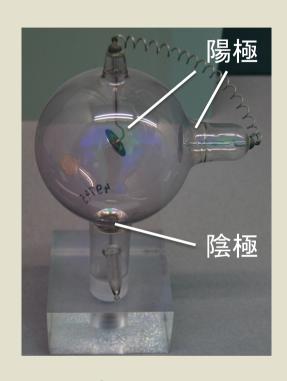
放射線が活躍する医療

MIA違(異)文化勉強会 2015.09.02 小川雅生

レントゲンが開いた放射線利用



X線発見 1895.11.8



医療診断 米国 1896.2



風刺画 1896.4

アウトライン

• 放射線の基礎

・ 診断で活躍 CT MRI PET

治療で活躍X線ビーム重荷電粒子ビーム小線源

放射線とは

空気を電離する(電子をはぎ取る)能力のある微粒子

X線、ガンマ線 電子線 陽子線、アルファ線、重荷電粒子線 中性子線

★ 紫外線は除外される

線量(Dose) とは

Gy グレイ 基本であり、治療に使用

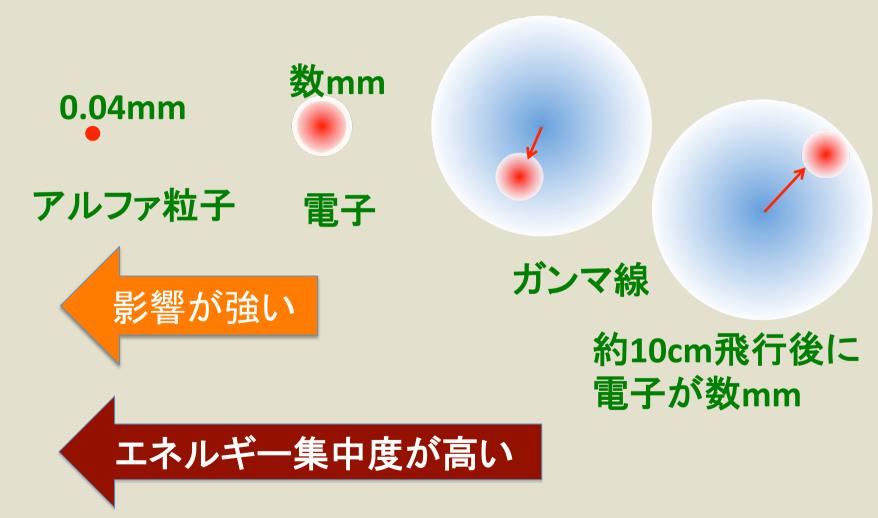
Sv シーベルト 健康管理

両方とも人体・組織に吸収されるエネルギーの密度

単位の定義 J/kg

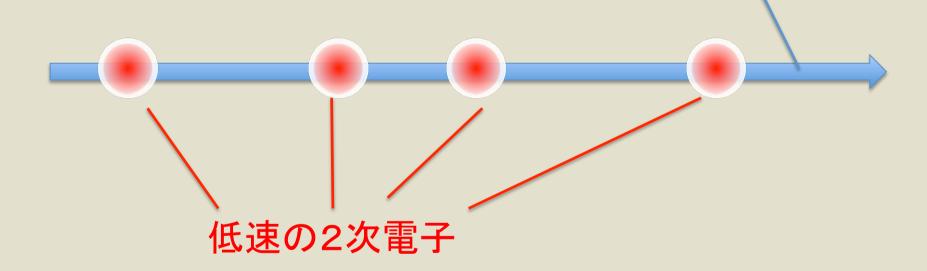
1J(ジュール)は4.2カロリー

放射線のエネルギーが及ぶ範囲



最初の放射線が2次電子を作る

体内を通過する放射線



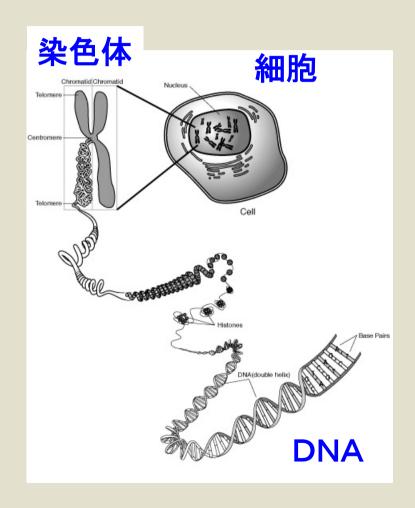
2次電子のエネルギー



有益なとき有害なとき

放射線治療 放射線障害

染色体とDNA

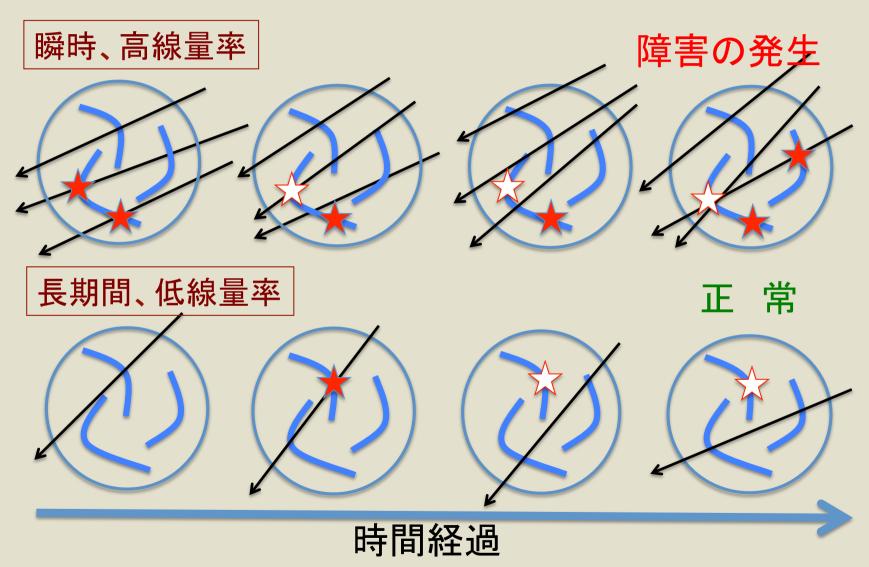


低速の DNAの構造 2次電子 Deoxynbose Sugar Molecule Nitrogenous Bases Weak Bonds Between Bases Sugar-Phosphate Backbone

http://www.accessexcellence.org/RC/VL/GG/chromosome.html

http://blairgenealogy.com/dna/dna101.html

DNAの損傷と修復



放射線への注意

- ・エネルギーが時間、空間に集中する被ばく 高線量率(瞬時に高線量) アルファ線、中性子線
- ・感受性の高い臓器の被ばく 生殖器、腸など
- 長時間にわたる低線量率被ばく よく解明されていないが
- 不要な(医療)被ばく

診断で活躍する放射線

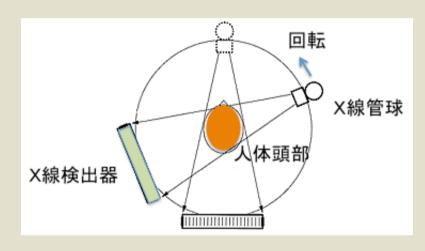
• CT

• MRI

• PET

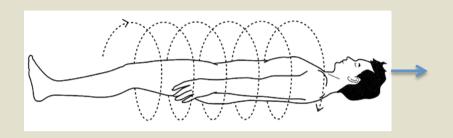
Computed Tomographyの仕組み

多数のX線撮影画像から 立体画像を作成する



1スライス撮影

多数の画像から断層画像を作る複数のスライスから立体画像へ



ヘリカル・マルチスライス撮影

複数のX線源と検出器が回転する 患者は水平方向に移動する 立体画像が撮影される



東芝の320列CT

2015/09/02 MIA異文化勉強会 12

PET & CT



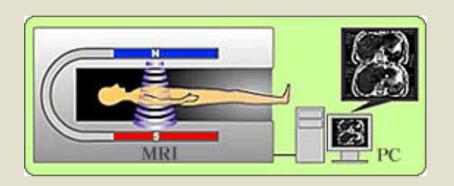
診断で活躍する放射線

• CT

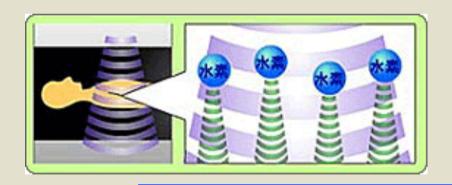
• MRI

• PET

Magnetic Resonance Imaging の仕組み



磁石の中に人が入り、これに 共鳴した体内の水素原子核 からの電波を受信して画像化 する診断装置です。



体内にある水素原子核が磁気 に共鳴して微弱な電波を発生し ます。MRIはその電波を受信し て画像を作成します。

体内の水素原子の濃度から画像を作成

日立メディコ https://www.hitachi-medical.co.jp/open-mri/mri/

MRI画像の例 膝関節





トンネル型MRI

- 高精度
- 閉塞感
- 高価格



GE社製 超伝導磁石 3T

オープン型MRI

- 低精度
- 開放感
- 低価格

しらとり台にある



日立メディコ 永久磁石 0.4T

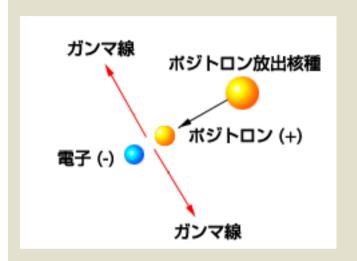
診断で活躍する放射線

• CT

• MRI

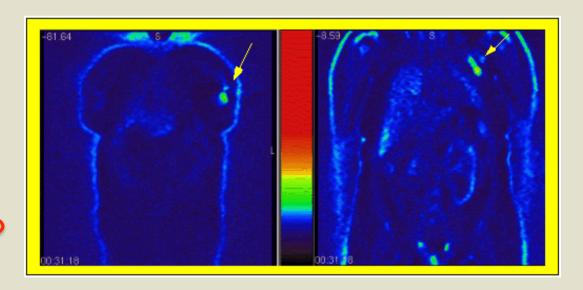
• PET

PET (Positron Emission Tomography)の仕組み

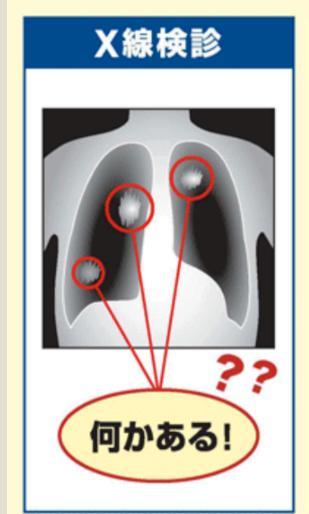


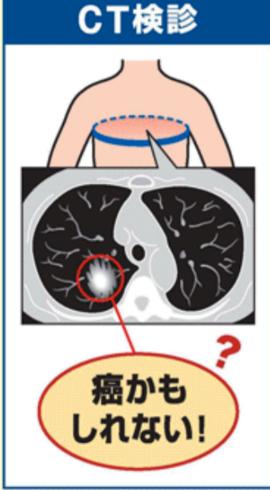


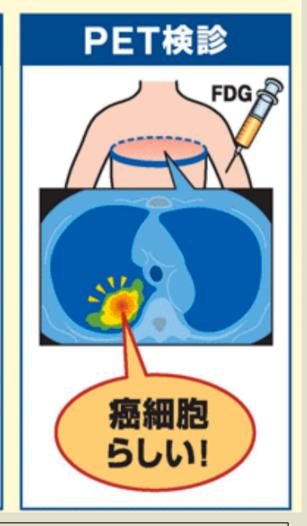
Nuclide	Half-Life
O-15	2 min
N-13	10 min
C-11	20 min
F-18	110 min



X線·CT·PET(診断)



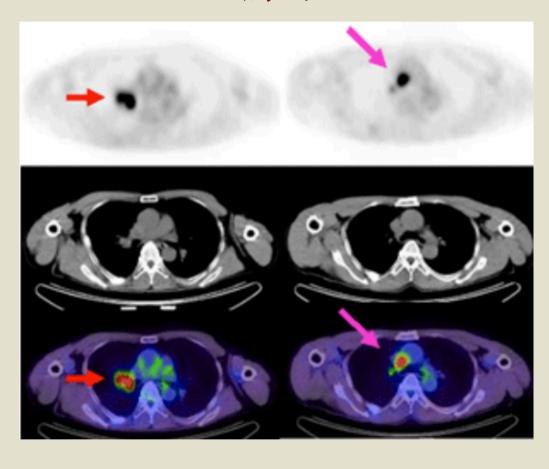




東京国際医療研究センター 放射線核医学科 http://www.ncgm.go.jp/sogoannai/housyasen/kakuigaku/inspect/pet.html

PET+CTの威力

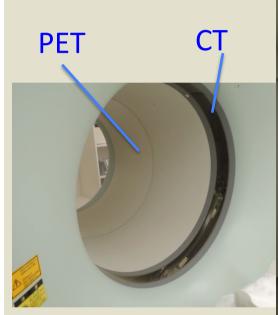


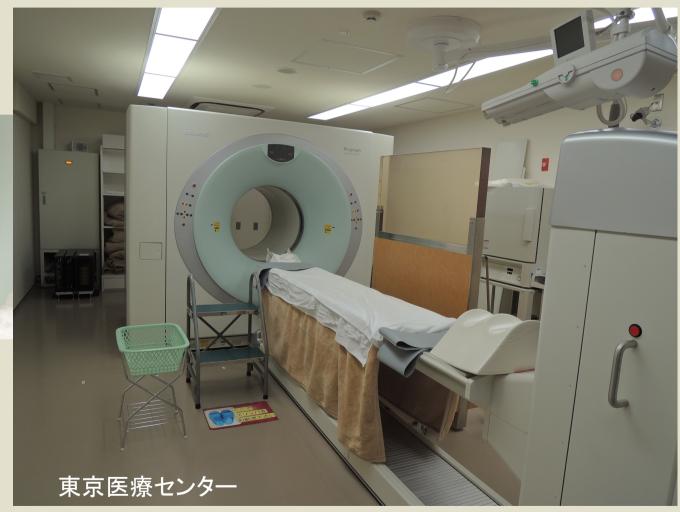


CTの助けでガン組織の位置が分かる

東京国際医療研究センター 放射線核医学科 http://www.ncgm.go.jp/sogoannai/housyasen/kakuigaku/inspect/pet.html

PET+CT 診断装置





機能の比較

CT 多数のX線写真から3D画像を作る電子密度から画像 ⇒ 骨と軟組織の分離組織の位置、形が分かる撮影時間は数秒~数十秒

MRI H₂O濃度から画像 ⇒ 梗塞部と正常組織の分離

機能の異常を識別

放射線被ばくがない

撮影時間は20分~30分

PET 放射性同意元素を含む医薬品を体内に注入

ガンの有無および位置が大まかに分かる

位置の精度は数mmと低い

撮影時間は30分くらい

放射線治療

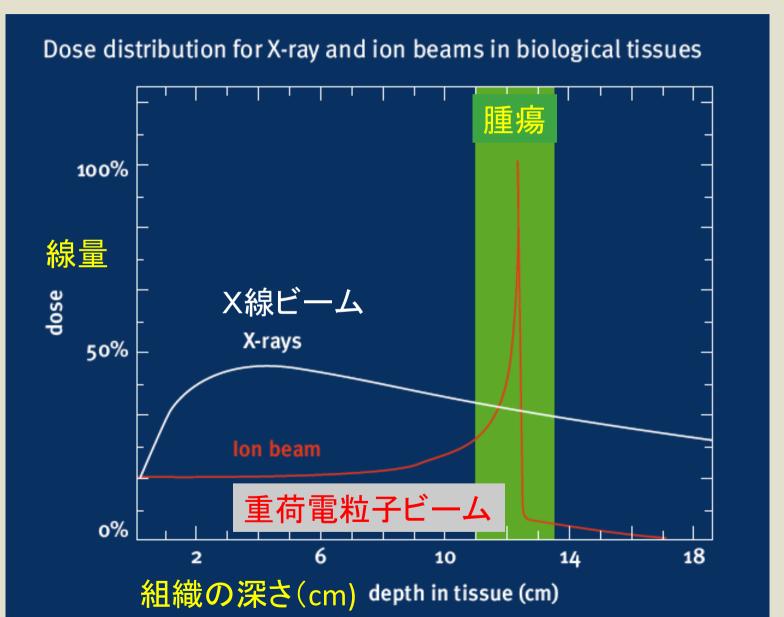
• X線ビーム

数億円

重荷電粒子ビーム100億円?

• 小線源

組織中の線量分布



治療用電子線リニアック

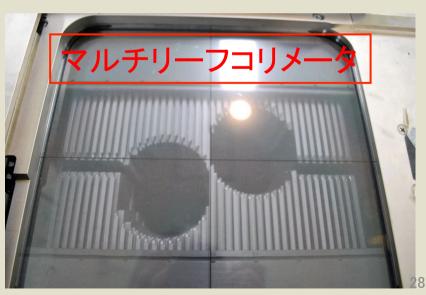


定位放射線治療 IMRT









X線ビームの分割照射



照射位置を慎重に設定

治療進行に伴い患部の大きさ、体形が変化する

放射線治療学総論 放射線治療の原理 2013.5.14 東京慈恵会医科大学放射線医学講座 兼平千裕氏



1回の照射時間は1分ほど

1回 約2グレイ

1日 1回

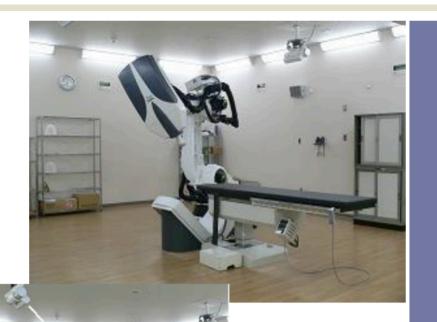
1週 5回

総線量 60~70グレイ/6~7週

2015/09/02

MIA異文化勉強会

29



サイバーナイフ

1994年 •超小型リニアック

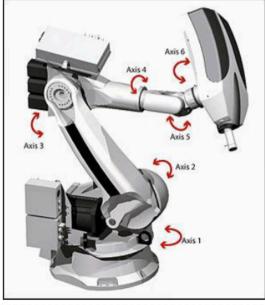
・自由度の高いロボットアーム

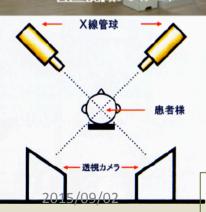
・任意の方向からの照射

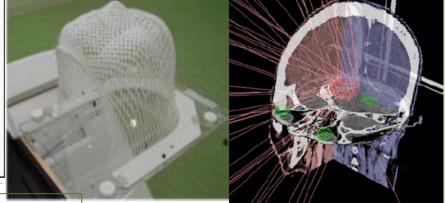
•100-200本のビーム

•動体追跡技術

・体幹部腫瘍も承認

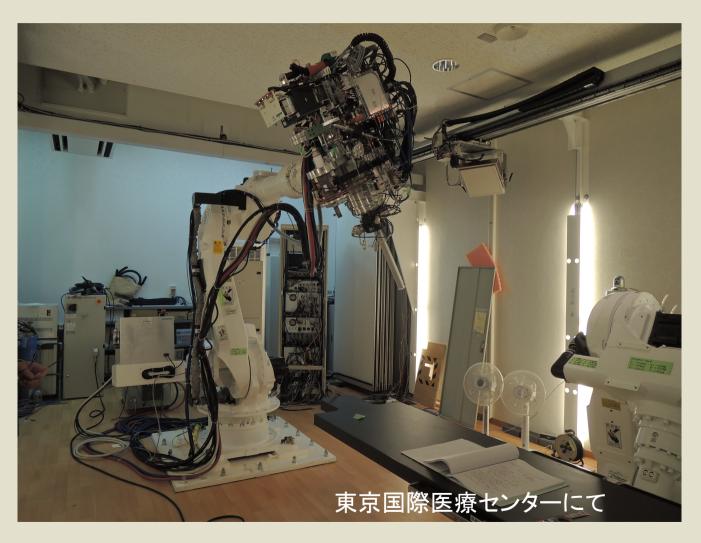






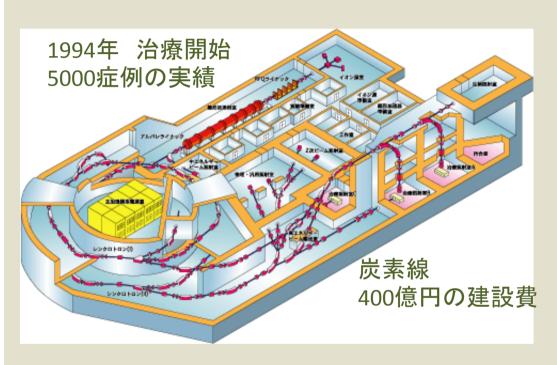
放射線治療学総論 放射線治療の原理 2013.5.14 東京慈恵会医科大学放射線医学講座 兼平平裕氏

開発中のサイバーナイフ

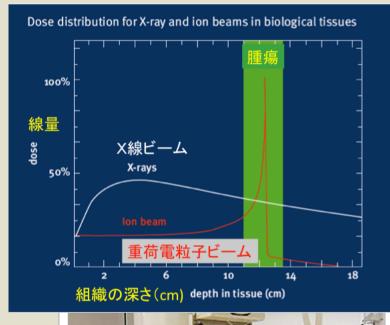


重粒子線治療 HIMAC

放射線医学総合研究所

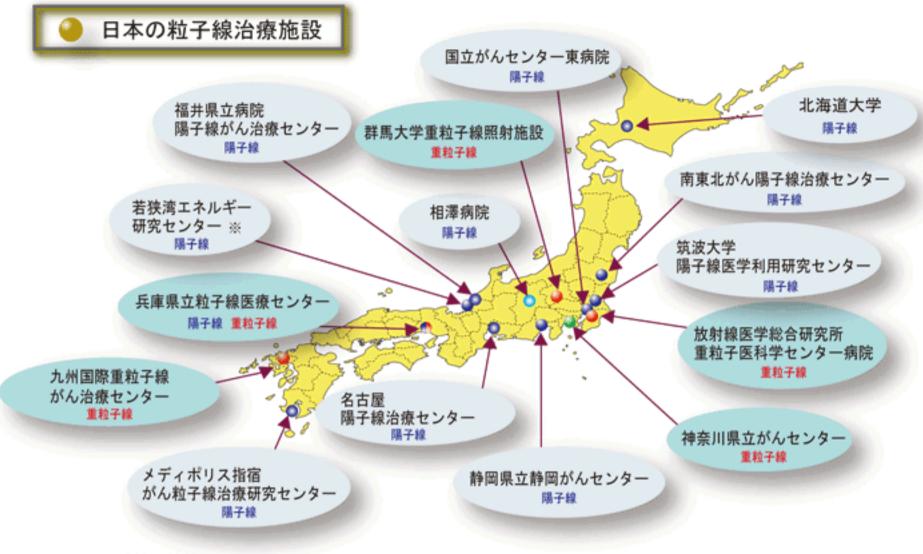


頭頚部ガン、中枢神経腫瘍、肺ガン、子宮ガン、 前立腺ガン、骨軟部肉腫、食道ガンなどが治療 の対象となっている。





http://www.nirs.go.jp/outline/nirs/cancer treatment/



- 重粒子線施設
- 重粒子線施設(建設中)
- 陽子線施設
- 陽子線施設(建設中)
- ※陽子線施設(終了)

国立研究開発法人 放射線医学総合研究所 2015.04

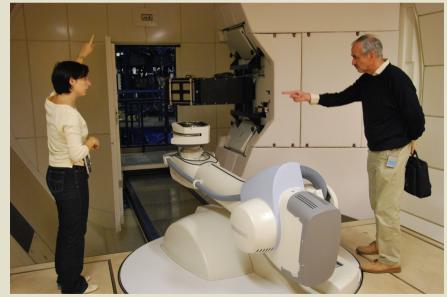
ドイツ・ハイデルベルグ大学の新装置

@2010.9

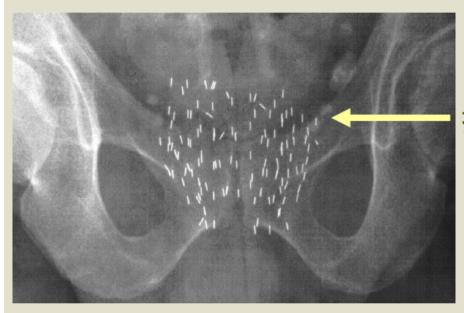


陽子線と炭素線





小線源治療

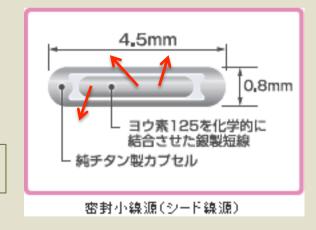


挿入された小線源

放射線治療学総論 放射線治療の原理 2013.5.14 東京慈恵会医科大学放射線医学講座 兼平千裕

> 密封小線源療法とは? 日本メジフィジックス株式会社 http://www.nmp.co.jp/seed/about/brachytherapy.html

線源を封入したカプセル 半減期 59日 低エネルギー電子を放射



粒子線治療:先進医療除外も 一部のがん、優位性を示せず

毎日新聞 2015年08月08日 09時30分 (最終更新 08月08日 10時36分)

◇日本放射線腫瘍学会、厚生労働省に報告書提出

重粒子線や陽子線を患部に照射し、がんを治療する粒子線 治療について、日本放射線腫瘍学会が「前立腺がんなど一部 では、既存の治療法との比較で優位性を示すデータを集めら れなかった」とする報告書を厚生労働省に提出した。粒子線 治療はがん細胞を狙い撃ちできる治療法として普及し、診療 報酬上も自己負担となる照射費用以外は保険適用される優遇 を受けている。同省は優位性を示せない部位について、有効 性や副作用の有無を調べる臨床試験を求める「格下げ」や、 がんの進行度に応じて先進医療からの削除も検討する。

粒子線治療は、機器や治療技術の有効性、安全性がある程度認められるとする「先進医療A」に指定され、照射のための300万円前後の費用を自己負担すれば、残りの入院や検



患者が重粒子線照射を受ける治療室の機器=佐賀県鳥栖市の九州国際重粒子線が ん治療センターで、上田泰嗣撮影

まとめ

- 進化が速い医師・技師の教育
- ・ネットワーク

診断治療情報の統合

セキュリティ強化

- CT 高線量率に向かう 被ばく量の増加
- MRI 高磁場化 ⇒ 高周波電磁波の問題
- 治療 放射線医学物理士の養成