

・放射線被曝が必要なX線画像撮影と臨床知識！

## 人工関節撮影法と読影 (lower radiography, or diagnostic image)

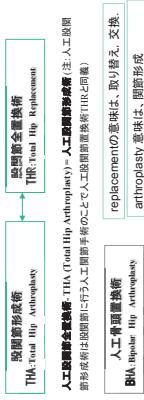
# THA撮影と臨床画像



奈良県立医科大学附属病院  
中央放射線科 安藤 英次

## 人工股関節(THA)撮影法

(Hip with THA projection)



**人工股関節全置換術 THA (Total Hip Arthroplasty) = 人工股関節形成術 (注: 人工股関節形成術は股関節に行う人工股関節手術のこと(人工股関節置換術 THAとは別))**

**THA Total Hip Replacement**  
replacementの意味は、取り替え、交換、arthroplastyの意味は、関節形成

**人工骨置換術 THA Repair Hip Arthroplasty**

**人工股関節手術の流行歴**  
日本での人工股関節手術は、年間1万件が行われている。7割は日本の除4、海外の3割の件数の人工股関節手術が行われている。そのアメリカでの年間人工股関節手術件数は、年数は、約1年前の2倍に増加している。日本でも10年前の15倍の年間手術件数がある。ドイツ・フランスなどの西ヨーロッパ諸国では、骨切り術の適応が多かったが、人工股関節手術はより長寿命を期待するため増加している。

今後、日本で開発された日本人の人工股関節が普及すると、手術件数さらに増えることが予想される。

- ◆人工股関節手術の選定基準
- ・二次性変形性股関節症 (原疾患は、臼蓋形成不全、先天性股関節臼寛大)
  - ・関節リウマチ
  - ・ペルテス症候
  - ・骨髄軟骨切り術後の疼痛再発 (Charcot-RAO)
  - ・外傷
- 膝骨、全周で万人のTHA手術があるためX線撮影が増加する。
- 定期検診にTHA患者は、経過観察のためTHA撮影を年1~2回する！
- THA患者が股関節に違和感を覚えた時、THA撮影がある！

**セメントレス (cementless stem)**  
 チェン・セメント型  
 PHOENIX  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工

**セメント (cemented stem)**  
 コンポジットセメント型

**セメント (cementless cup)**  
 チェン・セメント型  
 PHOENIX  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工

**ソケット**  
 チェン・セメント型  
 PHOENIX  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工

**ソケット (cemented cup)**  
 チェン・セメント型  
 PHOENIX  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工

**ソケット (cementless cup)**  
 チェン・セメント型  
 PHOENIX  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工  
 チェン・セメント加工

AMS ウェル  
AMS ライナー DP  
AMS ウェル  
AMS ライナー DP  
AMS ウェル  
AMS ライナー DP

人工股関節のX線撮影を行う撮影技術は、THAのインプラントだけを撮る撮影であると考えている。しかし、股関節科医師は、画像診断でインプラント状態はもとよりインプラント骨周辺の骨変化を考慮した撮影法を解説し、立位による荷重時形態における股関節の骨形態やX線計測について紹介する。

**人工股関節の構成**  
人工股関節は股関節のソケット、そしてソケットの内側にはめ込む超硬分子シリコン製のライナー、金属製の3ボールによるライナーの3つの部品でできています。このライナーは、軟骨の脱臼を来たしているため、ボールをライナーに組み込むことにより、スムーズな関節の動きが得られます。

◆カプシ(寛骨臼蓋)の部品  
カプシは、臼蓋の役割をし、骨セメントを塗りセメントソケットと骨セメントを接合しないセメントレスソケットの3種類の部品があります。セメントソケットは、すべて骨ライナーで形成されています。セメントソケットの場合、大腿関節と接合する面は一般的にシリコン、寛骨臼と接合する部分は金属で形成されています。

◆ライナー(臼蓋敷)  
ライナーは、臼蓋関節の関節面を形成する部品です。主に超硬分子シリコンでできています。この材料は、1年間に平均1mmも、劣ります。

◆ステム(大腿骨周囲)の部品  
ヘッドは、大腿骨の近位部分を形成し、遠位と接合材料を形成して金属コイル・ロム合金やセラミック/ロム合金/セラミック/コアルミナセラミックなどで、セラミックの使用が増えています。

◆セメント(セメント使用型)  
ステムは、大腿関節から大きな力に耐えてヘッドを支えるために、土着して大腿骨に埋め込まれます。金属(コイル・ロム合金)やセラミック/ロム合金などがあります。ステムは大腿骨内部の空間(縫隙)すくく)に固定しますが、固定の方法により大きく分けて3種類の方法があります。

## 人工関節置換術には(THR, THA)

セメントと非セメントの選択に関して一定の決まりはない！

◆セメント(セメント使用型)  
セメント注入技術の向上により長年手術可能な人工股関節と骨を骨セメントで埋める方法で、手術後早く歩行可能となる。しかし、骨セメントによる化学物質による数年の間に骨に影響を与えることがある。セメント使用は、加齢による骨再生能力が減少している骨減少症や骨粗鬆症の患者に多く行われる。セメント使用の人工関節は、回復期の早期から全荷重を可能である。

◆セメントの特長  
1. 骨再生能力が減少している患者に用いられることが多い  
2. 術後、早期全荷重が可能となる

◆セメントレス(非セメント使用型)  
非セメント骨中のセメント結晶がないので骨量で回復後可能

セメントを使用せずに、カプシやステムの表面に、ヒース加工や多孔質にした上、骨に密着する次世代アルマイトを表面コーティングして骨と密着させる。自分の骨と接合する状態を維持する方法です。

◆セメントレスの特長  
1. 骨成長を促進する  
2. 人工関節がゆるみにくい  
3. 荷重時の下位の回復は楽

◆ハイブリッド  
ソケットを非セメント、ステムはセメント使用(ソケットと非セメントのセメント結晶がないので骨量で回復後可能)

ハイブリッド固定法とは、片側のステムには骨セメントを用いないで埋め込み、もう片側には骨セメントを用いて埋め込むという固定方法です。

●**X線撮影できる状態**

人工関節置換直前直後の合併症の主なものは、以下の脱臼、感染、骨折の三つがある。

**大腿長 (vastus)**

THAは、生体にとって大きな異物とする。異物反応による生体力学的不安定性の高いものを併せ入れるとすると、歩行時には体重の1/3程度の荷重が加わり、人工関節表面と骨組織間の境界面に大きな剪断力や圧縮力発生が起ります。これらの現象を、以下の人工生物の三大法則が示す。



①**大腿長法則**

生体は外側からのTHAの侵入に対し、2つの拒絶反応を示す。その一つには、THAをほぼ垂直いしめを併せ入れることによる拒絶反応がある。次に歩行により生じる屈曲などが侵入すると、化膿と骨髄炎に併発させる拒絶反応がある。

THAのインプラントは、セメントを使用することでTHA(異物)を巨大化させることになる。

生物学的に認められる歩行力学が歩行力学の食餌に対して、生理学的許容範囲を超えない限り屈曲してその形態を定規する。ステムを骨セメントで充填固定し、大腿骨に骨髄腔を形成し、股関節(THA)が骨髄腔内であるため歩行時歩行力学が強い。大腿骨や下肢には必要とする荷重がある。

②**Matt-Schirerの傾斜法則**

強い傾斜は生理学的に不利とし、中等度の傾斜は容認し、強い傾斜は抑制し、非常に強い傾斜は許さずせまます。カーカー-カールタイプは大腿骨周辺の中間部骨粗鬆症に起因する荷重が加えられず、応力の影響から保護されるため骨粗鬆症が起こり地盤の崩壊となる。骨粗鬆症の劣化を防ぐためには適度な傾斜が必要です。

③**大腿長 (abductor)**

材料の厚みによって生じる大腿筋主筋の傾斜を回避し、大腿筋主筋はカロー-ジョース(金属摩擦)となる。特に好まれるのがカレン-カレン子骨粗鬆症を防止し、地盤の原因となる。

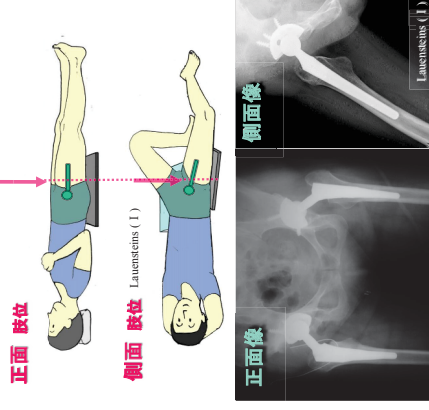
④**大腿目 (Mediolateral)**

THAの関節は、前方脱臼と後方脱臼の両方あり、股関節の運動が拡大になると臼蓋ソケットの縁に大腿骨ステムの一部が接触し、テコの作用により脱臼する。

**THA撮影2方向**

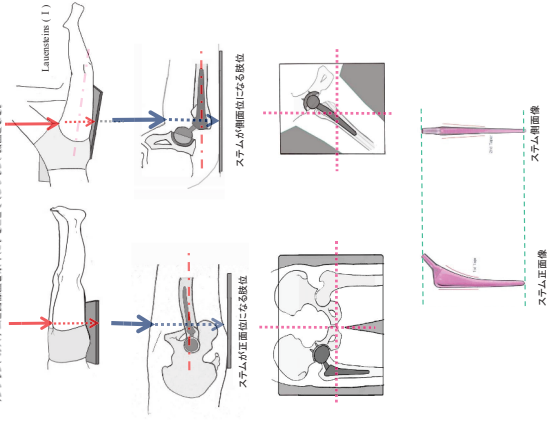
(Chip Joint THA, AP projection)

THA撮影2方向とは、前後正面と術後の経過観察画像として正面と側面方向がある。2方向のTHA画像は、インプラント(ステム)正面像と側面像によりインプラントと周辺骨の適合性と変化や骨変化の有無を観察する。

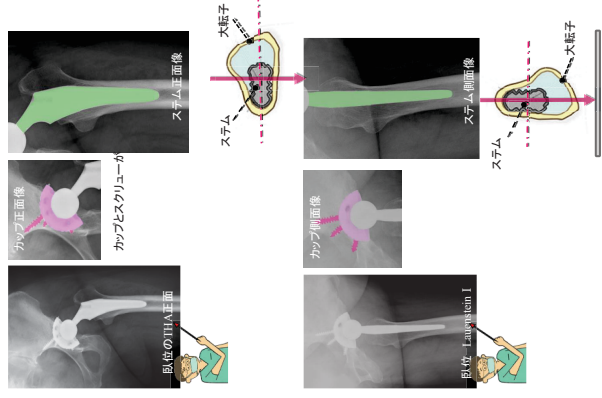


**THA-2方向撮影の臥位**

THAの2方向撮影として正面撮影は股関節正面撮影法と同じ臥位で、側面撮影はLaurensius (1) 法とする。正面像は、股関節正面像のインプラントを中心にインプラントの正面となる。側面像は股関節中心と股関節野面がある。側面像はLaurensius (1) 法によりインプラントのステムと恥骨面を水平にすることでインプラント側面となる。



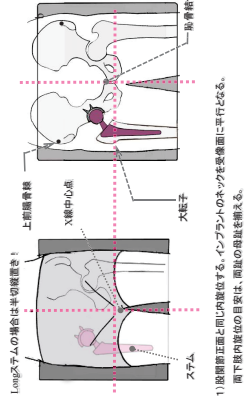
**THA撮影の臥位2方向**



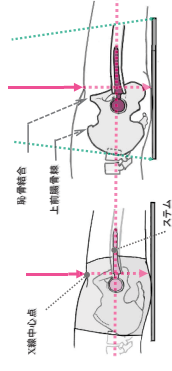
**THA正面撮影法**

**THA-正面撮影肢位②**

- ① 膝枕
- ② 両下肢は力を抜き膝関節を伸直し、股関節内旋する。



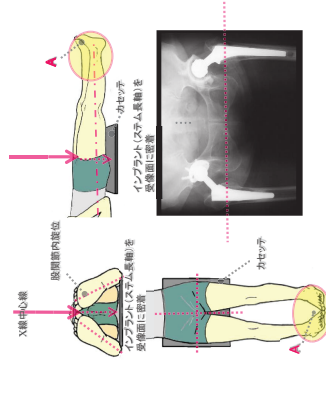
1) 股関節正面と同じ位置にする。インプラントのネックを恥骨面に平行にする。両下肢内旋位は両脚は伸直し、両足の踵を揃える。



- ② 中心線
- 正中線上の恥骨結合の下方5cmの直上、X線中心線を股関節入射する。

**THA-正面撮影肢位①**

- ① 体位
- 膝枕状態は、ステム正面を伴うため股関節正面撮影法と同じである。この撮影体位により、インプラントのステム正面像が恥骨面に平行に撮影することになる。THA撮影は高齢者に多く、股関節の内旋位は足背だけが内旋する傾向にある。



**膝枕状態**

膝枕状態は、カップとカップ野面がスクリーニングによる変化が現れる範囲からとる。下腿は、ステム遠位領域を含む両脚を出す状態とする。肘にセメントタイプのTHAでは、骨セメントよりストロファクターなどを含むためステム遠位領域を多く含むことになる。



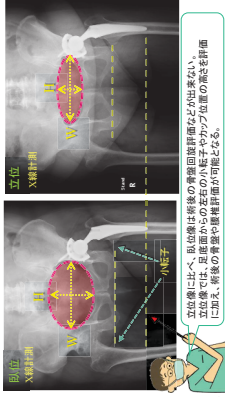




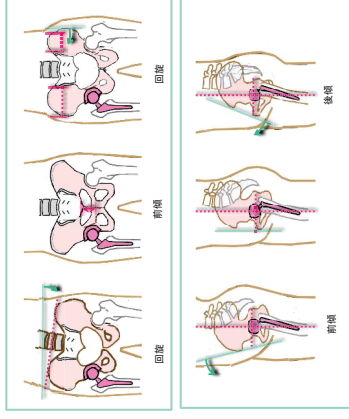


**私位と立位撮影の違い**

どこが、違いですか！

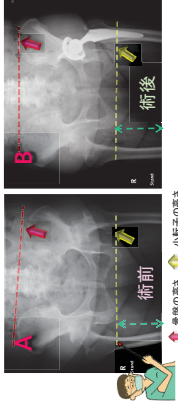


立位像に比べ、私位像は術後の骨痂回復評価などが出来ない。  
 立位像は、体重による関節の圧縮や、カフ位置のズレを評価  
 に加え、骨質の骨量や骨質評価が可能となる。

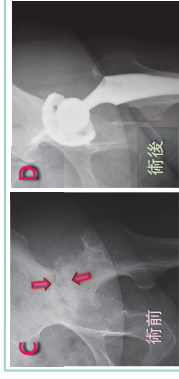


**術前と術後立位像による骨量評価**

術前の立位像(A)では、骨量の減少を認める。THA術後の立位像(B)では、骨量の増きが確認され、小転子の高さが増している。



骨量の高さ ↑ 小転子の高さ ↓



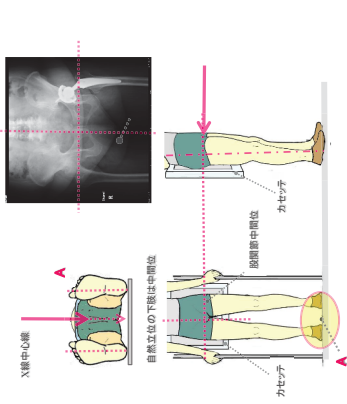
術前(C)の股関節像は、関節間隙が狭小化し骨頭と臼蓋部の硬化と骨量減少を認める。THA術後(D)では、大腿骨頭部から骨頭臼蓋まで増正されている。



立位撮影することで術前(E)の股関節像では、側面を認める。THA術後像(F)では、側面が矯正され骨量の増きも増正されている。

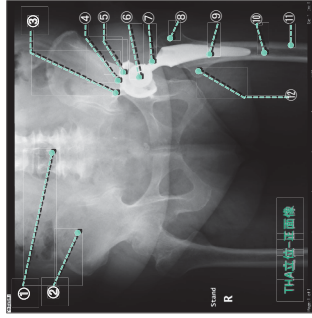
**THA立位正面撮影技術①**

a) 体位  
 撮影体位は、スラム正面を有るため股関節正面法と同じである。この撮影体位により、インプラントのスラム正面像が受像面と平行に撮影することになる。THA撮影は高膝位が多く、股関節の内側位は足背だけが内蔵する傾向にある。



1) 股関節正面と同じ内蔵位でないのは、私位撮影と違い私位像の内蔵位が容易で正確な撮影に困難がある。この私位像はTHAのスラム像を撮影するよりカフを含む骨量回復などの評価である。大腿骨頭部に相当するTHAインプラントのヘッドは、術後骨を考慮しないデザインが多いためスラム平面を平行に下股中間位で受像面と平行にある。

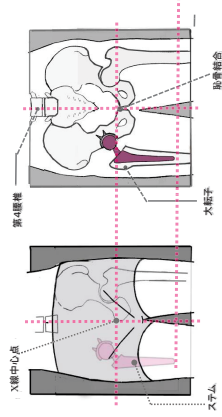
**THA立位正面-X線部①**



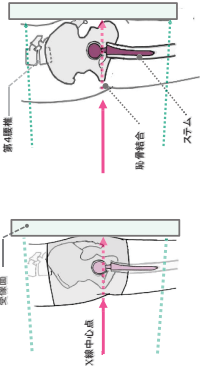
- ①第4腰椎 (L4 vertebra)
- ②腸骨 (Iliac bone)
- ③寛骨スクリュー (Screw)
- ④カフ (Cup)
- ⑤ライナー部 (liner part)
- ⑥ヘッド (head)
- ⑦スラムネック (slam neck)
- ⑧スラム (slam)
- ⑨小転子 (greater trochanter)
- ⑩大転子 (greater trochanter)
- ⑪小転子 ( lesser trochanter)

**THA立位正面撮影技術②**

b) 股位  
 ①肩下股は力を抜き伸展位とした中間位とする。



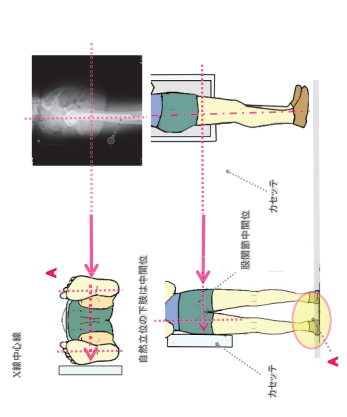
c) 中心線  
 正中線上の腸骨結合を、X線中心とし垂直に入射する。



C) 撮影距離  
 画像上部は、第4腰椎を含む身体の骨幹部を抽出する範囲とする。下腿は、スラム遠位部を含む範囲とする。特にレントゲンタイプのTHAでは、骨セメントやスチールカフなどを含まれたスラム遠位部を多く含むことになる。

**THA立位側面撮影技術①**

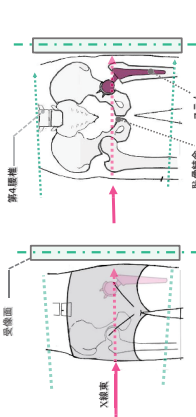
a) 体位  
 撮影体位は、スラム正面を有るため股関節正面法と同じである。この撮影体位により、インプラントのスラム正面像が受像面と平行に撮影することになる。THA撮影は高膝位が多く、股関節の内側位は足背だけが内蔵する傾向にある。



1) 股関節は、中間位で私位像が容易で正確性のある私位とする。このTHA立位側面撮影に対して側面像は、スラム像と骨頭の側面像を評価してカフを含む骨量回復などである。スラム正面に対して垂直な平面として下股中間位が、受像面と垂直になる。

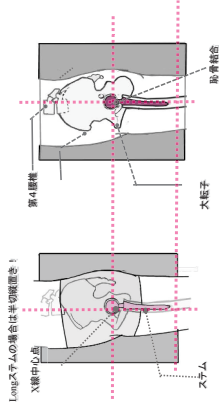
### THA-立位側面撮影技法②

- b) 体位  
① 踵下腿は力を抜き伸張位とした中間位とする。



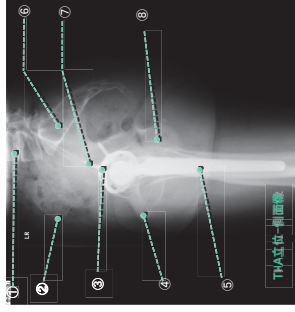
b) 中心線

矢状面の正中線上の大腿子上の大腿子とし、X線中心とし垂直入射する。



- c) 撮出範囲  
画像上端は、第4腰椎を含む椎体の骨形相を指し出す範囲とする。下腿は、ステム遠位端を含む範囲とする。特にセントタイプTHAでは、骨セメント/リスドファンカーなどを含まない。ステム遠位端部を多く含むことになる。

### THA-立位側面-X線線①

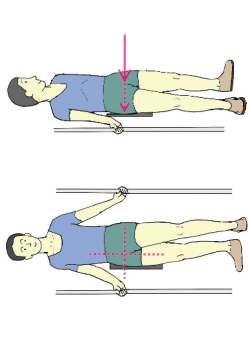


- ① 大腿骨 (Femur)  
② 上前腸骨棘 (Anterior superior iliac spine)  
③ カップ (Cup)  
④ 恥骨 (Pubis)  
⑤ ステム (Stem)  
⑥ 仙骨 (Sacrum)  
⑦ 股関節ライン (Hip joint line)  
⑧ 坐骨 (Ischium)

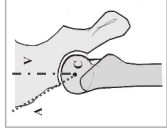
## False profile 撮影

(False-profile projection)

THA術後の大腿骨の骨頭に股関節の臼蓋部が電着線投影される撮影法である。転位脱臼  
部としては、立位前脚のインフレーションアライメントとしての患者に対するカセットヘッドの位置  
調整などを観察する。



### 前方投写度の評価法



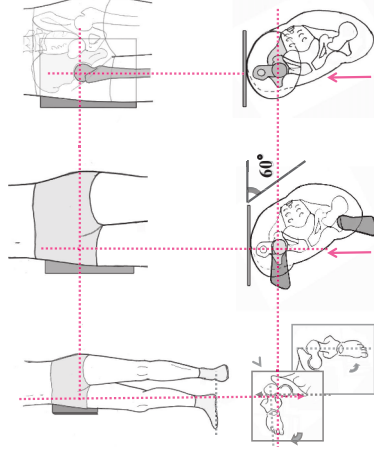
- 前方投写角度としてVCA角  
C: 大腿骨頭中心  
V: 大腿骨頭中心を通る垂直線  
A: 臼蓋前縁  
25°以上が正常



False profile 撮影法

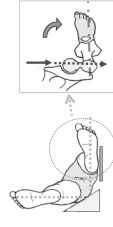
### ③-b) False profile 撮影体位①

- a) 体位  
立位で、後側の臀部をカセットに付ける骨頭65°斜位にする。踵下腿は伸展位、後側の  
足軸はカセットに平行にし、非後側の足軸は90度角にする。



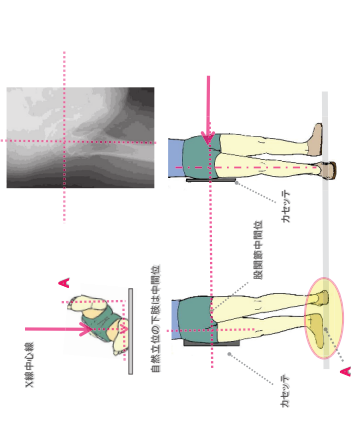
### フェロプロフィルにおける工夫

両大腿骨頭が重ならない骨盤回  
旋位足の位置において、後  
側の足軸をカセット面に平行に  
置き、矢状面に対する後遺軟部  
を投影される。

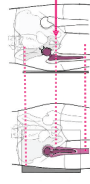


### THA-立位正面撮影技法①

- a) 体位  
撮影体位は、ステム上面を骨もみ股関節正面と同一である。この撮影体位により、インフ  
レーションのステム上面が坐骨面と平行な位置することになる。THA撮影は高膝位が多く、股  
関節の内腿位は足背だけが内蔵する傾向にある。

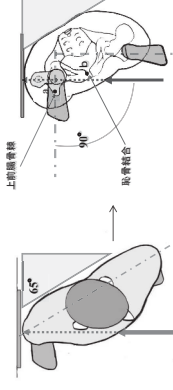


- 1) 股位撮影では、THA側面位として  
Lambert's (1) である。立位のTHA側面として骨  
頭の側面位位と同じなため関節腔が重なるため、  
THAが拍出不良となる。そこでfalse-profileは、両  
股関節が重なるTHAのアライメントが拍出可能  
となる。

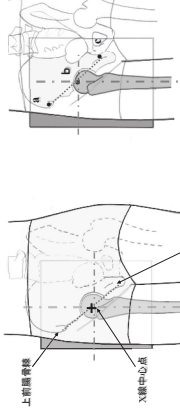


### False profile 撮影体位②

- 2) 体位  
65°斜位を再確認し、後側の下腿は伸展位、フィルム面と平行に足軸を軸とする。  
非後側の下腿はフィルム面に直角にし、立位を安易にするために、  
撮影者は、後側の下腿の荷重は後側に移動させる。



- 3) 中心線入射  
接触の上前腸骨棘(a)と恥骨骨節(c)の鼠径線中点である大腿骨頭(b)に、カセットに対  
し水平軸を  
入射する。



- b) 中心線入射  
正中線と後側の上前腸骨棘(a)の中点で鼠径線に、X線中心線を垂直入射する。  
上腿を上前腸骨節(d)と下腿を坐骨結節(d)にして、外脚を恥骨骨節(c)をいれ、大腿骨  
頭(b)を中心とする。

股関節撮影法

