

日本転倒予防学会（2017年10月8日,岩手）での発表内容

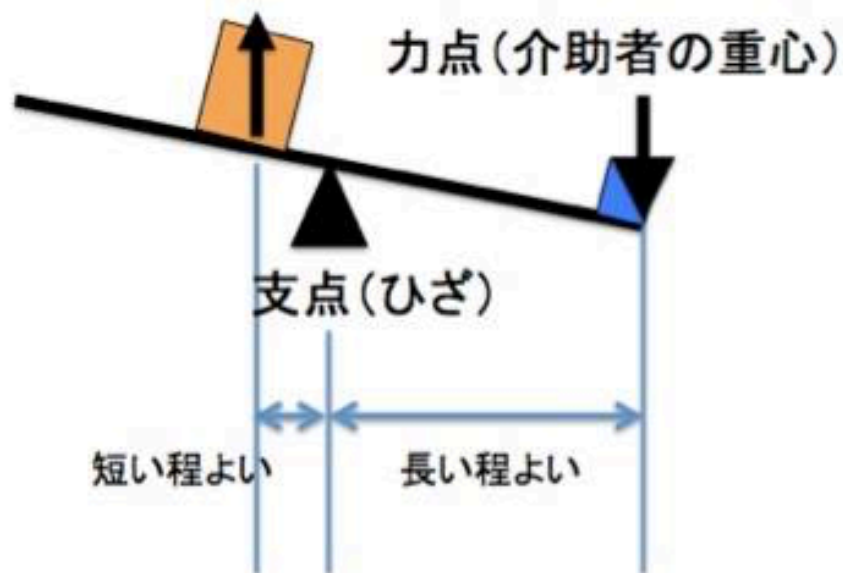


移乗介助は(1)腰痛が起こりやすく、また、(2)「ひざ折れ」による転倒が起こりやすい場面です。2013年の厚労省の（男性は体重の40%, 女性は24%を超える）「抱え上げ原則禁止」の方針のもとで、簡単な移乗介助器具が求められています。

この二つの問題を解決するために作ったのがリフティ（持ち手つき座面）・ピーヴォ（ひざ固定ベルト）セットです。

つまり、(1)極めて負荷を小さくして腰痛リスクを減らし、(2)ひざ折れ転倒のリスクも無くします。これまでの移乗介助と動きは似ていますが、腰や腕の筋力に頼らず自分の体重を使って相手を起こす工夫が凝らされています。

作用点(被介助者の重心)



リフティの理屈は簡単です。シーソーや釘抜きと同じ「てこの原理」です。相手（作用点）が支点から近くなるほど、自分（力点）が支点から遠くなるほど、わずかな力で相手を持ち上げることができます。

フティ・ピーヴォは介助者と被介助者が二人で一つのシーソーを作るように設計されています。介助者側が「必ず勝てるシーソー」であれば、被介助者は自然に持ち上げられます。

「標準的方法」



相手と自分両方を引上げ

「LIFTY」



傾けるだけ

リフティ・ピーヴォの介助動作は一見これまでの抱え上げの動きと似ているように見えますが、これまでの移乗介助の常識と本質的に違う点があります。これまでの移乗介助では相手の重さだけを考え、自分については筋力だけを考える傾向がありました。これによって

- (1) 腕を回して相手と密着して重心を一致させる
- (2) 腰を落とし、しっかり相手の体重を支える
- (3) 相手の重心をまっすぐに引き上げる

といった方法が定着しています。これは腕と腰の筋力を大きく必要とします。

一方、リフティ・ピーヴォで採用した「てこの原理」に目を向けると全ては変わります。

腕は伸ばし、相手から離れるほど楽になる

ひざを支点として、後ろに傾くだけ

相手は垂直ではなく、ひざを中心に回転引き上げ

例えると、これまでの移乗介助方法はキャリーバックを持ち上げる動作、リフティ・ピーヴォの方法はキャリーバックを傾ける動作に相当します。

ところで、私たちが椅子から起立するとき、頭を前に倒してひざを中心に回転するようにお尻を引き上げています。ひざを支点に回転して引き上げるのは、自然に立つときと同じ自然な動作だと言えます。

てこの原理を使った移乗介助動作の解析
はトルク（力のモーメント）

＝支点からの距離 × 回転方向の力で表
現できます。

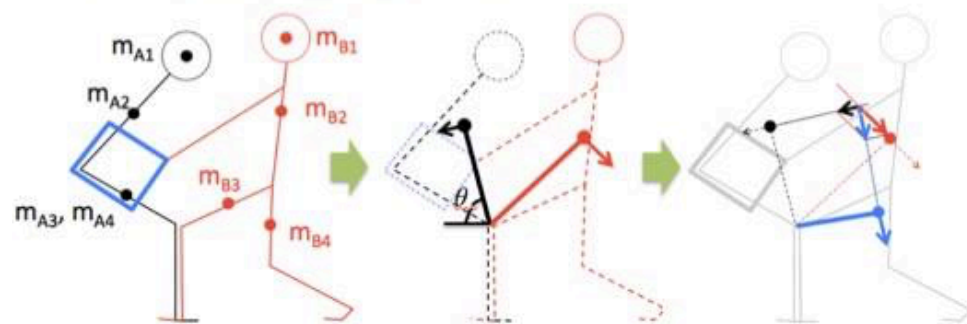
式は慣れない方には難しく感じるかもしれませんが、
本質は上記の通りです。

ニュートン力学では、物体の運動は重心だけを考
えれば良いことが示されており、体の各パーツの重心は
一つにまとまります。計算してみると、ひざより上の重
心は「みぞおち」あたりになることがわかりました。

さらに二人の重心をまとめると、たった一つのトル
クになります。これが介助者の方向であれば、自然に
相手は引き上げられます。筋力ではなく介助者の体重を
使ったとても楽な移乗介助が実現できることになりま
す。

身体の部分ごとの身長に対する長さの比や、体重に
対する重さの比は統計がありますので、一つ基本モデ
ルを作ればあらゆる場合についてシミュレーションで
きます。私たちの検討では理論モデルを作り、実際
にかかる力の測定も行なって妥当性を確認しました

Theoretical model



■ 移乗介助を重心移動のみで実現する条件

被介助者(A)・介助者(B)について

各部位 i の重さ

$$m_{Ai}, m_{Bi}$$

各部位 i の位置ベクトル

$$r_{Ai}, r_{Bi}$$

膝の位置ベクトル

$$r_{KA}, r_{KB}$$

とするとき、

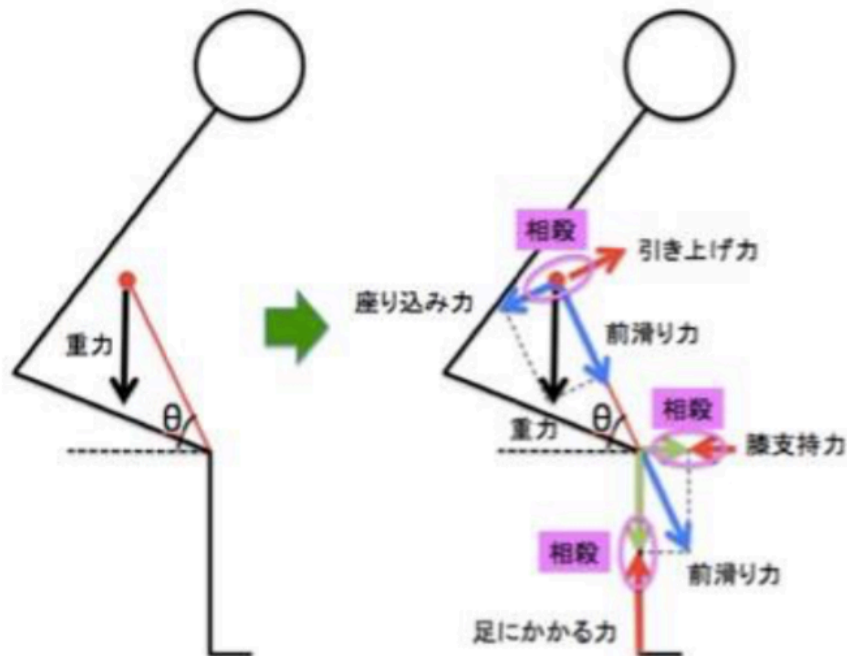
$$\text{上体の体重} \quad M_A = \sum_{j=1}^4 m_{Aj}, \quad M_B = \sum_{j=1}^4 m_{Bj}$$

$$\text{上体の重心} \quad R_A = \frac{\sum_{j=1}^4 m_{Aj} r_{Aj}}{M_A}, \quad R_B = \frac{\sum_{j=1}^4 m_{Bj} r_{Bj}}{M_B}$$

$$\text{トルク} \quad \tau_A = (R_A - r_{KA}) \times M_A g, \quad \tau_B = (R_B - r_{KB}) \times M_B g$$

このとき、二人の合成トルク $\tau_{AB} = \tau_A + \tau_B$

がB方向のトルクであれば、AはBの重心移動のみで引上げられる。

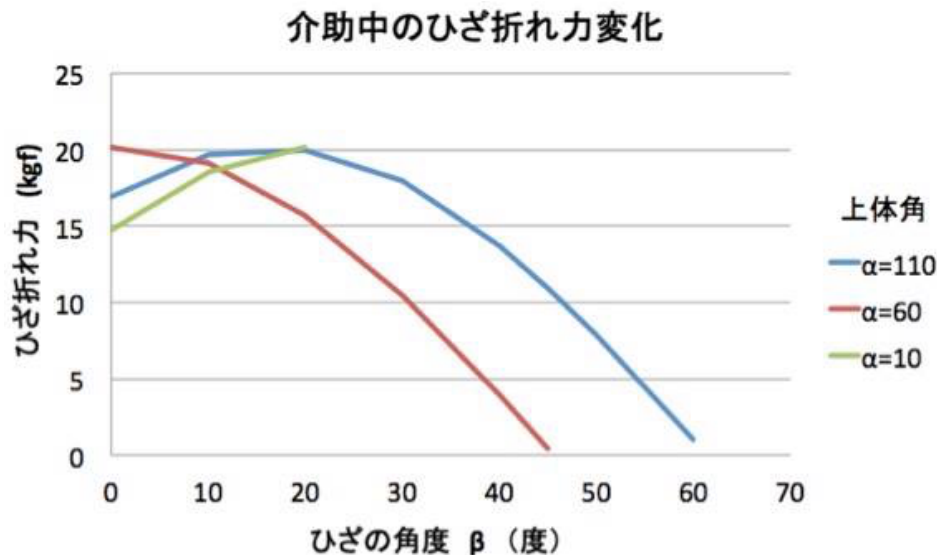


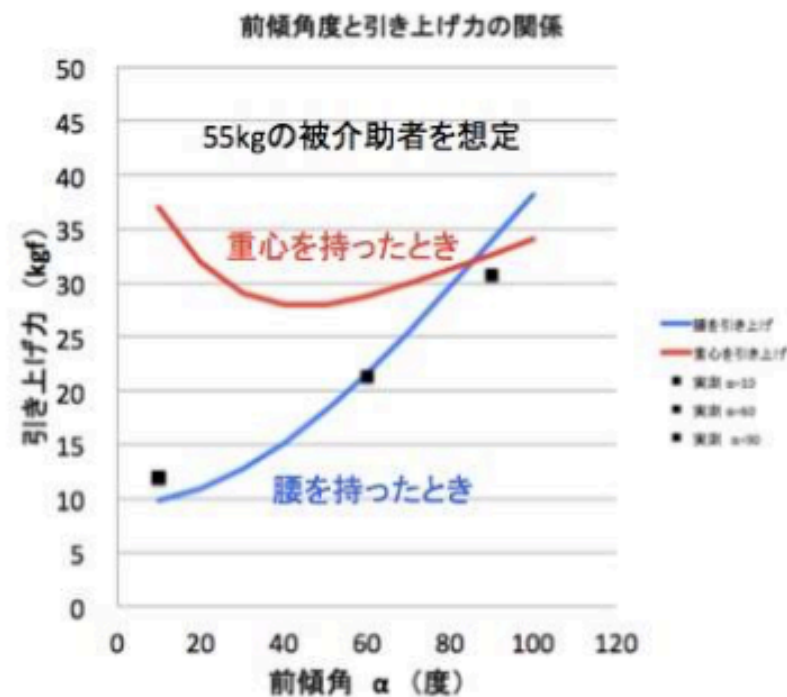
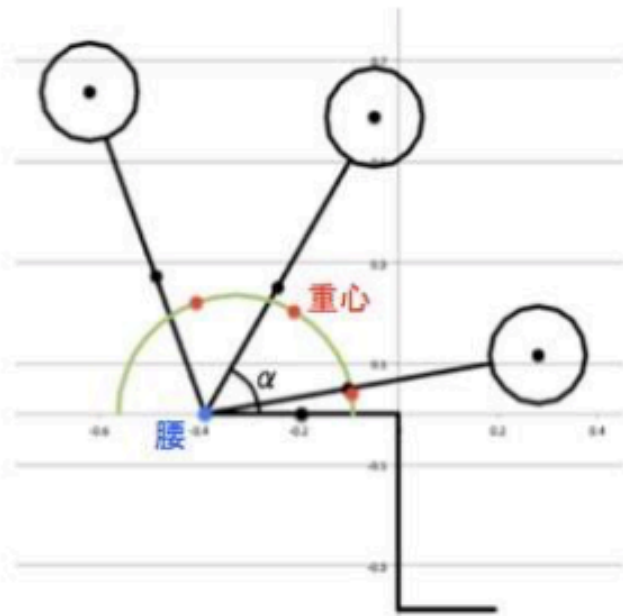
転倒を引き起こす「ひざ折れ」についても同じモデルから調べることができました。

仮に体重55kgを想定すると、最大20kgくらいが相手を20度傾けるまでに発生することがわかりました。ひざの筋力が落ちた方を安全に引き起こすことの難しさはここにあります。

リフティ・ピーヴォでは、ひざ折れ防止ベルト「ピーヴォ」を用いてこの「支点」を作成していますが、介助者と被介助者のひざを押し合う力が相殺されるのでひざ折れのリスクは消失します。

図に示されるように、介助者と被介助者の力は全てバランスが取れて相殺しあっているので、介助のどの位置でも安定にストップことができます。筋力だけで移乗介助する場合には上げ下ろしで相当な負荷が生じますが、リフティ・ピーヴォでは介助者が重心をコントロールするだけで回転を自由に進めたり止めたりできます。





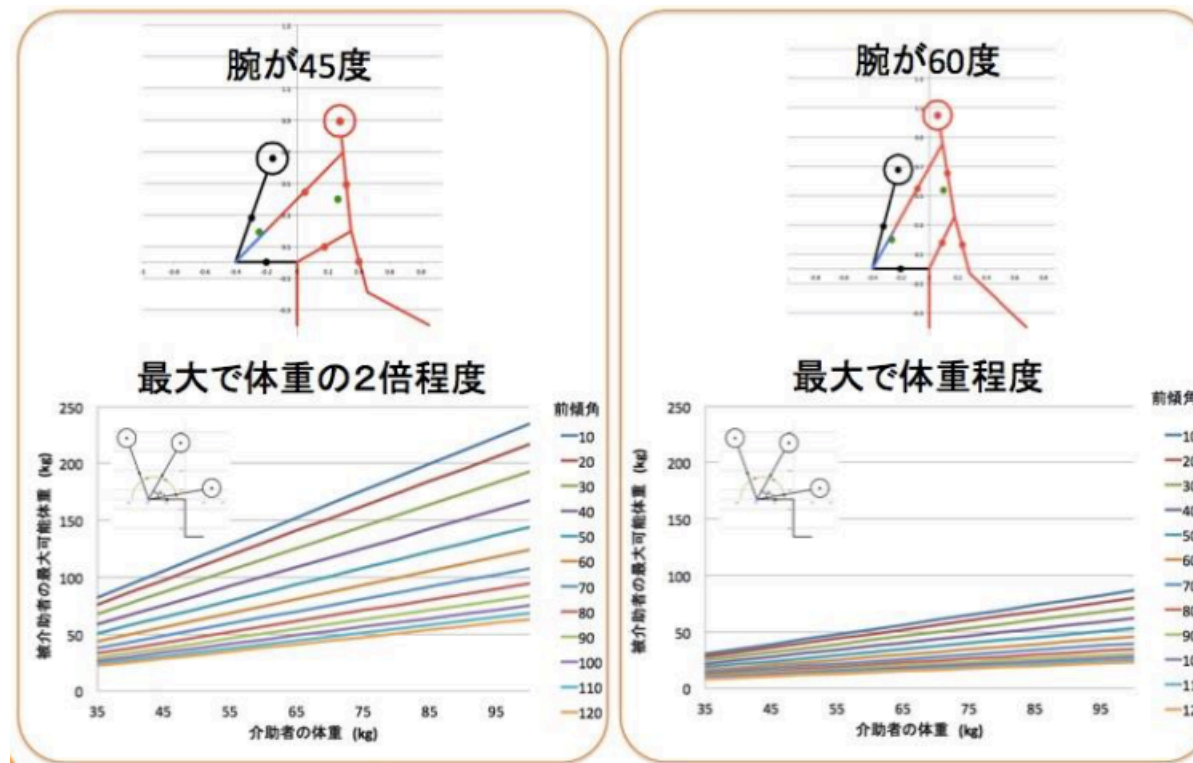
前傾にした時、重心より膝から遠い腰部を引き上げるのが有利。
実測値は理論と良く合っている。

「必ず自分が勝てるシーソーを作る」にはどうすれば良いのでしょうか？

その答えは、相手（被介助者）を前傾にすることです。相手の重心は「みぞおち」あたりにあり、前傾になるとひざに近づきます。標準的な体重の相手でしたら、60度まで傾ければ概ね「ノーリフト」の範囲の負荷になります。（次回説明するように自分の体重でこれを引き上げるので体感する筋力負荷はもっと低くなります。）

また、重心そのものを持つよりも、重心よりもひざから遠い腰のあたりを持つと（前傾のとき）有利になります。リフティの持ち手はそのように設計されています。

理論の妥当性を調べるために引っ張り力を実測したところ、実測値（黒角点）は理論（曲線）と良い一致を示し妥当であることが確認できました。



最後に、自分の体重の活かし方についての解析結果です。

相手を十分に前傾させた上で、腕を45度くらいになるようにピンと伸ばすのが良いとわかりました。

腕を曲げるとずっと筋力を要しますが、伸ばせば腕自体の持つ張力のみで支えることができますし、支点から自分の重心が離れますので有利になります。

自分の腕の角度が急だと理論的には自分と同じくらいの相手しか持ち上げられませんが、角度が45度くらいになると自分の2倍くらいの相手まで「勝てるシーソー」が作れます。持ち手をつかむ握力などは人それぞれですので、必ず持ち上げられるとは言えませんが、自分と同じくらいの体重の相手であればとても軽くなることは確かです。

長々と理屈ばかりの説明にお付き合い頂きありがとうございました。よりよい使い方の理解の参考になれば幸いです。