

電気伝導率測定における温度補償について

Xylem Japan

水溶液中の電気伝導率について、一般的には、温度の上昇に伴い、水溶液中のイオンの移動速度が活性化され、電気伝導率は高くなります。また更に、温度上昇による分子解離により、溶液中のイオン数の増加が電気伝導率の上昇に影響する場合があります。その度合いは溶け込んでいるイオンの種類や濃度によっても異なりますが、通常、液体の電気伝導率は、その液温により大きく変化します。

したがって、同一サンプルでも、液温が異なれば電気伝導率の値も異なることより、電気伝導率測定には、測定値とともに必ず液温を明示する必要があります。

そこで電気伝導率に関しては、ISO7888、JIS K0130、ASTM D1125、EN27888、等の国際規格を始めとする主要各国で定められた規格に従い、液温が25°Cの数値で示すことが通例となっています。

しかし、温度管理が施された理想的な測定環境が常に確保できるとは限らず、その場合における代替手法となる、任意の測定温度下で得られた電気伝導率を基準温度(25°C)に換算するアルゴリズムも提供されています。

このような電気伝導率の基準温度への換算を、温度補償と呼び、温度補償により、分析者は異なる温度の電気伝導率の測定値を容易に比較できるようになります。

温度補償の手法としては、

【線形(LF: Linear Function)】、及び【非線形温度補償(nLF: Non Linear Function)】の2種類があります。

線形温度補償は、広く一般化した手法であり、国内外で多く活用されていますが、一方、非線形温度補償は、主に欧州で活用されている手法となります。

以下に、それぞれの手法について詳述します。

【線形温度補償 LF (Linear Function)】

電気伝導率の温度特性は、溶液の種類や濃度によって異なりますが、温度の上昇とともに増加する電気伝導率をリニアなものとして仮定し、ある温度で取得した電気伝導率に温度係数を用いた計算により、基準温度25°Cでの電気伝導率を推定することができます。

温度係数は、温度の上昇とともに溶液の電気伝導率が増加する割合であり、1°Cの温度変化に対する電気伝導率の増加率%として表されます。



YSI マルチラボ 4010-3W (3チャンネル卓上型多項目水質計)
電導度、pH、ORP、BOD、イオン測定のためのラボ用機器。
組み合わせに関わらず、電導度、pH、ORP、DO/BOD測定用に、
マルチラボ4010-3水質計をデジタルIDSセンサーに接続、イオン
選択型電極(ISE)も接続可能です。



本来は、電気伝導率の温度依存性に関する微分係数となりますが、実用的には(1)式のように、ある温度T°Cと基準温度25°Cとの間での電気伝導率の平均的な変化率として利用されます。

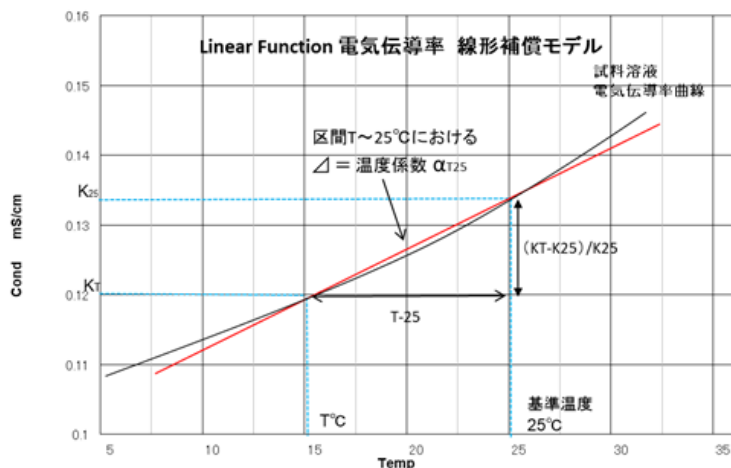
$$\alpha_{T25} = \frac{1}{K25} \left(\frac{KT - K25}{T - 25} \right) * 100 \quad - (1)$$

ここで、

α_{T25} : 25°Cを基準とした、T°Cにおける温度係数

K25: 25°Cにおける電気伝導率

KT: T°Cにおける電気伝導率



基準温度25°Cでの電気伝導率を正確に推定するには、(1)式により、その試料の温度係数 α を予め実験的に求めておき、以下(2)式により、任意の温度Tm°Cにおける測定値KTmからK25を導き出します。

$$K25 = \frac{KTm}{1 + \alpha(Tm - 25)/100} \quad - (2)$$

但し、ここで、Tm°Cは、25°C近傍であることが望ましく、25°Cより乖離するにつれて試料溶液の電気伝導率曲線との格差が拡大し、補正エラーが大きくなるので注意を要します。

ところで、淡水~塩水での環境水では、温度係数は2.0%/°C前後の数値で比較的よくフィッティングすることが知られており、またYSI社の製品群でも、デフォルト値として、全温度区間に関して、温度係数 $\alpha=1.91$ を採用しています。

因みにYSI社の製品群では、線形温度補償の電気伝導率は、“SpCond”の項目で表示されます。

【非線形温度補償 nLF (Non Linear Function)】

溶液の温度と電気伝導率の関係は、厳密には線形関係にはないため、線形温度補償でうまくフィッティングしない場合には、計算結果の精度を向上させるために非線形の多項式を適用することができます。

しかし、このことは、非線形温度補償が線形補償よりも優れているということの意味するわけではなく、非線形温度補償がサンプルの電気伝導率の温度特性に、よりフィットする場合において本手法を活用するメリットがあることを示しています。



YSI ProDSS - マルチ水質センサー(デジタルサンプリングシステム) デジタルセンサー付携帯型マルチ水質計
電導度、溶存酸素、濁度、温度換算電導度(スベリックコンダクタンス)、塩分、電気抵抗率、総溶解固形物(TDS)、pH、ORP、pH/ORPコンビネーション、アンモニウム(アンモニア)、硝酸塩、塩化物、温度など、幅広い組み合わせの測定に究極の柔軟性を発揮します。



a xylem brand

nLFは、前述のとおりISO7888/EN27888にて規定されており、温度区間0~35°C、また基準温度25°Cでの電気伝導率K25=0~1000µS/cmの自然水に適用されます。nLF非線形温度補償に関する算出式は、以下(3)式のとおりとなります。

$$K25 = F25(T) \cdot KT \quad [0 < T \leq 35] \quad - (3)$$

ここで、F25(T)は、温度補正係数であり、サンプル温度Tの4次多項式となります。また、KTは、サンプル温度Tでの電気伝導率を示します。

(3)式により、サンプル温度T、電気伝導率KTからK25を導出することが可能ですが、変換式の中核となる4次多項式のF25(T)の詳細については、ISO7888/EN27888をご参照ください。

尚、上述のISO/ENにて対象とされるサンプル温度の定義区間は0<T≤35ですが、それを超えるサンプル温度35<T≤50に関しては、YSI社のほうで以下(4)式のとおり換算式が別途提供されています。

$$K25 = F25(T) \cdot KT \quad [35 < T \leq 50] \quad - (4)$$

$$\text{但し、} F25(T) = \frac{1}{\sum_{i=0}^3 TC_i (T-25)^i}$$

TC0=1.00000E+00

TC1=2.10691E-02

TC2=7.57000E-05

TC3=-2.30705E-08

YSI社の製品群では、非線形温度補償による電気伝導率は、“nLFCond”の項目にて表示されます。



SI Analytics Lab 955 卓上型伝導度メーター

化学・製薬・医療業界のラボ測定に最適の卓上型メーター
伝導度測定用のLab 955は、化学・製薬・医療業界のラボ測定に最適の卓上型水質計です。

xylem
Let's Solve Water

ザイレム ジャパン Xylem Japan
(ワイエスアイ・ナノテック株式会社)
神奈川県川崎市 川崎区 小川町14-19
浜屋八秀ビル (ハマヤハツシュビル) 3階
TEL: +81 (0)44-222-0009
FAX: +81 (0)44-222-1102
ysijapan.support@xyleminc.com
<https://www.xylem-analytics.jp>

SI Analytics

a xylem brand