

# 環境保全に貢献する次世代液分析計 FLXA402/SA11

## FLXA402 and SA11 New Liquid Analyzer Contributing to the SDGs

石井 誠<sup>\*1</sup>      土井 英夫<sup>\*2</sup>      日野 賢一<sup>\*1</sup>  
 Makoto Ishii      Hideo Doi      Kenichi Hino

横河電機では、pH計や溶存酸素濃度計、導電率計など様々な液分析計を販売している。これらの分析計は、排水処理における水質管理や汚水処理の過程で使用され、環境保全に貢献している。環境測定においては、汚濁物質が公共用水域に排出されないように、また、上下水を効率良く処理するために、連続して測定することが要求される。しかし、連続した測定が要求される一方で、センサは劣化や汚れにより定期的な校正や交換が必要である。また、排水や上下水管理を行うためには、複数台の分析計の購入や維持が必要であり CAPEX (Capital Expense)、OPEX (Operating Expense) 両面で問題がある。

今回、これらの課題解決のため、複数のセンサ入力を持ち、保守効率を向上した液分析計「FLXA402」と、センサ部分のみを交換することを可能にした SENCOM スマートアダプタ「SA11」を開発し、周辺機器とともに SENCOM4.0 プラットフォームとしてリリースした。本稿では、これらの製品の特徴について紹介する。

Yokogawa provides liquid analyzers such as pH meters, dissolved oxygen meters and conductivity meters. These are used for water quality management and waste water treatment, thus contributing to environmental preservation. Liquid analyzers must operate stably and continuously to prevent polluted water from being discharged into public water bodies, and to enable water and sewage to be treated efficiently. On the other hand, sensors must be exchanged and calibrated periodically due to deterioration and dirt. Managing the discharge of fresh and sewage water involves issues of both capital expense (CAPEX) and operating expense (OPEX) because multiple analyzers must be purchased and maintained.

To overcome these issues, Yokogawa has launched, as part of SENCOM platform 4.0, the new FLXA402 liquid analyzer, which improves maintenance efficiency with multiple sensor inputs, and the SA11 SENCOM smart adapter, which enables the replacement of only sensors. This paper describes the characteristics of the FLXA402 and SA11.

### 1.はじめに

多くの先進国では、公共用水域及び地下水の水質汚濁防止を図るため、工場や事業所から排出される水について排水基準が設けられている。また、生活排水についても対応が行われ、下水や浄化槽などの生活排水処理施設の整備が行われている。横河電機は、プロセス用液分析計として 1971 年に 2 線式液分析計 P/H Cell を発売して以来、溶存酸素濃度計、導電率計など様々な液分析計を開発し、販売してきた。これらの分析計は、水処理にお

ける水質管理、汚水処理、河川や水道水の水質監視など幅広い分野で使用され、環境保全に貢献している。

液分析計は、検出器を有するセンサ部とセンサからのアナログ信号を測定値に変換する変換器で構成され、製品発売以降、何度か改良を重ねてきた。前モデルの 4 線式変換器「EXA450 シリーズ」では、pH や導電率などの測定項目ごとに 1 台が専用で用いられ、1 台の変換器に 1 本のセンサを接続して使用していた。その後には発売された 2 線式変換器「FLXA21」、「FLXA202」は、1 台の変換器に同じ測定項目のセンサを 2 本接続できるように改良され、顧客のコスト削減に貢献した<sup>(1)</sup>。

しかし、従来の液分析計には、次の課題やニーズが残っている。

① pH と導電率を 1 台の変換器で測定し、変換器の台数を減らしたい。

\*1 IA プロダクト&サービス事業本部 アナライザーセンター 開発部

\*2 IA プロダクト&サービス事業本部 アナライザーセンター プロダクト分析部

- ② 設置・保守作業効率を改善したい。
- ③ DCS などの上位機器と変換器間とのデータ通信機能を充実して欲しい。

今回、これらの課題やニーズに対応するために、複数のセンサ入力機能、機器診断機能、DCS などの上位機種との通信機能をもつ 4 線式液分析計「FLXA402」を開発した。FLXA402 については、3 章で説明する。

また、センサと測定機能が一体化した一体形スマートセンサ FU20F についても、次の課題やニーズがある。

- ④ 変換器を使用せずに、機器診断機能を使用したい。また、センサ部のみを交換したい。
- ⑤ センサの保守作業を改善したい。
- ⑥ DCS などの上位機器、レコーダ、指示計、タブレットなどに直接接続してデータ監視システムを柔軟に構築したい。

これらの課題やニーズを解決する機能を組み込んで、SENCOM スマートアダプタ「SA11」を開発し、周辺機器とともに SENCOM4.0 プラットフォームとしてリリースした。SA11 については、4 章で説明する。

## 2. SENCOM 4.0 プラットフォーム

「FLXA402」「SA11」は、周辺機器とともに、SENCOM4.0 プラットフォームを構成する。SENCOM4.0 プラットフォームは、お客様が製品のライフサイクル全体にわたり日々、直面している課題の解決を提案する、液分析計の次世代プラットフォームである。本プラットフォームは、変換器、SENCOM スマートアダプタ、センサ、表示器によって構成され、小規模システムから大規模システムまで、お客様にとって最適な環境を提供する(図 1)。



図 1 SENCOM4.0 プラットフォーム

## 3. FLXA402

### 3.1 複数のセンサ入力

排水や上下水を全般的に管理するためには、定期的な分析計の交換が必要である。さらに、それら分析計を維持管理していかなければならず、購入費用や保守費用などのコストがかかる。そのため、pH と導電率を 1 台の変

換器で測定できるようにして欲しいというニーズがあった。FLXA402 は、従来のアナログセンサ (pH/ORP、導電率、電磁導電率、溶存酸素) と蛍光式溶存酸素検出器に加えて、SA11 SENCOM スマートアダプタとその専用センサで構成されるデジタルセンサから、任意の種類 of センサを選択できる。また、SA11 とジャンクションボックス「BA11」を組み合わせることで、最大 5 本のセンサとの接続が可能である(図 2)。接続できるセンサが増えたため、4-20 mA 電流出力は最大 4 出力、洗浄用接点入力は 2 入力を準備した。また、HMI (Human Machine Interface) には最大 4 測定値、タブを切り替えることで、さらに 4 測定値を表示できるようにした(図 3)。2 本のセンサの差分や平均値、演算前の値と演算後の値などを 1 つの画面に表示できる。pH や導電率などの測定は測定液温度の影響を受けるため、温度補正を行うのが一般的であるが、センサによっては温度測定素子を搭載していないセンサもある。そこで、FLXA402 ではこれまでの液分析変換器になかった 4-20 mA 電流入力回路を用意した。これにより、外部からの温度入力を受け温度補正を行う機能を追加し、測定値の信頼性を上げた。このように 1 台の変換器を有効に活用できるため、コスト削減と省スペースに貢献する。

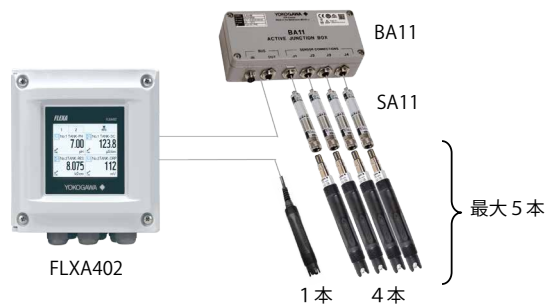


図 2 BA11 との組み合わせ

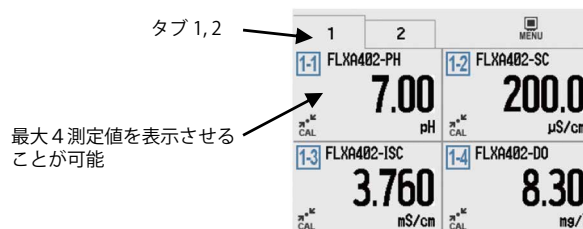


図 3 FLXA402 の測定画面

### 3.2 設置・保守作業効率改善に貢献

FLXA402 は SD カードスロットを標準装備し、SD カードに保存した変換器の設定値を他の変換器にコピーすることにより、スタートアップ時の設定や、運用中の設定変更の作業時間を短縮できる。また、SD カードを用

いてファームウェアを更新し、機能アップすることが可能である。画面にはカラー LCD を採用し、HMI を従来機種から改善し視覚的に分かりやすい構成とした (図 4)。また、上位機種とのループテストも効率良く実行できる。さらに、世界各国での使い易さを考慮し、12ヶ国語に対応した。

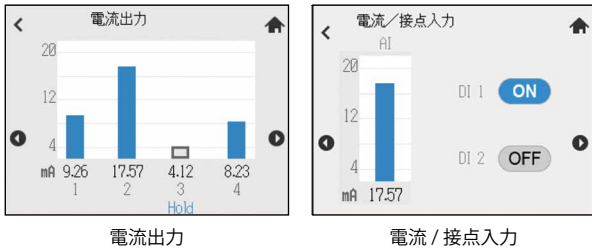


図 4 FLXA402 の画面

横河電機は、フィールド機器や環境機器を現場で調整や設定するツールとして FieldMate を販売している。FieldMate は、FLXA402 や SA11 の設定や校正、履歴管理などの操作をグラフィカルな画面で快適に操作することが可能である。また、FLXA402 と Bluetooth で接続でき、現場での表示機器として使用することができる。変換器が高い場所に設置されている場合、これまで高所での作業が必要であった。しかし、Bluetooth で接続することで、地上から変換器の設定を行うことが可能となり、作業効率が上がるだけでなく、高所作業での事故のリスクを軽減する。

### 3.3 豊富な通信プロトコルを搭載

デジタル通信には、RS485, Ethernet, HART 物理層を採用している。また、上位機器との通信プロトコルとして ModbusTCP, Modbus/RTU や HART7 に対応し、パソコンから DCS まで幅広い機器に接続できる。これらのデジタル通信を使用し、測定値、警報、機器情報、各種診断データを DCS 等、上位のモニタや監視システムに送信することや、上位のモニタや監視システムから変換器の設定を行うことが可能となる。また、クラウドに接続して Industrial IoT (IIoT) 環境を構築することができ、現場のメンテナンス性改善に貢献する。FLXA402 は最大 4 つの電流出力を有しており、従来機種と互換性を保つ一方、Modbus を使用することで配線コストなどの設備投資を削減できる。

## 4. SENCOM SA11

### 4.1 機器診断機能の改善と維持費の抑制

横河電機は、2013 年以降 SENCOM スマートセンサを販売し、デジタルセンサの実績を積み上げてきた<sup>(2)</sup>。センサは、分析対象の液体の特性によって劣化したり汚れ

が付着したりするため、定期的な校正や交換が必要である。しかし、SENCOM スマートセンサは、校正アルゴリズムをセンサ内に持っていない。そのため、校正アルゴリズムを持っている 2 線式変換器 FLXA21/202 や、パソコンで使用するソフトウェアの SPS24 に接続して校正する必要があった。また、機器診断の演算を行う機能も SENCOM スマートセンサ内に持っていないため、機器診断はその演算機能を持つ FLXA21/202 や SPS24 でしかできないという制限があった。さらに、SENCOM スマートセンサは、図 5 に示すようにセンサと変換器一体型の構造をとっており、センサの寿命とともに変換器部分も含めてセンサを交換する必要があった。これらの問題を解決するために、校正アルゴリズムと機器診断機能を SENCOM 内に持たせ、センサと変換器を分離するためのコネクタを装備した。センサ側にも SA11 との接続用コネクタを持たせ、変換器と分離できるようにした。さらに、接続するセンサが固定ではないので、センサ個体を認識するためのシリアル番号や、校正情報を記録するための ID チップをセンサに内蔵した (図 6)。

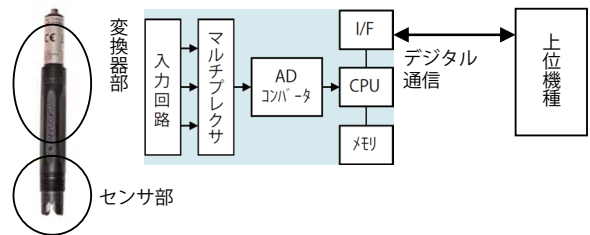


図 5 SENCOM スマートセンサの構成

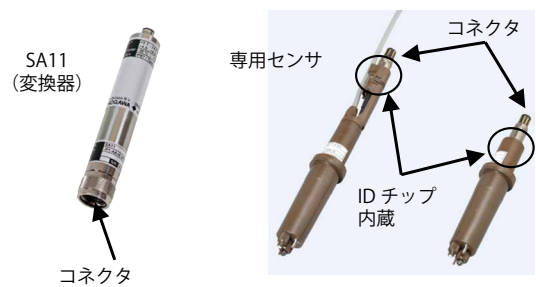


図 6 SA11 SENCOM アダプタ (左) と専用センサ (右)

ID チップを内蔵することのメリットについては、4.2 節に示す。このように、センサを分離可能な構造にしてセンサのみ交換可能とすることで、維持費の抑制と廃棄物の削減を実現し、SENCOM スマートアダプタ「SA11」は人にも環境にも優しい製品となった。SA11 は、センサからの信号を pH などの物理量に変える信号変換、上位機種との通信機能、センサの校正や機器診断機能を持ち、ID チップを搭載した専用センサと組み合わせて使用する。

#### 4.2 保守作業効率に貢献

先に述べたように、センサは徐々に劣化するため、定期的な校正が必要である。IDチップ付の専用センサでは、センサに関するパラメータや校正データなどをセンサ内部に保存するため、センサを取り外して実験室などの作業しやすい安全な場所で校正することが可能である。これまでは、作業者は校正が必要となったセンサを、現場に設置された変換器と組み合わせることでセンサごとに校正していた。今回開発した専用センサでは、センサを事前に校正しておき、校正が必要となった際に校正済センサと交換することができるようになった。その結果、現場での保守作業が削減し、さらに校正作業による測定中断時間を短縮した(図7)。



図7 従来の校正(左)とSENCOMを使用した校正(右)

実験室では、FieldMateを用いてセンサを校正することができます。センサとSA11を接続し、IB100 (Bluetooth I/F)を使用すると、SA11とFieldMateとがBluetooth通信を用いて接続され、最大4本のセンサを同時に校正することが可能である(図8)。校正が必要となったセンサをまとめて校正することで、校正時間を短縮できる。また、作業者が時間のある時に校正作業を実施すればよく、柔軟に時間を使えるようになった。

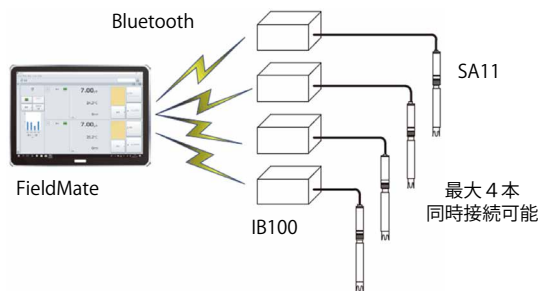


図8 FieldMate との接続

校正結果の管理については、未だ多くのお客様が校正記録台帳に手書きで記載して管理している。その際、校

正結果を記録し忘れて、再度、校正を行うお客様もいる。FieldMateはこれまで実施した校正結果をセンサごとに管理し、校正結果を任意のテンプレートに出力できる。お客様が手書きで記録を残すという手間や、記録し忘れるというミス無くし、保守作業の改善につながる。

#### 4.3 シンプルで柔軟なシステム構成を実現

SA11のデジタル通信は、物理層としてRS485、通信プロトコルとしてModbusを採用している。それにより、「FLXA402」に加え、デジタル指示警報計「UM33A-S」、Modbusに対応した制御システム、レコーダ、データロガーや指示計など、様々な機器と直接接続できるため(図9)、シンプルなシステム構成で、データ監視、校正、設定、調整作業などが可能となる。

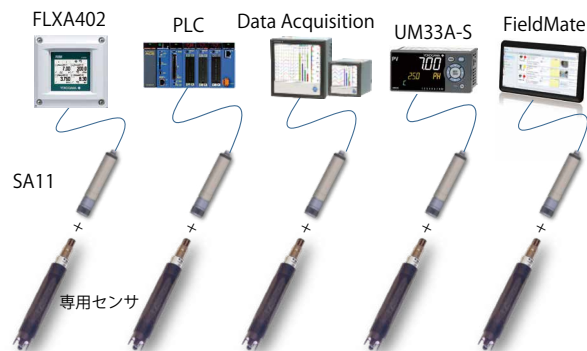


図9 SA11 SENCOM スマートアダプタとの接続例

#### 5. 今後の展開

SA11 SENCOM スマートアダプタは現在 pH 用のアダプタを用意しているが、今後、導電率計や溶存酸素濃度計など他の液分析計への展開を行う予定である。また、本質安全防爆や Type-N 防爆などの防爆取得を予定している。各種防爆規格を取得している 2 線式液分析計 FLXA202 との組み合わせにより、2 線式分析計の需要が大きい石油・ガスのお客様にも SA11 を提供していく。

FLXA402 は Modbus RTU (RS485) 通信を有した DO70G 蛍光式溶存酸素濃度計と接続可能であるが、同じ Modbus RTU プロトコルを有したセンサであれば、変換器のハードウェアを共通に利用し、ファームウェアの変更だけでセンサのラインアップを増やすことができる。既存のセンサにおいても、センサ部分を SENCOM 化し Modbus 通信を行うことで、製品のラインアップを増やすことができる。

#### 6. おわりに

横河電機では、pH 計、溶存酸素濃度計、導電率計など様々な液分析計を開発、販売している。これらの分析

計は、排水処理における水質管理や汚水処理の過程で使用され、環境保全に貢献してきた。一方で、複数台の分析計を購入する必要があったり、センサの校正や定期交換などの保守作業が必要となったりするため、CAPEX (Capital Expense), OPEX (Operating Expense) 両面で問題があった。

FLXA402 では、複数のセンサ入力を可能にし、投資コスト削減と省スペースを実現した。また、SD カードや作業性の良いカラー LCD, ユーザーフレンドリーな HMI, 豊富な通信プロトコル群を搭載し、作業性の改善を行った。

SA11 SEMCOM スマートアダプタと ID チップ付センサとの組み合わせによるデジタルセンサは、センサに関するノウハウが無くても容易にメンテナンスを可能とする校正機能や機器診断機能が追加され、廃棄物の削減により環境に配慮している。SA11 は、Modbus に対応した制御システム、レコーダ、指示計などと直接接続でき

るため、シンプルなシステム構成で、データ監視、校正、設定、調整作業が可能になった。

FLXA402 と SA11 による設置コストや保守作業効率の改善、ID チップ付専用センサにより廃棄物を削減し、水質環境保全で、SDGs (Sustainable Development Goals) に貢献する。

## 参考文献

- (1) 千葉隆司, 清野真二郎, 他, “モジュラータイプ FLEXA シリーズ 2 線式液分析計 FLXA21”, 横河技報, Vol. 53, No. 2, 2010, p. 43-46
- (2) 土井英夫, 中島健志, 他, “液分析計センサのスマート化”, 横河技報, Vol. 57, No. 2, 2014, p. 39-42

\* SENCOR, FLEXA, FieldMate は、横河電機株式会社の登録商標または商標です。

\* 本文中で使用されている会社名, 団体名, 商品名およびロゴ等は、横河電機株式会社, 各社または各団体の登録商標または商標です。

