

# 核医学の 画像所見からみた骨転移

神奈川核医学研究会

東海大学医学部附属病院 放射線技術科

山下高史

# 本日の内容

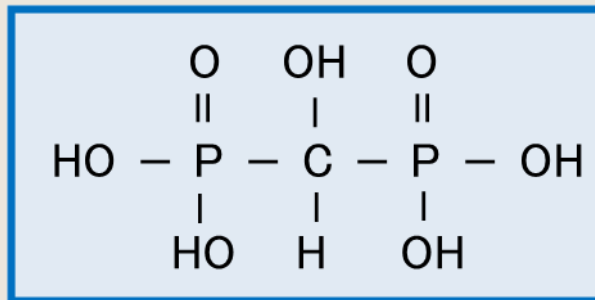
1. 骨転移が分かる核医学検査の基礎
2. 核医学画像における骨転移の見方
3. 骨シンチ vs DWIBS
4. 骨シンチ使用されている主な解析ソフト

# 1. 骨転移が分かる核医学検査 の基礎

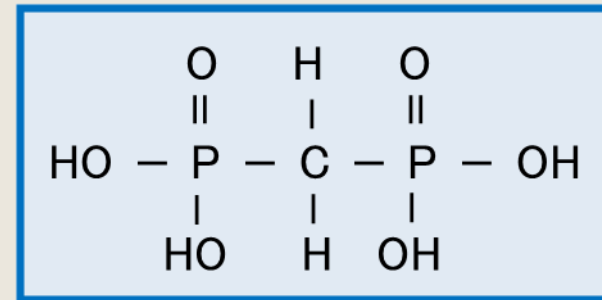
- 骨シンチ ( $^{99m}\text{Tc}$ -HMDP(クリアホン)/MDP)
- $^{18}\text{F}$ FDG-PET (PET/CT)

# 骨シンチ ( $^{99m}\text{Tc}$ -HMDP/MDP) の集積機序

- $^{99m}\text{Tc}$ にリン酸化合物を標識した薬剤であるが、実際の集積機序の全容は明らかになっていない。
- 薬剤の分子内に2個あるリン酸基と骨の構成成分であるヒドロキシアパタイト中のリン酸基の類似性から、化学吸着によって骨に集積すると考えられている。
- 骨代謝の亢進した部位により多く吸着することから、骨シンチは骨新生の活性度を画像化したものと考えることができる。



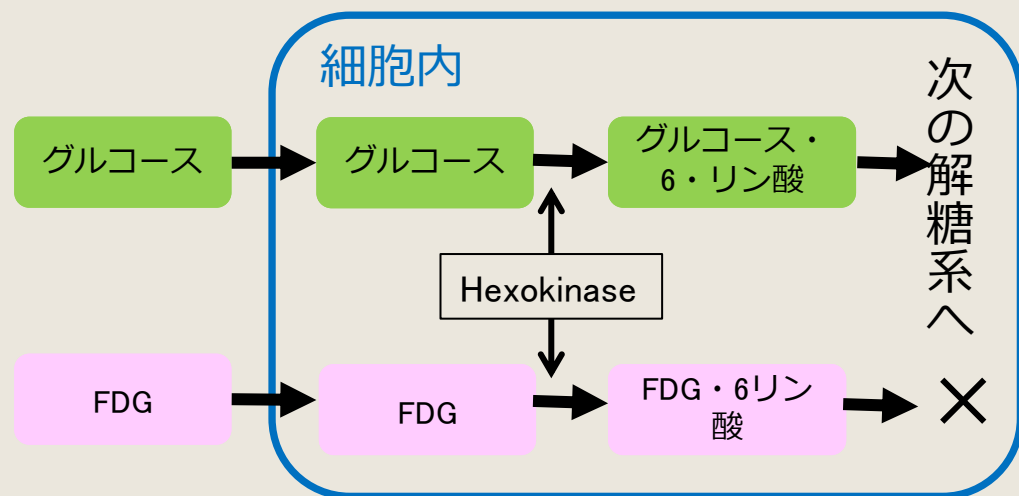
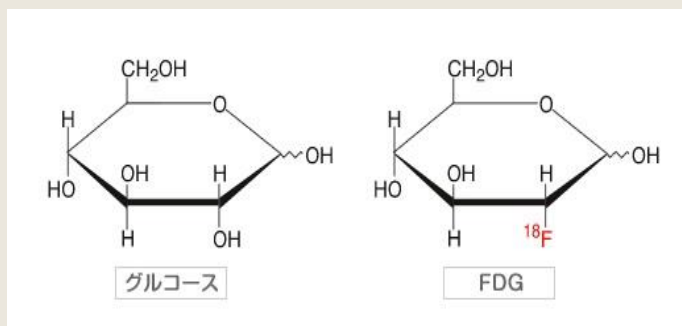
HMDP(クリアホン)



MDP

# $^{18}\text{F}$ -FDG集積機序

- $^{18}\text{F}$ -FDG (fluorodeoxy glucose: フルオロデオキシグルコース) はグルコースの類似体で、化学構造上はC-2の位置の水酸基が $^{18}\text{F}$ に置き変わったものである。
- 体内に投与された $^{18}\text{F}$ -FDGはヘキソキナーゼによりリン酸化されるが、グルコースと異なって解糖系がそこで止まり、リン酸化体として細胞内に留まる（メタボリックトラッピング）。
- 悪性腫瘍では増殖が盛んに行われるために正常細胞よりも3~8倍のグルコースを取り込むとされていることから、より多くのFDGが細胞内に取り込まれる。



# 骨シンチと $^{18}\text{F}$ -FDG-PET の違いを簡単に言うと…

骨シンチ



骨が多く作られている場所を  
見つける検査

- 原発性骨腫瘍や骨転移
- 骨折（特に疲労骨折）
- 骨髄炎、関節炎

$^{18}\text{F}$ -FDG-PET



大食い細胞（悪性腫瘍）の場所を  
見つける検査

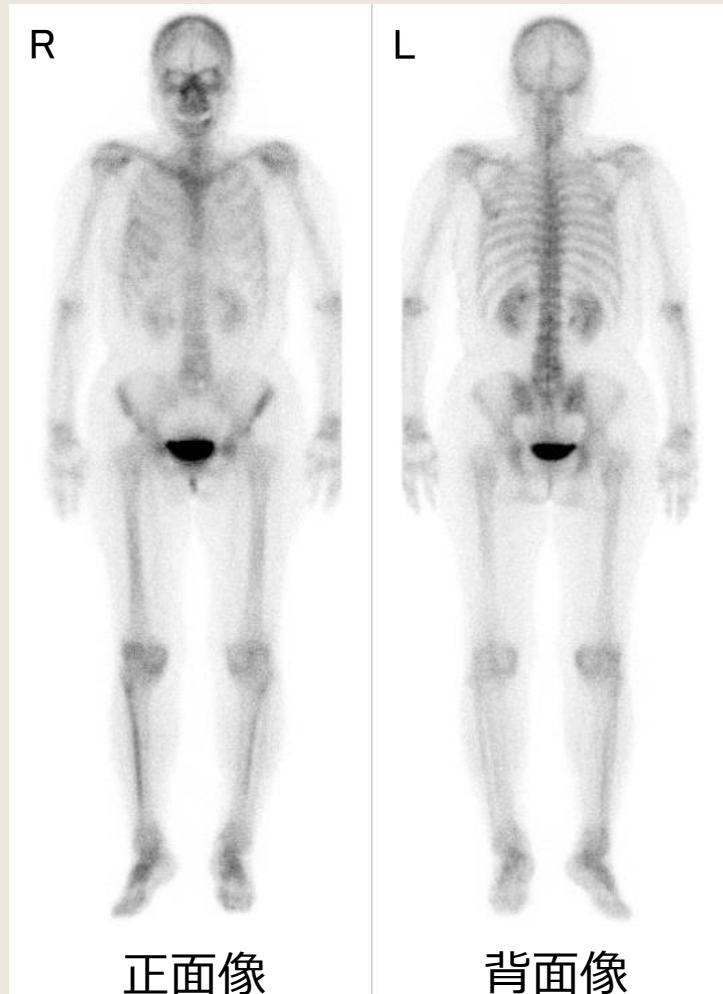
- 転移も含む悪性腫瘍全般
- 炎症

骨転移では…

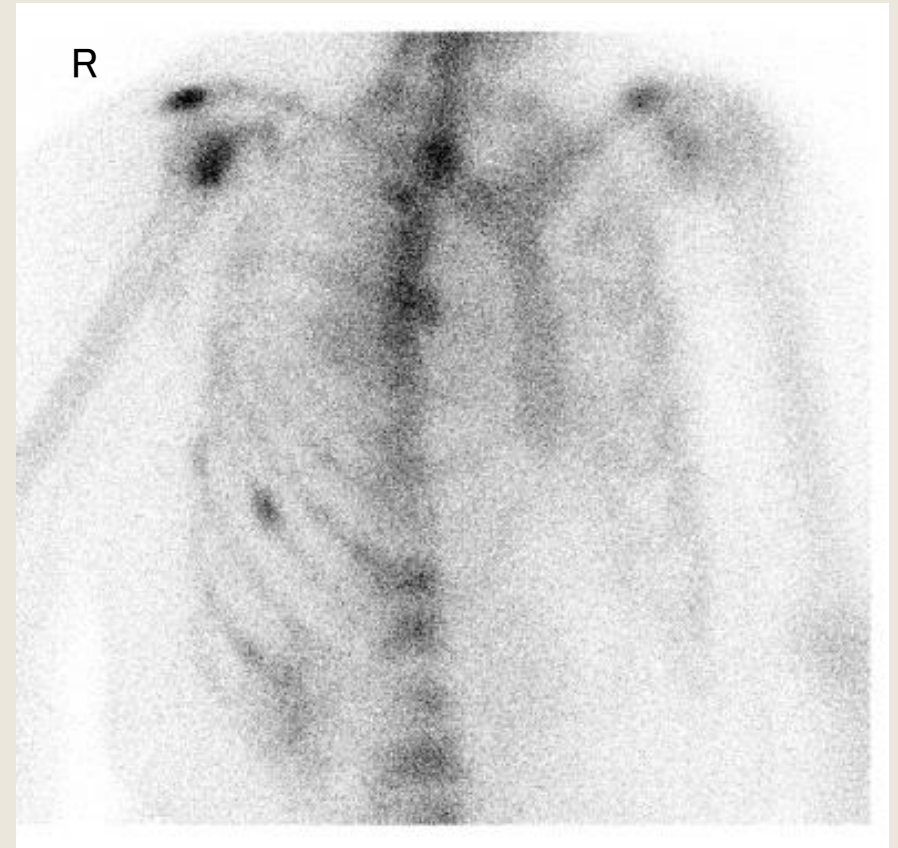
造骨型病変が得意

溶骨型病変が得意

# 当院での骨シンチ画像



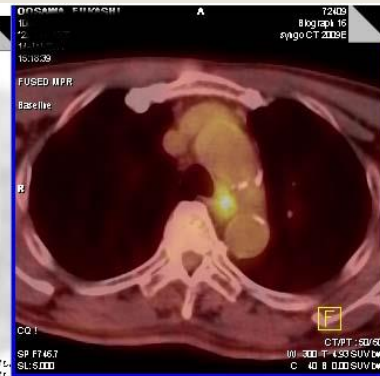
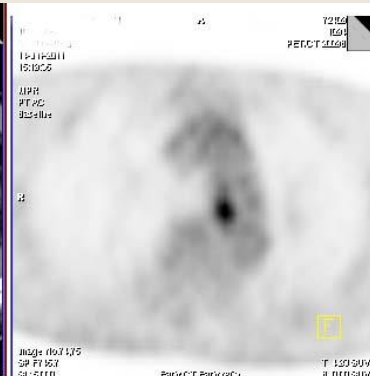
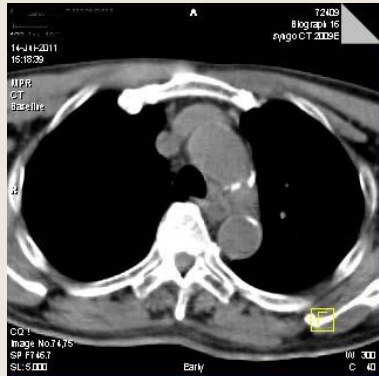
Whole Body (撮像時間：約15分)



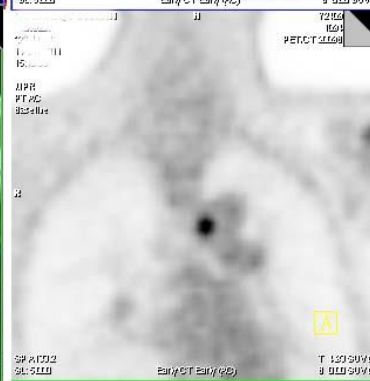
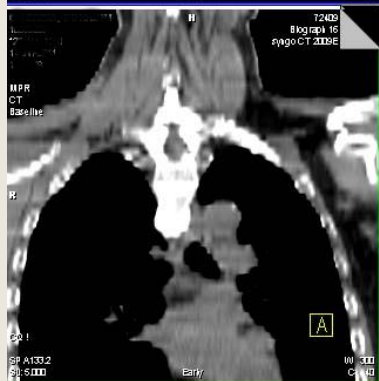
STATIC (撮像時間：約5分)

# 当院でのPET/CT画像

AX



COR



CT

PET

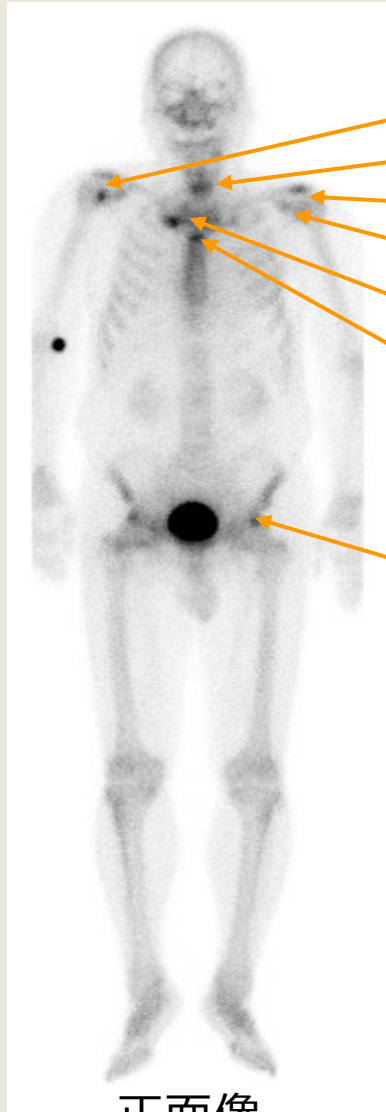
Fusion

MIP

PET/CTの検査時間：約20分

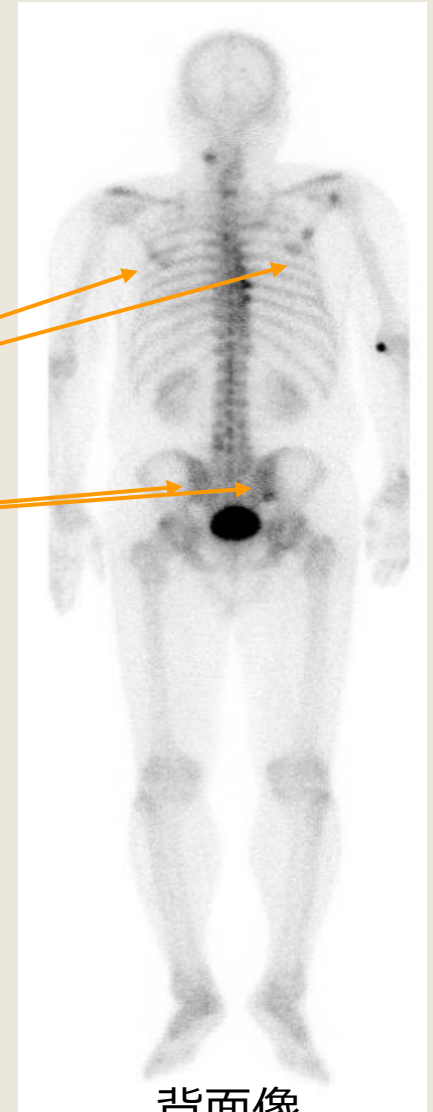


# 代表的な生理的集積 (骨シンチ)



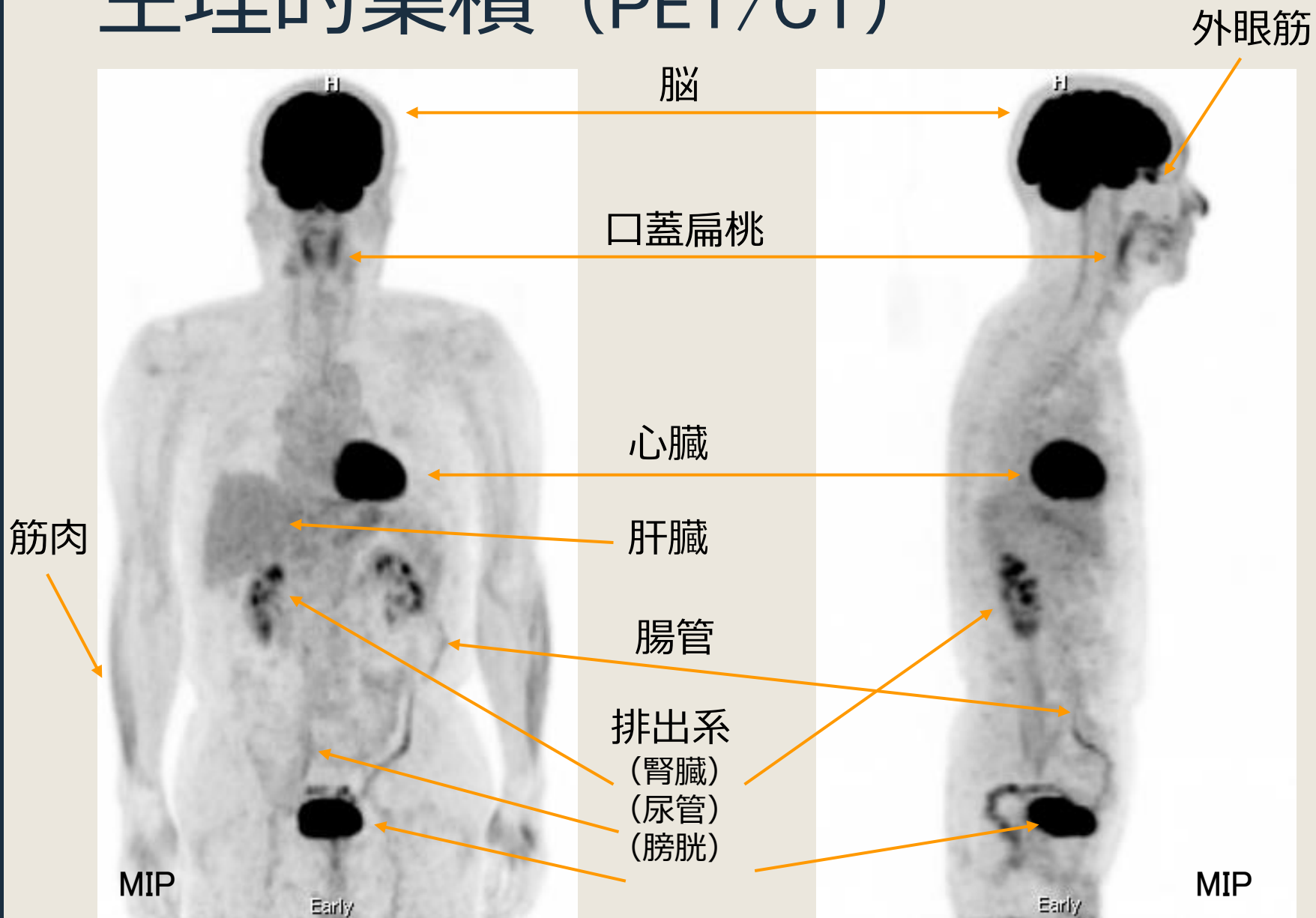
正面像

- 烏口突起
- 甲状軟骨
- 肩峰
- 上腕骨近位部 (三角筋粗面)
- 胸鎖/胸肋関節
- 胸骨角
- 肩甲骨下角
- 仙腸関節
- 股関節
- 舌骨
- 排出系 (腎臓・尿管・膀胱)



背面像

# 生理的集積 (PET/CT)



## 2. 核医学画像における骨転移の見方

核医学画像の骨転移の見方について、乳がん患者の画像を元にポイントが必要となる部位を中心にその特徴を紹介する。

# 骨シンチにおける骨転移の特徴

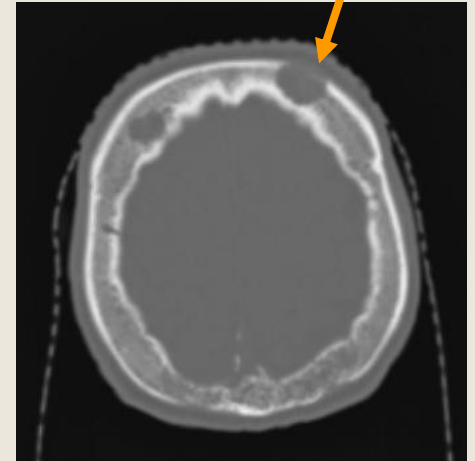
1. 骨髄にがん細胞が生着してから広がるため、骨の中に集積する。
2. 骨髄に沿って広がるため、骨の長軸方向に進展しやすい。
3. 前立腺がんは造骨性のため、中央部が濃い集積となり、他のがんでは中央部が抜けたドーナッツ型を示す。
4. 左右非対称な不均一な分布である。
5. 原発巣に近いところに骨転移を生じる。
6. 赤色骨髄の分布もしくはバトソンの叢（椎体の周囲および脊柱管内に存在する導出静脈のネットワーク）の分布に一致する。

# 頭蓋骨



ドーナツ型の集積

溶骨性変化



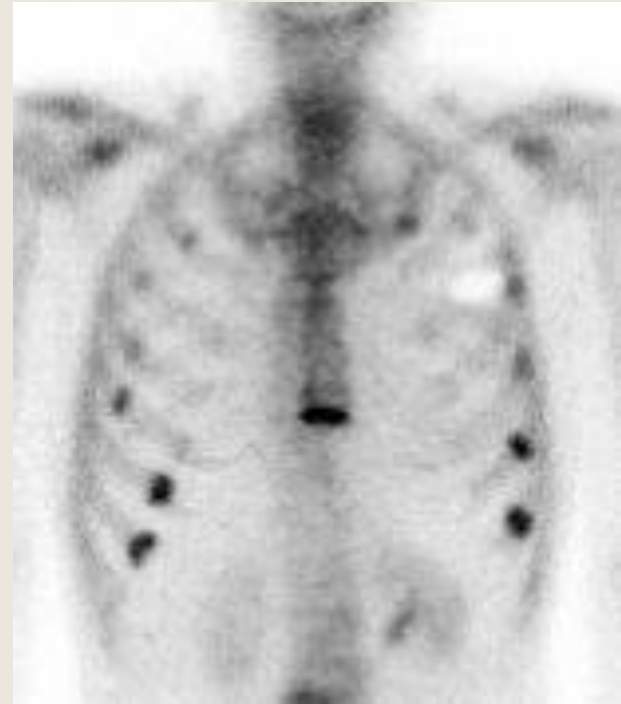
頭部拡大画像

- CTから溶骨性の骨転移と判明
- 骨シンチで頭蓋骨転移の集積はドーナツ型を示すことが多い
- 病変の中央部が骨破壊により腫瘍に置き換わっていることが多く、そのため中央部は欠損になることが多い
- 骨シンチでも治癒過程で骨新生が発生していると集積亢進が見られる

# 肋骨



転移



外傷

- 左右非対称で骨に沿った長軸方向に延びた集積は転移を示すことが多い
- 骨からはみ出した点状の集積は外傷を示すことが多く、かつ上下の骨にも同様な集積が認められれば、ほぼ外傷である

# 肋骨



斜位像

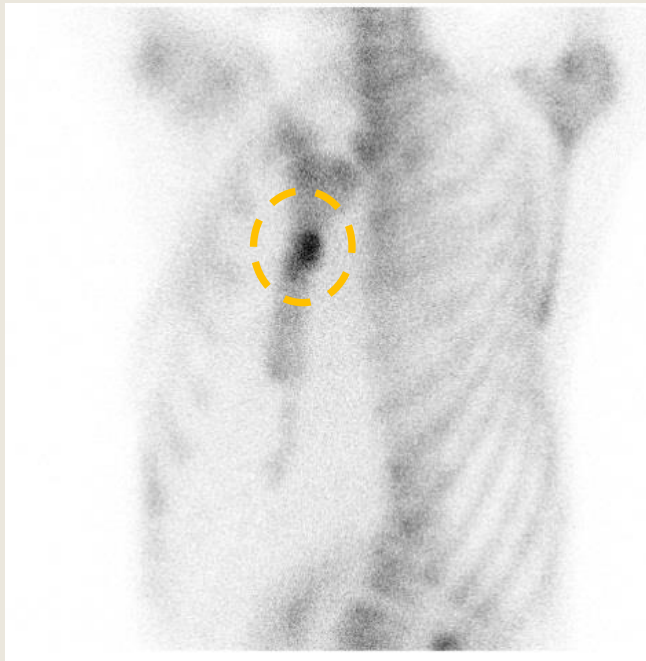


骨に沿った集積

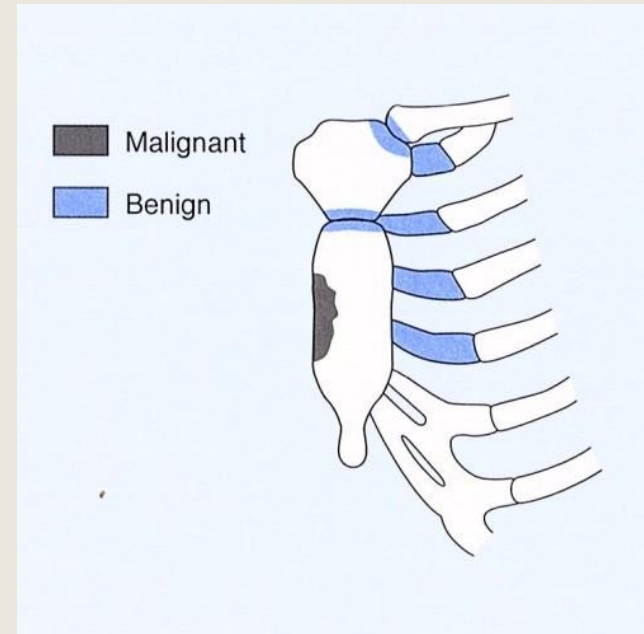
- 肋骨のタンジェント方向の集積は必ず斜位像を追加して、転移か外傷かを確認することが重要

# 胸骨

斜位像



胸骨体の左側に偏った集積

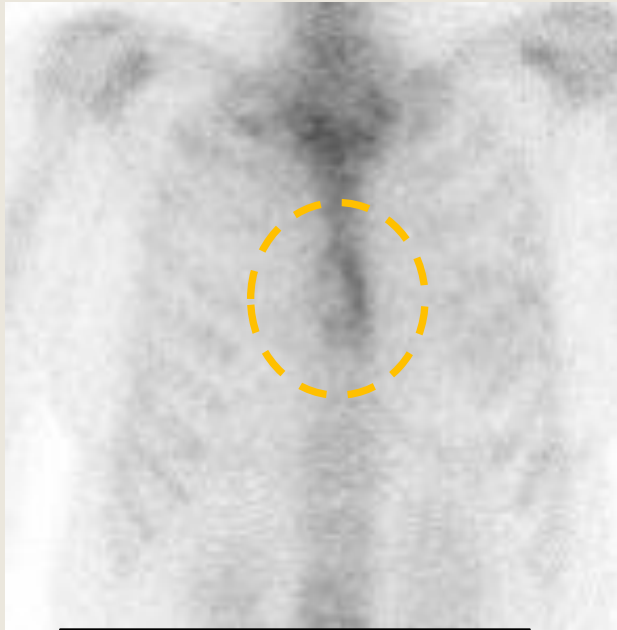


胸骨の転移と良性の図

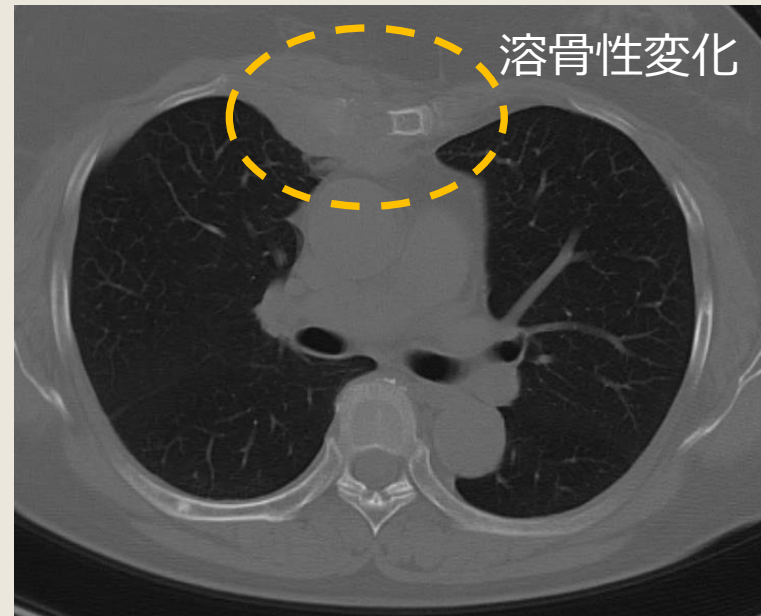
- 胸骨側面に偏った集積は転移を示すことが多い



# 胸骨

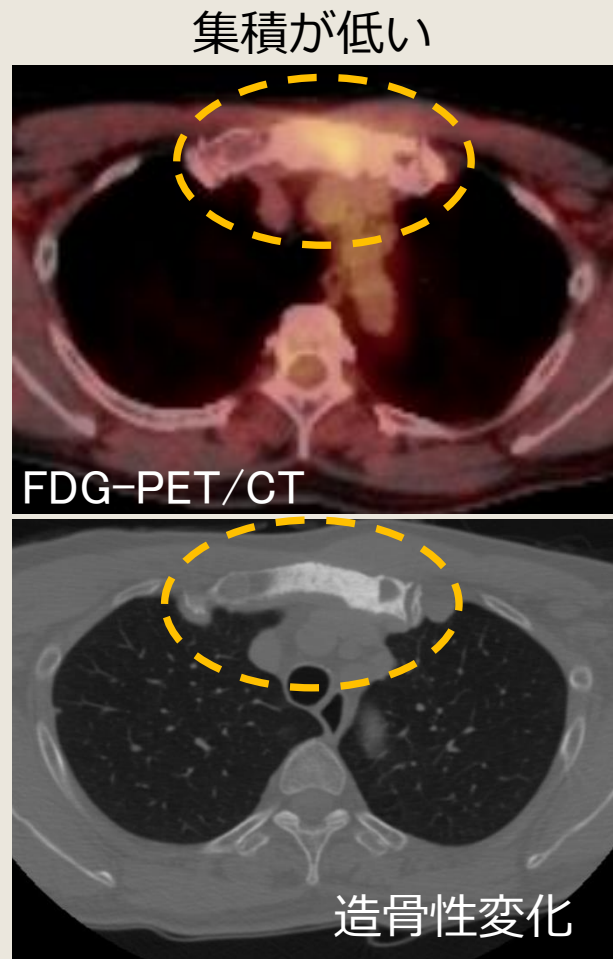


胸骨右側側面の欠損像



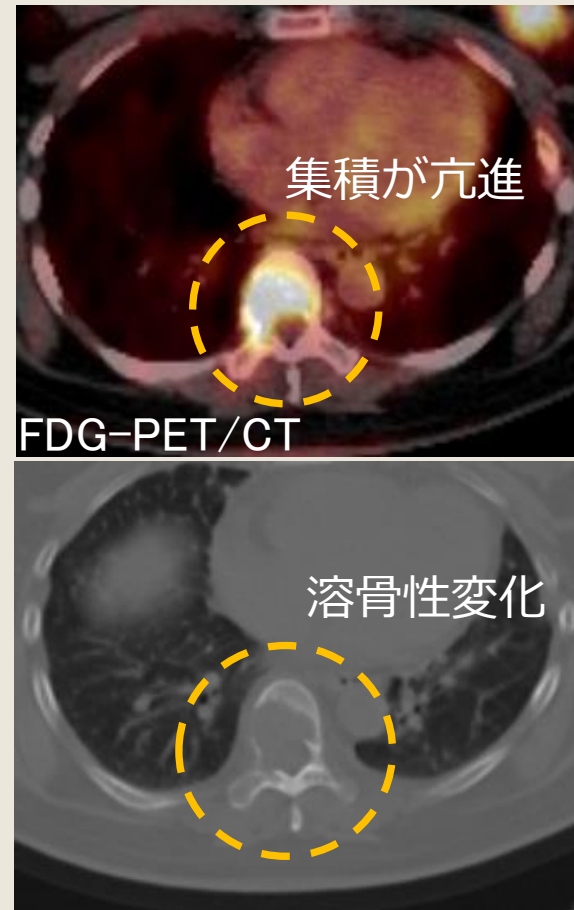
- 溶骨性変化で骨破壊していると骨シンチは無集積を示す場合がある
- 無集積が疑われた際は他のモダリティで確認することが大切である

# 胸骨



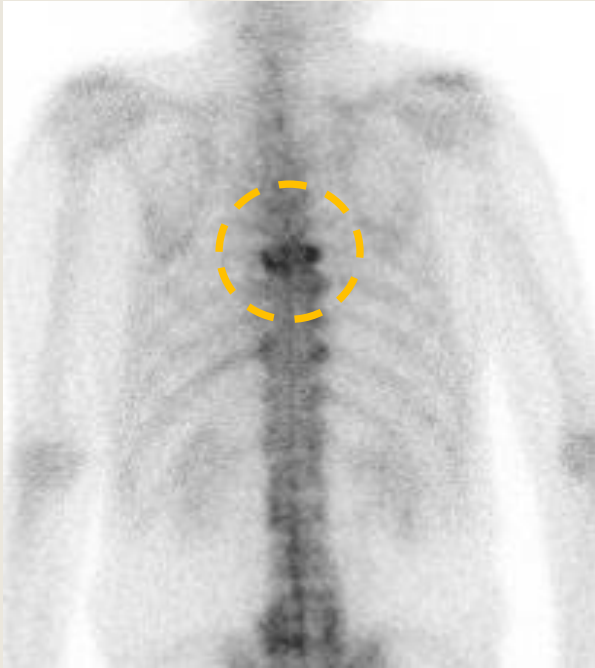
- 造骨性変化ではPETの集積は低下傾向を示す

# 椎体

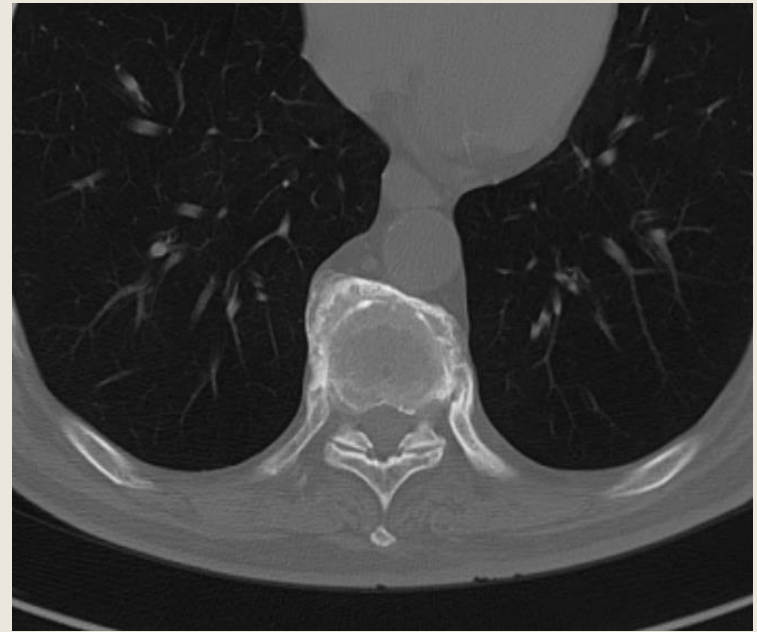


- 溶骨性変化ではPETの集積は増加する
- 骨シンチで集積が増加しているのは治癒過程の骨新生が発生しているためと考えられる

# 椎体



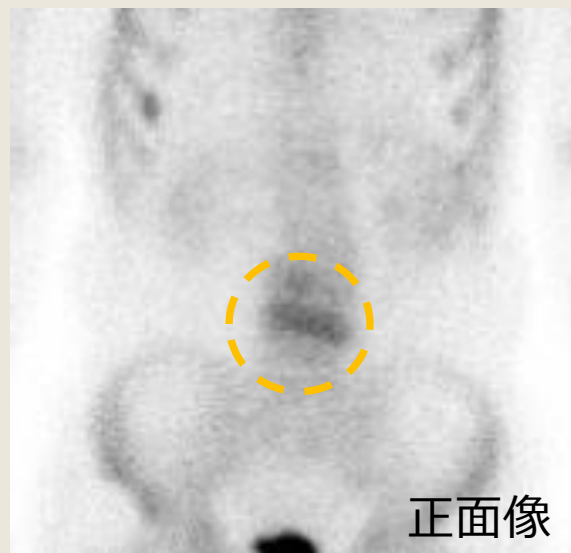
骨全体ではなく偏った集積



加齢性変化

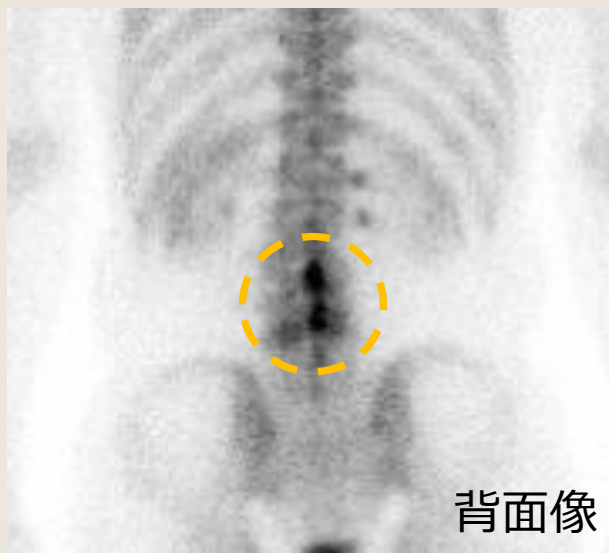
- 偏った集積は良性のことが多い

# 椎体



正面像

ほぼ均一な集積



背面像

椎弓への集積が高い



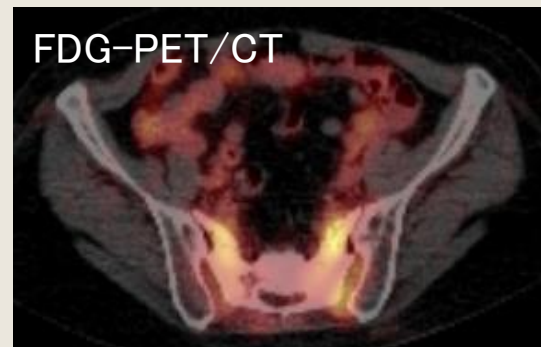
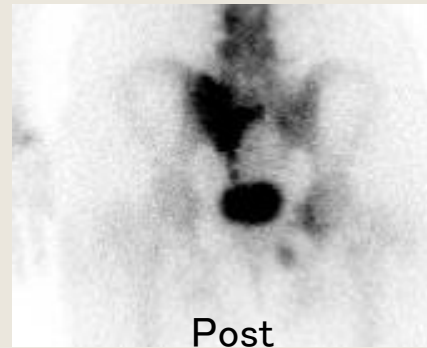
圧迫骨折を伴う外傷性変化

- 椎体への転移は後方部分より椎体骨に多い
- 圧迫骨折は椎体全体がほぼ均一に集積しているので判定は容易であるが、骨転移が合併していることもあり、注意が必要
- 椎体の骨転移診断は難しく、典型的な像以外で判定に困ったら他の画像診断法を行うことが薦められている

# 骨盤



骨転移への集積



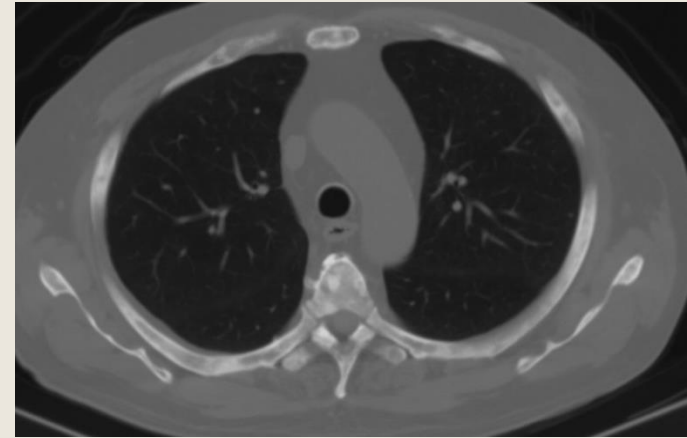
骨折への集積



- 仙腸関節近辺において、両側に集積していれば炎症などの良性疾患の可能性が高くなるが、偏側のみの集積では判別が困難な場合が多く、他の検査で確認することが必要

# Super Bone scan (Beautiful Bone scan )

前立腺がん



肋骨、椎体に骨硬化

- 全身骨への集積が増加した状態で、とくに頭蓋骨、脊柱、肋骨、胸骨、四肢の近位（恐らく赤色骨髄の分布）の集積が増加する
- 集積にむらがあることが多い
- 進行例では骨への集積が著明のため腎への集積が認められない所見が多い（absent kidney sign）

# フレア現象

- 骨シンチにおいて、治癒過程の骨硬化で一過性に集積が増加する現象。
- 通常、治療開始から3～6か月で認められることが多い。
- 前立腺癌において、20%に認められたとの報告がある。



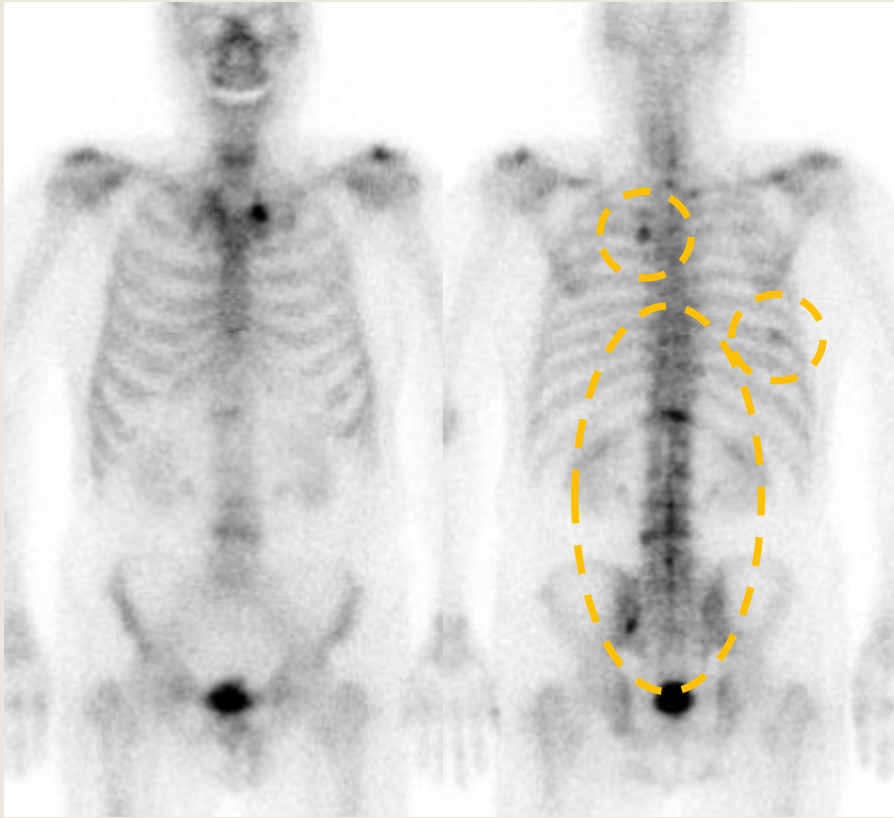
# 3. 骨シンチ vs DWIBS

## 対象

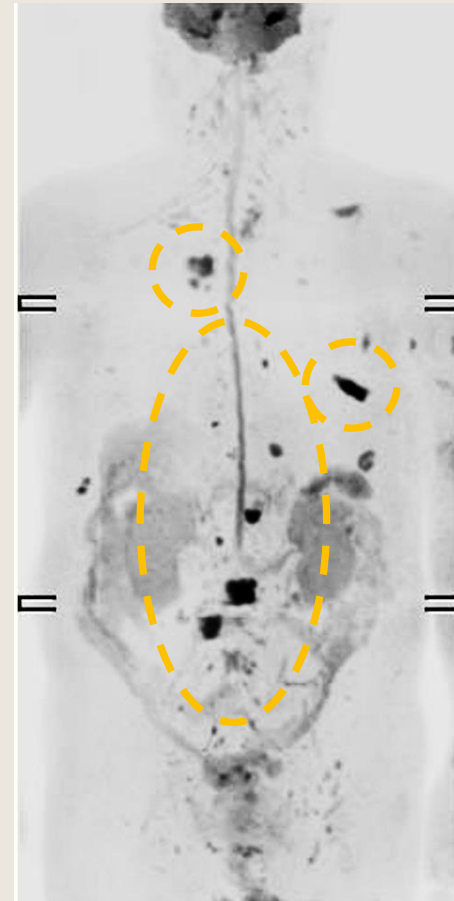
2017年と2018年の間に骨シンチとDWIBSを同時期に検査した前立腺癌の患者。

骨シンチとDWIBSの骨転移の検出の違いを紹介する。

# 症例 1



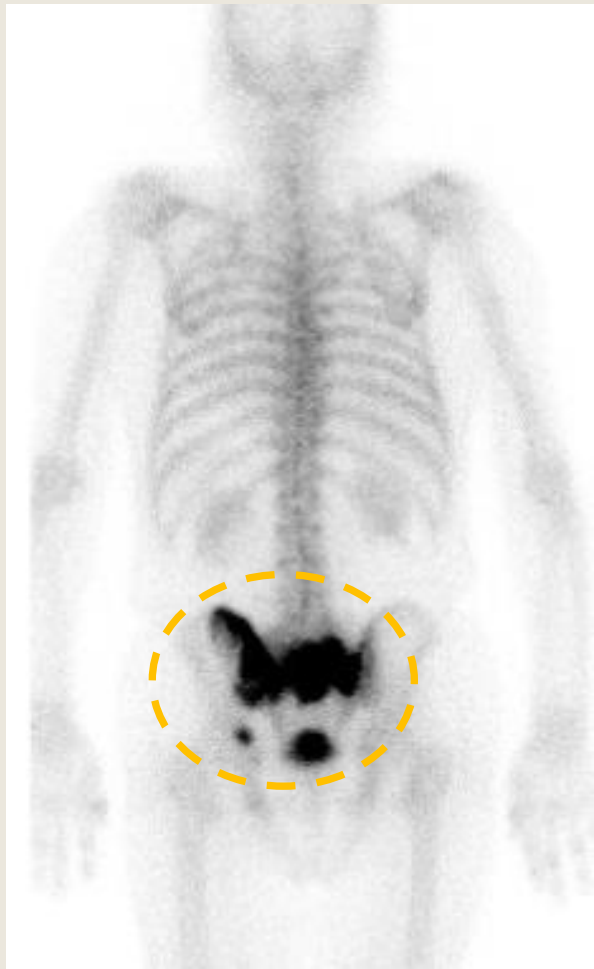
骨シンチ



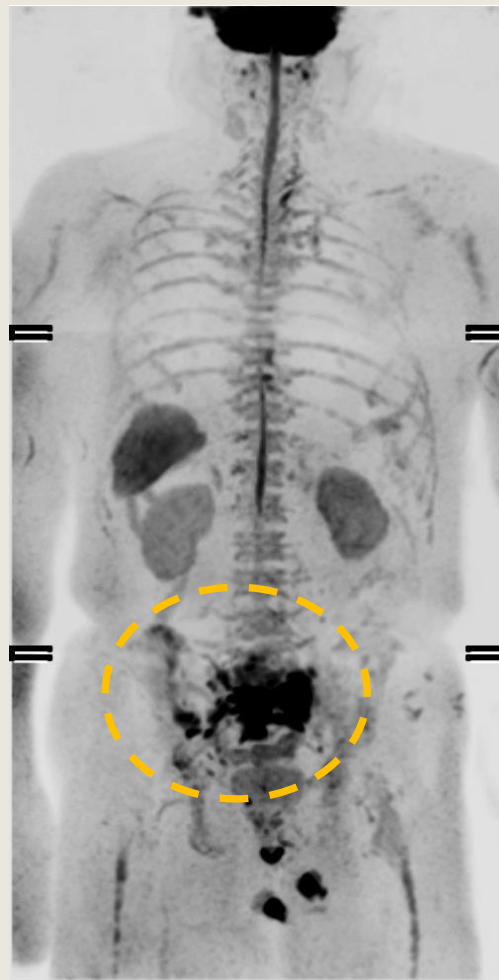
DWIBS (左右反転)

- DWIBSは骨シンチと同等以上の骨転移検出能を有している

# 症例 2

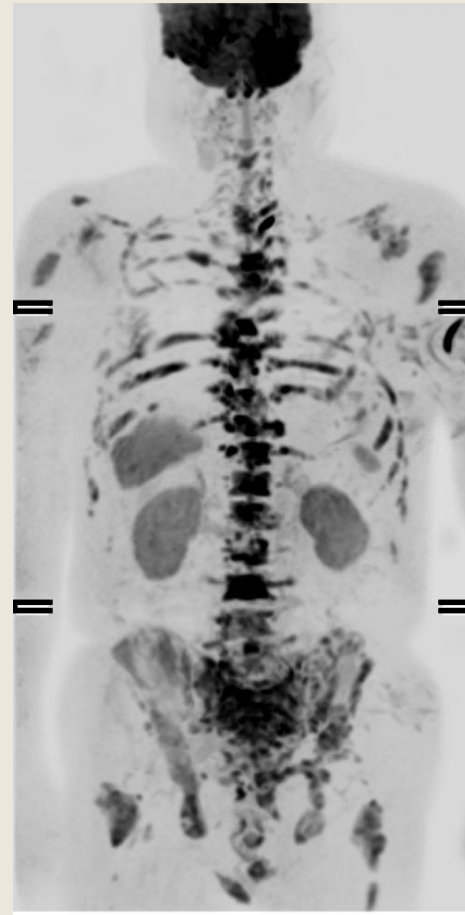


骨シンチ



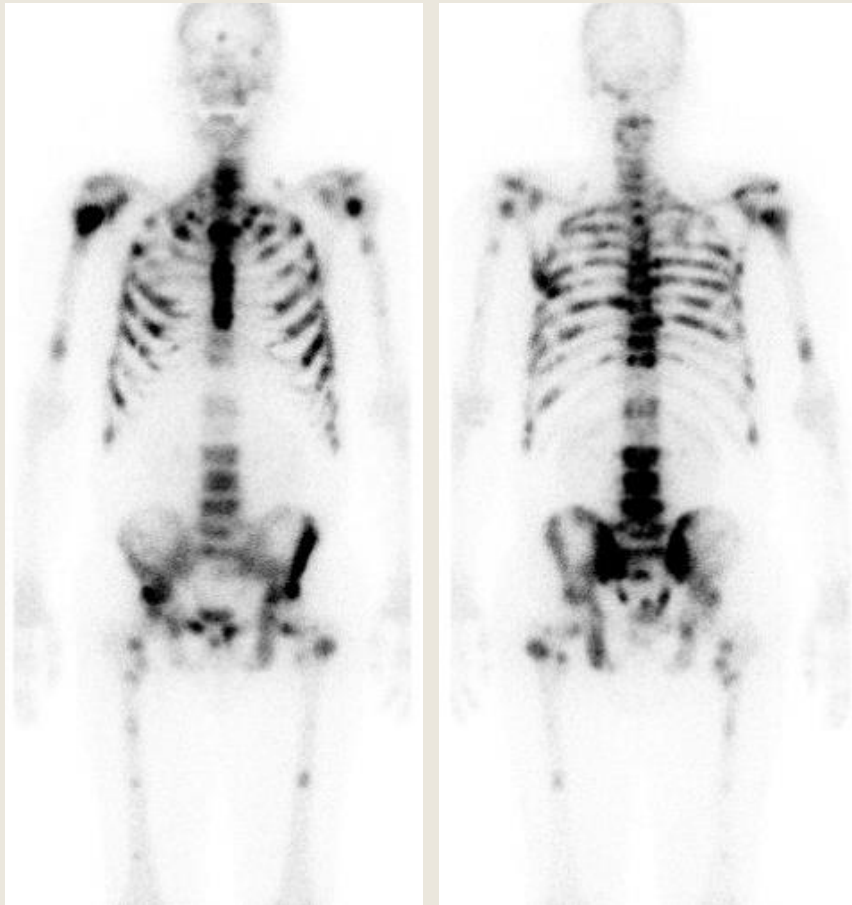
DWIBS (左右反転)

# 症例 2 5か月後

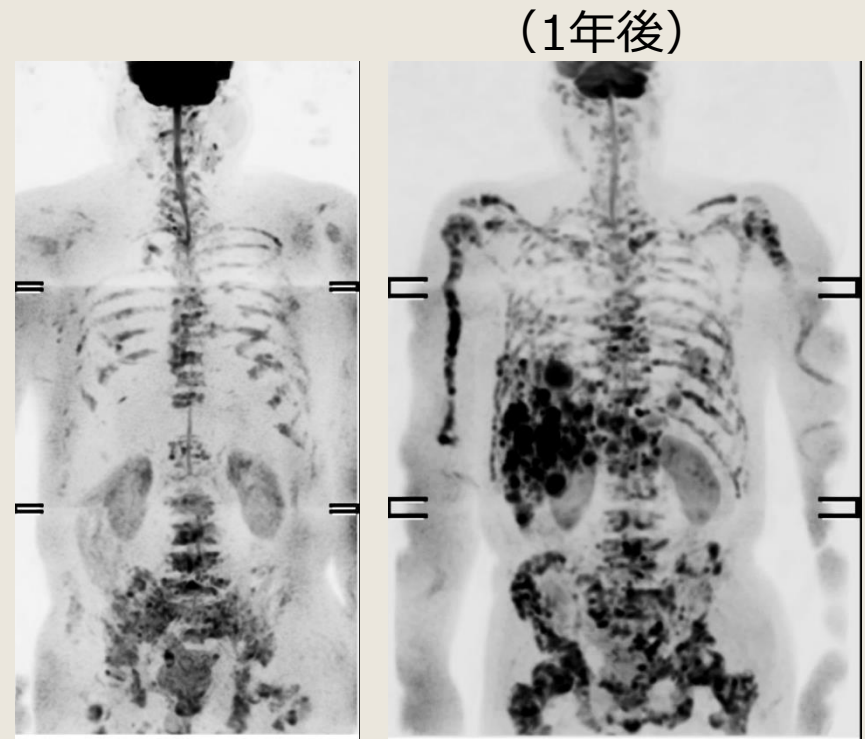


- 骨シンチの集積増加においてもDWIBSで検出されている

# 症例 3



骨シンチ



体幹部以外の撮像は厳しい？

DWIBS

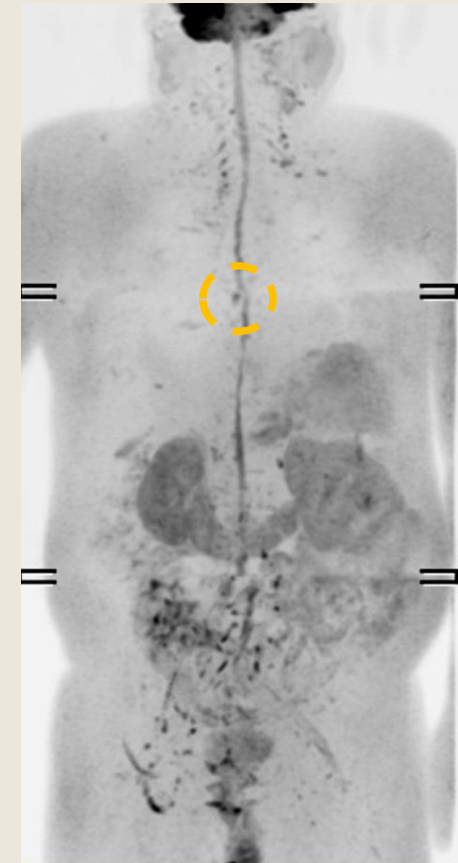
- 四肢を含めた全身骨評価は骨シンチが有利

# 症例4

Super Bone scan



骨シンチ



DWIBS

- 骨シンチのSuper Bone scan症例はDWIBSで認められなかった

# 各検査の有効性

	Sensitivity	Specificity
骨シンチ	86 %	81 %
FDG-PET	90 %	97 %
全身MRI (造影、DWIBS含む)	90 %	96 %

日本臨床腫瘍学会『骨転移診療ガイドライン』南江堂（2015）

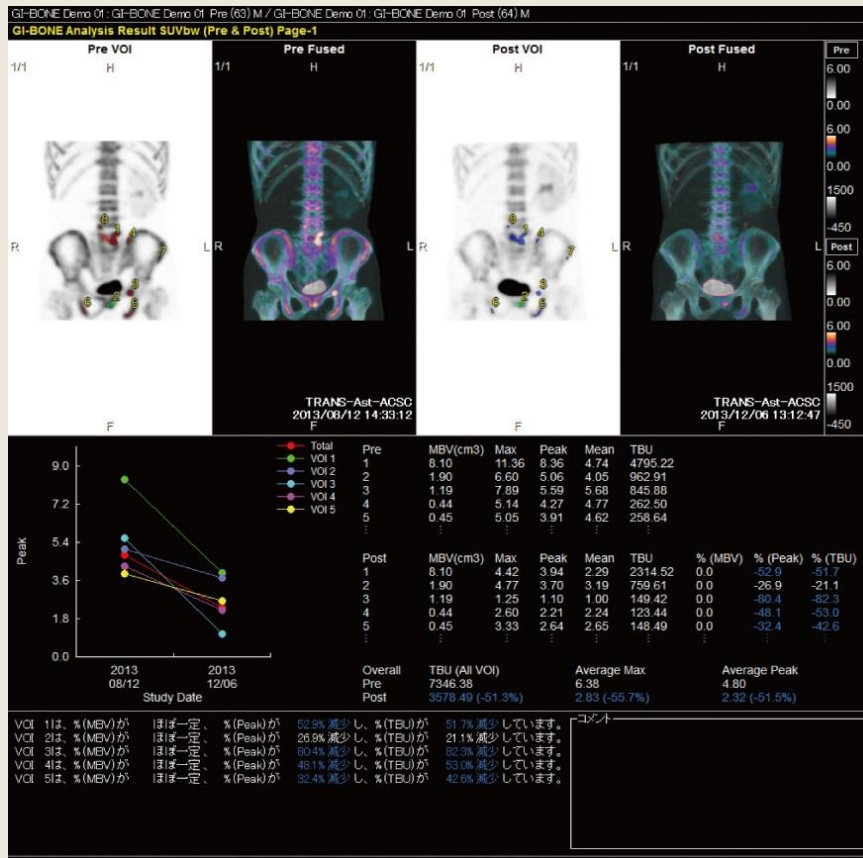
- DWIBSは骨シンチと同等以上との報告もあるため、お互いの短所を補う検査運用が理想と考える

## 4. 骨シンチで使用されている主な解析ソフト

- GI-BONE (AZE)
- BONENAVI (富士フイルム富山化学)



# GI-BONE

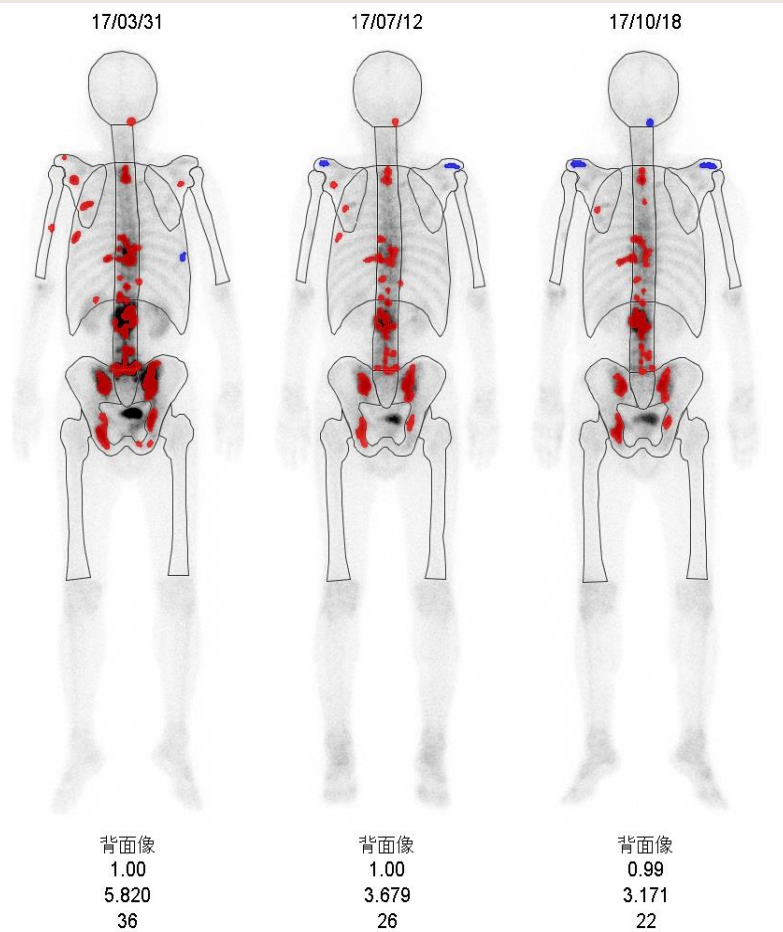


骨シンチのSPECT画像からPETと同様に定量値であるSUVが算出できるソフト。

定量評価だけでなく、CT画像とのFusionも可能であるため、視覚的な診断能向上が期待されている。

(AZE HPより引用)

# BONENAVI



骨シンチWhole Body画像を使用して、全身骨量に対するリスクの高い集積部位の割合を表すBSI(Bone Scan Index)を算出するソフト。BSIは多発骨転移になるほど高値となる。

このBSIは最新の前立腺癌診療ガイドライン（2016）に「進行性前立腺癌の治療効果や予後と関連することが示されており、今後骨病変評価の一手法として参考になる可能性がある」とされ、骨病変評価の一手法として期待されている。

# まとめ

今回、核医学の画像所見からみた骨転移として、骨シンチを中心に画像の見方やDWIBSとの比較を紹介した。

MRIと核医学は似ているところも多く、お互いの長所を認め、短所を補完し合えれば、新たな展開が期待できるため、患者さんのメリットが向上すると考える。

そのためにも、神奈川にある2つの研究会が中心となって、MRIと核医学の融合技術が全国に発信できることを望んでいます。

ご清聴ありがとうございました



神奈川核医学研究会