

土壌コンディションを示す pH&電気伝導度EC入門

漆谷 正義



写真1 秋月電子で入手できるpHセンサPE-2
ガラス電極型。SAGA Electronics製

土壌のpH（ペーハーまたはピーエッチ）は、作物の成長に大きく関わっています。pHを測定することは、作物の品種選定、施肥の方針、土壌改良の是非などの判断の基本情報となります。

また、土壌中の肥料が多いか少ないかを知るうえで電気伝導度ECの測定は重要です。pHとECについて調べ、簡単な測定器を製作して、データのロギングを行ってみましょう。

その1：pHセンシング

● おさらい「pH」

pHとは、酸性、アルカリ性の強さを、水素イオン指数（水素イオン H^+ が多いか少ないか）を使って表したものです。pH=7が中性、7より小さいと酸性、7より大きいとアルカリ性となります。水素イオン指数と水素イオン H^+ の量との間には、式(1)の関係があります。

$$pH = -\log(H^+) \dots\dots\dots(1)$$

例えば、 H^+ が、 10^{-7} グラム・イオン/1^{注1}ならば、式(2)となります。純水のpHは7.0です。

$$pH = -\log(10^{-7}) = 7 \dots\dots\dots(2)$$

注1：化学式の原子や分子の重さを加えたものを式量という。分子のモルに対して、イオンの場合をグラム・イオンという。

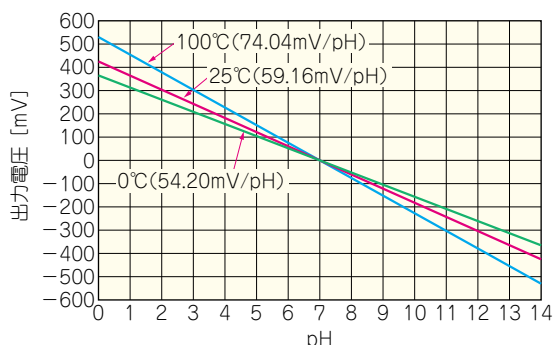


図1 秋月で入手できるpHセンサPE-2のpH-電圧特性
SAGA Electronics製

● 秋月で買えるpHセンサ

写真1は、よく使われるpHセンサです。pHによって電位の変化するガラス電極と、基準となる参照電極の間の電位差を測定するものです。

特性は、図1のように、pHに対して出力電圧が直線的に変化します。しかし、温度によって傾き（感度）が変わるので、精密に測定する場合は温度補正が必要です。

● ハードウェア

写真1のpHセンサの出力を増幅し、M5Stackに入力します。回路は、図2の通りです。表1に部品を示します。注意点としては、OPアンプの初段(IC_1)は、入力インピーダンスが1T(テラ)Ω以上のものを選びます。ガラス電極の出力インピーダンスが100MΩ以上と高いインピーダンスだからです。次段(IC_2)は、レール・ツー・レール（入出力が0V～ V_{cc} まで使えるもの）を選びます。M5Stackの+5V電源を使うので、OPアンプ電源-5Vを専用レギュレータ(IC_3)で作っています。

感度調整(VR_1)は、pHの値が分かっている試料で、pHが7から離れているものを使って、このpH値が得られるように調整します。筆者は、ホーム・センタで入手できる木酢(pH=2.8)を使いました。感度は図1のカーブと大差ありませんでした。

写真2は、回路をブレッドボードで組んだところです。入力インピーダンスが極めて高いので、BNCコネクタ