



2026/02/18 山形大学難病診療連携センター研修会

放射線治療において注意を要する難病

山形大学 放射線治療科 金子 崇

本日の内容

- 放射線治療の概要
- 放射線治療と難病のかかわり

本日の内容

- 放射線治療の概要
- 放射線治療と難病のかかわり

放射線治療科とは

放射線治療科では、主に悪性腫瘍に対して放射線を照射することにより病変を制御する治療を提供している

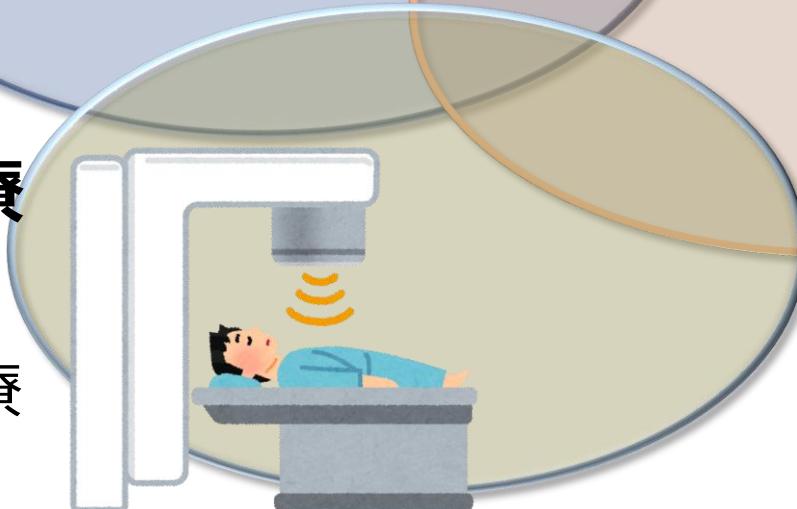
内科・外科的切除

- 外切開による切除
- 内視鏡的切除



放射線治療

- X線治療
- 粒子線治療

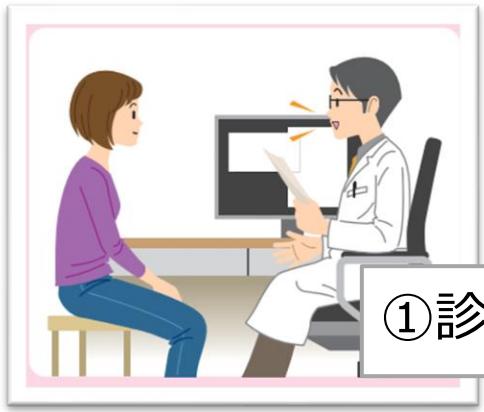


化学療法

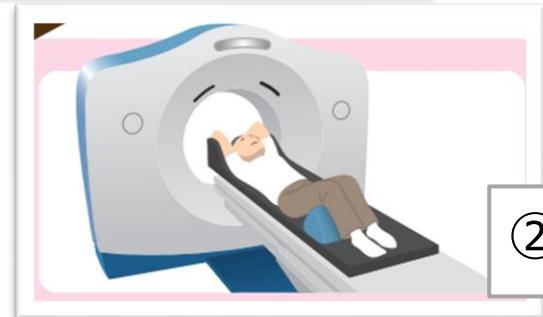
- 全身化学療法
- 動注化学療法



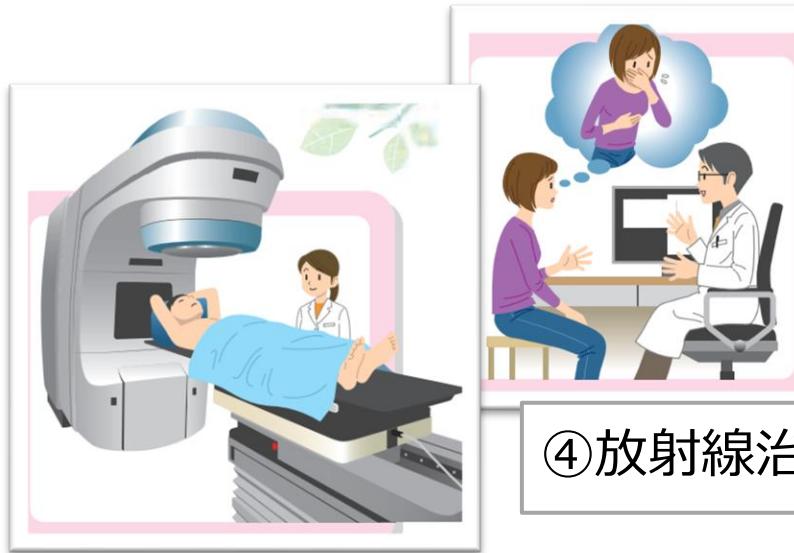
放射線治療の流れ



①診察・適応判断・説明



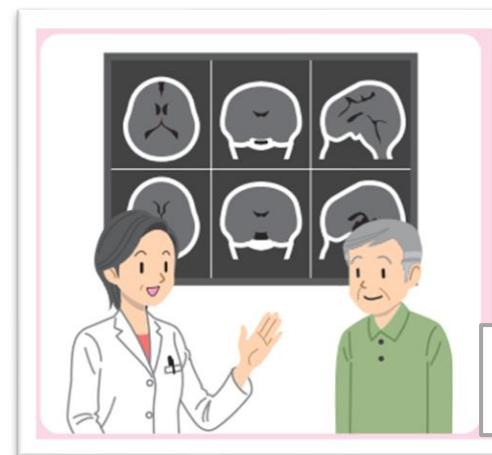
②固定具・計画CT撮影



④放射線治療・治療中診察



③治療計画の作成



⑤経過観察

放射線治療の機序

放射線はがん細胞のDNAを損傷させることにより効果を発現する
大きく直接作用と間接作用に分けられる

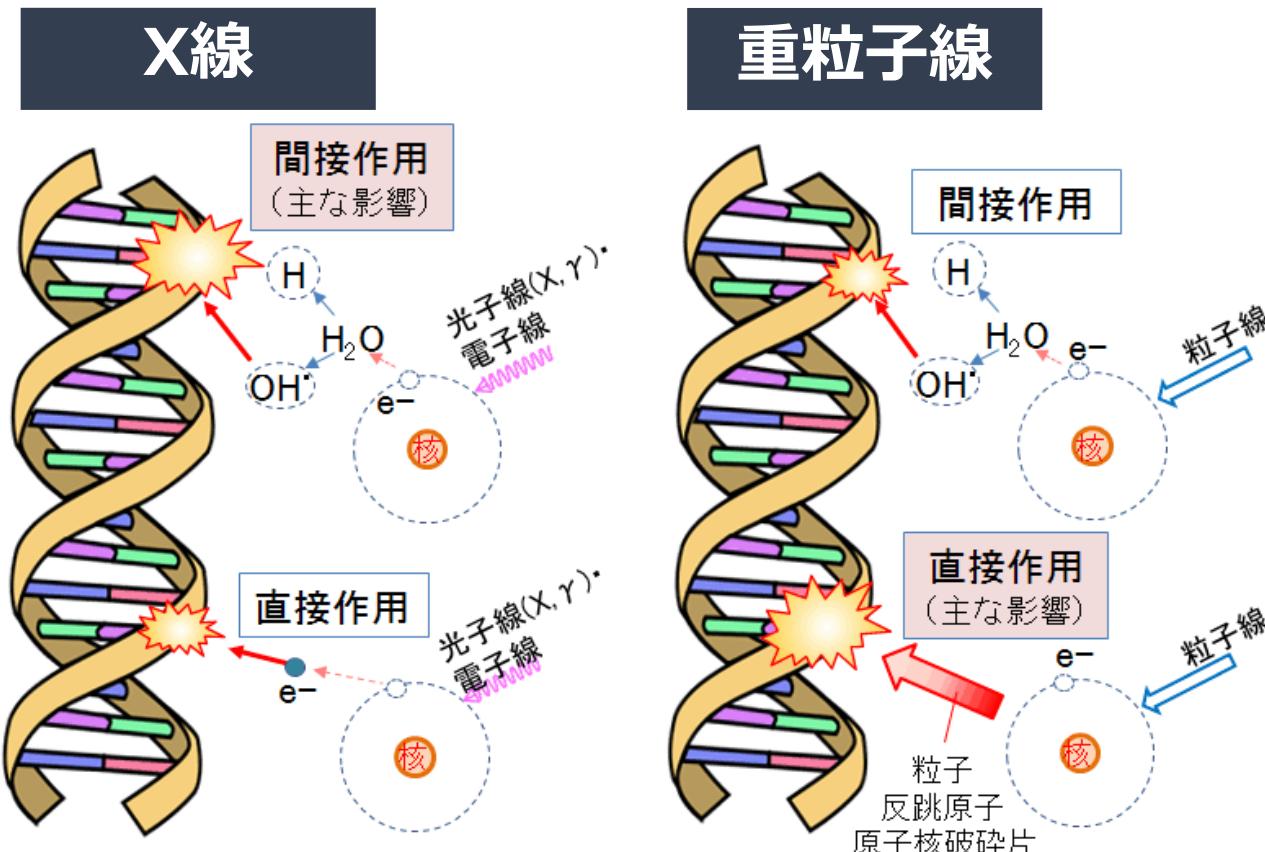
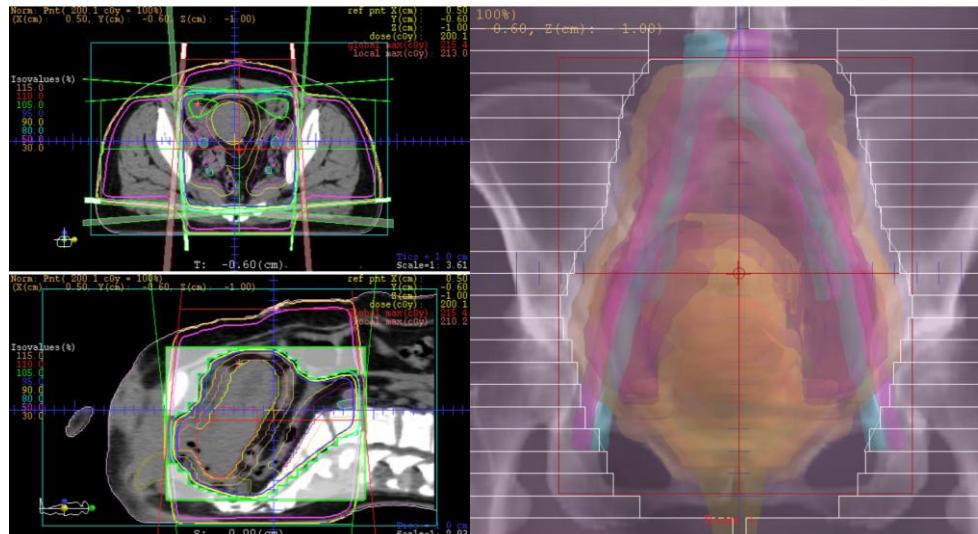
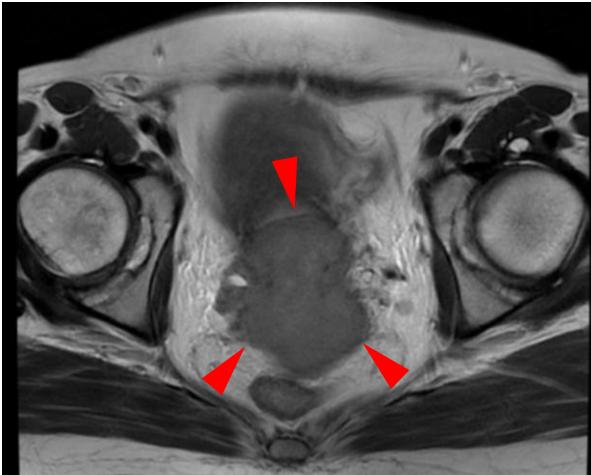


図3 放射線照射が細胞のDNAに与える損傷、直接作用と間接作用

治療例

40代女性、子宮頸癌 cT4N0M0

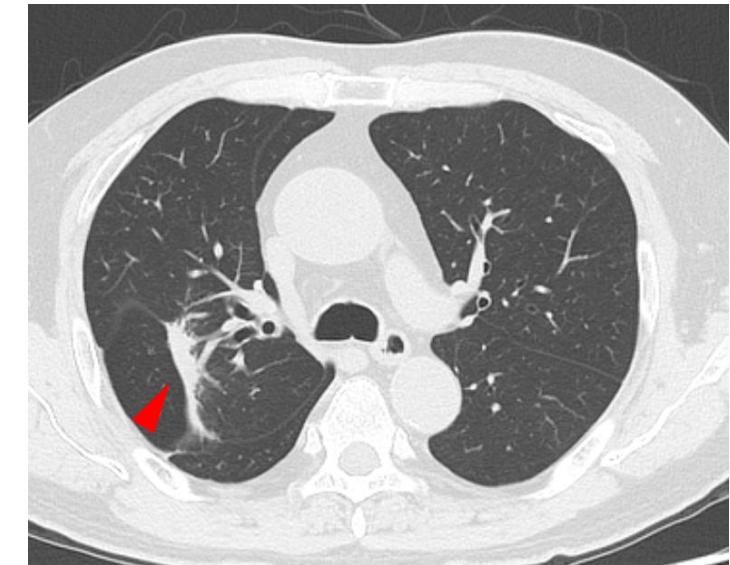
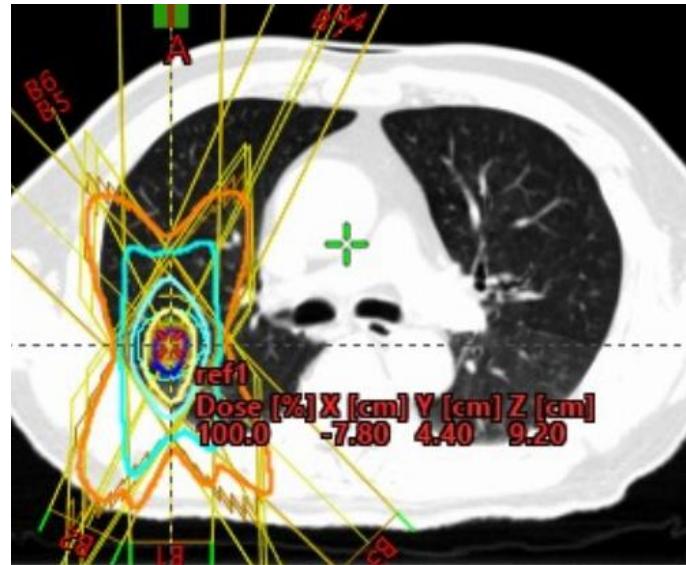
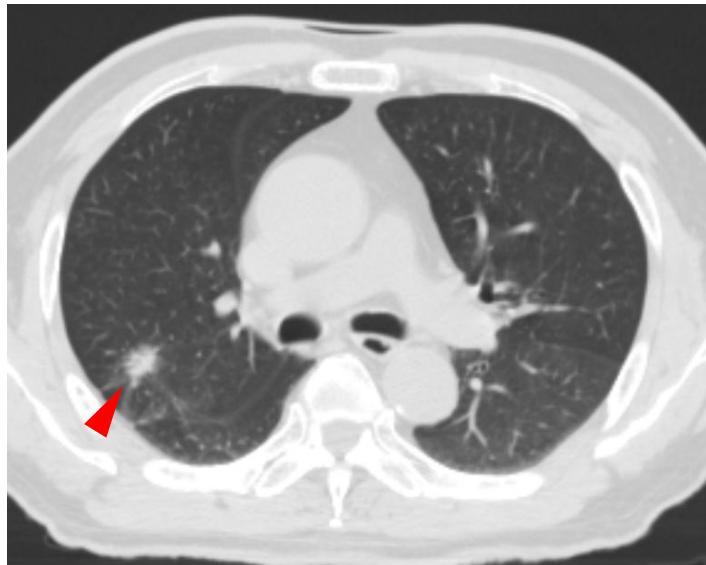
放射線治療：外照射 50 Gy/25 Fr. + 小線源 24 Gy/4 Fr.



治療前 Axi	線量分布図	48か月後
治療前 Sag		

治療例

60代男性、肺癌 cT1cN0M0
放射線治療：定位放射線治療 48 Gy/4 Fr.



治療前	線量分布図	70か月後
-----	-------	-------

X線治療の問題点

パワー不足：

X線治療抵抗性の悪性腫瘍に対しては治療効果が不十分

例：非扁平上皮癌(腺癌・腺様囊胞癌・悪性黒色腫)・肉腫など

X線治療抵抗性でない悪性腫瘍でも、病変が大きいと治療効果が低下する

周囲正常臓器への影響：

X線は線量集中性が低いため、病変の進展範囲によっては強い有害事象が出現する可能性がある



新たな放射線治療技術として、重粒子線治療が開発

重粒子線の特徴

	質量	生物学的効果 (放射線の強さ)	線量集中性	治療期間	実施施設数
X線		1	低い	長い	約700
重粒子線		3	高い	短い	7

重粒子線治療の適応疾患

保険適応

頭頸部悪性腫瘍(口腔・咽喉頭のSqCCを除く)
早期肺癌(I～IIA期)
肝細胞癌(長径4 cm以上)
肝内胆管癌
局所進行性膵癌
局所大腸癌(手術後の再発)
局所進行性子宮頸部腺癌
局所進行性子宮頸部SqCC(長径6 cm以上)
婦人科領域の悪性黒色腫
限局性及び局所進行性前立腺癌
限局性の骨軟部腫瘍

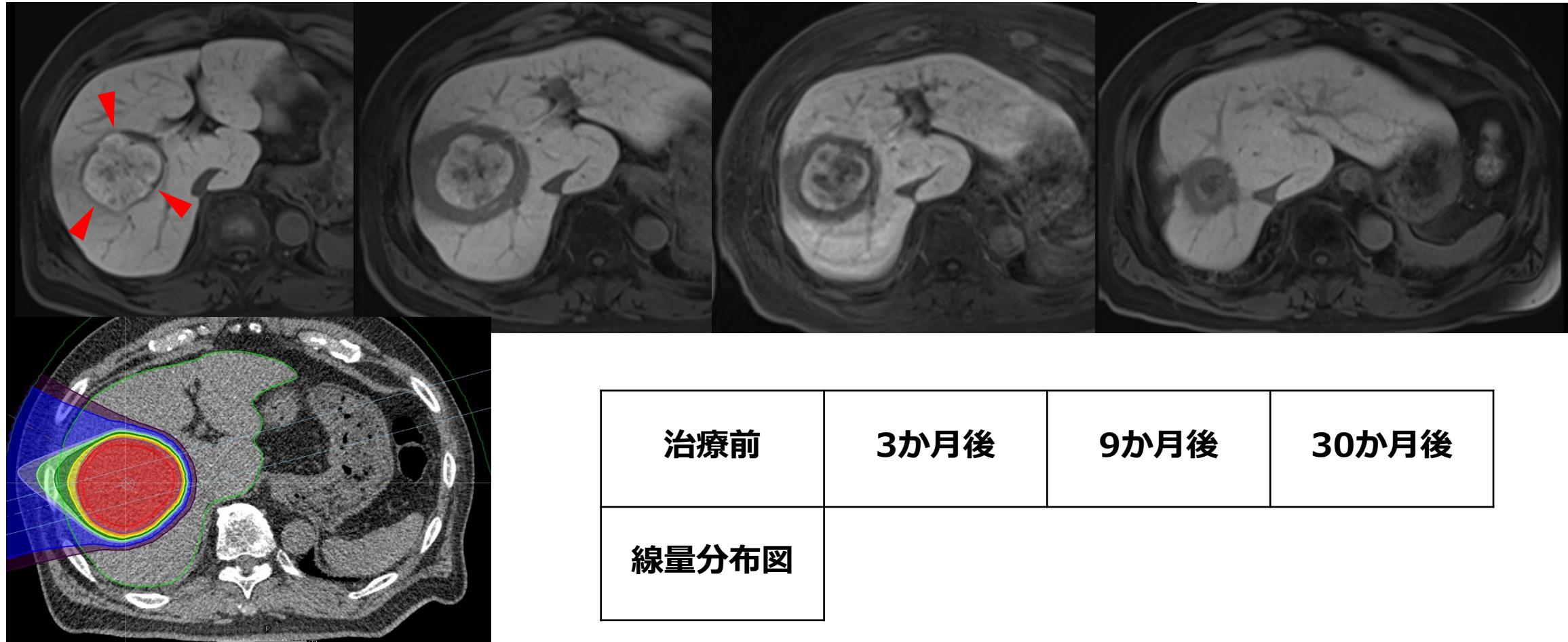
先進医療

限局性肺癌(保険適応外のもの)
局所進行非小細胞肺癌
局所進行食道癌
肝細胞癌(保険適応外のもの)
腎癌
転移性腫瘍(肺・肝・リンパ節)

治療例

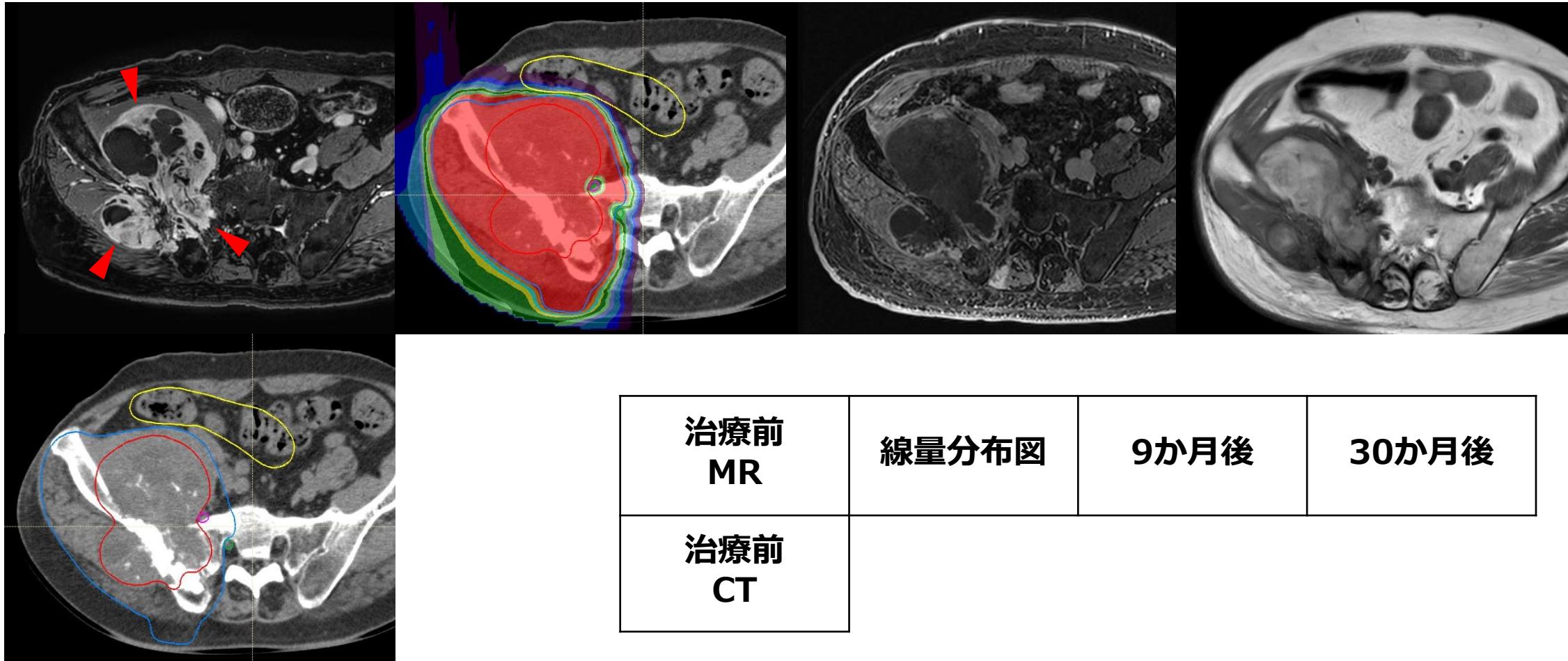
60代男性、肝細胞癌(65 mm大)

重粒子線治療 : 60 Gy/4 Fr.



治療例

70代男性、右腸骨原発の骨肉腫
重粒子線治療：70.4 Gy/16 Fr.



本日の内容

- 放射線治療の概要
- 放射線治療と難病のかかわり

放射線治療と難病のかかわり

放射線治療科で難病を直接治療する機会はないが、放射線治療を提供するなかで以下の点で関連する

- **一部の難病は悪性腫瘍を併発しやすい**
(背景疾患として難病を有する)

- **放射線治療により重篤な有害事象が発生しうる**
(症例によっては放射線治療を避けた方が望ましい)

難病から発生する悪性腫瘍

DNA修復機構の異常

遺伝性乳癌卵巣癌症候群	→	乳癌・卵巣癌
家族性大腸腺腫症	→	大腸癌
色素性乾皮症	→	皮膚癌

自己免疫性による慢性炎症・線維化

特発性間質性肺炎	→	肺癌
原発性胆汁性胆管炎	→	肝細胞癌
潰瘍性大腸炎	→	大腸癌
全身性強皮症	→	皮膚癌など
皮膚筋炎/多発性筋炎	→	がん全般
全身性エリテマトーデス	→	リンパ腫など

免疫不全・免疫調整の異常

原発性免疫不全症候群	→	がん全般
------------	---	------

全身に発生する良性腫瘍の悪性化

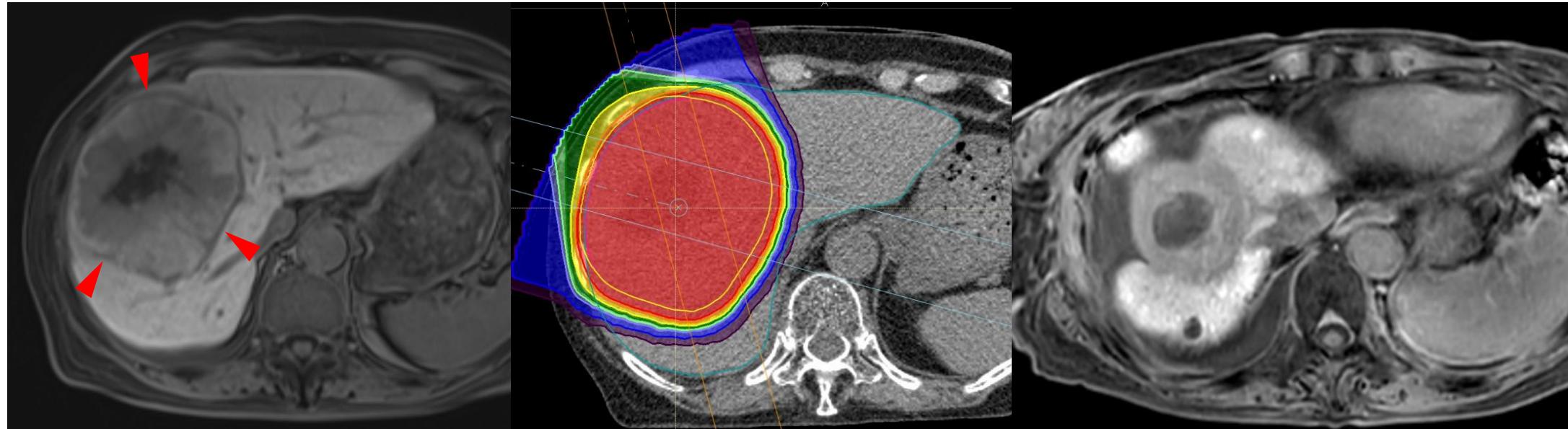
神経線維腫症	→	悪性末梢神経鞘腫瘍
結節性硬化症	→	腎細胞癌

先天性心疾患に対するフォンタン術後

三尖弁閉鎖症	
左心低形成症候群	→
単心室症	
肺動脈閉鎖症	

治療例

80代女性、原発性胆汁性胆管炎を背景とした肝細胞癌
重粒子線治療：60 Gy/4 Fr.



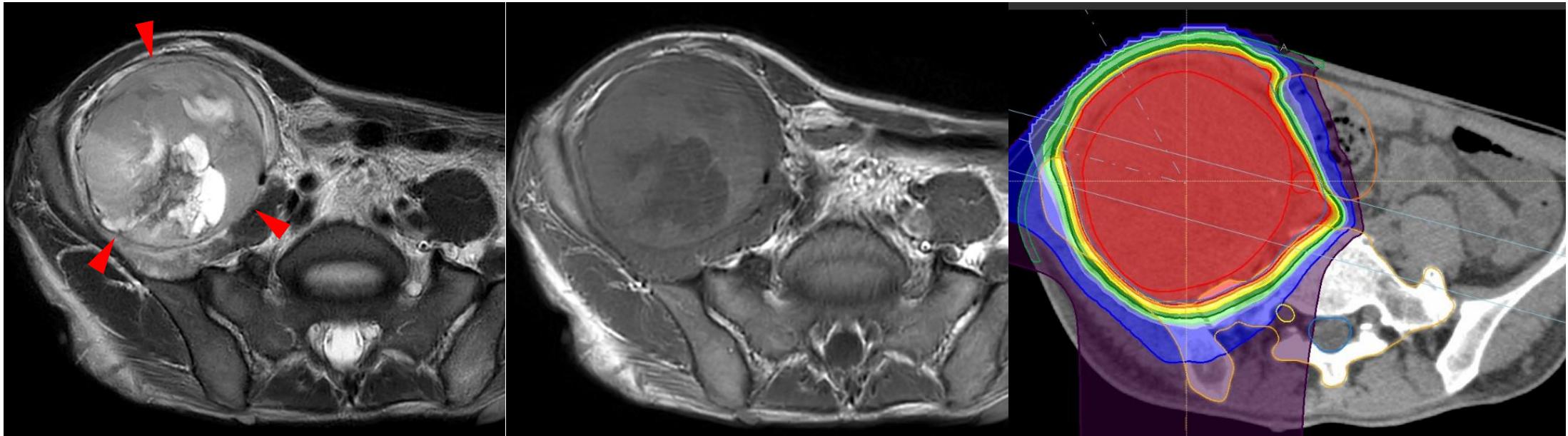
治療前

線量分布図

9か月後

治療例

30代男性、神経線維腫症I型を背景とした悪性末梢神経鞘腫瘍
重粒子線治療：70.4 Gy/16 Fr.



治療前
T2WI

治療前
T1WI

線量分布図

難病に対する放射線治療

多くはないが難病を背景疾患としてある患者様に対しても放射線治療を提供している

基本的には難病が背景疾患にあるのみであれば、放射線治療を提供するうえで問題ならないが以下の点で間接的に影響することはある

- 精神発達遅滞や身体の不自由により治療台での安静が困難
- 難病による所見と悪性腫瘍による所見が混同する
(例：肺癌の縦隔リンパ節転移とサルコイドーシスの縦隔リンパ節腫大)

放射線治療による有害事象

放射線治療の機序は、照射部位のDNA損傷・炎症性変化・線維化が発生するため、悪性腫瘍周囲の正常臓器に有害事象が生じる

- DNA修復機構の異常による疾患
- 自己免疫性による慢性炎症・線維化による疾患

については重篤な有害事象が出現する可能性がある

一方で難病の症例数の少なさ・予後・ADLなどの点で放射線治療を提供する機会は少なく、各々の難病に対する放射線治療の影響は確立していない

難病から発生する悪性腫瘍

DNA修復機構の異常

遺伝性乳癌卵巣癌症候群	→	乳癌・卵巣癌
家族性大腸腺腫症	→	大腸癌
色素性乾皮症	→	皮膚癌

自己免疫性による慢性炎症・線維化

特発性間質性肺炎	→	肺癌
原発性胆汁性胆管炎	→	肝細胞癌
潰瘍性大腸炎	→	大腸癌
全身性強皮症	→	皮膚癌など
皮膚筋炎／多発性筋炎	→	がん全般
全身性エリテマトーデス	→	リンパ腫など

免疫不全・免疫調整の異常

原発性免疫不全症候群	→	がん全般
------------	---	------

全身に発生する良性腫瘍の悪性化

神経線維腫症	→	悪性末梢神経鞘腫瘍
結節性硬化症	→	腎細胞癌

先天性心疾患に対するフォンタン術後

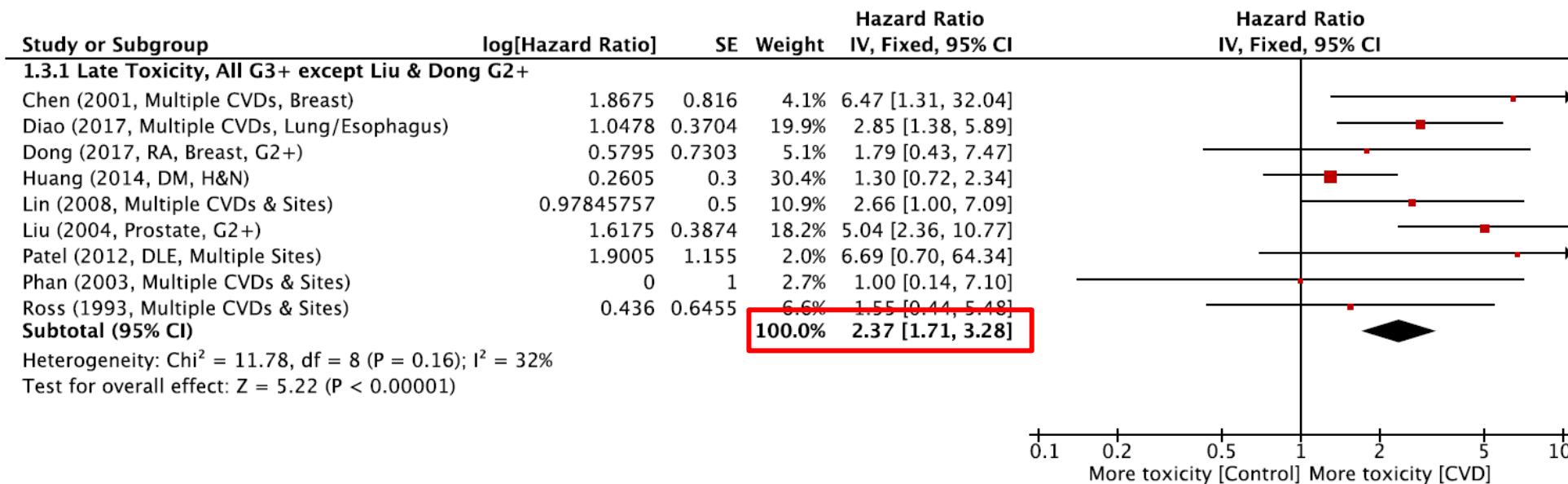
三尖弁閉鎖症	→	肝細胞癌
左心低形成症候群		
単心室症		
肺動脈閉鎖症		

放射線治療による有害事象

膠原病を有する症例に対する放射線治療後の有害事象に関するメタ解析

Grade 3以上の晚期有害事象は膠原病群18.4%、コントロール群10.1%で有意に多かった

特に全身性強皮症の症例、腹部骨盤部への照射症例で高かったが、全体としては絶対的に避けるべきほどの頻度・重症度ではない



放射線治療による有害事象

個々の難病によって放射線治療による有害事象への影響は様々

疾患	有害事象の頻度・重症度	有害事象の種類
遺伝性乳癌卵巣癌症候群	同様	—
家族性大腸腺腫症	同様	—
色素性乾皮症	上昇↑	皮膚炎・皮膚潰瘍
特発性間質性肺炎	上昇↑	肺臓炎
原発性胆汁性胆管炎	同様	—
潰瘍性大腸炎	同様	—
全身性強皮症	上昇↑	皮膚線維化・肺臓炎など
皮膚筋炎／多発性筋炎	同様	—
全身性エリテマトーデス	上昇↑	皮膚線維化・消化管障害など

Pierce LJ, et al. J. Clin. Oncol. 2000.

Gan M, et al. J. Gastrointest. Oncol. 2017.

Altinok P, et al. J. Cancer Res. Ther. 2022.

Ueki N, et al. J. Thorac. Oncol. 2015.

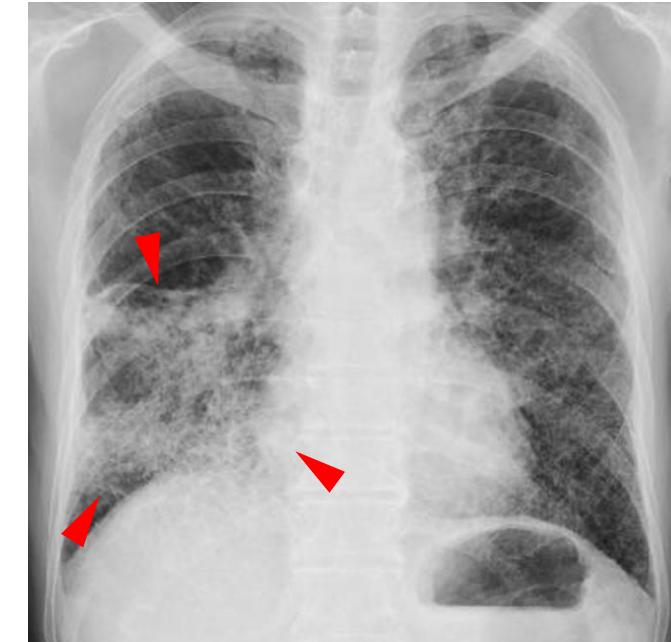
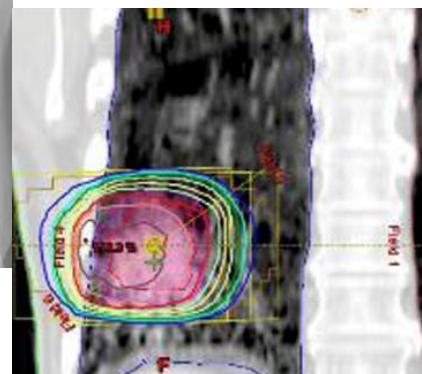
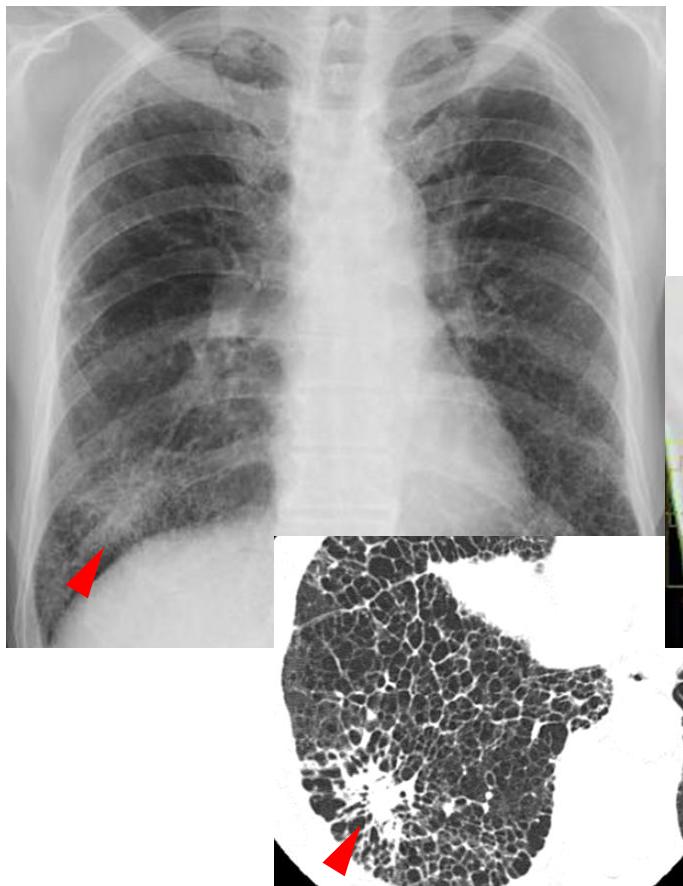
White EC, et al. Am. J. Clin. Oncol. 2015.

Shaikh PM, et al. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 2021.

Pinn ME, et al. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 2008.

間質性肺炎に対する放射線治療

肺癌に対する放射線治療では照射範囲に一致した肺炎像がみられるが、間質性変化を伴う症例では照射範囲外にも広がり、重症化しやすい



治療前 単純写真	線量分布図	9か月後
治療前 CT		

Ueki N, et al. J. Thorac. Oncol. 2015.
Yoshitake T, et al. Anticancer Res. 2015.

間質性肺炎に対する放射線治療

間質性変化を伴う肺癌に対する定位放射線治療の報告

いずれも間質性変化を伴う群で治療後の肺臓炎が高頻度に発症している

	処方線量	間質性変化	症例数	Grade 3以上
Ueki N, et al	40–60 Gy/4–8 Fr.	あり	20	10.0%
		なし	137	1.4%
Yoshitake T, et al	48 Gy/4 Fr.	あり	18	39.0%
		なし	242	1.2%

ガイドラインでは...

乳癌診療ガイドライン2022年版

検索

Top 乳癌診療ガイドラインについて エビデンスグレード/推奨の強さについて 治療編【目次】 痘学・診断編【目次】

放射線療法

Top / 放射線療法 / 総説2 乳房手術後に放射線療法が勧められない場合

 検索

治療編【目次】

総説

薬物療法

外科療法

放射線療法

痘学・診断編【目次】

総説2 乳房手術後に放射線療法が勧められない場合

絶対禁忌：

木毛接合型ATM病的バリアント(=毛細血管拡張性小脳失調症)
妊娠中

相対禁忌：

全身性強皮症、全身性エリテマトーデス、Li-Fraumeni症候群

放射線治療による有害事象

DNA修復機構の異常による疾患、自己免疫性による慢性炎症・線維化による疾患であっても有害事象への影響は様々である

有害事象の頻度の上昇がみられた疾患であっても絶対に避けべきほどの発生率ではなく、悪性腫瘍の病態によっては治療選択肢となりうる

重粒子線治療などによる放射線治療の高度化によりリスク臓器への線量を低減し、より安全な治療を目指している

まとめ

放射線治療科では、悪性腫瘍に対して放射線を照射することにより病変の制御を目的としている

一部の難病はその病態から悪性腫瘍を併発することがあり、放射線治療を提供する機会がある

放射線治療によって有害事象の頻度が上昇する難病があるが、そのうえで放射線治療を施行するかどうかは総合的に判断する必要がある