



〔17〕 寺田接骨院 寺田弘志

こりの正体

ＪＲ茨木駅近くの接骨院が、私の仕事場です。

「筋肉がこりました」といったことをおっしゃる患者さんが少なくありません。

こりの正体は何でしょう？

本題に入る前にお断りしておきます。

前回の原稿を読まれた方から、「心理学のことがちっとも書かれてないじゃないですか」というご指摘をいただきました。

前回は、騒音に対するストレスについて、心理的な考察を交えて防音の話を書いたつもりだったのですが、確かに心理学的な話からどんどん内容が遠ざかってきております。この連載では、心理学で学んだ「仮説と検証」という考え方を生かして、体（身体運動器官）に関して私がどんな仮説を立てているかをつづっています。

考え方は心理学の科学的考え方をベースにしていますが、今回も心理のトピックは出てきませんし、おそらく、これからもあまり出てこないと思います。

羊頭狗肉と感じられた読者がいらっしやいましたら、まことに申し訳ございません。

もっぱら「心理」の話を期待されていらっしゃる読者の方は、他の執筆者の原稿をお読みになることをお勧めいたします。

タイトル変更も考えたのですが、せっかく編集部の方が作ってくださったロゴを無駄にしたくないので、このままタイトルを変えずに連載させていただきます。

なにとぞ、ご了承ください。

さて、本題にもどります。

筋肉が縮みすぎて固まった状態をこりだとしします。

縮みすぎたのだから伸ばせばいいのではないかと思えます。

でも、いくら伸ばしても縮みっぱなしで、固まったままのこりもあります。

筋繊維を凝集させるような、質的な変化が起きている可能性が考えられます。

いったい何が起きているのでしょうか？

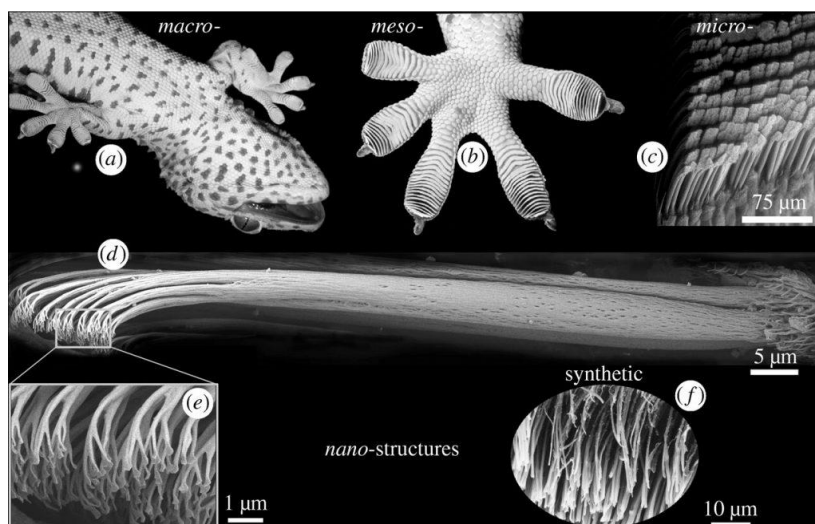
プラスに帯電した物とマイナスに帯電した物が引き合うことは有名ですが、オランダの物理学者ファンデンワールス（1837-1923）は、たとえ帯電していなくても、分子と分子が極めて近づいたときに引き合う力があることを明らかにし、この力の強さを方程式で表しました。

強い力ではありませんが、例えば、水に表面張力ある理由や、結晶ができる理由は、ファンデンワールスの方程式で説明できるようになりました。

この功績で彼はノーベル賞を受賞し、分子同士が引き合う力は、ファンデンワールス力と呼ばれるようになりました。ファンデンワールス力で分子同士がくっついてしまうことを、ファンデンワールス吸着とかファンデンワールス結合と呼びます。

ヤモリが壁を登ったり、天井をはったりするのはご存知か
と思います。

ヤモリの足の裏には、吸盤やかぎ爪があるわけではなく、
ブラシのように細かい毛が密集して生えています。



出典 : <https://robotnaut.net/archives/7652>

物体の表面には、たとえ平らに見えていても、非常に細か
な凹凸があります。

固いものと固いものをくっつけても、すきまがたくさんあ
るので、くっつけるのをやめると離れてしまいます。

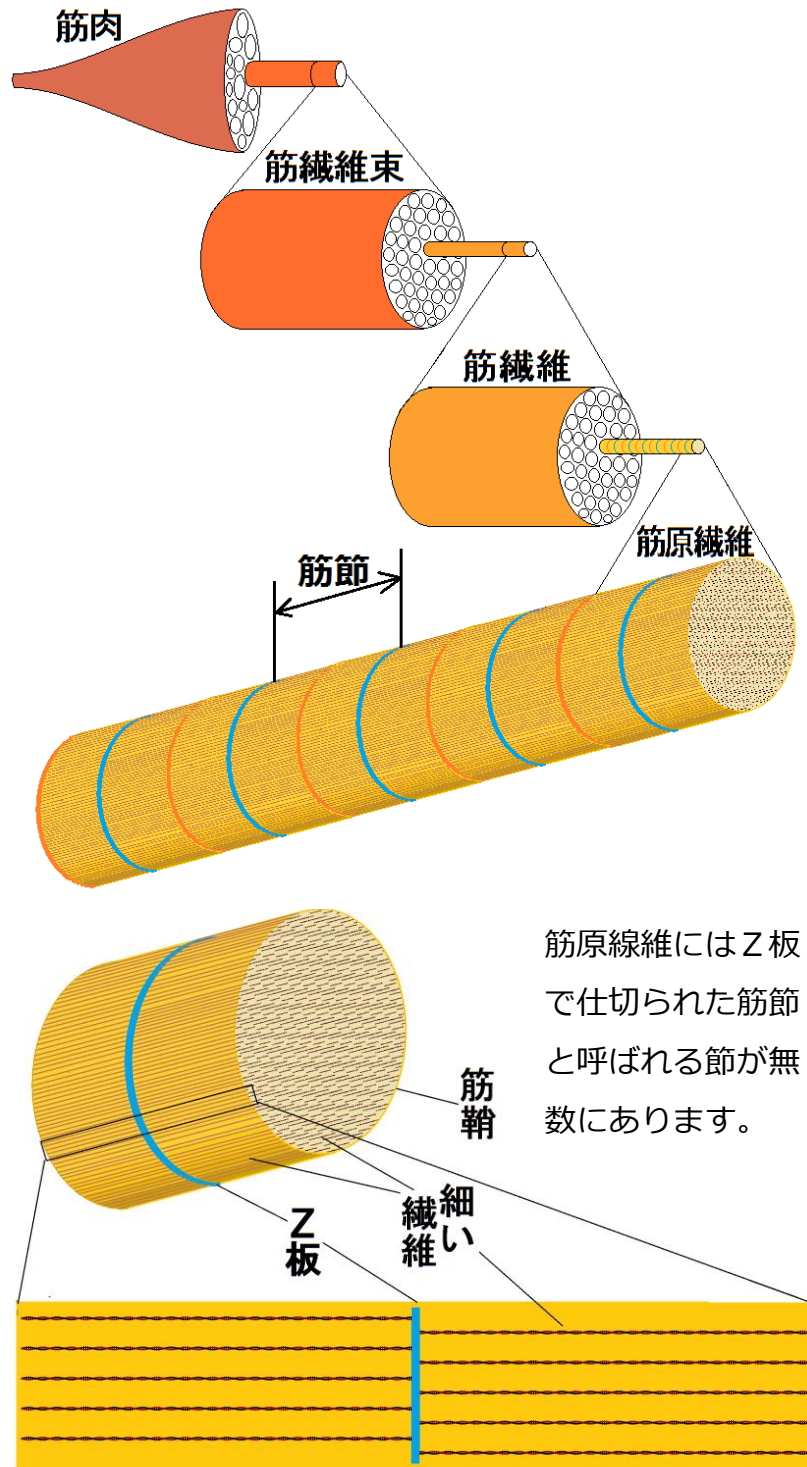
ヤモリの足の裏の毛は、非常に細い毛なので、物体の細か
な凹凸にも入り込んで、密着することができます。

ヤモリは足の裏の密集した繊維を、物体にファンデンワール
ス吸着させることで、壁や天井をはうことができるので
す。

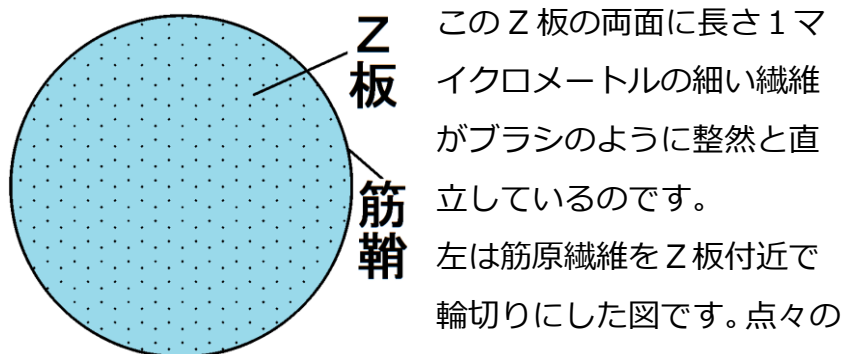
さて、ヤモリの足の裏と同じような構造になっているところ
が、人間にもありますが、どこにあると思いますか？

実は筋肉の中に、繊維がブラシ状になっているところがある
のです。

筋肉の中には筋繊維の束（筋繊維束）があり、筋繊維束の中に筋細胞があり、筋細胞の中に筋原線維があります。



筋原線維にはZ板で仕切られた筋節と呼ばれる節が無数にあります。



このZ板の両面に長さ1マイクロメートルの細い繊維がブラシのように整然と直立しているのです。
左は筋原線維をZ板付近で輪切りにした図です。点々の

ところに細い繊維が直立しています。

点々は、六角形の頂点の位置にあります。

筋原繊維には、細い繊維の他に太い繊維もあります。

図では省略していますが、太い繊維は、各六角形の中心に向かって出入りします。太い繊維と細い繊維が引き合って、Z板とZ板の間隔（筋節）が縮まることで、筋肉は収縮するのです。

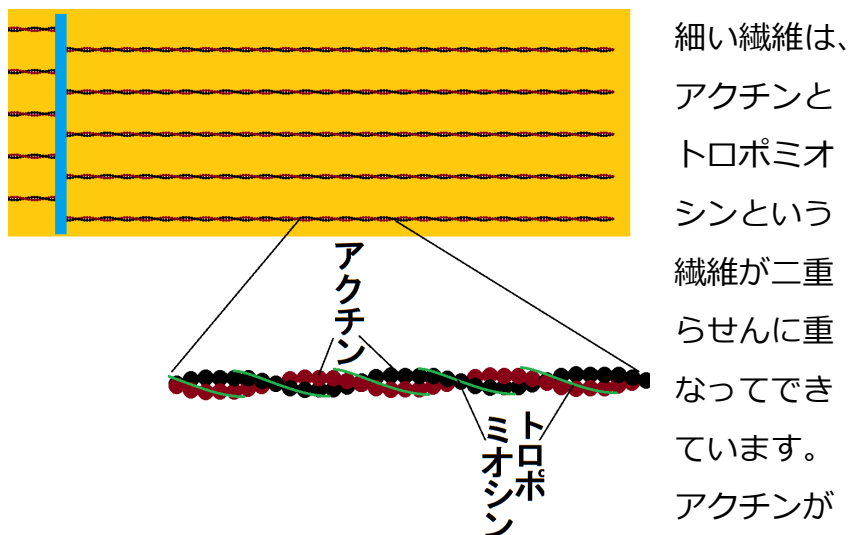
ヤモリの足の裏の繊維は、先の方が直径100ナノメートルです。それに対して筋肉の中にある細い繊維は直径7ナノメートルで、10分の1以下の太さです。

繊維が細ければ細いほど、分子間の距離は短くなり、密着性が高まるので、筋肉の中の細い繊維は、ヤモリの足の裏の繊維以上の吸着力をもっているのかもしれませんが。

ただ、筋細胞の中には水分があります。水の分子には流動性があるため、繊維の間に水分があると、ファンデンワールス吸着する力は弱められます。

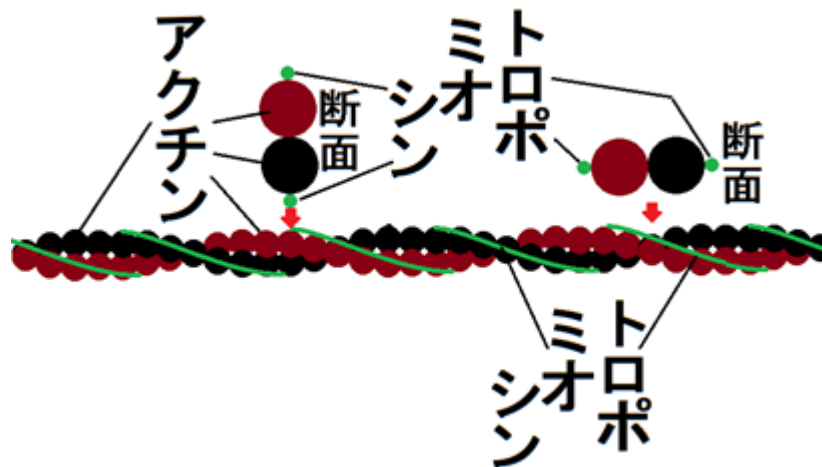
さすがのヤモリも濡れた壁や粉っぽい壁を登るのは苦手です。雨の後など、水をはじくような光沢のある葉っぱでなければ、貼りついているのは難しいようです。

では、筋細胞の中ではファンデンワールス吸着は起こらないのでしょうか？

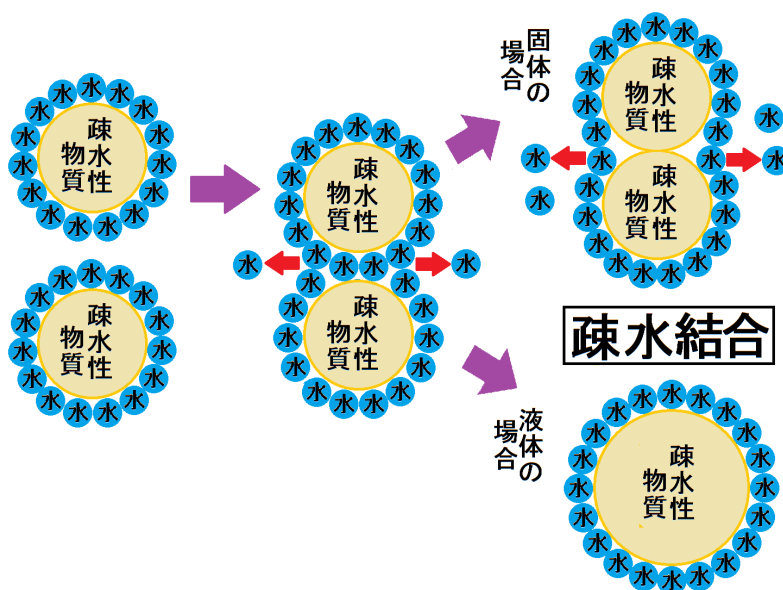


二重らせんだとわかりやすいように、アクチン分子を黒と茶色で色分けしていますが、同じものです。

アクチンとトロポミオシンは疎水結合しています。



水になじまない分子と水になじまない分子の間に水があると、水は水になじまない分子間から逃げようとするため、水になじまない分子同士が互いにくっつくのです。このようなくっつきかたを疎水結合と呼びます。



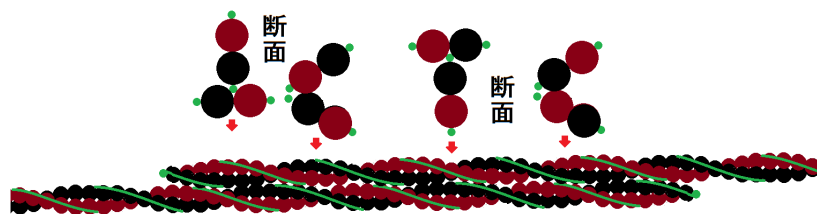
ただ、疎水結合は水分子が水になじまない分子から逃げようとする（あるいは水分子が集まろうとする）ことで起こる受け身の結合であり、水になじまない分子どうしがくっつくのはファンデンワールス力によるのです。

スープにたくさんの小さな油の玉が浮いていることがあります。

隣り合った小さな油の玉どうしが合体し、少しずつ大きくなって、やがてひとかたまりの大きな油の玉になるのを見たことはありませんか。これがよく目にする疎水結合の例です。

いったん疎水結合した油の分子同士は、ファンデンワールスカで凝集するので、かき混ぜたりしないかぎり、バラバラになることはありません。

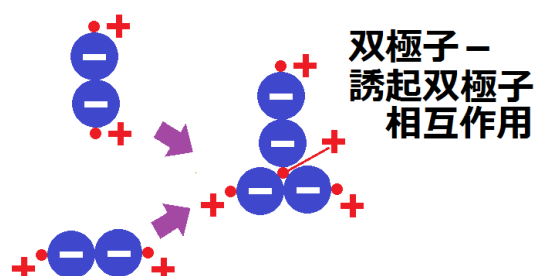
アクチンとトロポミオシンが疎水結合した細い繊維もまた水になじまない繊維です。水になじまない細い繊維どうしが重なると、そこでも疎水結合が起きます。疎水結合した繊維どうしの間には水分子がなくなり、ファンデンワールス結合（吸着）が起こるのです。



一説によると、アクチン繊維の表面はマイナスに帯電している（双極子）と言われています。するとトロポミオシンにはプラスに帯電する部分（誘起双極子）ができる可能性があります。

分子がプラスとマイナスに帯電すると、プラスとマイナスが引き合う力も発生します。このように引き合うはたらきを双極子－誘起双極子相互作用といいます。

細い繊維にはマイナスとプラスの部分ができるため、細い繊維どうしが重なると、双極子－誘起双極子相互作用で吸着はより強固なものになるでしょう。



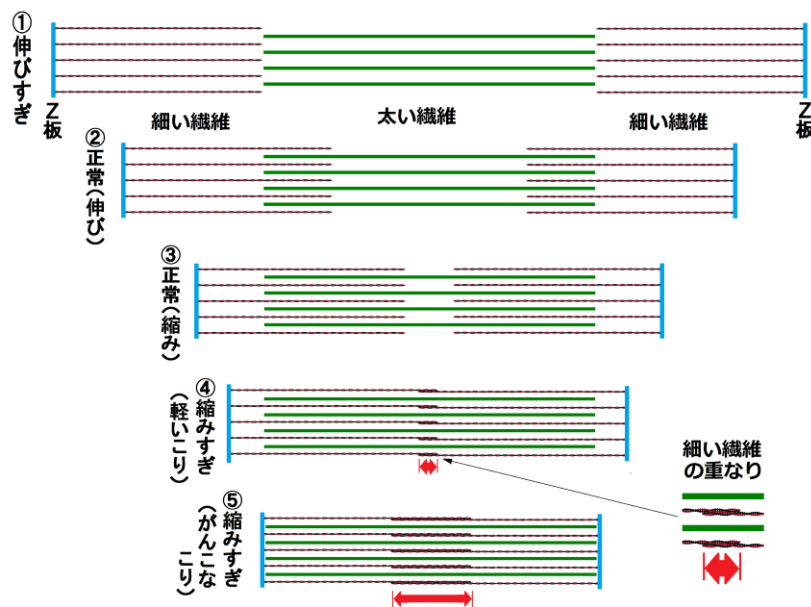
さらに、ピッチの同じらせん状の繊維どうしが重なっていることから、それを伸ばそうとしても摩擦が生じ、ますます伸びなくなってしまうということも考えられます。



筋肉が通常の伸び縮みをしている場合、細い繊維どうしは接触しません。（下図②や③）

しかし、筋肉が縮みすぎると、細い繊維どうしがぶつかります。（下図④）

ぶつかった部分で疎水結合が起き、さらにファンデンワールスカや双極子-誘起双極子相互作用がはたらい、細い繊維どうしが吸着してしまい、筋肉は縮んだまま固まってしまう-----これが筋肉のこりの正体です。



さて、こりの中には、ストレッチや運動で簡単にほぐれるこりもあれば、非常にほぐれにくい、がんこなこりもあります。

こりの程度の違いは、どのようにして生じるのでしょうか？

縮みすぎている筋肉をさらに縮めると、細い繊維どうしの重なりが大きくなります。（前図⑤）

細い繊維どうしの重なりが大きくなればなるほど、ストレッチや運動をしたくらいでは離れなくなります。これががんこなこりの正体です。

こりの程度は、繊維が重なった部分の長さに比例します。

こりが発生する要因はいくつかあります。

要因1 体（関節）のねじれやゆがみ、使い過ぎ

要因2 筋膜や支帯の伸びすぎ

要因3 筋肉の別の部分や腱、拮抗筋の伸びすぎ、協力筋の縮みすぎ

要因4 血流の悪化

要因5 冷え

要因6 神経系の異常

要因7 精神的・心理的に過度な緊張

関節をねじったり、体をゆがめたり、筋肉を使いすぎたりすると、筋肉を縮めすぎることになります。（伸びすぎるところもできます）。

ある筋肉の筋膜や支帯が伸びすぎたり、その筋肉の別の部分や腱、反対のはたらきをする拮抗筋が伸びすぎたりすると、筋肉は縮みすぎます。（筋膜や支帯、拮抗筋には筋肉の縮みすぎを防ぐはたらきがあります）。同じようなはたらきをする協力筋が縮みすぎているときも、筋肉は縮みすぎます。

血流が悪化し、筋肉に酸素と栄養が不足すると、筋肉は伸びることができなくなり、縮みすぎます。

筋肉は冷えると、縮みすぎます。

脳や脊髄に問題が生じたり、精神的・心理的に緊張しすぎたりすると、筋肉は縮みすぎてしまいます。

複数の要因が重なると、こりは発生しやすくなり、また、より強固なものとなります。

こりは一瞬で完成することもあるれば、徐々にゆっくりと形成されることもあります。ある要因が大きく影響するときや、複数の要因が重なっていると、こりは素早く完成するでしょう。こりを発生させる要因が小さく影響するときは、

こりはゆっくりと完成するでしょう。細い繊維の周りには水分が存在しており、筋肉を短時間縮めすぎたとしても、必ずしもこりが発生するとは限りません。こりを発生させる要因が継続すればするほど、こりが発生する可能性が高くなります。

寺田の仮説

筋肉が縮みすぎて固まるこりは、細い繊維どうしが疎水結合し、さらにファンデンワールス結合（吸着）などを起こしたものである。こりの程度は、繊維の重なった長さに比例する。こりが発生する要因はたくさんある。一瞬で完成するこりや徐々に形成されるこりがある。

検証

可動閾いっぱい、首や肩甲骨を動かしても、すぐに元に戻すと肩こりは発生しにくい。しかし、しばらく筋肉を縮めすぎた状態で静止しておくと肩こりが発生することがよくあります。

このような現象は、上記の仮説のようなこりのメカニズムを考えると、うまく説明することができます。

次回は、ヤモリに学ぶ、こりの解消法を書きたいです。