ノート

# 工場の IoT 化に関する研究

松本　好勝*　近　正道*　浦井　和彦*

Study on introduction of IoT in a factory

MATSUMOTO Yoshikatsu*，CHIKA Masamichi* and URAI Kazuhiko*

## 1. 緒　　言

産業分野向け IoT としては，かねてよりインダストリー4.0，現在では IIoT（Industrial Internet of Things）の用語が使われ始めるなど，IoT に対する生産現場からの期待は高い。

IoT の第一歩である「見える化」の段階においては，センサ等で機械のセンシングを行う必要があるが，生産現場においては AC200V 等の高電圧が使用されており，このような環境で使用される機器として，従来より主にリレーを用いたシーケンス回路，さらにはマイクロプロセッサを内蔵した PLC が使われてきた。

これらの制御系は DC24V 等の電圧を用いて動作することで，生産現場においても高い信頼性を確保している。更に PLC は小型コンピュータであることから，IIoT の環境に発展させることも可能である。

一方で，近年においては，小型コンピュータの選択肢として，Raspberry Pi のようなシングルボードコンピュータが登場している。これらは数千円の安価でプログラミングも比較的容易であることから，様々な分野で活用されてきている。

そこで本研究では安価な IoT のツールを本格的な生産現場において試験的に導入する可能性を探るため，Raspberry Pi を用いた FA 環境構築の可能性を探った。

*　上越技術支援センター

## 2. シーケンス制御の概要

### 2.1 リレー及びPLCの概要

リレーは継電器と呼ばれ，工場内の機器制御において広く用いられている。

これを利用すると，電流により自動的にスイッチが切り替わる回路を作ることができ，これらの組み合わせによって複雑な制御を行うことができる。

一方で，電源とリレー，制御対象を配線しなくてはならず，制御方法が変更された際には再度配線し直す必要が出てくる。これをコンピュータを用いることで制御部分の配線を不要にしたものがPLC(Programmable Logic Controller)である。制御動作が変更になってもプログラムを変更すれば良く，配線の手間を省くことができる。そのため，現在は生産現場の制御において広く用いられている。

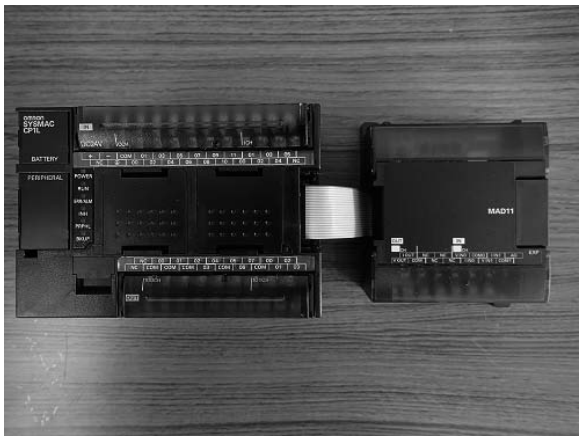


図 1　PLC とアナログ入出力ユニット

通常はDC24V等の入出力端子を備えているものであるが，オプションでDC5V等のアナログ入出力端子を追加することも可能である。図1はPLC（左側）にアナログ入出力ユニット（右側）を追加したものである。

PLCのプログラミングには主にラダー図が用いられている。これはリレーを使用して電気的に回路を組む場合の回路図を簡略化させたものである。

### 2.2 Raspberry Piの概要

Raspberry Piはシングルボードコンピュータの一種で近年その用途が拡大してきている。特徴はGPIOと呼ばれる入出力端子を備えており，LinuxベースのOSであるRaspbianと開発環境を用いたプログラミングが可能なことである。プログラミングにはPythonを使用することができ，初心者でもプログラミングが容易である。

## 3 Raspberry Piの生産現場への活用検討

### 3.1 テスト環境の構成

Raspberry Pi のGPIOの入出力に用いられる電圧はDC3.3Vであるが，生産現場においては前述したようにそれよりも高いDC24V等の電圧で，リレーやPLCを用いた制御が行われている。

そこでRaspberry Piの手軽さを生かししつつ，生産現場における試験的導入の可能性を探るため，Raspberry Pi のGPIOを通じ，DC24V動作のFA向けセンサや機器を動作させるテストを行った。

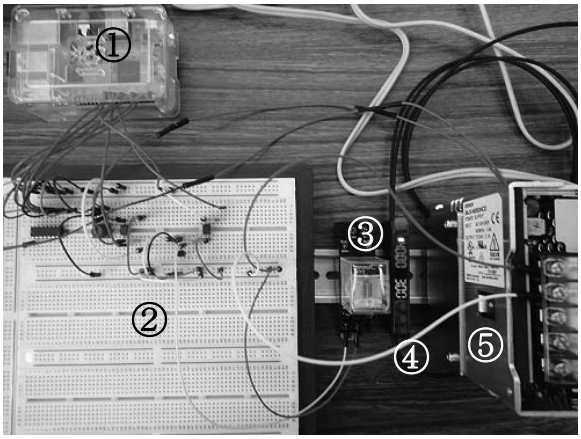


**図 2　回路構成**

**図 3　光センサ検出部**

図2は今回の回路構成である。①はRaspberry Pi本体，②は入出力回路部分である。③がリレーでDC24Vで動作する。④は光センサの本体（アンプ）であり，DC24Vで動作する。出力はDC24Vの論理出力とDC1~5Vのアナログ出力を有しており，DC24Vの論理出力は本体にあらかじめ設定したしきい値を基準にして出力される。⑤はDC24V電源である。③～⑤は通常，図1のPLCとアナログ入出力ユニットに接続して用いられることが多いが，今回はそれらを①のRaspberry Piと②の回路で置き換えている。

図3は光センサの検出部を拡大したものである。一方が投光部，もう一方は受光部であり，両者の間に物体が入り込むと光量が変化するのを利用することで，非接触での変位測定に用いることができる。

### 3.2 回路の構成

前述したように図1のPLCや図2の③～⑤はDC24Vで動作するのに対し，Raspberry PiのGPIOはDC3.3Vであるため，そのまま接続することはできない。

実はPLC自体も元々は小型コンピュータであるため，それ自体の動作電圧は低いが，入出力部分にDC24Vに対応させるための回路が入っている。Raspberry PiのGPIOで動作させるためには，それと同様の回路を②の回路上に置く必要がある。

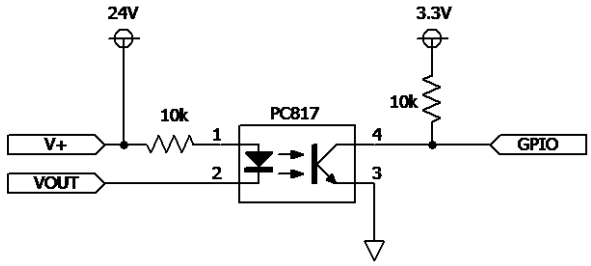


図 4　入力回路

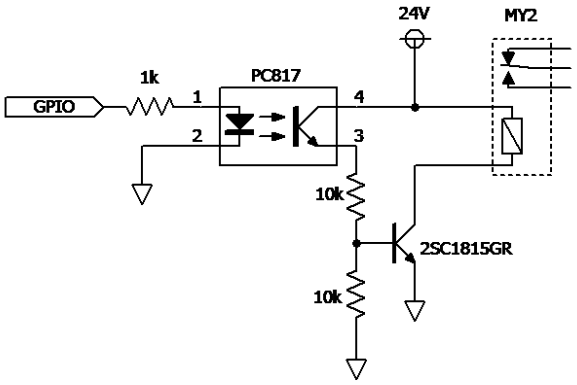


図 5　出力回路

図 4 は入力側の回路である。V+と VOUT は④の光センサの 24V 論理出力である。これをフォトカプラを介して接続することで，異なる電圧間での ON/OFF 動作を行っている。

同様に出力回路を図 5 に示す。今回の出力には図 2 の③のリレーを配置して，接点の切り替え動作を行っている。これで Raspberry Pi の 3.3V の GPIO から AC200V 等の外部回路の電源を ON/OFF させることが出来る。入出力いずれの側も絶縁されているため，生産現場の高電圧の環境下でも安定した動作が可能になると考えられる。

### 3.3　プログラムと動作確認

このようにして組んだ回路を動作させるには例えば次のようにPythonでプログラムを記述する。これを実行すると，図3の光センサの検出部の中間を物体で遮って図2の④のセンサ本体側で設定したしきい値を下回った場合に③のリレーの接点を切り替える動作が実行される。

```
import RPi.GPIO as GPIO
from time import sleep

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(25, GPIO.OUT)
GPIO.setup(22, GPIO.IN)

try:
    while True:
        if GPIO.input(22) == GPIO.HIGH:
            GPIO.output(25, GPIO.HIGH)
        else:
            GPIO.output(25, GPIO.LOW)
        sleep(0.01)
except KeyboardInterrupt:
pass

GPIO.cleanup()
```

なお図 2 の④のセンサには DC1~5V のアナログ出力が備わっているが，それを利用する場合は MCP3208 等の AD コンバータにその入力を繋げば，今度はプログラム内部のしきい値によって，同様に③のリレーの接点を切り替える動作をさせることが可能になる。これについても実際に回路を構成し，プログラム内部でしきい値を設定し，動作することを確認した。

このように，Raspberry Pi を用いて，本格的な FA 向けのセンサや機器を利用することができた。

実際の FA 環境における実績は PLC 等が大きく上回っているが，テスト的に導入するのであれば，コスト面やプログラミングの入りやすさ

の面から，このような方法も検討する価値があると考えられる。

## 4. 結　　言

（1）Raspberry Piを用いて，生産現場に使われる各種機器を動作させることができた。

（2）テスト的に導入する場合，コスト面やプログラミングの入りやすさの面から検討する価値があると考えられる。

（3）生産設備に設置することで，IoT環境構築の基盤とすることができる。

## 参考文献

1）金丸 隆志，“カラー図解 最新 Raspberry Piで学ぶ電子工作　作って動かしてしくみがわかる”，講談社，2016，pp.80-128