

5 高精度光学式溶存酸素センサーの実用化

内田裕（海洋研究開発機構）、長澤泰宏（JFE アドバンテック）

海水中の溶存酸素の高品質な鉛直分布データの蓄積を目的とした研究に取り組んだ。世界の標準手法である化学分析（ウインクラー法）による方法で多数のデータを蓄積することには限界があるため、センサーの利用を考えた。しかし、従来の電極式センサーでは、圧力ヒステリシスの存在や時間ドリフトなどの問題でセンサーを精度良く較正することが難しく、海洋観測では積極的に利用されていなかった。そこで、光学式溶存酸素センサー（AADI 社製 OPTODE）を、世界で初めて船舶による大陸間縦・横断高精度 CTD 観測に導入し、光学式センサーの現場較正方法を開発した。圧力ヒステリシスや時間ドリフトが小さいという特徴から、海洋深層においては高品質なデータが利用できるようになったが、応答速度が遅いため海洋表層での利用に問題があった。そこで、応答速度が極めて早い光学式センサー（JFE アドバンテック社製 RINKO）を新たに開発した。従来の光学式センサーに比べて約 13 倍、また、電極式センサーに比べて約 5 倍応答が早く、現在海洋観測で利用できる溶存酸素センサーの中で最も応答が早い。応答の早さは、繰り出し・巻き上げ速度が早い船舶 CTD 観測で有利である。そこで、RINKO を船舶高精度 CTD 観測で評価した。圧力ヒステリシスと時間ドリフトの問題が明らかになったが、それらを高精度で補正する方法を確立した。これにより、連続的な鉛直分布の観測を行う CTD 繰り出し時のデータと採水データを取得する巻き上げ時のデータの差を意識する必要がなくなり、ウインクラー法による分析値を基にした高精度な現場較正が可能になった。1990 年代に実施された世界海洋循環実験計画（WOCE）における酸素センサー測定値の目標精度が 1%であったが、ウインクラー法による分析値と RINKO の測定値とのずれの変動係数は深層で 0.2%、表層で 0.8%と、過去に例が無いほど極めて高精度な溶存酸素鉛直分布データの取得を可能にした。光学式溶存酸素センサーの現場較正方法は国際的な標準手法としてマニュアルにまとめた。現在さらに研究を進展させ、ウインクラー法によらない溶存酸素測定方法の確立を目指して、RINKO の技術を用いた小型標準溶存酸素センサーと、測定値の国際的な比較可能性を確保するための溶存酸素標準物質の共同開発に着手し、溶存酸素測定方法の簡易化・高精度化に取り組んでいる。

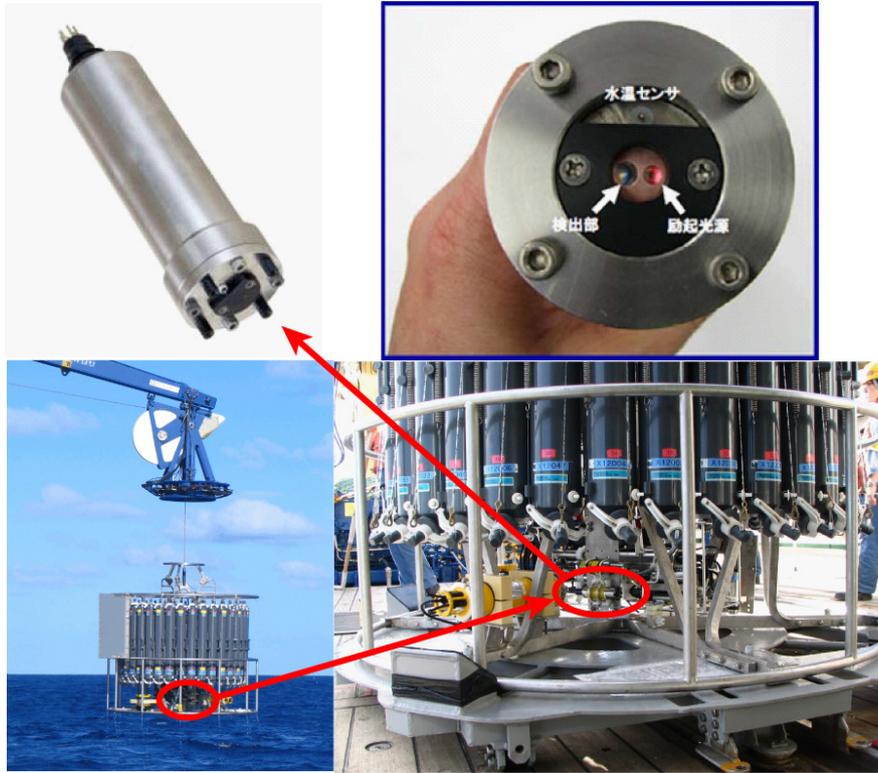


図 1 : 光学式溶存酸素センサー (RINKO).

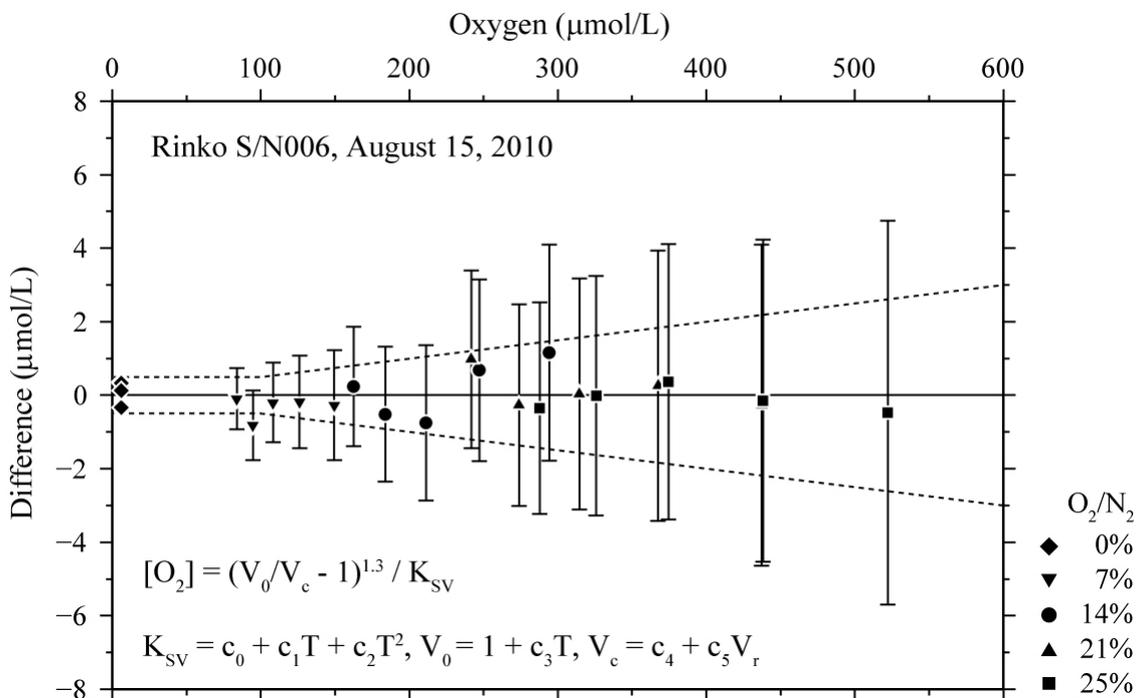


図 2 : 酸素標準ガスでバブリングした飽和水を用いた RINKO の較正結果. 点線は較正の目標精度 ($0.5\mu\text{mol/kg}$ または 0.5% の大きい方), バーは標準ガスの誤差 ($k=2$).