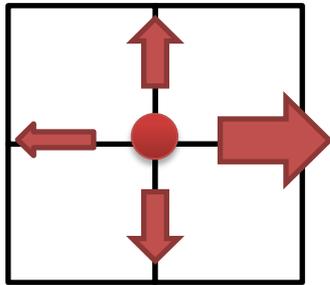


# 多粒子領域における ランダムウォーカーの到達回数の変化

香取研究室 川上昂太

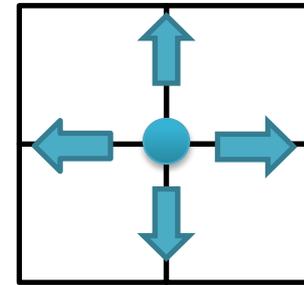
# イントロダクション

2種類の粒子が2次元正方格子をランダムウォーク



粒子  $\alpha$

- ①外場を受けて右側へ行きやすい、その分左への確率が減る。上下への確率は変わらない。
- ②領域内に1つだけ。初期配置は左端の真ん中

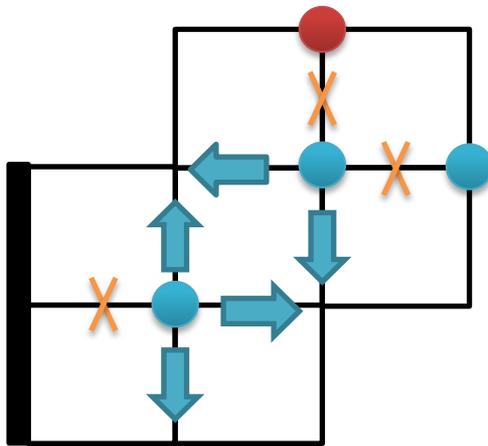


粒子  $\beta$

- ①等確率でのランダムウォーク
- ②領域内での初期配置・数は確率的(一様)で決定  
各サイトでの生成確率を $p$ とする

# イントロダクション

## 排除体積効果と壁

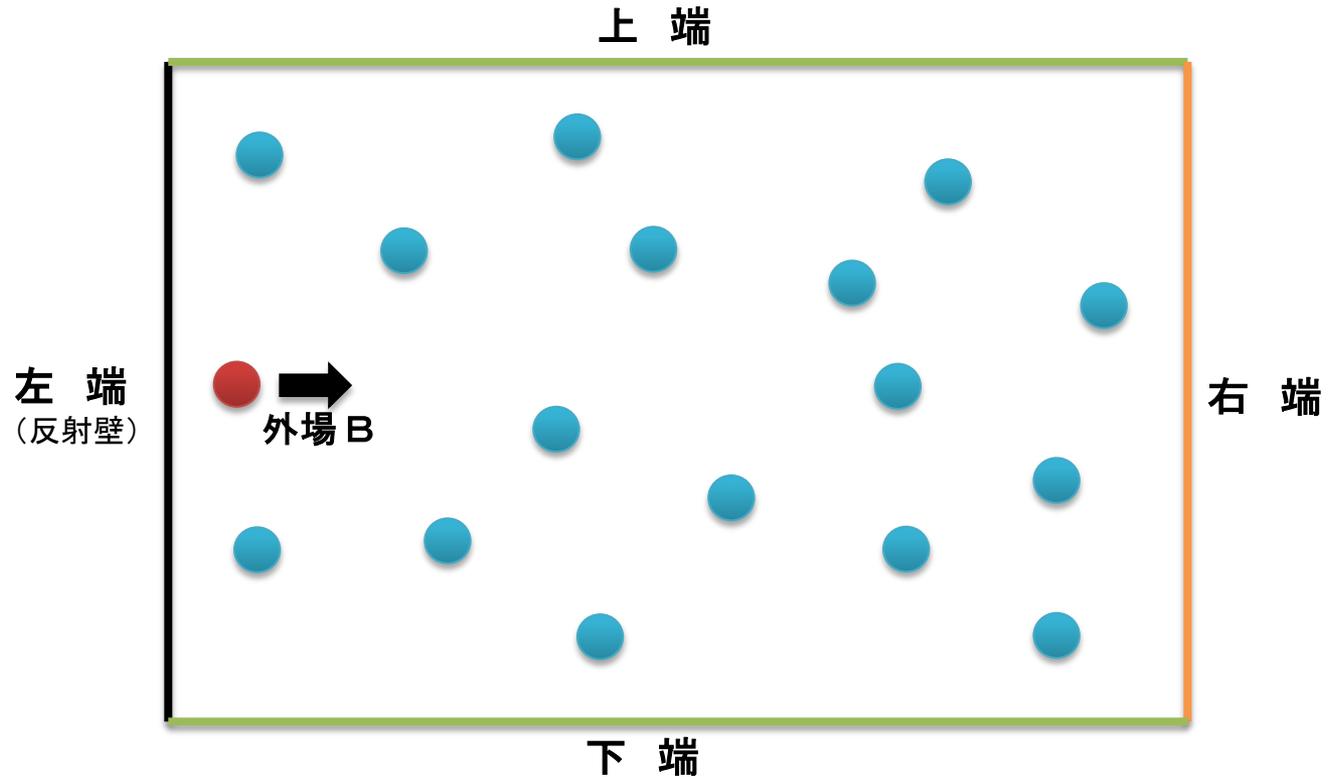


まず通常のランダムウォークの手順として進む方向を確率的に決める。

次にその決まった方向に他の粒子または壁があった場合、このステップではその粒子は動けない。

# イントロダクション

## 概略図



端まで粒子 $\alpha$ が到達した回数をカウントする

⇨ 「右端まで」「上端及び下端まで」は区別してカウント

粒子 $\beta$ の発生確率 $p$ を変化させて到達回数を観測する

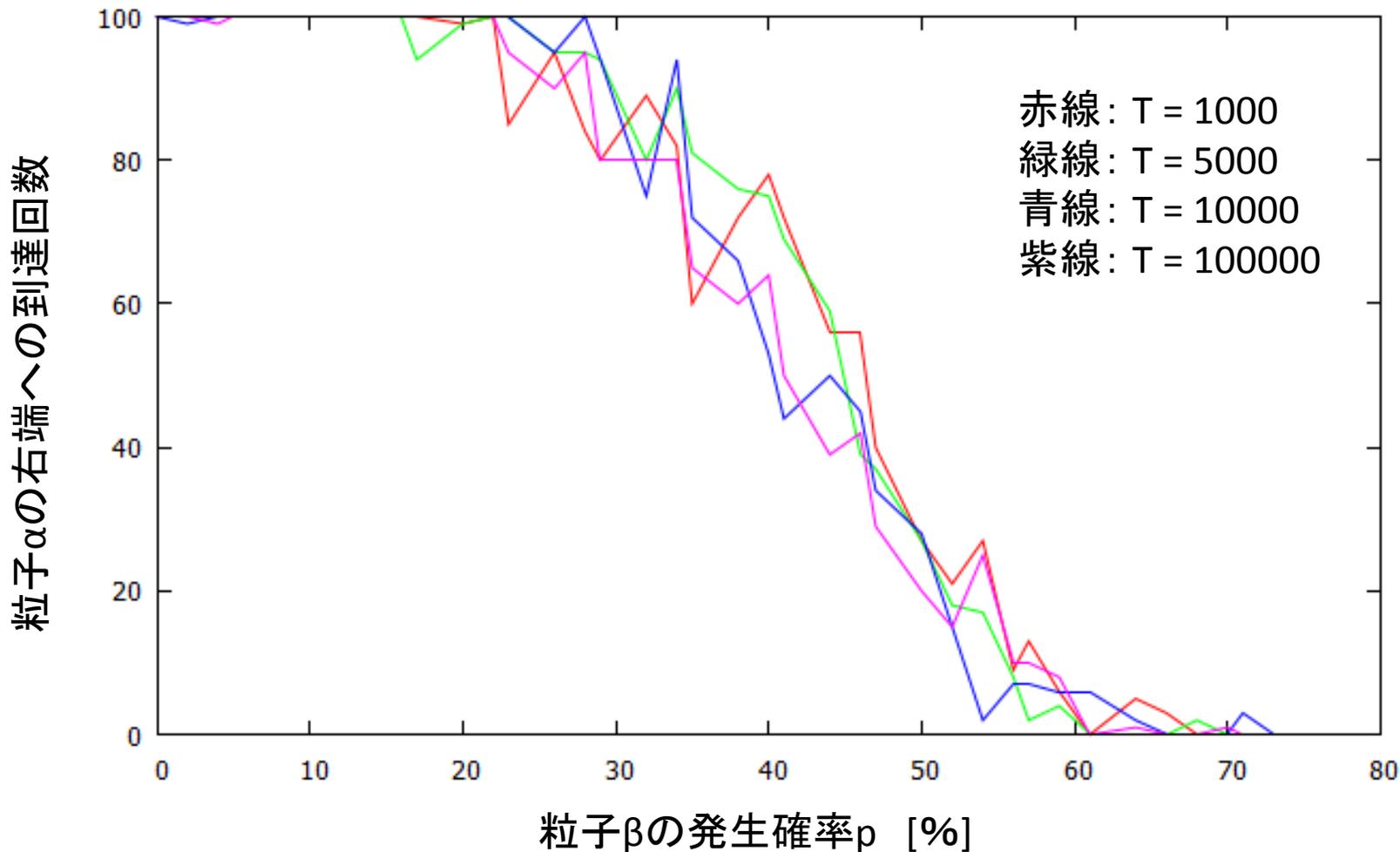
# 打ち切り時間 $T$

シミュレーションの性質上、有限時間内でしか観測できない。  
(無限時間待てば試行回数分カウントできるが現実的でない)

シミュレーションを打ち切る時間(ステップ数)で観測される到達回数は変わる。

⇒ どれくらい変わるのか？

# 結果 粒子 $\beta$ 発生確率に対する粒子 $\alpha$ の右端までの到達回数の打ち切り時間 $T$ に関する変化



試行回数各100回、 $100 \times 100$  のサイト、外場 $B+15\%$

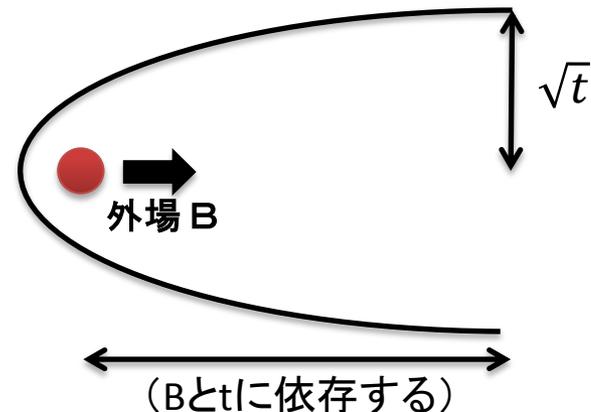
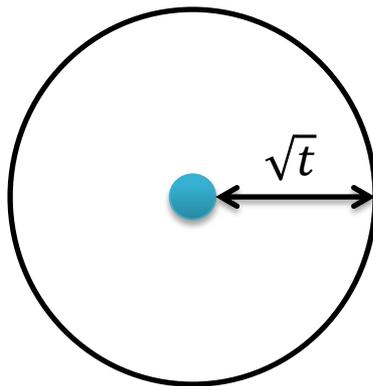
# このモデルを使ってやりたいこと

邪魔な粒子 $\beta$ がたくさんあれば、粒子 $\alpha$ は拡散しづらい。

邪魔とは良い意味ではないが、逆に邪魔なものがあった方が良い事があったら面白い.....

## 仮説 「粒子 $\beta$ がある程度ある方が粒子 $\alpha$ はより遠くへ達する」

左右には外場がかかっているが上下にはかかっていない  
排除体積効果が左右より上下に強く働かないか？



# 方法

$\beta$ 粒子の発生確率 $p$ を変化させて、  
上下端に達した粒子数に対して  
どれくらいの粒子が右端に達したかわかれば良い。

右  
上下

比較可能となるサンプル数がほしい。前段のシミュレーション(100×100、 $B=+15\%$ )ではサンプル数のバランスが悪い。

2つの方法で議論する

**外場が強い(+15%)場合.....**

領域の縦を固定したまま横幅を伸ばす

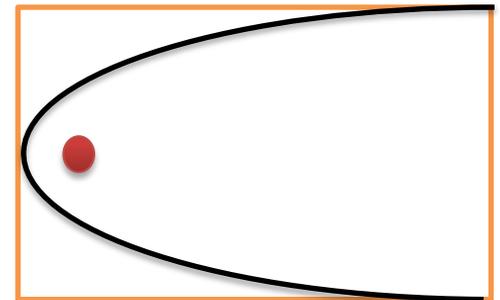
前段の結果を受けて100×1000でシミュレーション



**外場が弱い場合.....**

領域の大きさを100×200に固定して外場を弱める

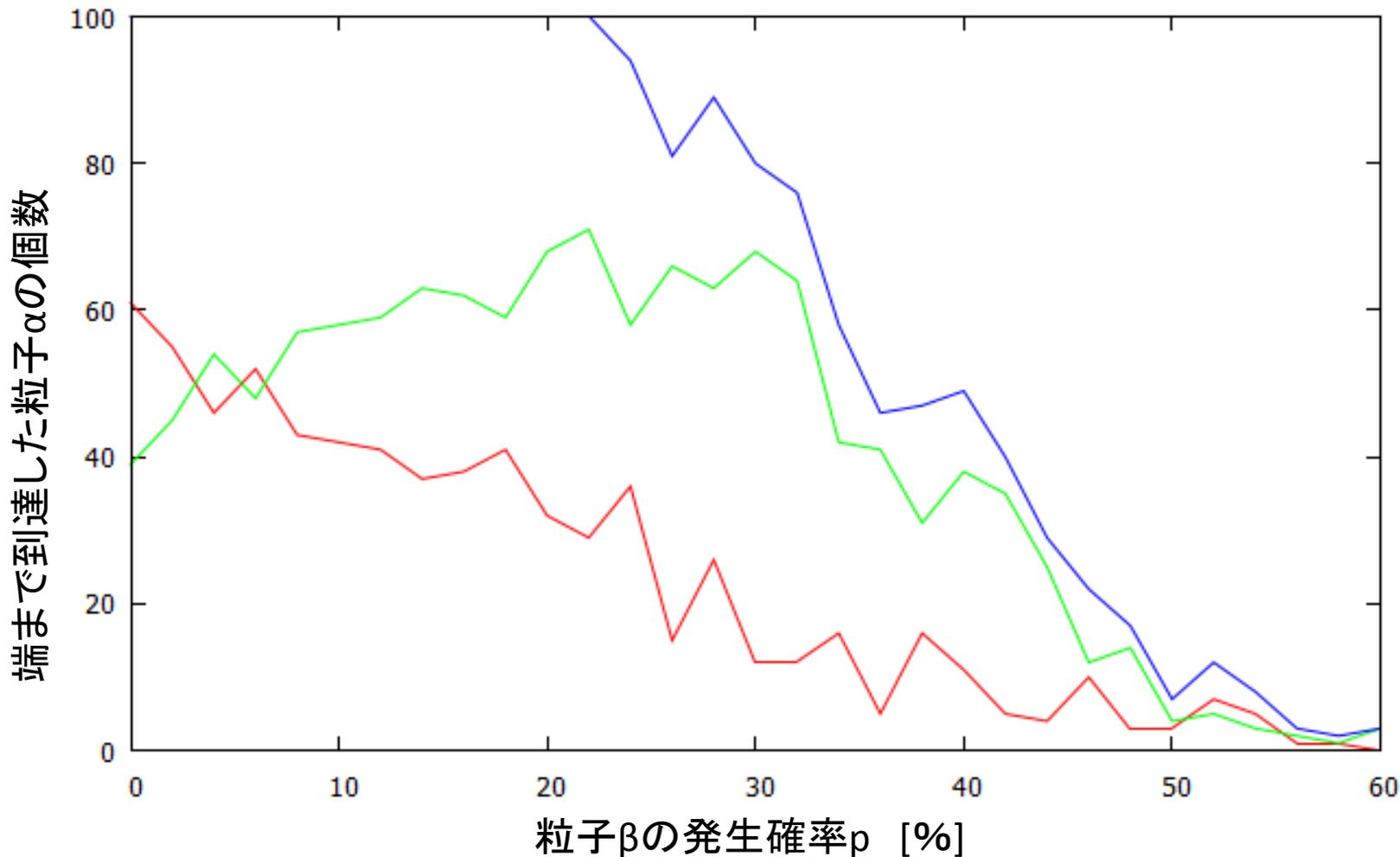
外場をどれくらいに弱めればいいのか？(後で)



# 結果

強い外場B(+15%)をかけたときの  
端まで到達した粒子数の変化

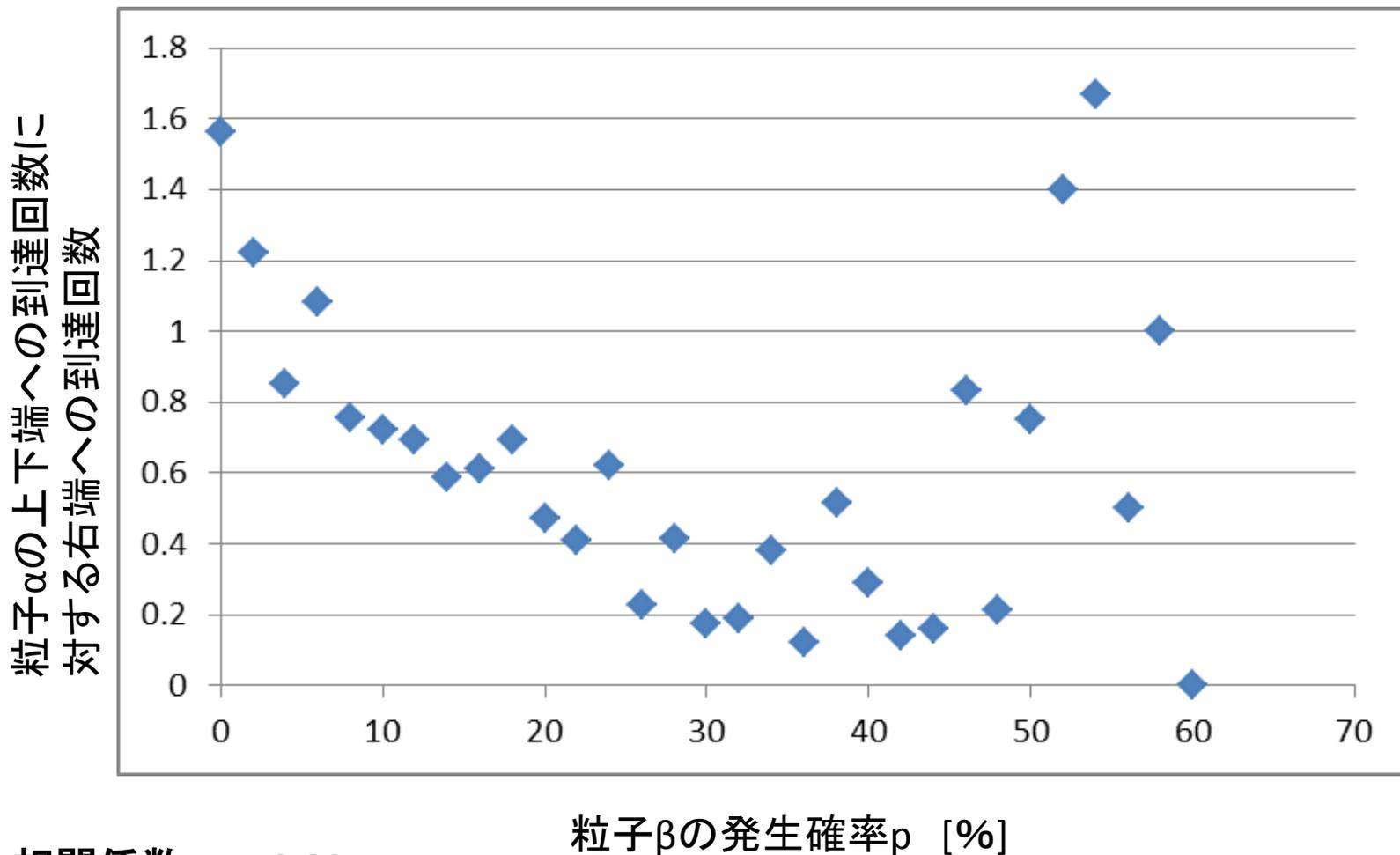
赤線: 右端まで達した粒子数  
緑線: 上端及下端まで達した粒子数  
青線: 端まで達した粒子の総数



試行回数各100回、 $100 \times 1000$  のサイト、外場B+15%、打ち切り時間T=15000

# 結果

強い外場B(+15%)をかけたときの  
粒子 $\alpha$ の上下端への到達回数に対する右端への到達回数



相関係数 =  $-0.897$   
(0~30%)

粒子 $\beta$ の発生確率p [%]  
試行回数各100回、 $100 \times 1000$  のサイト、外場B+15%

# 弱い外場Bの場合

外場 B[%]	右端	上端	下端
0	0	5	2
1	0	5	3
2	2	6	1
3	4	4	2
4	8	1	1
5	9	1	0
6	9	1	0
7	8	0	2
8	9	0	1
9	10	0	0
10	10	0	0
11	9	1	0
12	10	0	0
13	10	0	0
14	10	0	0
15	10	0	0

外場Bを決定する必要がある。

試行回数10回として100×200の正方格子において外場を変化させて到達回数をカウントした（粒子βの発生確率は0%）

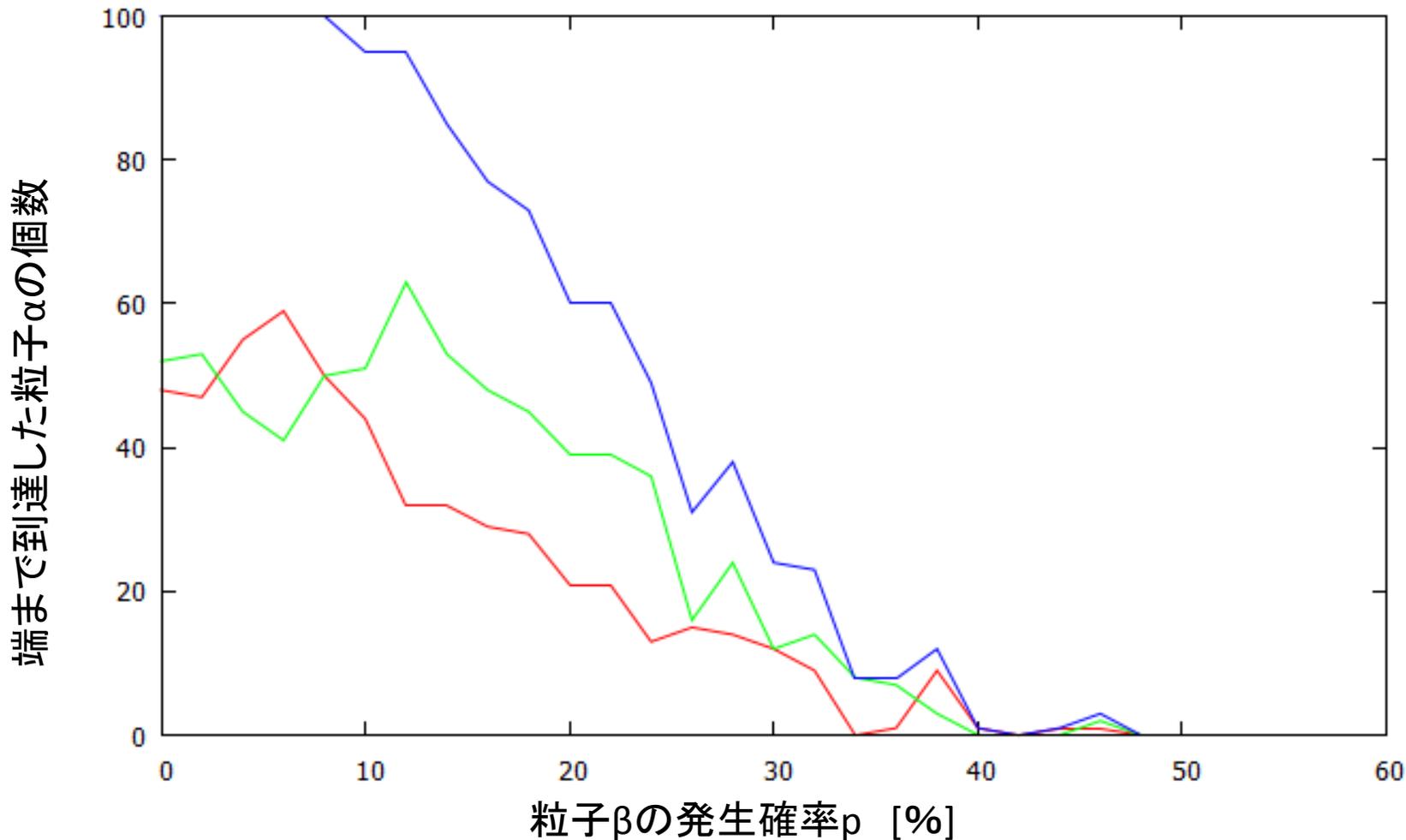
2%後半～3%前半の外場Bであれば、サンプル数がバランスよくとれそう。

⇒ **弱い外場 B=2. 8%**

# 結果

弱い外場B(+2.8%)をかけたときの  
端まで到達した粒子数の変化

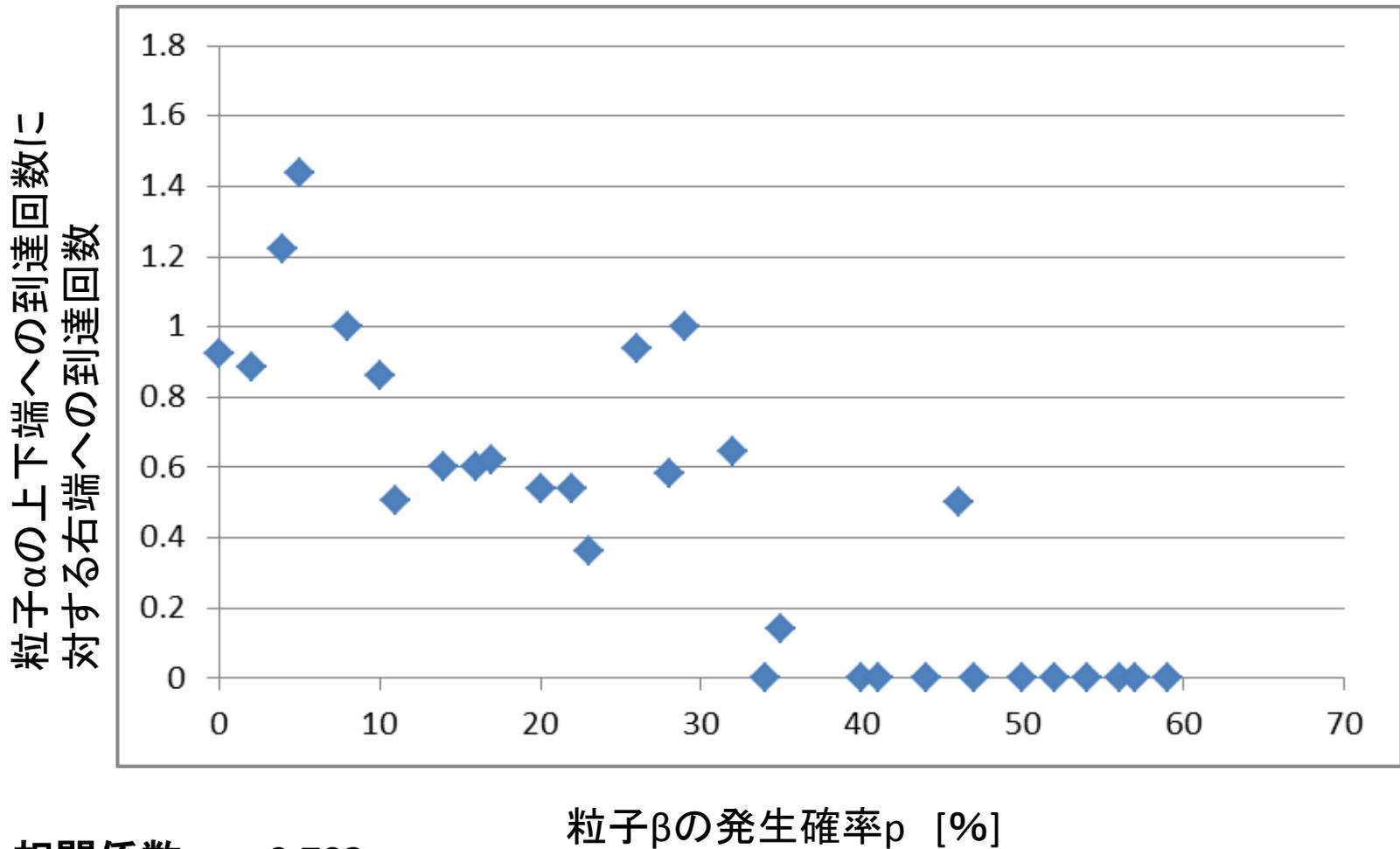
赤線: 右端まで達した粒子数  
緑線: 上端及下端まで達した粒子数  
青線: 端まで達した粒子の総数



試行回数各100回、100 × 200 のサイト、外場B+2.8%、打ち切り時間T=20000

# 結果

弱い外場B(+2.8%)をかけたときの  
粒子 $\alpha$ の上下端への到達回数に対する右端への到達回数



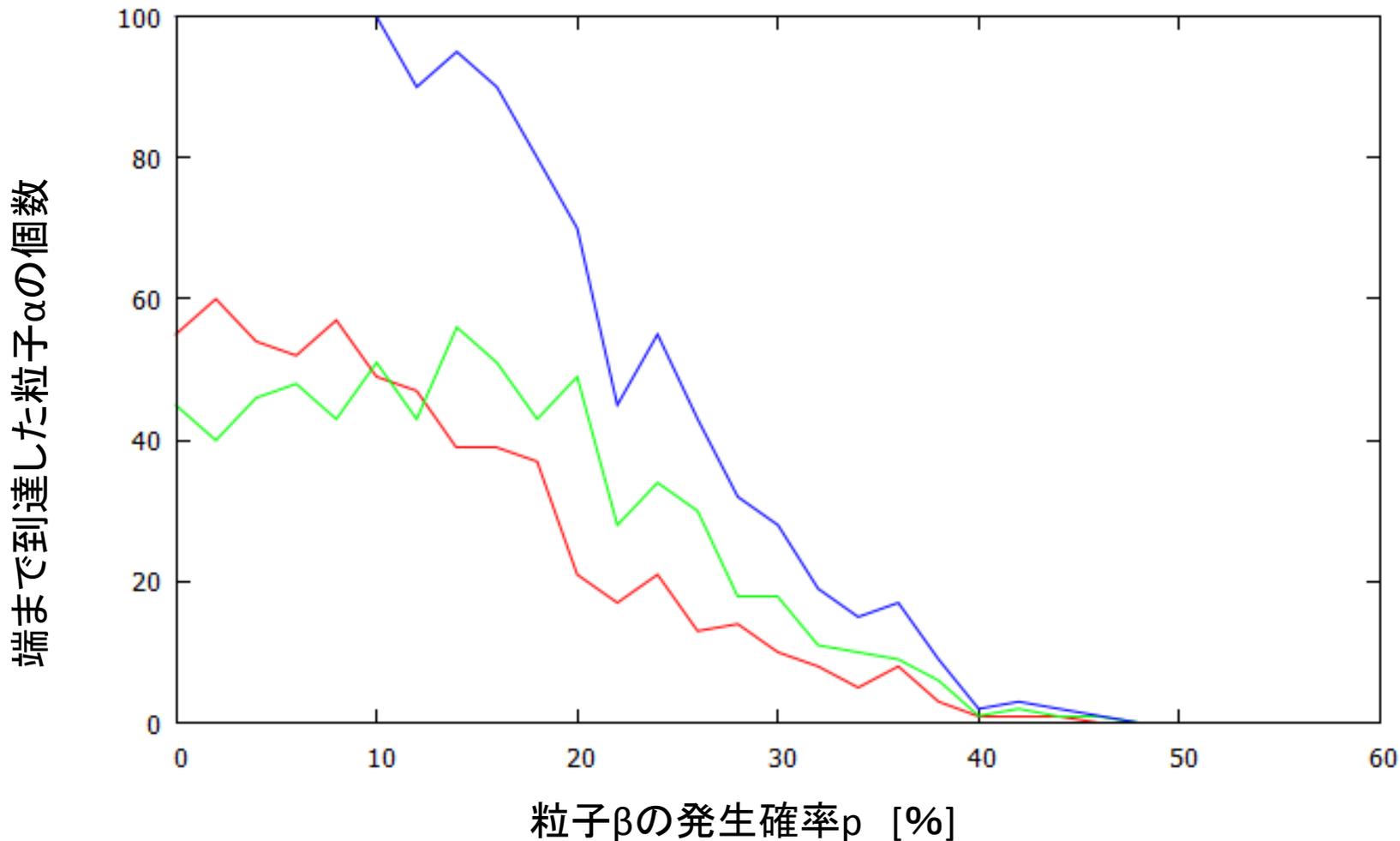
相関係数 =  $-0.703$   
(0~20%)

粒子 $\beta$ の発生確率p [%]  
試行回数各100回、 $100 \times 200$  のサイト、外場B+2.8%

# 結果

弱い外場B(+3.2%)をかけたときの  
端まで到達した粒子数の変化

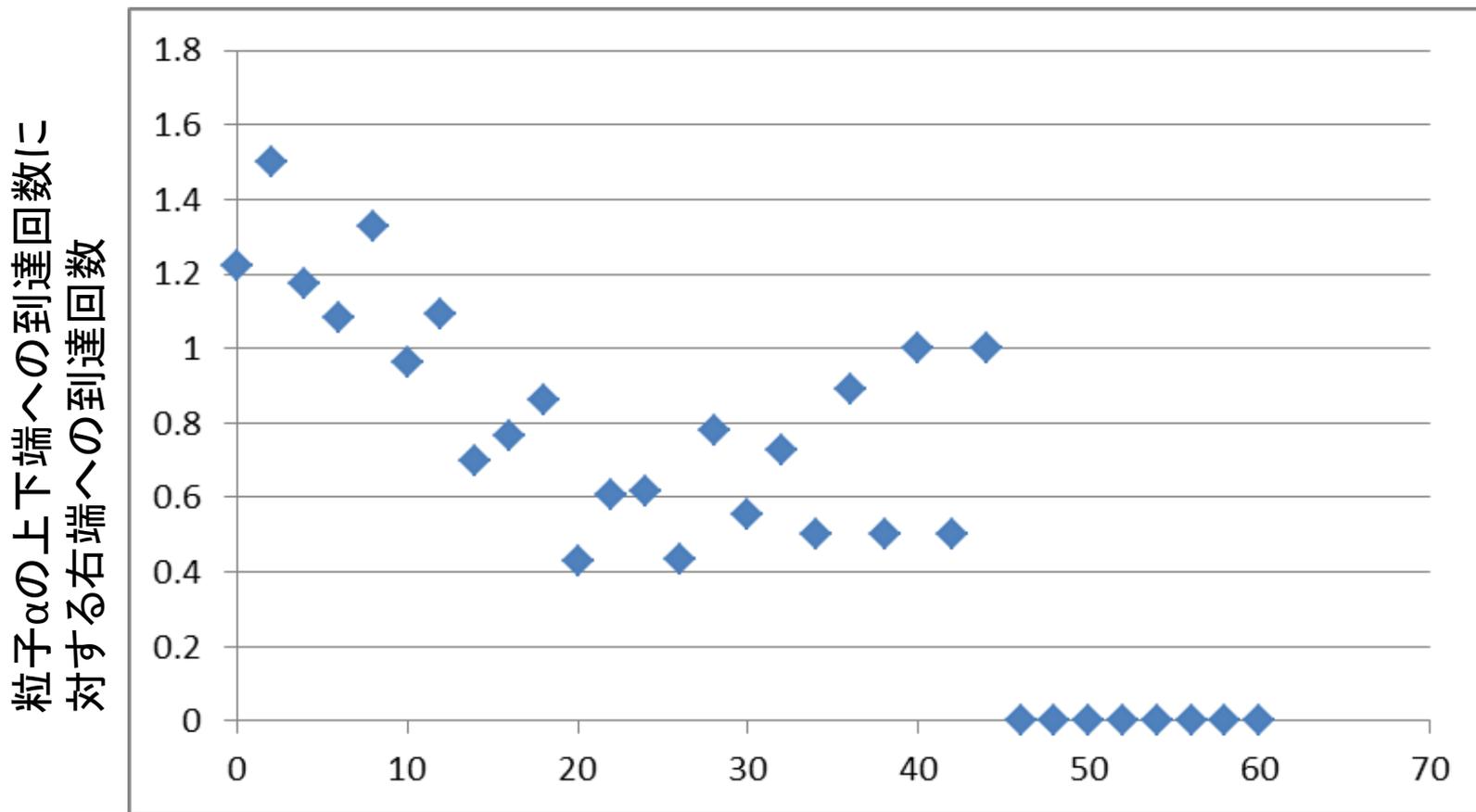
赤線: 右端まで達した粒子数  
緑線: 上端及下端まで達した粒子数  
青線: 端まで達した粒子の総数



試行回数各100回、 $100 \times 200$  のサイト、外場B+3.2%、打ち切り時間 $T=20000$

# 結果

弱い外場B(+3.2%)をかけたときの  
粒子 $\alpha$ の上下端への到達回数に対する右端への到達回数



相関係数 =  $-0.859$   
(0~20%)

粒子 $\beta$ の発生確率 $p$  [%]

試行回数各100回、 $100 \times 200$  のサイト、外場B+3.2%

# まとめ

- **仮説は棄却された**

仮説とは逆に負の相関がみられた

粒子 $\beta$ によって上下の広がりは左右に比べて拡大された  
外場の強さによらない

→ 排除体積効果によるものだけと考えられる

- **計算時間**

シミュレーションの規模を大きくすると計算時間がどうしても長くなってしまふ(数時間～丸1日?!)

→ 高速化のために工夫が必要