

# 人工膝関節の理学療法

石井 慎一郎

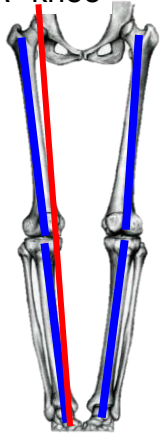


TKA患者の動作分析のポイント

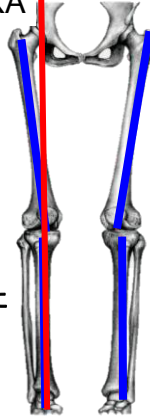
## TKA患者の動作分析のポイント(1)

立位, 起立着座, 歩行立脚中期における下腿の直立化と術中FTAが荷重動作時に再現されているかを観察する.

OA knee



TKA



TKAのアライメントデザインは静止立位時に前額面から見て下腿が床面に対し垂直になるようにデザインされている.



(femoro-tibial angle : FTA)

## TKA患者の動作分析のポイント(2)

歩行中にDouble Knee Actionが出現しているを観察する.



## 両側TKA症例の歩行分析の例

1年半前 左TKA

他院で手術後、当院にて理学療法施行し  
機能再建は終了

2か月前 右TKA

他院で手術施行し外来通院中。  
可動域の改善が不良のため当院外来受診



## 単脚支持期の下腿傾斜角度とFTA



### 起立動作時の膝関節運動の評価

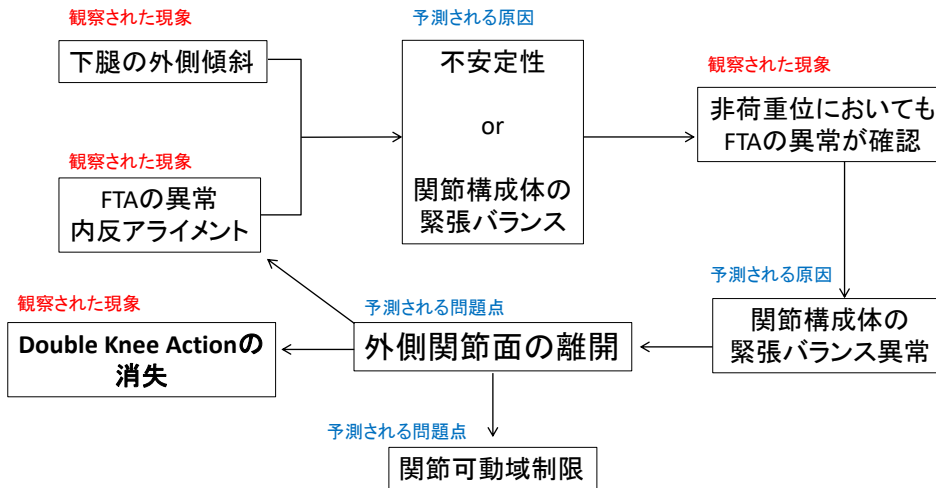


### 下肢アライメントの評価

右側は内反アライメントになっており、非荷重位でも術中FTAが再現されていない。



## 歩行, 起立動作の分析とアライメント観察の結果のまとめ



## 関節可動域評価



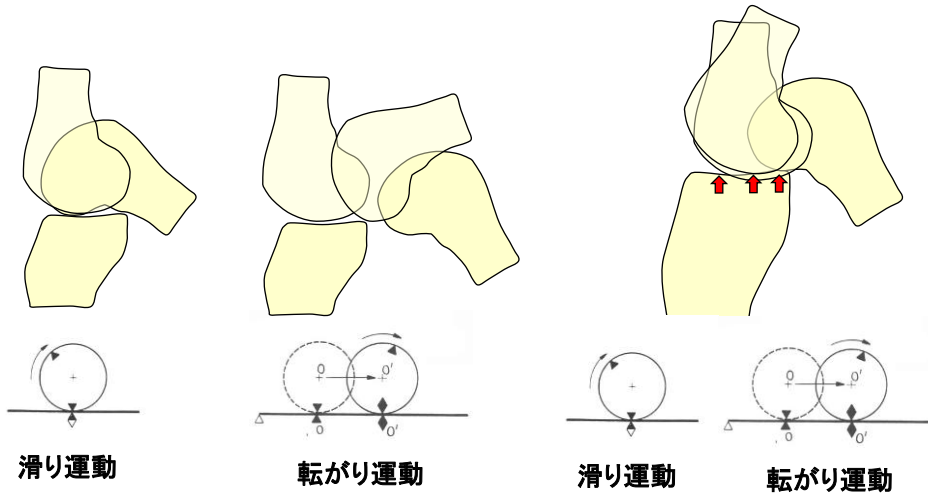
可動範囲は20~95度



## TKA患者に対する理学療法の実際

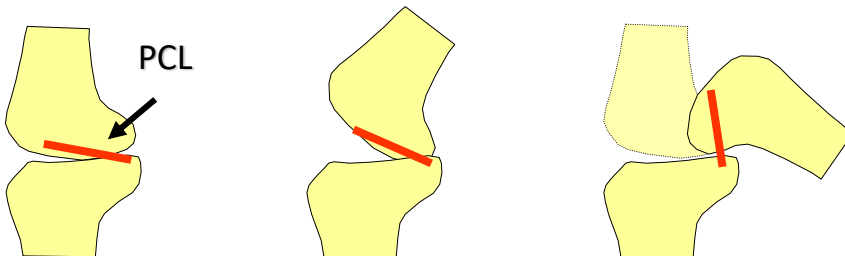
### 膝が曲がるためにはrollback motionが重要

膝関節屈曲位では後十字靭帯の緊張により大腿骨顆部は脛骨上を後方移動するrollback motionと呼ばれる関節内の動きが起こる。(Wilker, Andriacch)



## PCL温存型(CR型)の理論的背景

1. Rollbackの再現
2. 骨-インプラント間のストレスの軽減による長期成績の向上
3. Proprioceptionの温存



## PCL置換型(PS型)の理論的背景

1. ポストカム機構により屈曲に従いRoll Back運動が誘導される
2. 手術手技が容易であり安定した成績が得られる

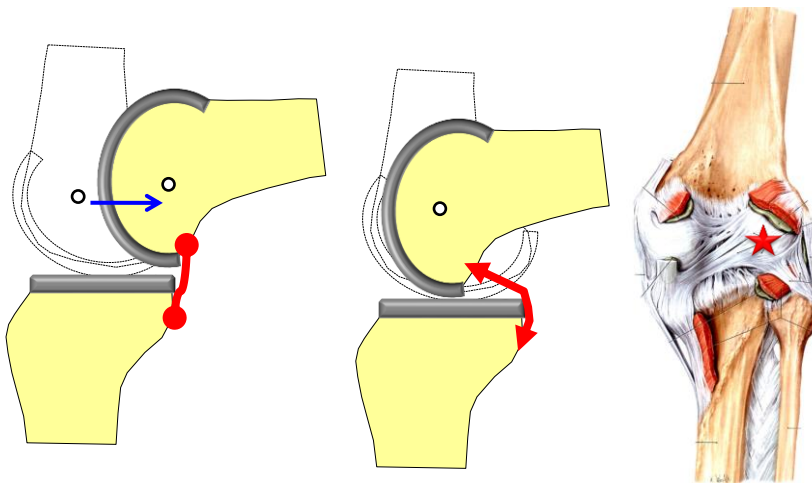
PS型



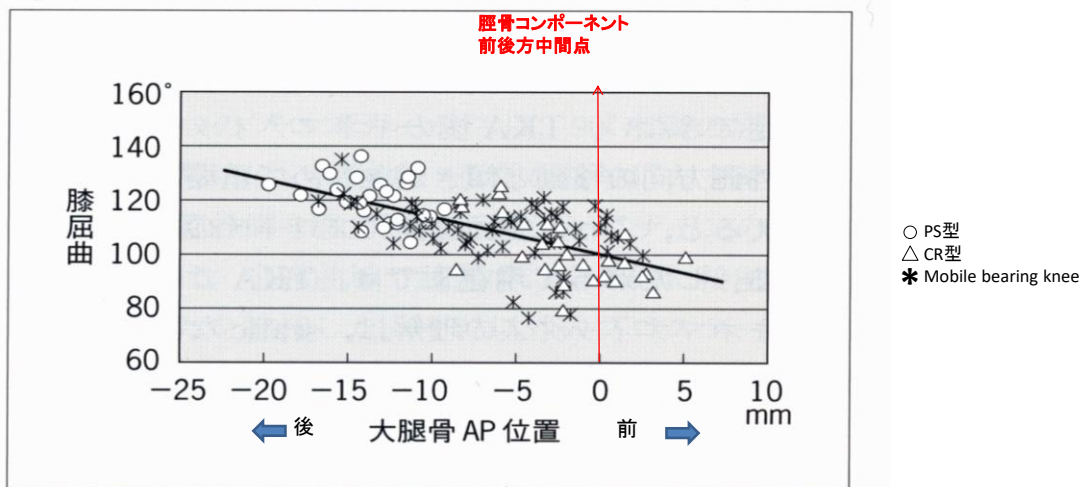
## Roll back の有無と後方関節包の緊張

Rollbackあり

Rollbackなし



## 大腿骨のRoll Backと関節可動域

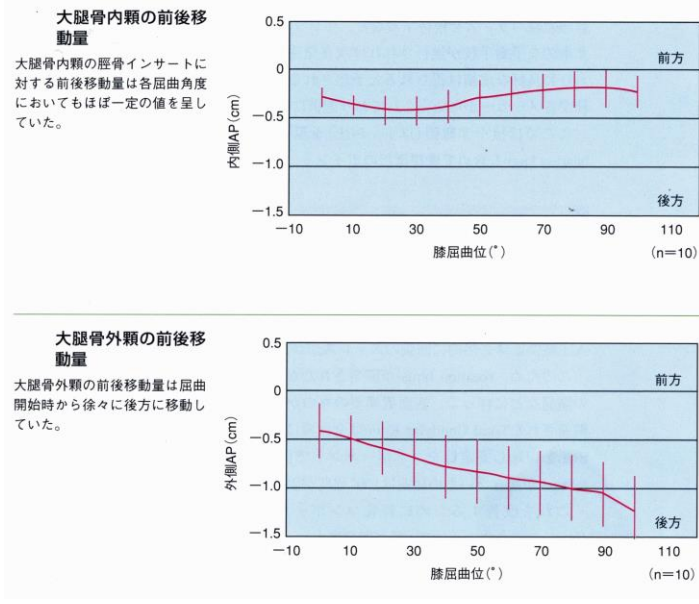


tibiofemoral translationと屈曲可動域に関する研究結果

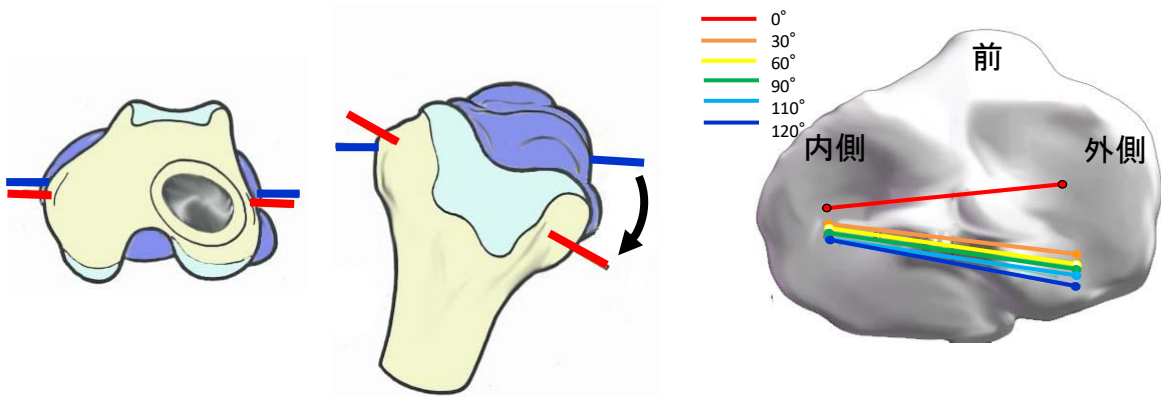
脛骨上での大腿骨の後方移動が大きいほど、より大きな屈曲可動域が得られる  
大腿骨が1mm大きく移動すると1.4°の屈曲可動域が増加



## 大腿骨のroll back と pivot pattern rotation

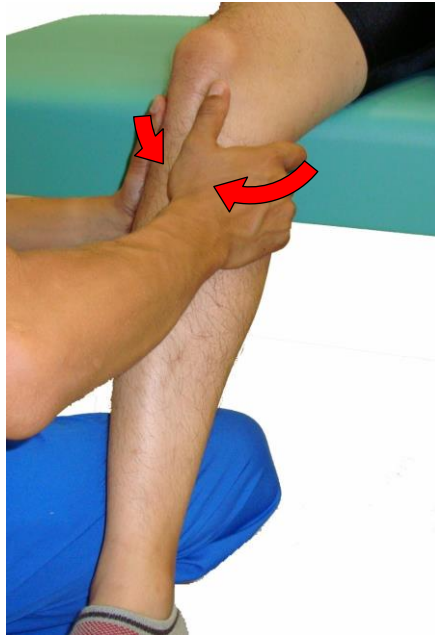


## 膝が曲がるためにはmedial pivot movementも重要

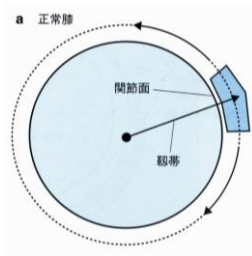


rollbackによる大腿骨の後方移動は非対称  
 大腿骨外側顆は内側顆に比べて脛骨外側顆後縁まで移動する。  
 結果的に屈曲に伴い大腿骨は脛骨に対して外旋する。  
 (=大腿骨に対する脛骨の内旋)

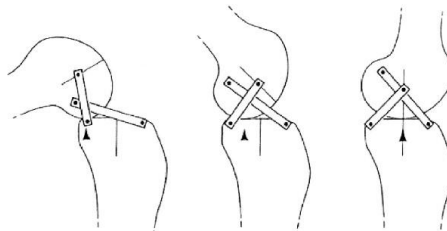
## 回旋可動性の改善



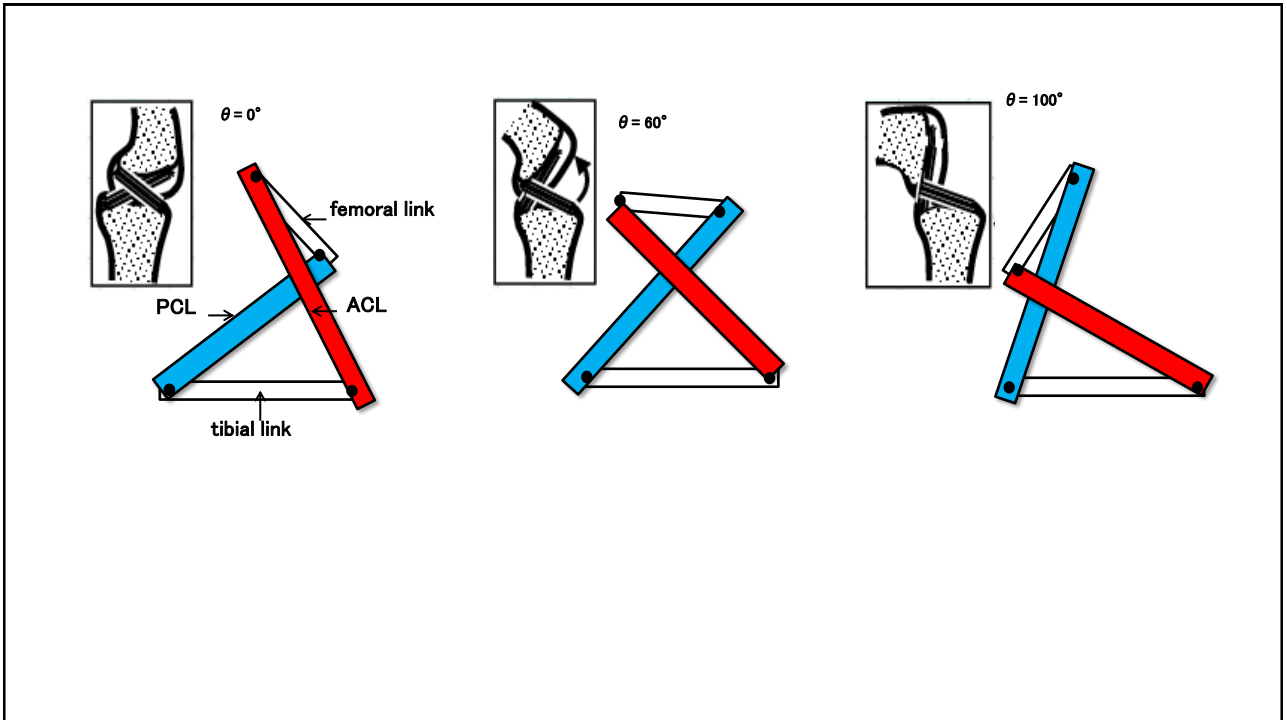
## Four Bar Chain Mechanismと関節動揺



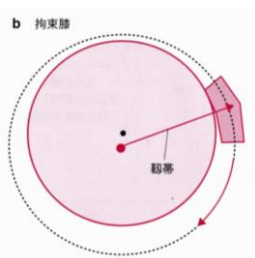
正常膝では靭帯による引っ張り方向の拘束形状と関節面による押し付け方向の拘束形状とが絶妙に一致している。そのため動揺性は極めて小さく、かつ広い可動域が保証されている。



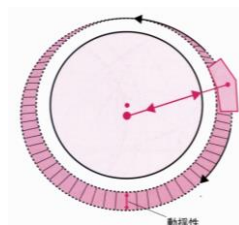
大腿骨側と脛骨側のACL,PCL附着部間の距離 (four bar chain mechanism) によって関節運動の軌道が決まる



## four bar chain mechanismの 喪失による人工膝関節の動揺性



靭帯の走行が変化したり、関節面が変形性して拘束形状のバランスが崩れると可動域制限が起きる。



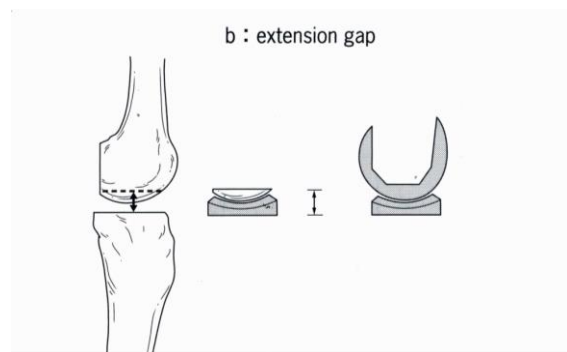
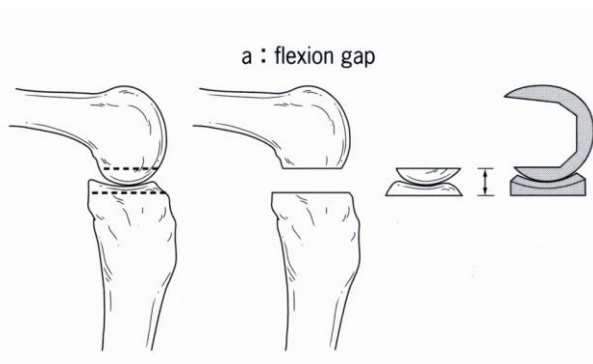
### 動揺性の説明②

靭帯と関節面による拘束のバランスが崩れたときに、靭帯のリリースをすると、可動域は回復するが、同時に動揺性も増加する。この原理は、関節症や関節炎の悪化要因の1つであり、また、TKA術後の動揺性発生の要因でもある。

## コンポーネントのアライメントと 両側関節面がコンタクトする運動軌道の評価



## flexion gapとextension gap



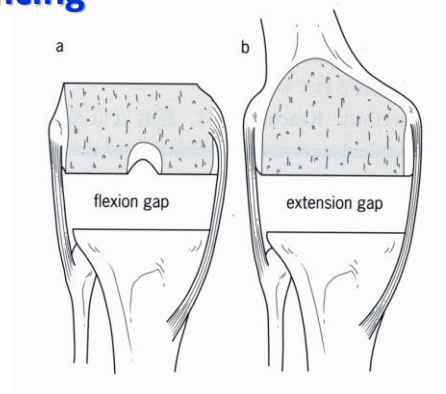
## flexion-extension gap とsoft tissue balancing

良好なsoft tissue balancing

90° 屈曲位と完全伸展位において  
flexion-extension gapがそれぞれ長方形になる

内外側の軟部組織、特にLCLとMCLが  
同じ長さで同じ緊張度を保つ

flexion gapは少しゆるめで、また外側のtensionも  
少しゆるめの方が望ましいとの報告が少なくない



## 関節接触面圧の違いと筋性防御

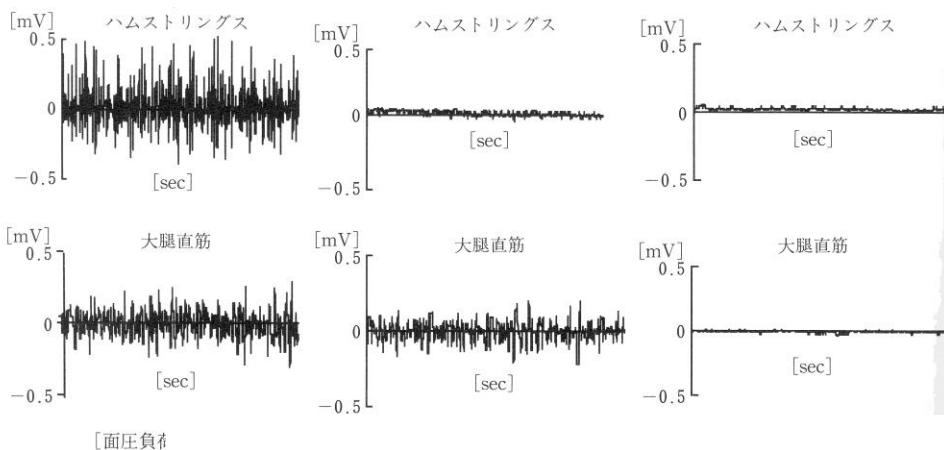
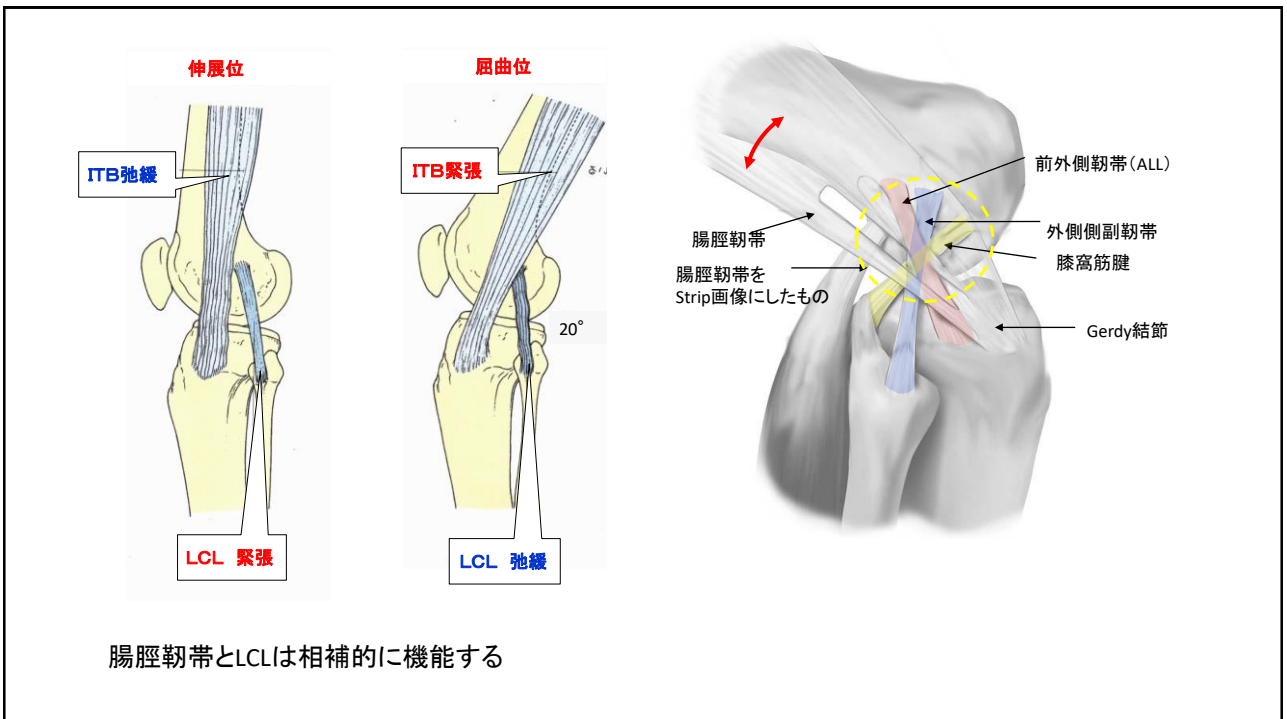
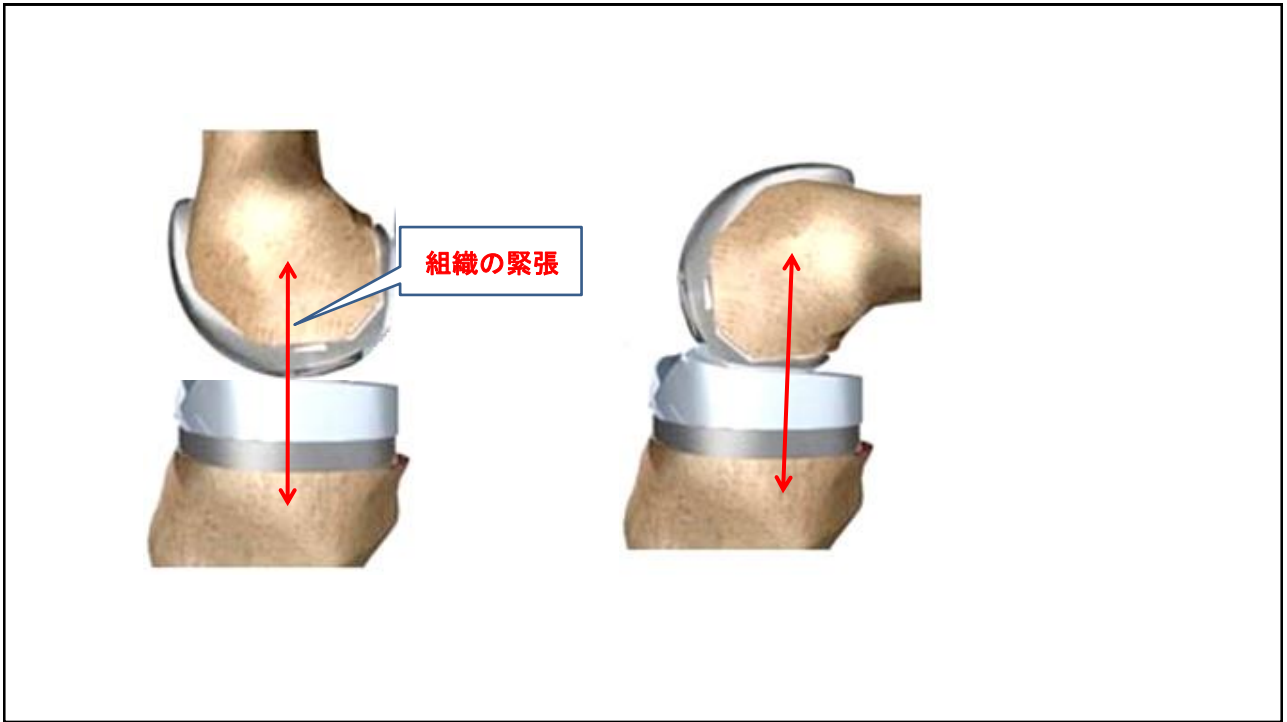
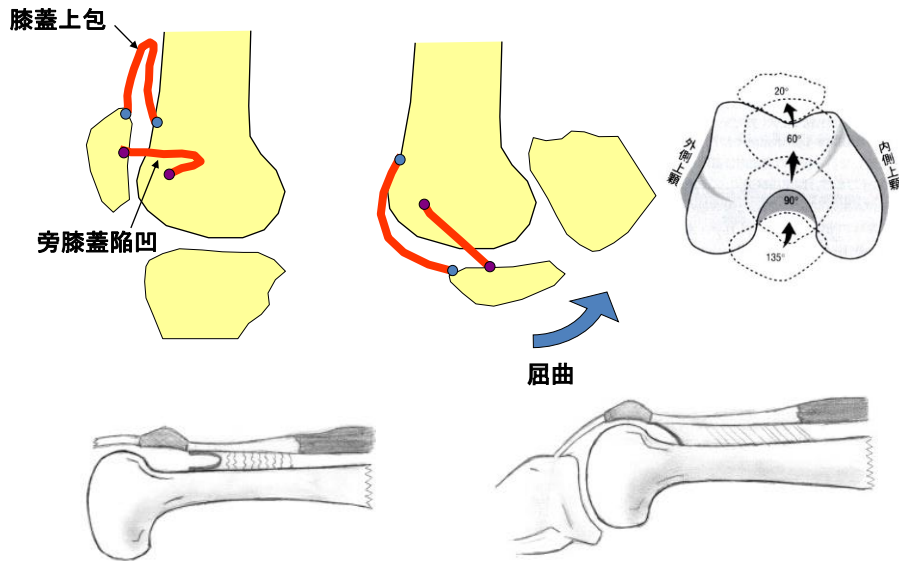


図5 TKA 患者における他動的膝関節屈曲時の筋性防御（関節接触面圧のかけ方の違いによる比較）



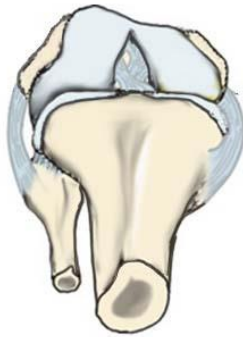
## 膝関節の屈曲可動域と膝蓋骨の可動性



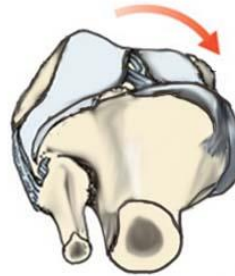
## 関節包のmobilization



## 膝が伸びるためには外旋運動が重要

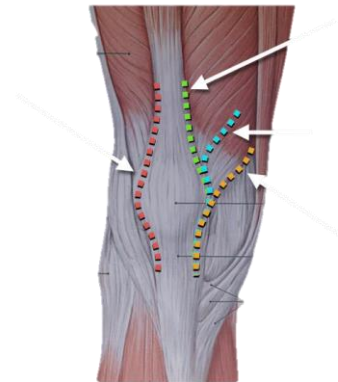
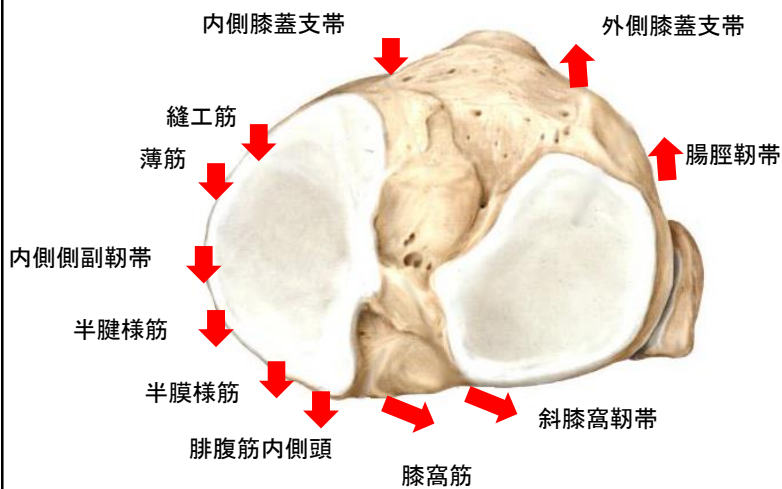


大腿の内旋  
または脛骨の外旋



膝は完全伸展位までの間で10～15度程度の外旋運動を伴う  
膝の外旋＝(大腿骨に対する脛骨の外旋または、脛骨に対する大腿骨の内旋)

## 膝関節の回旋を阻害する組織





伸展位での外旋可動性の改善



伸展アライメントの構築





屈曲位での内旋可動性の改善



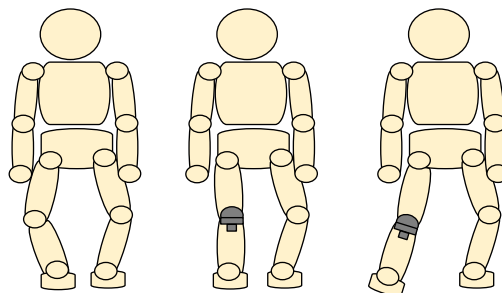


## 人工関節術後患者の病態

下肢アライメント, 関節形態, 機能の劇的変化



中枢神経系の混乱による運動制御能力の障害



### 患者の内部世界

内部状況の劇的変化によって, 動くために必要な知覚の手がかりを判別することが出来ない.

その行為に対する結果の正しい予測ができず, 運動自由度を拘束した動作パターンを構築していく.

身体全体が1つのシステムとして  
協調して運動できる能力を獲得



## 人工関節の耐久性に影響を及ぼす因子

### 人工関節の対応年数に関する報告

10年 90%    15年 65%    20年 50%

主因    骨と人工関節間のゆるみ

誘因    人工関節内の過度の摩擦



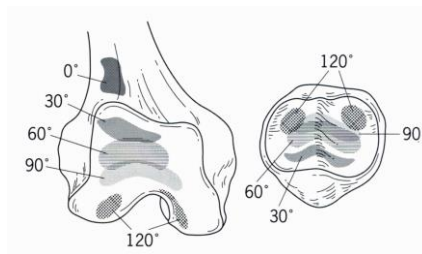
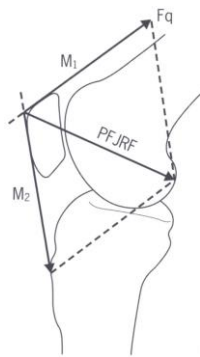
### <関節の摩擦係数>

生体関節    :    0.005~0.02

氷と氷        :    0.03

人工関節    :    0.1~0.3

## 膝蓋大腿関節の応力



膝蓋骨にかかる力は体重の3~6倍  
接触圧が最大となる角度60° ~90°  
最大12MPa

TKAの膝蓋骨置換部のポリエチレンの力学的安定域10MPa

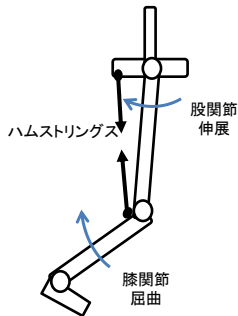
動作中の接触面の偏りや、膝関節伸展モーメントの過剰な上昇により

膝蓋骨置換部の摩耗を容易に引き起こす

TKAの膝蓋骨骨折の頻度 0.66-3.2% 多くが外傷機転はない

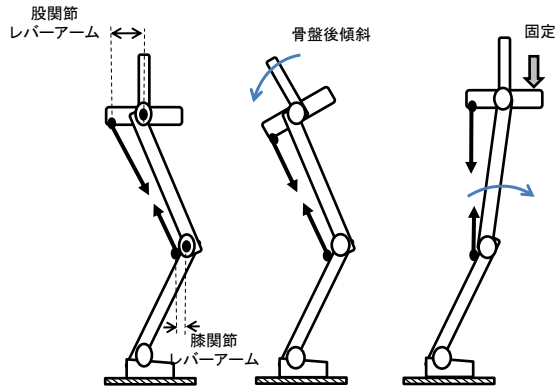
## CKCにおけるハムストリングスの膝関節伸展作用 Blaimontのモデル

Open Kinetic Chain



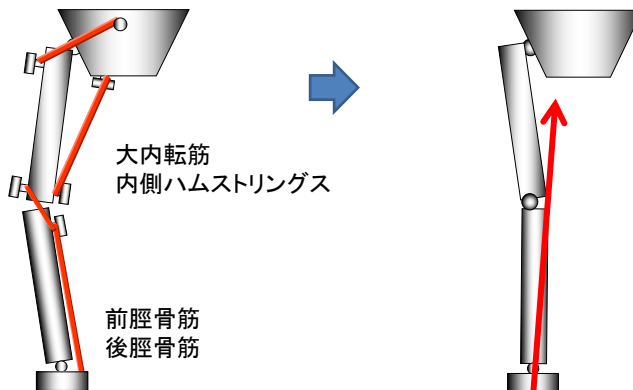
ハムストリングスは股関節を伸展させ、膝関節を屈曲させる。

Closed Kinetic Chain

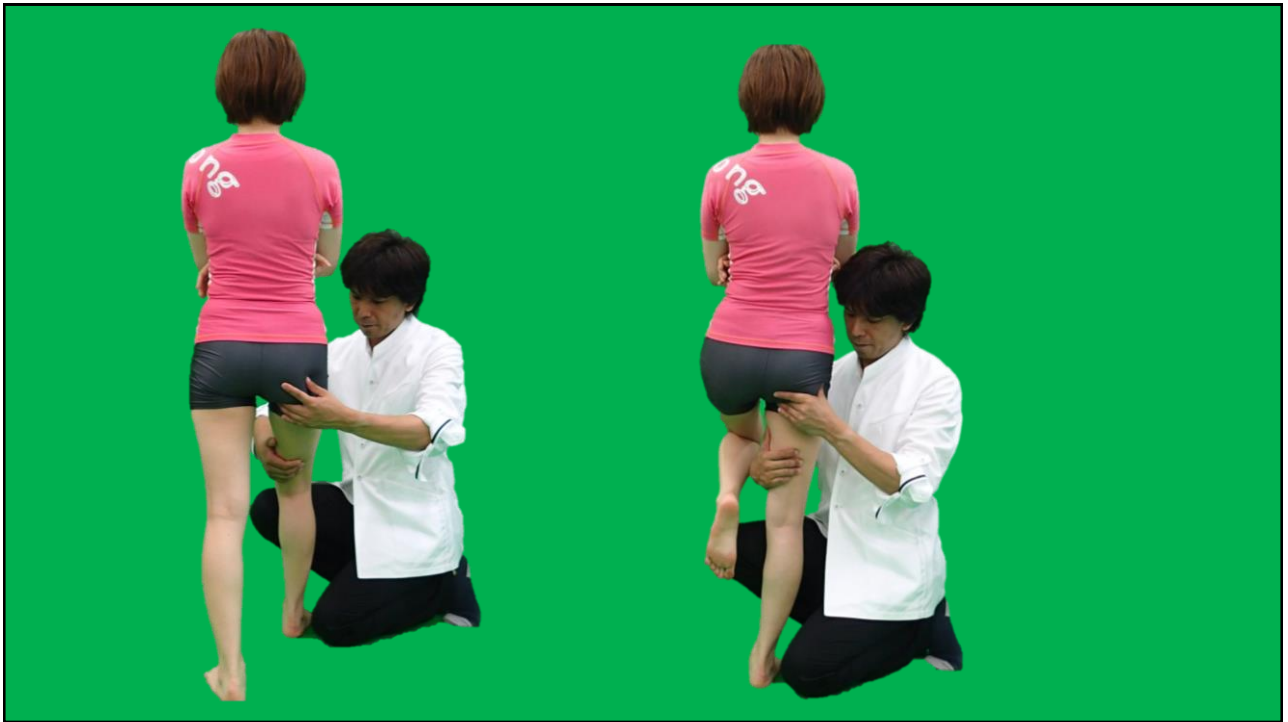


- ハムストリングのレバーアームは股関節が膝関節より大きい。
- ハムストリングの張力は、膝関節を屈曲させる作用よりも股関節を伸展させる作用の方が大きい。荷重位では、大腿よりも骨盤の回転が起きやすいため、骨盤が後傾する。
- 骨盤の回転が固定されると、ハムストリングスの股関節伸展作用は、大腿を回転させるため、結果的に膝関節の伸展が起きる。

大殿筋下部線維



大内転筋・内側ハムストリングスは、坐骨結節から大腿骨遠位内側に走行し、停止部において内側広筋と連結を有している。このため立脚期において骨盤を膝関節の上へ配置させる作用を持つ。



**BMT NEW ホームページ** <https://www.biomechtherapy.com/>



**BMT Facebook**

