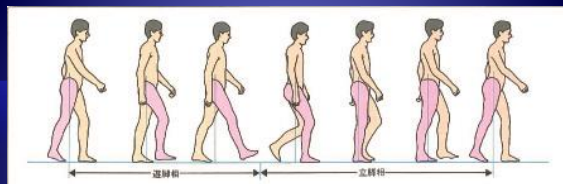


第8回・第9回勉強会資料

足関節・足部の機能特性と 認知神経リハビリテーション

NPO法人子どもの発達・学習を支援する
リハビリテーション研究所

高橋昭彦



人間の足は様々な活動を営むことができる。そのなかでも最大の活動は**歩行**である。

骨盤歩行（二足歩行）の必然性

- 広大なサバンナで獲物を捕獲し、家族を養うためには……

速度に優れていること

持久性に優れていること

適応性に優れていること

上肢が歩行から解放されること

速度に優れていること

後足部の肥大化・足趾の平行化



後足部の肥大化

直立姿勢の獲得

足趾による把持機能の喪失

母趾が他趾と平行である

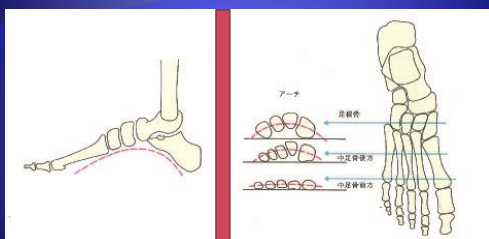
内側縦アーチの形成

	足根骨	中足骨	趾節骨
小猿類	27%	34%	39%
チンパンジー	32%	33%	35%
ゴリラ	39%	31%	23%
乳児	46%	31%	23%
成人	52%	30%	18%

馬場悠男：足の進化。1980より

持久性に優れていること

縦および横アーチの形成

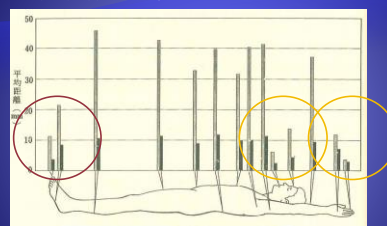


縦アーチ

横アーチ

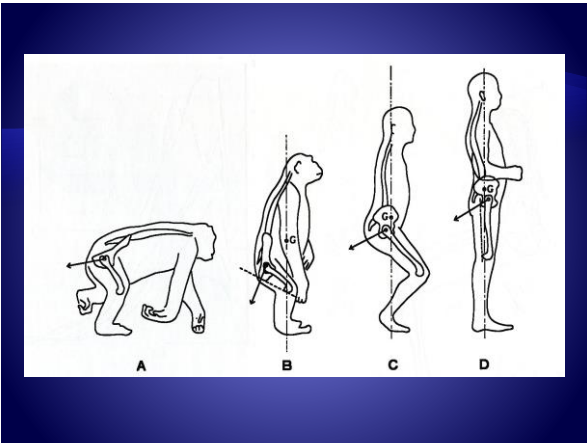
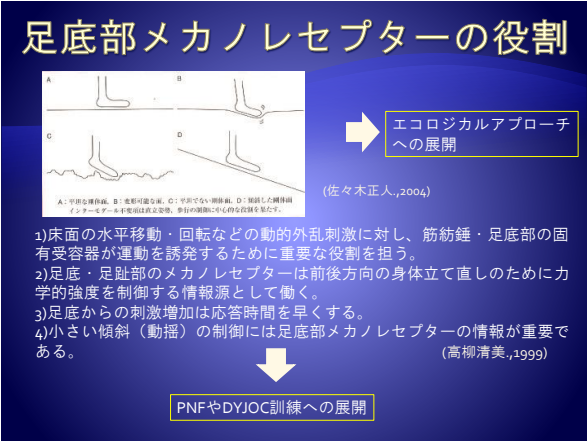
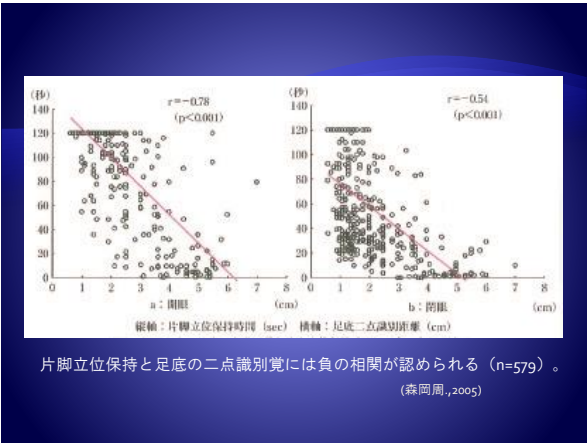
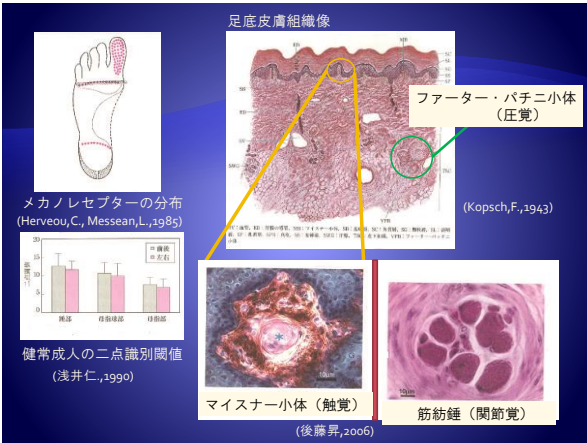
適応性に優れていること

豊富な受容器の存在



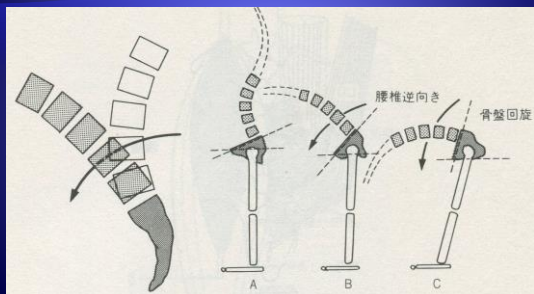
二点識別覚 刺激位置定位の誤差
(Geldard & Sherric, 1986)

足部は顔面・手部に次ぐ高感度な受容表面である

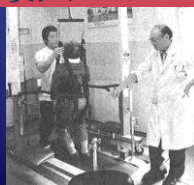


腰椎骨盤リズム (Cailliet)

脊柱前屈時、腰椎の屈曲はL₃で45度まで起こり、そこから後彎のまま骨盤が前傾(股屈曲)する



歩行機能の再獲得は運動療法の最大のテーマである。



サイム切断においては義足を装着することなく正常に近い歩行が可能とされている。

(澤村誠志, 切断と義肢より)

母指の把持機能が優先され、拇指を切断し移植する手術も行われる。



片麻痺患者の場合、麻痺した部位を固定し、支持性を高めることが優先される。

(上田敏, 目で見る脳卒中リハビリテーションより)

片麻痺患者の典型的な歩行

片麻痺に特異的な病態

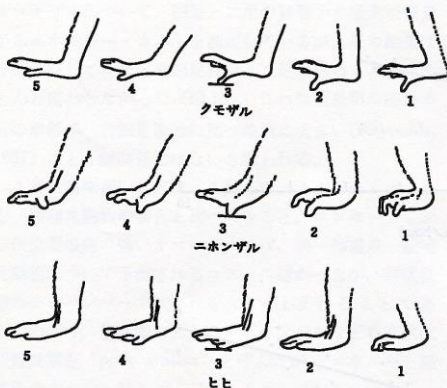


- ・患者の残存能力に対して課題が複雑になれば、伸張反射や放散反応の異常性は制御されない。
- ・麻痺性コンバート(屈曲共同運動にも伸展共同運動にも参加しない筋)
腓骨筋
指伸筋
小殿筋

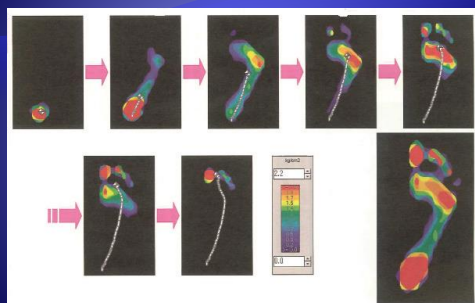


これまでの運動療法は、棒のような下肢を使い、移動の際の身体を支持する能力の獲得を目指してきた。

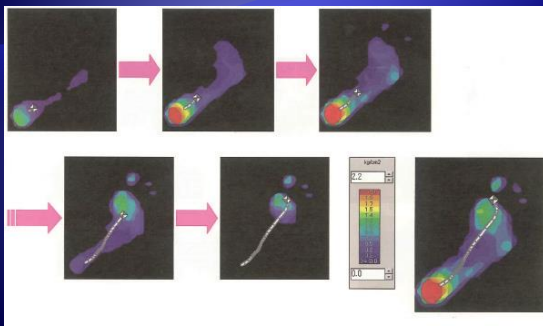
しかし、果たしてこれは「人間の足」の回復を意味するのだろうか？



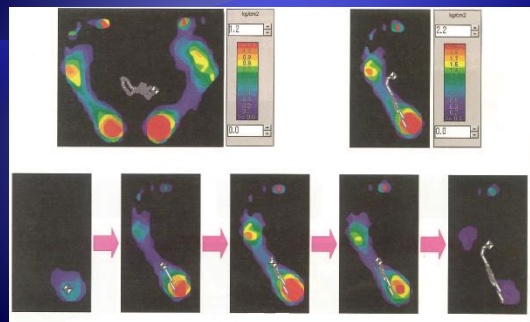
健常歩行での足圧変化



高齢者の足圧変化



左片麻痺の足圧変化

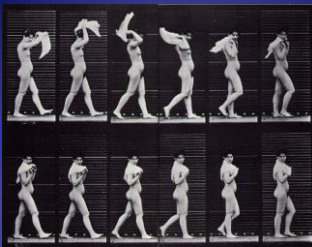


認知神経リハビリテーション

治療展開

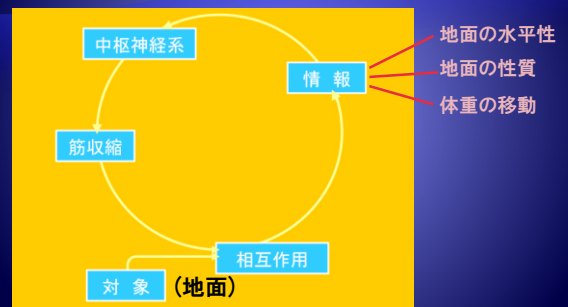
人間の足の回復にむけて

- ◆ 1. 実用論的視点 (pragmatic) から歩行を分析する
- ◆ 2. Hip・Knee・Ankleに加え、Foot（距骨下関節以遠）の機能を再検討する



これまでの運動療法が目指してきた歩行は、“移動”という目的を達成するための歩行である（意味論的歩行）。ここには、歩行を行う側からの視点は欠如している（実用論的歩行）。

人間の足に対する洞察において、軽視されてきたもの



歩行は知覚の連続

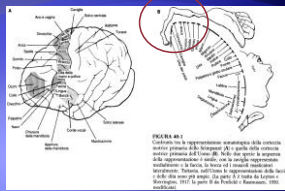
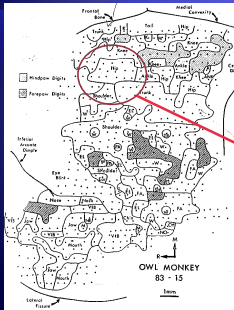


メカノレセプターの分布と足圧変化



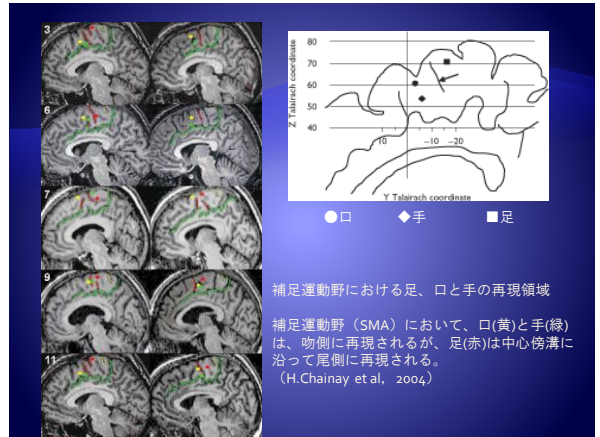
足の神経生理学

モザイク状の脳内再現



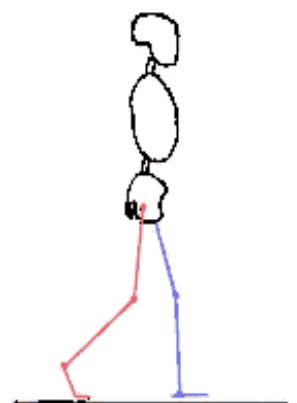
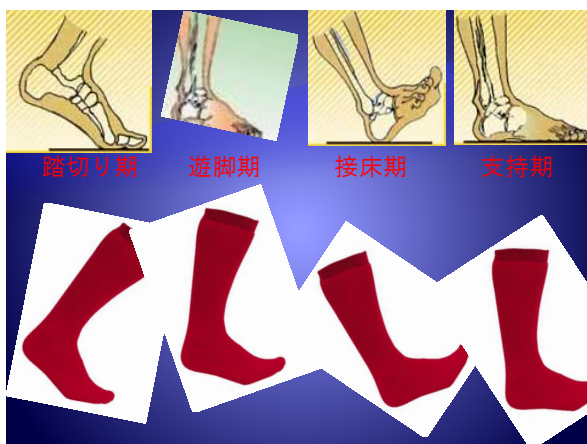
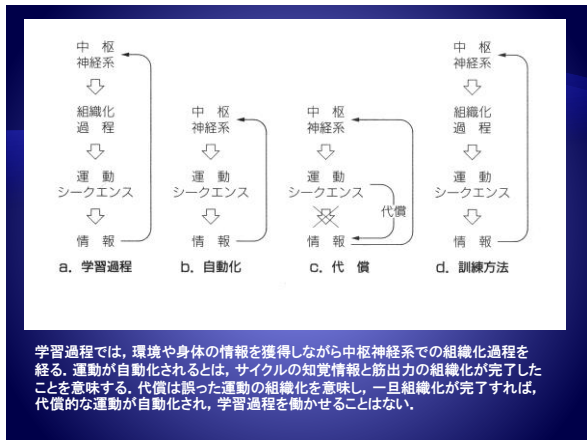
中間関節としての股関節の再現領域は、解剖学的に連結している体幹や膝関節に隣接しているのみではない。肩関節や足関節の再現領域にも隣接し、このことは脳内の再現は解剖学的な形態というよりも機能によって配置が決定されることを示している。

感覚運動野の身体再現部位
(GouldとColl, 1996)



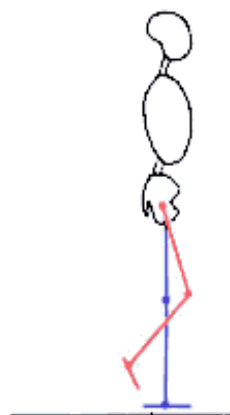
補足運動野における足、口と手の再現領域

補足運動野 (SMA) において、口(黄)と手(緑)は、吻側に再現されるが、足(赤)は中心傍溝に沿って尾側に再現される。
(H.Chainay et al, 2004)

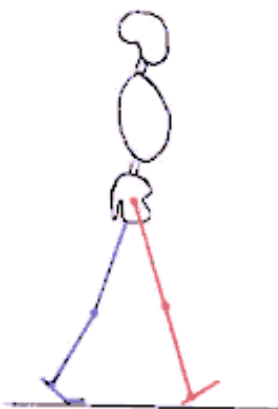




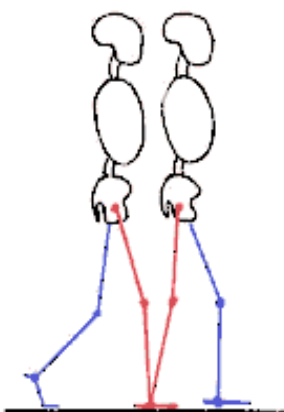
遊脚期

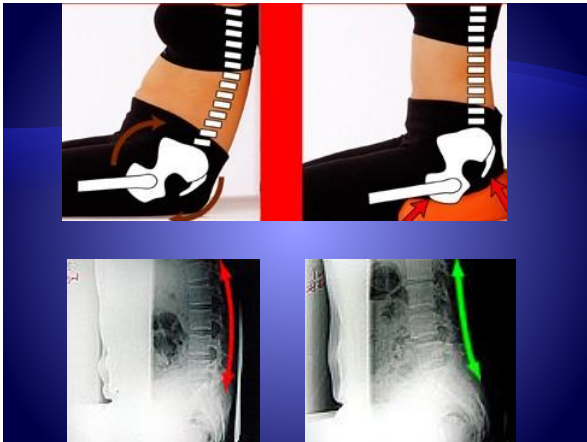


踵接地期



立脚中期





Ankle (距骨下関節)
 足部の位置を決定する
 ・足部の方向付け
 ・主に足部の内外反の制御
 床面の左右傾斜の認識

Chopart+Lisfranc
 踵と足趾の距離を決定する
 ・縦と横のアーチの形成
 ・衝撃緩和
 床面の形状の認識

足趾MP
 接床離床時の足部の構えを決定する
 ・接床時のactiveな伸展
 ・離床時のpassiveな伸展
 ・豊富なメカノレセプターの分布
 体重移動の認識

Hip
 踵の位置を決定する
 ・下肢の方向付け
 ・下肢と体幹の中間関節

Knee
 踵と股関節の距離を決定する
 ・重心の上下動制御
 ・Double Knee Action

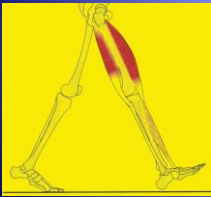
Ankle (距腿関節)
 足部と床の接触のための構えを決定する
 ・主に足部の底背屈の制御
 床面の前後傾斜の認識

股関節はFootの方向を決定する

膝関節はFootと床の距離を決定する

足関節は床との接触に備えて構えを決定する

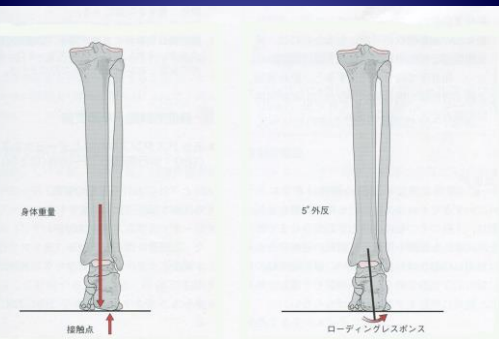
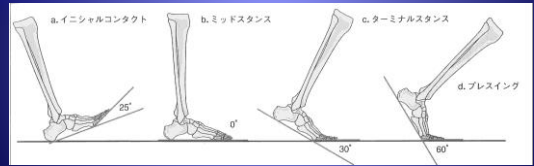
HC時に抽出されるべき最も重要な情報は床の水平性である



距腿関節は背屈位において最も側方安定性が、高まる構造を持つ

床面との接触の構えを作る

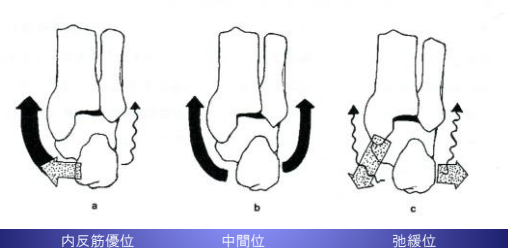
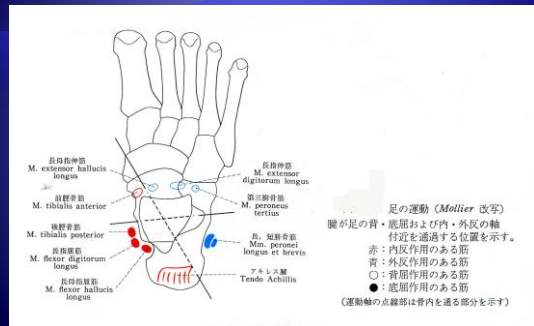
唯一床と接する足部に存在するメカニズム



HC時、脛骨に対し踵骨は外側に位置する（荷重線と接触点のズレによる外反方向のモーメントが発生）

荷重線と接触点が一致すれば下肢は強い衝撃にさらされてしまう（緩衝作用）

足の運動軸と筋の走行位置



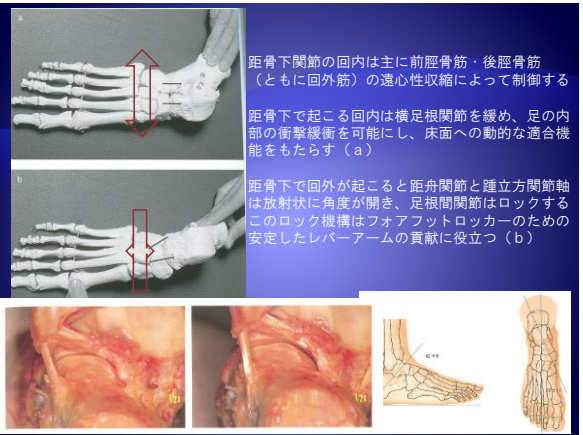
内反筋優位

中間位

弛緩位

歩行速度や踵が床面に対してどれだけ下降するかなど、床面との相互作用のタイプに応じて遊脚の最終時点で内反筋・外反筋により、脛骨—距骨—踵骨の位置関係が調節される。

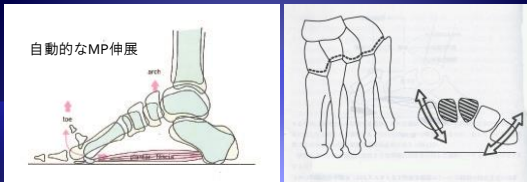
片麻痺では内反優位になりやすく、弛緩性麻痺では協調的な制御が困難となる



距骨下関節の回内は主に前脛骨筋・後脛骨筋（ともに回外筋）の遠心性収縮によって制御する

距骨下で起こる回内は横足根関節を緩め、足の内部の衝撃緩衝を可能にし、床面への動的な適合機能をもたらす（a）

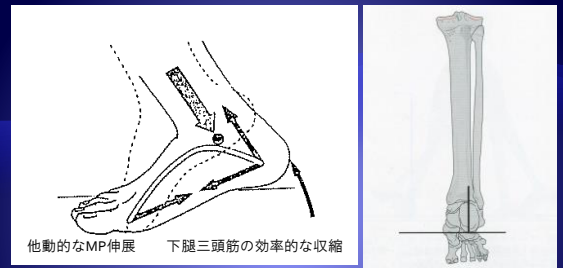
距骨下で回外が起こると距舟関節と踵立方関節軸は放射状に角度が開き、足根間関節はロックするこのロック機構はフォアフットロッカーのための安定したレバーアームの貢献に役立つ（b）



自動的なMP伸展

地面の左右方向の傾斜を認識するためのメカニズム
Lisfranc（足根中足）関節のレベルで、足根骨（立方骨・舟状骨・3つの楔状骨）と中足骨の相互移動に応じて生じる。中足骨の運動は、Lisfranc関節の存在で可能となる。特に第1・第4・第5中足骨の動きの自由度は高く、第2および第3中足骨の動きの自由度は少ない。

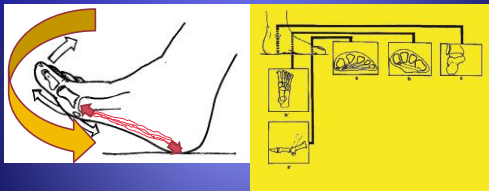
中足骨の先端は、遊脚の最終時点で横アーチを描くように配置されるが、踵接地後、全面接地に至る過程で横アーチは消失する。このようなメカニズムは“鳥の翼”にも例えられ、床面の左右傾斜などの床面形状について、有用な情報収集に「焦点を合わせる」ことのできる構造を持っている。



他動的なMP伸展 下腿三頭筋の効率的な収縮

踵が床から離れる際、MP関節で受動的に伸展がおこるとウインチの原理により足底筋膜が緊張する。このメカニズムの存在によって、踵骨は前方に引っ張られ、距骨下関節が回内から中間位に近づき、後足部と中足部の安定化に寄与する。緊張した足底筋膜は受動的に屈曲方向に作用を及ぼす力によって、MTP関節での過伸展を防いでいる。足底筋膜は足を硬い「揺りテコ」を形成し、フォアフットロッカーが機能することができる。この時期に足関節底屈筋群・内反筋群が最大限に活動する。側方安定は底屈外反筋である長短腓骨筋によって確保され、足趾の伸展の制御に長母指屈筋、長指屈筋が活動する。

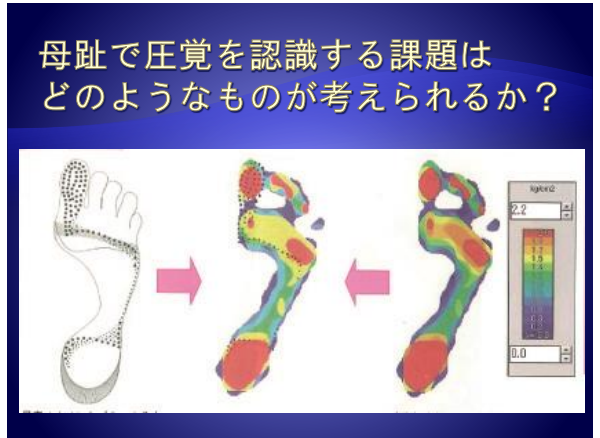
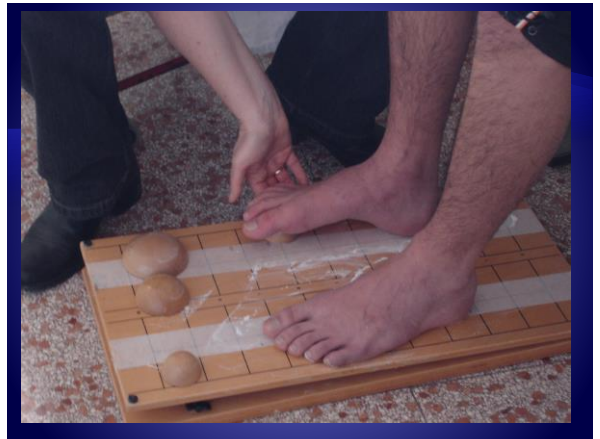
環境との関係を構築していくことのできる歩行の獲得



足が徐々に床面と複雑な関係を構築できるような問題の提示が必要

足底に置かれた物体の認識課題

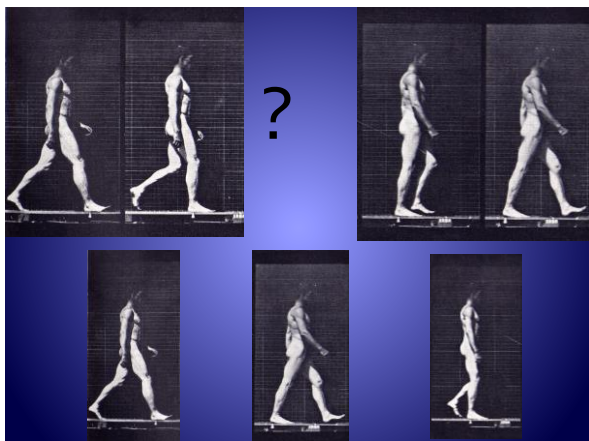




下肢のシステムは立脚期と遊脚期で反転する

遊脚期の操作対象は足部であり、立脚期の操作対象は身体である。





足の特異的な運動メカニズム

1. 荷重という制約下での運動の自由度
2. 対象物の多くは固定もしくは半固定
3. 起点の反転
4. Activeとpassiveの混在

足の特異的な情報メカニズム

1. 探索表面の特性に対応して変化する
2. 圧情報の変化を抽出
3. 接触領域と圧中心の関連づけ
4. 関節覚と圧中心の関連づけ
5. 左右下肢の関係性

