

課題情報シート

課題名：	家庭用スマートメータの製作		
施設名：	四国職業能力開発大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	電子技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	製作

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

交流電気回路理論、ディジタル電子回路、電子回路設計・製作、組込みシステム開発（マイコン・ソフトウェア）

(2) 課題に取り組む推奨段階

電子回路（ディジタル、アナログ）基礎、電子機器組立実習、プリント基板設計・製作について学習した後が好ましい。

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、環境問題への関心の高まりと、実用的な課題を用いて電子機器製作の一連の流れを習得します。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：2名

時間：198時間

世界規模で環境問題への関心が急速に高まっているので、これから日本のものづくりに携わる若者には、環境問題への高い興味を持たせる必要があります。しかし、メディアでは環境問題の解決策として、原子力や水道事業などのインフラ系について取り上げられる事が多いのが現状です。そのため、ものづくりを学んでいる学生達は、自分が勉強している内容と環境問題を関連付けて考えることが難しいと思われれます。

本年度の実習課題では、電子技術科として取り組める実用的な課題として、スマートメータ（スマートグリッドの一部）を題材に取り上げました。学生には家庭で必要とされるサービスについて議論を行なわせ、導き出された結果から仕様を決定させました。

また、回路図から基板設計を行い基板加工機での加工、はんだ付けや実装を行い、ソフトウェアを組み込んで評価をさせました。これら電子機器製作の一連の流れを経験させる事により、これまで学習してきた知識、技術と技能を定着させることができ、今後の学習意欲の向上を図ることができると考えます。

課題の成果概要

スマートメータには、電子技術科で学習する電気回路網理論、デジタル回路、アナログ回路、組み込みシステム開発、無線技術など多くの内容が含まれています。そのため、2年間で学習した内容を、学生自らが再整理する必要がありますがありました。電子技術科ではプログラムの授業は非常に少ないため、ソフトウェアは担当講師が担当し、学生は主にハードウェアの設計製作を行いました。

総合制作実習では「自分ができること」ではなく、社会が求めているものを製作するために「何が必要か」を考えさせる必要があります。そこで、ユーザーに必要とされるサービスの検討から始めて、その実現可能性について議論を行いました。このような議論を通して環境問題について、より理解を深めてもらえたと考えています。



写真 2 大型表示器

実際の製作では、仕様から設計製作と評価までの一連の段階を経験させることにより、ものづくりの過程についてより深く理解してもらえたと考えています。



写真 1 分電盤に設置した親機



写真 1 小型表示器

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

本課題のスマートメータについては、米国を中心にその仕様について議論が始まったばかりで、仕様や様態についてリファレンスモデルとなるものが存在しません。また、電力会社側からのアプローチと、電力を消費するユーザー側からのアプローチでは、搭載される機能に違いがあります。前者では、製造コストや業界標準規格などハードウェア的な要素が強く、後者では、パソコンを使用して消費電力をモニタリングするなどソフトウェア的な要素が強いです。

今回の製作ではどちらのアプローチを取るのか、どのようなサービスを提供するのかを学生に調査してもらい議論させました。その結果、ユーザー向けの製品として使用電力量等をリアルタイムに確認することにより、環境問題について啓発できるようなシステムを製作することになりました。ただし、新規着工住宅だけを対象とするのではなく、既存の住宅にも追加できるシステムとすることを要件の1つとしました。具体的には、家庭で消費される全電力量、CO2 排出量と電気料金をリビングルームでリアルタイムに確認できる仕様としました。住宅等に設置されている分電盤内に電力測定回路一式を納め、無線伝送に

よりリビングルームの卓上においている表示器や壁にかけている大型表示器にデータを表示します。また、議論の中で「各主要電力消費機器の使用電力量等をリアルタイムに表示できるシステムの方が、よりユーザーにとって有益である」との意見もありましたが、電力センサの超小型化が実現できなければユーザーに使用してもらえないことが予想されたため、今回は、全消費電力一括の表示としました。

スマートメータを製作するためには、図 1 に示すような機能が必要となります。電力センサ部分を小型化するためには、センサ回路の設計・製作を行なう必要があります。専門課程 2 年生の学生では困難なため、この部分については工場などで使用される電力センサを使用することにしました。

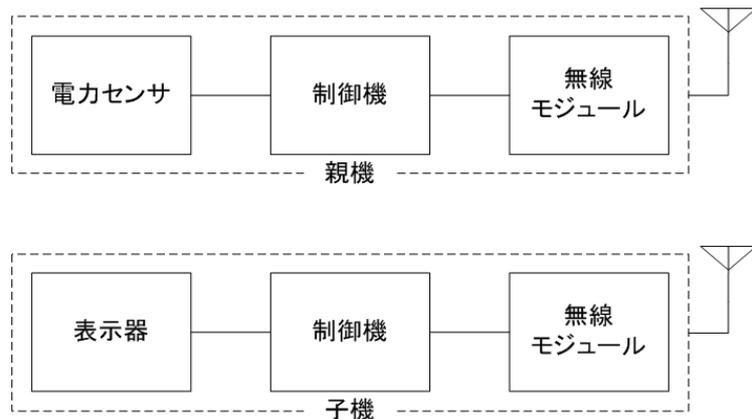


図 1 システム構成図

この部分については、時間に余裕があれば自作を検討することにしました。電力センサからのデータは RS232C 信号としてマイクロコンピュータ（以下マイコンと表記する）で受信し、プログラムで電力量、CO2 排出量と電気料金などに変換処理します。変換処理されたデータは無線モジュールを使用して、リビングルームに設置されている卓上表示器と大型壁掛表示器に伝送されます。無線モジュールについては、スマートメータの規格として定められている ZigBee[®]規格を採用した製品を用いました。このモジュールについても、時間があれば自作して小型化することにしました。リビングルームに設置する卓上表示器と大型壁掛表示器はほぼ同じ構成になっていて、無線モジュールから受信したデータをマイコンで処理し、7セグメント LED に表示します。

製作に当たっては、専門課程 2 年生では回路設計を行うのは難しいので、ある程度担当講師から概要を記述したブロック図を渡し、それを元に学生に回路図を起こしてもらいました。また、回路図から電子基板 CAD を用いて基板設計を行い、基板加工機を使って基板を作成しました。その後、基板上に部品を実装しテストプログラムを転送して動作確認を行ないました。

表示器はリビングルームに設置するためデザインも重要です。そこで、筐体はアクリル板を用いることにしました。完成品は写真 1、2 と 3 です。アクリル板加工については、学生に機械系 CAD を用いて図面を作成してもらい、外部の業者に委託製造してもらいました。

ユーザーニーズに添った製品を作るためには、ハードウェア（電子回路）、ソフトウェア（プログラム）とデザインが重要であり、かつ、ものづくりには非常に多くの工程があって、それらが有機的かつ機能的に結びついて良い製品ができることを、今回の製作を通

して理解してもらえたと考えています。また、今、話題として取り上げられているテクノロジーを使用することにより、学生の学習意欲や社会貢献の気持ちを高めることができたと考えています。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ 電子 CAD を用いた回路図の製作方法が習得できます。</p>	<p>◇ 回路図作成 専門課程でシステム設計を行わせるのは難しいので、システムブロック図を渡して回路図を作成させました。また、CAD で使用する部品はデータシートを参照させて作らせました。</p>	<p>● 回路図は他人にも分かるように丁寧にバランスを考えて作成するように指示します。必要であれば、実際に使用されている製品の図面を見せると効果的です。</p> <p>● 複雑な場合は、電源部、インタフェース部、制御部など機能ブロックごとに分けて作成するように指導します。</p>
<p>○ 電子基板 CAD を用いた基板図の設計製作方法が習得できます。</p>	<p>◇ 基板図作成 回路図を元に基板図を作成させます。今回は基板加工機を用いるために 2 層基板で設計させました。ピン間 1 本仕様とし、最小配線幅は 0.3mm、最小間隙も 0.3mm としました。</p>	<p>● 基板は加工機を使うためソルダレジストがなく、かつ手はんだ付けを行なうためにかなりの技量が要求されます。そのため、ランドを大きめに作成させます。</p> <p>● 部品配置、特に外部機器と接続するコネクタの配置については、製品のデザインも含めて慎重に検討させます。</p> <p>● 電源ラインの重要性を説明し、なるべく太く短くなるように、かつビアの数を極力少なくするように指導します。</p>
<p>○ 基板加工機を使用した両面基板の加工を通して、プリント基板製造の知識と技術・技能を習得できます。</p>	<p>◇ 基板加工 基板設計 CAD から拡張ガーバーデータを出力させて、基板加工機の CAM ソフトに読み込ませます。その後、ツール類の設定を行なわせ加</p>	<p>● ガーバーデータの作成と加工機への読み込みを通して、専門用語を説明します。講師自らが一度簡単なテスト回路で基板を加工して見せると良いと思います。</p>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ はんだ付けによる電子部品の実装が習得できます。</p> <p>○ 製作した電子基板をプログラムでテストする方法を習得できます。</p> <p>○ アクリル板などを使用して試作機の筐体を作成する方法を習得できます。</p>	<p>工します。</p> <p>◇ はんだ付け 表面実装部品と挿入部品のはんだ付けを行ないます。はんだ付け後は、実体顕微鏡などで良否を判断します。失敗した場合のリペア方法についても教えます。</p> <p>◇ テスト方法 ユーザーインターフェース部や通信部分をテストするためのプログラムを作成させて確認します。上手く動作しない場合は、テスターやオシロスコープなどを使用して確認させます。</p> <p>◇ 筐体の製作 ターゲットとするユーザーに使ってもらえるようなデザインを考えて、スチレンボードで試作させます。試作物を他の学生に評価してもらいます。その後、機械 CAD を使用して筐体の図面を作成します。</p>	<p>● 加工には様々なトラブルが発生しますが、講師が一人で解決するのではなく、学生と一緒に解決することが必要です。</p> <p>● はんだコテのこて先や温度は、対象物ごとに適切なものを選択するように説明します。</p> <p>● はんだ付けの良品、不良の判断を明確にします。写真やはんだ基準書を作成しておくが良いと思います。</p> <p>● 必要なテスト項目について学生自身に洗い出させます。</p> <p>● 学生が製作した回路は一度で動作することは稀です。失敗を叱らずに、講師と一緒に問題点の切り分け方や、確認方法を指導します。</p> <p>● デザインが非常に重要であることを理解させます。</p> <p>● 筐体作成は電子技術科では難しいので、一度、加工の容易なスチレンボードで作成させます。その後、電子回路などが搭載できるか確認させます。また、実際に使用する状況にデザインや大きさが相応しいか確認させます。</p>

学生の適正を見極める必要がありますが、専門課程の学生には回路設計は負担が大きいと思います。講師がシステムブロック図などを準備しておくが良いと思います。

また、プログラムについては、電子技術科ではプログラムの授業時間数が少ないため、よほど得意な学生でない限りは、講師が準備すると良いと思われます。

プリント基板の設計・製作には何度も作り直しが発生するため、部品在庫を少々多めに確保しておく必要があります。また、失敗しても叱らずに根気強く励ましながら作業を行わせることが重要です。

筐体の完成度は製品全体の完成度に大きく影響します。電子技術科では筐体の設計製作は難しいので、専門業者や機械系の先生方にお問い合わせの方がよいと思われます。

自己満足に終わってはいけないと思いますが、総合制作実習で一番大切なことは「ものづくりの面白さを伝えること」だと思います。そのためには、あまりに現実離れした課題や、専門的過ぎる課題は避けて、その仕様を学生が検討することができる題材を選択することが重要だと思います。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 四国職業能力開発大学校
住 所 : 〒763-0093
香川県丸亀市郡家町 3202 番地
電話番号 : 0877-24-6290 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/kagawa/college/index.html>