



北海道大学

公益社団法人日本アイソトープ協会

第16回市民向け医療講演会

申込期間 2026年1月28日（水）15時～2026年3月18日（水）15時

聴講期間 2026年2月18日（水）15時～2026年3月27日（金）15時

放射性医薬品による新しいがん治療
～Lu-177標識PSMA製剤による前立腺がん治療～

平田健司

北海道大学 大学院医学研究院 画像診断学教室

北海道大学病院 核医学診療科

1

— COI開示 —

講演内容に関連し、開示すべきCOI関係にある企業は以下のとおりです

共同研究費: GEヘルスケアジャパン株式会社

共同研究費: AMS企画株式会社

受託研究費: 住友重機械工業株式会社

奨学寄付金: 日本メジフィジックス株式会社

講演料、原稿料: ノバルティスファーマ株式会社

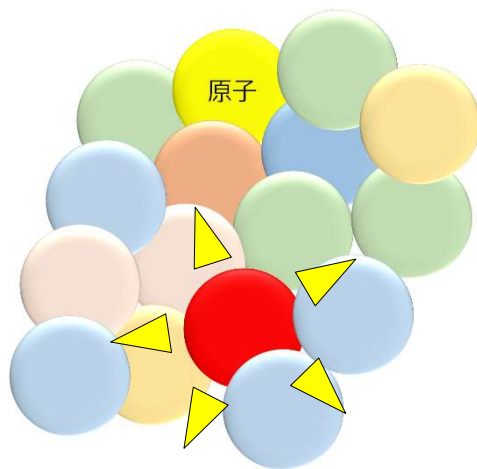
2

はじめに

- ▶ 放射性医薬品は以前からがん治療に用いられてきましたが、 ^{177}Lu 標識PSMA製剤は前立腺がんに対する新しい治療薬として注目されています
- ▶ 本講演では、核医学治療の原理、長所を説明しながら、どうして前立腺がんの治療ができるかを、わかりやすく解説します

3

原子とラジオアイソトープ（放射性同位体）



人体やあらゆる物質はすべて原子で出来ている
原子のサイズはとても小さく、1千万分の1ミリくらい
大部分の原子は放射線を出さない
特殊な原子のみが放射線を出す
放射線を出す原子のことを
ラジオアイソトープ radioisotope (すなわちRI) という

4

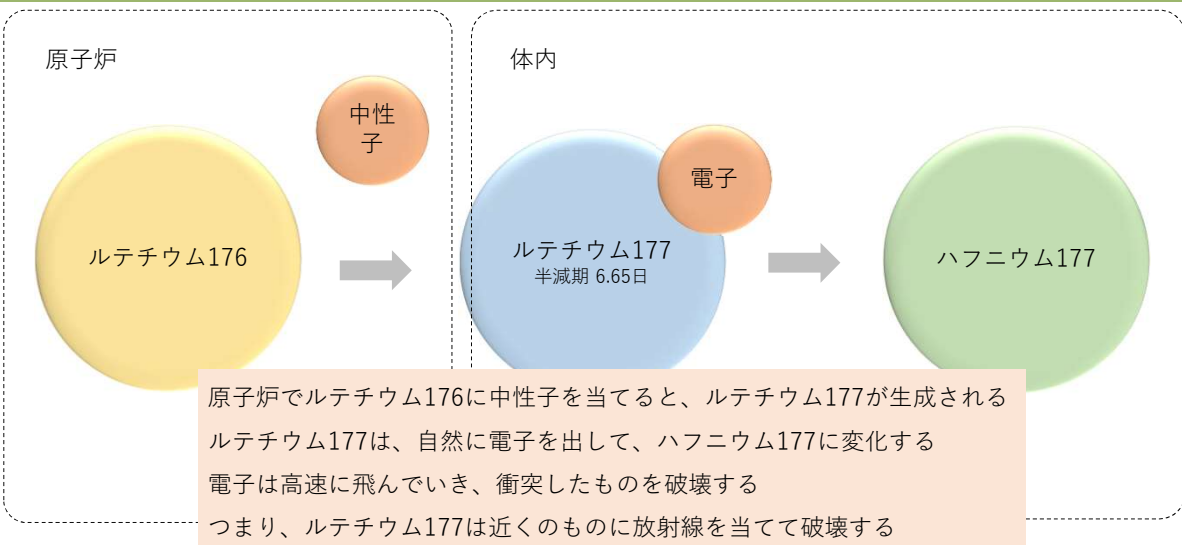
ルテチウム

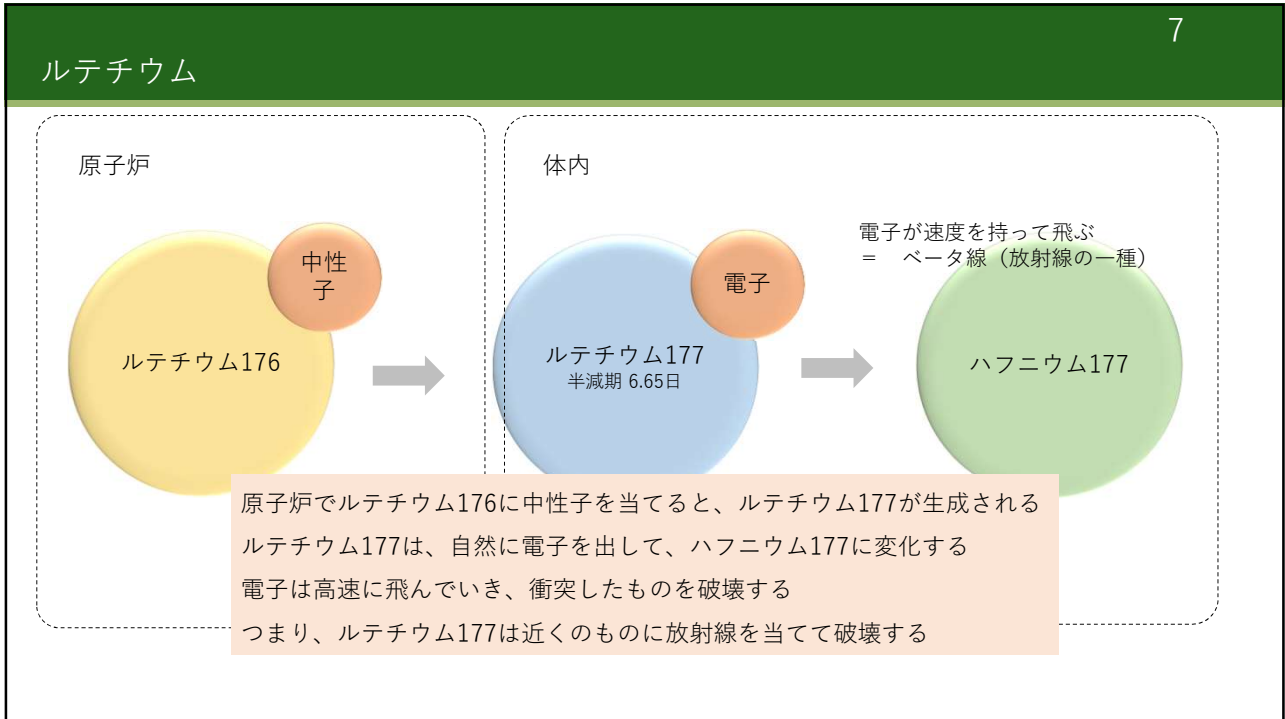


理科で習う周期表には
 原子番号が小さい順に
 118個の元素が並んでいる

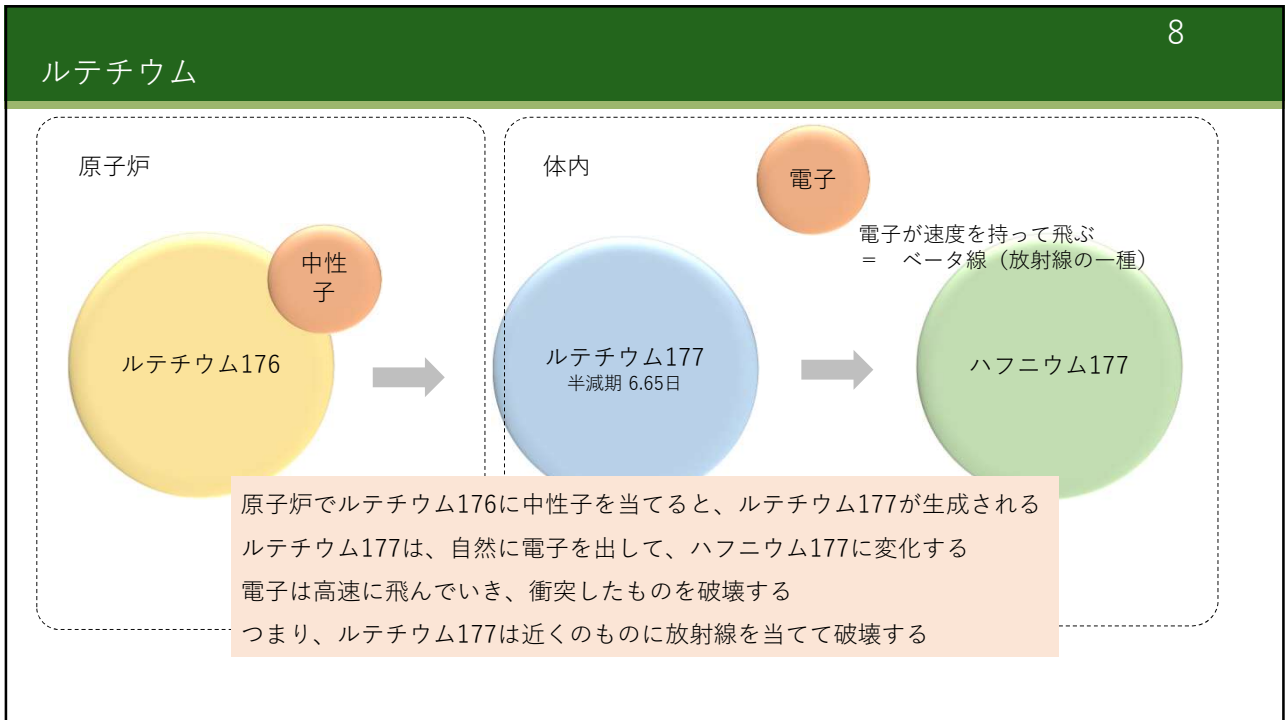
今回注目するルテチウムは、
 原子番号 71番
 元素記号は Lu

ルテチウム





7

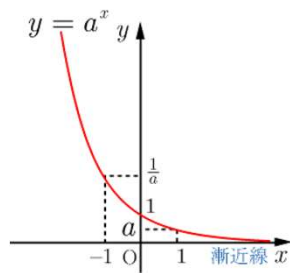


8

半減期

あるイベントで、会場に残っている人の数は以下のとおりであった。

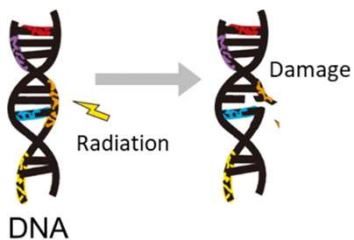
開始時 100人	1時間後 50人	2時間後 25人
-------------	-------------	-------------



この場合、半減期は1時間

RIはこのように減っていく

放射線とDNA



DNAは細胞の核に存在し、細胞の心臓部

放射線が当たると化学変化を起こして鎖が切断されたり変化したりする

DNAが破壊されると細胞は死に至る

がん細胞のDNAに放射線を当ててがん細胞を殺傷するのが**放射線治療**

しかし、DNAは**二重らせん**の形をしているため、

片方だけがダメージを受けても他方の鎖を見ながら

修復する機構がはたらく

大半のダメージは修復されてしまうので

二重鎖を同時に切断すると効果大

どうやってがん細胞に放射線を当てるのか？

1 外部照射

北海道大学病院の陽子線治療装置

1 外部照射は体外の装置から放射線を出して、それを体内のがん細胞に当てる治療座標を計算してねらったところに到達させることができる

2 内部照射

2 一方、内部照射は人体にRIを投与して、がん細胞の近くまで到達させて、がん細胞に照射する
なぜ、近くまで到達させる必要があるか？

代表的な放射線

粒子線

α 線

陽 陽
中 中

透過性が低く、
水中では0.1mmも進めない

β 線

電子

透過性は中くらい
水中では2mm程度

電磁波

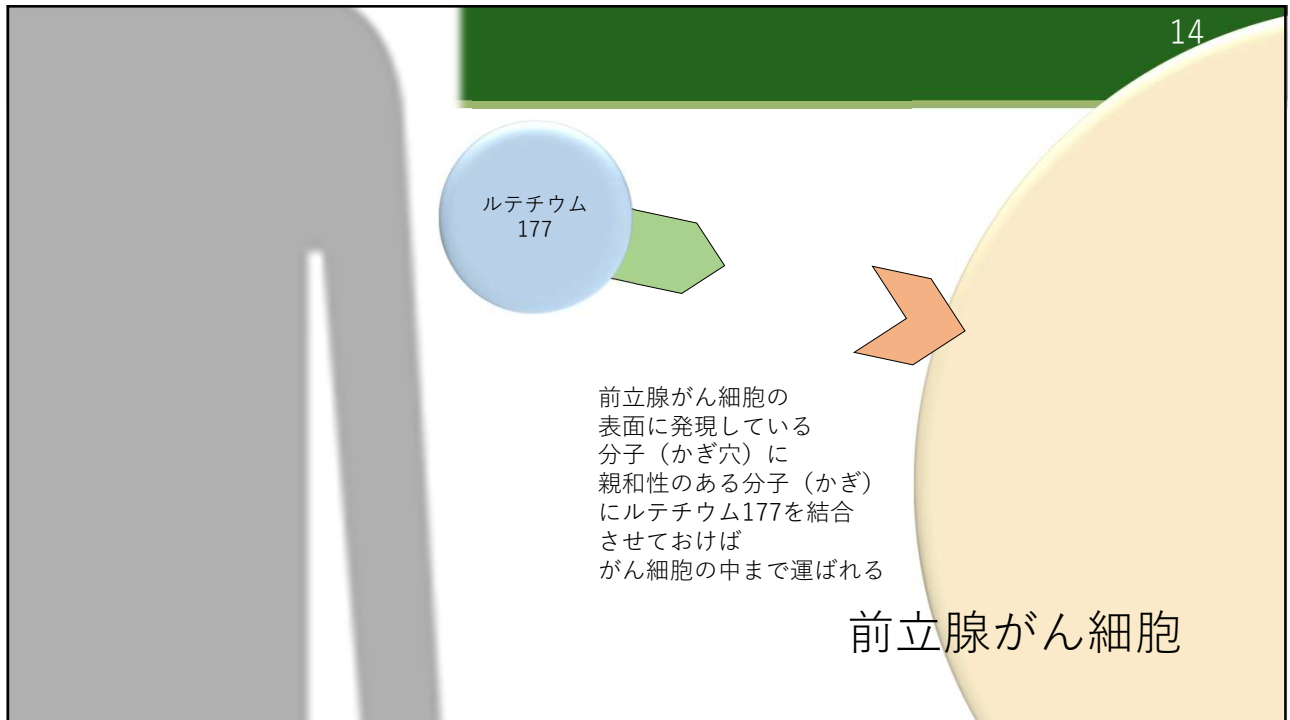
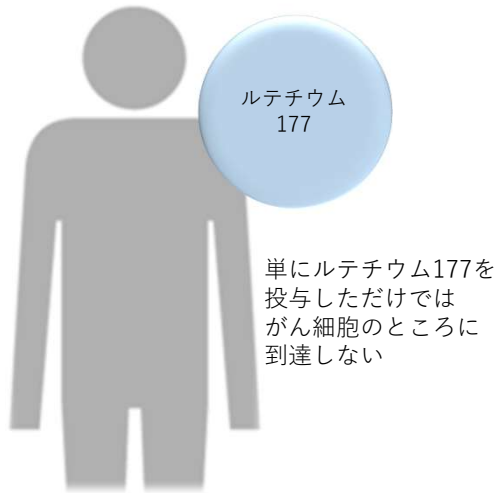
γ 線
X線

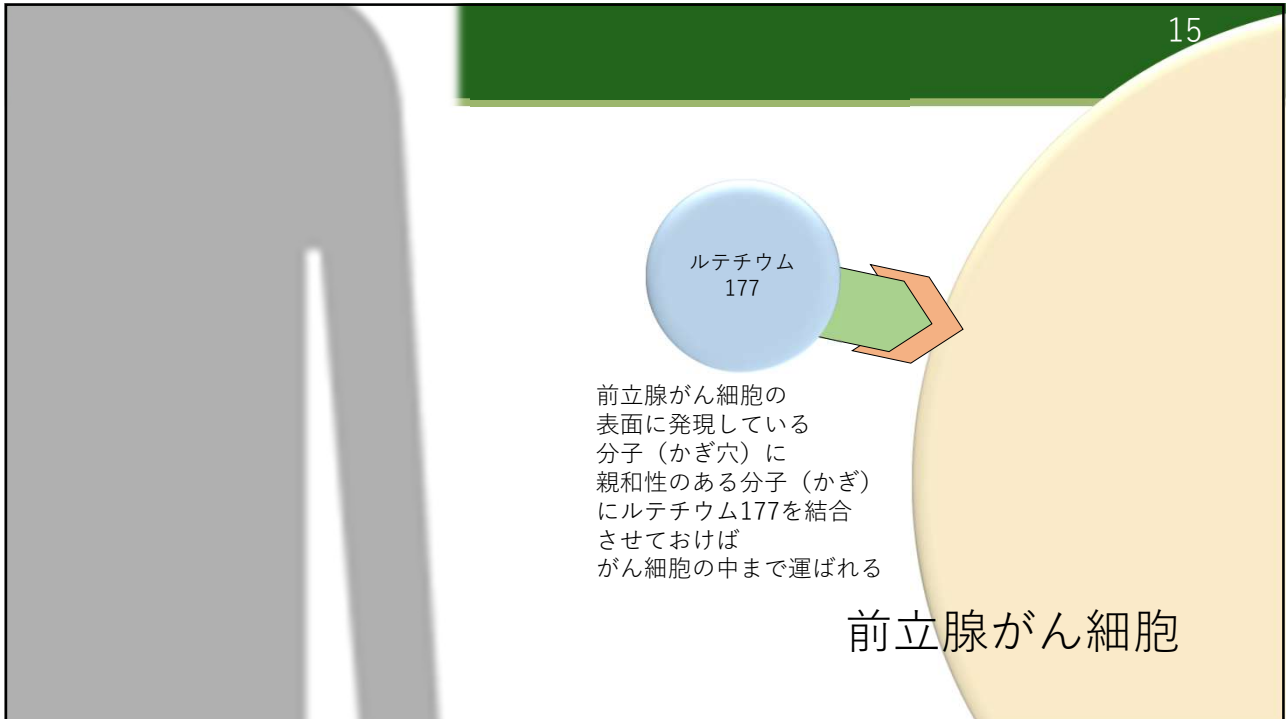
透過性は最も高い
波長によるが、数メートルも

内部照射で使うのは
 α 線と β 線

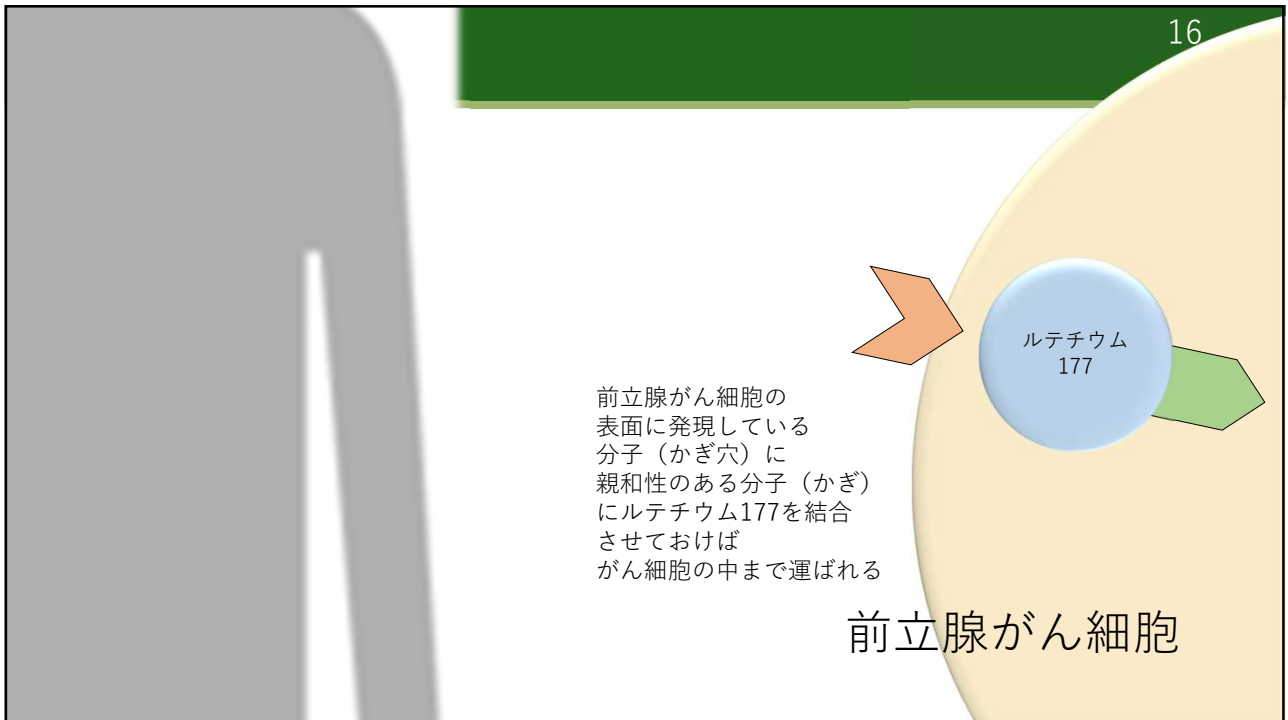
飛距離が短いので
近くまで寄せる必要あり

がん細胞に近づけるには

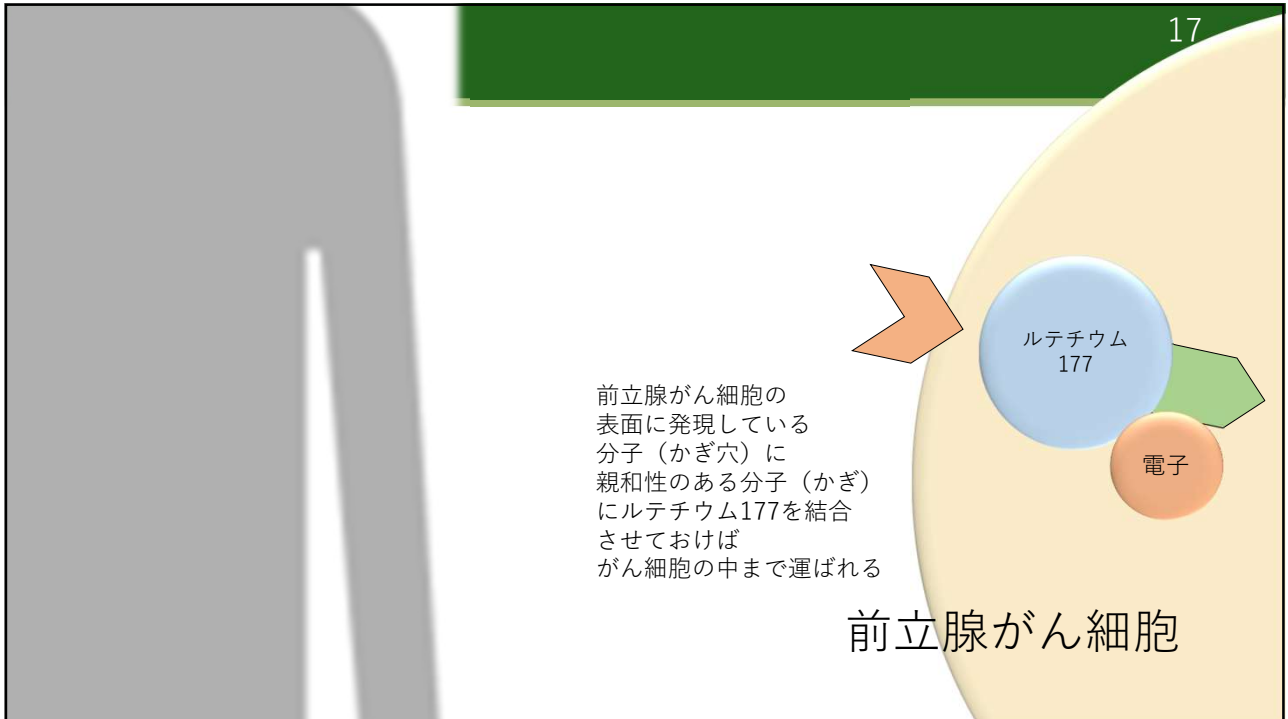




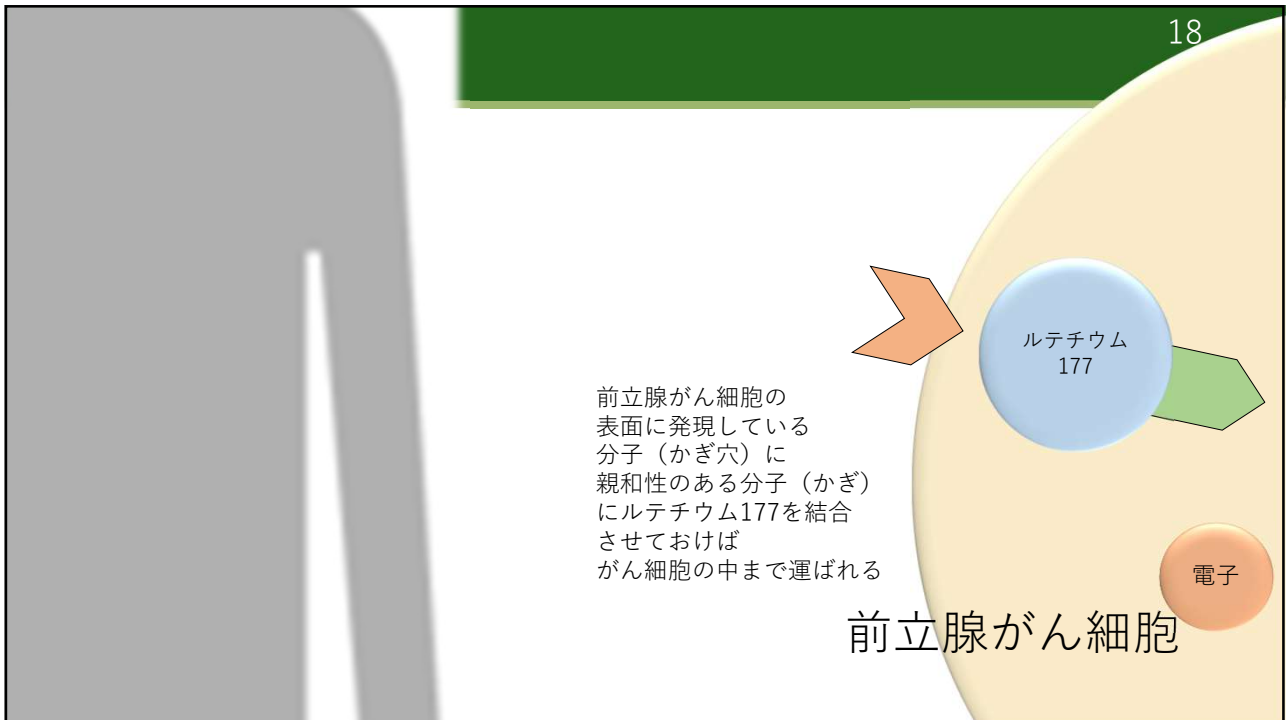
15



16



17



18

放射線治療病室

RIを投与された体内からは放射線が放出され周囲の人に被ばくさせる可能性がある

法定基準にしたがって、放射線治療病室または特別措置病室に、数日間の隔離が必要



北海道大学病院の放射線治療病室

核医学治療の2つの魅力

ターゲットに近づけるだけでがん細胞を治療できる

薬理作用で細胞を攻撃する必要はない

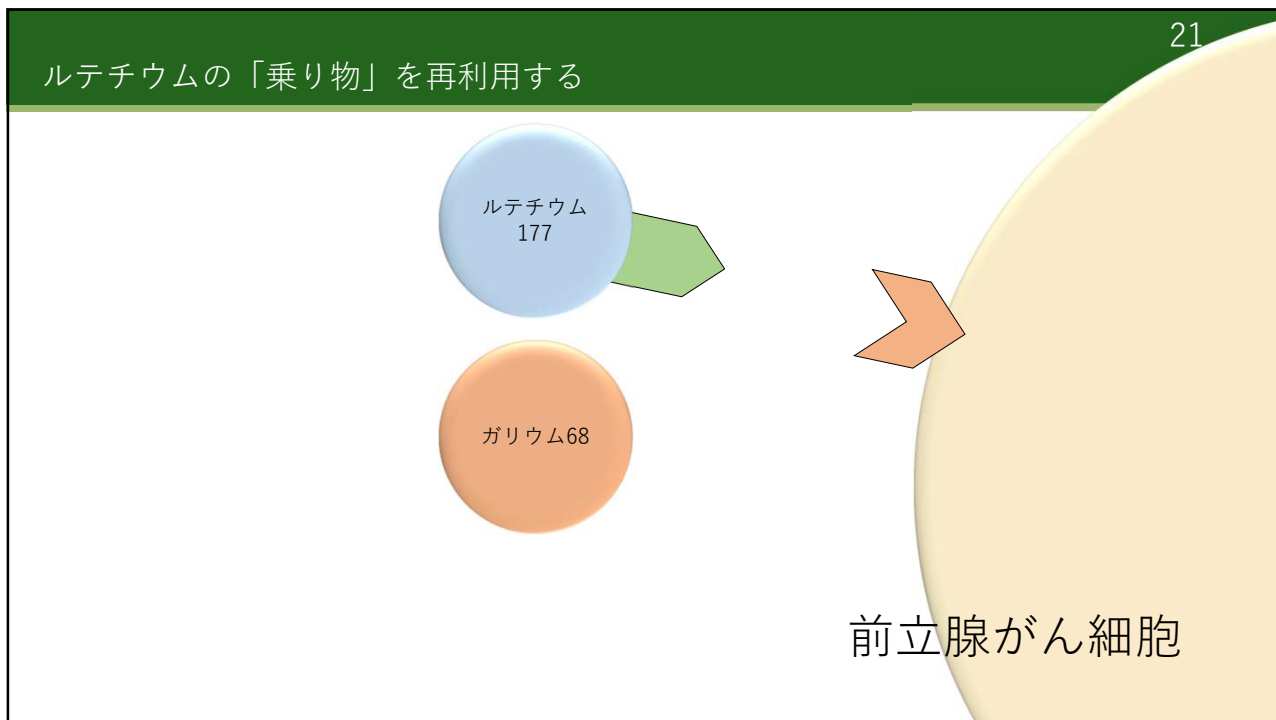
(薬物自体の毒性でがん細胞を殺傷することが求められない)

治療薬を投与する前に、薬がどこに分布するかを見ることができる

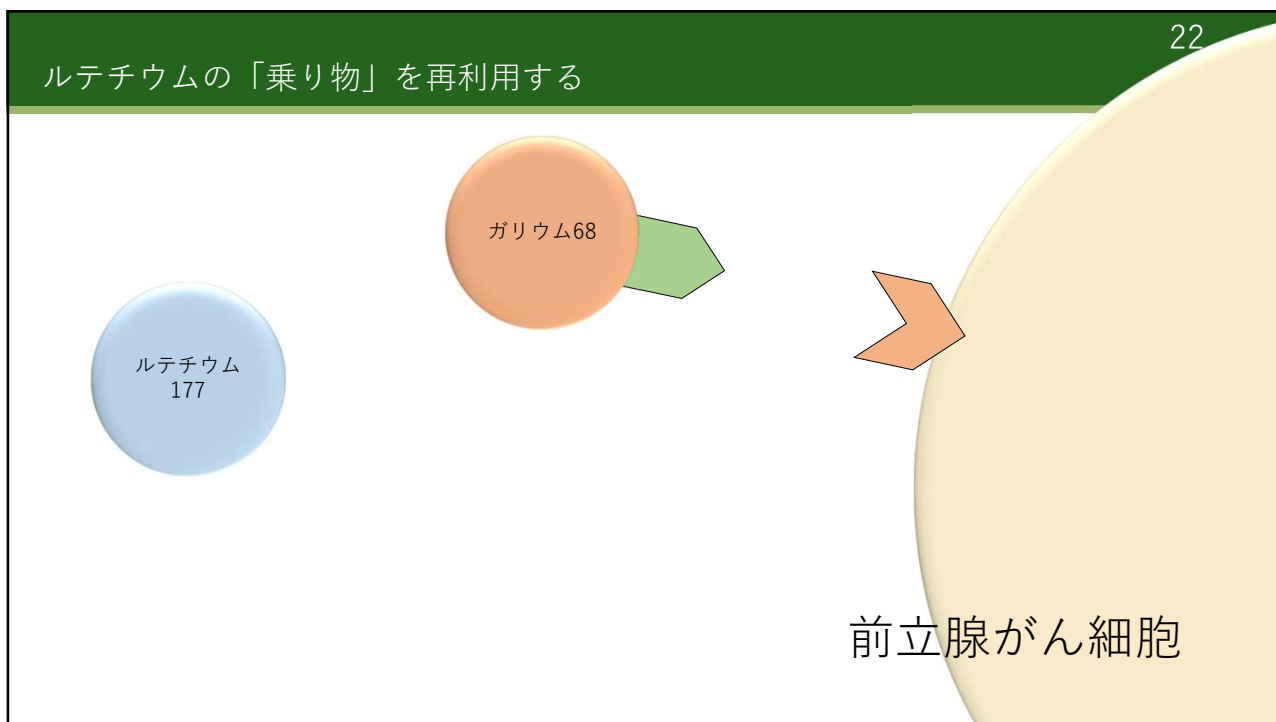
薬剤の分布をPETによって画像にすることができる

診断と治療を同じコンセプトで行うため、

theranostics (therapy + diagnosis)とも呼ばれる



21



22

ルテチウムの「乗り物」を再利用する 23

ガリウム68

前立腺がん細胞

PET装置で検出する

写真：北海道大学病院に設置されているPET装置

23

ルテチウムの「乗り物」を再利用する 24

ガリウム68

前立腺がん細胞

PET装置で検出する

写真：北海道大学病院に設置されているPET装置

24

ルテチウムの「乗り物」を再利用する 25

ガリウム68

ガンマ線

PET装置で検出する

前立腺がん細胞

写真：北海道大学病院に設置されているPET装置

25

前立腺がんに対する¹⁷⁷Lu-PSMA治療 26

¹⁷⁷Lu-PSMAの治療により全身の多発転移が消失した症例（論文の画像）

¹⁷⁷Lu-PSMA治療前の⁶⁸Ga-PSMA PET

2回治療後 4回治療後 Cの9ヶ月後

画像にすることのメリット

- ① 治療が効くかどうかをあらかじめ予想できる
- ② 治療が効いたかどうかを事後に確認できる

Front Oncol. 2023 Apr 28;13:1192792

26

3つの製剤

診断薬



写真 https://www.pro.novartis.com/jp-ja/sites/pro_novartis_com_jp/files/2025-09/ph_lcm.png

ロカメッツキット
PET用のPSMAリガンド
非標識化合物
1バイアル 185,947円 (薬価)



写真 https://www.pro.novartis.com/jp-ja/sites/pro_novartis_com_jp/files/2025-09/ph_gai.png

ガリアファーム
68Ge/68Gaジェネレータ
1患者あたり 315,161円 (薬価)

治療薬



写真 https://www.pro.novartis.com/jp-ja/sites/pro_novartis_com_jp/files/2025-09/ph_plu_container.png

プルヴィクト静注
177Lu-PSMA-617
1バイアル 3,389,878円 (薬価)

この2つを調製して68Ga-PSMA検査薬を作る

どんなときにLu-PSMA治療を使うのか

どんなに優れた薬剤も使い方が正しくないとメリットが得られない

がん治療の場合

- どんなタイプのがんに使うか
- 経過のどのタイミングで使うか

どんなときにLu-PSMA治療を使うのか

プルヴィクト静注 (¹⁷⁷Lu-PSMA) の添付文書

4. 効能又は効果

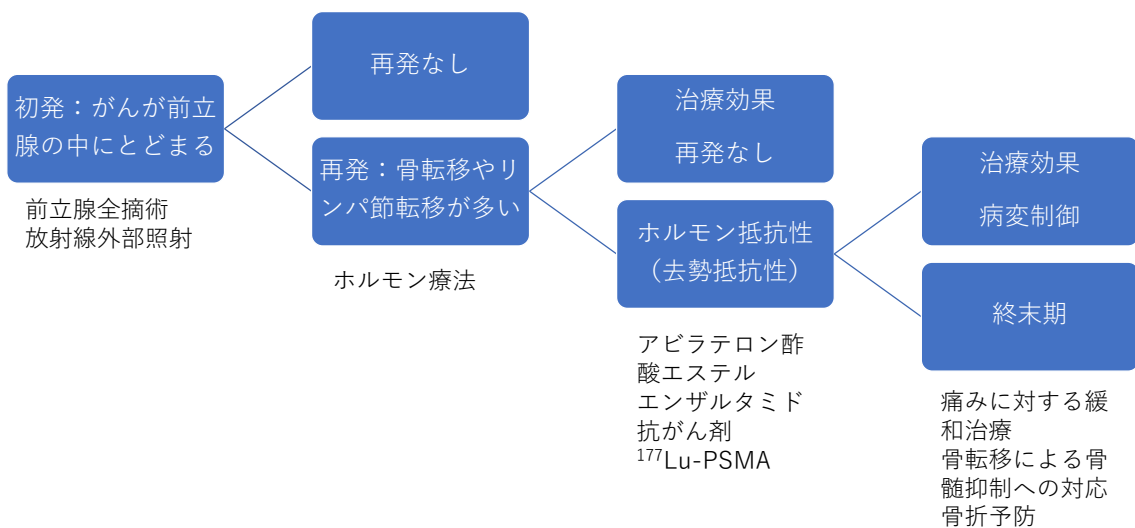
PSMA陽性の遠隔転移を有する去勢抵抗性前立腺癌

5. 効能又は効果に関連する注意

5.1 承認された診断用医薬品を用いた検査により、PSMA陽性病変を有することが確認された患者に投与すること。なお、承認された診断用医薬品の情報については、以下のウェブサイトから入手可能である：

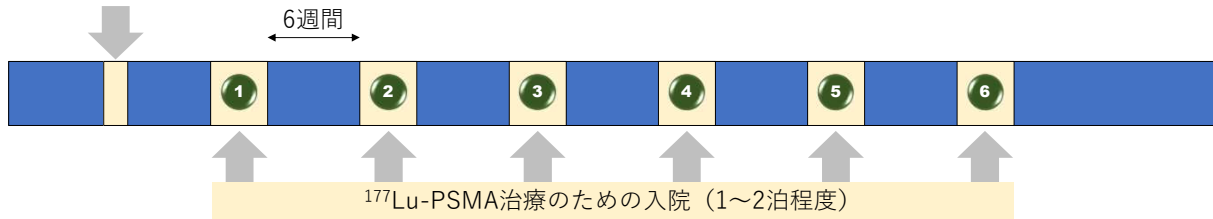
<https://www.pmda.go.jp/review-services/drug-reviews/about-reviews/p-drugs/0035.html>

前立腺がんの経過（典型例）



実際の治療の流れ

^{68}Ga -PSMA PET検査にて
治療適応を判断



^{68}Ga -PSMA PET検査 と ^{177}Lu -PSMA治療は必要な設備が異なるので
別の医療機関で受けることもありうる

放射線治療病室あるいは特別措置病室での隔離

RIを投与された体内からは放射線が放出され周囲の人に被ばくさせる可能性がある
法定基準にしたがって、放射線治療病室または特別措置病室に、数日間の隔離が必要
 ^{177}Lu -PSMAの場合、体外から測定した放射線（空間線量率）が16マイクロシーベルト毎時以下になれば隔離を終えることができる ⇒ その後、退院可能

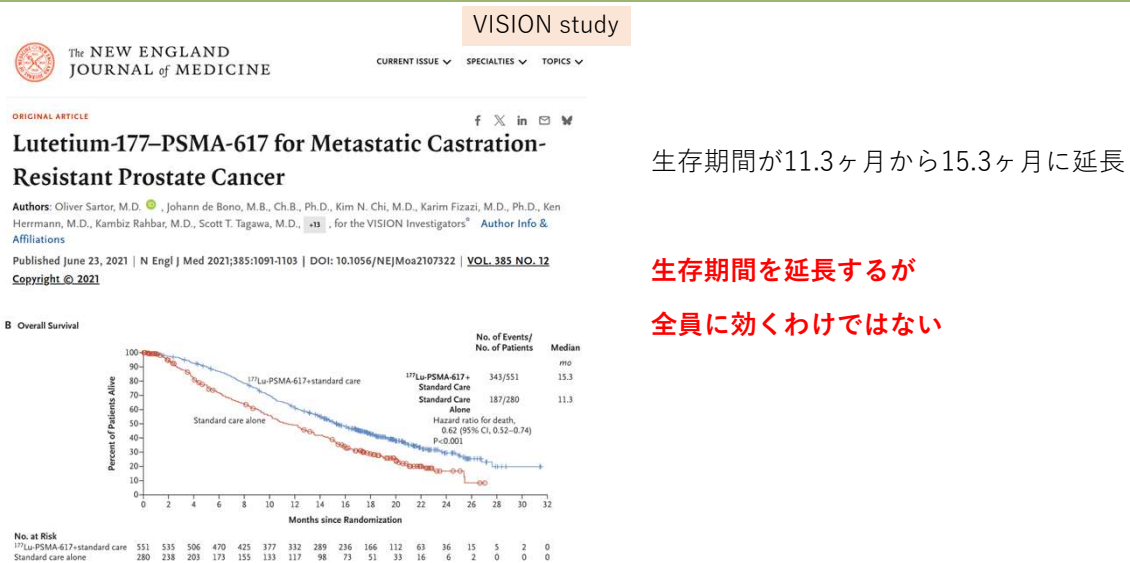


北海道大学病院の放射線治療病室

放射線を使う薬剤：知っておきたいポイント

- **本人と排泄物から少量の放射線が出る**
 - 本人の体内に含まれるルテチウムから出る放射線
 - 尿・便にごくわずかに含まれるルテチウム自体
 - 排泄物や血液などをこぼしたら、放置しないできれいに拭き取る
- **治療後 2～3 日の注意**
 - 妊婦・小児との密着は控える
 - 生活そのものは普段どおりで問題なし
- **家族への影響はほとんどない**
 - 退院時には、病院が安全レベルを確認している
 - 家族が受ける線量は健康上問題にならないレベル

臨床試験の成績



副作用：プルヴィクト静注の添付文書より

11.1 重大な副作用

11.1.1 骨髄抑制

貧血（22.4%）、血小板減少症（13.5%）、白血球減少症（12.3%）、リンパ球減少症（9.2%）、汎血球減少症（1.0%）、骨髄機能不全（0.1%）等の骨髄抑制があらわれることがある。[7.2、8.1 参照]

11.1.2 腎機能障害（3.6%）

急性腎障害、腎不全、血中クレアチニン増加、血中尿素増加等の腎機能障害があらわれることがある。[7.2、8.2 参照]

11.2 その他の副作用

	5%以上	5%未満
感染症及び寄生虫症	-	口腔真菌感染
神経系障害	味覚不全	頭痛、浮動性めまい
眼障害	-	ドライアイ
耳及び迷路障害	-	回転性めまい
胃腸障害	口内乾燥（41.1%）、悪心（26.6%）、嘔吐（10.2%）、下痢、便秘	腹痛、口内炎、食道障害
皮膚及び皮下組織障害	-	皮膚乾燥
腎及び尿路障害	-	尿路感染
一般・全身障害及び投与部位の状態	疲労（35.3%）、食欲減退（12.9%）	体重減少、末梢性浮腫、発熱

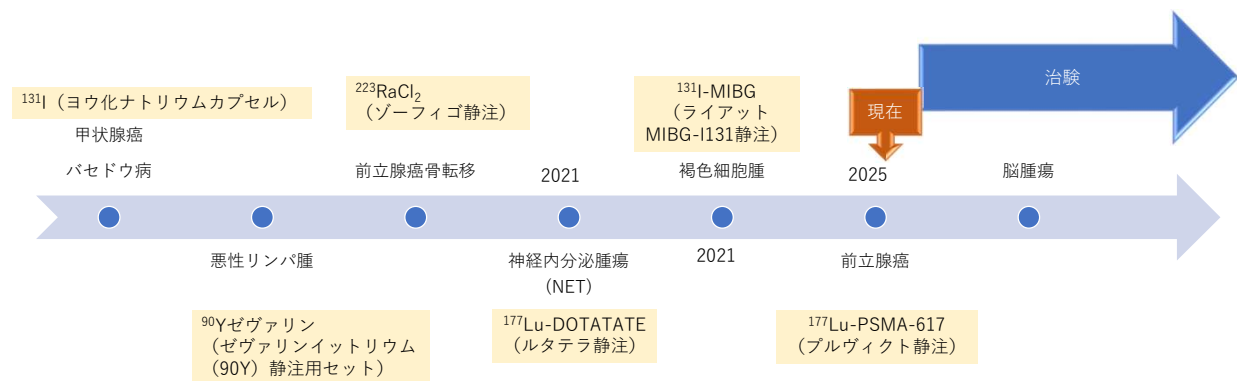
骨髄は血液のなかの血球成分（赤血球、白血球、血小板）をつくる器官

骨髄は放射線に弱いので、骨髄抑制が起こり得る
⇒ 薬の減量、休薬や輸血などが必要になりうる

腎臓にも放射線が当たると、腎機能障害が生じることがある

このほか、唾液（だえき）腺に放射線が当たると、唾液の量が減り、口腔乾燥が生じることがある

薬剤と適応疾患が増えつつある核医学治療（日本国内の状況）



まとめ

- 前立腺がんに対する新しい治療薬として注目される¹⁷⁷Lu標識PSMA製剤について、核医学治療の原理、長所から、治療の実際、治療効果、副作用などについて解説しました
- この治療を必要としている患者様に適切に治療が行われるよう、専門家の一人として体制整備に引き続き努めてまいります