



物体の安定する条件

- 支持基底面の広さ → 広い方が良い
- 重心の高さ → 低い方が良い
- 重心線の位置 → 支持基底面の中心に近い方が良い
- 質量 → 重いほうが良い

では、『ヒト』では どうでしょう

- 支持基底面が広く
- 重心が低く
- 支持基底面の中心に重心線があれば

↓

安定する?

実験

では、
支持面を広く
重心を低く
支持基底面の中心に重心線がくるように
立ってみましょう。



安定する？

人は転ばないようにする為に姿勢を制御する

姿勢とは？

- からだの構え方。また、構え。
- 『 身体の姿勢は、心の姿勢、
姿勢正しからずば心乱れる』
- 心の持ち方や行動、言動までも表す
- 英語では **posture**
- 「重力に対する定位」
- 「地面に対する定位」

制御とは？

- 「ある目的に適合するように、対象となっているものに所要の操作を加えること」

ある目的・・・ドラゴンボールを見る為に
対象・・・テレビの
所要の操作・・・チャンネルを切り替えること

制御の方法

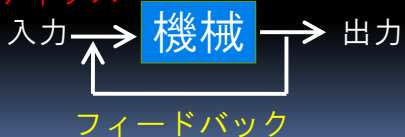
- シーケンス制御
 - 「あらかじめ定められた順序または手続きに従って制御の各段階を逐次進めていく制御」
- フィードバック制御
 - ある系の出力（結果）を入力（原因）側に戻す操作のこと
 - もともとはサイバネティクスの用語
- フィードフォワード制御
 - 外乱などによる影響が現れる前に、前もってその影響を極力抑えるように修正動作を行う

メカニクスとサイバネティクス

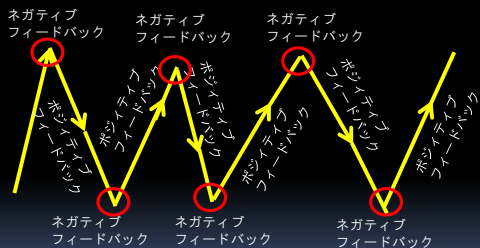
メカニクス



サイバネティクス



ポジティブフィードバック ネガティブフィードバック



フィードバックするためにはセンサーが必要!!

人にあるセンサー

- 視覚
- 聴覚
- 嗅覚
- 味覚
- 内臓感覚
- 触覚
- 位置覚
- 運動覚
- 加速度の感覚
- 重力方向の感覚

姿勢制御に関わる知覚情報

視覚系

前庭迷路系

体性感覚系

頸筋性



平衡感覚として
身体の
バランスを保つ



全身の筋緊張の調整

視覚系センサー

- 光学信号を網膜で電気信号に変換
- 中心窩=字を読むなど
最も視力の鋭敏なところ
- 周辺視=環境の中の自分を定位する

視覚系センサー 周辺視

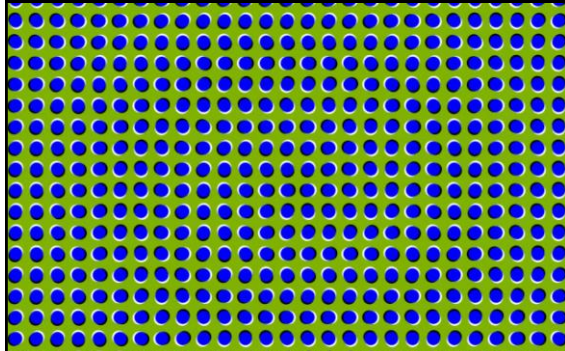
大脳皮質に行く前に情報が利用されている

↓

障害物の正体を知るよりも先に
物と自分との関係がわかって
避けられる

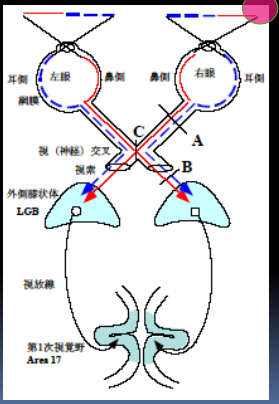
姿勢制御には周辺視情報が重要

止まっているはずのものが動いて見える視覚の不思議



視覚系

- 周囲にある物体との関係において頭部の位置と運動に関する情報を提供
- 視覚入力には周辺視情報と中心窩情報との相対関係が含まれる
- 姿勢制御には周辺視情報が重要



実験

視覚系が姿勢制御に与える影響

頸部の回旋可動域を
周辺視野から促通してみよう。

前庭系:重力方向と加速度のセンサー

- 身体の平衡を保ち調整された運動を行う基礎となる感覚⇒平衡感
- 前庭系は頭部の位置と運動について重力と慣性力を基準とした情報を提供
- 前庭器は卵形嚢、球形嚢及び3つの半規管で構成される

前庭系:重力方向と加速度のセンサー

三半規管



水平回転
前後回転
左右回転

耳石器



加速度感覚
重力方向

前庭系

- 姿勢の変化に対応してその姿勢を維持する為の筋緊張を調節している。
- その筋緊張の調節における姿勢制御を迷路反射という。
- 前庭迷路(耳石器、外側半規管、垂直半規管の3つの半規管の総称)が賦活された結果生じた求心性インパルスが前庭神経核に送られ、さらに前庭脊髓路と網様体脊髓路の一部を介して脊髓運動ニューロンへ伝達される。

前庭系:重力方向と加速度のセンサー

前庭系でキャッチされた情報は脳へ投射

筋緊張調節

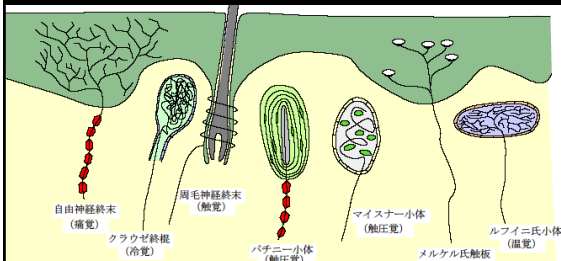
眼球運動の調節

姿勢の保持

視野の安定

体性感覚系

- 支持面を基準とした空間内における身体位置と運動に関する情報を提供
- 身体相互の位置関係についても提供している



体性感覚

片方の手掌面だけで
約17000のセンサー

- パチニ小体
- マイスナー小体
- ルフィニ小体
- 自由神経終末
- メルケル細胞
- 固有受容器

筋紡錘
腱紡錘

体性感覚系:深部知覚(固有感覚)

- 筋、関節、関節包などの伸展の状態
- 筋紡錘、ゴルジ腱器官、関節の自由終末

頭部を除く体部の体性感覚を伝える

後索・内側毛帯系

脊髄視床路系(脊髄毛帯系)

意識に上らない(小脳へ行く)深部感覚を伝える

後脊髄小脳路

前脊髄小脳路

楔状束核小脳路

体性感覚は敏感

視覚と体性感覚の特徴は?

視覚と体性感覚ではどちらが優先?

実験

体性感覚は敏感です。
気づかないうちに姿勢緊張を変化させます。

立位体前屈が変わる？

実験

視覚の特徴と
体性感覚の特徴
相手のことが良く分かる??

実験

素早く反応で来て
相手のことが良く分かる
体性感覚ですが・・・
ちょっとしたことで混乱することもあります

触覚刺激は脳の中の仮想空間に配置
されてから時間の処理が始まります。

頸筋性:緊張性頸反射

- 上部頸椎関節の固有受容器の興奮により誘発され、頸部の伸張度に応じて四肢伸筋の緊張を変化させる。
- 非対称性緊張性頸反射、
- 対称性緊張性頸反射に分けられる

筋緊張

- 筋の伸張に対する受動的抵抗、または筋に備わっている張力
- 筋緊張による姿勢保持は、運動あるいはその準備際に活動する骨格筋の状態に重要な意味を持つ
- 筋トーン(tone)、筋トーンス(tonus)

姿勢緊張(postural tone)

- 抗重力的活動能力としての筋緊張
- 身体の安定性と可動性が保障される
- 正常な姿勢・運動には正常な姿勢緊張が背景となっている。
- つまり異常な姿勢緊張からは正常な姿勢・運動は得られない
- ヒトの運動に影のように付きまとう

姿勢緊張(postural tone)

- 内・外環境から送られてくる情報に対し、反応していくための筋の準備状態
- 重力に対して体を支える「高さ」と運動を作り出せる「低さ」を併せ持つ
- 筋緊張はいつの間にか変化している

「バランス」とは

- 内的・外的な力によって乱されたときに正中を保ち手足を自由にさせること。
- 平衡反応、立ち直り反応、保護反応によって与えられている。
- 重心を支持面上で静的・動的に調整する能力。

実験

ヒトの立位は不安定なので
頼れるものがあると
無意識に頼ってしまう

支持面=BOS :base of support

- 重力によって圧を経験する身体表面。
- 臨床的に支持面を持つということは個々人が接触面と関連して適応し、動くことができるということ。

片麻痺の方の特徴

体が不自由なのでバランスが怖い
 そのために固定を強めている
 バランスはC.Wが優位
 C.Wは等尺性なので動けない

終わりに

姿勢制御について、そのセンサーと制御の仕組みと利用の方法などについてお話ししました。
 整形疾患でも脳血管疾患でも患者さんは姿勢制御をおこなっています。
