

グラフ作成の一般的な注意事項

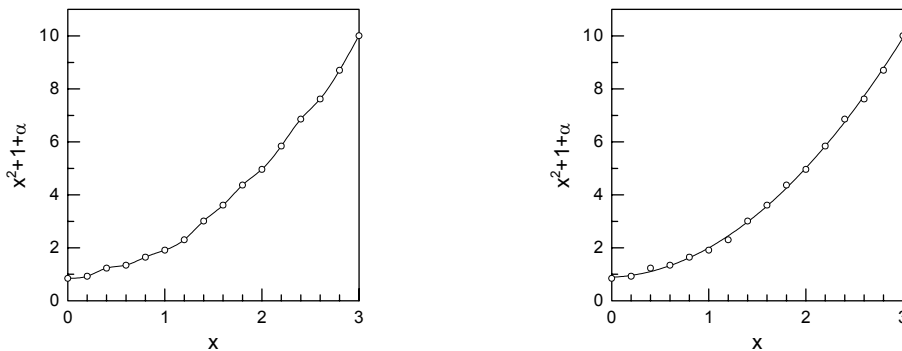
2006.1.10 藪 哲郎

1 はじめに

測定点をプロットし、測定点を結ぶ線（あるいは近似する線）を引くのがグラフ作成の基本です。線の引き方として次の2つがあります。

- (1) 測定点の真上を通る線を引く
- (2) 測定点付近を通る滑らかな線を引く

計算機シミュレーションの結果のように誤差が入らないデータを描くときは(1)を用い、実験の測定結果などランダムな誤差が入るデータの場合は(2)を使います。下の2つのグラフは $y = x^2 + 1$ に対して ± 0.15 の範囲の値をとる乱数を加えて描いた図です。



- (a) 全ての測定点の真上を通る線を引く (b) 測定点付近を通る滑らかな線を引く

図1 測定点の結び方の比較

このデータの場合はランダムな誤差が入っているので、(b)の方が望ましいと言えます。測定点を結ぶ場合、まずは測定点をどのように結べばよいかを判断して下さい。

2 測定点の真上を通る線を引く場合

スプライン補間と呼ばれる方法を使うのが一番ポピュラーな方法です。一般に、3次のスプラインが使われます。スプライン補間は、全体を幾つかの区間に分け、それぞれの区間において多項式を使う方法です。ところが、スプライン補間は場合によっては不自然な振動が発生することがあります。

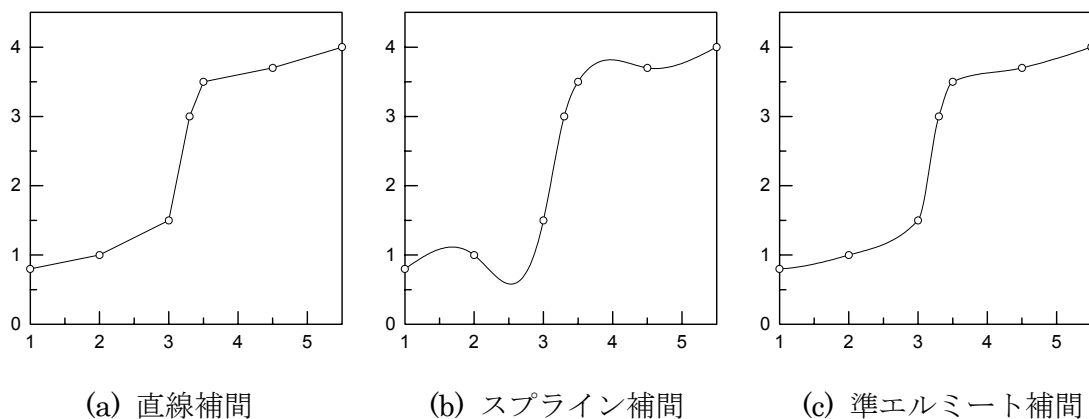


図2 補間方法の比較

図2(b)から分かるように、スプライン補間において不自然な振動が発生しています。それに対して同図(c)の準エルミート補間では不自然な振動は発生していません。準エルミート補間をサポートしているグラフ描画ソフトは非常に少ないので使う機会はほとんどないと思いますが、「測定点の分布に応じて最適な補間方法を使う必要がある」ということを知っておいて下さい。

また、提出用のグラフは滑らかな曲線で結ぶべきですが、「とりあえずデータの傾向を見る」ために、まずは直線で結ぶことを推奨します。

3 測定点付近を通る滑らかな線を引く場合

測定点を近似する滑らかな線を引くことを「データの平滑化」と言うこともあります。

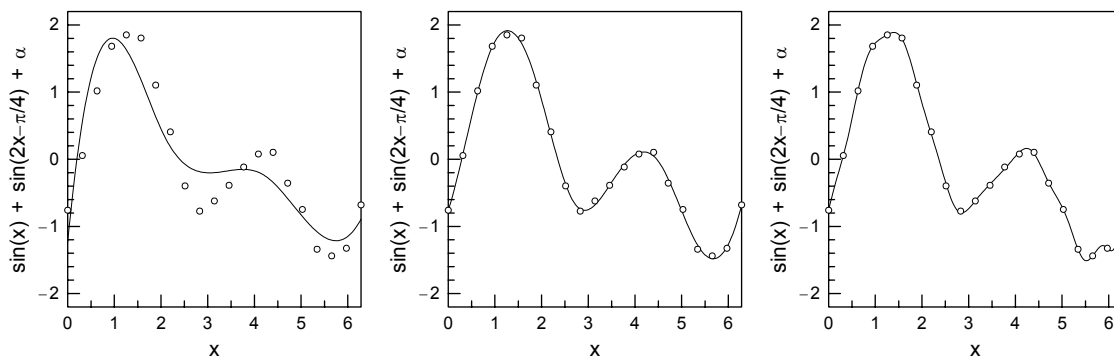
あらかじめ測定点の振る舞いが分かっているとき（例：指数関数的に減少する、直線的に変化する）は、その関数形でフィッティングして下さい。

そうでないとき、次の3つの方法があります。

- (1) スプライン（通常は3次）で最小二乗近似する
- (2) n 次の多項式（ $a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots$ ）で最小二乗近似する
- (3) 手で滑らかな近似曲線を描く

(1)と(2)を比べると、(1)の方が表現可能な曲線のバリエーションが広いので、近似曲線をコンピュータに描かせる場合、(1)の方が良いと思います。(1)の場合はスプラインの節点の数を適切な個数に設定して下さい。より滑らかにするには、節点数を減らす必要があります。(2)の場合は多項式の次数 n を適切な値に設定して下さい。より滑らかな線を引くには次数 n を小さく設定する必要があります。

(3)の手で滑らかな近似曲線を描く場合、3次のベジェ曲線をマウスで描くことになってしまいます（Word, Excel, PowerPoint の図形描画機能に含まれる「曲線」は3次のベジェです）。頂点・制御点の個数や位置を適切に設定して下さい。



(a) 節点数 4

(b) 節点数 8

(c) 節点数 17

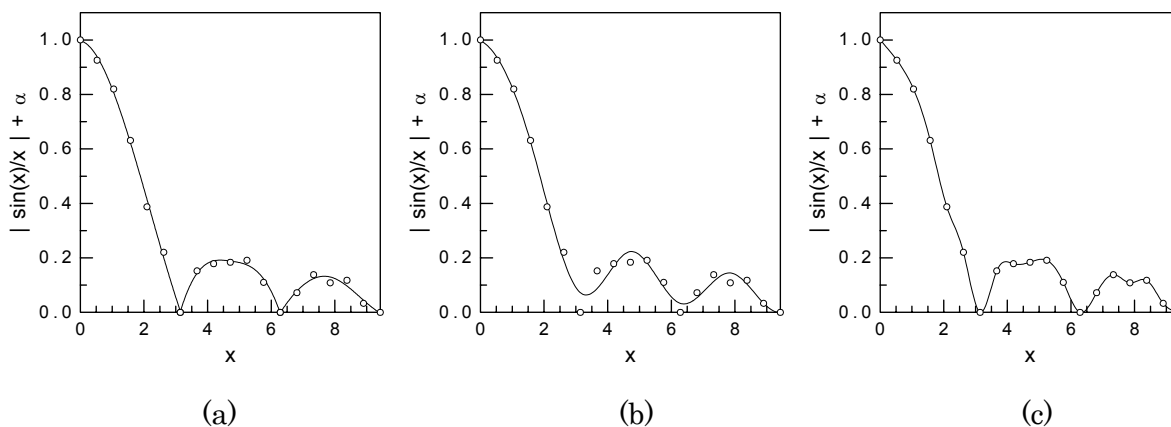
図 3 スプラインによるデータの平滑化の比較

図 3 は $y = \sin(x) + \sin(2x - \pi/4)$ に対して ± 0.1 の範囲の値をとる乱数を加えて作成したデータをスプライン平滑化したときのグラフです。上の 3 つの図を比べると、この場合は、(b) が妥当です。

4 両者の場合に共通する注意事項

どのような図を書く場合も、以下の点に注意して下さい。

- 測定ミスと思われる点は補間や平滑化の対象から外す（ただし測定点はプロットする）
- 不連続点、あるいは一次微分の不連続点がある場合、適切な処理をする



(a)

(b)

(c)

図 4 スプラインによる処理

図 4 は $y = |\sin(x)/x|$ に対して ± 0.03 の範囲の値をとる乱数を加えて作成したデータです。ただし、 $x = 0, \pi, 2\pi, 3\pi$ の点では乱数を加えていません。図 4(a) は全体を 3 つの区間に分け、各区間においては節点数 3 のスプライン平滑化を行っています。節点の総数は 7 です。同図 (b) では全体を節点数 7 でスプライン平滑化を行っています。スプラインの節点数は同じですが、一次微分の不連続点 ($x = \pi, 2\pi, 3\pi$) における曲線の状態が異なっています。同図 (c) は全ての点をスプラインで補間しています。この場合は、(a) の処理方法が妥当です。

5 グラフ描画ソフトウェアの紹介

Windows 上で動作するソフトウェアを以下に紹介します。

市販ソフトとしては以下のような製品がポピュラーなようです。

- Excel のグラフ描画機能
- カレイダグラフ
- デルタグラフ

シェアウェア、フリーウェアなどオンラインから入手できるソフトは窓の杜 (www.foresight.impress.co.jp) あるいはベクターデザイン (www.vector.co.jp) に多数のソフトウェアがアップロードされています。次のものが比較的ポピュラーなようです。

- Ngraph (Unix 版もある) シェアウェア 3150 円
- Sma4Win シェアウェア 2100 円
- Gnuplot (Unix の世界では定番的に用いられているソフトの Windows 版)

ここで挙げたソフトウェアの中で、Ngraph は次の機能を持っており、工学のグラフ作成に対して大変優れたソフトウェアです。

- 任意の関数 (例えば、 $a \sin(bx+c)+d$) でフィッティング可能
- フィッティング時に特定の点 (例えば原点) を通ることを指定することが可能
- 指定した点 (例えば測定ミスと思われる点) を無視して、フィッティングすることが可能