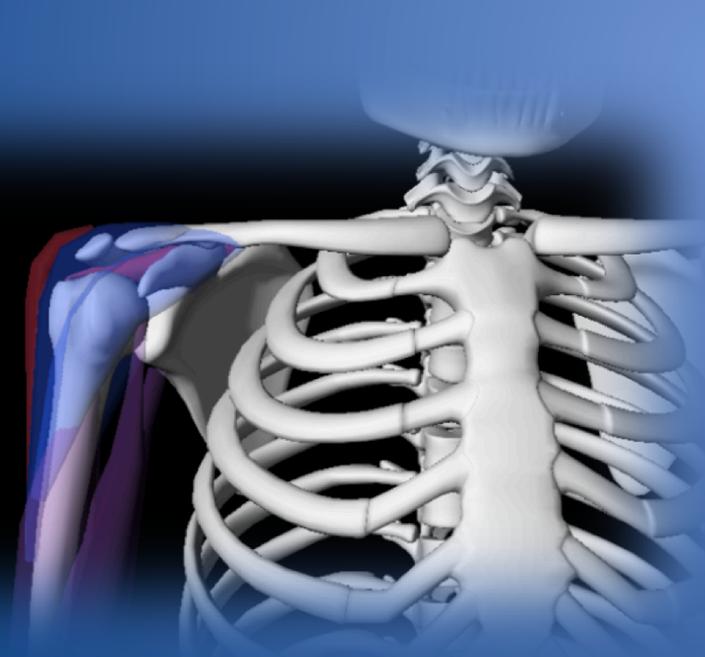




# 整形外科領域における四肢一般撮影のコツ ～機能解剖学からのアプローチ～



青嶺会 松戸整形外科病院  
放射線科 佐藤和貴



# 施設紹介

## 青嶺会 松戸整形外科病院 松戸整形外科クリニック



Matsudo Orthopaedic Hospital



Matsudo Orthopaedic Clinic

- S60年開設
- 60床
- 1日平均来院患者数 約900人
- 診療放射線技師 10名
- 放射線科助手 2名

- MR Philips Ingenia 1.5T
- CT Philips Brilliance 64列
- FPD X線透視装置×2
- X線撮影室×5 FPD×3
- C-アーム×2
- etc



# 解剖・機能解剖、撮影法

## ～肩関節～

詳細は「せんぽう」誌上學術セミナーMar.  
2016.vol.387 P37～P43



# 機能解剖学とは

## 機能解剖学

- function anatomy  
function (機能、働き、作用)
- 解剖学  
生物体の正常な形態と構造  
を研究する分野
- 機能解剖学  
とくに運動器の動きに関する  
機能と作用、または  
biomechanicsを研究する  
分野

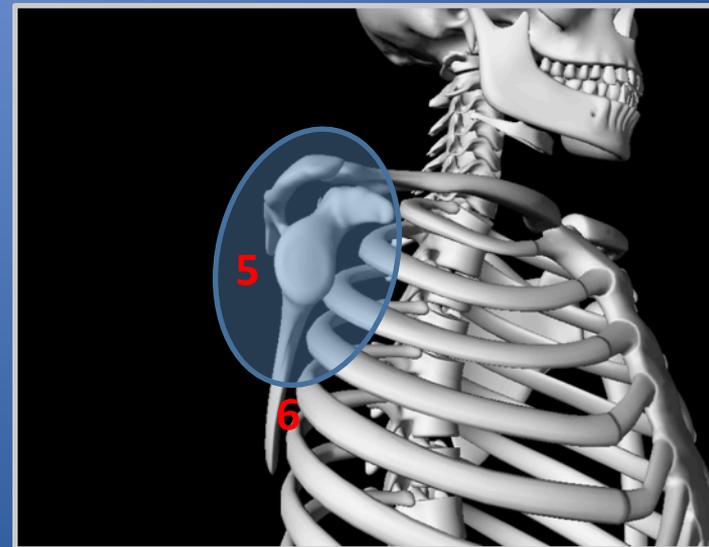
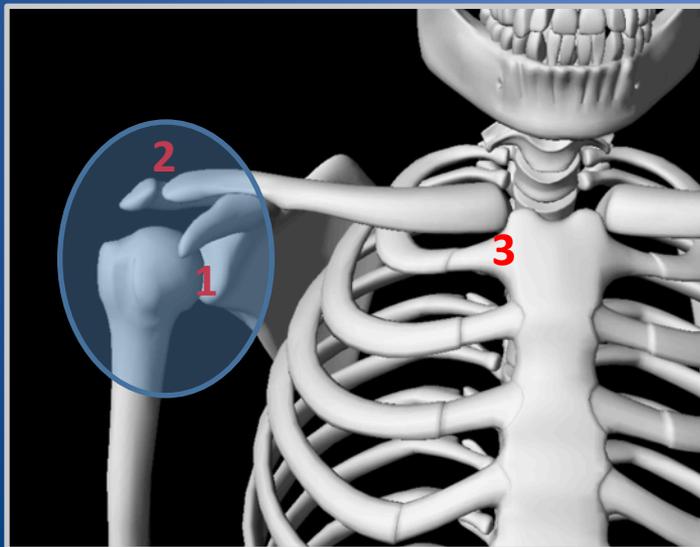
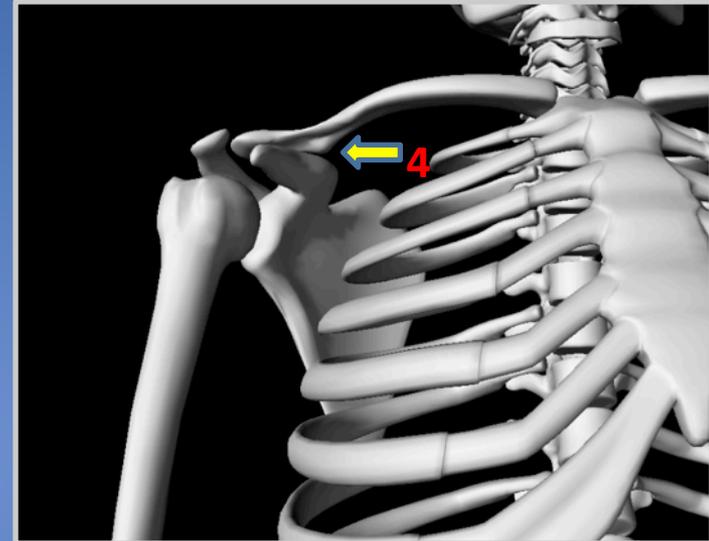
## 肩・膝の機能解剖学

- 上腕骨内旋外旋に伴う腱板  
の運動と作用
- 肩甲骨上方回旋に伴う筋肉  
の動きと作用
- 上腕骨外転外旋位における  
脱臼位とその機序
- 疾患から機能制限が起こる
- 回旋運動に適していない (膝)



# 肩関節 (Shoulder Joint.Glenohumeral Joint) とは

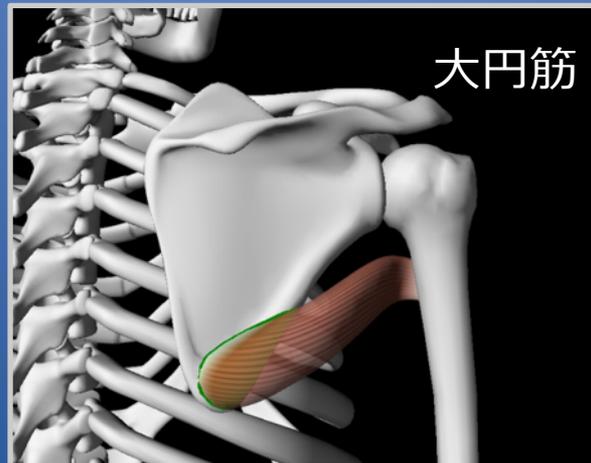
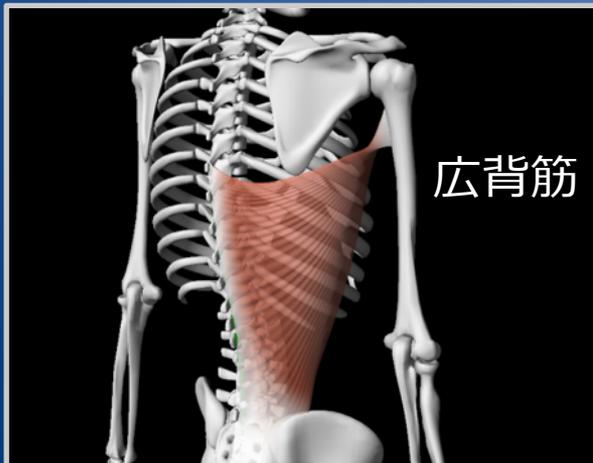
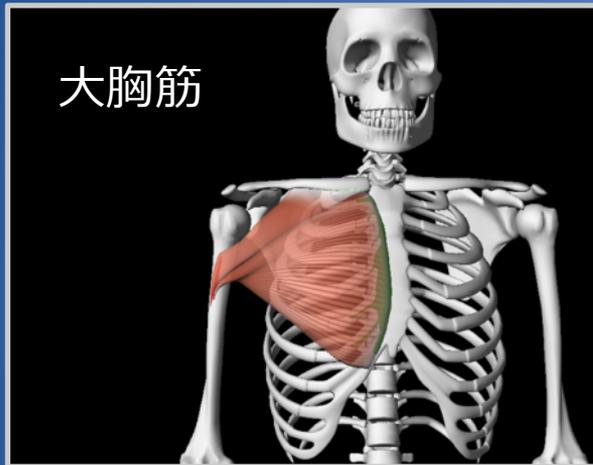
1. 臼蓋上腕関節 第1肩関節 (解剖学的関節)
2. 肩鎖関節
3. 胸鎖関節
4. CoracoClavicular(C-C)mechanism
5. 第2肩関節 (機能的関節)
6. 肩甲胸郭関節





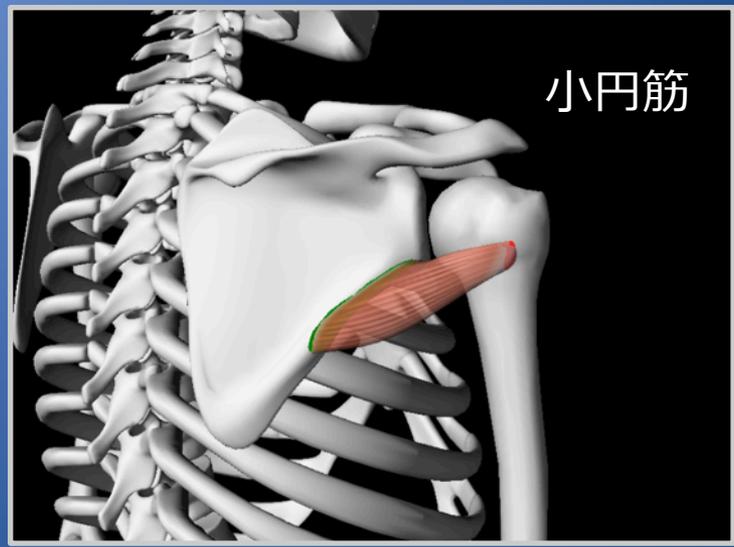
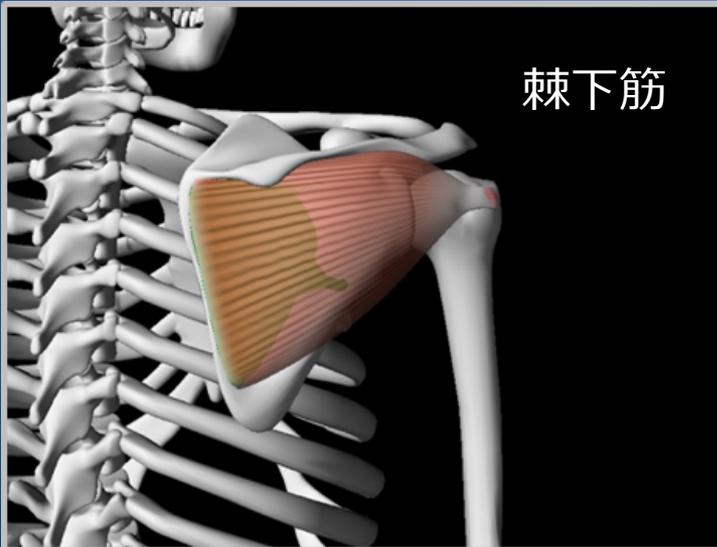
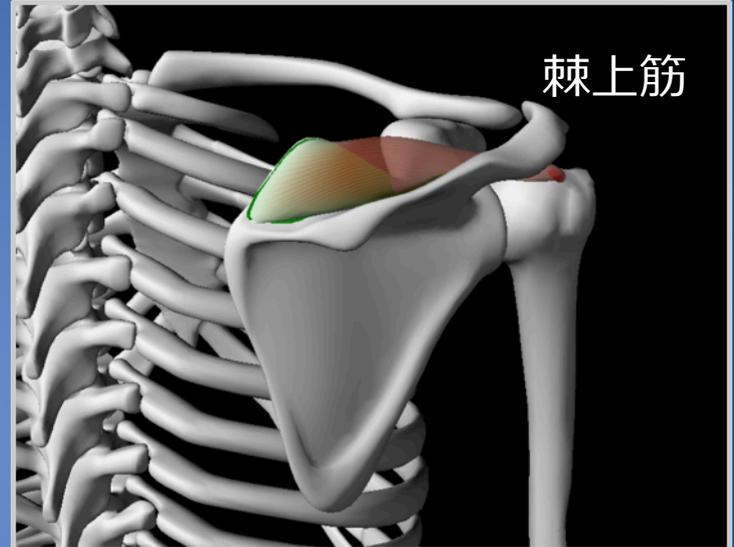
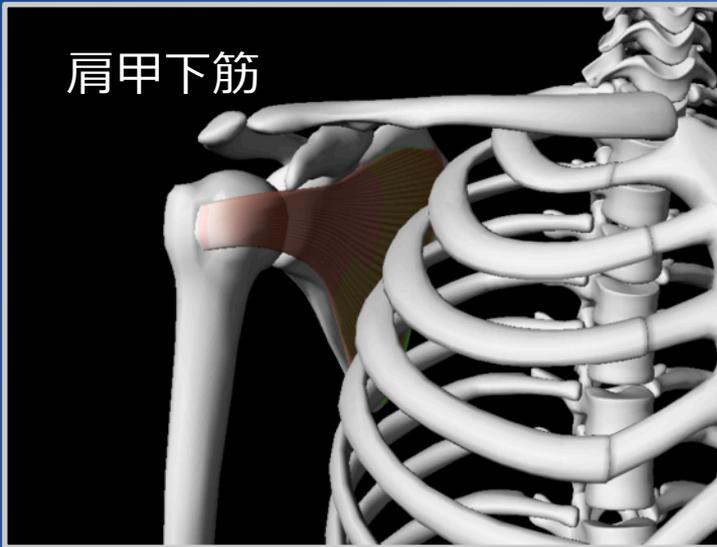


# 解剖 (①上腕を動かす筋肉)



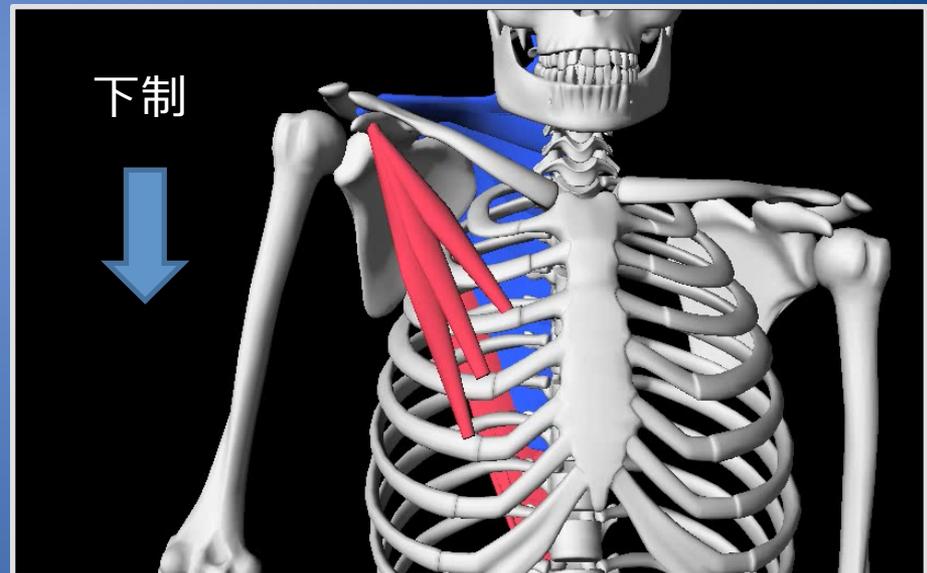
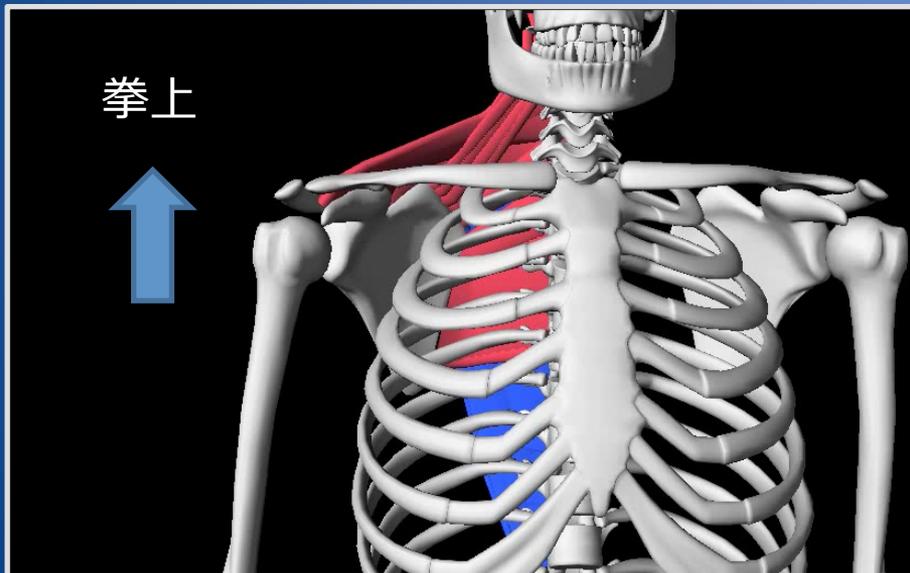


# 解剖 (②上腕を動かす筋肉) 腱板を構成





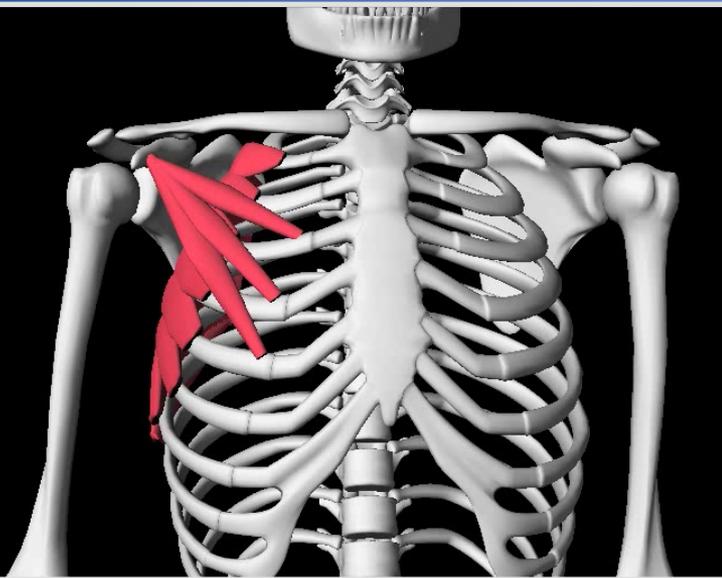
# 機能解剖 (肩甲骨の動き)



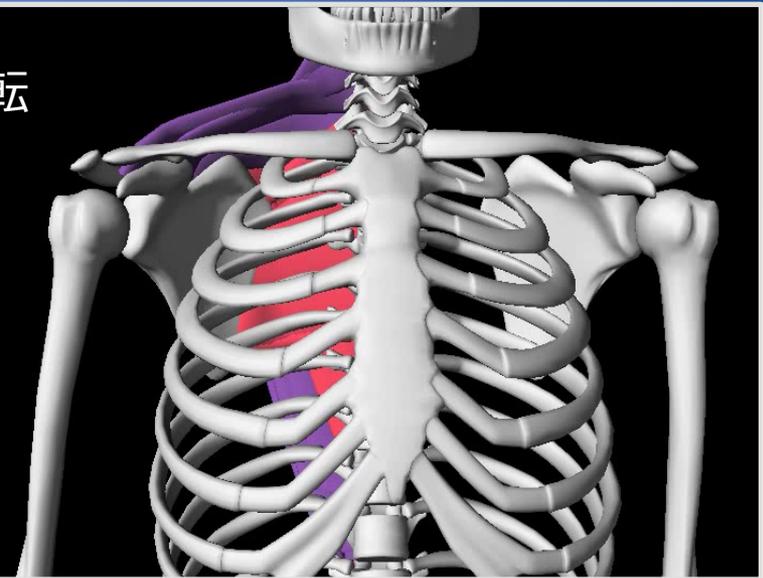


# 機能解剖 (肩甲骨の動き)

外転



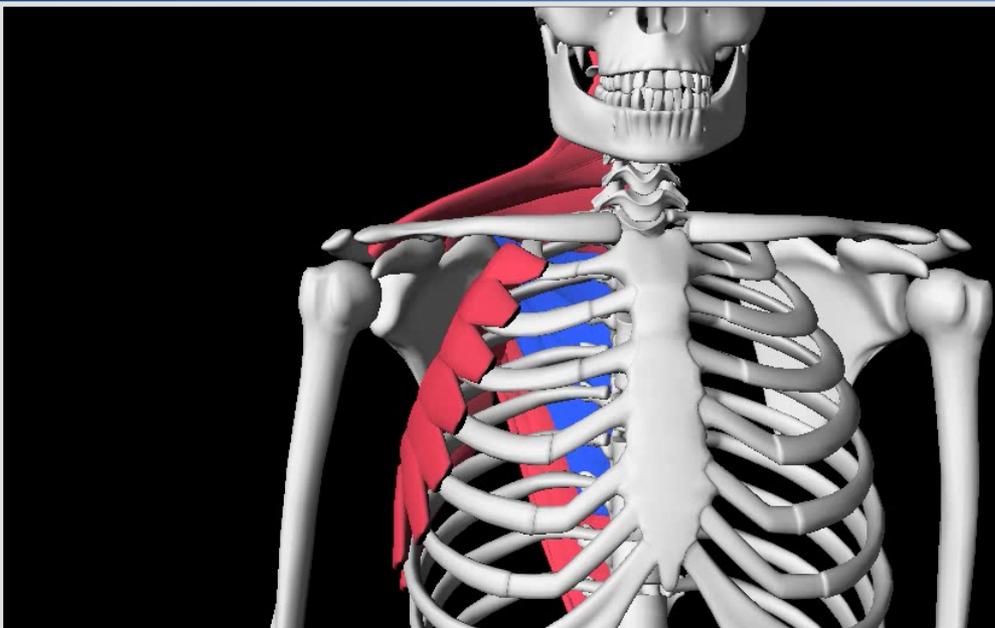
内転



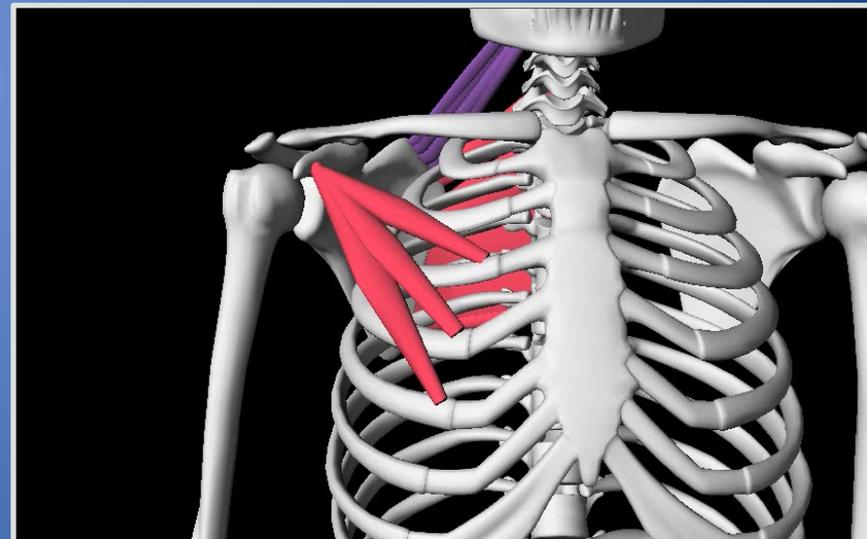


# 機能解剖 (肩甲骨の動き)

上方回旋



下方回旋





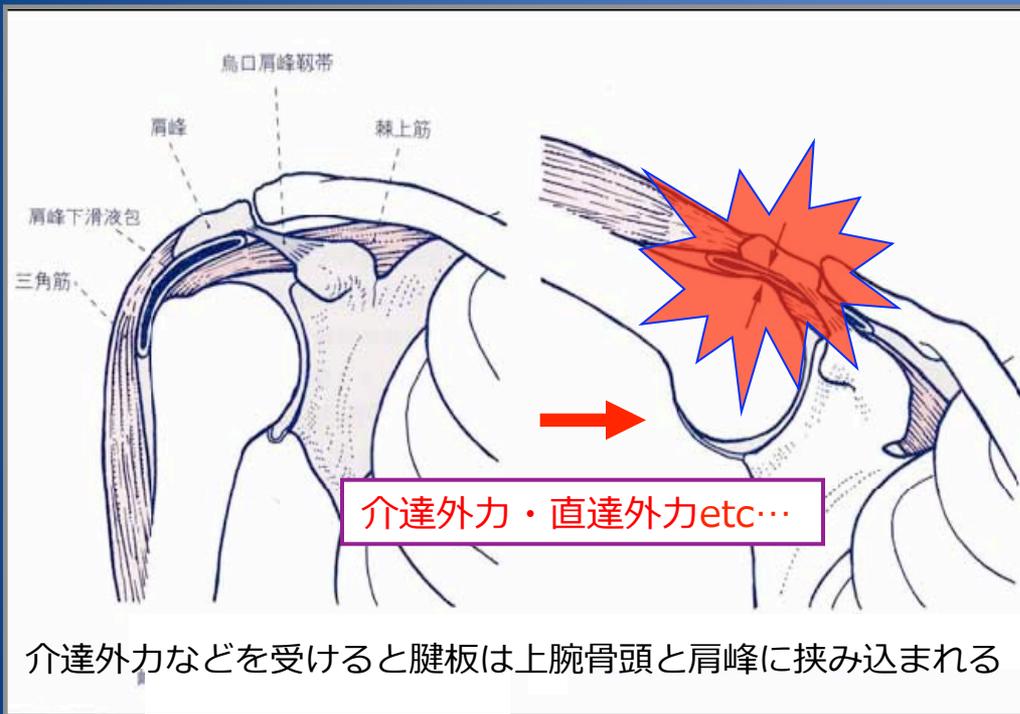
# 当院での肩関節撮影法

1.内旋位	<u>☆肩腱板病変</u>	
2.外旋位	1.2.3	
3.拳上位 zero-position	4.5	
4.中間位	5.6	
5.True A-P (斜位)	<u>☆肩不安定性疾患</u>	
6.Scapular Y view	1.2.3.7or 8	9.10
7.正投影法 仰臥位	4.6.7or 8	9.10
8.Stryker View 仰臥位	5.6.7or 8	9.10
9.軸位 Westpoint view	<u>☆外傷性疾患</u>	
10.立位正面荷重撮影	4.5.6	10 (肩鎖関節脱臼時)



# 腱板疾患

# 腱板断裂の受傷機転と断裂形態



## ・受傷機転

- 1) 肩関節への直達外力
- 2) 肘、手をついて転倒するなどの介達外力
- 3) 肩関節に対する牽引力および回旋力



全体の約80%

- 4) 約20%は明らかな外傷歴がない

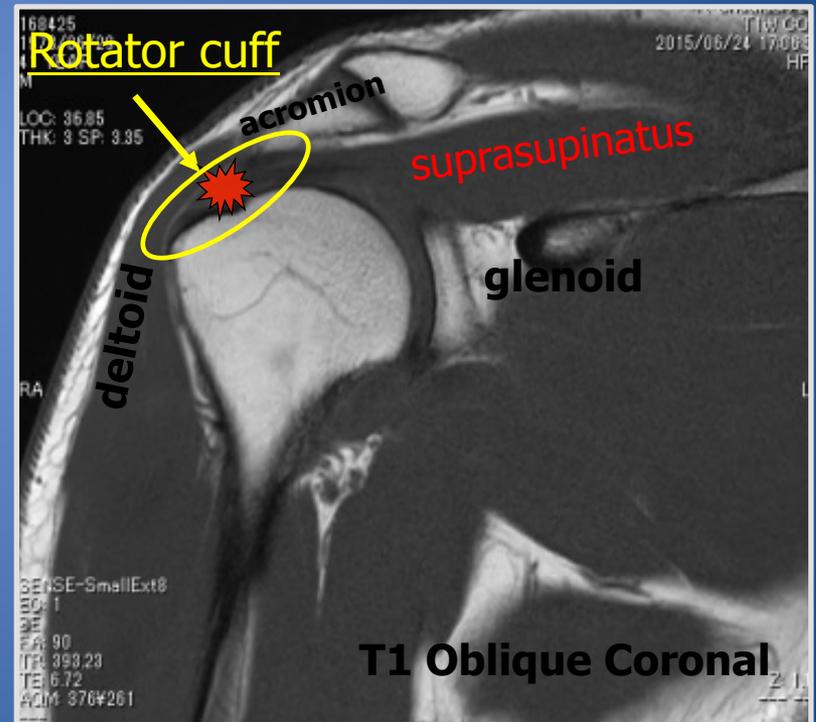
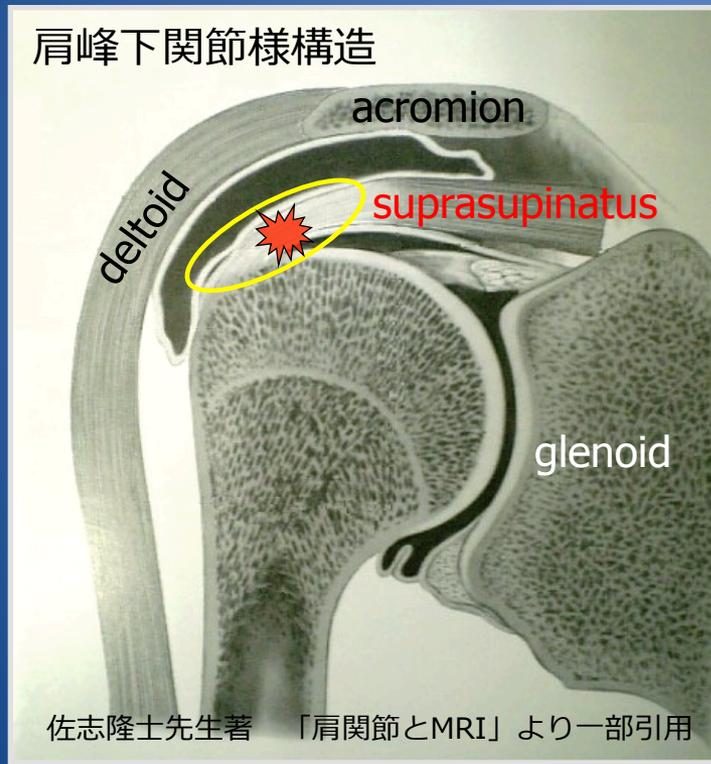
## ・断裂形態

- 1) 完全断裂 (complete tear)
- 2) 不全断裂
  - ・滑液包面断裂 (bursal side tear)
  - ・腱内断裂 (intratendinous tear)
  - ・関節面断裂 (joint side tear)

堀尾重治著：「骨・関節X線写真の撮りかたと見かた」  
第6版26頁 医学書院より一部引用



# 腱板 (Rotator Cuff)が描出されるareaの解剖





# 腱板疾患の撮影法

- 内旋位



- Zero-position (拳上位)



- 外旋位



- Zero-position (拳上位)



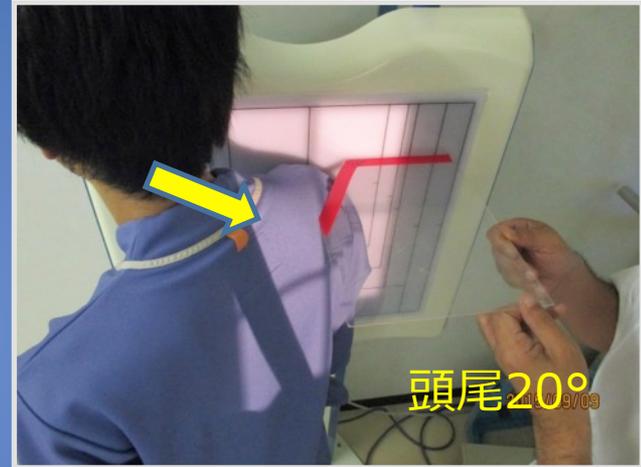


# 腱板疾患の撮影法

- 中間位



- Scapular Y view



- True A-P (斜位)



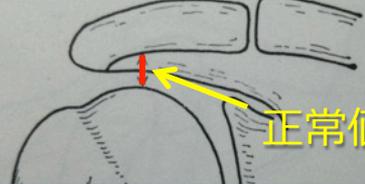
- 第2肩関節を抜くように…
- 中間位 頭尾20°
- True A-P 頭尾20°
- 患者さんの体型によりさまざま
- 頭尾25°以上は骨頭等の歪み発生
- Scapular Y viewも同様



# 外旋位上腕骨頭上昇例

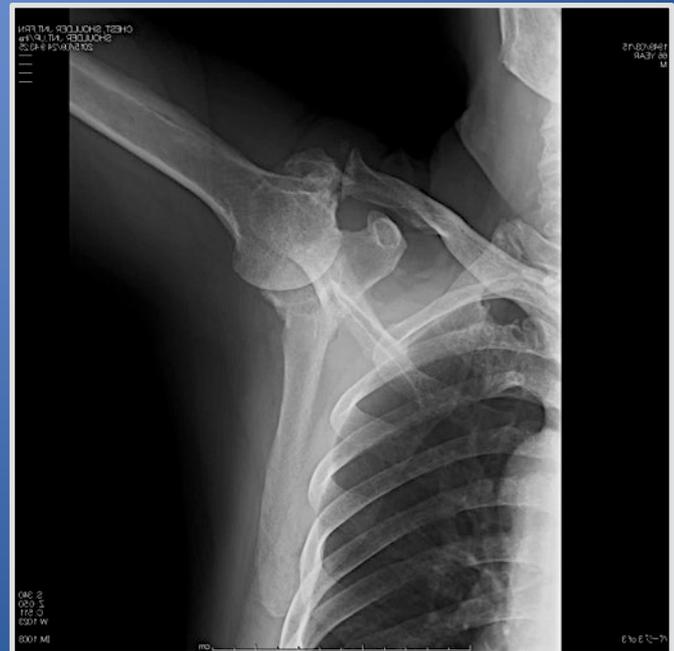
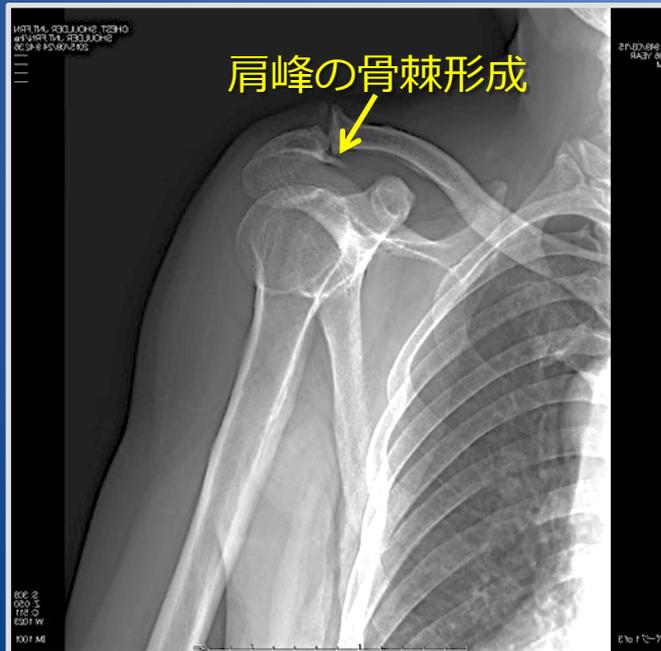
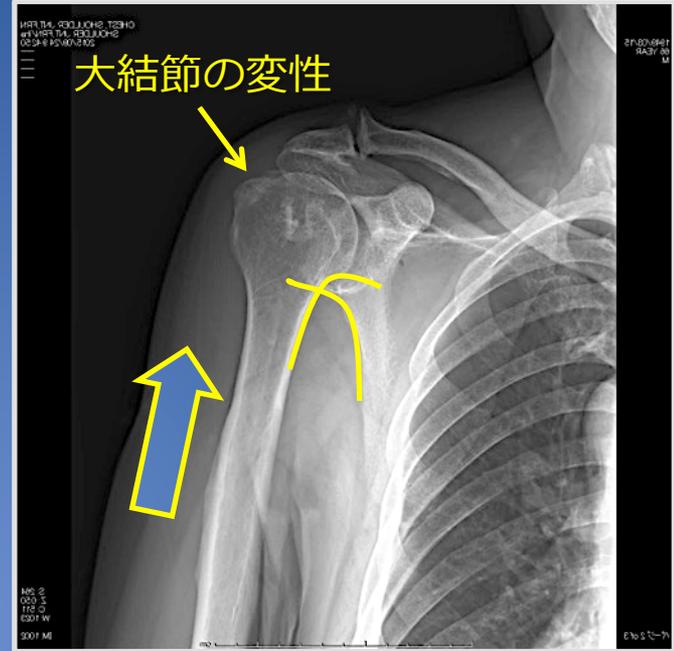
## Acromiohumeral interval

1970 Weiner



正常値7mm~14mm

- 5mm以下だと腱板断裂の可能性
- 値は患者の痛み等により左右される
- 条件により距離が違うため値は？
- 腱板大断裂の指標にはなる



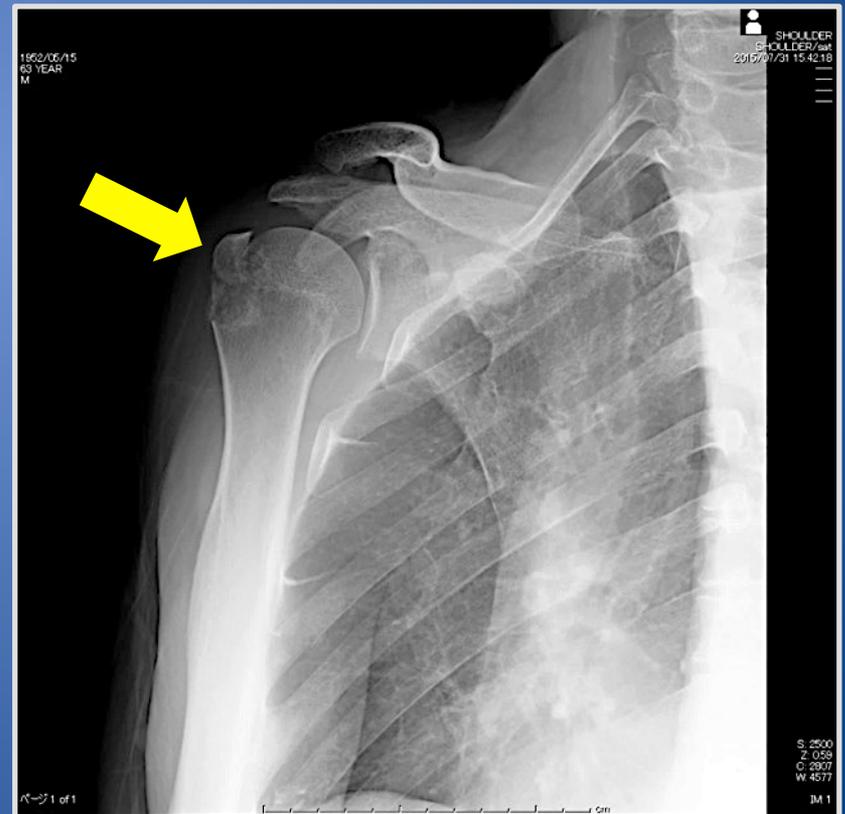


# 症例（上腕骨大結節骨折）

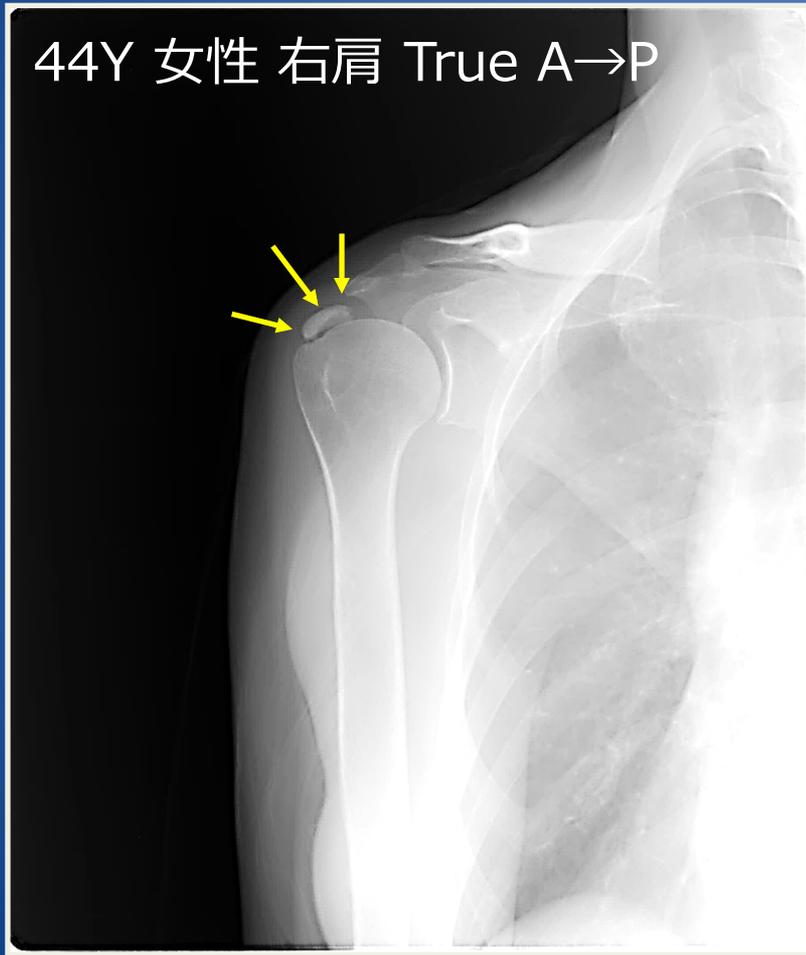
中間位



True A-P（斜位）



## 症例（石灰沈着性腱板炎）

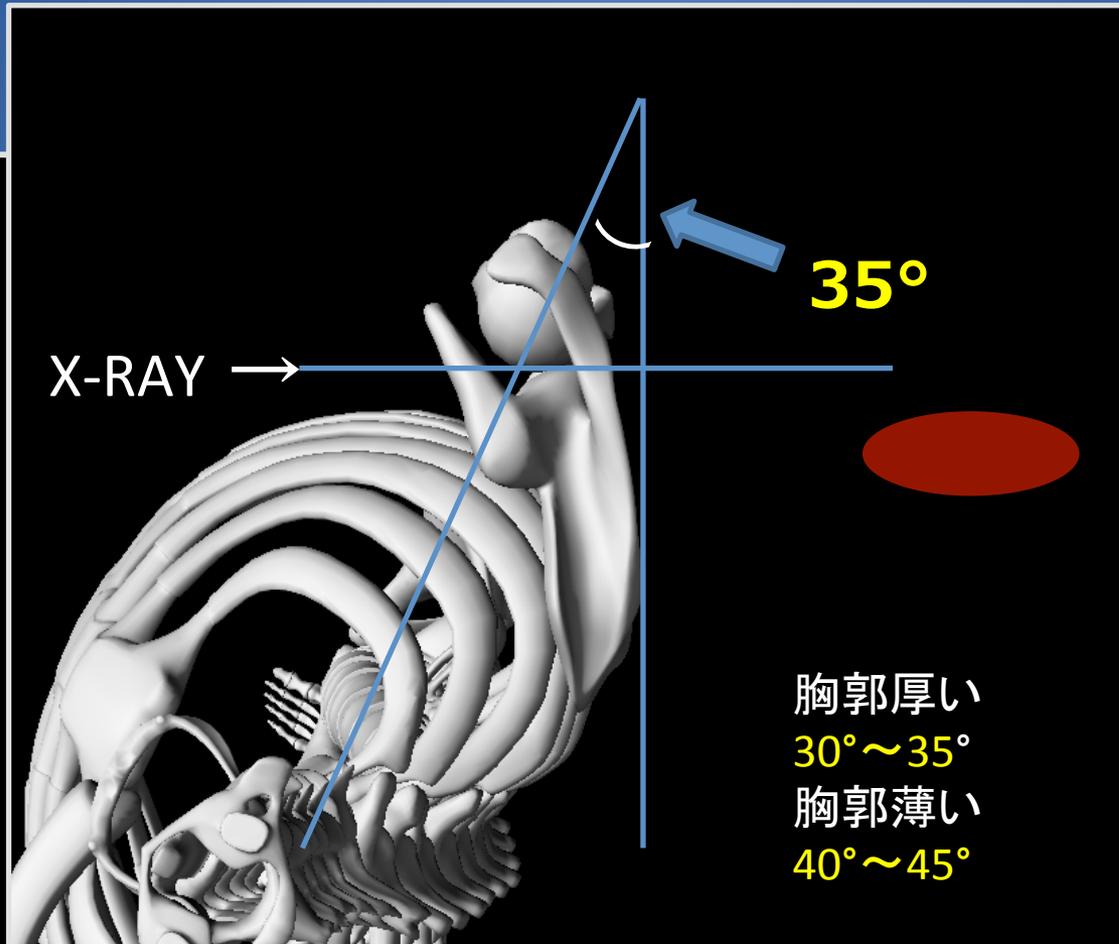


\* 棘上窩X線入射角度は $20.0^\circ$  補助角度計は $116.0^\circ$ を使用



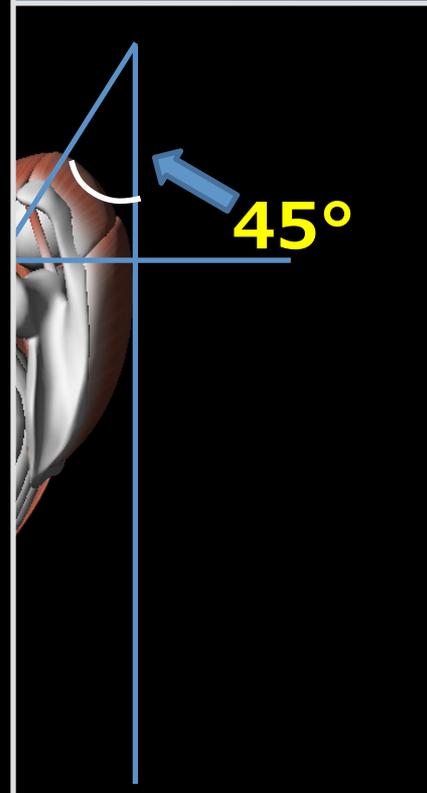
# True A-P 撮影 (斜位)

45°斜位



35°

胸郭厚い  
30°~35°  
胸郭薄い  
40°~45°



45°



# 不安定性疾患



# 肩関節不安定症

## 非外傷性肩関節不安定症

異常に緩い肩→理学所見+単純X線写真 (zero-position)

- 1) 習慣性肩関節脱臼
- 2) 随意性肩関節脱臼→脱臼位での軸位撮影
- 3) 動揺性肩関節→zero-positionでのslipping、CTで臼蓋後方開角
- 4) 持続性肩関節亜脱臼

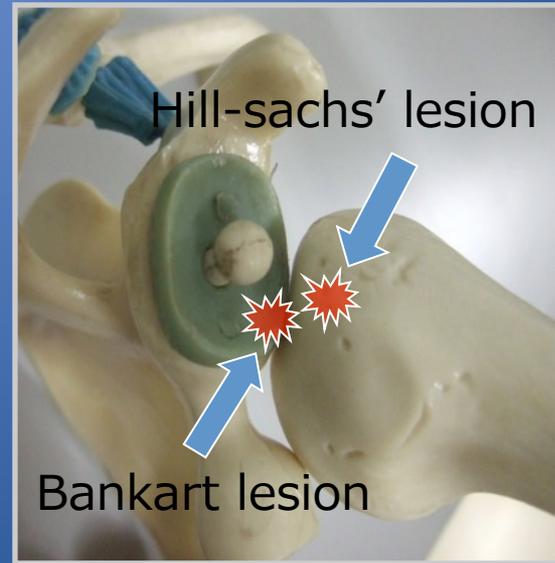
## 外傷性肩関節不安定症

初回脱臼後に脱臼を繰り返す

- 1) 反復性肩関節亜脱臼
- 2) 反復性肩関節脱臼→Hill-sachs' lesion& Bankart lesion

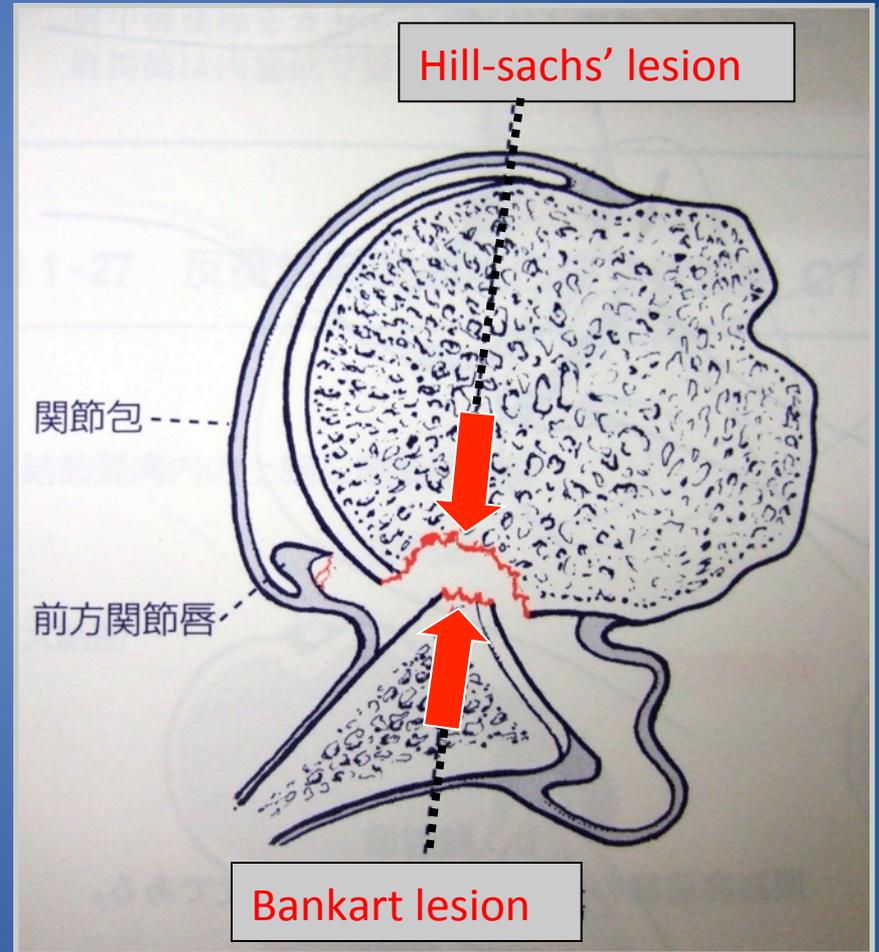
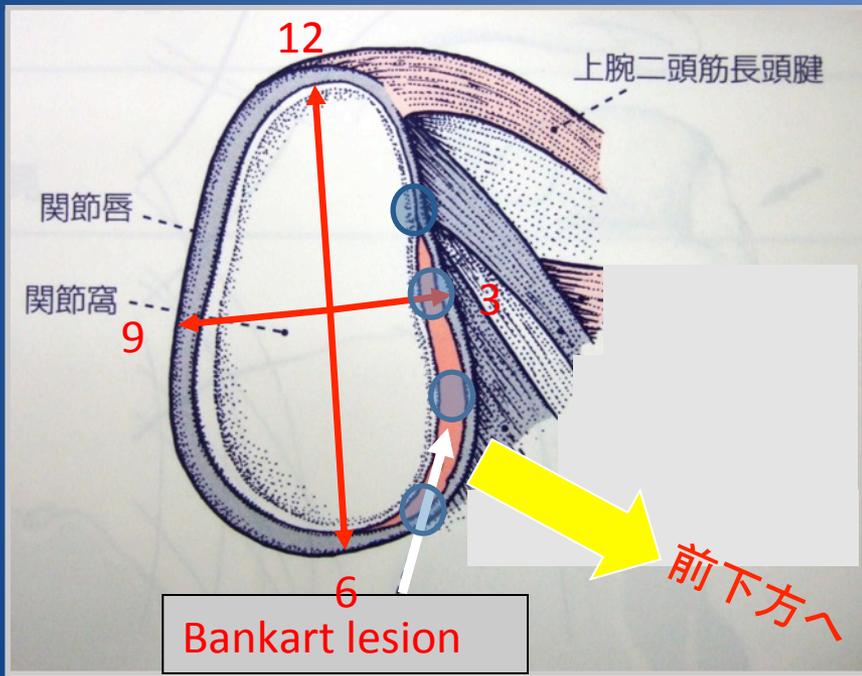


# 骨モデルによる脱臼機序





# Bankart lesion & Hill-sachs' lesion

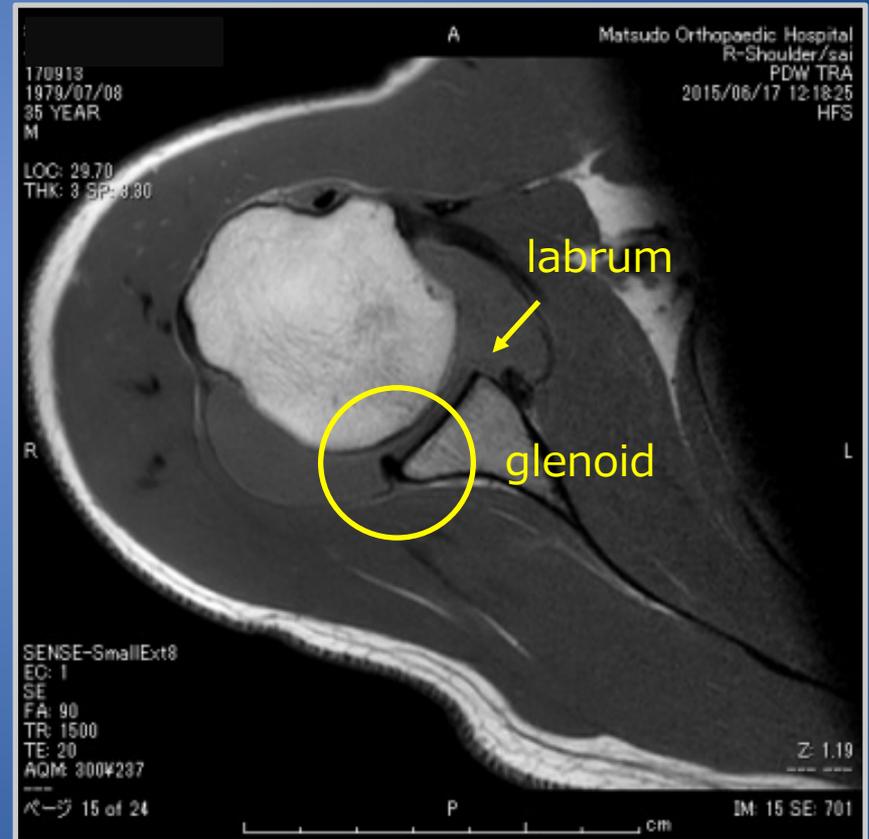
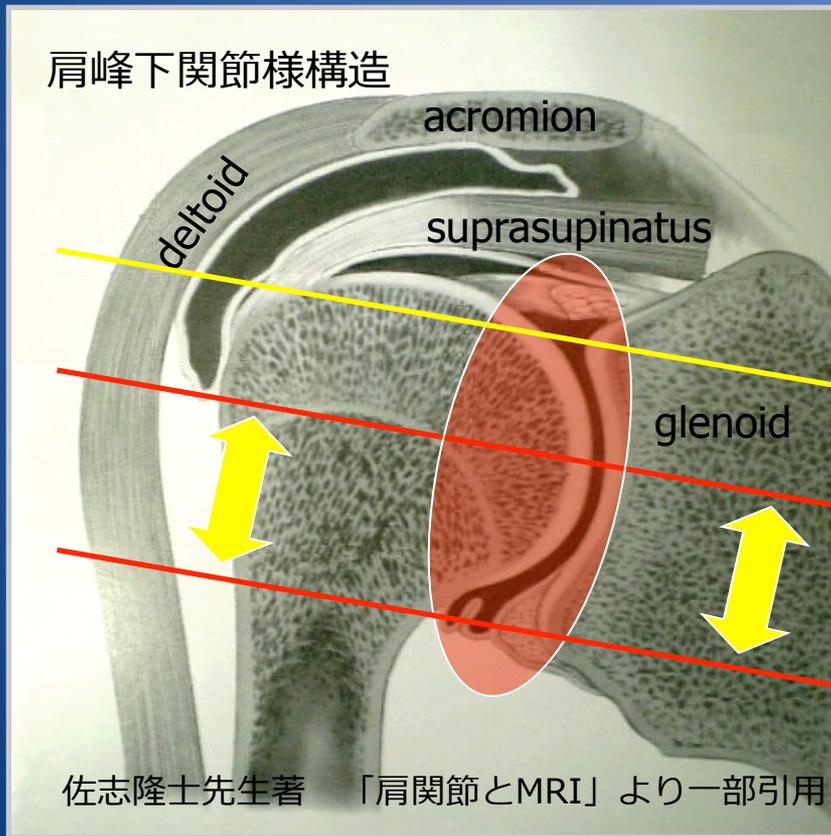


堀尾重治 著

骨・関節X線写真の撮りかたと見かた 第7版より抜粋



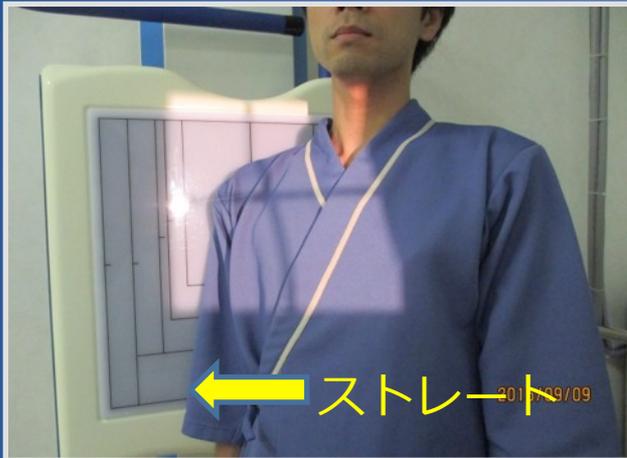
# 関節唇 (labrum) が描出されるareaの解剖





# 不安定性疾患の撮影法

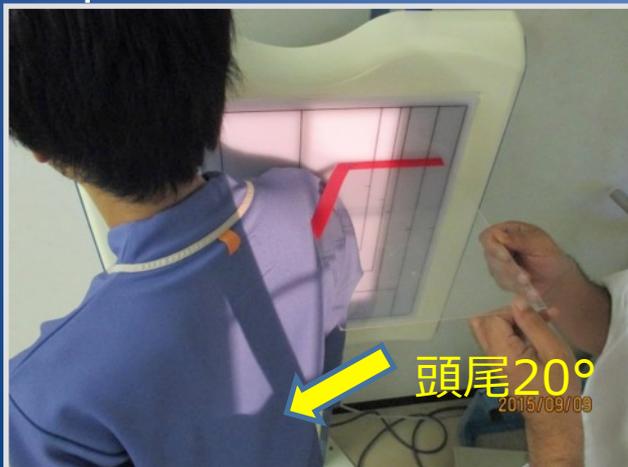
- True A-P (斜位)



- Zero-position (拳上位)



- Scapular Y view



- 正投影法 (Hill-sachs' lesionの描出)

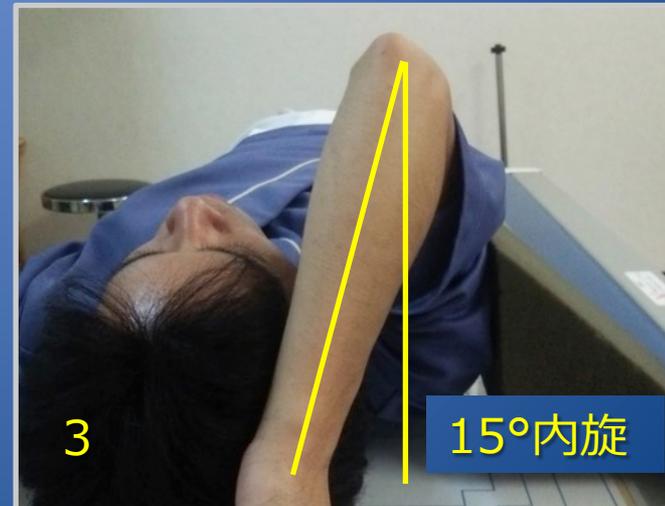
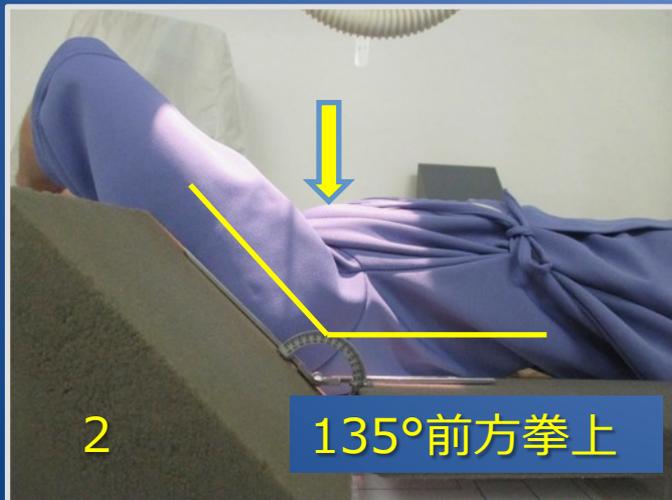




# 正投影法撮影

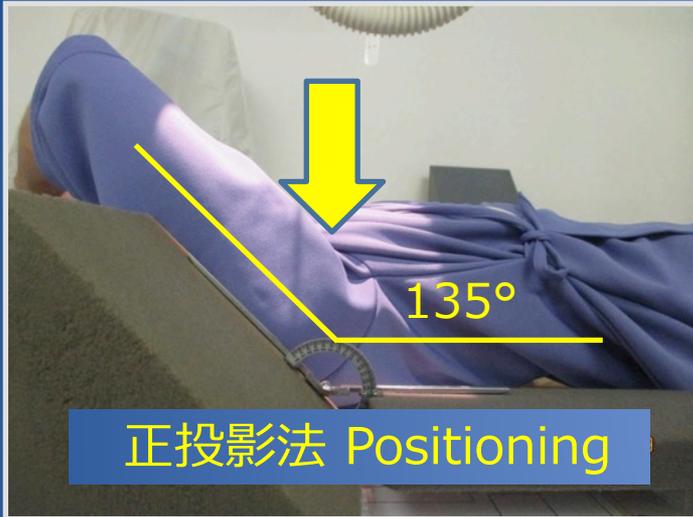
- 仰臥位中間位
- 肘屈曲90°そのまま前方拳上
- 135°前方拳上
- 内旋15°
- X-rayはストレート入射

Postero-Lateral Notch撮影法の試み  
—正投影撮影法による—  
日本医科大学整形外科学教室 伊藤博元



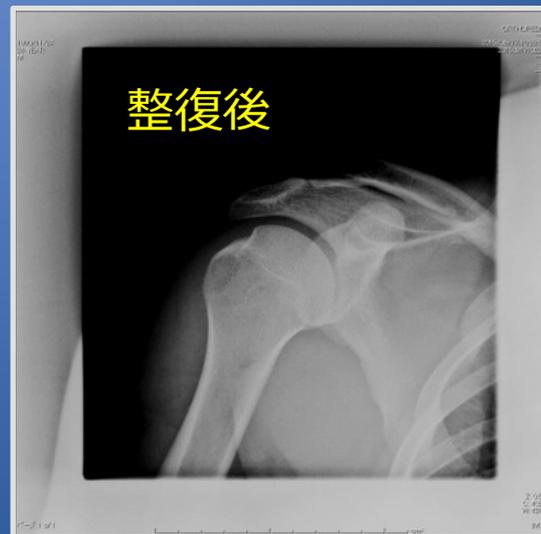
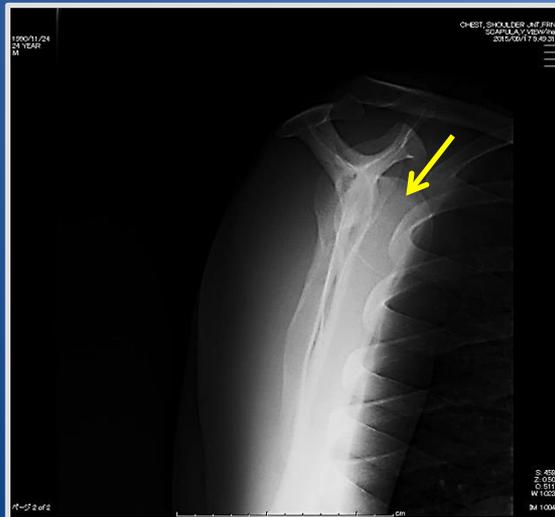
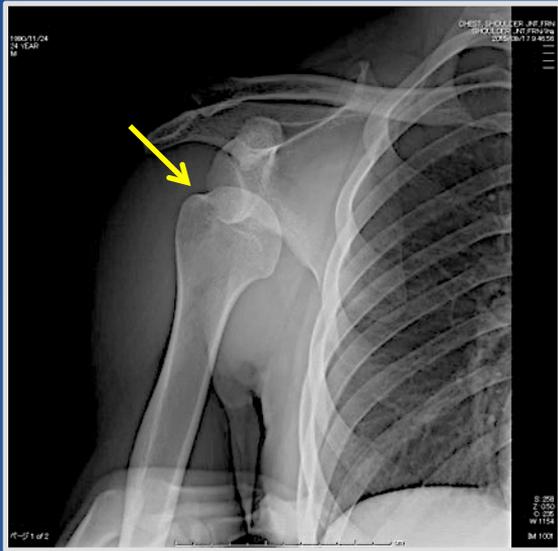


# 正投影法とStryker Viewの違い



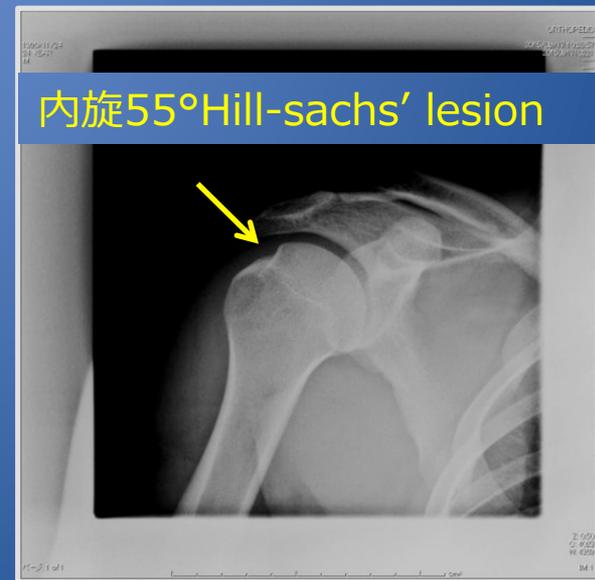
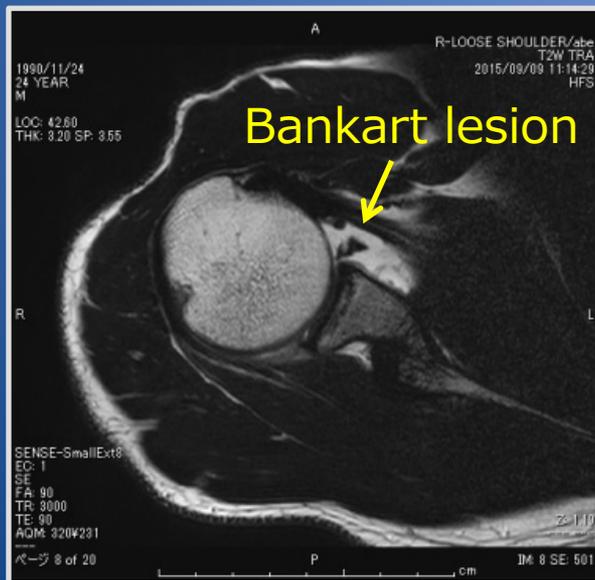
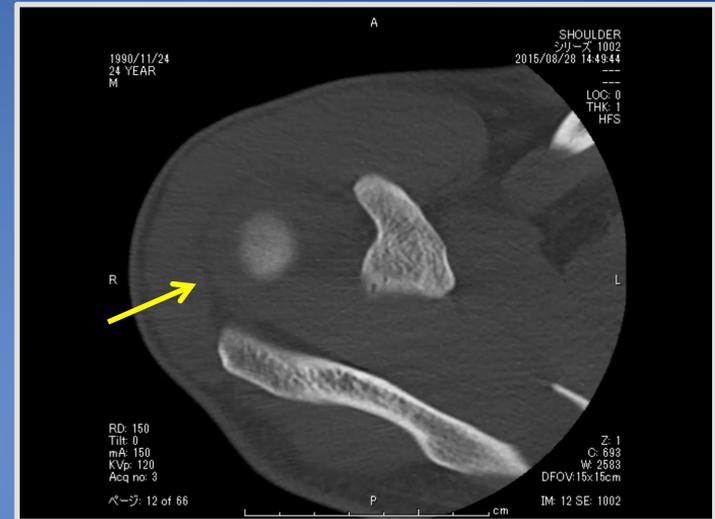
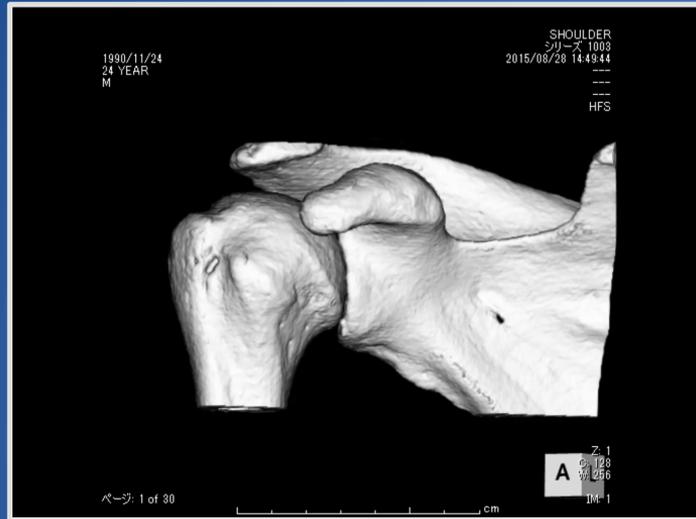


# 不安定性肩関節疾患例 (反復性肩関節脱臼)





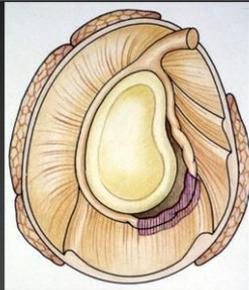
# 不安定性肩関節疾患例 (Hill-sachs' lesion&Bankart lesion)





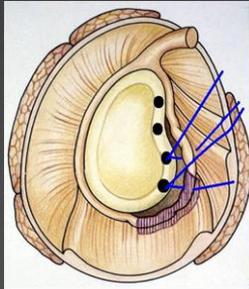
# 鏡視下Bankart修復術

## 鏡視下 Bankart 修復術 ( suture anchor 法 )

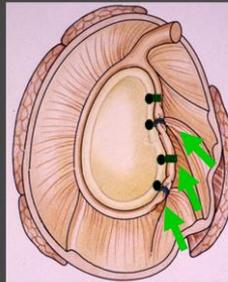


剥離

アンカー  
打ち込み  
&縫合



2時  
3時  
4時  
5時



縫合

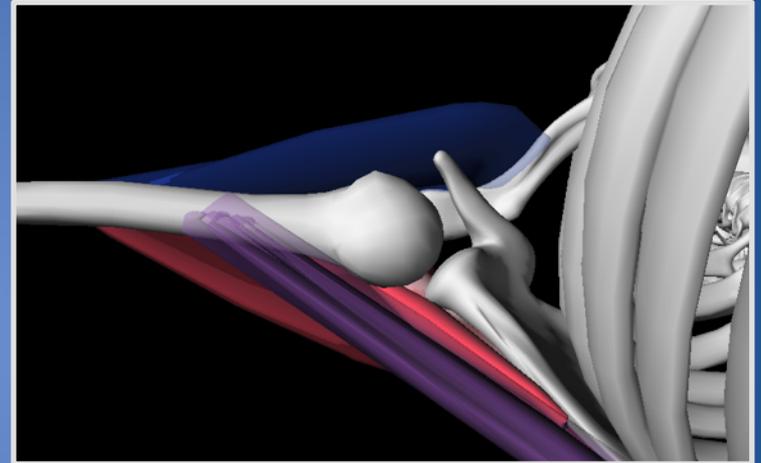
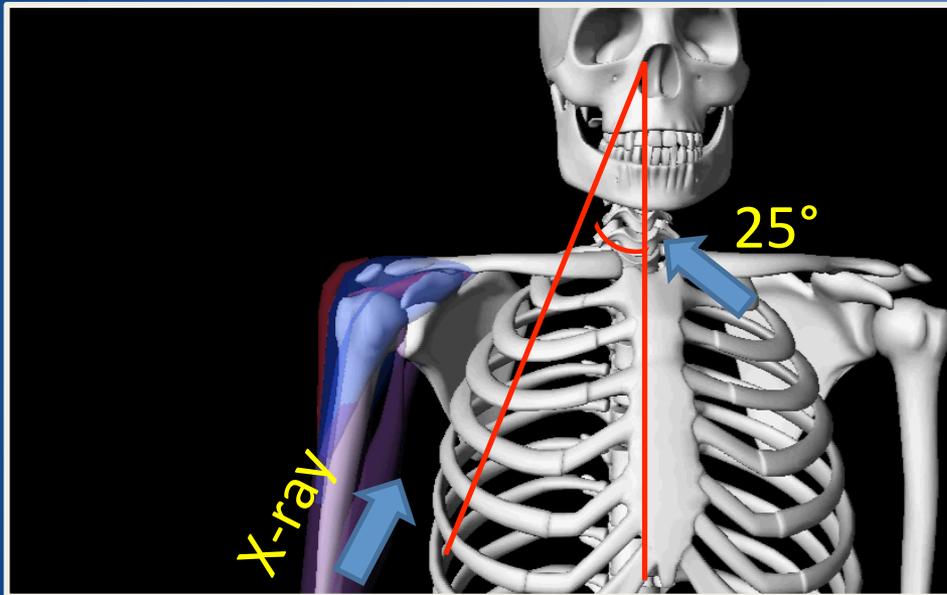
京都下鴨病院HPより一部引用



3DCT 術後アンカー評価

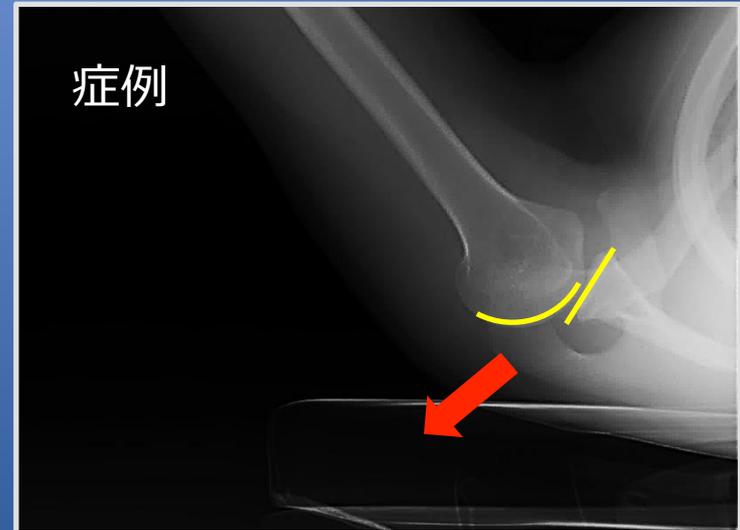
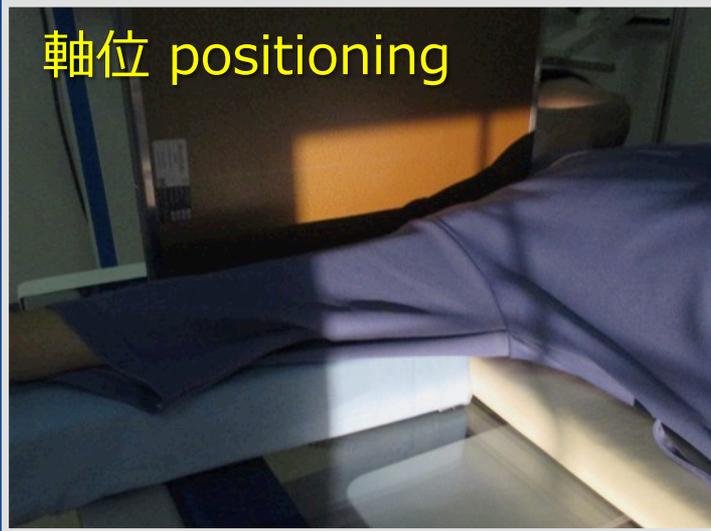


# 外転90°肩甲骨の上方回旋と軸位撮影の考え方





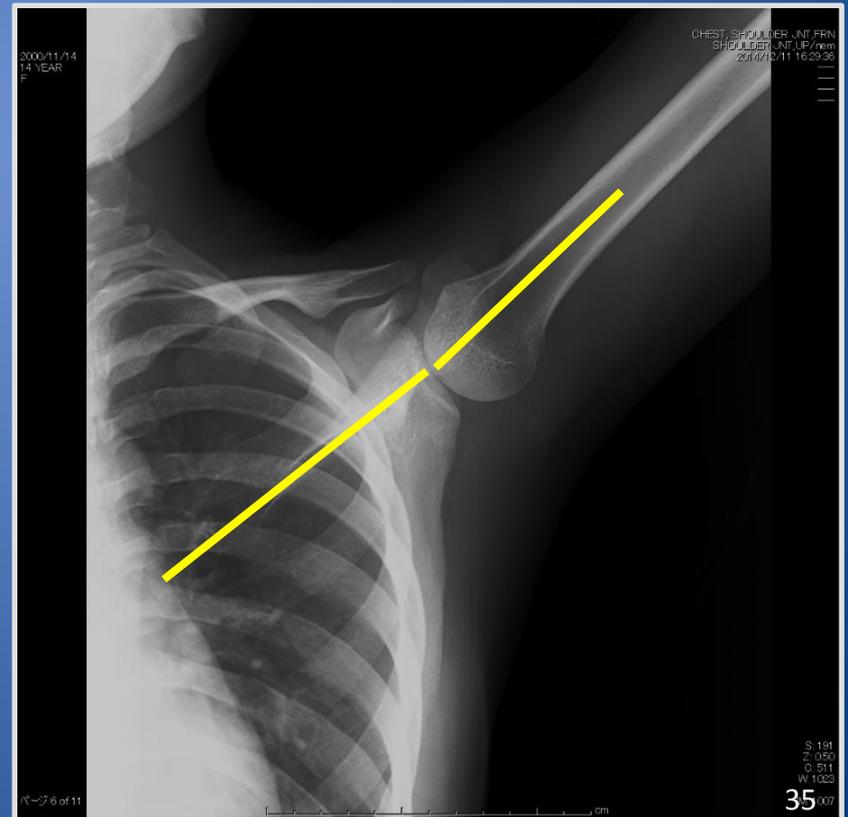
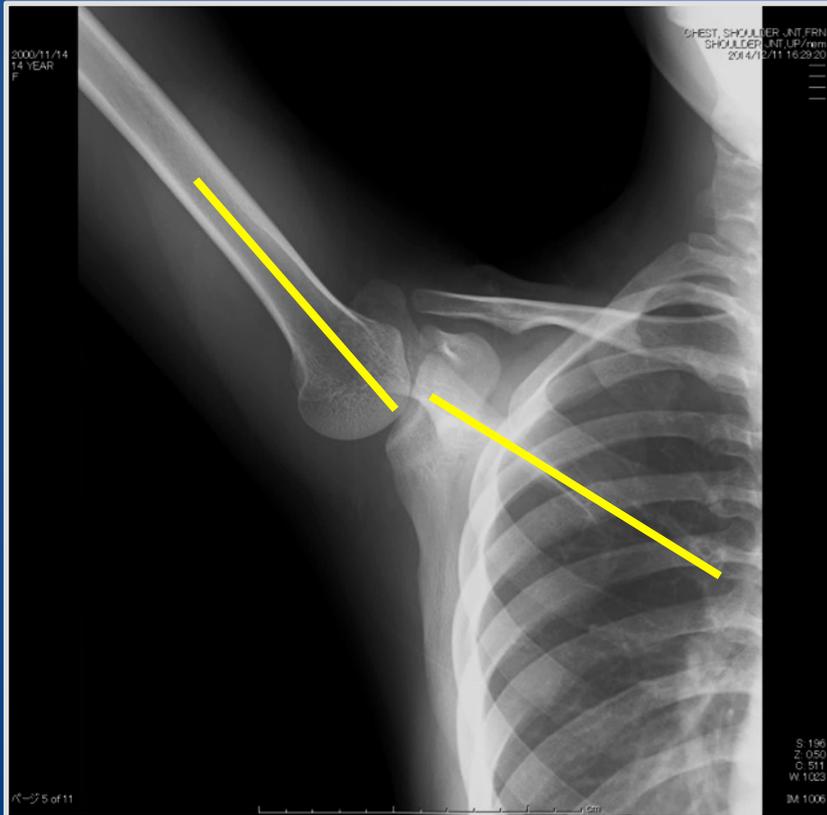
# 非外傷性肩關節脫臼 (随意性肩關節脫臼)





# 非外傷性肩関節脱臼例（動揺性肩関節）

## Zero-positionと上腕骨のSlipping





# 疼痛の強い疾患の撮影法

1. 中間位
2. True A-P (斜位)
3. Scapular Y view (第2回肩の運動機能研究会より)
4. \* 立位正面荷重撮影

A-C joint

肩峰と鎖骨の位置関係

CoracoClavicular(C-C)mechanism

烏口鎖骨靭帯の断裂により肩甲骨が下垂する

1～3の組み合わせ



# Scapular Y view 撮影法

- Scapular Y viewの有用性を報告 (Rubin 1974)
- 第2肩関節の観察
- 外傷性脱臼の補助診断
- 撮影時に生じる痛みを軽減できる撮影法

体型の個人差から難しい撮影法のひとつ  
撮影者の技術格差が生じやすい

# 撮影補助角度計の作成と使用法

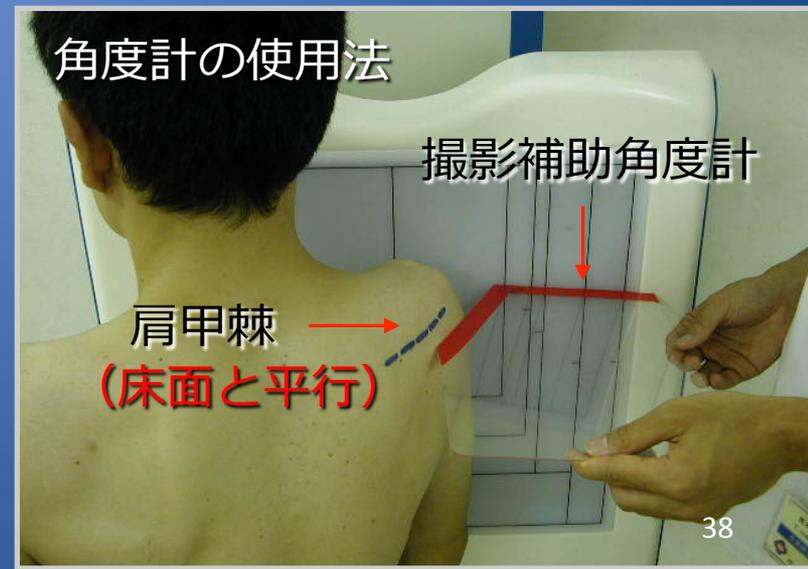
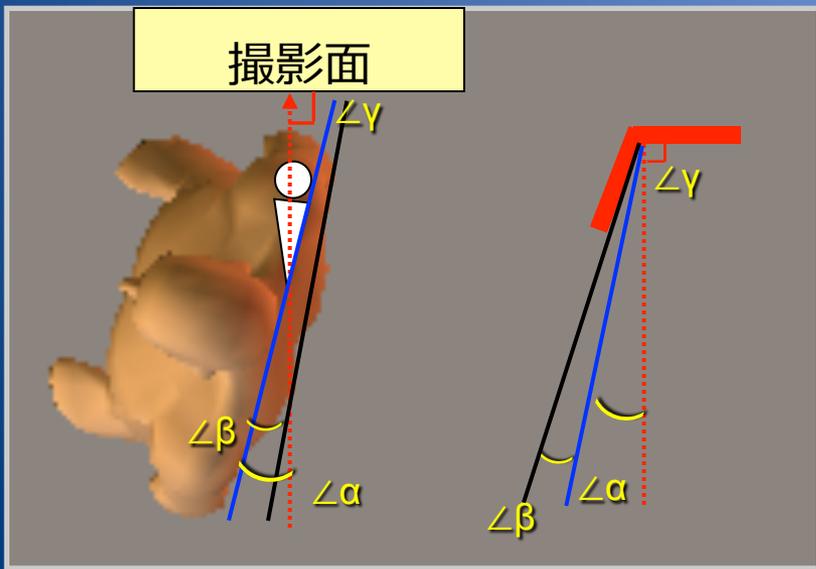
## \* 撮影補助角度計の角度設定

$$= \angle \alpha + \angle \beta + \angle \gamma = 116^\circ$$

※  $\angle \alpha$  → 肩甲面-肩甲棘角度 =  $16^\circ$

※  $\angle \beta$  → 肩甲棘-皮膚面平均角度 =  $10^\circ$  (本検討で測定) ← 棘下筋の厚さ

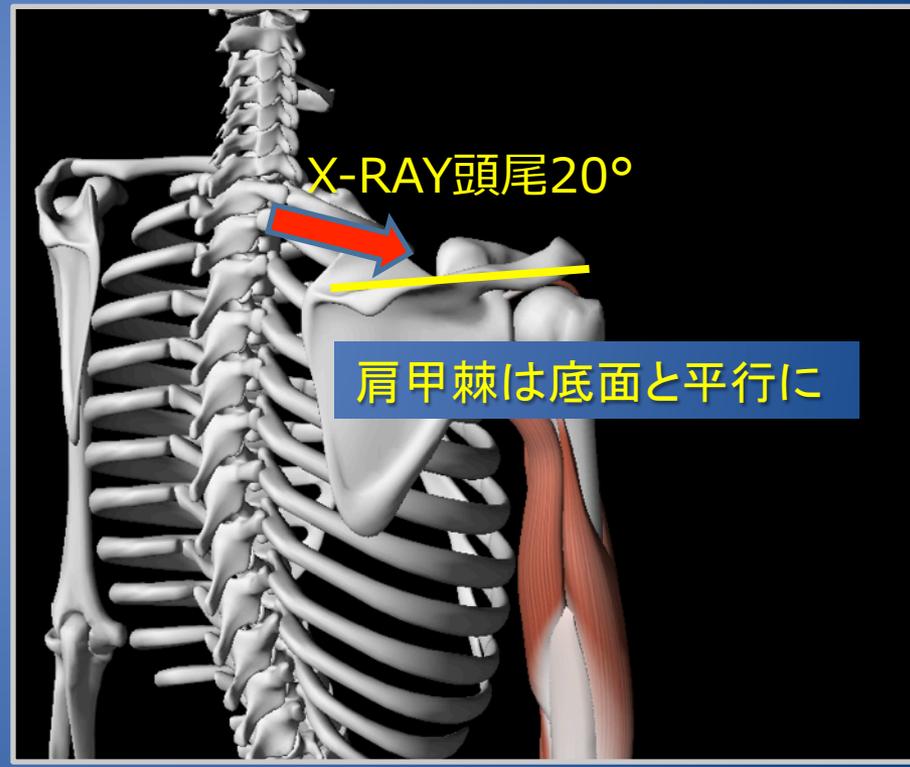
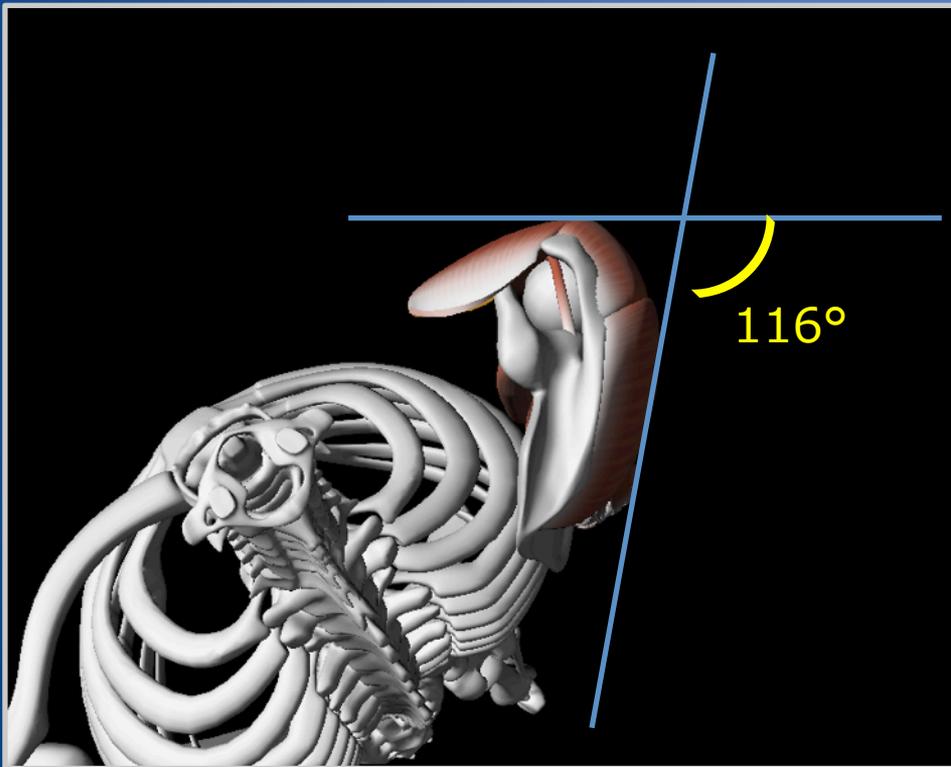
※  $\angle \gamma$  → 撮影面に対し肩甲骨体部を垂直にした角度 =  $90^\circ$



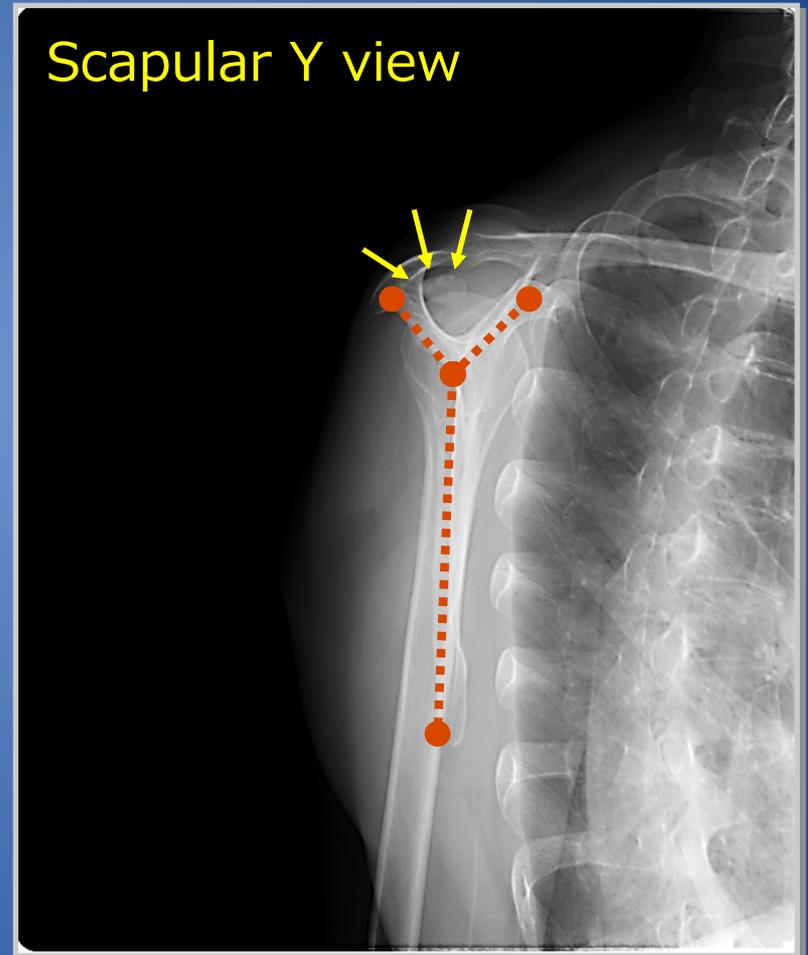
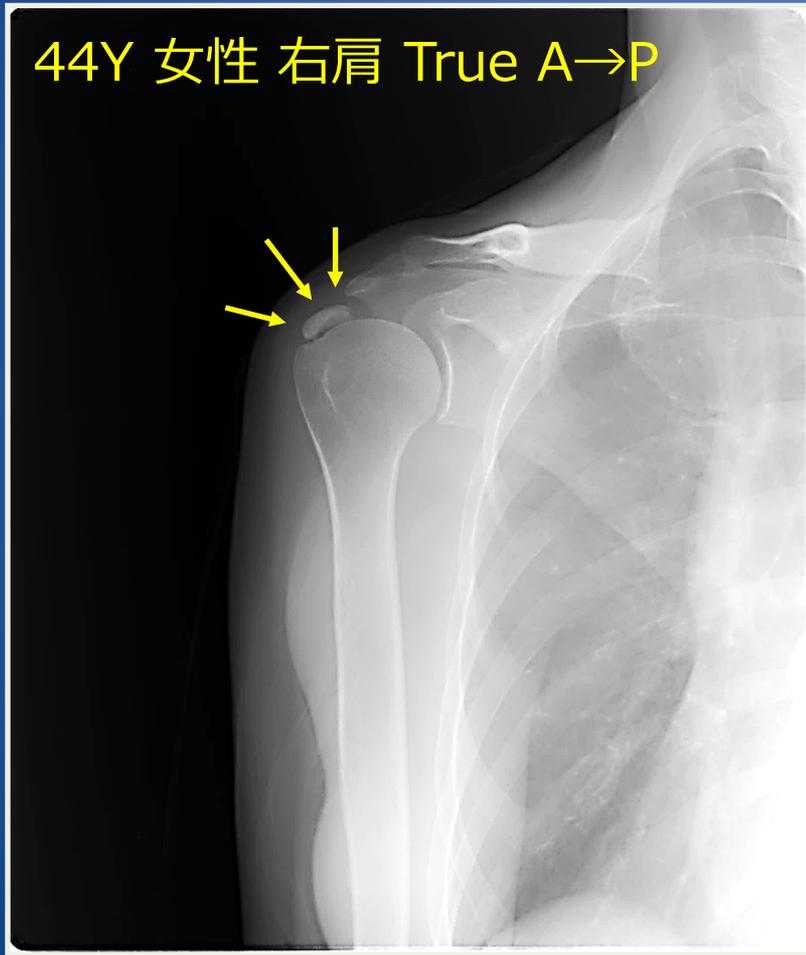


# Scapular Y view撮影法

第2回肩の運動機能研究会発表結果より



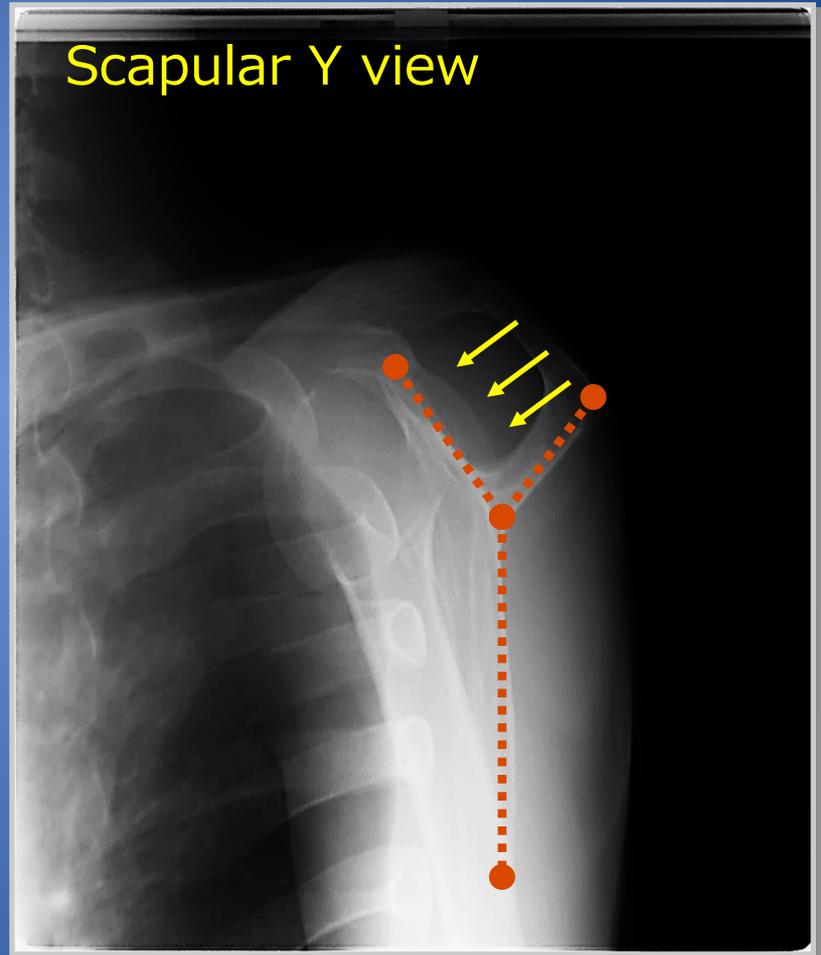
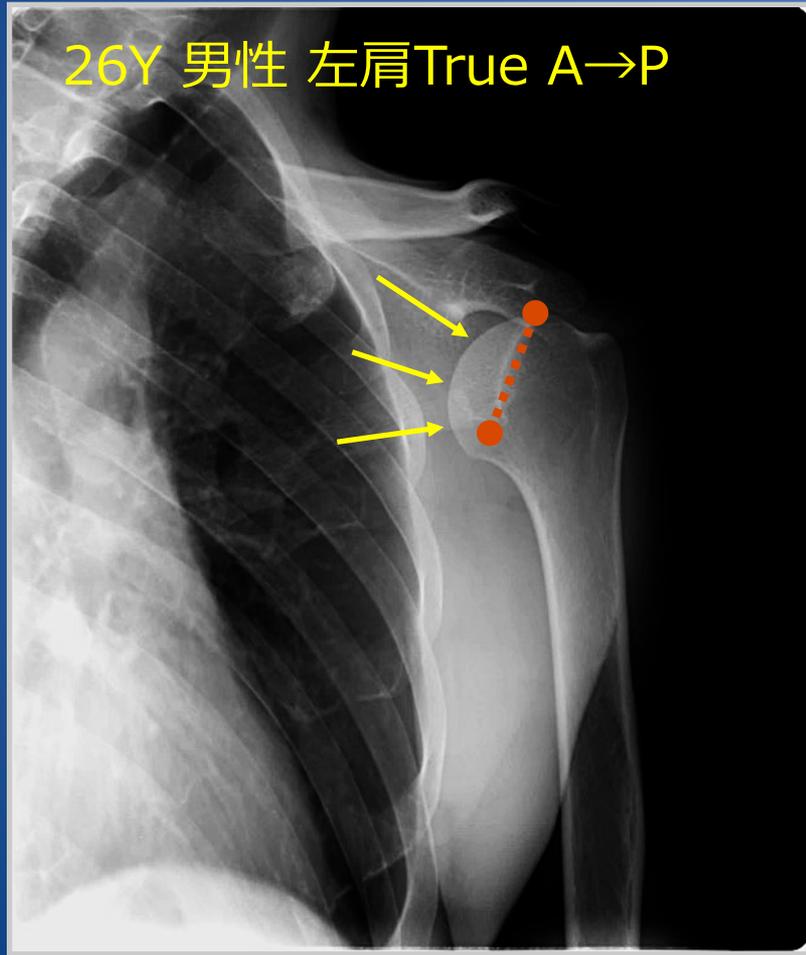
## 症例（石灰沈着性腱板炎）



\* 棘上窩X線入射角度は $20.0^\circ$  補助角度計は $116.0^\circ$ を使用



## 症例（外傷性前方脱臼）



\* 棘上窩X線入射角度は $20.0^\circ$  補助角度計は $116.0^\circ$ を使用



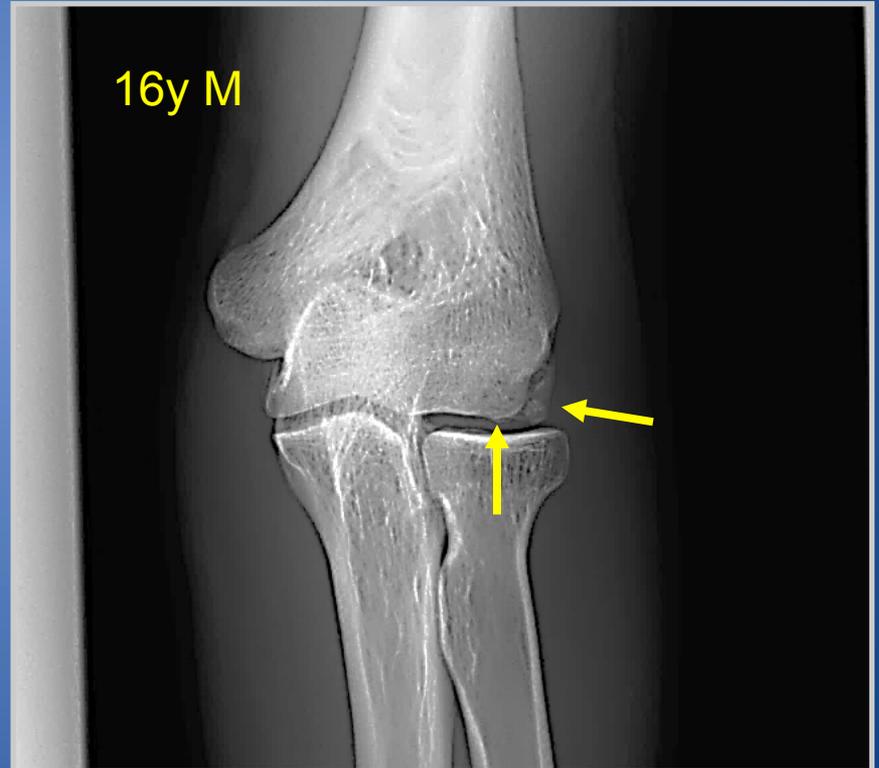
# 肘関節・手指

## 特殊撮影

肘：Tangential view・橈骨頭撮影

手指CM関節：Bett法

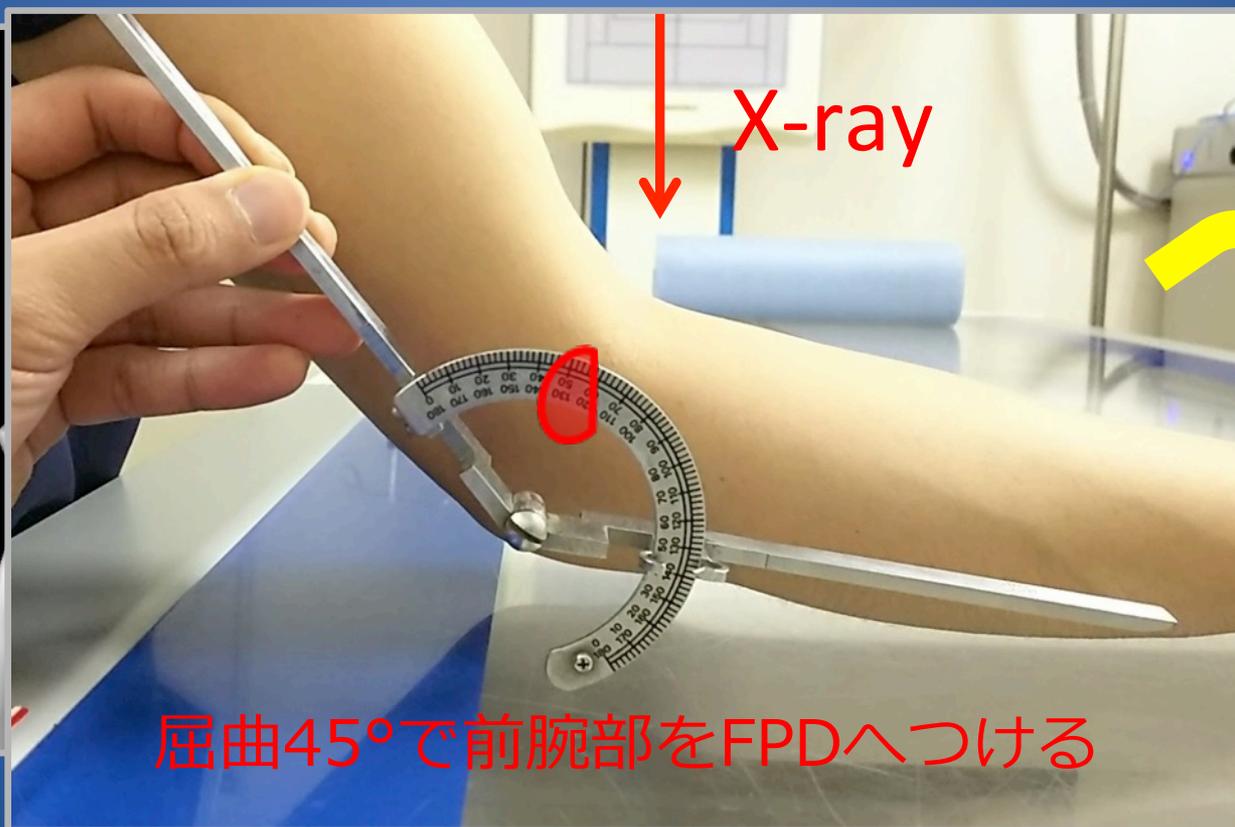
# 肘比較正面 (OCD : Osteochondritis dissecans) 離断性骨軟骨炎



# 肘側面比較 (OCD)



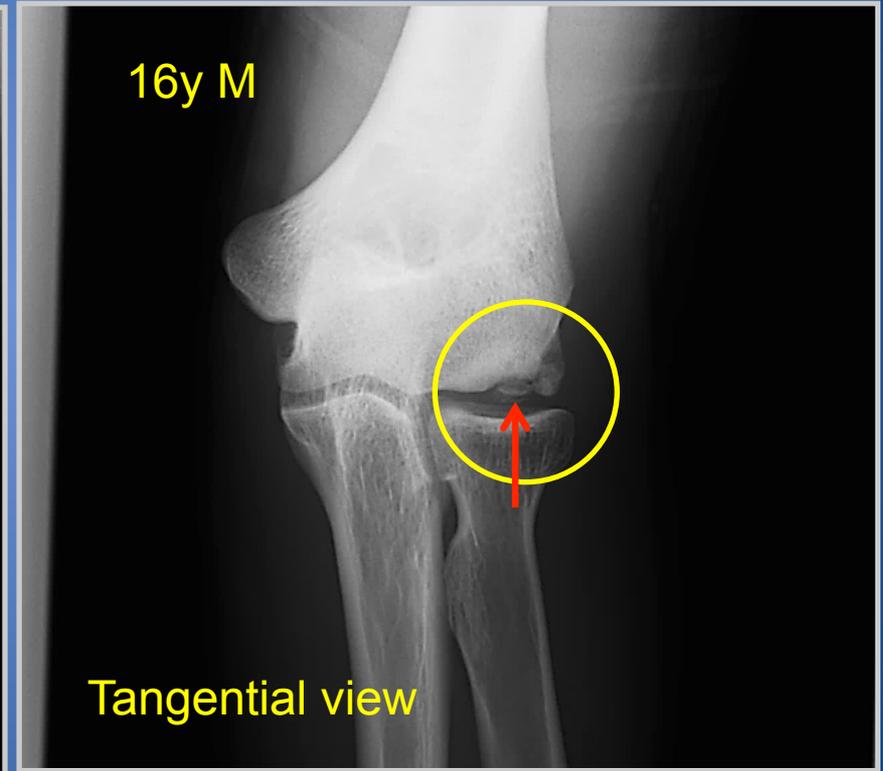
# OCD好発部位と Tangential view (接線) 撮影法





## 正面とTangential view

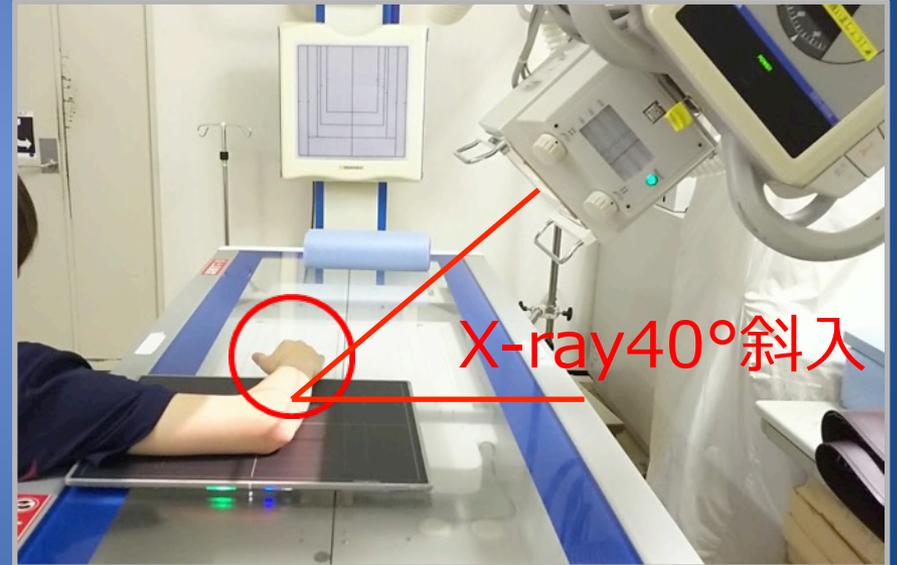
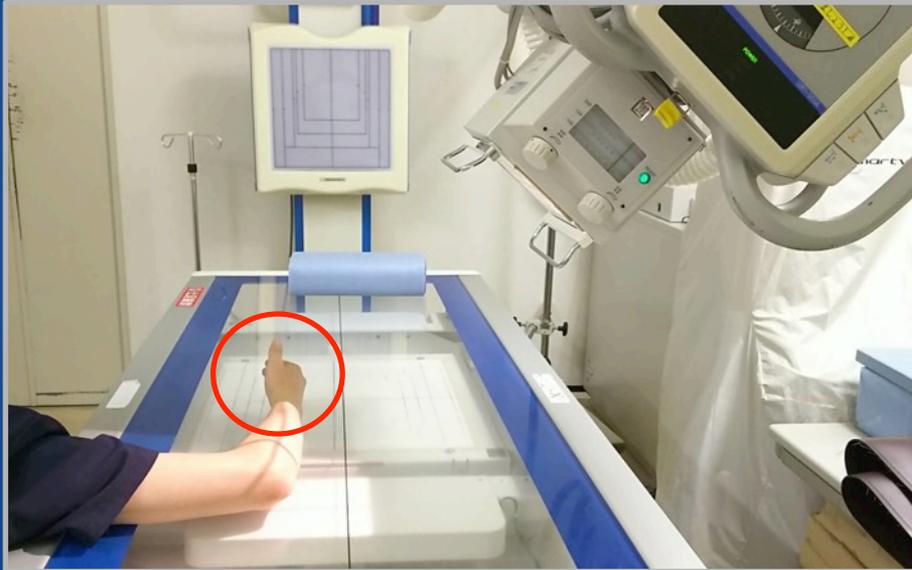
\* 屈曲45°で前腕部をFPDへつける



上腕骨の屈曲により離断性骨軟骨炎による骨欠損像が良く描出されるようになる



# 肘 橈骨頭撮影



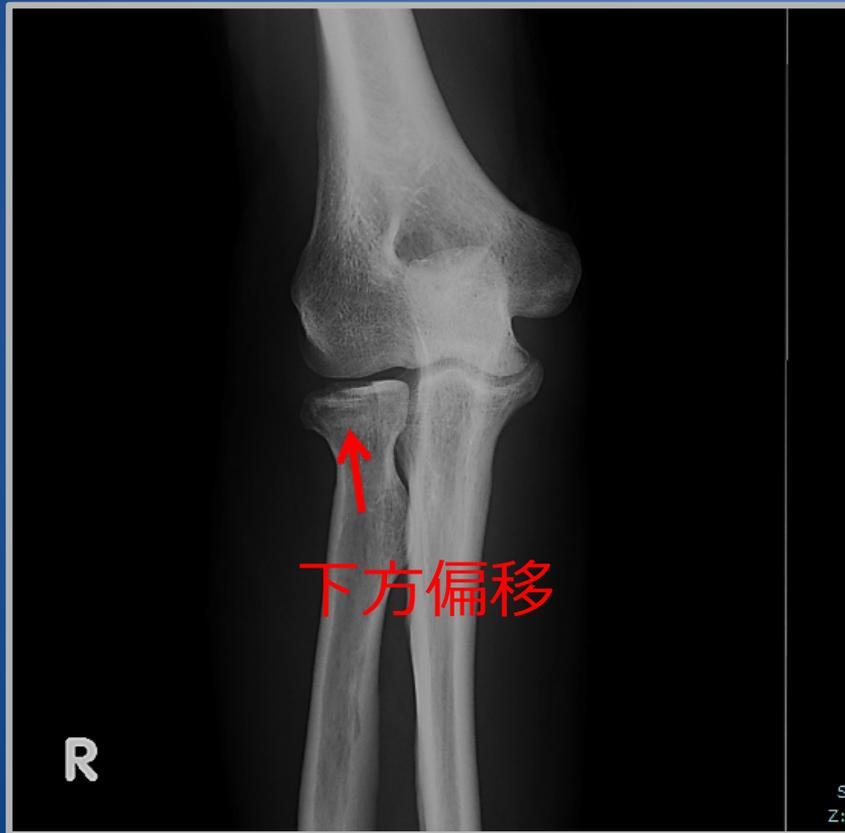


# 橈骨頭撮影 Positioningによる相違

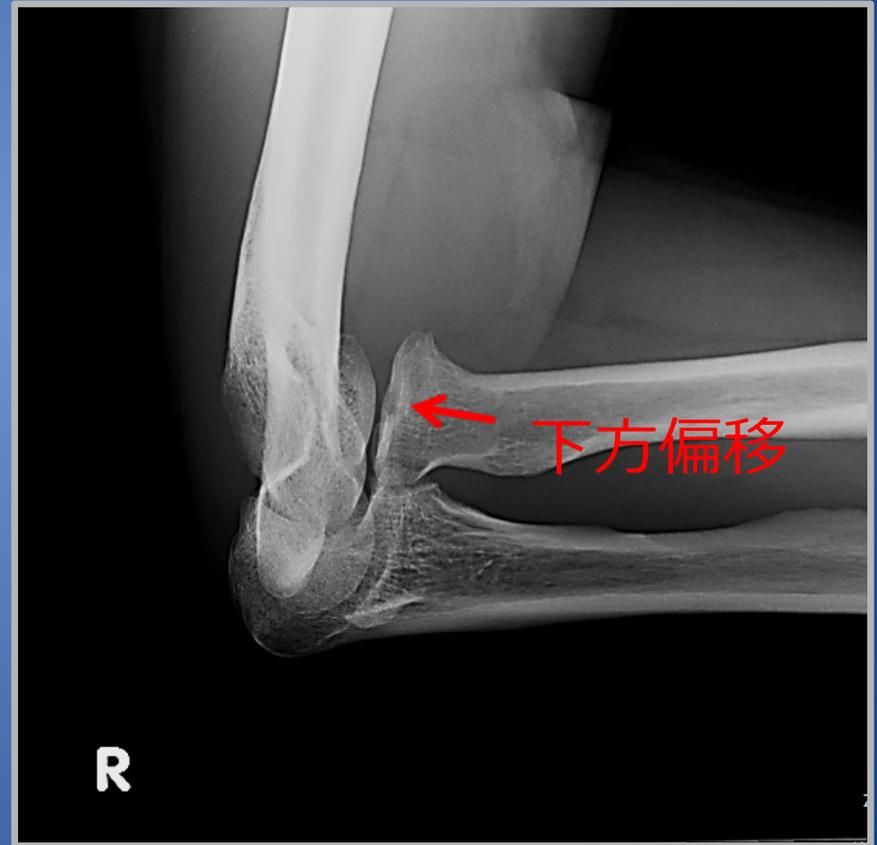


# 症例 橈骨頭骨折

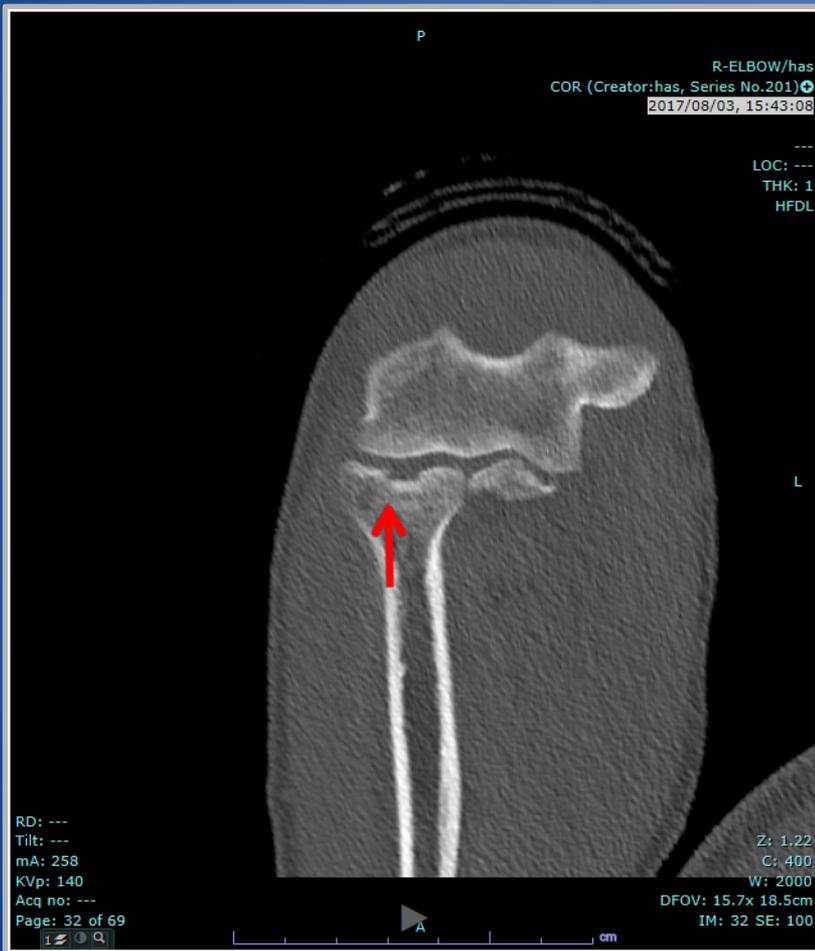
橈骨頭中央から外側陥没



橈骨頭中央部皮質の不連続

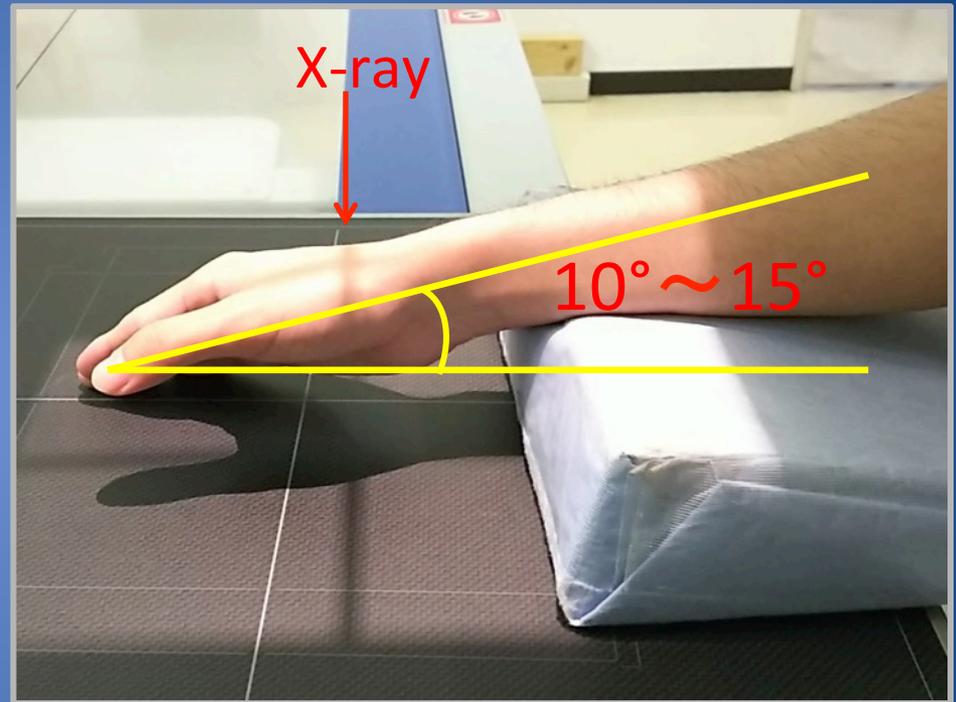


# 症例 橈骨頭骨折





# Bett撮影法

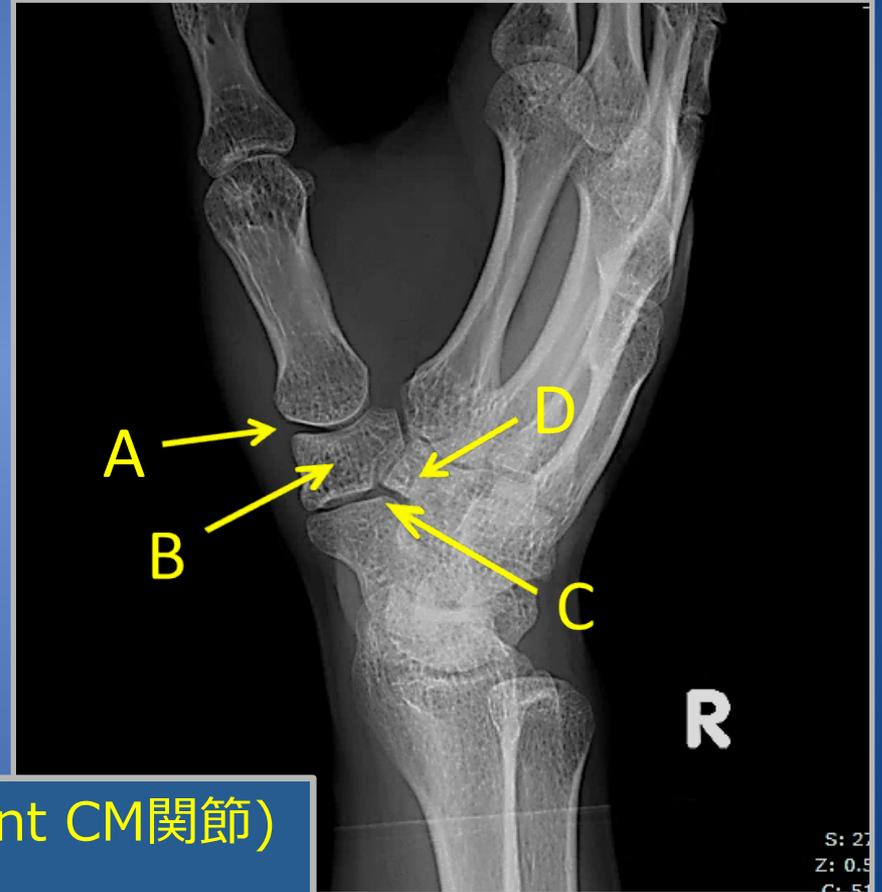
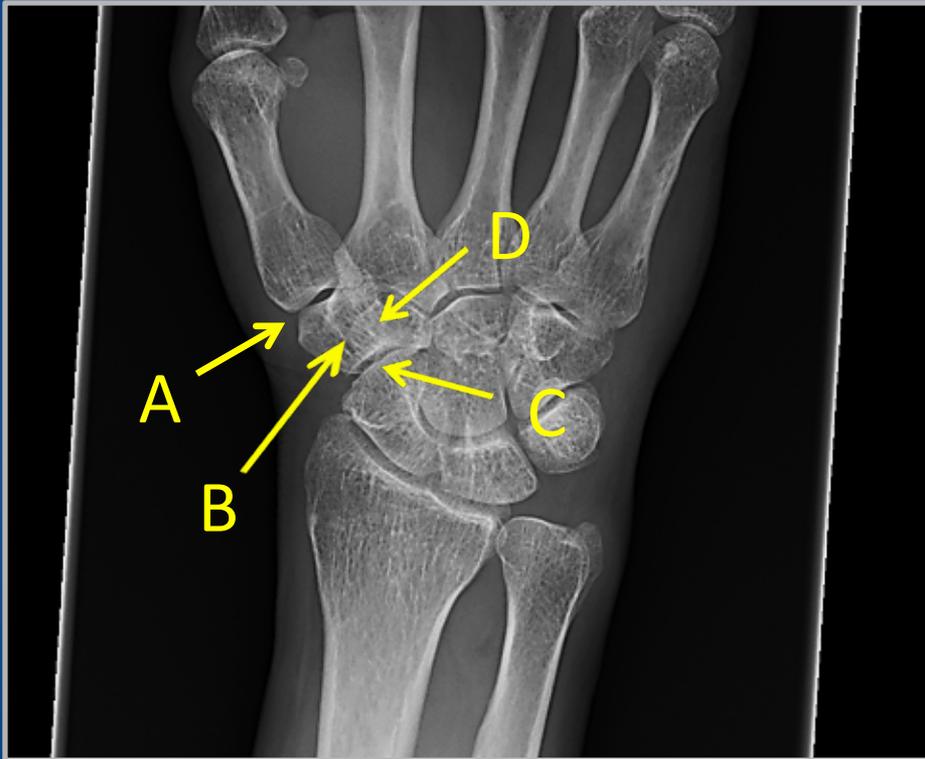


拇指、示指を開き第4,5中手骨が重なるように斜位にする。  
拇指がなるべく正面を向くようにセッティングし、手関節は橈屈、尺屈しないようにする。

拇指CM関節正面像はRobert法が良いが患者の痛みはCM関節と大菱形骨の変性等によるものが多く、手外科専門医師はBett法をオーダーする傾向にある。



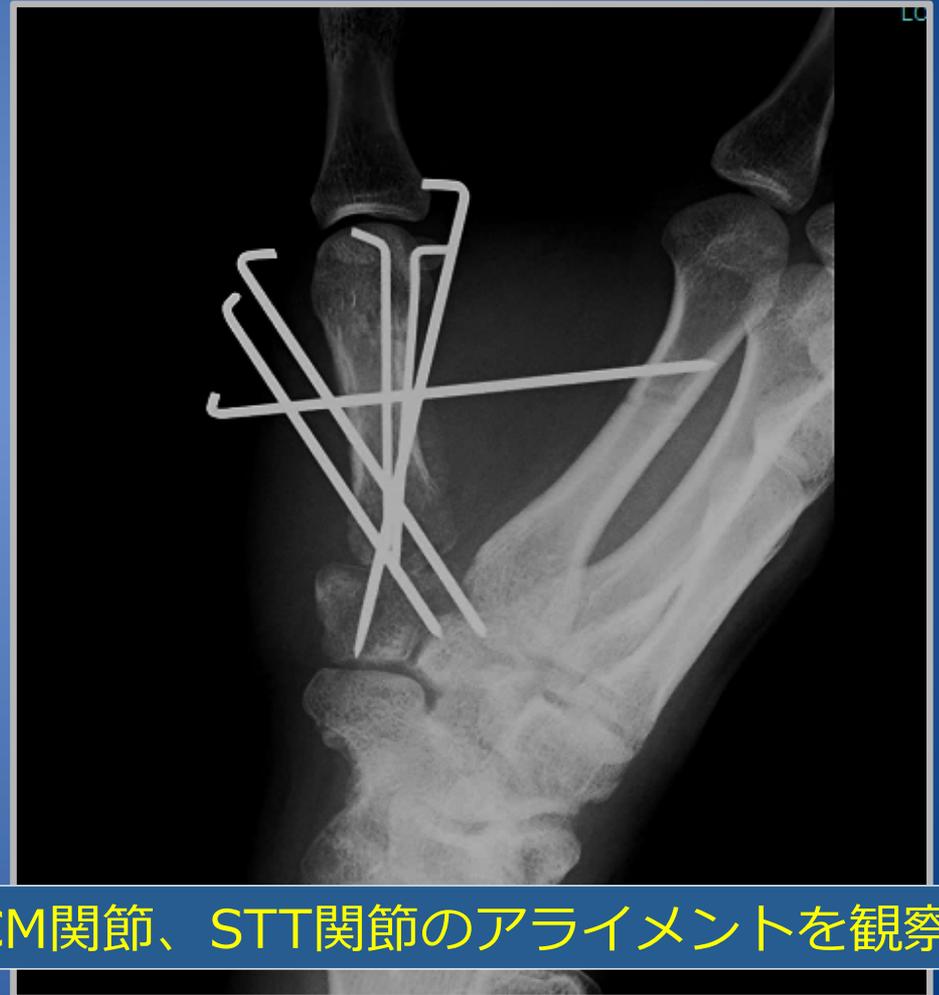
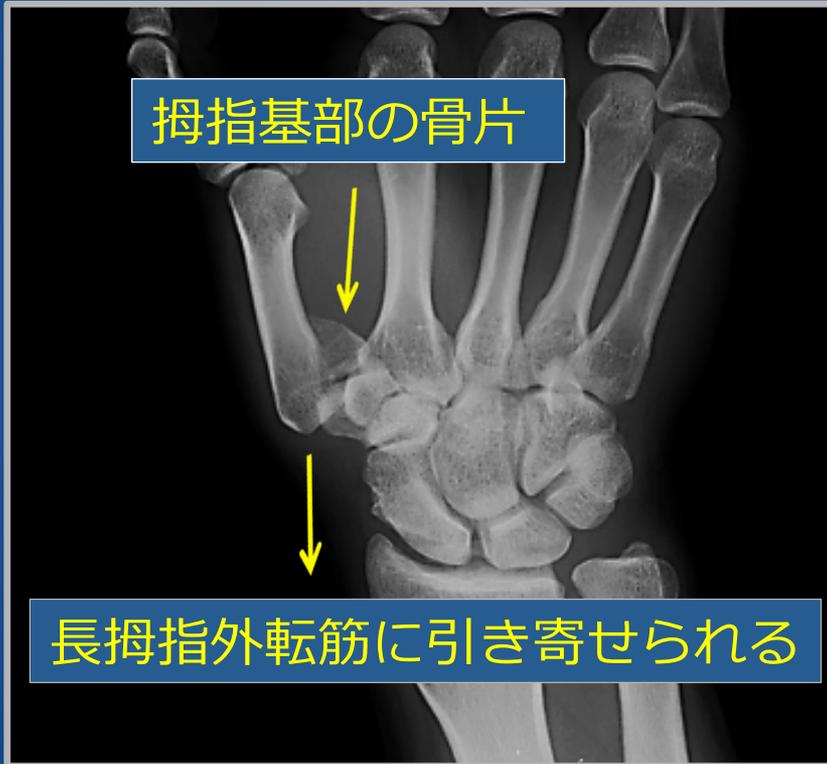
# 手関節正面像とBett法の比較



- A: 手根中手関節(carpometacarpal joint CM関節)
- B: 大菱形骨(trapezoid)
- C: STT関節(scapho-trapezoid-trapezoid)
- D: 小菱形骨(trapezoid)



# 症例 Bennett's fracture





## まとめ

- 肩関節の機能解剖を考えた撮影法
- 肩関節は疾患別の撮影法がある
- 上肢は比較的特殊且つ有効な撮影法がある
- 専門医が不在なら放射線科から提言する
- 技師間の撮影技術格差を低減させる
- X線入射角度は専門医と話し合う



# 下肢の機能解剖と撮影法

膝正面、側面

TKA術後側面撮影

足関節・ATFL view

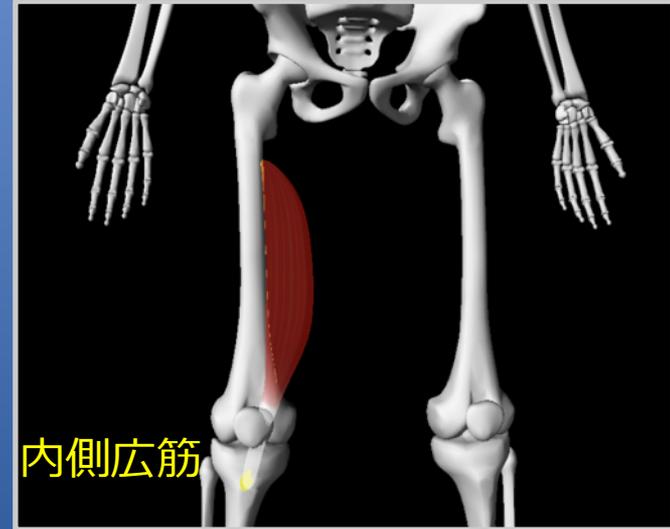
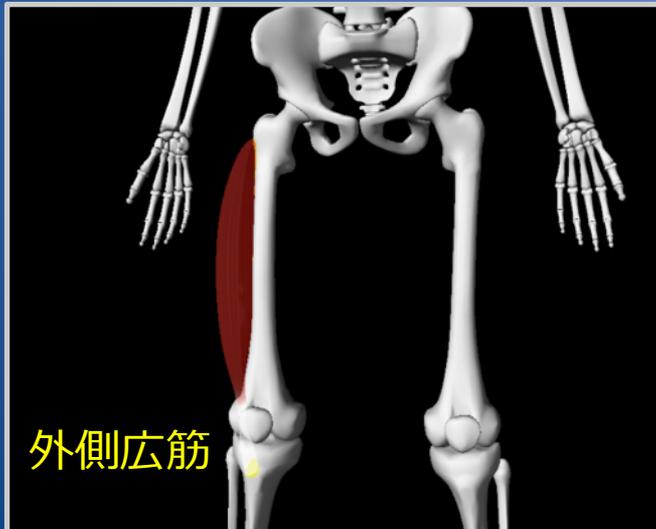
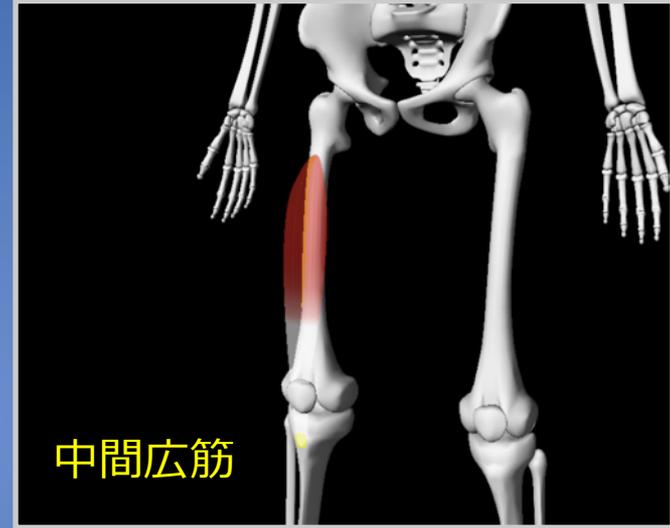
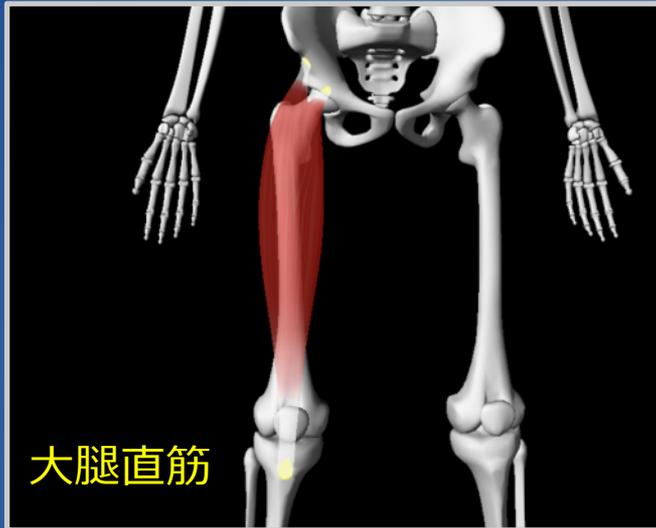


## 膝関節撮影法

- 1・正面・側面→2方向
- 2・正面・側面・Skyline view→3方向
- 3・立位（片脚立位）撮影
- 4・ストレス撮影
- 5・顆間窩撮影
- 6・Rosenberg撮影
- 7・下肢全長撮影（人工関節術前後）



# 大腿四頭筋（膝関節伸展時）

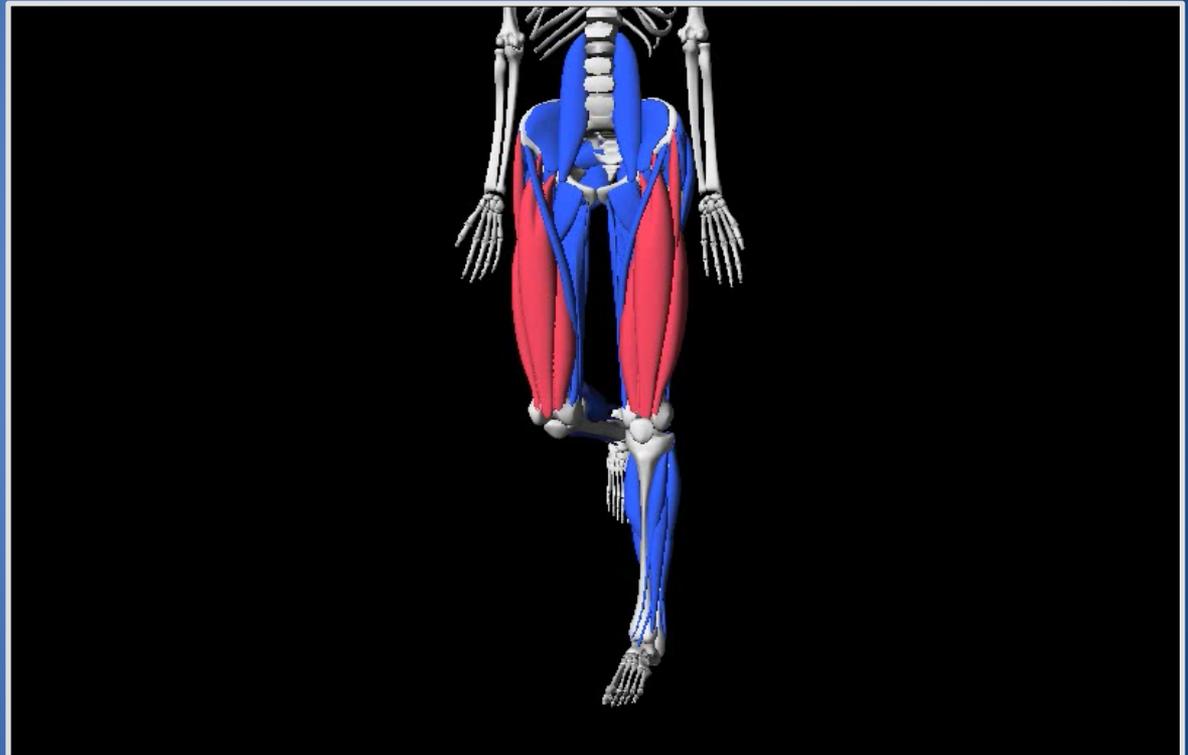




# 膝關節伸展時

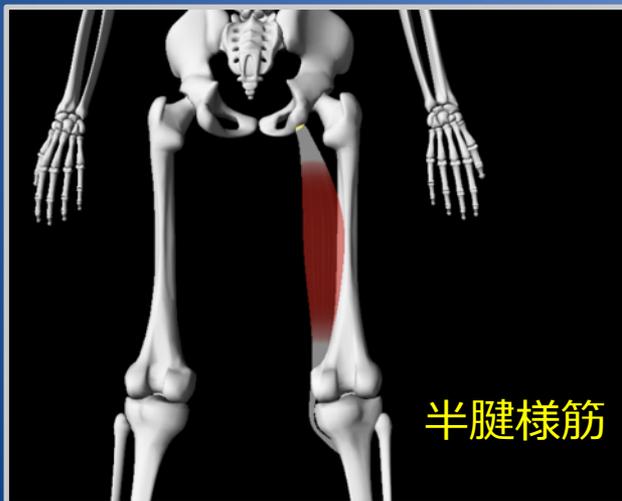
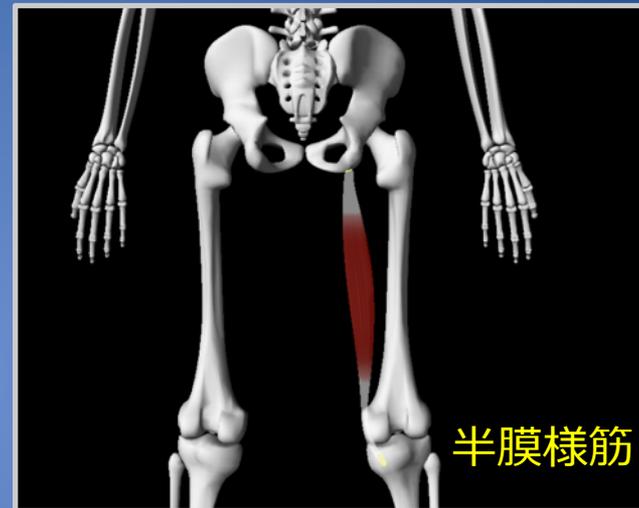
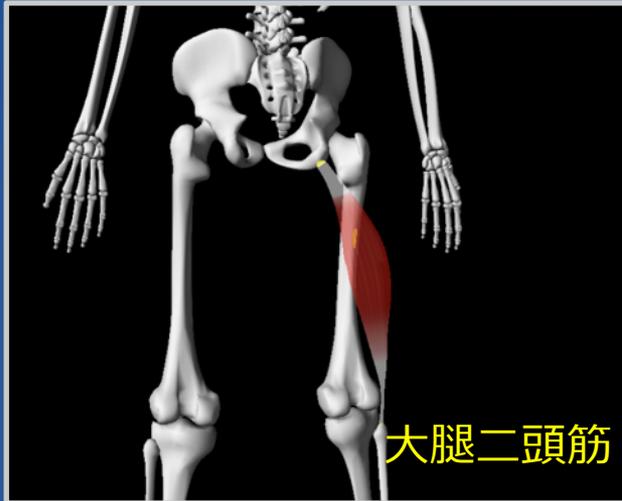
## 主動筋

- 大腿四頭筋
  - 大腿直筋
  - 外側広筋
  - 中間広筋
  - 内側広筋
- 大腿筋膜張筋





# ハムストリング (大腿屈曲群)





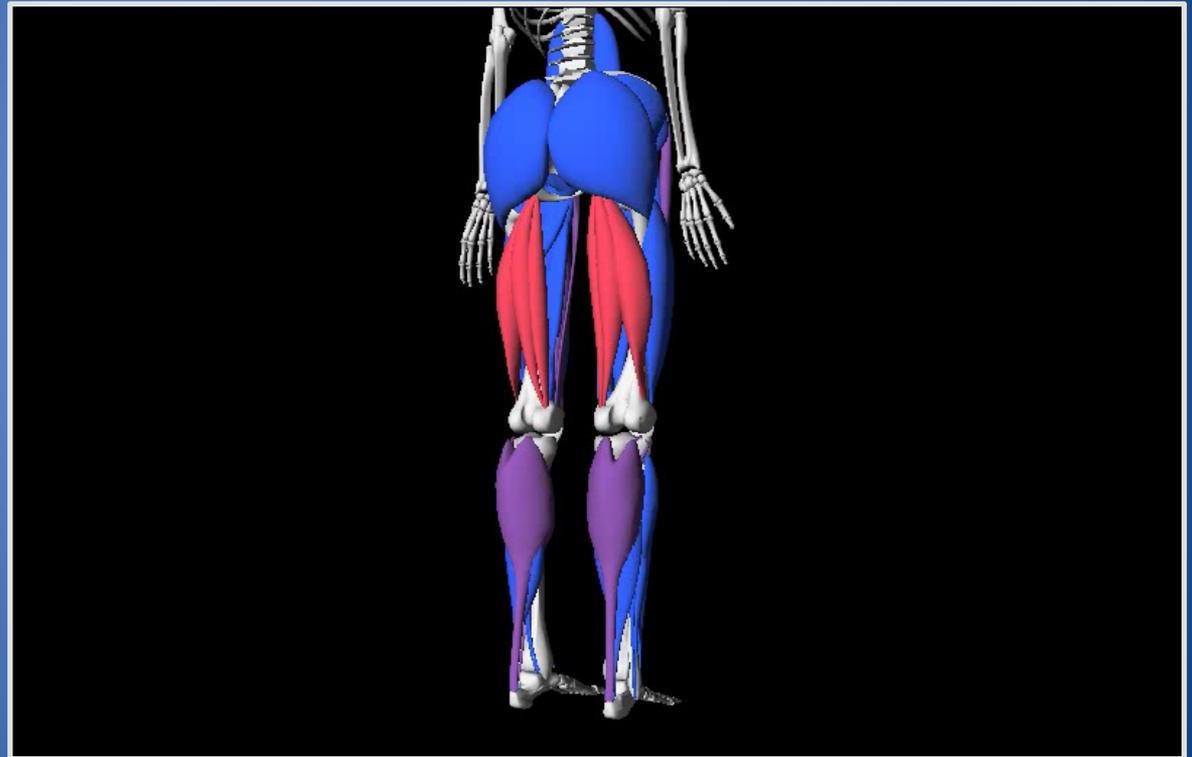
# 膝関節屈曲時

## 主動筋

- ・ハムストリング

## 補助動筋

- ・縫工筋
- ・薄筋
- ・腓腹筋（下腿三頭筋）
- ・膝窩筋
- ・足底筋

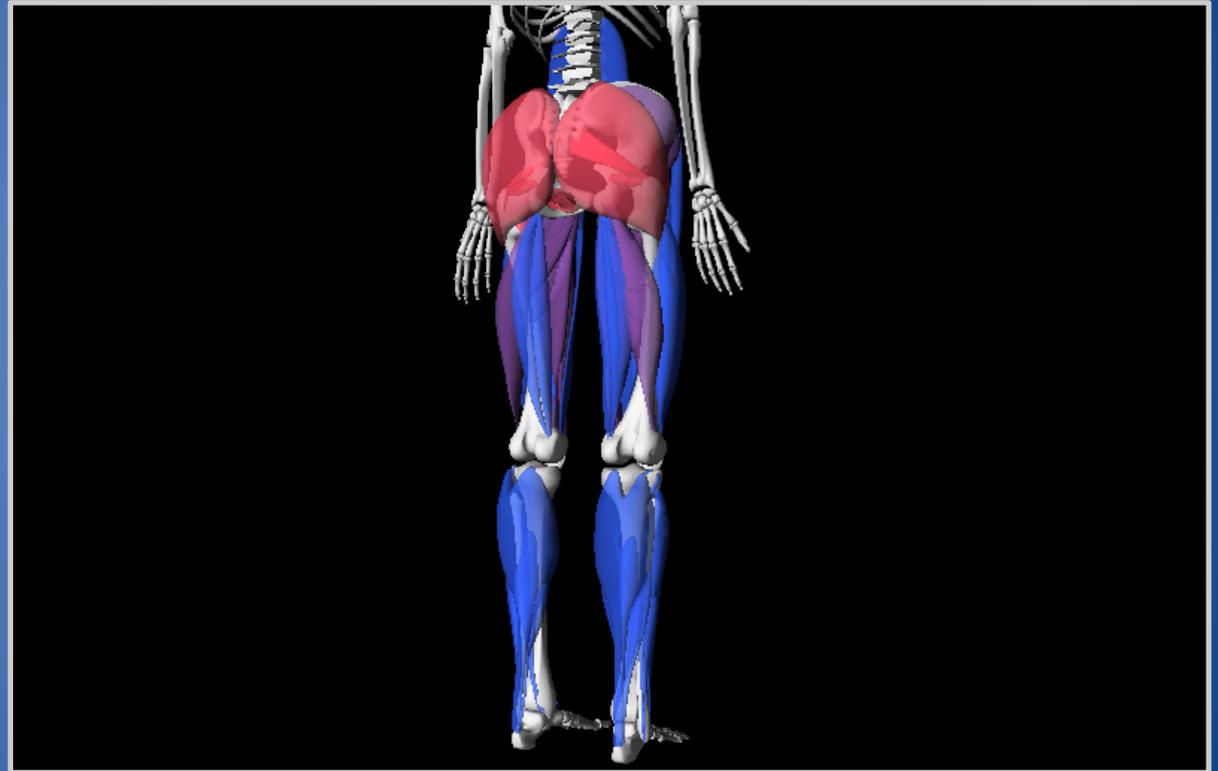




## 大腿骨外旋で動く筋肉

### 主動筋

- ・大殿筋
- ・梨状筋
- ・内閉鎖筋
- ・外閉鎖筋
- ・上双子筋
- ・下双子筋
- ・大腿方形筋



### 補助動筋

- ・縫工筋、恥骨筋
- ・ハムストリング
- ・中殿筋、小殿筋
- ・長内転筋、短内転筋、大内転筋



## 膝関節撮影時に重要な機能解剖は？

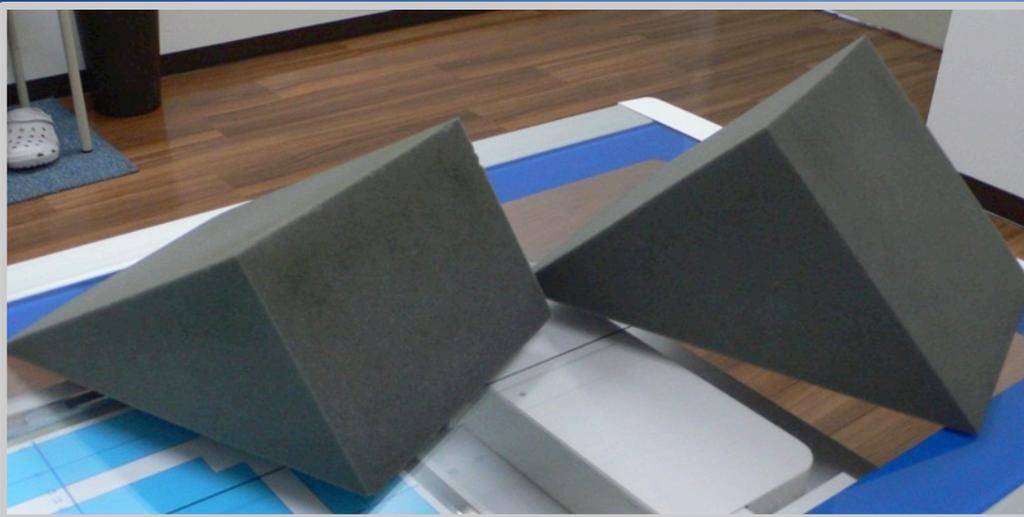
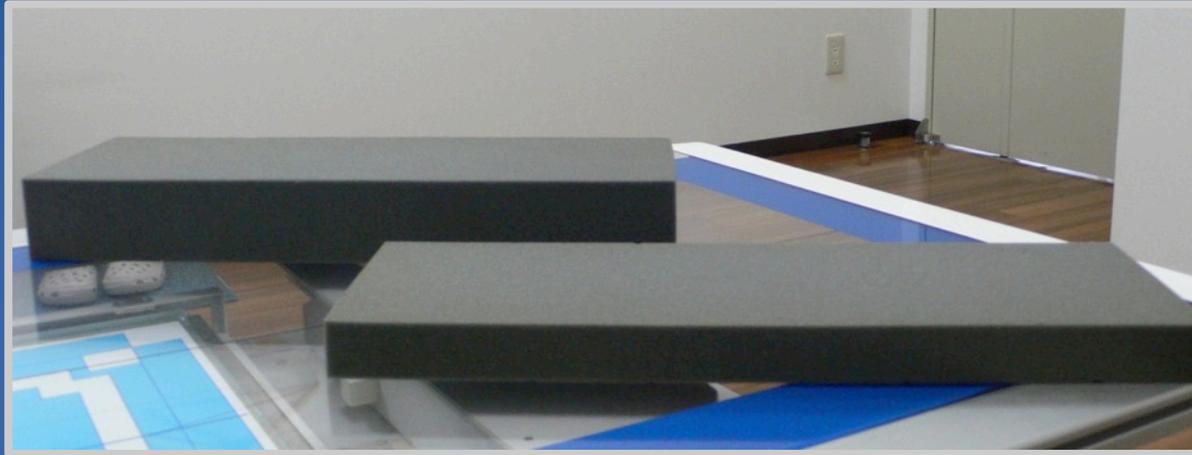
- ・ 側面撮影の大腿骨内顆と外顆を合わせたい！
- ・ 膝関節屈曲・伸展時の筋肉の作用と大腿骨の関係
- ・ 股関節伸展時の外旋周囲筋群が側面撮影の邪魔をする



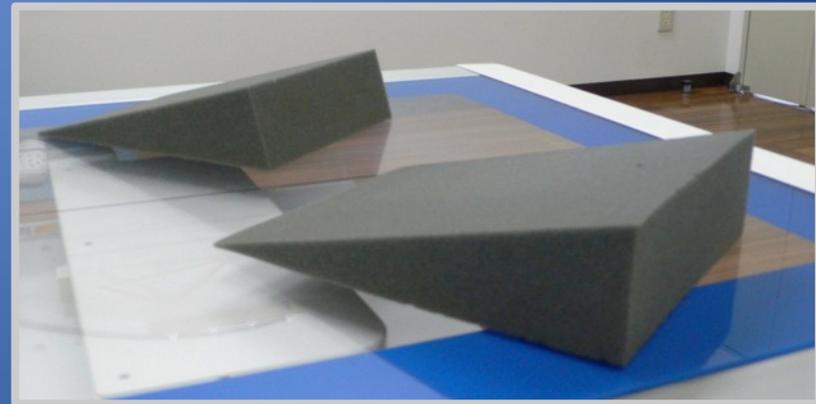


# ポジショニング ブロック

四角柱



三角柱



楔型



## 膝関節撮影（正面）

- 体位：患者は背臥位。検側下肢は膝蓋骨を正しく前方に向けて内外旋中間位とし、膝窩部に枕を入れて経度屈曲し、~~脛骨前縁をカセット面に対し13°傾ける~~。この肢位で内側関節面は垂直となる。
- 中心線：関節裂隙（膝蓋骨の先端部）を目掛けてカセット面に垂直に入射する。外側関節間隙が明瞭に描出される。

『骨・関節X線写真の撮りかたと見かた』より

### 求められる画像

膝蓋骨が大腿骨の外側上顆と内側上顆の中央にある

大腿骨と脛骨上関節面との間に膝関節腔が描出





## 膝関節撮影（正面）

- ▶ 太い脚の場合、膝蓋骨を確実に把握するため屈曲してから、伸展させる
- ▶ 伸展位が不十分な場合は膝～下腿にかけてクッション等で持ち上げる



# 膝関節撮影（側面）

- 体位：患者は検側下肢を下にして側臥位、骨盤を正側位とし、検側下肢は大腿を体幹と平行にして、膝を30°屈曲し、足部を枕で支え固定する。反対側の下肢は股と膝を屈曲して適当な台で支える。
- 中心線：内側関節裂隙の下方6 cmで脛骨を目がけてカセット面に垂直に入射する。



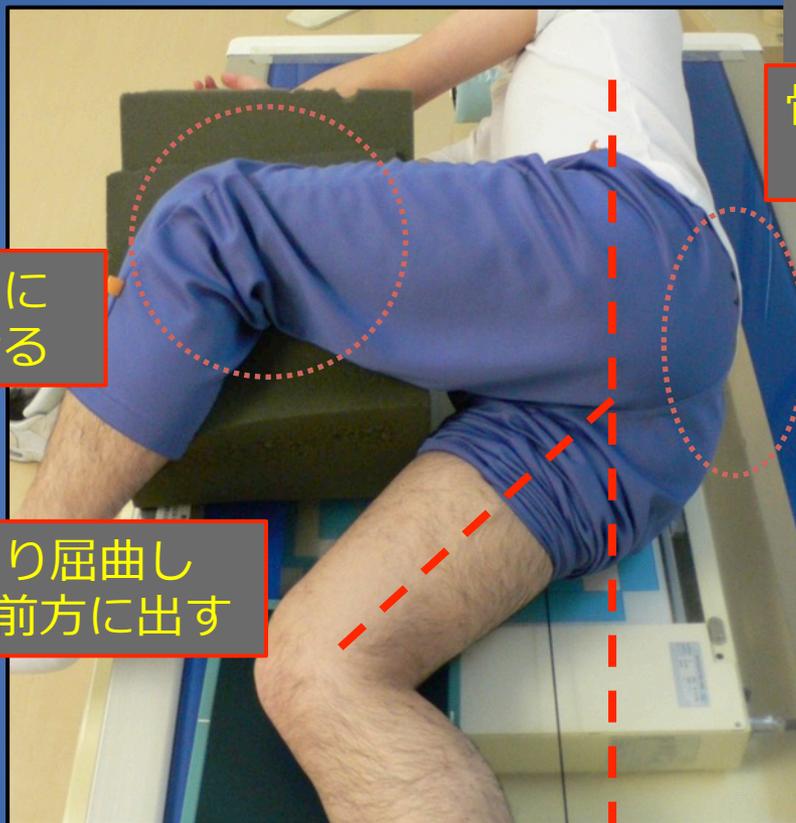
『骨・関節X線写真の撮りかたと見かた』より

## 求められる画像

大腿骨の内顆と外顆の関節面が  
ほぼ一致するポジショニング



## 膝関節撮影（側面）



### Point 1

非検側は検側下肢の前方に出しクッション等に乗せる

### Point 2

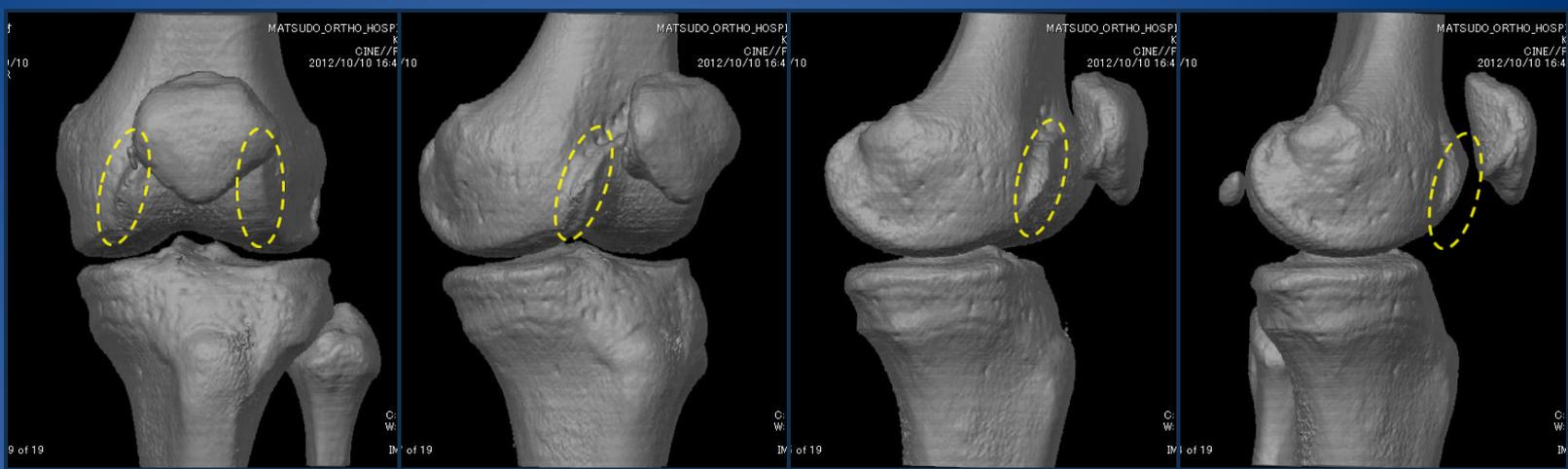
検側の大腿骨を股関節より屈曲し  
大腿骨が体幹より約40°前方に出す

### Point 3

骨盤が斜位になって  
いないか確認する

『船橋整形 阿戸さんの  
第9回CRTF』より

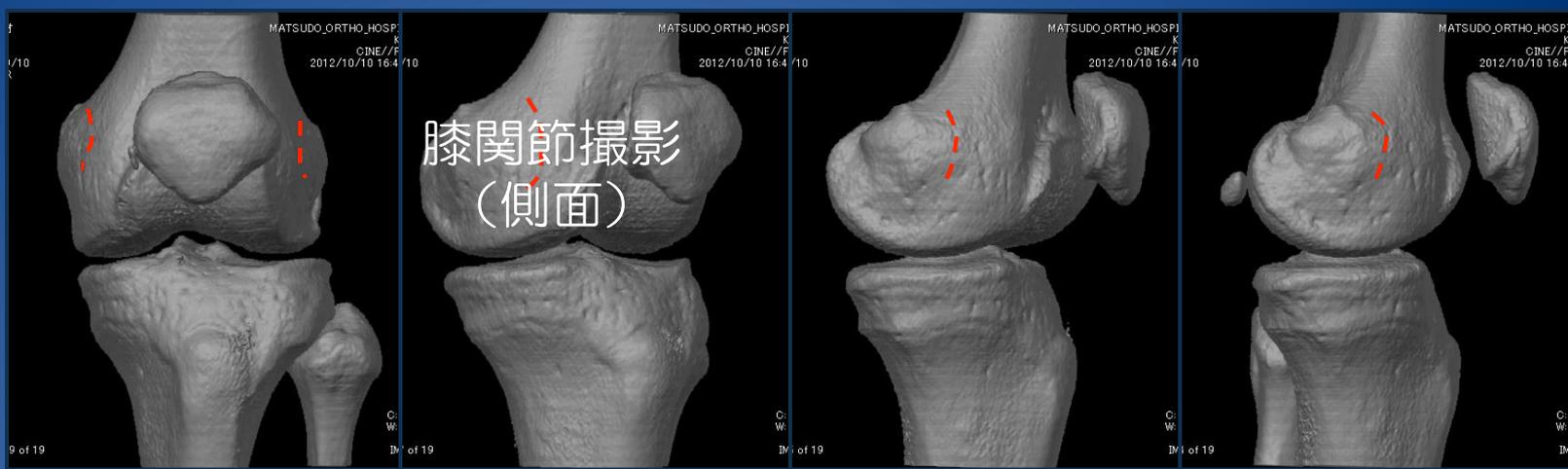
股関節から大腿の緊張をとる為に股関節を軽度屈曲させることにより股関節の可動域が伸展に比べ広がる。股関節伸展位では股関節の外旋筋群が優位になりオーバーローテーションになりやすい。



**Point4** 内果と外果の周囲を触るポイント

- ①内顆、外顆の前縁
- ②内側上顆、外側上顆前面
- ③内顆、外顆の後縁
- ④内側上顆

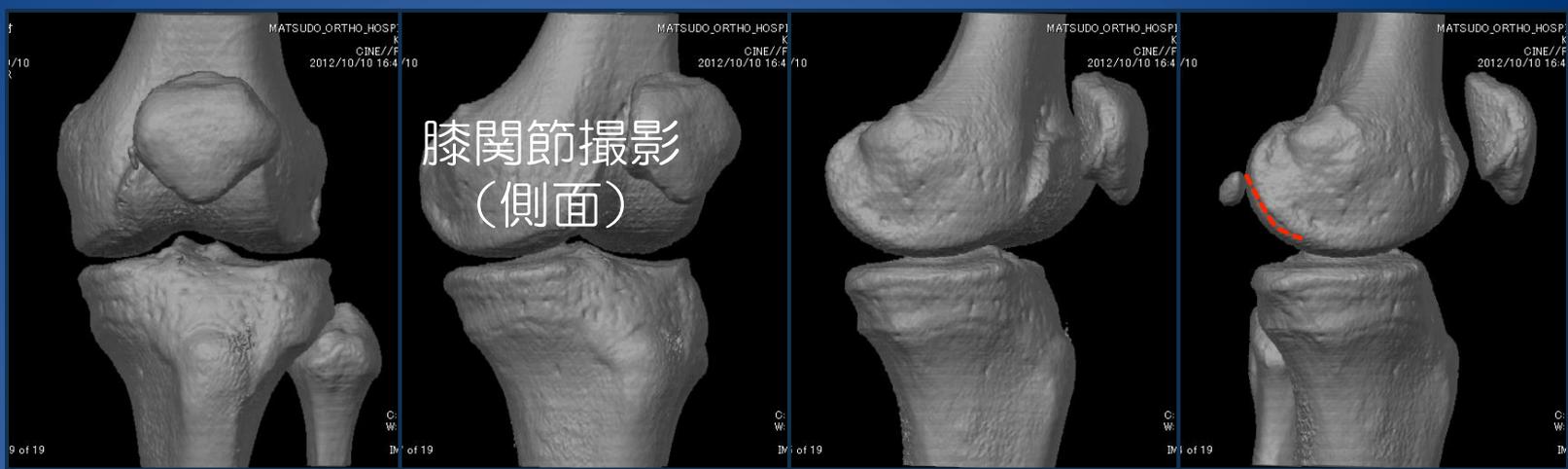




**Point4** 内果と外果の周囲を触るポイント

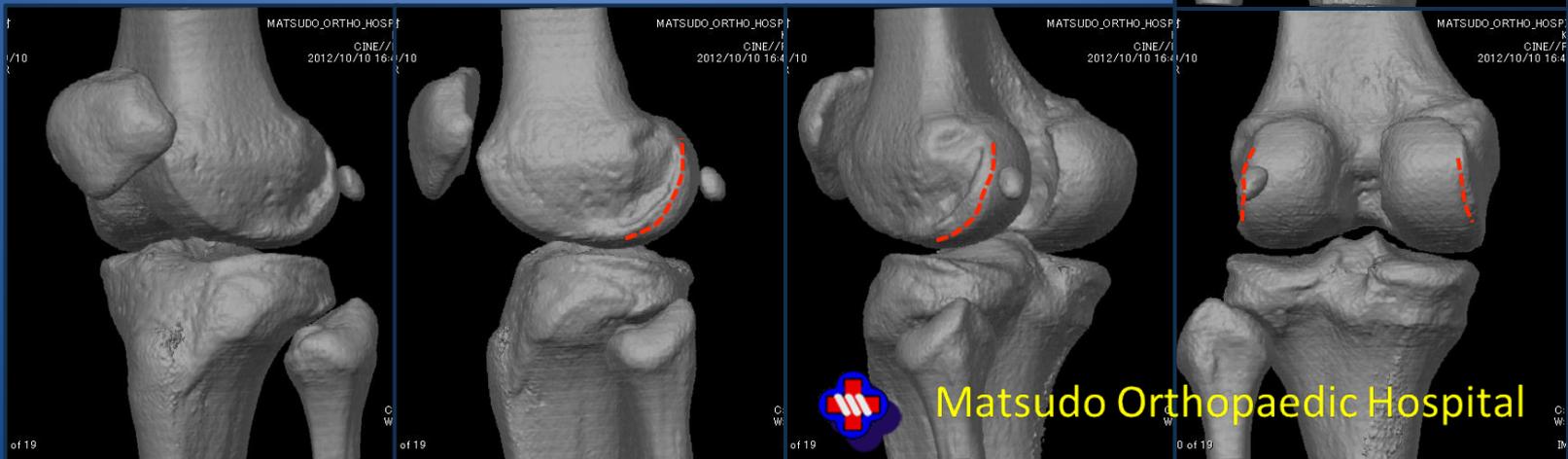
- ①内顆、外顆の前縁
- ②内側上顆、外側上顆前面
- ③内顆、外顆の後縁
- ④内側上顆

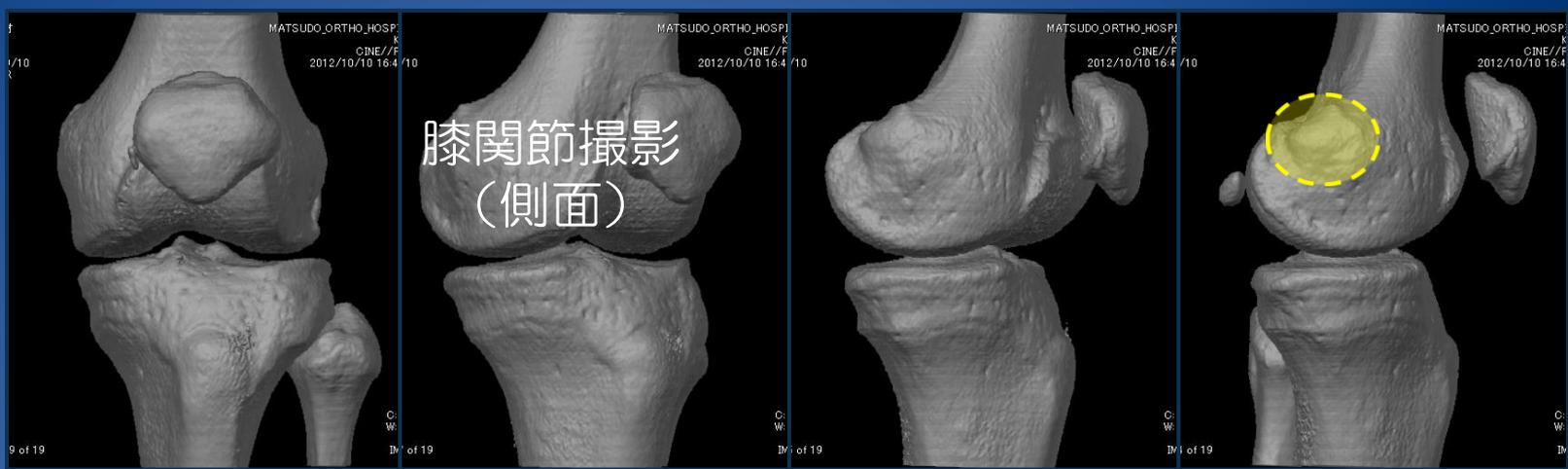




**Point4** 内果と外果の周囲を触るポイント

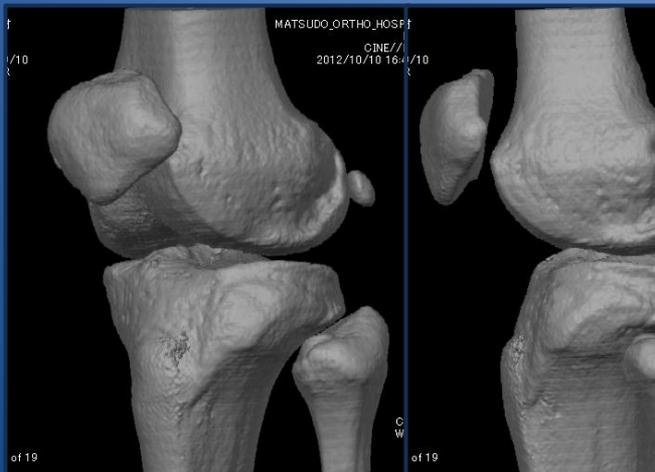
- ①内顆、外顆の前縁
- ②内側上顆、外側上顆前面
- ③内顆、外顆の後縁
- ④内側上顆





**Point4** 内果と外果の周囲を触るポイント

- ①内顆、外顆の前縁
- ②内側上顆、外側上
- ③内顆、外顆の後縁
- ④内側上顆





# 膝関節撮影 (側面)

下腿の足方を上下させることにより大腿骨の内外旋が変化する



力を抜いて〜

外旋



大腿骨の



内旋



# 膝関節撮影（側面）

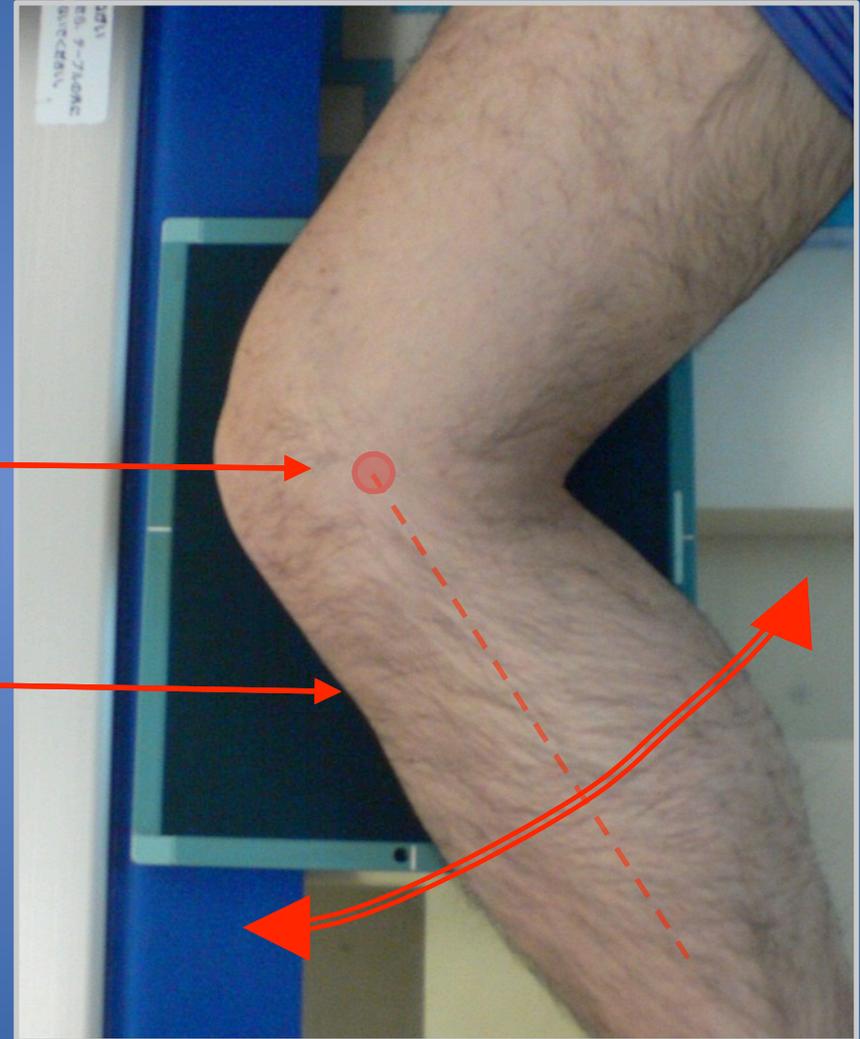
下腿の足方を上下させることによる大腿骨の内外旋と、伸展・屈曲による膝関節の運動から、関節軸が垂直になるように調整する



足頭方に  
約 $5^{\circ}$ ~ $7^{\circ}$

垂直入射

力を抜いて〜





# 膝関節撮影（側面）



# 膝関節撮影（側面）

## まとめ

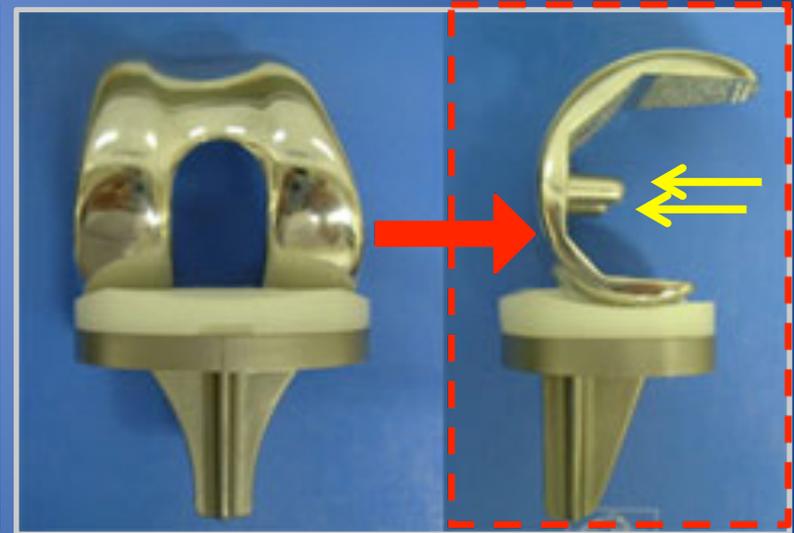
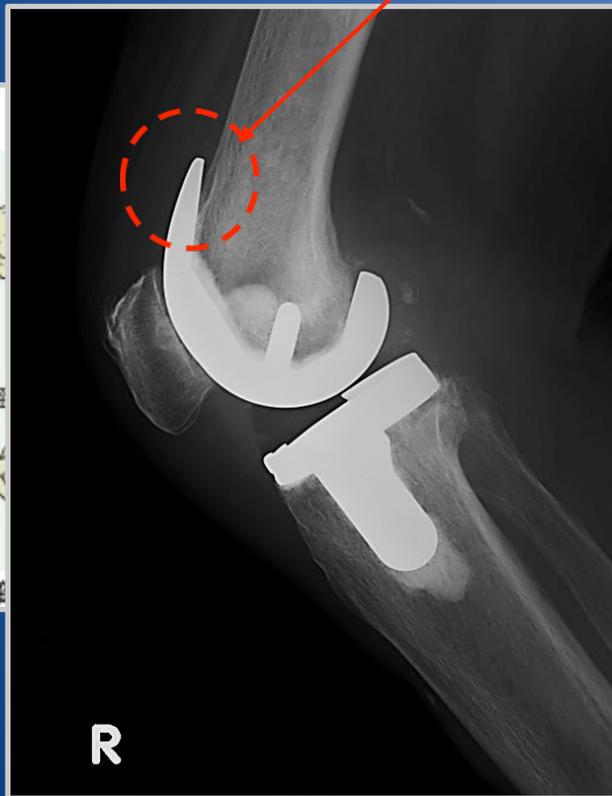
- 膝関節の側面撮影は疼痛が伴わない程度に可動させる（同じ蝶番関節の肘や指関節も同様）
- 患者さんの脱力が重要
- 関節の動態が手に伝わり、関節の回転を感じ取る
- 回転軸が垂直になるように足方を調整する
- 真側面なら屈曲・伸展してもズレが生じない
- 合わせずらい場合は、最初から揃えにいかないで、まずズレていると感じられる外旋位、内旋位を手で感じ取ってから行うとよい



# TKA (Total knee Arthroplasty : 膝関節置換手術) 術後膝関節撮影 (側面)

重度の変形性膝関節症や関節リウマチなどに対し行われる術式

隙間があると顆上骨折しやすくなる

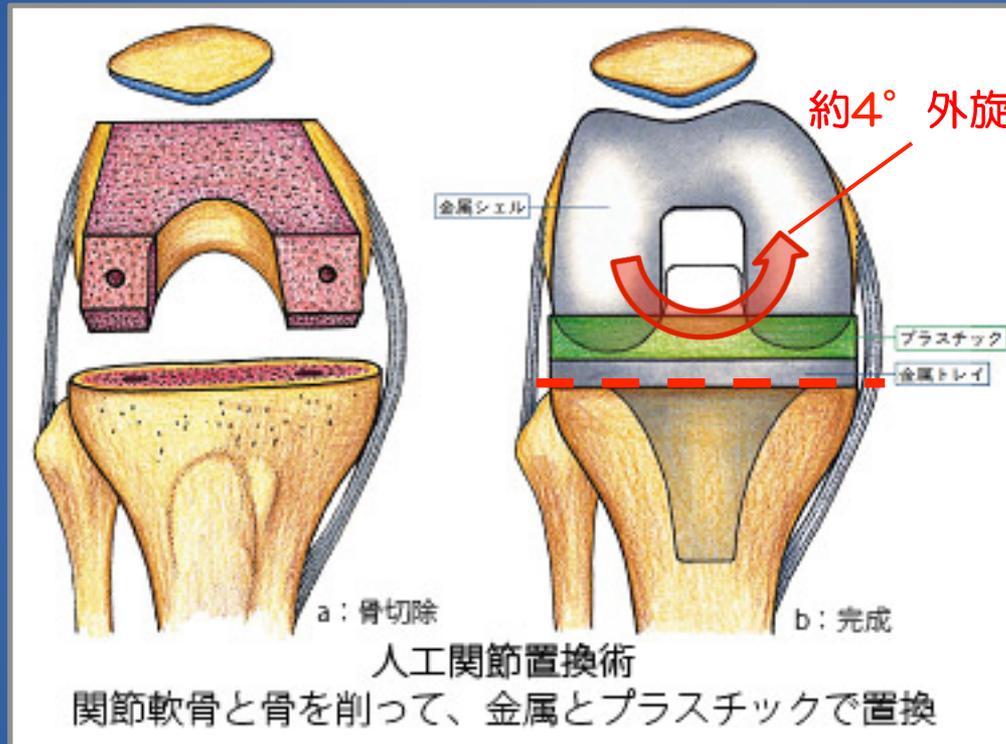


求められる画像

大腿骨の内顆と外顆のコンポーネントが揃うポジショニング



# T K A 術後膝関節撮影（側面）



- ① 下腿近位部は下腿に対してほぼ水平にコンポーネントを挿入
- ② 上記を補正するため、正常膝より約4°外旋した状態で大腿遠位のコンポーネントを挿入



# TKA術後膝関節撮影（側面）

- TKA術後と健常膝との撮影法の違い
- ①下腿の足方は正常の膝より約 $4^{\circ}$ 低くしたポジショニング
- ②X線入射は足頭方向に入射しないで大腿骨内外果に垂直に入射する



正常膝



TKA術後の膝



# 足関節撮影（正面）

- 体位：内果および外果をカセット面から等距離にし、脛骨軸を水平にする。
- 中心線：距腿関節の中央部を目がけてカセット面に垂直に入射。

『骨・関節X線写真の撮りかたと見かた』より

- よく記載されている撮影法は下腿の中心と第4趾を結ぶように内旋や、足基準線を10°内側に傾けるなど

しかし・・・内反足の患者さんはどのように撮影すればいいのか？

## 求められる画像

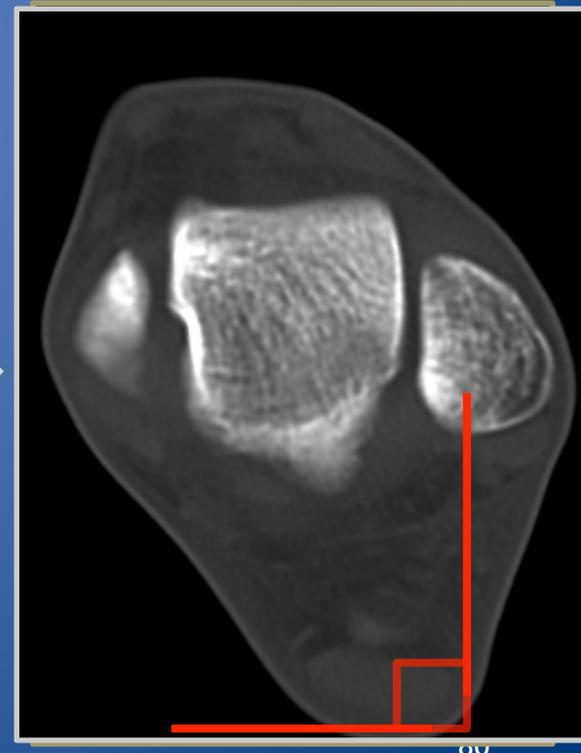
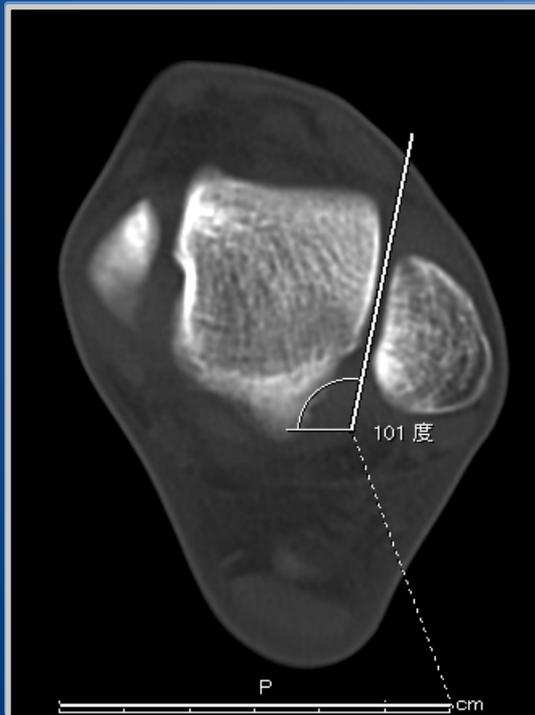
- 足関節の内側の関節腔は上方で脛骨内果に重複するが、下方は描出
- 足関節の外側の関節腔は上方から下方まで描出





# 足関節撮影（正面）

- ・ 距骨と腓骨が分離する
- ・ 踵骨の外側縁を垂直になるまで内旋



# 足関節撮影（正面）

- 踵骨の外側縁を垂直になるまで内旋させる



# 足関節撮影（側面）

- 体位：側臥位で足の内側縁をカセットに密着させ、足軸を水平にする
- 中心線：内果を目がけてカセット面に垂直に入射

『骨・関節X線写真の撮りかたと見かた』より

## 求められる画像

- 距骨滑車上面の内果側、外果側が一致し関節腔を描出
- 脛骨と腓骨が足関節の中央で重複して描出

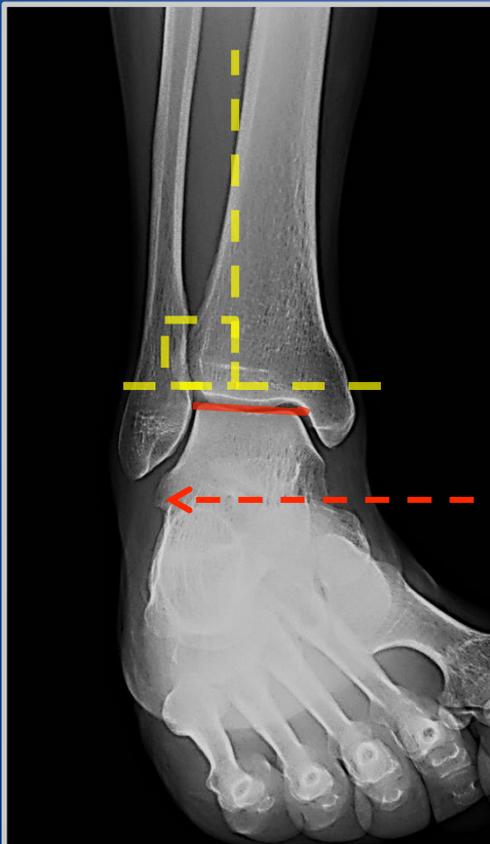


# 足関節撮影 (側面)



# 足関節撮影（側面）

- ・ 踵骨を側面にて撮影する
- ・ 膝関節を経度屈曲からやや伸展位にする
- ・ 足関節：外旋位から内旋し、側面に变化
- ・ 正面の画像を確認して入射点を決定（内果または踵骨側に入射）

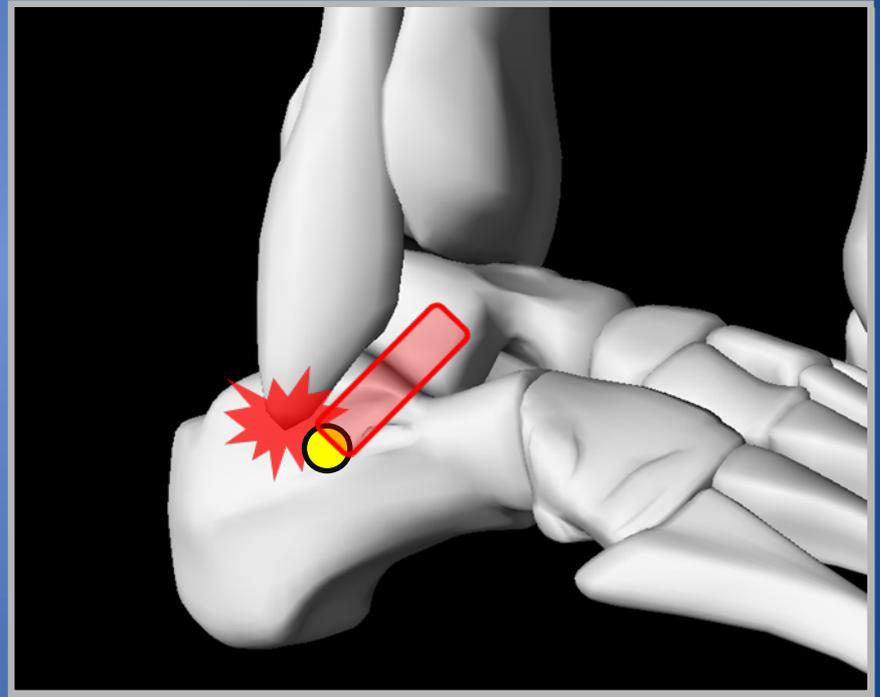


距骨は水平、もしくは内果が足側に傾いていることが多い  
正面像を確認し、足側に傾いているようなら、踵骨側に入射

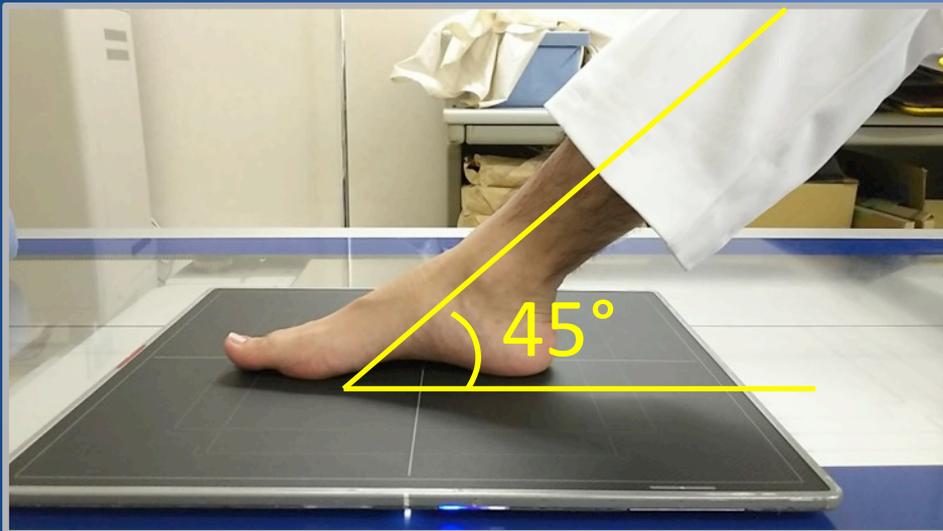


# ATFL view 前距腓靱帯 (Anterior talofibular ligament)

- 前距腓靱帯撮影ではない
- 靱帯損傷による剥離骨折や骨片の有無を探す撮影
- サッカー、バスケット等の選手に多い
- 子供 > 成人
- いわゆる捻挫を繰り返す
- 捻挫かな？で見逃される

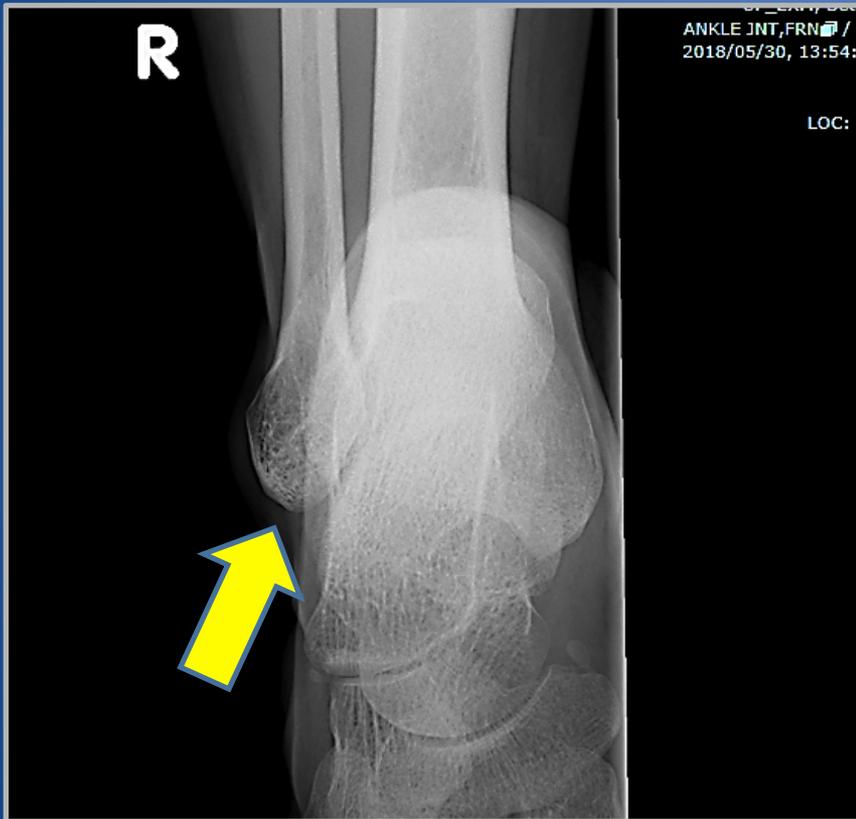


# ATFL view撮影法

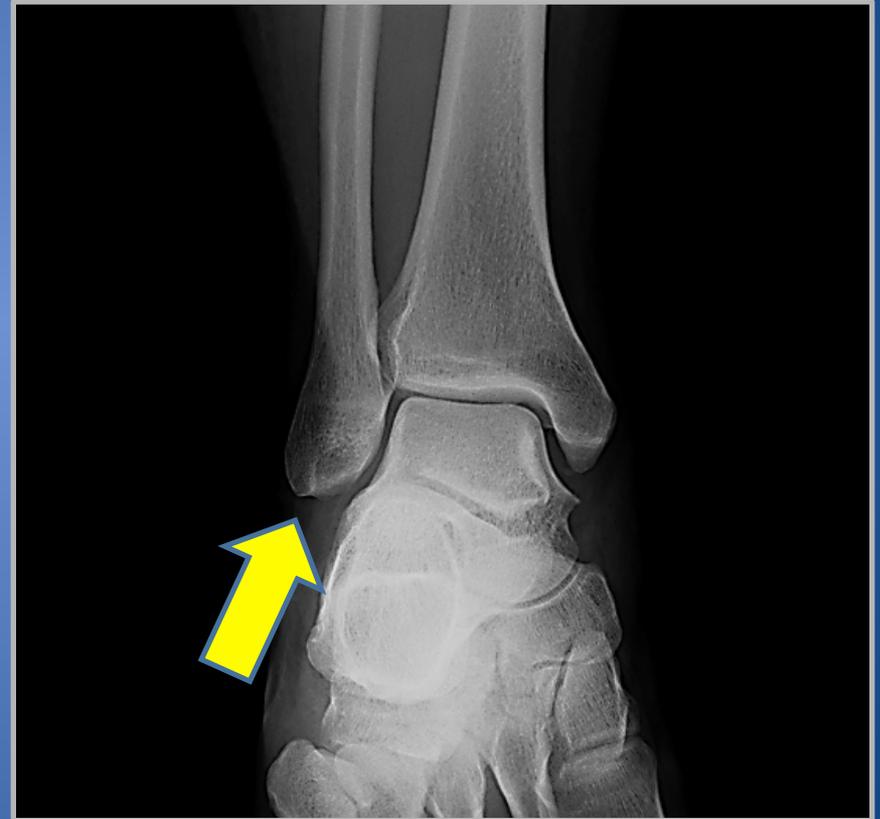




# ATFL viewと足関節正面の違い



腓骨先端部まで描出



腓骨の中部、後部が重なり全体の先端部が描出されていない



ご清聴ありがとうございました。



医療法人社団 青嶺会

松戸整形外科病院

松戸整形外科クリニック