

【コラム】

「日本の機械産業における IO-Link の活用

－ニューロン工業株式会社の製袋機の例－

経済研究所 首席研究員 金子 実

1. IO-Link とは？

機械産業の DX（デジタルトランスフォーメーション）の課題の一つに、機械制御における DX の深化がある。日本の機械産業における機械の制御においては、1970 年代から PLC（プログラマブルロジックコントローラ）が普及したことなどにより、デジタル化されたコントローラの普及は進んでいる。しかし、制御に必要な情報を検知するセンサや、制御信号に従って機械を作動させるアクチュエータなどは、電圧や電流によるオン・オフ信号やアナログ信号を送ったり受け取ったりしている場合が多く、デジタル通信を行っていない場合が多い。

デジタル通信が行われれば、1本のケーブルで、複数の種類の信号を双方向でやりとりすることができる。しかし、電圧や電流によるオン・オフ信号やアナログ信号の伝送の場合は、1本のケーブルでは、1種類の信号を一方向に送ることしかできない。

機械の制御にはたくさんのセンサやアクチュエータが使われる場合が多く、そのようなセンサやアクチュエータの一つ一つにデジタル通信の機能を持たせるためには、低コストで持たせられることが必要となる。IO-Link は、このような要請に対応して、ドイツに本拠地を置く PROFIBUS & PROFINET International の傘下で開発された、センサやアクチュエータのデジタル通信の規格である¹。PROFIBUS & PROFINET International は、ドイツ政府の支援も受けて開発された産業用ネットワークの規格である PROFIBUS や、それを Ethernet ベースの規格に発展させた PROFINET の普及を推進している団体であるが、IO-Link の規格は、2007 年に同団体により公表された後、2013 年には IEC61131-9 として国際規格になっている。

図 1 は、センサ等とコントローラの間をつなぎ方を、①電圧や電流によるオン・オフ信号

¹ IO-Link の最新の仕様書は、2024 年 6 月に公表されており、以下の URL からダウンロードできる。
https://io-link.com/share/Downloads/Package-2024-released/IOL-Interface-Spec_10002_V114_Jun24.pdf

やアナログ信号のやりとりのみが直接行われるケースと、②リモート IO と呼ばれるデバイスが置かれ、センサ等の側は電圧や電流による信号のやりとりを行うが、コントローラの側はデジタル通信を行うケースと、③IO-Link マスタと呼ばれるデバイスが置かれ、センサ等の側もデジタル通信を行うケースの 3 つの類型に分けて示したものである。

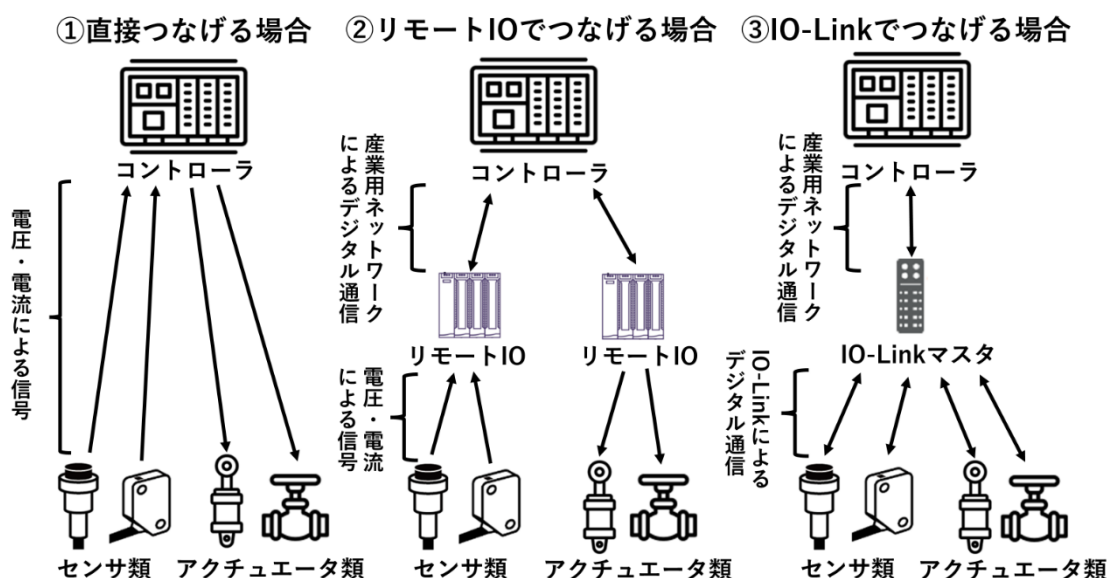


図 1：機械制御におけるセンサ等とコントローラのつなぎ方の 3 類型
出所) 筆者作成。

①の類型では、センサが様々な情報を持っている場合でも、制御に使われる 1 種類の情報しかコントローラに送られない。また、コントローラの側からネットワークを使って、センサ等の情報を読み書きすることができない。さらに、たくさんのセンサやアクチュエータを別々のケーブルでコントローラにつなぐ必要があるため、長いケーブルをたくさん設置しなければならない。また数多くの配線が集中するコントローラの側の接続作業が複雑になる。

②の類型では、長いケーブルをたくさん設置しなければならない状況や、コントローラに数多くの配線が集中する状況を緩和するために、コントローラとセンサ等との間にリモート IO と呼ばれるデバイスが置かれている。この類型では、リモート IO とコントローラの間ではデジタル通信が行われるので、数多くのケーブルが 1 本のケーブルに置き換えられる。しかし、センサやアクチュエータはデジタル通信を行っておらず、センサからは制御に使われる情報しか送られない。また、コントローラの側からネットワークを使って、センサ等の情報を読み書きすることができない。

③の類型では、センサやアクチュエータが、IO-Link によるデジタル通信を行っている。

従って、センサはコントローラに、制御に使われる信号に加えて、持っているその他の情報も送ることができる。また、コントローラの側からネットワークを使って、センサ等の情報を読み書きすることができる。

③の類型でセンサやアクチュエータがデジタル通信をすることができるのは、センサやアクチュエータが、IO-Link の通信プロトコルによるデジタル通信の機能を搭載しているからである。ただ、IO-Link の通信プロトコルは、たくさんのセンサやアクチュエータに低コストでデジタル通信の機能を搭載できるようにするものとして開発されており、コントローラが準拠している産業用ネットワークの通信プロトコルとは異なっている。従って、センサやアクチュエータがコントローラとの間でデジタル通信をするためには、IO-Link マスタが、IO-Link とコントローラの準拠する産業用ネットワークとの間で、通信プロトコルの変換を行う必要がある。

コントローラの準拠する産業用ネットワークの通信プロトコルには様々な種類がある。ドイツで開発され普及しているものとしては、PROFIBUS & PROFINET International が普及を進めている PROFIBUS、PROFINET 以外に、EtherCAT と呼ばれる通信速度の速い規格がある。米国で開発された Ethernet/IP と呼ばれる規格や、日本で開発された CC-Link IE と呼ばれる規格も普及している。IO-Link は、これらの産業用ネットワークのいずれとも、IO-Link マスタによって通信プロトコルを変換することが可能な規格として開発されている。

従って、IO-Link は、国際的に活用可能な規格であり、近年日本の機械産業においても活用され始めている。ただ、ドイツで作られた規格であるためか、国際規格になってから 10 年以上経過しているにもかかわらず、日本の機械産業における IO-Link の活用事例はあまり公表されていない。そこで、日本の機械産業において IO-Link が活用されている事例を見学させて頂いたところ、そのメリット等について新たに認識することが非常に多かった。

そこで、本コラムを含めいくつかのコラムで、日本の機械産業における IO-Link の活用事例を紹介させて頂くこととした。その第 1 回目として、本コラムでは、ニューロン工業株式会社（以下「ニューロン工業」という。）喜多方工場で生産されている製袋機における IO-Link の活用事例を紹介する。本コラムを含む IO-Link の活用事例の紹介のコラムが、IO-Link 活用の可能性を考える上での検討材料となることを期待したい。

2. ニューロン工業の製袋機における IO-Link 活用の経緯

ニューロン工業では、ショッピングバッグなどを原紙などから自動生産する製袋機を、50 年以上に渡って生産している。そして、現在は、福島県喜多方市にある工場で、製袋機的设计から、製造、販売、アフターサービスまでを行っている。同工場では、この製袋機の制御に、2019 年から IO-Link を活用し始めている。

見学させて頂いた完成間近の製袋機は長さ約 10 メートルの装置で、自動的に、ロール状の原紙を切断したり、切断した原紙を折りたたんだり、糊付けしたりして、短時間に大量の

ショッピングバッグなどを生産する。



図 2：完成間近の製袋機

出所) ニューロング工業喜多方工場の了解を得て筆者撮影。

1 台の製袋機の制御のほとんどは 1 台のコントローラにより行われている。他方、制御のためのセンサやアクチュエータ等は、1 台の製袋機に数十個設置されている。そして、製袋機の中の数か所に IO-Link マスタが設置されて、近くのセンサやアクチュエータ等とコントローラとの間のデジタル通信を集約している。

IO-Link が使われる前は、IO-Link マスタではなくリモート IO が数か所に設置されて、センサやアクチュエータ等とコントローラとの間の信号のやりとりを集約していた。そして、センサやアクチュエータ等は、デジタル通信は行わず、電圧や電流により信号のやりとりを行っていた。

当時は、コントローラとリモート IO との間のデジタル通信に、DeviceNet と呼ばれるシリアル通信をベースとする産業用ネットワークが使われていた。しかし、通信速度のより速い Ethernet をベースとする産業用ネットワークの普及が進むのに伴い、ニューロング工業喜多方工場も産業用ネットワークの転換を検討し始め、2019 年から、Ethernet をベースとする産業用ネットワークの中でも特に通信速度の速い EtherCAT を導入した。そして、それ

と並行して、センサやアクチュエータ等のネットワークには、IO-Link を導入した。

3. IO-Link のデジタル通信により得られたメリット

IO-Link によりセンサ等がデジタル通信を行うようになったことのメリットとしてまずあげられたのは、センサ等のパラメータ設定の作業を省力化できたことである。機能の使い方や出力形態などを選べるセンサ等は、それらを設定しないと機能しない。従って、製袋機を組み上げる過程でかなりのパラメータ設定をする必要がある。IO-Link によりデジタル通信を行うセンサ等は、コントローラ等との間で双方向通信を行うことができることから、ネットワークを通じてパラメータ設定を行うことができる。この方法によるパラメータ設定により、個々のセンサにそれぞれパラメータを設定するのに比べ、作業が省力化された。

また、IO-Link マスタには、交換前のセンサ等に設定されていたパラメータを自動記録して、交換後のセンサに再設定することのできるものがある。これも、センサ等がデジタル通信を行うため、IO-Link マスタとセンサ等が双方向通信を行えることから可能となっている機能である。製袋機が販売された後に製袋機のユーザがセンサを交換することが必要になった場合には、交換後の新しいセンサにまたパラメータ設定を行う必要があるが、この機能を使うことにより、そのための作業が削減された。従来は、ニューロン工業の技師もしくは営業技術員が、パラメータ設定のために製袋機のユーザのところに出張しなければならないことも多かった。しかし、IO-Link の導入後は、そのような出張が必要なケースは減少したとのことだった。また、製袋機のユーザの側でもセンサの交換のためのダウンタイムが短縮されたと考えているとのことだった。

IO-Link によりセンサ等がデジタル通信を行うようになったことのメリットとして次にあげられたのは、制御に使われる信号に加えて、それに関連する追加的な情報も送ることのできるセンサを使うことができるようになったことである。追加的な情報としては、送られる制御に使われる信号が有効か無効かを示すステータス値や、制御に使われる信号が測定値に一定の閾値を設定することにより得られるオン・オフ信号である場合の、元の測定値などがある。

これらの情報がセンサから送られる場合には、それを表示器上で製袋機のオペレータが見られるようにすることにより、センサの異常等をすぐに検知することができる。また、ニューロン工業がインターネットを使って販売された後の製袋機のコントローラにリモートアクセスすることにより、ニューロン工業はそれらの情報をアフターサービスに使うことができる。

さらに、IO-Link が導入され、IO-Link マスタが製袋機の中の数か所に設置されたことにより、オン・オフデータではない数値データを扱うことが容易になったこともメリットとしてあげられた。製袋機の制御には、オン・オフ信号だけでなく数値信号も使われる。例えば糊付けのために出す糊の量を、糊付けする紙が送られるスピードに合わせて制御するための

信号は、オン・オフ信号ではなく数値信号だとのことだった。コントローラが数値信号を電圧や電流によるアナログ信号で送る場合には、デジタル・アナログ変換を行うことによるコストや誤差を伴う。



図 3：コントローラからの数値信号を受けて糊の量を制御する電空レギュレータ
（出所）ニューロン工業喜多方工場の了解を得て筆者撮影。

また、ニューロン工業では、製袋機の稼働条件を記録するために温度や湿度のセンサを取り付け、得られる測定値を蓄積して分析するマシン・マネジメント・システムを開発中である。得られる測定値は、直接制御には使われない数値信号であるが、IO-Link マスタを介してデジタル通信でコントローラや産業用 PC に送ることにより、アナログ・デジタル変換のためのコストや誤差を回避することができるとのことだった。

4. デジタル通信のメリット以外の IO-Link のメリット

他方、IO-Link を導入したことによる最も大きなメリットは、デジタル通信のメリットではないが、M12 コネクタを使って信号線と電源線を一度につなげるようになり、工数が削

減できたことだとのことだった。IO-Link を導入する前は、センサ等の信号線と電源線を別々につなげなければならなかったことが多かったが、IO-Link マスタや IO-Link に対応したセンサ等の多くが M12 コネクタに対応していることから、このような工数の削減が可能になっている。IO-Link マスタや IO-Link に対応したセンサ等は、必ず M12 コネクタに対応していなければならないわけではないが、IO-Link の仕様書が M12 コネクタに言及していることから、このようなメリットが実現していると考えられる。

また、IO-Link マスタが M12 コネクタに対応していることに関連して、防水防塵の IO-Link マスタを利用することにより、制御のために必要なスペースを小さくできることもあげられた。リモート IO が使われていた時には、バラ配線でつなげなければならず、防水防塵のための箱に入れなければ製袋機の中に設置できなかった。IO-Link マスタは、M12 コネクタに対応したものが多く、防水防塵の規格に準拠しているものが多い。製袋機の中にはグリスのよく飛ぶ場所があるが、防水防塵の規格に準拠した IO-Link マスタであれば、そのような場所でも箱に入れずに設置できるとのことだった。

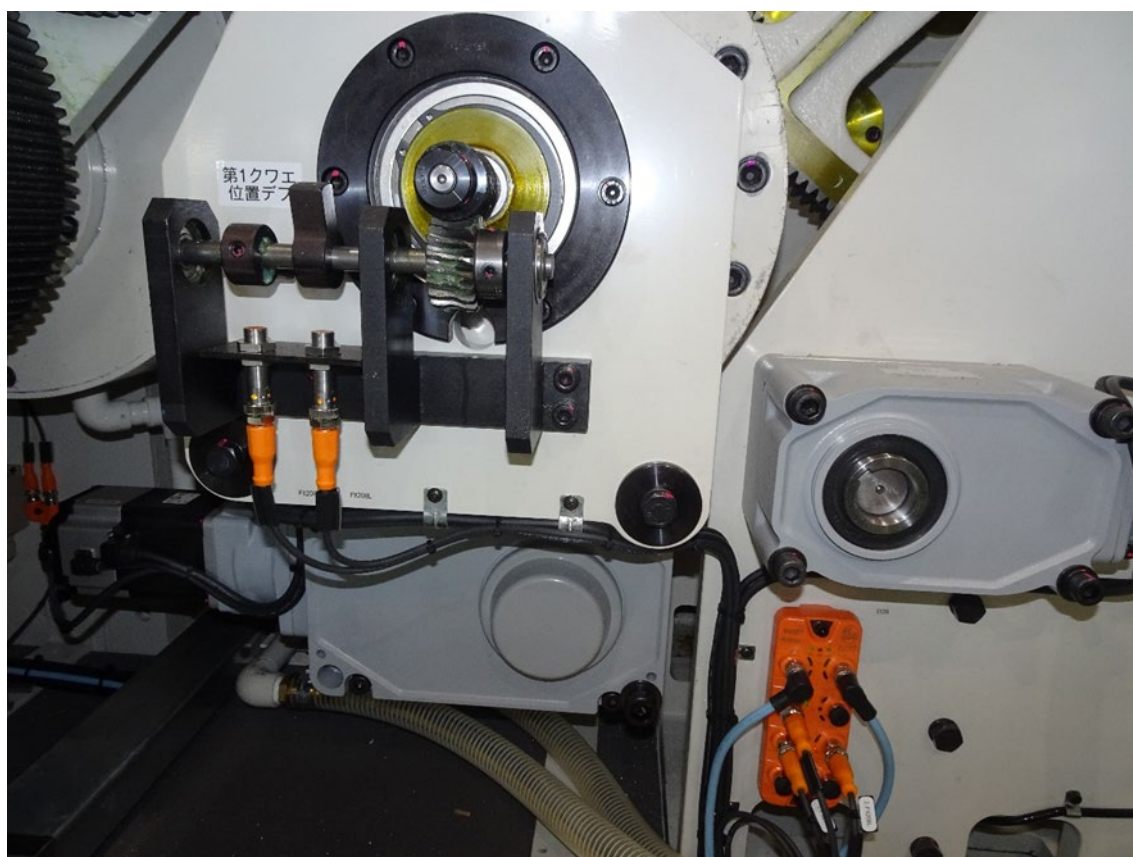


図 4：製袋機の中に設置されている IO-Link マスタ（右下）と近接センサ（左出所）ニューロング工業喜多方工場の了解を得て筆者撮影。

5. 安全通信には IO-Link は使わずリモート IO を利用

EtherCAT のドライブの安全通信の機能を使うことが EtherCAT を採用した理由の一つだったとのことで、安全通信のためのネットワークは、IO-Link マスタは使わずに、リモート IO で EtherCAT のセーフティのコントローラにつながっている。製袋機の制御盤の中には、機械全体を制御するコントローラ（PLC）と EtherCAT のセーフティのコントローラが並べられて設置されており、セーフティのコントローラの横には、安全通信のためのリモート IO が設置されて、たくさんのバラ配線がつながっていた。

なお、製袋機内に多数点在する安全スイッチなどの安全制御機器においても、バラ配線作業の発生しない M12 両端コネクタでの接続が可能な安全通信システムや安全制御機器を調査・研究しており、さらなる省工数化を目指して、将来的にはそのようなシステムを導入したいと考えているとのことだった。



図 5：制御盤内の PLC（中段左・銀色）とセーフティのコントローラ（中段右・赤色）出所）ニューロング工業喜多方工場の了解を得て筆者撮影。

参考文献

金子実 (2024) : 「工場において制御に使われるセンサーのデジタル通信による活用」、株式会社野村総合研究所『知的資産創造 2024 年 2 月号 Vol.32 No.2』 pp. 72-87。

産業オープンネット展準備委員会編 (2019) : 「産業用ネットワークの教科書 IoT 時代のものづくりを支えるネットワークと関連技術」、産業開発機構株式会社 映像情報インダストリアル編集部。