

八戸工業大学サマーサイエンスプログラム（ HIT-SSP）での普通高校生へのLinuxマイコンによる Webカメラ画像配信システムの構築と配信実習プロ グラムの実践

著者	柴田 幸司, 菊地 桐吾, 花田 一磨
著者別名	SHIBATA Kouji, KIKUCHI Tohgo, HANADA Kazuma
雑誌名	八戸工業大学紀要
巻	35
ページ	55-66
発行年	2016-03-31
URL	http://id.nii.ac.jp/1078/00003559/

八戸工業大学サマーサイエンスプログラム (HIT-SSP) での普通高校生へのLinuxマイコンによるWebカメラ画像配信システムの構築と配信実習プログラムの実践

柴田 幸司[†]・菊地 桐吾^{††}・花田 一磨^{†††}

Construction of Web Camera Image Distribution System Using a Linux Microcomputer and Implementation of Training Program for Normal High School Students on Summer Science Program (HIT-SSP) in Hachinohe Institute of Technology

Kouji SHIBATA[†], Tohgo KIKUCHI^{††} and Kazuma HANADA^{†††}

ABSTRACT

In this study, an encrypted closed line was created over the Internet by building a stand-alone VPN with a Linux Micro-Computer and a data communication terminal for mobile telephone network combination. It was also confirmed that information on temperature in locations remote from sensors could be acquired through a web browser using a smart device such as a tablet computer by connecting the equipment used to transmit and receive sensor information for the Ethernet to this VPN. The technique can be applied for a range of purposes, including the monitoring of electricity consumption and remote management of crops. The authors also believe the system has strong potential in education relating to information, communication and computer network technology on campus.

Key Words: Internet, VPN, mobile telephone network, remote monitoring system, Raspberry Pi, computer network

キーワード: インターネット, VPN, 携帯電話, 遠隔監視, ラズベリーパイ, コンピュータネットワーク

1. はじめに

インターネットの普及により、従来は専用回

平成28年1月8日受付

[†] 工学部電気電子システム学科・准教授

^{††} 工学部電子電子システム学科・4年

^{†††} 工学部電気電子システム学科・講師

線が必要であった遠隔地からのセンサ情報の取得システムが安価にて構築可能となり¹⁾、モバイル回線を用いたデータ通信も大きな進化を遂げ通信速度が高速化され、カメラの高解像度な動画情報でさえも移動体からインターネットへ無線で伝送可能となった²⁾。この様な背景にて筆者らは以前、LinuxがインストールされたマイコンにVPNプログラムを組み込みUSBによるセンサ機

器を接続し、VPNルータやセンサ情報取得装置を不要とした超小型かつ安価で低運用コストな遠隔監視システムを開発し、システムを構成するマイコンに組み込んだVPNはプロバイダなどからNATやファイアウォールを介しダイナミックに配布されたプライベートIPアドレスでも動作させ、シンプルかつ低い運用コストで遠隔地から端末で温度・湿度データおよびカメラ画像が取得出来ることを報告している³⁾。遠隔監視システムの構成では、何処にでも配置可能で常時接続であることが重要であるが、これに対し提案システムではマイコンにUSBモデムを直接接続して制御し、携帯電話回線およびMVNOを介し山中や海上をはじめとする任意への場所へブロードバンドでインターネットへ低い運用コストで常時接続させた。提案システムは非常に安価であり、マイコンによる各種制御のためLinux OSの採用によりIoTやM2M分野をはじめとする様々な用途への拡張・応用範囲が広い。ゆえにSEなどのコンピュータ・ネットワークの構築技術者や組込みシステムの開発者の養成ツールとしても使え汎用性が高いといえる。筆者はこれらを用い、学生へのコンピュータ・ネットワークの教育への応用も可能であると考えていた。すなわち、このようなインターネットを介したコンピュータによるネットワークシステムを構築する技能習得はデジタルネイティブへの工学教育として重要で、大学を目指す高校生に対する理系学問への興味喚起としても必要であると考えていたところ、2015年8月4日(火)～6日(木)の3日間にわたり八戸工業大学第二高等学校の普通科の1年生および2年生の生徒6名を八戸工業大学に招き、大学の講義室を使用し高大連携として、これらセンサ情報およびカメラ画像遠隔監視および同時配信システムの構築に関する講座を実施する機会を得たので、その実践例を報告する。

2. 実習の内容

今回の実習の概要は表1～表3の通り、工大二高

の1年生の5名、2年生の1名の合計6名の生徒に対し、八戸工業大学と八戸工業大学第二高等学校との高大連携で平成27年度八戸工業大学サマーサイエンスプログラム・略称HIT-SSPという企画の一環として、大学の学科ごと実習担当者が集合場所であるメディアホールでの出迎え見送りや実習場所への案内も含め、3日間の講座として工学実習の時間を与えられた。また、最終日は作業に対し8分間の成果発表の時間も予定が組まれていた。従いこれらの枠組みに対応させたネットワーク教育の実施のため、「マイ動画配信サーバで種差海岸の魅力を八戸工大から全世界に配信！」という題目で「どこでも設置できるマイコン、Webカメラ、環境センサで手作りのオリジナルで安価な超小型・動画配信サーバを構築し、モバイルでネットに接続して八戸工大に近い位置に位置する観光地である種差海岸の魅力や大学からの景色、気温・湿度や講習会の状況を全世界にリアルタイムで配信してみよう。魅力を全世界に発信するのはWebカメラ?!もちろん、自分のケータイからも確認できるよ」なる宣伝文句のもと受講者を募ったところ、男子生徒3名、女子生徒3名の計6名の参加者が得られた。

そこで、下記の日程の通り最初の1日間をICTに関する講義および、事前にスタッフにより構築されたシステムの確認と、用いるシステムの使用法の修得に割り当てた。そして、2日目は種差海岸へと移動し、受講者のスマートフォンにVPNを設定させ、自身の携帯電話回線でセンサ情報の取得を行い興味を引き出すとともに、マイコンとセンサ機器を窓際へ移動して種差海岸からの画像を配信して八戸工大のサーバに集約させ、これを各自のスマホで確認させた。さらに八戸工大に帰ってからは成果発表のためのスライドの作成を指導した。そして3日目は、成果発表のためのスライドの作成と発表練習も指導し、成果発表会に臨んだ。なお、今回の受講者は高校普通科の1年生が大半であり、さらに受講者の半数は女子生徒で、まだ進学先として文系・および理系すら絞りきれていない生徒を対象としたため、彼らにあまり難しい作業の連続を強要

すると、かえって講義に対する好奇心が薄れると考えた。そこで、今回はあらかじめOSのインストールからアップデートを含む、提案システムによるインターネットを介したP2Pでのカメラ画像やセンサ情報の取得するための全ての設定を事前に一通り行った。そのうえで、講習会当日に受講生が行う作業はネットワークの設定状況を確認するコマンドの打ち込みや記述されたCおよびPHPプログラム、インストール後に記述された各種アプリケーションの設定状況をテキストエディタで確認する程度とし、動作原理は指導者および学生スタッフが手取り足取りで詳細に説明した。また、低年齢の受講者への配慮として、作業の1時間ごとに休憩時間を設け、実習にあたった。3日間の作業の要約は以下に示す。

1日目

筆者によるIoTやM2Mの動向に関する講義、マイコンへのLinux OSのインストール状況とOSの更新状況の確認、基本的なネットワーク設定状況と組み込みVPNでの接続状況の確認、HTTPサーバ・PHP言語のインストール状況の確認、Motionキャプチャソフトのインストールと設定状況の確認、温湿度センサ取り込みプログラムのC言語ソースファイルのテキストエディタによる確認、コンパイルとOSへの登録状況の確認、HTMLおよびPHPファイルの記述と配置状況の確認、MUNINソフトウェアのインストールと設定状況、スクリプトの記述状況の確認

2日目

種差海岸への移動、インターネット接続状況の確認、1日目の作業の再確認、受講者のスマートフォンを用いたVPN経由でのカメラ画像、温湿度情報の取得、マイコンとセンサ機器を窓際に移動して設置し、種差海岸の画像配信と自身のスマホでの一斉配信サーバからの配信状況の確認、八戸工大に戻り成果発表用のスライド作成

3日目

成果発表用のスライドの作成と発表練習、成果発表会

表1～表3に示すとおり、インターネットを介するコンピュータ・ネットワークやサーバを構築する実践的な講習は、すべての機器が有機的に動作し時間以内に効率的に実習が完了するよう事前にマイコン、ネットワーク機器、HTTPサーバ、インターネット回線や端末の設定、OSや各種ソフトウェアのインストール、configファイルの設定、ホームページ用HTMLファイルの記述や配置、クライアント端末の設置など、複雑・緻密かつ大量の作業が必要となる。そこで今回は、筆者が卒業研究にて指導を行ない、これらの高いスキルを有する本学の電気電子システム学科4年の学生2名にアルバイトとして講習会の準備から実践までサポート頂いた。この3日間の実習期間は学生のサポートと後述する事前に作成した作業手順のお陰で、機器設定の細かい確認から自身の端末による確認までの講習を時間内の効率的な教授に成功している。

表1 前日の準備も含めたタイムスケジュール1

8月3日(月)	
10:00	E310 研究室集合、事前ミーティング
10:10	E315 講義室で機器の設置と試験運用
12:00	昼休み
13:00	機器の設置作業再開
16:00	設置と設定完了、確認後に解散
8月4日(火)	
10:00	E310 研究室集合、事前ミーティング
10:10	E315 講義室にて機器の動作確認
12:00	昼休み
13:00	G204 講義室に工大二高生到着、柴田とアルバイト学生が出向かえ
13:10	E315に移動、自己紹介と今後のスケジュールの説明
13:20	柴田による ICTに関する講義(モノのインターネットIoTとM2Mについて)
14:20	休憩
14:30	E315 講義室にてマイコンによるコンピュータネットワークの実習
15:30	休憩
15:40	発表用のpptに使う画像やデータの取得とpptファイルへの貼り付け
16:30	講習終了、工大二高生は解散
16:40	E315 講義室の機材一式を梱包
17:20	スタッフ解散

表2 タイムスケジュール2 (8月5日(水))

9:00	E310 研究室集合、事前ミーティング
9:10	E315 講義室の機材を柴田の車に積み込みバイト学生と共に八戸工大を出発
9:40	種差に到着後、机の配置などの会場設営とネットワーク機器の設置、設置後は全ての機器とシステム一式の動作確認
11:10	動作確認終了後、種差インフォメーションセンターを出発
11:40	一旦八戸工大に戻ってスタッフは昼食
13:00	工大二高生が八工大の G204 講義室へ到着 (柴田とババ 2名が出迎え)
13:20	9人乗りジャボタクシーで八戸工大前のロータリーを出発 (柴田は自分の車で移動)
13:40	種差インフォメーションセンターに到着しトイレに行った後、レクチャールームでコンピュータ・ネットワークの実習
14:20	休憩
14:30	マイコンとセンサー一式を窓際に移動し、離れた場所で種差海岸の配信状況を確認
15:00	発表用の ppt に使う画像やデータの取得と ppt ファイルへの貼り付け
15:05	実習終了、機器を全て撤収し柴田の車に積み込みレクチャールームの現状復帰。その間二高生は自由行動 (トイレ休憩)
15:20	種差海岸インフォメーションセンター発
15:50	スタッフおよび工大二高生八戸工大到着。G204 講義室で発表用スライド作成と事後指導
16:30	講習終了。工大二高生は解散
16:40	機材一式を E315 に移動後スタッフ解散

表3 タイムスケジュール3 (8月6日(木))

10:00	E310 研究室集合、事前ミーティング
10:10	E315 講義室に移動して、発表スライド作成用 PC3 台の設置とインターネット接続環境の構築、プレゼンテーション練習用の PC の設置プロジェクターの設定
12:00	昼休み
13:00	工大二高生 G204 到着。スタッフは出迎えて E315 に移動
13:10	講義室到着後レポート配布、発表スライド作成と発表練習、平行しレポート作成
15:00	講習会終了、G204 講義室へ移動
15:15	G204 講義室にて成果発表会
16:30	成果発表会終了、工大二高生解散
16:40	スタッフは E315 講義室へ移動し機器撤収
17:20	すべての機器の撤収後、スタッフは解散

3. 構築したシステム

実習で構築したシステムは図1に示す通り、システムはLinuxマイコン、USBモバイルブロードバンドモデム、さらに温湿度やWebカメラなどのセンサ類から構成され、マイコンには教育用として安価で供給されLinux OSが稼動可能なRaspberry Pi⁴⁾を用いた。用いた機器のうち無線LANルータはバッファローのWZR-450HPで、これに接続する携帯電話回線経由でのインターネット接続用USBモバイルブロードバンドモデムはdocomo回線への接続用としてLGのL-02Cを選択し、WebカメラはUSB接続の一般的な物、温湿度センサはストロベリー・リナックスのUSBRH-FGを使用した。なお、今回の設定では種々の回線への対応を考え、LinuxマイコンへはWi-Fi親機からDHCPサーバにてダイナミックなプライベートIPアドレスを割り当てている。また、システムからの情報を遠隔地にて取得するため、LogMeIn社のHamachiによりLinuxマイコンと端末間は組込みVPNによりセキュアな接続を行なっている。これにより、HTTPサーバとしても働くLinuxマイコンはプライベートIPアドレスをダイナミックに配布されてもNATやファイアウォールを容易に超えVPN接続し、携帯電話回線とインターネットを介して様々な場所から監視可能にした。本構成にてルータから複数の場所に設置したセンサ情報遠隔監視システムへのVPNでの接続および実際に各種センサを接続し、遠隔地から情報の取得を確認させた。その為に事前に1週間程度かけ行なった作業は以下の通りである。

1. アクセスルータの携帯電話回線の設定
2. 講義室内のネットワークの構築
3. 複数台の設定用ノートPCの設定
4. 複数台のRaspberry PiへのLinux OSのインストール
5. LAN (IPアドレス、ゲートウェイ、DNS) の設定
6. VPNプログラムのインストールと設定
7. ファイアウォールの設定 (port 22, 80など接続許可)
8. Web (HTTP) サーバ、PHPソフトウェアのインストール

9. Webカメラ・モーションキャプチャプログラムのインストール
10. 温・湿度センサ情報取得プログラムの記述とインストール、実行ファイルの生成とOSへの登録
11. ホームページ記述ファイル (index.php) の書き換え
12. MUNINのインストールとスクリプト書込み

なお今回の受講者は6名だったので、2人で1台のマイコンを操作し確認することを想定し、実習のセンサ+マイコン一式と設定と配信確認用のノートPCをそれぞれ3セット分用意した。また注目すべきは、無線LANルータはUSBのモバイルブロードバンドモデムを用い携帯電話回線でインターネットに接続していることである。これにより、事前に構築した実習用のコンピュータ・ネットワークで実習の一日目に八戸工大の講義室で活用後はシステム一式を梱包し、二日目は種差海岸に運び込み独立したネットワークをレクチャールーム内に再構築して講習を続行することができた。さらに携帯電話用モデムを接続し回線契約した無線LANルータは2セット分用意したため、2日目の種差海岸での講習会の後半はマイコンとセンサー部をレクチャールームの外に持ち出し種差海岸が見える窓際に機器設定用のノートPCが接続されたネットワークとは別途設置し、その上でセンサとマイコンから離れた遠隔地のレクチャールームにて情報や動画の配信状況を確認できた。この様に、事前の大掛かりかつ緻密な計画準備をし、講習会では多くの作業を粛々とこなしたおかげで、受講者から満足な評価をいただいたものと考えている。

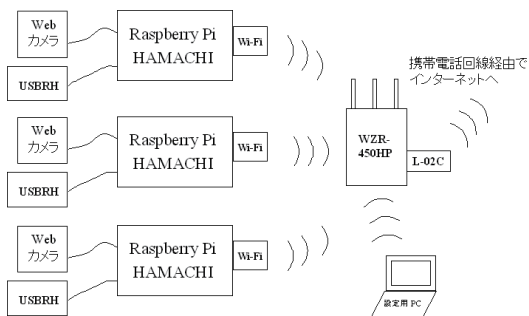


図1 コンピュータネットワークの実施のためのシステム構成

4. 遠隔地のセンサ情報Web配信システム

さらに、講習会中にマイコンにて配信した画像を自身のスマートフォンでインターネットで確認させるため、筆者が構築および導入した遠隔地のセンサ情報Web配信システムは図2の通り、1. 学外に設置したカメラなどのセンサを接続したLinuxマイコンと、2. 校内に設置したFTPおよびHTTPサーバからなる。これらシステム一式のうち、遠隔地に設置するセンサ情報取得のため設定したLinuxマイコン⁴⁾にはカメラ画像を取り込むため、Motionなるソフトがインストールされているが、さらにRaspbian OSのコマンドラインからファイルをFTPにて転送させるwputなるプログラムを“sudo apt-get install wput”というコマンドを読み込み動作させるよう“/etc/motion/motion.conf”に図3のスクリプトを追加しセーブした。これにより、“sudo motion restart”にて八戸工大内に設置されているWindowsのFTPサーバに設定したディレクトリの下“/tmp/motion”の下にファイルが転送されるので、学外のカメラとマイコンで取得した静止画を一定時間間隔で校内のWindows 7およびFTPサーバのFilezilla ServerをインストールしたPCへと転送できる。

その際、学外に設置したマイコンと学内のサーバとは、NATやファイアウォールを越えた接続を行うためHamachiを用い、VPNを介しセキュアに画像データなどの転送を行った。また、HTMLファイルに図3のコマンドを組み込むことにより固定グローバルIPアドレス(133.98.87.222)と独自ドメイン(tanechan.elec.hi-tech.ac.jp)を配布された04Webサーバがマイコンから転送された画像ファイルを読み込んだ内容を配信させ、遠隔地に設置したカメラからの画像を全世界からインターネットを介し閲覧できるようにした。

なお、今回構成したシステムのマイコンにはカメラ画像および温度・湿度センサのみを接続したが、いずれは各種センサを搭載し屋外に設置して総合的な防災システムに発展させる予定である。

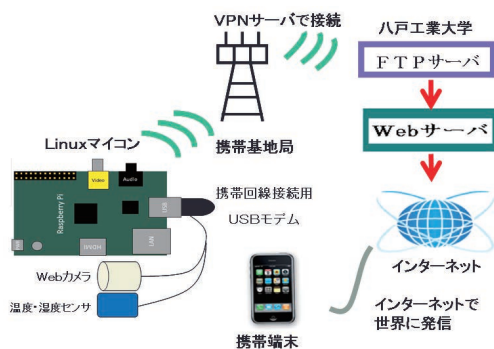


図2 VPNで得たセンサ情報をWebサーバで公開するシステム構成

```
output_normal off
output_motion off
ffmpeg_cap_new off
snapshot_interval 100
snapshot_filename file1
jpeg_filename file1
on_picture_save wput -RB ftp://***.***@25.*.*%f
```

図3 /etc/motion/motion.confの変更内容

5. 具体的な実習項目

受講者が個人で所有するスマートフォンにて携帯電話回線を経由し遠隔地に配置したカメラや温度・湿度の情報を取得するためには、端末だけでなくセンサを取り込むマイコンのネットワークの設定を含む膨大な設定を行う必要がある。従いコンピュータやネットワークの知識がほとんど無い者に対する指導は大きな負担となる。さらに今回の実習期間は3日間であるものの午後のみの開講であり、時間的に大きな制約があった。そのため、実際の多岐にわたる構築したコンピュータ・ネットワークとマイコンによる実習作業に対して、筆者はアルバイト学生と共に以下の内容につき詳しい説明を補足しつつ、手際よく作業をこなしていき時間の短縮を図った。なお、下記の作業は1日目の八戸工大の講義室、2日目の種差海岸インフォメーションセンタ

の両方の場所にて繰り返し同じ作業を行い、受講者に反復練習させた。

1. システムおよび用いる全ての機器類の説明
2. 機器の接続(マイコン+LAN ケーブル+カメラ+温湿度センサ)
3. マイコンでの LAN とインターネット接続の確認と ifconfig にて自身のマイコンに割り当てられている IP アドレスの確認
4. ping 8.8.8.8, traceroute 8.8.8.8 でマイコンと google DNS とのインターネット経路での接続確認
5. VPN ソフト Hamachi の説明
6. Web カメラ画像取り込みソフト Motion の説明
7. Motion の設定ファイル/etc/default/motion の確認
8. マイコンに割り当てられている IP アドレス:8080 ポートでの画像の確認
9. 温湿度センサからのデータ取得ソフト USBRH の説明
10. USBRH の C 言語ソースファイルのテキストエディタ nano による確認
11. Linux のコマンドラインから USBRH にて温湿度データが得られることの確認
12. ホームページサーバ Apach2 と PHP 言語の説明
13. Apach2 にて公開する html(PHP) ファイル /var/www/index.php の確認
14. Firefox により各マイコンからの画像・温湿度データのブラウザによる確認
15. マイコンからの画像データを集約させる八戸工大に設置したサーバの説明
16. Motion 設定ファイル /etc/motion/motion.conf でファイル転送コマンド確認
17. Firefox により画像データの集約サーバからの画像データの取得
18. <http://shibalab.elec.hi-tech.ac.jp/research/mobile/tanechan/index.html> にアクセスしリアルタイム配信画像を確認
19. 自身のスマホに上記のドメインを打ち込み画像の配信状況を確認
20. 時系列データ取得ソフト Munin の説明
21. Firefox により index.html から Munin による温度・湿度の時系列データを確認
22. 時間が余った場合はマイコンによる無線 LAN での接続の設定

なお、講習会の実施中は実際の設定の指導の多くをアルバイトの学生に任せることにより、高校生と大学生のふれあいの場としても機能した。

6. 実習の成果

実際にこれらの実習を通し受講者が遠隔地のセンサシステムとクライアントとの接続状態を Winos XP のコンピュータにて確認した様子は図 4 に示す通り、Hamachiにて構築した VPN 上に複数の Raspberry Pi が現れている。



ASUS - 25.30.42.12 / 2620:9b::191e:2a0c
BOSTRO 200
e-0408
MSI P55M-GD45 - 25.52.150.61
Raspberry-Cam02
Raspberry-Cam03
Raspberry-Cam04
Raspberry-Camera1 - 25.30.3.7
Raspberry-wi-fi-27
Raspberry-Wi-Fi31 - 25.34.181.240
Raspberry-Wi-Fi31
Raspberry-Wi-Fi32 - 25.45.120.172
Raspberry-Wi-Fi33 - 25.14.174.130

図 4 HAMACHIによる各コンピュータ同士の接続

また、カメラやセンサ情報を遠隔地から Web ブラウザにて確認するため index.php なるファイルを記述し配置した。これらの作業後 VPN 経由にて遠隔地の Windows 7 のコンピュータから Web ブラウザの Firefox にて確認した様子は図 5 に示す様に、種差インフォメーションセンターから海岸を望んだカメラ画像と温・湿度情報が確認できる。



図 5 Web ブラウザによるカメラ画像と温湿度情報の確認

さらに今回は種差海岸のカメラ画像を八戸工大のサーバに集約しインターネットに公開した。その様子を図 6 に示す。これより、ブラウザで誰でも種差の様子が確認できていることも分かる。



図 6 Web ブラウザによるカメラ画像の公開状況の確認

これに加え、Raspberry Pi にサーバ監視ソフトウェアである Mumin のインストールと環境情報を取り込むスクリプトにてネットワーク経由で温度と湿度の時間変化を計測した結果は図7のように講習の実施前である8月4日(火)の12時前までと、1日目の講習時間である8月4日(火)の13時~15時程度、種差にセンサを配置した2日目の8月4日(火)の10時以降において温度と湿度が観測できていることが分かる。但し、今回は1日目の講習後の8月4日(火)の16時以降に一旦機材一式の電源をOFFにして種差へ運ぶために梱包した。そのため、種差海岸インフォメーションセンターにて再び開梱および機材一式をセッティングしてONにした8月4日(火)の10時頃までは、センサ情報は取得できていない。但し、次章のレポートの感想でも確認できる様に、受講生は離れた場所に設置したセンサの環境情報をネットワーク経由にて観測できることに意義を見出していたので、「センサネットワークを自前で構築して確認出来るようになる喜びを味わう」という本講習の当初の目的は達成出来たと考えられる。

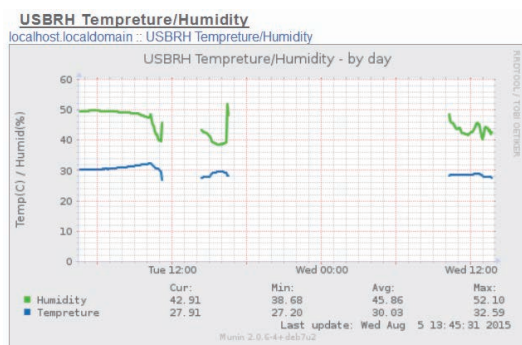


図7 温度湿度の2日間にわたる時間変化

3日間にわたる作業の様子は図8~図11に示す通り、かなりの講習作業を本学のアルバイト学生が携わっている。そして、講習時には受講者自身のスマートフォンにて、携帯電話回線から画像情報を取得している。今回の例では Android スマートフォンと iPhone と異なるオペレーティ

ングシステムを有する端末に対しても、種差海岸に設置した温度・湿度センサのデータの情報やカメラの画像をインターネット経由で八戸工大サーバにて集約した画像データの取得に成功している。このように、受講者自身が所有する携帯電話に URL や IP アドレスを打ち込み情報を確認することにより、自身のこととして構築したシステムによるセンサ取得の実感が得られている。種差海岸での課外実習を含む膨大な作業を3日間で終わらせることが出来た理由として、本学のアルバイト学生による熱心な指導とともに、あらかじめマニュアルにより作業をルーチン化したことが大きく貢献している。

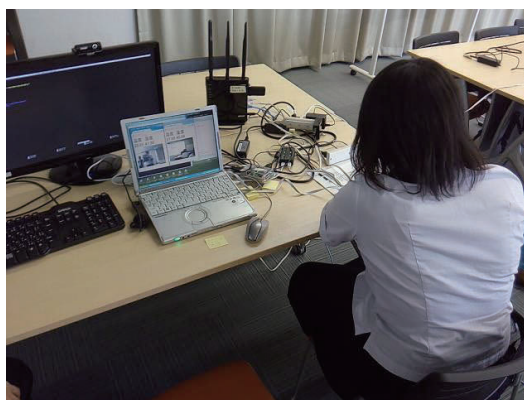


図8 マイコンとネットワーク機器の設定の様子



図9 他者のマイコンの画像を自分の端末で確認した相互コミュニケーションの実験



図 10 種差海岸インフォメーションセンターへの機器設置

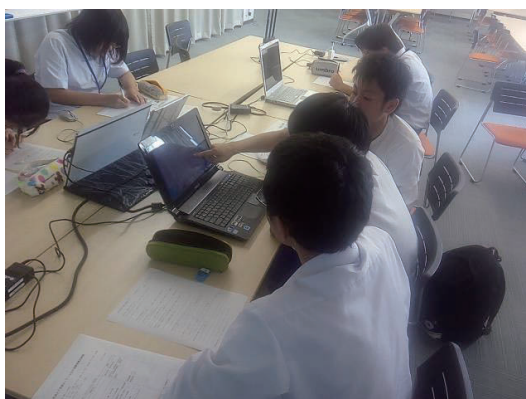


図 12 大学生によるプレゼン資料作成の指導風景

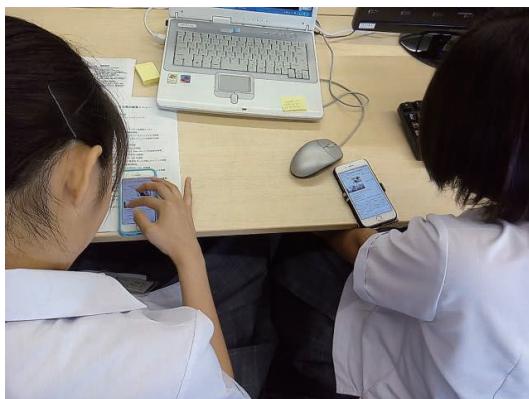


図 11 自身のスマートフォンによる確認

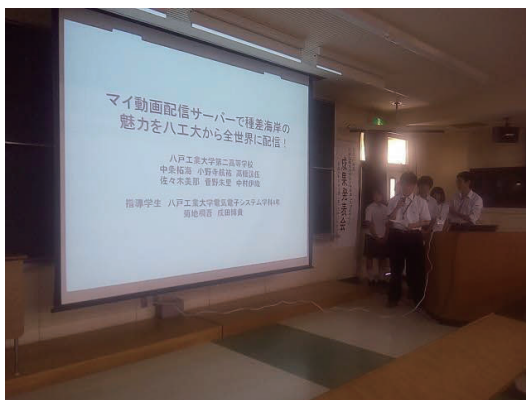


図 13 自身のスマートフォンによる確認

また、カリキュラムの最終日には各テーマに対して成果発表会が予定されていた。そこで、2日目の種差海岸から八戸工大へ帰った後の1時間と、3日目の2時間をまるまるプレゼンテーションのスライドの作成と発表練習に割り当てた。スライド作成と当日の成果発表会の様子は図 12 および図 13 に示す通り、3日午後の成果発表では八戸工大の学生の指導の元に、彼らが作成したパワーポイントによるプレゼン資料を代表者の2人が役割分担をしつつ、8分もの時間にわたり自身たちが得た知識を説明していた。このように、自身が講習にて行った作業や学んだことをプレゼン資料にまとめ、かつ大勢の前で発表することは、学んだことが整理でき、自己の表現能力も養うことが出来、大変有益であると考えられる。

7. 成果発表とアンケートの分析

今回、結果の今後の実習教育へのフィードバックを目的として、受講者6名に対してレポートとして記名によりアンケートをとった。その項目は以下の通りである。なお、各項目の () 内は受講者による選択数である。

1. 実習日程 (3日間) は妥当ですか?
 - a. ちょうど良い (6)
 - b. 少し長い、
 - c. 少し短い
 - d. 長すぎる
 - e. 短すぎる
2. b~e と答えた方へ。実習日は何日くらいがいいですか?
3. 実習内容の難易度はどうですか?

- a. ちょうど良い (1) b. 少し難しい (5) c. 少し簡単 d. 難しすぎる e. 簡単すぎる

4. 実習内容は面白かったですか？

- a. すごく面白かった (1) b. まあまあ面白かった (5) c. 普通 d. あまり面白くない e. 全然面白くない

5. インターネットに関する知識は深まりましたか？

- a. すごく学べた (1) b. まあまあ学べた (3) c. 普通 (2) d. あまり学べなかった e. 全然学べなかった

6. 進路先はどの分野に進む予定ですか？

- a. 電気電子・情報系 (1) b. その他の理系学部 (3) c. 文系学部 (1) d. 就職 e. まだ決めていない (1)

d、d および e の方は進路先の見通しを記入してください

未定 (1名の回答者)

アンケートに対する集計結果を表4に示す。これより、まず1の実習時間の3日間は妥当だったといえる。3の難易度は若干難しかったようである。4の講座の面白さは「まあまあ」が支配的であったので、動画配信で楽しめる企画や仕掛けの工夫が必要と思われる。5のネットへの知識はそれなりに深まったようである。最後に高校卒業後の進路については、殆どの生徒が電気電子・情報系以外の理系学部へ希望しており、電気電子・情報系に身をおく人間としては少々残念である。但し、以上のアンケート部分について、ネガティブな回答が一つもなかったのが幸いである。

表4 アンケートの集計結果

項目	a	b	c	d	e
1. 実習期間は妥当か	6	0	0	0	0
3. 難易度は妥当か	1	5	0	0	0
4. 講座は面白かったか	1	4	1	0	0
5. ネットの知識は深まったか	1	3	2	0	0
6. 進路先は何処に進むか	1	3	1	0	1

引き続き文章での回答部分について

7. この講座を選んだ理由を記入してください

の質問に対しては

- どのようにして動画が配信されていくのかが気になったから
- 動画配信サーバーという名前に引かれたため
- 適当に選んだのでよく分からない
- 動画はいつも見る側だったから配信する側にもなってみたいと思ったから
- ユーチューブをよく見てたから
- 動画作成といった内容に興味があり、実際どのような仕組みで出来ているかを知りたくてこの講座を選びました。

との回答を得た。さらに

8. この講座で学んだことを記入してください

の質問に対して

- 普段、自分のスマートフォンやパソコンで見ている動画などが色々な機材やアプリケーションが働くことによって出来ているということを知ることが出来てとても良い体験だと思いました。
- 動画に温度や湿度といった情報を載せることもできるということ
- マイコンの接続法、カメラでのスクショ、配信方法など
- 離れた所の温度もインターネットを使えば知れることが分かった。インターネットの使い方が難しかった。
- この講座で学んだことは、いつも何気なく携帯とかを使っているけれど、中身を見てみると本当に複雑になっているんだなあと思った。
- いつも使っているものの裏ではカナダなどの外国にも配信されていることを学んだ。

との回答が得られた。最後に

9. 最後に受講の感想を自由に記入して下さい

の質問に対し

- 2日目の種差海岸へ行って種差の魅力を全世界

に伝えようという企画では種差のきれいな海を動画で世界に伝えることができたので、とても楽しかったしやりがいがありました。この体験を通して動画作成の面白さが改めて分かりました。

- ・種差海岸で配信した動画や画像は逆光できれいに撮ることが出来なかったが、配信できたという事実は変わらないので良かったと思う。
- ・マイコンに接続したカメラを使い、八戸工業大学や種差の画像を配信することによって、インターネットに関する知識をより深めることができました。忙しいなか多くのことを教えてくれて本当にありがとうございました。
- ・機械について詳しくないのであまり良く分からなかった。離れている所の温度を知れるのがすごかった。
- ・今回、初めての SSP で「マイ動画配信サーバで種差海岸の魅力を八戸工大から全世界に発信！」というテーマを選んで学んだことが沢山ありました。種差海岸に行って少し暑かったけど少し楽しかったから良かったです。パソコンを使えるということは、どの職業に就いても役立つことだと思うので、パソコンはこれからも沢山使っていきたいです。
- ・海外とのつながりがあることをはじめて知った。動画は簡単に配信できるけど裏側では複雑なんだなと思った。種差に行ってみんなで動画を配信したり、海を見たりして楽しく学ぶことが出来た。

との回答が得られた。以上の感想から、学生は八戸工大で設定した機材を種差に移動して持ち込んで配信できたことに感動しているので、次回はカメラを種差に設置したまま大学に戻り、種差の画像を学内で確認することにもチャレンジしたい。また、種差海岸インフォメーションセンターから窓越しで海岸を映した画像は逆光の影響により、コンピュータで取り込んだ画像が白く見にくくなってしまった。肉眼では海岸線もはっきりも見えていたので、単純に Web カメラの性能のせいであると考えてるが、次回の配

信時には屋外等の用途で逆光に耐えられる Web カメラの選定も必要であると考えてる。さらに可能であれば、独立電源と共に屋外である種差海岸にシステムを仮設置し、インフォメーションセンターで温度湿度や画像を確認することも試みたい。但し、今回インフォメーションセンター内の人目につくところにシステムを仮設置し画像を確認するため場所を離れたところ、幼児が機器にいたずらをしたため設置したカメラが落ちるといふハプニングもあった。よって、このような機器を設置時には幼児や動物などによるいたずら対策にも気を使わなければならないことを実感した。さらに、今回の受講者は6名であったが、一般的な学級編成である35名~40名の生徒に対する講習への応用についても検討していきたい。さらに、今回は受講者が行うプログラミングやネットワーク機器の設定作業を最小限にとどめ、実際の動画や環境情報の配信を確認すること自体を講座の目的としたため、コンピュータ・ネットワークの知識や興味が薄い学生からも、講座に対して比較的の良い評価が得られたと考える。

よって、今後はこのようなインターネットを経由した動画配信システムの構築や配信法の講座の大人数の文系学生への適用法に対しても模索していきたいと考える。さらに、女子生徒への興味喚起や受講者としての取り込みを考えると、動画配信というイベント自体にも着目して配信を楽しめるようなコンテンツの工夫や講習内容の企画立案も大切であると考えてる。

6. まとめ

本報告では筆者らが開発した Linux マイコンを用いた組込み型 VPN にて Web カメラや温・湿度センサとの組み合わせ超小型で安価に遠隔地のセンサ情報を取得し、スマートデバイスなどでカメラ画像やセンサ情報が取得可能なシステムおよび画像を学内に配置したサーバに集約し、一斉配信するシステムを学内の情報通信および

ネットワーク技術の教育として利用し、八戸工業大学第二高等学校の普通科の1年および2年生の生徒に対して八戸工業大学および種差海岸インフォメーションセンターの施設を利用し、3日間にわたり本学4年生と共に八戸工大の外部に移動した観光地での機器設置も含む課外授業として、システム一式の設定の実習教育を实践した。さらに、実習に関する発表資料の作成や成果報告会の発表練習の指導を通して、高校生への様々な社会人としての基礎力を要請することが出来た。その結果、受講者から講座に対して一定の評価を得られた。

今後はたとえば、入学時に学生全員にマイコンを配布することにより、コンピュータ・ネットワークに関する正課の講義中における多くの受講者に対する実習法の構築と実践が課題である。また理系だけでなく、大人数の文系学生に対しても適用可能なネットワーク実習のための教育プログラムの作成も模索していきたいと考える。

謝辞

本講座の遂行にあたり、施設貸し出し等に関して様々なご協力を頂きました種差海岸インフォメーションセンターの安部様に感謝いたします。また、八戸工大から種差海岸までの送迎等で金銭的なご協力を下さいました、本学の社会連携推進室にも感謝いたします。

参考文献

- 1) 渡辺, 大谷 “棚田オンラインプロジェクト” 信学技報 vol. 108(74), IA2008-9, pp.43-48, 2008-5.
- 2) 柴田, 花田, 大久保 “WiMAX 網を用いた独立型VPNによるセンサからの高速波形遠隔監視システム” 八戸工業大学紀要 32, pp129-134, 2013-3.
- 3) 柴田, 花田, 落合 “Linux マイコンを用いた組込みVPNによる超小型センサ情報遠隔監視システムの開発” 八戸工業大学紀要 33, pp115-120, 2014-3.
- 4) Raspberry Pi ホームページ
<http://www.raspberrypi.org/>

要旨

本研究では以前筆者らにより構築したLinuxマイコンと携帯電話網に接続可能なUSBモデムとの組み合わせた超小型で安価な組込み型VPNシステムにWEBカメラや温湿度センサを接続し、タブレットコンピュータなどのスマートデバイスを用い、センサから遠く離れた場所からでもWebブラウザにてカメラ画像や温湿度センサなどの情報を取得が可能であることを示した成果を学内におけるネットワークの教育として実践するため、八戸工業大学第二高等学校の普通科の1年および2年生の生徒に対し、八戸工業大学および種差海岸インフォメーションセンターの施設を利用して3日間にわたり、システム一式の設定の実習に関する講座を实践した。この成果は今後の大人数に対するネットワーク教育に対しても応用できる。

キーワード: インターネット, VPN, 携帯電話, 遠隔監視, ラズベリーパイ, コンピュータネットワーク