

モデル化とシミュレーションⅡ

2024.2.24
草 雲

1 酔っぱらいの足どり(ランダムウォーク)

(1) 実験の概要

酔っぱらいは前後左右見境なくふらつきます。
酔っぱらいは目的地にたどり着こうと歩き回っているうちに何度も同じところに戻って来てしまったりするものです。
今、酔っぱらいが $x y$ 座標平面上の原点にいます。
原点を出発して、30回ふらつくとき、ふらつき30回目に酔っぱらいがいる位置は出発点である原点からどれくらい離れているでしょうか。
ただし、酔っぱらいは上下左右の4方向にだけふらつき、1回のふらつきでの移動距離は1であるとしてます。
また、酔っぱらいが左右の2方向だけにふらつき、原点を出発して x 軸上を移動するとしたら、30回目のふらつき位置は原点からどれくらい離れているでしょうか。

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

【実験日】

2024年2月24日

【使用PC】

L a v i e N X 8 5 0 / N

【使用ソフトウェア】

自作ソフト

『ランダムウォーク6』

【操作方法】

- 4方向のふらつきの場合は、チェックボックス [平面移動] をクリックします。
- 2方向のふらつきの場合は、チェックボックス [直線移動] をクリックします。
(4方向のふらつきから2方向のふらつきへチェンジする場合、またはその逆の場合には、まず [初期化] ボタンをクリックします。)

[実験開始] ボタンをクリックすると、酔っぱらいのふらつきが始まります。
(ただし、ふらつき開始までに少し時間がかかります。)

[実験停止] ボタンをクリックすると、酔っぱらいのふらつきが止まります。
(ただし、ふらつき停止までに少し時間がかかります。)

[グラフ表示] ボタンをクリックすると、グラフが表示されます。
(ただし、4方向にふらつきの場合の横軸は、30回ふらついたときに酔っぱらいがいる位置と原点との距離で、2方向のふらつきの場合の横軸は、30回ふらついたときに酔っぱらいがいる位置の x 座標です。)

【考察】

- ①～③の実験では、酔っぱらいが x 軸上を原点から出発して、左右にのみふらついたとき、ふらつき30回目の位置の x 座標をカウントしています。
グラフの横軸はふらつき30回目の位置の x 座標で、縦軸はその度数です。
①～③のグラフより、出発点である原点の近くに30回目に戻って来ることが多いことから、「酔っぱらいは目的地にたどり着こうと歩き回っているうちに何度も同じところに戻って来てしまったりするものです。」が言えているのではないのでしょうか。
また、④～⑥の実験では、酔っぱらいが $x y$ 座標平面上を原点から出発して、上下左右にふらついたとき、ふらつき30回目の位置の座標と原点との距離をカウントしています。
グラフの横軸はふらつき30回目の位置の座標と原点との距離で、縦軸はその度数です。
④～⑥のグラフより、出発点である原点の周辺に30回目に戻って来ることが多いことから、「酔っぱらいは目的地にたどり着こうと歩き回っているうちに何度も同じところに戻って来てしまったりするものです。」が言えているのではないのでしょうか。

モデル化とシミュレーションⅡ

2024.2.24
草 雲

1 酔っぱらいの足どり(ランダムウォーク)

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

① 実験1回目 (直線上で移動する場合)

ランダムウォーク Copyright (C) K.Niwa 2001.8

終了 **酔っぱらいの足どり(ランダムウォーク)** HELP 初期化

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
x座標	8	2	6	-4	-10	2	-12	4	-2	-8	2	2	-4	-2	4	4	-8
y座標	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
距離	8.0	2.0	6.0	4.0	10.0	2.0	12.0	4.0	2.0	8.0	2.0	2.0	4.0	2.0	4.0	4.0	8.0

回数	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
x座標	-10	2	-2	8	10	2	-8	2	4	0	-2	12	0	0	-10	-4	-2
y座標	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
距離	10.0	2.0	2.0	8.0	10.0	2.0	8.0	2.0	4.0	0	2.0	12.0	0	0	10.0	4.0	2.0

回数	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
x座標	2	-6	4	-6	12	-6	-6	-4	-2	0	0	4	0	2	-8	-4	-2
y座標	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
距離	2.0	6.0	4.0	6.0	12.0	6.0	6.0	4.0	2.0	0	0	4.0	0	2.0	8.0	4.0	2.0

ふらつき回数: **0**

距離の平均: **4.5**

グラフ表示

第 51 回目

クリック後、開始までに、少し時間がかかります...

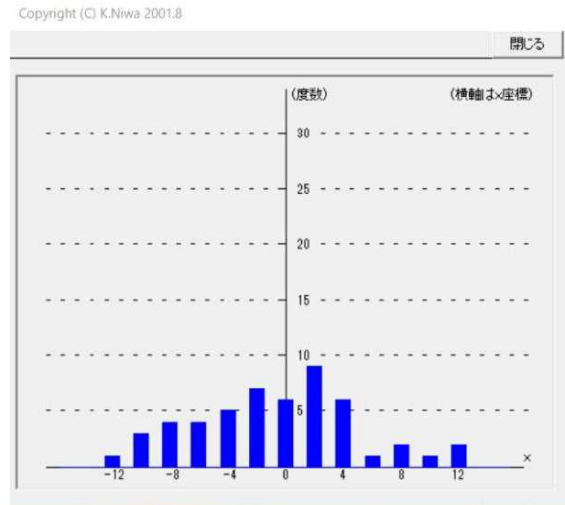
実験開始

実験停止

平面移動

直線移動

x = 0 y = 0



② 実験2回目 (直線上で移動する場合)

ランダムウォーク Copyright (C) K.Niwa 2001.8

終了 **酔っぱらいの足どり(ランダムウォーク)** HELP 初期化

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
x座標	-8	-6	-8	-13	0	0	-2	4	6	-2	-6	4	-2	4	0	-4	10
y座標	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
距離	8.0	6.0	8.0	13.0	0	0	2.0	4.0	6.0	2.0	6.0	4.0	2.0	4.0	0	4.0	10.0

回数	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
x座標	-2	6	-6	-12	-2	-4	4	-2	6	4	0	-8	-10	0	-4	0	4
y座標	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
距離	2.0	6.0	6.0	12.0	2.0	4.0	4.0	2.0	6.0	4.0	0	8.0	10.0	0	4.0	0	4.0

回数	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
x座標	-4	10	0	-10	-2	-2	8	-2	4	-4	-4	6	0	-2	6	-10	2
y座標	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
距離	4.0	10.0	0	10.0	2.0	2.0	8.0	2.0	4.0	4.0	4.0	6.0	0	2.0	6.0	10.0	2.0

ふらつき回数: **0**

距離の平均: **4.5**

グラフ表示

第 51 回目

クリック後、開始までに、少し時間がかかります...

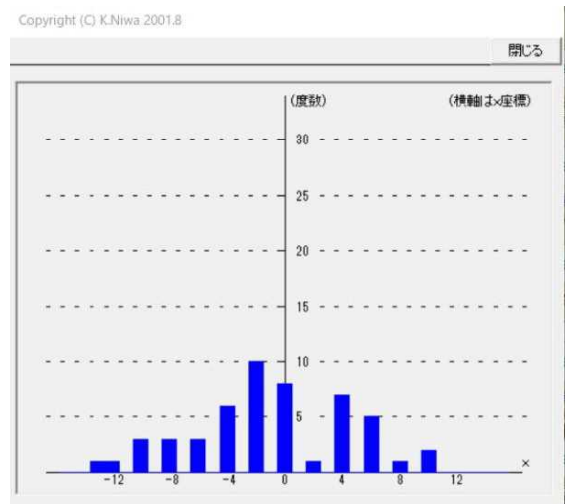
実験開始

実験停止

平面移動

直線移動

x = 0 y = 0



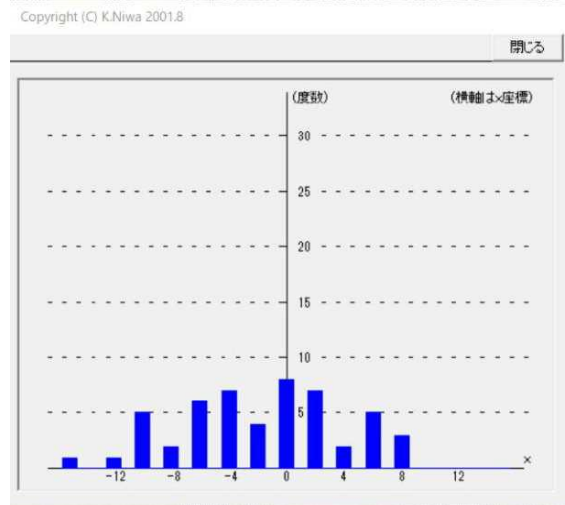
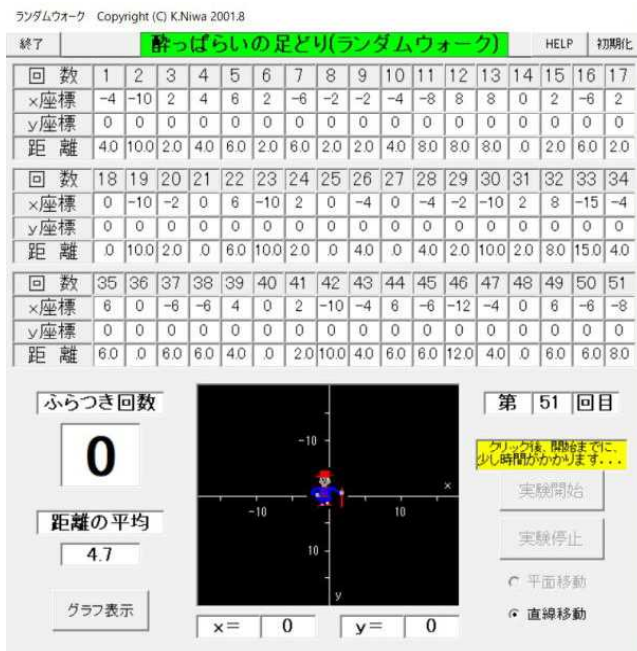
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.2.24
草 雲

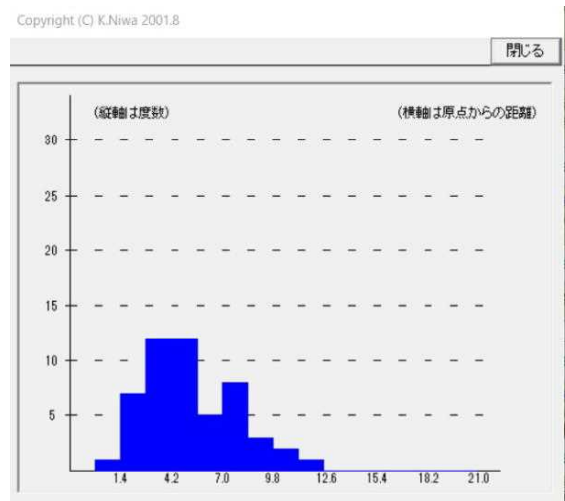
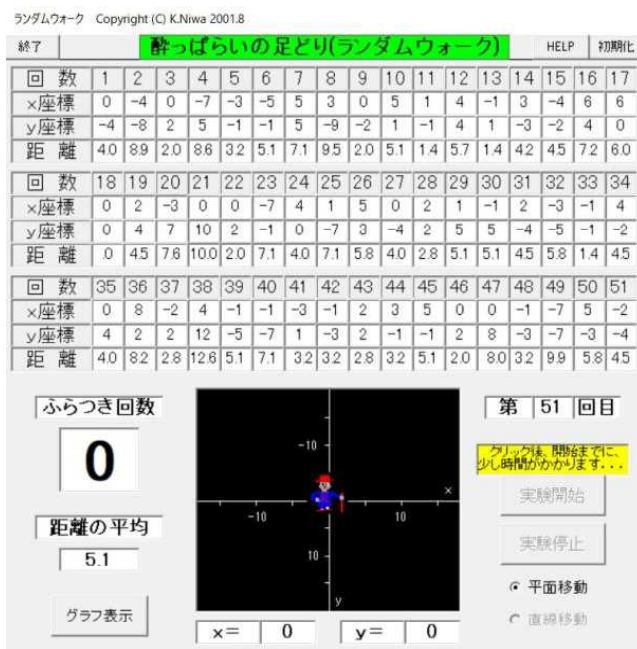
1 酔っぱらいの足どり(ランダムウォーク)

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

③ 実験 3 回目 (直線上で移動する場合)



④ 実験 4 回目 (平面上で移動する場合)



モデル化とシミュレーションⅡ

2024.2.24
草 雲

1 酔っぱらいの足どり(ランダムウォーク)

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

⑤ 実験 5 回目 (平面上で移動する場合)

ランダムウォーク Copyright (C) K.Niwa 2001.8

終了 **酔っぱらいの足どり(ランダムウォーク)** HELP 初期化

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
x座標	-2	1	7	-1	5	-2	0	3	-1	-5	-1	6	3	-6	-2	0	7
y座標	-2	-3	3	1	1	4	2	-3	-5	-5	3	2	1	2	-4	2	-3
距離	2.8	3.2	7.6	1.4	5.1	4.5	2.0	4.2	5.1	7.1	3.2	6.3	3.2	6.3	4.5	2.0	7.6

回数	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
x座標	3	-4	9	-1	-2	-7	-3	5	-3	6	-1	1	3	-1	-3	-4	3
y座標	-5	0	3	3	6	-1	1	-5	5	-2	1	-1	3	3	-3	-8	-1
距離	5.8	4.0	9.5	3.2	6.3	7.1	3.2	7.1	5.8	6.3	1.4	1.4	4.2	3.2	4.2	8.9	3.2

回数	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
x座標	1	2	6	3	5	-1	1	-4	5	-2	6	5	-2	2	-3	-9	1
y座標	-7	2	-4	-3	7	-1	1	0	1	-2	-8	-1	2	6	-5	-3	1
距離	7.1	2.8	7.2	4.2	8.6	1.4	1.4	4.0	5.1	2.8	10.0	5.1	2.8	6.3	5.8	9.5	1.4

ふらつき回数
0

距離の平均
4.8

グラフ表示

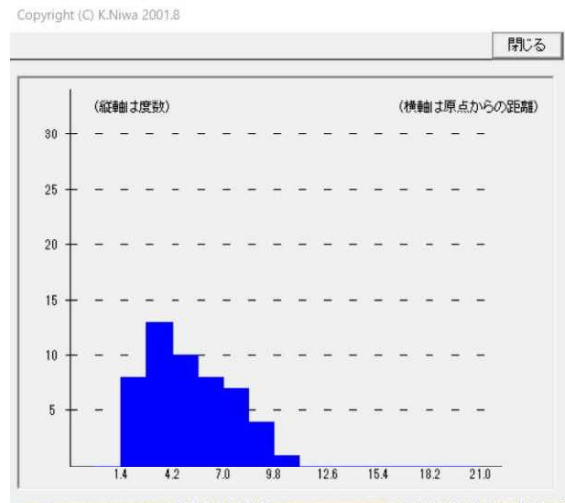
第 51 回目

クリックは、開始までに、少し時間がかかります...

実験開始
実験停止

平面移動
 直線移動

x = 0 y = 0



⑥ 実験 6 回目 (平面上で移動する場合)

ランダムウォーク Copyright (C) K.Niwa 2001.8

終了 **酔っぱらいの足どり(ランダムウォーク)** HELP 初期化

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
x座標	-7	6	2	-1	3	-4	3	-6	-2	6	3	-7	3	-2	-1	-1	4
y座標	3	6	-4	3	1	-4	-7	8	2	4	-1	5	1	0	1	-1	2
距離	7.6	8.5	4.5	3.2	3.2	5.7	7.6	10.0	2.8	7.2	3.2	8.6	3.2	2.0	1.4	1.4	4.5

回数	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
x座標	3	0	3	6	8	-2	2	-2	1	2	-4	1	-3	-2	0	1	-3
y座標	1	0	5	0	2	0	4	2	-3	0	0	1	3	0	2	5	1
距離	3.2	.0	5.8	6.0	8.2	2.0	4.5	2.8	3.2	2.0	4.0	1.4	4.2	2.0	2.0	5.1	3.2

回数	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
x座標	8	-2	7	3	6	-1	0	-1	-5	-3	-2	-1	1	1	4	-1	-1
y座標	4	-6	1	-9	0	-7	-2	-5	1	-1	4	3	-1	-1	0	-1	-3
距離	8.9	6.3	7.1	9.5	6.0	7.1	2.0	5.1	5.1	3.2	4.5	3.2	1.4	1.4	4.0	1.4	3.2

ふらつき回数
0

距離の平均
4.4

グラフ表示

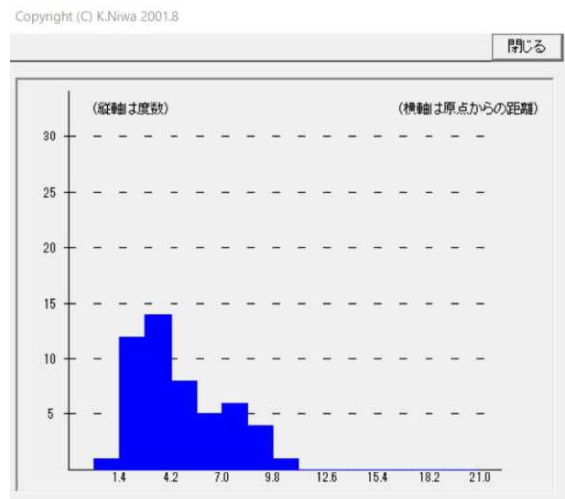
第 51 回目

クリックは、開始までに、少し時間がかかります...

実験開始
実験停止

平面移動
 直線移動

x = 0 y = 0



モデル化とシミュレーションⅡ

2024.2.27
草 雲

2 パチンコ玉の落下の実験

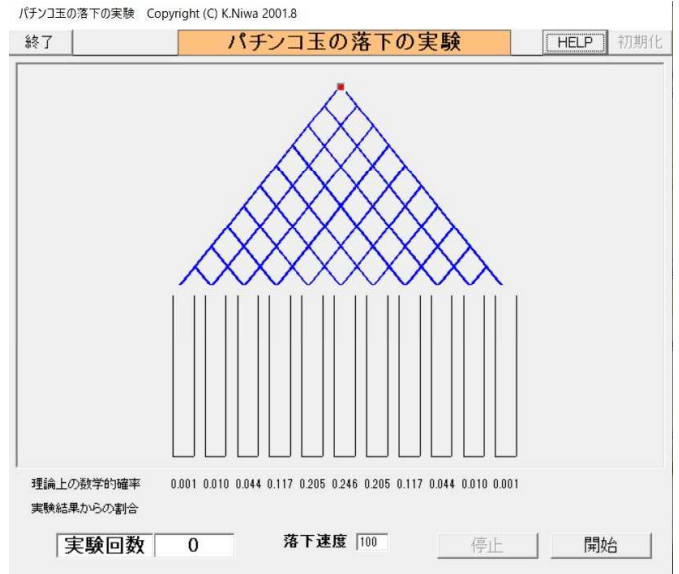
(1) 実験の概要

1個のパチンコ玉が釘に当たって左右に分かれながら落下するとき、パチンコ玉はどこに落下するのでしょうか。

右の図のような経路で、頂上から1個のパチンコ玉(赤い点)が青い線上を伝って落ちます。

ただし、パチンコ玉が分岐点で左右に分かれるとき、その分かれ方は左右半々であるとしめます。

パチンコ玉が落下しやすい場所はあるのでしょうか。それともどこの場所も同じでしょうか。



(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

【実験日】

2024年2月27日

【使用PC】

Lavie NX850/N

【使用ソフトウェア】

自作ソフト

『パチンコ玉6』

【操作方法】

■数学の確立で計算した理論上の数値と実験結果からの割合を比べてみてください。

[開始] ボタンをクリックすると、パチンコ玉の落下が始まります。

[停止] ボタンをクリックすると、パチンコ玉の落下が止まります。

【考察】

パチンコ玉が落下する位置を左から①、②、③、…、⑨、⑩、⑪とします。

左からk番目の位置に落下する確立は、 ${}_{10}C_{k-1} \left(\frac{1}{2}\right)^{10}$ …※ で求められます。

※の式を用いて計算すると、

①に落下する数学的確立は 0. 0 0 1

②に落下する数学的確立は 0. 0 1 0

③に落下する数学的確立は 0. 0 4 4

④に落下する数学的確立は 0. 1 1 7

⑤に落下する数学的確立は 0. 2 0 5

⑥に落下する数学的確立は 0. 2 4 6

⑦に落下する数学的確立は 0. 2 0 5

⑧に落下する数学的確立は 0. 1 1 7

⑨に落下する数学的確立は 0. 0 4 4

⑩に落下する数学的確立は 0. 0 1 0

⑪に落下する数学的確立は 0. 0 0 1

以上の計算結果から、⑥の位置が1番落下しやすい場所で、⑤と⑦の位置が2番目に落下しやすい場所、④と⑧の位置が3番目に落下しやすい場所、③と⑨の位置が4番目に落下しやすい場所、②と⑩の位置が5番目に落下しやすい場所、①と⑪の位置が最も落下しにくい場所と言えます。

(ア) (イ) (ウ) の3回の実験結果は、上記の数学的確立と一致していることが分かります。

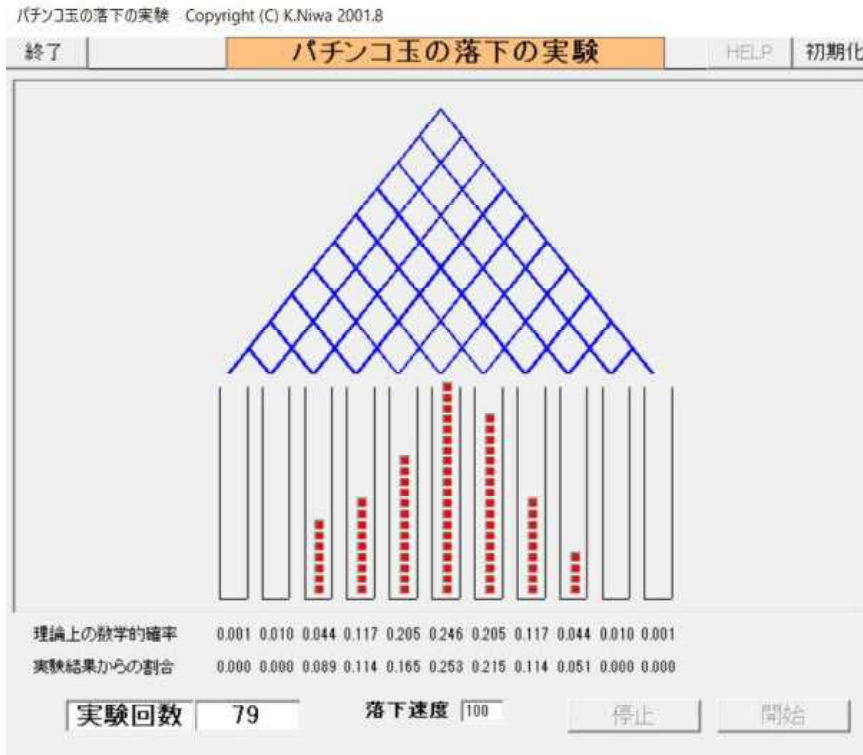
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.2.27
草 雲

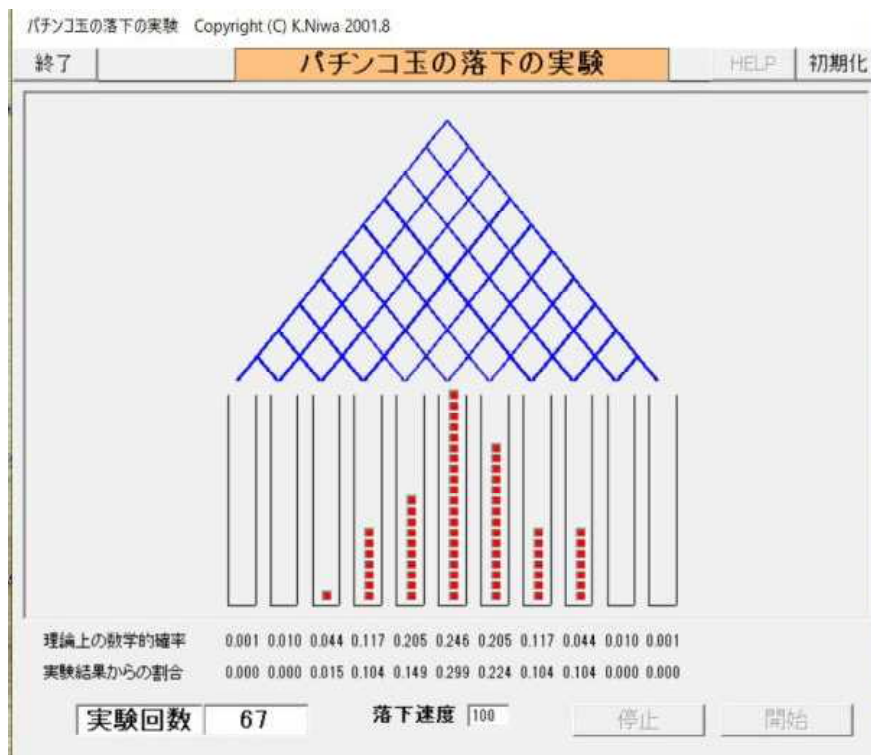
2 パチンコ玉の落下の実験

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

(ア) 実験1回目



(イ) 実験2回目



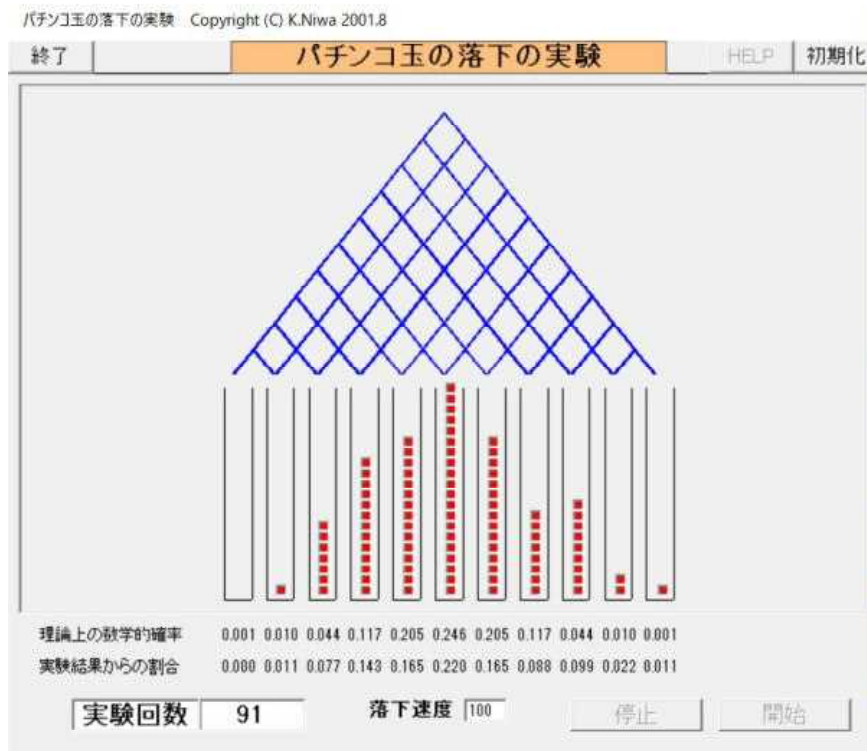
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.2.27
草 雲

2 パチンコ玉の落下の実験

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

(ウ) 実験 3 回目



モデル化とシミュレーションⅡ

2024.2.29
草 雲

3 下手な鉄砲も数撃ちゃ当たる

(1) 実験の概要

みなさんは、「下手な鉄砲も数撃ちゃ当たる」という言葉を聞いたことがありますか。仮に、鉄砲を10回撃つと1回当たる腕前の人鉄砲を撃つとします。何回か鉄砲を撃って少なくとも1回は当たる確率を求めるのに、数学的には1から全てはずれる確率を引いて求めます。「下手な鉄砲も数撃ちゃ当たる」を体験してみてください。また、少なくとも1回は当たる確率を数学的に求めた理論上の確率と実験結果としての割合とを比較してみてください。

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

【実験日】

2024年2月29日

【使用PC】

Lavie NX850/N

【使用ソフトウェア】

自作ソフト

『下手な鉄砲6』

【実験の考え方】

鉄砲を10回撃つと1回当たる腕前の人鉄砲を撃ちます。例えば、1回の実験につき、鉄砲を20発、発射する場合について考えます。20発のうち少なくとも1発命中すれば「成功」、そうでなければ「失敗」とします。何回か実験を行って、少なくとも1回は当たる確率(成功回数÷実験回数)を求めます。

【操作方法】

■理論上の数値と実験結果からの数値を比べてみてください。

[鉄砲の発射回数設定] ウィンドウで、1回の実験での鉄砲を撃つ回数を整数で入力し、[OK] ボタンをクリックします。

[発射] ボタンをクリックすると、手動で実験できます。

[自動開始] ボタンをクリックすると、自動で実験できます。

[自動停止] ボタンをクリックすると、鉄砲の自動発射が止まります。

[初期化] ボタンをクリックすると、初めから実験をやり直せます。

【考察】

鉄砲を10回撃つと1回当たる腕前の人鉄砲を撃つと、

発射1発につき、当たる確率は $\frac{1}{10}$ です。発射1発につき、はずれる確率は $\frac{9}{10}$ です。

20発全てがはずれる確率は $\left(\frac{9}{10}\right)^{20}$ です。

よって、20発のうち、少なくとも1発は当たる確率は $1 - \left(\frac{9}{10}\right)^{20} = 0.8784233$ です。

実験①では、 $\frac{\text{成功回数}}{\text{実験回数}} = 0.8709677$

実験②では、 $\frac{\text{成功回数}}{\text{実験回数}} = 0.8701799$

20発撃つ場合、理論上からも実験結果からも近い値(0.87)になりました。

因みに、50発のうち、少なくとも1発は当たる確率は $1 - \left(\frac{9}{10}\right)^{50} = 0.9948462$ です。

「下手な鉄砲も数撃ちゃ当たる」が言えるのではないのでしょうか。

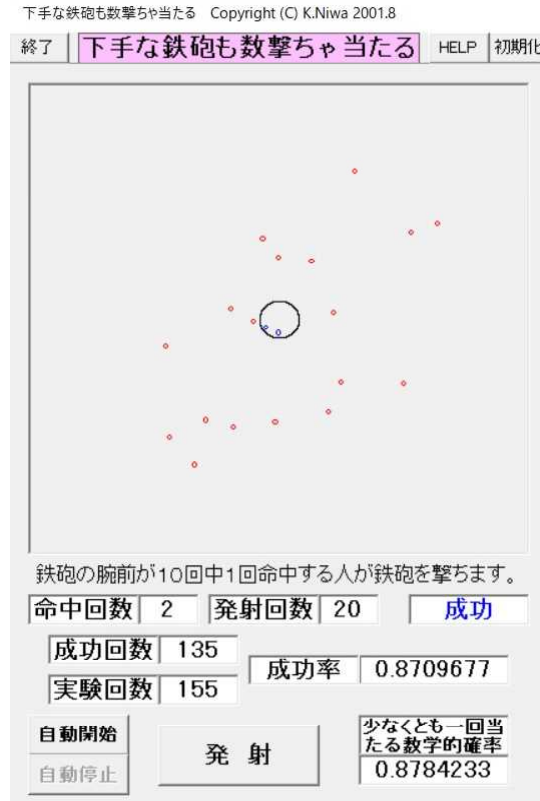
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.2.29
草 雲

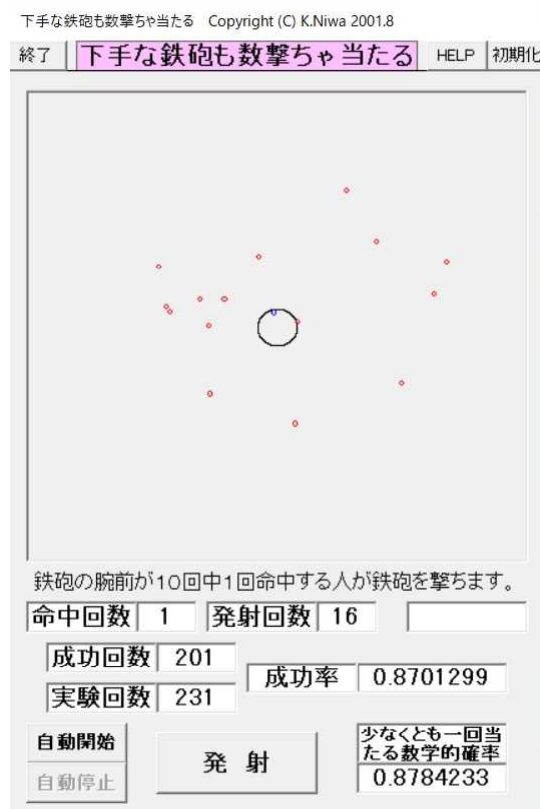
3 下手な鉄砲も数撃ちゃ当たる

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

① 実験 1 回目



② 実験 2 回目



モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.1
草 雲

4 ねずみを追う犬

(1) 実験の概要

下図のように、ねずみと犬は最初50m離れた位置にいます。

ねずみは、まっすぐに矢印の方向に6m/sの速度で逃げます。

犬は、ねずみに向かってまっすぐに10m/sの速度で追いかけてきます。

ねずみを追いかける犬はどんな道筋をたどるのでしょうか。

また、犬はねずみに何秒後に追いつくのでしょうか。

犬(ねずみに向かって10m/sで追いかける)

50m

ねずみ→(矢印の方向に6m/sで逃げる)



(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

【実験日】

2024年3月1日

【使用PC】

Lavie NX850/N

【使用ソフトウェア】

自作ソフト

『ねずみを追う犬6』

【操作方法】

[次へ] ボタンをクリックするごとに、犬とねずみが動きます。

[初期化] ボタンをクリックすると、犬とねずみが元の位置に戻ります。

単位時間 $h =$ 秒 テキストボックスの数字を変更できます。

【考察】

ねずみを追いかける犬の道筋は、直線ではなく、下に凸の曲線になりました。

実験①～④の7.7秒経過後までは、0.1秒ごとに観察しました。

実験④の7.7秒経過後の犬の位置のx座標は45.873で、ねずみの位置のx座標は46.200で、犬とねずみの距離の差が0.327あり、犬はねずみに未だ追いついていません。

7.7秒経過後からは、0.001秒ごとに観察しました。

実験⑤の7.781秒経過後の犬の位置のx座標は46.683で、ねずみの位置のx座標は46.686で、犬とねずみの距離の差が0.003あり、犬はねずみに未だ追いついていません。

実験⑥の7.782秒経過後の犬の位置のx座標は46.693で、ねずみの位置のx座標は46.692で、犬のx座標がねずみのx座標を0.001越え、犬はねずみを追い越しました。

よって、犬はねずみに7.782秒後に追いつきます。

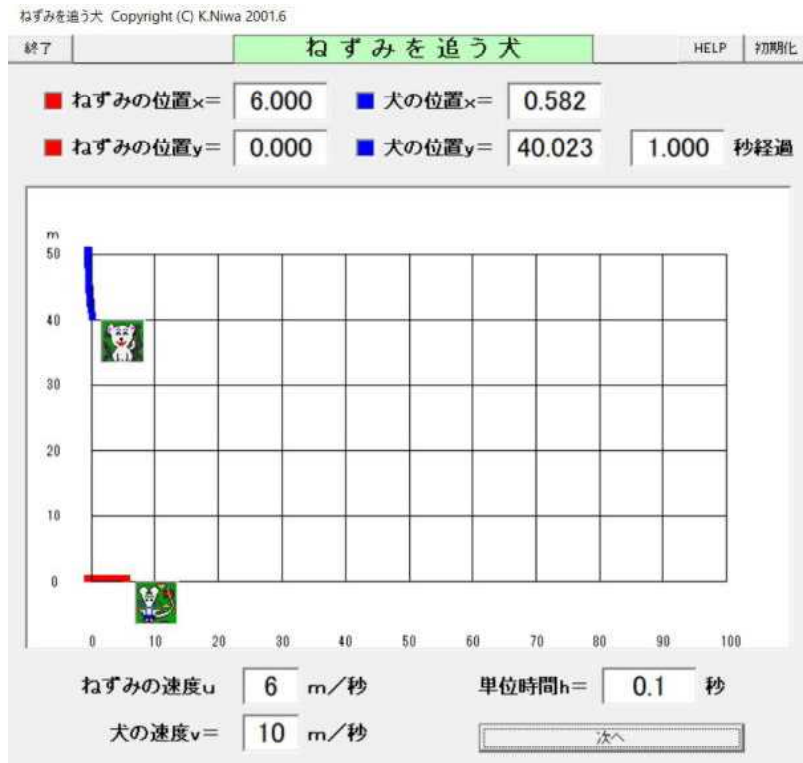
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.1
草 雲

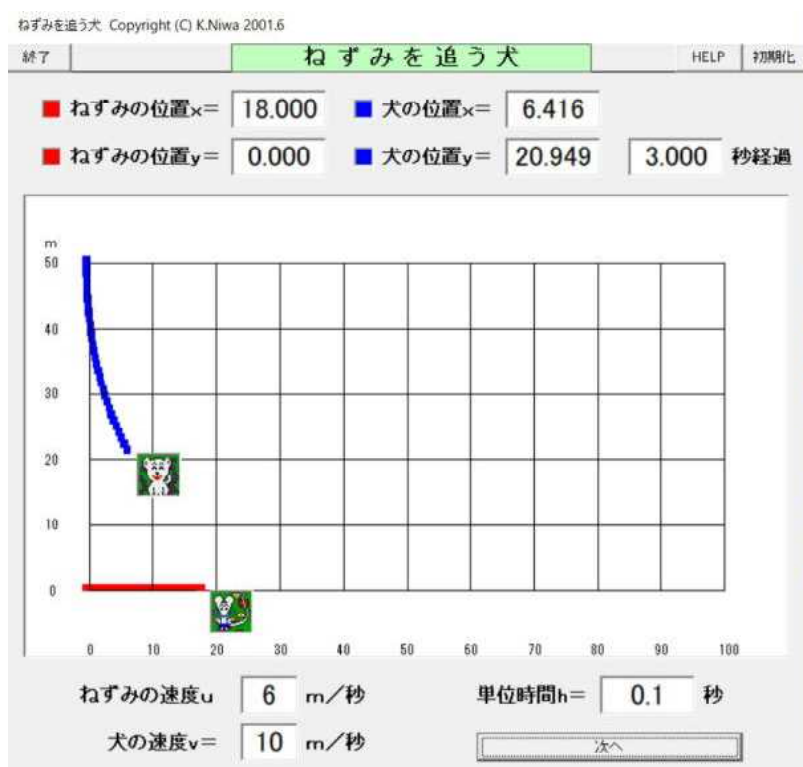
4 ねずみを追う犬

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

① 1秒経過後



② 3秒経過後



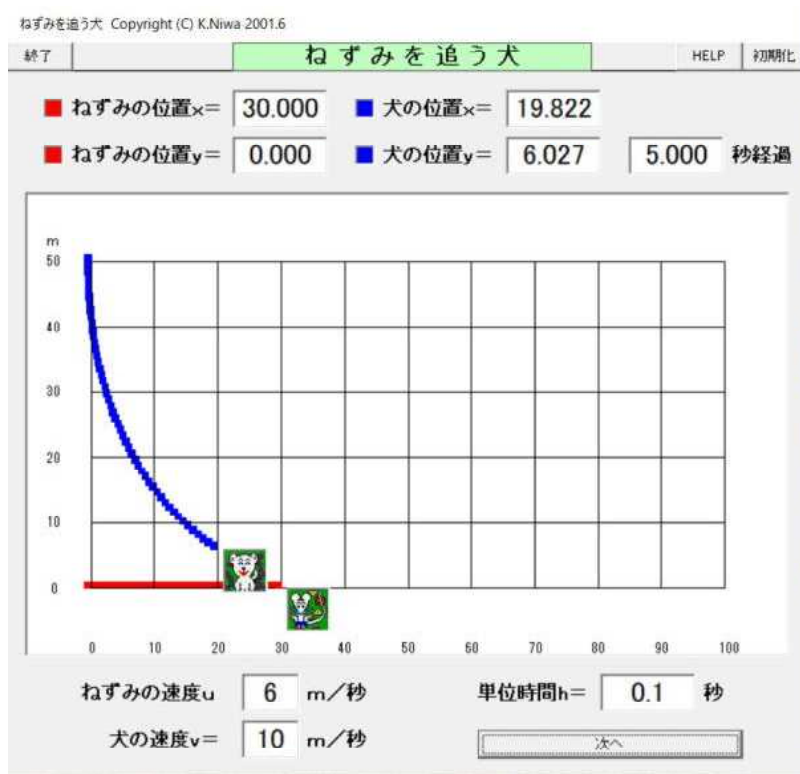
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.1
草雲

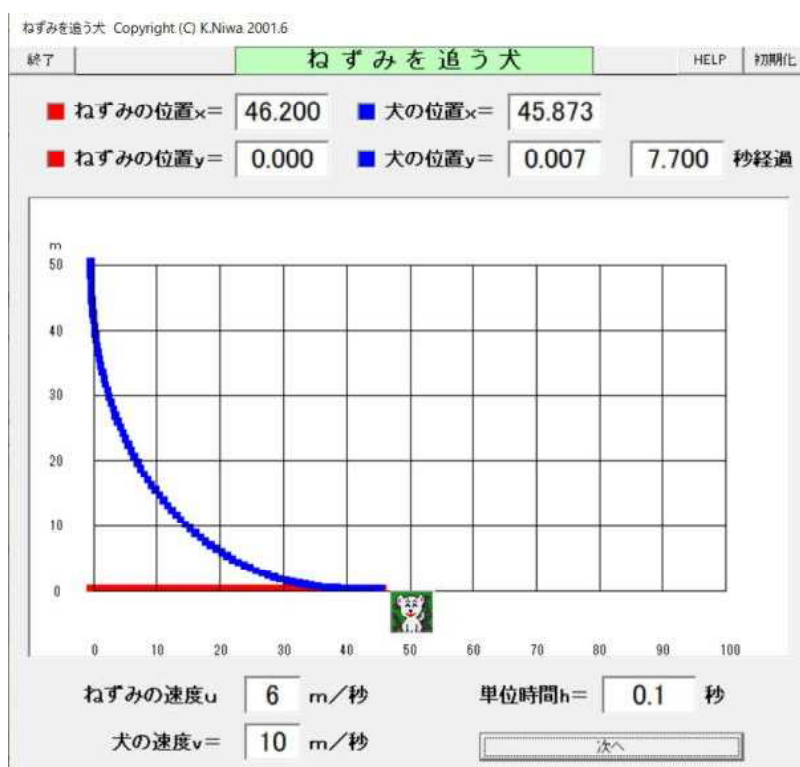
4 ねずみを追う犬

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

③ 5秒経過後



④ 7.7秒経過後



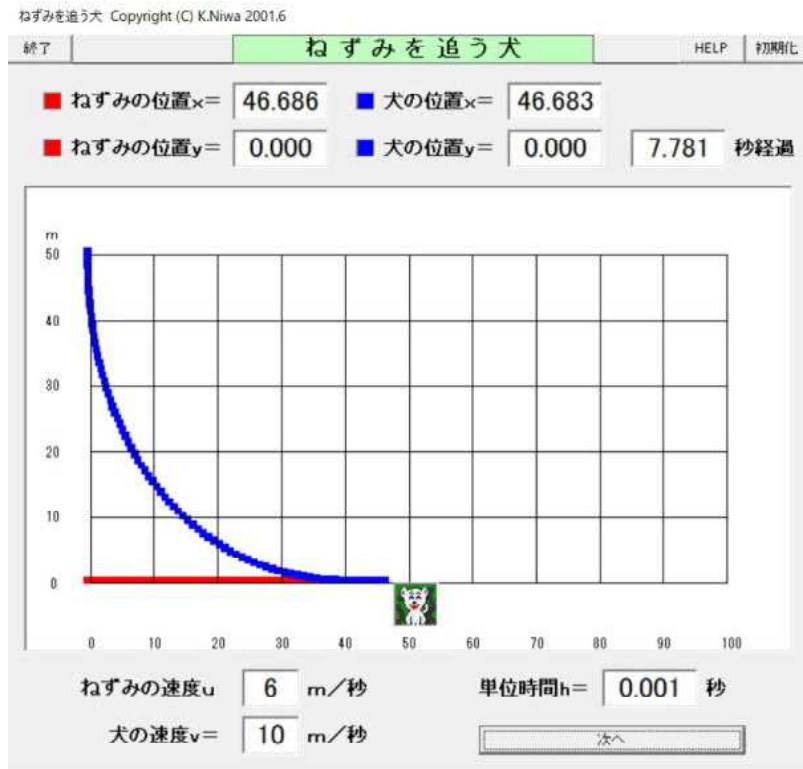
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.1
草 雲

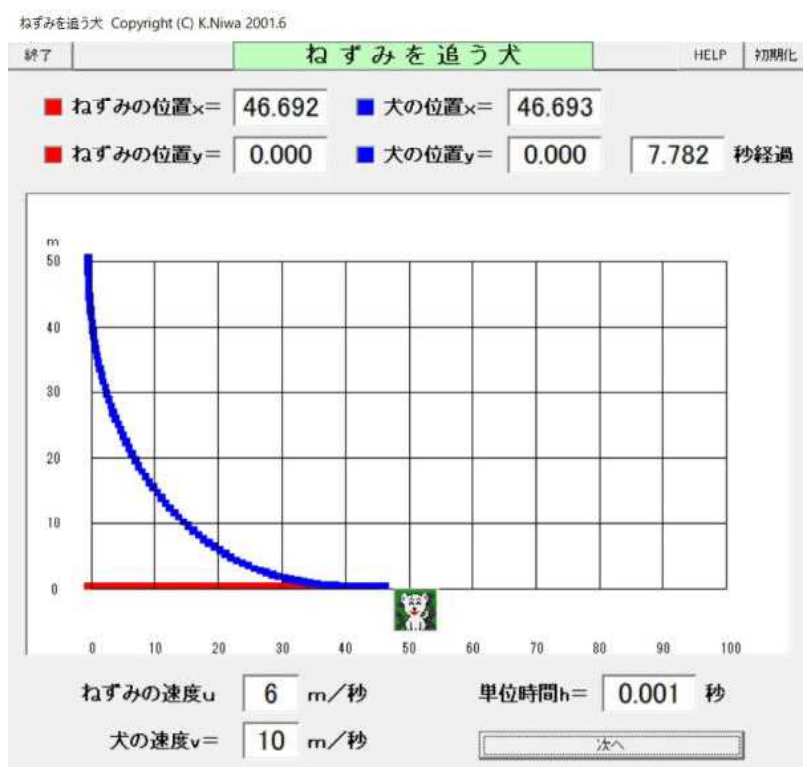
4 ねずみを追う犬

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

⑤ 7.781秒経過後



⑥ 7.782秒経過後 (追いついた!!)



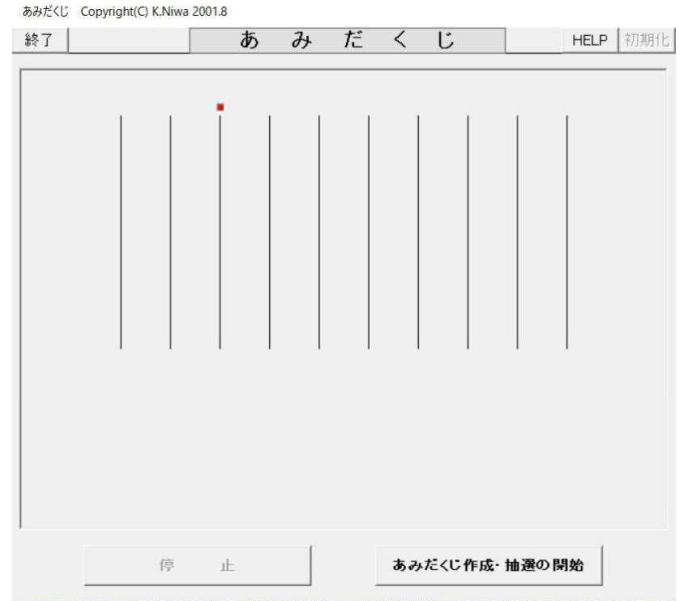
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.2
草 雲

5 あみだくじは平等か

(1) 実験の概要

みなさんは、抽選に「あみだくじ」を使うことはありますか。
ところで、「あみだくじ」は、どこを引いても平等なのでしょうか。
もし、平等でないとしたら、どんなことが言えるのでしょうか。
右図のような縦線10本に、横線をランダムに50本引いて、あみだくじを作ります。
左から3番目の縦線の上の端の赤い点が当たりの位置であるとします。
縦線の下の方を一つ選んであみだくじを引きます。
あみだくじの抽選が当たった縦線の下の方に、当たると赤い点を1つつ表示します。



(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

【実験日】

2024年3月2日

【使用PC】

Lavie NX850/N

【使用ソフトウェア】

自作ソフト
『あみだくじ6』

【操作方法】

あみだくじ作成設定のウィンドウで、あみだくじの横線の本数を半角整数で入力し
[OK] ボタンをクリックします。
[あみだくじ作成・抽選の開始] ボタンをクリックすると、実験が開始されます。
[停止] ボタンをクリックすると、あみだくじ作成・抽選が止まります。
[初期化] ボタンをクリックすると、実験を初めからやり直せます。

【考察】

実験を10回実施しました。
1回ごとの実験は、当たりを表す赤い点が表示できなくなるまでとしました。
縦線の下の方の位置を左から①、②、③、・・・、⑩とします。
10回の各実験で、当たった数が1番多かった位置には+3点、2番目に多かった位置には+2点、3番目に多かった位置には+1として計算してみました。
10回の合計は、①は18点、②は15点、③は17点、④は6点、⑤は6点、⑥は1点、⑦は1点、⑧～⑩は0点になりました。
また、10回の各実験で、当たった数が1番多かった位置だけを+1点として計算してみました。
10回の合計は、①は3点、②は2点、③は3点、④は1点、⑤は1点、⑥～⑩は0点となりました。
これらの結果から、①、②、③の位置が当たり易いことが分かります。
当たりの位置 (左から3番目の縦線の上の端) から縦線の数が少ない側が当たり易いことが予想されます。
しかし、このことは、当たりの位置が分かっている話です。実際は、当たりの位置は分からないので、「あみだくじは平等である。」と言えます。

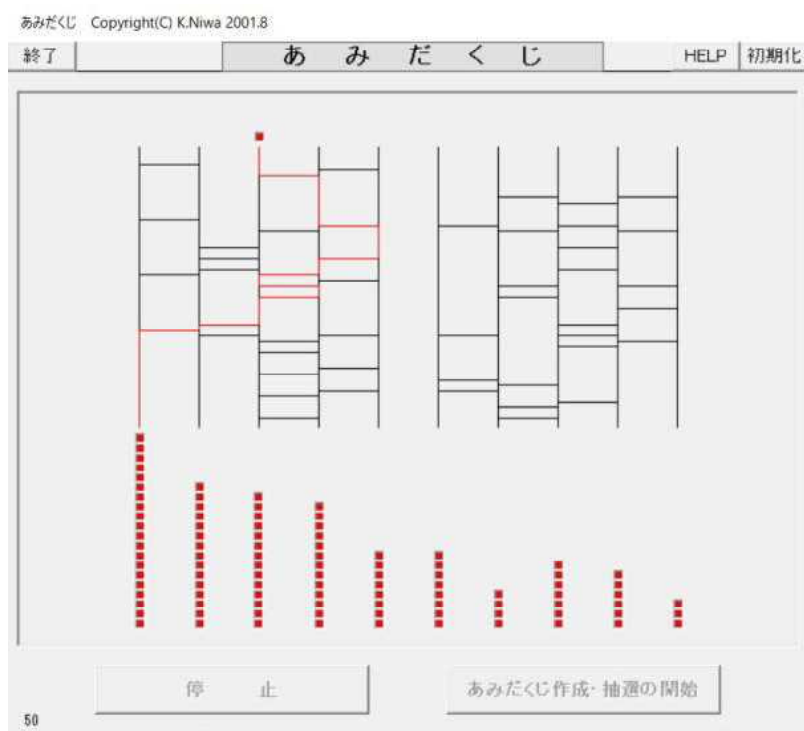
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.2
草 雲

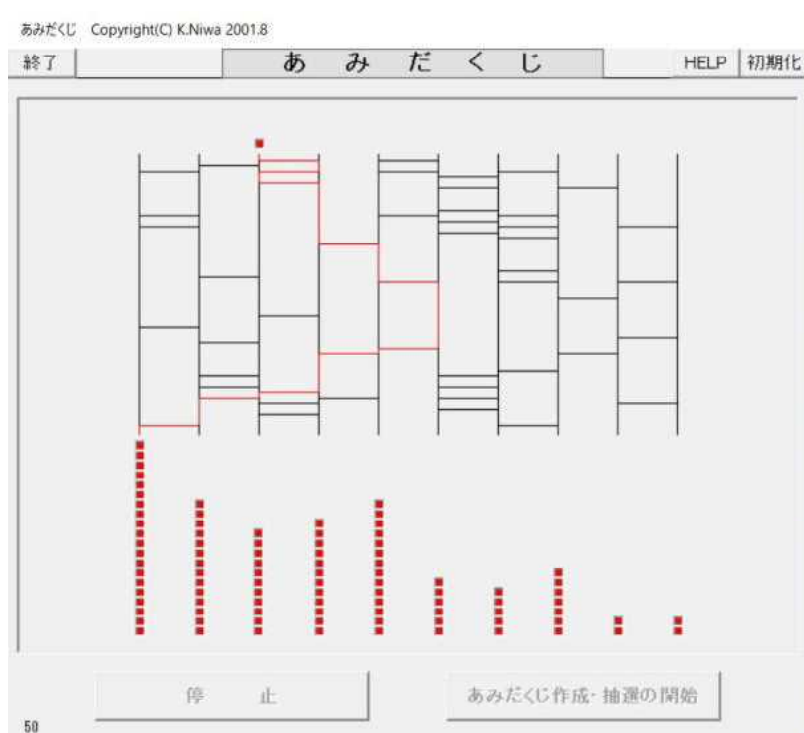
5 あみだくじは平等か

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

(ア) 実験 1 回目



(イ) 実験 2 回目



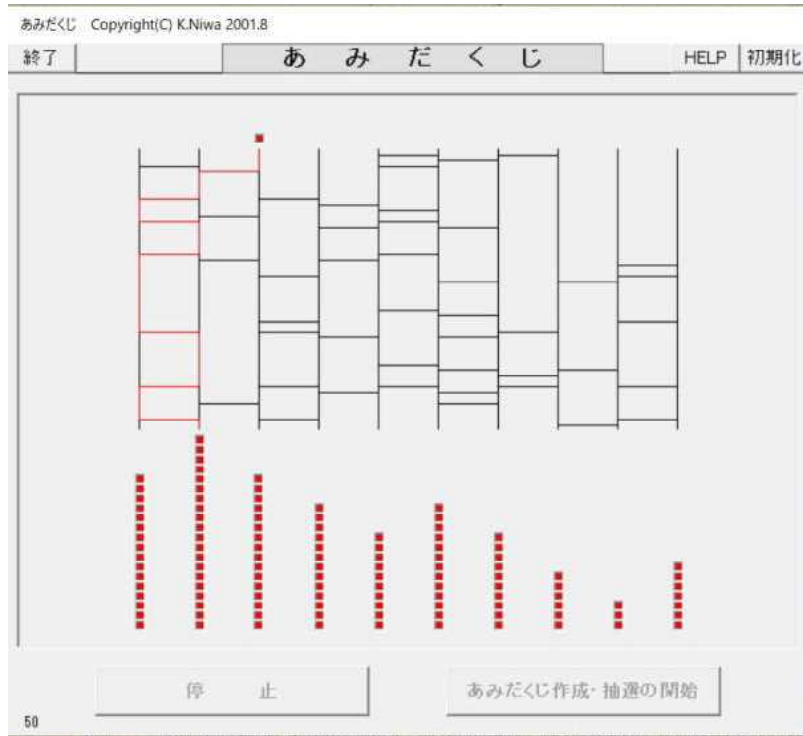
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.2
草 雲

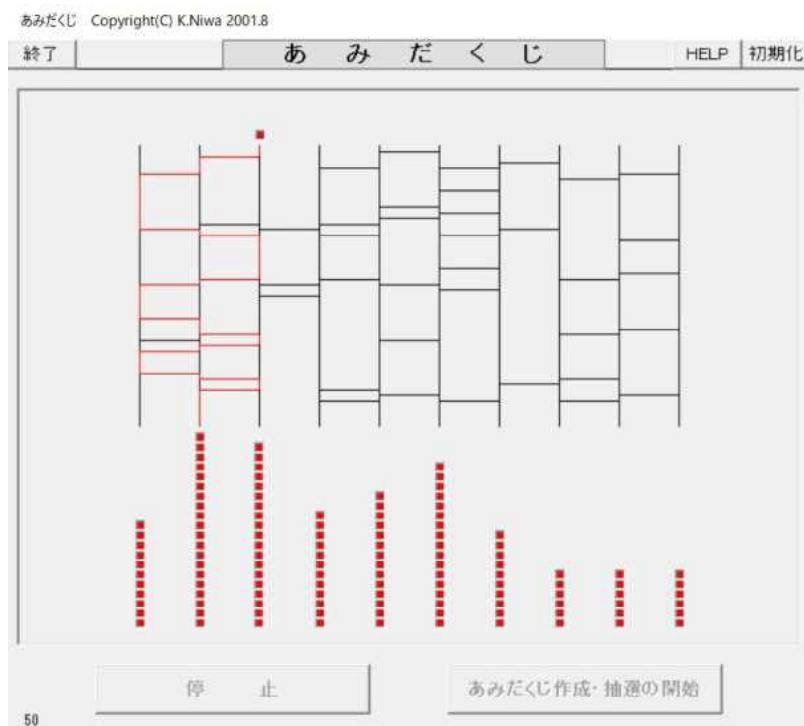
5 あみだくじは平等か

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

(ウ) 実験 3 回目



(エ) 実験 4 回目



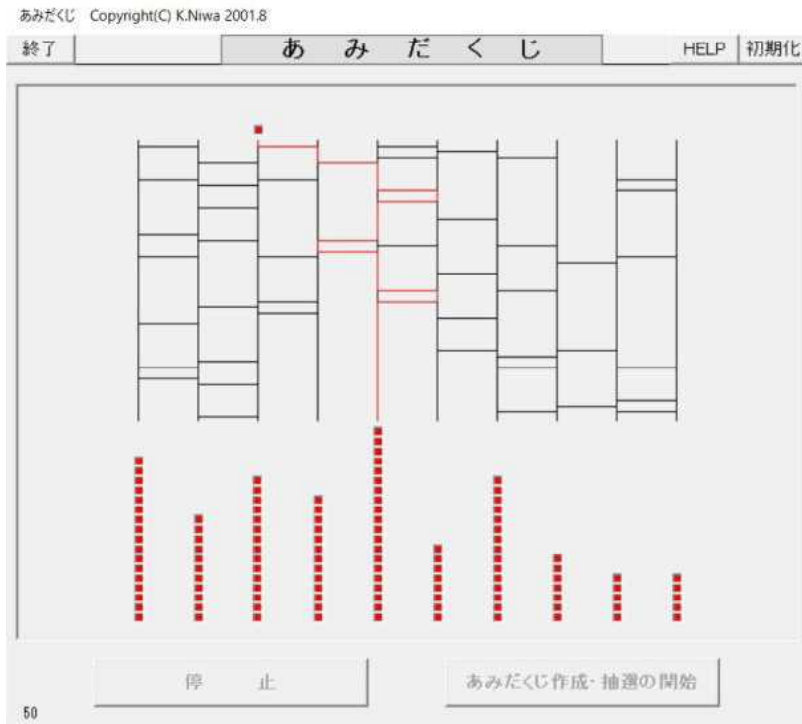
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.2
草 雲

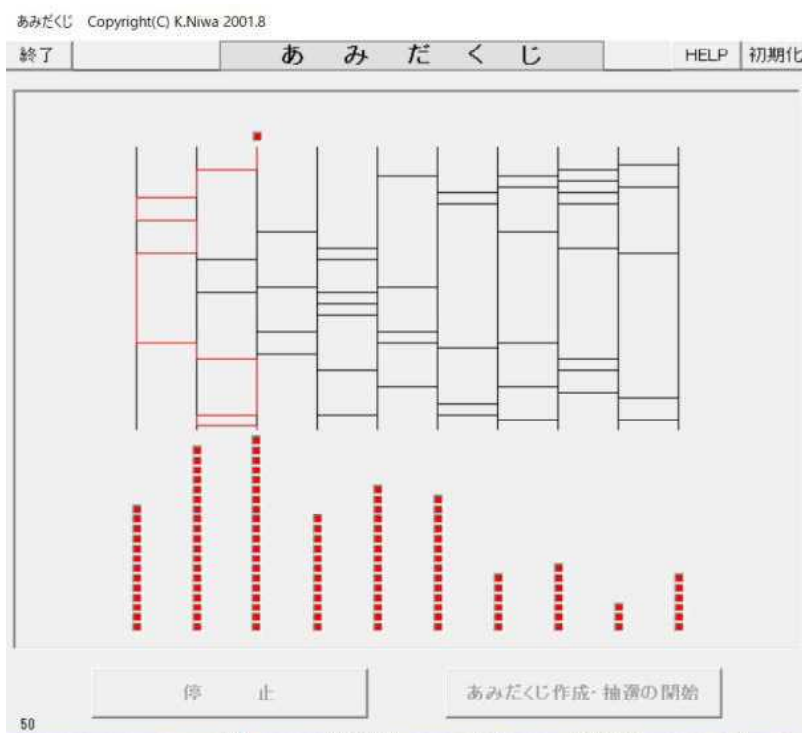
5 あみだくじは平等か

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

(イ) 実験 5 回目



(カ) 実験 6 回目



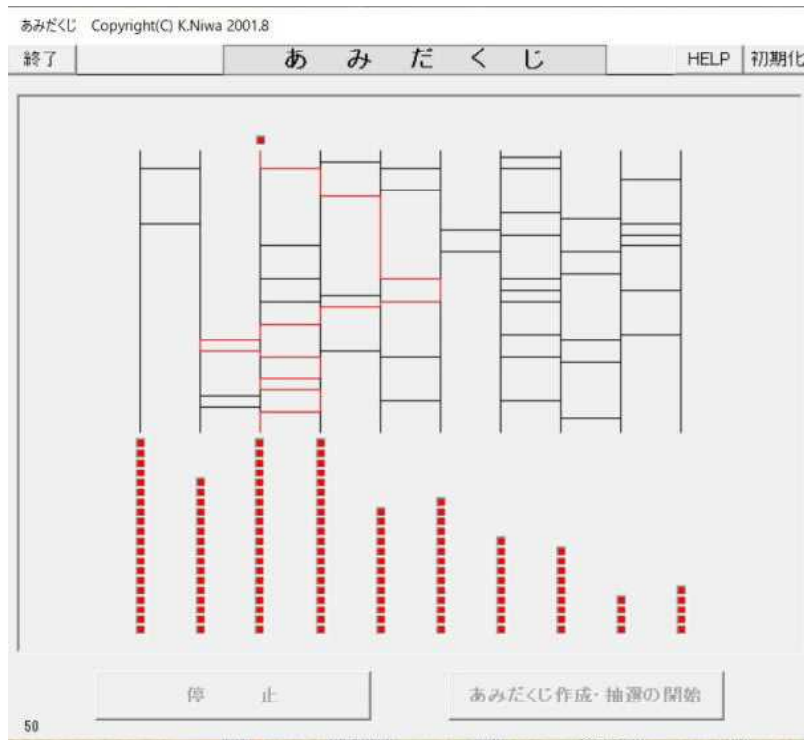
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.2
草 雲

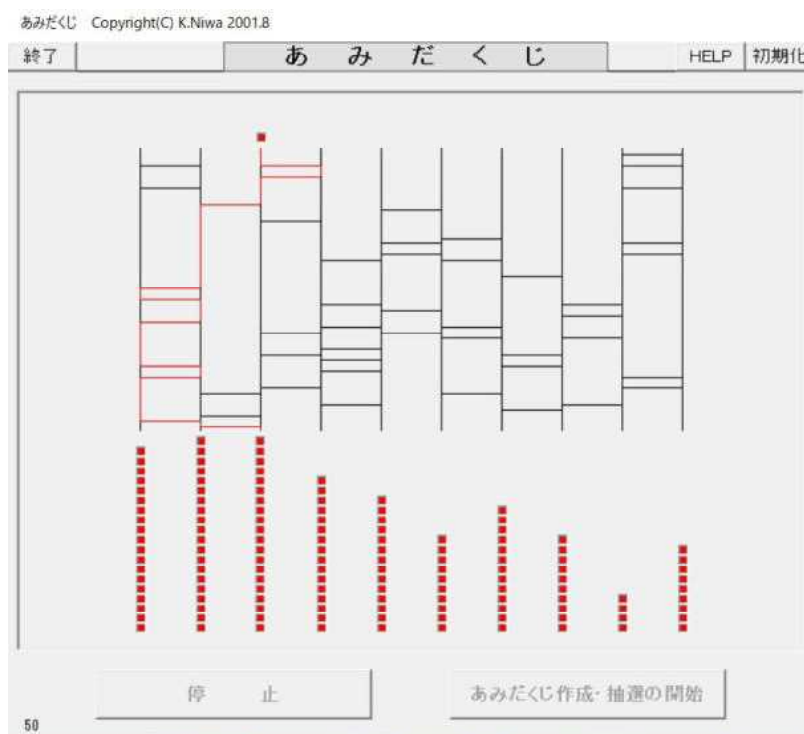
5 あみだくじは平等か

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

(キ) 実験 7 回目



(ク) 実験 8 回目



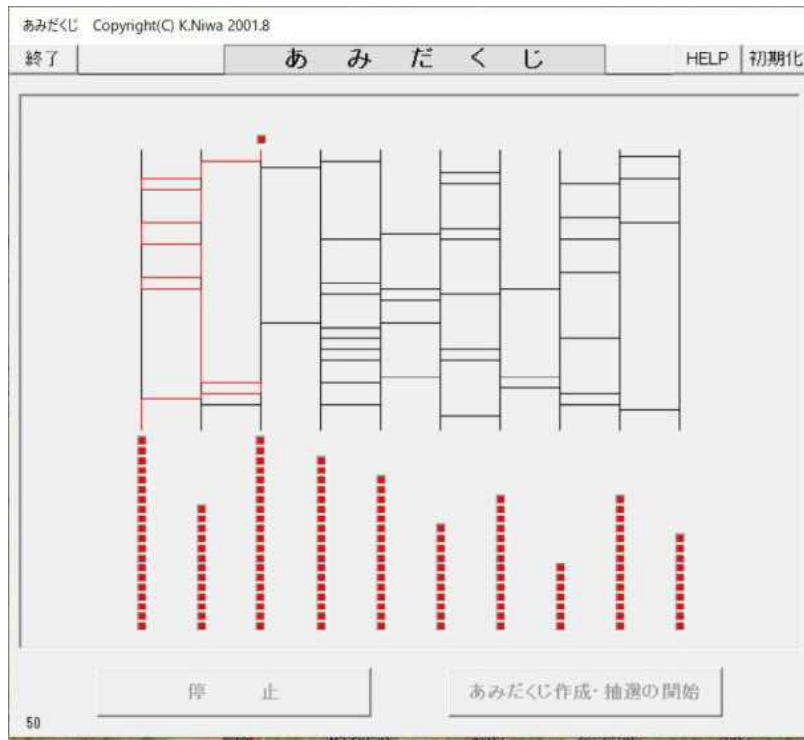
モデル化とシミュレーションⅡ

2024.3.2
草 雲

5 あみだくじは平等か

(2) 実験結果 (VB版シミュレーション)

(ㄎ) 実験 9 回目



(ㄏ) 実験 10 回目

