

## 骨・腫瘍の核医学診断

北海道大学大学院医学研究科  
核医学分野

鐘ヶ江香久子

## 講義のアウトライン

- 腫瘍PET
- 骨シンチグラフィ  
骨転移について
- sentinel node navigation

## PET

(玉木教授の)



## PETの特徴

- 解像力が比較的高い  
→ 小病変の検出
- 感度が高い  
→ 微量の薬剤で映像化, 安全  
→ 全身検索が短時間で可能
- 定量性が優れている  
→ 臓器の機能の定量評価, 治療効果判定
- 種々の標識薬剤を利用できる  
→ 生理的、生化学的情報の映像化

## 腫瘍FDG-PET検査

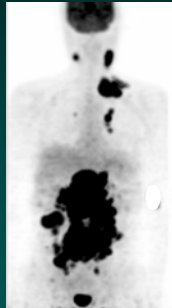
- FDG-PET検査は腫瘍のエネルギー代謝を評価し全身の検索ができるため、腫瘍の評価に有用
  - 鑑別診断(特に腫瘍性病変)
  - 病期分類 → 治療方針の決定
  - 治療効果判定(形態診断法より鋭敏)
  - 再発の早期診断
  - 原因不明癌の主病巣の検出

## FDG-PET: 健康保険適用15疾患

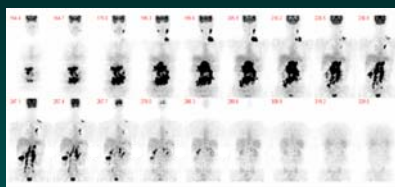
1. てんかん
2. 虚血性心疾患
3. 肺癌
4. 乳癌
5. 大腸癌
6. 頭頸部癌
7. 脳腫瘍
8. 脾癌
9. 悪性リンパ腫
10. 転移性肝癌
11. 原発不明癌
12. 悪性黒色腫
13. 食道癌
14. 卵巣癌
15. 子宮癌

## 悪性リンパ腫

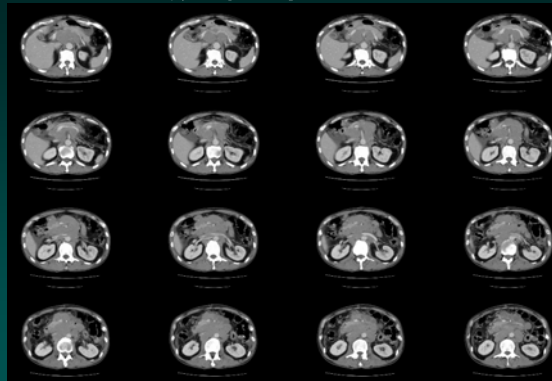
FDG-PET MIP像



FDG-PET 冠状断像



## 腹部造影CT



## Ann-Arbor Staging

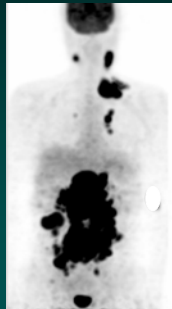
- 病期
  - I. 1つのリンパ節領域あるいはリンパ節外臓器に病変が局限している
  - II. 横隔膜の上下のいずれかの一方のリンパ節領域に複数の病変があるあるいは、一つの節外性臓器に病変が局限しているかつ横隔膜の同側の1つ以上のリンパ節領域に病変がある
  - III. 横隔膜の上下両方のリンパ節領域に病変がある
  - IV. 1つ以上の節外臓器にびまん性に病変がある
- 付加項目
  - A: 下記のB症状のないもの
  - B: B症状
    - ・ 繰り返す38度以上の発熱
    - ・ 盗汗
    - ・ 6ヶ月以内に10%以上の体重減少
  - E: 限局した節外病変
  - S: 脾臓浸潤
  - H: 肝臓浸潤
  - M: 骨髄浸潤
  - P: 肺浸潤
  - O: 骨皮質浸潤
  - X: bulkyな病変(長径>10cm)

## 臨床経過に応じた分類

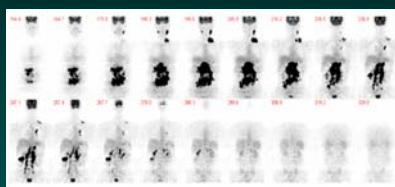
- Aggressive Lymphoma (NHL)
  - 月単位で症状が進行する
  - ・ Diffuse Large B-cell Lymphoma
  - ・ Peripheral T-cell Lymphoma
- Indolent Lymphoma (NHL)
  - 年単位で症状が進行する
  - ・ Follicular Lymphoma
  - ・ MALT Lymphoma
- Hodgkin Lymphoma

## 悪性リンパ腫 DLBCL Stage III

FDG-PET MIP像

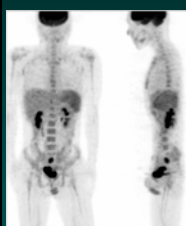


FDG-PET 冠状断像

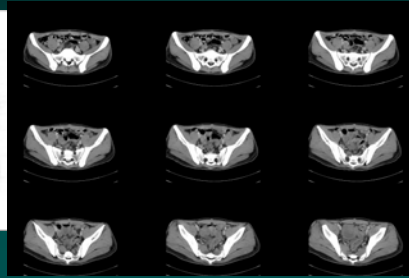


## 悪性リンパ腫(化学療法後)

FDG-PET MIP像



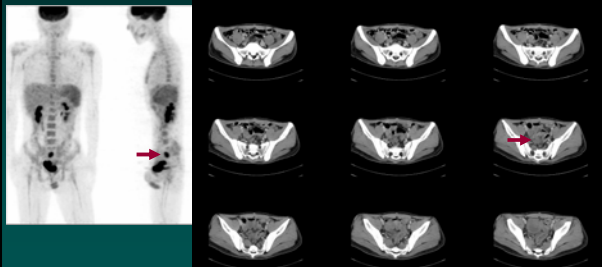
腹部造影CT



## 悪性リンパ腫(化学療法後)

FDG-PET MIP像

腹部造影CT

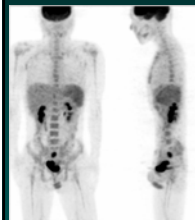


Hokkaido University

Burkittリンパ腫

CTで指摘されなかった仙骨前の再発病巣が明瞭に描出

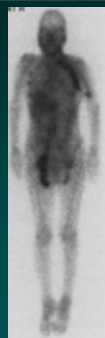
再治療へ



Hokkaido University

## 悪性リンパ腫 Stage 3

<sup>67</sup>Ga-Citrate



Hokkaido University

<sup>67</sup>Ga-Citrate < **FDG-PET**

<sup>67</sup>Ga-Citrate : HDや低分化NHDの検出率80%以上  
高分化NHDの検出率50%以下

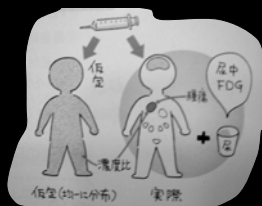
FDG-PET : 組織による違いはあるがいずれも集積  
MALTリンパ腫では陰性も多い

Hokkaido University

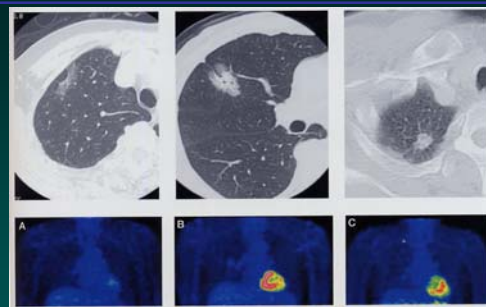
## FDG集積の評価方法 SUV(standardized uptake value)

$$SUV = \frac{\text{組織放射能カウント(cpm)} / \text{組織重量(g)}}{\text{投与放射能カウント(cpm)} / \text{体重(g)}}$$

投与したRfが体内に均一に分布し  
かつ排泄されていないとした場合の  
組織の放射能濃度を1とし、それ  
に対して関心領域の放射能濃度が何  
倍であるかを示したもの。



## 肺癌の組織型とFDGの集積



肺胞上皮癌 高分化癌(SUV 2.2) 中分化癌(SUV 4.5)

陳之内正史 編著: FDG PET マニュアル インナービジョン 2004

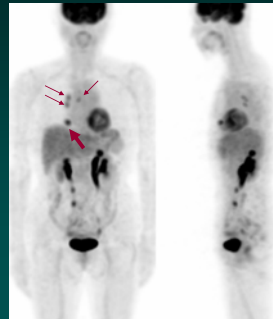
Hokkaido University

## FDG集積に影響する要因

- 細胞自体の取り込み
  - 扁平上皮癌 > 腺癌、低分化 > 高分化
  - 炎症細胞にも取り込み
- 腫瘍の大きさ
  - 1cm 以下の検出はやや難
- 細胞密度
  - 線維化や粘液・含気があると修飾される
- 変性の有無
  - 壊死や出血の存在で修飾される

## FDG-PET 64,F 肺癌(腺癌)+リンパ節転移

FDG-PET MIP像



FDG-PET 横断像

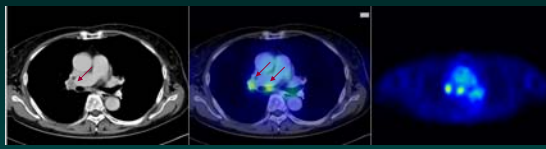


胸部CT像



SUV=3.27

胸部CT像      PET-CT fusion像      FDG-PET像



#10

#7 #10



#11

術前病期診断 T2N1M0 stageIIB

FDG-PETでは同側肺門リンパ節転移に加え、#7リンパ節の転移も指摘していた(N2、stage IIIA)。

PETでstagingが上がった

## FDG-PETによる縦隔リンパ節転移診断

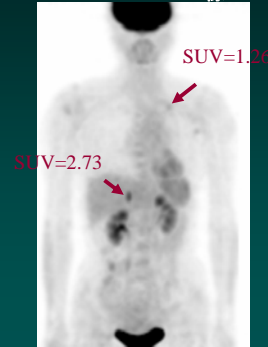
初回診断での診断率

PET-CT > FDG-PET > CT

CTよりPETの方がリンパ節診断の正診率高い

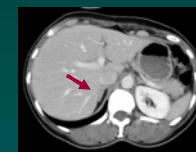
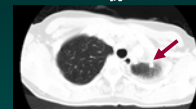
## 51,F 肺癌(腺癌)術後再発+副腎転移

FDG-PET MIP像



2005年11月

CT像

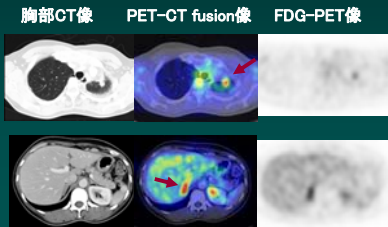


### 51,F 肺癌(腺癌)術後再発+副腎転移

FDG-PET MIP像



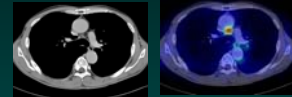
2006年8月



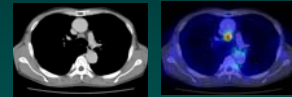
### 55,M 肺癌(腺癌)術後リンパ節転移

CT PET+CT

PET施行時  
CEA=10.1



無治療3ヵ月後  
CEA=22.4



放射線治療後  
CEA正常化



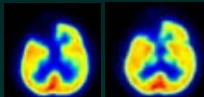
### 臓器のエネルギー源

- 脳細胞 → ブドウ糖
- 心筋細胞 → ブドウ糖、脂肪酸
- 悪性腫瘍細胞 → ブドウ糖、アミノ酸

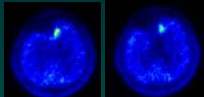
### 放射線性壊死と再発の鑑別

- 脳腫瘍で手術や放射線治療を行った場合、再発か放射線壊死など治療後変化かの鑑別は治療方針を決める上で極めて重要だが、治療後変化でも造影MRIで信号増強が起こることがあり評価は難しいことが多い。
- PET検査は非侵襲的にViability(腫瘍が生きているか死んでいるか)の評価が可能である。
- 脳は糖代謝しか行えないため、糖類似体であるFDGよりもアミノ酸を標識したメチオニンPETが更に役に立つ(PETのない場合は<sup>201</sup>Tlシンチがよい)。

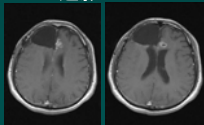
FDG-PET



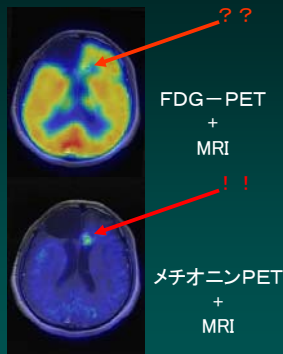
<sup>11</sup>CメチオニンPET



造影MRI



腫瘍摘出後、放射線治療後1年



### 講義のアウトライン

- 腫瘍PET
- 骨シンチグラフィ  
骨転移について
- sentinel node navigation

## $^{99m}\text{Tc}$ -Methylene Diphosphonate (MDP)

### 【集積機序】

1. 栄養血管からHavers管へ  
骨細管、骨小腔へ
2. 骨細管、骨小腔周囲の有機基質(コラーゲンなど)に吸着したハイドロキシアパタイトに、標識されたMDP,HMDP等のリン酸化合物が化学的吸着

### 造骨性転移→集積強い

溶骨性転移→集積増加の程度は低い  
中心部の集積低下や欠損および周囲の集積増加

骨シンチグラフィでは骨代謝の動的状態を反映  
…画像の硬化、吸収像と一致しないことも

骨髓転移はわからない  
特異性は乏しい

## 講義のアウトライン

- 腫瘍PET
- 骨シンチグラフィ  
骨転移について
- sentinel node navigation

## 骨転移の分類

- 造骨型 : 前立腺癌、カルチノイド
- 溶骨型 : 甲状腺癌、腎癌、肝癌
- 混合型 : 乳癌、胃癌、大腸癌、肺癌
- 骨梁間型 : 転移の初期、肺小細胞癌、胃癌  
骨梁の間の骨髓に腫瘍細胞がびまん性に這う  
進行するとsuper bone scan

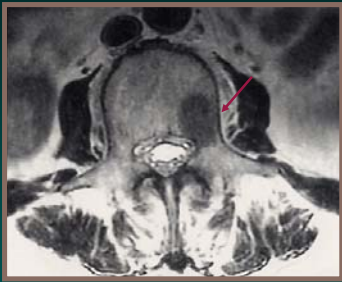
## 骨転移の好発部位

1. 脊椎
2. 骨盤
3. 肋骨
4. 胸骨
5. 大腿骨および上腕骨近位
6. 頭蓋

## 脊椎転移の機序

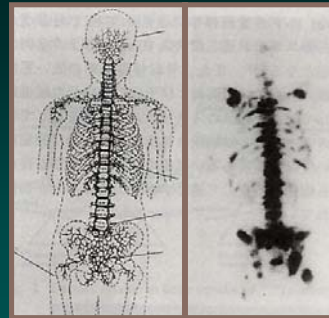
- 経動脈性:  
椎体後半から椎弓根への移行部
- 経静脈性: Batson傍脊椎静脈叢を介して  
腫瘍のレベルの脊椎静脈に沿って分布

### 経動脈性転移



肝細胞癌

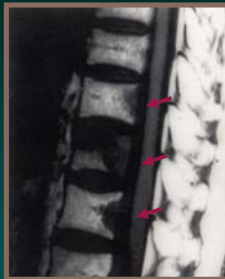
### Batson's plexus



前立腺癌

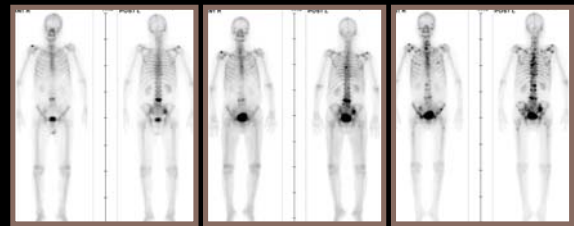
### Batson傍脊椎静脈叢

MRI T1WI sag



肝細胞癌

### 骨シンチグラフィの経時的変化



2006/4/20

2006/8/16

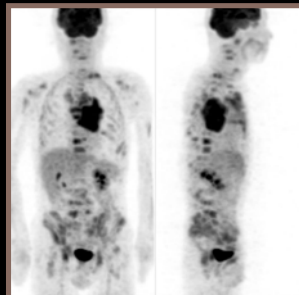
2006/10/17

前立腺癌

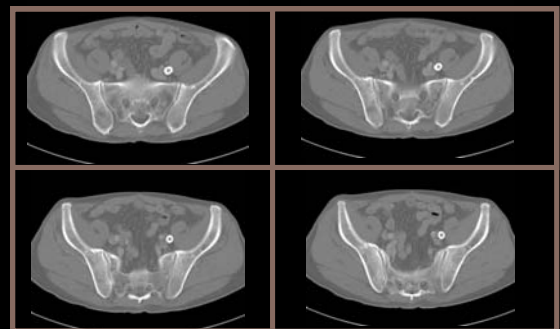
### 72才男性 肺癌 (小細胞癌)+骨転移

<sup>99m</sup>Tc-MDP

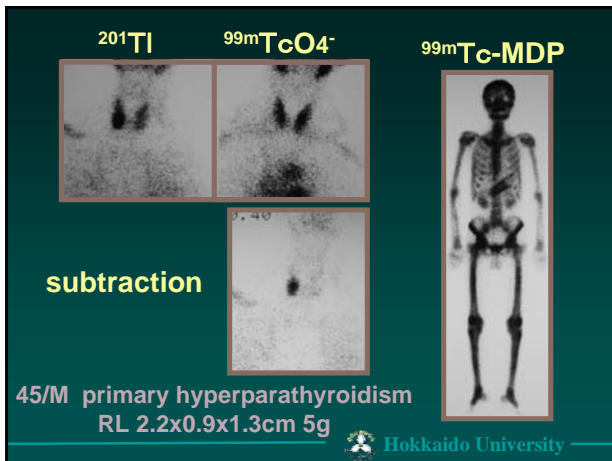
FDG



### CT



72/M Lung ca (small cell ca)



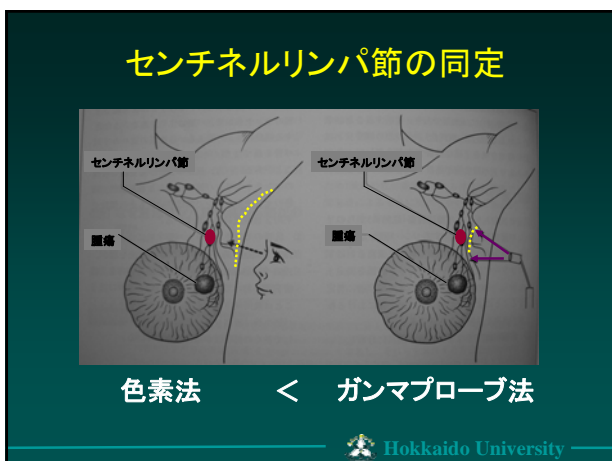
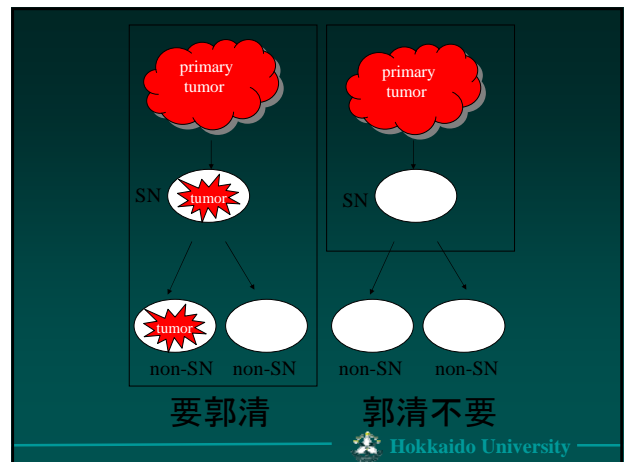
- ## 講義のアウトライン
- 腫瘍PET
  - 骨シンチグラフィ  
骨転移について
  - sentinel node navigation

### リンパシンチグラフィを用いた sentinel node navigation

腫瘍がリンパ行性に転移をする場合に最初に転移がおこるセンチネルリンパ節(SN)を術中迅速診断することにより、転移がなければリンパ節郭清を省略できる。

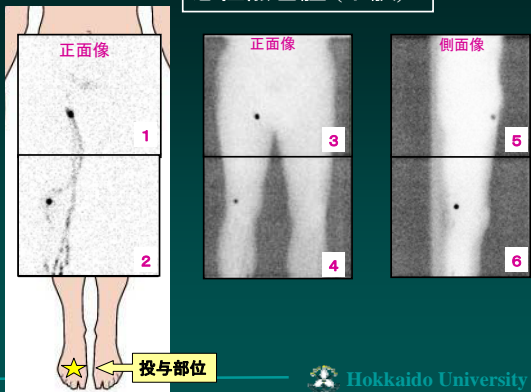
大幅な縮小手術が可能  
→患者の侵襲の軽減、QOL改善  
予想外の部位のSNを画像で検出  
→転移の可能性の過小評価を 방지 予後への貢献

Hokkaido University





### 悪性黒色腫 (下肢)



### 右頬悪性黒色腫

