

中小製造業における工場のスマート化に向けての一検討

千家 雅之 (情報・生産技術部 システム技術グループ)

1. はじめに

近年デジタル・トランスフォーメーション（以降、DX）の実現に向けて各所で様々な取り組みが行われており、経済産業省や総務省が中心となって取りまとめた文書が公開されている⁽¹⁾⁽²⁾。DX 白書⁽¹⁾によると、中小企業における DX は大企業と比べて進んでおらず予算や IT 人材の確保が課題であると報告されている。

一方、製造業に関しては製造業 DX として進められており、DX の実現方法の一つとして工場のスマート化が関心を集めている。これはセンサーやカメラ等によってデジタル化された製造現場の情報を蓄積・分析・活用するための基盤を整備することである。この工場のスマート化の実現は工場作業員と経営層間の情報共有を促進しデータ駆動型経営を支える重要な取り組みであるが、高速で信頼性が高い情報通信システムの導入は多くの中小工場にとって費用対効果の面から慎重にならざるを得ない。より安価でより単純な製造現場の情報を共有する方法が望まれる。本稿では工場のスマート化の目的を整理した後、中小工場向けにクラウドベースの表計算ソフトを用いる方法を紹介する。

2. スマート化の目的と性能要件の関係

工場のスマート化によって実現したいことは各社各様ではあるが、文献⁽³⁾では多数ある事例を分類・整理してひな型（ユースケース）としてまとめている。そこでは 44 のひな型が紹介されているが、「データの収集」、「データの伝送」、「データの蓄積」、「データの可視化」の 4 つのひな型が基礎になると述べられている。スマート化によって実現したいことが上位にありそれによって基礎となる 4 つのひな型の性能要件が決定される。例えば実現したいことが高精細カメラを用いた外観検査であればそれに見合った性能が 4 つのひな型に求められる。すなわちスマート工場の情報通信システムに求められる性能はスマート化の目的によって変わるため、目的が曖昧であったり目的が複数あったりすると構想段階で性能を絞り込むことは難しい。しかし、構想段階で目的を明確化することも難しいため、スマート工場では情報通信システムを変化していく目的に合わせて能動的に改良していくことが推奨される。

3. 中小工場のスマート化へに向けての一検討

3.1 スマート化の対象とする中小工場

本稿では社内に DX 推進業務に従事できる IT 人材が十分ではなく DX 推進業務を外部委託することも難しい中小製造業の工場を想定する。専門外ではあるが IT に関心がある従業員が外部機関の協力を得ながら DX 推進業務を担当する場合を想定する。

3.2 表計算ソフトを用いる方法

先に述べたように工場内の情報通信システムは継続的に改良するものと捉え、より単純化した仕組みでその構築に着手することも選択肢になる。その考えに従い本稿ではスマート工場に求める性能要件を深く考慮しない。また、中小工場においては、前述した 4 つのひな形の中で特に「データの伝送」及び「データの蓄積」が問題であり、限られたリソースで情報通信システム（通信インフラやデータベースシステム等）を構築・運用するハードルは高く、低コストで実装する方法が望まれる。

本稿では上記方針に沿う方法の一つとしてクラウドベースの表計算ソフトを用いる方法を採用する。この方法によってインターネットに接続できれば使い慣れている表計算ソフトでデータの蓄積と可視化が可能になる。また、データの蓄積をするためのシステムを工場内に持つ必要がないためデータの伝送に必要なネットワークの構成も簡略化される。図 1 にシステムの概要図を示す。シングルボードコンピュータ（以降、SBC）は通信モジュールの搭載もしくはモバイルルータ等の通信端末への接続によってインターネットに接続可能となる。センサーは SBC の基板に直接もしくは拡張ボードを通して接続される。SBC が取得したセンサー値は Web API を通じてクラウドベースの表計算ソフト上のワークシートに書き込まれる。PC から Web アプリケーションの表計算ソフトにアクセスすればデータを表示することができ、ワークブックの共有設定を変更することで取得したセンサー値を社内で共有できるようになる。

3.3 試作したシステム

前節の方法を確認するために、SBC に Raspberry Pi 4 Model B を用いて SBC が取得した光センサーの値をクラウド上で動作する Microsoft Excel Online 上のワークシートに一定間隔で書き込むというシステムを試作した。試作システムに利用した SBC とセンサーを図 2 に示す。インターネットへの接続は試作段階のため有線で行った。

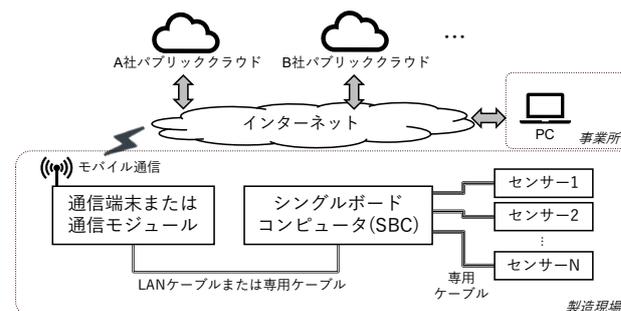


図1 システムの概要図

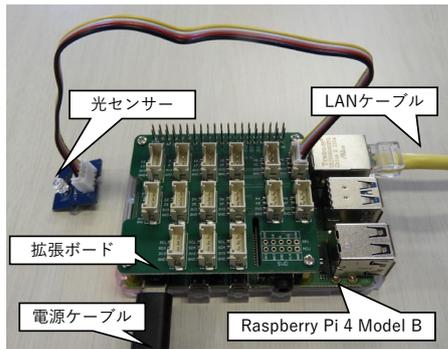


図2 試作システムに用いた SBC とセンサー

データの可視化は PC の Web ブラウザからクラウド上にある目的の Excel ファイルを Excel Online で開くことで実行できる。その様子を図3に示す。図3(a)はデータ蓄積用のワークシートの画面であり、最新のセンサー値を表で確認できる。図3(b)はデータ可視化用のワークシートの画面であり、Excel Online の機能を用いて利用者に分かりやすい形で情報を表示できる。ここでは Excel Online のピボットテーブルとグラフ作成の機能を用いてセンサー値を時系列で表示している。

SBC から Excel Online への接続は Microsoft Graph API を用いた。Microsoft Graph API を利用するために事前準備として、Azure Active Directory にログインして API を利用するアプリケーションの情報を登録し、そしてそのアプリケーションのアクセス許可及びアクセストークンを取得するための設定を行った。Excel ファイル上の Table 1 (図3(a)の表) への書き込みは下記のエンドポイントを通じて行った。

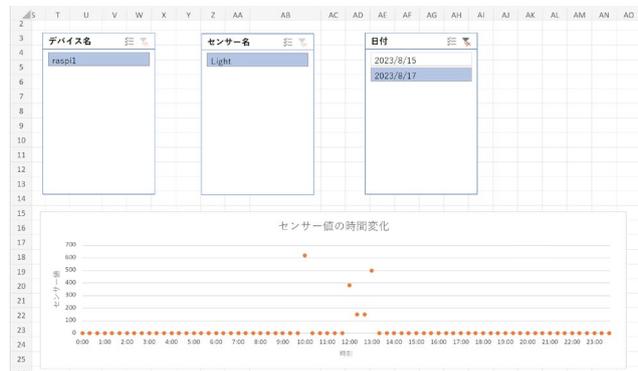
```
https://graph.microsoft.com/v1.0/users/{user-id}/drive/root:/Sample.xlsx:/workbook/tables/Table1/rows/add
```

一定間隔でセンサー値を取得し POST コマンドを用いて上記エンドポイントへ時刻とセンサー値を含むデータレコードを送信する処理を Python 3 で実装した。

応答性能の問題から秒単位のデータの書き込みは難しいが、分単位のデータの書き込みができることを確認できた。

	A	B	C	D	E	F
1	デバイス名	センサー名	日付	時刻	値	
2	raspi1	Light	2023/8/15	17:38:06	617	
3	raspi1	Light	2023/8/15	17:38:18	617	
4	raspi1	Light	2023/8/15	17:38:32	617	
5	raspi1	Light	2023/8/15	17:38:45	617	
6	raspi1	Light	2023/8/15	17:38:57	617	
7	raspi1	Light	2023/8/15	17:39:09	617	
8	raspi1	Light	2023/8/15	17:54:05	617	
9	raspi1	Light	2023/8/15	17:54:17	618	
10	raspi1	Light	2023/8/15	17:54:28	617	
11	raspi1	Light	2023/8/15	17:54:42	617	
12	raspi1	Light	2023/8/15	17:54:54	617	
13	raspi1	Light	2023/8/15	17:55:07	617	
14	raspi1	Light	2023/8/15	17:55:21	617	
15	raspi1	Light	2023/8/15	17:55:32	617	
16	raspi1	Light	2023/8/15	17:55:43	617	
17	raspi1	Light	2023/8/15	17:55:58	615	
18	raspi1	Light	2023/8/15	17:56:09	576	
19	raspi1	Light	2023/8/15	17:56:22	539	
20	raspi1	Light	2023/8/15	17:56:34	546	

(a) データ蓄積用のワークシート



(b) データ可視化用のワークシート

図3 PC のブラウザ上で実行される表計算ソフトの画面

他の実装方法として、Excel Online を使う場合は Azure Logic Apps を経由して Excel ワークシートに書き込む方法や Google Spreadsheet を使う場合は Google Sheets API を利用する方法がある。

4. おわりに

本稿では工場作業員と経営層が情報共有するための基盤をスモールスタートで始めることに焦点を当てクラウドベースの表計算ソフトを用いて情報共有を行う方法を紹介した。懸念事項として、SBC を 4G もしくは 5G 等のモバイル通信網を用いてインターネットに接続する方法を用意する必要があること、大手 IT 企業で提供されているクラウドサービスの利用は基本的に有償 (Microsoft 365 等のサブスクリプションサービスの購入が必要) であること、従量課金制の場合は高頻度のセンサーデータの更新が高コストに繋がる可能性があること、応答性能の問題から秒単位のデータ更新は難しい場合があること、クラウドサービスに接続するためのアクセストークンの取得及び更新の手順が複雑であることが挙げられる。しかしながら、工場側で管理しなければならないソフトウェアやシステムが少なくなるメリットは大きいと考えられる。

本稿で紹介した方法は性能上の制約から適用できる対象は限定されてしまうかもしれないが、中小工場が工場のスマート化を進める上での第一歩になると考えている。

【参考文献】

- (1) 独立行政法人情報処理推進機構 DX 白書有識者委員会：「DX 白書 2023」, <https://www.ipa.go.jp/publish/wp-dx/gmcbt8000000botk-att/000108041.pdf> (参照 2023-08-15)
- (2) 総務省自治行政局：「自治体 DX 推進参考事例集」, https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01gyosei07_02000152.html (参照 2023-08-15)
- (3) Lukas Budde, Roman Hänggi, Thomas Friedli and Adrian Rüedy: Smart Factory Navigator, pp.40-55, Springer International Publishing (2023)