

【コラム】

「HART 信号を活用した AI の精度向上

—ダイキン工業株式会社鹿島製作所の例—

経済研究所 首席研究員 金子 実

1. はじめに

ダイキン工業株式会社鹿島製作所（以下「ダイキン鹿島製作所」という。）は、フッ素樹脂や化成品等を生産する化学プラントである。プラントの制御は、プロセスオートメーションの制御システムである DCS（Distributed Control System）を使って行われており、DCS で使われる計装機器には、HART（Highway Addressable Remote Transducer：ハイウェイアドレス可能遠隔トランスデューサ）プロトコルと呼ばれる通信規格に準拠した HART デバイスが含まれている。

昨年 12 月、ダイキン鹿島製作所は、HART 信号（HART デバイスからの信号）を活用することにより異常検知システムの AI の精度を向上させたことが評価され、HART プロトコルを管理している FieldComm Group（本部・米国）の 2023 Plant of the Year を受賞した¹。FieldComm Group の Plant of the Year は、世界のプロセスオートメーションのユーザー企業の中から、FieldComm Group が管理する HART プロトコル等の規格を、他に例を見ない革新的な方法で活用した企業が毎年 1 社受賞するもので、ダイキン鹿島製作所の受賞は、通算して 21 社目、日本企業としては 2 社目の受賞である。²

筆者は、本年 11 月にダイキン鹿島製作所を訪問させて頂き、コントロールルームなどを見学させて頂くとともに、2023 Plant of the Year 受賞に至った経緯について話を聞かせて頂いた。AI 技術は急速に進展しており、様々なプラントで AI 活用の可能性が拡大している。ダイキン鹿島製作所における HART 信号を活用した AI の精度向上の事例は、他のプラントにも参考になる点を含んでいると思われることから、本コラムで紹介させて頂くこととした。

AI は、学習させる情報の質及び量を充実させることにより、より良いものにできる性質

¹ https://www.daikin.co.jp/press/2023/20231201_2

² <https://www.fieldcommgroup.org/posts/press-release-fieldcomm-group-announces-2023-plant-year-award-winner-daikins-kashima-0>

を持っている。他方、学習させる情報の質及び量を充実させるためにはコストがかかり、そのようなコストと AI の質の向上との関係におけるコストパフォーマンスをいかに上げられるかで、AI 技術を実際の事業活動でどれだけ活用できるかが決まってくると考えられる。既存の HART デバイスからの信号を活用することにより AI の精度を向上させたダイキン鹿島製作所の事例は、他のプラントにおける AI 活用のためにも何らかの参考になる可能性が高いと考えている。

2. HART プロトコルとは？

HART プロトコルは、1980 年代に米国のエマソン・エレクトリックの子会社のローズマウントが開発した規格で、電流によるアナログ信号にデジタル信号を重畳させる規格である。

化学産業などのプロセスオートメーションにおいては、制御のための信号は電流によるアナログ信号で送られることが多いが、電流によるアナログ信号では、1 種類の情報を 1 方向に送ることしかできない。アナログ信号にデジタル信号を重畳させれば、デジタル通信により多種類の情報を双方向通信することができ、制御のためのアナログ信号を補うことができる。

同様の規格が他の企業によっても開発されたが、HART プロトコルはそれらに比べて大きなマーケットシェアを有している。そして、HART プロトコルに準拠した HART デバイスは、世界中の多くのメーカーにより供給されている。

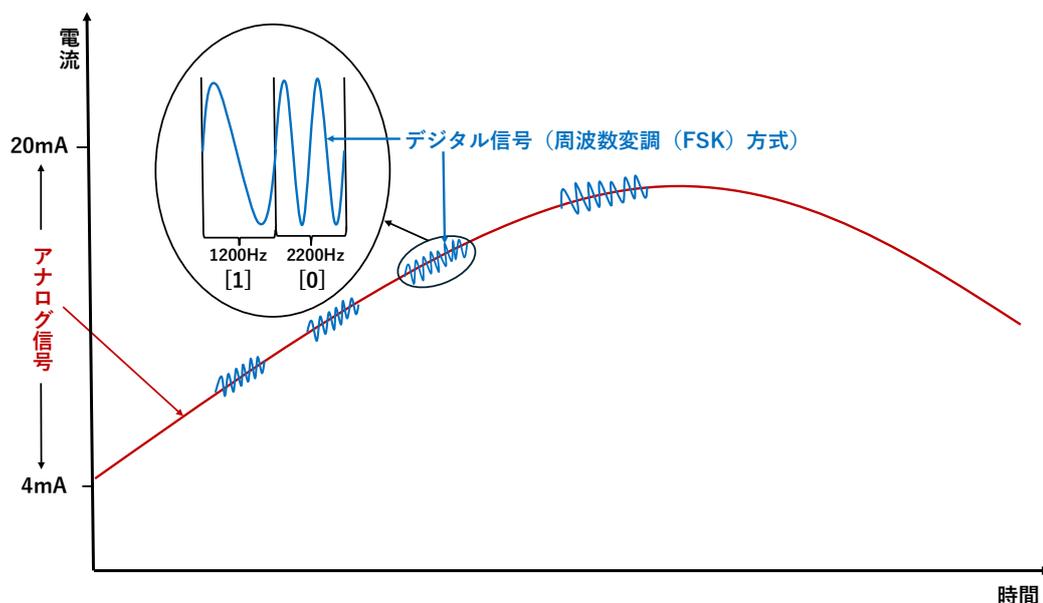


図 1：HART プロトコルにおけるアナログ信号へのデジタル信号の重畳（概念図）
出所）筆者作成。

HART プロトコルに準拠して電流によるアナログ信号にデジタル信号が重畳される場合でも、制御のためにはアナログ信号が使われることが一般的である。これは、制御のための信号は、一定以上の長さの更新周期で送られる必要があるが、電流によるアナログ信号に重畳されたデジタル通信では更新周期が十分短くないと考えられる場合が多いためである。

他方、プロセスオートメーションの制御のためにも、電流によるアナログ信号を使わないフルデジタルの通信プロトコルも開発されている。ただ、フルデジタルの通信プロトコルを使うためには、信号をやりとりする機器の間で通信プロトコルを統一する必要がある。そのような規格は、部分的に導入するアプローチをとりやすく、少なくとも日本ではあまり普及していない。

電流によるアナログ信号にデジタル信号を重畳させる規格の場合は、電流によるアナログ信号を送るための導線につなげるデバイスを、部分的に HART デバイスに置き換えることができる。他方、電流によるアナログ信号を送るための導線から HART デバイスからの信号を取り出すことが必要となるが、そのためにどのような通信機器が使われるかは、HART デバイスからの信号の活用方法などにより決まってくる。

3. ダイキン鹿島製作所における HART 信号の活用方法の変遷

ダイキン鹿島製作所で HART デバイスが使われ始めたのは約 30 年前のことで、その時の HART 信号の主な活用方法は、通信機器としてハンドヘルドコミュニケーターを使った、HART デバイスのパラメータ設定等だったとのことである。この活用方法は今日まで継続しており、パラメータ設定等が必要になると、作業員が HART デバイスの近くに行ってハンドヘルドコミュニケーターを接続して、HART デバイスと双方向通信を行うことによりパラメータ設定等を行っている。

図 2 は、米国のパデュー大学により開発されたコンピュータを使った生産管理のレフェレンスモデルをベースにして、ISA (International Society of Automation) が策定した製造システムの階層モデルと、HART 信号の活用方法との関係を示した概念図である。この概念図は筆者が作成したもので、HART 信号の活用方法を 2 つに大別しており、一つはハンドヘルドコミュニケーターを使った活用方法で、もう一つはコンピュータを使った活用方法である。

ハンドヘルドコミュニケーターを使った活用方法とは、既に述べた通り、作業員がパラメータ設定等を行うことが必要となる都度、HART デバイスの近くでハンドヘルドコミュニケーターを接続して双方向通信を行う活用方法である。ハンドヘルドコミュニケーターは、HART デバイスの近くで使われるので、図 2 では、HART デバイスと同じく、生産プロセスのセンシングと操作が行われるレベル 1 の階層に位置づけている。

もう一つのコンピュータを使った活用方法は、HART デバイスとコンピュータとの間の常時通信による活用方法である。常時通信により利用される HART 信号による情報の代表

的なものとしてはデバイスの診断情報があり、診断情報がデバイスの不調を示した場合には、当該デバイスを点検したり交換したりして、作業中のトラブルの発生を事前に回避する。このようなデバイスの診断情報の常時監視は、DCS による監視、制御と併せて行われる性格のものなので、図 2 では、デバイスの常時監視のためのコンピュータを、DCS と同じく、生産プロセスの監視、監督、自動制御が行われるレベル 2 の階層に位置づけている。

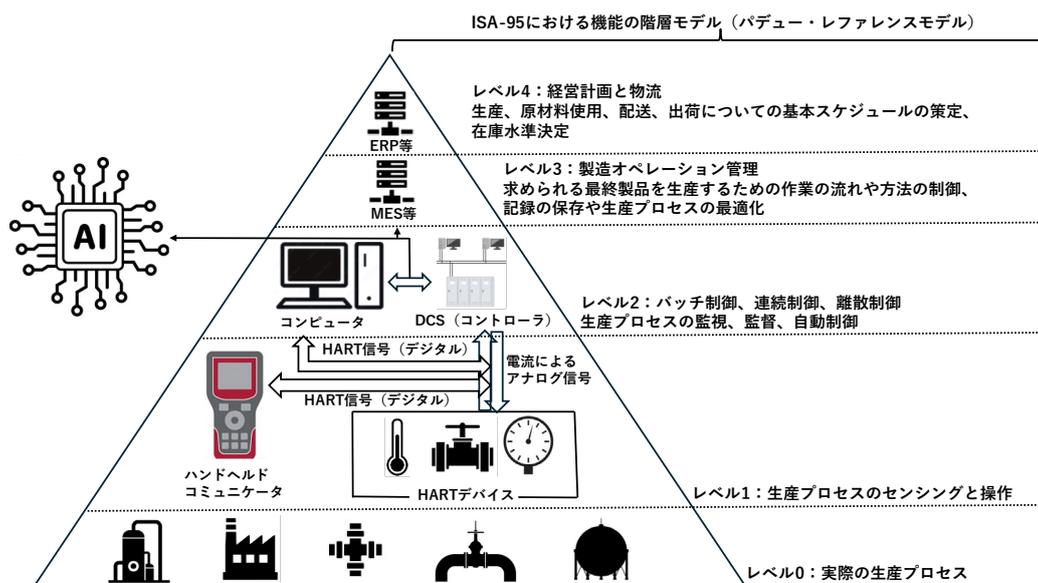


図 2 : 製造システムの階層モデルと HART 信号の主な活用方法との関係 (概念図)
出所) 筆者作成。

ダイキン鹿島製作所で、コンピュータを使った HART 信号の常時利用が行われるようになったのは、2017 年にバルブ・ポジショナからの HART 信号による診断情報の常時監視が始まってからのことだとのことだった。他方、電流によるアナログ信号により計装機器から DCS に送られる制御のための情報については、2010 年から PI サーバと呼ばれるサーバに蓄積されるようになり、以降、社内ネットワークに蓄積されて容易にアクセスすることが可能となり、解析・活用の幅が広がってきたとのことだった。

ダイキン鹿島製作所では、最初はこの PI サーバに蓄積された DCS の情報を AI に学習させることにより、異常検知システムの精度を向上させようとしていたが、それだけでは十分な精度を得られないケースもあり、そのようなケースについては、新たに圧力計などの計器を設置する必要があったとのことだった。そこで、HART デバイスからコンピュータに送られる HART 信号も含めて AI に学習させて試行錯誤を繰り返したところ、新たな計器を設置することなく異常検知システムの精度を顕著に向上させることに成功し、FieldComm Group の 2023 Plant of the Year を受賞するに至ったとのことだった。以降、DCS の情報と

HART デバイスから送られてくる HART 信号による情報を合わせて利用するための体制を整備し、その活用により、プラント全体の設備保全や品質を更に向上させることを目指しているとのことだった。

4. おわりに

プロセスオートメーションのための制御システムである DCS で使われる計装機器にマイコンを搭載したものが普及し始めたのは、1980 年代のことであったと言われている。1980 年代における HART プロトコルの開発も、そのような計装機器の進化を背景にしている。以降、マイコンを搭載した計装機器は、高機能化し、様々な情報を持つようになってきた。

他方、計装機器が持つ多くの情報の中で、制御のために直接使われる情報は、電流によるアナログ信号で DCS に送られる 1 種類の情報に限られる状況が、多くのプラントで続いてきた。また、その他の情報は、HART 信号により利用可能でも、制御の観点から必要なものしか利用されない状況が、多くのプラントで続いていると推測される。

ダイキン鹿島製作所における HART 信号の活用による AI の精度向上の事例は、DCS による制御の観点から有用な情報と、AI による予知保全の観点から有用な情報は、異なっている場合が多いことを示している。また、HART デバイスの高機能化が進んでいる中で、DCS による制御の観点からは使われていない HART デバイスの情報の中に、AI による予知保全の観点からは有用な情報が少なからず含まれている可能性が高いことも示している。

既存の HART デバイスの持つ情報を活用するためのコストは、新たなセンサーを設置したり、そのためのネットワークを新たに設置したりする費用に比べて、はるかに小さい。AI 活用の可能性が広がる中で、既存の HART デバイスの持つ情報の活用可能性を新たな観点から検討し直す必要性が、プロセスオートメーションの多くのプラントで高まっているのではないと思われる。

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』, 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