

第17回日本乳癌学会関東地方会

教育セミナー 診断

“ 知っておきたい
MG, US, MRI 画像 のピットフォール”

がん研究会有明病院
国立がん研究センター中央病院

画像診断部
放射線診断科

菊池真理



The Japanese Breast Cancer Society
since 1992



筆頭演者の利益相反状態の開示

すべての項目に該当なし

Learning Object

MG,US,MRI 画像の**ピットフォール**を知る



よりの的確な診断につながる

Case1-5

※**Key画像**のみ呈示します

Questionに対する正誤は気にしないで下さい
最終画像評価に至るプロセスが重要です

MG

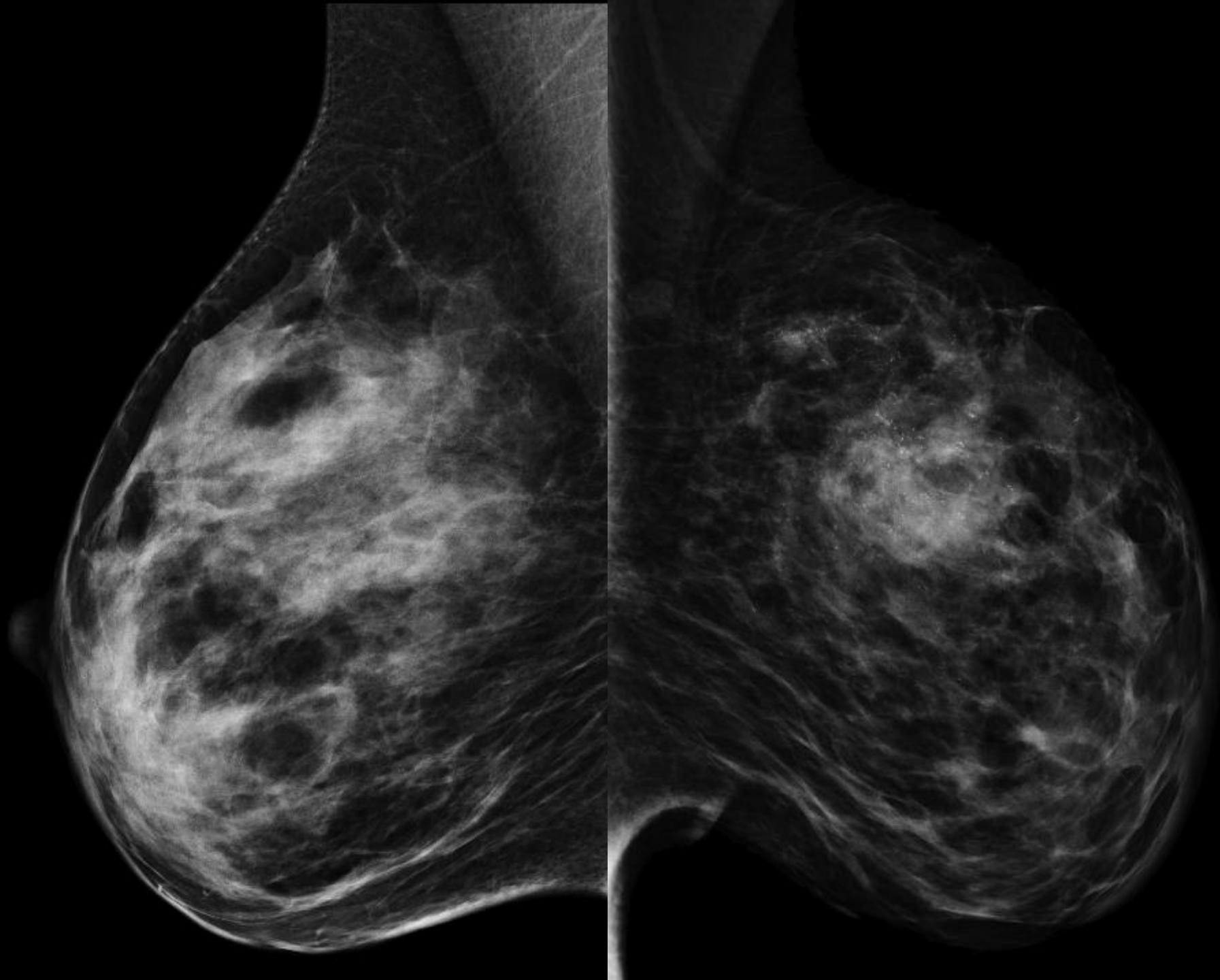
Case1 : MGだけでどこまで病態を推定できるか？

Q1: 画像所見を挙げて下さい

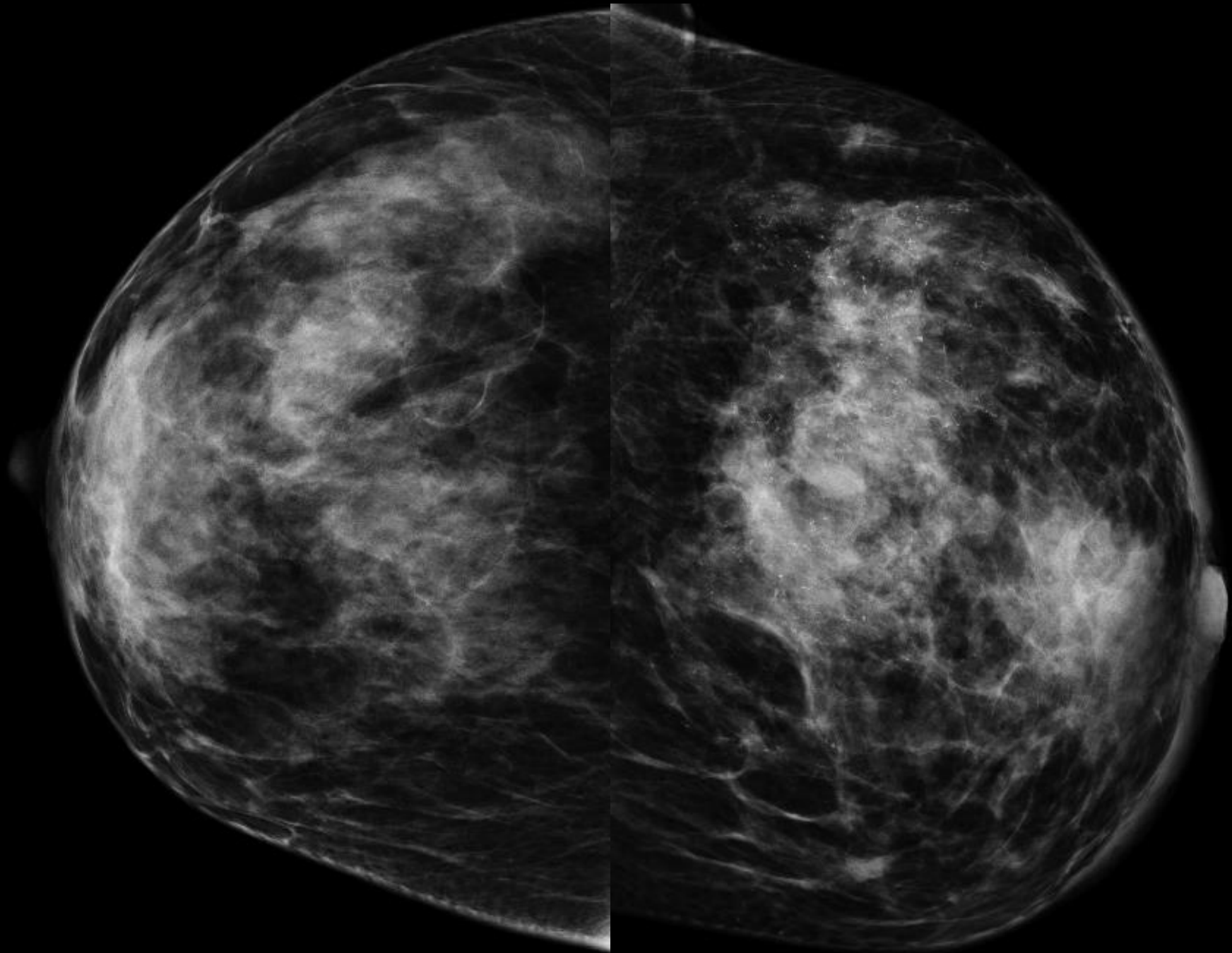
Q2: 画像から考えうる診断は？

Case1 : 30代

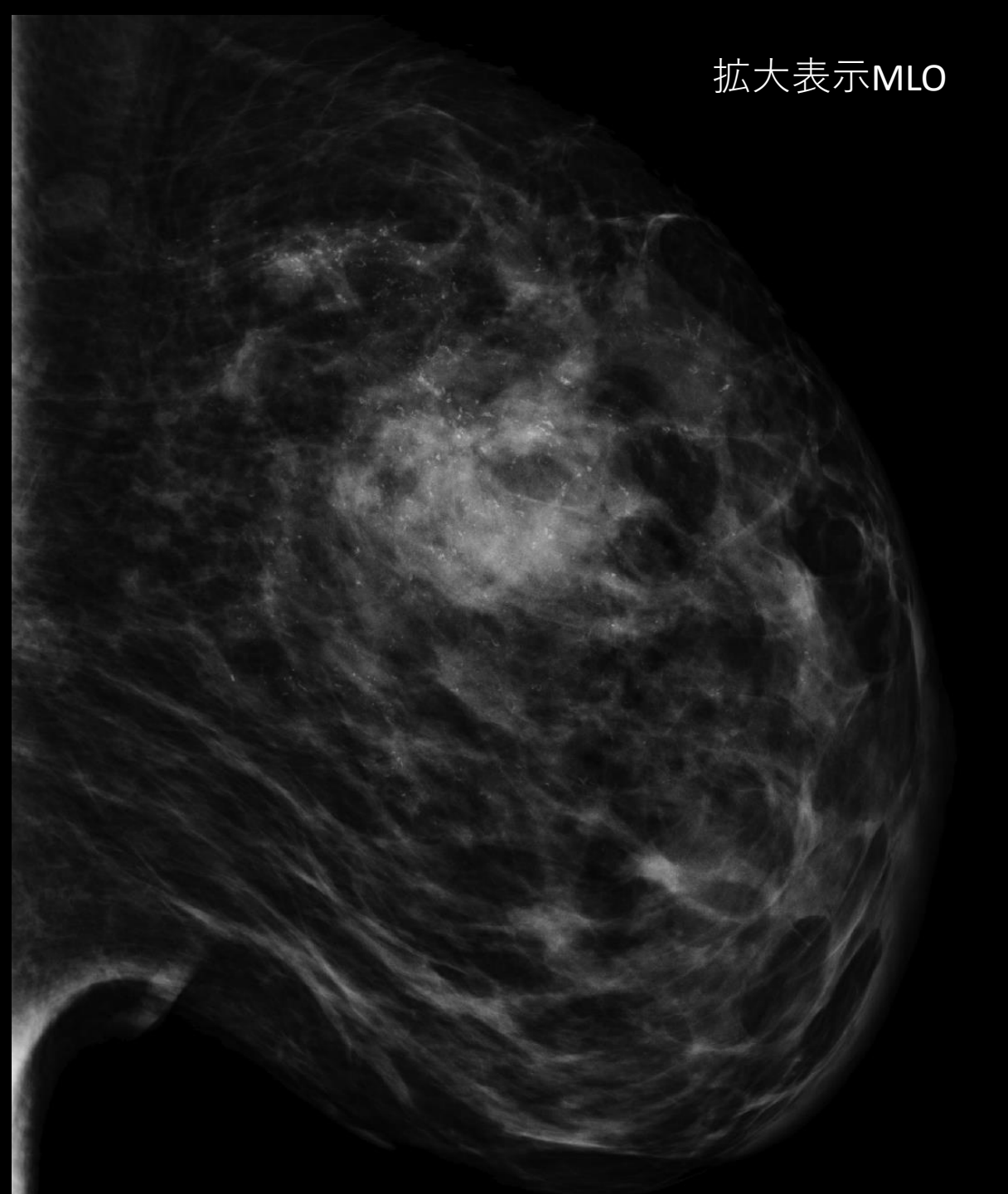
MLO



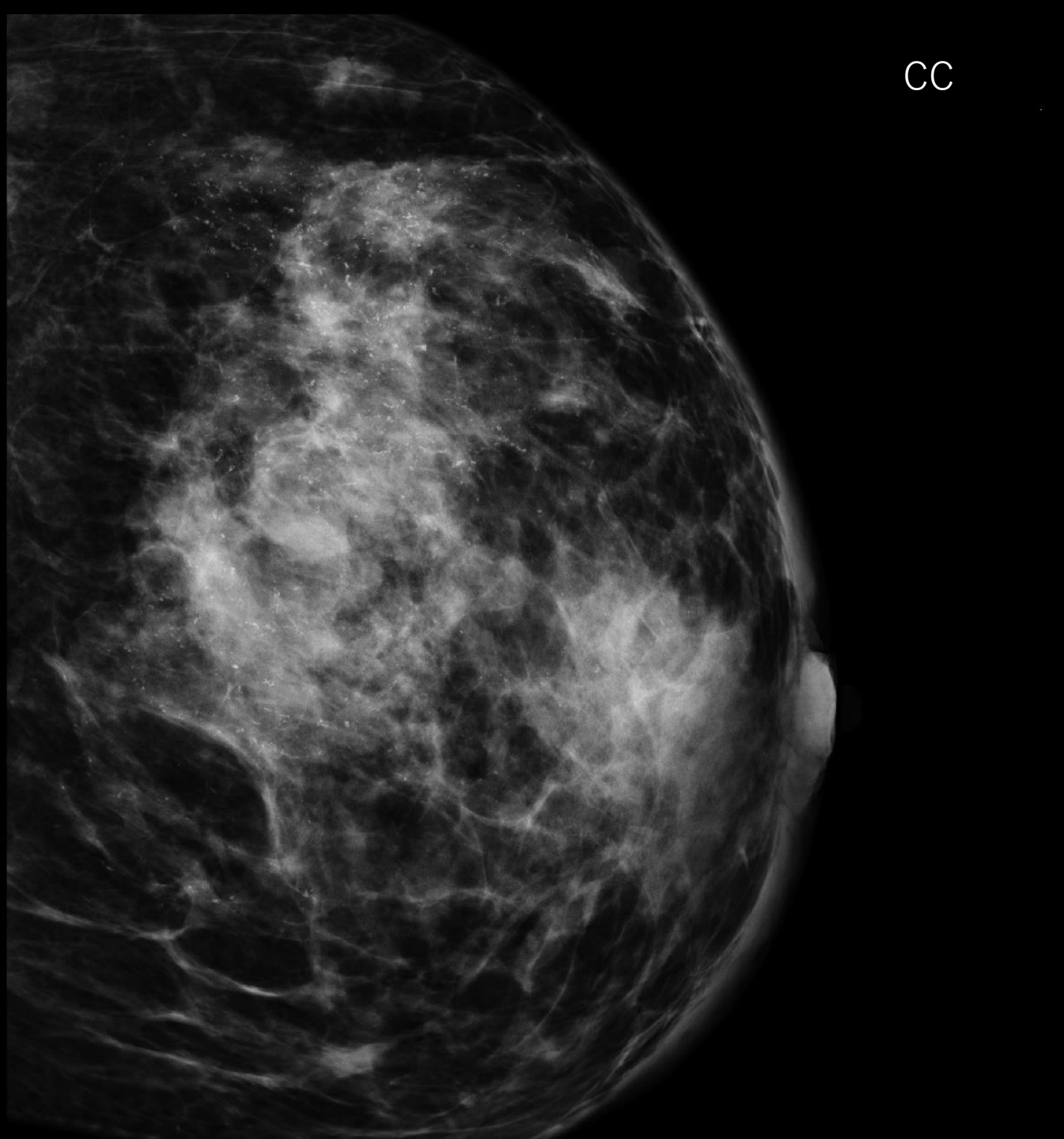
CC



拡大表示MLO



CC



Case1 : MGだけでどこまで病態を推定できるか？

Q1: 画像所見を挙げて下さい

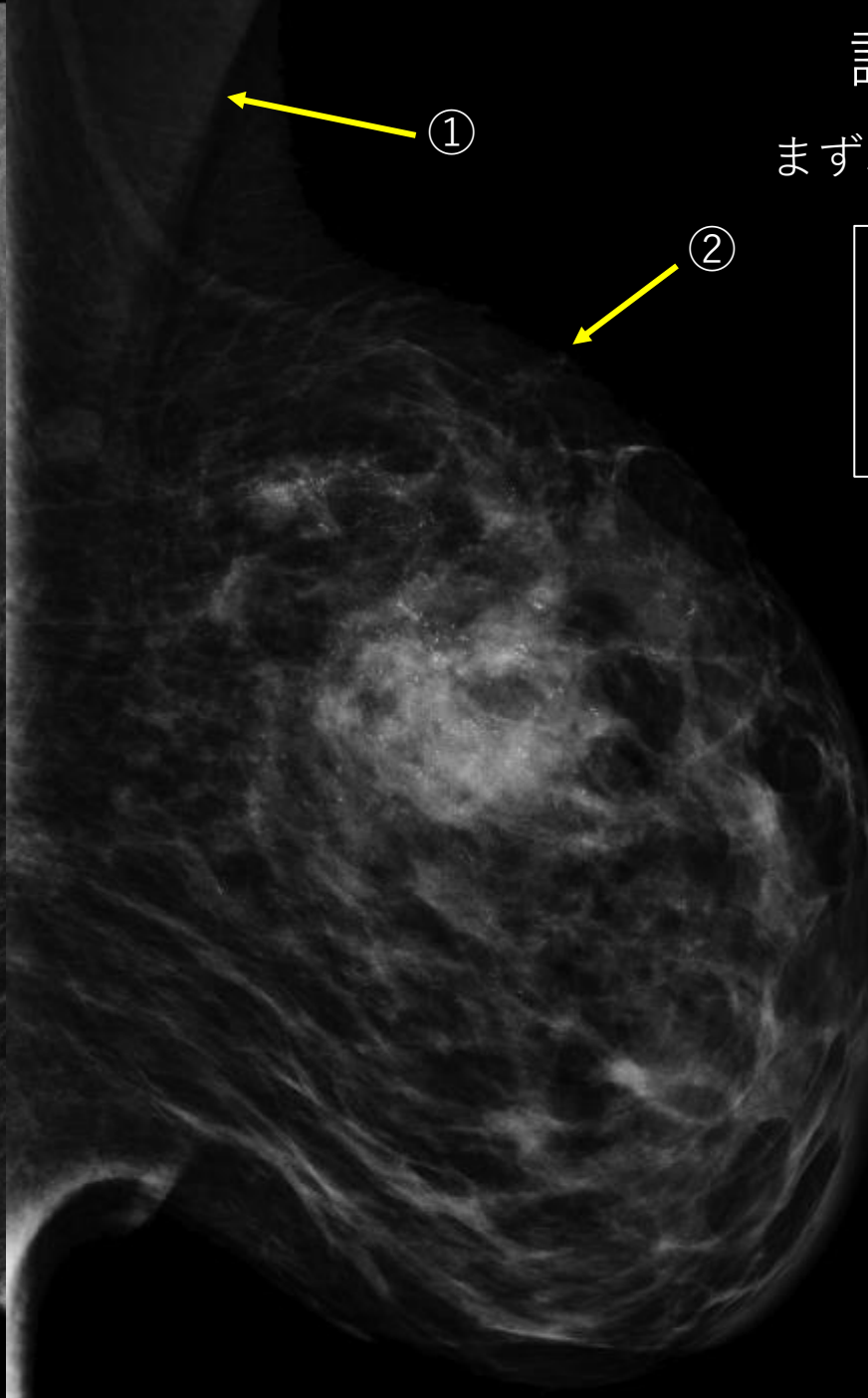
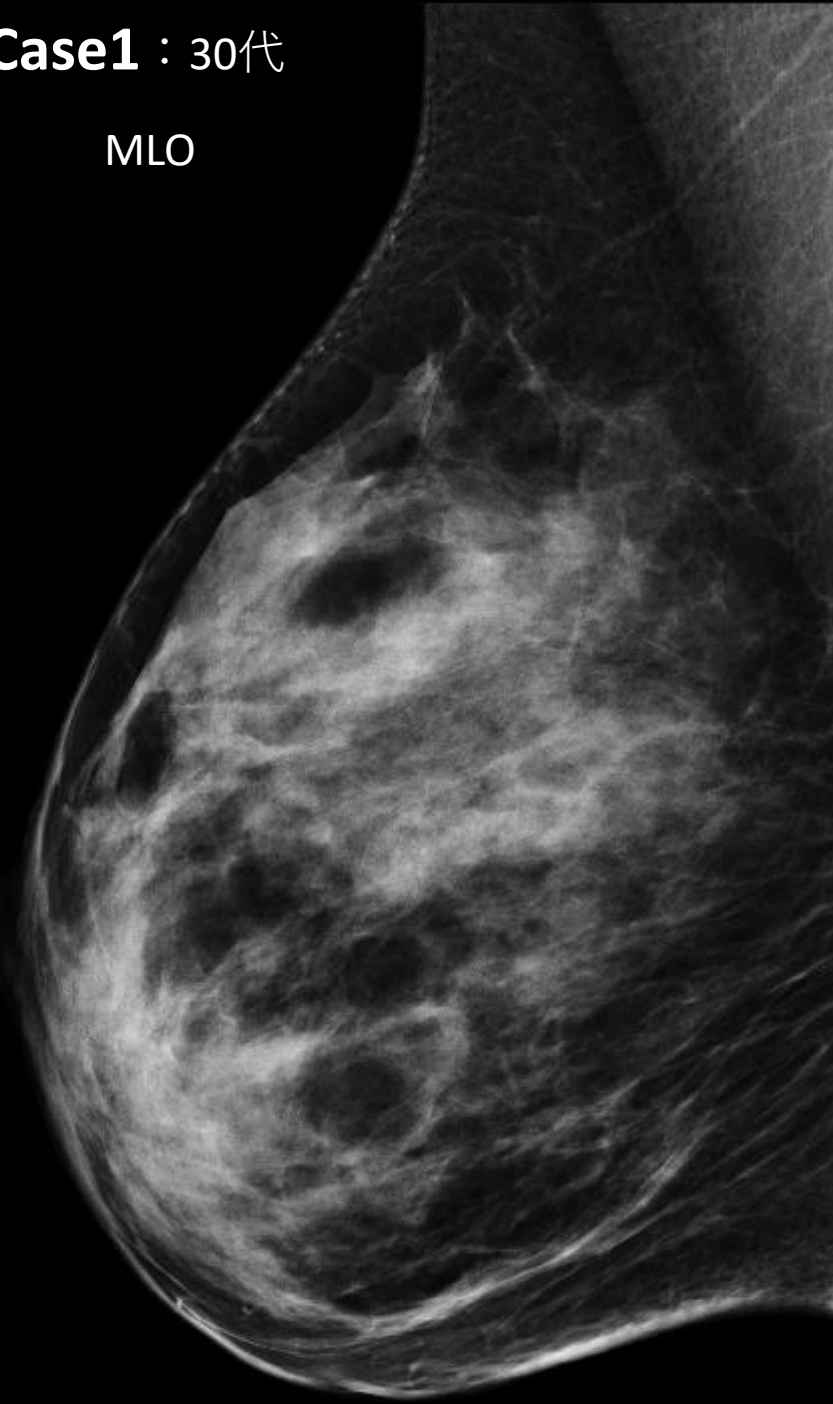
→A: 左乳房C～A区域に広がる
amorphous～pleomorphic segmental calcifications だけですか？

Q2: 画像から考えうる診断は？

→A: ・左乳房C～A区域に広がるDCIS？
・広範なので一部浸潤している可能性あり？
・左乳房の柔らかさは？

Case1 : 30代

MLO

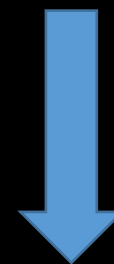


読影手順

まず、全体を俯瞰して、左右差を見よう

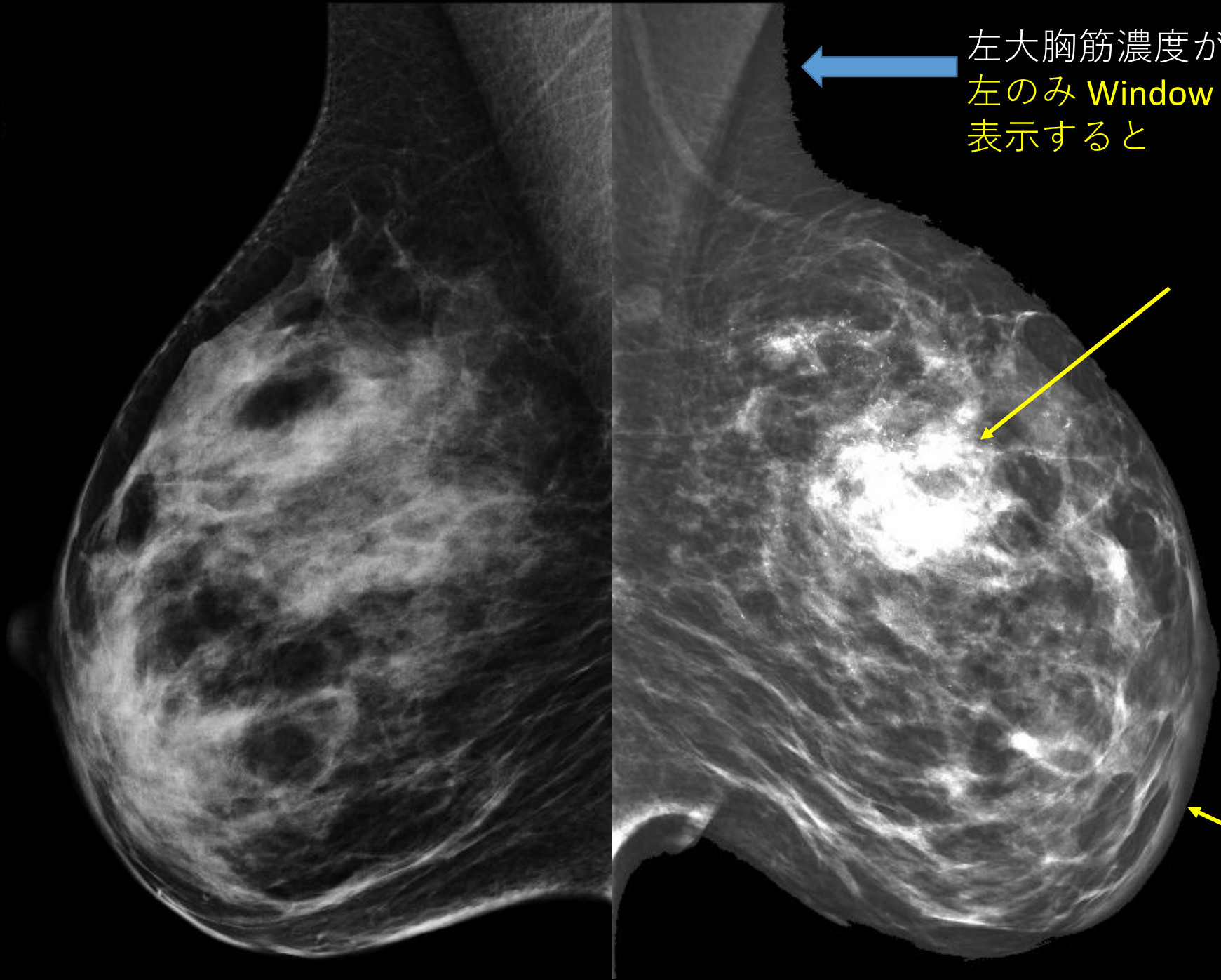
重要所見

- ①大胸筋濃度が右より低下
- ②左は皮膚のラインも見えない
- ③左脂肪織濃度は右より低下



病態を推定

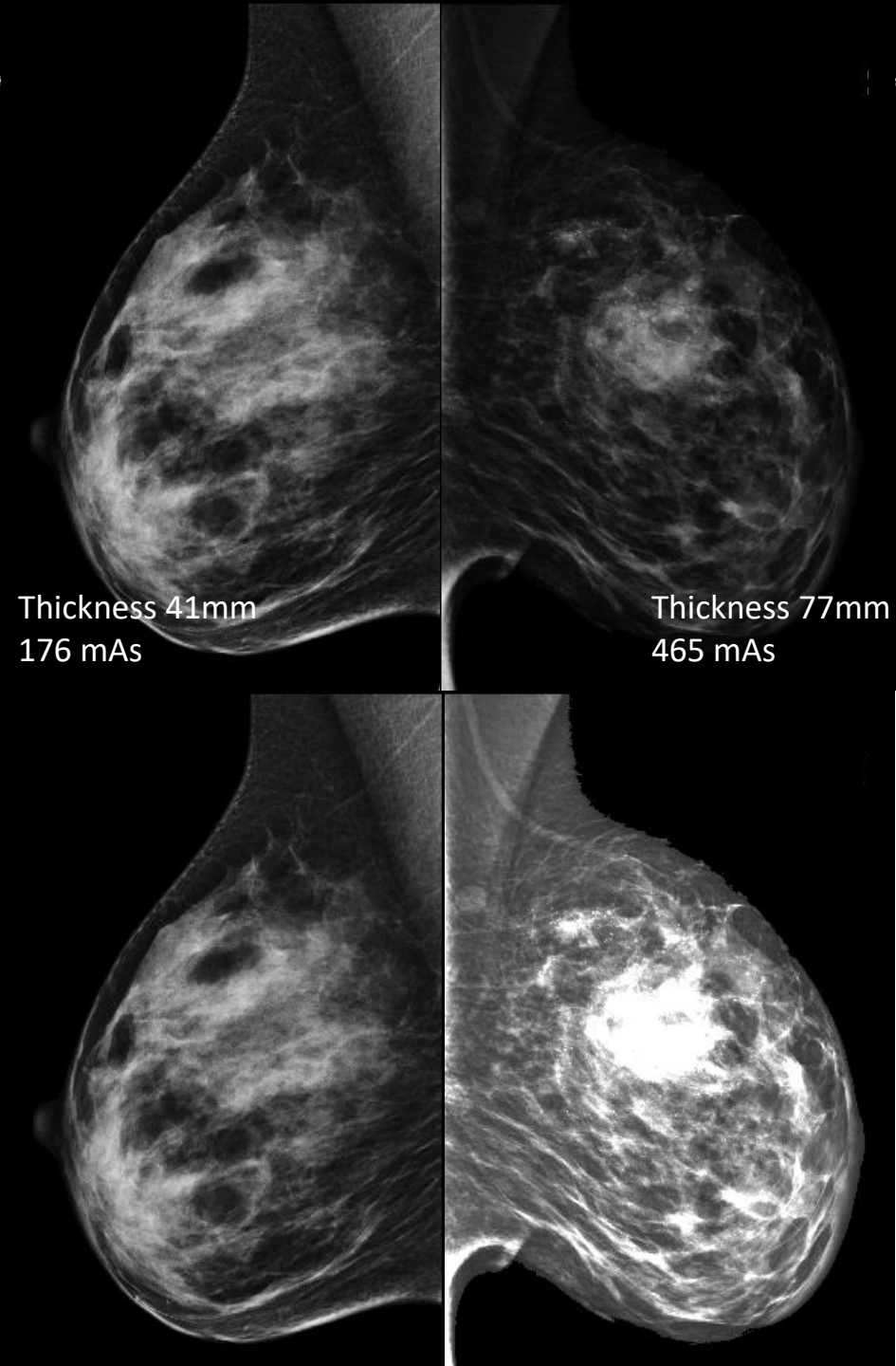
- ・左乳房は広範な病変によって硬くなり、右より多くの線量がかかっている可能性がある。
- ・浸潤癌を疑う



左大胸筋濃度が右と同程度になる様に
左のみ Window 幅とレベルを変更して
表示すると

高濃度の腫瘤
梁柱の肥厚
皮膚肥厚

が明らかとなる



実際は左乳房に多くの線量（mAs値）がかかっている

▷ mAs値：線量

- ・管電流値(mA)と照射時間(s)をかけたもの
- ・mAs値が多くなるほど、X線量が大きくなり、被ばく線量も増加

MGモニター画面の外側下部には
撮影条件（乳房厚とmAs値）が表示されており、線量の確認ができる。

Case1のMLO：線量 （右176mAs, 左465mAs）
圧迫乳房厚（右41mm, 左77mm）

AECの働き

▷ AEC（Automatic Exposure Control）：自動露出制御機構

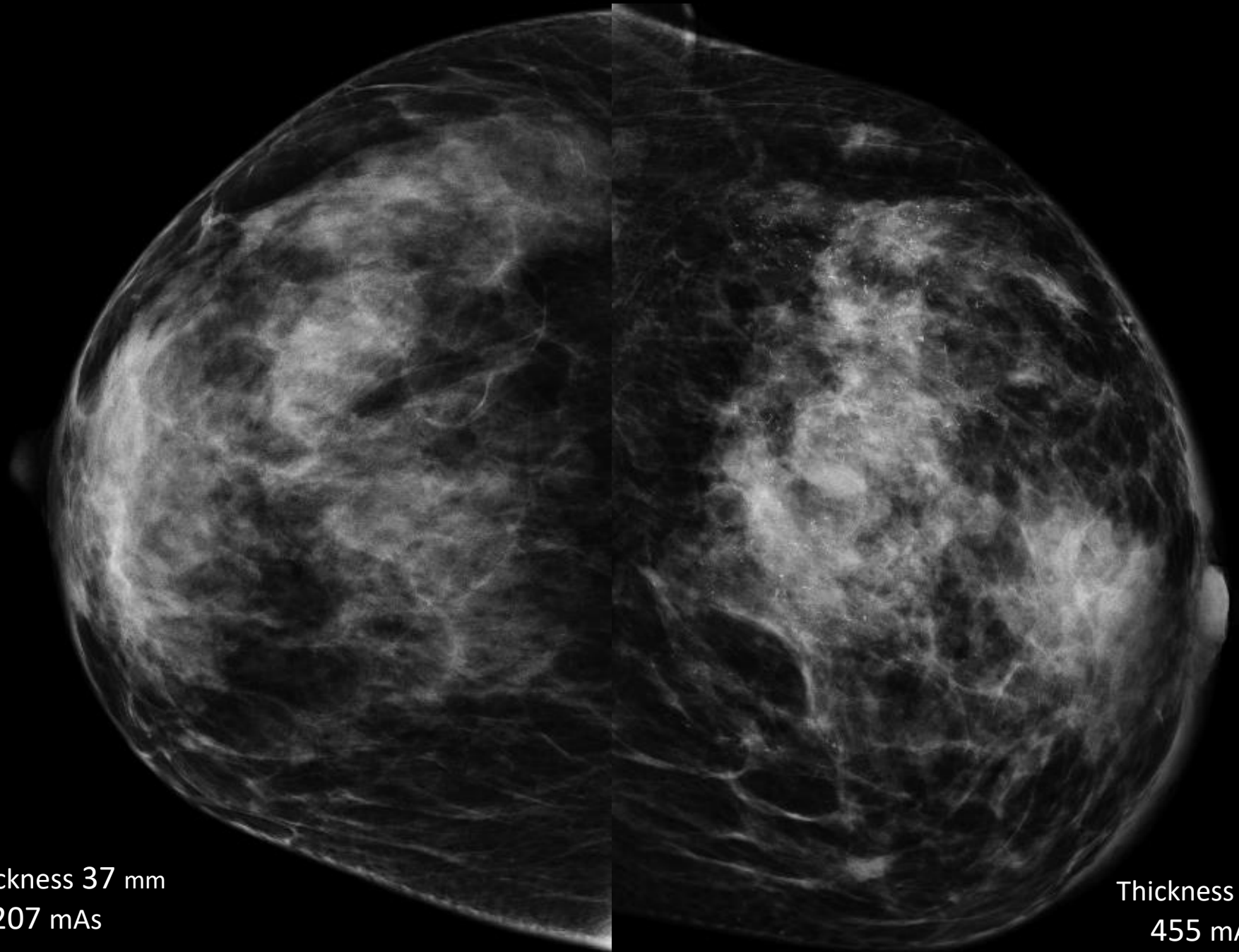
- ・乳房厚、乳腺密度を考慮して一定の画像濃度を得るために線量を制御する機構
- ・画質と線量のバランスを決める重要な役割を担っている
- ・マンモグラフィの撮影条件は乳腺の描出に必要な線量で決定されるが
乳腺密度を目視では確認できないため、撮影条件の決定にAECが用いられる
- ・圧迫乳房厚（compressed breast thickness: CBT）、乳腺密度、圧迫圧力、
ターゲット／フィルタ等でAECの応答が異なり、線量に差が生じる。

デジタル撮影に伴う画像処理（メーカーにより異なる）によって、
極端な濃度差が補正され、気付かれにくい場合があるので要注意！

CC

Thickness 37 mm
207 mAs

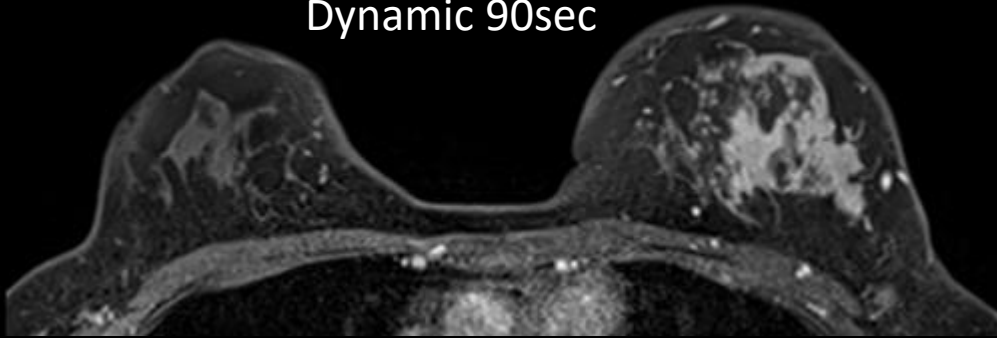
Thickness 63 mm
455 mAs



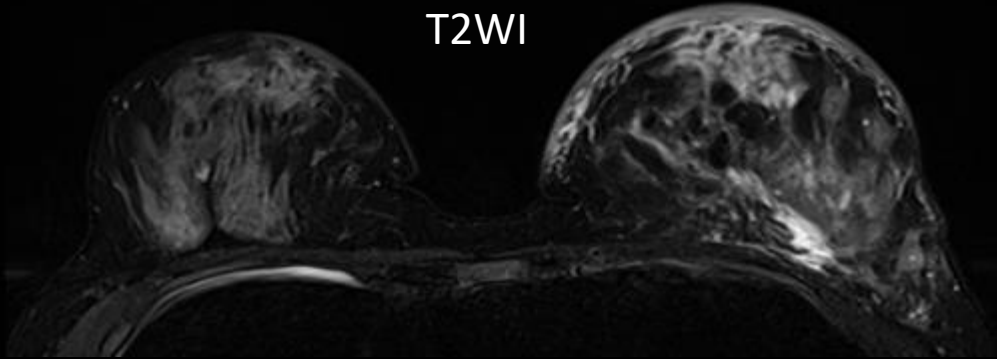
MRI

左乳房C-A区域の広範な病変

Dynamic 90sec



T2WI

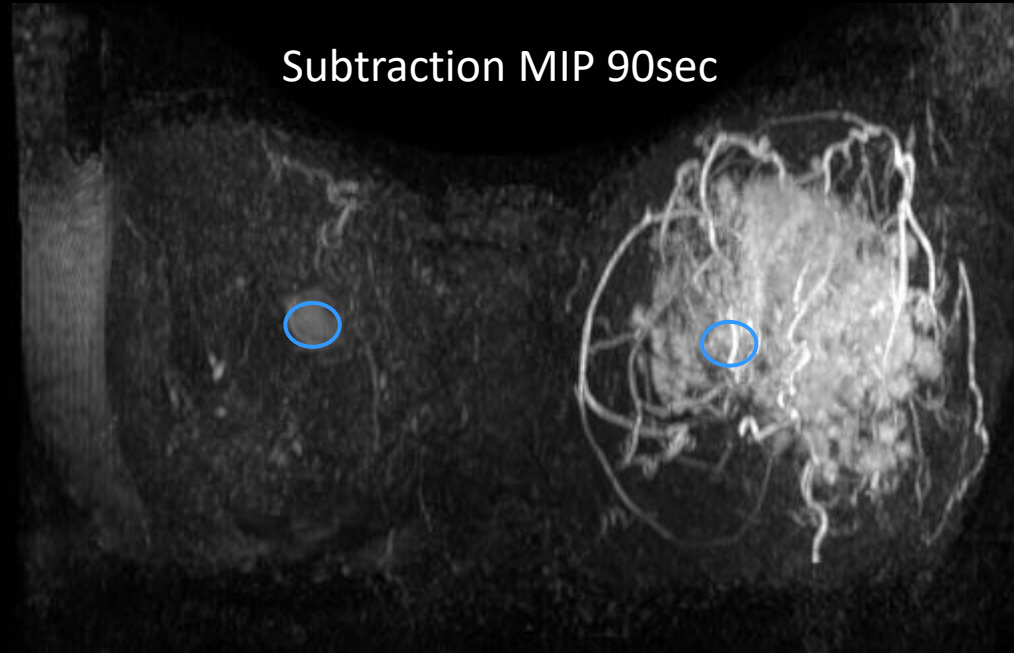


- ・皮膚肥厚、広範な浮腫
- ・皮下脂肪、大胸筋前方に液体貯留



(2次性) 炎症性乳癌

Subtraction MIP 90sec



針生検 (US-VAB)

浸潤性乳管癌 (硬性型) NG:3

(ER, PgR, HER2: 8, 8, 3+)

Ki-67: high

ly(+), f(+++)

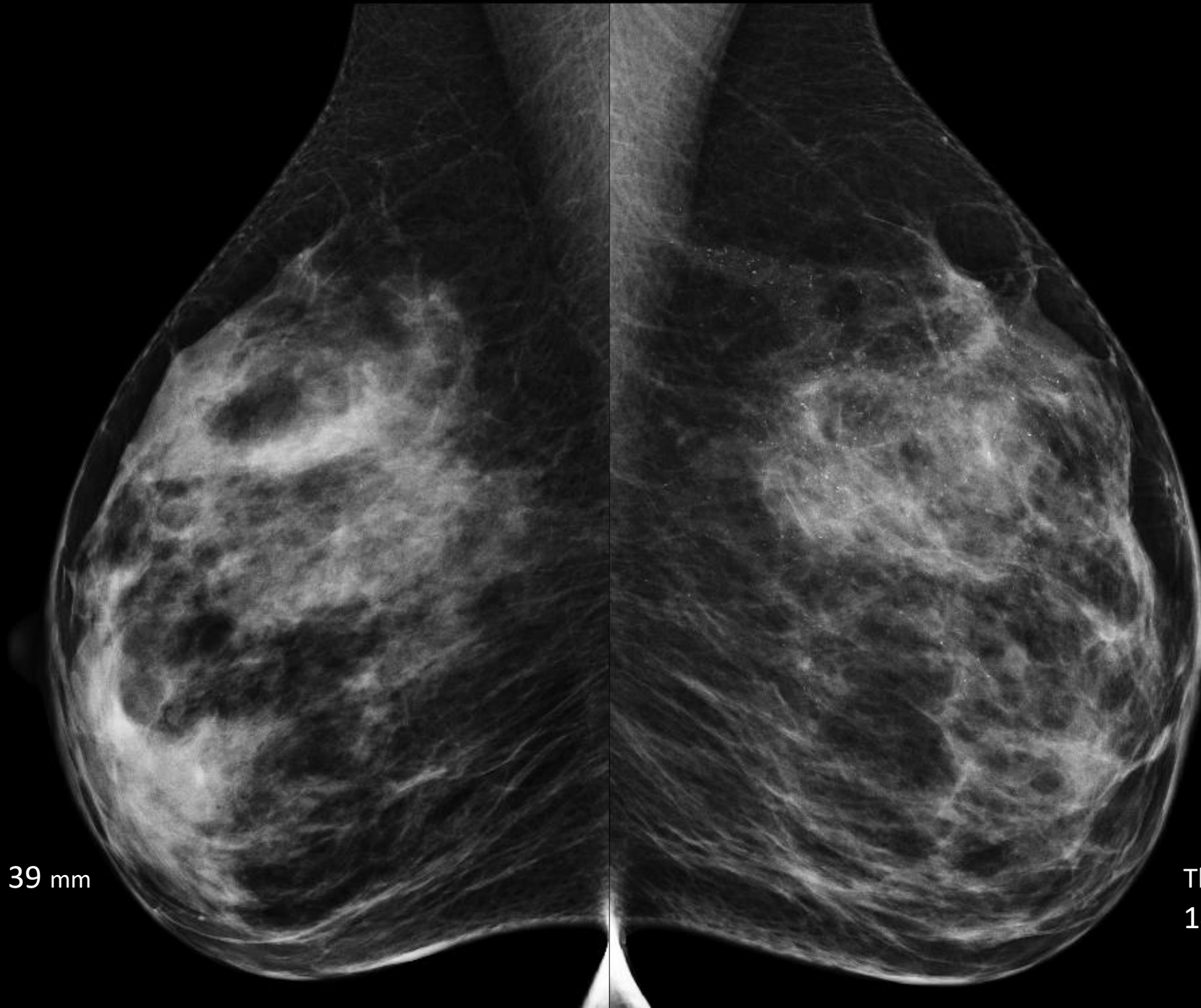
生検検体内にはin situ(-)

NAC後 MG

NAC後

MLO

Thickness 39 mm
162 mAs

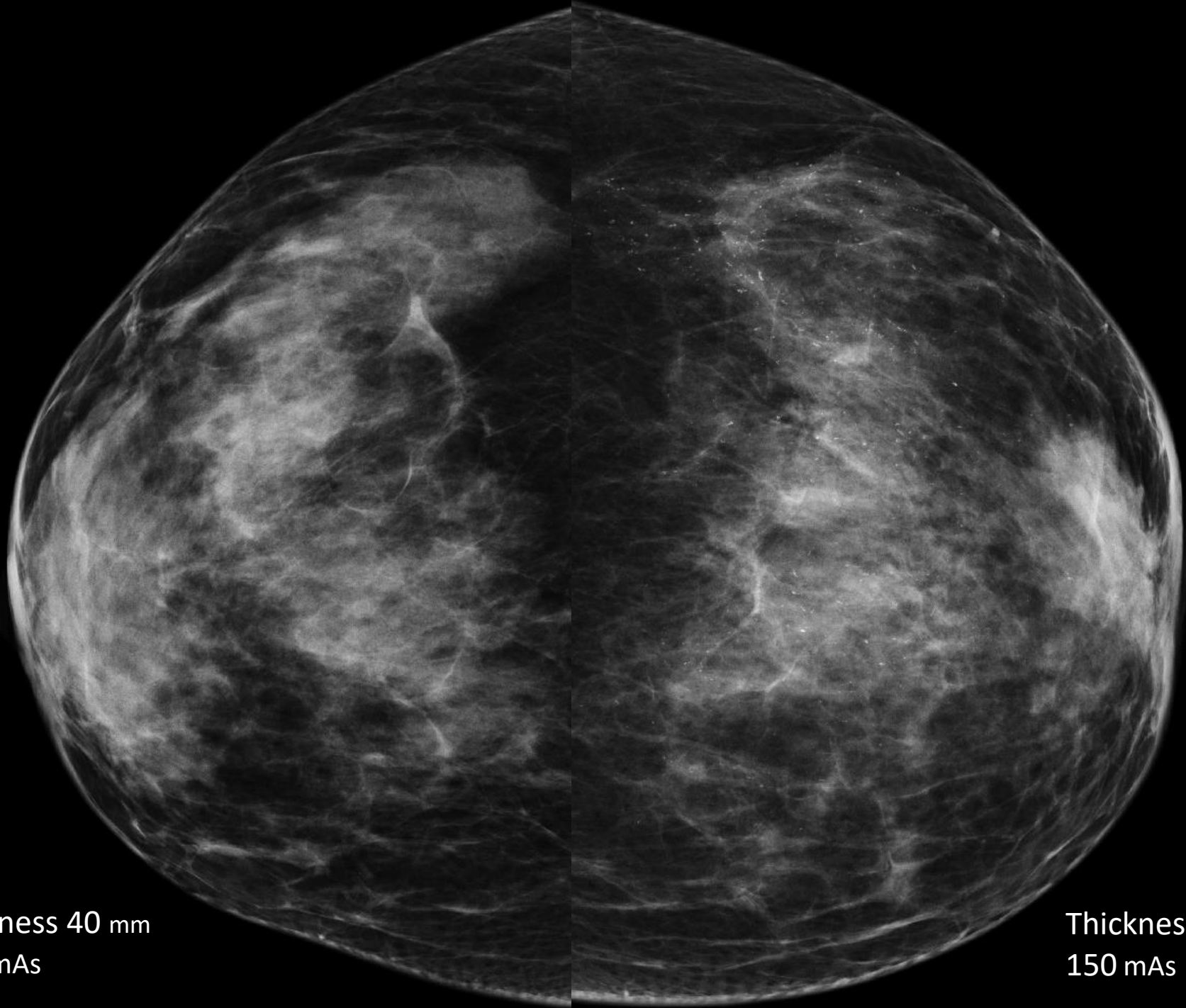


Thickness 43 mm
141 mAs

NAC後

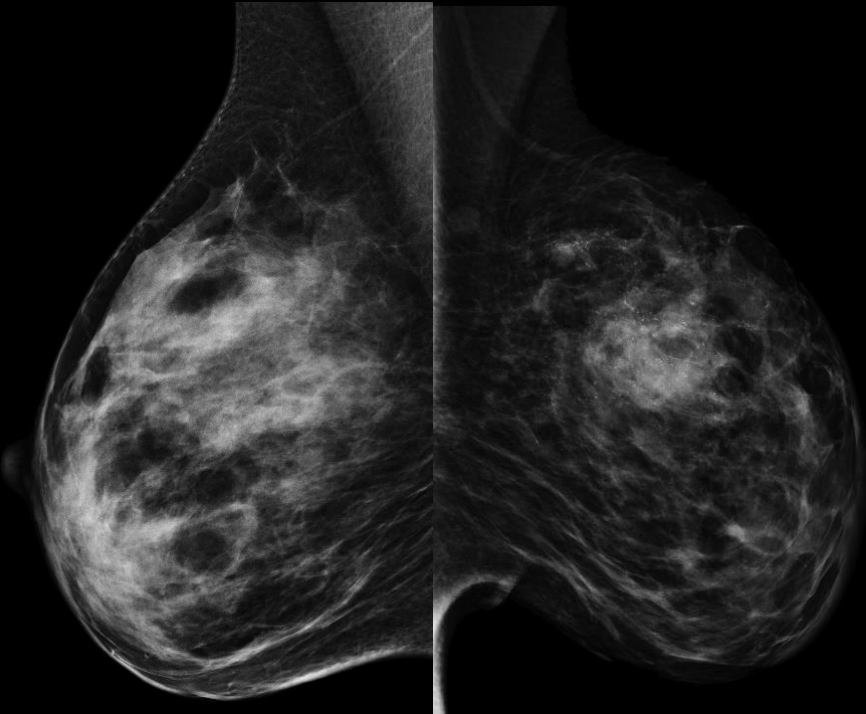
CC

Thickness 40 mm
145 mAs

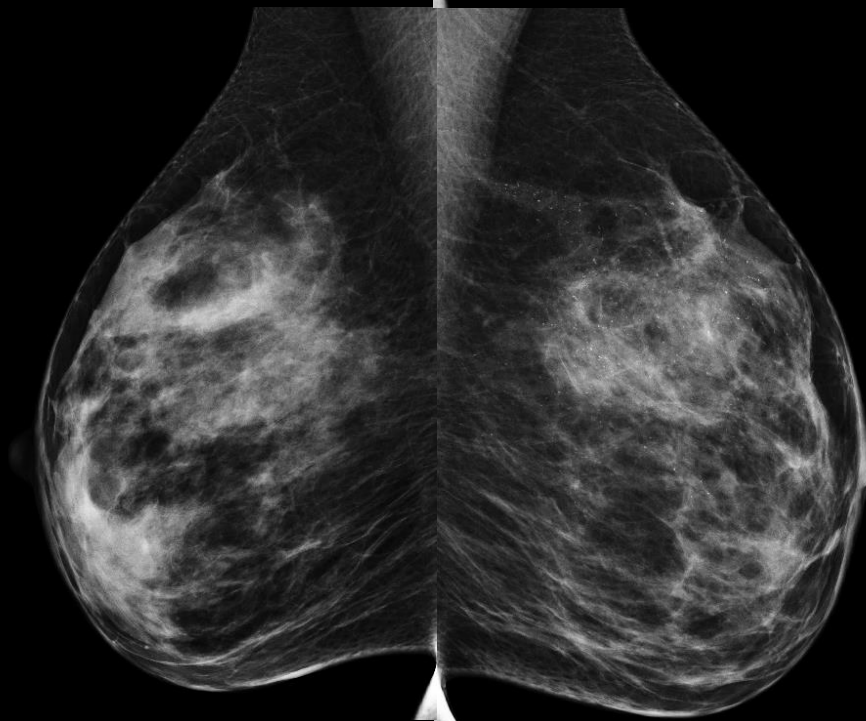


Thickness 42 mm
150 mAs

NAC前



NAC後

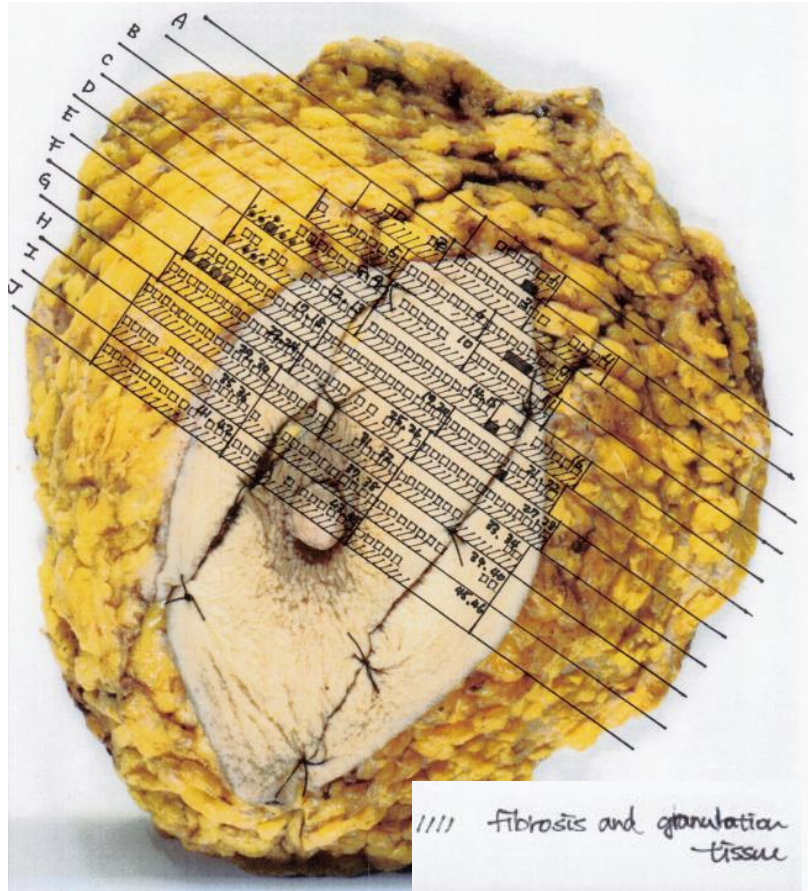


NAC前後で
左MLO

圧迫乳房厚 : 77mm → 43mm

mAs値 : 465 → 141

左乳房全摘標本



術前薬物療法後（化学療法＋抗HER2療法）

組織学的治療効果判定：Grade 2a
浸潤巣および乳管内癌巣の残存を認める。

* 以下は残存腫瘍での評価

組織型：Invasive ductal carcinoma, scirrhus type

浸潤径：2 × 0.5 mm（浸潤巣が残存する範囲 92 × 13 × 47 mm）

波及度：pn(+), f(+)

グレード：TF 3, NA 2, MC 2 → HG II, NG 2

in situ(+): comedo, cribriform-comedo

Healing(+++)

薬物療法によるin situ消失後と思われるhealingが広範囲に見られ、浸潤巣およびin situがところどころに残存する。

デジタル撮影に伴う画像処理（メーカーにより異なる）によって、
極端な濃度差が補正され、気付かれにくい場合があるので、注意が必要！

読影手順

乳腺濃度の左右差よりも先に、**まず全体を俯瞰する事**

乳腺濃度の左右差が顕著でなくても
広範な病変が存在し、硬くなっている可能性がある

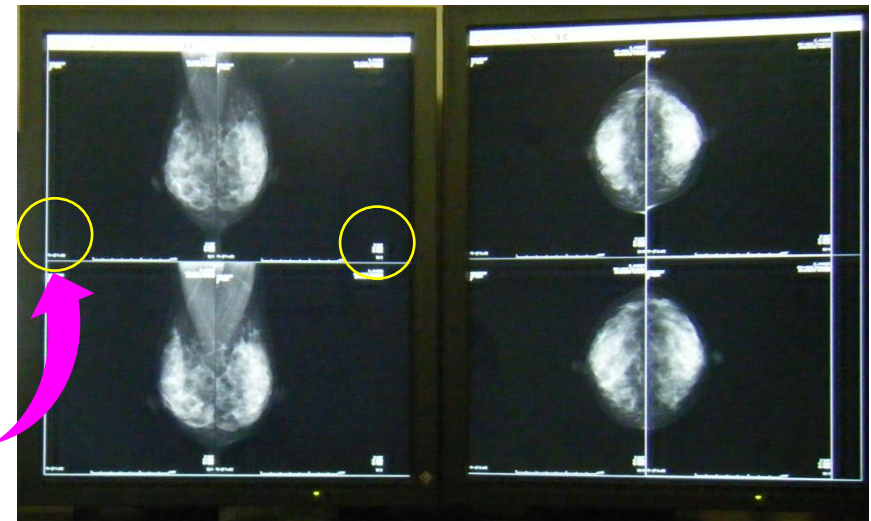
チェックポイント

「大胸筋濃度の著明な左右差」



- ・ 乳房厚
- ・ mAs値

のチェックを！
(@モニター画面外側下部)



US

Case2: USによる術前薬物療法効果判定

Q1: 画像所見を挙げて下さい。

Q2: USの最終効果判定は？

針生検

浸潤性乳管癌(充実型)

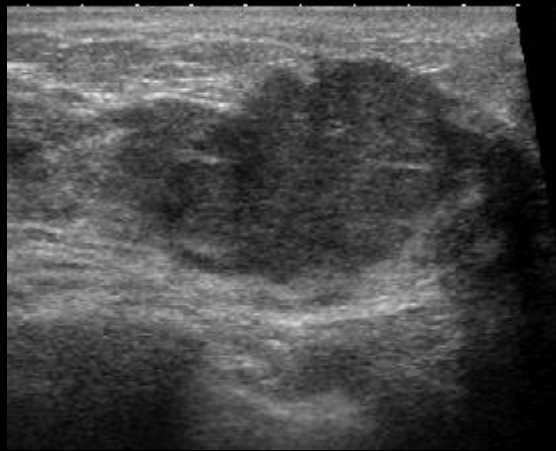
NG:3

(ER,PgR,HER2: 0,0,3+)

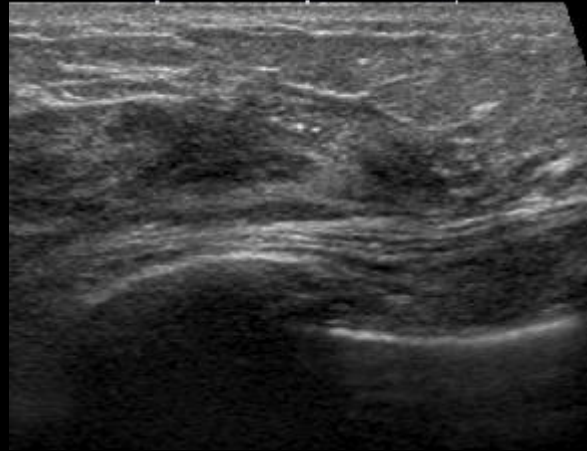
Ki-67: high

Case 2 USによる術前薬物療法効果判定

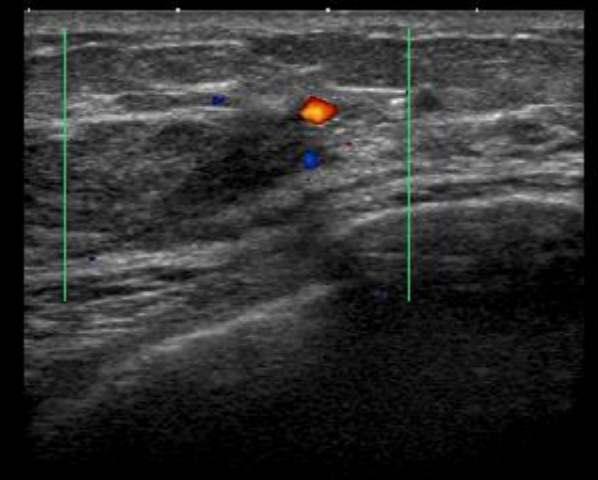
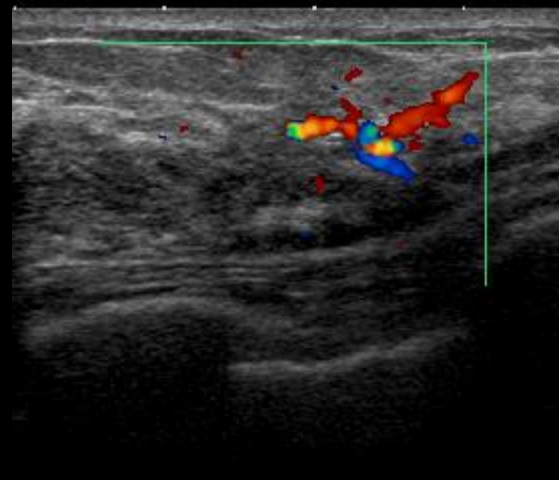
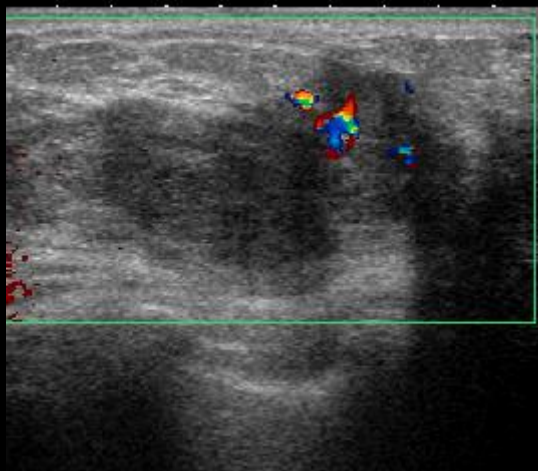
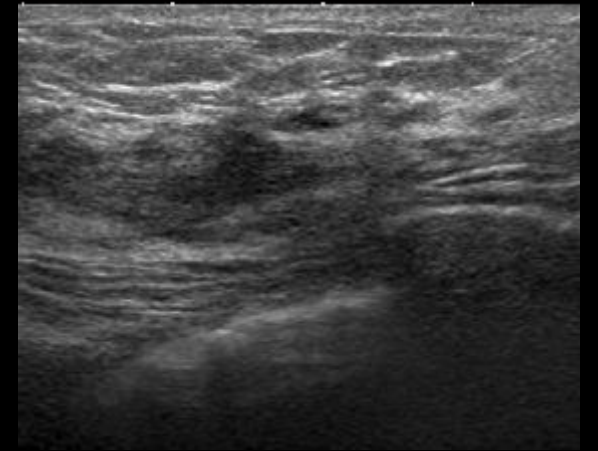
NAC前



中間評価 (CEF後)



最終評価 (DHP後)



Case2: USによる術前薬物療法効果判定

Q1: 画像所見を挙げて下さい。

➡A: 血流を伴う低エコー腫瘍は薬物療法により縮小しているが、最終評価でも低エコー域と血流を認めている。

Q2: USの最終効果判定は？

➡A: 浸潤癌 縮小遺残

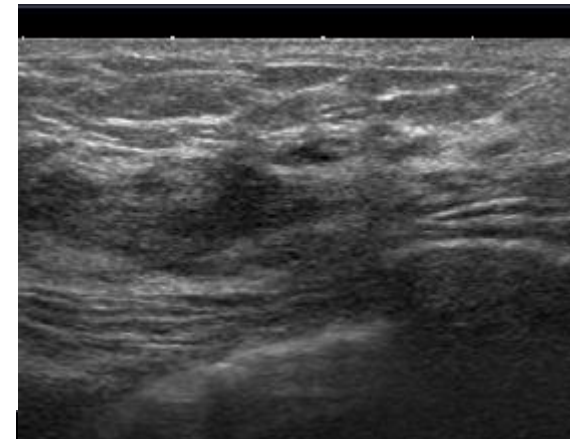
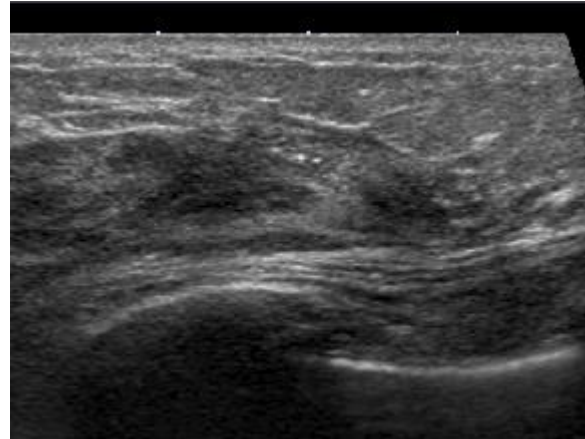
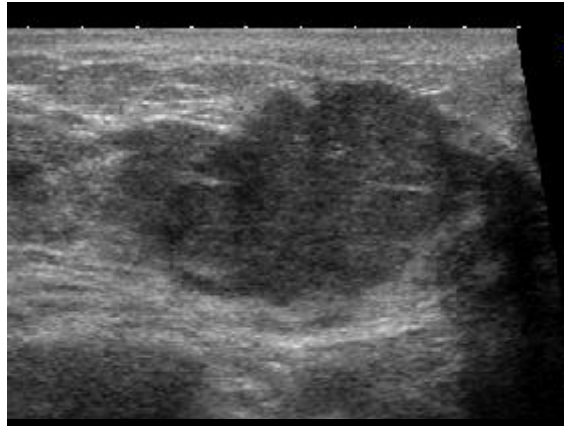
CNB: 浸潤性乳管癌(充実型) NG:3 (ER,PgR,HER2: 0,0,3+) Ki67: high pericancerous lymphoid cell infiltration(+)

HER2タイプ

NAC前

中間評価(CEF後)

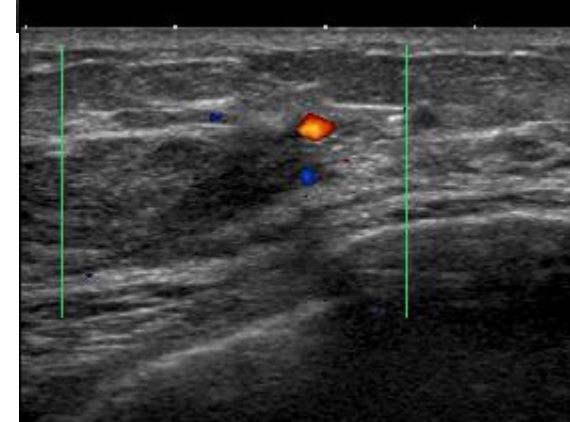
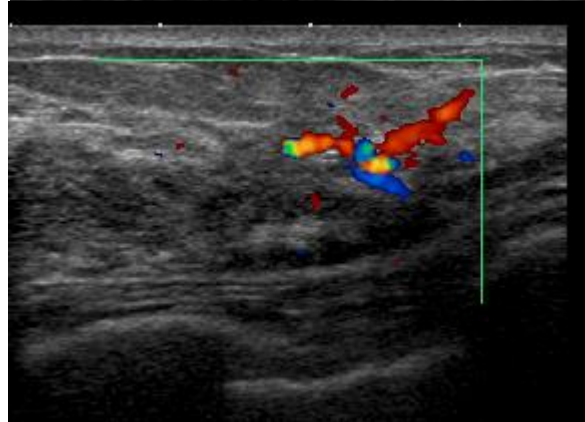
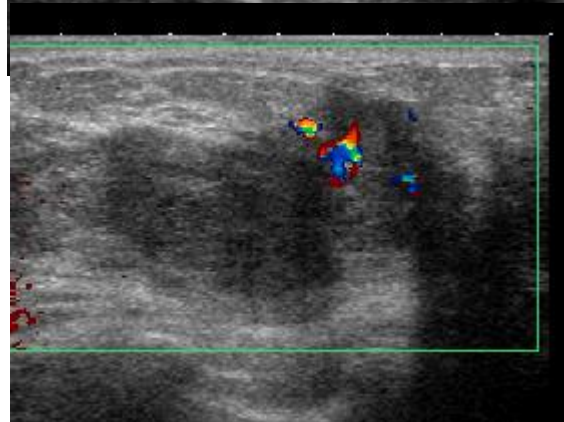
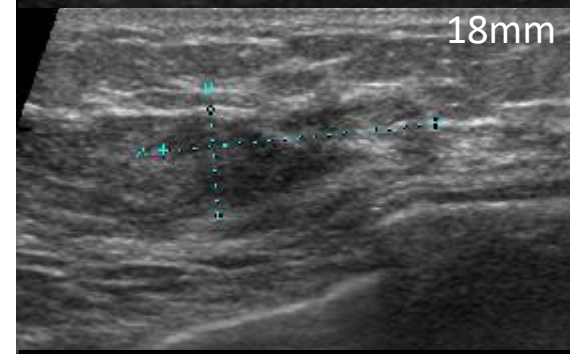
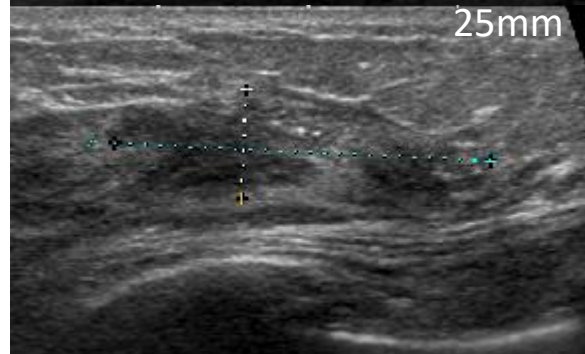
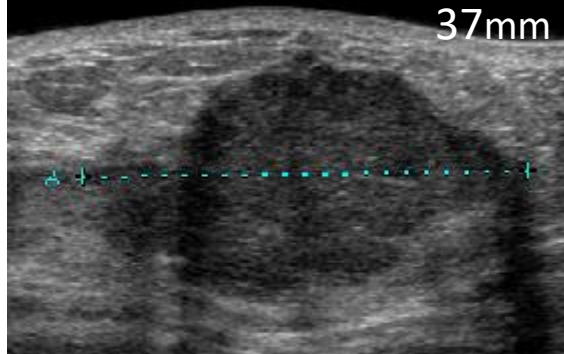
最終評価(DHP後)



37mm

25mm

18mm



サイズ計測値

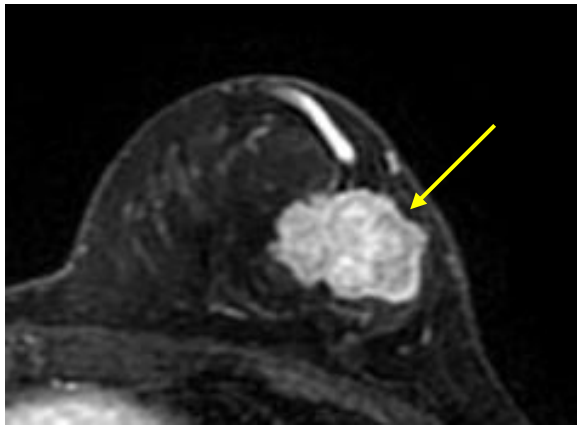
USと同時期のMRI評価

NAC前

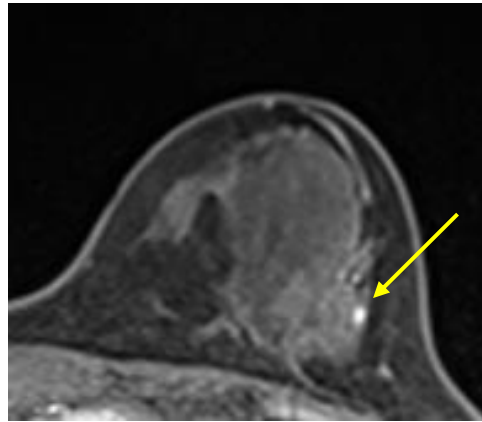
中間評価 (CEF後)

最終評価 (DHP後)

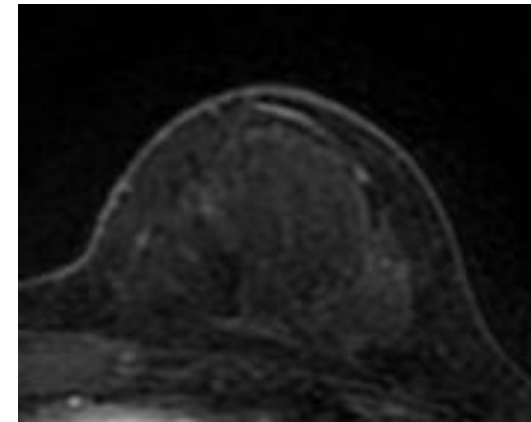
Dynamic
90sec



浸潤径 (31 × 24 × 27mm)



限局縮小 (3 × 3 × 3mm)



浸潤癌消失 (imaging CR)

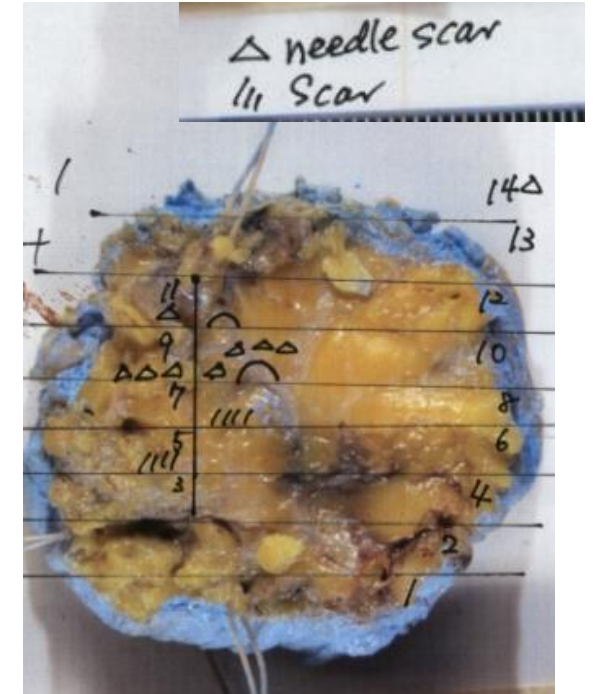
USとMRIで最終評価の乖離

NAC前

中間評価(CEF後)

最終評価(DHP後)

部分切除後標本



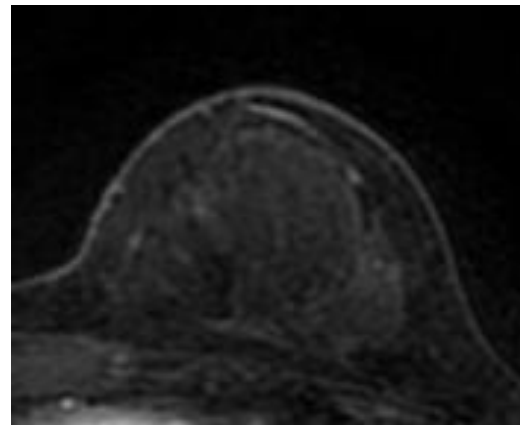
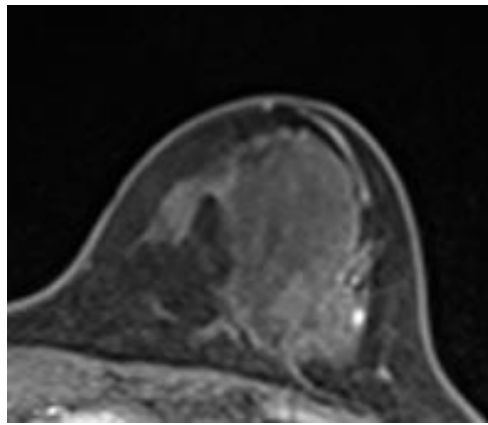
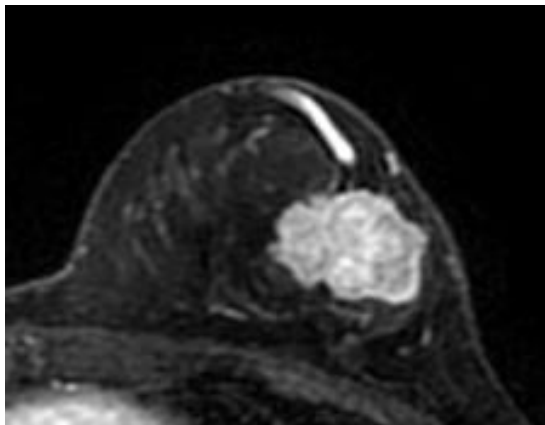
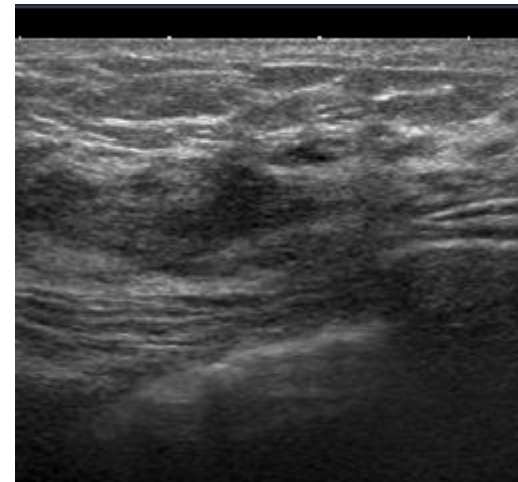
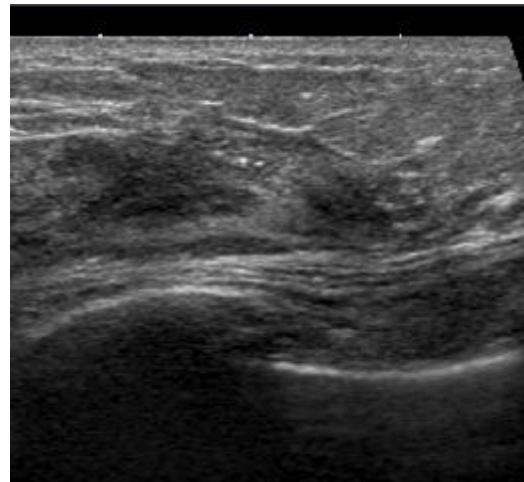
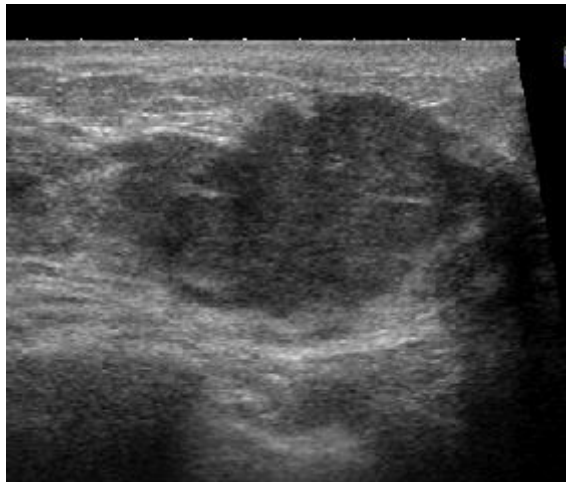
pCR

病理診断

術前薬物療法後(化学療法+抗HER2療法)

組織学的治療効果判定: Grade 3

検索した範囲では、癌の残存は見られない



USは何を見ているのか？

超音波画像の成り立ち

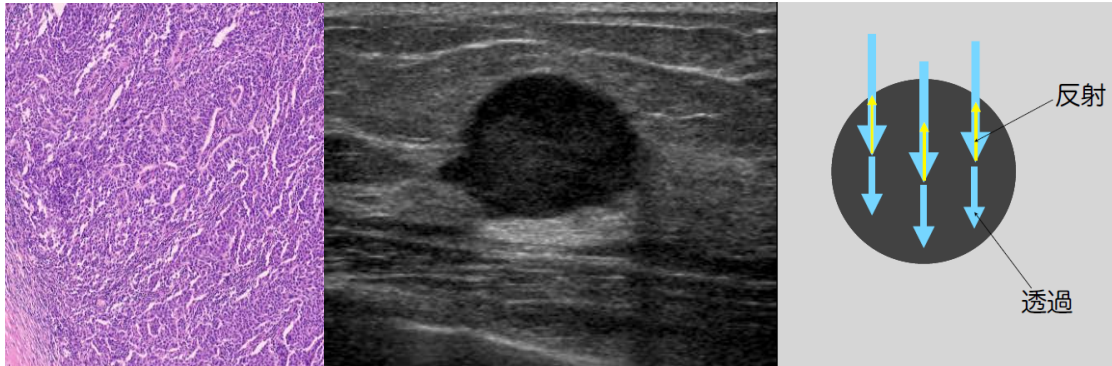
US画像は何をみているのか？

組織間の音響インピーダンスの差

音響インピーダンス＝「組織の密度×組織の音速」⇒「組織固有の抵抗値」超音波の通りにくさ

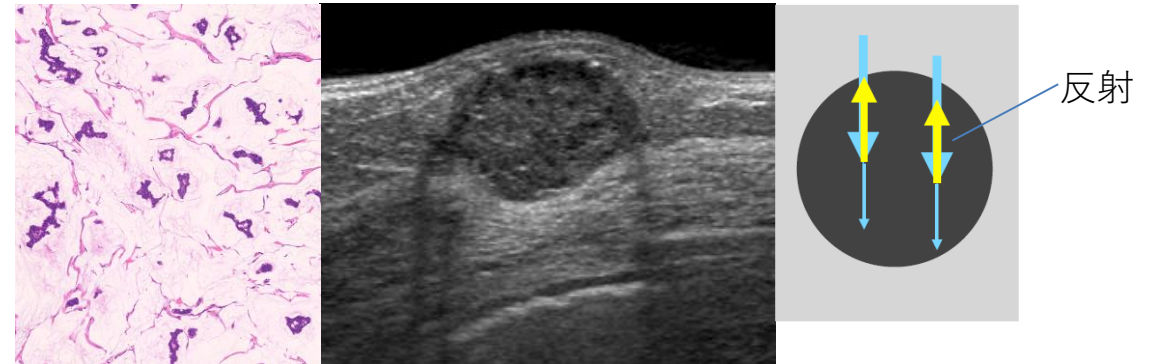
組織間の音響インピーダンスに差があれば、そこに反射がおきる

差が小さい＝内部均一



浸潤性乳管癌
(充実型)

差が大きい＝内部不均一



粘液癌

エコーレベル↑

別症例

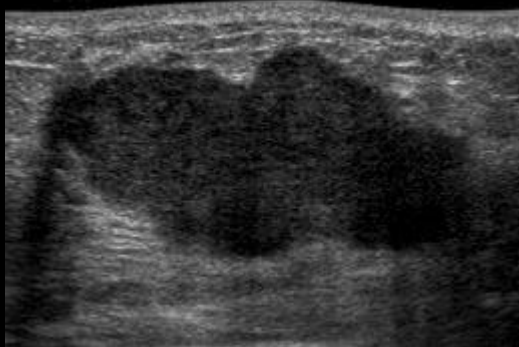
Luminal - HER2

浸潤性乳管癌(充実型)(G3, NG3)
(ER, PgR, HER2: 3, 2, 2+) FISH: 陽性
Ki67: 88%

NAC前

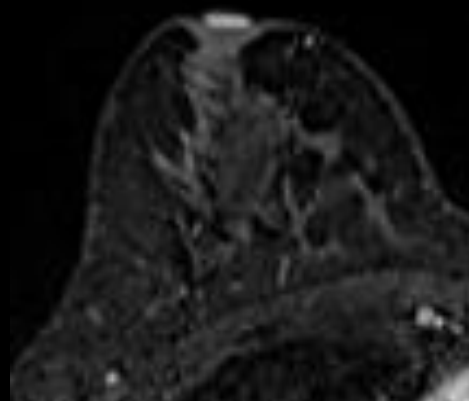
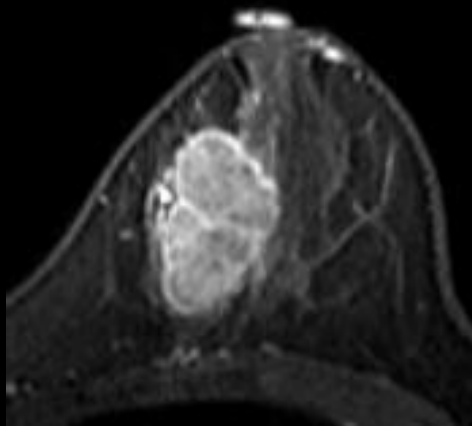
NAC後

US

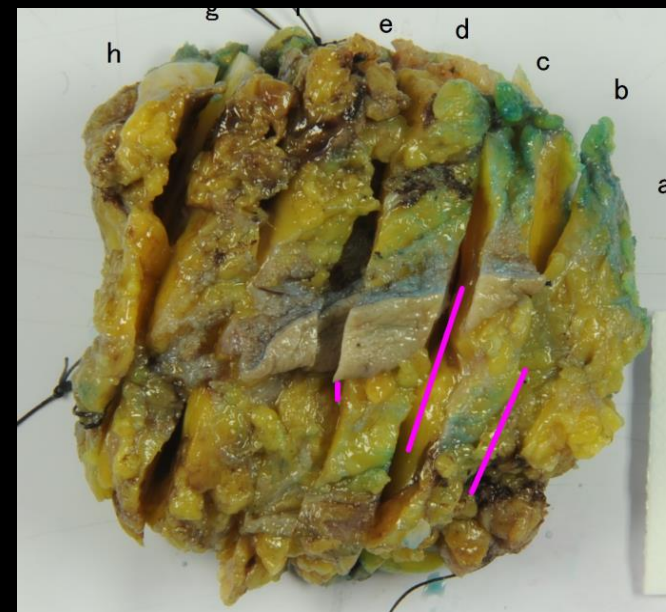


エコーレベル上昇

MRI



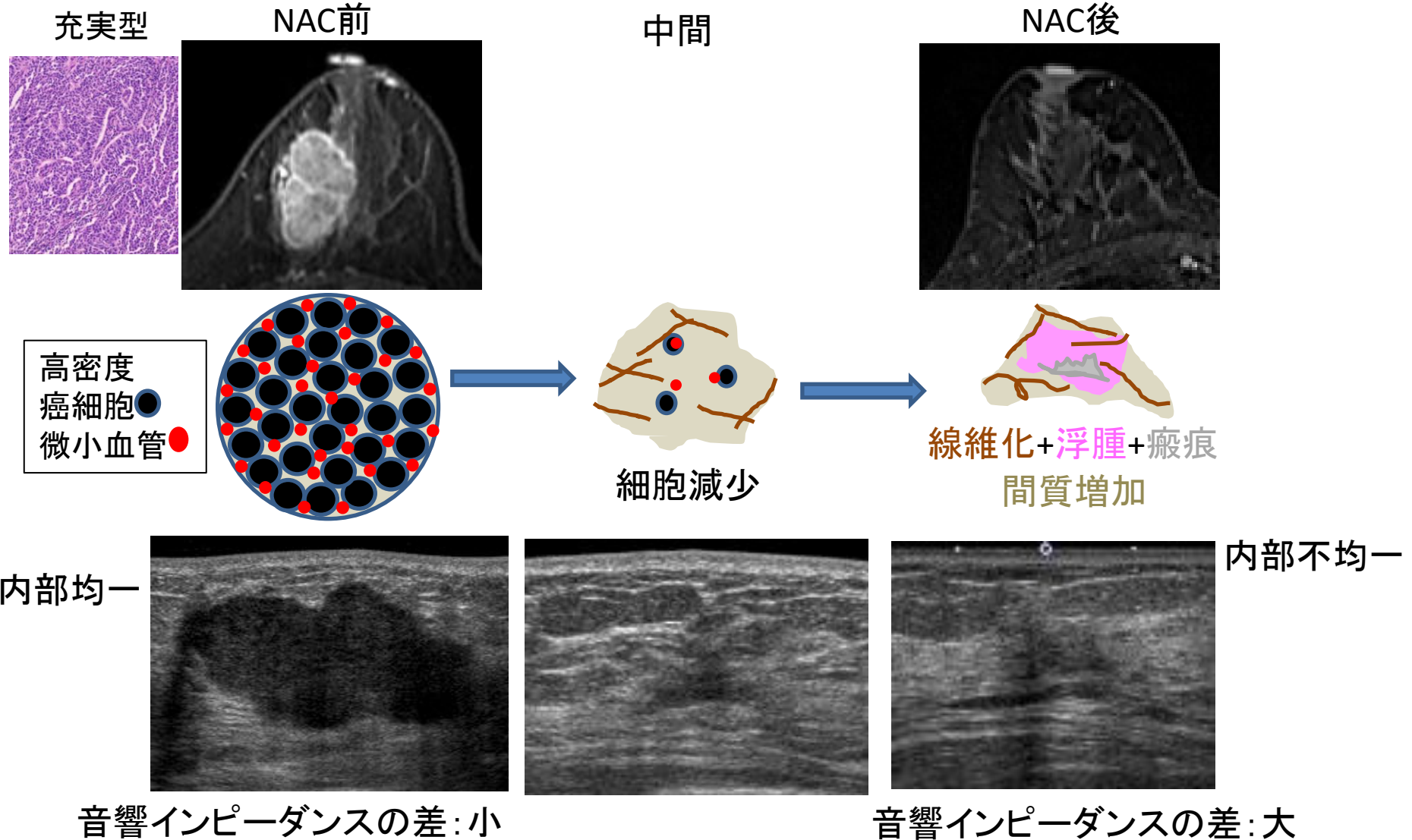
染まり消失



pCR

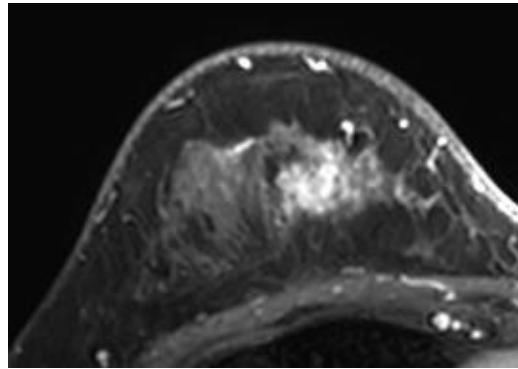
桃色 癒痕組織

腫瘍縮小に伴う変化



腫瘍縮小に伴う変化

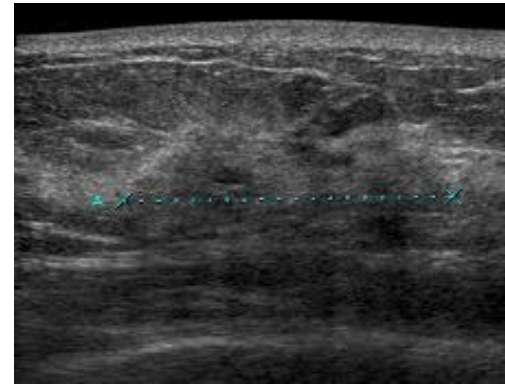
Dynamic MRI



浸潤径:16mm

- 真のangiogenic activityを見ている

US



病変全体の広がり:37mm

- 真のbiological activityを反映していない
- 残存細胞以外のedemaやfibrosisも病変として含まれる
→ サイズ過大評価

USの計測サイズはMRIの代替にはならない

浸潤癌遺残の評価にはAngiogenic activityを持った部分の計測が必要

MRI

広がり診断のエビデンス

局所広がり

- Prospective study (210 Breast cancer case)
- 正診率: MR (76%) US (56%) MG (52%)

Breast cancer Res Treat.2008;112(3):461-74

術前化学療法後の遺残腫瘍の広がり

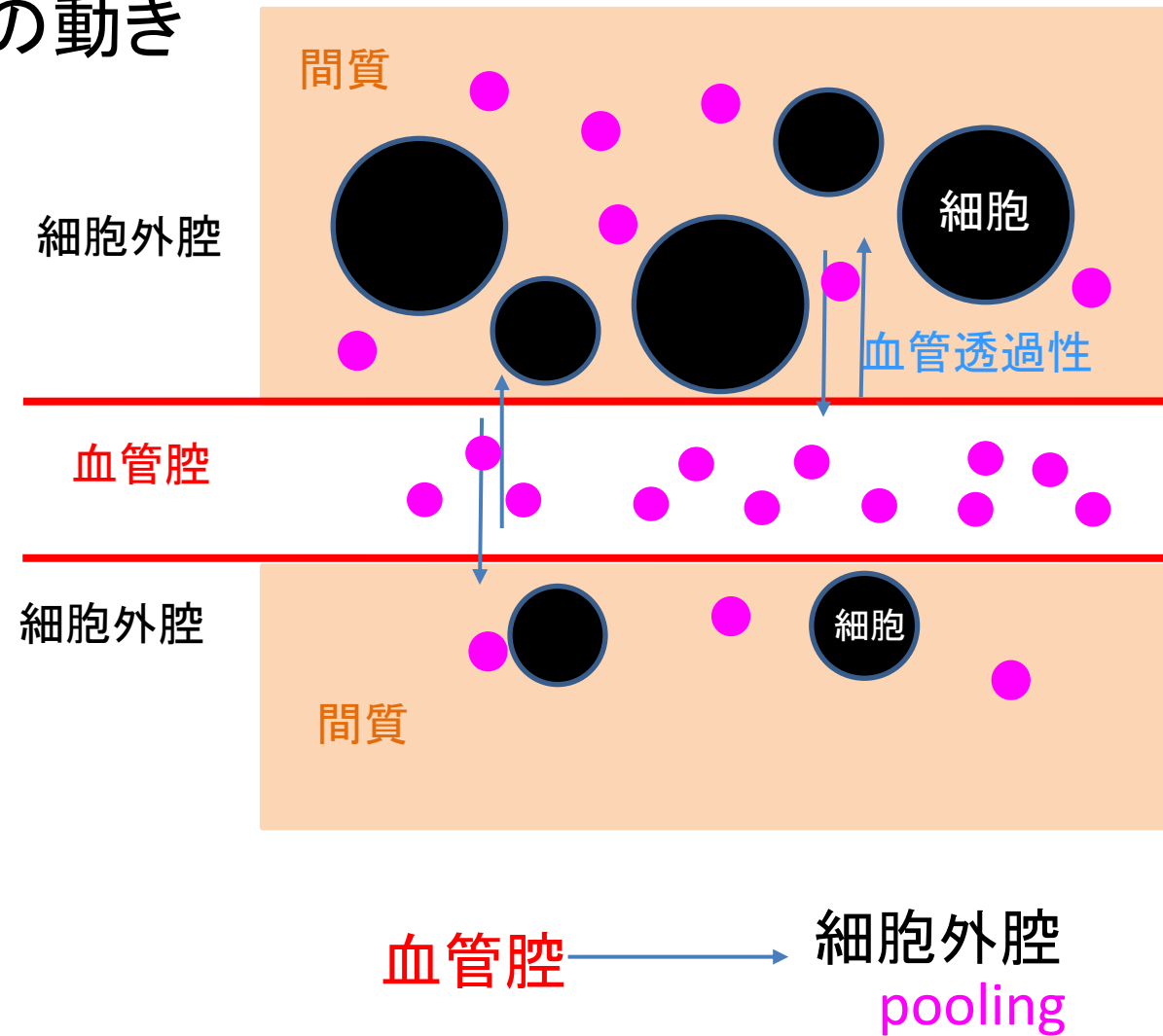
- 44編(2050症例)のメタアナリシス
- 正診率: MRI >> MMG (P=.02) , US (P=.15)
- MRI: 感度0.92, 特異度0.60

J Natl Cancer Inst. 2013;105(5):321-33

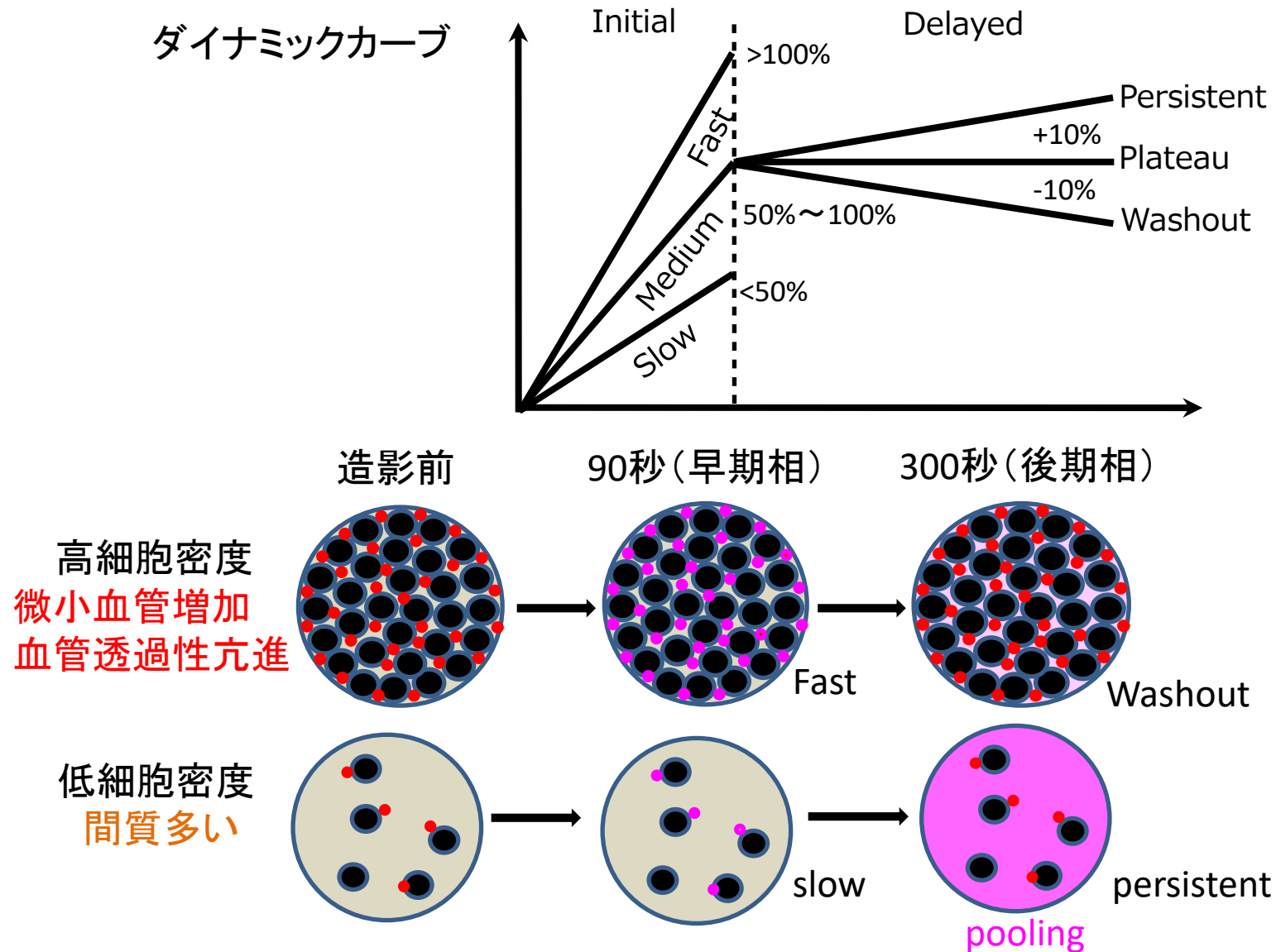
Dynamic MRIは何を見ているのか？

Dynamic MRI画像の成り立ち

造影剤の動き



Dynamic MRI 画像の成り立ち



Dynamic MRI = viability の評価

乳癌では血管内皮細胞増殖因子(VEGF)産生亢進
(vascular endothelial growth factor)

腫瘍内には新生微小血管が多く、血管透過性亢進

造影後の信号上昇 = angiogenic activity を反映

angiogenesis: より早く、より正確な tumor response marker

(Hylton2012)

MRIの有用性

- ・腫瘍のサイズ
- ・生物学的活性

を明確にする “Vital role”

Case 3 : MRIによる術前薬物療法効果判定

Q1: 画像所見を挙げて下さい。

Q2: MRIの最終効果判定は？

Case 3 MRIによる術前薬物療法効果判定

針生検

浸潤性乳管癌(充実型)

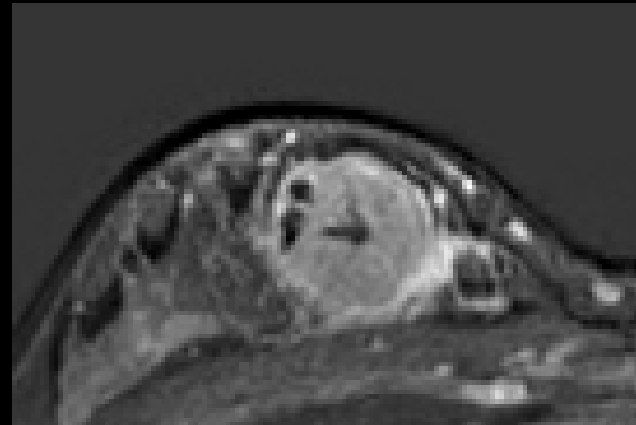
(G3,NG3)

(ER,PgR,HER2: 0,0,1+)

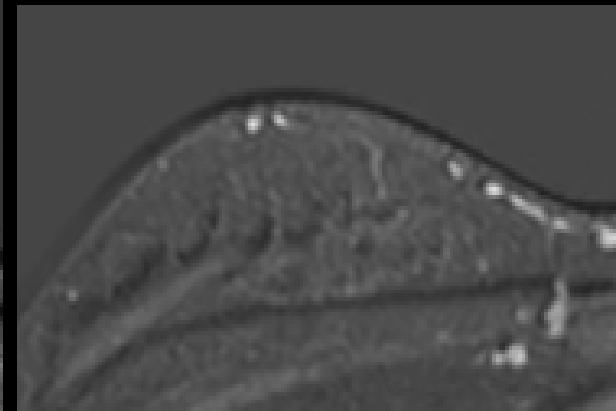
Ki-67: 84%

Dynamic MRI
サブトラクション

NAC前



NAC後



針生検

浸潤性乳管癌(充実型)(G3,NG3)

(ER,PgR,HER2: 0,0,1+)

Ki67: 84%

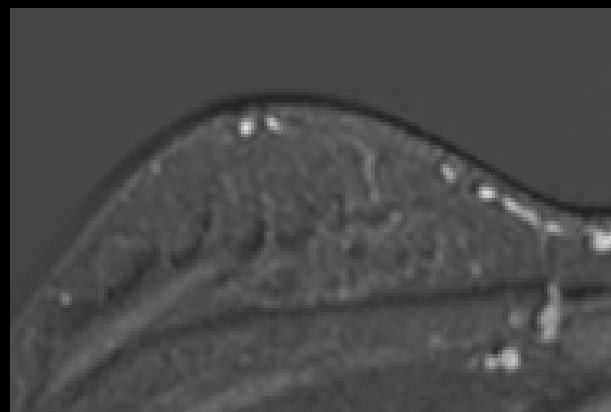
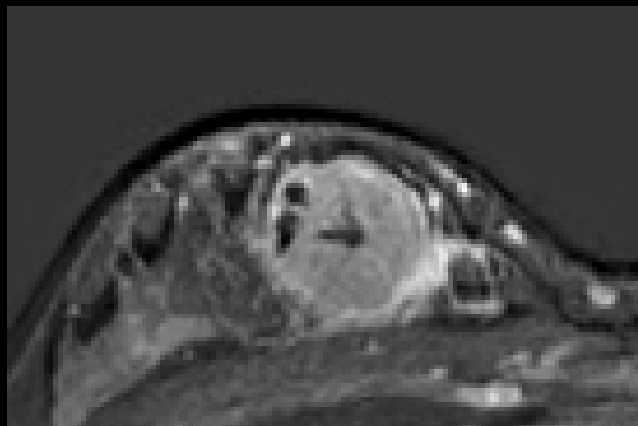
TNBC

画像と病理は一致

NAC前

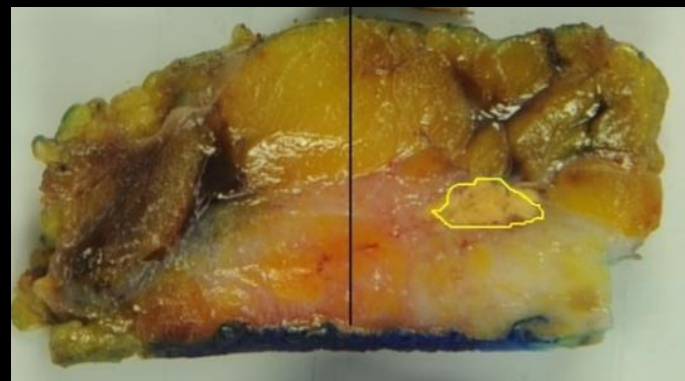
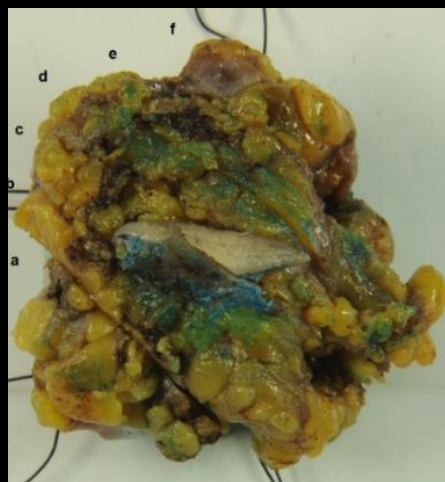
NAC後

Subtraction



Imaging CR

部分切除検体



Pathological CR

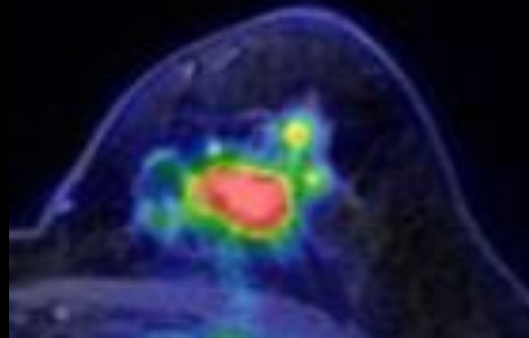
- ・残存腫瘍(-)
- ・組織球集簇巣(+) \leftarrow 腫瘍消失後変化

Case4の前に

PET-MRI



腹臥位乳房PET-MRI像



※先行:代謝変化

形態(サイズ)変化
血流変化

国立がん研究センター中央病院

(注:薬物療法効果判定目的での撮像:保険未収載)

Case 4: MRIによる術前薬物療法効果判定

Q1: 画像所見を挙げて下さい。

Q2: MRI(PET/MRI)の最終効果判定 (乳房内は？リンパ節は？)

Case 4 MRIによる術前薬物療法効果判定

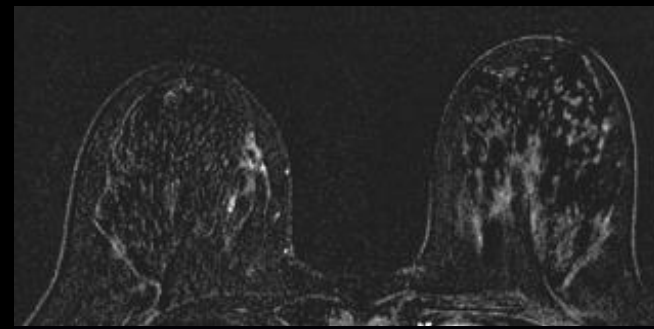
針生検
浸潤性乳管癌(硬性型)
(G3, NG3)
(ER,PgR,HER2: 3,3,1+)
Ki-67:42%

PET-MR

Dynamic
サブトラクション

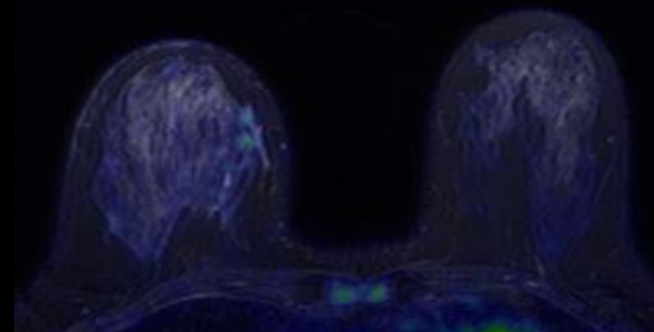
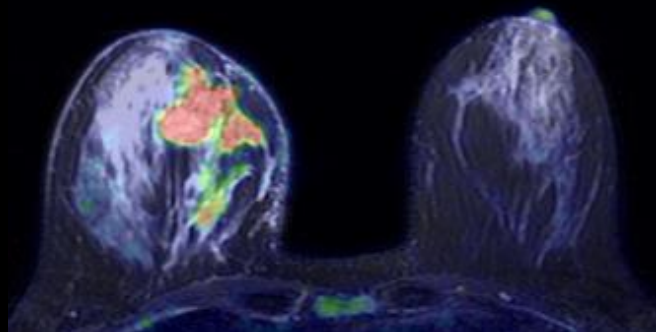
NAC前

NAC後

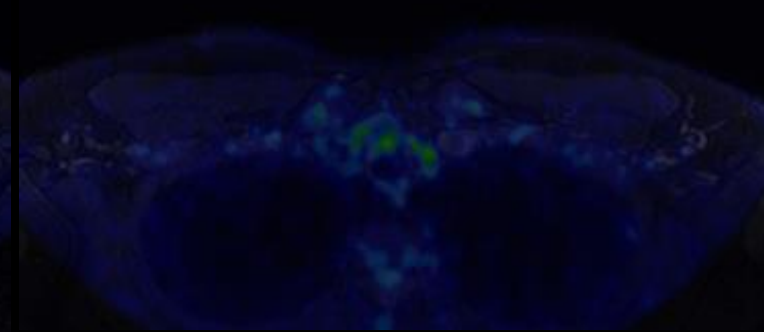
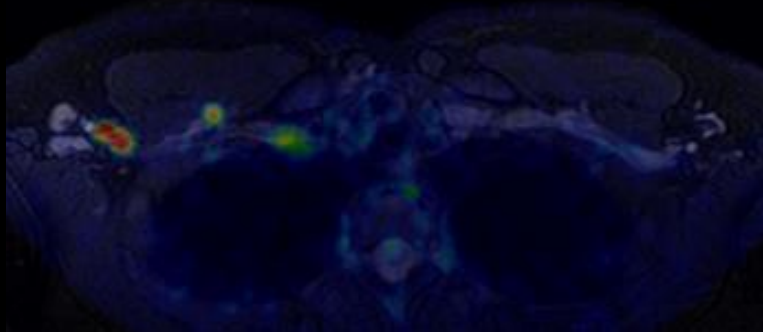


Fusion image

乳房



腋窩

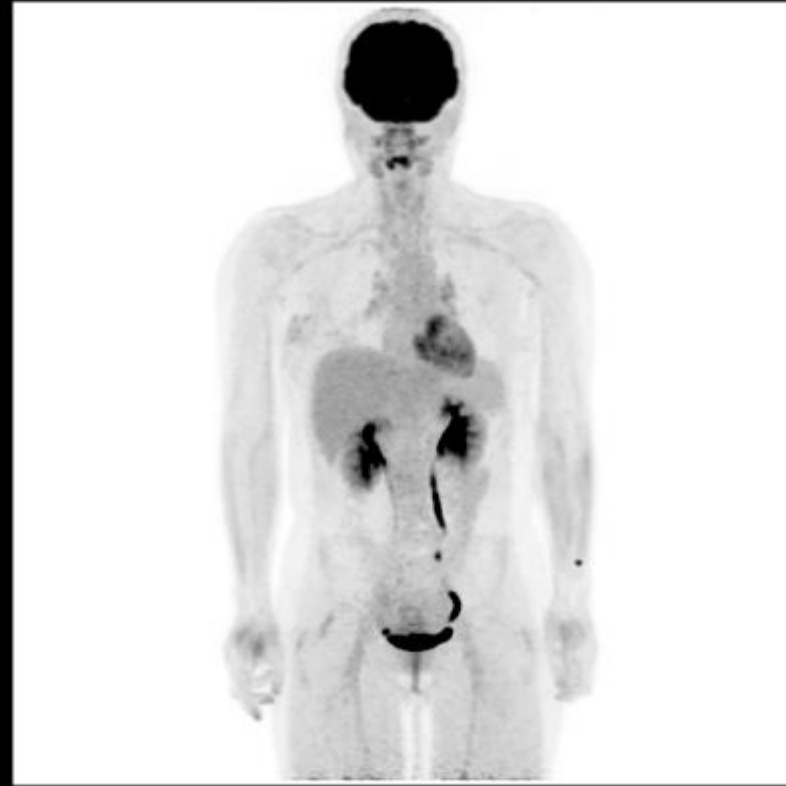


PET MIP像

NAC前



NAC後



Luminal B (HER2陰性)

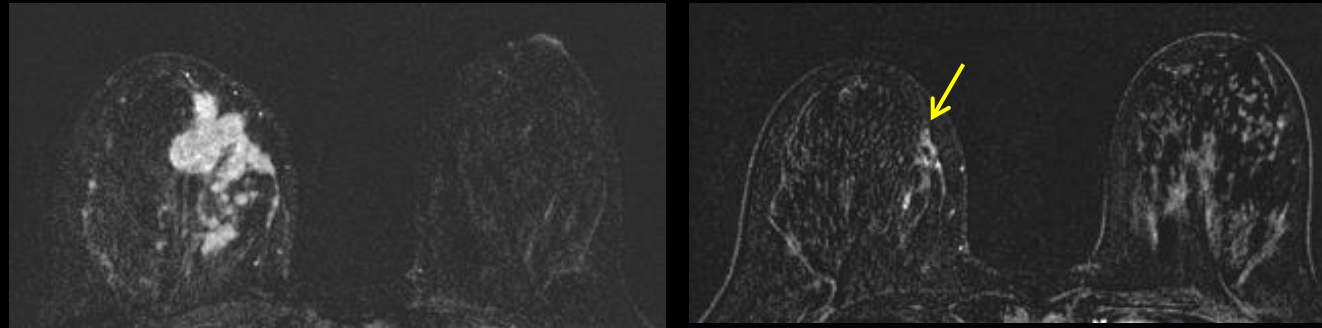
浸潤性乳管癌(硬性型)(G3, NG3)
(ER, PgR, HER2: 3, 3, 1+)
Ki67: 42%

PET-MR

NAC前

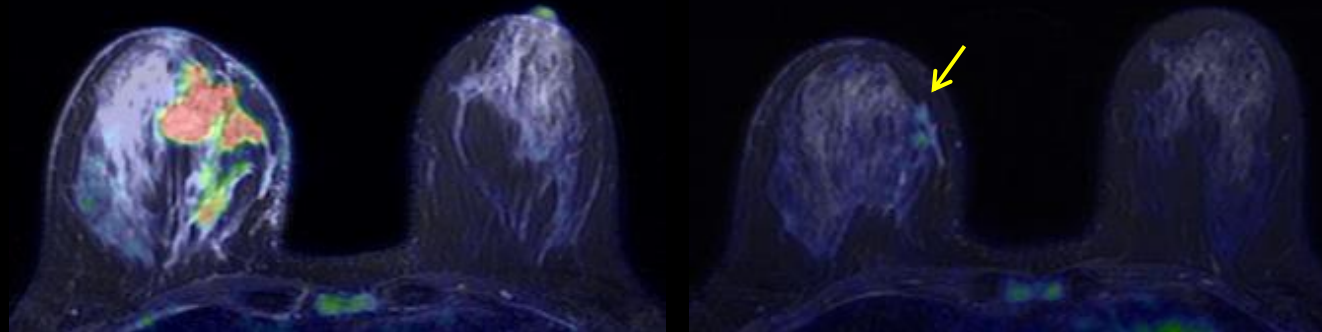
NAC後

Dynamic
サブトラクション



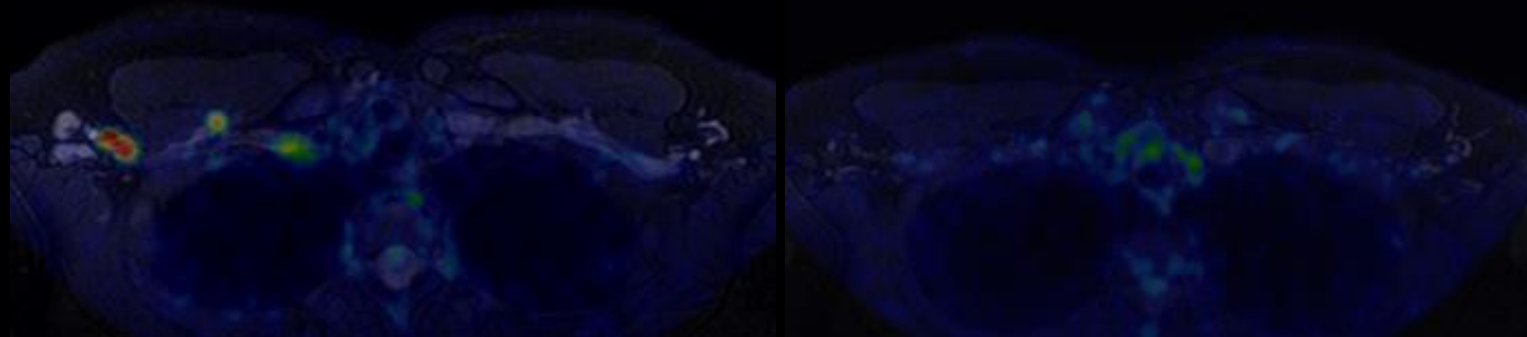
乳房内: 縮小遺残

乳房



Fusion image

腋窩



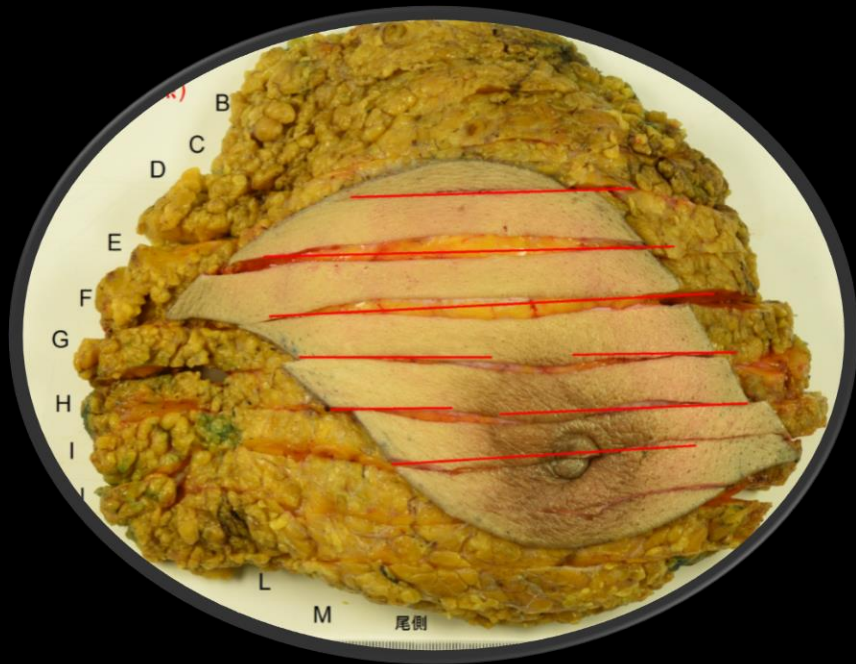
リンパ節転移: 消失?

Luminal B (HER2陰性)

PET/MRI過小評価

全摘標本

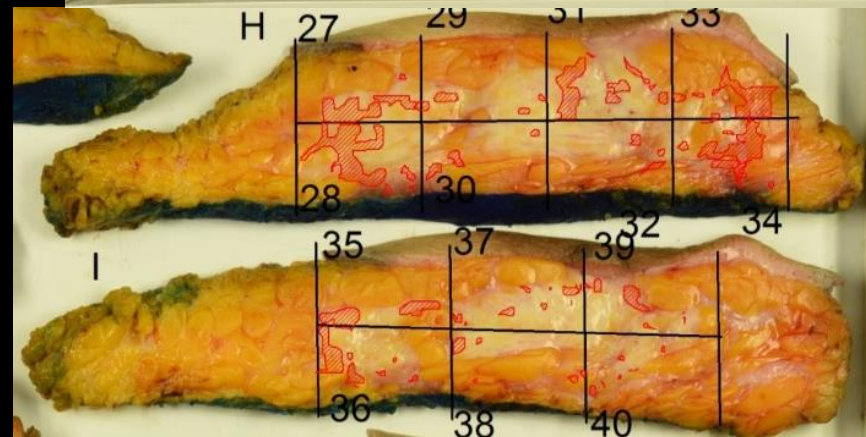
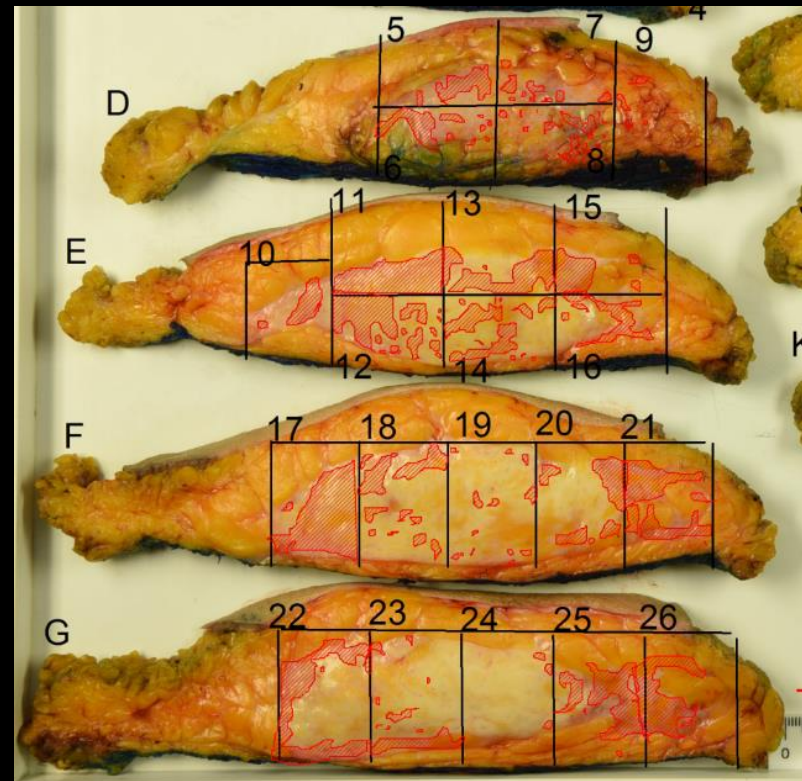
赤: 残存する癌の広がり



浸潤癌(硬性型)残存

全区域に

豊富な線維性間質を伴った管状、小胞巣状、
個在性の浸潤増殖を示すviableな腫瘍細胞遺残



Luminal B (HER2陰性) PET/MRI過小評価

リンパ節転移

PET MIP像

NAC前



NAC後



腋窩リンパ節郭清

Adenocarcinoma, metastatic (14/22)

Case 5: MRIによる術前薬物療法効果判定

Q1: 画像所見を挙げて下さい。

Q2: MRI(PET/MRI)の最終効果判定は？

Case 5 MRIによる術前薬物療法効果判定

針生検

浸潤性小葉癌

(G2, NG1)

(ER, PgR, HER2: 3, 3, 1+)

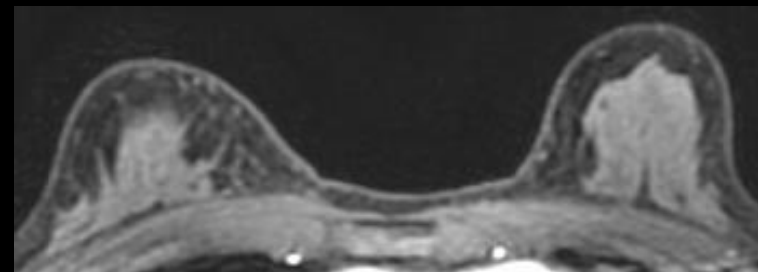
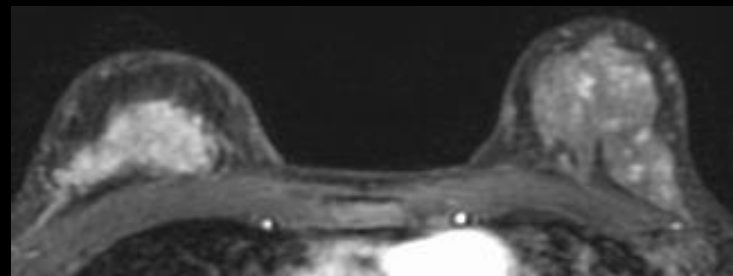
Ki-67: 8%

PET-MR

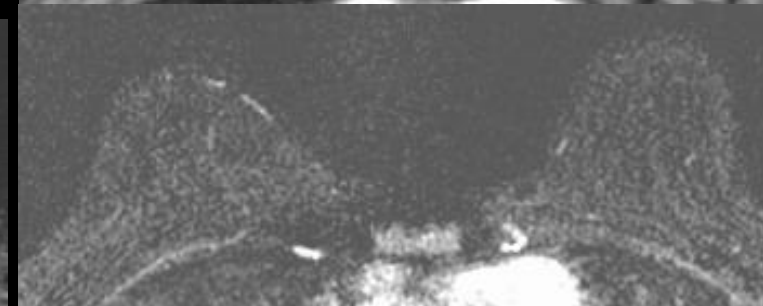
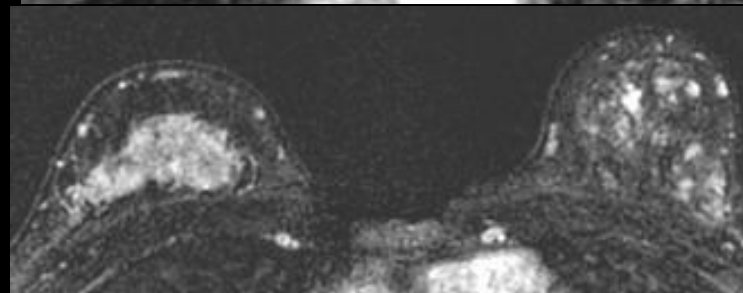
NAC前

NAC後

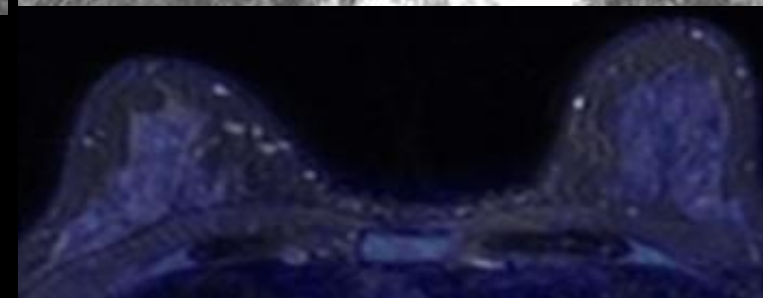
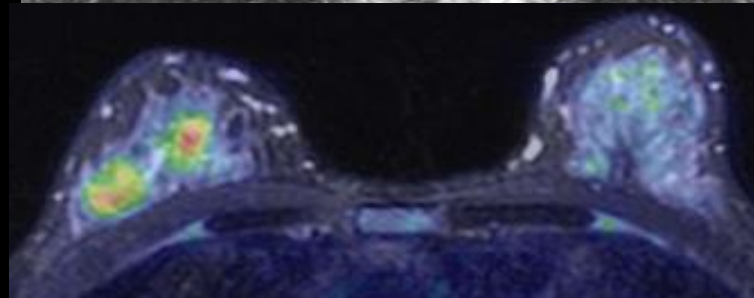
超早期相



サブトラクション



Fusion image



浸潤性小葉癌, (G2, NG1)
(ER, PgR, HER2: 3, 3, 1+), Ki67: 8%

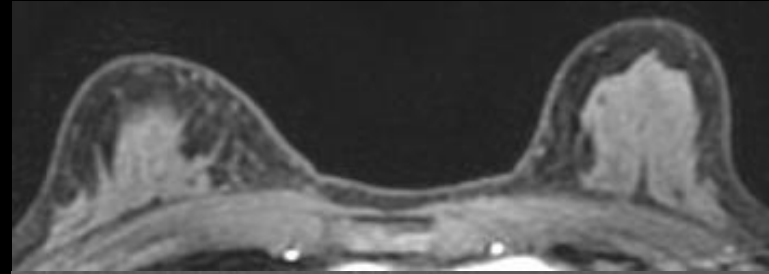
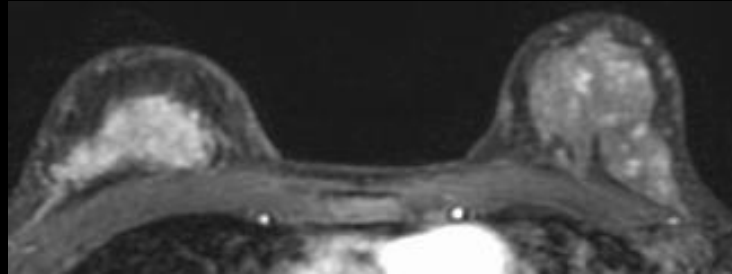
Luminal A

NAC前

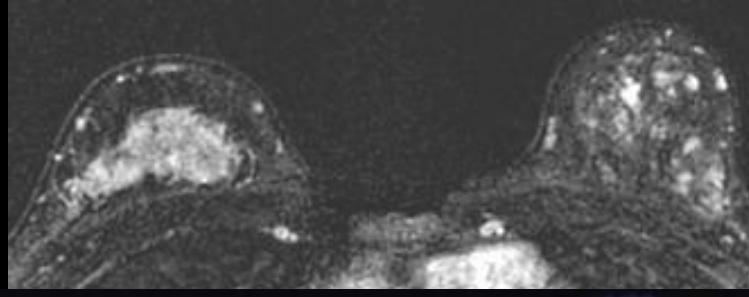
NAC後

PET-MR

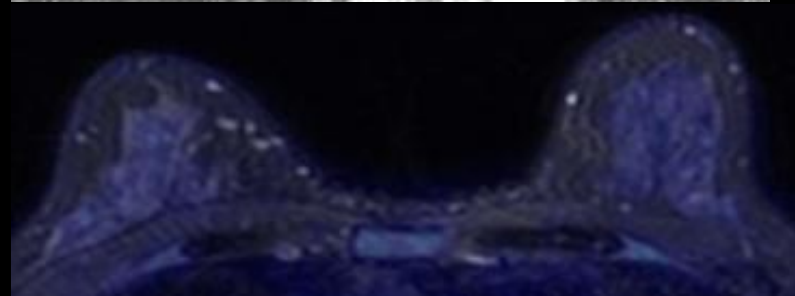
超早期相



サブトラクション



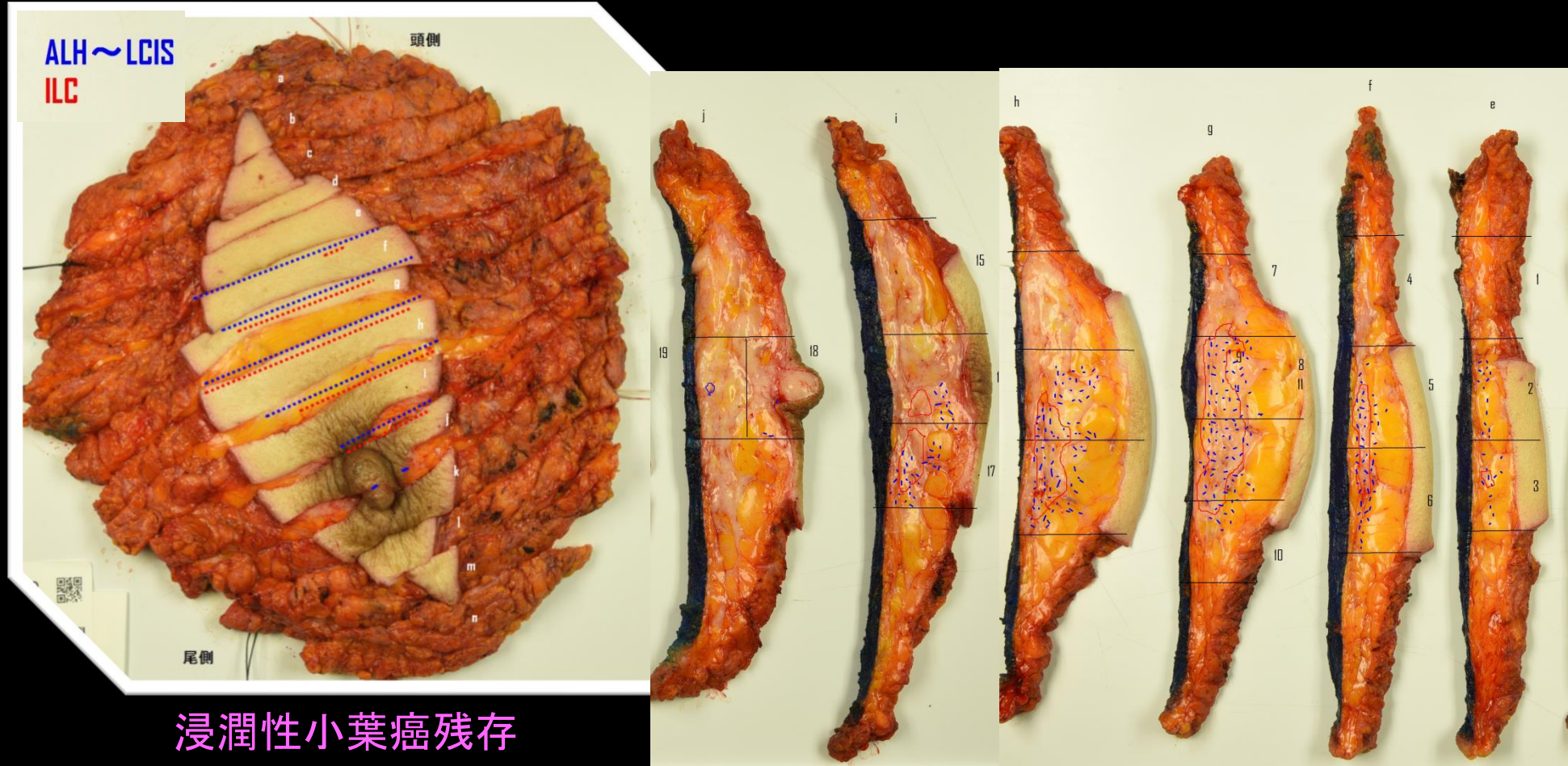
Fusion image



Imaging CR

Luminal A

PET/MRI過小評価



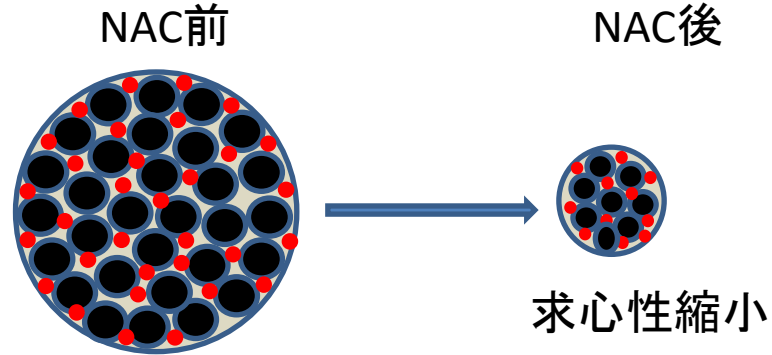
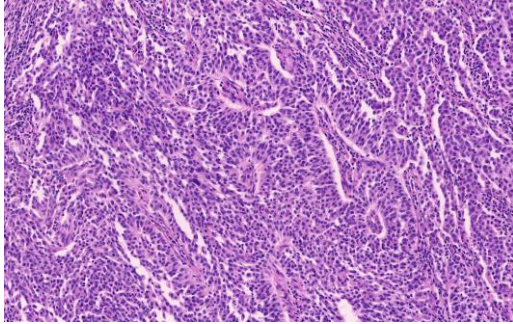
浸潤性小葉癌残存

浸潤径5.7×1.4×5.3cm

残存腫瘍は疎に分布するが範囲は広い
(ACE区域 7.3×1.6×6.8cm)

細胞密度と微小血管の多寡

TNBC
充実型

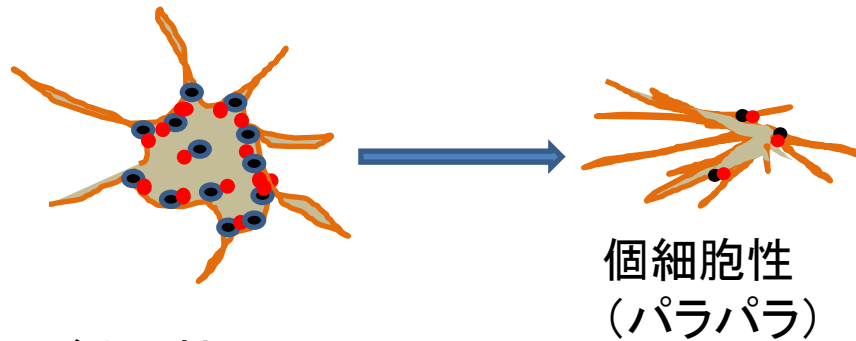
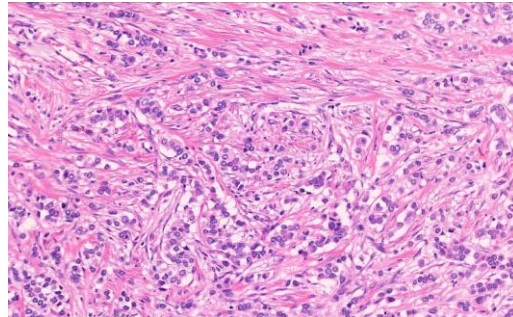


細胞密度(+)
微小血管(+)
↓
造影効果(+)

癌細胞: 充実性増殖
間質: 少ない

癌細胞減少
微小血管減少

Luminal
硬性型



細胞密度: 低
微小血管: 少
↓
造影効果(-)

癌細胞: びまん性
間質: 増生

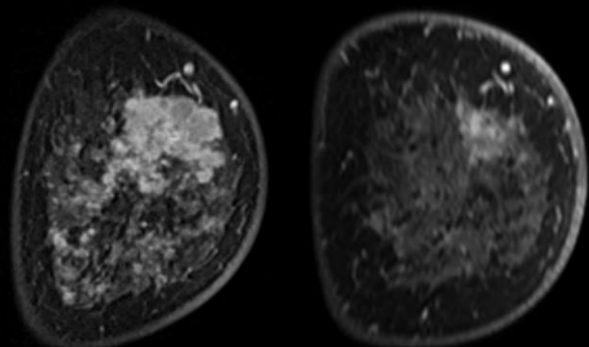
NAC後MRI過小評価

術前化学療法後の評価

サブタイプごとに縮小パターンや遺残傾向が異なる

化学療法前 化学療法後

Luminal A
Luminal B



樹枝状・
モザイク残存型

pCR rate

J Clin Oncol.2011;29:660-666

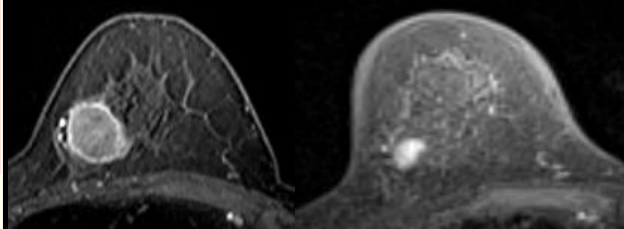
7%
残存傾向

NAC後MRI評価と病理の相関

★Luminalでは
NAC後MRI過小評価

Radiology 2018;289:327-334

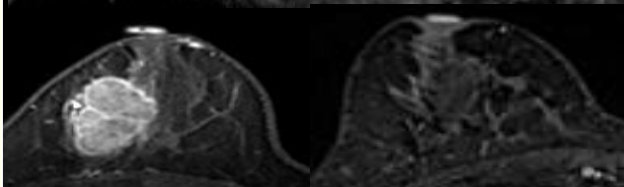
HER2



限局縮小型

39%
消失傾向

Triple
negative



消失

34%

★HER2タイプとTNBCでは

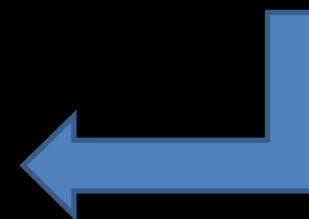
・late phaseの染まり(-)はpCRに関連

Radiology 2017;283:663-672

・MRIによる遺残有無の評価が可能

nature research 2021;DOI:10.1038/s41598-020-79743-8

サブタイプを考慮した読影が必要！



Take Home Message

▷ US, MRIの化学療法後評価のピットフォールは

画像の成り立ち
+
サブタイプと組織像

を併せて考えると理解しやすい

▷ 化学療法後画像評価での注意点

- ・USの過大評価
 - ・Luminal typeのMRI過小評価
- に注意を！

▷ デジタルMGの画像処理に伴う、病態過小評価に注意！

まず全体を俯瞰(乳腺以外の左右の濃度差(特に大胸筋)をチェック)

➡ 広範な進行乳癌を見逃さない様に！