

チェーンで作ったふりこはどうか？ 1往復する時間のルールは？

松山市立桑原小学校 第5学年 網江 そよ風
指導教諭 古川 智徳

1 研究の動機

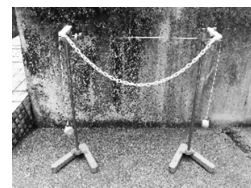
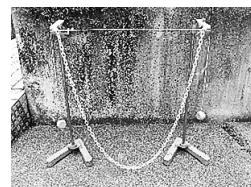
近所の神社を通りかかったとき、神社の前にあるチェーンが風で少しゆれていた。理科の授業で「ふりこの運動」をしたことを思い出し、チェーンをゆらしてみると、授業で実験したふりこのように一定のリズムでゆれているように見えた。チェーンにもふりこのように1往復する時間にルールがあるのかと思い、この研究をしようと考えた。

2 測定方法

チェーンスタンドの代わりに理科の実験で使うスタンドを利用し、チェーンを振る角度も分度器をスタンドに取り付け、振る角度を一定にした（振る角度はすべて30°）。また、チェーンが往復する時間は、学校で勉強したように

$$1 \text{ 往復する時間 (秒)} = \frac{10 \text{ 往復する時間 (秒)}}{10 \text{ (回)}}$$

で求めた。



3 実験

(1) チェーンの長さを変えて、1往復する時間を測る。（実験1）

① 方法 チェーンの長さを140cm、70cm、スタンドの幅を60cmにして、チェーンのたるみ方を変えて、たるみの大きいときと小さいときで、1往復する時間を比べる。

② 結果

チェーンの長さ：140cm、スタンドの幅：60cm

| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 4回目 | 5回目 |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 10往復する時間(秒) | 14.6 | 14.1 | 14.5 | 14.5 | 14.6 |
| 1往復する時間(秒) | 1.46 | 1.41 | 1.45 | 1.45 | 1.46 |

平均：1.45(秒)

チェーンの長さ：70cm、スタンドの幅：60cm

| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 4回目 | 5回目 |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 10往復する時間(秒) | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.3 |
| 1往復する時間(秒) | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.83 | 0.83 |

平均：0.84(秒)

③ 考察 たるみが大きいほうが1往復する時間が長かった。でも、どんなときでも、たるみの大きいほうが1往復する時間が長くなるのか疑問に思った。いろいろたるみを変えて1往復する時間を確かめるための実験をしようと考えた。

(2) チェーンのたるみを変えて、1往復する時間を測る。（実験2）

① 方法 140cmの長さのチェーンを使って、スタンドの幅を100cm、120cmにして、1往復する時間を比べる

② 結果

チェーンの長さ：140cm、スタンドの幅：100cm

| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 4回目 | 5回目 |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 10往復する時間(秒) | 13.3 | 13.3 | 13.4 | 13.3 | 13.4 |
| 1往復する時間(秒) | 1.33 | 1.33 | 1.34 | 1.33 | 1.34 |

平均：1.33(秒)

チェーンの長さ：140cm、スタンドの幅：120cm

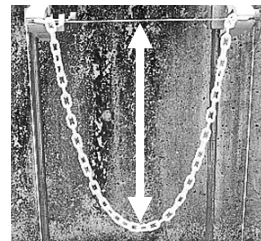
| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 4回目 | 5回目 |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 10往復する時間(秒) | 11.0 | 11.0 | 11.1 | 11.0 | 11.2 |
| 1往復する時間(秒) | 1.10 | 1.10 | 1.11 | 1.10 | 1.12 |

平均：1.11(秒)

③ 考察 たるみが大きいほうが1往復する時間が長くなった。同じチェーンでもたるみを変えると1往復する時間が変わる。このことから、1往復する時間はチェーンの長さではなく、チェーンのたるみが大切だと分かった。

(3) チェーンの「たるみの深さ」を変えて、1往復する時間を測る。(実験3)

① 方法 実験1、2と同じチェーンを使って、スタンドの幅を変えてたるみを変える。そして、図の矢印の長さを「たるみの深さ」と呼ぶことにする。ここではチェーンの長さは違うけど、「たるみの深さ」を同じにする。



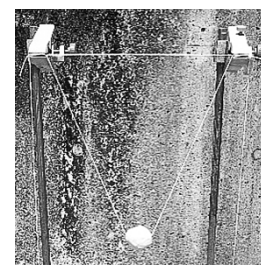
② 結果

| たるみの深さ | 5 cm | 10cm | 15cm | 20cm | 25cm | 30cm |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| チェーンの長さが140cmのときの1往復する時間(秒) | 0.51 | 0.60 | 0.73 | 0.82 | 0.91 | 1.01 |
| チェーンの長さが70cmのときの1往復する時間(秒) | 0.50 | 0.60 | 0.72 | 0.82 | 0.91 | 1.00 |

③ 考察 「たるみの深さ」が同じとき、1往復する時間がほとんど同じになったので、1往復する時間は「たるみの深さ」が大切だと分かった。学校で勉強した振り子と違って、チェーンはどの部分にも重さがある。だから、同じように考えてもいいのかと疑問に思った。「たるみの深さ」を振り子の長さと考えて、「たるみの底」におもりをつけて1往復する時間を測ってみようと思う。

(4) 「たるみの底」にだけおもりをつけて、1往復する時間を測る。(実験4)

① 方法 図のように、70cmの糸の真ん中におもり(50gと100g)をつけて、スタンドに糸を取り付け、実験3のように「たるみの深さ」を変える。



② 結果

| たるみの深さ | 5 cm | 10cm | 15cm | 20cm | 25cm | 30cm |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| おもりの重さが50gのときの1往復する時間(秒) | 0.50 | 0.65 | 0.80 | 0.92 | 1.01 | 1.11 |
| おもりの重さが100gのときの1往復する時間(秒) | | 0.67 | 0.81 | 0.92 | 1.02 | 1.11 |

③ 考察 おもりの重さが違って、「たるみの深さ」が同じとき1往復する時間は同じになった。でも、実験3と比べると、1往復する時間はチェーンよりも長い。「たるみの深さ」が大切だと思ったけど、それ以外にも何か理由があるのかもしれないと思う。学校で勉強した振り子についても調べてみようと思う。

(5) 振り子の長さを「たるみの深さ」に合わせて、1往復する時間を測る。(実験5)

① 方法 糸の先におもり(50g)をつけて振り子にし、振り子の長さを実験4の「たるみの深さ」に合わせて変える。

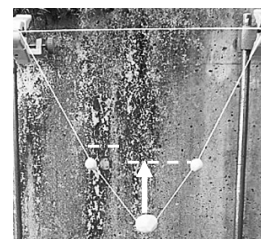
② 結果

| 振り子の長さ(たるみの深さ) | 5 cm | 10cm | 15cm | 20cm | 25cm | 30cm |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 1往復する時間(秒) | 0.48 | 0.61 | 0.78 | 0.89 | 1.01 | 1.11 |
| おもりの重さが50gのときの1往復する時間(秒) | 0.50 | 0.65 | 0.80 | 0.92 | 1.01 | 1.11 |

③ 考察 振り子と「たるみの底」におもりをつけたものは1往復する時間が同じだった。このことから「たるみの底」にだけおもりがあるものと振り子は同じものだけど、チェーンは違うものだということが分かった。次に、「たるみの底」以外にもおもりをつけた実験をしようと思う。

(6) 「たるみの底」以外にもおもりをつけて、1往復する時間を測る。(実験6)

① 方法 「たるみの底」以外にもおもり(10g)を取り付けて、「たるみの底」からの高さ(図の矢印)を変えていく。



② 結果

| 「たるみの底」からの高さ | 0 cm | 5 cm | 10cm | 15cm | 20cm | 25cm |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| おもりの重さが50gのときの1往復する時間(秒) | 1.11 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 |
| おもりの重さが100gのときの1往復する時間(秒) | 1.11 | 1.10 | 1.09 | 1.09 | 1.10 | 1.11 |

- ③ 考察 「たるみの底」にあるおもりが50gのとき、実験4の結果と違う。おもり(10g)を「たるみの底」に下げたとき、おもりの重さが50gのときも100gのときも1往復する時間は実験4とほとんど同じになった。「たるみの底」のおもりの重さが50gのとき、「たるみの底」以外に取り付けたおもり(10g)が1往復する時間と関係があると思った。だから、「たるみの底」の重さを変えて実験しようと思う。

(7) 「たるみの底」のおもりのおもさを変えて、1往復する時間を測る。(実験7)

- ① 方法 実験6と同じ方法で、「たるみの底」のおもりの重さを変えていく。

② 結果

| 「たるみの底」からの高さ | 0 cm | 5 cm | 10cm | 15cm | 20cm | 25cm |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| おもりの重さが10gのときの1往復する時間(秒) | 1.1 | 1.06 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 1.05 |
| おもりの重さが30gのときの1往復する時間(秒) | 1.12 | 1.09 | 1.08 | 1.07 | 1.08 | 1.10 |
| おもりの重さが70gのときの1往復する時間(秒) | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |

- ③ 考察 「たるみの底」のおもりの重さが「たるみの底」以外のおもりの重さより重くなるほど、おもりの位置を変えても1往復する時間が変わりにくくなること分かった。逆に、「たるみの底」のおもりの重さよりも「たるみの底」以外のおもりの重さを重くしたら1往復する時間がどうなるのかと思ったので、次の実験をしようと思う。

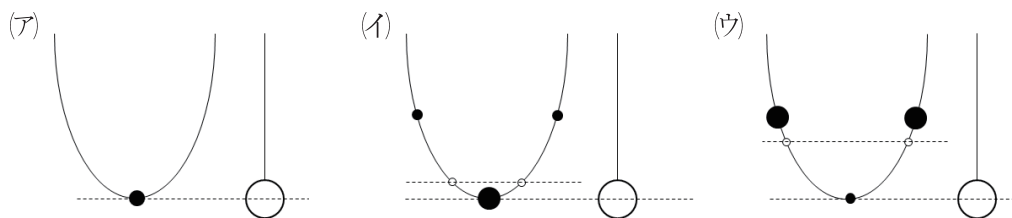
(8) 「たるみの底」以外のおもりの重さを変えて、1往復する時間を測る。(実験8)

- ① 方法 実験6と同じ方法で、「たるみの底」以外のおもりの重さを変えていく。

② 結果

| 「たるみの底」からの高さ | 5 cm | 10cm | 15cm |
|------------------------------------|------|------|------|
| 「たるみの底」以外のおもりの重さが10gのときの1往復する時間(秒) | 1.04 | 0.96 | 0.89 |
| 「たるみの底」以外のおもりの重さが50gのときの1往復する時間(秒) | 1.04 | 0.94 | 0.86 |
| 「たるみの底」以外のおもりの重さが70gのときの1往復する時間(秒) | 1.05 | 0.96 | 0.83 |

- ③ 考察 「たるみの底」からの高さが15cmのとき、おもりが重いほど1往復する時間が短くなった。学校で振り子について「おもりの重さは1往復する時間に関係ない」と習ったけど、「おもりの重さで1往復する時間が変わる」こともあると思った。教科書には、「振り子の長さはおもりの中心まで」と書いている。今、実験しているものも、おもりの位置に「おもりの中心」があるなら、学校で勉強した振り子と同じになるけど、そうならないから、次のようなことを考えてみた。

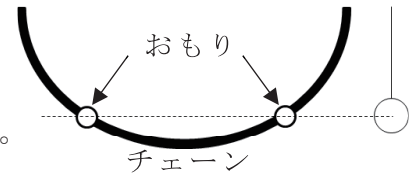


(ア)は「たるみの底」にだけおもりがあるとき、「おもりの中心」はおもりの位置にある。(イ)は「たるみの底」以外におもりがあるけど、「たるみの底」以外のおもりが「たるみの底」のおもりに比べて軽いとき、「おもりの中心」が「たるみの底」のおもりの位置より少し上に上がって、1往復する時間が短くなる。(ウ)は「たるみの底」以外におもりがあるけど、「たるみの底」以外のお

もりが「たるみの底」のおもりに比べて重いとき、「おもりの中心」が(イ)に比べて「たるみの底」のおもりの位置より上に上がって、1往復する時間が短くなる。これらのことから、おもりの位置や重さによって、「おもりの中心」が変化して、1往復する時間が変わることが分かった。今度はチェーンにとつての「おもりの中心」を調べてみようと思う。

(9) チェーンの「たるみの底」以外におもりをつけて、1往復する時間を測る。(実験9)

- ① 方法 チェーンに「おもりの中心」があるなら、その場所におもりをつけてもつけなくても1往復する時間が同じになると思った。だから、「たるみの深さ」やチェーンの長さを変えて、1往復する時間を測る。



② 結果

チェーンの長さ：70cm、たるみの深さ：30cm

| 「たるみの底」からの高さ | 2.5cm | 5.0cm | 7.5cm | 10cm | 12.5cm | 15cm |
|--------------|-------|-------|-------|------|--------|------|
| 1往復する時間(秒) | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.93 | 0.92 | 0.91 |

チェーンの長さ：140cm、たるみの深さ：30cm

| 「たるみの底」からの高さ | 2.5cm | 5.0cm | 7.5cm | 10cm | 12.5cm | 15cm |
|--------------|-------|-------|-------|------|--------|------|
| 1往復する時間(秒) | 1.01 | 0.99 | 0.98 | 0.97 | 0.96 | 0.94 |

チェーンの長さ：70cm、たるみの深さ：20cm

| 「たるみの底」からの高さ | 2.5cm | 5.0cm | 7.5cm |
|--------------|-------|-------|-------|
| 1往復する時間(秒) | 0.82 | 0.81 | 0.77 |

チェーンの長さ：140cm、たるみの深さ：40cm

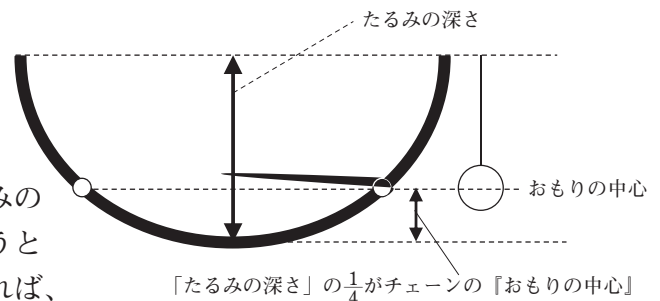
| 「たるみの底」からの高さ | 2.5cm | 5.0cm | 7.5cm | 10cm | 12.5cm | 15cm |
|--------------|-------|-------|-------|------|--------|------|
| 1往復する時間(秒) | 1.18 | 1.17 | 1.17 | 1.16 | 1.14 | 1.13 |

チェーンの長さ：140cm、たるみの深さ：50cm

| 「たるみの底」からの高さ | 2.5cm | 5.0cm | 7.5cm | 10cm | 12.5cm | 15cm |
|--------------|-------|-------|-------|------|--------|------|
| 1往復する時間(秒) | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.26 |

- ③ 考察 「たるみの深さ」やチェーンの長さを変えても、1往復する時間がおもりをつけていないときのチェーンと同じになるとき（表の網掛けした部分）があった。これに何かルールがないかと考えたら、あることに気付いた。それは、

$$\frac{\text{「たるみの底」からの高さ}}{\text{「たるみの深さ」}} = \frac{1}{4}$$



ということだ。だから、「たるみの深さ」を60cmにして、実験しようと思った。もし、上の式が正しければ、「たるみの深さ」60(cm)× $\frac{1}{4}$ =15(cm)の位置で、おもりをつけていないときの1往復する時間と同じになるはずだ。結果は右の表のようになり、1往復する時間が同じになった。このことから、「たるみの底」からの高さが「たるみの深さ」の $\frac{1}{4}$ の位置がチェーンにとつての「おもりの中心」だと思った。

| | |
|---------------------------------------|------|
| 「おもりなし」のときの1往復する時間(秒) | 1.34 |
| 「たるみの底」から15cmの位置におもりをつけたときの1往復する時間(秒) | 1.34 |

4 まとめ

- (1) 「たるみの深さ」が小さいほうが1往復する時間が短くなる。
- (2) 「たるみ」があるとおもりの重さや位置で1往復する時間が変わる。
- (3) 「たるみの底」からの高さが「たるみの深さ」の $\frac{1}{4}$ の位置がチェーンにとつての「おもりの中心」になっている。

この研究で、チェーンもふりこと考えてもいいということが分かった。