

サイコロ実験



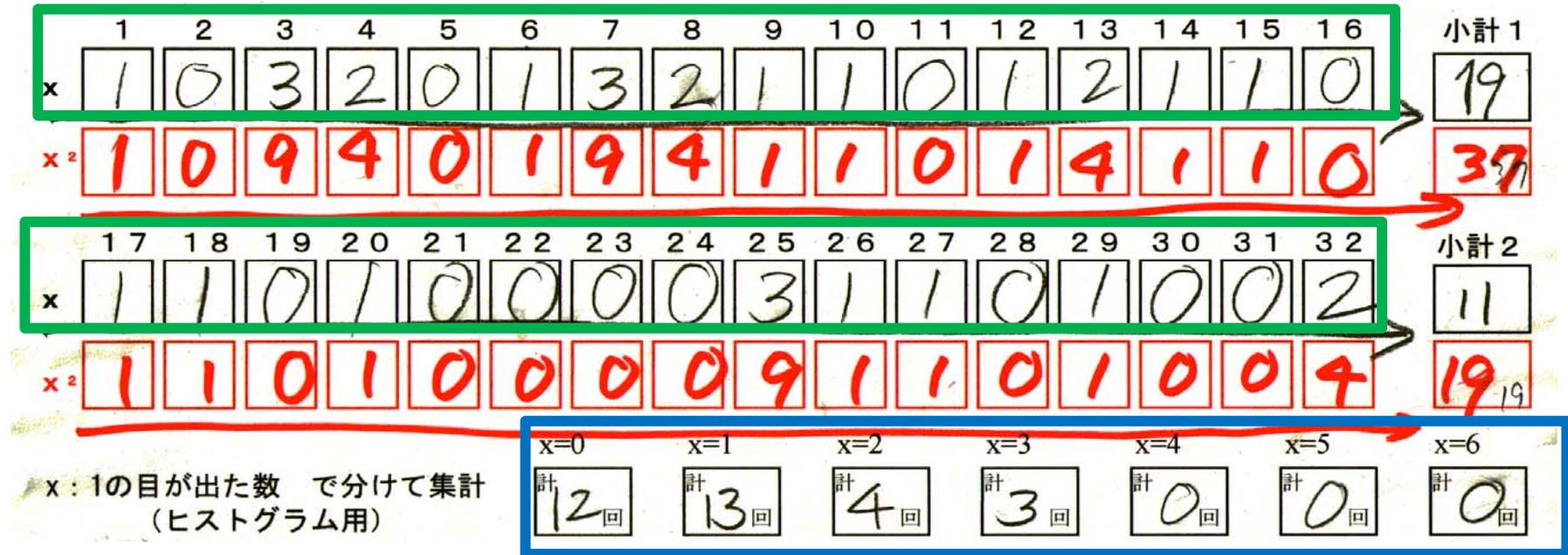
- 1の目が出る確率は本当に6分の1か?
 1. 32回のサイコロ振りでデータを収集
実験室で休憩時間中(20分間)に行う
 2. 1回測定値の分布
ヒストグラム・平均値 X_m と誤差 σ を計算
 3. 32回平均値の推定分布
最確値の誤差 σ_m を計算
 4. 加重平均の計算
2人分のデータを合わせると誤差は小さくなる
 5. 32回平均値の実測分布
平均値の分布は鋭い正規分布に近づく

サイコロ実験の手順

1. 実験室へ移動する(掲示板で自分の部屋を確認)
2. サイコロボックスを32回振って、1の目が出た個数を数えてワークシートに記入(後でPCへ入力)
3. 指定された時間までにこの部屋へ戻ってくる
4. この部屋でデータの解析を行う



ワークシート記入例



サイコロボックス(6個のサイコロが入っている)の中で1の目が出た数を記入(32回)

32回ふった後, 1の目が出た回数(N)をN=0,1,2,...,6に分けて記入
(赤字の部分は講義室に戻ってから記入して下さい)

諸注意

- ワークシートとサイコロボックスは、実験机の上に、2人分用意
- ワークシートの無いサイコロボックスは使わない
- サイコロ振りの注意点
 1. 上下に3回以上(2秒程度), よく振る
 2. サイコロが飛び出さないように, フタを押さえて振る
 3. ワークシート1枚目に32回の結果を記入
 4. PCに結果を入力



それでは休憩です。どの部屋で実験するのは、講義室の黒板に掲示した名簿に書いてあります。20分後までに32回分のデータを持って元の席に戻って下さい。データ解析はこの講義室で行います。

ワークシートの計算

- 1回測定値の誤差 σ を計算する便利な公式

$$\sigma^2 = \frac{n}{n-1} \bar{R}^2$$

$$\bar{R}^2 = (\text{残差の二乗平均}) = \overline{(x - X_m)^2}$$

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x - X_m)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x^2 - 2 X_m x + X_m^2)$$

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x^2 - 2 X_m \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x + X_m^2 \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 1 = \overline{X^2} - X_m^2 = \underline{\text{(2乗の平均) - (平均)の2乗}}$$

- 1枚目のワークシートの残りを仕上げる

$$X_m = (\overset{\text{小計1}}{19} + \overset{\text{小計2}}{11}) / 32 = \boxed{0.9375} \quad \bar{R}^2 = \overline{X^2} - (X_m)^2 = \boxed{0.8712}$$

$$\overline{X^2} = (\overset{\text{小計1}}{37} + \overset{\text{小計2}}{19}) / 32 = \boxed{56/32 = 1.75} \quad \text{1回測定値の誤差} \quad \sigma = \sqrt{n \bar{R}^2 / (n-1)} = \boxed{0.9483}$$

$$\text{最確値の誤差 } \sigma_m = \sigma / \sqrt{n} = \boxed{0.1676} \quad \text{最終結果 } X_m \pm \sigma_m = 0.94 \pm 0.17 \text{ 個}$$

(理論予想: 1 ± 0.161)

$$\sigma_m = \sigma / \sqrt{n}$$

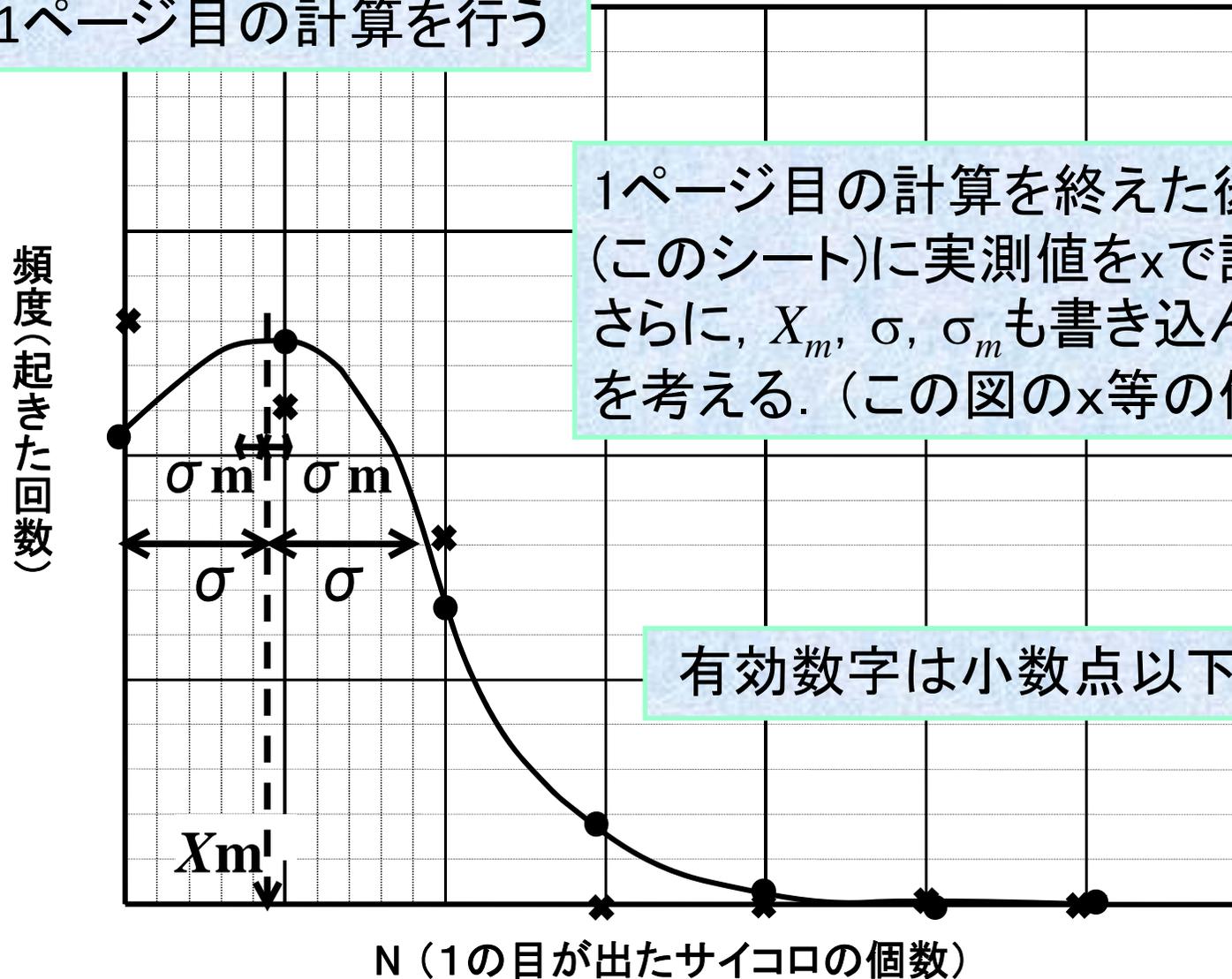
有効数字2桁まで

X_m : σ_m の有効数字の最下位まで

- 第3則: 計算途中の桁数は、測定値の有効桁数より1桁多くとる。電卓等の計算では、途中の結果をいちいち四捨五入する必要はないが、最終結果の有効数字は正しく考慮する。

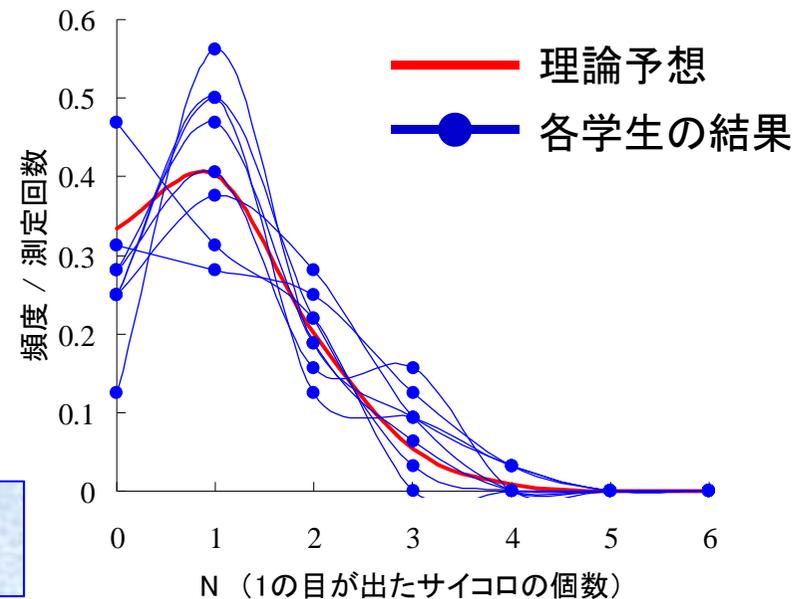
測定結果のプロット

1ページ目の計算を行う



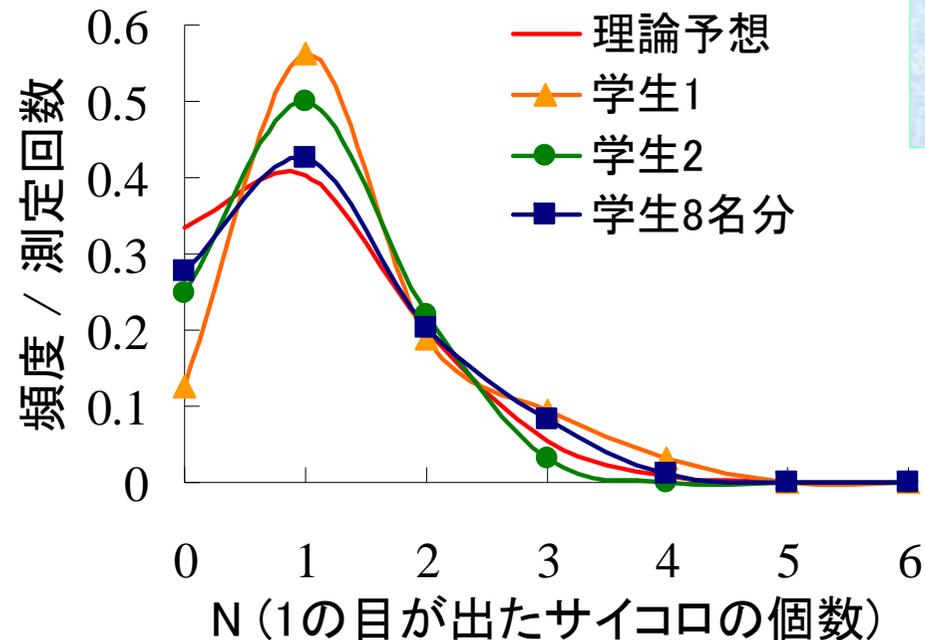
加重平均とヒストグラムの再作成

- 隣の人の結果を使って、加重平均をとり、最確値とその誤差を計算する。
- 近くにいる7名のデータを用いて、自分を含めた8名分のデータから1回測定値の分布(ヒストグラム)を作り直す。
- 分布結果の変化を観察する。



理論予想に近づくだらうか?

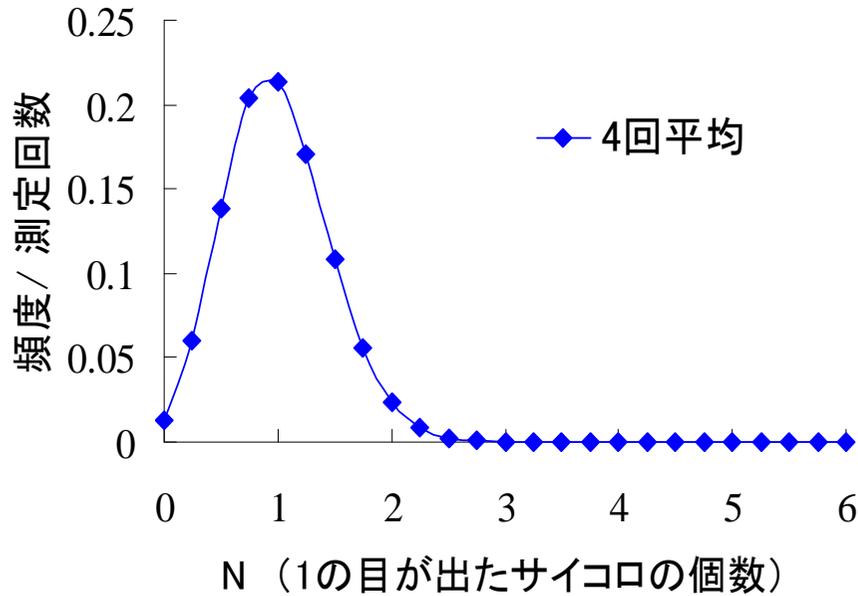
● 測定結果の例



理論予想は
二項分布より算定

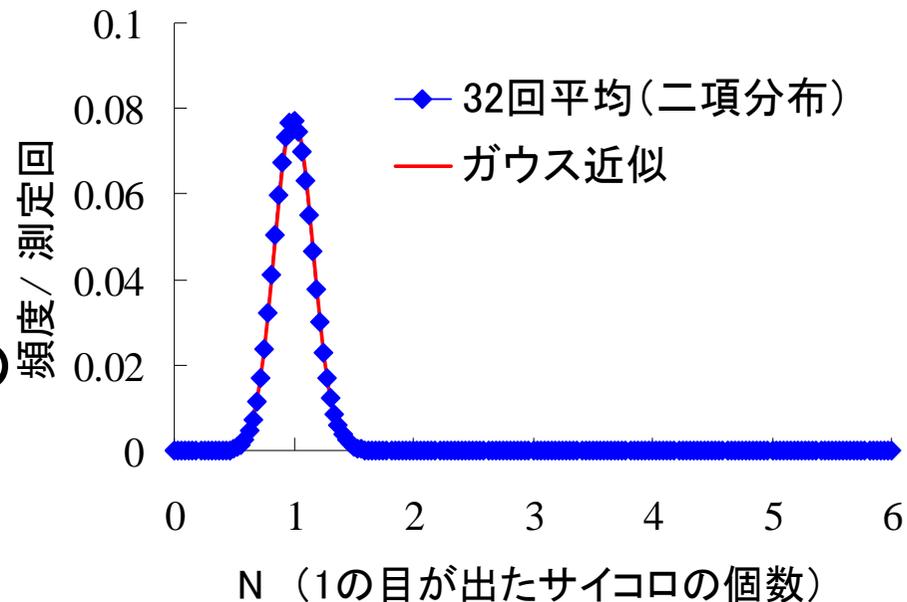
- 個々の分布と理論は乖離が大きいですが、人数が増えると予想に近い分布になる
- さらに測定回数を増やすとどうなるか?

複数回の測定結果の分布



● サイコロ実験に関する確率を二項分布を用いて、厳密に計算してみる

● 測定回数が増えると、平均値の分布は正規分布で近似できる (中心極限定理)





来週(3週目)の授業

13:00 – 13:20 レポートの提出, 割当表の確認

3限 「振り子の実験(重力加速度の測定)」

4限 「実験データをもとにレポートを書いてみる」

5つの実験室に分かれて授業を行います。
(B202の講義室ではありません)

誰がどの実験室のどの机で実験を行うのかは、
当日に割当表を掲示しますので必ず見て下さい。

謝辞

- 講義資料の作成にあたり, 多くの先生方の資料を参考にさせていただきました. ここに記して深謝いたします.
- 原 俊雄先生 (神戸大学大学院理学研究科物理学専攻)
- 絹川 亨先生 (神戸大学大学教育推進機構)
- 園田 英徳先生 (神戸大学大学院理学研究科物理学専攻)
- 竹内 康雄先生 (神戸大学大学院理学研究科物理学専攻)

(アルファベット順)