

# 「高齢者向け冷蔵庫管理システムの制作」の報告とその指導

電子情報技術科 山二 伸介\*1

## Instruction on Refrigerator for use by the elderly in Embedded System Development

Shinsuke YAMANI \*1

**概要** 本稿では 2017 年度の総合制作実習で取り組んだ IoT 冷蔵庫の制作例を示し、併せて学生指導において注意を払った点について報告する。

### 1. はじめに

近年、IoT 技術が注目され日常生活においても暮らしを便利で豊かにするスマート家電などの製品が普及し始めている。本稿は、平成 29 年度の総合制作実習「高齢者向け冷蔵庫管理システムの制作」で取り組んだ IoT 活用の実例を紹介すると共に、学生指導において留意した点について報告する。

### 2. 総合制作実習の実例

#### 2.1 制作の背景

島根県をはじめ、地域の過疎化によって商業施設が閉店となり、食料難民とも呼ばれる高齢者世帯が増えていくことが懸念されている。そこで、過疎地域の高齢者世帯が食料難民になってしまう事態を防ぎ、その食生活を家族や介護福祉士らが冷蔵庫の遠隔監視を通して見守るためのシステム開発を行った。

#### 2.2 システム構成

本システムは高齢者宅の冷蔵庫に、マイコン、周辺装置及びサーバから構成される装置を設置し、インターネット経由で監視する仕組みを提供する。システム概要を図 1 に示す。

装置に搭載した Web カメラが冷蔵庫の扉の開閉に合わせて庫内の様子を撮影する。撮影映像はデータベースで管理されると同時に Twitter®に自動投稿される。また、冷蔵庫の表面に食品発注用のマグネットを添付し、スマートフォンと通信を行いネットスーパーに食品を発注する機能を有する。

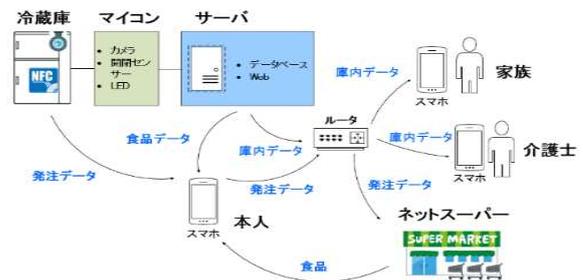


図 1 システム構成図

#### 2.3 ハードウェア

本体の ARM®プロセッサを搭載したワンボードマイコン (Raspberry Pi®) に磁気センサ、Web カメラ、無線子機、制作した LED 回路を接続し、ボードに装着する SD メモリ™に各種サーバを構築する。周辺装置として NFC タグ、無線親機、ルータを設置し接続する。図 2 は装置内部の構成図を、図 3 は実際の装置本体と周辺機器との接続を示す。

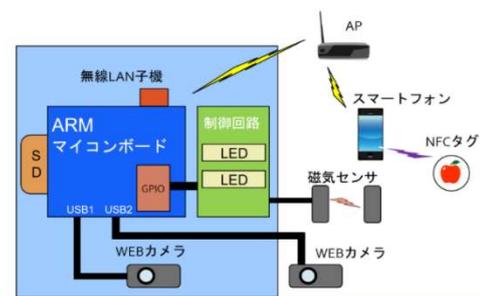


図 2 装置内部の構成図

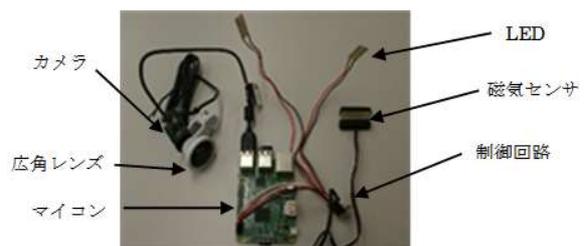


図 3 装置本体と周辺装置との接続

図3の装置本体の収納ケースはCADソフトで図面を作成し、アクリル板を加工して組み立てた。装置を格納した収納ケースの様子を図4に示す。重量350g、縦幅80mm 横幅60mm 高さ150mmと多少サイズが大きいが、標準的な冷蔵庫内の内側ポケットに格納できる範囲になっている。

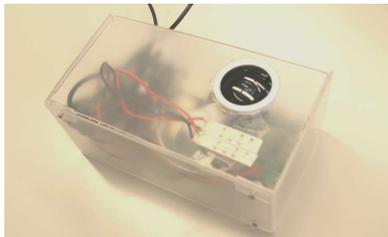


図4 筐体本体の収納ケース

## 2.4 サーバ

サーバをマイコンボードのSDメモリ™に構築し、冷蔵庫内を撮影した画像のデータベース管理とWebアプリケーションの構成要素であるサーバサイドスクリプトを作成した。校内ではサーバの外部公開が禁止されているが、自宅でグローバルIPを取得できるようであればWebサーバを外部公開して遠隔地からデータベースの運用管理が可能であることを想定している。サーバ構成図を図5に示す。

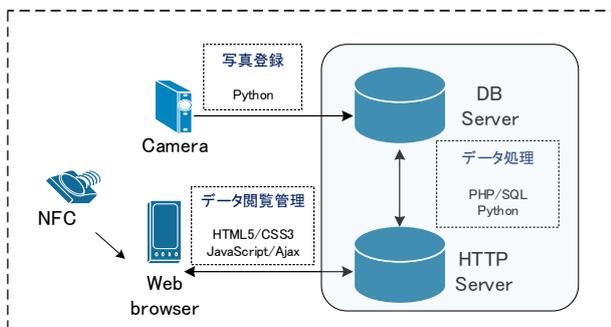


図5 サーバ構成図

## 2.6 通信機能

アクセスポイントを設置し、装置本体やスマートフォンと無線LAN (IEEE802.11 g/a/n) 接続を行った。実際の運用においても、この無線LANから家庭内に備わっている既存のルータを経由してインターネットに接続する。

また、食品発注の情報を埋め込んだタグとの非接触の近距離無線通信を容易に実現するために、

スマートフォンの多くに搭載されているNFCを使用することにした。図6は冷蔵庫の表面に食品発注用NFCタグをマグネットで貼り、スマートフォンを近くにかざしてネットスーパーに発注する様子を示す。



図6 ネットスーパーに発注 (左)NFC、(右)注文画面

## 2.7 ソフトウェア

本システムは、(1) 冷蔵庫の中の様子を複数のカメラで写真撮影し、その画像をデータベースに登録するための処理、(2) 撮影画像を食品情報と結び付けてデータベースを更新しWeb上から管理する処理の大きく2つのプログラムで構成している。(1)の処理はマイコン制御プログラムであり、(2)の処理はWebアプリケーションを制作して実現している。図7に、Webブラウザに表示した食品管理画面の一部を示す。



図7 食品管理のWebアプリケーション

冷蔵庫の扉が閉まるタイミングを磁気センサーで検知し、庫内をLED照明で明るくすると同時に中の様子を写真撮影する。この写真データに、各種の食品情報や一般的な保管期間等を支援者(家族や介護福祉士)が入力してデータベースサーバに登録する。登録した情報は、インターネット環

境さえあればその使用权を有する支援者が図7の管理画面を通して、何時でも何処からでも冷蔵庫内の食品関連データを確認、変更、削除することができる。支援者が、撮影された写真と合わせて庫内への収納方法の問題や賞味期限切れと思われるような食品を見つけ易くなり、問題がありそうな場合は、高齢者に電話、LINE®等の通信手段で指摘することができる。

## 2.8 冷蔵庫環境と装置設置について

実験用の冷蔵庫として、高齢者世帯に見合った一般家庭向け 400L 相当の中型サイズをモデルにした。冷蔵庫の中という特殊な空間に装置を設置するにあたって次の5点について考慮し検証した。

① ACアダプタの電源ケーブルの厚さが3.0mm程度以内であれば扉の支柱側の隙間からケーブルを中に引込んで接続でき、扉の開閉や冷却に支障が出ないことを確認した。

② 冷蔵庫内から無線LAN親機までの電界強度を計測し、扉を閉めた時の信号の減衰が平均5dbm程度であることを調査した。多少離れた場所に設置しても40dbm以上の信号レベルを確保できれば無線LANによる接続に問題はない。図8は学生が装置を設置し実験している様子である。



図8 冷蔵庫にシステムを設置し実験する学生

③マイコンボードなどの使用機器が0°C近くの低温でも正常に動作することをシステムテストし、念のために、各製造メーカーに問い合わせ使用機器が動作保証されていることを確認した。

④ 冷蔵庫の中の様子をカメラが真正面から垂直に撮影する際、冷蔵庫に備わっている照明が消灯しては何も映らない。そこで、高輝度LEDを装置に2台接続し、扉を閉じたタイミングを磁

気センサで検出し、冷蔵庫の中を一時明るく照射してからシャッターを切ることにした

⑤ カメラと被写体との距離が短いため特に垂直画角が問題となった。使用カメラの実験では高さ250mm程度の範囲までしか撮影できない。実験に使用した冷蔵庫は下段の冷凍庫を除いて約800mmから900mmの高さがあるため、今回は広角レンズを装着して高さ400mm程度まで撮影範囲を広げた。同時に、カメラをもう1台追加接続し、一度に上下の2枚の写真を撮影することにした。図9は同時撮影した上下2枚の写真をインターネット経由で確認している様子である。



図9 撮影実験 (左)スマートフォン、(右)タブレット

## 3. テーマ設定の要件と工夫

設定テーマには十分な技術要素が含まれ、学生自身の制作意欲が持てるものが望ましい。しかし、経験が浅い学生が自ら総合制作に相応しいテーマを発案することは容易でないため、指導員がテーマの枠組みを複数提示し、その中から学生が興味と関心が高いものを選択するのが良いと判断した。

本テーマは、目的と手段の双方が時代を反映しており、過疎地域に住む学生自身にとって身近な問題であると同時に、IoT時代に向けての新しいものづくりに携われる魅力を併せ持っていた。

## 4. 使用者の明確化

本件はシステムが広範囲に及ぶこともあり、学生はシステムの使用対象者を、往々にして見失う傾向があった。高齢者がシステムを操作する部分はNFC注文タグにスマートフォンをかざす行為のみとし、装置の設置や管理ツールは支援者(家族や介護福祉士)らが扱うこと、写真撮影やTwitter®投稿などは全て日常的に自動化されることなどを、

事ある度に明確化し、使用対象者の混乱を防いだ。

## 5. 外部サービスの利用

サーバを外部公開できないような場合に備え、Twitter®投稿の外部サービスである Twitter® API を併用することにした。Twitter®と連携することで、インターネット回線さえあれば、冷蔵庫内の様子をリアルタイムで確認出来る。本システムに実績と利用者数の多い既存の Web サービスを組み合わせる技術は、普段より SNS に慣れ親しんでいる学生にとっても魅力的なアプローチとなった。図 10 に Twitter®と連携した投稿画面を示す。



図 10 Twitter®の利用

## 6. スケジュール管理

学生の役割の明確化と進捗管理については指導員が中心に行い、学生が制作に専念できる環境を整えた。役割分担と作業工程を表 2 に示す。

表 2 作業分担表

	作業1	作業2	作業3
前期	市場調査、システム分析・設計		
	Python学習、カメラ制御	サーバ構築、PHP、MySQL学習	HTML5、CSS、JavaScript学習
中期	センサー制御	データベース構築、無線LAN構築	ユーザインターフェースの設計
	LED制御	サーバサイドスクリプトの制作	クライアントスクリプトの制作
後期	回路基板の設計・製作	NFC通信システムの設定	Web-DBアプリの制作
	ケースの設計と加工		
	システムテスト		

本テーマは3人で取り組んでいるため作業工程も3つに分けて年間計画を立てた。前期は、システム分析・設計を共同で行い、参考書等で知識の習得を進める形とし、中期から具体的な制作に入るように指示した。途中、情報共有の連携の中で作業が滞る場面が多くなった。このため、本質

的でない機能の一部は削除するなり優先順位を変更するなどし、年度途中で計画を見直した。この機能の絞り込みと時間調整によって、後期は比較的順調に制作が捗り作業効率を改善できた。

## 7. 開発プロセスにおける指導ポイント

### 7.1 上流工程

分析フェーズでは、システムをモデル化する練習に時間を割いた。学生が、最初から思い付きに任せて作業しようと逸る気持ちを抑えさせ、シナリオ作成と DFD 図の作成を繰り返してシステムの全体像を早い段階でイメージさせた。

### 7.2 下流工程

実装フェーズでは、一度に複数の課題を与えないように気を配りつつも、しばらく作業が停滞する場合は、別の課題に切り替えさせた。例えば、表 2 の作業 1 の学生の場合、②の Twitter®が 3 日間進まなかったら、③の NFC タグに戻って機能強化を図る等、作業が多角的に進む状況を整えた。

## 8. おわりに

テーマ設定、対象者の切り分け、開発プロセスにおけるポイント、スケジュール管理、外部サービスの利用等について留意した指導を行った結果、実践的な IoT 関連技術の習得を図ることができた。近年、学生の主体性を育む進捗管理が一律に通用しにくい傾向があるが、幸いにも今回担当した学生は制作に向き合うモチベーションが持続し、自分たちで積極的に作り上げていくという姿勢を維持することが出来た。これは、今回の試みだけでなく、学生間のチームワークの良さも大きく影響していると感じている。今後も様々な試行錯誤を重ねながら、より質の高い総合制作実習を実施できるように努めていきたい。

### 参考文献

1) 田林拓久、小畑佑馬、占部奨悟「高齢者向け冷蔵庫管理システムの制作」島根職業能力開発短期大学校 総合制作実習予稿集 2017