

放射線治療技術学Ⅱ

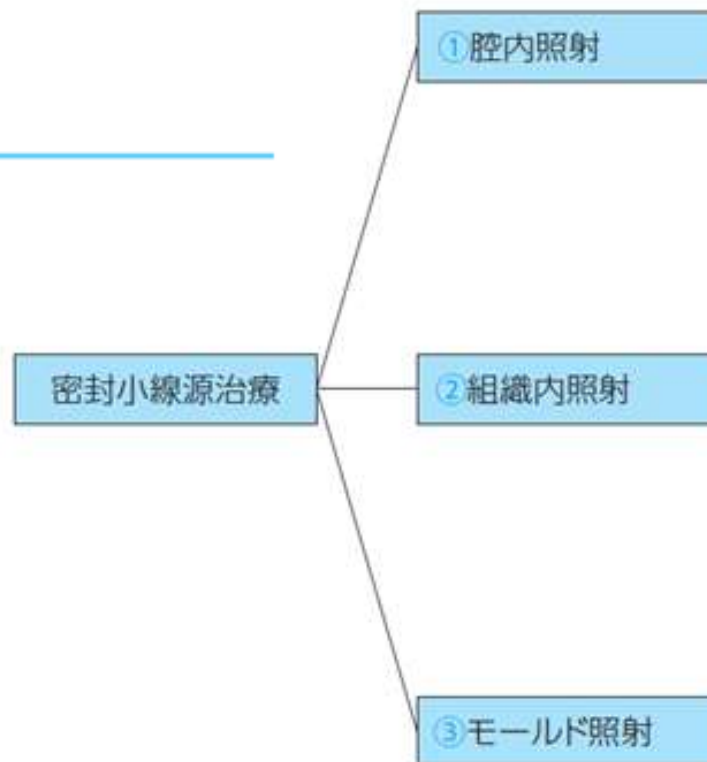
密封小線源治療法



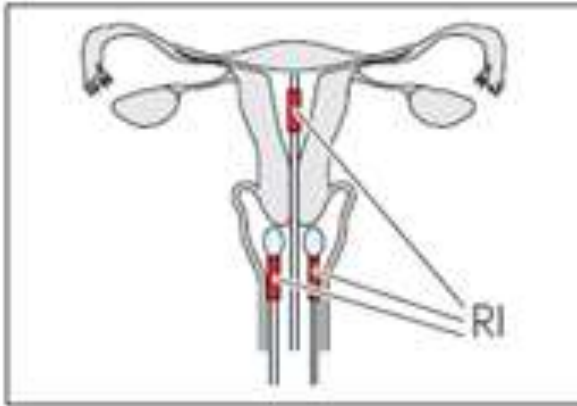
- 密封小線源治療 (brachy therapy) とは、密封されたRI (radioisotope) を腫瘍の表面またはその内部といった非常に近傍から照射する方法である
- Brachyとは「近接」や「近い」の意味を表す
- 外部照射との併用も可能である
- 低いエネルギーを用いて腫瘍の近傍から局所に照射を行うため、外部照射に比べ正常組織への線量が抑えられる
- 外部照射に比べ、適応疾患が限られる
- また、密封小線源治療は、腫瘍近傍や内部から固定して照射を行うため、setup marginや臓器のinternal marginをあまり考慮する必要はない

1 分類

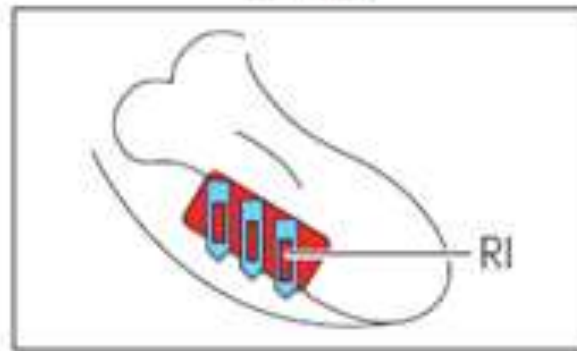
線源配分法により、
「腔内照射，組織内照射，モールド照射」
に分けられる



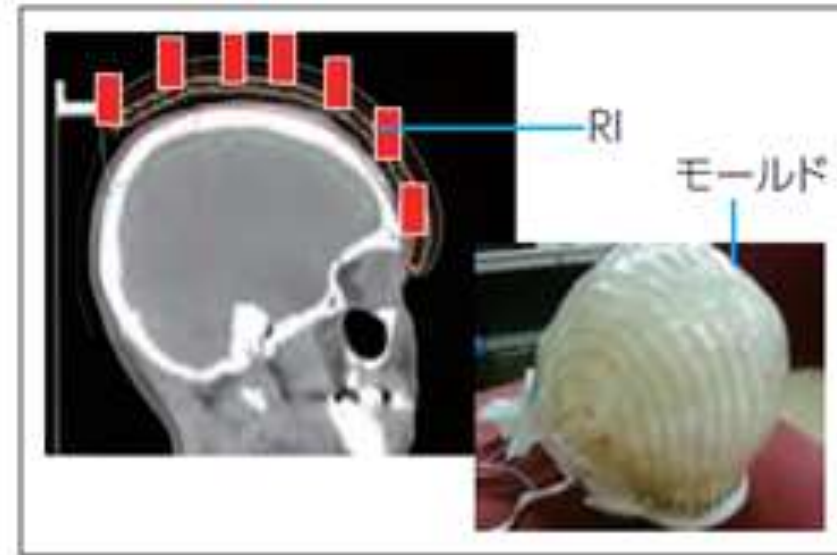
子宮頸癌



舌 癌



全頭部(皮膚)



①腔内照射

- 腔内照射は、腔(体内で空洞になっている箇所)に対し密封されたRIを留置させ照射する方法である
- 主に子宮頸癌, 食道癌に対して行われることが多い(詳細はp.260)

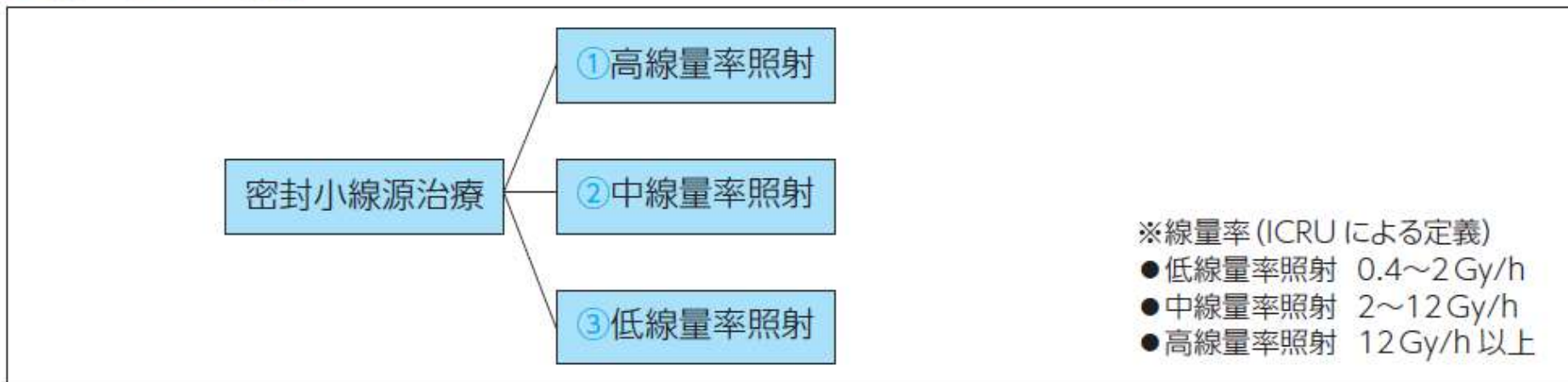
②組織内照射

- 組織内照射は、腫瘍内およびその近辺の正常組織に密封小線源を刺入配置して照射する方法である
- 主に前立腺癌, 舌癌, 子宮頸癌に対して行われることが多い(詳細はp.265)

③モールド照射

- モールド照射は、種々の物質を用いてモールドを作成し、モールドの表面または内部に線源を一定の基準に従って配置して照射する方法である
- 表在性の腫瘍の治療に用いられてきた方法であるが、多くの施設で電子線が使用できる今日では、電子線, 腔内照射, 組織内照射でも難しい部位の治療に適応される
- 主に口蓋, 頬粘膜, 歯肉などの表在性の皮膚癌, 外陰癌, 陰癌などに対して行われることが多い





- さまざまな線源が使用され、線量率により高線量率 (high dose rate:HDR), 中線量率 (medium dose rate:MDR), 低線量率 (low dose rate:LDR) に分けられる
- 現在, 日本では中線量率照射はあまり行われていない

①高線量率照射

- RALS (remote after loading system) にて行われる
- 医療者の被ばくがない点が大きな特徴である
- 1回の治療時間が短く患者への負担が少ない
- 線量分布を調節することが可能
- 主な適応疾患に前立腺癌や子宮頸癌がある

②中線量率照射

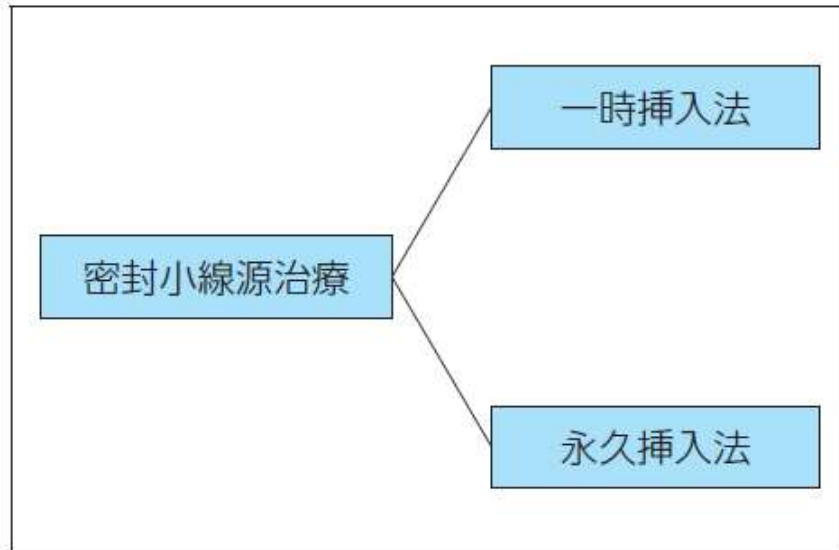
- ICRUにより, 2~12 Gy/hの線量率が中線量率と定義される

③低線量率照射

- 主に直接線源を挿入する方法 (永久挿入法) にて行われる
- 1回の挿入で治療が終わる点においては, 複数回に渡って治療を行う高線量率に比べ患者の負担が小さい
- 腫瘍の体積が大きい場合や, 被膜外浸潤がある場合の照射は困難である
- 線源挿入後にやり直しができない
- 術者の被ばくがある
- 主な適応疾患に, 前立腺癌や舌癌がある



▲ 線源留置期間による分類



- 線源留置期間より一時挿入法と永久挿入法に分けられる
- 一時挿入法では高線量率の線源を用い、永久挿入法では低線量率の線源を用いることが多い
- ^{226}Ra と ^{222}Rn が代表線源であったが、半減期が1600年と長いことや環境汚染の問題点から使用されなくなった
- 主要な線源と特徴を表に示す
- ただし、 ^{137}Cs は現在使用されていない
- 低線量率照射に用いられる密封小線源の形状には、針、管、シード(粒)、ワイヤ、ヘアピン、シングルピンとさまざまなタイプが存在する

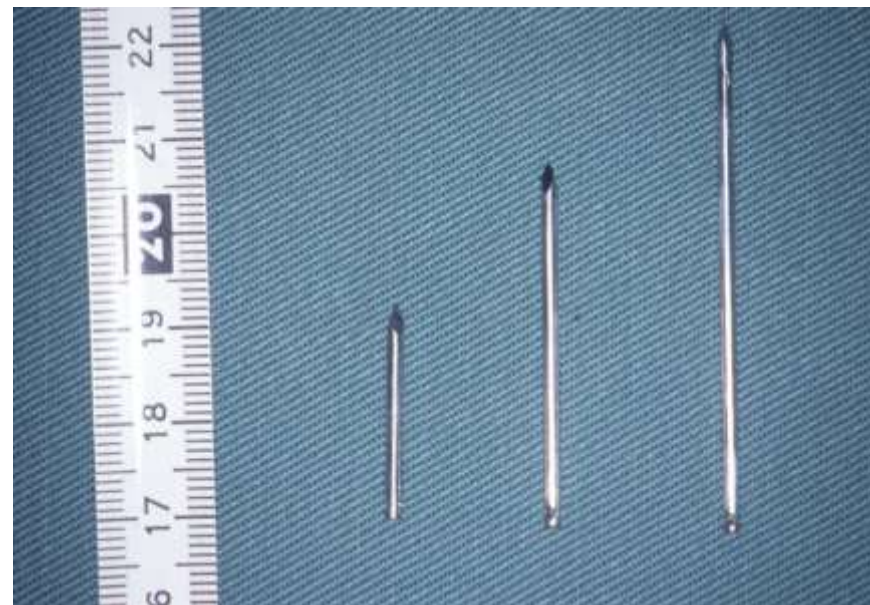
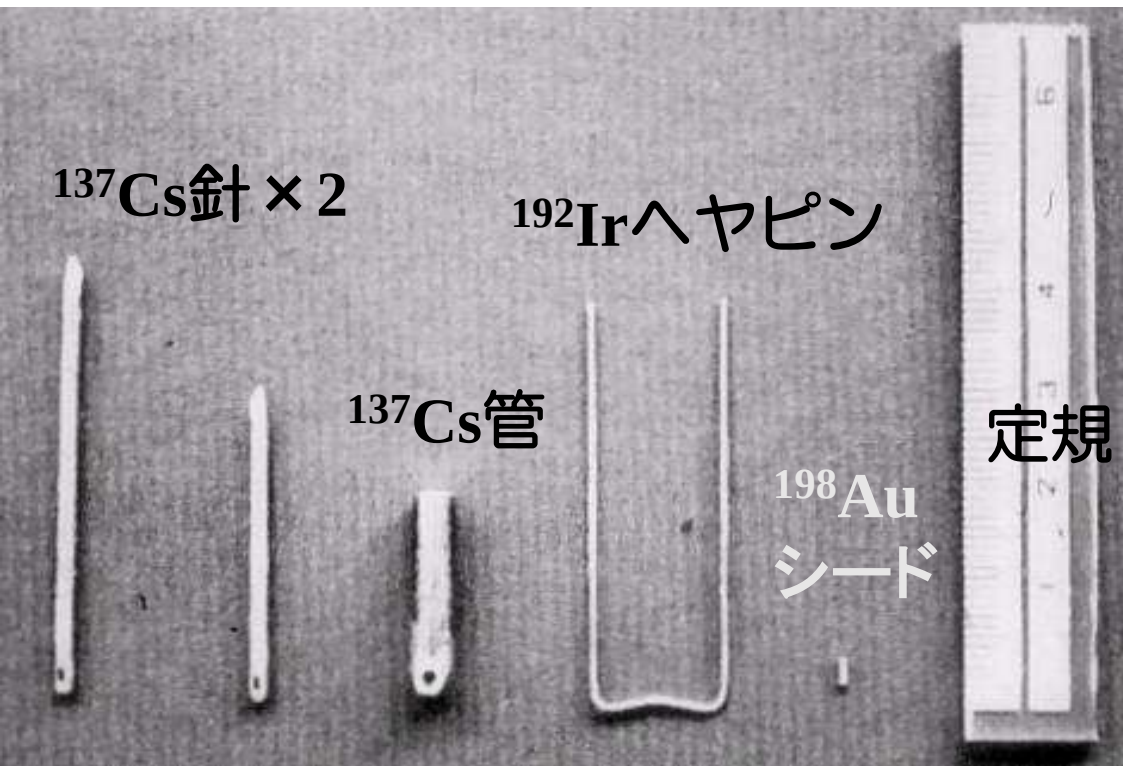
2 線 源

線 源	平均エネルギー (MeV)	半減期	形状および照射方法	線量率	留置期間	適 応
^{192}Ir	0.36	73.83日	RALS, ワイヤ, シード, ピン	HDR, LDR	一時挿入	子宮頸癌, 前立腺癌, 食道癌など
^{60}Co	1.25	5.27年	RALS	HDR	一時挿入	子宮頸癌など
^{137}Cs	0.662	30.07年	針, 管	MDR, LDR	一時挿入	舌癌など
^{125}I	0.028	59.4日	シード	LDR	永久挿入	前立腺癌
^{198}Au	0.406	2.69日	シード	LDR	永久挿入	舌癌

国家試験ではすべて
覚えなないといけない

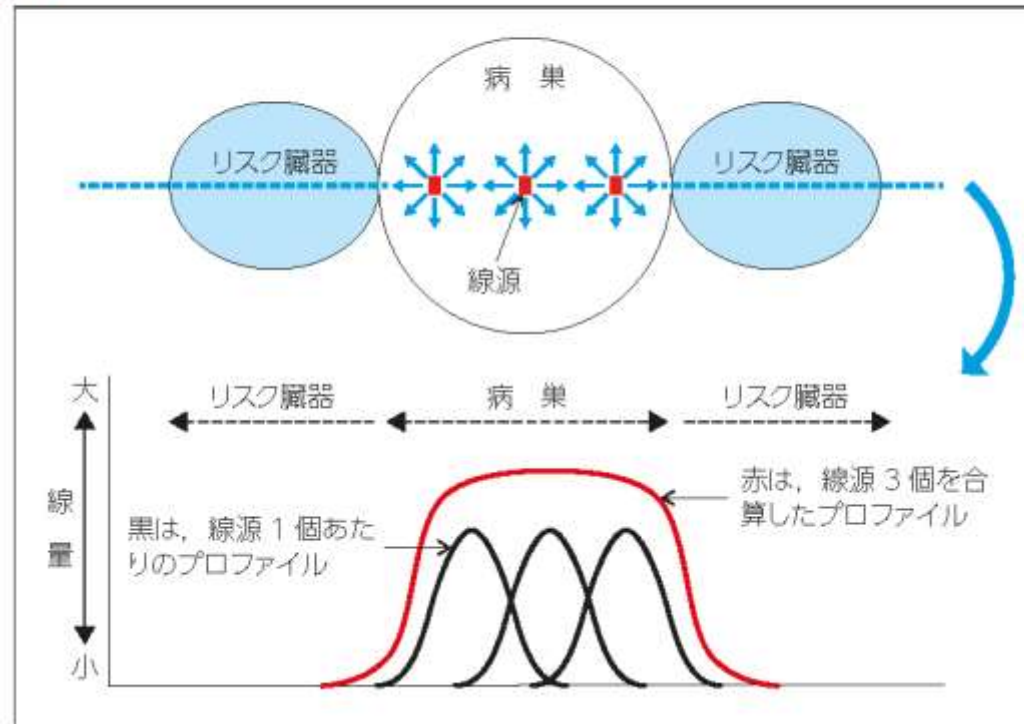


密封小線源の外観



3 特徴

▲ 密封小線源の線量プロファイル



- 密封小線源治療は、治療体積外で急激に線量が減衰するといった空間的線量配分が良く、短時間に大線量を照射できるといった時間的線量配分に優れる
- 図は、密封小線源の線量プロファイルである
- 留置された線源は、病巣に対して非常に強い線量を与えるが、線量は距離の逆二乗則に従い急激に減衰するため、近接するリスク臓器に対する影響が小さいことが分かる
- デメリットは、技術的制約や解剖的制約によって治療対象が限定されることや、低線量率照射の場合は術者に被ばくが生じることである
- そのほか、密封小線源治療のメリットである、空間的線量配分と時間的線量配分の特徴は次のとおりである

▲ 空間的線量配分と時間的線量配分

空間的線量配分の特徴

- 治療体積外で急激に線量が減衰
- 病巣に大線量を集中
- 局所治癒率が極めて良好
- 機能温存率が高い

時間的線量配分の特徴

- 短時間に大線量
- 放射線生物学的な利点
- 物理学的な利点

空間的線量配分の特徴

- ・ 外部照射に比べて低いエネルギーの線源を用いることにより、治療体積外で急激に線量が減少する
- ・ その結果として局所治癒率がきわめて良好であり機能温存率が高い

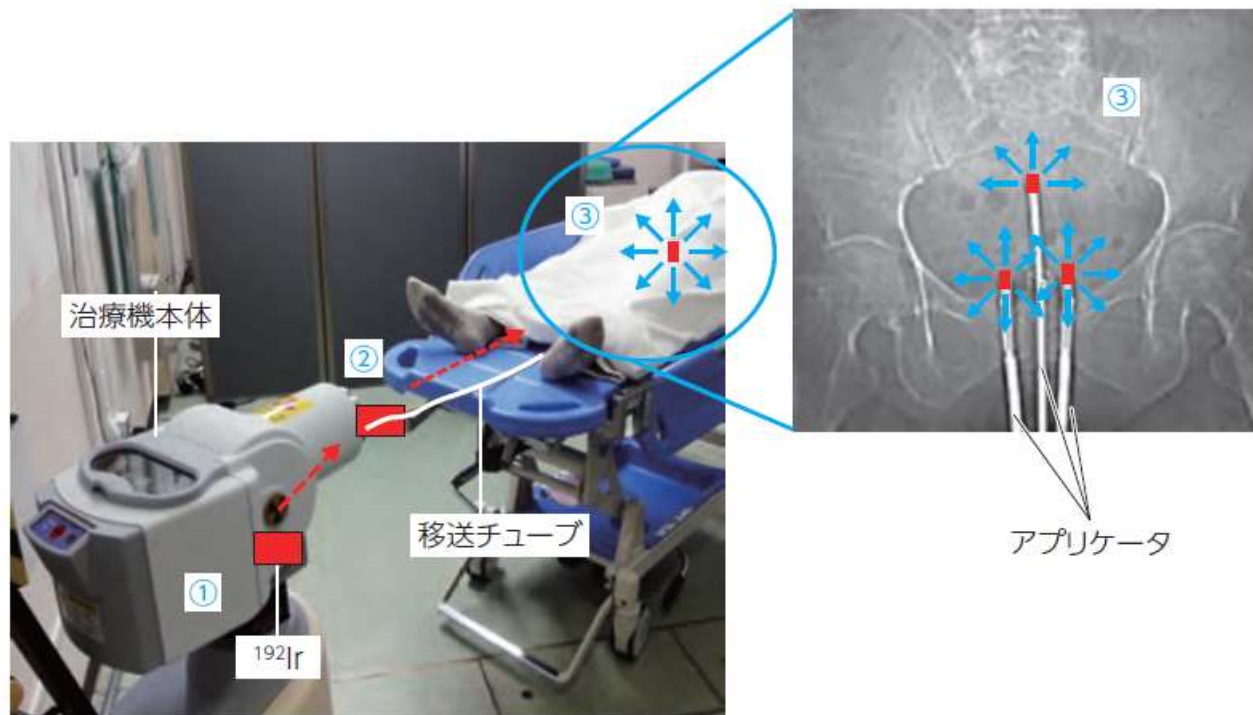
時間的線量配分の特徴

- ・ 病巣に線量を集中できるため、短時間に照射できる
- ・ 低線量率照射では、放射線に高感受性の細胞周期に照射される確率が高いといった放射線生物学的な利点がある
- ・ 高線量率照射では、治療計画などによる投与線量や線量分布の微調整が行えるため、物理学的な利点が生物学的な欠点(高感受性の細胞周期に照射されない確率が存在すること)を補っている



1 RALS (remote after loading system)

▲ RALS の概要



- 体内にアプリータを挿入後, 模擬線源(非放射性物質)を配置し, その後, 遠隔操作にてアプリータの内部に本線源(国内では ^{192}Ir や ^{60}Co の線源がある)を留置して照射する方法である(遠隔操作式後装填法)
- 腔内照射や組織内照射に用いられるシステムである
- 治療機本体とアプリータは移送チューブによって接続されている
- 図は遠隔操作にて密封小線源(^{192}Ir)を患者内部に送り込んで治療を行っている様子である
- 治療機器本体に格納されている ^{192}Ir 線源が(①), 移送チューブ内を通り(②), アプリータへ送り込まれる

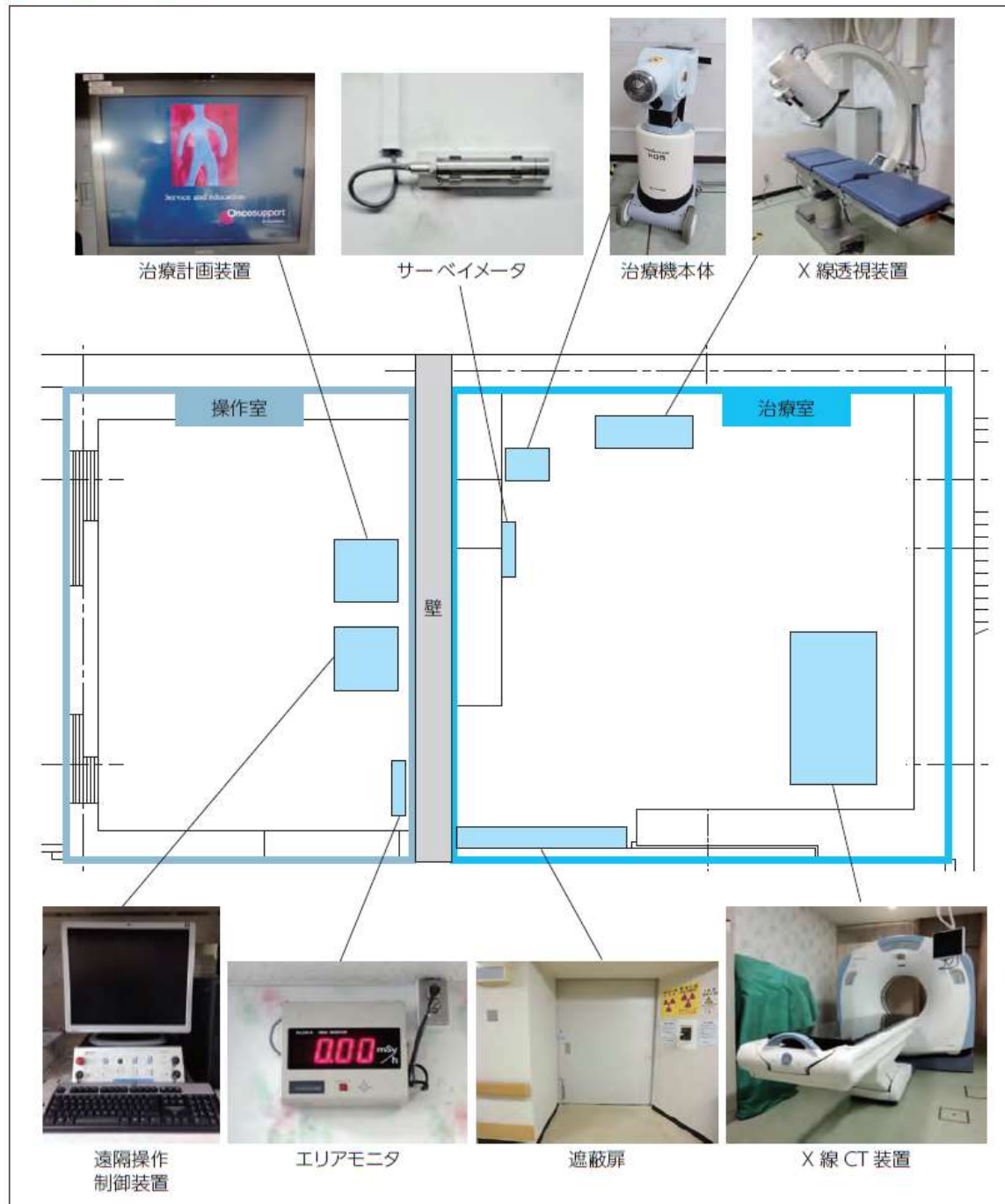


▲ RALS 室の構造



- RALS室は、治療を行う治療室と、遠隔で装置を操作する操作室に大別される
- 治療中は治療装置を別室で操作するため、術者の被ばくがないことが大きな特徴である
- ただし、アプリケーションの位置確認のためのX線透視などによる術者の被ばくは起こり得る





- 図は治療室と操作室を上から見たレイアウトである
- RALSを行うためには隣り合う部屋に種々の装置が設置されている





- RALSはRIを使用しているため、治療室内に設置されたサーベイメータで空間線量率を測定し、操作室のエリアモニタにより確認している
- 治療機本体に線源が格納されているときの空間線量率は0 mSv/hである(b)
- 治療中は治療室内のサーベイメータと線源の距離や患者の体厚などに依存してさまざまな数値が表示される(c)
- 治療中は、患者の様子のみだけでなく、エリアモニタの値などにも注意しておく必要がある
- 治療終了後、線源が治療機本体に格納されると空間線量率は0 mSv/hになるが、トラブルなどでワイヤに溶接された線源が脱落した場合、ワイヤを装置本体に回収後も空間線量率が下がらないことがある
- 治療終了後は、空間線量率が0 mSv/hになっていることを必ず確認してから術者は治療室に入る(d)



2 装 置

構 造

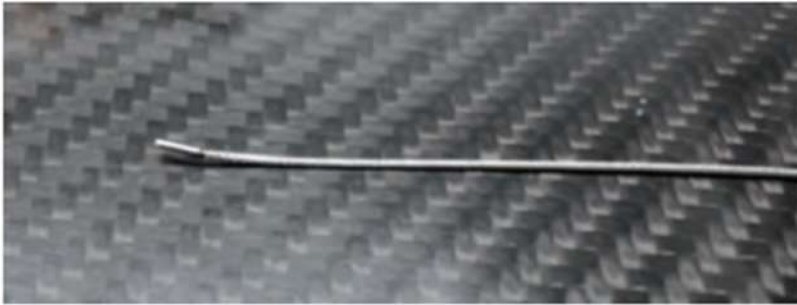
▲ 治療機本体



- 本体は、 ^{192}Ir 線源、線源貯蔵容器、インデクサ、ステップモータ、模擬線源からなる
- 本体は、移送チューブを通して、アプリケーションと接続される
- 本体に格納されている線源は、移送チューブ内を通り、アプリケーション内の決められた位置で停留することで治療を行う
- 治療中本体は、別室の小線源遠隔操作制御装置で操作される
- 下部にタイヤがついており移動が可能である
- 本体の上部前面にインデクサがある
- 線源貯蔵容器内に ^{192}Ir 線源が格納されている



▲ 模擬線源



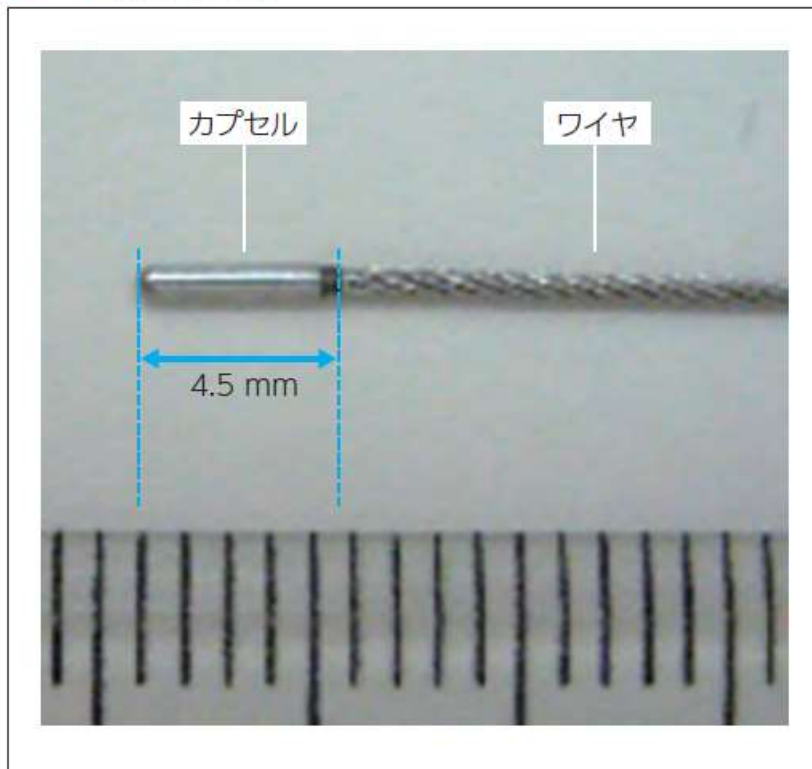
- 内部には ^{192}Ir 線源と同一型の模擬線源(非放射能物質)が格納されている
- 模擬線源は移送チューブの中をスムーズに通過できるかテストするために用いられる

▲ インデクサと移送チューブ



- インデクサは一度に複数の移送チューブをつなぐための装着部である
- 最大18本の移送チューブをつなぐことが可能であり、写真では3本の移送チューブが繋がれている
- 他にも最大6本または30本をつなぐことが可能なインデクサもある
- 通常、貯蔵されている ^{192}Ir 線源は1個である。臨床では複数のアプリケーションを使用することが多く、1個の線源をそれぞれの移送チューブへ振り分けるため、インデクサが用いられる





- RALS用線源の構造は、RALS装置メーカーの仕様によってそれぞれ異なるが、多くは線源を格納したカプセルが駆動用のワイヤの先端に溶接される形式をとっている
- ^{192}Ir 線源は、長さ4.5 mmのカプセルに格納されており、このカプセルはワイヤに溶接されている

▲ 本体上面（ステップモーター部）

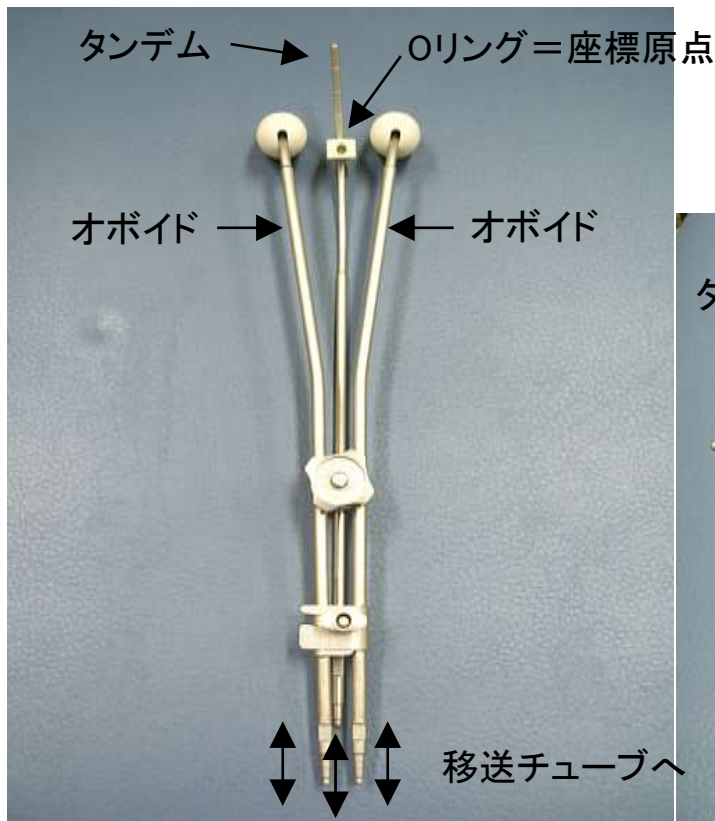


- アプリケータ、移送チューブ、インデクサを接続後、まずは、模擬線源（ ^{192}Ir 線源の代わりにワイヤの先端に模擬線源が溶接された物）が送り出しや引き戻されることで経路が確保されているか確認を行う
- 図は治療装置上面であり、金色のステップモータが回転することで ^{192}Ir 線源を、黒色のステップモータが回転することで模擬線源の送り出しや引き戻しを行う
- ^{192}Ir 線源や模擬線源は、ステップモータ（図中の青丸の部分）の回転により、移送チューブやアプリケータ内を移動する
- 移送された距離は、シフトエンコーダによって計測される

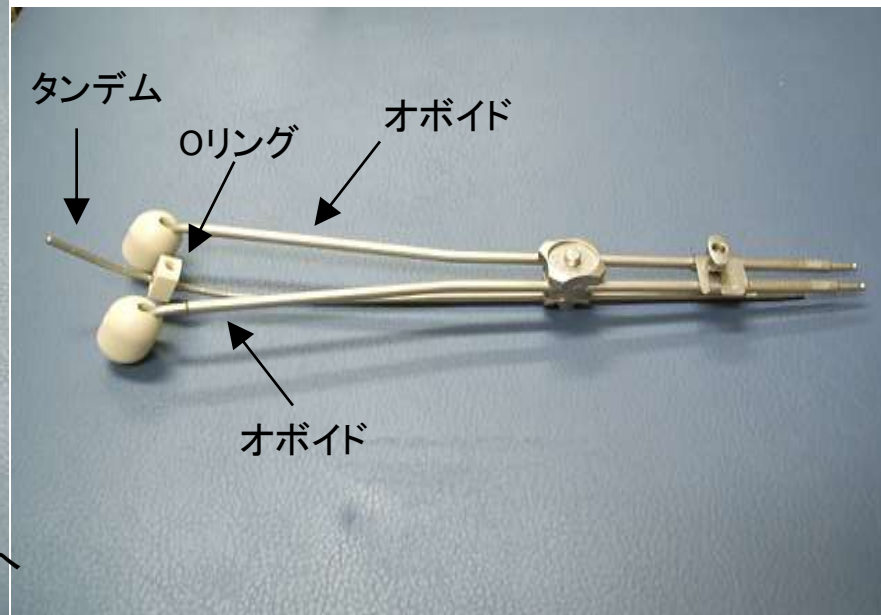


- 密封小線源治療において、RIを直接病巣に刺入する方法のほかに、アプリータやテンプレートを用いて留置する方法がある
- アプリータとは内部が空洞になっており、体内留置後、内部に線源を配置することで照射を行う道具であり、腔内照射用と組織内照射用で形状が異なる
- 代表的なアプリータとして、タンデム(Tandem)とオボイド(Ovoid)が存在する
- テンプレートは、線源配列、照射などの精度を向上させるために用い、アプリータを最適な位置、そして最適な空間的線量分布が得られるように保持や固定をする

子宮頸癌治療用アプリータ



- タンデムと左右オボイドはそれぞれ金属の管と移送チューブで接続されて内部に線源が導入される.
- 管の先端は線源が突き当たって止まる構造になっている



主に子宮頸がん治療に用いる

▲ 腔内照射用アプリーケーター

a: オボイド

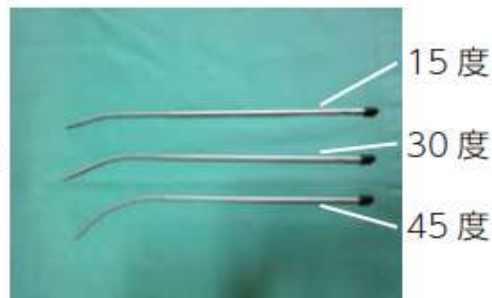
b: タンデム

c: タンデム + オボイド

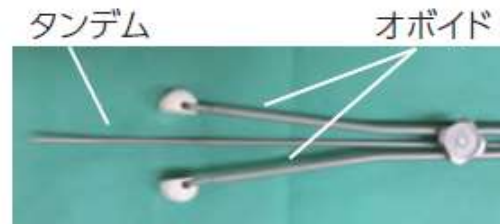
上から見た写真



+



=



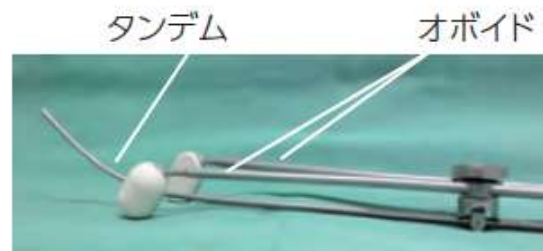
横から見た写真



+



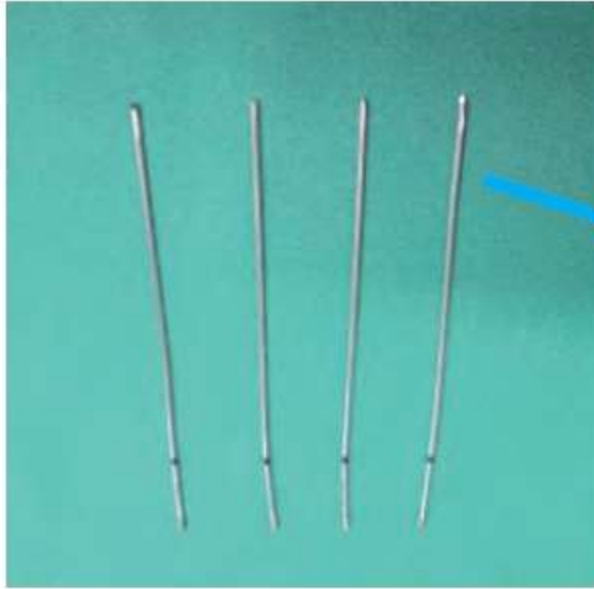
=



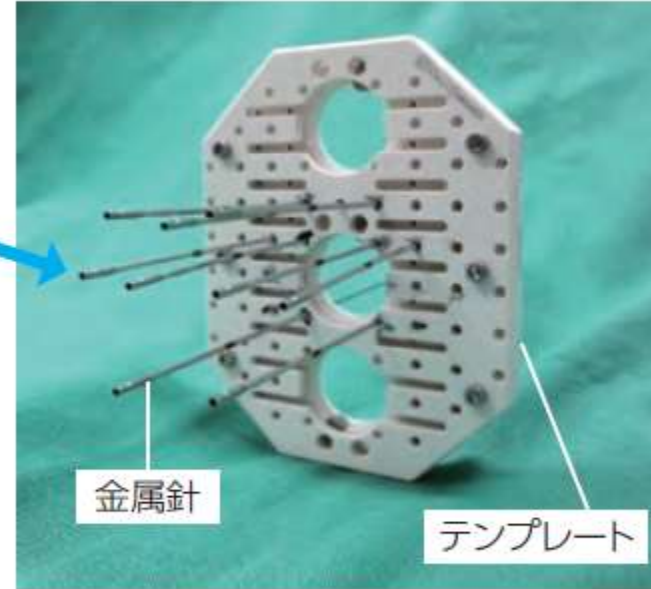
- オボイド(a): 腔内に挿入するアプリーケーターである。中心の留め具を用いて一定の間隔でアプリーケーター2本を固定する
- タンデム(b): 上から順に15度, 30度, 45度のタンデムである。角度は先端の曲がりを表しており, 子宮の傾きによって3種類の角度を使い分ける
- タンデム+オボイド(c): タンデム1本とオボイド2本を組み合わせたものである。腔内挿入後3本のアプリーケーターの位置関係が変わらないように固定されている



▲ 組織内用アプリータとテンプレート



a: 金属針



b: 金属針とテンプレート

- 金属針(a): 金属針(アプリータ)は中が空洞になっており, その中を線源が通過, および停留し照射を行う.
1度の治療で10本~20本程度を使用する.
使用する本数はCTVの大きさに依存し, CTVが大きいほど多くの金属針を使用する
- 金属針+テンプレート(b): 9本の金属針がテンプレートに固定されている



【例題】

ある疾患に対する小線源治療1か月後の腹部単純X線写真
(別冊No.12)を別に示す。疾患名はどれか。

1. 直腸癌
2. 膀胱癌
3. 卵巣癌
4. 子宮体癌
5. 前立腺癌

【答え】 5

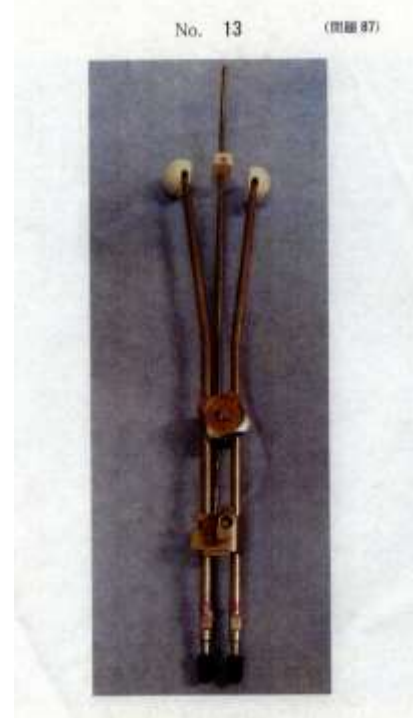


【例題】

放射線治療用の器具(別冊No.13)を別に示す。
この器具を用いて治療する疾患はどれか。

1. 舌 癌
2. 食道癌
3. 胆管癌
4. 大腸癌
5. 子宮頸癌

【答え】 5



1 一般的事項

▲ 小線源治療に求められる RI の条件

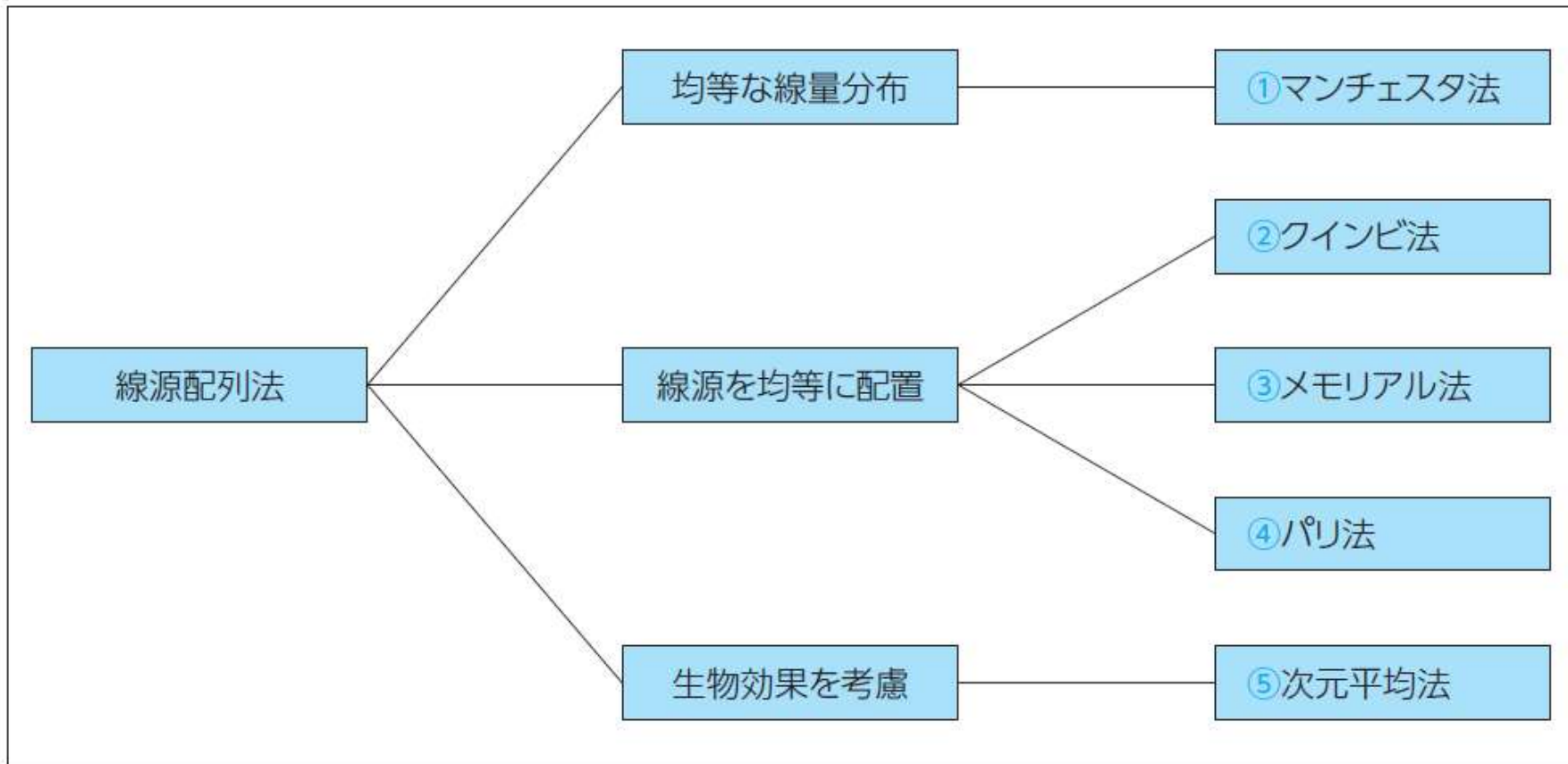
1. 化学的に安定していること。
2. コストが許容できる範囲であること。
3. γ 線および β 線のエネルギーが低い, もしくは β 線を放出しないこと。
4. 比放射能が高いこと。
5. 柔軟性が高く形成が容易に行えること。
6. 破損時に飛散せず, 処理が容易なこと。
7. 壊変生成物がガス状でないこと。
8. 消毒中や滅菌中に破損のおそれがないこと。

比放射能は、単位質量
当たりの放射能(Bq/g)

- ^{226}Ra は娘核種である ^{222}Rn を含めて, 1950年代まで唯一の密封小線源治療用放射性核種であった
- しかし, 娘核種の ^{222}Rn ガスにより線源内圧が上昇して密閉状線源が破損し, 環境を汚染する可能性があるため, ICRPにより使用停止勧告がなされ, 日本では使用中止となっている
- 1960年代以降は原子炉を利用した放射性核種(^{192}Ir , ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{198}Au , ^{125}I)が利用されるようになった
- 一時挿入法には, 半減期の長い ^{192}Ir , ^{60}Co が用いられる
- 永久挿入法には, 比較的半減期の短い ^{198}Au , ^{125}I が用いられる
- 現在, ^{137}Cs は使用されていない



▲ 線源配列の分類



- 密封小線源治療では、標的に応じた最適な線量分布を取得しなければならない
- 線量分布の取得には、線源の配列、線源の種類と強度、照射時間が重要になる
- 線源配列が適切でないと、線源分布に高線量域や低線量域ができてしまう



①マンチェスタ法 (manchester system)

- Paterson-Parker法とも呼ばれる
- 腔内照射, 組織内照射, モールド照射に用いられる
- 子宮頸癌に対して最も用いられる方法
- 標的内の線量分布が均等になるように, 小線源を配置する方法として開発された

②クインビ法 (Quimby system)

- 組織内照射野やモールド照射で, 同じ強度の ^{226}Ra 線状線源を等間隔で配置する方法
- 結果として, 中心付近では高線量域, 周辺では低線量域が存在する
- クインビ法の表面モールド照射では, ある一定距離だけ離れた線源面に平行な治療面上に最大線量を与えられる

③メモリアル法 (Memorial system)

- 低線量率照射における ^{222}Rn シード線源の組織内照射に用いる方法である
- クインビ法の延長である
- 同じ強度の線源を, 1cmの間隔で格子状に配置する方法である
- モールド照射にも用いられる

④パリ法 (Paris system)

- ^{192}Ir ワイヤ, ピン状の組織内照射に用いる方法
- 現在の低線量率照射において最も使用される方法
- クインビ法に比べ, 治療目的を満足する線源配置の決定や線量評価を容易に, しかも厳密に行うことができる
- モールド照射にも用いられる

⑤次元平均法 (dimension averaging method)

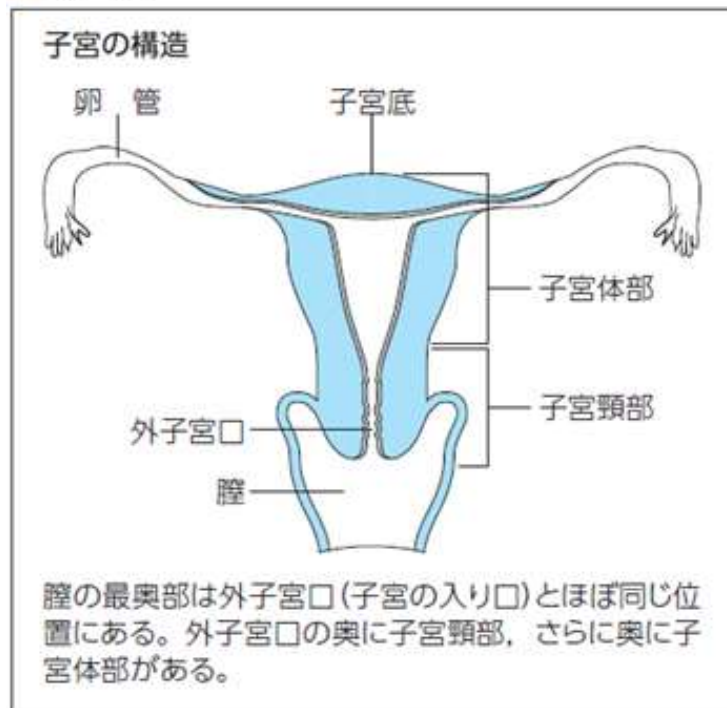
- ^{192}Ir シード線源の永久刺入に用いられる
- メモリアル法同様に, 同じ強度の線源を等間隔に配置する方法である
- 照射線量と照射体積により, 耐容線量が異なる体積効果を考慮する



- 腔(体内で空洞になっている箇所)に対し密封されたRIを停留させ照射する方法である
- RALSを用いて行われる
- RIを、直接病巣に刺入する低線量率照射と異なり、アプリータを用いて線源を留置する
- アプリータの種類・形状は多数存在し、代表的なアプリータとして、タンデムとオボイドが存在する
- 最も代表的な適応疾患は子宮頸癌である
- 適応: 子宮頸癌, 子宮体癌, 膣癌, 上顎洞癌, 上咽頭癌, 気管・気管支癌, 食道癌, 胆道癌など

2 治療例 (子宮頸癌)

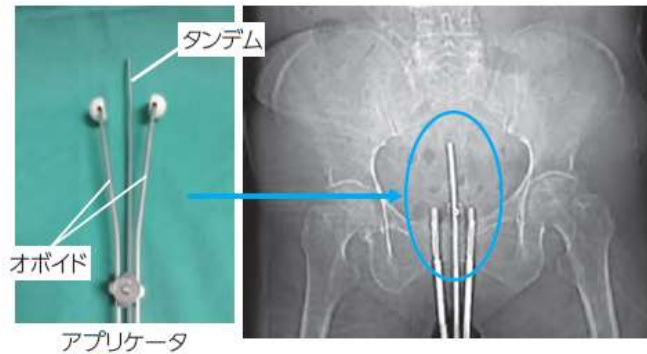
▲ 概 要



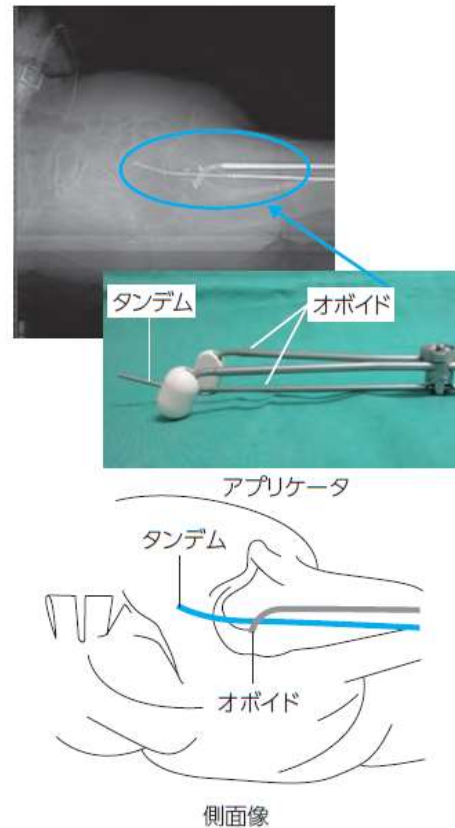
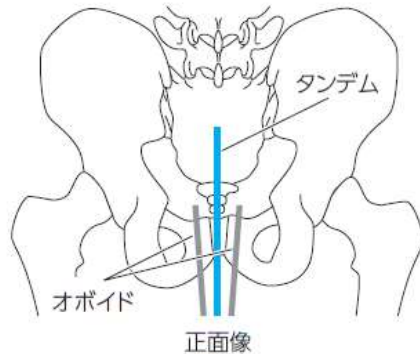
- 腔内照射の代表的な適応疾患の一つ
- 外部照射(対象:浸潤やリンパ節転移)と、RALSによる腔内照射(対象:原発巣)の併用により治療が行われている
- 腫瘍の小さい早期例では、腔内照射を主体に治療し、腫瘍の大きい進行例では外部照射を主体に治療する



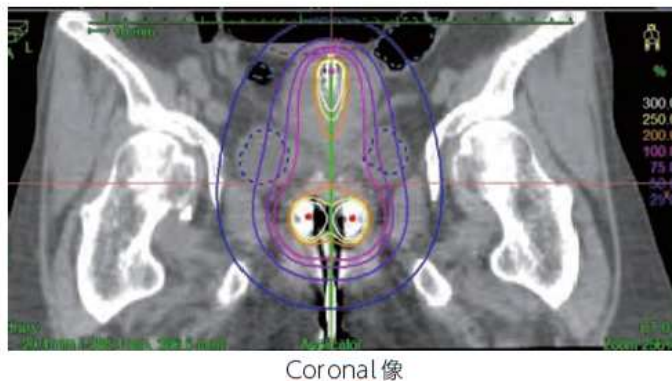
a: 腔内照射の正面像, 側面像



b: 腔内照射の正面像, 側面像 (イラスト)



c: 線量分布図



- (a)は腔内照射時のアプリーケーターが挿入されている正面像と側面像であり, (b)はそのイラストである

- タンデムは子宮に挿入されており, オボイドは腔最奥部で固定される

- (c)は, 腔内照射における線量分布図である.

6 Gyを100%としたとき, それぞれの線はピンクが100%, その外側の紫が75%, さらにその外側の紫が50%を表す等線量曲線である

- 腔内照射の場合, Coronal像の100%の線量が洋ナシ型の分布を作るのが特徴である

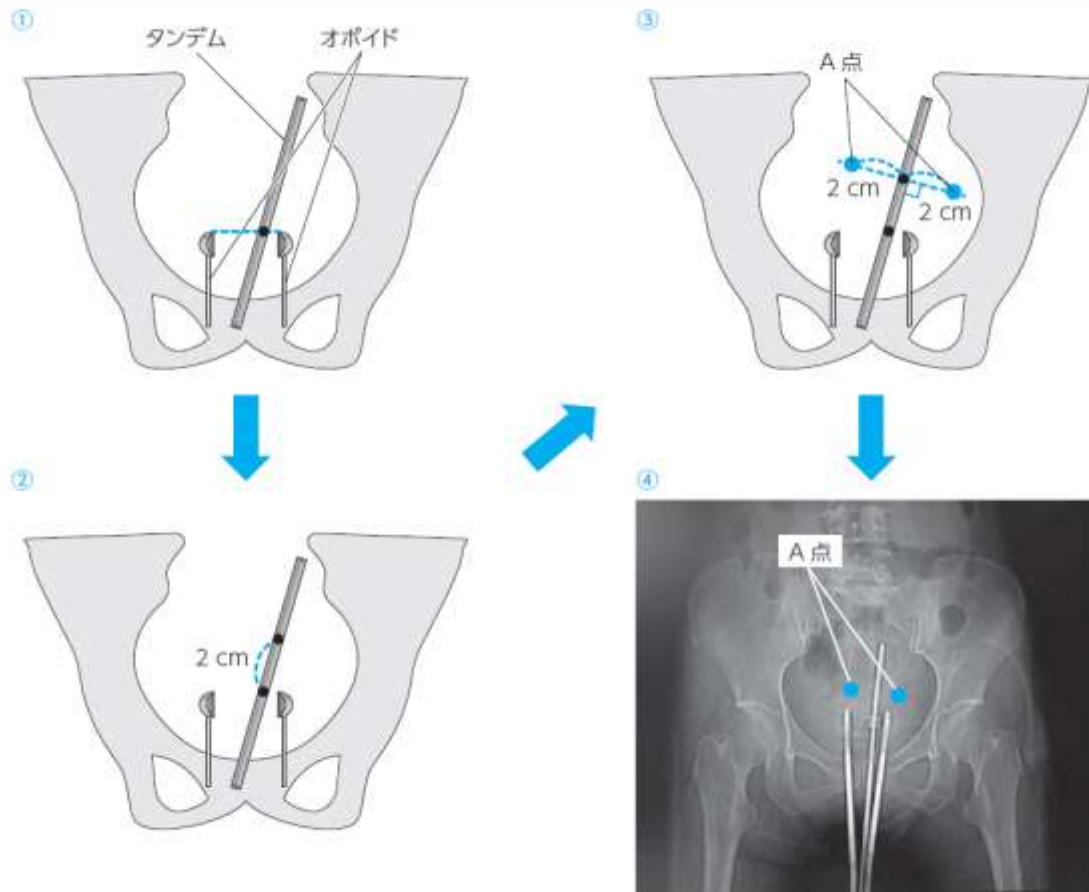


線源の配置方法にはマンチェスタ法、パリ法などが存在するが、日本ではマンチェスタ法が一般的に用いられる

マンチェスタ法(腔内照射)

- ・ 1本のタンデムと2本のオボイドを用いて、子宮頸部に膨らみのある線量分布により子宮全体をカバーする
- ・ 洋ナシ状の線量分布を形成する方法である
- ・ 子宮腔内に直列に配置するタンデムを子宮底まで到達させる
- ・ 腔内左右に配置するオボイドは可能な限り間隔をとることが原則である
- ・ タンデム線源下端とオボイド中心間距離は1 cm以上としたほうが直腸線量が高くなり、線量分布が良好なものになる

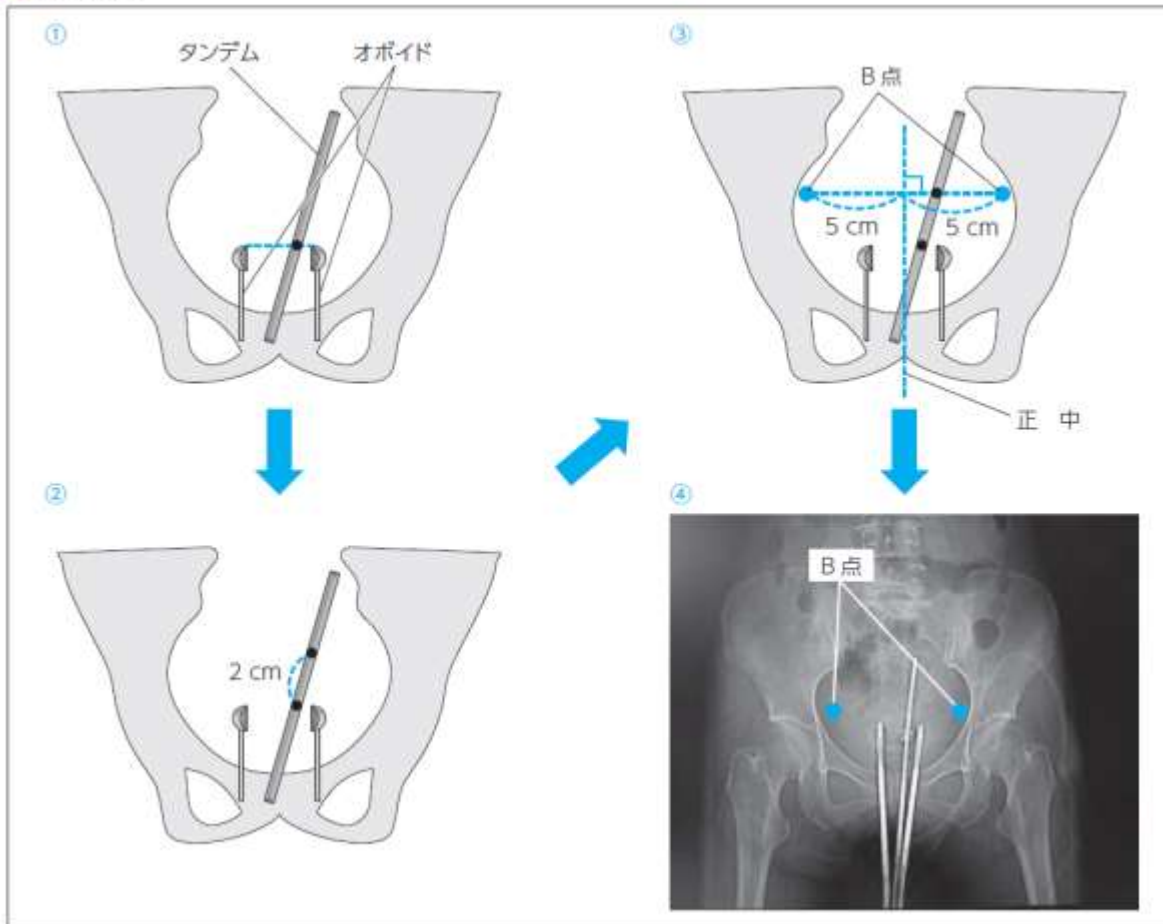
▲ A点線量



- ・ A点は、外子宮口より子宮腔軸に沿って2 cm頭側の高さを通る垂線上の2 cm外側の点
- ・ 原発巣の治療効果を最もよく表す線量であり、腔内照射における病巣の線量の基準点として定義される(原発巣の治療線量の指標)
- ・ 真ん中のアプリーケーターがタンデムを、両側のアプリーケーター2本がオボイドを表す
- ・ 子宮は体の正中に対して、必ずしも真っ直ぐとはとは限らない
- ・ 図でA点を求める場合、
①外子宮口(=オボイド先端)を基準として、
②タンデム(=子宮の腔軸)に沿って2 cm頭側の点の、
③垂直線上両側2 cmの点となる(④は実例)



▲ B点線量



- B点は、外子宮口より2 cm上方の点を通る水平面上で、正中線から5 cm外側の点である
- 骨盤壁付近の線量の目安は、骨盤壁浸潤・骨盤内転移に対する線量の指標
- 図でB点を求める場合、
 - ①外子宮口(＝オボイド先端)を基準の位置として、
 - ②タンデム(子宮の傾き)に沿って2 cm頭側の点を通る高さで、
 - ③正中線から両側5 cmの点となる(④は実例)
- 画像診断の発達した現在ではB点の意義は乏しい



子宮頸癌の腔内照射

- アプリケーター

- ✓ タンデム
- ✓ オボイド

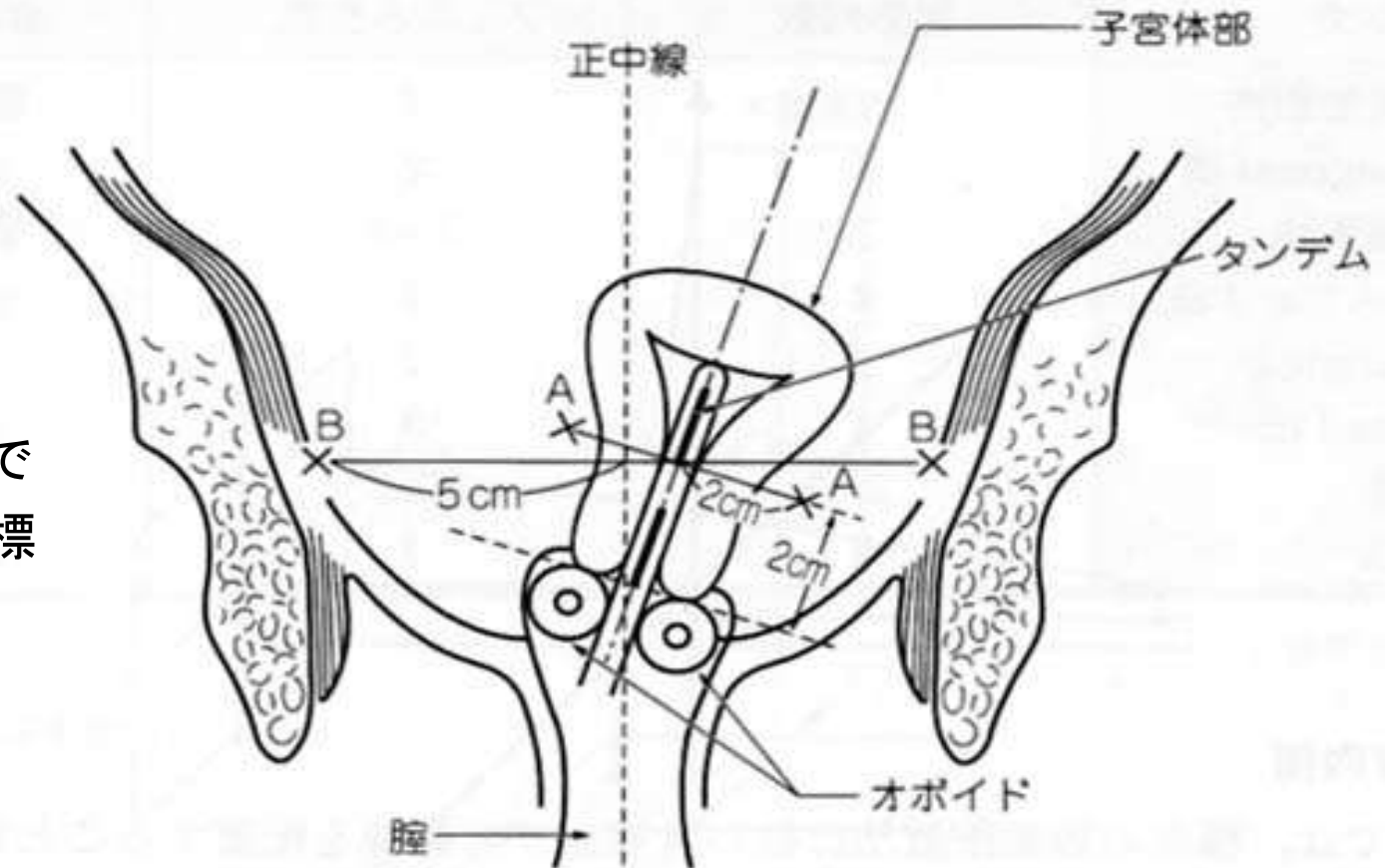
- 線量評価点

- ✓ A点線量

病巣線量の基準点で
膀胱直腸線量の指標

- ✓ B点線量

骨盤壁線量の指標



※A点,B点の意味と位置
が国試によく出る

マンチェスタ法による子宮頸癌の腔内照射
(放射線治療物理学(第3版), 文光堂, p311)



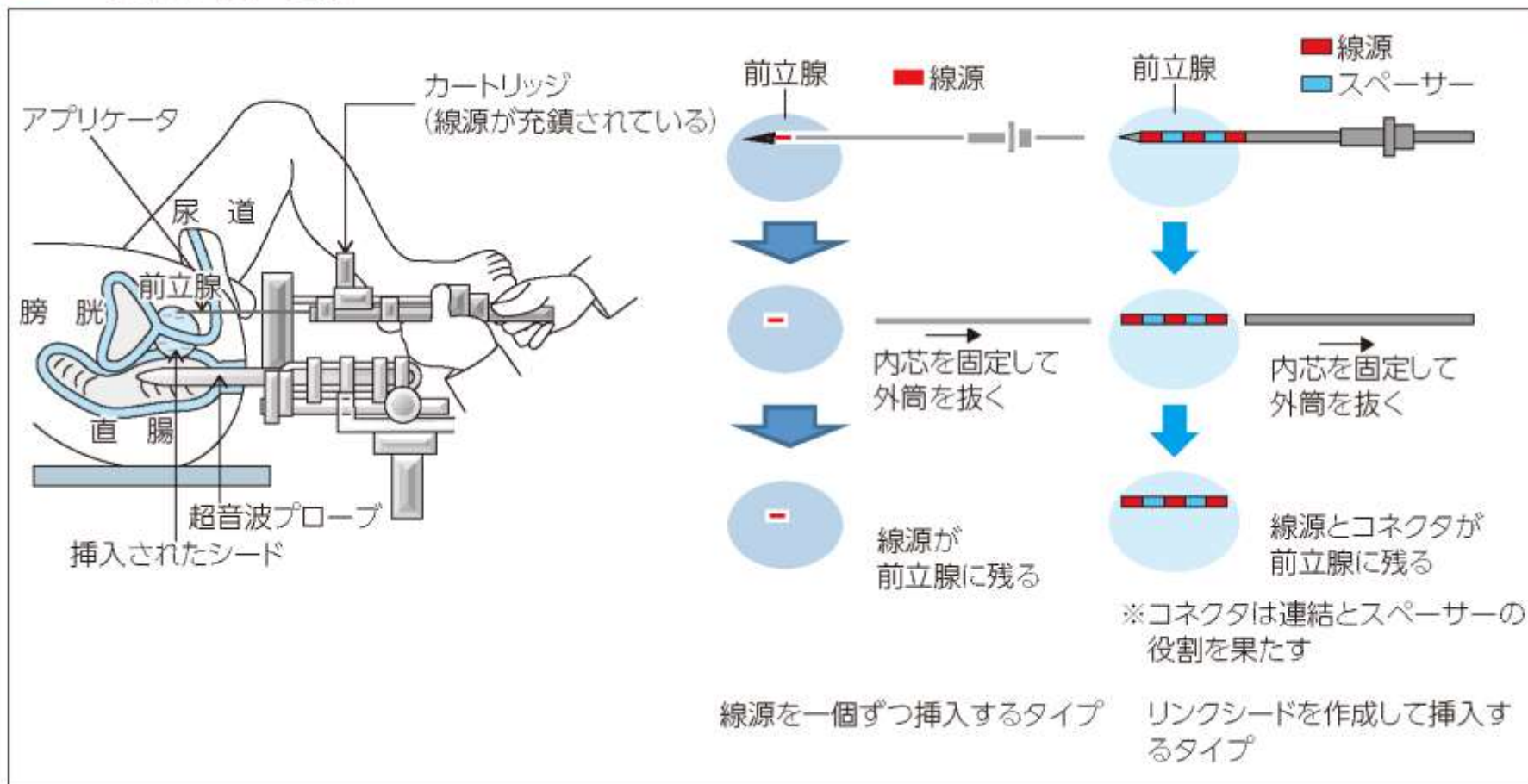
2 治療例（前立腺癌）

▲ ^{125}I 永久挿入法の概要



- 腫瘍およびその近辺の正常組織に密封小線源を挿入配置して照射する方法
- 線源留置期間（一時挿入法と永久挿入法）で分けられることが多い
- 前立腺癌が最も代表的な適応疾患であり，一時挿入法と永久挿入法があり，病状により使い分ける
- 使用するアプリータの本数は腫瘍のサイズにより異なり，腫瘍が大きいほど使用するアプリータの本数が多くなる
- 局所麻酔下や場合によっては全身麻酔下で行われる
- 手技が煩雑であるため，腔内照射に比べ実施できる施設が少ない
- 適応：前立腺癌，口腔癌（舌癌，口腔底癌，頬粘膜癌），子宮頸癌，中咽頭癌，乳癌など
- 前立腺癌における小線源治療には ^{125}I 永久挿入法と ^{192}Ir 高線量率組織内照射がある
- 尿道や直腸などの他の臓器への影響が少なく，治療効果が高い
- 経直腸超音波装置を用いた経会陰アプローチによって行う
- 長さが4.5 mm，直径が約0.8 mmのカプセルを50～100個程度使用する
- 線源はカプセル状になっており，チタン製で中に ^{125}I が密封されている
- 治療後は微量の放射線が体外に放出されるため，周辺への影響が軽微であることが確認されるまで個室への入院が必要である
- 総線量140～150 Gy程度の照射を行うが，線量率効果を考慮すると，外部照射の70～80 Gyに相当する
- 線量が半年ほどかけてゆっくりと前立腺に直接照射され，1年経つとその線量はほぼゼロになる



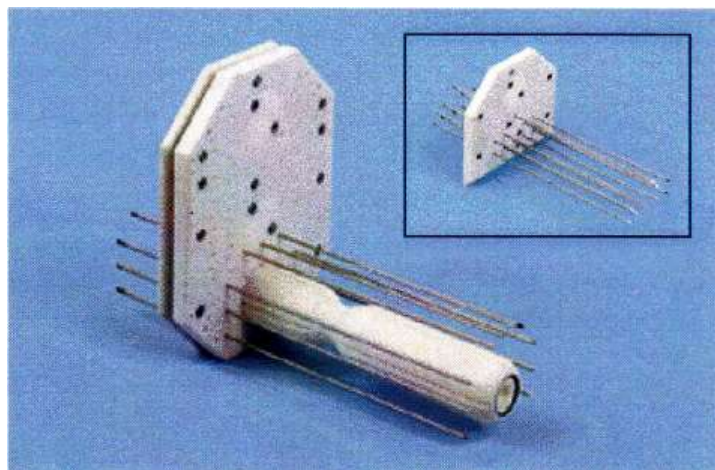


- 局所麻酔下または全身麻酔下で、肛門から超音波プローブを挿入し、ガイド下で確認しながらアプリーケーターの刺入を20本程度行う
- アプリーケーターは会陰部より刺入する
- カートリッジ内は線源が充填されている
- アプリーケーターの刺入後、超音波やX線写真を確認して線源を留置する
- アプリーケーター内は線源とスペーサーが交互に充填されており、外筒を抜くことで前立腺に線源とスペーサーが残る



RALS室で行う

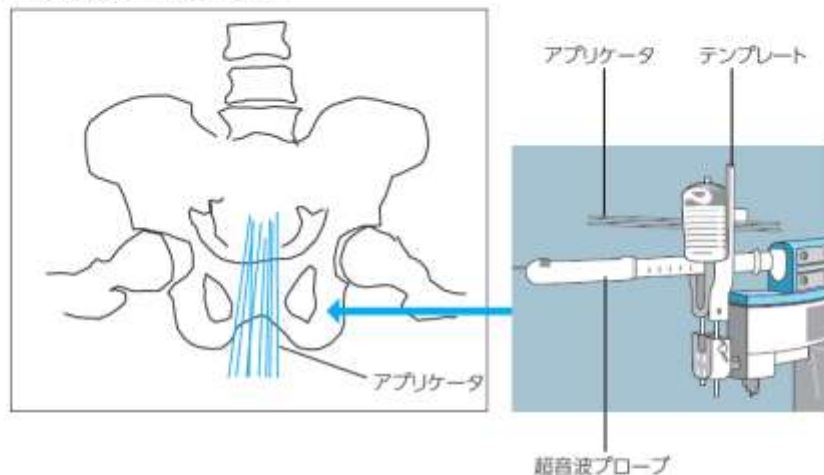
- 図は前立腺に対してアプリータを挿入している様子である
- 尿道や直腸など他の臓器への影響が少なく、治療効果が高い
- 外部照射と併用される
- 投与線量や均等性の点で、永久挿入法に比べ高い精度での治療が可能である
- 線源位置およびその停留時間を変化させることで、任意の線量分布を作成することが可能である
- 前立腺被膜近傍へのアプリータ刺入も容易であり、被膜外浸潤のある症例にも対応できる
- 術者の被ばくが無い
- 線源が前立腺外へ脱落するといった心配がない
- 治療後の日常生活に対して、入院などの制約がない



▲ ^{192}Ir 一時挿入法の実際

前立腺癌における組織内照射

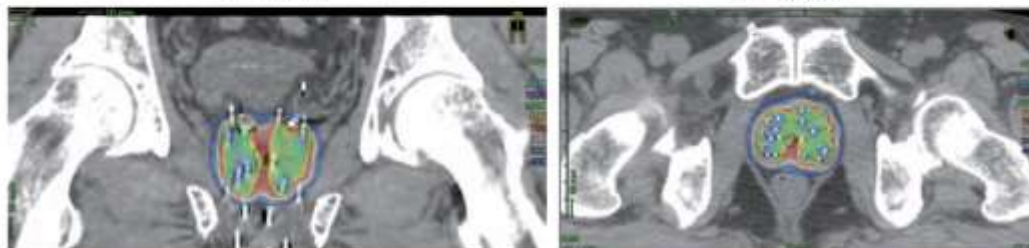
a: アプリケーター刺入時の骨盤正面イラスト



b: 線量分布図

Coronal 像

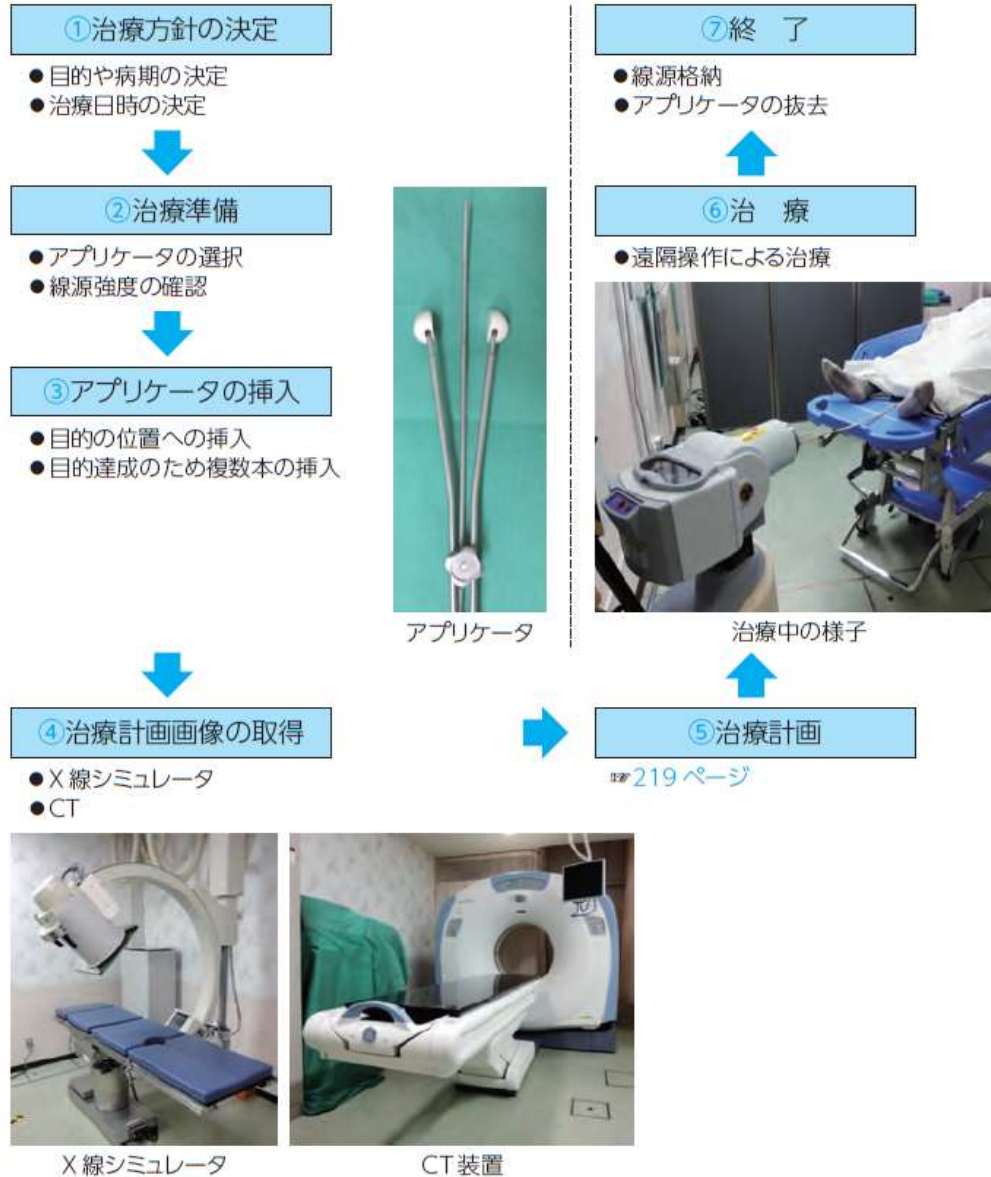
Transverse 像



- 一時挿入法はアプリケーターを使用し, RALSで行われる
- テンプレート及び超音波プローブが一体化されたシステムを用いて, ガイド下で経会陰部式にアプリケーターの刺入を行う
- CTガイド下によって施行する場合もある
- 1度の治療で十数本程度のアプリケーターを使用する. 低線量域, 高線量域をなくすために14本以上のアプリケーターの使用が望ましい. 使用する本数はCTVの大きさに依存し, CTVが大きいほど多くのアプリケーターを使用する
- 刺入後はテンプレートと皮膚を縫合し固定する
- 正中は尿道が存在するために刺入を行わない
- 頭側に存在する腸管への刺入に注意する
- (a)は前立腺癌に対してアプリケーターを刺入している骨盤正面のイラストである
- (b)は, 組織内照射時の線量分布図である. 前立腺被膜の対する処方線量を7.5 Gy(赤線)とし, 尿道と直腸線量には高線量が入らないように線量分布を調整している
- Transverse像では, 標的である前立腺に対して6 Gy(白線)以上が投与され, 直腸や正中に存在する尿道の線量が低減している様子が分かる

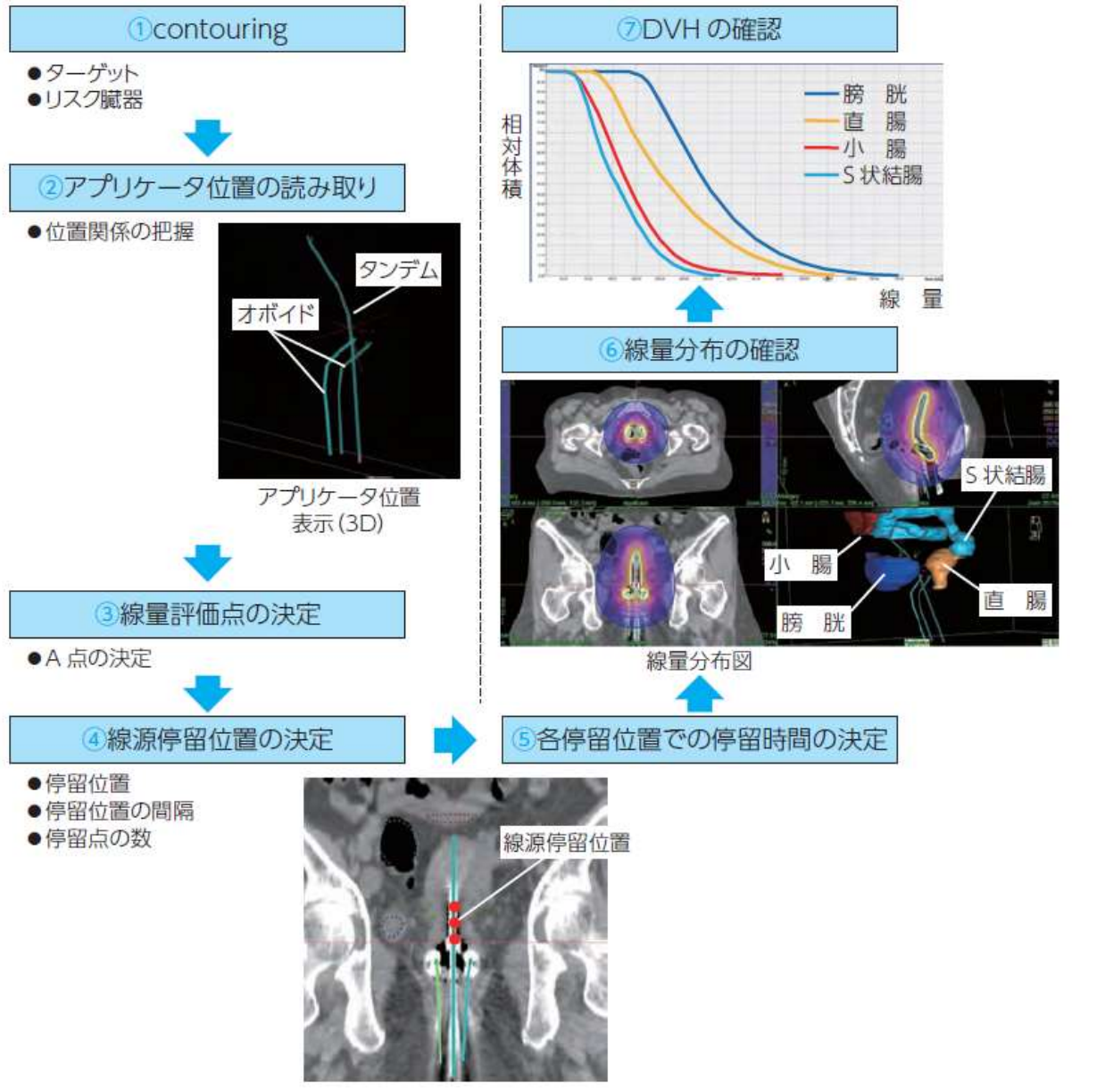
1 全体の流れ

▲ 小線源治療のフローチャート



2 治療計画の流れ (三次元治療計画)

▲ 治療計画のフローチャート



7 法令のポイント

1 診療用放射線照射器具を永久的に挿入された患者の退出について

(医業安第 0313001 号を要約)

▲ 診療用放射線照射器具を永久的に挿入された患者の退出について

- 診療用放射線照射器具を挿入された患者が診療用放射線照射器具使用室、あるいは放射線治療病室等から退出する場合、一般公衆および自発的に患者を介護する家族などへの患者からの放射線被曝が懸念される。
- 公衆および介護者について抑制すべき線量の基準は、公衆に対しては 1 年間につき 1 mSv、介護者については 1 行為あたり 5 mSv とし、さらに患者を訪問する子供について 1 行為あたり 1 mSv として、放射能および線量率による基準と定められている。
- 退出に当たっては、「1. 放射能及び線量率による基準」、「2. 診療用放射線照射器具を挿入された後の線源脱落の対策」、「3. 患者への注意及び指導事項」の 3 項目からなる基準がある。

■ 放射能及び線量率による基準

診療用放射線照射器具を永久的に挿入された患者が病院内の診療用放射線照射器具使用室または放射線治療病室等から退出する場合には、以下の表1の放射能または線量率のいずれかが基準を超えていないこと

退出(退室)基準

表1 診療用放射線照射器具を永久的に挿入された患者の退出における放射能と1センチメートル線量当量率

診療用放射線照射器具	適用量又は体内残存放射能 (MBq)	患者の体表面から 1メートル離れた地点における 1センチメートル線量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
ヨウ素 125 シード (前立腺に適用した場合)	2,000	2.8
金 198 グレイン	700	48.0



■ 診療用放射線照射器具を挿入された後の線源脱落の対策

・ ヨウ素125シード

膀胱や尿道への脱落が術中に確認された場合は、膀胱鏡による検査を施行して脱落したシードを回収することとする

回収せず膀胱や尿道に脱落したシードは翌日までに尿中(体外)に排出されるため、患者を管理区域内に少なくとも1日入院させ、この間に尿中に排泄された線源の有無を確認したのち帰宅させる

・ 金198グレイン

線源挿入後、少なくとも3日間は放射線治療病室に入院させ、脱落に備える必要がある

線源脱落の確認のため、下表に従って管理する

表2 線源脱落の確認のための入院期間

診療用放射線照射器具	挿入後の最低入院期間
ヨウ素125シード(前立腺に適用した場合)	1日間
金198グレイン	3日間

■ 患者への注意及び指導事項

- ・ 患者の退出を許可するにあたっては、以下に示す注意・指導を、患者とその家族に対して口頭および書面で行うこと
- ・ 次の(ア)～(エ)のいずれかに該当する場合には、一定期間、防護具等でしゃへいを行うなど適切な防護措置を講じること。

(ア)患者を訪問する子供あるいは妊婦と接触する場合

(イ)公共の交通機関を利用する場合

(ウ)職場で勤務する場合

(エ)同室で就寝する者がいる場合

- ・ 退出後一定期間内に脱落線源を発見した場合は直接手で触らず、スプーン等で拾い上げ、瓶などに密閉して速やかに担当医に届け出ること

- ・ 治療後早期に患者が亡くなることは稀であるが、治療後一定期間内に患者が死亡した場合、担当医と連絡を密に取り、火葬に付す前に剖検にて線源を取り出す必要があること。

【例題1】

放射線遮へい治療室での治療が必要なのはどれか。

1. 舌癌 ^{198}Au 治療
2. 前立腺癌 ^{125}I 治療
3. 前立腺癌骨転移 ^{89}Sr 治療
4. 悪性リンパ腫 ^{90}Y 標識抗体治療
5. 子宮頸癌 ^{192}Ir 高線量率腔内治療

【答え】 1 or 2 の複数解

医療法上は「放射線遮へい治療室」の用語は無く不適切問題とされた。
放射線治療は一般的に

- ① 外部照射、
- ② (密封) 小線源治療 → この問題では 1, 2, 5
- ③ (RI) 内用療法、 → この問題では 3, 4
というカテゴリに分けられる。

【例題2】

密封小線源で退出基準があるのはどれか。2つ選べ。

1. ^{125}I
2. ^{137}Cs
3. ^{192}Ir
4. ^{198}Au
5. ^{131}I

【答え】 1, 4

(注意！)

^{131}I は甲状腺癌に対する放射性ヨード内用療法に用いる核種で退出基準が定められている。
(教科書p.281参照)

第2版はこのページです



