

京都職業能力開発短期大学校

紀 要

第22号

◆ 実践報告 ◆

総合制作課題の指導を通して — 精密バイスの設計・製作 —	箕 修	1
共同研究「ソケット圧入方向識別装置の開発」の取り組みについて.....	村田 光昭 滝田 大亮 中村 典正 廻 文広 山口 力 遠藤 和芳 恩田 邦夫	5
直流電源回路の試作評価.....	田中 倫之	9
ZigBee通信を用いた総合制作実習の指導法について.....	石井 将芸	13
電子技術科総合制作実習実践報告 — RFIDシステムの設計・製作 —	末松 秀之	17
有害鳥獣検知・通報システムの開発 — 総務省「ふるさとケータイ事業」の実証実験に対する共同研究報告 — ...	殿村 正延	21
技能五輪予選大会への取り組み（建築大工）（総合制作実習報告）.....	中須 一夫	27
泥藍製法の取り組み.....	北澤 勇二	32
クラウドコンピューティングの導入に向けて — Google Appsの検討 —	加畑 満久	36
平成21年度新入生アンケートにみる進路への意識.....	植田浩一郎	42
平成20年度総合制作実習課題一覧.....		47

2009年9月

近畿職業能力開発大学校附属

京都職業能力開発短期大学校

総合制作課題の指導を通して

— 精密バイスの設計・製作 —

Through guidance on integrated production practice
—Design and production of precise vice—

生産技術科 箕 修

Production Technology Department Osamu KAKEHI

近年、各種先端産業の現場では、機械の一部品においても寸法精度ばかりではなく、真円度・円筒度・真直度・平面度などの形状精度や加工面粗さの仕上がり状態などにも厳しい値が要求されている。また求められている品質の良い製品を速く、安く、量産する技術の確立も要求されている。

今回総合制作実習を通して、実際の現場で通用する技術・技能に近づくため、「精密バイスの設計・製作」をテーマに選び、バイスメーカー（津田駒工業株式会社）の精度規格を目標にして、取り組んだ学生の実践内容とその指導法について報告する。

1. はじめに

世界的な経済不況の波は、日本にも押し寄せてきた。リストラの嵐は、中小企業に留まらず大企業までも飲み込み、自動車・電機産業などの製造業界においても、人員削減や新規雇用の中止などに追い込まれている。

技術・技能を身に付け就職に活かしたいと本校に入学してきた学生にも、この社会情勢は不安を抱かせている。しかしこんな時期だからこそ、学生にしっかりとした自覚や技術・技能を身に付けさせて社会に送り出すことが大切である。

本学生には「精密バイスの設計・製作」を通して、“ものづくり”の楽しさや自信となる経験をつませよう指導していきたい。

写真1は、完成した精密バイスである。

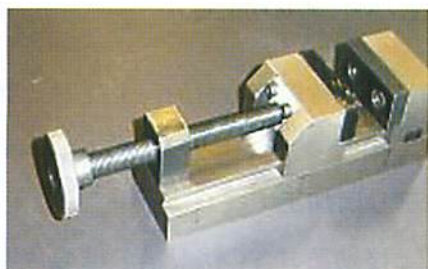


写真1 精密バイス完成作品

2. 総合制作の概要

テーマに選んだ精密バイスは、コンパクトで着

脱が容易にできる高精度のバイスである。この精密バイスは工作機械に固定し、工作物の研削・加工・ケガキ作業などを行うときに必要な道具である。

製作の過程では、以下の点に留意して指導した。

- * 設計段階で強度計算をすること、及びJIS規格に基づいた図面を描くこと。
- * 標準加工条件に基づいて部品を加工すること。
- * 部品（口金）の熱処理は、油冷却後焼き戻しを行うこと。
- * バイスメーカーの寸法公差に準じる精密バイスを製作すること。
- * 三次元測定機によりバイス各部の平行度・直角度などの検査結果を出すこと。

テーマ(精密バイスの設計・製作)を通して、企画・設計・製作・検査と“ものづくり”の一連の作業を理解させ、自分で企画立案させる。またバイスメーカー（津田駒工業株式会社）のバイス精度規格を目標にし、作品が規格内の公差に入ることを目的として製作に取り組みせ、技術・技能の向上を計った。口金はロックウェル硬さ（HRC45）程度に熱処理を施し、本体・固定アゴ・ハンド

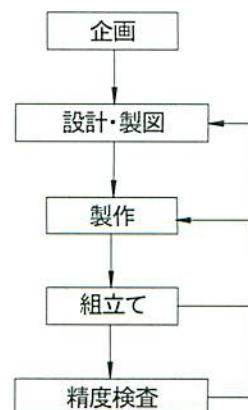


図1 行程図

ル・ガイドには黒染め処理をして、より製品価値を上げさせる。本体と移動アゴのはめ合い部分は、ジブ（カミソリ）でのクリアランス調整はしていない。ネジ部は、台形ネジで製作させる。

精密バイスは、図1の工程図に従って製作を行う。加工した部品の精度が、公差内に入らない場合、設計・製図や製作段階に戻り根気よく製作するように指導した。

この総合制作実習は、216時間(12単位)で年間を通して行った。前期は4単位で主に企画、設計・製図を行う。後期は製作に重点を置き、12月には進捗状況の発表を行う。2月末に総合制作(卒業)発表をする予定で計画立案させた。

この実習に必要な科目は次の通りである。
 機械加工 測定 材料 材料力学 設計 製図熱処理 安全衛生等

3 精密バイスの仕様

- 本体長さ：200mm
- 高さ：60mm
- 口幅：60mm
- 最大つかみ幅：90mm
- 総重量：34N
- 締め付け力：1960N
- 台形ネジ：Tr12×3

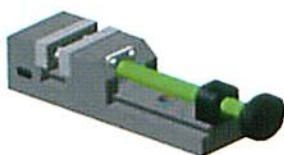


図2 立体図

4 精密バイスの設計・製図

4-1 締め付け力及び軸径

次の通り指示する。

(1) 安全率の取り方

材料の降伏点を基準強さとし、材料の均一性やハンドル棒にかかる手の力の個人差などを考慮し、安全率は $S = 2$ とする。

(2) 送りネジを回すトルクは、人間の手の力49.0~58.8Nとして計算する。

(3) 台形ネジの締め付け荷重は、送りねじを回すトルクとの関係から計算する。

- ・ネジの接触面の摩擦係数：0.15
- ・ネジの有効径：10.5mm
- ・ピッチ：3mm
- ・軸断面のフランク角：15°

結果、手の力の個人差を考えて締め付け力は、1960Nとする。

(4) 締め付けネジの軸径は、谷の径で計算す

る。結果、バイス全体のバランスを考慮してTr12×3と決定させる。

4-2 各種はめ合い

表1 はめ合い表

対象要素	はめ合い
アリ溝のオン・メン	H7, h6
ネジ部のオン・メン	H6, g6
軸と移動アゴ部の穴	H7, e7
キー部のオン・メン	H7, n6

4-3 組立図と材料の選定

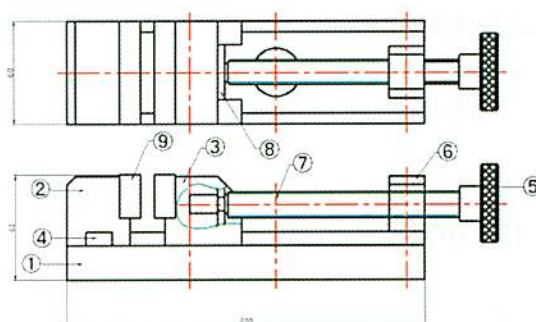


図3 製作図

表2 部品表

番号	部品名	材料
①	本体	FC250
②	固定アゴ	FC250
③	移動アゴ	FC250
④	締結キー	S45C
⑤	ハンドル	S45C
⑥	ガイド	S45C
⑦	送りネジ	S45C
⑧	送りネジ固定具	S45C
⑨	口金	SKD

5 精密バイスの加工

バイス加工は、特にはめ合い・平行度・垂直度に時間をかけ慎重に進ませる。

5-1 アリ溝加工

本体①と移動アゴ③のアリ溝のはめ合いは、ガタがなく滑らかに動く必要がある。アリ溝加工は、アリ溝フライス60度(カッター)と測定用ピンを使用し、はめ合い公差H7/h6に入るように加工する。またアリ溝フライスは剛性がなく、加工中カッターが逃げるため、切り込みと送りに注意

しながら加工する。尚、アリ溝の加工は、下記の式のように寸法Mを算出し製作する。

$$M = r + c + b \quad b = L - p$$

$$c = r \cdot \tan 60^\circ \quad p = h \cdot \tan 30^\circ$$

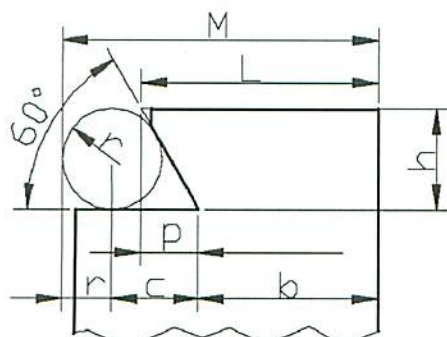


図4 アリ溝加工寸法



写真2 アリミゾ加工

5-2 穴あけ加工

移動アゴとガイドネジへの穴あけは、同軸でずれないようにすることが大切である。立フライス盤のテーブル上で図5のようにバイスをイケールに固定し、ダイヤルゲージで垂直及び平行に取り付ける。その状態でガイドネジと移動アゴに垂直に穴あけをする。次にタップでガイドに垂直にネジ切りをする。送りネジを取り付けて、本体とガイドネジ、移動アゴを一体化させる。

5-3 台形ネジ加工

台形メネジは、上記説明の通り垂直に台形ネジ用タップでネジ立てをする。台形オネジは、バイト(ハイス)を投影機で拡大しながら工具研削盤で、台形オネジの角度30°を正確に研ぎ、次に台形オネジを切り、はめ合いを確認しながら加工させる。

5-4 口金の熱処理

口金が磨耗しないように、硬度向上のため熱処

理を行う。

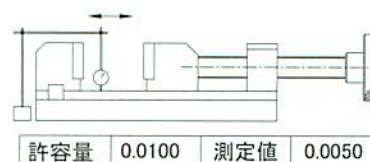
油焼入を温度800℃で1時間加熱保持し、油冷却する。その後、焼き戻しを600℃で30分間加熱保持した後、油冷却する。焼き戻しは、硬さの調整・内部応力の除去・粘り強さの付与の改善等のためにする。

口金は、ロックウェル硬さ(45HRC)程度にする。最後に研削盤で図面の通りの寸法に仕上げさせる。

6 精密バイス精度検査

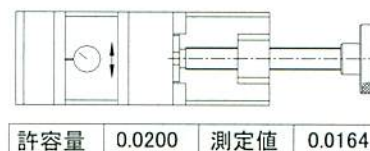
精度検査には、三次元測定機を用いた。測定値は、5回測定の平均値を出した結果である。製作したバイスの精度検査は、津田駒工業株式会社の精度規格を参考とした。

- (1) 本体側面と移動口金滑り面との平行度



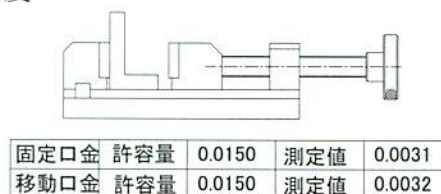
検査1

- (2) 口金の両くわえ面の平行度



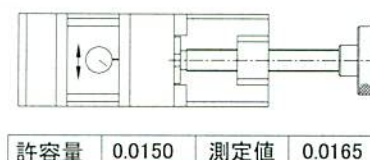
検査2

- (3) 固定口金のくわえ面と移動口金滑り面の直角度



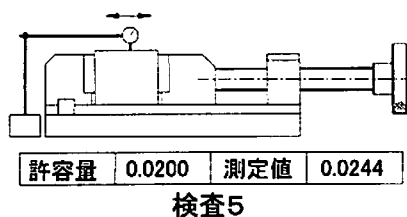
検査3

- (4) テストブロックをはさんだ状態で口金の両くわえ面間の平行度

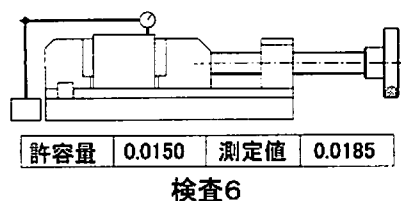


検査4

(5) 締め付けたテストブロック上面と底面の平行度



(6) 締め付けた時のテストブロック上面の浮き上がり



7 所見

本学生は、技術・技能を高め、これからの仕事に役立てるために精密バイス製作を総合制作テーマに選び取り組んできた。以下にその実習成果について所見を述べる。

(1) 企画、設計段階で、バイス製作に必要な材料・治具・刃物及び測定機等が、現有で使用できるかを確かめ、不足している物は、準備するよう指導した。このことは、大変面倒でいい加減に済ませがちだが、本学生は、ネットやカタログで調べ、しっかりと準備ができた。

(2) 口金に行なう熱処理（焼入れ・高温焼き戻し）作業が、根気強く行えた。硬度検査（ロックウェル硬さHRC45）に適するかどうかは、検査するまで分からず、ある程度のところで妥協することが多いが、本学生は妥協することなく、やり遂げられた。このことは、今後技術者となる者にとって大切なことである。

(3) 台形オネジの刃物研削は、投影機で確認しながら工具研削盤で研ぎ、ネジ切りを行う。しかしバイトを欠かしたり、はめ合いが甘くなったり、なかなか目的の加工に達せず同じ失敗を何度も繰り返していた。そこでバイトのシャンクの剛性について考えさせた。またバイトの逃げ角やすくい角にも最初からの見直し、研ぎなおしを指示した。その結果、ビビリ現象がなくなり、切り屑の出方が理想的になりほぼ満足と言えるネジ切りができた。

(4) 精度検査をした結果、検査4から検査6に許容量外のデータがでた。幾つかの原因が考えられる。

- ・本体と移動アゴのアリ溝のはめ合い具合が原因と考えられる。公差がH7/h6 (0.018/-0.011) であっても最大許容寸法近くであれば0.029mmの差が生じることになる。

- ・ジブ（カミソリ）を使っていないためクリアランス調整ができなかった。

- ・移動アゴ③とガイドネジ⑥の穴位置のずれが考えられる。

検査結果がミクロン単位の誤差に収まったことは、評価できる。これは本人の粘り強い努力によるもので、また“ものづくり”に対する意識の高さだと思う。

8 おわりに

本学生のように、最初からテーマを「精密バイスの設計・製作」に絞り意欲的で少なからず自信も感じられた。確かに工作機械の操作も上手く、加工技術も優れているように思えた。しかしそういう学生ばかりでなく、如何に興味を持ち続け、やる気を継続させるかが、指導として難しい。

作業が上手くいかず行き詰ってアドバイスを求めてきたときは、その都度基本に戻らせ自分で考えさせ、作業が進められることを心にかけている。そして納得のいく製品ができたとき「ヨッシャ」という喜びが感じられるように指導したい。そしてそこから新たな“ものづくり”に対してのチャレンジ精神が、湧いてくるものである。

京都職業能力開発短期大学校、紀要第21号「戦力と成りうる技能者育成を目指して」の文献にも掲げたが、学生には基本的な技術・技能を身に付け、常に問題意識を持ち、何事にも粘り強く取り組んで欲しいと願っている。

【参考文献】

(1) SUDAKOMA

http://www.tsudakoma.co.jp/mta/japanese/product/puroduct02_03.html 検索
2007年10月

(2) JISにもとづく機械設計製図便覧 津村利光
大西清 理工学者 2005.9.25第10版第11刷
発行

共同研究「ソケット圧入方向識別装置の開発」の取り組みについて

Development of the system automatically identifies the direction of the socket injection into pipe.

生産技術科 村田 光昭

Production Technology Department Mitsuaki MURATA

北海道職業能力開発大学校

瀧田 大亮 中村 典正 廻 文広 山口 力 遠藤 和芳 恩田 邦夫

Hokkaido Polytechnic college

Daisuke TAKITA Norimasa NAKAMURA Fumihiro MAWARI

Tsutomu YAMAGUCHI Kazuyoshi ENDO Kunio ONDA

全国の職業能力開発大学校では、学生への教育・訓練のみならず、地域企業との受託研究・共同研究や技術相談などを通して、広く地域に貢献できる学校となるよう努めているところである。

この報告は、筆者が以前に勤務していた北海道職業能力開発大学校（以下、大学校と略す）の近隣の銭函工業団地内で排水用のポリエチレン製パイプを製造する東洋化工（株）（以下、東洋化工と略す）からの技術相談を契機に、大学校生産技術科、生産機械システム技術科、生産電子システム技術科、生産情報システム技術科に属する教員と、東洋化工社員とで行った共同研究の成果を紹介する。

1. はじめに

平成18年度から19年度にかけて共同研究として、大学校と、大学校近隣の銭函工業団地内で暗渠排水用のポリエチレン製パイプを製造する東洋化工（株）とで「ソケット圧入方向識別装置の開発」を行い、試作機を完成させた。

本報告では、この試作機の概要を主に、大学校生産技術科、生産機械システム技術科、生産電子システム技術科、生産情報システム技術科に属する教員と、東洋化工社員とで行った共同研究の成果について述べる。



図1 暗渠排水用パイプ

2. 開発の背景と経緯

東洋化工で製造している暗渠排水用パイプは、図1に示すような1本4mのパイプの一端に延長用ソケットを圧入して出荷している。東洋化工では、以前から暗渠排水用パイプのソケット圧入工程を自動化する計画を進めており、その工程の中の一つに本テーマで取り上げるソケットの圧入方向判別の自動化があった。

図2がパイプに圧入されるソケット（外径約80mm、長さ約120mm、重量約30g）である。このソケットは、左右で終端形状ならびに内径が異なっている（左側クボミ3列、右側クボミ2列）。そのためソケット圧入装置に決められた方向で装填をする必要がある。現状は、人がこれを目視で判断し、整列してソケット圧入装置のマガジンへ装填していた。このマガジンへのソケットの装填個数は20個で、ひとつのソケットを圧入するのにかかる時間が約30秒であるため、約10分ごとにこのマガジンの入れ替えならびにマガジンへの

ソケットの装填作業の必要があった。

東洋化工にとっては、この工程を自動化する装置を開発することによって、人件費の削減と、同様の工程を自動化するのに応用できるというメリットがある。また、大学校にとっても、大学校の技術力を企業にアピールでき、地域企業への貢献も果たすことができる。さらに、担当する教員にとっては、生産現場で使用される装置の開発は良い経験となり、今後の学生指導での生きた教材ともなる。



図2 暗渠排水用パイプソケット

3. 開発装置の概要

本研究では、ソケット製造工程から袋詰めにされたソケット(1袋180個)を作業者が投入容器(以下、バケットと呼ぶ)に投入し、そのソケットを圧入装置に装填するまでの一連の作業を自動化する装置の開発、試作を行う。今回の試作機は、自動化ラインへの組み込みを想定しているため、この機械に誤作動があるとライン全体が停止してしまう可能性がある。そこで試作にあたっては、100パーセントの成功率で動作することを目標とした。ただし、自動化の手法を模索する目的の装置であると割り切って開発を行ったため、装置の量産性、耐久性ならびに設置環境については考慮していない。開発した装置の構成概要を図3に示す。バケットに投入されたソケットは、ソケット取り出し装置によりバケットから1ないし2個ずつ順次取り出され、ソケット搬送装置上で整列され、ソケット待機レーンへと搬送される。その後、ソケット方向識別・反転装置へと送られ、方向をそろえた後、圧入装置からの信号とシンクロナイズして圧入装置へ搬送される。

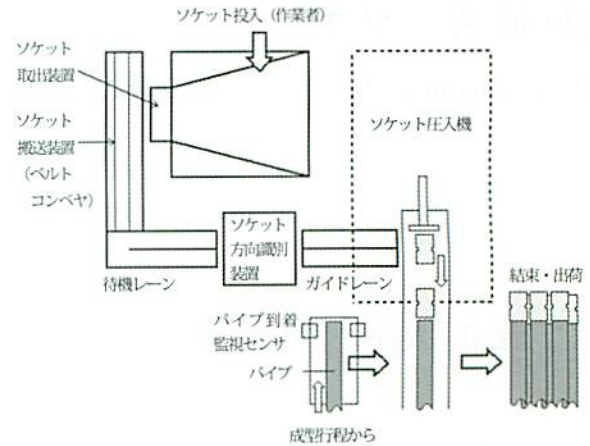


図3 開発装置の構成概要

この装置は、ソケット取出部とソケット方向識別・反転部の2つのセクションで構成される。この2つのセクションをそれぞれに分けて開発を行い、後に2つを接合し、装置として構成した。図4に開発した装置の概観を示す。

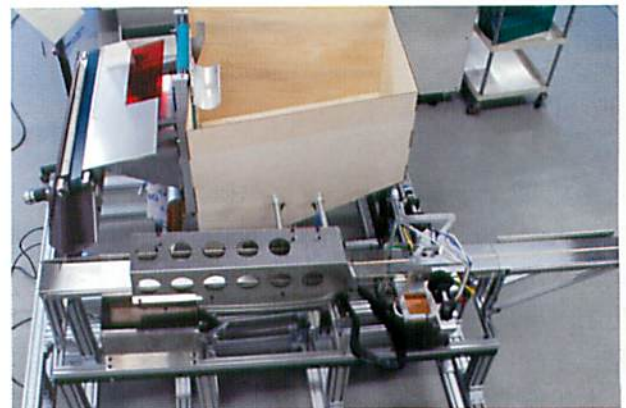


図4 開発装置の概観

4. 主な装置の機構

4-1 バケットからのソケットの取り出し部

バケットから1個ずつソケットを取り出す方法は、様々なアイデアや試作等を繰り返した。当初は、なるべく使用するアクチュエータを減らすために、ソケットの自重による自由落下中に整列を行う方式で試作を行った。しかし、ソケットの重量が比較的軽いこと、中空円柱形状のため、ソケットが予測不可能な状態で様々な箇所(ソケット同士も含む)で引っかかってしまうため、断念をせざるを得なくなった。

そこで、図5に示すバケットコンベヤを使った方式に変更した。

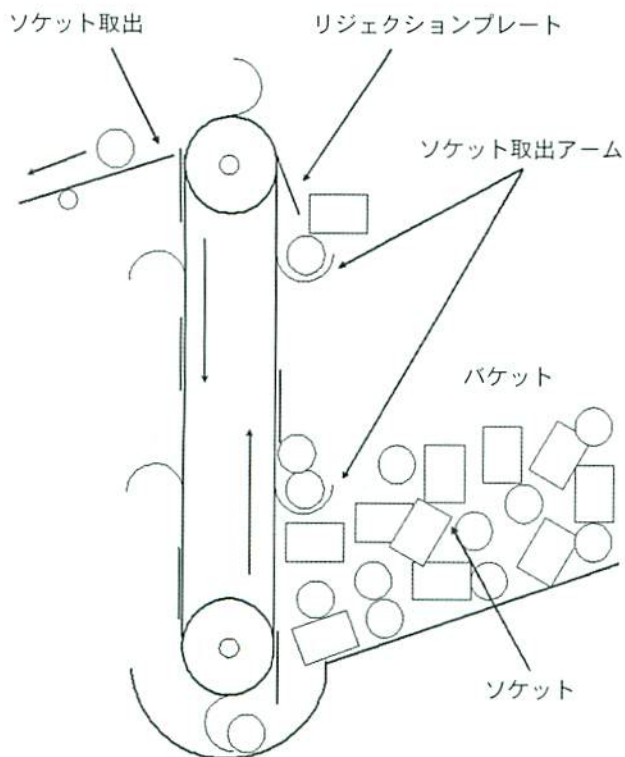


図5 ソケット取出機構

この機構では、バケットに入れられたソケットをベルトコンベヤに取り付けたソケット取り出しアームで抽出する。次に余分なソケットをリジェクションプレート(図6)で排除し、1~2個のソケットをソケット取り出しの部分に渡す。コンベヤに取り付けられたアームによりバケット内が常に攪拌されるため、ソケット同士の引っかかりも解消しながら取り出すことができた。この方式によって、一番の難関であると思われた、乱雑に多数個のソケットが入った入れ物からある程度整頓をしつつ、1ないし2個を取り出すことができ、ほぼ100%の動作成功率であった。



図6 リジェクションプレート

4-2 ソケット搬送用ベルトコンベヤ

図7にソケット搬送用のベルトコンベヤ部を示す。ソケット取出部から運ばれたソケットを整頓して、ソケット搬送用ベルトコンベヤでソケット待機レーンに運ぶため、コンベヤを斜めに傾けて設置した。ソケット取出部からイレギュラーな状態で送られてきたソケットは、ここで装置外に排出し、ソケットのジャムによって装置が停止することを防いでいる。



図7 ソケット搬送機構

今回製作した装置では、このベルトコンベヤから次の待機レーンへのつなぎ経路の部分(図8)が一番ジャム率が高くなった。(成功率98%)原因としては、ソケットの自由落下のみで強引にソケットの進行方向を90度変更しているためであると思われる。この部分は、今後自由落下のみではなく、何かしらのアクチュエータを使用し確実にソケットの方向を変更できるように改良をすべき点である。

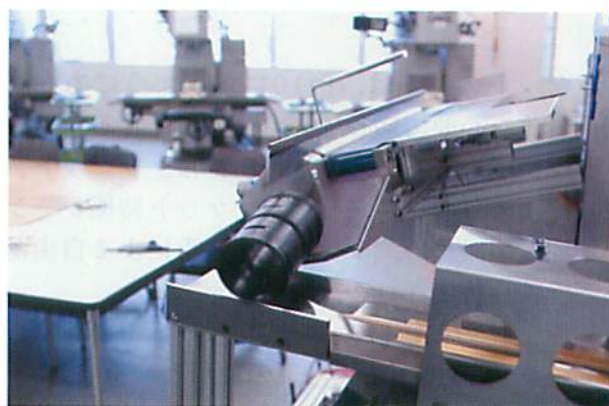


図8 ベルトコンベヤからのつなぎ経路

4-3 ソケット方向判別・反転部

ソケットの方向識別には、赤外線LEDとフォトトランジスタを用いた反射型センサを製作し使用した。ソケットを回転させ、図1の左右のクボミの有無の異なる位置である中央付近のクボミを検出して判定した。ソケットは黒色であるが、比較的艶のある素材のため、溝の有無を判断するには十分な反射による出力を得ることができた。図9にこの様子を示す。

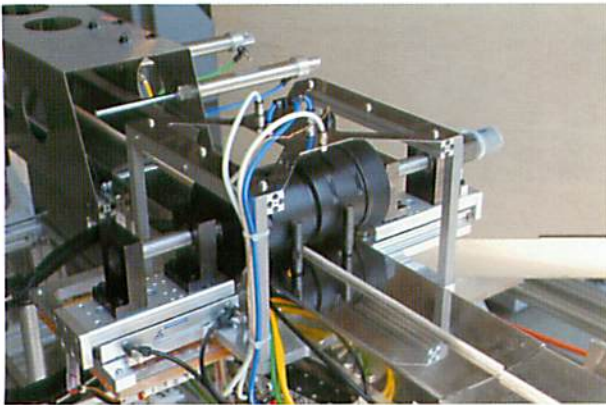


図9 ソケット方向判断の様子



図10 ソケット方向反転の様子

ソケットの反転は、図10に示すように方向識別部全体を必要に応じて180度回転させる。ソケットは、圧入装置からの信号を待ち、ソケット装填リクエスト信号が来ると、ソケット待機レーンから圧入装置まで、ソケットの自重による自由落下で移動し装填される。

装置全体の制御は、マイコンH8/3048Fで行っている。当初は、工場内での使用ということで、ノイズによる誤動作や耐久性への心配があったが、納入後の稼働実績から特に問題はないようである。

5. おわりに

当初試作機ということで製作を行った本装置は、現在工場ラインの一部として稼働している。しかし、大学校では誤動作がないように調整したが、工場に配置すると設置場所の傾斜や、機械にとって思っていたよりも劣悪な環境のため、予想外の誤動作があった。耐久性を考慮していない部分（バケットコンベヤのバケット締結部等）は、やはり修繕が必要な状態となってしまった。

今回、試作機を工場内でラインに組み込んでいただき、約7ヶ月稼働していただいたおかげで、大学校内では試すことのできなかつた耐久性や信頼性に関する諸問題を知ることができた。

第1号機の開発としては、当初の目的を達したと考えている。今後は、稼働の維持および動作エラー率の低下ができるように改良が必要である。

直流電源回路の試作と評価

Evaluation of Trial Product of DC power circuit.

電子技術科 田中 倫之

Electronic Technology Department Noriyuki TANAKA

電子機器の電源といえば直流電源回路が一般的であるが、直流電源回路といっても多種多様な方式があるため、それぞれの特性および特徴を理解して用いることが求められる。また最近では、環境問題の改善や携帯電子機器の長時間動作のため省エネルギーを考慮した直流電源回路が注目されており、メーカー各社が様々な電源用デバイスを開発している。

これまで当科においては、電子回路で用いる電源に入手が容易で安価なリニア・レギュレータ（3端子シリーズ・レギュレータ）を各実習で用いてきたが、新しいデジタル制御電源ICの普及が進んでいることから省エネルギーや低損失を考慮した高効率電源ICを用いた電子回路設計を積極的に取り入れる必要があると感じている。今回、電源回路の基本となるシリーズ・レギュレータと電池駆動用のスイッチング・レギュレータを用いた電源回路の試作および評価を行ったので報告する。また、著者が担当する実習で製作した電子回路（学生作品含む）も併せて紹介する。

1. はじめに

近年、アナログ技術の代名詞であった電源回路もデジタル制御化が進み、DC-DCコンバータの需要が増加している。当電子技術科のカリキュラムにおいて、負荷に見合った電源回路の選定を理解させ、その電源回路の設計製作技能を習得させることは重要な課題であると認識している。

本稿では、リニア・レギュレータとスイッチング・レギュレータを用いた電源回路を例に、それぞれの出力特性実験の結果を報告し、スイッチング電源ICを用いて製作した電子回路作品を紹介する。

2. 直流電源の種類と形態

電源ICはリニア・レギュレータとスイッチング・レギュレータに大きく分類される。スイッチング・レギュレータはさらに降圧型（バック）、昇圧型（ブースト）、反転型（バックブースト）があり、その制御方式はPWM（パルス幅変調）方式とPFM（パルス周波数変調）方式がある。この双方の方式を負荷容量に合わせて自動的に切り替えるタイプもある。

特にIC（MPU、FPGA等）の低電圧化、大電流化、および電圧精度の要求が厳しくなったこと

で、集中電源からデバイスの直近に必要な電源を用意する分散電源POL（Point of Load）へ推移しており、電子機器に要求される電源の構成はますます複雑化している。表1にリニア・レギュレータとスイッチング・レギュレータの動作タイプおよびそれぞれの特徴を示す。

表1 レギュレータのタイプ

種類	タイプ	主な用途	構成	効率
リニア・レギュレータ	シリーズ (LDO)	基準電圧源 低ノイズ電源	簡単	△
	シャント	高精度基準電圧源 定電流源		×
スイッチング・レギュレータ	バック	大電流低圧電源	複雑	◎
	ブースト	電池駆動電源		○
	バックブースト	昇降圧電源 負電源		○

スイッチング・レギュレータを用いるメリットは、高効率で熱設計が容易である点につきる。

デメリットは周辺部品が多く部品実装面積が増加し、コスト高であること。また、外付け部品の定数を含めた設計が難しく、ノイズ対策まで考慮

したパターン設計技術が必要となる。

3. レギュレータの特性

3-1 シリーズ・レギュレータ

シリーズ・レギュレータは負荷に直列に接続したトランジスタのON抵抗を制御して出力電圧を一定に保つ方式で、パルス駆動させないため低ノイズである。近年、小形、低消費電力、出力電圧の高精度化が進んでおり、特に入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} の差の小さいLDO (LowDropOut) が普及している。

シリーズ・レギュレータの内部消費電力 P_D は、負荷電流を I_{out} とすると、

$$P_D = (V_{in} - V_{out}) I_{out} [W] \dots\dots (1)$$

となり、入出力の電位差が大きいと損失も増大することがわかる。

図1に示すレギュレータ評価回路にて、一般的な3端子レギュレータであるL7805CVとLDOのLM2940Cのロード・レギュレーション特性を実験により確認した。

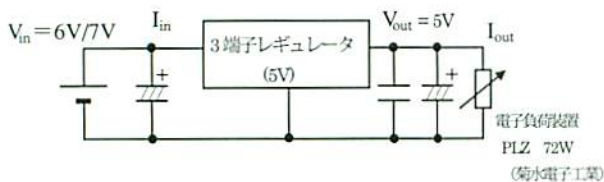


図1 3端子レギュレータ評価回路

入力電圧 $V_{in}=7V$ の実験結果を図2に示す。

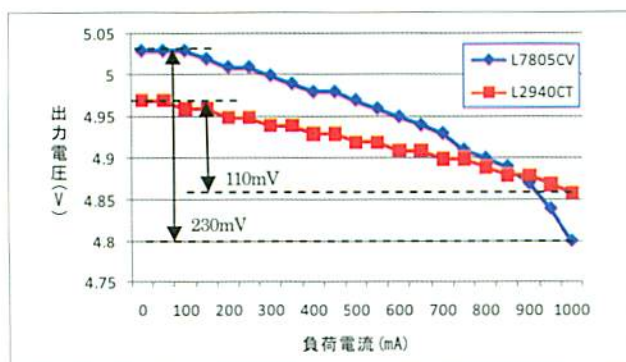


図2 ロード・レギュレーション特性 ($V_n=7V$)

通常の3端子レギュレータとLDOのロードレギュレーションの結果はそれぞれ230mVと

110mVとなりLDOタイプのドロップ・アウト電圧が低いことがわかる。

次に、入力電圧 $V_{in}=6V$ として、同様の実験を行った。結果を図3に示す。

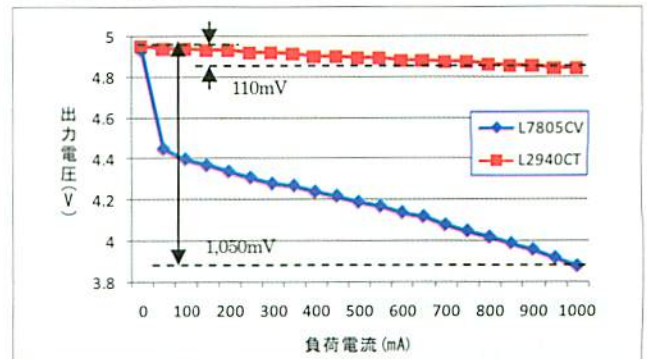
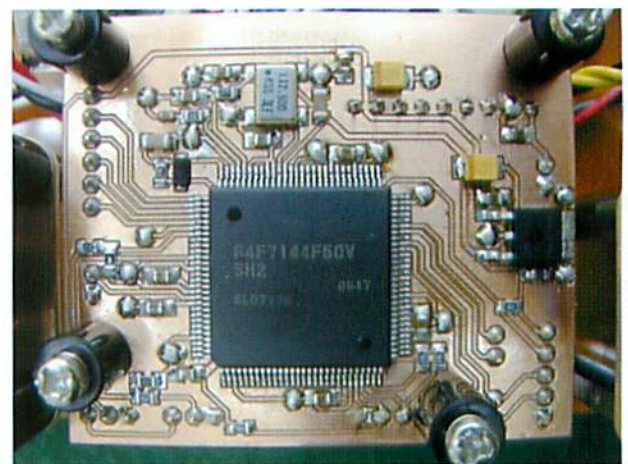


図3 ロード・レギュレーション特性 ($V_n=6V$)

入力電圧 $V_{in}=6V$ においては、L7805CVは100mA程度の負荷でドロップ・アウトが大きくなるため実用での使用は困難である。これに対して、LDOのL2940CTは $V_{in}=7V$ の時と変わらずに約5Vの安定した出力が得られた。単純に、入出力電位差が少なければ P_D も少なくなり損失が低減されることに繋がるので、LDOの場合効率 η を80%以上まで向上できることになる。

LDOレギュレータを用いた電子回路作品の一例を図4に示す。



平成20年度総合制作実習
 エコラン用駆動輪制御システムの一部

図4 LDO_3.3V使用回路例

マイコン、FPGA、DSPをはじめ、電源IC、トランジスタなどの能動部品、また抵抗、コンデンサ等の受動部品に至るまで今や面実装部品(SMD)が主流となっており、これらを利用した

PCB製作もまた電子分野における“ものづくり”に不可欠な技能となっている。

3-2 スイッチング・レギュレータ

通常、直流回路において入力電圧よりも高い出力電圧を得る場合、ブースト（昇圧）・コンバータを用いるが、乾電池駆動の電子機器向けにPFM制御方式の電源ICが多く用いられるようになってきた。このPFM制御は出力状態を帰還してスイッチング周波数を調整し出力電圧を調整するもので、軽負荷時においてスイッチング・ロスを軽減することで効率を上げている。ただし、負荷電流によってスイッチング周波数が変動するため、リップルが大きくなる。

今回、表2の上段のPFMコンバータICと下段のPFM/PWM自動切換コンバータICを用いた電源回路を試作し、それぞれの出力特性実験を行った。

表2 PFM/PWMコンバータ定格表

製造元	モデル	V _{in} (V)	V _{out} (V)	I _{out} (mA)
HOLTEK	HT7750A	1.2~3.0	5.0	100
MAXIM	MAX1676	1.1~5.5	3.3 / 5.0	420/285

図5にDC-DCコンバータの評価回路、図6に試作した電源回路基板を示す。

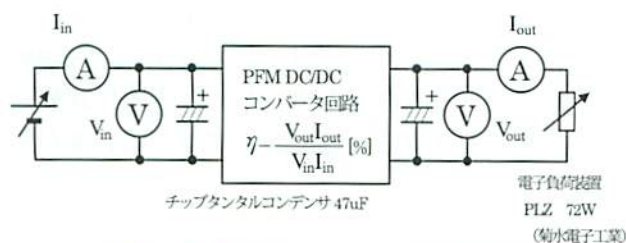


図5 DC-DCコンバータ評価回路

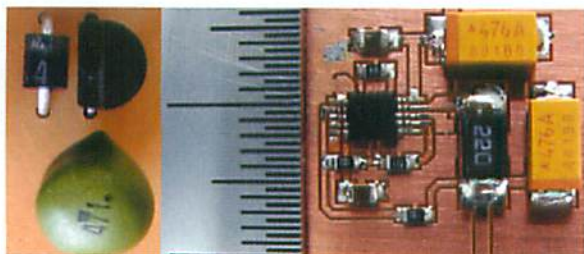


図6 HT7750A試作基板 (左)
 MAX1676試作基板 (右)

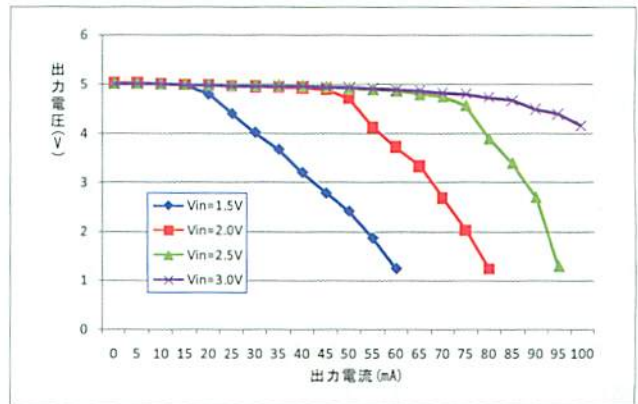


図7 HT7750A負荷特性グラフ

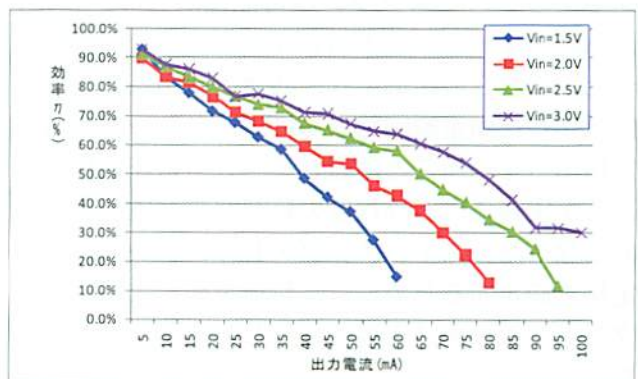


図8 HT7750A負荷電流-効率特性グラフ

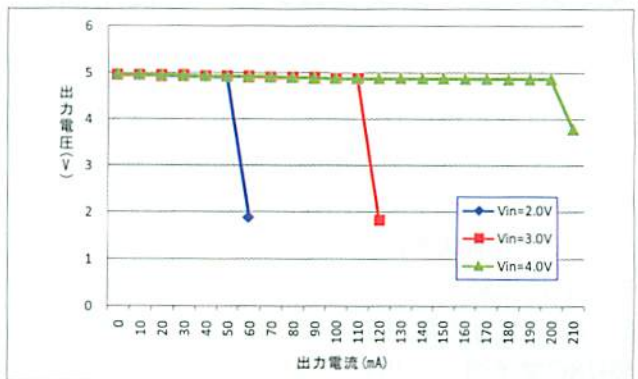


図9 MAX1676負荷特性グラフ

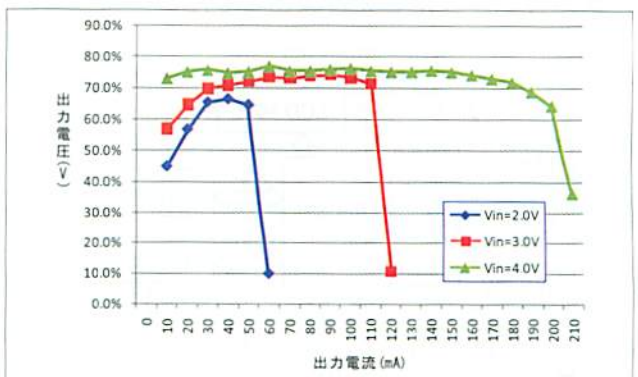


図10 MAX1676負荷電流-効率特性グラフ

実験により得られた負荷特性グラフ、負荷電流－効率特性グラフをそれぞれ図7から図10に示す。

図7よりHT7750Aは負荷が増加するに従い出力電圧は低下するが、その勾配は緩やかで粘り強さがある。また図7より、負荷電流10mA以下の軽負荷において効率が80%を超えPFMの利点を活かした動作領域であることがわかる。

これに対して図9のMAX1676の負荷特性は、図8より全負荷領域において安定した電圧を出力しているが、過負荷時には急激な電圧降下が発生するためシステムダウンの可能性が残る。また、図10のとおり $V_{in}=4V$ 時の平均効率は72.5%であった。これらの結果より、共通の問題点として今回試作した両電源回路ともにデータシート記載の定格出力を得ることは難しく、入力電圧の値にもよるが実際には50%程度の負荷容量が実用的な性能となった。スイッチング・レギュレータの出力定格を満足するためには、負荷実験による回路パターンおよび部品定数のさらなる最適化が必要となる。

4. スイッチング・コンバータ使用回路

電子技術科カリキュラム「電子回路課題実習 I・II」(計6単位)において、PFM/PWMスイッチング・コンバータを用いた電池駆動型マイコン応用回路をテーマに回路設計・製作を行なった。

システム構成を図11に示す。単3乾電池2本を直列に接続した+3.0V電源をMAX1676に入力し、+5V出力の電源を各部に供給する。Renesas製R8Cマイコンを用いて温度センサ(アナログ+デジタル)の温度データをメモリに記録するデータロガーの製作を実習課題とした。

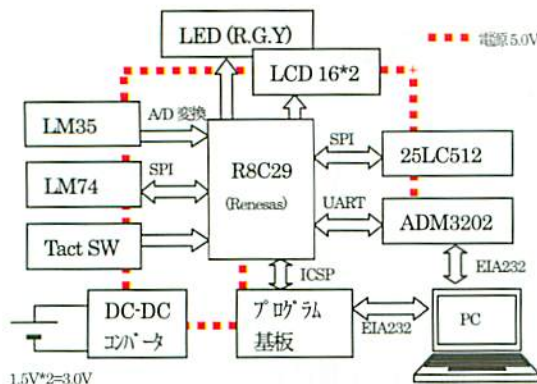


図11 ブロック構成図

0.5mmピッチの電源ICを半田付けする作業が初めての経験であったため、電源回路が正常に動作しない学生もいたが、半田不良等の問題を解決しながら各自が設計したPCB回路を製作できた。(図12参照)

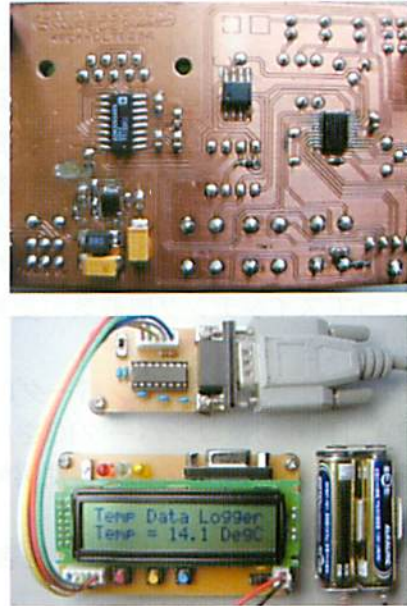


図12 データロガー完成図

5. おわりに

無数にある直流電源ICの中から、アプリケーションの用途にあったデバイスを正しく選定するためには、それぞれのデバイスの特性を十分理解し最大限その性能を引き出すため、実際に評価回路を試作し実負荷による実験で調整する必要がある。

これは電源回路に留まらず、電子回路一般について言えることであるが、このような電子回路の一連の開発工程である設計、製作および調整を実習に取り入れることで、学生のスキルレベルの底上げを行ない、学生が自ら考え設計した電子機器を製作する技能向上に発展させることができると考える。

【参考文献】

- (1) 電源用IC活用マニュアル CQ出版社
- (2) トランジスタ技術 2000/5 電源回路設計スタディ CQ出版社
- (3) PFM Step-up DC/DC Converter HOLTEK
- (4) MAX1676 DATA SHEET MAXIM

ZigBee通信を用いた総合制作実習の指導法について

Instruction Method using ZigBee Communication in Integrated Production practice

電子技術科 石井 將芸

Electronic Technology Department Masanori ISHII

近年のユビキタス情報化社会の発展にともない、身の回りに点在するあらゆる情報機器が自律的に情報を収集・管理するユビキタスセンサーネットワークの利用が進められている。家電はもとより、防災・防犯、セキュリティ、医療、物流、製造など、幅広い分野での応用が期待されており、省電力で低コストの次世代型の近距離無線方式である「ZigBee」が注目を集めている。

そこで、本総合制作実習(1)においては、ZigBee通信モジュールを取り入れ、電子回路を設計・製作するための基本技術を基にコンピュータ活用技術、通信技術、制御技術への展開ができるとともに、ハードウェア・ソフトウェア両面の技術を兼ね備えた、企業・社会に期待される電子技術者の育成を目標とする。

本稿では、学生自ら考え解決していく力を養うことをテーマに、電子技術科のカリキュラムを考慮し、総合制作実習における指導法について報告する。また、学生が製作した総合制作課題を紹介する。

1. はじめに

今年度、当校の電子技術科に赴任し、7年ぶりの「総合制作実習」を指導することとなった。まず、学生に対して感じたのは、与えられた課題については黙々とやるが、それ以上のことはやらないというところである。また、行き詰るとすぐに他人に頼り、自ら考え、調べ、解決していく力が乏しく思われた。無論、全ての学生に当てはまるわけではないが、そのような学生が多いように感じた。そこで、学生が当科で2年間学んだことを十分に活かせ、ものづくりの難しさや楽しさを感じ、自らの意思で総合制作実習に取り組むことを目標とした。

当科のカリキュラム構成は、電子回路技術を基本に3本の柱(①電子制御技術 ②コンピュータ活用技術 ③情報通信技術)に分け有機的に結び付けた教育訓練を行っている。本稿では、これらの要素を考慮し、総合制作実習における指導方法を報告する。また、学生が製作した総合制作課題を紹介する。

2. 教育方法

今回の総合制作実習は、ZigBeeモジュールを用いて、パソコンと車体に搭載したマイコン間を通信し車体の遠隔制御を行う。加速度センサを用いた車体の傾き制御及び車体状態をパソコン上にモニタすることを目的とする。そこで、「電子回路技術」、「マイコン制御技術」、「通信制御技術」及び「アプリケーション開発技術」の習得が必要であり、当科のカリキュラムの構成と履修状況に合わせながら指導することとする。また、アプリケーション開発技術はカリキュラムにないため別途指導することとし、以下の4点を指導方針とする。

- (1) 履修済み要素の再教育
- (2) 学習しやすい環境づくり
- (3) カリキュラムにない要素の導入教育
- (4) 進捗状況の把握

2-1 履修済み要素の再教育

まず、1年次及び5期に履修した要素の再教育から始めた。習得不足のため自信を持ってない学生が多く、考える前にあきらめ、人に頼るといった状況であった。そこで、やればできる、自分にも

わかる、わかると面白いという気持ちを持たせる必要があった。

具体的には、多くの学生がマイコンプログラムに戸惑っていたため、以前、授業で製作したマイコン制御基板を元に、再度テスト基板を製作し、DCモータ、ステッピングモータ及びRCサーボモータの制御プログラムを作成した。最初は、資料の見方、調べ方の指導から始まり、ソースコードを一つ一つ説明し、手間と時間を要したが、物が動く面白さを感じ、自らプログラムを考えはじめ理解度が向上していった。この段階で、しっかりとした基礎を持たせることで、以降の学習意欲、取組姿勢が変わったと思われる。同時に、電子回路設計・製作技術、マイコン制御技術の再向上につながった。

2-2 学習しやすい環境づくり

使用するマイコン、ソフトウェアについては、学生自ら調べ学習できるよう、学習用の書籍や記事が豊富なものを選定した。参考書は、うまく活用することで、自ら考え解決していくためのツールとして有効活用できる。最初は、資料の真似事から入るが、次第に自分のものにして試行錯誤しながらも完成度を上げていった。今回も参考書片手に、課題の仕様に合わせて何度もうまくいくまで繰返しやり直す姿がみられた。そのうち、追加機能を付加するなど課題以上のものを作り上げようとする積極的な姿勢が出てきた。

今回、使用した機器、ソフトウェアを下記に示す。

(1) マイコン

- ・PICマイコン (マイクロテクノロジー社)
使い慣れている、学習用の書籍が豊富。

(2) Cコンパイラ

- ・PIC C Compiler (CCS社)
使い慣れている、学習用の書籍が豊富。

(3) ZigBee通信モジュール

- ・ZIG-100B (ベストテクノロジー社)
ZIG-100Bは2.4GHz帯の周波数を利用したZigBeeモジュールで、3.3V系マイコン等のUARTを簡便に無線化することができる。モジュールを使用することで、パソコン-PICマイコン間の通信を学習済みのシリアル通信によりデータのやり取りができ、容易にプログラム作成ができる。

(4) アプリケーション開発言語

- ・Visual Basic Express Edition (Microsoft社)

Microsoft社から無償で提供されているスタンドアロン開発用プログラミング言語で、プログラミング初心者、および学生に最適な開発ツールである。また、多くの個人や企業で使われているため、学習用の書籍や記事などが豊富にある。

操作用コントローラは、楽しく学習できるようにゲームコントローラを使用し、Windows API関数を用いてコントローラの状態を取得している。

2-3 カリキュラムにない要素の導入教育

アプリケーション開発は、カリキュラムにないため導入教育を行った。何も無い状態から取り組ませても悩むだけでやる気がみられず、教えすぎても勉強にならない。そこで、心がけたのは学生のやる気を損なわないよう、基本要素の習得に時間をかけたことである。基礎をしっかり身につけることで、課題に取り組む意欲が向上したと思われる。基本操作、基礎課題を学習し、あくまでも課題に取り組むためのきっかけだけを与えることにした。アプリケーション開発言語には、学習書等が豊富な前述のVisual Basic Express Editionを使用した。学習用の開発言語として最適であったと思われる。

2-4 進捗状況の把握

各自の進捗状況、現在の抱えている問題点を把握するため、実習終了の都度、実習ノートの作成・提出の取組を行った。ノートを確認することで、次の実習の開始時に的確に指導ができ、有効活用できたと思われる。また、調べた内容なども記入し、総合制作実習をまとめる時の資料としての活用を試みたが、実習が忙しくなるにつれ、次第に記入内容が単調化していき、実習ノートの仕上がりとしては不十分であった。

3. 電子技術科カリキュラム

今回の総合制作課題に必要な要素を含んだ電子技術科の主なカリキュラムを図1、図2に示す。

1年次	1期	2期	3期	4期	関連要素
関連科目	電気回路Ⅰ・Ⅱ		電子回路Ⅰ・Ⅱ		電子回路設計・製作技術
	電気工学基礎実験		デジタル電子回路Ⅰ・Ⅱ		
	電子工学基礎実習Ⅰ・Ⅱ		電子工学実験	電子回路実験Ⅰ	
	電子回路製作実習Ⅰ・Ⅱ		電子回路製作実習Ⅲ・Ⅳ		
	電子CAD実習			電子工学基礎実習Ⅲ	マイコン制御技術
			コンピュータ工学Ⅰ	コンピュータ工学実習Ⅰ	

図1 1年次の関連カリキュラム

2年次	5期	6期	7期	8期	関連要素
関連科目	電子工学Ⅰ・Ⅱ		電子回路設計・製作技術		
	電子回路Ⅲ センサ工学				
	制御工学Ⅰ・Ⅱ				
	デジタル電子回路実験				
	電子回路実験Ⅱ				
	コンピュータ工学Ⅱ	コンピュータ工学実習Ⅱ			マイコン制御技術
			通信工学Ⅰ・Ⅱ		通信制御技術
			通信工学実験実習		

図2 2年次の関連カリキュラム

1年次に、電子回路設計・製作技術、マイコン制御の基礎を学習することで、総合制作実習に必要な基本要素を習得させている。また、2年次では、マイコン制御応用の学習内容があるため、履修科目の状況に合わせ、表1に示すように年間計画を立てた。

表1 年間計画

期間	スケジュール
4～5月	情報収集・文献調査
6～7月	マイコン制御再学習
8月	アプリケーション開発言語の学習
9～10月	ZigBee通信モジュールを使用した試作基板の作成・プログラミング
11～12月	車体・制御基板の製作、プログラミング
1月	通信用アプリケーション作成
2月	試運転・調整・完成
3月	総合制作発表会

4. 総合制作実習の製作物

4-1 加速度センサによる傾き検出

加速度センサのデータをマイコンに取り込み

A/D変換し、そのデータの結果により、車体の傾きを制御する。また、車体の傾斜情報は、ZigBee通信を用いてパソコン上の画面でモニタする。図3に傾きセンサによる傾き検出基板、図4に車体傾きモニタアプリケーションを示す。

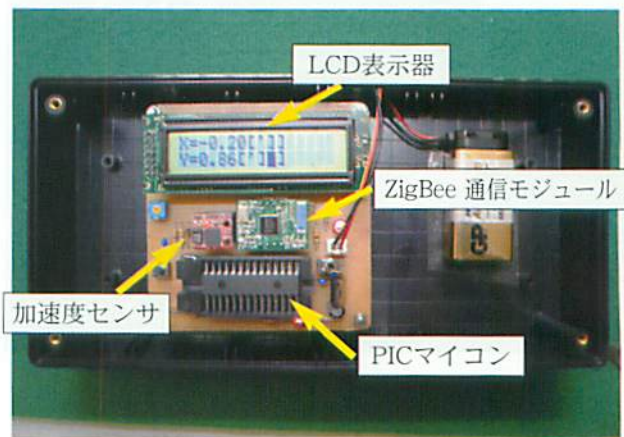


図3 加速度センサによる傾き検出

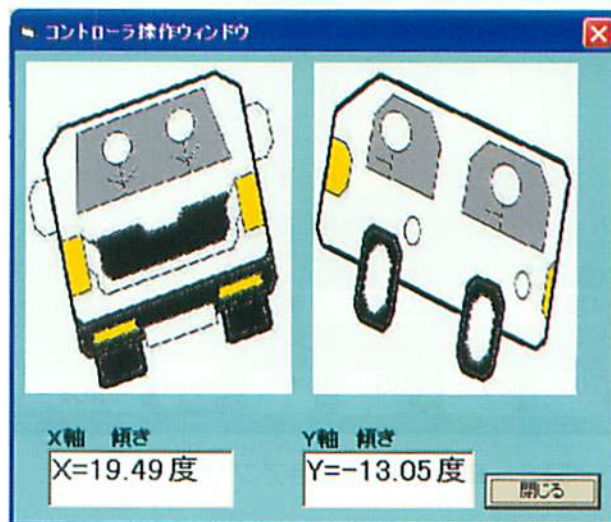


図4 車体傾きモニタアプリケーション

4-2 ZigBee通信を用いた車体遠隔制御

ZigBee通信を利用し、パソコン上の車体遠隔制御用アプリケーション(図6)から制御コマンドをPICマイコンに送信し、PICマイコンがその信号を受信して車体(図5)のDCモータ制御を行う。また、車体の状態をパソコン上でモニタリングする。車体の遠隔操作にはゲームコントローラを使用し、車体の傾きに応じたモータ制御を行っている。

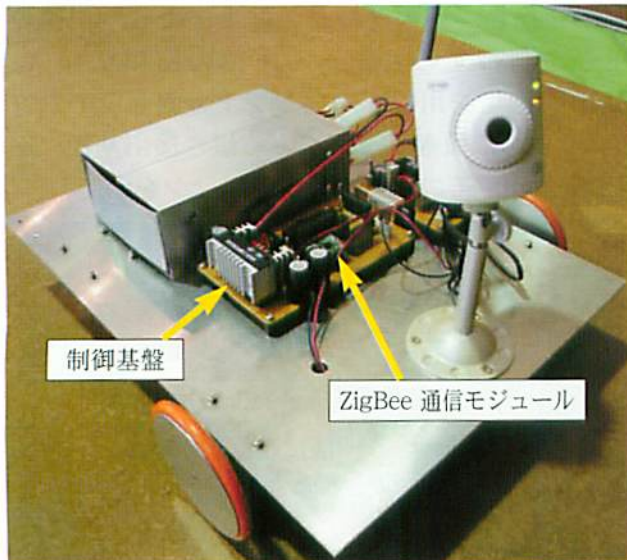


図5 車体



図6 車体遠隔制御用アプリケーション

4-3 Bluetooth通信を用いた遠隔制御

ZigBee通信と同じ近距離無線方式の一つであるBluetooth通信を用いた製作物を紹介する。

パソコンとPICマイコン間をBluetoothモジュールにより通信し、パソコンからVisual C# (Microsoft社)で作成した遠隔制御用アプリケーション (図8)を用いて二足歩行ロボット (図7)の制御を行う。Visual C#で作成したアプリケーション上のボタンをクリック、または動作パターンを選択することで、制御コマンドをPICマイコンに送信し、二足歩行ロボットの制御ができる。

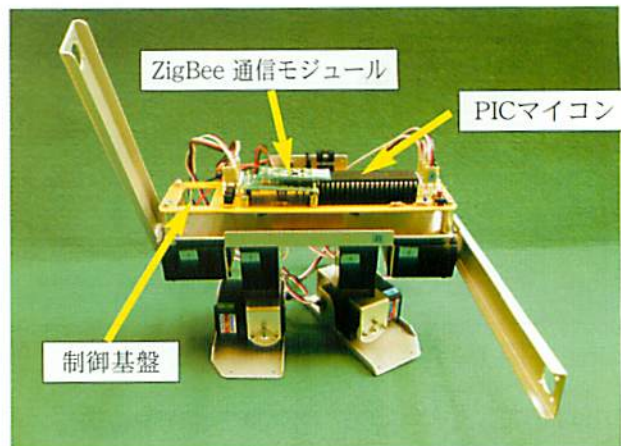


図7 遠隔制御ロボット

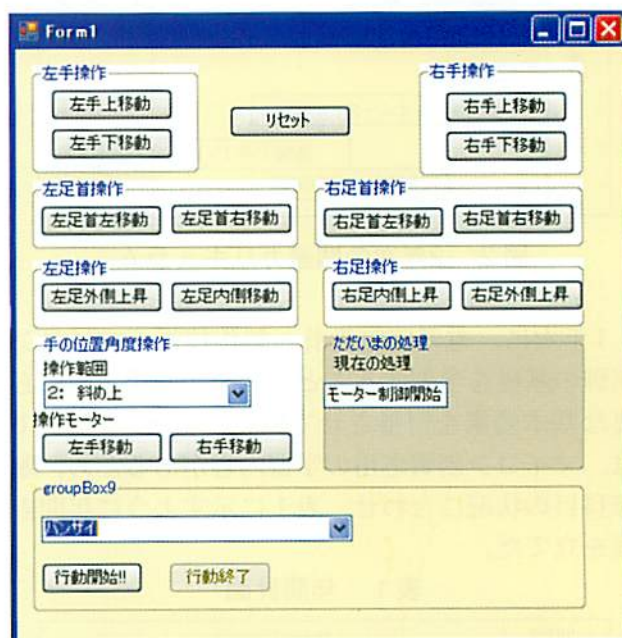


図8 遠隔制御用アプリケーション

5 おわりに

2年間の集大成ということで、総合制作課題に取り組み、ものづくりの難しさや楽しさをあじわってもらえたと感じている。反省点としては、学生の自主性を尊重したこともあり、プログラムのソースコードのチェックを怠り仕上がりが不十分で、技術的な指導が不足していたことである。

しかし、「先生、動きました」と嬉しそうに言う姿、「また試してみます」という積極的な姿勢を見ながら、今後、社会人となり技術者として生きていく中で、何かの糧になってくれればと思ひ指導してきた。

【参考文献】

- (1) 専門課程 標準カリキュラム集 (第1分冊)

電子技術科 総合制作実習実践報告

— RFIDシステムの設計・製作 —

Design and Production of RFID system in Integrated on Electronic Technology Department

電子技術科 末松 秀之

Electronic Technology Department Hideyuki SUEMATU

RFID (Radio Frequency Identification) システムは、ユビキタス社会の実現のための有効な技術の1つとして近年注目を浴びており、カード状またはタグ状の媒体に、電波を用いてデータの記録又は、読み出しを行い、アンテナを介して通信を行う認識装置のことである。今回、総合制作実習(卒業制作)にて、簡易的なRFIDシステムを設計・製作を行なったので報告する。

1. はじめに

RFIDシステムは、電子乗車券の「Suica」や「ICOCA」をはじめ、電子マネーの「Edy」など様々な用途で実用化され非常に速いスピードで普及されている。平成20年度の電子技術科の総合制作実習においてRFIDの簡易的なシステムを設計・製作したので報告する。

2. RFIDシステムの概要

RFIDシステムとは、RFIDタグ(無線タグとも呼ばれる)内のICチップに記憶されているデータを、電磁波を介して送受信機によって読取るシステムである。

図1に今回製作した、RFIDシステムの概要を示す。

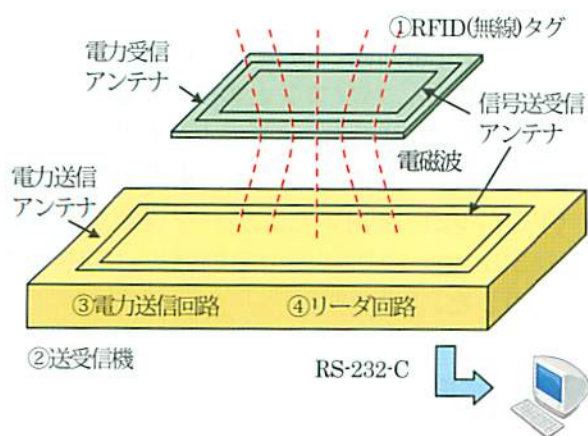


図1 RFIDシステムの概要図

①RFIDタグ

データを記憶しておくためのICチップと電力受信用および信号(記憶データ)送受信用の2種類のアンテナで構成される。

今回製作したRFIDタグは、タグ側に電池を設けないパッシブタグとした。送受信機から送られる電磁界を電力受信用アンテナで受信し、電力に変換し電源として利用している。信号データは、送受信機と受信アンテナを介して通信が行われ、変調方式はFSK変調を用いた。

②送受信機

RFIDタグに記憶されているデータを読取る装置である。RFIDタグを送受信機に数cm近づけることで、電力およびデータの送受信が可能となる。

③電力送信回路

電力送信用アンテナおよびベース同期型LC発振回路で構成され、エネルギーを約420kHzの電磁波として放射させる回路である。

④リーダ回路

信号受信用アンテナおよびFSK変調されたデータを復調する回路で構成されている。受信データはRS-232-C経由でPCに送られ処理される。

3. RFIDシステムの製作

3-1. RFIDタグの製作

今回製作したRFIDタグは、財布に入るカード

を意識し51mm×76mmのサイズで設計した。図2および図3に製作したRFIDタグを示す。また図4に回路図を示す。

ICチップは、PIC12F629を用いた。FSK変調を用いた信号送信回路は、動作が安定なクラップ発振回路を使用し、信号送信周波数は10.7 MHzとした。信号受信用のアンテナは直系50mm、 $\phi 0.35$ の銅線を12回巻いたものを、電力受信用アンテナは直径50mm、 $\phi 1.4$ mmの銅線を60回巻いたものをそれぞれ使用し、RFIDタグの裏側に設置した。

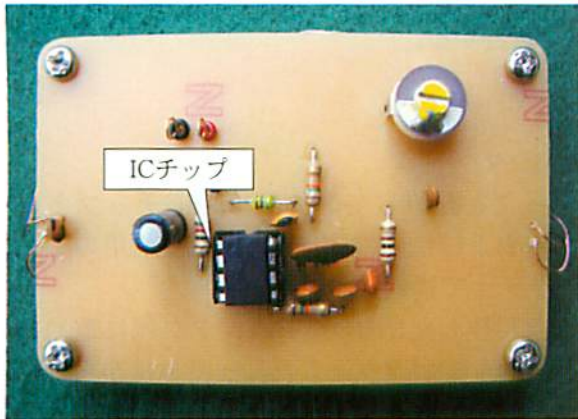


図2 RFIDタグ (表)



図3 RFIDタグ (裏)

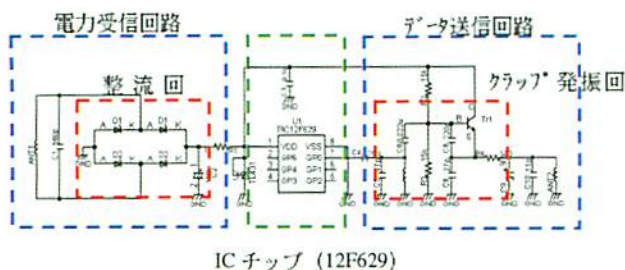


図4 RFIDタグ回路図

3-2. 送受信機の製作

送受信機は、RFIDタグに記憶されているデータを読み取る①リーダ回路と、RFIDタグへ電力を供給する②電力送信回路にて構成される。図5および図6に製作した送受信機を示す。

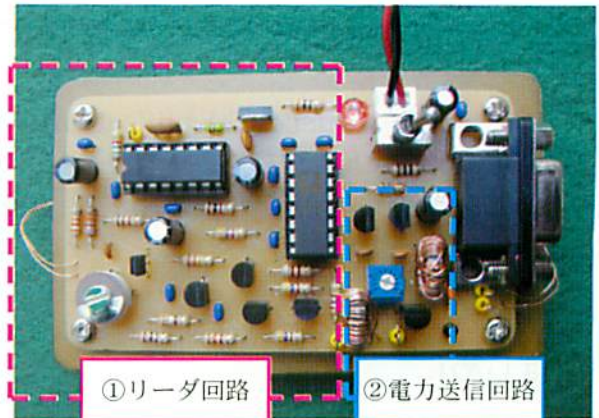


図5 送受信機 (表)

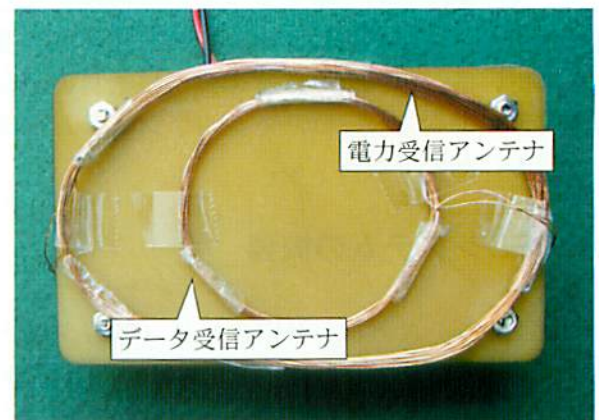


図6 送受信機 (裏)

(1) リーダ回路の製作

図7にリーダ回路の回路図を示す。リーダ回路は、①FSK復調回路、復調後の信号を整形する②波形整形回路、パソコンとのデータ通信を行う③RS-232C通信回路、④データ受信用アンテナで構成される。復調回路には、東芝社製復調用IC (TA7792) を用いた。データ受信アンテナは直径50mm、 $\phi 0.35$ mmの銅線を10回巻いたものを使用した。

(2) 電力送信回路の製作

電力送信回路図を図8に示す。電力送信回路は2段のLC発振回路で構成されている。LとCの値を調整しそれぞれ420 kHzで発振するようにし、

電力送信用アンテナからRFIDタグ回路の電力となる電磁波を出力するようにした。電力送信アンテナはφ0.14mmの銅線を100×60mmで20回巻いたものを使用した。

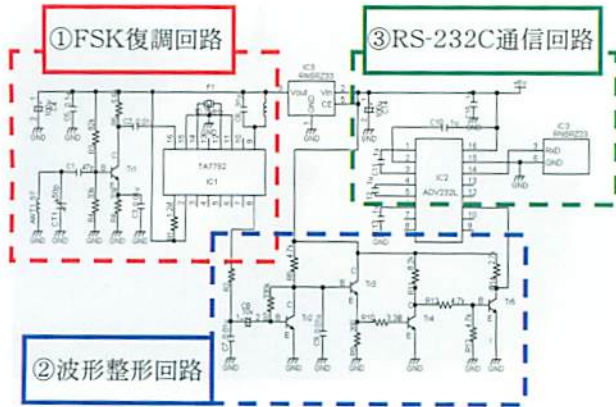


図7 リーダ回路図

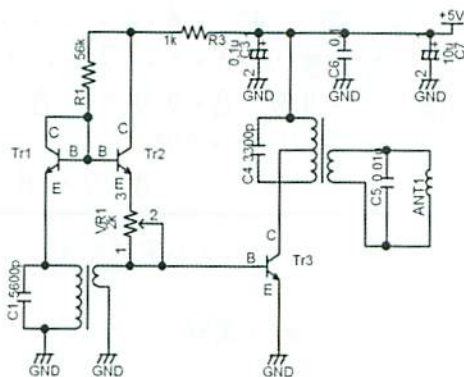


図8 電力送信回路図

4. 基礎通信実験

3 4-1. RFIDタグからリーダー回路へのデータ通信実験

RFIDタグ回路に文字 'A' を記憶し、リーダー回路で正常に受信するか実験を行った。リーダー回路で受信した文字データは、RS232C経由で接続されているパソコンのハイパーターミナルで確認を行った。実験の概要図を図9に示す。

実験結果を図10に示す。ハイパーターミナルに文字 'A' が表示され、正常なデータ伝送が確認された。また、データが正常に受信された時のRFIDタグ信号および受信されたデータの信号波形を図11に示す。信号波形①および②が同形であることから正常に受信し、またFSK復調されていることが確認された。

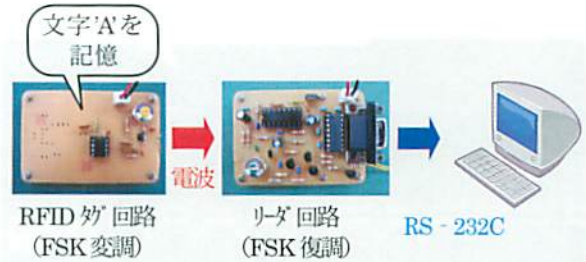


図9 データ通信実験概要図

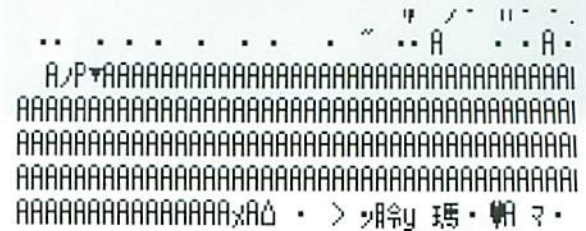


図10 データ通信実験結果①

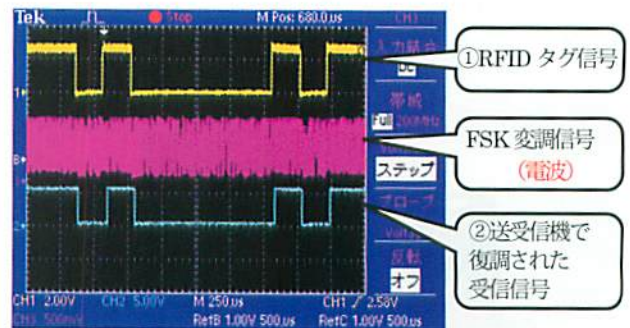


図11 データ通信実験結果②

4-2. 電力送信回路からRFIDタグへの電力送信実験

次に、電力送信回路送信される電力をRFIDタグ回路が正常に受信するか実験を行った。

図12に実験概要図を示す。

実験結果を図13に示す。実験結果から、RFIDタグ回路が電力送信回路から電力を正常に受信し、2.4VのRFIDタグ動作電圧を確保していることが確認された。

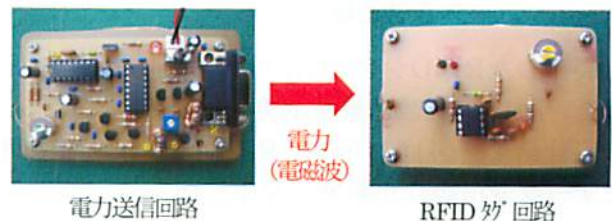


図12 電力送信/受信実験概要図

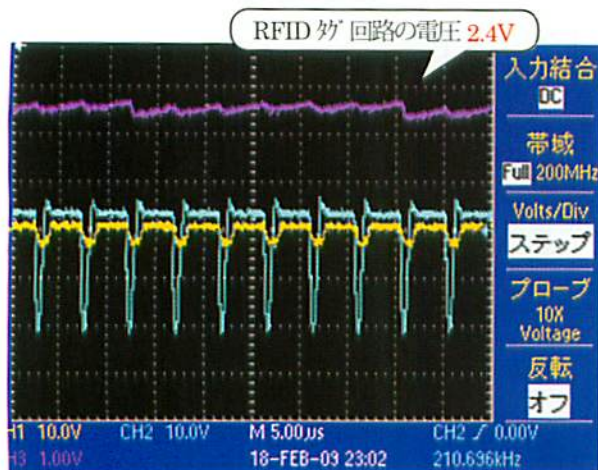


図13 電力送信/受信実験結果

度が減少したためと考えられる。対策として、RFIDタグおよびリーダ回路のLとCの値を見直し共振周波数を調整し、受信感度を上げることが考えられる。



図15 RFIDシステムデータ通信実験

5. 応用製作

実際のRFIDシステムをイメージし、簡易的なシステムを製作した。図14にシステムの概覧図を示す。



図14 簡易的なRFIDシステム概覧図

システムは、①RFIDタグ、データを受信するための②受信機、受信データ確認用の③ノートパソコンで構成される。受信機は、リーダ回路と電力送信回路を一筐体内に収め、さらに受信データを受信機のみでも確認できるようにLCD表示回路を付加した。

5-1. データ通信実験

製作したRFIDシステムのデータ通信実験を行った。図15に実験風景を示す。

実験結果を図16に示す。RFIDタグと受信機間にデータ受信誤りが頻繁に発生した。

これは、RFIDリーダ回路を筐体内の収めたためにRFIDタグとの接触距離が大きくなり、受信感



図16 RFIDシステム実験結果

6. まとめと今後の課題

今回のRFIDシステムの製作を通して以下の2点を確認・習得できた。

①基本的な通信モジュールを製作し、基本実験を繰り返すことでRFIDの原理を理解することができた。

②RFIDの簡易的なシステムを設計・製作しデータ通信を確認することができた。

今後の取り組みとしては、以下の3点が挙げられる。

(1) RFIDタグアンテナを銅線ではなく、銅のパターン配線で構成し、ICタグの小型化を試みる。

(2) 確実なデータ通信を行うために各部回路定数を再調整する。

(3) RFIDシステムの製作を通して、実施した学生の高周波回路技術、マイコン利用技術、プリント基板製作技術、プログラミング技術等について興味や技能・技術の向上が見られたため、教材として活用できないか試みる。