 7.5 度、1.8 度、0.9 度等がる。1.8 度が適当と言える。

パルスモータのドライブ回路は、専用の制御 IC を利用すれば回路を簡単化することができる。モータに流れる電流が少なければ抵抗やコンデンサを数個接続するだけでドライブ回路は制作することができる。ドライブ回路をパターン化すれば更に簡単化することができる。

パルスモータドライブ回路（24V 用）

パルスモータの駆動回路（24V用）



* センサについて

光センサ

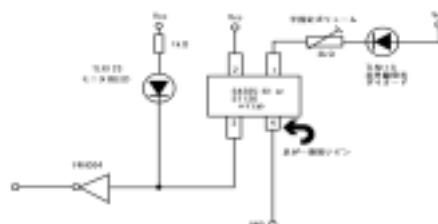
白黒を検出・判別するセンサの多くは、IC 化され複雑な電子回路は必要なく、取扱も簡単である。電源と GND とコントロール端子だけでコントロールすることができる。正確にコントロールするためには複数個の光センサが必要である。トレスポットに利用される光センサは最低 4 個必要であり、精度を上げるためには 8 個または 16 個光センサが必要である。ただし、プログラムは複雑になる。複雑な電子回路を伴うセンサは必要ない。

黒板上に白いビニールテープを貼り、その白いビニールテープを検出するセンサである。このセンサは光を床に照射させて、その光の反射の違い（黒板上と白いビニールテープ）を判別・検出して"0"と"1"の信号を判別・検出するセンサである。色が黒で光を吸収している場合は"0"になり、白色で光を反射している場合は "1"になる。

赤外線センサ

シャープの赤外線センサモジュール GP2D12 を利用する。このセンサは 10cm から 80cm までの距離にある対象物を三角測量の原理で検出し、距離をアナログ電圧値で出力してくれる。対象物の色や反射率、あるいは周囲の明るさに殆ど影響されることなく距離を出力してくれる。

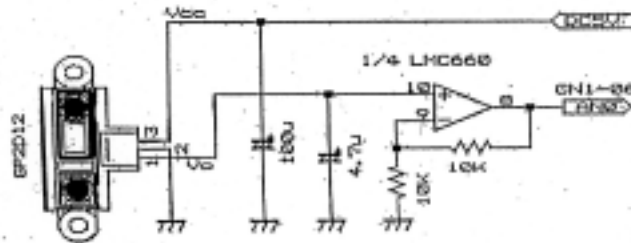
このセンサは外部から 5(v)の DC を加えるだけで、出力を得ることができますが、10cm の距離で 2.45(v),80cm の距離で 0.6(V)と出力が小さいので、LMC660 はソコルセミコンダクタ社製の単一電源 Quad CMOS オペアンプで、出力は電源電圧から GND まで利用可能 (Rail-to-Rail) 図 1 では 4 個の OP アンプの内の 1 個をゲイン 2 の正相増幅器として利用している。LMC660 の電源端子には 5(v)の直流電圧を加える。



赤外線センサ

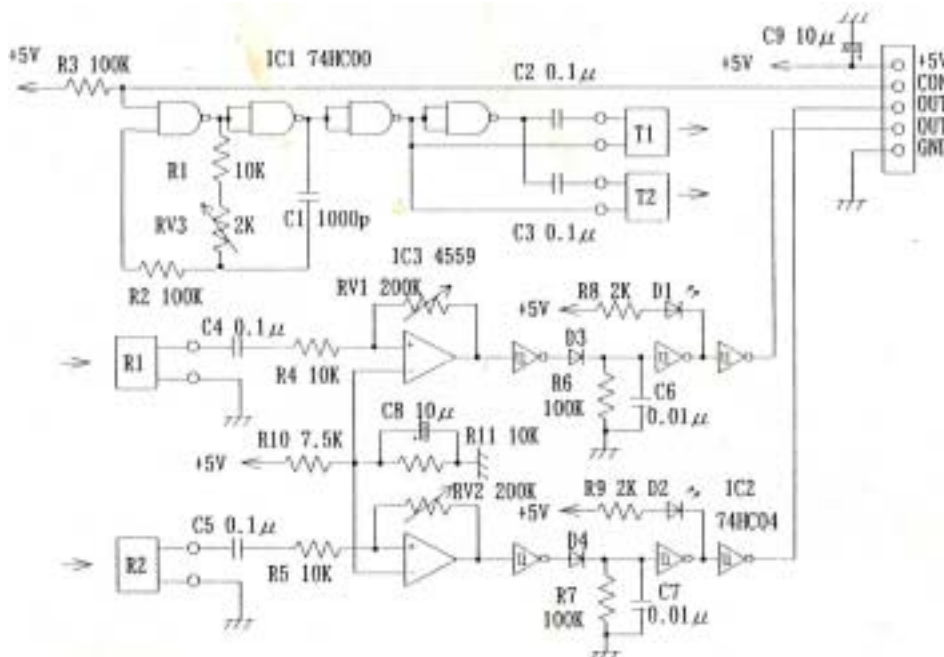
モデル KU381 の赤外線センサモジュール GP2D12 を利用する。光変調回路を搭載した外乱光に影響されにくいフォトセンサであり、センサの発光部から最大約 80cm の距離検出することができる。また、検出レベルは発光素子のフィルタ窓を調整することで変更できる。感度（検出距離）を調節するには、センサの側面にある調整ネジを回すことによって行なう。最大感度時は、センサ発光部の LED が正面から完全に見えますが、感度を下げると調整ネジに連動したカバーが LED を覆うことになる。

発光波長 880nm の赤外 LED (DNP シリーズ) を 200mA 程度のパルス電流で駆動している。この LED はダブルヘテロ構造を持つため、電子とホールの再結合確率が高く、発光効率が高い LED である。駆動電流 50mA で、約 20mW の出力が得られる。出射した近赤外線は人に当たって乱反射し、一部の光がセンサに戻ってくる。センサでは、プラスチックの非球面レンズでフォトダイオードに光を集め、光の強度は電流に変換される。その電流を電圧に変換し、アンプで増幅し、コンパレータで基準電圧と比較して検出する。比較するタイミングは LED の駆動と同期して行なわれる同期検波方式であり、照明等の外部からの光やノイズに強くなっている。これらの回路はフォトダイオードを含め図のように IC 化されている。さらに、電圧や温度変動による感度変化に対応するため補正回路を設けている。製品間の感度のバラツキは、簡易的な光学絞りで調整している。



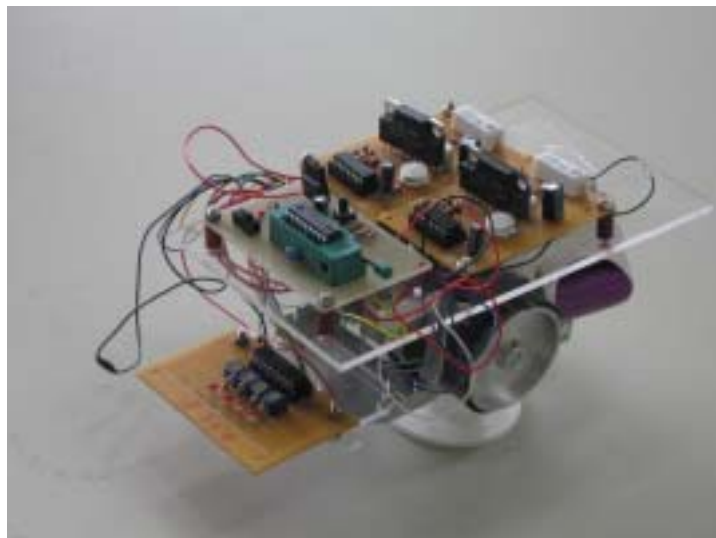
超音波センサ

光センサも一般に検出距離が小さく、また、外乱光や物体の色によっても影響を受ける。これに対し、超音波センサは、放射された超音波が一定レベル以上反射すれば確実に検知でき、その距離も測ることができる。超音波センサ NSU-01 は、送信機から放射される 40 (MHZ) の超音波を検知して、その信号を外部に出力するもので、自立型ロボット相撲や各種ロボット装置で利用することができる。超音波センサの指向性は、約 ±30° の広がりを持っており、常に超音波を発射し、その反射レベルで物体を検知する方式である。



* トレース (ライン) 自立型ロボット

実際の競技大会では、コースの直線・曲線及びスタート&ゴール・コーナーマーカーの位置をロボット自身が判断して、直線加速やコーナリングの加減走行を行う自動制御ロボットである。1周 30m 以下、黒色走行面、白色ライン 1.9cm 最小回転半径 30cm 以下交差点等が規定されている。レースでは、スタートからゴールまで一切手を触れることはできない。試行を含め 5 分間 3 回の走行を行い、スタムを競う大会である。学習機能を持ち、1 回目の試行で、走行距離やコーナ比とマーカー位置を記憶して、最適な直線加速やコーナ加減速での左右加減速比等のデータをインプットすると、与えられたプログラムによってロボット自身が判断して走行制御条件を決定する。



5. 研究経過

(1年目)

1. 本校で行う講座等では、本校の設備を利用するが、小学校や中学校にも講演等で出かけることも考えているためプログラミング環境を整えるためのシステム構成を考たい。
2. ハードウェアについては、これまでの経験からモデルを製作する。パルスモータや駆動回路、ワンボードマイコン、バッテリー、センサーの各機能を搭載する台車と車輪をCAD (AUTO CAD ソフト) で図面を起こし、それに従って製作・加工する。
3. 駆動回路やセンサー回路はプリント基板を利用してパターン化し、誤配線を防ぎ、回路の信頼性を向上させる。

(2年目)

1年目で、2セットのハードウェアとソフトウェアの完成させ、更に8セット完成させてこれを基に地域に貢献して行きたい。できればデジタルからアナログセンサ (CCD カラメを搭載する「ロボット」) についても研究したい。

(1年目)

4月

ノートパソコンに、PIC 用システムとして MPLAB、言語として「C」言語をインストール、
更にプレゼンテーションソフト・パワーポイントをインストールし、PIC ライターを購入した。

5月~6月

全日制では、電子科をはじめ課題研究に項目「自立型トレースロボット」を設けて実施マイコン研究部に新しく入部した7名が1台づつロボットの製作をはじめた。

PIC CPU ボード、パルスモータの駆動回路、センサのパターン化を計画通りに完成させた。

7月

7月15日付けの弘前市の広報に、「自立型トレースロボット」製作講座の記事が掲載された。

弘前1, 2, 3, 4, 5中, 相馬中学校、城西、堀越小学校に、「自立型トレース

ロボット」製作講座参加のお願いに行きました。

8月

「自立型トレースロボット」製作講座を8月6、7、8、9日、11、12日の5日
で実施した。

PIC CPU ボード、パルスモータの駆動回路、センサのパターン化により、製作時
間が短縮。

製作講座には、12組18名が参加して実施された。中学校の出校日や部活動のた
めに少し遅れた生徒がでましたが、8月24日に全員で「自立型トレースロボット」
大会を開催しました。最後に、校長先生から全員に走行タイムの入った表彰状が送ら
れ無事終了しました。地元2紙に記事掲載されました。

10月

高教研工業部会主催の生徒研究発表会で発表し、優秀賞をいただきました。

11月

城西小学校のバザーに招待され、「自立型トレースロボット」や2足歩行ロボット
のデモンストレーションを実施、約80名近くの子どもの関心は高く、実際操作も
行わせたので予定の時間をオーバーしてしまった。

(2年目)

- (1) 「ロボット」を制御するためのシステム環境の構築、プログラミング環境の構築、プレゼ
ンテーションやホームページ作成を含めた仕様環境を再構築した。
- (2) 小・中学校教育委員会を通じ「ロボット」製作講座について協力をお願いする。
- (3) PIC マイクロプロセッサをターゲットとして、プログラミングしロボットを制御する環境
を整備した。
- (4) 全日制・定時制生徒に座学・実習で実践計画立案した。
- (5) 全日制・定時制の課題研究がはじまる。またマイコン研究部も各自の新しいテーマで活
動がはじまる。
- (6) ハードウェア：パルスモータの駆動回路のパターン化(Auto CAD)：センサ」回路のパ
ターン化(Auto CAD)
- (7) 「自立型トレースロボット製作」講座開催8月まで5回に渡り実施した。
- (8) 小・中学校に出向き出張講演・実演指導以後随時開催した。
- (9) 学校祭や各種イベントへの参加しロボットについて、以後情報を発信する。
- (10) 「自立型トレースロボット製作」講座最終回に競技会と表彰式を開催する。
- (11) 小・中学校に出向き出張講演・実演指導以後随時開催する。
- (12) 学校祭や各種イベントへの参加しロボットについて、以後情報を発信する。
- (13) 全日制・定時制の各科での生徒の課題研究の発表会・全日制生徒の課題研究を全校での
発表会
- (14) マイコン研究部の発表会・まとめと資料作成
- (15) 8つの科の課題研究の発表会が12月から2月初旬に計画されている。3月に全校生徒に各
科で選ばれた課題研究の発表会が実施された。

6. 研究成果

小・中学生にロボット製作を実施する場合、配線を半田づけするところがネックであつた。今年、回路をパターン化することができた。これにより、配線ミスがほとんどなくなり、我々の負担も少なくなり、製作期間の短縮することができるようになった。あとは、パターン化の標準化に努めると共に CAD でパターン図面を描くことができるようになった。

又ソフトウェア環境も整えることが出来た。PIC に対して「C」言語でソースプログラムを作成し、ヘキサファイルを作成する手順を簡略化することができた。またプログラムの標準化を進めることができた。小・中学生でもオリジナルのプログラムが作成できるようになった。これまでは、タイヤとステッピングを取り付ける金具をメーカーから購入していたが、CADで作成した図面を基に本校の生徒でも製作できるようになり、経費の面

でも安くできるようになった。

出前講座も弘前3中、相馬中学校、城西小学校、さらに高教研工業部会主催の「生徒研究発表会」での発表、夏休みでの「ロボット製作講座」の新聞記事等で地域社会にも少しずつではあるが情報を発信できるようになってきた。

センサは、光センサによる白線検知センサと共に赤外線センサも利用できるようになり、センサを取り代えることによって、障害物回避ロボットに転用できるようになった。

センサを複数（光センサと赤外線センサ）つけて、白線上に障害物が置かれていた場合に障害物を避けて又白線上に戻って走行続けるロボットもできるようになった。

2足歩行ロボットもデモンストレーションの種類も大幅に増やし出前講座に充分応えることができるようになった。また2足歩行ロボットの各パーツをCADで図面を描き、アルミ材で加工して製作できるようになった。

ア 本校情報技術科における成果

「ロボット」に関しては、ハードウェア関連で基礎・基本を学習させていましたが、「ロボット」を情報技術科のハードウェアとソフトウェアの総合的・統合的教材として確実に学習させる体制ができた。

イ 本校の情報技術科以外の各学科

単に「ロボット」だけでなく、それに付随する関連事項の学習も大いに進むことになる。

「ロボット」だけが全てではない。しかし、その学習効果は計り知れないものがある。教科「情報技術基礎」の「C」言語の学習にもつながった。

ウ 本校定時制の「工業技術科」の機械・電気コース

機械・電気コースの目標として、「自立型ロボット」を実践することが最終目的であり、定時制の生徒にも興味・関心を高め、「夢」を与える教材として実践している。

エ 小学生・中学生について

2足歩行をはじめ「プロボ」と呼ばれる操縦による操作は、本当の意味での教材ではない。市販のものまたは大人が製作したもの、さらには「ロボット」と定義出来ないもの等が多いが、将来の「夢」へ向かっての第一歩とすることができた。

オ 地域社会について

これまでも学校公開講座は行われてきているが、ソフトウェアに関連することが圧倒的である。しかし学校設備の多くは開放されていないのが現状である。地域社会に学校のよさを見直して貰うと共に「物づくり」の楽しさを味わっていただくことができたと思う。

7. 成果の公表および活用

ア 本校での対応

全職員・生徒の前で報告会を行い、今回の成果できるだけわかりやすく発表し、その意図するところ理解してもらう。また研究集録に掲載するとともに県内の学校に送付することによって幅広く理解してもらうことができた。

イ 新聞・テレビ等への対応

地元の新聞社2社を中心に記事の掲載をお願いする。これまでも生徒の実践的取り組みについては好意的に掲載していただいている。また「動き」のある「ロボット」をテレビの映像にのせることは非常に難しいが、それだけに影響力も大きいので実施した。

ウ 高等学校教育研究会（工業部会）での対応

毎年8月に行われている工業部会で研究発表し、工業高校に所属する先生方に内容を理解してもらうとともに、所属の学校に戻ってから実践してもらうための資料も渡した。

エ 東北地区情報技術教育研究会、さらに全国地区情報技術教育研究会

東北地区情報技術教育研究会は、情報技術に携わる先生方の研修発表会である。ここでの発表を行うことによって、東北地区の先生方に紹介し、理解してもらうとともに、所属の学校に戻ってから実践してもらうための資料も渡した。

8. 研究成果と今後の課題

「ロボット」を単にハードウェアとして捉えるではなく、ハードウェアとソフトウェアの総合的・統合的教材として捉えるべきであり、1つのシステムである。ハードウェアだけの「ロボット」だけでなく、それに付随する関連学習の効果も図り知れない。駆動回路、センサ回路、制御技術等実用的知識が身につく

ことになる。次に地域社会についてもソフトウェアに関連する学校公開講座は行われてきているが、学校設備の多くは開放されていないのが現状である。地域社会に学校のよさを見直して貰うと共に「ものづくり」の楽しさを実践的に体験させることができた。あくまでも日頃の学習延長上の教材として、また単発的に行うのではなく継続的に行われるものでなければならない。またマイクロコンピュータを組み込む技術を将来は福祉・介護の分野での応用へとつなげていきたいものである。「もの(ロボット等)」に知能を組み込むことにより、知的産業を育成するという目標に向けて努力していきたい。本校の「工業技術科」の機械・電気コース：コースの目標として、「自立型ロボット」を実践することが最終目的であり、定時制の生徒にも興味・関心を高め、「夢」を与える教材として生かすことができた。本研究は、将来の「夢」へ向かっての第一歩とすることができたと思う。又、今後の課題として、

- (1) 各種自立型ロボットの研究・開発、
- (2) 複合センサ 自立型ロボットの研究・開発、
- (3) CCDカメラを搭載した自立型ロボットの研究・開発、
- (4) 自立型ロボットの実用化・小型化等が考えられる。

将来的に小・中・高校生が製作した「自立型トレースロボット」も含めトレースロボット大会を開催すると共に製作講座も合わせて実施する。

小・中・高校生による「自立型トレースロボット」製作講座は、1台の経費が45,000円と高価のため参加人数が限られる。経費の面で今後継続していけるか心配である。

先生方、特に若い先生方の「ものづくり」ができない先生が増えており、あとを継いでくれる先生が少ない。子どもたちに「ものづくり」の”楽しさ”と将来”夢”を育むことを目標に今後も継続して行きたいと考えている。

9. プログラム

```
/* PIC */
#include<16f84a.h>
#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT
#use delay(clock=20000000)
#define TIME 0x01
#byte port_a=5
#byte port_b=6

void wait(int);

void main(void)
{
    int a,s,e;
    unsigned char n;
    set_tris_b(0x0ff);
    set_tris_a(0x00);
    port_a=0x04;
    wait(TIME);
    a=0;
    s=0;
    e=0;
    n=0;
    for(a=10;a>1;a--){
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }

    while(e==0){
        n=input_b();
        switch(n){
```

```

case 0:
    if(s>1000){
        e=1;
    }
    else{
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
        s++;
    }
    break;
case 1:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x05;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 2:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x05;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 3:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x05;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 4:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x05;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 6:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x05;

```

```

        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 8:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 12:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x05;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 14:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x05;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 16:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 24:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;

```

```

case 28:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x05;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 32:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x06;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 48:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x06;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 56:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x06;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 64:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x06;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 96:
    for(a=1;a<=10;a++){

```



```

        port_a=0x06;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 128:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x06;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 192:
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x06;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 240:
    /*for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }*/
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x06;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;
case 248:
    /*for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x07;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }*/
    for(a=1;a<=10;a++){
        port_a=0x06;
        wait(TIME);
        port_a=0x04;
        wait(TIME);
    }
    s=0;
    break;

```

```

    case 255:
        /*for(a=1;a<=10;a++){
            port_a=0x07;
            wait(TIME);
            port_a=0x04;
            wait(TIME);
        }*/
        for(a=1;a<=10;a++){
            port_a=0x07;
            wait(TIME);
            port_a=0x04;
            wait(TIME);
        }
        s=0;
        break;
    default:
        if(s>1000){
            e=1;
        }
        else{
            port_a=0x07;
            wait(TIME);
            port_a=0x04;
            wait( TIME );
            s++;
        }
        break;
    }
}
}
}
}
/* パルスの速さを決める関数 */
void wait(int arg)
{
    int incount,outcount;
    while(arg--){
        outcount=80;
        while(outcount--){
            incount=65;
            while(incount--);
        }
    }
}
}
}

```

10. おわりに

- (1) DC モータとギアセットは経費は安く手軽であるが、授業の延長上に繋がらない。自立型ロボットは、パルスモータを利用した“手づくり”の「自立型ロボット」に主たる目標を置いて、製作活動をしていきたいと考えている。
- (2) パルスモータのロボットと並行して、DC モータとギアセットのロボット研究を進めている。
- (3) 多くの生徒に、“ものづくり”に大いに興味・関心を持って貰い、将来は「人に役立つロボット」、例えば無限の可能性を秘めている、介護・福祉ロボット等「自立型ロボット」への興味関心が一層深まるきっかけになって欲しいと考えている。小・中・高・大の連携、更に製造業を中心とする企業との連携も視野に入れてものづくりを推進していきたいと考えている。

(4) 工業高校と産業界との連携も視野に入ってきており、今後人的・技術的交流を行い、技術研修やセミナーも青森県が中心となって計画中である。

マイクロコンピュータを組み込む技術は、現在色々な分野で利用されている。その標準型として、「自立型ロボット」の製作を通して、将来は福祉・介護の分野での組み込み技術を応用へとつなげていきたいものである。「もの(ロボット等)」に知能を組み込むことであり、知的産業への育成という「夢」を抱かせるという目標に向けて努力して行きたい。