

# センサ信号補正に！ 重回帰分析とカーブ・フィッティング

加藤 忠

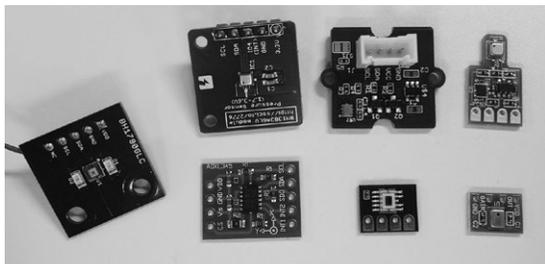


写真1 本稿でやること…デジタル・センサの信号補正に使われている「カーブ・フィッティング」を線形代数の観点でひもとく。カーブ・フィッティングはスマートフォンやIoT (Internet of Things) の普及に伴い登場した数多くのデジタル・センサに使われている。特性の補正だけでなく、素子自体が持つばらつきへの対応や高精度化，ハードウェア資源の軽量化などのさまざまなメリットがある。

センサとは、物理的、化学的な現象を電気信号に変換して出力する装置のことです。

センサ素子自体は、物理的、化学的な現象を直接電気信号に変換する性質上、出力はアナログ電圧であることがほとんどです。また、その特性は非線形であるものが多く、素子ごとのばらつきもあるため、マイコンに取り込む場合は周辺回路やデータの補正などの前処理に多くの手間が掛かることが一般的でした。

最近では、スマートフォンやIoT (Internet of

Things) の普及に伴い、センサ素子のほかにA-Dコンバータや前処理を行うデジタル回路を1チップに盛り込んだデジタル・センサが数多く登場しています(写真1)。

これらのデジタル・センサには、非線形なセンサ出力に対する近似曲線を求めて、実際に知りたいセンシング値に換算するカーブ・フィッティングが使われています(図1)。これは非線形な特性を補正するだけでなく、素子のばらつきを吸収し、かつ高精度な測定結果を得られる特徴があります。大容量な対応表も不要なので、ハードウェア資源の軽量化にも効果があります。

本稿では、このカーブ・フィッティングについて線形代数の観点で解説します。 (編集部)

## カーブ・フィッティングとは

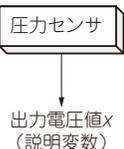
### ● 離散データに最もよく当てはまる近似関数を求める

カーブ・フィッティングとは、図1のように実験的に得られた離散データに最もよく当てはまる近似関数を求めることです。近似関数は、データ点を必ず通るとは限りません。近似関数による推定値とデータ点との差分が最小になるよう、近似が行われます。

圧力値を求めたいが圧力センサの出力電圧値は非線形特性なのでそのまま圧力値に変換することはできない

圧力値 $y$ (目的変数)

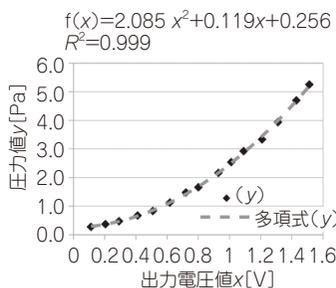
既知圧力を加え、センサ出力を観測



圧力 $y$ [Pa]	出力電圧 $x$ [V]
0.674	0.411
0.831	0.509
1.127	0.618
1.476	0.721

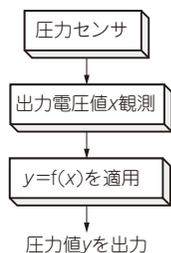
(a) やりたいこと

(b) 実験的に離散測定



(c) 関数  $y = f(x)$  に近似

あらかじめ関数 $f$ を登録



(d) センサ出力を圧力換算

図1 カーブ・フィッティングを使った圧力センサの信号補正

離散的なセンサ出力電圧から、実際に知りたいセンシング値(ここでは圧力値)に換算する近似関数を求めること