

## 読み取り誤差の結果について (2021 年度)

2021.4.24 吉村洋介

昨年度に引き続き、今年度も読み取り誤差の実験を Web 上のクイズ

<http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/ubung/yyosuke/uebung3/basics/readingscale.htm>

の形で行いました。皆さんに提出いただいた結果を取りまとめたものを紹介します。

2021 年読者発表

## 1 / 10 まで読めるかな？

下の数字に対応する目盛りの位置で、マウスをクリックしてください。まずは 0.0 に合わせるところから。

0 回 set 0.0



record

Cut to Clipboard &amp; Reset

## 1. 基礎データ

提出いただいた excel シートは全部で 65。そこに記載された 2511 個のデータから、あまりに外れたもの ( $\pm 0.1$  以上) を除く 2473 個のデータについて統計を取っています。

出題の設定値の小数部の出現頻度は図 1 のとおり。最初に確認の意味もあって、0.0 から始めているので、0.0 となる設定が多くなっていますが、それ以外はおおむね 240 回程度ずつばらつきなく発生されています。

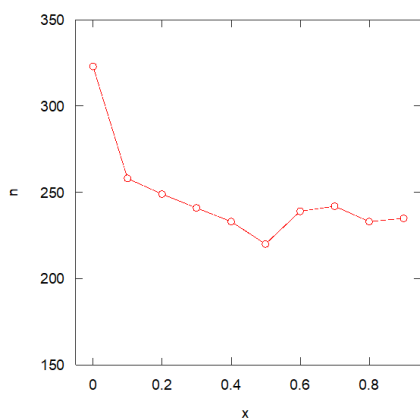


図 1 出題される設定値小数部  $x$  の出現頻度。必ず最初に 0.0 から始めるので、0 が多くなっているが、ほぼ均等に発生されている。

## 2. 偏倚の出現頻度

図 2 に出題の設定値の小数部の値  $x$  ごとに、マウスでクリックした位置の小数部の値  $x_p$  の偏倚  $\Delta x = x_p - x$  の出現頻度をプロットした結果を示します。

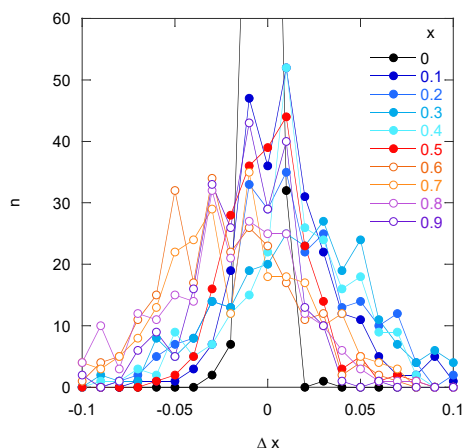


図 2 設定値小数部  $x$  ごとのマウスでクリックした位置  $x_p$  の偏倚  $\Delta x = x_p - x$  の出現頻度  $n(\Delta x)$ 。  $x = 0$  の  $\Delta x(-0.01) = 105$ ,  $\Delta x(0.00) = 176$ ,  $\Delta x(0.01) = 32$ 。

さすがに  $x = 0.0$  はよく一致していますが、若干低い側に合わせる傾向があるようです。 $x < 0.5$  については  $\Delta x > 0$  の方に、 $x > 0.5$  については  $\Delta x < 0$  の方に少し分布が偏ります。これらを総括して、設定値の小数部の値によらず偏倚の出現頻度をまとめたのが図3です。 $\pm 0.05$  の幅に入ってくるのは 2473 件中 2112 件。目視で 1/10 まで 85 % は正しく設定されている、あるいは 15 % は正しく設定できていないことになります。

これを各設定値の小数部の値についてみたものが図4になります。 $x = 0.5$  についてはほぼ対称的で、 $x = 0.0$  と 0.5 で設定精度が高くなり、 $x = 0.0$  は無論 100 % ですが  $x = 0.5$  でも 96 %、まず誤りは起きないものと見てよいわけです。

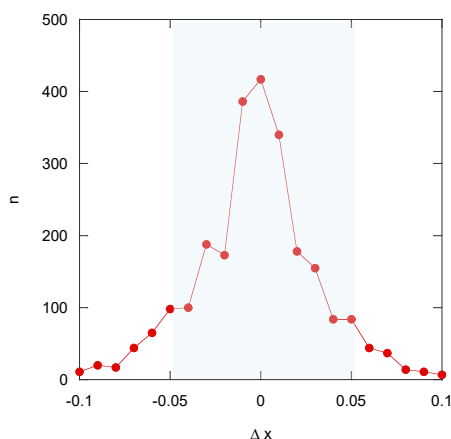


図3 設定偏倚  $\Delta x$  出現頻度。 $\pm 0.05$  (図中薄青の部分) に 85 % が集まる。

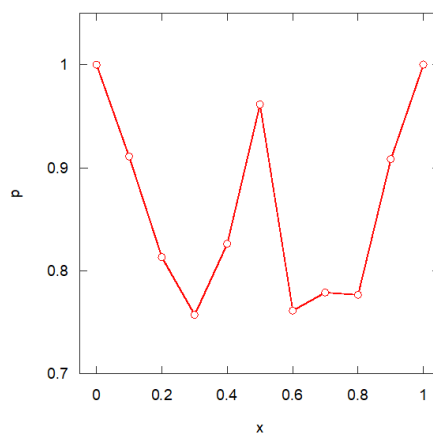


図4 設定値小数部  $x$  ごとの、設定偏倚  $\Delta x$  が  $\pm 0.05$  に収まる確率。

これをそれぞれの  $x$  での偏倚の平均で表現したものが図5です。図中のバーの長さは各  $x$  における標準偏差に対応しています。全偏倚の平均  $\langle \Delta x \rangle$  は  $-0.0024$  でした。

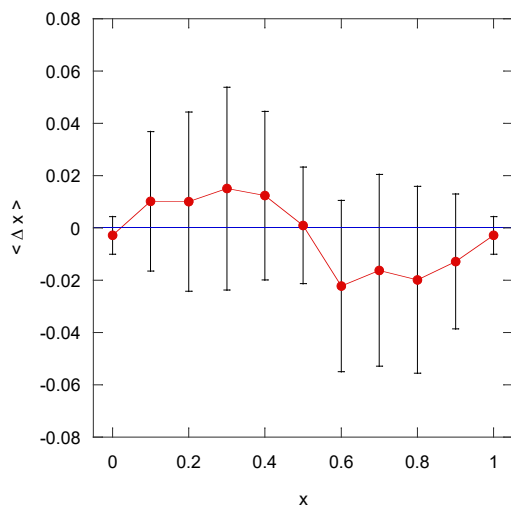


図5 設定値小数部  $x$  ごとの、設定偏倚の平均値  $\langle \Delta x \rangle$ 。バーの長さは標準偏差に対応。

こうして得られた結果は、以前、物差しにカーソルを合わせるタイプの実験で得られた実験の結果

<http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/ubung/yyosuke/uebung/memori91.htm>

とほぼ一致しています。

### 3. おしまいに

昨年 2020 年度の実験では、実験者による設定値が全体として若干小さい方にずれている傾向が ( $\Delta x < 0$ ) あり、全偏倚の平均  $\langle \Delta x \rangle$  は  $-0.0078$  でした (今回は  $-0.0024$ )。得られた  $\Delta x$  が  $\pm 0.05$  に収まる確率も図 6 のように、 $0.5$  を中心に対称とはいかず、若干、負の偏倚の生じる  $x > 0.5$  の方で大きい偏倚の出現確率が強調されるようでした。今年度の結果からは、

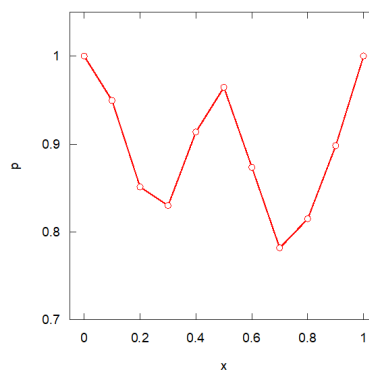




図 6 2020 年度の設定偏倚  $\Delta x$  が  $\pm 0.05$  に収まる確率。  $x = 0.5$  についての対称性が崩れている。

こうした目立った非対称性は見られません。ただし全体として  $\Delta x$  が  $\pm 0.05$  に収まる確率は今回 2021 年度 (85 %) の方が 2020 年度 (89 %) より小さくなっています。

このちがいは、今年の web 上のクイズでは、マウスポインターを昨年度のクイズの

[http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/ubung/yyosuke/uebung3/basics/readingscale\\_2020.htm](http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/ubung/yyosuke/uebung3/basics/readingscale_2020.htm)

標準の形状  から、crosshair  に変更したことによるものでしょう。わずかのこのようですが、目盛りを正確に読むについては、細心の注意が必要であることを痛感させられます。

なお今回のデータでも詳細に見ると、図 2 のキャプションで触れたように、 $x = 0.0$  の設定値で、偏倚が  $-0.01$  の頻度が  $+0.01$  より大きくなっており、まだバイアスが存在しています。このあたりはもう、実験者が右利きか左利きかといった問題が絡んでくる領域かもしれません。ともあれ現在のクイズは Javascript の何たるかも知らぬ昭和の老人が急ごしらえで作ったものですので、(そもそもの問題設定も含め) 優秀な若手スタッフ、学生諸氏による改良を待ちたいところです。