

# 画像診断の基礎

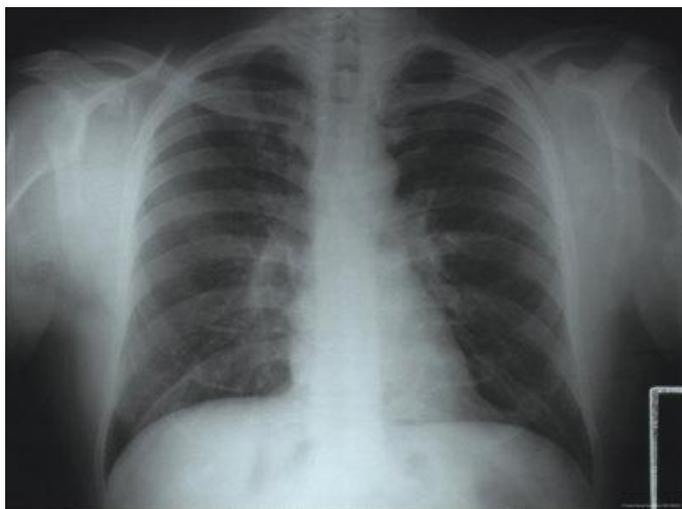
2009.1.20

# 画像診断法

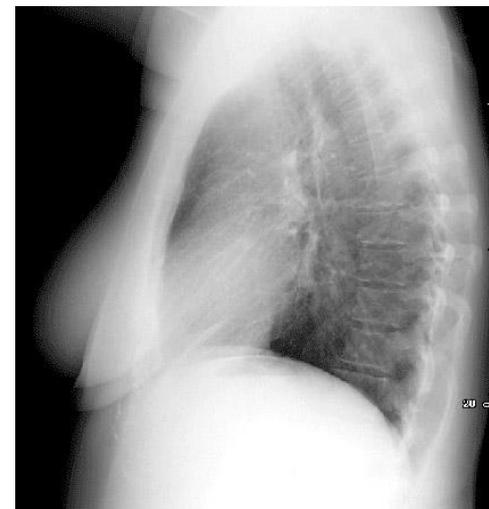
- エックス線検査
  - 単純エックス線検査
  - 造影エックス線検査
- MRI
- 超音波検査
- CTスキャン
- その他

# エックス線検査の原理

- エックス線吸収係数( $\mu$ )は物質の原子番号の3乗と密度に比例する。
- $\mu$ が大きいほど白く写る＝高濃度。
- $\mu$ は骨 > 筋肉 > 脂肪 > 肺

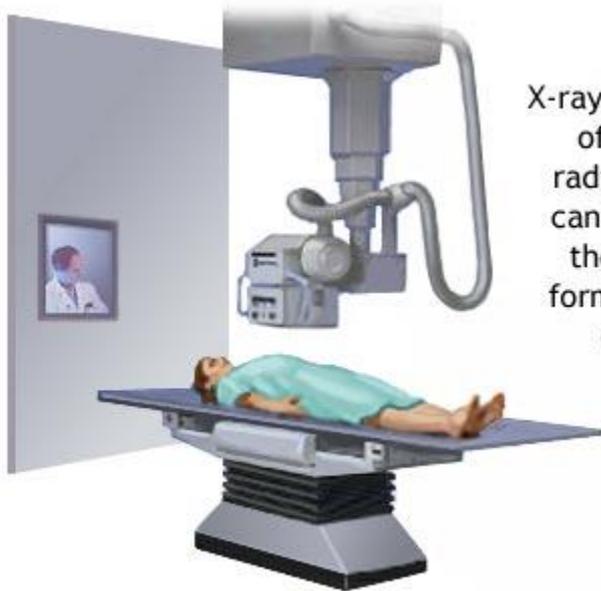


胸部正面 (P→A)



胸部側面 (R→L)

# 腹部単純エックス線撮影



X-rays are a form of ionizing radiation that can penetrate the body to form an image on film

ADAM.

- ・立位正面
- ・立位側面
- ・仰臥位正面
- ・仰臥位側面
- ・第一斜位
- ・第二斜位



仰臥位正面

# エックス線造影剤

- 陽性造影剤 → 白く写る

- ヨード

- 血管撮影
    - 経静脈性尿路造影
    - 経静脈性胆道造影
    - 内視鏡的逆行性胆管膵管造影(ERCP)
    - 経皮経肝胆管造影(PTC)

水溶性ヨード製剤

\*油性ヨード製剤はリンパ管造影、卵管造影に用いられる。

- バリウム

- 上部消化管造影(胃透視、MDL)
    - 小腸造影
    - 注腸造影

硫酸バリウム

- 陰性造影剤 → 黒く写る

- ガス → 空気 → 二重造影

# 造影剤の副作用

- ヨード製剤
  - アナフィラキシーショック
  - 喉頭浮腫
  - 嘔気・嘔吐
  - 皮疹(蕁麻疹、発赤)
  - 腎機能低下
- バリウム製剤
  - 閉塞性イレウス
  - 便秘
  - 腸管穿孔
  - 誤嚥

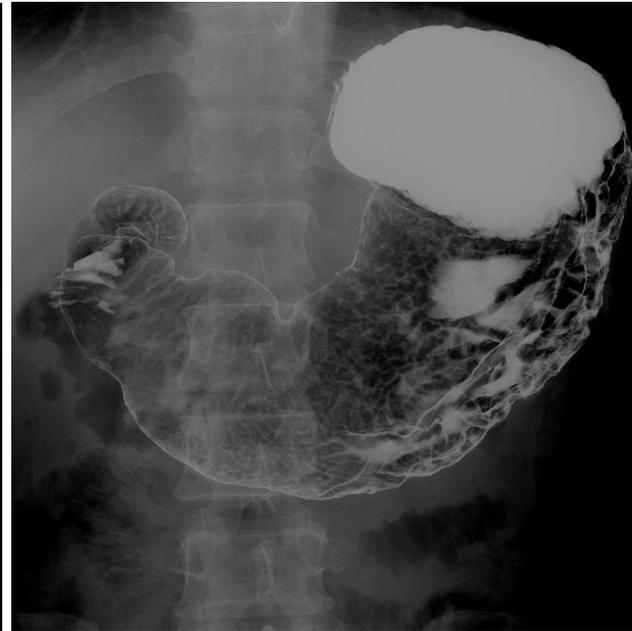
# 上部消化管造影

- バリウムを経口的に投与
- 食道 - 胃 - 十二指腸近位部

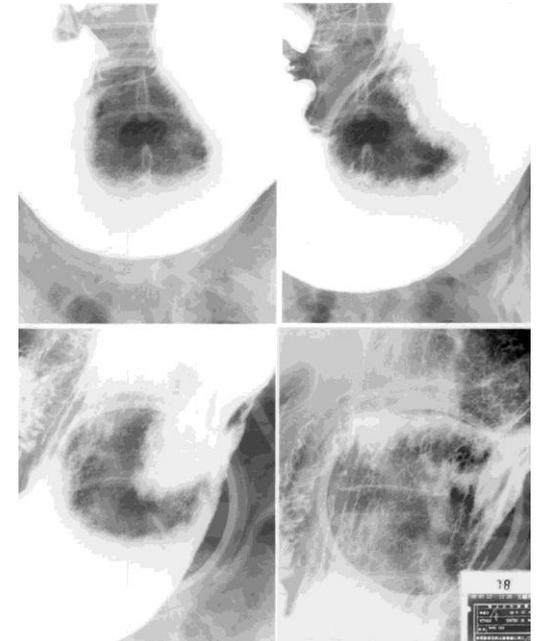
- 前日午後9時以降  
食事禁
- 朝食抜き、水OK
- 直前に発泡剤と  
シロップ服用



充盈法

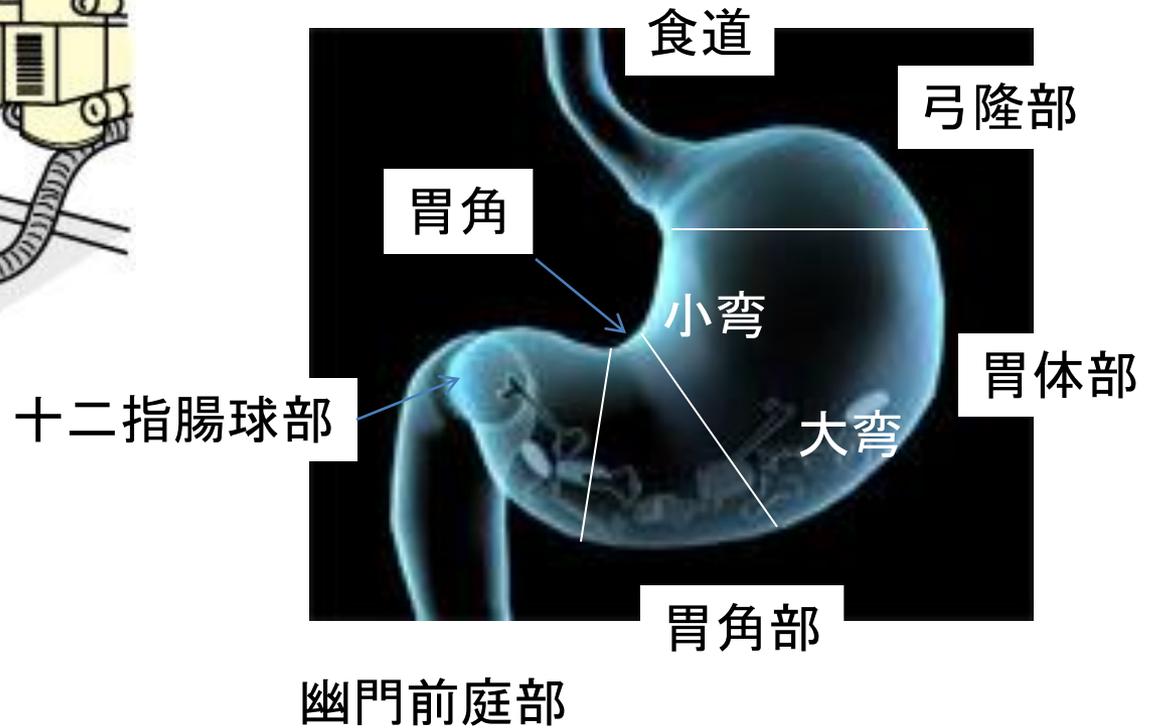
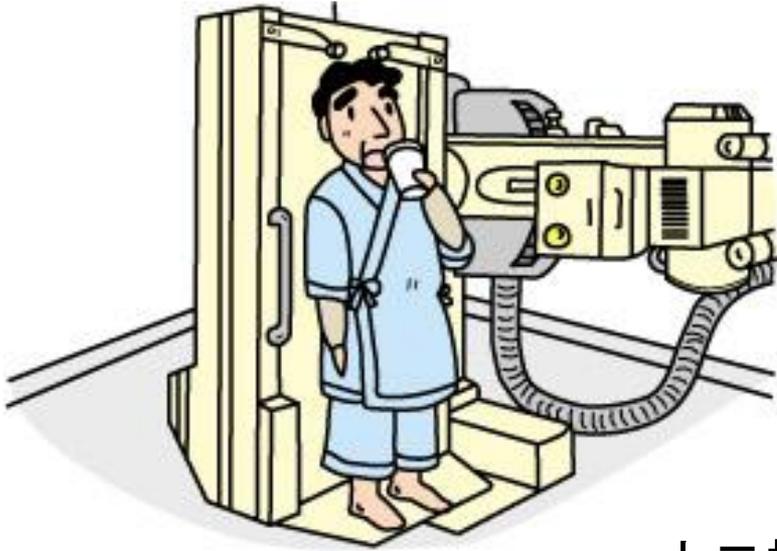


二重造影法



圧迫法

# 胃透視



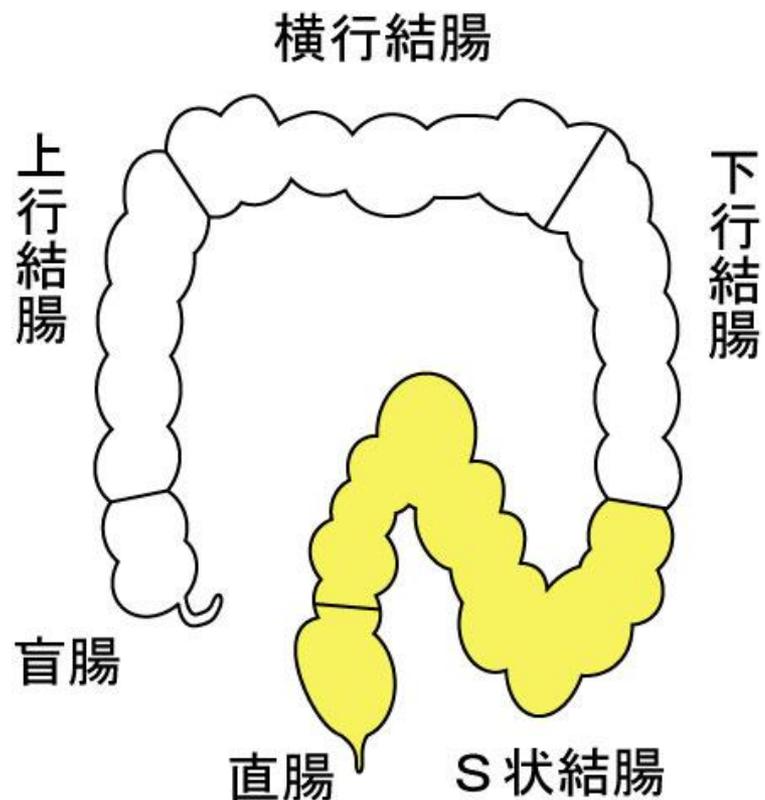
# 胃透視で認められる所見

- 食道裂孔ヘルニア
- 食道憩室
- 胃ポリープ
- 萎縮性胃炎
- 十二指腸球部変形 ≡ 潰瘍瘢痕
- 胃潰瘍瘢痕
- 胃潰瘍
- 十二指腸潰瘍
- 胃粘膜下腫瘍
- 胃憩室
- 胃癌: 早期胃癌、進行胃癌
- その他

# 注腸造影

- 下剤を3日前から投与
- 便の少ない食事
- バリウムを直腸から注入 → 空気を注入

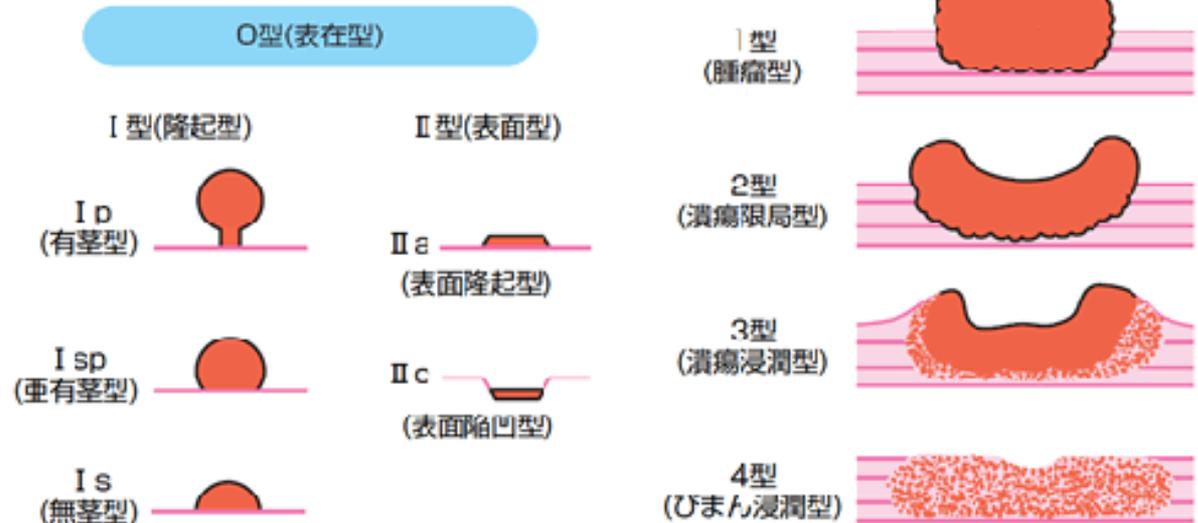
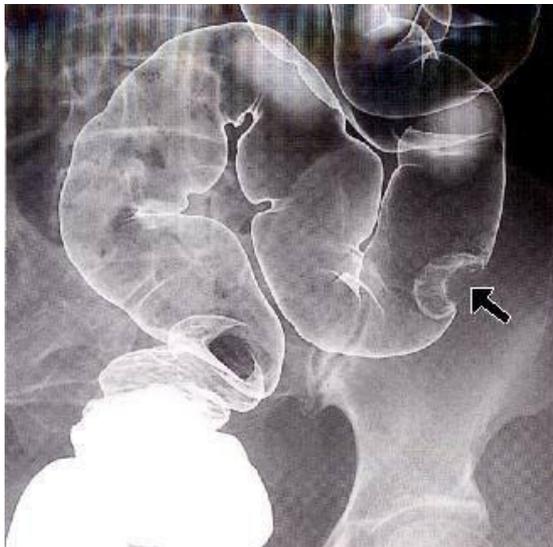
・平坦病変は発見しにくい。  
その場合は、大腸鏡の方が適している。



# 注腸

- 大腸ポリープ
- 大腸憩室
- 大腸癌
- その他

図 8. 大腸癌の肉眼分類



# 尿路撮影

- 排泄性尿路造影 (IVU)
- 逆行性腎盂造影 (RP)
- 膀胱造影
- 尿道造影

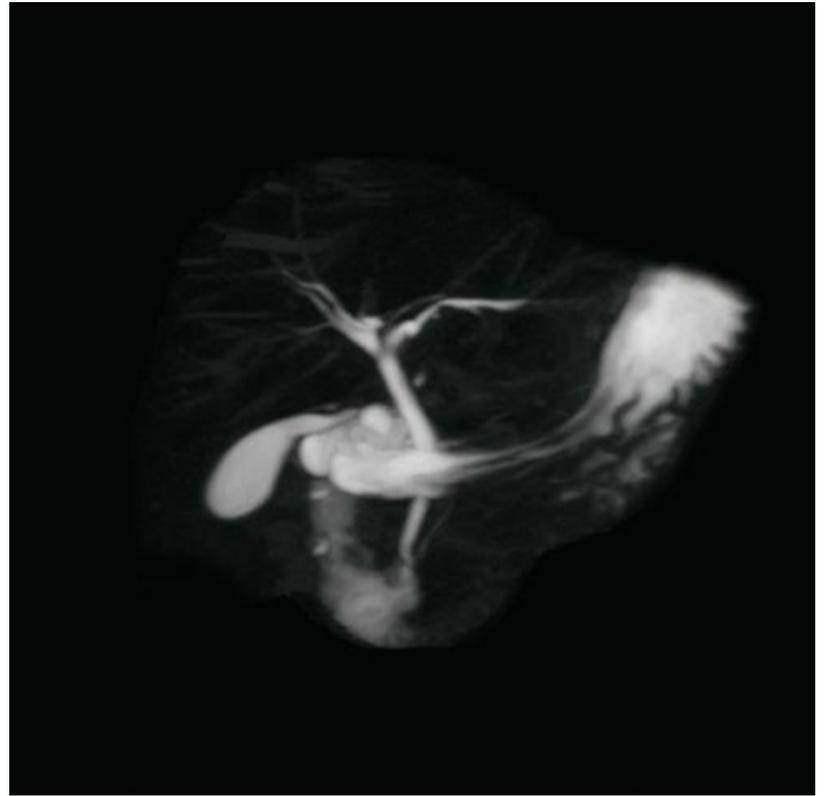


IVU

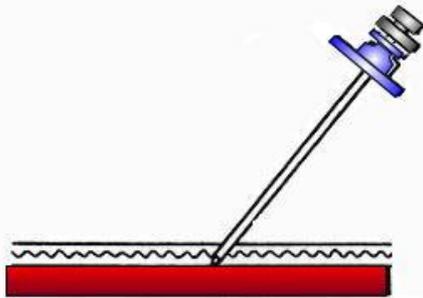
# 胆道撮影

- 排泄性胆道造影
  - 経口胆嚢造影
  - 経静脈性胆道造影
- 直接胆道造影
  - 内視鏡的逆行性胆管膵管造影(ERCP)
  - 経皮経肝胆管造影(PTC)
- MR胆管膵管造影(MRCP) → 高度T2強調画像を撮影し、画像処理を行う。全く無侵襲。ERCPより解像度は低い。

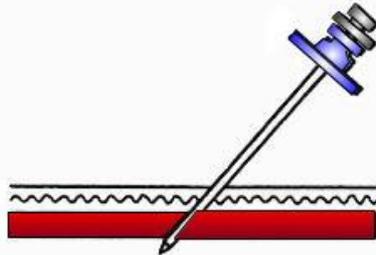
# ERCP と MRCP



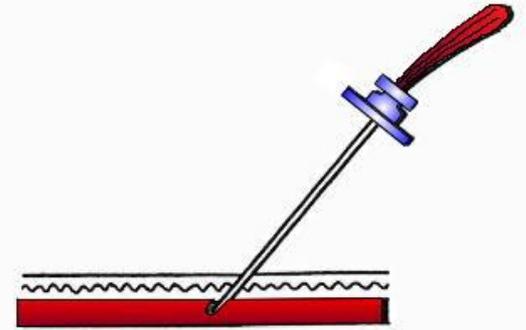
# 血管造影：Seldinger法によるカテーテル挿入



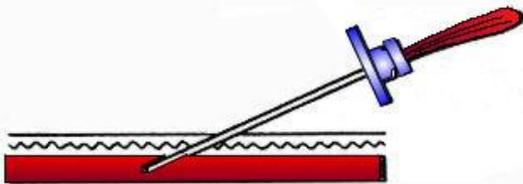
1. 針先を動脈壁にあてる.



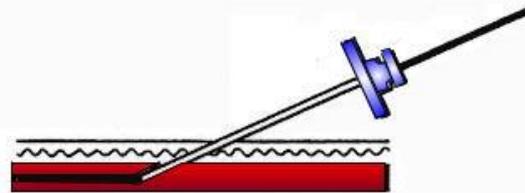
2. 動脈を貫通する.



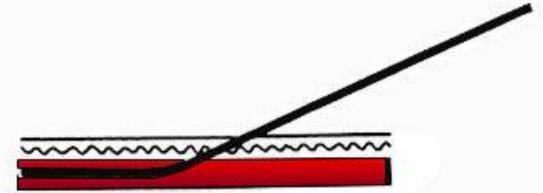
3. 内套針とマンドリンを抜去し  
外套針を徐々に引き戻すと  
血液が噴出する.



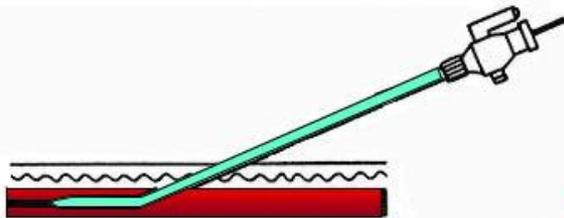
4. 針の向きを変えて少し進める.



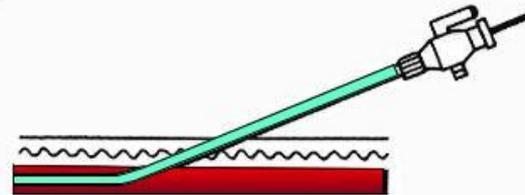
5. ガイドワイヤーを挿入する.



6. 針を抜き去る.



7. カテーテルをワイヤーに  
かぶせて挿入する.



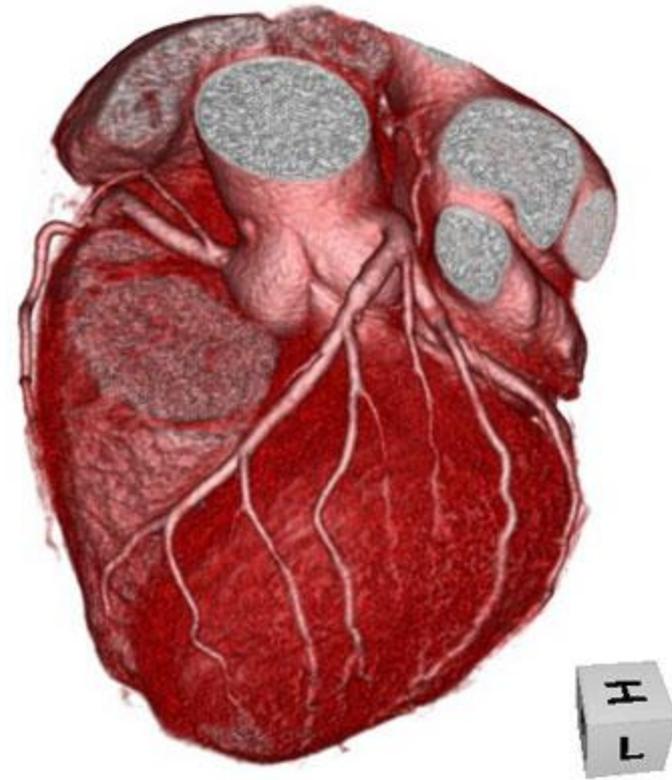
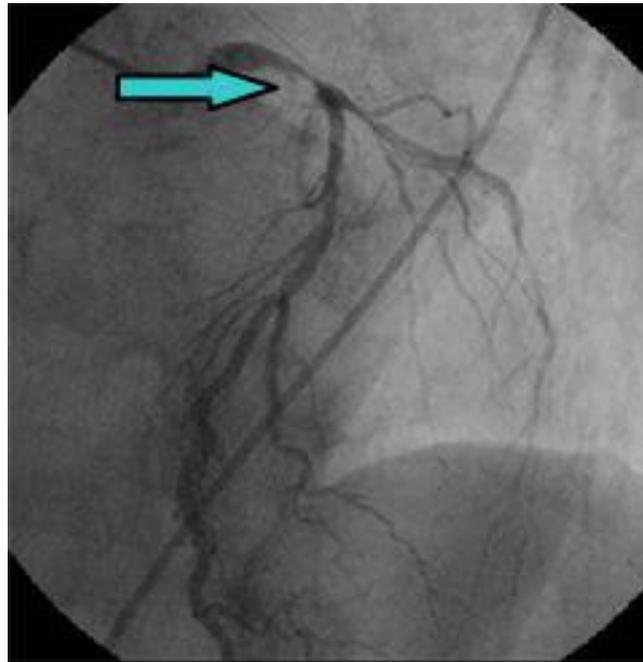
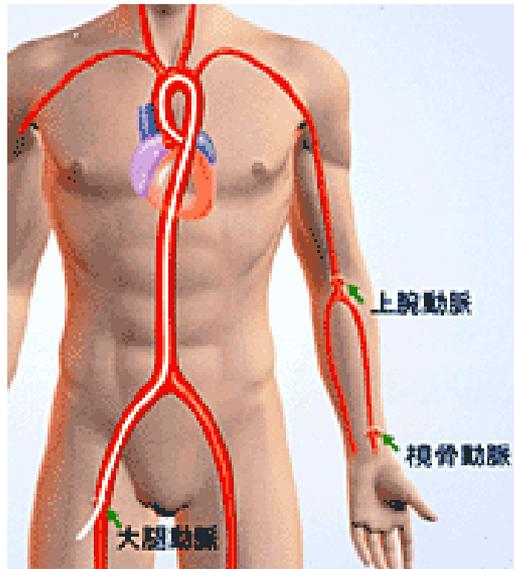
8. ワイヤーを抜き去る.

# 血管造影の所見

- 富血管性病変 Hypervascular lesion
- 乏血管性病変 Hypovascular lesion
- 無血管性病変 Avascular lesion
- 静脈の早期描出 Early venous filling
- 腫瘍濃染 Tumor stain
- 血管径の不整
- 動脈瘤 Aneurysm
- 造影剤の血管外漏出 Extravasation

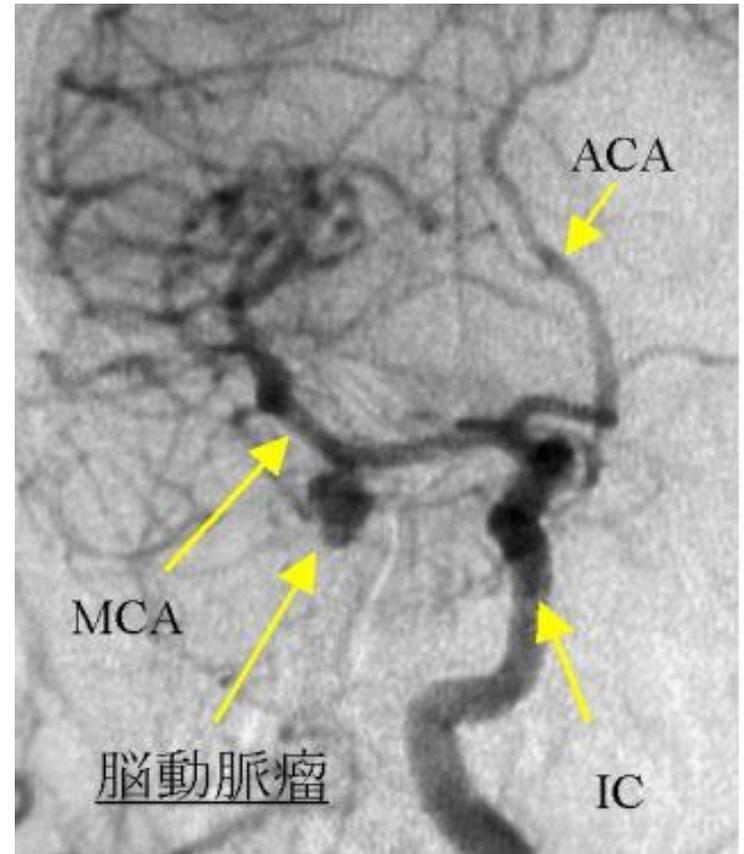
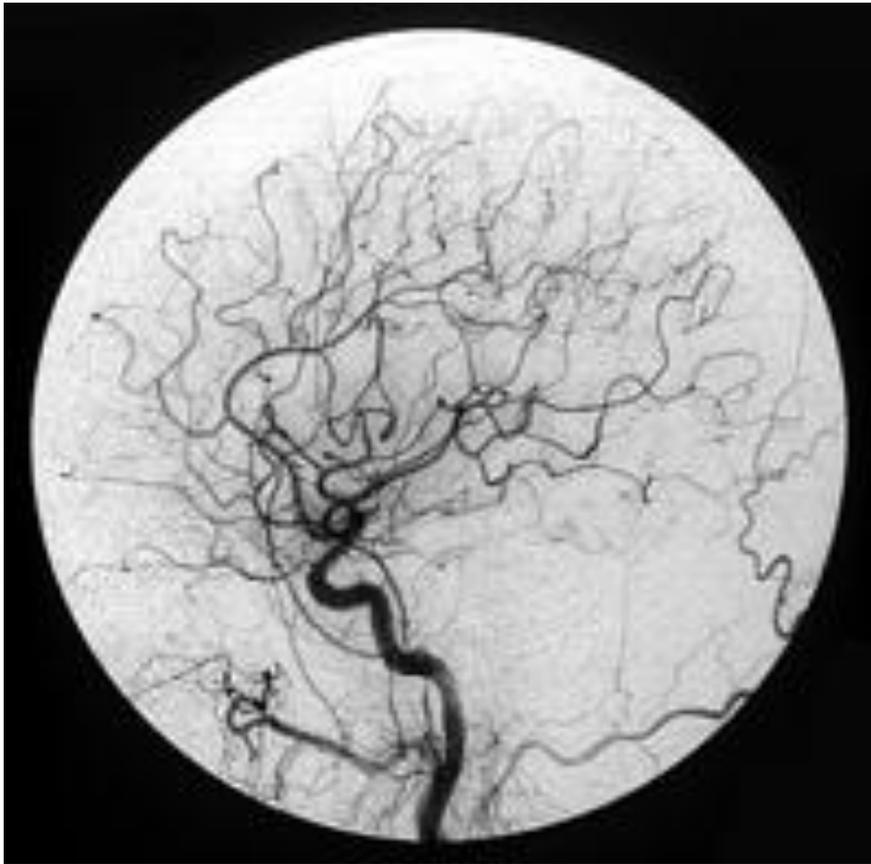
\* DSA デジタル差分血管撮影 Digital Subtraction Angiography

# 冠動脈造影



・狭心症、心筋梗塞に対してステント挿入

# 腦血管造影



# 脳血管のMRA



MRA (脳血管画像)

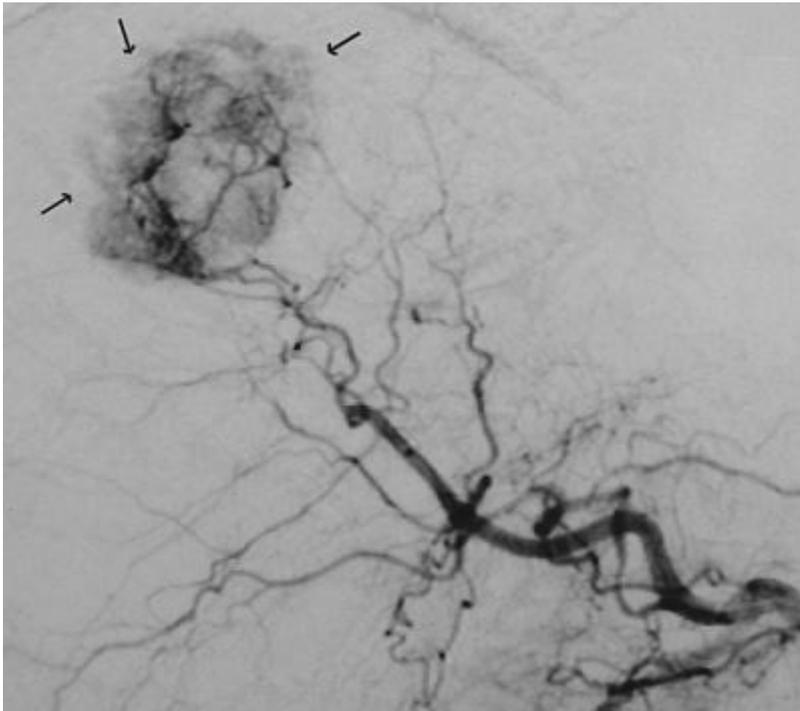


3D MRA

大きな脳動脈瘤を認める

# 肝動脈造影

## 肝細胞癌



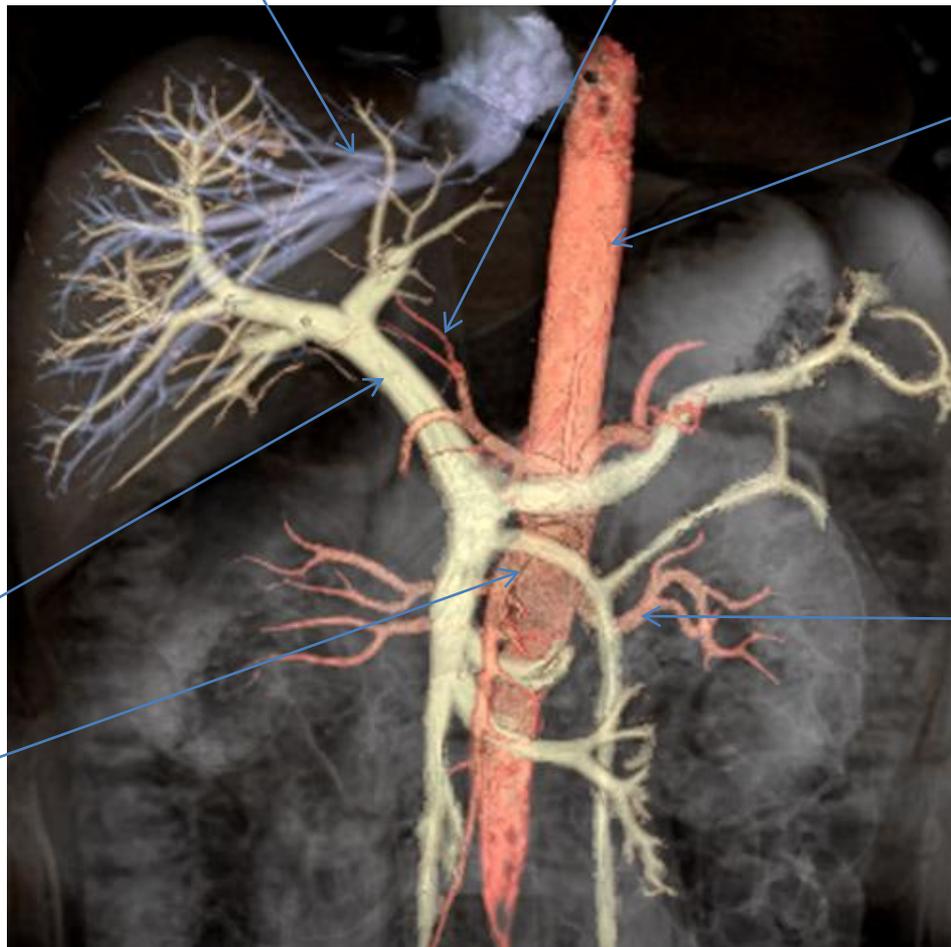
- ・肝細胞癌に対する治療として  
抗癌剤動注＋肝動脈塞栓術  
(TAI) (TAE)

# 腹部MRA

肝静脈

肝動脈

大動脈



門脈

腎動脈

上腸間膜動脈

# MRI (Magnetic Resonance Imaging)

## 核磁気共鳴画像法

- 原理

- 静磁場の中に人体を入れる。
- プロトンが静磁場の方向に整列する。
- 特定の周波数の電磁波を外部から照射する。
- プロトンは共鳴現象で向きを変え横向きになる。
- 電磁波を止めると、プロトンは再度元の方向に戻っていくが、この際電磁波を放出する(緩和現象)。
- アンテナでとらえコンピュータで画像化する。

# MRIの画像コントラスト

- 高信号病変 → 白く見える
- 低信号病変 → 黒く見える
  
- T1値(縦緩和時定数) → T1強調画像: 水が黒
- T2値(横緩和時定数) → T2強調画像: 水が白
- その他: プロトン密度、拡散係数、流速
  
- FLAIR: 脳MRIで用いられる画像条件。水のみ真っ黒。
- 拡散強調画像: 水分子の拡散を反映。拡散が低下すると高信号となる。急性期脳梗塞の診断に有用。
- MRアンジオグラフィー(MRA): 移動するプロトンのみを高信号に表示。血管を選択的に画像化する。

# 造影MRI

- ガドリニウム製剤 (Gd-DTPAなど) : プロトンに接近してその緩和を促進する。
- 肘静脈から静注する (成人では10-15ml)。
- 造影効果を示す組織は、T1強調画像で高信号となる。(T2強調画像では効果が無い)
- 造影効果はCTと同じだが、より鋭敏 → 炎症、腫瘍などで高信号となる。
- 組織特異性造影剤:
  - Gd-EOB-DTPAは肝細胞に集積する性質を利用し、HCCは早期相 (20~40秒) で造影され、後期相 (15~20分後) では低信号となる。

# MRIの禁忌・注意事項

- 禁忌
  - 心臓ペースメーカー装着者
  - 脳動脈クリップ術後
  - 眼窩内磁性異物
- 妊娠前期は避ける。
- 持ち込み不可：
  - 固定していない磁性金属
  - 電子機器
  - 磁気カード

# MRI装置



•骨、筋肉、関節



•脳神経系



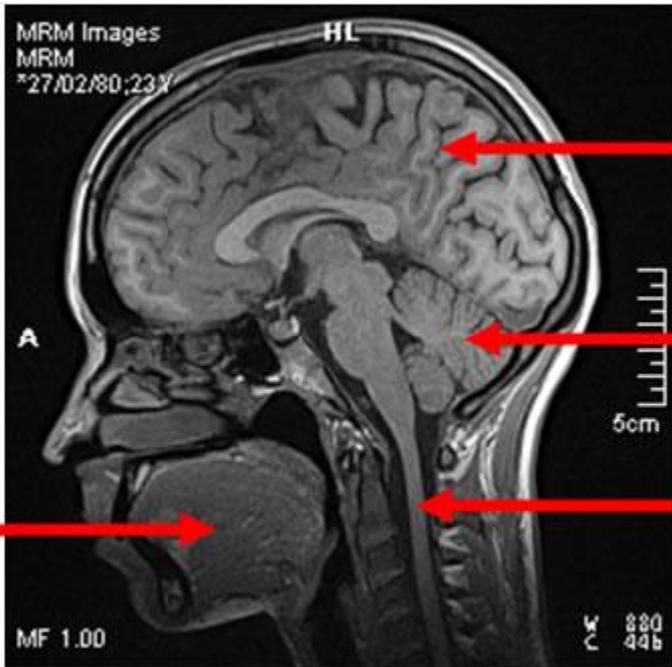
•脊椎、脊髄



•あらゆる臓器



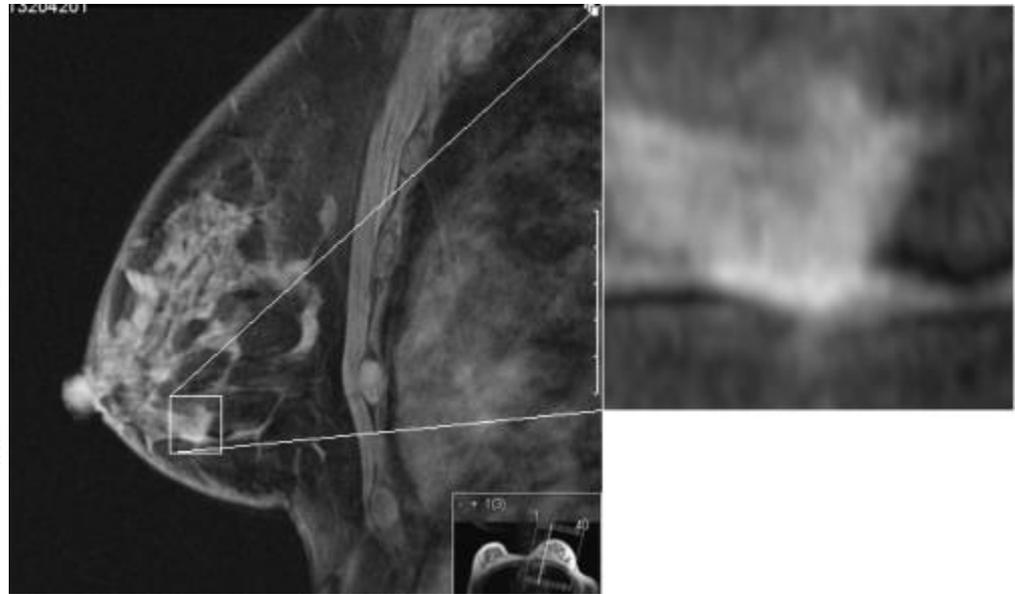
# MRI



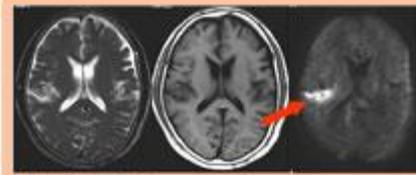
大腦

小腦

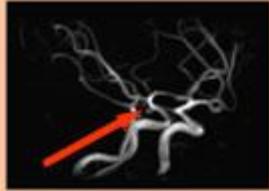
脊髓



# MRI



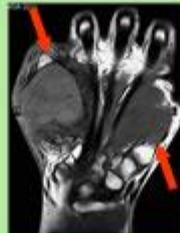
急性期脳梗塞



脳動脈瘤



左肩腱板損傷



手掌部腫瘍



半月板損傷



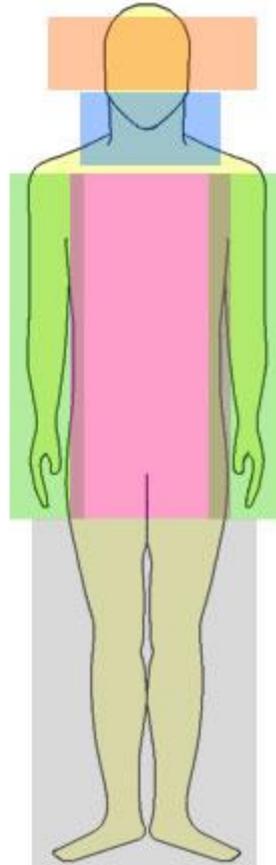
下肢血管像



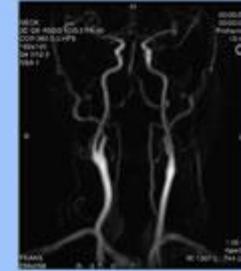
膝靭帯像



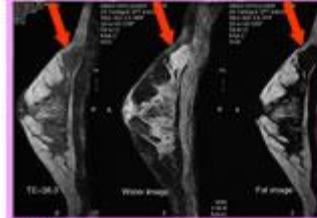
脛骨損傷疑い



椎間板ヘルニア



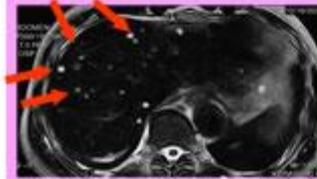
頸部血管像



乳癌

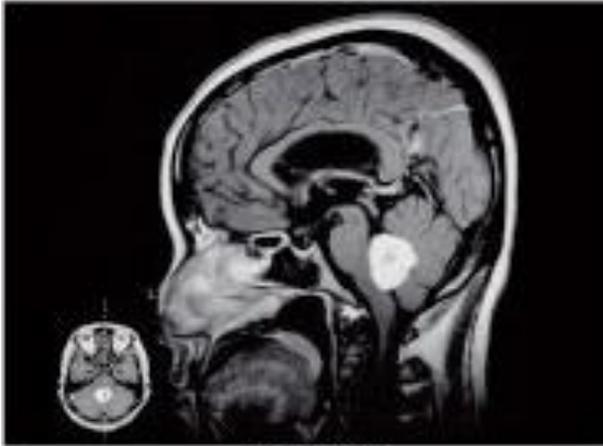


腰椎椎間板ヘルニア

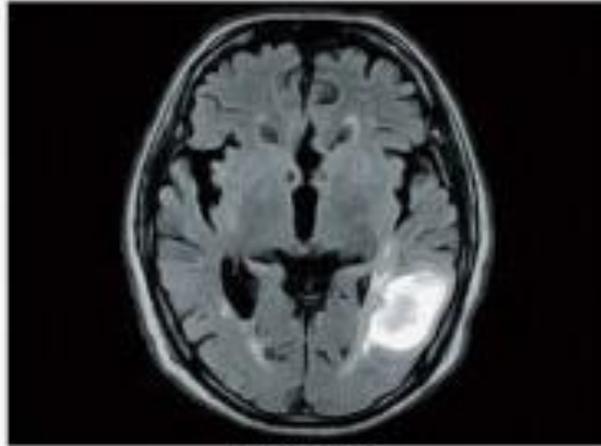


肝嚢胞

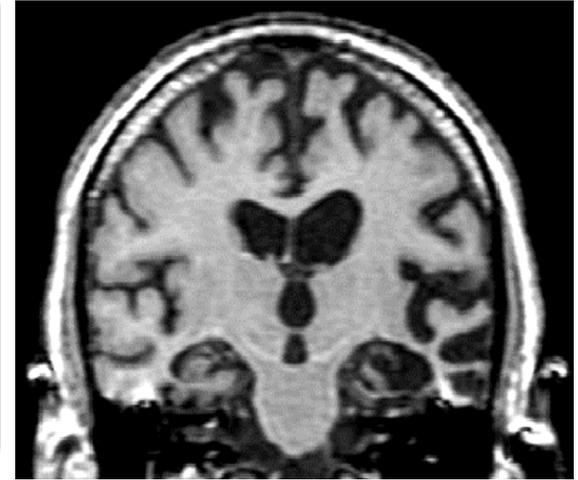
# MRI



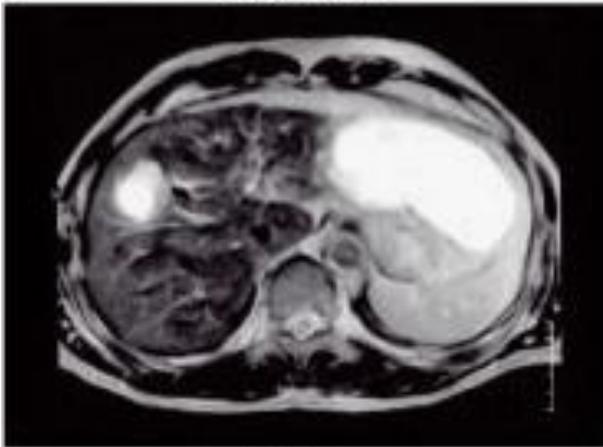
脳腫瘍



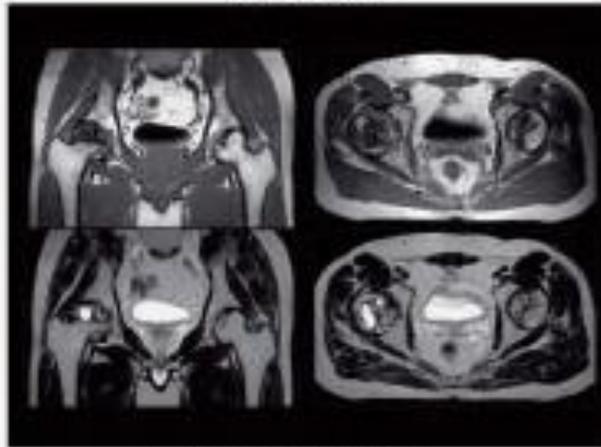
脳梗塞



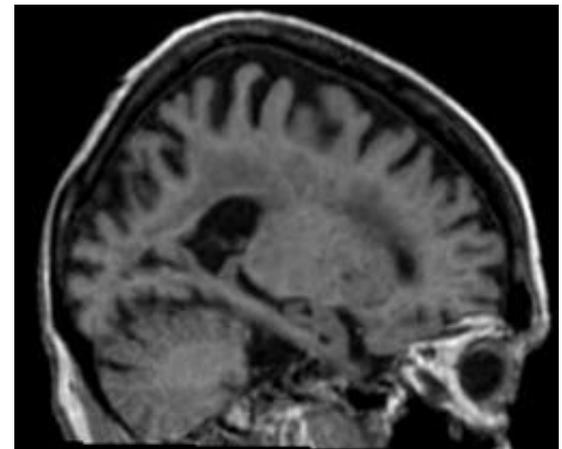
アルツハイマー病



腹部



大腿骨頭壊死



# PSCのMRC



# 肝細胞癌の造影MRI



# 超音波検査

- 超音波を照射し、反射波（エコー）の強度、遅延時間を計測して画像の濃淡として表示する。
- 周波数：3～10MHz（周波数が高い方が分解能が高まるが、深達度は低下する。
- 伝達速度：1400～1800m
- 反射：音響インピーダンス＝音速×密度が異なる境界面で反射する。
- 吸収：組織で吸収され、深部ほど減衰する。
- 高エコー性：反射波の輝度が高く、白く見える。
- 低エコー性：反射波の輝度が低く、黒く見える。

# 超音波ドップラー法

- 血管内を移動する血球成分に反射し、ドップラー効果が生じる→血流の速度、方向
- 血管の狭窄・閉塞の診断
- 腫瘍のHypervascular/Hypovascularの判定

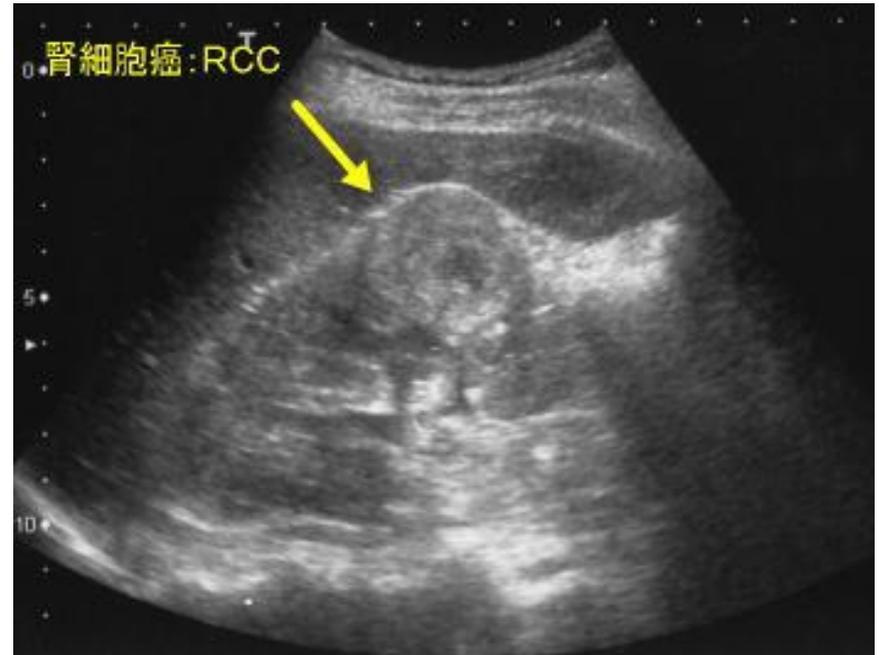
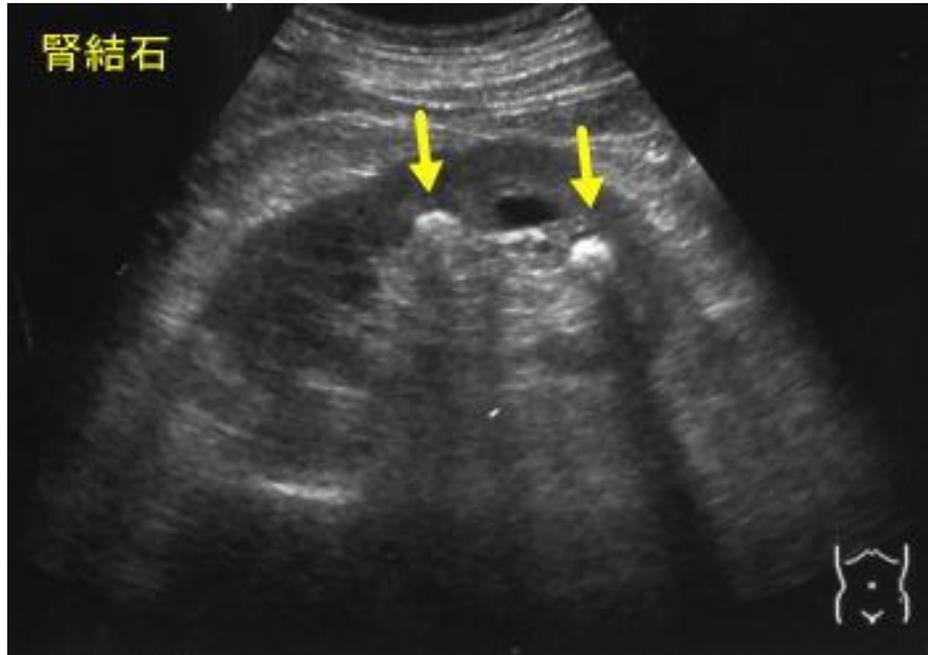
## 造影超音波検査

- マイクロバブルを含む超音波造影剤を静注し、超音波ドップラー法で観察する。
- Hypervascularな腫瘍(微小肝癌)などに利用

# 腹部超音波検査

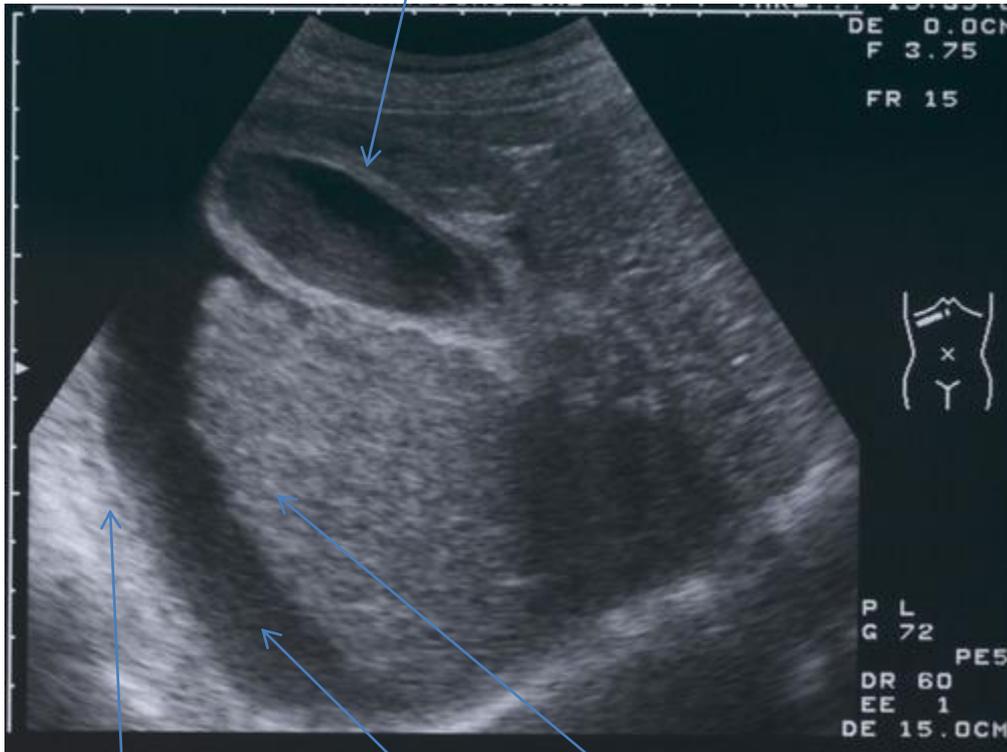


# 腎臓の超音波検査



# 肝硬変

胆嚢壁の肥厚

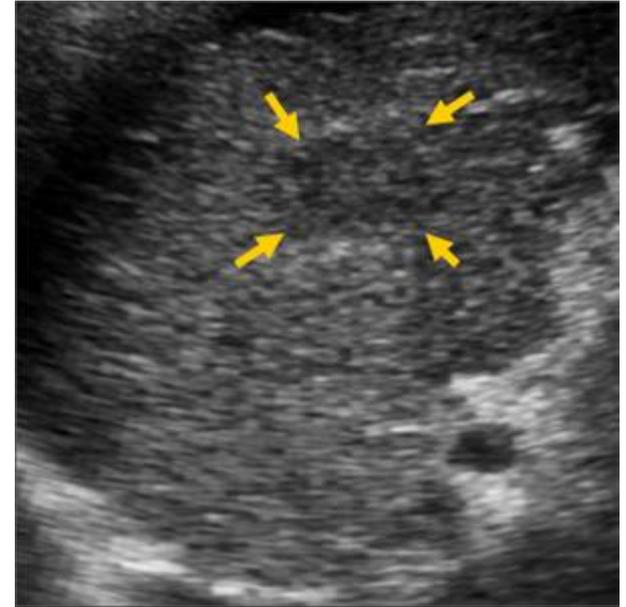


横隔膜

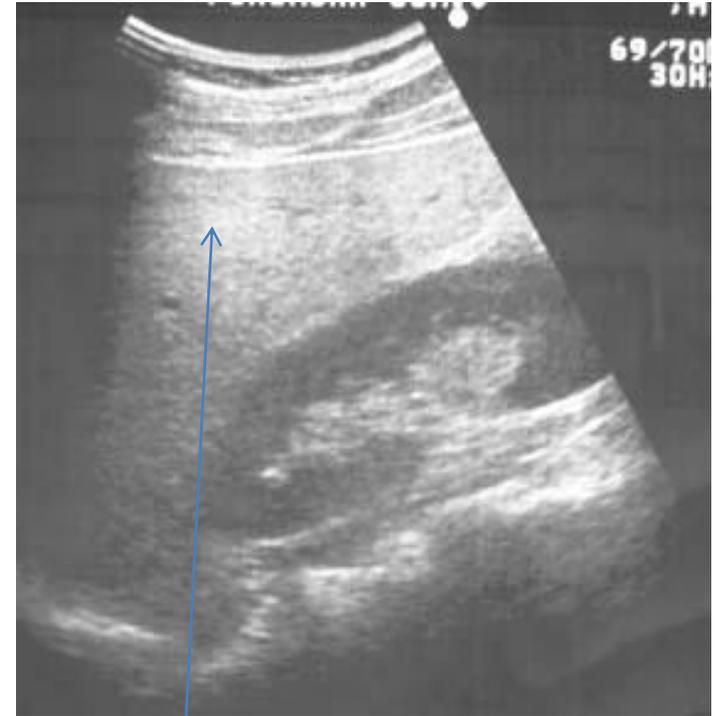
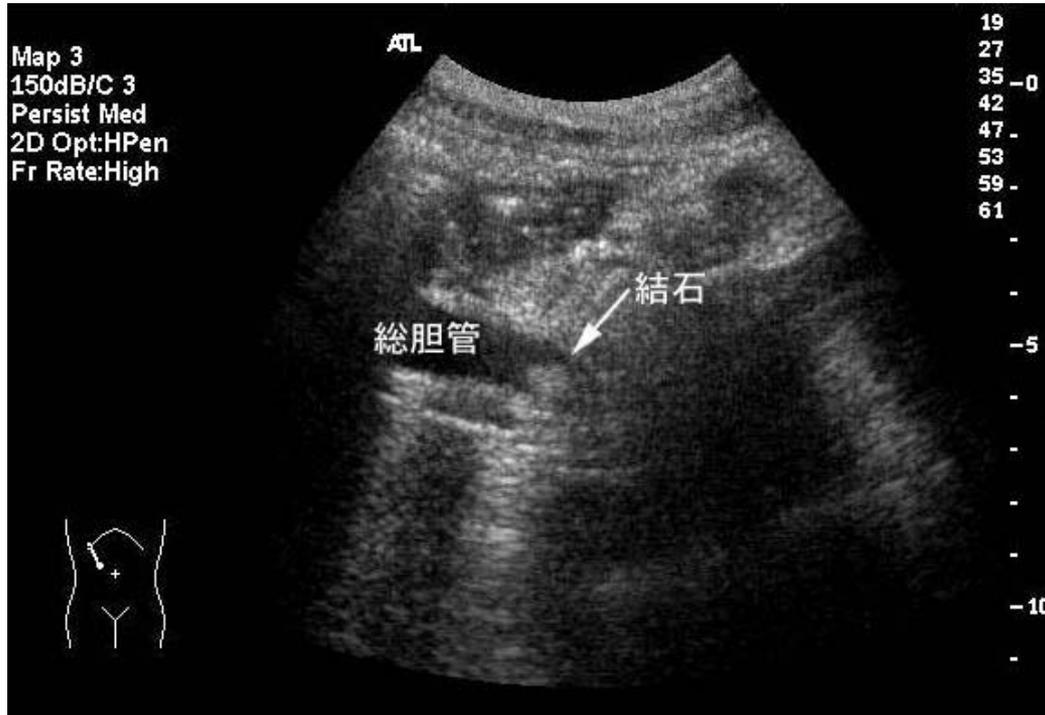
腹水

肝表面の凹凸と内部のエコー不均一

肝細胞癌 (HCC)

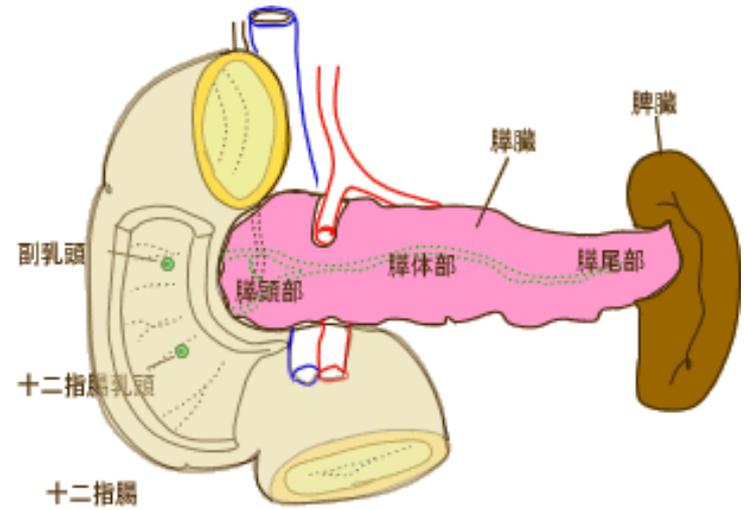
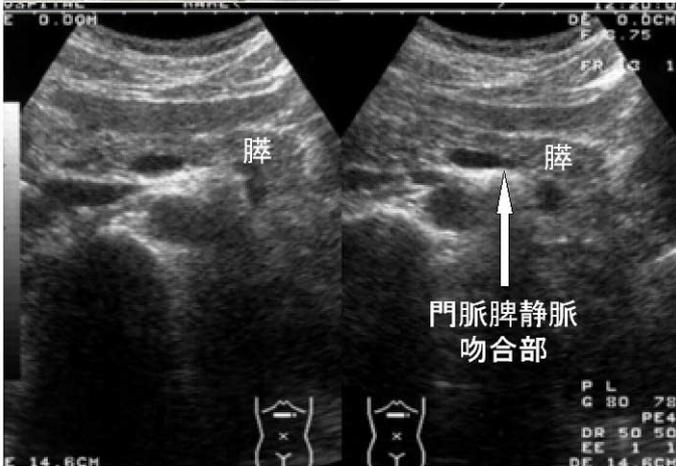


# 総胆管結石、脂肪肝



Bright liver  
肝腎コントラストの増強

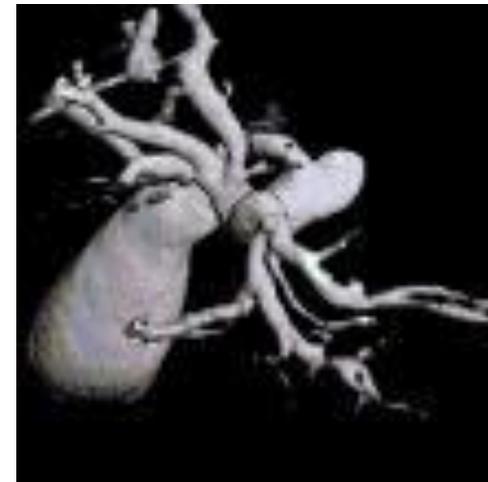
# 膵癌



# CTスキャン

- エックス線管球が1回転 → 1枚の画像を再構成 → 寝台が移動(この繰り返し)
- ヘリカルCT: エックス線管球が連続回転すると同時に寝台も移動 → 管球がらせん状の軌道を描く → 高速で3D画像が容易
- 多列検出器型(MDCT): エックス線検出器を320列まで複数配置 → 同時に複数の断面を撮影できる → さらにヘリカルCTを組み合わせる(現在の主流)

# マルチヘリカルCT



# CT値と画像コントラスト

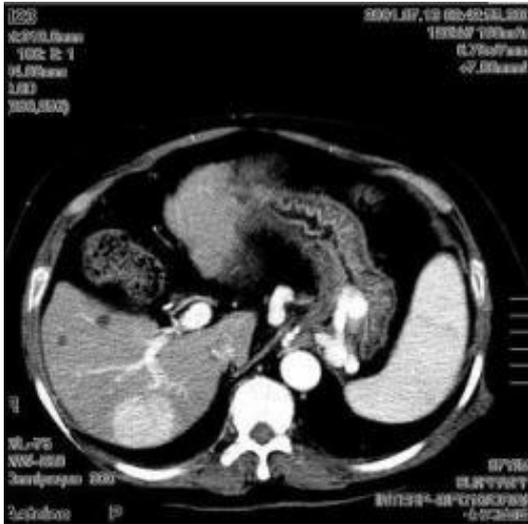
- CT値＝エックス線吸収係数から換算した値  
(Hounsfield単位、HU)：骨＞出血、甲状腺＞  
肝、筋肉、脳灰白質＞白質＞脳脊髄液＞脂  
肪肝＞肺
- CT値が大きいほど白く見える。
  - － 高吸収病変：石灰化、急性期血腫など
  - － 低吸収病変：上記以外の大部分

# 造影CT

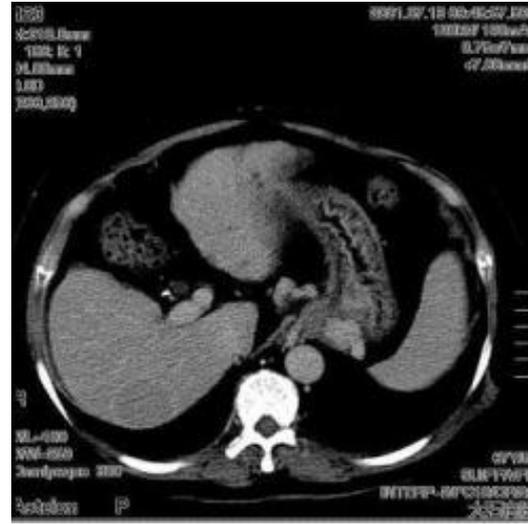
- 造影剤：ヨード製剤（水溶性）
- 肘静脈から静注する：成人では100ml
  - 通常の造影法：全量をゆっくり2～3分かけて静注し、終了後に撮影する。
  - ダイナミック造影法：造影剤を急速静注（3～5ml/秒）しながら撮影する。病変の血行動態がわかる。
- 造影剤により、組織のCT値が上昇する＝造影効果（Contrast enhancement）。その程度により病変の性状を推測する。
  - 造影効果が強いもの：血管が豊富な組織（肝細胞癌、腎細胞癌、膠芽腫など）、血管腔の拡張（動脈瘤、脳動静脈奇形など）、血液脳関門\*の破綻（膠芽腫など）

\*中枢神経系は血液脳関門があるので、造影剤は血管から外には出ない。したがって、正常中枢神経系は造影効果を示さない。

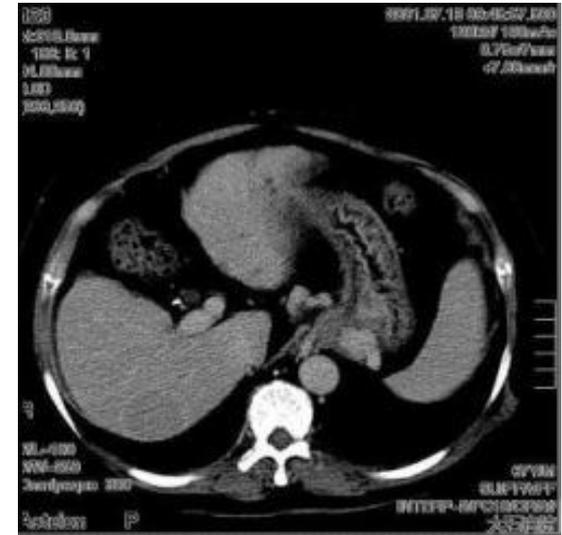
# ダイナミックCT



動脈相

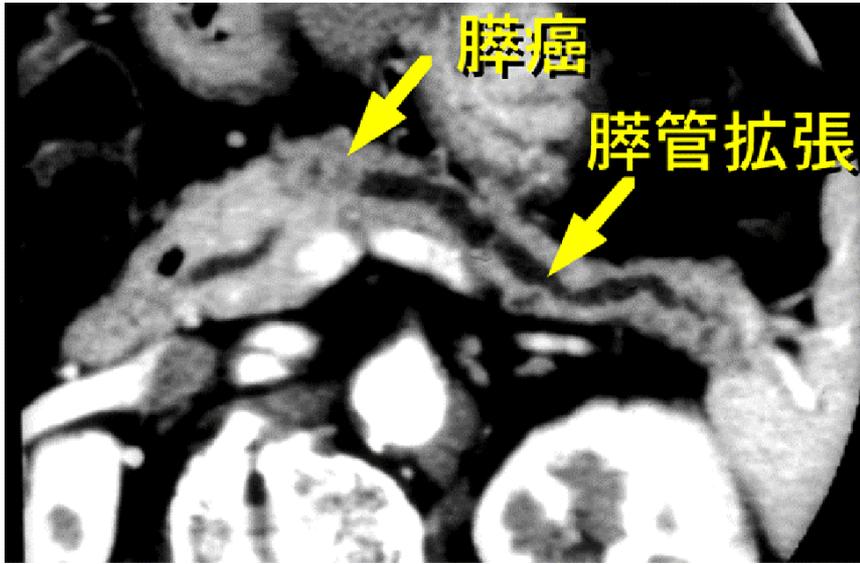


門脈相

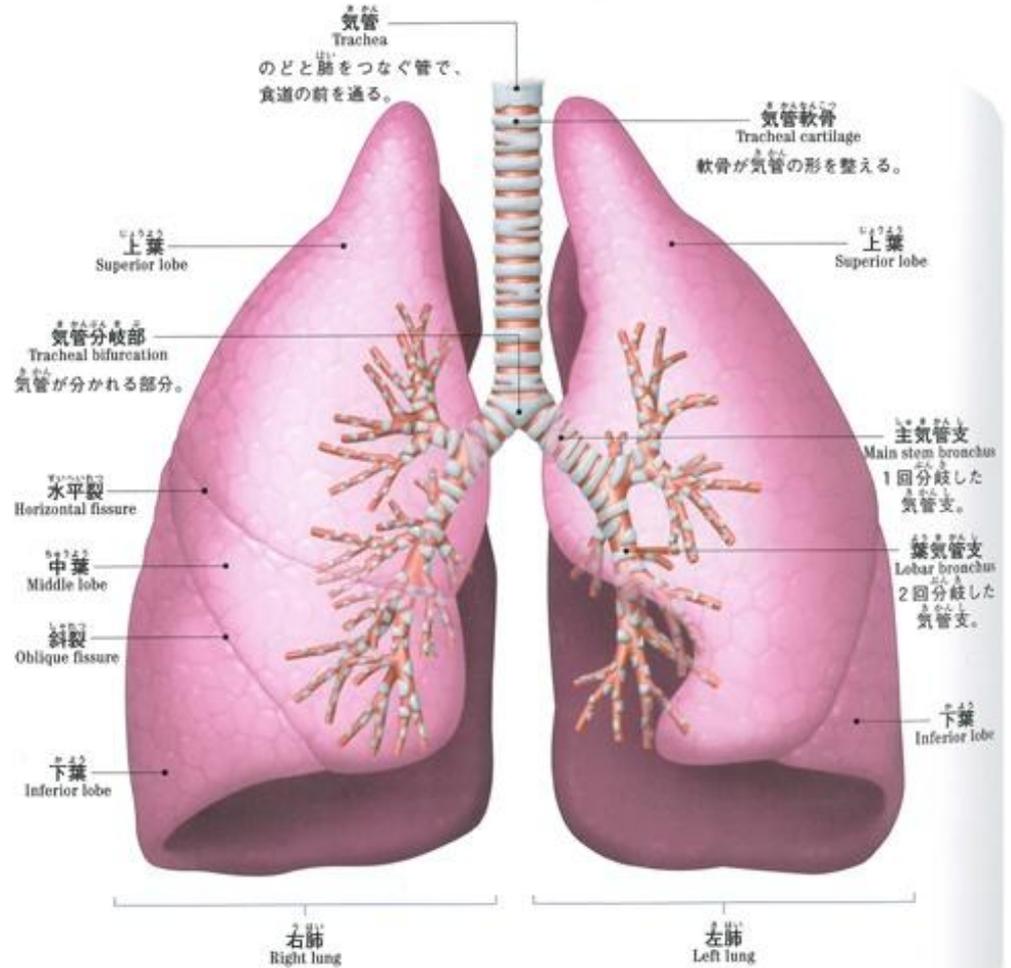
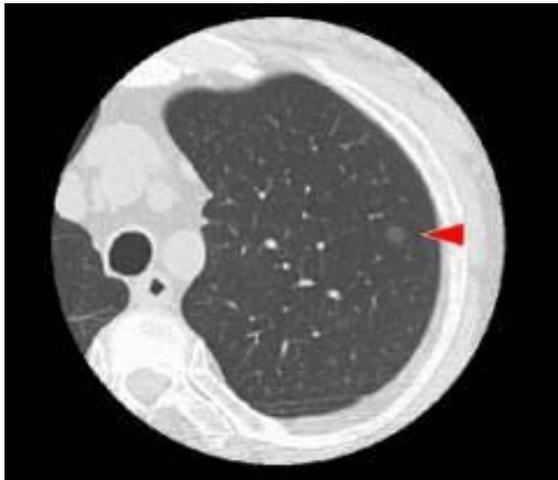
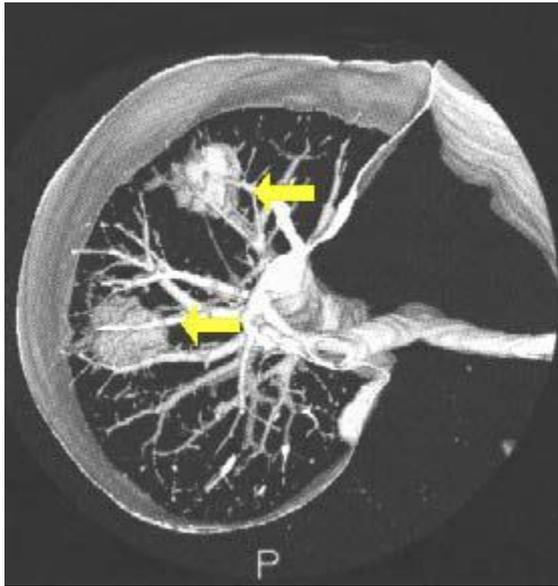


平衡相

# 造影CT



# 肺癌のヘリカルCT



# PET検査

- PET:陽電子断層撮影(ポジトロン(P)・エミッション(E)・トモグラフ(T))
- 微弱な特有の放射線を発する物質(放射性同位元素)で標識した薬剤を体内に投与し、全身の分布を撮影する。
- FDG:フッ素18( $^{18}\text{F}$ )で標識したブドウ糖(フルオロデオキシグルコース)を静脈注射し、その全身分布を画像化してがんの診断に用いる。
- ブドウ糖は、がん細胞は分裂や増大が正常の細胞に比べ激しいため、ブドウ糖を大量に取り込む。

# PETスキャン



# バーチャル大腸鏡



- 前処置:3日間注腸食、前日夜下剤と水約1500ml服用。
- 空気を大腸に注入してCT撮影を行い、ソフトウェアで大腸内部からの視点で画像を再構築する。

