

# 第12回放射線医学オープンスクール

## 報告書

～未来を拓く 医療 × テクノロジー との出会い～

主催 公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

共催 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構  
量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所  
医師のキャリアパスを考える医学生の会  
医学物理若手の会



## 目 次

はじめに .....	1
I. 概要報告 .....	3
II. プログラム .....	5
III. オープンスクールガイド（見学先施設紹介、特別講演抄録） .....	7
IV. 講師からのメッセージ .....	11
V. 参加者の声 .....	13
VI. 参加者の概要及び反応（アンケート） .....	25
VII. まとめ .....	29
<参考資料1>開催実績 .....	33
<参考資料2>量子科学技術研究開発機構 講義資料 .....	35
明日への人材を育てる企業一覧 .....	47



## はじめに

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

放射線医学オープンスクールは、医学・医療系および物理工学系学生が、普段なかなか接することの出来ない最先端技術である放射線医学の現場の見学により、取り巻く状況に関心をもち、その面白さ・素晴らしさに触れることを目的として平成20年度より毎年開催しています。また、本事業は、参加者が将来同分野を進路の選択肢とするだけでなく、よき理解者、支援者となることで、幅広い分野の人材交流および技術展開を促進することにつながり、放射線医学分野の裾野が広がることを期待しています。12回目となる本年は（公財）医用原子力技術研究振興財団の主催、ならびに国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構、医師のキャリアパスを考える医学生の会および医学物理若手の会の共催で実施しました。

（公財）医用原子力技術研究振興財団は、粒子線等による先端のがん治療をはじめとする、各種放射線による疾病の治療および診断等に関する医用原子力技術を推進するとともに、その普及を図ることを目的として、講演会・講習会・セミナー・施設見学会等の開催、広告媒体・資料の作成・発行、情報収集・発信、関連施設整備促進・患者支援活動、および線量校正等、放射線治療施設の品質管理支援事業を行っています。

量子科学技術研究開発機構（量研機構/QST）は、放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構の量子ビーム部門と核融合部門が再編統合され、平成28年4月1日に新たに発足した国立研究開発法人です。量子医学・医療部門は、重粒子線などによるがんの治療や、放射線の人体への影響や医学利用、放射線防護や被ばく医療などの研究などを行っています。

医師のキャリアパスを考える医学生の会は、医学生有志による横断的な組織で、「主体的に活動できる医学生を作る」を理念に、大学では学べない医療を知り、視野を広げることが目標とし、医師・医療を取り巻く課題および将来のあるべき姿を考えることで、学生自身がキャリアについて学び、考え、発信していこうというネットワークです。

医学物理若手の会は2017年に発足しました。日本全国で医学物理に携わる若手研究者、学生の有志で構成する自主組織で、2019年現在70名以上の若手が在籍しています。

若手同士の交流や研究会等における議論を通して、自分自身の研究が放射線医学の臨床における課題の解決、及び将来の放射線医学の発展にどのように寄与できるか考えるきっかけを提供し、さらに日本全国に広がる医学物理若手の会ネットワークを駆使することで、

若手の幅広いキャリアパスの提示に資することを目指しています。

このたび、本事業の成果報告として、参加した学生等が執筆した「第 12 回 放射線医学 オープンスクール報告書 ～未来を拓く 医療×テクノロジー との出会い～」を冊子として発行いたしました。活動内容を、全国のより多くの学生、医療関係者および協賛組織等に知っていただき、本事業への理解を深めていただければ幸いです。医療の未来を築き、支えていく学生に対して、放射線医学が医療現場でいかに重要な役割を果たしているかを実際に目にし、肌で感じていただく貴重な機会を提供する本事業は、同分野における優秀な人材の確保および医療全体の発展に大いに貢献するものと期待されます。「放射線医学オープンスクール」の開催および報告書の発行に際し、その趣旨をご理解賜り、ご協力ご協賛をいただいた関係各位に対し、心よりお礼を申し上げますとともに、今後ともさらなる発展のため、暖かいご支援を賜りますようお願い申し上げます。

## I. 概要報告

医師のキャリアパスを考える医学生の会  
東北大学 医学部医学科 5年  
林 明澄

令和1年8月22日から23日にかけて、医用原子力技術研究振興財団主催、量子科学技術研究開発機構、医学物理若手の会、医師のキャリアパスを考える医学生の会の共催により「放射線医学オープンスクール～未来を拓く 医療×テクノロジーとの出会い～」が開催されました。

本オープンスクールは、放射線医学見学ツアーとして2008年に開催されて以来、今年で12回目の開催となりました。今年度は、医学生、放射線学科の学生、物理学科の学生など37名の学生が参加しました。学部生から大学院博士課程まで多種多様な学生が集まる機会となりました。

今回のオープンスクールでは「国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門」の放射線医学総合研究所の見学、海堂尊先生による特別講演、放射線に関する講義や実習などが行われました。

1日目は、まず重粒子線がん治療に関して、物理、医学、生物の3つの切り口による解説が行われました。1つ目の講義では、古川先生が「粒子線がん治療装置の研究開発」と題して、治療装置の原理、構造や構成、今まで取り組んでこられた研究についてご講演いただきました。次に、中嶋先生による「重粒子線でのがん治療」と題した講義を拝聴いたしました。肺がんに対する重粒子線治療の効果や実情などを教えていただきました。最後に、野元先生に「重粒子線治療の生物学」と題して放射線が生体に与える影響について教えていただきました。その後、重粒子線治療に使われているシンクロトロンや回転ガントリー照射室の見学を行いました。実際にイオンを生成し加速する場所や患者さんが重粒子線治療を受ける場所を見学し、治療の裏ではたくさんの機械を使って準備が行われていることを学びました。どの先生も私たちの質問に丁寧に答えてくださり、大変勉強になりました。

1日目の夕方からは特別講演として、海堂尊先生による「医療にできること・文学にできること」と題したご講演を拝聴しました。海堂尊先生が今まで取り組んでこられた5つのプロジェクトや学生へのメッセージをいただきました。

講演後には懇親会が開かれ、学生や医学物理若手の会のスタッフ、放射線医学総合研究所の先生方が参加して下さり楽しく親睦を深めることができました。

2日目は、放射線医学総合研究所で行われている研究についての講義と放射線実習がありました。

まず、小野田先生に放射線基礎について教えていただきました。その後実験を行い、放射線の安全な取り扱いについて学びました。その後、放射線医学総合研究所の研究について講義をしていただきました。辻先生からは「腫瘍のイメージング診断と治療評価」、樋口先生

からは「脳疾患のイメージング診断と標的アイソトープ治療」、町澤先生からは「MRI による脳活動の解析とニューロフィードバックによる操作」というタイトルでご講演いただきました。また、3 班に分かれて実際に実験が行われている研究室を見学し MRI 撮影、脳波測定など実験の一端を体験いたしました。

放射線医学総合研究所にて放射線の基礎から実際に行われている臨床や研究までたくさんの方の事を教えていただき、医療における放射線の安全性と重要性を理解することができました。

2 日間のオープンスクールを通して、普段なかなかできない経験を通じて、放射線医学について学ぶことができました。また、放射線医学に興味を持つ学生との交流することで皆さんの刺激をもらうことができました。このような場を提供してくださった方々に、この場を借りて御礼申し上げます。



国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構



## Ⅱ. プログラム

2019年8月22日(木)

Time	Schedule
12:30	集合 JR 稲毛駅(千葉市稲毛区) →
13:00	量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所
13:00~13:15	開会挨拶
13:30~14:05	講義 「粒子線がん治療装置の研究開発」 放射線医学総合研究所 古川 卓司 先生
14:05~14:40	講義 「重粒子線でのがん治療」 QST 病院 中嶋 美緒 先生
14:40~15:15	講義 「重粒子線治療の生物学」 QST 病院 野元 昭弘 先生
15:30~17:00	見学 HIMAC 棟(模型、入射器、シンクロトロン) 新治療棟(治療室、回転ガントリー)
17:15~18:15	特別講演 「医療にできること・文学にできること」 医師・作家 海堂 尊 先生
18:30~20:00	懇親会 → ホテルサンルート千葉(宿泊)

2019年8月23日(金)

Time	Schedule
8:30~ 9:00	ホテルサンルート千葉 → 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所
9:00~10:10	講義 「放射線の基礎」 小野田 眞 先生
10:20~12:30	放射線の遮へい実習・放射線測定デモ
12:30~13:30	昼食
13:30~14:00	講義 「腫瘍のイメージング診断と標的アイソトープ治療」 辻 厚至 先生
14:00~14:30	講義 「脳疾患のイメージング診断と治療評価」 樋口 真人 先生
14:30~15:00	講義 「MRIによる脳活動の解釈と ニューロフィードバックによる操作」 町澤 まる 先生
15:00~16:30	脳機能評価のタスク検査 MRI撮像デモ 脳波デモ
16:30~16:45	閉会挨拶
16:45	解散

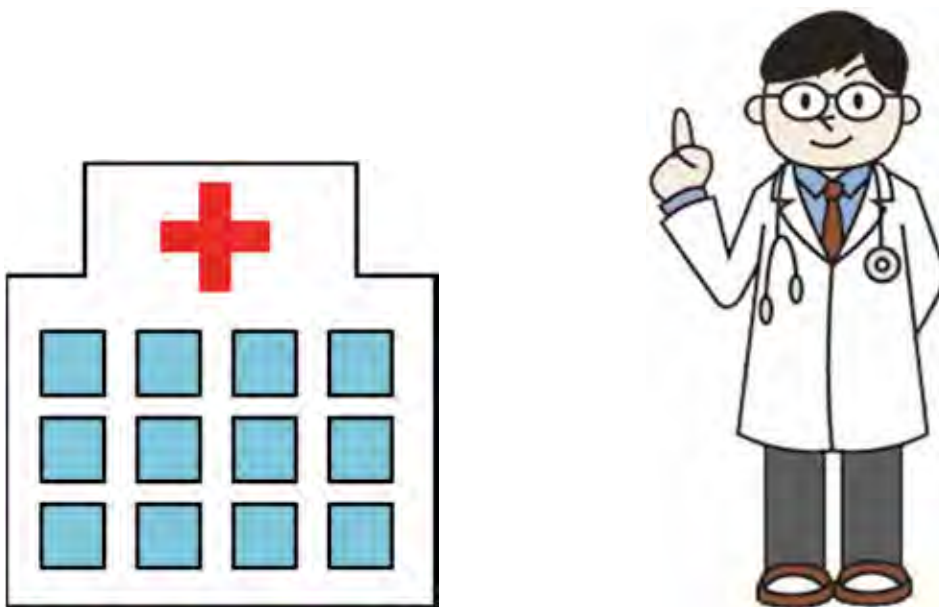


### Ⅲ. オープンスクールガイド

## 第12回 放射線医学オープンスクール

～未来を拓く **医療×テクノロジー** との出会い～

# オープンスクールガイド

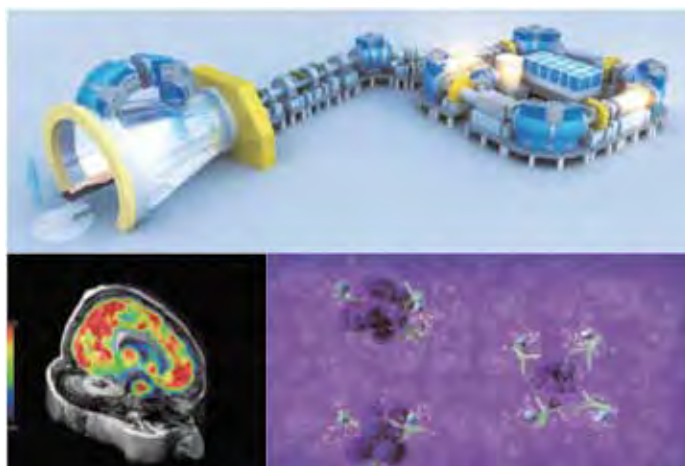


2019年8月22日（木）～23日（金）

- 主催 公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団
- 共催 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構（略称：量研機構）  
医師のキャリアパスを考える医学生の会  
医学物理若手の会

## 見学先 施設紹介

### 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology 量子医学・医療部門



量研パンフレットより引用

**所在地** 〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川 4 丁目 9 番 1 号  
043-251-2111(代表)

#### 施設概要

量子科学技術研究開発機構(量研/QST)は、放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構の量子ビーム部門と核融合部門が再編統合され、平成 28 年 4 月 1 日に新たに発足した国立研究開発法人です。QST は、重粒子線などによるがんの治療や、放射線の人体への影響や医学利用、放射線防護や被ばく医療などの研究、量子ビームによる物質・材料科学、生命科学等の先端研究開発、高強度レーザーなどを利用した光量子科学研究、国際協定に基づく ITER 計画及び幅広いアプローチ(BA)活動を中心とした人類究極のエネルギー源である核融合の研究などを実施していきます。

全国 5 研究所にある放射線医学、量子ビームや核融合分野の研究開発力を統合し、世界トップクラスの量子科学技術研究開発プラットフォームを構築します。量子科学技術分野の研究シーズを探索し萌芽的研究として育て、量子科学技術と医学・生命科学の融合領域等、新たな研究分野の地平を開き世界に冠たるとして先導的な役割を果たしていきます。さらに、得られた成果を広く社会に還元するために、大学や産業界を含む研究機関や行政機関との人材交流 や共同研究など、産学官連携活動を積極的に推進し共創を誘発する場を形成します。また量子科学技術による世界中の人々との協同を介して新たな知の創造や異文化理解・尊重を育み「調和ある多様性の創造」を推進します。このような活動により、平和で心豊かな人類社会の発展に貢献していきます。

事業内容はこちらをご参照ください。

QST News Letter 2019 Apr. No.08

<https://www.qst.go.jp/uploaded/attachment/10621.pdf>



## 特別講演 抄録

---

医療にできること、文学にできること

医師・作家  
海堂 尊

私が医師になった1988年は昭和の終わりで、私の医師キャリアはほぼ平成時代にあったといえます。20世紀、私は外科医でしたが当時、医師は今よりもずっと尊敬されていたように思います。その頃、医師の業務は単純に「患者を治す」ということに集約されていました。

二十世紀の終わり頃、私は外科医から病理医に転じました。そしてその業務の中で死亡時画像診断(オートプシー・イメージング=Ai)の概念を思いつき、社会導入すべく活動を始めたのです。そうした独創的な活動ができたのは「放射線医学総合研究所・重粒子医科学センター」あればこそだった、と今でも思い、感謝しています。

今日、医療従事者は多様な価値観への対応と、治療のみならず医療にまつわる社会的事象全般に対応することを望まれています。21世紀になり医療に対する社会の視線は過剰なほど厳しくなりました。特に医療事故に対する霞が関の対応はヒステリックにすら感じられ、そんな風潮に反発してデビュー作「チーム・バチスタの栄光」が生まれることになりました。

私は「医師として患者を助けること」から、「患者を助ける、誠実な医師を守る」ことにシフトしていたように思います。そのための手段として文学は大変有効な武器でした。

こんな私では、医療に関しみなさんに役立つ話をするのは難しいと思いますので、質疑応答のような会にしたいと思います。みなさんにとって有意義な言葉を私から引き出してください。

---

### 講師紹介

海堂 尊 医師・作家

1961年 千葉県生まれ

1988年 千葉大学医学部卒 千葉大学第一外科入局

1997年 千葉大学医学大学院修了

1997年～2012年 放射線医学総合研究所重粒子医科学センター臨床検査室医長

2008年～2016年 同センターAi情報研究推進室室長

2016年～現在 量子医学・医療部門 QST病院 臨床検査・病理室 協力研究員

2006年 『チームバチスタの栄光』(宝島社)で第四回このミステリーがすごい!大賞

受賞し、作家デビュー。同シリーズは映画化、ドラマ化され、累計一千万部を越えた。

近作は『ポーラスター3・フィデル誕生』(文春文庫)、『氷獄』(KADOKAWA)。



【著作リスト】(◎：A iが関連する書籍) F：フィクション N：ノンフィクション

F 01	◎『チーム・バチスタの栄光』	(宝島社)	2006
F 02	◎『ナイチンゲールの沈黙』	(宝島社)	
F 03	◎『螺鈿迷宮』	(角川書店)	
F 04	◎『ジェネラル・ルージュの凱旋』	(宝島社)	2007
F 05	『ブラックペアン1988』	(講談社)	
F 06	『夢見る黄金地球儀』	(東京創元社)	
N 01	◎『死因不明社会 A iが拓く新しい医療』	(講談社ブルーバックス)	
F 07	『医学のたまご』	(理論社)	2008
F 08	『ジーン・ワルツ』	(新潮社)	
F 09	『ひかりの剣』	(文藝春秋社)	
F 10	◎『イノセント・ゲリラの祝祭』	(宝島社)	
F 11	◎『ジェネラル・ルージュの伝説』	(宝島社)	2009
F 12	◎『極北クレイマー』	(朝日新聞出版)	
N 02	『外科医 須磨久善』	(講談社)	
N 03	◎『トリセツ・カラダ カラダ地図を描こう』	(宝島社)	
F 13	『マドンナ・ヴェルデ』	(新潮社)	2010
F 14	『ブレイズメス1990』	(講談社)	
F 15	◎『アリアドネの弾丸』	(宝島社)	
F 16	◎『モルフェウスの領域』	(角川書店)	
N 04	◎『ゴーゴーA i アカデミズム闘争4000日』	(講談社)	2011
F 17	◎『ナニワ・モンスター』	(新潮社)	
N 05	◎『救命 東日本大震災、医師たちの奮闘』	(監修) (新潮社)	
N 06	◎『死因不明社会2 なぜA iが必要なのか』	(講談社ブルーバックス)	
F 18	◎『極北ラブソディ』	(朝日新聞出版)	
F 19	◎『玉村警部補の災難』	(宝島社)	2012
N 07	◎『医療防衛 なぜ日本医師会は闘うのか』	(角川 one テーマ21)	
N 08	◎『日本の医療 この人を見よ 「海堂ラボ」 vol. 1』	(PHP新書)	
N 09	◎『ほんとうの診断学「死因不明社会」を許さない』	(新潮選書)	
F 20	◎『ケルベロスの肖像』	(宝島社)	
F 21	『スリジェセンター1991』	(講談社)	
N 10	『トリセツ・ヤマイ』	(宝島社)	
F 22	◎『輝天炎上』	(角川書店)	2013
F 23	『ガンコロリン』(文庫改題『ランクA病院の愉悦』)	(新潮社)	
N 11	◎『日本の医療 この人が動かす 「海堂ラボ」 vol. 2』	(PHP新書)	
N 12	◎『日本の医療 知られざる変革者たち 海堂ラボ vol. 3』	(PHP新書)	2014
F 24	◎『カレイドスコープの箱庭』	(宝島社)	
F 25	◎『アクアマリンの神殿』	(角川書店)	
N 13	◎『いまさらですが、無頼派宣言。』	(宝島社)	
F 26	◎『スカラムーシュ・ムーン』	(新潮社)	2015
F 27	『ポーラスター1 ゲバラ覚醒』	(文藝春秋)	2016
F 28	『ポーラスター2 ゲバラ漂流』	(文藝春秋)	2017
F 29	◎『玉村警部補の巡礼』	(宝島社)	2018
N 14	◎『死因不明社会2018』(増補版)	(講談社文庫)	
F 30	『ポーラスター3 フィデル誕生』	(文藝春秋)	2019
N 15	◎『新書版 トリセツ・カラダ』	(宝島社)	
F 31	◎『氷獄』	(KADOKAWA)	

## IV. 講師からのメッセージ

放射線医学総合研究所 脳機能イメージング研究部

樋口真人

2019年度の放射線医学オープンスクールは、37名の参加者を集めて、7月22日と23日の2日間にわたり、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・量子医学・医療部門・放射線医学総合研究所で開催されました。以前は「放射線医学総合研究所」の一言で済んだ研究所名も、法人や組織の再編が繰り返された結果、だいぶ複雑で長くなり、職員の記憶力が試されるようになりました。

記憶力と言えば、私ども脳機能イメージング研究部は、記憶力・判断力をはじめとする脳の力がどのようなメカニズムで発揮され、認知症などの病気ではなぜその力が衰えるのかを解明することを目指しています。そのためにポジトロン断層撮影 (PET)、核磁気共鳴撮像 (MRI)、生体多光子レーザー蛍光顕微鏡など、様々な量子イメージング技術を駆使して、生きた状態で脳内の分子や細胞、ひいてはそれらの働きを捉える研究に取り組んでいます。

例えば代表的な認知症として知られているアルツハイマー病では、アミロイドβやタウなどと呼ばれるタンパク質が、線維のような塊を作って脳の中に沈着しますが、私どもはタウの沈着を PET で画像化するイメージング剤を開発し、認知症の診断に役立て始めています。しかしながら、タンパク質の沈着が捉えられて診断ができたとしても、病気が治らないのであれば、患者さんにとっては得をしたのか損をしたのか、よく分からない状況になります。有効な治療法があって初めて、診断の技術に本当の価値が生まれます。

タウが沈着した神経細胞は過度に興奮するようになり、グリア細胞という別の細胞は、過度に興奮した神経細胞を食べてしまいます。このような病的なメカニズムを私どもはイメージングを使って発見し、認知症治療薬の開発に役立てています。神経活動の過度な興奮を抑える薬や、グリア細胞の働きを調整する補助栄養が、認知症のモデル動物では際立った効果を発揮したことから、これらを人に応用する準備も進めています。

また、イメージングで調べてみると、タンパク質が脳に沈着しても、なかなか認知症にならず、神経回路がタンパク沈着に打ち勝つ力を持っている人がいることが分かってきました。神経回路を鍛えれば、ちょっとやそっとのタウの沈着では、びくともしないようになるかもしれません。ではどうやって鍛えたらよいか。最近では、脳活動を脳波や機能的MRIで読み取りながら、神経回路を特定の方向に強化するように活動を誘導する、ニューロフィードバックという新たな訓練法が開発されてきています。この方法を使うと、強化の目的を意識することなく、神経回路が鍛えられます。

オープンスクールでは、このような認知症診断、治療薬開発、ニューロフィードバックに関連する講義を行い、その後で実際に脳波計やMRIのデモを通じて、ニューロフィードバックの一端を理解してもらいました。脳波計やMRIが脳を鍛えるツールになること自体、参加者の皆さんにとっては全く新しい体験だったのではないのでしょうか。

この他にも放射線を使った癌の診断や治療に関わる講義や見学、放射線を正しく理解し扱うための講義と実習など、放射線を軸にして盛りだくさんな2日間でしたが、参加者アンケートでは、当研究所ゆかりの海堂尊氏による特別講演や、巨大な重粒子線治療装置の見学が人気を博したようです。脳の講義やニューロフィードバックはどうかといえば、アンケートでは皆さんの書きぶりが控えめでしたが、そこは大丈夫。脳科学に強い興味を持つよう、神経回路を無意識のうちに強化させて頂きましたので、皆さんが気づかなくとも私どもの目的は達成されているはずです。

参加者の方々は、医学系、物理工学系など、色々な分野の道を歩まれており、オープンスクールでも発揮された旺盛な意欲を、今後は社会の各所で役立ててくれるものと期待しています。私どもの研究所は、放射線の遮蔽は強固ですが、放射線医学を志す人に対しては、遮蔽なく歓待しています。社会で成長した方々は、同僚や友人を連れて、議論を戦わせに来てくれることでしょう。研究所の看板を持って帰られないよう、日々精進して待ち受けています。



MRI デモの様子



講義風景



## V. 参加者の声

京都府立医科大学

医学部 医学科 4年

安藤 新人

放射線医学オープンスクールに参加することを決めたのは海堂尊先生特別講演がきっかけだ。学部学生二年時に彼の著書「チーム・バチスタの栄光」を読み、それ以来、Aiや厚生労働省、病理検査、放射線科のような彼の著書に関係する医学分野に特に興味を抱くようになった。オープンスクールの情報が Facebook で流れてきてから行くと決めるまで5分とかからなかった。ほとんど海堂尊の名前に惹かれるがまま参加希望の旨を送信した。

かくして、放射線医学オープンスクールに参加したが、海堂尊先生の講演の他にもたくさんの魅力的な講義や見学、そして、様々な背景を持った学生先生方との出会いが私を待っていた。放医研は放射線医学のキャリアパスや基本的な知識、最新の技術を余すところなく、私たち学生に講義、紹介してくれた。中には医学部で学んだ知識もあったが、その多くは所詮教科書や参考書の上の文字データでしかなく、今回のセミナーはそのような文字のだけの薄っぺらであった私の知識に経験を付加してくれ、放射線医学についての理解が一層深まった。

見学の中で印象的だったものはシンクロトロンの装置の見学である。高校の時より加速器は大きいものであると聞いてはいたものの、数分歩いて一周しない加速器の大きさには正直驚いた。しかも、これほど大きな設備が原子より小さい粒子を扱うのであるから、物理の世界は本当に面白いと思った。施設関連で他にも面白いと感じたことは、学部による研究への姿勢が大きく違うのだと驚いた。私自身大学では基礎医学の研究をしており、さらにこの夏にはアメリカの研究室に留学していた身である。研究室には大学に所属するアカデミアの考えをもつ人と会社から出向で研究に参加するビジネス的な考えをもつ人がいるように感じていた。彼らの違いは目的をどこにするのかが違っていて、アカデミアの人間は自分の興味のままにある種の真理のようなものを求めている、会社からきている人は、社会のニーズを考えて、ニーズにコミットする研究を目指していた。というのが留学を経ての感想であったが、実際にシンクロトロンの開発に関わっていた方の話では、結局研究もビジネスにつなげて社会にアウトプットしなくてはならないから、アカデミアとビジネスの相反はあまりないと伺った。バックグラウンドが違くと研究者としてのスタンスも違うことを感じる事ができ、研究の多様性を感じる事ができた。

さて、もともと、セミナーに来るきっかけとなった海堂先生のお話では、「旗を掲げる」というお話がとても印象的だった。有名であったり、人気であったりする先生のお話を聞くと、先生の中には二種類のタイプがあると思う。将来を見据えて行動することを主張する人と今を一生懸命生きることを主張する人である。どちらが正解であるということはないだろうし、人それぞれフィットする生き方があると思う。「旗を掲げる」というのは海堂先生

の一生懸命に今を生きる時、その行動を象徴するもののように感じた。「旗を掲げる」とその旗の元、掲げる旗に共感する人が集まり大きな力になるのだと思う。海堂先生にとってその一つがこのセミナーであるのかなと思った。

最後に、この度の放射線医学オープンスクールは大変有意義なものでした。このような機会を設けてくださった皆様、そして参加者のみなさまには大変感謝しております。



重粒子線棟見学

広島大学

医学部 医学科 4年

相京 辰樹

私の通う広島大学は、原爆放射線医科学研究所を擁し、さらには高度被ばく医療支援センター及び原子力災害医療・総合支援センターの指定を受けているところであって、学生としても放射線医学に対する関心は否が応でも高くなる。そこで放射線医学の教科書を眺めてみると、しばしば「放射線治療」「放射線診断」「核医学」、そして時には「原子力災害医療」などの章立てが成されている。裾野の広い分野であることは伺われるが、一般の医科学生としては技術的に理解が及ばないところもあって、なかなか具体的なイメージを持ちづらい。本オープンスクールは放射線医学の最先端を担う QST の現場に触れることのできる貴重な機会である。もともと大いに期待して参加したが、結果として、その期待を上回る極めて充実した時間を過ごすことができた。

まず、二日間の研修の内容を簡単に紹介する。一日目の主題は放射線治療であった。理工学、医学、生物学のそれぞれの立場の先生からの講義ののち、QST の実際の治療設備を見学させていただいた。さらに、海堂尊先生からキャリアパスに関する特別講演があった。二日目午前は放射線の基礎知識に関する座学を踏まえて線量測定などの実習を行った。午後には放射線診断や核医学などの先端的な話題について、講義・施設見学が催された。一見してわかる通り、放射線医学の幅広い領域に関して、座学から実地まで漏れなく学ぶことができる構成となっている。一つ一つの具体的内容については紙数の都合から割愛するが、充実していたことは言うまでもない。

このオープンスクールの魅力は研修だけではない。放射線医学の裾野の広さを反映して、医療系から理工系まで幅広い専攻の学生が参加しており、非常に多くの刺激を受けることができた。自分は医療系の学生であるが、医療系学部以外の学生との接点は必ずしも多くない。恐らく、理工系の方々も同様ではないかと思う。学際的な知見が必要とされる分野に関心を持つ人々が、学部の垣根を越えて交流し、お互いの視座に対する理解を深める。このような機会の重要性は改めて指摘するまでもないが、決して容易に開催できるものではなく、実際にはかなり稀である。その貴重な機会の一つとして、本オープンスクールがある。

今回の放射線医学オープンスクールでは、研修と交流の両面において沢山の経験をさせていただいた。この経験を通して、これまで漠然と捉えていた放射線医学の輪郭が次第に明らかになってきた様な印象がある。放射線医学の実践と発展を支えている人と場に対する理解も深まった。このような素晴らしい機会を与えてくださった公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構、医師のキャリアパスを考える医学生の会、医学物理若手の会の皆様方に、この場を借りて御礼を申し上げます。

東京女子医科大学

医学部 医学科 2年

柴田 詩織

2年前期の授業で画像診断の基礎を学び、放射線医学に興味を持ちました。「重粒子線治療装置はあまりに大きく、地盤のゆるい東京には建設できない」と伺い、ぜひ実物を拝見したいと思い参加させていただきました。将来進む科をこれから決められる今だからこそ、純粋に興味のまま足を運んでみようと思いました。

各講義、実習で特に印象的だった点について、簡単ではありますが感想を書かせていただきます。古川卓司先生の講義では、特に呼吸同期スキヤニングシステムが印象的でした。レーザー照射においてずっと疑問に思ってきた点でしたのでとても感動しました。中嶋美緒先生の講義では重粒子線治療の具体例、特に間質性肺炎について伺いました。大学の夏休み明けの講義で早速この疾患について習いましたが、改めて先生の講義を理解することができました。キャリアのお話もとても勉強になりました。野元昭弘先生の講義では、重粒子線による時間軸に沿った治療過程の説明がとてもわかりやすく、物理・化学・生物でバラバラであった理解を系統理解することができました。HIMAC、シンクロトロン治療室、回転ガントリーの見学では、お話伺っていた通り(とはいえ想像以上)の大きさに圧倒されました。たった数センチ平方の治療にこれだけの施設を必要とすることにとっても驚くとともに、それほどに需要のある治療法なのだ実感しました。将来は医療者として、ただ技術の恩恵を受けるのみではなく、開発された方々の苦勞、技術の有り難みを知るべきだと感じました。海堂尊先生の特別講演では、「青年よ、旗を掲げよ！」とのメッセージがとても印象に残りました。私自身先生の作品をモチベーションに医学部を目指しましたが、このメッセージを再び起爆剤とし、初心を忘れず、良き医師を目指し精進する決意です。さて、小野田眞先生の講義では放射線の基礎について伺いました。放射線医学が危険と便益を天秤にかける分野であることを改めて認識することができました。放射線の遮へい実習と放射線測定デモでは、普段大学では扱わないような機器を用いた実験に参加でき刺激を受けました。特に、きちんと理解をした上で観察する霧箱は大変興味深く、純粋に美しさを感じました。辻厚至先生の講義では、「診断と治療の融合」という概念が印象に残りました。大学で少し習ったことのある内容でしたが、改めて伺うと確かに多分野融合が欠かせない領域であるのだと実感しました。樋口真人先生の講義では、脳疾患に焦点を当てたお話を伺いました。検査薬があっても治療薬がなければ意味がない、という現実を知り少しもどかしく感じるとともに、このジレンマこそが開発を後押しするのだろうと思いました。町澤昌宏先生の講義では、特にMRIによる脳活動解読が印象に残りました。多くの解析方法が存在することを知り、その奥深さに興味を持ちました。MRIのデモでは、講義で伺った実験を実際に体験させていただき、より理解が深まるとともにさらに興味を抱きました。実物に触れることの大切さを感じました。

学んだばかりの知識を元に受ける講義は大変有意義なものでした。導入部分は復習とな

り、最新技術の解説もある程度理解することができ、このタイミングでこのオープンスクールに参加して良かったと強く思う瞬間でした。またさまざまな方面の先生より講義を受け、放射線医学が多くの分野により構築されること、それゆえに連携が必要であること、そして分野を超えることで生まれる発明があることを実感しました。参加者の皆さんの学部も多岐に渡っており、「院内における医療従事者」と「研究機関における医療従事者」の違いを感じました。

最後に、このような素晴らしい学びの場を設けてくださった公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団の皆様、量研機構の皆様、医師のキャリアパスを考える医学生の会の皆様、医学物理若手の会の皆様、先生方に、心より感謝申し上げます。本当にありがとうございました。



回転ガントリー見学

山梨大学

医学部 医学科 1年

若林 佑弥

この度、令和元年度8月22日～23日の、放射線医学オープンスクールに参加させていただきました。二日間お世話になり、ありがとうございます。私の所属する山梨大学医学部には放射線科があり、専門科目として授業が始まる前に最先端の放射線医学を学ぶことで、これからの学習にもきっと役に立つと考え、参加を決意いたしました。

初日、二日目ともに、普段は触れることのなかなかできないHIMACなどの最先端技術を学ぶことができました。その中でも、とくに私の印象に残っているのは、初日の海堂尊先生の特別講演と、二日目の「脳疾患のイメージング診断と治療評価」です。

海堂先生の特別講演は、おそらく他の方々が書くと思いますので、詳細は割愛致しますが、普段から「執筆」という形で発信を続けている方なので、とてもメッセージ性の強い講演だと感じられました。どの道が正解かではなく、選んだ道を正解にする努力こそが重要である、ということ意識していこう、と決心を新たにすることができました。また、「好きかどうか、楽しいかどうかで道を選ぶ」ということも、努力の継続のためには非常に重要であると再認識することができました。ご多忙の中、ご講演頂きありがとうございました。



特別講演

さて、私事ですが、中学生のときにとあるSF小説を読んで以来、「脳」というものに非常に興味を持っております。医学部に進学したのも、人間の脳を直接扱うことができる唯一の職業が「医師」だから、という理由でした。そんな私にとって、二日目午後の講義やデモは、大変興味深く、充実した時間となりました。樋口真人先生による「脳疾患のイメージング診断と治療評価」では、脳疾患の原因となる“ゴミ”のアミロイド $\beta$  ( $A\beta$ ) や、タウタンパ

ク質を PET (ポジトロン断層撮影) でイメージングすることで、超早期診断が可能になる、というお話が印象的でした。山梨大学の小泉教授が専門に研究されているグリア細胞が、脳疾患に与える影響についてのお話があったことも、これからの学習につなげることができ、有意義な時間でした。町澤昌宏先生による「MRI による脳活動の解読とニューロフィードバックによる操作」では、非侵襲的に脳活動を記録することができる、fMRI による BOLD シグナルの記録について学習しました。PET と fMRI の融合など、将来的な可能性も大きい研究分野であるように感じました。「頭の回転の速さ」とヒスタミン H3 に関係しているという研究結果も、とても印象的でした。今回のオープンスクールの締めとなった、MRI デモでは、ニューロフィードバックを体験させていただきました。感情に起伏を生じさせ、脳活動をコントロールするために、祖父が亡くなった時のことや、恋人のことなど、色々と空想したのですが、なかなか思うようにいかず、難しかったです。

二日間を通して、ANTM の方々を始め、他学校の先輩方、諸先生方には、大変お世話になりました。このような貴重な機会を設けて下さった、医用原子力技術研究振興財団、量子科学技術研究開発機構、医師のキャリアパスを考える医学生の会、医学物理若手の会の皆様に、心より感謝しております。重ねてになりますが、本当にありがとうございました。

東京都市大学

工学部 原子力安全工学科 4年

木本 裕子

令和元年8月22日、23日に開催された公益財団法人医用原子力技術研究振興財団主催の第12回放射線医学オープンスクールに参加させていただきました。医学科や看護学科、物理学科や診療放射線学科など多角的に学ぶ学生が多く参加し、普段聞くことのできない話や貴重な施設を見学することで非常に刺激を受けました。

初日は古川卓司先生の「粒子線がん治療装置の研究開発」、中嶋美緒先生の「重粒子線のがん治療」等の講義を受け、HIMACや回転ガントリーを見学させていただきました。二日目には放射線の基礎について学び、放射線の遮へい実習等を行いました。



放射線の遮へい実験の様子



重粒子線棟での様子

日本人の死亡原因は男性・女性共にがんが一位です。治療をしても生存率が低かった時代、がんは不治の病と言われていた時代と比べて現在では格段に生存率が高くなりました。これはがん治療が昔と比べて大幅に進歩したからだと言えます。今回、がん治療の最先端である重粒子線がん治療を行う装置 HIMAC を見学することができ、普段は入ることのできないエリアを見させていただきました。がん細胞にピンポイントに照射することで周りの正常な細胞に影響を及ぼさない、また、メス等を用いない為体を傷つけることなく痛みの伴わない治療が可能との説明を受けその技術力の高さと医学の進歩を感じました。日本には重粒子線がん治療を行う施設はまだ少ないですが、治療を行うのに対する装置・施設の規模は自分の想像をはるかに上回るほど大きく、施設を見学する前まではもう少し施設数を増やすことはできないのだろうか？とと思っていましたが実際の規模の大きさや費用を考えると、増やすことは決して簡単じゃないと強く感じました。

しかし規模が大きい、コストが高いということは治療を受けるのにそれなりのお金が必要です。これだけの高度な技術の医療、つまりいいものを皆が皆受けられない、お金がなけ



れば治療を受けることができず治らない。簡単ではありませんが、施設規模が今の半分やそれ以上の小型化となれば治療を受ける費用も今より減るはずですし、至極一般的にこの治療を受けることができる世の中になると思います。どこでも設置できる仕組みにしていくことが、もしかしたら私たちのような原子力を学ぶ者が考えていく必要があるのかもしれない。

山梨大学

医学部 医学科 3年

梶谷 有紀

私が第12回放射線医学オープンスクールに参加しようと思ったきっかけは、以下の3つである。1つ目は、今年の夏休みは時間の許すかぎり、医療に関する学生向けの勉強会に参加しようと思っていたからである。2つ目は、大学の授業で放射線治療について学び、放射線と医学の相互関連について学びたいと思ったからである。3つ目は、特別講演で海堂尊先生がいらっしゃるを知り、高校生の頃からファンだったので、是非ともお話を聞きたいと思ったからである。

1日目は、講義が3つにHIMACやシンクロトロンなどの見学、海堂先生による特別講演、懇親会と内容が盛りだくさんだった。

講義の内容は自分にとっては未知の領域であることが多く、難しいと感じるところもあったが、今まで知らなかった新しい知識を得ることができた。重粒子線でのがん治療についての講義では、肺がんでの重粒子線治療が取り上げられていたが、ちょうど授業でも触れたところだったので理解しやすかった。

HIMACやシンクロトロンなどの見学では、とにかくその大きさに圧倒された。治療室も同時に見学したが、治療室の裏ではあれだけ大きな装置がいくつも動いているのかと思うと、自分の想像をはるかに超えていた。今回、ちょうど装置の点検時期と重なっており、普段は見られないところも見ることができて良かった。

海堂先生の特別講演では、先生が普段どんなことをしていたり考えたりしているのかが少しでも分かって嬉しかった。先生のお話は目から鱗となるような内容も多く、終始楽しんで聞くことができた。先生の話聞いて、自分もとにかく目の前のことにしっかり取り組んで前に進んで行こうと思った。

懇親会では、大学や学部の垣根を越えて、様々な人と交流できた。実際に女医として働いている先生とたくさんお話できたのは、これからのことについて少し悩んでいた自分にとってはとても大きなものとなった。また、他学部の学生とも交流し、彼らが大学でどんなことを勉強しているのか聞いてとても興味深かった。

2日目も朝から夕方まで、講義、実習、デモと盛りだくさんの内容だった。

講義では放射線の基礎や、実際に放射線を使った研究について学んだ。放射線の基礎については大学の一般教養の授業で勉強したが、再度一から学ぶことができたと感じる。放射線を使った臨床研究についての講義では、将来自分にも関わることだと思うので、現在どんなことが研究されているのか知れて良かった。

実習やデモでは、実際に放射線を操ってみたり、脳の活動を可視化してみたりと、日常生活ではなかなか体験することのできない実験・デモができたと思う。放射線の遮蔽実習では、放射線の性質が手に取って分かるように感じた。講義や実習、デモを通して、放射線は私た

ちにとって欠かすことのできない大切なものだということが感じられた。

2日間という短い時間だったが、色々な側面から放射線のことについて学ぶことができ、非常に充実した2日間だったと思う。この2日間で学んだことを今後の生活に生かしていきたい。



新治療棟見学



## VI. 参加者の概要及び反応（アンケート）

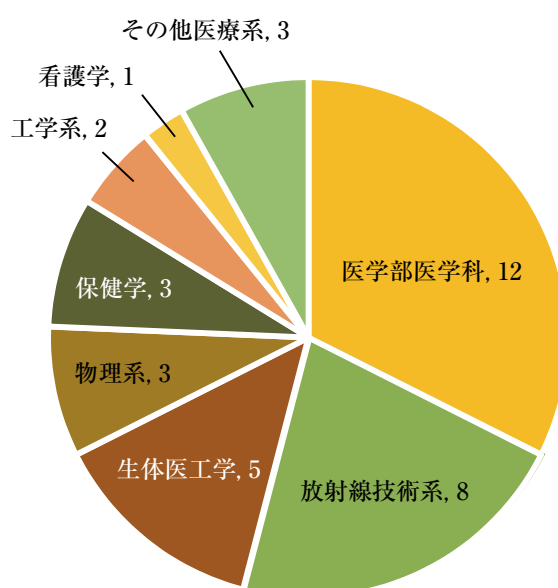
### 【回答者属性】

参加者数 37名

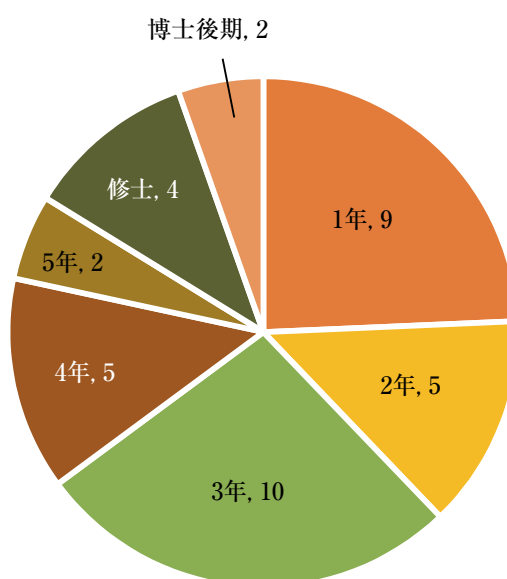
参加大学 21校（五十音順）

大阪大学、岡山大学、九州大学、京都府立医科大学、群馬医療福祉大学、国際医療福祉大学、順天堂大学、帝京大学、東海大学、東京大学、東京女子医科大学、東京都市大学、東京理科大学、東邦大学、東北大学、東洋大学、新潟大学、浜松医科大学、広島大学、藤田医科大学、山梨大学

### 学部



### 学年



## 1. 今回のオープンスクールを通じて放射線医学に対するイメージの変化【抜粋】

- 放射線医学は機械を使う医療技術者と機械を作る研究・開発者の距離が近いことに驚きました。専門性が高く、限定的なイメージが強かったですが、実際はいろいろな分野の人の協力があり、日々進化しているのだと、オープンスクール参加者のバックグラウンドを見てもそう思いました。
- 医学と物理学がとても密接に関わり合っている今の医療が成り立っているのだということを感じました。医学物理という分野があることも今回のオープンスクールを通じて初めて知りました。
- 元々、大学の前期授業で放射線医学に対し良いイメージを持っており、実際実物を拝見してやはりおもしろい分野だと感じました。

## 2. 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構での講義の感想【抜粋】

- “HIMAC”の小型化や高性能化における開発の難しさや完成までの流れを開発者自身に直接話を聞いたのはとても有意義だった。
- X線と粒子線の違い、特になぜ粒子線は生物効果が高いのかよくわかりました。そして、その粒子線治療の今までの取り組み、研究を知るとともに、これからのがん治療へのさらなる応用を垣間見ることができて良かったです。
- 重粒子線治療について、実際に治療に携わっている方のお話を聞くことができ、自分の知識を深めるのにとっても役に立ちました。

## 3. 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構での見学感想【抜粋】

- あまりにも広く、沢山の機械を見て圧倒された。重粒子線治療に使われる粒子がどのようにして生成されるか見られることはなかなかないことだと思うので、貴重な経験ができたと思う。
- 教科書や講義で見た装置を実際に見ることができ、実感がわき、さらに深めて勉強したいと思った。
- 今まで物理学や治療学で装置について学んできたけれど、座学だけでは理解できないことが多々あった。今回、実際に治療装置、シンクロトロン、ガントリーなど見ることで大きさや仕組みについて理解を深めることができた。

## 4. 特別講演の感想【抜粋】

- 海堂先生の本を愛読していたので、お会いでき、貴重なお話を聞くことができ嬉しく思う。
- Aiや放医研にも興味をすごくもった。海堂先生のサイン入り本を購入できてとてもよかった。
- Aiは死因究明が主な目的だと思っていたが、治療効果判定が目的と聞いて見方が変わった。

## 5. 懇親会の感想【抜粋】

- ・現役の女性医師の方にこれからの人生について相談させていただき、とても参考になりました。
- ・幅広い学部学科の学生、先生方と話す機会は貴重。
- ・他の学部の方とお話することで互いの良さ、互いの強みを確認し合い、将来についてより深く考えるきっかけになりました。



懇親会





## VII. まとめ

医師のキャリアパスを考える医学生の会  
東北大学 医学部医学科 5年  
林 明澄

昨年10月、京都大学の本庶佑先生が免疫チェックポイント阻害薬の発明によりノーベル医学生理学賞を受賞して以降、一般の人に対する腫瘍への関心は以前にも増して高いものとなってきました。今や、悪性新生物(がん)は日本人の死因別死亡率の第一位を占めています。2人に1人は生涯のうちにがん罹患する現代では、がんはもはや特別な病気ではありません。そういった現代において、いかに患者さんの生活の質(Quality of Life)を保ちながら治療に臨むかが重要な課題となっています。

がんの治療は大きく分けて、手術・化学療法・放射線治療の3つに大別されます。

中でも放射線治療は、他の治療に比べ侵襲性が低く、外科的切除が困難な高齢者に対してや日常生活と両立しながらも行うことができます。

今回のオープンスクールでは、放射線の基礎や研究について学び、実際に治療が行われている現場を見学いたしました。シンクロトロンを初めとしたたくさんの機械や今まで行われてきた研究の歴史を拝聴し、放射線治療が、最先端の技術と幅広い分野の研究者の方々の長い苦労の上で作上げられたことを実感いたしました。

放射線治療は、医師のみで行うことは不可能であり、たくさんの専門家によって成り立っています。今回のオープンスクールでは、医学部のみならず物理学科や工学部などの方も多く参加し、2日間を通じて親睦を深めることができました。学生という近い立場だからこそ、放射線のこと、学生生活のこと、進路のことなどたくさんのことを語り合うことができました。

今、放射線治療学の分野では、肺癌患者に対してたった1回の重粒子線照射で根治を目指す治療法など画期的な研究に多数行われています。2018年4月には、骨軟部腫瘍や前立腺癌など一部の癌において重粒子線治療が保険適用となり、たくさんの人が安価で治療を受けることが可能になりました。

特別講演をいただいた海堂尊先生には、先生のご経験をもとに視野を狭めずたくさんの方にチャレンジすることの重要性も教えていただきました。

今回参加した学生同士のつながりが、将来どこかで花を咲かせ、放射線治療がさらに発展し、たくさんの患者さんを助けられることを願っています。

最後にはなりますが、このような貴重な機会をいただきました、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所のみなさま、海堂尊先生、医用原子力技術研究振興財団のみなさま、若手医学物理の会の先生方、オープンスクールに参加して下さった皆様に心より御礼申し上げます。



## 参 考 资 料



## <参考資料1>

### 開催実績

1回	<p>日程:2008年8月13日(水)～14日(木)          主催:放射線医学見学ツアー実行委員会 共催:国立がんセンター、医用原子力技術研究振興財団          見学先:国立がんセンター中央病院、放射線医学総合研究所          特別講演:「PET装置のもつ可能性に挑戦する放射線の技術」          放射線医学総合研究所 分子イメージング研究センター 村山秀雄先生          参加者:23名</p>
2回	<p>日程:2009年8月25日(火)～26日(水)          主催:医師のキャリアパスを考える医学生の会 共催:医用原子力技術研究振興財団          見学先:癌研有明病院、国立がんセンター東病院          特別講演:「放射線医学の魅力ー将来の進路を考える若者たちへー」          市立堺病院・元国立がんセンター中央病院 池田 恢先生          参加者:10名</p>
3回	<p>日程:2010年8月17日(火)～18日(水)          主催:医師のキャリアパスを考える医学生の会 共催:医用原子力技術研究振興財団          見学先:癌研有明病院、放射線医学総合研究所          特別講演:「放射線医学の魅力」 京都大学大学院医学研究科 平岡真寛先生          参加者:28名</p>
4回	<p>日程:2011年8月15日(月)～16日(火)          主催:医師のキャリアパスを考える医学生の会 共催:医用原子力技術研究振興財団          見学先:兵庫県粒子線医療センター、SPring8、兵庫県立がんセンター          特別講演:「放射線腫瘍医になろう」 近畿大学医学部放射線腫瘍学部門 西村恭昌先生          参加者:22名</p>
5回	<p>日程:2012年8月27日(月)～28日(火)          主催:医師のキャリアパスを考える医学生の会 共催:医用原子力技術研究振興財団          見学先:放射線医学総合研究所、がん研有明病院          特別講演:筑波大学附属病院陽子線医学利用研究センター 櫻井英幸先生          参加者:26名</p>
6回	<p>日程:2013年8月22日(木)～23日(金)          主催:医師のキャリアパスを考える医学生の会 共催:医用原子力技術研究振興財団          見学先:東芝メディカルシステムズ、東芝電子管デバイス、群馬大学重粒子線医学研究センター、          がん・感染症センター都立駒込病院          特別講演:「放射線腫瘍医として27年で学んだこと」          放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター 唐澤久美子先生          参加者:20名</p>
7回	<p>日程:2014年8月22日(金)～23日(土)          共催:医師のキャリアパスを考える医学生の会、医用原子力技術研究振興財団          見学先:北里大学病院、神奈川県立がんセンター、エレクトラ株式会社          特別講演:「チーム医療は楽しい」 神奈川県立がんセンター 中山優子先生          参加者:34名</p>
8回	<p>日程:2015年8月27日(木)～28日(金)          主催:医用原子力技術研究振興財団 共催:医師のキャリアパスを考える医学生の会          見学先:株式会社島津製作所、京都大学医学部附属病院          特別講演:「私と粒子線治療」 医用原子力技術研究振興財団 辻井博彦先生          参加者:41名</p>

## 開催実績

9 回	<p>日程:2016年8月24日(水)～25日(木)</p> <p>主催:医用原子力技術研究振興財団 共催:医師のキャリアパスを考える医学生の手会</p> <p>見学先:三菱電機株式会社、神戸低侵襲がん医療センター</p> <p>特別講演:「がん医療をリードする放射線医学」 神戸大学大学院医学研究科 杉村和朗先生</p> <p>参加者:30名</p>
10 回	<p>日程:2017年8月29日(火)～30日(水)</p> <p>主催: 医用原子力技術研究振興財団</p> <p>共催: 医師のキャリアパスを考える医学生の手会、RamSEP 放射線災害の全時相に対応できる人材養成</p> <p>見学先:株式会社日立製作所ヘルスケアビジネスユニット 日立高精度放射線治療研修センター、筑波大学附属病院</p> <p>特別講演:”Particle Therapy in Asia: Current and Future Developments” Hsiang-Kuang Tony Liang (梁祥光), B.S. (Physics), M.D. National Taiwan University</p> <p>参加者:34名</p>
11 回	<p>日程:2018年8月20日(月)～21日(火)</p> <p>主催:医用原子力技術研究振興財団 共催:医師のキャリアパスを考える医学生の手会、医学物理若手の会</p> <p>見学先:東芝エネルギーシステムズ株式会社 京浜事業所、東京女子医科大学病院</p> <p>特別講演:「放射線治療における医学物理学の重要性」 東京女子医科大学大学院医学研究科 医学物理学分野 西尾禎治 先生 「核医学治療について」 東京女子医科大学 画像診断・核医学科 阿部光一郎 先生</p> <p>参加者:33名</p>
12 回	<p>日程:2019年8月22日(木)～23日(金)</p> <p>主催:医用原子力技術研究振興財団</p> <p>共催:国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所 医師のキャリアパスを考える医学生の手会、医学物理若手の会</p> <p>見学先:国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門</p> <p>特別講演:「医療にできること、文学にできること」 医師・作家 海堂 尊 先生</p> <p>参加者:37名</p>

<参考資料2>

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構  
量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所  
講義資料

①デモ:目で見る放射線

人材育成センター

②放射線の基礎

人材育成センター

小野田 眞

③腫瘍のイメージング診断と標的アイソトープ治療

分子イメージング診断治療研究部 MiT

核医学基礎研究グループ ExNMG

辻 厚至





### 第12回 放射線医学オープンスクール

## デモ:目で見える放射線

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構  
量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所  
人材育成センター

## 身の回りにおける放射線

自然の放射線

人工の放射線



## 医療分野で利用されている放射線

### ① 診断

- ・**X線**:レントゲン  
X線CT (Computed Tomography)  
コンピュータ断層撮影法  
IVR (Interventional Radiology)  
CT等で透視しながらカテーテルや針を用いて治療
- ・**γ線**:一般RI検査(シンチ)  
・<sup>68</sup>Ga, <sup>99m</sup>Tc, <sup>123</sup>I, <sup>125</sup>I
- SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography)  
単一光子断層撮影法  
・<sup>68</sup>Ga, <sup>99m</sup>Tc, <sup>123</sup>I, <sup>201</sup>Tl
- ・**陽電子消滅に伴う放射線(光子)**  
PET (Positron Emission Tomography) 陽電子放出断層撮影法  
・<sup>11</sup>C, <sup>13</sup>N, <sup>15</sup>N, <sup>18</sup>F



## 医療分野で利用されている放射線

### ② 治療

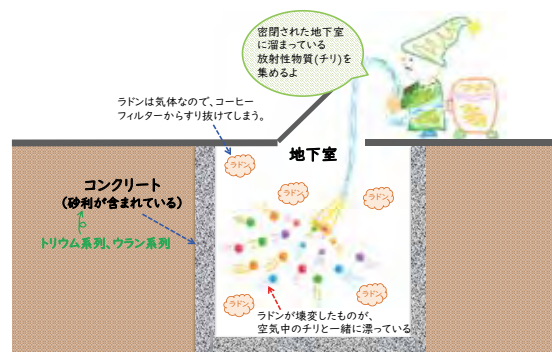
- ・**X線**:リニアック、サイバーナイフ
- ・**電子線**:リニアック
- ・**γ線**:ガンマナイフ、密封小線源治療(<sup>129</sup>Ir:前立腺癌、子宮頸癌、<sup>198</sup>Au:舌癌、<sup>125</sup>I等)
- ・**陽子線**:サイクロトロン、シンクロトロン
- ・**重粒子線**:HIMAC等
- ・**β線**:非密封RI(<sup>131</sup>I:甲状腺がん、甲状腺機能亢進症、<sup>89</sup>Sr:転移性骨腫瘍、<sup>90</sup>Y:悪性リンパ腫)
- ・**α線**:非密封RI(<sup>223</sup>Ra:骨転移のある去勢抵抗性前立腺癌、<sup>211</sup>At)
- ・**中性子線**:ホウ素中性子補足療法(α線と<sup>7</sup>Li粒子)

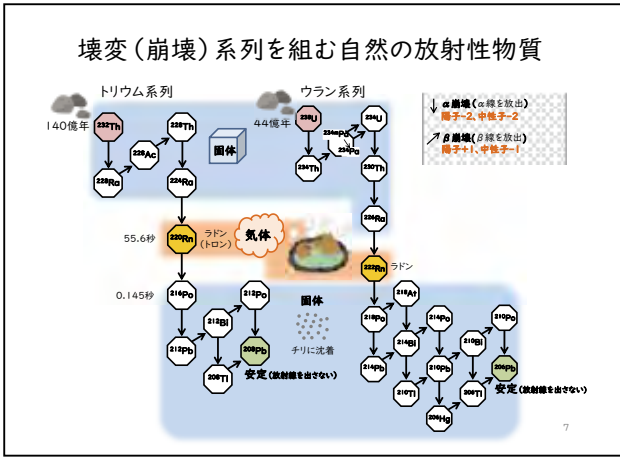


## 1-2 身近にある放射線(自然放射線)



## 自然にある放射性物質を集める





### 様々な放射線測定器

**$\alpha$ 線**

ZnS(Ag)シンチレーションサーベイメータ

**$\beta$  ( $\gamma$ )線**

GMサーベイメータ

物の表面に放射性物質が付着しているか調べる時に使う

**表面汚染検査計**

単位: cpm など

1分間あたりの放射線の数

---

**$\gamma$ 線、X線**

NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ

**中性子線**

中性子サーベイメータ

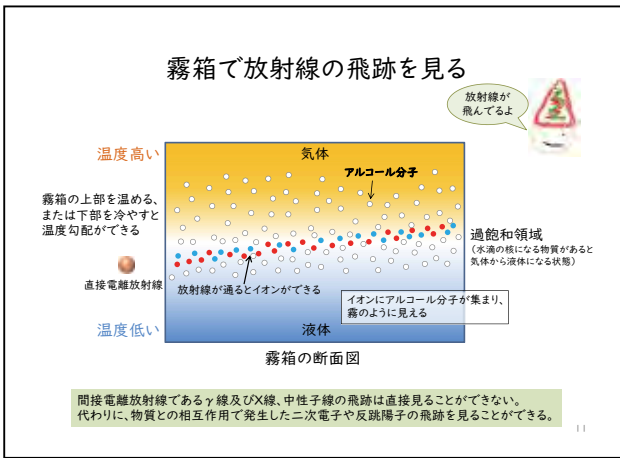
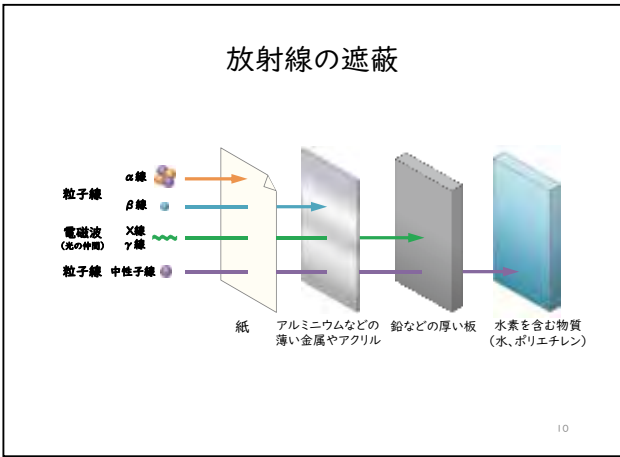
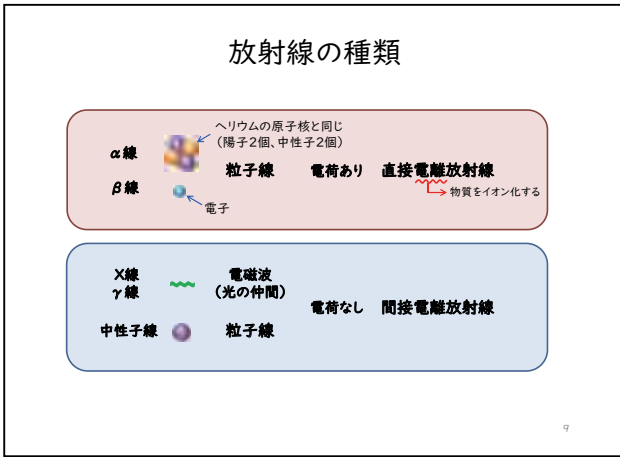
多目的用サーベイメータ

空間の放射線量(=被ばく量に繋がる)を測る時に使う

**空間線量計**

単位:  $\mu\text{Sv/h}$  など

1時間あたりの放射線量(被ばく量)



第12回 放射線医学オープンスクール

「放射線の基礎」

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団  
国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構  
量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所 nirs  
人材育成センター  
小野田 眞

本日の内容

- 【1】身の回りにおける放射線
  - ・自然放射線、人工放射線など
- 【2】放射性物質、放射線、放射能って何？
  - ・原子と放射線の関係など
- 【3】放射線の人への影響
  - ・確定的影響（組織反応）、確率的影響など

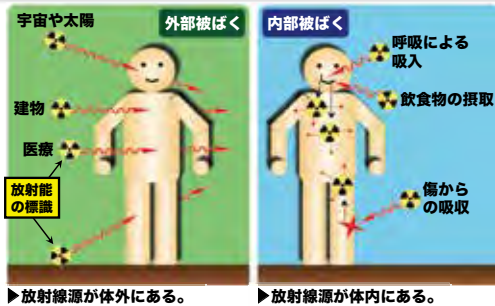
1-1 放射線・放射能の発見

- 1800年：赤外線発見 【ウィリアム・ハーシェル】
- 1801年：紫外線の発見 【ヨハン・ヴィルヘルム・リッター】
- 1895年：エックス（X）線の発見 【ヴィルヘルム・コンラート・レントゲン】  
真空管の実験をしていた時、放電管の電極から、目に見えない光現象を発生させ、蛍光物質を光らせ、物質を突き抜ける不思議な性質をもった光線のようなものを発見しました。これを「エックス（X）線」と名付けました。エックス（X）線は、医学の分野で応用され、診断・治療に利用されています。この発見の功績からノーベル物理学賞を受賞しています。
- 1896年：放射能の発見 【アンリ・ベクレル】  
偶然に写真乾板の上に十字架の文様とウラン化合物の結晶をのせて、机の引き出しにしまっておきました。これを現像してみると、乾板に十字架が写っていたことから、ウランがエックス（X）線に似た放射線を出していることに気がきました。
- 1898年：ラジウムの発見 【マリー・キュリー、ピエール・キュリー】  
マリー・キュリー（夫人）は、夫のピエール・キュリーとともにウラン鉱物であるピッチブレンド（重晶石ウラン鉱）から、放射能をもった元素を分離することを試みました。そして、「ポロニウム」と「ラジウム」という放射性物質を発見しました。その後、マリー・キュリー夫人によって名付けられました。
- 1899年：放射線の種類（α線・β線）の発見 【アーネスト・ラザフォード】  
ラジウムから出る放射線について鉛板を利用して実験をしたところ、鉛板の力で曲がる放射線と直に曲がる放射線があることを発見し、それぞれ「アルファ（α）線」と「ベータ（β）線」と名付けました。
- 1900年：放射線の種類（γ線）の発見 【ポール・ヴィラール】  
放射線の鉛板の写しから、鉛板を持たず、鉛板の厚い鉛の筒の放射線が発見されました。その後、1903年にラザフォードによって、「ガンマ（γ）線」と名付けられました。
- 1911年：宇宙線の発見 【ヴィクトール・フランツ・ヘス】

1-2 身近にある放射線（自然放射線）

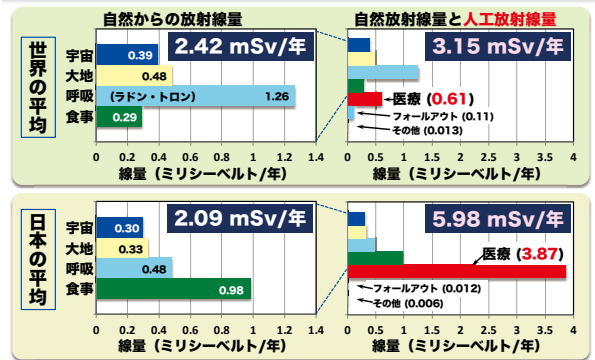


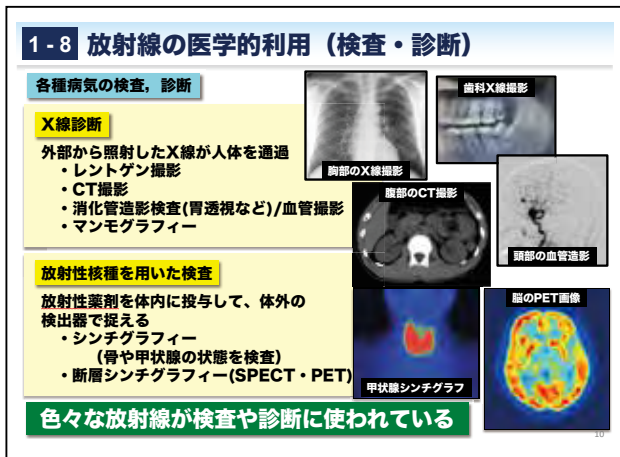
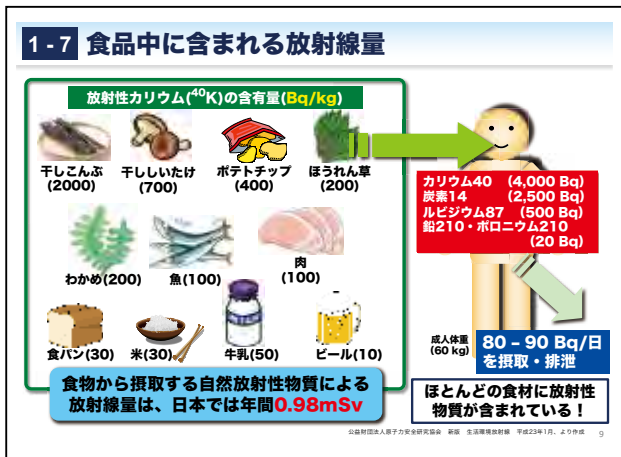
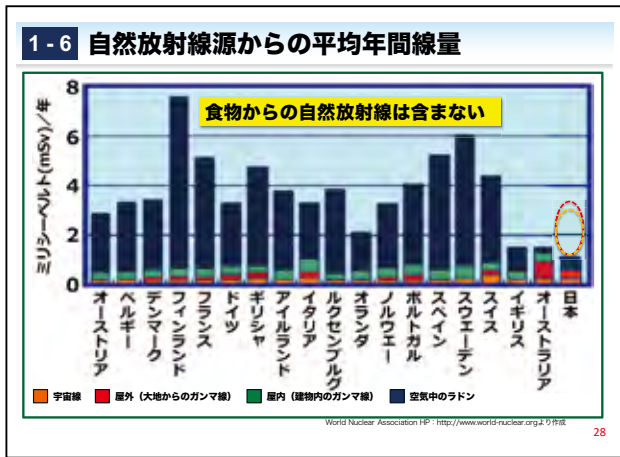
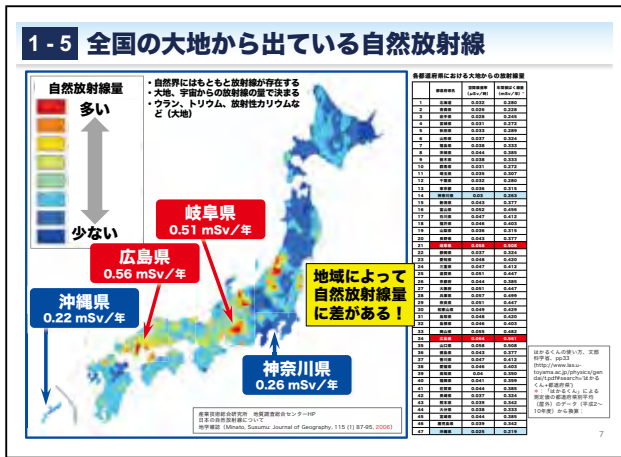
1-3 放射線被ばくの形態



体表面汚染  
・放射性物質が体の表面に付着した状態  
・本人と周囲の人々が汚染、被ばくする可能性がある

1-4 自然および人工放射線から受ける線量





### 1-9 診断で受ける放射線量 (実効線量)

検査の種類	被ばく線量 (1回あたりのおよその値)	
	線量	実効線量
胸部X線撮影	0.06 mSv	実効線量
胃のX線健診	3m Sv	実効線量
CT撮影	2.4~12.9 mSv	実効線量
PET検査	2~10 mSv	実効線量
歯科撮影	0.01 mSv	実効線量

放射線検査による被ばく量は、検査の種類によって異なる。  
※各放射線検査における照射線量の目安とされる「診断参考レベル」が定められている。



### 1-11 身近にある放射線 (活用分野)

**医学的利用**

- 各種病気の検査、診断
- X線診断
- レントゲン撮影
- CT撮影
- 血管造影
- マンモグラフィ
- 放射性薬剤(SPECT, PET)
- 放射線治療
- 温泉療法(ラドン220, 222)?
- 74Bq/kg以上含有

**原子力発電**

- ウラン235
- プルトニウム239

**農業的利用**

- 発芽防止(コバルト60)
- 害虫防除
- 品種改良
- 食品の保存(殺菌)

**放射線の利用**

**研究領域**

- 化学分析
- 各種測定
- 年代推定
- 文化財調査
- 地下水の動向検査

**工業的利用**

- 透過(コバルト60)
- 非破壊検査
- 厚み測定(プロメチウム147)
- 化合物の合成
- プラスチック等の性質の改良

**放射性日用品**

- 煙感知器(アメリシウム241)
- ランタンのマントル(トリウム232)
- グローランプ(プロメチウム147, クリプトン85)

### 2-1 放射性物質、放射線、放射能って何？

● **ランタン** (光を出す能力を持つ)

カンデラ (cd)  
▶ 光の強さの単位

**光**

ルクス (lx)  
▶ 明るさの単位

● **放射性物質** = 放射線を出す能力 (放射能) を持つ

ベクレル (Bq)  
▶ 放射能の強さの単位

**放射線**

シーベルト (Sv)  
▶ 人が受ける放射線影響 (被ばく線量)の単位

**換算係数**

### 2-2 放射線には色々な種類がある

**放射線** 放射性物質や発生装置から放出される粒子線、あるいは、電磁波 (不安定な原子から放出される余分なエネルギー)

**粒子線**

- 陽子
- 中性子
- 電子

● **α線** (原子核から飛び出るヘリウムの原子核) 20

● **β線** (原子核から飛び出る電子) 1

● **中性子線** (原子核、加速器などから作られる。Cf-252) ~ 21

● **陽子線** (加速器などから作られる) 2

**電磁波**

- 電子 (β線)

● **X線** (原子核の外で発生 (電子の軌道間移動からも生成)) 1

● **γ線** (原子核から出る) 1

**放射線加重係数**

**放射線は不安定な原子から放出される!**

### 2-3 壊変と放射線

■ 不安定な状態から安定な状態に移る時に放射線を出す!

**放射線物質**

不安定

ベクレル(Bq) : 1秒間に何個の放射性同位元素が壊れたかを表す単位

1 Bq = 1秒間に1個が変化 (壊変)

10 Bq = 1秒間に10個が変化 (壊変)

安定

放射線を出さない

**放射線加重係数**

### 2-4 放射性物質の半減期と放射能の減衰

【半減期】 物理的に、放射性物質の放射能が半分になるまでの時間

放射能の強さ

200 → 100 → 50 → 25

(1/2) (1/4) (1/8)

1回目の半減期 2回目の半減期 3回目の半減期

時間

8日 16日 24日 32日

2年 4年 6年 8年

30年 60年 90年 120年

● ヨウ素131: 8日 → 16日 → 24日 → 32日

● セシウム134: 2年 → 4年 → 6年 → 8年

● セシウム137: 30年 → 60年 → 90年 → 120年

### 3-1 放射線によるDNAの損傷

放射線

DNA損傷 (遺伝子の中欠)

修復酵素

X線 1 ミグレイ当たりの損傷 (1細胞当たり)

- 塩基損傷 2.5箇所
- 一本鎖切断 1箇所
- 二本鎖切断 0.04箇所

**放射線加重係数**

### 3-2 放射線によるDNAの損傷と修復

**X線照射なし**  
(修復が正常なヒト細胞)

**X線照射 (1 Gy)**

**X線照射後30分**  
(修復が正常なヒト細胞)  
DNA鎖の切断  
2本鎖切断箇所に関連した特殊なタンパク質が現れた

**X線照射後24時間**  
(修復が正常なヒト細胞)  
2本鎖切断の修復が不十分

**X線照射後24時間**  
(修復が正常なヒト細胞)  
2本鎖切断が消えた (修復された)

### 3-3 放射線によるDNAの損傷

**放射性物質** → **放射線** → **遺伝子 (DNA)** → **遺伝子損傷 (DNA損傷)**

**DNA修復機構** → **修復**

**低線量** → **正常に修復** → **正常な細胞 組織・臓器**

**高線量** → **一部に損傷が残る (不完全な修復)** → **放射線傷害 (異常の蓄積)** → **発がん (確率的影響)**

**高線量** → **修復が不可能** → **細胞死 (確定的影響)**

### 3-4 影響の種類

放射線を受けた後にどのような障害が生じるか、生じないか、受けた放射線の量、受けた場所 (全身、局所)、時間の経過 (被ばくの模式) を考慮する

作用機構の差異

発症までの時間

本人か子孫か

**身体的影響**

- 急性放射線症 (発症時間: 数分~数時間)
- 急性放射線症: 骨髄障害、腎臓障害、中枢神経障害
- 皮膚紅斑、脱毛、不妊
- 妊娠児の障害 (精神遅滞)
- 胎児発生障害
- 白内障
- 白血病、がん
- 慢性障害 (発症時間: 数ヶ月~数年)
- 慢性障害: 遺伝的障害 (遺伝的疾患の発症頻度の増加)

**確定的影響 (組織反応)** (しきい値がある)

**確率的影響** (しきい値がない状態)

放射線による健康影響に関する統一化基準資料 平成25年度版 ver.2013001より改訂

### 3-5 しきい値は存在するのか?

**しきい値あり**

確定的影響 (組織反応) (眼毛、白内障、皮膚障害など)

影響の現れる頻度 (確率) ↑

放射線量 ↑

しきい値 ↓

影響なし

影響あり

低い放射線量では影響が見えませんが、ある線量 (しきい値) 以上の放射線をばくすると明らか (確定的) に影響が現れる。線量と共に障害の重篤度が変わる。

しきい値以下の線量に抑えることによって、影響を無くす。

**直線しきい値なしモデル (LNTモデル)**

確率的影響 (がん、白血病、遺伝的影響など)

影響の現れる頻度 (確率) ↑

放射線量 ↑

線量に依存して影響が多少と仮定

自然発症率

放射線量 100 mSv (?)

放射線のばく量と人体 (生命) がそれによって受ける影響の間には「閾値」がなく、直線的な関係が成り立つ。線量と共に障害が起こる頻度が増加する。

しきい値は無いと仮定して、合理的に線量を少なくすることで、影響の現れる確率を容認できるレベルにする。(安全性を優先)

### 3-6 放射線の被ばく量と組織・臓器への影響

高線量の放射線被ばくによって何らかの身体的影響が現れる! (確定的影響)

器官、組織 (重大な影響)

500 mSv以上

精巣 (一時的な不妊)

0.1 (Sv)

0.5

骨髄 (造血過程の抑制、白血球、血小板の減少)

1

骨髄 (悪心、嘔吐、全身倦怠/死亡)

2-3

骨髄 (十分な治療でも機能損失/死亡、10%)

3

卵巣 (永久不妊)

4

皮膚 (一時的な脱毛、50-90%)

6

皮膚 (広範囲の皮膚に紅斑)

3-6

精巣 (永久不妊)

小腸 (小腸症候群)

5-10

皮膚 (広範囲に火傷に似た症状、100%)

15 <

肺 (肺炎)

がん死亡リスクが0.5%程度増加

### 3-7 各種障害のしきい値

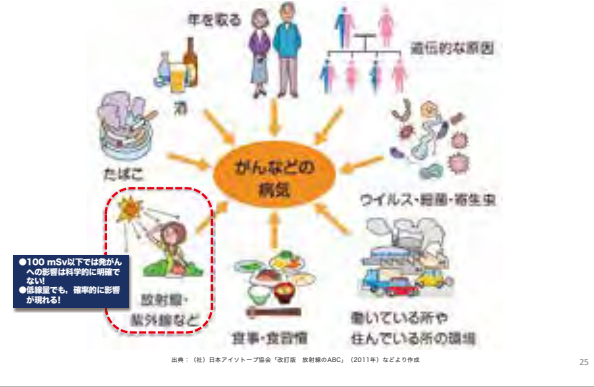
【ガンマ線急性吸収線量のしきい値】

障害	臓器/組織	潜伏期	しきい値 (グレイ: Gy) *
一時的な不妊	精巣	3~9週	約0.1
永久不妊	精巣	3週	約6
	卵巣	1週以内	約3
造血能低下	骨髄	3~7日	約0.5
皮膚発赤	皮膚 (広い範囲)	1~4週	3~6以下
皮膚熱傷	皮膚 (広い範囲)	2~3週	5~10
一時的な脱毛	皮膚	2~3週	約4
白内障 (視力低下)	眼	数年	約1.5 (0.5 <sup>†</sup> )

\*: 臨床的な異常が明らかな症状のしきい線量 (1%の人々に影響を生じる線量)  
\*\*: 国際放射線防護委員会報告書118(2012)では、しきい値が下げられた

高線量の放射線被ばくによって何らかの身体的影響が現れる! (確定的影響)

### 3-8 がんなどの病気を起こす色々な原因



25

### 3-9 自然放射線と人工放射線



26

### 3-10 放射線利用における正当化・防護の最適化

▶放射線を使うときは、それによってもたらされる**便益(得)**の方が、**危険(損)**よりも大きいときに限る。(正当化)




・利益の方が、危険よりも大きい。  
→ **使う**



・利益の方が、危険よりも小さい。  
→ **使わない**


▶「個人線量」、「被ばく人数」、「被ばくの可能性」を合理的に達成できる限り、**低く保つべき**である。(最適化)

27


 公益財団法人 医用量子科学技術開発機構  
 ASSOCIATION FOR FUNCTIONAL TECHNOLOGIES IN MEDICINE  
 QST


第12回放射線医学オープンスクール

**腫瘍のイメージング診断と標的アイソトープ治療**


 量子科学技術研究開発機構 QST  
 放射線医学総合研究所 NIRS  
 分子イメージング診断治療研究部 MIT  
 核医学基礎研究グループ ExNMG


辻 厚至


千葉@2019.8.23


 Disclosure of Conflict of Interest

I have no COI  
with regard to my presentation.

千葉@2019.8.23


 Carcinogenic agents


 IARC MONOGRAPHS ON THE IDENTIFICATION OF CARCINOGENIC HAZARDS TO HUMANS


Agents Classified by the IARC Monographs Volumes 1-124

Group 1	Carcinogenic to humans	120 agents
Group 2A	Probably carcinogenic to humans	82 agents
Group 2B	Possibly carcinogenic to humans	311 agents
Group 3	Not classifiable as to its carcinogenicity	500 agents

Ionizing radiation  
 Ethanol in alcoholic beverages


Dr. Tsujii

千葉@2019.8.23


 第12回放射線医学オープンスクール

**腫瘍のイメージング診断と標的アイソトープ治療**

**腫瘍核医学**

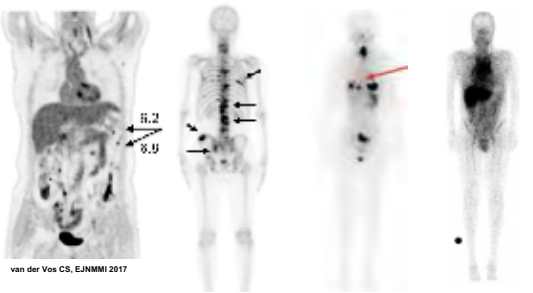

 量子科学技術研究開発機構 QST  
 放射線医学総合研究所 NIRS  
 分子イメージング診断治療研究部 MIT  
 核医学基礎研究グループ ExNMG

辻 厚至

千葉@2019.8.23

**腫瘍核医学...**

FDG PET    骨シンチ    <sup>131</sup>I治療    Zevalin

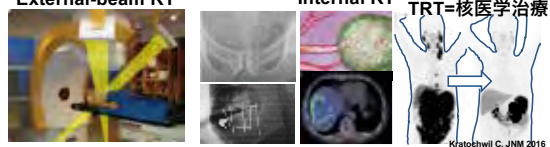


van der Vos CS, EJNMMI 2017  
 国立国際医療研究センター  
 harecoco.net  
 Comb PS, JNM 2005

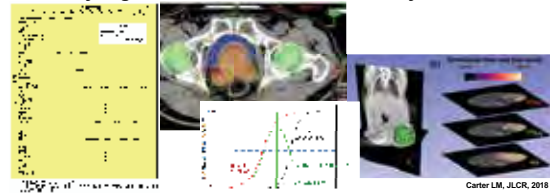
千葉@2019.8.23

**核医学治療は放射線治療のひとつ**

External-beam RT    Internal RT    TRT=核医学治療



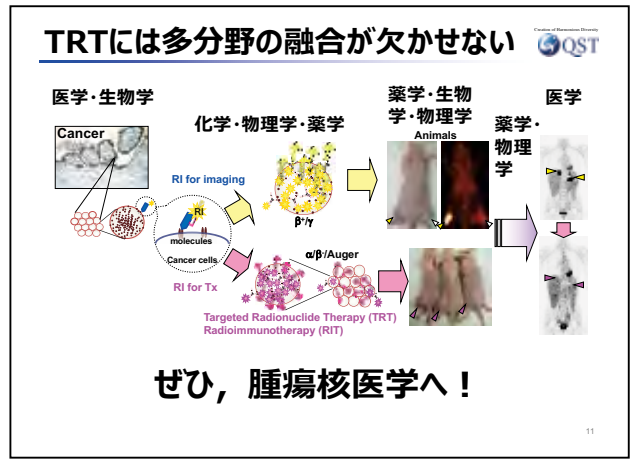
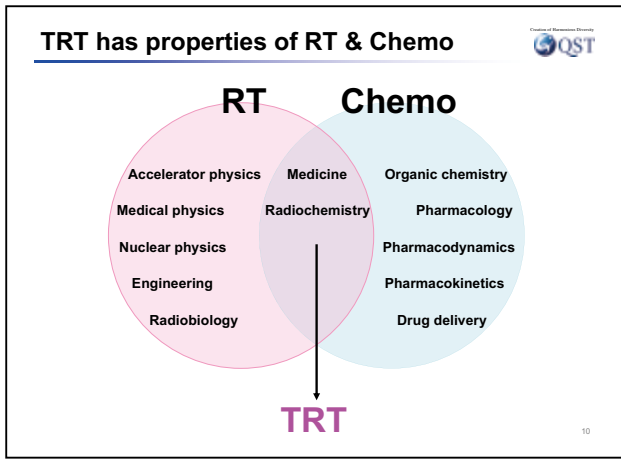
Dosimetry & general radiation-induced toxicity in humans



Kratochwill C, JNM 2016  
 Carter LM, JLCR, 2018

千葉@2019.8.23





### 核医学は, First-in-humanが早い

**Phase 0 study**

臨床でのPOC取得 (Clinical POC acquisition)

Microdose studies are designed to evaluate pharmacokinetics or imaging of specific targets and are designed not to induce pharmacologic effects. Because of this, the risk to human subjects is very limited, and information adequate to support the initiation of such limited human studies can be derived from limited nonclinical safety studies. A *microdose* is defined as less than 1/100<sup>th</sup> of the dose of a test substance calculated (based on animal data) to yield a pharmacologic effect of the test substance with a maximum dose of  $\leq 100$  micrograms (for imaging agents, the latter criterion applies).<sup>13</sup> Due to differences in molecular weights as compared to synthetic drugs, the maximum dose for protein products is  $\leq 30$  nanomoles.

150kDa: 4.5mg Schwarz SW, JNM 2018

### DDS研究開発におけるRIの活用

新規ADC開発 (New ADC development)

イメーシング・線量評価・治療効果(外照射可) (Imaging, dose evaluation, treatment effect (external irradiation possible))

イメーシング・線量評価 (治療効果) (Imaging, dose evaluation (treatment effect))

Go/No-Go? (Decision point)

比較可能 (Comparable)

Go! (Proceed)

### Dosimetry for Therapy

<sup>225</sup>Ac-PSMA-617

Dose-limiting organ	Hollman et al. 2016		Hollman et al. 2016	
	<sup>225</sup> Ac-PSMA-617 (Dose/MBq)	<sup>225</sup> Ac-PSMA-617 (Dose/MBq)	<sup>225</sup> Ac-PSMA-617 (Dose/MBq)	<sup>225</sup> Ac-PSMA-617 (Dose/MBq)
Salivary glands	2.20	17.61	0.60	1.90
Kidneys	0.74	5.48	1.43	0.75
Red bladder	0.00	0.07	0.07	1.16

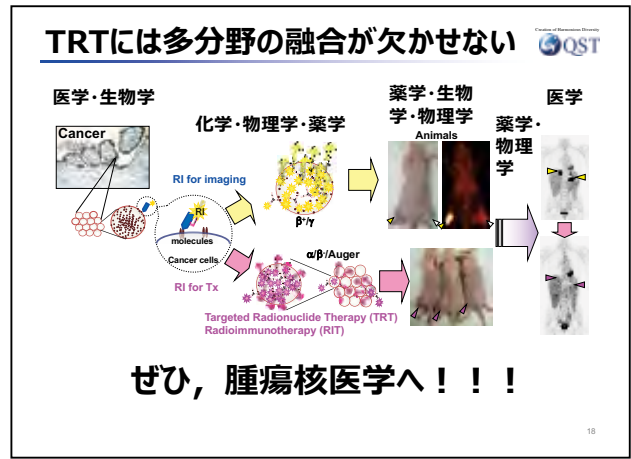
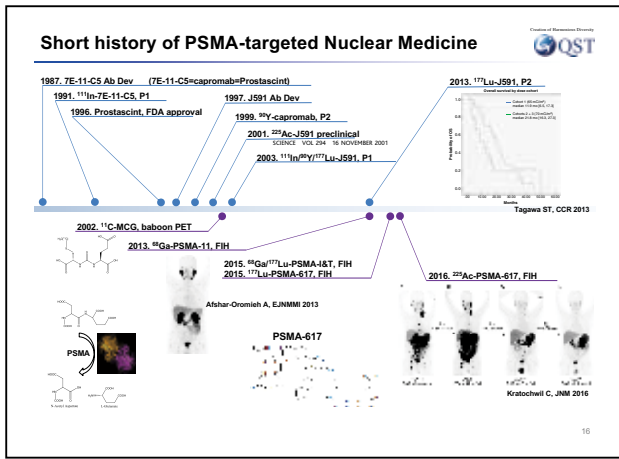
Preventing toxicity (Preventing toxicity)

### TRT agents

Probe size vs. Tumor size

Radionuclides: <sup>213</sup>Bi, <sup>225</sup>Ac, <sup>211</sup>At, <sup>177</sup>Lu, <sup>131</sup>I, <sup>90</sup>Y.

Characteristics: Blood clearance (F), Tissue penetration (Hi), Time of max uptake (Sh), Retention in tumor (Lo), Tumor uptake (Lo).



# 明日への人材を育てる企業一覧

<敬称略・五十音順>

## 広告協賛企業

- ・ キヤノンメディカルシステムズ株式会社
- ・ 株式会社竹中工務店
- ・ 東芝エネルギーシステムズ株式会社
- ・ 東洋メディック株式会社
- ・ 株式会社日立製作所
- ・ ブレインラボ株式会社
- ・ ユーロメディテック株式会社

## 寄附金協賛企業

- ・ 大阪重粒子線施設管理株式会社



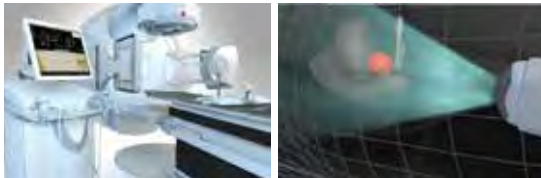
# Versa HD™



## Non-Radiation IGRT Solution

### | Clarity (超音波 IGRT)

- ◆ ハイブリッドイメージング
- ◆ オートスキャン



承認番号: 22600BZX00282000 販売名: Versa HD リニアックシステム  
承認番号: 22500BZX00108000 販売名: エレクタ Clarity システム  
承認番号: 22600BZX00453000 販売名: Catalyst システム

### | Catalyst (Surface-IGRT)

- ◆ 患者体位の補正
- ◆ インタラクティブビジュアルガイド
- ◆ Non-Rigid アルゴリズム
- ◆ Deformable Volumetric Model



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*

## 人と自然をつなぐ、伝統と革新をつなぐ。

かつて先人たちが理想を追い、  
実現してきたデザインや技術は、

現代に伝統として受け継がれています。

竹中工務店は、その伝統を尊びながら、

常に新しい価値や試みを取り入れ、

革新的なデザインや技術を

創り出すことを目指しています。

人と自然が共に豊かになるには

どうしたらいいのか、

未来の環境をつくる使命を持つて

新しい建築を世に送りだしていきたい。

そして、10年後、20年後、100年後、

その建物が、新しい「伝統」になり、

未来の建築家たちの

礎になることを願っています。

「最良の作品を世に遺し、

社会に貢献する」

竹中工務店は、この経営理念のもと、

建築の可能性を追い求めていきます。

写真：竹中大工道具館 設計施工：竹中工務店  
兵庫県神戸市、六甲山の麓にある日本で唯一の  
大工道具の博物館。

想いをかたちに 未来へつなぐ

 TAKENAKA

**TOSHIBA**



**Pursuing New Possibilities**

**長年培った先進技術で  
重粒子線がん治療に貢献します**

医療機器承認番号：22700BZX00391000 販売名：東芝粒子線治療装置 CI-1000 | 医療機器承認番号：22800BZX00096000 販売名：重粒子線治療装置 CI-1000S

**東芝エネルギーシステムズ株式会社**

新技術営業部 粒子線治療システム担当 ☎044-331-0556 [https://www.toshiba-energy.com/heavy-ion/index\\_j.htm](https://www.toshiba-energy.com/heavy-ion/index_j.htm)

# PerFRACTION

## 2D&3D

患者QAソフトウェア

放射線治療において、毎回の分割照射がプラン通りに行われたかを確認できることが理想的ですが、取り扱うデータ量が膨大になるため、実現は困難でした。PerFRACTIONはそうした課題に対して、新しいソリューションを提供するソフトウェアです。



- 撮影後のEPID画像の取得と解析を自動で実行
- SNCサーバにインストールされており、ウェブベースのソフトウェアのため、ネットワーク接続されたどのPCからも閲覧可能
- 事前検証と治療ビーム検証を実施
- EPIDで測定を行うQAソリューションは、独立性とエラー検知精度が向上



For All Your Tomorrows

**TOYO MEDIC**

<http://www.toyo-medice.co.jp/> E-mail [info@toyo-medice.co.jp](mailto:info@toyo-medice.co.jp)

## 東洋メディック株式会社

本社：〒162-0813 東京都新宿区東五軒町2-13  
TEL. (03) 3268-0021 (代表) FAX (03) 3268-0264  
大阪支店：〒550-0002 大阪府大阪市西区江戸堀1-25-7  
TEL. (06) 6441-5741 (代表) FAX (06) 6441-5745  
福岡支店：〒812-0007 福岡県福岡市博多区東比恵2-2-40  
TEL. (092) 482-2022 (代表) FAX (092) 482-2027  
支店・営業所：名古屋・札幌・新潟・仙台・岡山



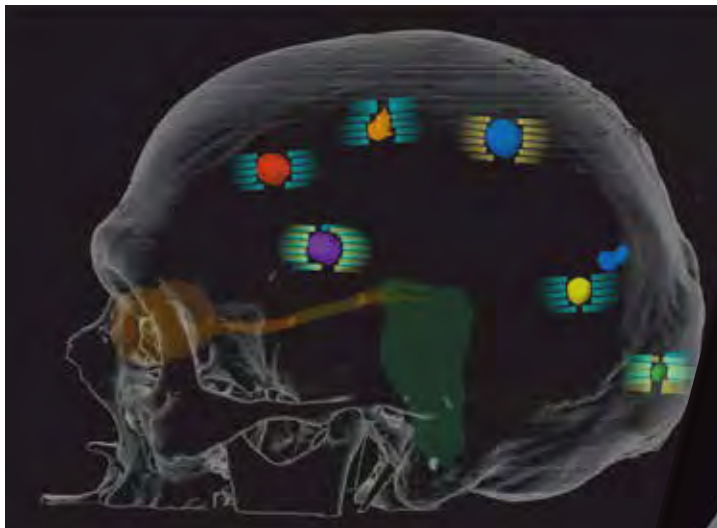
**HITACHI**  
Inspire the Next

PARTICLE BEAM THERAPY SYSTEM



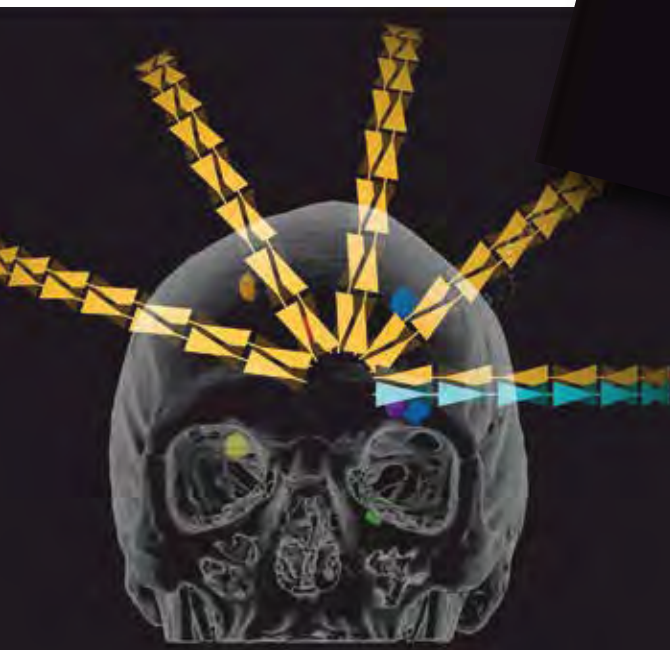
**Innovating Healthcare,  
Embracing the Future**

 **Hitachi, Ltd.**  
[www.hitachi.com/healthcare](http://www.hitachi.com/healthcare)



# ELEMENTS MULTIPLE BRAIN METS SRS

EFFICIENT TREATMENT  
OF MULTIPLE TARGETS



多発性転移性脳腫瘍治療専用 治療計画ソフトウェア

## Multiple Brain Mets SRS

製造販売元

**ブレインラボ株式会社**

〒108-0023 東京都港区芝浦 3-2-16 田町イーストビル 2F  
TEL. 03-3769-6900 FAX. 03-3769-6901 [jp\\_sales@brainlab.com](mailto:jp_sales@brainlab.com)  
[brainlab.com/ja/](http://brainlab.com/ja/)

製品の仕様は予告なく変更されることがあります。  
販売名: iPlanステーション エLEMENT 医療機器承認番号: 22000BZX01548000  
医療機器承認番号: 30100BZX00108000



✔ 自社Golden Beam Data搭載システムによりビームデータ測定の必要なし※  
 ※Varian社, Elekta社, Siemens社製リニアック, TomoTherapy データ編集も可能

✔ 線量計算アルゴリズムにCollapsed Cone Convolution Superpositionを採用  
 ・高精度線量計算アルゴリズムによる確かな検証結果  
 ・GPU並列処理による高速線量計算

✔ 患者DICOMデータ転送後はすべて自動処理  
 ・全フラクションのLog-fileやCBCT画像を自動取得・自動解析  
 ・院内のどこからでもブラウザを通して結果の確認が可能

✔ すべてのLog-file情報を使用する唯一の線量検証システム  
 ・EPIDより高解像度にメカニカルエラーを検出  
 ・米国を中心に300以上の施設(1日あたり1万件以上)で臨床使用中

Hardware-Based	MobiusFX
30-90 Minutes Per Patient	1-5 Minutes Per Patient
Homogeneous Plastic Phantom	Heterogeneous Patient CT
2D Planar Dose Evaluation	3D Volumetric Dose Evaluation
Low-Res Arrays (~7mm)	High-Res MLC Log Data (~0.1mm)
Manual Import of TPS Dose	Automatically Imports TPS Dose
No Segregation of Error Sources	Calculation vs. Delivery Error
Pre-Treatment Only	Pre-Treatment & Every Fraction



Adaptive Radiation Therapyで必須となる  
 次世代線量検証ソフトウェア線量検証を実現した  
 Only One線量検証ソフトウェア(システム)



< 本社 > 〒141-0022 東京都品川区東五反田2-20-4 NMF高輪ビル  
 TEL; 03-5449-7585 FAX; 03-5449-0234  
 < 大阪支店 > 〒530-0047 大阪市北区西天満5-1-1 ザ・セヤマビル  
 TEL; 06-6131-2180 FAX; 06-6131-2181  
 URL <https://www.euro-meditec.co.jp/>

第12回放射線医学オープンスクール報告書  
～未来を拓く 医療×テクノロジー との出会い～

発行 : 公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団  
103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町 7-16 ニッケイビル 5 階  
TEL 03(5645)2230 FAX 03(3660)0200  
HP : <http://www.antm.or.jp/>  
E-mail : [info@antm.or.jp](mailto:info@antm.or.jp)