

「一步前へ」は何cm?

3507 岩島圭汰 3617 柘植健太郎 3611 北原崇稔 3534 溝口大雅

要旨

この研究の目的は、男子の小便器からの尿の飛び跳ねを軽減する条件を見つけることである。普段の経験から、便器に近いほど飛び跳ねにくいという仮説を立て、恵那高校の男子トイレにおいて実験を行った。状況を再現できる放水装置を自作し、便器と装置の距離を変えた場合について、水がズボンと床に跳ね返る範囲と量を調べた。その結果、放水の角度が一定の場合、便器に近づくほど床には跳ねないがズボンに多く跳ね返り、距離が遠い場合はその逆であることがわかった。

また距離を一定にした場合に、ズボンにも床にも飛び跳ねが少なくなるような放水の角度は 75° であった。

1. 目的

用を足す際の尿の飛び跳ねを少なくすること。また、小用の際の飛び跳ねに関して、男子トイレの壁に貼ってある「一步前へ」という張り紙の意図を明らかにする。



図1 男子トイレにある張り紙

2. 仮説

自分と便器の距離によって飛び跳ねる量が変わり、便器に近いほど飛び跳ねる量は少ない。

3. 実験

3-1. 実験1 尿の流速の計測

・目的

実際の放尿時の尿の流速を求める。

これは、実験3(本実験)で使用する装置から放水する水の流速を実際の放尿時の尿の流速に近づける必要があると考えたためである。

・方法

5秒間に出る尿の量を測る。

・結果

表1 量の測定(5秒間)

班員	A	B	C	D	平均
尿量(mL)	270	80	150	140	160

結果は表1のようになった。

よって、この実験の平均値 160mL を、実験3(本実験)で用いることにした。

3-2. 実験2 放水装置の作成

・目的

実際に用を足す状況を再現できる装置を作る。

・方法

実験①で求めた、5秒間に 160mL の水を出す装置を作る。図3のようなL字の形状にし、水の入り口から出口までの距離を変え、5秒間に 160mL の水が出るように調整する。

・使用した器具

- ・漏斗
- ・スタンド
- ・シリコンチューブ
- ・計量カップ

3-2-1. 試作した装置1

・目的

漏斗(水の入り口)から放水口までの距離は変えず、装置に入れる水の量を変えることで流速を変える。

・方法

装置に加わる圧力が変わり、放水時の流速が変わると考え、装置に入れる水の量を変える実験を行った。

・結果

ちょうど5秒で装置の放水を止めることができず、結果に差が生じ、目的の流速を実現できなかった。

3-2-2. 試作した装置2

・目的

漏斗(水の入り口)の高さを変えることで、流速を変える。

・方法

漏斗の高さを制御して水の位置エネルギーを変化させる。それに伴って放水口から出る水の流速を変化させ、目的の流速を実現する。

・結果

この方法で装置を作り何度も条件を変えて実験を行ったところ、5秒間で160mL放水できる結果が得られた。

今後はこの装置2で実験をすることとした。



図2 完成した放水装置と実験の様子

3-3. 実験3 本実験

・目的

尿の飛び跳ねを少なくするには、どんな条件をどのように変化させればよいか調べる。

・仮説

自分と便器の距離によって飛び跳ねる色水の量が変わる。その際、便器に近いほど飛び跳ねる量は少ない。

・方法

- (1) 実験2で作成した放水装置を用いた。
- (2) 装置にズボンに見立てた紙を垂らした。
- (3) 放水口の高さ85cm、発射角の角度を90度にした。
- (4) 放水口から便器壁面までの距離を25, 30, 35, 40cmと変え、色水を放水した。

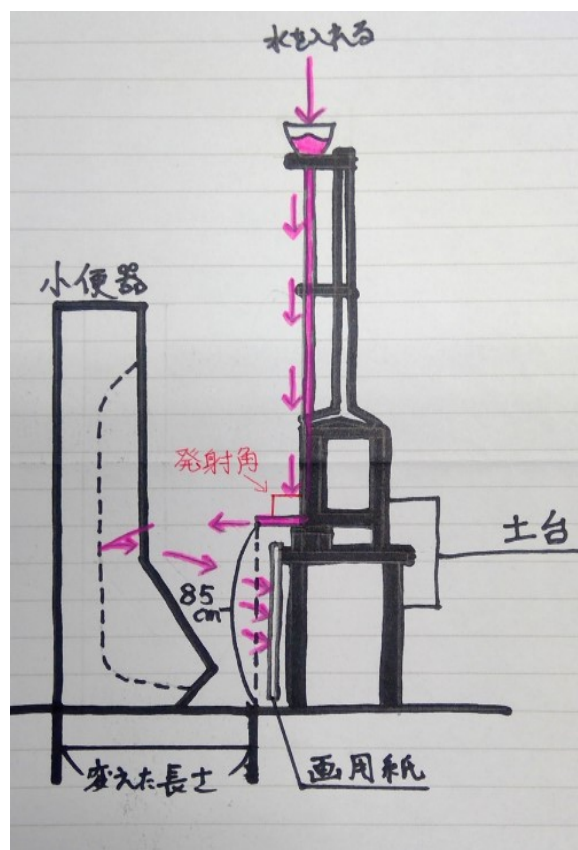


図3 実験装置・方法の概要

- (5) (4)の4つの条件で、画用紙に飛び跳ねて付いた水滴の量を比較した。

比較の方法として、水滴の大きさを観察した結果から、評価の目安となるゲージを作成し、ポイント制で比較することとした(図4)。

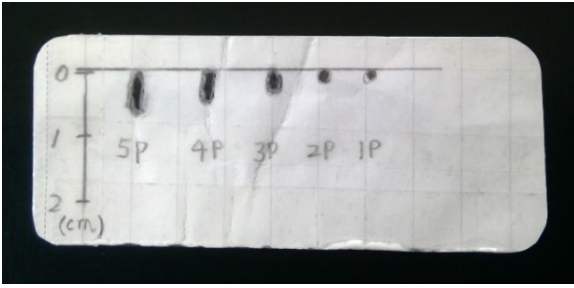


図4 水滴の評価に用いたゲージ

(6) ポイントの計算方法は以下の通り。

総ポイント＝

8 mm以上の長さの水滴の数	×5 ポイント
6 mm	×4 ポイント
4 mm	×3 ポイント
2 mm	×2 ポイント
2 mm以下	×1 ポイント

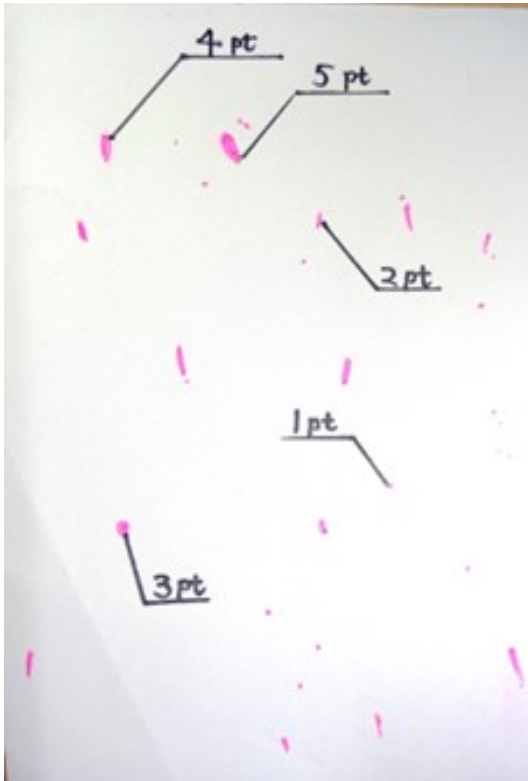


図5 ポイント比較の様子

4. 結果

25 cmでは 171P, 30 cmでは 133P, 35 cmでは 108P, 40 cmでは 46P と、画用紙に付着した水の量の多い順に、25 cm>30 cm>35 cm>40 cm となった。

しかし、実験場所の床を見てみると 25 cmの時は、床に水滴がほとんど飛び跳ねていないのに対して、40 cmの時は床に多くの飛び散った跡が見られた。

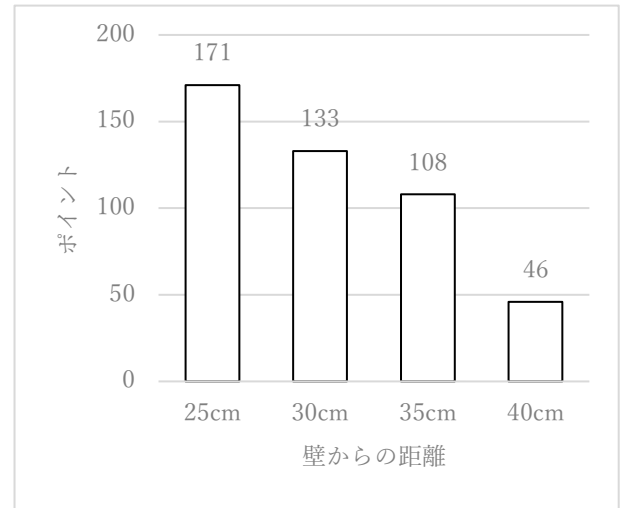


図6 各距離における総ポイントの比較

5. 実験 1, 2, 3 の結論と考察

5-1. 結論

以上の実験の結果から、水の流速と放水口の角度が等しいとき、トイレの壁に近いとズボンに飛び跳ねる量が多く、遠いとズボンに跳ねる量は少ない。

5-2. 考察

(1) 結論について

仮説とは相反する結果となった。このことは、以下のように考えられる。

トイレの壁に装置が近い方が、便器と水流の角度が垂直に近かったため、水流が強く跳ね返ることで、近いほどズボンに飛び跳ねた。

(2) 実験をする過程で気付いたこと

装置がトイレの壁から遠いときは、近いときに比べて、トイレの床に飛び散る水の量が多かった。そこで新たに、

「トイレの壁から装置が遠いときは、飛び跳ねた水がズボンに届かず、床に多く飛び跳ねる」という仮説を立てた。

この仮説と、これまでの実験結果から、現状考えられる範囲でこの研究の最大の問題である、「一歩前は何センチ？」の答えを出してみる。

(3) 一歩前は何センチなのか

班員Aを例として考えてみる。

Aの普段のトイレの立ち位置は、壁から34cmであった。この場合、

① 床を汚したくない場合

壁から 25cm が最適であることから、「一歩前は何cm?」という問いに対する答えは、

9cm 前になる

ことになる。

② 自分のズボンを汚したくない場合

実験 3 の結果より、壁から遠くに立つ方が良いと分かったため、A の場合、壁から 40cm が最適であるから、一歩前になるどころか、

6cm 後ろに下がる

ことになる。

(4) 「一歩前へ」という張り紙の意図

以上の考察から、張り紙には「利用者よ、トイレの床を汚すな」という意図があることが分かる。ズボンを汚したくなければ床が、床を汚したくなければズボンが汚れるからである。

どちらかが汚れたら、トイレをきれいに使っているとはとても言えないと考えられる。

今後も研究を続け、床もズボンも汚れない、トイレをきれいに使うための条件を見つきたい。

6. 実験 4

6-1. 目的

流水の放水口の角度と飛び跳ねの量の関係を調べる。

6-2. 仮説

放水口の角度が小さいほど、飛び跳ねる水の量は少ない。放水口の角度は鉛直下向きから上向きに測った角度とする。

・方法

(1) 放水装置を、トイレの壁からの距離 25cm に設置した。

今回の実験の結果を測定しやすいよう、実験 3 において飛び跳ねが最も著しかった距離であった 25cm にした。

(2) 放水口の角度を 45°、60°、75° と変え、実験 3 と同様の実験を行った。

(3) それぞれの角度につき実験を 3 回繰り返し、それぞれのポイントの平均値を求めた。

6-3. 結果

表 2 各角度における飛び跳ね量のポイント

	一回目	二回目	三回目	合計	平均
45°	222	40	73	335	112
60°	30	5	6	41	13
75°	22	12	3	37	12
90°	149	198	166	513	171

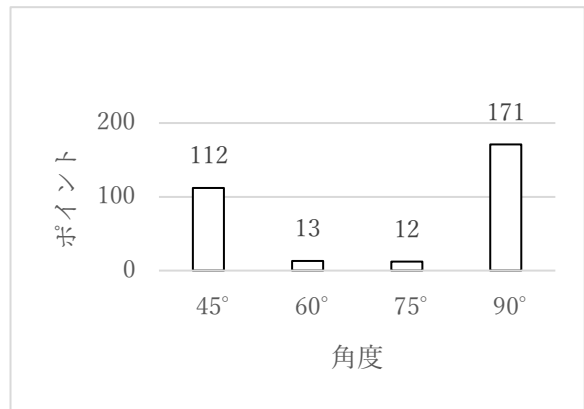


図 7 各角度におけるポイントの比較

水の飛び跳ねる量は、90° が一番多く、次いで 45°、60°、75° と、90° 以外の 3 つの角度においては、角度が大きいほど飛び跳ねる量が少ない傾向が見られた。

6-4. 考察

(1) 仮説に対する結果について

仮説で考えたように、角度と飛び跳ねの量に明確な相関はなく、予想外の結果となった。

(2) 水の飛び跳ねる量に影響を及ぼす要素

このような結果となった要因について、実験中に流水や飛び跳ねを観察した結果から、以下の 2 つの条件が、結果に大きく関わると考えた。(図 8)

① 放水口の角度の違い

便器の壁面と当たる直前の流水の角度には角度によって違いがある。

② 放水口の角度と流水の速度

放水口の角度を変えると流速が変わった。これは装置の構造上の問題で、当初想定できなかったことであり、原因は放水角度を変えると放水口の高さが変わってしまうことである。

それぞれについて以下に考察する。

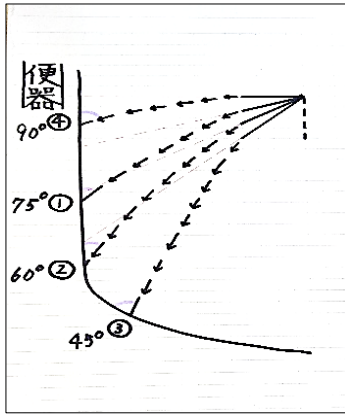


図8 角度による便器の壁と流水の角度の違い

*①～④については、便器と水との角度が大きい順に①～④と表す。

*45°～90°は、それぞれの発射口の角度を表す。

(3) 放水口の角度の違い

図8からわかるように、放水口の角度により便器の壁面と流水との角度が変わる。

便器の壁面と流水の角度が90°に近い(以下「角度がきつい」と表記)ほど飛び跳ねる水の量が多くなると考えられる。

90°に近いほど、壁面に当たった流水は多くの方向へ跳ね返って広がるため、便器の外に跳ねる水も多くなる。

その上で、各角度を、図8を用いて比べると、放水口の角度が90°の時は、75°60°の時に比べて、トイレの壁と流水の角度がきつくなっている。図7の結果からも、75°60°に比べ、90°の時は飛び跳ねることが多いことが分かる。

また、放水口が45°の時も、図8でわかるように、便器の壁面の婉曲により、便器の壁面とこれに当たる流水の角度がきつくなっている。

従って、図7の結果のように75°、60°より45°の方が飛び跳ねる水の量が多くなったと考えられる。

(4) 放水口の角度と流水の速度

放水口の角度が小さくなる程、放水口の位置が下がる。図3のように放水装置は水溜めと放水口の高低差による位置エネルギーを利用して実際の尿の放出を再現しているため、放水口が低いと流速が速くなってしまった。

このことは図7において75°と60°の飛び跳ね量に差がなかったことに関係があると考えた。図8から75°より60°の方が、便器の壁と流水の角度が緩い。それにも関わらず、飛び跳ねる水の量に差がないのは、75°の60°のときの流速が速く、より勢いよく壁に当たった水が、相対的に多くの飛び跳ねを生じたためと考えた。

しかし、図8の結果から①と②を比べても、飛び跳ねる水の量に及ぼす影響は、②より①、つまり放水口の角度の方が大きいと考えられる。

6-5. 実験4の結論

以上から、本実験の4つの角度の中で、最も水が跳ねにくい放水口の角度は75°である。

図7より、最も飛び跳ねの少ない角度は、75°～90°の範囲である。しかし、75°から90°の間で飛び跳ねの量は急増しているため、最も適切な角度は、75°ということになる。

7. 展望

今回の研究により、尿の飛び跳ねを減らすためのおおよその立ち位置と放水の角度の傾向を明らかにすることができたことは望外の喜びである。できることならもっと条件を細かくし、最も跳ね角度を正確に突き詰めた。

そして床もズボンも汚れない、トイレをきれいに使うための最適解を見つけたい。

8. 謝辞

実験中の一部トイレの閉鎖にご理解とご協力いただいた恵那高校第2学年の生徒の皆さんに感謝します。また多くの助言を頂きました物理科の先生方に感謝します。実験へのご協力ありがとうございました。

9. 参考文献

なし

