

クモの糸に人はぶら下がるのか

～カンダタプロジェクト～

2616 真田樹 2627 伴丈志郎 2501 阿部楽冬 2508 大嶽来輝

要旨

テレビでクモの糸の強度が高いことを知り、インターネットでクモの糸の強度について調べたところ、クモの糸の強度が高いと分かり生活に取り入れることはできないかと考えた。実験1はクモの糸を割り箸で作った枠に巻き付けていき、水平に張った糸の上に一円玉を乗せ強度を調べた。実験2は枠に巻き付けたクモの糸を一本の束にし、その糸を垂直に垂らして、一円玉や重りをどれだけ吊るせるかという方法で強度を測定した。その結果、ヒメグモよりジョロウグモの糸のほうが強度が高いことが分かった。人間(60kg)がぶら下がるために必要なクモの糸はヒメグモの場合約50万本、ジョロウグモの場合約3万本となり、実用化には本数を増やし、より高い強度が必要であると分かった。

1. 目的

以下のことを明らかにする。

- ・クモの糸がどれくらいの重さを支えるか。
- ・どれだけの負荷に耐えることができるか。
- ・オス、メスどちらのクモが強度の高い糸を持っているか。
- ・人間がぶら下がるには何本の糸が必要か。

2. 仮説

- ・クモの種類で糸の強度が異なる。
- ・全長の大きなクモほど糸の強度は強い。
理由：全長の大きなクモほど、自重を支えるために強度の高い糸を作るはずだから。
- ・オスよりもメスの糸のほうが強度が高い。
理由：メスのほうがオスよりも体が大きいから。
- ・約10000本で人間(60kg)が吊るせる。

3. 使用した器具

- ・割りばしで作った枠
- ・セロハンテープ
- ・試験管バサミ
- ・はかり



図1 ヒメグモ♀ 図2 ジョロウグモ♀×3

- ・一円玉
- ・おもり (5g, 10g, 50g)

4. 実験の手順

<実験1>

1. クモの糸を、割りばしの枠(縦18cm×横9cm)に巻き付ける。(図3)
2. 縦方向にクモの糸を巻く。
3. 横方向にクモの糸を巻く。
4. できた糸束に一円玉を一枚ずつ乗せていく。

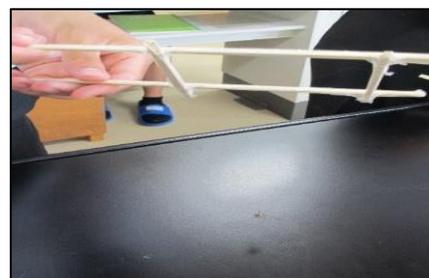


図3 糸の採取

5. クモの糸が切れたときの一円玉の数から重さを計測する。(図4)

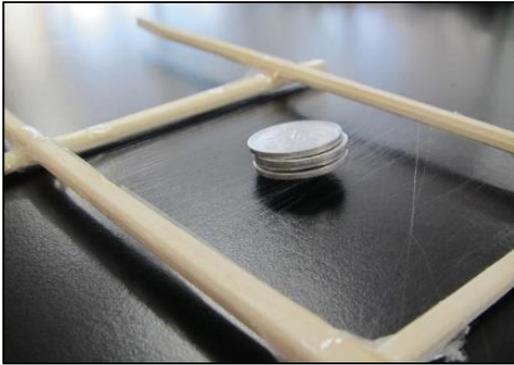


図4 一円玉を乗せたところ

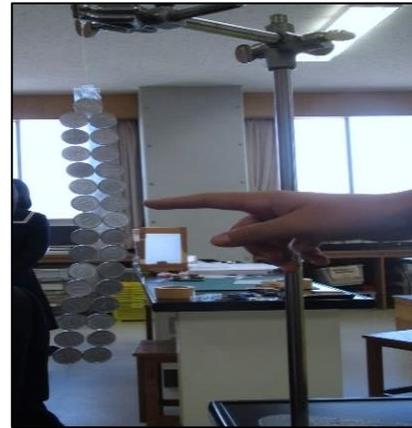


図6 一円玉を貼り付けた様子

<実験2>

1. 実験1と同じ方法で縦方向のみでクモの糸を枠に巻き付ける。
2. できた糸束を一本の糸にまとめる(図5)
3. 糸束の両端をセロハンテープでとめ、試験管バサミから鉛直に垂らす。
※表3, 4, 5で示す実験で使用した糸の長さは8cmとした。
4. 糸束の下端にセロハンテープをつけ、そこに一円玉または、おもりを貼り付けていく。
5. 糸が切れたら切れた部分の重さを量る。

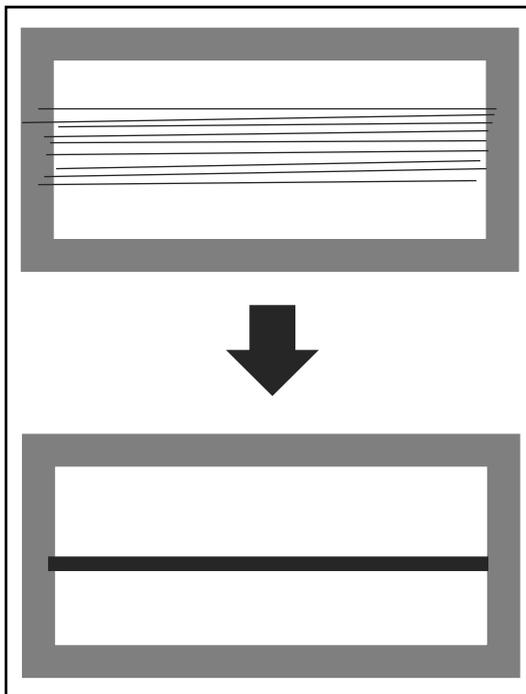


図5 糸のまとめ方

5. 結果

表1 実験1 ヒメグモ♀

	糸(本)	一円玉(個)	重さ(g)
一回目	60	7	/
二回目	60	10	/

※この実験では測定が難しいため、今後は、実験1は行わず、実験2のみ行うことにした。

表2 実験2 ヒメグモ♀

	糸(本)	一円玉(個)	重さ(g)
一回目	100	4	4.25
二回目	150	9	9.25

表3 実験2 ジョロウグモ♀(死亡)

	糸(本)	一円玉(個)	重さ(g)
一回目	20	/	277.93
二回目	20	/	100

※死んでしまったため、クモの巣から採取した糸を使用した。

※二回目は一回目に使用した糸の一日置いたものを使用した。

表4 実験2 ジョロウグモ♀ 小

	糸(本)	一円玉(個)	重さ(g)
一回目	20	/	40.20
二回目	20	/	40.21
平均			40.205

表5 実験2 ジョロウグモ♀ 大

	糸(本)	一円玉(個)	重さ(g)
一回目	20	/	40.11
二回目	20	/	63.26
三回目	20	/	49.20
平均			50.86
四回目	40	/	105.87
五回目	40	/	92.91
平均			99.39

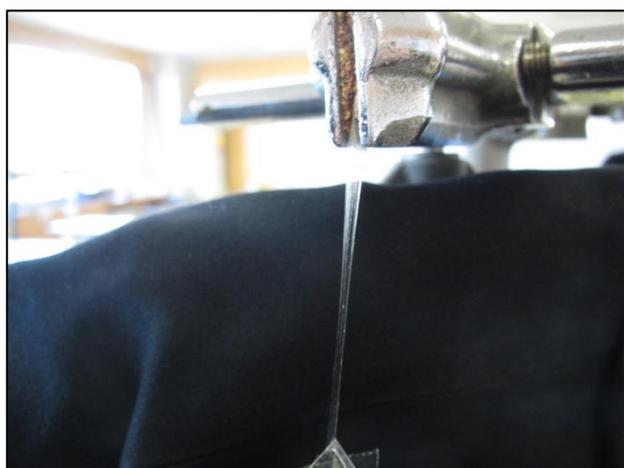


図7 40本分のクモの糸

6. 考察

- ・実験1, 2から糸には糸の強度強い方向, 弱い方向があり, 縦方向の強度は, 横方向の強度より強い。
- ・表3, 4より, 表3の糸が表4の糸より強度が高かったのは, 表3で使用した糸はクモの巣から採取し, 実際にクモから一本ずつ出ているのを確認していないため, 採取した糸が目視では20本にみえたが, 実際には20本以上の糸になっていたからだと考える。
- ・表2, 4より, ヒメグモよりもジョロウグモの糸の方が強度は高い。ここから, 仮説通り, クモの種類によって糸の強度が異なる。
- ・表4と表5より, 身体が大きいクモほど糸の強度が高くなるとは考えにくい。
- ・表3の糸で考えると, 人間(60kg)がぶら下がるには4318本だと分かった。

[計算]表3の結果より

$$277.93(\text{g}) \div 20(\text{本})$$

$$= 13.8965(\text{一本の重さ})$$

$$60000(\text{g}) \div 13.8965(\text{一本の重さ})$$

$$\approx 4318(\text{本})$$

- ・表4の糸で考えると, 人間(60kg)がぶら下がるには約30,000本だと分かった。

[計算]表4の結果より

$$40.205(\text{g}) \div 20(\text{本})$$

$$= 2.01025(\text{一本の重さ})$$

$$60000(\text{g}) \div 2.01025(\text{一本の重さ})$$

$$= 29,847(\text{本})$$

- ・表5の糸で考えると, 人間(60kg)がぶら下がるには約24,000本だと分かった。

[計算]表5三回目までの結果より

$$50.86(\text{g}) \div 20(\text{本})$$

$$= 2.543(\text{一本の重さ})$$

$$60000(\text{g}) \div 2.543(\text{一本の重さ})$$

$$= 23,594(\text{本})$$

- ・表5で, 同じジョロウグモでここまで強度に差ができたのは, クモの糸の本数が正確ではなかったためだと考える。
- ・ジョロウグモの糸一本で実験したところ, 2gを支えることができなかった。そのため, クモの糸は束になることによって強度が増す。
- ・表3より, クモの糸は一日置くと強度が下がることが分かった。
- ・クモの巣はさわるとネバネバしていることや, たくさんの糸を集めるコストを踏まえると実用化は難しい。

7. 今後の展望

- ・実験回数を増やして測定し, ヤング率(弾性範囲における応力とひずみの比例関係を表す比例係数)を用いてクモの糸の強度を定量化する。
- ・ジョロウグモよりも強い糸を持つクモがいるのか調べる。(日本のクモ)
- ・今いるジョロウグモは二匹ともメスなので, オスのジョロウグモを捕まえ, オスとメスで糸の強度に違いがあるのかを調べる。

- ・ジョロウグモの巣から糸を採取し、その糸の強度は表3のように高いのかを調べ、表5と比較する。
- ・ヒメグモの巣から糸を採取し、その糸の強度は表2のように高いのかを調べ、ジョロウグモの巣から採取した糸と強度を比較する。
- ・一日置くと強度が下がるため、一日置いても強度が落ちない方法を調べる。
- ・カーボンナノチューブをクモの糸にかけると強度が増すため、どれくらい強くなるのか調べる。

<鉄鋼の4倍の強度を誇る驚異のクモ糸がすごい>

<https://matome.never.jp/m/odai/21446471523331901>

8. 謝辞

実験の指示をしてくださった佐々木先生、成瀬先生、一円玉を貸してくださった生徒の皆さん、原田先生、クモを提供してくださった方、本当にありがとうございました。

9. 参考文献・引用文献

<クモの糸と向き合ってみよう>

<http://www.natural-science.or.jp/article/20090510181144.php>

<クモの糸の秘密>

<https://www.iwanami.co.jp/smp/book/b223643.html>

<柔らかくて強いクモの糸の神秘>

https://www.athome-academy.jp/archive/biology/0000001043_all.html

<クモの糸の成分と特徴>

<https://animalbattles.wealthyblogs.com/?p=13414>

<地球屈指の万能素材クモの糸がすごすぎる>

https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/19/091700536/?ST=m_news