

NUCLEAR MEDICINE IN CLINIC

臨床核医学

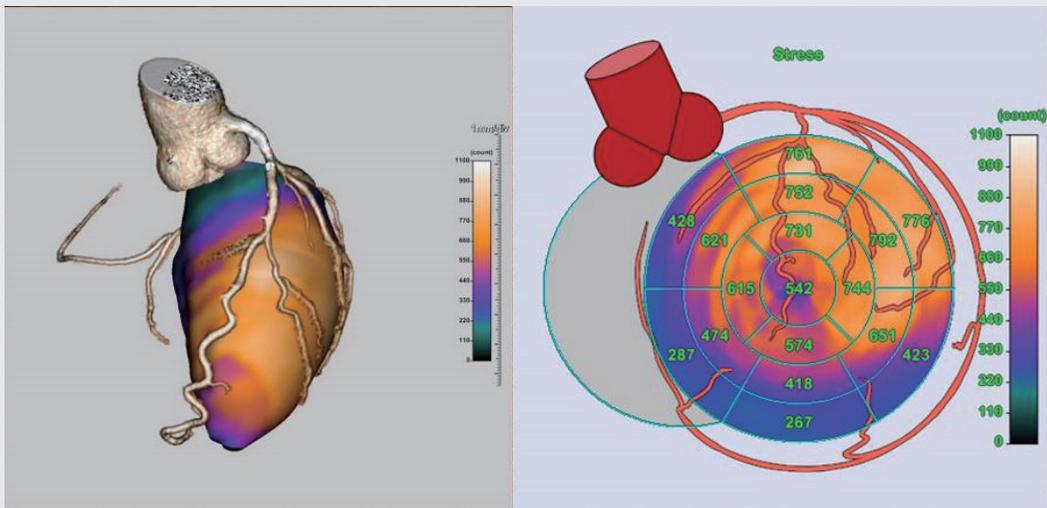
2020

Vol. 53 No. 1

1月号 1~16頁

放射線診療研究会

1968年創刊通算253号(奇数月刊行)

<http://www.meteo-intergate.com>(本誌論文検索用)*See Page 2*ホームページ・Online版 www.rinshokaku.com

- [症例クイズ] 解答編(第916回 放射線診療研究会 報告) 2
須山 淳平
- [講演] 前立腺がんの集学的治療とラジウム-223 5
石山 博條
- [留学記] スタンフォード大学に留学して 9
鳥井原 彰

症例クイズ

解答編(第916回 放射線診療研修会 報告)

須山 淳平¹⁾ SUYAMA Jumpei 福島 賢慈²⁾ FUKUSHIMA Kenji 橋本 順³⁾ HASHIMOTO Jun
 内山 眞幸⁴⁾ UCHIYAMA Mayuki 伊藤 公輝⁵⁾ ITO Kimiteru

前号に第916回放射線診療研究会で行われた症例検討会で出題された問題を掲載しております。

今号で以下に解答および解説を呈示いたします。

【出題1】(出題：福島賢慈先生)

問題1(1)あるいは(2) 問題2(3)と(4)
 問題3(2)

心筋虚血の存在およびその分布の把握に心筋血流シンチグラフィが有用であるが、冠動脈の分布には個人差があるため、心筋SPECT所見のみから血流低下領域の責任血管の同定が難しいことがよくある。

特に、右冠動脈と左冠動脈回旋枝領域の血流分布は様々であり、CAGや冠動脈CT・MRI等と併せての評価が必要となる。これらの支配領域の優位性は通常後室間溝を走行する後下行枝(Posterior Descending Artery = PD)がRCA, LCXのどちらから分岐するかで定義される。この定義を用いると、RCA優位の症例の方が多く、LCX優位なのは10-

20%程度とされる¹⁾。しかし、心臓核医学や血行再建で注目されている左室心筋に限定した支配領域ではLCXが優位となる(動物実験ではRCA 26%, LAD 50%, LCX 32%²⁾)。

本症例では、中隔基部側にまで広がる広範な集積低下があり、還流域が大きなRCAが責任血管と考えられたが、冠動脈CTからはLCXの末梢がRCA基部まで灌流するvariantであり、RCAは低形成ではほぼ右室枝とconus枝のみで構成されると考えられた。問1の解答は(1)あるいは(2)となる。

このような症例では冠動脈造影でもRCA基部閉塞が否定しきれず、冠動脈CTでの3次元的な走行関係評価が診断に役立つことが経験される。また、CT-SPECTのfusion画像是冠動脈の走行と血流分布の関係を把握するうえで、有用である。本症例のCT-SPECT fusion画像是図12に示す。LCX

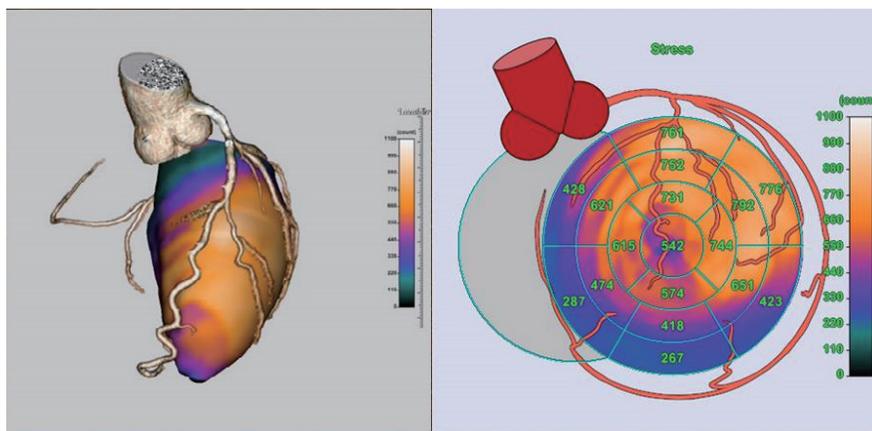


図12 CT-SPECT fusion画像

- 1) 杏林大学医学部放射線医学教室 〒181-8611 東京都三鷹市新川6-20-2
 TEL : 042-247-5511 FAX : 042-276-0361 E-mail : suyama@ks.kyorin-u.ac.jp
 Kyorin University, School of medicine, Department of radiology.
- 2) 埼玉医科大学国際医療センター核医学科
- 3) 東海大学医学部専門診療学系画像診断学
- 4) 東京慈恵医科大学放射線医学講座
- 5) 国立がん研究センター中央病院放射線診断科

領域が広範であり、その領域に血流低下が存在することが客観的に判断できる。問題3の解答は(2)となる。

MRIでは梗塞心筋に遅延造影が認められるため、冠動脈MRAにより梗塞範囲と血管走行の関係を確認することができる。虚血重症度としては基部側のみであるにも関わらず範囲が広く、介入が必要と考えられ(5)経過観察は選ぶべきベストな選択肢ではないと考えられる。問2の解答は(3)および(4)となる。

【出題2】(出題：内山眞幸先生)

問題1(1) 問題2(3)

肺血流シンチグラフィで用いられる核種はTc-99m-MAA(大凝集人血清アルブミン)はコロイド状物質で、肺毛細血管径より大きいため肺動脈の末梢にトラップされ、そのため肺動脈血流分布を反映する。付着しやすい性質があるため、シリンジ内に吸った後は残存が増えないように早めに投与したほうがよい。末梢肺動脈内にトラップされた核種はMAAが体内で貪食されるため、freeとなる99mTcの影響を考慮すると、全身像を撮影しシャント率を計測したのち、static像を撮影するほうがよい。したがって、解答は(1)となる。

蛋白漏出シンチグラフィはアルブミン製剤(Tc-99m-HSA-DTPA)が用いられる。正常では、腸管は描出されないが蛋白漏出性胃腸症の症例では経時的に腸管内に広がる異常集積が確認され、漏出部位の同定にも有用であることがある。問題2の解答は(3)のSLEであった。SLEの消化管病変は、ループス腸炎と別に本症例でも提示されたタンパ

【出題3】(出題：伊藤公輝先生)

問題1(2) 問題2(2) 問題3(4) 問題4(5)

Nakamotoらの報告¹⁾によると、頭頸部領域の生理的なFDG集積は、口蓋扁桃(98%)、軟口蓋(96%)、咽頭扁桃(96%)に多く認められ、下鼻甲介(4%)、甲状腺(3%)、舌(1%)では少ない。唾液腺や声帯への集積は様々である。問題1の解答は(2)の舌筋となる。

本症例では、舌部正中にMIP像で紡錘状にみえる集積を認め、一見生理的集積のように見えてしまう。また、化学療法後に集積が低下しており、この所見も生理的集積と間違えやすい。しかし、

《参考文献》

- 1) Shriki JE, Shinbane JS, Rashid MA, et al. Identifying, characterizing, and classifying congenital anomalies of the coronary arteries. *Radiographics*. 2012;32(2):453-68.
- 2) Ide S, Sumitsuji S, Yamaguchi O, et al. Cardiac computed tomography-derived myocardial mass at risk using the Voronoi-based segmentation algorithm: A histological validation study. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2017;11(3):179-182.

ク漏出性胃腸型がある。ループス腸炎はさらに虚血性腸炎型(主に小腸)と大腸多発潰瘍型(主に大腸で特に直腸)が存在する。虚血性腸炎型は粘膜下層から漿膜下組織の血管炎により、広範な腸管浮腫を来すため、腹痛・嘔吐・下痢等の急性腹症の原因となる。大腸多発潰瘍型は、血管炎が存在し、類円形または不整形の深掘れ多発潰瘍を形成する。穿孔や穿通を起こすため、外科的治療を要する症例や死亡例もある。また、他のタイプと異なりステロイドの反応性も悪く、予後が不良となる。タンパク漏出性胃腸症型は、血管炎によるものではなく、下痢・低タンパク・低栄養等の症状を呈してくるが、内視鏡所見に乏しいため、タンパク漏出シンチグラフィのよい適応になる。潰瘍性大腸炎やクローン病にも小児例は存在するが、内視鏡、CT、超音波検査等の画像所見で特徴的な所見を呈するため、核医学検査の対象にあまりならない。提示症例は蛋白漏出型SLE症例で蛋白漏出シンチグラフィで蛋白漏出を認めた(前号出題編図7)。核種静注2時間後から回腸および上行結腸に強い異常集積が認められ、経時的に集積が移動していることがわかる。

治療数か月後に、舌の動かしにくさを自覚しており、その後に構音障害と嚥下紹介も出現していた。再施行されたFDG-PET/CTで経時的に集積が増悪しており、最終的に明らかな病変となった後の生検にて舌転移と診断された。

口腔における転移性腫瘍の発生頻度は1%程とされる²⁾。口腔転移では、顎関節部(特に下顎骨)が多く、次いで軟部転移として歯肉に多く見られる(図13)。舌筋への転移はまれである。本例では厳密には舌のリンパ節への可能性もあるが、腫瘤を形成した場合の両者の鑑別は困難である。口腔転移を起こす原発巣は肺、乳房、腎、骨、結腸、皮膚に多いとされ、腭癌はまれである³⁾。

本症例は60歳代であるが、50歳代後半に局所進行腭癌と診断され、腹腔動脈合併尾側腭切除術お

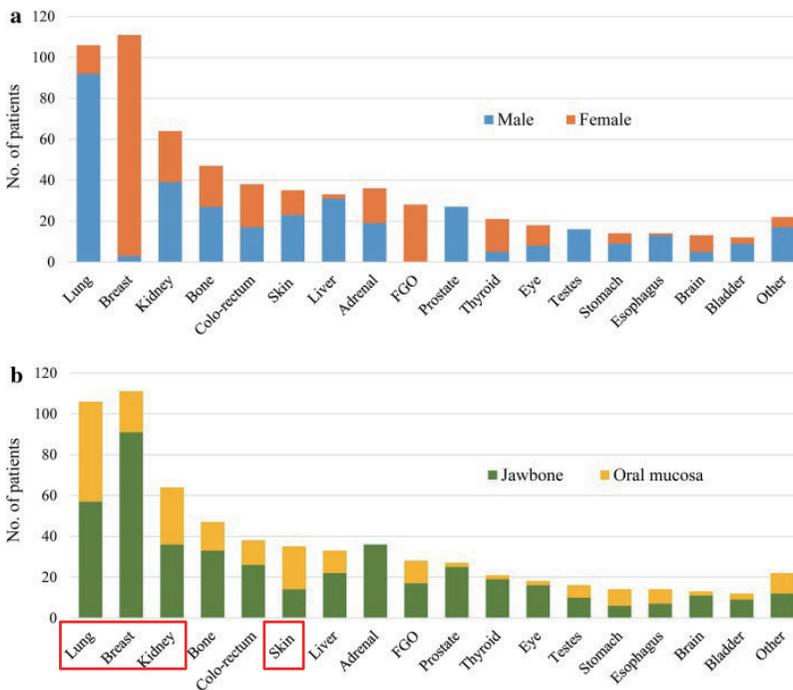


図13 口腔転移の原発部位別の頻度 a 性差の割合 b 転移部位(骨と軟部)の割合 (文献(3)から転載)

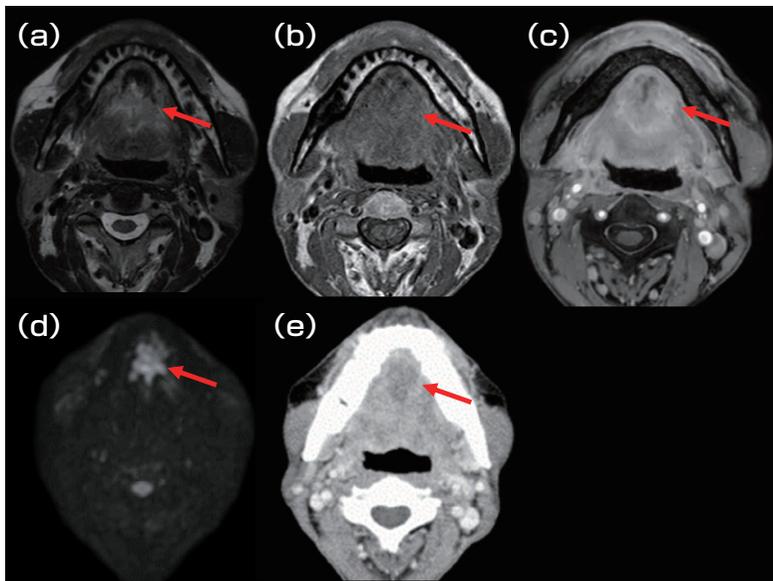


図14 舌部のMRI (a) T2強調横断像 (b) T1強調横断像 (c) 造影T1強調横断像 (d) 拡散強調像 (e) 造影CT

および化学療法が施行されていた。最終診断は腭癌の舌転移というまれな症例であった(図14)。

《参考文献》

- 1) Nakamoto Y, Tatsumi M, Hammoud D, et al. Normal FDG distribution patterns in the head and neck: PET/CT evaluation. Radiology. 2005;234(3):879-85.
- 2) Hirshberg A, Shnaiderman-Shapiro A, Kaplan I, et al. Metastatic tumours to the oral cavity - pathogenesis and analysis of 673 cases. Oral Oncol. 2008;44(8):743-52.
- 3) Hirshberg A, Berger R, Allon I, et al. Metastatic tumors to the jaws and mouth. Head Neck Pathol. 2014; 8(4):463-74.

講演

前立腺がんの集学的治療とラジウム-223

Combined modality therapy including radium-223 for prostate cancer.

石山 博條 ISHIYAMA Hiromichi

Keywords : Prostate cancer, Radiation therapy, Ra-223

《はじめに》

前立腺がんは高齢男性に多く発生する。2016年の罹患数は8万9千人で男性の2位である。2017年の死亡数は1万2千人で男性の6位である。米国に目を向けると2019年の罹患数は17万5千人で男性の1位、死亡数も3万2千人で男性の2位であり日本より深刻な状況である。症例が多いのは世界的な傾向であり、研究対象としても重要視されているのが前立腺癌である。

《局所治療について》

前立腺癌はPSA検診の普及によって限局癌の段階で発見されることが多い。限局癌は主に手術と放射線で治療される。手術療法は腹腔鏡下前立腺全摘除術(LRP)とロボット支援腹腔鏡下前立腺全摘除術(RALP)が主流である。いずれも腹腔鏡を使用した侵襲の少ない方法であり、入院期間は1週間程度で済む。しかし外科的切除にともなう尿失禁や性機能低下など、どうしても避けられない有害事象もある。尿失禁に関しては骨盤底筋体操(肛門に力を入れたり緩めたりを数十回くりかえす)が有効とされているが、継続が難しい場合も多い。最近では人口尿道括約筋と呼ばれる装置(AMS800®など)が発売されている。

前立腺癌の局所治療で手術と並ぶ方法として放射線治療がある。ライナック(図1)と呼ばれる装置を使用した外部照射と、病巣に直接線源を刺入する小線源治療(図2)に大きく分けられる。ライナックは、真空にした加速管内で勢いをつけた電子がCu等の金属に衝突することでX線を発生する装置であり、本邦で広く使用されている。放射

線治療といたら通常、この装置を使った外部照射を指す。一方で小線源治療は、半減期が60日のヨウ素-125を前立腺内に永久挿入し、ゆっくりと照射する低線量率組織内照射と、イリジウム-192を一時的に刺入する高線量率組織内照射の2種類がある。前者は現在100施設ほどで、後者は20施設ほどでしか施行されていない比較的マイナーな方法である。線量率の違いは実験室で細胞に照射する場合は差が認められるものの、臨床で使用するにあたって大きな差はなく、個々の病院の環境



図1



図2

によってどちらか、あるいは両方を使用しているのが現状である。放射線治療の場合は手術とは違った有害事象が出現し、特に膀胱や尿道の炎症による頻尿や排尿困難、直腸炎による疼痛や下血などが問題となりやすい。

前立腺癌は再発の危険度に応じて低リスク、中間リスク、高リスクに分けて論じることがおおい。近年の論文報告をみると、低リスク群では手術も外部照射も小線源も治療成績に大きな差はなく、どの治療法を用いても腫瘍の制御率は良好であり、有害事象の程度も大きな違いはない。ただ有害事象の種類が異なる点で患者の選択が変わると思われる。中間から高リスク例に対してはどの方法がよいのか現在、研究が進行中であるが、最新の論文によると小線源治療が優勢な印象である¹⁾。

《そもそも「がん」とはどういった病気か》

米国臨床腫瘍学会(ASCO)という世界最大の腫瘍学会にKarnofsky Memorial Awardという賞があり、受賞者はその時代のオンコロジストを代

表する人物であるが、1980年の受賞者はBernard Fisher教授であった。ピッツバーグ大学の乳腺外科医で、NSABPという多施設研究グループの代表を務めていた人物で、今年で101歳である。彼がおこなった40年前の受賞記念講演がCancer research誌に掲載されており²⁾、がん治療のコンセプトの変遷がうかがえて非常に興味深い。

そのFisherより前の乳がん治療は、Halstead教授(1852-1922年)というジョンホプキンスの乳腺外科医の考え方に大きく影響されていた。いわゆるハルステッド手術という、乳腺のみならずリンパ節、大胸筋・小胸筋等を大きく一塊として摘出する方法を開発したのが彼である。そのコンセプトは「癌細胞は機械的に順序良く広がっていく性質があり、リンパ節は癌の進展をバリアーする役割を持っている」であり、手術で大きく摘出すればするほど癌は治りやすいとするものであった。このコンセプトは現在でも患者や患者家族、一部の医師の中で根強く生き残っており、「取りきれた」のに何故再発するのか?と我々放射線治療科医に疑問(不満?)を投げかける患者は後を絶たない。

この19世紀から続く強力なコンセプトに反論したのがFisherを代表とする20世紀末に活躍した研究者たちであり、彼らのがん治療の世界に大きな変化をもたらしたのは間違いない。Fisherの考えは「癌細胞の広がりに順序だったパターンはなく、ふわふわと全身を漂いつつ宿主(患者)組織との生物学的な関係性を軸に浸潤・転移していく」というものであり(図3)、これが「がん」という病気を考える上で現在の基本コンセプトと思われる。最近話題の免疫チェックポイント阻害剤も、元をたどればFisherのコンセプトにたどり着く。よほど小さくて初期でないかぎり、癌を「取りきる」のは難しい。

もうひとつ、がんという病気をイメージするのに役立つのがスケール感の把握である。1個の癌細胞は約 $10\mu\text{m}$ と言われている。一般に視診・触診や画像検査で見えるのは1cm程度になってからだが、その時の腫瘍の中には十億個(10の9乗)の癌細胞が含まれている計算になる。もちろん腫瘍の中には間質やリンパ球などほかの成分も絡まっているので、1cmより大きくなるが、それでも数cmの腫瘍に億単位の癌細胞が含まれていることになる。

図3

Halstead	Fisher
がん細胞は機械的に順序よく広がっていく	がん細胞の広がりに順序立ったパターンはない
がん細胞はリンパ管を通過してリンパ節に直接進展するので、これらを一塊に切除すれば治る	がん細胞はリンパ管をフワフワ流れて塞栓しているだけなので、一塊に切除しても治らない
リンパ節転移は腫瘍進展の目安である。	リンパ節転移は宿主-がん細胞の関係性の目安である。
領域リンパ節はがん細胞が通過しないようにするバリアーである	領域リンパ節はバリアーとして役に立たない
領域リンパ節は解剖学的に重要	領域リンパ節は生物学的に重要
血流はがん細胞の広がりに、ほぼ関係ない	血流はがん細胞の広がりに、非常に重要
がんは、宿主から自立している	複雑な宿主-がん細胞の関係性が疾患の様々な面に影響している
手術可能な乳癌は局所・領域病である	手術可能な乳癌は全身病である
切除範囲や手術法の差異は治療成績を決める主な要素である	局所療法との差異は生存率に本質的な影響を与えない

図4

	投与前	1 mo	2 mo	3 mo	4 mo
Pain scale	4	4	4	5	-
ALP (IU/L)	2753	2588	2034	1476	842
PSA (ng/mL)	855	950	1755	2252	5713
WBC (/uL)	9900	5500	7400	7800	8400
Hb (g/dL)	10.6	9.9	8.9	8.9	7.8
Plt (10 ⁴ /uL)	32.7	25.8	22	12.2	3.5

人間の自然な感覚として「見えなくなる」ことはインパクトが強い。たとえば1 cmの腫瘍に放射線を当てて見えなくなった場合(1 mm程度に縮小した場合)、非常に効果かが出ていてと感じてしまう。しかしそれは10の9乗個が10の6乗個に減っただけである。まだまだ気の遠くなるような数の癌細胞が残存している。癌を直すということは理論的には億の細胞を最後の1個まですべて消滅させる必要があるわけだが、見えなくなっただけから繰り返し照射しないと直せない。癌とは非常にやっかいな病気である。

《全身療法》

Halsteadの古典的コンセプトに従えば前立腺癌も原発巣からリンパ節に進み、それから遠隔転移を生じることになるが、実際は異なる。前立腺癌の転移は90%以上が骨転移であり、リンパ節転移は10%に満たない³⁾。特に骨盤骨や椎体骨に転

移を来すことが多いが、これは前立腺から非常に豊富な静脈流が流れ込むのが一因と考えられている。また前立腺癌細胞自体が骨との親和性が高いことも知られている。

どこに転移しているかで予後に明らかな差があるのも特徴で、リンパ節転移のみの転移であれば2-3年の平均生存期間がある一方で、肝転移を来した場合は1年程度⁴⁾になってしまう。骨転移はその中間程度であるが、転移の個数や体積によっても予後に差があるのが分かっている。

前立腺癌の全身療法を考えるにあたって最も重要なのはホルモン療法といえる。1941年にHugginsによって報告されたホルモン療法は、一時的な症状改善すら難しかった進行前立腺癌患者に劇的な腫瘍縮小をもたらした、非常に強いインパクトを与えたい。当初は除腺術によって男性ホルモンを止める方法が一般に用いられていたが、視床下部から放出される黄体化ホルモン刺激ホル

モン(LH-RH)のアナログが開発されると、薬剤でも除睾術と同等の効果を得ることが可能となった。現在はLH-RHアナログと、抗アンドロゲン剤を併用した複合アンドロゲン遮断療法(CAB)が一般的なホルモン療法である。

ところが残念なことにホルモン療法の効果はあまり持続しない。転移性前立腺癌にCABを施行した場合、平均すると3年程度で効かなくなる。その後、高アンドロゲン遮断療法・交替療法など投与法の工夫で効果が得られることもあるが一時的(数か月)である。最近ではエンザルタミドやアピラテロンなど新しい薬剤も使用されているが、これらも持続期間に限界がある。

ホルモン療法が効かなくなった状態の前立腺癌は「去勢抵抗性前立腺癌」と呼び、ここからは一般的に化学療法(ドセタキセルが標準)を投与する。しかし平均生存期間は1-2年程度と予後は厳しいのが現状である。

《ラジウム-223》

ラジウム-223は骨転移など骨代謝が亢進している部位に選択的に集積し、 α 線を放出することによって抗腫瘍効果をもたらすとされている。ラジウム-223の適用は「骨転移のある去勢抵抗性前立腺癌」であり、上記のようにかなり予後が厳しい状況の患者が対象となる。

2013年に報告されたランダム化比較試験(RCT)⁵⁾でプラセボ群に比べて3.6ヶ月の平均生存期間の延長をもたらすことが示された(14.9ヶ月対11.3ヶ月)。生存期間だけでなくQOLも改善する⁶⁾。一方で、アピラテロンと併用した場合にプラセボ群より死亡率および骨折の発現率が高い傾向が認められるなど他の薬剤との相互作用に注意を要する点や、1か月ごと計6回の投与の途中で全身状態が悪化し計画通りに投与できない場合がある点など、難しい問題も抱えている。

図4に4回の投与後に全身状態悪化で中止となった症例の経過を示す。アルカリフォスファターゼ(ALP)が減少していく一方でPSAが増加している。これは他の症例でも同様であり、ラジウム-223はPSAを低下させない。有害事象としてグレード3の貧血や血小板減少が認められる。最終的に多発肝転移が出現し癌死することになった症例である。RCTでプラセボと比較すれば差があるのは理解できるが、基本的には目の前の患者

は悪化していく一方である。ちなみに一回の投与は70万円である。もし費用対効果のバランスに違和感を持たれる方がおられれば、Piccart-Gebhart先生の論文7(特にFig1)を参照ください。

《まとめ》

前立腺癌の集学的治療について概説した。前立腺癌を含め、がんとは難しい病気である。しかしラジウム-223など新たな治療法が日々開発されており、少しずつであるが(RCTで計れる面での)治療成績は向上してきている。

《参考文献》

- 1) Kishan, A. U., Cook, R. R., Ciezki, J. P. et al.: Radical Prostatectomy, External Beam Radiotherapy, or External Beam Radiotherapy With Brachytherapy Boost and Disease Progression and Mortality in Patients With Gleason Score 9-10 Prostate Cancer. JAMA, 319: 896, 2018
- 2) Fisher, B.: Laboratory and clinical research in breast cancer--a personal adventure: the David A. Karnofsky memorial lecture. Cancer Res, 40: 3863, 1980
- 3) Gandaglia, G., Karakiewicz, P. L., Briganti, A. et al.: Impact of the Site of Metastases on Survival in Patients with Metastatic Prostate Cancer. Eur Urol, 68: 325, 2015
- 4) Halabi, S., Kelly, W. K., Ma, H. et al.: Meta-Analysis Evaluating the Impact of Site of Metastasis on Overall Survival in Men With Castration-Resistant Prostate Cancer. J Clin Oncol, 34: 1652, 2016
- 5) Parker, C., Nilsson, S., Heinrich, D. et al.: Alpha emitter radium-223 and survival in metastatic prostate cancer. N Engl J Med, 369: 213, 2013
- 6) Nilsson, S., Cislo, P., Sartor, O. et al.: Patient-reported quality-of-life analysis of radium-223 dichloride from the phase III ALSYMPCA study. Ann Oncol, 27: 868, 2016
- 7) Piccart-Gebhart, M. J.: The 41 st David A. Karnofsky Memorial Award Lecture: Academic research worldwide--quo vadis? J Clin Oncol, 32: 347, 2014

留学記

スタンフォード大学に留学して

鳥井原 彰 TORIIHARA Akira

2017年4月から2年間、米国カリフォルニア州のスタンフォード大学医学部放射線科核医学部門に留学しました。留学に至る経緯は2013年に初めてSNMMIに参加した時に衝撃を受け、参加を続けるうちに周囲から留学を勧められる機会が増え、根拠もなく年齢的にタイムリミットが近づいてくる感触に焦り、流れ流され気づいたらアメリカに居た——という感じも否めませんが、私自身東京

医科歯科大学に属する期間が長くなって煮詰まりを感じつつあり、外の世界を見てみたくなったという単純な動機もありました。着任後間もない立石教授に意向を伝えたところ幸いすぐにご承諾いただけたので、引き続き以前同地に留学していた国際医療研究センターの南本先生から経験談を色々伺いました。この時は気づいていなかったのですが、偶然直後の核医学会に現地の核医学部門



図1 スタンフォード・メディカル・センター
A：正面玄関(fountain entrance)を噴水の反対側より、B：核医学部門のエントランス、C：Discovery MI®の世界一斉機

国保旭中央病院PET画像診断センター
〒289-2511 千葉県旭市イ-1326
TEL：0479-63-8111 E-mail：trihmrad@tmd.ac.jp
Asahi General Hospital, PET Imaging Center

チーフである Dr. Andrei Iagaru が招待講演で来日することが判明し、学会場で立石教授と三者面談のアポイントを取り、受け入れをお願いしました。そして、この場で自分でも驚くほどあっさりとスタンフォード大学への留学が決まりました。

スタンフォード大学は1891年に当時のカリフォルニア州知事リーランド・スタンフォードが早逝した息子の名を残すために設立した私立大学です。Google, Appleをはじめ、あまたのIT企業が社屋を連ねるベイエリアと呼ばれる地域のやや北西寄りに位置しています。非常に広大な敷地の中で医学部関連の建物は北西のエリアに集中しています。スタンフォード大学の核医学というと Dr. Gambhir が主宰する分子イメージングの研究ラボが非常に有名ですが、私は元々基礎研究の経験が全くなく、留学の動機も「日本で触れられない臨床検査に触れてみたい」というものであったため、Iagaru 先生を指導教官とし、病院2階の核医学部門内にある研究室で臨床画像の評価、解析に従事する日々を過ごしました(図1 A-B)。

留学当初の現地はGE製の半導体PET/CT (Discovery MI[®])の世界一号機(図1 C)が導入さ

れて半年強経過したところであり、この新機体と従来のTOF装置とを比較する検討が多数行われていました。私は他の留学生の学会発表を通して「半導体ってやっぱりすごいらしいな」と漠然と感じ、自分自身の研究でも半導体PET/CTやPET/MRIの画像を多数目にする事となりました。しかし、この時はそもそも画像自体論文の図でしか見たことのなかった検査ばかりを扱っていたため、半導体の凄さを本格的に実感するには至らず、結局帰国してから現任地で慣れ親しんだFDG-PET/CTの画像を見たときに目が飛び出るほどの衝撃を受けたのでした。

スタンフォードでは希望通り研究を通して様々な臨床検査に触れることができ、主に「腎癌の血管新生イメージング」「DOTATATE-PET/CTによるNETの予後予測」「PSMA-PETの評価基準の比較」という3つの研究に従事しました。実は当初は「留学生は手厚い指導を受けながら言われたことをやる感じだろう」と思っていたのですが、今となっては笑うしかないくらい甘い考えでした。例えばDOTATATEの研究はある日いきなり200人以上の患者リストだけをドンと渡され、「これ



図2 日本人スーパー
A : MARUKAI, B : NIJIYA, C : MITSUWA——天気によさにも注目してください。

で何かやってみたら？」と投げられて啞然とするところからのスタートでした。PSMAの研究も留学生のメーリングリストにIagaru先生が「やってみたい人はいない？」というメールを送ってきたのに飛びついたものですが、具体的に何をどう比較せよという指示はなく、「好きなようにやってもいいよ」という感じでした。学会スライドや論文草稿の作成過程でもお作法を含む基礎的な指導や助言はほとんどなかったように思われ、大部分が自主性に任される、換言すれば自分でやらなければどうしようもない環境でした。ただでさえ異国の地で苦勞もしましたがその分達成感も大きく、本当にいい時間を過ごさせていただきました。

——ここからは一旦研究の話を離れ、生活の話をしてみます。

バイエリアは元々日本人が多いことで有名なエリアです。私は大学で友人や知人も増えていったのでよかったです。妻と息子(渡米時8か月)はどうなることかと心配もあったと思います。これは非常に幸運なことでしたが、バイエリアには私と妻の共通の友人家族が3組も居住していました。彼らと会うことに始まって妻の人脈は一気に広がり、息子と同級の日本人の友達もたくさんできました。日本人が多いだけのことはあってバイエリアは日本人スーパー(図2 A-C)が充実しています。

売っている商品はほとんどが日本産、普通に飛び交う日本語の会話、有線のBGMはすべてJ-POPという環境は「ここは本当にアメリカか？」と思うほどでした。このような場所があるのは大きな安心材料でしたし、妻と息子が楽しく過ごしてくれることが私の安心にもつながりました。

観光では海外旅行としてだとなかなか訪れにくい地によく行くようにしました。その中でも我々家族の一番のお気に入り、かつおすすめのスポットはチャールズ・M・シュルツ美術館です。サンフランシスコからゴールデン・ゲート・ブリッジを渡り、北に車でさらに1時間ほど走ったサンタローザというのどかな田舎街にあります。シュルツは言わずもがな漫画「ピーナッツ」の作者であり、この美術館には生原稿やゆかりの品々が展示されているほか、シュルツが設立したアイススケートリンクのカフェで彼のお気に入りのサンドイッチを楽しんだり、ギフトショップでスノーピーグッズを買ったりすることができます。展示物が定期的に変わること、帰りにナババレー経由で大量のワインを仕入れられることなども楽しみで、2年目は年間パスポートを購入して通い詰めました。訪れるたびに入口で息子との2ショット写真を撮影してきたので、後から並べてみるとその成長ぶりに感慨深さを覚えます(図3)。



図3 チャールズ・M・シュルツ美術館のエントランスにて
すくすく成長する息子(と私)。

——留学はどうしたら「成功」と言えるのでしょうか？私は元々「現地で論文を発表する」、または「何らかの新技術を日本に持ち帰る」という二つの事象が「結果を出す」ということだと思っており、特に研究留学だとどうしても前者に目が向いて「何本書けばいいのか」みたいな考え方をしてしまいがちでした。しかし、実際に留学で得る刺激は仕事の枠には到底取まらないくらい膨大であり、人生観が激変したという実感があります。留学中は日本で最もウェイトを占めていた診療の時間がごっそり抜け落ちてしまいます(生活費の補助のために遠隔読影の仕事はしていましたが、分量、所要時間ともたかが知れています)。その分家族と過ごす時間が増え、ほんやり自分自身を見つめ直す機会も増えてみると、将来へのビジョンというものが新たに一から構築されていくような感覚になります。留学する以上は「結果を出す」ことから完全に目を背けてはいけませんし、失うもの(貯蓄、国内での立場など)も非常に大きいので相当の覚悟は必要です。しかし、自分の中に何らかの動機が生じ、心の天秤が少しでも留学側に振れることがあれば、勢いで走り出してしまう価値は十分あると今は思います。周りの目にどう映るかはさておき、自身の感覚に限っていえば留学に「失敗」ということはないのでは、と思います。

留学に際しては、立石宇貴秀教授をはじめとする東京医科歯科大学放射線科の関係者各位、スタンフォードとの縁をつないでくださった南本亮吾先生、同時期に京都大学から留学中で共同研究も行った野橋智美先生など、数多の先生方に直接お世話になってきました。しかし、それ以上に私が思ったのは、このような貴重な経験をすることができたのは分野も時代も超えた無数の先人のおかげだということです。核医学会でIgaru先生と初めてお会いした時、彼にとって私は大した業績もない謎の一日本人に過ぎなかったわけですが、初対面にも関わらずあっさり留学を許可してくださった背景には、これまでの日本人留学生達が各地で築いてきた信用というものがあったに違いないと感じるのです。今は私自身もその中の一人に加わっていることを祈りつつ、次世代の日本人留学生達がこの絆を引き継いでいってくれることを期待します。

最後に、有形・無形を問わず様々に援助してくれた両親、義両親、2年間現地で大きく体調を崩すこともなくすくすく成長してくれた息子、誰よりもずっと私の背中を押し、支え続けてくれた妻に深く感謝しつつ、筆了と致します。

編集後記

先月、板橋区の廃校跡のグラウンドで区がボール遊び禁止の掲示をしたところ、日常サッカーをして遊んでいる小学生たちが撤回の陳情書を出したというニュースを見た。「子供の声を聞かずに禁止にするのはおかしい」と区の窓口に相談し、その必要性を説明したところ陳情書を出すようにいわれたのだという。区議会で十分検討した結果、小学生の意見が受け入れられたそうである。この報道を見て、「しっかりした小学生もあるんだ」と感心している場合ではない。昨年、香港では「逃亡犯条例」に反対する大規模なデモが展開され、その中心は22歳の周庭ら学生たちである。彼らは中国本土からの支配を徹底的に排除し自由を獲得しようと必死だ。地球温暖化の原因とされる二酸化炭素排出に真っ向から異を唱えているのは16歳でスウェーデン人のグレタ氏である。気候変動の危機をメディアを通じて広く訴え、やがて米国大統領のトランプらに脅威を与えるほどの影響力を持つ。彼らに共通するのは大人社会に対する不信心、若い世代の未来を無視して今が良ければ良いという大人の都合への反抗である。大人社会に支配的なのは世界中どこを見ても経済問題だ。若者の嗅覚は鋭い。過去を振り返っても若者の反乱は歴史の転換期だ。経済中心の社会はやがてほころぶであろう。若者の政治的束縛からの解放、環境破壊からの脱却など、人間が生きるための礎を確保しなければ安心した生活はあり得ない。若者たちの悲痛の叫びを真面目に聞き入れ、政治に活かし立て直す時期がきている。

(編集委員長)

湘南鎌倉総合病院「先端医療センター」構想について

「断らないがん治療」の体制構築を目指し活動を開始



徳洲会グループは、現在の病院棟に敷地面積約 3,650㎡を追加し、延床面積約 12,169㎡の「湘南鎌倉総合病院 先端医療センター（神奈川県鎌倉市）」を、2020 年秋竣工を目指し、建設中です。先端医療センターでは、核医学診療については、地下 1 階にサイクロトロンを設置し、GMP 準拠 PET 診断薬製造施設を計画しております。地上 1 階には PET/CT、SPECT/CT などの撮影装置を配備し、FDG-PET 検査以外の PET 検査も取り入れた創薬支援や早期探索臨床試験さらにはアルファ線核種の RI 内用療法と PET 診断を組み合わせた核医学診療の Theranostics の実践を目指しています。

そのほか地上 1 階には、陽子線治療装置、中性子捕捉療法装置、放射線治療外来、乳腺外来、婦人科外来が配備される予定です。2 階には CT、MRI、マンモグラフィー、内視鏡室などを備えた健診センターを設置し、3 階には医薬品・医療機器開発の早期探索臨床試験などを行う研究施設や外来化学療法室を配置、4 階は幹細胞などを用いた GMP 準拠の再生医療設備が配備される予定です。

先端医療センターは湘南鎌倉総合病院の 1 部門として、「生命だけは平等だ」との理念のもと、患者中心の先端医療を提供するセンターとして、断らないがん治療の体制構築を目指し、疾病の早期発見を含め、将来の包括的ガンセンターの基盤作りを行う事を理念として活動していく予定です。ご期待ください。



GE Healthcare

From
Late
Disease
to
Early
Health



GEはEarly Health実現に向けてMolecular Imagingを使って世界の医療における変革を推進し、疾患が進行してからの医療(Late Disease)から早期診断・早期治療(Early Health)の確立を目指します。



GE imagination at work

販売名称：X線CT組合せ型ポジトロンCT装置 Optima PET/CT500, Discovery PET/CT 600
 薬事承認番号：221ACBZK00029000
 販売名称：核医学診断用装置 Discovery NM/CT 670
 薬事承認番号：222ACBZK00088000
 販売名称：放射性医薬品合成設備 FASTlab
 薬事承認番号：2230082K00445000

DOC1215724

FUJIFILM
Value from Innovation

放射性医薬品/
骨疾患診断薬・脳腫瘍及び脳血管障害診断薬
処方箋医薬品[※]

テクネ[®] MDP 注射液/キット

放射性医薬品基準メチレンジホスホン酸テクネチウム(^{99m}Tc)注射液/注射液 調製用

薬価基準収載

[※]注意—医師等の処方箋により使用すること。

※「効能又は効果」、「用法及び用量」、「使用上の注意」等については添付文書をご参照ください。

2018年10月作成

製造販売元

富士フイルム 富山化学株式会社

資料請求先：〒104-0031 東京都中央区京橋 2-14-1 兼松ビル TEL.03(5250)2620
 ホームページ：http://fttc.fujifilm.co.jp

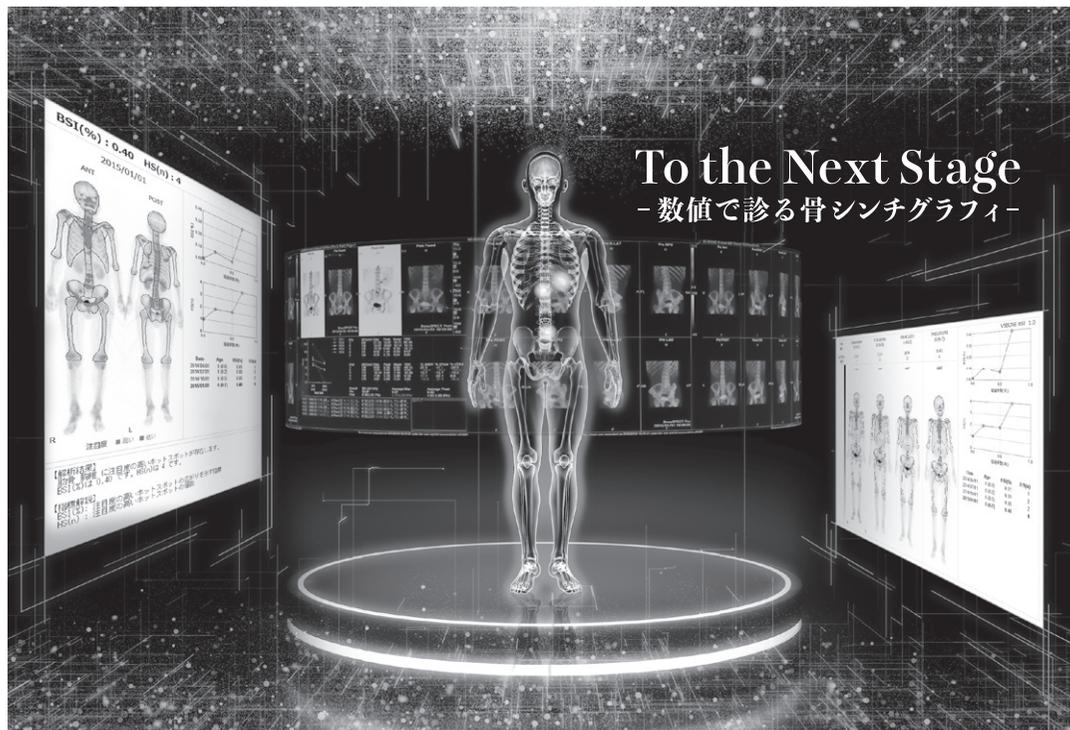
SIEMENS
Healthineers



Biograph Horizon
More within reach.

www.siemens.co.jp/healthineers

X線CT組合せ型ポジトロンCT装置 バイオグラフ ホライズン 認証番号:227ADBZX00164000



処方箋医薬品[※]

放射性医薬品・骨疾患診断薬

薬価基準収載

クリアボーン[®]注

放射性医薬品基準ヒドロキシメチレンジホスホン酸
テクネチウム (^{99m}Tc) 注射液

【禁忌】(次の患者には投与しないこと)*
本剤の成分に対し過敏症の既往歴のある患者

効能又は効果

骨シンチグラムによる骨疾患の診断

用法及び用量

通常、成人には555~740MBqを肘静脈内に注射し、1~2時間の経過を待って被検部の骨シンチグラムをとる。年齢、体重により適宜増減する。

使用上の注意

1. 重要な基本的注意

診断上の有益性が被曝による不利益を上回ると判断される場合にのみ投与することとし、投与量は最少限度にとどめること。

2. 副作用

臨床試験及び使用成績調査(全12401例)において副作用が認められた例はなかった(再審査終了時)。

(1) 重大な副作用*

ショック、アナフィラキシー(頻度不明):ショック、アナフィラキシーがあらわれることがあるので、観察を十分に行い、呼吸困難、血圧低下、発疹等の異常が認められた場合には、適切な処置を行うこと。

(2) その他の副作用

	頻度不明*
過敏症	発疹、そう痒感、顔面潮紅、発赤
消化器	嘔吐、悪心、食思不振
循環器	チアノーゼ、血圧低下、徐脈、動悸
精神神経系	てんかん様発作、耳閉感、頭痛、めまい、ふらつき
その他	発熱、気分不良、冷汗、四肢しびれ

※自発報告につき頻度不明

3. 高齢者への投与

一般に高齢者では生理機能が低下しているので、患者の状態十分に観察しながら慎重に投与すること。

4. 妊婦、産婦、授乳婦等への投与

妊婦又は妊娠している可能性のある婦人及び授乳中の婦人には、原則として投与しないことが望ましいが、診断上の有益性が被曝による不利益を上回ると判断される場合にのみ投与すること。

5. 小児等への投与

小児等に対する安全性は確立していない(現在までのところ、十分な臨床成績が得られていない)。

6. 適用上の注意

骨盤部読影の妨害となる膀胱の描出を避けるため及び膀胱部の被曝を軽減させるため、撮像前後できるだけ排尿させること。

7. その他の注意

(1) (社)日本アイソトープ協会医学・薬学部会放射性医薬品安全性専門委員会の「放射性医薬品副作用事例調査報告」において、まれにアレルギー反応(発赤)、その他(悪心、発汗など)があらわれることがあると報告されている。

(2) 本剤は、医療法その他の放射線防護に関する法令、関連する告示及び通知等を遵守し、適正に使用すること。

*2015年6月改訂(第9版)添付文書に基づく

包装

555MBq、740MBq

詳しくは添付文書をご参照ください。

®:登録商標

注)注意-医師等の処方箋により使用すること

資料請求先



日本メジフィジクス株式会社

〒136-0075 東京都江東区新砂3丁目4番10号

製品に関するお問い合わせ先 ☎ 0120-07-6941

弊社ホームページの「医療関係者専用情報」サイトでSPECT検査について紹介しています。

<https://www.nmp.co.jp> 2019年11月作成

Canon

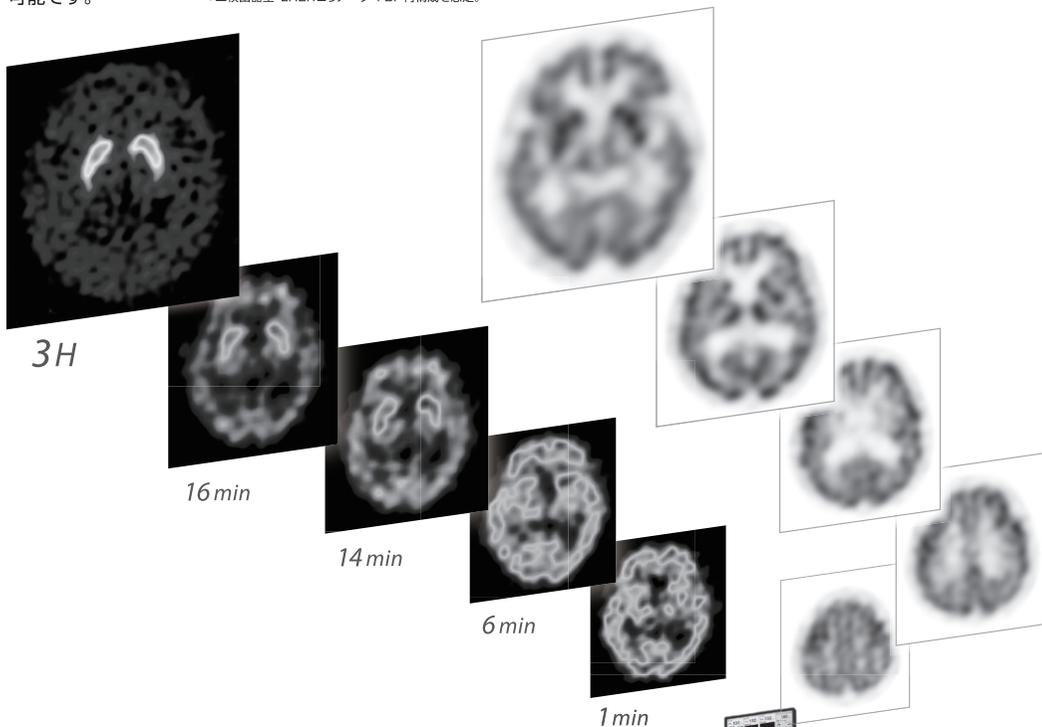
4倍の実効感度

従来の汎用装置*に対して、三つの検出器で1.5倍、ファンビームコリメータで2倍、3D-OSEM再構成で1.3倍、合計4倍のデータ収集効率を実現。高画質イメージング、短時間イメージング、さらに動態イメージングへの応用が可能です。

*二検出器型・LHERコリメータ・FBP再構成を想定。

7mmの空間分解能

データ収集効率と空間分解能はトレードオフの関係。優れたデータ収集効率を有するからこそ、SPECT分解能7mmの超高分解能ファンビームコリメータが実用可能です。PETに迫る高分解能イメージングを追求します。



最高のSPECT画像を『GCA-9300R』で。

GCA-9300R™

To meet your demand for the highest quality.

デジタルガンマカメラ GCA-9300R
認証番号:225ADBZX00120000



キヤノンメディカルシステムズ株式会社 <https://jp.medical.canon>

東芝メディカルシステムズ株式会社は、2018年1月に「キヤノンメディカルシステムズ株式会社」へ社名変更いたしました。

Made For life

放射線診療研究会会長 橋本 順
〒259-1193 神奈川県伊勢原市下糟屋143 東海大学医学部専門診療学系画像診断学
臨床核医学編集委員長 百瀬 満 (発行者)
〒162-0033 杉並区清水2-5-5 百瀬医院 内科・循環器内科
TEL. 03-5311-3456 FAX. 03-5311-3457 E-mail: momose.mitsuru@twmu.ac.jp
臨床核医学編集委員 井上優介, 内山眞幸, 波田伸一郎, 高橋美和子, 橋本 順, 丸野廣大,
南本亮吾, 百瀬敏光

2020年1月20日発行