

## 課題情報シート

課題名：	無線センサネットワークを用いたエネルギー管理システムの開発及び製作		
施設名：	東海職業能力開発大学校附属浜松職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	電子情報技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	開発

### 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

組込みソフトウェア基礎実習、デジタル回路基礎実習、アナログ回路基礎実習、マイクロコンピュータ工学、マイクロコンピュータ工学実習、インターフェイス技術、インターフェイス製作実習、組込みシステム工学、組込みシステム実習、センサ工学、計測制御実習、環境エネルギー概論、移動体通信技術、機械工作実習、基礎製図実習

#### (2) 課題に取り組む推奨段階

組込みソフトウェア基礎実習、機械工作実習、マイクロコンピュータ工学、マイクロコンピュータ工学実習、インターフェイス工学、インターフェイス製作実習、計測制御実習、組込みシステム工学、組込みシステム製作実習終了後

#### (3) 課題によって養成する知識、技能・技術

組込み型マイコン開発技術、パソコン制御、電子回路設計、センサネットワーク技術、無線通信技術、センサ回路設計、機械加工技術、データ処理技術、エネルギー管理技術などの実践力を身につけます。

#### (4) 課題実習の時間と人数

人数：5人

時間：414時間

本課題では既存建造物及び既存家電に対して、一切改変せずに一般家庭で誰でも容易に省エネルギー管理システム(HEMS)を構築できるよう無線センサネットワーク (IEEE802.15.4) を用いた省エネルギーシステムの開発及び製作を行いました。これにより、現在販売されている省エネ管理システムよりも大幅なコストダウンを図れるものと考えられます。

今回開発した HEMS のエンドデバイスは、建物内の住環境 (温度、湿度、照度) を測定するためのセンサノード、既存家電及び家庭用分電盤の消費電力を測定するためのスマートタップ、赤外線により家電を制御するリモコンノードの3種類から構成されます。スマートタップのテーブルタップに家電の電源コードを指すだけで、その家電に対して AC 電源を供給すると共に、家電の消費電力を測定し、その測定結果を無線通信でデータ収集用のシンクノードへ一定周期(3秒)にデータを届けるシステムにしています。このシンクノードで収集されたデータは上位 PC の Excel®VBA アプリケーションによりリアルタイムにチャートグラフ表示させることができます。

本システムでは、家電の消費電力のデータを収集し、単位時間当たりの個別家電の消費電力量の詳細内訳表示が可能となり、どの時間帯に何の家電が使われているか、かつどの家電が多く電気を消費しているかを判断できます。このように消費電力の見える化を行うことで、利用者に対して省エネ行動を喚起させるシステムを構築できたと考えられます。

## 課題の成果概要

図1に我々が開発した HEMS のシステム概要を示します。この HEMS のエンドデバイスは、建物内の住環境（温度、湿度、照度）を測定するためのセンサノード、既存家電及び家庭用分電盤の消費電力を測定するためのスマートタップ、赤外線により家電を制御するリモコンノードの3種類から構成されます。スマートタップのテーブルタップに家電の電源コードを指すだけで、その家電に対して AC 電源を供給すると共に、家電の消費電力を測定し、その測定結果を無線通信でデータ収集用のシンクノードへ一定周期(3秒)にデータを届けるシステムにしています。このシンクノードで収集されたデータは上位 PC の Excel®VBA アプリケーションによりリアルタイムにチャートグラフ表示させることができます。

今回、開発した HEMS の概観を図2に示します。本システムでは家電の消費電力データを収集することで、図3に示すように単位時間当たりの個別家電の消費電力量の詳細内訳表示が可能となります。これによりどの時間帯に何の家電が使われているか、かつどの家電が多く電気を消費しているかを詳細に判断することができます。このように消費電力の見える化を行うことで、利用者に対して省エネ行動を喚起させることができます。また、住環境センサとリモコンノードを併用することで省エネの自動化システムを簡単に構築できます。例えば、部屋の照明が OFF のとき、特定の家電を同時に OFF にし、照明が ON になったら自動的に ON するホームオートメーションの機能を追加することができます。

今回の総合制作実習で製作したノード数の内訳は、スマートメータノード 10 台、センサノード 5 台、リモコンノード 2 台です。この総合制作を通じて、組込み型マイコンによる電力測定の手法、ハードウェア設計、システム開発、ハードウェアとアプリケーションのつながりについて理解させることができましたと考えます。

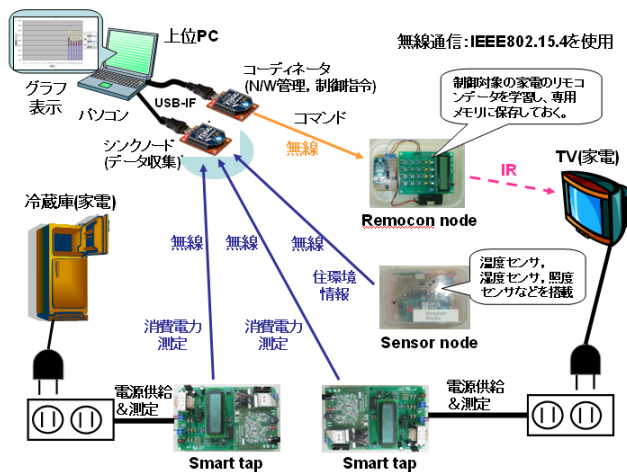


図1 HEMS のシステム概要



図2 開発したHEMSの概観

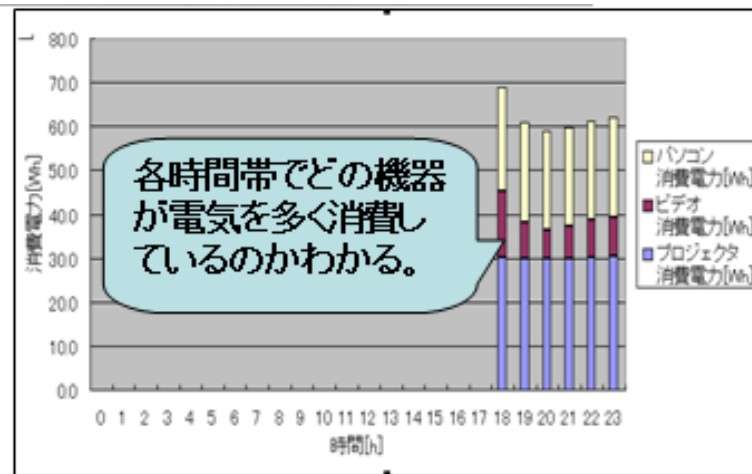


図3 上位PCのアプリケーションソフト画面 (Excel®VBA で作成)

### 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

#### <所見>

この課題では、専門課程の「マイクロコンピュータ工学実習」「インターフェイス製作実習」「組込みシステム工学」「計測制御実習」「機械工作実習」などのカリキュラムで学ぶ、組込み型マイコン開発技術、パソコン制御プログラミング技術そして機械加工技術といった幅広い知識および技能をベースに、自由な発想でシステム開発できる知識を身につけさせるとともに、新しい技術に挑戦するチャレンジ精神を身に付けさせる狙いがあります。

本課題を進めるのにあたり、最初「組込み型システム開発 (=センサノード・リモコンノード開発・スマートメータ開発)」、「パソコンアプリケーション開発」の担当に分けて、作業を並行に進めるよう指導しました。組込み型システム開発では、本 HEMS のエンドデバイスであるセンサノード、スマートノード、リモコンノードを電子回路のハードウェア設計から組込み型マイコンのソフトウェア開発・評価まで一通り作業させました。パソコンアプリケーションでは、ハードウェア制御を絡めたアプリケーションの開発や、無線センサネットワークで起こるパケット衝突回避方法のアルゴリズムや、エネルギーの見える化における表示部分を学生自ら考えさせ、プログラム実装と評価方法を学ばせました。

最後に一つのシステムとして合体させ、実証・実験を行うことで、色々な不具合や課題が見えてきます。それらを時間の許す限り改善させることで目的どおりのシステムを完成させることができたと思います。

学生も本課題制作中は、とても真剣に取り組んでくれたと思います。完成したとき、思わず「ヤッター」という声を叫んでいましたが、その気持ちを忘れないでほしいと思います。

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
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 仕様を決定する能力</li> <li>○ 工程を考える能力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 目的のシステムの仕様及び構成内容を考えさせます。</li> <li>◇ 全体の構成から担当を分けます。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 製作するシステム構成図を自ら作成させ、そこから必要となる部品選定及び部品の手配、完成までの工程表を作成させることにしました。</li> </ul>

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
○ C 言語による組込み型マイコン開発技術	<p>◇ 以下の機能をマイコンに搭載させるため、マイコンのソフトウェアを開発させました。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ センサからのアナログ信号を A/D 変換し、データを読み込む処理</li> <li>・ 消費電力測定処理</li> <li>・ 通信プログラミング (UART、センサネットワーク)</li> <li>・ 無線通信モジュールの制御機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 学生の得意分野及び興味などから「組込み型マイコン開発」、「パソコンのアプリケーション開発」の担当に分けました。</li> <li>● マイコン開発に C 言語を使いますので、総合制作スタート前に全員に事前に 1~2 ヶ月位 C 言語の基礎の部分について徹底的に再教育を行いました。</li> <li>● 組み込み型マイコン開発では、実機がないと開発作業が並行に進められないので、あらかじめブレッドボード上に製作した試作回路を使って開発させました。</li> </ul>
○ 電子回路設計及び製作技術	◇ マイコン搭載の電子回路基板の設計及び製作を行いました。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電子 CAD を使って回路設計させることで、実際の業務と同じスタイルで開発をさせました。</li> <li>● 実際の電子回路基板の製作においてはユニバーサル基板で行うことで、電子回路製作ではかかせない半田付け作業の技術力向上を図りました。</li> </ul>
○ 機械加工技術	◇ センサノードのケースを製作しました。	● 電動ドリルによるエンドデバイス収納ケースの加工を行いました。
○ スケジュール管理	◇ 各作業の進捗状況の報告会の実施	● 分担して作業を進める中で、進捗状況報告会を通じて、お互いの進捗状況や決定事項を連絡しあいました。
○ 動作確認	◇ 動作確認	● お互いに製作したものをネットワークに接続して、最終的に全体の動作・検証

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
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ネットワークの構築</li>   <li>○ 上位のアプリケーション開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 各種ノードをネットワークに接続し、データの送受信の確認や、詳細なネットワーク設定を行いました</li>   <li>◇ VisualBasic® や Excel® VBA による各種ノードとのデータ通信を行い、エネルギー消費量のグラフ化が行えるアプリケーションの開発を行いました。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● を行いました。</li> <li>● 最終組立て完了後、本体をネットワークに接続するため、全員でネットワークを構築しました。</li>   <li>● 開発が手軽な Visual Basic®やExcel®VBAで、PC側のアプリケーションソフトの開発を行いました。</li> <li>● パケットの衝突防止のアルゴリズムや無駄なエネルギーを発見しやすいよう見やすいグラフ化表示が行えるようなソフトウェアを開発し、実装しました。</li> </ul>

#### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 浜松職業能力開発短期大学校

住 所 : 〒432-8053

静岡県浜松市南区法枝町 693

電話番号 : 053-441-4444

施設Webアドレス : <http://www.ehdo.go.jp/shizuoka/hamamatsu/index.html>