

「IoT 機器を使用した汎用システムの構築」の報告とその指導方法

電子情報技術科 椿 博敏

A report instruction method of "The construction of the general-purpose system using the IoT apparatus"

Hirotoishi TSUBAKI

概要 島根職業能力開発短期大学校は、「モノづくり」の技能と技術を修得する2年課程の大学である。本稿では産業界で実施するプロジェクト管理手法を、教育訓練として総合制作実習(卒業研究)の中で用い、実際の企業依頼テーマで実施した制作物と指導方法について報告する。

1. はじめに

島根職業能力開発短期大学校(正式名称は中国職業能力開発大学校附属島根職業能力開発短期大学校)の電子情報技術科では、電気電子系の教科目(主にハードウェア)が51単位、情報系(主にソフトウェア)の教科目が51単位と、電気電子系と情報系教科は最適なバランス構成をしている。その他(数学、英語、安全衛生、生産管理、機械工作実習、総合制作実習(卒業制作)など)が54単位の合計156単位(1単位=18時間)を2年間で修得する。

そして2年時では、今まで修得した内容の振り返りと新規分野への挑戦を兼ね、総合制作実習において、毎年数名のグループで「モノづくり」を実施している。その中、アルインコ株式会社*1電子事業部様より現在開発中のIoT(Internet of Things)デバイスを活用した開発事例の依頼を受け、電子情報技術科の学生3名で取り組む事とした。

本稿は、電子情報技術科の学生が総合制作実習で実施した内容とその指導方法について報告する。

2. IoT 端末の概要

アルインコ株式会社様より事例開発として貸与を受けたIoT端末は、主にSigfox®無線通信デバイス

*1 ALINCO INC.、大阪府大阪市高麗橋 4-4-9

*2 欧州：868MHz、米国：902MHz、アジア：920MHz

*3 電池を内蔵し電波を発生し、長距離通信できる無線タグ

と、RS-232C シリアル通信を内蔵した乾電池で動作する小型特定無線通信器である。この端末は各種センサを接続したマイコンから、センサの異常データ又は定期的なセンサデータ(最大12byte)をシリアル通信で受け取ると、Sigfox®通信ネットワークを経由でSigfox®クラウドにデータ送信を行う。

その後、Sigfox®クラウドからPC、スマートフォンなどの携帯端末にセンサデータを含むメールが送信される。

2-1. Sigfox®の特徴

Sigfox®(シグフォックス)とは、低速度(携帯電話の3G、Wi-Fiより低速)・低消費電力(乾電池1個で数年単位の稼働が可能)・長距離伝送(数km~数十km)を特徴とし、フランスSigfox社が提供するIoTネットワークに特化したLPWA(Low Power Wide Area-network、LPWANとも称される)である。

Sigfox®のネットワークは、基地局とクラウドサービスをSigfox社が提供し、世界72か国に展開するグローバル・ネットワークである。(図1)



図1 Sigfox®ネットワーク概要 [1]

日本国内では 920MHz*2 帯のアクティブタグ*3 とし、京セラコミュニケーションシステム株式会社が電気通信事業者として図 2 のように展開している。



図 2 国内に広がる Sigfox®通信サービスエリア²⁾

2-2. Sigfox®のメリット

Sigfox®通信のメリットとして一番に挙げられるのは、乾電池でも稼働できることである。これはデバイスの使用場所を選ばない。太陽光発電と充電式バッテリーを使用すると山間部での使用も可能となる。

Sigfox®の通信は、表 1 のように通信資源に制限があるが、通信料金は安価であり、定期的なデータ収集や、イベント発生に伴う通知等の IoT 向け通信に適している。

表 1 Sigfox®通信仕様

項目	内容
使用周波数帯	920MHz
伝送容量	上り：12byte (データのみ) 下り：8byte (データのみ) ※デバイス識別子、タイムスタンプ等は別
通信速度	上り：100bps 下り：600bps
通信回数制限	上り：最大 140 回/日 下り：最大 4 回/日
通信料金	1,000 円程度/年
電池寿命	数ヶ月から約 1 年

3. 課題設定

3-1. 課題設定条件と方向

今回依頼を受けた事例開発の場合、「どこまで作れば、依頼者が納得するのか」を明確にするため、

現存する開発事例の調査を元に

- ・他社製品と同様の開発とならないこと
- ・既存の問題を解決する内容であること
- ・汎用的であること

を開発の条件として問題解決のための課題設定を指示をした。

学生の調査によると、「見守り・物流・農業・環境・社会インフラ」^[3]など幅広い多くの開発事例がある。例としては、Sigfox®デバイスを用いた河川水位の異常監視、Sigfox®デバイスに内蔵する振動センサ+GPS による自転車の盗難防止通報追跡装置や、各戸に設置されるプロパンガス検針器に取り付けて毎日の使用量を送信し、ボンベの残量管理を行うことで予測交換から実績交換に変更し効率良い配送計画に活用しているなどである。

これらに共通している事は、Sigfox®デバイスと対象物（データを取得したい装置）が一对の関係で接続している点である。逆に面積規模の大きい場所での多点監視（ビニールハウスや大規模倉庫等の多点温度・湿度監視）の事例が無いことにも注目した。

そこで学生は、事例の無い面積規模の大きい場所において各種センサ（温・湿度、人感、圧力、照明など）を多点配置し、情報の集中計測を行う汎用的なハードウェアの構築と、定期的なセンサデータの送信又は異常時の通報等をクラウド経由でスマートフォンへの通知を基本とするソフトウェアの構築を課題設定とした。

そこで、学生が考案した IoT 機器を使用した汎用システムの構築例として、「介護付き老人ホーム内における個室の温湿度監視システム」（制作事例）と、「大規模ビニールハウス内での温度監視システム」（考案事例）について項目 4、5 で紹介する。

3-2. 課題設定時の問題点

各種センサを多点監視する場合、一つのマイコンで複数のセンサを管理する場合と、多数のマイコンを配置し、マイコン間通信でセンサ情報を取得する場合とが考えられる。前者にはインターフェースの問題（アナログ入力又は I²C 通信によるデータ取得の場合、配線の長さ数メートルと限られる）があり、後者ではマイコン間の通信方式（無線 or 有線）や、マイコン等への電源供給方法など、監視箇所が増加

する毎に設備費用が上昇する問題がある。

3-3. 1-Wire®による問題解決

汎用的なハードウェアは、仕様が一定で且つ、構築が簡単、省配線である事が重要なため、今回の問題解決案として 1-Wire®による有線通信を採用する。

併せて学生は総合制作実習を通して新技術の習得をすることとした。

1-Wire®通信は、1本の信号線(兼DC電力供給線)と GND 線のみで送受信を行えるインターフェース規格で、1-Wire®通信プロトコルを有するデバイスは数珠つなぎに接続できる(最大 500m)ため、マイコンは1つで制御ができ、省配線化には最適な技術であり、今回の問題に対し最適な解決法となる。省配線のため設置工事やメンテナンスも容易となる。

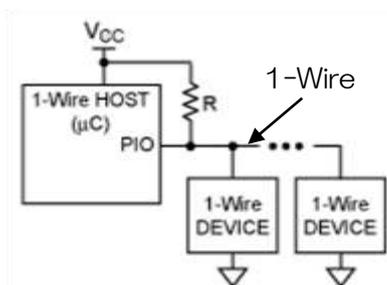


図3 1-Wire®デバイスの接続形態

4. 指導指針

電子情報技術科の卒業制作(総合制作基礎実習+総合制作実習)の単位数は18単位あり、長期に渡りグループ実習を行うため、役割分担(リーダー、進捗管理、物品管理)を決定し、以下の項目について周知させ進めた。

- ・目的と目標は明確にする。
- ・会議等を実施したときは議事録を作成。
- ・計画表を作成(ガントチャート)する。
(プロジェクト管理の導入)
- ・実習終了後の「日報」の作成と提出。

4-1. プロジェクト管理の導入

課題を計画的に進めるために、「誰が、何を、いつまでに完了するのか」を決定させるために、プロジェクト管理で使用する WBS (Work Breakdown Structure : 作業分解構成図) の手法を導入して作業

分解を行い、その内容からガントチャート(図4)を作成させ実習を進めた。

ガントチャートを作成することで計画全体を可視化することができ、学生各々が計画と進捗具合との差異を確認させるために有効に働いた。これは総合制作実習の時間になると、今日は何から始めれば良いか判らず、インターネットを見てダラダラとする時間消費からの解消となる。また作業分解が出来ていれば、学生個人がやるべき作業内容が明確となるため、学生は単純に決められた作業を実行するだけとなり進捗管理が容易となる。さらに、後述する日報の確認により遂行時の問題点の把握ができる。

またガントチャートはA1サイズに拡大印刷をし、定期的なミーティング時の進捗状況を、赤ペンでイナズマ線を引き作業の可視化を行うには便利である。

この課題で使用したガントチャート作成ソフトウェアは、「開発マイルストーン Ver1.13」^[4](無料ソフトウェア)である。学生に馴染みがある Excel で作成されているため使い易い。

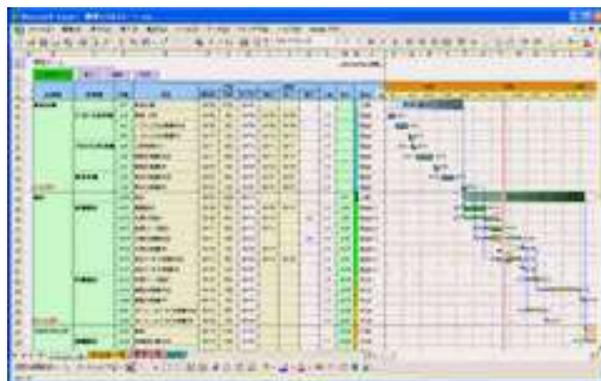


図4 使用したガントチャート
(開発マイルストーン)

4-2. 作業報告による進捗管理

学生に図5の日報を記入させることで、実習がスケジュール通りに進められているのか、またどの様な問題が発生して、それをどの様に解決しようとしているのか、自らの振り返り、指導員は進捗管理に用いる。また、後戻り時に同様の失敗を繰り返さないための作業記録として使用させる。日報の構成は、PDCAF (Plan, Do, Check, Action, Feedback) の内容とした。また、この日報は学生と指導員(赤字)間における双方向のコミュニケーションツールとして活用する。今回使用した日報の記入、活用方法に

ついて以下に報告する。



図5 実習で使用した「日報」の書式

1) 工程番号、工程名、作業名：

- ・学生自ら進捗確認を行うために、日報の最初の項目は、ガントチャートに記した工程番号、工程名、作業名を記入させる。(図6)

工程No.	A-26	工程名	詳細設計
		作業名	単体テスト

図6 「工程 No.、工程名、作業名」記入例

2) 目標設定 (Plan)：

- ・作業名に対する目標を明確にするために、具体的に何をするのか箇条書きで記入させる。(図7)

目標設定 (Plan) ※本日用「作業見積り」	
設定番号	(「何を:What」、「どのようにして、~どうする:How」)
①	対パソコンとの通信 (RS232C)を行うために、情報を行い、その後ハードウェアの接続及び通信確認を行い
②	パネルにスイッチ等を取り付けるための穴加工前、たC班員の手伝い)

図7 「目標設定 (Plan)」記入例

3) 目標達成度 (本日の実績) (Do)：

- ・実施した内容を具体的に且つ箇条書きとし、今何処まで出来たのか記入させる。ダラダラとした言い訳の長い文章は禁止とした。(図8)
- ・指導員は、どの様なペースで実施したのかをここで把握する。
- ・内容に具体性がない場合や内容が不明な場合

指導員は赤ペンで指摘し、学生からのフィードバック対象項目とする。

目標達成度 (本日の実績) (Do) ※箇条書きで記入	
設定番号	(「何を:What」、「どのような理由で:Why」、「どれだけ:How much」)
①	データフォーマットの取り決めは別紙のとおり、RS232Cの波形確認を行った。(100%)
②	本日予定していた「けがき」作業は、図面のす 単に波形確認を行っただけでなく、 1/9600≒104.17 [us] からズレが生 る可能性があります。再度確認をし

図8 「目標達成度(本日の実績)(Do)」記入例

4) 発生した問題点と、その原因 (Check)：

- ・一日の振り返りを目的とし、実習中に発生した問題点があれば、些細なことでも報告する事とした。
- ・発生した問題の原因について記入させ、その問題に対して自分軸として考えているのか、指導員が見極める材料とする。

発生した問題点と、その原因 (Check)	
設定番号	(「何が:What」、「なぜ:Why」、「どれだけ:How much」)
②	・パネル部の製図で、寸法ミスを見つけた。 ・関連する他図面の確認作業を行い、3枚の寸法 この原因は、パネルの実寸法のカタログ値の確認 班員による検図ミスでも見逃された2重ミスで

図9 「発生した問題点と、その原因(Check)」記入例

5) 具体的解決策、対策方法 (Action)：

- ・発生した問題について、どの様に解決しようとしているのか。また、解決したのかを記入させる。
- ・関連または連動して、今後発生しそうな問題はないか指導員が見極める材料とする。

具体的解決手段、又は対策方法 (Action)	
設定番号	(「どうする:How」)
②	・解決の方向としては、カタログ値と実寸との確認 い、今後は検図後にサインを行うことを提案し、 ・今回のミスについて、検図の意味をもう一度話し ・今回のミスを踏まえ、チーム内で問題点の共有 ようなチームへと意識を変えるための話し合いを行 ・図面の修正作業による計画の遅れは、自分が水 取り戻すこととした。

図10 「具体的解決手段、対策方法 (Action)」記入例

6) 学生からのフィードバック (Feedback) :

- ・ここでは指導員が赤ペン指導した内容と、「指導員からのコメント」に対し、学生はこの項目にて返答を返す。(図 11)

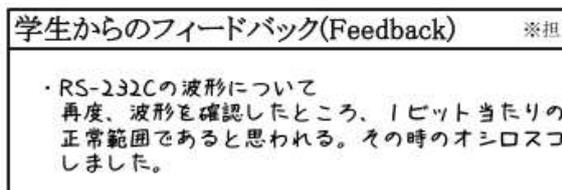


図 11 「学生からのフィードバック(Feedback)」記入例

7) 指導員からのコメント :

以下の指導ポイントに関して確認し、必要なコメントを記入する。(図 12)

- ・いつまでに実施しなければならない作業なのか。
- ・今何処まで出来ているのか。
- ・気付かない問題点が発生していないか。
- ・放置している問題点は無いか。
- ・問題点は解決されたのか。
- ・今後発生しそうな問題はないか。
- ・不安全作業の発見と指摘。
- ・場合により褒める

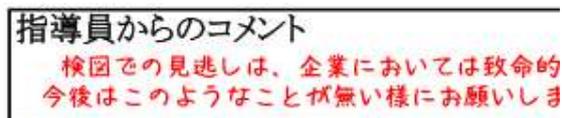


図 12 「指導員からのコメント」記入例

5. 制作事例 (介護付き老人ホーム)

Sigfox®無線機器と 1-Wire®有線機器のメリットを活かすため「介護付き老人ホーム内における個室の温湿度監視システム」を架空のモデルケースとし、汎用ハードウェアの構築(部屋はミニチュアで製作)と携帯端末への通知ソフトウェアの制作例について紹介する。

5-1. 介護施設での問題点

介護付き老人ホームに於いて、昼間の介護者人数は、要支援度により変わる(要支援1で要支援者10人を1名の介護者が必要、要支援2は要支援者3人を1名の介護者が必要:介護保険法より制定)が、「夜間の介護者の人員は1名以上(介護保険法より)」

と減少する。

また老人ホームの中には、エアコンが個室単位で温度設定とON/OFFができる施設があることと、高齢者は体温を調節する機能が低下し、「暑さを感じにくくなる」ため、特に夏季の夜間はエアコンの温度設定が適切に設定されていない場合や、エアコンの風を不快に思いエアコンを止めてそのまま就寝することで、熱中症を発症する要因となる。生命を脅かす問題に発展する可能性がある。

5-2. 温湿度監視システム導入のメリット

エアコンが個室管理となる老人ホームに、温湿度監視システムを導入することで、以下のメリットが考えられる。

- ・介護者への個室単位での熱中症危険度の通知。
これは、介護者が持つタブレットの画面へ危険度の通知を自動で送信するため、高齢者の熱中症を防止できる。
- ・誤ってエアコンを止めて就寝した場合の室温上昇による危険度検知の自動化。
- ・介護者による定期巡回の省力化。

5-3. ハードウェア仕様

ハードウェアは、個室に各種センサを配置する。センサは温湿度センサ以外に人感センサと圧力センサを用いて「不在」時の異常発報を防止する。(表 2)

表 2 使用するセンサの種類と目的

種類	目的
温・湿度センサ (AM2320)	室内の温・湿度の測定
人感センサ (SB612A)	人の動きを検知=「在室」判断
圧力センサ (FSR406)	ベットで睡眠中=「在室」判断

人感センサは、人が長時間同じ姿勢を取る(多くはベットで睡眠中)と反応しなくなるため、それを補完するために図 13 のように圧力センサをベットに6箇所配置して検知ミスを防止する。

人感センサ、圧力センサのどちらかに反応があれば「在室」とする。

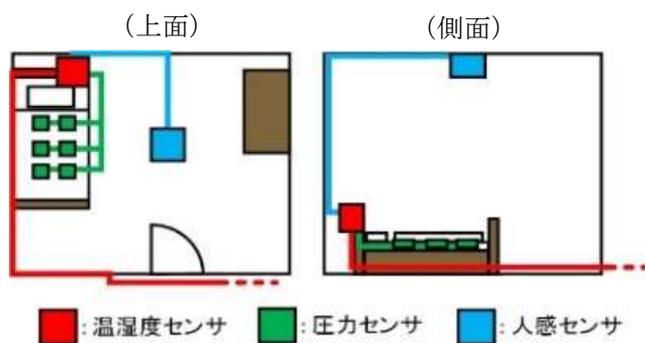


図 13 個室内の各種センサの設置場所

今回使用する Sigfox®、1-Wire®, マイコン及び付帯する機器名と目的を表 2 に、ハードウェア構成図を図 14 に示す。

表 3 IoT 汎用機器で用いる機器一覧

種類	目的
Sigfox®無線通信機器 (DK-SF04)	Sigfox®通信用
1-Wire®-I ² C ブリッジ (DS28E17)	温湿度センサ、A/D コンバータ用
12bit A/D コンバータ (MCP3221 : I ² C 通信)	人感センサ、圧力センサ用
ArduinoUNO マイコン	センサデータ収集用

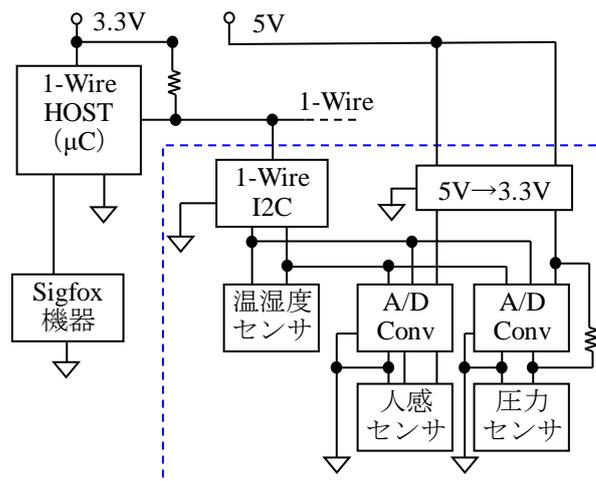


図 14 ハードウェア構成図

1-Wire®デバイスとセンサーとの接続は、メーカーがアナログ接続から I²C 接続に切り替わり、従来の 1-Wire®-A/D 変換デバイス (DS2450) が販売中止のため、他社製の I²C 通信をサポートする A/D 変換デバイスを用いた。その為 A/D コンバータ用の電源ラインを別に用意する必要がある。

ハードウェア構成図の青色破線で囲む箇所が一個室分の構成となる。

5-4. ソフトウェア仕様

ソフトウェアの作成はマイコン (ArduinoUNO) と、携帯端末の 2 つのプログラムに分かれる。

気温		25°C	26°C	27°C	28°C	29°C	30°C	31°C	32°C	33°C	34°C	35°C	36°C	37°C	38°C	39°C	40°C	41°C	42°C	43°C
湿度	0%	23.8	24.8	25.8	26.7	27.6	28.5	29.3	30.2	31.0	31.8	32.5	33.3	34.0	34.7	35.3	36.0	36.6	37.2	37.7
	5%	24.1	25.0	25.8	26.6	27.4	28.3	29.1	29.9	30.7	31.5	32.3	33.1	33.9	34.7	35.5	36.3	37.1	37.9	38.7
	10%	24.4	25.1	25.9	26.6	27.4	28.1	28.9	29.8	30.6	31.5	32.3	33.2	34.1	35.1	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0
	15%	24.7	25.3	26.0	26.6	27.4	28.1	28.9	29.8	30.7	31.6	32.6	33.6	34.6	35.7	36.8	38.0	39.2	40.5	41.8
	20%	25.0	25.5	26.1	26.7	27.5	28.2	29.1	30.0	30.9	32.0	33.0	34.2	35.4	36.7	38.0	39.4	40.8	42.3	43.9
	25%	25.2	25.7	26.2	26.9	27.6	28.4	29.3	30.3	31.4	32.5	33.7	35.0	36.4	37.9	39.5	41.1	42.8	44.6	46.5
	30%	25.4	25.8	26.4	27.1	27.9	28.8	29.7	30.8	32.0	33.3	34.7	36.2	37.8	39.4	41.2	43.1	45.1	47.2	49.4
	35%	25.5	26.0	26.6	27.4	28.2	29.2	30.3	31.5	32.8	34.3	35.8	37.5	39.3	41.3	43.3	45.5	47.8	50.3	52.8
	40%	25.7	26.2	26.9	27.7	28.6	29.7	30.9	32.3	33.8	35.4	37.2	39.1	41.2	43.4	45.8	48.3	50.9	53.7	56.6
	45%	25.8	26.4	27.1	28.0	29.1	30.3	31.7	33.2	34.9	36.8	38.8	41.0	43.4	45.9	48.5	51.3	54.3	57.5	60.8
	50%	25.9	26.6	27.4	28.4	29.7	31.0	32.6	34.4	36.3	38.4	40.7	43.1	45.8	48.6	51.6	54.8	58.1	61.7	65.4
55%	26.0	26.7	27.7	28.9	30.3	31.9	33.7	35.6	37.8	40.2	42.7	45.5	48.5	51.6	55.0	58.5	62.3	66.2	70.4	
60%	26.0	26.9	28.1	29.4	31.0	32.8	34.8	37.1	39.5	42.2	45.1	48.1	51.4	55.0	58.7	62.6	66.8	71.2	75.8	
65%	26.0	27.1	28.5	30.0	31.8	33.9	36.2	38.7	41.4	44.4	47.6	51.0	54.7	58.6	62.7	67.1	71.7	76.5	81.6	
70%	26.0	27.3	28.9	30.7	32.7	35.0	37.6	40.4	43.5	46.8	50.3	54.2	58.2	62.5	67.1	71.9	77.0	82.3	87.8	
75%	25.9	27.5	29.3	31.4	33.7	36.3	39.2	42.3	45.7	49.4	53.3	57.5	62.0	66.7	71.8	77.0	82.6	88.4	94.5	
80%	25.9	27.7	29.7	32.1	34.7	37.7	40.9	44.4	48.1	52.2	56.5	61.2	66.1	71.3	76.8	82.5	88.6	94.9	101.5	
85%	25.8	27.9	30.2	32.9	35.9	39.1	42.7	46.6	50.8	55.2	60.0	65.1	70.4	76.1	82.1	88.3	94.9	101.8	108.9	
90%	25.7	28.0	30.7	33.7	37.1	40.7	44.7	49.0	53.5	58.4	63.7	69.2	75.1	81.2	87.7	94.5	101.6	109.0	116.8	
95%	25.5	28.2	31.3	34.7	38.4	42.4	46.8	51.5	56.5	61.9	67.6	73.6	80.0	86.6	93.7	101.0	108.7	116.7	125.1	
100%	25.3	28.4	31.8	35.6	39.7	44.2	49.0	54.2	59.7	65.5	71.7	78.2	85.1	92.4	99.9	107.9	116.1	124.8	133.7	
		注意	特に注意			危険			非常に危険											

図 15 ヒートインデックス表⁶⁾

開発環境は、以下の通り。

表 4 各装置の開発環境

装置	開発環境
ArduinoUNO マイコン	Arduino IDE
携帯端末	Visual Studio code Web アプリで表示

5-4-1. マイコン (ArduinoUNO)

Sigfox®通信には制限 (表 1) があるため、マイコン内のプログラムで、取得した各種センサ情報を基に熱中症危険度判断を行い、異常と判断した場合 Sigfox®機器を通して、携帯端末へ異常を通知する動作を行う。以下にマイコン側の動作を示す。

- ・個室単位での各種センサデータの取得。
(1-Wire®通信経由)
- ・「在室」/「不在」確認 (1-Wire®通信経由)
Sigfox®データ 12byte 分の各 bit に各室の状態を記憶 (最大 96 室) させ、「1: 在室」、「0: 不在」で管理し携帯端末に定期送信する。
- ・ヒートインデックス (図 15) による熱中症危険度判定。(注意、特に注意、危険、非常に危険の 3 段階)
- ・危険判定後の熱中症危険度情報と部屋情報を Sigfox®機器へシリアル (RS-232C) 送信する。

5-4-2. 携帯端末

携帯端末のプログラムは、マイコンから Sigfox®クラウドへ送信したメールデータを受信し、必要な表示内容に加工して表示する。

学生が作成した、携帯端末の画面を図 16 及び図 17 に示す。



図 16 携帯端末のサインイン画面



図 17 不在/在室管理画面と熱中症通知表示例 (動作中の携帯端末画面)

5-5. 汎用ハードウェアの展開と結果

図 14 によるハードウェア構成を図 13 の個室内の各種センサの設置をミニチュアの仮想の部屋で展開した。(図 18)

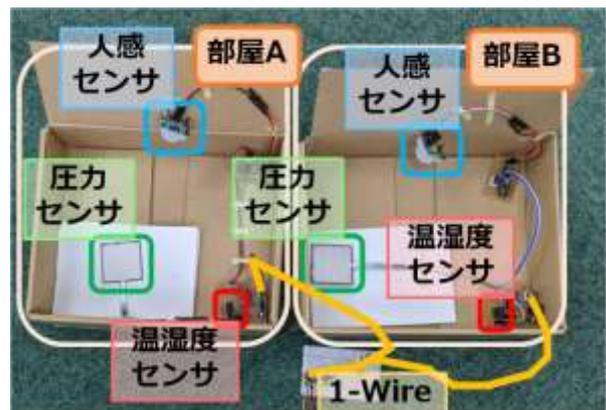


図 18 各種センサをミニサイズの部屋で展開

汎用ハードウェアとして、各種センサと 1-Wire®通信によるデータ取得など単独での動作は完成したが、部屋が仮想サイズであるため運用時の問題点や携帯端末の使用感など評価することが出来ないが、事例開発としては、一つのサンプルとなると考えられる。

6. 考案事例 (大規模ビニールハウス)

老人ホームで制作した Sigfox®機器と 1-Wire®機器を用いた汎用ハードウェアが「大規模ビニールハウス」内で共通に使用でき、ハウスで抱える問題解決になるのか、「大規模ビニールハウス」の問題点

から調査した学生の考案事例を報告する。

6-1. 大規模ビニールハウスにおける問題点

ビニールハウスを用いた作物の栽培を行う農家では、日々の太陽光の変化に伴う温度の変化に応じた換気を行い小まめな調整をする必要がある。

通常は、その日の気温から農家の方の経験と感で巡回をし、ハウス内の複数の温度計で確認しながら対応するため、効率が悪い問題を抱えている事が学生の調査により判明した。

6-2. Sigfox®と1-Wire®による解決法の適用

ビニールハウスの温度観測を多点で行うために、1-Wire®デバイスを用い数珠繋ぎで配置し、温度データの監視は1つのマイコンで行う。(図19)

Sigfox®通信を用いて定期的に温度データを携帯端末に送信し、ハウス内の温度をグラフ表示による可視化する事で、換気タイミングが取り易くなり農業従事者の省力化が可能と考えられる。

また、電源に関しては小規模な太陽光パネルとバッテリーを用いることにより、初期投資と通信費を含め、低価格で持続可能なシステムが構築できる。

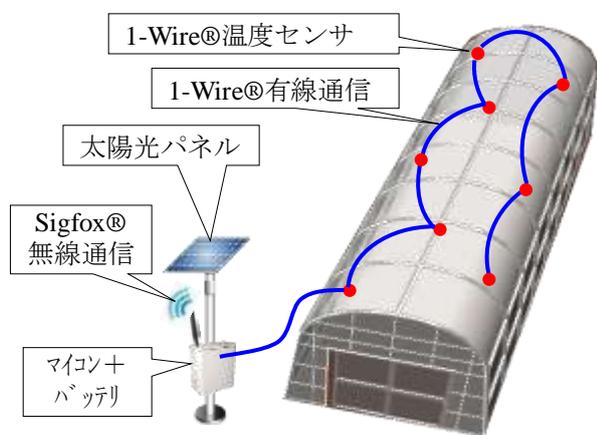


図19 ビニールハウスにおけるハードウェア構築例

以上の考えより、ビニールハウスにおいてもSigfox®機器と1-Wire®機器を用いたハードウェアの汎用性については十分有ると思われるが、実地検証が必要と考える。

7. おわりに

プロジェクト管理手法を用いた実習は、本来応用課程の開発課題実習で展開するものである。その理由は応用課程に進学した者は、専門課程での総合制作実習で、「ものづくり」の一連の流れを経験しているため、項目4で説明したWBS (Work Breakdown Structure: 作業分解構成図) についての考え方について、過去の経験から一応の理解を示し、作業分解もそれなりに行うことが出来た。そして、グループで実施するため「誰が、何を、何時までに」の考え方と計画の重要性についても自分たちの失敗談からか、首を縦に振りながら理解してくれる。(筆者が応用課程の開発課題で指導した経験より) それらの経験より応用課程では「ものづくり」は「モノづくり」に考え方がシフトして行く。

専門課程での「ものづくり」は、計画的に進めるのは勿論のこと、「完成」した時の「喜び」、「達成感」を味わうことが重要だと考えている。つまり「達成感」を一度味わうと、必ず次は「より良いものを作ろう」と考えるからである。

学生はものづくりの経験が無いため作業分解の精度が低く、幾度とも作業の追加による計画の見直しと部品発注の遅れから、修了式前日まで報告書の作成に追われていた。その中で、新技術への挑戦で完成させた真の記録は、3名の学生が記した「日報」にあると考える。当初の日報には、具体的な記述が殆どなく何を考えているのかが解らない状態が続いた。記述の指導を根気よく続けて行くと共に、彼らの知識不足の点を丁寧に説明したことで、学生は「日報」を継続的に作成することができたと考えている。その意味では、PDCAF形式の日報による指導方法は完成に近づいていると考える。

謝辞

今回 Sigfox®機器を無償で貸与頂きました、アルインコ株式会社 電子事業部の水田様 大友様には感謝を申し上げます。

参考文献

[1] [2] [3] 京セラコミュニケーションシステム

URL:<https://www.kccs-iot.jp/>

[4] 「開発マイルストーン」, <http://zudajjp.zouri.jp/km>

[5] 熱中症ミニ知識(2)気温と湿度の関係で危険性が決まる, URL:<https://book.mynavi.jp/978store/detail/id=75647>