

コスの基盤技術と製品展開

佐々木 一訓, 鈴木 理一郎, 内村 幸治

要旨

株式会社コスはHORIBAグループの液体計測のエキスパート集団である。本稿では、まずコスの設立から今日の発展に至るまでの経緯をレビューする。次に、HORIBAから技術移管を受け共同開発を進めている自動全窒素・全りん測定装置、長期に渡って信頼性を築き上げた有機性汚濁物質測定装置、コスで独自に開発に取り組んだ農業集落排水処理監視システムと半導体プロセスモニタを実例としてコスの基盤技術と製品群を紹介する。更に、より良い製品へ向けて技術開発を進めるコスの状況を、最近の新製品2チャンネル同時測定型比抵抗変換器GC-96RW及び高感度シリカモニタSLIA-300を通して紹介する。

1 コス発展の経緯

コスは、分析・計測機器のコンシューマ市場への展開を目指して1975年に設立された。当初、家庭用水耕栽培器「グリーンボックス」など一般家庭向けにユニークな商品を開発、販売していたが、1983年の大幅な機構改革を機に、工場排水や生活排水などの水質管理に市場を特化してビジネスの展開を図った。この分野は、サンプルの性状が多様で、計測する環境条件が厳しい上に、市場規模が小さいなど多くの課題があった。HORIBAの優れた計測技術と小回りをきかせた営業活動によって、これらの課題を一つ一つクリアし、現在では、農林・水産、食品加工などの分野で、安心して使える計測器として高い評価をいただいている。1980年代後半からは薬液濃度計や比抵抗計などのプロセスモニタを半導体市場に投入し、HORIBAグループの液体計測分野をリードしている。

1985年からは、HORIBA製品の保守点検を主業務とするサービスネットワークを全国に張り、コスのもう一つの柱として育てていった。その後、株式会社堀場テクノサービス発足(2000年)を機にサービス事業を同社に移管し、コスはHORIBAグループの液体計測のエキスパート集団としての新たな歩みを始めた。

2 基盤技術と製品群

コスは、農業集落排水、半導体、環境などの分野に向けて各種の水質計測機器を製造・販売している。これらの機器を測定原理からみると、光計測技術応用製品と電気化学計測技術応用製品との2種類に大別される。

2.1 光計測技術応用製品

光計測技術応用製品とは光の吸収、屈折、散乱、発色現象を利用した計測機器である。コスでは、紫外線から赤外線までの幅広い波長領域を使った各種の液体計測機器をラインナップしている。図1にコスがカバーする計測対象と光の波長との関係を示す。

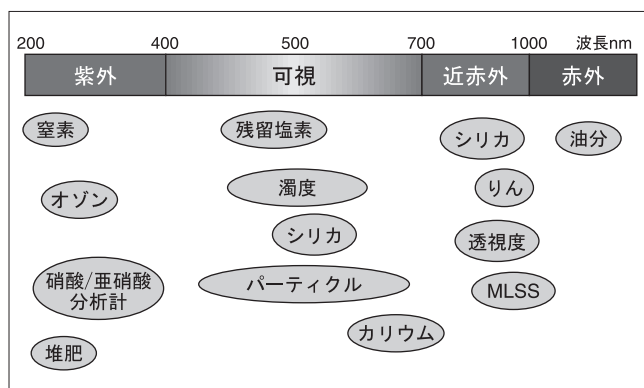


図1 コスの光計測技術応用製品

(1)自動全窒素・全りん測定装置

光吸収法を利用した代表的な製品としては、自動全窒素・全りん測定装置PN-100(図2)がある。瀬戸内海、東京湾、伊勢湾などの閉鎖性水域に隣接する地域では、富栄養化現象を食い止めるために1日に400t以上を排水する事業場に対して全窒素・全りん測定装置の設置が義務づけられている(第5次水質総量規制)。PN-100は、サンプルに酸化剤を加え紫外線照射により酸化・分解し、生成した硝酸またはオルトリン酸をそれぞれ吸光分析することによって全窒素及び全りん量を測る装置である。硝酸の測定には220nmの紫外線を、またりん酸の測定には880nmの近赤外線をそれぞれ用いる。図3にPN-100の測定フローを示す。



図2 自動全窒素・全りん測定装置PN-100

紫外線酸化分解法を用いるPN-100の最大の特長は、オートクレープ法と比べ試薬の消費量が少ないため、ランニングコスト、メンテナンス性が非常に優れている点である。

光計測技術を応用したもう一つのユニークな環境用計測器として、有機性汚濁物質測定装置CW-100/1000UV(図4)がある。本装置は、有機性汚濁物質が紫外線(254nm付近)を吸収し、この吸光量と手分析による化学的酸素要求量(COD)の測定結果との間で高い相関性があることを利用している。紫外線吸収方式は、試薬を使わないため手間もかからず、ランニングコストも非常に少なく済む利点がある。更に、CW-100/1000UVの特長は、独自の回転セル長変調方式を採用することにより、汚染のひどいサンプルでも長期に渡り高精度で安定に計測できる点である。



図4 有機性汚濁物質測定装置CW-100/1000UV

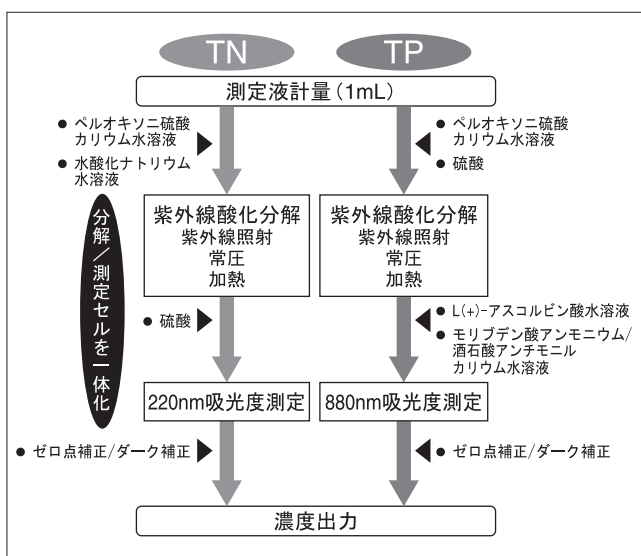


図3 PN-100の測定フロー

2.2 電気化学計測技術応用製品

2003年1月に創立50周年を迎えたHORIBAのルーツはpHメータであった。HORIBAグループの液体計測分野の中核をなすコスのもう一つの柱は、pHメータに端を発した電気化学計測技術である。

コスの電気化学計測法応用技術製品群を図5に示す。本図では各製品を検出原理から、ガラス電極を中心としたポテンシオメトリックセンサ、ポーラロ・ガルバニックセルなどのボルタンメトリックセンサ、電気伝導率センサに区分した。



図5 コスの電気化学計測法応用技術製品群

(1) 農業集落排水処理監視システム

コスは設立当初から農林・水産などの第一次産業との関わりが大きく、この分野に向けて数多くの計測機器を製品化している。中でも農業集落排水処理監視システムは、HORIBAが得意とするセンシング技術と、コスが培ってきたエンジニアリング技術とを集大成したものである。近年、下水処理場の施設の届かない農村や漁村においても快適に生活できる環境を整えるために、水洗化を目指して地域別に小規模な農業集落排水処理施設が建設されている。

本監視システムは、汚泥濃度計 (MLSS) や溶存酸素計 (DO) などの水質モニタをプロセスの各所に取り付け、排水処理システムの適正な運転に役立てるものである。

図6に間欠流入・間欠曝気方式の農業集落排水処理プロセスと計測機器を、図7にインテリジェントプリンタを使った監視システムを示す。

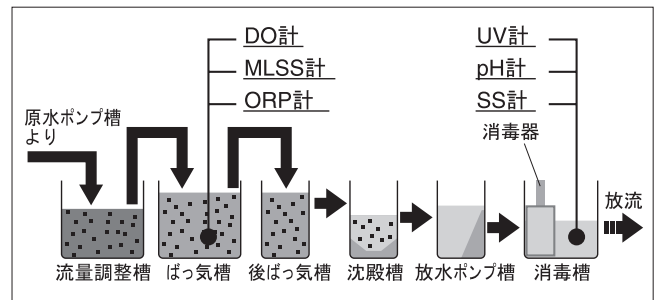


図6 農業集落排水処理プロセスと計測機器

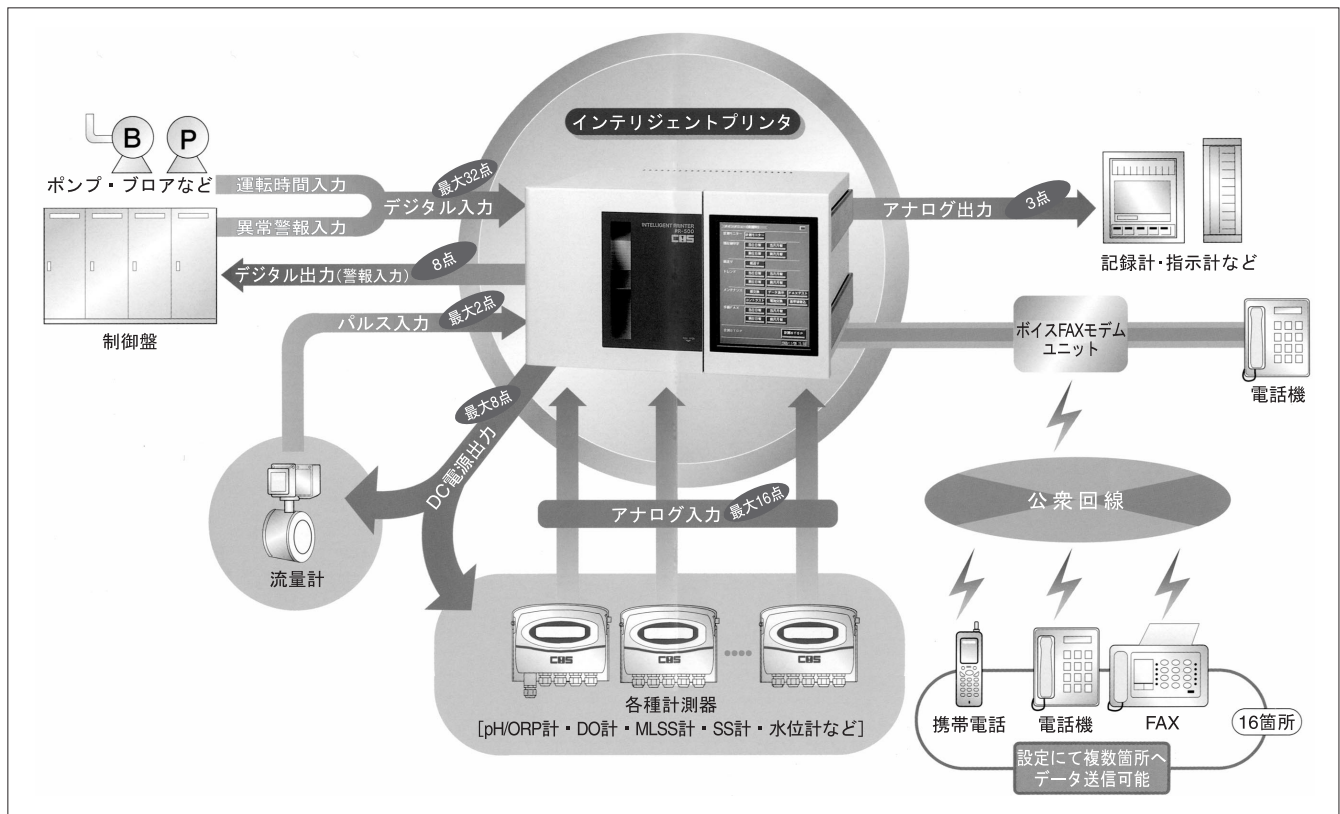


図7 農業集落排水処理監視システム

(2)半導体プロセスモニタ

近年、コスでは電気化学計測法を応用した半導体プロセスモニタの分野に、特に力を入れている。導電率法を測定原理とした比抵抗計は、半導体工場ですます重要となっている超純水の質を監視・制御するために、広く使われている。この他に、イソプロピルアルコール純度モニタ、アンモニア濃度モニタ、カーボンセンサ比抵抗計などを、ウェットプロセスの各種モニタ用としてラインナップしている。

3 より良い製品への技術開発

コスの最大の特長は、お客様のニーズに合わせて迅速に製品やサービスを提供するフットワークの軽さにある。その一方では、より満足いただける製品を提供するために技術開発・改良に常に取り組んでいる。成果の一端を、以下の2つの新製品を通して紹介する。

3.1 2チャンネル同時測定型比抵抗変換器 GC-96RW

水の比抵抗は、水の純度を確認するための基本的な指標である。この度開発したGC-96RW(図8)は、2本のセンサを接続する機能に加え、温度の測定精度を高めることにより、より高精度で安定な比抵抗測定を可能にした。



図8 2チャンネル同時測定型比抵抗変換器GC-96RW

(1)温度の測定精度の向上

純水の比抵抗を正確に測定するためには水温を正確に測らなければならない。例えば、比抵抗 $18\text{M}\cdot\text{cm}$ 程度の超純水では、温度が 0.1°C 高くなると比抵抗値が $0.1\text{M}\cdot\text{cm}$ 高くなるので、厳密な温度補償が求められる。そこで、比抵抗センサの中に埋め込んだ白金測温抵抗体で水温を測定・補正しているが、従来、白金抵抗体の特性がばらつくため、お客様サイドでの温度校正が必要であった。今回、白金抵抗体の器差を検定する手法と、測定回路の見直しなどにより絶対温度計測精度 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 、温度分解能 0.01°C を実現した。ところで、この補正の際には、純水中の微量不純物の温度係数を考慮しなければならない。コスの比抵抗計は、水の電導率試験方法に関する ASTM D 1125-91 に基づく純水の温度特性と、塩化ナトリウムを不純物の代表とみなした温度補償を行っている。これにより、図9に示すように、GC-96RW は安定した温度補償特性が得られている。

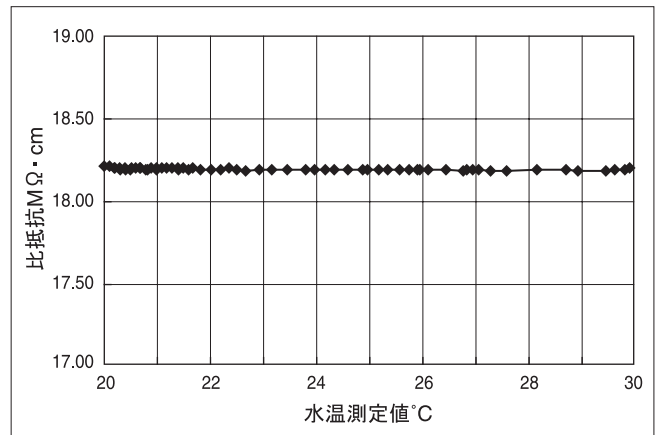


図9 GC-96RWの温度補償特性

(2)信号伝達ケーブルの改善

比抵抗の測定においては、センサに流す電流が小さいために、信号ケーブルの浮遊容量や外部雑音の影響を受けないような対策が必要となる。GC-96RWでは、センサケーブルの芯線のシールドを同電圧に保持すること(シールドドライブ)により、セル定数 $0.1/\text{cm}$ で最長 30m まで延長しても安定な測定ができることを確認している。

3.2 高感度シリカモニタSLIA-300

超純水の高純度化は半導体工場における製品歩留まりを制する最大の要件と言われ、イオン交換樹脂で不純物を取り除いている。この樹脂が劣化するとシリカイオンがいち早く脱離するため、この濃度を常時監視することは半導体プロセスの安定化のためには大変重要である。高感度シリカモニタSLIA-300は超純水中の極微量シリカイオンをモニタする装置である。コスでは光ファイバーの原理に基づく長光路セルを新たに開発し、最小検出感度0.01 $\mu\text{g/L}$ という従来比10倍の高感度化に成功した。

(1) 2重管式の長光路測定セル

純水中のシリカの濃度はモリブデンブルー発色による比色法で測定している。比色法では、測定セルを長くすると感度は高くなるが、反面、外乱影響を受けやすくなり、また装置も大型化してしまう欠点がある。そこで、SLIA-300では、光ファイバーの考え方を取り入れた長光路セルを新たに開発し(特許出願番号2001-295441)、従来比約10倍のセル長で、サンプル量を約1/3に低減した。

新型の測定セルは、図10に示すように、ステンレス管の中に光透過性と耐薬品性に優れたフッ素樹脂チューブを通した2重管構造となっている。サンプルはフッ素系樹脂チューブの内側を流れ、光の強度変化は管の長さ方向で測定する。管の片側から入ってきた光は、フッ素樹脂チューブと周りの空気との屈折率の差により、管内で反射を繰り返しながら反対側に到達する。(この光伝達のメカニズムは、光ファイバーのコアとクラッドとの関係をイメージすると理解しやすい。)このように測定セルをフレキシブルな2重管構造にすることにより、コンパクトな容器の中に1mもの長いセルの収納を実現した。

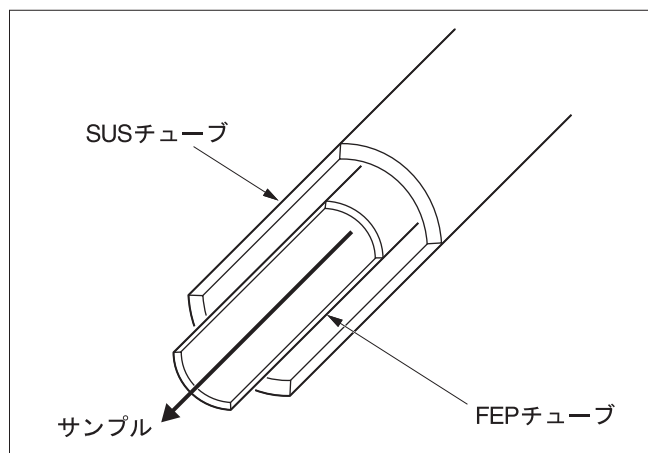


図10 2重管式の長光路測定セル

(2) サンプル及び発色試薬消費量の削減

測定セルを上記のような構造にしたことにより、サンプル及び発色試薬の消費量を大幅に削減することができた。従来、最も感度の高い100mmの測定セル長を持つ装置の場合、セルの容積が約70ml、洗浄などを含めると約400mlのサンプルを必要としていた。これに対しSLIA-300では、1mセルでも容積が約7ml、トータル約60mlのサンプル量で済む。結果的に、発色試薬の消費量も約1/4に低減できた。

(3) 実装結果

2重管式の長光路測定セルは上記のような利点がある反面、外乱光や温度変動の影響を受けやすくなる欠点もある。外乱光は測定セルに遮光構造を持たせることで、また温度変動は測定系を厳密に温調することによりクリアした。図11にSLIA-300を超純水供給ラインに実装した時の連続試験結果を示すが、0.2 $\mu\text{g/L}$ 付近の低濃度領域を十分にモニタできていることがわかる。

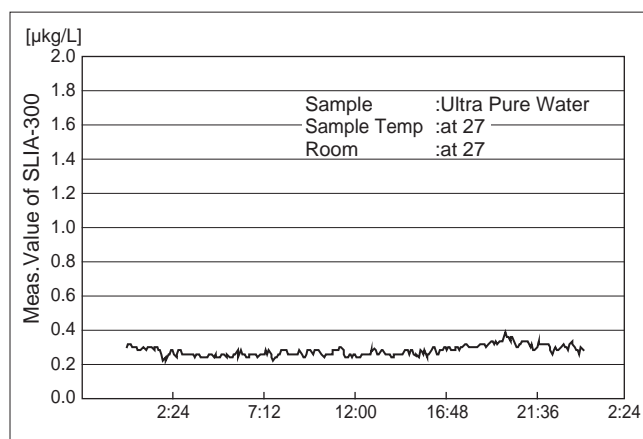


図11 SLIA-300の連続試験結果

4 おわりに

水質計測のスペシャリストを標榜するコスにとって、当社の製品が世界のデファクトスタンダードにもなり得るようなユニークで品質の高い製品を市場に提供することは我々の大きな願いである。今後は、排水処理や半導体分野で築いたノウハウを核として、食品や医薬品工場などのインラインプロセス計測や、海洋モニタなどグローバルレベルの環境計測へも分野を広げたいと夢を描いている。このために、社内外の諸機関と積極的にアライアンスを組み、お客様に対してベストソリューションを提供していきたいと願っている。



佐々木 一訓
Kazunori Sasaki

株式会社 コス
取締役統括部長



鈴木 理一郎
Riichiro Suzuki

株式会社 コス
設計部
マネージャー



内村 幸治
Koji Uchimura

株式会社 コス
設計部
マネージャー