

# モジュラータイプ FLEXA シリーズ 2線式液分析計 FLXA21

## FLXA21 Modular Two-wire Liquid Analyzer in FLEXA Series

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 千葉 隆司 *1        | 清野 真二郎 *1       |
| Ryuji Chiba     | Shinjiro Kiyono |
| 伯耆田 武 *1        | 関 行裕 *1         |
| Takeshi Houkita | Yukihiro Seki   |

横河電機は、FLEXA（フレкса）シリーズで初リリースとなる2線式液分析計 FLXA21を開発した。FLEXAシリーズは、プロセス分析計として長年にわたり使用されてきたEXAシリーズの後継機種で、従来モデルからの機能向上に加え、システム構築性、拡張性を備え持つ製品シリーズ名称であり、名称はFlexible EXAに由来している。今回開発したFLXA21は従来EXA202シリーズの、pH/ORP計（ORP: Oxidation-reduction Potential, 酸化還元電位）、導電率計、電磁式導電率計、溶存酸素計の各4機種の後継機に相当する。共通機能を集約し、検出機能部のみを独立させ、組立簡単なモジュール化構成とした。本稿では、FLXA21の仕様・機能を紹介し、ハードウェア、ソフトウェアの構成について説明する。

Yokogawa has developed the FLXA21 2-wire liquid analyzer as the first product in the FLEXA series. The FLEXA series, named after “Flexible EXA,” is a successor of the EXA series with advanced configurability and expandability. The FLXA21 is a successor of four EXA202 series products: pH/ORP analyzer (ORP: oxidation-reduction potential), conductivity analyzer, inductive conductivity analyzer, and dissolved oxygen analyzer. FLEXA series was designed to put together common functions and have independent sensor parts, forming a modular architecture that allows easy assembling. This report introduces the specifications and functions of the FLXA21 and describes its hardware and software structure.

### 1. はじめに

横河電機はプロセス用液体分析計として、2線式液分析計 EXA200 シリーズを 1990 年から発売しており<sup>(1)</sup>、電力、石油化学のプロセスプラントにおける原料の品質管理、生成物の反応状態管理、排水処理における水質管理、河川や水道水の水質監視等に幅広い分野で使用されてきた。

長年にわたり使用されてきたプロセス用分析計の経験と実績に基づき今回開発した FLEXA（フレкса）シリーズで初リリースとなる2線式液分析計 FLXA21 は、モジュール構造によるシステムの柔軟性、拡張性を備え、pH測定用 PH202、導電率測定用 SC202、電磁導電率測定用 ISC202、溶存酸素測定用 DO202 の4機種の後継機となるものである。EXAシリーズの後継機種であり、名称はFlexible EXAに由来している。従来製品に比べ、操作性向上、接続検出器数の増加、低価格化に対応した。

また、製品の各機能をモジュール化したことにより、グローバルでの短納期出荷要求に対応するだけでなく、今後の製品ラインナップ拡充時は該当モジュールだけの開発で対応可能とし、最近、特に短期化している製品開発周期にも対応することを考慮している。

FLXA21の外観を図1に示す。図に示すのは、塗装 SUS（ステンレススチール）筐体で、他に、電解研磨 SUS 筐体、PC（ポリカーボネイト）樹脂筐体もある。



図1 FLXA21の外観

\*1 IA 事業部 科学機器事業センター

## 2. FLXA21 特徴

FLXA21 では、従来モデルと比べ以下を強化した。

- マルチ検出器対応
- HMI 機能
- 検出器診断機能
- 筐体種類の増加

### 2.1 マルチ検出器対応

2 線式液分析計として業界では初めて、pH、導電率、溶存酸素の検出器を同種類 2 つまで接続することが可能である。これにより、ユーザーは 2 つの検出器の測定値を表示画面や HART 通信を通して監視する他に、2 箇所の測定値の差や平均値といった、従来では分析計 2 台を用意する必要があった測定値の演算も本機 1 台で対応可能である。

マルチ検出器対応は、リダンダントシステム化や校正作業中の測定継続も可能とする。

リダンダントシステム化すると、検出器に異常が発生し、修理対応・交換作業中となる場合でも測定を継続することができる。FLXA21 は、同一測定箇所を 2 つの検出器で測定し、出力として使用している検出器に異常が発生したことを検出した時点で、もう一方の正常な検出器の測定値の出力に自動的に切り換える。

また、検出器の測定出力切り換えは、手動でも切り換えが出来るため、校正作業中でも測定を継続することができる。従来モデルにおいては、測定を一時中断し、直前の測定値等を上位機器へ出力しながら、校正作業を行っていたが、FLXA21 では、校正作業に影響しない検出器側の測定値の出力に切り換えることにより、測定を継続できる。

これらの機能により、設置コストの削減と省スペースを実現したバックアップ機能を持つシステムとして、より信頼性が高いシステムの構築が可能である。

### 2.2 HMI (ヒューマン・マシン・インターフェース) 機能強化

#### ■ ドットマトリクス LCD の採用

表示 LCD を従来モデルのキャラクタ表示形から 213×160 ドット 3.3 インチ白黒反射形に変更することで、グラフィカル表示を実現し、表示情報を大幅に増加した。

図 2 に表示画面例を示す。

#### 1) 主表示画面

測定値を表示する主表示画面としては、2 つの検出器の値を表示するホーム画面と検出器毎の値を表示するメイン画面の 2 種類がある。主測定値の他、2 種類の補助測定値、タグ名、電流出力値、検出器の健康度バー表示、機器状態等を表示する。ホーム画面とメイン画面は、ワ

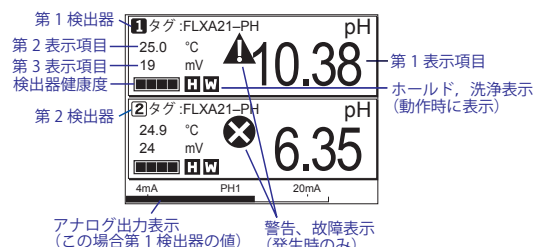
ンタッチでの表示切り換えが可能で、メイン画面からはさらに詳細表示画面に移行できる。また、重要項目設定時に表示される確認メッセージを判り易く表示したり、セットアップを簡易に行うためのクイックセットアップ機能やエラー発生時のエラー内容・対処方法の表示に関しても詳細内容を表示し、日常操作に関しては取扱説明書が無くても操作が可能である。

#### 2) トレンドデータ表示画面

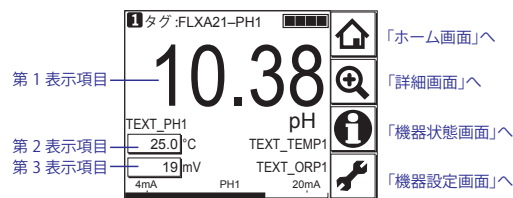
最長 2 週間のデータを最大 3 画面までのトレンドデータ表示することができ、長周期の測定値変動に関しても機器本体のみで確認することができる。

#### 3) 多言語表示対応

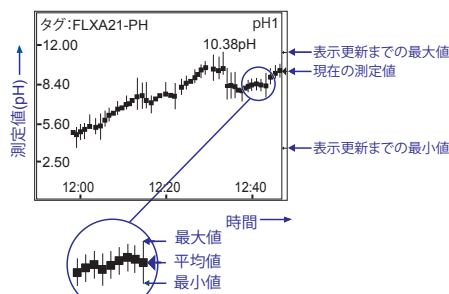
世界各国での使い易さを考慮し、主な販売地域の対応国言語で表示できるようにした。現時点では、日本語、英語を含む 7 カ国語の選択表示が可能であるが、2010 年度中には 12 カ国語まで拡張する予定である。



(a) ホーム画面の表示例



(b) メイン画面の表示例



(c) トレンド画面の表示例

図 2 表示画面例

#### ■ タッチスクリーンの採用

前面操作可能なタッチスクリーンを採用することにより、従来モデルからの対話型 HMI をさらに進化させた。複数ある選択項目からのダイレクト選択を可能にした。また、ホーム画面からメイン画面への遷移、トレンド画面からメイン画面への復帰といったシンプルな操作の場

合は、キー割付表示を画面から無くすことで、表示エリアを広げ、表示内容に関して、少しでも大きく使えるように工夫した。

### 2.3 検出器診断機能の強化

検出器診断機能の強化として、校正作業結果から判る検出器の健康状態を見やすいバー表示にした。検出器の使用総時間、検出器が過去に受けた熱衝撃の回数等の過去履歴情報もバー表示できる。さらに、複数ある健康状態を示す項目の内、最も悪い状態をメインとホームの両画面にバー表示することで、使用者が通常使用する画面で検出器の健康状態を常時確認できるようにした。

### 2.4 筐体種類の増加

従来モデルはアルミ塗装仕上げによる金属筐体 1 種類で様々な設置環境に対応していたが、FLXA21 では、より幅広い設置環境に対応できるように、PC 樹脂成型と SUS 金属の絞り加工成型の 2 筐体を開発した。SUS 金属筐体としては、さらに、表面を電解研磨仕上げした筐体と塗装仕上げした筐体があり、合計 3 種類の筐体を用意した。

PC 樹脂筐体は、金属筐体を要求されない設置場所での低価格な製品として用意し、SUS 塗装仕上げ筐体は、耐環境性の厳しい用途向けに用意している。また、SUS 電解研磨仕上げ筐体は、塗装の剥がれが問題になるような設置環境でも使用できるように用意した。なお、全ての筐体において屋外設置は可能で、IEC 60529/JIS C0920 の保護等級 IP66 に対応している。

筐体種類は 3 種類存在するが、筐体にもモジュール概念を採用し、筐体内部の殆どの部品は、3 種類の筐体で共通使用が可能となるよう設計されている。FLXA21 の SUS 塗装筐体の内部構成を例として図 3 に示す。図に示す主要部品は全て共通部品である。



図 3 FLXA21 内部構成

## 3. FLXA21 モジュール構成

図 4 に示すように、FLXA21 は CPU 機能モジュール、電源機能モジュール、センサーモジュール (FLEXA シ

リーズとしては I/O モジュール) の 3 種類の機能モジュールから成り、各機能モジュールはローカルバスで接続されている。ローカルバスは、シリアル通信と供給電源だけの簡単なバスで、ハード上の制約を少なくし、ソフト変更で様々なプロトコル対応を可能としている。FLXA21 では、9600 bps, 1 秒周期更新, CRC (Cyclic Redundancy Check) 付き可変長データ, マスタ-マルチスレーブの通信方式を採用しており、データフレームフォーマットは FLEXA 専用を開発した。

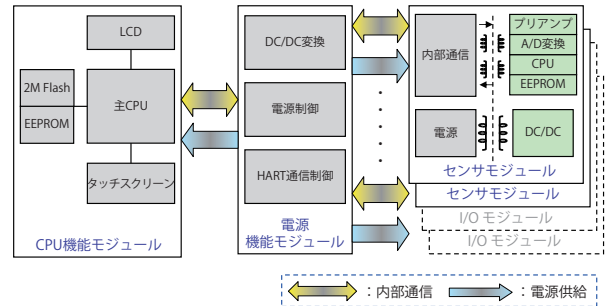


図 4 FLXA21 のモジュール構成

以下に、それぞれの機能モジュールについて説明する。

### 3.1 CPU 機能モジュール

筐体前面に配置され、表示用 LCD と操作用タッチスクリーンを装備し、センサーモジュールからの受信データを LCD に表示し、タッチスクリーンからの操作情報をセンサーモジュールに送信する機能と、外部 HART 機器との通信機能 (物理層以外) を持つ。

主 CPU は、通常動作プログラム格納用の 512 k バイトのフラッシュメモリを内蔵しているが、その他に、すべての検出器用の画面情報や複数言語情報等を格納しておく 2 M バイトのフラッシュメモリも搭載している。このメモリはストレージ用としてのみ使われ、組立工程でのセンサーモジュール識別時や、スタートアップ時の言語選択時のみに使われ、通常の測定動作では使用されないように設計されている。これにより、より低消費電力化を実現した。

### 3.2 電源機能モジュール

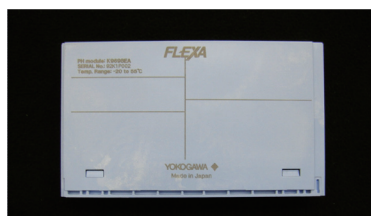
筐体の最奥部に配置され、フレキシブルケーブルで CPU 機能モジュールと、フレキシブル PWB で複数のセンサーモジュールと接続される。本モジュールは、外部からの供給電源を元に各モジュールに必要な電源を生成し供給する機能、HART 通信の物理層制御機能と電流制御機能を持つ。また、センサーモジュールのバックボードとしての機能も持ち、複数枚のセンサーモジュールを挿入可能としている。FLXA21 では消費電力の関係で最大 2 モジュールを搭載可能としているが、4 線式変換器

を含めた FLEXA シリーズとしての接続可能数は最大 4 モジュールまでである。また、上下スロットでのケーブル接続干渉を防止するために、センサーモジュールではネジピッチを半ピッチずらす千鳥配置の取り付け構造を採用している。

### 3.3 センサーモジュール

センサーモジュールは、FLEXA シリーズの I/O モジュールとして位置付けられ、主な機能としては、検出器からの信号をプリアンプで電気信号に変換し、EEPROM に保存されている検出器固有の校正値を元に測定対象の物理量に変換する機能と変換結果の物理量をローカルバス上に送信する機能を持つ。また、2 モジュール接続可能とするため、pH/ORP (Oxidation-reduction Potential)、導電率、溶存酸素用のセンサーモジュールの消費電力は、15 mW 以下に抑えた。図 5 に、例として、pH/ORP 用のセンサーモジュールの外観を示す。

センサーモジュールは、CPU 機能モジュールや電源機能モジュールとは異なり、簡易に取り扱えるように、樹脂ケースで囲んだモジュール部品とした。外ケースでは十分な信頼性を評価し、ケースはめ込み方式とレーザーマーキング方式を採用することにより、低コストでの製造を実現した。外部接続端子部には M4 のネジを採用しているが、これは、検出器標準のピン端子でも接続可能であることの他に、I/O モジュールとして将来開発予定のあるリレーモジュール、アナログ出力モジュールで必要とされる配線用端子との共通化を考慮したためである。



(a) 上面



(b) 端子部側面

図 5 センサーモジュール外観  
(pH/ORP センサーモジュール)

なお、検出器の校正時のデータに関しては、万一センサーモジュールが故障した場合に備え、同じデータを CPU 機能モジュールにも保存する機能を備えており、万が一の故障修理となった場合でも、検出器の校正データを復旧することができる。

### 4. FLEXA シリーズへの期待と今後の展開

FLEXA シリーズは、3 種類の機能モジュール構成にし

たことにより、柔軟なシステム構築が可能で拡張性がある。例えば 4 線式変換器の開発を行う場合には電源機能モジュールの AC 電源開発と DIO (Digital Input/Output) モジュール、AIO (Analog Input/Output) モジュールといった I/O モジュールの追加開発を、またカラー LCD 対応を開発する場合には CPU 機能モジュールへの追加開発を行えば良い。さらに、今後開発される新検出器に対応する場合には、新検出器対応のセンサーモジュールを開発することで対応できる。このことは、液分析に限らず他の分析計へ FLEXA シリーズを展開できることを示している。

また、先に説明した通り、I/O モジュールを部品として容易に取り扱えるようにしたため、保守時の取り扱いが容易になる。また、海外拠点での簡易組立を実現することができ、最近の海外拠点からの強い要求である短納期出荷対応が可能となる。従来モデルであれば、短納期出荷対応とするためには、機能組合せ別の製品を種々在庫しておくか、全ての機能を持つ高コスト製品を開発し在庫しておくかの対応が必要で、短納期対応が非常に困難であった。FLEXA シリーズでは、機能別 I/O モジュールと基本となる筐体を在庫しておくことにより、機能の組合せを海外拠点で簡単に実現することが可能となり、客先要求決定後、即短納期出荷対応が可能になる。

なお、FLXA21 は従来のモデル同様、本質安全防爆対応製品であるが、組み換え可能なセンサーモジュール部とそれ以外の筐体部を各々本質安全防爆対応品とする予定である。これら本質安全防爆部品同士の組合せとすることにより、指定工場によらない本質安全防爆対応 FLXA21 の簡易組立を目指している。

### 5. おわりに

ここまで FLEXA シリーズの初の製品となる FLXA21 を紹介した。FLXA21 の開発に引き続き、FLEXA シリーズのラインナップ拡充として、本質安全防爆対応、SIL2 対応 (SIL2 は、IEC61508 等で規定されている安全度水準、SIL は、Safety Integrity Level の略)、フィールドバス対応、4 線式マルチ検出器マルチ出力対応等の開発を予定しており、分析計としての機能を拡張、充実する計画である。さらに、将来開発される新検出器に対しても、FLEXA は柔軟に対応可能なシステムであり、今後の横河分析計のシリーズ拡充に貢献することを期待している。

### 参考文献

- (1) 三奈木輝良, 武石雅志, 他, “EXA PH 2 線式インテリジェント pH 伝送器 Model PH200G/PH200S”, 横河技報, Vol. 34, No. 1, 1990, p. 61-64

\* FLEXA, FLXA は横河電機(株)の登録商標です。

\* HART は HART 協会 (HCF: HART Communication Foundation) の登録商標です。