

Readout

HORIBA Technical Reports

特集 高機能分析

March 1999 ■ No.18

マルチ水質モニタリングシステム U-20シリーズ

The U-20 series multi-water quality
monitoring system

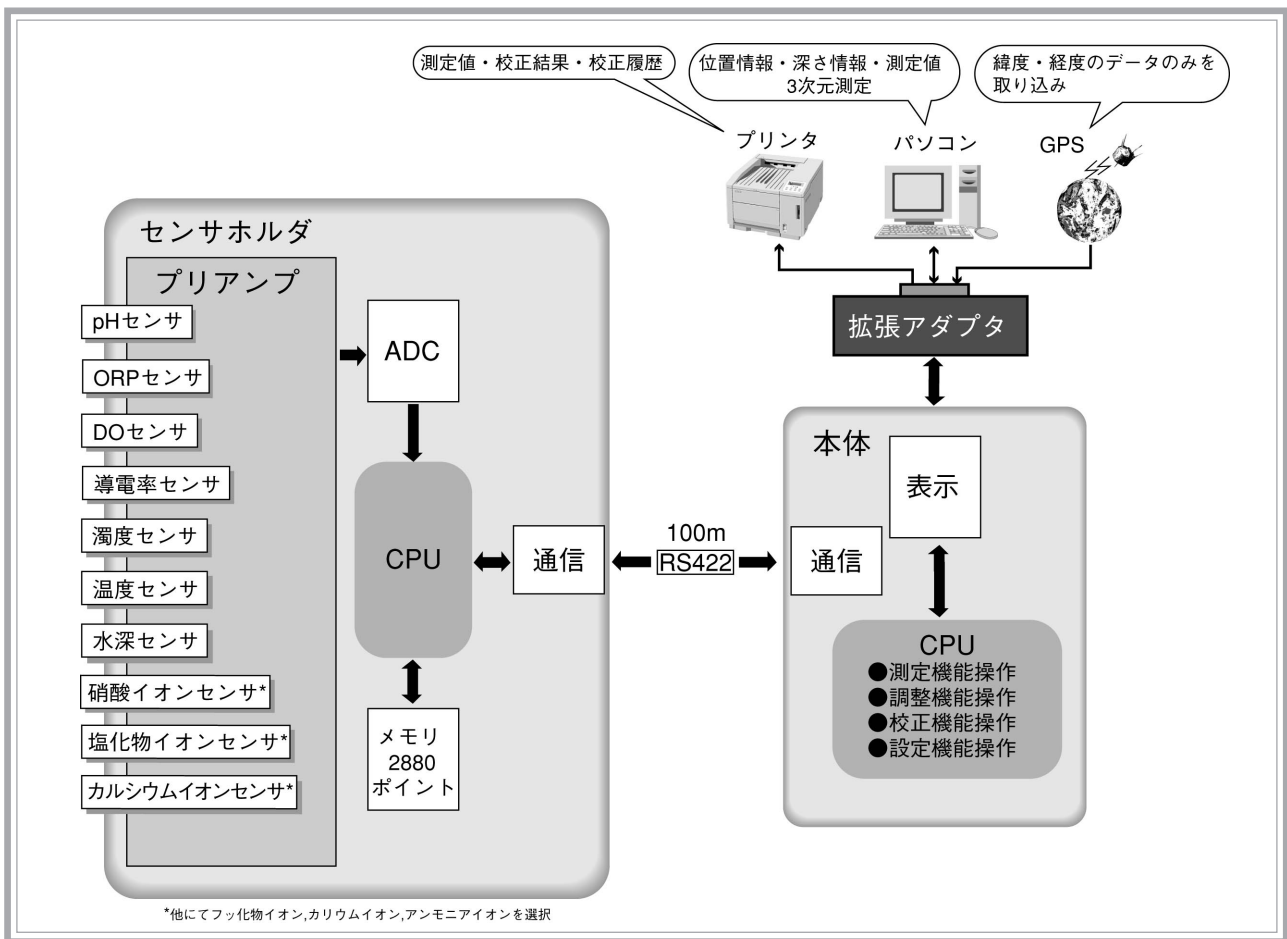
小林剛士
Takeshi KOBAYASHI

(Page32-36)

株式会社 堀場製作所

マルチ水質モニタリングシステム U-20 シリーズ The U-20 Series Multi-water Quality Monitoring System

小林剛士



要旨

マルチ水質モニタリングシステム U-20 シリーズは、pH、導電率、温度、溶存酸素、濁度などの水質を最大 13 項目まで自動測定できる。本機の特長は水深 100m で最長 1ヶ月間の測定ができる点にある。また、システムユニットとくみ合わせると、測定結果の深さ解析や GPS によるマッピングなど各種データの処理機能が拡張できる。本機は、河川や井戸水など水質の現場調査や工場排水の連続監視など、ポータブル型としても設置型としても使える手軽かつ高精度な水質分析総合システムである。

Abstract

The U-20 series multi-water quality monitoring system can measure up to thirteen different items about water, including pH levels, conductivity, temperature, oxygenation, and turbidity. The feature of this instrument is that it is able to take measurements at 100 meters for a period of one month. Also, by combining it with system units, it is able to process the various results and use GPS for mapping. The unit is also able to be used as a portable apparatus for measurement of rivers, wells and continuous observation of factory discharge. It is a comprehensive, yet portable and highly accurate water quality analyzing system.

1. はじめに

環境問題が世界的に重視される時代となり、全ての生命の源である水が大きな危機に直面している今、あらゆる場面で水質分析はより重要になっている。とくに、現場で測定ができる小型・多項目・高精度な水質測定装置への要望が強まってきた。そこで当社は、先進テクノロジーを駆使してマルチ水質モニタリングシステム U-20 シリーズの開発を行った。

2. U-20 シリーズの構成

本器は、表示部・操作キーなどを含む計器本体とセンサプローブ部とからなり、計器本体とセンサプローブを接続するケーブルは最長100mまで延長できる。センサプローブは、イオンセンサを除く10項目を測定する Single Probe(U-21/22)と、イオンセンサを含む Double Probe(U-23)の2種類がある。また、システムユニットと組み合わせることにより GPS(Global Positioning System)と組み合わせて測定場所の特定、プリンタへの出力、RS232C によるパソコン通信、商用電源により駆動など様々な機能が拡張できる。図1に U-20 シリーズのシステム構成を、表1に測定項目を示す。

表1 U-20シリーズの測定項目

Measurement items of the U-20 series

機種	U-21	U-22	U-23
測定項目			
pH	○	○	○
DO (溶存酸素)	○	○	○
導電率 (COND)	○	○	○
塩分 (導電率換算)	○	○	○
全溶存固形物量 (TDS) (導電率換算)	○	○	○
海水比重 (導電率換算)	○	○	○
温度 (TEMP)	○	○	○
濁度 (TURB)	-	○	○
水深 (DEP)	-	○	○
ORP (酸化還元電位)	-	○	○
塩化物イオン Cl ⁻	-	-	○
硝酸イオン NO ₃ ⁻	-	-	○
カルシウムイオン Ca ²⁺	-	-	○
フッ化物イオン F ⁻	-	-	(○)
カリウムイオン K ⁺	-	-	(○)
アンモニウムイオン NH ₄ ⁺	-	-	(○)

○ 対応
 (○) オプションのセンサ使用時対応。

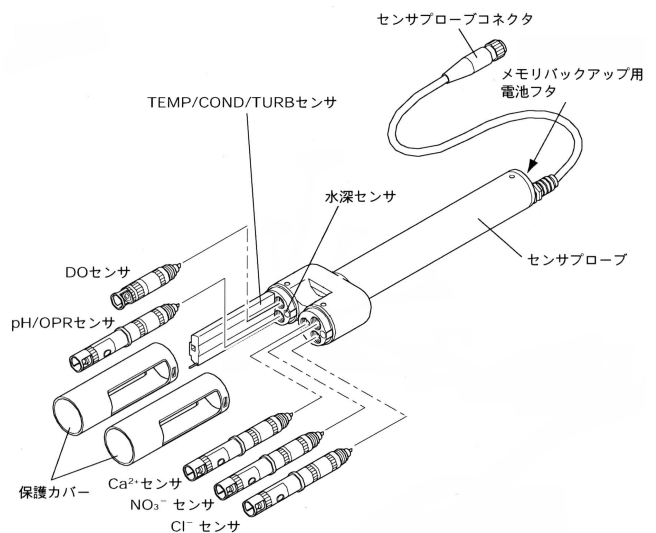


図2 U-23のセンサプローブ

Configuration of the U-23 sensor probe

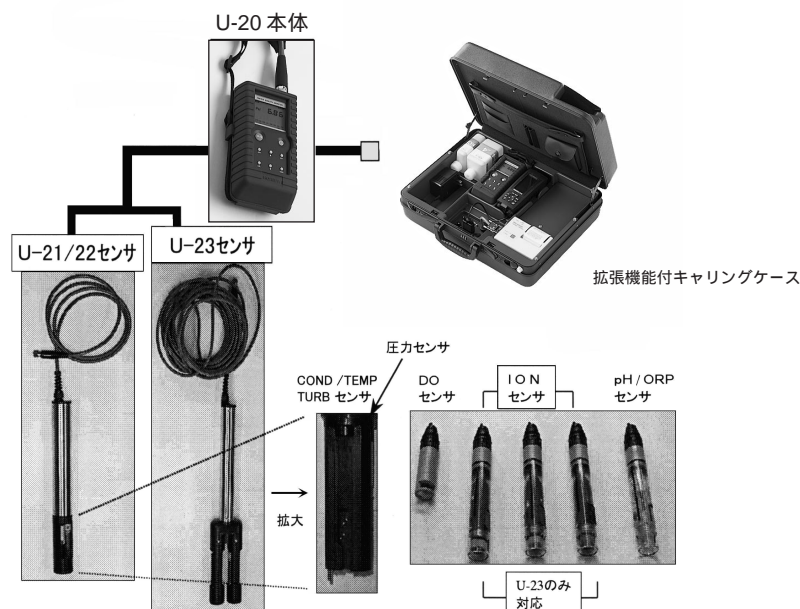


図1 U-22シリーズのシステム構成

System construction of the U-20 series

3. センサの開発ポイント

U-20 シリーズは、測定現場に気軽に持ち運びポータブルタイプとしての機能と、現場に設置して最長1ヶ月間もの連続測定する二つの機能を備えている。これには、センサプローブにメモリ機能を持たせたり、センサの構造に様々な工夫を加えることにより達成された。

3.1 開発ポイント

(1) pH/ORP センサ

従来 pH/ORP センサは、構造上圧力影響を受けやすく、高圧力下では比較電極内部液にサンプルが流入し大きな誤差が生じることがあった。そこで、U-20 では圧力補償膜を設け、水深100m下でも高精度に測定ができるようにした。

(2) 溶存酸素センサ

U-20 シリーズでは、溶存酸素センサとして長期安定性にすぐれている隔膜式ガルバニ法を採用している。従来の測定ではサンプルを常に攪拌する事が必要であったが、本センサは攪拌をしなくとも安定に測定する事ができる。これは、電極を微小化し分解する酸素の量を減少する事により、攪拌にて酸素をサンプルからセンサ内に送り込む必要がなくなったことによる。

水圧対策としては、膜圧を厚く膜の露出面積を小さくし膜のたわみを小さくする事で、圧力影響を小さくした。

(3) 導電率センサ

導電率センサの電極素材としては耐食性にすぐれるモネル(ニッケル、コバルト合金)を採用した。さらに分極の影響を受けにくい交流四極法を採用した事により、海水のような高濃度の溶液も安定に測定することができる。

(4) 塩分、海水比重、TDS

U-20 シリーズでは、塩分、海水比重、全溶存固形物質(Total Dissolved Solid:TDS)を導電率と温度より演算して表示を行っている。

海水比重は海水の状態を示すのによく利用されており、実際の海水密度が1.000 ~ 1.031の間にある事から $\rho = (\rho_t - 1) \times 1000$ で示される。大気圧($p=0$)の時の ρ_t は ρ_{15} で表される。温度が15の時の ρ_{15} をわが国では特に標準比重と呼び、海外では0の時の値 ρ_0 が標準比重として用いられている。そこで、U-20 シリーズでは ρ_t 、 ρ_{15} 、 ρ_0 の表示が選択できるようになっている。

TDSは溶液中に溶けている固形物量を示し、導電率に物質固有の係数を乗じた値で表される。TDSを正しく表示するためには、TDS係数を正確に設定する必要があるが、U-20 シリーズではKCl や CaCO₃ 溶液での換算値が初期設定されている。

(5) 濁度センサ

U-22,23では透過散乱方式による濁度測定を行っている。測定原理はサンプルに光を照射し、濁度成分によって散乱された散乱光と透過光の強度比率を演算し、あらかじめ求めておいた強度比率と濁度の関係から濁度を表示する方式である。U-20の場合は、散乱光の強度および光学系の制約、センサ部の小型化のため、前方60°方向にある受光器で検出している。

標準液としては、濁度が安定である物質としてホルマジン標準液もしくはカオリン標準液が用いられる。ホルマジン標準液とカオリン標準液の相関関係を図3に示す。両者は次式で表すように直線関係になる事から同じ検量線が使うことができる。

$$T_k = 0.744 \times T_f$$

ここで、 T_k はカオリン標準液の濁度(mg/l)で、 T_f はホルマジン標準液の濁度(NTU)である。

U-20 シリーズでは単位切替機能が新たに追加され、どちらの標準液でも校正ができる。但し、カオリン標準液400mg/l以上では、沈降速度が非常に速く測定誤差が大きくなるため標準液としては使わない。

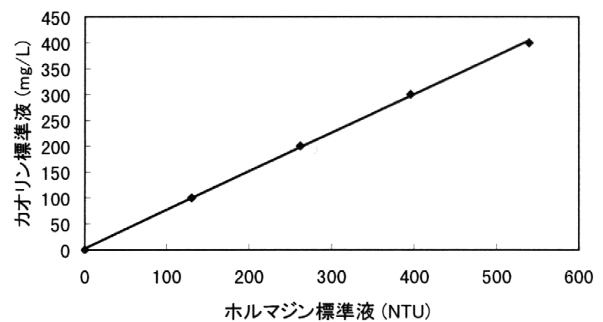


図3 ホルマジン標準液とカオリン標準液の相関関係
Turbidity relation between formazine standard solution and kaolin standard solution

(6) イオンセンサ

イオンの測定(U-23)はイオン電極法にて行う。各イオン応答膜の特性により測定可能な水深に違いがある。塩化物イオン、硝酸イオン、フッ化物イオンは水深100mまで測定する事ができるが、固体膜でかつ応答膜の厚みの薄いカルシウムイオンでは15m、カリウムイオンでは3m、隔膜式のアンモニウム電極では15mまでとなる。

なお、校正作業の煩わしさを軽減するために、標準付属のイオン（硝酸、塩化物、カルシウム）では1点混合標準液が用意されており、ワンタッチで校正が行える。

(7) 水深測定

U-22,23では圧力センサを利用し水深を測定する。圧力センサは、測定前の自動校正時に合わせてゼロ調整をする。水深値とGPSからの位置情報を活用する事により3次元での水質測定が可能となった。

3.2 耐圧性

水資源の健全性が重視されるなか、とくに、ダムや湖沼・海洋の深さ方向の水質を正確に把握したいと言うニーズが急増している。U-20シリーズでは、先に述べたような様々の対策を施すことにより、最大水深100mで安定に測定することができる。図4に示すようにU-23センサのプロープの圧力影響は非常に小さく、耐圧性に富んでいることが確認できた。

4. データの記録と処理機能

U-20シリーズは、測定結果、時間、測定地域をセットとして、約2880組まで記録し、随時呼び出すことができる。また、一定時間間隔で記録する事により長期モニタリングが可能である。15分間隔の場合連続1ヶ月間まで記録できる。記録したデータは、計器本体に拡張アダプタを接続することにより現場でパソコン処理したり、研究室に持ち帰った後呼び出して利用する事なども可能である。

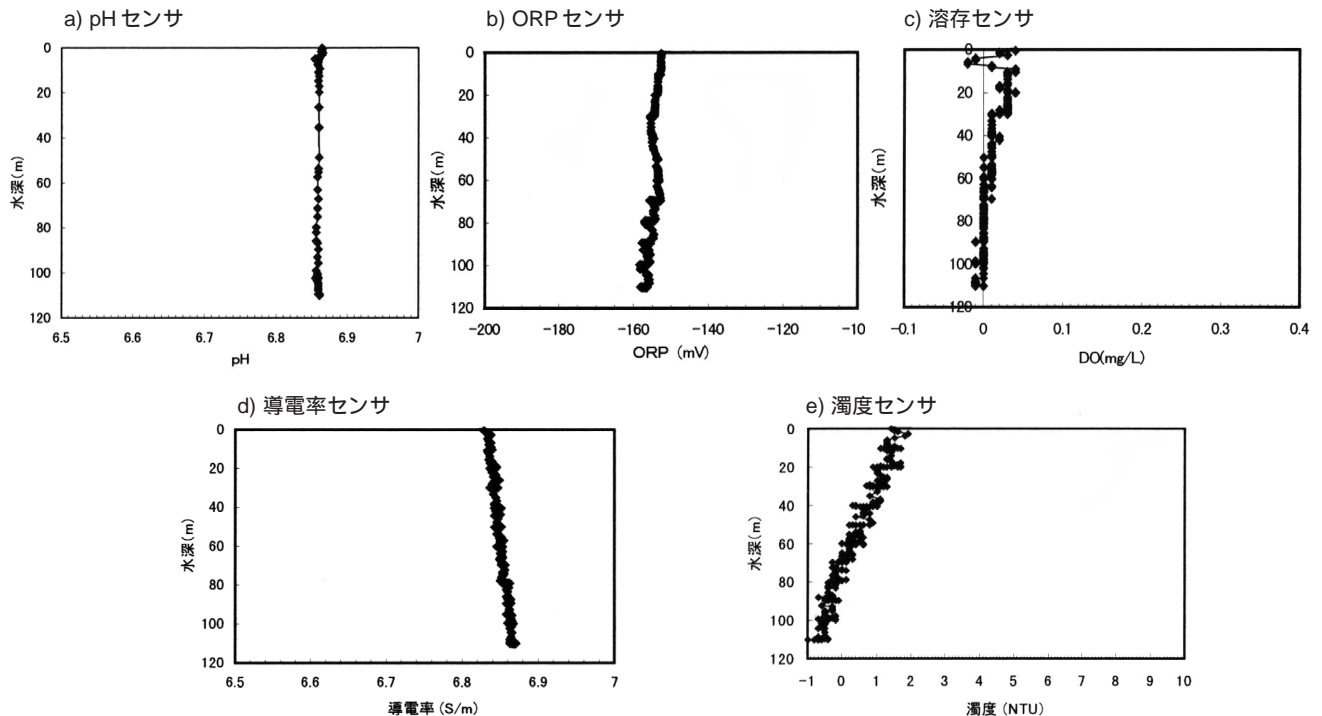


図4 U-20シリーズのセンサプロープ圧力試験結果
Effects of pressure on the Model U-20 series sensor

5. 琵琶湖における実測例

1998年9月29日にU-23にて、琵琶湖の長浜砦付近より安曇川にかけて8地点(St1~St8)を選び(図5)、各地点において水深1m毎の水質状態を測定した。測定結果の表示例として各地点における水温、pH、溶存酸素、濁度および硝酸イオンの深さ方向の分布を図6に示す。これらの測定結果から琵琶湖の水質に関する様々の情報が読み取れる。

例えば、水深20m以下より急激に水温が低くなり30m以下では10以下と水面付近と比べて15以上の温度差がある事がわかる。また、pHの測定データからは水深が深い場所では若干酸性気味になっているなどの情報も読み取れる。

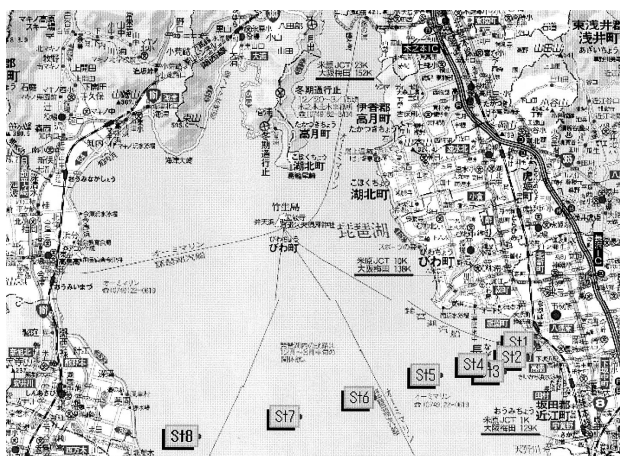


図5 琵琶湖の測定地点
Field test point at Lake Biwa

6. おわりに

以上、水質の基本指標となる pH、導電率、温度、溶存酸素、濁度を含めたマルチ水質モニタリングシステム U-20 シリーズの主な機能と実測例、それを利用したデータ解析について紹介をした。さらに U-20 が多くの方々にご利用され、きめこまかく水質状態が把握される事により、水質汚濁の防止、環境の改善を通じて地球環境に貢献できる事を期待している。

最後になりましたが、琵琶湖での実測試験にご協力を頂いた(財)国際湖沼環境委員会の山敷庸亮氏に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 日本海洋学会編 海洋指針



小林剛士
Takeshi KOBAYASHI

科学計測開発部
pH チーム

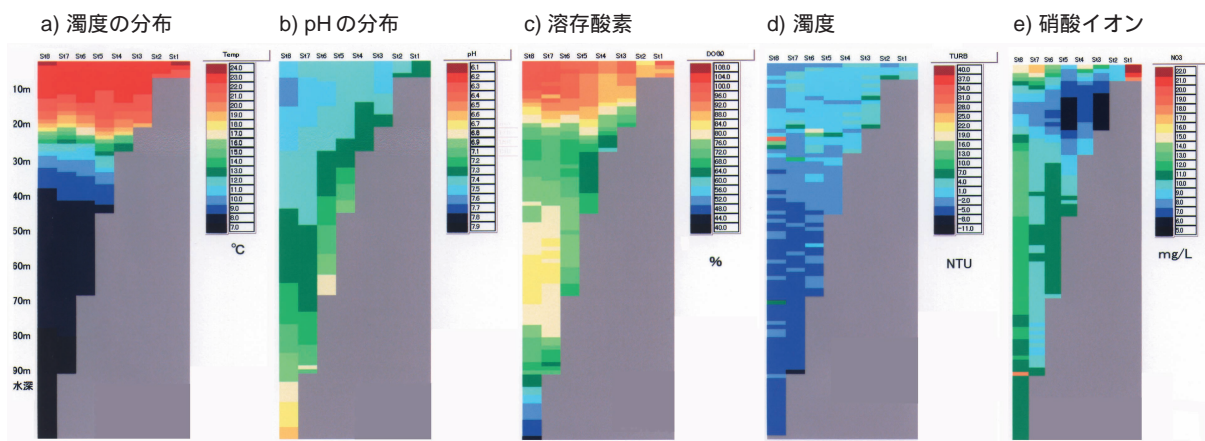


図6 琵琶湖の水質測定結果
Field test data at Lake Biwa

